

MỤC TIÊU BÀI HỌC

Học sinh hiểu :

- Cân bằng hoá học là gì ?
- Hằng số cân bằng là gì ? Ý nghĩa của hằng số cân bằng.
- Thế nào là sự chuyển dịch cân bằng và những yếu tố nồng độ, nhiệt độ, áp suất ảnh hưởng đến chuyển dịch cân bằng hoá học như thế nào ?

Học sinh vận dụng :

- Vận dụng thành thạo nguyên lí chuyển dịch cân bằng cho một cân bằng hoá học.
- Sử dụng biểu thức hằng số cân bằng để tính toán.

CHUẨN BỊ

Giáo viên :

- Bảng 7.2 – Hệ cân bằng $N_2O_4(k) \rightleftharpoons 2NO_2(k)$ ở $25^\circ C$.
- Hai ống nghiệm đựng khí NO_2 (có màu như nhau) ; Một cốc nước đá để làm thí nghiệm chuyển dịch cân bằng $2NO_2 \rightleftharpoons N_2O_4$

Học sinh : Xem lại các yếu tố ảnh hưởng đến tốc độ phản ứng.

GỢI Ý TỔ CHỨC HOẠT ĐỘNG DẠY HỌC

I. PHẢN ỨNG MỘT CHIỀU, PHẢN ỨNG THUẬN NGHỊCH VÀ CÂN BẰNG HOÁ HỌC

1. Phản ứng một chiều

Hoạt động 1 :

- HS nghiên cứu SGK và cho biết thế nào là phản ứng một chiều – dựa vào thí dụ SGK để giải thích.
- GV chốt lại : Phản ứng chỉ xảy ra theo một chiều xác định được gọi là phản ứng một chiều. Trong phương trình hoá học của phản ứng một chiều, người ta dùng mũi tên chỉ chiều phản ứng.

2. Phản ứng thuận nghịch

Hoạt động 2 :

HS nghiên cứu thí dụ trong SGK và trả lời câu hỏi : Thế nào là phản ứng thuận nghịch ? Biểu diễn phản ứng thuận nghịch như thế nào ? Đặc điểm của phản ứng thuận nghịch là gì ? So với phản ứng một chiều có gì khác ?

3. Cân bằng hoá học

Hoạt động 3 :

- GV nêu vấn đề : Thí nghiệm cho 0,500 mol H_2 và 0,500 mol I_2 vào bình kín ở $430^\circ C$ chỉ thu được 0,786 mol HI.

Hãy giải thích, viết pthh và tính lượng mỗi chất có trong hệ.

GV : Làm thí nghiệm ngược lại, nếu đun nóng 1,00 mol HI trong bình kín, ở $430^\circ C$. Kết quả cũng chỉ thu được 0,107 mol H_2 , 0,107 mol I_2 và 0,786 mol HI.

Điều đó có nghĩa tại điều kiện đã cho nồng độ các chất H_2 , I_2 , HI trong hỗn hợp phản ứng là không đổi. Người ta nói phản ứng trên đã đạt đến trạng thái cân bằng. Đó là một cân bằng hoá học.

Đặt vấn đề : Tại sao ở trạng thái cân bằng nồng độ các chất trong hệ phản ứng không thay đổi theo thời gian ? (GV gợi ý : dựa vào SGK so sánh tốc độ phản ứng thuận và nghịch).

- GV tổng kết :
 - Cân bằng hoá học là trạng thái của phản ứng thuận nghịch khi tốc độ phản ứng thuận bằng tốc độ phản ứng nghịch.
 - Cân bằng hoá học là một cân bằng động.

II. HẰNG SỐ CÂN BẰNG

1. Cân bằng trong hệ đồng thể

Hoạt động 4 :

- GV hướng dẫn HS xét phản ứng thuận nghịch ở trạng thái cân bằng : $N_2O_4(k) \rightleftharpoons 2NO_2(k)$ và nghiên cứu bảng 7.2 SGK.

So sánh các tỉ số $\frac{[NO_2]^2}{[N_2O_4]}$ tương ứng với các giá trị nồng độ $[NO_2]$ và

$[N_2O_4]$ tại các thời điểm khác nhau.

- HS nhận xét : Tỉ số đó hầu như không đổi. Giá trị trung bình là $4,63 \cdot 10^{-3}$.

- GV : Giá trị đó gọi là hằng số cân bằng của phản ứng trên, kí hiệu là K.

$$\text{Vậy : } K_c = \frac{[\text{NO}_2]^2}{[\text{N}_2\text{O}_4]} = 4,63 \cdot 10^{-3}$$

Giải thích biểu thức tính hằng số cân bằng :

$[\text{NO}_2]$ và $[\text{N}_2\text{O}_4]$: nồng độ mol của NO_2 và N_2O_4 ở trạng thái cân bằng ;

Số mũ 2 ở nồng độ NO_2 và số mũ 1 ở nồng độ N_2O_4 ứng đúng với hệ số của chúng trong pthh của phản ứng.

- Cho phương trình của phản ứng thuận nghịch dạng tổng quát :
 $aA + bB \rightleftharpoons cC + dD$ (A, B, C, D là chất khí hay chất tan trong dung dịch).
 Hãy viết biểu thức tính hằng số cân bằng và giải thích các đại lượng trong biểu thức.

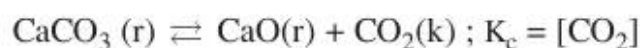
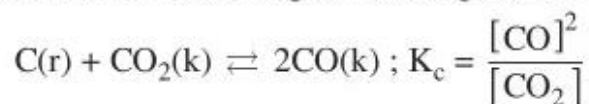
$$\text{Trả lời : } K_c = \frac{[\text{C}]^c [\text{D}]^d}{[\text{A}]^a [\text{B}]^b}.$$

2. Cân bằng trong hệ dị thể

Hoạt động 5 :

- GV nêu vấn đề : Vì nồng độ chất rắn được coi là hằng số nên nó không có mặt trong biểu thức hằng số cân bằng K_c .

GV yêu cầu HS viết biểu thức hằng số cân bằng của các phương trình hoá học :



GV lưu ý HS :

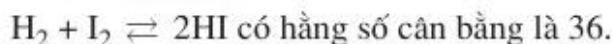
- Hằng số cân bằng của một phản ứng xác định chỉ phụ thuộc vào nhiệt độ.
- Đối với một phản ứng xác định, nếu thay đổi hệ số các chất trong phản ứng thì giá trị hằng số cân bằng cũng thay đổi (xem thí dụ SGK).
- Đối với phản ứng có mặt chất rắn, nồng độ chất rắn được coi là một hằng số nên không có nồng độ chất rắn trong biểu thức tính hằng số cân bằng.
- GV đặt vấn đề : Giá trị hằng số cân bằng có ý nghĩa là từ giá trị hằng số cân bằng sẽ biết được lượng chất phản ứng còn lại và lượng sản phẩm tạo thành ở trạng thái cân bằng từ đó biết được hiệu suất phản ứng.

Thí dụ 1 : Phản ứng nung vôi $\text{CaCO}_3 \rightleftharpoons \text{CaO} + \text{CO}_2$ có hằng số cân bằng ở 820°C là $K_c = 4,28 \cdot 10^{-3}$; và ở 880°C là $K_c = 1,06 \cdot 10^{-2}$.

Tính lượng CO_2 thu được ở mỗi nhiệt độ và cho nhận xét.

Bài giải : (SGK)

Thí dụ 2 : Ở nhiệt độ nhất định, phản ứng :



Nồng độ ban đầu của H_2 và I_2 bằng $0,02 \text{ mol/l}$. Tính nồng độ mol của các chất lúc cân bằng.

Bài giải : Biểu thức hằng số cân bằng của phản ứng đã cho

$$K_c = \frac{[\text{HI}]^2}{[\text{H}_2][\text{I}_2]} = 36$$

Gọi x là nồng độ H_2 tham gia phản ứng. Vậy cũng có $x \text{ mol/l}$ I_2 tham gia phản ứng và có $2x \text{ mol/l}$ HI tạo thành.

Lúc cân bằng : $[\text{H}_2] = [\text{I}_2] = (0,02 - x)$; $[\text{HI}] = 2x$

Thay các giá trị tìm được vào biểu thức tính hằng số cân bằng :

$$\frac{(2x)^2}{(0,02 - x)(0,02 - x)} = 36$$

Giải phương trình $\rightarrow x = 0,015$

$$[\text{H}_2] = [\text{I}_2] = 0,02 - 0,015 = 0,005 \text{ (mol/l)}$$

$$[\text{HI}] = 2 \times 0,015 = 0,03 \text{ (mol/l)}$$

Vậy lúc cân bằng nồng độ H_2 là $0,005 \text{ mol/l}$; nồng độ I_2 là $0,005 \text{ mol/l}$ và nồng độ HI là $0,03 \text{ mol/l}$.

III. SỰ CHUYỂN DỊCH CÂN BẰNG HOÁ HỌC

1. Thí nghiệm

Hoạt động 6 :

- Nếu có điều kiện, GV làm thí nghiệm như SGK hoặc nêu hiện tượng để HS giải thích.

Trước khi nhúng ống nghiệm a vào nước đá, màu hỗn hợp khí ở cả 2 ống nghiệm a và b là như nhau. Nghĩa là trạng thái cân bằng được thiết lập ở cả 2 ống nghiệm là như nhau.

Khi nhúng ống a vào nước đá, màu ở ống a nhạt hơn màu ở ống b. Chứng tỏ dưới tác dụng của nhiệt, cân bằng chuyển dịch. Tốc độ phản ứng nghịch (phản ứng tạo thành N_2O_4 không màu) lớn hơn tốc độ phản ứng thuận (phản ứng phân huỷ N_2O_4 thành NO_2 màu nâu đỏ).

Hiện tượng đó gọi là sự chuyển dịch cân bằng.

2. Định nghĩa

- HS phát biểu kết luận về sự chuyển dịch cân bằng.

IV. CÁC YẾU TỐ ẢNH HƯỞNG ĐẾN CÂN BẰNG HOÁ HỌC

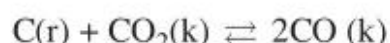
- GV đặt vấn đề : Ở điều kiện không đổi, cân bằng hoá học có thể được bảo toàn trong thời gian lâu tùy ý. Nhưng khi các điều kiện bên ngoài như nồng độ, áp suất, nhiệt độ thay đổi, cân bằng hoá học sẽ bị chuyển dịch.

Ta hãy xét các yếu tố ảnh hưởng đến cân bằng hoá học.

1. Ảnh hưởng của nồng độ

Hoạt động 7 :

- GV nêu vấn đề : Ở $800^\circ C$, phản ứng thuận nghịch



có hằng số cân bằng $K = 9,2.10^{-2}$.

Nếu tăng nồng độ CO_2 bằng cách đưa thêm CO_2 vào bình phản ứng thì cân bằng sẽ chuyển dịch như thế nào ?

HS giải : Biểu thức tính hằng số cân bằng của phản ứng trên được viết :

$$K_c = \frac{[CO]^2}{[CO_2]} = 9,2.10^{-2}$$

Để K không đổi nghĩa là tỉ số $\frac{[CO]^2}{[CO_2]}$ không đổi khi $[CO_2]$ tăng thì $[CO]$ cũng phải tăng lên.

GV : Như vậy tốc độ phản ứng thuận, phản ứng tạo thành CO lớn hơn, hay nói cách khác cân bằng dịch chuyển về phía làm giảm nồng độ CO_2 .

Ngược lại, nếu tăng nồng độ CO bằng cách đưa thêm CO vào bình phản ứng thì cân bằng sẽ chuyển dịch theo chiều nghịch, làm tăng nồng độ CO_2 , nói cách khác cân bằng chuyển dịch về phía làm giảm nồng độ CO.

- GV bổ sung : Chất rắn không có mặt trong biểu thức tính hằng số cân bằng nên khi thêm hoặc bớt chất rắn trong phản ứng, cân bằng không bị chuyển dịch.

2. Ảnh hưởng của áp suất

Hoạt động 8 :

- GV cho HS thấy được đối với chất khí giữa nồng độ và áp suất có mối quan hệ tỉ lệ thuận. Nên trong biểu thức tính hằng số cân bằng đối với phản ứng có chất khí tham gia có thể thay giá trị nồng độ bằng giá trị áp suất ở trạng thái cân bằng.

Xét thí nghiệm trong SGK.

HS nghiên cứu thí nghiệm trong SGK và trả lời câu hỏi : Khi tăng hoặc giảm áp suất của hệ cân bằng chuyển dịch như thế nào ? Giải thích.

GV kết luận : Đối với một hệ cân bằng khí ta thay đổi áp suất, cân bằng sẽ chuyển dịch về phía chống lại sự thay đổi đó.

- GV : Xét cân bằng $H_2(k) + I_2(k) \rightleftharpoons 2HI(k)$
Nếu tăng áp suất của hệ lên 2 lần. Cân bằng sẽ chuyển dịch về phía nào ?

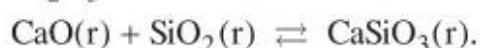
HS giải : Biểu thức tính hằng số cân bằng là $K_c = \frac{(P_{HI})^2}{P_{H_2} \cdot P_{I_2}}$

Nếu tăng áp suất chung của hệ lên 2 lần thì áp suất riêng của mỗi khí cũng tăng lên 2 lần.

Khi đó : $\frac{(2P_{HI})^2}{2P_{H_2} \cdot 2P_{I_2}} = \frac{(P_{HI})^2}{P_{H_2} \cdot P_{I_2}} = K_c$ (hằng số cân bằng không thay đổi).

Trong cân bằng trên, tổng số mol chất khí của 2 vế bằng nhau, nên khi thay đổi áp suất cân bằng không bị chuyển dịch.

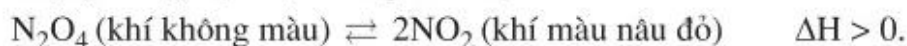
- GV giúp HS liên hệ : Tương tự như vậy, áp suất không ảnh hưởng đến các cân bằng



3. Ảnh hưởng của nhiệt độ

Hoạt động 9 :

- GV : Sử dụng thí nghiệm dựa vào phản ứng



HS nhận xét : Phản ứng thuận thu nhiệt còn phản ứng nghịch tỏa nhiệt.

GV chuẩn bị trước hai bình cầu hoàn toàn như nhau, đựng khí NO_2 có màu hoàn toàn như nhau. Một bình để lại đối chứng, còn một bình nhúng vào chậu nước đá sau 1 phút cho HS quan sát so sánh màu sắc với bình làm đối chứng.

HS nhận xét và giải thích : Bình ngâm trong nước đá có màu nhạt hơn.

Nguyên nhân : Cân bằng đã dịch chuyển về phía tạo ra nhiều N_2O_4 không màu – nghĩa là *khí giảm nhiệt độ cân bằng đã dịch chuyển về phía tỏa nhiệt.*

GV : Tương tự, nếu nhúng 1 bình cầu vào cốc nước nóng hiện tượng sẽ xảy ra như thế nào ? Giải thích.

Quan sát thí nghiệm, HS sẽ nhận xét được bình nhúng vào nước nóng có màu nâu đỏ (màu đậm lên). Cân bằng dịch chuyển về phía tạo ra nhiều phân tử NO_2 , có nghĩa là *khí tăng nhiệt độ cân bằng chuyển dịch về phía thu nhiệt.*

- GV : Sự chuyển dịch cân bằng đã xét ở trên tuân theo nguyên lí chuyển dịch cân bằng Lơ Sa-tơ-li-ê (H. Le Chatelier).

HS : Dựa vào SGK phát biểu nguyên lí.

4. Vai trò của chất xúc tác

- GV bổ sung : Như đã biết chất xúc tác làm tăng tốc độ phản ứng, trong phản ứng thuận nghịch nếu ta sử dụng chất xúc tác tốc độ phản ứng thuận và nghịch đều tăng như nhau nên chất xúc tác không có tác dụng làm chuyển dịch cân bằng, mà chỉ có tác dụng làm cho phản ứng nhanh chóng đạt đến trạng thái cân bằng.

V. Ý NGHĨA CỦA TỐC ĐỘ PHẢN ỨNG VÀ CÂN BẰNG HOÁ HỌC TRONG SẢN XUẤT HOÁ HỌC

Hoạt động 10 :

- GV : Hiểu được các yếu tố ảnh hưởng đến tốc độ phản ứng và các yếu tố ảnh hưởng đến cân bằng hoá học là việc rất cần thiết trong sản xuất hoá chất.

Sau đây, chúng ta xét một vài phản ứng hoá học được dùng trong sản xuất hoá học.

Thí dụ 1 : Trong sản xuất axit sunfuric có công đoạn oxi hoá SO_2 thành SO_3 bằng O_2 không khí :



Có thể áp dụng vào cân bằng này những yếu tố gì để làm chuyển dịch cân bằng về phía tạo thành SO_3 ?

HS :

– Phản ứng thuận là phản ứng toả nhiệt nên không được tăng nhiệt độ lên cao quá, thực tế nhiệt độ của phản ứng này là 450°C.

– Phản ứng có sự thay đổi số mol khí, phản ứng thuận làm giảm số mol khí nên có thể tăng áp suất của hệ.

– Tăng nồng độ oxi bằng cách dùng dư không khí.

– Để hệ nhanh chóng đạt đến trạng thái cân bằng người ta dùng chất xúc tác.

• GV bổ sung : Trong thực tế, người ta dùng dư oxi và dùng chất xúc tác mà không tăng áp suất. Khi đó hiệu suất của phản ứng đã đạt 98%.

• GV cho HS xét các cân bằng :



Hoạt động 11 : Củng cố bài học

• Có thể sử dụng các bài tập 4, 5 (SGK) để củng cố bài học.

• GV hướng dẫn HS giải một số bài tập khó như những bài vận dụng biểu thức K cân bằng để tính toán (bài 7, 8, 9, 10 SGK).

☐ HƯỚNG DẪN GIẢI VÀ ĐÁP SỐ BÀI TẬP TRONG SGK

1. Chọn đáp án B.

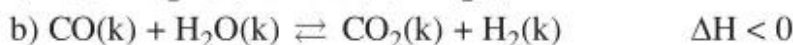
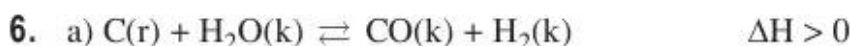
3. a) $K_c = [\text{CO}_2]$; b) $K_c = \frac{1}{[\text{O}_2]^{\frac{1}{2}}}$

c) $K_{c_1} = \frac{[\text{SO}_3]^2}{[\text{SO}_2]^2 [\text{O}_2]}$; $K_{c_2} = \frac{[\text{SO}_3]}{[\text{SO}_2][\text{O}_2]^{\frac{1}{2}}}$; $K_{c_3} = \frac{[\text{SO}_2]^2 [\text{O}_2]}{[\text{SO}_3]^2}$

$$K_{c_3} = \frac{1}{K_{c_1}} ; K_{c_2} = \sqrt{K_{c_1}} ; K_{c_3} = \left(\frac{1}{K_{c_2}} \right)^2 = \frac{1}{K_{c_2}^2}$$

5. Nguyên lí Lơ Sa-tơ-li-ê (SGK).

Áp dụng : Giảm áp suất, tăng nhiệt độ, tăng nồng độ CO_2 hoặc giảm nồng độ CO cân bằng sẽ chuyển dịch theo chiều thuận.



	Phản ứng a	Phản ứng b
Tăng nhiệt độ	→	←
Thêm lượng hơi nước	→	→
Thêm khí H ₂	←	←
Tăng áp suất	←	không đổi
Chất xúc tác	0	0

7. Biểu thức tính hằng số cân bằng : $K_c = \frac{[HI]^2}{[H_2][I_2]}$

Thay các giá trị $[HI] = 0,786$; $[H_2] = [I_2] = 0,107M$

$$K_c = \frac{(0,786)^2}{(0,107)^2} = \frac{0,617796}{0,011449} = 53,96.$$

8. Gọi nồng độ H₂O phản ứng là x → Nồng độ nước cân bằng là (0,03 - x), ta có

$$\frac{x^2}{(0,03 - x)^2} = 1,873 \Leftrightarrow \frac{x}{0,03 - x} = 1,369 \rightarrow x = 0,0411 - 1,369x$$

$$\rightarrow x = \frac{0,0411}{2,369} = 0,017, \text{ do đó } [H_2O] = 0,03 - 0,017 = 0,013(M) ; [CO] = 0,013M.$$

9. $C_{HBr} = 0,27M$; $[H_2] = [Br_2] = x$; $[HBr] = 0,27 - 2x$

$$\frac{(0,27 - 2x)^2}{x^2} = 2,18 \cdot 10^6 \rightarrow \frac{(0,27 - 2x)}{x} = 1,476 \cdot 10^3 \rightarrow x = 1,82 \cdot 10^{-4}$$

Do đó : $[H_2] = [Br_2] = 1,83 \cdot 10^{-4}M$; $[HBr] = 0,27 - 0,000182 \approx 0,27(M)$.

10. Nồng độ ban đầu : $C_{I_2} = 0,0198 M$; Gọi nồng độ iot bị chuyển hoá là x. Vậy nồng độ iot lúc cân bằng $[I_2] = 0,0198 - x$. Nồng độ nguyên tử I lúc cân bằng là 2x.

$$K = \frac{[I]^2}{[I_2]} = 3,80 \cdot 10^{-5} \rightarrow \frac{4x^2}{(0,0198 - x)} = 3,80 \cdot 10^{-5}$$

$$4x^2 = 0,0753 \cdot 10^{-5} - 3,80 \cdot 10^{-5}x \rightarrow 2x \approx 0,868 \cdot 10^{-3} \rightarrow x = 0,43 \cdot 10^{-3}$$

$$[I_2] = 0,0198 - 0,000434 = 0,0194(M) ; [I] = 8,6 \cdot 10^{-4}M.$$