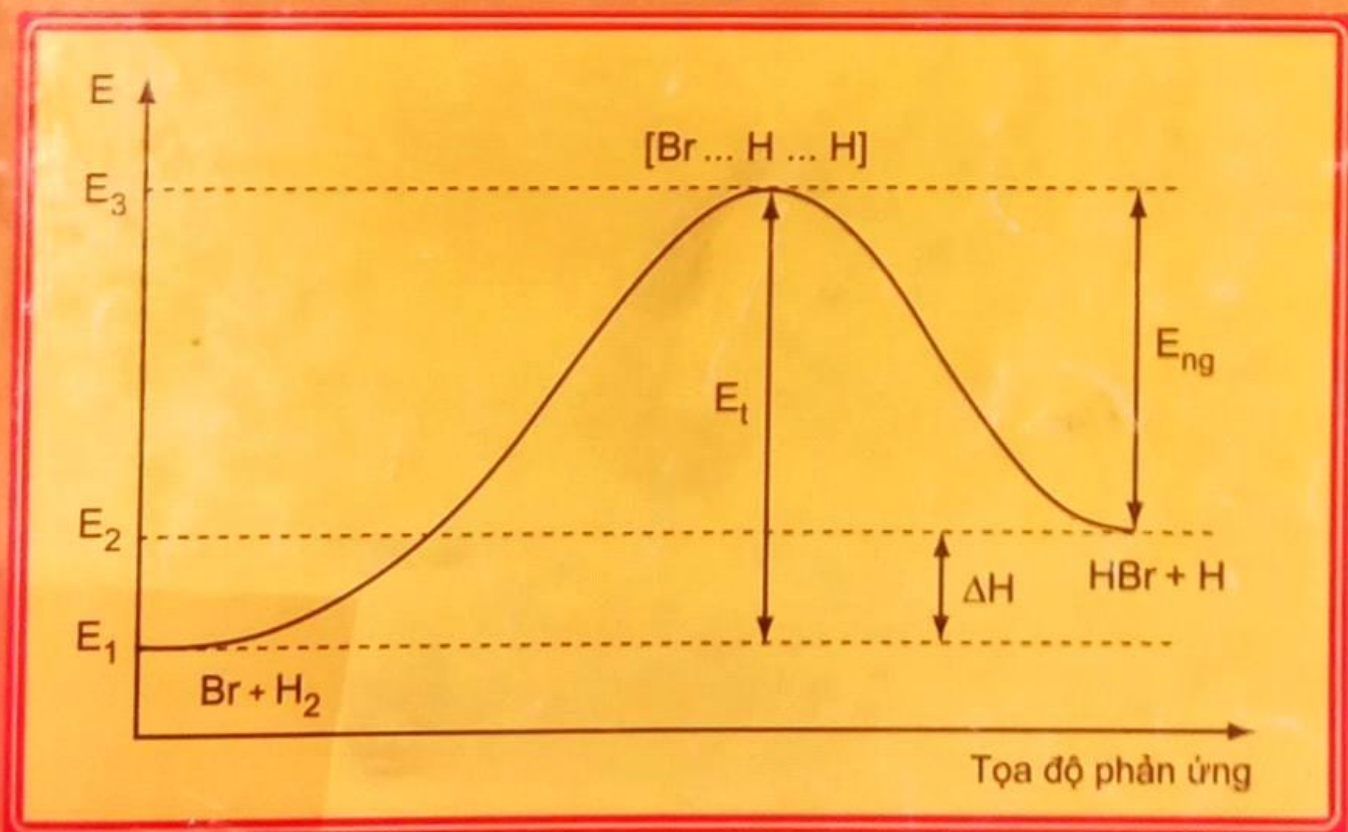


VŨ ĐĂNG ĐỘ

# CƠ SỞ LÝ THUYẾT CÁC QUÁ TRÌNH HOÁ HỌC

(Dùng cho sinh viên khoa Hoá các trường  
ĐH Tổng hợp và Sư Phạm)



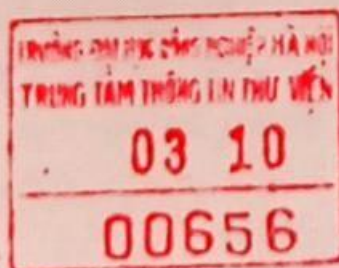
NHÀ XUẤT BẢN GIÁO DỤC VIỆT NAM

VŨ ĐĂNG ĐỘ

# CƠ SỞ LÍ THUYẾT CÁC QUÁ TRÌNH HOÁ HỌC

(Dùng cho sinh viên khoa Hoá các trường  
Đại học Tổng hợp và Sư phạm)

*(Tái bản lần thứ chín có chỉnh lí và bổ sung)*



NHÀ XUẤT BẢN GIÁO DỤC VIỆT NAM



## LỜI NÓI ĐẦU

(Cho lần tái bản thứ chín)

Khi đọc kỹ lại sách để chuẩn bị cho lần tái bản này tác giả thật sự bị sốc khi phát hiện ra nhiều lỗi khác nhau. Dù lỗi là nặng hay là nhẹ và nguyên nhân là chủ quan hay khách quan thì đó vẫn là thiếu sót. Tác giả chân thành mong bạn đọc thể tất.

Trong lần tái bản này tác giả sửa các lỗi nói trên và bổ sung, sắp xếp lại một vài phần. Sự bổ sung này không nhiều vì nội dung của sách đã được chọn lọc, cân nhắc khá công phu ngay từ đầu. Nó hoàn toàn đáp ứng các yêu cầu về cơ sở lý thuyết hiện đại để qua đó người học có thể học tốt các môn học khác có liên quan trong chương trình đào tạo. Sự đón nhận của đông đảo bạn đọc ở các lần xuất bản trước đã phần nào nói lên điều đó.

Mặc dù hiện nay Trường Đại học Tổng hợp Hà Nội đã đổi tên thành Trường Đại học Khoa học Tự nhiên - Đại học Quốc gia Hà Nội, nhưng vì ý nghĩa lịch sử của cuốn sách chúng tôi vẫn dùng tên cũ là Trường Đại học Tổng hợp.

Tác giả hi vọng rằng "Cơ sở lý thuyết các quá trình hoá học" sẽ tiếp tục là bạn đường của đông đảo sinh viên các trường Đại học, cũng như các đối tượng bạn đọc khác.

Hà Nội, tháng 10 năm 2009

Tác giả



# LỜI NÓI ĐẦU

(Của lần xuất bản đầu tiên)

Sự phát triển mạnh mẽ của khoa học và kỹ thuật đòi hỏi sự phát triển tương ứng của nền giáo dục. Ngay ở các nước đã phát triển, việc cải cách giáo dục cũng vẫn luôn luôn được quan tâm để cho sự nghiệp giáo dục thích ứng tốt hơn với sự phát triển của xã hội và có hiệu quả kinh tế xã hội ngày càng cao.

Từ mấy năm nay nước ta cũng đang thực hiện công cuộc cải cách giáo dục.

Trong cải cách giáo dục nói chung và cải cách giáo dục ở bậc đại học nói riêng, một trong các mục tiêu được đặt ra là hoà nhập hệ thống giáo dục đại học của nước ta với các nước trong khu vực và trên thế giới. Trong những yếu tố tạo nên sự hoà nhập này có lẽ quan trọng hơn cả là sự tương đồng về kiến thức, nghĩa là một sinh viên tốt nghiệp một ngành nghề nào đó của một trường đại học nước ta phải được trang bị một khối lượng kiến thức, một khả năng thực hành, một tâm trí thực tương đương với một sinh viên cùng ngành nghề ở các trường Đại học của các nước khác.

Để đạt được mục tiêu này việc đầu tiên phải làm là cải tiến nội dung chương trình, giáo trình, phương pháp giảng dạy. Giáo trình **CƠ SỞ LÝ THUYẾT CÁC QUÁ TRÌNH HOÁ HỌC** được viết theo tinh thần đó. Nó được dùng chủ yếu cho sinh viên khoa Hoá các trường Đại học Tổng hợp, tuy nhiên nó cũng có thể dùng cho sinh viên của các trường Đại học khác như Sư phạm, Bách khoa, Dược khoa v.v. cũng như cho giáo viên Hoá của các trường Phổ thông Trung học và nhiều đối tượng khác.

Giáo trình này được viết theo chương trình cải cách đã được Hội đồng khoa học Khoa Hoá học Trường Đại học Tổng hợp Hà Nội thông qua.

Khi viết giáo trình này tác giả đã tham khảo tài liệu của nhiều nước, trong đó có những tài liệu xuất bản gần đây nhất. Tác giả đã cố gắng trình bày tất cả các vấn đề một cách hệ thống, chặt chẽ có tính định lượng ở mức độ của "Hoá lí - Phần một" trong hệ thống chương trình của các môn Hoá ở khoa Hoá trường Đại học Tổng hợp. Trong mỗi chương đều có các ví dụ áp dụng, và cuối mỗi chương đều có các bài tập với mức độ khác nhau để sinh viên có dịp vận dụng các kiến thức đã học và có cơ hội thể hiện khả năng sáng tạo của mình.

Dù đã hết sức cố gắng, tác giả tin rằng cuốn sách vẫn còn nhiều thiếu sót. Tác giả rất mong nhận được những ý kiến đóng góp và phê bình của đồng nghiệp và bạn đọc.

Cuối cùng tác giả chân thành cảm ơn PGS. TS. Vũ Ngọc Ban, PGS. Hoàng Nhâm, PGS. TS. Lê Chí Kiên, GS. TS. Trần Văn Nhân, TS. Nguyễn Việt Huyền đã đọc và cho những nhận xét quý báu về nội dung cuốn sách.

Tác giả cũng cảm ơn PGS. TS. Triệu Thị Nguyệt đã kiểm tra bản thảo lần cuối và giúp sửa chữa nhiều lỗi kỹ thuật.

Hà Nội, ngày 20 tháng 5 năm 1993.

Tác giả



# I MỘT SỐ VẤN ĐỀ CƠ SỞ CỦA HOÁ HỌC

## 1.1. CÁC ĐỊNH LUẬT CƠ BẢN CỦA HOÁ HỌC

Trong lịch sử phát triển của hoá học, các định luật *bảo toàn khối lượng* (Lavoisier, 1743 – 1794), *thành phần không đổi* (Proust J.L, 1754 – 1826), *tỉ lệ bội* (Dalton. J, 1766 – 1850), *tỉ lệ thể tích* (Gay – Lussac, 1778 – 1850) và *Avogadro* (1776 – 1850) được xem là các định luật cơ bản của hoá học vì chúng đặt cơ sở cho sự hình thành học thuyết nguyên tử – phân tử, cơ sở của hoá học hiện đại, và là cơ sở cho những tính toán định lượng trong hoá học.

### 1.1.1. Định luật bảo toàn khối lượng

– *Định luật* : Khối lượng của các sản phẩm phản ứng bằng khối lượng của các chất tham gia phản ứng.

– *Nhận xét* : Theo vật lí học hiện đại, định luật bảo toàn khối lượng chỉ hoàn toàn đúng khi các phản ứng hoá học không kèm theo hiệu ứng nhiệt. Trong trường hợp ngược lại, khi phản ứng giải phóng hay hấp thụ một lượng nhiệt  $Q$ , khối lượng của hỗn hợp phản ứng phải giảm hay tăng một lượng  $\Delta m$  thoả mãn định luật Einstein (Anhxtanh) :

$$Q = \Delta m.C^2$$

Với  $C$  là tốc độ ánh sáng.

Tuy nhiên, do hiệu ứng nhiệt của các phản ứng hoá học chỉ vào khoảng  $10^2$  kJ/mol, sự thay đổi khối lượng tương ứng là :

$$\Delta m = \frac{Q}{C^2} = \frac{10^2 \cdot 10^3}{(3 \cdot 10^8)^2} \approx 10^{-11} \text{ (kg)}$$

Vì sự thay đổi khối lượng là rất bé, có thể bỏ qua, trong hoá học người ta vẫn chấp nhận định luật bảo toàn khối lượng.

– *Ứng dụng* :

a) *Cân bằng các phương trình hoá học* : Sự bảo toàn khối lượng chứng tỏ trong phản ứng hoá học chỉ xảy ra sự đổi chỗ của các nguyên tử từ phân tử này sang phân tử khác. Nói cách khác, trong phản ứng hoá học số nguyên tử của mỗi



## MỤC LỤC

	<i>Trang</i>
<b>Chương I. MỘT SỐ VẤN ĐỀ CƠ SỞ CỦA HOÁ HỌC</b>	5
1.1. Các định luật cơ bản của hoá học	5
1.2. Phương trình trạng thái khí	10
1.3. Khái niệm về đương lượng	15
Bài tập	18
<b>Chương II. CHIỀU HƯỚNG VÀ MỨC ĐỘ DIỄN BIẾN CỦA CÁC QUÁ TRÌNH HOÁ HỌC. CƠ SỞ CỦA NHIỆT ĐỘNG HỌC HOÁ HỌC</b>	22
2.1. Khái niệm chung	22
2.2. Định luật bảo toàn năng lượng – Nguyên lí I của nhiệt động học. Nhiệt hoá học	27
2.3. Chiều hướng diễn biến của các quá trình hoá học. Nguyên lí II của nhiệt động học	51
Bài tập	73
<b>Chương III. CÂN BẰNG HOÁ HỌC</b>	78
3.1. Khái niệm về phản ứng thuận nghịch và không thuận nghịch	78
3.2. Hằng số cân bằng hoá học	80
3.3. Ảnh hưởng của nhiệt độ lên hằng số cân bằng hoá học	84
3.4. Sự chuyển dịch cân bằng hoá học. Nguyên lí Le Chatelier (Losatoliê)	85
3.5. Cân bằng pha	92
Bài tập	97
<b>Chương IV. TỐC ĐỘ VÀ CƠ CHẾ CỦA PHẢN ỨNG HOÁ HỌC</b>	102
4.1. Định nghĩa tốc độ phản ứng hoá học	103
4.2. Ảnh hưởng của các yếu tố đến tốc độ phản ứng hoá học	104
4.3. Phương trình động học của các phản ứng hoá học	131
4.4. Động học của phản ứng xúc tác enzym. Phương trình Michaelis	142
4.5. Phản ứng quang hoá. Khái niệm về phản ứng dây chuyền	144
Bài tập	148
<b>Chương V. DUNG DỊCH</b>	152
5.1. Sự hình thành dung dịch	152
5.2. Tính chất của các dung dịch loãng của các chất tan không điện li và không bay hơi	156
5.3. Dung dịch các chất điện li	160
5.4. Cân bằng tạo phức trong dung dịch	188
5.5. Dung dịch keo	192
Bài tập	196
<b>Chương VI. PHẢN ỨNG OXI HOÁ – KHỬ, HOÁ HỌC VÀ DÒNG ĐIỆN</b>	199
6.1. Phản ứng oxi hoá – khử	199
6.2. Hoá học và dòng điện	218
Bài tập	238
Đáp số bài tập các chương	243
Tài liệu tham khảo	246



# I MỘT SỐ VẤN ĐỀ CƠ SỞ CỦA HOÁ HỌC

## 1.1. CÁC ĐỊNH LUẬT CƠ BẢN CỦA HOÁ HỌC

Trong lịch sử phát triển của hoá học, các định luật *bảo toàn khối lượng* (Lavoisier, 1743 – 1794), *thành phần không đổi* (Proust J.L., 1754 – 1826), *tỉ lệ bội* (Dalton. J, 1766 – 1850), *tỉ lệ thể tích* (Gay – Lussac, 1778 – 1850) và *Avogadro* (1776 – 1850) được xem là các định luật cơ bản của hoá học vì chúng đặt cơ sở cho sự hình thành học thuyết nguyên tử – phân tử, cơ sở của hoá học hiện đại, và là cơ sở cho những tính toán định lượng trong hoá học.

### 1.1.1. Định luật bảo toàn khối lượng

– *Định luật* : Khối lượng của các sản phẩm phản ứng bằng khối lượng của các chất tham gia phản ứng.

– *Nhận xét* : Theo vật lí học hiện đại, định luật bảo toàn khối lượng chỉ hoàn toàn đúng khi các phản ứng hoá học không kèm theo hiệu ứng nhiệt. Trong trường hợp ngược lại, khi phản ứng giải phóng hay hấp thụ một lượng nhiệt  $Q$ , khối lượng của hỗn hợp phản ứng phải giảm hay tăng một lượng  $\Delta m$  thoả mãn định luật Einstein (Anhxtanh) :

$$Q = \Delta m \cdot C^2$$

Với  $C$  là tốc độ ánh sáng.

Tuy nhiên, do hiệu ứng nhiệt của các phản ứng hoá học chỉ vào khoảng  $10^2$  kJ/mol, sự thay đổi khối lượng tương ứng là :

$$\Delta m = \frac{Q}{C^2} = \frac{10^2 \cdot 10^3}{(3 \cdot 10^8)^2} \approx 10^{-11} \text{ (kg)}$$

Vì sự thay đổi khối lượng là rất bé, có thể bỏ qua, trong hoá học người ta vẫn chấp nhận định luật bảo toàn khối lượng.

– *Ứng dụng* :

a) *Cân bằng các phương trình hoá học* : Sự bảo toàn khối lượng chứng tỏ trong phản ứng hoá học chỉ xảy ra sự đổi chỗ của các nguyên tử từ phân tử này sang phân tử khác. Nói cách khác, trong phản ứng hoá học số nguyên tử của mỗi