



# سلسلة نهجوزن التعليمية

[https://t.me/Ba\\_ce2020](https://t.me/Ba_ce2020)



@BA\_CE2020



# الكيمياء

النوعية — الغازات — السرعة — التوازن — الحموض والاسس — الأملاح — المعايرة



د. جاسم الفوز



# التواصل

WhatsApp & Telegram: 0966447449

Youtube: جاسم الفواز | فيزياء , كيمياء

Facebook: Jasem J Alfawwaz

Instagram: Jasem\_J\_Alfawwaz

LinkedIn: Jasem J Alfawwaz

Google Scholar: Jasem J Alfawwaz

# النور وقيمة

جاسم الفواز



## النواة وتركيبها - حزام الاستقرار



### تركيب النواة

تحتوي النواة على نوعين من الجسيمات وهي: **البروتونات والنيوترونات** وللنواة  $X$  ثلاث أعداد تميزها

1 **العدد الذري  $Z$** : هو عدد البروتونات في النواة (ويساوي عدد الإلكترونات في الذرة)

2 **العدد الكتلي  $A$** : هو مجموع عدد البروتونات والنيوترونات في النواة

3 **عدد النيوترونات  $N$** : هو  $N = A - Z$

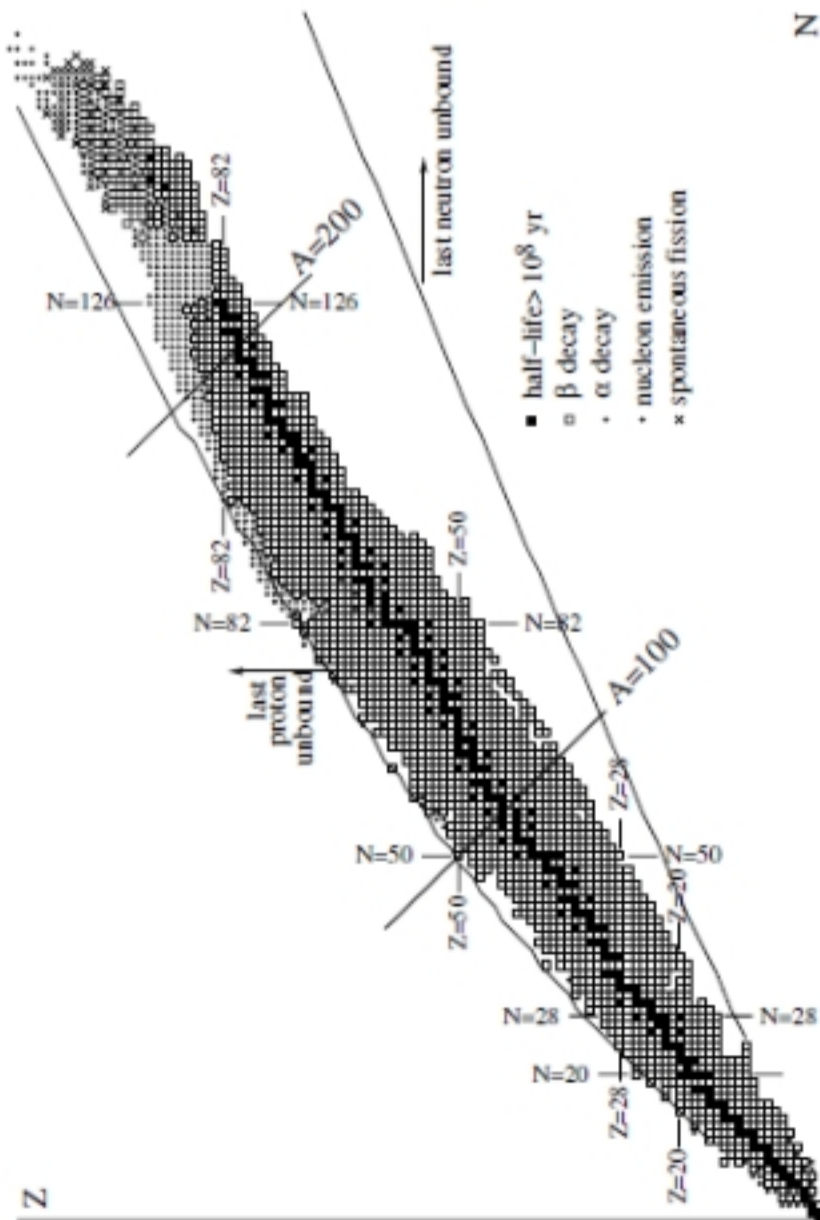
### ترميز النواة

يرمز للنواة بالشكل  ${}^A_ZX$

**سؤال** عين العدد الذري والكتلي وعدد النيوترونات لنواة التريتيوم  ${}^3_1H$

جاسم الفواز

### حزام الاستقرار



النسبة  $\frac{N}{Z} = 1$  للنوى ذات الأعداد الذرية الصغيرة المستقرة

النسبة  $\frac{N}{Z} > 1$  للنوى ذات الأعداد الذرية الكبيرة المستقرة

النسبة  $\frac{N}{Z}$  لنواة غير مستقرة لا تساوي  $\frac{N}{Z}$  للمستقرة

تتحول النواة الغير مستقرة إلى نواة مستقرة بعملية النشاط الإشعاعي

## أشهر الجسيمات النووية

الاسم	الرمز
البروتون	${}^1_1P$ أو ${}^1_1H$
الديتريوم	${}^2_1H$
التريتيوم	${}^3_1H$
النيوترون	${}^1_0n$
جسيمة ألفا	${}^4_2He$
نظير الهليوم	${}^3_2He$
جسيمة بيتا	${}^0_{-1}e$ أو ${}^0_{-1}\beta$
البوزيترون	${}^0_{+1}e$ أو ${}^0_{+1}\beta$

## النشاط الإشعاعي الطبيعي

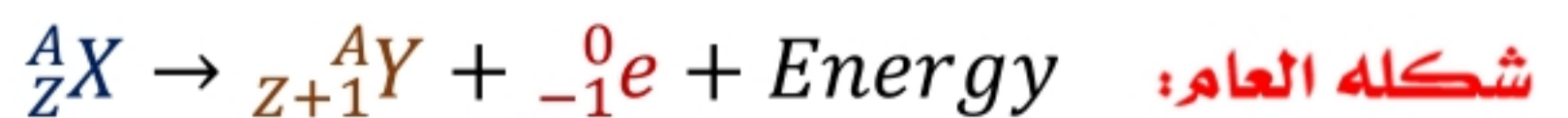
### تنبيهات

في أي تفاعل نووية يكون هنالك **مصونية** في الأعداد الكتلية والأعداد الذرية (مجموع  $A$  قبل السهم  $\rightarrow$  يساوي مجموعها بعد السهم ومجموع  $Z$  قبل السهم  $\rightarrow$  يساوي مجموعها بعد السهم)

الغاية من أي تفاعل نووي هو سعي النواة للحصول على **الاستقرار** وذلك بإطلاق جسيمات نووية مرافق لذلك طاقة كهروطيسية على شكل أشعة غاما

**والنشاط الإشعاعي الطبيعي على أربعة أنواع:** تحول بيتا - تحول بوزيترون - الأسر الإلكتروني - تحول ألفا

### 1 التحول من النوع بيتا



النواة الأم  ${}^A_ZX$  تتحول  $\leftarrow$  إلى النواة البنت  ${}^A_{Z+1}Y$  + جسيمة بيتا  ${}^0_{-1}e$  + طاقة  $Energy$

نلاحظ أن النواة البنت تحمل نفس العدد الكتلي للأم ولكن عددها الذري يزيد بمقدار 1 وهذا دليل واضح لنحكم على التفاعل النووي أنه من النوع بيتا

### ❓ فسر علمياً: اصدار النواة لجسيمة بيتا

تُصدّر النواة جسيمة بيتا عندما تقع فوق حزام الاستقرار

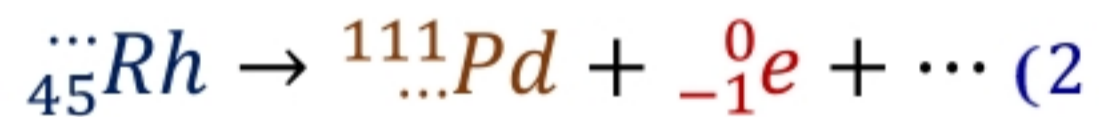
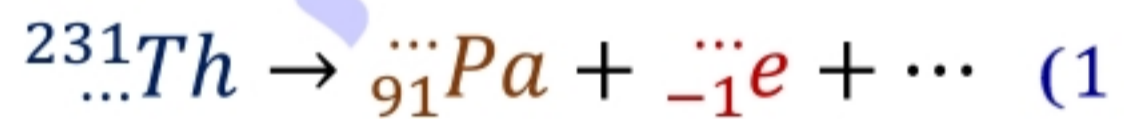
نتيجة تحوّل نيوترون  ${}^1_0n$  إلى بروتون  ${}^1_1H$  وفق المعادلة الآتية:  ${}^1_0n \rightarrow {}^1_1H + {}^0_{-1}e$

### 💡 ملاحظة

ملئ الفراغات باي معادلة نووية تقوم بخطوات متسلسلة وفق:

- (1) نمئ الفراغ المفرد آخر المعادلة أنه Energy
- (2) نمئ فراغات الجسيمات النووية الشهيرة مثل (النيوترون , بيتا , بروتون... الخ)
- (3) نوازن الأعداد الذرية Z (تحت) قبل وبعد السهم
- (4) نوازن الأعداد الكتلية A (فوق) قبل وبعد السهم

سؤال ① املأ الفراغات في التفاعلات النووية التالية وحدد نوع هذا التفاعل:



سؤال ② تتحول نواة الفضة  ${}^{111}_{47}Ag$  إلى نواة الكاديوم  $Cd$  وفق تحول بيتا، اكتب المعادلة النووية المُعبّرة عن هذا التحول.

سؤال ③ تتحول نواة اليود  ${}^{131}_{53}I$  إلى نواة  $Xe$  وفق تحول بيتا، اكتب المعادلة النووية المُعبّرة عن هذا التحول.

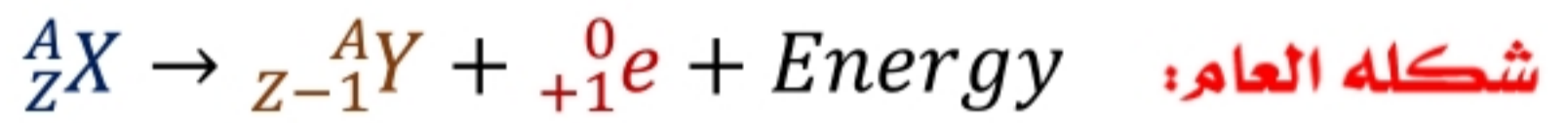
سؤال ④ تتحول نواة  $^{187}_{66}Re$  وفق تحول بيتا إلى نواة:



سؤال ⑤ تتحول نواة  $^{14}_7N$  إلى نواة  $^{14}_8O$  عندما تطلق



## 2 التحول من النوع بوزيترون

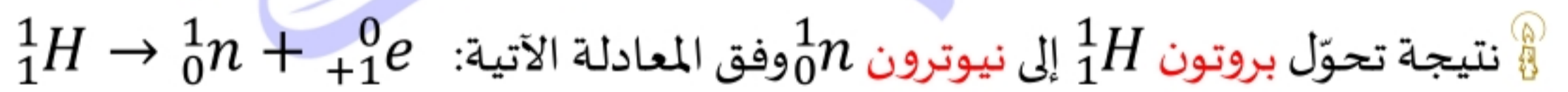


النواة الأم  $^A_ZX$  تتحول ← إلى النواة البنت  $^A_{Z-1}Y$  + جسيمة بوزيترون  $^0_+e$  + طاقة  $Energy$

نلاحظ أن النواة البنت تحمل نفس العدد الكتلي للأم ولكن عددها الذري ينقص بمقدار 1 وهذا دليل واضح لنحكم على التفاعل النووي أنه من النوع بوزيترون

فسر علمياً: إصدار النواة للبوزيترون

تُصدّر النواة بوزيترون عندما تقع تحت حزام الاستقرار

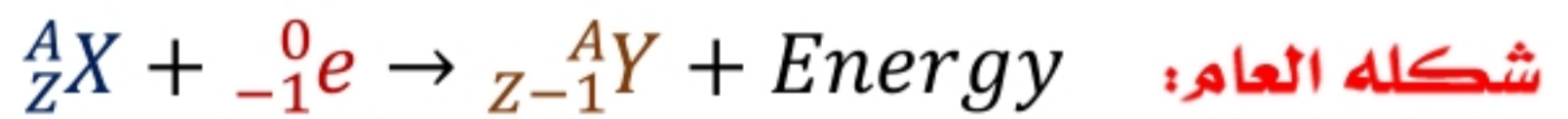


سؤال ⑥ املأ الفراغات في التفاعل النووي التالي وحدد نوع هذا التفاعل  $^{11}_6C \rightarrow \dots B + \dots e + \dots$

سؤال ⑦ نواة تحت حزام الاستقرار للعودة إلى حزام الاستقرار، فإنها تطلق جسيم:



## 3 الأسر الإلكترونية:



النواة الأم  $^A_ZX$  + إلكترون  $^0_-e$  ← إلى النواة البنت  $^A_{Z-1}Y$  + طاقة  $Energy$

نلاحظ أن النواة البنت تحمل نفس العدد الكتلي للأم ولكن عددها الذري ينقص بمقدار 1 كما يحوي تفاعل

الأسر على إشارة + قبل السهم و + بعد السهم → وهذا دليل على التفاعل النووي أنه من النوع الأسر الإلكتروني

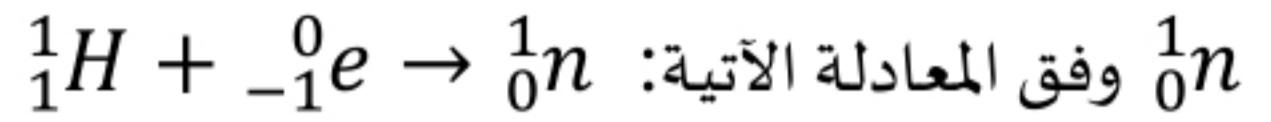


## ❓ فسر علمياً: قيام النواة بالأسر الإلكتروني

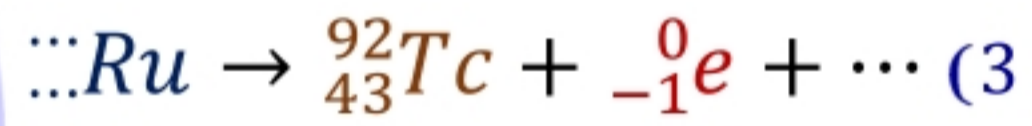
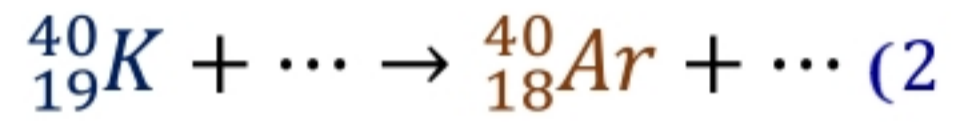
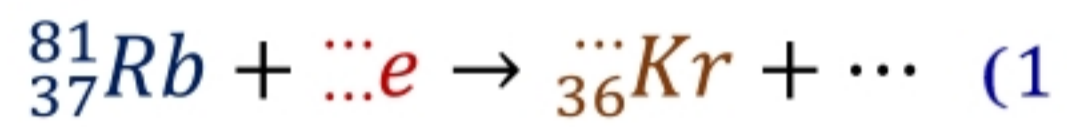
تقوم النواة بالأسر الإلكتروني عندما تقع **تحت حزام الاستقرار**

ولا تملك طاقة كافية لاطلاق بوزيترون

حيث تلتقط النواة إلكترونًا  ${}_{-1}^0e$  من السحابة الإلكترونية المحيطة بها ليرتبط **ببروتون  ${}_{1}^1H$**  فيشكل **نيوترون**



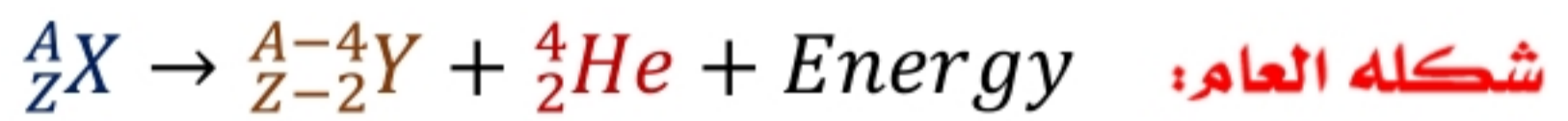
**سؤال ⑧** املأ الفراغات في التفاعلات النووية التالي وحدد نوع هذا التفاعل



**سؤال ⑨**  $\left(\frac{53}{20}\right)$  تلتقط نواة  ${}_{18}^{37}Ar$  إلكترونًا من مدار داخلي لها متحوّلة إلى نواة عنصر الكلور  $Cl$  اكتب

المعادلة المعبرة عن هذا التفاعل

### 4 التحوّل من النوع ألفا:



النواة الأم  ${}_{Z}^AX$  تتحول إلى  ${}_{Z-2}^{A-4}Y$  النواة البنت + جسيمة ألفا إلكترون  ${}_{2}^4He$  + طاقة  $Energy$

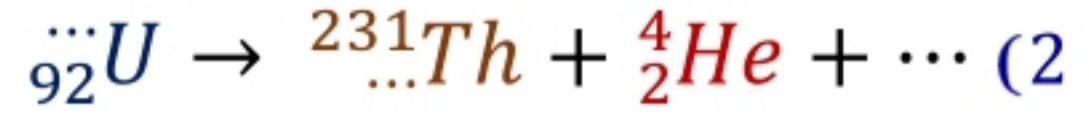
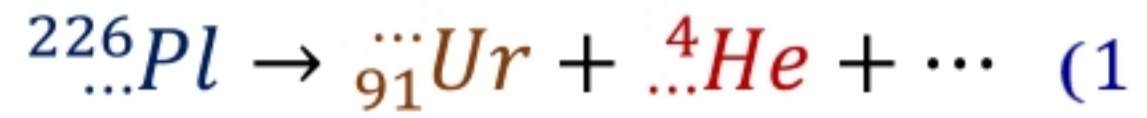
نلاحظ أن النواة البنت تحمل **ينقص عددها الكتلي 4** عن الأم و**ينقص عددها الذري 2** عن الأم وهذا دليل على

التفاعل النووي أنه من النوع **تحوّل ألفا**

**تنبيه**

يحدث تحوّل ألفا في النوى التي أعدادها الذرية  $Z > 83$

سؤال ⑩ املأ الفراغات في التفاعلات النووية التالي وحدد نوع هذا التفاعل



سؤال ① ① تتحول نواة  ${}^{236}_{90}\text{Th}$  إلى نواة  ${}^{232}_{88}\text{Pa}$  عندما تطلق

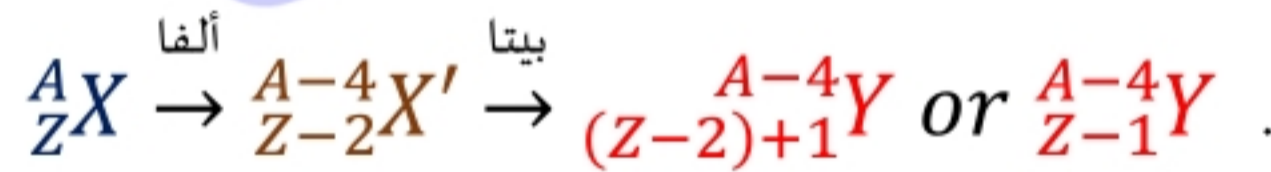


سؤال ② ① تتحول نواة  ${}^{187}_{85}\text{X}$  وفق تحول ألفا إلى نواة:



تنبيه

يمكن أن تقوم النواة بتحويلين متتاليين كان تتحول وفق ألفا ثم البنت الناتجة تتحول مباشرة وفق بيتا لتنتج نواة جديدة، وهنا لمعرفة صيغة النواة الجديدة يجب أن نراعي تغيرات العدد الكتلي والذري حسب نوع التحول



سؤال ③ ① تتحول نواة  ${}^A_Z\text{X}$  وفق تحول ألفا ثم تحول بوزيترون إلى نواة:





## حساب عدد التحولات



لنرمز لعدد تحولات ألفا بـ  $x$  وعدد تحولات بيتا بـ  $y$  وقد يحوي التفاعل النووي أحدهما أو كلاهما يتم حساب كليهما من خلال الخطوات التالية:

**التفاعل:** حسب نص المسألة نكتب المعادلة كما تعلمنا سابقاً حيث يكون  $x, y$  مجاهيل

**المعادلة الأولى:** نحصل عليها من خلال مصونية العدد الذري (مجموع  $Z$  قبل = مجموع  $Z$  بعد)

**المعادلة الثانية:** نحصل عليها من خلال مصونية العدد الكتلي (مجموع  $A$  قبل = مجموع  $A$  بعد)

**سؤال 4**  $\left(\frac{5}{12}\right)$  تتحول نواة اليورانيوم  ${}_{92}^{238}U$  إلى نواة الرصاص  ${}_{82}^{206}Pb$  بإطلاق جسيمات ألفا وبيتا

والمطلوب: حساب عدد تحولات ألفا وعدد تحولات بيتا ثم كتابة المعادلة النووية النهائية.

**التفاعل:** نكتب التفاعل:  ${}_{92}^{238}U \rightarrow {}_{82}^{206}Pb + x {}_2^4He + y {}_{-1}^0e + E$

**المعادلة الأولى:**  $92 = 82 + 2x - y$

**المعادلة الثانية:**  $238 = 206 + 4x + 0$

من المعادلة الثانية نجد:  $238 - 206 = 4x \Rightarrow 32 = 4x \Rightarrow x = 8$

نعوض قيمة  $x$  في المعادلة الأولى:  $92 = 82 + 2(8) - y \Rightarrow 92 = 82 + 16 - y \Rightarrow y = 6$

**التفاعل النهائي:**  ${}_{92}^{238}U \rightarrow {}_{82}^{206}Pb + 8 {}_2^4He + 6 {}_{-1}^0e + E$

**سؤال 5**  $\left(\frac{5}{13}\right)$  تتحول نواة اليورانيوم  ${}_{92}^{235}U$  إلى نواة الرصاص  ${}_{82}^{207}Pb$  بإطلاق جسيمات ألفا وبيتا

والمطلوب: حساب عدد تحولات ألفا وعدد تحولات بيتا ثم كتابة المعادلة النووية النهائية.

سؤال ⑥ ①  $\left(\frac{4\ 1\ 19}{19}\right)$  تتحول نواة  $^{228}_{90}Th$  إلى نواة الرصاص  $^{216}_{84}Po$  بإطلاق جسيمات ألفا والمطلوب:  
حساب عدد تحولات ألفا ثم اكتب المعادلة النووية النهائية.

سؤال ⑦ ①  $\left(\frac{1\ 3\ 20}{20}\right)$  تتحول نواة الثوريوم  $^{232}_{90}Th$  إلى نواة الرصاص  $^{208}_{82}Pb$  بإطلاق جسيمات ألفا وبيتا  
والمطلوب: حساب عدد تحولات ألفا وعدد تحولات بيتا ثم كتابة المعادلة النووية النهائية.

## النشاط الإشعاعي الصناعي

النشاط الإشعاعي الصناعي على أربعة أنواع: الإلتقاط - التطافر - الانشطار - الاندماج

### 1 تفاعل الإلتقاط النووي:

شكله العام:  $Energy +$  (تشبه الام) البنت  $\rightarrow \frac{1}{0}n +$  الأم

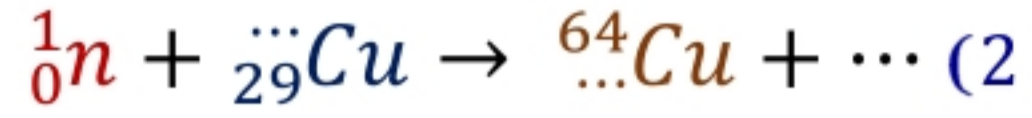
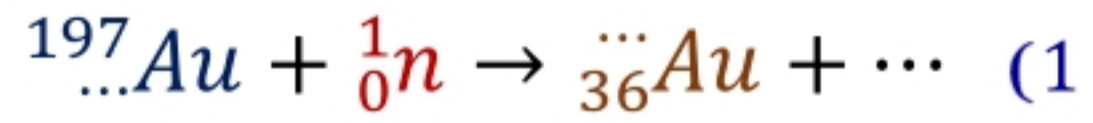
النواة الأم المستقرة تلتقط النيوترون  $\frac{1}{0}n$  دون انشطار تتحول إلى النواة ← البنت الغير مستقرة التي  
تشبه الأم تماماً  $Energy +$

نلاحظ أن:

النواة البنت من نفس نوع الأم

يحتوي التفاعل على إشارة + واحدة فقط بعد السهم → وهذا دليلان على تفاعل الإلتقاط

سؤال ⑧ ① املأ الفراغات في التفاعلات النووية التالي وحدد نوع هذا التفاعل



فسر علمياً: يعتبر النيوترون أفضل قذيفة نووية

لأن النيوترون جسيم غير مشحون بالتالي لا يتأثر بالحقل الكهربائي للنواة

2 تفاعل التطافر النووي:

شكله العام:  $Energy + \text{جُسيمة خارجة} + \text{البنّت (لا تشبه الام)} \rightarrow \text{جُسيمة داخلية} + \text{الأم}$

النواة الأم تُقذف بجسيمة داخلية تتحول إلى البنّت التي لا تشبه الام أبداً + جسيمة خارجة غير الجسيمة الداخلة +  $Energy$

نلاحظ أن:

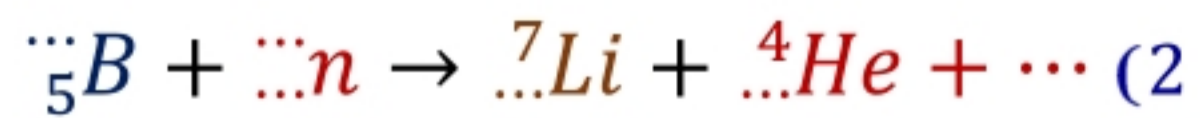
النواة البنّت مختلفة عن نوع الأم

الجُسيمة الخارجة مختلفة عن الجسيمة الداخلة

يحتوي التفاعل على إشارتي + + بعد السهم →

وهذان ثلاث أدلة على تفاعل التطافر

سؤال ⑨ ① املأ الفراغات في التفاعلات النووية التالي وحدد نوع هذا التفاعل



## 3 تفاعل الانشطار النووي:

**شكله العام:**  $Energy + \text{نيوترونات} + \text{بنت ثانية} + \text{بنت أولى} \rightarrow \text{الأم}$

لا يحدث تفاعل الانشطار مباشرة انما في البداية يحدث التقاط لتنتج الأم التي سوف تنشط وفق:

النواة الأم تتحول إلى ← **بنتين مختلفتين** + عدد من النيوترونات (ثلاث أو أربعة) +  $Energy$

نلاحظ أن:

تنتج بنتين عن انشطار الأم

يحتوي التفاعل على ثلاث اشارات +++ بعد السهم →

وهذه أدلة تفاعل الانشطار

سؤال ① ② املأ الفراغات في التفاعلات النووية التالي وحدد نوع هذا التفاعل



تنبيه

يرافق تفاعل الانشطار انطلاق نيوترونات **سريعة**، إذا تم **إبطاؤها** يمكن لكل نيوترون شطر نواة يورانيوم اخرى بعد التقاطه مما يؤدي إلى حدوث تفاعل متسلسل ويمكن الاستفادة من تفاعل الانشطار في الحصول على الطاقة النووية.

## 4 تفاعل الاندماج النووي:

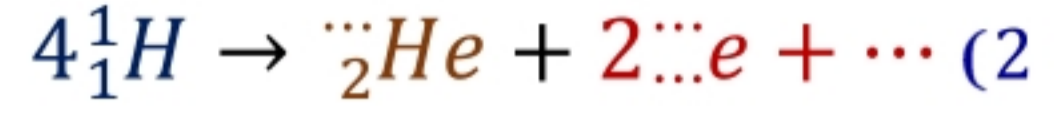
**شكله العام:**  $Energy + \text{أنوية و جسيمات مختلفة} \rightarrow \text{نواة ثانية} + \text{نواة أولى}$

تندمج نواتين خفيفتين من فئة  $H$  أو  $He$  لتعطي نواة أثقل من نفس الفئة وجسيمة ما

نلاحظ أن:

كل الأنوية من فئة هيدروجين أو هليوم  $H$  أو  $He$  وهذا دليل تفاعل الاندماج

سؤال ① ② املأ الفراغات في التفاعلات النووية التالي وحدد نوع هذا التفاعل



فسر علمياً: ينتج عن تفاعل الاندماج طاقة كبيرة جداً

لان كتلة النواة الناتجة أصغر من مجموع كتل النوى المندمجة وهذا النقص في الكتلة يتحول إلى طاقة

تنبيه

تحدث تفاعلات الاندماج في النجوم (مثل الشمس)

ما هي سلسلة النشاط الإشعاعي

هي السلسلة التي تتحول النواة المشعة وفق عدة تحولات نووية متسلسلة لتصل إلى نواة مستقرة

ماهي طاقة ارتباط النواة

عند فصل النواة إلى مكوناتها الأساسية من بروتونات ونيوترونات يجب تقديم طاقة مساوية للطاقة المنتشرة في

أثناء تشكيلها، وهي طاقة الارتباط التي تكون دوماً مقدار موجب



## جدول مقارنة: ألفا – بيتا – غاما



أشعة غاما	جسيمة بيتا	جسيمة ألفا	
.....	إلكترونات عالية السرعة	تطابق نواة الهليوم ${}^4_2\text{He}$	الطبيعة
لا تحمل شحنة كهربائية	.....	تحمل شحنتين موجبتين	الشحنة
ليس لها كتلة سكونية.	كتلته تساوي كتلة الإلكترون.	كتلتها تساوي أربعة أضعاف كتلة الهيدروجين	الكتلة
أقل قدرة على تأيين الغازات من بيتا.	أقل قدرة على تأيين الغازات من ألفا.	تأين الغازات التي تمر من خلالها	تأيين الغازات
نفوذيتها أكبر من نفوذية بيتا	نفوذيتها أكبر من نفوذية ألفا.	نفوذيتها ضعيفة.	النفوذية
تساوي سرعة الضوء	$0.9C$	$0.05C$	السرعة
لا تتأثر. <b>فسر علمياً؟</b>	.....	تنحرف نحو اللبوس السالب لمكثفة مشحونة. <b>فسر علمياً؟</b>	تأثير الحقل الكهربائي
.....	تنحرف بتأثير قوة لورنز بجهة معاكسة لجهة انحراف ألفا.	تنحرف بتأثير قوة لورنز	تأثير الحقل المغناطيسي

سؤال ② ② أنشئ مقارنة بنفسك بين جسيم بيتا والبوزيترون من حيث (موقع النواة تحت أو فوق – التأثير بالحقل الكهربائي)



## قانون أينشتاين

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

## قانون أينشتاين ومسائل النواة

$$\Delta E (J)$$

تمثل الطاقة المنتشرة بقيمتها السالبة وطاقة الارتباط بقيمتها الموجبة

وهي بمسائل النواة تأتي مجهولة ويطلب حسابها تحت مُسمى الطاقة المنتشرة أو طاقة الارتباط والفرق بالإشارة فقط

$$\Delta m (Kg)$$

تمثل: الفرق بين كتلة النواة  $m_{\text{نواة}}$  ومجموع كتل مكوناتها  $m_{\text{مكونات}}$  (قيمتها سالبة)

$$\Delta m = m_{\text{نواة}} - m_{\text{مكونات}}$$

حيث  $m_{\text{نواة}}$  تعطى جاهزة بنص المسألة ونحن نحسب  $m_{\text{مكونات}}$  من القانون:

$$m_{\text{مكونات}} = \text{عدد البروتونات} \times m_{\text{بروتون}} + \text{عدد النيوترونات} \times m_{\text{نيوترون}}$$

$$m_{\text{مكونات}} = N \times m_n + Z \times m_p$$

حيث  $m_n$  و  $m_p$  يعطيان بنص المسألة

$$c^2 \text{ مربع سرعة الضوء}$$

**فَسِّرْ عِلْمِيًّا:** كتلة النواة أصغر من مجموع كتل مكوناتها وهي حرة

بسبب تحوّل النقص في الكتلة إلى طاقة منتشرة تُعطى بعلاقة أينشتاين  $\Delta E = \Delta m c^2$

**سؤال ④ ②**  $\left(\frac{20}{2}\right)$  لديك نواة الأوكسجين  $^{16}_8O$  تنقص كتلتها عن كتلة مكوناتها  $\Delta m = -0.23 \times 10^{-27} kg$  وسرعة الضوء  $3 \times 10^8 m.s^{-1}$

**الطلب ①:** احسب الطاقة المنتشرة عند تشكل نواة الأوكسجين

**الطلب ②:** احسب طاقة الارتباط نواة الهيدروجين

**سؤال ③ ②**  $\left(\frac{13}{6}\right)$  لديك نواة الهليوم  $^4_2He$  كتلتها  $m_{\text{نواة}} = 6.40 \times 10^{-27} kg$  كتلة البروتون  $m_p = 1.67 \times 10^{-27} kg$  وكتلة النيوترون  $m_n = 1.66 \times 10^{-27} kg$  وسرعة الضوء  $3 \times 10^8 m.s^{-1}$

**الطلب ①:** احسب الطاقة المنتشرة عند تشكل نواة الهليوم (اهتم بالفكرة فقط دون تفاصيل الأرقام)

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

$$\Delta m = m_{\text{نواة}} - m_{\text{مكونات}}$$

نواة الهليوم  $^4_2He$  لديها  $N = 2, Z = 2$

$$m_{\text{مكونات}} = N \times m_n + Z \times m_p = (2 \times 1.66 + 2 \times 1.67) \times 10^{-27} = 6.66 \times 10^{-27} kg$$

$$\Delta m = (6.40 - 6.66) \times 10^{-27} = -0.26 \times 10^{-27}$$

$$\Delta E = \Delta m c^2 = -0.26 \times 10^{-27} \times (3 \times 10^8)^2 = -26 \times 10^{-29} \times 9 \times 10^{16} = -234 \times 10^{-13} J$$

**الطلب ②:** احسب طاقة الارتباط نواة الهليوم

## قانون أينشتاين ومساائل الشمس

$\Delta E (J)$

الطاقة التي تشعها الشمس وتأتي معلومة دوماً بمساائل الشمس بوحدة **جول J في الثانية** لذلك يجب تحويلها حسب الطلب إلى:

جول في **الدقيقة min**: عدد الدقائق  $\times 60 \times \Delta E$

جول في **الساعة h**: عدد الساعات  $\times 3600 \times \Delta E$

جول في **اليوم day**: عدد الأيام  $\times 24 \times 3600 \times \Delta E$

$\Delta m (Kg)$

النقصان في كتلة الشمس (قيمتها سالبة) وتأتي مطلوب حسابها

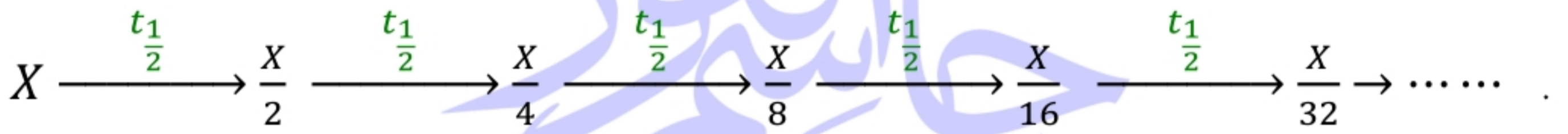
سؤال ⑤ ② احسب مقدار النقصان في كتلة الشمس خلال  $72min$  اذا كانت تشع طاقة قدرها

$38 \times 10^{27} J$  في الثانية علماً أن سرعة الضوء  $3 \times 10^8 m.s^{-1}$

سؤال ⑥ ② (إضافية) احسب مقدار النقصان في كتلة الشمس خلال 9 ساعات اذا كانت تشع طاقة قدرها  $38 \times 10^{27} J$  في الثانية علماً أن سرعة الضوء  $3 \times 10^8 m.s^{-1}$

## عُمر النصف $t_{\frac{1}{2}}$

اذا كان لدينا عدد  $X$  من النوى في بداية الزمن، وفي كل قفزة زمنية ينقص عدد النوى إلى نصف ما كان وفق:



الزمن الذي يتكرر كل مرة ويقسم العدد الذي يسبق على 2 ندعوه **عمر النصف** ونرمز له  $t_{\frac{1}{2}}$

الزمن من البداية  $X$  حتى النهاية (حسب الدراسة) التي تكون  $\frac{X}{\text{عدد}}$  ندعوه **الزمن الكلي** (الزمن) ونرمز له  $t$

عدد مرّات تكرار عمر النصف ندعوها **التكرار** ونرمز لها  $n$

## ما هو عمر النصف وبماذا يتعلق؟

تتحوّل نصف عدد نوى النظير المشع وفق نشاط إشعاعيّ محدّد إلى نوى عنصر آخر خال أزمنة متساوية تُدعى عمر النصف للمادة المشعة

يتعلّق عمر النصف **بنوع المادة المشعة فقط**. لا يتعلّق عمر النصف بالحالة الفيزيائية أو الكيميائية أو الضّغط

أو الحرارة

## قانون عمر النصف

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

حيث يمكن أن يكون أي من هؤلاء هو المجهول

تعيين التكرار  $n$ 

1 عندما يعطيني النسبة المتبقية  $\frac{1}{2}, \frac{1}{4}, \frac{1}{8}, \dots$

عندها نقوم بالمخطط التفصيلي  $X$  حيث نتوقف عند النسبة التي يحددها بنص السؤال ونحدد التكرار  $n$

مثال احسب التكرار عندما يتبقى  $\frac{1}{16}$

$$X \xrightarrow{t_{\frac{1}{2}}} \frac{X}{2} \xrightarrow{t_{\frac{1}{2}}} \frac{X}{4} \xrightarrow{t_{\frac{1}{2}}} \frac{X}{8} \xrightarrow{t_{\frac{1}{2}}} \frac{X}{16}$$

نلاحظ أن التكرار  $n = 4$

2 عندما يعطيني عدد نوى بدائي وعدد نوى نهائي

عندها نضع العدد البدائي بدل  $X$  ثم نقوم بالمخطط حتى نصل للعدد النهائي ونقوم بتعيين التكرار  $n$

مثال احسب التكرار عندما يتبقى إذا كان عدد النوى البدائي  $48 \times 10^6$  ليتبقى منها  $6 \times 10^6$

$$48 \times 10^6 \xrightarrow{t_{\frac{1}{2}}} 24 \times 10^6 \xrightarrow{t_{\frac{1}{2}}} 12 \times 10^6 \xrightarrow{t_{\frac{1}{2}}} 6 \times 10^6$$

نلاحظ أن التكرار  $n = 3$  والنسبة هنا  $\frac{1}{8}$

3 عندما يعطيني عمر النصف  $t_{\frac{1}{2}}$  والزمن  $t$ : نحسب التكرار من القانون  $t_{\frac{1}{2}} = \frac{t}{n}$

مثال احسب النسبة المتبقية من النوى عندما يكون عمر النصف  $24 \text{ days}$  بعد زمن  $72 \text{ days}$

سؤال ⑦ ② احسب عمر النصف لعينة مُشعة يتبقى منها  $\frac{1}{16}$  بعد مضي 480 سنة  $\left(\frac{3م}{20}\right)$

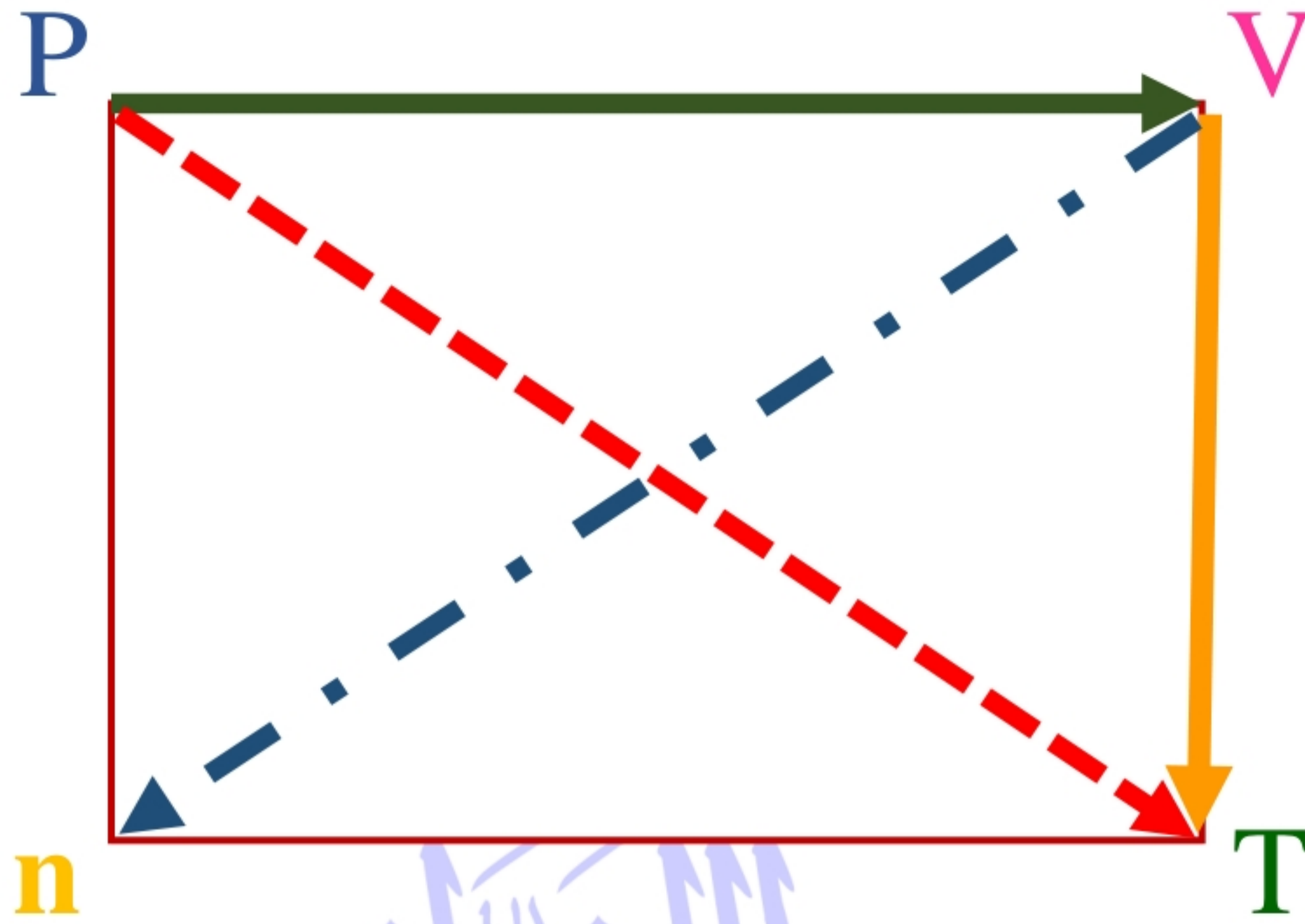
سؤال ⑧ ② احسب الزمن اللازم لعينة مشعة كي ينقص عدد النوى من  $16 \times 10^5$  إلى 200000  
علماً أن عمر النصف 50s

سؤال ⑨ ② احسب النسبة المتبقية من النوى عندما يكون عمر النصف 4h بعد زمن 12h

سؤال ⑩ ③ تتحول نواة  $^{131}_{53}I$  إلى نواة الكزينون  $Xe$  مطلقة جسيمة بيتا، إذا علمت أن عمر النصف  
لليود 8days والمطلوب: كتابة المعادلة المعبرة عن التفاعل النووية ثم حساب النسبة المتبقية بعد 24 days

# الفوازات

جاسم الفوز



## قوانين الغازات

لدينا خمسة قوانين للغازات وفق ما رأيناه في المربع ( بويل - شارل - غاي لوساك - أفوغادرو - القانون العام )  
ولكل قانون سندرس (نص - علاقة رياضية - مخططات )

### 1 قانون بويل - $P - V$ - ج :

قانون بويل يدرس العلاقة بين حجم الغاز  $V$  وضغطه  $P$  عند ثبات درجة الحرارة  $T$  وعدد المولات  $n$

النص:

جاء حجم غاز في ضغطه مقدار ثابت عند درجة حرارة ثابتة

يتناسب حجم غاز عند درجة حرارة ثابتة عكساً مع ضغط ذلك الغاز  $P V = const$

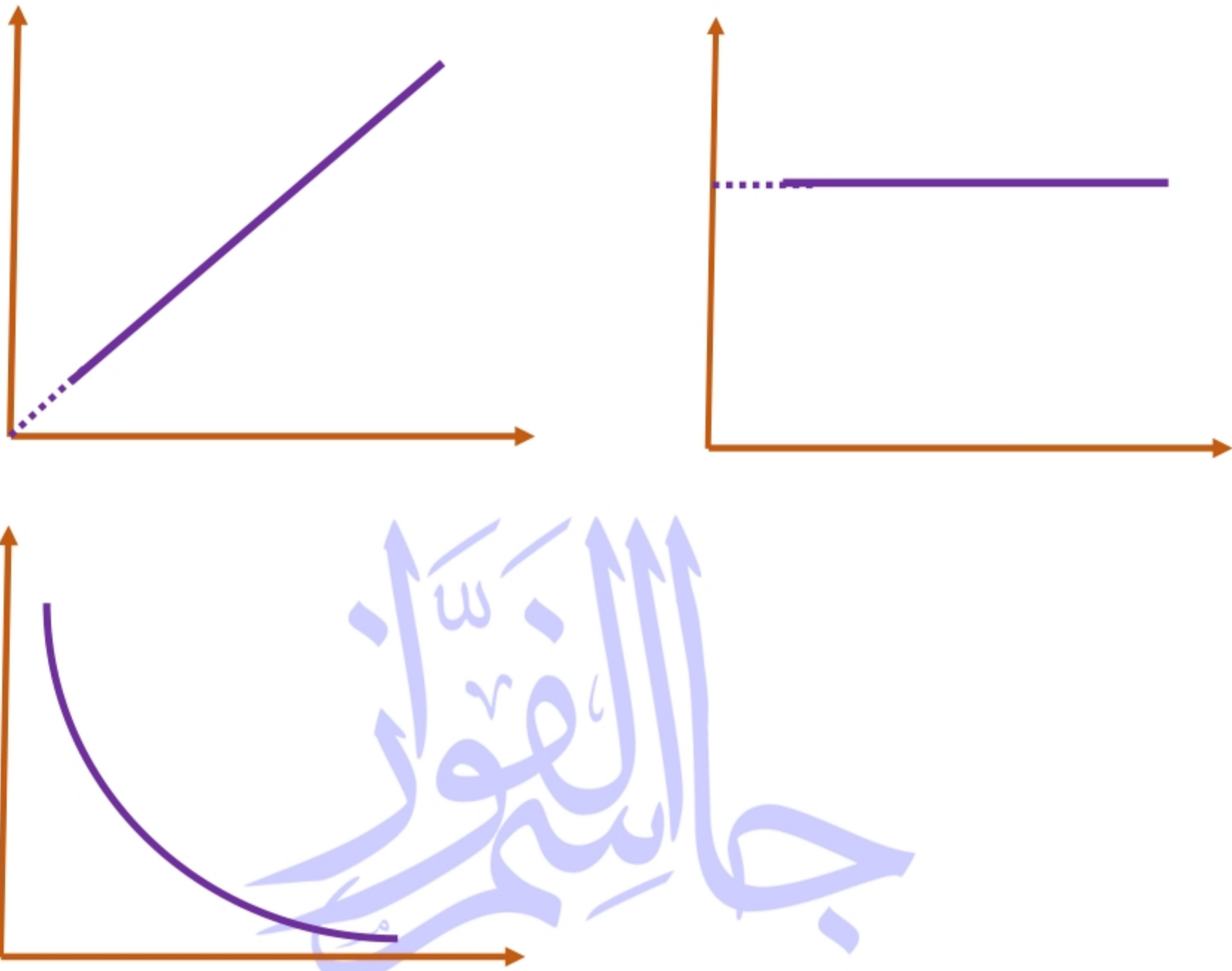
العلاقة الرياضية:

$$\langle P_1 V_1 = P_2 V_2 \rangle$$



## المخططات:

من أشهر المخططات الخاصة بقانون بويل



## تنبيهات

واحدات القياس المستخدمة:

$$ml \xrightarrow{\times 10^{-3}} L \text{ و } L \xrightarrow{\times 10^{-3}} m^3 \text{ حيث } V \begin{cases} L \text{ لتر} \\ m^3 \\ ml \end{cases}$$

$$atm \xrightarrow{\times 10^5} Pa \text{ و } Pa \xrightarrow{\div 10^5} atm \text{ حيث } P \begin{cases} Pa \text{ باسكال} \\ atm \text{ جوي} \end{cases}$$

$$P = 1 atm = 10^5 Pa \text{ الضغط النظامي دوماً يساوي}$$

عندما يستخدم الكيلو باسكال  $kPa$  يمكن التحويل إلى باسكال بالضرب بـ  $10^3$

التحويل غير اجباري إلا عند **عدم التجانس في الواحدات**: يكون كل حجم بوحدة مختلفة عن الآخر أو كل ضغط بوحدة مختلفة عندها **يجب التحويل**

**متى نطبق بويل**: عندما يكون لدى **مجموعتين و ضغطتين** دون وجود تغير في درجة حرارة أو عدد مولات

**سؤال** عينة من غاز  $NO_2$  حجمها  $1.5L$  عند ضغط  $1.6 \times 10^3 Pa$  احسب **حجم** الغاز عندما يصبح الضغط،  $4.8 \times 10^4 pa$

**سؤال** عينة من غاز الميثان حجمها  $1L$  عند **الضغط النظامي** احسب الضغط الجديد عندما يصبح حجم الغاز  $300ml$

## 2 قانون شارل $V - T$ : شارل :

قانون **شارل** يدرس العلاقة بين حجم الغاز  $V$  ودرجة الحرارة  $T$  عند ثبات الضغط  $P$  وعدد المولات  $n$

**النص**:

نسبة حجم غاز إلى درجة حرارته ثابتة عند ضغط ثابت.

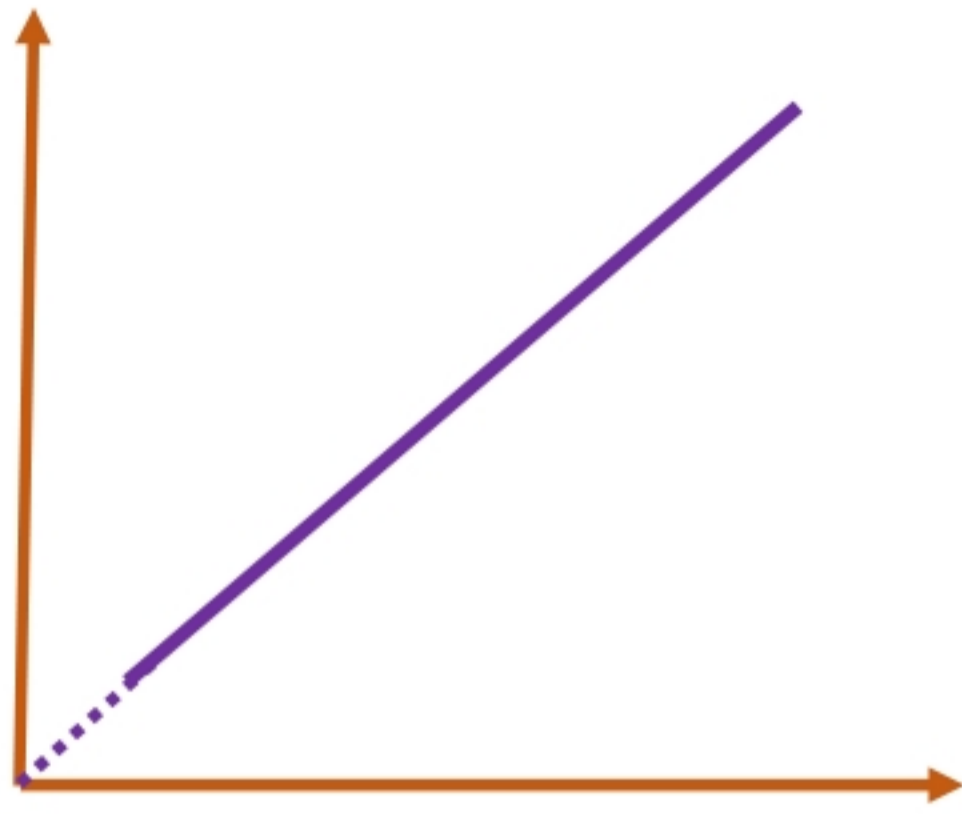
يتناسب حجم غاز **طرداً** مع درجة حرارته المطلقة عند ثبات ضغط الغاز.  $\frac{V}{T} = const$

**العلاقة الرياضية**:

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

**المخططات**:

من أشهر المخططات الخاصة بقانون شارل



متى نطبق شارل: عندما يكون لدي مجمين ودرجة حرارة دون وجود تغير في الضغط أو عدد مولات

**سؤال** عينة من غاز حجمها  $2.5L$  عند درجة حرارة  $-63^{\circ}C$  وضغط ثابت احسب حجم الغاز عندما يتم تسخين العينة لدرجة  $27^{\circ}C$

جاسم الفواز

**سؤال** عينة من غاز حجمها  $0.3L$  عند درجة حرارة  $330K$  احسب الحجم درجة الحرارة عندما يصبح حجم العينة  $100ml$

**سؤال** عينة من غاز حجمها  $30ml$  عند درجة حرارة  $27^{\circ}C$  وضغط ثابت احسب حجم الغاز عندما يتم تسخين العينة لدرجة  $127^{\circ}C$

3 قانون غاي لوساك :  $P - T$  اي لوساك :

قانون غاي لوساك يدرس العلاقة بين الضغط  $P$  ودرجة الحرارة  $T$  عند ثبات الحجم  $V$  وعدد المولات  $n$

النص:

نسبة ضغط غاز إلى درجة حرارته ثابتة عند ضغط ثابت.

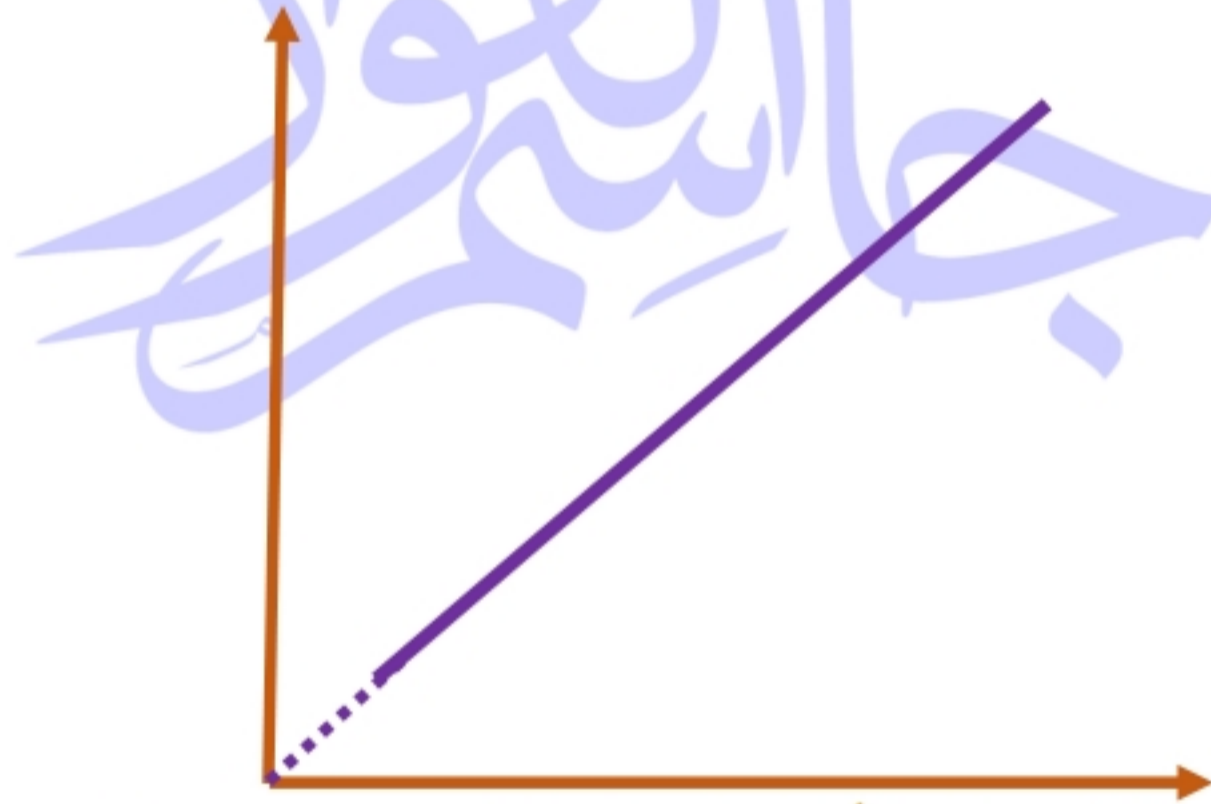
يتناسب ضغط غاز طردياً مع درجة حرارته المطلقة عند ثبات حجم الغاز.  $\frac{P}{T} = \text{const}$

العلاقة الرياضية:

$$\left\langle \frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2} \right\rangle$$

المخططات:

أشهر المخططات الخاصة بقانون غاي لوساك



متى نطبق قانون غاي لوساك: عندما يكون لدي ضغطين ودرجتين حرارتي ووجود تغير في الحجم أو عدد مولات

سؤال عينة من غاز البوتان ضغطها  $360\text{kPa}$  عند درجة حرارة  $27^\circ\text{C}$  وضغط ثابت احسب ضغط

الغاز عندما يتم تسخين العينة لدرجة  $87^\circ\text{C}$  ,

4 قانون أفوغادرو -  $n - V$  لادرو :

قانون أفوغادرو يدرس العلاقة بين الحجم  $V$  وعدد المولات  $n$  عند ثبات الضغط  $P$  ودرجة الحرارة  $T$

النص:

حجم مول واحد من أي غاز في الشّرتين النظاميين (الضّغط  $1atm$  ، ودرجة الحرارة  $0^\circ C$ ) يساوي  $22.4L$

العلاقة الرياضية:

$$\left\langle \frac{V_1}{n_1} = \frac{V_2}{n_2} \right\rangle$$

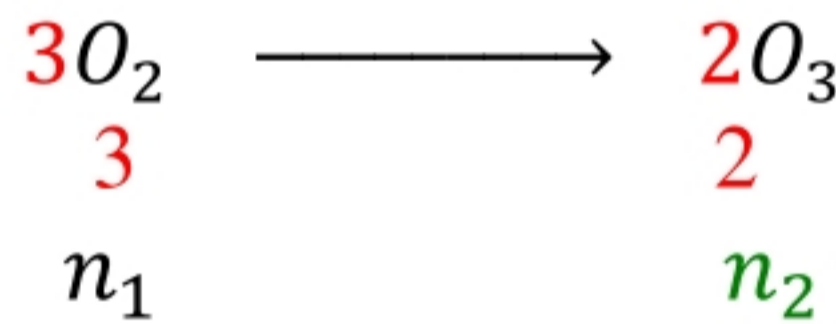
حيث  $V_{mol}$  الحجم المولي واحدته  $L \cdot mol^{-1}$   $\left\langle V = V_{mol} \times n \right\rangle$

$$\left\langle n = \frac{N \text{ عدد الجزيئات}}{N_A \text{ عدد أفوغادرو}} \right\rangle$$

متى نطبق قانون أفوغادرو: عندما يكون لدينا حجم أو أكثر وعدد مولات أو أكثر دون وجود تغير في الضغط أو درجة الحرارة

**سؤال** عينة من غاز الأوكسجين  $O_2$  حجمها  $12.2L$  وعدد مولاتها  $0.5mol$  وضغط ثابت اذا تحول غاز الأوكسجين إلى غاز الأوزون  $O_2 \rightarrow O_3$  بثبات الضغط ودرجة الحرارة والمطلوب:

**الطلب 1:** احسب عدد مولات غاز الأوزون



$$n_2 = n_{O_3} = \frac{2 \times n_{O_2}}{3} = \frac{2 \times 0.5}{3} = \frac{1}{3} mol \text{ بالتالي}$$

**الطلب 2:** احسب حجم غاز الأوزون الناتج

$$\frac{V_1}{n_1} = \frac{V_2}{n_2} \text{ نطبق قانون أفوغادرو}$$

$$\frac{12.2}{0.5} = \frac{V_2}{\frac{1}{3}} \text{ نعوض}$$

$$\frac{12.2}{0.5} = \frac{3V_2}{1}$$

$$V_2 = \frac{122 \times 10^{-1} \times 1}{3 \times 5 \times 10^{-1}} = \frac{122}{15} L.$$

**سؤال** عينة من غاز الأرجون حجمها  $10L$  عدد جزيئاتها  $3.011 \times 10^{23}$  وعدد أفوغادرو  $6.022 \times 10^{23}$  احسب عدد المولات ثم احسب الحجم المولي :

### 5 قانون الغازات العام $P - V - T - n$ (معادلة الغاز المثالي) :

قانون الغازات العام يدرس العلاقة بين الجميع: الحجم  $V$  وعدد المولات  $n$  والضغط  $P$  ودرجة الحرارة  $T$

**العلاقة الرياضية: ولها ثلاث أشكال**

1 شكل  $P V = n R T$

2 شكل  $P V = \frac{m}{M} R T$  أو بشكل آخر  $n = \frac{\text{كتلة غرامية } m}{\text{كتلة مولية } M}$  فنجد:

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

**تنبيهات**

حيث  $R$  ثابت الغازات العام وله واحدتان للقياس:  $R \begin{cases} L \cdot atm \cdot mol^{-1} \cdot K^{-1} \\ m^3 \cdot Pa \cdot mol^{-1} \cdot K^{-1} \end{cases}$

حيث التجانس مطلوب هنا، أي عندما يكون الحجم بالتر  $L$  يجب أن يكون الضغط بـ  $atm$  وعندما يكون

الحجم بالمتر مكعب  $m^3$  يجب أن يكون الـ ضغط بالباسكال  $Pa$

متى نطبق الغازات العام: عندما يكون لدينا تغير بأكث من متحولين وهم أكث قانون مستخدم في الغازات

**سؤال** عينة من غاز حجمها 3L وعدد مولاتها 0.5mol عند درجة حرارة 27°C علماً أن  $R = 8.314 \text{ m}^3 \cdot \text{Pa} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$

من قانون الغازات العام  $P V = n R T$

يجب تحويل درجة الحرارة  $T = 27 + 273 = 300 \text{ K}$

الحجم غير متجانس بوحدة اللتر L مع R يجب أن يكون  $\text{m}^3$  نحتاج للتحويل:

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

سينتج ضغط بوحدة Pa وفق ما ورد في R

$$P = \frac{nRT}{V} = \frac{5 \times 10^{-1} \times 8314 \times 10^{-3} \times 300}{3 \times 10^{-3}} = 5 \times 10^{-1} \times 8314 \times 100 = 415700 \text{ Pa} .$$

**سؤال** عينة من غاز ثاني أوكسيد الكربون  $\text{CO}_2$  كتلتها 0.44 g وحجمه 1L عند الدرجة 1000K احسب

الضغط علماً أن  $R = 0.082 \text{ L} \cdot \text{atm} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$  و C: 12 , O: 16

من قانون الغازات العام  $P V = \frac{m}{M} R T$

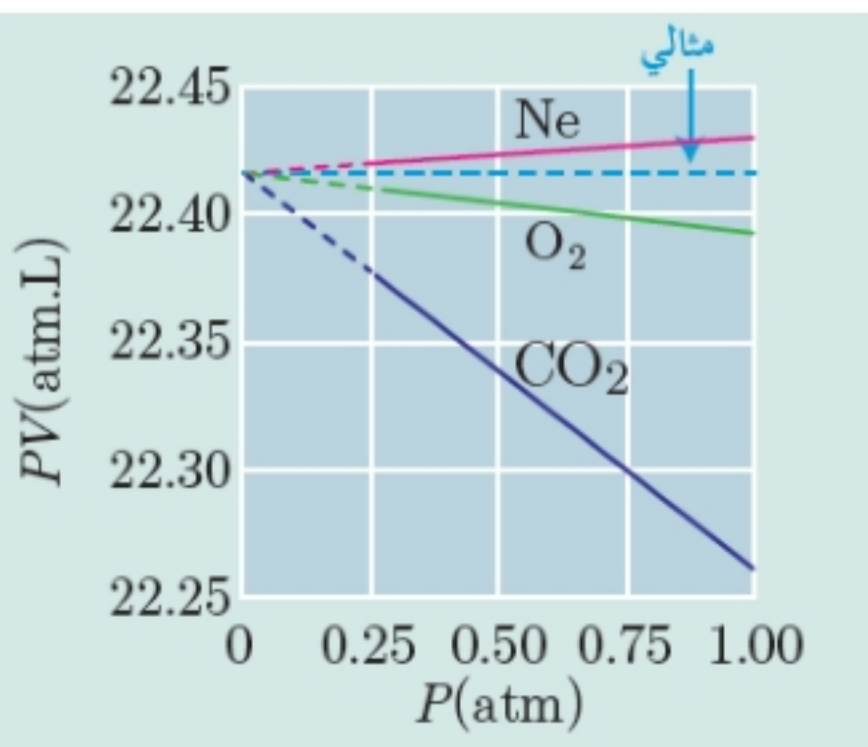
حيث  $m = 44 \times 10^{-2} \text{ g}$  ,  $M = 12 + 16 \times 2 = 44 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$

$$P = \frac{mRT}{MV} = \frac{44 \times 10^{-2} \times 82 \times 10^{-3} \times 10^3}{44 \times 1} = 82 \times 10^{-2} \text{ atm} .$$

**ماهي شروط الغاز المثالي**

- (1) انعدام قوى التجاذب بين الجزيئات.
- (2) حجم الجزيئات مهمل بالنسبة لحجم الوعاء.
- (3) التصادمات بين الجزيئات مرنة.
- (4) تتحرك الجزيئات حركة عشوائية.

**أي من الغازات بالشكل جانبا قريب من المثالي؟**



## انطلاقاً من قانون الغازات العام استنتج قانون كثافة الغاز $d$

من قانون الغازات العام  $PV = nRT$  لنوجد الكثافة  $d = \frac{m}{V}$

$$PV = \frac{m}{M} RT$$

$$PM = \frac{mRT}{V}$$

$$\frac{m}{V} = \frac{PM}{RT}$$

$$d = \frac{PM}{RT} \text{ واحدها } g.l^{-1}$$

## فسر علمياً: يرتفع المنطاد عند تسخين الهواء بداخله

انطلاقاً من علاقة الكثافة  $d = \frac{PM}{RT}$ :

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

تنبيه

تناسب كثافة الغاز طردياً مع ضغطه  $P$  وكتلته المولية  $M$ ، وعكساً مع درجة حرارته  $T$

سؤال عينة من غاز كثافته  $0.02 g.l^{-1}$  في الشرطين النظاميين اذا علمت أن

احسب الكتلة المولية للغاز  $R = 0.082 L.atm.mol^{-1}.K^{-1}$

## 6 قانون دالتون

النص

الضغط الكلي لمزيج غازي يساوي مجموع الضغوط الجزئية للغازات المكوّنة له



## العلاقة الرياضية:

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

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

انطلاقاً من قانون دالتون:  $P_t = P_1 + P_2 + P_3 + \dots$

ومن قانون الغازات العام:  $P_1 = n_1 \frac{RT}{V}$ ,  $P_2 = n_2 \frac{RT}{V}$ ,  $P_3 = n_3 \frac{RT}{V}$  ...

نعوض:

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

نخرج  $\frac{RT}{V}$  عامل مشترك

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

$$n_1 + n_2 + n_3 + \dots = n_t \quad \text{إن}$$

$$P_t = n_t \frac{RT}{V}$$

## تنبيهات

يزداد الضغط عند: زيادة درجة الحرارة, زيادة عدد المولات أو عدد الجزيئات, نقصان الحجم

إن النسبة  $\frac{n_1}{n_t}$  أو أي نسبة شبيهه مثل  $\frac{n_i}{n_t}$  حيث  $i = 1, 2, \dots$  تسمى بالكسر المولي ونرمز لها  $X_i$  التي تذكر في

نص السؤال كنسبة مئوية %

عند مستوى سطح البحر يكون  $P_t = 1 \text{ atm}$

استنتج عبارة الضغط الكلي بدلالة الكسر المولي

لدينا العلاقة  $P_t = n_t \frac{RT}{V}$  و  $P_i = n_i \frac{RT}{V}$  نسب العلاقتين:

$$\frac{P_i}{P_t} = \frac{n_i \frac{RT}{V}}{n_t \frac{RT}{V}} = \frac{n_i}{n_t}$$

$$\frac{P_i}{P_t} = X_i \text{ بالتالي}$$

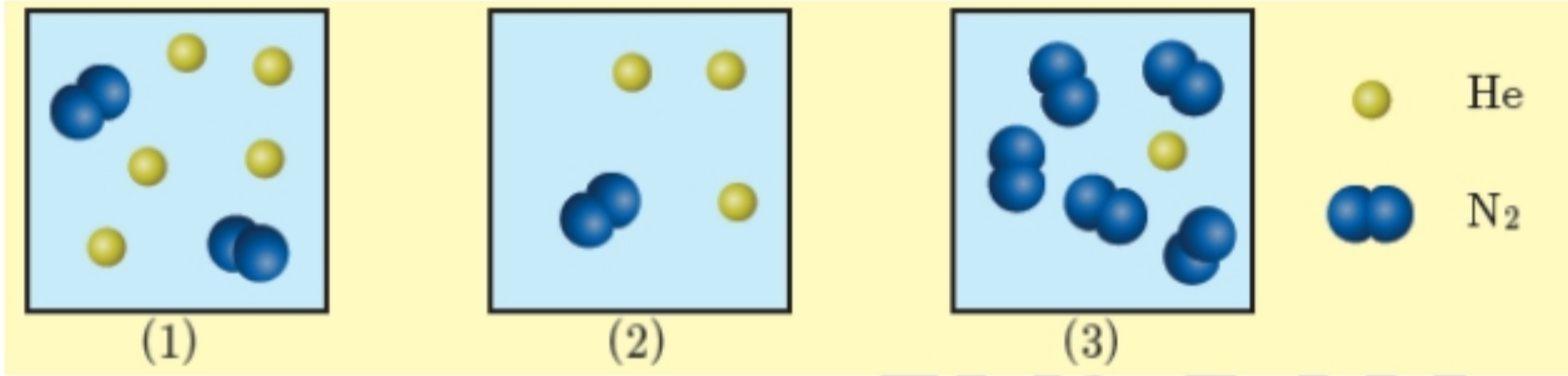
$$P_i = P_t X_i \text{ أو بالشكل } P_t = \frac{P_i}{X_i}$$

**سؤال** احسب الضغط الجزئي لغاز النروجين مقدراً بـ  $atm$  عند مستوي سطح البحر اذا علمت أن نسبته 78% من الهواء

$$P_i = P_t X_i \text{ من العلاقة}$$

$$P_i = 1 \times \frac{78}{100} = \frac{78}{100} = \frac{39}{50} atm \text{ . نعوض لنجد:}$$

**سؤال**  $\left(\frac{3 \times 2}{41}\right)$



يمثل الشكل الآتي ثلاث عينات غازية:

إذا علمت أن هذه العينات موجودة عند درجة الحرارة ذاتها والمطلوب:

**A** رتب هذه العينات حسب **تزايد الضغط الكلي** (من الأقل إلى الأكثر):

$$\begin{array}{l} \text{العينة 3} \begin{cases} n_{He} = 1 \\ n_{N_2} = 5 \\ n_t = 6 \end{cases} \\ \text{العينة 2} \begin{cases} n_{He} = 3 \\ n_{N_2} = 1 \\ n_t = 4 \end{cases} \\ \text{العينة 1} \begin{cases} n_{He} = 5 \\ n_{N_2} = 2 \\ n_t = 7 \end{cases} \end{array}$$

من قانون دالتون  $P_t = n_t \frac{RT}{V}$  الضغط الكلي يتناسب **طردهاً** مع عدد المولات الكلي بالتالي ترتيب العينات حسب

تزايد الضغط (تصاعدي):  $1 \leftarrow 3 \leftarrow 2$

**B** رتب هذه العينات حسب **تزايد الضغط الجزئي للهليوم** من قانون دالتون  $P_{He} = n_{He} \frac{RT}{V}$  الضغط

الجزئي للهليوم يتناسب طردهاً مع عدد المولات الهليوم بالتالي ترتيب العينات حسب تزايد الضغط الجزئي للهليوم

(تصاعدي):

سؤال (س\1\5 / 40) مزيج غازي يحتوي على  $2\text{mol}$  من النروجين و  $4\text{mol}$  من الأكسجين عند ضغط

ثابت  $0.98\text{atm}$  استبدل المزيج ب  $6\text{mol}$  من الأكسجين كم سيكون الضغط الناتج؟؟

الحل:

بما أن عدد المولات الكلي للمزيج  $6\text{mol}$  واستبدل المزيج بغاز عدد مولاته أيضاً  $6\text{mol}$  بالتالي عدد المولات ثابت

ولم يذكر تغير في درجة الحرارة أو الحجم بالتالي سيبقى الضغط ثابت أيضاً  $0.98\text{atm}$

سؤال (س\1\3 / 40) أكبر قيمة لضغط الغاز بثبات درجة الحرارة في وعاء إذا كان:

(a) حجمه  $22.4$  وعدد مولاته  $1$

(b) حجمه  $22.4$  وعدد مولاته  $2$

(c) حجمه  $11.2$  وعدد مولاته  $2$

(d) حجمه  $11.2$  وعدد مولاته  $1$

7 قانون غراهام

النص:

نسبة سرعتي انتشار غازين في وسط ضمن الشروط نفسها من ضغط ودرجة الحرارة تتناسب عكساً مع الجذر

التربيعي لنسبة كتلتهما المولية، وتزايد سرعة انتشار الغاز كلما نقصت كتلته المولية

العلاقة الرياضية:

$$\left\langle \frac{v_1}{v_2} = \sqrt{\frac{M_2}{M_1}} \right\rangle$$

رتب الغازات التالية تصاعدياً (وفق تزايد سرعتها)  $O_2, H_2, H_2O, He, N_2$  علماً أن: **سؤال** (9/37)

$O: 16, H: 1, N: 14, He: 4.$

**فسر علمياً: عند رش كمية من العطر في غرفة تنتشر الرائحة بكامل أرجائها**

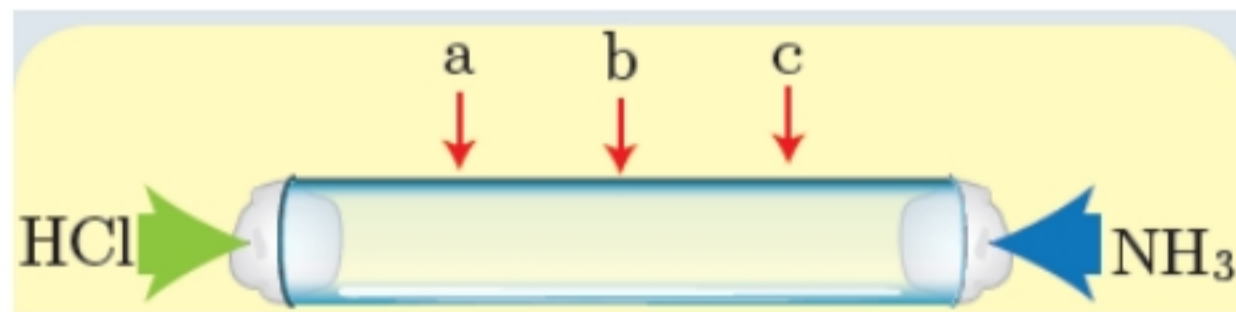
بسبب الحركة العشوائية للجزيئات لتملأ الحيز الذي توجد فيه بشكل متجانس

**سؤال** اذا علمت أن سرعة انتشار غاز الهيدروجين  $H_2, 120m. s^{-1}$  نستبدله بغاز الأوكسجين  $O_2$

احسب سرعة انتشار غاز الأوكسجين علماً أن:  $O: 16, H: 1$

جاسم الفوز

**تجربة:**



أنبوب زجاجي يغلق طرفيه بالقطن كما في الشكل المجاور: يضح غاز  $HCl$  من أحد طرفيه، وغاز  $NH_3$  من الطرف الآخر في الوقت ذاته. يتفاعل الغازان ضمن الأنبوب الزجاجي ليتكون ملح  $NH_4Cl$  الصلب.

**السؤال: في أي نقطة a أو b أو c تتوقع أن يتكون هذا الملح، ولماذا؟** علماً أن:  $H: 1, Cl: 35.5, N: 14$

## فكرة الحل

تحديد مكان التفاعل يعتمد على السرعة فالغاز الأبطأ يحدث التفاعل بالقرب من مكانه:

فإذا كان غاز النشادر هو الأسرع يحدث التفاعل عند النقطة a

وإذا كان غاز كلور الهيدروجين هو الأسرع يحدث عند C

وإذا تساوت سرعتي الغازين يحدث التفاعل عند b

بما أن السرعة تتناسب عكساً مع الكتلة المولية وفق قانون غراهام فإننا سنحسب الكتلة المولية لكلا الغازين والغاز الأقل كتلة مولية هو الأسرع.

الحل:

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

$$M_{HCl} = 1 + 35.5 = 36.5 \text{ g.mol}^{-1} .$$

$M_{HCl} > M_{NH_3}$  بالتالي  $v_{NH_3} > v_{HCl}$  أي يحدث التفاعل في النقطة a

### اذكر النقاط الأساسية للنظرية الحركية للغازات

- 1) تتحرك جزيئات الغاز بحركة عشوائية مستمرة وفق مسارات مستقيمة ضمن الحجم الذي يشغله الغاز
- 2) يُهمل حجم جزيء الغاز مقابل حجم الغاز (فسر) نتيجة تباعد الجزيئات.
- 3) تهمل قوى التأثير المتبادل بين الجزيئات
- 4) لا يتغير متوسط الطاقة الحركية للجزيئات بمرور الزمن
- تنقل الطاقة بين الجزيئات من خلال التصادمات، بشرط بقاء درجة الحرارة ثابتة،
- ينتج ضغط الغاز (فسر) نتيجة تصادم جزيئاته مع جدران الإناء الذي يحويه.
- 5) تزداد الطاقة الحركية لجزيئات الغاز بازدياد درجة الحرارة.

## حل المسائل

📌 **ملاحظة** لحل أي مسألة لدينا أمرين يمكن الاستفادة منهما:

👉 كتابة **المعادلة** ووضع السطرين تحت المعادلة ثم إضافة المجاهيل والمعالم حسب المسألة

👉 الاستفادة من **قوانين** الغازات السابقة الذكر (القوانين السبعة) بأشكالها المختلفة

👉 **تنبيه:** لكل المسائل يعتبر  $R = 0.082 \text{ L.atm.mol}^{-1}.K^{-1}$

**المسألة 2** 41 📌 أنبوب زجاجي عند درجة حرارة  $25^\circ\text{C}$  يغلق طرفيه بالقطن يضح غاز  $\text{HCl}$  حجمه  $2\text{L}$  وكتلته  $5\text{g}$  من أحد طرفيه، وغاز  $\text{NH}_3$  من الطرف الآخر له نفس حجم وكتلة الغاز الأول في الوقت ذاته. يتفاعل الغازان ضمن الأنبوب الزجاجي ليتكون ملح  $\text{NH}_4\text{Cl}$  الصلب.  $N: 14, H: 1, Cl: 35.5$

👉 **تنبيه:** عند دراسة هذه المسألة اهتم فقط بالطريقة والقوانين دون الأرقام لأن الأرقام هنا غير ملائمة لمسائل الفحص

**الطلب 1:** اكتب المعادلة المعبرة عن التفاعل



**الطلب 2:** احسب عدد مولات غاز كلور الهيدروجين وعدد مولات غاز النشادر ثم بين أي من الغازين يتبقى منه

$$M_{\text{NH}_3} = 14 + 1 \times 3 = 17 \text{ g.mol}^{-1}$$

$$M_{\text{HCl}} = 1 + 35.5 = 36.5 \text{ g.mol}^{-1}$$

$$n_{\text{NH}_3} = \frac{m}{M} = \frac{5}{17} \approx 0.3 \text{ mol}$$

$$n_{\text{HCl}} = \frac{m}{M} = \frac{5}{36.5} = \frac{5}{365 \times 10^{-1}} = \frac{10}{73} \approx 0.13 \text{ mol}$$

بالمقارنة نجد  $n_{\text{NH}_3} > n_{\text{HCl}}$

بالتالي الغاز المتبقى هو النشادر

**الطلب 3:** احسب عدد المولات المتبقية من الغاز

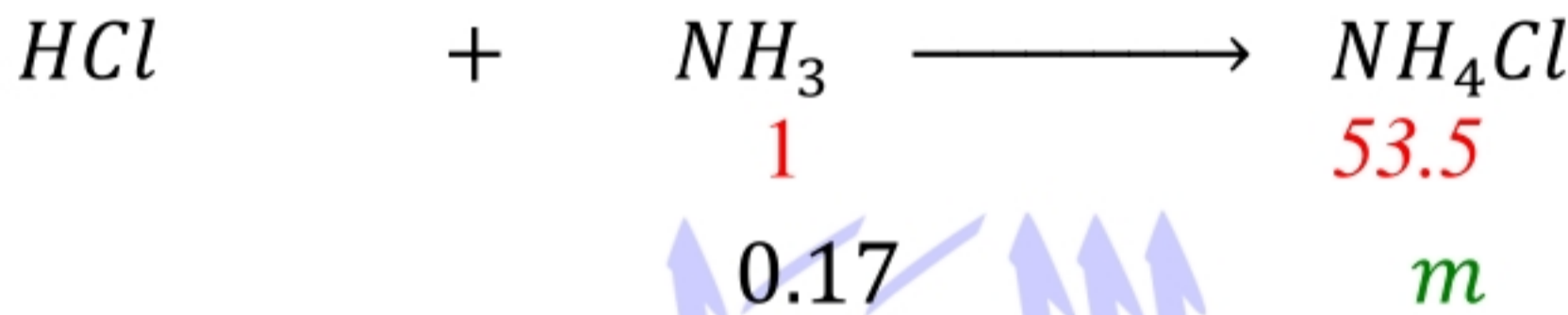
$$n_{\text{متبق}} = n_{\text{النشادر الكلي}} - n_{\text{النشادر المتفاعل}} = 0.3 - 0.13 = 0.17 \text{ mol}$$

**الطلب 4:** احسب الضغط في نهاية التفاعل

$$P = \frac{nRT}{V} = \frac{0.17 \times 82 \times 10^{-3} \times 298}{4} \approx 1 \text{ atm}$$

من قانون الغازات العام:

**الطلب 5:** احسب كتلة الملح الناتج



$$m = \frac{53.5 \times 17 \times 10^{-2}}{1} \approx 9 \text{ g}$$

بالتالي

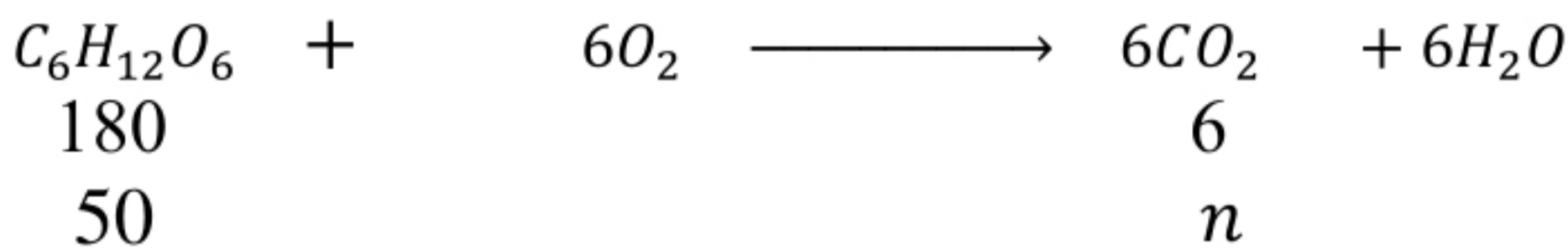
**المسألة 5** يتأكسد 50g من سكر العنب وفق المعادلة الآتية:  $C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \rightarrow 6CO_2 + 6H_2O$  42

**تنبيه:** تم تعديل بعض الأرقام لتناسب الحساب اليدوي لكي لا نضطر إلى استخدام الآلة الحاسبة

**الطلب 1:** احسب عدد مولات غاز ثاني أكسيد الكربون المنطلق

$$M_{C_6H_{12}O_6} = 12 \times 6 + 1 \times 12 + 16 \times 6 = 180$$

الكتلة المولية لسكر العنب: 180



$$n = \frac{50 \times 6}{180} = \frac{300}{180} = \frac{5}{3} \text{ mol}$$

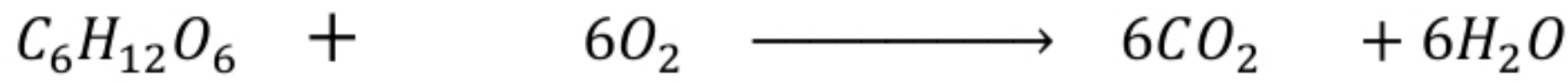
بالتالي

**الطلب 2:** احسب حجمه عند درجة حرارة 27°C والضغط 1 atm

$$V = \frac{nRT}{P} = \frac{\frac{5}{3} \times 82 \times 10^{-3} \times 300}{1} = 41 \text{ L}$$

من قانون الغازات العام  $PV = nRT$

**الطلب 3:** احسب عدد مولات غاز الأوكسجين المنطلق عندما يتفاعل 100g من سكر العنب



**الطلب 4:** احسب حجم الأوكسجين عند درجة حرارة 27°C والضغط 1 atm

**المسألة 4**  غاز الأوكسجين ضغطه 16400kPa حجمه 300L عند درجة حرارة 27°C 42

**تنبيه:** تم تعديل بعض الأرقام لتناسب الحساب اليدوي لكي لا نضطر إلى استخدام الآلة الحاسبة

**الطلب 1:** احسب كتلة غاز الأوكسجين:

سنحول الضغط من kPa إلى Pa ثم إلى atm :

$$P = 16400 \times 10^3 Pa = \frac{164 \times 10^5}{10^5} = 164 atm$$

$$M_{O_2} = 16 \times 2 = 32 g.mol^{-1} \text{ الكتلة المولية}$$

$$\text{من قانون الغازات العام: } PV = \frac{m}{M} RT \Leftrightarrow m = \frac{PVM}{RT} \text{ نعوض:}$$

$$m = \frac{164 \times 300 \times 32}{82 \times 10^{-3} \times 300} = \frac{2 \times 32}{10^{-3}} = 64000g .$$



**الطلب 2:** حجم غاز الأوكسجين في الشرطين النظاميين:

نطبق قانون الغازات العام بشكله الثالث:  $\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$

$$\frac{164 \times 300}{300} = \frac{1 \times V_2}{273} \text{ نعوض}$$

$$V_2 = \frac{164 \times 273}{1} = 44772L .$$

**الطلب 3:** احسب درجة الحرارة التي تجعل الضغط مساوي  $150 \text{ atm}$  عند ثبات الحجم

نطبق قانون غاي لوساك:

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

$$\frac{164}{300} = \frac{150}{T_2}$$

$$T_2 = \frac{150 \times 300}{164} = \frac{45}{164} \times 10^3 K .$$

**الطلب 4:** احسب الضغط إذا أصبح الحجم  $100L$  ودرجة الحرارة  $87^\circ C$

### المسألة 3

مزيج غازي في وعاء حجه الكلي  $21m^3$  وضغطه الكلي  $1atm$  درجة الحرارة  $300K$  يحوي على:

(1)  $11.8kg$  من الميثان  $CH_4$

(2)  $2.3kg$  من غاز الايتان  $C_2H_6$

(3)  $1.1kg$  من غاز البروبان  $C_3H_8$

(4) غاز مجهول  $x$

حيث  $C: 12$   $H: 1$

احسب عدد مولات الغاز المجهول  $n_x$

نحسب عدد المولات للغاز المجهول من قانون الغازات العام حيث الحجم الكلي معلوم والضغط الكلي معلوم ودرجة الحرارة معلومة:

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

لحساب الضغط المجهول  $P_x$  سنستخدم قانون دالتون:

$$P_t = P_1 + P_2 + P_3 + P_x$$

$$P_x = P_t - (P_1 + P_2 + P_3)$$

$$P_x = 1 - \left( \frac{n_1 RT}{V} + \frac{n_2 RT}{V} + \frac{n_3 RT}{V} \right)$$

$$P_x = 1 - \left( \frac{m_1 RT}{M_1 V} + \frac{m_2 RT}{M_2 V} + \frac{m_3 RT}{M_3 V} \right)$$

$$P_x = 1 - \left( \frac{m_1}{M_1} + \frac{m_2}{M_2} + \frac{m_3}{M_3} \right) \frac{RT}{V}$$

نعوض بالأرقام مع تحويل الكتل الغرامية من  $kg$  إلى  $g$ :

الكتل المولية:  $M_1 = 16$  ,  $M_2 = 30$  ,  $M_3 = 44$

$$P_x = 1 - \left( \frac{11.8 \times 10^3}{16} + \frac{2.3 \times 10^3}{30} + \frac{1.1 \times 10^3}{44} \right) \frac{82 \times 10^{-3} \times 300}{21 \times 10^3}$$

$$P_x = 0.022 atm$$

نعوض لنحسب عدد المولات:

$$n_x = \frac{0.022 \times 21}{82 \times 10^{-3} \times 300} \approx 19 mol$$

## المسألة 1



41

منطاد مليء بغاز الهيدروجين وقد حصل على غاز الهيدروجين من تفاعل حمض الكبريت الممدد مع الحديد، فإذا كان حجم المنطاد في الشرطين النظاميين  $4800m^3$ ، ونسبة غاز الهيدروجين الضائع المتسرب خال عملية الملى 20% المطلوب:

**الطلب 1:** احسب حجم غاز الهيدروجين في المنطاد

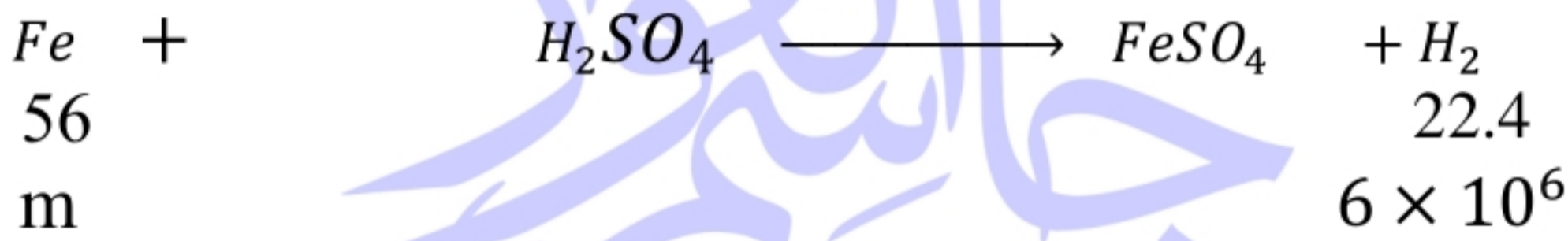
من المعلومة التي أعطانا إياها في نص المسألة أنه يتسرب 20% بالتالي للملى  $4800m^3$  يجب ضخ هيدروجين أكبر من هذا الحجم أي:

$$100m^3 \text{ ملئ } 80m^3 \text{ يجب ضخ } 100m^3$$

$$\text{ملئ } 4800m^3 \text{ يجب ضخ } V$$

$$V = \frac{100 \times 4800}{80} = 6000m^3 = 6 \times 10^6 L \text{ نحسب حجم الهيدروجين}$$

**الطلب 2:** اكتب معادلة التفاعل الحاصل ثم احسب كتلة الحديد المتفاعل



$$m = \frac{56 \times 6 \times 10^6}{224 \times 10^{-1}} = 15 \times 10^6 g \text{ بالتالي}$$

**الطلب 2:** احسب كتلة حمض الكبريت المتفاعل

جاسم الفواز

# سرعة التفاعل

جاسم الفوز

## أنواع السرعة

### اذكر أصناف التفاعلات من حيث السرعة

- (1) التفاعلات السريعة (مثل الاحتراق)
- (2) التفاعلات البطيئة (مثل الصدأ)
- (3) التفاعلات البطيئة جداً (تشكل النفط)

### ما هي أنواع سرعة التفاعل

ليكن لدينا التفاعل  $2A + B \rightarrow 3C$

المواد التي تقع **قبل** السهم  $\rightarrow$  ندعوها مواد **متفاعلة** وهي مواد **يتناقص** تركيزها مع الزمن كما في الشكل

المواد التي تقع **بعد** السهم  $\rightarrow$  ندعوها مواد **ناجئة** وهي مواد **يبدأ** تركيزها من الصفر **ليزداد** مع الزمن كما في الشكل

فهذا التفاعل **أربع** أنواع من السرعة تختلف باختلاف نوع المعادلة وواحدة كل منها  $mol.l^{-1}.s^{-1}$

### 1 السرعة المتوسطة لاستهلاك المادة A

وهي تغير تركيز المادة A الذي نرمزه  $\Delta[A] = [A]_2 - [A]_1$  على تغير الزمن  $\Delta t = t_2 - t_1$

وبما أن المادة A مادة متفاعلة فتركيزها ينقص لذلك نضع إشارة (-) قبل عبارتها لكي تنتج سرعة موجبة:

$$\left\langle v_{avg}(A) = -\frac{\Delta[A]}{\Delta t} \right\rangle$$

نلاحظ أن سرعة الاستهلاك لا علاقة لها بعدد مولات المواد المتفاعلة

### 2 السرعة المتوسطة لاستهلاك المادة B

وهي تغير تركيز المادة B الذي نرمزه  $\Delta[B] = [B]_2 - [B]_1$  على تغير الزمن  $\Delta t = t_2 - t_1$

وبما أن المادة B مادة متفاعلة فتركيزها **ينقص** لذلك نضع إشارة (-) قبل عبارتها لكي تنتج سرعة موجبة:

$$v_{avg}(B) = -\frac{\Delta[B]}{\Delta t}$$

### 3 السرعة المتوسطة لتشكّل المادة C

وهي تغير تركيز المادة C الذي نرمزه  $\Delta[C] = [C]_2 - [C]_1$  على تغير الزمن  $\Delta t = t_2 - t_1$  وبما أن المادة C مادة ناتجة فتركيزها **يزداد** لذلك نضع إشارة (+) قبل عبارتها لكي تنتج سرعة **موجبة**:

$$v_{avg}(C) = +\frac{\Delta[C]}{\Delta t}$$

👉 **نلاحظ أن سرعة التشكّل لا علاقة لها بعدد مولات المواد الناتجة**

### 4 السرعة المتوسطة للتفاعل

وهي مرتبطة بسرعات الاستهلاك والتشكّل، حيث تساوي كل هذه السرعات لكن مضروبة بمقلوب عدد المولات:

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

أو تكتب بالشكل:

$$v_{avg} = \frac{1}{2} v_{avg}(A) = v_{avg}(B) = \frac{1}{3} v_{avg}(C)$$

👉 **تنبيه** إذا خلقت أي سرعة من السرعات خلقت البقية

👤 **مثال 0** لديك التفاعل التالي  $H_2 + Cl_2 \rightarrow 2HCl$  والمطلوب:

(1) اكتب عبارة السرعة الوسطية لاستهلاك الكلور

(2) اكتب عبارة السرعة الوسطية لاستهلاك الهيدروجين

(3) اكتب عبارة السرعة الوسطية لتشكّل كلور الهيدروجين

**مثال 1** (بتعديل  $\frac{1}{59}$ ) لديك التفاعل التالي  $A \rightarrow 2B$  وتغير التراكيز مع الزمن موضح بالجدول التالي:

0.63	0.69	0.76	0.83	0.91	1	[A]
50	40	30	20	10	0	t (s)

**الطلب 1:** اكتب عبارة سرعة استهلاك المادة المتفاعلة وعبارة سرعة تشكّل المادة الناتجة.

**الطلب 2:** اكتب عبارة السرعة الوسطية للتفاعل

**الطلب 3:** احسب السرعة الوسطية لاستهلاك A بين اللحظتين 0 → 10 و سرعة تشكّل B عندها

**الطلب 4:** احسب السرعة الوسطية لتشكّل B بين اللحظتين 20 → 30



مثال 2 (س\1\1) لديك التفاعل التالي  $2A + B \rightarrow 3C$  اذا علمت أن السرعة الوسطية لتكون المادة C هي  $0.15 \text{ mol}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$  فتكون سرعة استهلاك المادة A تساوي:

- A) 0.1      B) 0.225      C) 0.15      D) 0.3

مثال 3 (س\1\2) لديك التفاعل التالي  $2NO_2 \rightarrow 2NO + O_2$  اذا علمت أن تركيز  $[NO_2]$  يتغير من القيمة 0.01 إلى 0.0064 خلال زمن 100s فتكون سرعة تشكل الأوكسجين الوسطية تساوي:

- A)  $3.4 \times 10^{-5}$       B)  $6.8 \times 10^{-5}$       C)  $3.4 \times 10^{-3}$       D)  $1.8 \times 10^{-5}$



## نظرية التصادمات



### اذكر الفرضيتين اللتين تقوم عليهما نظرية التصادم

- ① لحدوث تفاعل كيميائي يجب أن تتصادم الجزيئات مع بعضها
- ② التصادم شرط لازم لكن غير كافي حيث يوجد تصادمات فعالة (تنتج تفاعل) وتصادمات غير فعالة (لا تنتج تفاعل).

### اذكر شرطي التصادم الفعال

- ① يجب أن تأخذ جزيئات المواد المتفاعلة وضعا فراغياً مناسباً.
- ② يجب أن تمتلك جزيئات المواد المتفاعلة الحد الأدنى من الطاقة اللازمة لحدوث التفاعل (طاقة التنشيط)

### ماهي طاقة التنشيط وبماذا تتعلق؟

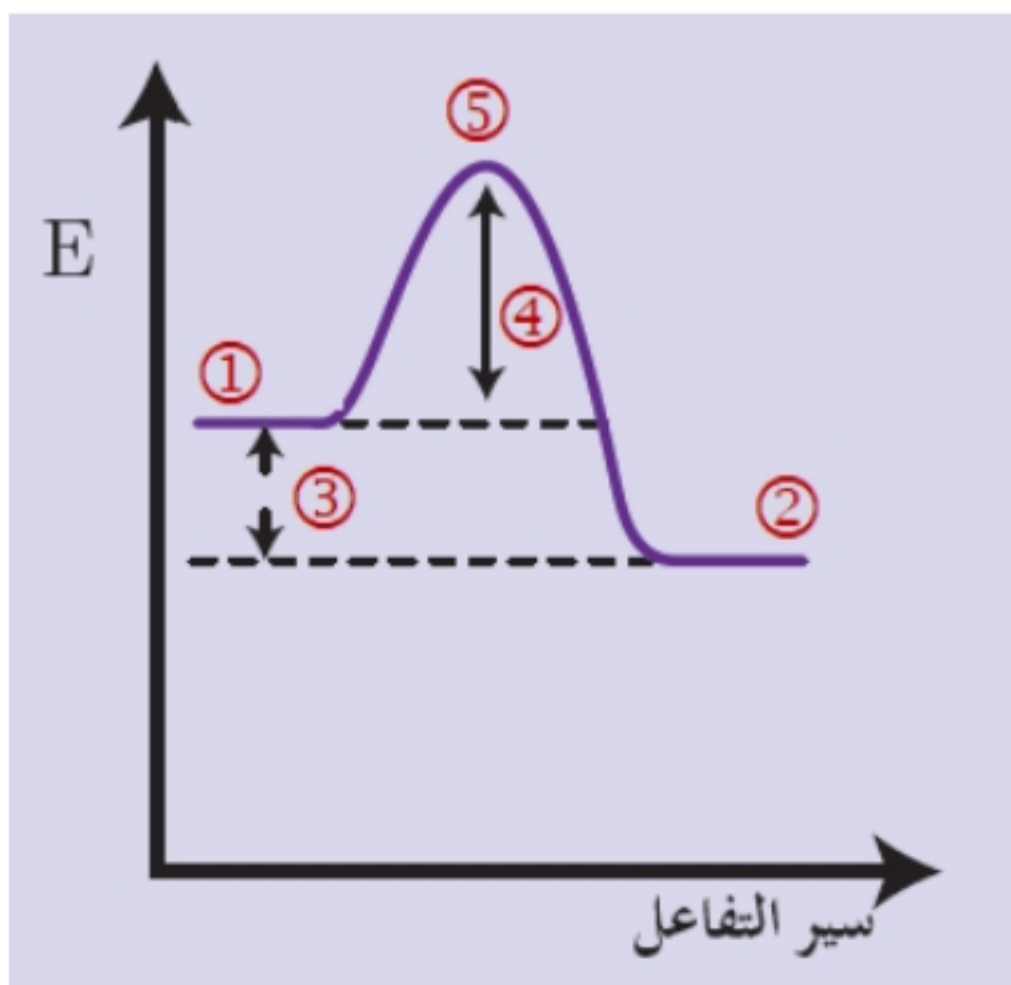
هي الحد الأدنى من الطاقة الواجب توافره لوصول طاقة المواد المتفاعلة إلى الحالة الانتقالية. تتعلق طاقة التنشيط بطبيعة المواد المتفاعلة.

### ما هو المعقد النشط (الحالة الانتقالية)

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

### الشكل التالي يمثل مخطط الطاقة وسير التفاعل حدد المسميات المرافقة لكل رقم وما

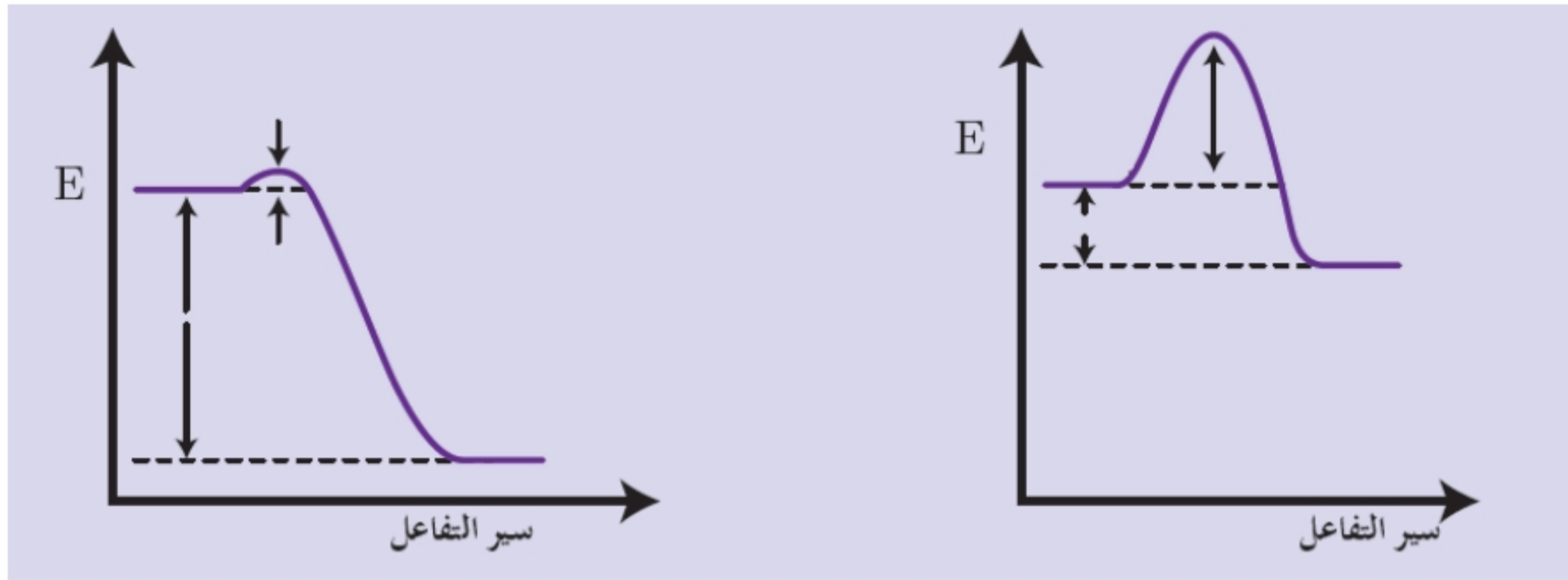
هو نوع هذا التفاعل؟



- ①
- ②
- ③
- ④
- ⑤

نوع التفاعل ناشر للحرارة لان تراكيز المواد الناتجة أصغر من طاقة المواد المتفاعلة

لديك المخططين لتفاعلين مختلفين، أيهما يحتاج لطاقة تنشيط أكبر ، وأيهما الأسرع ولماذا ؟



فسر علمياً: التفاعلات التي تحتاج إلى طاقة تنشيط منخفضة تكون سريعة

لأن عدد الجزيئات التي تمتلك طاقة التنشيط يكون كبيراً.

فسر علمياً: التفاعلات التي تحتاج إلى طاقة تنشيط مرتفعة تكون بطيئة

لأن عدد الجزيئات التي تمتلك طاقة التنشيط يكون صغيراً.

ماهي مراحل التفاعل الكيميائي الذي يحتاج لطاقة تنشيط

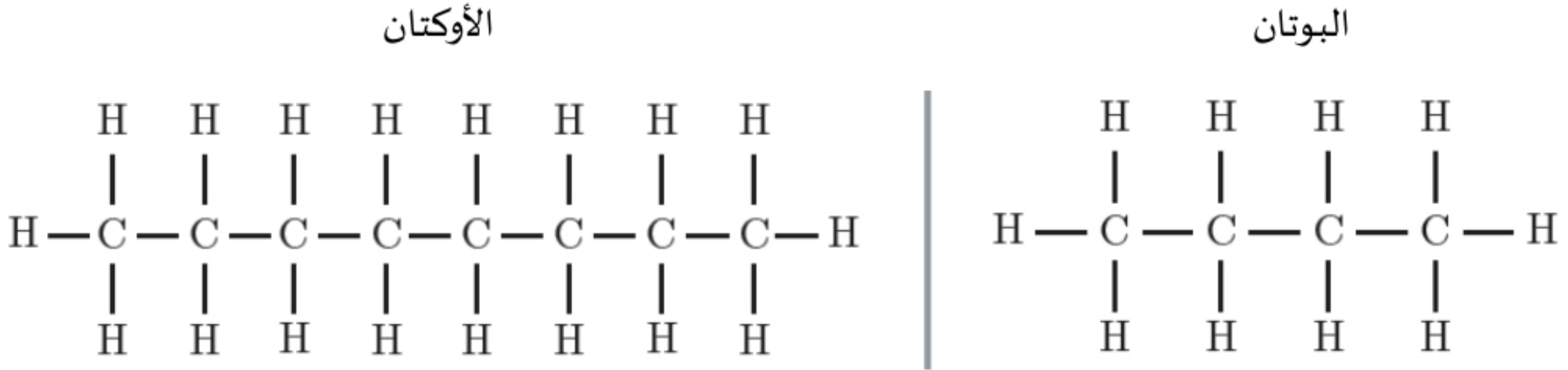
- (1) اضعاف روابط الجزيئات في المواد المتفاعلة
- (2) تشكيل المعقد النشط (الحالة الانتقالية)
- (3) تفكيك المعقد النشط وتشكيل المواد الناتجة

ماهي العوامل المؤثرة في سرعة التفاعل

- (1) طبيعة المواد المتفاعلة
- (2) درجة الحرارة
- (3) الوسيط
- (4) تأثير التراكيز

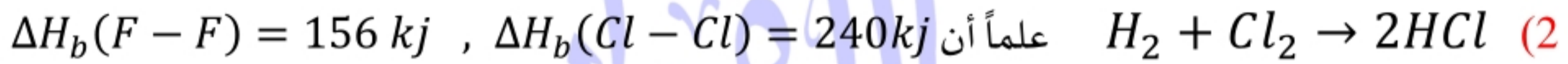
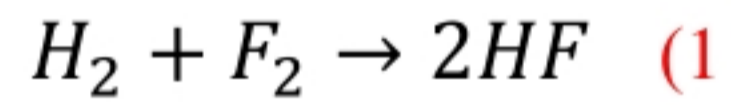
## 1 طبيعة المواد المتفاعلة

فسر علمياً: سرعة احتراق البوتان أكبر من سرعة احتراق الأوكتان



لأن عدد الروابط  $C-H$ ,  $C-C$  في البوتان أقل منها في الأوكتان وسرعة التفاعل (الاحتراق) تتناسب عكساً مع عدد الروابط الكيميائية

فسر علمياً: اختلاف سرعة التفاعلين:



تزداد سرعة التفاعل الكيميائي كلما نقصت قيمة طاقة روابط المواد المتفاعلة لذلك التفاعل الأول له سرعة أكبر من الثاني.

## 2 درجة الحرارة

فسر علمياً: زيادة سرعة التفاعل بزيادة درجة الحرارة

تزداد سرعة التفاعل بزيادة درجة الحرارة لأنها تؤدي إلى:

(1) زيادة عدد الجزيئات التي تملك طاقة حركية أكبر أو تساوي طاقة التنشيط،

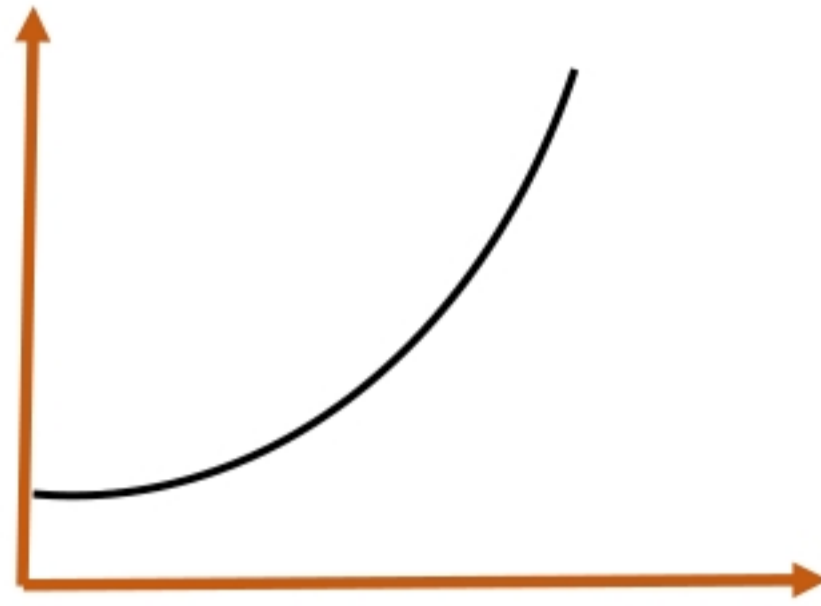
(2) زيادة عدد التصادمات الفعالة

(أثر زيادة درجة الحرارة على العمليات الاستقلابية داخل أجسام الكائنات، وعلى التفاعلات الكيميائية بشكل عام)

فسر علمياً: تصنف الزواحف بانها من ذوات الدم البارد

لأنها تحتاج للحرارة حتى تستطيع أن تتحرك بسرعة

## ارسم المنحني البياني الذي يوضع العلاقة بين سرعة التفاعل ودرجة الحرارة



3 الوسيط :

ما هو الوسيط وماهي أقسامه

**الوسيط:** مادة تُغيّر من سرعة التفاعل الكيميائي القابل للحدوث دون أن يتغيّر تركيبها الكيميائي في نهاية التفاعل (مثل الانزيمات في جسم الانسان).

ويُقَسَم الوسيط إلى:

(1) **حفّاز:** مسرّع للتفاعل

(2) **مثبّط:** مُبطّئ للتفاعل

بين كيف يؤثر الحفّاز على سرعة التفاعل

يعمل الحفّاز على تغيير آلية حدوث التفاعل وفق تفاعلات طاقة تنشيطها أقل من طاقة تنشيط التفاعل الأصلي

4 تأثير التراكيز

ماهو التفاعل المتجانس وبين العلاقة بين سرعة هذا التفاعل والتراكيز

تكون فيها المواد المتفاعلة والمواد الناتجة في طور واحد (كلها غازية g أو منحلة aq)

تزداد سرعة التفاعل بزيادة تركيز المواد المتفاعلة

فسرّ علمياً: تزداد سرعة التفاعل بزيادة تراكيز المواد المتفاعلة في التفاعل المتجانس

لان زيادة تراكيز المواد المتفاعلة يزيد من عدد التصادمات الفعالة بالتالي تزداد سرعة التفاعل

## ما هو التفاعل الغير متجانس وبين متى تزداد سرعة التفاعل الغير متجانس

تكون فيها المواد المتفاعلة والمواد الناتجة في أطوار مختلفة (تحتوي سوائل  $l$  أو مواد صلبة  $S$ )

تزداد سرعة التفاعل

- 1) بزيادة السطح المعرض للتفاعل (مساحة سطح التماس للمواد المتفاعلة بالحالة  $l, S$ )
- 2) بزيادة تراكيز المواد المتفاعلة (زيادة تراكيز المواد المتفاعلة الغازية والمنحلة  $g, aq$ )

## فسر علمياً: احتراق مسحوق الفحم بسرعة أكبر من قطعة الفحم

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

لديك التفاعل التالي  $CaCO_{3(s)} + 2HCl_{(aq)} \rightarrow CaCl_{2(aq)} + CO_{2(g)} + H_2O_{(g)}$

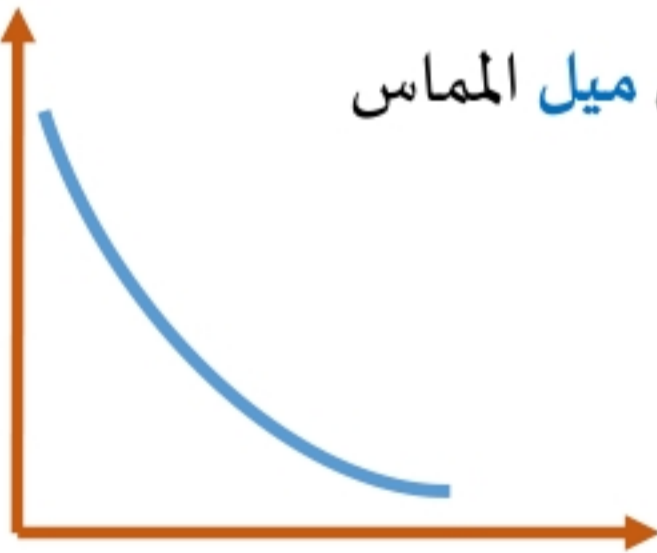
## حدد نوع التفاعل وبين كيف يمكن زيادة سرعة هذا التفاعل

هذا التفاعل من النوع غير المتجانس يمكن زيادة سرعة التفاعل بطريقتين:

- 1) زيادة تركيز حمض كلور الماء  $HCl_{(aq)}$
- 2) زيادة سطح كربونات الكالسيوم  $CaCO_{3(s)}$  المعرض للفاعل

## ارسم المنحني البياني لتغيرات تراكيز المواد الداخلية مع الزمن واكتب علاقة السرعة اللحظية

المنحني جانباً يمثل منحني تغير تراكيز المواد المتفاعلة مع الزمن السرعة اللحظية تمثل ميل المماس



$$v = - \frac{dC}{dt}$$

علاقة السرعة اللحظية للمواد المتفاعلة

$$v = + \frac{dC}{dt}$$

علاقة السرعة اللحظية للمواد الناتجة

## فسر علمياً: لا تدخل المواد الصلبة والسائلة في عبارة السرعة

المواد الصلبة والسائلة الصرفة ذات تركيز ثابت، لأنّ تغير عدد المولات يؤدي لتغير الحجم، والعكس صحيح، فتبقى التراكيز ثابتة.

## قارن بين التفاعلات الأولية والثانوية

### التفاعلات الأولية:

- (1) تتم بمرحلة واحدة
- (2) تتوافق عبارة السرعة اللحظية مع معادلة التفاعل.

### التفاعلات غير الأولية:

- (1) تتم على عدّة مراحل
- (2) لا تتوافق فيها عبارة السرعة اللحظية مع معادلة التفاعل
- (3) تُعطى عبارة السرعة للمرحلة الأبطأ.

جاسم الفوز



## القسم العملي



### علاقة سرعة التفاعل



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

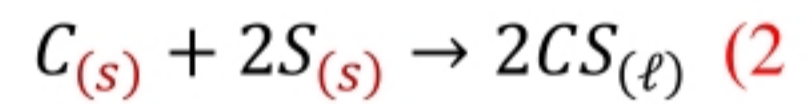
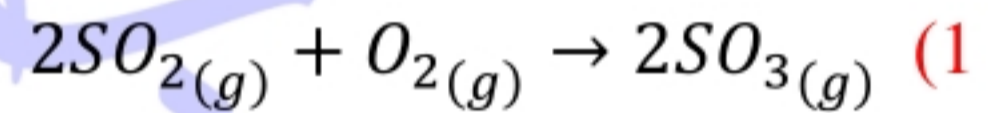
قانون السرعة اللحظية

تدخل فقط المواد الغازية  $g$  والمنحلة  $aq$  حيث ندعو  $m + n$  رتبة التفاعل

بماذا يتعلق ثابت سرعة التفاعل  $k$ ?

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

مثال 4 لديك اكتب قانون سرعة التفاعل واحسب رتبة التفاعل



بماذا تتعلق سرعة التفاعل من المرتبة صفر?

- (1) بمساحة سطح التماس
- (2) الحفاز





## تقنيات جداول السرعة



لنأخذ مثال نموذجي المعادلة التالية:  $x A_{(g)} + y B_{(aq)} \rightarrow$  نواتج

في هذا النوع من المسائل يأتي جدول فيه تراكيز وسرعات كما في الشكل:

السرعة $v$	$[B]$	$[A]$	رقم التجربة
$4 \times 10^{-5}$	0.1	0.1	1
$4 \times 10^{-5}$	0.2	0.1	2
$16 \times 10^{-5}$	0.1	0.2	3

تقنية 1: كتابة عبارة سرعة التفاعل



عبارة سرعة التفاعل السابق:

$$v = k[A]^x[B]^y$$

تقنية 2: تعيين رتبة التفاعل

نقوم بتعويض التجارب السابقة واحدة تلو الأخرى في عبارة السرعة (نعوض التراكيز والسرعات لينتج لدينا

ثلاث معادلات بثلاث مجاهيل هي  $(x, y, k)$

كما في الشكل:

1 .....  $4 \times 10^{-5} = k[10^{-1}]^x [10^{-1}]^y$  نعوض التجربة الأولى:

2 .....  $4 \times 10^{-5} = k[10^{-1}]^x [2 \times 10^{-1}]^y$  نعوض التجربة الثانية:

3 .....  $16 \times 10^{-5} = k[2 \times 10^{-1}]^x [10^{-1}]^y$  نعوض التجربة الثالثة:

نقوم بنسبة أي معادلتين مع بعض لنوجد أحد المجاهيل وبنسبة أخرى نوجد المجهول الثاني وذلك بتوحيد الأسس

ثم المقارنة وإليك بعض الأشكال التي ممكن أن تصادفها

$$4 = 2^x \Rightarrow 2^2 = 2^x \Rightarrow x = 2.$$

$$2 = 2^x \Rightarrow 2^1 = 2^x \Rightarrow x = 1.$$

$$1 = 2^x \Rightarrow 2^0 = 2^x \Rightarrow x = 0.$$

بناء على هذا الكلام سنقوم بنسبة  $\frac{3}{1}$

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

$$4 = 2^x \Rightarrow 2^2 = 2^x \Rightarrow x = 2.$$

لحساب المجهول الثاني  $y$  سنقوم بنسبة  $\frac{2}{1}$

$$\frac{4 \times 10^{-5}}{4 \times 10^{-5}} = \frac{k [10^{-1}]^x [2 \times 10^{-1}]^y}{k [10^{-1}]^x [10^{-1}]^y}.$$

$$2 = 2^y \Rightarrow 2^1 = 2^y \Rightarrow y = 1.$$

بالتالي رتبة التفاعل هي الرتبة الثالثة  $x + y = 2 + 1 = 3$

تقنية 3: حساب ثابت سرعة التفاعل  $k$

لحساب ثابت السرعة نقوم بتعويض  $x, y$  في أي معادلة من المعادلات الثلاث ولتكن مثلاً 1

تقنية 4: حساب سرعة التفاعل عند تراكيز محددة

نقوم بتعويض قيم التراكيز التي يعطيني إياها من خارج الجدول في علاقة السرعة  $v = k[A]^x[B]^y$

حيث يكون  $x, y, k$  معاليم من السابق ونعوض  $A, B$  حسب المعطيات.

**مسألة 1** (تفكير ناقد) لديك التفاعل الاولي التالي: نواتج  $xH_2O_2(aq) \rightarrow$

قيست السرعة الابتدائية بدلالة التراكيز للمواد المتفاعلة وفق الجدول:

السرعة $v$	$[H_2O_2]$	رقم التجربة
$2 \times 10^{-2}$	0.1	1
$4 \times 10^{-2}$	0.2	2

**الطلب 1:** اكتب عبارة سرعة التفاعل

**الطلب 2:** عين رتبة التفاعل

**الطلب 3:** احسب قيمة ثابت السرعة

**الطلب 4:** احسب سرعة التفاعل من أجل  $[H_2O_2] = 0.05$

**مسألة 2** لديك التفاعل الاولي التالي: نواتج  $xNO_{2(g)} + yCO_{(g)} \rightarrow$

قيست السرعة الابتدائية بدلالة التراكيز للمواد المتفاعلة وفق الجدول:

السرعة $v$	$[CO]$	$[NO_2]$	رقم التجربة
$8 \times 10^{-4}$	0.1	0.1	1
$16 \times 10^{-4}$	0.2	0.1	2
$32 \times 10^{-4}$	0.1	0.2	3

**الطلب 1:** اكتب عبارة سرعة التفاعل

**الطلب 2:** عين رتبة التفاعل

**الطلب 3:** احسب قيمة ثابت السرعة

مسألة 3 (3م/60) لديك التفاعل الاولي التالي: نواتج  $x A_{(g)} \rightarrow$

قيست السرعة الابتدائية بدلالة التراكيز للمواد المتفاعلة وفق الجدول:

السرعة $v$	$[A]$	رقم التجربة
$8 \times 10^{-3}$	0.1	1
$16 \times 10^{-3}$	0.2	2
$32 \times 10^{-3}$	0.4	3

**الطلب اذافي 1:** اكتب عبارة سرعة التفاعل

**الطلب 2:** عين رتبة التفاعل

**الطلب 3:** احسب قيمة ثابت السرعة

مسألة 4 (4م/60) لديك التفاعل الاولي التالي: نواتج  $NO_{(g)} + H_{2(g)} \rightarrow$

قيست السرعة الابتدائية بدلالة التراكيز للمواد المتفاعلة وفق الجدول:

السرعة $v$	$[H_2]$	$[NO]$	رقم 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

**الطلب 1:** عين رتبة التفاعل

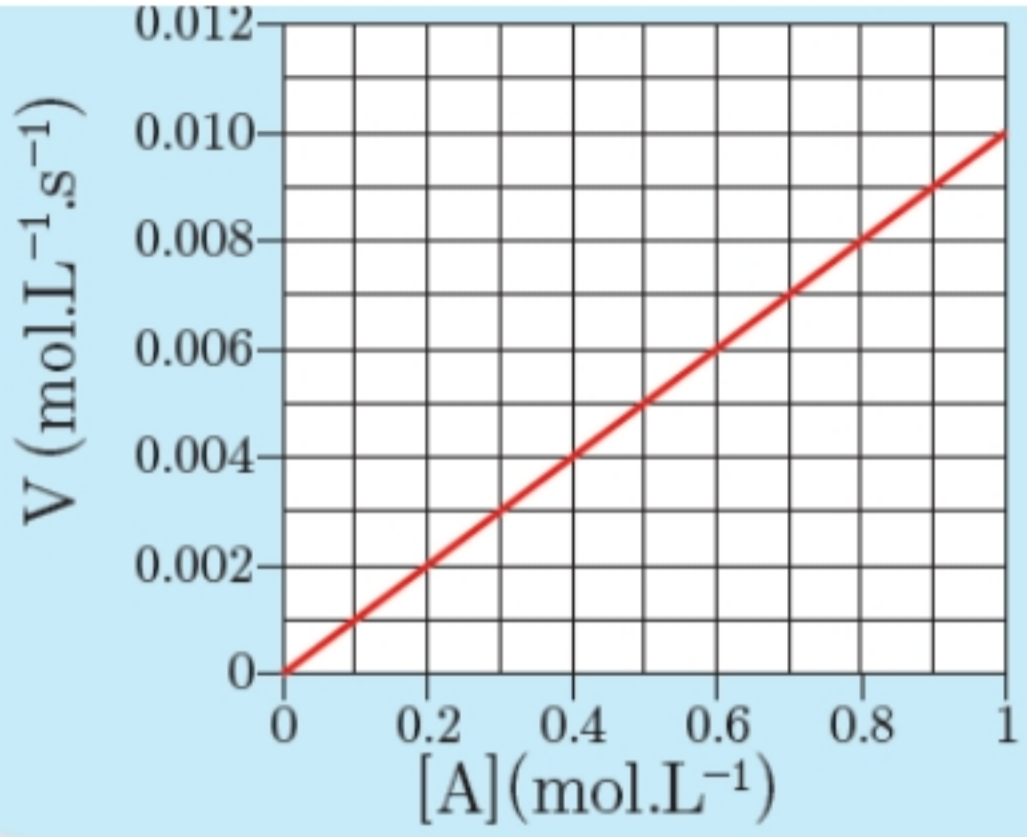
جاسم الفوز

**الطلب 2:** احسب قيمة ثابت السرعة

**الطلب 3:** احسب سرعة التفاعل عندما يكون  $[H_2] = 0.15$  ،  $[NO] = 0.05$

مسألة 5 (2ن/59) لديك التفاعل نواتج  $A \rightarrow$  الذي يجري وفق المخطط

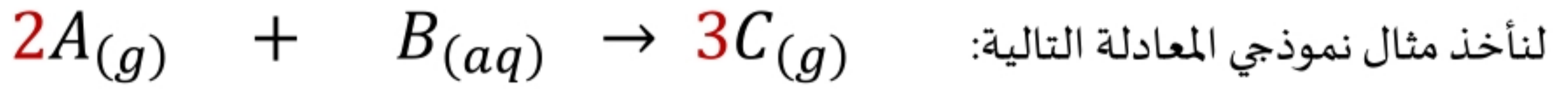
والمطلوب حدد رتبة التفاعل ثم احسب قيمة ثابت السرعة



جاسم الفوز



## تقنيات السرعة اللحظية وبعد زمن



نضع تحت المعادلة سطرين:

الأول- سطر تراكيز البدء

الثاني- سطر التراكيز بعد زمن

**تقنية 1**: تعيين التراكيز البدائي للمواد المتفاعلة على حسب الحالة:

### ⚡ حالة أولى: التركيز الجاهز

يأتي تراكيز المادتين المتفاعلتين بوحدة  $mol.l^{-1}$  جاهز بنص المسألة وفق القالب التالي:

**دليل** كلمات مفتاحية *key words*

{	مُزج
	وُضِع
	تفاعل

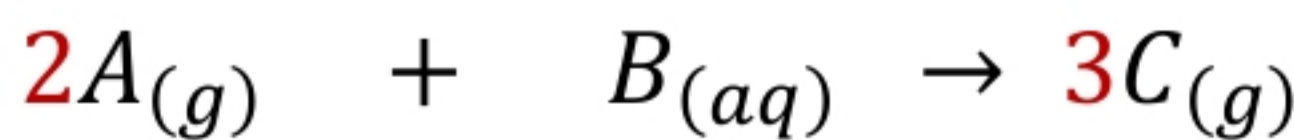
ثم  $\leftarrow mol.l^{-1}$  عدد للمادة  $A$

ثم  $\leftarrow mol.l^{-1}$  عدد للمادة  $B$

دائماً المعلومات التي تأتي بعد الكلمات المفتاحية هي للسطر الأول لذلك لنتفق على أن نسميها **(معلومات سطر 1)** وفي هذا النوع لا يذكر الحجم (السعة) أبداً.... علماً أن التراكيز البدائية للمواد الناتجة (بعد السهم) دووووماً معدومة (0)

**مثال** مزج  $0.6 mol.l^{-1}$  من المادة  $A$  إلى  $0.4 mol.l^{-1}$  من المادة  $B$

هذه حالة تراكيز جاهزة نكتبها مباشرة تحت المعادلة في السطر الأول



تراكيز البدء.....

تراكيز بعد زمن.....



## حالة ثانية: عدد المولات والحجم

يأتي عدد مولات المادتين المتفاعلتين بوحدة  $mol$  جاهز بنص المسألة وفق القالب التالي:

**دليل** للسطر 1

ثم  $\Leftarrow$  عدد  $mol$  للمادة  $A$  وهو يمثل عدد المولات البدائي للمادة  $A$  أي  $n_0(A)$

ثم  $\Leftarrow$  عدد  $mol$  للمادة  $B$  وهو يمثل عدد المولات البدائي للمادة  $B$  أي  $n_0(B)$

ثم  $\Leftarrow$  الحجم  $V$  (السعة) بوحدة اللتر  $L$  (او بالملي لتر يجب تحويلها  $L \xrightarrow{\times 10^{-3}} ml$ ) (معلومات سطر 1)

هنا التراكيز البدائية (السطر 1) غير جاهزة لذلك يجب ان تجهزها بنفسك وفق التالي:

$$[A_0] = \frac{\text{عدد المولات}}{\text{الحجم باللتر}} = \frac{n_0}{V} = \text{عدد } mol.l^{-1} .$$

$$[B_0] = \frac{\text{عدد المولات}}{\text{الحجم باللتر}} = \frac{n_0}{V} = \text{عدد } mol.l^{-1} .$$

ثم نعوض هذه الأعداد في السطر 1 كما في الحالة السابقة

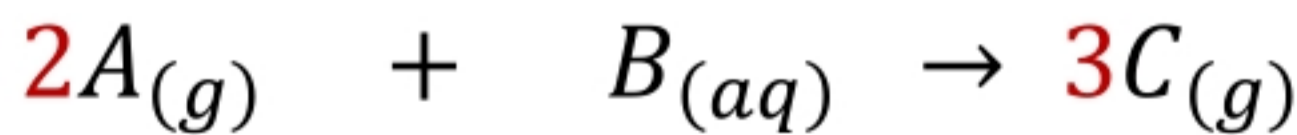
**مثال** تفاعل  $6 mol$  من المادة  $A$  إلى  $4 mol$  من المادة  $B$  في وعاء حجمه  $10L$

هذه حالة التراكيز ليست جاهزة انما يجب حسابها وفق:

$$[A_0] = \frac{n_0}{V} = \frac{6}{10} = 0.6 \text{ mol.l}^{-1}$$

$$[B_0] = \frac{n_0}{V} = \frac{4}{10} = 0.4 \text{ mol.l}^{-1} .$$

فنملأ السطر الأول



تراكيز البدء.....

تراكيز بعد زمن.....

## حالة ثالثة: فنح الحجمين

يأتي تراكيز المادتين المتفاعلتين بوحدة  $mol.l^{-1}$  معه حجمين بنص المسألة وفق القالب التالي:

دليل للسطر 1

$$V_1 = \text{عدد } mol.l^{-1} \text{ للمادة } A \text{ مع حجم } ml \text{ عدد} =$$

$$V_2 = \text{عدد } mol.l^{-1} \text{ للمادة } B \text{ مع حجم } ml \text{ عدد} =$$

هنا التراكيز البدائية ليست جاهزة بسبب وجود حجمين لذلك يجب إعادة حساب التراكيز ضمن الحجم الكلي  $V_t = V_1 + V_2$  لنوجد تراكيز (السطر 1) وفق التالي:

$$[A_0] = \frac{C_1 \times V_1}{V_t} = \text{عدد } mol.l^{-1} .$$

$$[B_0] = \frac{C_2 \times V_2}{V_t} = \text{عدد } mol.l^{-1} .$$

وهنا لا داعي لتحويل الحجم من  $ml$  إلى  $L$  بسبب وجود حجمين (في البسط والمقام)

**مثال وضع**  $100ml$  من المادة  $A$  بتركيز  $2.4 mol.l^{-1}$  إلى  $500ml$  من المادة  $B$  بتركيز  $0.48 mol.l^{-1}$

هذه حالة التراكيز ليست جاهزة انما لدي قاعدة الحجمين وسنقوم بحساب التراكيز البدائية للسطر 1 وفق:

$$[A_0] = \frac{C_1 \times V_1}{V_t} = \frac{3.6 \times 100}{600} = 0.6 mol.l^{-1}$$

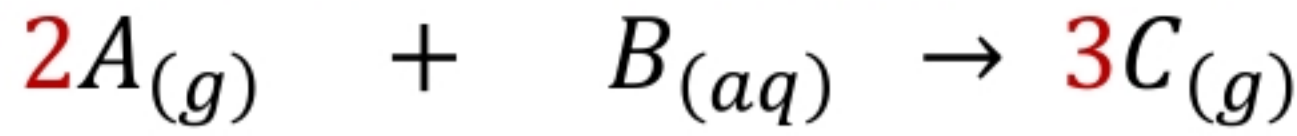
$$[B_0] = \frac{C_2 \times V_2}{V_t} = \frac{0.48 \times 500}{600} = 0.4 mol.l^{-1} .$$

**تنبيه 2**: انشاء السطر الثاني للمعادلة

وذلك بعد انهاء السطر الأول كما في التقنية الأولى نبدأ بالسطر الثاني حيث يملأ السطر الثاني مع مراعات أن:

المواد المتفاعلة (قبل السهم) **ستنقص** بمقدار  $x, 2x, 3x$  على حسب أمثال المادة

المواد الناتجة **ستزداد** بمقدار  $x, 2x, 3x$  على حسب أمثال المادة



تراكيز البدء.....

تراكيز بعد زمن.....

وإذا أراد إعطاء دليل للسطر الثاني فإنه يعتمد عبارات ليست تخص السطر الأول مثل: ( بعد زمن - عندما ... ) أو أي دليل على مرور زمن

تنبيه 3: حساب السرعة البدائية

$$V_0 = k[A_0]^2[B_0]$$

طبعاً المواد والتراكيز والقوى تختلف باختلاف المعادلة

$$V_0 = k[0.6]^2[0.4] = \text{mol.l}^{-1}.\text{s}^{-1}$$

تنبيه 4: حساب السرعة بعد زمن (حساب المجهول  $x$ ) على حسب الحالة:

هنا نكتب قانون السرعة بعد زمن  $V_{\text{بعد}} = k[A_{\text{بعد}}]^2[B_{\text{بعد}}]$  ثم نعوض التراكيز التابعة للسطر الثاني:

$$V_{\text{بعد}} = k(0.6 - 2x)^2(0.4 - x).$$

ثم نقوم بحساب  $x$  وفق الحالات الأربعة التالية:

**حالة أولى: ينقص**

. الدليل هنا كلمة (ينقص):

ينقص تركيز المادة  $A$  or  $B$  بمقدار  $\text{mol.l}^{-1}$  عدد

هذا العدد سيمثل قيمة ما بعد إشارة الناقص (-) سواء  $x, 2x, 3x \dots$  للمادة المذكورة  $A$  or  $B$

**مثال** احسب سرعة التفاعل بعد زمن ينقص فيه تركيز المادة  $A$  بمقدار  $0.2\text{mol.l}^{-1}$

هنا بعد إشارة الناقص للمادة  $A$  هي  $2x$  بالتالي:  $2x = 0.2 \Rightarrow x = 0.1\text{mol.l}^{-1}$

حسبنا قيمة  $x$  بالتالي نعوضها ونحسب المجهول وهو السرعة  $V_{\text{بعد}}$

$$V_{\text{بعد}} = k (0.6 - 0.2)^2 (0.4 - 0.1) =$$

$$[C_{\text{بعد}}] = 3x =$$

أو قد يطلب تركيز المادة

**⚡ حالة ثانية: يزداد**

. الدليل هنا كلمة (يزداد):

يزداد تركيز المادة  $C$  بمقدار  $mol.l^{-1}$  عدد

هذا العدد سيمثل قيمة ما بعد إشارة الزائد (التي لا نكتبها غالباً) سواء  $x, 2x, 3x \dots$  للمادة المذكورة  $C$

**مثال** احسب سرعة التفاعل بعد زمن **يزداد** فيه تركيز المادة  $C$  بمقدار  $0.3 mol.l^{-1}$

جاسم الفوز

**⚡ حالة ثالثة: يصبح**

. الدليل هنا كلمة (يصبح):

يصبح تركيز المادة  $A$  or  $B$  or  $C$  بمقدار  $mol.l^{-1}$  عدد

هذا العدد سيمثل قيمة الحد كاملاً (معلومة السطر الثاني كاملة) لنحسب من المعادلة الناتجة قيمة  $x$

**مثال** احسب سرعة التفاعل بعد زمن **يصبح** فيه تركيز المادة  $B$  مساوياً  $0.2 mol.l^{-1}$

## حالة رابعة: النسبة المئوية %

يعطيني نسبة مئوية % عدد لأي مادة متفاعلة سواء  $A, B$  عندها نحسب  $x$  بالقيام بنسبة وتناسب من معلومات السطر الثاني للمادة المذكورة وبعدها نحسب السرعة بعد زمن  $V_{\text{بعد}}$

**مثال** احسب سرعة التفاعل عندما يتفاعل 20% من المادة  $A$

تقنية 5: حساب المجهول  $x$  والتراكيز عند توقف التفاعل

عندما يتوقف التفاعل تصبح السرعة بعد زمن صفر.

$$V_{\text{بعد}} = 0.$$

$$V_{\text{بعد}} = k (0.6 - 2x)^2 (0.4 - x) = 0.$$

$$(0.6 - 2x)^2 = 0 \text{ إما}$$

$$0.6 - 2x = 0.$$

$$2x = 0.6 \Rightarrow x = 0.3 \text{ mol.l}^{-1}.$$

نحسب التراكيز بعد زمن:

$$[A] = 0.6 - 2x = 0.6 - 2(0.3) = 0 \text{ mol.l}^{-1}.$$

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

$$[C] = 3x = 0.9 \text{ mol.l}^{-1}.$$

تنبيه أي تركيز سالب يعتمد من فوضن كقيمة

$$\text{أو } (0.4 - x) = 0$$

تقنية 6: تعيين السرعة (قبل وبعد) زيادة أو انقاص تركيز مادة ما

حالة أولى: زيادة تركيز مادة (ضغط - نقصان بالحجم)

يُضرب تركيز أي مادة متفاعلة بعدد ما وهذا العدد يكون داخل القوس بعدها نخرج العدد ونوجد العلاقة بين السرعتين

مثال 5 (س 4\1 / 58) لديك التفاعل نواتج  $3A_{(g)} + B_{(g)} \rightarrow$  أزداد تركيز المادة A إلى مثلي ما كانت عليه

فإن سرعة التفاعل:

- A) تزداد أربع مرات      B) تزداد ثمان مرات      C) تزداد مرتين      D) لا تتأثر السرعة

### ⚡ حالة ثانية: انقاص تركيز مادة (تمديد - زيادة بالحجم)

يُقسم تركيز أي مادة متفاعلة على عدد ما وهذا العدد يكون داخل القوس بعدها نخرج العدد ونوجد العلاقة بين السرعتين

**مثال 6** اِضَافِي لَدِيكَ التَّفَاعِلُ نَوَاجِحُ  $2A(g) + B(g) \rightarrow$  تَنَاقِصُ تَرَكِيزُ المَادَّةِ A إِلَى رُبْعٍ مَا كَانَتْ عَلَيْهِ وَازْدَادَ تَرَكِيزُ المَادَّةِ B إِلَى 16 ضِعْفٍ فَانْ سُرْعَةُ التَّفَاعِلِ:

- A) تزداد أربع مرات      B) تزداد ثمان مرات      C) تزداد مرتين      D) لا تتأثر السرعة

**مثال 7**  $\left(\frac{3}{58}\right)$  لَدِيكَ التَّفَاعِلُ التَّالِي نَوَاجِحُ  $A + B \rightarrow$  تَمَّ زِيَادَةُ تَرَكِيزُ المَوَادِّ المَتَّفَاعِلَةِ إِلَى مِثْلِي مَا كَانَتْ عَلَيْهِ وَلَمْ تَتَّغَيَّرِ السَّرْعَةُ فَتَكُونُ عِبَارَةَ سُرْعَةِ التَّفَاعِلِ

- A)  $v = k[A]$       B)  $v = k[A][B]$       C)  $v = k$       D)  $v = k[B]$

مسألة 6 (2م/59) مزج 600ml من مادة A تركيزها  $0.8 \text{ mol.l}^{-1}$

الى 200ml من مادة B تركيزها  $0.8 \text{ mol.l}^{-1}$

وفق المعادلة  $3A_{(aq)} + B_{(g)} \rightarrow 2C_{(g)}$  إذا علمت أن ثابت السرعة  $k = 0.1$

**الطلب 1:** اكتب عبارة سرعة التفاعل وأحسب السرعة البدائية

جاسم الفوز

**الطلب 2:** احسب تركيز المادة C عندما يتفاعل 20% من المادة A



**الطلب 3 اذافي :** احسب سرعة التفاعل عندما **يصبح** تركيز المادة  $B$  مساوياً  $0.1 \text{ mol. l}^{-1}$

**الطلب 4 اذافي :** احسب سرعة التفاعل عندما **ينقص** تركيز المادة  $A$  بمقدار  $0.3 \text{ mol. l}^{-1}$

**الطلب 5 اذافي :** احسب سرعة التفاعل عندما **يصبح** تركيز المادة  $C$  مساوياً  $0.2 \text{ mol. l}^{-1}$

**الطلب 6 اذافي :** بين كيف ستتغير سرعة التفاعل إذا **زاد** تركيز  $A$  إلى **ضعف** و**نقص** تركيز  $B$  إلى ربع ما كان

الطلب 7: احسب تراكيز كل من  $A, B, C$  عند توقف التفاعل

جاسم الفواز

# التوازن

جاسم الفواز

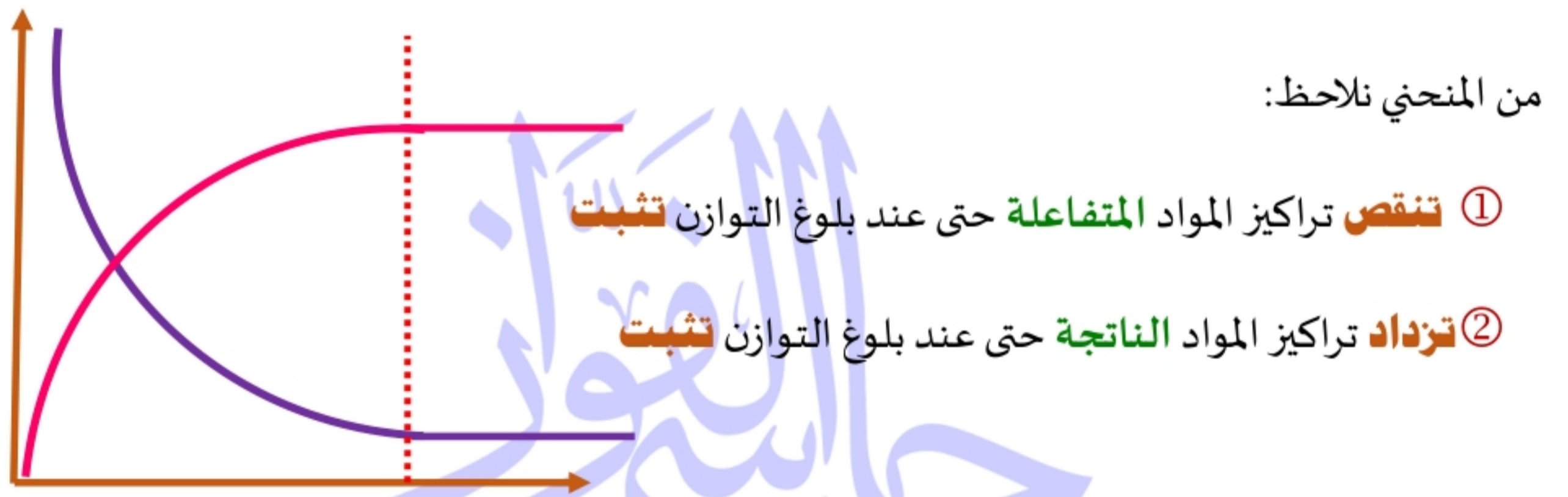


يمتاز أي تفاعل متوازن بوجود سهمين  $\rightleftharpoons$  في المعادلة:

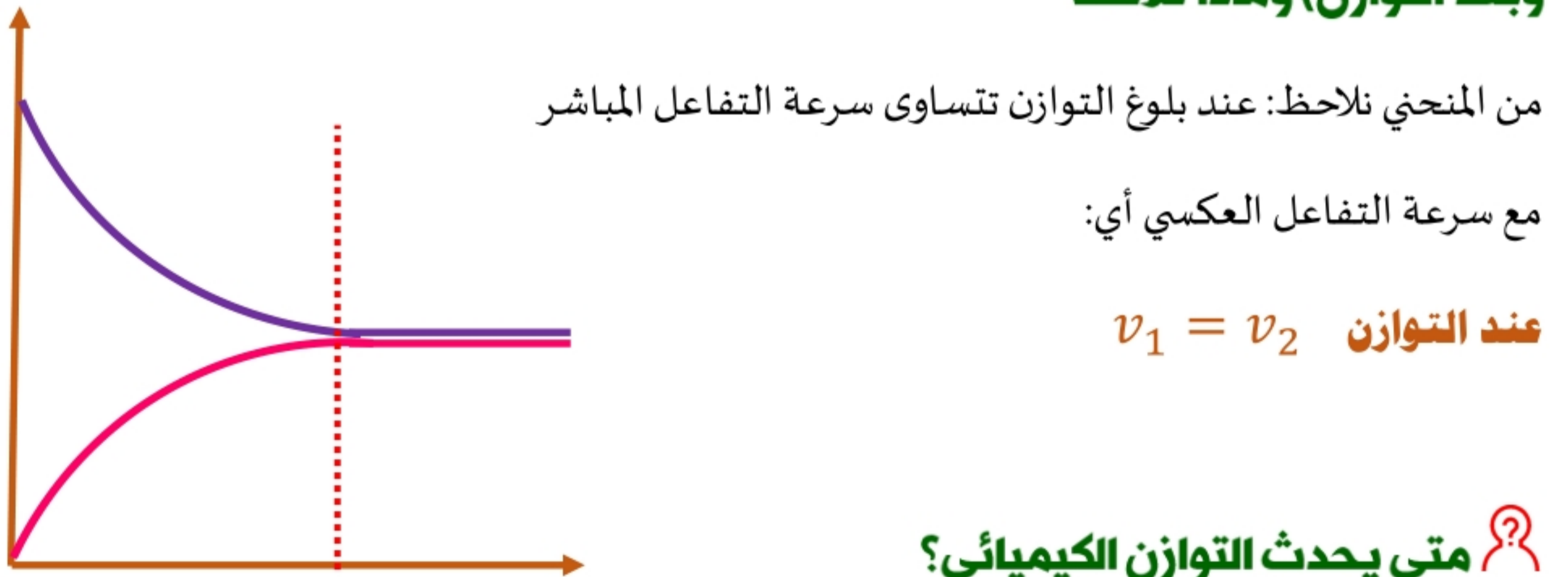
① السهم العلوي نسميه الاتجاه **المباشر** (يسار يمين) ويرمز لهذا الاتجاه بالرقم ① وله سرعة تدعى  $v_1$

② السهم السفلي نسميه الاتجاه **العكسي** (يمين يسار) ويرمز لهذا الاتجاه بالرقم ② وله سرعة تدعى  $v_2$

③ **ارسم المنحني البياني لتغيرات التراكيز مع الزمن للتفاعل (قبل وبعد التوازن) وماذا تلاحظ**



④ **ارسم المنحني البياني لتغيرات سرعة التفاعل المباشر والعكسي مع الزمن للتفاعل (قبل وبعد التوازن) وماذا تلاحظ**



① عندما **تثبت** تراكيز المواد المتفاعلة وتراكيز المواد الناتجة

② عندما **تتساوى** سرعة التفاعل المباشر مع سرعة التفاعل العكسي

## فسر علمياً: يسمى التوازن في التفاعلات الكيميائية بالتوازن الحركي

لأن التوازن يحدث عندما تتساوى سرعة التفاعل المباشر مع سرعة التفاعل العكسي ولا تكون قيمة السرعة لأي تفاعل معدومة

## فسر علمياً: لا تستهلك المواد المتفاعلة كلياً في التفاعلات المتوازنة

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

### سؤال 1 (س1\2) اختر الإجابة - عند بلوغ حالة التوازن يحدث:

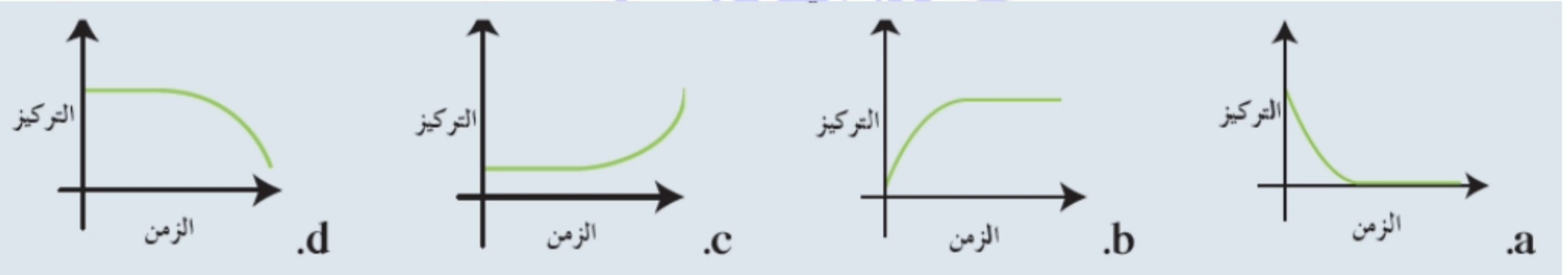
(A) ينخفض تركيز المواد الناتجة

(B) تنخفض سرعة التفاعل المباشر

(C) تثبت تراكيز المواد المتفاعلة والناتجة

(D) تزداد سرعة التفاعل المباشر

### سؤال 2 (س1\3) أي من الخطوط البيانية التالية يمثل تغير تراكيز المواد الناتجة في تفاعل متوازن



## ثابت التوازن $K_p, K_c$



### استنتج عبارة ثابت التوازن للتفاعل الأولي التالي $mA + nB \rightleftharpoons pC + qD$

سرعة التفاعل المباشر  $v_1 = K_1[A]^m[B]^n$

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

عند بلوغ التوازن:  $v_1 = v_2$  نعوض  $K_1[A]^m[B]^n = K_2[C]^p[D]^q$

نطبق خواص التناسب على المساواة  $\frac{K_1}{K_2} = \frac{[C]^p[D]^q}{[A]^m[B]^n}$  ندعو هذه النسبة بثابت التوازن  $K_c$

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

ندعوه ثابت التوازن بدلالة التراكيز

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

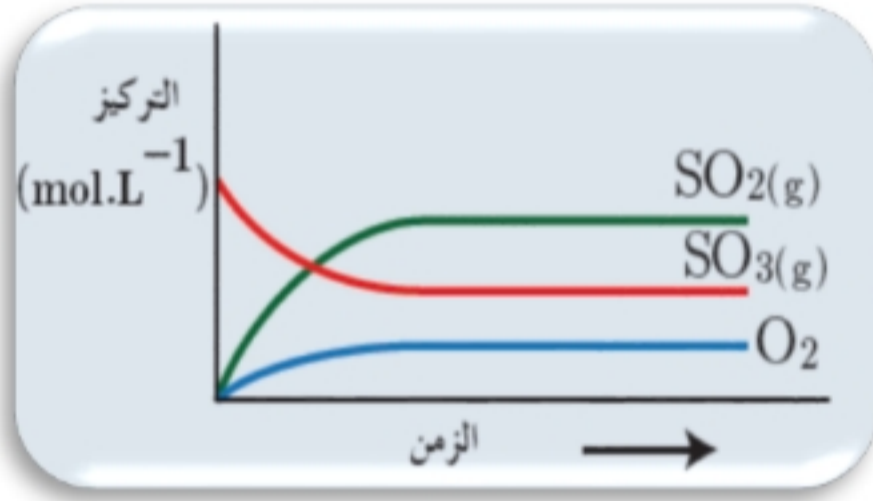
ندعوه ثابت التوازن بدلالة الضغوط الجزئية

### تنبيه

ثابت التوازن الكيميائي يساوي نسبة جداء تراكيز المواد الناتجة (الغازية او المنحلة) إلى جداء تراكيز المواد المتفاعلة عند التوازن وكلٌّ منها مرفوع إلى الأسّ عدد المولات وثابت التوازن مقدار ثابت ليس له واحدة

مسألة (2م/77) 3 لديك التفاعل التالي  $H_2O_{(l)} \rightleftharpoons H_2O_{(g)}$  اذا علمت أن  $P_{H_2O} = 0.03atm$

احسب قيمة ثابت التوازن بدلالة الضغوط  $K_p$



س4/76 لديك التفاعل المتوازن المبين بالمخطط التالي:

1) اكتب المعادلة المعبرة عن التفاعل

2) اكتب عبارة ثابت التوازن بدلالة التراكيز والضغوط

س4/76 فسرّ علمياً: المواد الصلبة S والسائلة l لا تدخل في عبارة ثابت التوازن

لأنّ تراكيزها تبقى ثابتة مهما اختلفت كمّيّتها

س4/76 بماذا يتعلق ثابت التوازن

يتعلق فقط بدرجة الحرارة

سؤال 4 (س 1\1) اختر الإجابة - يتغير ثابت التوازن  $K_C$  بتغيير:

- (A) الضغط  
(B) بإضافة حفاز  
(C) بخفض درجة الحرارة  
(D) بزيادة تركيز المواد الناتجة

العلاقة بين ثابتي التوازن  $K_C$  ,  $K_P$

العلاقة بين الثابتين هي:  $K_P = K_C (RT)^{\Delta n}$

حيث  $\Delta n = n_2 - n_1$  الفرق بين عدد المولات الغازية بين الطرفين

سؤال 5 لديك التفاعل التالي  $H_2(g) + S(s) \rightleftharpoons H_2S(g)$  اكتب علاقة كل من  $K_P$  ,  $K_C$  ثم اكتب العلاقة بينهما.

جاسم الفوز

تنبيهات

قيمة ثابت التوازن تعبر عن: مدى تحول المواد المتفاعلة إلى مواد ناتجة عند حدوث التوازن

إذا كانت قيمة  $K_C \gg 1$  فالتفاعل يحدث لمدى كبير في الاتجاه المباشر

إذا كانت قيمة  $K_C \ll 1$  فالتفاعل لا يحدث لمدى كبير في الاتجاه المباشر

## حاصل التفاعل Q

حاصل التفاعل Q له نفس قانون ثابت التوازن  $K_c$  لكن الفرق بينهما أن التراكيز في حاصل التفاعل تكون **بأي لحظة** زمنية سواء قبل أو بعد أو عند التوازن أما في  $K_c$  **فالتراكيز حصراً عند التوازن**

### حالات حاصل التفاعل Q

**حاله 1** عندما  $Q < K_c$

يرجع التفاعل **المباشر** للحصول على التوازن (**فسر**): لأن تراكيز المواد الناتجة **أقل** مما هي عليه في حالة التوازن

**حاله 2** عندما  $Q > K_c$

يرجع التفاعل **العكسي** للحصول على التوازن (**فسر**): لأن تراكيز المواد الناتجة **أكبر** مما هي عليه في حالة التوازن

**حاله 3** عندما  $Q = K_c$ : التفاعل يبقى على حالة التوازن

**مسألة 6** ( $\frac{1}{77}$ ) لديك التفاعل  $CO(g) + 2H_2(g) \rightleftharpoons CH_3OH(g)$  حيث  $K_c = 7.3$  فإذا كان عدد

المولات وفق:

$$n(CH_3OH) = 8 \times 10^{-2} \text{ mol}, n(H_2) = 4 \times 10^{-1} \text{ mol}, n(CO) = 2 \times 10^{-1} \text{ mol}$$

حيث يحدث التفاعل في وعاء سعته  $2L$

والمطلوب: بين بالحساب إذا كان التفاعل بحالة توازن أم لا ثم حدد التفاعل الراجح مفسراً اجابتك

$$Q = \frac{[CH_3OH]}{[CO][H_2]^2}$$

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

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

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



$$Q = \frac{4 \times 10^{-2}}{10^{-1} \times 4 \times 10^{-2}} = 10.$$

. بما أن  $Q > k_c$  لسنا أمام حالة توازن

يرجح التفاعل **العكسي** للحصول على التوازن لأن تراكيز المواد الناتجة **أكبر** مما هي عليه في حالة التوازن

**مسألة 7** (2/67) لديك التفاعل  $I_2(g) + H_2(g) \rightleftharpoons 2HI(g)$  حيث ثابت التوازن  $K_c = 50$  فاذا

كان عدد المولات وفق:

$$n(HI_2) = 4 \times 10^{-2} \text{ mol}, n(H_2) = 1 \times 10^{-2} \text{ mol}, n(I_2) = 2 \times 10^{-2} \text{ mol}.$$

حيث يحدث التفاعل في وعاء سعته  $2L$  والمطلوب:

(1) هل التفاعل متوازن ولماذا؟

(2) حدد التفاعل الراجح مفسراً اجابتك

جاسم الفوز



## العوامل المؤثرة على حالة التوازن



### قاعدة لوشاتولييه:

إذا حدث أي تغيير في جملة كيميائية متوازنة (مثل درجة الحرارة أو الضغط أو التراكيز) فسيختل التوازن ويرجع التفاعل بالاتجاه الذي يعاكس هذا التغيير

👉 **سندرس تأثير أربع تأثيرات: تغيير التراكيز ، تغيير الضغط ، الوسطاء ، تغيير درجة الحرارة**

### 1 تغيير التراكيز

👉 عند **زيادة** تركيز (نقصان الحجم) إحدى مواد الجملة المتوازنة يختل التوازن، فيرجح التفاعل في الاتجاه الذي **ينقص** فيه تركيز هذه المادة.

👉 عند **نقصان** تركيز (زيادة الحجم) إحدى مواد الجملة المتوازنة يختل التوازن، فيرجح التفاعل في الاتجاه الذي **يزداد** فيه تركيز هذه المادة.

أي إذا زاد تركيز المادة بأي طرف كانت فاننا نرجع السهم (مباشراً - عكسياً) المؤدي للاتجاه الآخر الذي ليس فيه هذه المادة والعكس صحيح عند انقاص تركيز أي مادة فاننا نرجع السهم الذي يوصلنا لهذه المادة

👤 **سؤال 8 إضافي:** لديك التفاعل التالي  $A(g) + 2B(g) \rightleftharpoons 2C(g)$  والمطلوب:

4) ما أثر زيادة تركيز المادة A على حالة التوازن:

👉 عند زيادة تركيز المادة A **يختل التوازن**

👉 **فيرجح** التفاعل بالاتجاه المباشر

👉 مما **ينقص** تركيز المادة A

👉 **تزداد** كمية المواد الناتجة وتنقص كمية المواد المتفاعلة

### تنبيه

ثابت التوازن  $K_c$  دوووماً **لا يتأثر** (لأنه يتعلق **فقط** بدرجة الحرارة)

(5) ما أثر إنقاص تركيز المادة B على حالة التوازن:

(6) ما أثر زيادة تركيز المادة C على حالة التوازن:

سؤال 9 إضافي: يمكن زيادة كمية  $SO_3$  في التفاعل  $2SO_3(g) \rightleftharpoons 2SO_2(g) + O_2(g)$  من خلال:

(A) إنقاص تركيز الأوكسجين

(B) إنقاص تركيز  $SO_2$

(C) إنقاص تركيز الأوكسجين فقط

(D) زيادة تركيز الأوكسجين أو  $SO_2$

2 تغيير الضغط

عند خفض الضغط يختل التوازن فيرجح التفاعل باتجاه عدد المولات الغازية الأكثر

عند رفع الضغط يختل التوازن فيرجح التفاعل باتجاه عدد المولات الغازية الأقل

عندما تتساوى أعداد المولات بين الطرفين لا يتأثر التوازن برفع أو خفض الضغط

سؤال 10 إضافي: لديك التفاعل التالي  $A(g) + 2B(g) \rightleftharpoons 2C(g)$  والمطلوب:

(1) ما أثر زيادة الضغط على حالة التوازن:

عند زيادة الضغط يختل التوازن

فيرجح التفاعل المباشر إي باتجاه عدد المولات الغازية الأقل

تزداد كمية المواد الناتجة وتنقص كمية المواد المتفاعلة حتى بلوغ توازن جديد

(2) ما أثر إنقاص الضغط على حالة التوازن:

سؤال 11 إضافي: ما أثر رفع الضغط للتفاعل  $A_{(g)} + 2B_{(g)} \rightleftharpoons 3C_{(g)} + D_{(l)}$  على حالة

التوازن:

3 تأثير الحفاز

فسر علمياً: لا يؤثر إضافة حفاز على ثابت التوازن

عند إضافة حفاز إلى تفاعل متوازن تزداد سرعة التفاعل المباشر وبالمقدار نفسه سوف تزداد سرعة التفاعل

العكسي أي أنه يسرع الوصول إلى حالة التوازن ولا يؤثر على قيمة ثابت التوازن.

4 تأثير تغير درجة الحرارة

لدينا نوعين من التفاعلات:

تفاعلات ماصة للحرارة  $\Delta H_{rxn} > 0$  بالتالي يصبح المباشر ماص والعكسي ناشر ← , → ماص ناشر

تفاعلات ناشرة للحرارة  $\Delta H_{rxn} < 0$  بالتالي يصبح المباشر ناشر والعكسي ماص ← , → ناشر ماص

عند رفع درجة الحرارة يختل التوازن فيرجح التفاعل باتجاه الماص (سواء كان مباشر أو عكسي)

عند خفض درجة الحرارة يختل التوازن فيرجح التفاعل باتجاه الناشر (سواء كان مباشر أو عكسي)

عندما يرجح **المباشر** فان كمية المواد الناتجة تزداد و كمية المواد المتفاعلة تنقص **فيزداد**  $K_c$  **فسر**

عندما يرجح **العكسي** فان كمية المواد الناتجة تنقص و كمية المواد المتفاعلة تزداد **فينقص**  $K_c$  **فسر**

**سؤال 1 2** **إضافي**: لديك التفاعل التالي  $\Delta H_{rxn} > 0$  :  $2NO_{2(g)} \rightleftharpoons 2NO_{(g)} + O_{2(g)}$

(1) ما أثر رفع درجة الحرارة على حالة التوازن – ثابت التوازن:

عند رفع درجة الحرارة **يختل التوازن**

**فيرجح** التفاعل المباشر إي بالاتجاه الماص

**تزداد** كمية المواد الناتجة وتنقص كمية المواد المتفاعلة **فيزداد**  $K_c$

(2) ما أثر إنقاص درجة الحرارة على حالة التوازن – ثابت التوازن:

جاسم الفوز

(3) اقترح ثلاث طرق لزيادة كمية الأوكسجين

..... (1)

..... (2)

..... (3)

**سؤال 1 3** **إضافي**  $\left(\frac{61}{76}\right)$  لديك التفاعل  $\Delta H = -90$  :  $N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \rightleftharpoons 2NH_{3(g)}$

يمكن **زيادة** كمية **النشادر** من خلال:

(A) زيادة درجة الحرارة

(B) خفض كمية  $N_2$

(C) زيادة الضغط الكلي

(D) إضافة حفاز

سؤال 14 (5/77) لديك التفاعل  $B(g) + 3A(g) \rightleftharpoons 2C(g)$  وله قيم مختلفة لثابت التوازن مع

درجة الحرارة وفق الجدول، بين هل التفاعل **ماص** أم **ناشر**؟ مفسراً إجابتك

درجة الحرارة	ثابت التوازن
$T_1 = 300k$	$K_{c1} = 4.34 \times 10^{-3}$
$T_2 = 400k$	$K_{c2} = 1.64 \times 10^{-3}$

إذا كان التفاعل **ماص**  $\Delta H_{rxn} > 0$  بالتالي يصبح المباشر ماص والعكسي ناشر.

إذا كان التفاعل **ناشر**  $\Delta H_{rxn} < 0$  بالتالي يصبح المباشر ناشر والعكسي ماص.

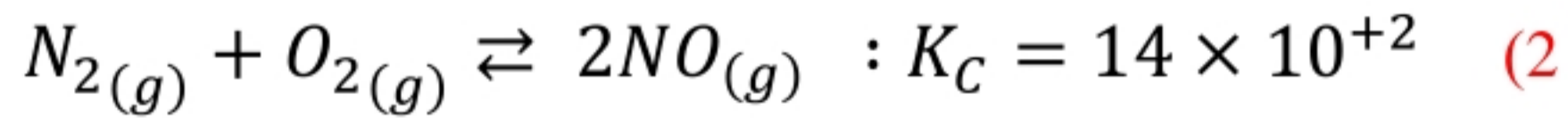
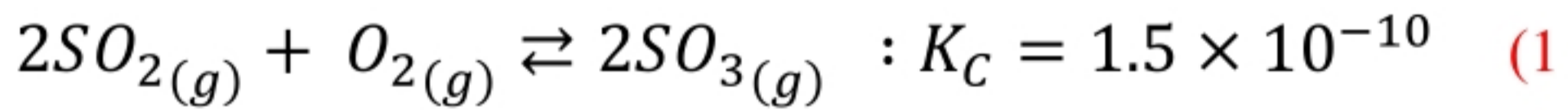
من الجدول نجد أنه **رفع** (لان الحرارة كانت 300 صارت 400) عند رفع الحرارة نرجح (**الماص**)

(مباشر أو عكسي) من يحدد ذلك؟؟؟ الذي يحدد ذلك هو  $K_c$

من الجدول نجد أن ثابت التوازن **ينقص** بالتالي (**العكسي هو الماص**)

فالمباشر هو الناشر معناها نوع التفاعل **ناشر**  $\Delta H_{rxn} < 0$

سؤال 15 (6/77) قارن بين كمية المواد المتفاعلة وكمية المواد الناتجة عند بلوغ التوازن للتفاعلين



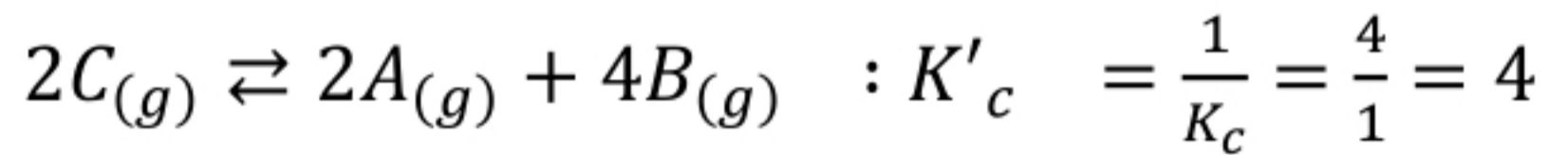
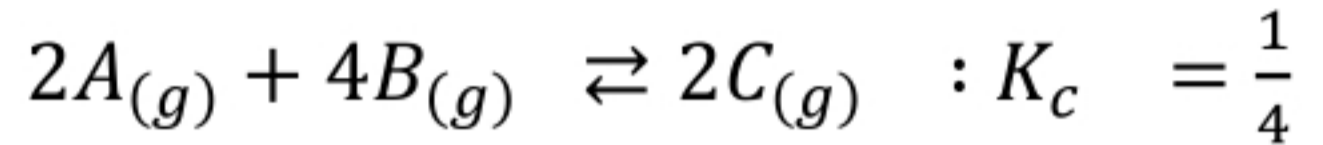


## خواص ثابت التوازن

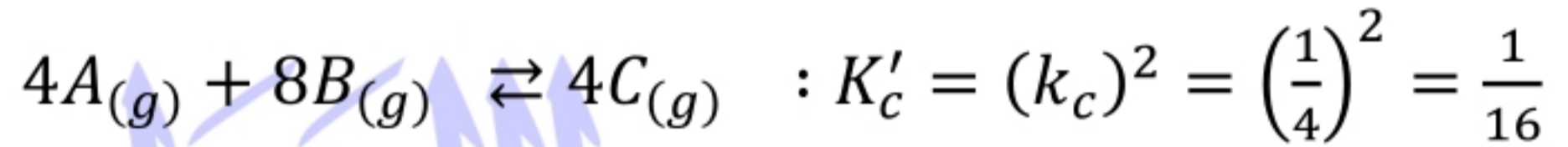


**الخواص:** ليكن لدينا معادلة رئيسية ثابت توازنها  $K_c$

① عند قلب طرفي المعادلة يصبح ثابت التوازن للمعادلة الناتجة  $K'_c = \frac{1}{K_c}$

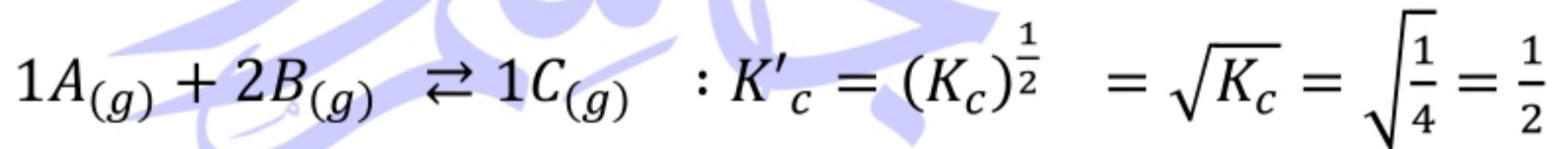


② عند ضرب المعادلة الرئيسية بعدد ما  $n$  فان  $K'_c = (K_c)^n$



③ عند ضرب المعادلة بكسر  $\frac{1}{n}$  (يعني كانا عم نقسم على عدد) فان  $K'_c = (K_c)^{\frac{1}{n}}$  فمثلاً أنه عندما

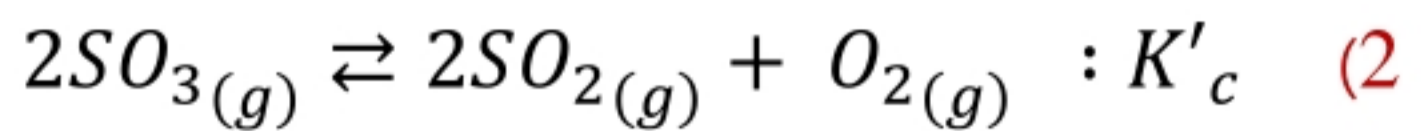
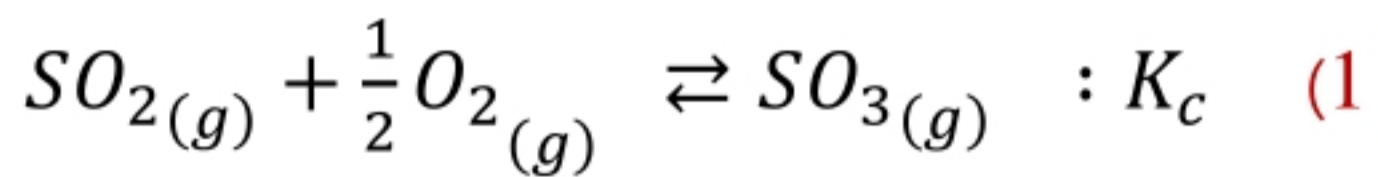
$$n = 2 \text{ تصبح } K'_c = K_c^{\frac{1}{2}} = K_c^{\frac{1}{2}} = \sqrt{K_c}$$



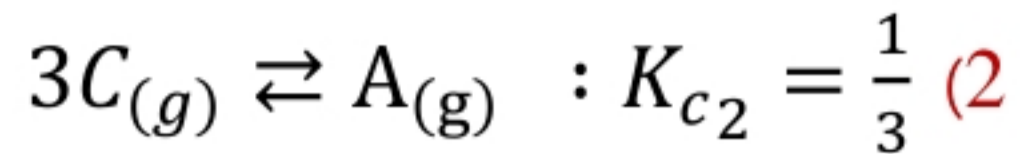
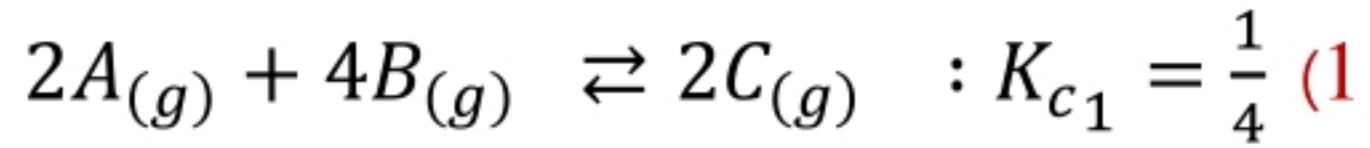
④ إذا كان لدينا معادلتين لهما الثوابت  $K_{c1}$ ,  $K_{c2}$  وجمعنا المعادلتين لنتج  $K_{c3}$  فان:

$$K_{c3} = K_{c1} \times K_{c2}$$

سؤال 16 (س 1\4 / 76) أوجد العلاقة بين  $K_c$  و  $K'_c$  التفاعلين:



مسألة 17 إضافي: لديك التفاعلين التاليين:



بالاستفادة من المعادلتين أوجد ثابت التوازن للمعادلة  $2A_{(g)} + 2B_{(g)} \rightleftharpoons 4C_{(g)} \quad : K_c = ?$

**اول شي:** تنتقي (تختار) أي جزء من المعادلة الأولى (1) اذا أمكن أن يكون مشترك بينها وبين الرئيسية (المجهولة)

فقط وغير موجود بالآخرى (فريد - تسمية من عندي واذا مش عاجبتك سمها اللي بدكياها 😊) تقارن:

موقعه (قبل أو بعد السهمين):

صحيح لا تغير باطراف المعادلة

خاطئ فنقلب المعادلة (1)

عدد مولاته (الامثال):

صحيح لا تضرب المعادلة

خاطئ نضرب المعادلة

اما اذا مو فريد 😊 (ليس فريد) يعني مشترك مع اكثر من معادلة تقارن الموقع فقط

نضرب المعادلة الأولى ب  $\frac{1}{2}$  فتصبح  $A_{(g)} + 2B_{(g)} \rightleftharpoons C_{(g)} \quad : K'_{c1} = \sqrt{k_{c1}} = \frac{1}{2}$

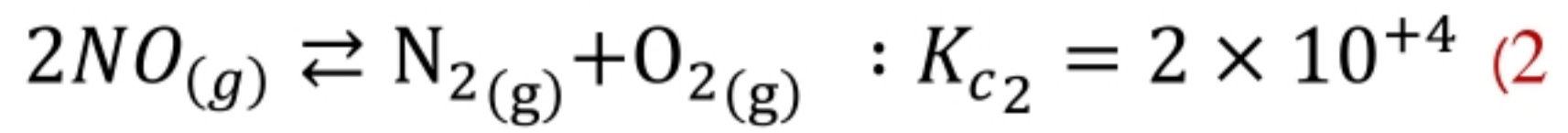
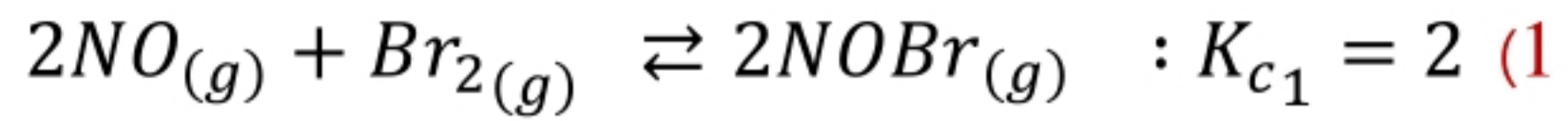
نقلب طرفي المعادلة الثانية فتصبح:  $A_{(g)} \rightleftharpoons 3C_{(g)} \quad : K'_{c2} = 3$

بجمع المعادلتين بعد التعديل:  $2A_{(g)} + 2B_{(g)} \rightleftharpoons 4C_{(g)} \quad : K_c = ?$

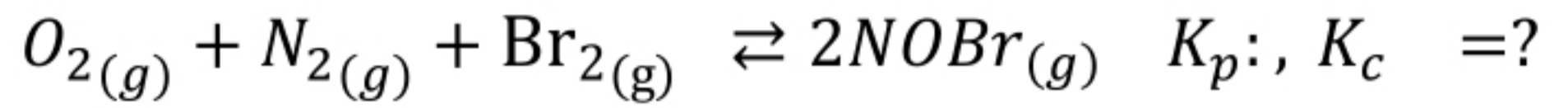
$$K_c = K'_{c1} \times K'_{c2} = \frac{1}{2} \times 3 = \frac{3}{2}$$



مسألة 8 (1) (5م/78) لديك التفاعلين التاليين:



بالاستفادة من المعادلتين أوجد ثابت التوازن للمعادلة:



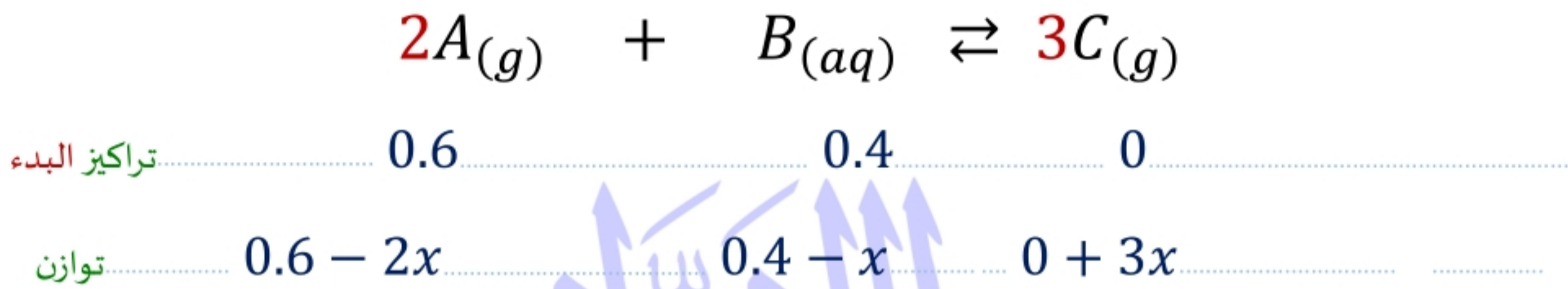
جاسم الفوز

## تقنيات التوازن

تقنية 1: تعيين التركيز البدائية (السطر الأول) كما تعلمنا في بحث السرعة

وبما أنك عزيزي الطالب ذكي (على حد معلوماتي) وأكد دريبيس أول بأول فما في داعي عيد طرق حساب التركيز البدائي 😊 ونقوم باعداد المعادلة بالسطرين كما تعلمنا لكن نسمي السطر الثاني (عند التوازن)

مثلاً



وإذا أراد إعطاء دليل للسطر الثاني فإنه يعتمد عبارات ليست تخص السطر الأول مثل: (عند بلوغ التوازن) معلومة تخص السطر الثاني حصصاً

تقنية 2: حساب ثابت التوازن  $K_c$

لدينا طريقتين:

$$(1) \text{ من خلال القانون الأساسي: } K_c = \frac{[C]_{eq}^3}{[A]_{eq}^2 [B]_{eq}}$$

$$K_c = \frac{[0+3x]^3}{[0.6-2x]^2 [0.4-x]}$$

(أي معلومة لا تخص السطر الأول فهي لحساب  $x$ ) دائماً

$$(2) \text{ من قانون } K_c = \frac{k_1}{k_2}$$

$$(3) \text{ ممكن أن يطلب حساب ثابت التوازن } K_p \text{ من القانون } K_p = K_c (RT)^{\Delta n}$$

تقنية 3: حساب النسبة المئوية لمادة متفاعلة  $A, B$

نقوم بنسبة وتناسب كما تعلمنا ببحث السرعة فمثلاً إذا طلب النسبة المئوية المتفاعلة من  $A$

$$0.6 - 2x$$

كل  $0.6 \text{ mol.l}^{-1}$  من المادة  $A$  يتفاعل منها عدد  $2x =$

كل  $100 \text{ mol.l}^{-1}$  يتفاعل منها مجهول  $y$

$$y = \text{عدد} \text{ mol.l}^{-1}$$

النسبة المئوية % عدد

تقنية 4: يطلب أسئلة نظرية ضمن المسألة من أهمها ( لوشاتوليه - رسم الخطوط البيانية)

مسألة 19 (3م/78) مزج  $2 \text{ mol}$  من المادة  $A$  إلى  $2 \text{ mol}$  من المادة  $B$  في وعاء سعته  $10 \text{ L}$  فيحدث

التفاعل التالي:  $A(g) + B(g) \rightleftharpoons 2C(g)$  اذا علمت أن  $K_1 = 8.8 \times 10^{-2}$  ,  $K_2 = 2.2 \times 10^{-2}$

الطلب 1: احسب قيمة كل من  $K_c$  ثم  $K_p$

بما أن ثابتي السرعة  $K_1, K_2$  معاليم فان:  $K_c = \frac{K_1}{K_2}$

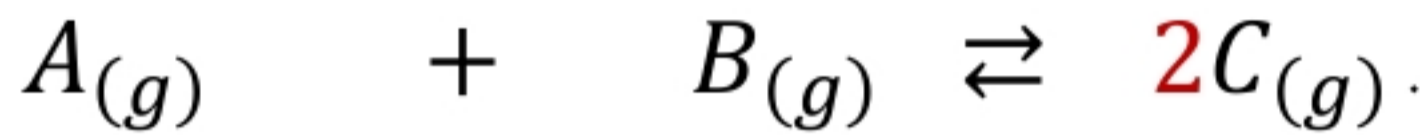
$$K_c = \frac{K_1}{K_2} = \frac{8.8 \times 10^{-2}}{2.2 \times 10^{-2}} = 4.$$

**الطلب 2:** احسب تراكيز المواد المتفاعلة والنااتجة عند بلوغ التوازن

هنا تحسب التراكيز البدائية وفق الحالة الثانية (عدد مولات وحجم):

$$[A]_0 = \frac{n_0}{V} = \frac{2}{10} = 0.2 \text{ mol.l}^{-1} .$$

$$[B]_0 = \frac{n_0}{V} = \frac{2}{10} = 0.2 \text{ mol.l}^{-1} .$$



تراكيز البدء ..... 0.2 ..... 0.2 ..... 0

توازن ..... 0.2 - x ..... 0.2 - x ..... 0 + 2x

$$[C]_{eq} = 2x , [A]_{eq} = [B]_{eq} = 0.2 - x$$

بالتالي لحساب التراكيز عند التوازن يجب حساب  $x$  ونعيد مرة أخرى (كللعل معلومة لا تخص السطر الأول يمكن استخدامها لحساب  $x$ )

بالتالي  $K_C$  يستخدم لحساب  $x$  وفق التالي:

$$K_C = \frac{[C]_{eq}^2}{[A]_{eq} [B]_{eq}} \text{ من القانون:}$$

$$4 = \frac{[0+2x]^2}{[0.2-x][0.2-x]} .$$

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

نضرب الطرفين بالوسطين:  $0.4 - 2x = 2x$

$$x = 0.1 \text{ mol.l}^{-1} \text{ بالتالي: } 4x = 0.4 .$$

$$[C]_{eq} = 2x = 0.2 \text{ mol.l}^{-1} .$$

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

**الطلب 3 اذافي :** احسب النسبة المئوية المتفاعلة من المادة  $B$ :

$$0.2 - x$$

كل  $0.2 \text{ mol. l}^{-1}$  من المادة  $B$  يتفاعل منها  $x = 0.1$

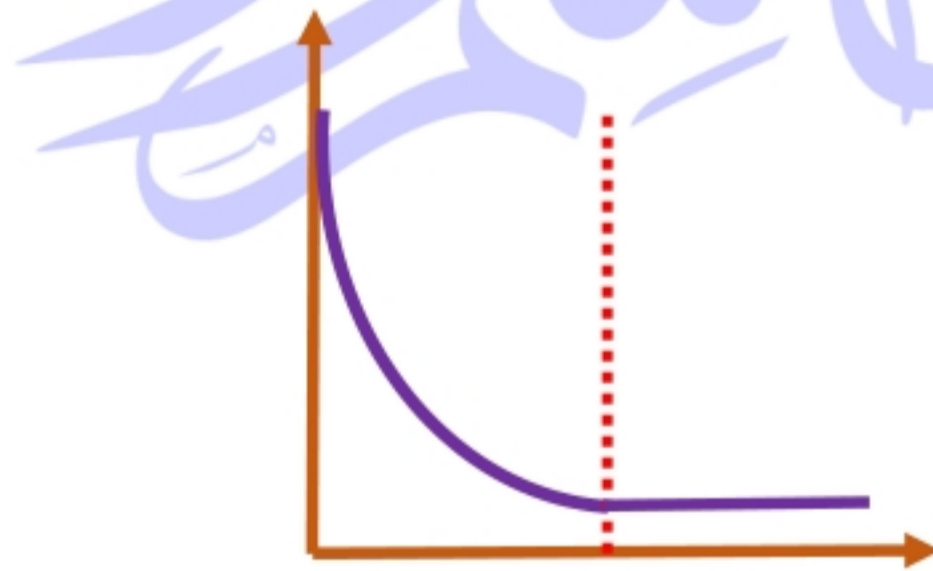
كل  $100 \text{ mol. l}^{-1}$  يتفاعل منها مجهول  $y$

$$y = \frac{10^{-1} \times 100}{2 \times 10^{-1}} = 50 \text{ mol. l}^{-1}$$

النسبة المئوية 50%

**الطلب 4 اذافي :** بين أثر زيادة الضغط الكلي على حالة التوازن  $K_c$

**الطلب 5 اذافي :** ارسم منحنى تغير تركيز المادة  $A$  مع الزمن (مع سير التفاعل)



**الطلب 6 اذافي :** ارسم منحنى تغير تركيز المادة  $C$  مع الزمن (مع سير التفاعل)

**مسألة 20** (4م/78) لديك التفاعل  $I_2(g) + H_2(g) \rightleftharpoons 2HI(g)$  فاذا كان عدد المولات عند بلوغ التوازن:

$$n(HI) = 0.4 \text{ mol} \quad n(H_2) = 7.2 \text{ mol} \quad n(I_2) = 2.4 \text{ mol}$$

حيث يحدث التفاعل في وعاء سعته  $10L$

**الطلب 1:** احسب قيمة كل من  $K_c$  ثم  $K_p$

$$K_c = \frac{[HI]_{eq}^2}{[I_2]_{eq}[H_2]_{eq}}$$

$$[HI]_{eq} = \frac{n_{eq}}{V} = \frac{0.4}{10} = 4 \times 10^{-2} \text{ mol.l}^{-1}$$

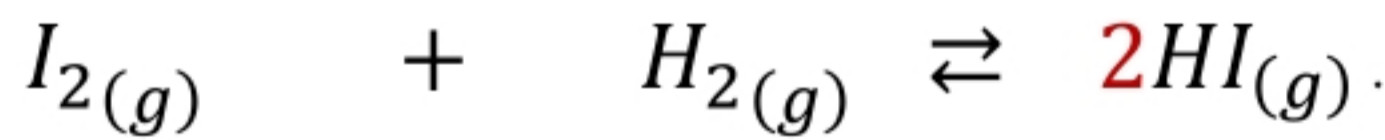
$$[I_2]_{eq} = \frac{n_{eq}}{V} = \frac{2.4}{10} = 24 \times 10^{-2} \text{ mol.l}^{-1}$$

$$[H_2]_{eq} = \frac{n_{eq}}{V} = \frac{7.2}{10} = 72 \times 10^{-2} \text{ mol.l}^{-1}$$

$$K_c = \frac{(4 \times 10^{-2})^2}{24 \times 10^{-2} \times 72 \times 10^{-2}} = \frac{16 \times 10^{-4}}{24 \times 27 \times 10^{-4}} = \frac{4}{6 \times 72} = \frac{2}{3 \times 72} = \frac{1}{36 \times 3} = \frac{1}{108}$$

$$K_p = K_c = \frac{1}{108} \text{ بالتالي } K_p = K_c (RT)^{\Delta n} ; \Delta n = 0$$

**الطلب 2:** احسب التراكيز الابتدائية للمواد المتفاعلة



تراكيز البدء .....  $[I_2]_0 = A$  .....  $B$  .....  $0$  .....

توازن .....  $A - x$  .....  $B - x$  .....  $2x$  .....

$$[HI]_{eq} = 4 \times 10^{-2} = 2x \rightarrow x = 2 \times 10^{-2} \text{ mol.l}^{-1}$$

$$[I_2]_{eq} = 24 \times 10^{-2} = A - 2 \times 10^{-2}$$

$$[I_2]_0 = A = 26 \times 10^{-2} \text{ mol.l}^{-1}$$

$$[H_2]_{eq} = 72 \times 10^{-2} = B - 2 \times 10^{-2}$$

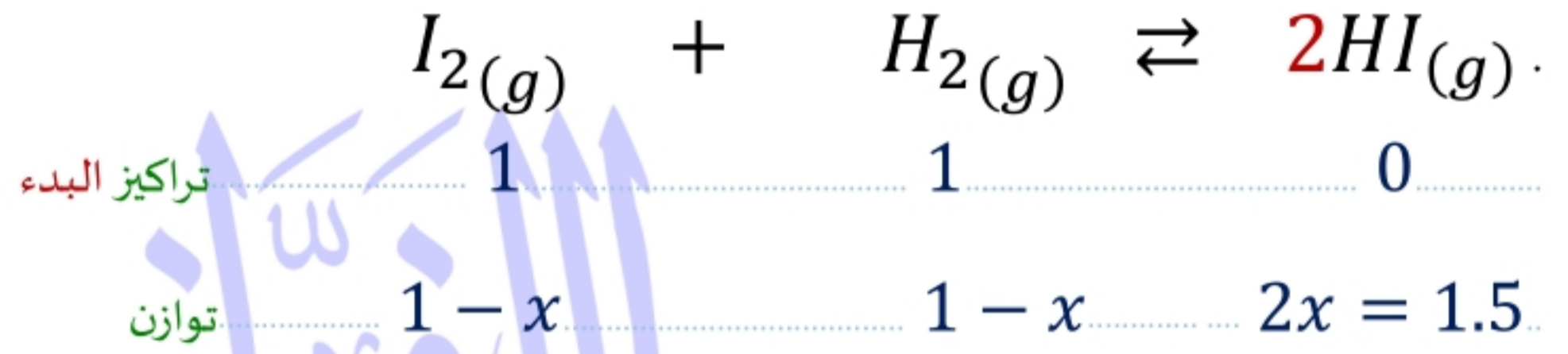
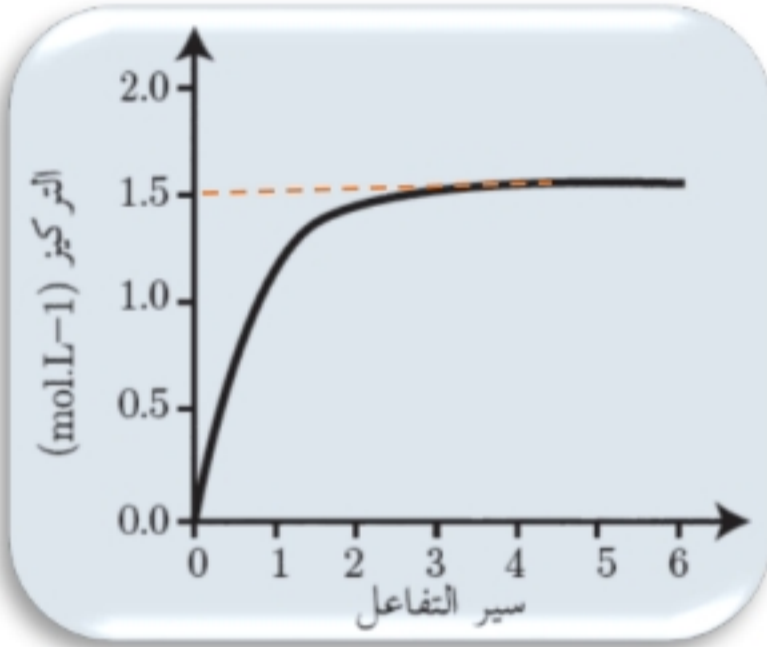
$$[H_2]_0 = B = 74 \times 10^{-2} \text{ mol.l}^{-1}$$

## الطلب 3: اقترح طريقتين لزيادة كمية HI

مسألة 1 (2) (6م) تفاعل 1mol من اليود إلى 1mol من الهيدروجين في وعاء حجمه 1L فيحدث

التفاعل  $I_2(g) + H_2(g) \rightleftharpoons 2HI(g)$  حيث يبين المخطط التالي تغير تركيز يود الهيدروجين مع الزمن

الطلب 1: بالاستفادة من المنحني احسب تركيز كل من المواد المتفاعلة والنااتجة عند التوازن



$$[HI]_{eq} = 2x = 15 \times 10^{-1} \Rightarrow x = 15 \times \frac{10^{-1}}{2} = 75 \times 10^{-2}$$

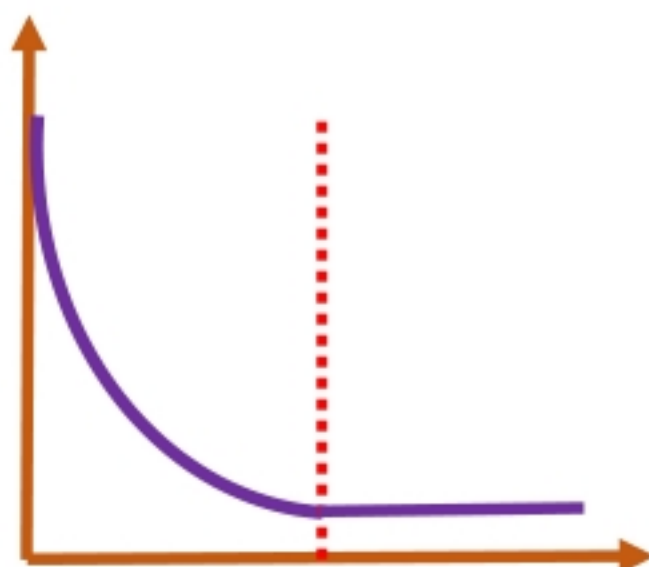
$$[I_2]_{eq} = 1 - x = 100 \times 10^{-2} - 75 \times 10^{-2} = 25 \times 10^{-2} mol.l^{-1}$$

$$[H_2]_{eq} = 1 - x = 100 \times 10^{-2} - 75 \times 10^{-2} = 25 \times 10^{-2} mol.l^{-1}$$

الطلب 2: احسب  $K_c$

$$K_c = \frac{[HI]_{eq}^2}{[I_2]_{eq}[H_2]_{eq}} = \frac{(15 \times 10^{-1})^2}{25 \times 10^{-2} \times 25 \times 10^{-2}}$$

$$K_c = \frac{225 \times 10^{-2}}{625 \times 10^{-4}} = \frac{9 \times 100}{25} = 36$$



الطلب 3: ارسم منحني لتغيرات تركيز الهيدروجين مع الزمن

# المواد و الأسمس

جاسم الفواز



## مقدمة هامة

تأثيرها	الوظيفة الحمضية	الحموض القوية
تام →	احادي	حمض كلور الماء $HCl$
تام →	احادي	حمض الازوت $HNO_3$
تام →	ثنائي	حمض الكبريت $H_2SO_4$
تأثيرها		الحموض الضعيفة
جزئي ⇌		حمض النمل $HCOOH$
جزئي ⇌		حمض الخل $CH_3COOH$
جزئي ⇌		حمض سيانيد الهيدروجين $HCN$
تأثيرها	الوظيفة الاساسية	الأسس القوية
تام →	احادي	هيدروكسيد الصوديوم $NaOH$
تام →	احادي	هيدروكسيد البوتاسيوم $KOH$
تأثيرها		الأسس الضعيفة
جزئي ⇌		النشادر $NH_3$
جزئي ⇌		الفوسفين $PH_3$
جزئي ⇌		هيدروكسيد الأمونيوم $NH_4OH$



## النظريات الأساسية في الحموض والأسس

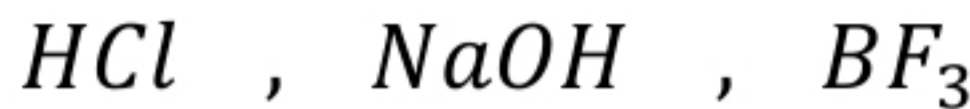


### 1 نظرية أرينوس

**الحمض** كل مادة قادرة على تحرير أيون الهيدروجين  $H^+$  أو أكثر عند انحلالها في الماء:  $HA \rightarrow H^+ + A^-$

**الأسس** كل مادة قادرة على تحرير أيون الهيدروكسيد  $OH^-$  أو أكثر عند انحلالها في الماء:  $BOH \rightarrow OH^- + B^+$

**فسر الصفة الحمضية أو الأساسية لكل مما يلي حسب أرينوس:**



يعتبر  $HCl$  حمض حسب أرينوس (**فسر**)

قادرة على تحرير أيون الهيدروجين  $H^+$  عند انحلالها في الماء:  $HCl \rightarrow H^+ + Cl^-$

يعتبر  $NaOH$  أساس حسب أرينوس (**فسر**):

لا يمكن تفسير الصفة الحمضية أو الأساسية للمركب  $BF_3$  حسب أرينوس (**فسر**):

**تنبيه**

نظرية أرينوس غير كافية لتحديد الصفات الحمضية والأساسية للمركبات

### 2 نظرية برونشتد - لوري

**الحمض** كل مادة قادرة على **مَنح** بروتون  $H^+$  أو أكثر إلى مادة أخرى تتفاعل معها

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

**تنبيه** نظرية برونشتد - لوري ليس لها علاقة بالهيدروكسيد  $OH^-$  انما يكفي لتفسير الصفة الحمضية او

الأساسية أن يحدث انتقال ايون  $H^+$  بالتالي هي أكثر شمولية من نظرية أرينوس

## تنبيه

كل حمض بعد أن يخسر البروتون يتحول إلى أساس مرافق وتقاس قوة الحمض بسهولة منحه للبروتون

كل أساس بعد أن يكسب البروتون يتحول إلى حمض مرافق وتقاس قوة الأساس بسهولة استقباله للبروتون

كلما زاد قوة الحمض زاد ضعف الأساس المرافق له والعكس صحيح الأساس المرافق للحمض الضعيف هو قوي

(بالمشرمحي: يعني القوي بعد ما يخسر أو يكسب هيدروجينة يصير ضعيف والضعيف بعد ما يخسر أو يكسب يصير قوي)

سؤال 2 (س 2\3) اذا علمت أن أيون السيانيد  $CN^-$  أساس أقوى من أيون الخلات  $CH_3COO^-$

فما هو الحمض المرافق لكل منهما وأي الحمضين أقوى ولماذا؟

جاسم الفوز

## معادلة التآين والأزواج المترافقة بنظرية برونشتد – لوري

معادلات التآين للأقوياء بسهم واحد  $\rightarrow$  سواء كانوا حموض أو أسس

معادلة التآين للضعفاء بسهمين  $\leftrightarrow$  سواء كانوا حموض أو أسس

تكون معادلة التآين مع الماء (الا الأسس الحاوية على  $OH$  فتفكك مباشرة) حيث في الطرف الثاني يجب أن

ينتج أيونات موجبة + وايونات سالبة -

الحموض ستعطي  $H_3O^+$  دوووماً

الأسس تعطي  $OH^-$  دوووماً

## حمض سيانيد الهيدروجين

---



---



---



---



---

## حمض HA الضعيف

---



---



---



---



---

## حمض HA تام التآين (قوي)

---



---



---



---



---

## أساس B الضعيف

---



---



---



---



---

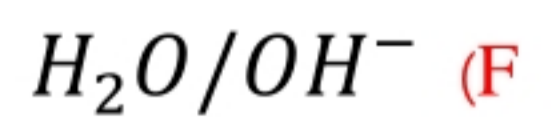
## فسر علمياً: يعتبر الماء مركب مذذب

---



---

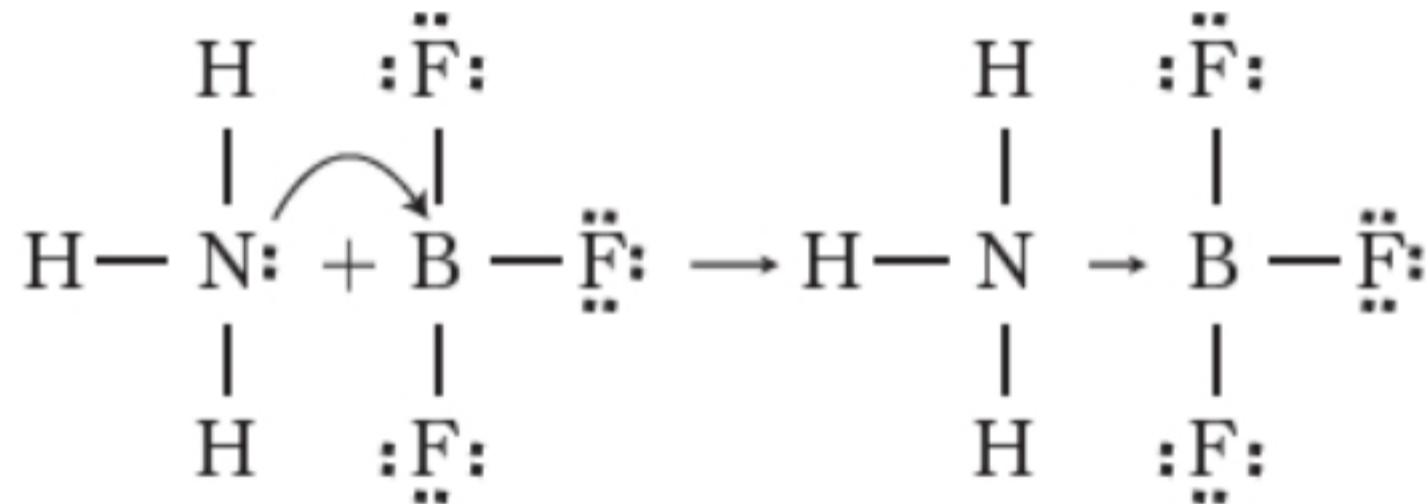
سؤال 1 (س 5\1 / 95) لديك احد الأزواج الاتية لا يشكل زوج (أساس / حمض) حسب برونشتد لوري:



## 3 نظرية لويس

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

**الأسس** كل مادة قادرة على **منح زوج إلكتروني** أو أكثر إلى مادة أخرى تتفاعل معها



نلاحظ في هذا المثال، أن  $BF_3$  قد استقبل زوج الكتروني من  $NH_3$  بالتالي  $BF_3$  هو حمض لويس و  $NH_3$  هو أساس لويس والسهم الصغير  $\rightarrow$  في مركب  $H-N-B-F_3$  يدل على الرابطة التساندية وهو دوماً يتجه من المانح إلى المستقبل.

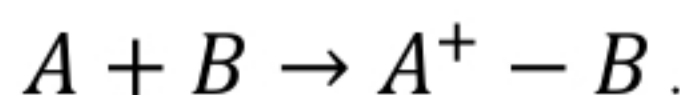
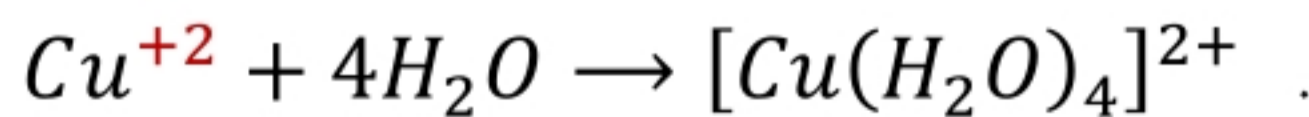
## تنبيه

إذا لم تحوي المعادلة رابطة تساندية فإنها ستحوي أيونات:

**الموجب** منها إذا كان من المواد **المتفاعلة** (قبل السهم) فهو **حمض** لويس (لأنه سيكون قادر على استقبال زوج الكتروني) والذي بجانبه سيكون أساس لويس (لأنه سيكون قادر على منح زوج الكتروني) وإذا كان من المواد **الناجدة** فهو قد منح قبل ذلك (فهو أساس)

**السالب** على العكس تماماً

**سؤال 3** حدد حمض و اساس لويس في المعادلات التالية مفسراً إجابتك:  $\left(\frac{4}{96}\right)$



## اكتب معادلة التآين لكل مما يلي وحدد الأزواج المترافقة حسب برونشتد لوري

النشادر  $NH_3$



ويمكن أن نوضع الأزواج المترافقة على شكل ثنائيات وفق:



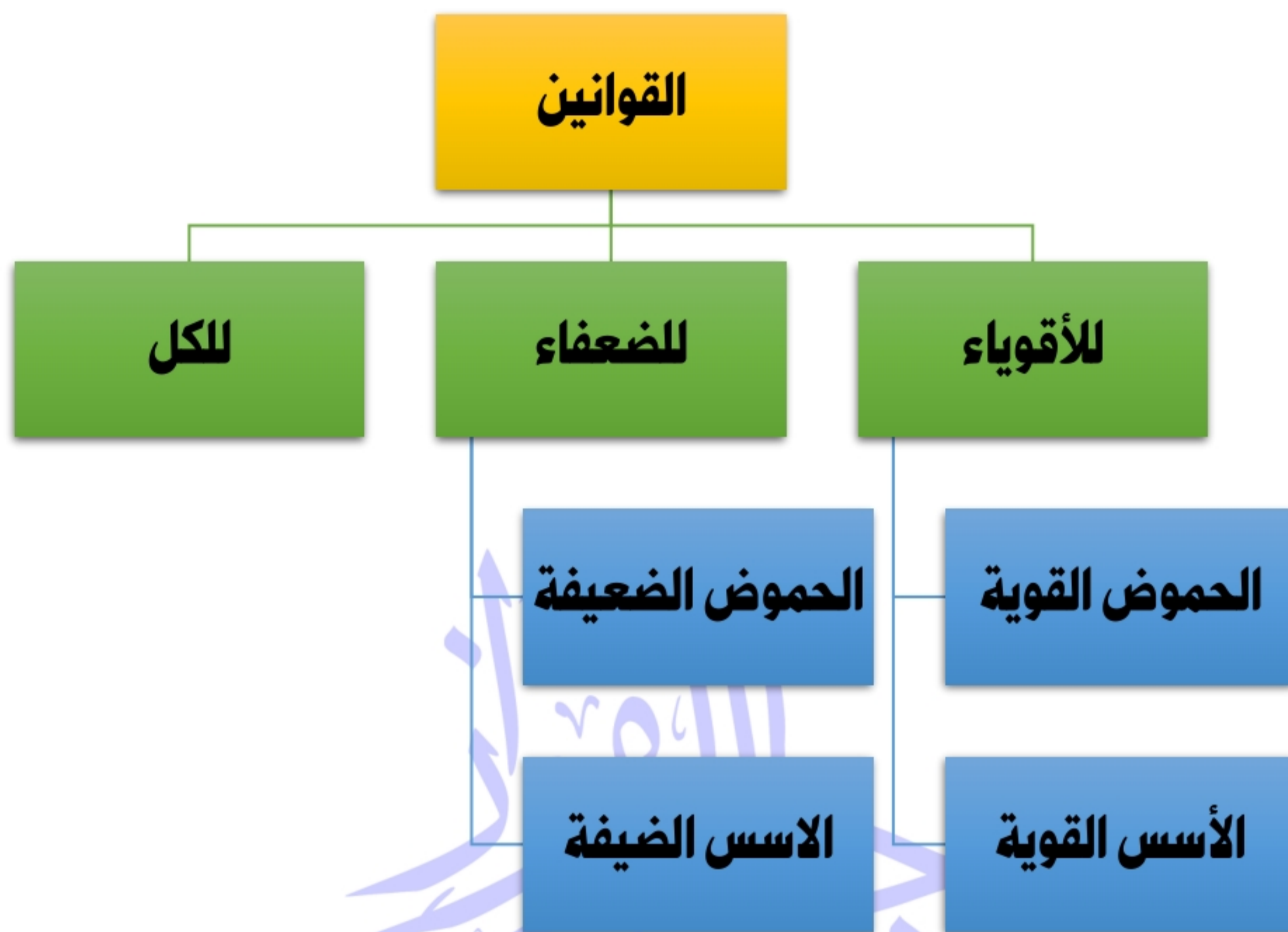
حمض الأزوت

حمض النمل

حمض الكبريت

هيدروكسيد الصوديوم

## القسم العملي





1 ثابت تأين الماء  $K_w = [H_3O^+][OH^-] = 10^{-14}$

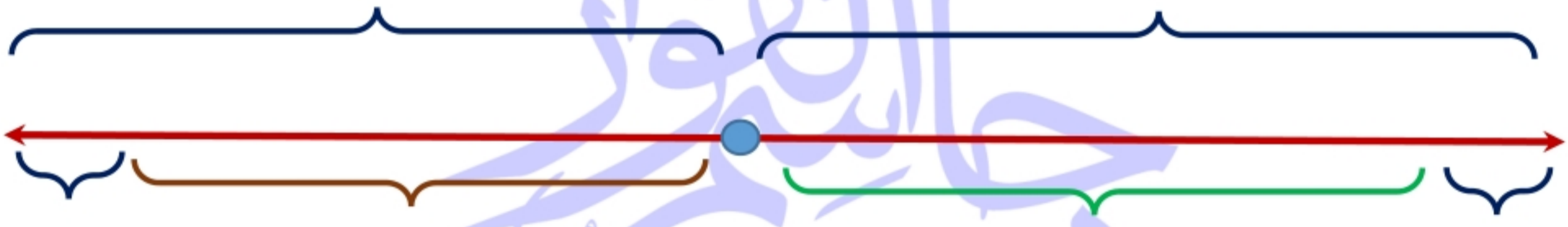
إذا علم الهيدرونيوم علم الهيدروكسيد والعكس صحيح

2 ال pH (الأس الهيدروجيني)  $pH = -\log[H_3O^+]$

إذا علم الهيدرونيوم علم ال pH

حيث خواص اللوغاريتم العشري log هي:  $\log(10^x) = x$  و  $\log(a \times b) = \log(a) + \log(b)$

وتأخذ pH قيم ضمن المجال  $1 \leq pH \leq 14$



وبناء على ذلك لدينا القواعد المهمة التالية:

كلما اقتربنا من القلب (العدد 7) زاد الضعف وكلما ابتعدنا نحو الأطراف (نحو 1 أو 14) زادت القوة

$pH$  كبير  $\Leftrightarrow [H_3O^+]$  صغير  $\Leftrightarrow [OH^-]$  كبير

$pH$  صغير  $\Leftrightarrow [H_3O^+]$  كبير  $\Leftrightarrow [OH^-]$  صغير

بناء على ذلك من أضعف؟  $pH = 2$  ،  $pH = 5$  ،  $pH = 6$



سؤال 4 (س 1\4) المحلول الذي له أصغر pH

(A)  $NaOH$

(B)  $NH_4OH$

(C)  $HNO_3$

(D)  $HCN$

إضافي: أي المركبات السابقة يملك أكبر  $[H_3O^+]$  ؟

إضافي: أي المركبات يملك أكبر  $[OH^-]$  ؟

سؤال 5 (س 1\3) رتب المحاليل التالية تصاعدياً حسب تزايد pH

$HCOOH$  ,  $HNO_3$  ,  $NH_4OH$  ,  $KOH$

إضافي: أي المركبات السابقة يملك أصغر  $[H_3O^+]$  ؟

إضافي: أي المركبات السابقة يملك أصغر  $[OH^-]$  ؟

$$pOH = -\log[OH^-] \quad \text{الـ } pOH \quad \text{3}$$

إذا علم الهيدروكسيد علم الـ pOH

$$pH + pOH = 14 \quad \text{4}$$

إذا علم الـ pH علم الـ pOH والعكس صحيح

$$[H_3O^+] = 10^{-pH} \quad \text{5} \quad \text{الهدرنيوم من ال pH}$$

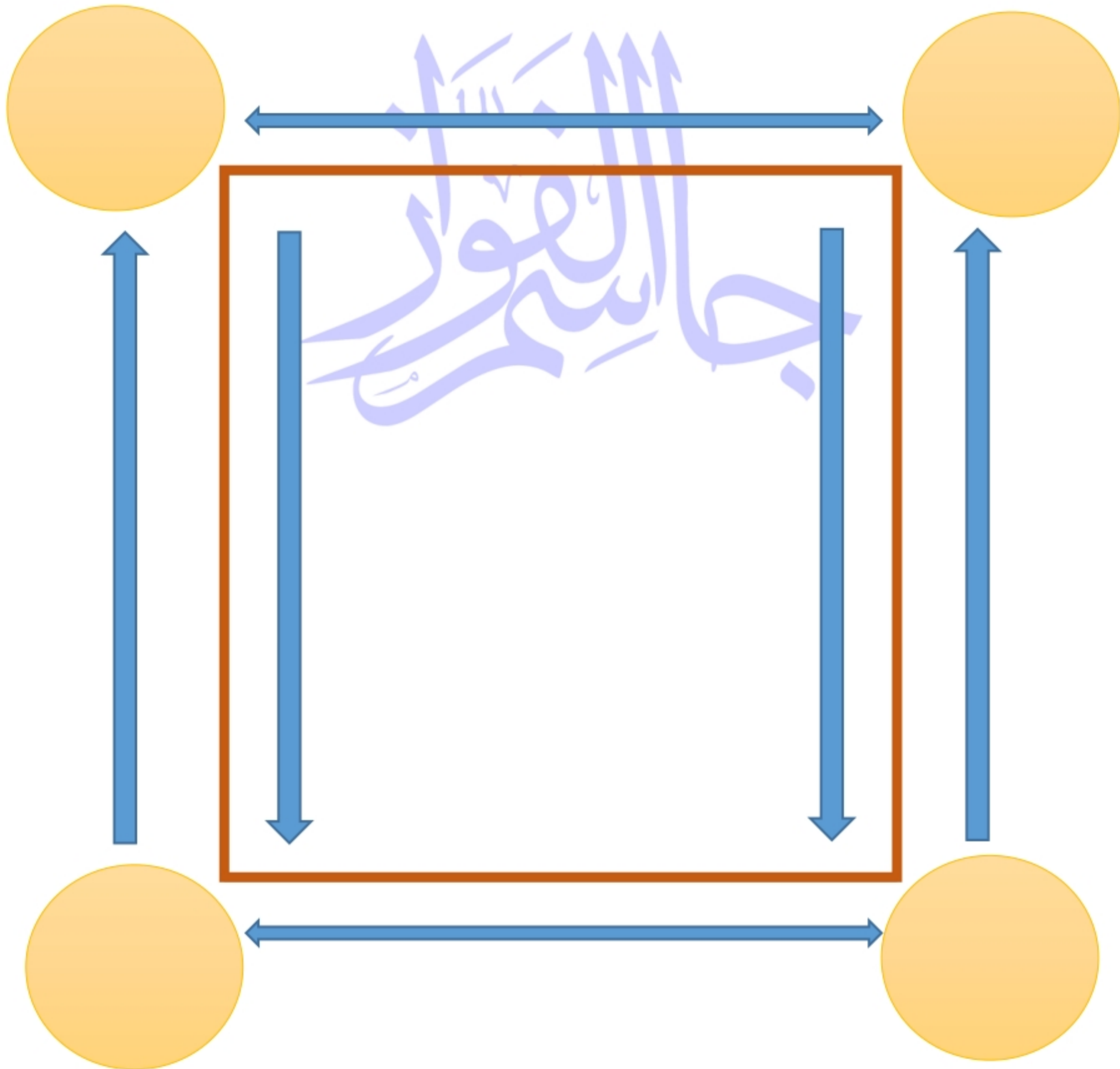
إذا عُلِم الـ pH عُلِم الهدرونيوم

$$[OH^-] = 10^{-pOH} \quad \text{6} \quad \text{الهدروكسيد من ال pOH}$$

إذا عُلِم الـ pOH عُلِم الهدروكسيد

بالتالي أصبح لدينا أربع أبطال 😊 إذا عُلِم أي واحد منهم فالبيقة صاروا بجيبتك عزيزي الذكي 😊

$$pOH \Leftrightarrow [OH^-] \Leftrightarrow [H_3O^+] \Leftrightarrow pH \quad \text{وهم:}$$



سؤال 6 إضافي: إذا علمت أن  $pH = 2$  احسب باقي الأبطال يا بطل (بطله) 😊

تنبيه

عند التمديد (زيادة الحجم) سيتغير التركيز (يتقسم على عدد حسب زيادة الحجم) بالتالي سيتغير تركيز الهيدرونيوم وتتغير قيمة pH

سؤال 7 محلول لهيدروكسيد البوتاسيوم  $[OH^-] = 0.01 \text{ mol.l}^{-1}$  نمدده بالماء

المقتر 100 مرة فتصبح قيمة ال pH

(A) 10

(B) 11

(C) 12

(D) 13

7 حساب كتلة الحمض أو الأساس :  $m = C \times V \times M$

أي الكتلة الغرامية تساوي جداء التركيز المولاري للحمض او الأساس في الحجم بالتر حصراً في الكتلة المولية

8 حساب حجم الماء المقطر  $V_{\text{ماء}}$  اللازم اضافته للحمض أو الأساس :

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

$$C_1 \times V_1 = C_2 \times V_{\text{كلي}}$$

شرح المفردات 😊

$C_1$  تركيز الحمض أو الأساس قبل التمديد (معلوم دوووماً)

$C_2$  تركيز الحمض أو الأساس بعد التمديد والذي قد يكون معلوم (جاهز) أو يعطيني بدلاً منه  $pH'$  أو  $pOH'$  فانا مضطر لحسابه لوحده لانه كما نعلم اذا تغير  $pH$  تغير الهيدرونيوم وتغير تركيز الحمض أو الأساس

$V_1$  حجم الحمض أو الأساس (معلوم غالباً لكن بعض الأحيان يعطيني  $V_{\text{ماء}}$  ويطلب  $V_1$ )

$V_{\text{كلي}}$  وهو غالباً المجهول الذي سنحسبه ومنه نحسب حجم الماء المقطر  $V_{\text{ماء}}$

$$V_{\text{ماء}} = V_{\text{كلي}} - V_1 \quad \text{بالتالي} \quad V_{\text{كلي}} = V_1 + V_{\text{ماء}}$$

9 حساب تركيز شوارد الهيدرونيوم بعد تغير الـ  $pH$



## الحموض القوية

1 الحمض القوي الأحادي الوظيفة ( $HCl, HNO_3$ ) الذي تركيزه  $C_a$

$$[H_3O^+] = C_a .$$

2 الحمض القوي الثنائي الوظيفة ( $H_2SO_4$ ) الذي تركيزه  $C_a$

$$[H_3O^+] = 2C_a .$$

## الأسس القوية

1 الاساس القوي الأحادي الوظيفة ( $KOH, NaOH$ ) الذي تركيزه  $C_b$

$$[OH^-] = C_b .$$

2 الحمض القوي الثنائي الوظيفة الذي تركيزه  $C_b$

$$[OH^-] = 2C_b .$$

مسألة 1  $\left(\frac{1}{96}\right)$  يذاب  $8g$  من هيدروكسيد الصوديوم بالماء المقطر ويكمل الحجم إلى  $2L$  والمطلوب

1 احسب  $[OH^-]$  ,  $[H_3O^+]$

2 احسب  $pH$ ,  $pOH$

3 احسب حجم الماء المقطر اللازم اضافته إلى  $50ml$  من المحلول السابق ليصبح قيمة  $pH = 11$

جاسم الفواز

مسألة 2 (4م/96) محلول لحمض الكبريت له  $pH = 1$

1 اكتب معادلة التأيّن

2 احسب تركيز الحمض

3 احسب كتلة الحمض في 50ml من محلوله علماً أن  $H: 1, S: 32, O: 16$

3 يضاف 10ml من الحمض إلى 90ml من الماء المقطر احسب تركيز الهيدرونيوم الجديد للمحلول واحسب قيمة pH الجديدة



## الحموض الضعيفة

1  $K_a$  ثابت تأين الحمض الضعيف :

الذي تركيزه  $C_a$  هو نفسه ثابت التوازن  $K_C$  لمعادلة التأين بدون الماء:



$$K_a = \frac{[A^-][H_3O^+]}{[HA]} = \frac{x \cdot x}{C_a - x} = \frac{x^2}{C_a}$$

(بلا واحدة)

حيث تهمل  $x$  في المقام بسبب صغر أمام  $C_a$

تنبيه

كلما زادت قيمة  $K_a$  كلما كانت الحمض أقوى والعكس صحيح فاذا كان لدينا حمضين ضعيفين لكل منهما  $K_a$  فان الحمض الذي يحمل  $K_a$  أصغر هو الأضعف بالتالي له  $pH$  أكبر و  $[H_3O^+]$  أصغر

بالمشرمحي

$pH$  كبير  $\Leftrightarrow [H_3O^+]$  صغير  $\Leftrightarrow [OH^-]$  كبير  $\Leftrightarrow K_a$  صغير

$pH$  صغير  $\Leftrightarrow [H_3O^+]$  كبير  $\Leftrightarrow [OH^-]$  صغير  $\Leftrightarrow K_a$  كبير

سؤال 8 (س 2/95) لديك جدول للحموض الضعيفة التالية:

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



1 حدد الحمض الأقوى وما هو أساسه المرافق؟

2 حدد الحمض صاحب أكبر  $pH$  وحدد صاحب أصغر  $pH$

3 حدد الأساس المرافق الأقوى

2  $\alpha$  درجة تأين الحمض الضعيف:

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

ويجب كتابة درجة التآين كنسبة مئوية أي (عدد %) يعني بعد حساب عدد  $\alpha$  نكتبها بالشكل:

$$\alpha = \text{عدد} \times 100 \%$$

3 القانون الثلاثي:

$$[H_3O^+]^2 = K_a \cdot C_a$$

سؤال 9 (س 1\1) حمض النمل تركيزه الابتدائي  $0.5 \text{ mol. l}^{-1}$  وثابت تأينه  $2 \times 10^{-4}$  احسب  $pH$

4 القطرات من حمض قوي (الشاردة المشتركة):

يضيف حمض قوي الى المحلول الحمضي بتركيز  $a$  مثلاً ويطلب بعدها قيمة  $x$  التي تمثل تركيز الأيون السالب أو يحسب النسبة المئوية من خلالها

نعيد كتابة المعادلة بإضافة  $a$  إلى شوارد الهيدرونيوم علماً ان ثابت التاين يبقى ثابت القيمة:



$$K_a = \frac{[ ] [ ]}{[ ]} = \frac{( ) ( )}{( )} =$$

ثم نحسب قيمة  $x$  لان  $K_a$  سيكون معلوم

## الأسس الضعيفة

1  $K_b$  ثابت تأين الاساس الضعيف:

الذي تركيزه  $C_b$  هو نفسه ثابت التوازن  $K_C$  لمعادلة التآين بدون الماء:



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

حيث تهمل  $x$  في المقام بسبب صغرهما أما  $C_b$

2  $\alpha$  درجة تأين الاساس الضعيف:

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

ويجب كتابة درجة التآين كنسبة مئوية أي (عدد %)

3 القانون الثلاثي:

$$[OH^-]^2 = K_b \cdot C_b$$

4 القطرات من اساس قوي (الشاردة المشتركة):

نعمل كما عملنا في الحمض الضعيف.....

سؤال 10 (س 3\3 / 95) يتآين هيدروكسيد المغنيزيوم وفق المعادلة  $Mg(OH)_2 \rightleftharpoons Mg^{+2} + 2OH^-$

اشرح كيف تؤثر إضافة كمية من حمض قوي على تأين المحلول

مسألة 3 (2م/96) محلول لحمض سيانيد الهيدروجين له  $pH = 5$  ودرجة تأينه  $5 \times 10^{-3}\%$

والمطلوب:

1 اكتب معادلة التآين

2 احسب التركيز الابتدائي للحمض وثابت التآين

ثابت تآين الحمض

3 بين كيف سيتغير تركيز شوارد الهيدرونيوم عندما تصبح قيمة  $pH = 6$

4 إضافي: احسب كتلة الحمض في  $100\text{ml}$  من محلوله علماً أن  $H: 1, C: 12, N: 14$

5 إضافي: احسب حجم الماء المقطر اللازم اضافته إلى  $10\text{ml}$  من الحمض السابق ليصبح تركيزه  $0.001\text{ mol. l}^{-1}$

جاسم الفواز

مسألة 4 (5م/96) محلول للنشادر له  $pOH = 3$  ودرجة تأينه  $2\%$  والمطلوب:

1 اكتب معادلة التاين

2 احسب  $[OH^-]$

3 احسب تركيز المحلول الابتدائي

4 احسب ثابت تأين النشادر

5 يمدد المحلول 10 مرات , احسب  $pOH$  الجديد الناتج عن التمديد

جاسم الفواز

5 إضافي: نضيف قطرات من هيدروكسيد الصوديوم ذي التركيز  $0.01 \text{ mol.l}^{-1}$  احسب تركيز الأمونيوم

الناتج

مسألة 5 (3م/96) محلول لحمض النمل  $pH = 2$  وثابت تأينه  $2 \times 10^{-4}$

1 اكتب معادلة التاين

2 احسب  $pOH$

3 احسب حجم الماء المقطر اللازم اضافته إلى  $10\text{ml}$  من المحلول السابق ليصبح قيمة  $\text{pH} = 3$

4 إضافي: احسب درجة تأين الحمض

جاسم الفواز



# الأملاح

الأملاح

علمه

ذوبانية

# الذوبانية



## مقدمة



### يتكون الملح من جزئين

**جزء موجب:** ويكون جزء **أساسي** أو أيون معدني أو جذر أمونيوم

**جزء سالب:** ويكون جزء **حمضي** أو أيون لا معدني أو جذر حمضي

❓ **فَسِّرْ علمياً**  $\left(\frac{2\text{S}}{115}\right)$  **يعتبر الملح مركب قطبي**

### المحلول غير المشبع

هو محلول **يمكن** أن تذوب فيه كمية إضافية من الملح

### المحلول المشبع

هو محلول **لا يمكن** أن تذوب فيه كمية إضافية من الملح

### المحلول فوق المشبع

هو محلول يحدث فيه **راسب** للملح

### ذوبانية الملح S

هي ثابت فيزيائي خاص بكل ملح وتمثل تركيز الملح في محلوله المشبع عند درجة حرارة محددة ولها نوعين:

(**كُتلية** واحدتها  $g \cdot l^{-1}$  - **مولية** واحدتها  $mol \cdot l^{-1}$ )

### الأملاح الذوابة

هي أملاح تبلغ ذوبانيتها  $s > 10^{-1} mol \cdot l^{-1}$  عند درجة حرارة  $25^\circ C$

**أشهر الأملاح الذوابة:** أملاح الصوديوم  $Na$  - أملاح البوتاسيوم  $K$  - أملاح النترات  $NO_3$  - أملاح الخلات  $CH_3COO$

## ❓ فسرّ علمياً $\left(\frac{3\ 2\ s}{115}\right)$ أملاح الصوديوم جيدة الذوبان في الماء

لان قوى التجاذب بين أيونات الملح في بلوراته **أصغر** من قوى التجاذب بين أيونات الملح وجزيئات الماء أثناء عملية الذوبان.

### 👉 الأملاح قليلة الذوبان

هي أملاح تبلغ ذوبانيتها  $s < 10^{-3} \text{ mol.l}^{-1}$  عند درجة حرارة  $25^\circ\text{C}$

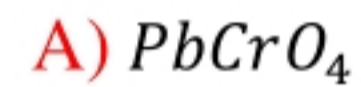
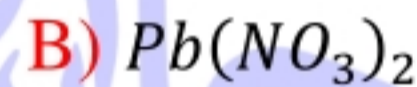
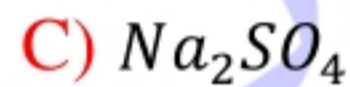
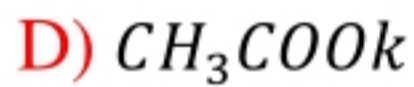
### أشهر الاملاح قليلة الذوبان:

كربونات الكالسيوم  $\text{CaCO}_3$  - كبريتات الباريوم  $\text{BaSO}_4$  - كبريتات الفضة  $\text{Ag}_2\text{SO}_4$  - كلوريد الفضة  $\text{AgCl}$  - كلوريد الرصاص  $\text{PbCl}_2$  - فوسفات ثلاثي الكالسيوم  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ , كرومات الرصاص  $\text{PbCrO}_4$

## ❓ فسرّ علمياً $\left(\frac{4\ 2\ s}{115}\right)$ أملاح كرومات الصوديوم **قليله** الذوبان في الماء

لان قوى التجاذب بين أيونات الملح في بلوراته **أكبر** من قوى التجاذب بين أيونات الملح وجزيئات الماء أثناء عملية الذوبان.

👤 سؤال  $\left(\frac{3\ 1\ s}{115}\right)$  يحصل توازن غير متجانس بين الطور الصلب والمذاب ملح **قليل الذوبان** هو:





## معادلة التوازن غير المتجانس وتطبيقاتها



### سندرس : معادلة التوازن – جداء الذوبان – الجداء الايوني

سأقوم بسرد بعض اشهر العناصر والمركبات وتكافؤاتها ويجب حفظها لكتابة المعادلات بشكل صحيح:

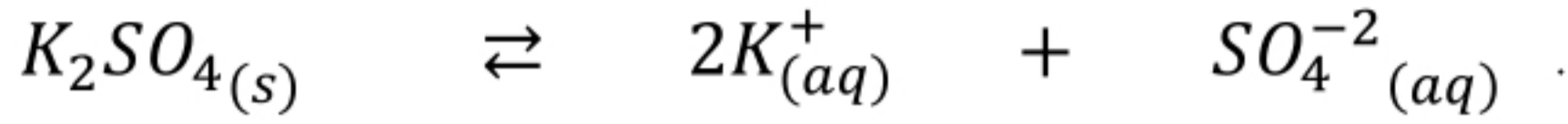
التكافؤ	العنصر أو المركب
-1	الكلور (الكلوريد) $Cl^-$
-1	اليود (اليوديد) $I^-$
-1	النترات $NO_3^-$
-1	الخلات $CH_3COO^-$
-1	النملات $HCOO^-$
-1	السيانيد $CN^-$
-2	الكبريتيد $S^{2-}$
-2	الكبريتات $SO_4^{2-}$
-2	الكربونات $CO_3^{2-}$
-2	الكرومات $CrO_4^{2-}$
-3	فوسفات $PO_3^{3-}$
+1	الصوديوم $Na^+$
+1	البوتاسيوم $K^+$
+1	الامونيوم $NH_4^+$
+1	الفضة $Ag^+$
+2	مغنيزيوم $Mg^{2+}$
+2	الباريوم $Ba^{2+}$
+2	الرصاص $Pb^{2+}$

لكتابة المعادلة نكتب الملعق وهم بالحالة الصلبة s **بسهمين** إلى أيوناتهم ايجابية والسالبة مراعين الموازنة بالتكافؤات وفق الجدول.

## مثال نموذجي عام للذوبانية

لدينا ملح كبريتات البوتاسيوم  $K_2SO_4$

تقنية 1: معادلة التوازن غير المتجانس:



تراكيز البدء .....  $S = x$  ..... 0 ..... 0

تراكيز محلول مشبع ..... 0 .....  $2x$  .....  $x$

سؤال (س 3 / 115) اكتب معادلة التوازن غير المتجانس للأملاح:

( $BaCO_3, MgCO_3, PbS, Ag_2CrO_4$ )



تقنية 2: جداء الذوبان  $K_{sp}$

هو جداء تراكيز المواد الناتجة فقط (لان المواد المتفاعلة صلبة لا تدخل) مرفوع لأعداد المولات التفاعلية:

$$K_{sp} = [K^+]^2 [SO_4^{2-}] = (2x)^2(x) = 4x^3$$

تنبيه

في المسائل ممكن أن يأتي  $x$  معلوم ويطلب حساب  $K_{sp}$  أو العكس ...

سؤال (س 1 / 115) اذا علمت أن  $K_{sp}(AgCl) = 6.25 \times 10^{-10}$  فان تركيز أيون الفضة

- D)  $6.25 \times 10^{-5}$       C)  $2.5 \times 10^{-5}$       B)  $2.5 \times 10^{-10}$       A)  $1.25 \times 10^{-10}$

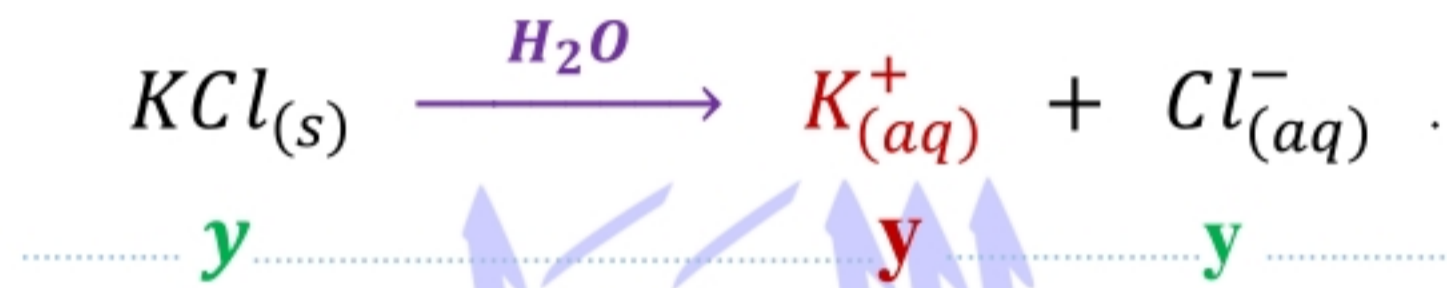
### تقنية 3: الجداء الأيوني Q

مفهوم الجداء الأيوني هو نفس قانون جداء الذوبان إلا أن التراكيز تكون مختلفة.... **لكن كيف؟؟؟**  
سيضيف **ملح جديد New** بحيث يشترك مع الملح الأصلي بالشاردة الموجبة أو السالبة فمثلاً بالملح السابق  $K_2SO_4$  يمكن إضافة أي ملح فيه شاردة  $K^+_{(aq)}$  مثل ملح كلوريد البوتاسيوم  $KCl$  أو شاردة  $SO_4^{2-}_{(aq)}$  مثل ملح كبريتات الصوديوم  $Na_2SO_4$

ولنضيف مثلاً ملح كلوريد البوتاسيوم الذي تركيزه  $y$  أي: عدد  $[KCl] = y$

#### خطوة 1

نكتب معادلة الإماهة للملح الجديد (معادلة الإماهة نفس معادلة التوازن لكن بسهم واحد) لنعرف أي شاردة هي المشتركة:



#### خطوة 2

تركيز الملح الجديد  $y$  هو نفسه تركيز الشارة المشتركة وهي  $K^+$  أي: عدد  $[KCl] = [K^+] = y$   
بالتالي أصبح لدينا للشاردة المشتركة تركيزين:

- تركيز أساسي (قبل إضافة الملح الجديد)
- وتركيز مضاف (ناتج عن الملح الجديد)

بالتالي التركيز الكلي للشاردة المشتركة:

$$[K^+]_{t\text{كلي}} = [K^+]_{\text{اساسي}} + [K^+]_{\text{مضاف}}$$

$$[K^+]_t = 2x + y = \text{عدد}$$

#### خطوة 3

نقوم بحساب الجداء الأيوني Q

$$Q = [K^+]_t^2 [SO_4^{2-}] \text{ عدد = لم يتغير}$$

#### خطوة 4

نقارن بين Q التي حسبناها في الخطوة الثالثة و  $K_{sp}$  لنحدد نوع المحلول الملحي:

$Q > K_{sp}$  فالمحلول فوق مشبع ويحدث راسب من الملح

$Q < K_{sp}$  فالمحلول غير مشبع ولا يحدث راسب

$Q = K_{sp}$  فالمحلول مشبع ولا يحدث راسب

## تقنية 4: طرق ترسيب الملح أو اذابته:

**يمكن ترسيب الملح** بجعل الاتجاه العكسي هو المرجح ويتم ذلك بإضافة ملح يحوي شاردة مشتركة مع الملح الأصلي فينزاح التوازن الى الاتجاه العكسي حسب قاعدة لوشاتولييه ليرسب الملح لان  $Q > K_{sp}$  والمحلل فوق مشبع

**ويمكن زيادة ذوبان الملح** بجعل الاتجاه المباشر هو المرجح ويتم ذلك بإضافة أي حمض أو أساس قوي يتفاعل مع شوارد الملح فيتم استهلاكها فيرجح المباشر وفق قاعدة لوشاتولييه بالتالي يزداد ذوبان الملح  $Q < K_{sp}$  والمحلل غير مشبع

**مسألة 1** محلول مائي لملاح كلوريد الفضة قليل الذوبان, اذا علمت أن له جداء الذوبان:  $\left(\frac{35}{104}\right)$   $K_{sp}(AgCl) = 6.25 \times 10^{-10}$  والمطلوب:  
 $Ag: 108, Cl: 35.5$

**الطلب 1:** اكتب معادلة التوازن غير المتجانس:

**الطلب 2:** احسب تركيز ايونات الكلوريد في محلول الملح المشبع:

**الطلب 3:** احسب ذوبانية هذا الملح مقدرة بال  $mol.l^{-1}$  ثم  $g.l^{-1}$

**الطلب 4:** يضاف إلى المحلول الملحي السابق ملح نترات الفضة حيث تركيزه  $1.5 \times 10^{-5} \text{ mol.l}^{-1}$

اكتب معادلة الإماهة لمخ نترات الفضة ثم بين بالحساب ان كان ملح كلوريد الفضة سيتسب أم لا.

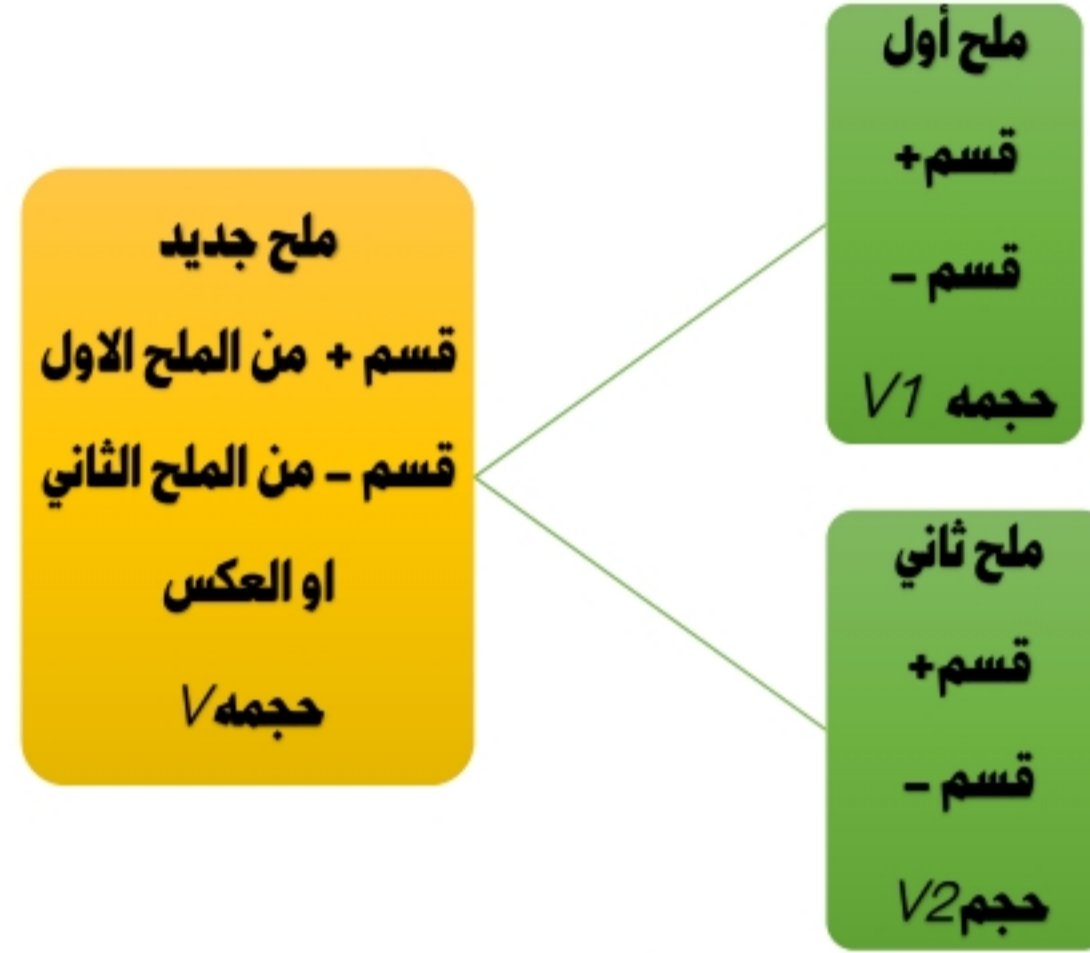
جاسم الفواز

**الطلب 6:** اقترح طريقة لترسيب ملح كلوريد الفضة



## مثال نموذجي خاص للذوبانية

بهذا النموذج يكون لدينا ملحين (او ملح وحمض) ثم نشكل **ملح جديد** منهما كما في المخطط التالي:



**الملح الجديد** يكون جداء الذوبان له  $K_{sp}$  معلوم ويُطلب منا التأكد حسابياً اذا كان هذا الملح سيترسب أم لا؟؟

خطوة 1

نكتب معادلة التوازن غير المتجانس **للملح الجديد**

خطوة 2

نحسب تركيز الأيون الموجب بقاعدة الحجمين (اخذناها ببحت السرعة  $C' = \frac{C \times V}{V_t}$ )

نحسب تركيز الأيون السالب بقاعدة الحجمين

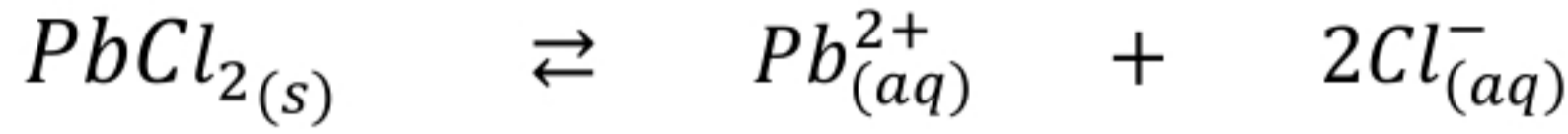
خطوة 3

نحسب الجداء الأيوني  $Q$

خطوة 4

نقارن  $Q$  مع  $K_{sp}$  لنعرف إذا كان الملح سيترسب ام لا

**مسألة 2** (٤٥/١٠٥) يضاف 100ml من محلول نترات الرصاص  $Pb(NO_3)_2$  ذي التركيز  $0.05 mol.l^{-1}$  إلى 400ml من محلول  $NaCl$  ذي التركيز  $0.1 mol.l^{-1}$  ليتشكل ملح كلوريد الرصاص  $PbCl_2$  له جداء الذوبان:  $K_{sp}(PbCl_2) = 1.6 \times 10^{-6}$ . بين حسابياً إذا كان ملح كلوريد الرصاص سيترسب أم لا؟؟



$$Q = [Pb^{2+}][Cl^{-}]^2 = ?$$

لنحسب التراكيز بقاعدة الحجمين

$$[Pb^{2+}] = \frac{C_1 \times V_1}{V_t} = \frac{5 \times 10^{-2} \times 100}{500} = 10^{-2} mol.l^{-1}$$

$$[Cl^{-}] = \frac{C_2 \times V_2}{V_t} = \frac{10^{-1} \times 400}{500} = \frac{4}{5} \times 10^{-1} = \frac{1}{5} \times 4 \times 10^{-1} = 8 \times 10^{-2} mol.l^{-1}$$

$$Q = 10^{-2} \times (8 \times 10^{-2})^2 = 64 \times 10^{-6}$$

بالمقارنة بين  $Q$  و  $K_{sp}$  نجد:

$K_{sp} < Q$  فالحلول فوق مشبع ويترسب ملح كلوريد الرصاص

**مسألة 8** (٤٤/١١٦) يضاف 200ml من كلوريد الباريوم  $BaCl_2$  يحتوي على  $10^{-5} mol$  إلى 800ml من كبريتات البوتاسيوم يحتوي على  $10^{-5} mol$  للحصول على محلول مشبع من كبريتات الباريوم

**الطلب ١:** اكتب معادلة التوازن غير المتجانس لمخ كبريتات الباريوم واحسب  $K_{sp}$

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**الطلب 2:** يضاف قطرات من حمض الكبريت إلى المحلول المشبع، ماذا تتوقع أن يحدث؟؟؟ علل إجابتك؟؟ وهل يتفق ذلك مع قواعد لوشاتوليه؟؟؟

**تنبيه**

إذا **مدد** الملح فإن تركيزه سينقص أي يُقسم على عدد يساوي عدد أضعاف التمديد

**سؤال** (س 4\1 / 115) محلول مائي ملح  $Na_2CO_3$  تركيزه  $1.6 g.l^{-1}$  **يمدد** بالماء المقطر بحيث يصبح حجمه

أربع أضعاف ما كان عليه فيكون التركيز الجديد لأيونات الصوديوم مساوياً

- A)  $0.6 g.l^{-1}$       B)  $0.4 g.l^{-1}$       C)  $0.8 g.l^{-1}$       D)  $0.2 g.l^{-1}$

**تنبيه**

إذا **أضاف ماء** على الملح فإن التركيز سينقص فيُقسَّم على عدد يساوي **(كمية الماء المضاف + 1)**

**سؤال** (س 6\1 / 115) محلول مائي ملح  $KNO_3$  تركيزه  $2.4 mol.l^{-1}$  **نضيف** كمية من الماء المقطر تساوي

ثلاث أضعاف حجمه فيكون التركيز الجديد

- A)  $0.6 mol.l^{-1}$       B)  $0.4 mol.l^{-1}$       C)  $0.3 mol.l^{-1}$       D)  $0.2 mol.l^{-1}$

# الحلمه



## معادلة الحلمه وتطبيقاتها



**الحلمه:** هي تفاعل أيون الملح الناتج عن الحمض **الضعيف** أو الأساس **الضعيف** أو كليهما مع الماء ولتفاعل

الحلمه الصفات التالية:

- (1) تفاعل عكوس
- (2) ينتج عنه حمض أو أساس ضعيف
- (3) يرافقه تغير في pH (تغير في نوع الوسط) فيكون الوسط **حمضي** عندما تنتج شوارد الهيدرونيوم وأساسي عندما تنتج شوارد الهيدروكسيد

### تنبيه

الأيونات الناتجة عن الحمض أو الأساس القوي **حيادية** لا تتفاعل مع الماء بالتالي لا تتحلل

وأشهر الأيونات الحياضية:

( $SO_4^{-2}$  ,  $NO_3^{-1}$  ,  $Cl^{-1}$ ) كأيونات **حمضية**

( $Na^+$  ,  $K^+$ ) كأيونات **أساسية**

ويكون الوسط معتدل عندما تكون كل أيونات الملح حيادية لا تتحلل

❓ **فسر علمياً**  $\left(\frac{1\ 2}{115}\right)$  ذوبان ملح نترات الصوديوم بالماء لا يعد حلمه

❓ **اكتب معادلة إمامة كلوريد البوتاسيوم ثم حدد طبيعة الوسط مفسراً إجابتك**



## خطوات الحلّمه



### 1 فطوة ⚡

نكتب معادلة الإماهه (بسهم واحد)

### 2 فطوة ⚡

نحلّمه الشاردة الضعيفة مع الماء بتفاعل عكوس (ونستثني الشاردة الحياضية)

### 3 فطوة ⚡

نكتب علاقة ثابت الحلّمه  $K_h$  (وهي نفس علاقة ثابت التوازن المعتاد لكن بدون الماء)

### 4 فطوة ⚡

نكتب الثلاثي بين ثابت الحلّمه  $K_h$  مع ثابت التآين  $K_a$  أو  $K_b$  (حسب الضعيف المتوفر) مع  $K_W$

### 5 فطوة ⚡

نحدد نوع الوسط (حمضي - أساسي - معتدل)

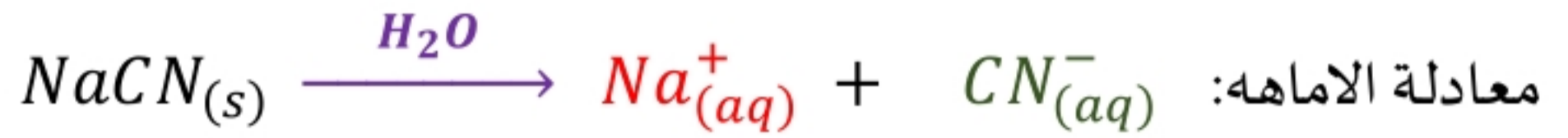
### 6 فطوة ⚡

ندرس فعل القطرات الشاردة المشتركة في حساب  $x$  والنسبة المئوية

## حلمة ملح ناتج عن حمض ضعيف وأساس قوي

لندرس ملح سيانيد الصوديوم  $NaCN$

① step: نكتب معادلة الإماهة



② step: نفاعل الشاردة الضعيفة مع الماء (ونستثنى الشاردة الحيادية) بتفاعل عكوس

شاردة  $Na^+$  حيادية لذلك لا تتحلل، نُحلل شاردة السيانيد  $CN^-$



بدء  $C_S$

توازن  $C_S - x$

③ step: نكتب علاقة ثابت الحلمه  $K_h$  (وهي نفس علاقة ثابت التوازن المعتاد لكن بدون الماء)

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

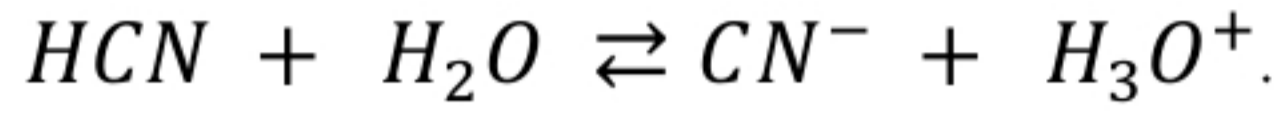
④ step: نكتب الثلاثي بين ثابت الحلمه  $K_h$  مع ثابت التآين  $K_a$  أو  $K_b$  (حسب الضعيف المتوفر) مع  $K_w$

في هذا الملح الشق الحمضي هو الضعيف سيظهر  $K_a$  بالتالي ستكون العلاقة بين  $K_h$ ,  $K_a$ ,  $K_w$  وفق:

$$\left\langle K_h \cdot K_a = K_w \right\rangle$$

## برهان القانون السابق (سؤال نظري)

بما أن شاردة السيانيد هي المتحللمهه فهي ناتجة عن حمض سيانيد الهيدروجين  $HCN$  لنكتب معادلة تأينه كما تعلمنا في البحث السابق:



لنكتب علاقة ثابت تايين الحمض  $K_a$

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

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

بالضرب:

$$K_h \cdot K_a = \frac{[HCN][OH^-]}{[CN^-]} \times \frac{[CN^-][H_3O^+]}{[HCN]} = [H_3O^+].[OH^-] = K_w$$

⑤ step: نحدد نوع الوسط (حمضي - أساسي - معتدل)

بما أنه لدينا شوارد  $OH^-$  فان  $pH > 7$  فالوسط أساسي

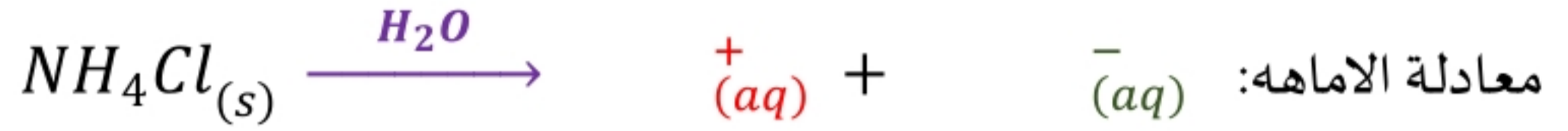
⑥ step: ندرس القطرات (فعل الشاردة المشتركة) في حساب  $x$  والنسبة المئوية

كما تعلمناها في بحث الحموض

## حلمة ملح ناتج عن حمض قوي وأساس ضعيف

لندرس ملح خلات الصوديوم  $NH_4Cl$

① step: نكتب معادلة الإماهة



② step: نفاعل الشاردة الضعيفة مع الماء (ونستثني الشاردة الحيادية) بتفاعل عكوس

شاردة ... .. حيادية لذلك لا تتحلل، نُحلل شاردة



③ step: نكتب علاقة ثابت الحلمة  $K_h$  (وهي نفس علاقة ثابت التوازن المعتاد لكن بدون الماء)

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

④ step: نكتب العلاقة بين ثابت الحلمة  $K_h$  مع ثابت  $K_b$  مع  $K_w$  بالتالي ستكون العلاقة بين

$$K_h \cdot K_b = K_w$$

⑤ step: نحدد نوع الوسط (حمضي - أساسي - معتدل)

بما أنه لدينا شوارد  $H_3O^+$  فإن  $pH < 7$  فالوسط حمضي

⑥ step: ندرس فعل القطرات (الشاردة المشتركة) في حساب  $x$  والنسبة المئوية كما في الحالة السابقة



## حلمة ملح ناتج عن حمض ضعيف وأساس ضعيف

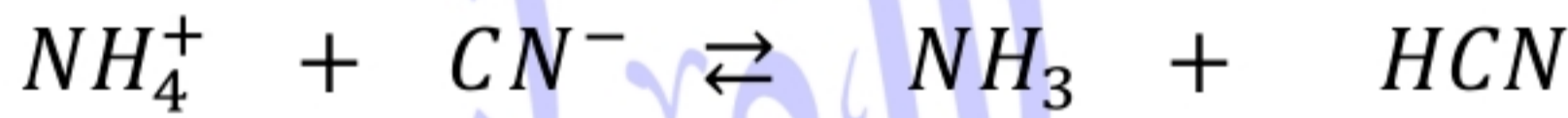
لندرس ملح سيانيد الأمونيوم  $NH_4CN$



② step: نفاعل كلا الشاردين مع الماء لأنه لا يوجد حيادي بهذه الحالة



بجمع المعادلتين (حيث مجموع الهيدروجين والهيدروكسيد هو جزيئين ماء) تنتج:



③ step: نكتب علاقة ثابت الحلمة  $K_h$  (وهي نفس علاقة ثابت التوازن المعتاد لكن بدون الماء)

$$K_h = \frac{[HCN][NH_3]}{[CN^-][NH_4^+]}$$

④ step: نكتب العلاقة بين ثابت الحلمة  $K_h$  مع ثابت التأيين  $K_a$  و  $K_b$  (لان كلا الشقين ضعيف) مع  $K_w$

$$\left\langle K_h \cdot K_a \cdot K_b = K_w \right\rangle$$

برهان القانون السابق (سؤال نظري)

$$K_h = \frac{[HCN][NH_3]}{[CN^-][NH_4^+]}$$

بضرب العلاقة بـ  $[H_3O^+].[OH^-]$  والتقسيم عليه

$$K_h = \frac{[HCN][NH_3]}{[CN^-][NH_4^+]} \frac{[H_3O^+].[OH^-]}{[H_3O^+].[OH^-]} = \frac{[NH_3]}{[NH_4^+][OH^-]} \times \frac{[HCN]}{[CN^-][H_3O^+]} \times [H_3O^+].[OH^-]$$

$$K_h = \frac{1}{K_b} \times \frac{1}{K_a} \times K_w \Rightarrow K_h \cdot K_a \cdot K_b = K_w$$

step ⑤ : نحدد نوع الوسط (حمضي - أساسي - معتدل)

(1)  $K_a > K_b$  فإن  $[H_3O^+] > [OH^-]$  فالوسط حمضي ( $pH < 7$ )

(2)  $K_a < K_b$  فإن  $[H_3O^+] < [OH^-]$  فالوسط أساسي ( $pH > 7$ )

(3)  $K_a = K_b$  فإن  $[H_3O^+] = [OH^-]$  فالوسط معتدل ( $pH = 7$  حالة نادرة)



## المحاليل المنظمة للحموضة



هي محاليل وظيفتها الحد من تغير الـ  $pH$  عند إضافة حمض أو أساس قوي .

تتألف من أحد التركيبين:

(1) حمض ضعيف (مثل حمض الخل) مع أحد أملاحه الذوابة (مثل خلات الصوديوم)

(2) أساس ضعيف (مثل هيدروكسيد الأمونيوم) مع أحد أملاحه الذوابة (مثل كلوريد الأمونيوم)

سؤال (س1\1) الملح الذي يتحلل في الماء من الأملاح

D)  $CaSO_4$

C)  $NH_4NO_3$

B)  $NaNO_3$

A)  $KCl$

سؤال (س2\1) المحلول الذي له أكبر قيمة  $pH$

D)  $CH_3COOK$

C)  $NH_4NO_3$

B)  $CH_3COONH_4$

A)  $NaCl$

**مسألة 3** (7/109) محلول مائي لملح خلات الصوديوم تركيزه  $0.2 \text{ mol.l}^{-1}$  اذا علمت أن ثابت تايين حمض الخل يساوي  $2 \times 10^{-5}$  والمطلوب:

**الطلب 1 | إضافي:** اكتب معادلة امائه هذا الملح ومعادلة الحلميه له

**الطلب 2 | إضافي:** احسب ثابت حلميه هذا الملح

**الطلب 3:** احسب قيمة  $pOH$

**الطلب 4:** استنتج طبيعة المحلول

**الطلب 5:** نضيف قطرات من  $NaOH$  تركيزه  $0.01 mol. l^{-1}$  والمطلوب حساب تركيز حمض الخل والنسبة المئوية المتحملة من ملح خلات الصوديوم

**مسألة 4**  $\left(\frac{8n}{110}\right)$  محلول مائي لملاح سيانيد الصوديوم تركيزه  $0.05 mol. l^{-1}$  اذا علمت أن ثابت حلمة هذا الملاح يساوي  $2 \times 10^{-5}$  والمطلوب:

**الطلب 1 | إضافي:** اكتب معادلة اماله هذا الملاح ومعادلة حلمته

**الطلب 2 | إضافي:** احسب ثابت تأين حمض سيانيد الهيدروجين

**الطلب 3:** احسب قيمة  $pH$

**الطلب 4:** استنتج طبيعة المحلول:

**الطلب 5 | إضافي:** نضيف قطرات من  $HCl$  تركيزه  $0.001mol.l^{-1}$  والمطلوب حساب النسبة المئوية المتحملة

جاسم الفواز

**مسألة 5** (ت6/107) محلول مائي لملح كلوريد الأمونيوم تركيزه  $0.18 \text{ mol. l}^{-1}$  اذا علمت أن ثابت تايين النشادر يساوي  $18 \times 10^{-6}$  والمطلوب:

**الطلب 1:** احسب ثابت حلمهة هذا الملح

**الطلب 2:** احسب  $[OH^-]$  و  $[H_3O^+]$

**الطلب 3:** احسب  $pH$  محدداً طبيعة الوسط

**الطلب 4:** احسب النسبة المئوية المتحللمه من الملح

مسألة 6 (1م/116) محلول ملح خلات البوتاسيوم تركيزه  $0.2 \text{ mol.l}^{-1}$  اذا علمت أن:  $pH = 9$

والمطلوب:

**الطلب 1:** اكتب معادلة حلمه هذا الملح



شاردة  $K_{(aq)}^+$  حيادية لذلك لا تتحلل، نُحلّمه شاردة الخلات  $CH_3COO_{(aq)}^-$



بدء 0.2 0 0

توازن  $0.2 - x$   $x$   $x$

**الطلب 3:** احسب  $[H_3O^+]$  واحسب  $[OH^-]$

بما أن  $pH = 9$  بالتالي  $[H_3O^+] = 10^{-pH} = 10^{-9} \text{ mol.l}^{-1}$

لنحسب  $[OH^-]$  من العلاقة:  $[H_3O^+][OH^-] = 10^{-14}$

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

**الطلب 2:** احسب ثابت حلمه هذا الملح

$$K_h = \frac{[CH_3COOH][OH^-]}{[CH_3COO^-]} = \frac{x^2}{0.2-x}$$

من المعادلة

بإهمال  $x$  امام  $0.2$  لصغرهما

$$[OH^-] = x = 10^{-5} \text{ mol.l}^{-1}$$

$$K_h = \frac{[CH_3COOH][OH^-]}{[CH_3COO^-]} = \frac{10^{-10}}{2 \times 10^{-1}} = \frac{1}{2} \times 10^{-9} = 5 \times 10^{-10}$$

**الطلب 4:** احسب ثابت تأين الحمض

$$K_a = \frac{K_w}{K_h} = \frac{10^{-14}}{5 \times 10^{-10}} = \frac{1}{5} \times 10^{-4} = 2 \times 10^{-5} \text{ بالتالي } K_h \cdot K_a = K_w .$$

**الطلب 5:** احسب النسبة المئوية المتحللة من الملح

$$0.2 - x$$

كل  $0.2 \text{ mol.l}^{-1}$  من الملح يتحلله منها  $x = 10^{-5} \text{ mol.l}^{-1}$

كل  $100 \text{ mol.l}^{-1}$  من الملح يتحلله منها  $Y$

بالتالي:

$$Y = \frac{100 \times 10^{-5}}{2 \times 10^{-1}} = 50 \times 10^{-4} = 5 \times 10^{-3} \text{ mol.l}^{-1} .$$

بالتالي النسبة المئوية المتحلله  $5 \times 10^{-3} \%$

**الطلب 6:** ما طبيعة الوسط الناتج عن الحلمه ولماذا؟

بما أن ناتج الحلمه شوارد  $[OH^-]$  وبما أن  $pH > 7$  فالوسط أساسي

**الطلب 7 | إضافي:** نضيف قطرات من  $KOH$  تركيزه  $0.0001 \text{ mol.l}^{-1}$  والمطلوب حساب تركيز حمض الخل



بدء ..... 0.2 ..... 0 .....  $0 + 10^{-4}$  .....

توازن .....  $0.2 - x$  .....  $x$  .....  $x + 10^{-4}$  .....

$$K_h = \frac{[CH_3COOH][OH^-]}{[CH_3COO^-]} = \frac{x(x+10^{-4})}{0.2-x}$$

باهمال  $x$  أمام  $0.2$  ,  $10^{-4}$  لصغرها

$$5 \times 10^{-10} = \frac{x(10^{-4})}{0.2} \leftarrow K_h = \frac{x(10^{-4})}{0.2}$$



بالتالي:

$$x = \frac{(5 \times 10^{-10} \times 2 \times 10^{-1})}{10^{-4}} = 10^{-6} \text{ mol.l}^{-1}$$

بالتالي تركيز حمض الخل

$$[CH_3COOH] = x = 10^{-6} \text{ mol.l}^{-1}$$

**مسألة 7** (3م/116) محلول مائي لملح نترات الأمونيوم تركيزه  $0.002 \text{ mol.l}^{-1}$  اذا علمت أن ثابت تايين النشادر يساوي  $2 \times 10^{-5}$  والمطلوب:

**الطلب 1:** اكتب معادلة امائه هذا الملح ومعادلة حلميته

**الطلب 2:** احسب ثابت حلمية هذا الملح

**الطلب 3:** احسب  $[OH^-]$  و  $[H_3O^+]$

**الطلب 4:** احسب  $pH$  محدداً طبيعة الوسط

**الطلب 5:** نضيف قطرات من  $HCl$  تركيزه  $0.001mol.l^{-1}$  والمطلوب حساب النسبة المئوية المتحملة

جاسم الفواز

المعاصرة

جاسم الفواز



## أنواع المعايرة الحجمية



- (1) معايرة حمض قوي بأساس قوي
- (2) معايرة حمض ضعيف بأساس قوي
- (3) معايرة حمض قوي بأساس ضعيف
- (4) معايرة العينة غير النقية
- (5) معايرة ملح بحمض

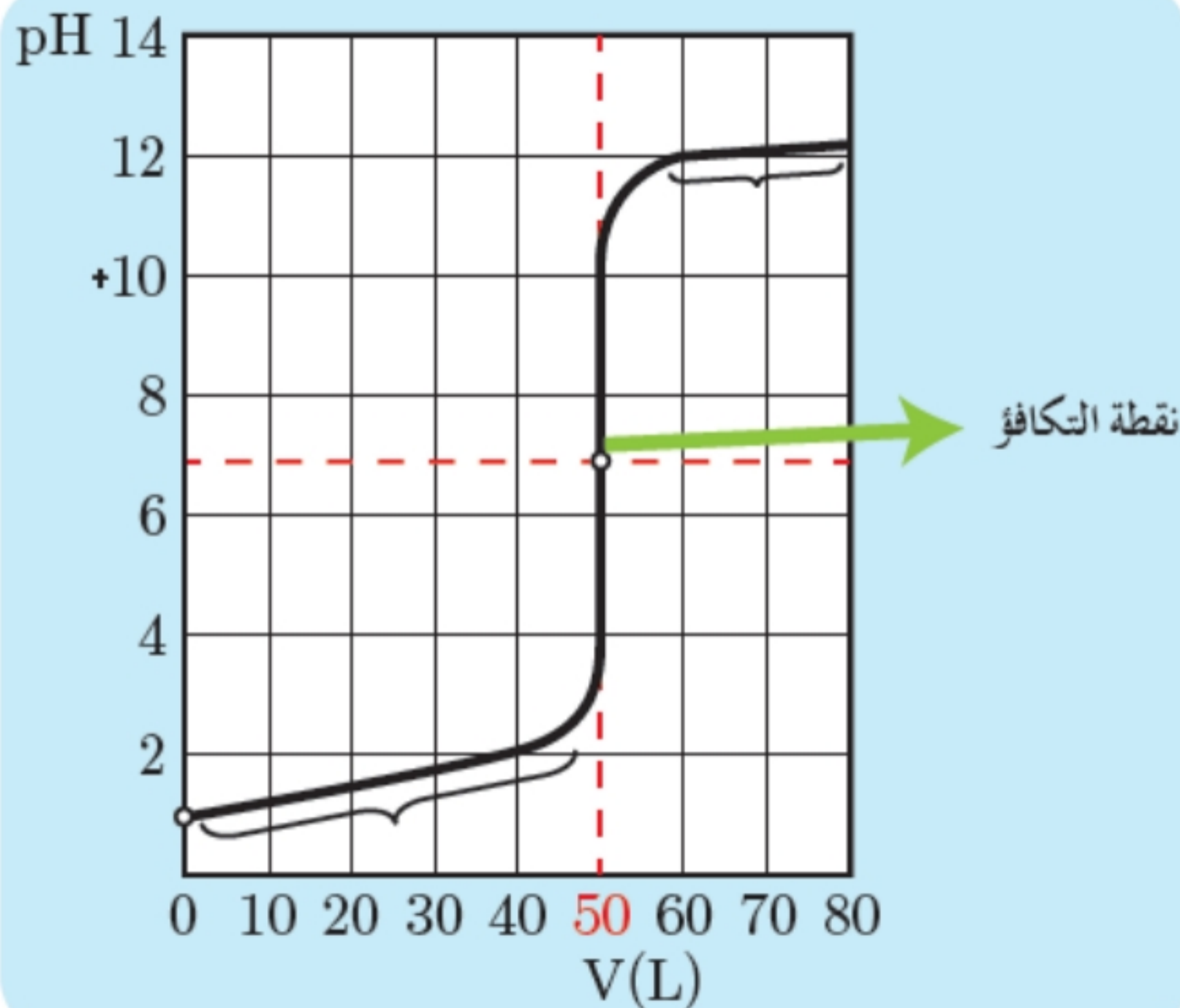


## معايرة حمض قوي بأساس قوي



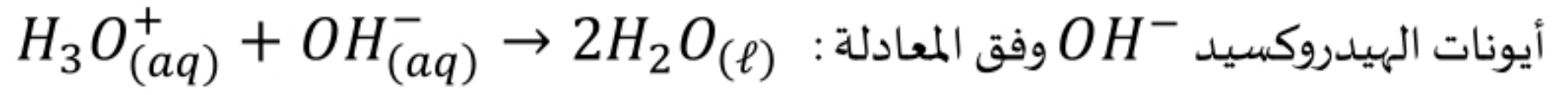
الخواص النظرية

المخطط (حمض ب- أساس)



## ⚡ في البداية

الوسط حمضي لكن تزداد قيمة pH تدريجياً بسبب تناقص تركيز شوارد الهيدرونيوم  $H_3O^+$  بسبب تفاعلها مع



## ⚡ عند نقطة التكافؤ

نصل لنهاية المعايرة والوسط معتدل

بسبب تفاعل كل شوارد الهيدرونيوم مع جميع شوارد الهيدروكسيد المضافة وتصبح  $pH = 7$

## ⚡ عند إضافة المزيد من ايونات الهيدروكسيد بعد نقطة التكافؤ

يتحول المحلول إلى أساسي وتصبح  $pH = 11$

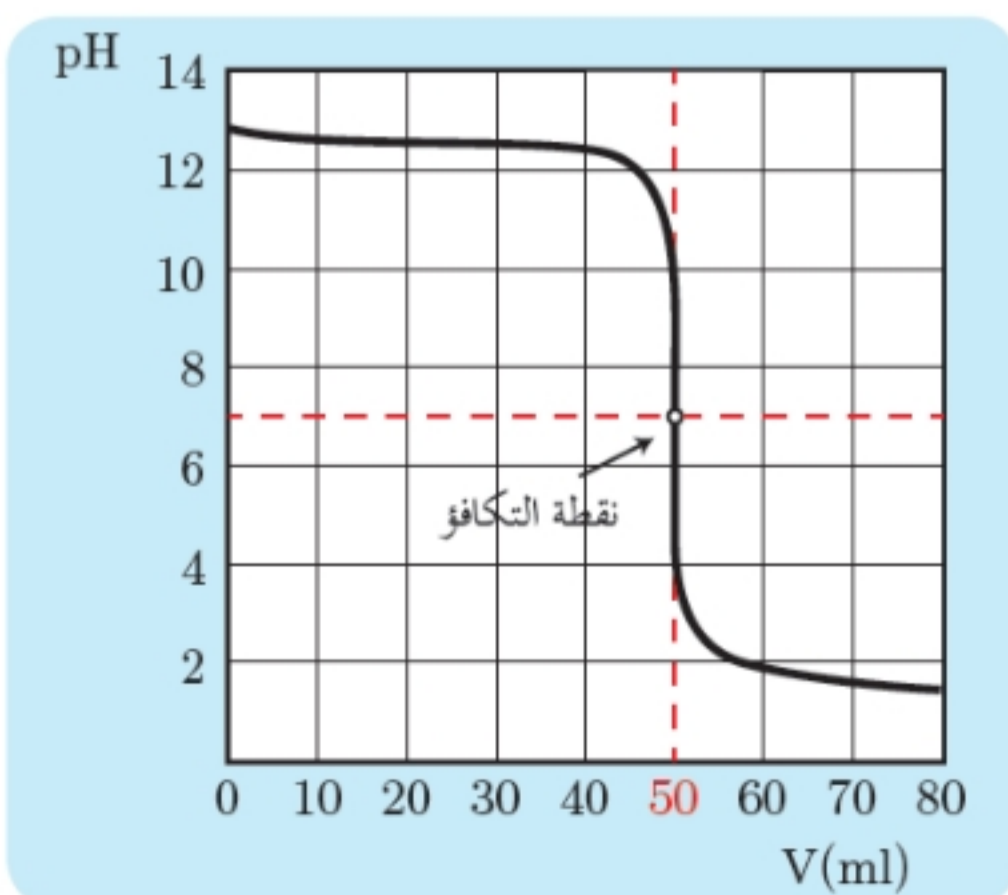
## ⚡ المُشعر المستخدم

أزرق بروم التيمول لأن مداه في pH هو بين 7.6 → 6

❓ **فَسِّرْ علمياً** يعتبر محلول كربونات الصوديوم محلولاً قياسيًّا، أكثر دقة من محلول هيدروكسيد الصوديوم أو هيدروكسيد البوتاسيوم

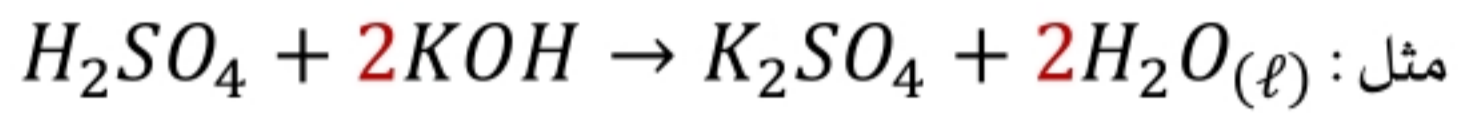
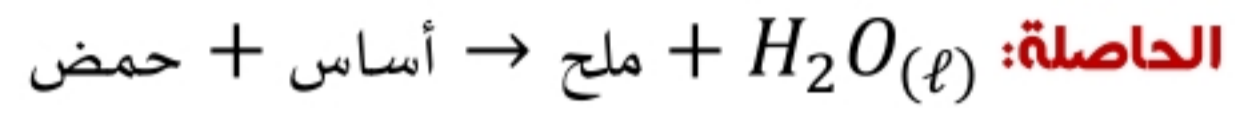
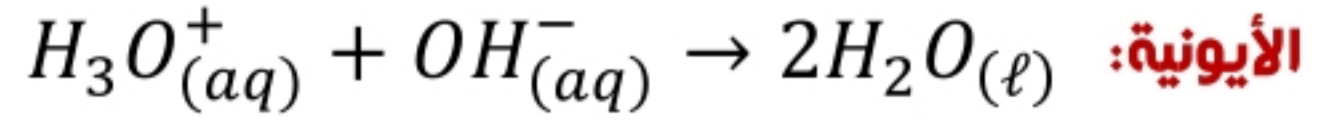
لأنهما يمتصا الماء وهما في حالتهما الصلبة ممَّا يتعذَّر الحصول على وزن دقيق من المادة

## ❓ عن ماذا يعبر المخطط التالي



## تقنيات مسائل معايرة الأقوياء

تقنية 1: كتابة المعادلة بنوعيتها ( الأيوني - الحاصلة )



كل معادلات المعايرة بسهم واحد →

تقنية 2: حساب أحد التراكيز (الحمض  $C_a$  أو الأساس  $C_b$ )

عند نقطة التكافؤ (نهاية المعايرة) يكون:

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

$$C_1 \times V_1 = C_2 \times V_2 .$$

$$C_1 = [H_3O^+] = C_a \text{ or } 2C_a \quad \text{حيث}$$

$$C_2 = [OH^-] = C_b \text{ or } 2C_b .$$

نعوض لنجد

$$2C_a \times V_1 = C_b \times V_2 \quad \text{أو } 1$$

ثم نحسب المجهول المطلوب

إذا كان لدينا حمض باساسين:

$$C_1 \times V_1 = C_2 \times V_2 + C_3 \times V_3 .$$

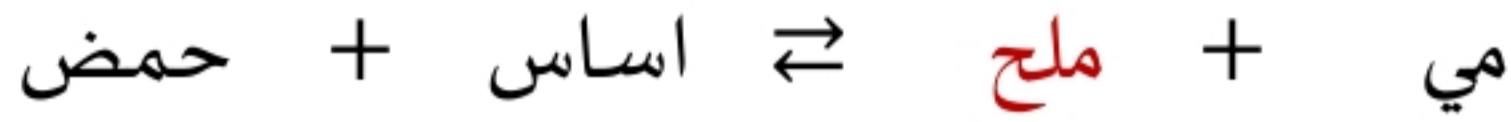
ثم نكمل

إذا كان لدينا حمضين باساس:

$$C_1 \times V_1 + C_2 \times V_2 = C_3 \times V_3$$

تقنية 3: حساب تركيز الملح الناتج

نكتب المعادلة المحصلة ثم نضع تحت الملع (أمثاله) وتحت الحمض أو الأساس (ع كيفان) ونكمل... كما في الشكل



$$n_{\text{حمض}} = n_{\text{ملح}} \text{ عدد}$$

$$C_a \times V_1 = C_{\text{ملح}} \times V_{\text{ملح}}$$

$$C_{\text{ملح}} = \frac{C_a \times V_1}{V_{\text{ملح}}}; V_{\text{ملح}} = V_1 + V_2$$

التركيز الناتج سيكون بوحدة  $\text{mol.l}^{-1}$  يمكن تحويلها إلى  $\text{g.l}^{-1}$  وفق التالي:

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

تقنية 4: حساب كتلة الحمض أو الأساس

$$m = C \times V \times M$$

تقنية 5: حساب حجم الماء المقطر (تم شرحها في بحث الحموض والاسس)

**مسألة 1** يؤخذ  $20\text{ml}$  من حمض الكبريت تركيزه  $0.05\text{ mol. l}^{-1}$  ويضاف إلى  $10\text{ml}$  هيدروكسيد الصوديوم حتى تمام المعايرة


**الطلب 1:** اكتب المعادلة الأيونية و معادلة المعايرة الحاصلة

**الطلب 2:** احسب تركيز هيدروكسيد الصوديوم المستعمل

**الطلب 3:** ما قيمة  $pH$  وما هو المشعر المناسب ولماذا؟

**الطلب 4:** احسب تركيز الملح الناتج



مسألة 2  محلول لحمض كلور الماء ذي التركيز  $0.01 \text{ mol.l}^{-1}$   $\left(\frac{1 \text{ م}}{126}\right)$

**الطلب 1:** احسب  $pH$  للحمض

**الطلب 2:** نُعاير  $20 \text{ ml}$  من الحمض السابق إلى  $5 \text{ ml}$  من هيدروكسيد الصوديوم ذي التركيز  $0.02 \text{ mol.l}^{-1}$  وحجم  $V_2$  من هيدروكسيد البوتاسيوم ذي التركيز  $0.05 \text{ mol.l}^{-1}$  (حمض باسسين)

**الطلب A:** اكتب المعادلة الأيونية للمعايرة والمعادلات الحاصلة

**الطلب B:** احسب تركيز هيدروكسيد البوتاسيوم اللازم للمعايرة

**الطلب C:** احسب حجم الماء المقطر اللازم اضافته إلى  $10\text{ml}$  من الحمض السابق لتصبح  $\text{pH} = 3$

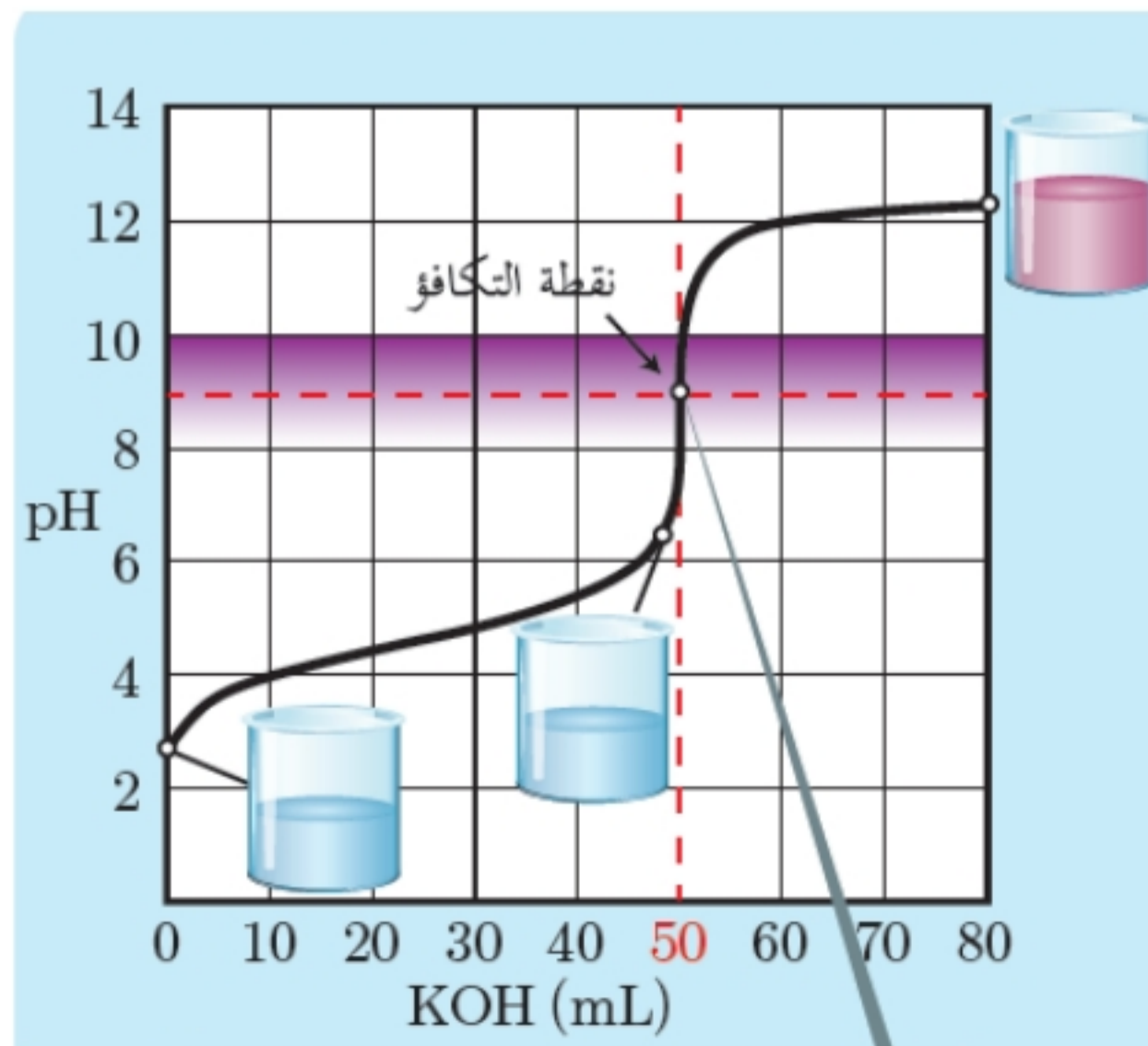


**معايرة حمض ضعيف بأساس قوي**



الخواص النظرية

المخطط (حمض بـ أساس)



## ⚡ في البداية

الوسط حمضي لكن تزداد قيمة pH تدريجياً حتى تبلغ 6.3 بسبب تناقص تركيز الحمض بسبب تفاعلها مع أيونات الهيدروكسيد  $OH^-$

ويحصل تغير مفاجئ في pH بين 6.3 – 10.3

## ⚡ عند نقطة التكافؤ

تصبح  $pH = 8.72$  والوسط أساسي

بسبب تشكل أيونات الحمض الضعيف التي تسلك سلوك أساس ضعيف

## ⚡ عند إضافة المزيد من أيونات الهيدروكسيد بعد نقطة التكافؤ

يصبح  $pH > 10.3$

## ⚡ المُشعر المستخدم

الفينول فتالين لأن مداه في pH هو بين 8.2 → 10

## 💡 تقنيات مسائل معايرة حمض ضعيف بأساس قوي

لنأخذ مثال حمض الخل من هيدروكسيد البوتاسيوم

تقنية 1: كتابة المعادلة بنوعيتها ( الأيوني - الحاصلة)

الأيونية:  $H_2O_{(l)} + \text{أيونات الحمض} \rightarrow OH_{(aq)}^- + \text{الحمض}$

$CH_3COOH + OH_{(aq)}^- \rightarrow CH_3COO^- + H_2O_{(l)}$

الحاصلة:  $H_2O_{(l)} + \text{ملح} \rightarrow \text{أساس} + \text{حمض}$

$CH_3COOH + KOH_{(aq)} \rightarrow CH_3COO^- + H_2O_{(l)}$



**الطلب 3:** احسب كتلة حمض النمل اللازمة لتحضير 400ml علماً أن  $C:12$   $O:16$   $H:1$

**الطلب 4:** ما هو المشعر الأفضل ولماذا ؟



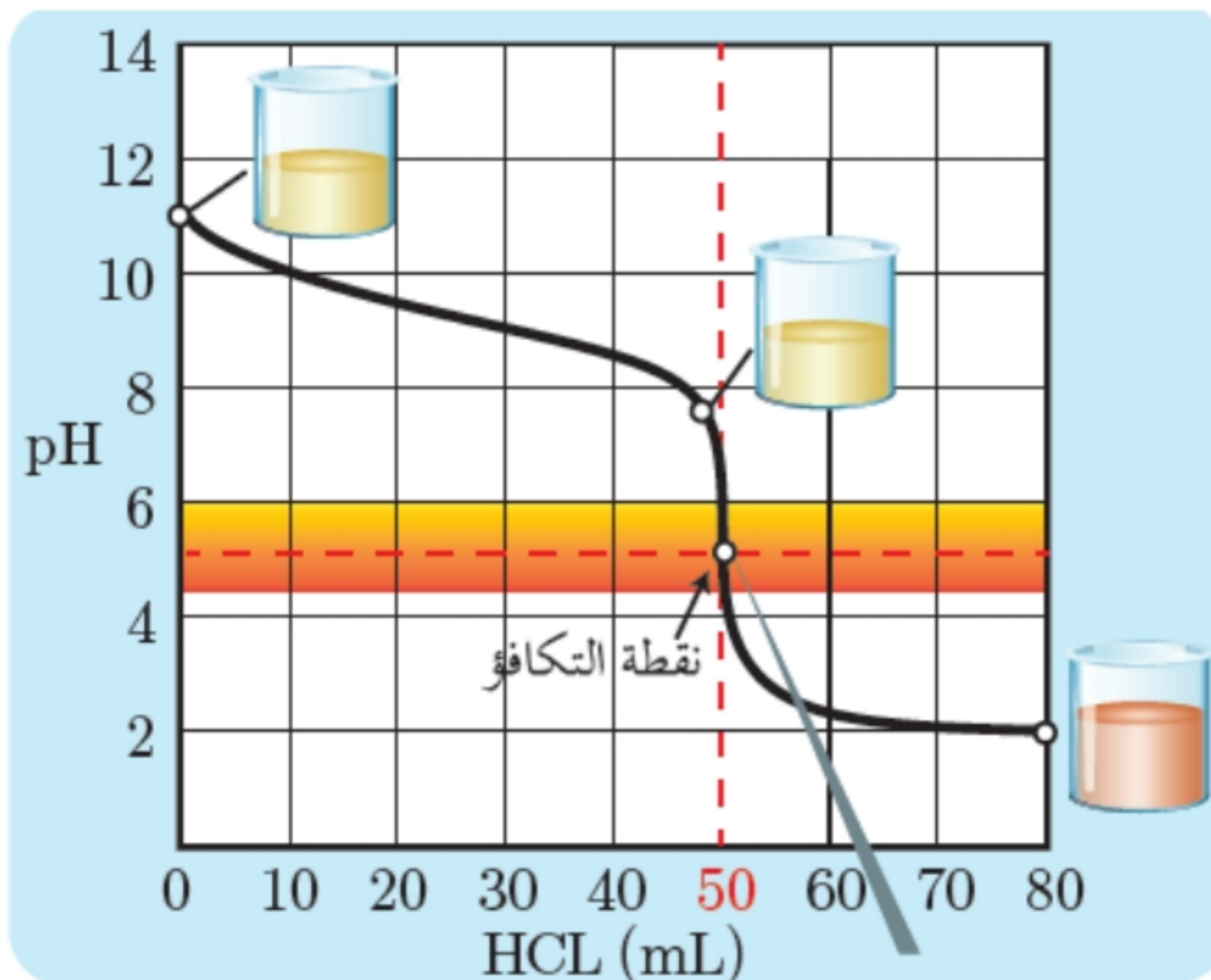
**معايرة أساس ضعيف بحمض قوي**



الخواص النظرية



المخطط (حمض بـ أساس)



## ⚡ في البداية

الوسط اساسي لكن تزداد قيمة  $pH = 11.12$  لكن **تتناقص** قيمة  $pH$  تدريجياً بسبب تناقص تركيز **الأساس** بسبب تفاعلها مع أيونات الهيدرونيوم  $H_3O^+$  وفق المعادلة  $H_2O_{(l)} + \text{أيونات الاساس} \rightarrow H_3O^+ + \text{الاساس}$

## ⚡ عند نقطة التكافؤ

تصبح  $pH = 5.27$  والوسط حمضي

بسبب تشكل أيونات الأساس الضعيف التي تسلك سلوك حمض ضعيف

## ⚡ عند إضافة المزيد من أيونات الهيدرونيوم بعد نقطة التكافؤ

يصبح  $pH = 2$

## ⚡ المُشعر المستخدم

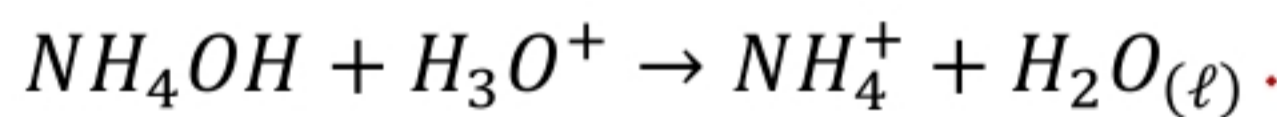
أحمر المتيل لأن مداه في  $pH$  هو بين  $6.2 \rightarrow 4.2$

## 💡 تقنيات مسائل معايرة أساس ضعيف بحمض قوي

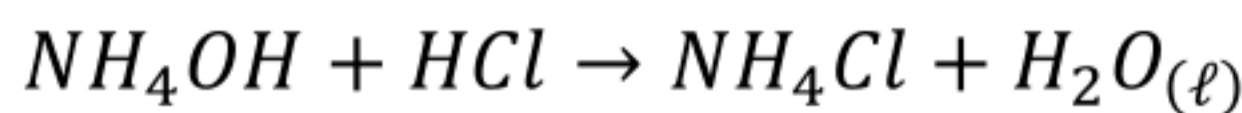
لنأخذ مثال هيدروكسيد الأمونيوم من حمض كلور الماء

تقنية 1: كتابة المعادلة بنوعيتها ( الأيوني - الحاصلة)

**الأيونية:**  $H_2O_{(l)} + \text{أيونات الاساس} \rightarrow H_3O^+ + \text{الأساس}$



**الحاصلة:**  $H_2O_{(l)} + \text{ملح} \rightarrow \text{أساس} + \text{حمض}$



تقنية 2: حساب أحد التراكيز (الحمض  $C_a$  أو الأساس  $C_b$ )

عند نقطة التكافؤ (نهاية المعايرة) يكون:

$$n_{(H_3O^+)} = n_{(الاساس)} .$$

$$C_1 \times V_1 = C_2 \times V_2 .$$

حيث

$$C_1 = [H_3O^+] = C_a \text{ or } 2C_a .$$

نعوض لنجد

$$C_a \times V_1 = C_b \times V_2$$

ثم نحسب المجهول المطلوب

باقي التقنيات على حالها 😊

مسألة 4 (نشاط 4 / 124) يعاير  $50 \text{ ml}$  من هيدروكسيد الألمونيوم إلى  $25 \text{ ml}$  حمض الأزوت تركيزه  $0.1 \text{ mol.l}^{-1}$

**الطلب 1:** اكتب معادلة المعايرة الحاصلة

**الطلب 2:** احسب تركيز هيدروكسيد الألمونيوم المستعمل

**الطلب 3 إضافي:** احسب كتلة حمض الأزوت اللازمة لتحضير  $100 \text{ ml}$  علماً أن  $N: 14 \quad O: 16 \quad H: 1$

**الطلب 4:** ماهو المشعر الأفضل ولماذا؟



## معايرة العينة غير النقية



في هذا النوع من المعايرة تأتي ميزات إضافية لكل ميزات المعايرات السابقة وهما ميزتين:

### أولاً- الكتل

وهي ثلاث أنواع من الكتل

👉 كتلة العينة  $m$  وتأتي معلومة بنص المسألة

👉 كتلة النقي  $m_{\text{نقي}} = C \times V \times M$

👉 كتلة الشوائب  $m_{\text{شوائب}} = m - m_{\text{نقي}}$

### ثانياً- النسبة المئوية للنقي والشوائب

👉 للنقي:

• كل  $m = \dots$  من العينة تحوي  $m_{\text{نقي}} = \dots$

• كل 100 تحوي  $x$

ثم نحسب  $g = \dots x = \dots$  بالتالي النسبة المئوية  $\% \dots$

👉 للشوائب:

• كل  $m = \dots$  من العينة تحوي  $m_{\text{شوائب}} = \dots$

• كل 100 تحوي  $y$



أو النسبة المئوية للشوائب هي 100 ناقص النسبة المئوية للنقي

**مسألة 5**  $\left(\frac{3}{126}\right)$  تُذاب عينة غير نقية كتلتها  $3.30\text{ g}$  من هيدروكسيد البوتاسيوم في الماء، ويكمل الحجم إلى  $200\text{ mL}$ ، فإذا علمت أنه يلزم لتعديل  $25\text{ mL}$  منه  $30\text{ mL}$  من حمض كلور الماء تركيزه  $0.1\text{ mol. L}^{-1}$  و  $20\text{ mL}$  من حمض الكبريت تركيزه  $0.05\text{ mol. L}^{-1}$ ، والمطلوب:

هذه معايرة أقوياء وعينة غير نقية

**الطلب 1:** احسب تركيز هيدروكسيد البوتاسيوم المستعمل

جاسم الفوز

**الطلب 2:** احسب كتلة هيدروكسيد البوتاسيوم النقي في العينة

**الطلب 3 | إضافي:** احسب كتلة الشوائب

**الطلب 4:** احسب النسبة المئوية للشوائب في العينة



## معايرة ملح ب حمض



في هذا النوع من المعايرة تأتي ميزات إضافية لكل ميزات المعايرات السابقة وهما ميزتين:

### أولاً- حساب تركيز الملح

يمكن حساب تركيز الملح أو تركيز الحمض من خلال نفس تقنية حساب تركيز الملح في معايرة الأقوياء **تقنية 3**

### ثانياً- حساب النسبة المئوية للملح

وتحسب النسبة المئوية كما تعلمناها في معايرة العينة غير النقية حيث ستكون كتلة الملح معلومة وفق التالي:

• كل  $m = \dots$  من العينة تحوي  $\dots = m_{\text{ملح}}$

• كل 100 تحوي  $X$

ثم نحسب  $X = \dots g$  بالتالي النسبة المئوية  $\% \dots$

### تنبيه

إذا لدينا **ملحين** وليس ملح واحد عندها فقط **احدهما سيتفاعل** مع الحمض لأن الثاني سيكون من املاح الحمض

نفسه **لن يتفاعل** (مثلاً لا يتفاعل حمض **كلور** الماء مع **كلوريد** الصوديوم ولا يتفاعل حمض **الكبريت** مع **كبريتات** الكالسيوم)

لكن لكل ملح كتلته الخاصة وهي جزء من كتلة العينة أو المزيج وفق التالي:

👉 **كتلة العينة  $m$**  وتاتي معلومة بنص المسألة

👉 **كتلة الملح الأول**  $m_{\text{ملح}1} = C \times V \times M$

👉 **كتلة الملح الثاني**  $m_{\text{ملح}2} = m - m_{\text{ملح}1}$

ويمكن حساب النسبة المئوية للملح الثاني أيضاً بنفس الطريقة السابقة

**مسألة 6**  $\left(\frac{4\text{ م}}{127}\right)$  تُذاب عيّنة مقدارها  $1.75\text{ g}$  من **كربونات الصوديوم** و**كلوريد الصوديوم** في الماء، وأكمل الحجم إلى  $100\text{ mL}$  إذا علمت أنه يلزم لمعايرة المحلول السابق  $50\text{ mL}$  من محلول **حمض كلور** الماء تركيزه  $0.4\text{ mol. L}^{-1}$

**الطلب 1:** اكتب **المعادلة** الحاصلة المعبرة عن تفاعل المعايرة

**الطلب 2:** احسب **تركيز ملح** كربونات الصوديوم في المحلول

**الطلب 3 | إضافي:** احسب **كتلة ملح** كربونات الصوديوم في العينة

**الطلب 4 | إضافي:** احسب **كتلة ملح** كلوريد الصوديوم في العينة

**الطلب 5:** احسب النسبة المئوية لملح كلوريد الصوديوم وملح كربونات الصوديوم في العينة

جاسم الفواز

انتهى القسم الأول من الكيمياء بفضل الله ورسوله

د جاسم الفواز

# تم التحميل بواسطة:



سلسلة فيديوز التعليمية

[https://t.me/Ba\\_ce2020](https://t.me/Ba_ce2020)

 @BA\_CE2020