

NGUYỄN DUY ÀI

MỘT SỐ PHẢN ỨNG TRONG HÓA HỌC VÔ CƠ



NHÀ XUẤT BẢN GIÁO DỤC VIỆT NAM

NGUYỄN DUY ÁI

MỘT SỐ PHẢN ỨNG TRONG HOÁ HỌC VÔ CƠ

(Tái bản lần thứ hai)

NHÀ XUẤT BẢN GIÁO DỤC VIỆT NAM

LỜI NÓI ĐẦU

Vì sao các phản ứng hoá học có thể xảy ra ? do những động lực nào ?

Ngày nay người ta đã biết có hai động lực của mọi quá trình tự diễn biến.

Trước hết, mọi hệ chất đều có khuynh hướng tiến tới trạng thái có năng lượng dự trữ thấp nhất (nguyên lí thế năng cực tiểu). Muốn cho một phản ứng hoá học có thể tự xảy ra, phản ứng đó phải toả nhiệt.

Như vậy, biết được một phản ứng thu nhiệt hay toả nhiệt có thể dự đoán được gần đúng phản ứng đó có khả năng xảy ra hay không ; hơn thế nữa còn lí giải được nhiều điều quan trọng trong chương trình hoá học ở trường trung học.

Chẳng hạn trong thuyết điện li : Vì sao các muối như NaCl ... phải đưa lên 800°C mới nóng chảy, các liên kết trong tinh thể mới bị phá vỡ ; thế mà chỉ cần hoà tan trong nước, NaCl dễ dàng bị vỡ thành hai mảnh (Na^+ và Cl^-). Vì sao khi hoà tan NH_4NO_3 trong nước, dung dịch trở nên lạnh ngắt ; ngược lại phải cẩn thận khi hoà tan xút rắn vì dung dịch nóng bỏng lên đột ngột.

Bằng vài quy tắc đơn giản kèm theo một bảng số*, ta có thể tính được nhiệt của hầu hết các phản ứng vô cơ trong sách giáo khoa. Chẳng hạn, ta dễ dàng biết được nhiệt lượng toả ra khi đốt cháy một tấn than đá hay nhiệt lượng cần thiết để nung được một tạ vôi.

Trong việc giảng dạy hoá học ở trường trung học, ta đã quen dùng khái niệm năng lượng và sự biến đổi năng lượng của các quá trình hoá học.

Song, nếu chỉ dựa vào tiêu chuẩn "toả nhiệt, thu nhiệt" thì những phỏng đoán của chúng ta ở trên chỉ đúng khoảng 90% và ở nhiệt độ không cao. Ở nhiệt độ càng cao, sự phỏng đoán của ta càng sai lớn.

Vì sao vậy ?

* Phụ lục I xếp cuối sách.

Một hệ chất bất kì vừa có khuynh hướng chuyển đến trạng thái có năng lượng thấp nhất đồng thời vừa có khuynh hướng chuyển tới trạng thái có độ mất trật tự cao nhất mà entropi là thước đo độ mất trật tự đó.

Chỉ khi đồng thời dựa vào hai động lực đó qua sự biến đổi năng lượng và sự biến đổi entropi mới dự đoán được đúng đắn khả năng xảy ra phản ứng ; hơn thế nữa, còn có thể xác định được ở nhiệt độ nào, áp suất là bao nhiêu, nồng độ các chất như thế nào thì phản ứng mới có thể xảy ra và xảy ra tốt nhất.

Mặt khác, biết được entropi của một phản ứng tăng hay giảm ta có thể xác định được dễ dàng khi nào cần tăng hay giảm nhiệt độ để phản ứng diễn ra có lợi cho ta như phản ứng tổng hợp NH_3 , SO_3 , phản ứng nung vôi, phản ứng trong lò cao v.v... Đành rằng cũng có thể dựa vào nhiệt của phản ứng nhưng như vậy thường phải qua tính toán (dù là đơn giản). Còn đối với sự tăng hay giảm entropi của các phản ứng thì trong nhiều trường hợp chỉ cần nhìn vào phương trình phản ứng là có thể xác định được ngay.

Trong việc giảng dạy hoá học, việc sử dụng hàm entropi không phải là điều mới mẻ, nhưng rõ ràng chưa thành một thói quen.

* *
*

Xác định được một phản ứng cho trước có khả năng xảy ra hay không là việc hàng đầu. Nếu một phản ứng không có khả năng xảy ra về nguyên tắc thì đừng uổng công mảy mò, thí nghiệm (như các nhà giả kim thuật !).

Nhưng một phản ứng có khả năng xảy ra, thực tế có thể không xảy ra. Vậy có những yếu tố gì ngăn cản nó ?

Thật ra, phương trình phản ứng chỉ cho ta biết những chất nào tham gia phản ứng ? Tạo ra những chất nào ? Tỷ lệ các chất là bao nhiêu ? Chú không cho ta biết "đường đi, nước bước" của phản ứng diễn ra như thế nào. Vì sao ở giai đoạn này của quá trình tổng hợp, H_2SO_4 hay HNO_3 phải tiến hành ở nhiệt độ cao, ở giai đoạn khác lại phải phun nước làm nguội lò, vì sao lại phải chia thành giai đoạn ? Xúc tác có vai trò gì ? Vì sao hiện nay hoá học xúc tác lại là một ngành mũi nhọn ?

• *Tóm lại, phải làm thế nào để biến khả năng thành hiện thực ? Đó là những vấn đề thuộc tốc độ phản ứng, cơ chế phản ứng.*

* *
*

Trong các loại phản ứng học ở trường trung học thì phản ứng axit — bazơ có tầm quan trọng lớn và rất quen thuộc đối với chúng ta. Nhưng thế nào là axit ? Thế nào là bazơ ? Thế nào là phản ứng trung hoà ? Thật ra cho đến

nay chưa có câu trả lời thống nhất. Vậy lí thuyết axit – bazơ trong chương trình phổ thông cơ sở, phổ thông trung học hiện nay là những thuyết gì ? còn có những hạn chế gì ?

Lại còn những vấn đề khác như pH của các dung dịch axit, bazơ, muối, tác dụng của dung dịch đậm, chuẩn độ axit – bazơ... đều là những vấn đề có ý nghĩa lí thuyết và thực tiễn quan trọng.

Xung quanh phản ứng oxi hoá – khử cũng có nhiều vấn đề đáng quan tâm.

Tính kim loại, phi kim của các nguyên tố và khả năng tham gia phản ứng oxi hoá – khử của các đơn chất có hoàn toàn đồng nhất với nhau không ? Thứ tự hoạt động của các kim loại trong dãy hoạt động hoá học (thường gọi là dãy Bêkêtop) và dãy thế điện cực phù hợp với nhau đến mức nào ?

Về sản phẩm phản ứng : Vì sao cho sắt vào H_2SO_4 loãng lại tạo thành $FeSO_4$ mà không phải là $Fe_2(SO_4)_3$? Vì sao HNO_3 đặc, loãng, nóng, nguội với các kim loại lại cho các oxit nitơ khác nhau ? Vì sao khi điện phân dung dịch $NaCl$ đậm đặc với catot bằng sắt lại giải phóng H_2 còn với catot thuỷ ngân lại là natri được giải phóng v.v...

Chỉ có dựa vào thế điện cực của các cặp oxi hoá – khử mới giải quyết được thoả đáng những vấn đề trên. Hơn nữa, chỉ có dựa vào thế điện cực mới xác định được hai vấn đề cơ bản khác là :

- Chiều của phản ứng oxi hoá – khử.
- Trạng thái oxi hoá bền của một nguyên tố.

Tất cả các vấn đề nêu trên đều được đề cập đến trong cuốn sách này.

* *
*

Sách gồm bảy chương.

Ba chương đầu nhằm giải đáp ba câu hỏi lớn (trong phạm vi chương trình phổ thông trung học).

- Làm thế nào để tính được nhiệt của các phản ứng hoá học ?
- Làm thế nào để biết một phản ứng hoá học có khả năng xảy ra hay không ? Ở nhiệt độ, áp suất, nồng độ nào ?
- Làm thế nào để một phản ứng có *khả năng* xảy ra *có thể* xảy ra được ?

Bốn chương sau dành cho các loại phản ứng chính.

Thật ra không có ranh giới giữa phần cơ sở lí thuyết và phản ứng cụ thể. Mỗi khi trình bày cơ sở lí thuyết đều có vận dụng để xem xét các phản ứng cụ thể và ngược lại, khi nêu lên một phản ứng quan trọng đều có cơ sở lí thuyết làm căn cứ.

Phần lớn các phản ứng trong cuốn sách này đều được chọn trong sách giáo khoa hoá học trường phổ thông trung học (phần hoá vô cơ).

Phần mở đầu mỗi chương đều nêu những nét chính trong chương để hướng bạn đọc vào những vấn đề quan trọng khi nghiên cứu nội dung.

Cuối mỗi chương đều có bài tập vận dụng và cuối sách có phần hướng dẫn giải các bài tập.

Cuốn sách này nhằm mở rộng phần lí thuyết phản ứng trong chương trình hoá học trường phổ thông trung học.

Sách dùng làm tài liệu tham khảo cho giáo viên hoá học các trường trung học, sinh viên khoa Hoá các trường Đại học Sư phạm, Cao đẳng Sư phạm, học sinh các lớp chuyên hoá học.

Tác giả chân thành tiếp nhận các ý kiến đóng góp của bạn đọc.

TÁC GIẢ

Chương 1

SỰ BIẾN ĐỔI NĂNG LƯỢNG CỦA CÁC QUÁ TRÌNH HOÁ HỌC

NHỮNG NÉT CHÍNH TRONG CHƯƠNG

§1.1 Định luật bảo toàn và chuyển hoá năng lượng

- Các dạng năng lượng. Năng lượng hoá học do đâu mà có.
- Sự truyền năng lượng : Nhiệt và công.
- Định luật bảo toàn năng lượng (nguyên lí thứ nhất của nhiệt động học).

§1.2 Entanpi : Nhiệt của các phản ứng hoá học

Sự biến đổi nội năng (ΔE) và sự biến đổi entanpi (ΔH) của các quá trình hoá học.

§1.3 Xác định nhiệt của các phản ứng hoá học

Định luật Hess. Biểu thức toán học của định luật Hess. Áp dụng định luật Hess.

- Tính nhiệt của các phản ứng hoá học.
- Tính năng lượng mạng lưới tinh thể.
- Tính nhiệt hydrat hoá.

§1. ĐỊNH LUẬT BẢO TOÀN VÀ CHUYỂN HOÁ NĂNG LƯỢNG

1.1. Khối lượng và năng lượng

Các phản ứng hoá học cũng như mọi quá trình khác xảy ra trên thế giới chúng ta đều tuân theo định luật bảo toàn khối lượng, định luật bảo toàn năng lượng.

Năng lượng và khối lượng là hai thuộc tính quan trọng nhất của vật chất.

Khối lượng là số đo quán tính của vật chất.

Năng lượng là số đo vận động của vật chất.

Không thể quan niệm vật chất không vận động cũng như không thể quan niệm vận động tách rời vật chất.

Hệ thức Anh-xtanh (Einstein) sau đây là một sự khẳng định đặc sắc về mặt khoa học tự nhiên luận điểm nêu trên.

$$E = mc^2$$

trong đó E là một dạng năng lượng nào đó,

m là một khối lượng vật chất,

c là tốc độ ánh sáng.

Một khối lượng vật chất bất kì bao giờ cũng ứng với một năng lượng nào đó và một dạng năng lượng bất kì bao giờ cũng gắn với một khối lượng vật chất nào đó.

Khối lượng dễ xác định. Định luật bảo toàn khối lượng được vận dụng hàng ngày để cân bằng số nguyên tử trong các phương trình phản ứng.

Các hiệu ứng năng lượng khó xác định hơn và thường ít được ghi trong các phương trình hoá học. Nhưng đúng ra thì hiệu ứng năng lượng là một thành phần không thể thiếu của một phương trình phản ứng hoá học.

1.2. Các dạng năng lượng. Năng lượng hoá học

Hình thái vận động của vật chất diễn ra muôn hình muôn vẻ và chuyển hoá lẫn nhau vô cùng vô tận.

Mỗi dạng năng lượng đặc trưng cho một hình thái vận động. Chẳng hạn :

- Năng lượng cơ học (cơ năng) gắn liền với sự chuyển động của những khối lượng vĩ mô (gồm một số rất lớn tiểu phân).

- Năng lượng chuyển động nhiệt (nhiệt năng) gây nên bởi sự chuyển động hỗn loạn của các nguyên tử, phân tử hay ion trong chất rắn, chất lỏng hay chất khí. Chuyển động đó càng nhanh, năng lượng nhiệt của vật thể càng lớn.

- Năng lượng điện (điện năng) gây nên bởi sự chuyển động có hướng của những tiểu phân tích điện (electron, ion...).

- Năng lượng ánh sáng (quang năng) chủ yếu được phát ra từ mặt trời đến quả đất.

- Năng lượng hoá học (hoá năng) gắn liền với sự biến đổi từ chất nọ sang chất kia.

Khoa học càng phát triển, ngày càng khám phá ra các dạng vận động mới và tương ứng sẽ là các dạng năng lượng mới như năng lượng hạt nhân nguyên tử...

Thật ra sự phân chia như trên phần nào có tính quy ước vì các dạng năng lượng không ngừng chuyển hoá lẫn nhau.

Các dạng năng lượng trên có thể là động năng (như năng lượng chuyển động nhiệt), có thể là thế năng (như năng lượng hoá học, năng lượng hạt nhân), có thể gồm cả động năng và thế năng (như năng lượng cơ học...).

Động năng là năng lượng gắn liền với sự chuyển động của một vật hay một tiểu phân so với một vật nào đó chọn làm chuẩn.

Thế năng là năng lượng mà một vật thể có được do vị trí của nó trong trường lực hay do thành phần của nó.

Sau đây là một số ví dụ minh hoạ cho sự biến đổi từ thế năng sang động năng, từ động năng sang nhiệt và công. Những biến đổi đó luôn tuân theo định luật bảo toàn năng lượng.