

## CHUYÊN ĐỀ : TỐC ĐỘ PHẢN ỨNG - CÂN BẰNG HOÁ HỌC

### A-LÍ THUYẾT:

#### I- TỐC ĐỘ PHẢN ỨNG

1) Khái niệm: Tốc độ phản ứng hóa học được đo bằng độ biến thiên nồng độ của một chất đã cho (chất phản ứng hoặc sản phẩm) trong một đơn vị thời gian.

VD : phản ứng :  $aA + bB \rightleftharpoons dD + eE$  (1) (a, b, d, e là hệ số cân bằng)

Tốc độ phản ứng có thể được xác định bởi sự biến thiên nồng độ của chất tham gia phản ứng hoặc sản phẩm

- Theo chất đầu: - Ở thời điểm  $t_1$  chất A có nồng độ  $[A]_1$ . Ở thời điểm  $t_2$  chất A có nồng độ  $[A]_2$

Do A là chất tham gia phản ứng nên nồng độ của nó giảm theo thời gian phản ứng nên  $[A]_2 < [A]_1$

Độ biến thiên nồng độ  $\Delta[A] = [A]_2 - [A]_1$  trong khoảng thời gian  $\Delta t = t_2 - t_1$ . Tốc độ trung bình của phản ứng (1) được

tính :  $v_{\text{(tính theo A)}} = \frac{-\Delta[A]}{\Delta t}$  (do  $v > 0$  nên phải có dấu - trước  $\Delta[A]$ )

- Theo sản phẩm: - Ở thời điểm  $t_1$  chất D có nồng độ là  $[D]_1$ . Ở thời điểm  $t_2$  chất D có nồng độ là  $[D]_2$

Độ biến thiên nồng độ :  $\Delta[D] = [D]_2 - [D]_1$  trong khoảng thời gian  $\Delta t = t_2 - t_1$ . Tốc độ trung bình của phản ứng (1) được

tính:  $v_{\text{(tính theo D)}} = \frac{\Delta[D]}{\Delta t}$  (do theo thời gian nồng độ sản phẩm tăng lên nên  $[D]_2 - [D]_1 > 0$ )

Qui tắc độ phản ứng về cùng giá trị : Như đã xét, tốc độ phản ứng biểu thị theo các chất khác nhau vì vậy để qui tắc độ phản ứng về cùng một giá trị thì phải chia tốc độ phản ứng cho hệ số cân bằng của phương trình :

VD : đối với phản ứng :  $aA_{(k)} + bB_{(k)} \rightleftharpoons dD_{(k)} + eE_{(k)}$  (1)

ta có :  $v = \frac{-1}{a} \frac{\Delta[A]}{\Delta t} = -\frac{1}{b} \frac{\Delta[B]}{\Delta t} = \frac{1}{d} \frac{\Delta[D]}{\Delta t} = \frac{1}{e} \frac{\Delta[E]}{\Delta t}$

2) Tốc độ trung bình, tốc độ tức thời :

- Tốc độ phản ứng tính theo sự biến thiên nồng độ của chất phản ứng (hoặc sản phẩm) theo khoảng thời gian  $\Delta t$  nói trên gọi là tốc độ trung bình của phản ứng.

- Ta có thể lấy biến thiên nồng độ của chất phản ứng (hoặc sản phẩm) trong một khoảng thời gian vô cùng bé ( $\Delta t \rightarrow 0$ )

thì lúc đó tỉ số :  $\frac{\Delta[D]}{\Delta t}$  (thí dụ tính theo chất D) tiến gần tới một giới hạn nhất định đó gọi là vận tốc tức thời của phản

ứng ở thời điểm đã cho.

$$V_{\text{(tức thời)}} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \left( \frac{\Delta[D]}{\Delta t} \right) \Rightarrow V_{\text{(tức thời)}} = \frac{d[D]}{dt}$$

#### Biểu thức vận tốc phản ứng :

- Vận tốc phản ứng tỉ lệ thuận với tích nồng độ của các chất tham gia phản ứng, với số mũ là hệ số hợp thức của các chất tương ứng trong phương trình phản ứng hóa học.

- Xét phản ứng:  $aA + bB \rightarrow pC + qD \Rightarrow$  Biểu thức vận tốc tức thời:  $v = k [A]^m [B]^n$  (1)

+ k: hằng số tốc độ (hằng số vận tốc chính là tốc độ phản ứng khi nồng độ các chất = 1).

+ [A], [B]: nồng độ mol của chất A và B.

+ m, n gọi là bậc của phản ứng, cho biết nồng độ mỗi chất tác dụng ảnh hưởng như thế nào đến tốc độ p/ ứng.

+ Ở biểu thức (1) thì : m là bậc của phản ứng đối với chất A.

n là bậc của phản ứng đối với chất B.

(m + n) là bậc chung của phản ứng.

Lưu ý: + Các số m, n, k chỉ có thể xác định bằng thực nghiệm

+ Tuy nhiên một số phản ứng đơn giản thì m, n có thể trùng với a, b

+ Các phản ứng có m + n = 1 gọi là phản ứng bậc 1: lúc này  $\ln(C^0/C) = kt$

3. Các yếu tố ảnh hưởng đến tốc độ phản ứng:

##### a. Các yếu tố ảnh hưởng tốc độ phản ứng:

+ Nồng độ: Khi tăng nồng độ chất phản ứng, tốc độ phản ứng tăng.

+ Áp suất: Đối với phản ứng có chất khí, khi tăng áp suất, tốc độ phản ứng tăng.

+ Nhiệt độ: Khi tăng nhiệt độ, tốc độ phản ứng tăng.

+ Diện tích bề mặt: Khi tăng diện tích bề mặt chất phản ứng, tốc độ phản ứng tăng.

+ Chất xúc tác là chất làm tăng tốc độ phản ứng, nhưng còn lại sau khi phản ứng kết thúc.

##### Ảnh hưởng của nhiệt độ đến tốc độ phản ứng :

- Dựa vào kết quả của nhiều thí nghiệm, nhà khoa học người Hà Lan là Van't Hoff nêu ra quy tắc kinh nghiệm : “ Cứ tăng nhiệt độ lên  $10^{\circ}\text{C}$  thì tốc độ phản ứng hóa học trung bình tăng từ 2 đến 4 lần”.

- Với mỗi phản ứng số lần tăng của tốc độ phản ứng khi tăng nhiệt độ thêm  $10^{\circ}\text{C}$  được gọi là hệ số nhiệt độ của tốc độ phản ứng (kí hiệu là  $\gamma$ ). Giả sử ở  $t_1^{\circ}\text{C}$  phản ứng có vận tốc  $V_1$ . Ở nhiệt độ  $t_2^{\circ}\text{C}$  phản ứng có vận tốc  $V_2$ .

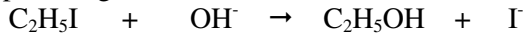
- Theo Van't Hoff ta có công thức : 
$$\frac{V_2}{V_1} = \gamma^{\frac{(t_2-t_1)}{10}}$$

Phương trình Arrhenius

$$\lg \frac{k_{T_2}}{k_{T_1}} = \frac{E_a}{2,303R} \left( \frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right)$$

trong đó :  $\left\{ \begin{array}{l} k : \text{là hằng số tốc độ phản ứng} \\ E_a : \text{năng lượng hoạt hóa của phản ứng j/mol} \\ R : \text{hằng số khí lý tưởng: } 8,31 \\ T : \text{nhiệt độ tuyệt đối (K)} \end{array} \right.$

Ví dụ : Đối với phản ứng :



Có các hằng số tốc độ như sau :  $k_1 = 5,03 \cdot 10^{-2} \text{ (l.mol}^{-1} \cdot \text{s}^{-1})$  ở  $289\text{K}$  và  $k_2 = 6,71 \text{ (l.mol}^{-1} \cdot \text{s}^{-1})$  ở  $333\text{K}$

- a/ Tính năng lượng hoạt hóa của phản ứng.
- b/ Tính hằng số tốc độ phản ứng tại nhiệt độ  $305\text{K}$

Giải : a/ Năng lượng hoạt hóa của phản ứng :

Ta có : 
$$\ln \frac{k_{T_2}}{k_{T_1}} = \frac{E_a}{R} \left( \frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right) \Rightarrow E_a = R \frac{T_1 T_2}{(T_2 - T_1)} \ln \frac{k_{T_2}}{k_{T_1}} \Rightarrow E_a = 8,31 \frac{289 \times 333}{(333 - 289)} \ln \frac{6,71}{5,03 \times 10^{-2}} = 89,0 \text{ KJ.mol}^{-1}$$

b/ Hằng số tốc độ phản ứng ở  $305\text{K}$  :

Ta có 
$$\ln \frac{k_{305}}{k_{333}} = \frac{E_a}{R} \left( \frac{1}{333} - \frac{1}{305} \right) \Rightarrow \ln \frac{k_{305}}{6,71} = \frac{89000}{8,31} \left( \frac{1}{333} - \frac{1}{305} \right) \Rightarrow k_{305} = 0,35 \text{ (l.mol}^{-1} \cdot \text{s}^{-1})$$

**III/ CÂN BẰNG HÓA HỌC :**

1/ Phản ứng thuận nghịch :

Phản ứng thuận nghịch là phản ứng xảy ra theo 2 chiều ngược nhau ở cùng một điều kiện. Đặc điểm của phản ứng thuận nghịch là không hoàn toàn. Một phản ứng thuận nghịch trước sau gì cũng đạt đến trạng thái cân bằng.

TD : Có phản ứng thuận nghịch đồng thể :



Đối với phản ứng thuận ta có :  $V_t = k_t[\text{A}]^a[\text{B}]^b$

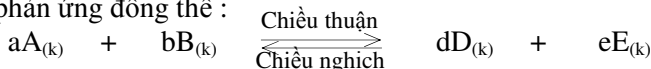
Đối với phản ứng nghịch ta có :  $V_n = k_n[\text{D}]^d[\text{E}]^e$

Theo thời gian phản ứng thì  $[\text{A}]$ ,  $[\text{B}]$  giảm  $\Rightarrow V_t$  giảm và  $[\text{D}]$ ,  $[\text{E}]$  tăng  $\Rightarrow V_n$  tăng. Đến thời điểm  $t$  nào đó thì :

$V_t = V_n$  lúc đó ta nói hệ phản ứng thuận nghịch đã đạt đến trạng thái cân bằng hóa học.

2/ Hằng số cân bằng của phản ứng thuận nghịch :

Ta xét phản ứng đồng thể :



Đối với phản ứng (1) ta có : 
$$K_C = \frac{[\text{D}]^d [\text{E}]^e}{[\text{A}]^a [\text{B}]^b}$$

Vì  $PV = nRT \Rightarrow P = C_M \cdot RT$  nên ta có :  $K_P = K_C RT^{\Delta n}$  (với  $\Delta n = (d + e) - (a + b)$  là độ biến thiên số mol khí.)

Cân bằng trong hệ dị thể :

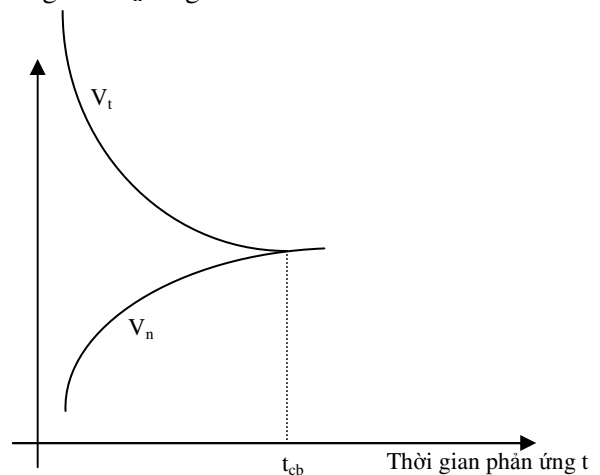
- Một phản ứng thuận nghịch bao gồm các tác chất và sản phẩm không cùng một pha sẽ dẫn đến một cân bằng dị thể.

- Do chất rắn có nồng độ coi như không đổi và không ảnh hưởng đến áp suất của hệ nên nó không có trong biểu thức tính hằng số cân bằng.

- Đối với phản ứng :  $\text{CaCO}_3 (r) \rightleftharpoons \text{CaO} (r) + \text{CO}_2 (k)$  có  $K_P = P_{\text{CO}_2}$  hoặc  $K_C = [\text{CO}_2]$

- Đối với phản ứng :  $\text{Ag}_2\text{CrO}_4 (r) \rightleftharpoons 2\text{Ag}^+ (aq) + \text{CrO}_4^{2-} (aq)$  có  $K_C = [\text{Ag}^+]^2 [\text{CrO}_4^{2-}]$

- Các pu trong dung dịch:  $\text{H}_2\text{O}$  không có trong biểu thức hằng số cân bằng



3/ Ảnh hưởng của nhiệt độ, áp suất đến cân bằng hóa học. Nguyên lý chuyển dời cân bằng :

**. Nguyên lý chuyển dịch cân bằng (Le Chatelier):** “Cân bằng của phản ứng thuận nghịch sẽ chuyển dời theo chiều chống lại sự thay đổi các điều kiện bên ngoài (về nồng độ, nhiệt độ, áp suất).”

	Thay đổi	Chuyển dời theo chiều
Nồng độ	Tăng [A]	Giảm [A]
	Giảm [A]	Tăng [A]
Áp suất	Tăng áp suất Hạ áp suất	Giảm số phân tử khí Tăng số phân tử khí
Nhiệt độ	Tăng nhiệt độ Hạ nhiệt độ	Thu nhiệt (Q<0) Phát nhiệt (Q>0)

Lưu ý: Chất xúc tác không làm dịch chuyển cân bằng, chỉ làm phản ứng nhanh đạt đến trạng thái cân bằng.

**B- BÀI TẬP**

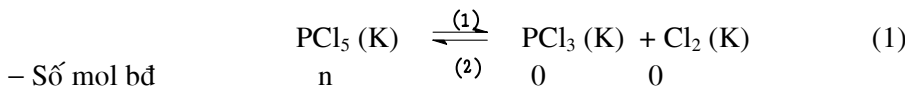
**I- BÀI TẬP THAM KHẢO:**

**Ví dụ 1:** Cho PCl<sub>5</sub> phân li theo phương trình : PCl<sub>5</sub> (K) ⇌ PCl<sub>3</sub> (K) + Cl<sub>2</sub> (K)

Ở 500<sup>0</sup>C cho n mol khí PCl<sub>5</sub> vào một bình kín độ phân li PCl<sub>5</sub> là α. Áp suất của hệ lúc cân bằng p atm.

- Thiết lập mối liên hệ giữa hằng số cân bằng K<sub>p</sub> với n, α, p.
- Ở 500<sup>0</sup>C, K<sub>p</sub> =  $\frac{1}{3}$ . Tính độ phân li của PCl<sub>5</sub> ở áp suất 1 atm và 8atm. Có phù hợp với nguyên lý chuyển dịch cân bằng không?
- Hỏi ở áp suất nào thì độ phân li của PCl<sub>5</sub> là 10%.

Giải: 1) Thiết lập mối quan hệ giữa K<sub>p</sub>, n, α, p :



+ Từ (1) :  $K_p = \frac{P_{\text{PCl}_3} \cdot P_{\text{Cl}_2}}{P_{\text{PCl}_5}}$  (2) Ta có  $P_{\text{PCl}_3} = P_{\text{Cl}_2} = [n\alpha / n(1+\alpha)].P = [\alpha / (1+\alpha)].P$  ;

$$P_{\text{PCl}_5} = [n(1-\alpha) / n(1+\alpha)].P = [(1-\alpha) / (1+\alpha)].P = > \underline{K_p = [\alpha^2 / (1-\alpha^2)].P}$$

2) Tính độ phân li : p = 1 atm, 8atm, K<sub>p</sub> =  $\frac{1}{3}$  :  $\underline{+ P = 1\text{atm} : \alpha = 50\%}$  | Điều kiện này phù hợp với **nlcd CB**  
 $\underline{+ P = 8\text{atm} : \alpha = 20\%}$

3) Ở p nào α = 10% : P = 33atm

**Ví dụ 2:** Ở 1000 K phản ứng: C (r) + CO<sub>2</sub> (k) ⇌ 2CO (k) có K<sub>p</sub> = 1,85atm

Xác định thành phần cân bằng ở 1000 K và P = 0,1 atm trong các trường hợp sau:

- Cho CO<sub>2</sub> nguyên chất tác dụng với C dư.
- Cho hỗn hợp đồng mol CO<sub>2</sub> và N<sub>2</sub> tác dụng với C dư.
- Từ kết quả của 2 trường hợp (a), (b) nhận xét về ảnh hưởng của N<sub>2</sub> đến cân bằng trên.

**Giải:** Giả sử CO<sub>2</sub> ban đầu có 1 mol

a) Xét cân bằng sau: C (r) + CO<sub>2</sub> (k) ⇌ 2CO (k) K<sub>p</sub> = 1,85atm

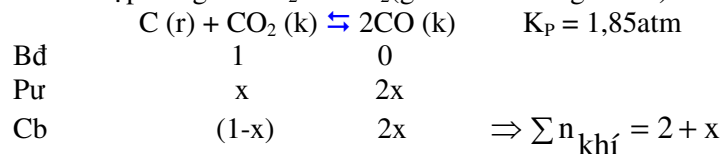
$$\begin{array}{rcccl}
 \text{Bđ:} & 1 & 0 & & \\
 \text{Pư} & x & & & \\
 \text{Cb} & (1-x) & 2x & \Rightarrow \sum n_{\text{khí}} = 1+x & 
 \end{array}$$

Ta có:  $K_p = \frac{P_{\text{CO}}^2}{P_{\text{CO}_2}} = \frac{(2x)^2 P^2 (1+x)}{(1-x)(1+x)^2 P} = \frac{4x^2 P}{1-x^2} = 1,85$  : Với P = 0,1atm ⇒ x = 0,9067(M)

Vậy thành phần lúc cân bằng của hỗn hợp là: % CO =  $\frac{2x \cdot 100\%}{1+x} = \frac{2 \cdot 0,9067 \cdot 100\%}{1+0,9067} = 95,11\%$

% CO<sub>2</sub> = 100% - % CO = 4,89%

(b) Cho hỗn hợp đồng mol  $N_2$  và  $CO_2$  (giả sử đều bằng 1 mol)



$$K_p = \frac{P_{CO}^2}{P_{CO_2}} = \frac{(2x)^2 P^2 (2+x)}{(1-x)(2+x)^2 P} = \frac{4x^2 P}{(1-x)(x+2)} = 1,85 : \text{ Với } P = 0,1 \text{ atm} \Rightarrow x = 0,9355 \text{ (M)}$$

Vậy thành phần hỗn hợp lúc cân bằng:  $\%CO = \frac{2.x.100\%}{2+x} = \frac{2.0,9355.100\%}{2+0,9355} = 63,74\%$

$$\%CO_2 = \frac{(1-x).100\%}{2+x} = \frac{(1-0,9355).100\%}{2+0,9355} = 2,2\%$$

$$\%N_2 = 100\% - (\%CO + \%CO_2) = 34,06\%$$

(c) Nhận xét:

Trường hợp a:  $\frac{\%CO}{\%CO_2} = \frac{95,2}{4,8} = 19,8$ , Trường hợp b:  $\frac{\%CO}{\%CO_2} = \frac{64}{2} = 32,0$

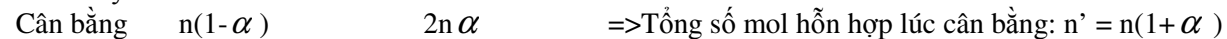
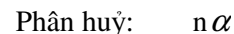
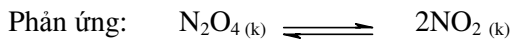
Vậy thêm chất trơ mà áp suất không đổi phản ứng đã xảy ra theo chiều làm tăng số mol khí, điều này đồng nghĩa với việc làm giảm áp suất. (Giải thích: Khi thêm  $N_2$ , tổng số mol hỗn hợp khí sẽ tăng nếu áp suất chung của hệ không đổi thì áp suất riêng phần của  $CO$  và  $CO_2$  sẽ giảm điều này đồng nghĩa với việc làm giảm áp suất cân bằng của phản ứng sẽ xảy ra theo chiều tăng số mol phân tử khí)

**Ví dụ 3:** Ở  $27^\circ C$ , 1 atm  $N_2O_4$  phân huỷ theo phản ứng:  $N_2O_4(\text{khí}) \rightleftharpoons 2NO_2(\text{khí})$  với độ phân huỷ là 20%

a. Tính hằng số cân bằng  $K_p$ .

b. Tính độ phân huỷ một mẫu  $N_2O_4(\text{khí})$  có khối lượng 69 gam, chứa trong một bình có thể tích 20 (lít) ở  $27^\circ C$

**Giải:** a. Gọi độ phân huỷ của  $N_2O_4$  ở  $27^\circ C$ , 1 atm là  $\alpha$ , số mol của  $N_2O_4$  ban đầu là n



Suy ra:

$$P_{N_2O_4} = \frac{1-\alpha}{1+\alpha} P ; P_{NO_2} = \frac{2\alpha}{1+\alpha} P \Rightarrow K_p = \frac{P_{NO_2}^2}{P_{N_2O_4}} = \frac{\left(\frac{2\alpha}{1+\alpha} P\right)^2}{\left(\frac{1-\alpha}{1+\alpha} P\right)} = \frac{4\alpha^2}{1-\alpha^2} P$$

với  $P = 1 \text{ atm}$ ,  $\alpha = 20\%$  hay  $\alpha = 0,2 \Rightarrow K_p = 1/6 \text{ atm}$

b. Ta có  $n_{N_2O_4} = 69/92 = 0,75 \text{ mol}$  tương tự câu a  $\Rightarrow$  Tổng số mol hỗn hợp lúc cân bằng: n' = 0,75(1+ $\alpha'$ )

$\Rightarrow$  Áp suất hỗn hợp khí lúc cân bằng:  $P' = \frac{n' RT}{V} = \frac{0,75(1+\alpha').0,082.300}{20} = 0,9225(1+\alpha')$

Do  $K_p = \frac{4\alpha'^2}{1-\alpha'^2} P' = 1/6$ . mà  $K_p = \text{const}$  nên:  $\frac{4\alpha'^2}{1-\alpha'^2} .0,9225(1+\alpha') = 1/6 \Rightarrow \alpha' \approx 0,19$ .

**Ví dụ 4 (Đề thi HSG khối 11 QB 2013):** Haber là một trong số các nhà hoá học có đóng góp quan trọng vào phản ứng tổng hợp  $NH_3$  từ khí  $H_2$  và  $N_2$ . Trong thí nghiệm 1 tại  $472^\circ C$ , Haber và cộng sự thu được  $[H_2] = 0,1207 \text{ M}$ ;  $[N_2] = 0,0402 \text{ M}$ ;  $[NH_3] = 0,00272 \text{ M}$  khi hệ phản ứng đạt đến cân bằng. Trong thí nghiệm 2 tại  $500^\circ C$ , người ta thu được hỗn hợp cân bằng có áp suất riêng phần của  $H_2$  là 0,733 atm; của  $N_2$  là 0,527 atm và của  $NH_3$  là  $1,73.10^{-3} \text{ atm}$ .

Phản ứng thuận:  $3H_2(k) + N_2(k) \rightleftharpoons 2NH_3(k)$  là phản ứng tỏa nhiệt hay thu nhiệt? Tại sao?

**Giải:** Tại  $472^\circ C$ :  $K_c = \frac{[NH_3]^2}{[H_2]^3 . [N_2]} = \frac{(0,00272)^2}{(0,1207)^3 . (0,0402)} = 0,105$  (0,25 điểm)

$\rightarrow K_p = K_c (RT)^{\Delta n} = 0,105 [0,082.(472 + 273)]^{-2} = 2,81.10^{-5}$  (0,25 điểm)

$$\text{Tại } 500^{\circ}\text{C: } K_p = \frac{P_{\text{NH}_3}^2}{P_{\text{H}_2}^3 \cdot P_{\text{N}_2}} = \frac{(1,73 \cdot 10^{-3})^2}{(0,733)^3 \cdot (0,527)} = 1,44 \cdot 10^{-5} < 2,81 \cdot 10^{-5} \quad (0,25 \text{ điểm})$$

Nhiệt độ tăng,  $K_p$  giảm  $\rightarrow$  phản ứng thuận là phản ứng tỏa nhiệt (theo nguyên lí của Lơ Satoli) (0,25 điểm)

**Ví dụ 5:** a/ Để tăng hiệu suất quá trình tổng hợp  $\text{SO}_3$ , người ta có thể sử dụng biện pháp nào liên quan đến áp suất, nhiệt độ và chất xúc tác? Giải thích?

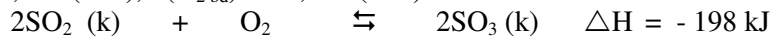
b/ Cho 10,51 mol khí  $\text{SO}_2$  và 37,17 mol không khí (20% về thể tích là  $\text{O}_2$  còn lại là  $\text{N}_2$ ) có xúc tác là  $\text{V}_2\text{O}_5$ . Thực hiện phản ứng ở  $427^{\circ}\text{C}$ , 1 atm thì phản ứng đạt hiệu suất 98%. Tính hằng số cân bằng  $K_C$ ,  $K_P$  của phản ứng ở  $427^{\circ}\text{C}$ .

**Giải:** a/ - Giảm nhiệt độ của hệ phản ứng, nhưng khoảng  $500^{\circ}\text{C}$  là thích hợp vì: nếu giảm thấp quá thì tốc độ phản ứng chậm.

- Thổi liên tục  $\text{SO}_2$  và không khí được nén ở áp suất cao vào lò phản ứng vì phản ứng xảy ra theo chiều thuận làm giảm áp suất của hệ.

- Dùng  $\text{V}_2\text{O}_5$  làm xúc tác để phản ứng mau chóng đạt trạng thái cân bằng.

$$b/ n(\text{O}_{2 \text{ bd}}) = 7,434 \text{ (mol)}, n(\text{N}_{2 \text{ bd}}) = 29,736 \text{ (mol)}$$



Ban đầu:	10,51 (mol)	7,434 (mol)	0
Lúc phản ứng:	10,3 (mol)	5,15 (mol)	10,3 (mol)
Lúc CB:	<b>0,21 (mol)</b>	<b>2,284 (mol)</b>	<b>10,3 (mol)</b>

$$\sum \text{số mol hỗn hợp ở TTCB} = 0,21 + 2,284 + 10,3 + 29,736 = 42,53 \text{ (mol)}$$

$$P_i = x_i \cdot P = x_i \cdot 1 = x_i$$

$$K_p = \frac{(P_{\text{SO}_3})^2}{(P_{\text{SO}_2})^2 \cdot P_{\text{O}_2}} \quad \text{và} \quad K_C = K_p (RT)^{-\Delta n} \quad (R = 0,082, T = 427 + 273 = 700^{\circ}\text{K}, \Delta n = -1)$$

$$\Rightarrow K_p = \frac{(10,3)^2 \cdot 42,53}{(0,21)^2 \cdot 2,284} \gg 4,48 \cdot 10^4 \quad \text{và} \quad K_C = 4,48 \cdot 10^4 \cdot (0,082 \cdot 700)^{-(-1)} \approx 257 \cdot 10^4$$

## II- BÀI TẬP LUYỆN TẬP:

**Câu 1:**  $\text{N}_2\text{O}_4$  phân li theo phương trình:  $\text{N}_2\text{O}_4 \text{ (k)} \xrightleftharpoons{(1)} 2\text{NO}_2 \text{ (k)}$

Ở  $25^{\circ}\text{C}$  cho n mol khí  $\text{N}_2\text{O}_4$  vào một bình kín (đã hút hết không khí) độ phân li của  $\text{N}_2\text{O}_4$  là  $\alpha$  và áp suất của hệ lúc cân bằng là  $P_{\text{atm}}$ .

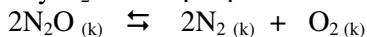
a) Thiết lập mối liên hệ giữa hằng số cân bằng  $K_p$  với n,  $\alpha$ , p.

b) Ở  $25^{\circ}\text{C}$ , p = 1 atm, độ phân li  $\alpha = 18,46\%$ . Tính  $K_p$ .

c) Tính độ phân li của  $\text{N}_2\text{O}_4$  ở  $25^{\circ}\text{C}$  và dưới áp suất p = 0,5 atm, p = 0,1 atm. Các kết quả tính được có phù hợp với nguyên lí chuyển dịch cân bằng không? Tại sao?

**Câu 2:** ở  $50^{\circ}\text{C}$  và dưới áp suất 0,344 atm độ phân ly  $\alpha$  của  $\text{N}_2\text{O}_4 \text{ (k)}$  thành  $\text{NO}_2 \text{ (k)}$  bằng 63%. Xác định  $K_p$ ;  $K_C$ ;  $K_x$ .

**Câu 3:** Phản ứng phân hủy  $\text{N}_2\text{O}$  ở nhiệt độ 1173 K có hằng số tốc độ  $k = 5 \cdot 10^{-4}$  xảy ra theo phương trình:



Nồng độ ban đầu của  $\text{N}_2\text{O}$  là 3,2M. Xác định tốc độ phản ứng lúc đầu và khi có 25%  $\text{N}_2\text{O}$  đã bị phân hủy.

$$\text{ĐS: } v_{(d)} = 5,12 \cdot 10^{-3} \quad v_1 = 2,88 \cdot 10^{-3}$$

**Câu 4:** Cho phản ứng sau:  $2\text{NO} \text{ (k)} + \text{O}_2 \text{ (k)} \rightleftharpoons 2\text{NO}_2 \text{ (k)}$

Tốc độ của phản ứng sẽ thay đổi như thế nào khi:

a/ Tăng nồng độ oxi lên 4 lần.

b/ Giảm nồng độ  $\text{NO}$  còn 1/3 so với ban đầu.

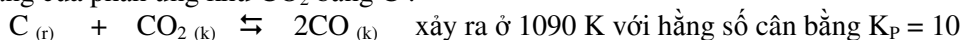
c/ Nồng độ  $\text{NO}$  và  $\text{O}_2$  đều tăng lên 3 lần.

d/ Giảm nồng độ  $\text{NO}_2$  2 lần.

**Câu 5:** Hằng số cân bằng của phản ứng điều chế  $\text{NH}_3$ :  $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \rightleftharpoons 2\text{NH}_3$  ở  $500^{\circ}\text{C}$  bằng  $1,5 \cdot 10^{-5} \text{ atm}^{-2}$ .

Tính xem có bao nhiêu phần trăm hỗn hợp ban đầu ( $\text{N}_2 + 3\text{H}_2$ ) đã chuyển thành  $\text{NH}_3$ , nếu phản ứng được thực hiện ở 500 atm, 1000 atm. Cho nhận xét về kết quả

**Câu 6:** Cân bằng của phản ứng khử  $\text{CO}_2$  bằng C:



a/ Tìm hàm lượng khí  $\text{CO}$  trong hỗn hợp khí cân bằng, biết áp suất chung của hệ là 1,5 atm

b/ Để có hàm lượng  $\text{CO}$  bằng 50% về thể tích thì áp suất chung là bao nhiêu?

$$\text{ĐS: a. } 88\% \quad \text{b. } 20 \text{ atm}$$

**Câu 7:** Ở  $0^{\circ}\text{C}$  và dưới áp suất 1 atm, độ phân ly  $\alpha$  của  $\text{N}_2\text{O}_4 \text{ (k)}$  thành  $\text{NO}_2 \text{ (k)}$  bằng 11%.

a/ Xác định  $K_p$ .

b/ Cũng tại  $0^{\circ}\text{C}$  khi áp suất giảm từ 1 atm xuống 0,8 atm thì độ phân ly  $\alpha$  thay đổi như thế nào?

c/ Cần phải nén đẳng nhiệt hỗn hợp khí tới áp suất nào để độ phân ly  $\alpha$  bằng 8% ?

ĐS : a. 0,049 atm b.  $\alpha = 12,3\%$  (tăng) c.  $P = 1,9$  atm.

**Câu 8:** Phản ứng phân hủy phóng xạ của một đồng vị là bậc nhất và có chu kỳ bán rã là 15 phút. Hỏi sau bao lâu 80% đồng vị đó bị phân hủy ?

ĐS : 34 phút 50 giây

**Câu 9:** Hằng số tốc độ của một phản ứng bậc nhất :



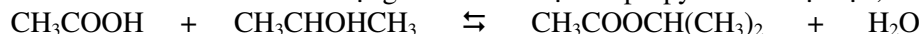
là  $2.10^{-2} \text{ s}^{-1}$  ở 288 K và  $0,38 \text{ s}^{-1}$  ở 325 K.

a/ Tính năng lượng hoạt động hóa của phản ứng.

b/ Tính thời gian cần thiết để phản ứng hoàn thành được 50% ; 75% ở 303 K

ĐS : a.  $E_a = 14,803 \text{ kcal.mol}^{-1}$  b. 0,01 s ; 9,63 s ; 19,25 s

**Câu 10:** Người ta cho 1 mol axit axetic tác dụng với 1 mol rượu izopropylic. Ở nhiệt độ t, cân bằng :



sẽ đạt được khi 0,6 mol este được tạo ra.

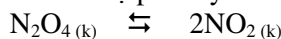
a/ Tính thành phần của hỗn hợp cân bằng.

b/ Nếu thêm vào hỗn hợp cân bằng này 1 mol  $\text{CH}_3\text{COOH}$  thì thành phần của hỗn hợp cân bằng mới sẽ là bao nhiêu ?

ĐS : a. axit : 0,4 mol ; rượu : 0,4 mol ; este : 0,6 mol ; nước : 0,6 mol

b. 1,22 mol axit ; 0,22 mol rượu ; 0,78 mol este ; 0,78 mol nước

**Câu 11:** Ở  $27^\circ\text{C}$  và dưới áp suất 1 atm độ phân ly của  $\text{N}_2\text{O}_4$  là 20%. Theo phản ứng :



a/ Tính :  $-K_p$  và cho biết phản ứng thu nhiệt hay tỏa nhiệt, biết ở  $63^\circ\text{C}$  phản ứng có  $K_p = 1,27$  ?

-Độ phân ly ở áp suất 0,05 atm.

b/ Người ta cho 46 gam  $\text{N}_2\text{O}_4$  vào bình kín có dung tích 20 lít ở  $27^\circ\text{C}$ . Tính thành phần của hỗn hợp khí lúc cân bằng.

ĐS : a.  $K_p = 0,167$  phản ứng thuận thu nhiệt b. 0,385 mol  $\text{N}_2\text{O}_4$  ; 0,230 mol  $\text{NO}_2$

**Câu 12:** Cho cân bằng hóa học :  $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \rightleftharpoons 2\text{NH}_3$  với  $\Delta H = -92 \text{ KJ.mol}^{-1}$

Nếu xuất phát từ hỗn hợp chứa  $\text{N}_2$  và  $\text{H}_2$  theo tỉ lệ số mol đúng bằng hệ số tỉ lượng, tức tỉ lệ 1:3 thì khi đạt tới trạng thái cân bằng (ở  $450^\circ\text{C}$  và 300 atm)  $\text{NH}_3$  chiếm 36% về thể tích.

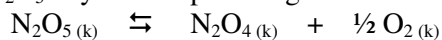
a. Tính hằng số cân bằng  $K_p$

b. Giữ nhiệt độ không đổi ( $450^\circ\text{C}$ ) cần tiến hành dưới áp suất bao nhiêu để khi đạt tới trạng thái cân bằng  $\text{NH}_3$  chiếm 50% về thể tích ?

c. Giữ áp suất không đổi (300 atm) cân bằng cần tiến hành ở nhiệt độ nào để khi đạt tới trạng thái cân bằng  $\text{NH}_3$  chiếm 50% về thể tích ?

ĐS : a.  $K_p = 8,14.10^{-5}$  b.  $P = 680$  atm c. 653K

**Câu 13:** Sự phân hủy  $\text{N}_2\text{O}_5$  xảy ra theo phản ứng :



Có bậc động học bằng 1. Ở  $25^\circ\text{C}$  hằng số tốc độ bằng  $10^{-3} \text{ ph}^{-1}$ . Tại nhiệt độ này người ta đưa vào bình phản ứng khí  $\text{N}_2\text{O}_5$  dưới áp suất  $P_0 = 25.10^3 \text{ Pa}$ . Hỏi sau 2 giờ phản ứng thì áp suất riêng phần mỗi khí trong hỗn hợp phản ứng là bao nhiêu ?

ĐS:  $P_{\text{N}_2\text{O}_5} = 22,42.10^3 \text{ Pa}$  ;  $P_{\text{N}_2\text{O}_4} = 2,58.10^3 \text{ Pa}$  ;  $P_{\text{O}_2} = 1,29.10^3 \text{ Pa}$