

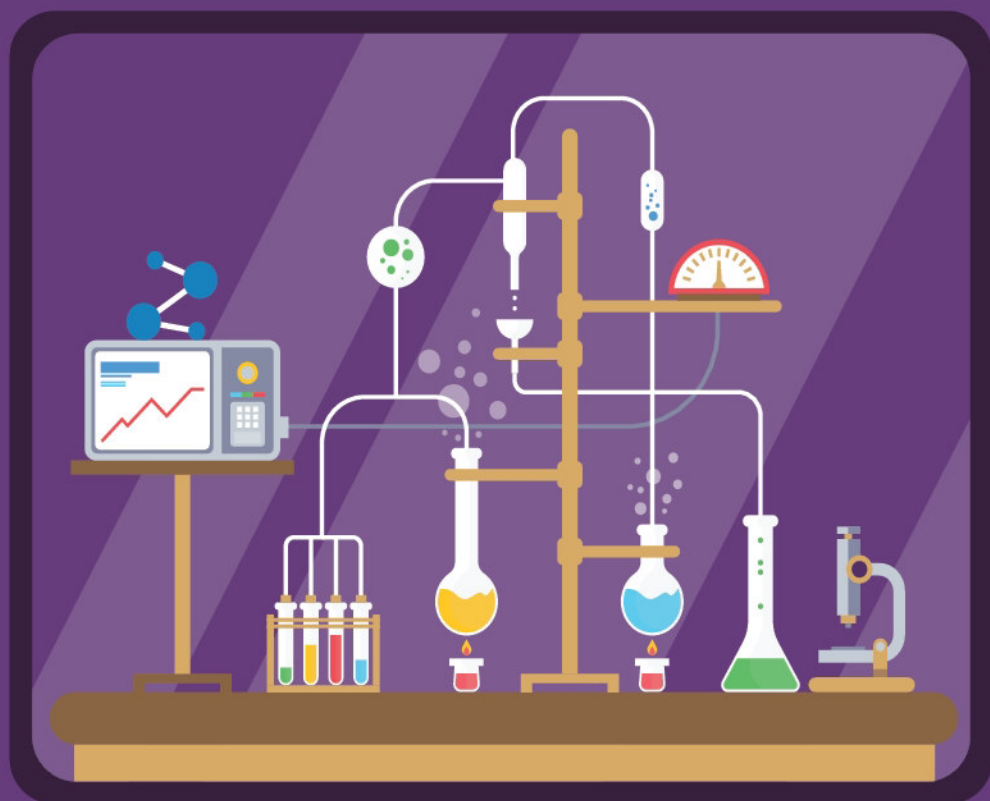


ĐẠI HỌC ĐÀ NẴNG  
TRƯỜNG ĐẠI HỌC SƯ PHẠM

BÙI XUÂN VỮNG (Chủ biên)  
VÕ THẮNG NGUYÊN

GIÁO TRÌNH

# CÁC PHƯƠNG PHÁP PHÂN TÍCH HÓA LÝ



NHÀ XUẤT BẢN  
ĐẠI HỌC QUỐC GIA THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH

ĐẠI HỌC ĐÀ NẴNG  
TRƯỜNG ĐẠI HỌC SƯ PHẠM

Bùi Xuân Vững (Chủ biên)  
Võ Thắng Nguyên

*GIÁO TRÌNH*

PHƯƠNG PHÁP  
PHÂN TÍCH HÓA LÝ

NHÀ XUẤT BẢN ĐẠI HỌC QUỐC GIA  
THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH

# Lời nói đầu

Giáo trình này được biên soạn nhằm giúp các học viên cao học có tài liệu học tập chính thức để hoàn thành học phần “Các phương pháp phân tích hóa lý”. Nội dung của giáo trình này được viết theo đề cương của học phần “Các phương pháp phân tích hóa lý” trong chương trình đào tạo cao học hóa học.

Giáo trình cũng có thể được dùng làm tài liệu tham khảo cho các sinh viên cũng như các cán bộ nghiên cứu của những chuyên ngành có sử dụng phân tích như sinh học, môi trường, hóa thực phẩm, hóa dầu,...

Giáo trình cung cấp cho người học các kiến thức chuyên sâu về các phương pháp phân tích hóa lý hiện đại được sử dụng rộng rãi hiện nay bao gồm: các phương pháp quang phổ, các phương pháp điện hóa hiện đại và các phương pháp tách sắc ký – điện di mao quản để áp dụng trong thực tiễn cũng như vận dụng trong nghiên cứu khoa học. Giáo trình cũng nhằm mục tiêu giúp người học có nền tảng vững chắc về phân tích để học tập các học phần khác trong chương trình đào tạo bậc học sau đại học.

Trong quá trình biên soạn, chúng tôi chân thành cảm ơn các đồng nghiệp đã bỏ thời gian đọc và góp ý kiến quý báu cho giáo trình này. Chúng tôi cũng bày tỏ lòng biết ơn sâu sắc đến những tác giả của những tài liệu đã được tham khảo để viết giáo trình này.

Mặc dù đã hết sức cố gắng trong biên soạn nhưng giáo trình chắc chắn còn nhiều khiếm khuyết. Chúng tôi rất mong nhận được ý kiến phản hồi từ độc giả.

Xin chân thành cảm ơn.

*Đà Nẵng, tháng 02/2024*

*Chủ biên*

***TS. Bùi Xuân Vững***

# MỤC LỤC

<b>Lời nói đầu</b> .....	ii
<b>Mục lục</b> .....	iii
<b>Danh mục từ viết tắt</b> .....	viii
<b>Phần A. PHÂN TÍCH QUANG HỌC</b> .....	1
<b>Chương 1</b>	
<b>PHƯƠNG PHÁP QUANG PHỔ HẤP THỤ PHÂN TỬ</b> .....	2
1.1. Giới thiệu phổ hấp thụ phân tử UV-Vis .....	2
1.2. Thiết bị đo quang UV-Vis .....	11
1.3. Ứng dụng của phổ hấp thụ phân tử UV-Vis .....	20
Câu hỏi và bài tập .....	44
<b>Chương 2</b>	
<b>PHƯƠNG PHÁP QUANG PHỔ PHÂN TỬ HUỖNH QUANG VÀ LÂN QUANG</b> .....	49
2.1. Các quá trình vật lý khi phân tử hấp thụ và hồi phục năng lượng .....	49
2.2. Thiết bị đo huỳnh quang và lân quang .....	62
2.3. Ứng dụng của phương pháp huỳnh quang và lân quang .....	69
2.4. Phương pháp phát quang hóa học .....	75
Câu hỏi và bài tập .....	79
<b>Chương 3</b>	
<b>PHỔ HỒNG NGOẠI CHUYÊN HÓA FOURIER</b> .....	82
3.1. Phân tích Fourier .....	82
3.2. Thiết bị hồng ngoại chuyên hóa Fourier .....	84
3.3. Những ưu điểm của thiết bị đo phổ hồng ngoại chuyên hóa Fourier .....	96

3.4. Các thiết bị hồng ngoại không tán xạ khác.....	97
3.5. Ứng dụng phổ IR trong phân tích.....	100
Câu hỏi và bài tập .....	104

#### **Chương 4**

<b>PHƯƠNG PHÁP QUANG PHỔ HẤP THỤ NGUYÊN TỬ VÀ HUỖNH QUANG NGUYÊN TỬ</b> .....	107
4.1. Giới thiệu về các phương pháp phổ nguyên tử.....	107
4.2. Phương pháp quang phổ hấp thụ nguyên tử (AAS) .....	116
4.3. Các kỹ thuật phân tích trong phương pháp AAS.....	132
4.4. Phạm vi ứng dụng của AAS .....	135
4.5. Phương pháp huỳnh quang nguyên tử .....	136
Câu hỏi và bài tập .....	139

#### **Chương 5**

<b>PHƯƠNG PHÁP QUANG PHỔ PHÁT XẠ NGUYÊN TỬ</b> .....	141
5.1. Phương pháp plasma cao tần cảm ứng – đo phát xạ quang.....	141
5.2. Các kiểu thiết bị trong ICP-OES .....	151
5.3. Các yếu tố cản trở trong ICP-OES .....	154
5.4. Phương pháp phổ phát xạ plasma cao tần ghép nối khối phổ ...	155
5.5. Ứng dụng của phương pháp quang phổ phát xạ ICP-MS.....	162
Câu hỏi và bài tập .....	169

### **Phần B. CÁC PHƯƠNG PHÁP PHÂN TÍCH ĐIỆN HÓA** .....

#### **Chương 6**

<b>PHƯƠNG PHÁP ĐO THỂ</b> .....	173
6.1. Nguyên tắc chung của các phương pháp đo thể .....	173
6.2. Các loại điện cực so sánh.....	174
6.3. Điện cực chỉ thị kim loại .....	178
6.4. Điện cực chỉ thị màng.....	183
6.5. Các loại cảm biến hóa học trạng thái rắn .....	197

6.6. Các hệ thống điện cực chọn lọc phân tử.....	202
6.7. Chuẩn độ đo thế.....	205
Câu hỏi và bài tập .....	209

## **Chương 7**

<b>PHƯƠNG PHÁP ĐO DÒNG THỂ .....</b>	<b>212</b>
7.1. Thiết bị trong phương pháp đo dòng-thể.....	212
7.2. Phương pháp voltammetry thủy động lực .....	221
7.3. Phương pháp cực phổ .....	224
7.4. Phương pháp cực phổ xung .....	230
7.5. Phương pháp voltammetry vòng .....	234
7.6. Phương pháp voltammetry hòa tan.....	240
Câu hỏi và bài tập .....	248

## **Chương 8**

<b>PHƯƠNG PHÁP ĐO AMPERE VÀ ĐO ĐIỆN LƯỢNG .....</b>	<b>251</b>
8.1. Phương pháp đo ampere .....	251
8.2. Phương pháp đo điện lượng.....	263
8.3. Phương pháp Karl Fischer xác định nước .....	270
8.4. Phương pháp Karl Fischer xác định nước .....	275
Câu hỏi và bài tập .....	280

## **Phần C. CÁC PHƯƠNG PHÁP PHÂN TÍCH SẮC KÝ .....**

### **Chương 9**

<b>CƠ SỞ LÝ THUYẾT PHƯƠNG PHÁP SẮC KÝ.....</b>	<b>284</b>
9.1. Khái niệm về sắc ký.....	284
9.2. Tốc độ dịch chuyển chất tan .....	290
9.3. Sự trải rộng dải chất tan và hiệu lực cột tách .....	293
9.4. Tối ưu hóa hiệu lực cột tách .....	305
9.5. Các ứng dụng của sắc ký .....	309
Câu hỏi và bài tập .....	314

## **Chương 10**

<b>PHƯƠNG PHÁP SẮC KÝ KHÍ</b> .....	319
10.1. Quá trình tách trong sắc ký khí.....	319
10.2. Tiêm mẫu phân tích .....	339
10.3. Bộ phận dò tìm .....	341
10.4. Sắc ký khí ghép nối khối phổ .....	347
10.5. Các detector plasma dò các nguyên tố chỉ định .....	358
10.6. Phát triển phương pháp phân tích sắc ký khí.....	359
Câu hỏi và bài tập .....	363

## **Chương 11**

<b>PHƯƠNG PHÁP SẮC KÝ LỎNG HIỆU NĂNG CAO</b> .....	366
11.1. Giới thiệu HPLC.....	366
11.2. Quá trình sắc ký .....	368
11.3. Tiêm mẫu và dò tìm trong HPLC .....	377
11.4. Sắc ký lỏng ghép khối phổ (LC-MS) .....	396
11.5. Phát triển phương pháp tách bằng pha đảo.....	408
11.6. Các phép tách biến thiên dòng pha động.....	414
Câu hỏi và bài tập .....	419

## **Chương 12**

<b>CÁC PHƯƠNG PHÁP SẮC KÝ LỎNG VÀ ĐIỆN DI MAO QUẢN</b> .....	422
12.1. Sắc ký trao đổi ion .....	422
12.2. Sắc ký ion .....	432
12.3. Sắc ký cặp ion .....	436
12.4. Sắc ký phân tử theo cỡ .....	438
12.5. Sắc ký ái lực.....	442
12.6. Sắc ký tương tác kỵ nước .....	443

12.7. Phương pháp điện di mao quản .....	444
12.8. Triển khai tách bằng điện di mao quản .....	451
Câu hỏi và bài tập .....	458
<b>Hướng dẫn giải và đáp số.....</b>	<b>461</b>
<b>Tài liệu tham khảo.....</b>	<b>469</b>



# Danh mục từ viết tắt

<b>Chữ viết tắt</b>	<b>Nghĩa tiếng Anh</b>	<b>Nghĩa tiếng Việt</b>
<b>Phần A</b>		
UV-Vis	Ultraviolet-Visible	Tử ngoại - Khả kiến
MO	Molecular Orbital	Orbital phân tử
AO	Atomic Orbital	Orbital nguyên tử
PT	PhotoTube	Ống quang điện
PMT	Photo Multifier Tube	Ống nhân quang điện
PDA	PhotoDiode Array	Chuỗi Diode quang
CCD	Charge Couple Device	Cảm biến CCD
CID	Charge Injection Detector	Cảm biến CID
FIA	Flow Injection Analysis	Phân tích tiêm mẫu dòng chảy
LED	Light Emitting Diode	Diode phát quang
FTIR	Fourier Transform Infrared Spectroscopy	Phổ hồng ngoại chuyển hóa Fourier
IR	Infrared radiation	Bức xạ hồng ngoại
AAS	Atomic Absorption Spectroscopy	Phương pháp quang phổ hấp thụ nguyên tử
AFS	Atomic Fluorescence Spectroscopy	Phương pháp huỳnh quang nguyên tử
HCL	Hollow Cathode Lamp	Đèn Cathode rỗng
F-AAS	Flame-AAS	Phương pháp AAS - ngọn lửa
ETA-AAS	Electro Thermal Atomization-AAS	Phương pháp AAS - nguyên tử hóa mẫu nhiệt điện
GF-AAS	Graphite Furnace-AAS	Phương pháp AAS - lò graphite

EDL	Electrodeless Discharge Lamp	Đèn phóng điện không điện cực
AES	Atomic emission spectrometry	Quang phổ phát xạ nguyên tử
ICP	Inductively coupled plasma	Plasma cao tần cảm ứng
ICP-MS	Inductively coupled plasma - Mass Spectroscopy	Plasma cao tần cảm ứng - Phổ khối
ICP-OES	Inductively coupled plasma - Optical Emission spectroscopy	Plasma cao tần cảm ứng - phổ phát xạ quang
<b>Phần B</b>		
S.H.E	Standard Hydrogen Electrode	Điện cực hydrogen tiêu chuẩn
S.C.E	Saturated Calomel Electrode	Điện cực calomel bão hòa
ISE	Ion Selective Electrode	Điện cực chọn lọc ion
DME	Dropping Mercury Electrode	Điện cực giọt thủy ngân rơi
HMDE	Hanging Mercury Drop Electrode	Điện cực giọt thủy ngân treo
TMFE	Thin Mercury Film Electrode	Điện cực lớp phim mỏng thủy ngân
DPP	Differential pulse Polarography	Voltammetry xung vi phân
CV	Cyclic Voltammetry	Voltammetry vòng
ASV	Anodic Stripping Voltammetry	Voltammetry hòa tan anode
CSV	Cathodic Stripping Voltammetry	Voltammetry hòa tan cathode
AGS	Amperometric Gas Sensor	Cảm biến khí đo ampe
K-F	Karl-Fischer	Karl-Fischer

## Phần C

GC	Gas chromatography	Sắc ký khí
LC	Liquid chromatography	Sắc ký lỏng
HPLC	High Performance Liquid Chromatography	Sắc ký lỏng hiệu năng cao
TCD	Thermal Conductivity detector	Detector đo độ dẫn nhiệt
FID	Flame ionization detector	Detector ion hóa ngọn lửa
ECD	Electron captured detector	Detector bắt electron
LC-MS	Liquid chromatography - mass spectroscopy	Sắc ký lỏng - khối phổ
SIM	Selected ion monitoring	Giám sát ion chỉ định
SRM	Selected reaction monitoring	Giám sát phản ứng chỉ định
HILIC	Hydrophilic Interaction Chromatography	Sắc ký tương tác ái nước
APCI	Atmospheric Pressure Chemical Ionization	Ion hóa áp suất khí quyển
ESI	Electrospray ionization	Ion hóa phun điện