BÀI 1. KHÁI NIỆM VỀ CÂN BẰNG HOÁ HỌC

I. PHẢN ỨNG MỘT CHIỀU, PHẢN ỨNG THUẬN NGHỊCH

1) Phản ứng 1 chiều:

- Trong điều kiện xác định, phản ứng xảy ra từ các chất tham gia phản ứng tạo thành chất sản phẩm và các chất sản phẩm không phản ứng được với nhau để tạo thành chất đầu được gọi là phản ứng một chiều.

- Kí hiệu: là một mũi tên chỉ chiều từ trái sang phải "$\longrightarrow$".

- Ví dụ: $Fe\,(s) + 2HCl\,(aq) \longrightarrow FeCl_2\,(aq) + H_2\,(g)$.

2) Phản ứng thuận nghịch:

- Phản ứng thuận nghịch là phản ứng xảy ra theo hai chiều hướng ngược nhau trong cùng điều kiện.

- Kí hiệu là hai nửa mũi tên ngược chiều nhau "$\hat{\ddagger}$ $\hat{\ddagger}$ "

- Ví dụ: $N_2 + 3H_2 \hat{\ddagger}$ $\hat{\ddagger}$ $2NH_3$ ® Phản ứng thuận: $N_2 + 3H_2 \xrightarrow{3/4} 2NH_3$; Phản ứng nghịch: $2NH_3 \xrightarrow{3/4} N_2 + 3H_2$

- Trong thực tế, các phản ứng thuận nghịch xảy ra không hoàn toàn bởi vì trong cùng một điều kiện, các chất phản ứng tác dụng với nhau tạo thành các chất sản phẩm (phản ứng thuận), đồng thời các chất sản phẩm lại tác dụng với nhau tạo thành các chất ban đầu.

Ví dụ 1. Phản ứng nào sau đây là phản ứng thuận nghịch?

A. $2KClO_3 \xrightarrow{t^o} 2KCl + 3O_2$.

B. $N_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2NO(g)$.

C. $CH_4 + 2O_2 \xrightarrow{t^o} CO_2 + 2H_2O$.

D. $Fe + 2HCl \rightarrow FeCl_2 + H_2$.

Ví dụ 2. Hai thí nghiệm sau đều được thực hiện ở cùng một điều kiện (bình kín dung tích 10 L, nhiệt độ 445 ^oC):

Thí nghiệm 1: Cho 1 mol H_2 và 1 mol I_2 vào bình kín. Kết quả thí nghiệm cho thấy dù thời gian phản ứng kéo dài bao lâu thì trong bình vẫn chỉ tạo ra 1,6 mol HI; còn dư 0,2 mol H_2 và 0,2 mol I_2.

Thí nghiệm 2: Thí nghiệm 2: Cho 2 mol HI vào bình. Kết quả thí nghiệm cũng cho thấy dù thời gian phản ứng kéo dài bao lâu thì trong bình vẫn chỉ tạo ra 0,2 mol H_2 và 0,2 mol I_2; còn dư 1,6 mol HI.

Thực hiện yêu cầu sau:

a) Viết phương trình hoá học của các phản ứng xảy ra trong thí nghiệm 1 và thí nghiệm 2.

b) Trong cả hai thí nghiệm trên, dù thời gian phản ứng kéo dài bao lâu thì các chất đầu đều còn lại sau phản ứng. Giải thích.

Đáp án:

a) Phương trình hoá học của các phản ứng xảy ra:

- Trong thí nghiệm 1: $H_2(g) + I_2(g) \rightleftharpoons 2HI(g)$.
- Trong thí nghiệm 2: $2HI(g) \rightleftharpoons H_2(g) + I_2(g)$.

b) Trong cả hai thí nghiệm trên, dù thời gian phản ứng kéo dài bao lâu thì các chất đầu đều còn lại sau phản ứng. Do hai phản ứng trên là phản ứng thuận nghịch, trong cùng một điều kiện, các chất phản ứng tác dụng với nhau tạo thành các chất sản phẩm (phản ứng thuận), đồng thời các chất sản phẩm lại tác dụng với nhau tạo thành các chất ban đầu (phản ứng nghịch).

Ví dụ 3. Viết phương trình hoá học của phản ứng xảy ra trong các trường hợp sau:

a) Phản ứng xảy ra khi cho khí Cl_2 tác dụng với nước.

a) Quá trình hình thành hang động, thạch nhũ là một ví dụ điển hình về phản ứng thuận nghịch trong tự nhiên. Nước có chứa CO_2 chảy qua đá vôi, bào mòn đá tạo thành $Ca(HCO_3)_2$ (phản ứng thuận) góp phần hình thành các hang động. Hợp chất $Ca(HCO_3)_2$ trong nước lại bị phân huỷ tạo ra CO_2 và $CaCO_3$ (phản ứng nghịch), hình thành các thạch nhũ, măng đá, cột đá.

Đáp án:

a) $Cl_2(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons HCl(aq) + HClO(aq)$.

b) $CO_2(aq) + H_2O(l) + CaCO_3(s) \rightleftharpoons Ca(HCO_3)_2(aq)$.

Ví dụ 4. Nhận xét nào sau đây **không** đúng?

A. Trong phản ứng một chiều, chất sản phẩm không phản ứng được với nhau tạo thành chất đầu.

B. Trong phản ứng thuận nghịch, các chất sản phẩm có thể phản ứng với nhau để tạo thành chất đầu.

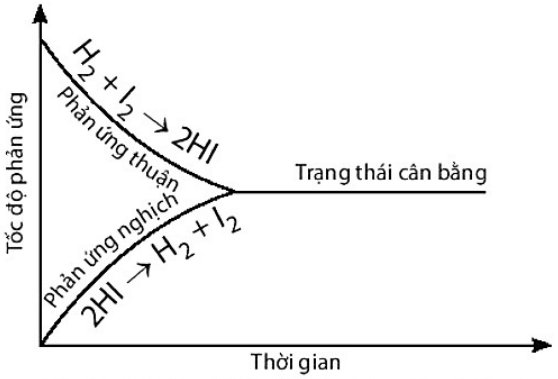
C. Phản ứng một chiều là phản ứng luôn xảy ra không hoàn toàn.

D. Phản ứng thuận nghịch là phản ứng xảy ra theo hai chiều trái ngược nhau trong cùng điều kiện.

II. CÂN BẰNG HÓA HỌC

1) Trạng thái cân bằng:

Trong thí nghiệm trên, lúc đầu phản ứng thuận có tốc độ lớn hơn phản ứng nghịch và ưu tiên tạo ra hydrogen iodide. Theo thời gian, tốc độ phản ứng thuận giảm dần, tốc độ phản ứng nghịch tăng dần đến khi tốc độ hai phản ứng bằng nhau (Hình 1.1). Tại thời điểm này, số mol của các chất hydrogen, iodine, hydrogen iodide không thay đổi nữa. Đây là thời điểm phản ứng thuận nghịch đạt tới trạng thái cân bằng.



Hình 1.1. *Sự biến thiên tốc độ phản ứng thuận và phản ứng nghịch theo thời gian*

- Trạng thái cân bằng của phản ứng thuận nghịch là trạng thái mà tại đó tốc độ phản ứng thuận bằng tốc độ phản ứng nghịch ($v_t = v_n$).

- Cân bằng hóa học là một cân bằng động, phản ứng vẫn diễn ra theo 2 chiều nhưng với tốc độ bằng nhau nên ở trạng thái cân bằng nồng độ các chất không thay đổi.

- Ví dụ: Cho phản ứng thuận nghịch: $N_2 + 3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3$

$\begin{cases} v_t = k_t.C_{N_2}.C_{H_2}^3 \\ v_n = k_n.C_{NH_3}^2 \end{cases}$, trong đó $\begin{cases} v_t, v_n: \text{Tốc độ phản ứng thuận, tốc độ phản ứng nghịch} \\ k_t, k_n: \text{Hằng số tốc độ phản ứng} \\ C_{N_2}, C_{H_2}, C_{NH_3}: \text{Nồng độ mol} \end{cases}$

+

+ Thời điểm ban đầu: $v_{t(max)}, v_n = 0$ vì v_t giảm dần, v_n tăng dần;

Sau 1 thời gian thì $v_t = v_n \Rightarrow k_t.C_{N_2}.C_{H_2}^3 = k_n.C_{NH_3}^2 \Rightarrow \frac{k_t}{k_n} = \frac{C_{NH_3}^2}{C_{N_2}.C_{H_2}^3}$

+

2) Hằng số cân bằng:

a) Biểu thức của hằng số cân bằng:

- Cho phản ứng thuận nghịch: $aA + bB \rightleftharpoons cC + dD$

- Ở trạng thái cân bằng: $\boxed{K_C = \frac{[C]^c[D]^d}{[A]^a.[B]^b}}$; $\begin{cases} K_C: \text{Hằng số cân bằng} \\ [A], [B], [C], [D]: \text{nồng độ mol của A, B, C, D} \end{cases}$

+ Thực nghiệm cho thấy: hằng số cân bằng K_C của một phản ứng thuận nghịch chỉ phụ thuộc nhiệt độ và bản chất của phản ứng.

+ Đối với phản ứng có chất rắn tham gia, không biểu diễn nồng độ của chất rắn trong biểu thức hằng số cân bằng. Ví dụ: $C(s) + CO_2(g) \rightleftharpoons 2CO(g)$ $K_C = \frac{[CO]^2}{[CO_2]}$.

b) Ý nghĩa của hằng số cân bằng:

- Hằng số cân bằng K_C phụ thuộc vào nhiệt độ và bản chất của phản ứng.

- K_C càng lớn thì phản ứng thuận càng chiếm ưu thế, K_C càng nhỏ thì phản ứng nghịch càng chiếm ưu thế.

Ví dụ 1. Xét phản ứng thuận nghịch: $H_2(g) + I_2(g) \rightleftharpoons 2HI(g)$.

Số liệu về sự thay đổi số mol các chất trong bình phản ứng ở thí nghiệm 1 được trình bày trong Bảng 1.1 dưới đây:

Bảng 1.1. *Số mol các chất trong bình phản ứng của thí nghiệm 1 thay đổi theo thời gian*

Thời gian (giây)	t_0	t_1	t_2	t_3	t_4	t_5	...	t_∞
Số mol H_2	1,0	0,6	0,4	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2
Số mol I_2	1,0	0,6	0,4	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2
Số mol HI	0	0,8	1,2	1,4	1,6	1,6	1,6	1,6

Thực hiện các yêu cầu:

a) Vẽ đồ thị biểu diễn sự thay đổi số mol các chất theo thời gian.

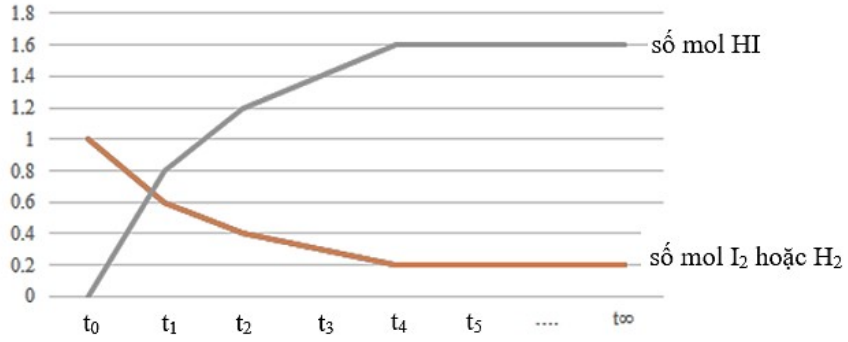
b) Từ đồ thị, nhận xét về sự thay đổi số mol của các chất theo thời gian.

c) Viết biểu thức định luật tác dụng khối lượng đối với phản ứng thuận và phản ứng nghịch, từ đó dự đoán sự thay đổi tốc độ của mỗi phản ứng theo thời gian (biết các phản ứng này đều là phản ứng đơn giản).

d) Bắt đầu từ thời điểm nào thì số mol các chất trong hệ phản ứng không thay đổi nữa?

Đáp án:

a) Đồ thị:



b) Số mol H_2 và I_2 giảm dần từ 1,0 → 0,2 mol trong khoảng thời gian từ t_0 đến t_4; số mol không đổi bằng 0,2 mol từ t_4 trở đi.

Số mol HI tăng dần từ 0 → 1,6 mol trong khoảng thời gian từ t_0 đến t_4; số mol không đổi bằng 1,6 mol từ t_4 trở đi.

c) Biểu thức định luật tác dụng khối lượng: đối với phản ứng thuận: $v = k.[H_2].[I_2]$; với phản ứng nghịch: $v = k.[HI]^2$. Theo thời gian, tốc độ phản ứng thuận giảm dần; tốc độ phản ứng nghịch tăng dần đến khi tốc độ hai phản ứng bằng nhau.

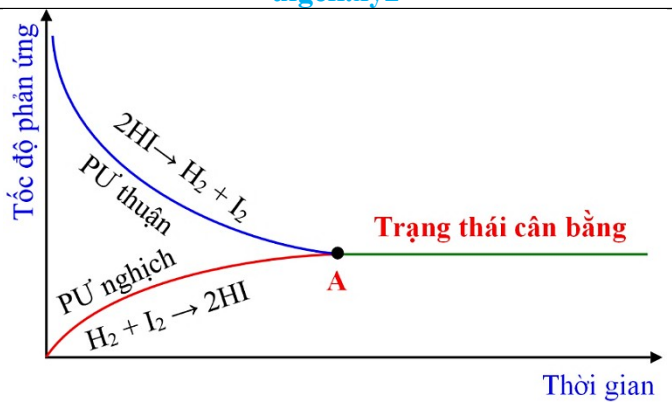
d) Bắt đầu từ thời điểm t_4 thì số mol các chất trong hệ phản ứng không thay đổi nữa.

Ví dụ 2. Cho phản ứng: $2HI(g) \rightleftharpoons H_2(g) + I_2(g)$.

a) Vẽ dạng đồ thị biểu diễn tốc độ của phản ứng thuận và phản ứng nghịch theo thời gian.

b) Xác định trên đồ thị thời điểm phản ứng trên bắt đầu đạt đến trạng thái cân bằng.

a) Đồ thị:



b) Phản ứng bắt đầu đạt trạng thái cân bằng được biểu biễn tại điểm A trên đồ thị.

Ví dụ 3. Cho các nhận xét sau:

a) Ở trạng thái cân bằng, tốc độ phản ứng thuận bằng tốc độ phản ứng nghịch.

b) Ở trạng thái cân bằng, các chất không phản ứng với nhau.

c) Ở trạng thái cân bằng, nồng độ các chất sản phẩm luôn lớn hơn nồng độ các chất đầu.

d) Ở trạng thái cân bằng, nồng độ các chất không thay đổi.

Các nhận xét đúng là

A. (a) và (b). **B.** (b) và (c). **C.** (a) và (c). **D.** (a) và (d).

Ví dụ 4. Xét phản ứng thuận nghịch: $H_2(g) + I_2(g) \rightleftharpoons 2HI(g)$

Thực hiện phản ứng trên ở trong bình kín, ở nhiệt độ 445°C với các nồng độ ban đầu khác nhau. Số liệu về nồng độ các chất ở thời điểm ban đầu và trạng thái cân bằng trong các thí nghiệm được trình bày trong Bảng 1.2.

Bảng 1.2. *Nồng độ các chất của phản ứng $H_2(g) + I_2(g) \rightleftharpoons 2HI(g)$ ở thời điểm ban đầu và ở trạng thái cân bằng.*

	Nồng độ các chất ở thời điểm ban đầu (mol/L)			Nồng độ các chất ở trạng thái cân bằng (mol/L)		
	H_2	I_2	HI	H_2	I_2	HI
Thí nghiệm 1	0,1	0,1	0	0,02000	0,02000	0,16000
Thí nghiệm 2	0,1	0,2	0	0,00532	0,10532	0,18936
Thí nghiệm 3	0,3	0,1	0	0,20290	0,00290	0,19420

Tính giá trị $K_C = \frac{[HI]^2}{[H_2].[I_2]}$ *ở mỗi thí nghiệm, nhận xét kết quả thu được.*

Đáp án:

- Thí nghiệm 1:

$$K_C = \frac{[HI]^2}{[H_2][I_2]} = \frac{0,16^2}{0,02.0,02} = 64$$

- Thí nghiệm 2:

$$K_C = \frac{[HI]^2}{[H_2][I_2]} = \frac{0,18936^2}{0,00532.0,10532} \approx 64$$

- Thí nghiệm 3:

$$K_C = \frac{[HI]^2}{[H_2][I_2]} = \frac{0,19420^2}{0,20290.0,00290} \approx 64$$

Nhận xét: Hằng số cân bằng K_C ở mỗi thí nghiệm bằng nhau.

Ví dụ 5. Viết biểu thức hằng số cân bằng cho các phản ứng sau:

a) Phản ứng tổng hợp ammonia: $N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$.

b) Phản ứng nung vôi: $CaCO_3(s) \rightleftharpoons CaO(s) + CO_2(g)$.

Đáp án:

a) $K_C = \frac{[NH_3]^2}{[N_2].[H_2]^3}$

b) $K_C = [CO_2]$

Ví dụ 6. Cho hai phản ứng thuận nghịch sau:

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

(2) $\frac{1}{2} H_2(g) + \frac{1}{2} I_2(g) \rightleftharpoons HI(g)$

a) Viết biểu thức tính hằng số cân bằng (K_C) của hai phản ứng trên và cho biết chúng có bằng nhau không?

b) Nếu hằng số cân bằng của phản ứng (1) bằng 64 thì hằng số cân bằng của phản ứng (2) bằng bao nhiêu xét ở cùng nhiệt độ?

Đáp án:

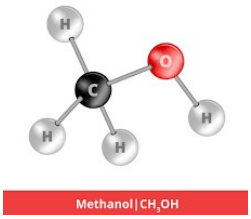
(a) $K_{C(1)} = \frac{[HI]^2}{[H_2].[I_2]}$; $K_{C(2)} = \frac{[HI]}{[H_2]^{\frac{1}{2}}.[I_2]^{\frac{1}{2}}}$ $\Rightarrow$ Hai hằng số cân bằng này không bằng nhau.

(b) Theo ý (a) ta có: $K_{C(1)} = (K_{C(2)})^2$ $\Rightarrow$ khi $K_{C(1)} = 64$ thì $K_{C(2)} = 8$.

Ví dụ 7. Hằng số cân bằng K_C của một phản ứng thuận nghịch phụ thuộc vào yếu tố nào sau đây?

A. Nồng độ. **B.** Nhiệt độ. **C.** Áp suất. **D.** Chất xúc tác.

Ví dụ 8. Methanol (CH_3OH) là nguyên liệu quan trọng trong công nghiệp hoá học. Dựa vào hằng số cân bằng của các phản ứng ở 25°C, hãy lựa chọn phản ứng thích hợp để điều chế CH_3OH. Giải thích?



(1) $CO(g) + 2H_2(g) \rightleftharpoons CH_3OH(g)$ $K_C = 2{,}26.10^4$

(2) $CO_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons CH_3OH(g) + H_2O(g)$ $K_C = 8{,}27.10^{-1}$

Đáp án:

Phản ứng (1) là phản ứng thuận nghịch có $K_C = 2{,}26.10^4$ rất lớn so với 1 nên phản ứng thuận diễn ra thuận lợi hơn rất nhiều so với phản ứng nghịch $\Rightarrow$ các chất ở trạng thái cân bằng chủ yếu là chất sản phẩm $\Rightarrow$ Phản ứng (1) thích hợp để điều chế CH_3OH trong công nghiệp.

III. CÁC YẾU TỐ ẢNH HƯỞNG ĐẾN CHUYỂN DỊCH CÂN BẰNG HÓA HỌC

1) Ảnh hưởng của nhiệt độ:

+ Khi giảm nhiệt độ, cân bằng chuyển dịch theo chiều ($\Delta_r H^0_{298} < 0$, phản ứng tỏa nhiệt).

+ Khi tăng nhiệt độ, cân bằng chuyển dịch theo chiều ($\Delta_r H^0_{298} > 0$, phản ứng thu nhiệt).

2) Ảnh hưởng của nồng độ:

+ Khi tăng nồng độ, cân bằng chuyển dịch theo chiều làm giảm nồng độ chất đó.

+ Khi giảm nồng độ, cân bằng chuyển dịch theo chiều làm tăng nồng độ chất đó.

(Lưu ý: Tăng hay giảm lượng chất rắn không làm chuyển dịch cân bằng)

3) Ảnh hưởng của áp suất:

+ Khi tăng áp suất, cân bằng chuyển dịch theo chiều làm giảm số mol khí.

+ Khi giảm áp suất, cân bằng chuyển dịch theo chiều làm tăng số mol khí.

(Lưu ý: Đối với hệ phản ứng thuận nghịch mà có tổng số phân tử khí ở phản ứng thuận bằng tổng số phân tử khí ở phản ứng nghịch, thì áp suất không làm chuyển dịch cân bằng.*)*

4. Vai trò của chất xúc tác:

- Chất xúc tác không ảnh hưởng đến cân bằng hóa học.
- Vai trò chất xúc tác là làm tăng tốc độ phản ứng thuận và phản ứng nghịch với số lần bằng nhau.
- Khi chưa cân bằng thì chất xúc tác làm cho cân bằng thiết lập nhanh hơn.

5. Nguyên lí chuyển dịch cân bằng Le Chatelier (Lơ Sa-tơ-li-ê):

- Một phản ứng thuận nghịch đang ở trạng thái cân bằng, khi chịu sự tác động từ bên ngoài làm thay đổi nồng độ, nhiệt độ, áp suất thì cân bằng sẽ chuyển dịch theo chiều làm giảm tác động đó.
- Nguyên lí chuyển dịch cân bằng *Le Chatelier* có ý nghĩa rất lớn khi được vận dụng vào kĩ thuật công nghiệp hóa học. Người ta có thể thay đổi các điều kiện để chuyển dịch cân bằng theo mong muốn, làm tăng hiệu suất phản ứng.

Ví dụ 1. Thí nghiệm 1: Ảnh hưởng của nhiệt độ đến sự chuyển dịch cân bằng:

$$2NO_2(g) \rightleftharpoons N_2O_4(g), \quad \Delta_r H^0_{298} < 0$$

(Màu nâu đỏ) (Không màu)

Chuẩn bị: 3 ống nghiệm (1), (2), (3) chứa khí NO_2 (có màu giống nhau), 1 cốc nước đá, 1 cốc nước nóng (70 – 80°C).

+ Ống nghiệm 1: Dùng để so sánh.
+ Ống nghiệm 2: Ngâm vào cốc nước đá khoảng 1 – 2 phút
+ Ống nghiệm 3: Ngâm vào cốc nước nóng khoảng 1 – 2 phút

Lưu ý: NO_2 là khí độc, chú ý nút kín ống nghiệm.

Hình 1.2. Ảnh hưởng của nhiệt độ đến chuyển dịch cân bằng $2NO_2 \rightleftharpoons N_2O_4$

Quan sát sự thay đổi màu sắc của khí trong các ống nghiệm và hoàn thành vào vở theo mẫu bảng sau:

Tác động	Hiện tượng	Chiều chuyển dịch cân bằng (thuận/ nghịch)	Chiều chuyển dịch cân bằng (toả nhiệt/ thu nhiệt)
Tăng nhiệt độ			
Giảm nhiệt độ			

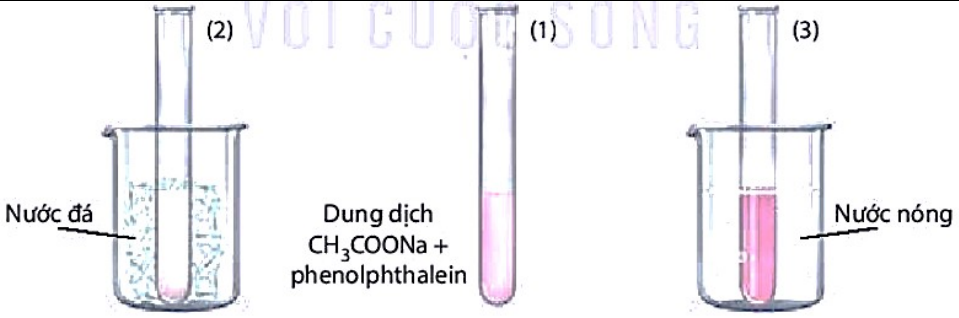
- Thí nghiệm 2: Ảnh hưởng của nhiệt độ đến sự chuyển dịch cân bằng:

$$CH_3COONa + H_2O \rightleftharpoons CH_3COOH + NaOH \qquad \Delta_r H^0_{298} > 0$$

Chuẩn bị: dung dịch CH_3COONa 0,5M, phenolphthalein; cốc nước nóng, cốc nước đá, 3 ống nghiệm.

Tiến hành:

- Cho khoảng 10 mL dung dịch CH_3COONa 0,5 M vào cốc thuỷ tinh, thêm 1 – 2 giọt phenolphthalein, khuấy đều.
- Chia dung dịch thu được vào 3 ống nghiệm. Ống nghiệm (1) để so sánh, ống nghiệm (2) ngâm vào cốc nước đá, ống nghiệm (3) ngâm vào cốc nước nóng.



***Hình 1.3.** Ảnh hưởng của nhiệt độ đến sự chuyển dịch cân bằng*

$$CH_3COONa + H_2O \rightleftharpoons CH_3COOH + NaOH$$

Quan sát sự thay đổi màu sắc của dung dịch trong các ống nghiệm và hoàn thành vào vở theo mẫu bảng sau:

Tác động	Hiện tượng	Chiều chuyển dịch cân bằng (thuận/ nghịch)	Chiều chuyển dịch cân bằng (toả nhiệt/ thu nhiệt)
Tăng nhiệt độ			
Giảm nhiệt độ			

Đáp án:

Thí nghiệm 1:

Tác động	Hiện tượng	Chiều chuyển dịch cân bằng (thuận/ nghịch)	Chiều chuyển dịch cân bằng (toả nhiệt/ thu nhiệt)
Tăng nhiệt độ	Màu khí trong ống nghiệm đậm dần lên	Nghịch	Thu nhiệt
Giảm nhiệt độ	Màu khí trong ống nghiệm nhạt dần đi	Thuận	Toả nhiệt

Thí nghiệm 2:

Tác động	Hiện tượng	Chiều chuyển dịch cân bằng (thuận/ nghịch)	Chiều chuyển dịch cân bằng (toả nhiệt/ thu nhiệt)
Tăng nhiệt độ	Dung dịch trong ống nghiệm đậm màu hơn	Thuận	Thu nhiệt
Giảm nhiệt độ	Dung dịch trong ống nghiệm nhạt màu hơn	Nghịch	Toả nhiệt

Ví dụ 2. Cho các cân bằng sau:

$CaCO_3(s) \rightleftharpoons CaO(s) + CO_2(g)$ $\quad \Delta_r H_{298}^0 = 176\ kJ$

$2SO_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2SO_3(g)$ $\quad \Delta_r H_{298}^0 = -198\ kJ$

Nếu tăng nhiệt độ, các cân bằng trên chuyển dịch theo chiều nào? Giải thích.

Đáp án:

1. $\Delta_r H_{298}^0 = 176\ kJ > 0 \Rightarrow$ Chiều thuận thu nhiệt.

Khi tăng nhiệt độ, cân bằng chuyển dịch theo chiều **thuận**, tức là chiều phản ứng thu nhiệt, nghĩa là chiều làm giảm tác động của việc tăng nhiệt độ.

2. $\Delta_r H_{298}^0 = -198\ kJ < 0 \Rightarrow$ Chiều thuận toả nhiệt.

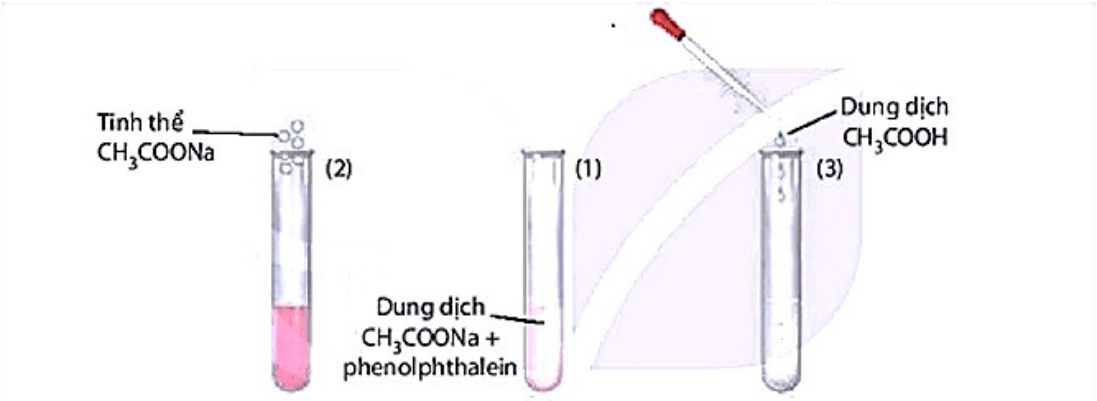
Khi tăng nhiệt độ, cân bằng chuyển dịch theo chiều **nghịch**, tức là chiều phản ứng thu nhiệt, nghĩa là chiều làm giảm tác động của việc tăng nhiệt độ.

Ví dụ 3. Thí nghiệm: Ảnh hưởng của nồng độ đến sự chuyển dịch cân bằng:

$$CH_3COONa + H_2O \rightleftharpoons CH_3COOH + NaOH$$

- Cho một vài giọt phenolphthalein vào dung dịch CH_3COONa, lắc đều, dung dịch có màu hồng nhạt.
- Chia dung dịch thu được vào ba ống nghiệm với thể tích gần bằng nhau.

+ Ống (1) để so sánh; ống (2) thêm vài tinh thể CH_3COONa; ống 3 thêm một vài giọt dung dịch CH_3COOH.



Hình 1.4. Ảnh hưởng của nồng độ đến sự chuyển dịch cân bằng

$$CH_3COONa + H_2O \rightleftharpoons CH_3COOH + NaOH$$

Quan sát sự thay đổi màu sắc của dung dịch trong các ống nghiệm (Hình 1.4) và hoàn thành vào vở theo mẫu bảng sau:

Tác động	Hiện tượng	Chiều chuyển dịch cân bằng (thuận/ nghịch)	Chiều chuyển dịch cân bằng (tăng/ giảm nồng độ)
Tăng nồng độ CH_3COONa			
Tăng nồng độ CH_3COOH			

Đáp án:

Tác động	Hiện tượng	Chiều chuyển dịch cân bằng (thuận/ nghịch)	Chiều chuyển dịch cân bằng (tăng/ giảm nồng độ)
Tăng nồng độ CH_3COONa	Dung dịch trong ống nghiệm đậm màu hơn	Thuận	Giảm nồng độ CH_3COONa
Tăng nồng độ CH_3COOH	Dung dịch trong ống nghiệm nhạt màu hơn	Nghịch	Giảm nồng độ CH_3COOH

Ví dụ 4. Ester là hợp chất hữu cơ dễ bay hơi, một số ester được dùng làm chất tạo mùi thơm cho các loại bánh, thực phẩm. Phản ứng điều chế ester là một phản ứng thuận nghịch:

$$CH_3COOH(l) + C_2H_5OH(l) \rightleftharpoons CH_3COOC_2H_5(l) + H_2O(l)$$

Hãy cho biết cân bằng trên chuyển dịch theo chiều nào nếu

a) Tăng nồng độ của C_2H_5OH.

b) Giảm nồng độ của $CH_3COOC_2H_5$.

Đáp án:

a) Tăng nồng độ của C_2H_5OH, cân bằng sẽ chuyển dịch theo chiều **thuận**, tức chiều làm giảm nồng độ của C_2H_5OH.

b) Giảm nồng độ của $CH_3COOC_2H_5$, cân bằng sẽ chuyển dịch theo chiều **thuận**, tức chiều làm tăng nồng độ $CH_3COOC_2H_5$.

Ví dụ 5. Cho các cân bằng sau:

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

b) $CO(g) + H_2O(g) \rightleftharpoons H_2(g) + CO_2(g)$

c) $PCl_5(g) \rightleftharpoons Cl_2(g) + PCl_3(g)$

d) $CaCO_3(s) \rightleftharpoons CaO(s) + CO_2(g)$

Nếu tăng áp suất và giữ nguyên nhiệt độ, các cân bằng trên chuyển dịch theo chiều nào? Giải thích.

Đáp án:

a) Nếu tăng áp suất và giữ nguyên nhiệt độ, cân bằng sẽ chuyển dịch theo chiều **thuận**, tức chiều làm giảm áp suất (hay chiều làm giảm số mol khí).

b) Nếu tăng áp suất và giữ nguyên nhiệt độ, cân bằng sẽ **không** chuyển dịch, do đối với phản ứng thuận nghịch có tổng hệ số tỉ lượng của các chất khí ở hai vế của phương trình hoá học bằng nhau thì trạng thái cân bằng của hệ không bị chuyển dịch khi thay đổi áp suất chung của hệ.

c) Nếu tăng áp suất và giữ nguyên nhiệt độ, cân bằng sẽ chuyển dịch theo chiều **nghịch**, tức chiều làm giảm áp suất (hay chiều làm giảm số mol khí).

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

Nếu tăng áp suất và giữ nguyên nhiệt độ, cân bằng sẽ **không** chuyển dịch, do đối với phản ứng thuận nghịch có tổng hệ số tỉ lượng của các chất khí ở hai vế của phương trình hoá học bằng nhau thì trạng thái cân bằng của hệ không bị chuyển dịch khi thay đổi áp suất chung của hệ.

Ví dụ 6. Yếu tố nào sau đây luôn luôn **không** làm dịch chuyển cân bằng của hệ phản ứng?

A. Nhiệt độ. **B.** Áp suất. **C.** Nồng độ. **D.** Chất xúc tác.

Ví dụ 7. Trong công nghiệp, khí hydrogen được điều chế như sau:

Cho hơi nước đi qua than nung nóng, thu được hỗn hợp khí CO và H_2 (gọi là khí than ướt):

$C(s) + H_2O(g) \rightleftharpoons CO(g) + H_2(g)$ $\Delta_r H_{298}^0 = 130\ kJ$ (1)

Trộn khí than ướt với hơi nước, cho hỗn hợp đi qua chất xúc tác Fe_2O_3:

$CO(g) + H_2O(g) \rightleftharpoons CO_2(g) + H_2(g)$ $\Delta_r H_{298}^0 = -42\ kJ$ (2)

a) Vận dụng nguyên lí Le Chatelier, hãy cho biết cần tác động yếu tố nhiệt độ như thế nào để các cân bằng (1), (2) chuyển dịch theo chiều thuận.

b) Trong thực tế, ở phản ứng (2), lượng hơi nước được lấy dư nhiều (4 – 5 lần) so với khí carbon monoxide. Giải thích.

c) Nếu tăng áp suất, cân bằng (1), (2) chuyển dịch theo chiều nào? Giải thích.

Đáp án:

a) Cân bằng 1: $C(s) + H_2O(g) \rightleftharpoons CO(g) + H_2(g)$

$\Delta_r H_{298}^0 = 130\ kJ > 0$ ⇒ Chiều thuận thu nhiệt.

Vậy để cân bằng (1) chuyển dịch theo chiều thuận cần **tăng** nhiệt độ của hệ.

Cân bằng 2: $CO(g) + H_2O(g) \rightleftharpoons CO_2(g) + H_2(g)$

$\Delta_r H_{298}^0 = -42\ kJ < 0$ ⇒ Chiều thuận toả nhiệt

Vậy để cân bằng (2) chuyển dịch theo chiều thuận cần **giảm** nhiệt độ của hệ.

b) Trong thực tế, ở phản ứng (2), lượng hơi nước được lấy dư nhiều (4 – 5 lần) so với khí carbon monoxide. Do:

+ Tăng lượng hơi nước ⇒ cân bằng chuyển dịch theo chiều thuận (tức chiều làm giảm lượng hơi nước) ⇒ tăng hiệu suất thu khí hydrogen.

+ Ngoài ra, hơi nước có giá thành rẻ hơn và không độc hại so với sử dụng lượng dư carbon monoxide.

c) Nếu tăng áp suất, các cân bằng (1) chuyển dịch theo chiều nghịch.

(2) không chuyển dịch theo chiều nào vì số mol khí ở cả hai vế bằng nhau.

Ví dụ 8. Nhũ đá được hình thành trong các hang động liên quan đến cân bằng sau đây:

$Ca(HCO_3)_2(aq) \rightleftharpoons CaCO_3(s) + CO_2(aq) + H_2O(l)$

Nếu nồng độ CO_2 hoà tan trong nước tăng lên thì có thuận lợi cho sự hình thành nhũ đá hay không? Giải thích.

Đáp án:

Nếu nồng độ CO_2 hoà tan trong nước tăng lên thì không thuận lợi cho sự hình thành nhũ đá. Do nồng độ CO_2 tăng, cân bằng sẽ chuyển dịch theo chiều làm giảm nồng độ CO_2, tức chiều nghịch.

Ví dụ 9. Khi hoà tan khí chlorine vào nước tạo thành dung dịch chlorine vào nước tạo thành dung dịch có màu vàng lục nhạt gọi là nước chlorine. Trong nước chlorine xảy ra cân bằng hoá học sau:

$$Cl_2 + H_2O \rightleftharpoons HClO + HCl$$

Acid HClO sinh ra không bền, dễ bị phân huỷ theo phản ứng:

$$HClO \longrightarrow HCl + O$$

Nước chlorine sẽ nhạt màu dần theo thời gian, không bảo quản được lâu. Vận dụng nguyên lí chuyển dịch cân bằng hoá học, hãy giải thích hiện tượng trên.

Đáp án:

Phản ứng phân hủy acid HClO làm giảm nồng độ của HClO, cân bằng hóa học của phản ứng xảy ra trong nước chlorine sẽ chuyển dịch theo chiều thuận, chlorine sẽ phản ứng với nước đến khi hết, nên nước chlorine không bảo quản được lâu.

Ví dụ 10. Trong cơ thể người, hemoglobin (Hb) kết hợp với oxygen theo phản ứng thuận nghịch được biểu diễn đơn giản như sau: $Hb + O_2 \rightleftharpoons HbO_2$

Ở phổi, nồng độ oxygen lớn nhất nên cân bằng trên chuyển dịch sang phải, hemoglobin kết hợp với oxygen. Khi đến các mô, nồng độ oxygen thấp, cân bằng trên chuyển dịch sang trái, giải phóng oxygen. Nếu thiếu oxygen ở não, con người có thể bị đau đầu, chóng mặt.

a) Vận dụng nguyên lí chuyển dịch cân bằng Le Chatelie, em hãy đề xuất biện pháp để oxygen lên não được nhiều hơn?

b) Khi lên núi cao, một số người cũng gặp hiện tượng bị đau đầu, chóng mặt. Dựa vào cân bằng trên, em hãy giải thích hiện tượng này.

Đáp án:

a) Để oxygen lên não nhiều hơn thì hàm lượng oxygen hít vào phổi cũng phải nhiều hơn. Một số biện pháp đề xuất để oxygen lên não nhiều hơn:

+ Tập thể dục và hít thở đúng cách.

+ Giảm lo âu, căng thẳng và có chế độ dinh dưỡng hợp lí.

+ Không hút thuốc lá, tránh xa nơi có khói thuốc.

+ Bảo vệ môi trường không khí trong lành, tránh ô nhiễm không khí.

+ Trồng nhiều cây xanh…

b) Khi lên núi cao, một số người cũng gặp hiện tượng bị đau đầu, chóng mặt. Do ở trên núi cao, hàm lượng oxygen loãng, dẫn đến khi đến các mô cân bằng: $Hb + O_2 \rightleftharpoons HbO_2$ chuyển dịch theo chiều nghịch, giải phóng oxygen.

CÁC DẠNG TOÁN TRỌNG TÂM VỀ HẰNG SỐ CÂN BẰNG K_C

Dạng 1: Hằng số cân bằng K_C

• Tính hằng số cân bằng K_C khi biết nồng độ các chất ở trạng thái cân bằng:

Xét phản ứng thuận nghịch sau: $aA + bB \rightleftharpoons cC + dD$

Ở trạng thái cân bằng, hằng số cân bằng (K_C) tính theo công thức: $K_C = \frac{[C]^c.[D]^d}{[A]^a.[B]^b}$

Trong đó: - [A], [B], [C], [D] là nồng độ các chất ở trạng thái cân bằng.

- a, b, c, d là hệ cân bằng trong phương trình.

Một số lưu ý:

- Đối với phản ứng có chất rắn tham gia, không biểu diễn nồng độ chất rắn trong biểu thức tính hằng số cân bằng.
- Hằng số cân bằng (K_C) chỉ phụ thuộc vào nhiệt độ và bản chất của phản ứng.
- Tại trạng thái cân bằng, nồng độ các chất không đổi.
- Hằng số cân bằng là đại lượng không thứ nguyên (không có đơn vị).

• Tính nồng độ các chất tại các thời điểm khác nhau:

Xét phản ứng thuận nghịch sau:

	mX	+	nY	$\rightleftharpoons$	pZ	+	qT
Ban đầu :	a		b		0		0
Phản ứng :	x		$\frac{nx}{m}$		$\frac{px}{m}$		$\frac{qx}{m}$
Cân bằng:	a – x		$b - \frac{nx}{m}$		$\frac{px}{m}$		$\frac{qx}{m}$

Các giá trị a, b, x là nồng độ các chất.

Công thức tính: $K_C = \frac{\left(\frac{px}{m}\right)^p.\left(\frac{qx}{m}\right)^q}{(a-x)^m.\left(b-\frac{nx}{m}\right)^n}$ (giả sử các chất ở thể khí hoặc chất tan trong dung dịch).

Ví dụ 1. Ammonia (NH_3) được điều chế bằng phản ứng: $N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$

Ở t°C, nồng độ các chất ở trạng thái cân bằng là: $[N_2] = 0,45$ M; $[H_2] = 0,14$ M; $[NH_3] = 0,62$ M.

Tính hằng số cân bằng K_C của phản ứng trên tại t °C.

Đáp án:

$$K_C = \frac{[NH_3]^2}{[H_2]^3.[N_2]} = \frac{0,62^2}{0,14^3.0,45} = 311,31$$

Ví dụ 2. Cho phản ứng sau:

$$COCl_2(g) \rightleftharpoons CO(g) + Cl_2(g) \quad K_C = 8,2.10^{-2} (900K)$$

Ở trạng thái cân bằng, nếu nồng độ CO và Cl_2 đều bằng 0,15 M thì nồng độ của $COCl_2$ là bao nhiêu?

Đáp án:

$$K_C = \frac{[CO].[Cl_2]}{[COCl_2]} = \frac{0,15.0,15}{[COCl_2]} = 8,2.10^{-2} \Rightarrow [COCl_2] = \frac{0,15.0,15}{8,2.10^{-2}} = 0,2744 \text{ M}$$

Ví dụ 3. Sulfur trioxide được tạo thành bằng cách oxi hóa sulfur dioxide bằng oxygen hoặc lượng dư không khí ở nhiệt độ 450 °C – 500 °C, chất xúc tác vanadium (V)oxide (V_2O_5) theo phương tình hóa học:

$2SO_{2(g)} + O_{2(g)} \overset{V_2O_5, 450^oC - 500^oC}{\rightleftharpoons} 2SO_{3(g)} \quad \Delta_r H^0_{298} = -198,4kJ$

Nồng độ ban đầu của SO_2 và O_2 tương ứng là 4M và 2M. Tính hằng số cân bằng của phản ứng, biết rằng khi đạt trạng thái cân bằng đã có 80% SO_2 đã phản ứng.

Đáp án:

$[SO_2]_p = 4.80\% = 3,2M.$

	$2SO_2(g)$	+	$O_2(g)$	$\overset{V_2O_5, 450^oC - 500^oC}{\rightleftharpoons}$	$2SO_3(g)$
Ban đầu:	4		2		
Phản ứng:	3,2		1,6		3,2
Cân bằng:	0,8		0,4		3,2

$$K_C = \frac{3,2^2}{0,4x0,8^2} = 40$$

Ví dụ 4. Cho 0,4 mol SO_2 và 0,6 mol O_2 vào một bình dung tích 1 lít được giữ ở một nhiệt độ không đổi. Phản ứng trong bình xảy ra như sau: $2SO_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2SO_3(g)$

Khi phản ứng đạt đến trạng thái cân bằng, lượng SO_3 trong bình là 0,3 mol. Tính hằng số cân bằng K_C của phản ứng tổng hợp SO_3 ở nhiệt độ trên.

Đáp án:

Do dung tích bình là 1 lít nên giá trị nồng độ bằng giá trị của số mol.

$C_{SO_2 \text{ ban đầu}} = 0,4$ M; $C_{O_2 \text{ ban đầu}} = 0,6$ M; $[SO_2] = 0,3$ M

PTHH: $2SO_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2SO_3(g)$

Ban đầu :	0,4		0,6		M
Phản ứng :	0,3	←	0,15	← 0,3	M
Cân bằng:	0,1		0,45	0,3	M

$$K_C = \frac{[SO_3]^2}{[SO_2]^2.[O_2]} = \frac{0,3^2}{0,1^2.0,45} = 20$$

Ví dụ 5. Trong công nghiệp, hydrogen được sản xuất từ phản ứng:

$$CH_4(g) + H_2O(g) \rightleftharpoons 3H_2(g) + CO(g)$$

(a) Tính hằng số cân bằng K_C của phản ứng trên ở 760 °C.

Biết ở nhiệt độ này, tất cả các chất đều ở thể khí và nồng độ mol của CH_4, H_2O, H_2 và CO ở trạng thái cân bằng lần lượt là 0,126 M; 0,242 M; 1,150 M và 0,126 M.

(b) Ở 760 °C, giả sử ban đầu chỉ có CH_4 và H_2O có nồng độ bằng nhau và bằng xM. Xác định x, biết nồng độ của H_2 ở trạng thái cân bằng là 0,6 M.

Đáp án:

(a) $$K_C = \frac{[H_2]^3.[CO]}{[CH_4].[H_2O]} = \frac{1,150^3.0,126}{0,126.0,242} = 6,28$$

(b)

	$CH_4(g)$	+	$H_2O(g)$	$\rightleftharpoons$	$3H_2(g)$	+	$CO(g)$
Ban đầu:	x		x		0		0
Phản ứng:	0,2	←	0,2	←	0,6	→	0,2
Cân bằng:	x – 0,2		x – 0,2		0,6		0,2

$$K_C = \frac{[H_2]^3.[CO]}{[CH_4].[H_2O]} \Leftrightarrow 6,28 = \frac{0,6^3.0,2}{(x-0,2).(x-0,2)} \Rightarrow x = 0,283(\text{nhËn}); x = 0,117(\text{lo¹i v× x} > 0,2)$$

Ví dụ 6. Một bình phản ứng có dung tích không đổi, chứa hỗn hợp khí N_2 và H_2 với nồng độ tương ứng là 0,3 M và 0,7 M. Sau khi phản ứng tổng hợp NH_3 đạt trạng thái cân bằng ở t°C, H_2 chiếm 50% thể tích hỗn hợp thu được. Hằng số cân bằng K_C ở t°C của phản ứng có giá trị là

Đáp án:

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

Ban đầu:	0,3	0,7	
Phản ứng:	x	3x	2x
Cân bằng:	0,3-x	0,7-3x	2x

$V_{H_2} = \frac{1}{2}V_{hh} \Rightarrow \frac{0,7-3x}{1-2x} = \frac{1}{2} \Rightarrow x = 0,1 \Rightarrow K_C = \frac{[NH_3]^2}{[N_2].[H_2]^3} = \frac{0,2^2}{0,2.0,4^3} = 3,125$

BÀI TẬP TỰ LUYỆN

PHẦN I. Câu trắc nghiệm nhiều phương án lựa chọn. Mỗi câu thí sinh chọn một phương án.

Câu 1. Phản ứng thuận nghịch là phản ứng

A. phản ứng xảy ra theo hai chiều ngược nhau trong cùng điều kiện.

B. có phương trình hoá học được biểu diễn bằng mũi tên một chiều.

C. chỉ xảy ra theo một chiều nhất định.

D. xảy ra giữa hai chất khí.

Câu 2. Phản ứng nào sau đây là phản ứng thuận nghịch?

A. $Mg + 2HCl \rightarrow MgCl_2 + H_2$.

B. $2SO_2 + O_2 \rightleftharpoons 2SO_3$.

C. $C_2H_5OH + 3O_2 \xrightarrow{t^o} 2CO_2 + 3H_2O$.

D. $2KClO_3 \xrightarrow{t^o} 2KCl + 3O_2$.

Câu 3. Nhận xét nào sau đây đúng?

A. Trong phản ứng một chiều, chất sản phẩm phản ứng được với nhau tạo thành chất đầu.

B. Trong phản ứng thuận nghịch, các chất sản phẩm không phản ứng với nhau để tạo thành chất đầu.

C. Trong thực tế, phản ứng một thuận nghịch xảy ra không hoàn toàn.

D. Phản ứng thuận nghịch là phản ứng xảy ra theo hai chiều trái ngược nhau ở hai điều kiện khác nhau.

Câu 4. Trạng thái cân bằng của phản ứng thuận nghịch là trạng thái mà tại đó:

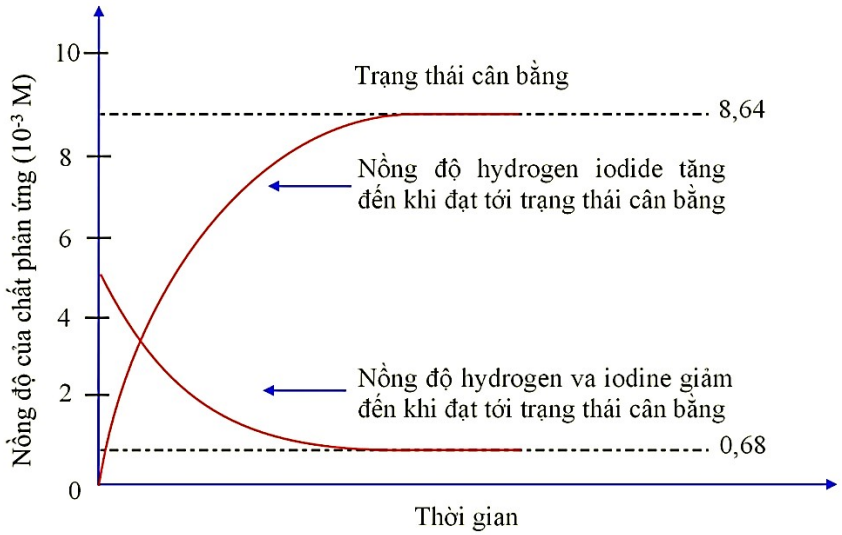
A. nồng độ các chất bằng nhau.

B. tốc độ phản ứng thuận nhỏ tốc độ phản ứng nghịch.

C. phản ứng hoá học không xảy ra nữa.

D. tốc độ phản ứng thuận bằng tốc độ phản ứng nghịch.

Câu 5. Cho 5 mol H_2 và 5 mol I_2 vào bình kín dung tích 1 lít và nung nóng đến $227^\circ C$. Đồ thị biểu diễn sự thay đổi nồng độ các chất theo thời gian được cho trong hình sau:



Nồng độ của HI ở trạng thái cân bằng là

A. 0,68 M. **B.** 5,00 M. **C.** 3,38 M. **D.** 8,64 M.

Câu 6. Tại nhiệt độ không đổi, ở trạng thái cân bằng,

A. nồng độ của các chất trong hỗn hợp phản ứng không thay đổi.

B. nồng độ của các chất trong hỗn hợp phản ứng vẫn liên tục thay đổi.

C. phản ứng hoá học không xảy ra.

D. tốc độ phản ứng hoá học xảy ra chậm dần.

Câu 7. Khi một hệ ở trạng thái cân bằng thì trạng thái đó là

A. cân bằng tĩnh. **B.** cân bằng động.

C. cân bằng bền. **D.** cân bằng không bền.

Câu 8. Phát biểu nào sau đây về phản ứng ở trạng thái cân bằng là **không** đúng?

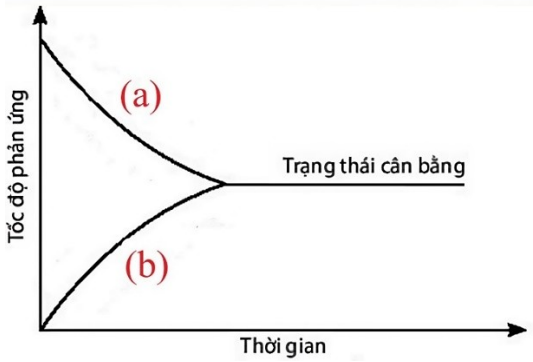
A. Các phản ứng thuận và phản ứng nghịch diễn ra với tốc độ thay đổi là như nhau.

B. Nồng độ của chất phản ứng và chất sản phẩm không thay đổi.

C. Nồng độ của các chất phản ứng bằng nồng độ của các chất sản phẩm.

D. Các phản ứng thuận và nghịch tiếp tục xảy ra.

Câu 9. Đồ thị dưới đây biểu diễn sự thay đổi tốc độ phản ứng thuận và phản ứng nghịch theo thời gian của phản ứng: A(g) ⇌ B(g).



Đồ thị biểu diễn sự thay đổi tốc độ phản ứng thuận và phản ứng nghịch theo thời gian

Chọn mô tả đúng?

A. Đường (a) biểu diễn sự thay đổi tốc độ phản ứng thuận và đường (b) biểu diễn sự thay đổi tốc độ phản ứng nghịch.

B. Đường (a) biểu diễn sự thay đổi tốc độ phản ứng nghịch và đường (b) biểu diễn sự thay đổi tốc độ phản ứng thuận.

C. Cả 2 đường (a) và (b) đều biểu diễn sự thay đổi tốc độ phản ứng thuận.

D. Cả 2 đường (a) và (b) đều không biểu diễn sự thay đổi tốc độ phản ứng thuận.

Câu 10. Biểu thức tính hằng số cân bằng (K_C) của phản ứng tổng quát: $aA + bB \rightleftharpoons cC + dD$ là

A. $K_C = \frac{[A].[B]}{[C].[D]}$. **B.** $K_C = \frac{[A]^a.[B]^b}{[C]^c.[D]^d}$. **C.** $K_C = \frac{[C]^c.[D]^d}{[A]^a.[B]^b}$. **D.** $K_C = \frac{[C].[D]}{[A].[B]}$.

Câu 11. Biểu thức tính hằng số cân bằng của phản ứng: $H_2(g) + I_2(g) \rightleftharpoons 2HI(g)$ là

A. $K_C = \frac{[HI]^2}{[H_2].[I_2]}$. **B.** $K_C = \frac{[HI]}{[H_2].[I_2]}$. **C.** $K_C = \frac{[H_2].[I_2]}{[HI]}$. **D.** $K_C = \frac{[H_2].[I_2]}{[HI]^2}$.

Câu 12. Cho phản ứng hoá học sau: $H_2(g) + Br_2(g) \rightleftharpoons 2HBr(g)$. Biểu thức hằng số cân bằng (K_C) của phản ứng trên là

A. $K_C = \frac{2[HBr]}{[Br_2][H_2]}$. **B.** $K_C = \frac{[HBr]^2}{[H_2][Br_2]}$. **C.** $K_C = \frac{[H_2][Br_2]}{[HBr]^2}$. **D.** $K_C = \frac{[H_2][Br_2]}{2[HBr]}$.

Câu 13. Cho phương trình sản xuất ammonia (NH_3) trong công nghiệp:

$$N_2(g) + 3H_2(g) \xrightleftharpoons{380-450\ ^\circ C,\ 25-200\ bar,\ Fe} 2NH_3(g) \qquad \Delta_r H^\circ_{298} = -92\ kJ$$

Biểu thức tính hằng số cân bằng của phản ứng trên là

A. $K_C = \frac{[NH_3]^2}{[N_2].[H_2]^3}$. **B.** $K_C = \frac{2.[NH_3]}{[N_2].3.[H_2]}$. **C.** $K_C = \frac{[N_2].[H_2]}{[NH_3]}$. **D.** $K_C = \frac{[N_2].[H_2]^3}{[NH_3]^2}$.

Câu 14. Biểu thức nào sau đây là biểu thức hằng số cân bằng (K_C) của phản ứng:

$$C_{(s)} + 2H_{2(g)} \rightleftharpoons CH_4(g)$$

A. $K_C = \frac{[CH_4]}{[H_2]}$. **B.** $K_C = \frac{[CH_4]}{[C].[H_2]^2}$. **C.** $K_C = \frac{[CH_4]}{[C].[H_2]}$. **D.** $K_C = \frac{[CH_4]}{[H_2]^2}$.

Câu 15. Biểu thức tính hằng số cân bằng của phản ứng: $CaO(s) + CO_2(g) \rightleftharpoons CaCO_3(s)$ là

A. $K_C = \frac{[CaCO_3]}{[CaO].[CO_2]}$. **B.** $K_C = \frac{[CaO].[CO_2]}{[CaCO_3]}$. **C.** $K_C = [CO_2]$. **D.** $K_C = \frac{1}{[CO_2]}$.

Câu 16. Biểu thức nào sau đây là biểu thức tính hằng số cân bằng (K_c) của phản ứng:

$$CO(g) + H_2O(g) \rightleftharpoons CO_2(g) + H_2(g)$$

A. $K_C = \frac{[CO].[H_2O]}{[CO_2].[H_2]}$. **B.** $K_C = \frac{[CO].[H_2]}{[CO_2].[H_2O]}$. **C.** $K_C = \frac{[CO_2].[H_2]}{[CO].[H_2O]}$. **D.** $K_C = \frac{[CO_2].[H_2O]}{[CO].[H_2]}$.

Câu 17. Biểu thức nào sau đây là biểu thức tính hằng số cân bằng (K_c) của phản ứng:

$$CH_3COOH(l) + C_2H_5OH(l) \rightleftharpoons CH_3COOC_2H_5(l) + H_2O(l)$$

A. $K_C = \frac{[CH_3COOC_2H_5].[H_2O]}{[CH_3COOH].[C_2H_5OH]}$. **B.** $K_C = \frac{[CH_3COOC_2H_5]}{[CH_3COOH].[C_2H_5OH]}$.

C. $K_C = \frac{[CH_3COOH].[C_2H_5OH]}{[CH_3COOC_2H_5].[H_2O]}$. **D.** $K_C = \frac{[CH_3COOH].[C_2H_5OH]}{[CH_3COOC_2H_5]}$.

Câu 18. Hằng số cân bằng K_C của một phản ứng thuận nghịch phụ thuộc vào yếu tố nào sau đây?

A. Nồng độ. **B.** Nhiệt độ. **C.** Áp suất. **D.** Chất xúc tác.

Câu 19. Điền vào khoảng trống bằng cụm từ thích hợp: "Cân bằng hóa học là cân bằng …(1)… vì tại cân bằng phản ứng …(2)…"

A. (1) tĩnh; (2) dừng lại. **B.** (1) động; (2) dừng lại.

C. (1) tính; (2) tiếp tục xảy ra. **D.** (1) động; (2) tiếp tục xảy ra.

Câu 20. Sự phá vỡ cân bằng cũ để chuyển sang một cân bằng mới do các yếu tố bên ngoài tác động được gọi là

A. sự biến đổi chất. **B.** sự dịch chuyển cân bằng.

C. sự chuyển đổi vận tốc phản ứng. **D.** sự biến đổi hằng số cân bằng.

Câu 21. Các yếu tố có thể ảnh hưởng đến cân bằng hoá học là

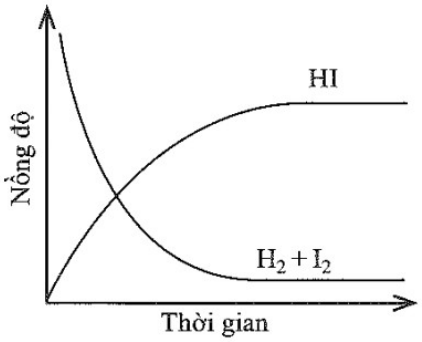
A. nồng độ, nhiệt độ và chất xúc tác. **B.** nồng độ, áp suất và diện tích bề mặt.

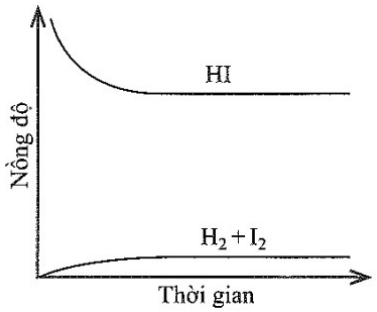
C. nồng độ, nhiệt độ và áp suất. **D.** áp suất, nhiệt độ và chất xúc tác.

Câu 22. Yếu tố nào sau đây luôn luôn **không** làm dịch chuyển cân bằng của hệ phản ứng?

A. Nhiệt độ. **B.** Áp suất. **C.** Nồng độ. **D.** Chất xúc tác.

Câu 23. Quan sát hình dưới đây và chọn phát biểu đúng.





(a) (b)

A. Cả hai đồ thị đều mô tả phản ứng đã đạt đến trạng thái cân bằng.

B. Cả hai đồ thị đều không mô tả phản ứng đã đạt đến trạng thái cân bằng.

C. Chỉ đồ thị (a) mô tả phản ứng đã đạt đến trạng thái cân bằng.

D. Chỉ đồ thị (b) mô tả phản ứng đã đạt đến trạng thái cân bằng.

Câu 24. Cho phản ứng hoá học sau: $PCl_3(g) + Cl_2(g) \rightleftharpoons PCl_5(g)$.
Ở T °C, nồng độ các chất ở trạng thái cân bằng như sau: $[PCl_5] = 0,059M$; $[PCl_3] = [Cl_2] = 0,035M$. Hằng số cân bằng ($K_C$) của phản ứng tại T °C là

A. 1,68. **B.** 48,16. **C.** 0,02. **D.** 16,95.

Câu 25. Cho cân bằng hoá học sau: $2CO_2(g) \rightleftharpoons 2CO(g) + O_2(g)$.
Ở T °C, nồng độ các chất ở trạng thái cân bằng như sau: $[CO_2] = 1,2M$, $[CO] = 0,35M$ và $[O_2] = 0,15M$. Hằng số cân bằng của phản ứng tại T°C là

A. $1,276.10^{-2}$. **B.** $4,375.10^{-2}$. **C.** 78,36. **D.** 22,85.

Câu 26. Cho phản ứng $A(g) \rightleftharpoons B(g)$. Hằng số cân bằng của phản ứng đã cho là $1,0.10^3$. Tại trạng thái cân bằng, nồng độ của chất A là $1,0.10^{-3}$ M thì nồng độ cân bằng của B là

A. $1,0.10^{-3}$ M. **B.** 1,0 M. **C.** 2,0 M. **D.** $1,0.10^3$M.

Câu 27. Đối với phản ứng sau, cân bằng sẽ bị ảnh hưởng như thế nào khi tăng nhiệt độ (các điều kiện khác giữ không đổi)?

$$H_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2H_2O(l) \qquad \Delta_r H^\circ_{298} = -286\ kJ$$

A. Cân bằng chuyển dịch theo chiều nghịch.

B. Cân bằng chuyển dịch theo chiều thuận.

C. Không dự đoán được sự chuyển dịch cân bằng.

D. Không thay đổi.

Câu 28. Cho cân bằng hoá học: $2SO_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2SO_3(g)$. Nếu tăng nồng độ của $SO_2(g)$ (các điều kiện khác giữ không đổi), cân bằng chuyển dịch theo chiều nào?

A. Cân bằng chuyển dịch theo chiều nghịch.

B. Cân bằng chuyển dịch theo chiều thuận.

C. Có thể chuyển dịch theo chiều thuận hoặc chiều nghịch tùy thuộc vào lượng SO_2 thêm vào.

D. Không thay đổi.

Câu 29. Cân bằng hoá học nào sau đây **không** bị chuyển dịch khi thay đổi áp suất?

A. $2SO_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2SO_3(g)$. **B.** $C(s) + H_2O(g) \rightleftharpoons CO(g) + H_2(g)$.

C. $PCl_3(g) + Cl_2(g) \rightleftharpoons PCl_5(g)$. **D.** $3Fe(s) + 4H_2O(g) \rightleftharpoons Fe_3O_4(s) + 4H_2(g)$.

Câu 30. Trong phản ứng nào sau đây sự tăng áp suất sẽ dẫn tới cân bằng chuyển dịch sang trái (các điều kiện khác coi như không thay đổi)?

A. $CaCO_3(s) \rightleftharpoons CaO(s) + CO_2(g)$. **B.** $CO(g) + H_2O(g) \rightleftharpoons CO_2(g) + H_2(g)$.

C. $C(s) + O_2(g) \rightleftharpoons CO_2(g)$. **D.** $H_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2H_2O(l)$.

Tài liệu chính chủ từ website Tailieuchuan.vn

Câu 31. Cho phương trình sản xuất ammonia (NH_3) trong công nghiệp:

$$N_2(g) + 3H_2(g) \xrightleftharpoons{380-450\ ^\circ C,\ 25-200\ bar,\ Fe} 2NH_3(g) \qquad \Delta_r H^\circ_{298} = -92\ kJ$$

Yếu tố nào sau đây **không** làm ảnh hưởng đến sự chuyển dịch cân bằng hóa học của phản ứng trên?

A. Nhiệt độ. **B.** Áp suất. **C.** Nồng độ. **D.** Chất xúc tác.

Câu 32. Cho phản ứng hoá học sau: $N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g) \quad \Delta_r H^\circ_{298} = -92\ kJ$
Yếu tố nào sau đây cần tác động để cân bằng trên chuyển dịch sang phải?

A. Thêm chất xúc tác. **B.** Giảm nồng độ N_2 hoặc H_2.

C. Tăng áp suất. **D.** Tăng nhiệt độ.

Câu 33. Cho cân bằng hoá học sau: $4NH_3(g) + 5O_2 \rightleftharpoons 4NO(g) + 6H_2O(g)$ $\Delta_r H^\circ_{298} = -905$ kJ.
Yếu tố nào sau đây cần tác động để cân bằng trên chuyển dịch sang phải?

A. Giảm nhiệt độ. **B.** Tăng áp suất.
C. Giảm nồng độ của O_2. **D.** Thêm xúc tác Pt.

Câu 34. Cho cân bằng hoá học: $PCl_5(g) \rightleftharpoons PCl_3(g) + Cl_2(g)$; $\Delta_r H^\circ_{298} > 0$.
Cân bằng chuyển dịch theo chiều thuận khi

A. thêm PCl_3 vào hệ phản ứng. **B.** tăng áp suất của hệ phản ứng.
C. tăng nhiệt độ của hệ phản ứng. **D.** thêm Cl_2 vào hệ phản ứng.

Câu 35. Cho cân bằng hoá học: $H_2(g) + I_2(g) \rightleftharpoons 2HI(g)$; $\Delta_r H^\circ_{298} > 0$.
Cân bằng **không** bị chuyển dịch khi

A. tăng nhiệt độ của hệ. **B.** giảm nồng độ HI.
C. tăng nồng độ H_2. **D.** giảm áp suất chung của hệ.

Câu 36. Hệ cân bằng sau được thực hiện trong bình kín:

$$CO(g) + H_2O(g) \rightleftharpoons CO_2(g) + H_2(g);\ \Delta_r H^\circ_{298} < 0$$

Cân bằng trên chuyển dịch theo chiều thuận khi

A. tăng áp suất chung của hệ. **B.** cho chất xúc tác vào hệ.
C. thêm khí H_2 vào hệ. **D.** giảm nhiệt độ của hệ.

Câu 37. Cho cân bằng hóa học: $CaCO_3(s) \rightleftharpoons CaO(s) + CO_2(g)$. Biết phản ứng thuận là phản ứng thu nhiệt. Tác động nào sau đây vào hệ cân bằng để cân bằng đã cho chuyển dịch theo chiều thuận?

A. Tăng nồng độ khí CO_2. **B.** Tăng áp suất.
C. Giảm nhiệt độ. **D.** Tăng nhiệt độ.

Câu 38. Cho cân bằng hoá học: $2SO_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2SO_3(g)$; phản ứng thuận là phản ứng toả nhiệt.
Phát biểu đúng là

A. cân bằng chuyển dịch theo chiều thuận khi tăng nhiệt độ.
B. cân bằng chuyển dịch theo chiều nghịch khi giảm nồng độ O_2.
C. cân bằng chuyển dịch theo chiều thuận khi giảm áp suất hệ phản ứng.
D. cân bằng chuyển dịch theo chiều nghịch khi giảm nồng độ SO_3.

Câu 39. Cho các cân bằng hóa học sau:

(1) $2NO_2(g) \xrightarrow{10^\circ C} N_2O_4(g)$ $K_C = 0,2$

(2) $H_2(g) + I_2(g) \xrightarrow{450^\circ C} 2HI(g)$ $K_C = 50$

(3) $CO_2(g) + H_2(g) \xrightarrow{827^\circ C} CO(g) + H_2O(g)$ $K_C = 0,659$

(4) $N_2(g) + 3H_2(g) \overset{xt,t^\circ,p}{\rightleftharpoons} 2NH_3(g)$ $K_C = 2,56$

Dựa vào giá trị hằng số cân bằng của phản ứng, cho biết phản ứng nào có hiệu suất thấp nhất?

A. (1). **B.** (2). **C.** (4). **D.** (3).

Câu 40. Cho phản ứng hoá học sau: $N_2O_4(g) \rightleftharpoons 2NO_2(g)$ $K_C = 4,84 \cdot 10^{-3}$
Phương án nào sau đây là nồng độ của các chất tại thời điểm cân bằng?

A. $[N_2O_4(g)] = 4,84 \cdot 10^{-1}\text{M}; [NO_2(g)] = 1,0 \cdot 10^{-4}\text{M}$.

B. $[N_2O_4(g)] = 1,0 \cdot 10^{-1}\text{M}; [NO_2(g)] = 4,84 \cdot 10^{-4}\text{M}$.

C. $[N_2O_4(g)] = 1,0 \cdot 10^{-1}\text{M}; [NO_2(g)] = 2,20 \cdot 10^{-2}\text{M}$.

D. $[N_2O_4(g)] = 5,0 \cdot 10^{-2}\text{M}; [NO_2(g)] = 1,10 \cdot 10^{-2}\text{M}$.

Câu 41. Cho cân bằng sau trong bình kín: $2NO_2(g) \rightleftharpoons N_2O_4(g)$.
(màu nâu đỏ) (không màu)
Biết khi hạ nhiệt độ của bình thì màu nâu đỏ nhạt dần. Phản ứng thuận có

A. $\Delta_r H^o_{298} > 0$, phản ứng tỏa nhiệt.
B. $\Delta_r H^o_{298} < 0$, phản ứng tỏa nhiệt.
C. $\Delta_r H^o_{298} > 0$, phản ứng thu nhiệt.
D. $\Delta_r H^o_{298} < 0$, phản ứng thu nhiệt.

Câu 42. Cho các cân bằng sau:

(1) $2SO_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2SO_3(g)$
(3) $CO_2(g) + H_2(g) \rightleftharpoons CO(g) + H_2O(g)$
(2) $N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$
(4) $2HI(g) \rightleftharpoons H_2(g) + I_2(g)$

Khi thay đổi áp suất, nhóm gồm các cân bằng hoá học đều **không** bị chuyển dịch là
A. (1) và (2). **B.** (1) và (3). **C.** (3) và (4). **D.** (2) và (4).

Câu 43. Cho cân bằng (trong bình kín) sau: $CO(g) + H_2O(g) \rightleftharpoons CO_2(g) + H_2(g)$; $\Delta_r H^o_{298} < 0$
Trong các yếu tố: (1) tăng nhiệt độ; (2) thêm một lượng hơi nước; (3) thêm một lượng H_2; (4) tăng áp suất chung của hệ; (5) dùng chất xúc tác. Dãy gồm các yếu tố đều làm thay đổi cân bằng của hệ là
A. (1), (4), (5). **B.** (1), (2), (3). **C.** (2), (3), (4). **D.** (1), (2), (4).

Câu 44. Cho cân bằng: $2SO_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2SO_3(g)$. Khi tăng nhiệt độ thì tỉ khối của hỗn hợp khí so với H_2 giảm đi. Phát biểu đúng khi nói về cân bằng trên?
A. Phản ứng thuận thu nhiệt, cân bằng dịch chuyển theo chiều nghịch khi tăng nhiệt độ.
B. Phản ứng nghịch toả nhiệt, cân bằng dịch chuyển theo chiều thuận khi tăng nhiệt độ.
C. Phản ứng nghịch thu nhiệt, cân bằng dịch chuyển theo chiều thuận khi tăng nhiệt độ.
D. Phản ứng thuận toả nhiệt, cân bằng dịch chuyển theo chiều nghịch khi tăng nhiệt độ.

Đáp án:

Tỉ khối so với H_2 giảm $\Rightarrow \overline{M}$ giảm $\xrightarrow{BTKL}$ số mol tăng $\Rightarrow$ chiều nghịch
Vậy khi tăng nhiệt độ thì cân bằng chuyển dịch theo chiều nghịch (thu nhiệt)
$\Rightarrow$ Phản ứng thuận tỏa nhiệt, phản ứng nghịch thu nhiệt, cân bằng chuyển dịch theo chiều nghịch khi tăng nhiệt độ.

Câu 45. Trong một bình kín có cân bằng hóa học sau: $2NO_2(g) \rightleftharpoons N_2O_4(g)$.
Tỉ khối hơi của hỗn hợp khí trong bình so với H_2 ở nhiệt độ T_1 bằng 27,6 và ở nhiệt độ T_2 bằng 34,5. Biết $T_1 > T_2$. Phát biểu nào sau đây về cân bằng trên là đúng?
A. Khi tăng nhiệt độ, áp suất chung của hệ cân bằng giảm.
B. Khi giảm nhiệt độ, áp suất chung của hệ cân bằng tăng.
C. Phản ứng thuận là phản ứng tỏa nhiệt.
D. Phản ứng nghịch là phản ứng tỏa nhiệt.

Đáp án:

Theo đề bài khi giảm nhiệt độ ($T_1 \rightarrow T_2$) thì tỉ khối của hỗn hợp so với H_2 tăng $\Rightarrow \overline{M}$ tăng $\xrightarrow{BTKL}$ số mol giảm $\Rightarrow$ chiều thuận (tỏa nhiệt).

PHẦN II. Câu trắc nghiệm đúng sai. Trong mỗi ý a), b), c), d) ở mỗi câu, thí sinh chọn đúng hoặc sai.

Câu 1. Trong công nghiệp, ammonia được tổng hợp theo phản ứng sau:

$$N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g) \quad \Delta_r H^o_{298} = -92 \text{ kJ} \quad (1)$$

a. Phản ứng (1) được gọi là phản ứng thuận nghịch.
b. Phản ứng (1) là phản ứng thu nhiệt.
c. Trong thực tế, phản ứng (1) luôn xảy ra hoàn toàn trong cùng một điều kiện.

d. Biểu thức hằng số cân bằng (K_C) của phản ứng (1) là $K_C = \frac{[NH_3]}{[N_2].[H_2]}$.

Đáp án:

a. Đ.

b. S. Phản ứng (1) là phản ứng tỏa nhiệt vì $\Delta_r H^o_{298} < 0$.

c. S. Trong thực tế, các phản ứng thuận nghịch xảy ra không hoàn toàn trong cùng một điều kiện.

d. S. $K_C = \frac{[NH_3]^2}{[N_2].[H_2]^3}$.

Câu 2. Xét phản ứng thuận nghịch: $H_2(g) + I_2(g) \rightleftharpoons 2HI(g)$. Số liệu về sự thay đổi số mol các chất trong bình phản ứng ở thí nghiệm được trình bày trong bảng dưới đây:

Thời gian (s)	t_0	t_1	t_2	t_3	t_∞
Số mol H_2	1	0,6	0,4	0,2	0,2
Số mol I_2	1	0,6	0,4	0,2	0,2
Số mol HI	0	0,8	1,2	1,6	1,6

a. Từ thời điểm t_0 đến t_3, số mol của chất sản phẩm giảm dần còn số mol chất tham gia tăng dần.

b. Biểu thức hằng số cân bằng (K_C) của phản ứng trên là $K_C = \frac{[HI]^2}{[H_2].[I_2]}$.

c. Bắt đầu từ thời điểm t_4 thì số mol các chất trong hệ phản ứng không thay đổi nữa.

d. Trong thí nghiệm trên, tốc độ phản ứng thuận và tốc độ phản ứng nghịch luôn bằng nhau tại mọi thời điểm.

Đáp án:

a. S. Từ thời điểm t_0 đến t_3, số mol của chất sản phẩm tăng dần còn số mol chất tham gia giảm dần.

b. Đ.

c. Đ.

d. S. Ban đầu tốc độ phản ứng thuận tăng còn tốc độ phản ứng nghịch giảm, theo thời gian tốc độ phản ứng thuận giảm và tốc độ phản ứng nghịch tăng dần cho đến khi tốc độ hai phản ứng bằng nhau.

Câu 3. Cân bằng hóa học là trạng thái của cân bằng thuận nghịch.

a. Cân bằng hóa học là một cân bằng tĩnh.

b. Ở trạng thái cân bằng, các chất không phản ứng với nhau.

c. Ở trạng thái cân bằng, tốc độ phản ứng thuận bằng tốc độ phản ứng nghịch.

d. Ở trạng thái cân bằng, nồng độ các chất sản phẩm luôn lớn hơn nồng độ các chất đầu.

Đáp án:

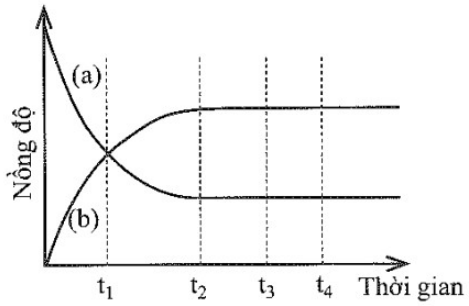
a. S. Cân bằng hóa học là một cân bằng động.

b. S. Ở trạng thái cân bằng, các chất vẫn tiếp tục phản ứng với nhau theo 2 chiều.

c. Đ.

d. S. Ở trạng thái cân bằng, nồng độ các chất không đổi.

Câu 4. Đồ thị biểu diễn sự thay đổi nồng độ các chất theo thời gian được cho trong hình sau:



a. Đường (a) mô tả biến thiên nồng độ chất sản phẩm theo thời gian.

b. Đường (b) mô tả biến thiên nồng độ chất phản ứng theo thời gian.

c. t_1 không phải là thời điểm bắt đầu trạng thái cân bằng.

d. t_2 là thời điểm phản ứng đạt trạng thái cân bằng.

Đáp án:

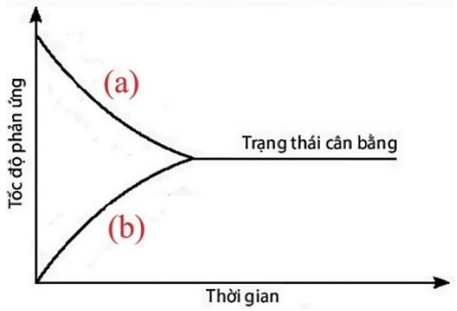
a. S. Đường (a) mô tả biến thiên nồng độ chất phản ứng theo thời gian.

b. S. Đường (b) mô tả biến thiên nồng độ chất sản phẩm theo thời gian.

c. Đ.

d. Đ.

Câu 5. Đồ thị dưới đây biểu diễn sự thay đổi tốc độ phản ứng thuận và phản ứng nghịch theo thời gian của phản ứng: $H_2(g) + I_2(g) \rightleftharpoons 2HI(g)$.



a. Đường (a) biểu diễn sự thay đổi tốc độ của phản ứng phản ứng thuận: $H_2(g) + I_2(g) \rightarrow 2HI(g)$.

b. Đường (b) biểu diễn sự thay đổi tốc độ phản ứng nghịch nghịch: $2HI(g) \rightarrow H_2(g) + I_2(g)$.

c. Ở trạng thái cân bằng, nồng độ của các chất hydrogen, iodine, hydrogen iodide bằng nhau.

d. Ở trạng thái cân bằng, tốc độ của phản ứng thuận và phản ứng nghịch bằng nhau.

Đáp án:

a. Đ

b. Đ

c. S. Ở trạng thái cân bằng, nồng độ của các chất hydrogen, iodine, hydrogen iodide không thay đổi.

d. Đ.

Câu 6. Xét hệ cân bằng: $2NO_2(g) \rightleftharpoons N_2O_4(g)$. Dữ liệu thực nghiệm về nồng độ các khí trước và sau khi hệ đạt trạng thái cân bằng ở 25°C được ghi lại ở bảng dưới đây:

Thí nghiệm	Nồng độ ban đầu (mol/L)		Nồng độ ở trạng thái cân bằng (mol/L)	
	C_{NO_2}	$C_{N_2O_4}$	$[NO_2]$	$[N_2O_4]$
1	0,0000	0,6700	0,0547	0,6430
2	0,0500	0,4460	0,0457	0,4480

a. Giá trị của biểu thức $\frac{[NO_2]^2}{[N_2O_4]}$ gọi là hằng số cân bằng của K_C của phản ứng.

b. Hằng số cân bằng của thí nghiệm 1, 2 có giá trị xấp xỉ nhau.

c. Nếu thực hiện phản ứng này ở nhiệt độ 70°C thì giá trị của biểu thức $\frac{[N_2O_4]}{[NO_2]^2}$ không thay đổi.

d. Thực nghiệm cho thấy hằng số cân bằng K_C của một phản ứng thuận nghịch phụ thuộc vào nồng độ của các chất.

Đáp án: Hằng số cân bằng K_C của phản ứng trên là $K_C = \frac{[N_2O_4]}{[NO_2]^2}$.

a. S.

b. Đ. $K_{C(1)} = \frac{0,6430}{0,0547^2} = 214,9; K_{C(2)} = \frac{0,4480}{0,0457^2} = 214,5$.

c. S. Khi tặng nhiệt độ hằng số cân bằng K_C tăng.

d. S. Hằng số cân bằng K_C của một phản ứng thuận nghịch phụ thuộc vào nhiệt độ và bản chất phản ứng.

Câu 7. Le Chatelier (1850 – 1936, nhà Hóa học người Pháp) phát biểu về nguyên lí chuyển dịch cân bằng như sau: "Một phản ứng thuận nghịch đang ở trạng thái cân bằng, khi chịu tác động bên ngoài biến đổi như nồng độ, áp suất, nhiệt độ) thì cân bằng sẽ chuyển theo chiều làm giảm tác động đó".

a. Khi tăng nhiệt độ, cân bằng chuyển dịch theo chiều làm giảm nhiệt độ, tức là chiều nghịch.

b. Khi tăng nồng độ của một chất, cân bằng chuyển dịch theo chiều làm tăng nồng độ của chất đó.

c. Khi giảm áp suất chung của hệ, cân bằng chuyển dịch theo chiều làm giảm số mol khí.

d. Chất xúc tác làm tăng đồng thời tốc độ phản ứng thuận và phản ứng nghịch nên làm chuyển dịch cân bằng hóa học.

Đáp án:

a. Đ.

b. S. Khi tăng nồng độ của một chất, cân bằng chuyển dịch theo chiều làm giảm nồng độ của chất đó.

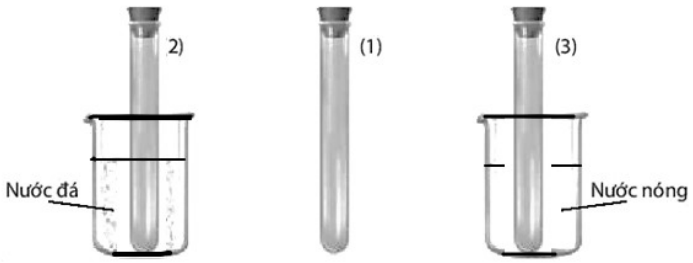
c. S. Khi giảm áp suất chung của hệ, cân bằng chuyển dịch theo chiều làm tăng số mol khí.

d. S. Chất xúc tác không làm cân bằng chuyển dịch.

Câu 8. Xét hệ cân bằng sau: $2NO_2(g) \rightleftharpoons N_2O_4(g) \quad \Delta_r H^0_{298} < 0$

(Màu nâu đỏ) (Không màu)

Chuẩn bị: ba ống nghiệm chứa khí NO_2 nút kín có màu giống nhau, cốc nước đá, cốc nước nóng.



- Ống nghiệm (1) để so sánh.
- Ngâm ống nghiệm (2) vào cốc nước đá trong khoảng 1 – 2 phút.
- Ngâm ống nghiệm (3) vào cốc nước nóng trong khoảng 1 – 2 phút.

a. Sau một thời gian, màu sắc trong ống nghiệm (2) đậm dần lên.

b. Sau một thời gian, màu sắc trong ống nghiệm (3) nhạt dần đi.

c. Để cân bằng trên chuyển dịch theo chiều nghịch cần tăng nhiệt độ của hệ.

d. Trong thí nghiệm trên, NO_2 là một khí độc nên chú ý nút kín ống nghiệm.

Đáp án:

a. S. Màu trong ống nghiệm (2) nhạt dần đi do nhiệt độ giảm cân bằng chuyển dịch sang chiều thuận.

b. S. Màu trong ống nghiệm (3) đậm dần lên do nhiệt độ tăng cân bằng chuyển dịch sang chiều nghịch.

c. Đ.

d. Đ.

Câu 9. Trong công nghiệp, ammonia được tổng hợp theo phản ứng sau:

$$N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g) \quad \Delta_r H^o_{298} = -92 \text{ kJ} \quad (1)$$

a. Để tăng tốc độ phản ứng, người ta sử dụng chất xúc tác là bột Fe.

b. Để cân bằng trên chuyển dịch theo chiều thuận cần tăng áp suất chung của hệ.

c. Để cân bằng trên chuyển dịch theo chiều nghịch cần tăng nhiệt độ của hệ.

d. Để cân bằng trên chuyển dịch theo chiều thuận cần giảm nồng độ của NH_3.

Đáp án:

a. Đ.

b. Đ. Tăng áp suất của hệ cân bằng chuyển dịch theo chiều làm giảm số mol, tức là chiều thuận.

c. Đ. Phản ứng tỏa nhiệt nên giảm nhiệt độ cân bằng chuyển dịch theo chiều thuận và ngược lại.

d. S. Giảm nồng độ của NH_3 cân bằng chuyển dịch theo chiều làm tăng nồng độ NH_3, tức là chiều thuận.

Câu 10. Trong quy trình sản xuất sulfuric acid (H_2SO_4) có giai đoạn dùng dung dịch H_2SO_4 98% hấp thụ sulfur trioxide (SO_3) thu được oleum ($H_2SO_4.SO_3$). Sulfur trioxide được tạo thành bằng cách oxi hóa sulfur dioxide bằng oxygen hoặc lượng dư không khí ở nhiệt độ 450^0C – 500^0C, chất xúc tác vanadium(V) oxide (V_2O_5) theo phương trình hóa học:

$$2SO_2(g) + O_2(g) \xrightleftharpoons{V_2O_5,\ 450^0C-500^0C} 2SO_3(g) \quad \Delta_r H^0_{298} = -198,4\ kJ$$

a. Khi tăng nhiệt độ của hệ phản ứng thì cân bằng chuyển dịch theo chiều nghịch.

b. Khi giảm nồng độ của khí SO_2 thì cân bằng chuyển dịch theo chiều thuận.

c. Khi tăng áp suất chung của hệ thì cân bằng chuyển dịch theo chiều thuận.

d. Khi dùng dung dịch H_2SO_4 98% hấp thụ SO_3 sinh ra thì cân bằng chuyển dịch theo chiều nghịch.

Đáp án:

Phản ứng trên là phản ứng tỏa nhiệt (giảm nhiệt độ cân bằng chuyển dịch theo chiều thuận).

a. Khi tăng nhiệt độ của hệ phản ứng thì cân bằng chuyển dịch theo chiều làm giảm nhiệt độ $\Rightarrow$ chiều thu nhiệt $\Rightarrow$ Chiều nghịch.

b. Khi giảm nồng độ của SO_2 thì cân bằng chuyển dịch theo chiều làm tăng nồng độ của SO_2 $\Rightarrow$ Chiều nghịch.

c. Khi tăng áp suất của hệ thì cân bằng chuyển dịch theo chiều làm giảm số mol khí $\Rightarrow$ Chiều thuận.

d. Khi dùng dung dịch H_2SO_4 98% hấp thụ SO_3 sinh ra tức là làm giảm nồng độ của SO_3 thì cân bằng chuyển dịch theo chiều làm tăng nồng độ của SO_3 $\Rightarrow$ Chiều thuận.

Câu 11. Xét các hệ cân bằng sau trong một bình kín:

(1) $C(s) + H_2O(g) \rightleftharpoons CO(g) + H_2(g) \quad \Delta_r H^o_{298} = 131\ kJ$

(2) $CO(g) + H_2O(g) \rightleftharpoons CO_2(g) + H_2(g) \quad \Delta_r H^o_{298} = -41\ kJ$

a. Khi giảm áp suất chung của hệ cân bằng (1), (2) thì cân bằng (1), (2) đều không chuyển dịch.

b. Khi thêm một lượng hơi nước vào hệ cân bằng (1), (2) thì cân bằng đều chuyển dịch theo chiều thuận.

c. Khi thêm chất xúc tác vào hệ cân bằng (1) và (2) thì cân bằng đều chuyển dịch theo chiều thuận.

d. Khi tăng nhiệt độ của hệ cân bằng (1), (2) thì cân bằng (1) chuyển dịch sang phải, cân bằng (2) chuyển dịch sang trái.

Đáp án:

Yếu tố biến đổi	Cân bằng (1)	Cân bằng (2)
Tăng nhiệt độ	Chiều thuận	Chiều nghịch
Thêm một lượng hơi nước	Chiều thuận	Chiều thuận
Giảm áp suất chung của hệ	Chiều thuận	Không chuyển dịch
Dùng chất xúc tác	Không chuyển dịch	Không chuyển dịch

a. S.

b. Đ.

c. S.

d. Đ.

Câu 12. Phương trình hóa học của phản ứng nung vôi như sau:

$$CaCO_3(s) \rightleftharpoons CaO(s) + CO_2(g) \quad \Delta_r H^o_{298} = 179,2\ kJ$$

a. Để thu được nhiều vôi sống (CaO) hơn cần thiết kế để khí CO_2 thoát ra khỏi lò nhanh hơn để cân bằng chuyển dịch theo chiều thuận.

b. Tăng nhiệt độ của hệ để cân bằng trên chuyển dịch theo chiều thu nhiệt, tức là chiều thuận.

c. Biểu thức hằng số cân bằng của phản ứng trên là $K_C = \dfrac{[CaO].[CO_2]}{[CaCO_3]}$.

d. Để làm tăng hiệu suất của phản ứng nung đá vôi nên nghiền mịn đá vôi thành bột mịn.

Đáp án:

a. Đ. Làm giảm nồng độ của CO_2 để cân bằng chuyển dịch theo chiều thuận (chiều tạo CaO).

b. Đ. Phản ứng thu nhiệt nên tăng nhiệt độ cân bằng chuyển dịch theo chiều thuận.
c. S. $K_C = [CO_2]$ (không tính cho chất rắn).
d. S. Nếu nghiền đá vôi thành bột mịn thì CO_2 khó thoát ra khỏi khối chất rắn. Khi đó CO_2 lại tác dụng với CaO ở nhiệt độ cao, tạo thành $CaCO_3$ ở nhiệt độ cao (chiều nghịch).

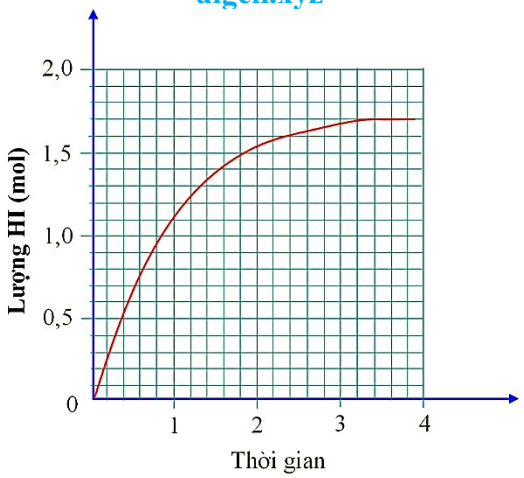
Câu 13. Sự hô hấp của con người liên quan đến phản ứng sau: $Hb(aq) + O_2(g) \rightleftharpoons HbO_2(aq)$.
Trong đó, phân tử hemoglobin (Hb) sẽ hấp thu oxygen ở phổi để tạo ra HbO_2.
a. Ở phổi, nồng độ oxygen lớn nhất nên cân bằng trên chuyển dịch sang phải.
b. Ở những người bệnh mà sự hô hấp trở nên khó khăn, người bệnh thường sử dụng oxygen ở nồng độ thấp hơn bình thường để thở.
c. Khi lên núi cao, một số người cũng gặp hiện tượng bị đau đầu, chóng mặt do ở trên núi cao do hàm lượng oxygen loãng làm cân bằng chuyển dịch theo chiều nghịch, giải phóng khí oxygen.
d. Nếu trong không khí có lẫn carbon monoxide (CO), cơ thể nhanh chóng bị ngộ độc là CO liên kết với hemoglobin (Hb) tạo thành carboxyhemoglobin (COHb), làm giảm khả năng vận chuyển oxygen của máu.
Đáp án:
a. Đ.
b. S. Người bệnh thường sử dụng oxygen ở nồng độ cao hơn bình thường để thở.
c. Đ.
d. Đ.

Câu 14. Trong dung dịch muối $CoCl_2$ (màu hồng) tồn tại cân bằng hoá học sau:

$$[Co(H_2O)_6]^{2+} + 4Cl^- \rightleftharpoons [CoCl_4]^{2-} + 6H_2O \quad \Delta_r H^\circ_{298} > 0$$
(màu hồng) (màu xanh)

a. Thêm từ từ HCl đặc vào hệ, dung dịch chuyển dần sang màu hồng.
b. Ngâm ống nghiệm vào cốc nước nóng, dung dịch chuyển dần sang màu xanh.
c. Thêm một vài giọt dung dịch $AgNO_3$, dung dịch chuyển dần sang màu xanh.
d. Ngâm ống nghiệm vào cốc nước lạnh, dung dịch chuyển dần sang màu hồng.
Đáp án:
a. S. Thêm HCl: Cân bằng chuyển dịch theo chiều làm giảm nồng độ $[Cl^-]$, tức là chuyển dịch theo chiều thuận, dung dịch chuyển màu xanh.
b. Đ. Ngâm ống nghiệm vào cốc nước nóng: Cân bằng chuyển dịch theo chiều thuận (chiều thu nhiệt), dung dịch chuyển màu xanh.
c. S. Thêm một vài giọt dung dịch $AgNO_3$: $Ag^+ + Cl^- \rightarrow AgCl$ (kết tủa trắng), nồng độ Cl^- giảm, cân bằng chuyển dịch theo chiều nghịch, dung dịch màu hồng.
d. Đ. Ngược lại với ý b.
Tài liệu chính chủ từ website Tailieuchuan.vn

Câu 15. Trong một bình kín xảy ra cân bằng hoá học sau: $H_2(g) + I_2(g) \rightleftharpoons 2HI(g)$
Cho 1 mol H_2 và 1 mol I_2 vào bình kín, dung tích 2 lít. Lượng HI tạo thành theo thời gian được biểu diễn bằng đồ thị sau:



a. Nồng độ của HI ở thời điểm cân bằng là 1,7M.

b. Nồng độ của I_2, H_2 ở thời điểm cân bằng đều là 0,5M.

c. Giá trị hằng số cân bằng của phản ứng là K_C =128,44.

d. Hiệu suất của phản ứng trên là 85%.

Đáp án:

a. S. Dựa vào đồ thị ta thấy số mol HI ở thời điểm cân bằng là 1,7 mol $\Rightarrow$ [HI] = 0,85 M.

b. Đ. $C_{M(H_2)} = C_{M(I_2)} = \frac{1}{2} = 0,5\,M$.

c. Đ.

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

Ban đầu:	0,5	0,5	0	(M)
Phản ứng:	0,425 ←	0,425 ←	0,85	(M)
Cân bằng:	0,075	0,075	0,85	(M)

$\Rightarrow$ Nồng độ các chất tại thời điểm cân bằng là $[H_2] = [I_2] = 0,075$ M; [HI] = 0,85 M

Hằng số cân bằng: $K_C = \frac{(0,85)^2}{0,075 \cdot 0,075} = 128,44.$

d. Đ. Hiệu suất phản ứng: $H\% = \frac{0,425 \cdot 100\%}{0,5} = 85\%.$

PHẦN III: Câu trắc nghiệm yêu cầu trả lời ngắn. Thí sinh trả lời các câu hỏi dưới đây.

Câu 1. Cho các phản ứng hóa học sau:

(1) $CH_4 + 2O_2 \xrightarrow{t^o} CO_2 + 2H_2O$

(2) $CaCO_3 + CO_2 + H_2O \rightleftharpoons Ca(HCO_3)_2$

(3) $CO_2(g) + 3H_2 \rightleftharpoons CH_3OH + H_2O$

(4) $NaOH + HCl \longrightarrow NaCl + H_2O$

Có bao nhiêu phản ứng thuận nghịch trong các phản ứng trên?

Đáp án: 2.

Câu 2. Cho các yếu tố sau: (1) nồng độ, (2) nhiệt độ, (3) áp suất, (4) chất xúc tác, (5) diện tích bề mặt tiếp xúc. Có bao nhiêu yếu tố trong dãy trên làm ảnh hưởng đến cân bằng hoá học chuyển dịch?

Đáp án: 3.

Câu 3. Cho phản ứng sau ở 430°C: $H_2(g) + I_2(g) \rightleftharpoons 2HI(g)$. Ở trạng thái cân bằng, nồng độ các chất là $[H_2] = [I_2] = 0,107$ M; [HI] = 0,786 M. Hằng số cân bằng của phản ứng ở nhiệt độ trên là bao nhiêu? *(Kết quả làm tròn đến hàng đơn vị).*

Đáp án: 54.

$$K_C = \frac{[HI]^2}{[H_2].[I_2]} = \frac{(0,786)^2}{0,107.0,107} = 53,96$$

.

Câu 4. Bromine chloride phân hủy tạo thành bromine và chlorine theo phương trình hóa học sau:

$$2BrCl(g) \rightleftharpoons Br_2(g) + Cl_2(g)$$

Ở nhiệt độ xác định, hằng số cân bằng của phản ứng trên có giá trị là 11,1. Giả sử BrCl được cho vào vào bình kín có dung tích 1 L. Kết quả phân tích cho biết hỗn hợp phản ứng ở trạng thái cân bằng có 4 mol Cl_2. Nồng độ mol của BrCl ở trang thái cân bằng là bao nhiêu? *(Kết quả làm tròn đến hàng phần mười).*

Đáp án: 1,2.

$$n_{Cl_2} = n_{Br_2} = 4\,mol \Rightarrow [Br_2] = [Cl_2] = 4\ M.$$

$$K_C = \frac{[Br_2].[Cl_2]}{[BrCl]^2} \Rightarrow \frac{4^2}{[BrCl]^2} = 11,1 \Rightarrow [BrCl] = \sqrt{\frac{4^2}{11,1}} = 1,2\ M.$$

Câu 5. Cho các phản ứng hoá học sau:

(1) $2NO(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2NO_2(g)\ \Delta_r H^\circ_{298} = -115kJ$

(2) $2SO_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2SO_3(g)\ \Delta_r H^\circ_{298} = -198kJ$

(3) $N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)\ \Delta_r H^\circ_{298} = -92k$

(4) $C(s) + H_2O(g) \rightleftharpoons CO(g) + H_2(g)\ \Delta_r H^\circ_{298} = 130kJ$

(5) $CaCO_3(s) \rightleftharpoons CaO(s) + CO_2(g)\ \Delta_r H^\circ_{298} = 178kJ$

Khi tăng nhiệt độ, có bao nhiêu cân bằng hoá học chuyển dịch theo chiều thuận?

Đáp án: 2.

Câu 6. Cho các phản ứng hoá học sau:

(1) $2NO(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2NO_2(g)\ \Delta_r H^\circ_{298} = -115kJ$

(2) $2SO_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2SO_3(g)\ \Delta_r H^\circ_{298} = -198kJ$

(3) $N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)\ \Delta_r H^\circ_{298} = -92k$

(4) $C(s) + H_2O(g) \rightleftharpoons CO(g) + H_2(g)\ \Delta_r H^\circ_{298} = 130kJ$

(5) $CaCO_3(s) \rightleftharpoons CaO(s) + CO_2(g)\ \Delta_r H^\circ_{298} = 178kJ$

Khi tăng áp suất, có bao nhiêu cân bằng hoá học chuyển dịch theo chiều thuận?

Đáp án: 3.

Câu 7. Cho các cân bằng sau:

(1) $2SO_2(g) + O_2(g) \overset{xt,t^\circ}{\rightleftharpoons} 2SO_3(g)$

(3) $CO_2(g) + H_2(g) \overset{t^\circ}{\rightleftharpoons} CO(g) + H_2O(g)$

(2) $N_2(g) + 3H_2(g) \overset{xt,t^\circ}{\rightleftharpoons} 2NH_3(g)$

(4) $2HI(g) \overset{t^\circ}{\rightleftharpoons} H_2(g) + I_2(g)$

Khi thay đổi áp suất, có bao nhiêu cân bằng hoá học **không** bị chuyển dịch?

Đáp án: 2.

Câu 8. Cho cân bằng (trong bình kín) sau: $CO(g) + H_2O(g) \rightleftharpoons CO_2(g) + H_2(g)$; $\Delta_r H^\circ_{298} < 0$. Trong các yếu tố: (1) tăng nhiệt độ; (2) thêm một lượng hơi nước; (3) thêm một lượng H_2; (4) tăng áp suất chung của hệ; (5) dùng chất xúc tác. Có bao nhiêu yếu tố đều làm thay đổi cân bằng của hệ?

Đáp án: 3.

Câu 9. Cho cân bằng hóa học sau: $2SO_{2(g)} + O_{2(g)} \overset{V_2O_5,450^\circ C-500^\circ C}{\rightleftharpoons} 2SO_{3(g)}$ $\Delta_r H^\circ_{298} = -198,4kJ$.

Cho các biện pháp: (1) tăng nhiệt độ, (2) tăng áp suất chung của hệ phản ứng, (3) hạ nhiệt độ, (4) dùng thêm chất xúc tác V_2O_5, (5) giảm nồng độ SO_3, (6) giảm áp suất chung của hệ phản ứng. Có bao nhiêu biện pháp làm cân bằng trên chuyển dịch theo chiều thuận?

Đáp án: 3.

Câu 10. Cho vào bình kín (dung tích 1L) 1 mol H_2 và 1 mol I_2, sau đó thực hiện phản ứng ở 350℃ - 500℃ theo phương trình hóa học sau: $H_2(g) + I_2(g) \xrightarrow{350\,^\circ C-500\,^\circ C,\ pt} 2HI(g)$

Ở trạng thái cân bằng thấy có sự tạo thành 1,56 mol HI. Hằng số cân bằng của phản ứng trên là bao nhiêu? *(Kết quả làm tròn đến hàng phần mười).*

Đáp án: 50,3.

Vì bình có dung tích 1 L nên nồng độ H_2, I_2, HI lần lượt là 1 M; 1 M; 1,56 M.

$$H_2(g) + I_2(g) \xrightarrow{450^\circ C} 2HI(g)$$

Ban đầu:	1		1		0		(M)
Phản ứng:	0,78	←	0,78	←	1,56	(M)	
Cân bằng:	0,22		0,22		1,56	(M)	

$$\Rightarrow K_C = \frac{[HI]^2}{[H_2].[I_2]} = \frac{1,56^2}{0,22.0,22} = 50,28$$

Câu 11. Cho cân bằng: $N_2O_4(g) \rightleftharpoons 2NO_2(g)$. Ban đầu có 0,02 mol N_2O_4 trong bình kín có thể tích 500 mL, khi phản ứng đạt trạng thái cân bằng thì nồng độ của N_2O_4 là 0,0055 M. Giá trị của hằng số cân bằng K_C là bao nhiêu? *(Kết quả làm tròn đến hàng phần trăm).*

Đáp án: 0,87.

Nồng độ N_2O_4 ban đầu là $\frac{0,02}{0,5} = 0,04$ M.

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

Ban đầu:	0,04		
Phản ứng:	x	→	2x
Cân bằng:	0,04 – x		2x

Ta có 0,04 – x = 0,0055 $\Rightarrow$ x = 0,0345 M $\Rightarrow$ $[NO_2]$ = 0,069 M

$$\Rightarrow K_C = \frac{[NO_2]^2}{[N_2O_4]} = \frac{0,069^2}{0,0055} \approx 0,866$$

Câu 12. Sulfur trioxide được tạo thành bằng cách oxi hóa sulfur dioxide bằng oxygen hoặc lượng dư không khí ở nhiệt độ 450 ℃ – 500 ℃, chất xúc tác vanadium (V)oxide (V_2O_5) theo phương tình hóa học:

$$2SO_{2(g)} + O_{2(g)} \xrightarrow{V_2O_5,\ 450\,^\circ C-500\,^\circ C} 2SO_{3(g)} \quad \Delta_r H^0_{298} = -198,4kJ \quad (1)$$

Để có 90% SO_2 đã phản ứng khi hệ đạt trạng thái cân bằng thì lúc đầu cần lấy lượng O_2 là bao nhiêu? Biết hằng số cân bằng K_C của phản ứng (1) là 40. *(Kết quả làm tròn đến hàng phần mười).*

Đáp án: 3,8.

Gọi a là nồng độ oxygen ban đầu cần lấy.

$$2SO_2(g) + O_2(g) \xrightarrow{V_2O_5,\ 450^\circ C-500^\circ C} 2SO_3(g)$$

Ban đầu:	4	a		(M)
Phản ứng:	3,6	1,8	3,6	(M)
Cân bằng:	0,4	a – 0,18	3,6	(M)

$$K_C = \frac{3,6^2}{(a-1,8)x0,4^2} = 40 \Rightarrow a = 3,825\ (M)$$

Câu 13. Khi xăng cháy trong động cơ ô tô sẽ tạo ra nhiệt độ cao, lúc đó N_2 phản ứng với O_2 tạo thành NO:

$$N_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2NO(g) \quad (1)$$

NO khi được giải phóng ra không khí nhanh chóng kết hợp với O_2 tạo thành NO_2 là một khí gây ô nhiễm môi trường. Ở 2000 °C, hằng số cân bằng K_C của phản ứng (1) là 0,01.

Nếu trong bình kín dung tích 1 lít có 4 mol N_2 và 0,1 mol O_2 thì ở 2000 °C lượng khí NO tạo thành là bao nhiêu (giả thiết NO chưa phản ứng với O_2)? *(Kết quả làm tròn đến hàng phần trăm).*

Đáp án: 0,05.

Nồng độ mol ban đầu của N_2 và O_2 lần lượt là 4 M và 0,1 M.

PTHH:	$N_2(g) + O_2(g)$	$\rightleftharpoons$	$2NO(g)$	
Ban đầu:	4	0,1	0	(M)
Phản ứng:	x →	x →	2x	(M)
Cân bằng:	4 – x	0,1 – x	2x	(M)

Ta có: $K_C = \dfrac{4x^2}{(0,1-x)\cdot(4-x)} = 0,01 \Rightarrow \left[\begin{array}{l} x_1 = 0,027 \Rightarrow n_{NO} = [NO] = 2x = 0,054\ mol \\ x_2 = -0,037\ (loại) \end{array}\right.$

Câu 14. Cho phản ứng thuận nghịch sau: $H_2(g) + I_2(g) \rightleftharpoons 2HI(g)$

Ở 430 °C, nồng độ các chất ở trạng thái cân bằng là: $[H_2] = [I_2] = 0,107$ mol/L; $[HI] = 0,786$ mol/L.

(a) Tính hằng số cân bằng (Kc) của phản ứng ở 430°C.

(b) Nếu cho 2 mol H_2 và 2 mol I_2, vào bình kín dung tích 10 lít, giữ bình ở 430°C thì nồng độ I_2 ở trạng thái cân bằng là bao nhiêu? *(Kết quả làm tròn đến hàng phần trăm).*

Đáp án: 0,04.

(a) $K_C = \dfrac{[HI]^2}{[H_2][I_2]} = \dfrac{(0,786)^2}{0,107.0,107} = 53,96$

(b) $[H_2] = [I_2] =$ 0,2 M

PTHH:	$H_2(g) + I_2(g)$	$\rightleftharpoons$	$2HI(g)$	
Bđ:	0,2	0,2		(M)
Pư:	x	x	2x	(M)
CB:	0,2-x	0,2-x	2x	(M)

$$K_C = \frac{[HI]^2}{[H_2][I_2]} = \frac{(2x)^2}{(0,2-x).(0,2-x)} = 53,96 \Rightarrow x = 0,157$$

Nồng độ các chất tại thời điểm cân bằng là: $[H_2] = [I_2] = 0,2 - 0,157 = 0,043$ M.

Câu 15. Phosphorus trichloride (PCl_3) phản ứng với chlorine (Cl_2) tạo thành phosphorus pentachloride (PCl_5) theo phản ứng: $PCl_3(g) + Cl_2(g) \rightleftharpoons PCl_5(g)$

Cho 0,75 mol PCl_3 và 0,75 mol Cl_2 vào bình kín dung tích 8 lít ở $227^\circ C$. Nồng độ PCl_5 ở trạng thái cân bằng, biết giá trị hằng số cân bằng K_C ở $227^\circ C$ là 49. *(Kết quả làm tròn đến hàng phần trăm).*

Đáp án: 0,06.

$$C_{M(PCl_3)} = C_{M(Cl_2)} = \frac{0,75}{8} = 0,09375M$$

PTHH:	$PCl_3(g)$	+	$Cl_2(g)$	$\rightleftharpoons$	$PCl_5(g)$
Ban đầu:	0,09375		0,09375		0 (M)
Phản ứng:	x		x		x (M)
Cân bằng:	0,09375 – x		0,09375 – x		x (M)

Ta có: $K_C = \dfrac{x}{(0,09375-x).(0,09375-x)} = 49 \Rightarrow \left[\begin{array}{l} x_1 = 0,059 \\ x_2 = 0,149\ (Loại) \end{array}\right.$

$\Rightarrow$ Tại trạng thái cân bằng: $[PCl_5] = 0,059$ M.

Câu 16. Ethanol và propanoic acid phản ứng với nhau tạo thành ethyl propanoate theo phản ứng hoá học sau: $C_2H_5OH(l) + C_2H_5COOH(l) \rightleftharpoons C_2H_5COOC_2H_5(l) + H_2O(l)$

Ở 50 °C, giá trị K_C của phản ứng trên là 7,5. Nếu cho 23,0 g ethanol phản ứng với 37,0 g propanoic acid ở 50 °C thì khối lượng của ethyl propanoate thu được trong hỗn hợp ở trạng thái cân bằng là bao nhiêu? (Coi tổng thể tích của hệ phản ứng không đổi). *(Kết quả làm tròn đến hàng phần mười).*

Đáp án: 37,3.

$n_{C_2H_5OH} = 0,5 mol; n_{C_2H_5COOC_2H_5} = 0,5$ mol.

$C_2H_5OH(l) + C_2H_5COOH(l) \rightleftharpoons C_2H_5COOC_2H_5(l) + H_2O(l)$

Ban đầu:	0,5	0,5	0	0	(mol)
Pư:	x	x	x	x	(mol)
CB:	0,5 – x	0,5 – x	x	x	(mol)

Coi thể tích của hệ không đổi và bằng V (L)

$$K_C = \frac{\frac{x}{V}.\frac{x}{V}}{\frac{(0,5-x)}{V}.\frac{(0,5-x)}{V}} = 7,5 \Rightarrow \left[\begin{array}{l} x_1 = 0,366 \Rightarrow m_{C_2H_5COOC_2H_5} = 0,366.102 = 37,332(g) \\ x_2 = 0,788 (Loại) \end{array}\right.$$

Câu 17. Carbon monoxide thay thế oxygen trong hemogolobin đã bị oxi hóa theo phản ứng:

$$HbO_2(aq) + CO(s) \rightleftharpoons HbCO(aq) + O_2(aq)$$

Tại nhiệt độ trung bình trong cơ thể, hằng số cân bằng của phản ứng trên là $K_C = 170$.

Giả sử một hỗn hợp không khí bị ô nhiễm carbon monoxide ở mức 0,1% (theo thể tích). Coi không khí chứa 20,0% oxygen về thể tích, tỉ lệ oxygen và carbon monoxide hòa tan trong máu giống tỉ lệ của chúng trong không khí. Cho tỉ lệ HbCO so với HbO_2 trong máu là bao nhiêu.

Đáp án: 0,85.

$$K_C = \frac{[HbCO][O_2]}{[HbO_2][CO]} \Rightarrow \frac{[HbCO]}{[HbO_2]} = K_C.\frac{[CO]}{[O_2]} = 170.\frac{0,10}{20,0} = 0,85.$$

----------HẾT----------