



TRƯỜNG ĐẠI HỌC CÔNG NGHIỆP HÀ NỘI

GIÁO TRÌNH

HÓA PHÂN TÍCH



màu đỏ (dạng ion lưỡng cực)

màu vàng (dạng anion)



NHA XUẤT BẢN KHOA HỌC TỰ NHIÊN VÀ CÔNG NGHỆ

TRƯỜNG ĐẠI HỌC CÔNG NGHIỆP HÀ NỘI

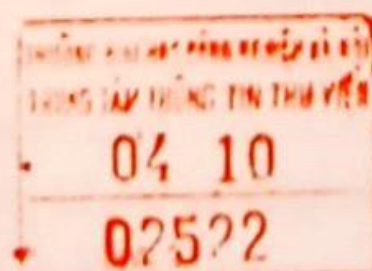
Giáo trình HÓA PHÂN TÍCH

Các tác giả: Nguyễn Thị Thoa (Chủ biên)

Nguyễn Thị Thu Phương

Trần Quang Hải

Phạm Thị Thanh Yên



NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC TỰ NHIÊN VÀ CÔNG NGHỆ
Hà Nội - 2017

MỤC LỤC

LỜI NÓI ĐẦU	9
PHẦN I. CÂN BẰNG ION TRONG DUNG DỊCH NƯỚC	11
Chương 1. CÂN BẰNG HÓA HỌC	11
1.1. Cân bằng hóa học và hoạt độ	11
1.2. Các loại nồng độ dung dịch thường dùng trong hóa phân tích	13
1.2.1. Nồng độ thể tích	13
1.2.2. Nồng độ phần trăm khối lượng ($C\%$)	14
1.2.3. Nồng độ mol (C_M)	14
1.2.4. Nồng độ đương lượng (C_N)	15
1.2.5. Độ chuẩn (T)	16
1.3. Các định luật thường dùng trong phân tích	17
1.3.1. Định luật tác dụng khối lượng	17
1.3.2. Định luật bảo toàn nồng độ đầu	17
1.3.3. Định luật bảo toàn điện tích	18
Câu hỏi và bài tập	18
Chương 2. PHẢN ỨNG AXIT - BAZƠ	21
2.1. Khái niệm về axit - bazơ theo J. N. Bronsted	21
2.2. Hằng số axit (K_a) và hằng số bazơ (K_b)	22
2.3. Tích số ion của nước, quan hệ giữa hằng số axit và hằng số bazơ	23
2.3.1. Tích số ion của nước	23
2.3.2. Quan hệ giữa hằng số axit và hằng số bazơ	24
2.4. Tính pH của các dung dịch axit và bazơ	24
2.4.1. Tính pH của dung dịch axit mạnh, bazơ mạnh	24
2.4.2. Tính pH của dung dịch đơn axit yếu, đơn bazơ yếu	26
2.4.3. Tính pH dung dịch đệm	30

2.4.4. <i>Tính pH của dung dịch đa axit và muối của chúng</i>	33
Câu hỏi và bài tập	38
Chương 3. PHẢN ỨNG TẠO PHỨC	39
3.1. Khái niệm phức chất	39
3.2. Hằng số bền và hằng số không bền của phức chất	39
3.3. Tính nồng độ cân bằng trong dung dịch phức chất	41
3.4 Các yếu tố ảnh hưởng đến độ bền của phức chất	43
3.5. Ứng dụng của phức chất trong phân tích	49
3.5.1. <i>Trong phân tích định tính</i>	49
3.5.2. <i>Trong phân tích định lượng</i>	50
Câu hỏi và bài tập	51
Chương 4. PHẢN ỨNG KẾT TỦA	53
4.1. Tích số tan. Điều kiện tạo thành kết tủa	53
4.2. Độ tan. Quan hệ độ tan và tích số tan	53
4.2.1. <i>Độ tan</i>	53
4.2.2. <i>Quan hệ giữa độ tan và tích số tan</i>	54
4.3. Các yếu tố ảnh hưởng đến độ tan của kết tủa	55
4.3.1. <i>Ảnh hưởng của cân bằng cạnh tranh đến độ tan của kết tủa</i>	55
4.3.2. <i>Ảnh hưởng của pH</i>	58
4.3.3. <i>Ảnh hưởng của nhiệt độ</i>	61
4.3.4. <i>Ảnh hưởng của kích thước hạt kết tủa</i>	61
4.4. Sự làm bẩn kết tủa do cộng kết và kết tủa sau	61
4.5. Kết tủa phân đoạn	63
4.6. Kết tủa keo	65
Câu hỏi và bài tập	66
Chương 5. PHẢN ỨNG OXI HÓA - KHỬ	69
5.1. Định nghĩa	69

5.2. Thế oxi hóa khử	70
5.3. Các yếu tố ảnh hưởng đến thế oxi hóa khử.....	72
5.3.1. Ảnh hưởng của pH.....	72
5.3.2. Ảnh hưởng của phản ứng tạo phức.....	73
5.3.3. Ảnh hưởng của phản ứng kết tủa.....	74
5.4. Thế oxi hóa khử của dung dịch chất oxi hóa và chất khử liên hợp - Dung dịch đệm thế.....	75
5.5. Thế oxi hóa khử của dung dịch chất oxi hóa khử không liên hợp.....	76
5.6. Hằng số cân bằng của phản ứng oxi hóa khử	79
Câu hỏi và bài tập	81
PHẦN II. PHÂN TÍCH ĐỊNH LƯỢNG	83
Chương 1. PHƯƠNG PHÁP PHÂN TÍCH THỂ TÍCH	83
1.1. Nguyên tắc và khái niệm.....	83
1.1.1. Nguyên tắc	83
1.1.2. Khái niệm.....	84
1.2. Yêu cầu đối với phản ứng trong phân tích thể tích.....	84
1.3. Phân loại các phương pháp phân tích thể tích	85
1.4. Các cách chuẩn độ và tính kết quả.....	85
1.4.1. Chuẩn độ trực tiếp.....	85
1.4.2. Chuẩn độ ngược.....	86
1.4.3. Chuẩn độ gián tiếp.....	86
1.4.4. Chuẩn độ thay thế.....	86
1.4.5. Chuẩn độ phân đoạn.....	87
1.5. Chuẩn bị dung dịch chuẩn.....	87
Câu hỏi và bài tập	88
Chương 2. PHƯƠNG PHÁP CHUẨN ĐỘ AXIT - BAZƠ.....	91
2.1. Nguyên tắc	91

2.2. Chất chỉ thị axit bazơ	91
2.2.1. Lý thuyết về sự đổi màu của chất chỉ thị	92
2.2.2. Khoảng đổi màu của chất chỉ thị	94
2.3 Đường cong chuẩn độ	97
2.3.1. Chuẩn độ axit mạnh bằng bazơ mạnh hoặc ngược lại	97
2.3.2. Chuẩn độ axit yếu bằng bazơ mạnh và ngược lại	102
2.3.3. Chuẩn độ đa axit bằng bazơ mạnh	106
2.3.4. Chuẩn độ đa bazơ bằng axit mạnh	109
2.4. Thực hành chuẩn độ axit - bazơ	110
2.4.1. Xác định nồng độ NaOH	110
2.4.2. Xác định nồng độ HCl	110
2.4.3. Xác định nồng độ NaOH và Na ₂ CO ₃ trong hỗn hợp	111
Câu hỏi và bài tập	112
Chương 3. PHƯƠNG PHÁP CHUẨN ĐỘ TẠO PHỨC	115
3.1. Nguyên tắc và phân loại	115
3.2. Phương pháp Complexon	116
3.2.1. Khái niệm về Complexon	116
3.2.2. Chất chỉ thị trong phương pháp Complexon	117
3.2.3. Đường cong chuẩn độ	119
3.2.4. Các phương pháp chuẩn độ Complexon	123
3.3. Thực hành chuẩn độ tạo phức	126
3.3.1. Xác định hàm lượng Zn ²⁺	126
3.3.2. Xác định hàm lượng Al ³⁺	126
Câu hỏi và bài tập	127
Chương 4. PHƯƠNG PHÁP CHUẨN ĐỘ KẾT TỦA	129
4.1. Nguyên tắc, khái niệm	129
4.2. Yêu cầu đối với các phản ứng kết tủa dùng cho phân tích	129

4.3. Phương pháp chuẩn độ đo bạc	130
4.3.1. Đường cong chuẩn độ trong phép chuẩn độ đo bạc.....	130
4.3.2. Các yếu tố ảnh hưởng tới đường cong chuẩn độ.....	133
4.3.3. Các cách xác định điểm tương đương	134
4.4. Phương pháp chuẩn độ tạo $K_2Zn_3[Fe(CN)_6]_2$	139
4.5. Thực hành chuẩn độ kết tủa	140
4.5.1. Xác định nồng độ ion Cl^- theo phương pháp Mohr	140
4.5.2. Xác định nồng độ ion Cl^- theo phương pháp Volhard.....	140
4.5.3. Xác định nồng độ ion Cl^- theo phương pháp Fajans	141
Câu hỏi và bài tập	142
Chương 5. PHƯƠNG PHÁP CHUẨN ĐỘ OXI HÓA KHỬ	143
5.1. Nguyên tắc	143
5.2. Chất chỉ thị oxi hóa khử.....	143
5.3. Đường cong chuẩn độ	145
5.3.1. Trường hợp số electron trao đổi trong các nửa phản ứng oxi hoá và khử bằng nhau.....	146
5.3.2. Trường hợp số electron trao đổi trong các nửa phản ứng oxi hoá và khử khác nhau.....	149
5.4. Một số phương pháp oxi hóa khử	152
5.4.1. Phương pháp pemanganat	152
5.4.2. Phương pháp dicromat	155
5.4.3. Phương pháp iod- thiosunfat	156
5.5. Thực hành phương pháp chuẩn độ oxi hóa khử.....	159
5.5.1. Xác định nồng độ dung dịch $KMnO_4$	159
5.5.2. Xác định nồng độ $FeSO_4$	159
5.5.3. Xác định nồng độ $FeSO_4$ và $Fe_2(SO_4)_3$	160
Câu hỏi và bài tập	161

Chương 6. PHÂN TÍCH KHỐI LƯỢNG	163
6.1. Nguyên tắc	163
6.2. Lấy mẫu và hòa tan mẫu	163
6.3. Lựa chọn dạng kết tủa và điều kiện kết tủa	164
6.3.1. Chọn dạng kết tủa	164
6.3.2. Điều kiện kết tủa	164
6.4. Chuyển dạng kết tủa thành dạng cân	166
6.4.1. Yêu cầu của dạng cân	166
6.4.2. Sấy và nung kết tủa	167
6.5. Tính kết quả	167
6.6. Thực hành phân tích khối lượng	168
6.1.1. Xác định nồng độ Fe (g/l) trong mẫu.....	168
6.1.2. Xác định hàm lượng lưu huỳnh theo phương pháp Eska.....	169
Câu hỏi và bài tập	170
TÀI LIỆU THAM KHẢO	172
PHỤ LỤC CÁC BẢNG HẰNG SỐ QUAN TRỌNG	173

LỜI NÓI ĐẦU

Hoá học Phân tích nghiên cứu các phương pháp định tính và định lượng các nguyên tố, đơn chất và hợp chất. Trong sự phát triển của các ngành khoa học kỹ thuật cũng như công nghệ sản xuất, Hoá học Phân tích đóng một vai trò rất quan trọng.

Giáo trình **Hóa phân tích** được biên soạn theo chương trình học phần **Hoá phân tích** - Khoa Công nghệ Hoá học - Trường Đại học Công nghiệp Hà Nội. Nội dung giáo trình đã được các tác giả là giảng viên Khoa Công nghệ Hoá học giảng dạy cho sinh viên ngành Công nghệ Hóa học thuộc Trường Đại học Công nghiệp Hà Nội. Ngoài ra, các tác giả còn tham khảo thêm các tài liệu, giáo trình Hóa phân tích khác.

Nội dung giáo trình nêu rõ bản chất, cơ sở lí thuyết các phương pháp Phân tích Hoá học, gồm hai phần chính:

Phần một: **Cân bằng ion trong dung dịch nước**. Nội dung phần này trình bày cơ sở lí thuyết của các phản ứng phân tích xảy ra trong dung dịch ứng dụng trong phân tích hoá học, gồm: phản ứng axit - bazơ; phản ứng tạo phức; phản ứng tạo kết tủa và phản ứng oxi hoá - khử.

Phần hai: **Phân tích định lượng**: nội dung nêu rõ các phương pháp phân tích xác định hàm lượng các nguyên tố, các chất trong mẫu phân tích dựa trên phản ứng hóa học.

Giáo trình **Hoá phân tích** có thể dùng làm tài liệu học tập cho sinh viên cao đẳng, đại học ngành Hoá, đặc biệt là chuyên ngành Hoá phân tích. Đồng thời có thể dùng làm tài liệu giảng dạy, tài liệu tham khảo cho giảng viên, giáo viên dạy môn Hoá Phân tích và các môn học có liên quan.

Đây là lần đầu tiên xuất bản cuốn giáo trình này, chắc chắn sẽ còn nhiều thiếu sót. Chúng tôi rất mong nhận được sự đóng góp của các độc giả để cuốn giáo trình hoàn thiện hơn trong những lần xuất bản sau.

Các tác giả