

## الكيمياء النووية

### تركيب النواة

إضاءة رموز بعض الجسيمات النووية

رمزه	الجسيم
${}_0^1n$	نيوترون
${}_1^1H$ أو ${}_1^1p$	بروتون
${}_{-1}^0e$ أو ${}_{-1}^0\beta$	جسيم بيتا (إلكترون سالب)
${}_2^4He$ أو ${}_2^4\alpha$	جسيم ألفا
${}_{+1}^0e$ أو ${}_{+1}^0\beta$	بوزيترون (إلكترون موجب)

- تحتوي النواة على بروتونات موجبة الشحنة ونيوترونات معتدلة الشحنة.
- العدد الذري  $Z$  هو عدد البروتونات في النواة (عدد الشحنة)، ويساوي عدد الإلكترونات في الذرة.
- العدد الكتلي  $A$  هو مجموع عددي البروتونات والنيوترونات  $N$ .

- يُرمز لنواة العنصر:  ${}_Z^A X$

### الاستقرار النووي:

حيث تقع النوى المستقرة ضمن منطقة تسمى حزام الاستقرار، وغير المستقرة تقع خارجه.

-قارن بين النوى المستقرة ذات الأعداد الذرية الصغيرة

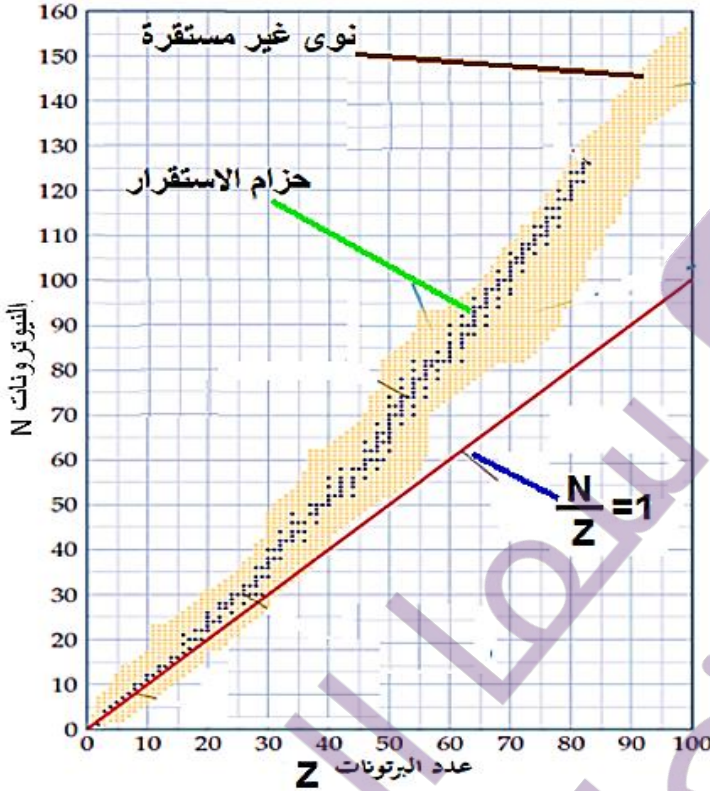
و ذات الأعداد الذرية الكبيرة من حيث النسبة  $\frac{N}{Z}$

- النسبة  $\frac{N}{Z} \approx 1$  للعناصر المستقرة ذات الأعداد الذرية الصغيرة.

- النسبة  $\frac{N}{Z} > 1$  للعناصر المستقرة ذات الأعداد الذرية الكبيرة.

- النسبة  $\frac{N}{Z}$  لنظير غير مستقر لا تساوي النسبة  $\frac{N}{Z}$

لنظير مستقر، وتتحول النوى غير المستقرة تلقائياً إلى نوى أكثر استقراراً من خلال عملية تُدعى النشاط الإشعاعي.

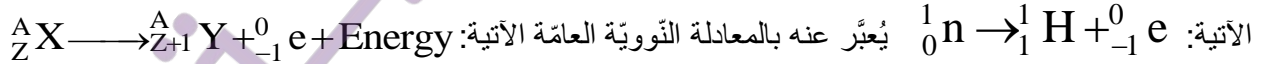


### أنواع التحولات النووية (النشاط الإشعاعي الطبيعي):

تحدث داخل النواة غير المستقرة متحوّلة إلى نواة أخرى أكثر استقراراً، يرافقها انبعاث جسيمات خارج النواة، وانطلاق طاقة على شكل أمواج كهرومغناطيسية وفق الآتي:

**1- تحوّل من النوع بيتا:** هو إطلاق النواة لجسيم بيتا يحدث في النوى التي تقع فوق حزام الاستقرار

**علل** إطلاق النواة لجسيم بيتا: نتيجة تحوّل نيوترون إلى بروتون يستقر داخل النواة فينبثق جسيم بيتا خارج النواة وفق المعادلة

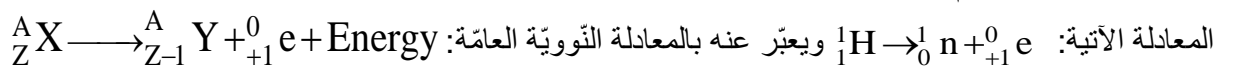


### تطبيق (1):

**1- تتحوّل نواة الكربون  ${}_{6}^{14}C$  إلى نواة النيتروجين  ${}_{7}^{14}N$  مطلقة جسيم، اكتب المعادلة النووية المعبرة عن هذا التحوّل محدداً نوعه.**

**2- تحوّل من النوع بوزيترون:** هو إطلاق النواة لجسيم بوزيترون يحدث في النوى التي تقع تحت حزام الاستقرار

**علل** إطلاق النواة لجسيم بوزيترون: نتيجة تحوّل بروتون إلى نيوترون يستقر داخل النواة فينبثق بوزيترون خارج النواة وفق





## تطبيق (6):

- 1- من خاصّيات أشعة غاما:  
a- تتأثر بالحقل الكهربائي. b- تتأثر بالحقل المغناطيسي. c- تنتشر بسرعة الضوء. d- نفوذيتها أقلّ من جسيمات بيتا.
- 2- من خاصّيات جسيمات ألفا:  
a- تنحرف نحو اللبوس الموجب. b- لا تتأثر بالحقل المغناطيسي. c- سرعتها أكبر من غاما. d- نفوذيتها أقلّ من جسيمات بيتا.
- 3- من خاصّيات جسيمات بيتا:  
a- لا تتأثر بالحقل الكهربائي. b- لا تتأثر بالحقل المغناطيسي. c- سرعتها أقلّ من ألفا. d- تؤين الغازات أكثر من غاما.

## سلاسل النشّاط الإشعاعي:

- تتحوّل النوى المشعة وفق عدّة تحولات نووية متسلسلة لتصل إلى نواة مستقرّة تُدعى **سلسلة نشاط إشعاعي**.

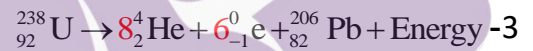
**تطبيق (7):** تتحوّل نواة اليورانيوم المشعّ  ${}_{92}^{238}\text{U}$  إلى نواة الرصاص المستقرّ  ${}_{82}^{206}\text{Pb}$  وفق سلسلة نشاط إشعاعيّ الممثل بالمعادلة

الآتية:  ${}_{92}^{238}\text{U} \rightarrow x {}_2^4\text{He} + y {}_{-1}^0\text{e} + {}_{82}^{206}\text{Pb} + \text{Energy}$  والمطلوب: 1- حساب عدد التحولات من النوع ألفا  $x$ .

2- حساب عدد التحولات من النوع بيتا  $y$ . 3- اكتب المعادلة النووية الكليّة.

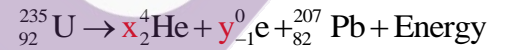
**الحل:** 1-  $238 = 4x + y(0) + 206 \Rightarrow x = 8$

2-  $92 = 2x - y + 82 \Rightarrow y = 2(8) + 82 - 92 = 6$



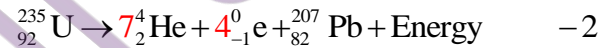
**تطبيق (8):** يتحوّل اليورانيوم المشعّ  ${}_{92}^{235}\text{U}$  إلى الرصاص المستقرّ  ${}_{82}^{207}\text{Pb}$ ، المطلوب:

- 1- احسب عدد التحولات من النمط ألفا ، والتحويلات من النمط بيتا التي يقوم بها اليورانيوم حتى يستقرّ .
- 2- اكتب المعادلة النووية الكليّة.



1-  $235 = 4x + y(0) + 207 \Rightarrow x = 7$

2-  $92 = 2x - y + 82 \Rightarrow y = 2(7) + 82 - 92 = 4$



**تطبيق (9):** عند تحوّل نظير الثوريوم  ${}_{90}^{232}\text{Th}$  المشعّ إلى نظير الرصاص غير المشعّ  ${}_{82}^{208}\text{Pb}$  المطلوب:

- 1- احسب عدد التحولات من النمط ألفا ، والتحويلات من النمط بيتا التي تقوم بها نواة الثوريوم حتى يستقرّ .
- 2- اكتب المعادلة النووية الكليّة.

## تطبيق (10):

1- تتفكك نواة الثوريوم  ${}_{90}^{228}\text{Th}$  بإطلاقها لجسيمات ألفا متحوّلة إلى نواة البولونيوم  ${}_{84}^{216}\text{Po}$  ، فإنّ عدد جسيمات ألفا المنطلقة خلال

5-d

4-c

3-b

2-a هذا التحوّل يساوي:

2- تطلق نواة عنصر مشعّ  ${}^A_Z\text{X}$  جسيم ألفا ثم تطلق النواة الناتجة جسيم بيتا، فتتحوّل إلى نواة:

${}^{A-4}_{Z-1}\text{y}$  (d)

${}^{A-4}_{Z+3}\text{y}$  (c)

${}^{A-4}_{Z-2}\text{y}$  (b)

${}^{A-4}_{Z-3}\text{y}$  (a)

## طاقة الارتباط

### تطبيق (11):

قارن بين كتلة نواة الهيليوم ومجموع كتلة مكوناتها وهي حرّة مفسراً اجابتك  
- كتلة النواة أصغر من مجموع كتل مكوناتها وهي حرّة بسبب تحوّل النقص في الكتلة إلى طاقة منتشرة تُعطى بعلاقة أينشتاين:  
 $\Delta E = \Delta m.c^2$

### تطبيق (12):

إذا علمت أنّ كتلة نواة الهيليوم  $6.4024 \times 10^{-27} \text{ kg}$  وكتلة البروتون تساوي  $1.6726 \times 10^{-27} \text{ kg}$  وكتلة النيوترون تساوي  $1.6749 \times 10^{-27} \text{ kg}$ ، المطلوب:

1- أحسب الطّاقة المنتشرة في أثناء تشكّل نواة الهيليوم  ${}^4_2\text{He}$ . 2- ما قيمة طاقة الارتباط لنواة الهيليوم؟

الحلّ: 1- مجموع كتل مكونات النواة  $m_1 = (2 \times 1.6726 \times 10^{-27}) + (2 \times 1.6749 \times 10^{-27}) = 6.695 \times 10^{-27} \text{ kg}$

$$\Delta m = m_2 - m_1 = 6.4024 \times 10^{-27} - 6.695 \times 10^{-27} = -0.2926 \times 10^{-27} \text{ kg}$$

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

$$\Delta E = +2.6334 \times 10^{-11} \text{ J}$$

2- طاقة ارتباط النواة تساوي بالقيمة وتعاكس بإشارة الطّاقة المنتشرة:

### نتيجة:

• عند فصل النواة إلى مكوناتها الأساسية من بروتونات ونيوترونات يجب تقديم طاقة مساوية للطّاقة المنتشرة في أثناء تشكّلها، تسمى طاقة ارتباط النواة وهي مقدار موجب = الطاقة المنتشرة وهي مقدار سالب

• يتحوّل النقص في الكتلة إلى طاقة منتشرة تُعطى بعلاقة أينشتاين:  $\Delta E = \Delta m.c^2$ .

حيث:  $\Delta E$  الطّاقة المنتشرة (سالبة) ووحدتها J ،  $\Delta m$  النقص في الكتلة (سالب) وواحدتها kg  
c سرعة الضّوء في الخلاء وتقدّر  $m.s^{-1}$

### تطبيق (13):

1- تشعّ الشمس طاقة مقدارها  $38 \times 10^{27} \text{ J}$  في كلّ ثانية، احسب مقدار النقص في كتلة الشّمس خلال ثلاث دقائق علماً أنّ  $c = 3 \times 10^8 \text{ m.s}^{-1}$ .

$$\Delta E = \Delta m.c^2 \Rightarrow -38 \times 10^{27} \times 3 \times 60 = \Delta m (3 \times 10^8)^2 \Rightarrow \Delta m = \frac{-38 \times 10^{27} \times 3 \times 60}{9 \times 10^{16}} = -76 \times 10^{12} \text{ kg}$$

2- تنقص كتلة نواة الأكسجين  ${}^{16}_8\text{O}$  عن مكوناتها وهي حرّة بمقدار  $\Delta m = -0.23 \times 10^{-27} \text{ Kg}$  تكون طاقة الارتباط لهذه النواة. (سرعة انتشار الضّوء في الخلاء  $c = 3 \times 10^8 \text{ m.s}^{-1}$ )

$$-2.07 \times 10^{11} \text{ J(a)} \quad -2.07 \times 10^{11} \text{ J(c)} \quad 2.07 \times 10^{11} \text{ J(b)} \quad 2.07 \times 10^{11} \text{ J(a)}$$

3- تُشعّ طاقة مقدارها  $38 \times 10^{27} \text{ J}$  في كلّ ثانية فيكون مقدار النقص في كتلة الشّمس خلال  $1.5 \text{ min}$  حيث  $c = 3 \times 10^8 \text{ m.s}^{-1}$

$$-38 \times 10^{11} \text{ kg(a)} \quad -38 \times 10^{12} \text{ kg(c)} \quad -38 \times 10^{11} \text{ kg(b)} \quad -38 \times 10^{12} \text{ kg(a)}$$

### عمر النّصف المادّة المشعّة:

تحوّل نصف عدد نوى النّظير المشعّ وفق نشاط إشعاعيّ محدّد إلى نوى عنصر آخر خلال أزمنة متساوية تُدعى عمر النّصف للمادّة المشعّة.  $t = t_{1/2} \times n$  حيث  $t$  الزّمن الكليّ ،  $n$  عدد مرّات تكرار عمر النصف  $t_{1/2}$

- يتعلّق عمر النّصف بنوع المادّة المشعّة.

- لا يتعلّق عمر النّصف بالحالة الفيزيائية أو الكيميائية أو الضّغط أو الحرارة.

تجزئة العينة n مرة

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

عدد النوى النسبة المتبقية

$$6 \times 10^5 \xrightarrow{t_{1/2}} 8 \times 10^5 \xrightarrow{t_{1/2}} 4 \times 10^5 \xrightarrow{t_{1/2}} 2 \times 10^5 \xrightarrow{t_{1/2}} \dots$$

عدد النوى المتبقي

$$200g \xrightarrow{t_{1/2}} 100g \xrightarrow{t_{1/2}} 50g \xrightarrow{t_{1/2}} 25g \xrightarrow{t_{1/2}} 12.5g \dots$$

كتلة كتلة متبقية

مسائل عمر النصف: 1- كتابة القانون  $t = t_{1/2} \times n$  2- تجزئة العينة n مرة وترتبط بالمتبقي

**تطبيق (14):** إذا علمت أن عمر النصف لعنصر مشع 3 years احسب الزمن اللازم كي يصبح النشاط الإشعاعي  $\frac{1}{8}$  ما كان عليه.

في القانون مجهولين فنجزأ العينة ونحسب n

$$N \xrightarrow{t_{1/2}} \frac{N}{2} \xrightarrow{t_{1/2}} \frac{N}{4} \xrightarrow{t_{1/2}} \frac{N}{8} \Rightarrow n = 3$$

$$\Rightarrow t = 3 \times 3 = 9 \text{ years}$$

**تطبيق (15):** يبلغ عدد النوى في عنصر مشع  $16 \times 10^5$  وبعد زمن 150s يصبح العدد 200000 نواة ، والمطلوب : احسب  $t_{1/2}$

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

في القانون مجهولين فنجزأ العينة ونحسب n

$$16 \times 10^5 \xrightarrow{t_{1/2}} 8 \times 10^5 \xrightarrow{t_{1/2}} 4 \times 10^5 \xrightarrow{t_{1/2}} 2 \times 10^5$$

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

**تطبيق (16):**

1- يتوقف عمر النصف للعنصر المشع على:

a- كتلة العنصر المشع b- الروابط الكيميائية للعنصر المشع. c- درجة حرارة العنصر المشع. d- نوع العنصر المشع.

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

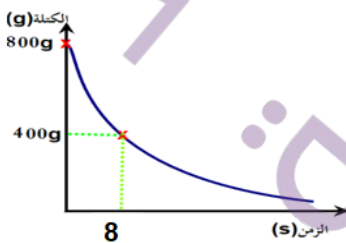
(a)  $\frac{1}{8}$  (b)  $\frac{4}{8}$  (c)  $\frac{5}{8}$  (d)  $\frac{7}{8}$

3- يبلغ عدد النوى في عينة مشعة  $8 \times 10^{20}$  ، وبعد زمن قدره 120S يصبح عدد النوى  $10^{20}$  فيكون عمر النصف لهذه المادة:

20s(a) 30s(b) 40s(c) 60s(d)

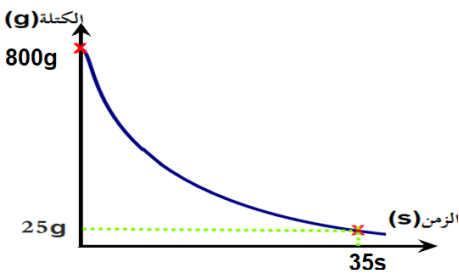
4- يمثل الشكل المجاور تحول 800 g من مادة مشعة فتكون الكتلة المتبقية بعد زمن 32s

مساوية:



25 g	D	5g	C	50g	b	2.5	A
------	---	----	---	-----	---	-----	---

5- يمثل الشكل المجاور تحول 800 g من مادة مشعة فيكون عمر النصف لهذه المادة مساوياً:



5s	d	35s	C	15s	b	7s	A
----	---	-----	---	-----	---	----	---

**تطبيق (17):** تتحول نواة اليود المشع  $^{131}_{53}\text{I}$  إلى نواة الكزنيون Xe مطلقاً جسيم بيتا عند معالجة مرضى سرطان الغدة الدرقيّة بجرعة منه، فإذا كان عمر النصف لليود المشع المُستخدَم 8 days ، المطلوب:

1- اكتب المعادلة النوويّة المعبرة عن التحول.  
2- احسب النسبة المتبقية من اليود المشع بعد 24 days.

**تطبيق (18):** احسب عمر النصف لعنصر مشع في عينة منه، إذا علمت أنّ الزمن اللازم ليصبح عدد النوى المشعة في تلك العينة  $\frac{1}{16}$  مما كان عليه يساوي 480 سنة.

### التفاعلات النوويّة:

**1- تفاعلات الالتقاط:** تحدث عندما تلتقط النواة القذيفة التي قذفت بها دون أن تنقسم. **فسر** يُعدّ النيوترون أفضل قذيفة نوويّة. لأنه معتدل الشحنة فلا يحدث تدافع كهربائي بينه وبين النواة المقذوفة.

**تطبيق (19):** عند قذف نواة الذهب النظير غير المشع  $^{197}_{79}\text{Au}$  بنيوترون تتحول إلى نواة الذهب النظير المشع اكتب المعادلة النوويّة ثم حدّد نوع التفاعل :  $^{197}_{79}\text{Au} + ^1_0\text{n} \rightarrow ^{198}_{79}\text{Au} + \text{Energy}$  تفاعل التقاط

**2- تفاعلات التناثر:** تحدث عندما تتحول النواة المقذوفة بجسيم إلى عنصر جديد مطلقاً جسيم آخر.

**تطبيق (20):**

1- عند قذف نواة النتروجين  $^{14}_7\text{N}$  بجسيم ألفا تتحول إلى نواة الأكسجين النظير مطلقاً بروتون ، اكتب المعادلة النوويّة المعبرة محدداً نوع التفاعل.

2- عند قذف نواة الزئبق  $^{200}_{80}\text{Hg}$  ببروتون تتحول إلى نواة الذهب AU مطلقاً جسيم ألفا ، اكتب المعادلة النوويّة المعبرة عن التفاعل محدداً نوع التفاعل.

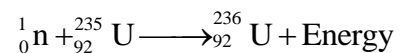
3- نقذف نواة النتروجين  $^{14}_7\text{N}$  بجسيم ألفا، فتتحول إلى نواة الأكسجين النظير  $^{17}_8\text{O}$  ، وينطلق بروتون، اكتب المعادلة المعبرة عن هذا التفاعل النوويّ محدداً نوع التفاعل.

4- عند تفاعل نواة النتروجين  $^{14}_7\text{N}$  ينتج نواة الكربون المشع  $^{14}_6\text{C}$  ، فإنّها:

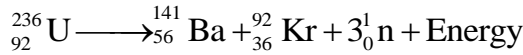
a- تلتقط نيوترون وتطلق ألفا  
b- تلتقط بروتون وتطلق نيوترون  
c- تلتقط بوزيترون وتطلق نيوترون  
d- تلتقط نيوترون وتطلق بروتون.

### 3- تفاعلات الانتشار النووي:

**تطبيق (21):** عند قذف نواة اليورانيم النظير  $^{235}_{92}\text{U}$  بنيوترون بطيء تلتقط النواة النيوترون وفق المعادلة:

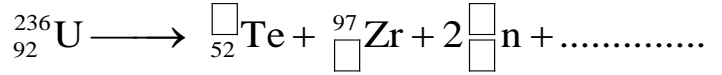


تنشط نواة اليورانيم  $^{236}_{92}\text{U}$  إلى نواتين متوسطتي الكتلة ، وينطلق نترونات سريعة وفق المعادلة النوويّة.



**إضاءة:** يرافق تفاعل الانشطار انطلاق نيوترونات سريعة، إذا أمكن إبطاؤها يمكن لكل نوترون أن يشطر نواة جديدة من  ${}_{92}^{235}\text{U}$  بعد التقاطه مما يؤدي إلى حدوث تفاعل متسلسل.

**تطبيق (22):** أكمل، ثم وازن التفاعل النووي الآتي محدداً نوعه:



#### 4- تفاعلات الاندماج النووية:

تندمج نواتان خفيفتان أو أكثر لتتشكل نواة أثقل.

**تطبيق (23):** تندمج نواتا نظيري الهيدروجين الديتريوم والتريتيوم لينتج نواة الهليوم ونيوترون، اكتب المعادلة النووية المعبرة عن هذا التفاعل:

**أستنتج**

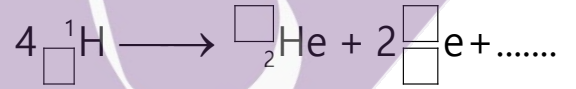
تتعتمد هذه التفاعلات على اندماج النوى الخفيفة لتكوين نواة أثقل

تكون كتلتها أصغر من مجموع كتل النوى المندمجة، وهذا النقص في الكتلة يتحول إلى طاقة.

فسر يرافق تفاعل الاندماج النووي انطلاق طاقة هائلة. بسبب النقص في الكتلة الذي يتحول إلى طاقة.

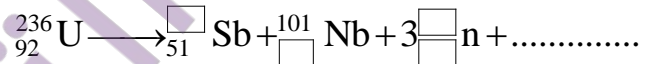
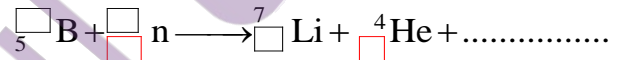
تحدث تفاعلات اندماج نووي في النجوم

**تطبيق (24):** 1- أكمل التفاعل النووي الآتي، ثم اكتب نوع هذا التفاعل:



2- تحدث في الشمس تفاعلات نووية من نوع: a- انشطار. b- اندماج. c- التقاط. d- تطاير.

**تطبيق (25):** أكمل، ثم وازن التفاعلات النووية الآتية، وحدد نوعها:



#### المعادلات النووية

تفاعلات	تحولات
1- تفاعل التقاط طاقة + نواة جسيم + نواة ${}_0^1\text{n} + {}_{79}^{197}\text{Au} \longrightarrow {}_{79}^{198}\text{Au} + \text{Energy}$	1- تحول بيتا يحدث للنوى التي تقع فوق حزام الاستقرار ويحدث نتيجة تحول نيوترون إلى بروتون في النواة ${}_Z^A\text{X} \longrightarrow {}_{Z+1}^A\text{Y} + {}_{-1}^0\text{e} + \text{Energy}$
2- تفاعل تطاير طاقة + جسيم + نواة جسيم + نواة ${}_2^4\text{He} + {}_7^{14}\text{N} \longrightarrow {}_8^{17}\text{O} + {}_1^1\text{H} + \text{Energy}$	2- تحول بوزيترون يحدث للنوى التي تقع تحت حزام الاستقرار نتيجة تحول بروتون إلى نيوترون يستقر داخل النواة ${}_Z^A\text{X} \longrightarrow {}_{Z-1}^A\text{Y} + {}_{+1}^0\text{e} + \text{Energy}$
3- تفاعل انشطار: طاقة + نوترونات + نواتين نواة ${}_{92}^{236}\text{U} \longrightarrow {}_{56}^{141}\text{Ba} + {}_{36}^{92}\text{Kr} + 3{}_0^1\text{n} + \text{Energy}$	3- أسر إلكتروني يحدث للنوى التي تقع تحت حزام الاستقرار ${}_Z^A\text{X} + {}_{-1}^0\text{e} \longrightarrow {}_{Z-1}^A\text{Y} + \text{Energy}$
4- تفاعلات الاندماج: النوى المتفاعلة H أو He ${}_1^2\text{H} + {}_1^3\text{H} \longrightarrow {}_2^4\text{He} + {}_0^1\text{n} + \text{Energy}$	4- التحول من النوع ألفا ${}_Z^A\text{X} \longrightarrow {}_{Z-2}^{A-4}\text{Y} + {}_2^4\text{He} + \text{Energy}$

## مسائل النووية

عمر النصف	تحول النقص في الكتلة إلى طاقة
<p>1-كتابة القانون <math>t = t_{1/2} \times n</math></p> <p>2- تجزئة العينة n مرة وترتبط بالمتبقي</p> <p><math>N \xrightarrow{t_{1/2}} \frac{N}{2} \xrightarrow{t_{1/2}} \frac{N}{4} \xrightarrow{t_{1/2}} \frac{N}{8} \xrightarrow{t_{1/2}} \frac{N}{16} \xrightarrow{t_{1/2}} \dots</math></p> <p>عدد النوى المتبقية</p> <p><math>16 \times 10^5 \xrightarrow{t_{1/2}} 8 \times 10^5 \xrightarrow{t_{1/2}} 4 \times 10^5 \xrightarrow{t_{1/2}} 2 \times 10^5 \xrightarrow{t_{1/2}} \dots</math></p> <p>عدد النوى المتبقية</p> <p><math>100g \xrightarrow{t_{1/2}} 50g \xrightarrow{t_{1/2}} 25g \xrightarrow{t_{1/2}} 12.5g \dots</math></p> <p>كتلة متبقية</p>	<p><math>\Delta E = \Delta m \cdot c^2</math> . الطاقة المنتشرة (سالبة)</p> <p><math>\Delta m</math> النقص في الكتلة (سالب)</p> <p><math>\Delta E</math> طاقة الارتباط (موجبة) = الطاقة المنتشرة (سالبة)</p>

## اختبار كيمياء نووية

أولاً- اختر الإجابة الصحيحة لكل مما يأتي:

1- تقع النواة  ${}_{37}^{81}\text{Rb}$  تحت حزام الاستقرار وللعودة إلى حزام الاستقرار تتحول إلى النواة:

${}_{36}^{81}\text{y}$	d	${}_{37}^{81}\text{y}$	C	${}_{35}^{77}\text{y}$	b	${}_{37}^{81}\text{y}$	A
------------------------	---	------------------------	---	------------------------	---	------------------------	---

2- تطلق نواة العنصر  ${}_{88}^{228}\text{Ra}$  جسيم ألفا فتتحول إلى نواة:

${}_{86}^{224}\text{y}$	d	${}_{86}^{222}\text{y}$	C	${}_{88}^{226}\text{y}$	b	${}_{88}^{228}\text{y}$	A
-------------------------	---	-------------------------	---	-------------------------	---	-------------------------	---

3- تمثل سلسلة نشاط إشعاعي وفق المعادلة  $X \rightarrow 8{}^4_2\text{He} + 6{}^0_{-1}\text{e} + {}^{206}_{82}\text{Pb} + \text{Energy}$  فإن الرمز الصحيح للنواة X هو:

${}_{90}^{238}\text{X}$	d	${}_{92}^{236}\text{X}$	C	${}_{92}^{238}\text{X}$	b	${}_{92}^{226}\text{X}$	a
-------------------------	---	-------------------------	---	-------------------------	---	-------------------------	---

4- تلتقط نواة عنصر النحاس  ${}_{29}^{63}\text{Cu}$  نيوترون فتتحول إلى نواة:

${}_{29}^{64}\text{X}$	d	${}_{28}^{64}\text{X}$	C	${}_{28}^{63}\text{X}$	b	${}_{30}^{63}\text{X}$	A
------------------------	---	------------------------	---	------------------------	---	------------------------	---

ثانياً- أجب عن الأسئلة الآتية:

1- رتب كل من جسيمات بيتا وجسيمات ألفا وأشعة غاما تصاعدياً بحسب نفوذيتها.

2- أكمل ، ثم وزن التفاعلات النووية الآتية محدداً نوع كل منها:

${}_{92}^{236}\text{U} \rightarrow \square_{51}\text{Sb} + \square_{101}\text{Nb} + 3\text{n} + \dots\dots\dots$	$\square_{3}\text{He} + \square_{3}\text{He} \rightarrow \square_{4}\text{He} + 2\square_{1}\text{H} + \dots\dots\dots$
$\square_{5}\text{B} + \square_{0}\text{n} \rightarrow \square_{7}\text{Li} + \square_{4}\text{He} + \dots\dots\dots$	$\square_{29}\text{Cu} + \dots\dots\dots \rightarrow \square_{64}\text{Cu} + \dots\dots\dots$
$4\square_{1}\text{H} \rightarrow \square_{2}\text{He} + 2\square_{0}\text{e} + \dots\dots\dots$	$\square_{7}\text{N} + \square_{0}\text{n} \rightarrow \square_{14}\text{C} + \square_{1}\text{H} + \dots\dots\dots$

3- أكمل ، ثم وزن التحولات النووية الآتية محدداً نوع كل منها:

${}_{19}^{40}\text{K} + \dots\dots\dots \rightarrow \dots\dots\dots {}_{18}^{40}\text{Ar} + \dots\dots\dots$	${}_{83}^{212}\text{Bi} \rightarrow \dots\dots\dots {}_{84}^{212}\text{Po} + \dots\dots\dots + \dots\dots\dots$
$\square_{Z}\text{X} \rightarrow \dots\dots\dots {}_{Z+1}^{\text{A}}\text{Y} + \square_{-1}\beta + \dots\dots\dots$	${}_{86}^{220}\text{Rn} \rightarrow \dots\dots\dots {}_{84}^{216}\text{Po} + \dots\dots\dots + \dots\dots\dots$

4- قارن بين جسيمات ألفا وجسيمات بيتا من حيث السرعة والتأثير بالحقل المغناطيسي.

5- اعط تفسيراً علمياً لكل مما يلي:

(a) إطلاق النواة المشعة لجسيمات بيتا. (b) إطلاق النواة للبروزيترون.

ثالثاً- حل المسائل الآتية:

المسألة الأولى: تتحول نواة اليود المشعة I إلى نواة الكزينيون  ${}_{54}^{131}\text{Xe}$  مطلقةً جسيم بيتا ، فإذا كان عمر النصف لليود المشع

المستخدم 8 days ، المطلوب: 1- اكتب المعادلة النووية المعبرة عن التحول. 2- احسب النسبة المتبقية من اليود المشع

بعد 40 days. 3- إذا علمت أن طاقة ارتباط نواة اليود  $1.08 \times 10^{-11}\text{J}$  احسب النقص في كتلة النواة عندما تتشكل من مكوناتها

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

المسألة الثانية: تشع الشمس طاقة مقدارها  $38 \times 10^{27}\text{J}$  في كل ثانية المطلوب: 1- احسب مقدار النقص في كتلة الشمس خلال

ثلاث دقائق. 2- سم نوع التفاعلات النووية التي تحدث في الشمس علماً أن  $c = 3 \times 10^8\text{m.s}^{-1}$

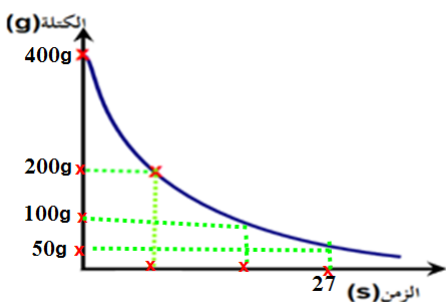
المسألة الثالثة: تتكون نواة الهيليوم  ${}^4_2\text{He}$  من بروتونين ونيوترونين فإذا علمت أن كتلة نواة الهيليوم  $6.4 \times 10^{-27}\text{kg}$  ومجموع كتل

مكوناتها وهي حرة  $6.7 \times 10^{-27}\text{kg}$  المطلوب: 1- احسب النقص في كتلة هذه النواة. 2- احسب الطاقة المنتشرة عند تكون هذه

النواة. 3- ماقيمة طاقة الارتباط لهذه النواة.  $c = 3 \times 10^8\text{m.s}^{-1}$

المسألة الرابعة: يمثل الشكل المجاور تحول 400 g من مادة مشعة احسب عمر النصف لهذه

المادة



((انتهت الأسئلة))

## الغازات

### مراجعة: المتحولات التي تصف غاز

1- الحجم  $V$  : الوحدات والتحويل بينها (mL  $\xrightarrow{\times 10^{-3}}$  L  $\xrightarrow{\times 10^{-3}}$  m<sup>3</sup>)

2- الضغط  $p$  : الوحدات والتحويل بينها (atm  $\xrightarrow{\times 1.013 \times 10^5}$  Pa)

3- درجة الحرارة المطلقة  $T$  : تقاس بوحدة كلفن  $K$  حيث  $T_K = t_c + 273$  ملاحظة لا تُستخدم السلسيوس في قوانين الغازات

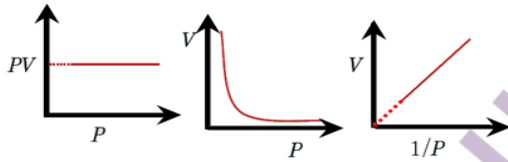
4- عدد المولات  $n$  واحده mol  $n = \frac{m}{M}$   $n = \frac{N}{N_A}$

### ❖ النظرية الحركية للغازات:

1. الغاز يشغل حجم الوعاء الذي يوضع فيه (علل): لأن جزيئات الغاز تتحرك حركة عشوائية بكافة الاتجاهات ضمن الحجم الذي يشغله الغاز.
2. يُهمل حجم الجزيئة مقابل حجم الغاز (علل) نتيجة تباعد الجزيئات.
3. تُهمل قوى التأثير المتبادل بين جزيئات الغاز.
4. ينتج ضغط الغاز نتيجة تصادم جزيئاته مع جدران الإناء الذي يحويه ولا يتغير متوسط الطاقة الحركية للجزيئات بمرور الزمن، وتنتقل الطاقة بين الجزيئات من خلال التصادمات، بشرط بقاء درجة الحرارة ثابتة، تُزداد الطاقة الحركية لجزيئات الغاز بازدياد درجة الحرارة وتزداد التصادمات وبالتالي يزداد ضغط الغاز.

### ❖ قوانين الغاز:

#### 1- العلاقة بين حجم الغاز وضغطه (قانون بويل)



P x V	الضغط P (Pa)	الحجم V (mL)
195	39.00	5
195	19.50	10
195	13.00	15
195	9.75	20
195	7.80	25

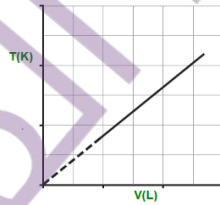
اكتب نص قانون بويل: يتناسب حجم عينة من غاز عكساً مع ضغط ذلك الغاز عند درجة حرارة ثابتة

اكتب العلاقة الرياضية:  $P_1 V_1 = P_2 V_2$   $P V = \text{const.}$

#### 2- العلاقة بين حجم الغاز ودرجة الحرارة (قانون شارل)

اكتب نص قانون شارل: يتناسب حجم عينة من غاز طرداً مع درجة حرارته المطلقة عند ثبات ضغط الغاز.

V/T	T (K)	V (L)
0.081	270	22
0.081	259	21
0.081	220	18
0.081	111	9



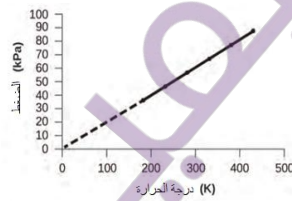
اكتب العلاقة الرياضية:  $\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} = \frac{V}{T} = \text{Const.}$

#### 3- العلاقة بين ضغط الغاز ودرجة الحرارة (قانون غاي-لوساك)

اكتب نص قانون غاي لوساك: يتناسب ضغط عينة من غاز طرداً مع درجة حرارته المطلقة عند ثبات حجم الغاز.

اكتب العلاقة الرياضية:  $\frac{P}{T} = \frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2} = \dots = \text{Const.}$

P/T	T (K)	P (kPa)
0.208	173	36.0
0.208	223	46.4
0.208	273	56.8
0.208	323	67.2



#### 4- العلاقة بين عدد مولات الغاز وحجمه (قانون أفوغادرو)

- حجم مول واحد من أي غاز في الشترطين النظاميين (الضغط 1 atm، ودرجة الحرارة 0°C) هو 22.4 L.
- يشغل مول واحد من أي غاز الحجم نفسه في الشروط نفسها من الضغط والحرارة، ويُدعى الحجم المولي  $V_{\text{mol}}$ .

قانون أفوغادرو:  $V = V_{\text{mol}} \times n \Rightarrow \frac{V_1}{n_1} = \frac{V_2}{n_2} = \dots = \text{Const.}$

### ❖ قانون الغازات العام:

ترتبط متحولات الغاز جميعها بقانون يُدعى "قانون الغازات العام" أو "معادلة الغاز المثالي":  $PV = nRT$

R: ثابت الغازات العام وفي عينة غازية يكون:  $\Rightarrow \frac{P_1 \cdot V_1}{T_1} = \frac{P_2 \cdot V_2}{T_2} = \dots = \frac{P \cdot V}{T} = nR$

**تطبيق (1):** احسب قيمة R واستنتج واحدتها لمول واحد من غاز في الشرطين النظاميين.

$$R = \frac{1 \times 22.4}{1 \times 273} = 0.082 \text{ L.atm.mol}^{-1}.\text{K}^{-1}$$

وفي جملة الواحدات الدولية  $R = 8.314 \text{ J.mol}^{-1}.\text{K}^{-1} = 8.314 \text{ Pa.m}^3.\text{mol}^{-1}.\text{K}^{-1} \approx \frac{1.013 \times 10^5 \times 22.4 \times 10^{-3}}{1 \times 273}$

**تطبيق (2):** احسب ضغظ عينة من غاز النتروجين عدد من جزيئاتها  $(N_2) 3.011 \times 10^{23}$  في حوجة حجمها 3 L عند الدرجة  $27^\circ \text{C}$ . مع العلم:  $R = 8.314 \text{ Pa.m}^3.\text{mol}^{-1}.\text{K}^{-1}$  و  $N_A = 6.022 \times 10^{23}$  عدد أفوغادرو

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

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

$$P = \frac{nRT}{V} = \frac{0.5 \times 8.314 \times 300}{3 \times 10^{-3}} = 415.7 \times 10^3 \text{ Pa}$$

**تطبيق (3):** يبلغ حجم عينة غاز 500 mL عند درجة الحرارة 550K والضغظ 1 atm. احسب الحجم الذي يشغله هذا الغاز عند الدرجة 330 K والضغظ 1 atm.

**تطبيق (4):** علبة معدنية تحوي غاز البوتان ، ضغطه 36 kPa عند درجة حرارة  $87^\circ \text{C}$ ، احسب قيمة الضغظ الجديد للغاز في العلبة إذا تُركت في سيارة درجة حرارتها  $50^\circ \text{C}$  (بإهمال تمدد العلبة).

**تطبيق (5):** مكبس حجمه 0.8 L وضغطه هو الضغظ الجوي النظامي عند سطح البحر احسب قيمة الضغظ مقدره بواحدة (atm) عندما يصبح حجمه 400 mL مع ثبات درجة الحرارة.

**تطبيق (6):**  $R = 0.082 \text{ atm.L.mol}^{-1}.\text{K}^{-1}$

1- يحوي وعاء مغلق 18 L من غاز الأروغن عند الدرجة 360 K والضغظ 2 atm فيكون عدد المولات الغاز:

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

2- يزداد ضغظ غاز موجود في وعاء عند:

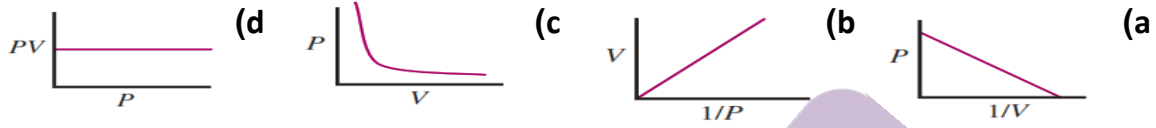
(a) زيادة حجم الوعاء (b) زيادة عدد الجزيئات (c) نقصان درجة الحرارة (d) تغيير نوع الغاز

3- يكون ضغظ الغاز أكبر بثبات درجة الحرارة في وعاء:

(a) حجمه 22.4 L يحوي مول واحد من الغاز (b) حجمه 22.4 L يحوي مولين من الغاز  
(c) حجمه 11.2 L يحوي مولين من الغاز (d) حجمه 11.2 L يحوي مول واحد من الغاز

4-تشغل عيّنة غازية حجماً قدره 30 mL عند الدّرجة 27°C وضغط ثابت، إذا سخنت العيّنة إلى الدّرجة 50°C يصبح حجمها: (a: 60.0 mL (b) 27.5 mL (c) 15.0 mL (d) 32.3 mL

5-أيّ من الخطوط البيانيّة الآتية لا يمثّل قانون بويل ، بفرض ثبات درجة الحرارة وعدد المولات؟



**تطبيق (7):** يتم تخزين الغازات في حاويات معدنيّة تتحمّل الضّغط العالي، فإذا علمت أنّ ضغط غاز الأكسجين  $O_2$  يساوي 16.4atm داخل حاوية حجمها 9 L عند الدرجة 27°C ، المطلوب حساب: 1-كتلة غاز الأكسجين داخل الحاوية. 2-الحجم الذي سيشغله الأكسجين في الشروط النّظاميّة. 3-درجة الحرارة التي تجعل الضّغط في الحاوية مساوياً 4.1atm 4-ضغط الغاز إذا نُقل إلى حاوية حجمها 27 L عند درجة الحرارة 27°C. ( $O:16 \quad R = 0.082atm.L.mol^{-1}K^{-1}$ )

**تطبيق (8):** يتأكسد سكر العنب  $C_6H_{12}O_6$  وفق المعادلة الآتية:  $C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \longrightarrow 6CO_2 + 6H_2O$  ، والمطلوب حساب:

1-حجم غاز  $CO_2$  المنطلق نتيجة أكسدة 9 g من سكر العنب ، عند درجة الحرارة 27°C والضّغط 0.9 atm.

2-احسب ضغط غاز الأكسجين عند أكسدة 3 g من سكر العنب عند الحجم 2L ودرجة الحرارة 27°C.

( $C:12, O:16 \quad H:1 \quad R = 0.082atm.L.mol^{-1}K^{-1}$ )



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

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

$$n_{CO_2} = \frac{6 \times 9}{180} = 0.3 \text{ mol}$$

$$V_{CO_2} = \frac{n_{CO_2} RT}{P} = \frac{0.3 \times 0.082 \times 300}{0.9} = 8.2 \text{ L}$$



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

$$3 \text{ g} \quad n \text{ mol}$$

$$n_{O_2} = \frac{6 \times 3}{180} = 0.1 \text{ mol}$$

$$P_{O_2} = \frac{n_{O_2} RT}{V} = \frac{0.1 \times 0.082 \times 300}{2} = 1.23 \text{ atm}$$

### ❖ كثافة الغاز:

**تطبيق (9):** يرتفع المنطاد في الجو عند تسخين الهواء داخله، استنتج القانون الذي يعمل بموجبه المنطاد، ثم فسّر ارتفاع المنطاد

$$d = \frac{m}{V} \quad \text{عند تسخين الهواء داخله}$$

$$PV = nRT \Rightarrow PV = \frac{m}{M} RT \Rightarrow PM = \frac{m}{V} RT \Rightarrow PM = dRT \Rightarrow d = \frac{PM}{RT}$$

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

**نتيجة:** تتناسب كثافة الغاز طردياً مع ضغطه وكتلته المولية، وعكساً مع درجة حرارته.

**تطبيق (10):** احسب كثافة عينة من غاز الهيدروجين عند درجة الحرارة  $127^\circ\text{C}$  والضغط  $4 \text{ atm}$ .

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

$$d = \frac{PM}{RT} = \frac{4 \times 2}{0.082 \times 400} = \frac{10}{41} \text{ g.L}^{-1}$$

**تطبيق (11):** وعاء مغلق حجمه  $10 \text{ L}$  يحوي غاز  $CO_2$  عند الضغط  $1.64 \text{ atm}$  ودرجة الحرارة  $127^\circ\text{C}$  والمطلوب:

- 1- احسب كثافة الغاز
- 2- احسب كتلة الغاز
- 3- احسب عدد مولات الغاز
- 4- احسب عدد جزيئات الغاز الحقيقي في الوعاء
- 5- ماقيمة ضغط غاز  $CO_2$  إذا نقل إلى وعاء حجمه  $5 \text{ L}$  مع ثبات درجة الحرارة
- 6- احسب حجم الغاز في الشرطين النظاميين ( $N_A = 6.02 \times 10^{23}$  O:16, C:12 R = 0.082 atm.L.mol<sup>-1</sup>K<sup>-1</sup>)

**تطبيق (12):** عيّنة من غاز الأكسجين ( $O_2$ ) حجمها 24.6 L تحتوي 0.50 mol عند درجة الحرارة  $27^\circ C$ . المطلوب: 1- احسب ضغط غاز الأكسجين. 2- إذا تحوّل غاز الأكسجين  $O_2$  إلى غاز الأوزون  $O_3$  عند الضّغط ودرجة الحرارة ذاتها، المطلوب: (a) اكتب معادلة التفاعل (b) احسب عدد مولات الأوزون الناتج (c) احسب حجم غاز الأوزون الناتج.

$\frac{V_1}{n_1} = \frac{V_2}{n_2} \quad (c)$ $V_2 = \frac{1}{3} \times 24.6 = 16.4 L$	$P = \frac{nRT}{V} = \frac{0.5 \times 0.082 \times 300}{24.6} = 0.5 \text{ atm} - 1$ $3O_{2(g)} \longrightarrow 2O_{3(g)} \quad (a - 2)$ $\begin{array}{cc} 3\text{mol} & 2\text{mol} \\ 0.5\text{mol} & n \text{ mol} \end{array}$ $n_{O_3} = 0.5 \times \frac{2}{3} = \frac{1}{3} \text{ mol} \quad (b)$
--	--

**الغاز المثالي:** هو غاز تتوافر فيه الشروط الآتية:

- انعدام قوى التّجاذب بين جزيئاته.
- حجم جزيئات الغاز مهملة بالنسبة لحجم الوعاء الذي يحتويه.
- التّصادمات بين جزيئات الغاز تصادمات مرنة.
- تتحرّك جزيئات الغاز حركة عشوائية.

❖ **قانون دالتون والضغط الجزئية:**

الضّغط الكلي لمزيج غازي يساوي مجموع الضّغوط الجزئية للغازات المكوّنة له. يعبر عنه بالعلاقة:  $P_t = P_1 + P_2 + P_3 + \dots$

**تطبيق (13):** استنتج عبارة الضّغط الكلي لمزيج مكوّن من ثلاثة غازات مختلفة بثبات درجة الحرارة والحجم. الحل:  $P_t = P_1 + P_2 + P_3$  قانون دالتون

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

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

❖ **علاقة الضّغوط الجزئية بالكسور المولية:**

**تطبيق (14):** استنتج عبارة الضّغط الجزئي بدلالة الكسر المولي لغاز ضمن مزيج غازي.

$\frac{P_i}{P_t} = \frac{n_i RT}{n_t RT} \Rightarrow \frac{P_i}{P_t} = \frac{n_i}{n_t}$ <p>طريقة (2)</p> $X_i = \frac{n_i}{n_t} \Rightarrow P_i = X_i P_t$ <p>الكسر المولي لغاز</p>	$X_i = \frac{n_i}{n_t} = \frac{P_i V}{P_t V} = \frac{P_i}{P_t}$ <p>طريقة (1)</p> $P_i = X_i P_t$
---	--

**تطبيق (15):** احسب الضّغط الجزئي لغاز النيتروجين مقدراً بـ atm عند مستوى سطح البحر إذا علمت أنّ نسبته % 78 من مجمل الغازات المكوّنة للهواء.  $P_{N_2} = \frac{P_{N_2}}{P_t} \times 1 = 0.78 \text{ atm}$

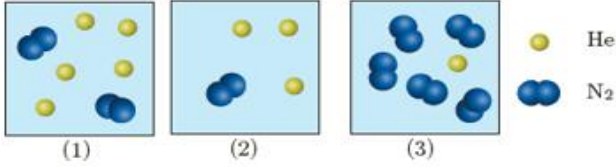
$$X_{N_2} = \frac{P_{N_2}}{P_t} \Rightarrow \frac{78}{100} = \frac{P_{N_2}}{1} \Rightarrow P_{N_2} = 0.78 \text{ atm}$$

**تطبيق (16):** يحتوي مزيج غازي 2 mol من النيتروجين و 4 mol من الأكسجين عند ضغط 0.98 atm إذا استُبدل المزيج بـ 6 mol من الأكسجين تكون قيمة الضّغط الناتج

(a) 0.32 atm (b) 0.49 atm (c) 0.65 atm (d) 0.98 atm

**تطبيق (17):** مزيج غازي في وعاء حجمه 3 L، يحوي على 8.8 g من غاز  $CO_2$ ، و 3.2 g من غاز الأكسجين  $O_2$  عند درجة الحرارة  $27^\circ C$  المطلوب: 1- احسب عدد مولات كل من الغازين في المزيج. 2- احسب الضّغط الكلي في الوعاء 3- احسب الكسر المولي لغاز الأكسجين 4- احسب الضّغط الجزئي لغاز  $CO_2$  ( $R = 0.082 \text{ atm.L.mol}^{-1} \text{K}^{-1}$  O:16 C:12)

**تطبيق (18):** يحتوي الشكل الآتي عينات غازية: إذا علمت أن هذه العينات موجودة عند نفس درجة الحرارة والحجم، رتب هذه العينات حسب:

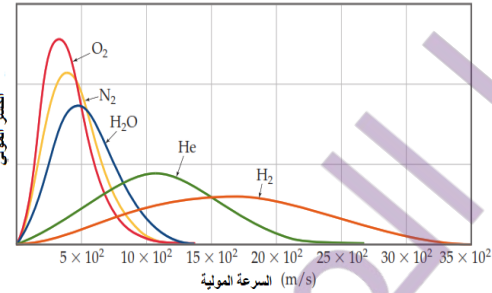


- 1- تزايد الضغظ الكلي.
- 2- تزايد الضغظ الجزئي للهليوم.
- 1- الضغظ الكلي يتعلق بعدد المولات الغازية لذلك يزداد الضغظ بدأ من الشكل 2 ثم الشكل 3 فالشكل 1.
- 2- الضغظ الجزئي للهليوم يتعلق بعدد ذرات الهليوم وبالتالي يزداد الضغظ من الشكل 3 ثم الشكل 2 فالشكل 1.

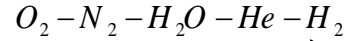
**❖ قانون غراهام في الانتشار والتسرب:**

**عل:** عند رش كمية من العطر في غرفة فإنها تنتشر بكافة أرجاء الغرفة بسبب الحركة العشوائية لجزيئات العطر. - عبوتين تحوي أحدهما على محلول حمض كلور الماء والأخرى محلول النشادر عند فتح غطاء العبوتين تتشكل أبخرة بيضاء من كلوريد الأمونيوم بالقرب من عبوة حمض كلور الماء فسّر ذلك: لأن سرعة انتشار غاز الأمونيا (النشادر) أكبر من سرعة انتشار غاز كلور الهيدروجين حسب قانون غراهام لأن الكتلة المولية للأمونيا أصغر من الكتلة المولية لغاز كلور الهيدروجين. تتناسب نسبة سرعتي انتشار غازين في وسط، ضمن الشّروط نفسها من الضغظ ودرجة الحرارة، عكساً مع الجذر التربيعي لنسبة

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



**تطبيق (19):** رتب الغازات الموجودة في الشكل وفق تزايد سرعة انتشارها، معللاً إجابتك: (H : 1 , O : 16 , He : 4 , N : 14)



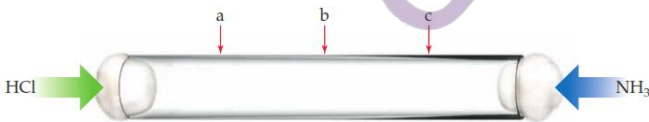
تزايد سرعة الانتشار

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

**تطبيق (20):** يستخدم غاز سداسي فلوريد اليورانيوم ( $UF_6$ ) في عمليات تخصيب الوقود النوويّ في المفاعلات النووية. أحسب نسبة سرعة انتشار غاز الهيدروجين ( $H_2$ ) إلى سرعة انتشار غاز سداسي فلوريد اليورانيوم ( $UF_6$ )، حيث:

$$M_{H_2} = 2 \text{ g.mol}^{-1} , \quad M_{UF_6} = 352 \text{ g.mol}^{-1}$$

**تطبيق (21):** أنبوب زجاجيّ طوله 1 m يضح غاز HCl من أحد



طرفيه، وغاز  $NH_3$  من الطرف الآخر في الوقت ذاته. يتفاعل

الغازان ضمن الأنبوب الزجاجي ليتكوّن ملح  $NH_4Cl$  الصلّب، في أي

نقطة a أو b أو c تتوقّع أن يتكوّن هذا الملح، ولماذا؟ (N:14 , Cl:35.5 H:1)

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



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

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

بما أن التفاعل بنسبة (1:1) و  $n_{NH_3} > n_{HCl}$  فالنشادر هو الغاز المتبقي بعد انتهاء التفاعل.

$$3- \text{ عدد المولات المتبقية يساوي } n_{NH_3} = 0.5 - 0.2 = 0.3 \text{ mol}$$

$$P_{NH_3} = \frac{n_{NH_3}}{V} RT = \frac{0.3}{9} \times 0.082 \times 300 = 0.82 \text{ atm}$$



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

$$0.2 \text{ mol} \quad y \text{ g}$$

$$y = \frac{0.2 \times 53.5}{1} = 10.7 \text{ g}$$

### قوانين الدرس

<p>المزيج الغازي <math>P_t = P_1 + P_2 + \dots</math></p> <p><math>P_t = (n_1 + n_2 + \dots) \frac{RT}{V} \Rightarrow P_t = n_t \frac{RT}{V}</math></p> <p><math>X_i = \frac{n_i}{n_t} = \frac{P_i}{P_t}</math></p>	<p>حساب عدد المولات من الكتلة أو من عدد الجزيئات <math>n = \frac{N}{N_A} \quad n = \frac{m}{M}</math></p>
	<p>شرط استخدامهما توافق وحدات P و V مع R <math>PV = nRT</math></p> <p>يستخدم لعينة غاز عند تغيير P أو V أو T <math>\frac{P_1 \cdot V_1}{T_1} = \frac{P_2 \cdot V_2}{T_2}</math></p>
<p>كثافة غاز <math>d = \frac{m}{V} = \frac{PM}{RT}</math></p>	<p>يستخدم عند معرفة الحجم المولي <math>V = V_{\text{mol}} \times n</math></p>
<p>سرعة انتشار غاز <math>\frac{v_1}{v_2} = \sqrt{\frac{M_2}{M_1}}</math></p>	<p>يستخدم عند ثبات P و T <math>\frac{V_1}{n_1} = \frac{V_2}{n_2} = V_{\text{mol}}</math></p>

### مسائل الغازات

مسألة سطرين (حساب كيميائي) إذا حدث تفاعل أو أعطيت معادلة مع تطبيق قانون

تطبيق قانون من قوانين الغازات

### (اختبار غازات)

يُعطى ثابت الغازات لجميع الأسئلة والمسائل  $R = 8.314 \text{ Pa.m}^3 \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$  ،  $R = 0.082 \text{ atm.L.K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$  أولاً- اختر الإجابة الصحيحة:

- 1- عيّنة من غاز النتروجين  $N_2$  حجمها 24.6L عند الضّغط 2atm ودرجة الحرارة  $27^\circ \text{C}$  والكتلة الذرية 14: N تكون كتلة غاز النتروجين في العينة مساويةً: (a) 28g (b) 14g (c) 56g (d) 2g
- 2- تشغل عيّنة غازيةً حجماً قدره 0.04L عند الدرجة  $127^\circ \text{C}$  وضغط ثابت، إذا سخنت العيّنة إلى الدرجة  $50^\circ \text{C}$  يصبح حجمها: (a) 60.0 mL (b) 27.5 mL (c) 15.0 mL (d) 32.3 mL
- 3- عينة غاز حجمها 400mL عند ضغط 2 atm فإذا أصبح الحجم 0.5L مع ثبات درجة الحرارة فتكون قيمة الضّغط: (a) 0.32 atm (b) 1.6 atm (c) 0.16 atm (d) 0.8 atm
- 4- إذا علمت أن الضّغط الجزئي لغاز الأكسجين ضمن مزيج غازي يساوي 0.8 atm والضغط الكلي للمزيج 3.2 atm فيكون الكسر المولي لغاز الأكسجين مساوياً: (a) 0.4 (b) 4 (c) 0.25 (d) 0.2
- 5- مزيج غازي يحوي غاز النيون ضغطه 2atm وغاز الميثان حيث يبلغ الضّغط الكلي 8atm فيكون ضغط غاز الميثان مساوياً: (a) 4atm (b) 0.25 atm (c) 6atm (d) 10atm

ثانياً- اجب عن الأسئلة الآتية:

- 1- استنتج عبارة الضّغط الكلي لمزيج غازي مكون من غازين مختلفين عند ثبات (أو بدلالة) درجة الحرارة والحجم.
  - 2- استنتج العلاقة الرياضية التي تعبّر عن كثافة غاز بدلالة كتلته المولية وضغطه ودرجة حرارته ثم اقترح طريقة لرفع منطاد مملوء بالهواء إلى الأعلى.
  - 3- رتب الغازات  $N_2$  ،  $H_2$  ،  $Cl_2$  بحسب تزايد سرعة انتشارها علماً أن الكتل الذرية (Cl:35.5 ، N:14 ، H:1)
  - 4- استنتج عبارة الضّغط الجزئي لغاز ضمن مزيج غازي بدلالة الكسر المولي لهذا الغاز.
- ثالثاً: حل المسائل الآتية:**

المسألة الأولى:

- مزيج غازي في وعاء حجمه 32.8L يحوي 3.2g من غاز الميثان  $CH_4$  و 12g من غاز الإيثان  $C_2H_6$  وكمية من ألكان مجهول فإذا علمت أن الضّغط الكلي في الوعاء 0.7atm عند درجة الحرارة  $127^\circ \text{C}$  المطلوب :
- 1- احسب عدد مولات الغاز المجهول.
  - 2- احسب الكسر المولي للغاز المجهول. (H:1 C:12)

المسألة الثانية:

- عيّنة من غاز الأكسجين ( $O_2$ ) حجمها 24.6 L تحتوي 0.50 mol عند درجة الحرارة  $27^\circ \text{C}$ . المطلوب:
- 1- احسب ضغط غاز الأكسجين.
  - 2- إذا تحوّل غاز الأكسجين  $O_2$  إلى غاز الأوزون  $O_3$  عند الضّغط ودرجة الحرارة ذاتها، المطلوب: (a) اكتب معادلة التفاعل (b) احسب عدد مولات الأوزون الناتج (c) احسب حجم غاز الأوزون الناتج.

المسألة الثالثة:

يتأكسد سكر العنب  $C_6H_{12}O_6$  وفق المعادلة الآتية:  $C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \rightarrow 6CO_2 + 6H_2O$  والمطلوب حساب:

- 1- حجم غاز  $CO_2$  المنطلق نتيجة أكسدة 36g من سكر العنب ، عند درجة الحرارة  $37^\circ \text{C}$  والضّغط 0.62 atm
- 2- ضغط غاز الأكسجين عند أكسدة 3 g من سكر العنب عند الحجم 2L ودرجة الحرارة  $27^\circ \text{C}$  (C:12, H:1, O:16)

المسألة الرابعة:



- يمثل الشكل المجاور حوالتين متصلتان ببعضهما بصمام، الحوالة الأولى حجمها 4L تحتوي غاز النشادر (الأمونيا)  $NH_3$ ، كتلته 5.1g بينما الحوالة الثانية حجمها 2L تحتوي غاز كلور الهيدروجين HCl، كتلته 14.6g ، ودرجة حرارة كل منهما  $27^\circ \text{C}$  ، عند فتح الصّمام يتفاعل غاز النشادر مع غاز كلور الهيدروجين ، وينتج ملح كلوريد الأمونيوم الصّلب . المطلوب:
- (1) اكتب المعادلة المعيرة عن التفاعل الحاصل . (2) بيّن حسابياً أي غاز يتبقى بعد نهاية التفاعل
  - (3) احسب الضّغط بعد نهاية التفاعل (بإهمال حجم كلوريد الأمونيوم الصّلب المتشكّل)
  - (4) احسب كتلة ملح كلوريد الأمونيوم الناتج. (H:1 ، Cl:35.5 ، N:14)  $R = 0.082 \text{ L.atm.mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$

انتهت الأسئلة

## سرعة التفاعل الكيميائي

❖ **تصنيف التفاعلات الكيميائية** تصنف التفاعلات الآتية من حيث السرعة إلى: سريعة مثل احتراق غاز البوتان - بطيئة مثل صدأ الحديد - بطيئة جداً مثل تشكل النفط والغاز

❖ **مفهوم السرعة الوسطية للتفاعلات الكيميائية:**

- السرعة الوسطية لمادة متفاعلة  $V_{avg} = -\frac{\Delta C}{\Delta t} = -\frac{C_2 - C_1}{t_2 - t_1}$  أي: تغير تركيزها  
ملاحظة: بما أن المواد المتفاعلة ينقص تركيزها أثناء التفاعل وبالتالي تغير تركيزها سالب و بالتالي يُضرب بإشارة سالب لكي تبقى السرعة الوسطية مقدار موجب.

$$V_{avg} = \frac{\Delta C}{\Delta t} = \frac{C_2 - C_1}{t_2 - t_1}$$

❖ **تقاس سرعة التفاعل بوحدة  $\text{mol.L}^{-1}.\text{s}^{-1}$**

في وسط متجانس لدينا التفاعل الكيميائي العام الآتي:



$$V_{avg(A)} = -\frac{\Delta[A]}{\Delta t}, \quad V_{avg(B)} = -\frac{\Delta[B]}{\Delta t}, \quad V_{avg(C)} = \frac{\Delta[C]}{\Delta t}, \quad V_{avg(D)} = \frac{\Delta[D]}{\Delta t}$$

علاقة السرعة الوسطية للتفاعل (العلاقة بين السرعات الوسطية) حيث نقسم السرعة الوسطية للمادة على أمثال المادة

$$v_{avg} = \frac{v_{avg(A)}}{m} = \frac{v_{avg(B)}}{n} = \frac{v_{avg(C)}}{p} = \frac{v_{avg(D)}}{q}$$

$$v_{avg} = -\frac{1}{m} \frac{\Delta[A]}{\Delta t} = -\frac{1}{n} \frac{\Delta[B]}{\Delta t} = \frac{1}{p} \frac{\Delta[C]}{\Delta t} = \frac{1}{q} \frac{\Delta[D]}{\Delta t}$$

**تطبيق (1):**

1- اكتب عبارة السرعة الوسطية لاستهلاك كل من المواد المتفاعلة و تشكل كل من المواد الناتجة ثم اكتب العلاقة بين السرعات الوسطية للتفاعل الآتي:  $2NO + O_2 \rightarrow 2NO_2$

$$v_{avg(NO)} = -\frac{\Delta[NO]}{\Delta t}, \quad v_{avg(O_2)} = -\frac{\Delta[O_2]}{\Delta t}, \quad v_{avg(NO_2)} = \frac{\Delta[NO_2]}{\Delta t}$$

$$\frac{v_{avg(NO)}}{2} = \frac{v_{avg(O_2)}}{1} = \frac{v_{avg(NO_2)}}{2}$$

2- يتفاعل غاز الهيدروجين وغاز الكلور وفق المعادلة  $H_2(g) + Cl_2(g) \rightarrow 2HCl(g)$  المطلوب:

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

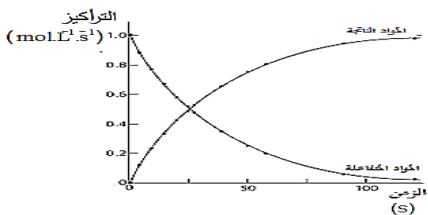
$$v_{avg(Cl_2)} = -\frac{\Delta[Cl_2]}{\Delta t}, \quad v_{avg(H_2)} = \frac{1}{2} v_{avg(HCl)}$$

**تطبيق (2):** يحدث التفاعل الممثل بالمعادلة الآتية:  $A(g) \longrightarrow B(g)$ : اعتماداً على النتائج المدونة في الجدول الآتي:

الزمن	0	20	40	60
A ( $\text{mol.L}^{-1}$ )	1	0.6	0.3	0
B ( $\text{mol.L}^{-1}$ )	0	0.4	0.7	1

1- احسب السرعة الوسطية لكل من المادتين A و B خلال تغير الزمن من (20 ← 40).

2- مثل بيانياً تغير تراكيز كل من المادتين A ، B خلال سير التفاعل.



$$V'_{avg(A)} = -\frac{\Delta[A]}{\Delta t} = -\frac{(0.3-0.6)}{40-20} = 0.015 \text{ mol.L}^{-1}.\text{s}^{-1}$$

$$V_{avg(B)} = \frac{\Delta[B]}{\Delta t} = \frac{(0.7-0.4)}{40-20} = 0.015 \text{ mol.L}^{-1}.\text{s}^{-1}$$

### تطبيق (3):

- 1- في التفاعل الآتي:  $2A + B \longrightarrow 3C$  إذا علمت أن قيمة السرعة الوسطية لتكون المادة C تساوي  $0.15 \text{ mol.l}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$  فتكون السرعة الوسطية لاستهلاك المادة A بوحدة  $\text{mol.l}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$ .
- (a) 0.1 (b) 0.225 (c) 0.15 (d) 0.3

- 2- يتفكك المركب  $\text{NO}_2$  في الدرجة C 300 وفق التفاعل:  $2\text{NO}_2 \longrightarrow 2\text{NO} + \text{O}_2$ ، فإذا علمت أن تركيز  $[\text{NO}_2]$  يتغير من  $0.01 \text{ mol.l}^{-1}$  إلى  $0.0064 \text{ mol.l}^{-1}$  خلال 100 s، فتكون سرعة تشكل الأوكسجين مقدرة بـ  $\text{mol.l}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$  تساوي: (a)  $3.4 \times 10^{-5}$  (b)  $6.8 \times 10^{-5}$  (c)  $3.4 \times 10^{-3}$  (d)  $1.8 \times 10^{-5}$

### تطبيق (4):

يحدث التفاعل الآتي في شروط مناسبة:  $\text{C}_4\text{H}_{8(g)} \rightarrow 2\text{C}_2\text{H}_{4(g)}$ ، وقد تمّ تعيين تغير تركيز المركب  $\text{C}_4\text{H}_8$  خلال الزمن وفق الجدول الآتي: والمطلوب:

$[\text{C}_4\text{H}_8]$	0.63	0.69	0.76	0.83
t(s)	50	40	30	20

1- احسب السرعة الوسطية لاستهلاك  $\text{C}_4\text{H}_{8(g)}$  بين الزمنين (40 ← 50).

2- احسب السرعة الوسطية لتشكل  $\text{C}_2\text{H}_4$  بين الزمن (20 ← 30)

$$v_{\text{avg}}(\text{C}_4\text{H}_8) = -\frac{\Delta[\text{C}_4\text{H}_8]}{\Delta t} = -\frac{(0.63 - 0.69)}{50 - 40} = 0.006 \text{ mol.l}^{-1} \cdot \text{s}^{-1} \quad -1$$

2- لحساب السرعة الوسطية لتشكل  $\text{C}_2\text{H}_4$  بين الزمن (20 ← 30).

نحسب سرعة استهلاك  $\text{C}_4\text{H}_{8(g)}$  بين الزمن (20 ← 30)

$$v_{\text{avg}}(\text{C}_4\text{H}_8) = -\frac{C_2 - C_1}{t_2 - t_1} = -\frac{0.76 - 0.83}{30 - 20} = 0.007 \text{ mol.l}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$$

ثم نستخدم العلاقة بين السرعات الوسطية:

$$\frac{1}{2} v_{\text{avg}}(\text{C}_2\text{H}_4) = v_{\text{avg}}(\text{C}_4\text{H}_8) \Rightarrow v_{\text{avg}}(\text{C}_2\text{H}_4) = 2 \times 0.007 = 0.014 \text{ mol.l}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$$

### مراحل حدوث التفاعل الكيميائي

➤ **نظرية التصادمات:** تقوم نظرية التصادم على فرضيتين:

1- لحدوث تفاعل كيميائي يجب أن تتصادم دقائق المواد المتفاعلة (جزيئات أو ذرات أو أيونات) مع بعضها.

2- التصادم شرط لازم وغير كافٍ لحدوث التفاعل، حيث يوجد تصادمات فعالة وأخرى غير فعالة.

فسر بعض التصادمات ينتج عنها تفاعل كيميائي وليس جميعها.

لأنه يوجد تصادمات فعالة وتصادمات غير فعالة و لحدوث التفاعل يجب أن يكون التصادم فعال.

➤ **حتى يكون التصادم فعالاً لابد من توافر شرطين هما:**

- أن تأخذ دقائق المواد المتفاعلة وضماً فراغياً مناسباً.

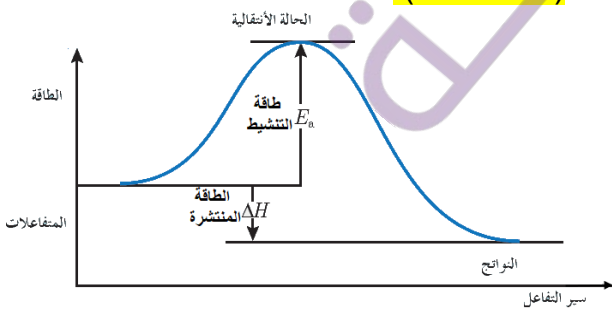
- أن تملك دقائق المواد المتفاعلة الحد الأدنى من الطاقة اللازمة لحدوث التفاعل (طاقة التنشيط).

➤ **تمز التفاعلات التي تحتاج إلى طاقة تنشيط بالمراحل الآتية:**

1- إضعاف روابط جزيئات المواد المتفاعلة.

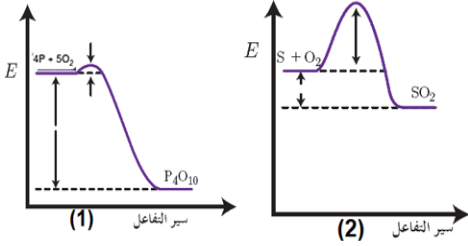
2- تشكل الحالة الانتقالية أو ما يسمى المعقد النشط.

3- تفكك المعقد النشط، وتشكل النواتج.



## إضاءة:

- **المعدّد النَشْط:** مركّب مرحليّ غير ثابت يتشكّل آنياً، ولا يمكن فصله من المزيج التفاعليّ.
- **طاقة التّشّيط:** هي الحدّ الأدنى من الطّاقة الواجب توافره لوصول طاقة الموادّ المتفاعلة إلى الحالة الانتقاليّة.



## تتعلّق طاقة التّشّيط بطبيعة الموادّ المتفاعلة.

**تطبيق (5):** ألاحظ المخططين البيانيّين الآتيين ثمّ قارن بين التفاعلين من حيث (طاقة التّشّيط - السرعة)

التفاعل (1) أسرع وطاقة تنشيطه أقل والتفاعل (2) أبطأ وطاقة تنشيطه أكبر

## نتيجة:

- التفاعلات التي تحتاج إلى طاقة تنشيط منخفضة تكون سريعة (علل)، لأنّ عدد الجزيئات التي تمتلك طاقة التّشّيط يكون كبيراً.
- التفاعلات التي تحتاج إلى طاقة تنشيط كبيرة تكون بطيئة (علل)، لأنّ عدد الجزيئات التي تمتلك طاقة التّشّيط يكون صغيراً.

## العوامل المؤثرة في سرعة التفاعل الكيميائيّ:

### 1- طبيعة الموادّ المتفاعلة (الروابط حيث تختلف المواد إما بنوع الرابطة أو بعدد الروابط)

- **علل** سرعة احتراق البوتان أكبر من سرعة احتراق الأوكتان. لأنّ عدد الروابط C-H و C-C في البوتان أقل من الأوكتان.
- يتفاعل الهيدروجين مع الفلور بسرعة أكبر من سرعة الكلور مع الهيدروجين لأنّ طاقة الرابطة F-F أقل من طاقة الرابطة Cl-Cl

## تطبيق (6):

1- الألكان الذي يحترق بسرعة أكبر في الشروط ذاتها هو:

C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	d	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	c	C <sub>5</sub> H <sub>10</sub>	b	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	a
-------------------------------	---	--------------------------------	---	--------------------------------	---	-------------------------------	---

2- اعتماداً على طاقات الروابط الآتية بوحدة  $\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ :  $\Delta H_b^\circ(\text{F}-\text{F}) = 156.9$   $\Delta H_b^\circ(\text{Cl}-\text{Cl}) = 243$   $\Delta H_b^\circ(\text{Br}-\text{Br}) = 312$   $\Delta H_b^\circ(\text{I}-\text{I}) = 376$  إن المادة التي تتفاعل بسرعة أكبر مع الهيدروجين في الشروط ذاتها هي:

I <sub>2</sub>	d	Br <sub>2</sub>	c	Cl <sub>2</sub>	b	F <sub>2</sub>	a
----------------	---	-----------------	---	-----------------	---	----------------	---

3- اعتماداً على طاقات الروابط الآتية بوحدة  $\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ :  $\Delta H_b^\circ(\text{F}-\text{F}) = 156.9$   $\Delta H_b^\circ(\text{Cl}-\text{Cl}) = 243$   $\Delta H_b^\circ(\text{Br}-\text{Br}) = 312$   $\Delta H_b^\circ(\text{I}-\text{I}) = 376$  إن المادة التي طاقة تنشيط أكبر هي:

I <sub>2</sub>	d	Br <sub>2</sub>	c	Cl <sub>2</sub>	b	F <sub>2</sub>	a
----------------	---	-----------------	---	-----------------	---	----------------	---

## 2-درجة الحرارة:

**علل** تزداد سرعة التفاعل بزيادة درجة الحرارة؟ بسبب زيادة عدد الجزيئات التي تملك طاقة حركيّة أكبر أو تساوي طاقة التّشّيط، فيزداد عدد التّصادمات الفعّالة وبالتالي تزداد سرعة التّفاعل.

- تصنّف الزواحف بأنّها من الحيوانات ذات الدّم البارد، لأنّها تحتاج للحرارة حتّى تستطيع الحركة بسرعة.

-وضع الطعام في الثلاجة يبطأ تفاعل التلف.

## 3-تأثير الوسيط:

الوسيط: مادّة تُغيّر من سرعة التّفاعل الكيميائيّ القابل للحدوث دون أن يتغيّر تركيبها الكيميائيّ في نهاية التّفاعل، ويُقسّم الوسيط إلى **مسرّع للتّفاعل يُدعى حفّاز، ومبطئ للتّفاعل يُدعى مثبّط.**

- يعمل الحفّاز على تغيير آلية حدوث التّفاعل وفق تفاعلات طاقة تنشيطها أقلّ من طاقة تنشيط التّفاعل الأصليّ.

## 4- تأثير التركيز:

تزداد سرعة التفاعل بزيادة تركيز **أحد الموادّ المتفاعلة** بالنسبة للمواد (aq) المحاليل المائية أو (g) الغاز (تفاعلات متجانسة) **بسبب** زيادة عدد التصادمات الفعّالة أو زيادة السطح المعرض للتفاعل بالنسبة للمواد الصلبة (s) أو المحل السائل (l)

**تطبيق (7):** فسّر احتراق مسحوق الفحم أسرع من احتراق قطعة فحمٍ ماثلة له بالكتلة. لأنّ مساحة سطح التماس في مسحوق الفحم أكبر من مساحة سطح التماس لقطعة الفحم الماثلة بالكتلة

**تطبيق (8):** كيف يمكن زيادة سرعة هذا التّفاعل؟  $\text{CaCO}_{3(s)} + 2\text{HCl}_{(aq)} \longrightarrow \text{CaCl}_{2(aq)} + \text{CO}_{2(g)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)}$

1- بزيادة تركيز حمض كلور الماء. 2- تحويل قطعة كربونات الكالسيوم إلى مسحوق، فيزداد سطح كربونات الكالسيوم المعرض للتفاعل.

**إضاءة** **الموادّ الصلبة والسائلة** الصّرفه ذات تركيز ثابت ، لأنّ تغيير عدد المولات يؤدي لتغيير الحجم ، والعكس صحيح ، فتبقى نسبة عدد المولات إلى الحجم (التركيز) ثابتة. وهي لا تدخل في قانون سرعة التفاعل

**تطبيق (9):** يتفاعل حمض الكبريت الممدد مع الحديد، اقترح طريقتين لزيادة سرعة هذا التفاعل.

1-زيادة تركيز حمض الكبريت 2-تحويل الحديد إلى برادة

**تطبيق (10):** اذكر الطرائق التي تزيد من سرعة التفاعل الممثل بالمعادلة الآتية:  $2Al_{(s)} + 3Cl_{2(g)} \longrightarrow 2AlCl_{3}$

1-زيادة تركيز الكلور 2-زيادة سطح تماس الألمنيوم

**تطبيق (11):** علل يحترق الصوف المعدني عندما تكون نسبة الأوكسجين 100% بسرعة أكبر من احتراقه بأوكسجين الهواء

نسبته 21% لأن سرعة الاحتراق تزداد بزيادة تركيز الأوكسجين

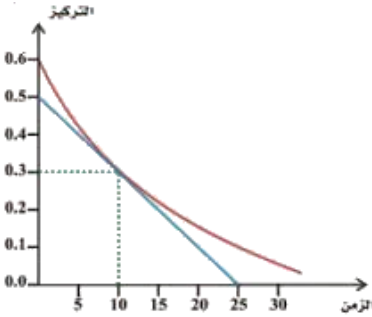
**قانون سرعة التفاعل اللحظية:**

1- حساب السرعة اللحظية بيانياً:

**تطبيق (12):** يمثل المنحني البياني لتغير التركيز لمادة متفاعلة بدلالة تغير الزمن ،

احسب السرعة عند الزمن  $t = 10 \text{ s}$

**أستنتج:** تمثل قيمة ميل المماس عند لحظة محددة قيمة السرعة اللحظية للتفاعل.



❖ حساب السرعة اللحظية رياضياً:

يحدث عند درجة حرارة ثابتة التفاعل الكيميائي الممثل بالمعادلة الكيميائية الآتية:  $mA_{(g)} + nB_{(g)} \longrightarrow$  نواتج

في التفاعل الأولي (يحدث في مرحلة واحدة) تتناسب سرعة التفاعل اللحظية طردياً مع جداء تراكيز المواد المتفاعلة ، مرفوع كل

منها لأس يساوي عدد الأمثال التفاعلية (عدد المولات)  $v = k \cdot [A]^m \cdot [B]^n$

حيث  $k$  ثابت سرعة التفاعل ، وتتعلق قيمته بطبيعة المواد المتفاعلة، ودرجة الحرارة.

**تطبيق (13):** اكتب عبارة سرعة التفاعل اللحظية لكل من التفاعلات الآتية وحدد رتبة التفاعل:

	$C_4H_9Cl_{(aq)} + H_2O_{(l)} \longrightarrow C_4H_9OH_{(aq)} + HCl_{(aq)}$
	$CaCO_{3(s)} + 2HCl_{(aq)} \longrightarrow CaCl_{2(aq)} + CO_{2(g)} + H_2O_{(l)}$
	$2SO_{2(g)} + O_{2(g)} \longrightarrow 2SO_{3(g)}$
	$C_{(s)} + 2S_{(s)} \longrightarrow CS_{2(l)}$

**تطبيق (14):** ملاحظة عندما يزداد الضغط يقل الحجم ويزداد التركيز والعكس صحيح

1- في التفاعل الاولي  $A_{(g)} + 3B_{(g)} \longrightarrow 3C_{(g)}$  إذا تضاعف تركيز A ثمان مرات وانخفض تركيز B مرتين فإن سرعة التفاعل اللحظية:

A	تزداد أربع مرات	b	تزداد ستة عشر مرة	c	تقل ستة عشر مرة	d	لا تتغير
---	-----------------	---	-------------------	---	-----------------	---	----------

2- إذا ازداد حجم الوعاء الذي يحدث فيه التفاعل الاولي  $A_{(s)} + 3B_{(g)} \longrightarrow 3C_{(g)}$  مرتين فإن سرعة التفاعل اللحظية:

A	تقل ثمان مرات	b	تزداد ستة عشر مرة	c	تقل ستة عشر مرة	d	تقل مرتين
---	---------------	---	-------------------	---	-----------------	---	-----------

3- إذا ازداد الضغط الكلي على الوعاء الذي يحدث فيه التفاعل الاولي  $A_{(s)} + 2B_{(g)} \longrightarrow 3C_{(g)}$  ثلاث مرات فإن سرعة التفاعل اللحظية:

A	تقل سبع وعشرين مرة	b	تزداد تسع مرات	c	تزداد سبع وعشرين مرة	d	تزداد ثلاث مرات
---	--------------------	---	----------------	---	----------------------	---	-----------------

**تطبيق (15):** يجري عند درجة حرارة ثابتة التفاعل الأولي الممثل بالمعادلة الآتية :  $A_{(g)} + 2B_{(g)} \longrightarrow 3C_{(g)}$  حيث كانت التراكيز الابتدائية  $[C] = 0$  ،  $[B] = 0.6 \text{ mol.l}^{-1}$  ،  $[A] = 0.2 \text{ mol.l}^{-1}$  و قيمة ثابت سرعة التفاعل  $0.1$  و المطلوب : 1- أكتب قانون سرعة التفاعل 2- أحسب قيمة السرعة الابتدائية للتفاعل 3- أحسب قيمة سرعة التفاعل بعد زمن ينقص  $[B]$  بمقدار  $0.3 \text{ mol.l}^{-1}$  4- أحسب قيمة سرعة التفاعل بعد زمن يصبح  $[C] = 0.3 \text{ mol.l}^{-1}$  5- أحسب تركيز كل من  $C, B, A$  عند توقف التفاعل.

**ملاحظة :**

في مسألة سطرين التراكيز نكتب المعادلة ونضع في السطر الأول التركيز الابتدائي وفي السطر الثاني التركيز بعد زمن بدلالة  $x$  حيث تنقص المواد المتفاعلة وتزداد المواد الناتجة كل منها بحسب مولاتها بعد زمن نحسب  $x$  من مقارنة الطلب بالسطر الثاني حيث بعد زمن ينقص نأخذ بعد الناقص وبعد زمن يصبح نأخذ المقدار في السطر الثاني كله عند توقف التفاعل تتعدم سرعة التفاعل حيث ثابت سرعة التفاعل ليس معدوم وبالتالي نفرض أحد المواد المتفاعلة صفر ونحسب  $x$  وإذا نتج تركيز سالب تكون الفرضية مرفوضة حيث تُحسب تراكيز المواد الناتجة من الفرضية المقبولة

المزج	
مزج مولات $C_2 = \frac{n}{V_t}$	مزج تراكيز $n_1 = n_2 \Rightarrow$ $C_1 \cdot V_1 = C_2 \cdot V_2 \Rightarrow C_2 = \frac{C_1 \cdot V_1}{V_2}$

1-مزج 150 mL من المادّة A تركيزها  $1.2 \text{ mol.L}^{-1}$  مع 50 mL من المادّة B تركيزها  $0.8 \text{ mol.L}^{-1}$  احسب التراكيز بعد المزج.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2- يضاف 300 mL من محلول مادة A يحوي 0.8 mol إلى 100 mL من محلول مادة B يحوي 1.2 mol احسب التراكيز بعد المزج.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

**تطبيق (16):** يُمزج 100 mL من مادّة A تركيزها  $1.2 \text{ mol.L}^{-1}$  مع 300 mL من مادّة ( B ) تركيزها  $1.2 \text{ mol.L}^{-1}$  فيحصل



1- احسب سرعة التفاعل الابتدائية . 2- احسب سرعة التفاعل بعد زمن يتشكّل فيه ( 0.04 mol ) من المادّة ( C ) .

$[C] = \frac{n}{V} = \frac{0.04}{0.4} = 0.1 \text{ mol.L}^{-1}$ $2x = 0.1 \Rightarrow x = 0.05 \text{ mol.L}^{-1}$ $[A] = 0.3 - 0.05 = 0.25 \text{ mol.L}^{-1}$ $[B] = 0.9 - 0.1 = 0.8 \text{ mol.L}^{-1}$ $v = 10^{-2} \times (0.25) \times (0.8)^2 = 16 \times 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$	$n_1 = n_2 \Rightarrow C_1 \cdot V_1 = C_2 \cdot V_2 \quad -1$ $[B]_0 = \frac{1.2 \times 300}{400} = 0.9 \text{ mol.L}^{-1}$ $[A]_0 = \frac{1.2 \times 100}{400} = 0.3 \text{ mol.L}^{-1}$ $v = 10^{-2} \times (0.3) \times (0.9)^2 = 243 \times 10^{-5} \text{ mol.L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$ $v = k[A][B]^2 \Rightarrow$ $A_{(aq)} + 2B_{(aq)} \longrightarrow 2C_{(aq)} \quad -2$ <table style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td>0.3</td> <td>0.9</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>0.3 - x</td> <td>0.9 - 2x</td> <td>2x</td> </tr> </table>	0.3	0.9	0	0.3 - x	0.9 - 2x	2x
0.3	0.9	0					
0.3 - x	0.9 - 2x	2x					



## ❖ رتبة التفاعل للتفاعل الغير أولى (تحديد رتبة التفاعل تجريبياً)

**تطبيق (19):** يحدث التفاعل الآتي في شروط مناسبة:  $A_{(aq)} + B_{(aq)} \longrightarrow C_{(aq)}$  قيست السرعة الابتدائية لهذا التفاعل بدلالة تراكيز المواد المتفاعلة ، وكانت النتائج كما في الجدول الآتي:

رقم التجربة	[A]	[B]	سرعة التفاعل
1	0.1	0.1	$4.0 \times 10^{-5}$
2	0.1	0.2	$4.0 \times 10^{-5}$
3	0.2	0.1	$16.0 \times 10^{-5}$

1- اكتب عبارة سرعة التفاعل اللحظية، واستنتج رتبته. 2- احسب ثابت سرعة التفاعل.

$$v = k.[A]^x.[B]^y \quad 1- \text{الحل:}$$

$$(1) \quad v_1 = 4 \times 10^{-5} = k.[0.1]^x.[0.1]^y \quad \text{أعوّض قيم التجربة الأولى:}$$

$$(2) \quad v_2 = 4 \times 10^{-5} = k.[0.1]^x.[0.2]^y \quad \text{أعوّض قيم التجربة الثانية:}$$

$$(3) \quad v_3 = 16 \times 10^{-5} = k.[0.2]^x.[0.1]^y \quad \text{أعوّض قيم التجربة الثالثة:}$$

$$\frac{4 \times 10^{-5}}{4 \times 10^{-5}} = \frac{k.[0.1]^x.[0.2]^y}{k.[0.1]^x.[0.1]^y} \Rightarrow \left(\frac{2}{1}\right)^y = 1 \Rightarrow y = 0 \quad \text{وأختصر (1) ،}$$

$$\frac{16 \times 10^{-5}}{4 \times 10^{-5}} = \frac{k.[0.2]^x.[0.1]^y}{k.[0.1]^x.[0.1]^y} \Rightarrow 4 = \frac{[0.2]^x}{[0.1]^x} \Rightarrow 4 = \left(\frac{2}{1}\right)^x \Rightarrow x = 2 \quad \text{وأختصر (1) ،}$$

$$2- \text{عبارة السرعة اللحظية:} \quad v = k.[A]^2.[B]^0 \Rightarrow v = k.[A]^2$$

$$x + y = 2 + 0 = 2 \quad \text{أستنتج أنّ التفاعل من الرتبة الثانية.}$$

$$- \text{حساب } k \text{ من خلال قيم إحدى التجارب:} \quad 4 \times 10^{-5} = k.[0.1]^2 \Rightarrow k = \frac{4 \times 10^{-5}}{10^{-2}} = 4 \times 10^{-3}$$

**نتيجة:**

- التفاعلات الأولية: تفاعلات تتوافق فيها عبارة السرعة اللحظية مع معادلة التفاعل المعطاة.

- التفاعلات غير الأولية: تفاعلات تتم على عدة مراحل لا تتوافق فيها عبارة السرعة اللحظية مع معادلة التفاعل ، وتُعطى عبارة السرعة للمرحلة الأبطأ.

- رتبة التفاعل: مجموع أسس تراكيز المواد المتفاعلة في عبارة سرعة التفاعل.

## تطبيق (20)

1- يحدث التفاعل الآتي في الغلاف الجوّي على مرحلتين:  $NO_{(g)} + O_{3(g)} \longrightarrow NO_{2(g)} + O_{2(g)}$

المرحلة الأولى: ذات تفاعل بطيء:  $O_{3(g)} \longrightarrow O_{2(g)} + O^*_{(g)}$

المرحلة الثانية: ذات تفاعل سريع:  $NO_{(g)} + O^*_{(g)} \longrightarrow NO_{2(g)}$  فنكتب عبارة السرعة على الشكل:

$$v = k[NO].[O_3].[O^*] \quad (d) \quad v = k[NO].[O^*] \quad (c) \quad v = k[O_3] \quad (b) \quad v = k[NO].[O_3] \quad (a)$$

2- تمّ زيادة تراكيز المواد المتفاعلة إلى مثلي ما كان عليه في التفاعل (نواتج  $A+B \rightarrow$ ) ولم تتغيّر سرعة التفاعل، فتكون

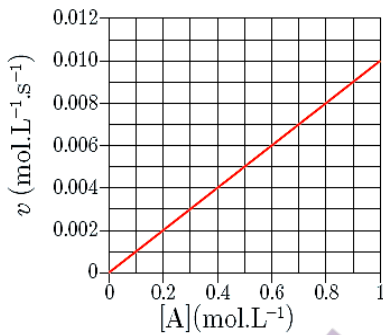
$$v = k[B] \quad (d) \quad v = k \quad (c) \quad v = k[A].[B] \quad (b) \quad v = k[A] \quad (a) \quad \text{عبارة سرعة التفاعل.}$$

## تطبيق (21)

يحدث التفاعل الآتي في شروط مناسبة:  $NO_{2(g)} + CO_{(g)} \longrightarrow NO_{(g)} + CO_{2(g)}$ . وكانت النتائج لقياس سرعة التفاعل الابتدائية في عدّة تجارب بتراكيز مختلفة على الشكل:

رقم التجربة	[NO <sub>2</sub> ]	[CO]	v (mol.L <sup>-1</sup> .s <sup>-1</sup> )
1	0.1	0.1	0.0021
2	0.2	0.1	0.0084
3	0.2	0.2	0.0084

والمطلوب: 1- اكتب عبارة سرعة التفاعل اللحظية، واستنتج رتبته. 2- احسب ثابت سرعة التفاعل.



**إضاءة:** سرعة التفاعل في التفاعلات ذات الرتبة صفر تتحدّد بمجموعة من العوامل ، منها مساحة سطح التماس، أو الحفّاز

**تطبيق (22)** يبيّن الشكل الآتي تغيّر سرعة التفاعل بتغيّر تركيز المادّة A للتفاعل

(نواتج  $A \rightarrow$ ) ، المطلوب: a- حدّد رتبة التفاعل، ثم اكتب قانون سرعة

التفاعل. b- احسب قيمة ثابت سرعة التفاعل.

نلاحظ من الخط البياني أننا يمكن كتابة الجدول:

0.004	0.002	السرعة
0.4	0.2	تركيز A

$$v_1 = k[A]^x$$

نعوض في نتائج التجربة الأولى:  $0.002 = k(0.2)^x$

نعوض في نتائج التجربة الثانية:  $0.004 = k(0.4)^x$

نقسم عبارة السرعة 2 على عبارة السرعة 1

$$\frac{0.004}{0.002} = \frac{k(0.4)^x}{k(0.2)^x}$$

$$2 = (2)^x \Rightarrow x = 1$$

قانون السرعة يكون:  $v = k[A]$

$$k = \frac{v}{[A]} \Rightarrow k = \frac{0.01}{1} = 0.01: \text{ ثابت السرعة}$$

**تطبيق (23)** يحدث التفاعل وفق المعادلة: نواتج  $\text{NO}_{(g)} + \text{H}_{2(g)} \rightarrow$  وقد حصلنا على البيانات الآتية عند إجراء التجربة عدّة مرّات.

رقم التجربة	$[\text{H}_2]$	$[\text{NO}]$	سرعة التفاعل
1	0.1	0.1	$1.23 \times 10^{-3}$
2	0.2	0.1	$2.46 \times 10^{-3}$
3	0.1	0.2	$4.92 \times 10^{-3}$

المطلوب: 1- أوجد علاقة سرعة التفاعل اللحظية، وحدّد رتبة التفاعل. 2- احسب قيمة ثابت السرعة.

3- احسب سرعة التفاعل عندما يكون  $[\text{NO}] = 0.05 \text{ mol.L}^{-1}$  ،  $[\text{H}_2] = 0.15 \text{ mol.L}^{-1}$

**تطبيق (24)** يحدث التفاعل الآتي:  $\text{H}_2\text{O}_{2(aq)} \longrightarrow \text{H}_2\text{O}_{(l)} + \frac{1}{2} \text{O}_{2(g)}$  في شروط مناسبة، وقد قيست سرعة التفاعل الابتدائية عند التراكيز الأتية فحصلنا على ما يلي:

التجربة	$[\text{H}_2\text{O}_2] \text{ mol.L}^{-1}$	$v_0 \text{ (mol.L}^{-1}.\text{s}^{-1})$
1	0.1	$2 \times 10^{-2}$
2	0.2	$4 \times 10^{-2}$

1- أثبت أن التفاعل من الرتبة الأولى 2- أحسب ثابت سرعة التفاعل

الحل: 1- عبارة سرعة التفاعل اللحظية:  $v = k[\text{H}_2\text{O}_2]^x$

نعوض في نتائج التجربة الأولى:  $2 \times 10^{-2} = k(0.1)^x$

نعوض في نتائج التجربة الثانية:  $4 \times 10^{-2} = k(0.2)^x$

نقسم عبارة السرعة 2 على عبارة السرعة 1

$$v = k[\text{H}_2\text{O}_2] \quad 2 = (2)^x \Rightarrow x = 1 \Rightarrow 2 = \left(\frac{0.2}{0.1}\right)^x \Rightarrow \frac{4 \times 10^{-2}}{2 \times 10^{-2}} = \frac{k(0.2)^x}{k(0.1)^x} \Rightarrow$$

$$k = \frac{2 \times 10^{-2}}{0.1} = 0.2 \quad -2$$

سرعة التفاعل		سرعة وسطية
سرعة لحظية	تفاعل غير أولي	
تفاعل أولي	تفاعل غير أولي	$V_{avg} = -\frac{\Delta C}{\Delta t}$ السرعة الوسطية لمادة متفاعلة
$3A_{(aq)} + B_{(aq)} \longrightarrow 2C_{(aq)}$	$A_{(aq)} + 2B_{(aq)} \longrightarrow C_{(aq)}$	$V_{avg} = \frac{\Delta C}{\Delta t}$ السرعة الوسطية لمادة ناتجة
تركيز بدء $C_1$ $C_2$ 0	$v = k.[A]^x.[B]^y$	$V_{avg} = \frac{\text{السرعة الوسطية لمادة}}{\text{امثالها التفاعلية}} = \frac{\text{السرعة الوسطية لمادة}}{\text{امثالها التفاعلية}}$
تركيز بعد زمن $C_1 - 3x$ $C_2 - x$ $2x$	رتبة التفاعل $x+y$ تحدد تجريبيا من معادلات تستنتج من جدول او من خط بياني	السرعة الوسطية للتفاعل (العلاقة بين السرعات الوسطية)
$v = k[A]^3[B]$		
بعد زمن تحسب $x$ وتحسب التراكيز الجديدة		

أولاً: اختر الإجابة الصحيحة

((اختبار سرعة تفاعل))

- 1- تتفكك المادة A وفق التفاعل  $2A \rightarrow 2B + D$  فإذا علمت أن تركيز [A] يتغير من  $0.04 \text{ mol.L}^{-1}$  إلى  $0.01 \text{ mol.L}^{-1}$  خلال 100 s ، فتكون سرعة تشكل المادة D مقدرة بـ  $(a: \text{mol.L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1})$   $15 \times 10^{-5}$  (b)  $3 \times 10^{-4}$  (c)  $-3 \times 10^{-4}$  (d)  $-15 \times 10^{-5}$
- 2- من أجل التفاعل الأولي الآتي: نواتج  $3A_{(g)} + B_{(g)} \rightarrow$  إذا تضاعف الضغط الكلي مثلي ماكان عليه فإن سرعة التفاعل اللحظية: (a) تزداد أربع مرات (b) تقل ثمان مرات (c) تزداد ستة عشر مرة (d) لا تتأثر سرعة التفاعل
- 3- من أجل التفاعل الأولي الآتي: نواتج  $2A_{(g)} + B_{(g)} \rightarrow$  سرعته اللحظية  $v$  إذا ازداد حجم الوعاء الذي يحدث فيه التفاعل ثلاثة أمثال ماكان عليه فإن سرعة التفاعل اللحظية سرعته اللحظية  $v'$  تساوي: (a)  $16v$  (b)  $27v$  (c)  $\frac{v}{16}$  (d)  $\frac{v}{27}$

- 4- من أجل التفاعل الأولي الآتي: نواتج  $2A_{(g)} + B_{(g)} \rightarrow$  إذا تضاعف تركيز B أربعة مرات ونقص تركيز A مرتين فإن سرعة التفاعل اللحظية: (a) تقل ستة عشر مرة (b) تقل ثمان مرات (c) تزداد ستة عشر مرة (d) لا تتأثر سرعة التفاعل
- ثانياً: أجب عن الأسئلة الآتية:

1- اكتب عبارة سرعة التفاعل اللحظية لكل من التفاعلات الأولية الآتية وحدد رتبة التفاعل:



- 2- اكتب عبارة سرعة التفاعل في التفاعل الأولي الآتي  $2Fe_{(s)} + 3Cl_{2(g)} \rightarrow 2FeCl_{3(s)}$  ثم حدد العوامل التي يتوقف عليها k ثم اقترح طريقة تزيد سرعته.

- 3- لديك التفاعل الأولي الآتي من الرتبة الرابعة  $A_{(g)} + nB_{2(g)} \rightarrow 2AB_{3(s)}$  حدد قيمة n ثم اكتب عبارة سرعة التفاعل وبماذا تتعلق طاقة التنشيط

- 4- اعتماداً على طاقات الروابط الآتية  $\Delta H_b^\circ(F-F) = 156.9 \text{ kJ.mol}^{-1}$  ،  $\Delta H_b^\circ(Cl-Cl) = 243 \text{ kJ.mol}^{-1}$  ، قارن بين سرعة تفاعل كل من غازي الكلور والفلور مع غاز الهيدروجين مفسراً إجابتك.

ثالثاً حل المسائل الآتية:

المسألة الأولى: مزج 150 mL من المادة A عدد مولاتها 0.12 mol مع 50 mL من المادة B عدد مولاتها 0.04 mol لتتشكل المادة

C في شروط مناسبة، وفق التفاعل الأولي الآتي:  $3A_{(aq)} + B_{(aq)} \rightarrow 2C_{(aq)}$  والمطلوب: 1- اكتب عبارة سرعة التفاعل وحدد رتبته.

- 2- احسب سرعة التفاعل الابتدائي بفرض أن  $k = 0.1$  . 3- احسب تركيز المادة C عندما يتفاعل 10% من المادة A. 4- احسب سرعة التفاعل عندما يتشكل  $0.2 \text{ mol.L}^{-1}$  من C. 5- احسب تركيز c عند توقف التفاعل.

المسألة الثانية: يجري عند درجة حرارة ثابتة التفاعل الأولي الممثل بالمعادلة الآتية:  $A_{(g)} + 2B_{(g)} \rightarrow 3C_{(g)}$  حيث كانت

التركيز الابتدائية  $[C] = 0$  ،  $[B] = 0.8 \text{ mol.l}^{-1}$  ،  $[A] = 0.6 \text{ mol.l}^{-1}$  وقيمة سرعة التفاعل الابتدائي  $v_0 = 384 \times 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$  والمطلوب:

- 1- اكتب عبارة سرعة التفاعل اللحظية وحدد رتبته. 2- احسب قيمة ثابت سرعة التفاعل. 3- احسب تركيز المادة C عندما يتفاعل 25% من المادة B. 4- احسب سرعة التفاعل عندما يصبح تركيز المادة B مساوياً  $0.2 \text{ mol.L}^{-1}$ . 5- احسب تركيز c عند توقف التفاعل.

المسألة الثالثة: مزج 150 mL من المادة A تركيزها  $0.12 \text{ mol.L}^{-1}$  مع 50 mL من المادة B تركيزها  $0.8 \text{ mol.L}^{-1}$  لتتشكل

المادة C في شروط مناسبة، وفق التفاعل الأولي الآتي:  $3A_{(aq)} + B_{(aq)} \rightarrow 2C_{(aq)}$  والمطلوب:

- 1- اكتب عبارة سرعة التفاعل اللحظية وحدد رتبته. 2- احسب سرعة التفاعل الابتدائي بفرض أن  $k = 0.5$  . 3- احسب النسبة المئوية المتفاعل من المادة A عندما يصبح تركيز المادة  $[C] = 0.018 \text{ mol.L}^{-1}$ . 4- احسب تركيز c عند توقف التفاعل.

المسألة الرابعة: يحدث التفاعل الآتي في شروط مناسبة:  $C_4H_{8(g)} \rightarrow 2C_2H_{4(g)}$  ، وقد

تم تعيين تغير تركيز المركب  $C_4H_8$  خلال الزمن وفق الجدول الآتي: والمطلوب:

1- احسب السرعة الوسطية لاستهلاك  $C_4H_{8(g)}$  بين الزمنين (30 ← 40).

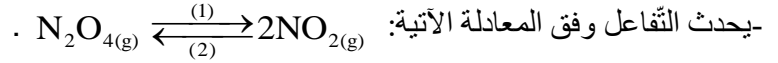
2- احسب السرعة الوسطية لتشكيل  $C_2H_4$  بين الزمن (20 ← 30)

انتهت الأسئلة

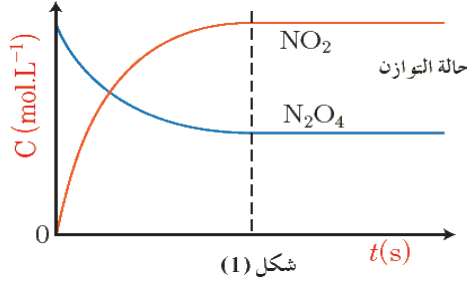
0.6	0.6	0.7	0.8	$[C_4H_8]$
50	40	30	20	t(s)

## التوازن الكيميائي

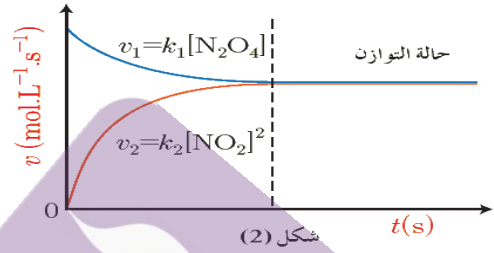
### ❖ حالة التوازن:



يحدث التفاعل وفق المعادلة الآتية:  $\text{N}_2\text{O}_4(\text{g}) \xrightleftharpoons[(2)]{(1)} 2\text{NO}_2(\text{g})$ . يمثل الشكل 1 تغيير تراكيز المواد المتفاعلة والنواتجة بدلالة الزمن والشكل 2 يمثل تغيير سرعتي التفاعل المباشر والعكسي بدلالة الزمن.



شكل (1)



شكل (2)

-ينقص تركيز المادة المتفاعلة ويزداد تركيز المادة الناتجة بمرور الزمن، وتثبت عند بلوغ حالة التوازن.  
-ثبات التركيزين يدل على تساوي سرعتي التفاعلين: المباشر  $v_1$  والعكسي  $v_2$  وتسمى حالة التوازن.

### نتيجة:

يحدث التوازن الكيميائي عندما تثبت تراكيز المواد المتفاعلة وتتراكم المواد الناتجة وتتساوى سرعة التفاعل المباشر مع سرعة التفاعل العكسي. (خيار متعدد)

### تطبيق (1):

1- لا تستهلك المواد المتفاعلة كلياً في التفاعلات المتوازنة.

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

2- أحد العبارات الآتية صحيحة عند حدوث التوازن في التفاعل الكيميائي المتوازن.

(a) يتوقف التفاعل المباشر فقط. (b) يتوقف التفاعل العكسي فقط.

(c) يتساوى قيمة ثابت سرعة التفاعل المباشر وقيمة ثابت سرعة التفاعل العكسي.

(d) تتساوى سرعة التفاعل المباشر والعكسي.

3- يسمى التوازن في حالة التفاعلات الكيميائية بالتوازن الحركي، فسر ذلك.

-التوازن الكيميائي توازن حركي لأن التوازن يحدث عندما تتساوى سرعة التفاعل المباشر مع سرعة التفاعل العكسي ولا تكون قيمة السرعة لأي تفاعل معدومة، إذن الجملة في حالة توازن حركي.

4- عند بلوغ حالة التوازن في التفاعلات المتوازنة:

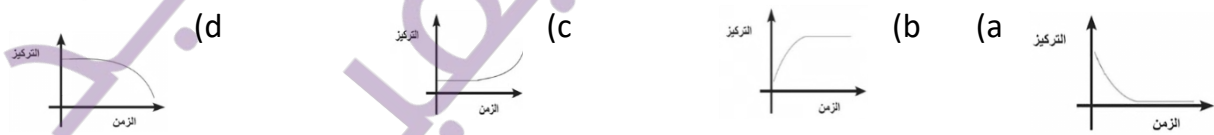
(a) ينخفض تركيز المواد الناتجة

(b) تنخفض سرعة التفاعل المباشر

(c) تثبت تراكيز المواد المتفاعلة والمواد الناتجة

(d) تنعدم سرعة التفاعل المباشر

5- أحد الخطوط البيانية يمثل تغيير تركيز مادة ناتجة في تفاعل متوازن:



### ❖ ثابت التوازن الكيميائي:

تطبيق (2): استنتج عبارة ثابت التوازن للتفاعل الآتي باعتبار التفاعل المباشر والعكسي أوليان:  $m\text{A} + n\text{B} \xrightleftharpoons[(2)]{(1)} p\text{C} + q\text{D}$

-نكتب عبارة سرعة التفاعل المباشر، والتفاعل العكسي:  $v_1 = k_1 [\text{A}]^m [\text{B}]^n$  ،  $v_2 = k_2 [\text{C}]^p [\text{D}]^q$

-عند التوازن:  $k_2 [\text{C}]^p [\text{D}]^q = k_1 [\text{A}]^m [\text{B}]^n \Leftarrow v_1 = v_2$

من خواص التناسب:  $\frac{k_1}{k_2} = \frac{[\text{C}]^p [\text{D}]^q}{[\text{A}]^m [\text{B}]^n}$

$$K_c = \frac{[C]^p [D]^q}{[A]^m [B]^n} : \text{وبالتالي ثابت التوازن الكيميائي بدلالة التراكيز: } K_c = \frac{k_1}{k_2} \text{ حيث أن النسبة}$$

**نتيجة:**

ثابت التوازن الكيميائي عند درجة حرارة معينة يساوي نسبة جداء تراكيز المواد الناتجة إلى جداء تراكيز المواد المتفاعلة وكلٌّ منها مرفوع إلى الأس الذي يساوي عدد الأمثال التفاعلية المشاركة بها في المعادلة الموزونة (عدد المولات).

- في التفاعلات الغازية يمكن التعبير عن تراكيز الغازات بدلالة الضغوط الجزئية مقدرة بـ atm. و بالتالي تعطى عبارة ثابت التوازن بدلالة الضغوط الجزئية بالعلاقة:

$$K_p = \frac{P_{(C)}^p \cdot P_{(D)}^q}{P_{(A)}^m \cdot P_{(B)}^n}$$

**ملاحظات:**

• إن  $K_c$  و  $K_p$  مقداران ثابتين ليس لهما واحدة.

• المواد الصلبة (s) والسائلة (l) كمدب فقط لا تظهر في عبارة ثابت التوازن (علل) لأن تراكيزها تبقى ثابتة مهما اختلفت كميتها.

• قيمة  $K_c$  ،  $K_p$  لتفاعل محدد لا تتغير إلا بتغير درجة الحرارة.

**تطبيق (3):**

1- عند مزج حجمين متساويين من غازي الهيدروجين وبخار اليود ذي اللون البنفسجي في شروط مناسبة، يُلاحظ تضائل اللون البنفسجي ثم ثباته، اكتب المعادلة الكيميائية المعبرة عن التفاعل الحاصل مفسراً بقاء اللون البنفسجي، ثم اكتب عبارة كل من  $K_c$  و  $K_p$



سبب ثبات اللون البنفسجي دليل على عدم استهلاك اليود كلياً على الرغم من مزج المواد بنسب التفاعل مما يدل على أن التفاعل

$$K_c = \frac{[HI]^2}{[H_2][I_2]} \quad \text{متوازن} \quad K_p = \frac{P_{(HI)}^2}{P_{(H_2)} \times P_{(I_2)}}$$

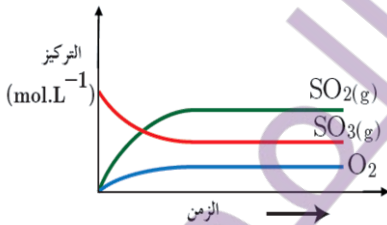
2- تتغير قيمة ثابت التوازن  $K_c$  في التفاعلات المتوازنة:

(a) بتغير الضغط (b) بإضافة حفاز (c) بخفض درجة الحرارة (d) بزيادة تركيز المواد الناتجة

3- لديك الشكل المجاور الذي يمثل تفاعل متوازن:

المطلوب: a- اكتب المعادلة المعبرة عن التفاعل.

b- اكتب عبارة ثابت التوازن بدلالة التراكيز.

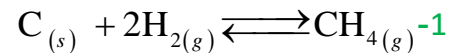


❖ **العلاقة بين  $K_c$  و  $K_p$ .**

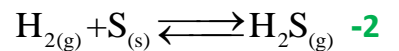
تعطى العلاقة بين قيمة ثابتي التوازن بدلالة التراكيز والضغوط الجزئية:  $K_p = K_c (RT)^{\Delta n}$

، و عدد المولات الغازية المتفاعلة  $n_1$  ، الفرق بين عدد المولات الغازية الناتجة  $n_2$  ،  $\Delta n = n_2 - n_1$ .

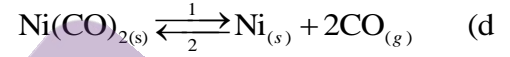
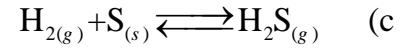
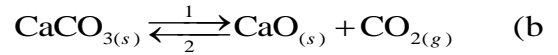
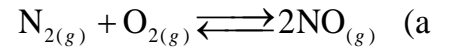
**تطبيق (4)** أكتب علاقة ثابت التوازن  $K_c$  ،  $K_p$  ، ثم اكتب العلاقة بينهما للتفاعلات المتوازنة الآتية:



$\Delta n = 1 - 2 = -1 \Rightarrow K_p = K_c (RT)^{-1} \Rightarrow K_p = \frac{K_c}{(RT)}$	$K_p = \frac{P_{(CH_4)}}{P_{(H_2)}^2}$	$K_c = \frac{[CH_4]}{[H_2]^2}$
--	--	--------------------------------



3- أي من التفاعلات الآتية تكون النسبة  $\frac{K_p}{K_c}$  أكبر عند درجة الحرارة ذاتها:



### ❖ أهمية ثابت التوازن:

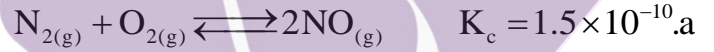
تُبيّن قيمة ثابت التوازن لتفاعل ما، مدى تحول المواد المتفاعلة إلى نواتج عند حدوث التوازن .

إذا كانت قيمته كبيرة  $K_c \gg 1$  فالتفاعل يحدث إلى مدى كبير في الاتجاه المباشر.

إذا كانت قيمته صغيرة  $K_c \ll 1$  فالتفاعل لا يحدث إلى مدى كبير في الاتجاه المباشر.

### تطبيق (5)

1- قارن بين كمية المواد المتفاعلة والمواد الناتجة عند بلوغ التوازن في كلّ من التفاعلين الآتيين:



التفاعل الأول  $K_c < 1$  وبالتالي كمية المواد الناتجة أقل من كمية المواد.

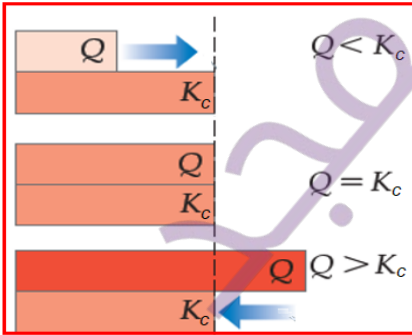
في حين التفاعل الثاني  $K_c > 1$  وبالتالي كمية المواد الناتجة أكبر من كمية المواد المتفاعلة .

2- قيمة  $K_c$  تساوي  $10^{-3}$  للتفاعل المتوازن الآتي:  $A_{(g)} + 2B_{(g)} \rightleftharpoons 2C_{(g)}$  فيكون عند بلوغ التوازن:



### ❖ حاصل التفاعل Q

تماثل عبارة حاصل التفاعل Q عبارة ثابت التوازن  $K_c$  حيث تُؤخذ التراكيز في لحظة ما (دون شرط الوصول لحالة التوازن)، ونميّز ثلاث حالات:



•  $Q < K_c$  تراكيز المواد الناتجة أقل من تراكيزها في حالة التوازن، يرجح التفاعل

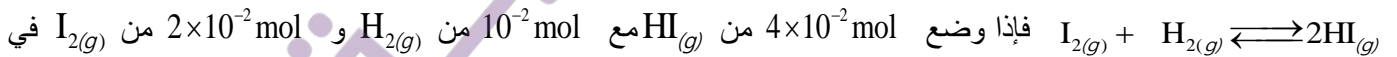
المباشر على التفاعل العكسي للوصول إلى حالة التوازن.

•  $Q = K_c$  التفاعل في حالة توازن.

•  $Q > K_c$  تراكيز المواد الناتجة أكبر من تراكيزها في حالة التوازن، يرجح التفاعل

العكسي على التفاعل المباشر للوصول إلى حالة التوازن.

تطبيق (6): تبلغ قيمة ثابت التوازن  $K_c = 50.5$  عند الدرجة  $440^\circ C$  للتفاعل الآتي:



1- احسب حاصل التفاعل Q.

2- حدّد التفاعل الرَّاجح (المباشر/ العكسي)، مع التعليل.

$$C = \frac{n}{V} \Rightarrow [HI] = \frac{4 \times 10^{-2}}{2} = 2 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}, \quad [I_2] = \frac{2 \times 10^{-2}}{2} = 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}, \quad [H_2] = \frac{10^{-2}}{2} = 5 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$$

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

3 - التفاعل ليس في حالة التوازن لأن  $Q \neq K_c$ ، والتفاعل المباشر هو الرَّاجح لأن  $Q < K_c$ .

**تطبيق (7):** وعاء حجمة 2L يحتوي على 0.08 mol من  $\text{CH}_3\text{OH}_{(g)}$  و 0.4 mol من  $\text{H}_2_{(g)}$  و 0.2 mol من  $\text{CO}_{(g)}$

يحدث التفاعل وفق المعادلة  $\text{CO}_{(g)} + 2\text{H}_2_{(g)} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{OH}_{(g)}$  فإذا علمت أن قيمة  $K_c = 7.3$  بين بالحساب إذا كان التفاعل بحالة توازن أم لا وإذا لم يكن بحالة توازن حدّد التفاعل الراجح (المباشر/ العكسي)، مع التفسير.

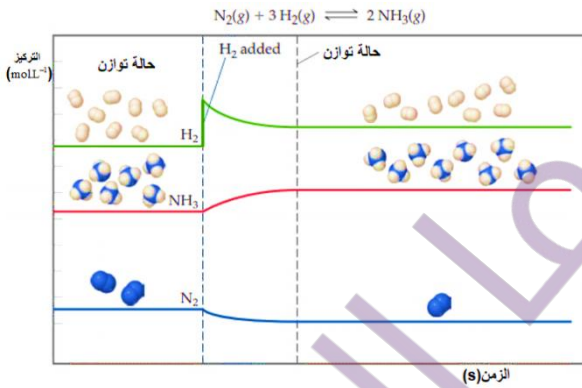
$$[\text{CH}_3\text{OH}] = \frac{0.08}{2} = 0.04 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}, [\text{H}_2] = \frac{0.4}{2} = 0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}, [\text{CO}] = \frac{0.2}{2} = 0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

$$Q = \frac{[\text{CH}_3\text{OH}]}{[\text{CO}][\text{H}_2]^2} = \frac{0.04}{0.1(0.2)^2} = 10$$

التفاعل ليس في حالة توازن لأن  $Q \neq K_c$ . التفاعل الراجح هو التفاعل العكسي لأن  $Q > K_c$ .

### العوامل المؤثرة في حالة التوازن:

درس العالم لوشاتوليه التغيرات التي تؤثر حالة التوازن الكيميائي، ووضع قاعدة تنص على ما يلي:  
إذا حدث تغير في أحد العوامل المؤثرة في جملة كيميائية متوازنة مثل: درجة الحرارة أو التركيز أو الضغط ... يختل التوازن، فيرجح التفاعل في الاتجاه الذي يعاكس فيه هذا التغير.



### (a) تأثير تغيير التراكيز:

#### تطبيق (8):

- ألاحظ الشكل: -ما تأثير زيادة كمية الهيدروجين على:  
1- حالة التوازن 2- كمية النشادر. 3- كمية النتروجين.  
- عند إضافة كمية من الهيدروجين، يختل التوازن فيرجح التفاعل المباشر حتى بلوغ حالة توازن جديدة.  
- تزداد كمية النشادر. - تقل كمية النتروجين.

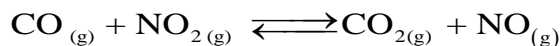
#### نتيجة:

- عند زيادة تركيز إحدى مواد الجملة المتوازنة يختل التوازن، فيرجح التفاعل في الاتجاه الذي يقص فيه تركيز هذه المادة.  
- عند نقصان تركيز إحدى مواد الجملة المتوازنة يختل التوازن، فيرجح التفاعل الذي يزداد فيه تركيز هذه المادة.

**تطبيق (9):** يحدث التفاعل المتوازن في شروط مناسبة والممثل بالمعادلة:  $\text{PCl}_5(\text{g}) \rightleftharpoons \text{PCl}_3(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g})$ . المطلوب:

- 1- ما تأثير زيادة تركيز  $\text{PCl}_5$  على حالة التوازن علل. 2- ما تأثير زيادة تركيز  $\text{Cl}_2$  على حالة التوازن علل.
  - 3- ما تأثير انخفاض تركيز  $\text{PCl}_3$  على حالة التوازن علل.
- عند زيادة تركيز  $\text{PCl}_5$  يختل التوازن، فيرجح التفاعل المباشر لإنقاص تركيز  $\text{PCl}_5$ .  
- عند زيادة تركيز  $\text{Cl}_2$  يختل التوازن، فيرجح التفاعل العكسي لإنقاص تركيز  $\text{Cl}_2$ .  
- عند إنقاص تركيز  $\text{PCl}_3$  يختل التوازن، فيرجح التفاعل المباشر لزيادة تركيز  $\text{PCl}_3$ .

#### تطبيق (10):



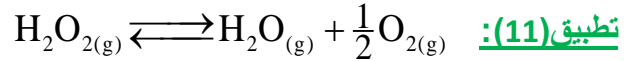
قيمة ثابت التوازن	كميات المواد الناتجة	كميات المواد المتفاعلة	حالة التوازن مع التفسير	
				زيادة كمية $\text{NO}_2$
				تناقص كمية $\text{NO}$
				زيادة كمية $\text{CO}_2$
				نقصان كمية $\text{CO}$

**(b) تأثير تغير الضغط:** (نعدّ مولات الغاز في الطرفين)

-زيادة الضغط يرجح التفاعل باتجاه عدد المولات الغازية الأقل.

-نقصان الضغط يرجح التفاعل باتجاه عدد المولات الغازية الأكثر.

-إذا كان عدد المولات الغازية متساوياً في طرفي المعادلة لا يؤثر تغير الضغط على حالة التوازن .



حالة التوازن مع التفسير	كميات المواد المتفاعلة	كميات المواد الناتجة	قيمة ثابت التوازن
يرجح التفاعل العكسي نحو عدد مولات الغاز الأقل	تزداد	تتناقص	لا تتغير
يرجح التفاعل المباشر نحو عدد مولات الغاز الأكثر	تتناقص	تزداد	لا تتغير

**تطبيق (12):** ما تأثير زيادة الضغط الكلي على التفاعل الآتي مفسراً اجابتك 
$$2\text{HI}_{(g)} \rightleftharpoons \text{H}_{2(g)} + \text{I}_{2(g)}$$

لا تتأثر حالة التوازن لأن عدد المولات الغازية متساوية في الطرفين

**(c) تأثير تغير درجة الحرارة:**

نميز نوعين من التفاعلات: **1- التفاعلات الناشئة للحرارة**  $\Delta H_{rxn}^o < 0$  ناشر  
ماص

**2- التفاعلات الماصة للحرارة**  $\Delta H_{rxn}^o > 0$  ماص  
ناشر

**نتيجة:**

-زيادة درجة الحرارة يخلّ التوازن فيرجح التفاعل **الماص للحرارة**.

-خفض درجة الحرارة يخلّ التوازن فيرجح التفاعل **الناشر للحرارة**.

-عندما يرجح التفاعل المباشر بتأثير تغير درجة الحرارة تزداد قيمة ثابت التوازن بسبب زيادة كمية المواد الناتجة ونقصان كمية المواد المتفاعلة.

-عندما يرجح التفاعل العكسي بتأثير تغير درجة الحرارة تنقص قيمة ثابت التوازن بسبب نقصان كمية المواد الناتجة وزيادة كمية المواد المتفاعلة.

**تطبيق (13):**

1. في التفاعل الناشر للحرارة تقل قيمة ثابت التوازن عند زيادة درجة الحرارة. لأن التفاعل العكسي يرجح، نحو الاتجاه الماص للحرارة وبالتالي تقل كمية المواد الناتجة وتزداد كمية المواد المتفاعلة فنقل قيمة ثابت التوازن.

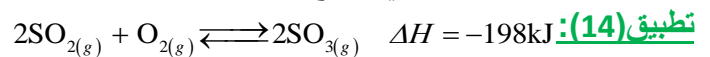
2. في التفاعل الماص للحرارة تزداد قيمة ثابت التوازن عند زيادة درجة الحرارة. لأن التفاعل المباشر يرجح، نحو الاتجاه الماص للحرارة وبالتالي تزداد كمية المواد الناتجة وتقل كمية المواد المتفاعلة فتزداد قيمة ثابت التوازن.

3. في التفاعل الآتي 
$$\text{C}_{(s)} + 2\text{H}_{2(g)} \rightleftharpoons \text{CH}_{4(g)}$$
 يرجح التفاعل المباشر بزيادة الضغط.

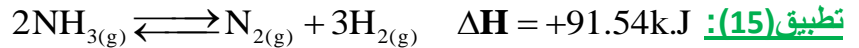
لأنه بزيادة الضغط يرجح التفاعل نحو عدد المولات الغازية الأقل أي يرجح بالاتجاه المباشر.

4. في التفاعل الماص للحرارة تقل قيمة ثابت التوازن عند خفض درجة الحرارة.

لأن التفاعل العكسي يرجح فنقل كمية المواد الناتجة ونزداد كمية المواد المتفاعلة فنقل قيمة ثابت التوازن.



حالة التوازن مع التفسير	كميات المواد المتفاعلة	كميات المواد الناتجة	قيمة ثابت التوازن مع التفسير
يرجح التفاعل العكسي التفسير نحو التفاعل الماص للحرارة	تزداد	تقل	تقل بسبب نقصان كمية المواد الناتجة وزيادة كمية المواد المتفاعلة.
يرجح التفاعل المباشر التفسير نحو التفاعل الناشر للحرارة	تقل	تزداد	تزداد بسبب زيادة كمية المواد الناتجة ونقصان كمية المواد المتفاعلة

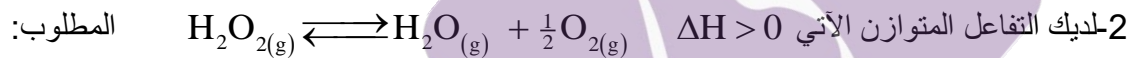


حالة التوازن مع التفسير	كميات المواد المتفاعلة	كميات المواد الناتجة	قيمة ثابت التوازن مع التفسير
رفع درجة الحرارة			
خفض درجة الحرارة			

**تطبيق (16):**

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

1- قيست قيم ثابت التوازن بدلالة الضغوط الجزئية في درجات حرارة مختلفة. بين إن كان التفاعل المباشر ناشر أو ماص للحرارة مع التفسير  
يلاحظ من القيم في الجدول أنه عند رفع درجة الحرارة تقل قيمة ثابت التوازن أي يرجح بالاتجاه العكسي الماص للحرارة وبالتالي التفاعل ناشر للحرارة.

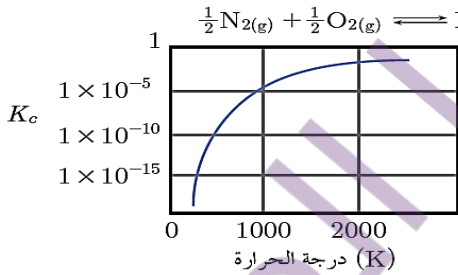


(a) اكتب عبارة ثابت التوازن بدلالة الضغوط الجزئية (b) اذكر طريقة تزيد قيمة ثابت التوازن مع التفسير.

$$k_p = \frac{P_{(\text{H}_2\text{O})} \times P_{(\text{O}_2)}^{\frac{1}{2}}}{P_{(\text{H}_2\text{O}_2)}} \quad (a)$$

(b) بزيادة درجة الحرارة يرجح التفاعل المباشر الماص للحرارة فتزداد قيمة ثابت التوازن.

3- لديك الخط البياني الآتي يمثل قيم مختلفة لثابت التوازن  $K_c$  بدلالة درجة الحرارة، المطلوب:



بين فيما إذا كان التفاعل ناشر أم ماص للحرارة.

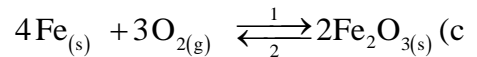
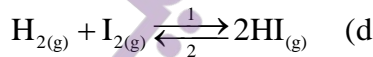
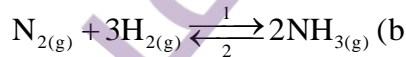
التفاعل ماص للحرارة لأن عند ارتفاع درجة الحرارة تزداد قيمة ثابت التوازن وبالتالي يرجح التفاعل المباشر الماص للحرارة.

(d) **تأثير الحفاز في التوازن:** لا يؤثر على حالة التوازن ولا يؤثر على قيمة ثابت التوازن

**علل** الحفاز يسرع الوصول إلى حالة التوازن لأنه يزيد سرعة التفاعل المباشر وبالمقدار نفسه يزيد سرعة التفاعل العكسي.

**تطبيق (17):**

1- أي من التفاعلات المتوازنة الآتية سوف يرجح التفاعل العكسي عند نقصان حجم الوعاء الذي يحدث فيه التفاعل:



2- أي من المتغيرات الآتية سوف يؤدي إلى زيادة كمية  $\text{NH}_3(\text{g})$  في التفاعل المتوازن الآتي:



(a) زيادة درجة الحرارة (b) خفض كمية  $\text{N}_2$  (c) زيادة الضغط الكلي (d) إضافة حفاز.

3- لديك التفاعل الآتي  $\Delta H < 0$   $2\text{NO}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NO}_2(\text{g})$  المطلوب:

a- اكتب عبارة ثابت التوازن بدلالة التراكيز  $K_c$ . b- اكتب عبارة ثابت التوازن بدلالة الضغوط الجزئية  $K_p$ .

c- اكتب العلاقة بين  $K_c$  و  $K_p$ . d- بين تأثير خفض درجة الحرارة على حالة التوازن مع التفسير.

e- بين تأثير إضافة حفاز على حالة التوازن وقيمة ثابت التوازن.

$$K_C = \frac{[\text{NO}_2]^2}{[\text{NO}]^2 [\text{O}_2]} \quad -a \quad K_P = \frac{P_{(\text{NO}_2)}^2}{P_{(\text{NO})}^2 \times P_{(\text{O}_2)}} \quad -b$$

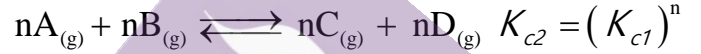
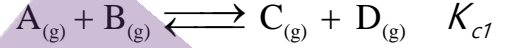
$$K_P = K_C (\text{RT})^{\Delta n} \Rightarrow \Delta n = 2 - 3 = -1 \Rightarrow K_P = K_C (\text{RT})^{-1} \quad -c$$

-d عند خفض درجة الحرارة يرجح التفاعل المباشر نحو التفاعل الناشئ للحرارة .

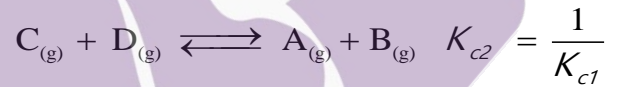
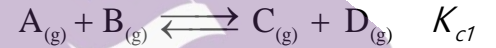
-e لا يؤثر الحفاز على حالة التوازن ولا يؤثر على قيمة ثابت التوازن.

**حساب قيمة ثابت التوازن من خلال المعادلات:**

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



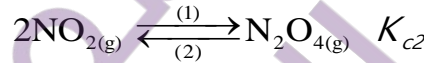
-إذا عكس التفاعل فإن قيمة ثابت التوازن الجديد يساوي مقلوب قيمة ثابت التوازن الأول.



**تطبيق (18):**

1- إذا علمت أن قيمة  $k_c = 0.36$  للتفاعل:  $N_2O_{4(g)} \xrightleftharpoons[(2)]{(1)} 2NO_{2(g)}$

المطلوب: احسب  $k_c$  لكل من التفاعلين الآتيين:  $K_{c1}$   $\frac{1}{2} N_2O_{4(g)} \xrightleftharpoons[(2)]{(1)} NO_{2(g)}$



$$K_{c1} = (K_c)^{\frac{1}{2}} = (0.36)^{\frac{1}{2}} = 0.6$$

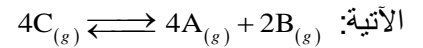
$$K_{c2} = \frac{1}{K_c} = \frac{1}{0.36} = 2.8$$

2- بفرض أن  $K_c$  ثابت التوازن للتفاعل الممثل بالمعادلة الآتية:  $SO_{2(g)} + \frac{1}{2} O_{2(g)} \rightleftharpoons SO_{3(g)}$  فتكون قيمة ثابت بدلالة

التراكيز  $K'_c$  للتفاعل الآتي  $2SO_{3(g)} \rightleftharpoons 2SO_{2(g)} + O_{2(g)}$  مساوياً:

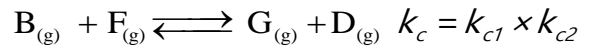
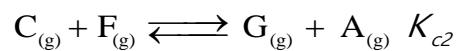
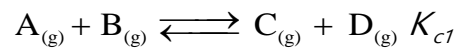
$$K_c^2 \quad (d) \quad \frac{1}{K_c^2} \quad (c) \quad \frac{1}{2K_c} \quad (b) \quad 2K_c \quad (a)$$

3- إذا علمت أن قيمة  $K_c = 10$  في التفاعل المتوازن الآتي:  $2A_{(g)} + B_{(g)} \rightleftharpoons 2C_{(g)}$  فتكون قيمة  $K_c$  للتفاعل الممثل بالمعادلة



$$100(d) \quad 0.01(c) \quad 20(b) \quad 0.1(a)$$

-عند جمع معادلتين فإن ثابت التوازن يساوي جداء ثوابت التوازن للمعادلتين.

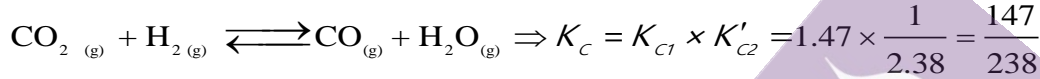
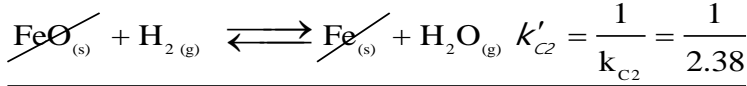


**تطبيق (19):** احسب ثابت التوازن بدلالة التراكيز  $k_c$  للتفاعل:  $\text{CO}_{2(g)} + \text{H}_{2(g)} \rightleftharpoons \text{CO}_{(g)} + \text{H}_2\text{O}_{(g)}$

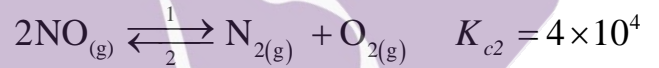
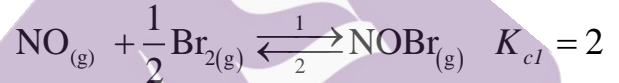
اعتماداً على التفاعلات:  $\text{Fe}_{(s)} + \text{CO}_{2(g)} \rightleftharpoons \text{FeO}_{(s)} + \text{CO}_{(g)} \quad K_{c1} = 1.47$

$\text{Fe}_{(s)} + \text{H}_2\text{O}_{(g)} \rightleftharpoons \text{FeO}_{(s)} + \text{H}_{2(g)} \quad K_{c2} = 2.38$

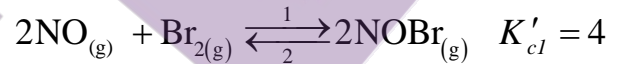
**الحل:** تبقى المعادلة الأولى كما هي ونعكس الثانية:  $\text{Fe}_{(s)} + \text{CO}_{2(g)} \rightleftharpoons \text{FeO}_{(s)} + \text{CO}_{(g)} \quad K_{c1} = 1.47$



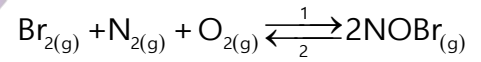
**تطبيق (20):** ليكن لديك المعادلات التي تمثل التفاعلات المتوازنة الآتية عند الدرجة  $300^\circ \text{K}$ :  $R = 0.082 \text{ atm.L.mol}^{-1}.\text{K}^{-1}$



المطلوب: أحسب قيمة  $K_c$  ثم  $K_p$  للتفاعل الآتي:  $\text{N}_{2(g)} + \text{O}_{2(g)} + \text{Br}_{2(g)} \rightleftharpoons 2\text{NOBr}_{(g)}$  تُضرب المعادلة الأولى بـ 2 هي وتُعكس المعادلة الثانية



نجمع ونختصر:  $2\text{NO}_{(g)} + \text{Br}_{2(g)} + \text{N}_{2(g)} + \text{O}_{2(g)} \rightleftharpoons 2\text{NOBr}_{(g)} + 2\text{NO}_{(g)}$

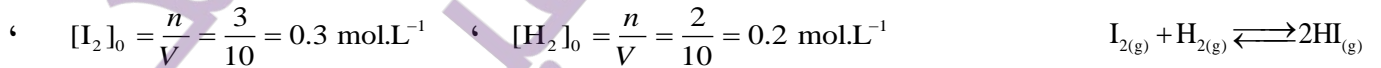


$$K_c = K_{c1} \times K'_{c2} = 4 \times \frac{1}{4 \times 10^4} = 10^{-4}$$

$$K_p = K_c [RT]^{\Delta n} = 10^{-4} [0.082 \times 300]^{2-3} = \frac{10^{-3}}{246}$$

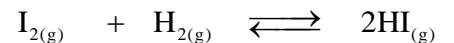
**تطبيق (21):** مُزج 2 mol من الهيدروجين  $\text{H}_2$  مع 3 mol من اليود  $\text{I}_2$  في وعاء مغلق سعته 10 L، وكانت كمية يود

الهيدروجين HI عند التوازن 3.6 mol، احسب قيمة ثابت التوازن  $K_c$  ثم قيمة  $K_p$  للتفاعل المتوازن الآتي:



$$[\text{I}_2]_0 = \frac{n}{V} = \frac{3}{10} = 0.3 \text{ mol.L}^{-1} \quad , \quad [\text{H}_2]_0 = \frac{n}{V} = \frac{2}{10} = 0.2 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$[\text{HI}]_{\text{eq}} = \frac{3.6}{10} = 0.36 \text{ mol.L}^{-1}$$



$$0.3 \quad 0.2 \quad 0$$

$$0.3-x \quad 0.2-x \quad 2x$$

$$\Rightarrow [\text{H}_2]_{\text{eq}} = 0.2 - 0.18 = 0.02 \text{ mol.L}^{-1} \Rightarrow [\text{I}_2]_{\text{eq}} = 0.3 - 0.18 = 0.12 \text{ mol.L}^{-1} \quad 2x = 0.36 \text{ mol.L}^{-1} \Rightarrow x = 0.18 \text{ mol.L}^{-1}$$

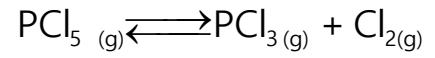
$$K_c = \frac{[\text{HI}]^2}{[\text{H}_2] \cdot [\text{I}_2]} = \frac{(0.36)^2}{(0.02) \times (0.12)} = 54$$

$$k_p = k_c (RT)^{\Delta n} = k_c (RT)^{2-2} = k_c (RT)^0 = 54$$

**تطبيق (22):** وضع 4 mol من  $\text{PCl}_5$  في وعاء سعته 2 L وسخن الوعاء إلى درجة 500 K فينفك منه 10% عند بلوغ التوازن

وفق المعادلة:  $\text{PCl}_5(g) \rightleftharpoons \text{PCl}_3(g) + \text{Cl}_2(g)$  المطلوب: 1- أحسب قيمة  $k_c$  2- أحسب قيمة  $k_p$   $R = 0.082 \text{ atm.L.mol}^{-1}.\text{K}^{-1}$

$$C = \frac{n}{V} = \frac{4}{2} = 2 \text{ mol.L}^{-1} \quad -1$$



$$\begin{array}{ccc} 2 & 0 & 0 \\ 2-x & x & x \end{array}$$

كل 100 ينفك منها 10

كل 2 ينفك منها x

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

$$[\text{PCl}_3]_{\text{eq}} = [\text{Cl}_2]_{\text{eq}} = x = 0.2 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$[\text{PCl}_5]_{\text{eq}} = 2 - x = 2 - 0.2 = 1.8 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$k_c = \frac{[\text{PCl}_3] \times [\text{Cl}_2]}{[\text{PCl}_5]} = \frac{0.2 \times 0.2}{1.8} = \frac{1}{45}$$

$$k_p = k_c (RT)^{\Delta n} = \frac{1}{45} (0.082 \times 500) = \frac{82 \times 10^{-1}}{9} \quad -2$$

**تطبيق (23):** مزج 2 mol من مادة A مع 2 mol من مادة B في وعاء سعته 10 L فيحدث التفاعل المتوازن وفق المعادلة:

$A(g) + B(g) \rightleftharpoons 2C(g)$  فإذا علمت أن قيمة ثابت سرعة التفاعل المباشر  $k_1 = 8.8 \times 10^{-2}$  وقيمة ثابت سرعة التفاعل

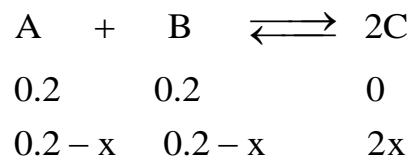
العكسي  $k_2 = 2.2 \times 10^{-2}$  ، المطلوب:

1- أحسب قيمة  $K_c$  ثم قيمة  $K_p$  . 2- احسب تراكيز كل من المواد المتفاعلة والناتجة عند بلوغ التوازن.

$$K_c = \frac{K_1}{K_2} = \frac{8.8 \times 10^{-2}}{2.2 \times 10^{-2}} = 4 \quad -1$$

$$K_p = K_c (RT)^{\Delta n} = K_c (RT)^{2-2} \Rightarrow K_p = 4$$

$$[A]_0 = [B]_0 = \frac{2}{10} = 0.2 \text{ mol.L}^{-1} \quad -2$$



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

$$4 = \frac{(2x)^2}{(0.2-x)^2} \quad \text{بجذر الطرفين نجد:}$$

$$2 = \frac{2X}{0.2 - X} \Rightarrow X = 0.1 \text{ mol.L}^{-1} \Rightarrow$$

$$[A]_{\text{eq}} = [B]_{\text{eq}} = 0.2 - 0.1 = 0.1 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$[C]_{\text{eq}} = 2X = 2 \times 0.1 = 0.2 \text{ mol.L}^{-1}$$

**تطبيق (24):** يحدث التفاعل الممثل بالمعادلة:  $\text{H}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{HI}(\text{g})$  في وعاء حجمه 10L، عند بلوغ التوازن كان عدد

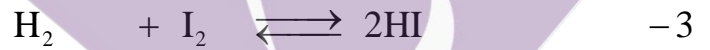
مولات الهيدروجين 7.2mol وعدد مولات اليود 2.4mol وعدد مولات يوديد الهيدروجين 0.4mol والمطلوب حساب: 1- قيمة ثابت التوازن  $K_c$  2- قيمة ثابت التوازن  $K_p$  3- أحسب التركيز الابتدائي للمواد المتفاعلة. 4- اذكر طريقتين تزيد من كمية

HI

$$C = \frac{n}{V} \Rightarrow [I_2]_{\text{eq}} = \frac{2.4}{10} = 0.24 \text{ mol.L}^{-1}, [H_2]_{\text{eq}} = \frac{7.2}{10} = 0.72 \text{ mol.L}^{-1}, [HI]_{\text{eq}} = \frac{0.4}{10} = 0.04 \text{ mol.L}^{-1} - 1$$

$$K_c = \frac{[HI]^2}{[H_2][I_2]} = \frac{[0.04]^2}{[0.72][0.24]} = \frac{1}{108}$$

$$K_p = K_c (RT)^{\Delta n} = K_c (RT)^{2-2} = K_c = \frac{1}{108} - 2$$



$$[H_2]_0 \quad [I_2]_0 \quad 0$$

$$[H_2]_0 - x \quad [I_2]_0 - x \quad 2x$$

$$2x = 0.04 \quad x = 0.02 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$[H_2]_0 - x = 0.72 \quad [H_2]_0 = 0.72 + x = 0.72 + 0.02 = 0.74 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$[I_2]_0 - x = 0.24 \quad [I_2]_0 = 0.24 + x = 0.24 + 0.02 = 0.26 \text{ mol.L}^{-1}$$

4- زيادة تركيز  $\text{H}_2$  - زيادة تركيز  $\text{I}_2$  - سحب HI من الوسط .

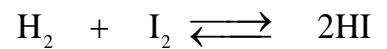
**تطبيق (25):** يتفاعل 1mol من بخار اليود مع 1mol من غاز الهيدروجين في وعاء مغلق حجمه 1L وفق المعادلة  $\text{H}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{HI}(\text{g})$  حيث يبين المخطط الآتي تغير تركيز يود الهيدروجين بدلالة الزمن، المطلوب:

1- احسب تراكيز التوازن لكل من المواد المتفاعلة والناتجة.

2- أحسب قيمة ثابت التوازن  $K_c$ .

3- ارسم خطأً بيانياً يوضح تغير تركيز الهيدروجين بدلالة الزمن.

$$C = \frac{n}{V} \Rightarrow [H_2]_0 = [I_2]_0 = \frac{1}{1} = 1 \text{ mol.L}^{-1} - 1$$



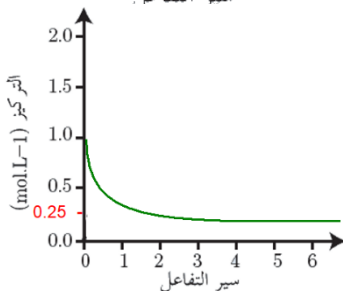
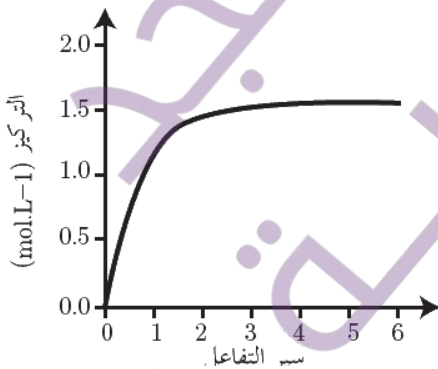
$$1 \quad 1 \quad 0$$

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

$$\text{من الخط البياني} \quad [HI]_{\text{eq}} = 2X = 1.5 \text{ mol.L}^{-1} - 1$$

$$X = 0.75 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$[H_2]_{\text{eq}} = [I_2]_{\text{eq}} = 1 - 0.75 = 0.25 \text{ mol.L}^{-1}$$





**تطبيق (28):** يتفكك يوديد الهيدروجين وفق المعادلة:  $2\text{HI}_{(g)} \rightleftharpoons \text{H}_{2(g)} + \text{I}_{2(g)}$  فإذا كان تركيز التوازن  $[\text{HI}]_{\text{eq}} = 0.6 \text{ mol.L}^{-1}$  وقيمة ثابت التوازن  $K_c = \frac{1}{36}$  والمطلوب: 1- أحسب  $[\text{H}_2]_{\text{eq}}$  عند التوازن. 2- أحسب  $[\text{HI}]_0$  3- أحسب النسبة المئوية المتفاعلة من HI عند التوازن.

$\frac{1}{6} = \frac{x}{0.6} \Rightarrow x = [\text{H}_2]_{\text{eq}} = 0.1 \text{ mol.L}^{-1}$ $[\text{HI}]_0 - 2x = 0.6 \Rightarrow [\text{HI}]_0 - 2(0.1) = 0.6 \Rightarrow [\text{HI}]_0 = 0.8 \text{ mol.L}^{-1}$ <p>3- كل 0.8 يتفاعل منها 0.2 كل 100 يتفاعل منها y النسبة المئوية المتفاعلة من HI <math>y = \frac{0.2}{0.8} \times 100 = 25\%</math></p>	$2\text{HI}_{(g)} \rightleftharpoons \text{H}_{2(g)} + \text{I}_{2(g)} \quad -1$ <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 20%; text-align: center;"><math>[\text{HI}]_0</math></td> <td style="width: 20%; text-align: center;">0</td> <td style="width: 20%; text-align: center;">0</td> <td style="width: 40%;"></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"><math>[\text{HI}]_0 - 2x</math></td> <td style="text-align: center;">x</td> <td style="text-align: center;">x</td> <td></td> </tr> </table> $K_c = \frac{[\text{H}_{2(g)}][\text{I}_{2(g)}]}{[\text{HI}_{(g)}]^2} = \frac{1}{36} = \frac{x^2}{(0.6)^2}$	$[\text{HI}]_0$	0	0		$[\text{HI}]_0 - 2x$	x	x	
$[\text{HI}]_0$	0	0							
$[\text{HI}]_0 - 2x$	x	x							

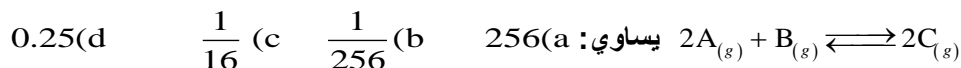
**تطبيق (29):** من خلال معرفة تغيير تركيز مادة واحدة هل يمكن تحديد فيما إذا التفاعل وصل إلى حالة التوازن أم لا؟ ناقش إجابتك. ثبات تركيز أحد المواد المتفاعلة أو الناتجة في التفاعلات المتوازنة يدل على الوصول إلى حالة التوازن.

التوازن الكيميائي								
$K_p = K_c (RT)^{\Delta n}$	$K_p = \frac{P_C^p \cdot P_D^q}{P_A^m \cdot P_B^n}$	$m A + n B \xrightleftharpoons[(2)]{(1)} p C + q D$ $K_c = \frac{k_1}{k_2} \quad K_c = \frac{[C]^p [D]^q}{[A]^m [B]^n}$						
مسائل التوازن الكيميائي								
مسائل تراكيز بدء وتراكيز التوازن	حساب قيمة ثابت التوازن من خلال المعادلات	حساب Q ومقارنتها بـ $K_c$						
$A + 3B \rightleftharpoons 2C$ <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%; text-align: center;">ت بدء <math>C_1</math></td> <td style="width: 33%; text-align: center;"><math>C_2</math></td> <td style="width: 33%; text-align: center;">0</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">ت توازن <math>C_1 - x</math></td> <td style="text-align: center;"><math>C_2 - 3x</math></td> <td style="text-align: center;">2x</td> </tr> </table> <p>X تحسب من معلومة عند التوازن</p> <p>1- اما من تركيز توازن أو يُستنتج التركيز التوازني من خط بياني</p> <p>2- أو نسبة مئوية لمادة متفاعلة عند التوازن</p> <p>3- أو يُحسب تركيز التوازن من قيمة ثابت التوازن <math>K_c</math></p>	ت بدء $C_1$	$C_2$	0	ت توازن $C_1 - x$	$C_2 - 3x$	2x	<p>-إذا ضربت معادلة تفاعل برقم ما فإن ثابت التوازن الجديد يُرفع الى أس يساوي الرقم.</p> $A_{(g)} + B_{(g)} \rightleftharpoons C_{(g)} \quad K_{c1}$ $nA_{(g)} + nB_{(g)} \rightleftharpoons nC_{(g)} \quad K_{c2} = (K_{c1})^n$ <p>-إذا عكس التفاعل فإن قيمة ثابت التوازن الجديد يساوي مقلوب قيمة ثابت التوازن الأول.</p> $A_{(g)} + B_{(g)} \rightleftharpoons C_{(g)} + D_{(g)} \quad K_{c1}$ $C_{(g)} + D_{(g)} \rightleftharpoons A_{(g)} + B_{(g)} \quad K_{c2} = \frac{1}{K_{c1}}$ <p>-عند جمع معادلتين فإن ثابت التوازن يساوي جداء ثوابت التوازن للمعادلتين</p> $A_{(g)} + B_{(g)} \rightleftharpoons C_{(g)} + D_{(g)} \quad K_{c1}$ $C_{(g)} + F_{(g)} \rightleftharpoons G_{(g)} + A_{(g)} \quad K_{c2}$ $B_{(g)} + F_{(g)} \rightleftharpoons G_{(g)} + D_{(g)} \quad k_c = k_{c1} \times k_{c2}$	
ت بدء $C_1$	$C_2$	0						
ت توازن $C_1 - x$	$C_2 - 3x$	2x						

**((اختبار التوازن))**

أولاً: اختر الإجابة الصحيحة في كل مما يأتي:

- 1- تتغير قيمة ثابت التوازن  $K_c$  في التفاعلات المتوازنة: (a) بتغير الضغط (b) بإضافة حفاز (c) بخفض درجة (d) زيادة التركيز  
2- إذا علمت أن قيمة  $K_c=16$  في التفاعل المتوازن الآتي  $4C_{(g)} \rightleftharpoons 4A_{(g)} + 2B_{(g)}$  فتكون قيمة  $K_c$  للتفاعل الممثل بالمعادلة الآتية



3- أي من التفاعلات المتوازنة الآتية سوف يُرجح التفاعل المباشر عند زيادة الضغط الكلي



4- أي من التفاعلات المتوازنة الآتية تكون النسبة  $\frac{K_p}{K_c}$  أصغر عند درجة الحرارة ذاتها:

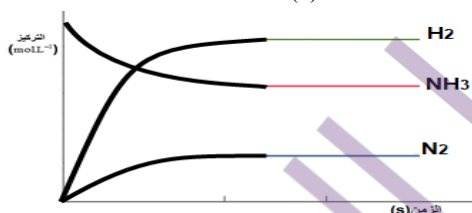


ثانياً: أجب عن الأسئلة الآتية:

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

- a- بين تأثير خفض درجة الحرارة على حالة التوازن مع التفسير. b- بين تأثير إضافة حفاز على حالة التوازن وقيمة ثابت التوازن.  
c- اقترح طريقة تزيد كمية  $SO_2$  -d اكتب طريقة لزيادة قيمة  $K_c$  مع التفسير. e- بين اثر زيادة الضغط الكلي على حالة التوازن مع التفسير. f- بين اثر زيادة كمية الأوكسجين على حالة التوازن مع التفسير.

2- استنتج عبارة ثابت التوازن للتفاعل الآتي باعتبار التفاعل المباشر والعكسي أوليان:  $m A + n B \xrightleftharpoons[(2)]{(1)} p C + q D$



3- المخطط البياني الآتي يمثل تفاعل متوازن لمواد في الحالة الغازية المطلوب:

a- اكتب معادلة التفاعل الحاصل.

b- اكتب العلاقة بين  $K_c$  و  $K_p$ .

c- إذا أُضيف كمية من غاز الهيدروجين إلى حالة التوازن اكتب العلاقة بين  $K_c$  و  $Q$

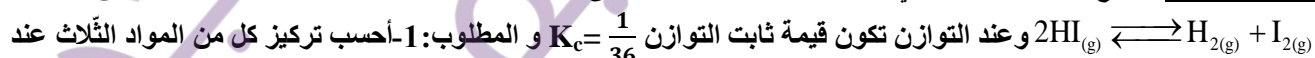
ثالثاً: حل المسائل الآتية:

المسألة الأولى: مُزج 2 mol من الهيدروجين  $H_2$  مع 3 mol من اليود  $I_2$  في وعاء مغلق سعته 10 L، وكانت كمية الهيدروجين  $H_2$  عند

التوازن 0.2 mol، وفق المعادلة  $I_{2(g)} + H_{2(g)} \rightleftharpoons 2HI_{(g)}$  المطلوب: 1- احسب قيمة ثابت التوازن  $K_c$  -2 ما قيمة  $K_p$ ؟ عِلّل

إجابتك. 3- ما تأثير زيادة الضغط الكلي على حالة التوازن.

المسألة الثانية: يوضع 8 mol من HI في وعاء سعته 10 L ويسخن إلى درجة حرارة معينة يتفكك يوديد الهيدروجين وفق المعادلة:



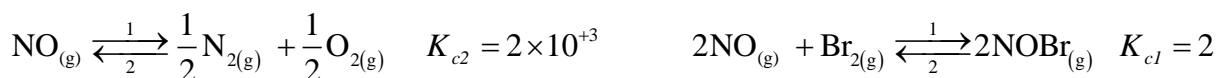
التوازن. 2- أحسب النسبة المئوية المتفاعلة من HI عند التوازن 3- ما قيمة  $K_c$  للتفاعل  $\frac{1}{2} H_{2(g)} + \frac{1}{2} I_{2(g)} \rightleftharpoons HI_{(g)}$

4- إذا كانت التراكيز  $[I_2] = 0.1 \text{ mol.L}^{-1}$  ,  $[H_2] = 0.02 \text{ mol.L}^{-1}$  ,  $[HI] = 0.4 \text{ mol.L}^{-1}$  بين إن كان التفاعل السابق بحالة توازن أم لا.

المسألة الثالثة: وضع 4 mol من  $PCl_5$  في وعاء سعته 2 L وسخن الوعاء إلى درجة 500 K فبتفكك منه 10% عند بلوغ التوازن وفق

المعادلة:  $PCl_{5(g)} \rightleftharpoons PCl_{3(g)} + Cl_{2(g)}$  المطلوب: 1- أحسب قيمة  $K_c$  2- أحسب قيمة  $K_p$   $R = 0.082 \text{ atm.L.mol}^{-1} \cdot K^{-1}$

المسألة الرابعة: ليكن لديك المعادلات التي تمثل التفاعلات المتوازنة الآتية عند الدرجة  $27^\circ C$ :



المطلوب: أحسب قيمة  $K_c$  ثم  $K_p$  للتفاعل الآتي:  $N_{2(g)} + O_{2(g)} + Br_{2(g)} \xrightarrow{1} 2NOBr_{(g)}$

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

**((انتهت الأسئلة))**

## الحموض والأسس

مراجعة:

حمض الكبريت $H_2SO_4$	حمض الأزوت $HNO_3$	حمض كلور الماء $HCl$	الحموض القوية
حمض سيانيد الهيدروجين $HCN$	حمض النمل $HCOOH$	حمض الخل $CH_3COOH$	الحموض الضعيفة
هيدروكسيد الكالسيوم $Ca(OH)_2$	هيدروكسيد البوتاسيوم $KOH$	هيدروكسيد الصوديوم $NaOH$	الأسس القوية
النشادر $NH_3$ وينتج عن انحلاله في الماء هيدروكسيد الأمونيوم $NH_4OH$			الأسس الضعيفة

### نظريات في الحموض والأسس:

#### 1- نظرية أرينوس:

الحمض: كل مادة كيميائية تحرر أيون هيدروجين  $H^+$  أو أكثر عند انحلالها في الماء.  $HA \longrightarrow H^+ + A^-$

الأساس: كل مادة كيميائية تحرر أيون هيدروكسيد  $OH^-$  أو أكثر عند انحلالها في الماء.  $BOH \longrightarrow B^+ + OH^-$

#### 2- نظرية برونشترد - لوري:

الحمض: كل مادة كيميائية قادرة على منح بروتون ( $H^+$ ) أو أكثر إلى مادة أخرى تتفاعل معها.  
الأساس: كل مادة كيميائية قادرة على استقبال بروتون ( $H^+$ ) أو أكثر من مادة أخرى تتفاعل معها.  
تطبيق (1): حدد كل من حمض وأساس برونشترد لوري مفسراً اجابتك.



HA يمنح بروتون، ويسلك سلوك حمض.

$H_2O$  يستقبل بروتون، ويسلك سلوك أساس.



حمض أساس

(استقبال بروتون) (منح بروتون)

#### الأزواج المترافقة: أساس / حمض وفق نظرية برونشترد - لوري

- يرافق كل حمض أساس يُدعى أساسه المرافق.
- يرافق كل أساس، حمض يُدعى حمضه المرافق.
- تقاس قوة الحمض بسهولة منحه للبروتون حيث يتأين الحمض القوي كلياً والحمض الضعيف يتأين جزئياً
- تقاس قوة الأساس بسهولة استقباله للبروتون حيث يتأين الأساس القوي كلياً والأساس الضعيف يتأين جزئياً

تطبيق (2): اكتب معادلة تأين كل مما يلي وحدد الأزواج المترافقة بحسب نظرية برونشترد - لوري

1- حمض كلور الماء	2- حمض الكبريت
3- حمض الأزوت	4- حمض الخل
5- النشادر	6- حمض النمل
7- حمض سيانيد الهيدروجين	

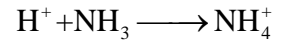
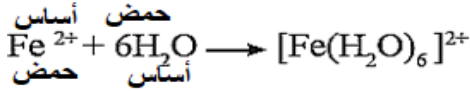
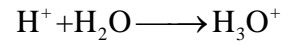
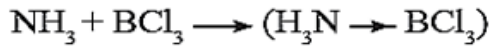
### 3- نظرية لويس:

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

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

**ملاحظة:** إذا احتوت المادة على النروجين أو الأكسجين ضمن مركباتها نعدّها أساس لويس والمعادن و  $H^+$  تسلك سلوك حمض لويس ونوع الرابطة بين حمض لويس وأساس لويس تساندية يرمز لها بـ  $\rightarrow$  جهته من أساس لويس حمض لويس.

**تطبيق (3):** حدد حمض لويس وأساس لويس مفسراً اجابتك ثم حدد نوع الرابطة بينهما



**تطبيق (4):** صنّف المركبات الآتية  $HCl$ ,  $NH_3$ ,  $Fe^{2+}$ ,  $BF_3$ ,  $NaOH$  إلى حمض أو أساس وفقاً للنظريات السابقة.

نظرية لويس	نظرية برونشتد - لوري	نظرية أرينيوس	
$NH_3$	$NH_3$	$NaOH$	أساس
$Fe^{2+}$ , $BF_3$	$HCl$	$HCl$	حمض

### ملاحظة

- نظرية أرينيوس غير كافية لتحديد الصفة الحمضية والصفة الأساسية لجميع المركبات الكيميائية
- نظرية برونشتد - لوري أكثر شمولية من نظرية أرينيوس.
- نظرية لويس فسرت السلوك الحمضي والأساسي لبعض المركبات التي يتم فيها انتقال الأزواج الإلكترونية.

### التأين الذاتي للماء وثابت تأينه:

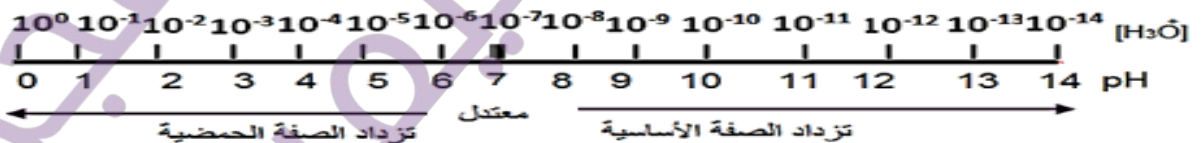
**تطبيق (5):** -اكتب معادلة التأين الذاتي للماء ثم اكتب عبارة ثابت تأين الماء ثم حدّد الأزواج المترافقة حمض أساس بحسب برونشتد لوري ثم فسر الماء مركب مذذب ثم فسر الماء ناقل رديء للتيار الكهربائي.



-الماء ناقل رديء لاحتوائه على عدد قليل من الأيونات

-الماء مذذب لأنه يسلك سلوك حمض أحياناً وسلوك أساس أحياناً أخرى

**ملاحظة:** إن قيمة ثابت تأين الماء عند الدرجة 25c تساوي  $10^{-14}$   $K_w = [H_3O^+].[OH^-] = 10^{-14}$



حمضي	معتدل	أساسي
$[H_3O^+] > [OH^-]$	$[H_3O^+] = [OH^-] = 10^{-7}$	$[H_3O^+] < [OH^-]$
$[H_3O^+] > 10^{-7}$		$[OH^-] > 10^{-7}$
$[OH^-] < 10^{-7}$		$[H_3O^+] < 10^{-7}$
$pH < 7$	$pH = 7$	$pH > 7$

$$pOH = -\log[OH^-] \Rightarrow [OH^-] = 10^{-pOH}, \quad pH = -\log[H_3O^+] \Rightarrow [H_3O^+] = 10^{-pH}, \quad pH + pOH = 14$$

**تطبيق (6):** يبلغ تركيز أيونات الهدرونيوم في محلول مائي  $0.01 \text{ mol.l}^{-1}$  المطلوب: 1- احسب تركيز أيونات الهدروكسيد.

2- احسب قيمة كل من  $pH$  و  $pOH$  الوسط لهذا المحلول. 3- حدّد طبيعة الوسط.

$$[OH^-] = \frac{10^{-14}}{[H_3O^+]} = \frac{10^{-14}}{0.01} = 10^{-12} \text{ mol.l}^{-1} \quad -1$$

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

$$pOH = -\log [OH^-] = -\log 10^{-12} = 12$$

3- طبيعة الوسط حمضي :  $pH < 7$

حساب [OH <sup>-</sup> ] لأساس قوي	حساب [H <sub>3</sub> O <sup>+</sup> ] لحمض قوي
$[OH^-] = C_b = [NaOH] = [KOH]$ لأساس قوي احادي الوظيفة	$[H_3O^+] = C_a = [HCl] = [HNO_3]$ لحمض قوي احادي الوظيفة $[H_3O^+] = 2C_a = 2[H_2SO_4]$ لحمض قوي ثنائي الوظيفة

**تطبيق (7):** أحسب تركيز أيونات الهيدرونيوم و تركيز أيونات الهيدروكسيد و قيمة pH و قيمة pOH لمحلول من حمض كلور الماء تركيزه  $0.01 \text{ mol.l}^{-1}$

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

$$[H_3O^+][OH^-] = 10^{-14} \Rightarrow [OH^-] = \frac{10^{-14}}{10^{-2}} = 10^{-12} \text{ mol.l}^{-1}$$

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

$$pOH = -\log [OH^-] = -\log (10^{-12}) = 12$$

**تطبيق (8):** أحسب تركيز أيونات الهيدرونيوم و تركيز أيونات الهيدروكسيد و قيمة pH و قيمة pOH لمحلول من هيدروكسيد البوتاسيوم تركيزه  $0.1 \text{ mol.l}^{-1}$

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

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

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

$$pOH = -\log [OH^-] = -\log (10^{-1}) = 1$$

**تطبيق (9):**

1- أحسب تركيز أيونات الهيدرونيوم و تركيز أيونات الهيدروكسيد و قيمة pH و قيمة pOH لمحلول من حمض الكبريت تركيزه  $0.005 \text{ mol.l}^{-1}$

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

$$[H_3O^+][OH^-] = 10^{-14} \Rightarrow [OH^-] = \frac{10^{-14}}{10^{-2}} = 10^{-12} \text{ mol.l}^{-1}$$

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

$$pOH = -\log [OH^-] = -\log (10^{-12}) = 12$$

2- محلول مائي لهيدروكسيد البوتاسيوم KOH تركيزه  $0.01 \text{ mol.l}^{-1}$  نمّده بالماء المقطر 100 مرّة فتصبح قيمة pH

$$10(a) \quad 11(b) \quad 12(c) \quad 13(d)$$

3- المركّب المذبذب من المركّبات الآتية هو: NH<sub>3</sub>(a) H<sub>2</sub>O(b) BF<sub>3</sub>(c) HCN(d)

4- المحلول المائي الذي له أصغر قيمة pH من المحاليل الآتية المتساوية التراكيز هو محلول:

NH<sub>3</sub>(a) NH<sub>4</sub>OH(b) HNO<sub>3</sub>(c) HCN(d)

5- إحدى الأزواج الآتية لا يشكّل زوج (أساس/ حمض):

NH<sub>4</sub><sup>+</sup>/NH<sub>3</sub>(a) H<sub>2</sub>O/OH<sup>-</sup>(b) HNO<sub>3</sub>/HNO<sub>2</sub>(c) HCN/CN<sup>-</sup>(d)

6- رتبّ المحاليل الآتية المتساوية التراكيز تصاعدياً حسب تزايد قيمة الـ pH HCN, KOH, NH<sub>4</sub>OH, HNO<sub>3</sub>

الحل: KOH → NH<sub>4</sub>OH → HCN → HNO<sub>3</sub>

7- يتأين هيدروكسيد المغنزيوم وفق المعادلة الآتية:  $Mg(OH)_2 \rightleftharpoons Mg^{2+} + 2OH^-$

اشرح كيف تؤثر إضافة كمية قليلة من محلول حمض قوي على تأين المحلول.

الحل: تتحد أيونات الهيدرونيوم المضافة مع أيونات الهيدروكسيد يرجح التفاعل المباشر وتتأين كمية إضافية من  $Mg(OH)_2$

**تطبيق (10):** يذاب 8g من هيدروكسيد الصوديوم الصلب في الماء المقطر، ونكمل الحجم إلى 2L والمطلوب حساب:  $[OH^-]$  ،  $[H_3O^+]$  ، قيمة  $pOH$  ،  $pH$  للمحلول. 3-حجم الماء المقطر اللازم إضافتها إلى 50 mL من المحلول السابق لتصبح قيمة  $pH=11$  . ( Na:23 O:16 H:1 )

$$m = CVM \Rightarrow 8 = C_b \times 2 \times 40 \Rightarrow C_b = 0.1 \text{ mol.L}^{-1} \Rightarrow [OH^-] = C_b = 0.1 \text{ mol.L}^{-1} \quad -1$$

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

$$pOH = -\log[OH^-] = -\log 10^{-1} = 1 \quad -2$$

$$pH = 14 - pOH = 14 - 1 = 13$$

$$pOH = 14 - pH = 14 - 11 = 3 \quad -3$$

$$C_2 = [OH^-] = 10^{-pOH} = 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$n = n \quad \text{قبل التمديد} \Rightarrow C_1 V_1 = C_2 V_2 \Rightarrow 10^{-1} \times 50 = 10^{-3} V_2 \Rightarrow V_2 = 5000 \text{ mL}$$

$$V = 5000 - 50 = 4950 \text{ mL} \quad \text{حجم الماء المقطر اللازم إضافته:}$$

**تطبيق (11):** محلول مائي لحمض الكبريت بفرض أنه تام التأين له قيمة  $pH=1$  ، والمطلوب:

1- اكتب معادلة تأين هذا الحمض. 2- احسب تركيز هذا الحمض ب  $\text{mol.L}^{-1}$  .

3- احسب كتلة حمض الكبريت في 200mL من محلول الحمض السابق. 4- خضيف بالتدريج 10mL من محلول الحمض السابق

إلى 90mL من الماء المقطر، احسب قيمة  $pH$  للمحلول الجديد. ( H: 1 O: 16 S: 32 )



$$[H_3O^+] = 10^{-pH} = 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1} \quad -2$$

$$[H_3O^+] = 2C_a \Rightarrow C_a = \frac{[H_3O^+]}{2} = \frac{0.1}{2} = 0.05 \text{ mol.L}^{-1} \quad \text{حمض الكبريت قوي ثنائي الوظيفة الحمضية.}$$

$$m = C \cdot V \cdot M = 0.05 \times 200 \times 10^{-3} \times 98 = 0.98 \text{ g} \quad -3$$

$$C_1 \cdot V_1 = C_2 \cdot V_2 \Rightarrow 0.05 \times 10 = C_2 \times 100 \Rightarrow C_2 = 5 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1} \quad -4$$

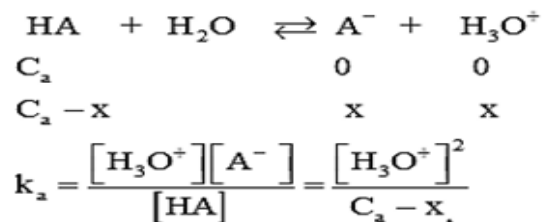
$$[H_3O^+] = 2C_a = 2 \times 5 \times 10^{-3} = 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1} \Rightarrow pH = -\log[H_3O^+] = -\log 10^{-2} = 2$$

**ثابت تأين الحموض الضعيفة أحادية الوظيفة:**

**تطبيق (12):** لديك محلول مائي لحمض ضعيف HA . المطلوب:

1- اكتب معادلة تأينه .

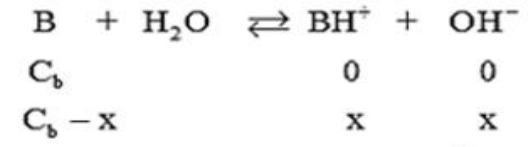
2- اكتب عبارة ثابت تأين الحمض الضعيف  $K_a$  بدلالة التركيز. 3- أثبت أن:  $[H_3O^+] = \sqrt{K_a \cdot C_a}$  .



$$[H_3O^+] = \sqrt{K_a \cdot C_2} \quad \text{تعمل بالصفرها لأن قيمة ثابت التأين صغيرة}$$

## ثابت تأين الأساس الضعيف أحادي الوظيفة الأساسية:

- تطبيق (13):** لديك محلول أساس ضعيف ( B ) تأينه جزئي في الماء. المطلوب: 1- اكتب معادلة تأينه .  
2- اكتب علاقة ثابت تأين الأساس الضعيف  $K_b$  بدلالة التركيز. 3- أثبت أن:  $[OH^-] = \sqrt{K_b \cdot C_b}$  .



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

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

تهدل بالصغر ما لأن قيمة ثابت التآين صغرة

### ملاحظة:

- تعبّر قيمة ثابت تأين الحمض أو الأساس الضعيف عن قوته حيث تزداد قوة الحمض أو الأساس الضعيف بزيادة قيمة ثابت تأينه.
- عند مقارنة قوة حمضين ضعيفين منحلين في الماء فإن الأساس المرافق للحمض الأقوى هو الأساس الأضعف، والأساس المرافق للحمض الأضعف هو الأساس الأقوى

**درجة تأين الحمض:** يعبر عن قوة الحمض بدرجة تأينه  $\alpha$  وفق العلاقة:

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

**درجة تأين الأساس:** يعبر عن قوة الأساس بدرجة تأينه  $\alpha$  وفق العلاقة:

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

### تطبيق (14):

- 1- يبين الجدول الآتي قيم ثوابت التآين لبعض محاليل الحموض الضعيفة المتساوية التراكيز عند الدرجة  $25^{\circ}C$  .

الصيغة	ثابت التآين $K_a$
HCN	$5 \times 10^{-10}$
$H_2CO_3$	$4.3 \times 10^{-7}$
HCOOH	$1.8 \times 10^{-4}$
HF	$7.2 \times 10^{-4}$

اعتماداً على الجدول السابق أجب عن الأسئلة الآتية:

- a-** حدّد الحمض الأقوى، وما هو أساسه المرافق؟ حمض فلوريد الهيدروجين . أساسه المرافق  $F^-$  .  
**b-** حدّد الحمض الأكبر قيمة pH، والحمض الأصغر قيمة pH . حمض سيانيد الهيدروجين أكبر قيمة pH ، وحمض فلوريد الهيدروجين أصغر قيمة pH .  
**c-** في أيّ محلول يكون  $[OH^-]$  أكبر؟ محلول حمض سيانيد الهيدروجين .  
**d-** حدّد الأساس المرافق الأقوى للمحاليل السابقة؟  $CN^-$  أساس مرافق لأضعف حمض HCN .
- 2- إذا علمت أن أيون السيانيد  $CN^-$  أساس أقوى من أيون الخلات  $CH_3COO^-$  ، ما هو الحمض المرافق لكلّ منهما وأيّ الحمضين أقوى؟ فسّر ذلك.

**الحل:** الحمض المرافق لـ  $CN^-$  هو HCN ، الحمض المرافق لـ  $CH_3COO^-$  هو  $CH_3COOH$

$CH_3COOH$  هو الحمض الأقوى لأنه يرافق الأساس الأضعف .

- 3- إذا علمت أنّ pH للمشروب الغازي، فإنّ تركيز أيون الهيدروكسيد فيه:

11(a)  $10^{-3}$  (b)  $10^{-11}$  (c)  $10^3$  (d)

4- بالاعتماد على ثوابت تأين الحموض الأتية:

$$K_{a(\text{HF})} = 7.2 \times 10^{-4}, K_{a(\text{HNO}_2)} = 4.5 \times 10^{-4}, K_{a(\text{HCN})} = 5 \times 10^{-10}$$

الترتيب التنازلي الصحيح لقوة الأسس المرافقة لها هو:



5- محلول مائي لحمض النمل HCOOH تركيزه الابتدائي  $0.5 \text{ mol.L}^{-1}$  وثابت تأينه  $2 \times 10^{-4}$  ، فتبلغ قيمة pH له:

10<sup>-12</sup> (d) 10<sup>-2</sup> c 12 (b) 2(a)

**تطبيق (15):** محلول حمض سيانيد الهيدروجين تركيزه الابتدائي  $0.2 \text{ mol.L}^{-1}$  ، وثابت تأينه  $5 \times 10^{-10}$  المطلوب:

1- اكتب معادلة تأين الحمض السابق

2- احسب  $[OH^-]$  ,  $[H_3O^+]$

3- احسب قيمة pH المحلول.

4- احسب درجة تأين الحمض.

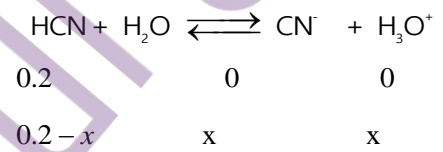


طريقة أولى:  $[H_3O^+] = \sqrt{C_a \cdot K_a} \Rightarrow [H_3O^+] = \sqrt{5 \times 10^{-10} \times 0.2} = 10^{-5} \text{ mol.L}^{-1}$

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

$$[OH^-] = \frac{10^{-14}}{10^{-5}} = 10^{-9} \text{ mol.L}^{-1}$$

طريقة ثانية:



تعمل x في المقام لصغرها أمام 0.2

$$K_a = \frac{[H_3O^+] \cdot [CN^-]}{[HCN]} \Rightarrow 5 \times 10^{-10} = \frac{x^2}{0.2 - x}$$

$$x^2 = 5 \times 10^{-10} \times 0.2 = 10^{-10} \Rightarrow x = 10^{-5} \text{ mol.L}^{-1} = [H_3O^+]$$

3-  $\text{pH} = -\log [H_3O^+] = -\log 10^{-5} = 5$

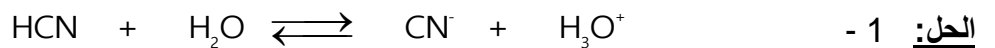
4-  $\alpha = \frac{[H_3O^+]}{C_a} = \frac{10^{-5}}{0.2} = 5 \times 10^{-5}$

**تطبيق (16):** محلول لحمض سيانيد الهيدروجين له  $\text{pH} = 5$  ، ودرجة تأينه  $5 \times 10^{-3} \%$  ، والمطلوب:

1- اكتب معادلة تأين الحمض السابق.

2- احسب قيمة ك<sub>ا</sub> من التركيز الابتدائي ، وثابت تأينه.

3- بيّن بالحساب كيف يتغير  $[H_3O^+]$  عندما تصبح  $\text{pH} = 6$ .



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

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

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

$$[H_3O^+] \text{ بعد التغير} = 10^{-pH} = 10^{-6} \text{ mol.L}^{-1} \quad -3$$

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

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

**تطبيق (17):** محلول لحمض النمل له pH=2 وثابت تأينه  $2 \times 10^{-4}$ ، والمطلوب:

1- اكتب معادلة تأين هذا الحمض ثم حدّد الأزواج المترافقة أساس/حمض حسب برونشتد - لوري.

2- احسب قيمة pOH المحلول ثم احسب تركيز الحمض الابتدائي.

3- احسب حجم الماء المقطر اللازم إضافته إلى 10mL منه لتصبح قيمة pH=3.



حمض مرافق 2 أساس مرافق 1 حمض 1

$$pH + pOH = 14 \Rightarrow pOH = 14 - 2 = 12 \quad -2$$

$$[H_3O^+] = \sqrt{C_a \cdot K_a} \Rightarrow 10^{-2} = \sqrt{C_a \times 2 \times 10^{-4}} \Rightarrow C_a = 5 \times 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$-3 \text{ نحسب تركيز الحمض بعد التمديد } [H_3O^+]' = 10^{-pH} = 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$[H_3O^+]' = \sqrt{C_a' \cdot K_a} \Rightarrow 10^{-3} = \sqrt{C_a' \times 2 \times 10^{-4}} \Rightarrow C_a' = 5 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$C_1 \cdot V_1 = C_2 \cdot V_2 \Rightarrow 0.5 \times 10 = 0.005 \times V_2 \Rightarrow V_2 = 1000 \text{ mL}$$

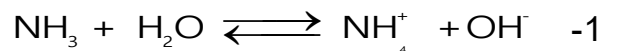
$$V = 1000 - 10 = 990 \text{ mL}$$

**تطبيق (18):** محلول مائي للنشادر له pOH=3، ودرجة تأينه 2%، والمطلوب:

1- اكتب معادلة تأين النشادر ثم حدّد الأزواج المترافقة أساس/حمض حسب برونشتد - لوري.

2- احسب  $[OH^-]$  للمحلول. 3- احسب التركيز الابتدائي للمحلول.

4- احسب ثابت تأين النشادر. 5- نمذد المحلول السابق 10 مرّات، احسب pOH المحلول الجديد بعد التمديد.



أساس مرافق 2 حمض مرافق 1 حمض 2 أساس 1

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

$$\alpha = \frac{[OH^-]}{C_b} \Rightarrow 2 \times 10^{-2} = \frac{10^{-3}}{C_b} \Rightarrow C_b = \frac{10^{-3}}{2 \times 10^{-2}} = 0.05 \text{ mol.L}^{-1} \quad -3$$

$$[OH^-] = \sqrt{C_b \cdot K_b} \Rightarrow 10^{-3} = \sqrt{0.05 \times K_b} \Rightarrow K_b = 2 \times 10^{-5} \quad -4$$

بعد التمديد  $n = n$  قبل التمديد  $-5$

$$C_1 \cdot V_1 = C_2 \cdot V_2 \Rightarrow 0.05 \times V_1 = C_2 \times 10 V_1 \Rightarrow C_2 = 5 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$[OH^-] = \sqrt{C_b \cdot K_b} \Rightarrow [OH^-] = \sqrt{0.005 \times 2 \times 10^{-5}} = \sqrt{10^{-7}} = 10^{-3.5} \text{ mol.L}^{-1}$$

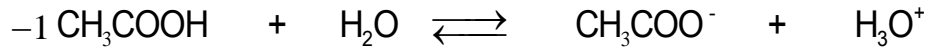
$$pOH = -\log[OH^-] = 3.5$$

**تطبيق (19):** محلول مائي لحمض الخل تركيزه الابتدائي  $0.05 \text{ mol.L}^{-1}$  ، وثابت تأينته  $2 \times 10^{-5}$  ، والمطلوب:

1- اكتب معادلة تأين هذا الحمض. ثم حدّد الأزواج المترافقة أساس/حمض وفق برونشتدلوري

2- احسب قيمة pH المحلول. احسب درجة تأين هذا الحمض.

3- نمّد المحلول السابق 10 مرات، احسب pH المحلول بعد التمديد.



حمض مرافق 2 أساس مرافق 1 حمض 1 أساس 2

$$[H_3O^+] = \sqrt{C_a \cdot K_a} = \sqrt{0.05 \times 2 \times 10^{-5}} = 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1} \quad -2$$

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

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

4- تركيز الحمض بعد التمديد  $C_1 V_1 = C_2 V_2 \Rightarrow 0.05 V_1 = C_2 \times 10 V_1 \Rightarrow C_2 = 5 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$

$$[H_3O^+] = \sqrt{C_a \cdot K_a} = \sqrt{5 \times 10^{-3} \times 2 \times 10^{-5}} = 10^{-3.5} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$pH = -\log 10^{-3.5} = 3.5$$

**تطبيق (20):** لديك محلول لحمض الخل تركيزه  $0.02 \text{ mol.L}^{-1}$  ، وثابت تأينته  $1.8 \times 10^{-5}$  المطلوب: 1- اكتب معادلة تأينه،

واحسب قيمة  $[\text{CH}_3\text{COO}^-]$  2- إذا احتوى المحلول الابتدائي حمض كلور الماء بتركيز  $0.01 \text{ mol.L}^{-1}$  بالإضافة إلى المحلول

السابق. احسب  $[\text{CH}_3\text{COO}^-]$  في المحلول.



$$[H_3O^+] = \sqrt{C_a \cdot K_a} = \sqrt{0.02 \times 1.8 \times 10^{-5}} = 6 \times 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$[\text{CH}_3\text{COO}^-] = 6 \times 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}$$

2-  $[H_3O^+] = [\text{HCl}] = 0.01 \text{ mol.L}^{-1}$  الحمض مضاف



$$0.02 \quad \quad \quad 0 \quad \quad \quad 0.01$$

$$0.02-x \quad \quad \quad x \quad \quad \quad 0.01+x$$

$$K_a = \frac{[H_3O^+][\text{CH}_3\text{COO}^-]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} = \frac{x(0.01+x)}{0.02-x}$$

تُهمل x المضافة في البسط والمطروحة في المقام لصغرهما.

$$K_a = \frac{0.01x}{0.02} \Rightarrow 1.8 \times 10^{-5} = \frac{0.01x}{0.02}$$

$$x = 3.6 \times 10^{-5} \text{ mol.L}^{-1}$$

**ملاحظة:** يضاف  $[H_3O^+]$  المشترك الناتج من تأين الحمض القوي (HCl) إلى محلول حمض الخل الضعيف ،

فيرجح التفاعل بالاتجاه العكسي ، وينقص  $[\text{CH}_3\text{COO}^-]$  وفق قاعدة لوشاتوليه ويسمى تأثير الأيون المشترك.

**تطبيق (21):** يبلغ تركيز الهيدرونيوم في محلول  $2 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$  احسب قيمة pH علماً أن  $\log 2 = 0.3$

$$\text{pH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+] \Rightarrow \text{pH} = -\log 2 \times 10^{-2} = -(\log 2 + \log 10^{-2}) = 2 - \log 2 = 2 - 0.3 = 1.7$$

**تطبيق (22):** نضيف 200m.L محلول حمض كلور الماء تركيزه  $0.1 \text{ mol.L}^{-1}$  إلى 200m.L من محلول حمض الكبريت تركيزه  $0.05 \text{ mol.L}^{-1}$  ، احسب قيمة pH المحلول الناتج.

$$C' = \frac{CV}{V'} \Rightarrow C_{\text{HCl}} = \frac{0.1 \times 200}{400} = 0.05 \text{ mol.L}^{-1} , C_{\text{H}_2\text{SO}_4} = \frac{0.05 \times 200}{400} = 0.025 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{HCl}} + [\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{H}_2\text{SO}_4} \Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = 0.05 + 2(0.025) = 0.1 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+] = -\log(0.1) = 1$$

قوانين الحموض والاسس	
[OH <sup>-</sup> ] = C <sub>b</sub> = [NaOH] = [KOH] لاساس قوي احادي الوظيفة	[H <sub>3</sub> O <sup>+</sup> ] = C <sub>a</sub> = [HCl] = [HNO <sub>3</sub> ] لحمض قوي احادي الوظيفة [H <sub>3</sub> O <sup>+</sup> ] = 2C <sub>a</sub> = 2[H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ] لحمض قوي ثنائي الوظيفة
$\text{pOH} = -\log[\text{OH}^-] \Rightarrow [\text{OH}^-] = 10^{-\text{pOH}}$	$\text{pH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+] \Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-\text{pH}}$
$\text{pH} + \text{pOH} = 14$	$K_w = [\text{H}_3\text{O}^+] \cdot [\text{OH}^-] = 10^{-14}$
[OH <sup>-</sup> ] = $\sqrt{C_b \cdot K_b}$ لاساس ضعيف	[H <sub>3</sub> O <sup>+</sup> ] = $\sqrt{C_a \cdot K_a}$ لحمض ضعيف
$\alpha = \frac{[\text{OH}^-]}{C_b}$ درجة تأين الاساس	$\alpha = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]}{C_a}$ درجة تأين الحمض
عندما تعطى درجة التأين كنسبة مئوية نقسمها على 100 وهي ليست ثابتة تتغير عند إضافة ماء لذلك عند التمديد تتغير	

$$C_{g.L^{-1}} = \frac{m}{V} , C_{mol.L^{-1}} = \frac{n}{V} , C_{g.L^{-1}} = C_{mol.L^{-1}} \times M , m = CV \cdot M$$

**التمديد:** إضافة ماء إلى محلول  $C_1 V_1 = C_2 V_2 \Rightarrow n = n$  قبل التمديد حيث  $C_2$  ترتبط بـ pH أو pOH

عند تمديد حمض أو أساس ضعيف نستخدم ثابت التأين بعد التمديد.

الأيون المشترك بين الحمض والحمض هو أيون الهيدرونيوم وبين الأساس والأساس هو أيون الهيدروكسيد والأيون

المشترك يقلل من تأين المادة ضعيفة التأين

لتقليل تأين حمض ضعيف نضيف له حمض قوي ولتقليل تأين أساس ضعيف نضيف له أساس قوي

لزيادة تأين حمض ضعيف نضيف له أساس قوي و لزيادة تأين أساس ضعيف نضيف له حمض قوي

الفرق بين الزوج المترافق حمض أساس هو H<sup>+</sup>

**ترتيب تزايد pH**

أساس أقوى → أساس أضعف → معتدل → حمض أضعف → حمض أقوى

عند تمديد حمض قوي عشر مرات يزداد pH مقدار (1) والتمديد مئة مرة يزداد pH بمقدار (2).....

عند تمديد أساس قوي عشر مرات يزداد pOH مقدار (1) والتمديد مئة مرة يزداد pOH بمقدار (2).....

عند تمديد حمض ضعيف عشر مرات يزداد pH مقدار (نصف) والتمديد مئة مرة يزداد pH بمقدار (نصفين أي واحد)

عند تمديد أساس ضعيف عشر مرات يزداد pOH مقدار (نصف) والتمديد مئة مرة يزداد pOH بمقدار (نصفين أي واحد)

((اختبار حموض أسس))

أولاً- اختر الإجابة الصحيحة:

1- محلول مائي لحمض الأزوت يكون فيه:

(a)  $[OH^-] < [H_3O^+]$  (b)  $[OH^-] > 10^{-7}$  (c)  $[H_3O^+] > 10^{-7}$  (d)  $pH > 7$

2- محلول لهيدروكسيد الصوديوم تركيزه  $0.1 \text{ mol.l}^{-1}$  نمدده مئة مرة فيصبح pH المحلول:

(a) 1 (b) 3 (c) 11 (d) 13

3- محلول لحمض كلور الماء تركيزه  $0.1 \text{ mol.l}^{-1}$  نمدده مئة مرة فيصبح pOH المحلول:

(a) 1 (b) 3 (c) 11 (d) 13

4- محلول لحمض النمل تركيزه  $0.5 \text{ mol.l}^{-1}$  وثابت تأينه  $K_a = 2 \times 10^{-4}$  نمدده مئة مرة فيصبح pH المحلول:

(a) 2 (b) 3 (c) 11 (d) 12

ثانياً: أجب عن الاسئلة الآتية

1- اكتب معادلة التأيّن الذاتي للماء ثم حدّد الأزواج المترافقة حمض أساس بحسب برونشنتد لوري ثم فسر الماء مركب مذذب ثم فسر الماء ناقل رديء للتيار الكهربائي.

2- يعد الحمض  $CH_3COOH$  أقوى من الحمض  $NH_4^+$  المطلوب: a- اكتب صيغة الأساس المرافق لكل منهما.

b- حدد أي الأساسين أقوى مع التفسير.

3- حدد كل من حمض و أساس لويس في المعادلات الآتية مع التفسير:  $BCl_3 + NH_3 \longrightarrow (H_3N \rightarrow BCl_3)$  ثم حدد نوع الرابطة بينهما.

4- إذا علمت أن قيمة ثابت تأين حمض النمل  $k_a = 1.8 \times 10^{-4}$  و قيمة ثابت تأين حمض الخل نه  $k_a = 1.8 \times 10^{-5}$  المطلوب :

a- أي الحمضين أقوى مع التفسير. b- اكتب صيغة الأساس المرافق لكل منهما ثم حدد أي من الأساسين المرافقين أقوى

c - أيهما له pH أكبر

ثالثاً: حل المسائل الآتية:

المسألة الأولى:

محلول لحمض ضعيف HA قيمة  $pOH = 11$ ، ودرجة تأينه % 2 ، والمطلوب: 1- اكتب معادلة تأينه ثم حدد الأزواج المترافقة بحسب نظرية برونشنتد - لوري. 2- احسب تركيز أيونات الهيدرونيوم في المحلول.

3- احسب التركيز الابتدائي للحمض. 4- احسب قيمة ثابت تأينه.

5- نأخذ حجم  $V_1$  من المحلول السابق ونضيف له  $50 \text{ mL}$  من الماء المقطر إلى أن يصبح تركيزه  $0.01 \text{ mol.l}^{-1}$  احسب  $V_1$

6- ما التغيير الذي يطرأ على تركيز الهيدرونيوم الابتدائي كي تزداد قيمة pH بمقدار 2 وضح بالحساب.

المسألة الثانية:

لديك محلول لحمض النمل تركيزه  $0.5 \text{ mol.l}^{-1}$  ، وثابت تأينه  $2 \times 10^{-4}$  المطلوب: 1- اكتب معادلة تأينه، وحدد الأزواج المترافقة وفق ( برونشنتد - لوري) 2- احسب قيمة pH المحلول ثم احسب درجة تأين الحمض. 3- يُمدد المحلول السابق عشر مرات

احسب pH المحلول الناتج. 4- إذا احتوى المحلول الابتدائي السابق ذي التركيز  $0.5 \text{ mol.l}^{-1}$  حمض كلور الماء بتركيز

$0.1 \text{ mol.l}^{-1}$  بالإضافة إلى المحلول السابق احسب  $[HCOO^-]$  في المحلول.

المسألة الثالثة:

عينة غير نقية من هيدروكسيد الصوديوم كتلتها 5g تُذاب في الماء ويكمل حجم المحلول إلى 500mL فينتج محلول تركيزه

$0.2 \text{ mol.l}^{-1}$  والمطلوب: 1- احسب كتلة هيدروكسيد الصوديوم النقي في العينة 2- احسب النسبة المئوية للشوائب في العينة

3- نأخذ 40mL من المحلول السابق ونضيف لها الماء إلى أن يصبح  $pOH = 2$  احسب حجم الماء المضاف.

( Na : 23 , O : 16 , H : 1 )

المسألة الرابعة:

محلول مائي لحمض الكبريت بفرض أنه تامّ التأيّن تركيزه  $0.05 \text{ mol.l}^{-1}$  ، والمطلوب:

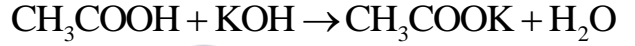
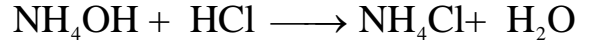
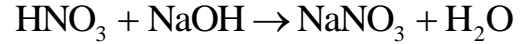
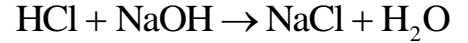
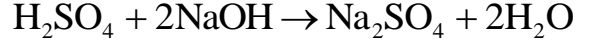
1- اكتب معادلة تأين هذا الحمض. 2- احسب pH هذا الحمض.

3- احسب كتلة حمض الكبريت في 200mL من محلول الحمض السابق. 4- نضيف بالتدريج 10mL من محلول الحمض السابق

إلى 90mL من الماء المقطر ، احسب قيمة pH للمحلول الجديد. ( H : 1 O : 16 S : 32 )

## ((المحاليل المائية للأملاح))

**ينتج الملح من تفاعل حمض مع أساس:** ماء + ملح → أساس + حمض



### تطبيق (1)

اسم الملح	صيغة الملح	الجزء الأساسي	الجزء الحمضي
نترات الصوديوم	NaNO <sub>3</sub>	.....	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>
كبريتات الأمونيوم	.....	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	.....
كلوريد الألمنيوم	.....	.....	.....

- **علل** الملح يعد مركب قطبي: لأنه مركب أيوني، يتألف من: - جزء أساسي موجب، أيون معدني، أو أكثر، أو جذر أمونيوم، أو أكثر. - وجزء حمضي سالب، أيون لا معدني، أو أكثر، أو جذر حمضي، أو أكثر

### تصنيف الأملاح وفق ذوبانيتها

- عندما يمكن أن تذوب كمية إضافية من الملح في الماء يكون المحلول غير مشبع  
- عند ذوبان أكبر كمية ممكنة من ملح في الماء يسمى محلول مشبع - عند إضافة كمية من الملح إلى محلوله المشبع يتشكل راسب ويكون المحلول فوق مشبع

**نتيجة:** ذوبانية الملح: هي تركيز الملح في محلوله المشبع عند درجة حرارة محدّدة، وهي ثابت فيزيائي خاص بكلّ ملح ، ويُرمز

لها بـ (S) ولها نوعان: ذوبانية كتليّة للملح تقدر بـ (g.L<sup>-1</sup>) وذوبانية موليّة للملح تقدر بـ (mol.L<sup>-1</sup>). **Sg.L<sup>-1</sup> = Smol.L<sup>-1</sup> × M**

- تصنّف محاليل الأملاح إلى (غير مشبعة - مشبعة - فوق مشبعة)

- الأملاح الذّوابة: قيمة ذوبانيتها أكبر من 0.1 mol.L<sup>-1</sup> عند الدرجة 25°C مثل أملاح الصوديوم والبوتاسيوم والأمونيوم والنترات والخلات والنملات

- الأملاح قليلة الذوبان: قيمة ذوبانيتها أقل من 0.001 mol.L<sup>-1</sup> عند الدرجة 25°C مثل ملح كربونات الكالسيوم، كبريتات الباريوم، كبريتات الفضة، كلوريد الفضة، كلوريد الرصاص، فوسفات ثلاثية الكالسيوم.

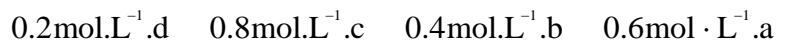
**ملاحظة:** للحصول على محلول مشبع نضيف كمية من ملح إلى الماء مع التحريك حتى تتشكّل راسباً ثم نرشح المحلول فنحصل على محلول مشبع.

### تطبيق (2):

- 1 - جميع الأملاح تتمتع بخاصية قطبية فسّر اجابتك. لا نها تتألف من جزء موجب أساسي وجزء سالب حمضي
- 2 - أملاح الصوديوم شديدة الذوبان بالماء فسّر اجابتك. لان قوى التجاذب بين أيونات الملح في بلوراته أصغر من قوى التجاذب بين أيونات الملح وجزئيات الماء أثناء عملية الذوبان.
- 3- ملح كرومات الفضة قليل الذوبان بالماء فسّر اجابتك: لان قوى التجاذب بين أيونات الملح في بلوراته أكبر من قوى التجاذب بين أيونات الملح وجزئيات الماء أثناء عملية الذوبان.
- 4- يحصل توازن غير متجانس بين الطور الصلب والطور المذاب في محلول مائي لملح قليل الذوبان هو:



5- محلول مائي لملح Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> تركيزه 1.6 mol.L<sup>-1</sup>، يُمدّد بإضافة كمية من الماء المقطّر إليه بحيث يصبح حجمه أربعة أضعاف ما كان عليه، فيكون التركيز الجديد لأيونات الصوديوم في المحلول مساوياً:



6- عندّ تمديد محلول لملح KNO<sub>3</sub> تركيزه 2.4 mol.L<sup>-1</sup> بإضافة كمية من الماء المقطّر إليه تساوي ثلاثة أمثالي حجمه، يكون التركيز الجديد للمحلول مقدراً بـ mol.L<sup>-1</sup> مساوياً:



### الأملاح قليلة الذوبان:

عند وضع كمية كافية من ملح كلوريد الرصاص يحصل توازن غير متجانس بين الطور الصلب والطور المذاب (أيونات الملح)

**تطبيق (3):** اكتب معادلة التوازن غير متجانس لملاح كلوريد الرصاص:  $PbCl_2(s) \rightleftharpoons Pb^{2+}_{(aq)} + 2Cl^{-}_{(aq)}$

اكتب عبارة الجداء الأيوني Q.  $Q = [Pb^{2+}][Cl^{-}]^2$  الجداء الأيوني

اكتب عبارة ثابت جداء الذوبان  $K_{sp}$ .  $K_{sp} = [Pb^{2+}][Cl^{-}]^2$  ثابت جداء الذوبان

### نتيجة:

- الجداء الأيوني Q : يمثل جداء تراكيز أيونات الملح قليل الذوبان ، مرفوعة كلّ منها إلى أسّ يساوي أمثالها التفاعليّة .
- ثابت جداء الذوبان  $K_{sp}$  يمثل جداء تراكيز أيونات الملح قليل الذوبان، مرفوعة كلّ منها إلى أسّ يساوي أمثالها التفاعليّة في المحلول المشبّع.

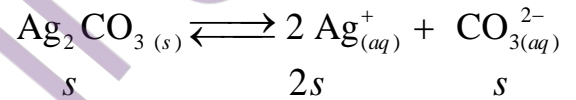
• ونميّز ثلاث حالات:  $Q < K_{sp}$  المحلول غير مشبّع.

$K_{sp} = Q$  المحلول مشبّع.

$Q > K_{sp}$  المحلول فوق مشبّع (يتشكّل راسب من الملح)

**تطبيق (4):** محلول مائيّ لملاح كربونات الفضة ذوبانيته الموليّة  $s$  . المطلوب: 1- اكتب معادلة التوازن غير المتجانس لهذا الملح.

2- اكتب العلاقة المعبّرة عن ثابت جداء الذوبان ، ثمّ استنتجها بدلالة  $s$  الذوبانية الموليّة.



$$K_{sp(Ag_2CO_3)} = (2s)^2 (s) = 4s^3$$

**تطبيق (5):** اكتب معادلة التوازن غير المتجانس لكل من الأملاح الآتية ثمّ اكتب العلاقة المعبّرة عن ثابت جداء الذوبان ، ثمّ استنتجها بدلالة  $s$  الذوبانية الموليّة.

AgCl	Ag <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
Ag <sub>2</sub> S	PbSO <sub>4</sub>
Ca <sub>3</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>	PbCl <sub>2</sub>

BaSO <sub>4</sub>	CaCO <sub>3</sub>
Ag <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	PbCrO <sub>4</sub>

### تطبيقات جداء الذوبان:

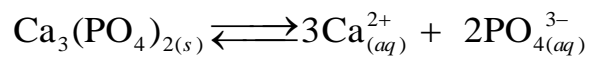
**1- ترسيب ملح في محلوله المشبع:** وذلك بإضافة مادة (ذوابة تتأين كلياً) تحتوي على أحد أيونات هذا الملح، فإن تركيز هذا الأيون سيزداد في المحلول، فيصبح  $Q > K_{sp}$  أي المحلول فوق مشبع، فتنترسب كمية من الملح قليل الذوبان حتى الوصول لحالة توازن جديدة (وهذا يتفق مع قاعدة لوشاتوليه).

**تطبيق (6):** اشرح طريقة ترسيب ملح كبريتات الباريوم

-نضيف ملح كبريتات الصوديوم فيزداد تركيز أيونات الكبريتات في المحلول، فيصبح  $Q > K_{sp}$  أي المحلول فوق مشبع فتنترسب كمية من ملح كبريتات الباريوم حتى الوصول لحالة توازن جديدة (وهذا يتفق مع قاعدة لوشاتوليه).

**2- إذابة ملح قليل الذوبان:** وذلك بإضافة مادة تتفاعل مع أحد أيونات هذا الملح، وينتج مركب ضعيف التأين، فإن تركيز هذا الأيون سينتاقص في المحلول، ويصبح  $Q < K_{sp}$  أي المحلول غير مشبع، فتذوب كمية إضافية من هذا الملح حتى الوصول لحالة توازن جديدة (وهذا يتفق مع قاعدة لوشاتوليه)

**تطبيق (7):** لديك محلول فوق مشبع لملاح فوسفات ثلاثي الكالسيوم. اقترح طريقة لإذابة هذا الملح مفسراً اجابتك.



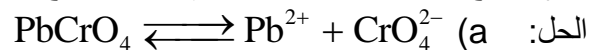
عند إضافة حمض كلور الماء تتحد أيونات الهيدرونيوم الناتجة عن تأين الحمض مع أيونات الفوسفات، وينتج حمض الفوسفور  $\text{H}_3\text{PO}_4$  ضعيف التأين، فيتناقص تركيز أيونات الفوسفات، ويصبح  $Q < K_{sp}$  أي المحلول غير مشبع، فتذوب كمية إضافية من ملح فوسفات ثلاثي الكالسيوم حتى الوصول لحالة توازن جديدة (وهذا يتفق مع قاعدة لوشاتوليه)

**تطبيق (8):**

**1-** يحوي بيشر محلول مشبع لملاح  $\text{PbCrO}_4$  قليل الذوبان بالماء، يُضاف إليه قطرات من محلول نترات الرصاص II عديم اللون. فينتشكّل راسب من كرومات الرصاص II. **(المطلوب: a)** اكتب معادلة التوازن غير المتجانس لملاح كرومات الرصاص II.

(b) اشرح آلية الترسيب التي حدثت لقسم من هذا الملح.

(c) اقترح طريقة ثانية لترسيب قسم من هذا الملح. (d) اقترح طريقة لفصل المحلول عن الراسب.

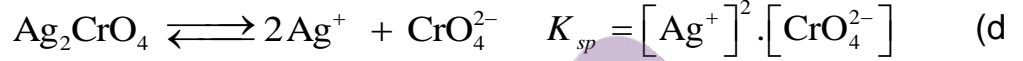
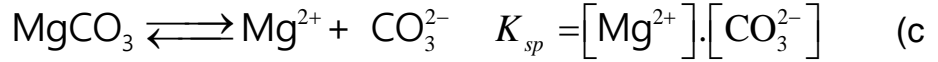
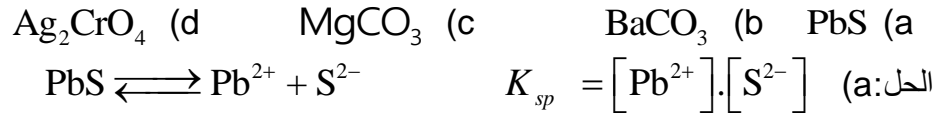


(b) يزداد تركيز أيونات الرصاص ويصبح  $Q > K_{sp}$  تنترسب كمية من هذا الملح.

(c) إضافة قطرات من محلول كرومات البوتاسيوم.

(d) يتم الفصل بالترشيح

2- اكتب معادلة التوازن غير المتجانس، ثم علاقة جداء الذوبان لكل من الأملاح الآتية:



3- إذا علمت أن  $K_{sp}(\text{AgCl}) = 6.25 \times 10^{-10}$  عند درجة حرارة معينة، فيكون تركيز أيونات الفضة المولي في المحلول المشبع ل AgCl مساوياً a.  $1.25 \times 10^{-10}$  b.  $2.5 \times 10^{-10}$  c.  $2.5 \times 10^{-5}$  d.  $6.25 \times 10^{-5}$

4- استخدام المياه الكلسية بسبب ترسب كربونات الكالسيوم على أجزاء في الغسالات أو سخانات المياه، وإزالتها يضاف كمية من محلول حمض كلور الماء، فسّر ذلك؟ تتفاعل أيونات الهيدرونيوم الناتجة من تأين حمض كلور الماء فيتشكل حمض الكربون ضعيف التأين ويصبح فيرجح التفاعل المباشر وتذوب كمية إضافية من ملح كربونات الكالسيوم  $Q < K_{sp}$

5- محلول مائي لمُح  $\text{Ag}_3\text{PO}_4$  فوسفات الفضة قليل الذوبان في الماء، المطلوب:

(a) اكتب معادلة التوازن غير المتجانس لهذا الملح. (b) اكتب علاقة جداء الذوبان  $K_{sp}$  لهذا الملح.

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

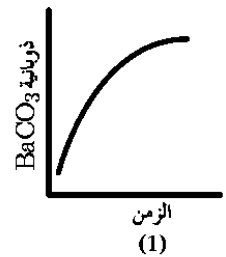
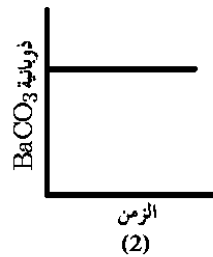
(d) اشرح آلية إذابة  $\text{Ag}_3\text{PO}_4$  في محلوله المشبع بإضافة حمض كلور الماء إليه.



c- نضيف كمية مناسبة من محلول نترات الفضة فيزداد تركيز أيونات الفضة ويصبح  $Q > K_{sp}$  تترسب كمية من هذا الملح.

d- تتحد أيونات الهيدرونيوم المضافة مع أيونات الفوسفات ويتشكل حمض الفوسفور الضعيف التأين في الماء فينقص تركيز أيونات الفوسفات ويصبح  $Q < K_{sp}$  وبالتالي تذوب كمية من هذا الملح.

6- تشير المنحنيات الآتية إلى تغير ذوبانية كربونات الباريوم  $\text{BaCO}_3$  بدلالة تركيزه في شروط مختلفة.



(a) أي من المنحنيات يشير لإضافة  $\text{HNO}_3$  المنحني 1 لأن ذوبانية كربونات الباريوم تزداد

(b) أي من المنحنيات يشير لإضافة  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  المنحني 3 لأن ذوبانية ملح كربونات الباريوم تقل

(c) أي من المنحنيات يشير لإضافة  $\text{NaNO}_3$  المنحني 2 لأنه لا يؤثر على ذوبانية كربونات الباريوم

تطبيق (9): محلول مائي مشبع لكبريتات الكالسيوم  $\text{CaSO}_4$ ، إذا علمت أن ذوبانيته الكتليّة  $0.68 \text{ g.L}^{-1}$ . المطلوب:

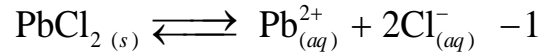
1- احسب ذوبانية الملح المولية 2- احسب قيمة ثابت جداء الذوبان 3- إذا احتوى المحلول السابق على ملح كبريتات الصوديوم

تركيزه  $0.002 \text{ mol.L}^{-1}$  اكتب معادلة إمامة كبريتات الصوديوم ثم بيّن بالحساب إن كان يترسب ملح كبريتات الكالسيوم أم لا.

(Ca:40 , O:16 , S:32)

**تطبيق (10):** محلول مائي مُشبع لملح كلوريد الفضة قليل الذوبان، إذا علمت أن له  $K_{sp}(\text{AgCl}) = 6.25 \times 10^{-10}$  في شروط التجربة. المطلوب: 1- اكتب معادلة التوازن غير المتجانس لهذا الملح. 2- احسب تركيز أيونات الكلوريد في محلوله المشبع. 3- احسب ذوبانية هذا الملح مقدرة بـ  $\text{g.l}^{-1}$  4- يُضاف إلى محلول الملح السابق مسحوق ملح نترات الفضة بحيث يصبح تركيزه  $1.5 \times 10^{-5} \text{ mol.l}^{-1}$ ، اكتب معادلة إمامة ملح نترات الفضة، ثم بين بالحساب إن كان يترسب ملح كلوريد الفضة أو لا؟ (Ag:108 ,Cl:35.5)

**تطبيق (11)** يُضاف 100mL من محلول نترات الرصاص  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$  ذي التركيز  $0.05 \text{ mol.l}^{-1}$  إلى 400 mL من محلول NaCl ذي التركيز  $0.1 \text{ mol.l}^{-1}$  فإذا علمت أن  $K_{sp}(\text{PbCl}_2) = 1.6 \times 10^{-6}$  في شروط التجربة. المطلوب: 1 - اكتب معادلة التوازن غير متجانس لكلوريد الرصاص 2- بين حسابياً إن كان جزء من ملح كلوريد الرصاص يترسب أو لا؟



$$n = n' \Rightarrow C_1 V_1 = C_2 V_2 \Rightarrow C_2 = \frac{C_1 V_1}{V_2} \quad \text{--2 حساب التراكيز بعد المزج:}$$

$$[\text{Pb}^{2+}]' = [\text{Pb}(\text{NO}_3)_2] = \frac{0.05 \times 100}{500} = 0.01 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$[\text{Cl}^{-}]' = [\text{NaCl}] = \frac{0.1 \times 400}{500} = 0.08 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$Q_{(\text{PbCl}_2)} = [\text{Pb}_{(aq)}^{2+}]' [\text{Cl}_{(aq)}^{-}]'^2 \Rightarrow Q_{(\text{PbCl}_2)} = (0.01) \times (0.08)^2 = 6.4 \times 10^{-5}$$

- بما أن  $Q_{(\text{PbCl}_2)} > K_{sp}(\text{PbCl}_2)$  ، المحلول فوق مشبع يتشكل راسب من  $\text{PbCl}_2$

**تطبيق (12):** محلول مائي مشبع لملح كبريتات الفضة  $\text{Ag}_2\text{SO}_4$  تركيزه  $0.015 \text{ mol.L}^{-1}$  ، المطلوب 1- احسب قيمة ثابت جداء ذوبانته 2- إذا أضيف إليه ملح كبريتات الصوديوم  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  بحيث يصبح تركيزه في المحلول  $0.01 \text{ mol.L}^{-1}$  ، بيّن حسابياً إن كان ملح كبريتات الفضة يترسب أو لا ؟



الحل:

$$K_{sp} = [\text{Ag}^+]^2 \cdot [\text{SO}_4^{2-}] = 4s^3 = 4(0.015)^3 = 135 \times 10^{-7}$$



$$[\text{SO}_4^{2-}]_{\text{ج}} = 1 \times 10^{-2} + 1.5 \times 10^{-2} = 2.5 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$Q = [\text{Ag}^+]^2 \cdot [\text{SO}_4^{2-}] = (3 \times 10^{-2})^2 \times 2.5 \times 10^{-2} = 2.25 \times 10^{-5}$$

$Q > K_{sp}$  المحلول فوق مشبع يتشكل راسب

**تطبيق (13)** يُضاف 200 mL من محلول يحوي  $1 \times 10^{-5} \text{ mol}$  من كلوريد الباريوم إلى 800 mL من محلول يحوي  $1 \times 10^{-5} \text{ mol}$  من كبريتات البوتاسيوم للحصول على محلول مشبع من كبريتات الباريوم. المطلوب: 1- احسب قيمة ثابت جداء الذوبان  $K_{sp}$  لملح كبريتات الباريوم.

2- يُضاف قطرات من محلول حمض الكبريت المركز إلى المحلول المشبع السابق، ماذا تتوقع أن يحدث؟ علّل إجابتك. وبيّن إذا كان ذلك يتفق مع قاعدة لوشاتوليه أو لا ؟

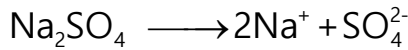
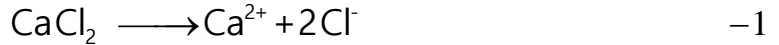
**تطبيق (14)** يُضاف حجم معيّن من محلول ملح كلوريد الكالسيوم تركيزه  $0.02 \text{ mol.L}^{-1}$  إلى حجم مساوٍ له من محلول

كبريتات الصوديوم تركيزه  $0.04 \text{ mol.L}^{-1}$  ، إذا علمت أن:  $K_{sp}(\text{CaSO}_4) = 9.0 \times 10^{-6}$  والكتل الذرية:

Ca:40 , S:32 , O:16 -1 اكتب معادلة إمالة كل من لمحي كلوريد الكالسيوم وكبريتات الصوديوم.

2- اكتب معادلة التوازن غير المتجانس لمخ كبريتات الكالسيوم. 3- احسب ذوبانية ملح  $\text{CaSO}_4$  مقدرًا بـ  $\text{mol.L}^{-1}$  و

4- بين بالحساب سبب ترسب قسم من ملح  $\text{CaSO}_4$  .  $\text{g.L}^{-1}$



$$C_{\text{g.L}^{-1}} = C_{\text{mol.L}^{-1}} \times M = 3 \times 10^{-3} \times 136 = 408 \times 10^{-3} \text{g.L}^{-1}$$

$$C' = \frac{CV}{V'} \Rightarrow C_{\text{CaCl}_2} = \frac{0.02V}{2V} = 0.01 \text{mol.L}^{-1}, C_{\text{Na}_2\text{SO}_4} = \frac{0.04V}{2V} = 0.02 \text{mol.L}^{-1} \quad -4$$

$$Q = [\text{Ca}^{2+}] \cdot [\text{SO}_4^{2-}] = 0.01 \times 0.02 = 2 \times 10^{-4}$$

$Q > K_{sp}$  المحلول فوق مشبع يشكل راسب

**الأملاح الذوابة:**

**1- ملح ناتج من حمض قوي وأساس قوي:**

**تطبيق (15)**

1- اكتب معادلة إمهاء ملح كلوريد البوتاسيوم، ثم حدّد طبيعة الوسط، مفسراً إجابتك



الوسط معتدل لأن أيونات الملح حيادية، لا تتفاعل مع الماء.

**نتيجة:** أيونات الملح الناتجة من حمض قوي أو أساس قوي حيادية، لا تتفاعل مع الماء، أي لا تتحلّمه.

2- ذوبان ملح نترات البوتاسيوم بالماء لا يُعدّ حلمة. لأن أيوناته حيادية لا تتفاعل مع الماء.

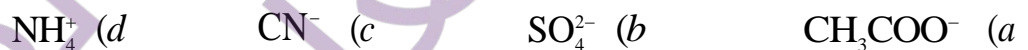
3- محلول مائيّ لمخ  $\text{CaCl}_2$  له  $\text{pH} = 7$ ، يمدّد بالماء المقطّر منة مرّة، فإنّ قيمة  $\text{pH}'$  للمحلول الناتج تساوي:

$$\text{pH}' = 7 \quad (d) \quad \text{pH}' = 0.7 \quad (c) \quad \text{pH}' = 9 \quad (b) \quad \text{pH}' = 5 \quad (a)$$

4- الملح الذوّاب الذي لا يتحلّمه في الماء من بين الأملاح الآتية هو:



5- الأيون الحياديّ الذي لا يتفاعل مع الماء من الأيونات الآتية هو:



**-حلمة الأملاح:**

هو تفاعل أيون الملح الناتج من الحمض الضعيف، أو الأساس الضعيف، أو كليهما مع الماء، وهو تفاعل عكوس ينتج عنه

الحمض أو الأساس الضعيف، وغالباً يرافقه تغيير في قيمة  $\text{pH}$  المحلول.

**2- ملح ناتج عن حمض قوي وأساس ضعيف:**

**تطبيق (16)** محلول مائيّ لمخ نترات الأمونيوم، المطلوب:

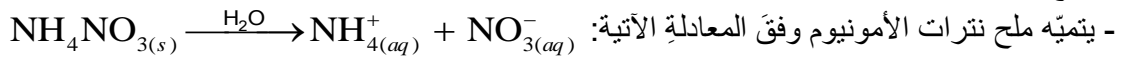
1- اكتب معادلة إمهاء الملح.

2- اكتب معادلة حلمة هذا الملح ثم حدّد طبيعة الوسط.

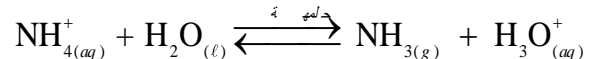
3- اكتب عبارة ثابت حلمة هذا الملح  $K_h$  بدلالة التركيز.

4- استنتج العلاقة بين ثابت حلمة هذا الملح  $K_h$  وثابت تأين المحلول المائيّ للتشار  $K_b$

**أستنتج:**



- أيون النترات حياديّاً لا يتفاعل مع الماء، أما أيون الأمونيوم يتفاعل مع الماء (يتحلّمه) وفق المعادلة الآتية:



- الوسط حمضي و  $\text{pH} < 7$  بسبب احتواء المحلول على أيونات  $\text{NH}_4^+$  الذي يسلك سلوك حمض ضعيف.

$$K_h = \frac{[\text{NH}_3][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{NH}_4^+]}, \text{ ثابت الحمضية،}$$



$$K_b = \frac{[\text{NH}_4^+][\text{OH}^-]}{[\text{NH}_3]} \text{ وثابت تأينه:}$$

$$K_h K_b = \frac{[\text{NH}_3][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{NH}_4^+]} \times \frac{[\text{NH}_4^+][\text{OH}^-]}{[\text{NH}_3]} = K_w \text{ - فيكون:}$$

**نتيجة:** عند حلمة الأملاح الناتجة عن حمض قوي وأساس ضعيف: يتحلل الأيون الناتج عن الأساس الضعيف ويسلك سلوك

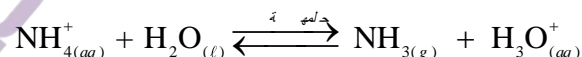
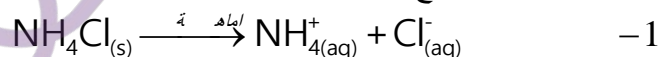
حمض ضعيف، وتكون قيمة  $\text{pH} < 7$ ، العلاقة بين ثابت الحمضية وثابت تأين الماء  $K_h K_b = K_w$

**تطبيق (17)** محلول مائي لملح كلوريد الأمونيوم، المطلوب: 1- اكتب معادلة إمارة الملح ثم الحمضية 2- حدّد طبيعة الوسط مفسراً اجابتك 3- اكتب عبارة ثابت حلمة هذا الملح  $K_h$  بدلالة التراكيز 4- اكتب العلاقة بين ثابت حلمة هذا الملح  $K_h$  وثابت تأين الماء

**تطبيق (18)** محلول مائي لملح كلوريد الأمونيوم  $\text{NH}_4\text{Cl}$  تركيزه  $0.18 \text{ mol.L}^{-1}$ ، إذا علمت أنّ ثابت تأين محلول التشارد

عند الدرجة  $25^\circ\text{C}$  يساوي  $1.8 \times 10^{-5}$ . المطلوب: 1- اكتب معادلة الحمضية. 2- احسب قيمة ثابت حلمة هذا الملح.

3- قيمة كل من  $[\text{H}_3\text{O}^+]$  و  $[\text{OH}^-]$ . 4- قيمة  $\text{pH}$  المحلول، ثم حدّد طبيعة المحلول الناتج. 5- النسبة المئوية المتحللة من هذا الملح.



$$\begin{array}{ccc} 0.18 & 0 & 0 \\ 0.18 - x & +x & +x \end{array}$$

$$K_h = \frac{K_w}{K_b} = \frac{10^{-14}}{1.8 \times 10^{-5}} = \frac{10^{-8}}{18} \quad -2$$

$$K_h = \frac{[\text{NH}_3][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{NH}_4^+]} \Rightarrow \frac{10^{-8}}{18} = \frac{x^2}{0.18 - x}$$

تُهمل  $x$  أمام  $0.18$  من المقام لصغر قيمة  $K_h$

$$x^2 = \frac{0.18 \times 10^{-9}}{1.8} = 10^{-10} \Rightarrow x = [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-5} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$[\text{OH}^-] = \frac{K_w}{[\text{H}_3\text{O}^+]} = \frac{10^{-14}}{10^{-5}} = 10^{-9} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$\text{pH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+] = -\log 10^{-5} = 5 \quad -3$$

4 - حساب النسبة المئوية المتحلّمه من الملح:

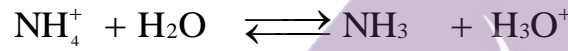
كل  $0.18 \text{ mol.L}^{-1}$  يتحلّمه من  $10^{-5} \text{ mol.L}^{-1}$   $x$   
كل  $100 \text{ mol.L}^{-1}$  م يتحلّمه منه  $y \text{ mol.L}^{-1}$

$$y = \frac{10^{-5} \times 100}{0.18} = 5.5 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$$

وتكتب كنسبة مئوية:  $y = 5.5 \times 10^{-3} \%$

**تطبيق (19)** محلول مائيّ لمّح لنترات الأمونيوم  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  تركيزه  $2 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$  ، فإذا علمت أنّ ثابت تأيّن النشادر  $K_b = 2 \times 10^{-5}$  **المطلوب:** 1- اكتب معادلتي إمّاهة وحلمهة هذا الملح. 2- احسب قيمة ثابت الحلمهة للمحلول الملحيّ.

3- احسب قيمة  $[\text{OH}^-]$  . 4- احسب قيمة pH المحلول، ماذا تستنتج؟ 5- إذا أُضيف إلى المحلول السّابق قطرات من محلول حمض كلور الماء تركيزه  $0.01 \text{ mol.L}^{-1}$  ، فاحسب النّسبة المئوية المتحلّمه من ملح نترات الأمونيوم في هذه الحالة.



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



$$2 \times 10^{-3} \quad \quad \quad 0 \quad \quad 0$$

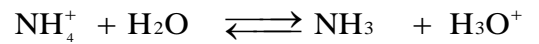
$$2 \times 10^{-3} - x \quad \quad \quad x \quad \quad x$$

$$K_h = \frac{[\text{NH}_3] \cdot [\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{NH}_4^+]} = \frac{x^2}{2 \times 10^{-3} - x} \Rightarrow 5 \times 10^{-10} = \frac{x^2}{2 \times 10^{-3}} \Rightarrow x^2 = 10^{-12} \Rightarrow x = 10^{-6} \text{ mol.L}^{-1} = [\text{H}_3\text{O}^+]$$

$$[\text{OH}^-] = \frac{10^{-14}}{[\text{H}_3\text{O}^+]} = \frac{10^{-14}}{10^{-6}} = 10^{-8} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$4 \quad pH = -\log [\text{H}_3\text{O}^+] = -\log 10^{-6} = 6 \quad \text{(نستنتج : طبيعة الوسط حمضي)}$$

$$5 \quad [\text{H}_3\text{O}^+] = C_a = 0.01 \text{ mol.L}^{-1}$$



$$2 \times 10^{-3} \quad \quad \quad 0 \quad \quad 0.01$$

$$2 \times 10^{-3} - x \quad \quad \quad x \quad \quad 0.01 + x$$

$$K_h = \frac{x(0.01 + x)}{2 \times 10^{-3} - x} \Rightarrow 5 \times 10^{-10} = \frac{x(0.01 + x)}{2 \times 10^{-3} - x}$$

تُهمل  $x$  المضافة والمطروحة لصغرها

$$5 \times 10^{-10} = \frac{0.01x}{2 \times 10^{-3}} \Rightarrow x = \frac{2 \times 10^{-3} \times 5 \times 10^{-10}}{0.01} = 10^{-10} \text{ mol.L}^{-1}$$

كل  $2 \times 10^{-3}$  يتحلّمه منها  $10^{-10}$

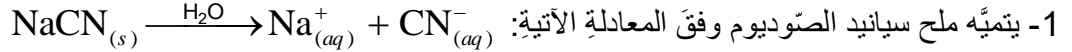
كل 100 يتحلّمه منها  $y$

$$y = \frac{10^{-10} \times 100}{2 \times 10^{-3}} = 5 \times 10^{-6} \%$$

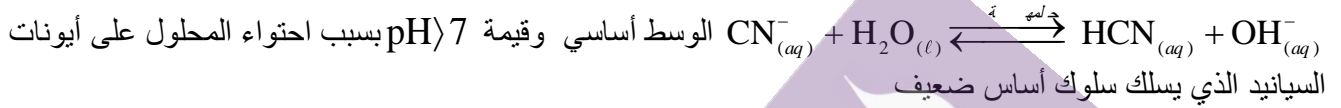
### 3- ملح ناتج عن حمض ضعيف وأساس قوي:

**تطبيق (20)** محلول مائيّ لملح سيانيد الصوديوم، المطلوب:

- 1- اكتب معادلة إمهاء الملح.
- 2- اكتب معادلة حلمهة هذا الملح ثم حدّد طبيعة الوسط.
- 3- اكتب عبارة ثابت حلمهة هذا الملح  $K_h$  بدلالة التركيز.
- 4- استنتج العلاقة بين ثابت حلمهة هذا الملح  $K_h$  وثابت تأين حمض السيانيد  $K_a$  **أستنتج:**

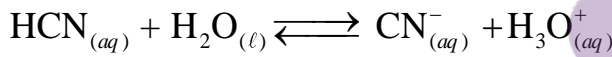


2- أيون الصوديوم حيادياً لا يتفاعل مع الماء، أمّا أيون السيانيد يتفاعل مع الماء (يتحلّمه) وفق المعادلة الآتية:



3- ثابت الحلمهة،  $K_h = \frac{[\text{HCN}][\text{OH}^-]}{[\text{CN}^-]}$

4- يتأين حمض سيانيد الهيدروجين بالماء وفق المعادلة:



$K_a = \frac{[\text{CN}^-][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{HCN}]}$

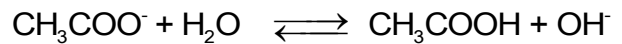
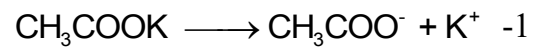
- فيكون:  $K_h K_a = \frac{[\text{HCN}][\text{OH}^-]}{[\text{CN}^-]} \times \frac{[\text{CN}^-][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{HCN}]} = K_w$

**نتيجة:** عند حلمهة الأملاح الناتجة عن حمض ضعيف وأساس قويّ: يتحلّمه الأيون الناتج عن الحمض الضعيف، وتكون قيمة  $\text{pH} > 7$  وتكون العلاقة  $K_h K_a = K_w$

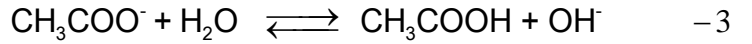
**تطبيق (21)** محلول مائيّ لملح نملات البوتاسيوم، المطلوب: 1- اكتب معادلة إمهاء الملح ثم حدّد طبيعة الوسط مع التفسير؟ 2- اكتب عبارة ثابت حلمهة هذا الملح  $K_h$  بدلالة التراكيز 3- اكتب العلاقة بين ثابت حلمهة هذا الملح  $K_h$  وثابت تأين الماء

**تطبيق (22)** محلول مائيّ لملح خلات البوتاسيوم تركيزه  $0.2 \text{ mol.L}^{-1}$ ، فإذا علمت أنّ له  $\text{pH} = 9$  عند درجة الحرارة

- 1- اكتب معادلة حلمهة هذا الملح.
- 2- احسب قيمة  $[\text{H}_3\text{O}^+]$ .
- 3- احسب قيمة ثابت الحلمهة للمحلول الملحيّ.
- 4- احسب ثابت تأين حمض الخلّ.
- 5- احسب النسبة المئوية المتحلّمة.
- 6- ما طبيعة الوسط الناتج عن الحلمهة؟ علّل إجابتك.



2-  $[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-\text{pH}} = 10^{-9} \text{ mol.L}^{-1}$



$$\begin{array}{ccc} 0.2 & 0 & 0 \\ 0.2-x & x & x \end{array}$$

$$K_h = \frac{[\text{CH}_3\text{COOH}] \cdot [\text{OH}^-]}{[\text{CH}_3\text{COO}^-]} \Rightarrow K_h = \frac{x^2}{0.2-x}$$

$$x = [\text{OH}^-] = \frac{10^{-14}}{10^{-9}} = 10^{-5} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$K_h = \frac{(10^{-5})^2}{0.2} = 5 \times 10^{-10}$$

$$K_h \cdot K_a = 10^{-14} \Rightarrow K_a = \frac{10^{-14}}{K_h} = \frac{10^{-14}}{5 \times 10^{-10}} = 2 \times 10^{-5} \quad -4$$

5- كل 0.2 يتحلله منها  $10^{-5}$

كل 100 يتحلله منها  $y$

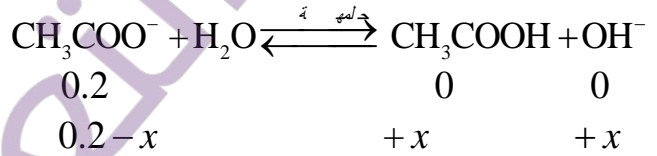
$$\text{النسبة المئوية المتحللة} = \frac{10^{-5}}{0.2} \times 100 = 5 \times 10^{-3} \%$$

6- طبيعة المحلول أساسي لأن  $\text{pH} > 7$ .

**تطبيق (23)** محلول مائي لملاح خلاات الصوديوم تركيزه  $0.2 \text{ mol.L}^{-1}$ ، فإذا علمت أن ثابت تأين حمض الخل يساوي

$2 \times 10^{-5}$  **المطلوب:** 1- اكتب معادلتي الإماهة والحلمهة. 2- احسب قيمة ثابت الحلمهة 3- حساب قيمة  $\text{pOH}$  هذا المحلول. 4- ما طبيعة المحلول الناتج؟ علل إجابتك.

5- يُضاف إلى المحلول السابق قطرات من محلول  $\text{NaOH}$  تركيزه  $0.01 \text{ mol.L}^{-1}$ ، احسب النسبة المئوية المتحللة.



$$K_h = \frac{K_w}{K_a} = \frac{10^{-14}}{2 \times 10^{-5}} = 5 \times 10^{-10} \quad -2$$

$$K_h = \frac{[\text{CH}_3\text{COOH}] [\text{OH}^-]}{[\text{CH}_3\text{COO}^-]} \Rightarrow 5 \times 10^{-10} = \frac{x^2}{0.2-x} \quad -3$$

تُهمل  $x$  أمام 0.2 من المقام لصغر قيمة  $K_h$

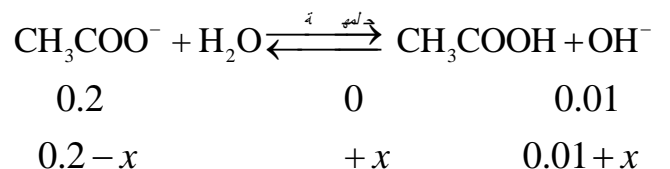
$$x^2 = 10^{-10} \Rightarrow x = [\text{OH}^-] = 10^{-5} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$\text{pOH} = -\log[\text{OH}^-] = -\log[10^{-5}] = 5$$

$$\text{pH} = 14 - \text{pOH} = 14 - 5 = 9$$

4- طبيعة المحلول الناتج عن الحلمهة أساسية،  $\text{pH} = 9 > 7$  أو لأن  $\text{pOH} = 5 < 7$  بسبب احتواء المحلول على أيونات الخلاات التي تسلك سلوك أساس ضعيف.

$$[\text{NaOH}] = [\text{OH}^-]_{(aq)} = 0.01 \text{ mol.L}^{-1} \quad -5$$



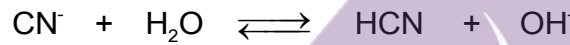
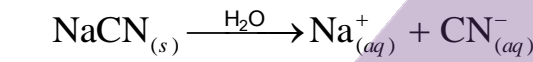
$$5 \times 10^{-10} = \frac{x(0.01+x)}{0.2-x} K_h = \frac{[\text{CH}_3\text{COOH}][\text{OH}^-]}{[\text{CH}_3\text{COO}^-]} \Rightarrow x = 10^{-8} \text{ mol.L}^{-1}$$

كل  $0.2 \text{ mol.L}^{-1}$  يتحلله منها  $x = 10^{-8} \text{ mol.L}^{-1}$   
كل  $100 \text{ mol.L}^{-1}$  يتحلله منها  $y \text{ mol.L}^{-1}$

$$y = \frac{10^{-8} \times 100}{0.2} = 5 \times 10^{-6} \text{ mol.L}^{-1}$$

وتكتب كنسبة مئوية:  $y = 5 \times 10^{-6} \%$

**تطبيق (24):** محلول مائي لملح سيانيد الصوديوم تركيزه  $0.05 \text{ mol.L}^{-1}$ ، إذا علمت أن قيمة ثابت حلمة هذا الملح  $K_h = 2 \times 10^{-5}$ . المطلوب: 1- حساب قيمة pH هذا المحلول. 2- ما طبيعة هذا المحلول؟ علل إجابتك.



0.05

0

0

$0.05 - x$

$x$

$x$

$$K_h = \frac{[\text{HCN}][\text{OH}^-]}{[\text{CN}^-]} \Rightarrow 2 \times 10^{-5} = \frac{x^2}{0.05 - x}$$

تُهمل لصغرها

$$2 \times 10^{-5} = \frac{x^2}{0.05} \Rightarrow x = 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1} = [\text{OH}^-]$$

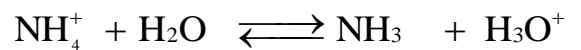
$$[\text{H}_3\text{O}^+] = \frac{10^{-14}}{10^{-3}} = 10^{-11} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+] = -\log 10^{-11} = 11$$

2- طبيعة الوسط أساسي  $\text{pH} > 7$  بسبب احتواء المحلول على أيونات السيانيد التي تسلك سلوك أساس ضعيف

**تطبيق (25):** محلول مائي لملح كلوريد الأمونيوم تركيزه  $0.2 \text{ mol.L}^{-1}$  وقيمة  $\text{pH} = 5$  له. المطلوب:

- 1- اكتب معادلة حلمة هذا الملح. 2- احسب قيمة ثابت حلمة هذا الملح. 3- احسب قيمة ثابت تأين النشادر.
- 4- يُضاف إلى المحلول السابق قطرات من محلول حمض كلور الماء تركيزه  $0.01 \text{ mol.L}^{-1}$ ، احسب النسبة المئوية المتحللة من ملح كلوريد الأمونيوم في هذه الحالة.



بدء

0.2

0

0

توازن

$0.2 - x$

$x$

$x$

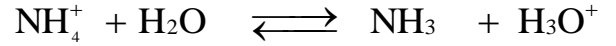
$$K_h = \frac{[\text{NH}_3][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{NH}_4^+]} \Rightarrow K_h = \frac{x^2}{0.2 - x}$$

تُهمل لصغرها

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

$$K_h \cdot K_b = 10^{-14} \Rightarrow K_b = \frac{10^{-14}}{K_h} = \frac{10^{-14}}{5 \times 10^{-10}} = 2 \times 10^{-5} \quad -3$$

$$[H_3O^+] = C_a = 0.01 \text{ mol.L}^{-1} \quad -4$$



$$\begin{array}{ccc} \text{بدء} & 0.2 & 0 & 0.01 \\ \text{توازن} & 0.2-x & x & 0.01+x \end{array}$$

$$K_h = \frac{x(0.01+x)}{0.2-x} \Rightarrow 5 \times 10^{-10} = \frac{x(0.01+x)}{0.2-x}$$

تُهمل x المضافة والمطروحة في البسط والمقام

$$5 \times 10^{-10} = \frac{x(0.01)}{0.2} \Rightarrow x = 10^{-8} \text{ mol.L}^{-1}$$

كل 0.2 يتحلله منها  $10^{-8}$

كل 100 يتحلله منها y

$$y = \frac{10^{-8}}{0.2} \times 100 = 5 \times 10^{-6} \% \quad \text{النسبة المئوية}$$

**تطبيق (26):**

**1- أكمل الجدول الآتي:**

NaCl	CH <sub>3</sub> COONa	NH <sub>4</sub> Cl	صيغة الملح
.....	.....	.....	طبيعة الوسط
.....	.....	.....	المحلول مشتق من

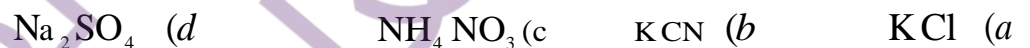
**2- الملح الذائب الذي يتحلله في الماء من الأملاح الآتية هو:**



**3- المحلول المائي الذي له أكبر قيمة pH من المحاليل الآتية المتساوية التركيز هو:**

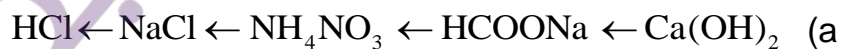


**4- الملح الذائب الذي قيمة pH < 7 لمحلوله المائي من بين الأملاح الآتية المتساوية التركيز هو:**

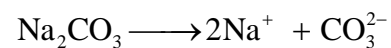


**5- المحاليل المائية المتساوية التركيز الآتية: NaCl , HCl , HCOONa , NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub> , Ca(OH)<sub>2</sub> .**

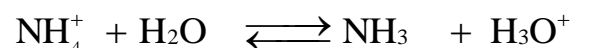
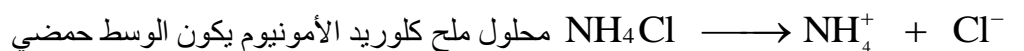
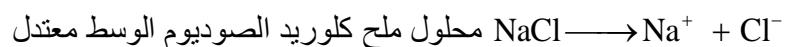
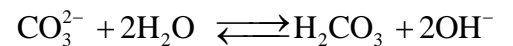
الترتيب الصحيح لها حسب تزايد قيمة pH لكل محلول هو:



**6- ما طبيعة الوسط لكل من الأملاح NaCl و NH<sub>4</sub>Cl و Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> فسر ذلك بكتابة المعادلات الكيميائية اللازمة.**

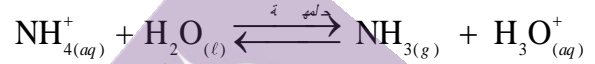
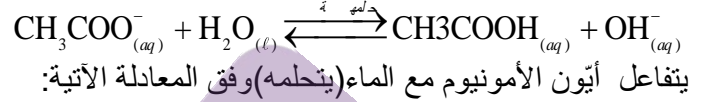


محلول ملح كربونات الصوديوم يكون الوسط أساسي

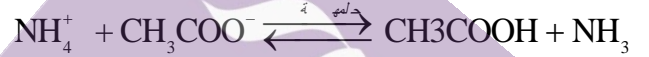


#### 4- ملح ناتج عن حمض ضعيف وأساس ضعيف:

- تطبيق (27)** محلول مائي لملاح خلات الأمونيوم المطلوب: 1- اكتب معادلة إمامة الملح. 2- اكتب معادلة حلمة هذا الملح.  
3- اكتب عبارة ثابت حلمة هذا الملح  $K_h$  بدلالة التركيز. 4- استنتج العلاقة بين ثابت حلمة هذا الملح  $K_h$  وثابت تأين حمض الخلل  $K_a$  وثابت تأين هيدروكسيد الأمونيوم  $K_b$   
**استنتج:**



- جمع المعادلتين السابقتين تنتج المعادلة الممثلة لحلمة ملح خلات الأمونيوم:



ثابت حلمته:  $K_h = \frac{[\text{NH}_3][\text{CH}_3\text{COOH}]}{[\text{NH}_4^+][\text{CH}_3\text{COO}^-]}$

$$K_h K_a K_b = \frac{[\text{CH}_3\text{COOH}][\text{NH}_3]}{[\text{NH}_4^+][\text{CH}_3\text{COO}^-]} \times \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} \times \frac{[\text{NH}_4^+][\text{OH}^-]}{[\text{NH}_3]} = [\text{H}_3\text{O}^+][\text{OH}^-] = K_w$$

$$\Rightarrow K_h K_a K_b = K_w$$

#### نتيجة:

• الأملاح الناتجة عن تفاعل حمض ضعيف وأساس ضعيف:

- تتحلله بتفاعل جزئي الملح الحمضي والأساسي مع الماء، وينتج كل من  $\text{H}_3\text{O}^+$  و  $\text{OH}^-$ .
- ثابت حلمة الملح يُعطى بالعلاقة بدلالة ثابت تأين الماء بالعلاقة:  
 $\Rightarrow K_h K_a K_b = K_w$
- تتوقف قيمة pH المحلول على قوة كل من الحمض والأساس الناتجين عن الحلمة:

- إذا كان  $K_a > K_b$ ، فإن  $[\text{H}_3\text{O}^+] > [\text{OH}^-]$ ، أي الوسط حمضي ( $\text{pH} < 7$  بقليل).

- إذا كان  $K_a < K_b$ ، فإن  $[\text{H}_3\text{O}^+] < [\text{OH}^-]$ ، أي الوسط أساسي ( $\text{pH} > 7$  بقليل).

- إذا كان  $K_a = K_b$ ، فإن  $[\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{OH}^-]$ ، أي الوسط معتدل ( $\text{pH} = 7$ ).

- تطبيق (28)** محلول مائي لملاح سيانيد الأمونيوم، المطلوب: 1- اكتب معادلة إمامة الملح ثم الحلمة 2- اكتب عبارة ثابت حلمة هذا الملح  $K_h$  بدلالة التراكيز 3- اكتب العلاقة بين ثابت حلمة هذا الملح  $K_h$  وثابت تأين الماء 4- حدد طبيعة الوسط مع التفسير علماً أن  $(K_b(\text{NH}_4\text{OH}) = 1.8 \times 10^{-5}, K_a(\text{HCN}) = 6.2 \times 10^{-10})$

## المحاليل المنظمة للحموضة:

يتألف المحلول المنظم للحموضة من محلول حمض ضعيف وأحد أملاحه الذّابة. أو من محلول أساس ضعيف وأحد أملاحه الذّابة. وظيفته: يحد من تغيرات الـ pH عند إضافة حمض قوي أو أساس قوي

مثال: محلول حمض الخلّ وخلّات الصّوديوم يحدّ من تغيّر قيمة pH المحلول عندما نضيف له كمّيّة قليلة من حمض قويّ أو أساس قويّ.

محلول هيدروكسيد الأمونيوم وكلوريد الأمونيوم يحدّ من تغيّر قيمة PH المحلول عندما نضيف له كمّيّة قليلة من حمض قويّ أو أساس قويّ.

## تطبيق (29)

1- اذكر امثلة على المحلول المنظم للحموضة:

.....

.....

.....

.....

2- المحلول المنظم للحموضة من المحاليل الاتية هو:

NaOH , NaNO<sub>3</sub> (d) NH<sub>4</sub>OH , NaCl (c) HCl, KCl (b) HCOOH, HCOOK (a)

الأملح		ذّابة: يحدث عليها إمهاة $\xrightarrow{H_2O}$		
قليلة الذوبان: يحدث معادلة توازن غير متجانس $\rightleftharpoons$	نتائج عن حمض قوي وأساس ضعيف طبيعة الوسط الناتج حمضي لأن الأيون الناتج من الأساس الضعيف يسلك سلوك حمض	نتائج عن حمض قوي وأساس ضعيف طبيعة الوسط الناتج أساسي لأن الأيون الناتج من حمض ضعيف يسلك سلوك أساس	نتائج عن حمض قوي وأساس قوي طبيعة الوسط الناتج معتدل لأن أيوناته حيادية لا تتفاعل مع الماء pH=7 أمثلة NaCl , KCl NaNO <sub>3</sub> , KNO <sub>3</sub> Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	نتائج عن حمض قوي وأساس قوي طبيعة الوسط الناتج معتدل لأن أيوناته حيادية لا تتفاعل مع الماء pH=7 أمثلة NaCl , KCl NaNO <sub>3</sub> , KNO <sub>3</sub> Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
معادلة $Ag_2CO_3(s) \rightleftharpoons 2Ag^+(aq) + CO_3^{2-}(aq)$ التوازن غير متجانس $K_{sp} = [Ag^+]^2 [CO_3^{2-}]$ ثابت جداء الذوبان $Ag_2CO_3(s) \rightleftharpoons 2Ag^+(aq) + CO_3^{2-}(aq)$ s                      2s                      s العلاقة بين s و K <sub>sp</sub> $K_{sp}(Ag_2CO_3) = (2s)^2 (s) = 4s^3$ $Q = [Ag^+]^2 [CO_3^{2-}]$ جداء الأيون نميز الحالات $K_{sp} > Q$ المحلول غير مشبع (لا يتشكل راسب) $K_{sp} = Q$ المحلول مشبع. $K_{sp} < Q$ المحلول فوق مشبع (يتشكل راسب من الملح) تطبيقات ثابت جداء الذوبان ترسيب ملح: إضافة مادة ذّابة تتأين كلياً تحوي على أحد أيونات الملح إذابة ملح: إضافة حمض قوي مسائل الأملاح قليلة الذوبان:	نتائج عن حمض قوي وأساس ضعيف طبيعة الوسط الناتج حمضي لأن الأيون الناتج من الأساس الضعيف يسلك سلوك حمض ، وتكون قيمة pH < 7 K <sub>h</sub> K <sub>b</sub> = K <sub>w</sub> - أمثلة NH <sub>4</sub> Cl , NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	نتائج عن حمض قوي وأساس قوي طبيعة الوسط الناتج أساسي لأن الأيون الناتج من حمض ضعيف يسلك سلوك أساس ، وتكون قيمة pH > 7 K <sub>h</sub> K <sub>a</sub> = K <sub>w</sub> - أمثلة NaCN KCN CH <sub>3</sub> COONa CH <sub>3</sub> COOK HCOONa HCOOK	نتائج عن حمض قوي وأساس قوي طبيعة الوسط الناتج معتدل لأن أيوناته حيادية لا تتفاعل مع الماء pH=7 أمثلة NaCl , KCl NaNO <sub>3</sub> , KNO <sub>3</sub> Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	نتائج عن حمض قوي وأساس قوي طبيعة الوسط الناتج معتدل لأن أيوناته حيادية لا تتفاعل مع الماء pH=7 أمثلة NaCl , KCl NaNO <sub>3</sub> , KNO <sub>3</sub> Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
مسائل الأملاح قليلة الذوبان: Ksp-1 يرتبط بـ s المولية وبالتركيز المشبع			مسائل الحمضية تشبه مسائل التوازن تركيز بدء وتركيز توازن	
2- هل يترسّب ملح أم لا نحسب Q ونقارنها Ksp				

((اختبار أملاح قليلة الذوبان))

أولاً- اختر الإجابة الصحيحة:

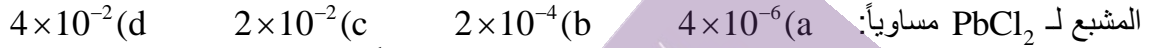
1- يحصل توازن غير متجانس بين الطور الصلب والطور المذاب في محلول مائي لملح قليل الذوبان هو:



2. محلول مائي لملح  $Na_2CO_3$  تركيزه  $1.2 \text{ mol} \cdot L^{-1}$  يُمدد بإضافة كمية من الماء المقطر إليه بحيث يصبح حجمه ثلاثة أضعاف ما كان عليه، فيكون التركيز الجديد لأيونات الصوديوم في المحلول مساوياً:



3. إذا علمت أن  $K_{sp}(PbCl_2) = 32 \times 10^{-6}$  عند درجة حرارة معينة، فيكون تركيز أيونات الكلوريد المولي في المحلول



4. عند تمديد محلول لملح  $NaNO_3$  تركيزه  $2.4 \text{ mol} \cdot L^{-1}$  بإضافة كمية من الماء المقطر إليه تساوي ثلاثة أمثاله حجمه، يكون التركيز الجديد للمحلول مقدراً بـ  $1 \text{ mol} \cdot L^{-1}$  مساوياً:



ثانياً: أعط تفسيراً علمياً:

- 1- ذوبان ملح فوسفات الفضة عند إضافة حمض الأزوت.
- 2- ترسب ملح كرومات الرصاص عند إضافة كرومات البوتاسيوم إلى محلوله المشبع.
- 3- تتمتع الأملاح بخاصية قطبية.
- 4- ترسب ملح كبريتات الباريوم عند إضافة حمض الكبريت إلى محلوله المشبع.

ثالثاً: أجب عن الأسئلة الآتية:

1- اكتب معادلة التوازن غير المتجانس لكل من الأملاح الآتية  $CaCO_3$ ،  $MgCO_3$ ،  $BaSO_4$ ،  $Ag_2S$ ،  $Ag_2SO_4$

- اقترح طريقة لترسيب كل من الأملاح السابقة مفسراً إجابتك. - اكتب علاقة  $K_{sp}$  ثم استنتجها بدلالة الذوبانية المولية  $S$

2 - اكتب معادلة التوازن غير المتجانس لكل من الأملاح الآتية ثم اكتب علاقة جداء الذوبان ثم اقترح طريقة لإذابته مفسراً إجابتك.  $CaCO_3$ ،  $Ag_3PO_4$ ،  $Ca_3(PO_4)_2$

رابعاً: حل المسائل الآتية:

المسألة الأولى:

محلول مائي مشبع لملح  $Ag_2CO_3$  تركيزه  $10^{-4} \text{ mol} \cdot L^{-1}$  المطلوب: 1- اكتب معادلة التوازن غير متجانس لهذا الملح 2- احسب ذوبانية الملح الكتلية 3- احسب ثابت جداء ذوبان هذا الملح 3- نضيف إلى محلول الملح السابق ملح نترات الفضة بحيث يصبح تركيزه في المحلول  $10^{-4} \text{ mol} \cdot L^{-1}$  اكتب معادلة إمارة نترات الفضة ثم بين بالحساب إن كان يترسب ملح  $Ag_2CO_3$  أم لا. (O:16 C:12 Ag:108)

المسألة الثانية:

محلول مائي مشبع لملح كربونات الكالسيوم  $CaCO_3$  جداء ذوبانه  $25 \times 10^{-6}$ ، المطلوب:

- 1- اكتب معادلة التوازن غير المتجانس لهذا الملح المشبع.
- 2- احسب ذوبانية الملح المولية ثم الكتلية 3- نضيف إلى محلول الملح السابق كمية قليلة من كلوريد الكالسيوم بحيث يصبح تركيزه  $2 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot L^{-1}$  اكتب معادلة إمارة هذا الملح ثم بين بالحساب هل يترسب ملح كربونات الكالسيوم أم لا. (Ca:40 C:12 O:16)

المسألة الثالثة:

يُضاف 100mL من محلول يحتوي 0.005mol من نترات الرصاص  $Pb(NO_3)_2$  إلى 400 mL من محلول يحتوي على 0.01 mol من  $NaCl$  فإذا علمت أن  $K_{sp}(PbCl_2) = 3.2 \times 10^{-5}$  في شروط التجربة. المطلوب:

1- اكتب معادلة التوازن غير المتجانس لملح كلوريد الرصاص. 2- بين حسابياً إن كان جزء من ملح كلوريد الرصاص  $PbCl_2$  يترسب أم لا. 3- احسب تركيز أيونات الكلوريد في محلول ملح كلوريد الرصاص المشبع.

المسألة الرابعة: محلول مائي مشبع من كبريتات الباريوم جداء ذوبانه  $10^{-8}$  المطلوب: 1- اكتب معادلة التوازن الغير متجانس.

- 2- احسب تركيز أيونات الكبريتات و أيونات الباريوم في المحلول المشبع.
- 3- يضاف 500ml من محلول تركيزه  $2 \times 10^{-4} \text{ mol} \cdot L^{-1}$  من كلوريد الباريوم إلى 500ml من محلول كبريتات البوتاسيوم تركيزه  $4 \times 10^{-4} \text{ mol} \cdot L^{-1}$  بين بالحساب هل يترسب ملح كبريتات الباريوم أم لا

## ((الأملح الذوابة))

أولاً: اختر الإجابة الصحيحة لكل مما يأتي:

- 1- المحلول المائي الذي له أصغر قيمة pH من المحاليل الآتية المتساوية التركيز هو:  
NaCl(a) K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>(b) NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>(c) CH<sub>3</sub>COONa(d)
- 2- المحلول المائي الذي له أكبر قيمة pH من المحاليل الآتية المتساوية التركيز هو:  
NaCl(a) K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>(b) NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>(c) CH<sub>3</sub>COONa(d)
- 3- الملح الذواب الذي قيمة pH < 7 لمحلوله المائي من بين الأملاح الآتية المتساوية التركيز هو:  
KCl(a) KCN(b) NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>(c) Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>(d)
- 4- الملح الذواب الذي لا يتحلّم في الماء من بين الأملاح الآتية:  
NH<sub>4</sub>Cl(a) NaNO<sub>3</sub>(b) HCOONH<sub>4</sub>(c) CaSO<sub>4</sub>(d)
- 5- الملح الذواب الذي لا يتحلّم في الماء من بين الأملاح الآتية:  
NH<sub>4</sub>Cl(a) KNO<sub>3</sub>(b) HCOONH<sub>4</sub>(c) CaSO<sub>4</sub>(d)
- 6- الأيون الحيادي الذي لا يتفاعل مع الماء من الأيونات الآتية (a) NH<sub>4</sub><sup>+</sup> (b) CH<sub>3</sub>COO<sup>-</sup> (c) NO<sub>3</sub><sup>-</sup> (d) CN<sup>-</sup>
- 7- يتكون محلول منظم للحموضة من محلول لنترات الأمونيوم ومحلول:  
HCOOH(a) HCl(b) NH<sub>4</sub>OH(c) NaOH(d)
- 8- المحلول المنظم للحموضة من المحاليل الآتية هو:  
HCOOH, HCN(a) HCl, KCl(b) NH<sub>4</sub>OH, NH<sub>4</sub>Cl(c) NaOH, NaNO<sub>3</sub>(d)
- 9- يتكون محلول منظم للحموضة من محلول خلات الصوديوم ومحلول:  
CH<sub>3</sub>COOH(a) HCl(b) HNO<sub>3</sub>(c) NaOH(d)

ثانياً- اجب عن مايلي:

- 1- أكتب معادلة حلمهة كل من الأملاح الآتية: خلات الصوديوم - كلوريد الأمونيوم - نترات الأمونيوم - نملات البوتاسيوم - سيانيد الصوديوم a- حدد طبيعة الوسط لكل منها مفسراً اجابتك b - اكتب العلاقة بين ثابت الحلمهة و ثابت تأين الماء.
- 2- اكتب معادلة إماهة كل من الأملاح الآتية وحدد طبيعة الوسط مع التفسير ( كلوريد الصوديوم - كلوريد البوتاسيوم - كبريتات الصوديوم )
- 3- رتب المحاليل التالية المتساوية بالتركيز بحسب تزايد الـ pH  
KCl - HCl - HCOOK- NaOH- NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>
- 4- محلول مائيّ لمّح سيانيد الأمونيوم، المطلوب: اكتب معادلة إماهة الملّح ثمّ الحلمهة ثمّ اكتب عبارة K<sub>H</sub> بدلالة التراكيز ثمّ اكتب العلاقة بين ثابت حلمهة هذا الملّح K<sub>H</sub> وثابت تأين الماء ثمّ حدد طبيعة الوسط مع التفسير علماً أنّ  
 $K_{b(NH_4OH)} = 1.8 \times 10^{-5}$ ,  $K_{a(HCN)} = 6.2 \times 10^{-10}$

ثالثاً: حل المسائل الآتية:

- المسألة الأولى: محلول مائيّ لمّح لنترات الأمونيوم تركيزه 0.2 mol.L<sup>-1</sup>، فإذا علمت أنّ ثابت تأين النّشادر عند درجة الحرارة 25 °C هو  $K_b = 2 \times 10^{-5}$ ، المطلوب: 1- اكتب معادلتى إماهة وحلمهة هذا الملّح. 2- احسب قيمة ثابت الحلمهة للمحلول الملحيّ. 3- احسب قيمة [OH<sup>-</sup>]. 4 - احسب قيمة pH المحلول، ماذا تستنتج؟
- 5- إذا أُضيف إلى المحلول السّابق قطرات من محلول حمض كلور الماء تركيزه 0.01 mol.L<sup>-1</sup>، فاحسب النّسبة المئويّة المتحلّمة من ملح نترات الأمونيوم في هذه الحالة.
- المسألة الثانية: محلول مائيّ لنملات الصوديوم تركيزه 0.02 mol.L<sup>-1</sup> و pH = 8. المطلوب: 1- اكتب معادلة الحلمهة للملح الناتج 2- احسب قيمة ثابت حلمهة هذا الملّح. 3- احسب قيمة ثابت تأين حمض النمل.
- 4- نضيف إلى المحلول السابق قطرات من هيدروكسيد الصوديوم بحيث يصبح تركيزه في الوسط 0.01 mol.L<sup>-1</sup> أحسب النّسبة المئوية المتحلّمة في هذه الحالة.

المسألة الثالثة:

- محلول مائيّ لمّح خلات البوتاسيوم تركيزه 0.2 mol.L<sup>-1</sup>، فإذا علمت أنّ له pH = 9 عند الدرجة 25 °C. المطلوب:
- 1- اكتب معادلة حلمهة هذا الملّح. 2- احسب قيمة [H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>]. 3- احسب قيمة ثابت الحلمهة لهذا الملّح.
- 4- احسب ثابت تأين حمض الخلّ. 5- احسب النّسبة المئويّة المتحلّمة من هذا الملّح.

## ((المعايرة الحجمية))

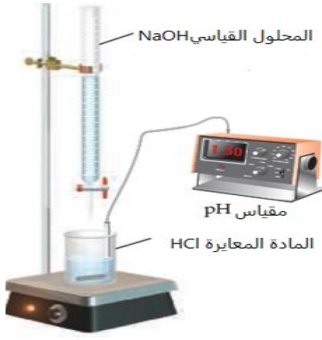
### المعايرة الحجمية حمض -أساس:

تفيد المعايرة الحجمية في تحديد تركيز أحد المواد المتفاعلة المجهولة التركيز بتفاعلها مع مادة أخرى تُدعى المحلول القياسي (تركيزه معلوم ومحدد بدقة).

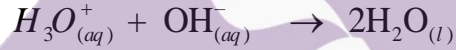
### 1-معايرة حمض قوي بأساس قوي

#### تطبيق (1):

نضع حمض كلور الماء تركيزه، في أرلينة وتملاً السحاحة بهيدروكسيد الصوديوم تركيزه ويوضع جهاز مقياس pH في الأرلينة كما في الشكل:



الخط البياني لتغير pH بدلالة حجم NaOH المضاف. تفسير النتائج بالبداية كانت قيمة pH=1 وعند إضافة هيدروكسيد الصوديوم تدريجياً تزداد قيمة pH المحلول تدريجياً نتيجة تناقص تراكيز أيونات الهيدرونيوم  $H_3O^+$  لتفاعلها مع أيونات الهيدروكسيد  $OH^-$  المضافة وفق المعادلة الأيونية الآتية:



- عند اتحاد جميع أيونات  $H_3O^+$  في المحلول الحمضي مع جميع أيونات  $OH^-$  المضافة تصبح قيمة pH = 7 ، وتدعى نقطة نهاية المعايرة (نقطة التكافؤ) .

#### إضاءة:

يُعتبر محلول كربونات الصوديوم محلولاً قيسياً، في حين لا يُعتبر محلول هيدروكسيد الصوديوم أو هيدروكسيد البوتاسيوم محلولاً قيسياً وذلك لأنهما يمتصا الماء وهما في حالتها الصلبة مما يتعدّر الحصول على وزن دقيق من المادة

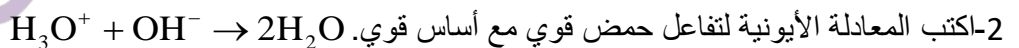
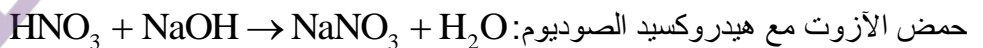
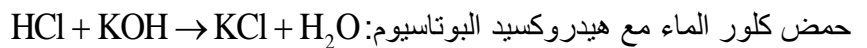
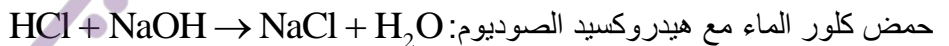
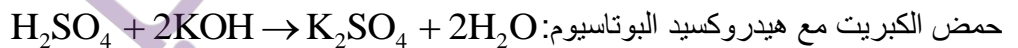
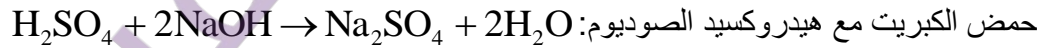
### مشعرات معايرة (حمض-أساس):

حموض عضوية أو أسس عضوية ضعيفة معقدة التركيب، يتغير لونها بتغير pH الوسط الذي توضع فيه. جدول يبين مجال بعض المشعرات وتغير لون كلّ منها ضمن قيم pH الوسط.

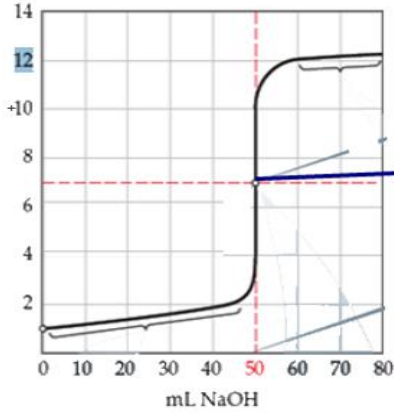
لون المشعر	مجال pH المشعر	لون المشعر	المشعر
أصفر	3.1-4.4	أحمر	الهليانثين
أصفر	4.2 – 6.2	أحمر	أحمر المثيل
أزرق	6 - 7.6	أصفر	أزرق بروم التيمول
بنفسجي	8.2 – 10	عديم اللون	فينول فتالين

### أسئلة نظرية على معايرة حمض قوي بأساس قوي.

1- أكتب معادلة تفاعل المعايرة :



-المشعر المناسب أزرق بروم التيمول لأن مجاله يحتوي على قيمة pH نهاية المعايرة. -طبيعية الوسط عند نهاية المعايرة معتدل لأن أيونات الملح الناتج حيادية لا تتفاعل مع الماء.



pH=7  
نقطة التكافؤ  
 $n_{(H_3O^+)} = n_{(OH^-)}$



- تطبيق (5):** محلول مائي لحمض كلور الماء حجمه 2L وتركيزه  $10^{-2} \text{ mol. l}^{-1}$  المطلوب :
- 1- اكتب معادلة تأين هذا الحمض. 2- احسب عدد مولات حمض كلور الماء في محلوله السابق .
  - 3- يلزم لمعايرة 20 mL من محلول الحمض السابق 5 mL من هيدروكسيد البوتاسيوم والمطلوب:  
a- اكتب معادلة تفاعل المعايرة الحاصل . b- احسب تركيز محلول هيدروكسيد البوتاسيوم المستعمل.
  - c) احسب كتلة الملح الناتج عن المعايرة (H:1 Cl:35.5 K:39 O:16)

- تطبيق (6):** عينه غير نقية من هيدروكسيد الصوديوم كتلتها 5g اذبيت في الماء المقطر وأكمل الحجم الى 2L ، نأخذ من المحلول السابق 20 mL نعايرها بمحلول حمض الأزوت ذي التركيز  $0.1 \text{ mol. l}^{-1}$  فتتم عملية المعايرة باستخدام 10 mL منه المطلوب:
- 1- اكتب معادلة تفاعل المعايرة الحاصل.
  - 2- احسب تركيز محلول هيدروكسيد الصوديوم المستخدم في المعايرة مقدراً ب  $\text{mol. l}^{-1}$  و  $\text{g. l}^{-1}$ .
  - 3- احسب كتلة هيدروكسيد الصوديوم النقي في العينة ثم احسب النسبة المئوية للشوائب في العينة السابقة.
  - 4- احسب كتلة حمض الأزوت في 800 ml من محلوله. Na : 23 O : 16 H : 1 N : 14

**تطبيق (7):** محلول حمض كلور الماء تركيزه  $10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$  1- احسب قيمة  $pH$  محلول الحمض السابق.  
2- يلزم لمعايرة  $20 \text{ mL}$  من الحمض السابق  $5 \text{ mL}$  من هيدروكسيد الصوديوم ذي التركيز  $0.02 \text{ mol.L}^{-1}$  وحجم  $V_2$  من هيدروكسيد البوتاسيوم ذي التركيز  $0.05 \text{ mol.L}^{-1}$ ، والمطلوب:

a- اكتب المعادلة الأيونية لتفاعل المعايرة الحاصل.

b- احسب حجم هيدروكسيد البوتاسيوم اللازم لإتمام المعايرة.

3- احسب حجم الماء المقطر اللازم إضافته إلى  $10 \text{ mL}$  من الحمض السابق لتصبح  $pH = 3$ .

$$\text{الحل: } [H_3O^+] = C_a = 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1} \quad -1$$

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



$$n_{(HCl)} = n_{1(NaOH)} + n_{2(KOH)}$$

$$C.V = C_1.V_1 + C_2.V_2 \Rightarrow 0.01 \times 20 = 0.02 \times 5 + 0.05 \times V_2 \Rightarrow V_2 = 2 \text{ mL}$$

$$[H_3O^+] = 10^{-pH} = 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1} \quad -3$$

$$n \text{ (بعد التمديد)} = n \text{ (قبل التمديد)}$$

$$C_1.V_1 = C_2.V_2$$

$$10^{-2} \times 10 = 10^{-3} \times V_2$$

$$V_2 = 100 \text{ mL}$$

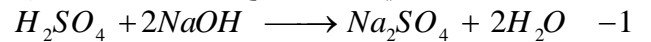
حجم الماء المضاف:  $V = 100 - 10 = 90 \text{ mL}$

**تطبيق (8):** يؤخذ  $20 \text{ mL}$  من حمض الكبريت تركيزه  $0.05 \text{ mol.L}^{-1}$  ويضاف إلى  $10 \text{ mL}$  من محلول هيدروكسيد الصوديوم حتى تمام المعايرة، والمطلوب 1- اكتب المعادلة الكيميائية المعبرة عن التفاعل الحاصل.

2- احسب تركيز محلول هيدروكسيد الصوديوم المستخدم. 3- ما قيمة  $pH$  المحلول الناتج عن المعايرة.

4- اكتب أسم أفضل مشعر واجب استعماله لهذه المعايرة؟

5- احسب التركيز المولي لمحلول ملح كبريتات الصوديوم الناتج.



$$1 \text{ mol} \quad 2 \text{ mol} \quad 1 \text{ mol}$$

$$n_{(H_2SO_4)} \quad n_{(NaOH)} \quad n'_{(Na_2SO_4)}$$

$$2n_{(H_2SO_4)} = n_{(NaOH)} \quad -2$$

$$2C_a \cdot V_1 = C_2 \cdot V_2$$

$$2 \times 0.05 \times 20 = C_2 \times 10 \Rightarrow C_2 = 0.2 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$pH = 7 \quad -3$$

4-أفضل مشعر مناسب هو: أزرق بروم التيمول

$$n_{(H_2SO_4)} = n'_{(Na_2SO_4)} \quad -5$$

$$C_1 \cdot V_1 = C_2 \cdot V_2 \Rightarrow 0.05 \times 20 = C_2 \times 30 \Rightarrow C_2 = \frac{1}{30} \text{ mol.L}^{-1}$$

**تطبيق (9):** تذاب عينة غير نقية كتلتها 2.8g من هيدروكسيد البوتاسيوم في الماء، ويكمل الحجم إلى 200mL ، فإذا علمت أنه يلزم لتعديل 25mL منه 30mL من حمض كلور الماء تركيزه 0.1mol.L<sup>-1</sup> بالإضافة إلى 20mL من حمض الكبريت تركيزه 0.05mol.L<sup>-1</sup> ، والمطلوب: 1- احسب تركيز محلول هيدروكسيد البوتاسيوم.

2- احسب كتلة هيدروكسيد البوتاسيوم النقية في هذه العينة. 3- احسب النسبة المئوية للشوائب في هذه العينة.

$$K: 39 , S: 32 , O: 16 , Cl: 35.5 , H: 1$$

$$n_{(KOH)} = n_{(HCl)} + 2n_{(H_2SO_4)} \quad -1$$

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

$$C \times 25 = 0.1 \times 30 + 2 \times 0.05 \times 20$$

$$C = 0.2 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$m = C \cdot V \cdot M = 0.2 \times 0.2 \times 56 = 2.24 \text{ g} \quad -2$$

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

كل 2.8g تحوي 0.56g من الشوائب

كل 100g تحوي y g من الشوائب

$$y = \frac{0.56}{2.8} \times 100 = 20\%$$

**2- معايرة حمض ضعيف بأساس قوي**

**تطبيق (10)**

يمثل المنحني البياني المجاور تغيير قيم pH المحلول بدلالة حجم الأساس المضاف (هيدروكسيد البوتاسيوم) عند معايرة حمض الخل بوجود قطرات من مشعر فينول فتالئين.

**المطلوب:**

1- كيف تتغير قيمة pH المحلول في أثناء عملية المعايرة؟

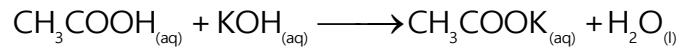
2- اكتب معادلة التفاعل الحاصل ، ثم اكتب المعادلة الأيونية لتفاعل المعايرة.

3- ما طبيعة الوسط عند الوصول لنقطة التكافؤ؟ فسّر ذلك.

الحل: 1- تزداد قيمة pH تدريجياً نتيجة تناقص تركيز الحمض بتفاعله مع

أيونات الهيدروكسيد OH<sup>-</sup> المضافة

2- معادلة التفاعل الحاصل:



المعادلة الأيونية لتفاعل المعايرة:  $CH_3COOH + OH^-_{(aq)} \longrightarrow CH_3COO^- + H_2O_{(l)}$

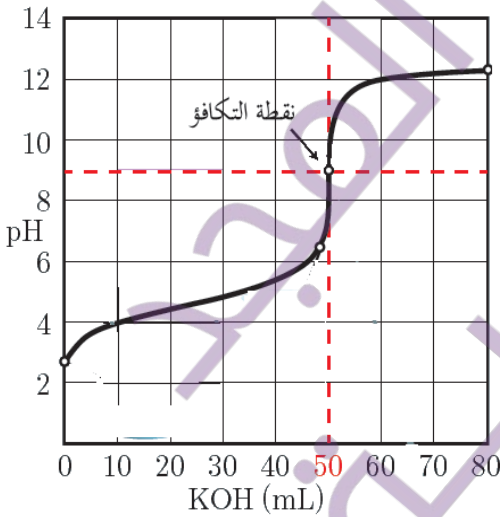
3- طبيعة الوسط أساسية pH > 7 ، بسبب تشكل أيونات الخلّات التي تسلك سلوكاً أساسياً ضعيفاً. أو لأن الملح الناتج من حمض ضعيف وأساس قوي

**تطبيق (11)**

1- المشعر الذي يحدّد بدقة أكبر، نقطة نهاية معايرة حمض ضعيف بأساس قوي هو:

(a) أزرق بروم التيمول (b) الفينول فتالئين (c) أحمر المتيل (d) الهليانثين

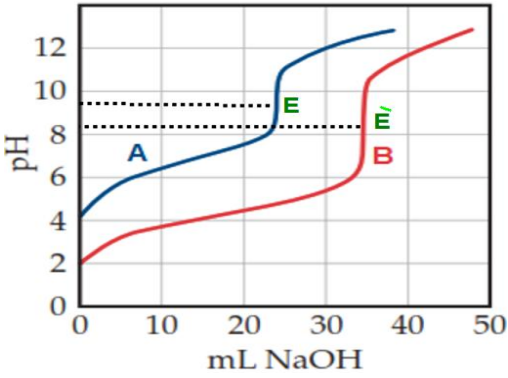
2- المشعر الذي يحدّد بدقة نقطة نهاية معايرة حمض الخل بهيدروكسيد البوتاسيوم هو.



(a) أزرق بروم التيمول ، (b) الفينول فتالئين ، (c) أحمر الميتيل ، (d) الهلياننتين  
**3-** عند معايرة حمض النمل بهيدروكسيد البوتاسيوم يكون عند نقطة نهاية تفاعل المعايرة.

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

**4-** عند معايرة حجمين متساويين من حمضين A, B كلٌّ منهم على حدى، بمحلول هيدروكسيد الصوديوم تركيزه  $0.1 \text{ mol.L}^{-1}$  فحصلنا على المنحنيين البيانيين الآتيين:



a - أي من المحلولين A, B أكثر تركيزاً فسّر إجابتك.

B هو الأكثر تركيز لأنه يستهلك حجم أكبر من هيدروكسيد الصوديوم

**تطبيق (12):** محلول مائي لحمض الخل تركيزه الابتدائي  $0.05 \text{ mol.L}^{-1}$  وثابت

تأينه  $2 \times 10^{-5}$  والمطلوب: 1- اكتب معادلة تأين هذا الحمض. 2- احسب pOH

المحلول السابق. 3 - احسب درجة تأين هذا الحمض .

4 - نأخذ 100ml من محلول الحمض السابق ونعايرها بمحلول هيدروكسيد

البوتاسيوم ذي التركيز  $0.01 \text{ mol.L}^{-1}$  والمطلوب : (a) اكتب معادلة تفاعل المعايرة

الحاصل . (b) احسب حجم محلول هيدروكسيد البوتاسيوم اللازم لإتمام المعايرة (c) احسب كتلة الملح الناتج عن المعايرة.

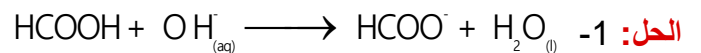
K : 39 , O : 16 , H : 1 , C : 12

**تطبيق (13):** عند معايرة 20 ml من محلول حمض النمل لزم 15 ml من محلول هيدروكسيد البوتاسيوم تركيزه

$0.02 \text{ mol.L}^{-1}$  ، والمطلوب: 1- اكتب المعادلة الأيونية لتفاعل المعايرة الحاصل. 2- احسب تركيز محلول حمض النمل

المعاير. 3- احسب كتلة حمض النمل اللازم لتحضير 400ml من محلوله السابق.

4- ماهو المشعر المستعمل؟ فسّر ذلك. الكتل الذرية:  $C = 12 , H = 1 , O = 16$



$$n_{(\text{HCOOH})} = n_{(\text{OH}^-)} - 2$$

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

$$C_1 \times 20 = 0.02 \times 15$$

$$C_1 = \frac{0.02 \times 15}{20} = 0.015 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$m = C.V . M = 0.015 \times 0.4 \times 46 = 0.276 \text{ g} -3$$

4-المشعر المستعمل الفينول فتالئين لأن مجاله من 8.2 ← 10 يحوي  $pH$  نقطة نهاية تفاعل المعايرة

### 3-معايرة أساس ضعيف بحمض قوي:

**تطبيق (14)** يمثل المنحني الآتي معايرة محلول هيدروكسيد الأمونيوم بمحلول

قياسي لحمض كلور الماء بوجود قطرات من مشعر أحمر المتيل

**المطلوب:**

1-اكتب معادلة التفاعل الحاصل ، ثم اكتب المعادلة الأيونية لتفاعل المعايرة.

2-كيف تتغير قيمة  $pH$  المحلول في أثناء عملية المعايرة؟

3- ما طبيعة الوسط عند الوصول لنقطة التكافؤ؟ فسّر



2-تتناقص قيمة  $pH$  تدريجياً نتيجة تناقص تركيز  $\text{NH}_4\text{OH}$  لتفاعلها مع أيونات

الهيدرونيوم  $\text{H}_3\text{O}^+$  المضافة.

3-عند انتهاء تفاعل المعايرة يكون الوسط حمضي  $pH < 7$  لأنه ينتج أيونات الأمونيوم الذي يسلك سلوك حمض ضعيف أو لأن

الملح الناتج من حمض قوي وأساس ضعيف.

**تطبيق (15)** نعاير 50mL من محلول هيدروكسيد الأمونيوم بمحلول حمض الأزوت تركيزه  $0.1 \text{ mol.L}^{-1}$  فيلزم 25 mL

لإتمام المعايرة، والمطلوب: 1-اكتب المعادلة الكيميائية المعبرة عن تفاعل المعايرة ثم المعادلة الأيونية .

2-احسب تركيز محلول هيدروكسيد الأمونيوم. 3-احسب كتلة الملح الناتج عن المعايرة (N:14 , O:16 , H:1)

**تطبيق (16)** محلول حمض كلور الماء تركيزه  $10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$  **المطلوب:** 1- احسب قيمة  $pH$  الحمض السابق .

2- احسب حجم الماء المقطر اللازم إضافته إلى 10mL من الحمض السابق لتصبح قيمة  $pH = 3$  .

3 - يلزم لمعايرة 200mL من الحمض السابق ذي التركيز  $10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$  حجم يساوي 50mL من محلول ملح

كربونات الصوديوم  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  احسب تركيز هذا المحلول بوحدة  $\text{mol.L}^{-1}$  ،  $\text{g.L}^{-1}$  .

Na : 23      C : 12      O : 16

**تطبيق (17)** أذيت عينة مقدارها 4.24g من كربونات الصوديوم وكلوريد الصوديوم في الماء وأكمل الحجم إلى 100mL؛

إذا علمت أنه يلزم للمعايرة المحلول السابق 50mL من محلول حمض كلور الماء تركيزه  $0.4\text{mol.L}^{-1}$  المطلوب: 1- اكتب المعادلة المعيرة عن تفاعل المعايرة الحاصل. 2- احسب تركيز كربونات الصوديوم في المحلول السابق.

3- احسب النسبة المئوية لكل من الملح في العينة. H:1 Cl: 35.5 O: 16 Na: 23

1- كلوريد الصوديوم لا يتفاعل مع حمض كلور الماء:



2 mol 1 mol

n(HCl) n(Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>)

$$\Rightarrow n(\text{HCl}) = 2n(\text{Na}_2\text{CO}_3)$$

$$C_1V_1 = 2C_2V_2 \Rightarrow C_2 = \frac{0.4 \times 50}{2 \times 100} = 0.1\text{mol.L}^{-1}$$

3- كربونات الصوديوم  $m = MCV = 106 \times 0.1 \times 0.1 = 1.06\text{g}$

كل 4.24g تحوي 1.06g

كل 100g تحوي y

$$y = \frac{1.06}{4.24} \times 100 = 25\%$$

$$y' = 100 - 25 = 75\%$$

**تطبيق (18)** عند إضافة 10mL من حمض الكبريت تركيزه  $0.05\text{mol.L}^{-1}$  إلى 15mL من محلول هيدروكسيد البوتاسيوم تركيزه  $0.1\text{mol.L}^{-1}$  فإن:

$$[\text{H}_3\text{O}^+] \leq [\text{OH}^-] \text{ (d) , } [\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{OH}^-] \text{ (c) } [\text{H}_3\text{O}^+] > [\text{OH}^-] \text{ (b) , } [\text{H}_3\text{O}^+] < [\text{OH}^-] \text{ (a)}$$

**تطبيق (19)** أعط تفسيراً علمياً لكل مما يأتي:

1- تكون قيمة  $pH < 7$  عند معايرة أساس ضعيف بحمض قوي.

لأن الأيونات الناتجة عن المعايرة من الأساس الضعيف تسلك سلوك حمض ضعيف.

2- يعتبر أزرق بروم التيمول مشعراً مناسباً عند معايرة حمض قوي بأساس قوي.

لأن مداه بين (6-7.6) يحوي قيمة pH نقطة نهاية تفاعل المعايرة.

3- استخدام أحد مشعرات (حمض - أساس) في معايرة التعديل.

لتحديد نقطة نهاية تفاعل المعايرة.

4- عند معايرة حمض النمل بهيدروكسيد الصوديوم يكون الوسط عند نهاية المعايرة أساسياً.

لأن أيونات النملات الناتجة عن المعايرة تسلك سلوك أساس ضعيف.

**تطبيق (20)** فسّر سبب تغير لون المشعر عند إضافته إلى محلول حمضي أو محلول قلوي.

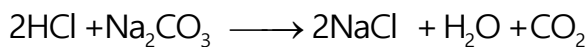
المشعرات هي حموض أو أسس عضوية ضعيفة لشكلها الجزيئي لونها وأيوناتها لونها مختلف فمثلاً إذا كان المشعر حمض ضعيف يتلون بلون شكله الجزيئي في الوسط الحمضي ولون أيوناته في الوسط الأساسي.

ملاحظات المعايرة:

معايرة التفاعل: ماء + ملح → أساس + حمض

المعادلة الأيونية: نضع  $H_3O^+$  بدلاً من الحمض القوي و  $OH^-$  بدلاً من الأساس القوي ويبقى الضعيف كما هو

كربونات الصوديوم يسلك سلوك أساس ويتفاعل مع حمض كلور الماء وفق المعادلة



حسابات المعايرة: إيجاد علاقة بين مولات مادتين من معادلة حيث:  $n_1 = n_2$  إذا احتوت المادة على  $CO_3$  أو  $SO_4$  نكتب

$$2n \text{ حيث } n=cv \text{ أو } n = \frac{m}{M}$$

عند معايرة حمض بأساسين  $n_{(ص)2} + n_{(ص)1} = n_{(ص)}$  وعند معايرة أساس بحمضين  $n_{(ص)} = n_{(ص)1} + n_{(ص)2}$



التفكير الناقد

((اختبار معايرة))

أولاً: اختر الإجابة الصحيحة لكل مما يأتي:

1- عند معايرة حمض النمل بهيدروكسيد البوتاسيوم يكون عند نقطة نهاية تفاعل المعايرة.

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

2- عند معايرة هيدروكسيد الأمونيوم بحمض كلور الماء يكون عند نقطة نهاية تفاعل المعايرة.

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

3- المشعر الذي يحدّد بدقة نقطة نهاية معايرة هيدروكسيد الأمونيوم بحمض كلور الماء هو

(a) أزرق بروم التيمول ، (b) الفينول فتالين ، (c) أحمر المتيل ، (d) عباد الشمس

4- المشعر الذي يحدّد بدقة نقطة نهاية معايرة حمض الخل بهيدروكسيد البوتاسيوم هو.

(a) أزرق بروم التيمول ، (b) الفينول فتالين ، (c) أحمر المتيل ، (d) الهليانثين

ثانياً: أجب عن الأسئلة الآتية:

2- يمثل المنحني البياني المجاور معايرة هيدروكسيد الأمونيوم

بمحلول حمض كلور الماء المطلوب:

(a) اكتب معادلة التفاعل ثم المعادلة الأيونية.

(b) اكتب اسم أفضل مشعر، مفسراً إجابتك.

(c) ماذا تسمى النقطة E وما طبيعة الوسط عندها، مفسراً إجابتك.

ثالثاً: حل المسائل الآتية:

المسألة الأولى: لمعايرة 20 mL من حمض كلور الماء يلزم 5 mL من هيدروكسيد

الصوديوم ذي التركيز  $0.02 \text{ mol.L}^{-1}$  وحجم 2 mL من هيدروكسيد البوتاسيوم ذي التركيز  $0.05 \text{ mol.L}^{-1}$ ، والمطلوب:

1- اكتب معادلتني تفاعلي التعديل الحاصلين. 2- احسب تركيز حمض كلور الماء المتفاعل.

3- احسب حجم الماء المقطر اللازم إضافته إلى 30 mL من الحمض السابق لتصبح قيمة  $pH = 3$ .

المسألة الثانية: عينة غير نقية من هيدروكسيد الصوديوم كتلتها 5g تذاب في الماء ويكمل حجم المحلول إلى 500 mL فإذا علمت

أنه يلزم لتعديل 20 mL من هذا المحلول 40 mL من حمض الكبريت تركيزه  $0.05 \text{ mol.L}^{-1}$  والمطلوب:

1- اكتب المعادلة الكيميائية المعبرة عن التفاعل الحاصل. ثم المعادلة الأيونية. 2- احسب تركيز محلول هيدروكسيد الصوديوم

المستخدم. 3- ما هو  $pH$  المحلول الناتج عن المعايرة، وما هو المشعر المناسب لهذه المعايرة؟ 4- احسب التركيز المولي لمحلول

ملح كبريتات الصوديوم الناتج 5- احسب كتلة هيدروكسيد الصوديوم النقي في العينة

6- احسب النسبة المئوية للشوائب في العينة. (Na : 23 , S : 32 , O : 16 , H : 1)

المسألة الثالثة: تذاب عينة كتلتها 5.3g تحتوي على كربونات الصوديوم وكلوريد الصوديوم في الماء ويكمل الحجم إلى

100 mL ويؤخذ منها 10 mL وتعاير بحمض كلور تركيزه  $0.1 \text{ mol.L}^{-1}$  فيلزم منه 40 mL منه. المطلوب:

1- اكتب معادلة تفاعل المعايرة الحاصل. 2- احسب تركيز كربونات الصوديوم.

3- احسب كتلة كربونات الصوديوم في العينة. 4- احسب النسبة المئوية للملح في العينة Na:23 , C:12 , O:16 , H:1

المسألة الرابعة: عند معايرة 10 mL من محلول حمض الخل لزم 5 mL من محلول هيدروكسيد البوتاسيوم تركيزه  $0.1 \text{ mol.L}^{-1}$ ،

والمطلوب: 1- اكتب معادلة التفاعل ثم المعادلة الأيونية لتفاعل المعايرة الحاصل.

2- احسب تركيز محلول حمض الخل المُعاير ثم كتلة الملح الناتج عن المعايرة.

3- احسب كتلة حمض الخل اللازم لتحضير 400 mL من محلوله السابق. 4- ما هو المشعر المستعمل؟ فسّر ذلك.

5- يُمدد 20 mL من محلول الحمض السابق إلى أن يصبح  $pH = 4$  احسب حجم الماء المضاف علماً أن ثابت تأين حمض الخل

$2 \times 10^{-5}$  الكتل الذرية:  $K = 39$   $C = 12$  ,  $H = 1$  ,  $O = 16$

المسألة الخامسة: معاير 50 mL من محلول هيدروكسيد الأمونيوم بمحلول حمض الأزوت تركيزه  $0.1 \text{ mol.L}^{-1}$  فيلزم 25 mL

لإتمام المعايرة، والمطلوب: 1- اكتب المعادلة الكيميائية المعبرة عن تفاعل المعايرة ثم المعادلة الأيونية 2- احسب تركيز محلول

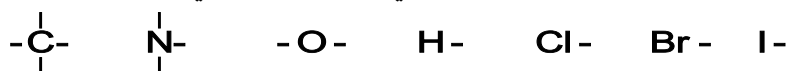
هيدروكسيد الأمونيوم. 3 - ما طبيعة الوسط مع التفسير وما المشعر المناسب مع التفسير. 4- احسب كتلة الملح الناتج

يُمدد محلول هيدروكسيد الأمونيوم عشر مرات احسب قيمة  $pOH$  علماً أن ثابت تأين هيدروكسيد الأمونيوم  $2 \times 10^{-5}$

(N:14 , O:16 , H:1)

## الكيمياء العضوية

**مراجعة:** عدد الروابط المشتركة التي تكونها الذرات في المركبات العضوية



• تسمية السلاسل الكربونية بحسب عدد ذرات الكربون وفق الألكان الموافق:

ميثان 1 إيثان 2 بروبان 3 بوتان 4 بنتان 5 هيكسان 6 هيبتان 7 أوكتان 8 نونان 9 ديكان 10

الألكان	الألكان
روابطها مشتركة أحادية تحوي ذرات كربون وهيدروجين فقط	تحتوي رابطة مشتركة ثنائية كربون وهيدروجين فقط

اكتب صيغ المركبات الآتية:

إيثان	بروبان	بوتان-1	بوتن-2

أنواع الصيغ للمركبات العضوية:

الصيغة المجملية	الصيغة المنشورة	الصيغة نصف المنشورة	الصيغة الهيكلية
$\text{C}_3\text{H}_8$	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \\   \quad   \quad   \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\   \quad   \quad   \\ \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \end{array}$	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_3$	
$\text{C}_3\text{H}_6$	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \quad \text{H} \\   \quad \quad   \\ \text{H}-\text{C}=\text{C}-\text{C}-\text{H} \\   \quad \quad   \\ \text{H} \quad \quad \text{H} \end{array}$	$\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_3$	
$\text{C}_3\text{H}_4$	$\begin{array}{c} \text{H} \\   \\ \text{H}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{C}-\text{H} \\   \\ \text{H} \end{array}$	$\text{CH}\equiv\text{C}-\text{CH}_3$	

عدد ذرات الكربون في السلسلة الكربونية	الصيغة الهيكلية

**الجذور الألكيلية:** يرمز لها بالرمز R صيغتها العامة  $C_nH_{2n+1}$  تنتهي تسميتها بـ(يل)

n=1 الصيغة  $CH_3$ - جذر المثيل.

n=2 الصيغة  $C_2H_5$ - (صيغة مجملة) جذر الإيثيل  $CH_3CH_2$ - (صيغة نصف منشورة).

n=3 الصيغة  $C_3H_7$ - (صيغة مجملة) نظامي البروبيل  $CH_3CH_2CH_2$ ، أيزو البروبيل  $CH_3-CH(CH_3)-CH_3$

• **استنتاج صيغة جذر ألكيلي من خلال كتلته المولية :**

تمرين : جذر ألكيلي كتلته  $15g.mol^{-1}$  استنتج صيغته و سمه (علما أن الكتل الذرية H:1 C:12)

$$C_nH_{2n+1} = 15 \Rightarrow 12n + 2n + 1 = 15 \Rightarrow 14n = 14 \Rightarrow n = 1 \Rightarrow R = CH_3 -$$

تمرين : جذر ألكيلي كتلته  $29g.mol^{-1}$  استنتج صيغته و سمه (علما أن الكتل الذرية H:1 C:12)

$$C_nH_{2n+1} = 29 \Rightarrow 12n + 2n + 1 = 29 \Rightarrow 14n = 28 \Rightarrow n = 2 \Rightarrow R = C_2H_5 -$$

تمرين : جذر ألكيلي كتلته  $43g.mol^{-1}$  استنتج صيغته و سمه (علما أن الكتل الذرية H:1 C:12)

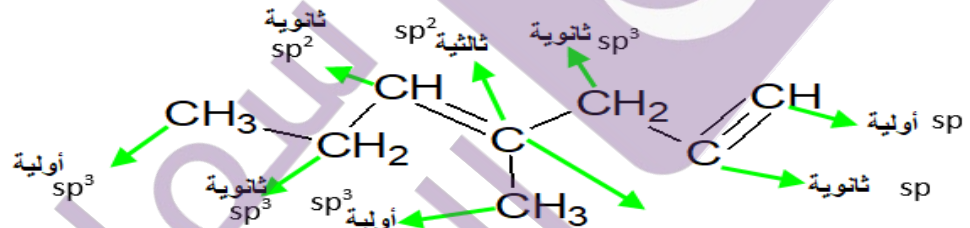
$$C_nH_{2n+1} = 43 \Rightarrow 12n + 2n + 1 = 43 \Rightarrow 14n = 42 \Rightarrow n = 3 \Rightarrow R = C_3H_7 -$$

• تصنف ذرات الكربون بحسب عدد ذرات الكربون المرتبطة إلى: 1-أولية، إذا ارتبطت بذرة كربون واحدة فقط . 2- ثانوية، إذا ارتبطت بذرتي كربون. 3-ثالثية، إذا ارتبطت بثلاث ذرات كربون.

• تهجين ذرات الكربون:  $sp^3$  إذا كانت روابطها مشتركة أحادية،  $sp^2$  إذا ارتبطت برابطة مشتركة ثنائية

$sp$  إذا ارتبطت برابطة مشتركة ثلاثية

**تطبيق (1)** صنف ذرات الكربون وحدد نمط تهجينها في المركب:



**الزمرة الوظيفية:** هي ذرة أو مجموعة ذرات ترتبط بذرة كربون في المركب العضوي، فنكسبه صفات كيميائية وفيزيائية متشابهة.

الجدول الآتي يتضمن أهم أصناف المركبات العضوية والزممر الوظيفية المميزة لها ، وتسمياتها وفق IUPAC.

اسم المركب وفق قواعد IUPAC	مثال على المركب العضوي	السابقة	اسم اللاحقة	صيغة الزمرة الوظيفية	الصيغة العامة	الصف
حمض إيتانويك	$CH_3 - \overset{O}{\parallel} C - OH$	-	ونيك	$\overset{O}{\parallel} C - OH$	$R - \overset{O}{\parallel} C - OH$	الحمض الكربوكسيلي
إيتانوات المثيل	$CH_3 - \overset{O}{\parallel} C - O - CH_3$	-	وات	$\overset{O}{\parallel} C - O - R$	$R - \overset{O}{\parallel} C - O - R$	الإستر
إيتان أميد	$CH_3 - \overset{O}{\parallel} C - NH_2$	-	أميد	$\overset{O}{\parallel} C - NH_2$	$R - \overset{O}{\parallel} C - NH_2$	الأميد
إيتانال	$CH_3 - \overset{O}{\parallel} C - H$	أوكسو	ال	$\overset{O}{\parallel} C - H$	$R - \overset{O}{\parallel} C - H$	الألدهيد
بوتان-2-ون	$CH_3 - CH_2 - \overset{O}{\parallel} C - CH_3$	أوكسو	ون	$\overset{O}{\parallel} C -$	$R - \overset{O}{\parallel} C - R'$	الكيتون
بروبان-1-ول	$CH_3 - CH_2 - CH_2 - OH$	هدروكسي	ول	-OH	R-OH	الغول
إيتان أمين	$CH_3 - CH_2 - NH_2$	أمينو	أمين	-NH <sub>2</sub>	R-NH <sub>2</sub>	الأمين
ميتوكسي الإيتان	$CH_3 - CH_2 - O - CH_3$	ألكوكسي	إيتر	-OR'	R - O - R'	الإيتر

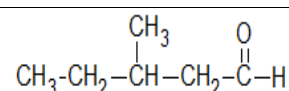
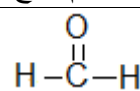
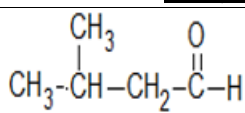
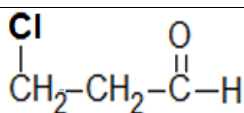
الصيغة العامة للأغوال R-OH		
$\begin{array}{c} R-CH_2-OH \\   \\ OH \\ R-CH_2 \\ \swarrow \\ \text{ذرة كربون أولية} \end{array}$	$\begin{array}{c} R-CH-OH-R' \\   \\ OH \\ R-CH-R'' \\ \swarrow \\ \text{ذرة كربون ثانوية} \end{array}$	$\begin{array}{c} R_2 \\   \\ R_1-C-OH \\   \\ R \\ \swarrow \\ \text{ذرة كربون ثالثة} \end{array}$
غول أولي	غول ثانوي	غول ثالثي

**تسمية الأغوال:** رقم/فرع/سلسلة كربونية ترقم من الطرف الأقرب إلى OH / موقع الزمرة (إذا كان عدد C من 3 فما فوق) ثم اللاحقة ول  
اكتب صيغة أو سم وفق الاتحاد الدولي ثم اكتب الصيغة الهيكلية ثم صنف (أولي - ثانوي - ثالثي)

$\begin{array}{c} OH \\   \\ CH_3-CH-CH_2-CH_2-CH_3 \end{array}$	$\begin{array}{c} OH \\   \\ CH_3-CH-CH-CH_2-CH_3 \\   \\ CH_3 \end{array}$	$\begin{array}{c} CH_3-CH_2-CH-CH_3 \\   \\ OH \end{array}$	$CH_3-CH_2-OH$
$CH_3-CHOH-CH_2-CH_3$	بروبان - 2-ول	ميتانول	$\begin{array}{c} OH \\   \\ CH_3-CH-CH-CH-CH_3 \\   \quad   \\ CH_3 \quad CH_3 \end{array}$
2-مethyl بوتان - 2-ول	2 - كلورو بروبان - 1-ول	بوتان - 1-ول	2-إيثيل بوتان - 1-ول

الصيغة العامة للألدهيدات  $R-CHO$  أو  $R-\overset{\text{O}}{\parallel}{C}-H$

تسمية الألدهيدات: رقم/فرع /سلسلة كربونية ترقم بدءاً من  $\overset{\text{O}}{\parallel}{C}-H$  الزمرة الألدهيدية / اللاحقة ال



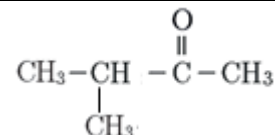
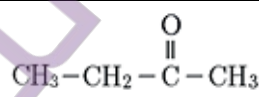
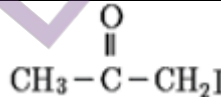
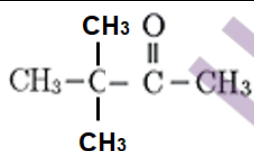
2-برومو-3-متيل-البوتانال

3,2-ثنائي متيل بنتانال

2-إيتيل بوتانال

بروبانال

الصيغة العامة للكيتونات  $R_1-CO-R_2$  أو  $R_1-\overset{\text{O}}{\parallel}{C}-R_2$  حيث يعتبر الكيتون متناظر عندما  $R_2 = R_1$   
تسمية الكيتونات: رقم/فرع/سلسلة كربونية ترقم من الطرف الأقرب إلى الزمرة /موقع الزمرة (إذا كان عدد C من 4 فما فوق) ثم اللاحقة ون



2,4-ثنائي متيل البنتان-3-ون

1-برومو بروبانون

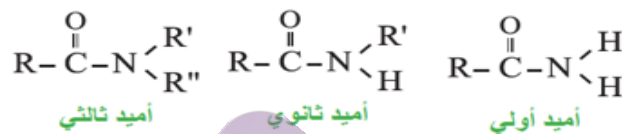
بنتان-2-ون

بروبانون

الصيغة العامة للحمض الكربوكسيلي $\text{RCOOH}$ أو $\text{R}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{OH}$ <b>تسمية الحموض الكربوكسيلية:</b> حمض/رقم/ فرع /سلسلة كربونية ترقم بدءاً من الزمرة / اللاحقة ونيك			
$\text{CH}_3 - \text{CHBr} - \text{CH}_2 - \text{COOH}$	$\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_3 - \text{COOH}$	$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}} - \text{OH}$	$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}} - \text{OH}$
حمض 3 - كلورو البروبانويك	حمض الإيتانويك	حمض 2-متيل بروبانويك	حمض الميتانويك
الصيغة العامة للإسترات $\text{RCOOR}'$ و $\text{R}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{O}-\text{R}'$ <b>تسمية الإسترات:</b> رقم/ فرع /سلسلة كربونية <u>ترقم بدءاً</u> من الزمرة / اللاحقة وات/ ثم نسمي $\text{R}'$			
$\text{CH}_3 - \overset{\text{CH}_3}{\text{CH}} - \overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}} - \text{O} - \text{C}_2\text{H}_5$	$\text{CH}_3 - \overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}} - \text{O} - \text{CH}_3$	$\text{H} - \overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}} - \text{O} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$	$\text{H} - \overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}} - \text{O} - \text{CH}_3$
2,2-ثنائي متيل بروبانوات الإيتيل	بروبانوات الإيتيل	بروبانوات المتيل	إيتانوات الإيتيل

تحتوي الأميدات على الزمرة الأميدية .  $\text{-C(=O)-N<}$  الصيغة العامة للأميدات  $\text{R-CO-NH}_2$  أو  $\text{R-C(=O)-NH}_2$

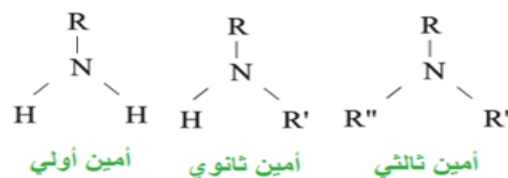
**تسمية الأميدات:** رقم/فرع /سلسلة كربونية ترقم بدءاً من الزمرة  $\text{-C(=O)-N<}$  /اللاحقة أميد  
**تصنيف الأميدات:**



$\text{CH}_3-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{N}(\text{CH}_3)-\text{C}_2\text{H}_5$	$\text{CH}_3-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{N}(\text{CH}_3)_2$	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{NH}-\text{CH}_3$	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{NH}_2$
N، 2-ثنائي متيل بروبان اميد	N-إيتيل أيتان أميد	N-متيل أيتان أميد	أيتان أميد

الصيغة العامة للأمينات الأولية  $\text{R-NH}_2$ . الرابطة التي تميز الأمينات C-N.  
**تسمية الأمينات:** رقم/فرع /سلسلة كربونية ترقم من الطرف الأقرب إلى N /موقع الزمرة (إذا كان عدد C من 3 فما فوق) ثم اللاحقة أمين

**تصنيف الأمينات:**



$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\overset{\text{CH}_3}{\text{N}}-\text{CH}_3$	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\overset{\text{CH}_3}{\text{N}}-\text{C}_2\text{H}_5$	$\text{CH}_3-\overset{\text{NH}_2}{\text{CH}}-\text{CH}_3$	$\text{CH}_3-\text{NH}_2$
---	--	--	---------------------------

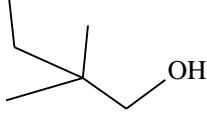
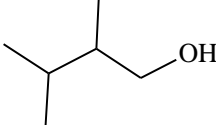
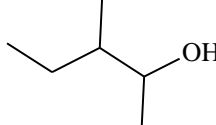
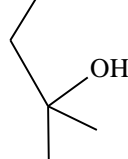
أيتان أمين	-N متيل أيتان أمين	-N إيتيل أيتان أمين	بروبان-1-أمين

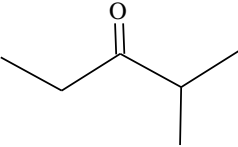
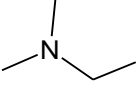
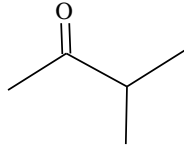
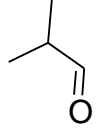
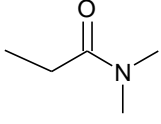
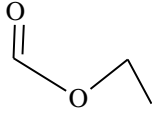
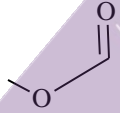
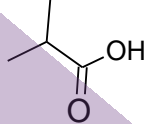
### تطبيق 1

1- سم المركبات الأتية وفق قواعد IUPAC ثم اكتب صيغة هيكلية

$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\   \\ \text{CH}_2 - \text{C} - \text{CH}_2 - \text{OH} \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\   \\ \text{CH}_3 - \text{C} - \text{CH}_2 - \text{OH} \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 - \text{CH}_2 \\   \\ \text{C} - \text{OH} \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\   \\ \text{C} - \text{OH} \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$
$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\   \\ \text{CH}_3 - \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{C}(=\text{O}) - \text{O} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3 \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\   \\ \text{C} - \text{CH} \\   \quad    \\ \text{CH}_3 \quad \text{O} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH} - \text{C}(=\text{O}) - \text{OH} \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{CH} - \text{C}(=\text{O}) - \text{OH} \\   \quad   \\ \text{CH}_3 \quad \text{CH}_3 \end{array}$
$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\   \\ \text{CH}_3 - \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{C}(=\text{O}) - \text{CH}_3 \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{O} \\    \\ \text{CH}_3 - \text{CH} - \text{C} - \text{O} - \text{CH}_3 \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{O} \\    \\ \text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{C} - \text{NH} - \text{CH}_3 \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{CH}_2 \\   \\ \text{CH}_3 - \text{C} - \text{NH} - \text{CH}_3 \\   \\ \text{CH}_2 \end{array}$

2- اكتب الصيغة نصف المنشورة ثم سم المركبات الأتية وفق قواعد IUPAC

			
---	---	--	---

3-اكتب صيغة نصف منشورة ثم هيكلية

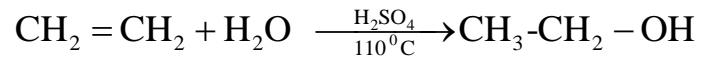
حمض-2-هدروكسي بروبانويك	2-متيل بوتان-2-ول	3-متيل بوتان-2-ون	2-متيل إيتانال
N-متيل بروبان-1-أمين	2-إيثيل بوتانوات المتيل	بروبانال	N-إيثيل بروبان أميد

### معادلات العضوية

تفاعل الضم تقوم به المركبات التي تحوي رابطة ثنائية (=) حيث يحدث الضم على الرابطة الأضعف π

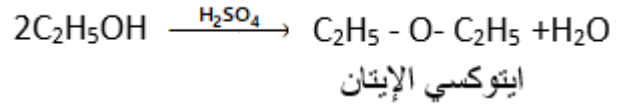
قاعدة ماركوفنيكوف : عند الإضافة (الضم) لألكن ، فإنّ الجزء الموجب (H) يُضاف إلى ذرّة الكربون المتّصلة بأعلى عددٍ من ذرّات الهيدروجين ، بينما يتّجه الجزء السّالب (OH) لذرّة الكربون المتّصلة بأقلّ عددٍ من ذرّات الهيدروجين)).

1-اكتب معادلة ضم الماء إلى الإينين وسم المركب الناتج وسم الوسيط المستخدم

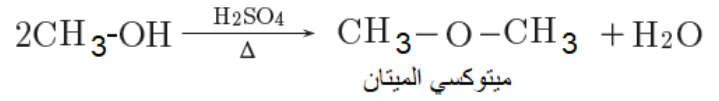


2-اكتب المعادلة الكيميائية المعبّرة عن تفاعل ضمّ الماء إلى البروين-1 بوجود حمض الكبريت كوسيط ، ثمّ سمّ المركّب الناتج .

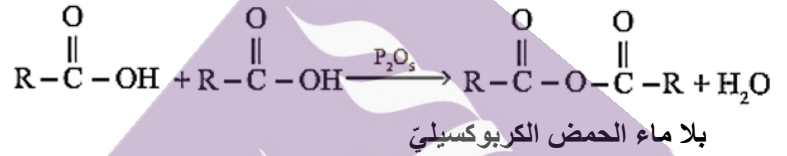




5-اكتب معادلة البلمهة ما بين الجزيئية للميتانول، وسمِّ المركَّب الناتج وسم الوسيط.

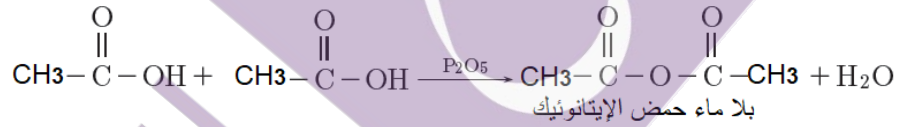


6-اكتب معادلة البلمهة ما بين جزيئية للحمض الكربوكسيلي ثم اكتب اسم الوسيط المُستخدَم، وسمِّ المركَّب العضوي الناتج.



اسم الوسيط خماسي أكسيد الفوسفور

7-اكتب معادلة تفاعل البلمهة ما بين جزيئية لحمض الإيتانويك ثم اكتب صيغة الوسيط المُستخدَم، وسمِّ المركَّب العضوي الناتج.

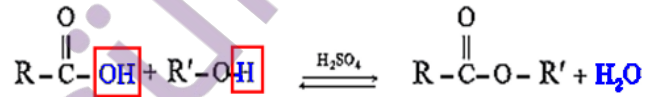


**الاسترة: يسمى تفاعل الحمض الكربوكسيلي مع الغول تفاعل الاسترة، يحدث على الرابطة C-O في الحمض وعلى الرابطة**

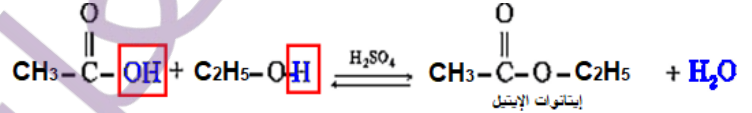


**O-H في الغول**

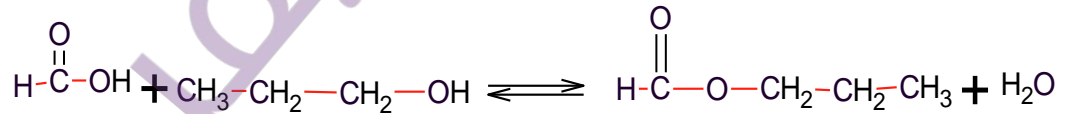
1-تفاعل الأغوال مع الحموض الكربوكسيلية في وسط حمضي، اكتب المعادلة. وسم الوسيط.



2-اكتب معادلة تفاعل حمض الخل مع الإيتانول، وسمِّ المركَّب العضوي الناتج.

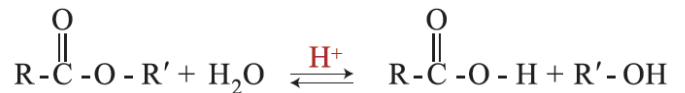


3- اكتب معادلة تفاعل حمض الميتانويك مع البروبان-1-ول، وسمِّ المركب العضوي الناتج.

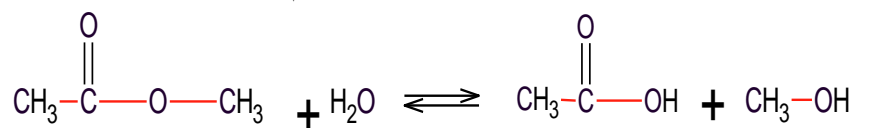


ميتانوات نظامي البروبيل

4-اكتب تفاعل حلمهة الإستر بوجود حمض لا عضوي كحفاز.



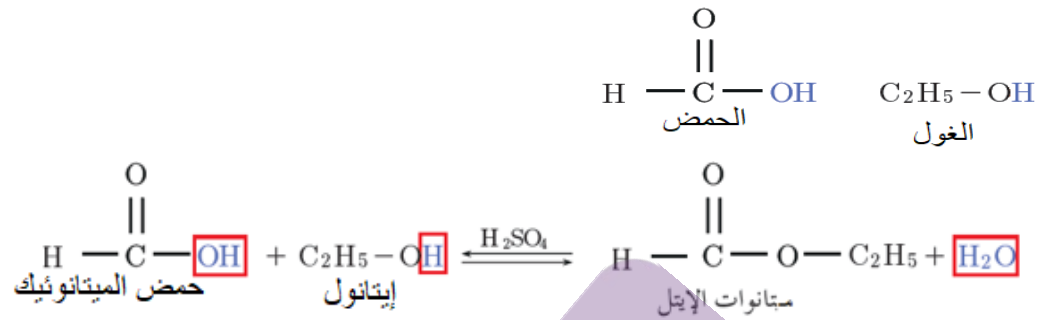
5- اكتب معادلة تفاعل حلمهة إيتانوات الميثيل، وسمِّ المركبات العضوية الناتجة.



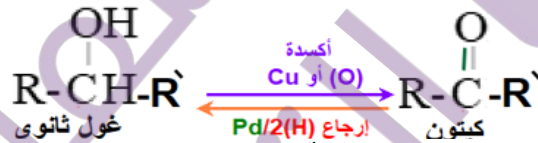
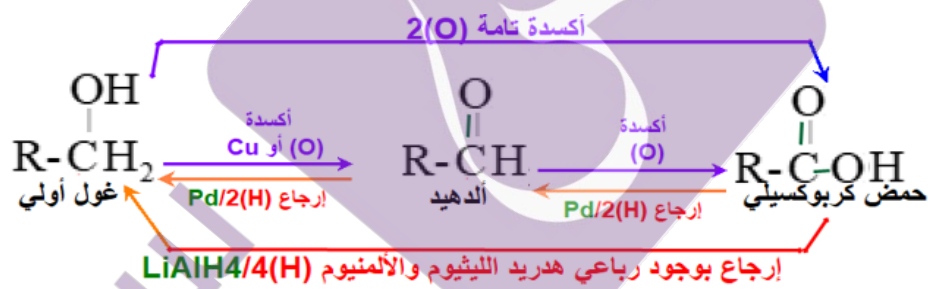
حمض الإيتانويك

ميتانول

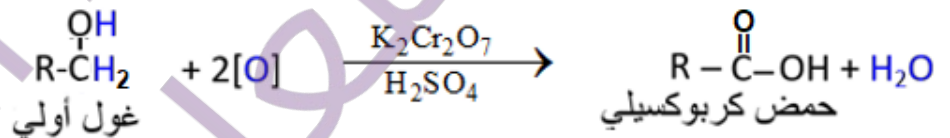
6- يتفاعل حمض كربوكسيليّ وحيد الوظيفة مع غول أولي لإعطاء ميتانوات الإثيل. حدّد صيغة كلٍّ من الحمض والغول المتفاعلين، واكتب المعادلة الكيميائية المعبرة عن التفاعل الحاصل.



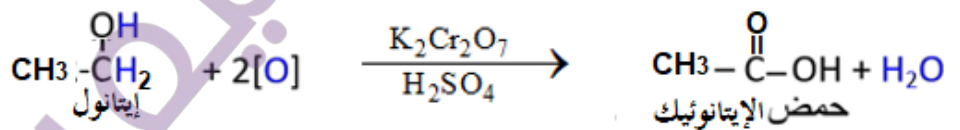
**الأكسدة والإرجاع:** أكسدة الغول حذف ذرتين هروجين منه الموجودة في OH والهروجين الأقرب للـOH والنحاس المسخن يحذف ذرتين هروجين عكس البلاديوم Pd الذي يضيف ذرتين هروجين بينما  $\text{LiAlH}_4$  يضيف 4 ذرات H. حيث تتأكسد الأغوال الأولى والثانوية، ولا تتأكسد الأغوال الثالثية في الشّروط ذاتها.



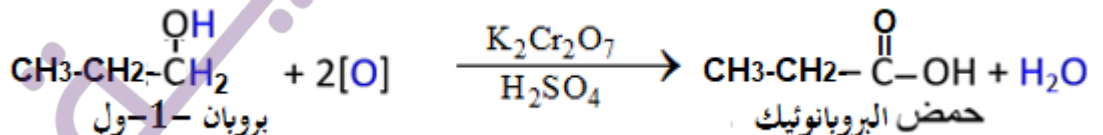
1 - تتأكسد الأغوال الأولى بوجود عوامل مؤكسدة قوية أكسدة تامة في وسط حمضي اكتب المعادلة.



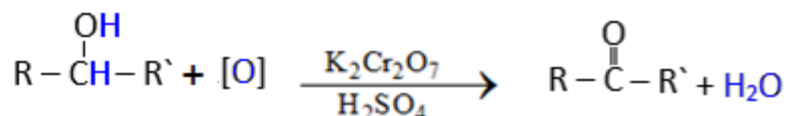
2- اكتب معادلة تفاعل الأكسدة التامة للإيتانول في شروط مناسبة، وسمّ المركب العضوي الناتج.



3- اكتب المعادلة المعبرة عن تفاعل الأكسدة التامة للبروبان-1-ول.

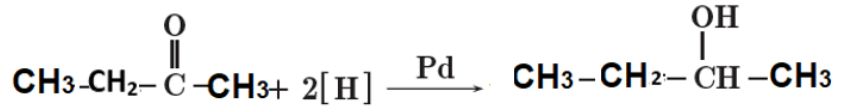


4- تتأكسد الأغوال الثانوية بوجود عوامل مؤكسدة، اكتب المعادلة.



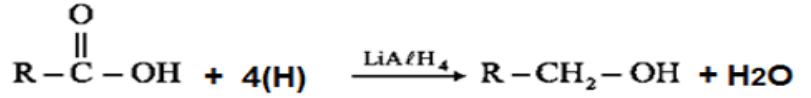
5- اكتب تفاعل أكسدة البروبان-2-ول وسمّ المركب العضوي الناتج.



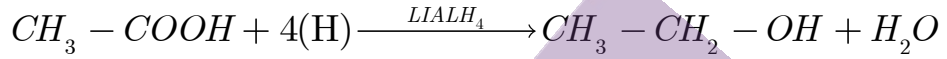


-2

15- إرجاع الحمض الكربوكسيلي بوجود رباعي هيدريد الليثيوم والألمنيوم .



16- إرجاع حمض الإيتانويك بوجود رباعي هيدريد الليثيوم والألمنيوم .



الايثانول

17- يتأكسد البروبانال في شروط مناسبة، اكتب معادلة التفاعل الحاصل، وسمِّ المركب الناتج.



المعدن يزيح ذرة هيدروجين ويحل محلها.

1- اكتب معادلة تفاعل الإيثانول مع الصوديوم، وسمِّ المركب العضوي الناتج ثم حدِّد طبيعة الوسط مفسراً اجابتك.



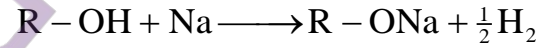
- يدل ظهور اللون البنفسجي على تشكُّل إيتوكسيد الصوديوم ذي الصِّفة الأساسية.

2- اكتب معادلة تفاعل الإيثانول مع البوتاسيوم وسمِّ المركب العضوي الناتج.



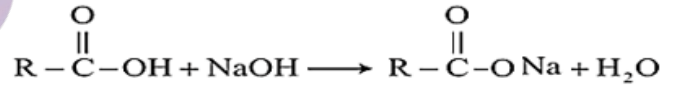
إيتوكسيد البوتاسيوم

3- اكتب معادلة تفاعل الغول مع الصوديوم.

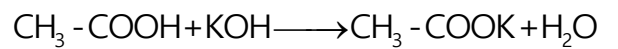


الكوكسيد الصوديوم

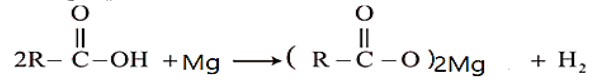
4- اكتب تفاعل الحمض الكربوكسيلي مع هيدروكسيد الصوديوم.



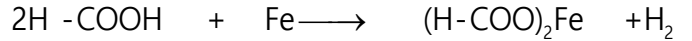
5- اكتب معادلة تفاعل حمض الخل مع هيدروكسيد البوتاسيوم وسمِّ النواتج



6- اكتب معادلة تفاعل الحمض الكربوكسيلي مع المغنزيوم

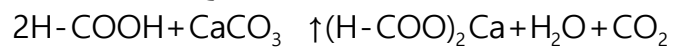


7- اكتب معادلة تفاعل حمض الميتانويك مع الحديد وسمِّ النواتج.

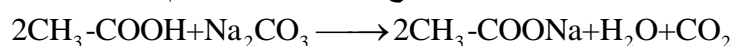


غاز الهيدروجين - ميتانات الحديد II

8- اكتب معادلة تفاعل حمض الميتانويك مع كربونات الكالسيوم.

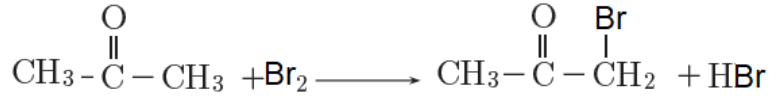


9- يتفاعل حمض الإيتانويك مع كربونات الصوديوم اكتب المعادلة.



إذا تفاعل مركب يحوي X مع مركب يحوي H ينتج HX

1. أكتب معادلة تفاعل البروم مع الأسيتون (البروبانون) وسمِّ المركَّب العضويَّ الناتج.



1-برومو بروبانون

2. أكتب معادلة تفاعل اليود مع الأسيتون (البروبانون) وسمِّ المركَّب العضويَّ الناتج.



1-يودو بروبانون

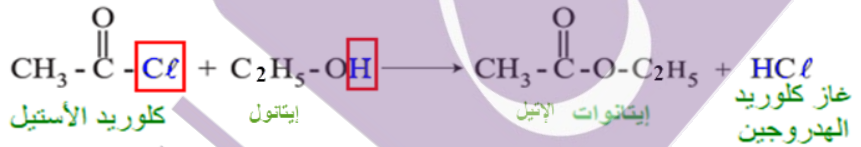
3. اكتب معادلة تفاعل هاليد الألكيل مع النشادر في شروط مناسبة



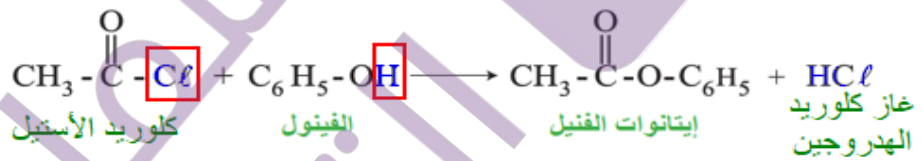
4. أكتب معادلة تفاعل يودو الإيثان مع النشادر



5. اكتب معادلة تفاعل كلور الأسيتيل مع الإيثانول ، وسمِّ المركب العضوي الناتج.

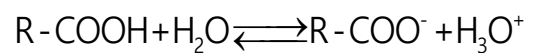


6. اكتب معادلة تفاعل كلور الأسيتيل (كلور حمض الاستيك) مع الفينول ، وسمِّ المركَّب العضويَّ الناتج.

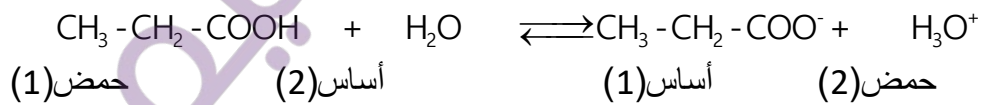


تأين الحموض والاسس العضوية الضعيف مثل الحموض الكربوكسيلية (حموض ضعيفة) والأمينات (أسس ضعيفة) في الماء وتحديد الأزواج المترافقة وفق برونشتد-لوري

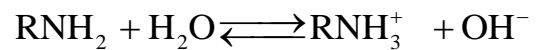
1. أكتب معادلة تأين الحمض الكربوكسيلي في الماء



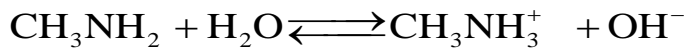
2. أكتب معادلة تأين حمض البروبانويك



3. أكتب معادلة تأين الأمين الأولي.

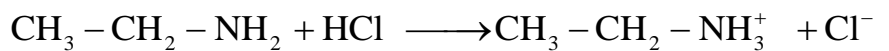


4. اكتب معادلة تأين ميثان أمين.

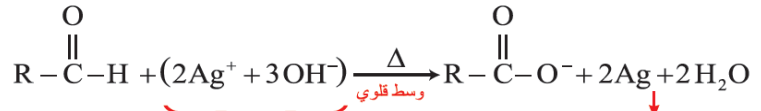


أساس (2)      حمض (1)      حمض (1)      أساس (2)

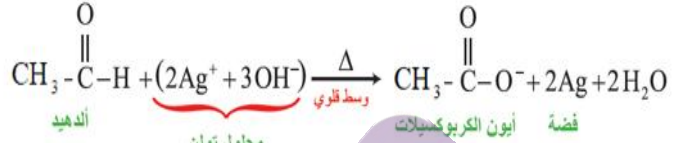
5. اكتب معادلة تفاعل إيثان أمين مع حمض كلور الماء.



✦ اكتب معادلة تفاعل كل من الألدهيدات مع كاشف تولن.



ألدهيد      محلول تولن لا لون له      وسط قلوي      أيون الكربوكسيلات      فضة



ألدهيد      محلول تولن لا لون له      وسط قلوي      أيون الكربوكسيلات      فضة



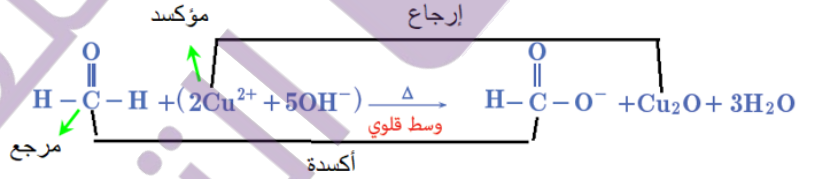
✦ اكتب معادلة تفاعل كل من الألدهيدات مع كاشف فهلنغ.



ألدهيد      المحلول الأزرق (محلول فهلنغ)      وسط قلوي      أيون الكربوكسيلات      أكسيد النحاس I راسب أحمر أجري



ألدهيد      المحلول الأزرق (محلول فهلنغ)      وسط قلوي      أيون الكربوكسيلات      أكسيد النحاس I راسب أحمر أجري

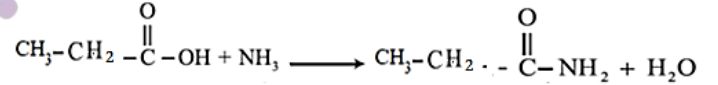


✦ إذا تفاعل مركب يحوي C=O مع مركب يحوي N ينتج أميد

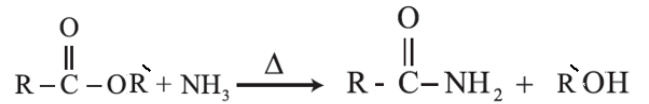
1- اكتب معادلة تفاعل الحمض الكربوكسيلي مع النشادر بالتسخين.



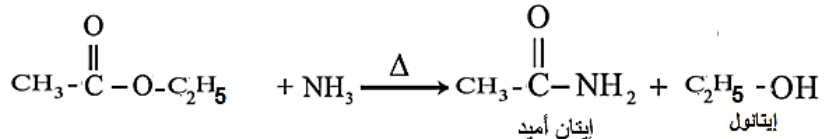
2- اكتب معادلة تفاعل حمض البيروبانوئيك مع النشادر بالتسخين



3- اكتب معادلة تفاعل الإستر مع النشادر بالتسخين:



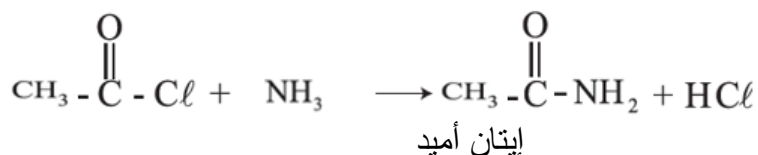
4- اكتب معادلة تفاعل إيتانوات الإيثيل مع النشادر بالتسخين وسمّ النواتج.



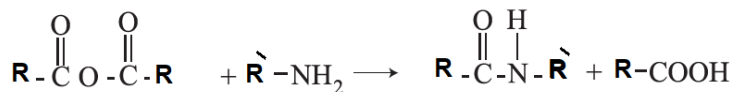
5- اكتب معادلة تفاعل كلور الحمض الكربوكسيلي مع الأمين الأولي.



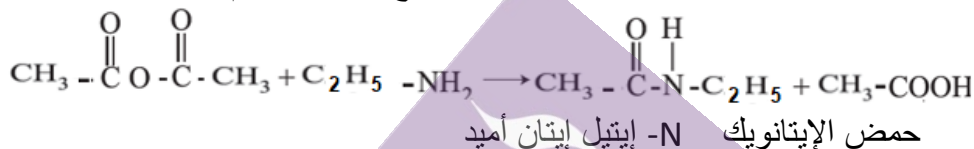
6- اكتب معادلة تفاعل كلور الأستيل مع النشادر وسمّ المركب العضوي الناتج.



7-اكتب معادلة تفاعل بلا ماء الحمض الكربوكسيلي مع الأمين.



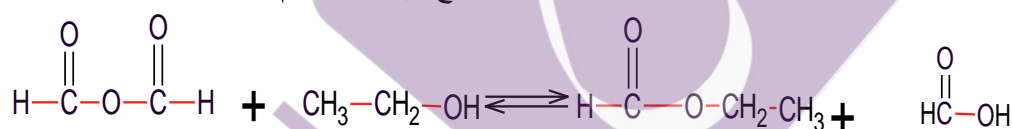
8-اكتب معادلة تفاعل بلا ماء حمض الإيتانويك مع إيتيل أمين وسمّ المركبات العضوية الناتجة.



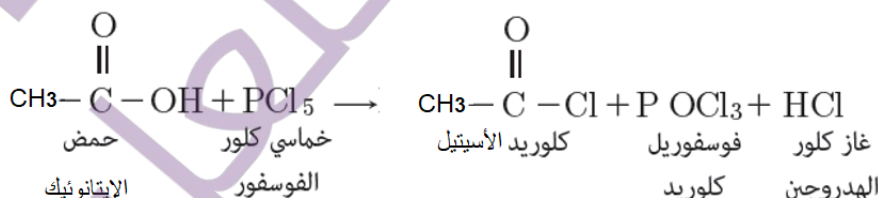
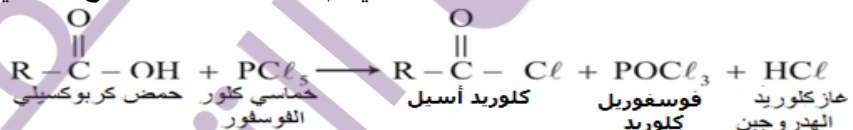
9-اكتب معادلة تفاعل بلا ماء الحمض الكربوكسيلي مع الغول.



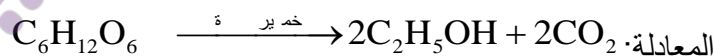
10-اكتب معادلة تفاعل بلا ماء حمض الميتانويك مع الإيتانول وسمّ المركبات العضوية الناتجة.



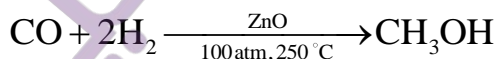
11-اكتب معادلة تفاعل الحمض الكربوكسيلي ثم حمض الإيتانويك مع خماسي كلور الفوسفور.



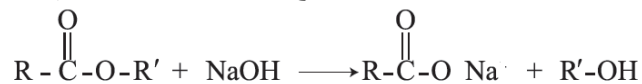
12-يتحوّل السكر  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$  بعملية التخمر الغولي عند الدرجة  $37^\circ\text{C}$  تقريباً بوجود خميرة البيرة إلى إيتانول اكتب



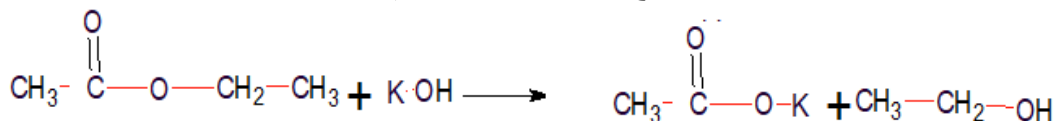
13-يُحضّر الميتانول من تفاعل أحادي أكسيد الكربون مع الهيدروجين وفق المعادلة الآتية:



14-اكتب معادلة تفاعل الإستر مع هيدروكسيد الصوديوم.



15-اكتب معادلة تفاعل إيتانوات الإيتيل مع هيدروكسيد البوتاسيوم.



16-اكتب المعادلة المعبرة عن إرجاع الإستر بوجود رباعي هيدريد الليثيوم والألمنيوم.



17- اكتب المعادلة المعبرة عن تفاعل إرجاع ميثانوات الإيتيل بوجود رباعي هيدريد الليثيوم والألمنيوم ، وسمِّ المركبات العضوية الناتجة.

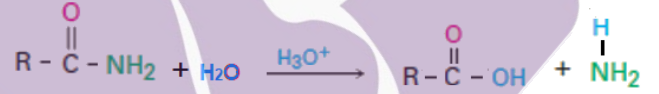


إيتانول ميثانول

18- تُرجع الأميدات إلى أمينات بوجود رباعي هيدريد الليثيوم والألمنيوم اكتب المعادلة:



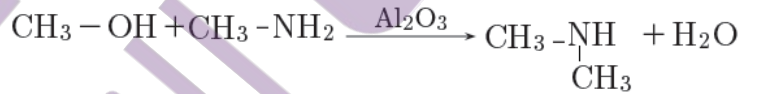
19- اكتب معادلة حلمهة الأميد في وسط حمضي



20- اكتب معادلة تفاعل الميثانول مع النشادر بشروط مناسبة وبوجود أكسيد الألمنيوم كوسيط.

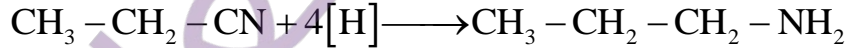


21- اكتب معادلة تفاعل ميثان أمين مع الميثانول بشروط مناسبة وبوجود أكسيد الألمنيوم كوسيط ثم صنف الأمين الناتج



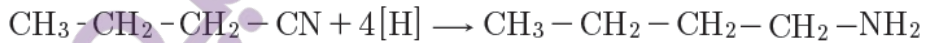
أمين ثانوي

22- اكتب معادلة تفاعل إرجاع نتريل البروبان بوجود الهيدروجين على سطح حفاز من النيكل وسمِّ المركب العضوي الناتج.



بروبان-1-أمين

23- اكتب معادلة تفاعل إرجاع نتريل بوتان بالهيدروجين على سطح حفاز من النيكل وسمِّ المركب العضوي الناتج.



اعط تفسيراً لكل مما يلي :

الخواص الفيزيائية درجة الغليان والانحلال في الماء تتأثر بعاملين هما :

1- الروابط الهيدروجينية حيث شرط تشكلها أن يرتبط الهيدروجين مع ذرة شديدة الكهرسلبية مثل N أو O وترفع درجة الغليان وتزيد الانحلال في الماء

2- الروابط القطبية: شرط تشكلها أن ترتبط ذرة مع ذرة شديدة الكهرسلبية مثل N أو O

ملاحظة: بازياد الكتلة الجزيئية يقل الانحلال (التمازج) في الماء بسبب نقصان تأثير الجزء (الزمرة) القطبي عند زيادة تأثير الجزء الغير قطبي R وبزيادة الكتلة الجزيئية تزداد درجة الغليان

1- تشكل ..... روابط هيدروجينية بين جزيئاتها بسبب احتوائها على ذرة هيدروجين مرتبطة بذرة شديدة الكهرسلبية

2- لا تشكل ..... روابط هيدروجينية بين جزيئاتها بسبب عدم احتوائها على ذرة هيدروجين مرتبطة بذرة شديدة الكهرسلبية

3- مزوجية الإيتانول في الماء بالنسب كافةً: بسبب تشكُّل الروابط الهيدروجينية بين جزيئات الإيتانول وجزيئات الماء.

4- تناقص مزوجية الأغوال في الماء بازياد كتلتها الجزيئية: بسبب نقصان تأثير الجزء القطبي OH، عند زيادة تأثير الجزء غير القطبي R .

- 5- درجة غليان الأغوال مرتفعة نسبياً مقارنة مع الألكانات الموافقة لها بعدد ذرات الكربون: بسبب قدرة الأغوال على تشكيل روابط هيدروجينية بين جزيئاتها، بينما لا تتشكل روابط هيدروجينية بين جزيئات الألكانات.
- 6- تتفاعل الأغوال مع المعادن النشيطة: لأن المعادن النشيطة تستطيع إزاحة الهيدروجين في الرابطة O-H .
- 7- الهكسان- 1 - ول أقل مزوجية في الماء من الإيتانول. بسبب نقصان تأثير الجزء القطبي OH، عند زيادة تأثير الجزء غير القطبي R في الهكسان-1-ول.
- 8- عند تفاعل الإيتانول مع الصوديوم يتحول لون الفينول الفثالئين إلى البنفسجي: بسبب تشكّل إيتوكسيد الصوديوم ذي الصفة الأساسية.
- 9- درجة غليان الأغوال أعلى من درجة غليان الألدهيدات والكتونات الموافقة لها، لأن جزيئات الأغوال تتشكل روابط هيدروجينية بين جزيئاتها بينما لا تتشكل الألدهيدات و الكيتونات روابط هيدروجينية.
- 10- درجة غليان الألدهيدات والكتونات أعلى من درجة غليان الألكانات الموافقة، لأن قطبية روابط الألدهيدات والكتونات أعلى من قطبية روابط الألكانات.
- 11- درجة غليان للألدهيدات والكتونات أعلى من الإيترات الموافقة لأن قطبية الرابطة في  $C=O$  الألدهيدات والكتونات أقوى من قطبية الرابطة C-O-C في الإيترات.
- 12- تتمازج الألدهيدات والكتونات ذات الكتل الجزيئية المنخفضة في الماء بسبب الصفة القطبية لزمرة الكربونيل.
- 13- تقلّ مزوجية الألدهيدات و الكيتونات تدريجياً مع ازدياد كتلتها الجزيئية بسبب نقصان تأثير الجزء القطبي عند زيادة تأثير الجزء الغير قطبي R .
- 14- تتأكسد الألدهيدات بسهولة إلى حموض كربوكسيلية بسبب وجود ذرة هيدروجين مرتبطة بذرة الكربون الزمرة الكربونيلية.
- 15- تقاوم الكيتونات الأكسدة بسبب عدم وجود ذرة هيدروجين مرتبطة بذرة الكربون الزمرة الكربونيلية.
- 16- فسّر تمازج الحموض الكربوكسيلية التي تحوي 1-4 ذرات كربون في الماء بكافة النسب بسبب تشكّل الروابط الهيدروجينية بين جزيئات الحموض الكربوكسيلية وجزيئات الماء.
- 17- فسّر تناقص تمازج الحموض الكربوكسيلية في الماء بازدياد كتلتها الجزيئية: بسبب نقصان تأثير الجزء القطبي COOH- عند زيادة تأثير الجزء غير القطبي R .
- 18- فسّر درجة غليان الحموض الكربوكسيلية مرتفعة مقارنة مع المركبات العضوية الموافقة: بسبب تفوق الصفة القطبية للحموض الكربوكسيلية حيث أنّ زمرة الكربوكسيل تتكون من زميرتين قطبيتين هما الهيدروكسيل والكربونيل بالإضافة إلى تشكيل رابطتين هيدروجينيتين بين كلّ جزئين من الحمض الكربوكسيلي.
- 19- الصفة الحمضية للحموض الكربوكسيلية: بسبب قطبية الرابطة C=O التي تزيد من قطبية الرابطة O-H مما يؤدي بسهولة تحرر بروتون  $H^+$  في المحلول المائي.
- 20- تفوق الصفة القطبية للحموض الكربوكسيلية مقارنة مع باقي المواد العضوية الموافقة.
- الزمرة الوظيفية المميزة للحموض الكربوكسيلية تحتوي على زميرتين قطبيتين هما زمرة الهيدروكسيد OH- و زمرة الكربونيل C=O
- 21- درجة غليان الحموض الكربوكسيلية أعلى من درجة غليان الألدهيدات الموافقة. بسبب الرابطتين الهيدروجينية اللتين تتكونان بين كل جزئين من الحمض الكربوكسيلية. بينما الألدهيدات لا تشكل روابط هيدروجينية .
- 22- درجة غليان الإسترات أقلّ من درجات غليان الحموض الكربوكسيلية الموافقة، ويعود ذلك إلى تشكّل روابط هيدروجينية بين جزيئات الحموض الكربوكسيلية وعدم تشكّلها بين جزيئات الإسترات.
- 23- عدم قدرة الإسترات على تشكيل روابط هيدروجينية بين جزيئاتها لعدم وجود ذرة هيدروجين مرتبطة بذرة ذات شديدة الكهرسلبية.
- 24- سبب عدم تشكّل روابط هيدروجينية بين جزيئات الأميدات الثالثية. بسبب عدم وجود ذرة هيدروجين مرتبطة بذرة شديدة الكهرسلبية
- 25- درجة غليان الأمينات الأولية والثانوية أعلى من درجة غليان الألكانات الموافقة: الأمينات الأولية والثانوية تشكل روابط هيدروجينية بين جزيئاتها بينما لا تشكل الألكانات روابط هيدروجينية بين جزيئاتها.
- 26- الصفة الأساسية للأمينات لأنها قادرة على منح زوج إلكتروني (نظرية لويس) أو لأنها قادرة استقبال بروتون (نظرية برونشتد لوري)
- 27- درجات غليان الأمينات الأولية والثانوية أعلى من درجة غليان الألكانات الموافقة.
- الأمينات الأولية والثانوية تشكل روابط هيدروجينية بين جزيئاتها بينما لا تشكل الألكانات روابط هيدروجينية بين جزيئاتها.
- 28- مزوجية ميثان أمين شديدة في الماء بسبب تشكيل روابط هيدروجينية بين جزيئاته وبين جزيئات الماء.



الحل: كل 100 g من الكيتون تحوي 18.6 أكسجين  
كل Mg من الكيتون تحوي 16g أكسجين

$$M = \frac{16 \times 100}{18.6} = 86 \text{ g mol}^{-1}$$

$$R - \text{CO} - R = 86 \text{ g mol}^{-1} \Rightarrow 2R + 12 + 16 = 86 \Rightarrow 2R + 28 = 86$$

$$R = \frac{86 - 28}{2} = 29 \Rightarrow \text{C}_n\text{H}_{2n+1} = 29 \Rightarrow 12n + 2n + 1 = 29$$

$$\Rightarrow n = 2 \Rightarrow R = \text{CH}_3 - \text{CH}_2 -$$



بنتان -3- ون

**المسألة 5:** يمرر بخار غول أولي على مسحوق النحاس المسخن إلى الدرجة  $300^\circ\text{C}$ ، فيتشكّل 2.2 g من ألدهيد، ثم يعامل هذا الأدهيد مع كمية كافية من محلول تولن، فيتشكّل راسب كتلته 10.8 g المطلوب: 1- اكتب المعادلتين المعبرتين عن التفاعلين الحاصلين. 2- احسب الكتلة المولية لكل من الأدهيد والغول. 3- استنتج الصيغة النصف منشورة لكل من الأدهيد والغول، واكتب اسم كل منهما. (C:12, O:16, H:1, Ag:108)



$$M \text{ g} \quad \quad \quad 216 \text{ g}$$

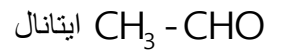
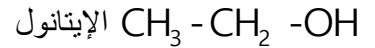
$$2.2 \text{ g} \quad \quad \quad 10.8 \text{ g}$$

$$M = \frac{216 \times 2.2}{10.8} = 44 \text{ g mol}^{-1} \quad (2)$$

$$M' = M + 2 = 44 + 2 = 46 \text{ g mol}^{-1}$$

$$R\text{CHO} = 44 \Rightarrow R = 15 \quad (3)$$

$$\text{C}_n\text{H}_{2n+1} = 15 \Rightarrow 12n + 2n + 1 = 15 \Rightarrow n = 1 \Rightarrow R = \text{CH}_3$$



**المسألة 6:** حمض كربوكسيليّ يحوي 69.56% من كتلته أكسجين. المطلوب: (C:12, H:1, O:16)

1- احسب الكتلة الجزيئية المولية للحمض. 2- اكتب الصيغة النصف منشورة للحمض، وسمّه.

كل 100g حمض كربوكسيليّ تحوي 69.56g أكسجين

كل M حمض كربوكسيليّ تحوي 32g أكسجين

$$M = \frac{100 \times 32}{69.56} \Rightarrow M = 46 \text{ g mol}^{-1}$$

$$R - \text{COOH} \Rightarrow R + 12 + 16 + 16 + 1 = 46$$

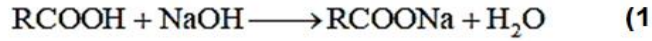
$$R = 1 \Rightarrow R = \text{H} \Rightarrow \text{H} - \text{COOH}$$

حمض الميثانويك

**المسألة 7:** يتفاعل حمض كربوكسيليّ نظاميّ وحيد الوظيفة R-COOH مع هيدروكسيد الصوديوم ويعطي ملحاً كتلته  $\frac{5}{4}$  من كتلة

الحمض. المطلوب: 1) اكتب المعادلة الكيميائية المعبرة عن التفاعل الحاصل. 2) احسب الكتلة المولية للحمض.

3) استنتج صيغة الحمض نصف المنشورة، وسمّه. (C:12, H:1, Na:23, O:16)



$$M \text{ g} \quad (M + 22)\text{g}$$

$$X\text{g} \quad \frac{5}{4}X \text{ g}$$

$$M \frac{5}{4} X = X(M + 22) \quad (2)$$

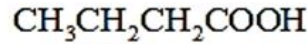
$$5M = 4M + 88 \Rightarrow M = 88\text{g.mol}^{-1}$$

$$\text{RCOOH} = 88 \Rightarrow R + 45 = 88 \quad (3)$$

$$R = 43\text{g.mol}^{-1}$$

$$\text{C}_n\text{H}_{2n+1} = 43 \Rightarrow 12n + 2n + 1 = 43$$

$$\Rightarrow 14n = 42 \Rightarrow n = 3 \Rightarrow R = \text{C}_3\text{H}_7 -$$

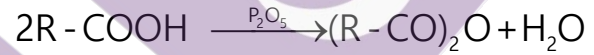


حمض بوتانويك

**المسألة 8:** ينتج عن تفاعل البلمهة ما بين الجزيئية لحمض كربوكسيلي وحيد الوظيفة R-COOH مركب عضوي كتلته المولية تساوي  $102\text{g.mol}^{-1}$  ، المطلوب: 1- اكتب المعادلة المعبرة عن تفاعل البلمهة ما بين جزيئية الحمض.

2- احسب الكتلة المولية للحمض الكربوكسيلي. 3- استنتج صيغة الحمض الكربوكسيلي وسمه.

4- استنتج صيغة المركب العضوي الناتج وسمه. (C : 12 , H : 1 , O : 16)



$$(\text{R} - \text{CO})_2\text{O} = 102$$

$$(\text{R} + 28) \times 2 + 16 = 102$$

$$2\text{R} + 56 + 16 = 102$$

$$2\text{R} = 102 - 72 = 30$$

$$\text{R} = 15\text{g}$$

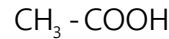
$$M = 15 + 45 = 60\text{g.mol}^{-1}$$

$$\text{R} - \text{COOH} = 60$$

$$\text{R} + 45 = 60 \Rightarrow \text{R} = 15 \Rightarrow \text{C}_n\text{H}_{2n+1} = 15$$

$$12n + 2n + 1 = 15 \Rightarrow 14n = 14$$

$$n = 1 \Rightarrow \text{R} = \text{CH}_3 -$$



حمض الإيتانويك

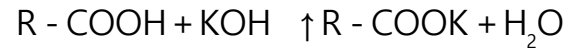
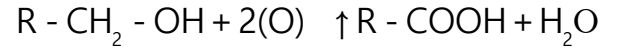
بلا ماء حمض الإيتانويك  $(\text{CH}_3 - \text{CO})_2\text{O}$

**المسألة 9:** غول أولي مشبع وحيد الوظيفة R-CH<sub>2</sub>-OH يؤكسد أكسدة تامة، ثم يعامل ناتج الأكسدة مع هيدروكسيد

البوتاسيوم فينتج ملحاً كتلته  $\frac{56}{37}$  من كتلة ناتج الأكسدة، المطلوب:

1- اكتب معادلات التفاعل الحاصلة. 2- استنتج صيغة ناتج الأكسدة وسمه.

3- استنتج صيغة الغول المستعمل وسمه. (C : 12 , H : 1 , K : 39 , O : 16)



$$R + 45$$

$$R + 83$$

$$X$$

$$\frac{56}{37} X$$

$$X(R + 83) = X(R + 45) \frac{56}{37}$$

$$37R + 3071 = 56R + 2520 \Rightarrow 19R = 551 \Rightarrow R = 29$$

$$C_n H_{2n} + 1 = 29 \Rightarrow 12n + 2n + 1 = 29 \Rightarrow n = \frac{28}{14} = 2$$

$$R = (CH_3 - CH_2 -)$$

صيغة ناتج الاكسدة  $CH_3 - CH_2 - COOH$  حمض البروبانويك

صيغة الغول  $CH_3 - CH_2 - CH_2 - OH$  البروبان-1-ول

**المسألة 10:** يتفاعل الإيتانول مع حمض كربوكسيليّ نظاميّ وحيد الوظيفة الكربوكسيليّة فينشكّل مركّب عضويّ كتلته الموليّة 88  $g \cdot mol^{-1}$ ، المطلوب: 1- اكتب معادلة التفاعل الحاصل. 2- أستنتج صيغة الحمض الكربوكسيليّ، وسمّه.

3- استنتج صيغة المركّب العضويّ الناتج، وسمّه. (H:1 C:12 O:16)



$$R + 44 + 29 = 88 \Rightarrow R = 88 - 73 = 15 \Rightarrow R = CH_3 -$$

حمض الإيتانويك  $CH_3 - COOH$

إيتانات الايتيل  $CH_3 - COO - C_2H_5$

**المسألة 11:** أمين ثالثي  نسبة التّروجين فيه 13.86% المطلوب: 1. احسب كتلته الموليّة.

2. استنتج صيغته نصف المنشورة وسمّه علماً أنّ  $R = R' = R''$ . (H:1, C:12, N:14)

1- كل 100 تحتوي 13.86

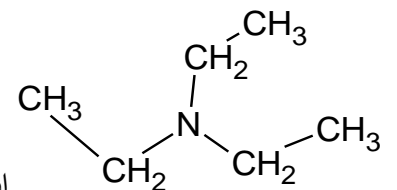
كل M تحتوي 14

$$M = \frac{14 \times 100}{13.86} = 101 g \cdot mol^{-1}$$

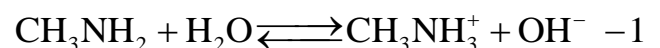
$$3R = 87 \Rightarrow R = 29 \Rightarrow C_n H_{2n+1} = 29 \Rightarrow 14n = 28 \Rightarrow n = 2$$

$$\Rightarrow R = CH_3 - CH_2 -$$

اسم المركب N,N-ثنائي إيتيل إيتان أمين



**المسألة 12:** محلول مائي للميتان أمين تركيزه  $0.5 mol \cdot L^{-1}$  وقيمة  $pH=12$  المطلوب: 1- اكتب معادلة تأيئه ثم حدّد الأزواج المترافقة بحسب برونشند لوري. 2- احسب قيمة درجة تأيئه. 3- احسب قيمة ثابت تأيئه. (H:1, C:12, N:14, O:16)



أساس (2) حمض (1) حمض (2) أساس (1)

$$pH + pOH = 14 \Rightarrow pOH = 2$$

$$[OH^-] = 10^{-pOH} = 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1} \quad -2$$

$$\alpha = \frac{[OH^-]}{C_b} = \frac{10^{-2}}{0.5} = 2 \times 10^{-2}$$

$$[OH^-] = \sqrt{C_b \cdot K_b} \Rightarrow 10^{-2} = \sqrt{0.5 \times K_b} \Rightarrow K_b = 2 \times 10^{-4} \quad -3$$

**المسألة 13:** نأخذ 50mL من محلول الإيثانول ونضيف إليه كمية مناسبة من البوتاسيوم، فينتلق غاز حجمه في الشرطين النظاميين 224mL . المطلوب: 1- اكتب معادلة التفاعل الحاصل.

2- احسب تركيز محلول الإيثانول مقدراً بـ  $\text{mol.L}^{-1}$  ,  $\text{g.L}^{-1}$  .

1- يراد الحصول على 5L من الإيثانول السابق من ضم الماء إلى الإيثين . احسب حجم غاز الإيثين اللازم لذلك في الشرطين

النظاميين . ( k : 39 , C : 12 , O : 16 , H : 1 )



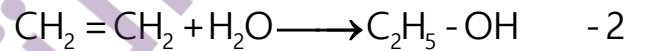
$$1 \text{ mol} \quad \quad \quad 11.2 \text{ L}$$

$$n \text{ mol} \quad \quad \quad 0.224 \text{ L}$$

$$n = \frac{0.224}{11.2} = 0.02 \text{ mol}$$

$$C_{\text{mol.L}^{-1}} = \frac{n}{v} = \frac{0.02}{0.05} = 0.4 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$C_{\text{g.L}^{-1}} = C_{\text{mol.L}^{-1}} \cdot M = 0.4 \times 46 = 18.4 \text{ g.L}^{-1}$$



$$22.4 \text{ L} \quad \quad \quad 1 \text{ mol}$$

$$v \text{ L} \quad \quad \quad 2 \text{ mol}$$

$$n = c \times v = 0.4 \times 5 = 2 \text{ mol}$$

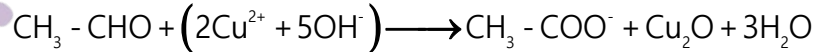
$$v = 22.4 \times 2 = 44.8 \text{ L}$$

**المسألة 14:** نعامل 10 ml ( 10 ) من محلول الإيثانول تركيزه  $0.5 \text{ mol.L}^{-1}$  بكمية كافية من محلول فهلنج فيتكون راسب أحمر أجري

من أكسيد النحاس المطلوب: 1- اكتب معادلة التفاعل واحسب كتلة الراسب.

2. للحصول على 5L من محلول الإيثانول السابق نمرر بخار الإيثانول على مسحوق النحاس المسخن، أكتب معادلة التفاعل ثم

احسب كتلة الإيثانول اللازمة لذلك ( Cu:63.5 C:12 O:16 H:1 )

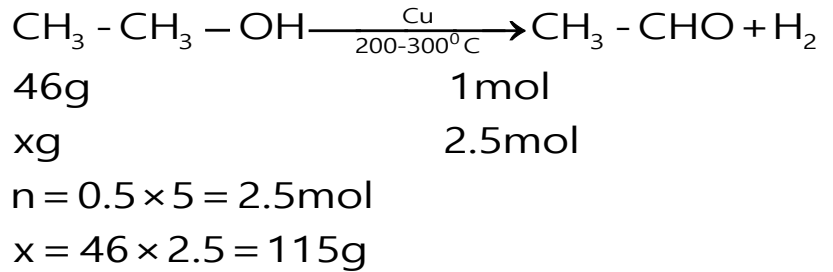


$$1 \text{ mol} \quad \quad \quad 143 \text{ g}$$

$$0.005 \text{ mol} \quad \quad \quad \text{mg}$$

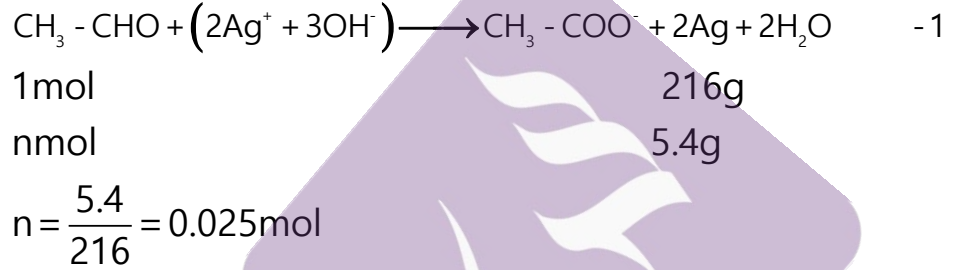
$$n = c \times v = 0.5 \times 0.01 = 0.005 \text{ mol}$$

$$m = \frac{143 \times 0.005}{1} = 0.715 \text{ g}$$

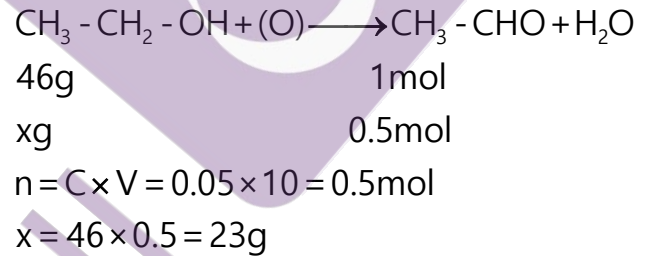


**المسألة 15:** نعامل 0.5ℓ من محلول الإيتانول بكمية كافية من كاشف تولن فيتشكل راسب كتلته 5.4g ، المطلوب:

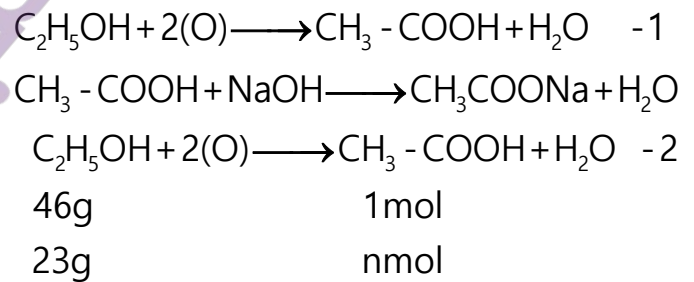
1- أكتب معادلة التفاعل 2- احسب التركيز المولي للإيتانول 3- أحسب كتلة الإيتانول اللازمة للحصول على 10L من محلول الإيتانول السابق. ( Ag : 108 C:12 O:16 H:1 )



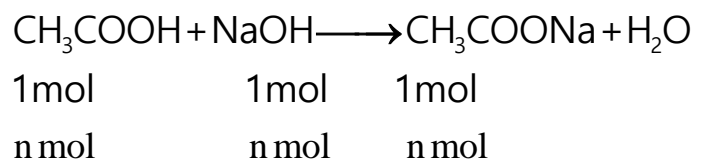
$$C = \frac{n}{v} = \frac{0.025}{0.5} = 0.05 \text{ mol.l}^{-1}$$



**المسألة 16:** يُؤكسد 23g من الإيتانول أكسدة تامة و يكمل الحجم بالماء المقطر إلى 250ml ثم يعاير المحلول الناتج باستعمال هيدروكسيد الصوديوم تركيزه  $1 \text{ mol.l}^{-1}$  ، المطلوب : 1- اكتب جميع معادلات التفاعلات الحاصلة 2- احسب حجم هيدروكسيد الصوديوم اللازم للمعايرة 3- احسب التركيز المولي للملح الناتج في المحلول بعد المعايرة. 4- تؤخذ عينة مماثلة لهيدروكسيد الصوديوم ويضاف إليها تسع أضعافها ماء احسب تركيزها الجديد واحسب الـpH في هذه الحالة لهذا المحلول. (Na:23 C:12 O:16 H:1)



$$n_{(\text{CH}_3 - \text{COOH})} = \frac{23}{46} = 0.5 \text{ mol}$$



$$n_{\text{CH}_3\text{COOH}} = n_{\text{NaOH}}$$

$$0.5 = c_2 \times v_2 \Rightarrow v_2 = \frac{0.5}{1} = 0.5\text{L}$$

$$n_{\text{CH}_3\text{COOH}} = n_{\text{CH}_3\text{COONa}} \Rightarrow n_{\text{CH}_3\text{COONa}} = 0.5\text{mol}$$

$$C = \frac{n}{v_1 + v_2} = \frac{0.5}{0.25 + 0.5} = \frac{0.5}{0.75} = \frac{2}{3} \text{mol.L}^{-1}$$

$$n_1 = n_2 \Rightarrow c_1 \times v_1 = c_2 \times 10v_1$$

$$1 \times v_1 = c_2 \times 10v_1 \Rightarrow c_2 = 0.1 \text{mol.L}^{-1}$$

$$[\text{OH}^-] = C_b = 0.1 \text{mol.L}^{-1}$$

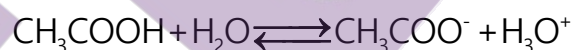
$$[\text{H}_3\text{O}^+] = \frac{10^{-14}}{[\text{OH}^-]} = \frac{10^{-14}}{10^{-1}} = 10^{-13} \text{mol.L}^{-1}$$

$$\text{pH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+] = -\log 10^{-13} = 13$$

**المسألة 17:** محلول حمض الخل تركيزه  $0.05 \text{mol.L}^{-1}$  ثابت تأينه  $2 \times 10^{-5}$  ، المطلوب: 1- أحسب pH المحلول.

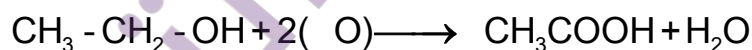
2- لاستحصال 5L من المحلول السابق نؤكسد الإيتانول أكسدة تامة:

(a) اكتب المعادلة الكيميائية المعيّرة عن التفاعل الحاصل. (b) احسب كتلة الإيتانول اللازمة لذلك.



$$[\text{H}_3\text{O}^+] = \sqrt{K_a C_a} = \sqrt{2 \times 10^{-5} \times 0.05} = 10^{-3} \text{mol.L}^{-1}$$

$$\text{pH} = -\text{Log}[\text{H}_3\text{O}^+] = -\log 10^{-3} = 3$$



$$46\text{g} \qquad \qquad \qquad 1\text{mol}$$

$$\text{mg} \qquad \qquad \qquad 0.25\text{mol}$$

$$n = c \times v = 0.05 \times 5 = 0.25\text{mol}$$

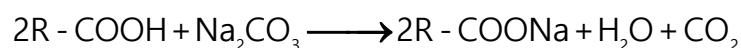
$$m = 46 \times 0.25 = 11.5\text{g}$$

**المسألة 18 :** نعامل 6g من حمض كربوكسيلّي وحيد الوظيفة مع ملح كربونات الصّوديوم فينطلق غاز حجمه 1.12L في

الشّروطيين النّظاميين . المطلوب: 1- اكتب معادلة التّفاعل الحادثة واحسب الكتلة الموليّة للحمض .

2- أوجد الصّيغة نصف المنشورة للحمض وسمّه . 3- نحلّ 3g من الحمض السّابق في ليتر من الماء ، فإذا علمت أنّ درجة تأينه

2% أحسب pH المحلول (C : 12 , H : 1 , Na : 23 , O : 16)



$$2\text{M} \qquad \qquad \qquad 22.4\text{L}$$

$$6\text{g} \qquad \qquad \qquad 1.12\text{L}$$

$$M = \frac{22.4 \times 6}{1.12 \times 2} = 60 \text{gmol}^{-1}$$

$$\text{RCOOH} = 60$$

$$\text{R} + 45 = 60 \Rightarrow \text{R} = 15 \Rightarrow \text{C}_n\text{H}_{2n+1} = 15 \Rightarrow 12n + 2n + 1 = 15$$

$$\Rightarrow n = 1 \Rightarrow \text{R} = \text{CH}_3 -$$

حمض الإيتانويك  $\text{CH}_3 - \text{COOH}$

$$n = \frac{m}{M} = \frac{3}{60} = 0.05 \text{ mol} \quad -3$$

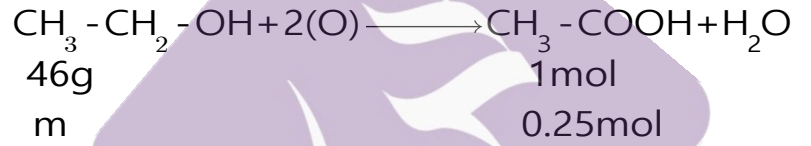
$$c = \frac{n}{v} = \frac{0.05}{1} = 0.05 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$\frac{2}{100} = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]}{\text{Ca}} \Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = \frac{2 \times 0.05}{100} = 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$\text{pH} = -\text{Log}[\text{H}_3\text{O}^+] = -\text{Log}10^{-3} = 3$$

**المسألة 19:** للحصول على 5L من محلول حمض الخل تركيزه  $0.05 \text{ mol.L}^{-1}$  نؤكسد الإيثانول أكسدة تامة والمطلوب :

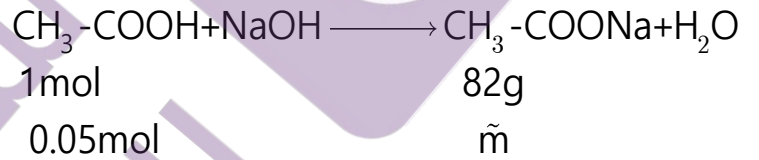
- 1- اكتب معادلة التفاعل الحاصل. 2- احسب كتلة الإيثانول اللازمة لذلك. 3- نفاعل 1L من الحمض السابق مع هيدروكسيد الصوديوم احسب كتلة الملح الناتج. (C : 12 , H : 1 , Na : 23 , O : 16)



$$n = c \cdot v$$

$$n = 0.05 \times 5 = 0.25 \text{ mol}$$

$$m = 46 \times 0.25 = 11.5 \text{ g}$$



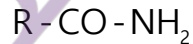
$$\tilde{m} = 82 \times 0.05 = 4.1 \text{ g}$$

**المسألة 20:** أميد أولي نسبة النتروجين فيه % 19.17، المطلوب: 1- احسب كتلته المولية.

2- استنتج صيغته نصف المنشورة، وسمه. (H:1 C:12 N:14 O:16)

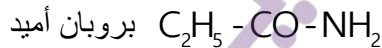
كل 100g اميد اولي تحوي 19.17g نيتروجين

كل M اميد اولي تحوي 14g نيتروجين



$$M = \frac{100 \times 14}{19.17} = 73 \text{ gmol}^{-1} \Rightarrow \text{R} + 12 + 16 + 14 + 3 = 73 \Rightarrow \text{R} = 73 - 44 = 29$$

$$\text{R} = 29 \Rightarrow \text{C}_n\text{H}_{2n} + 1 = 29 \Rightarrow 12n + 2n + 1 = 29 \Rightarrow n = \frac{28}{14} = 2 \Rightarrow \text{R} = (\text{C}_2\text{H}_5 -)$$



**اختر الإجابة الصحيحة لكل مما يأتي :**

1- غول وحيد الوظيفة النسبة الكتلية للأكسجين فيه  $\frac{8}{37}$  فتكون كتلته المولية (1: H , 16 : O , 12 : C) :

32 (a) 44 (b) 74 (c) 60 (d)

2- مركب عضوي ذو الصيغة  $\text{R} - \text{CHOH} - \text{R}'$  يدل على:

(a) الدهيد (b) غول أولي (c) غول ثالثي (d) غول ثانوي

3- غول وحيد الوظيفة النسبة الكتلية للأكسجين فيه 50% هو : (1: H , 16 : O , 12 : C)

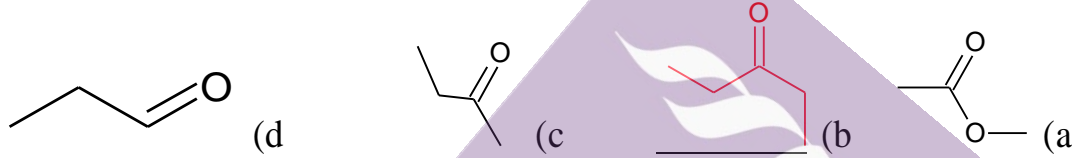
(a) ميتانول (b) إيثانول (c) بوتانول (d) بروبانول

4- أكسدة الأغوال الثانوية تعطي: (a) الدهيدات (b) حموض كربوكسيلية (c) كيتونات (d) إثير

5- تشترك الألدهيدات والكيتونات بوجود زمرة:

(a) الكربونيل (b) الفورميل (c) الهيدروكسيل (d) الكربوكسيل

6- إحدى الصيغ الآتية تمثل كيتون متناظر:



7- يُرجع البروبانون بالهدرجين، بوجود البالاديوم كوسيط وينتج:

(a) بروبانال (b) حمض البروبانويك (c) بروبان-2-ول (d) بروبان-1-ول.

8- المركب الذي يتفاعل مع كاشف فهلنغ من بين المركبات الآتية هو

(a) بروبان-2-ون (b) ميثانوات الإيثيل (c) حمض الإيتانويك (d) إيتانال

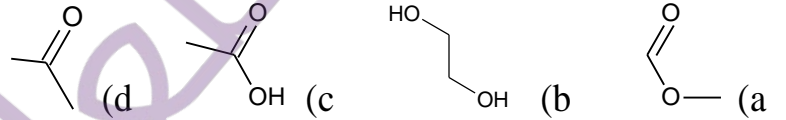
9- يُرجع حمض الإيتانويك بالهدرجين إلى الإيتانال بوجود وسيط:

(a)  $P_2O_5$  (b)  $PCl_5$  (c)  $LiAlH_4$  (d)  $Pd$

10- يتفاعل حمض البروبانويك مع النشادر بالتسخين فيتشكّل:

(a) البروبانال (b) بروبان أميد (c) بروبان نتريل (d) بروبان أمين

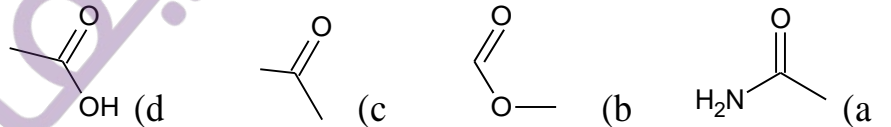
3- المركب العضوي الذي يعدّ حمضاً كربوكسلياً من المركبات الآتية:



11- ينتج من تفاعل ميثانوات الإيثيل مع النشادر:

(a) ميثانول (b) إيثان أمين (c) إيثان أميد (d) ميثان أميد

12- المركب العضوي الذي يعدّ أميد من المركبات الآتية:



13- تفاعل الإسترة يحدث في الحمض الكربوكسيلي على الرّابطة:

(a) C=O (b) O-H (c) C-C (d) C-O

14- أحد المركبات الآتية يشكّل روابط هيدروجينية بين جزيئاته:

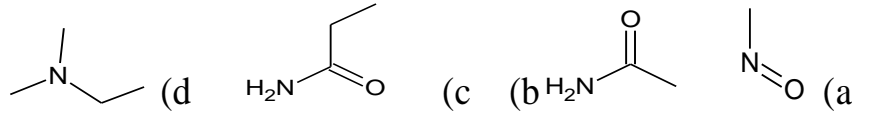
(a) بروبان-2-ون (b) 2-مethyl بوتانوات الإيثيل (c) N-مethyl ميثان أميد (d) ميثانال

15- الرّابطة  $C-N$  تميّز المركب العضوي الآتي:

(a) أميد (b) أمين (c) نتريل (d) أستر .

16- ينتج من تفاعل إرجاع بروبان نتريل: (a) بروبان أميد (b) بروبان أمين (c) إيثان أمين (d) إيثان أميد

2- المركب العضوي الذي يعدّ من الأمينات في المركبات الآتية:



17- الرابطة C-N تميّز المركّب العضويّ الآتي:

(a) أميد (b) نتريل (c) أمين (d) أستر

18- ينتج حمض البروبانويك من تفاعل: (a) أكسدة البروبانول (b) إرجاع البروبان-2-ول (c) أكسدة البروبانال (d) امرار البروبان-1-ول على مسحوق النحاس المسخن

19- أحد المركّبات الآتية لا يشكّل روابط هيدروجينية بين جزيئاته:

(a) بروبان-2-ول (b) حمض الميتانويك (c) N-متيل إيثان أمين (d) إيثانال

### أسئلة متنوعة

أولاً: لديك الأغوال الآتية:

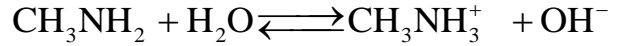
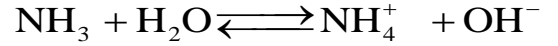
بنتان-2-ول	بوتان-1-ول	2-ميتيل بروبان-2-ول
------------	------------	---------------------

1- اكتب الصيغة نصف منشورة ، والصيغة الهيكلية لكلّ غول.

2- صنّف الأغوال السابقة إلى: أولية - ثانية - ثالثة.

3- إثنان من الأغوال السابقة متصاوغان مع بعضهما حدّهما، واذكر نوع التّصاوغ.

**ثانياً:** إذا علمت أن قيمة ثابت تأين النشادر  $K_b = 2 \times 10^{-5}$  وقيمة ثابت تأين ميثان أمين  $K_b = 2 \times 10^{-4}$  المطلوب:  
1- اكتب معادلة تأين كل منهما. 2- حدّد أيهما أساس أقوى مفسراً إيجابتك.



ميثان أمين يعد أساس أقوى من النشادر لأن  $K_b(\text{CH}_3\text{NH}_2) > K_b(\text{NH}_3)$

**ثالثاً:** حمض كربوكسيليّ نظامي صيغته المجملّة  $\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}_2$ . اكتب متصاوغاته وسمّها، ثم اذكر نوع التّصاوغ.

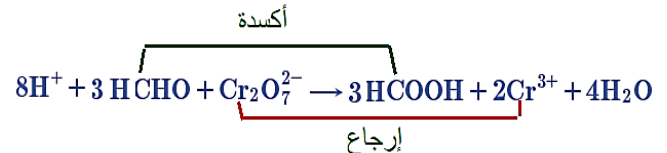
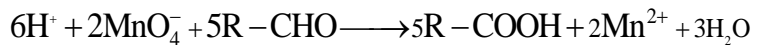
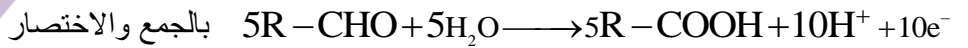
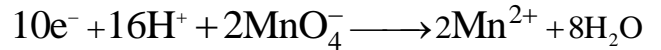
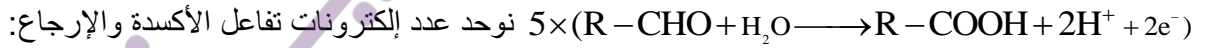
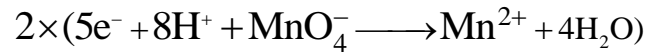
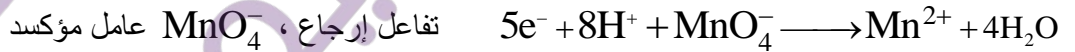
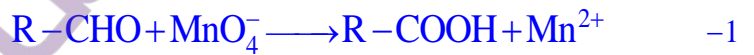
$\begin{array}{c} \text{O}=\text{C}-\text{OH} \\   \\ \text{CH}_3-\text{C}-\text{CH}_3 \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$ <p>حمض 2,2- ثنائي متيل بروبانويك</p>	$\begin{array}{c} \text{O}=\text{C}-\text{OH} \\   \\ \text{CH}_3-\text{CH}-\text{CH}_2 \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$ <p>حمض 3-متيل البوتانويك</p>	$\begin{array}{c} \text{OH} \\   \\ \text{CH}_3-\text{CH}-\text{C}=\text{O} \\   \\ \text{CH}_2 \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$ <p>حمض 2-متيل البوتانويك</p>
--	---	---

**رابعاً:** لديك الصّيع الهيكلية للأمينات الآتية المطلوب :

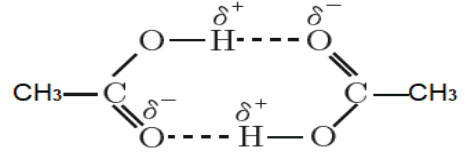
1- اكتب الصّيغة النّصف منشورة للمركبات الآتية ثم سمها وفق قواعد IUPAC.  
2 - صنّفها إلى أمينات ( أوليّة - ثانويّة - ثالثيّة )

<p>(c)</p> <p>N-إيثيل-2,2-ثنائي متيل بوتان-1-أمين أمين ثالثي</p>	<p>(b)</p> <p>2,N-ثنائي متيل بروبان-1-أمين أمين ثانوي</p>	<p>(a)</p> <p>4- متيل بنتان-1-أمين أمين أولي</p>
--	---	--

**خامساً:** وازن معادلات الأكسدة والإرجاع الآتية في وسط حمضيّ، ثم حدّد تفاعل الأكسدة، وتفاعل الإرجاع، والعامل المؤكسد، والعامل المُرّجع:



**سادساً:** تتجمع جزيئات حمض الخل على شكل جزيئات ثنائية، وضح ذلك مستعيناً بالرسم. تتشكل رابطتين الهيدروجين اللتين تتكونان بين كل جزيئين من حمض الخل



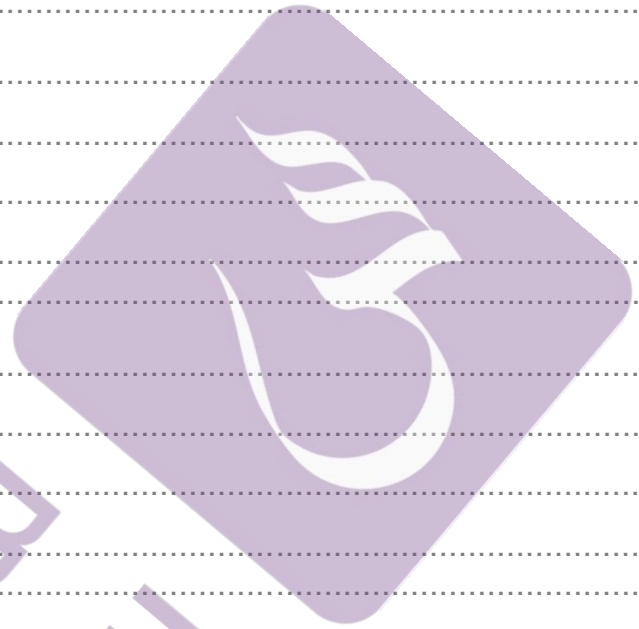
**سابعاً:** تتآكل طاولات المطابخ المصنوعة من الرخام مع مرور الزمن، ما تفسيرك لذلك؟ بسبب احتواء الكثير من الأطعمة على حموض كربوكسيلية التي تتفاعل مع كربونات الكالسيوم الموجودة في الرخام.

**ثامناً:** وضح كيف تميز بين الأدهيد والكيون بتجربة

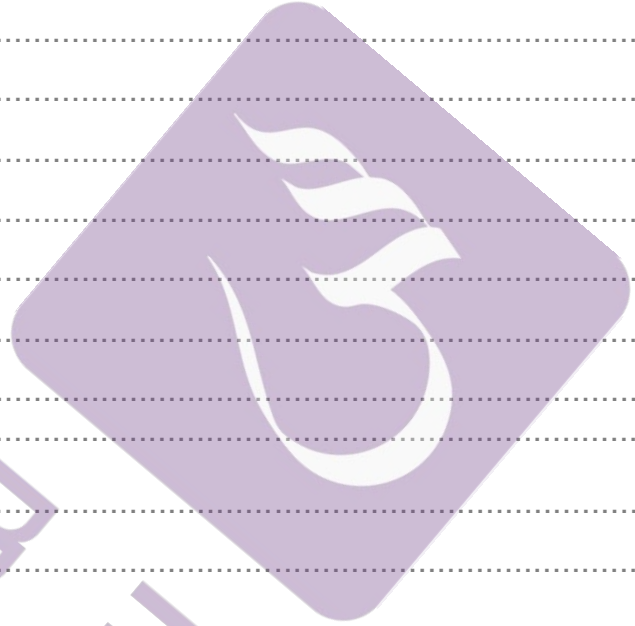
**تاسعاً:** الميثانول أكثر حموضة من الأغوال الثانوية والثالثية. فسّر ذلك؟ يعد الجذر الألكيلي دافع للإلكترونات وبزيادة كتلتها الجزيئية يزداد تأثيرها وبالتالي تقل قطبية الرابطة OH مما يؤدي إلى صعوبة التخلي عن بروتون وإضعاف الصفة الحمضية.

**عاشراً:** يعد إبتيل أمين أساساً أقوى من متيل أمين ما تفسيرك لذلك؟ تعد الجذور الألكيلية دافعة للإلكترونات وعند كبر الجذر الألكيلي يزداد تأثير مما يؤدي إلى زيادة توضع الكثافة الإلكترونية على ذرة النتروجين مما يزيد من إمكانية استقبال بروتون وبالتالي تزداد الصفة الأساسية وهذا ما يجعل إبتيل أمين أساساً أقوى من متيل أمين.

مركز  
التقنية  
م.ب.ب



مركز الأبحاث  
النفطية



((اختبار معايرة))

أولاً: اختر الإجابة الصحيحة لكل مما يأتي:

1- عند معايرة حمض النمل بهيدروكسيد البوتاسيوم يكون عند نقطة نهاية تفاعل المعايرة.

pH > 7 (a) pH < 7 (b) pH = 7 (c) pH ≤ 7 (d)

2- عند معايرة هيدروكسيد الأمونيوم بحمض كلور الماء يكون عند نقطة نهاية تفاعل المعايرة.

pH < 7 (b) pH > 7 (a) pH = 7 (c) pH ≤ 7 (d)

3- المشعر الذي يحدد بدقة نقطة نهاية معايرة هيدروكسيد الأمونيوم بحمض كلور الماء هو

(a) أزرق بروم التيمول ، (b) الفينول فتالئين ، (c) أحمر الميتيل ، (d) عباد الشمس

4- المشعر الذي يحدد بدقة نقطة نهاية معايرة حمض الخل بهيدروكسيد البوتاسيوم هو.

(a) أزرق بروم التيمول ، (b) الفينول فتالئين ، (c) أحمر الميتيل ، (d) الهلياننتين

ثانياً: أجب عن الأسئلة الآتية:

2- يمثل المنحني البياني المجاور معايرة هيدروكسيد الأمونيوم

بمحلول حمض كلور الماء المطلوب:

(a) اكتب معادلة التفاعل ثم المعادلة الأيونية.

(b) اكتب اسم أفضل مشعر، مفسراً إجابتك.

(c) ماذا تسمى النقطة E وما طبيعة الوسط عندها، مفسراً إجابتك.

(a)



(b) أحمر الميتيل لأن مداه من 4.2 – 6.2 يحتوي على قيمة pH نهاية المعايرة

(c) تسمى نقطة التكافؤ والوسط عندها حمضي لوجود أيونات الأمونيوم  $\text{NH}_4^+$  التي تسلك سلوك حمض أو لأن الملح ناتج من

حمض قوي وأساس ضعيف

ثالثاً: حل المسائل الآتية:

المسألة الأولى: لمعايرة 20 mL من حمض كلور الماء يلزم 5 mL من هيدروكسيد الصوديوم ذي التركيز  $0.02 \text{ mol.L}^{-1}$

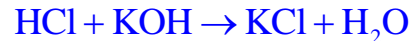
وحجم 2 mL من هيدروكسيد البوتاسيوم ذي التركيز  $0.05 \text{ mol.L}^{-1}$ ، والمطلوب:

1- اكتب معادلتني تفاعلي التعديل الحاصلين. 2- احسب تركيز حمض كلور الماء المتفاعل.

3- احسب حجم الماء المقطر اللازم إضافته إلى 30 mL من الحمض السابق لتصبح قيمة pH=3 .



الحل:



$$n_{(\text{HCl})} = n_{1(\text{NaOH})} + n_{2(\text{KOH})} \quad -2$$

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

$$\Rightarrow C \times 20 = 0.02 \times 5 + 0.05 \times 2$$

$$\Rightarrow C = 0.01 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-\text{pH}} = 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1} \quad -3$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = C_2$$

$$n \text{ (بعد التمديد)} = n \text{ (قبل التمديد)}$$

$$C_1V_1 = C_2V_2$$

$$10^{-2} \times 30 = 10^{-3} \times V_2$$

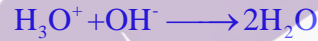
$$V_2 = 300 \text{ mL}$$

حجم الماء المضاف:  $V = 300 - 30 = 270 \text{ mL}$

**المسألة الثانية:** عينة غير نقية من هيدروكسيد الصوديوم كتلتها 5g تُذاب في الماء ويكمل حجم المحلول إلى 500mL فإذا علمت

أنه يلزم لتعديل 20 mL من هذا المحلول 40mL من حمض الكبريت تركيزه  $0.05 \text{ mol.L}^{-1}$  والمطلوب:

- 1- اكتب المعادلة الكيميائية المعبرة عن التفاعل الحاصل. ثم المعادلة الأيونية. 2- احسب تركيز محلول هيدروكسيد الصوديوم المستخدم. 3- ما هو  $pH$  المحلول الناتج عن المعايرة، وما هو المشعر المناسب لهذه المعايرة؟ 4- احسب التركز المولي لمحلول ملح كبريتات الصوديوم الناتج 5- احسب كتلة هيدروكسيد الصوديوم النقي في العينة
- 6- احسب النسبة المئوية للشوائب في العينة. (Na : 23 , S : 32 , O : 16, H : 1)



$$2n_{(H_2SO_4)} = n_{(NaOH)} \quad -2$$

$$2C_a \cdot V_1 = C_2 \cdot V_2$$

$$2 \times 0.05 \times 40 = C_2 \times 20 \Rightarrow C_2 = 0.2 \text{ mol.L}^{-1}$$

3-  $pH = 7$  أفضل مشعر مناسب هو: أزرق بروم التيمول

$$n_{(H_2SO_4)} = n'_{(Na_2SO_4)} \quad -4$$

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

$$\Rightarrow 0.05 \times 40 = C_2 \times 60 \Rightarrow C_2 = \frac{1}{30} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$m_{(NaOH)} = C V \cdot M = 0.2 \times 500 \times 10^{-3} \times 40 = 4 \text{ g} \quad -5$$

6-  $m = 5 - 4 = 1 \text{ g}$  شوائب

كل 5 g تحوي 1g من الشوائب

كل 100 g تحوي y g من الشوائب

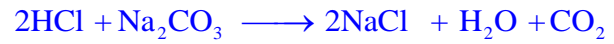
$$y = \frac{1}{5} \times 100 = 20\%$$

**المسألة الثالثة:** تذاب عينة كتلتها 5.3g تحتوي على كربونات الصوديوم وكلوريد الصوديوم في الماء ويكمل الحجم إلى

100mL ويؤخذ منها 10mL وتعاير بحمض كلور تركيزه  $0.1 \text{ mol.L}^{-1}$  فيلزم منه 40mL منه. المطلوب:

- 1- اكتب معادلة تفاعل المعايرة الحاصل. 2- احسب تركيز كربونات الصوديوم.
- 3- احسب كتلة كربونات الصوديوم في العينة. 4- احسب النسبة المئوية للملح في العينة (Na:23 , C:12 , O:16, H:1)

1- كلوريد الصوديوم لا يتفاعل مع حمض كلور الماء:



$$\Rightarrow n(HCl) = 2n(Na_2CO_3) \quad -2$$

$$C_1V_1 = 2C_2V_2$$

$$0.1 \times 40 = 2C_2 \times 10$$

$$\Rightarrow C_2 = \frac{0.1 \times 40}{2 \times 10} = 0.2 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$-3 \quad m = CVM = 0.2 \times 100 \times 10^{-3} \times 106 = 2.12 \text{ g} \quad \text{كربونات الصوديوم}$$

كل 5.3g تحوي 2.12g

كل 100g تحوي y

$$y = \frac{2.12}{5.3} \times 100 = 40\%$$

$$y' = 100 - 40 = 60\%$$

المسألة الرابعة: عند معايرة 10 ml من محلول حمض الخل لزم 5 ml من محلول هيدروكسيد البوتاسيوم تركيزه  $0.1 \text{ mol.L}^{-1}$ ، والمطلوب: 1- اكتب معادلة التفاعل ثم المعادلة الأيونية لتفاعل المعايرة الحاصل.

2- احسب تركيز محلول حمض الخل المُعاير ثم كتلة الملح الناتج عن المعايرة.

3- احسب كتلة حمض الخل اللازم لتحضير 400 ml من محلوله السابق. 4- ما هو المشعر المستعمل؟ فسّر ذلك.

5- يُمدد 20 ml من محلول الحمض السابق إلى أن يصبح  $\text{pH}=4$  احسب حجم الماء المضاف علماً أنّ ثابت تأين حمض الخل

$$2 \times 10^{-5} \quad \text{الكتل الذريّة: } K = 39 \quad C = 12, H = 1, O = 16$$



$$n(\text{CH}_3\text{COOH}) = n(\text{KOH}) \quad -2$$

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

$$C_1 \times 10 = 0.1 \times 5$$

$$\Rightarrow C_1 = \frac{0.1 \times 5}{10} = 0.05 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$n(\text{CH}_3\text{COOK}) = n(\text{KOH})$$

$$\frac{m}{M} = C \cdot V$$

$$\frac{m}{98} = 0.1 \times 5 \times 10^{-3}$$

$$\Rightarrow m = 49 \times 10^{-3} \text{ g}$$

$$m = CVM = 0.05 \times 400 \times 10^{-3} \times 60 = 1.2 \text{ g} \quad -3$$

4- المشعر المستعمل الفينول فتالين لأنّ مجاله من (8.2-10) يحوي  $\text{pH}$  نقطة نهاية تفاعل المعايرة

5- يُمدد 20 ml من محلول الحمض السابق إلى أن يصبح  $\text{pH}=4$  احسب حجم الماء المضاف علماً أنّ ثابت تأين حمض الخل

$$2 \times 10^{-5} \quad \text{الكتل الذريّة: } K = 39 \quad C = 12, H = 1, O = 16$$

4- نحسب تركيز الحمض بعد التمديد من  $\text{pH}$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-\text{pH}} = 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = \sqrt{C_a \cdot K_a}$$

$$\Rightarrow 10^{-4} = \sqrt{C_2 \times 2 \times 10^{-5}} \Rightarrow 10^{-8} = C_2 \times 2 \times 10^{-5}$$

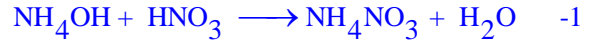
$$C_2 = 5 \times 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$C_1 V_1 = C_2 V_2$$

$$\Rightarrow 0.05 \times 20 = 5 \times 10^{-4} \times V_2 \Rightarrow V_2 = 2000 \text{ mL}$$

$$V = V_2 - V_1 = 2000 - 20 = 1980 \text{ mL}$$

المسألة الخامسة: نعاير 50mL من محلول هيدروكسيد الأمونيوم بمحلول حمض الأزوت تركيزه  $0.1 \text{ mol.L}^{-1}$  فيلزم 25mL لإتمام المعايرة، والمطلوب: 1- اكتب المعادلة الكيميائية المعبرة عن تفاعل المعايرة ثم المعادلة الأيونية 2- احسب تركيز محلول هيدروكسيد الأمونيوم. 3 - ما طبيعة الوسط مع التفسير وما المشعر المناسب مع التفسير 4- احسب كتلة الملح الناتج 5- يُمدد محلول هيدروكسيد الأمونيوم عشر مرات احسب قيمة pOH علما أن ثابت تأين هيدروكسيد الأمونيوم  $2 \times 10^{-5}$  (N:14 , O:16 , H:1)



$$n(\text{NH}_4\text{OH}) = n(\text{HNO}_3) \quad -2$$

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

$$C_1 \times 50 = 0.1 \times 25$$

$$\Rightarrow C_1 = \frac{0.1 \times 25}{50} = 0.05 \text{ mol.L}^{-1}$$

3- الوسط حمضي لوجود أيونات الأمونيوم  $\text{NH}_4^+$  التي تسلك سلوك حمض أو لأن الملح ناتج من حمض قوي وأساس ضعيف المشعر المناسب أحمر المتيل لأن مداه من 4.2 – 6.2 يحتوي على قيمة pH نهاية المعايرة

$$n(\text{NH}_4\text{OH}) = n(\text{HNO}_3) \quad -4$$

$$\frac{m}{M} = C \cdot V$$

$$\frac{m}{80} = 0.1 \times 25 \times 10^{-3}$$

$$\Rightarrow m = 0.2 \text{ g}$$

5- بعد التمديد  $n = n$  قبل التمديد

$$C_1 \cdot V_1 = C_2 \cdot V_2 \Rightarrow 0.05 \times V_1 = C_2 \times 10 V_1 \Rightarrow C_2 = 5 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$$

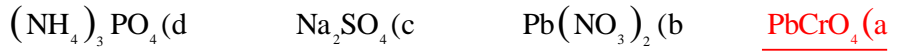
$$[\text{OH}^-] = \sqrt{C_b \times K_b} \Rightarrow [\text{OH}^-] = \sqrt{0.005 \times 2 \times 10^{-5}} = \sqrt{10^{-7}} = 10^{-3.5} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$\text{pOH} = -\log [\text{OH}^-] = 3.5$$

## ((اختبار أملاح قليلة الذوبان))

أولاً- اختر الإجابة الصحيحة:

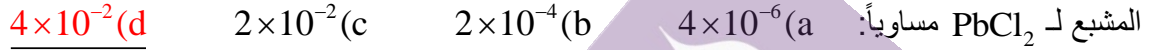
1- يحصل توازن غير متجانس بين الطور الصلب والطور المذاب في محلول مائي لملح قليل الذوبان هو:



2. محلول مائي لملح  $Na_2CO_3$  تركيزه  $1.2 \text{ mol} \cdot L^{-1}$  يُمدد بإضافة كمية من الماء المقطر إليه بحيث يصبح حجمه ثلاثة أضعاف ما كان عليه، فيكون التركيز الجديد لأيونات الصوديوم في المحلول مساوياً:



3. إذا علمت أن  $K_{sp}(PbCl_2) = 32 \times 10^{-6}$  عند درجة حرارة معينة، فيكون تركيز أيونات الكلوريد المولي في المحلول المشبع لـ  $PbCl_2$  مساوياً:



4. عند تمديد محلول لملح  $NaNO_3$  تركيزه  $2.4 \text{ mol} \cdot L^{-1}$  بإضافة كمية من الماء المقطر إليه تساوي ثلاثة أمثاله حجمه، يكون التركيز الجديد للمحلول مقدراً بـ  $1 \text{ mol} \cdot L^{-1}$  مساوياً:



ثانياً: أعط تفسيراً علمياً:

1 - ذوبان ملح فوسفات الفضة عند إضافة حمض الأزوت.

تتحد أيونات الهيدرونيوم الناتجة عن تأين حمض الأزوت مع أيونات الفوسفات، وينتج حمض الفوسفور  $H_3PO_4$  ضعيف التأين، فيتناقص تركيز أيونات الفوسفات، ويصبح  $Q < K_{sp}$  أي المحلول غير مشبع، فتذوب كمية إضافية من ملح فوسفات ثلاثي الكالسيوم

2-ترسب ملح كرومات الرصاص عند إضافة كرومات البوتاسيوم إلى محلوله المشبع.

يزداد تركيز أيونات كرومات في المحلول، فيصبح  $Q > K_{sp}$  أي المحلول فوق مشبع فتترسب كمية من ملح كرومات الرصاص

3-تتمتع الأملاح بخاصية قطبية.

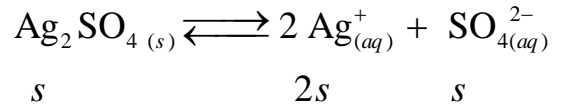
لأنه مركب أيوني، يتألف من جزء أساسي موجب، وجزء حمضي سالب

4-ترسب ملح كبريتات الباريوم عند إضافة حمض الكبريت إلى محلوله المشبع.

يزداد تركيز أيونات الكبريتات في المحلول، فيصبح  $Q > K_{sp}$  أي المحلول فوق مشبع فتترسب كمية من ملح كبريتات الباريوم.

ثالثاً: أجب عن الأسئلة الآتية:

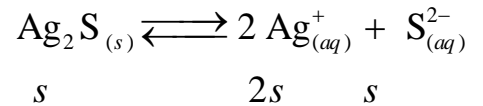
1-اكتب معادلة التوازن غير المتجانس لكل من الأملاح الآتية اقترح طريقة لترسيب كل من الأملاح السابقة مفسراً إجابتك. - اكتب علاقة  $K_{sp}$  ثم استنتجها بدلالة الذوبانية المولية  $s$



$$K_{sp} = [Ag^+]^2 [SO_4^{2-}]$$

$$K_{sp}(Ag_2SO_4) = (2s)^2 (s) = 4s^3$$

لترسيبه نضيف ملح نترات الفضة فيزداد تركيز أيونات الفضة في المحلول، فيصبح  $Q > K_{sp}$  فيترسب ملح كبريتات الفضة



$$K_{sp} = [Ag^+]^2 [S^{2-}]$$

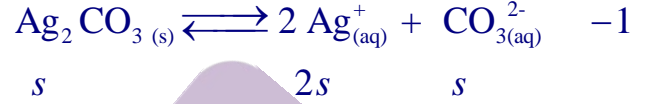
$$K_{sp}(Ag_2S) = (2s)^2 (s) = 4s^3$$



رابعاً: حل المسائل الآتية:

المسألة الأولى:

محلول مائي مشبع لملح  $Ag_2CO_3$  تركيزه  $10^{-4} mol.L^{-1}$  المطلوب: 1- اكتب معادلة التوازن غير متجانس لهذا الملح  
2- احسب ذوبانية الملح الكتلية 3- احسب ثابت جداء ذوبان هذا الملح 4- نضيف إلى محلول الملح السابق ملح نترات الفضة  
بحيث يصبح تركيزه في المحلول  $10^{-4} mol.L^{-1}$  اكتب معادلة إمالة نترات الفضة ثم بين بالحساب إن كان يترسب ملح  
 $Ag_2CO_3$  أم لا. (Ag:108 C:12 O:16)



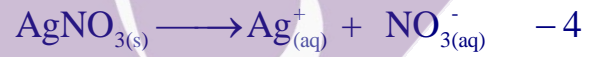
$$s \qquad \qquad \qquad 2s \qquad \qquad \qquad s$$
$$Sg.L^{-1} = S mol.L^{-1} \times M \quad -2$$

$$Sg.L^{-1} = 10^{-3} \times 276 g.L^{-1}$$

$$K_{sp} = [Ag^+]^2 [CO_3^{2-}] \quad -3$$

$$K_{sp(Ag_2CO_3)} = (2s)^2 (s) = 4s^3$$

$$K_{sp(Ag_2CO_3)} = 4 \times (10^{-4})^3 = 4 \times 10^{-12}$$



$$[Ag^+] = [AgNO_3] = 10^{-4} mol.L^{-1} \text{ مضاف}$$

$$[Ag^+]_{\text{الكلي}} = 2 \times 10^{-4} + 10^{-4} = 3 \times 10^{-4} mol.L^{-1}$$

نحسب الجداء الأيوني لملح كربونات الفضة  $Q = [Ag^+]^2 [CO_3^{2-}]$

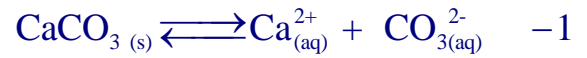
$$Q = (3 \times 10^{-4})^2 (10^{-4}) = 9 \times 10^{-12}$$

$Q > K_{sp}$  فيترسب ملح كربونات الفضة

المسألة الثانية:

محلول مائي مشبع لملح كربونات الكالسيوم  $CaCO_3$  جداء ذوبانه  $25 \times 10^{-6}$ ، المطلوب:

1- أكتب معادلة التوازن غير المتجانس لهذا الملح المشبع.  
2 - احسب ذوبانية الملح المولية ثم الكتلية 3- نضيف إلى محلول الملح السابق كمية قليلة من كلوريد الكالسيوم بحيث يصبح تركيزه  $2 \times 10^{-3} mol.L^{-1}$  اكتب معادلة إمالة هذا الملح ثم بين بالحساب هل يترسب ملح كربونات الكالسيوم أم لا.  
(Ca:40 C:12 O:16)



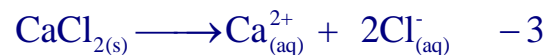
$$s \qquad \qquad \qquad s \qquad \qquad \qquad s$$
$$K_{sp} = [Ca^{2+}] [CO_3^{2-}] \quad -2$$

$$K_{sp(CaCO_3)} = s \times s = s^2$$

$$25 \times 10^{-6} = s^2 \Rightarrow s = 5 \times 10^{-3} mol.L^{-1}$$

$$Sg.L^{-1} = S mol.L^{-1} \times M$$

$$Sg.L^{-1} = 5 \times 10^{-3} \times 100 = 5 \times 10^{-1} g.L^{-1}$$



$$[Ca^{2+}] = [CaCl_2] = 2 \times 10^{-3} mol.L^{-1} \text{ مضاف}$$

$$[Ca^{2+}]_{\text{الكلي}} = 5 \times 10^{-3} + 2 \times 10^{-3} = 7 \times 10^{-3} mol.L^{-1}$$

نحسب الجداء الأيوني لملح كربونات الكالسيوم  $Q = [Ca^{2+}] [CO_3^{2-}]$

$$Q = (7 \times 10^{-3})(5 \times 10^{-3}) = 35 \times 10^{-6}$$

$Q > K_{SP}$  فيترسب ملح كربونات الكالسيوم  
المسألة الثالثة:

يُضاف 100mL من محلول يحتوي 0.005mol من نترات الرصاص  $Pb(NO_3)_2$  إلى 400 mL من محلول يحتوي على 0.01 mol من NaCl فإذا علمت أن  $K_{sp}(PbCl_2) = 3.2 \times 10^{-5}$  في شروط التجربة. المطلوب:

1- اكتب معادلة التوازن غير المتجانس لمُح كُلو ريد الرصاص. 2- بيّن حسابياً إن كان جزء من ملح كُلو ريد الرصاص  $PbCl_2$  يترسب أم لا. 3- احسب تركيز أيونات الكُلو ريد في محلول ملح كُلو ريد الرصاص المشبع.



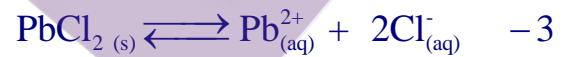
--2 حساب التراكيز بعد المزج:  $C = \frac{n}{V} \Rightarrow$

$$[Pb^{2+}] = [Pb(NO_3)_2] = \frac{0.005}{500 \times 10^{-3}} = 0.01 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$[Cl^-] = [NaCl] = \frac{0.01}{500 \times 10^{-3}} = 0.02 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$Q_{(PbCl_2)} = [Pb_{(aq)}^{2+}][Cl_{(aq)}^{-}]^2 \Rightarrow Q_{(PbCl_2)} = (0.01) \times (0.02)^2 = 4 \times 10^{-6}$$

- بما أن  $Q_{(PbCl_2)} < K_{sp}(PbCl_2)$  ، المحلول غير مشبع لا يترسب ملح  $PbCl_2$



$$K_{sp}(PbCl_2) = [Pb_{(aq)}^{2+}][Cl_{(aq)}^{-}]^2 \Rightarrow s(2s)^2$$

$$3.2 \times 10^{-5} = 4s^3 \Rightarrow s^3 = 8 \times 10^{-6} \Rightarrow s = 2 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$[Cl^-] = 2s = 2 \times 2 \times 10^{-2} = 4 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$$

المسألة الرابعة: محلول مائي مشبع من كبريتات الباريوم جداء ذوبانه  $10^{-8}$  المطلوب: 1- اكتب معادلة التوازن الغير متجانس.

2- احسب تركيز أيونات الكبريتات و أيونات الباريوم في المحلول المشبع.

3- يضاف 500ml من محلول تركيزه  $2 \times 10^{-4} \text{ mol.l}^{-1}$  من كُلو ريد الباريوم إلى 500ml من محلول كبريتات البوتاسيوم تركيزه  $4 \times 10^{-4} \text{ mol.l}^{-1}$  بين بالحساب هل يترسب ملح كبريتات الباريوم أم لا



$$K_{sp}(BaSO_4) = [Ba_{(aq)}^{2+}][SO_{4(aq)}^{2-}] \Rightarrow s \times s = s^2 \quad -2$$

$$10^{-8} = s^2 \Rightarrow s = 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$[Ba_{(aq)}^{2+}] = [SO_{4(aq)}^{2-}] = s = 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}$$

3- حساب التراكيز بعد المزج:  $n = n \Rightarrow C_1V_1 = C_2V_2 \Rightarrow C_2 = \frac{C_1V_1}{V_2}$

$$[Ba^{2+}] = [BaCl_2] = \frac{2 \times 10^{-4} \times 500}{1000} = 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$[SO_4^{2-}] = [K_2SO_4] = \frac{4 \times 10^{-4} \times 500}{1000} = 2 \times 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$Q_{(BaSO_4)} = [Ba_{(aq)}^{2+}][SO_{4(aq)}^{2-}] = (10^{-4})(2 \times 10^{-4}) = 2 \times 10^{-8}$$

- بما أن  $Q_{(BaSO_4)} > K_{sp}(BaSO_4)$  ، المحلول فوق مشبع يترسب ملح كبريتات الباريوم  $BaSO_4$

## ((الأملح الذوابة))

أولاً: اختر الإجابة الصحيحة لكل مما يأتي:

1- المحلول المائي الذي له أصغر قيمة pH من المحاليل الآتية المتساوية التركيز هو:  
NaCl(a) K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>(b) NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>(C) CH<sub>3</sub>COONa (d)

2- المحلول المائي الذي له أكبر قيمة pH من المحاليل الآتية المتساوية التركيز هو:  
NaCl(a) K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>(b) NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>(C) CH<sub>3</sub>COONa (d)

3- الملح الذواب الذي قيمة pH < 7 لمحلوله المائي من بين الأملاح الآتية المتساوية التركيز هو:  
KCl (a) KCN (b) NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>(C) Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (d)

4- الملح الذواب الذي لا يتحلل في الماء من بين الأملاح الآتية:

(a NH<sub>4</sub>Cl) (b NaNO<sub>3</sub>) (c HCOONH<sub>4</sub>) (d CaSO<sub>4</sub>)

5- الملح الذواب الذي لا يتحلل في الماء من بين الأملاح الآتية:

(a NH<sub>4</sub>Cl) (b KNO<sub>3</sub>) (c HCOONH<sub>4</sub>) (d CaSO<sub>4</sub>)

6- الأيون الحيادي الذي لا يتفاعل مع الماء من الأيونات الآتية (a CN<sup>-</sup>) (b CH<sub>3</sub>COO<sup>-</sup>) (c NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) (d NH<sub>4</sub><sup>+</sup>)

7- يتكون محلول منظم للحموضة من محلول لنترات الأمونيوم ومحلول:

(a HCOOH) (b HCl) (c NH<sub>4</sub>OH) (d NaOH)

8- المحلول المنظم للحموضة من المحاليل الآتية هو:

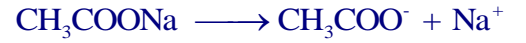
(a HCOOH, HCN) (b HCl, KCN) (c NH<sub>4</sub>OH, NH<sub>4</sub>Cl) (d NaOH, NaNO<sub>3</sub>)

9- يتكون محلول منظم للحموضة من محلول خلات الصوديوم ومحلول:

(a CH<sub>3</sub>COOH) (b HCl) (c HNO<sub>3</sub>) (d NaOH)

ثانياً- اجب عن مايلي:

1- أكتب معادلة حلمهة كل من الأملاح الآتية: خلات الصوديوم - كلوريد الأمونيوم - نترات الأمونيوم - نملات البوتاسيوم - سيانيد الصوديوم a- حدد طبيعة الوسط لكل منها مفسراً اجابتك b- اكتب العلاقة بين ثابت الحلمهة و ثابت تأين الماء.

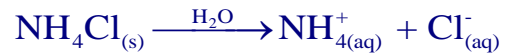


الوسط أساسي لأنه ينتج أيون الهيدروكسيد عن حلمهة أيون الخلات



$$K_h = \frac{[\text{CH}_3\text{COOH}] \cdot [\text{OH}^-]}{[\text{CH}_3\text{COO}^-]}$$

$$K_h K_a = K_w$$



- الوسط حمضي لأنه ينتج أيونات الهيدرونيوم عن حلمهة أيونات NH<sub>4</sub><sup>+</sup>

$$K_h = \frac{[\text{NH}_3] [\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{NH}_4^+]}, \text{ ثابت الحلمهة,}$$

$$K_h K_b = K_w$$



- الوسط حمضي لأنه ينتج أيونات الهيدرونيوم عن حلمة أيونات  $\text{NH}_4^+$

$$K_h = \frac{[\text{NH}_3] [\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{NH}_4^+]}, \text{ ثابت الحلمة،}$$

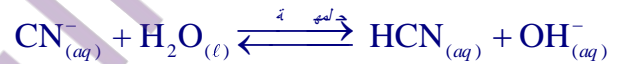
$$K_h K_b = K_w \quad \text{- فيكون:}$$



الوسط أساسي لأنه ينتج أيون الهيدروكسيد عن حلمة أيون النملات  $\text{HCOO}^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HCOOH} + \text{OH}^-$

$$K_h = \frac{[\text{HCOOH}] \cdot [\text{OH}^-]}{[\text{HCOO}^-]}$$

$$K_h K_a = K_w$$



الوسط أساسي لأنه ينتج أيونات الهيدروكسيد عن حلمة أيونات السيانيد

$$K_h = \frac{[\text{HCN}] [\text{OH}^-]}{[\text{CN}^-]}, \text{ ثابت الحلمة،}$$

$$K_h K_a = K_w$$

2- اكتب معادلة إمالة كل من الأملاح الآتية وحدد طبيعة الوسط مع التفسير (كلوريد الصوديوم - كلوريد البوتاسيوم - كبريتات الصوديوم)



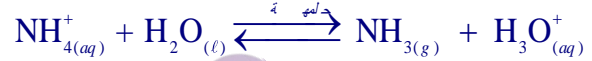
KCl - HCl - HCOOK- NaOH-  $\text{NH}_4\text{NO}_3$

3- رتب المحاليل التالية المتساوية بالتركيز بحسب تزايد الـ pH



4- محلول مائيّ لمّح سيانيد الأمونيوم ،المطلوب:اكتب معادلة إماهة المّح ثم الحمهة ثم اكتب عبارة  $K_h$  بدلالة التراكيز ثم اكتب العلاقة بين ثابت حمهة هذا المّح  $K_h$  وثابت تأين الماء ثم حدد طبيعة الوسط مع التفسير علماً أن

$$K_{b(NH_4OH)} = 1.8 \times 10^{-5}, K_{a(HCN)} = 6.2 \times 10^{-10}$$



- بجمع المعادلتين السابقتين تنتج المعادلة الممثلة لحمهة ملح سيانيد الأمونيوم  $NH_4^+ + CN^- \xrightleftharpoons{K_h} HCN + NH_3$

$$K_h = \frac{[NH_3][HCN]}{[NH_4^+][CN^-]} \quad \text{ثابت حمهته:}$$

$$K_h K_a K_b = K_w$$

الوسط أساسي لأن  $K_a < K_b$  ، وبالتالي  $[H_3O^+] < [OH^-]$

ثالثاً: حل المسائل الآتية:

المسألة الأولى: محلول مائيّ لمّح لنترات الأمونيوم تركيزه  $0.2 \text{ mol.L}^{-1}$  ، فإذا علمت أنّ ثابت تأين النّشادر عند درجة الحرارة  $25^\circ C$  هو  $K_b = 2 \times 10^{-5}$  ، المطلوب: 1- اكتب معادلتي إماهة وحمهة هذا المّح. 2- احسب قيمة ثابت الحمهة للمحلول

الملحي. 3- احسب قيمة  $[OH^-]$  . 4 - احسب قيمة pH المحلول، ماذا تستنتج؟

5- إذا أضيف إلى المحلول السابق قطرات من محلول حمض كلور الماء تركيزه  $0.01 \text{ mol.L}^{-1}$  ، فاحسب النسبة المئوية المتحمهة من ملح نترات الأمونيوم في هذه الحالة.



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



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

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

$$K_h = \frac{[NH_3] \cdot [H_3O^+]}{[NH_4^+]} = \frac{x^2}{0.2 - x} \Rightarrow 5 \times 10^{-10} = \frac{x^2}{0.2} \Rightarrow x^2 = 10^{-10} \Rightarrow x = 10^{-5} \text{ mol.L}^{-1} = [H_3O^+]$$

$$[OH^-] = \frac{10^{-14}}{10^{-5}} = 10^{-9} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$pH = -\log [H_3O^+] = -\log 10^{-5} = 5 \quad -4$$

$$[H_3O^+] = [HCl] = 0.01 \text{ mol.L}^{-1} \quad -5$$



$$0.2 \quad \quad \quad 0 \quad \quad \quad 0.01$$

$$0.2 - x \quad \quad \quad x \quad \quad \quad 0.01 + x$$

$$K_h = \frac{x(0.01 + x)}{0.2 - x} \Rightarrow 5 \times 10^{-10} = \frac{x(0.01 + x)}{0.2 - x}$$

تُهمل  $x$  المضافة والمطروحة لصغرها

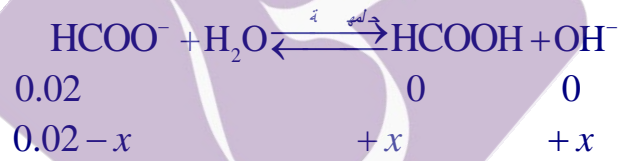
$$5 \times 10^{-10} = \frac{0.01x}{0.2} \Rightarrow x = \frac{0.2 \times 5 \times 10^{-10}}{0.01} = 10^{-8} \text{ mol.L}^{-1}$$

كل 0.2 يتحلله منها  $10^{-8}$

كل 100 يتحلله منها  $y$

$$y = \frac{10^{-8} \times 100}{0.2} = 5 \times 10^{-6} \%$$

**المسألة الثانية:** محلول مائي لأملاح الصوديوم تركيزه  $0.02 \text{ mol.L}^{-1}$  و  $\text{pH} = 8$  المطلوب: 1- أكتب معادلة الحلمهة للملح الناتج 2- احسب قيمة ثابت حلمهة هذا الملح. 3- احسب قيمة ثابت تأين حمض النمل. 4- نضيف إلى المحلول السابق قطرات من هيدروكسيد الصوديوم بحيث يصبح تركيزه في الوسط  $0.01 \text{ mol.L}^{-1}$  أحسب النسبة المئوية المتحللة في هذه الحالة.



$$\text{pH} + \text{pOH} = 14 \Rightarrow \text{pOH} = 14 - 8 = 6 \quad -2$$

$$[\text{OH}^-] = 10^{-\text{pOH}} = 10^{-6} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$K_h = \frac{[\text{HCOOH}] [\text{OH}^-]}{[\text{HCOO}^-]} = \frac{x^2}{0.02 - x}$$

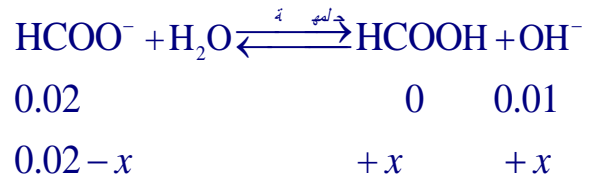
تُهمل  $x$  أمام 0.02 من المقام لصغرها

$$\Rightarrow K_h = \frac{x^2}{0.02}$$

$$\Rightarrow K_h = \frac{(10^{-6})^2}{0.02} = 5 \times 10^{-11}$$

$$K_h K_a = K_w \Rightarrow K_a = \frac{10^{-14}}{5 \times 10^{-11}} = 2 \times 10^{-4} \quad -3$$

4- المضاف  $[\text{NaOH}] = [\text{OH}^-]_{(aq)} = 0.01 \text{ mol.L}^{-1}$



$$K_h = \frac{[\text{HCOOH}] [\text{OH}^-]}{[\text{HCOO}^-]} \Rightarrow 5 \times 10^{-11} = \frac{x (0.01 + x)}{0.02 - x}$$

تُهمل  $x$  في والبسط والمقام لصغرها

$$\Rightarrow 5 \times 10^{-11} = \frac{x (0.01)}{0.02}$$

$$x = 10^{-10} \text{ mol.L}^{-1}$$

كل  $0.02 \text{ mol.L}^{-1}$  يتحلّمه منها  $x = 10^{-10} \text{ mol.L}^{-1}$

كل  $100 \text{ mol.L}^{-1}$  يتحلّمه منها  $y \text{ mol.L}^{-1}$

$$y = \frac{10^{-10} \times 100}{0.02} = 5 \times 10^{-7} \text{ mol.L}^{-1}$$

وتكتب كنسبة مئوية:  $y = 5 \times 10^{-7} \%$

### المسألة الثالثة:

محلول مائيّ لملح خلات البوتاسيوم تركيزه  $0.2 \text{ mol.L}^{-1}$ ، فإذا علمت أنّ له  $\text{pH} = 9$  عند الدرجة  $25^\circ\text{C}$ . المطلوب:

1- اكتب معادلة حلمهة هذا الملح. 2- احسب قيمة  $[\text{H}_3\text{O}^+]$ . 3- احسب قيمة ثابت الحلمهة لهذا الملح.

4- احسب ثابت تأين حمض الخل. 5- احسب النسبة المئوية المتحلّمة من هذا الملح.



$$\begin{array}{ccc} 0.2 & 0 & 0 \\ 0.2 - x & + x & + x \end{array}$$

2-  $[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-\text{pH}} = 10^{-9} \text{ mol.L}^{-1}$

3-  $K_h = \frac{[\text{CH}_3\text{COOH}][\text{OH}^-]}{[\text{CH}_3\text{COO}^-]} = \frac{x^2}{0.2 - x}$

$x = [\text{OH}^-] = \frac{K_w}{[\text{H}_3\text{O}^+]} = \frac{10^{-14}}{10^{-9}} = 10^{-5} \text{ mol.L}^{-1}$

تُهمل  $x$  أمام  $0.2$  من المقام لصغرهما

$$\Rightarrow K_h = \frac{x^2}{0.2}$$

$$\Rightarrow K_h = \frac{(10^{-5})^2}{0.2} = 5 \times 10^{-10}$$

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

5- كل  $0.2 \text{ mol.L}^{-1}$  يتحلّمه منها  $x = 10^{-5} \text{ mol.L}^{-1}$

كل  $100 \text{ mol.L}^{-1}$  يتحلّمه منها  $y \text{ mol.L}^{-1}$

$$y = \frac{10^{-5} \times 100}{0.2} = 5 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$$

وتكتب كنسبة مئوية:  $y = 5 \times 10^{-3} \%$