Bài 36

TỐC ĐỘ PHẢN ỨNG HOÁ HỌC

- Khái niệm về tốc độ phản ứng hoá học và các yếu tố ảnh hưởng đến nó.

I - KHÁI NIỆM VỀ TỐC ĐỘ PHẢN ỨNG HOÁ HỌC

1. Thí nghiệm

Chuẩn bị ba dung dịch : $BaCl_2$, $Na_2S_2O_3$[1] và H_2SO_4 có cùng nồng độ 0,1M để thực hiện hai phản ứng sau :

$$BaCl_2 + H_2SO_4 \longrightarrow BaSO_4\downarrow + 2HCl \qquad (1)$$

$$Na_2S_2O_3 + H_2SO_4 \longrightarrow S\downarrow + SO_2 + H_2O + Na_2SO_4 \qquad (2)$$

a) Đổ 25 ml dung dịch H_2SO_4 vào cốc đựng 25 ml dung dịch $BaCl_2$ ta thấy xuất hiện ngay kết tủa trắng của $BaSO_4$.

b) Đổ 25 ml dung dịch H_2SO_4 vào cốc khác đựng 25 ml dung dịch $Na_2S_2O_3$, một lát sau mới thấy màu trắng đục của S xuất hiện.

2. Nhận xét

Từ hai thí nghiệm trên ta thấy rằng, phản ứng (1) xảy ra nhanh hơn phản ứng (2).

Nói chung các phản ứng hoá học khác nhau xảy ra nhanh, chậm rất khác nhau. Để đánh giá mức độ xảy ra nhanh, chậm của các phản ứng hoá học, người ta đưa ra khái niệm tốc độ phản ứng hoá học, gọi tắt là tốc độ phản ứng.

Tốc độ phản ứng là độ biến thiên nồng độ của một trong các chất phản ứng hoặc sản phẩm trong một đơn vị thời gian[2]. *Thí dụ* :

$$Br_2 + HCOOH \longrightarrow 2HBr + CO_2$$

Lúc đầu nồng độ Br_2 là 0,0120 mol/*l*, sau 50 giây nồng độ là 0,0101 mol/*l*.

---

[1] Natri thiosunfat.

[2] Khi tính tốc độ cần chỉ rõ tính tốc độ theo chất cụ thể nào trong phản ứng.

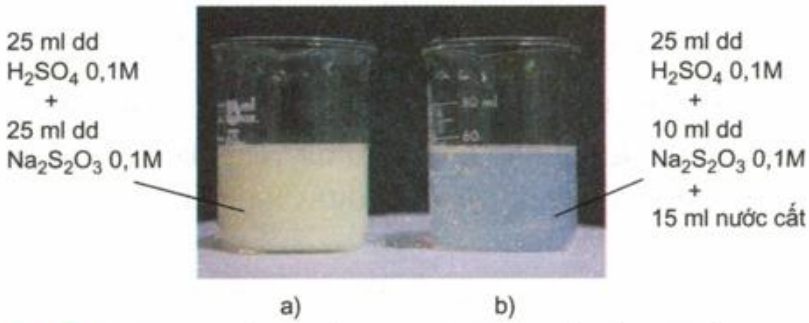
Tốc độ trung bình của phản ứng trong khoảng thời gian 50 giây tính theo Br_2 là :

$$\bar{v} = \frac{0{,}0120\,mol/l - 0{,}0101\,mol/l}{50\,s} = 3{,}80.10^{-5}\,mol/(l.s)$$

II - CÁC YẾU TỐ ẢNH HƯỞNG ĐẾN TỐC ĐỘ PHẢN ỨNG

1. Ảnh hưởng của nồng độ

Thí nghiệm. Thực hiện phản ứng (2) bằng cách chuẩn bị hai cốc đựng dung dịch $Na_2S_2O_3$ với các nồng độ khác nhau, sau đó đổ đồng thời vào mỗi cốc 25 ml dung dịch H_2SO_4 0,1M như hình 7.1. Dùng đũa thuỷ tinh khuấy nhẹ dung dịch trong cả hai cốc. So sánh thời gian xuất hiện màu trắng đục[1] của lưu huỳnh trong hai cốc, ta thấy lưu huỳnh xuất hiện trong cốc (a) sớm hơn, nghĩa là tốc độ phản ứng trong cốc (a) lớn hơn.



Hình 7.1. *Thí nghiệm ảnh hưởng của nồng độ đến tốc độ phản ứng*

Vậy, khi tăng nồng độ chất phản ứng, tốc độ phản ứng tăng.

2. Ảnh hưởng của áp suất

Áp suất ảnh hưởng đến tốc độ phản ứng có chất khí. Khi tăng áp suất, nồng độ chất khí tăng theo, nên tốc độ phản ứng tăng.

Thí dụ, xét phản ứng sau thực hiện trong bình kín ở nhiệt độ xác định :

$$2HI\ (k) \longrightarrow H_2\ (k) + I_2\ (k)$$

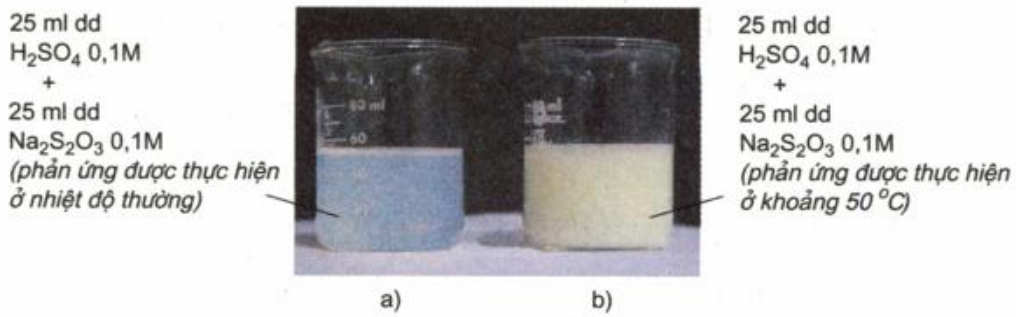
Tốc độ phản ứng khi áp suất của HI là 2 atm gấp 4 lần tốc độ phản ứng khi áp suất của HI là 1 atm.

3. Ảnh hưởng của nhiệt độ

Thí nghiệm. Thực hiện phản ứng (2) ở hai nhiệt độ khác nhau (hình 7.2).

---

[1] Lưu huỳnh tạo thành nhiều sẽ có màu vàng nhạt.



Hình 7.2. *Thí nghiệm ảnh hưởng của nhiệt độ đến tốc độ phản ứng*

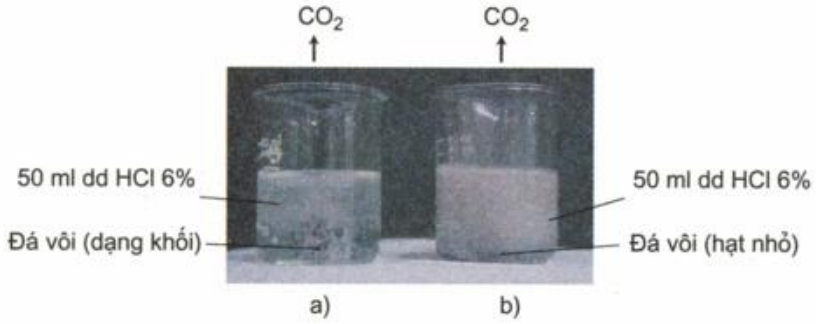
Để thực hiện phản ứng trong cốc (b) cần đun nóng trước hai dung dịch $Na_2S_2O_3$ và H_2SO_4. Sau đó, đổ *đồng thời* vào mỗi cốc 25 ml dung dịch H_2SO_4 0,1M, khuấy nhẹ. So sánh thời gian xuất hiện màu trắng đục của lưu huỳnh trong hai cốc, ta thấy lưu huỳnh xuất hiện trong cốc (b) sớm hơn.

Vậy, khi tăng nhiệt độ, tốc độ phản ứng tăng.

4. Ảnh hưởng của diện tích tiếp xúc

Thí nghiệm. Dùng hai mẫu đá vôi ($CaCO_3$) có khối lượng bằng nhau, trong đó một mẫu có kích thước hạt nhỏ hơn. Cho hai mẫu đá đó cùng tác dụng với hai thể tích bằng nhau của dung dịch HCl (dư) cùng nồng độ (hình 7.3). Phản ứng xảy ra như sau :

$$CaCO_3 + 2HCl \longrightarrow CaCl_2 + CO_2\uparrow + H_2O$$



Hình 7.3. *Thí nghiệm ảnh hưởng của diện tích tiếp xúc của các chất phản ứng đến tốc độ phản ứng*

Ta thấy thời gian để $CaCO_3$ phản ứng hết trong cốc (b) ít hơn trong cốc (a), vì chất rắn với kích thước hạt nhỏ (đá vôi dạng hạt nhỏ) có tổng diện tích bề mặt tiếp xúc với chất phản ứng (HCl) lớn hơn so với chất rắn có kích thước hạt lớn hơn (đá vôi dạng khối) cùng khối lượng, nên có tốc độ phản ứng lớn hơn.

Vậy, khi tăng diện tích tiếp xúc của các chất phản ứng, tốc độ phản ứng tăng.

5. Ảnh hưởng của chất xúc tác

Chất xúc tác là chất làm tăng tốc độ phản ứng[1], nhưng còn lại sau khi phản ứng kết thúc.

Thí dụ, H_2O_2 phân huỷ chậm trong dung dịch ở nhiệt độ thường theo phản ứng sau :

$$2H_2O_2 \longrightarrow 2H_2O + O_2\uparrow$$

Nếu cho vào dung dịch này một ít bột MnO_2, bọt oxi sẽ thoát ra rất mạnh. Khi phản ứng kết thúc, MnO_2 vẫn còn nguyên vẹn. Vậy, MnO_2 là chất xúc tác cho phản ứng phân huỷ H_2O_2.

Ngoài các yếu tố trên, môi trường xảy ra phản ứng, tốc độ khuấy trộn, tác dụng của các tia bức xạ, v.v... cũng ảnh hưởng lớn đến tốc độ phản ứng.

III - Ý NGHĨA THỰC TIỄN CỦA TỐC ĐỘ PHẢN ỨNG

Các yếu tố ảnh hưởng đến tốc độ phản ứng được vận dụng nhiều trong đời sống và sản xuất. Thí dụ, nhiệt độ của ngọn lửa axetilen cháy trong oxi cao hơn nhiều so với cháy trong không khí, nên tạo nhiệt độ hàn cao hơn. Thực phẩm nấu trong nồi áp suất chóng chín hơn so với khi nấu ở áp suất thường. Các chất đốt rắn như than, củi có kích thước nhỏ hơn sẽ cháy nhanh hơn. Để tăng tốc độ tổng hợp NH_3 từ N_2 và H_2, người ta phải dùng chất xúc tác, tăng nhiệt độ và thực hiện ở áp suất cao.

BÀI TẬP

1. Ý nào trong các ý sau đây là đúng ?

A. Bất cứ phản ứng nào cũng chỉ vận dụng được một trong các yếu tố ảnh hưởng đến tốc độ phản ứng để tăng tốc độ phản ứng.

B. Bất cứ phản ứng nào cũng phải vận dụng đủ các yếu tố ảnh hưởng đến tốc độ phản ứng mới tăng được tốc độ phản ứng.

C. Tuỳ theo phản ứng mà vận dụng một, một số hay tất cả các yếu tố ảnh hưởng đến tốc độ phản ứng để tăng tốc độ phản ứng.

D. Bất cứ phản ứng nào cũng cần chất xúc tác để tăng tốc độ phản ứng.

2. Tìm một số thí dụ cho mỗi loại phản ứng nhanh và chậm mà em quan sát được trong cuộc sống và trong phòng thí nghiệm.

---

[1] Chất làm giảm tốc độ phản ứng được gọi là *chất ức chế* phản ứng.

3. Nồng độ, áp suất, nhiệt độ, diện tích tiếp xúc, chất xúc tác ảnh hưởng như thế nào đến tốc độ phản ứng ?

4. Hãy cho biết người ta lợi dụng yếu tố nào để tăng tốc độ phản ứng trong các trường hợp sau :

a) Dùng không khí nén, nóng thổi vào lò cao để đốt cháy than cốc (trong sản xuất gang).

b) Nung đá vôi ở nhiệt độ cao để sản xuất vôi sống.

c) Nghiền nguyên liệu trước khi đưa vào lò nung để sản xuất clanhke (trong sản xuất xi măng).

5. Cho 6 g kẽm hạt vào một cốc đựng dung dịch H_2SO_4 4M (dư) ở nhiệt độ thường. Nếu giữ nguyên các điều kiện khác, chỉ biến đổi một trong các điều kiện sau đây thì tốc độ phản ứng ban đầu biến đổi như thế nào (tăng lên, giảm xuống hay không đổi) ?

a) Thay 6 g kẽm hạt bằng 6 g kẽm bột.

b) Thay dung dịch H_2SO_4 4M bằng dung dịch H_2SO_4 2M.

c) Thực hiện phản ứng ở nhiệt độ cao hơn (khoảng 50 °C).

d) Dùng thể tích dung dịch H_2SO_4 4M gấp đôi ban đầu.

Tư liệu

CHẤT XÚC TÁC MEN (ENZIM)

Các quá trình hoá học trong cơ thể sống xảy ra với tốc độ nhanh chóng và nhịp nhàng là nhờ có men. Men là chất xúc tác sinh học. Men không những làm tăng tốc độ phản ứng hoá học từ 10^6 đến 10^{12} lần, mà còn có tính đặc thù rất cao : hoạt tính xúc tác của men được thể hiện ngay ở điều kiện áp suất và nhiệt độ bình thường của cơ thể, một chất men chỉ làm xúc tác cho một số chất phản ứng xác định, trong khi đó những chất còn lại có mặt trong hệ không bị ảnh hưởng. Trong cơ thể người có tới gần 30000 chất men khác nhau. Chúng xúc tác cho hầu hết các phản ứng hoá học xảy ra trong cơ thể. Chẳng hạn, men trong nước bọt là amilaza xúc tác cho sự chuyển hoá tinh bột thành đường ; men trong dạ dày là pepxin xúc tác cho sự phân giải các protein.

Men có thể tồn tại được ở ngoài cơ thể sống và vẫn bảo toàn được khả năng xúc tác. Ngày nay, người ta đã tổng hợp được và tách được từ tế bào sống rất nhiều men khác nhau để dùng trong nhiều lĩnh vực như trong y học, công nghiệp thực phẩm, công nghiệp dược phẩm v.v... Một số thí dụ : Trong công nghiệp thực phẩm, men được sử dụng trong sản xuất rượu, bia, bánh mì, kẹo bánh, chế biến thịt, cá, sữa... ; Trong y học và công nghiệp dược phẩm, men được dùng trong sản xuất các vitamin, chất kháng sinh, để chữa các bệnh thiếu men bẩm sinh v.v.