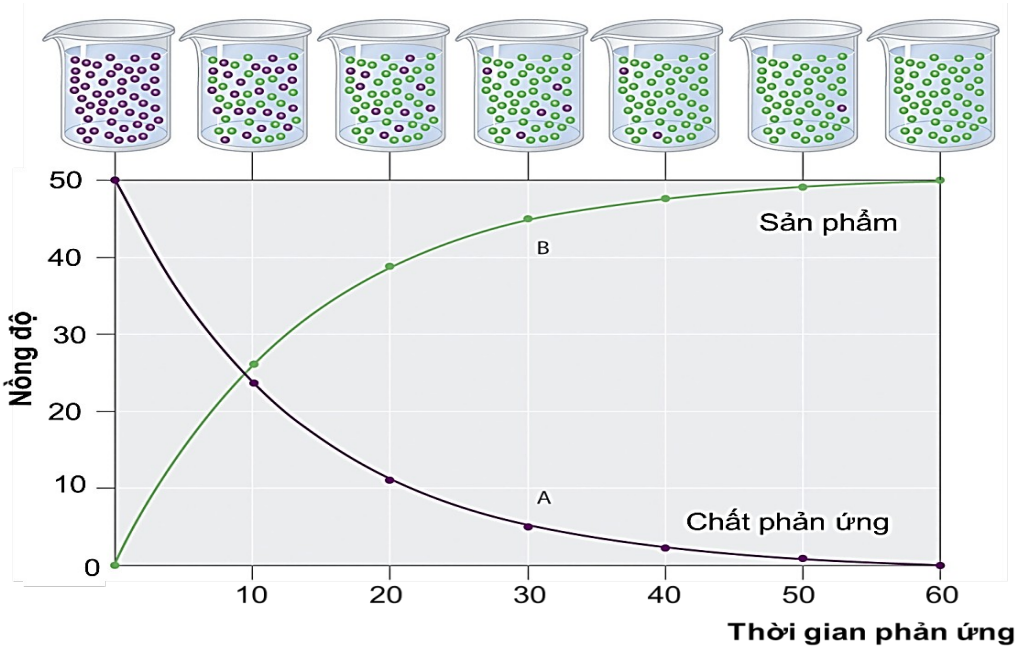
TÊN CHUYÊN ĐỀ: TỐC ĐỘ PHẢN ỨNG VÀ CÂN BẰNG HÓA HỌC

PHẦN A: LÍ THUYẾT

I. Định nghĩa tốc độ phản ứng

- **Định nghĩa:** Tốc độ phản ứng là đại lượng chỉ mức độ **nhanh hay chậm** của một phản ứng hoá học.



Hình. Đồ thị biểu diễn sự thay đổi nồng độ theo thời gian

Các phản ứng xảy ra với tốc độ khác nhau, có phản ứng xảy ra nhanh, có phản ứng xảy ra chậm.

Ví dụ quá trình oxy hóa sắt trong khí quyển là phản ứng chậm – có thể mất vài năm. Phản ứng cháy của cellulose (thành phần chính của gỗ) diễn ra trong vài giây.

Ví dụ 1: Các phản ứng đốt cháy (cồn, than, củi, giấy,...) xảy ra ngay lập tức, kèm theo sự toả nhiệt và phát sáng. Những phản ứng này xảy ra với tốc độ rất nhanh.

Hình 1: Phản ứng đốt cháy than

Ví dụ 2: Dây thép, cửa sắt (chứa sắt) sau một thời gian có thể xuất hiện lớp gỉ màu nâu, xốp. Ta nói rằng, phản ứng của sắt với oxygen trong không khí ẩm xảy ra với tốc độ chậm hơn.

Hình 2: Sắt gỉ khi để lâu trong không khí

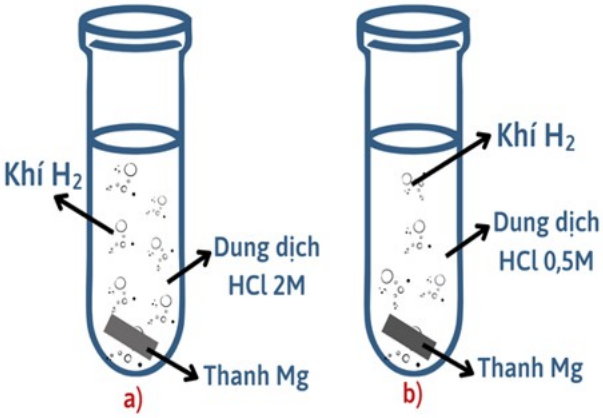
II. Các yếu tố ảnh hưởng đến tốc độ phản ứng hóa học

Phản ứng hóa học muốn xảy ra thì các chất ban đầu phải va chạm với nhau đủ mạnh và đúng hướng

Vì vậy nếu số va chạm có hiệu quả tăng sẽ làm tăng tốc độ phản ứng

1. Ảnh hưởng của nồng độ đến tốc độ phản ứng

- Ví dụ 1: Thí nghiệm: Cho hai thanh Mg khối lượng như nhau tác dụng với dung dịch HCl dư theo hình vẽ dưới đây

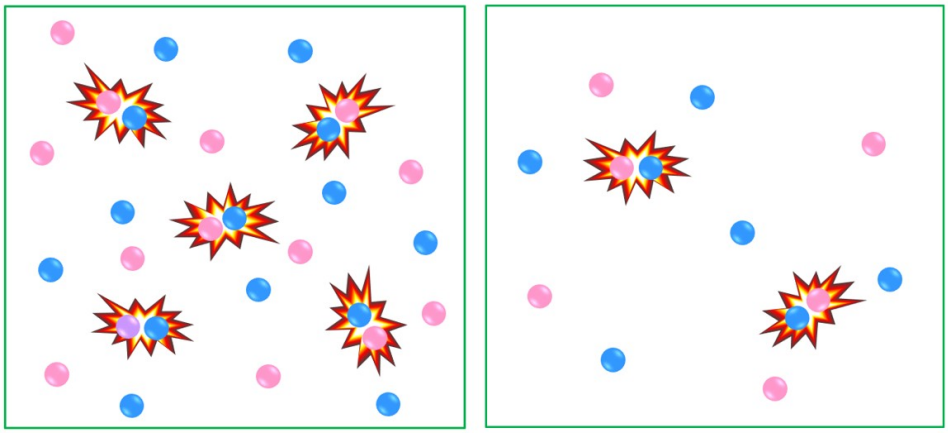


Hòa tan thanh Mg trong 2 dung dịch có nồng độ khác nhau

Ta thấy: Thí nghiệm (a) bọt khí thoát ra nhiều hơn so với ở thí nghiệm (b)
→ ở (a) Mg tan nhanh hơn; nồng độ HCl giảm đi nhiều hơn ở (b).
→ Khi tăng nồng độ HCl, tốc độ phản ứng tăng.

Nhận xét : Khi tăng nồng độ chất phản ứng → số va chạm hiệu quả tăng → tốc độ phản ứng tăng.

Kết luận : Nồng độ chất phản ứng tăng → va chạm tăng → tốc độ tăng.



(a) Chất phản ứng có nồng độ lớn (b) Chất phản ứng có nồng độ nhỏ

Hình. *Hình minh hoạ chất phản ứng có nồng độ lớn (a) và nồng độ bé (b)*

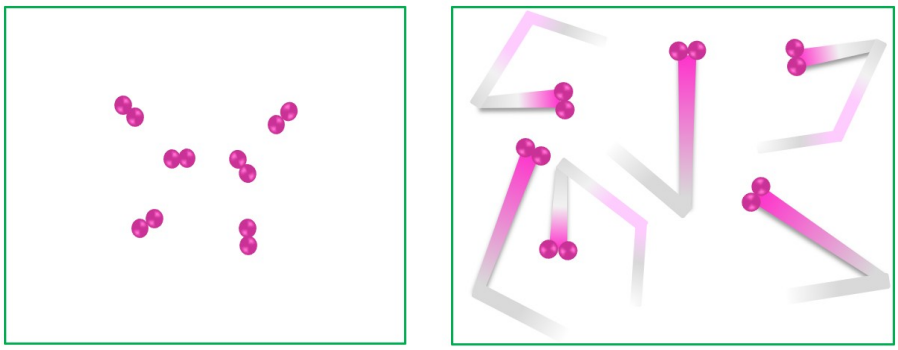
Lưu ý : Nồng độ không ảnh hưởng đến phản ứng có chất rắn tham gia.

2. Ảnh hưởng của nhiệt độ đến tốc độ phản ứng

Ví dụ 1. Lấy hai cốc nước, một cốc nước lạnh và một cốc nước nóng, cho đồng thời vào mỗi cốc một viên C sủi.

Ta thấy phản ứng ở cốc nước nóng xảy ra nhanh hơn.Như vậy khi tăng nhiệt độ của chất tham gia phản ứng, tốc độ phản ứng tăng lên.

Quan sát hình sau :



(a) Chất phản ứng khi chưa đun nóng (b) Chất phản ứng khi được đun nóng

Hình. Chuyển động của chất phản ứng khi chưa đun nóng (a) và được đun nóng (b)

Nhận xét :

+ Hình (a), khi chưa đun nóng, các phân tử khí chuyển động chậm hơn.
+ Hình (b), khi đun nóng (tăng nhiệt độ), các phân tử khí chuyển động nhanh hơn → tăng số va chạm hiệu quả → Tốc độ phản ứng tăng.
Kết luận : Nhiệt độ càng tăng → va chạm tăng → tốc độ phản ứng tăng.

Lưu ý : Nhiệt độ ảnh hưởng đến phản ứng cả 3 dạng trạng thái của các chất tham gia.

Hệ số nhiệt độ Van't Hoff của tốc độ phản ứng

Khi nhiệt độ tăng lên 10°C, tốc độ của phản ứng thường tăng từ 2 đến 4 lần. Số lần tăng này gọi là hệ số nhiệt độ Van't Hoff (Van-hốp), kí hiệu là γ.

Ta có: $\boxed{\gamma^{\frac{T_2-T_1}{10}}=\frac{v_2}{v_1}}$, trong đó $\begin{cases} T_1, T_2: \text{nhiệt độ của hai thời điểm phản ứng} \\ \gamma: \text{Hệ số nhiệt độ Van't Hoff} \end{cases}$

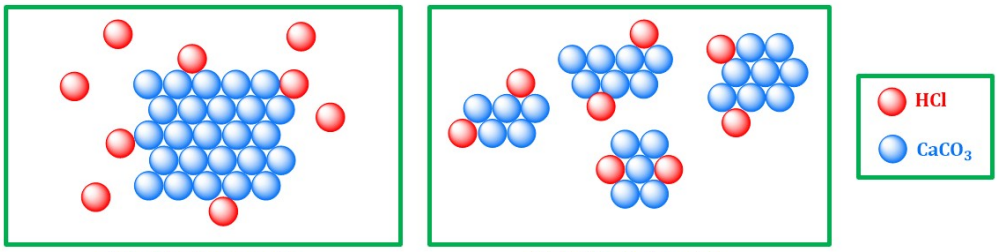
- Khi $T_2 - T_1 = 10^\circ \rightarrow \gamma = \frac{v_2}{v_1}$

3. Ảnh hưởng của diện tích tiếp xúc đến tốc độ phản ứng

Ví dụ 1**:** Hai nhóm học sinh làm thí nghiệm: nghiên cứu tốc độ phản ứng CaCO3 tan trong dung dịch Hydro chloric acid. Lấy lượng CaCO3 như nhau

- Nhóm thứ nhất : Cho CaCO3 dạng khối thả vào cốc đựng 200ml dung dịch axit HCl 2M.
- Nhóm thứ hai : Cho CaCO3 dạng bột vào cốc đựng 200ml dung dịch axit HCl 2M.

Kết quả cho thấy bọt khí thóat ra ở thí nghiệm của nhóm thứ hai mạnh hơn .



a) $CaCO_3$ ở dạng viên b) $CaCO_3$ ở dạng bột

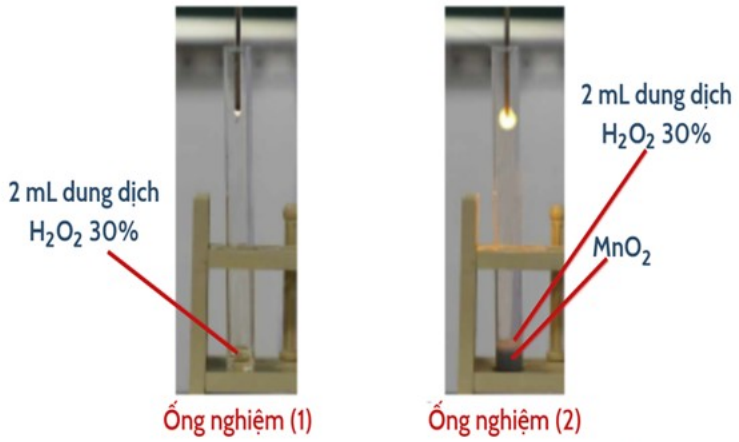
Hình minh hoạ ảnh hưởng của diện tích bề mặt đá vôi tới tốc độ phản ứng với dung dịch HCl

Nhận xét : Khi tăng diện tích bề mặt tiếp xúc của chất rắn tham gia bằng cách nghiền nhỏ, đập phẳng hoặc cắt thành nhiều mảnh, số va chạm giữa các chất đều tăng lên, số va chạm hiệu quả cũng tăng theo, dẫn đến tốc độ phản ứng tăng.
Kết luận : Khi tăng diện tích bề mặt tiếp xúc của các chất rắn phản ứng, tốc độ phản ứng tăng.
Lưu ý : Diện tích tiếp xúc chỉ ảnh hưởng đến phản ứng có chất rắn tham gia.

4. Ảnh hưởng của chất xúc tác đến tốc độ phản ứng

Ví dụ 1.

- Thí nghiệm: Ảnh hưởng của xúc tác đến tốc độ phản ứng
+ Hóa chất: Dung dịch H_2O_2 30%, bột MnO_2.
+ Dụng cụ: Ống nghiệm, tàn đóm đỏ.
+ Tiến hành:
Bước 1: Rót 2 mL dung dịch H_2O_2 vào 2 ống nghiệm (1), (2).
Bước 2: Thêm một ít bột MnO_2 vào ống nghiệm (2) và đưa nhanh tàn đóm đỏ vào 2 miệng ống nghiệm.

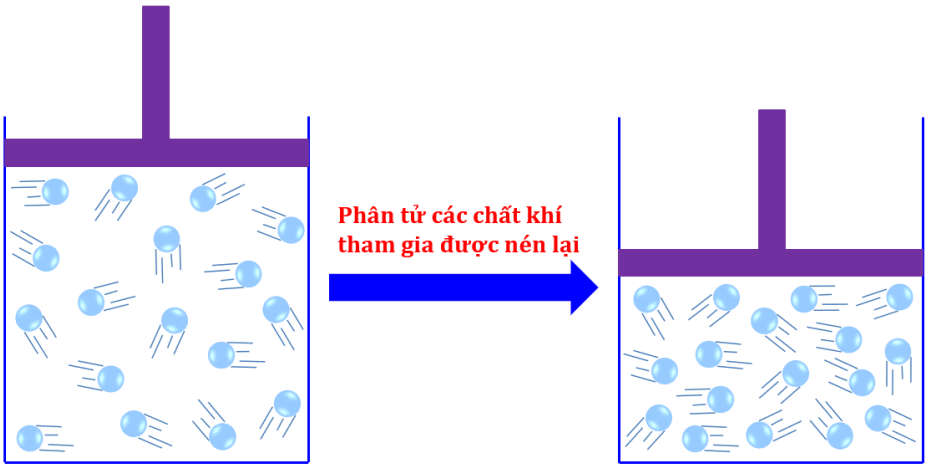


Thí nghiệm nghiên cứu ảnh hưởng của chất xúc tác đến tốc độ phản ứng

Ta thấy: Tàn đóm đưa vào miệng ống nghiệm (2) cháy nhiều hơn ở miệng ống nghiệm (1) → O_2 tạo ra ở ống nghiệm (2) nhiều hơn → Ống nghiệm (2) có tốc độ phản ứng nhanh hơn.
Nhận xét : Chất xúc tác cung cấp một con đường thay thế làm giảm năng lượng hoạt hóa E_a của phản ứng (năng lượng tối thiểu mà các chất phản ứng cần phải có phản ứng có thể để xảy ra) và làm tăng tốc độ phản ứng.

Kết luận : Chất xúc tác là chất làm tăng tốc độ phản ứng, mà sau phản ứng nó không bị thay đổi cả về lượng và chất. (có thể thay đổi kích thước, hình dạng , độ xốp…)
Đặc điểm của chất xúc tác :
• Chất xúc tác không bị tiêu hao bởi phản úng (cả về lượng và chất).
• Chất xúc tác có tính chọn lọc (có tác dụng tăng tốc độ phản ứng trong một số phản ứng nhất định).

5. Ảnh hưởng của áp suất- áp suất của các chất phản ứng (khí)



Hình minh họa khi tăng áp suất của các chất khí tham gia phản ứng

Hình (a), áp suất thường: thể tích lớn hơn, mật độ các phân tử khí thấp hơn → Tốc độ phản ứng thấp hơn.
Hình (b), áp suất cao → mật độ các phân tử khí cao hơn → Tốc độ phản ứng nhanh hơn.
Nhận xét :

Tăng áp suất thì thể tích khí giảm nên khoảng cách giữa các phân tử sẽ nhỏ hơn nên va chạm giữa chúng sẽ nhiều hơn vì thế tốc độ phản ứng tăng.

Đối với các chất khí, nồng độ của chất khí tỉ lệ với áp suất của nó. Khi áp suất chất tham gia phản ứng ở khí tăng lên n lần sẽ làm nồng độ mỗi chất khí tham gia phản ứng tăng lên n lần từ đó tính được tốc độ phản ứng tăng lên

III. Tốc độ trung bình của phản ứng

- Khái niệm: Tốc độ trung bình của phản ứng là tốc độ tính trung bình trong một khoảng thời gian phản ứng.

- Phản ứng tổng quát: $aA + bB \longrightarrow mM + nN$

$$\bar{v} = -\frac{1}{a}.\frac{\Delta C_A}{\Delta t} = -\frac{1}{b}.\frac{\Delta C_B}{\Delta t} = \frac{1}{m}.\frac{\Delta C_M}{\Delta t} = \frac{1}{n}.\frac{\Delta C_N}{\Delta t}$$

Trong đó:

+ $\bar{v}$: Tốc độ trung bình của phản ứng

+ $\Delta C = $ nồng độ sau – nồng độ trước $= C_2 - C_1$: sự biến thiên nồng độ.

+ $\Delta t = t_2 - t_1$:biến thiên thời gian.

+ C_1, C_2 là nồng độ của một chất tại 2 thời điểm tương ứng t_1, t_2.

+ Đơn vị nồng độ (mol/L); đơn vị thời gian: giây (s), phút (min), giờ (h), ngày (d).

Giải thích vì sao liên quan đến sự biến thiên nồng độ chất đầu có dấu âm,
liên quan đến sự biến thiên nồng độ chất sản phẩm có dấu dương: Theo thời gian thì nồng độ các chất đầu giảm mà biến thiên nồng độ là lấy nồng độ cuối trừ đi nồng độ đầu mà vận tốc thì không âm nên phải có dấu trừ. Đối với sản phẩm thì theo thời gian sản phẩm tạo ra ngày càng nhiều hơn nên biến thiên nồng độ là dấu dương vậy nên sẽ không có dấu âm

• **Ví dụ** $N_2(g) + 3H_2(g) \underset{Fe}{\overset{t^o}{\rightleftharpoons}} 2NH_3(g)$

$$\rightarrow \nabla = -\frac{\Delta C_{N_2}}{\Delta t} = -\frac{1}{3}.\frac{\Delta C_{H_2}}{\Delta t} = \frac{1}{2}.\frac{\Delta C_{NH_3}}{\Delta t}$$

3. Định luật tác dụng khối lượng : ở nhiệt độ không đổi, tốc độ phản ứng tỉ lệ thuận với tích nồng độ các chất tham gia phản ứng với số mũ thích hợp.

Xét phản ứng đơn giản có dạng **: aA + bB ⟶ cC + Dd**

⟶ Biểu thức tốc độ phản ứng :

$$v = k.C_A^a.C_B^b$$

Trong đó: C_A, C_B là nồng độ chất tham gia

Định luật tác dụng khối lượng áp dụng cho các phản ứng đơn giản.

(Phản ứng đơn giản là phản ứng các chất tham gia phản ứng sẽ trực tiếp phản ứng với nhau để tạo ra các sản phẩm, không tạo ra các sản phẩm trung gian hoặc diễn ra qua nhiều giai đoạn)

• Hằng số k đặc trưng cho mỗi phản ứng và **chỉ phụ thuộc vào bản chất phản ứng – thay đổi theo chất & nhiệt độ.**

• **Khi $C_A = C_B = 1M \longrightarrow v = k$:** Khi đó k chính là tốc độ của phản ứng và được gọi là hằng số tốc độ riêng của phản ứng.

• **Ví dụ** $2NO(g) + O_2(g) \longrightarrow 2NO_2(g)$

$\longrightarrow$ Biểu thức liên hệ giữa tốc độ phản ứng và nồng đồng các chất tham gia :

$$v = k.C_{NO}^2.C_{O_2}$$

IV. Ứng dụng thực tiễn của tốc độ phản ứng

- Các yếu tố ảnh hưởng đến tốc độ phản ứng được vận dụng một cách thích hợp sẽ tăng hiệu quả các hoạt động trong đời sống và sản xuất.

5 yếu tố ảnh hưởng	Mô tả	Hình minh họa
Nồng độ	Dùng bình chứa oxygen thay cho dùng không khí để đốt cháy acetylene, ứng dụng trong đèn xì oxygen – acetylene. : Quá trình đốt cháy acetylene bằng oxygen nồng độ cao giúp quá trình đốt cháy diễn ra hoàn toàn, sinh ra nhiệt lượng lớn & nhanh để ứng dụng trong hàn, cắt kim loại.	
	Khi đốt than trong lò, đậy nắp lò sẽ giữ than cháy được lâu hơn: Khi đậy nắp bếp lò làm hạn chế lượng oxygen trong không khí cung cấp cho quá trình đốt cháy tham, làm giảm tốc độ phản ứng, giữ than cháy lâu hơn.	
	Bệnh nhân suy hô hấp cần thở oxygen thay vì không khí.	
Áp suất	Tăng áp suất để tăng tốc độ phản ứng tổng hợp amonia : $N_2(g) + 3H_2(g) \longrightarrow 2NH_3(g)$	
Nhiệt độ	Bảo quản thức ăn trong tủ lạnh để thức lâu bị ôi thiu : Quát trình ôi thiu thực phẩm là do vi khuẩn hoạt động phân hủy thức ăn, khi bảo quản trong tủ lạnh, nhiệt độ thấp sẽ hạn chế khả năng hoạt động của vi khuẩn, giúp giữ thức ăn được lâu hơn.	
	Các quán ăn thường dùng bếp siêu tốc để làm nóng thức ăn một cách nhanh chóng thay vì bếp ga thông thường.	
	Thực phẩm nấu trong nồi áp suất sẽ nhanh chín hơn so với khi nấu ở áp suất thường : Áp suất được tạo ra trong nồi áp suất là do quá trình đun sôi, hơi nước bị nén lại trong nồi (nắp được giữ chặt). Khi áp suất tăng, nhiệt độ sôi của nước tăng, làm quá trình nấu chín thức ăn nhanh hơn. Thông thường khi chúng ta hầm thức ăn thì sự lựa chọn tốt	

	nhất đó là nồi áp suất. Rất nhanh đỡ tốn thời gian hầm và tiện. Lý do nồi áp suất giúp cho chúng ta nấu ăn nhanh hơn nằm chính trong tên của nó : áp suất. Thông thường thì nước sôi ở 100oC. Với các nồi đun nước hoặc thức ăn bình thường, nhiệt độ khi đun khó có thể tăng hơn 100oC bởi vì hơi nước sẽ thoát ra ngoài, cân bằng lại nhiệt độ với môi trường. Tuy nhiên, nếu hơi nước không thoát được ra ngoài thì sao? Nồi áp suất được thiết kế để giữ lại hơi nước ở trong nồi. Khi đó, áp suất trong nồi tăng lên và hơi nước trong nồi sẽ tạo áp lực lên bề mặt của nước (dạng lỏng) trong nồi, khiến cho nước (ở dạng lỏng) không thể biến thành hơi nước nữa. Do vậy, nhiệt không bị mất ra bên ngoài, nhiệt độ sẽ tăng lên hơn 100oC và giúp thức ăn chín nhanh hơn. Chính bởi vì trong thời gian đun nấu hơi nước không bị thoát ra ngoài nên dùng nồi áp suất chúng ta sẽ tốn ít nước hơn. Vitamin và các khoáng chất trong thức ăn cũng không bị thoát ra ngoài theo hơi nước như đun bằng các nồi bình thường. Tuy vậy, đun bằng nồi áp suất thường đắt tiền hơn, không phù hợp với mọi loại thức ăn, không cơ động vì … bản thân nồi áp suất khá nặng, không dễ để mang vác trong các chuyến đi xa.	
Diện tích tiếp xúc	Chặt cá thành từng khúc nhỏ để kho nhanh hơn thay vì để nguyên con.	
	Chặt củi thành từng khúc nhỏ để đốt lửa sưởi ấm vượt qua mùa đông lạnh giá không có gấu thay vì để nguyên khúc lớn.	
Chất xúc tác	Bình dưa muối (thêm xúc tác là nước dưa chua) nhờ quá trình lên men của vi khuẩn tuy nhiên mất đi lượng vitamin cần thiết.	

Hình. Vận dụng các yếu tố ảnh hưởng đến tốc độ phản ứng trong đời sống thực tế

V. Khái niệm cân bằng hóa học

1. PHẢN ỨNG MỘT CHIỀU – PHẢN ỨNG THUẬN NGHỊCH & CÂN BẰNG HÓA HỌC

a. Phản ứng một chiều

Phản ứng một chiều (phản ứng hoàn toàn): là phản ứng hóa học xảy ra cho đến khi có ít nhất một chất tham gia phản ứng hết. Phương trình hóa học được biểu diễn bằng mũi tên một chiều "$\longrightarrow$"

- **Ví dụ** phản ứng đốt cháy than trong khí oxygen :

$$C(s) + O_2(g) \xrightarrow{t^o} CO_2(g)$$

b. Phản ứng thuận nghịch

Phản ứng thuận nghịch (phản ứng không hoàn toàn): là phản ứng có thể xảy ra theo hai chiều ngược nhau trong cùng một điều kiện. Phương trình hóa học được biểu diễn bằng mũi tên hai chiều "⇌"

Phản ứng theo chiều mũi tên từ trái sang phải được gọi là ***phản ứng thuận***. Phản ứng theo chiều ngược lại được gọi là ***phản ứng nghịch***.

Đặc điểm của phản ứng thuận nghịchlà*:** không có chất ban đầu nào tham gia phản ứng hết, hỗn hợp phản ứng lúc nào cũng có đủ các chất của phương trình phản ứng, hay nói cách khác ***phản ứng không có thời điểm kết thúc mà chỉ đạt đến trạng thái cân bằng hóa học.

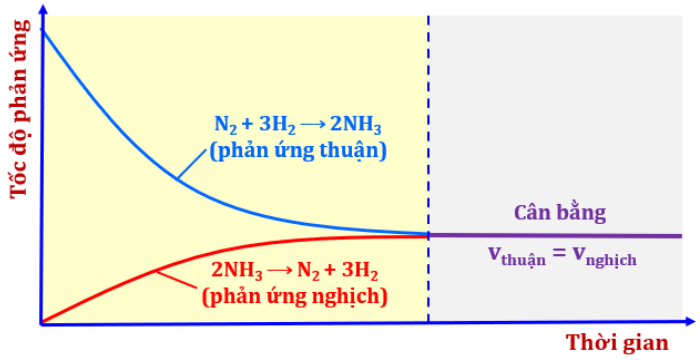
• **Ví dụ** phản ứng tổng hợp ammonia từ khí nitrogen & oxygen :

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

Trong đó :

$$\begin{cases} \text{Phản ứng thuận}: N_2(g) + 3H_2(g) \rightarrow 2NH_3(g) \\ \text{Phản ứng nghịch}: 2NH_3(g) \rightarrow N_2(g) + 3H_2(g) \end{cases}$$

$$\begin{cases} \text{Tốc độ phản ứng thuận}: v_t = k_t.C_{N_2}.C_{H_2}^3 \\ \text{Tốc độ phản ứng nghịch}: v_n = k_n.C_{NH_3}^2 \end{cases}$$



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

Nhận xét : Khi đạt trạng thái cân bằng của hệ phản ứng thuận nghịch :

• **Nồng độ các chất trong hệ phản ứng không đổi** theo thời gian do lượng mất đi & lượng sinh ra các chất đó là bằng nhau.

• Phản ứng thuận và phản ứng nghịch vẫn tiếp tục xảy ra với tốc độ bằng nhau **($v_t = v_n \neq 0$).**

2. Trạng thái cân bằng hóa học

Định nghĩa: ***Cân bằng hóa học là trạng thái của phản ứng thuận nghịch tại đó tốc độ phản ứng của hai chiều là bằng nhau hay nồng độ các chất không thay đổi nữa ứng với điều kiện bên ngoài xác định không thay đổi.***

TD: *Thí nghiệm 1*:	**$H_2(k)$ +**	**$I_2(k)$**	**2 HI(k)**
Trước phản ứng (mol/l):	1	1	0
Cân bằng (mol/l):	0,2	0,2	1,6

Đến một lúc nào đó tốc độ phản ứng thuận bằng tốc độ phản ứng nghịch nghĩa là trong một đơn vị thời gian và một đơn vị thể tích có bao nhiêu phân tử HI được tạo thành thì cũng sẽ có bấy nhiêu phân tử HI bị phân hủy,lý luận tương tự cho H_2 và I_2. Do đó nồng độ tất cả các chất không thay đổi nữa, hay tỉ lệ số mol hoặc nồng độ giữa các chất làhằng số(10% H_2, 10%I_2, 80%HI). Hệ đạt đến trạng thái cân bằng. Từ đó dù có để phản ứng diễn ra bao lâu đi nữa tỉ lệ này vẫn không đổi nếu giữ nguyên các điều kiện bên ngoài.

Kết luận : Cân bằng hóa học là cân bằng động vì khi phản ứng đạt tới trạng thái cân bằng thì phản ứng không dừng lại vẫn tiếp diễn theo cả 2 chiều (thuận và nghịch) với tốc độ bằng nhau. chỉ có nồng độ các chất tại thời điểm này là không đổi

3. HẰNG SỐ CÂN BẰNG CỦA PHẢN ỨNG THUẬN NGHỊCH (K_C)

- Đối với hệ phản ứng thuận nghịch tổng quát dạng : $aA + bB \rightleftharpoons cC + dD$

Khi phản ứng đạt tới trạng thái cân bằng thì $V_t = V_n$ nên $K_t . C_A^a . C_B^b = K_n . C_C^c . C_D^d$

Nên $K_C = Kt/Kn = \frac{[C]^c.[D]^d}{[A]^a.[B]^b}$

- **Hằng số cân bằng :**

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

Trong đó $[A];[B];[C];[D]$ là nồng độ mol/l của các chất A, B, C, D ở trạng thái cân bằng.

- Từ biểu thức hằng số cân bằng $\mathbf{K_C}$ ta thấy, nếu K_C càng lớn hơn so với 1 thì phản ứng thuận càng chiếm ưu thế hơn Và ngược lại nếu $\mathbf{K_C}$ càng nhỏ hơn so với 1 thì phản ứng nghịch càng chiếm ưu thế hơn. (giải thích dựa vào biểu thức tính hằng số cân bằng

+ Khi Kc >> 1 thì nồng độ sản phẩm lớn hơn so với chất đầu chứng tỏ quá trình tạo thành sản phẩm là quá trình thuận diễn ra thuận lợi hơn.

- Hằng số cân bằng ($\mathbf{K_C}$) của một phản ứng xác định chỉ **phụ thuộc vào nhiệt độ & bản chất phản ứng, nếu không ghi rõ thường ở 25 ^{0} C**
- **Nồng độ các chất ở cân bằng có thể là chất khí hoặc chất tan, không xét chất rắn, chất không tan hoặc dung môi là H2O.**

Đối với phản ứng dị thể (hệ gồm chất rắn và khí) hoặc (hệ gồm chất rắn và chất tan trong dung dịch) diễn ra trong dung dịch, do độ tan của chất khí và chất rắn khó tan là hằng số ở nhiệt độ xác định, nồng độ của dung môi coi như không thay đổi trong quá trình phản ứng, nên **hằng số cân bằng $\mathbf{K_C}$ chỉ phụ thuộc vào nồng độ các chất tan trong dung dịch. Coi nồng độ của chất rắn được bằng 1M** (không viết trong biểu thức tính K_C)

- **Ví dụ 1 :** $H_2(g) + I_2(g) \rightleftharpoons 2HI(g)$ => $K_C = \frac{[HI]^2}{[H_2].[I_2]}$

• **Ví dụ 2 :** $CaCO_3(s) \rightleftharpoons CaO(s) + CO_2(g)$ => $K_C = \frac{[CO_2].[CaO]}{[CaCO_3]} = \frac{[CO_2].1}{1} = [CO_2]$

• **Lưu ý :** Đối với một phản ứng xác định, **nếu thay đổi hệ số các chất** trong phản ứng thì giá trị hằng số cân bằng cũng thay đổi :

• **Ví dụ 3 :** $N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$ (1) => $K_1 = \frac{[NH_3]^2}{[N_2][H_2]^3}$

$\frac{1}{2}N_2(g) + \frac{3}{2}H_2(g) \rightleftharpoons NH_3(g)$ (2) => $K_2 = \frac{[NH_3]}{[N_2]^{1/2}[H_2]^{3/2}}$

4. SỰ CHUYỂN DỊCH CÂN BẰNG HÓA HỌC & CÁC YẾU TỐ ẢNH HƯỞNG

a. Khái niệm

Sự chuyển dịch cân bằng là sự di chuyển từ trạng thái cân bằng này sang trạng thái cân bằng khác do tác động của các yếu tố từ bên ngoài lên cân bằng.

b. Nguyên lý chuyển dịch cân bằng (Le Chatelier): Một phản ứng thuận nghịch đang ở trạng thái cân bằng, khi chịu một tác động từ bên ngoài, như biến đổi nồng độ, nhiệt độ, áp suất, thì cân bằng sẽ chuyển dịch theo chiều làm giảm tác động bên ngoài đó.

Lưu ý : Yếu tố diện tích tiếp xúc và chất xúc tác không ảnh hưởng đến chuyển dịch cân bằng hóa học. Trong đó chất xúc tác chỉ làm phản ứng nhanh đạt đến trạng thái cân bằng.

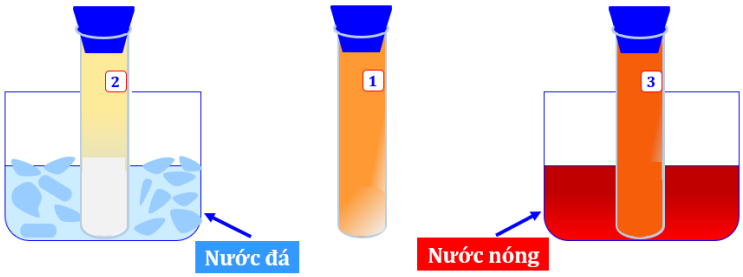
c. Ba yếu tố ảnh hưởng đến chuyển dịch cân bằng hóa học

- Ảnh hưởng của nhiệt độ

• **Khi tăng nhiệt độ**, cân bằng chuyển dịch theo chiều làm giảm nhiệt độ, tức là **chiều phản ứng thu nhiệt** ($\Delta H^\circ_{298} > 0$), nghĩa là chiều làm giảm tác động của việc tăng nhiệt độ và ngược lại.

Giải thích : Khi tăng nhiệt độ của hệ (môi trường bên ngoài-)thì cân bằng phải chuyển dịch về phía làm cho nhiệt độ mt giảm xuống- tức là phản ứng phải thu nhiệt vào để nhiệt độ mt giảm. Và ngược lại

Ví dụ 1.



Ảnh hưởng của nhiệt độ đến sự chuyển dịch cân bằng
$2NO_2(g) \rightleftharpoons N_2O_4(g)$ $\Delta H^\circ_{298} = -58$ kJ

$2NO_2(g)$ (nâu đỏ) $\rightleftharpoons N_2O_4(g)$ (không màu)

• Phản ứng thuận : Tỏa nhiệt ($\Delta H^\circ_{298} < 0$)

• Phản ứng nghịch : Thu nhiệt ($\Delta H^{o}_{298} > 0$)

⟶ Khi tăng nhiệt độ, cân bằng chuyển dịch theo chiều làm giảm nhiệt độ (chiều thu nhiệt), tức là theo chiều nghịch (màu ống nghiệm đậm hơn).

⟶ Khi giảm nhiệt độ, cân bằng chuyển dịch theo chiều làm tăng nhiệt độ (chiều tỏa nhiệt), tức là theo chiều thuận (màu ống nghiệm nhạt hơn).

- Ảnh hưởng của nồng độ

• Khi tăng nồng độ mol các chất trong phản ứng thì cân bằng hóa học bị phá vỡ & chuyển dịch theo chiều làm giảm nồng độ của chất đó và ngược lại.

Một hệ đang ở trạng thái cân bằng, nếu ta làm tăng nồng độ của chất nào lên thì cân bằng sẽ dịch chuyển theo chiều làm giảm nồng độ của chất đó xuống và ngược lại.

- Ảnh hưởng của áp suất

• Từ công thức dưới đây, ta có thể thấy áp suất và số mol khí tỉ lệ thuận : $n = \frac{P.V}{R.T}$

• **Khi tăng áp suất**, cân bằng chuyển dịch bị chuyển theo chiều làm giảm áp suất (**chiều giảm số mol khí – thể tích khí giảm**).

- Nếu số phân tử khí bằng nhau thì áp suất ko ảnh hưởng tới chuyển dịch cân bằng.

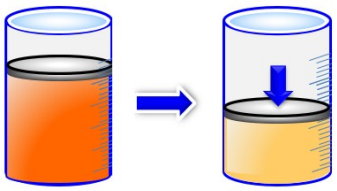
Cách nhớ : Khi tăng áp suất tức là thể tích khí nén lại tức là thể tích giảm

Ví dụ 1. $2NO_2(g)$ (nâu đỏ) ⇌ $N_2O_4(g)$ (không màu)

• Tổng số mol khí : Vế trái (2 mol) > Vế phải (1 mol)

⟶ Khi tăng áp suất (tức là nén lại - đẩy pit-tông), cân bằng chuyển dịch theo chiều làm giảm số mol khí từ 2 mol về 1 mol (chiều thuận), vì vậy màu nâu đỏ của NO_2 nhạt dần để tạo N_2O_4 không màu.

⟶ Khi giảm áp suất (kéo pit tông ra) cân bằng chuyển dịch theo chiều làm tăng số mol khí từ 1 mol lên 2 mol (chiều nghịch).



Ảnh hưởng của áp suất đến sự chuyển dịch cân bằng $2NO_2(g) ⇌ N_2O_4(g)$

Ví dụ 2. $Fe_2O_3(s) + 3CO(g) ⇌ 2Fe(s) + 3CO_2(g)$

• Tổng số mol khí : Vế trái (3 mol) = Vế phải (3 mol)

⟶ Khi số mol khí ở 2 vế của phương trình bằng nhau thì áp suất không ảnh hưởng đến chuyển dịch cân bằng hóa học.

PHẦN B: BÀI TẬP ĐƯỢC PHÂN DẠNG

Dạng 1. Bài tập về các yếu tố ảnh hưởng đến tốc độ của phản ứng

- Phương pháp:

Bước 1. Xác định trạng thái của chất phản ứng

Bước 2. Xác định xem yếu tố nào ảnh hưởng đến tốc độ phản ứng

Bài 1. Cho 2 gam kẽm vào một cốc đựng dung dịch H_2SO_4 2M (dư) ở nhiệt độ phòng. Nếu giữ nguyên các điều kiện khác, chỉ tác động một trong các điều kiện sau đây thì tốc độ phản ứng biến đổi như thế nào (tăng lên, giảm xuống hay không đổi)? Giải thích.

a) Thay 2 gam hạt kẽm bằng 2 gam bột kẽm.

b) Thay dung dịch H_2SO_4 2M bằng dung dịch H_2SO_4 1M.

c) Thực hiện phản ứng ở 60 ^oC.

d) Dùng thể tích dung dịch H_2SO_4 2M lên gấp đôi ban đầu.

Hướng dẫn giải

a) Tốc độ phản ứng tăng do tăng diện tích tiếp xúc.

b) Tốc độ phản ứng giảm do nồng độ chất phản ứng giảm.

c) Tốc độ phản ứng tăng do nhiệt độ tăng.

d) Tốc độ phản ứng không đổi do nồng độ chất phản ứng không đổi.

Bài 2. Hãy cho biết yếu tố nào đã ảnh hưởng đến tốc độ của các quá trình sau:

a) Khi ủ bếp than, người ta đậy nắp bếp lò làm cho phản ứng cháy của than chậm lại.

b) Người ta chẻ nhỏ củi để bếp lửa cháy nhanh hơn.

c) Để giữ cho thực phẩm tươi lâu, người ta để thực phẩm trong tủ lạnh.

d) Để làm sữa chua, rượu… người ta sử dụng các loại men thích hợp.

Hướng dẫn giải

a) Khi đậy nắp bếp lò làm giảm nồng độ oxygen nên tốc độ phản ứng giảm nên than cháy chậm lại.

b) Chẻ nhỏ củi là làm tăng diện tích tiếp xúc, nên phản ứng cháy diễn ra nhanh hơn.

c) Trong tủ lạnh nhiệt độ thấp làm các phản ứng phân hủy thức ăn bởi các vi khuẩn xảy ra chậm nên tốc độ phản ứng giảm.

d) Men chính là chất xúc tác, nên tốc độ phản ứng tăng lên.

Bài 3. Hãy giải thích các hiện tượng sau:

(a) Các nhà khảo cổ thường tìm được xác các loài động thực vật thời tiền sử nguyên vẹn trong băng. Hãy giải thích tại sao băng lại giúp bảo quản xác động thực vật.

(b) Khi thắng đường để làm caramen hoặc nước hàng, ta thường dùng đường kính chứ không dùng đường phèn.

(c) Khi dùng MnO_2 làm xúc tác trong phản ứng phân hủy H_2O_2, tại sao ta cần dùng MnO_2 ở dạng bột chứ không dùng ở dạng viên.

(d) Trong công nghiệp, vôi sống được sản xuất bằng cách nung đá vôi. Phản ứng hóa học xảy ra như sau:

$$CaCO_3 \xrightarrow{t^o} CaO + CO_2.$$

Khi nung, đá vôi cần phải được đập nhỏ nhưng không nên nghiền mịn đá vôi thành bột.

Hướng dẫn giải

a) Nhiệt độ thấp, tốc độ phản ứng phân hủy xảy ra rất chậm.

b) Đường kính có kích thước hạt nhỏ nên diện tích bề mặt lớn, phản ứng nhiệt phân tạo nước hàng nhanh chóng. Đường phèn có kích thước hạt lớn nên diện tích bề mặt lớn, khó phản ứng tạo nước hàng.

c) Dạng bột để tăng diện tích bề mặt tiếp xúc giữa chất xúc tác và H_2O_2.

d) Đập nhỏ đá vôi để tăng diện tích bề mặt, tăng tốc độ phản ứng phân hủy. Tuy nhiên, nếu nghiền đá vôi thành bột mịn thì CO_2 lại khó thoát ra khỏi khối chất rắn. Khi đó CO_2 lại tác dụng với CaO ở nhiệt độ cao, tạo thành $CaCO_3$.

Bài 4. Khí oxygen và hydrogen có thể cùng tồn tại trong một bình kín ở điều kiện bình thường mà không nguy hiểm. Nhưng khi có tia lửa điện hoặc một ít bột kim loại được thêm vào bình thì lập tức có phản ứng mãnh liệt xảy ra và có thể gây nổ.

a) Tia lửa điện có phải là chất xúc tác không? Giải thích.

b) Bột kim loại có phải là chất xúc tác không? Giải thích.

Hướng dẫn giải

a) Tia lửa điện chỉ cung cấp năng lượng, không phải là chất xúc tác. Phân tử H_2 và O_2 hấp thu năng lượng đó để có năng lượng cao hơn giá trị năng lượng hoạt hóa, xảy ra phản ứng.

$$H_2 + O_2 \xrightarrow{t^\circ} 2H_2O$$

- Chú ý: Nhiệt tạo thành ra từ phản ứng trên lại cung cấp năng lượng để phản ứng tiếp tục xảy ra.

b) Bột kim loại là chất xúc tác, làm giảm năng lượng hoạt hóa của phản ứng, giúp phản ứng xảy ra.

Bài 5.

a) Tại sao trên các tàu đánh cá, ngư dân phải chuẩn bị những hầm chứa đá lạnh để bảo quản cá?

b) Cho cùng một lượng Zn hạt và Zn bột vào hai ống nghiệm 1 và 2. Sau đó, cho cùng một thể tích dung dịch HCl dư cùng nồng độ vào hai ống nghiệm. Dự đoán lượng Zn ở ống nghiệm nào sẽ tan hết trước.

c) Khi điều chế oxygen trong phòng thí nghiệm từ $KClO_3$, phản ứng xảy ra nhanh hơn khi có MnO_2. Cho biết vai trò của MnO_2 trong phản ứng này.

Hướng dẫn giải

a) Vì đá lạnh tạo nhiệt độ thấp giúp quá trình vi khuẩn xâm nhập làm cá ôi thiu diễn ra chậm hơn nên cá được bảo quản lâu hơn.

b) Lượng Zn bột ở ống nghiệm 2 sẽ tan hết trước vì kích thước nhỏ hơn, diện tích tiếp xúc lớn hơn nên tốc độ phản ứng xảy ra nhanh hơn.

c) Vai trò của MnO_2 là chất xúc tác làm phản ứng xảy ra nhanh hơn.

Bài 6. Trong quá trình sản xuất sulfuric acid có giai đoạn tổng hợp sulfur trioxide (SO_3). Phản ứng xảy ra như sau: $2SO_2 + O_2 \xrightarrow{t^\circ} 2SO_3$. Khi có mặt vanadium (V) oxide thì phản ứng xảy ra nhanh hơn.

a) Vanadium (V) oxide đóng vai trò gì trong phản ứng tổng hợp sulfur trioxide?

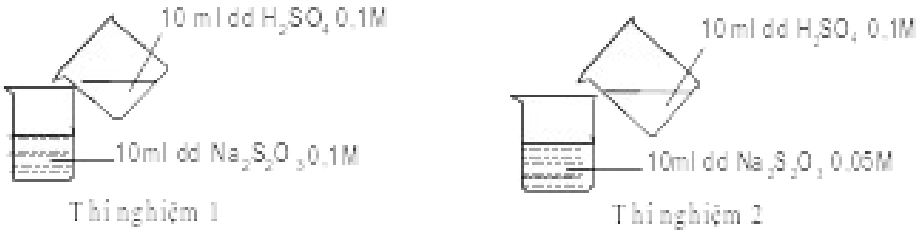
b) Sau phản ứng, khối lượng của vanadium (V) oxide có thay đổi không? Giải thích.

Hướng dẫn giải

a) Vanadium (V) oxide đóng vai trò là chất xúc tác.

b) Sau phản ứng, khối lượng của vanadium (V) oxide không thay đổi do chất xúc tác chỉ làm tăng tốc độ phản ứng và còn lại sau khi phản ứng kết thúc.

Bài 7. Thực hiện 2 thí nghiệm theo hình vẽ sau.



Ở thí nghiệm nào có kết tủa xuất hiện trước? Giải thích ?

Hướng dẫn giải

Thí nghiệm có kết tủa xuất hiện trước vì nồng độ H_2SO_4 ở 2 thí nghiệm như nhau nhưng nồng độ $Na_2S_2O_3$ trong thí nghiệm 1 cao hơn.

Bài 8 : Những yếu tố nào được áp dụng để làm thay đổi tốc độ phản ứng trong các trường hợp sau

a. Thực phẩm bảo quản trong tủ lạnh sẽ giữ được lâu hơn

b. Bình dưa muối , dưa cải lên men.

c. Bệnh nhân sẽ dễ hô hấp hơn khi dùng oxygen từ bình chứa khí oxygen so với từ không khí

Hướng dẫn giải

Những yếu tố nào ảnh hưởng đến tốc độ của các quá trình biến đổi trên.

a. Nhiệt độ;

b. Xúc tác

c. Nồng độ.

Bài 9: Điền các yếu tố ảnh hưởng đến tốc độ phản ứng của các tình huống sau

Tình huống	Yếu tố ảnh hưởng
Duy trì thổi không khí vào bếp để than cháy đều	…(1)…
Than đá được nghiền nhỏ dùng trong quá trình luyện kim loại	…(2)…
Thức ăn được tiêu hoá trong dạ dày nhờ acid và enzyme	…(3)…
Xác của một số loài động vật được bảo quản nguyên vẹn ở Bắc cực và Nam cực hàng ngàn năm	…(4)…
Vụ nổ bụi xảy ra tại một xưởng cưa	…(5)…

Hướng dẫn giải

Tình huống	Yếu tố ảnh hưởng
Duy trì thổi không khí vào bếp để than cháy đều	Nồng độ
Than đá được nghiền nhỏ dùng trong quá trình luyện	Bề mặt tiếp xúc

kim loại	
Thức ăn được tiêu hoá trong dạ dày nhờ acid và enzyme	Xúc tác
Xác của một số loài động vật được bảo quản nguyên vẹn ở Bắc cực và Nam cực hàng ngàn năm	Nhiệt độ
Vụ nổ bụi xảy ra tại một xưởng cưa	Bề mặt tiếp xúc, nồng độ

Bài 10: Cho biết tốc độ phản ứng thay đổi như thế nào với mỗi trường hợp sau

Yếu tố ảnh hưởng	Tốc độ phản ứng
Đun nóng chất tham gia	
Thêm xúc tác phù hợp	
Pha loãng dung dịch	
Ngưng dùng enzyme (chất xúc tác)	
Giảm nhiệt độ	
Tăng nhiệt độ	
Giảm diện tích bề mặt	
Tăng nồng độ chất phản ứng	
Chia nhỏ chất phản ứng thành mảnh nhỏ	

Hướng dẫn giải

Yếu tố ảnh hưởng	Tốc độ phản ứng
Đun nóng chất tham gia	Tăng
Thêm xúc tác phù hợp	Tăng
Pha loãng dung dịch	Giảm
Ngưng dùng enzyme (chất xúc tác)	Giảm
Giảm nhiệt độ	Giảm
Tăng nhiệt độ	Tăng
Giảm diện tích bề mặt	Giảm
Tăng nồng độ chất phản ứng	Tăng
Chia nhỏ chất phản ứng thành mảnh nhỏ	Tăng

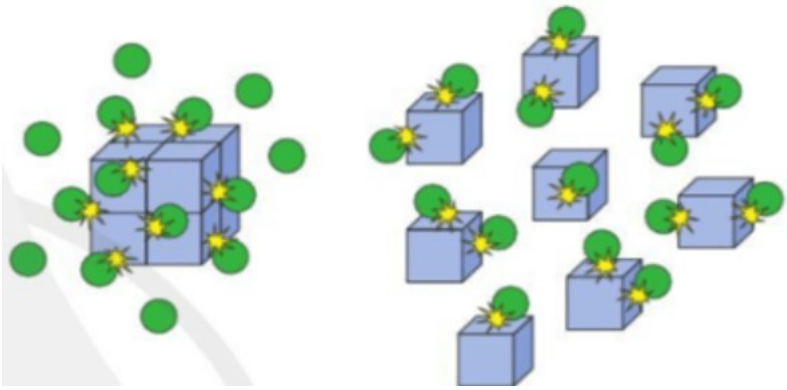
Bài 11. Hãy giải thích các hiện tượng dưới đây:

a) Khi ở nơi đông người trong một không gian kín, ta cảm thấy khó thở và phải thở nhanh.
b) Tàn đóm đỏ bùng lên khi cho vào bình oxygen nguyên chất.
c) Bệnh nhân suy hô hấp cần thở oxygen thay vì không khí (chứa 21% thể tích oxygen).

Hướng dẫn giải

a) Do khi ở nơi đông người lượng oxygen phải cung cấp cho nhiều người nên dẫn đến thiếu oxygen.
b) Do trong bình có oxygen nồng độ cao hơn thì phản ứng xảy ra nhanh hơn.
c) Do trong không khí chứa lượng oxygen nồng độ thấp hơn.

Bài 12. Hình dưới đây minh hoạ ảnh hưởng của yếu tố nào tới tốc độ phản ứng? Giải thích.



Hướng dẫn giải

Tăng bề mặt tiếp xúc, va chạm tăng, tốc độ phản ứng tăng.
Giả sử cạnh của khối lập phương lớn là 2cm, tổng bề mặt tiếp xúc bằng $4cm^2x6 = 24cm^2$
Khi vỡ ra thành 8 khối lập phương nhỏ, bề mặt tiếp xúc mỗi khối bằng $1cm^2x6 = 6cm^2$, tổng bề mặt tiếp xúc bằng $6cm^2x8 = 48cm^2$, tăng gấp đôi.

Bài 13. Một bạn học sinh thực hiện hai thí nghiệm:

Thí nghiệm 1: Cho 100 mL dung dịch acid HCl vào cốc (1), sau đó thêm một mẫu kẽm và đo tốc độ khí H_2 thoát ra theo thời gian.

Thí nghiệm 2 (lặp lại tương tự thí nghiệm 1): 100 mL dung dịch acid HCl khác được cho vào cốc (2) rồi cũng thêm một mẫu kẽm vào và lại đo tốc độ khí hydrogen thoát ra theo thời gian.

Bạn học sinh đó nhận thấy tốc độ thoát khí hydrogen ở cốc (2) nhanh hơn ở cốc (1).

Những yếu tố nào sau đây có thể dùng để giải thích hiện tượng mà bạn đó quan sát được?

(a) Phản ứng ở cốc (2) nhanh hơn nhờ có chất xúc tác.
(b) Lượng kẽm ở cốc (1) nhiều hơn ở cốc (2).
(c) Acid HCl ở cốc (1) có nồng độ thấp hơn acid ở cốc (2).
(d) Kẽm ở cốc (2) được nghiền nhỏ còn kẽm ở cốc (1) ở dạng viên.

Hướng dẫn giải

(b), (c) và (d).

DẠNG 2 : TÍNH TỐC ĐỘ TRUNG BÌNH DỰA VÀO BIỂU THỨC TỐC ĐỘ PHẢN ỨNG

Bước 1. Viết phương trình phản ứng
Bước 2. Đặt **nồng độ** các chất vào phương trình phản ứng theo sơ đồ

$$aA + bB \longrightarrow mM + nN$$

Ban đầu
Phản ứng
Sau phản ứng

Bước 3. Áp dụng công thức $\bar{v} = -\frac{1}{a}.\frac{\Delta C_A}{\Delta t} = -\frac{1}{b}.\frac{\Delta C_B}{\Delta t} = \frac{1}{m}.\frac{\Delta C_M}{\Delta t} = \frac{1}{n}.\frac{\Delta C_N}{\Delta t}$

Bài 1: Cho phản ứng : $2A + B \longrightarrow 2M + 3N$

Viết biểu thức tính tốc độ trung bình của phản ứng trên theo sự thay đổi nồng độ chất A, B, M và N.

$$\bar{v} = -\frac{1}{2}.\frac{\Delta C_A}{\Delta t} = -\frac{\Delta C_B}{\Delta t} = \frac{1}{2}.\frac{\Delta C_M}{\Delta t} = \frac{1}{3}.\frac{\Delta C_N}{\Delta t}.$$

Bài 2 : Ở 30^oC sự phân hủy H_2O_2 xảy ra theo phản ứng: $2H_2O_2 \rightarrow 2H_2O + O_2\uparrow$

Dựa vào bảng số liệu sau, hãy tính tốc độ trung bình của phản ứng trong khoảng 120 giây đầu tiên.

Thời gian, s	0	60	120	240
Nồng độ H_2O_2, mol/l	0,3033	0,2610	0,2330	0,2058

Hướng dẫn giải:

$$V_{\text{trung bình}} = \frac{\Delta C}{\Delta t} = -\frac{1}{2}.\frac{0,2330 - 0,3033}{120} = 2,929.10^{-4} mol(L.s)^{-1}$$

Bài 3: Cho phản ứng: $2N_2O(g) \longrightarrow 4NO_2(g) + O_2(g)$

Sau thời gian từ giây 61 đến giây 120, nồng độ NO_2 tăng từ 0,30M lên 0,40M. Tính tốc độ trung bình của phản ứng.

Hướng dẫn giải:

$$\bar{v} = \frac{1}{4}\frac{\Delta C_{NO_2}}{\Delta t} = \frac{1}{4}.\frac{0,4 - 0,3}{120 - 61} = 4,2.10^{-4}(M/s).$$

Bài 4 : Xét phản ứng phân hủy N_2O_5 trong dung môi CCl_4 ở 45°C : $N_2O_5 \rightarrow N_2O_4 + \frac{1}{2} O_2$

Ban đầu nồng độ của N_2O_5 là 2,33M, sau 184 giây nồng độ của N_2O_5 là 2,08M.

a) Tính tốc độ trung bình của phản ứng theo N_2O_5 ?

b) Tính tốc độ trung bình của phản ứng theo O_2 ?

c) Em có thể rút ra kết luận gì từ kết quả của câu a và câu b ?

Hướng dẫn giải:

a) Tốc độ trung bình của phản ứng theo N_2O_5

$$\bar{v} = \frac{-\Delta C_{N2O5}}{\Delta t} = \frac{-2,08 - 2,33}{184 - 0} = 1,36.10^{-3}\left(\frac{mol}{Ls}\right)$$

b) PTPU : $N_2O_5 \rightarrow N_2O_4 + \frac{1}{2} O_2$

Ban đầu : 2,33 (mol/l)

Phản ứng x $\longrightarrow$ $\frac{x}{2}$

Sau pư : 2,33-x $\frac{x}{2}$

Theo đề ra 2,33 – x = 2,08 → x = 0,125 (mol/l)

Tốc độ trung bình của phản ứng theo O_2 là

$\bar{v}= 2.\frac{\Delta C_{O2}}{\Delta t}=2.\frac{0,01125}{184-0}=1,36.10^{-3}(\frac{mol}{Ls})$

c) Từ câu a và câu b ta thấy vận tốc trung bình tính theo chất phản ứng hay sản phẩm đều giống nhau.

Bài 5: Thả 1 mảnh magnesium có khối lượng 0,1 g vào dung dịch HCl loãng. Sau 5 giây thấy mảnh magnesium tan hết. Tính tốc độ trung bình của phản ứng hoà tan magnesium .

Hướng dẫn giải:

$Mg + HCl \longrightarrow MgCl_2 + H_2$

Ban đầu 0,1 gam

Sau 5 giây 0 gam

$\bar{v}=\frac{-1}{1}\frac{\Delta mMg}{\Delta t}=\frac{-0-0,1}{5}=0,02(\frac{g}{s})$

Bài 6: Tốc độ phản ứng còn được tính theo sự thay đổi lượng chất (số mol, khối lượng) theo thời gian. Cho hai phản ứng xảy ra đồng thời trong hai bình (1) và (2):

$Ca + Cl_2 \longrightarrow CaCl_2$ (1)

$2K + Cl_2 \longrightarrow 2KCl$ (2)

Sau 2 phút có 3 gam $CaCl_2$ được hình thành theo phản ứng (1).

a) Xác định tốc độ trung bình của phản ứng (theo đơn vị $mol.phút^{-1}$) theo lượng sản phẩm được tạo ra.

b) Giả sử phản ứng (2) cũng xảy ra cùng một tốc độ trung bình như phản ứng (1), hãy tính số mol KCl tạo thành sau 2 phút. Cho biết khối lượng (gam) của K cần thiết để tạo ra số mol KCl trên.

Hướng dẫn giải:

a) $n_{CaCl_2}=\frac{3}{111}=0,027\ mol \rightarrow \bar{v}_1=\frac{0,027-0}{2}=0,0135\ mol/phót$.

b) $\bar{v}_2=\frac{1}{2}.\frac{n_{KCl}}{2}=0,0135\ mol/phót \rightarrow n_{KCl}=0,0135.4=\boxed{0,054\ mol}$

$2K + Cl_2 \longrightarrow 2KCl$ (2)

mol ph¶n øng: 0,054 ← 0,054

$\rightarrow m_K=0,054.39=\boxed{2,106\ gam}$.

Bài 7 : Cho hai phương trình có phản ứng hóa học như sau:

$2O_3(g) \longrightarrow 3O_2(g)$ (1); $2HOF(g) \longrightarrow 2HF(g) + O_2(g)$ (2)

a) Viết biểu thức tốc độ trung bình (theo cả chất phản ứng và chất sản phẩm) của hai phản ứng trên.

b) Trong phản ứng (1), nếu có $\frac{\Delta C_{O_2}}{\Delta t} = 1,5.10^{-4}$ (mol/Ls) thì $\frac{\Delta C_{O_3}}{\Delta t}$ bằng bao nhiêu?

Hướng dẫn giải:

a) Phản ứng (1) có $\bar{v} = -\frac{1}{2}.\frac{\Delta C_{O_3}}{\Delta t} = \frac{1}{3}.\frac{\Delta C_{O_2}}{\Delta t}$

Phản ứng (2) có $\bar{v} = -\frac{1}{2}.\frac{\Delta C_{HOF}}{\Delta t} = \frac{1}{2}.\frac{\Delta C_{HF}}{\Delta t} = \frac{1}{1}.\frac{\Delta C_{O_2}}{\Delta t}$

b) $\bar{v} = -\frac{1}{2}.\frac{\Delta C_{O_3}}{\Delta t} = \frac{1}{3}.\frac{\Delta C_{O_2}}{\Delta t} \Leftrightarrow -\frac{1}{2}.\frac{\Delta C_{O_3}}{\Delta t} = \frac{1}{3}.1,5.10^{-4}$

$\rightarrow \frac{\Delta C_{O_3}}{\Delta t} = -\frac{2}{1}.\frac{1}{3}.1,5.10^{-4} = -1.10^{-4}$ (mol/Ls).

Bài 8 : Hydrogen peroxide phân hủy theo phản ứng: $2H_2O_2 \longrightarrow 2H_2O + O_2$.

Đo thể tích oxygen thu được theo thời gian, kết quả được ghi trong bảng sau

Thời gian (min)	0	15	30	45	60
Thể tích oxygen (cm^3)	0	16	30	40	48

Tính tốc độ trung bình của phản ứng (theo cm^3/min) trong các khoảng thời gian

- Từ 0 ÷ 15 phút - Từ 15 ÷ 30 phút
- Từ 30 ÷ 45 phút - Từ 45 ÷ 60 phút

Nhận xét sự thay đổi tốc độ trung bình theo thời gian.

Hướng dẫn giải:

– Tõ 0÷15 phót: $\bar{v} = \frac{1}{1}.\frac{16-0}{15-0} = 1,07\ (cm^3/min)$

– Tõ 15÷30 phót: $\bar{v} = \frac{1}{1}.\frac{30-16}{30-15} = 0,93\ (cm^3/min)$

– Tõ 40÷45 phót: $\bar{v} = \frac{1}{1}.\frac{40-30}{45-30} = 0,67\ (cm^3/min)$

– Tõ 45÷60 phót: $\bar{v} = \frac{1}{1}.\frac{48-40}{60-45} = 0,53\ (cm^3/min)$

→ Theo thêi gian, tèc ®é trung b×nh cña ph¶n øng gi¶m.

Bài 9. Cho phản ứng: $Na_2S_2O_3 + H_2SO_4 \longrightarrow S\downarrow + SO_2 + H_2O + Na_2SO_4$. Trong hỗn hợp phản ứnggồm $Na_2S_2O_3$ và H_2SO_4 loãng có thể tích dung dịch là 100 ml, nồng độ ban đầu của $Na_2S_2O_3$ là 0,5 M. Sau thời gian 40 giây, thể tích SO_2 thoát ra là 0,9916 lít (đkc). Giả sử khí tạo ra đều thoát hết ra khỏi dung dịch. Tốc độ trung bình của phản ứng trong khoảng thời gian sau 40 giây tính theo $Na_2S_2O_3$

Hướng dẫn giải:

$$n_{SO_2} = \frac{0,9916}{24,79} = 0,04(\text{mol})$$

$$n_{Na_2S_2O_3(bd)} = 0,5.0,1 = 0,05(\text{mol})$$

PTHH:

$$Na_2S_2O_3 + H_2SO_4 \longrightarrow S\downarrow + SO_2\uparrow + H_2O + Na_2SO_4$$

Theo PTHH:

$$n_{Na_2S_2O_3(pứ)} = n_{SO_2} = 0,04(\text{mol})$$

$$\Rightarrow n_{Na_2S_2O_3(sau)} = 0,05 - 0,04 = 0,01(\text{mol})$$

$$\Rightarrow \Delta C_{Na_2S_2O_3} = \frac{0,01 - 0,05}{0,1} = -0,4M$$

$$\Rightarrow v = -\frac{1}{1}.\frac{\Delta C_{Na_2S_2O_3}}{\Delta t} = -\frac{-0,4}{40} = 0,01(M/s)$$

Bài 10 : Xét phản ứng cháy của hydrogen sulfide H_2S xảy ra trong pha khí như sau:

$$2H_2S + 3O_2 \longrightarrow 2SO_2 + 2H_2O$$

Giả sử cho vào bình phản ứng (bình kín) 991,6 mL khí H_2S và 743,7 mL khí O_2 (có xúc tác, các thể tích khí đo ở đkc). Sau khi thực hiện phản ứng 2,0 giờ, thấy có 0,768 g sulfur dioxide SO_2 tạo thành.

a) Viết Biểu thức tính tốc độ trung bình của phản ứng theo các chất tham gia và chất tạo thành trong phản ứng là :

b) Tính tốc độ trung bình của phản ứng theo đơn vị mol/h .

c) Tính số mol H_2S và O_2 còn lại sau 2,0 giờ là :

Hướng dẫn giải:

b) Vận tốc trung bình của phản ứng là $\bar{v} = 3.10^{-3}$ mol/h

c) $n_{H2S} = 0,028$ mol, $n_{O2} = 0,012$ mol

DẠNG 3: Tốc độ phản ứng liên quan đến hệ số nhiệt độ Van't Hoff

Phương pháp

Hệ số nhiệt độ kí hiệu là γ

$\gamma^{\frac{T_2-T_1}{10}} = \frac{v_2}{v_1}$, trong đó $\begin{cases} T_1, T_2 : \text{nhiệt độ tương ứng với tốc độ phản ứng } v_1, v_2 \\ \gamma : \text{Hệ số nhiệt độ Van't Hoff} \end{cases}$

Vận tốc phản ứng tỉ lệ nghịch với thời gian

Câu 1: Một phản ứng có hệ số nhiệt độ Van't Hoff bằng 3,5. Ở 15 °C tốc độ của phản ứng này bằng 0,2 $M.s^{-1}$.Tính tốc độ của phản ứng ở 40 °C.

Hướng dẫn giải:

Ta có: $\frac{v_2}{v_1} = \gamma^{\frac{t_2^0 - t_1^0}{10}} \Leftrightarrow \frac{v_2}{0,2} = (3,5)^{\frac{40-15}{10}} = 22,92 \rightarrow v_2 = 22,92.0,2 = 4,584$ M/s

Câu 2: Cho phương trình hóa học của phản ứng: $2CO(g) + O_2(g) \longrightarrow 2CO_2(g)$

Nếu hệ số nhiệt độ Van't Hoff bằng 2, tốc độ phản ứng thay đổi như thế nào khi tăng nhiệt độ của phản ứng từ 30°C lên 60°C?

Hướng dẫn giải:

Ta có: $\frac{v_2}{v_1} = \gamma^{\frac{t_2^0 - t_1^0}{10}} = 2^{\frac{60-30}{10}} = 2^3 = 8 \rightarrow v_2 = 8v_1$

Vậy tốc độ phản ứng tăng 8 lần khi tăngnhiệt độ từ 30°C lên 60°C.

Câu 3: Khi nhiệt độ tăng lên 10^0C, tốc độ của một phản ứng hoá học tăng lên 3 lần. Người ta nói rằng tốc độ phản ứng hoá học trên có hệ số nhiệt độ bằng 3. Nếu tăng nhiệt độ của phản ứng trên lên thêm 30^0C thì tốc độ của phản ứng tăng thêm $3^3 = 27$ lần. Tốc độ phản ứng hoá học tăng lên bao nhiêu lần khi nhiệt độ tăng từ 25^0C lên 45^0C?

Hướng dẫn giải:

Ta có: $\frac{v_2}{v_1} = 3^{\frac{45-25}{10}} = 3^2 = 9$

→ Tốc độ phản ứng tăng 9 lần.

Câu 4: Một phản ứng ở 45°C có tốc độ phản ứng là 0,068 mol/l.s. Hỏi phải giảm nhiệt độ xuống bao nhiêu để tốc độ phản ứng là 0,017 mol/l.s. Giả sử trong khoảng nhiệt độ thí nghiệm, hệ số nhiệt độ Van't Hof của phản ứng bằng 2

Hướng dẫn giải:

$$\gamma^{\frac{45-t^o}{10}} = \frac{v_{45^o}}{v_2} = \frac{0,068}{0,017} = 4 \Leftrightarrow 2^{\frac{45-t^o}{10}} = 2^2 \rightarrow \frac{45-t^o}{10} = 2 \rightarrow t^o = 25^o$$

→ Cần giảm nhiệt độ xuống (45° – 25°) = 15° C để tốc độ phản ứng là 0,017 mol/l.s.

Câu 5: Ở 20^0C, tốc độ một phản ứng là 0,05 mol/(L.min). Ở 30^0C, tốc độ phản ứng này là 0,15 mol/(L.min).

a) Hãy tính hệ số nhiệt độ Van't Hoff của phản ứng trên.

b) Dự đoán tốc độ phản ứng trên ở 40^0C (giả thiết hệ số nhiệt độ γ trong khoảng nhiệt độ này không đổi).

Hướng dẫn giải:

a) Hệ số nhiệt độ của phản ứng: $\gamma^{\frac{30-20}{10}} = \frac{v_2}{v_1} = \frac{0,15}{0,05} = 3 \Leftrightarrow \gamma^1 = 3 \Leftrightarrow \boxed{\gamma = 3}$

b) γ không đổi $\rightarrow \gamma = \frac{v_3}{v_1} = \frac{x}{0,05} = 3 \rightarrow x = 0,45$ mol/(L.min).

Câu 6: NOCl là chất khí độc, sinh ra do sự phân hủy nước cường toan (hỗn hợp HNO_3 và HCl có tỉ lệ 1:3) NOCl có tính oxi hóa mạnh, ở nhiệt độ cao bị phân hủy theo phản ứng hóa học sau: $2NOCl \longrightarrow 2NO + Cl_2$. Tốc độ phản ứng ở 70^0C là 2.10^{-7} mol/(L.s) và ở 80^0C là $4,5.10^{-7}$ mol/(L.s).

a) Tính hệ số nhiệt độ γ của phản ứng.

b) Dự đoán tốc độ phản ứng ở 60^0C.

Hướng dẫn giải:

a) Hệ số nhiệt độ: $\gamma = \frac{v_{t^o+10}}{v_{t^o}} = \frac{v_{80^o}}{v_{70^o}} = \frac{4,5.10^{-7}}{2.10^{-7}} = 2,25$

b) Tốc độ phản ứng ở 60^0C: $\gamma = \frac{v_{t^o+10}}{v_{t^o}} = \frac{v_{70^o}}{v_{60^o}} = \frac{2.10^{-7}}{x} = 2,25 \rightarrow x = 8,89.10^{-8} (mol/(L.s))$.

Câu 7: Khi nhiệt độ phòng là 25^0C, cho 10g đá vôi (dạng viên) vào cốc đựng 100g dung dịch HCl loãng và nhanh chóng cho lên một cân điện tử. Đọc giá trị khối lượng cốc tại thời điểm ban đầu và sau 1 phút. Lặp lại thí nghiệm khi nhiệt độ phòng là 35^0**C.** Kết quả thí nghiệm được ghi lại trong bảng sau:

STT	**Nhiệt độ (^{0}C)**	**Khối lượng cốc (g)**	
		Thời điểm đầu	**Sau 1 phút**
1	25	235,40	235,13
2	35	235,78	235,21

a) Tính hệ số nhiệt độ của phản ứng.

b) Giả sử ban đầu cốc chứa dung dịch HCl và đá vôi có khối lượng 235,40g. Thực hiện thí nghiệm ở 45^0**C.** Hỏi sau 1 phút, khối lượng cốc là bao nhiêu? (Bỏ qua khối lượng nước bay hơi).

Hướng dẫn giải:

a)

Tốc độ phản ứng ở 25^0C là $v_1 = -\frac{(235,13 - 235,40)}{1} = 0,27$ gam/min

Tốc độ phản ứng ở 35^0C là $v_2 = -\frac{(235,21 - 235,78)}{1} = 0,57$ gam/min

Hệ số nhiệt độ của phản ứng: $\gamma = \frac{v_{t^o+10}}{v_{t^o}} = \frac{v_{35^o}}{v_{25^o}} = \frac{0,57}{0,27} = 2,11$

b) Tốc độ phản ứng ở 45^0C là $\gamma = \frac{v_{t^o+10}}{v_{t^o}} = \frac{v_{45^o}}{v_{35^o}} = = \frac{x}{0,57} = 2,11 \rightarrow x = 1,2$ (g/min)

Khối lượng cốc sau 1 phút là 235,40 – 1,20 = 234,20 (g)

Câu 8: Phản ứng phân hủy một loại chất kháng sinh có hệ số nhiệt độ là 2,5. Ở 27 °C, sau 10 giờ thì lượng hoạt chất giảm đi một nửa. Khi đưa vào cơ thể người (37 °C) thì sau bao lâu lượng hoạt chất giảm đi một nửa?

Hướng dẫn giải:

- Tốc độ phản ứng tỉ lệ nghịch với thời gian.

Khi nhiệt độ tăng lên $10^oC \rightarrow \gamma = \frac{v_2}{v_1} = \frac{t_1}{t_2} = \frac{10}{t_2} = 2,5 \rightarrow t_2 = \frac{10}{2,5} = 4h$

- Vậy khi nhiệt độ tăng lên 10 °C (từ 27 °C lên 37 °C), thời gian để lượng hoạt chất giảm đi một nửa là 4h.

Câu 9: Để hoà tan hết một mẫu Al trong dung dịch axit HCl ở 25^0C cần 36 phút. Cũng mẫu Al đó tan hết trong dung dịch axit nói trên ở 45^0C trong 4 phút. Hỏi để hoà tan hết mẫu Al đó trong dung dịch axit nói trên ở 60^0C thì cần thời gian bao nhiêu giây?

Hướng dẫn giải:

$$\text{Ta có: } \frac{v_2}{v_1}=\frac{t_1}{t_2}=\gamma^{\frac{t_2-t_1}{10}} \Leftrightarrow \frac{36}{4}=\gamma^{\frac{45-25}{10}} \rightarrow 9=\gamma^2 \rightarrow \gamma=3$$

$$\rightarrow \frac{v_3}{v_1}=\frac{t_1}{t_3}=\gamma^{\frac{t_3-t_1}{10}} \Leftrightarrow \frac{36}{t_3}=3^{\frac{60-25}{10}}=3^{3,5} \rightarrow t_3=\frac{36}{3^{3,5}}=0,7698 \text{ phút}=46,188 \text{ giây}$$

Câu 10: Ở vùng đồng bằng (độ cao gần mực nước biển), nước sôi ở 100 °**C.** Trên đỉnh núi Fansipan (cao 3 200 m so với mực nước biển), nước sôi ở 90 °**C.** Khi luộc miếng thịt trong nước sôi, ở vùng đồng bằng mất 3,2 phút; trong khi đó trên đỉnh Fansipan mất 3,8 phút. Nếu luộc miếng thịt trên đỉnh núi cao hơn, tại đó nước sôi ở 80 °C thì mất bao lâu để luộc chín miếng thịt?

Hướng dẫn giải:

- Tốc độ phản ứng tỉ lệ nghịch với thời gian.

$$\text{Khi nhiệt độ tăng lên } 10^\circ \rightarrow \gamma=\frac{v_{100^\circ}}{v_{90^\circ}}=\frac{t_{90^\circ}}{t_{100^\circ}}=\frac{3,8}{3,2}=1,1875$$

- Hệ số nhiệt độ là γ, ta có:

$$\gamma=\frac{v_{90^\circ}}{v_{80^\circ}}=\frac{t_{80^\circ}}{t_{90^\circ}}=\frac{t_{80^\circ}}{3,8}=1,1875 \rightarrow t_{80^\circ}=3,8.1,1875=4,5 \text{ phút}$$

→Nếu luộc miếng thịt ở 80 °C, thời gian cần là 4,5 phút.

Dạng 4. Các yếu tố ảnh hưởng đến chuyển dịch cân bằng

Phương pháp:

Vận dụng nguyên lý chuyển dịch cân bằng (Le Chatelier) để xác định cân bằng chuyển dịch theo chiều nào.

Nguyên lý chuyển dịch cân bằng (Le Chatelier) : Một phản ứng thuận nghịch đang ở trạng thái cân bằng, khi chịu một tác động từ bên ngoài, như biến đổi nồng độ, nhiệt độ, áp suất, thì cân bằng sẽ chuyển dịch theo chiều làm giảm tác động bên ngoài đó.

Câu 1: (Đề thi Đại học Khối B- 2010)

Cho các cân bằng sau :

(1) $2HI(g) \rightleftharpoons H_2(g) + I_2(g)$ (2) $CaCO_3(s) \rightleftharpoons CaO(s) + CO_2(g)$

(3) $FeO(s) + CO(g) \rightleftharpoons Fe(s) + CO_2(g)$ (4) $2SO_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2SO_3(g)$

Khi tăng áp suất của hệ, số cân bằng bị chuyển dịch theo chiều nghịch là .

Hướng dẫn giải:

Có 1 cân bằng chuyển dịch theo chiều nghịch là cân bằng : (2) $CaCO_3(s) \rightleftharpoons CaO(s) + CO_2(g)$

Vì khi tăng áp suất cân bằng chuyển dịch về phía có số phân tử khí ít hơn

Câu 2: (Đề thi Cao đẳng- 2008)

Cho các cân bằng hoá học :

(1) $N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$ (2) $H_2(g) + I_2(g) \rightleftharpoons 2HI(g)$

(3) $2SO_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2SO_3(g)$ (4) $2NO_2(g) \rightleftharpoons N_2O_4(g)$

Khi thay đổi áp suất những cân bằng hóa học bị chuyển dịch là :

Hướng dẫn giải:

Cân bằng (1), (3), (4) vì những cân bằng này có số phân tử khí 2 bên không bằng nhau.

Câu 3. 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) $H_2(g) + I_2(g) \rightleftharpoons 2HI(g)$

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

Hướng dẫn giải:

a) Khi tăng áp suất, cân bằng chuyển dịch theo chiều làm giảm áp suất hay chiều làm giảm số mol khí, tức là theo chiều thuận (từ 3 phân tử khi tạo thành 2 phân tử khí).

b) Khi tăng áp suất, cân bằng không chuyển dịch theo chiều nào vì số mol khí ở hai vế của phản ứng bằng nhau.

c) Khi tăng áp suất, cân bằng chuyển dịch theo chiều làm giảm áp suất hay chiều làm giảm số mol khí, tức là theo chiều nghịch.

Câu 4: (Đề thi Cao đẳng- 2009)

Cho các cân bằng sau :

(1) $2SO_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2SO_3(g)$ (2) $N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$

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

Hướng dẫn giải:

Cân bằng (3) và (4) vì đây là các cân bằng có số phân tử khí 2 bên bằng nhau

Câu 5 : 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.

Hướng dẫn giải:

Khi nồng độ CO_2 tăng, cân bằng dịch chuyển theo chiều làm giảm nồng độ CO_2, tức là chiều nghịch, nhũ đã $CaCO_3$ bị hòa tan => Không có lợi cho sự hình thành nhũ đá.

Câu 6: Ester là hợp chất hữu cơ dễ bay hơi, một số ester được sử dụng 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.

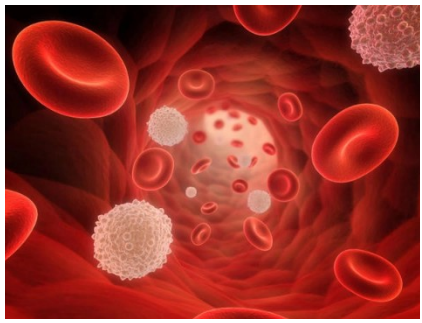
b) Giảm nồng độ của $CH_3COOC_2H_5$.

Hướng dẫn giải:

a) Cân bằng chuyển dịch theo chiều làm giảm nồng độ C_2H_5OH, tức là theo chiều thuận.

b) Cân bằng chuyển dịch theo chiều làm tăng nồng độ $CH_3COOC_2H_5$, tức là theo chiều thuận.

Câu 7 : Trong cơ thể người, hemoglobin (Hb) kết hợp 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 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 Chatelier, 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.

Hướng dẫn giải:

a) Để oxygen lên não được nhiều hơn thì cân bằng phải chuyển dịch theo chiều thuận)nồng độ của dạng HbO_2 cần phải lớn. Để nồng độ HbO_2 lớn cần tăng nồng độ oxygen trong phổi để cân bằng trên chuyển dịch sang phải.) Muốn vậy cần hít sâu , thở với O_2

b) Lên cao nồng độ O_2 giảm, cân bằng chuyển dịch theo chiều nghịch, hàm lượng HbO_2 đưa đến các mô giảm gây tình trạng đau đầu.

Câu 8 : 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):

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

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

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

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.

Hướng dẫn giải:

a) Phản ứng (1) có $\Delta_r H^0_{298} > 0$, chiều thuận là thu nhiệt, nên để cân bằng chuyển dịch về bên phải thì cần tăng nhiệt độ (thực tế phản ứng được thực hiện ở khoảng 1.000°C).

Phản ứng (2) có $\Delta_r H^0_{298} < 0$, chiều thuận là toả nhiệt, nên để cân bằng chuyển dịch về bên phải thì cần giảm nhiệt độ (thực tế phản ứng được thực hiện ở khoảng 450°C, nhiệt độ không quá thấp để làm tăng tốc độ phản ứng).

b) Ở phản ứng (2), người ta lấy lượng hơi nước dư nhiều (thường dư 4 - 5 lần) so với khí carbon monoxide, tức là làm tăng nồng độ của hơi nước, cân bằng chuyển dịch theo chiều làm giảm nồng độ của hơi nước, tức là theo chiều thuận.

c) Nếu tăng áp suất, các cân bằng (1), (2) không chuyển dịch theo chiều nào vì số mol khí ở cả hai vế bằng nhau.

Câu 9 : Tiến hành thí nghiệm : Nghiên cứu sự chuyển dịch cân bằng của phản ứng :

$$2NO_2(g) \rightleftharpoons N_2O_4(g) \qquad \Delta_r H^0_{298} = -58 \text{ kJ}$$

(nâu đỏ) (không màu)

+ **Dụng cụ :** Bình cầu, cốc thủy tinh.

+ **Hóa chất :** Ba bình chứa khí NO_2 có màu giống nhau, nước nóng (khoảng 60°C – 80°C), nước đá.

+ **Tiến hành :**

• Bình (1) : Để đối chứng

• Bình (2) : Ngâm vào cốc nước đá.

• Bình (3) : Ngâm vào cốc nước nóng.

a) Nêu hiện tượng xảy ra trong thí nghiệm trên, từ đó cho biết chiều chuyển dịch cân bằng của phản ứng trong bình (2) và bình (3).

b) Từ hiện tượng ở thí nghiệm trên, cho biết khi làm lạnh bình (2) và khi làm nóng bình (3) thì cân bằng trong mỗi bình chuyển dịch theo chiều toả nhiệt hay thu nhiệt.

Hướng dẫn giải:

a) Chuyển dịch cân bằng của phản ứng trong bình (2) Khi giảm nhiệt độ, cân bằng chuyển dịch theo chiều phản ứng thuận (giảm tác động giảm nhiệt độ).

Chuyển dịch cân bằng của phản ứng trong bình bình (3): Khi tăng nhiệt độ, cân bằng chuyển dịch theo chiều phản ứng nghịch (giảm tác động tăng nhiệt độ).

b) Khi làm lạnh bình (2) cân bằng chuyển dịch theo chiều phản ứng tỏa nhiệt (giảm tác động giảm nhiệt độ).

Khi làm nóng bình (3) cân bằng chuyển dịch theo chiều phản ứng thu nhiệt (giảm tác động tăng nhiệt độ).

Câu 10 : Cho các cân bằng sau:

$CaCO_3(s) \rightleftharpoons CaO(s) + CO_2(g) \qquad \Delta_r H^0_{298} = 176 \text{ kJ}$

$2SO_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2SO_3(g) \qquad \Delta_r H^0_{298} = -198 \text{ kJ}$

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

Hướng dẫn giải:

Nếu tăng nhiệt độ, cân bằng (1) chuyển dịch theo chiều làm giảm nhiệt độ, tức là theo chiều thu nhiệt. Mặt khác, $\Delta_r H^0_{298} > 0$, chiều thuận là chiều thu nhiệt, vì vậy nếu tăng nhiệt độ, cân bằng (1) chuyển dịch theo chiều thuận.

Nếu tăng nhiệt độ, cân bằng (2) chuyển dịch theo chiều làm giảm nhiệt độ, tức là theo chiều thu nhiệt. Mặt khác $\Delta_r H^0_{298} < 0$, chiều thuận là chiều toả nhiệt, vì vậy nếu tăng nhiệt độ cân bằng (2) chuyển dịch theo chiều nghịch.

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

a) $C(s) + H_2O(g) \rightleftharpoons CO(g) + H_2(g)$ $\Delta_r H^0_{298} = 131$ kJ

b) $CO(g) + H_2O(g) \rightleftharpoons CO_2(g) + H_2(g)$ $\Delta_r H^0_{298} = -41$ kJ

Các cân bằng trên chuyển dịch theo chiều nào khi thay đổi một trong các yếu tố sau

(1) Tăng nhiệt độ

(2) Thêm lượng hơi nước vào hệ

(3) Thêm khí H_2 vào hệ

(4) Tăng áp suất chung bằng cách nén cho thể tích của hệ giảm xuống

(5) Dùng chất xúc tác

Hướng dẫn giải:

Các yếu tố	Phản ứng a xảy ra theo chiều	Phản ứng b xảy ra theo chiều
(1) Tăng nhiệt độ	Thuận	nghịch
(2) Thêm lượng hơi nước vào hệ	thuận	thuận
(3) Thêm khí H_2 vào hệ	nghịch	nghịch
(4) Tăng áp suất chung bằng cách nén cho thể tích của hệ giảm xuống	nghịch	không đổi
(5) Dùng chất xúc tác	không đổi	không đổi

PHẦN C: BÀI TẬP TỪ CÁC ĐỀ THI CHỌN LỌC

Câu 1: (trích từ đề tuyển sinh chuyên Lê Hồng Phong Nam Định năm 2018) Thuyền trưởng Jack Sparrow trong loạt phim "Cướp biển vùng Caribbean" quyết định đóng ba con tàu vỏ sắt với hình dạng, kích thước và khối lượng hoàn toàn giống nhau. Con tàu thứ nhất tham gia hành trình trên vùng biển lạnh ở Bắc Băng Dương; con tàu thứ hai tham gia hành trình trên vùng biển nóng ở Đại Tây Dương; con tàu thứ ba được thu nhỏ lại, cất trong chai thủy tinh chứa không khí khô rồi đậy chặt bằng nút phòng khi một trong hai con tàu trên bị hỏng sẽ lấy ra sử dụng. Vài tuần sau đó, Jack quan sát sự han rỉ trên các con tàu của mình.

a. Cho biết con tàu nào sẽ bị han rỉ, tốc độ han rỉ ở con tàu nào nhanh hơn.

b. Sự han rỉ trên các con tàu phụ thuộc vào những yếu tố nào?

Hướng dẫn giải:

a. 2 con tàu đã tham gia hành trình đều bị han rỉ, con tàu di chuyển ở vùng biển nóng sẽ bị han rỉ nhanh hơn

b. Sự han rỉ trên các con tàu phụ thuộc vào môi trường mà chúng tiếp xúc và nhiệt độ

Câu 2(Đề thi thử hóa lần 3 chuyên sư phạm 2023-2024)

- Trong công nghiệp, khí hydrogen được điều chế theo phương pháp đi từ khí than như sau: Cho hơi nước qua than cốc đốt nóng đến 1000°C thu được hỗn hợp khí gồm CO và H_2 được gọi là khí than ướt:

$$C + H_2O \rightleftharpoons H_2 + CO$$

Trộn khí than ướt với hơi nước rất dư (thường gấp 4 hay 5 lần) so với khí CO rồi cho hỗn hợp đi qua Fe_2O_3 được hoạt hóa bằng Cr_2O_3 hay NiO ở nhiệt độ 450°C để thu được hỗn hợp khí X gồm H_2 và CO_2

$$CO + H_2O \rightleftharpoons H_2 + CO_2$$

a. Khí than ướt được sử dụng làm nhiên liệu khí. Hãy viết phương trình phản ứng xảy ra khi khí than ướt cháy và nêu 2 ưu điểm của nhiên liệu khí này.

b. Trình bày phương pháp để thu khí H_2 tinh khiết từ X.

c. Hãy cho biết ý nghĩa, mục đích sử dụng của các điều kiện tô đậm (1000°C, hơi nước rất dư, Fe_2O_3) trong phương pháp điều chế này.

Hướng dẫn giải:

a. Khí than ướt được sử dụng làm nhiên liệu khí do CO và H_2 đều có thể cháy sáng và tỏa nhiều nhiệt.

$$CO + O_2 \longrightarrow CO_2$$

$$H_2 + O_2 \longrightarrow H_2O$$

Ưu điểm :

- Do thành phần có khí H2 nên khi cháy cho năng suất tỏa nhiệt cao hơn.
- Nước giúp ngăn chặn bụi than bay vào không khí làm giảm nguy cơ mắc bệnh hô hấp so với đốt than thường.

b. Dẫn hỗn hợp khí CO_2 và H_2 vào dung dịch NaOH dư, CO_2 bị hấp thụ, thu khí H_2 thoát ra ngoài.

$$CO_2 + NaOH \text{ dư} \longrightarrow Na_2CO_3 + H_2O$$

c. Sử dụng nhiệt độ 1000°C và hơi nước rất dư để phản ứng thuận xảy ra thuận lợi làm tăng hiệu suất của phản ứng.

Sử dụng Fe_2O_3 làm xúc tác để phản ứng xảy ra nhanh hơn.

Câu 3. Thi thử lần 1 vào chuyên sư phạm năm 2022-2023

Các phản ứng hóa học xảy ra với tốc độ nhanh, tốc độ chậm khác nhau. Nhiệt độ càng cao, tốc độ phản ứng càng lớn. Thực nghiệm cho thấy, với đa số các phản ứng khi tăng nhiệt độ lên 10 C thủ tốc độ phản ứng tăng từ 2 đến 4 lần. Mối liên hệ giữa tốc độ phản ứng và nhiệt độ được biểu diễn qua biểu thức Van't Hoff:

$$\gamma^{\frac{T_2-T_1}{10}} = \frac{v_2}{v_1}$$, trong đó $\begin{cases} T_1, T_2 : \text{nhiệt độ tương ứng với tốc độ phản ứng } v_1, v_2 \\ \gamma : \text{Hệ số nhiệt độ Van't Hoff} \end{cases}$

(Trong đó, v_1 và v_2 là tốc độ của phản ứng ở nhiệt độ T_1 và T_2; γ là hệ số nhiệt độ Van't Hoff (thông thường γ - 2:4))

Để hòa tan hết một lá nhôm trong dung dịch axit dư ở nhiệt độ 25 °C cần thời gian là 36 phút. Nếu thực hiện ở 45 °C thì cần 4 phút. Hỏi nếu thực hiện phản ứng ở 55 °C thì sau bao lâu lá nhôm còn lại 12,5% so với lượng ban đầu?

Hướng dẫn giải:

Tốc độ phản ứng tỉ lệ nghịch với thời gian nên:

$$\frac{36}{4} = \gamma^{\left(\frac{45-25}{10}\right)} \Rightarrow \gamma = 3$$

Khi thực hiện ở 55°C, lá nhôm tan hết 100% trong t (phút)

$$\frac{36}{t} = 3^{\left(\frac{55-25}{10}\right)} \Rightarrow t = \frac{4}{3} \text{ (phút)} = 80 \text{ (giây)}$$

Vậy ở 55°C, khi lá nhôm còn 12,5% thì mất khoảng thời gian là:

$$\frac{80*87,5}{100} = 70 \text{ (giây)}$$

Câu 4 (hsg hóa 10 tính thái bình 23-24). Nêu biện pháp đã được sử dụng để làm tăng tốc độ phản ứng hóa học trong các trường hợp sau:

- Rắc men vào tinh bột đã được nấu chín (cơm, ngô, khoai, sắn…) để ủ rượu.
- Nén hỗn hợp khí nitrogen và hydrogen ở áp suất cao để tổng hợp ammonia (NH_3).
- Nung hỗn hợp bột đá vôi, đất sét, thạch cao ở nhiệt độ cao để sản xuất clinke trong công nghiệp sản xuất xi măng.
- Tạo thành những lỗ rỗng trong viên than tổ ong.

Hướng dẫn giải:

- Ảnh hưởng bởi yếu tố xúc tác. Xúc tác giúp phản ứng dễ xảy ra hơn.

Ảnh hưởng bởi yếu tố nồng độ (Nén hỗn hợp khí nitrogen và hydrogen ở áp suất cao để tăng nồng độ của hai chất khí (áp suất tăng → thể tích giảm → nồng độ chất khí tăng vì C_M tăng).

Chú ý: nếu học sinh trả lời là ảnh hưởng của áp suất thì cũng cho điểm tối đa

- Ảnh hưởng yếu tố nhiệt độ. Khi tăng nhiệt độ tốc độ phản ứng tăng.
- Ảnh hưởng yếu tố bề mặt tiếp xúc. Các lỗ rỗng trong viên than tổ ong làm tăng bề mặt tiếp xúc với không khí, phản ứng xảy ra nhanh hơn.

Câu 5. (hsg hóa 10 tính thái bình 23-24)

Để hoà tan hết một mẫu Al trong dung dịch HCl ở 25^{0}C cần 36 phút. Cũng mẫu Al đó tan hết trong dung dịch acid nói trên ở 45^{0}C trong 4 phút. Hỏi để hoà tan hết mẫu Al đó trong dung dịch acid nói trên ở 60^{0}C thì cần thời gian bao nhiêu giây?

Hướng dẫn giải:

$$\frac{36}{4} = \gamma^{\frac{45-25}{10}} \Rightarrow \gamma = 3$$

Ở 60^{0}C : $\frac{36}{t} = \gamma^{\frac{60-25}{10}} \Rightarrow \frac{36}{t} = 3^{\frac{60-25}{10}}$ => t=0,7698 phút =46,188 giây

Câu 6 (Hsg Quang Trung- Đống Đa 23-24) Hai bạn Thanh và Long thực hiện phản ứng giữa Iron (Fe) với dung dịch sulfuric acid (H_2SO_4) và thu thể tích khí thoát ra theo thời gian. Hai bạn lặp lại thí nghiệm ba lần và thu được kết quả ở bảng sau.

Thời gian (s)	Thể tích khí thu được (ml)		
	Lần 1	Lần 2	Lần 3
0	0	0	0
20	45	43	44
40	65	62	63
60	73	69	70

1.Viết phương trình hóa học xảy ra.

2. Tính tốc độ trung bình của phản ứng tương ứng các mốc thời gian đã cho ở bảng(từ 0-20s; 20s-40s; 40s-60s;). Nhận xét và giải thích sự biến đổi tốc độ phản ứng theo thời gian. (Đơn vị tốc độ là $ml.s^{-1}$)

Hướng dẫn giải:

a/ Phương trình phản ứng hóa học

$$Fe + H_2SO_4 \rightarrow FeSO_4 + H_2$$

b/ Thời gian từ 0-20s

$$\overline{V}_{20S} = (V_1 + V_2 + V_3)/3 = 44$$

$$v_{tb} = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{44}{20} = 2{,}2 \text{ (ml/s)}$$

Thời gian từ 20- 40s

$$\overline{V} = (V_1 + V_2 + V_3)/3 = 63{,}33$$

$$v_{tb(40)} = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{63{,}33 - 44}{20} = 0{,}9665 \text{ (ml/s)}$$

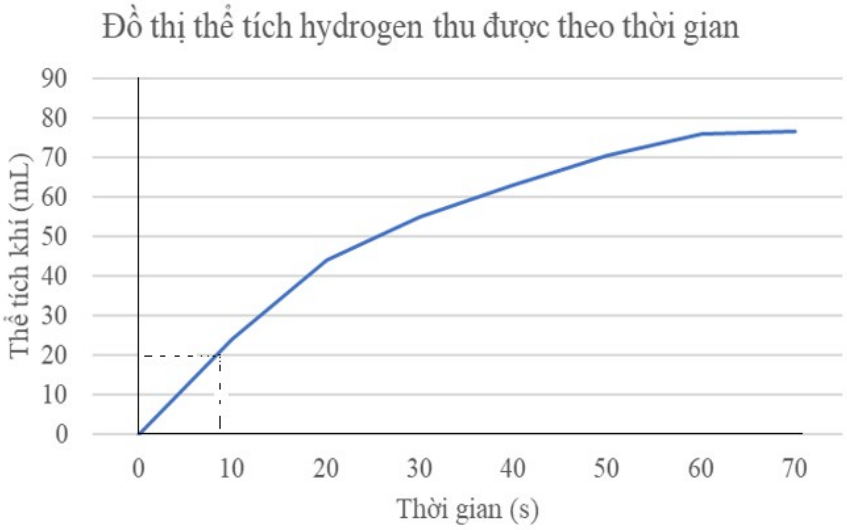
Thời gian từ 40s -60s

$$V = (V_1 + V_2 + V_3)/3 = 70{,}667$$

$$v_{tb(40)} = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{70{,}667 - 63{,}33}{20} = 0{,}367 \text{ (ml/s)}$$

Theo thời gian tốc độ trung bình giảm dần điều này phù hợp vì sau thời gian chất tham gia phản ứng giảm dần, ảnh hưởng yếu tố nồng độ giảm nên tốc độ phản ứng sẽ giảm.

Câu 7 . hsg hóa 10 tỉnh hải dương 23-24.Thực hiện thí nghiệm phản ứng giữa zinc (Zn) với 500 ml dung dịch hydrochloric acid, thể tích khí hydrogen thoát ra (ở đkc) theo thời gian được mô tả bằng đồ thị sau:



Cho phản ứng: $Zn(s) + 2\ HCl(aq) \rightarrow ZnCl_2(aq) + H_2(g)$

a) Tính tốc độ phản ứng ở 10 giây đầu tiên.

b) Dựa vào đồ thị, hãy nhận xét tốc độ phản ứng theo thời gian biến đổi như thế nào?

Hướng dẫn giải:

a) Từ đồ thị: sau 10 giây có $V_{H_2} = 20$ mL.

$\Rightarrow n_{H_2} = \dfrac{20.10^{-3}}{24,79}$ mol

$$\bar{v} = -\frac{1}{2}.\frac{\Delta C_{HCl}}{\Delta t} = \frac{1}{2}.\frac{2n_{H_2}}{V_{dd}.\Delta t} = \frac{n_{H_2}}{V_{dd}.\Delta t} = \frac{0,02}{24,79.0,5.10} = 1,61.10^{-4}\text{mol/L.s}$$

b) Dựa vào đồ thị thấy tốc độ phản ứng theo thời gian giảm dần.

Câu 8: hsg tỉnh Ninh Bình 23 -24.Khi để ở nhiệt độ 30 ^oC, một quả táo bị hư sau 3 ngày. Khi được bảo quản ở 0 ^oC (trong tủ lạnh), quả táo bị hư sau 24 ngày. Nếu bảo quản ở 20 ^oC, quả táo bị hư sau bao nhiêu ngày

Hướng dẫn giải:

$$a)\ \gamma^{\frac{t_1-t_2}{10}} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{T_2}{T_1} \Leftrightarrow \gamma^{\frac{30-0}{10}} = \frac{24}{3} \rightarrow \gamma^3 = 8 = 2^3 \rightarrow \gamma = 2$$

$$2^{\frac{20-0}{10}} = \frac{24}{T_3} \Leftrightarrow 2^2 = \frac{24}{T_3} \rightarrow T_3 = \frac{24}{2^2} = 8 \text{ ngày}$$

Câu 9. Hsg Lạng Giang 2023 -2024. Cho phản ứng của các chất ở thể khí: $I_2 + H_2 \rightarrow 2HI$.

Biết tốc độ phản ứng tỉ lệ thuận với nồng độ của các chất tham gia phản ứng với số mũ là hệ số tỉ lượng của chất đó trong phương trình hoá học.

a) Hãy viết phương trình tốc độ của phản ứng này.

b) Ở một nhiệt độ xác định, hằng số tốc độ của phản ứng này là $2,5.10^{-4}$ L/(mol.s). Nồng độ đầu của I_2 và H_2 lần lượt là 0,02 M và 0,03 M. Hãy tính tốc độ phản ứng:

– Tại thời điểm đầu.

– Tại thời điểm đã hết một nửa lượng I_2.

Hướng dẫn giải:

a) Phương trình tốc độ của phản ứng:

$v = k.C_{H_2}.C_{I_2}$

b) Tốc độ phản ứng tại thời điểm đầu là:

$v = 2,5.10^{-4}.0,02.0,03 = 1,5.10^{-7}$ (mol/(L.s))

- Tại thời điểm đã hết một nửa lượng I_2

⇒ Tại thời điểm xét, nồng độ I_2 còn 0,01M và đã phản ứng 0,01M

⇒ Theo phương trình, nồng độ H_2 phản ứng là 0,01M

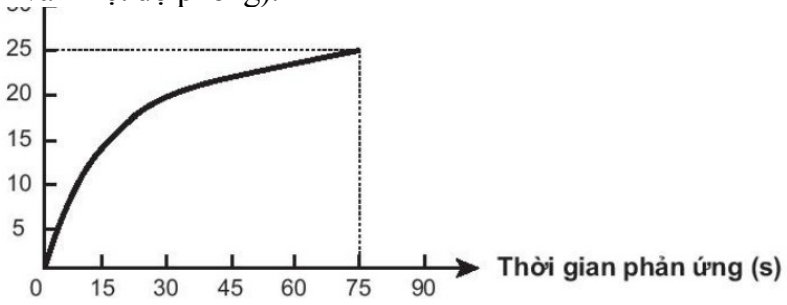
⇒ Tại thời điểm xét, nồng độ H_2 còn 0,02M

⇒ $v = 2,5.10^{-4}.0,01.0,02 = 5.10^{-6}$ (mol/(L.s))

Câu 10. Hsg thái bình 23-24: Thực hiện phản ứng hóa học sau:

$CaCO_3 + 2HCl \rightarrow CaCl_2 + CO_2 + H_2O$

Theo dõi thể tích CO_2 thoát ra theo thời gian, thu được đồ thị như sau (thể tích khí được đo ở áp suất khí quyển và nhiệt độ phòng).



Hãy cho biết các nhận định sau đúng hay sai.

a. Ở thời điểm 90 giây, tốc độ phản ứng bằng 0.

b. Tốc độ phản ứng giảm dần theo thời gian.

c. Tốc độ trung bình của phản ứng trong khoảng thời gian từ thời điểm đầu đến 75 giây là 0,33mL/s.

d. Để hoà tan hết một mẫu $CaCO_3$ trong dung dịch acid HCl ở 20°C cần 27 phút. Cũng mẫu $CaCO_3$ đó tan hết trong dung dịch acid nói trên ở 40°C trong 3 phút. Vậy để hoà tan hết mẫu $CaCO_3$ đó trong dung dịch acid nói trên ở 55°C thì cần thời gian 0,5774 phút.

Hướng dẫn giải:

a. Ở thời điểm 90 giây, tốc độ phản ứng bằng 0. (Đúng)

b. Tốc độ phản ứng giảm dần theo thời gian. (Đúng)

c. Tốc độ trung bình của phản ứng trong khoảng thời gian từ thời điểm đầu đến 75 giây là 0,33mL/s. (Đúng)

d. Để hoà tan hết một mẫu $CaCO_3$ trong dung dịch acid HCl ở 20°C cần 27 phút. Cũng mẫu $CaCO_3$ đó tan hết trong dung dịch acid nói trên ở 40°C trong 3 phút. Vậy để hoà tan hết mẫu $CaCO_3$ đó trong dung dịch acid nói trên ở 55°C thì cần thời gian 0,5774 phút. (Đúng)

Câu 11. Hsg cụm hải dương. Hãy giải thích các vấn đề sau:

a. Tại sao khi nấu thức ăn chúng ta thường hay cắt thức ăn thành các miếng nhỏ hơn?

b. Tại sao khi giặt quần áo chúng ta thường cho nhiều bột giặt vào chỗ vết bẩn?

c. Tại sao nhiệt độ của ngọn lửa acetylene (C_2H_2) cháy trong oxygen cao hơn nhiều so với cháy trong không khí.

d. Tại sao cần rắc men vào tinh bột đã được nấu chín (cơm, ngô, khoai, sắn, …) để ủ rượu.

Hướng dẫn giải:

a. Khi nấu thức ăn thường hay cắt nhỏ thức ăn bởi vì làm tăng diện tiếp xúc bề mặt làm thức ăn nhanh chín hơn.

b. Khi giặt quần áo thường cho nhiều bột giặt vào chỗ vết bẩn vì khi tăng nồng độ của bột giặt làm tốc độ phản ứng tăng dẫn tới vết bẩn nhanh sạch.

c. Đèn xì acetylene cháy trong ngọn lửa giàu oxygen thì nhiệt độ cao hơn nhiều so với cháy trong không khí do nồng độ oxygen tăng làm tốc độ phản ứng tăng dẫn tới nhiệt độ tăng.

d. Cần rắc men vào tinh bột đã được nấu chín (cơm, ngô, khoai, sắn,…) để ủ rượu vì men có vai trò là chất xúc tác làm cho quá trình lên men rượu xảy ra nhanh hơn.

Câu 12. Tỉnh thái nguyên 22-23Câu 10. (2,0 điểm) Khi đốt cháy vật liệu ở dạng khối rắn thì quá trình xảy ra từ từ ; nhưng tốc độ đốt cháy sẽ rất nhanh, có thể gây nổ nếu khối vật liệu trên được nghiền thành bột mịn và phân tán trong không khí dưới dạng bụi.

a. Vì sao có sự khác nhau khi cháy vật liệu ở dạng khối rắn và khi xảy ra hiện tượng nổ bụi.

b. Cho một quả cầu nặng 1000 gam được làm từ vật liệu có khối lượng riêng là 1g/cm^3. Khi chế biến trong xưởng sản xuất, khối cầu trên được nghiền thành các hạt bụi hình cầu có đường kính là 0,005 cm. Bằng sự so sánh tỉ lệ diện tích bề mặt của khối cầu và tổng diện tích bề mặt các hạt bụi, chứng minh sự khác biệt giữa quá trình cháy của khối cầu và nổ bụi.

Hướng dẫn giải

a. Khi vật liệu rắn được nghiền thành bột mịn sẽ làm tăng diện tích tiếp xúc (diện tích bề mặt) của vật liệu rắn với O_2 trong quá trình đốt cháy, điều này dẫn tới tốc độ phản ứng tăng nhanh.

Đặc biệt, nếu vật liệu rắn ở dạng bột mịn và phân tán trong không khí, diện tích tiếp xúc với O_2 tăng mạnh, phản ứng xảy ra với tốc độ nhanh đột ngột làm các sản phẩm khí sinh ra từ phản ứng cháy tăng đột ngột và có thể gây nổ.

b. Quả cầu ban đầu: $V_1 = 1000\ cm^3 = \frac{4}{3}.\pi.(r_1)^3 \rightarrow r_1 = 6,204$ (cm);

$\rightarrow$ Diện tích bề mặt : $S_1 = 4.\pi.(r_1)^2 = 483,43\ (cm^2)$

$V_{hạt\ bụi} = \frac{4}{3}.\pi.r^3 = \frac{4}{3}.\pi.(\frac{0,005}{2})^3 = 6,54.10^{-8}(cm^3)$ $\rightarrow$ Số hạt bụi được tạo thành: $\frac{1000}{6,54.10^{-8}} = 1,53.10^{10}$ (hạt)

Diện tích bề mặt của mỗi hạt bụi: $S = 4.\pi.(0,0025)^2 = 7,85.10^{-5}\ (cm^2)$

$\rightarrow$ Tổng diện tích bề mặt của hạt bụi: $\sum S = 1,53.10^{10}.\ 7,85.10^{-5} = 1201050\ (cm^2)$

→ Khi nghiền quả cầu thành các hạt bụi diện tích bề mặt tăng số lần là: $\frac{\sum S}{S_1} = \frac{1201050}{483,43} \approx$ 2484,4 (lần).

Câu 13.Hải dương 22-23. Nhiệt độ sôi của nước ở vùng đồng bằng (độ cao gần mực nước biển), trên đỉnh núi Fansipan (cao 3143 m so với mực nước biển) lần lượt là 100^0C; 90^0C. Khi luộc chín một miếng thịt trong nước sôi ở vùng đồng bằng và trên đỉnh Fansipan mất thời gian lần lượt là 3,2 phút; 3,8 phút. Đỉnh núi Phú Sĩ (Nhật Bản) có độ cao khoảng 3770 m thì nước sôi ở 80^0C, tính thời gian để luộc chín miếng thịt có khối lượng tương đương tại đó.

Hướng dẫn giải:

a. Vì tốc độ phản ứng tỉ lệ nghịch với thời gian $\frac{v_1}{v_2} = \frac{T2-T1}{10} = \frac{t_2}{t_1} \Rightarrow \gamma = 1,1875$

Suy ra thời gian luộc thịt cần là: $1,1875^{\frac{90-80}{10}}$ x 3,8 = 4,5125 phút

Câu 14. ***Đề thi vào chuyên hóa Lê Hồng Phong Nam Định 2021***

Nghiên cứu phản ứng tạo ester giữa acetic acid và ethyl alcohol ở nhiệt độ không đổi 50oC có mặt một lượng nhỏ H2SO4 đặc làm xúc tác (coi như không có các phản ứng phụ khác xảy ra).

1. Viết phương trình phản ứng tạo ester.

2. Nếu ban đầu sử dụng 1 mol acetic acid và 1 mol ethyl alcohol thì sau thời gian đủ lâu thấy số mol của các chất trong hỗn hợp không thay đổi nữa (phản ứng kết thúc hay hệ phản ứng đạt đến cân bằng). Biết hiệu suất của phản ứng đạt 50%, tính khối lượng ester thu được.

3. Người ta nhận thấy rằng: Không phụ thuộc vào số mol acetic acid và ethyl alcohol ban đầu, sau khi phản ứng kết thúc thì tích số mol của sản phẩm chia tích số mol chất đầu còn dư trong hỗn hợp thu được luôn không đổi (gọi là hằng số *K* của phản ứng).

$$K = \frac{n_{este} \times n_{nước}}{n_{axit\ axetic\ dư} \times n_{rượu\ etylic\ dư}}$$

(a) Tính hằng số *K* của phản ứng tạo este trên.

(b) Nếu ban đầu dùng 1 mol acetic acid và 0,6 mol ethyl alcohol thì khi hệ đạt cân bằng, hiệu suất của phản ứng bằng bao nhiêu?

4. Chứng minh rằng: Nếu số mol acetic acid và rượu etylic ban đầu bằng nhau thì khi hệ đạt cân bằng, hiệu suất phản ứng sẽ nhỏ nhất.

5. Dựa vào biểu thức của hằng số *K,* giải thích tại sao để nâng cao hiệu suất phản ứng, người ta thường tiến hành chưng cất tách sản phẩm ester ra khỏi hỗn hợp ngay khi phản ứng đang xảy ra.

6. Để nghiên cứu phản ứng tạo ester, người ta tổng hợp ra loại ethyl alcohol đặc biệt trong đó thay thế toàn bộ nguyên tử Oxygen (O) thông thường (*MO = 16 g/mol*) bằng

các nguyên tử Oxygen (O^*) nặng ($M_{O^*} = 18\ g/mol$) nhưng tính chất hóa học không đổi. Thực hiện phản ứng giữa 1 mol acetic acid thông thường và 1 mol ethyl alcohol đặc biệt cho đến khi kết thúc thì thu được 45 gam ester. Dự đoán các liên kết bị đứt ra (bị phá vỡ) trong các phân tử chất đầu và các liên kết mới hình thành trong các phân tử sản phẩm của phản ứng tạo ester trên.

Hướng dẫn giải:

1. $CH_3COOH + C_2H_5OH \overset{H_2SO_4\ d,\ t^o}{\rightleftharpoons} CH_3COOC_2H_5 + H_2O$

Sai/thiếu điều kiện hoặc/và dấu thuận nghịch thì trừ nửa số điểm.

2.

$CH_3COOH + C_2H_5OH \overset{H_2SO_4\ d,\ t^o}{\rightleftharpoons} CH_3COOC_2H_5 + H_2O$

BĐ:	1	1		
PƯ:	0,5	0,5	0,5	0,5
SPƯ:	0,5	0,5	0,5	0,5

Khối lượng este: 44 g.

(a) $K = 1$

(b) $CH_3COOH + C_2H_5OH \overset{H_2SO_4\ d,\ t^o}{\rightleftharpoons} CH_3COOC_2H_5 + H_2O$

3.

BĐ:	1	0,6		
PƯ:	x	x	x	x
SPƯ:	1 – x	0,6 – x	x	x

$$K = \frac{x^2}{(1-x)(0,6-x)} = 1$$

Giải ra x = 0,375. Vậy hiệu suất h = 62,5 %

Không làm mất tính tổng quát chọn: n(CH_3COOH) = *1* mol và n(C_2H_5OH) = *a* mol

$CH_3COOH + C_2H_5OH \overset{H_2SO_4\ d,\ t^o}{\rightleftharpoons} CH_3COOC_2H_5 + H_2O$

BĐ:	1	*a*		
PƯ:	x	x	x	x
SPƯ:	1 – x	*a* – x	x	x

$$K = \frac{x^2}{(1-x)(a-x)} = 1$$

4.

Từ đó tìm được $x = a / (a + 1)$ hay $1/x = 1 + 1/a$ hay $x/a = 1/(a + 1)$

TH1: a ≥ 1 ◊ Hiệu suất $h = 100\% x$

h nhỏ nhất khi *x* nhỏ nhất khi $1/x$ lớn nhất do $1/x = 1 + 1/a$

↔ *a* nhỏ nhất; tức $a = 1$.

TH2: 1 ≥ a ◊ Hiệu xuất $h = 100\% x/a$

h nhỏ nhất khi x/a nhỏ nhất do $x/a = 1/(a + 1)$

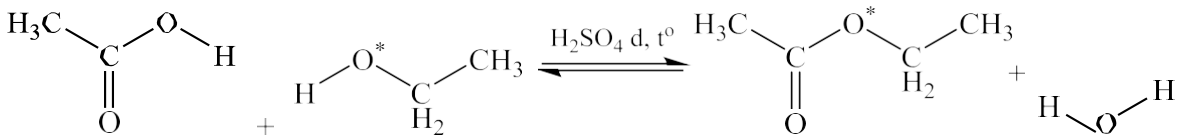
↔ a lớn nhất; tức a = 1.

Vậy khi số mol axit axetic và rượu etylic ban đầu bằng nhau thì hiệu suất phản ứng sẽ nhỏ nhất.

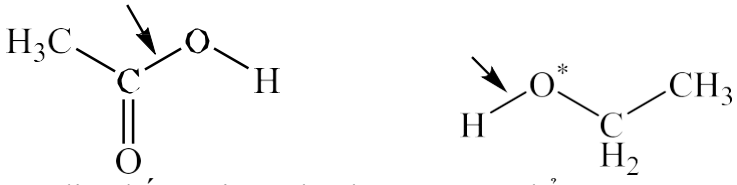
5. *Chỉ cần nêu được sự thay đổi mol của 1 trong 3 chất thì vẫn cho tối đa điểm.*
Khi tách sản phẩm este ra khỏi hỗn hợp (n_{este} giảm đi); thì để K không đổi cần:
1) $n_{nước}$ tăng lên.
2) $n_{axit\ axetic\ dư}$ và $n_{rượu\ etylic\ dư}$ giảm.
Có nghĩa là phản ứng xảy ra tiếp tục tạo ra este. Cứ liên tiếp như vậy dẫn đến axit axetic hoặc rượu etylic dần hết; tức là hiệu suất của phản ứng sẽ cao.

Không viết lại phản ứng vẫn cho điểm tối đa.
Đúng từ 2 đến 3 vị trí thì cho nửa số điểm tối đa.
Chỉ đúng 1 vị trí thì không cho điểm
Do tính chất hóa học không đổi nên hằng số phản ứng *K* hay hiệu suất phản ứng vẫn không đổi.
neste = 0,5 mol ◊ Meste = 90 g/mol
Nghĩa là toàn bộ O^* của rượu etylic cần chuyển hết vào este

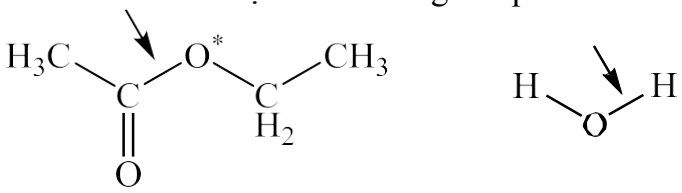
6.



Các liên kết bị đứt ra trong chất đầu:



Các liên kết mới tạo thành trong sản phẩm:



Câu 15. Đề hsg lớp 11 Tỉnh Nghệ An 23-24

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.

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.

Câu 16.Đề học sinh giỏi trường Vĩnh Lộc 23-24

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 ($H_2SO_4.nSO_3$). Sulfur trioxide được tạo thành bằng cách oxi hoá sulfur dioxide bằng oxygen hoặc lượng dư không khí ở nhiệt độ 450°C – 500°C, chất xúc tác vanadium oxide (V_2O_5) theo phương trình hoá học:

$$2SO_{2\,(g)} + O_{2\,(g)} \underset{450^0\,C-500^0\,C}{\overset{V_2O_5}{\rightleftharpoons}} 2SO_{3\,(g)} \quad \Delta H^0_{298} = -198{,}4 \text{ kJ Kc} = 40$$

Cho biết các phát biểu sau đây đúng hay sai.

a. Cân bằng hóa học trên sẽ chuyển dịch theo chiều thuận khi dùng dung dịch H_2SO_4 98% hấp thu SO_3 sinh ra.

b. Nếu tăng áp suất của hệ phản ứng và giữ nhiệt độ của hệ không đổi thì cân bằng của hệ chuyển dịch theo chiều nghịch.

c. Nồng độ ban đầu của SO_2 và O_2 tương ứng là 4M và 2M. Khi đạt đến trạng thái cân bằng đã có 80% SO_2 phản ứng.

d. Nếu tỉ lệ nồng độ mol ban đầu của SO_2 và O_2 tương ứng là 1:10 thì khi đạt đến trạng thái cân bằng, hiệu suất phản ứng đạt khoảng 90%.

Hướng dẫn giải

Cho biết các phát biểu sau đây đúng hay sai.

a. Cân bằng hóa học trên sẽ chuyển dịch theo chiều thuận khi dùng dung dịch H_2SO_4 98% hấp thu SO_3 sinh ra. **(Đúng)**

b. Nếu tăng áp suất của hệ phản ứng và giữ nhiệt độ của hệ không đổi thì cân bằng của hệ chuyển dịch theo chiều nghịch. **(Sai)**

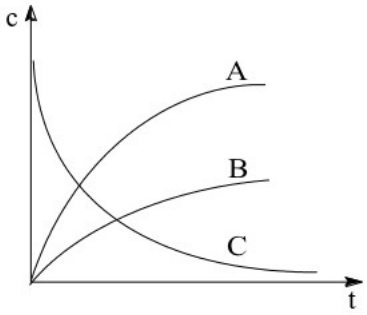
c. Nồng độ ban đầu của SO_2 và O_2 tương ứng là 4M và 2M. Khi đạt đến trạng thái cân bằng đã có 80% SO_2 phản ứng. **(Đúng)**

d. Nếu tỉ lệ nồng độ mol ban đầu của SO_2 và O_2 tương ứng là 1:10 thì khi đạt đến trạng thái cân bằng, hiệu suất phản ứng đạt khoảng 90%.**(Sai)**

Câu 17. Thi olympic cụm trường THPT Hà Nội 23-24.

Cho phản ứng: $2NO_2\,(k) \rightleftharpoons 2\,NO\,(k) + O_2(k)$.

Mỗi đường cong trong hình dưới biểu thị sự thay đổi nồng độ của một chất theo thời gian. Đường nào ứng với sự phụ thuộc nồng độ của các chất có trong cân bằng trên vào thời gian? Vì sao?



Hướng dẫn giải

Đường A: ứng với sự tăng nồng độ của NO vì NO là chất sản phẩm được tăng lên sau phản ứng

Đường B: ứng với sự tăng nồng độ của O_2 vì có sự tạo thành O_2 với lượng ít hơn Đường C: sự thay đổi giảm nồng độ của NO_2 vì NO_2 là chất phản ứng

Câu 18.Cụm HSG Thạch Thất- Quốc oai 23-24. Trộn 1,000 mol hydrogen (chất khí không màu) với 1,000 mol iodine (dạng hơi màu tím) trong một bình thuỷ tinh kín có dung tích là 2 lít và giữ ở nhiệt độ 430^oC. Hai chất này phản ứng với nhau để tạo thành hydrogen iodide (HI, chất khí không màu). Hiện tượng quan sát được là màu tím của hỗn hợp trong bình nhạt dần theo thời gian; nhưng đến một thời điểm nào đó, màu tím của hỗn hợp khí không bị nhạt thêm nữa. Quá trình trên được thực hiện qua phản ứng thuận nghịch sau:

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

(Trong đó phản ứng thuận và phản ứng nghịch đều thuộc phản ứng đơn giản)

a) Giải thích vì sao màu tím của hỗn hợp trong bình nhạt dần theo thời gian và đến một thời điểm nào đó màu tím của hỗn hợp khí không bị nhạt thêm nữa?

b) Vẽ dạng đồ thị biểu diễn sự thay đổi tốc độ phản ứng thuận và tốc độ phản ứng nghịch theo thời gian?

c) Tính hằng số cân bằng của phản ứng thuận nghịch ở 430^oC? Biết ở trạng thái cân bằng có 1,572 mol HI.

Hướng dẫn giải

a)

+ Thời điểm ban đầu, ngay khi vừa trộn khí H_2 và hơi I_2 với nhau, chưa có HI tạo thành thì nồng độ I_2 là lớn nhất nên màu tím của hỗn hợp là đậm nhất.

+ Sau khi trộn khí H_2 và hơi I_2 thì phản ứng thuận diễn ra $\Rightarrow$ nồng độ I_2 giảm dần nên màu tím của hỗn hợp khí cũng nhạt dần.

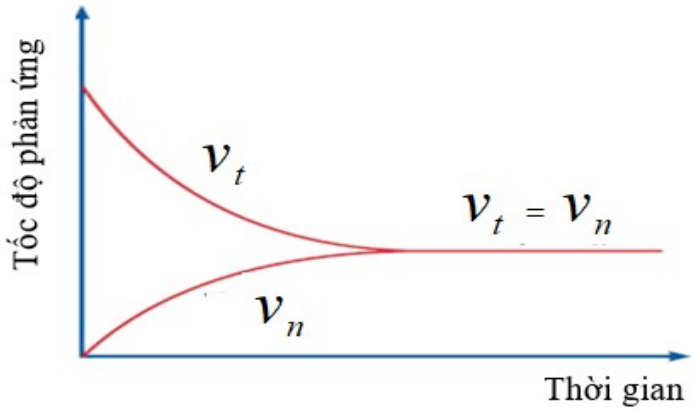
+ Đến một thời điểm nào đó màu tím của hỗn hợp khí không bị nhạt thêm nữa vì lúc đó phản ứng thuận nghịch đạt trạng thái cân bằng và nồng độ của I_2 là không thay đổi.

b)

Tốc độ của phản ứng thuận và phản ứng nghịch là:

$v_t = k_t \cdot C_{H_2} \times C_{I_2}$

$v_n = k_n \cdot C^2_{HI}$



c)

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

Ban đầu	1,000	1,000	0,000	(mol)
Phản ứng	x	x	2x	(mol)
Cân bằng	(1,000-x)	(1,000-x)	2x	(mol)

Ta có: $2x = 1,572 \Rightarrow x = 0,786$

$\Rightarrow 1,000 - x = 0,214$

$$K_C = \frac{C^2_{HI}}{C_{H_2} \times C_{I_2}} = \frac{\left(\frac{1,572}{2}\right)^2}{\left(\frac{0,214}{2}\right)^2} = \frac{(1,572)^2}{(0,214)^2} \cdot 53,961$$

Câu 19. Thi hsg Cụm Hai Bà Trưng – HN 23-24.Tổng hợp sulfur trioxide (SO_3) từ sulfur dioxide (SO_2) và không khí là giai đoạn trung gian để sản xuất sulfuric acid (H_2SO_4) trong công nghiệp theo phương pháp tiếp xúc. Đây là một phản ứng thuận nghịch.

a) Viết phương trình hóa học của phản ứng xảy ra (ghi rõ điều kiện nếu có).

b) Cho biết phản ứng thuận là phản ứng tỏa nhiệt. Cần tác động đến yếu tố nhiệt độ hoặc áp suất như thế nào để tăng hiệu suất tổng hợp sulfur trioxide?

c) Trộn sulfur dioxide và oxygen (O_2) vào một bình kín dung tích 1 lít được giữ ở nhiệt độ không đổi. Khi phản ứng đạt đến trạng thái cân bằng thì nồng độ của các chất là $[SO_2] = 0,1$ mol/L; $[O_2] = 0,45$ mol/L; $[SO_3] = 0,3$ mol/L.

- Tính hằng số cân bằng K_C của phản ứng ở nhiệt độ trên.
- Với dụng cụ và nhiệt độ trên thì cần cho vào bình 1 mol sulfur dioxide và bao nhiêu mol oxygen để hiệu suất phản ứng đạt 90%?

Hướng dẫn giải

a) Phương trình phản ứng tổng hợp:

$450^0C - 500^0C$

b) Xác định tác động đến nhiệt độ và áp suất:

Muốn tăng hiệu suất phản ứng tổng hợp SO_3 tức là làm cho cân bằng chuyển dịch theo chiều thuận cần:

- Giảm nhiệt độ (vì phản ứng thuận tỏa nhiệt).
- Tăng áp suất (vì phản ứng thuận làm giảm áp suất do làm giảm số mol khí).

c) Xét cân bằng tổng hợp SO_3:

i) Tính hằng số cân bằng K_C:

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

ii) Tính số mol O_2:

- Gọi số mol O_2 cần dùng là x (x > 0)
- Xét cân bằng phản ứng tổng hợp SO_3:

TH1. Nếu $x \le 0,5$ ▲ hiệu suất phản ứng tính theo O_2:

$$2SO_{2\,(g)} + O_{2\,(g)} \underset{450^0C-500^0C}{\overset{V_2O_5}{\rightleftharpoons}} 2SO_{3\,(g)}$$

Trước:	1	x	0	(M)
Phản ứng:	1,8x	0,9x	1,8x	(M)
Cân bằng:	(1 - 1,8x)	0,1x	1,8x	(M)

$$\blacktriangle K_C = \frac{[SO_3]^2}{[SO_2]^2.[O_2]} = \frac{(1,8x)^2}{(1 - 1,8x)^2.0,1x} = 20 \rightarrow \begin{cases} x = \frac{25}{18} \text{ (loại)} \\ x = \frac{2}{9} \text{ (nhận)} \end{cases}$$

TH2. Nếu $x > 0,5$. hiệu suất phản ứng tính theo SO_2:

$$2SO_{2\,(g)} + O_{2\,(g)} \underset{450^0C-500^0C}{\overset{V_2O_5}{\rightleftharpoons}} 2SO_{3\,(g)}$$

Trước:	1	x	0	(M)
Phản ứng:	0,9	0,45	0,9	(M)
Cân bằng:	0,1	(x - 0,45)	0,9	(M)

$$K_C = \frac{[SO_3]^2}{[SO_2]^2.[O_2]} = \frac{0,9^2}{0,1^2.(x - 0,45)} = 20 \rightarrow x = 4,5 \text{ (nhận).}$$

Câu 1 Thi HSG Cụm Ứng Hòa – Mỹ Đức – HN 23-24

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

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

Hãy cho biết khi chịu tác động những yếu tố sau thì cân bằng trên dịch chuyển theo chiều nào và giải thích?

a.Tăng nồng độ của C_2H_5OH

b.Giảm nồng độ của $CH_3COOC_2H_5$

c. Tăng áp suất

d. Thêm sulfuric acid đặc vào hệ

Hướng dẫn giải

a. C_2H_5OH là chất phản ứng, khi tăng nồng độ C_2H_5OH cân bằng hóa học chuyển dịch theo chiều làm giảm nồng độ C_2H_5OH $\Rightarrow$ chiều thuận

b. $CH_3COOC_2H_5$ là chất sản phẩm, khi giảm $CH_3COOC_2H_5$ cân bằng hóa học chuyển dịch theo chiều làm tăng nồng đồ $CH_3COOC_2H_5$ $\Rightarrow$ chiều thuận

c. Tăng áp suất cân bằng không chuyển dịch vì số mol khí hai vế bằng 0

d. H_2SO_4 đặc háo nước (hút nước) nên khi thêm H_2SO_4 vào hệ cân bằng sẽ chuyển dịch theo chiều làm tăng lượng nước của hệ => Chiều thuận