# ≠ الحصة الرابعة

- الوحدة الثانية: سرعة التفاعل والإتزان الكيميائي.
- الفصل الأول: سرعة التفاعل والإتزان الكيميائي.
- الدرس الثاني: التفاعلات العكوسة والإتزان الكيميائي.



الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

# التفاعلات العكوسة والإتزان الكيميائى

عكوسة / غير عكوسة

## أنواع التفاعلات الكيميائية

- غير عكوسة
- عكوسة
  - متجانسة
  - غير متجانسة

## 1 التفاعلات غير العكوسة :-

" هى تفاعلات تحدث فى إتجاه واحد حتى تكتمل بحيث لا تستطيع المواد الناتجة من التفاعل أن تتحد معاً مع بعض لتكوين المواد المتفاعلة مرة أخرى "

مثال توضيحى :-

- تفاعل تام .
- التفاعل يكتمل حتى نهايته .
- لا تتفاعل النواتج لتكوين المتفاعلات مرة أخرى .

$$AgNO_3 + NaCl \rightarrow NaNO_3 + AgCl\downarrow$$

- $AgNO_3$ (aq): نترات فضة
- $NaCl$ (aq): كلوريد صوديوم
- $NaNO_3$ (aq): نترات صوديوم على شكل أيونات
- $AgCl$ (s): راسب أبيض من كلوريد الفضة



الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

## ٣ التفاعلات العكوسة :-

" هى تفاعلات لا تستمر فى إتجاه واحد حتى تكتمل بحيث لا تستهلك المواد المتفاعلة تماماً لتكوين النواتج. فالمواد الناتجة تتحد مع بعضها البعض مرة ثانية لتكون المواد المتفاعلة مرة أخرى تحت ظروف التجربة نفسها "

$$2SO_2(g) + O_2(g) \underset{\text{عكسي}}{\overset{\text{طردي}}{\rightleftharpoons}} 2SO_3(g)$$

* عند الإتزان تتواجد الجزيئات الثلاثة فى وسط التفاعل

$$SO_2 \; ? \; O_2 \; ? \; SO_3$$

---

## ٤ التفاعلات العكوسة المتجانسة :-

" هى التفاعلات العكوسة التى تكون فيها جميع المواد المتفاعلة والناتجة من التفاعل فى حالة واحدة من حالات المادة "

(غازات) $2SO_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2SO_3(g)$

(سوائل) $CH_3COOH(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons CH_3COO^-(aq) + H_3O^+(aq)$

(غازات) $N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$

(غازات) $N_2O_4(g) \rightleftharpoons 2NO_2(g)$

60024957

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

## ⑧ التفاعلات العكوسة الغير متجانسة :-

" التفاعلات العكوسة التي تكون فيها المواد المتفاعلة والناتجة من التفاعل في أكثر من حالة فيزيائية ".

صلب + غاز

$$2NaHCO_3 \rightleftharpoons Na_2CO_3 + H_2O + CO_2$$
(S) (S) (g) (g)

سائل + غاز

$$H_2O + CO_2 \rightleftharpoons H_2CO_3$$
(l) (g) (aq)

صلب + غاز

$$Fe_3O_4 + 4H_2 \rightleftharpoons 3Fe + 4H_2O$$
(S) (g) (S) (g)

### خصائص التفاعل العكوس

- تفاعل غير تام
- لا يكتمل حتى نهايته
- تتحد النواتج لتكوين المتفاعلات مرة أخرى
- تحدث في اتجاهين (الطردي والعكسي) في آن واحد
- تركيز المتفاعلات والنواتج يظل ثابت عند الإتزان.

60024957

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

مثال) تفاعل محلول نترات الفضة مع محلول كلوريد الصوديوم تفاعل غير عكوس.
لأنه يحدث في اتجاه واحد حتى يكتمل ولا تستطيع النواتج التفاعل مع بعضها لتكوين المتفاعلات مرة أخرى.

مثال) تفاعل ثاني أكسيد الكبريت مع الأكسجين وتكون ثالث أكسيد الكبريت
من التفاعلات العكوسة المتجانسة.
لأن التفاعل لا يستمر في اتجاه واحد حتى يكتمل بل تتفاعل النواتج وتكون المتفاعلات مرة أخرى. وأي له المعادلة الكيميائية للتفاعل النواتج والمتفاعلات (غازية)

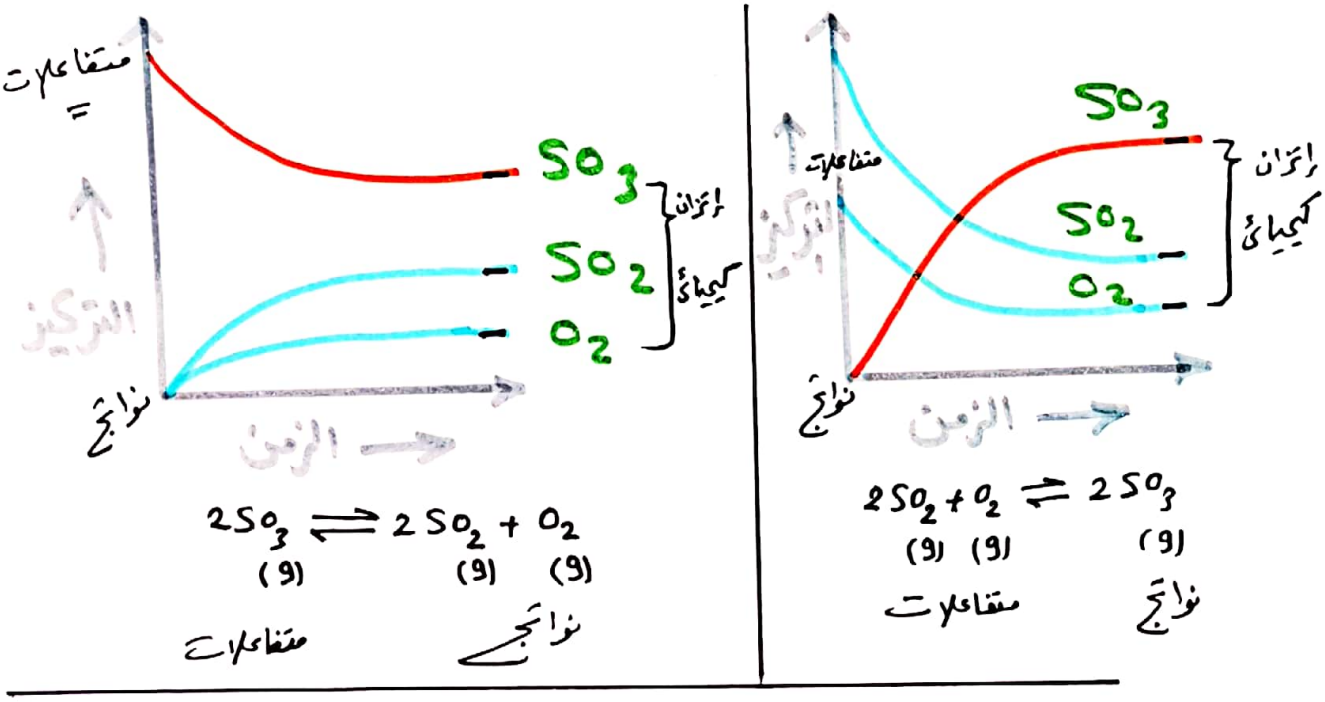
$$2SO_{2(g)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons 2SO_{3(g)}$$

**الإتزان الكيميائي الديناميكي:-** "هي حالة النظام التي ينشأ
تثبت تركيزات المواد المتفاعلة والمواد الناتجة وبالتالي تكون سرعة
التفاعل العكسي مساوية لسرعة التفاعل الطردي طالما بقي النظام
بعيداً عن أي مؤثر خارجي"



الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

## ② قانون فعل الكتلة :- "عند ثبات درجة الحرارة تتناسب سرعة التفاعل الكيميائي طردياً مع تركيزات المواد المتفاعلة كل مرفوع إلى أس يساوي عدد المولات أمام كل مادة في المعادلة الكيميائية الموزونة"




١- تتغير تركيزات المتفاعلات والنواتج مع مرور الزمن حتى تصل لقيمة ثابتة

٢- ثبات قيمة التركيزات لا يعني توقف التفاعل

٣- الاتزان الكيميائي هو اتزان ديناميكي [سرعة التفاعل الطردي = سرعة التفاعل العكسي]

٤- ليس بالضرورة تساوي تركيزات المتفاعلات مع تركيزات النواتج قد يكونا مختلفين وليس لها علاقة بالاتزان .



الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

## موضوع الإتزان :- "التركيزات النسبية للمواد المتفاعلة والمواد الناتجة عند الإتزان"

مثال :-

$A \rightleftharpoons B$

٪١ ٪٩٩

* تركيز B كبير جداً
* تكوين الناتج (B) مفضلاً

مثال :-

$A \rightleftharpoons B$

٪٩٩ ٪١

* تركيز A كبير جداً
* تكوين (A) مفضلاً

* إذا تحولت المواد المتفاعلة بالكامل إلى مواد ناتجة - تفاعل تام - غير عكوس .

## المادة المحفزة :-

١- تزيد سرعة التفاعل الطردي والعكس بنفس المقدار
٢- تقلل الطاقة اللازمة للتفاعل الطردي والعكس بنفس المقدار
٣- تقلل الفترة الزمنية للوصول إلى الإتزان .



الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

## ثابت الإتزان: $K_{eq}$ :- "النسبه بين حاصل ضرب تركيز المواد الناتجة من التفاعل إلى حاصل ضرب تركيز المواد المتفاعلة"

* اختصار كلمة تركيز بوضع الأقواس المربعه [ ]

مثال :-

$$PCl_{5(g)} \rightleftharpoons PCl_{3(g)} + Cl_{2(g)}$$

$$K_{eq} = \frac{[PCl_3] \times [Cl_2]}{[PCl_5]}$$

① في حالة المنظومة المتجانسة [غازية أو سائلة] :-

$$CH_3COOH_{(l)} + C_2H_5OH_{(l)} \rightleftharpoons CH_3COOC_2H_5{}_{(l)} + H_2O_{(l)}$$

$$K_{eq} = \frac{[CH_3COOC_2H_5] \times [H_2O]}{[CH_3COOH] \times [C_2H_5OH]}$$

② في حالة المنظومة الغير متجانسة :-

$K_{eq}$ لا تشمل المواد الصلبة (s)

لا تشمل الماء في حالة السائلة (في التفاعلات فقط)

علل $H_2O_{(l)}$ لأن تركيزها ثابت وسيادي واحد ويعمل كماء كمذيب .



الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

مثال ① :- يحتوي دورق محكم الغلق سعته 1 L على خليط من غازي $N_2O_4$ و $NO_2$ فيكون هذا الخليط عند الإتزان على $N_2O_4$ 0.0045 mol و $NO_2$ 0.03 mol عند درجة 10°C

$$N_2O_4 \rightleftharpoons 2NO_2$$
(g) (g)

اكتب العلاقة التي تعبر عن ثابت الأتزان Keq واحسب قيمتة ؟

---

الحل

$$[N_2O_4] = \frac{\text{عدد المولات}}{\text{الحجم باللتر}} = \frac{0.0045}{1} = 0.0045\ mol/L$$

$$[NO_2] = \frac{\text{عدد المولات}}{\text{الحجم باللتر}} = \frac{0.03}{1} = 0.03\ mol/L$$

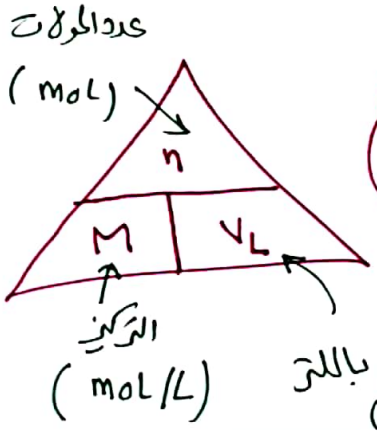
$$Keq = \frac{\text{حاصل ضرب تركيز النواتج}}{\text{حاصل ضرب تركيز المتفاعلات}}$$

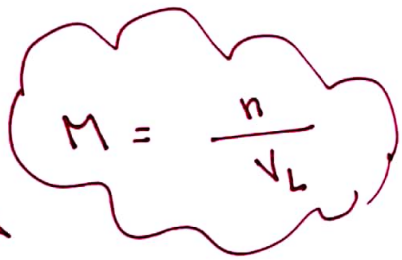
$$Keq = \frac{[NO_2]^2}{[N_2O_4]}$$

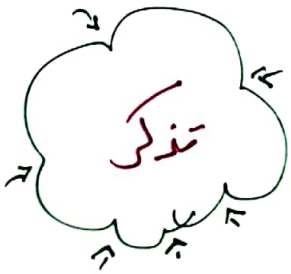
$$Keq = \frac{0.03^2}{0.0045} = \boxed{0.2}$$

ملاحظ :- Keq أصغر من الواحد الصحيح ؟ $Keq < 1$

إذا : موضع الأتزان يزاح في إتجاه تكوين المتفاعلة (العكس) $N_2O_4$






الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

مثال ② :- خليط في حالة إتزان من النيتروجين والهيدروجين والأمونيا وموجود في دورق سعته 1 L [هيدروجين 0.15 mol ، نيتروجين 0.25 mol ، أمونيا 0.1 mol]

$$N_2 + 3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3$$
(g) (g) (g)

* أحسب ثابت الإتزان Keq ؟

الحل :-

مثال ③ نفس المثال السابق ولكن للمعادلة

$$2NH_3 \rightleftharpoons 3H_2 + N_2$$
(g) (g) (g)

* أحسب ثابت الإتزان Keq ؟

ملاحظ :- ثابت الإتزان للتفاعل الطردي مقلوب ثابت الإتزان للتفاعل العكسي ...

60024957

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

مثال (٤) :- تفاعل 1 mol من غاز $H_2$ عديم اللون مع 1 mol من بخار $I_2$ البنفسجي في دورق محكم الغلق سعته 1 L عند درجة حرارة 45°C فوجد عند الاتزان 1.56 mol من غاز يوديد الهيدروجين HI عديم اللون مع بعض الغازات المتفاعلة. أحسب Keq للتفاعل ؟

$$H_2 + I_2 \rightleftharpoons 2HI$$
(g) (g) (g)

الحل :-

$$H_2 + I_2 \rightleftharpoons 2HI$$

1 mol 1 mol 2 mol

0.78 0.78 1.56 mol

∴ الكمية الباقية من $H_2$ = 1 − 0.78 = 0.22 مول

الكمية الباقية من $I_2$ = 1 − 0.78 = 0.22 مول ← (عند الاتزان)

$$K_{eq} = \frac{\text{حاصل ضرب تركيز النواتج}}{\text{حاصل ضرب تركيز المتفاعلات}}$$

$$K_{eq} = \frac{[HI]^2}{[H_2] \times [I_2]}$$

$$K_{eq} = \frac{[1.56]^2}{[0.22] \times [0.22]} = 50.3$$

$$[H_2] = \frac{0.22}{1} = 0.22\ mol/L$$

$$[I_2] = \frac{0.22}{1} = 0.22\ mol/L$$

$$[HI] = \frac{1.56}{1} = 1.56\ mol/L$$

نلاحظ :- $K_{eq}$ أكبر من الواحد الصحيح ؟ $K_{eq} > 1$

إذا : موضع الاتزان يزاح في اتجاه تكوين النواتج (الطردي) HI



الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner