

# القسم (1) حالة الاتزان الديناميكي

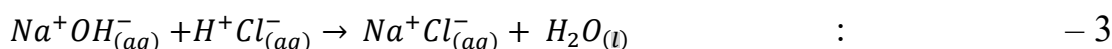
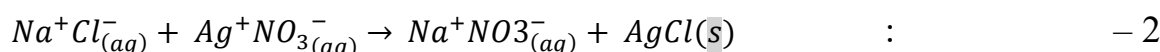
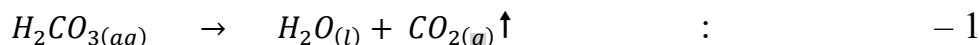
## A STATE OF DYNAMIC BALANCE

### 1 - التفاعل الغير انعكاسي (التام) ( غالباً النظام مفتوح )

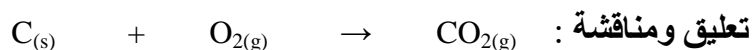
يُعدُّ التفاعل الذي لا يمكن أن تتفاعل خلاله النواتج لتكوين المتفاعلات مرة أخرى .  
يُعدُّ التفاعل الذي يكتمل في اتجاه واحد ، حيث تتحول كل المتفاعلات إلى نواتج بمرور الوقت .

😊 ما السبب في عدم الانعكاسية (التفاعل تام) ؟؟

ج : عندما يكون أحد النواتج في صورة راسب أو غاز خارج النظام المغلق للتجربة أو مادة ضعيفة التفكك مثل الماء مثلاً



مثال : تفاعل احتراق الكربون مع الأكسجين لتكوين غاز ثاني أكسيد الكربون :

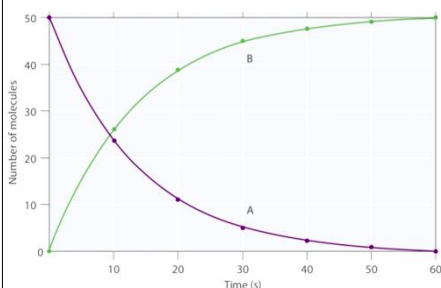


[ البداية ]

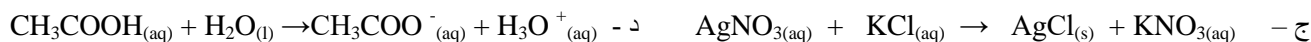
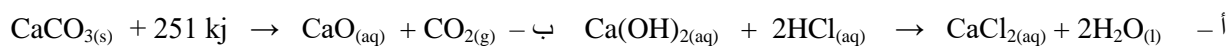
[ بعد فترة ]

[ بعد فترة ]

[ النهاية ]



تخير : جميع التفاعلات التالية تتجه نحو الاكتمال عدا :



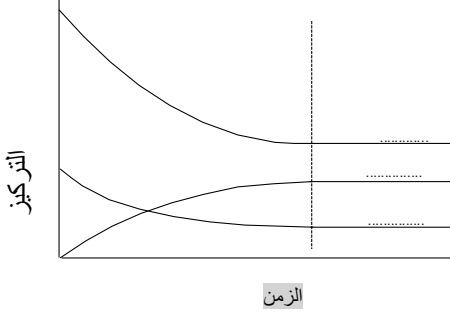
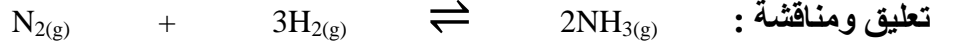
تدريب خارجي للرسم :



## 2 - التفاعل الانعكاسي (الغير تام) (غالباً النظام مغلق)

يُعدُّ التفاعل الذي يمكن أن تتفاعل خلاله النواتج لتكوين المتفاعلات مرة أخرى .  
تفاعلات تسير في اتجاهين الأمامي والعكسي باستمرار ، وهذه التفاعلات لا تكتمل في اتجاه واحد بل تسير في كلا الاتجاهين .

مثال : تفاعل غاز الهيدروجين مع غاز النيتروجين لتكوين غاز الأمونيا :



[ البداية ]

[ بعد فترة ]

[ بعد فترة ]

[ بعد فترة ]

[ النهاية ]

أ - اكتب المتفاعلات والنواتج وحالة الاتزان على الرسم

ب - تركيز ..... و ..... يقل بمرور الزمن بينما يزداد تركيز .....

**تخير :** في التفاعل التالي :  $\text{N}_{2(g)} + 3\text{H}_{2(g)} \rightleftharpoons 2\text{NH}_{3(g)}$  يكون الناتج النهائي للتفاعل :

أ -  $\text{NH}_3$       ب -  $\text{N}_{2(g)}$  ,  $\text{H}_{2(g)}$       ج -  $\text{NH}_3$  ,  $\text{N}_{2(g)}$  ,  $\text{H}_{2(g)}$

**تخير :** في التفاعل التالي :  $\text{CH}_3\text{COOH}_{(aq)} + \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}_{(aq)} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5 + \text{H}_2\text{O}$  يكون الناتج النهائي للتفاعل :

أ -  $\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5 + \text{H}_2\text{O}$

ب -  $\text{CH}_3\text{COOH}_{(aq)} + \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}_{(aq)}$

ج -  $\text{CH}_3\text{COOH}_{(aq)} + \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}_{(aq)} + \text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5 + \text{H}_2\text{O}$

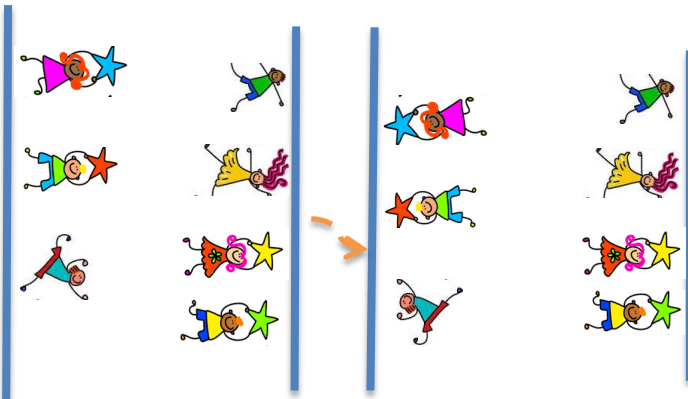
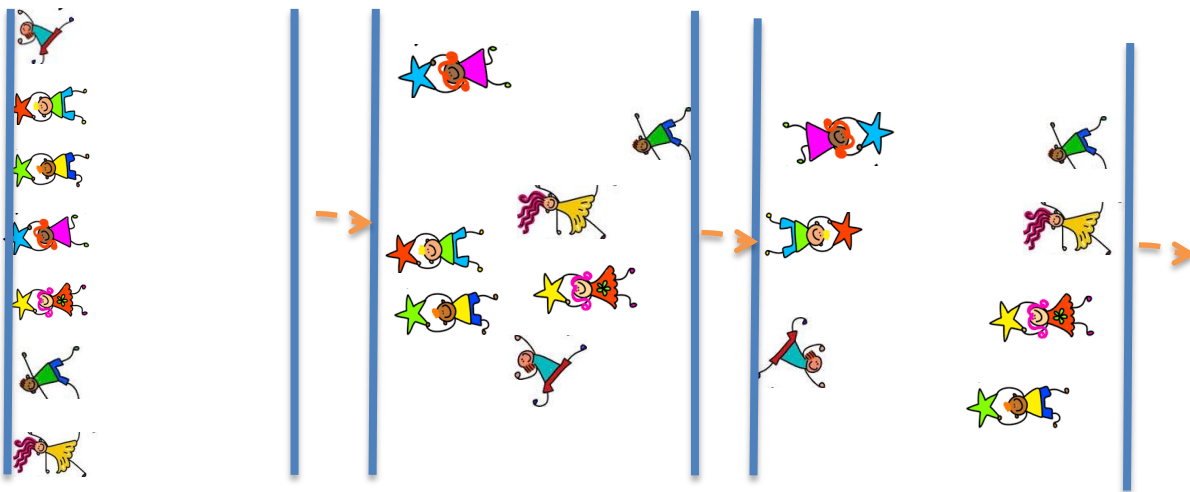
**س :** التفاعل الانعكاسي التالي في نظام مغلق :  $2\text{HgO}_{(s)} \rightleftharpoons 2\text{Hg}_{(l)} + \text{O}_{2(g)}$  متى يصبح التفاعل غير انعكاسي ؟

**ج :** إذا تم تحرير غاز الأكسجين لخارج النظام . (أو إذا غاب أحد مكونات التفاعل عن حيز النظام) (أي تم فتح النظام)

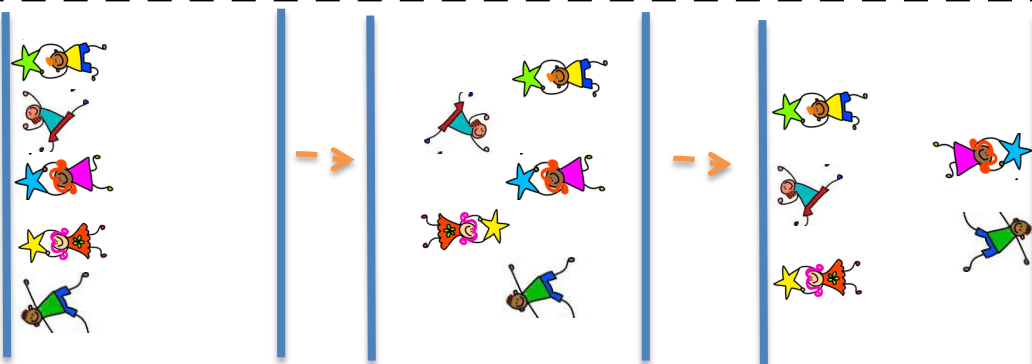
3 - الاتزان الكيميائي : هي الحالة التي يتساوى فيها (بتزامن) سرعة (ديناميكية) التفاعل الأمامي مع سرعة التفاعل العكسي ، بحيث تبقى تراكيز المتفاعلات والنواتج ثابتة.

لعبة هامة : لوصف الاتزان :

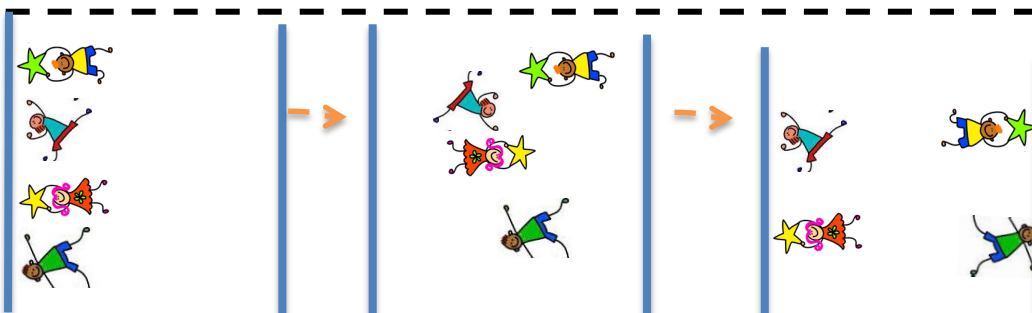
مسابقة (1)



مسابقة (2)

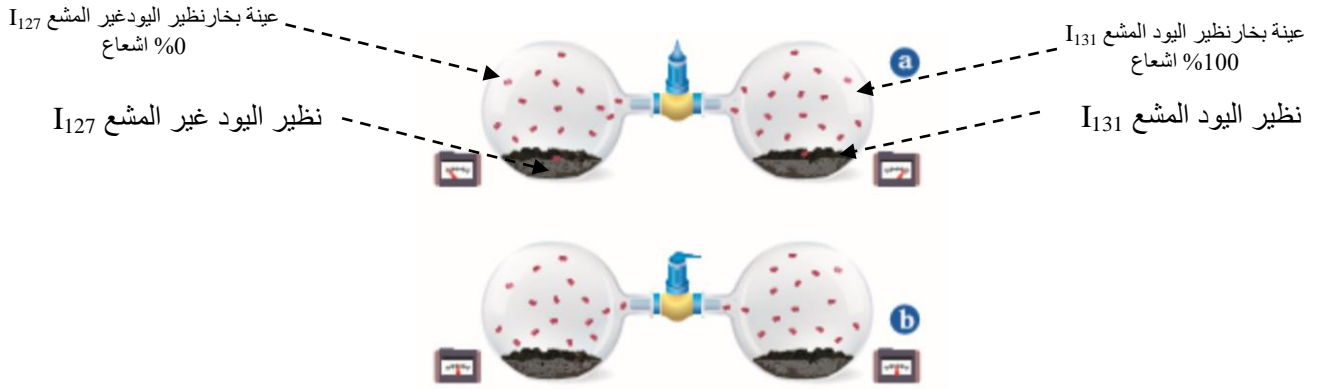


مسابقة (3)



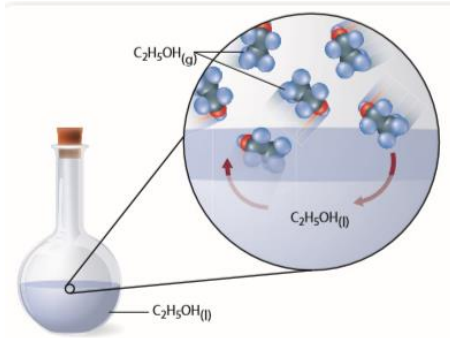
## تجربة : لوصف الاتزان : ( ناقش واستنتج )

المحبس مغلق : وكل من عينتي اليود في حالة اتزان تسامي ( صلب - غاز ) :  $I_{2(s)} \rightleftharpoons I_{2(g)}$



المحبس مفتوح : قراءات الاشعاع متساوية في الطرفين ، حيث ينتقل بخار اليود بين الدورقين بسرعات متساوية ( حالة اتزان )

## مثال : لوصف الاتزان :



الشكل 4-8 عند الاتزان، تكون سرعة تبخر الإيثانول  $C_2H_5OH$  مساوية لسرعة التكثف. يسمى هذا الاتزان المكون بين حالتين فيزيائيتين للمادة الاتزان غير المتجانس. تعتمد قيمة  $K_{eq}$  على  $[C_2H_5OH(g)]$  فقط.

**ملاحظة :** التفاعل المتزن لا يتوقف عن التفاعل بل يستمر ، أي أن المواد المتفاعلة تتفاعل لتنتج المواد الناتجة ، وفي نفس الوقت تتفاعل المواد الناتجة لتنتج المواد المتفاعلة ، ويستمر ذلك مع مرور الزمن ، ولكن هذه التغيرات لا نستطيع أن نشعر أو نحس بها . وهو ما يسمى بالاتزان الديناميكي .

## خواص الاتزان :

- 1 - تفاعل الاتزان يحدث في نظام مغلق ( فلا يخرج من أو إلى النظام أي من المتفاعلات أو النواتج )
  - 2 - درجة الحرارة ثابتة
  - 3 - المتفاعلات والنواتج في حالة حركة ديناميكية ثابتة ( اتزان ديناميكي ) ، وليس الاتزان ساكناً ( استاتيكي )
  - 4 - سرعتا التفاعلين العكسيين متساويين
  - 5 - الاتزان نشط ومستمر
  - 6 - تركيز المواد ثابت لا يتغير مع مرور الزمن
  - 7 - الخواص المنظورة والملموسة ثابتة
- ( ونادراً ما تتساوى التراكيز )

**غاز الأمونيا  $\text{NH}_3$  :** تُحضّر الأمونيا تلقائي وفي الظروف القياسية ، لكن التفاعلات التلقائية ليست سريعة دائماً ، وعند إجراء التفاعل ستتكون الأمونيا ببطء شديد ، لذا يلزم وجود درجة حرارة عالية وضغط مرتفع .

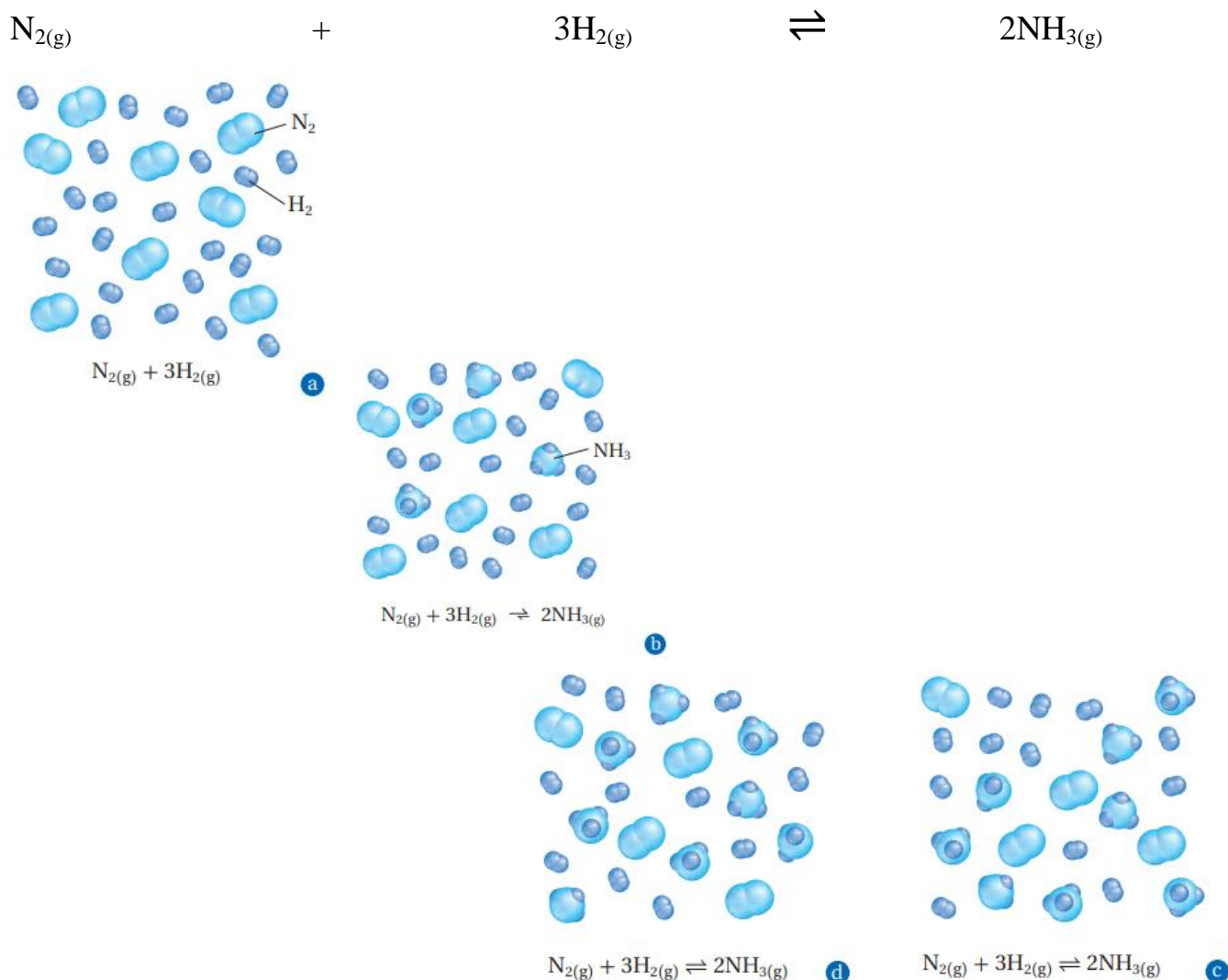
1 - الاستخدامات :

أ - في الزراعة : 1 - في صناعة الأسمدة 2 - تضاف إلى الأعلاف الحيوانية

ب - في الصناعة : مادة خام في صناعة الكثير من المنتجات ، مثل النايلون

2 - تفاعل الأمونيا : تفاعل تلقائي في الظروف القياسية ( 1 atm , 298 K )

**مناقشة تفاعل هابر لإنتاج الأمونيا :** عند وضع 1 mol  $\text{N}_2$  , 3 mol  $\text{H}_2$  في وعاء مغلق ( تتبع التفاعل )



[ البداية ]

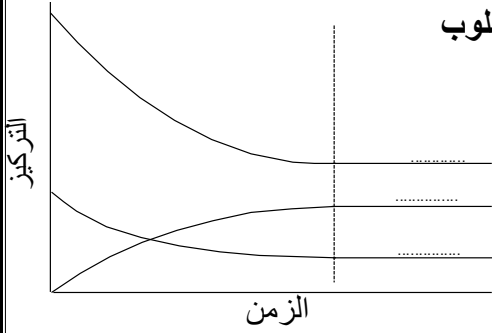
[ بعد فترة ]

[ النهاية ]

**عند الاتزان :** التراكيز في النهاية ثابتة لا يصل أحدها للصفر .

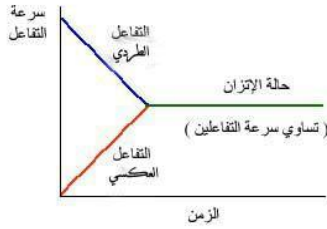
## مخططات الاتزان

س : ادرس المخطط التالي للتفاعل  $N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$  والمطلوب



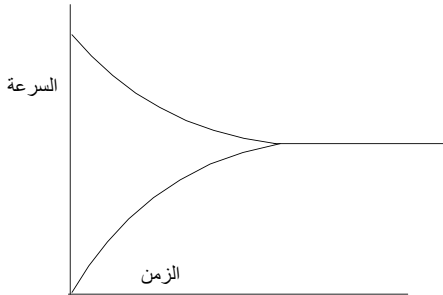
- أ - اكتب المتفاعلات والنواتج وحالة الاتزان على الرسم  
 ب - تركيز ..... و ..... يقل بمرور الزمن بينما يزداد تركيز .....  
 ج - عند الاتزان ..... تراكيز المتفاعلات والنواتج  
 د - في بداية التفاعل يكون تركيز النواتج = .....

س : صف مع الشرح كيف تتغير تراكيز  $A, B, C, D$  ، منذ اللحظة الأولى التي يتم فيها أولاً اتحاد  $A, B$  إلى النقطة التي يتحقق فيها اتزان التفاعل :  $A + B \rightleftharpoons C + D$



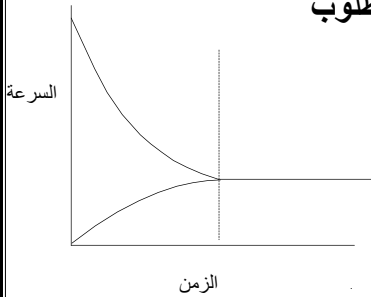
- في البداية : يكون تركيز  $A, B$  = قيمة عظمى ، وتركيز  $C, D$  = صفر  
 عند بدء التفاعل  $A, B$  بفترة : يقل تركيزهما ، ويزداد تركيز  $C, D$  في الزيادة  
 في النهاية : تصبح سرعتي التفاعل متساويتان (حالة الاتزان)  
 تراكيز  $A, B, C, D$  ثابتة عند نفس الظروف

س : ادرس المخطط التالي للتفاعل  $A + B \rightleftharpoons C + D$  والمطلوب



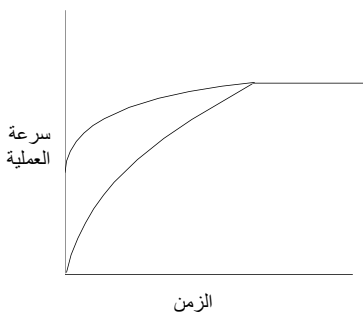
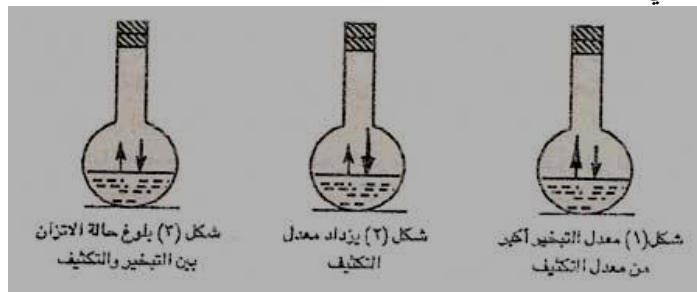
- أ - اكتب المتفاعلات والنواتج وحالة الاتزان على الرسم  
 ب - في بداية التفاعل يكون تركيز المتفاعلات ..... وتركيز النواتج .....  
 ج - عند الاتزان يكون سرعة التفاعل الأمامي = .....  
 د - بينما يكون تركيز المتفاعلات والنواتج .....

س : ادرس المخطط التالي للتفاعل  $H_2O(g) + CO(g) \rightleftharpoons H_2(g) + CO_2(g)$  والمطلوب



- أ - اكتب المتفاعلات والنواتج وحالة الاتزان على الرسم  
 ب - في بداية التفاعل تكون سرعة التفاعل الأمامي بين بخار الماء وأول أكسيد الكربون .....  
 ج - بمرور الوقت ..... سرعة التفاعل الأمامي ، و ..... سرعة التفاعل العكسي  
 هـ - وفي النهاية تصبح سرعة التفاعل ..... = .....

س : المخطط التالي بين حالتي التكثيف والتبخير



- أ - اكتب على الرسم عمليتي التبخير والتكثيف وحالة الاتزان  
 ب - متى تحدث حالة الاتزان؟  
 ج - متى تثبت حالتي التبخير والتكثيف؟

## س : تخير الإجابة الصحيحة من بين الإجابات التالية :

- 1 - يكون تفاعل كيميائي في حالة اتزان عندما :  
 أ - يتوقف التفاعل الأمامي والعكسي  
 ب - يساوي ثابت الاتزان 1  
 ج - تكون سرعة التفاعلين الأمامي والعكسي متساوية  
 د - لا يبقى متفاعلات

### 13 - يتحقق التوازن حينما :

- أ - تتساوى تراكيز المواد الناتجة والمتفاعلة وتختلف سرعتا التفاعلين المتعكسين  
 ب - تتساوى تراكيز المواد الناتجة والمتفاعلة وتتساوى سرعتا التفاعلين المتعكسين  
 ج - تثبت تراكيز المواد الناتجة والمتفاعلة وتختلف سرعتا التفاعلين المتعكسين  
 د - تثبت تراكيز المواد الناتجة والمتفاعلة وتتساوى سرعتا التفاعلين المتعكسين

### 17 - يصل التفاعل الكيميائي إلى حالة الاتزان عندما :

- أ - يتساوى كمية النواتج مع كمية المتفاعلات  
 ب - يتساوى معدل التفاعل الأمامي مع معدل التفاعل العكسي  
 ج - يتوقف التفاعل تماماً  
 د - جميع ما سبق

### 18 - التفاعل الذي يمكن أن تتفاعل فيه النواتج لإعادة تكوين المتفاعلات هو

- أ - في حالة اتزان  
 ب - انعكاسي  
 ج - منظم  
 د - غير ممكن

### 20 - عند الاتزان :

- أ - كل التفاعلات تتوقف  
 ب - التفاعل الأمامي يستمر فقط  
 ج - التفاعل العكسي يستمر فقط  
 د - التفاعل الأمامي والعكسي يستمران

### 21 - عند الاتزان :

- أ - سرعة التفاعل الأمامي أقل من سرعة التفاعل العكسي  
 ب - سرعة التفاعل الأمامي أعلى من سرعة التفاعل العكسي  
 ج - سرعة التفاعل الأمامي تساوي سرعة التفاعل العكسي  
 د - لا يحدث أي تفاعل

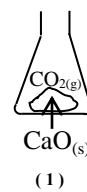
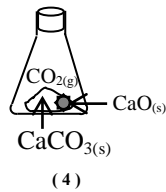
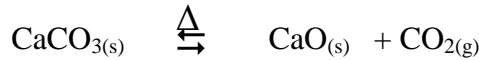
### 22 - أي عمليتين تكونان في حالة اتزان في محلول مشبع من السكر؟

- أ - تبخر وتكثيف  
 ب - ذوبان وتبلور  
 ج - تفكك وتركيب  
 د - تأين وإعادة اتحاد

### 27 - يكون التفاعل الكيميائي الانعكاسي في حالة اتزان عندما :

- أ - تتساوى سرعتي التفاعلين الأمامي والعكسي وتتساوى التراكيز  
 ب - تكون سرعة التفاعل الأمامي أقل من سرعة التفاعل العكسي والتراكيز متساوية  
 ج - تكون سرعة التفاعل الأمامي أكبر من سرعة التفاعل العكسي والتراكيز ثابتة  
 د - تتساوى سرعتي التفاعلين الأمامي والخلفي والتراكيز ثابتة

### 28 - بالإعتماد على التفاعل التالي وعند تسخين الدوارق المخروطية التالية ، أيها يحدث فيها الاتزان ؟



- أ - 1 و 2 و 3 و 4 فقط  
 ب - 3 و 4 فقط  
 ج - 2 و 4 فقط  
 د - 1 و 2 و 3 فقط

قانون الاتزان الكيميائي : للعالمان النرويجيان جولدبرج و بيترودج

"عند درجة حرارة معينة يمكن للتفاعل الكيميائي أن يصل إلى حالة تصبح فيها نسب تراكيز المتفاعلات والنواتج ثابتة"

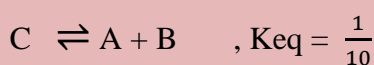
ثابت الاتزان  $K_{eq}$  : هو القيمة العددية لنسبة حاصل ضرب تركيز النواتج على حاصل ضرب تركيز المتفاعلات ، ويُرفع كل تركيز إلى أي يساوي عدد مولاته.

( ملاحظة : ثابت الاتزان قيمة عددية ، ليس له وحدة )

مثال : للتفاعل :  $aA + bB \rightleftharpoons cC + dD$  يكون :  $K_{eq} = \frac{[C]^c [D]^d}{[A]^a [B]^b}$

ملاحظة هامة جداً : في الاتزان :  $A + B \rightleftharpoons C$  ,  $K_{eq} = 10$

فإن قيمة  $K_{eq}$  هي المعكوس الضربي عند عكس الاتزان :

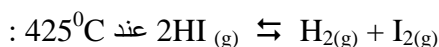


التركيز المولارية للمتفاعلات :  $[A]$  و  $[B]$

التركيز المولارية للنواتج :  $[C]$  و  $[D]$

معاملات المعادلة الموزونة :  $a, b, c, d$

تخير : إذا كان  $(K_c = 54.8)$  للتفاعل :  $H_{2(g)} + I_{2(g)} \rightleftharpoons 2HI_{(g)}$  عند  $425^0C$  فإن قيمة  $K_c$  للتفاعل :

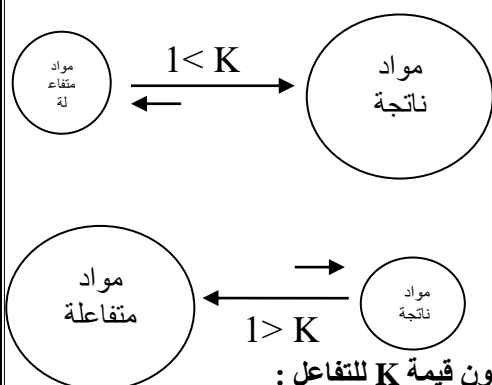


أ - 0.18      ب - 0.018      ج - 54.8      د - 5.48

## تفسير قيم ثابت الاتزان $K_{eq}$

س ما دلالة قيمة ثابت الاتزان  $K$  أو ( كيف ترتبط قيمة ثابت الاتزان بالكمية النسبية للمتفاعلات والنواتج عند الاتزان؟ )

لاحظ : يقدر ما تكون قيمة  $K$  كبيرة ، تكون الكميات النسبية للنواتج كبيرة



قيمة ثابت الاتزان $K_{eq}$	اتجاه التفاعل المفضل	مثال
$1 < K$	نحو النواتج	$2SO_{2(g)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons 2SO_{3(g)}$
$1 = K$	حالة اتزان	$H_2SO_{3(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons H_3O^+_{(aq)} + HSO_3^-_{(aq)}$
$1 > K$	نحو المتفاعلات	$H_2CO_{3(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons H_3O^+_{(aq)} + HCO_3^-_{(aq)}$

س حمض الهيدروكلوريك حمض قوي يتأين بشكل تام في الماء ليكون  $H_3O^+$  و  $Cl^-$  تكون قيمة  $K$  للتفاعل :  
أ -  $1 \times 10^{-2}$       ب -  $1 \times 10^{-5}$       ج - أكبر بكثير

برر لإجابتك :

س : النظام المتزن :  $A + B \rightleftharpoons C + D$  يوجد عند ضغط معين ودرجة حرارة معينة :  
أيهما توجد بتركيزات كبيرة (  $A + B$  ) أم (  $C + D$  ) عندما يكون ثابت الاتزان  $K$  :

- أ - أقل من الوحدة : .....  
ب - أكبر من الوحدة : .....  
ج - مساوياً للوحدة : .....  
( العكسي )  
( الأمامي )  
( ليس أي واحد منهما )



## تعابير الاتزان

### في التفاعل الغير المتجانس

"التفاعل الذي تكون متفاعلاته ونواتجه في حالة فيزيائية مختلفة"

" تحذف المواد الصلبة السائلة علة لثبات كثافتها عند درجة حرارة معينة ، وبالتالي ثبات تركيزها "

### في التفاعل المتجانس

"التفاعل الذي تكون متفاعلاته ونواتجه في حالة فيزيائية واحدة"

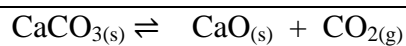
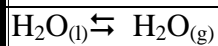
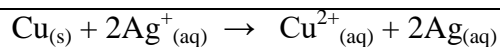
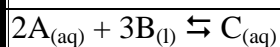
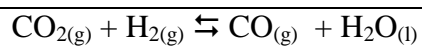
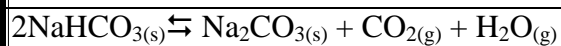
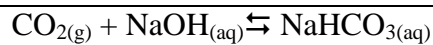
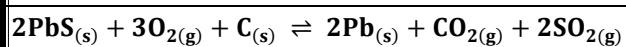
" تكتب جميع المتفاعلات والنواتج "

**ملاحظة : 1 - قيمة ثابت الاتزان تتغير مع تغير درجة الحرارة**

**2 - يمكن أن تحسب قيمة لنظام ما من خلال التجربة**

**س : اكتب تعبير ثابت الاتزان تحت كل تفاعل من التفاعلات التالية كما بالجدول :**

$\text{CaO}_{(s)} + \text{CO}_{2(g)} \rightleftharpoons \text{CaCO}_{3(s)}$	$2\text{HI}_{(g)} \rightleftharpoons \text{H}_{2(g)} + \text{I}_{2(g)}$
$\text{NH}_{3(aq)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+_{(aq)} + \text{OH}^-_{(aq)}$	$\text{CH}_3\text{COOH}_{(l)} + \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}_{(l)} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5_{(l)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)}$
$\text{AgCl}_{(s)} \rightleftharpoons \text{Ag}^+_{(aq)} + \text{Cl}^-_{(aq)}$	$2\text{SO}_{2(g)} + \text{O}_{2(g)} \rightleftharpoons 2\text{SO}_{3(g)}$
$\text{H}_2\text{O}_{(l)} \rightleftharpoons \text{H}^+_{(aq)} + \text{OH}^-_{(aq)}$	$4\text{HCl}_{(g)} + \text{O}_{2(g)} \rightleftharpoons 2\text{Cl}_{2(g)} + 2\text{H}_2\text{O}_{(g)}$
$\text{CO}_{(g)} + 2\text{H}_{2(g)} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{OH}_{(l)}$	$\frac{1}{2}\text{H}_{2(g)} + \frac{1}{2}\text{I}_{2(g)} \rightleftharpoons \text{HI}_{(g)}$
$\text{HF}_{(aq)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+_{(aq)} + \text{F}^-_{(aq)}$	$2\text{FeCl}_{3(aq)} + \text{SnCl}_{2(aq)} \rightleftharpoons 2\text{FeCl}_{2(aq)} + \text{SnCl}_{4(aq)}$



$$1. a. K_{eq} = [NO_2]^2 / [N_2O_4]$$

$$b. K_{eq} = [H_2]^2 [S_2] / [H_2S]^2$$

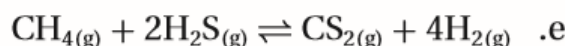
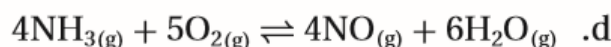
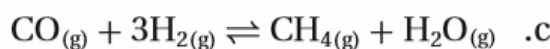
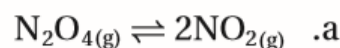
$$c. K_{eq} = [CH_4][H_2O] / [CO][H_2]^3$$

$$d. K_{eq} = [NO]^4 [H_2O]^6 / [NH_3]^4 [O_2]^5$$

$$e. K_{eq} = [CS_2] [H_2]^4 / [CH_4] [H_2S]^2$$

$$2. 2CO_{2(g)} \rightleftharpoons 2CO_{(g)} + O_{2(g)}$$

1. اكتب تعابير ثابت الاتزان للمعادلات الآتية:



2. تحفيز اكتب المعادلة الكيميائية التي تمثل تعبير ثابت الاتزان الآتي:

$$K_{eq} = \frac{[CO]^2 [O_2]}{[CO_2]^2}$$

$$3. a. K_{eq} = [C_{10}H_8]$$

$$b. K_{eq} = [H_2O]$$

$$c. K_{eq} = [CO_2]$$

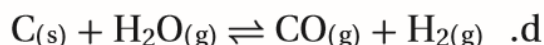
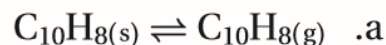
$$d. K_{eq} = [CO][H_2] / [H_2O]$$

$$e. K_{eq} = [CO_2] / [CO]$$



$$K_{eq} = 1 / [Cl_2]^3$$

3. اكتب تعبير ثابت الاتزان غير المتجانس لكل مما يلي:



4. تحفيز يتفاعل الحديد الصلب مع غاز الكلور لتكوين كلوريد الحديد III.  $FeCl_3$

اكتب معادلة كيميائية موزونة وتعبير ثابت الاتزان للتفاعل.

## ثوابت الاتزان

تظل قيمة  $K_{eq}$  ثابتة للتفاعل الواحد عند درجة حرارة معينة بغض النظر عن التراكيز الابتدائية

للنواتج والمتفاعلات .

مناقشة وتدريب : مع تفسير قيمة  $K_{eq}$

بيانات تجريبية لتفاعل يوديد الهيدروجين عند الاتزان						
الجدول 4-1						
$K_{eq}$	تراكيز الاتزان			التراكيز الابتدائية		
$K_{eq} = \frac{[HI]^2}{[H_2][I_2]}$	[HI]	[I <sub>2</sub> ]	[H <sub>2</sub> ]	[HI]	[I <sub>2</sub> ]	[H <sub>2</sub> ]
$49.70 = \frac{[1.8682]^2}{[0.06587][1.0659]}$	1.8682	1.0659	0.06587	0	2.0000	1.0000
$49.70 = \frac{[3.8950]^2}{[0.5525][0.5525]}$	3.8950	0.5525	0.5525	5.0000	0	0
$49.70 = \frac{[1.7515]^2}{[0.2485][0.2485]}$	1.7515	0.2485	0.2485	1.0000	1.0000	1.0000

قيمة ثابت الاتزان احسب قيمة  $K_{eq}$  لتعبير ثابت الاتزان  $K_{eq} = \frac{[NH_3]^4}{[N_2][H_2]^3}$  إذا علمت أن تراكيز المواد في أحد مواضع

الاتزان  $[NH_3] = 0.933 \text{ mol/L}$ ,  $[N_2] = 0.533 \text{ mol/L}$ ,  $[H_2] = 1.600 \text{ mol/L}$

### 1 تحليل المسألة

لقد أعطيت تعبير ثابت الاتزان وتراكيز المتفاعلات والنواتج، يجب حساب ثابت الاتزان.

#### المعطيات

$$K_{eq} = \frac{[NH_3]^4}{[N_2][H_2]^3}$$

$$[NH_3] = 0.933 \text{ mol/L}$$

$$[N_2] = 0.533 \text{ mol/L}$$

$$[H_2] = 1.600 \text{ mol/L}$$

#### المطلوب

$$K_{eq} = ?$$

### 2 حساب المطلوب

$$[NH_3] = 0.933 \text{ mol/L}$$

$$[N_2] = 0.533 \text{ mol/L}, [H_2] = 1.6 \text{ mol/L}$$

$$K_{eq} = \frac{[0.933]^4}{[0.533][1.600]^3} = 0.399$$

### 3 تقويم الإجابة

توجد القيمة الكبرى للتركيز في مقام المعادلة، وهي مرفوعة للأس (3)، لذا قيمة  $K_{eq}$  الناتجة أقل من 1 معقولة.

### مسائل تدريبية

5. احسب قيمة  $K_{eq}$  للاتزان  $N_2O_4(g) \rightleftharpoons 2NO_2(g)$  إذا علمت أن:

$$[N_2O_4] = 0.0185 \text{ mol/L}, [NO_2] = 0.0627 \text{ mol/L}$$

6. احسب قيمة  $K_{eq}$  للاتزان  $CO(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons CH_4(g) + H_2O(g)$ . إذا علمت أن:

$$[CO] = 0.0613 \text{ mol/L}, [H_2] = 0.1839 \text{ mol/L}, [CH_4] = 0.0387 \text{ mol/L}, [H_2O] = 0.0387 \text{ mol/L}$$

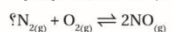
7. تحفيز يصل التفاعل  $COCl_2(g) \rightleftharpoons CO(g) + Cl_2(g)$  إلى حالة الاتزان عند درجة حرارة 900 K، فإذا كان تركيز كل من CO و  $Cl_2$  هو 0.150 M عند الاتزان، فما تركيز  $COCl_2$ ؟ علماً أن ثابت الاتزان  $K_{eq}$  عند درجة الحرارة نفسها يساوي  $8.2 \times 10^{-2}$ .

#### مثال في الصف

السؤال ما قيمة  $K_{eq}$  للاتزان الآتي إذا كانت قيم التراكيز هي:

$$[N_2] = 0.20 \text{ mol/L}, [O_2] = 0.15 \text{ mol/L}$$

$$[NO] = 0.0035 \text{ mol/L}$$



الإجابة

$$K_{eq} = \frac{(0.0035)^2}{(0.20)(0.15)} = 4.1 \times 10^{-4}$$

#### مسائل تدريبية

$$K_{eq} = 0.213$$

$$K_{eq} = 3.93$$

$$[COCl_2] = 0.27M$$

## التقويم 4-1

### الخلاصة

- يكون التفاعل في حالة اتزان إذا كانت سرعة التفاعل الأمامي مساوية لسرعة التفاعل العكسي.
- يعبر عن حالة الاتزان بثابت الاتزان وهو نسبة حاصل ضرب التراكيز المولارية للمواد الناتجة إلى حاصل ضرب التراكيز المولارية للمواد المتفاعلة؛ حيث ترفع هذه التراكيز إلى أسس مساوية لمعاملاتها في المعادلة الكيميائية الموزونة.
- تكون قيمة تعبير ثابت الاتزان  $K_{eq}$  ثابتة عند درجة حرارة معينة.

8. **الفكرة الرئيسية** فسر كيف ترتبط قيمة ثابت الاتزان مع كمية

النواتج  $K_{eq}$ ؟

9. **قارن** بين الاتزان المتجانس والاتزان غير المتجانس.

10. **عدّد** ثلاث خواص يجب أن توجد في خليط تفاعل ليصل إلى حالة اتزان.

11. **احسب** قيمة  $K_{eq}$  عند درجة حرارة 400 K للتفاعل الآتي:



إذا علمت أن:

$$[\text{PCl}_5] = 0.135 \text{ mol/L}$$

$$[\text{PCl}_3] = 0.550 \text{ mol/L}$$

$$[\text{Cl}_2] = 0.550 \text{ mol/L}$$

12. **فسر البيانات** يوضح الجدول الآتي قيم ثابت الاتزان عند ثلاث درجات حرارة مختلفة. في أي منها يكون تركيز النواتج أكبر؟ فسر إجابتك.

ثابت الاتزان ودرجات الحرارة		
373 K	273 K	263 K
4.500	0.500	0.0250

## التقويم 4-1

8. كلما زادت قيمة ثابت الاتزان، زادت كمية المواد الناتجة المتكوّنة عند الاتزان. وعاء مغلق وعند درجة حرارة ثابتة، وأن تتواجد جميع المواد المتفاعلة والناتجة في نفس الوعاء.
9. توجد جميع المواد المتفاعلة والناتجة في الحالة الفيزيائية نفسها في حالة الاتزان المتجانس، بينما تكون في حالات فيزيائية مختلفة في حالة الاتزان غير المتجانس.
10. للوصول إلى حالة الاتزان، يجب أن يكون مزيج التفاعل في وعاء مغلق وعند درجة حرارة ثابتة، وأن تتواجد جميع المواد المتفاعلة والناتجة في نفس الوعاء.
11.  $K_{eq} = 2.24$ .
12.  $373\text{K}$ ، بما أن المواد الناتجة تكون في بسط المعادلة؛ لذا فكلما زادت قيمة  $K_{eq}$ ، زاد تركيز المواد الناتجة.
10. للوصول إلى حالة الاتزان، يجب أن يكون مزيج التفاعل في

س : تخير الإجابة الصحيحة من بين الإجابات التالية

ج	س
	1 - يكون تفاعل كيميائي في حالة اتزان عندما : أ - يتوقف التفاعل الأمامي والعكسي ب - يساوي ثابت الاتزان 1 ج - تكون سرعة التفاعلين الأمامي والعكسي متساوية د - لا يبقى متفاعلات
	2 - أي مما يلي يمكن أن يغير ثابت الاتزان ؟ أ - درجة الحرارة ب - تركيز متفاعل ج - تركيز ناتج د - الضغط
	3 - تأمل التفاعل التالي $2C_{(s)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons 2CO_{(g)}$ تعبير ثابت الاتزان له هو : أ - $\frac{[CO]^2}{[O_2]}$ ب - $\frac{[CO]^2}{[O_2][C]^2}$ ج - $\frac{2[CO]}{[O_2][2C]}$ د - $\frac{[CO]}{[O_2]}$
	4 - تأمل المعادلة التالية لنظام متزن $2PbS_{(s)} + 3O_{2(g)} + C_{(s)} \rightleftharpoons 2Pb_{(s)} + CO_{2(g)} + 2SO_{2(g)}$ أي مما يلي يظهر تركيزه في مقام تعبير ثابت الاتزان ؟ أ - $CO_{2(g)}$ , $SO_{2(g)}$ , $C_{(s)}$ , $O_{2(g)}$ , $PbS_{(s)}$ → ب - $CO_{2(g)}$ , $SO_{2(g)}$ , $C_{(s)}$ , $O_{2(g)}$ , $PbS_{(s)}$ → ج - $CO_{2(g)}$ , $SO_{2(g)}$ , $C_{(s)}$ , $O_{2(g)}$ , $PbS_{(s)}$ → د - $O_{2(g)}$ , $CO_{2(g)}$ , $SO_{2(g)}$ , $C_{(s)}$ , $PbS_{(s)}$ →
	5 - كيف تكون قيمة k ليتضح أن التفاعل يبلغ الاتزان سريعا جدا : أ - k كبيرة ب - k صغيرة ج - k تساوي صفر د - قيمة k لا تدل على السرعة
	6 - قيمة قريبة من 1 لـ k يشير إلى أنه عند الاتزان يحتمل أن : أ - توجد النواتج فقط ب - توجد المتفاعلات فقط ج - توجد كميات مهمة للمتفاعلات والنواتج د - يحدث التفاعل بسرعة معتدلة
	7 - يمكن أن تحسب قيمة k لنظام ما : أ - من الكتل المولية للنواتج والمتفاعلات ب - من حرارتي التفاعلين الأمامي والعكسي ج - من الخصائص الكيميائية للنواتج والمتفاعلات د - من خلال التجربة
	8 - ما تعبير ثابت الاتزان الكيميائي للمعادلة : $2A_2B + 3CD \rightleftharpoons A_4D_3 + C_3B_2$ أ - $\frac{6[A_2B][CD]}{[A_4D_3][C_3B_2]}$ ب - $\frac{[A_4D_3][C_3B_2]}{6[A_2B][CD]}$ ج - $\frac{[A_2B]^2[CD]^3}{[A_4D_3][C_3B_2]}$ د - $\frac{[A_4D_3][C_3B_2]}{[A_2B]^2[CD]^3}$
	9 - ثابت الاتزان للتفاعل : $2NH_{3(g)} + H_2SO_{4(l)} \rightleftharpoons (NH_4)_2SO_{4(s)}$ هو : أ - $\frac{[(NH_4)_2SO_4]}{[NH_3][H_2SO_4]}$ ب - $\frac{[(NH_4)_2SO_4]}{[NH_3]^2[H_2SO_4]}$ ج - $\frac{1}{[NH_3]^2[H_2SO_4]}$ د - $\frac{1}{[NH_3]^2}$

10 - التعبير الرياضي لثابت الاتزان للتفاعل :  $\text{CaCO}_3(\text{s}) \rightleftharpoons \text{CaO}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g})$  :

أ -  $K_c = [\text{CO}_2]$     ب -  $K_c = [\text{CaO}] [\text{CO}_2]$     ج -  $K_c = \frac{[\text{CaO}][\text{CO}_2]}{[\text{CaCO}_3]}$     د - لا شيء مما سبق

11 - يُعبر عن ثابت الاتزان للتفاعل التالي :  $4\text{A}(\text{g}) + 5\text{B}(\text{g}) \rightleftharpoons 4\text{C}(\text{g}) + 6\text{D}(\text{g})$

أ -  $K_c = \frac{4[\text{C}] + 6[\text{D}]}{4[\text{A}] + 5[\text{B}]}$     ب -  $K_c = \frac{4[\text{C}]^4 [\text{D}]^6}{4[\text{A}]^4 [5\text{B}]^5}$     ج -  $K_c = \frac{[\text{C}]^4 [\text{D}]^6}{[\text{A}]^4 [\text{B}]^5}$     د -  $K_c = \frac{[\text{C}] [\text{D}]}{[\text{A}] [\text{B}]}$

12 - للتفاعل  $\text{CO}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g})$  يكون  $K_c = 1$  عند  $1000\text{K}$

أ -  $[\text{CO}] = [\text{H}_2\text{O}] = [\text{CO}_2] = [\text{H}_2]$     ب -  $[\text{H}_2] \cdot [\text{CO}_2] = [\text{H}_2\text{O}] \cdot [\text{CO}]$     ج -  $[\text{CO}] = [\text{H}_2\text{O}]$  ,  $[\text{CO}_2] = [\text{H}_2]$     د -  $[\text{CO}] \cdot [\text{H}_2\text{O}] = [\text{CO}_2] \cdot [\text{H}_2] = 1$

13 - يتحقق التوازن حينما :

أ - تتساوى تراكيز المواد الناتجة والمتفاعلة وتختلف سرعتا التفاعلين المتعاكسين  
ب - تتساوى تراكيز المواد الناتجة والمتفاعلة وتتساوى سرعتا التفاعلين المتعاكسين  
ج - تثبت تراكيز المواد الناتجة والمتفاعلة وتختلف سرعتا التفاعلين المتعاكسين  
د - تثبت تراكيز المواد الناتجة والمتفاعلة وتتساوى سرعتا التفاعلين المتعاكسين

14 - معادلة  $K_c$  للاتزان :  $\text{C}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{CO}(\text{g})$  هي :

أ -  $[\text{CO}_2]/[\text{C}][\text{CO}_2]$     ب -  $2[\text{CO}]/[\text{C}][\text{CO}_2]$     ج -  $[\text{CO}]/[\text{CO}_2]$     د -  $[\text{CO}]^2/[\text{CO}_2]$

15 - قيمة ثابت الاتزان لتفاعل ما :

أ - تتغير مع التركيز    ب - تتغير مع الوقت    ج - تتغير مع درجة الحرارة    د - هي نفسها تحت كل الظروف

16 - في المعادلة  $K = \frac{[\text{W}][\text{X}]}{[\text{Y}][\text{Z}]}$  ، ما الذي يمثل تراكيز المتفاعلات ؟

أ -  $[\text{Y}]$  و  $[\text{Z}]$     ب -  $[\text{X}]$  و  $[\text{W}]$     ج -  $[\text{Z}]$  و  $[\text{W}]$     د -  $[\text{Y}]$  و  $[\text{X}]$

17 - يصل التفاعل الكيميائي إلى حالة الاتزان عندما :

أ - يتساوى كمية النواتج مع كمية المتفاعلات    ب - يتساوى معدل التفاعل الأمامي مع معدل التفاعل العكسي  
ج - يتوقف التفاعل تماماً    د - جميع ما سبق

18 - التفاعل الذي يمكن أن تتفاعل فيه النواتج لإعادة تكوين المتفاعلات هو

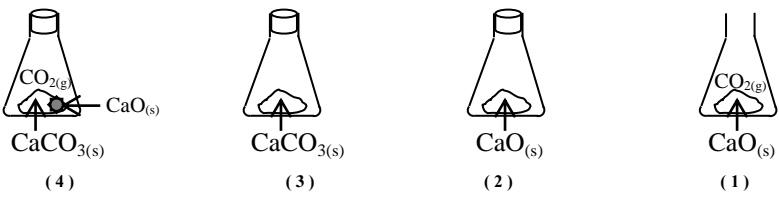
أ - في حالة اتزان    ب - انعكاسي    ج - منظم    د - غير ممكن

19 - إذا سخن  $\text{HgO}$  في وعاء مغلق

أ - لا يحدث أي تفاعل    ب -  $\text{HgO}$  يتفكك    ج - يتكون  $\text{Hg}_2\text{O}_2$     د -  $\text{HgO}$  يتفكك ثم يتكون من جديد

20 - عند الاتزان :

أ - كل التفاعلات تتوقف    ب - التفاعل الأمامي يستمر فقط  
ج - التفاعل العكسي يستمر فقط    د - التفاعل الأمامي والعكسي يستمران

21 - عند الاتزان :	أ - سرعة التفاعل الأمامي أقل من سرعة التفاعل العكسي ب - سرعة التفاعل الأمامي أعلى من سرعة التفاعل العكسي ج - سرعة التفاعل الأمامي تساوي من سرعة التفاعل العكسي د - لا يحدث أي تفاعل
22 - أي عمليتين تكونان في حالة اتزان في محلول مشبع من السكر؟	أ - تبخر وتكثيف ب - ذوبان وتبلور ج - تفكك وتركيب د - تأين وإعادة اتحاد
23 - القيمة العالية جداً لـ K تشير إلى أن :	أ - عامل حفاز أضيف إلى النظام ب - النواتج هي المرجحة ج - المتفاعلات هي المرجحة د - الاتزان قد تم بلوغه
24 - يعتمد ثابت الاتزان على تغيرات في :	أ - الضغط ب - التراكيز ج - درجة الحرارة د - الضغط والتراكيز ودرجة الحرارة
25 - تظهر المعاملات عند كتابة تعبي ثابت الاتزان :	أ - كمعاملات ب - كرموز سفلية ج - كأسس د - لا قيمة لها
26 - في النظام المتزن الغازي : $2O_3 \rightleftharpoons 3O_2$ يكون تركيز $O_2$ , $O_3$ :	أ - في تناقص ب - في ازدياد ج - ثابت د - متساوي
27 - يكون التفاعل الكيميائي الانعكاسي في حالة اتزان عندما :	أ - تتساوى سرعتي التفاعلين الأمامي والعكسي وتتساوى التراكيز ب - تكون سرعة التفاعل الأمامي أقل من سرعة التفاعل العكسي والتراكيز متساوية ج - تكون سرعة التفاعل الأمامي أكبر من سرعة التفاعل العكسي والتراكيز ثابتة د - تتساوى سرعتي التفاعلين الأمامي والخلفي والتراكيز ثابتة
28 - بالاعتماد على التفاعل التالي وعند تسخين الدوارق المخروطية التالية ، أيها يحدث فيها الاتزان ؟	$CaCO_{3(s)} \xrightleftharpoons{\Delta} CaO_{(s)} + CO_{2(g)}$  <p>أ - 2 و 3 و 4 فقط    ب - 3 و 4 فقط    ج - 2 و 4 فقط    د - 1 و 2 و 3 فقط</p>
29 - بالاعتماد على التفاعل التالي : $2PbS_{(s)} + 3O_{2(g)} \rightleftharpoons 2Pb_{(s)} + CO_{2(g)} + 2SO_{2(g)}$ أي من التالي يمثل تركيز $CO_2$ عند الاتزان ؟	<p>أ - <math>[CO_2] = \frac{K[PbS]^2 \cdot [O_2]^3 \cdot [C]}{[SO_2]^2 \cdot [Pb]^2}</math></p> <p>ب - <math>[CO_2] = \frac{K \cdot [O_2]^3}{[SO_2]^2}</math></p> <p>ج - <math>[CO_2] = \frac{[SO_2]^2 \cdot [Pb]^2}{K[PbS]^2 \cdot [O_2]^3 \cdot [C]}</math></p> <p>د - <math>[CO_2] = \frac{[SO_2]^2}{K [O_2]^3}</math></p>
30 - تشير القيمة المنخفضة لثابت الاتزان K إلى :	أ - أن النواتج هي المرجحة ب - أن المتفاعلات هي المرجحة ج - أنه تم الوصول إلى الاتزان ببطء د - أنه تم الوصول إلى الاتزان بسرعة
31 - يبلغ ثابت الاتزان لتفاعل ما $5 \times 10^{-3}$ عند 293K و $2 \times 10^{-6}$ عند 1000K فما هي إشارة $\Delta H$	أ - $\Delta H < 0$ ب - $\Delta H > 0$ ج - المعلومات المتوافرة غير كافية



32 - للتفاعل المتزن التالي عند الدرجة  $25^{\circ}\text{C}$  : سالبة  $\Delta H$  ,  $2\text{SO}_{2(g)} + \text{O}_{2(g)} \rightleftharpoons 2\text{SO}_{3(g)}$  , فإن :

- أ - قيمة  $K_c$  عند  $100^{\circ}\text{C}$  تكون أصغر من قيمتها عند  $25^{\circ}\text{C}$   
 ب - تركيز  $\text{SO}_3$  عند  $100^{\circ}\text{C}$  أكبر من تركيزه عند  $25^{\circ}\text{C}$   
 ج - إضافة عامل مساعد للنظام ينقص من تركيز كل من  $\text{SO}_2$  ,  $\text{O}_2$   
 د - زيادة الضغط على النظام يزيد من قيمة  $K_c$

33 - إذا كان  $(K_c = 54.8)$  للتفاعل :  $\text{H}_{2(g)} + \text{I}_{2(g)} \rightleftharpoons 2\text{HI}_{(g)}$  عند  $425^{\circ}\text{C}$  فإن قيمة  $K_c$  للتفاعل :  
 $2\text{HI}_{(g)} \rightleftharpoons \text{H}_{2(g)} + \text{I}_{2(g)}$  عند  $425^{\circ}\text{C}$  :

- أ - 0.18      ب - 0.018      ج - 54.8      د - 5.48

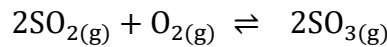
34 - إذا علمت أن  $K_c = 2.2 \times 10^{-3}$  للتفاعل التالي :  $\text{HCl}_{(g)} \rightleftharpoons \frac{1}{2} \text{H}_{2(g)} + \frac{1}{2} \text{Cl}_{2(g)}$  فإن قيمة  $K_c$  للتفاعل التالي :  $\text{H}_{2(g)} + \text{Cl}_{2(g)} \rightleftharpoons 2\text{HCl}_{(g)}$  تساوي :

- أ -  $4.8 \times 10^{-6}$       ب -  $2.1 \times 10^5$       ج -  $2.2 \times 10^{-3}$       د -  $4.5 \times 10^2$

## مسائل

### أفكار المسائل :

3- عند درجة حرارة  $600^{\circ}\text{C}$  ، يتفاعل غاز ثاني أكسيد الكبريت مع غاز الأوكسجين لينتج غاز ثالث أكسيد الكبريت عند نفس درجة الحرارة ،  
وُجد أن تركيز  $\text{SO}_2$  هو  $1.50\text{mol/L}$  ، وتركيز  $\text{O}_2$  هو  $1.25\text{mol/L}$  احسب تركيز  $\text{SO}_3$  إذا علمت أن ثابت الاتزان لهذا النظام  
يساوي 4.36



$$K = \frac{[\text{SO}_3]^2}{[\text{SO}_2]^2[\text{O}_2]}$$

$$4.36 = \frac{[\text{SO}_3]^2}{(1.50)^2(1.25)}$$

$$[\text{SO}_3]^2 = 4.36(1.50)^2(1.25) = 12.3\text{mol/L}$$

$$[\text{SO}_3] = \sqrt{12.3} = 3.50\text{mol/L}$$

4- تبلغ قيمة K عند  $25^{\circ}\text{C}$  للتفاعل التالي  $1.7 \times 10^{-13}$  :  $2\text{N}_2\text{O}_{(g)} + \text{O}_{2(g)} \rightleftharpoons 4\text{NO}_{(g)}$  ، إذا علمت أن التركيزين التاليين عند  
الاتزان هما :  $[\text{N}_2\text{O}] = 0.0035\text{mol/L}$  ،  $[\text{O}_2] = 0.0027\text{mol/L}$  فاحسب قيمة تركيز  $\text{NO}_{(g)}$  عند الاتزان  $(8.7 \times 10^{-6} \text{mol/L})$

5- في وعاء سعته 5.00L ، يصل التفاعل  $\text{AB}_2\text{C}_{(g)} \rightleftharpoons \text{B}_{2(g)} + \text{AC}_{(g)}$  إلى حالة الاتزان عند 900K . عند الاتزان وُجد أن النظام  
يحتوي على 0.084mol من  $\text{AB}_2\text{C}$  ، و 0.035mol من  $\text{B}_2$  ، و 0.059 من  $\text{AC}$  . احسب قيمة ثابت الاتزان لهذا النظام عند درجة  
الحرارة المذكورة

7 - اظهر حساب ثابت الاتزان لتفاعل تكوين الأمونيا أنه يساوي  $5.2 \times 10^{-5}$  عند  $25^\circ\text{C}$  بعد إجراء التحليل تبين أن  $[\text{H}_2] = 0.80$  M و  $[\text{N}_2] = 2.00$  M كم جراماً من الأمونيا يوجد في وعاء تفاعل سعته 10.0L عند الاتزان ؟ استخدم معادلة الاتزان التالية :



10 - عند درجة حرارة  $425^\circ\text{C}$  ، وجد أن خليط اتزان يتكون من  $1.83 \times 10^{-3} \text{ mol/L H}_2$  و  $3.13 \times 10^{-3} \text{ mol/L I}_2$  و  $1.77 \times 10^{-2} \text{ mol/L HI}$  احسب ثابت الاتزان K للتفاعل  $\text{H}_{2(g)} + \text{I}_{2(g)} \rightarrow 2\text{HI}_{(g)}$

(54.6)

11 - وجد أن مكونات نظام متزن ، عند درجة حرارة معينة هي :  $1.2 \times 10^{-3} \text{ mol/L HCl}$  و  $3.8 \times 10^{-4} \text{ mol/L O}_2$  و  $5.8 \times 10^{-2} \text{ mol/L H}_2\text{O}$  و  $5.8 \times 10^{-2} \text{ mol/L Cl}_2$  تبعا للمعادلة التالية :  
احسب قيمة ثابت الاتزان لهذا التفاعل .  $4\text{HCl}_{(g)} + \text{O}_{2(g)} \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O}_{(g)} + 2\text{Cl}_{2(g)}$

(  $1.4 \times 10^{10}$  )

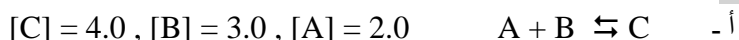
12 - عند درجة حرارة  $450^\circ\text{C}$  تبلغ قيمة ثابت الاتزان للنظام التالي  $6.59 \times 10^{-3}$  فإذا كانت التراكيز عند الاتزان  $[\text{H}_2] = 2.75 \times 10^{-2} \text{ M}$  و  $[\text{NH}_3] = 1.23 \times 10^{-4} \text{ M}$  احسب تركيز  $\text{N}_2$  عند الاتزان :  $\text{N}_{2(g)} + 3\text{H}_{2(g)} \rightleftharpoons 2\text{NH}_{3(g)}$

( 0.110 M )

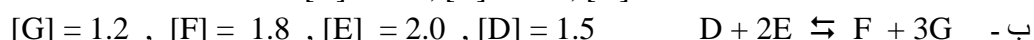
13 - احسب ثابت الاتزان للتفاعل التالي عند  $900^\circ\text{C}$   $\text{H}_{2(g)} + \text{CO}_{2(g)} \rightleftharpoons \text{CO}_{(g)} + \text{H}_2\text{O}_{(g)}$  وعند تحليل مكونات النظام وجد أنها كالتالي :  $[\text{H}_2\text{O}] = 0.11 \text{ mol/L}$  ,  $[\text{CO}] = 0.14 \text{ mol/L}$  ,  $[\text{CO}_2] = 0.16 \text{ mol/L}$  ,  $[\text{H}_2] = 0.061 \text{ mol/L}$  . (1.6)

14 - احسب قيمة ثابت الاتزان لكل من التفاعلات التالية : علماً بأن التراكيز بـ mol/L عند الاتزان .

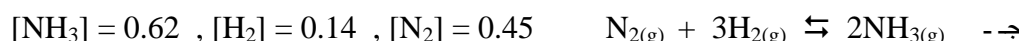
( 0.67 )



( 0.52 )



(  $3.1 \times 10^2$  )



15 - تبلغ قيمة K عند  $25^{\circ}\text{C}$  للتفاعل التالي  $2\text{N}_2\text{O}_{(g)} + \text{O}_{2(g)} \rightleftharpoons 4\text{NO}_{2(g)}$  فإذا علمت أن التركيزين التاليين عند الاتزان هما  $[\text{O}_2] = 0.0027 \text{ mol/L}$  ،  $[\text{N}_2\text{O}] = 0.0035 \text{ mol/L}$  فما قيمة تركيز  $[\text{NO}]$  عند الاتزان ؟  
 ([NO] =  $8.6 \times 10^{-6} \text{ mol/L}$ )

17 - أدخل 1 مول من كل من الهيدروجين واليود في وعاء سعته 0.5 لتر عند درجة حرارة معينة ، فإذا كان ثابت الاتزان لهذا التفاعل يساوي 49، احسب تركيز كل المواد والنظام عند الاتزان تبعاً للتفاعل التالي :  $\text{H}_{2(g)} + \text{I}_{2(g)} \rightleftharpoons 2\text{HI}_{(g)}$

المعادلة	$2\text{HI}_{(g)}$	$\rightleftharpoons$	$\text{I}_{2(g)}$	+	$\text{H}_{2(g)}$
مولات البداية	0		1		1
المولات المتغيرة	+2x		-x		-x
مولات الاتزان	2x		1 - x		1 - x
التركيز بـ "مول/لتر"	$\frac{2x}{0.5} = 4x$		$\frac{1-x}{0.5}$		$\frac{1-x}{0.5}$

$$K = \frac{[\text{HI}]^2}{[\text{H}_2][\text{I}_2]}$$

$$49 = \frac{[4x]^2}{\left[\frac{1-x}{0.5}\right]\left[\frac{1-x}{0.5}\right]}$$

$$7 = \frac{[4x]}{\left[\frac{1-x}{0.5}\right]} \rightarrow x = 0.087$$

$$[\text{H}_2] = [\text{I}_2] = \frac{1-x}{0.5} = 0.044 \text{ mol/L} , [\text{HI}] = 4x = 4(0.087) = 3.12 \text{ mol / L}$$

18 - في الاتزان المغلق التالي :  $2\text{I}Br \rightleftharpoons \text{I}_2 + \text{Br}_2$  إذا وُضع 0.06 mol من بروميد اليود في وعاء سعته لتر ، وإذا كانت قيمة  $K = 8.5 \times 10^{-3}$  احسب تراكيز المواد الثلاثة بالمول / لتر عند الاتزان .

المعادلة	$\text{Br}_2$	+	$\text{I}_2$	$\rightleftharpoons$	$2\text{I}Br$
مولات البداية					
المولات المتغيرة					
مولات الاتزان					
التركيز بـ "مول/لتر"					