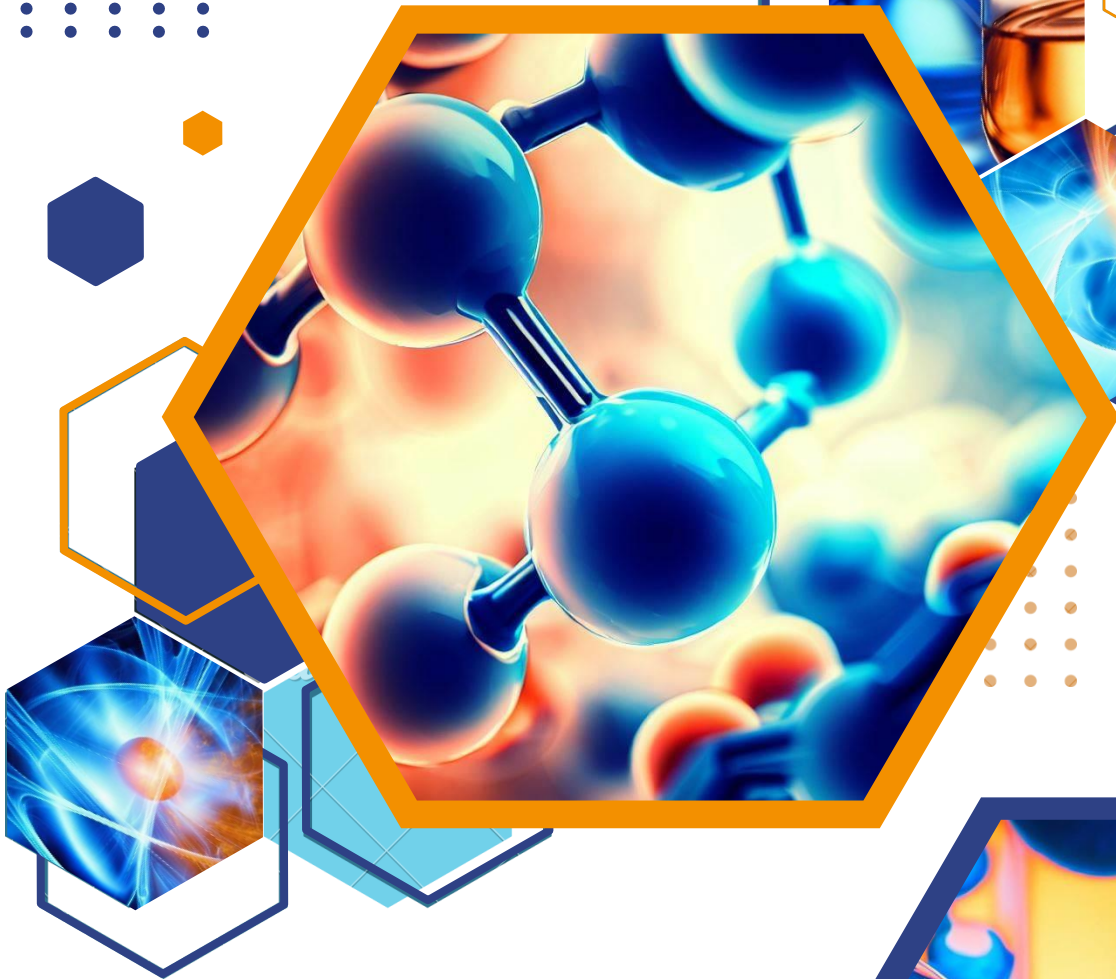


# العُمرية في الكيمياء للتالث الثانوي العلمي

#شعارنا\_لا\_مُستحيلًا



المدرس: عمر المصطفى

0968114089

## فهرس المحتويات

1	الوحدة الأولى الكيمياء النووية
1	أولاً: تركيب النواة:
2	ثانياً: رموز بعض الجسيمات النووية:
2	ثالثاً: استقرار النواة
4	خامساً: خاصيات جسيمات ألفا وبيتا وغاما
4	سادساً: سلاسل النشاط الإشعاعي
5	سابعاً: طاقة الارتباط (موجبة)
6	ثامناً: عمر النصف للمادة المشعة $t_{1/2}$ :
7	تاسعاً: التفاعلات النووية:
13	الوحدة الثانية الغازات
13	بعض الملاحظات قبل البدء
13	أولاً: صفات الغاز المثالي:
14	قوانين الغازات:
20	النظرية الحركية للغازات:
26	الوحدة الثالثة سرعة التفاعل الكيميائية
26	السرعة الوسطية للتفاعل:
27	فرضيات نظرية التصادمات:
28	العوامل المؤثرة في سرعة التفاعل:
30	قانون سرعة التفاعل اللحظية:
39	التوازن الحركي
39	استنتاج علاقة ثابت التوازن الكيميائي للتفاعل الآتي:
40	ثابت التوازن بدلالة الضغوط الجزئية:
40	العلاقة بين $KP$ , $KC$ :
41	أهمية ثابت التوازن:
42	العوامل المؤثرة في حالة التوازن:

- 58..... الوحدة الرابعة الحموض والأسس
- 58..... بعض الملاحظات على الحموض والأسس:
- 58..... نظرية ارينوس:
- 59..... نظرية برونشted لوري:
- 59..... نظرية لويس:
- 60..... الأزواج المترافقة: (أساس ، حمض) وفق نظرية برونشted لوري:
- 61..... التآين الذاتي للماء وثابت تأينه:
- 61..... بعض الملاحظات:
- 62..... درجة التآين  $\alpha$
- 62..... الأساس الهيدروجيني pH:
- 64..... ثابت تأين الحموض الضعيفة أحادية الوظيفة:
- 65..... ثابت تأين الأساس الضعيف:
- 67..... ملاحظاتي:
- 75..... المحاليل المائية للأملاح
- 75..... ملاحظات قبل الدخول للدرس: أنماط مسائل الأملاح الذوابة
- 75..... قطبية الأملاح:
- 76..... التوازن غير المتجانس للأملاح قليلة الذوبان:
- 78..... تطبيقات جداء الذوبان:
- 81..... إماهة الأملاح:
- 81..... حلמהة الأملاح:
- 85..... المحاليل المنظمة للحموضة:
- 91..... المعايير الحجمية
- 91..... معايرة حمض قوي بأساس قوي:
- 92..... قانون مور:
- 92..... معايرة أساس قوي بحمض قوي:
- 93..... معايرة حمض ضعيف بأساس قوي:
- 94..... معايرة أساس ضعيف بحمض قوي:

- 105..... الوحدة الخامسة الكيمياء العضوية
- 105..... الألكانات:
- 105..... الجذور الألكيلية – R
- 106..... الألكينات
- 107..... تسمية الأغوال:
- 108..... تسمية الألدهيدات
- 109..... تسمية الكيتونات:
- 110..... تسمية الحموض الكربوكسيلية
- 111..... تسمية الأسترات
- 112..... تسمية الإيترات:
- 113..... تسمية التتريلات
- 113..... تسمية الالكينات:
- 113..... أولاً: الصيغة العامة والزمرة الوظيفية للأغوال
- 114..... التحضير الصناعي لبعض الأغوال:
- 115..... الخاصيات الفيزيائية للأغوال:
- 116..... الخاصيات الكيميائية للأغوال:
- 119..... تفاعلات البلمهة:
- 123..... أولاً: الصيغة العامة والزمرة القطبية:
- 124..... الخاصية الفيزيائية للألدهيدات والكيتونات:
- 125..... الخاصيات الكيميائية للألدهيدات والكيتونات:
- 133..... الصيغة العامة للحموض الكربوكسيلية:
- 133..... الخاصيات الفيزيائية للحموض الكربوكسيلية:
- 133..... تحضير الحموض الكربوكسيلية:
- 134..... الخاصيات الكيميائية للحموض الكربوكسيلية:
- 136..... تفاعلات الإرجاع:
- 142..... الصيغة العامة والزمرة الوظيفية للاسترات:
- 143..... الخاصيات الفيزيائية للاسترات:

- 143..... الخاصيات الكيميائية للأسترات:
- 145..... ثانياً: تصنيف الأميدات: .....
- 145..... تحضير الأميدات: .....
- 147..... الخاصيات الفيزيائية للأميدات: .....
- 147..... الخاصيات الكيميائية للأميدات: .....
- 148..... حلمة الأميدات: .....
- 151..... تسمية الأمينات: .....
- 151..... الصيغة العامة والزمرة الوظيفية للأمينات .....
- 152..... بعض طرق تحضير الأمينات: .....
- 152..... الخاصيات الفيزيائية للأمينات: .....
- 153..... الخاصيات الكيميائية للأمينات: .....
- 153..... تفاعل الأمينات مع الحموض: .....

OMAR  
ALMOSTAFA





## الوحدة الأولى الكيمياء النووية

### أولاً: تركيب النواة:

تتكون النواة من بروتونات موجبة الشحنة ونيوترونات معتدلة الشحنة، تقع في حيز صغير جداً حيث يرمز لنواة العنصر بـ:

$${}^A_Z X$$

العدد الكتلي: هو عدد البروتونات + عدد النيوترونات  
العدد الذري: هو عدد البروتونات في النواة = عدد الإلكترونات في الذرة

يعني:

- العدد الكتلي = عدد البروتونات + عدد النيوترونات
- العدد الذري = عدد البروتونات في النواة = عدد الإلكترونات في الذرة
- عدد النيوترونات = العدد الكتلي - العدد الذري

مثال:

ذرة الثوريوم  ${}^{230}_{90}\text{Th}$ : العدد الذري = 90، عدد البروتونات = 90، عدد الإلكترونات = 90، العدد الكتلي = 230  
 $\Leftarrow$  عدد النيوترونات =  $230 - 90 = 140$

### ملاحظة:

نظائر عنصر ما: هي ذرات من العنصر نفسه، تتوافق مع بعضها بـ العدد الذري  $Z$  والخصائص الكيميائية. وتختلف بـ العدد الكتلي  $A$ ، والخصائص الفيزيائية.

### ■ بعض الأمثلة (للحفظ):

● نظائر الهيدروجين:

- ◀ الهيدروجين العادي:  ${}^1_1\text{H}$  يحتوي على 1 بروتون، و 0 نيوترون
- ◀ الديتيريوم  ${}^2_1\text{H}$  يحتوي على بروتون واحد ونيوترون واحد
- ◀ الترييوم  ${}^3_1\text{H}$  يحتوي على بروتون واحد و 2 نيوترون

● نظائر الهيليوم:

- ◀ الهيليوم  ${}^4_2\text{He}$  يحتوي على 2 بروتون و 2 نيوترون
- ◀ نظير الهيليوم  ${}^3_2\text{He}$  يحتوي على 2 بروتون و 1 نيوترون

### ملاحظة:

العدد الكلي للبروتونات والنيوترونات للمواد المتفاعلة لازم نفسه للمواد الناتجة (للعدد الكتلي)  
 العدد الكلي للبروتونات في المواد المتفاعلة لازم نفسه في المواد الناتجة (للعدد الذري)

## ثانياً: رموز بعض الجسيمات النووية:

نيوترون	بروتون	جسيم بيتا	جسيم ألفا	بوزيترون
${}^1_0n$	${}^1_1H$ أو ${}^1_1p$	${}^0_{-1}e$ أو ${}^0_{-1}\beta$	${}^4_2He$ أو ${}^4_2\alpha$	${}^0_{+1}e$ أو ${}^0_{+1}\beta$

❖ **تعليل: يُعدّ النيوترون أفضل قذيفة نووية.**

◀ لأنه جسيم نووي متعادل كهربائياً.

## ثالثاً: استقرار النواة

العامل الذي يحدد استقرار النواة هو نسبة  $\frac{N}{Z}$

• حالة النوى المستقرة: هي التي لا يحدث لأنويتها تفكك تلقائي، تتألف من:

◀ نوى مستقرة أعدادها الذرية صغيرة: تكون نسبتها  $1 \simeq \frac{N}{Z}$

◀ نوى مستقرة أعدادها الذرية كبيرة: تصبح نسبتها  $1 < \frac{N}{Z}$

## بعض الملاحظات:

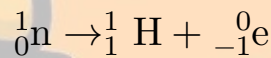
- النظير الغير مستقر نسبته  $\frac{N}{Z}$  لا تساوي نسبة النظير المستقر

تقع النواة ضمن منطقة تدعى حزام الاستقرار والنوى الغير مستقرة تقع خارجه.

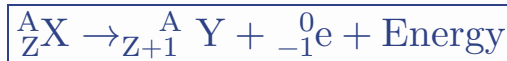
حالة النواة الغير مستقرة: هي التي يحدث لأنويتها تفكك تلقائي، تتحول إلى نوى أكثر استقراراً، يرافق ذلك التحول إطلاق جسيمات خارج النواة، وانطلاق طاقة على شكل أمواج كهرومغناطيسية.

## التحول من النوع بيتا:

يحدث في النوى التي تقع فوق حزام الاستقرار، وفق المعادلة:



يعبر عن هذا التفاعل بالمعادلة العامة:

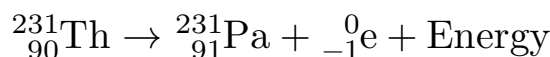


❖ **سؤال: علل إطلاق النواة الالكترونات المؤلفة لجسيمات بيتا؟**

◀ بسبب تحول نيوترون إلى بروتون يستقر داخل النواة فيطلق جسيم بيتا خارج النواة.

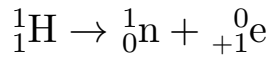
## ❖ تطبيق (1):

تتحول نواة الثوريوم  ${}^{231}_{90}Th$  إلى نواة البروتكتينيوم  ${}^{231}_{91}Pa$  تلقائياً، اكتب المعادلة النووي المعبرة عن التفاعل، وحدد نوعه.



### التحول من النوع بوزيترون:

يحدث في النوى التي تقع تحت حزام الاستقرار، وفق المعادلة:



يعبر عن هذا التفاعل بالمعادلة العامة:

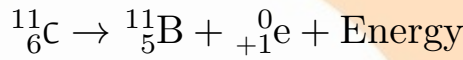


### سؤال: علل إطلاق النواة للبوزيترون؟

بسبب تحول بروتون إلى نيوترون مستقر داخل النواة، فينتقل بوزيترون خارج النواة

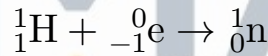
### تطبيق (2):

تتحول نواة الكربون المشع  ${}^{11}_6\text{C}$  إلى نواة البور المستقر بإطلاقها لبوزيترون، اكتب المعادلة المعبرة عن هذا التحول



### الأسر الإلكتروني:

يحدث في النوى الواقعة تحت حزام الاستقرار، لا يملك طاقة كافية لإطلاق بوزيترون، حيث تلتقط النواة إلكترونًا من السحابة الإلكترونية المحيطة بها ليرتبط ببروتون فيتشكل نيوترون، وفق المعادلة:

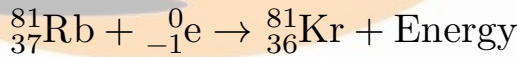


يعبر عن هذا التفاعل بالمعادلة العامة:



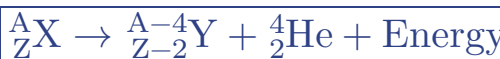
### تطبيق (3):

تتحول نواة الروبيديوم Rb إلى نواة الكريبتون  ${}^{81}_{36}\text{Kr}$  عندما تأسر أحد الإلكترونات السحابة الإلكترونية المحيطة بها، اكتب هذه المعادلة المعبرة عن التفاعل



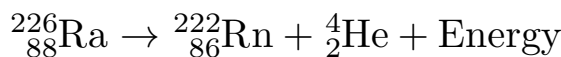
### التحول من النوع ألفا:

يحدث في النوى التي يزيد عددها الذري عن 83، حيث تطلق جسيمات ألفا، معادلته العامة:



### تطبيق (4):

تتحول نواة الراديوم  ${}^{226}_{88}\text{Ra}$  إلى نواة الرادون Rn بإطلاقها جسيم ألفا، اكتب المعادلة المعبرة عن التحول





### خامساً: خصائص جسيمات ألفا وبيتا وغاما

أشعة غاما $\gamma$	جسيمات بيتا $\beta$	جسيمات ألفا $\alpha$	
أمواج كهرومغناطيسية طاقتها عالية جداً	الالكترونات عالية السرعة ${}_{-1}^0e$	تطابق نواة الهيليوم ${}_{2}^4He$	الطبيعة
ليس لها كتلة	تساوي كتلة الإلكترون	تساوي أربعة أضعاف كتلة الهيدروجين العادي	الكتلة
لا شحنة كهربائية لها	تحمل شحنة سالبة	تحمل شحنتين موجبتين	الشحنة
أقل قدرة على تأيين الغازات من بيتا	أقل قدرة تأيين من جسيمات $\alpha$	تأين الغازات التي تمر بها	تأين الغازات
تساوي سرعة الضوء $c = 3 \times 10^8 \text{ m.s}^{-1}$	$0.9 c$ قريبة من سرعة الضوء	سرعتها $0.05 c$ حيث $c$ سرعة الضوء	السرعة
نفوذيتها أكبر من نفوذيتها جسيمات بيتا	نفوذيتها أكبر من نفوذيتها جسيمات الفا	نفوذيتها ضعيفة	النفوذية
لا تتأثر	تنحرف نحو اللبوس الموجب	تنحرف نحو اللبوس السالب	التأثر بالحقل الكهربائي
لا تتأثر	تنحرف بتأثير قوة لورنر عكس جهة جسيمات ألفا	تنحرف بتأثير قوة لورنر	التأثر بالحقل المغناطيسي

### سادساً: سلاسل النشاط الإشعاعي

تتحول النواة المشعة وفق عدة تحولات نووية متسلسلة لتصل إلى نواة مستقرة تدعى سلسلة النشاط الإشعاعي

#### ◆ تطبيق (1):

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



المطلوب:

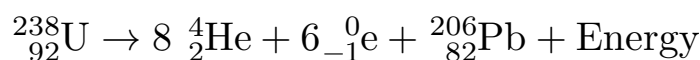
① احسب عدد التحولات من النوع ألفا ( $x$ ) وعدد التحولات من النوع بيتا ( $y$ ) التي يقوم بها لكي يستقر.

② اكتب المعادلة النووية الكلية

$$238 = 4x + y(0) + 206 \Rightarrow 4x = 32 \Rightarrow x = 8$$

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

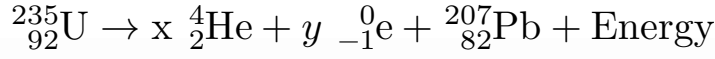
المعادلة الكلية:



◆ تطبيق:

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

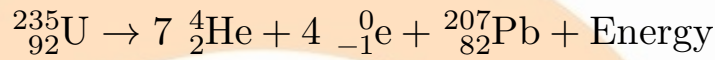
- ① احسب عدد التحولات من النوع ألفا ( $x$ ) وعدد التحولات من النوع بيتا ( $y$ ) التي يقوم بها اليورانيوم لكي يستقر.
- ② اكتب المعادلة النووية الكلية



$$235 = 4x + y(0) + 207 \Rightarrow 4x = 28 \Rightarrow \boxed{x = 7}$$

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

المعادلة الكلية:



سابعاً: طاقة الارتباط (موجبة)

◆ **فسر كتلة نواة العنصر أصغر من مجموع كتل مكوناتها وهي حرة.**

◀ بسبب النقص في الكتلة الذي يتحول لطاقة منتشرة، تعطى بـ  $\Delta E = \Delta m \cdot c^2$

حيث:

$\Delta E$ : الطاقة المنتشرة (وهي سالبة دوماً)

$\Delta m$ : النقصان في كتلة ( $\text{Kg}$ )  $\Delta m = m_2 - m_1 < 0$

$m_2$ : كتلة النواة

$m_1$ : مجموع كتل مكونات النواة (نيوترونات وبروتونات) وهي حرة

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

■ **طاقة الارتباط:**

هي الطاقة اللازمة لفصل النواة إلى مكوناتها من بروتونات ونيوترونات وهي حرة

**المسألة الأولى:**

إذا علمت أن كتلة نواة الهيليوم  $m_2 = 6.4024 \times 10^{-27} \text{ Kg}$  وأن كتلة البروتون  $1.6726 \times 10^{-27} \text{ Kg}$  وأن كتلة النيوترون  $1.6749 \times 10^{-27} \text{ Kg}$  ، المطلوب:

- ① كتلة مكونات النواة
- ② مقدار النقص في كتلة النواة
- ③ الطاقة المنتشرة أثناء تكل نواة الهيليوم علماً أن سرعة الضوء  $c = 3 \times 10^8 \text{ m.s}^{-1}$
- ④ طاقة الارتباط لنواة الهيليوم

$^4_2\text{He}$  بروتون (2) و نيوترون (2)

① كتلة المكونات الحرة:

$$m_1 = 2 \times (1.6726 \times 10^{-27}) + 2 \times (1.6749 \times 10^{-27}) = 6.695 \times 10^{-27} \text{ Kg}$$

كتلة النيوترونات    عدد النيوترونات    كتلة البروتون    عدد البروتونات

②

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

③

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

④ طاقة الارتباط تساوي الطاقة المنتشرة، ولكن تعاكسها بالإشارة طاقة الارتباط =  $+2.6334 \times 10^{-11} \text{ J}$

**المسألة الثانية:** إذا علمت أن الشمس تشع طاقة مقدارها  $38 \times 10^{27} \text{ J}$  في كل ثانية، المطلوب حساب:

① مقدار النقص في كتلة الشمس خلال يوم.

② مقدار النقص في كتلة الشمس خلال 3 hours

③ علماً أن سرعة انتشار الضوء  $c = 3 \times 10^8 \text{ m.s}^{-1}$

**ملاحظة:** كلمة تشع يعني تخسر يعني سالبة دوماً

التحويل: يوم = 24 ساعة =  $24 \times 60 \times 60$  دقيقة =  $60 \times 60 \times 24$  ثانية

① خلال يوم واحد:

$$\Delta E = \Delta m \cdot c^2 \Rightarrow -38 \times 10^{27} \times 24 \times 60 \times 60 = \Delta m (3 \times 10^8)^2$$

$$\Rightarrow \Delta m = \frac{-38 \times 10^{27} \times 24 \times 60 \times 60}{(3 \times 10^8)^2} = \frac{-38 \times 10^{27} \times 24 \times 60 \times 60}{3 \times 3 \times 10^{16}}$$

$$= -3648 \times 10^{13} \text{ Kg}$$

② خلال 3 ساعات:

$$\Delta E = \Delta m \cdot c^2 \Rightarrow \Delta m = \frac{-38 \times 10^{27} \times 3 \times 60 \times 60}{3 \times 3 \times 10^{16}} = -456 \times 10^{13} \text{ Kg}$$

**ثامناً: عمر النصف للمادة المشعة  $t_{1/2}$ :**

هو الزمن اللازم لتحويل نصف عدد نوى النظير المشع وفق نشاط إشعاعي محدد إلى نوى عنصر آخر خلال أزمنة متساوية.

يحسب عمر النصف للمادة المشعة من العلاقة:

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

حيث:  $t$ : هو الزمن الكلي     $n$ : عدد مرات التكرار     $t_{1/2}$ : عمر النصف للمادة المشعة

**ملاحظة هامة:** يتعلق عمر النصف بنوع المادة المشعة فقط، ولا يتعلق بالحالة الفيزيائية أو الكيميائية أو الضغط أو الحرارة.

(يوجد مسائل عن هذه الفقرة في التمرينات القادمة)

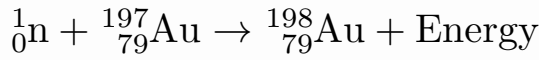
## تاسعاً: التفاعلات النووية:

### ■ الالتقاط:

تلتقط النواة القذيفة التي قذفت بها دون أن تنقسم.

### ◆ تطبيق:

عند قذف نواة الذهب النظير غير المشع  $^{197}_{79}\text{Au}$  بنيوترون تتحول إلى نواة الذهب النظير المشع، اكتب المعادلة المعبرة.

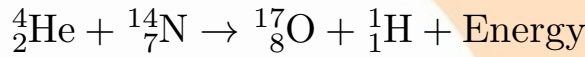


### ■ التطاير:

يحدث عندما تتحول النواة المقذوفة بجسيم إلى عنصر جديد مطلقة جسيم آخر.

### ◆ تطبيق:

عند قذف نواة النيتروجين بجسيم الفا تتحول إلى نواة الأوكسجين مطلقة بروتون، اكتب المعادلة:

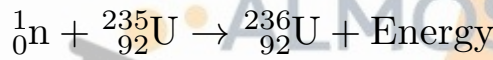


### ■ الانشطار النووي:

تفاعل نووي تنشط فيه نواة ثقيلة لتعطي نواتين متوسطتي الكتلة مع انطلاق طاقة هائلة.

### ◆ تطبيق:

عند قذف نواة اليورانيوم النظير  $^{235}_{92}\text{U}$  بنيوترون بطيء تلتقط النواة النيوترون وفق:



### ◆ تطبيق:

تنشط نواة اليورانيوم  $^{236}_{92}\text{U}$  إلى نواتين متوسطتي الكتلة، وينطلق نيوترونات سريعة وفق:

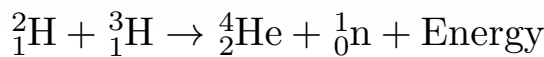


### ■ الاندماج النووي:

تندمج نواتان خفيفتان لتتشكل نواة أثقل

### ◆ تطبيق:

تندمج نواتا نظيري الهيدروجين الديتريوم  $^2_1\text{H}$  والترتيوم  $^3_1\text{H}$  لينتج نواة الهليوم ونيوترون، اكتب المعادلة



◆ علل: يرافق تفاعلات الاندماج النووي انطلاق طاقة هائلة / كتلة النواة الناتجة عن الاندماج

أصغر من مجموع كتل النوى المندمجة.

← نتيجة النقص في الكتلة الذي يتحول إلى طاقة

ملاحظة: تحدث في النجوم تفاعلات اندماج نووي.

الأسئلة:

1. أكمل التحولات النووية واكتب نوعها:

- a)  $(\ )_{90}\text{Sr} \rightarrow (\ )_{39}\text{Y} + (\ )_{-1}\text{e} + \dots \Rightarrow {}^{90}_{38}\text{Sr} \rightarrow {}^{90}_{39}\text{Y} + {}_{-1}^0\text{e} + \text{E}$  النوع بيتا
- b)  $(\ )_{19}\text{K} \rightarrow (\ )_{18}\text{Ar} + (\ )_{+1}\text{e} + \dots \Rightarrow {}^{38}_{19}\text{K} \rightarrow {}^{38}_{18}\text{Ar} + {}_{+1}^0\text{e} + \text{E}$  نوع بوزيترون
- c)  $(\ )_{\text{Ru}} + {}_{-1}^0\text{e} \rightarrow {}^{92}_{43}\text{Tc} + \dots \Rightarrow {}^{92}_{44}\text{Ru} + {}_{-1}^0\text{e} \rightarrow {}^{92}_{43}\text{Tc} + \text{E}$  نوع الأسر الالكتروني
- d)  $(\ )_{212}\text{Po} \rightarrow (\ )_{82}\text{Pb} + (\ )_{2}^4\text{He} + \dots \Rightarrow {}^{212}_{84}\text{Po} \rightarrow {}^{208}_{82}\text{Pb} + {}_2^4\text{He} + \text{E}$  نوع ألفا

2. أكمل التفاعلات النووية الآتية ثم حدد نوع كل منها:

- a)  $(\ )_{30}\text{Zn} + (\ )_0^1\text{n} \rightarrow (\ )_{30}^{64}\text{Zn} + \dots \Rightarrow {}^{63}_{30}\text{Zn} + {}_0^1\text{n} \rightarrow {}^{64}_{30}\text{Zn} + \text{E}$  التقاط
- b)  $(\ )_5\text{B} + (\ )_0^1\text{n} \rightarrow (\ )_3^7\text{Li} + (\ )_2^4\text{He} + \dots \Rightarrow {}^{10}_5\text{B} + {}_0^1\text{n} \rightarrow {}_3^7\text{Li} + {}_2^4\text{He} + \text{E}$  تطاير
- c)  ${}^{236}_{92}\text{U} \rightarrow (\ )_{51}\text{Sb} + (\ )_{41}^{101}\text{Nb} + 3(\ )_0^1\text{n} + \dots \Rightarrow {}^{236}_{92}\text{U} \rightarrow {}^{132}_{51}\text{Sb} + {}^{101}_{41}\text{Nb} + 3({}_0^1\text{n}) + \text{E}$  انشطار نووي
- d)  $4({}_1^1\text{H}) \rightarrow (\ )_2^4\text{He} + 2({}_{+1}^0\text{e}) + \dots \Rightarrow 4({}_1^1\text{H}) \rightarrow {}_2^4\text{He} + 2({}_{+1}^0\text{e}) + \text{E}$  اندماج نووي

(منشوف H ونظائره أو He ونظائره)

3. إذا علمت أن عمر النصف لعنصر مشع 3 years، احسب الزمن اللازم كي يصبح النشاط الإشعاعي  $\frac{1}{8}$  ما كان عليه.

$$t = t_{1/2} \times n \quad 1 \xrightarrow{(1)} \frac{1}{2} \xrightarrow{(2)} \frac{1}{4} \xrightarrow{(3)} \frac{1}{8} \Rightarrow n = 3$$

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

4. يبلغ عدد النوى في عنصر مشع  $16 \times 10^5$  نواة وبعد زمن 150 s يصبح ذلك العدد  $2 \times 10^5$  نواة، احسب عمر النصف لهذا العنصر.

$$t_{1/2} = \frac{t}{n} \quad 16 \times 10^5 \xrightarrow{(1)} 8 \times 10^5 \xrightarrow{(2)} 4 \times 10^5 \xrightarrow{(3)} 2 \times 10^5 \Rightarrow n = 3$$

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

5. تتحول نواة اليود المشع  $^{131}_{53}\text{I}$  إلى نواة الكزنيون  $^{131}_{54}\text{Xe}$  مطلقاً جسيم بيتا عند معالجة مرض سرطان الغدة الدرقية بجرعة منه، فإذا كان عمر النصف لليود 8 days ، المطلوب:

① اكتب المعادلة النووية المعبرة عن التفاعل



② احسب النسبة المتبقية من اليود المشع بعد 24 days

$$n = \frac{t}{t_{1/2}} = \frac{24}{8} = 3 \Rightarrow 1 \xrightarrow{(1)} \frac{1}{2} \xrightarrow{(2)} \frac{1}{4} \xrightarrow{(3)} \frac{1}{8}$$

أي أن النسبة المتبقية من اليود المشع تساوي  $\frac{1}{8}$

③ احسب النسبة المتفككة من اليود المشع بعد 32 days

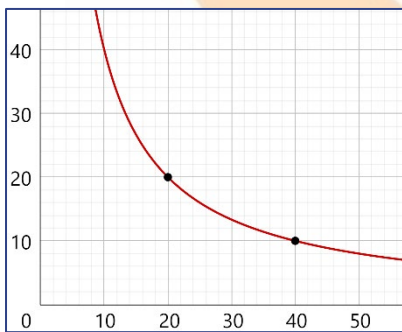
$$n = \frac{t}{t_{1/2}} = \frac{32}{8} = 4 \Rightarrow 1 \xrightarrow{(1)} \frac{1}{2} \xrightarrow{(2)} \frac{1}{4} \xrightarrow{(3)} \frac{1}{8} \xrightarrow{(4)} \frac{1}{16}$$

النسبة المتفككة تساوي  $1 - \frac{1}{16} = \frac{15}{16}$

6. كمية من عنصر مشع مقدارها 1 g وبعد مرور زمن قدره 15 years وُجد أن الكمية المتبقية 0.125 g. احسب عمر النصف لهذا العنصر المشع.

$$t_{1/2} = \frac{t}{n} \Rightarrow 1 \xrightarrow{(1)} 0.5 \xrightarrow{(2)} 0.25 \xrightarrow{(3)} 0.125 \Rightarrow n = 3$$

$$\Rightarrow t_{1/2} = \frac{15}{3} = 5 \text{ years}$$



7. بين المخطط المجاور تحول 40 g من عينة لعنصر مشع بدلالة الزمن، المطلوب:

(a) استنتج عمر النصف للمادة المشعة.

(b) احسب كتلة العينة المتبقية للمادة المشعة بعد مرور 40 min

(c) احسب الكتلة المتحولة بعد مرور 60 min

نستنتج من الخط البياني أن:  $t_{1/2} = 20 \text{ min}$

$$n = \frac{t}{t_{1/2}} = \frac{40}{20} = 2 \Rightarrow 40 \xrightarrow{(1)} 20 \xrightarrow{(2)} 10$$

أي أن الكتلة المتبقية تساوي 10 g

$$n = \frac{t}{t_{1/2}} = \frac{60}{20} = 3 \Rightarrow 40 \xrightarrow{(1)} 20 \xrightarrow{(2)} 10 \xrightarrow{(3)} 5$$

أي أن الكتلة المتحولة تساوي  $40 - 5 = 35 \text{ g}$

أختبر نفسي

أولاً: اختر الإجابة الصحيحة:

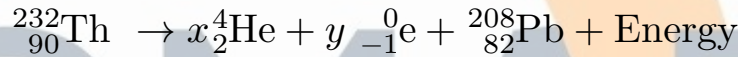
- يتوقف عمر النصف للعنصر المشع على:
    - كتلة العنصر المشع
    - الروابط الكيميائية للعنصر المشع
    - تحدث في الشمس تفاعلات نووية من نوع:
      - انشطار
      - اندماج
      - من خاصيات أشعة غاما:
      - تتأثر بالحقل الكهربائي
      - تتأثر بالحق المغناطيسي
  - تتفكك نواة الثوريوم  $^{238}_{90}\text{Th}$  بإطلاقها جسيمات ألفا متحوّلة إلى نواة البولونيوم  $^{216}_{84}\text{Po}$  فإن عدد جسيمات ألفا المنطلقة خلال هذا التحول يساوي:
    - 2
    - 3
    - 4
    - 5
  - تتحول نواة الكربون  $^{14}_6\text{C}$  إلى نواة النتروجين  $^{14}_7\text{N}$  وتطلق عندئذٍ:
    - نيوترون
    - بوزيترون
    - جسيم بيتا
    - جسيم ألفا
  - عند تحول نواة النتروجين  $^{14}_7\text{N}$  إلى نواة الكربون المشع  $^{14}_6\text{C}$  فإنها:
    - تلتقط نيوترون وتطلق ألفا
    - تلتقط بروتون وتطلق نيوترون
    - تلتقط بوزيترون وتطلق نيوترون
    - تلتقط نيوترون وتطلق بروتون
  - يبلغ عمر النصف لمادة مشعة  $t_{1/2} = 24 \text{ days}$ ، وكتلتها 1 Kg، تكون نسبة ما تبقى منها بعد 72 days مساوية:
    - $\frac{1}{8}$
    - $\frac{1}{4}$
    - $\frac{1}{18}$
    - $\frac{7}{8}$
  - يبلغ عدد النوى في عينة مشعة  $8 \times 10^{20}$ ، وبعد زمن قدره 120 s يصبح عدد النوى  $10^{20}$  فيكون عمر النصف لهذه المادة مساوية:
    - 20 s
    - 30 s
    - 40 s
    - 60 s
  - تطلق نواة عنصر مشع  $^A_Z\text{X}$  جسيم ألفا، ثم تطلق النواة الناتجة جسيم بيتا، فتنتج نواة:
    - $^A-4_{Z-3}\text{Y}$
    - $^A-4_{Z-2}\text{Y}$
    - $^A-4_{Z+3}\text{Y}$
    - $^A-4_{Z-1}\text{Y}$
- ملاحظة: لو قال انطلق ألفا وبيتا معاً  $\Rightarrow ^A_Z\text{X} \rightarrow ^A-4_{Z-2}\text{G} + ^4_2\text{He} + \text{E} \Rightarrow ^A-4_{Z-1}\text{Y} + ^0_{-1}\beta + \text{E}$
- $^A_Z\text{X} \rightarrow ^A-4_{Z-1}\text{Y} + ^4_2\text{He} + ^0_{-1}\beta + \text{Energy}$
- نواة عنصر غير مستقرة تقع فوق حزام الاستقرار، للعودة على حزام الاستقرار فإنها تطلق جسيم:
    - $^0_{-1}\text{e}$
    - $^0_{+1}\text{e}$
    - $^1_0\text{n}$
    - $^1_1\text{H}$

### ثانياً: أعط تفسيراً علمياً:

1. يعد النيوترون أفضل قذيفة نووية: لأنه معتدل الشحنة، لا يحدث تدافع كهربائي بينه وبين النواة المقذوفة.
2. كتلة النواة أصغر من مجموع كتل مكوناتها وهي حرة: بسبب تحول النقص في الكتلة إلى طاقة.
3. إطلاق النواة للبيوترون: بسبب تحول بروتون إلى نيوترون يستقر داخل النواة فينتقل بوزيترون خارج النواة.
4. يرافق تفاعل الاندماج انطلاق طاقة هائلة: بسبب النقص في الكتلة وتحول هذا النقص إلى طاقة.
5. إطلاق النواة للإلكترونات المؤلفة جسيمات بيتا: بسبب تحول نيوترون إلى بروتون يستقر داخل النواة فينتقل جسيم بيتا خارج النواة.
6. عدم تأثر أشعة غاما بالحقل الكهربائي: لأنها أمواج كهرومغناطيسية عديمة الشحنة.
7. تأثر كل من جسيمات الفا وجسيمات بيتا بالحقل الكهربائي: لأن كل منهما يحمل شحنة كهربائية.

### ثالثاً: أجب عن الأسئلة الآتية:

1. احسب التحولات من النمط الفا وعدد التحولات من النمط بيتا عند تحول نظير الثوريوم  $^{232}_{90}\text{Th}$  المشع على نظير الرصاص غير المشع  $^{208}_{82}\text{Pb}$

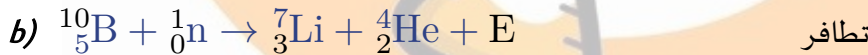


$$232 = 4x + y(0) + 208 \Rightarrow x = 6$$

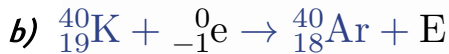
$$90 = 2x - y + 82 \Rightarrow 7 = 2(6) + 82 - 90 = 4$$



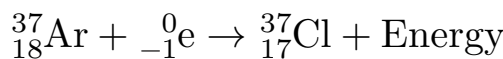
2. قارن بين جسيمات ألفا وبيتا من حيث: النفوذية والشحنة والسرعة. (تم ذكرها ضمن الدرس)
3. أكمل كلاً من التفاعلات النووية الآتية ثم حدد نوعها:



4. أكمل التحولات النووية الآتية:



5. تلتقط نواة عنصر الرغون  $^{37}_{18}\text{Ar}$  الكترونًا من مدار داخلي لها متحولة على نواة عنصر الكلور Cl، اكتب المعادلة المعبرة عن هذا التحول النووي:





رابعاً: حل المسائل التالية:

المسألة الأولى: تنقص كتلة نواة الأكسجين  $^{16}_8\text{O}$  عن مكوناتها وهي حرة بمقدار  $\Delta m = -0.23 \times 10^{-27} \text{ Kg}$  المطلوب  
① احسب طاقة ارتباط هذه النواة.

$$\Delta E = \Delta m \cdot c^2 = -0.23 \times 10^{-27} \times (3 \times 10^8)^2 = -2.07 \times 10^{-11} \text{ J}$$

② طاقة ارتباط النواة تساوي بالقيمة وتعاكس بالإشارة الطاقة المنتشرة

$$\Delta E = +2.07 \times 10^{-11} \text{ J}$$

المسألة الثانية: احسب عمر النصف لعنصر مشع في عينة منه، إذا علمت أن الزمن اللازم ليصبح عدد النوى المشعة في تلك العينة  $\frac{1}{16}$  مما كان عليه يساوي 480 سنة.

$$t = t_{1/2} \times n \Rightarrow 1 \xrightarrow{(1)} \frac{1}{2} \xrightarrow{(2)} \frac{1}{4} \xrightarrow{(3)} \frac{1}{8} \xrightarrow{(4)} \frac{1}{16} \Rightarrow n = 4, t = 480$$

$$\Rightarrow t_{1/2} = \frac{480}{4} = 120 \text{ years}$$

المسألة الثالثة: احسب مقدار النقص في كتلة الشمس خلال 72 min، إذا كانت تشع طاقة مقدارها  $38 \times 10^{27} \text{ J}$  في كل ثانية.

$$\Delta m = \frac{\Delta E}{c^2} = -\frac{38 \times 10^{27} \times 72 \times 60}{(3 \times 10^8)^2} = -1824 \times 10^{12} \text{ Kg}$$

❖ **تستخدم بعض النظائر المشعة في علاج الأورام السرطانية، ما تفسيرك لذلك؟**

◀ النظائر المشعة تطلق جسيمات مشحونة تدمر الحمض النووي للخلايا السرطانية فتقضي على الورم السرطاني.





## الوحدة الثانية الغازات

### بعض الملاحظات قبل البدء

(1) قانون الغازات العام:

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

Diagram showing unit conversions for the equation above:

- $P$ : atm, Pa
- $V$ :  $m^3$ , L
- $n$ : mol
- $R$ : 0.082, 8.134
- $T$ : K

(2) إذا أعطاني الثابت يساوي 8.134 لازم الضغط Pa والحجم  $m^3$

(3) إذا أعطاني الثابت يساوي 0.082 لازم الضغط atm والحجم L

$$V_{\text{mol}} = 22.4 \text{ L} \left\{ \begin{array}{l} P = 1 \text{ atm} \\ T = 273 \text{ K} \end{array} \right.$$

(4) الشرطين النظاميين هما:

(5) التحويلات:

$$\begin{array}{l} ^\circ\text{C} \xrightarrow{+273} \text{K} \\ \text{mL} \xrightarrow{\times 10^{-3}} \text{L} \xrightarrow{\times 10^{-3}} \text{m}^3 \\ \text{atm} \xrightarrow{\times 10^5} \text{Pa} \end{array}$$

### أولاً: صفات الغاز المثالي:

- (1) انعدام قوى التجاذب بين جزيئاته.
  - (2) حجم جزيئات الغاز مهملة بالنسبة لحجم الوعاء الذي يحويه.
  - (3) التصادمات بين جزيئات الغاز هي تصادمات مرنة.
  - (4) تتحرك جزيئات الغاز حركة عشوائية.
- في عينة يكون قانون الغازات:

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

### ◆ تطبيق:

احسب قيمة  $R$  لمول واحد من غاز في الشرطين النظاميين.

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

تطبيق:

احسب ضغط عينة من غاز النيتروجين عدد جزيئاتها  $3.011 \times 10^{23}$  من حوجله حجمها 3 L عند الدرجة  $27^\circ\text{C}$  مع العلم أن  $R = 8.314 \text{ Pa}\cdot\text{m}^3 \cdot \text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$  وعدد أفوغادرو  $6.022 \times 10^{23}$ .

كل  $6.022 \times 10^{23}$  تساوي 1 mol

كل  $3.011 \times 10^{23}$  تساوي  $n \text{ mol} \Leftarrow n = 0.5 \text{ mol}$

$$n = \frac{\text{عدد الجزيئات}}{\text{عدد أفوغادرو}} = \frac{3.011 \times 10^{23}}{6.022 \times 10^{23}} = \frac{1}{2} = 0.5 \text{ mol}$$

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

$$\Rightarrow P = \frac{n \cdot R \cdot T}{V} = \frac{5 \times 10^{-1} \times 8314 \times 10^{-3} \times 300}{3 \times 10^{-3}} = 50 \times 8314 = 4157 \times 10^2 \text{ Pa}$$

قوانين الغازات:

قانون بويل (العلاقة بين حجم الغاز وضغطه):

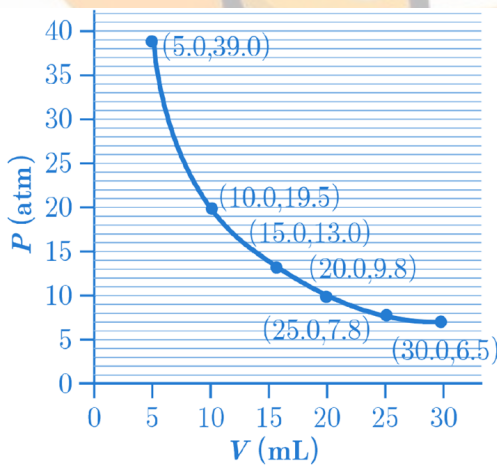
- عندما يزداد الضغط المطبق على الغاز ينقص حجمه، ويكون الضغط المطبق مساوي لضغط الغاز.
- عدد مولات الغاز يبقى ثابتاً عند ضغطه.

نستنتج:

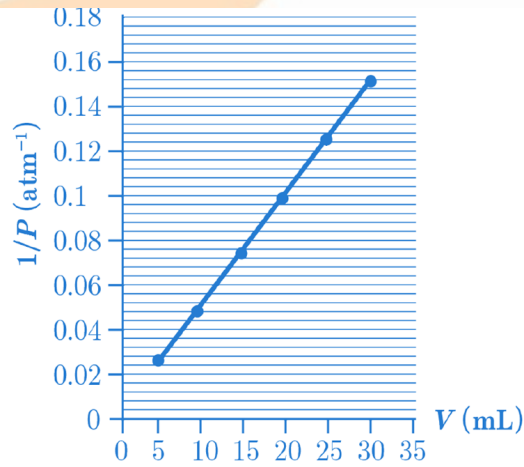
جاء عينة من غاز في ضغطه مقدار ثابت عند درجة حرارة ثابتة.

$$P \cdot V = \text{const}$$

$$\Rightarrow \boxed{P_1 \cdot V_1 = P_2 \cdot V_2 = \text{const}}$$



منحني متناقص، فالتناسب عكسي



مستقيم يمر من المبدأ ميله موجب فالتناسب طردي

◆ تطبيق:

تنطلق عينة من غاز  $\text{NO}_2$  حجمها 1.5 L عند الضغط  $5.6 \times 10^3 \text{ Pa}$ ، احسب حجم هذه العينة عندما يصبح ضغطها  $1.5 \times 10^4 \text{ Pa}$  بثبات درجة الحرارة.

$$V_1 = 1.5 \text{ L} , P_1 = 5.6 \times 10^3 \text{ Pa} , V_2 = ? , P_2 = 1.5 \times 10^4 \text{ Pa}$$

$$P_1 \cdot V_1 = P_2 \cdot V_2 \Rightarrow V_2 = \frac{P_1 \cdot V_1}{P_2}$$

$$\Rightarrow V_2 = 56 \times 10^2 \times \frac{1.5}{1.5 \times 10^{-4}} = 56 \times 10^{-2} \text{ L}$$

■ قانون شارل (العلاقة بين حجم الغاز ودرجة الحرارة):

عند وضع البالون في أزوت سائل درجة حرارته أقل من  $-196 \text{ }^\circ\text{C}$

◆ نستنتج:

◀ يتناقص حجم الهواء داخل البالون نتيجة انخفاض درجة الحرارة.

◆ نتيجة:

◀ نسبة حجم عينة من غاز إلى درجة حرارته مقدره بالكلفن ثابتة عند ضغط ثابت.

$$\frac{V}{T} = \text{const}$$

يتناسب حجم عينة من غاز ( $V$ ) طردياً مع درجة حرارته المطلقة عند ثبات الضغط.

$$\boxed{\frac{V}{T} = \frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} = \text{const}}$$

◆ تطبيق:

يبلغ حجم عينة غاز 2.88 L عند درجة حرارة  $15 \text{ }^\circ\text{C}$  والضغط ثابت، احسب الحجم الذي تشغله هذه العينة عند درجة حرارة  $27 \text{ }^\circ\text{C}$ .

$$V_1 = 2.88 = 288 \times 10^{-2} \text{ L} , T_1 = 288 \text{ K} , V_2 = ? , T_2 = 300 \text{ K}$$

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \Rightarrow V_2 = \frac{V_1 \cdot T_2}{T_1} = 3 \text{ L}$$

◆ تطبيق:

يبلغ حجم عينة غاز 0.3 L عند درجة حرارة 330 K والضغط ثابت، احسب الحجم الذي تشغله هذه العينة عند تسخينها إلى الدرجة 550 K ويبقى الضغط ثابت.

$$\begin{aligned} V_1 &= 0.3 \text{ L} \\ T_1 &= 330 \text{ K} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_2 &=? \\ T_2 &= 550 \text{ K} \Rightarrow \frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \Rightarrow V_2 = \frac{V_1 \cdot T_2}{T_1} = 0.5 \text{ L} \end{aligned}$$

■ قانون غاي-لوساك (العلاقة بين ضغط الغاز ودرجة الحرارة):

- نلاحظ زيادة الضغط لعينة من الغاز بزيادة درجة الحرارة عند حجم ثابت.
- نسبة ضغط عينة من غاز إلى درجة حرارته مقدره بالكلفن ثابتة عند حجم ثابت.

$$\frac{P}{T} = \text{const}$$

يتناسب ضغط عينة من غاز طرداً مع درجة حرارته المطلقة عند ثبات الحجم.

$$\frac{P}{T} = \frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2} = \text{const}$$

◆ تطبيق:

علبة معدنية تحوي غاز البوتان، ضغطه 360 KPa عند درجة حرارة 27 °C، احسب قيمة الضغط الجديد للغاز إذا ارتفعت درجة الحرارة إلى 47 °C (بإهمال تمدد العلبه) ← (يعني الحجم ثابت)

$$\begin{aligned} P_1 &= 360 \text{ KPa}, T_1 = 300 \text{ K} \\ P_2 &=? \\ T_2 &= 320 \text{ K} \Rightarrow P_2 = \frac{P_1 \cdot T_2}{T_1} = 384 \text{ Kpa} \end{aligned}$$

■ العلاقة بين عدد مولات الغاز  $n$  وحجمه  $V$  (قانون أفوغادرو):

- نستخدمه عند درجة حرارة وضغط ذاتهم.
- حجم مول واحد من أي غاز في الشرطين النظاميين  $P = 1 \text{ atm}$ ,  $T = 0^\circ\text{C}$  يساوي 22.4 L
- يشغل مول واحد من أي غاز الحجم ذاته في الشروط المتماثلة من ضغط وحرارة ويدعى الحجم المولي  $V_{\text{mol}}$
- قانون أفوغادرو:

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

ملاحظة: إذا تحول غاز إلى غاز مع بقاء الشروط ثابتة

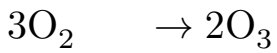
$$\frac{V_1}{n_1} = \frac{V_2}{n_2} = \text{const}$$

◆ تطبيق:

عينة من غاز الأكسجين، حجمها 6 L، عدد مولاتها 0.3 mol عند الضغط 1 atm ودرجة الحرارة 25 °C إذا تحول غاز الأكسجين إلى غاز الأوزون مع بقاء الضغط ودرجة الحرارة ذاتهم، المطلوب:

① احسب عدد مولات غاز الأوزون الناتج

② احسب حجم غاز الأوزون الناتج



$$\begin{array}{l} 3 \text{ mol} \quad 2 \text{ mol} \\ 0.3 \text{ mol} \quad x \text{ mol} \end{array} \Rightarrow x = 0.2 \text{ mol}$$

$$\frac{V_1}{n_1} = \frac{V_2}{n_2} \Rightarrow V_2 = \frac{V_1 \cdot n_2}{n_1} = \frac{6 \times 0.2}{0.3} = 4 \text{ L}$$

### كثافة الغاز:

يرتفع المنطاد عند تسخين الهواء داخله، استنتج القانون الذي يعمل بموجبه المنطاد، وفسر ذلك.

$$P \cdot V = n \cdot R \cdot T \Rightarrow n = \frac{m}{M} \Rightarrow P \cdot V = \frac{m \cdot R \cdot T}{M} \Rightarrow \frac{m}{V} = \frac{P \cdot M}{R \cdot T}, \quad d = \frac{m}{V}$$

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

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

**ملاحظة:** تتناسب كثافة الغاز طردياً مع ضغطه وكتلته المولية وعكساً مع درجة الحرارة.

### تطبيق:

غاز كثافته  $\frac{25}{41} \text{ g.L}^{-1}$  عند درجة الحرارة  $27^\circ \text{C}$  والضغط  $1 \text{ atm}$ ، احسب الكتلة المولية لهذا الغاز.

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

$$d = \frac{25}{41} \text{ g.L}^{-1}, T = 300 \text{ K}, P = 1 \text{ atm}$$

$$\Rightarrow d = \frac{P \cdot M}{R \cdot T} \Rightarrow M = \frac{d \cdot R \cdot T}{P} = 15 \text{ mol}^{-1}$$

### تطبيق:

إذا كانت كثافة غاز  $1.4 \text{ g.L}^{-1}$  عند الدرجة  $27^\circ \text{C}$  والضغط  $1.4 \text{ atm}$ ، المطلوب حساب:

① الكتلة المولية لهذا الغاز.

② كثافة هذا الغاز عند درجة  $57^\circ \text{C}$  والضغط  $1.1 \text{ atm}$  علماً أن  $R = 0.08 \text{ atm.mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$

$$d = \frac{P \cdot M}{R \cdot T} \Rightarrow 1.4 = \frac{1.4 \times M}{0.082 \times 300} \Rightarrow M = 24.6 \text{ g.mol}^{-1}$$

$$d = \frac{P \cdot M}{R \cdot T} \Rightarrow d = \frac{1.1 \times 24.6}{0.082 \times 330} = 1 \text{ g.L}^{-1}$$

### ■ قانون دالتون والضغوط الجزئية:

وهو الضغط الكلي لمزيج غاز يساوي مجموع الضغوط الجزئية للغازات المكونة له، يعبر عنه بـ:

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

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

$$P_t = P_1 + P_2 + P_3$$

$$P_1 = n_1 \cdot \frac{R \cdot T}{V}, \quad P_2 = n_2 \cdot \frac{R \cdot T}{V}, \quad P_3 = n_3 \cdot \frac{R \cdot T}{V}$$

$$\Rightarrow P_t = n_1 \cdot \frac{R \cdot T}{V} + n_2 \cdot \frac{R \cdot T}{V} + n_3 \cdot \frac{R \cdot T}{V} = (n_1 + n_2 + n_3) \cdot \frac{R \cdot T}{V}$$

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

### ■ علاقة الضغوط الجزئية بالكسور المولية

استنتج عبارة الضغط الكلي لمزيج غازي بدلالة الكسر المولي.

$$P_i = n_i \cdot \frac{R \cdot T}{V} \quad \text{الضغط الجزئي للغاز}$$

$$P_t = n_t \cdot \frac{R \cdot T}{V} \quad \text{الضغط الكلي لمزيج غازي}$$

نسب الضغوط الجزئي إلى الضغط الكلي:

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

نتيجة: تدعى النسبة  $x_i = \frac{n_i}{n_t}$  بالكسر المولي للغاز

$$\Rightarrow \frac{P_i}{P_t} = x_i \Rightarrow \boxed{P_i = x_i \cdot P_t}$$

### ◆ تطبيق:

احسب الضغط الجزئي لغاز النتروجين مقدراً بـ atm عند مستوى سطح البحر إذا علمت أن نسبته 78% يحمل الغازات المكونة للهواء.

**ملاحظة:** (مستوى سطح البحر يعني  $P_t = 1 \text{ atm}$ )

$$P_{N_2} = \frac{78}{100} \times 1 = 78 \times 10^{-2} \text{ atm}$$

■ قانون غراهام في التسرب و الانتشار:

نسبة سرعتي انتشار غازين في وسط ضمن الشروط ذاتها من الضغط ودرجة الحرارة تتناسب عكساً مع الجذر التربيعي لنسبة كتلتيهما المولية أي أن:

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

-  $v_1$ : سرعة انتشار الغاز الأول،  $M_1$ : الكتلة المولية للغاز الأول  
-  $v_2$ : سرعة انتشار الغاز الثاني،  $M_2$ : الكتلة المولية للغاز الثاني

ملاحظة:

تزداد سرعة انتشار الغاز كلما تنقص كتلته المولية.

◆ مثال:

رتب هذه الغازات وفق سرعة انتشارها:  $\text{He}, \text{N}_2, \text{O}_2, \text{H}_2\text{O}, \text{H}_2$

$$\text{H}_2 > \text{He} > \text{H}_2\text{O} > \text{N}_2 > \text{O}_2$$

◆ تطبيق:

احسب نسبة سرعة انتشار غاز الأكسجين إلى سرعة انتشار غاز الهيليوم

$$\text{حيث } M_{\text{He}} = 4 \text{ g.mol}^{-1}, M_{\text{O}_2} = 32 \text{ g.mol}^{-1}$$

$$\frac{V_{\text{O}_2}}{V_{\text{He}}} = \sqrt{\frac{M_{\text{He}}}{M_{\text{O}_2}}} = \sqrt{\frac{4}{32}} = \sqrt{\frac{1}{8}} = \frac{1}{2\sqrt{2}}$$

◆ تطبيق:

يستخدم غاز سداسي فلوريد اليورانيوم  $\text{UF}_6$  في عمليات تخصيب الوقود النووي، احسب نسبة سرعة انتشار غاز

الهيدروجين  $\text{H}_2$  إلى سرعة انتشار غاز سداسي فلوريد اليورانيوم، حيث  $M_{\text{H}_2} = 2 \text{ g.mol}^{-1}, M_{\text{UF}_6} = 352 \text{ g.mol}^{-1}$

$$\frac{V_{\text{H}_2}}{V_{\text{UF}_6}} = \sqrt{\frac{M_{\text{UF}_6}}{M_{\text{H}_2}}} = \sqrt{\frac{352}{2}} = \sqrt{176} = 4\sqrt{11}$$



### النظرية الحركية للغازات:

تتضمن النظرية الحركية للغازات النقاط التالية:

- (1) عشوائية الحركة: تتحرك جزيئات الغاز بحركة عشوائية مستمرة وفق مسارات مستقيمة ضمن الحجم الذي يشغله الغاز.
- (2) يهمل حجم جزيء الغاز مقابل حجم الغاز؛ (علل) نتيجة تباعد الجزيئات.
- (3) تهمل قوى التأثير المتبادل بين جزيئات الغاز.
- (4) تزداد الطاقة الحركية لجزيئات الغاز بازياد درجة الحرارة.
- (5) لا يتغير متوسط الطاقة الحركية لجزيئات الغاز بمرور الزمن (علل): لأن الطاقة تنتقل بين الجزيئات من خلال التصادمات بشرط بقاء درجة الحرارة ثابتة.

### ❖ ما هو مصدر ضغط الغاز؟

ينتج ضغط الغاز نتيجة تصادم جزيئاته مع جدران الإناء.

### ❖ نلاحظ انتشار رائحة عطر في كامل أرجاء الغرفة عند رش كمية صغيرة منه، فسر ذلك.

تنتشر الغازات في كل الاتجاهات بسبب الحركة العشوائية لجزيئاتها لتملأ الحيز الذي توجد فيه بشكل متجانس تقريباً.

### ❖ ماذا نلاحظ عند وضع عبوتين وكرتين من مادتي حمض كلور الماء ومحلول النشادر بشكل منفصل؟

منفصل؟

نلاحظ انتشار أبخرة بيضاء بالقرب من عبوة حمض كلور الماء (لأن كتلته أكبر فسرعة انتشاره أقل) وهذا يعني انتشار جزيئات غازي كلور الهيدروجين والنشادر خارج عبوتيهما وتكون ملح كلوريد الأمونيوم الأبيض وفق التفاعل:



### ❖ تطبيق:

يحضر مزيج غازي مؤلف من 5% بوتان، و 95% آرغون بملء وعاء فخص من الهواء حجمه 12.3 L بغاز البوتان حتى يصبح الضغط 2 atm ويكمل الوعاء بغاز الأرغون وفق النسب المعطاة.  $T = 27^\circ\text{C}$ ,  $R = 0.082$ ,  $M_{\text{أرغون}} = 40$

① احسب كتلة غاز الأرغون في المزيج السابق عند درجة الحرارة  $27^\circ\text{C}$ .

② الضغط الكلي للمزيج النهائي.

③ نحسب عدد مولات البوتان

$$n = \frac{P \cdot V}{R \cdot T} = \frac{2 \times 123 \times 10^{-1}}{82 \times 10^{-3} \times 300} = 1 \text{ mol}$$

$$\frac{n_{\text{بوتان}}}{n_{\text{أرغون}}} = \frac{\frac{5}{100}}{\frac{95}{100}} = \frac{1}{19} \Rightarrow n_{\text{أرغون}} = 1 \times 19 = 19 \text{ mol}$$

$$n = \frac{m}{M} \Rightarrow n = m \times M = 19 \times 40 = 760 \text{ g}$$

$$P_t = n_t \cdot \frac{R \cdot T}{V} \Rightarrow P_t = (n_1 + n_2) \cdot \frac{R \cdot T}{V} \Rightarrow P_t = (1 + 19) \cdot \frac{82 \times 10^{-3} \times 300}{123 \times 10^{-1}} = 20 \times \frac{246}{123} = 40 \text{ atm}$$

أختبر نفسي

أولاً: اختر الإجابة الصحيحة:

1. يحوي وعاء مغلق حجمه 18 L غاز الآغرون عند درجة الحرارة 360 K والضغط 2 atm فيكون عدد مولات الغاز مساوياً:

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

2. يزداد ضغط غاز موجود في وعاء مغلق عند:

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

3. أكبر قيمة لضغط الغاز بثبات درجة الحرارة في وعاء إذا كان:

- (a) حجمه 23.4 L ويحوي مول واحد من الغاز  
(b) حجمه 11.2 L ويحوي مولين من الغاز ✓  
(c) حجمه 22.4 L ويحوي مولين  
(d) حجمه 11.2 L ويحوي مول واحد من الغاز

4. تشغل عينة غازية حجماً قدره 30 mL عند درجة 25 °C وضغط ثابت إذا سخنت العينة إلى الدرجة 50 °C يصبح حجمها يساوي:

- (a) 60.0 mL  
(b) 27.5 mL  
(c) 15.0 mL  
(d) 32.5 mL ✓

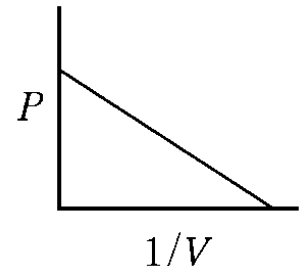
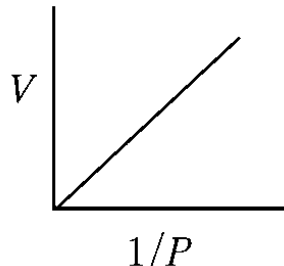
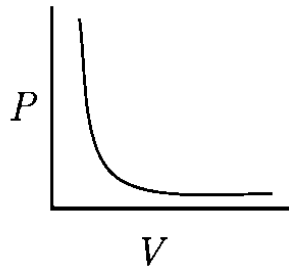
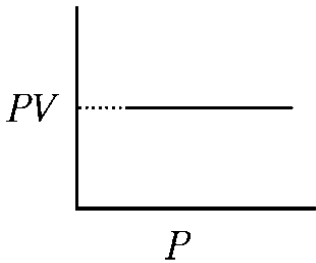
5. مزيج غازي يحتوي على 2 mol من النيتروجين و 4 mol من الأكسجين عند ضغط 0.98 atm، إذا استبدل المزيج بـ 6 mol من الأكسجين تكون قيمة الضغط الناتج:

- (a) 0.32 atm  
(b) 0.349 atm  
(c) 0.65 atm  
(d) 0.98 atm ✓

لأن الضغط لا يتعلق بنوع الغاز وإنما بعدد المولات.

ثانياً: أجب عن الأسئلة التالية:

1. أي من الخطوط الآتية لا يمثل قانون بويل، بفرض ثبات درجة الحرارة وعدد المولات؟ فسّر.



$P \cdot V = \text{const}$   
وهذا محقق

$P$  عكساً مع  $V$  منحنى متناقص، وهذا محقق.

$V$  و  $\frac{1}{P}$  طردياً، مستقيم يمر من المبدأ وميله موجب، وهذا محقق

يتناسب  $\frac{1}{V}$  و  $P$  طردياً، يجب أن يكونا لمستقيم مار من المبدأ وهذا غير محقق

2. يملأ أنبوب زجاجي طوله 1 m بغاز الأرغون عند الضغط 1 atm ويغلق طرفيه بالقطن، يضح غاز HCl من أحد طرفيه وغاز NH<sub>3</sub> من الطرف الآخر في الوقت ذاته، يتفاعل الغازان ضمن أنبوب زجاجي ليتكون ملح NH<sub>4</sub>Cl الصلب، قرب أي غاز تتوقع أن يتكون هذا الملح؟ ولماذا؟

يحدث التلاقي في النقطة القريبة من HCl لأن كتلته المولية أكبر فسرعة انتشاره أقل.

### ثالثاً: حل المسائل الآتية:

**المسألة الأولى:** منطاد مليء بغاز الهيدروجين يستخدمه مستكشف ليصل به إلى القطب الشمالي، وقد حصل على غاز الهيدروجين من خلال تفاعل حمض الكبريت الممدد مع برادة الحديد، فإذا كان حجم المنطاد في الشرطين النظاميين 3584 m<sup>3</sup> ونسبة غاز الهيدروجين الضائع المتسرب خلال عملية الماء 20% المطلوب:

① اكتب معادلة التفاعل الحاصل.

② احسب كتلة الحديد المستخدم

③ احسب كتلة حمض الكبريت

(H = 1 , O = 16 , S = 32 , Fe = 56)

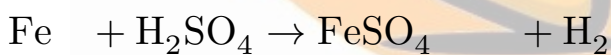
كل 100 L من الهيدروجين بقي 80 L

كل  $x$  من الهيدروجين يتبقى 3584 m<sup>3</sup>

$$\Rightarrow x = 448 \times 10^4 \text{ L}$$

ط2: النسبة =  $\frac{\text{حجم المنطاد}}{\text{حجم الهيدروجين}} \times 100$

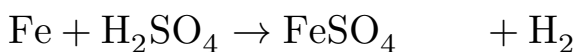
$$\frac{3584 \times 10^5}{x} \times 100 = 448 \times 10^4 \text{ L}$$



$$56 \text{ g} \quad 22.4 \text{ L}$$

$$m_1 \text{ g} \quad 448 \times 10^4 \text{ L}$$

$$m_1 = 112 \times 10^5 \text{ g}$$



$$98 \text{ g} \quad 22.4 \text{ L}$$

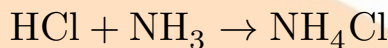
$$m_2 \text{ g} \quad 448 \times 10^4 \text{ L}$$

$$\Rightarrow m_2 = 196 \times 10^5 \text{ g}$$

**المسألة الثانية:** يوجد لدينا حوجلتين متماثلتين متصلتان ببعضهما بصمام، تحوي الحوجلة الأولى غاز النشادر (الأمونيا)  $NH_3$ ، وتحوي الحوجلة الثانية غاز كلور الهيدروجين  $HCl$ ، فإذا علمت أن حجم كل حوجلة  $1.5 L$  ودرجة حرارتهما  $27^\circ C$ ، وكتلة غاز النشادر  $5.1 g$  وغاز كلوريد الهيدروجين  $3.65 g$ ، عند فتح الصمام يتفاعلا وينتج كلوريد الأمونيوم الصلب، المطلوب:

- ① اكتب المعادلة المعبرة عن التفاعل الحاصل.
- ② بين حسابياً ما هو الغاز المتبقي بعد نهاية التفاعل.
- ③ احسب الضغط عند نهاية التفاعل (بإهمال حجم كلوريد الأمونيوم الصلب المتشكل)
- ④ احسب كتلة ملح كلوريد الأمونيوم الناتج.

$$R = 0.082, \quad N = 14, \quad Cl = 35.5, \quad H = 1$$



**ملاحظة:** الغاز المتبقي هو ذو عدد المولات الأكثر.

$$n_{NH_3} = \frac{m}{M} = \frac{51 \times 10^{-1}}{17} = 0.3 \text{ mol} \quad \text{الغاز المتبقي}$$

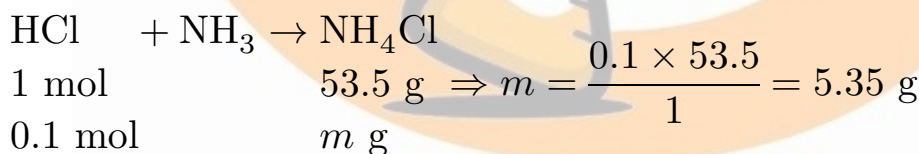
$$n_{HCl} = \frac{m}{M} = \frac{3.65}{36.5} = 0.1 \text{ mol}$$

الغاز الذي يولد الضغط هو الغاز المتبقي

$$n_{NH_3} = 0.3 - 0.1 = 0.2 \text{ mol} \Rightarrow P \cdot V = n \cdot R \cdot T \Rightarrow P = \frac{n \cdot R \cdot T}{V}$$

$$\Rightarrow P = \frac{2 \times 10^{-1} \times 82 \times 10^{-3}}{3} \times 300 = 164 \times 10^{-2} \text{ atm}$$

الذي يعطي النواتج هو الأقل



**المسألة الثالثة:** مزيج غاز في وعاء حجمه  $V = 24.6 \text{ m}^3$  يحتوي على  $m_1 = 12 \text{ Kg}$  من غاز الميثان  $CH_4$  و  $m_2 = 3 \text{ Kg}$  من غاز الإيثان  $C_2H_6$  و  $m_3 = 1.1 \text{ Kg}$  من غاز البروبان  $C_3H_8$  وكمية من غاز مجهول، إذا علمت أن الضغط الكلي للوعاء  $1 \text{ atm}$  عند درجة  $300 \text{ K}$ ، احسب عدد مولات الغاز المجهول.  $R = 0.082, \quad C = 12, \quad H = 1$

$$n_1 = \frac{m_1}{M_1} = \frac{12 \times 10^3}{16} = 750 \text{ mol}, \quad n_2 = \frac{m_2}{M} = \frac{3000}{30} = 100 \text{ mol}$$

$$n_3 = \frac{m_3}{M_3} = \frac{11 \times 10^3}{44} = \frac{100}{4} = 25 \text{ mol}, \quad n_4 = ?$$

$$n_t = \frac{P_t \cdot V}{R \cdot T} = \frac{1 \times 246 \times 10^2}{82 \times 10^{-3} \times 300} = 1000 \text{ mol}$$

$$n_t = n_1 + n_2 + n_3 + n_4 \Rightarrow n_4 = 125 \text{ mol}$$

**المسألة الرابعة:** يتم تخزين الغازات في حاويات معدنية، تتحمل الضغط العالي، فإذا علمت أن ضغط غاز الأكسجين يساوي 16628 KPa داخل حاوية حجمها 150 L عند الدرجة 27 °C، احسب:

① كتلة غاز الأكسجين داخل الحاوية.

② الحجم الذي يشغله الأكسجين في الشرطين النظاميين.

③ درجة الحرارة التي تجعل الضغط في الحاوية مساوياً لـ 41.57 atm

④ ضغط الغاز إذا نقل إلى حاوية حجمها 1375 L عند درجة حرارة 2 °C

$$R = 8.314 \text{ , } O = 16$$

$$\textcircled{1} P \cdot V = n \cdot R \cdot T \Rightarrow n = \frac{P \cdot V}{R \cdot T} = \frac{16628 \times 10^3 \times 150 \times 10^{-3}}{8314 \times 10^{-3} \times 300} = 10^3 \text{ mol}$$

$$\Rightarrow n = \frac{m}{M} \Rightarrow m = 32 \times 10^3 \text{ g}$$

$$\textcircled{2} V_2 = ?, P_2 = 1 \text{ atm} = 10^5 \text{ Pa} , T_2 = 273 \text{ K}$$

$$V = n \times V_{\text{mol}} = 10^3 \times 22.4 \times 10^{-3} = 22.4 \text{ m}^3$$

$$P \cdot V = n \cdot R \cdot T \Rightarrow n = \frac{16628 \times 10^3 \times 150 \times 10^{-3}}{8314 \times 10^{-3} \times 300} = 10^3 \text{ mol}$$

$$n = \frac{m}{M} \Rightarrow m = n \times M_{\text{O}_2} = 10^3 \times 32 \text{ g}$$

$$V_2 = ? \Rightarrow P_2 = 1 \text{ atm} = 10^5 \text{ Pa} , T_2 = 273 \text{ K}$$

$$V = n \times V_{\text{mol}} = 10^3 \times 22.4 \times 10^{-3} = 22.4 \text{ m}^3$$

$$\textcircled{3} T_3 = ? , P_3 = 41.57 \text{ atm} = 41.75 \times 10^5 \text{ Pa}$$

نستخدم غاي لوساك

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_3}{T_3} \Rightarrow T_3 = \frac{4157 \times 10^3 \times 300}{16628 \times 10^3} = 75 \text{ K}$$

$$\textcircled{4} P_4 = ? , V_4 = 1375 \text{ L} = 1375 \times 10^{-3} \text{ m}^3$$

$$\frac{P_1 \cdot V_1}{T_1} = \frac{P_4 \cdot V_4}{T_4} \Rightarrow P_4 = \frac{P_1 \cdot V_1 \cdot T_4}{T_1 \cdot V_4} = \frac{16628 \times 10^3 \times 150 \times 10^{-3} \times 275}{300 \times 1375 \times 10^{-3}} = 16628 \times 10^2 \text{ Pa}$$

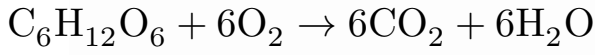
المسألة الخامسة: يعتمد جسم الإنسان الطاقة اللازمة للقيام بوظائفه الحيوية من تأكسد سكر العنب وفق المعادلة الآتية:



المطلوب:

① حجم غاز  $\text{CO}_2$  المنطلق نتيجة أكسدة 30 g من سكر العنب عند الدرجة  $37^\circ\text{C}$  والضغط 0.93 atm

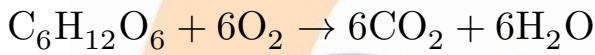
② حجم غاز الأوكسجين اللازم لأكسدة 60 g من سكر العنب عند الضغط 1 atm والدرجة 300 K



$$180 \text{ g} \quad 6 \text{ mol} \quad \Rightarrow n = 1 \text{ mol}$$

$$30 \text{ g} \quad n \text{ mol}$$

$$P.V = n.R.T \Rightarrow V = \frac{1 \times 82 \times 10^{-3} \times 310}{93 \times 10^{-2}} = \frac{82}{3} = 27.3 \text{ L}$$

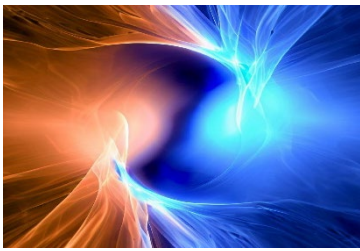


$$180 \text{ g} \quad 6 \text{ mol} \quad \Rightarrow n = 2 \text{ mol}$$

$$60 \text{ g} \quad n \text{ mol}$$

$$P.V = n.R.T \Rightarrow V = \frac{2 \times 82 \times 10^{-3} \times 300}{1} = 492 \times 10^{-1} \text{ L}$$





## الوحدة الثالثة سرعة التفاعل الكيميائية

### صنف التفاعلات الكيميائية من حيث السرعة مع ذكر مثال

تفاعلات سريعة: (احتراق غاز البوتان) - تفاعلات بطيئة (صدأ الحديد) - تفاعلات بطيئة جداً (تشكل الغاز والنفط)

### السرعة الوسطية للتفاعل:

هي تغير تراكيز إحدى المواد المتفاعلة والنتيجة خلال تغير الزمن، ووحدتها  $\text{mol.L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$

- اتفق على وضع إشارة (-) قبل علاقة اختفاء المادة المتفاعلة.
- اتفق على وضع إشارة (+) قبل تشكل المادة الناتجة.

### استنتاجات هامة:

- السرعة الوسطية لاستهلاك مادة متفاعلة A:  $v_{\text{avg}}(A) = \frac{-\Delta[A]}{\Delta t}$
- السرعة الوسطية لتشكيل مادة ناتجة C:  $v_{\text{avg}}(C) = +\frac{\Delta[C]}{\Delta t}$
- السرعة الوسطية للتفاعل تساوي سرعة كل مادة مقسومة على أمثال التفاعلية في المعادلة الموزونة.

### مثال:



$$v_{\text{avg}} = \frac{1}{m} v_{\text{avg}}(A) = \frac{1}{n} v_{\text{avg}}(B) = \frac{1}{p} v_{\text{avg}}(C) = \frac{1}{q} v_{\text{avg}}(D)$$

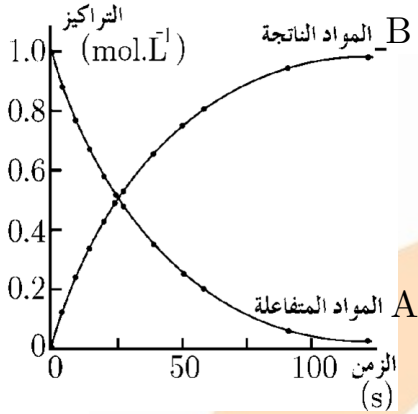
### تطبيق:

يحدث التفاعل الآتي في وعاء حجمه 1 L:  $A_{(g)} \rightarrow B_{(g)}$

B mol	A mol	الزمن s
0	1	0
0.46	0.54	20
0.70	0.30	40

- احسب تركيز كلاً من المادتين عند الأزمنة 0, 20, 40.
- احسب تغير تراكيز كلاً من المادتين A, B خلال تغير الزمن من 0 ← 20
- مثل بيانياً تغير تراكيز A, B خلال سير التفاعل.

الزمن s	$A = \frac{n}{V} \text{ mol.L}^{-1}$	$B = \frac{n}{V} \text{ mol.L}^{-1}$
0	$= \frac{1}{1} = 1 \text{ mol.L}^{-1}$	$0 \text{ mol.L}^{-1}$
20	$= 0.54 \text{ mol.L}^{-1}$	$0.46 \text{ mol.L}^{-1}$
40	$= 0.3 \text{ mol.L}^{-1}$	$0.7 \text{ mol.L}^{-1}$



$$\frac{\Delta[A]}{\Delta t} = \frac{0.54 - 1}{20 - 0} = -\frac{0.46}{20} = -0.023 \text{ mol.L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$$

لو طلب السرعة الوسطية لـ A:  $v_{\text{avg(A)}} = -\frac{\Delta[A]}{\Delta t} = +0.023 \text{ mol.L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$

$$\frac{\Delta[B]}{\Delta t} = \frac{0.46 - 0}{20} = 0.023 \text{ mol.L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$$

### فرضيات نظرية التصادمات:

- 1) لحدوث تفاعل كيميائي يجب أن تتصادم دقائق المواد المتفاعلة (ذرات H، جزيئات HCl، أيونات H<sup>+</sup>) مع بعضها.
- 2) التصادم هو شرط لازم وغير كافي لحدوث التفاعل، فهناك تصادمات فعالة وأخرى غير فعالة.

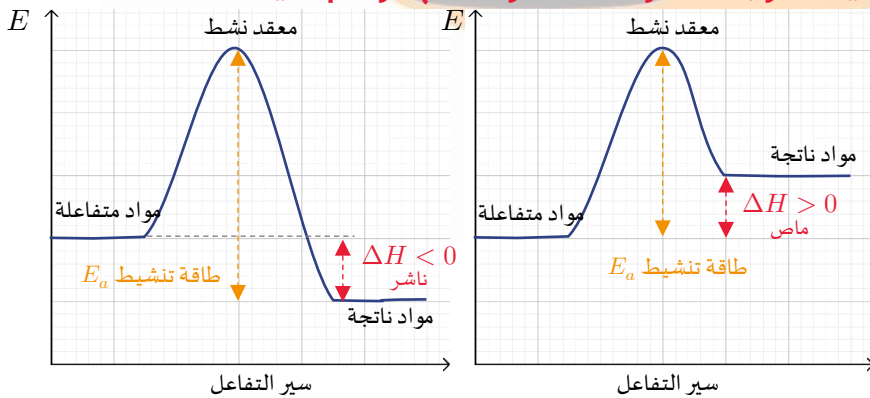
### شروط التصادم

- 1) أن تأخذ دقائق المواد المتفاعلة وضعباً مناسباً.
- 2) أن تمتلك دقائق المواد المتفاعلة الحد الأدنى من الطاقة اللازمة لوصول طاقة المواد المتفاعلة إلى طاقة المعقد النشط.

### عرف طاقة التنشيط

هي الحد الأدنى من الطاقة الواجب توافرها لوصول طاقة المواد المتفاعلة إلى طاقة المعقد النشط.

### التفاعلات التي تحتاج إلى طاقة تنشيط تمر بثلاث مراحل، اذكرها مع الرسم في حالة تفاعل



### ماص وناشر للحرارة.

- 1) إضعاف روابط جزيئات المواد المتفاعلة.
- 2) تشكل الحالة الانتقالية (المعدن النشط).
- 3) تفكك المعدن النشط وتشكل النواتج.



■ المعقد النشط:

مركب مرحلي غير ثابت لا يمكن فصله عن مزيج التفاعل تشكله المواد المتفاعلة.

ملاحظة:

طاقة التنشيط هي الفرق بين طاقة المواد المتفاعلة وطاقة المعقد النشط

طاقة النشط تتعلق بطبيعة المواد المتفاعلة: عدد الروابط – طاقة الرابطة

❖ **علل: التفاعلات التي تحتاج إلى طاقة تنشيط منخفضة تكون سريعة.**

← لأن عدد الجزيئات التي تملك طاقة تنشيط يكون كبيراً

❖ **علل: التفاعلات التي تحتاج على طاقة تنشيط كبيرة تكون بطيئة؟**

← لأن عدد الجزيئات التي تملك طاقة التنشيط يكون صغيراً

العوامل المؤثرة في سرعة التفاعل:

طبيعة المواد المتفاعلة – درجة الحرارة – تأثير الوسيط – تأثير التراكيز

① طبيعة المواد المتفاعلة:

تتعلق سرعة التفاعل بعدد الروابط وطاقة الرابطة

❖ **علل احتراق البوتان أسرع من احتراق الأوكتان؟**

← لأن عدد الروابط في البوتان أقل من عدد الروابط في الأوكتان.

❖ **علل تفاعل غاز الهيدروجين مع غاز الفلور أسرع من تفاعل الهيدروجين مع غاز الكلور، علماً أن**

$$\Delta H_b(\text{F-F}) = 156.9 \text{ kJ.mol}^{-1}, \Delta H_b(\text{H-H}) = 435 \text{ kJ.mol}^{-1}, \Delta H_b(\text{Cl-Cl}) = 243 \text{ kJ.mol}^{-1}$$

← لأن طاقة الرابطة (F – F) أقل من طاقة الرابطة (Cl – Cl)

② درجة الحرارة:

❖ **علل تزداد سرعة التفاعل بزيادة درجة الحرارة**

← بسبب زيادة عدد الجزيئات التي تملك طاقة حركية أكبر أو تساوي طاقة التنشيط وبالتالي يزداد عدد التصادمات الفعالة.

③ تأثير الوسيط

● **الوسيط:** مادة تغير من سرعة التفاعل القابل للحوث دون أن يتغير تركيبها الكيميائي في نهاية التفاعل. يقسم إلى قسمين:

← حفاز: يسرع من التفاعل.

← مثبط: يبطئ من التفاعل،

**الحفاز:** يقوم بتغيير آلية حدوث التفاعل وفق تفاعلات لها طاقة تنشيط اقل من التفاعل الأصلي (أي أنه يخفض من طاقة التنشيط)

مثال: تفكك الماء الأكسجيني بطيء ولتسريعه نضيف أيونات البروم في وسط حمضي.

#### ④ تأثير التركيز: نلاحظ نوعين من التفاعلات:

##### ① تفاعلات متجانسة:

تكون فيها المواد المتفاعلة والنتيجة في طور واحد.

##### ❖ علل تزداد سرعة التفاعل بزيادة تراكيز المواد المتفاعلة

بسبب ازدياد عدد الجزيئات فيزداد عدد التصادمات الفعالة.

##### ② تفاعلات غير متجانسة:

تكون فيها المواد المتفاعلة والنتيجة في أطوار مختلفة، تزداد سرعة التفاعل بزيادة سطح التماس ، زيادة تركيز المواد المتفاعلة.

##### ❖ مثال: اقترح طريقتين لزيادة سرعة التفاعل

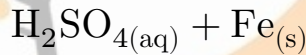


زيادة تركيز حمض كلور الماء

سحق قطعة كربونات الكالسيوم

##### ❖ مثال: يتفاعل حمض الكبريت الممدد (المنحل في الماء) مع قطعة حديد. اقترح طريقتين لزيادة

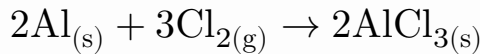
سرعة التفاعل.



استخدام برادة الحديد

زيادة تركيز حمض الكبريت

##### ❖ مثال:



استخدام برادة الألمنيوم

زيادة تركيز غاز الكلور

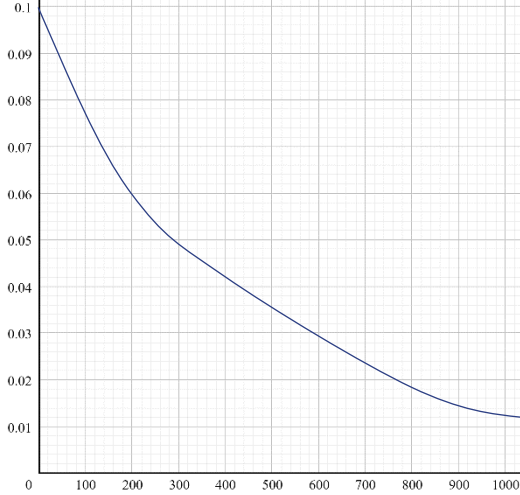
##### ❖ علل المواد الصلبة والسائلة ذات تركيز ثابت:

لأن تغير عدد المولات يؤدي إلى تغير الحجم فتبقى نسبة عدد المولات إلى الحجم ثابتة.

## قانون سرعة التفاعل اللحظية:

### حساب السرعة اللحظية بيانياً:

يمثل المنحني البياني المجاور تغير تركيز كلور البوتان بدلالة تغير الزمن، احسب ميل المماس



عند كل من اللحظتين  $t = 0, t = 600$

يجب أن نختار نقطتين:

$$\text{عند } t = 0: \left(0, 0.1\right) \left(200, 0.06\right)$$

ميل المماس  $\frac{dc}{dt}$

$$= \frac{0.06 - 0.1}{200 - 0} = -\frac{0.04}{200} = \frac{-2 \times 10^{-2}}{100} = -2 \times 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$$

لو طلب السرعة اللحظية عند  $t = 0$   $v = -\frac{dc}{dt} = +2 \times 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$

ميل المماس عند اللحظة  $t = 600$

$$(800, 0.018) (400, 0.042)$$

$$\text{الميل} = \frac{dy}{dx} = \frac{dc}{dt} = \frac{0.018 - 0.042}{800 - 400} = -6 \times 10^{-5} \text{ mol.L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$$

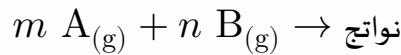
- تمثل قيمة المماس عند لحظة محددة قيمة السرعة اللحظية للتفاعل.

- نعبر عن السرعة اللحظية للمواد المتفاعلة  $v = -\frac{dc}{dt}$

- نعبر عن السرعة اللحظية للمواد الناتجة  $v = +\frac{dc}{dt}$

### حساب السرعة اللحظية:

تناسب سرعة التفاعل اللحظية طردياً مع جداء تركيز المواد المتفاعلة مرفوع كلاً منها إلى أس يساوي عدد الأمثال التفاعلية (عدد المولات)



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

حيث:  $k$ : ثابت سرعة التفاعل

$[A]$ ,  $[B]$ : تراكيز المواد المتفاعلة وواحدتها  $\text{mol.L}^{-1}$

$v$ : سرعة التفاعل اللحظية وواحدتها  $\text{mol.L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$

سؤال: بماذا يتعلق ثابت السرعة ؟

طبيعة المواد المتفاعلة ودرجة الحرارة

علل: تركيز المواد الصلبة والسائلة التي تلعب دور مذيبي لا تدخل في علاقة سرعة التفاعل؟

لأن تراكيزها تبقى ثابتة.

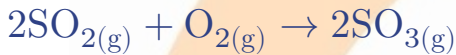
اكتب علاقة سرعة التفاعلات الأولية التالية:



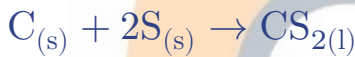
$$v = k \cdot [C_4H_9Cl]$$



$$v = k[HCl]^2$$



$$v = k[SO_2]^2 \cdot [O_2]$$



$$v = k$$

رتبة التفاعل:

يحدث التفاعل الآتي في شروط مناسبة  $x A + y B \rightarrow C$ ، قيست السرعة الابتدائية لهذا التفاعل بدلالة تراكيز المواد

المتفاعلة، اعتماداً على الجدول، وبفرض عبارة سرعة التفاعل  $v = k[A]^x \cdot [B]^y$

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 استنتج قيمة  $x, y$ .

② اكتب سرعة التفاعل اللحظية واستنتج الرتبة.

③ احسب ثابت سرعة التفاعل.

① تركيز المادة A من التجربة (1) و (2):

$$\frac{v_1}{v_2} = \frac{k[10^{-1}]^x \cdot [10^{-1}]^y}{k[10^{-1}]^x [2 \times 10^{-1}]^y} = \frac{4 \times 10^{-5}}{4 \times 10^{-5}} \Rightarrow \frac{1}{2^y} = 1 \Rightarrow 2^y = 1 \Rightarrow y = 0$$

نثبت تركيز المادة B من التجربة (1) و (3)

$$\frac{v_1}{v_3} = \frac{4 \times 10^{-5}}{16 \times 10^{-5}} = \frac{k[10^{-1}]^x \cdot [10^{-1}]^y}{k[2 \times 10^{-1}]^x \cdot [10^{-1}]^y} \Rightarrow \frac{1}{4} = \frac{1}{2^x} \Rightarrow 2^x = 4 \Rightarrow x = 2$$

② الرتبة:  $x + y = 2$  رتبة ثانية  $v = k \cdot [A]^2$

$$③ k = \frac{v_1}{[A]^2} = \frac{4 \times 10^{-5}}{(10^{-1})^2} = 4 \times 10^{-3}$$

■ استنتاجات:

- (1) **التفاعلات الأولية:** هي تفاعلات تتوافق فيها عبارة السرعة اللحظية مع معادلة التفاعل المعطاة (تفاعلات تتم بمرحلة واحدة)
- (2) **تفاعلات غير أولية:** هي تفاعلات تتم على عدة مراحل لا تتوافق فيها عبارة السرعة اللحظية مع معادلة التفاعل وتعطي عبارة السرعة للمرحلة الأبطأ.
- (3) **رتبة التفاعل:** هي مجموع أسس تراكيز المواد المتفاعلة في عبارة سرعة التفاعل.

**ملاحظة هامة:** سرعة التفاعل من المرتبة صفر تتحدد من سطح التماس والحفز

❖ **فسر: تصنف الحيوانات (الزواحف) بأنها من ذوات الدم البارد لأنها تحتاج للحرارة حتى تستطيع الحركة بسرعة**

◀ زيادة درجة الحرارة تزيد من العمليات الاستقلابية داخل أجسام هذه الكائنات وعلى التفاعلات الكيميائية بشكل عام.

رقم التجربة	[NO <sub>2</sub> ] (mol.L <sup>-1</sup> )	[CO] (mol.L <sup>-1</sup> )	v (mol.L <sup>-1</sup> .s <sup>-1</sup> )
1	0.1	0.1	0.0021
2	0.2	0.10	0.0084
3	0.2	0.20	0.0084

❖ تطبيق:

يحدث التفاعل التالي:



① احسب رتبة التفاعل مع كتابة العبارة

$$v = k[\text{NO}_2]^x [\text{CO}]^y$$

② احسب قيمة ثابت السرعة:

نثبت تركيز المادة NO<sub>2</sub> من التجربة (2) و (3)

$$\frac{v_2}{v_3} = \frac{84 \times 10^{-4}}{84 \times 10^{-4}} = \frac{k[2 \times 10^{-1}]^x [10^{-1}]^y}{k[2 \times 10^{-1}]^x [2 \times 10^{-1}]^y} \Rightarrow 1 = \frac{1}{2^y} \Rightarrow y = 0$$

نثبت تركيز المادة CO<sub>2</sub> من التجربة (1) و (2)

$$\frac{v_1}{v_2} = \frac{21 \times 10^{-4}}{84 \times 10^{-4}} = \frac{k[10^{-1}]^x [10^{-1}]^y}{k[2 \times 10^{-1}]^x [10^{-1}]^y} \Rightarrow \frac{1}{4} = \frac{1}{2^x} \Rightarrow 2^x = 4 \Rightarrow x = 2$$

$x + y = 2$  رتبة ثانية

$$v = k[\text{NO}_2]^2 \Rightarrow k = \frac{v_1}{[\text{NO}_2]^2} = \frac{21 \times 10^{-4}}{(10^{-1})^2} = 21 \times 10^{-2}$$

بعض الملاحظات التي تفيد في حل السرعة الأولية:

- (1) إذا أعطى التراكيز الابتدائية نكتب المعادلة ونضع تحتها ثلاث أسطر (تراكيز ابتدائية ، نسبة متفاعلة ، التراكيز في أي لحظة)
- (2) إذا أعطى السرعة والتراكيز عند نفس اللحظة نحسب  $k$  ولو لم يطلب.
- (3) إذا طلب السرعة الابتدائية نعوض التراكيز من السطر (1)
- (4) إذا طلب السرعة الابتدائية بعد الزمن (ينقص ويزداد ويتشكل) نحسب  $x$  من السطر (2) ونعوض في السطر (3)
- (5) إذا طلب السرعة الابتدائية بعد زمن (يصبح) نحسب  $x$  من السطر (3) ونعوض بال (3)
- (6) إذا طلب التراكيز عند توقف التفاعل، نعدم السرعة ونعوض التراكيز من السطر (3)

$$C = \frac{n}{V} \quad n = n' \quad C \cdot V = C' \cdot V'$$

أختبر نفسي:

أولاً:

1. قيمة السرعة الوسطية لتكون المادة C تساوي  $0.15 \text{ mol.L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$  فتكون السرعة الوسطية لاستهلاك المادة A بوحدة  $\text{mol.L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$  في التفاعل الآتي:  $2A + B \rightarrow 3C$

$$v_{\text{avg}} = \frac{1}{2} v_{\text{avg}(A)} = v_{\text{avg}(B)} = \frac{1}{3} v_{\text{avg}(C)} \Rightarrow \frac{1}{2} v_{\text{avg}(A)} = \frac{1}{3} \times 15 \times 10^{-2} \times 2 = 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$$

2. يتفكك المركب  $\text{NO}_2$  في الدرجة  $300^\circ \text{C}$  وفق التفاعل:  $2 \text{NO}_2 \rightarrow 2\text{NO} + \text{O}_2$  ، فإذا علمت أن تركيز  $[\text{NO}_2]$  يتغير من  $0.01 \text{ mol.L}^{-1}$  إلى  $0.0064 \text{ mol.L}^{-1}$  خلال 100 فتكون سرعة تشكل الأوكسجين الوسطية مقدرة بـ  $\text{mol.L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$  تساوي:

$$v_{\text{avg}[\text{NO}_2]} = -\frac{\Delta[\text{NO}_2]}{\Delta t} = \frac{-0.0064 - 0.01}{100} = 36 \times 10^{-6} \text{ mol.L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$$

$$v_{\text{avg}} = \frac{1}{2} v_{\text{avg}(\text{NO}_2)} = \frac{1}{2} v_{\text{avg}(\text{NO})} = v_{\text{avg}(\text{O}_2)} \Rightarrow \frac{1}{2} \times 36 \times 10^{-6} = v_{\text{avg}(\text{O}_2)} \\ \Rightarrow v_{\text{avg}(\text{O}_2)} = 18 \times 10^{-6} \text{ mol.L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$$

3. تم زيادة تراكيز المواد المتفاعلة إلى مثلي ما كان عليه في التفاعل: (نواتج  $A+B$ ) ولم تتغير سرعة التفاعل، فتكون عبارة سرعة التفاعل:

$$v = k \quad \text{لم يتم زيادة السرعة والتراكيز ازدادت سرعتها فالتراكيز لم تشارك}$$

4. من أجل التفاعل الأولي الآتي: نواتج  $3A_{(g)} + B_{(g)} \rightarrow$  إذا ازداد تركيز المادة A مثلي ما كان عليه فإن سرعة التفاعل:

$$v = k[A]^3[B] \Rightarrow v' = k[2A]^3[B] \Rightarrow v' = 8v \quad \text{تزداد ثماني مرات}$$

- إضافي: إذا تضاعف حجم الوعاء؟ ينخفض التركيز إلى النصف  $v' = k[\frac{1}{2}A]^3[B] \Rightarrow v' = 16 v$  تنخفض 16 مرة

### ثانياً: أعط تفسيراً

1. احتراق مسحوق الفحم أسرع من احتراق قطعة فحم مماثلة بالكتلة.  
لأن تفاعل سطح تماس مسحوق الفحم مع أكسجين الهواء أكبر
2. تؤدي زيادة درجة الحرارة إلى زيادة سرعة التفاعل.  
بسبب ازدياد عدد الجزيئات التي تمتلك طاقة حركية أكبر أو تساوي طاقة التنشيط فيزداد عدد التصادمات الفعالة.
3. تزداد سرعة التفاعل بزيادة تركيز المواد المتفاعلة  
بسبب ازدياد عدد الجزيئات فيزداد عدد التصادمات الفعالة
4. التفاعلات التي تحتاج إلى طاقة تنشيط منخفضة تميل إلى أن تكون سريعة  
لأن عدد الجزيئات التي تملك هذه الطاقة تكون أكبر

### ثالثاً:

1. ليكن لديك النقطتين:  $[A] = 0.2 \quad v_1 = 0.002$   
 $[A]_2 = 0.4 \quad v_2 = 0.004$  حيث تتغير سرعة التفاعل بتغير تركيز المادة A للتفاعل: نواتج  $x A \rightarrow$

a. حدد رتبة التفاعل ثم اكتب قانون التفاعل

$$x A \rightarrow \text{نواتج} \Rightarrow v = k[A]^x$$

من النقطتين

$$\frac{v_1}{v_2} = \frac{2 \times 10^{-3}}{4 \times 10^{-3}} = \frac{k[2 \times 10^{-1}]^x}{k[4 \times 10^{-1}]^x} \Rightarrow \frac{1}{2} = \frac{1}{2^x} \Rightarrow x = 1 \Rightarrow v = k[A]$$

رتبة أولى

b. احسب قيمة ثابت سرعة التفاعل

$$k = \frac{v_1}{[A]} = \frac{2 \times 10^{-3}}{2 \times 10^{-1}} = 10^{-2}$$

2. يتفاعل غاز الهيدروجين وغاز الكلور وفق المعادلة  $H_2 + Cl_2 \rightarrow 2HCl$

a. اكتب عبارة السرعة الوسطية لاستهلاك غاز الكلور.

$$v_{avg} = - \frac{\Delta[Cl]}{\Delta t}$$

b. اكتب العلاقة بين السرعة الوسطية لاستهلاك غاز الهيدروجين والسرعة الوسطية لتشكيل غاز كلور الهيدروجين

$$v_{avg} = v_{avg}(H_2) = v_{avg}(Cl_2) = \frac{1}{2} v_{avg}(HCl)$$

رابعاً: حل المسائل التالية:

**المسألة الأولى:** يحدث التفاعل في شروط مناسبة:  $C_4H_8(g) \rightarrow 2C_2H_4(g)$  وقد تم تعيين تغيير تركيز المركب  $C_4H_8$  خلال الزمن وفق الجدول الآتي، والمطلوب:

- ① اكتب عبارة السرعة الوسطية لاستهلاك المادة المتفاعلة وتشكل المادة الناتجة.
- ② اكتب العبارة الوسطية للتفاعل.

③ احسب السرعة الوسطية لاستهلاك  $C_4H_8(g)$  بين اللحظتين  $(0 \rightarrow 10)s$  و  $(40 \rightarrow 50)s$

④ احسب السرعة الوسطية لتشكل  $C_2H_4$  بين اللحظتين  $(20 \rightarrow 30)s$

$C_4H_8$	0.63	0.69	0.76	0.98	0.91	1
$t$	50	40	30	20	10	0

$$v_{\text{avg}}(C_4H_8) = -\frac{\Delta[C_4H_8]}{\Delta t}, \quad v_{\text{avg}}(C_2H_4) = +\frac{\Delta[C_2H_4]}{\Delta t}$$

$$v_{\text{avg}} = v_{\text{avg}}(C_4H_8) = \frac{1}{2} v_{\text{avg}}(C_2H_4)$$

$$0 \rightarrow 10 = v_{\text{avg}}(C_4H_8) = -\frac{\Delta[C_4H_8]}{\Delta t} = -\frac{0.91 - 1}{10 - 0} = +\frac{0.09}{10} = 9 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}.\text{s}^{-1}$$

$$40 \rightarrow 50 = v_{\text{avg}}(C_4H_8) = -\frac{0.63 - 0.69}{50 - 40} = +\frac{0.06}{10} = 6 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}.\text{s}^{-1}$$

$$20 \rightarrow 30 = -\frac{\Delta[C_4H_8]}{\Delta t} = -\frac{0.76 - 0.83}{30 - 20} = +\frac{0.07}{10} = 7 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}.\text{s}^{-1}$$

$$\Rightarrow v_{\text{avg}}(C_4H_8) = \frac{1}{2} v_{\text{avg}}(C_2H_4) \Rightarrow 7 \times 10^{-3} = \frac{1}{2} v_{\text{avg}}(C_2H_4)$$

$$\Rightarrow v_{\text{avg}}(C_2H_4) = 14 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}.\text{s}^{-1}$$

**المسألة الثانية:** نمزج 600 mL من المادة A ذات التركيز  $0.8 \text{ mol.L}^{-1}$  مع 200 mL من المادة B ذات التركيز



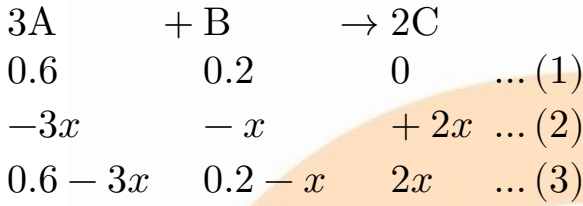
- ① اكتب عبارة سرعة التفاعل.
- ② احسب سرعة التفاعل الابتدائية بفرض أن  $k = 0.1$
- ③ احسب تركيز المادة C وسرعة التفاعل عندما يتفاعل 20% من المادة A
- ④ احسب سرعة التفاعل عندما يصبح تركيز المادة C مساوياً  $0.2 \text{ mol.L}^{-1}$
- ⑤ ما هو تركيز المادة A, B, C عند توقف التفاعل؟



A:  $C = 0.8 \text{ mol.L}^{-1}$  ,  $V = 600 \text{ mL}$   
 B:  $C = 0.8 \text{ mol.L}^{-1}$  ,  $V = 200 \text{ mL}$   
 $V' = 800 \text{ mL}$

$$A: n = n' \Rightarrow C.V = C'.V' \Rightarrow C' = \frac{0.8 \times 600 \times 10^{-3}}{800 \times 10^{-3}} = 0.6 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$B: n = n' \Rightarrow C.V = C'.V' \Rightarrow C' = \frac{0.8 \times 200 \times 10^{-3}}{800 \times 10^{-3}} = 0.2 \text{ mol.L}^{-1}$$



$$v = k[A]^3[B]$$

$$v = 10^{-1}[6 \times 10^{-1}]^3[2 \times 10^{-1}] = 432 \times 10^{-5} \text{ mol.L}^{-1}.\text{s}^{-1}$$

النسبة =  $\frac{\text{الجزء}}{\text{الكل}} \times 100\%$

$$\Rightarrow 20 = \frac{3x}{0.6} \times 100\% \Rightarrow 3x = 20 \times \frac{0.6}{100} \Rightarrow x = \frac{4}{100} = 0.04 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$[C] = 2(0.04) = 0.08 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$v = 10^{-1}[0.6 - 3x]^3[0.2 - x] = 10^{-1}[0.6 - 0.12]^3[0.2 - 0.04] \simeq 1.77 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}.\text{s}^{-1}$$

يصبح 3 ← 3

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

$$v = 10^{-1}[0.6 - 3x]^3[0.2 - x] = 2.7 \times 10^{-5} \text{ mol.L}^{-1}.\text{s}^{-1}$$

$$v = 0 \Rightarrow 0 = 10^{-1}[0.6 - 3x]^3[0.2 - x]$$

$$\Rightarrow 0.6 - 3x = 0 \Rightarrow x = 0.2 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$\Rightarrow 0.2 - x = 0 \Rightarrow x = 0.2 \text{ mol.L}^{-1}$$

حل مضاعف

$$\Rightarrow [A] = 0.6 - 3x = 0.6 - 0.6 = 0 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$[B] = 0.2 - x = 0.2 - 0.2 = 0 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$[C] = 2x = 2 \times 0.2 = 0.4 \text{ mol.L}^{-1}$$

**المسألة الثالثة:** يبين الجدول الآتي تغير سرعة التفاعل الابتدائية للتفاعل: نواتج  $A \rightarrow$  عند تراكيز مختلفة

① أثبت أن التفاعل من الرتبة الأولى، واكتب عبارة سرعة التفاعل.

② احسب ثابت سرعة التفاعل

0.4	0.2	0.1	$[A] \text{ mol.L}^{-1}$
0.032	0.016	0.008	$v_0 \text{ mol.L}^{-1}.\text{s}^{-1}$

$$v = k[A]^x \Rightarrow \frac{v_1}{v_2} = \frac{8 \times 10^{-3}}{16 \times 10^{-3}} = \frac{k[10^{-1}]^x}{k[2 \times 10^{-1}]^x} \Rightarrow \frac{1}{2} = \frac{1}{2^x} \Rightarrow 2^x = 2 \Rightarrow x = 1$$
 رتبة أولى

$$k = \frac{v_1}{[A]} = \frac{8 \times 10^{-3}}{10^{-1}} = 8 \times 10^{-2}$$

**المسألة الرابعة:** يحدث التفاعل الآتي  $\text{H}_2\text{O}_2(\text{aq}) \rightarrow \text{H}_2\text{O}(\text{l}) + \frac{1}{2}\text{O}_2$  في شروط مناسبة، وقد قيست سرعة التفاعل

الابتدائية عند التراكيز الآتية فحصلنا على:

① أثبت ان التفاعل من الرتبة الأولى.

② احسب ثابت سرعة التفاعل

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

$$v = k[\text{H}_2\text{O}_2]^x \Rightarrow \frac{v_1}{v_2} = \frac{2 \times 10^{-2}}{4 \times 10^{-2}} = \frac{k[0.1]^x}{k[2 \times 0.1]^x} \Rightarrow \frac{1}{2} = \frac{1}{2^x} \Rightarrow 2^x = 2 \Rightarrow x = 1$$
 رتبة أولى

$$k = \frac{v_1}{[\text{H}_2\text{O}_2]} = \frac{2 \times 10^{-2}}{10^{-1}} = 2 \times 10^{-1}$$

**المسألة الخامسة:** يتفاعل أكسيد النيتروجين مع الهيدروجين وفق المعادلة: نواتج  $x \text{ NO} + \text{H}_2 \rightarrow$

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

① أوجد علاقة سرعة التفاعل اللحظية وحدد رتبة التفاعل.

② احسب قيمة ثابت السرعة.

③ احسب سرعة التفاعل عندما يكون

$$[\text{H}_2] = 0.1 \text{ mol.L}^{-1}, [\text{NO}] = 0.05 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$v = k[\text{NO}]^x [\text{H}_2]$$

$$\frac{v_1}{v_3} = \frac{1.23 \times 10^{-3}}{4.92 \times 10^{-3}} = \frac{k[10^{-1}]^x [10^{-1}]}{k[2 \times 10^{-1}]^x [10^{-1}]} \Rightarrow \frac{1}{4} = \frac{1}{2^x} \Rightarrow 2^x = 4 \Rightarrow x = 2$$

رتبة التفاعل = 3 = 2 + 1

$$k = \frac{v_1}{[\text{NO}]^2[\text{H}_2]} = \frac{1.23 \times 10^{-3}}{[10^{-1}]^2[10^{-1}]} = 123 \times 10^{-2}$$

$$[\text{NO}] = 0.05 \text{ mol.L}^{-1}, [\text{H}_2] = 0.1 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$\Rightarrow v = 123 \times 10^{-2} [5 \times 10^{-2}]^2 [10^{-1}] = 123 \times 25 \times 10^{-7} = 3075 \times 10^{-7} \text{ mol.L}^{-1}.\text{s}^{-1}$$



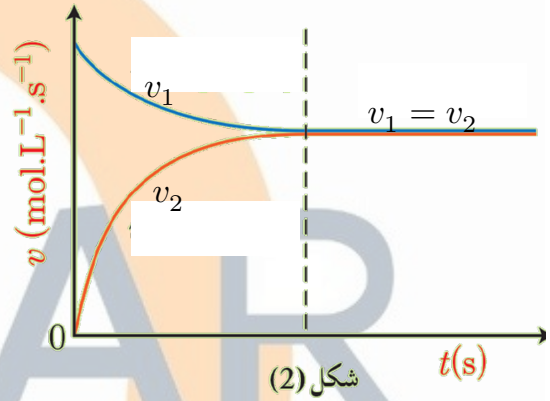
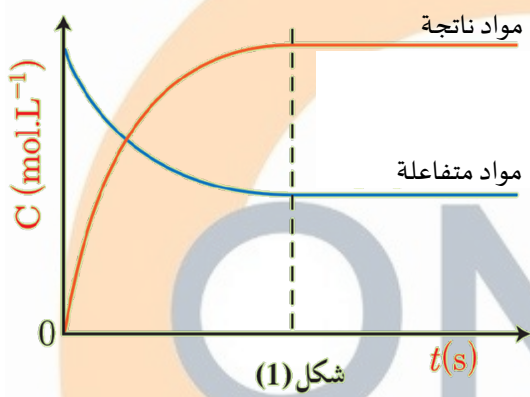
## التوازن الحركي

❖ اشرح مفهوم التوازن الحركي وارسم المنحني البياني المعبر عن تغير التراكيز المتفاعلة والناتجة بدلالة الزمن والمنحني المعبر عن تغير سرعتي التفاعل.

في البداية تكون تراكيز المواد المتفاعلة عظمى وبالتالي سرعة التفاعل المباشر عظمى وتراكيز المواد الناتجة معدومة وبالتالي سرعة التفاعل العكسي معدومة.

مع مرور الزمن تتناقص تراكيز المواد المتفاعلة وبالتالي سرعة التفاعل المباشر تتناقص وتزداد تراكيز المواد الناتجة مما يؤدي إلى زيادة سرعة التفاعل العكسي.

عند التوازن تصبح تراكيز المواد المتفاعلة والمواد الناتجة ثابتة مما يؤدي إلى تساوي سرعة التفاعل المباشر والعكسي



❖ عرف التوازن الكيميائي:

هي الحالة التي تثبت فيها تراكيز المواد المتفاعلة الناتجة وتتساوى فيها سرعة التفاعل المباشر والعكسي.

❖ فسر: يعد التوازن في التفاعلات الكيميائية توازن حركي؟

لأنه عند حدوث التوازن تتساوى سرعتي التفاعل المباشر والعكسي وتثبت تراكيز المواد المتفاعلة والناتجة

**استنتاج علاقة ثابت التوازن الكيميائي للتفاعل الآتي:**



- عبارة سرعة التفاعل المباشر  $v_1 = k_1 [A]^m [B]^n$

- عبارة سرعة التفاعل العكسي  $v_2 = k_2 [C]^p [D]^q$

عند التوازن:  $v_1 = v_2$

$$\Rightarrow k_1 [A]^m [B]^n = k_2 [C]^p [D]^q$$

$$\frac{k_1}{k_2} = \frac{[C]^p [D]^q}{[A]^m [B]^n} \Rightarrow K_c = \frac{k_1}{k_2} \text{ قانون للحفظ}$$

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

### ❖ عرف ثابت التوازن الكيميائي:

هو نسبة جداء التراكيز المواد الناتجة على جداء تراكيز المواد المتفاعلة عند التوازن وكل منهما مرفوع إلى الأس الذي يساوي عدد الأمثال التفاعلية في المعادلة الموزونة

### ثابت التوازن بدلالة الضغوط الجزئية:

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

### ❖ علل: تراكيز المواد الصلبة والسائلة (التي تلعب دور مذيب) لا تظهر في عبارة ثابت التوازن؟

لأن تراكيزها تبقى ثابتة مهما اختلفت كميتها.

### ملاحظة:

$K_P, K_C$  لتفاعلٍ ما لا تتغير إلا بتغير درجة الحرارة.

### العلاقة بين $K_P, K_C$ :

$$K_P = K_C (RT)^{\Delta n}$$

-  $K_P$ : ثابت التوازن بدلالة الضغوط.

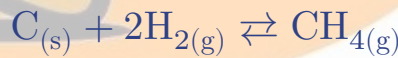
-  $K_C$ : ثابت التوازن بدلالة التراكيز.

-  $R$ : ثابت الغازات العام

-  $T$ : درجة الحرارة مقدره بالكلفن

-  $\Delta n$ : تغير عدد المولات = عدد مولات المواد المتفاعلة - عدد مولات المواد الناتجة =  $n_2 - n_1$

### ❖ اكتب العلاقة بين $K_P, K_C$ ثم العلاقة بينهما للتفاعلات التالية:



$$K_C = \frac{[CH_4]}{[H_2]^2}, K_P = \frac{P_{CH_4}}{P_{H_2}^2}, K_P = K_C (R.T)^{\Delta n=1-2=-1} \Rightarrow K_P = \frac{K_C}{R.T}$$



$$K_C = \frac{[H_2S]}{[H_2]}, K_P = \frac{P_{H_2S}}{P_{H_2}}, K_P = K_C (R.T)^{\Delta n=1-1=0} \Rightarrow K_P = K_C$$

### أهمية ثابت التوازن:

تبين قيمة ثابت التوازن لتفاعلٍ ما مدى تحول المواد المتفاعلة إلى مواد ناتجة 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.

### ■ حاصل التفاعل $Q$ :

هو جداء تراكيز المواد الناتجة إلى جداء تراكيز المواد المتفاعلة مرفوعة لأس عدد المولات في المعادلة الموزونة دون شرط وصول إلى حالة التوازن ونميز:

- $Q < K_C$  تراكيز المواد الناتجة اقل من تراكيزها في حالة التوازن، يجب أن يتزاح التفاعل في الاتجاه المباشر للوصول إلى حالة التوازن.
- $Q = K_C$  التفاعل في حالة التوازن.
- $Q > K_C$  تراكيز المواد الناتجة أكبر من تراكيزها في حالة التوازن، يجب أن يتزاح التفاعل بالاتجاه العكسي للوصول إلى حالة التوازن.

### ◆ تطبيق:

تبلغ قيمة ثابت التوازن  $K_C = 50.5$  عند الدرجة  $440^\circ\text{C}$  للتفاعل الآتي:  $\text{H}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{HI}(\text{g})$  فإذا وضع  $4 \times 10^{-2}$  mol من HI مع  $10^{-2}$  mol من  $\text{H}_2$  و  $2 \times 10^{-2}$  mol من  $\text{I}_2$  في وعاء سعته 2 L المطلوب:

- ① احسب حاصل التفاعل
- ② حدد التفاعل الراجح مباشر أم عكسي مع التعليل

1

$$[\text{HI}] = \frac{n}{V} = \frac{4 \times 10^{-2}}{2} = 2 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$[\text{H}_2] = \frac{n}{V} = \frac{10^{-2}}{2} = 5 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$[\text{I}_2] = \frac{n}{V} = \frac{2 \times 10^{-2}}{2} = 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$$

2

$$Q = \frac{[\text{HI}]^2}{[\text{H}_2][\text{I}_2]} = \frac{4 \times 10^{-4}}{5 \times 10^{-3} \times 10^{-2}} = \frac{4 \times 10^{-1}}{5 \times 10^{-2}} = \frac{4 \times 10}{5} = 8$$

التفاعل الراجح مباشر لأن تراكيز النواتج أقل مما عليه في حالة التوازن  $Q < K_C$

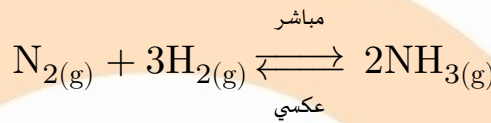
## العوامل المؤثرة في حالة التوازن:

### ❖ اكتب نص قاعدة لوشاتولييه

◀ إذا حدث تغيير في إحدى العوامل المؤثرة في جملة كيميائية متوازنة مثل درجة الحرارة أو التركيز أو الضغط ... يختل التوازن فيرجح التفاعل في الاتجاه الذي يعاكس هذا التغيير

### ■ تأثير تغير التراكيز:

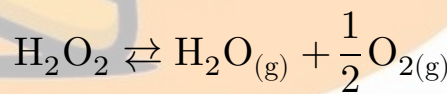
- عند زيادة تركيز إحدى المواد ينزاح التوازن في الاتجاه الذي ينقص فيه تركيز هذه المادة.
- عند نقصان تركيز إحدى المواد ينزاح التوازن في الاتجاه الذي يزداد فيه تركيز هذه المادة



قيمة ثابت التوازن	كميات المواد الناتجة	كميات المواد المتفاعلة	حالة التوازن	
لا يتأثر	ينقص	يزداد	يرجح التوازن بالاتجاه العكسي لانقصه	زيادة كمية $\text{NH}_3$
لا يتأثر	يزداد	ينقص	يرجح بالاتجاه المباشر لانقصه	زيادة كمية $\text{N}_2$
لا يتأثر	يزداد	ينقص	مباشر لزيادته	نقصان كمية $\text{NH}_3$

### ■ تأثير الضغط:

- عند خفض الضغط ينزاح التوازن باتجاه عدد مولات غازية أكثر.
- عند زيادة الضغط ينزاح التوازن باتجاه عدد مولات غازية أقل.
- إذا كان عدد المولات متساوية على طرفي المعادلة فإن التوازن لا يتأثر بزيادة أو نقصان الضغط



قيمة ثابت التوازن	كميات المواد الناتجة	كميات المواد المتفاعلة	حالة التوازن	
لا يتأثر	ينقص	يزداد	عكسي لأنه يشكل عدد مولات غازية أقل	زيادة الضغط
لا يتأثر	يزداد	ينقص	مباشر باتجاه عدد مولات غازية أكثر	نقصان الضغط

◆ مثال:

في التفاعل المتوازن الآتي:  $2HI \rightleftharpoons H_2(g) + I_2(g)$ ، بين اثر زيادة الضغط الكلي على حالة التوازن:

لا يتأثر التوازن لتساوي عدد المولات الغازية على طرفي المعادلة (ركز على كلمة غازية)

■ تأثير تغير درجة الحرارة:

- عند زيادة درجة الحرارة ينزاح التوازن في الاتجاه الماص للحرارة.
- عند نقصان درجة الحرارة ينزاح التوازن في الاتجاه الناشر للحرارة.

ملاحظة: ثابت التوازن لا يتأثر إلا بتغير درجة الحرارة.

- عندما ينزاح التفاعل في الاتجاه المباشر بتأثير تغير درجة الحرارة يزداد قيمة ثابت التوازن
- عندما ينزاح التفاعل في الاتجاه العكسي بتأثير تغير درجة الحرارة ينقص قيمة ثابت التوازن

$$K_C = \frac{\text{نواتج}}{\text{متفاعل}}$$

◆ مثال:



( $\Delta H < 0 \Rightarrow$  ناشر للحرارة ,  $\Delta H > 0 \Rightarrow$  ماص للحرارة)

ثابت التوازن مع التعليل	كميات المواد الناتجة	كميات المواد المتفاعلة	حالة التوازن	تأثير التوازن
ينقص بسبب ازدياد المقام (متفاعل) ونقصان البسط (نواتج)	ينقص	يزداد	عكسي ماص لإنقاص درجة الحرارة	زيادة درجة الحرارة
يزداد بسبب ازدياد البسط (نواتج) ونقصان المقام (المتفاعل)	يزداد	ينقص	مباشر ناشر لزيادة درجة الحرارة	نقصان درجة الحرارة

■ تأثير الحفاز في التوازن:

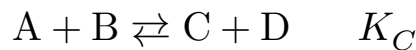
عند إضافة حفاز إلى تفاعل متوازن تزداد سرعة التفاعل المباشر والعكسي بالمقدار نفسه أي (يسرع الوصول إلى حالة التوازن

**علل:** لأنه يزيد من سرعة التفاعل المباشر والعكسي بالمقدار نفسه، ولا يؤثر على قيمة ثابت التوازن)

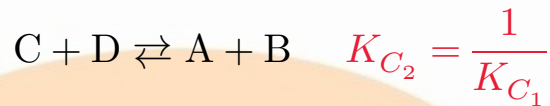
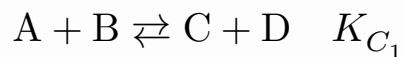


ملاحظات هامة:

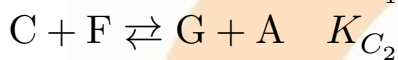
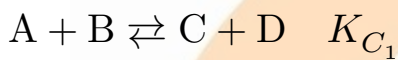
① إذا ضربت المعادلة برقم ما فإن قيمة ثابت التوازن الجديد يرفع إلى أس يساوي هذا الرقم



② إذا عكس التفاعل فإن قيمة ثابت التوازن الجديد يساوي مقلوب قيمة ثابت التوازن الأول



③ ثابت التوازن لتفاعل ما يساوي جداء ثوابت التوازن للمراحل التي تشكل هذا التفاعل



◆ تطبيق:

إذا علمت أن قيمة  $K_C$  للتفاعل:  $N_2O_4 \rightleftharpoons 2NO_2$  تساوي 0.36، احسب  $K_C$  لكل من التفاعلين الآتيين:

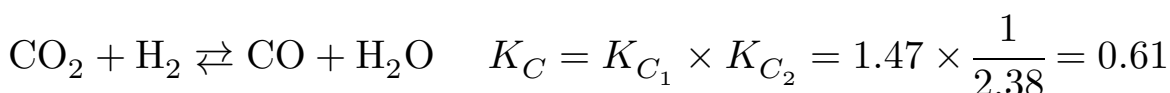
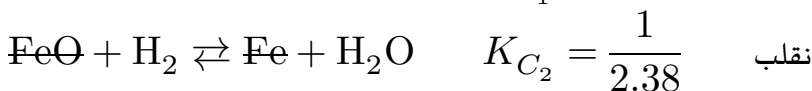
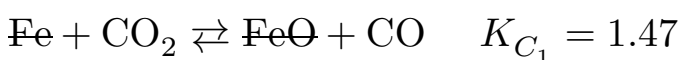


$$K_{C_1} = K_C^{\frac{1}{2}} = \sqrt{K_C} = \sqrt{36 \times 10^{-2}} = 6 \times 10^{-1} \quad \text{المعادلة مضروبة بـ } \frac{1}{2}$$

$$K_{C_2} = \frac{1}{K_C} = \frac{1}{36 \times 10^{-2}} = \frac{100}{36} = 2.7 \quad \text{المعادلة مقلوبة}$$

◆ تطبيق:

احسب ثابت التوازن بدلالة التراكيز  $K_C$  للتفاعل:  $CO_2(g) + H_2(g) \rightleftharpoons CO(g) + H_2O(g)$ ، اعتماداً على التفاعلات:



◆ تطبيق:

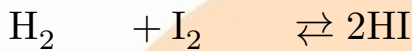
مزج 2 mol من الهيدروجين  $H_2$  مع 3 mol من اليود  $I_2$  في وعاء مغلق سعته "L" 10 وكانت كمية يوديد الهيدروجين HI عند التوازن 3.6 mol ،



$$[H_2]_0 = \frac{n}{V} = \frac{2}{10} = 0.2 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$[I_2] = \frac{n}{V} = \frac{3}{10} = 0.3 \text{ mol.L}^{-1}$$

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



$$\begin{array}{ccc} 0.2 & 0.3 & 0 \\ -x & -x & 2x \end{array} \Rightarrow [HI]_{(eq)} = 2x = 0.36 \Rightarrow x = 0.18 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$\begin{array}{ccc} 0.2 - x & 0.3 - x & 2x \end{array}$$

ما قيمة  $K_P$

$$K_C = \frac{[HI]^2}{[H_2][I_2]} = \frac{(2x)^2}{(0.2 - x)(0.3 - x)} = \frac{(2 \times 0.18 \times 10^{-2})^2}{(0.2 - 0.18)(0.3 - 0.18)} = 54$$

$$K_P = K_C(R.T)^{\Delta n = 2 - 2 = 0} \Rightarrow K_P = K_C = 54$$

◆ تطبيق:

وضع 4 mol من  $PCl_5$  في وعاء سعته L 2 ، سخن الوعاء إلى درجة 500 كالفن ، يتفكك منه 10% وفق المعادلة:



حساب قيمة  $K_P, K_C$  ( $R = 0.082 \text{ atm.L.mol}^{-1}.K^{-1}$ )

$$[PCl_5]_0 = \frac{n}{V} = \frac{4}{2} = 2 \text{ mol.L}^{-1}$$



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

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

$$\text{النسبة} = \frac{\text{الجزء}}{\text{الكل}} \times 100\%$$

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

$$K_C = \frac{[PCl_3][Cl_2]}{[PCl_5]} = \frac{x \cdot x}{2 - x} = \frac{2 \times 10^{-1} \times 2 \times 10^{-1}}{2 - 0.2} = \frac{1}{45}$$

$$K_P = K_C(R.T)^{\Delta n = 2 - 1 = 1} \Rightarrow K_P = \frac{1}{45} (82 \times 10^{-3} \times 500) = 0.9$$

أختبر نفسي

أولاً: اختر الإجابة الصحيحة:

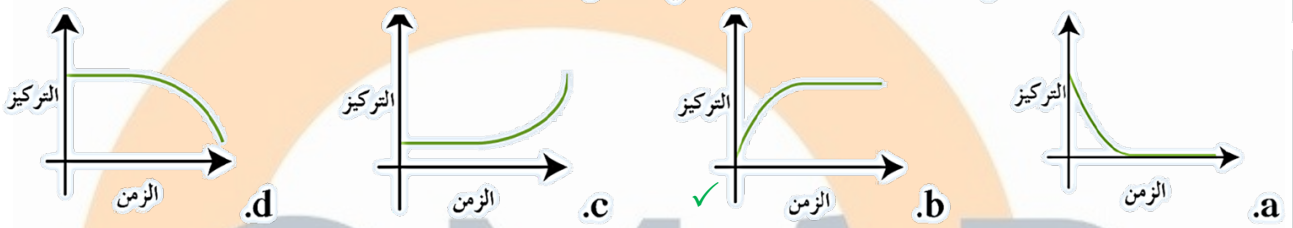
1. تتغير قيمة  $K_C$  ثابت التوازن في التفاعلات المتوازنة:

- a. بتغير الضغط  
b. بإضافة حفاز  
c. بنقص درجة الحرارة ✓  
d. بزيادة تركيز المواد الناتجة

2. عند بلوغ حالة التوازن في التفاعلات المتوازنة

- a. ينخفض تركيز المواد الناتجة  
b. تنخفض سرعة التفاعل المباشر  
c. تثبت تراكيز المواد المتفاعلة والناتجة ✓  
d. تزداد سرعة التفاعل المباشر

3. أحد الخطوط البيانية يمثل تغير تراكيز مادة ناتجة في تفاعل متوازن:



لأن المواد الناتجة تكون معدومة ثم تزداد ثم تثبت عند التوازن

4. 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

التوازن بدلالة التراكيز للتفاعل:  $2SO_3(g) \rightleftharpoons 2SO_2(g) + O_2(g)$  تساوي:

- a.  $2 K_C$   
b.  $\frac{1}{2K_C}$   
c.  $\frac{1}{K_C^2}$  ✓  
d.  $K_C^2$

$$K'_C = \left(\frac{1}{K_C}\right)^2 = \frac{1}{K_C^2} \text{ المعادلة مقلوبة ومضروبة بـ } 2$$

5. أي من التفاعلات المتوازنة الآتية سوف يرجح التفاعل العكسي عند نقصان حجم الوعاء الذي يحدث فيه التفاعل

- a.  $2SO_3(g) \rightleftharpoons 2SO_2(g) + O_2(g)$  (عكسي) ✓  
b.  $4Fe(s) + 3O_2(g) \rightleftharpoons 2Fe_2O_3(s)$  (مباشر)  
c.  $N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$  (مباشر)  
d.  $H_2(g) + I_2(g) \rightleftharpoons 2HI(g)$  (لا يؤثر)

6. أي من المتغيرات الآتية سوف يؤدي إلى زيادة كمية النشادر في التفاعل المتوازن الآتي  $N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$

- a. زيادة درجة الحرارة (عكسي)  
b. خفض كمية  $N_2$  (عكسي)  
c. زيادة الضغط الكلي ✓  
d. إضافة حفاز

ثانياً: أعط تفسيراً علمياً لكل مما يأتي:

1. لا تستهلك المواد المتفاعلة كلياً في التفاعلات المتوازنة

لأن المواد الناتجة تتفاعل وتعطي مواد متفاعلة في شروط التفاعل نفسه.

2. إضافة حفاز يسرع الوصول إلى حالة التوازن

لأنه يزيد من سرعة التفاعل المباشر والعكسي بالمقدار ذاته

3. في التفاعل الآتي  $C(s) + 2H_2(g) \rightleftharpoons CH_4(g)$  يرجح التفاعل المباشر بزيادة الضغط

لأنه عند زيادة الضغط يرجح التوازن بالاتجاه الذي يشكل عدد مولات غازية أقل.

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

لأن التوازن يرجح بالاتجاه الناصر العكسي فيزداد المقام (المتفاعل) وينقص البسط (الناتج) فيقل الثبات (بسط  $\xrightarrow{\text{مقام}}$  ناشر  $\xrightarrow{\text{ماص}}$ )

**ثالثاً: لديك التفاعل الآتي:  $2NO(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2NO_2(g)$ ,  $\Delta H < 0$  ، المطلوب:**

① اكتب عبارة ثابت التوازن بدلالة التراكيز  $K_C$

② اكتب عبارة ثابت التوازن بدلالة الضغوط الجزئية  $K_P$

③ اكتب العلاقة بين  $K_C$ ,  $K_P$

④ بين تأثير خفض درجة الحرارة مع التفسير.

⑤ بين تأثير إضافة حفاز على حالة التوازن وقيمة ثابت التوازن

①

$$K_C = \frac{[NO_2]^2}{[NO]^2[O_2]}$$

②

$$K_P = \frac{P_{NO_2}^2}{P_{NO}^2 \cdot P_{O_2}}$$

③

$$K_P = K_C (R.T)^{\Delta n = 2 - 3 = -1} \Rightarrow K_P = \frac{K_C}{RT}$$

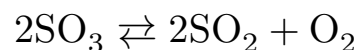
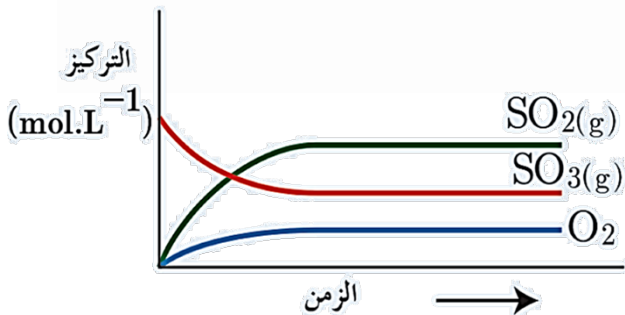
④ يرجح التوازن بالاتجاه المباشر لزيادة درجة الحرارة حسب لوشاتوليه

⑤ حالة التوازن: لا يتأثر فقط بسرعة الوصول إلى حالة التوازن، قيمة الثابت: لا يتأثر

**رابعاً: لديك الشكل المجاور الذي يمثل تفاعل متوازن ، المطلوب:**

① اكتب المعادلة المعبرة عن التفاعل

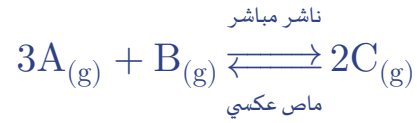
② اكتب عبارة ثابت التوازن بدلالة التراكيز



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

**خامساً: قيست قيم ثابت التوازن بدلالة الضغوط الجزئية في درجات حرارة مختلفة**

درجات الحرارة	قيمة ثابت التوازن $K_P$
300	$4.34 \times 10^{-3}$
400	$1.64 \times 10^{-4}$



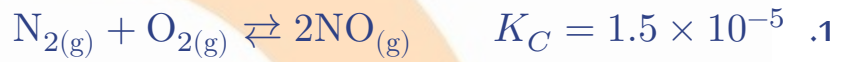
هل التفاعل ناشر للحرارة أم ماص؟ فسّر إجابتك؟

**ملاحظة: الحرارة: زيادة ← ماص ، نقصان ← ناشر ، ثابت: يزداد ← مباشر ، ينقص ← عكيس**

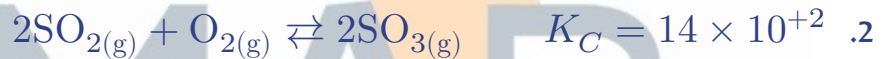
من الجدول نجد أن مع ازدياد درجة الحرارة فالثابت ينقص.

فالتوازن يرجح بالاتجاه الماص العكسي فالمباشر ناشر

**سادساً: قارن بين كمية المواد المتفاعلة والمواد الناتجة عند بلوغ التوازن في كل من التفاعلين:**



تركيز المواد الناتجة أصغر من تركيز المواد المتفاعلة عند حدوث التوازن



تركيز المواد الناتجة أكبر من تركيز المواد المتفاعلة عند حدوث التوازن

**سابعاً: حل المسائل التالية:**

**المسألة الأولى:** وعاء حجمه 2 L يحتوي على 0.08 mol من  $CH_3OH_{(g)}$  و 0.4 mol من  $H_{2(g)}$  و 0.2 mol من  $CO_{(g)}$  يحدث التفاعل وفق المعادلة:  $CO_{(g)} + 2H_{2(g)} \rightleftharpoons CH_3OH_{(g)}$ ، فإذا علمت أن قيمة  $K_C = 7.3$  بين بالحساب إذا كان التفاعل في حالة توازن أم لا وإذا لم يكن بحالة توازن، حدد التفاعل الراجح (الباشر / العكسي)

$$[CH_3OH] = \frac{n}{V} = \frac{8 \times 10^{-2}}{2} = 4 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$[H_2] = \frac{n}{V} = \frac{4 \times 10^{-1}}{2} = 2 \times 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$[CO] = \frac{n}{V} = \frac{2 \times 10^{-1}}{2} = 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$K_C = 7.3$$

$$Q = \frac{[CH_3OH]}{[CO][H_2]^2} = \frac{4 \times 10^{-2}}{10^{-1}(2 \times 10^{-1})^2} = 10$$

$$Q > K_C$$

التفاعل ليس في حالة توازن ، تركيز النواتج أكبر مما هو عليه في حالة التوازن، التفاعل الراجح هو العكسي

**المسألة الثانية:** عند درجة الحرارة  $25^\circ\text{C}$  يحدث التفاعل المتوازن الآتي:  $\text{H}_2\text{O}_{(l)} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O}_{(g)}$  فإذا علمت أن الضغط الجزئي  $P_{\text{H}_2\text{O}_{(g)}} = 0.0131 \text{ atm}$  احسب قيمة  $K_P$  لهذا التفاعل

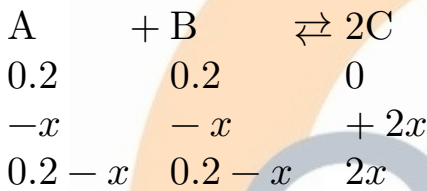
$$K_P = \frac{P_{\text{H}_2\text{O}}}{1} = 0.0131$$

**المسألة الثالثة:** مزج  $2 \text{ mol}$  من مادة A مع  $2 \text{ mol}$  من مادة B في وعاء سعته  $10 \text{ L}$  فيحدث التفاعل المتوازن وفق المعادلة:  $\text{A}_{(g)} + \text{B}_{(g)} \rightleftharpoons 2\text{C}_{(g)}$  فإذا علمت أن قيمت ثابت سرعة التفاعل المباشر  $k_1 = 8.8 \times 10^{-2}$  وقيمة ثابت سرعة التفاعل العكسي  $k_2 = 2.2 \times 10^{-2}$  المطلوب حساب:

① قيمة  $K_C$  ثم  $K_P$

② تراكيز كل من المواد المتفاعلة والنتيجة عند بلوغ التوازن

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



$$k_1 = 88 \times 10^{-3}, k_2 = 22 \times 10^{-3} \Rightarrow K_C = \frac{88 \times 10^{-3}}{22 \times 10^{-3}} = 4$$

②

$$K_C = K_P (R.T)^{\Delta n=0} \Rightarrow K_P = K_C$$

$$K_C = \frac{[\text{C}]^2}{[\text{A}][\text{B}]}$$

$$\sqrt{4} = \sqrt{\frac{[\text{C}]^2}{(0.2-x)^2}} \Rightarrow 2 = \frac{2x}{0.2-x} \Rightarrow x = 0.2 - x \Rightarrow 2x = 0.2 \Rightarrow x = 0.1 \text{ mol.L}^{-1}$$

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

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

**المسألة الرابعة:** يحدث التفاعل الممثل بالمعادلة:  $\text{H}_2(g) + \text{I}_2(g) \rightleftharpoons 2\text{HI}(g)$  في وعاء حجمه  $10 \text{ L}$  ، عند بلوغ التوازن كان عدد مولات الهيدروجين  $7.2 \text{ mol}$  وعدد مولات اليود  $2.4 \text{ mol}$  وعدد مولات يود الهيدروجين  $0.4 \text{ mol}$  المطلوب حساب:

① قيمة ثابت التوازن  $K_C$

② قيمة ثابت التوازن  $K_P$

③ التركيز الابتدائي للمواد المتفاعلة

④ اقترح طريقتين تزيد من كمية HI

**ملاحظة:** إذا أعطى تراكيز عند التوازن وطلب التراكيز الابتدائية هنا نضع أربع أسطر:

① ابتدائي مجاهيل

② نسبة

③ توازن مجاهيل

④ توازن معاليم

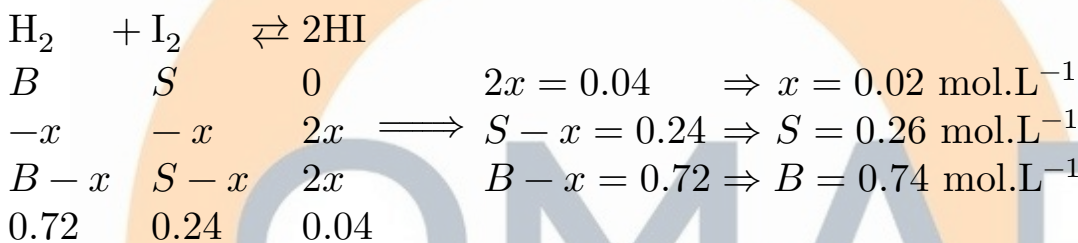
$$[\text{H}_2]_{(\text{eq})} = \frac{n}{V} = \frac{7.2}{10} = 0.72 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$[\text{I}_2]_{\text{eq}} = \frac{n}{V} = \frac{2.4}{10} = 0.24 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$[\text{HI}]_{(\text{eq})} = \frac{n}{V} = \frac{0.4}{10} = 0.04 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$K_C = \frac{[\text{HI}]^2}{[\text{H}_2][\text{I}_2]} = \frac{(4 \times 10^{-2})^2}{(72 \times 10^{-2})(24 \times 10^{-2})} = \frac{1}{108}$$

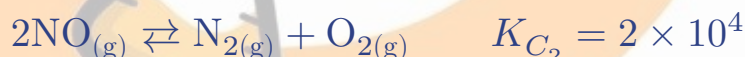
$$K_P = K_C(R.T)^{\Delta n=2-2=0} \Rightarrow K_P = K_C = \frac{1}{108}$$



4 زيادة كمية  $\text{H}_2$  ، زيادة كمية  $\text{I}_2$

**ملاحظة:** إذا أعطى التراكيز عند التوازن وطلب حساب التراكيز الابتدائية هنا نضع 4 سطور (ب ، ن ، ت ، ت)

**المسألة الخامسة:** ليكن لديك المعادلات التي تمثل التفاعلات المتوازنة الآتية عند الدرجة  $T = 300 \text{ K}$ :



احسب قيمة  $K_P, K_C$  للتفاعل الآتي:



$$K_C = K_{C_1} \times K_{C_2} = 2 \times \frac{1}{2 \times 10^4} = 10^{-4}$$

$$K_P = K_C(R.T)^{\Delta n=-1} = \frac{K_C}{R.T} = \frac{10^{-4}}{0.082 \times 10^{-3} \times 300} = \frac{10^{-3}}{246}$$

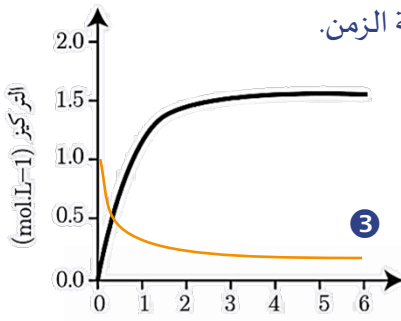
**المسألة السادسة:** يتفاعل 1 mol من بخار اليود مع 1 mol من غاز الهيدروجين في وعاء مغلق حجمه 1 L وفق المعادلة:



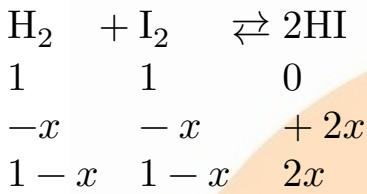
① احسب تراكيز التوازن لكل من المواد المتفاعلة والنتيجة.

② احسب قيمة  $K_C$

③ ارسم خطأ بيانياً يوضح تغير تركيز الهيدروجين بدلالة الزمن.



$$[\text{H}_2]_0 = [\text{I}_2]_0 = \frac{n}{V} = \frac{1}{1} = 1 \text{ mol.L}^{-1}$$



من الرسمية وعند ثبات التراكيز أي عند التوازن  $[\text{HI}]_{(\text{aq})} = 1.5 \text{ mol.L}^{-1}$

$$\Rightarrow 2x = 1.5 \Rightarrow x = 0.75 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$[\text{H}_2]_{(\text{aq})} = [\text{I}_2]_{(\text{aq})} = 1 - x = 1 - 0.75 = 0.25 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$K_C = \frac{[\text{HI}]^2}{[\text{H}_2][\text{I}_2]} = \frac{(15 \times 10^{-1})^2}{(25 \times 10^{-2})(25 \times 10^{-2})} = 36$$





أسئلة الوحدة الثالثة

أولاً: اختر الإجابة الصحيحة لكل مما يأتي:

1. في التفاعل الأولي:  $A_{(g)} + 2B_{(g)} \rightarrow$  نواتج عندما يزداد حجم الوعاء مرتين فإن سرعة التفاعل:

a. تنخفض أربع مرات ✓

c. تزداد مرتين

d. تزداد أربع مرات

b. تنخفض ثمان مرات

إذا تضاعف الحجم ينخفض التركيز مرتين  $v = k[A][B]^2 \Rightarrow C = \frac{n}{V}$

2. أي من التفاعلات الآتية تكون فيه النسبة  $\frac{K_P}{K_C}$  أكبر:

c.  $H_{2(g)} + S_{(s)} \rightleftharpoons H_2S_{(s)}$

a.  $N_{2(g)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons 2NO_{(g)}$

d.  $Ni(CO)_{2(s)} \rightleftharpoons Ni_{(s)} + CO_{2(g)}$

b.  $CaCO_{3(s)} \rightleftharpoons CaO_{(s)} + CO_{2(g)}$  ✓

3. يخرج 0.1 mol من A مع 0.1 mol من B في وعاء سعته 1 L فتكون قيمة  $K_C$  تساوي  $10^{-3}$  للتفاعل المتوازن

الآتي:  $A_{(g)} + 2B_{(g)} \rightleftharpoons 2C_{(g)}$  فيكون عند بلوغ التوازن:

c.  $[C] > [B]$

a.  $[C] = 2[A]$

d.  $[C] < [B]$  ✓

b.  $[C] = [B]$

$$K_C = 10^{-3} = \frac{[C]^2}{[A][B]^2} \Rightarrow [C] < [B]$$

مقام بسيط / مقدار صغير

4. يحدث التفاعل الآتي:  $NO_{(g)} + O_{3(g)} \rightarrow NO_{2(g)} + O_{2(g)}$  على مرحلتين:

المرحلة الأولى: ذات تفاعل بطيء  $O_{3(g)} \rightarrow O_{2(g)} + O_{(g)}$

المرحلة الثانية: ذات تفاعل سريع:  $NO_{(g)} + O_{(g)} \rightarrow NO_{2(g)}$  فتكون عبارة السرعة على الشكل:

c.  $v = k[NO][O_3]$

a.  $v = k[NO][O]$

d.  $v = k[NO][O_3][O]$

b.  $v = k[O_3]$  ✓

لأن سرعة التفاعل تعطى للمرحلة البطيئة

5. أحد العبارات الآتية صحيحة عند حدوث التوازن الكيميائي:

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

a. يتوقف التفاعل المباشر فقط.

d. تتساوى سرعة التفاعل المباشر والعكسي. ✓

b. يتوقف التفاعل العكسي فقط.

6. إذا علمت أن قيمة  $K_C = 10$  في التفاعل المتوازن الآتي:  $2A_{(g)} + B_{(g)} \rightleftharpoons C_{(g)}$  فتكون قيمة  $K_C$  للتفاعل

الممثل بالمعادلة الآتية:  $4C_{(g)} \rightleftharpoons 4A_{(g)} + 2B_{(g)}$

c. 0.01 ✓

a. 0.1

d. 100

b. 20

$$K'_C = \left(\frac{1}{K_C}\right)^2 = \left(\frac{1}{10}\right)^2 = 0.01$$

المعادلة مقلوبة ومضروبة بـ 2

**ثانياً: أعط تفسيراً علمياً لكل مما يأتي:**

1. في التفاعل الناشر للحرارة تقل قيمة ثابت التوازن عند زيادة درجة الحرارة.  
 بسط  $\rightleftharpoons$  ناشر مقام (زيادة يعني موجب) لأن التوازن يرجح بالاتجاه العكسي الماص فيزداد المقام (متفاعل) وينقص البسط ماص (نواتج) فيقل الثابت.
2. التفاعلات التي تحتاج على طاقة تنشيط منخفضة تميل إلى أن تكون سريعة.  
 لأن عدد الجزيئات التي تمتلك هذه الطاقة يكون كبير.
3. يحترق البروبان بسرعة أكبر رمن البنات في شروط متماثلة.  
 لأن عدد روابط البروبان أقل من أقل من عدد روابط البنات.
4. بعض التصادمات ينتج عنها تفاعل كيميائي وليس جميعها.  
 لأن هناك تصادمات فعالة وأخرى غير فعالة.

**ثالثاً: أجب عن الأسئلة التالية:**



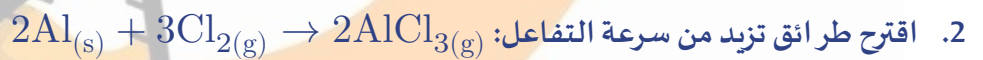
① اكتب ثابت التوازن بدلالة الضغوط الجزئية.

② اقترح طريقة لزيادة قيمة ثابت التوازن مع التفسير

①

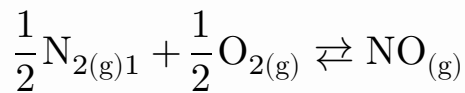
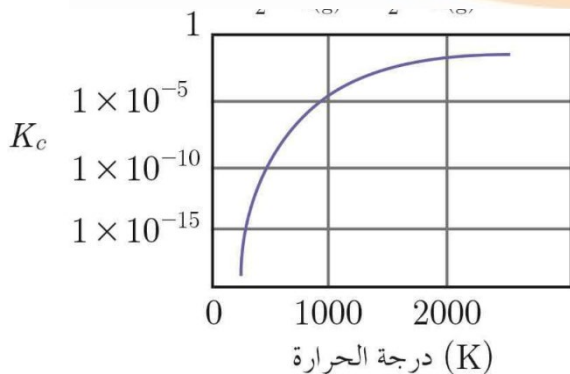
$$K_P = \frac{P_{\text{H}_2\text{O}} \times P_{\text{O}_2}^{\frac{1}{2}}}{P_{\text{H}_2\text{O}_2}}$$

② زيادة درجة الحرارة فيرجح التوازن بالاتجاه المباشر الماص، فيزداد البسط (نواتج) وينقص المقام (متفاعل) فيزداد الـ  $K_C$



استخدام برادة الألمنيوم - زيادة تركيز غاز الكلور - إضافة حفاز - رفع درجة الحرارة

3. لديك الخط البياني الآتي الذي يمثل قيم مختلفة لثابت التوازن  $K_C$  بدلالة درجة الحرارة، بين إذا كان ناشر أم ماص للحرارة.



من الرسم نجد أن مع ازدياد درجة الحرارة يزداد الثابت، فالتوازن يرجح بالاتجاه المباشر الماص لتفاعل ماص

رابعاً: حل المسائل الآتية:

**المسألة الأولى:** يمزج 100 mL من مادة A تركيزها  $1.2 \text{ mol.L}^{-1}$  مع 300 mL من مادة B تركيزها  $0.4 \text{ mol.L}^{-1}$  فيحصل التفاعل الأولي وفق المعادلة:  $A_{(aq)} + 2B_{(aq)} \rightarrow 2C_{(aq)}$ ، إذا علمت أن ثابت سرعة التفاعل  $k = 10^{-2}$  احسب:

① سرعة التفاعل الابتدائية.

② سرعة التفاعل بعد زمن يتشكل فيه 0.04 mol من المادة C.

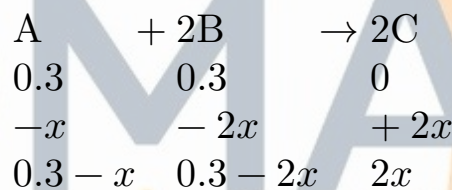
③ احسب سرعة التفاعل بعد زمن يصبح فيه تركيز A يساوي  $0.2 \text{ mol.L}^{-1}$

④ احسب تركيز المادة C, B, A عند توقف التفاعل.

①

$$A: n = n' \Rightarrow C \cdot V = C' \cdot V' \Rightarrow C' = \frac{C \cdot V}{V'} = \frac{1.2 \times 100 \times 10^{-3}}{400 \times 10^{-3}} = 0.3 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$B: n = n' \Rightarrow C \cdot V = C' \cdot V' \Rightarrow C' = \frac{C \cdot V}{V'} = \frac{0.4 \times 300 \times 10^{-3}}{400 \times 10^{-3}} = 0.3 \text{ mol.L}^{-1}$$



$$v = k[A][B]^2 \Rightarrow v_0 = 10^{-2} [3 \times 10^{-1}] [3 \times 10^{-1}]^2 = 27 \times 10^{-5} \text{ mol.L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$$

②

$$[C] = \frac{n}{V} = \frac{4 \times 10^{-2}}{400 \times 10^{-3}} = 0.1 \text{ mol.L}^{-1} \Rightarrow 2x = 0.1 \Rightarrow x = 0.05 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$v' = 10^{-2} [0.3 - x] [0.3 - 2x]^2 = 10^{-2} \times 2 \times 10^{-2} \times 4 \times 10^{-2} = 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$$

$$0.3 - x = 0.2 \Rightarrow x = 0.1 \text{ mol.L}^{-1} \quad \text{③}$$

$$v'' = 10^{-2} [0.3 - x] [0.3 - 2x]^2 = 10^{-2} [0.3 - 0.1] [0.3 - 0.2]^2 = 2 \times 10^{-5} \text{ mol.L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$$

$$v = 0 = 10^{-2} [0.3 - x] [0.3 - 2x]^2 \quad \text{④}$$

إما  $0.3 - x = 0 \Rightarrow x = 0.3 \text{ mol.L}^{-1}$  مرفوض

أو  $0.3 - 2x = 0 \Rightarrow x = 0.15 \text{ mol.L}^{-1}$  مقبول

$$[A] = 0.3 - x = 0.3 - 0.15 = 0.15 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$[B] = 0.3 - 2x = 0.3 - 0.3 = 0 \text{ mol.L}^{-1}$$

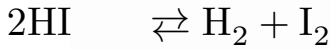
$$[C] = 2x = 2(0.15) = 0.3 \text{ mol.L}^{-1}$$

**المسألة الثانية:** يتفكك يود الهيدروجين وفق المعادلة  $2\text{HI}_{(g)} \rightleftharpoons \text{H}_{2(g)} + \text{I}_{2(g)}$  ، فإن كان التركيز الابتدائي  $[\text{HI}] = 0.8 \text{ mol.L}^{-1}$  وقيمة ثابت التوازن  $K_C = \frac{1}{36}$  احسب:

① تركيز كل من المواد الثلاث عند التوازن.

② النسبة المئوية المتفككة من غاز HI عند بلوغ التوازن.

①



$$0.8 \quad 0 \quad 0$$

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

$$0.8 - 2x \quad x \quad x$$

$$K_C = \frac{[\text{H}_2][\text{I}_2]}{[\text{HI}]^2} = \frac{1}{36} = \frac{x \cdot x}{[0.8 - 2x]^2} \xrightarrow{\text{بالجذر}} \frac{1}{6} = \frac{x}{0.8 - 2x}$$

$$\Rightarrow 6x = 0.8 - 2x \Rightarrow x = 0.1 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$[\text{H}_2]_{\text{eq}} = x = 0.1 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$[\text{I}_2]_{\text{eq}} = x = 0.1 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$[\text{HI}]_{\text{eq}} = 0.8 - 2x = 0.8 - 0.2 = 0.6 \text{ mol.L}^{-1}$$

② النسبة =  $100 \frac{\text{الجزء}}{\text{الكل}} \%$

$$= \frac{2x}{0.8} \times 100 \% = \frac{0.2}{0.8} \times 100 \% = 25 \%$$

**المسألة الثالثة:** لديك التفاعل المتوازن الآتي:  $2\text{NO}_{2(g)} \rightleftharpoons 2\text{NO}_{(g)} + \text{O}_{2(g)}$  ، فإذا علمت أن تراكيز التوازن بوحدة  $\text{mol.L}^{-1}$  هي  $[\text{O}_2]_{\text{eq}} = 0.12$  ،  $[\text{NO}]_{\text{eq}} = 0.24$  ،  $[\text{NO}_2]_{\text{eq}} = 0.06$  احسب:

① قيمة  $K_C$

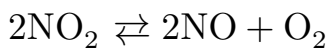
② التركيز الابتدائي لغاز  $[\text{NO}_2]_0$

③ النسبة المئوية المتفككة من غاز  $\text{NO}_2$  عند بلوغ التوازن

①

$$K_C = \frac{[\text{NO}]^2[\text{O}_2]}{[\text{NO}_2]^2} = \frac{[24 \times 10^{-2}]^2 [12 \times 10^{-2}]}{[6 \times 10^{-2}]^2} = 192 \times 10^{-2}$$

②



$$y \quad 0 \quad 0$$

$$-2x \quad 2x \quad x \Rightarrow x = 0.12 \text{ mol.L}^{-1} \Rightarrow y - 2(0.12) = 0.06 \Rightarrow y = 0.3$$

$$y - 2x \quad 2x \quad x$$

$$0.06 \quad 0.24 \quad 0.12$$

$$\text{النسبة} = \frac{\text{الجزء}}{\text{الكل}} \times 100\%$$

$$= \frac{2x}{y} \times 100\% = \frac{0.24}{0.3} \times 100\% = 80\%$$

**المسألة الرابعة:** يضاف 200 mL من مادة تحوي 1.2 mol من محلول المادة A إلى 200 mL تحوي على 0.8 mol من محلول المادة B فيتم التفاعل الأولي الآتي:  $2A_{(aq)} + B_{(aq)} \rightarrow 2C_{(aq)} + D_{(aq)}$  ، إذا علمت أن ثابت سرعة التفاعل  $2 \times 10^{-2}$  المطلوب:

① احسب السرعة الابتدائية للتفاعل.

② احسب سرعة التفاعل بعد زمن يتشكل فيه 0.4 mol من مادة D

③ احسب سرعة التفاعل بعد زمن يصبح فيه تركيز المادة A يساوي  $2 \text{ mol.L}^{-1}$

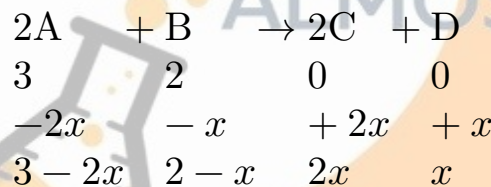
④ احسب تركيز كلا من المادتين B, C عند توقف التفاعل.

①

$$A: n = 1.2 \text{ mol}, B = 200 \text{ mL}, B: n = 0.8 \text{ mol}, V = 200 \text{ mL}, V' = 400 \text{ mL}$$

$$[A] = \frac{n}{V'} = \frac{12 \times 10^{-1}}{400 \times 10^{-3}} = 3 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$[B] = \frac{n}{V'} = \frac{8 \times 10^{-1}}{400 \times 10^{-3}} = 2 \text{ mol.L}^{-1}$$



$$k = 2 \times 10^{-2}$$

$$v = k[A]^2[B] = 2 \times 10^{-2} \times 3^2 \times 2 = 36 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$$

②

$$n_D = 0.4 \text{ mol}$$

$$[D] = \frac{n}{V'} = \frac{4 \times 10^{-1}}{400 \times 10^{-3}} = 1 \text{ mol.L}^{-1} \Rightarrow x = 1 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$v = 2 \times 10^{-2} [3 - 2x]^2 [2 - x] = 2 \times 10^{-2} [3 - 2]^2 [2 - 1] = 2 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$$

③

$$3 - 2x = 2 \Rightarrow 2x = 1 \Rightarrow x = \frac{1}{2} = 0.5 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$v = 2 \times 10^{-2} [3 - 2x]^2 [2 - x] = 2 \times 10^{-2} [3 - 1]^2 [2 - 0.5] \\ = 2 \times 10^{-2} \times 4 \times 1.5 \times 10^{-1} = 120 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$$

4

$$v = 0 \Rightarrow 10^{-2} [3 - 2x]^2 [2 - x] = 0$$

$$\text{مقبول } 3 - 2x = 0 \Rightarrow 2x = 3 \Rightarrow x = \frac{3}{2} = 1.5 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$\text{مرفوض } 2 - x = 0 \Rightarrow x = 2 \text{ mol.L}^{-1} \text{ أو}$$

$$[B] = 2 - x = 2 - 1.5 = 0.5 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$[C] = 2x = 2(1.5) = 3 \text{ mol.L}^{-1}$$

OMAR  
ALMOSTAFA





## الوحدة الرابعة الحموض والأسس

### بعض الملاحظات على الحموض والأسس:

#### ■ الحموض:

##### ● القوية →

حمض كلور الماء HCl ◀ حمض الأزوت HNO<sub>3</sub> حمض الكبريت H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (المدمر)

##### ● الحموض الضعيفة ⇌

حمض الخل CH<sub>3</sub>COOH ◀ حمض النمل HCOOH حمض سيانيد الهيدروجين HCN

حمض الكربون H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> حمض الفوسفور H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>

#### ■ الأسس:

##### ● القوية →

هيدروكسيد الصوديوم NaOH (الصودا الكاوي) ◀

هيدروكسيد البوتاسيوم KOH (البوتاسي الكاوي) ◀

هيدروكسيد الكالسيوم Ca(OH)<sub>2</sub> ◀

##### ● الضعيفة: ⇌

هيدروكسيد الأمونيوم NH<sub>4</sub>OH ◀ النشادر NH<sub>3</sub> هيدروكسيد المغنيزيوم Mg(OH)<sub>2</sub>

### نظرية ارينوس:

#### ■ الحمض:

كل مادة كيميائية تحرر أيون هيدروجين H<sup>+</sup> أو أكثر عند انحلالها بالماء

$$HA \rightarrow H^+ + A^-$$

#### ■ الأساس:

كل مادة كيميائية تحرر هيدروكسيد OH أو أكثر عند انحلالها في الماء

$$BOH \rightarrow B^+ + OH^-$$

## نظرية برونشتد لوري:

### ■ الحمض:

كل مادة كيميائية قادرة على منح بروتون  $H^+$  أو أكثر من مادة أخرى تتفاعل معها.

### ■ الأساس:

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

### ◇ حدد الحمض والأساس حسب برونشتد لوري في المعادلة الآتية:



◀ HA: حمض لأنه قادر على منح بروتون.

$H_2O$ : أساس لأنه قادر على استقبال بروتون.

### ◇ حدد الحمض والأساس حسب برونشتد لوري في المعادلة:



◀ HCl: حمض لأنه قادر على منح بروتون.

$NH_3$ : أساس لأنه قادر على استقبال بروتون.

## نظرية لويس:

تمثل الرابطة التساندية بسهم من المانح إلى الأخذ

### ■ الحمض:

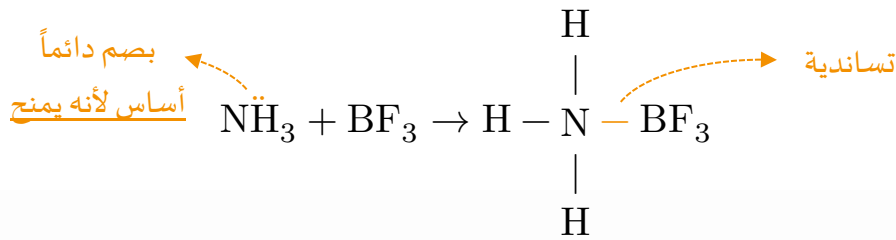
كل مادة كيميائية قادرة على استقبال زوج إلكترونات أو أكثر من مادة أخرى تتفاعل معها.

### ■ الأساس:

كل مادة كيميائية قادرة على منح زوج إلكترونات أو أكثر لمادة أخرى تتفاعل معها.



❖ اكتب تفاعل النشار مع ثلاثي فلور اليود وحدد الحمض والأساس حسب لويس مع التعليل واذكر نوع الرابطة.

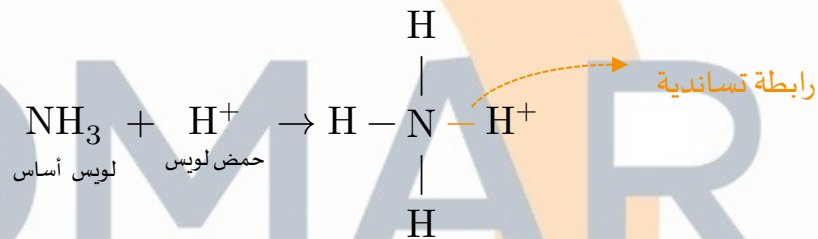


$\text{BF}_3$  حمض لويس لأنه قادر على استقبال زوج إلكترونات.

$\text{NH}_3$  أساس لأنه قادر على منح زوج إلكترونات.

**ملاحظة:** الموجب حمض، السالب أساس

❖ اكتب تفاعل النشار مع أيون الهيدروجين وحدد الحمض والأساس حسب لويس.



**الأزواج المترافقة: (أساس ، حمض) وفق نظرية برونشتد لوري:**

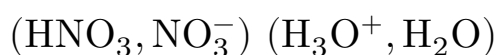
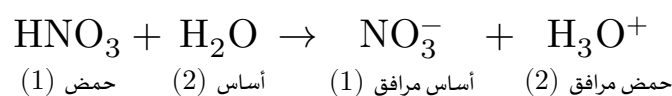
❖ اكتب معادلة تأين غاز النشار في الماء، وحدد الأزواج المترافقة (أساس / حمض) حسب

برونشتد لوري



**يرافق كل حمض أساس مرافق - يرافق كل أساس حمض مرافق**

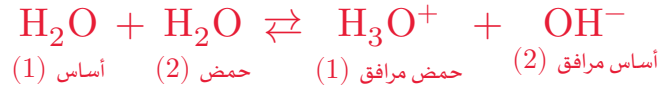
❖ اكتب معادلة تأين حمض الآزوت ثم حدد الأزواج المترافقة حسب برونشتد لوري



## التأين الذاتي للماء وثابت تأينه:

❖ اكتب معادلة التأين الذاتي للماء وحدد الأزواج المترافقة حسب برونشتد لوري، واكتب عبارة

ثابت التوازن (ثابت تأين الماء)



عبارة ثابت التوازن:

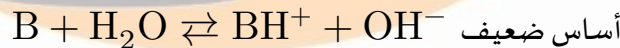
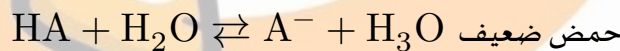
$$K_W = [\text{H}_3\text{O}^+][\text{OH}^-] = 10^{-14} \text{ هالالالالال}$$

## بعض الملاحظات:

- الماء مركب مذذب، لأنه يسلك سلوك حمض وسلوك أساس حسب المادة التي يتفاعل معها.
- تعطى علاقة ثابت تأين الماء  $K_W$  عند درجة حرارة  $25^\circ\text{C}$ :  $K_W = [\text{H}_3\text{O}^+][\text{OH}^-] = 10^{-14}$
- تقاس قوة الحمض بسهولة منحه بروتون أو أكثر
- تقاس قوة الأساس بسهولة استقبله بروتون أو أكثر
- تتأين الحموض والأسس القوية بشكل تام في الماء



- تتأين الحموض والأسس الضعيفة بشكل جزئي في الماء



- هامية:** عند مقارنة قوة حمضين ضعيفين فإن الأساس المرافق للحمض الأقوى هو الأساس الأضعف، والأساس المرافق للحمض الأضعف هو الأساس الأقوى.

## درجة التآين $\alpha$

### ■ درجة التآين للحمض:

$$\alpha = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]}{C_a}$$

$C_a$ : تركيز الحمض الابتدائي

- ◀ عندما يكون الحمض قوي  $\alpha = 1$
- ◀  $[\text{H}_3\text{O}^+] = C_a$  إذا كان الحمض قوي أحادي الوظيفة
- ◀  $[\text{H}_3\text{O}^+] = 2C_a$  إذا كان الحمض قوي وثنائي الوظيفة

### ■ درجة التآين للأساس

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

$C_b$ : تركيز الأساس

- ◀ عندما يكون الأساس قوي  $\alpha = 1$
- ◀  $[\text{OH}^-] = C_b$  إذا كان الأساس قوي وأحادي الوظيفة

**ملاحظة هامة:** درجة التآين كنسبة مئوية  $\times 100\%$

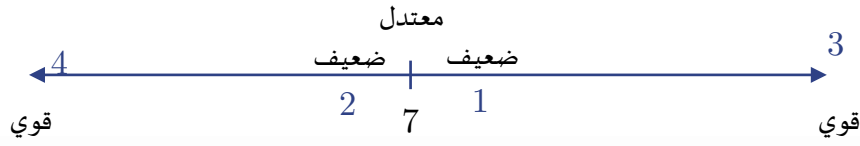
## الأساس الهيدروجيني pH:

لتحديد طبيعة الوسط وسهولة التعامل مع الأرقام الصغيرة في تركيز شوارد الهيدرونيوم نوجد الأساس الهيدروجيني pH من خلال العلاقة

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

- ◀  $[\text{OH}^-] > [\text{H}_3\text{O}^+]$  محاليل أساسية  $\text{pH} > 7$
- ◀  $[\text{OH}^-] = [\text{H}_3\text{O}^+]$  محاليل معتدلة  $\text{pH} = 7$
- ◀  $[\text{OH}^-] < [\text{H}_3\text{O}^+]$  محاليل حمضية  $\text{pH} < 7$

سؤال: رتب المحاليل التالية تنازلياً حسب pH:



**ملاحظة:** اللوغاريتم العشري لأي رقم صغير ما عدا الواحد (8 → 2) نجمع له واحد ونقسمه على 10

$$\log 2 = \frac{3}{10} = 0.3$$

تذكرة: قواعد الرياضيات من حساب اللوغاريتم العشري:

تابع اللوغاريتم هو تابع عكسي للتابع الأسّي  $\log 10^{-x} = -x$  ◀

$$\log 1 = 0 \quad \blacktriangleleft$$

$$\log 10 = 1 \quad \blacktriangleleft$$

لوغاريتم جداء يساوي مجموع اللوغاريتمات  $\log(x \cdot y) = \log(x) + \log(y)$  ◀

لوغاريتم كسر يساوي لوغاريتم البسط ناقص لوغاريتم المقام ◀

الأس الهيدروكسي  $\text{pOH} = -\log [\text{OH}^-]$  ◀

$$\text{pH} + \text{pOH} = 14 \quad \blacktriangleleft$$

$$[\text{OH}^-]10^{-\text{pOH}}, [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-\text{pH}} \quad \blacktriangleleft$$

مثال: ◀

لديك محلولان لحمض قوي وحيد الوظيفة، تركيز المحلول الأول  $10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$

وتركيز المحلول الثاني  $2 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ ، احسب قيمة pH لكلٍ من المحلولين السابقين، علماً أن  $\log 2 = 0.3$

المحلول الأول:  $[\text{H}_3\text{O}^+] = C_a = 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$

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

المحلول الثاني:  $[\text{H}_3\text{O}^+] = C_a = 2 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$

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

◆ مثال:

يبلغ تركيز أيونات الهيدرونيوم في محلول مائي  $0.01 \text{ mol.L}^{-1}$  ، المطلوب حساب:

① تركيز أيونات الهيدروكسيد.

② قيمة كل من  $\text{pH}$ ,  $\text{pOH}$  لهذا المحلول.

③ حدد طبيعة الوسيط.

①  $[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] \cdot [\text{OH}^-] = 10^{-14} \Rightarrow [\text{OH}^-] = \frac{10^{-14}}{10^{-2}} = 10^{-12} \text{ mol.L}^{-1}$$

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

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

③ الوسط حمضي  $\text{pH} = 2 < 7$

ثابت تأين الحموض الضعيفة أحادية الوظيفة:

◆ تطبيق:

لديك محلول مائي لحمض ضعيف  $\text{HA}$  ، المطلوب:

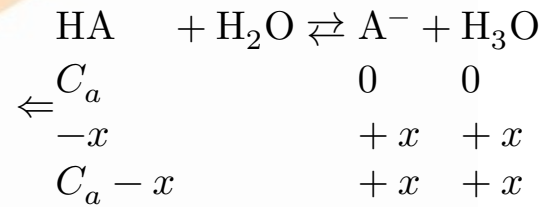
① اكتب معادلة تأينه.

② اكتب عبارة ثابت تأين الحمض الضعيف.

③ أثبت أن  $[\text{H}_3\text{O}^+] = \sqrt{K_a \cdot C_a}$

$$K_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{A}^-]}{[\text{HA}]}$$

عند التوازن نجد



من معادلة تأين الحمض عند التوازن نجد  $[\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{A}^-]$

$$\Rightarrow K_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]^2}{C_a - x}$$

تُهمل لصغرها أمام  $C_a$  لأن الحمض ضعيف

$$\Rightarrow K_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]^2}{C_a} \Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = \sqrt{K_a \cdot C_a}$$

◆ مثال:

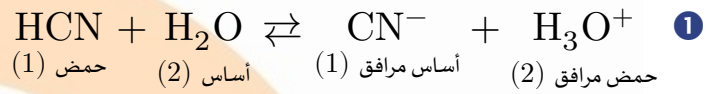
محلول حمض سيانيد الهيدروجين، تركيزه الابتدائي  $0.2 \text{ mol.L}^{-1}$ ، وثابت تأين حمض سيانيد الهيدروجين  $5 \times 10^{-10}$ ، المطلوب:

① اكتب معادلة الحمض السابق وحدد الأزواج المترافقة حسب برونشتد لوري.

② احسب  $[\text{OH}^-]$  و  $[\text{H}_3\text{O}^+]$

③ احسب قيمة pH المحلول.

④ احسب درجة تأين الحمض.



②

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = \sqrt{K_a \cdot C_a} = \sqrt{5 \times 10^{-10} \times 2 \times 10^{-1}} = 10^{-5} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$[\text{OH}^-] = \frac{10^{-14}}{[\text{H}_3\text{O}^+]} = \frac{10^{-14}}{10^{-5}} = 10^{-9} \text{ mol.L}^{-1}$$

(HCN,  $\text{CN}^-$ ) (H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>, H<sub>2</sub>O)

$$\text{pH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+] = -\log 10^{-5} = 5 \quad \text{③}$$

$$\alpha = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]}{C_a} = \frac{10^{-5}}{2 \times 10^{-1}} = 5 \times 10^{-5} \quad \text{④}$$

$$5 \times 10^{-5} \times 100 \% = 5 \times 10^{-3} \% \text{ كنسبة}$$

ثابت تأين الأساس الضعيف:

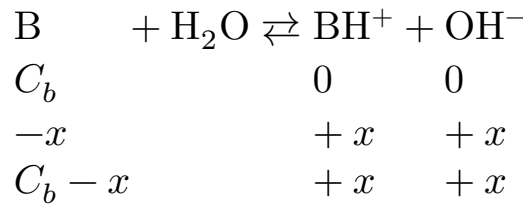
◆ مثال:

لديك المحلول أساس ضعيف B تأينه جزئي في الماء، المطلوب:

① اكتب معادلة تأينه

② استنتج علاقة ثابت تأين الأساس الضعيف  $C_b$

③ استنتج علاقة قوة الأساس بثابت تأينه.



1

2

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

3 من معادلة ثابت تأين الأساس نجد:

$$K_b = \frac{[OH^-]^2}{C_b - x} \Rightarrow [OH^-] = \sqrt{K_b \cdot C_b}$$

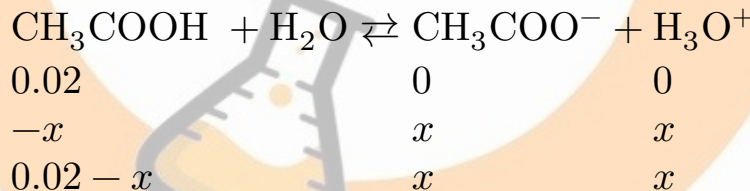
4 بزيادة قيمة ثابت الأساس  $K_b$  يزداد تراكيز أيونات الهيدروكسيد وبالتالي تزداد قوة الأساس.

**ملاحظة:** تزداد قيمة الحمض الضعيف أو الأساس الضعيف بزيادة قيمة ثابت تأينه.

◆ مثال:

محلول لحمض الخل تركيزه  $0.02 \text{ mol.L}^{-1}$  وثابت تأين حمض الخل  $1.8 \times 10^{-5}$ ، المطلوب:

- 1 اكتب معادلة تأينه واحسب  $[CH_3COO^-]$
- 2 إذا احتوى المحلول الابتدائي حمض كلور الماء بتركيز  $10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$  بالإضافة إلى المحلول السابق احسب  $[CH_3COO^-]$  في المحلول في هذه الحالة.
- 3 قارن بين قيمتي تركيز  $[CH_3COO^-]$  في الحالتين.
- 4 فسر ذلك، ماذا تستنتج؟

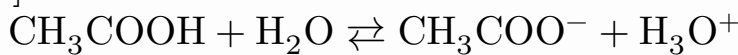


1

$$K_a = \frac{[CH_3COO^-][H_3O^+]}{[CH_3COOH]} \Rightarrow 18 \times 10^{-6} = \frac{x \cdot x}{0.02 - x} \rightarrow \text{تُهمل}$$

$$\Rightarrow x^2 = 36 \times 10^{-8} \Rightarrow x = 6 \times 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1} = [CH_3COO^-]$$

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



$$\begin{array}{lcl}
 0.02 & & 0 \quad 10^{-2} \\
 -x & & x \quad x \\
 0.02 - x & & x \quad 10^{-2} + x
 \end{array} \Rightarrow K_a = \frac{x(10^{-2} + x)}{0.02 - x}$$

2

$$\Rightarrow 18 \times 10^{-6} = \frac{x \cdot 10^{-2}}{2 \times 10^{-2}} \Rightarrow x = 36 \times 10^{-6} \text{ mol.L}^{-1} = [CH_3COO^-]'$$

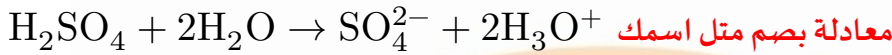
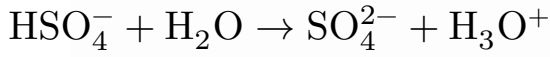
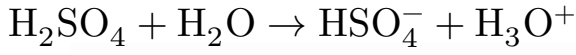
$$[CH_3COO^-] > [CH_3COO^-]' \quad 3$$

4 عند إضافة حمض كور الماء يزداد تركيز  $H_3O^+$  ويرجح التوازن بالاتجاه العكسي فينقص التأين.

**ملاحظة:** الأيون المشترك لمركبين أو أكثر في محلول يضعف تأثير المركب الضعيف.

### ملاحظاتي:

- أهم معادلة اكتب معادلة حمض الكبريت



### ملاحظات الحموض:

- قوي:

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = C_a \quad \text{أحادي}$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 2C_a \quad \text{ثنائي}$$

$$\alpha = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]}{C_a}, \quad [\text{H}_3\text{O}^+] = \sqrt{K_a \cdot C_a} \quad \text{ضعيف}$$

### ملاحظات الأسس:

- قوي:

$$[\text{OH}^-] = C_b \quad \text{أحادي}$$

$$[\text{OH}^-] = 2C_b \quad \text{ثنائي}$$

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

$$\text{pH, pOH يستخدم عندما يعطي} \quad [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-\text{pH}}, \quad [\text{OH}^-] = 10^{-\text{pOH}}$$

$$\text{pH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+], \quad \text{pOH} = -\log[\text{OH}^-]$$

$$K_W = [\text{H}_3\text{O}^+] \cdot [\text{OH}^-] = 10^{-14}$$



❖ أختبر نفسي:

أولاً: اختر الإجابة الصحيحة لكل مما يأتي:

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

- a.   $2 \times 10^{-2}$   
b.  12  
c.   $10^{-2}$   
d.   $10^{-12}$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = \sqrt{K_a \cdot C_a} = \sqrt{2 \times 10^{-4} \times 5 \times 10^{-1}} = 10^{-2} \Rightarrow \text{pH} = -\log 10^{-2} = 2$$

2. محلول مائي لهيدروكسيد البوتاسيوم KOH تركيزها  $0.01 \text{ mol.L}^{-1}$ ، نمدده بالماء المقطر 100 مرة، فتصبح قيمة pH للمحلول مساوية:

- a.  10  
b.  11  
c.  12  
d.  13

تضاعف الحجم 100 مرة ← ينخفض التركيز 100 مرة

$$C'_b = \frac{C_b}{100} = \frac{10^{-2}}{100} = 10^{-4} \Rightarrow [\text{OH}^-] = 10^{-4} \Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = \frac{10^{-14}}{10^{-4}} = 10^{-10}$$

$$\Rightarrow \text{pH} = -\log 10^{-10} = 10$$

3. المركب المذبذب بين المركبات الآتية:

- a.   $\text{NH}_3$   
b.   $\text{H}_2\text{O}$   
c.   $\text{BF}_3$   
d.   $\text{HCN}$

4. المحلول الذي له أصغر قيمة pH من المحاليل الآتية المتساوية التراكيز: (شاذة)

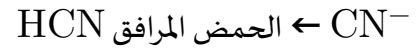
- a.  NaOH  
b.   $\text{NH}_4\text{OH}$   
c.   $\text{HNO}_3$   
d.   $\text{HCN}$

له أصغر قيمة pH لكنه قوي

5. إحدى الأزواج الآتية لا يشكل زوج (حمض - أساس) حسب برونشند لوري:

- a.   $(\text{NH}_4^+, \text{NH}_3)$   
b.   $(\text{OH}^-, \text{H}_2\text{Cl})$   
c.   $(\text{HNO}_3, \text{HNO}_2)$   
d.   $(\text{HCN}, \text{CN}^-)$





الحمض الأقوى هو حمض الخلات لأن أساسه المرافق ضعيف.

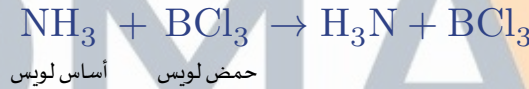
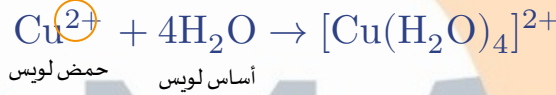


3. يتأين هيدروكسيد المغنيزيوم وفق المعادلة الآتية:  $\text{Mg}(\text{OH})_2 \rightleftharpoons \text{Mg}^{2+} + 2\text{OH}^-$  اشرح كيف تؤثر إضافة كمية من محلول حمض قوي على تأين المحلول؟

عند إضافة حمض قوي تتحد أيونات الهيدرونيوم مع أيونات الهيدروكسيد لتعطي ماء، فينقص تركيز  $\text{OH}^-$  فينتزح التوازن بالاتجاه المباشر، فيزداد التأين.

4. حدد كلاً من حمض لويس وأساس لويس في كلٍّ من المعادلتين:

يملك مدار فارغ وهو جاهز لاستقبال زوج الكتروني فهو حمض



رابعاً: حل المسائل التالية:

المسألة الأولى: يذاب 8 g من هيدروكسيد الصوديوم بالماء المقطر ويكمل الحجم إلى 2 L والمطلوب:

① قيمة  $[\text{H}_3\text{O}^+][\text{OH}^-]$

② قيمة pH, pOH

③ حجم الماء المقطر اللازم إضافته إلى 50 mL من المحلول السابق ليصبح قيمته  $\text{pH} = 11$

①  $m = 8 \text{ g}$

$\text{NaOH}$  ,  $V = 2 \text{ L}$

إذا أعطاني بالـ g نحولها إلى  $\text{mol.L}^{-1}$

$$M = 23 + 16 + 1 = 40 \text{ g mol.L}^{-1}$$

ط1:

$$n = \frac{m}{M} = \frac{8}{40} = \frac{2}{10} = 0.2 \text{ mol}$$

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

ط2:

$$C_{g/l} = \frac{m}{V} = \frac{8}{2} = 4 \text{ g.L}^{-1} \quad C_{\text{mol.L}^{-1}} = \frac{C_{g/l}}{M} = \frac{4}{40} = 0.1 \text{ mol.L}^{-1}$$

ط3:

$$m = C \cdot V \cdot M \Rightarrow C = \frac{m}{V \cdot M} = \frac{8}{80} = 0.1 \text{ mol.L}^{-1}$$

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

$$[\text{H}_3\text{O}^+] \cdot [\text{OH}^-] = 10^{-14}$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = \frac{10^{-14}}{10^{-1}} = 10^{-13} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$\textcircled{2} \text{ pOH} = -\log[\text{OH}^-] = 1$$

$$\text{pH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+] = 13$$

$$\textcircled{3} C_{\text{قبل}} = 0.1 \text{ mol.L}^{-1}, V_{\text{قبل}} = 50 \text{ mL} = 5 \times 10^{-2} \text{ L}$$

$$C'_{\text{بعد}} = ? , V' = ?$$

$$\text{pH} = 11 \Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-\text{pH}} = 10^{-11} \text{ mol.L}^{-1}$$

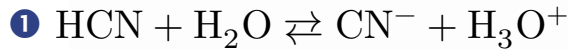
$$\Rightarrow [\text{OH}^-] = \frac{10^{-14}}{10^{-11}} = 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1} = C'$$

$$n = n' \Rightarrow C \cdot V = C' \cdot V' \Rightarrow V' = \frac{C \cdot V}{C'} = \frac{10^{-1} \times 50 \times 10^{-3}}{10^{-3}} = 5 \text{ L}$$

$$V_{\text{H}_2\text{O}} = V' - V = 5 - 50 \times 10^{-3} = 5 - 0.05 = 4.95 \text{ L}$$

**المسألة الثانية:** محلول مائي لحمض سيانيد الهيدروجين له  $\text{pH} = 5$ ، درجة تأين حمض سيانيد الهيدروجين  $5 \times 10^{-3}\%$ .  
المطلوب:

- ① اكتب معادلة تأين الحمض السابق.
- ② احسب كلاً من التركيز الابتدائي للحمض السابق وثابت تأينه
- ③ بين بالحساب كيف يتغير  $[\text{H}_3\text{O}^+]$  عندما تصبح  $\text{pH} = 6$
- ④ ما التغير الذي يجب أن يحدث على تركيز أيونات الهيدروكسيد كي ينقص الـ  $\text{pH}$  بمقدار 3؟



②  $\text{pH} = 5 \Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-\text{pH}} = 10^{-5} \text{ mol.L}^{-1}$

$$\alpha = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]}{C_a} \Rightarrow C_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]}{\alpha} = \frac{10^{-5}}{5 \times 10^{-3}} = 2 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = \sqrt{C_a \cdot K_a} \Rightarrow K_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]^2}{C_a} = \frac{(10^{-5})^2}{5 \times 10^{-3}} = 2 \times 10^{-8}$$

$\text{pH} = 5$  ,  $[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-5} \text{ mol.L}^{-1}$  قبل: ③

$\text{pH}' = 6$  ,  $[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-6} \text{ mol.L}^{-1}$  بعد:

$$\frac{[\text{H}_3\text{O}^+]' }{[\text{H}_3\text{O}^+]} = \frac{10^{-6}}{10^{-5}} = 10^{-1} \text{ تنقص عشر مرات}$$

$\text{pH} = 5$  ,  $[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-5} \text{ mol.L}^{-1}$  ,  $[\text{OH}^-] = 10^{-9} \text{ mol.L}^{-1}$  قبل: ④

$\text{pH}' = 3$  ,  $[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$  ,  $[\text{OH}^-]' = 10^{-11} \text{ mol.L}^{-1}$  بعد:

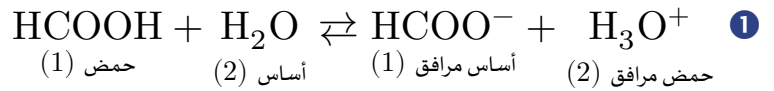
$$\frac{[\text{OH}^-]' }{[\text{OH}^-]} = \frac{10^{-11}}{10^{-9}} = 10^{-2} \text{ تنقص مئة مرة}$$

**المسألة الثالثة:** محلول مائي لحمض النمل له  $\text{pH} = 2$  وثابت تأين حمض النمل  $2 \times 10^{-4}$

- ① اكتب معادلة هذا الحمض، ثم حدد الأزواج المترافقة حسب برونشتد لوري.
- ② احسب قيمة  $\text{pOH}$  المحلول، ثم احسب قيمة تركيز الحمض الابتدائي.
- ③ احسب حجم الماء المقطر اللازم إضافته إلى 10 mL منه لتصبح قيمة  $\text{pH} = 3$

$\text{HCOOH}$  حمض ضعيف

$$\text{pH} = 2 \Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-2} , K_a = 2 \times 10^{-4}$$



$$[\text{OH}^-] \cdot [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-14} \quad \textcircled{2}$$

$$[\text{OH}^-] = \frac{10^{-14}}{10^{-2}} = 10^{-12} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$\Rightarrow \text{pOH} = -\log 10^{-12} = 12$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = \sqrt{K_a \cdot C_a} \text{ نعوض ونربع} \Rightarrow (10^{-2})^2 = 2 \times 10^{-4} \times C_a \Rightarrow C_a = \frac{1}{2} = 0.5 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$C = 0.5 \text{ mol.L}^{-1}, V = 10 \times 10^{-3} \quad \text{قبل:} \quad \textcircled{3}$$

$$C' = 5 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}, V' = ? \text{ بعد:}$$

$$\text{pH} = 3 \Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+]^2 = K_a \cdot C_a \Rightarrow C_a = \frac{1}{2} \times 10^{-2} = 5 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$n = n' \Rightarrow C \cdot V = C' \cdot V' \Rightarrow V' = \frac{5 \times 10^{-1} \times 10 \times 10^{-3}}{5 \times 10^{-3}} = 1 \text{ L}$$

$$V_{\text{H}_2\text{O}} = V' - V = 1 - 0.01 = 0.99 \text{ L}$$

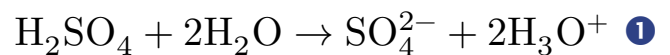
**ملاحظة:** بس صار تمديد ما بصير أطلع التركيز إلا من تحت الجذر  $[\text{H}_3\text{O}^+] = \sqrt{K_a \cdot C_a}$

**المسألة الرابعة:** محلول مائي لحمض الكبريت، بفرض أنه تام التآين، له قيمة  $\text{pH} = 1$ ، المطلوب:

- ① اكتب معادلة تأين هذا الحمض.
- ② احسب تركيز هذا الحمض بـ  $\text{mol.L}^{-1}$
- ③ احسب كتلة حمض الكبريت في 50 mL من محلول الحمض السابق
- ④ يضاف بالتدرج 10 mL من محلول الحمض السابق إلى 90 mL من الماء المقطر، احسب قيمة  $\text{pH}$  للمحلول الجديد



$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 2C_a, \text{pH} = 1 \Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$$



$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 2C_a \Rightarrow C_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]}{2} = \frac{10^{-1}}{2} = \frac{1}{20} = 0.05 \text{ mol.L}^{-1} \quad \textcircled{2}$$

$$M_{\text{H}_2\text{SO}_4} = 2 + 32 + 64 = 98 \text{ g.mol}^{-1}$$

$$V = 50 \times 10^{-3} \text{ L} \Rightarrow m = C \cdot V \cdot M = 5 \times 10^{-2} \times 5 \times 10^{-2} \times 98 = 2450 \times 10^{-4} \text{ g}$$

$$C = 5 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}, C' = ?, V = 10 \text{ ml}, V' = 10 + 90 \text{ ml}$$

$$n = n' \Rightarrow C \cdot V = C' \cdot V' \Rightarrow C' = \frac{C \cdot V}{V'} = \frac{5 \times 10^{-2} \times 10 \times 10^{-3}}{100 \times 10^{-3}}$$

$$= 5 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$\text{pH}' = -\log[\text{H}_3\text{O}^+]' = 2$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 2C_a = 2 \times 5 \times 10^{-3} = 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$$

**المسألة الخامسة:** محلول مائي للنشادر له  $\text{pOH} = 3$  ودرجة تأين النشادر 2% ، المطلوب:

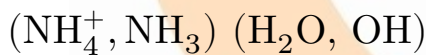
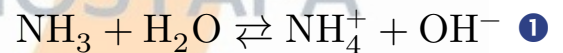
① اكتب معادلة تأين النشادر ثم حدد الأزواج المترافق حسب برونشند لوري.

② احسب  $[\text{OH}^-]$  للمحلول.

③ احسب التركيز الابتدائي للمحلول.

④ احسب ثابت تأين النشادر.

⑤ يمدد المحلول السابق 10 مرات، احسب  $\text{pOH}$  المحلول الناتج عن التمديد.



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

$$\alpha = \frac{[\text{OH}^-]}{C_b} \Rightarrow C_b = \frac{[\text{OH}^-]}{\alpha} = \frac{10^{-3}}{2 \times 10^{-2}} = 5 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1} \quad \text{③}$$

$$[\text{OH}^-] = \sqrt{C_b \cdot K_b} \Rightarrow K_b = \frac{[\text{OH}^-]^2}{C_b} = \frac{10^{-6}}{5 \times 10^{-2}} = 2 \times 10^{-5} \quad \text{④}$$

⑤ ينخفض التركيز عشر مرات ← تضاعف الحجم عشر مرات.

$$C'_b = \frac{C_b}{10} = \frac{5 \times 10^{-2}}{10} = 5 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$[\text{OH}^-] = \sqrt{K_b \cdot C'_b} = \sqrt{2 \times 10^{-5} \times 5 \times 10^{-3}} = 10^{-3.5} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$\text{pOH} = -\log[\text{OH}^-] = -\log 10^{-3.5} = 3.5$$

## المحاليل المائية للأملاح

ملاحظات قبل الدخول للدرس:

أنماط مسائل الأملاح الذوابة

النمط الأول: إذا أعطاني في نص المسألة قيمة  $K_b, K_a$

$$K_h = \frac{K_w}{K_{\text{الضعيف}}}$$

$$K_h = \frac{\text{نواتج}}{\text{متفاعل}}$$

نكتب معادلة الإماهة ثم الحلمهة ثم

النمط الثاني: يعطي في نص المسألة قيمة pH

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-\text{pH}} \quad [\text{OH}^-] = \frac{10^{-14}}{[\text{H}_3\text{O}^+]}$$

$$K_h = \frac{\text{نواتج}}{\text{متفاعل}}$$

نكتب معادلة الإماهة ثم الحلمهة ثم

$$K_h = \frac{K_w}{K_{\text{الضعيف}}}$$

قطبية الأملاح:

علل الأملاح لها صفة قطبية

لأنها تتألف من جزأين:

- جزء أساسي موجب: أيون معدني أو جذر الأمونيوم.

- جزء حمضي سالب: أيون لا معدني أو جذر حمضي.

مثال:

اسم الملح	صيغة الملح	الجزء الأساسي	الجزء الحمضي
نترات الصوديوم	$\text{NaNO}_3$	$\text{Na}^+$	$\text{NO}_3^-$
كبريتات الأمونيوم	$(\text{NH}_4)\text{SO}_4$	$\text{NH}_4^+$	$\text{SO}_4^{2-}$
كلوريد الألمنيوم	$\text{AlCl}_3$	$\text{Al}^{3+}$	$\text{Cl}^-$



▪ **نضيف الأملاح وفق ذوبانيتها:**

◇ **صنف المحاليل حسب كمية المادة المذابة:**

↪ محلول غير مشبع: يمكن أن تذوب فيه كمية إضافية من المحل، لا يوجد فيه راسب.

محلول مشبع: لا يمكن أن تذوب فيه كمية إضافية من الملح (لا يوجد راسب)

محلول فوق مشبع: ترسب فيه كمية من الملح (يوجد راسب)

$$C_{\text{mol.L}^{-1}} = \frac{C_{\text{g.L}^{-1}}}{M}$$

للتحويل من غرام للمول نطبق القانون:

◇ **عرف الذوبانية وعدد أنواعها:**

↪ الذوبانية  $S$ : هي تركيز الملح في محلوله المشبع عند درجة حرارة محددة، يرمز لها بالرمز  $S$ ، لها نوعان:

- ذوبانية كتلية للملح تقدر بـ  $\text{g.L}^{-1}$ ، وذوبانية مولية للملح تقدر بـ  $\text{mol.L}^{-1}$

◇ **صنف الأملاح تبعاً لذوبانيتها:**

↪ الأملاح الذوابة: تكون ذوبانيتها أكبر من  $0.1 \text{ mol.L}^{-1}$  عند الدرجة  $25^\circ \text{C}$  مثل أملاح الصوديوم والبوتاسيوم

والنترات والخلات والأمونيوم (تمتاز بتأيئها التام في الماء)

الأملاح قليلة الذوبان: تكون ذوبانيتها أقل من  $0.001 \text{ mol.L}^{-1}$  عند الدرجة  $25^\circ \text{C}$  وتمتاز بتأيئها الجزئي في الماء

مثل:  $\text{CO}_3(\text{PO}_4)_2$ ,  $\text{PbCl}_2$ ,  $\text{AgCl}$ ,  $\text{AgSO}_4$ ,  $\text{BaSO}_4$ ,  $\text{CaCO}_3$

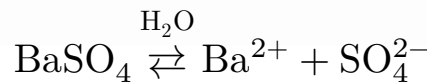
**التوازن غير المتجانس للأملاح قليلة الذوبان:**

▪ **ثابت جداء الذوبان  $K_{\text{sp}}$ :**

هو جداء تراكيز أيونات الملح قليل الذوبان مرفوع كلاً منهما إلى أس يساوي أمثاله التفاعلية في المحلول المشبع.

◇ **مثال:**

اكتب علاقة  $K_{\text{sp}}$  لـ  $\text{BaSO}_4$



$$K_{\text{sp}} = [\text{Ba}^{2+}] \cdot [\text{SO}_4^{2-}]$$

### ■ الجداء الأيوني $Q$ :

هو جداء تراكيز أيونات الملح قليل الذوبان مرفوعة كل منها إلى أس يساوي أمثالها التفاعلية في المحلول، وهنا نميز ثلاث حالات:

◀  $K_{sp} > Q$  المحلول غير مشبع.

◀  $K_{sp} = Q$  المحلول مشبع

◀  $K_{sp} < Q$  المحلول فوق مشبع (يوجد راسب)

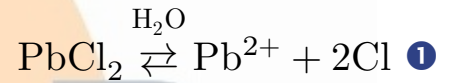
### ◆ مثال:

لدينا ملح كلوريد الرصاص.

① اكتب معادلة التوازن غير المتجانس

② اكتب عبارة الجداء الأيوني  $Q$

③ اكتب عبارة ثابت جداء الذوبان  $K_{sp}$



$$Q = [\text{Pb}^{2+}] \cdot [\text{Cl}^-]^2 \quad \text{②}$$

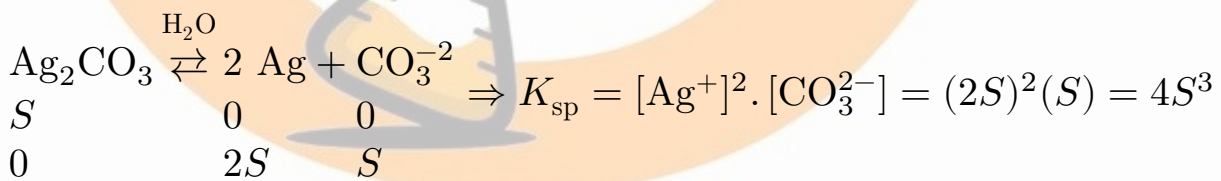
$$K_{sp} = [\text{Pb}^{2+}][\text{Cl}^-]^2 \quad \text{③}$$

### ◆ تطبيق:

محلول مائي لمخ كربونات الفضة ذوبانيته المولية  $S$ ، المطلوب:

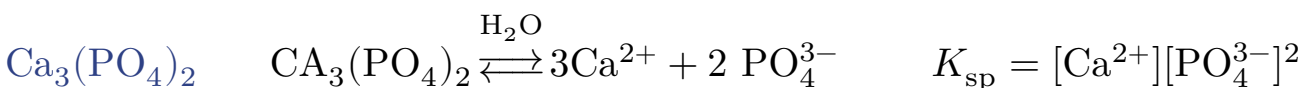
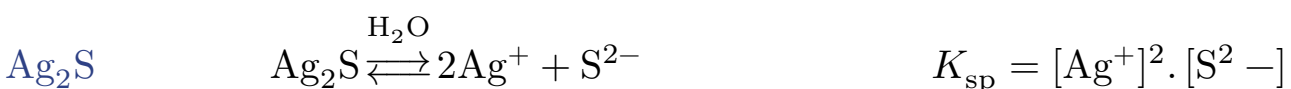
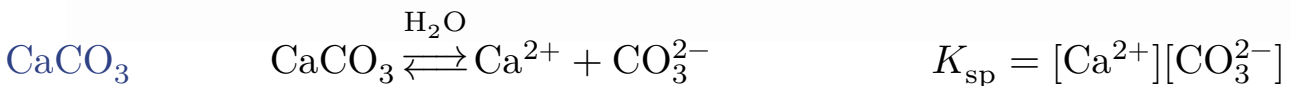
① اكتب معادلة التوازن غير المتجانس لهذا الملح.

② اكتب العلاقة المعبرة عن ثابت جداء الذوبان ثم استنتجها بدلالة  $S$



### ◆ تطبيق:

اكتب العلاقة المعبرة عن  $K_{sp}$  لكل من الأملاح قليلة الذوبان الآتية:



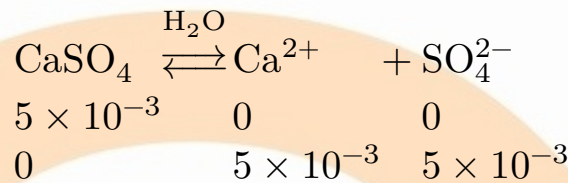
تطبيق:

احسب ثابت جداء الذوبان لكبريتات الكالسيوم إذا علمت أن ذوبانيته  $0.68 \text{ g.L}^{-1}$   
مع العلم أن:  $S = 32$  ,  $Ca = 40$  ,  $O = 16$



$$M = 40 + 32 + 64 = 136 \text{ g.mol}^{-1}$$

$$\Rightarrow S_{\text{mol.L}^{-1}} = \frac{S_{\text{g.L}}}{M} = \frac{68 \times 10^{-2}}{132} = 5 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$$



$$\Rightarrow K_{\text{sp}} = [\text{Ca}^{2+}] \cdot [\text{SO}_4^{2-}] = 5 \times 10^{-3} \times 5 \times 10^{-3} = 25 \times 10^{-6}$$

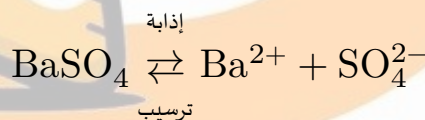
تطبيقات جداء الذوبان:

ترسيب ملح في محلوله المشبع:

عندما يضاف إلى المحلول المشبع ملح قليل الذوبان مادة تحتوي على أحد أيوناته بشرط أن تكون تامة التآين فإن تركيز هذا الأيون سيزداد في المحلول فتصبح  $Q < K_{\text{sp}}$  أي المحلول فوق المشبع فتترسب كمية من الملح (وهذا يتفق مع قاعدة لوشاتوليه)

مثال:

اشرح كيف تزيد من كمية الراسب في ملح كبريتات الباريوم.



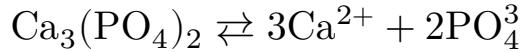
نضيف حمض الكبريت أو كبريتات الصوديوم أو كبريتات البوتاسيوم، يزداد تركيز أيونات الكبريت في المحلول فيصبح  $K_{\text{sp}} < Q$  فتترسب كمية من ملح كبريتات الباريوم وهذا يتفق مع قاعدة لوشاتوليه.

إذابة ملح قليل الذوبان:

عندما يضاف إلى محلول ملح قليل الذوبان مادة تتفاعل مع أحد أيونات هذا الملح وينتج مركب ضعيف التآين فينقص تركيز هذا الأيون فيصبح  $Q > K_{\text{sp}}$  أي المحلول غير مشبع فتذوب كمية إضافية من هذا الملح، وهذا يتفق مع قاعدة لوشاتوليه.

◆ مثال:

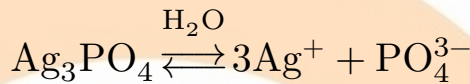
اشرح كيف تزيد من ذوبان ملح فوسفات ثلاثي الكالسيوم



عند إضافة حمض كلور الماء (جزء قليل) تتحد أيونات الهيدرونيوم الناتجة عن تأينه مع أيونات الفوسفات، لتعطي حمض الفوسفور ضعيف التآين فينقص تركيز أيونات الفوسفات فتصبح  $Q < K_{sp}$  فتذوب كمية إضافية من هذا الملح (الصيغة بصم)

◆ تطبيق:

لديك محلول فوق المشبع ملح فوسفات الفضة، اقترح طريقة لإذابة هذا الملح



نضيف حمض كلور الماء فتتحد أيونات الهيدرونيوم مع أيونات الفوسفات لتعطي حمض الفوسفور ضعيف التآين فينقص  $[\text{PO}_4^{3-}]$  فتصبح  $Q < K_{sp}$  غير مشبع تذوب كمية إضافية وهذا يتفق مع قاعدة لوشاتوليه.

◆ تطبيق:

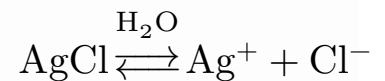
محلول مائي مشبع ملح كلوريد الفضة قليل الذوبان، إذا علمت أن له  $K_{sp} = 6.25 \times 10^{-10}$  في التجربة، المطلوب:

- 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 يضاف إلى المحلول السابق مسحوق نترات الفضة بحيث يصبح تركيزه  $1.5 \times 10^{-5} \text{ mol.L}^{-1}$ ، اكتب معادلة إمالة ملح نترات الفضة ثم بين بالحساب إذا كان يترسب ملح كلوريد الفضة أو لا.
- ⑤ اقترح طريقة ثانية لترسيب هذا الملح في محلوله المشبع.

$$\text{Ag} = 108, \text{Cl} = 35.5$$

**ملاحظة:** بس قال مشبع ← اطبق ذوبانية  $S$ ، لا يوجد راسب،  $K_{sp}$

①



$$\begin{array}{ccc} S & 0 & 0 \\ 0 & S & S \end{array}$$

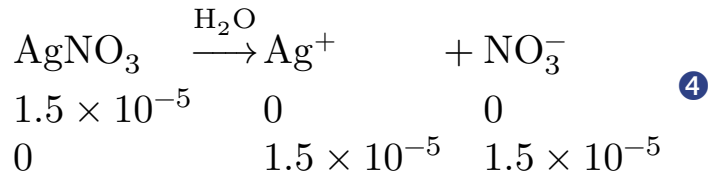
②

$$K_{sp} = [\text{Ag}^+].[\text{Cl}^-] \Rightarrow 6.25 \times 10^{-10} = S.S \Rightarrow S = 2.5 \times 10^{-5} \text{ mol.L}^{-1} = [\text{Cl}^-]$$

$$M_{\text{AgCl}} = 143.5 \text{ g.mol}^{-1}$$

③

$$S_{\text{mol.L}^{-1}} = \frac{S_{\text{g.L}^{-1}}}{M} \Rightarrow S_{\text{g.L}^{-1}} = S_{\text{mol.L}^{-1}} \times M = 2.5 \times 10^{-5} \times 143.5 = 35875 \times 10^{-7} \text{ g.L}^{-1}$$



$$[\text{Ag}^+]' = S + 1.5 \times 10^{-5} = 2.5 \times 10^{-5} + 1.5 \times 10^{-5} = 4 \times 10^{-5} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$\Rightarrow Q = [\text{Ag}^+]'. [\text{Cl}^-] = 4 \times 10^{-5} \times 2.5 \times 10^{-5} = 10 \times 10^{-10} \Rightarrow Q > K_{sp}$$

فوق المشبع يوجد راسب.

5 بصم  $\Rightarrow$  نضيف  $\text{CH}_3\text{COOAg}$ ,  $\text{KCl}$ ,  $\text{HCl}$ ,  $\text{NaCl}$

◆ تطبيق:

يضاف 100 ml من محلول نترات الرصاص  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$  ذو التركيز  $0.05 \text{ mol.L}^{-1}$  إلى 400 ml من محلول  $\text{NaCl}$  ذو التركيز  $0.1 \text{ mol.L}^{-1}$  فإذا علمت أن  $K_{sp}(\text{PbCl}_2) = 1.6 \times 10^{-6}$ ، بين حسابياً إن كان جزء من كلوريد الرصاص  $\text{PbCl}_2$  يترسب أم لا.

$$\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 : C = 5 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}, V = 100 \text{ mL}$$

$$\text{NaCl} : C = 0.1 \text{ mol.L}^{-1}, V = 400 \text{ mL}$$

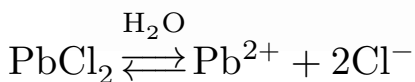
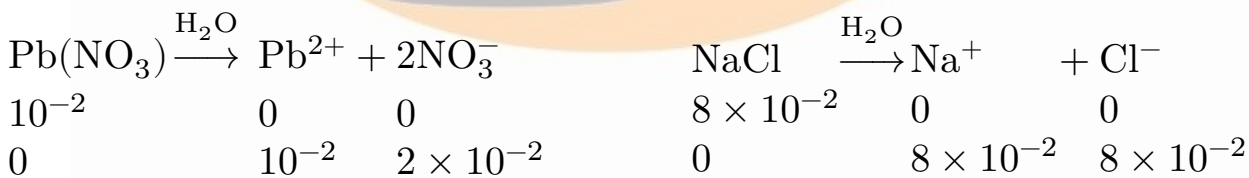
$$V' = 500 \text{ mL}$$

$$n = n' \Rightarrow C.V = C'.V' \Rightarrow C' = \frac{C.V}{V'} = \frac{5 \times 10^{-2} \times 100 \times 10^{-3}}{500 \times 10^{-3}} = 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$$

NaCl:

$$n = n' \Rightarrow C.V = C'.V' \Rightarrow C' = \frac{C.V}{V'} = \frac{10^{-1} \times 400 \times 10^{-3}}{500 \times 10^{-3}} = 8 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$K_{sp}(\text{PbCl}_2) = 1.6 \times 10^{-6}$$



$$Q = [\text{Pb}^{2+}]. [\text{Cl}^-]^2 = 10^{-2}(8 \times 10^{-2})^2 = 64 \times 10^{-6}$$

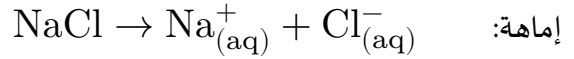
$$Q > K_{sp}$$

فوق المشبع يوجد راسب

## إمالة الأملاح:

هي عملية ذوبان الأملاح الصلبة في الماء وتشكيل أيونات مميحة (محاطة بجزيئات الماء)

◆ مثال:



## حلمة الأملاح:

هو تفاعل الأيون الضعيف من الملح الذواب مع الماء وهو تفاعل عكوس ينتج عنه حمض وأساس ضعيف أو كلاهما ويرافق الحلمة تغير في قيمة pH الوسط.

◆ علل ذوبان الملح الناتج عن حمض قوي واساس قوي لا يُعدّ حلمة

◀ لأن أيونات هذا الملح حيادية لا تتحلل لأن الحلمة تتم على الشق الضعيف فقط.

◆ اكتب معادلة إمالة ملح كلوريد البوتاسيوم ثم حدد طبيعة الوسط وفسر الإجابة



pH = 7 معتدل لأن أيونات هذا الملح قوية حيادية لا تتحلل والحلمة تتم على الشق الضعيف.

■ حلمة ملح ناتج عن حمض قوي وأساس ضعيف:

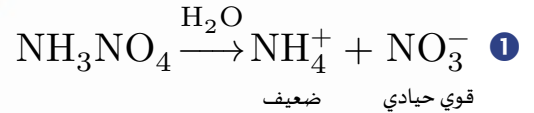
◆ سؤال: محلول مائي لملاح نترات الأمونيوم، والمطلوب:

① اكتب معادلة إمالة الملح.

② اكتب معادلة حلمة هذا الملح ثم حدد طبيعة الوسط.

③ اكتب عبارة ثابت حلمة هذا الملح  $K_h$

④ استنتج العلاقة بين ثابت حلمة هذا الملح  $K_h$  وثابت تأني المحلول المائي للنشادر  $K_b$



② الوسط حمضي  $\text{NH}_4^+ + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_3 + \text{H}_3\text{O}^+$

$$K_h = \frac{[\text{NH}_3][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{NH}_4^+]}$$

③  $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$

$$K_b = \frac{[\text{NH}_4^+][\text{OH}^-]}{[\text{NH}_3]}$$

$$K_b \cdot K_h = [\text{H}_3\text{O}^+][\text{OH}^-] = K_W \Rightarrow K_h = \frac{K_W}{K_b}$$

◆ تطبيق:

محلول مائي ملح كلوريد الأمونيوم  $\text{NH}_4\text{Cl}$  تركيزه  $0.18 \text{ mol. L}^{-1}$ ، إذا علمت أن ثابت تأين محلول النشادر عند درجة  $25^\circ\text{C}$  يساوي  $1.8 \times 10^{-5}$ ، المطلوب حساب:

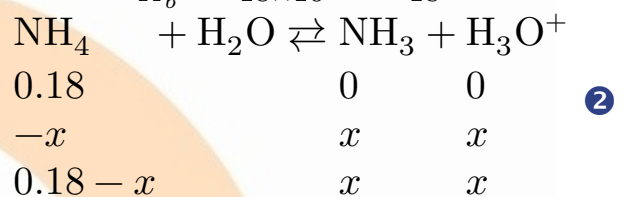
① ثابت حلمة هذا الملح.

② قيمة كلاً من  $[\text{H}_3\text{O}^+][\text{OH}^-]$

③ قيمة pH المحلول، ثم حدد طبيعة المحلول الناتج.

④ النسبة المئوية المتحللة لهذا الملح.

$$K_h = \frac{K_w}{K_b} = \frac{10^{-14}}{18 \times 10^{-6}} = \frac{1}{18} \times 10^{-8} \quad \text{①}$$



$$K_h = \frac{[\text{NH}_3][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{NH}_4^+]}$$

$$\frac{1}{18} \times 10^{-8} = \frac{x \cdot x}{0.18 - x}$$

$$x^2 = 10^{-10} \Rightarrow x = 10^{-5} \text{ mol. L}^{-1} = [\text{H}_3\text{O}^+]$$

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

$$\text{pH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+] = -\log 10^{-5} = 5 < 7 \text{ الوسط حمضي} \quad \text{③}$$

$$\text{النسبة} = \frac{\text{الجزء}}{\text{الكل}} \times 100\% = \frac{x}{0.18} \times 100\% = \frac{10^{-5}}{18 \times 10^{-2}} \times 100\% = \frac{1}{18} \times 10^{-3} \% \quad \text{④}$$

■ حلمة ملح ناتج عن حمض ضعيف وأساس قوي:

◆ سؤال:

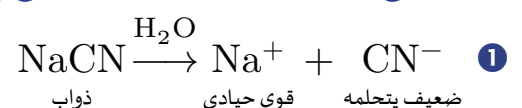
محلول مائي ملح سيانيد الصوديوم

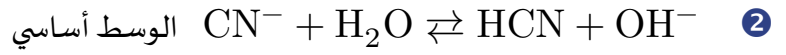
① اكتب معادلة إمالة الملح.

② اكتب معادلة حلمة الملح وحدد طبيعة الوسط.

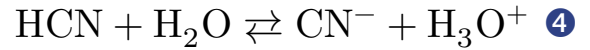
③ اكتب عبارة الحلمة  $K_h$

④ استنتج العلاقة بين ثابت حلمة هذا الملح  $K_h$  وثابت تأين حمض السيانيد  $K_a$





$$K_h = \frac{[\text{HCN}][\text{OH}^-]}{[\text{CN}^-]} \quad ③$$



$$K_a = \frac{[\text{CN}^-][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{HCN}]}$$

$$K_h \cdot K_a = K_W \Rightarrow K_h = \frac{K_W}{K_a}$$

### تطبيق: ♦

محلول مائي لمخلات الصوديوم تركيزه  $0.2 \text{ mol. L}^{-1}$  فإذا علمت أن ثابت تأين حمض الخل في شروط التجربة يساوي  $2 \times 10^{-5}$  ( $K_a$ ) المطلوب:

① حساب قيمة pOH هذا المحلول.

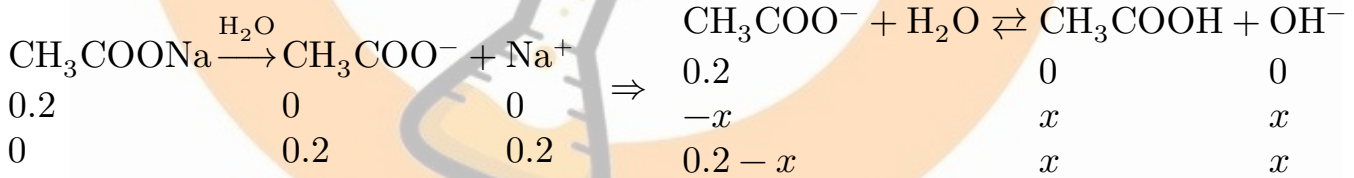
② ما طبيعة المحلول الناتج؟ علل إجابتك.

③ يضاف إلى المحلول السابق قطرات من محلول NaOH ذو التركيز  $0.01 \text{ mol. L}^{-1}$  احسب النسبة المئوية المتحللة من ملح خلات الصوديوم في هذه الحالة.

① مسألة من النمط الأول



$$K_h = \frac{K_W}{K_a} = \frac{10^{-14}}{2 \times 10^{-5}} = 5 \times 10^{-10}$$



$$K_h = \frac{[\text{CH}_3\text{COOH}][\text{OH}^-]}{[\text{CH}_3\text{COO}^-]} \Rightarrow 5 \times 10^{-10} = \frac{x \cdot x}{0.2 - x} \Rightarrow x^2 = 10^{-10} \Rightarrow x = 10^{-5} \text{ mol. L}^{-1}$$

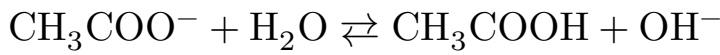
$$\text{pOH} = -\log[\text{OH}^-] = 5$$

② الوسط أساسي  $\text{pOH} < 7$

③ أساسي قوي أحادي NaOH

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





0.2	0	$10^{-2}$
$-x$	$x$	$x$
$0.2 - x$	$x$	$10^{-2} + x$

$$K_h = \frac{x(10^{-2} + x)}{0.2 - x} \Rightarrow 5 \times 10^{-10} = \frac{x \times 10^{-2}}{0.2} \Rightarrow x = 10^{-8} \text{ mol. L}^{-1}$$

$$\text{النسبة} = \frac{\text{الجزء}}{\text{الكل}} \times 100\%$$

$$= \frac{10^{-8}}{2 \times 10^{-1}} \times 100\% = 5 \times 10^{-6} \%$$

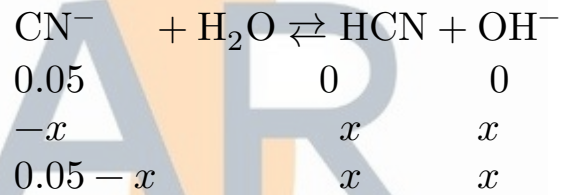
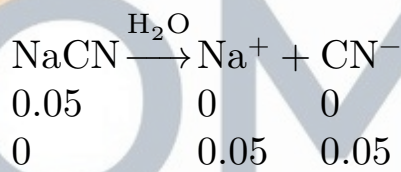
### ◆ نشاط:

محلول مائي ملح سيانيد الصوديوم تركيزه  $0.05 \text{ mol. L}^{-1}$

إذا علمت أن قيمة ثابت الحلمية في هذا الملح  $K_h = 2 \times 10^{-5}$

① حساب قيمة pH المحلول.

② ما طبيعة هذا المحلول؟ علل



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

$$2 \times 10^{-5} = \frac{x \cdot x}{0.03 - x}$$

$$x^2 = 10^{-6} \Rightarrow x = 10^{-3} \text{ mol. L}^{-1} = [\text{OH}^-]$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = \frac{10^{-14}}{10^{-3}} = 10^{-11} \text{ mol. L}^{-1}$$

$$\text{pH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+] = -\log 10^{-11} \Rightarrow \text{pH} = 11 > 7$$

▪ حلمية ملح ناتج عن حمض ضعيف وأساس ضعيف:

### ◆ محلول مائي لملاحات الأمونيوم، المطلوب:

① اكتب معادلة إمهاء الملح.

② اكتب معادلة حلمية الملح.

③ اكتب عبارة ثابت حلمية هذا الملح.

④ استنتج العلاقة بين ثابت حلمية هذا الملح  $K_h$  وثابت تأين حمض الخل  $K_a$  وثابت تأين هيدروكسيد الأمونيوم (نشادر + ماء)

⑤ ناقش طبيعة الوسط.

⑤ ناقش طبيعة الوسط.



أختبر نفسي:

أولاً: اختر الإجابة الصحيحة:

1. الملح الذائب الذي يتحلل في الماء من الأملاح الآتية:

- a. KCl  
b. NaNO<sub>3</sub>  
c.  NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>  
d. CaSO<sub>4</sub>

حمض قوي وأساس ضعيف

2. المحلول المائي الذي له أكبر قيمة pH من المحاليل الآتية المتساوية التركيز هو:

- a. NaCl pH = 7  
b. CH<sub>3</sub>COONH<sub>4</sub> pH = 7  
c. NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub> pH < 7  
d.  CH<sub>3</sub>COONa pH > 7

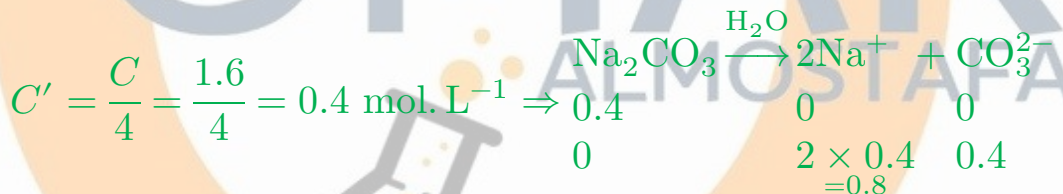
3. يحصل التوازن غير متجانس بين الطور الصلب والطور المذاب في محلول مائي لمخ قليل الذوبان هو:

- a. (NH<sub>4</sub>)<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>  
b. Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>  
c. Pb(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>  
d.  PbCrO<sub>4</sub>

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

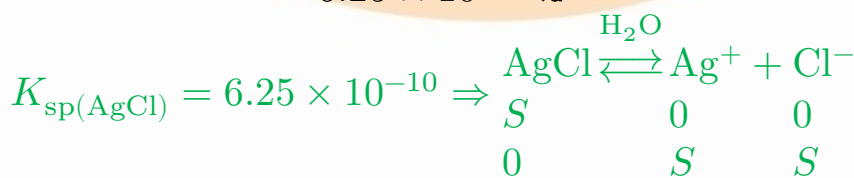
- a. 0.6 mol. L<sup>-1</sup>  
b. 0.4 mol. L<sup>-1</sup>  
c.  0.8 mol. L<sup>-1</sup>  
d. 0.2 mol. L<sup>-1</sup>

تضاعف الحجم أربع مرات ← انخفض التركيز أربع مرات



5. إذا علمت أن  $K_{sp}(\text{AgCl}) = 6.25 \times 10^{-10}$  عند درجة حرارة معينة فيكون تركيز أيونات الفضة مقدراً بـ mol. L<sup>-1</sup> في المحلول المشبع لـ AgCl مساوياً:

- a.  $1.25 \times 10^{-10}$   
b.  $2.5 \times 10^{-10}$   
c.   $2.5 \times 10^{-5}$   
d.  $6.25 \times 10^{-5}$



$$\Rightarrow K_{sp} = [\text{Ag}^+][\text{Cl}^-] \Rightarrow 6.25 \times 10^{-10} = S \cdot S \Rightarrow S = 2.5 \times 10^{-5}$$

6. عند تمديد محلول مائي لمخ KNO<sub>3</sub> تركيزه 2.4 mol. L<sup>-1</sup> بإضافة كمية من الماء المقطر إليه تساوي ثلاثة أمثاله حجمه يكون التركيز الجديد مساوياً بـ mol. L<sup>-1</sup>:

- a.  0.6  
b. 0.4  
c. 0.3  
d. 0.2

$$C' = \frac{C}{4} = 0.6 \text{ mol. L}^{-1} \text{ نضيف واحد } 3 + 1 = 4 \text{ تضاعف الحجم أربع مرات ينخفض التركيز أربع مرات}$$

### ثانياً: أعط تفسيراً علمياً لكل مما يأتي::

1. ذوبان ملح نترات البوتاسيوم بالماء لا يُعدّ حلمة لأن أيونات هذا الملح قوية حيادية لا تتحلّمه.
2. جميع الأملاح تتمتع بخاصية القطبية: جوابه ضمن الدرس.
3. أملاح الصوديوم جيدة الذوبان بالماء لأن قوى التجاذب بين أيونات هذه الأملاح أضعف من قوى التجاذب بين جزيئات الماء وايونات الأملاح.
4. ملح كرومات الفضة قليل الذوبان بالماء لأن قوى التجاذب بين أيونات هذه الأملاح أقوى من قوى التجاذب بين جزيئات الماء وايونات الأملاح.

### ثالثاً: أجب عن السؤالين:

1. يحوي بيشر محلول مشبع ملح  $PbCrO_4$  قليل الذوبان بالماء، يضاف إليه قطرات من محلول نترات الرصاص II عديم اللون، فيتشكل راسب من كرومات الرصاص.

① اكتب معادلة التوازن غير المتجانس لمخ كرومات الرصاص II

② اشرح آلية الترسيب التي حدثت لقسم من هذا الملح.

③ اقترح طريقة ثانية لترسيب قسم من هذا الملح.

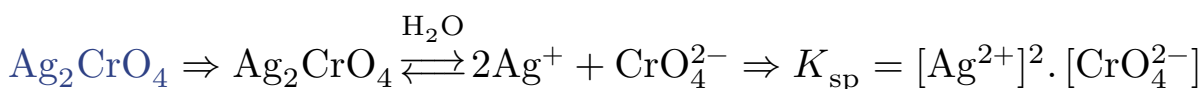
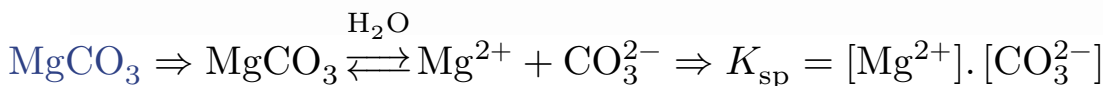
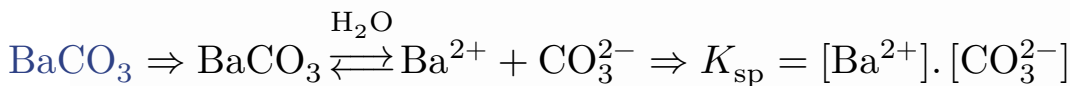
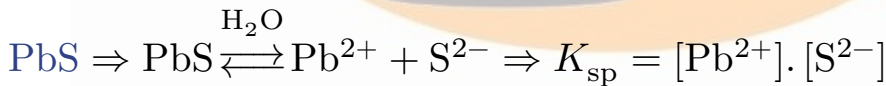
④ اقترح طريقة لفصل المحلول عن الراسب.

- ① 
$$PbCrO_4 \xrightleftharpoons{H_2O} Pb^{2+} + CrO_4^{2-}$$
- ② عند إضافة نترات الرصاص فيزداد تركيز أيون الرصاص فتصبح  $Q > K_{sp}$  فوق المشبع يوجد راسب وينزاح التوازن بالاتجاه العكسي.

③ نضيف كرومات الصوديوم، نضيف كرومات البوتاسيوم، نضيف خلاص الرصاص

④ يفصل عن طريق الترشيح.

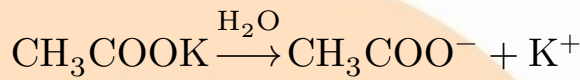
2. اكتب معادلة التوازن غير المتجانس وعلاقة جداء الذوبان لكل من محاليل الأملاح المشبعة الآتية:



رابعاً: حل المسائل الآتية:

**المسألة الأولى:** محلول مائي لملح خلات البوتاسيوم تركيزه  $0.2 \text{ mol. L}^{-1}$  إذا علمت أن  $\text{pH} = 9$  له عند درجة الحرارة  $25^\circ\text{C}$

- ① اكتب معادلة الحلمة
- ② احسب قيمة ثابت الحلمة للمحلول الملحي.
- ③ احسب ثابت تأين حمض الخل.
- ④ احسب النسبة المئوية المتحلمة.
- ⑤ ما طبيعة الوسط الناتج عن الحلمة؟ علل.



$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-(\text{pH})} = 10^{-9} \text{ mol. L}^{-1} \Rightarrow [\text{OH}^-] = \frac{10^{-14}}{10^{-9}} = 10^{-5} \text{ mol. L}^{-1}$$



$$K_h = \frac{[\text{CH}_3\text{COOH}][\text{OH}^-]}{[\text{CH}_3\text{COO}^-]} = \frac{x \cdot x}{0.2 - x} \Rightarrow \frac{10^{-5} \times 10^{-5}}{2 \times 10^{-1}} = 5 \times 10^{-10}$$

$$K_h = \frac{K_W}{K_a} \Rightarrow K_a = \frac{K_W}{K_h} = \frac{10^{-14}}{5 \times 10^{-10}} = 2 \times 10^{-5}$$

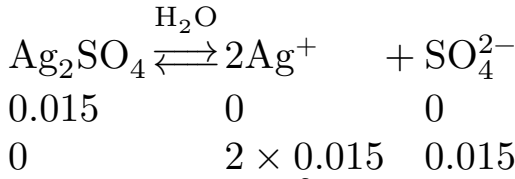
$$\text{النسبة} = \frac{\text{الجزء}}{\text{الكل}} \times 100 = \frac{x}{0.2} \times 100 = \frac{10^{-5}}{2 \times 10^{-1}} \times 100 = 5 \times 10^{-3}\%$$

الوسط أساسي  $\text{pH} > 7$  وبحسب ظهور  $\text{OH}^-$  من معادلة الحلمة.

**المسألة الثانية:** محلول مائي مشبع لملح كبريتات الفضة  $\text{Ag}_2\text{SO}_4$  تركيزه  $0.05 \text{ mol. L}^{-1}$

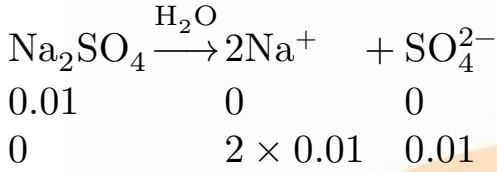
- ① اكتب معادلة التوازن غير المتجانس لكبريتات الفضة.
- ② احسب ثابت جداء الذوبان لملح كبريتات الفضة.
- ③ إذا أضيف إليه ملح كبريتات الصوديوم  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  بحيث يصبح تركيزه في المحلول  $0.01 \text{ mol. L}^{-1}$  بين حسابياً إن كان ملح كبريتات الفضة يترسب أو لا

①



$$K_{sp} = [\text{Ag}^+] \cdot [\text{SO}_4^{2-}] = 2 \times 15 \times 10^{-3} \times 15 \times 10^{-3} = 9 \times 10^{-4} \times 15 \times 10^{-3} = 135 \times 10^{-7} \quad ②$$

③



$$[\text{SO}_4^{2-}] = 0.015 + 0.01 = 0.025 \text{ mol. L}^{-1}$$

$$Q = [\text{Ag}^+]^2 \cdot [\text{SO}_4^{2-}] = 9 \times 10^{-4} \times 25 \times 10^{-3} = 225 \times 10^{-7} > K_{sp} \text{ فوق المشبع يوجد راسب} \quad ①$$

**المسألة الثالثة:** يضاف 200 mL من محلول يحتوي على  $1 \times 10^{-5} \text{ mol}$  من كلوريد الباريوم إلى 800 mL من محلول يحتوي على  $1 \times 10^{-5} \text{ mol}$  من كبريتات البوتاسيوم للحصول على محلول منبع من كبريتات الباريوم

① احسب قيمة جداء الذوبان  $K_{sp}$  لملح كبريتات الباريوم.

② يضاف قطرات من محلول حمض الكبريت المركز إلى المحلول المشبع السابق، ماذا تتوقع أن يحدث؟ علل إجابتك وبيّن إن كان ذلك يتفق مع قاعدة لوشاتوليه أم لا؟

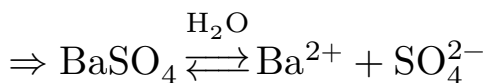
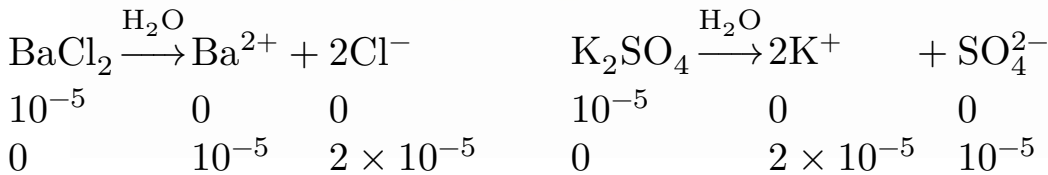
$$\text{BaCl}_2: 10^{-5} \text{ mol}, V = 200 \text{ mL}$$

$$\text{K}_2\text{SO}_4: 10^{-5} \text{ mol}, V = 800 \text{ mL}$$

$$V' = 1000 \text{ mL} = 1 \text{ L}$$

$$[\text{BaCl}_2] = \frac{n}{V'} = \frac{10^{-5}}{1} = 10^{-5} \text{ mol. L}^{-1}$$

$$[\text{K}_2\text{SO}_4] = \frac{n}{V'} = \frac{10^{-5}}{1} = 10^{-5} \text{ mol. L}^{-1}$$



$$K_{sp} = [\text{Ba}^{2+}] \cdot [\text{SO}_4^{2-}] = 10^{-5} \times 10^{-5} = 10^{-10}$$

② يترسب كبريتات الباريوم عند إضافة حمض الكبريت فيزداد تركيز  $\text{SO}_4^{2-}$  فتصبح  $Q > K_{sp}$  فوق المشبع يوجد راسب. نعم ينزاح التوازن بالاتجاه العكسي حسب لوشاتوليه.

**المسألة الرابعة:** محلول مائي ملح نترات الأمونيوم  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  تركيزه  $2 \times 10^{-3} \text{ mol. L}^{-1}$  فإذا علمت أن ثابت تأين

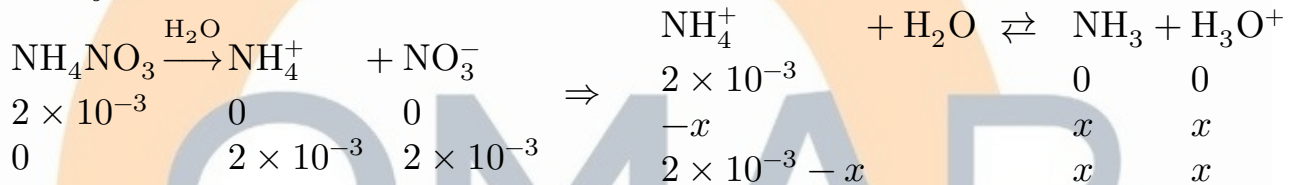
$$K_b = 2 \times 10^{-5} \text{ هو } 25^\circ\text{C} \text{ عند الدرجة}$$

- ① اكتب معادلة الإماهة والحلمهة لهذا الملح.
- ② احسب قيمة ثابت الحلمهة للمحلول الملحي.
- ③ احسب قيمة  $[\text{OH}^-]$
- ④ احسب قيمة pH المحلول، ماذا تستنتج؟
- ⑤ إذا أضيف إلى المحلول السابق قطرات من محلول حمض كلور الماء بحيث يصبح تركيزه  $0.01 \text{ mol. L}^{-1}$  فاحسب النسبة المئوية المتحللمهة من ملح نترات الأمونيوم في هذه الحالة.

$$\text{ذواب } \text{NH}_4\text{NO}_3 \quad 2 \times 10^{-3} \text{ mol. L}^{-1}, \quad K_b = 2 \times 10^{-5}$$

① نمط أول

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



②

③

$$K_h = \frac{[\text{NH}_3][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{NH}_4^+]} = \frac{x \cdot x}{2 \times 10^{-3} - x}$$

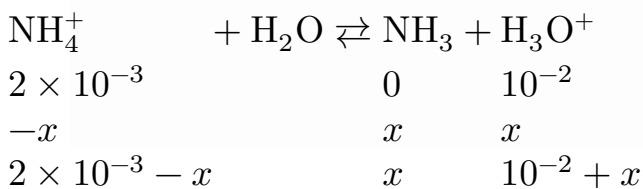
$$5 \times 10^{-5} = \frac{x^2}{2 \times 10^{-3}} \Rightarrow x = 10^{-6} \text{ mol. L}^{-1} = [\text{H}_3\text{O}^+]$$

$$[\text{OH}^-] = \frac{10^{-14}}{10^{-6}} = 10^{-8} \text{ mol. L}^{-1}$$

$$\text{pH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+] = 6 < 7 \text{ الوسط حمضي} \quad ④$$

⑤ أحادي حمض قوي HCl

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = C_a = 10^{-2} \text{ mol. L}^{-1}$$



$$K_h = \frac{x(10^{-2} + x)}{2 \times 10^{-3} - x} \Rightarrow 5 \times 10^{-10} = \frac{x \times 10^{-2}}{2 \times 10^{-3}} \Rightarrow x = 10^{-10} \text{ mol. L}^{-1}$$

$$\text{النسبة} = \frac{\text{الجزء}}{\text{الكل}} \times 100\% = \frac{x}{2 \times 10^{-3}} \times 100\% = \frac{10^{-10}}{2 \times 10^{-3}} \times 100\% = 5 \times 10^{-6} \%$$

## المعايرة الحجمية

وتفيد المعايرة في حساب تركيز أحد المواد المتفاعلة مجهولة التركيز بتفاعلها مع مادة أخرى تركيزها معلوم تدعى المحلول القياسي. تستخدم المشعرات من أجل تحديد نقطة نهاية المعايرة عن طريق تغيير لونها حسب طبيعة الوسط.

### ❖ عرف المشعر:

◀ حموض عضوية أو أسس عضوية ضعيفة معقدة التركيب يتغير لونها بتغير pH الوسط.

لون المشعر	مجال pH المشعر	لون المشعر	المشعر	حمض قوي وأساس ضعيف
أصفر	3.1 – 4.4	أحمر	الهليانثين	حمض قوي وأساس ضعيف
أصفر	4.2 – 6.2	أحمر	أحمر المتيل	
أزرق	6 – 7.6	أصفر	أزرق بروم التيمول	حمض قوي وأساس قوي
بنفسجي	8.2 – 10	عديم اللون	فينول فتالين	حمض ضعيف وأساس قوي

### معايرة حمض قوي بأساس قوي:

#### ❖ ناقش تغير قيمة pH عند معايرة حمض قوي بأساس قوي

- ◀ في البداية يكون الوسط حمضي و  $pH < 7$  ويكون تركيز  $[H_3O^+]$  أعظمي.
- ◀ عند بدء المعايرة (إضافة أساس): تزداد قيمة pH تدريجياً نتيجة تناقص تركيز أيونات الهيدرونيوم نتيجة تفاعلها مع أيونات الهيدروكسيد وفق المعادلة:  $H_3O^+ + OH^- \rightarrow 2H_2O$
- ◀ عند نهاية المعايرة (نقطة التكافؤ): تكون جميع أيونات الهيدرونيوم قد اتحدت مع أيونات الهيدروكسيد المضاف و  $pH = 7$  (لأن أيونات الملح الناتجة قوية وحيادية لا تتحللها)
- ◀ عند إضافة قطرة فائضة من هيدروكسيد الصوديوم يصبح الوسط أساسياً و  $pH > 7$

#### ❖ ما هو المشعر المستخدم عند معايرة حمض قوي وأساس قوي؟ ولماذا؟

- ◀ المشعر هو أزرق بروم التيمول لأن pH نقطة نهاية المعايرة هي 7 تقع ضمن مجال المشعر من 6 – 7.6

#### ❖ علل يعتبر محلول كربونات الصوديوم محلولاً قياسيًّا أكثر دقة من محلول هيدروكسيد

#### الصوديوم أو البوتاسيوم.

- ◀ لأن هيدروكسيد الصوديوم والبوتاسيوم يمتصان الماء وهما في حالتهما الصلبة مما يتعذر الحصول على وزن دقيق من المادة.



قانون مور:

■ عند استخدام حمض مع أساس:

قانون المعايرة

$$\boxed{n_{( )} = n'_{( )}}$$

$$\boxed{C.V = C'.V'}$$

■ عند استخدام الماء:

قانون التمديد:

$$\boxed{n = n'}$$

$$\boxed{C.V = C'.V'}$$

■ أساس:

◀ قوي: منكتب  $[OH^-]$   
◀ ضعيف: منكتب صيغته

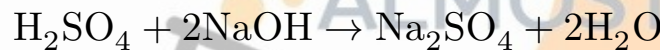
■ حمض:

◀ قوي منكتب:  $H_3O^+$   
◀ ضعيف: منكتب صيغته

◆ تطبيق:

عند معايرة حمض الكبريت تركيزه  $0.05 \text{ mol. L}^{-1}$  بمحلول من هيدروكسيد الصوديوم تركيزه  $0.2 \text{ mol. L}^{-1}$  لزم 20 mL منه لإتمام المعايرة.

- ① اكتب معادلة التفاعل الحاصل ثم اكتب المعادلة الأيونية لتفاعل المعايرة الحاصل.
- ② احسب حجم محلول حمض الكبريت اللازم لإتمام المعايرة.
- ③ استنتج قيمة pH المحلول عند نقطة نهاية المعايرة.



$$n_{H_3O^+} = n'_{OH^-} \Rightarrow 2C.V = C'.V' \Rightarrow V = \frac{C'.V'}{2C} = \frac{2 \times 10^{-1} \times 20 \times 10^{-3}}{2 \times 5 \times 10^{-2}} = 4 \times 10^{-2} \text{ L} \quad ②$$

③  $pH = 7$  لأن أيونات ملح كبريتات الصوديوم قوية حيادية لا تتحلله.

معايرة أساس قوي بحمض قوي:

◆ ناقش تغير pH عند معايرة أساس قوي بحمض قوي.

- ◀ في البداية: يكون الوسط قلوي  $pH > 7$  تركيز أيونات الهيدروكسيد أعظمي.
- ◀ عند إضافة الحمض: يتناقص الـ pH الوسط تدريجياً نتيجة تفاعل أيونات الهيدرونيوم مع أيونات الهيدروكسيد وفق المعادلة:  $H_3O^+ + OH^- \rightarrow 2H_2O$
- ◀ عند نهاية المعايرة: تكون أيونات الهيدروكسيد اتحدت مع أيونات الهيدرونيوم ويصبح  $pH = 7$
- ◀ عند إضافة قطرة فائضة من الحمض يصبح الوسط حمضي  $pH < 7$

## معايرة حمض ضعيف بأساس قوي:

❖ ناقش تغير قيمة pH عند معايرة حمض الخل بهيدروكسيد البوتاسيوم.

- في البداية: يكون الوسط حمضي  $pH < 7$  لأن تراكيز حمض الخل أعظمي.
- عند إضافة أساس: يزداد pH الوسط تدريجياً نتيجة تفاعل حمض الخل مع أيونات الهيدروكسيد وفق المعادلة:  
$$CH_3COOH + OH^- \rightarrow CH_3COO^- + H_2O$$
- عند نهاية المعايرة: يكون حمض الخل قد استهلك  $pH > 7$  بسبب وجود أيونات الخلات التي تسلك سلوك أساس ضعيف.

عند إضافة قطرة فائضة من الأساس يبقى الوسط أساسي  $pH > 7$  أساس قوي.

❖ علل: نقطة نهاية المعايرة لحمض الخل مع هيدروكسيد الصوديوم  $pH \simeq 9$

بسبب وجود أيونات الخلات التي تسلك سلوك أساس ضعيف.

❖ ما هو المشعر المستخدم عند معايرة حمض ضعيف بأساس قوي؟

المشعر المستخدم هو الفينول فيثالين لأن pH نقطة نهاية المعايرة تقع ضمن مجال المشعر من 8.2 – 10

❖ علل: لا يمكن تحديد نقطة نهاية المعايرة بدقة عند استعمال أحمر الميتيل مشعراً لمعايرة

حمض بأساس قوي؟

لأن نقطة نهاية المعايرة لا تقع ضمن مجال هذا المشعر.

❖ تطبيق:

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

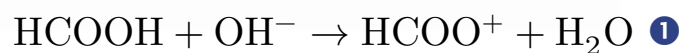
① اكتب المعادلة الأيونية لتفاعل المعايرة الحاص.

② احسب تركيز حمض النمل المعيار.

③ احسب كتلة حمض النمل اللازم لتحضير 400 mL من محلوله السابق.

④ ما هو المشعر المناسب لهذه المعايرة؟

$$C = 12, O = 16, H = 1$$



$$n_{(HCCO)} = n'_{(OH^-)} \quad ②$$

$$\Rightarrow C \cdot V = C' \cdot V' \Rightarrow C = \frac{C' \cdot V'}{V} = \frac{2 \times 10^{-2} \times 15 \times 10^{-3}}{20 \times 10^{-3}} = 15 \times 10^{-3} \text{ mol. L}^{-1}$$

$$M_{HCOOH} = 2 + 12 + 32 = 46 \text{ g. mol}^{-1} \quad ③$$

$$m = C \cdot V \cdot M = 15 \times 10^{-3} \times 400 \times 10^{-3} \times 46 = 276 \times 10^{-3} \text{ g}$$

④ الفينول فيثالين

معايرة أساس ضعيف بحمض قوي:

❖ ناقش تغير الـ pH الوسط عند معايرة هيدروكسيد الأمونيوم بحمض كلور الماء.

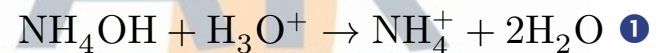
- ◀ في البداية: يكون تركيز هيدروكسيد الأمونيوم أعظمي  $pH > 7$  والوسط قلوي.
- ◀ عند إضافة الحمض: يتناقص pH الوسط تدريجياً لأن هيدروكسيد الأمونيوم يتفاعل مع أيونات الهيدرونيوم وفق المعادلة:  $NH_4OH + H_3O^+ \rightarrow NH_4^+ + 2H_2O$
- ◀ عند انتهاء المعايرة: يكون هيدروكسيد الأمونيوم قد استهلك  $pH < 7$  بسبب وجود أيونات الأمونيوم التي تسلك سلوك حمض ضعيف.
- ◀ عند إضافة قطرة فائضة من حمض كلور الماء تساوي  $pH \simeq 5.27$  لأن الملح الناتج يحوي أيونات الهيدرونيوم التي تسلك سلوك حمض ضعيف.

❖ تطبيق:

يعاير 50 mL من محلول هيدروكسيد الأمونيوم بمحلول حمض الأزوت تركيزه  $0.1 \text{ mol. L}^{-1}$  فيلزم منه 25 mL لإتمام المعايرة.

① اكتب المعادلة الكيميائية المعبرة عن تفاعل المعايرة الحاصل.

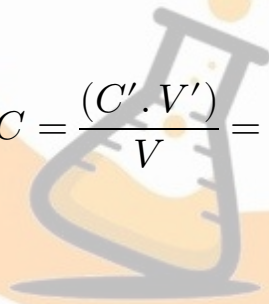
② احسب تركيز محلول هيدروكسيد الأمونيوم المستعمل.



②

$$n_{(NH_4OH)} = n'_{(H_3O)}$$

$$\Rightarrow C \cdot V = C' \cdot V' \Rightarrow C = \frac{(C' \cdot V')}{V} = \frac{0.1 \times 25 \times 10^{-3}}{50 \times 10^{-3}} = 0.05 \text{ mol. L}^{-1}$$



❖ أختبر نفسي:

أولاً: اختر الإجابة الصحيحة:

- المشعر الذي يحدد بدقة أكبر نقطة نهاية معايرة أساس قوي بحمض قوي:
  - أزرق بروم التيمول ✓
  - الفينول فيثالئين
  - أحمر الميتيل
  - الهلياتين
- عند معايرة حمض النمل بهيدروكسيد البوتاسيوم يكون عند نقطة تفاعل المعايرة:
  - $\text{pH} > 7$  ✓
  - $\text{pH} < 7$
  - $\text{pH} = 7$
  - $\text{pH} \leq 7$
- عند إضافة 10 mL من حمض الكبريت (قوي) تركيزه  $0.05 \text{ mol. L}^{-1}$  إلى 15 mL من محلول هيدروكسيد البوتاسيوم تركيزه  $0.1 \text{ mol. L}^{-1}$  فإن:

- $[\text{H}_3\text{O}^+] < [\text{OH}^-]$  ✓
- $[\text{H}_3\text{O}^+] > [\text{OH}^-]$
- $[\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{OH}^-]$
- $[\text{H}_3\text{O}^+] \leq [\text{OH}^-]$

حمض:  $n_{(\text{H}_3\text{O}^+)} \Rightarrow 2C.V = 2 \times 5 \times 10^{-2} \times 10 \times 10^{-3} = 10^{-3} \text{ mol}$   
 أساس:  $n'_{(\text{OH}^-)} \Rightarrow C'.V' = 10^{-1} \times 15 \times 10^{-3} = 15 \times 10^{-4} = 1.5 \times 10^{-3} \text{ mol}$

ثانياً: أعط تفسيراً علمياً لكل مما يأتي:

- تكون قيمة  $\text{pH} < 7$  عند معايرة أساس ضعيف بحمض قوي.  
لأن المحلول الناتج يحتوي على أيونات تسلك سلوك حمض ضعيف.
- يعتبر أزرق بروم التيمول مشعراً مناسباً عند معايرة حمض قوي بأساس قوي:  
لأن  $\text{pH}$  نهاية المعايرة تقع ضمن مجال المشعر 6 – 7.6
- استخدام أحد المشعرات (حمض، أساس) في معايرة التعديل.  
لتحديد نقطة نهاية المعايرة.
- عند معايرة حمض النمل بهيدروكسيد الصوديوم يكون الوسط عند نهاية المعايرة أساسياً.  
بسبب وجود أيون النملات الذي يسلك سلوك أساس ضعيف.

ثالثاً: حل المسائل الآتية:

المسألة الأولى: محلول مائي حمض كلور الماء تركيزه  $10^{-2} \text{ mol. L}^{-1}$  ، المطلوب:

- احسب قيمة  $\text{pH}$  هذا الحمض.
- لمعايرة 20 mL في محلول الحمض السابق يلزم 5 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:
- اكتب المعادلة الأيونية لتفاعل المعايرة الحاصل.
- احسب حجم هيدروكسيد البوتاسيوم اللازم لإتمام المعايرة.
- احسب حجم الماء المقطر اللازم إضافته إلى 10 mL من الحمض السابق لتصبح  $\text{pH} = 3$

- ①  $[H_3O^+] = C_a = 10^{-2} \text{ mol. L}^{-1} \Rightarrow \text{pH} = 2$
- ② HCl:  $C = 10^{-2} \text{ mol. L}^{-1}$   $V = 20 \text{ mL}$   
NaOH:  $C' = 0.02 \text{ mol. L}^{-1}$   $V' = 5 \text{ mL}$   
KOH:  $C'' = 0.05 \text{ mol. L}^{-1}$   $V'' = ?$
- ③  $H_3O^+ + OH^- \rightarrow 2H_2O$
- ④  $n_{(H_3O^+)} = n'_{(OH^-)} + n''_{(OH^-)}$   
 $C.V = C'.V' + C''.V''$   
 $\Rightarrow 10^{-2} \times 20 \times 10^{-3} = 2 \times 10^{-2} \times 5 \times 10^{-3} + 5 \times 10^{-2} \times V''$   
 $\Rightarrow V'' = 2 \times 10^{-3} \text{ L}$
- ⑤  $\text{pH} = 3 \Rightarrow [H_3O^+] = 10^{-\text{pH}} = 10^{-3} \text{ mol. L}^{-1} = C'$   
 $n = n' \Rightarrow C.V = C'.V' \Rightarrow V' = \frac{C.V}{C'} = 0.1 \text{ L}$   
 $V_{(H_2O)} = V' - V = 0.1 - 0.01 = 0.09 \text{ L}$

**المسألة الثانية:** يؤخذ 20 mL من حمض الكبريت تركيزه  $0.05 \text{ mol. L}^{-1}$  ويضاف إلى 10 mL من محلول هيدروكسيد الصوديوم، حتى تمام التعديل، المطلوب:

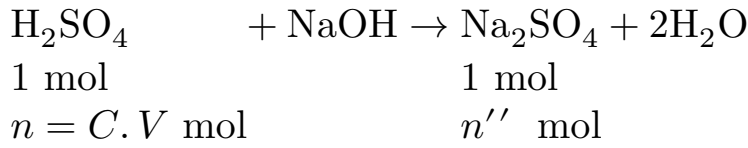
- ① اكتب المعادلة الكيميائية المعبرة عن التفاعل.
  - ② احسب تركيز محلول هيدروكسيد الصوديوم المستعمل.
  - ③ ما قيمة pH المحلول؟
  - ④ اكتب اسم أفضل مشعر واجب استعماله في هذه المعايرة.
  - ④ احسب التركيز المولي الحجمي لمحلول ملح كبريتات الصوديوم الناتج عن المعايرة.
- (Na: 23, O: 16, H: 1, S: 32)

- ①  $H_2SO_4: C = 0.05 \text{ mol. L}^{-1}$  ,  $V = 20 \text{ mL}$   
NaOH:  $C = ?$  ,  $V = 10 \text{ mL}$   
 $H_2SO_4 + 2NaOH \rightarrow Na_2SO_4 + 2H_2O$
- ②  $n_{(H_3O^+)} = n_{(OH^-)} \Rightarrow 2C.V = C'.V'$   
 $\Rightarrow C' = \frac{2C.V}{V'} = \frac{2 \times 5 \times 10^{-2} \times 20 \times 10^{-3}}{10 \times 10^{-3}} = 0.2 \text{ mol. L}^{-1}$
- ③  $\text{pH} = 7$

④ أزرق بروم التيمول

⑤

$$C = \frac{n}{V}$$



$$\Rightarrow n'' = C \cdot V = 5 \times 10^{-2} \times 20 \times 10^{-3} = 10^{-3} \text{ mol}$$

$$[\text{NO}_2\text{SO}_4] = \frac{n''}{V''} = \frac{10^{-3}}{V + V'} = \frac{10^{-3}}{30 \times 10^{-3}} = \frac{1}{30} \text{ mol. L}^{-1}$$

إذا طلب تركيز الملح بعد المعايرة نطبق:  $n_{\text{ملح}} = n_{\text{أساس}} = n_{\text{حمض}}$  وبس دخل الملح منتكب صيغ حتى لو كان الحموض أو الأسس أقوياء.

ط2:

$$n_{\text{حمض}} = n''_{\text{ملح}} \Rightarrow C \cdot V = C'' \cdot V'' \Rightarrow C'' = \frac{C \cdot V}{V''} = \frac{5 \times 10^{-2} \times 20 \times 10^{-3}}{30 \times 10^{-3}} = \frac{1}{30} \text{ mol. L}^{-1}$$

ط3:

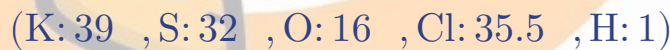
$$n'_{\text{أساس}} = n''_{\text{ملح}} \Rightarrow C' \cdot V' = 2C'' \cdot V'' \Rightarrow C'' = \frac{C' \cdot V'}{2V''} = \frac{1}{30} \text{ mol. L}^{-1}$$

**المسألة الثالثة:** تُذاب عينة غير نقية كتلتها 3.30 g من هيدروكسيد البوتاسيوم في الماء ويكم الحجم إلى 200 mL، فإذا علمت أنه يلزم لتعديل 25 mL منه 30 mL من حمض كلور الماء تركيزه  $0.1 \text{ mol. L}^{-1}$  و 20 mL من حمض الكبريت تركيزه  $0.05 \text{ mol. L}^{-1}$  والمطلوب:

① احسب تركيز محلول هيدروكسيد البوتاسيوم.

② احسب كتلة هيدروكسيد البوتاسيوم النقية من هذه العينة.

③ احسب النسبة المئوية للشوائب في هذه العينة.



المعايرة تتم على الجزء النقي فقط

نقي:  $C = ?$ ,  $V = 25 \text{ mL}$

$C' = 0.1 \text{ mol. L}^{-1}$ ,  $V' = 30 \text{ mL}$  : HCl

$C'' = 0.05 \text{ mol. L}^{-1}$ ,  $V'' = 20 \text{ mL}$  :  $\text{H}_2\text{SO}_4$

فكرة المسألة: نطبق  $n = n'$

$$\textcircled{1} n_{\text{OH}^-} = n'_{\text{H}_3\text{O}^+} + n''_{\text{H}_3\text{O}^+}$$

$$C \cdot V = C' \cdot V' + 2C'' \cdot V''$$

$$\Rightarrow C \times 25 \times 10^{-3} = 0.1 \times 30 \times 10^{-3} + 2 \times 5 \times 10^{-2} \times 20 \times 10^{-3}$$

$$\Rightarrow C = 0.2 \text{ mol. L}^{-1} \text{ نقي}$$

$$2) M_{\text{KOH}} = 39 + 16 + 1 = 56 \text{ g. mol}^{-1}$$

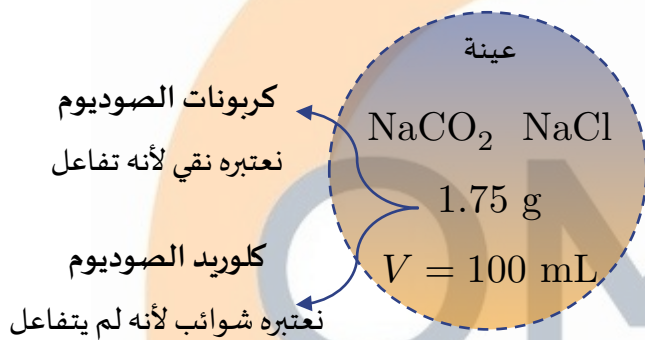
$$m = C \cdot V \cdot M = 0.2 \times 200 \times 10^{-3} \times 56 = 2.24 \text{ g}$$

نقي

$$3) m_{\text{شوائب}} = m_{\text{كلية}} - m_{\text{نقية}} = 3.3 - 2.24 = 1.06 \text{ g}$$

$$\text{النسبة} = \frac{\text{الجزء الصغير}}{\text{الجزء الكبير}} \times 100\% = \frac{1.06}{3.3} \times 100\% = 32.1\%$$

**المسألة الرابعة:** أذيت عينة مقدارها 1.75 g من كربونات الصوديوم وكلوريد الصوديوم في الماء، وأكمل الحجم إلى 100mL فإذا علمت أنه يلزم لمعايرة المحلول السابق 50 mL من محلول حمض كلور الماء تركيزه  $0.4 \text{ mol. L}^{-1}$



① اكتب المعادلة المعبرة عن تفاعل المعايرة الحاصل.

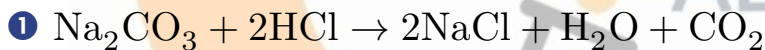
② احسب تركيز كربونات الصوديوم في المحلول السابق.

③ احسب النسبة المئوية لكل من الملح في العينة.

(Na: 23 , C: 12 , O: 16 , Cl: 35.5 , H: 1)

كربونات الصوديوم:  $C = ?$  ,  $V = 100 \text{ mL}$

حمض كلور الماء:  $C' = 0.4 \text{ mol. L}^{-1}$  ,  $V' = 50 \text{ mL}$



$$2) n_{(\text{Na}_2\text{CO}_3)} = n'_{(\text{H}_3\text{O}^+)}$$

$$\Rightarrow 2C \cdot V = C' \cdot V' \Rightarrow C = \frac{C' \cdot V'}{2V} = \frac{4 \times 10^{-1} \times 50 \times 10^{-3}}{2 \times 100 \times 10^{-3}} = 10^{-1} \text{ mol. L}^{-1}$$

$$3) M_{(\text{NaCO}_3)} = 46 + 12 + 48 = 106 \text{ g. mol}^{-1}$$

$$m_{\text{كربونات الصوديوم}} = C \cdot V \cdot M = 10^{-1} \times 100 \times 10^{-3} \times 106 = 1.06 \text{ g}$$

$$\text{النسبة} = \frac{\text{الجزء الصغير}}{\text{الجزء الكبير}} \times 100\% = \frac{1.06}{1.75} \times 100\% = 60.5 \%$$

$$\text{نسبة الكلوريد} = 100 - 60.5 = 39.5\%$$

❖ أسئلة الوحدة الرابعة

أولاً: اختر الإجابة الصحيحة:

1. إذا علمت أن  $\text{pH} = 3$  للمشروب الغازي فإن تركيز أيون الهيدروكسيد منه:

- a.  $11$  .  
b.  $10^{-3}$  .  
c.  $10^{-11}$  ✓ .  
d.  $10^3$  .

$$\text{pH} = 3 \Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-\text{pH}} = 10^{-3} \Rightarrow [\text{OH}^-] = \frac{10^{-14}}{10^{-3}} = 10^{-11} \text{ mol. L}^{-1}$$

2. بالاعتماد على ثوابت تأين الحموض الضعيفة

$$K_{a(\text{HF})} = 7.2 \times 10^{-4}, K_{a(\text{HNO}_3)} = 4.5 \times 10^{-4}, K_{a(\text{HCN})} = 5 \times 10^{-10}$$

فإن الترتيب التنازلي الصحيح لقوة الأس المرافقة لكل منها هو:

- a.  $\text{CN}^- < \text{F}^- < \text{NO}_2^-$  .  
b.  $\text{CN}^- < \text{NO}_2^- < \text{F}^-$  .  
c.  $\text{NO}_2^- < \text{CN}^- < \text{F}^-$  .  
d.  $\text{F}^- < \text{NO}_2^- < \text{CN}^-$  ✓ .

كل حمض قوي يرافقه أساس ضعيف

3. الملح الذواب الذي قيمة  $\text{pH} < 7$  لمحلوله المائي من بين الأملاح الآتية المتساوية التراكيز:

- a.  $\text{KCl}$  .  
b.  $\text{KCN}$  .  
c.  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  ✓ .  
d.  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  .

4. الملح الذواب الذي لا يتحلله في الماء من بين الأملاح الآتية هو:

- a.  $\text{NH}_4\text{Cl}$  .  
b.  $\text{NaNO}_3$  ✓ قوي لا يتحلله .  
c.  $\text{HCOONH}_4$  .  
d.  $\text{KCN}$  .

5. محلول مائي ملح  $\text{CaCl}_2$  له  $\text{pH} = 7$  يمدد بالماء المقطر مئة مرة، فإن قيمة  $\text{pH}'$  للمحلول الناتج تساوي:

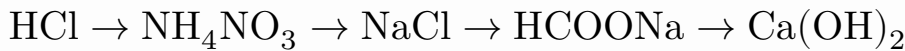
- a.  $5$  .  
b.  $9$  .  
c.  $0.7$  .  
d.  $7$  ✓ .

لأن أيونات هذا الملح حيادية قوية لا تتحلله.

6. لديك المحاليل الآتية المتساوية التراكيز:



يكون الترتيب الصحيح لها وفق تزايد قيمة  $\text{pH}$  لكل منها هو:



7. الأيون الحيادي الذي لا يتحلله من الأيونات الآتية:

- a.  $\text{CH}_3\text{COO}^-$  .  
b.  $\text{SO}_4^{2-}$  ✓ .  
c.  $\text{CN}^-$  .  
d.  $\text{NH}_4^+$  .

8. المستشعر الذي يحدد بدقة نهاية معايرة حمض الخل بهيدروكسيد البوتاسيوم هو:

- a. أزرق بروم التيمول .  
b. الفينول فتالين ✓ .  
c. أحمر المتيل .  
d. الهليانين .



9. المحلول المنظم للحموضة من المحاليل الآتية هو:

- a.  $\checkmark$  HCOOH , HCOOK أحد أملاحه ضعيف  
b. HCl , KCl  
c.  $\text{NH}_4\text{OH}$  , NaCl  
d. NaOH ,  $\text{NaNO}_3$

ثانياً: أجب عن الأسئلة الآتية:

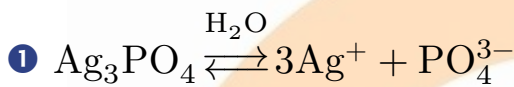
1. محلول مائي مشبع ملح  $\text{Ag}_3\text{PO}_4$  فوسفات الفضة قليل الذوبان في الماء.

① اكتب معادلة التوازن غير المتجانس لهذا الملح.

② اكتب علاقة الذوبان  $K_{sp}$  لهذا الملح.

③ اقترح طريقة لترسيب قسم من هذا الملح في محلوله المشبع.

④ اشرح آلية إذابة  $\text{Ag}_3\text{PO}_4$  في محلوله المشبع بإضافة حمض كلور الماء.



②  $K_{sp} = [\text{Ag}^+]^3 \cdot [\text{PO}_4^{3-}]$

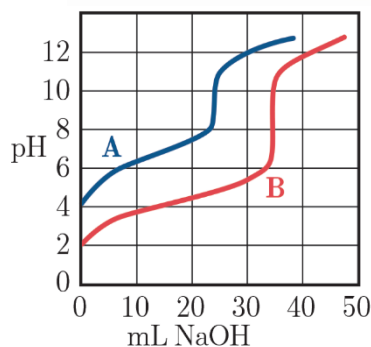
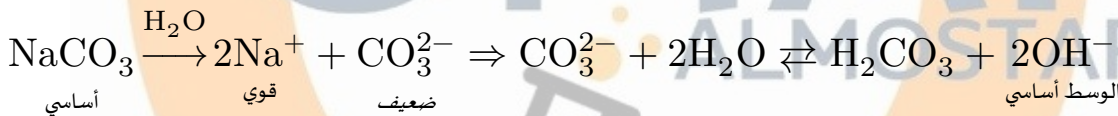
③ نضيف فوسفات الصوديوم – نضيف فوسفات البوتاسيوم – نضيف نترات الفضة – نضيف خلات الفضة.

④ عند إضافة حمض كلور الماء تتحد أيونات الهيدرونيوم مع أيونات الفوسفات لتعطي حمض الفوسفور ضعيف التآين فينقص

تركيز  $\text{PO}_4$  فتصبح  $Q < K_{sp}$  غير مشبع تذوب كمية إضافية من الملح

2. يستخدم مقياس pH لمعرفة طبيعة المحلول المائي، تختلف قيمة pH للأملاح  $\text{NH}_4\text{Cl}$  , NaCl ,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$

المتساوية التراكيز، فسر ذلك بكتابة المعادلات الكيميائية اللازمة.



3. عند معايرة حجمين متساويين من محلولي حمضي A , B كل منهما على حدة، بمحلول

هيدروكسيد الصوديوم تركيزه  $0.1 \text{ mol. L}^{-1}$  فحصلنا على المنحنيين البيانيين كما في

الشكل المجاور:

① أي من المحلولين أكثر تركيزاً؟

② حدد نقطة نهاية المعايرة لكل منهما.

① المحلول B لأنه استهلك كمية أكبر من هيدروكسيد الصوديوم لتمام التعديل.

② نقطة نهاية المعايرة هي منتصف الفقرة

A:  $8 \rightarrow 11 \Rightarrow \text{pH} = \frac{8 + 11}{2} = 9.5$

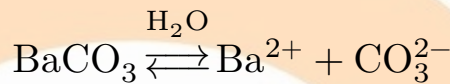
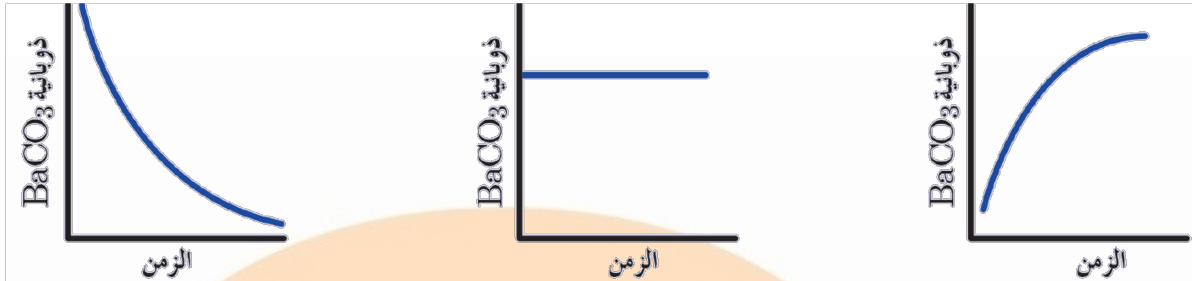
B:  $6 \rightarrow 11 \Rightarrow \text{pH} = 8.5$

4. تشير المنحنيات الآتية إلى تغير ذوبانية ملح كربونات الباريوم  $BaCO_3$  بدلالة الزمن عند إضافة محاليل مختلفة.

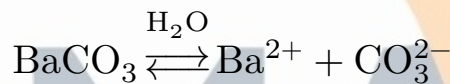
① أي المنحنيات يشير لإضافة  $HNO_3$ ؟

② أي من المنحنيات يشير لإضافة  $Na_2CO_3$ ؟

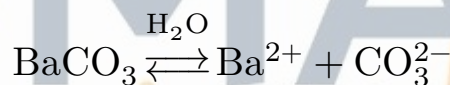
③ أي من المنحنيات يشير لإضافة  $Na_2NO_3$ ؟



عند إضافة  $HNO_3 \leftarrow H_2CO_3$  ضعيف التأيين (إذابة)



عند إضافة  $NaNO_3$  لا يتأثر



عند إضافة  $Na_2CO_3$  يترسب

**ثالثاً: حل المسائل الآتية:**

**المسألة الأولى:** محلول مائي لمل كلوريد الأمونيوم تركيزه  $0.2 \text{ mol. L}^{-1}$  وقيمة  $pH = 5$

① اكتب معادلة الإماهة هذا الملح.

② احسب قيمة ثابت حلمهة هذا الملح.

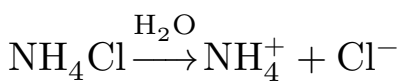
③ احسب قيمة ثابت تأين النشادر.

④ يضاف إلى المحلول السابق قطرات من محلول حمض كلور الماء تركيزه  $0.01 \text{ mol. L}^{-1}$  احسب النسبة المئوية المتحللة

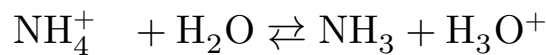
من ملح كلوريد الأمونيوم في هذه الحالة.

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

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



0.2	0	0
0	0.2	0.2



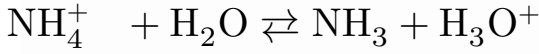
0.2	0	0
-x	x	x
0.2 - x	x	x

$$② K_h = \frac{[\text{NH}_3][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{NH}_4^+]} = \frac{x \cdot x}{0.2 - x} = \frac{10^{-5} \times 10^{-5}}{2 \times 10^{-1}} = 5 \times 10^{-10}$$

$$③ K_h = \frac{K_w}{K_b} \Rightarrow K_b = \frac{K_w}{K_h} = \frac{10^{-14}}{5 \times 10^{-10}} = 2 \times 10^{-5}$$

④ حمض قوي HCl

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = C_a = 10^{-2} \text{ mol. L}^{-1}$$



$$0.2 \quad \quad \quad 0 \quad \quad 10^{-2}$$

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

$$0.2 - x \quad \quad \quad x \quad \quad 10^{-2} + x$$

$$K_h = \frac{x(10^{-2} + x)}{0.2 - x} \Rightarrow x = 10^{-8} \text{ mol. L}^{-1}$$

$$\text{النسبة} = \frac{x}{0.2} \times 100\% = \frac{10^{-8}}{0.2} \times 100\% = 5 \times 10^{-6}\%$$

**المسألة الثانية:** محلول مائي لحمض الخل تركيزه الابتدائي  $0.05 \text{ mol. L}^{-1}$  وثابت تأين حمض الخل  $2 \times 10^{-5}$   
المطلوب:

① اكتب معادلة تأين هذا الحمض، ثم حدد الأزواج المترافقة حسب لوشاتوليه.

② احسب قيمة pH المحلول

③ احسب درجة تأين هذا الحمض.

④ يمدد المحلول السابق 10 مرات، احسب pH المحلول بعد التمديد.



$$② [\text{H}_3\text{O}^+] = \sqrt{C_a \cdot K_a} = \sqrt{2 \times 10^{-5} \times 5 \times 10^{-2}} = 10^{-3} \text{ mol. L}^{-1}$$

$$\text{pH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+] = -\log 10^{-3} = 3$$

$$③ \alpha = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]}{C_a} = \frac{10^{-3}}{5 \times 10^{-2}} = 2 \times 10^{-2}$$

$$\text{كنسبة} = 2 \times 10^{-2} \times 100\% = 2\%$$

④ ينخفض التركيز عشر مرات ← تضاعف الحجم عشر مرات

$$C'_a = \frac{C_a}{10} = \frac{0.05}{10} = 5 \times 10^{-3} \text{ mol. L}^{-1}$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+]' = \sqrt{C'_a \cdot K_a} = \sqrt{2 \times 10^{-5} \times 5 \times 10^{-3}} = \sqrt{10^{-7}}$$

$$\Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-3.5} \text{ mol. L}^{-1}$$

$$\text{pH}' = -\log[\text{H}_3\text{O}^+]' = -\log 10^{-3.5} = 3.5$$

**المسألة الثالثة:** يضاف حجم معين 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  $K_{sp}(\text{CaSO}_4) = 9 \times 10^{-6}$

① اكتب معادلة إمهاء كل من ملح كلوريد الكالسيوم وكبريتات الصوديوم.

② اكتب معادلة التوازن غير المتجانس لمخ كبريتات الكالسيوم.

③ احسب ذوبانية ملح  $\text{CaSO}_4$  مقدره بـ  $\text{mol. L}^{-1}$  وبـ  $\text{g. L}^{-1}$

④ بين بالحساب سبب ترسب قسم من ملح  $\text{CaSO}_4$

(Ca: 40 , S: 32 , O: 16)

$\text{CaCl}_2$ :  $C = 0.02 \text{ mol. L}^{-1}$  ,  $V$

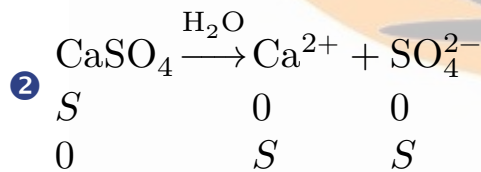
$\text{Na}_2\text{SO}_4$ :  $C = 0.04 \text{ mol. L}^{-1}$  ,  $V$

$V' = 2V$

$\text{CaCl}_2 \Rightarrow C' = \frac{C \cdot V}{V'} = \frac{2 \times 10^{-2} \times V}{2V} = 10^{-2} \text{ mol. L}^{-1}$

$\text{Na}_2\text{SO}_4 \Rightarrow C' = \frac{C \cdot V}{V'} = \frac{4 \times 10^{-2} \times V}{2V} = 2 \times 10^{-2} \text{ mol. L}^{-1}$

نضع جدولين



③  $\Rightarrow K_{sp} = [\text{Ca}^{2+}][\text{SO}_4^{2-}] \Rightarrow 9 \times 10^{-6} = S \cdot S \Rightarrow 9 \times 10^{-6} = S^2 \xrightarrow{\text{نجزر}} S = 3 \times 10^{-3} \text{ mol. L}^{-1}$

$M_{\text{CaSO}_4} = 40 + 32 + 64 = 136 \text{ g. mol}^{-1}$

$C_{\text{mol/L}} = \frac{C_{\text{g/L}}}{M} \Rightarrow C_{\text{g/L}} = 3 \times 10^{-3} \times 136 = 408 \times 10^{-3} \text{ g.L}^{-1}$

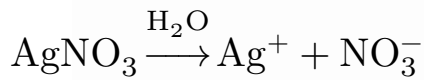
④  $Q = [\text{Ca}^{2+}][\text{SO}_4^{2-}] = 10^{-2} \times 2 \times 10^{-2} = 2 \times 10^{-4} \Rightarrow Q > K_{sp}$  فوق المشبع يوجد راسب.

**المسألة الرابعة:** يحتوي محلولان على أيونات الكلوريد وأيونات اليوديد تركيز  $[Cl^-] = [I^-] = 10^{-2} \text{ mol. L}^{-1}$  يضاف إلى المحلولان السابقان تدريجياً محلول ملح نترات الفضة، فإذا علمت أن  $K_{sp(AgCl)} = 10^{-10}$  ،  $K_{sp(AgI)} = 10^{-16}$

① احسب تركيز محلول نترات الفضة الذي يبدأ عنده كل من الملحين بالترسب.

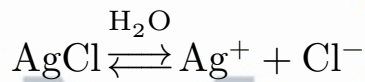
② أي الملحين يترسب أولاً؟ ولماذا؟

①



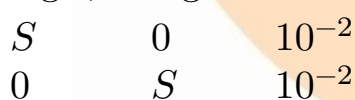
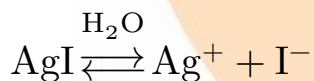
$$K_{sp(AgCl)} = 10^{-10} \quad , \quad K_{sp(AgI)} = 10^{-16}$$

إشباع  $AgCl$ :



$$\Rightarrow K_{sp} = [Ag^+][Cl^-] \Rightarrow 10^{-10} = S \times 10^{-2} \Rightarrow S = 10^{-8} \text{ mol. L}^{-1} = [Ag^+]$$

يبدأ  $AgCl$  بالترسيب عندما يصبح  $10^{-8} \text{ mol. L}^{-1} < [Ag^+]$



$$\Rightarrow K_{sp} = [Ag^+][I^-] \Rightarrow 10^{-16} = S \times 10^{-2} \Rightarrow S = 10^{-14} \text{ mol. L}^{-1} = [Ag^+]$$

يبدأ  $AgI$  الترسيب عندما يصبح  $10^{-14} \text{ mol. L}^{-1} < [Ag^+]$

② يترسب  $AgI$  أولاً لأن له  $K_{sp}$  أصغر.



## الوحدة الخامسة الكيمياء العضوية

### الألكانات:

(هيدروكربونية (H, C) مشبعة (C - C))، مفردتها: ألكان

• لاحقتها: أن

• صيغتها العامة:  $C_nH_{2n+2}$

$n = 1 \Rightarrow CH_4$  ميثان

$n = 2 \Rightarrow C_2H_6$  إيثان

$n = 3 \Rightarrow C_3H_8$  بروبان

$n = 4 \Rightarrow C_4H_{10}$  بوتان

$n = 5 \Rightarrow C_5H_{12}$  بنتان

$n = 6 \Rightarrow C_6H_{14}$  هكسان

### الجذور الألكيلية (R -)

• لاحقتها: يل

• صيغتها العامة:  $C_nH_{2n+1}$

• نحصل عليها من نزع ذرة هيدروجين من الألكانات

### ❖ أمثلة:

ميثان  $CH_4$  ← جذر الميثيل  $CH_3$

إيثان  $C_2H_6$  ← جذر الإيثيل  $C_2H_5$

بروبان  $C_3H_8$  ← جذر البروبيل  $C_3H_7$

### ملاحظة:

جذر البروبيل يمكن أن يكون:

- جذر نظامي البروبيل  $CH_3 - CH_2 - CH_2 -$

- جذر ايزو البروبيل  $CH_3 - CH - CH_3$

## الألكينات

هيدروكربونية (H, C) - غير مشبعة (C = C)، مفردتها الكين

• لاحقتهما: ين

• صيغتها العامة:  $C_nH_{2n}$

❖ أمثلة:

الإيتن (الإيتلن)  $n = 2 \Rightarrow C_2H_4$

البروبين  $n = 3 \Rightarrow C_3H_6$

▪ الصيغ الهيكلية:

تمثل بخطوط منكسرة

الإيتان  $C_2H_6$



▪ الصيغ المجمعة:

توضح أنواع وعدد ذرات كل عنصر في الجزيء

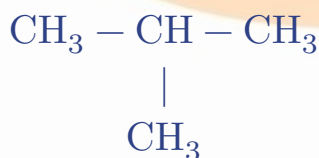
▪ المتصاوغات:

هي مركبات كيميائية لها الصيغة المجمعة ذاتها وتختلف في الصيغة المنشورة أو التموضع في الفراغ.

التصاوغ السلسلي:

يحدث عندما تكون للجزيئات الصيغة المجمعة ذاتها وتختلف في توزيع الكربون.

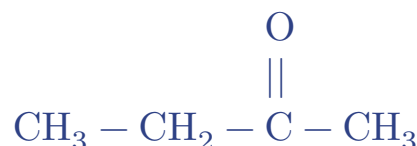
❖ مثال:



التصاوغ الوظيفي:

يحدث عندما تكون للجزيئات الصيغ المجمعة ذاتها ويختلف بها ترتيب الذرات في الجزيء مما يؤدي إلى اختلاف الزمرة.

❖ مثال:

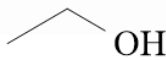


المركبات العضوية مرتبة حسب نوع الوظائف فيها:

اللاحقة	السابقة	الصيغة العامة	الصف
وئيك		$\begin{array}{c} \text{O} \\    \\ \text{R} - \text{C} - \text{OH} \end{array}$	الحمض الكربوكسيلي
وات		$\begin{array}{c} \text{O} \\    \\ \text{R} - \text{C} - \text{O} - \text{R}' \end{array}$	الاستر
اميد		$\begin{array}{c} \text{O} \\    \\ \text{R} - \text{C} - \text{NH}_2 \end{array}$	الاميد
تتريل	سيانو	$\text{R} - \text{CN}$ أو $\text{R} - \text{C} \equiv \text{N}$	التتريلات
ال	اوسكو	$\begin{array}{c} \text{O} \\    \\ \text{R} - \text{C} - \text{H} \end{array}$	الالدهيد
ون	أوكسو	$\begin{array}{c} \text{O} \\    \\ \text{R} - \text{C} - \text{R}' \end{array}$	الكيتون
ول	هدروكسي	$\text{R} - \text{OH}$	الغول
أمين	أمينو	$\text{R} - \text{NH}_2$	الأمين
إيتر	ألكوكسي	$\text{R} - \text{O} - \text{R}'$	الايتر

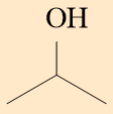
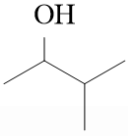
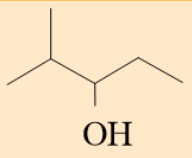
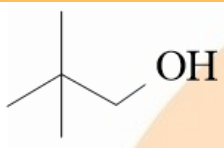
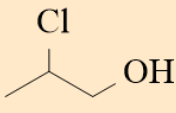
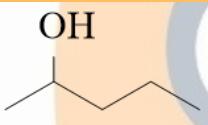
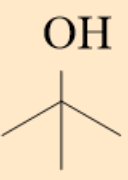
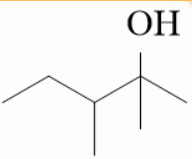
تسمية الأغوال:

- 1 نرقم أطول سلسلة كربونية بدءاً من الطرف الأقرب لزمرة الهيدروكسيل ( $-\text{OH}$ )
- 2 نسمي التفرعات (المتبادلات) إن وجدت مسبقة برقم ذرة الكربون المرتبطة بها
- 3 نكتب اسم الألكان الموافق لأطول سلسلة كربونية ثم نكتب اللاحقة (ول) مسبقة برقم ارتباطها بالسلسلة.

الاسم وفق قواعد ال IUPK	الصيغة نصف المنشورة	الصيغة الهيكلية	الاسم الشائع
ميثان-1-ول أو ميثانول	$\text{CH}_3 - \text{OH}$	$-\text{OH}$	الغول الميثيلي
إيثان-1-ول أو الإيثانول	$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{OH}$		الغول الإيثيلي

**ملاحظة:** ذرات الكربون التي لا ترقم تسمى بأسماء الجذور الألكيلية



الصيغة الهيكلية	الصيغة نصف المنشورة	الاسم وفق قواعد الـ IUPAC
	$\begin{array}{c} \text{OH} \\   \\ \text{CH}_3 - \text{CH} - \text{CH}_3 \end{array}$	بروبان -2-ول
	$\begin{array}{c} \text{OH} \quad \text{CH}_3 \\   \quad   \\ \text{CH}_3 - \text{CH} - \text{CH} - \text{CH}_3 \end{array}$	3-ميتل بوتان -2-ول
	$\begin{array}{c} \text{OH} \\   \\ \text{CH} - \text{CH} - \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3 \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$	2-ميتيل بنتان -3-ول
	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\   \\ \text{CH}_3 - \text{C} - \text{CH}_2 - \text{OH} \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$	2،2 - ثنائي ميتيل بروبان -1-ول
	$\begin{array}{c} \text{Cl} \\   \\ \text{CH}_3 - \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{OH} \end{array}$	2-كلوروبروبان -1-ول
	$\text{CH}_3 - \text{CH}(\text{OH}) - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$	بنتان -2-ول
	$\begin{array}{c} (\text{CH}_3)_3 - \text{C} - \text{OH} \\ \text{أو} \\ \begin{array}{c} \text{CH}_3 \\   \\ \text{CH}_3 - \text{C} - \text{OH} \\   \\ \text{CH}_3 \end{array} \end{array}$	2-ميتيل بروبان -2-ول
	$\begin{array}{c} \text{OH} \\   \\ \text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH} - \text{C} - \text{CH}_3 \\   \quad   \\ \text{CH}_3 \quad \text{CH}_3 \end{array}$	2، 3-ميتيل بنتان -2-ول

### تسمية الألكهيدات

- 1 نرقم أطول سلسلة كربونية بدءاً من ذرى الكربون زمرة الكربونيل الألكهيدية حيث تأخذ رقم (1)
- 2 نكتب اسم كل فرع (متبادل) إن وجد مسبقاً برقم ذرة الكربون المرتبط بها.
- 3 نكتب اسم الألكان الموافق لأطول سلسلة كربونية مع إضافة الحلاقة (ال) الدالة على زمرة الكربونيل الألكهيدية

الاسم وفق القواعد	الصيغة نصف المنشورة	الصيغة الهيكلية	الاسم الشائع
ميتانال	$\begin{array}{c} \text{O} \\    \\ \text{H} - \text{C} - \text{H} \\ 1 \end{array}$		فروم ألدهيد
الإيتانال	$\begin{array}{c} \text{O} \\    \\ \text{CH}_3 - \text{C} - \text{H} \\ 2 \quad 1 \end{array}$		اسيت ألدهيد

### تذكرة: الهالوجينات:

- ◀ كلورو Cl
- ◀ فلورو Fl
- ◀ يودو I
- ◀ برومو Br

الاسم وفق القواعد	الصيغة نصف المنشورة	الصيغة الهيكلية
2-ميتيل بروبانال	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\   \\ \text{CH}_3 - \text{CH} - \text{CHO} \\ 1 \quad 2 \quad 3 \end{array}$	
3-برومو بوتانال	$\begin{array}{c} \text{Br} \quad \quad \quad \text{O} \\   \quad \quad \quad    \\ \text{CH}_3 - \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{C} - \text{H} \end{array}$	
2، 3 - ثنائي متيل بوتانال	$\begin{array}{c} \quad \quad \quad \text{O} \\ \quad \quad \quad    \\ \text{CH}_3 - \text{CH} - \text{CH} - \text{C} - \text{H} \\   \quad   \\ \text{CH}_3 \quad \text{CH}_3 \end{array}$	
1-2 إيتيل، 3-ميتيل بنتانال	$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH} - \text{CH} - \text{C} - \text{H} \\   \quad   \\ \text{CH}_3 \quad \text{C}_2\text{H}_5$	

### تسمية الكيتونات:

- ① نرقم أطول سلسلة كربونية بدءاً من ذرة كربون زمرة الكربونيل الأدهيدية حيث تأخذ رقم (1)
- ② نكتب اسم كل فرع (متبادل) إن وجد مسبقاً برقم ذرة الكربون المرتبط بها.
- ③ نكتب اسم الألكان الموافق لأطول سلسلة كربونية مع إضافة اللاحقة (ون) الدالة على زمرة الكربونيل الأدهيدية.

الاسم وفق القواعد	الصيغة نصف المنشورة	الصيغة الهيكلية	الاسم الشائع
بروبان-2-ون أو بروبانون	$\text{CH}_3 - \overset{\text{O}}{\underset{\text{2}}{\text{C}}} - \underset{\text{1}}{\text{CH}_3}$		الأسيتون

**ملاحظة:** في جميع المركبات نبدأ بالترقيم عند زمرة الكربون الوظيفية ما عدا الأغوال والكيونات والأمينات نبدأ الترقيم من الطرف الأقرب إلى الزمرة.

الاسم وفق القواعد	الصيغة نصف المنشورة	الصيغة الهيكلية
3-ميتيل بوتان-2-ون	$\text{CH}_3 - \overset{\text{CH}_3}{\underset{\text{3}}{\text{CH}}} - \overset{\text{O}}{\underset{\text{2}}{\text{C}}} - \text{CH}_3$	
4-إيتيل هكسان-2-ون	$\text{CH}_3 - \overset{\text{O}}{\underset{\text{2}}{\text{C}}} - \text{CH}_2 - \overset{\text{CH}_3}{\underset{\text{4}}{\text{CH}}} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$	
2-ميتيل بنتان-3-ون	$\text{CH}_3 - \overset{\text{CH}_3}{\underset{\text{2}}{\text{CH}}} - \overset{\text{O}}{\underset{\text{3}}{\text{C}}} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$	
2,4-ثنائي ميتيل بنتان-3-ون	$\text{CH}_3 - \overset{\text{CH}_3}{\underset{\text{2}}{\text{CH}}} - \overset{\text{O}}{\underset{\text{3}}{\text{C}}} - \overset{\text{CH}_3}{\underset{\text{4}}{\text{CH}}} - \text{CH}_3$	
4-كلورو-2,4-ثنائي ميتيل هكسان-3-ون	$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \overset{\text{Cl}}{\underset{\text{4}}{\text{C}}} - \overset{\text{O}}{\underset{\text{3}}{\text{C}}} - \overset{\text{CH}_3}{\underset{\text{2}}{\text{CH}}} - \text{CH}_3$	

### تسمية الحموض الكربوكسيلية

- 1 نرقم أطول سلسلة كربونية بدءاً من ذرة كربون الزمرة الكربوكسيلية
- 2 نكتب كلمة حمض ثم اسم كل فرع (متبادل) إن وجد مسبقاً برقم ذرة الكربون المرتبط بها.
- 3 نكتب اسم الالكان الموافق لأطول سلسلة كربونية ثم تضاف اللاحقة (وئيك oic)

الاسم وفق القواعد	الصيغة نصف المنشورة	الصيغة الهيكلية	الاسم الشائع
حمض الميتانويك	$\text{H} - \overset{\text{O}}{\underset{\text{1}}{\text{C}}} - \text{OH}$		حمض النمل أو حمض الفورميك
حمض الإثانويك	$\text{CH}_3 - \overset{\text{O}}{\underset{\text{2}}{\text{C}}} - \text{OH}$		حمض الخل أو حمض الاستيك
حمض البيوتانويك	$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \overset{\text{O}}{\underset{\text{4}}{\text{C}}} - \text{OH}$		حمض الزبدة

الصيغة الهيكلية	الصيغة نصف المنشورة	الاسم وفق IUPAC
	$\text{CH}_3 - \underset{\text{Cl}}{\text{CH}} - \overset{\text{O}}{\parallel} \text{C} - \text{OH}$	حمض -2- كلورو البروبانويك
	$\text{CH}_3 - \underset{\text{CH}_3}{\text{CH}} - \underset{\text{C}_2\text{H}_5}{\text{CH}} - \overset{\text{O}}{\parallel} \text{C} - \text{OH}$	حمض -2- إيثيل -3- ميثيل البوتانويك
	$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \underset{\text{CH}_3}{\text{CH}} - \underset{\text{CH}_3}{\text{CH}} - \overset{\text{O}}{\parallel} \text{C} - \text{OH}$	حمض -2,3- ثنائي ميثيل البنتانويك
	$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \underset{\text{Br}}{\text{CH}} - \underset{\text{CH}_3}{\text{CH}} - \overset{\text{O}}{\parallel} \text{C} - \text{OH}$	حمض -3- برومو -2- ميثيل الهيكسانويك
	$\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_3 - \text{COOH}$ أو $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{COOH}$	حمض البنتانويك
	$\text{CH}_3 - \text{CH}(\text{Br}) - \text{CH}_2 - \text{COOH}$	حمض -3- برومو البوتانويك
	$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \underset{\text{OH}}{\text{CH}} - \text{CH}_2 - \overset{\text{O}}{\parallel} \text{C} - \text{OH}$ تدل على الأغوال تدل على الحموض الكربوكسيلية	حمض -3- هيدروكسي البنتانويك

### تسمية الأسترات

- 1 نرقم أطول سلسلة كربونية بدءاً من ذرة الكربون الزمرة الاسترية حيث تأخذ رقم (1)
- 2 نسي التفرعات (المتبادلات) إن وجدت مسبوقة برقم ذرة الكربون المرتبطة بها.
- 3 نضع اسم الألكان الموافق لأطول سلسلة كربونية مع إضافة اللاحقة (وات) ثم نسيقه باسم الجذر الألكيلي R'

الاسم الشائع	الصيغة الهيكلية	الصيغة نصف المنشورة	الاسم وفق القواعد
نمالات الميثيل أو فورمات الميثيل		$\text{H} - \underset{\text{1}}{\overset{\text{O}}{\parallel} \text{C}} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$ جذر إلكيلي	ميثانات الإثيل
خلات الميثيل أو أسيتات الميثيل		$\text{CH}_3 - \underset{\text{2}}{\overset{\text{O}}{\parallel} \text{C}} - \text{O} - \text{CH}_3$ 1	إيثانات الميثيل

ملاحظة:

إذا كان جنب الـ  $\text{H} \text{ R} - \overset{\text{O}}{\parallel} \text{C} - \text{OR}'$  نسميها حمض كربوكسيلي  
أما إذا كان  $\text{R}'$  جذر ألكيلي نسميها استيرات

الصيغة الهيكلية	الصيغة نصف المنشورة	الاسم وفق القواعد
	$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \overset{\text{O}}{\parallel} \text{C} - \text{O} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$	بروبانوات الإيثيل
	$\text{CH}_3 - \underset{\text{Br}}{\text{CH}} - \overset{\text{O}}{\parallel} \text{C} - \text{O} - \text{CH}_3$	2-بروموبروبانوات الميثيل
	$\text{H} - \overset{\text{O}}{\parallel} \text{C} - \text{O} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$ بروبيل $\text{C}_3\text{H}_7$	ميثانوات نظامي البروبيل
	$\text{CH}_3 - \underset{\text{CH}_3}{\overset{\text{CH}_3}{\text{C}}} - \overset{\text{O}}{\parallel} \text{C} - \text{O} - \text{C}_2\text{H}_5$	2،2 - ثنائي ميثيل بروبانوات الإيثيل
	$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \underset{\text{Cl}}{\text{CH}} - \underset{\text{C}_2\text{H}_5}{\text{CH}} - \overset{\text{O}}{\parallel} \text{C} - \text{O} - \text{CH}_3$	3-كلورو-2-إيثيل بنتانوات الميثيل

ملاحظة: تسمية الأمينات والأميدات نأخذها بالدروس القادمة

تسمية الإيترات:

تسمى الإيترات وفق IUPAC باعتبارها مشتقات الكوكسي الفحوم الهيدروجينية، ويختار الجذر الأطول سلسلة أساساً للتسمية حيث الكوكسي للجذر الأصغر والكل للجذر الأكبر (وتسمى السلسلة: الكوكسي) صيغتها  $\text{R} - \text{O} - \text{R}'$  وهي (جذر ألكيلي + أوكسي)

الصيغة نصف المنشورة	الاسم وفق قواعد IUPAC
$\text{CH}_3 - \text{O} - \text{CH}_3$	ميثوكسي الميثان
$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{O} - \text{C}_2\text{H}_5$	إيثوكسي الإيثان
$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{O} - \text{CH}_3$	ميثوكسي الإيثان

## تسمية التتريلات

### • اللاحقة (تتريل)

- 1 نرقم أطول سلسلة كربونية بدءاً من ذرة كربون زمرة التتريل (CN-)
- 2 نكتب اسم كل فرع (متبادل) إن وجد مسبقاً برقم ذرة الكربون المرتبط بها.
- 3 نكتب اسم الألكان الموافق لأطول سلسلة كربونية ثم نكتب اللاحقة (تتريل)

الصيغة نصف المنشورة	الاسم وفق قواعد الـ IUPAC
$\begin{array}{c} 2 \quad 1 \\ \text{CH}_3 - \text{CN} \end{array}$	إيتان تتريل
$\begin{array}{c} 3 \quad 2 \quad 1 \\ \text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CN} \end{array}$	بروبان تتريل
$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\   \\ \text{CH}_3 - \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{CN} \end{array}$	3-ميتل بوتان تتريل
$\begin{array}{c} \text{OH} \rightarrow \text{ثانوية} \\   \\ \text{CH}_3 - \text{C} - \text{CH}_3 \\   \\ \text{CN} \rightarrow \text{رئيسية} \end{array}$	2-هيدروكسي-2-ميتل بروبان تتريل

## تسمية الألكانات:

- 1 نرقم أطول سلسلة كربونية بدءاً من الطرف الأقرب إلى الرابطة الثنائية (=)
- 2 نكتب اسم كل فرع (متبادل) إن وجد مسبقاً برقم ذرة الكربون المرتبط بها.
- 3 نكتب اسم الألكان الموافق لأطول سلسلة كربونية ثم نكتب اللاحقة (ين) ثم نضع رقم ذرة الكربون الرابطة الثنائية.

الصيغة نصف المنشورة	الاسم وفق قواعد الـ IUPAC
$\begin{array}{c} 3 \quad 2 \quad 1 \\ \text{CH}_3 - \text{CH} = \text{CH}_2 \end{array}$	بروبين-1
$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH} - \text{CH}_2$	بوتين-1
$\begin{array}{c} 1 \quad 2 \quad 3 \quad 4 \\ \text{CH}_3 - \text{C} = \text{CH} - \text{CH}_3 \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$	2-ميتل بوتين-2

نرقم من الطرق الأقرب للمستبدل

## أولاً: الصيغة العامة والزمرة الوظيفية للأغوال

• الصيغة العامة:  $\boxed{\text{R} - \text{OH}}$  ← جذر ألكيلي، أي  $\text{C}_n\text{H}_{2n+1} - \text{OH}$

وبالتالي تتميز الأغوال بوجود الزمرة الوظيفية (OH-) وتسمى بزمرة الهيدروكسيل

تصنيف الأغوال:

أغوال أولية	أغوال ثانوية	أغوال ثالثة
ترتبط فيها زمرة الهيدروكسيل بذرة كربون أولية	ترتبط فيها زمرة الهيدروكسيل بذرة كربون ثانوية	ترتبط فيها زمرة الهيدروكسيل بذرة كربون ثالثة
$\begin{array}{c} \text{H} \\   \\ \text{R} - \text{C} - \text{OH} \\   \\ \text{H} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{H} \\   \\ \text{R} - \text{C} - \text{OH} \\   \\ \text{R}' \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{R}'' \\   \\ \text{R} - \text{C} - \text{OH} \\   \\ \text{R}' \end{array}$

سؤال: صف الأغوال إلى (أولية - ثانوية - ثالثة)

$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\   \\ \text{CH}_3 - \text{C} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3 \\   \\ \text{OH} \end{array}$	$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}(\text{OH}) - \text{CH}_3$	$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{OH}$
غول ثالثي	غول ثانوي	غول أولي

التحضير الصناعي لبعض الأغوال:

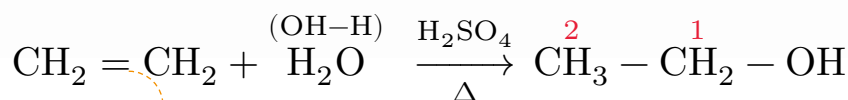
التحضير الصناعي للإيتانول:

يحضر بطرق متعددة:

- 1 **ضم الماء إلى الإيتلن:** يتم تفاعل الضم وفق قاعدة ماركوفينكوف (عند الإضافة إلى ألكن فإن الجزء الموجب يضاف إلى ذرة الكربون المتصلة بأعلى عدد من ذرات الهيدروجين بينما ينجه الجزء السالب إلى ذرة الكربون المتصلة بأقل عدد من ذرات الهيدروجين)

اكتب المعادلة الكيميائية المعبرة عن ضم الماء (يحدث على الرابطة الثنائية) إلى الإيتلن بوجود حمض

الكبريت كوسيط ثم سمّ المركب الناتج.

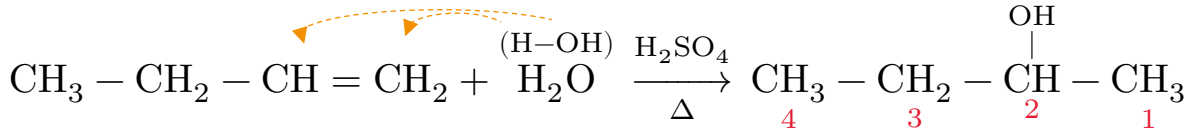


رابطة ثنائية بسبب وجود (ين)

إيتانول

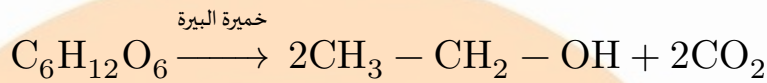
❖ اكتب المعادلة الكيميائية المعبرة عن ضم الماء إلى البوتن-1 بوجود حمض الكبريت كوسيط ثم

سمّ المركب الناتج



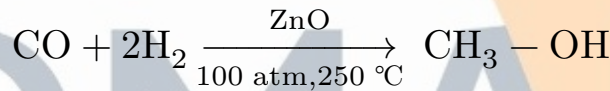
بوتان-2-ول

② تخمر الكربوهيدرات: لتتحول استريبات بعمليات التخمر الغولي عند الدرجة (37°C) تقريباً بوجود خميرة البيرة إلى إيتانول وفق المعادلة:



▪ التحضير الصناعي للميتانول:

يحضر الميتانول من تفاعل أحادي أكسيد الكربون مع الهيدروجين بوجود حفاز وفق المعادلة:



الخصائص الفيزيائية للأغوال:

❖ فسر ما يلي:

- 1) الحدود الأولى من الأغوال سوائاً مزوجية بالماء وتنحل في الماء بكافة النسب.
  - ◀ بسبب تشكل الروابط الهيدروجينية بين جزيئات الماء وجزيئات الغول.
- 2) تناقص مزوجية الأغوال في الماء بازدياد كتلتها المولية (الجزيئية)
  - ◀ بسبب نقصان تأثير الجزء القطبي (OH-) على حساب تأثير الجزء غير القطبي R
- 3) درجة غليان الأغوال أعلى من درجة غليان الألكانات الموافقة لها بعدد ذرات الكربون
  - ◀ بسبب قدرة الأغوال على تشكيل روابط هيدروجينية بين جزيئاتها، بينما لا تستطيع الألكانات تشكيل هذه الروابط بين جزيئاتها.

ملاحظة:

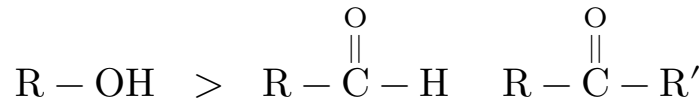
الرابط الهيدروجينية: وجود ذرة H مرتبطة بذرة شديدة الكهروسلبية (N, O) مثال: R - OH , R - NH<sub>2</sub>

ملاحظة:

عند ذكر الغليان في التعاليل يجب أن نناقش: ← قطبية الرابطة (الروابط الهيدروجينية تتوضع عليهم شحنة جزئية سالبة)  
← الرابطة الهيدروجينية



❖ علل درجة غليان الأغوال أعلى من درجة غليان الألدهيدات والكيونات.



إن قطبية الرابطة OH في الأغوال أقوى من قطبية الرابطة من C في الألدهيدات والكيونات بالإضافة تستطيع الأغوال تشكيل رابطة هيدروجينية بين جزيئاتها لا تستطيع الألدهيدات والكيونات تشكيل هذه الروابط.

### ملاحظة:

المزوجة في الماء: رئيسي: تشكيل الرابطة الهيدروجينية - وجود زمرة قطبية

### ❖ علل:

(1) تتمازج الحدود الأولى (الدنيا) من الأغوال في الماء.

◀ لأن الأغوال تستطيع تشكيل روابط هيدروجينية بين جزيئاتها 4 → 1 C: OH - R

(2) تتمازج الحدود الأولى من الحموض الكربوكسيلية في الماء

◀ لأنه يشكل روابط هيدروجينية بينها وبين جزيئاتها R -  $\overset{\text{O}}{\parallel}{C}$  - OH

(3) علل تمازج الألدهيدات في الماء

◀ بسبب وجود الزمرة C القطبية. R -  $\overset{\text{O}}{\parallel}{C}$  - H

### ملاحظة:

جوابه ثابت (R دائماً غير قطبي، والزمرة الوظيفية هي الجزء القطبي)

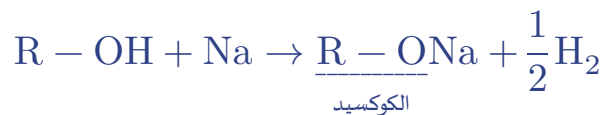
(4) تناقص المزوجة في الماء بازدياد الكتلة المولية M

◀ بسبب ازدياد تأثير الجزء غير القطبي، ونقصان تأثير الجزء القطبي OH قطبية OH - R غير قطبي

### الخصائص الكيميائية للأغوال:

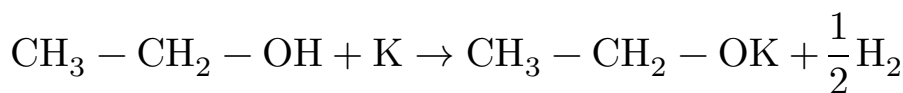
#### ■ تفاعل الأغوال مع المعادن:

تتفاعل الأغوال مع المعادن النشيطة كيميائياً (الصوديوم، البوتاسيوم) التي تستطيع إزاحة الهيدروجين في الرابطة (O - H) في الأغوال وينتج عن ذلك الكوكسيد الصوديوم ذو الصفة الأساسية والتي تتلون باللون البنفسجي بوجود الفينول فيتالين ويرافق ذلك انطلاق غاز الهيدروجين H<sub>2</sub> وفق المعادلة العامة الآتية:



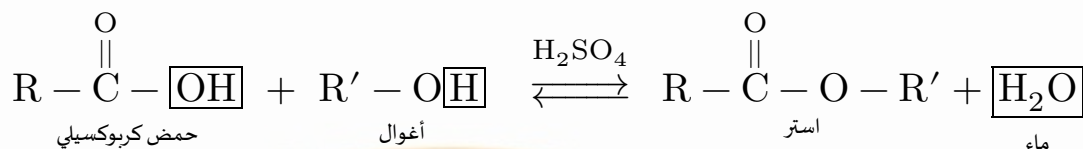
الكوكسيد الصوديوم

❖ اكتب المعادلة الكيميائية المعبرة عن تفاعل الإيتانول مع البوتاسيوم، ثم سمّ المركب العضوي الناتج



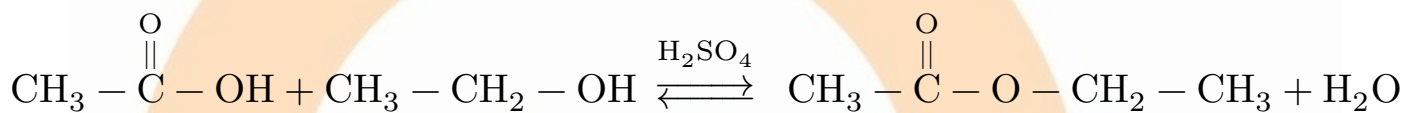
إيتوكسيد البوتاسيوم

### تفاعل الأغوال مع الحموض الكربوكسيلية (الأسترة)



❖ اكتب المعادلة الكيميائية المعبرة عن تفاعل حمض الخل مع الإيتانول ثم سمّ المركب العضوي

الناتج

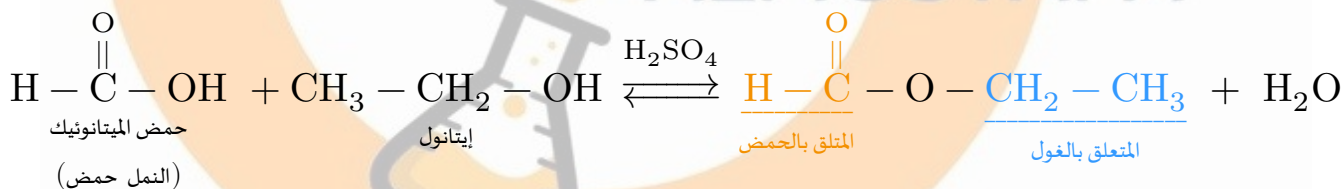


الإيتانوات الإيتل

❖ يتفاعل حمض كربوكسيلي وحيد الوظيفة مع غول أولي لإعطاء فيتانوات الإيتل، حدد صفة كل من

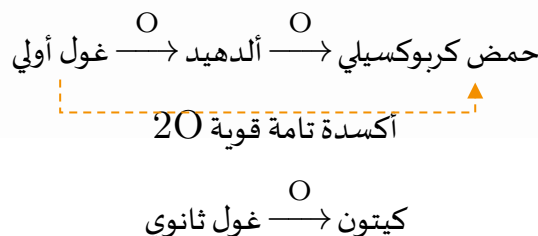
الحمض والغول المتفاعلين، اكتب المعادلة الكيميائية المعبرة عن التفاعل الحاصل.

ماء + ميتانوات الإيتل ⇌ غول أولي + حمض كربوكسيلي



### تفاعلات الأكسدة:

▪ المخطط العام للأكسدة:

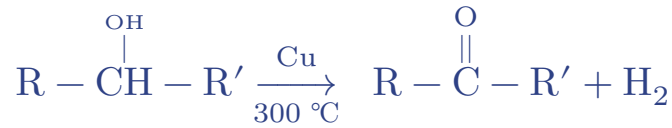


تتأكسد الأغوال الأولية والثانوية بوجود ثنائي كرومات البوتاسيوم ولا تتأكسد الأغوال الثالثية في الشروط نفسها.



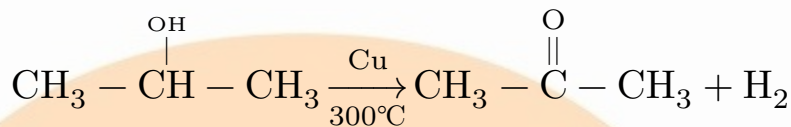
الأكسدة الواسطية للأغوال الثانوية:

تتم بإمرار بخار الغول الثانوي على مسحوق النحاس المسخن إلى الدرجة  $300\text{ }^{\circ}\text{C}$  وتعطي كيتون وينطلق غاز الهيدروجين وفق المعادلة:



◆ مثال:

اكتب المعادلة الكيميائية المعبرة عن تفاعل أكسدة البروبان -2- ول بوجود مسحوق من النحاس المسخن إلى الدرجة  $300\text{ }^{\circ}\text{C}$



بروبان -2- ون

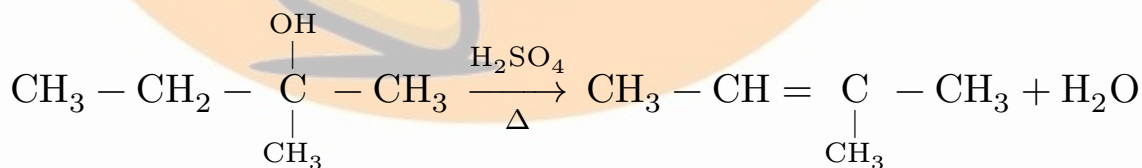
### تفاعلات البلمهة:

يتم فيها نزع الماء من الغول بوجود حمض الكبريت المركز كوسيط عند درجة حرارة مناسبة، نميز حالتين:

① البلمهة داخل الجزيء (الداخلية): يتم فيها نزع جزيئة ماء من جزيء واحد من الغول بوجود حمض الكبريت المركز كوسيط وعند درجة حرارة مناسبة وفق قاعدة زايتسف وتزداد صعوبة البلمهة الداخلية من الغول الثالثي إلى الغول الثانوي فالأولي وهي أصعب الأغوال بلمهة.

قاعدة زايتسف: عند حذف الماء من الأغوال يخرج الهيدروجين من ذرة الكربون الأقل هيدروجينياً والمجاورة لذرة الكربون المرتبطة بزمرة الهيدروكسيل ويشكل الألكن الأكثر تبادلاً.

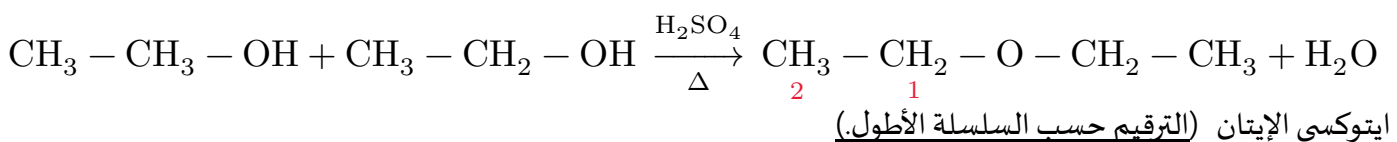
◆ اكتب المعادلة الكيميائية المعبرة عن تفاعل البلمهة داخل الجزيء للمركب -2- ميتل بوتان -2- ول في شروط مناسبة ثم سمّ المركب العضوي الناتج.



2-ميتل بوتان -2-

② البلمهة ما بين الجزيئية: يتم فيها نزع ماء من جزيئين من الغول بوجود حمض الكبريت المركز كوسيط وعند درجة حرارة مناسبة وينتج الإيتر الموافق وماء.

◆ اكتب المعادلة الكيميائية المعبرة عن تفاعل البلمهة ما بين الجزيئية للإيتانول في شروط مناسبة ثم سمّ المركب العضوي الناتج.



حل المسائل التالية:

**المسألة الأولى:** غول ثانوي يحتوي على % 26.66 من الأكسجين، المطلوب:

① احسب الكتلة المولية للغول.

② اكتب الصيغة المجملة والصيغة نصف المنشورة للغول وفق قواعد IUPAC

علماً أن:  $C = 12$  ,  $O = 16$  ,  $H = 1$

① كل  $100 \text{ g}$  من الغول الثانوي يحوي  $26.66 \text{ g}$  أكسجين

$$M = \frac{16 \times 100}{26.66} = 60 \text{ g. mol}^{-1} \leftarrow 16 \text{ أكسجين}$$

$$\textcircled{2} \text{ R} - \overset{\text{OH}}{\underset{|}{\text{C}}}\text{H} - \text{R}' = 60 \Rightarrow \text{R} + 12 + 1 + 16 + 1 + \text{R}' = 60 \Rightarrow \text{R} + \text{R}' = 30$$

$$\text{C}_n\text{H}_{2n+1} + \text{C}_{n'}\text{H}_{2n'+1} = 30 \Rightarrow 12n + 2n + 1 + 12n' + 2n' + 1 = 30$$

$$n + n' = 2 \Rightarrow n = n' = 1 \Rightarrow \text{R} = \text{R}' = \text{CH}_3 - \text{ جذر الميتل}$$

فتكون الصيغة نصف المنشورة للغول الثانوي:



الصيغة المجملة:  $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}$

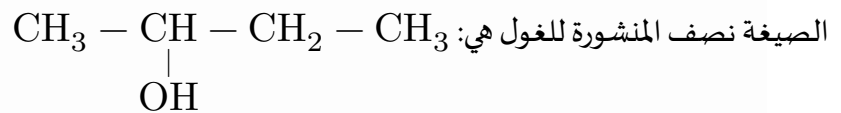
**المسألة الثانية:** مركب غولي كتلته المولية (الجزيئية) تساوي  $74 \text{ g. mol}^{-1}$  يمكن الحصول عليه من ضم الماء إلى ألكن نظامي، ما الصيغة الجزيئية ونصف المنشور لهذا المركب وما هو الألكن

$$\text{C}: 21, \text{O}: 16, \text{H}: 1$$

$$\text{R} - \text{OH} = 74$$

$$\text{C}_n\text{H}_{2n+1} + 16 + 1 = 74 \Rightarrow 12n + 2n + 1 + 16 + 1 = 74 \Rightarrow 14n = 56 \Rightarrow n = 4$$

$$\text{R}: \text{C}_4\text{H}_9 -$$



الصيغة المجملة:  $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$

البوتان-2-ول



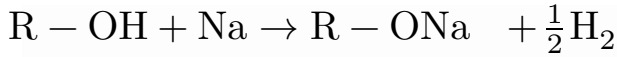
**المسألة الثالثة:** يتفاعل غول وحيد الوظيفة مع الصوديوم فينتج ملح كتلته  $\frac{34}{23}$  من كتلة الغول، المطلوب:

① اكتب المعادلة المعبرة عن التفاعل

② احسب الكتلة المولية (الجزئية) للغول.

③ استنتج الصيغة المجملة للغول والصيغة نصف المنشورة وسمه حسب IUPAC

①



$$② \begin{array}{l} M \text{ g} \\ x \text{ g} \end{array} \quad \begin{array}{l} (M + 22) \text{ g} \\ (\frac{34}{23} x) \text{ g} \end{array} \Rightarrow M(\frac{34}{23} x) = x(M + 22)$$

$$\Rightarrow \frac{34}{23} M = M + 22 \Rightarrow M = 46 \text{ g. mol}^{-1}$$

$$③ R - OH = 46$$

$$C_n H_{2n+1} - OH = 46$$

$$C_n H_{2n+1} O = 46 \Rightarrow 12n + 2n + 2 + 16 = 46 \Rightarrow n = 2 \Rightarrow C_2 H_5 - OH$$

فتكون الصيغة المجملة  $C_2 H_6 O$  وتكون الصيغة نصف المنشورة للغول: الإيتانول  $CH_3 - CH_2 - OH$

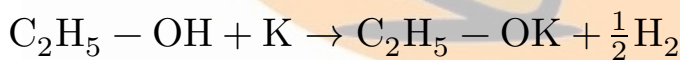
**المسألة الرابعة:** نأخذ 50 mL من محلول الإيتانول ونضيف إليه كمية مناسبة من البوتاسيوم فينتقل غاز حجمه في الشرطين النظاميين 224 mL

① اكتب معادلة التفاعل الحاصل.

② احسب تركيز محلول الإيتانول مقدراً بـ  $g. L^{-1}$ ,  $mol. L^{-1}$

③ يراد الحصول على 5 L من الإيتانول السابق من ضم الما إلى الإيتن، احسب حجم غاز الإيتن اللازم لذلك في الشرطين النظاميين.

$$K: 39, O: 16, C: 12, H: 1$$



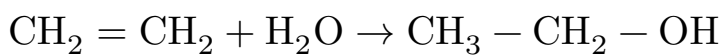
$$① \begin{array}{l} 1 \text{ mol} \\ n \text{ mol} \end{array} \quad \begin{array}{l} \frac{1}{2} \times 22.4 \text{ L} \\ 0.224 \text{ L} \end{array} \Rightarrow n = 0.02 \text{ mol}$$

$$② C_{mol.L^{-1}} = \frac{n}{V} = \frac{0.02}{50 \times 10^{-3}} = 0.4 \text{ mol. L}^{-1}$$

$$C_{g.L^{-1}} = C_{mol.L^{-1}} \cdot M_{(C_2 H_5 - OH)} = 0.4 \times 46 = 18.4 \text{ g. L}^{-1}$$

$$M_{(C_2 H_5 - OH)} = 46 \text{ g. mol}^{-1} \text{ حيث}$$

$$n = C_{mol.L^{-1}} \cdot V = 0.4 \times 5 = 2 \text{ mol}$$



$$\begin{array}{l} 22.4 \text{ L} \\ V \text{ L} \end{array} \quad \begin{array}{l} 1 \text{ mol} \\ 2 \text{ mol} \end{array} \Rightarrow V = \frac{22.4 \times 2}{1} = 44.8 \text{ L}$$

❖ أختبر نفسي

أولاً : اختر الإجابة الصحيحة:

(1) غول وحيد الوظيفة النسبة الكتلية للأكسجين فيه  $\frac{8}{37}$  فتكون كتلته المولية:

- a. 32  
b. 44  
c. 74 ✓  
d. 60

(2) مركب عضوي ذو الصيغة  $R - CHOH - R'$  يدل على:

- a. ألدهيد  
b. غول أولي  
c. غول ثالثي  
d. غول ثانوي ✓

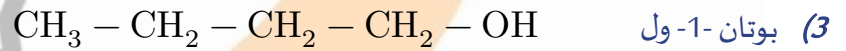
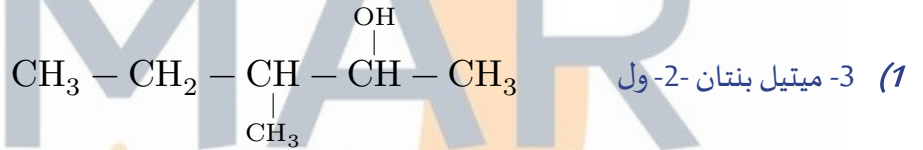
(3) غول وحيد الوظيفة النسبة الكتلية للأكسجين فيه 50% هو:

- a. ميتانول ✓  
b. إيتانول  
c. بوتانول  
d. بروبانول

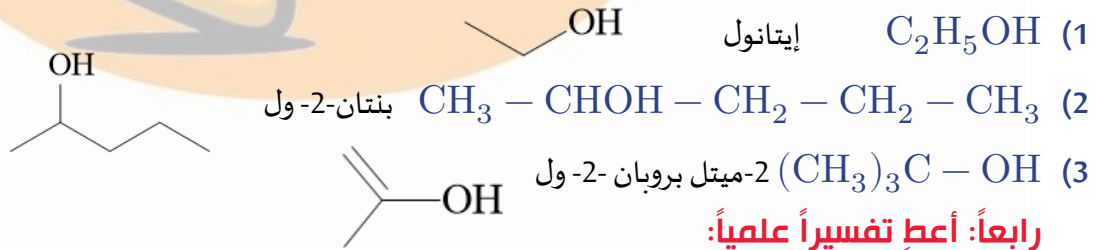
(4) أكسدة الأغوال الثلاثية تعطي:

- a. ألدهيدات  
b. حموض كربوكسيلية  
c. كيتونات ✓  
d. إيتير

ثانياً: اكتب الصيغة نصف المنشورة لكل مما يأتي:



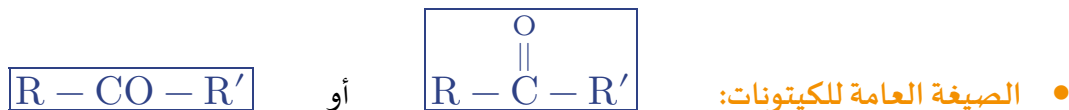
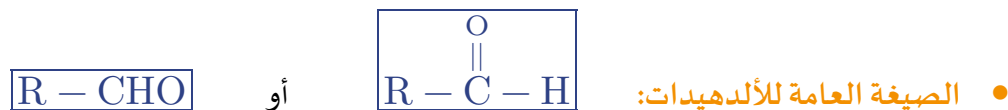
ثالثاً: اكتب الصيغة الهيكلية ثم سم كلاً من المركبات الآتية وفق القواعد:



رابعاً: أعط تفسيراً علمياً:

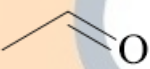
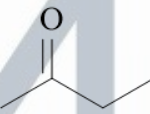

- (1) تتفاعل الأغوال مع المعادن النشيطة  
 ◀ لأن المعادن النشيطة تستطيع إزاحة الهيدروجين في الرابطة OH
- (2) الهكسان-1-ول أقل مزوجية في الماء من الإيتانول  
 ◀ بسبب نقصان تأثير الجزء القطبي OH وزيادة تأثير الجزء غير القطبي R.
- (3) ينحل الإيتانول في الماء بكافة النسب.  
 ◀ بسبب تشكل روابط هيدروجينية بين جزيئات الإيتانول والماء.

### أولاً: الصيغة العامة والزمرة القطبية:



- تشترك الألدهيدات والكيتونات بزمرة الكربونيل  $-\overset{O}{\parallel}C-$
- تتميز الألدهيدات بوجود الزمرة الوظيفية  $-\overset{O}{\parallel}C-H$  مرتبطة بجذر ألكيلي R أو هيدروجين H (تأتي على الطرف)
- تتميز الكيتونات بوجود الزمرة الوظيفية  $-\overset{O}{\parallel}C-$  مرتبطة بجذرين ألكيلين R, R' ويعتبر الكيتون متناظر عندما يكون R = R' (تأتي في المنتصف).

### ❖ صف ما يأتي إلى ألدهيد أو كيتون

		
ألدهيد	كيتون	ألدهيد

**ملاحظة:** يمكن الحصول على الألدهيد بأكسدة الغول الأولي أكسدة وساطية أو إرجاع الحمض الكربوكسيلي فالوسيط في الإرجاع هو H باستعمال عنصر البلاديوم Pd

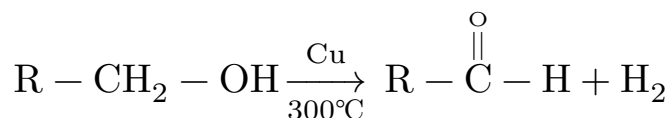
### ▪ التحضير الصناعي لبعض الألدهيدات:

تحضر الألدهيدات صناعياً بطريقتين:

- 1 إمرار أبخرة الأغوال الأولية على مسحوق النحاس عند الدرجة  $300^{\circ}C$  فنحصل على الألدهيدات الموافقة.
- 2 إرجاع الحموض الكربوكسيلية باستعمال عنصر البلاديوم Pd (الحفاز)

### ❖ سؤال: اكتب المعادلة الكيميائية المعبرة عن تفاعل إمرار بخار الغول الأولي على مسحوق

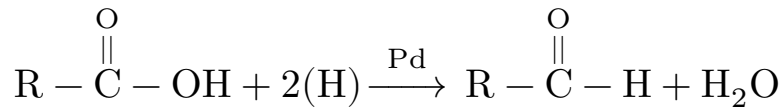
النحاس المسخن إلى الدرجة  $300^{\circ}C$  (معناها نزع هيدروجين)





❖ اكتب المعادلة الكيميائية المعبرة عن تفاعل إرجاع الحمض الكربوكسيلي بالهيدروجين ووجود

البلاديوم كوسيط

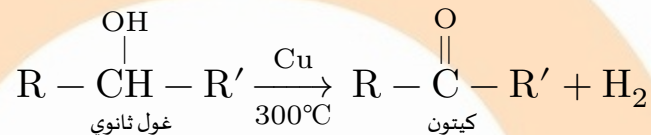


▪ التحضير الصناعي لبعض الكيتونات:

تحضر الكيتونات صناعياً بإمرار أبخرة الأغوال الثانوية على مسحوق النحاس عند الدرجة 300°C لنحصل على الكيتونات الموافقة.

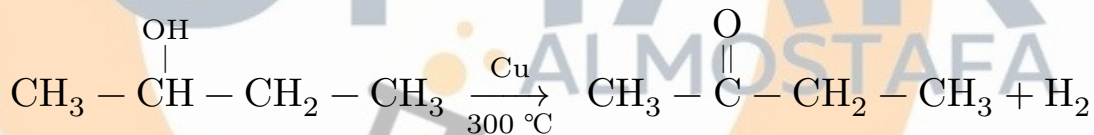
❖ اكتب المعادلة الكيميائية المعبرة عن تفاعل إمرار بخار الغول الثانوي على مسحوق النحاس

المسخن إلى الدرجة 300°C



❖ غول ثانوي يعطي عند إمراره على مسحوق النحاس المسخن حتى الدرجة 300°C البوتان-2-ون،

المطلوب اكتب المعادلة الكيميائية المعبرة عن التفاعل الحاصل ثم اكتب اسم هذا الغول.



الخاصية الفيزيائية للألدهيدات والكيتونات:

❖ أعط تفسيراً علمياً لكل مما يأتي:

(1) درجة غليان الأغوال أعلى من درجة غليان الكيتونات والألدهيدات الموافقة لها.

◀ لأن قطبية الرابطة (O - H) في الأغوال أقوى من قطبية الرابطة C في الألدهيدات والكيتونات إضافة إلى أن جزيئات الأغوال تشكل رابطة هيدروجينية بين جزيئاتها، بينما لا تشكل الألدهيدات والكيتونات هذه الرابطة بين جزيئاتها.

(2) درجة غليان الألدهيدات والكيتونات أعلى من درجة غليان الألكانات الموافقة لها.

◀ لأن قطبية روابط الألدهيدات والكيتونات أعلى من قطبية روابط الألكانات.

(3) درجة غليان الكيتونات والألدهيدات أعلى من درجة غليان الإيترات الموافقة لها.

◀ لأن قطبية الرابطة C في الألدهيدات والكيتونات أقوى من قطبية الرابطة (C - O - C) في الإيترات.

(4) تتمازج الألدهيدات والكي-tonات ذات الكتل الجزيئية المنخفضة في الماء.  
◀ بسبب الصفة القطبية لزمرة الكربونيل.

(5) تقل مزوجية الألدهيدات والكي-tonات تدريجياً مع ازدياد كتلتها الجزيئية.  
◀ بسبب ضعف تأثير الجزء القطبي (زمرة الكربونيل) عند كبر الجزء غير القطبي R.

**ملاحظة:** تزداد درجة غليان الألدهيدات والكي-tonات بازدياد الكتلة المولية (الجزيئية)

### الخاصيات الكيميائية للألدهيدات والكي-tonات:

#### تفاعلات الأكسدة:

#### ❖ فسر:

(1) سهولة أكسدة الألدهيدات إلى حموض كربوكسيلية

◀ بسبب وجود ذرة هيدروجين مرتبطة بذرة كربون الزمرة الكربونيلية.

(2) تقاوم الكي-tonات تفاعلات الأكسدة

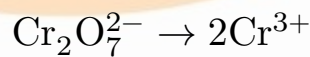
◀ بسبب عدم وجود ذرة هيدروجين مرتبطة بذرة كربون بالزمرة الكربونيلية.

#### التفاعل مع محلول ثنائي كرومات البوتاسيوم في وسط حمضي:

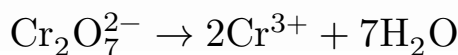
❖ سؤال: وازن معادلة الأكسدة والإرجاع الآتية ثم حدد العامل المؤكسد والعامل المرجع



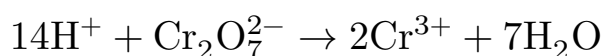
نوازن معادلة الكروم



نضيف عدد من  $\text{H}_2\text{O}$  يساوي عدد ذرات الأكسجين للطرف الذي ينقصه الأكسجين



نضيف عدد من  $\text{H}^+$  يساوي عدد ذرات هيدروجين للطرف الذي ينقصه هيدروجين



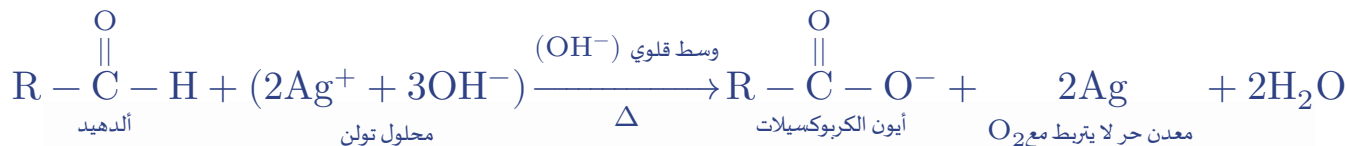
لموازنة الشحنة نضيف عدد مناسب من  $e^-$ :



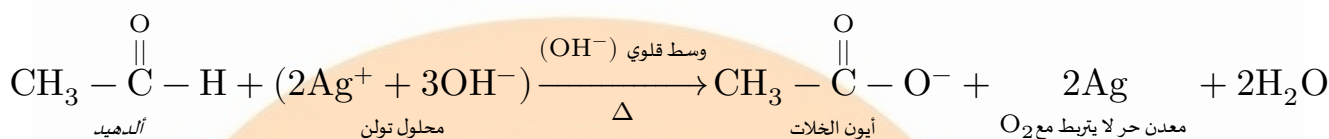


التفاعل مع كاشف تولن:

يرجع الألدهيد أيونات الفضة إلى الفضة التي تترسب على جدران الأنبوب مشكلة مرآة فضية وتؤكسد أيونات الفضة الألدهيد إلى حمض كربوكسيلي الذي يتحول إلى أيون الكربوكسيلات في وسط أساسي وفق:



اكتب المعادلة الكيميائية المعبرة عن تفاعل الإيتانال مع محلول تولن:



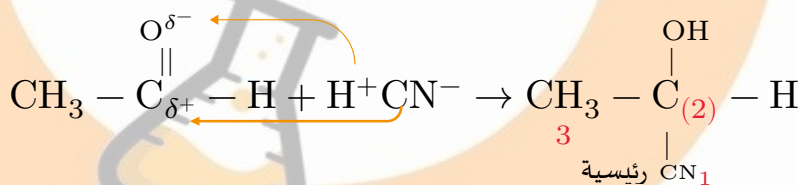
**ملاحظة:** كاشف فهلنغ وتولن يتفاعلان مع الألدهيد فقط.

تفاعل الضم:

تحتوي زمرة الكربونيل على الرابطتين ( $\pi, \sigma$ ) حيث يحدث الضم على الرابطة الأضعف  $\pi$ .

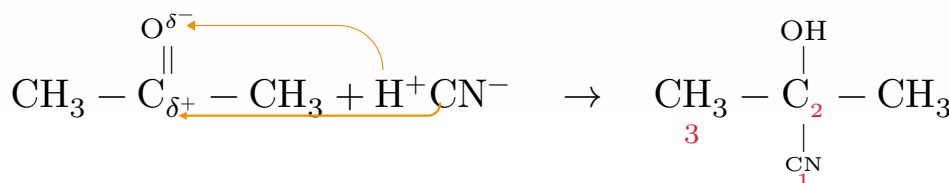
ضم سيانيد الهيدروجين ( $\text{HCN}$ ):

اكتب المعادلة الكيميائية المعبرة عن تفاعل ضم سيانيد الهيدروجين إلى الإيتانال، ثم سمّ المركب الناتج.



للتسمية نستخدم ترتيب الجدول 2-هيدروكسي بروبان تتريل

اكتب المعادلة الكيميائية المعبرة عن تفاعل ضم سيانيد الهيدروجين إلى البروبانول (البروبان-2-ون) وسمّ المركب الناتج.

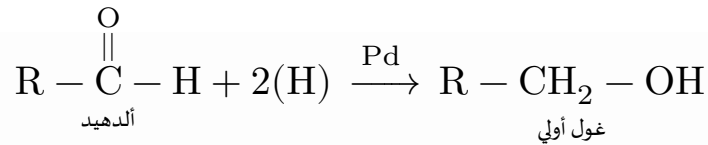


2-هيدروكسي -2-ميتل بروبان تتريل

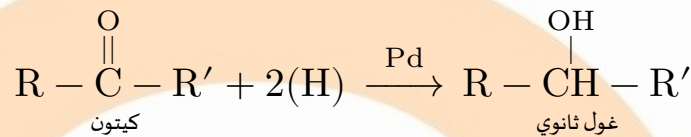
▪ الإرجاع بواسطة رباعي هيدريد الليثيوم والألمنيوم:

يمكن إرجاع الألدهيدات والكي-tonات إلى أغوال الموافقة باستخدام المرجعات مثل: رباعي هيدريد الليثيوم والألمنيوم أو الهيدروجين بوجود البلاديوم كوسيط.

❖ اكتب المعادلة الكيميائية المعبرة عن تفاعل إرجاع الألدهيد بالهيدروجين بوجود البلاديوم كحفاز

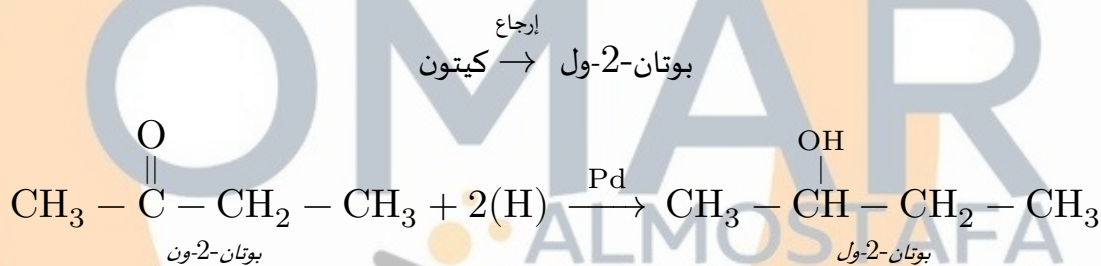


❖ اكتب المعادلة الكيميائية المعبرة عن تفاعل إرجاع الكيتون بالهيدروجين بوجود البلاديوم كحفاز



❖ يرجع الكيتون بالهيدروجين بوجود البلاديوم كحفاز فينتج البوتان -2- ول، المطلوب: اكتب

معادلة التفاعل الحاصل

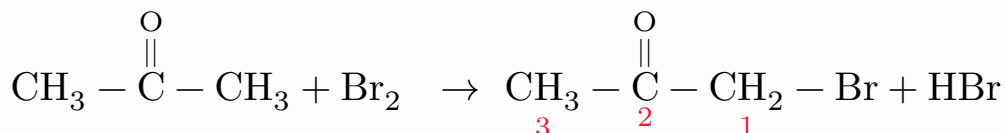


▪ التفاعل مع هالوجينات

هالوجين  $H \rightarrow$  هالوجين: يؤدي إضافة محلول اليود المنحل في رباعي كلور الكربون ذو اللون البنفسجي إلى الكيتون لزوال لون اليود، حيث يستبدل اليود بذرة الهيدروجين المجاورة للزمرة الوظيفية.

❖ اكتب المعادلة الكيميائية المعبرة عن تفاعل البروم مع الأسيتون (بروبان -2- ون) ، ثم سمّ

المركب العضوي الناتج.



نرقم من الطرف الأقرب للمستبدل 1-برومو بروبان -2- ون

حل المسائل الآتية:

المسألة الأولى: كيتون متناظر النسبة المئوية الكتلة للأكسجين فيه % 18.6 المطلوب:

① احسب الكتلة المولية (الجزئية) لهذا الكيتون

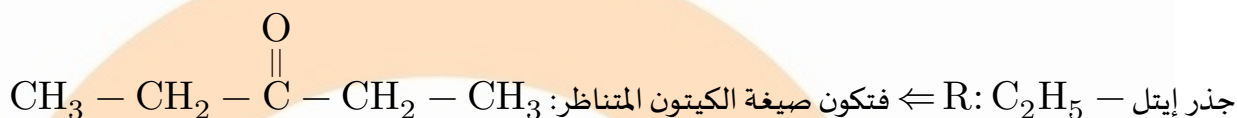
② استنتج صيغته نصف المنشورة وسمه.

③ كل 100 g من الكيتون المتناظر يحوي 18.6 g أكسجين.

كل 100 g من الكيتون المتناظر يحوي 16 g من الأكسجين  $\Rightarrow M = 86 \text{ g. mol}^{-1}$

$$\textcircled{2} \text{ R} - \text{CO} - \text{R} = 86 \Rightarrow \text{R} + 12 + 16 + \text{R} = 86 \Rightarrow 2\text{R} = 58 \Rightarrow \text{R} = 29$$

$$\text{C}_n\text{H}_{2n+1} = 29 \Rightarrow 12n + 2n + 1 = 29 \Rightarrow n = 2$$

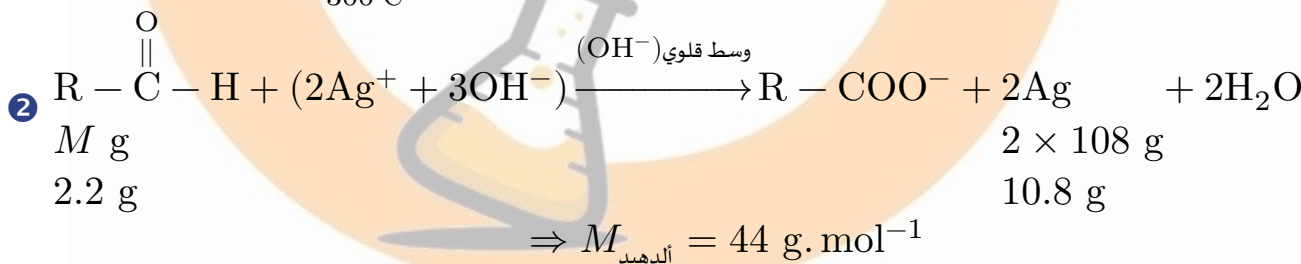
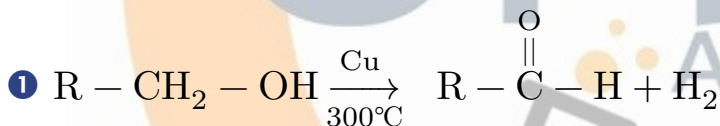


المسألة الثانية: يمرر بخار غول أولي على مسحوق النحاس المسخن إلى الدرجة  $300^\circ\text{C}$  فيتشكل 2.2 g من ألدهيد، ثم يعامل هذا الألدهيد مع كمية كافية من محلول تولن، فيتشكل راسب كتلته 10.8 g ، المطلوب:

① اكتب المعادلتين المعبرتين عن التفاعلين الحاصلين.

② احسب الكتلة المولية لكل من الألدهيد والغول.

③ استنتج الصيغة نصف المنشورة لكل من الألدهيد والغول واكتب اسم كل منهما.



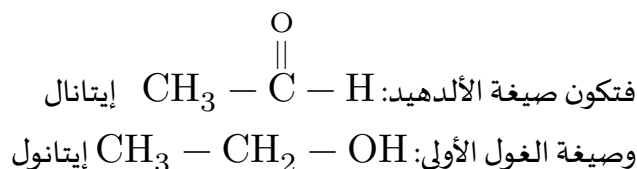
وهي الكتلة المولية للألدهيد، فتكون الكتلة المولية للغول الأولى

$$M_{\text{ألدهيد}} + 2 = 46 \text{ g. mol}^{-1}$$

$$\textcircled{3} \text{ R} - \text{CHO} = 44 \text{ g. mol}^{-1} \Rightarrow \text{R} + 12 + 1 + 16 = 44 \Rightarrow \text{R} = 15$$

$$\Rightarrow \text{C}_n\text{H}_{2n+1} = 15 \Rightarrow 12n + 2n + 1 = 15 \Rightarrow 14n = 14 \Rightarrow n = 1 \Rightarrow \text{R}: \text{CH}_3 -$$

جذر ميتيل.



❖ أختبر نفسي:

أولاً: اختر الإجابة الصحيحة:

(1) تشترك الألدهيدات والكي-tonات بوجود زمرة:

- a. الكربونيل ✓  
b. الفورميل  
c. الهيدروكسيل  
d. الكربوكسيل

(2) إحدى الصيغ الآتية تمثل كيتون متناظر:



(3) يرجع البروبان بالهيدروجين بوجود البلاديوم كوسيط وينتج:

- a. بروبانال  
b. حمض البروبانويك  
c. بروبان-2-ول ✓  
d. بروبان-1-ول

(4) المركب الذي يتفاعل مع كاشف فهلنغ من بين المركبات الآتية

- a. بروبان-2-ون  
b. ميتانوات الإيتيل  
c. حمض الإيتانويك  
d. إيتانال ✓

ثانياً: أعط تفسيراً علمياً لكل مما يأتي:

(1) درجات غليان الألدهيدات أقل من درجات غليان الأغوال الموافقة:

◀ لأن قطبية الرابطة O — H في الأغوال أقوى من قطبية الرابطة C = O في الألدهيدات والكي-tonات إضافة إلى أن جزيئات الأغوال تشكل روابط هيدروجينية بين جزيئاتها بينما لا تشكل الألدهيدات والكي-tonات هذه الروابط.

(2) تحتل مزوجية الكي-tonات في الماء بزيادة كتلتها الجزيئية.

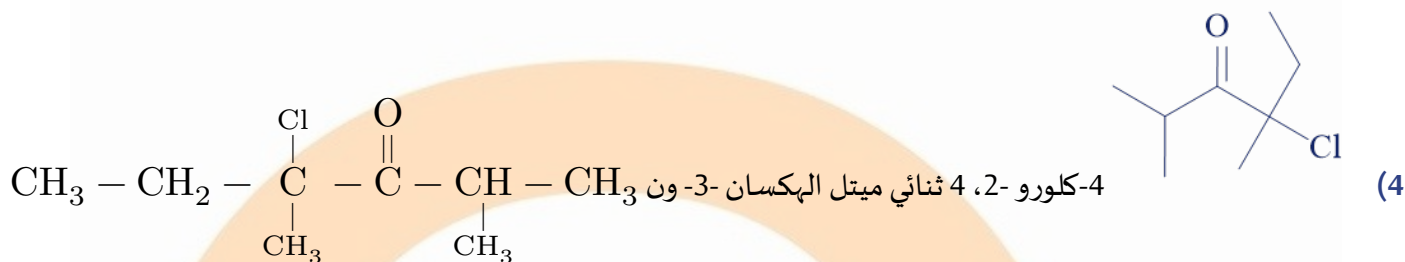
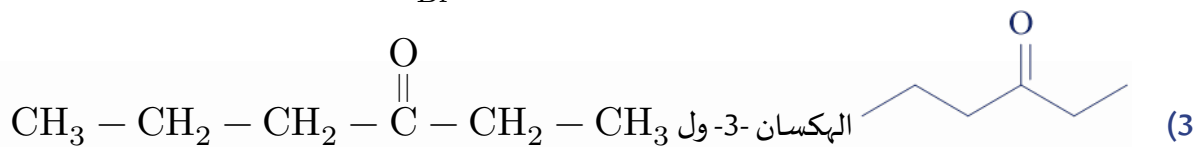
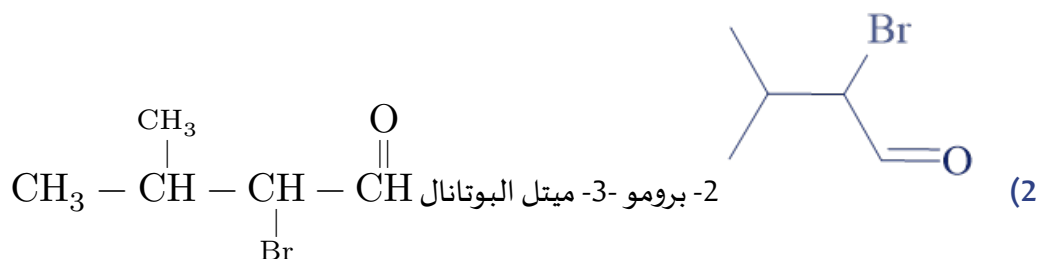
◀ ذكرت سابقاً.

(3) تتأكسد الأدهيدات بسهولة بينما تقاوم الكي-tonات الأكسدة

◀ ذكرت سابقاً

ثالثاً: اكتب الصيغة النصف منشورة للمركبات الآتية ثم سمها:

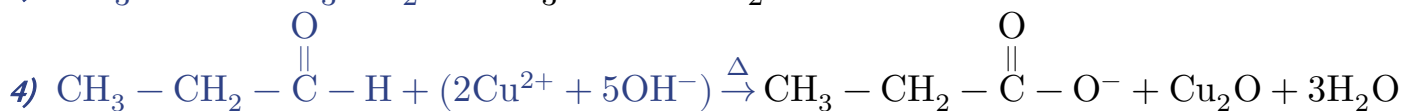
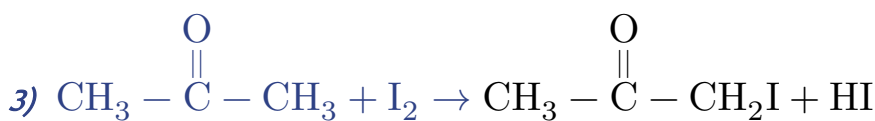
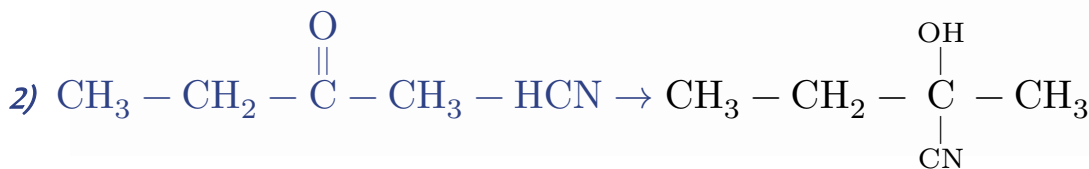
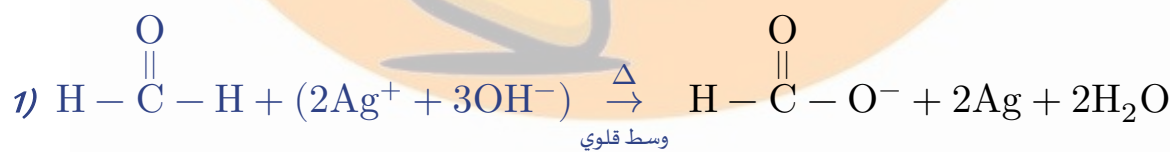




رابعاً: اكتب الصيغة الهيكلية للمركبات الآتية:

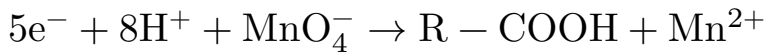


خامساً: أكمل المعادلات الآتية:

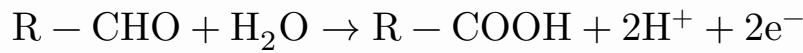




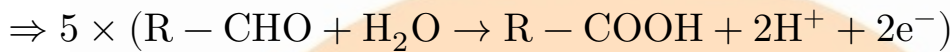
سادساً: وازن معادلة الأكسدة والإرجاع الآتية في وسط حمضي ثم حدد تفاعل الأكسدة والإرجاع والعامل المؤكسد والعامل المرجع.



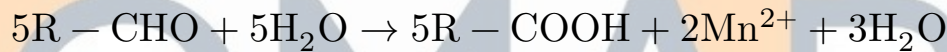
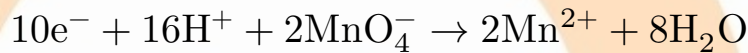
تفاعل إرجاع،  $MnO_4^-$  عامل مؤكسد.



تفاعل أكسدة،  $R - CHO$  عامل مرجع



نوجد عدد الكثرونات تفاعل الأكسدة والإرجاع



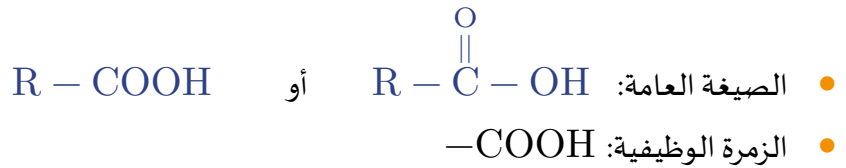
◆ تفكير ناقد:

وضح كيف تميز بين الأدهيد والكيون في تجربة مناسبة.

باستخدام كاشف فهلنغ، فيتفاعل الأدهيد مع كاشف فهلنغ فيتشكل راسب أحمر.



### الصيغة العامة للحموض الكربوكسيلية:



### الخصائص الفيزيائية للحموض الكربوكسيلية:

❖ **فسر:**

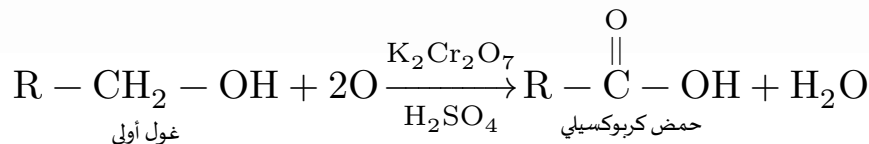
- 1) تفوق الصفة القطبية للحموض الكربوكسيلية مقارنة مع باقي المواد العضوية:
  - ◀ لأن زمرة الكربوكسيل ( $-COOH$ ) تحوي زميرتين قطبيتين هما الهيدروكسيل ( $-OH$ ) والكربونيل ( $-CO$ )
- 2) ارتفاع درجة غليان الحموض الكربوكسيلية مقارنة بالمواد العضوية الموافقة لها بعدد ذرات الكربون
  - ◀ يعود ذلك لسببين:
    - تفوق الصفة القطبية للحموض الكربوكسيلية حيث أن زمرة الكربوكسيل تحتوي على زميرتين قطبيتين هما ( $-OH$ ) والكربونيل ( $=C=O$ )
    - تشكيل رابطتين هيدروجيتين بين كل جزئين من الحمض الكربوكسيلي.
- 3) تتمازج الحموض الكربوكسيلية التي تحوي (1-4) ذرات كربون في الماء بالنسب كافة.
  - ◀ بسبب تشكل الروابط الهيدروجينية بين جزئيات الحموض الكربوكسيلية وجزئيات الماء.
- 4) يتناقص تمازج الحموض الكربوكسيلية في الماء بازدياد كتلتها المولية (الجزئية)
  - ◀ بسبب نقصان تأثير الجزء القطبي ( $-COOH$ ) وزيادة تأثير الجزء غير القطبي  $R$

### تحضير الحموض الكربوكسيلية:

▪ الأكسدة العامة للأغوال الأولية:

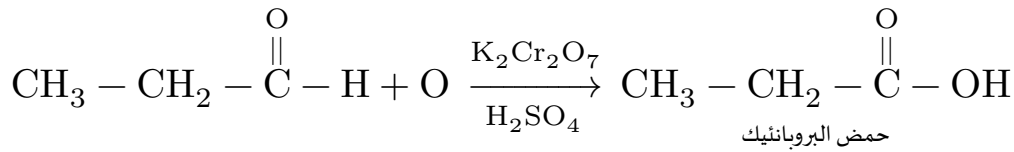
❖ **اكتب المعادلة الكيميائية المعبرة عن الأكسدة التامة للغول الأولي بوجود مؤكسد قوي في**

**وسط حمضي ثم سم المركب الناتج.**



أكسدة الألهيدات:

سؤال: اكتب المعادلة الكيميائية المعبرة عن أكسدة البروبانال ثم سمّ المركب الناتج



الخاصيات الكيميائية للحموض الكربوكسيلية:

الخاصية الحمضية: تعود الصفة الحمضية لهذه المركبات إلى قطبية الرابطة  $\text{C} = \text{O}$  التي تزيد من قطبية الرابطة  $(\text{O} - \text{H})$  مما يؤدي إلى سهولة مغادرة البروتون  $(\text{H}^+)$  في المحلول الثنائي.

سؤال: اكتب المعادلة الكيميائية المعبرة عن تأين الحمض الكربوكسيلي في الماء.



سؤال: اكتب المعادلة الكيميائية المعبرة عن تأين حمض البروبانويك وحدد عليها الأزواج

المترافقة بحسب نظرية برونشتد-لوري

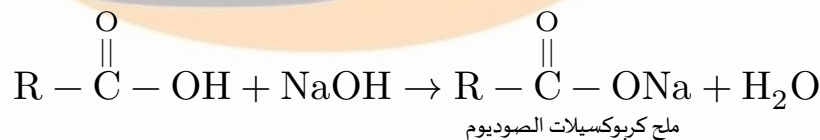


التفاعل مع الأسس:

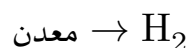


سؤال: اكتب المعادلة الكيميائية المعبرة عن تفاعل الحمض الكربوكسيلي مع هيدروكسيد الصوديوم

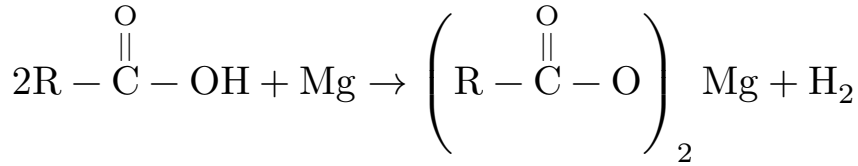
ثم سمّ المركب العضوي الناتج.



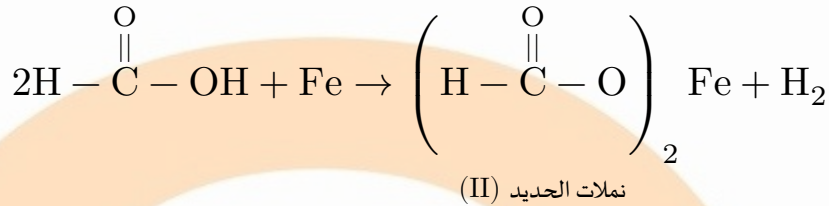
التفاعل مع المعادن:



❖ اكتب المعادلة الكيميائية المعبرة عن تفاعل الحمض الكربوكسيلي مع المغنزيوم ثم سمِّ المركب العضوي الناتج:



❖ سؤال: اكتب المعادلة الكيميائية المعبرة عن تفاعل حمض الميتانويك مع الحديد ثم سمِّ المركب العضوي الناتج



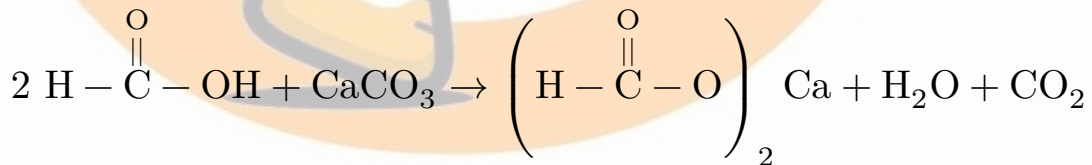
▪ التفاعل مع الأملاح:

حمض جديد + ملح جديد → ملح + حمض

❖ اكتب المعادلة الكيميائية المعبرة عن تفاعل حمض الخل مع كربونات الصوديوم ثم سمِّ المركب العضوي الناتج.

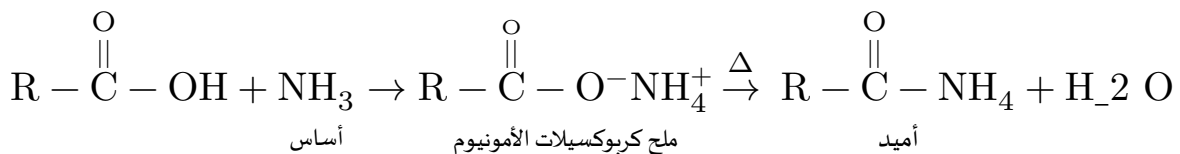


❖ اكتب المعادلة الكيميائية المعبرة عن تفاعل حمض الميتانويك مع كربونات الكالسيوم ثم سمِّ المركب العضوي الناتج



▪ التفاعل مع النشادر:

❖ تتفاعل الحموض العضوية (الكربوكسيلية) مع النشادر وينتج ملح كربوكسيلات الأمونيوم الذي يتفكك بالتسخين إلى الأميد الموافق والماء، اكتب المعادلات الكيميائية المعبرة عن التفاعلات الحاصلة:

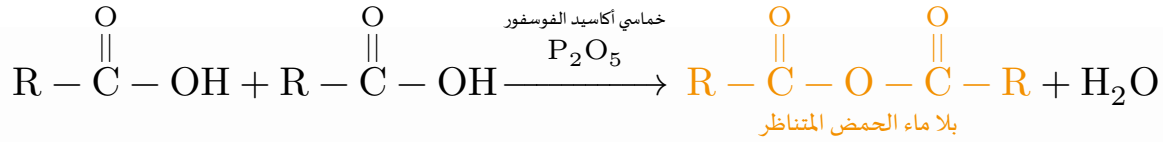


تفاعل البلمهة تأيين الجزيئية:

يتم فيها حذف جزيئية ماء من جزيئين من الحموض بوجود خماسي أكاسيد الفوسفور ويتشكل بلاء ماء الحمض الكربوكسيلي:

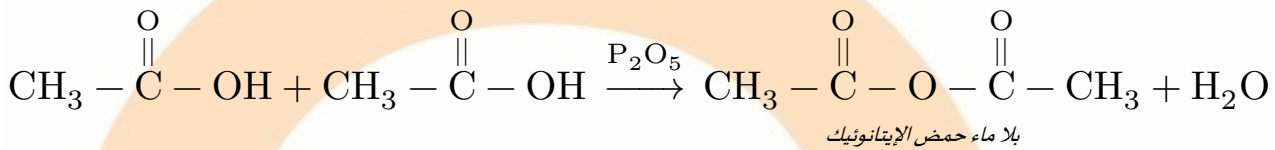
اكتب المعادلة الكيميائية المعبرة عن تفاعل البلمهة ما بين الجزيئية للحموض الكربوكسيلية مع ذكر

الحفاز:



اكتب المعادلة الكيميائية المعبرة عن تفاعل البلمهة ما بين الجزيئية لحمض الإيتانويك ثم سم المركب

الناتج:



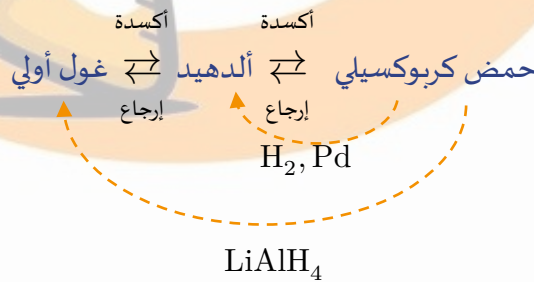
التفاعل مع خماسي كلور الفوسفور:

هالوجين H → هالوجين

اكتب المعادلة الكيميائية المعبرة عن تفاعل الحمض الكربوكسيلي مع خماسي كلور الفوسفور



ملاحظة:



تفاعلات الإرجاع:

الإرجاع بوجود رباعي هيدريد الليثيوم والألمنيوم:

اكتب المعادلة الكيميائية المعبرة عن تفاعل إرجاع الحمض الكربوكسيلي بوجود رباعي هيدريد الليثيوم

الألمنيوم ثم سم النواتج.



① كل 100 g حمض كربوكسيلي تحوي 69.56 g أكسجين

كل 100 g حمض كربوكسيلي تحوي 32 g أكسجين  $\Rightarrow M = 46 \text{ g. mol}^{-1}$

②  $R - \text{COOH} \Rightarrow R + 12 + 16 + 16 + 1 = 46 \Rightarrow R = 1 \Rightarrow R = \text{H}$

حمض الميتانويك  $\text{H} - \text{COOH}$

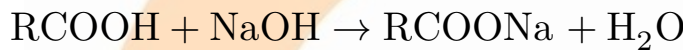
**المسألة الثانية:** يتفاعل حمض كربوكسيلي نظامي وحيد الوظيفة  $R - \text{COOH}$  مع هيدروكسيد الصوديوم ويعطي ملحاً كتلته  $\frac{5}{4}$  من كتلة الحمض، المطلوب:

① اكتب المعادلة الكيميائية المعبرة عن التفاعل الحاصل.

② احسب الكتلة المولية للحمض.

③ استنتج صيغة الحمض، وسمّه.

(C: 12 , H: 1 , Na: 23, O: 16)



①  $M \text{ g} \quad (M + 22)\text{g}$

$x \text{ g} \quad \frac{5}{4}x \text{ g}$

②  $\Rightarrow M \cdot \frac{5}{4}x = x(M + 22) \Rightarrow M = 88 \text{ g. mol}^{-1}$

③  $\text{RCOOH} = 88 \Rightarrow R + 45 = 88 \Rightarrow R = 43 \text{ g. mol}^{-1}$

$\text{C}_n\text{H}_{2n+1} = 43 \Rightarrow 12n + 2n + 1 = 43 \Rightarrow 14n = 42 \Rightarrow n = 3 \Rightarrow R = \text{C}_3\text{H}_7 -$



حمض بوتانويك

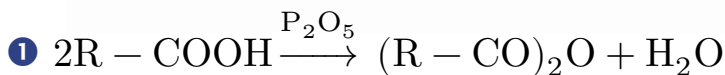
**المسألة الثالثة:** ينتج من تفاعل البلمهة ما بين الجزيئية لحمض كربوكسيلي وحيد الوظيفة  $R - \text{COOH}$  مركب عضوي كتلته المولية تساوي  $102 \text{ g. mol}^{-1}$

① اكتب المعادلة المعبرة عن تفاعل البلمهة ما بين الجزيئية للحمض.

② احسب الكتلة المولية للحمض الكربوكسيلي.

③ استنتج صيغة الحمض الكربوكسيلي وسمّه.

④ استنتج صيغة المركب العضوي الناتج وسمّه.



②  $(\text{R} - \text{CO})_2\text{O} = 102 \Rightarrow (\text{R} + 28) \times 2 + 16 = 102 \Rightarrow \text{R} = 15 \text{ g}$

$M = 15 + 45 = 60 \text{ g. mol}^{-1}$

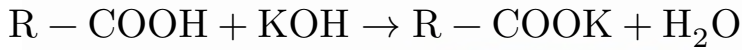
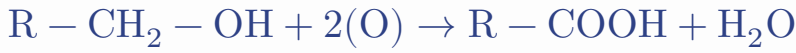
③  $\text{R} - \text{COOH} = 60 \Rightarrow \text{R} + 45 = 60 \Rightarrow \text{R} = 15$

$\text{C}_n\text{H}_{2n+1} = 15 \Rightarrow 12n + 2n + 1 = 15 \Rightarrow 14n = 14 \Rightarrow n = 1 \Rightarrow \text{R} = \text{CH}_3 -$

④  $\text{CH}_3 - \text{COOH}$  حمض الإيتانويك  $(\text{CH}_3 - \text{CO})_2\text{O}$  حمض الإيتانويك بلا ماء

**المسألة الرابعة:** غول أولي مشبع وحيد الوظيفة  $R - CH_2 - PH$  يؤكسد أكسدة تامة ثم يعامل ناتج الأكسدة مع هيدروكسيد البوتاسيوم فينتج ملحاً كتلته  $\frac{56}{37}$  من كتلة ناتج الأكسدة.

- ① اكتب معادلات التفاعل الحاصل.
- ② استنتج صيغة ناتج الأكسدة وسمّه.
- ③ استنتج صيغة الغول المستعمل وسمّه.



$$\textcircled{1} \begin{array}{l} R + 45 \\ x \end{array} \quad \begin{array}{l} R + 83 \\ \frac{56}{37}x \end{array}$$

$$\Rightarrow x(R + 83) = x(R + 45) \frac{56}{37} \Rightarrow 37R + 3071 = 56R + 2520 \Rightarrow R = 29$$

$$C_n H_{2n+1} = 29 \Rightarrow 12n + 2n + 1 = 29 \Rightarrow n = 2 \Rightarrow R = (CH_3 - CH_2 -)$$

صيغة ناتج الأكسدة  $CH_3 - CH_2 - COOH$  حمض البروبانويك

صيغة الغول  $CH_3 - CH_2 - CH_2 - OH$  البروبان-1-ول

◆ **تفكير ناقد:**

تتآكل طاوولات المطابخ المصنوعة من الرخام مع مرور الزمن، ما تفسير ذلك؟

◀ بسبب احتواء الكثير من الأطعمة على حموض كربوكسيلية التي تتفاعل مع كربونات الكالسيوم في الرخام.





❖ أختبر نفسي:

أولاً: اختر الإجابة الصحيحة:

(1) يرجع حمض الإيتانويك إلى الإيتانال بوجود:

- a.  $P_2O_5$   
b.  $PCl_5$   
c.  $LiAlH_4$   
d.  $\checkmark Pd$

(2) يتفاعل حمض البروبانويك مع النشادر بالتسخين فيتشكل:

- a. البروبانال  
b. بروبان أميد  $\checkmark$   
c. بروبان تتريل  
d. بروبان أمين

(3) المركب العضوي الذي يعد حمضاً كربوكسلياً من المركبات الآتية:



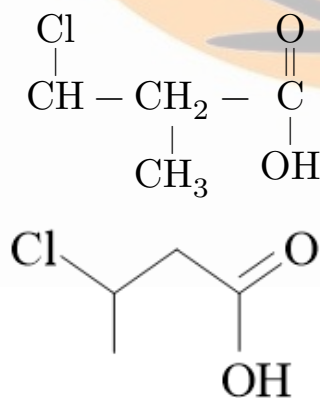
ثانياً: أعط تفسيراً علمياً لكل مما يأتي:

(1) درجة غيان الحموض الكربوكسيلية أعلى من درجة غليان الألكهيدات الموافقة.

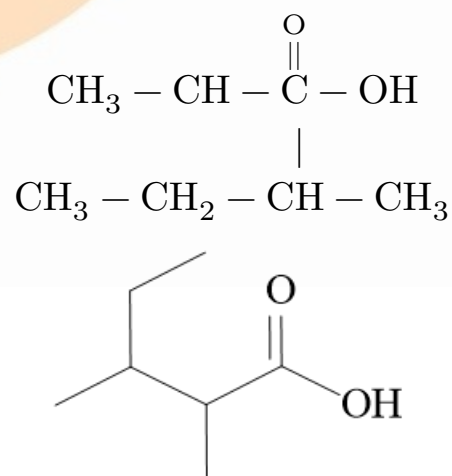
◀ بسبب الرابطين الهيدروجينيين اللتين تتكونان بين كل جزيئين من الحمض الكربوكسيلي بينما الألكهيدات لا تشكل روابط هيدروجينية.

ثالثاً: اكتب الصيغة نصف المنشورة والصيغة الهيكلية لكل مما يأتي:

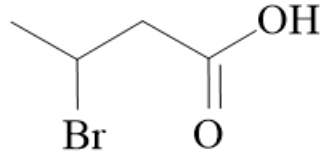
(2) حمض 3-كلوروالبوتانويك



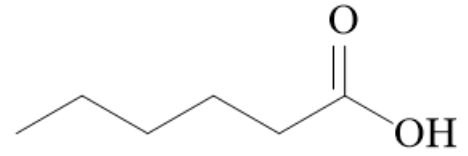
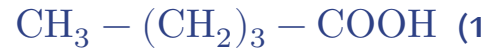
(1) حمض 2، 3-ثنائي ميتل البنتانويك



رابعاً: اكتب الصيغة الهيكلية لكل من المركبين الآتيين ثم سمهما وفق قواعد IUPAC



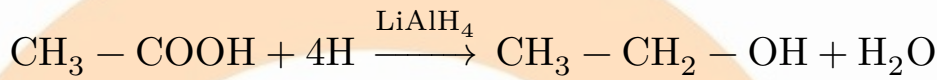
حمض 3-برومو البوتانويك



حمض البنتانويك

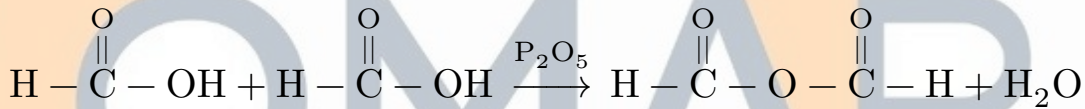
خامساً: عبر عن التفاعلات الآتية بمعادلات كيميائية وسمّ النواتج

(1) إرجاع حمض الإيتانويك بوجود رباعي هيدريد الليثيوم والأمونيوم



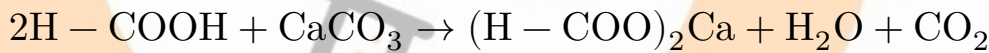
الإيتانول

(2) البلمهة ما بين الجزيئية لحمض الميتانويك بوجود خماسي أكسيد الفوسفور.



بلا ماء حمض الميتانويك

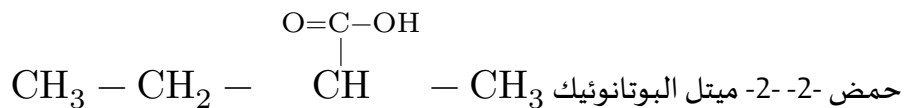
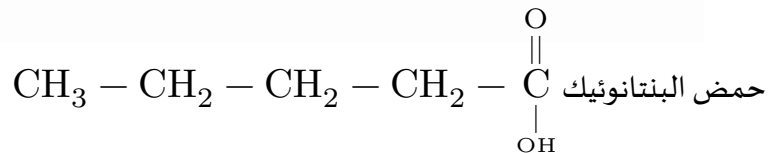
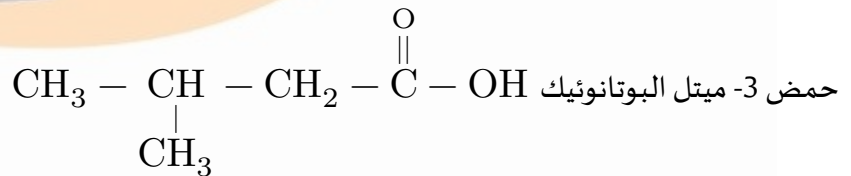
(3) تفاعل حمض الميتانويك مع كربونات الكالسيوم



بنتانات الكالسيوم

سادساً: حمض كربوكسيلي نظامي صيغته المجملية  $\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}_2$  اكتب متصاوغاته وسمها ثم

اذكر نوع التصاوغ.



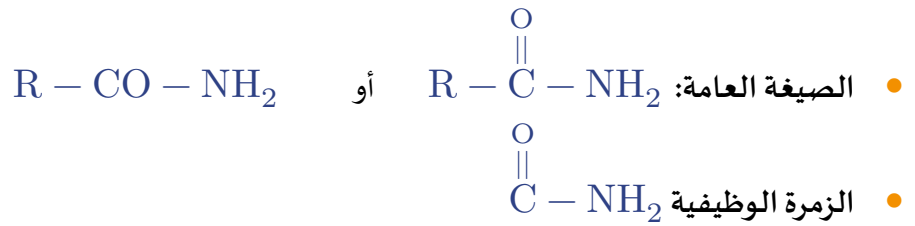
تصاوغ سلسلي







▪ الصيغة العامة والزمرة الوظيفية للأميدات:



ثانياً: تصنيف الأميدات:

التصنيف	أميدات أولية	أميدات ثانوية	أميدات ثالثة
الصيغة العامة	$R - \overset{\overset{O}{\parallel}}{C} - NH_2$	$R - \overset{\overset{O}{\parallel}}{C} - NH - R'$	$R - \overset{\overset{O}{\parallel}}{C} - N(R') - R''$
مثال:	$CH_3 - \overset{\overset{O}{\parallel}}{C} - NH_2$	$CH_3 - \overset{\overset{O}{\parallel}}{C} - NH - CH_3$	$CH_3 - \overset{\overset{O}{\parallel}}{C} - N(CH_3) - CH_3$

تحضير الأميدات:

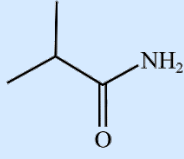
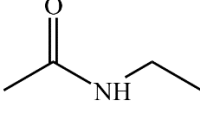
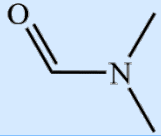
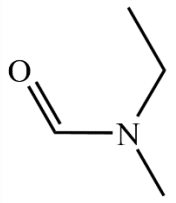
تحضر الأميدات بتفاعل النشادر أو مشتقاته (الأمينات) مع الحموض الكربوكسيلية أو مشتقاتها (الإسترات - كلور الحمض - بلاماء الحمض)

▪ تسمية الأميدات:

- 1 نرقم أطول سلسلة كربونية بدءاً من ذرة الكربون الزمرة الأميدية.
- 2 نكتب اسم كل فرع (متبادل) إن وجد مسبق برقم ذرة الكربون المرتبط بها، وإذا كان المتبادل مرتبط بذرة النتروجين يسبق بالحرف N.
- 3 نضع اسم الألكان الموافق لأطول سلسلة كربونية وتبعه باللاحقة (أميد)

الاسم وفق القواعد	الصيغة نصف المنشورة	الصيغة الهيكلية	الاسم الشائع
ميتان اميد	$H - \overset{\overset{O}{\parallel}}{C} - NH_2$		فورم أميد
إيتان أميد	$CH_3 - \overset{\overset{O}{\parallel}}{C} - NH_2$		اسيت أميد

ال N لها ثلاث روابط

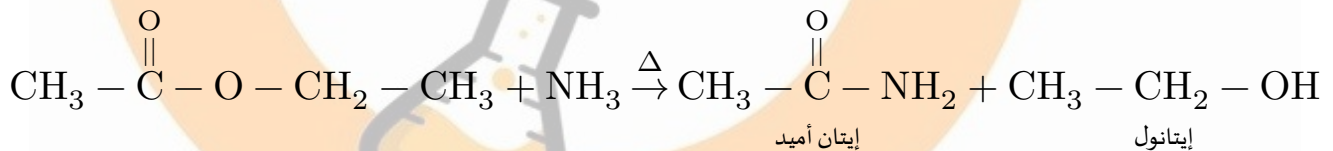
الصيغة الهيكلية	الصيغة نصف المنشورة	الاسم وفق القواعد
	$\text{CH}_3 - \overset{\text{CH}_3}{\underset{ }{\text{CH}}} - \overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}} - \text{NH}_2$	2- ميتل بروبان أميد
	$\text{CH}_3 - \overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}} - \text{NH} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$	N- إيتيل إيتان الأميد
	$\text{H} - \overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}} - \overset{\text{CH}_3}{\underset{ }{\text{N}}} - \text{CH}_3$	N, N - ثنائي ميتل ميتان اميد
	$\text{H} - \overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}} - \overset{\text{CH}_3}{\underset{ }{\text{N}}} - \text{C}_2\text{H}_5$	N - إيتل - N - ميتل ميتان أميد

تفاعل الاستر مع النشادر:

اكتب المعادلة الكيميائية المعبرة عن تفاعل الاستر مع النشادر بالتسخين.

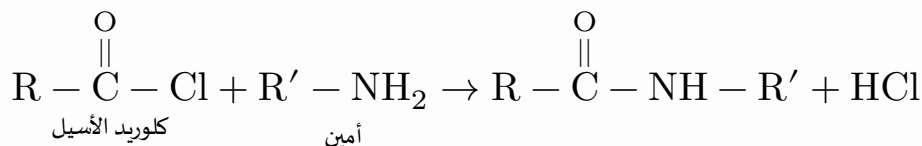


اكتب المعادلة الكيميائية المعبرة عن تفاعل ايتانوات الإيتل مع النشادر بالتسخين ثم سم الناتج



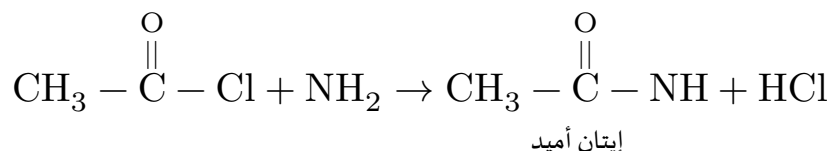
تفاعل الحمض الكربوكسيلي مع الأمين الأولي:

اكتب المعادلة الكيميائية المعبرة عن تفاعل كلور الحمض الكربوكسيلي مع الأمين الأولي:



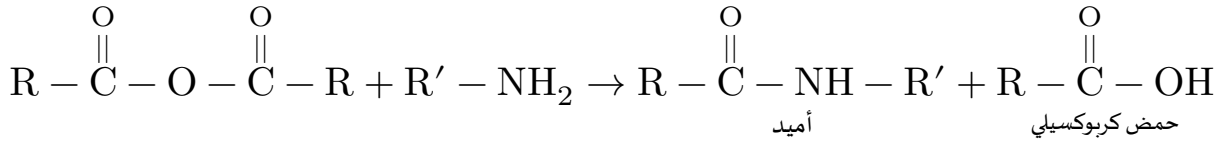
اكتب المعادلة الكيميائية المعبرة عن تفاعل كلوريد الأستيل مع النشادر، ثم سم المركب

العضوي الناتج.

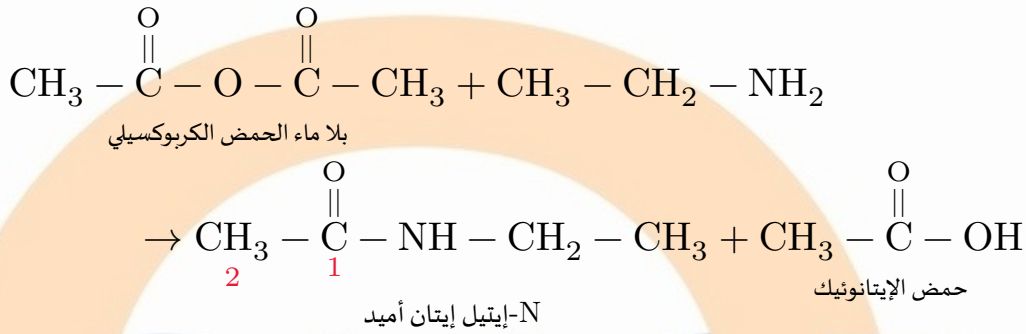


تفاعل بلا ماء الحمض الكربوكسيلي مع الأمين الأولي:

اكتب المعادلة الكيميائية المعبرة عن تفاعل بلا ماء الحمض الكربوكسيلي مع الأمين الأولي:



اكتب المعادلة الكيميائية المعبرة عن تفاعل بلا ماء حمض الإيتانويك مع إيتان أمين ثم سمّ المركبات العضوية الناتجة.



الخصائص الفيزيائية للأميدات:

الأميدات هي مواد صلبة أو سائلة ذات درجات غليان أو انصهار مرتفعة نسبياً.

فسر:

(1) تستطيع الأميدات الأولية والثانوية تشكيل روابط هيدروجينية بين جزيئاتها

◀ بسبب وجود ذرة هيدروجين مرتبطة بذرة شديدة الكهروسلبية N

(2) عدم تشكل روابط هيدروجينية بين جزيئات الأميدات الثالثية:

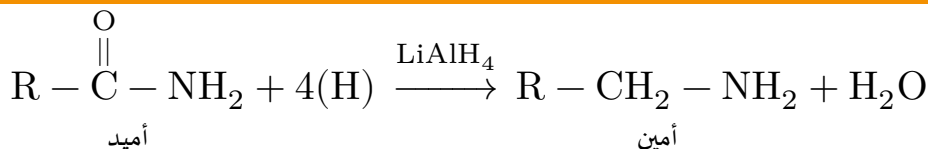
◀ بسبب عدم وجود ذرة هيدروجين مرتبطة بذرة شديدة الكهروسلبية N

الخصائص الكيميائية للأميدات:

إرجاع الأميدات:

اكتب المعادلة الكيميائية المعبرة عن تفاعل إرجاع الأميدات بوجود رباعي الليثيوم والألمنيوم

ملاحظة: أمين → إرجاع أميد

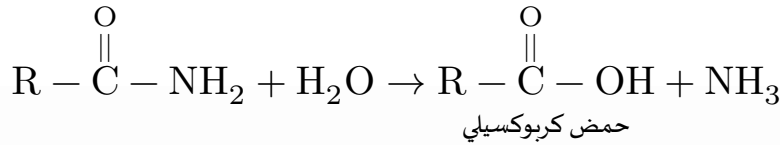




حلمة الأميدات:

ينتج عن حلمة الأميد الأولي في وسط حمضي الحمض الكربوكسيلي الموافق والنشادر

❖ اكتب المعادلة الكيميائية المعبرة عن تفاعل حلمة الأميد في وسط حمضي



❖ حل المسألتين الآتيتين:

المسألة الأولى: أميد أولي نسبة النتروجين فيه 19.17%

① احسب الكتلة المولية.

② استنتج الصيغة نصف المنشورة وسمّه.

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

① كل 100 g أميد أولي تحوي 19.17 g نتروجين

كل M أميد أولي تحوي على 14 g نتروجين  $\Leftarrow M = 73 \text{ g. mol}^{-1}$

②  $\text{R} - \text{CO} - \text{NH}_2$

$$\text{R} + 12 + 16 + 15 + 3 = 73 \Rightarrow \text{R} = 29 \Rightarrow \text{C}_n\text{H}_{2n+1} = 29 \Rightarrow 12n + 2n + 1 = 29$$

$$\Rightarrow n = 2 \Rightarrow \text{R} = \text{C}_2\text{H}_5 - \text{بروبان أميد}$$

المسألة الثانية: يتفاعل الإيتانول مع حمض كربوكسيلي نظامي وحيد الوظيفة الكربوكسيلية فيتشكل مركب عضوي كتلته

المولية  $88 \text{ g. mol}^{-1}$

① اكتب معادلة التفاعل الحاصل.

② استنتج صيغة الحمض الكربوكسيلي.

③ استنتج صيغة المركب العضوي الناتج وسمّه.

(H: 1 , C: 12 , O: 16)

①  $\text{C}_2\text{H}_5 - \text{OH} + \text{R} - \text{COOH} \rightleftharpoons \text{R} - \text{COO} - \text{C}_2\text{H}_5 + \text{H}_2\text{O}$

②  $\text{R} + 44 + 29 = 88 \Rightarrow \text{R} = 15 \Rightarrow \text{R} = \text{CH}_3 -$

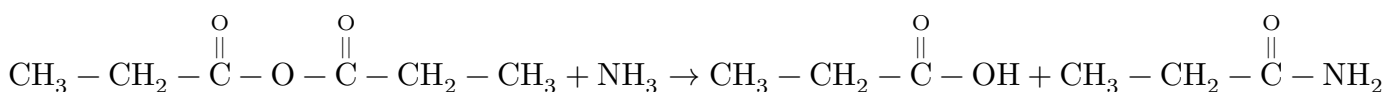
$\text{CH}_3 - \text{COOH}$  حمض الإيتانويك

③  $\text{CH}_3 - \text{COO} - \text{C}_2\text{H}_5$  إيتانوات الإيتيل.

❖ تفكير ناقد:

لتحضير مركب بروبان أميد يتفاعل بلا ماء الحمض الكربوكسيلي مع النشادر بالتسخين، اكتب المعادلة الكيميائية المعبرة

عن التفاعل



❖ أختبر نفسي:

❖ أولاً: اختر الإجابة الصحيحة:

(1) ينتج من تفاعل ميثانوات الإيتيل مع النشادر:

- a. ميثانول  
b. إيتان أميد  
c. إيتان أمين  
d. ميثان أميد ✓

(2) المركب العضوي الذي يعد أميد من المركبات الآتية:



(3) تفاعل الأسترة يخجث في الحمض الكربوكسيلي على الرابطة:

- a. C = O  
b. O - H  
c. C - C  
d. C - O ✓

(4) أحد المركبات الآتية يشكل روابط هيدروجينية بين جزيئاته:

- a. بروبان-2-ون  
b. 2-ميثيل بوتانوات الإيتيل  
c. -N-ميثيل ميثان أميد ✓  
d. ميثانال

(5) الرابطة -C(=O)-N- تميز المركب العضوي الآتي:

- a. أميد ✓  
b. أمين  
c. تتريل  
d. أستر

ثانياً: أعط تفسيراً علمياً لكل مما يأتي:

(1) درجات غليان الإسترات أقل من درجات غليان الحموض الكربوكسيلية:

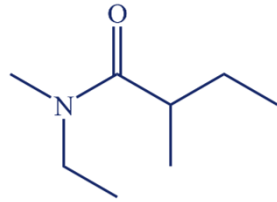
◀ بسبب تشكل روابط هيدروجينية بين جزيئات الحموض الكربوكسيلية وعدم تشكلها في الإسترات.

(2) المركب N, N-ثنائي ميثان أميد غير قادر على تشكيل روابط هيدروجينية بين جزيئاته.

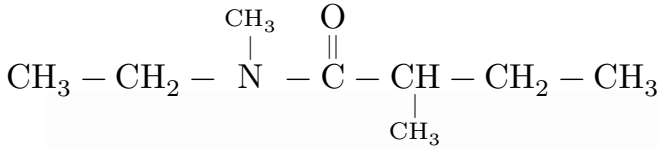
◀ بسبب عدم وجود ذرة هيدروجين مرتبطة بذرة شديدة الكهروسلبية.

ثالثاً: اكتب الصيغ نصف المنشورة للمركبات الآتية ثم سمها

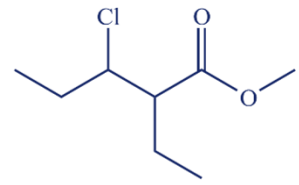




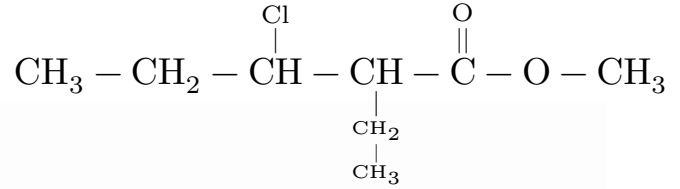
(4)



N-إيتل N، 2-ثنائي ميتل بوتان أميد.



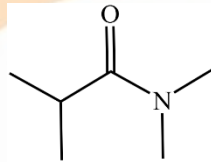
(3)



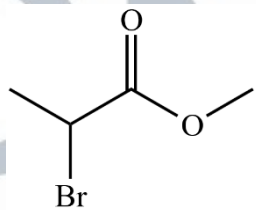
3-كلورو-2-إيتيل بنتانوات الميتل

### رابعاً: اكتب الصيغ الهيكلية للمركبات الآتية:

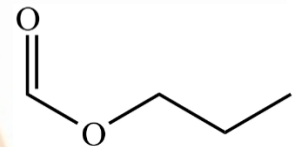
(3) N, N-2 ثلاثي ميتل بروبان أميد



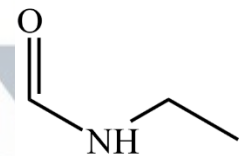
(4) 2-برو بروبانوات الميتل



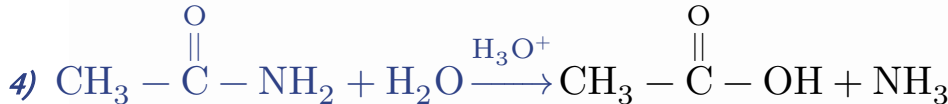
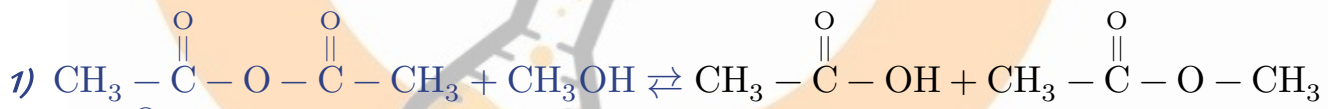
(1) ميتانوات نظامي البروبيل



(2) N-إيتيل ميتان أميد



### خامساً: أكمل المعادلات الآتية:



## تسمية الأمينات:

- 1 نرقم أطول سلسلة كربونية بدءاً من الطرف الأقرب للزمرة الكربونية.
- 2 نكتب اسم كل فرع (متبادل) إن وجد مسبق برقم ذرة الكربون المرتبط بها وإذا كان المتبادل مرتبط بذرة النتروجين يسبق بالحرف N
- 3 نكتب رقم ذرة الكربون المرتبطة بها ذرة النتروجين بعد اسم الألكان الموافق لأطول سلسلة كربونية ثم نكتب اللاحقة (أمين)

الصيغة الهيكلية	الصيغة نصف المنشورة	الاسم وفق القواعد
$\text{—NH}_2$	$\text{CH}_3 - \text{NH}_2$	ميثان-1-أمين
	$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{NH}_2$	إيثان أمين
$\text{—NH—}$	$\text{CH}_3 - \text{NH} - \text{CH}_3$	N-ميثيل ميثان-1-أمين
	$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{NH} - \text{CH}_3$	N-ميثيل بروبان-1-أمين
	$\text{CH}_3 - \text{CH}(\text{NH}_2) - \text{CH}_3$	هامة: بروبان-2-أمين
	$\text{CH}_3 - \text{CH}(\text{CH}_3) - \text{CH}(\text{NH}_2) - \text{CH}_3$	3 مثيل بوتان-2-أمين
	$\text{CH}_3 - \text{N}(\text{CH}_3) - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$	N, N ثنائي مثيل إيثان-1-أمين

## الصيغة العامة والزمرة الوظيفية للأمينات

- الصيغة العامة  $\text{R} - \text{NH}_2$
- الزمرة الوظيفية  $-\text{NH}_2$

### الأمينات:

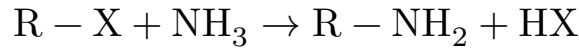
مركبات عضوية مشتقة من النشادر (الأمونيا) حيث يحل جذر الكيلي واحد أو أكثر أو جذر أريل (Ar) أو أكثر محل ذرة هيدروجين أو أكثر

التصنيف	أولية	ثانوية	ثالثية
الصيغة العامة	$\text{R} - \text{N}(\text{H}) - \text{H}$	$\text{R} - \text{N}(\text{R}') - \text{H}$	$\text{R} - \text{N}(\text{R}') - \text{R}''$
أمثلة:	$\text{CH}_3 - \text{N}(\text{H}) - \text{H}$	$\text{CH}_3 - \text{N}(\text{CH}_3) - \text{H}$	$\text{CH}_3 - \text{N}(\text{CH}_3) - \text{CH}_3$

بعض طرق تحضير الأمينات:

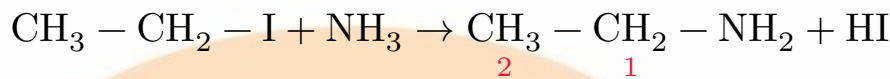
تفاعل النشادر مع هاليد الألكيل

اكتب المعادلة الكيميائية المعبرة عن تفاعل هاليد الألكيل مع النشادر في شروط مناسبة



اكتب المعادلة الكيميائية المعبرة عن تفاعل يودو الإيثان مع النشادر في شروط مناسبة، ثم سمّ

المركب الناتج.

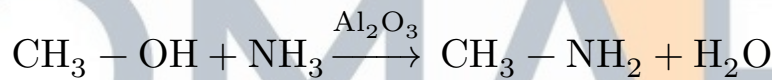


إيثان-1-أمين

تفاعل الغول مع النشادر:

اكتب المعادلة الكيميائية المعبرة عن تفاعل الميتانول مع النشادر في شروط مناسبة ثم سمّ

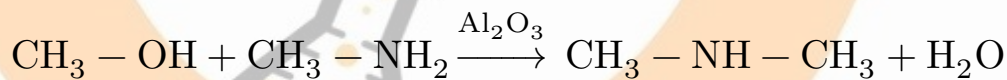
المركب الناتج.



ميتان-1-أمين

اكتب المعادلة الكيميائية المعبرة عن تفاعل الميتانول مع ميتان أمين في شروط مناسبة ووجود

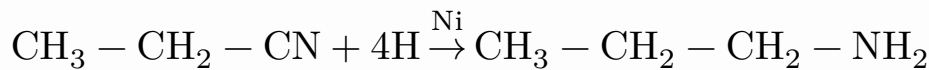
أكسيد الألمنيوم كوسيط ثن صنف الأمين الناتج.



N-ميتان-1-أمين (أمين ثانوي)

إرجاع التبريلات:

اكتب معادلة تفاعل إرجاع بروبان تتريل بوجود الهيدروجين على سطح حفاز من التشكيل وسمّ النواتج.



بروبان-1-أمين

الخصائص الفيزيائية للأمينات:

- 1 الأمينات ذات الكتل الجزيئية المنخفضة مزوجيتها شديدة في الماء وتقل مزوجيتها في الماء بزيادة الكتلة الجزيئية.
- 2 تمتاز الأمينات بروائح نشادرية واخزة مميزة والأمينات العليا رائحتها كريهة جداً.
- 3 الأمينات الأولية والثانوية تشكل روابط هيدروجينية بين جزيئاتها مما يرفع درجة غليانها.

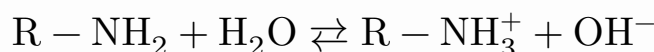
## الخصائص الكيميائية للأمينات:

❖ **فسر: تعدد الأمينات أسس ضعيفة.**

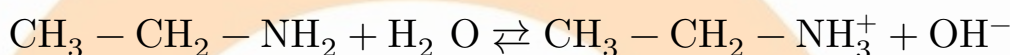
← لأن الأمينات تحوي زوج الكترولني وعلى ذرة النتروجين فهي قادرة على منحه أو استقبال بروتون.

▪ **تأين الأمينات في الماء:**

❖ **اكتب المعادلة الكيميائية المعبرة عن تأين الأمين الأولي في الماء**

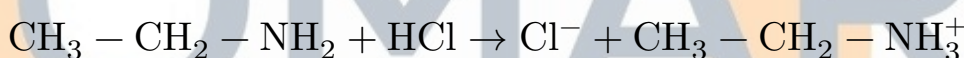


❖ **اكتب المعادلة الكيميائية المعبرة عن تأين إيتان أمين:**



## تفاعل الأمينات مع الحموض:

❖ **اكتب المعادلة الكيميائية المعبرة عن تفاعل إيتان أمين مع حمض كلور الماء.**

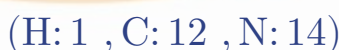


❖ **حل المسألتين الآتيتين:**

**المسألة الأولى:** أمين ثالثي  $R - \overset{R'}{N} - R''$  نسبة النتروجين فيه % 13.86 احسب:

① الكتلة المولية.

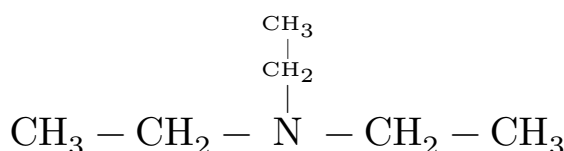
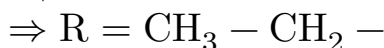
② استنتج صيغته النصف منشورة وسمّه علماً  $R = R' = R''$



① كل 100 g تحوي 13.86

كل  $M$  تحوي 14  $\Leftrightarrow M = 101 \text{ g. mol}^{-1}$

②  $3R = 87 \Rightarrow R = 29 \Rightarrow C_n H_{2n+1} = 29 \Rightarrow 12n = 28 \Rightarrow n = 2$



المسألة الثانية: محلول مائي للميتان أمين تركيزه  $0.5 \text{ mol. L}^{-1}$  وقيمة  $\text{pH} = 12$

① اكتب معادلة تأينه ثم حدد الأزواج المترافقة حسب برونشتد لوري.

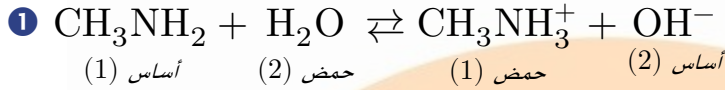
② احسب قيمة درجة تأينه

③ احسب قيمة ثابت تأينه.

④ للحصول على 10 L من ملحو ميتان الأمين السابق نرجع الميتان أميد بوجود رباعي هيدريد الليثيوم والأمونيوم

اكتب معادلة التفاعل الحاصل.

⑤ احسب كتلة الأميد اللازمة لذلك.

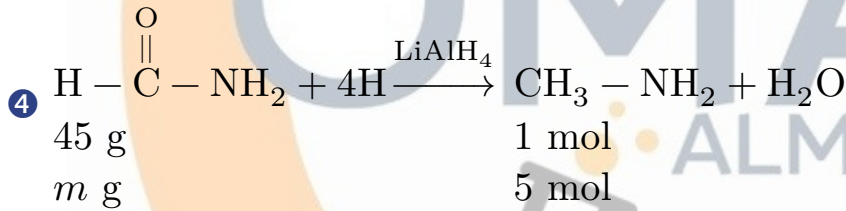


②  $\text{pH} + \text{pOH} = 14 \Rightarrow \text{pOH} = 2$

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

$\alpha = \frac{[\text{OH}^-]}{C_b} = \frac{10^{-2}}{0.5} = 2 \times 10^{-2}$

③  $[\text{OH}^-] = \sqrt{C_b \cdot K_b} \Rightarrow 10^{-2} = \sqrt{0.5 \times K_b} \Rightarrow K_b = 2 \times 10^{-4}$



⑤  $n_{(\text{CH}_3\text{NH}_2)} = C \cdot V = 0.5 \times 10 = 5 \text{ mol}$

$m = \frac{5 \times 45}{1} = 225 \text{ g}$

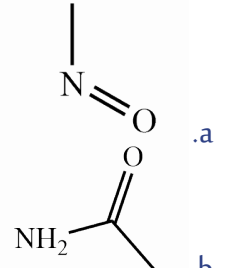
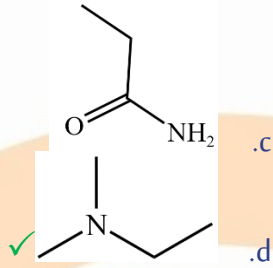
❖ أختبر نفسي:

أولاً: اختر الإجابة الصحيحة:

(1) ينتج من تفاعل إرجاع بروبان تتريل:

- a. بروبان أميد  
b. بروبان أمين ✓  
c. إيتان أمين  
d. إيتان أميد

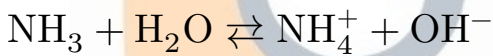
(2) المركب العضوي الذي يعد من الأمينات في المركبات الآتية:



ثانياً:

إذا علمت أن قيمة ثابت تأين النشادر  $K_b = 2 \times 10^{-5}$  وقيمة ثابت تأين ميتان أمين  $K_b = 2 \times 10^{-4}$

- ① اكتب معادلة تأين كل منهما.  
② حدد أيهما أساس أقوى مفسراً إجابتك.



ميتان أمين يعد أساس أقوى من النشادر.

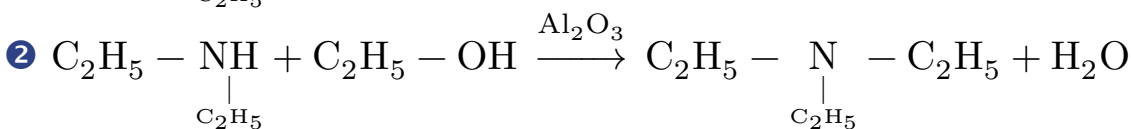
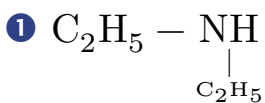
ثالثاً: أعط تفسيراً علمياً لكل مما يأتي:

- (1) درجات غليان الأمينات الأولية والثانوية أعلى من درجة غليان الألكانات الموافقة؟  
◀ لأنها تشكل روابط هيدروجينية بين جزيئاتها، بينما الألكانات لا تشكل روابط هيدروجينية.  
(2) مزوجية ميتان أمين شديدة في الماء.  
◀ بسبب قطبية روابطه إضافة إلى تشكيل روابط هيدروجينية بين جزيئاته وبين جزيئات الماء.

رابعاً:

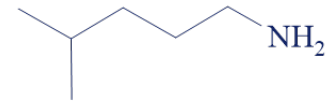
مركب عضوي يتفاعل مع الإيتانول وينتج N, N ثنائي إيتيل إيتان أمين والماء.

- ① ما صيغة هذا المركب  
② اكتب المعادلة المعبرة عن التفاعل

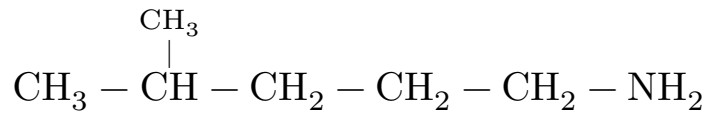




خامساً: لديك الصيغ الهيكلية للأمينات الآتية، اكتب الصيغة نصف المنشورة للمركبات وسمها ثم صنفها

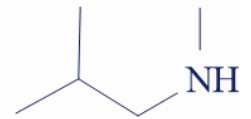


(1)

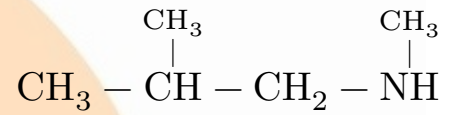


4- ميتل بنتان -1- امين

أمين أولي

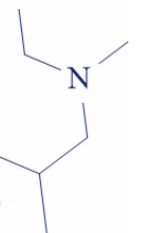


(2)

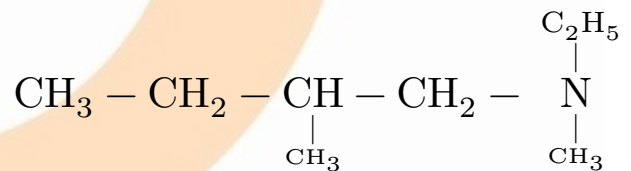


2, N - ثنائي ميتل بروبان -1- امين

أمين ثانوي



(3)



N - ايتيل - N, 2 - ثنائي ميتل بوتان -1- امين

أمين ثالثي

سادساً: أكمل المعادلات الآتية:



❖ أسئلة الوحدة الرابعة:

اختر الإجابة الصحيحة:

(1) الرابطة C – N تُميز المركب العضوي الآتي:

- a. أميد  
b. تتريل  
c. أمين ✓  
d. استر

(2) ينتج حمض البروبانويك عن تفاعل:

- a. أكسدة البروبانول  
b. ارجاع البروبانول-2-ول  
c. أكسدة البروبانال ✓  
d. امرار البروبانول-1-ول على مسحوق النحاس المسخن.

(3) أحد المركبات الآتية لا يشكل روابط هيدروجينية:

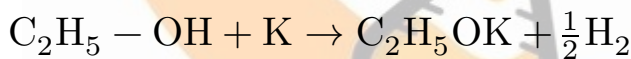
- a. بروبانول-2-ول  
b. حمض الميتانويك  
c. N – ميتل إيتان أمين  
d. إيتانال ✓

حل المسائل الآتية:

**المسألة الأولى:** نأخذ 50 mL من محلول الإيتانول ونضيف إليه كمية مناسبة من البوتاسيوم، فينتقل غاز حجمه في الشرطين النظاميين 224 mL، المطلوب:

- ① اكتب معادلة التفاعل الحاصلة.  
② احسب تركيز محلول الإيتانول مقدراً بـ  $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$  ،  $\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$   
③ يراد الحصول على 5L من الإيتانول السابق من ضمّ الماء إلى الإيتين، احسب حجم غاز الإيتين اللازم لذلك في الشرطين النظاميين.

(K: 39 , C: 12 , O: 16, H: 1)

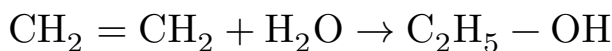


①  $1 \text{ mol} \quad 11.2 \text{ L} \Rightarrow n = \frac{0.224}{11.2} = 0.02 \text{ mol}$

②  $n \text{ mol} \quad 0.224 \text{ L}$

$$C = \frac{n}{V} = \frac{0.02}{0.05} = 0.4 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

$$C = 0.4 \times 46 = 18.4 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$$



③  $22.4 \text{ L} \quad 1 \text{ mol}$   
 $V \text{ L} \quad 2 \text{ mol}$

$$n = C \times V = 0.4 \times 5 = 2 \text{ mol}$$

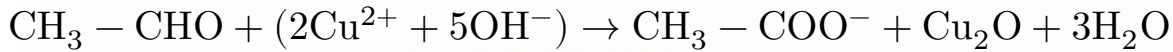
$$V = 22.4 \times 2 = 44.8 \text{ L}$$

**المسألة الثانية:** نعامل 10 mL من محلول الإيتانال تركيزه  $0.5 \text{ mol. L}^{-1}$  بكمية كافية من محلول فهلنغ فيتكون راسب أحمر آجري من أكسيد النحاس I المطلوب:

① اكتب معادلة التفاعل واحسب كتلة الراسب.

② للحصول على 5L من محلول الإيتانال السابق نؤكسد الإيتانول، اكتب معادلة التفاعل ثم احسب كتلة الإيتانول اللازمة لذلك.

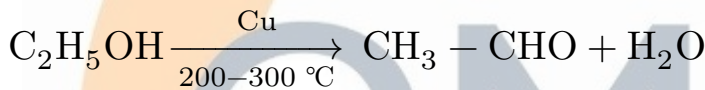
$$(Cu = 63.5 , C = 12 , O = 16 , H = 1)$$



$$\begin{array}{l} \textcircled{1} \quad 1 \text{ mol} \qquad \qquad \qquad 143 \text{ g} \\ \quad 0.005 \text{ mol} \qquad \qquad \qquad m \text{ g} \end{array}$$

$$n = C \times V = 0.5 \times 0.001 = 0.005 \text{ mol}$$

$$m = \frac{143 \times 0.005}{1} = 0.715 \text{ g}$$



$$\begin{array}{l} \textcircled{2} \quad 46 \text{ g} \qquad \qquad \qquad 1 \text{ mol} \\ \quad x \text{ g} \qquad \qquad \qquad 2.5 \text{ mol} \end{array}$$

$$n = 0.5 \times 5 = 2.5 \text{ mol}$$

$$x = 46 \times 2.5 = 115 \text{ g}$$

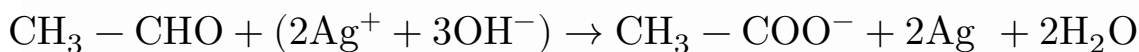
**المسألة الثالثة:** نعامل 0.5 L من محلول الإيتانال بكمية كافية من كاشف تولن فيتشكل راسب كتلته 5.4 g، المطلوب:

① اكتب معادلة التفاعل.

② احسب التركيز المولي للإيتانال

③ احسب كتلة الإيتانول اللازمة للحصول على 10 L من محلول الإيتانال السابق.

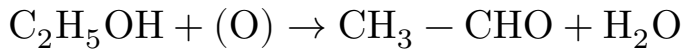
$$(Ag: 108 , C: 12 , O: 16 , H: 1)$$



$$\begin{array}{l} \textcircled{1} \quad 1 \text{ mol} \qquad \qquad \qquad 216 \text{ g} \\ \quad n \text{ mol} \qquad \qquad \qquad 5.4 \text{ g} \end{array}$$

$$n = \frac{5.4}{216} = 0.025 \text{ mol}$$

$$C = \frac{n}{V} = \frac{0.025}{0.5} = 0.05 \text{ mol. L}^{-1}$$

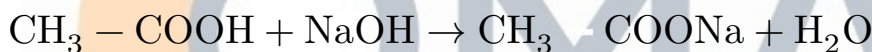
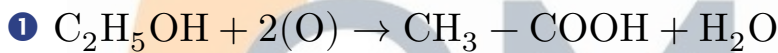


$$\begin{aligned} ② \quad 46 \text{ g} & \quad 1 \text{ mol} \\ x \text{ g} & \quad 0.5 \text{ mol} \\ n = 0.05 \times 10 & = 0.5 \text{ m} \\ x = 46 \times 0.5 & = 23 \text{ g} \end{aligned}$$

**المسألة الرابعة:** يؤكسد 23 g من الإيتانول أكسدة تامة، ويكمل الحجم بالماء القطر إلى 250 mL ثم يعاير المحلول الناتج باستعمال هيدروكسيد الصوديوم تركيزه  $1 \text{ mol. L}^{-1}$ ، والمطلوب:

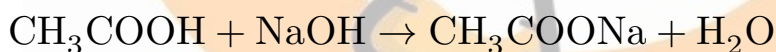
- ① اكتب جميع معادلات التفاعل الحاصلة.
- ② احسب حجم هيدروكسيد الصوديوم اللازم للمعايرة.
- ③ احسب التركيز المولي للملح الناتج في المحلول بعد المعايرة.
- ④ تؤخذ عينة مماثلة لهيدروكسيد الصوديوم ويضاف إليها تسع أضعافها ماء، احسب تركيزها الجديد واحسب الـ pH في هذه الحالة لهذا المحلول.

(Na: 23, C: 12, O: 16, H: 1)



$$\begin{aligned} ② \quad 46 \text{ g} & \quad 1 \text{ mol} \\ 23 \text{ g} & \quad n \text{ mol} \end{aligned}$$

$$n_{(CH_3-COOH)} = \frac{23}{46} = 0.5 \text{ mol}$$



$$\begin{array}{ccc} 1 \text{ mol} & 1 \text{ mol} & 1 \text{ mol} \\ n \text{ mol} & n \text{ mol} & n \text{ mol} \end{array}$$

$$n_{(CH_3COOH)} = n_{(NaOH)}$$

$$0.5 = C_2 \times V_2 \Rightarrow V_2 = \frac{0.5}{1} = 0.5 \text{ L}$$

$$③ \quad n_{(CH_3COOH)} = n_{(CH_3COONa)} \Rightarrow n_{(CH_3COONa)} = 0.5 \text{ mol}$$

$$C = \frac{n}{V_1 + V_2} = \frac{0.5}{0.25 + 0.5} = \frac{0.5}{0.75} = \frac{2}{3} \text{ mol. L}^{-1}$$

$$④ \quad n_1 = n_2$$

$$C_1 \times V_1 = C_2 \times 10V_1$$

$$1 \times V_1 = C_2 \times 10V \Rightarrow C_2 = 0.1 \text{ mol. L}^{-1}$$

$$[\text{OH}^-] = C_b = 0.1 \text{ mol. L}^{-1}$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = \frac{10^{-14}}{[\text{OH}^-]} = \frac{10^{-14}}{10^{-1}} = 10^{-13} \text{ mol. L}^{-1}$$

$$\text{pH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+] = 13$$

**المسألة الخامسة:** محلول حمض الخل تركيزه  $0.05 \text{ mol. L}^{-1}$  ثابت تأينه  $2 \times 10^{-5}$ ، المطلوب:

① احسب pH المحلول.

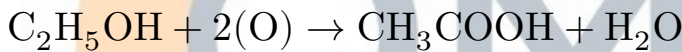
② لاستحصال 5 L من المحلول السابق نؤكسد الإيتانول أكسدة تامة، اكتب المعادلة الكيميائية المعبرة عن التفاعل الحاصل.

③ احسب كتلة الإيتانول اللازمة لذلك.



$$[\text{H}_3\text{O}^+] = \sqrt{K_a \cdot C_a} = \sqrt{2 \times 10^{-5} \times 0.05} = 10^{-3} \text{ mol. L}^{-1}$$

$$\text{pH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+] = -\log 10^{-3} = 3$$



$$\text{② } \begin{array}{ll} 46 \text{ g} & 1 \text{ mol} \\ m \text{ g} & 0.25 \text{ mol} \end{array}$$

$$n = C \times V = 0.05 \times 5 = 0.25 \text{ mol}$$

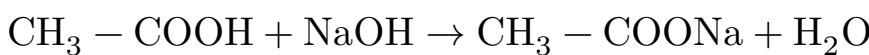
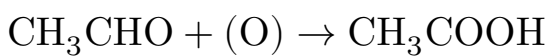
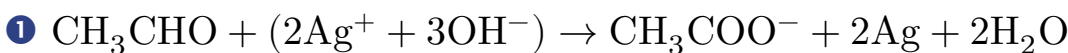
$$\text{③ } m = 46 \times 0.25 = 11.5 \text{ g}$$

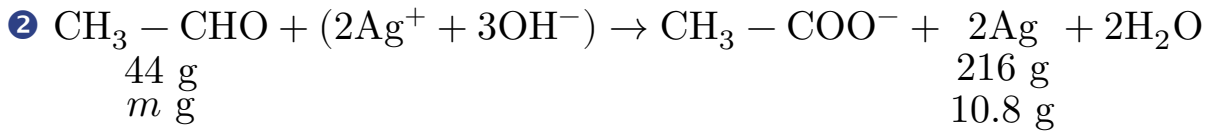
**المسألة السادسة:** مزيج من الإيتانال وحمض الإيتانويك نقسمه إلى قسمين متساويين، نعامل القسم الأول بكاشف تولن فيتشكل راسب كتلته 10.8 g أما القسم الثاني فيؤكسد ويعامل ناتج الأكسدة بمحلول هيدروكسيد الصوديوم تركيزه  $1 \text{ mol. L}^{-1}$  فلزم لذلك 150 mL منه، المطلوب:

① اكتب المعادلات المعبرة عن التفاعلات الحادثة.

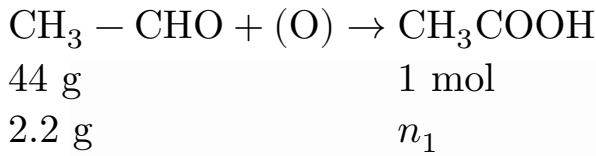
② احسب كتلة المزيج المتفاعل.

$$(\text{C}: 12, \text{H}: 1, \text{Ag}: 108, \text{Na}: 23, \text{O}: 16)$$

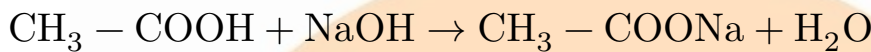




$$m = \frac{10.8 \times 44}{216} = 2.2 \text{ g} \text{ كتلة الإيتانال في القسم الأول}$$



$$n_1 = \frac{2.2}{44} = 0.05 \text{ mol} \text{ عدد مولات الحمض الناتجة من أكسدة الإيتانال}$$



$$n_{\text{CH}_3 - \text{COOH}} = n_{\text{NaOH}}$$

$$= C \times V = 1 \times 0.15 = 0.15 \text{ mol}$$

$$0.15 - 0.05 = 0.1 \text{ mol} = \text{عدد مولات الحمض في كل قسم}$$

$$n \times M = 0.1 \times 60 = 6 \text{ g} = \text{كتلة الحمض في كل قسم}$$

$$2(6 + 2.2) = 16.4 \text{ g} = \text{كتلة المزيج}$$

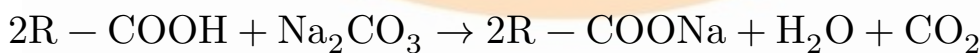
**المسألة السابعة:** تعامل 6 g من حمض كربوكسيل وحيد الوظيفة مع ملح كربونات الصوديوم فينتطلق غاز حجمه 1.12 L في الشرطين النظاميين، المطلوب:

① اكتب معادلة التفاعل والحادثه واحسب الكتلة المولية للحمض.

② أوجد الصيغة نصف المنشورة للحمض وسمّه.

③ نحل 3 g من الحمض السابق في لتر من الماء، فإذا علمت أن درجة تأينه 2% احسب pH المحلول.

$$(C: 12, H: 1, Na: 23, O: 16)$$

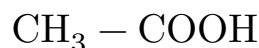


$$\text{① } \begin{array}{ll} 2 M & 22.4 \text{ L} \\ 6 \text{ g} & 1.12 \text{ L} \end{array}$$

$$M = \frac{22.4 \times 6}{1.12 \times 2} = 60 \text{ g. mol}^{-1}$$

$$\text{② } R\text{COOH} = 60 \Rightarrow R + 45 = 60 \Rightarrow R = 15$$

$$\text{C}_n\text{H}_{2n+1} = 15 \Rightarrow 12n + 2n + 1 = 15 \Rightarrow n = 1 \Rightarrow R = \text{CH}_3 -$$



حمض الإيتانويك

3

$$n = \frac{m}{M} = \frac{3}{60} = 0.05 \text{ mol}$$

$$C = \frac{n}{V} = \frac{0.05}{1} = 0.05 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$\frac{2}{100} = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]}{C_a}$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = \frac{2 \times 0.05}{100} = 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$\text{pH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+] = -\log 10^{-3} = 3$$

**المسألة الثامنة:** للحصول على 5 L من محلول حمض الخل، تركيزه  $0.05 \text{ mol.L}^{-1}$  نؤكسد الإيتانول أكسدة تامة، والمطلوب:

① اكتب معادلة التفاعل الحاصل،

② احسب كتلة الإيتانول اللازمة لذلك؟

③ نفاعل 1 L من الحمض السابق مع هيدروكسيد الصوديوم، احسب كتلة الملح الناتج.

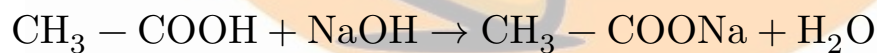
(C: 12 , H: 1 , Na: 23 , O: 16)



①  $46 \text{ g}$   $1 \text{ mol}$   
 $m$   $0.25 \text{ mol}$

②  $n = C \times V = 0.05 \times 5 = 0.25 \text{ mol}$

$$m = 46 \times 0.25 = 11.5 \text{ g}$$



③  $1 \text{ mol}$   $82 \text{ g}$   
 $0.05 \text{ mol}$   $m'$

$$m' = 82 \times 0.05 = 4.1 \text{ g}$$