

PGS. TS. ĐẶNG ĐÌNH BẠCH (CHỦ BIÊN)  
TS. NGUYỄN VĂN HẢI

# GIÁO TRÌNH HÓA HỌC MÔI TRƯỜNG



NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT

**PGS. TS. ĐẶNG ĐÌNH BẠCH (Chủ biên)**  
**TS. NGUYỄN VĂN HẢI**

# **GIÁO TRÌNH**

# **HÓA HỌC MÔI TRƯỜNG**

- ⇒ Dùng cho sinh viên Khoa Hóa học, Công nghệ Hóa học, Môi trường các trường đại học, cao đẳng.
- ⇒ Dùng cho giáo viên hóa học phổ thông.
- ⇒ Dùng cho học sinh các trường trung học chuyên nghiệp ngành Hóa và dạy nghề.



**NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT**  
**HÀ NỘI**

## LỜI NÓI ĐẦU

Trái Đất ngôi nhà chung của mọi người và của tất cả các sinh vật trên hành tinh nhỏ bé này đang bị suy thoái trầm trọng, tài nguyên thiên nhiên bị khai thác cạn kiệt, hệ sinh thái bị mất cân bằng, dân số tăng nhanh, chất lượng cuộc sống bị suy giảm. Hậu quả ghê gớm là hạn hán, lũ lụt, băng tan, đói nghèo gia tăng, mưa axit, dịch bệnh lan tràn, tầng ozon bị suy giảm. Cả nhân loại đã tỉnh ngộ và lên tiếng "Hãy cứu lấy Trái Đất", "Hãy xây dựng nền công nghệ sạch", "Hãy phát triển bền vững". Bảo vệ môi trường, giữ lấy Trái Đất là nhiệm vụ của tất cả các quốc gia trên thế giới, là trách nhiệm của mọi tổ chức xã hội và là nghĩa vụ của mọi thành viên các cộng đồng. Giáo dục môi trường cho mọi người, nhất là các thế hệ trẻ trong các trường học có một ý nghĩa vô cùng quan trọng.

Hóa học môi trường là một môn khoa học đa ngành bao gồm hóa học, vật lý học, khoa học về sự sống, nông học, y học, sức khỏe cộng đồng và các ngành về công nghệ sạch.

Vì vậy việc xây dựng chương trình và giáo trình về giáo dục môi trường trong các cấp học, bậc học đã được Nhà nước ta, các bộ, ngành có liên quan và các nhà trường quan tâm.

Trong ngành Sư phạm, cố PGS. TS. Phạm Văn Thường đã dành nhiều công sức nghiên cứu, giảng dạy, biên soạn giáo trình "Cơ sở hóa học môi trường" và đặt cơ sở cho công tác giáo dục môi trường trong các trường học.

Cuốn "**Giáo trình hóa học môi trường**" này gồm có 6 chương và được phân công biên soạn như sau:

Chương I - Đại cương về môi trường và giáo dục môi trường, và chương III - Môi trường thủy quyển do TS. Nguyễn Văn Hải biên soạn,

Bốn chương sau: Chương II - Môi trường khí quyển, chương IV - Môi trường thạch quyển, chương V - Độc hóa học và chương VI - Công nghệ môi trường do PGS. TS. Đặng Đình Bạch biên soạn.

Sau mỗi chương đều có câu hỏi ôn tập và bài tập tính toán, bao trùm toàn bộ kiến thức cốt lõi của chương trình. Đây là giáo trình cơ sở hóa học môi trường được trình bày một cách tổng hợp, cô đọng và đầy đủ tích lũy, chọn lọc những dữ liệu mới ở trong và ngoài nước. Cuối cùng là phần phụ trương. Phần này nêu lên những thảm họa khủng khiếp của môi trường xảy ra trên Trái Đất của chúng ta và những bài học kinh nghiệm.

Cuốn sách dùng cho sinh viên các khoa Hóa học, Công nghệ Hóa học, Môi trường các trường đại học và cao đẳng, đồng thời làm tài liệu tham khảo cần thiết cho các giáo viên hóa học phổ thông. Cuốn sách còn làm tài liệu học tập cho học sinh các trường trung học ngành Hóa và dạy nghề.

Cuốn sách chắc không tránh khỏi thiếu sót, các tác giả rất mong độc giả lượng thứ và cho ý kiến xây dựng.

**Các tác giả**

# MỤC LỤC

|                                                                                |    |
|--------------------------------------------------------------------------------|----|
| LỜI NÓI ĐẦU                                                                    | 3  |
| <b>Chương I. ĐẠI CƯƠNG VỀ MÔI TRƯỜNG VÀ GIÁO DỤC MÔI TRƯỜNG</b>                | 11 |
| I. Những cơ sở của khoa học môi trường                                         | 11 |
| 1. Sinh thái học, hệ sinh thái và cân bằng sinh thái                           | 11 |
| 2. Tính đa dạng sinh học, vai trò và sự cần thiết bảo vệ tính đa dạng sinh học | 16 |
| 3. Môi trường và phát triển - Phát triển bền vững                              | 19 |
| 4. Con người và môi trường                                                     | 21 |
| 5. Quản lý môi trường và đánh giá tác động môi trường                          | 25 |
| II. Một số khái niệm cơ bản về môi trường                                      | 31 |
| 1. Môi trường và chức năng của môi trường                                      | 31 |
| 2. Tài nguyên                                                                  | 43 |
| 3. Sự suy thoái và ô nhiễm môi trường                                          | 47 |
| 4. Bảo vệ môi trường                                                           | 50 |
| 5. Hóa học môi trường                                                          | 52 |
| III. Giáo dục môi trường trong nhà trường                                      | 53 |
| 1. Ý nghĩa, vai trò và mục tiêu đưa giáo dục môi trường vào nhà trường         | 53 |
| 2. Đánh giá tình hình giáo dục bảo vệ môi trường                               | 56 |
| 3. Phương thức đưa giáo dục môi trường vào môn hóa học ở trường học            | 59 |
| 4. Phương pháp giáo dục môi trường qua môn hóa học                             | 62 |
| <b>CÂU HỎI ÔN TẬP CHƯƠNG I</b>                                                 | 66 |
| <b>Chương II. MÔI TRƯỜNG KHÍ QUYỂN</b>                                         | 67 |
| I. Thành phần hóa học và cấu trúc của khí quyển                                | 67 |

|                                                                                                             |     |      |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|------|
| 1. Thành phần hóa học và vai trò của khí quyển                                                              | 67  | Ch   |
| 2. Cấu trúc của khí quyển                                                                                   | 70  | I. V |
| 3. Sự hình thành và tiến hóa của khí quyển                                                                  | 74  |      |
| II. Sự ô nhiễm khí quyển                                                                                    | 75  |      |
| III. Các tác nhân gây ô nhiễm khí quyển và tác động của chúng                                               | 77  | II.  |
| 1. Các hợp chất chứa lưu huỳnh                                                                              | 78  |      |
| 2. Cacbon monoxit                                                                                           | 79  |      |
| 3. Các hợp chất chứa nitơ                                                                                   | 80  |      |
| 4. Các hidrocarbon                                                                                          | 81  | III  |
| 5. Các loại bụi                                                                                             | 82  | IV   |
| IV. Sự ô nhiễm không khí về mặt hoá học                                                                     | 83  |      |
| 1. Khái niệm về phản ứng quang hóa trong khí quyển                                                          | 83  |      |
| 2. Các phản ứng quang hóa của oxit nitơ trong khí quyển                                                     | 84  |      |
| 3. Các phản ứng cộng trong hệ $\text{NO}_x$ , $\text{H}_2\text{O}$ , $\text{CO}$ và không khí               | 85  |      |
| 4. Các phản ứng của hidrocarbon trong khí quyển                                                             | 87  |      |
| 5. Các phản ứng của các gốc tự do trong khí quyển                                                           | 93  |      |
| 6. Khói quang hóa                                                                                           | 94  |      |
| 7. Phản ứng của các oxit lưu huỳnh trong khí quyển                                                          | 96  |      |
| V. Tác động của ô nhiễm không khí lên môi trường                                                            | 100 |      |
| 1. Ảnh hưởng ô nhiễm không khí đến khí hậu, thời tiết toàn cầu                                              | 100 |      |
| 2. Tiếng ồn và ô nhiễm                                                                                      | 109 |      |
| 3. Ô nhiễm phóng xạ                                                                                         | 110 |      |
| 4. Ảnh hưởng của ô nhiễm không khí do bụi và các chất độc đến sức khỏe con người, động thực vật và vật liệu | 112 |      |
| VI. Những yêu cầu về chất lượng môi trường khí quyển                                                        | 114 |      |
| 1. Tiêu chuẩn chất lượng môi trường không khí                                                               | 114 |      |
| 2. Nồng độ cho phép của các loại bụi và các chất độc hại trong không khí                                    | 114 |      |
| <b>CÂU HỎI ÔN TẬP CHƯƠNG II</b>                                                                             | 120 |      |

|     |                                                                      |     |
|-----|----------------------------------------------------------------------|-----|
| 67  | <b>Chương III. MÔI TRƯỜNG THỦY QUYỂN</b>                             | 123 |
| 70  | <b>I. Vai trò của nước trong sinh quyển, chu trình nước toàn cầu</b> | 123 |
| 74  | 1. Vai trò của nước                                                  | 123 |
| 75  | 2. Tài nguyên nước và chu trình nước toàn cầu                        | 125 |
| 77  | <b>II. Thành phần hóa sinh và đặc tính của nước có liên quan</b>     |     |
| 78  | đến môi trường                                                       | 126 |
| 79  | 1. Thành phần hóa sinh của nước                                      | 126 |
| 80  | 2. Những đặc điểm của nước                                           | 136 |
| 81  | <b>III. Sự tạo phức chất trong nước tự nhiên và nước thải</b>        | 139 |
| 82  | <b>IV. Sự ô nhiễm môi trường nước</b>                                | 142 |
| 83  | 1. Ảnh hưởng của nước thải đối với nguồn nước tiếp nhận              | 142 |
| 83  | 2. Nguồn gốc và thành phần gây ô nhiễm nước                          | 144 |
| 84  | 3. Hiện tượng nước bị ô nhiễm                                        | 144 |
| 85  | <b>V. Các chỉ tiêu đánh giá và các phương pháp chung xác định</b>    |     |
| 87  | một số tác nhân gây ô nhiễm nước                                     | 150 |
| 93  | 1. Phương pháp phân tích môi trường nước                             | 150 |
| 94  | 2. Phương pháp xác định các chỉ tiêu vật lí của nước                 | 152 |
| 96  | 3. Phương pháp xác định các chỉ tiêu hóa học của nước                | 153 |
| 100 | <b>CÂU HỎI ÔN TẬP CHƯƠNG III</b>                                     | 177 |
| 100 | <b>Chương IV. MÔI TRƯỜNG THẠCH QUYỂN</b>                             | 185 |
| 109 | <b>I. Cấu trúc và thành phần hóa học của thạch quyển</b>             | 189 |
| 110 | 1. Cấu trúc của thạch quyển                                          | 189 |
|     | 2. Thành phần hóa học của đất                                        | 191 |
| 12  | <b>II. Những chất dinh dưỡng vi lượng, đa lượng và chu trình NPK</b> | 197 |
| 4   | 1. Những chất dinh dưỡng vi lượng                                    | 197 |
| 4   | 2. Những chất dinh dưỡng đa lượng                                    | 197 |
|     | 3. Chu trình của nitơ trong tự nhiên                                 | 198 |
|     | 4. Chu trình của photpho trong tự nhiên                              | 200 |

|                                                                |     |
|----------------------------------------------------------------|-----|
| 5. Chu trình của kali trong tự nhiên                           | 200 |
| III. Sự ô nhiễm thực quyển                                     | 201 |
| 1. Khái quát                                                   | 201 |
| 2. Ô nhiễm đất do phân bón hóa học và thuốc bảo vệ thực vật    | 202 |
| 3. Ô nhiễm đất do chất thải công nghiệp và chất thải sinh hoạt | 202 |
| 4. Ô nhiễm đất do tác nhân sinh học                            | 203 |
| 5. Ô nhiễm đất do sự cố tràn dầu                               | 203 |
| 6. Ô nhiễm do chiến tranh                                      | 203 |
| 7. Ô nhiễm đất do thảm họa địa hình                            | 203 |
| 8. Ô nhiễm đất do tác nhân vật lý                              | 210 |
| 9. Ô nhiễm đất bởi các chất phóng xạ                           | 210 |
| IV. Biện pháp kiểm soát ô nhiễm đất                            | 211 |
| V. Rừng và cây xanh                                            | 211 |
| <b>CÂU HỎI ÔN TẬP CHƯƠNG IV</b>                                | 215 |
| <b>Chương V. ĐỘC HÓA HỌC</b>                                   | 217 |
| I. Khái niệm chung                                             | 217 |
| II. Các chất độc hóa học trong môi trường                      | 219 |
| 1. Các chất độc chủ yếu có trong không khí                     | 219 |
| 2. Các chất độc trong nước                                     | 220 |
| III. Hiệu ứng hóa sinh của chất độc hóa học                    | 221 |
| 1. Ảnh hưởng của chất độc đến enzim                            | 221 |
| 2. Hiệu ứng hóa sinh của asen                                  | 222 |
| 3. Hiệu ứng hóa sinh của cadimi                                | 224 |
| 4. Hiệu ứng hóa sinh của chì                                   | 225 |
| 5. Hiệu ứng hóa sinh của thủy ngân                             | 227 |
| 6. Hiệu ứng hóa sinh của cacbon monoxit CO                     | 230 |
| 7. Hiệu ứng hóa sinh của các oxit nitơ NO <sub>x</sub>         | 232 |
| 8. Hiệu ứng hóa sinh của khí sunfuro SO <sub>2</sub>           | 232 |

|                                               |     |
|-----------------------------------------------|-----|
| 9. Tác dụng hóa sinh của ozon và PAN          | 233 |
| 10. Hiệu ứng hóa sinh của xianua              | 234 |
| 11. Hiệu ứng hóa sinh của thuốc trừ sâu       | 236 |
| 12. Các chất gây ung thư (carcinogens)        | 239 |
| V. Sự phá hủy môi trường do vũ khí hóa học    | 241 |
| 1. Khái niệm về vũ khí hóa học                | 241 |
| 2. Chiến tranh hóa học ở Việt Nam             | 242 |
| <b>CÂU HỎI ÔN TẬP CHƯƠNG V</b>                | 247 |
| <b>Chương VI. CÔNG NGHỆ MÔI TRƯỜNG</b>        | 249 |
| I. Khái niệm                                  | 249 |
| II. Công nghệ xử lý khí thải                  | 250 |
| 1. Xử lý bụi                                  | 250 |
| 2. Xử lý khí chứa axit                        | 253 |
| 3. Xử lý khí chứa halogen                     | 267 |
| 4. Xử lý khí chứa các hợp chất hữu cơ         | 268 |
| 5. Xử lý một số kim loại nặng                 | 269 |
| III. Công nghệ xử lý nước                     | 272 |
| 1. Công nghệ xử lý nước tự nhiên              | 272 |
| 2. Xử lý nước thải                            | 287 |
| 3. Xác định các chỉ số DO, BOD và COD         | 294 |
| IV. Công nghệ xử lý các phế thải rắn          | 297 |
| 1. Xử lý phế thải rắn sinh hoạt               | 297 |
| 2. Xử lý phế thải rắn công nghiệp             | 299 |
| <b>CÂU HỎI ÔN TẬP CHƯƠNG VI</b>               | 300 |
| <b>PHỤ TRƯỞNG: NHỮNG THẢM HOẠI MÔI TRƯỜNG</b> | 303 |
| <b>TÀI LIỆU THAM KHẢO</b>                     | 355 |

# **ĐẠI CƯƠNG VỀ MÔI TRƯỜNG VÀ GIÁO DỤC MÔI TRƯỜNG**

Trái Đất đã từng là cái nôi yên lành cho muôn loài sinh sống và phát triển trong sự cân bằng theo những qui luật tự nhiên của vũ trụ. Ngày nay trước thực trạng môi trường bị chính con người tàn phá hủy hoại nặng nề, gây nên những hậu quả nghiêm trọng và đang quay lại trực tiếp đe dọa tính mạng của hàng tỷ con người. Để thoát khỏi đại nạn này trách nhiệm không gì hơn là chính con người phải hiểu:

Môi trường sống là tài sản chung của nhân loại, vì vậy mỗi con người đều phải có trách nhiệm gìn giữ, bảo vệ và nâng cao chất lượng môi trường. Để mọi người trong xã hội tham gia một cách tự giác vào công tác này phải nâng cao nhận thức cho họ. Có tri thức về môi trường, mỗi người sẽ đóng góp vào sự nghiệp bảo vệ môi trường theo năng lực và vốn tri thức của mình cho xã hội.

## **I. NHỮNG CƠ SỞ CỦA KHOA HỌC MÔI TRƯỜNG**

### **1. Sinh thái học, hệ sinh thái và cân bằng sinh thái**

#### **a. Sinh thái học (ecology)**

Thuật ngữ sinh thái học được E. Heckel sử dụng đầu tiên vào năm 1869. Nó bắt nguồn từ chữ Hi Lạp: Oikos - nghĩa là "nơi ở", hay "nơi sinh sống" của sinh vật, còn Logos nghĩa là khoa học.

Như vậy, sinh thái là mối quan hệ tương hỗ giữa một cơ thể sống hoặc một quần thể sinh vật với các yếu tố môi trường xung quanh. Sinh thái học là một ngành khoa học nghiên cứu về tất cả các quan hệ giữa sinh vật và môi trường cùng những yếu tố cần thiết cho sự tồn tại của chúng. Sinh thái học là khoa học cơ sở cho công tác quản lý tài nguyên thiên nhiên và bảo vệ môi trường (BVMT).