

PHẠM NGỌC HỒ  
ĐỒNG KIM LOAN – TRỊNH THỊ THANH

**GIÁO TRÌNH**  
**CƠ SỞ MÔI TRƯỜNG**  
**KHÔNG KHÍ**



NHÀ XUẤT BẢN GIÁO DỤC VIỆT NAM

PHẠM NGỌC HỒ  
ĐỒNG KIM LOAN – TRỊNH THỊ THANH

Giáo trình  
**CƠ SỞ MÔI TRƯỜNG KHÔNG KHÍ**

NHÀ XUẤT BẢN GIÁO DỤC VIỆT NAM

**Công ty Cổ phần sách Đại học - Dạy nghề – Nhà xuất bản Giáo dục giữ quyền  
công bố tác phẩm.**

# Lời nói đầu

---

*Cơ sở Môi trường không khí* là giáo trình được các tác giả giàu kinh nghiệm biên soạn trên cơ sở các bài giảng cho sinh viên ngành Môi trường ở Trường Đại học Khoa học Tự nhiên – Đại học Quốc gia Hà Nội trong vòng 10 năm qua (kể từ khi Khoa Môi trường được thành lập năm 1995 – Khoa đầu tiên hình thành trong hệ thống đào tạo chính quy ngành Khoa học Môi trường ở nước ta). Nội dung của giáo trình không chỉ phản ánh những kiến thức cốt lõi của môn học theo **Chương trình khung đã được Bộ Giáo dục và Đào tạo thông qua** mà còn chứa đựng một số nội dung nâng cao, giúp sinh viên hiểu biết sâu, rộng về môi trường không khí. Vì vậy, giáo trình được sử dụng làm tài liệu chính thức trong giảng dạy và học tập cho sinh viên ngành Môi trường thuộc các trường đại học trong hệ thống Đại học Quốc gia cũng như các trường đại học, cao đẳng trên phạm vi cả nước.

Giáo trình gồm 5 chương:

Chương 1 và 2 trình bày về các thành phần của môi trường không khí và cấu trúc khí quyển như sự hình thành lớp khí quyển Trái Đất; cấu trúc của khí quyển theo chiều thẳng đứng; các yếu tố khí tượng và quy luật biến đổi của chúng theo độ cao, ảnh hưởng trực tiếp đến các quá trình khuếch tán và lan truyền chất ô nhiễm trong môi trường không khí.

Chương 3 trình bày các nguồn phát thải gây ô nhiễm, bao gồm các nguồn tự nhiên và nhân tạo, cũng như các chất gây ô nhiễm dưới dạng hạt (bụi, sol khí) và các khí ( $\text{SO}_2$ , CO,  $\text{NO}_x$ ,  $\text{O}_3$ ,  $\text{H}_2\text{S}$  v.v...). Đặc biệt, phương pháp mô hình hoá toán học để mô phỏng tính toán và dự báo quá trình lan truyền các chất ô nhiễm trong lớp biên khí quyển có xét đến ảnh hưởng của các yếu tố khí tượng, tầng kết nhiệt (độ ổn định của khí quyển) và địa hình được trình bày khá chi tiết, giúp bạn đọc hiểu được bản chất vấn đề và biết ứng dụng để giải quyết các bài toán thực tiễn về bức tranh phân bố nồng độ chất ô nhiễm trong môi trường không khí.

Chương 4 trình bày các khái niệm và định nghĩa liên quan đến các hiện tượng suy giảm tầng ôzôn, lỗ thủng ôzôn ở tầng bình lưu vùng cực, sự gia tăng nồng độ ôzôn trong tầng đối lưu; sự gia tăng khí nhà kính ảnh hưởng đến biến đổi khí hậu toàn cầu; các hiện tượng mưa axit và lắng đọng axit gây ô nhiễm nghiêm trọng môi trường đất, nước và các hệ sinh thái. Đây là những hiểm hoạ đã và đang diễn ra nghiêm trọng trên phạm vi toàn cầu, ảnh hưởng trực tiếp đến

cuộc sống của nhân loại và thế giới sinh vật. Các chương trình hành động nhằm giảm thiểu các hiện tượng trên với quy mô quốc gia và toàn cầu cũng được phân tích kỹ trong chương này.

Cuối cùng, chương 5 đề cập đến 4 quan điểm và các nguyên tắc cơ bản trong hệ thống kiểm soát chất lượng không khí nhằm quản lý, bảo vệ môi trường không khí trong sạch đã và đang được áp dụng ở các nước phát triển cũng như ở Việt Nam.

Giáo trình được biên soạn lần đầu nên không tránh khỏi các khiếm khuyết, rất mong bạn đọc đóng góp ý kiến để lần tái bản sau giáo trình được cập nhật và hoàn thiện hơn. Mọi ý kiến đóng góp xin gửi về Ban Biên tập sách Đại học – Cao đẳng, Công ty Cổ phần sách Đại học – Dạy nghề, 25 Hàn Thuyên, Hà Nội.

*Các tác giả*

# MỤC LỤC

## *Chương 1. Những vấn đề chung và cấu trúc của khí quyển*

1.1. Môi trường không khí và sự hình thành lớp khí quyển Trái Đất .....	9
1.1.1. Định nghĩa .....	9
1.1.2. Sự hình thành lớp khí quyển Trái Đất .....	9
1.2. Thành phần không khí khô của khí quyển [2].....	10
1.2.1. Thành phần không khí khô ở lớp dưới của khí quyển.....	10
1.2.2. Phương trình trạng thái của không khí khô .....	12
1.2.3. Phương trình trạng thái của hơi nước và mối liên hệ giữa các đặc trưng của độ ẩm.....	13
1.2.4. Phương trình trạng thái của không khí ẩm. Nhiệt độ ảo .....	14
1.2.5. Hơi nước trong khí quyển .....	16
1.2.6. Sol khí.....	18
1.3. Phân lớp của khí quyển .....	22
1.4. Sự bất đồng nhất ngang của tầng đối lưu. Các khối khí và front .....	25
1.5. Các dòng không khí và hoàn lưu chung khí quyển.....	28
1.5.1. Các dòng khí.....	28
1.5.2. Hoàn lưu chung khí quyển.....	31

## *Chương 2. Các yếu tố khí tượng và quy luật biến đổi của chúng theo chiều cao*

2.1. Các yếu tố khí tượng cơ bản .....	34
2.1.1. Nhiệt độ không khí .....	34
2.1.2. Áp suất khí quyển .....	34
2.1.3. Độ ẩm không khí.....	35
2.1.4. Tốc độ và hướng gió .....	36
2.1.5. Mây.....	37
2.2. Quy luật biến đổi của áp suất khí quyển theo độ cao .....	39
2.2.1. Phương trình cơ bản của tĩnh học khí quyển.....	39
2.2.2. Công thức khí áp tổng quát và các công thức khí áp riêng .....	39
2.2.3. Công thức khí áp toàn phần (công thức Laplace).....	44
2.2.4. Công thức khí áp rút gọn. Bậc khí áp.....	46
2.2.5. Công thức khí áp đối với những lớp khí quyển trên cao .....	48
2.2.6. Ứng dụng của các công thức khí áp.....	49
2.2.7. Mật độ áp và đường đẳng áp. Các trung tâm khí áp.....	51
2.2.8. Địa thế vị. Công thức khí áp của địa thế vị.....	53
2.2.9. Địa thế vị tuyệt đối và tương đối. Bản đồ hình thế khí áp.....	56
2.3. Quy luật biến đổi của nhiệt độ theo chiều cao .....	58
2.3.1. Tầng kết nhiệt của khí quyển.....	58
2.3.2. Các profin thẳng đứng của nhiệt độ .....	58
2.4. Các quy luật biến đổi của tốc độ gió theo chiều cao (các profin thẳng đứng của tốc độ gió) [2] .....	60
2.4.1. Profin của tốc độ gió trong lớp không khí sát đất ở điều kiện cân bằng .....	60
2.4.2. Profin của tốc độ gió trong lớp khí quyển sát đất ở điều kiện không cân bằng.....	64

### **Chương 3. Ô nhiễm không khí và mô hình hoá quá trình lan truyền chất ô nhiễm**

3.1. Nguồn gây ô nhiễm môi trường không khí .....	70
3.1.1. Các nguồn gây ô nhiễm .....	70
3.1.2. Nguồn ô nhiễm công nghiệp .....	70
3.1.3. Nguồn ô nhiễm giao thông vận tải [1] .....	74
3.1.4. Nguồn ô nhiễm sinh hoạt [1] .....	75
3.2. Chất gây ô nhiễm môi trường không khí .....	75
3.2.1. Các chất khí .....	75
3.2.2. Bụi [8, 36] .....	78
3.3. Các yếu tố ảnh hưởng đến chất lượng môi trường không khí [31] .....	79
3.3.1. Ảnh hưởng của gió .....	79
3.3.2. Ảnh hưởng của nhiệt độ .....	82
3.3.3. Ảnh hưởng của độ ẩm và mưa .....	84
3.3.4. Ảnh hưởng của địa hình đối với sự phân bố chất ô nhiễm .....	84
3.3.5. Ảnh hưởng của nhà và công trình đối với sự phân bố chất ô nhiễm trong môi trường không khí .....	84
3.4. Mô hình tính toán sự lan truyền chất ô nhiễm trong môi trường không khí .....	85
3.4.1. Các phương pháp mô hình hoá .....	85
3.4.2. Sự phân bố chất ô nhiễm và phương trình vi phân cơ bản .....	86
3.4.3. Mô hình lan truyền chất ô nhiễm trong môi trường không khí của Berliand .....	90
3.4.4. Mô hình lan truyền chất ô nhiễm trong môi trường không khí của Sutton và Gauss .....	93
3.4.5. Mô hình lan truyền chất ô nhiễm trong môi trường không khí đối với nguồn đường [9, 12, 45] .....	96
3.4.6. Mô hình lan truyền chất ô nhiễm trong không khí đối với nguồn mặt [1, 8] .....	98
3.5. Phương pháp cải tiến xác định các tham số khuếch tán rối ứng với điều kiện khí hậu Việt Nam [6, 10, 42] .....	100
3.5.1. Hệ số khuếch tán rối .....	100
3.5.2. Phương pháp xác định hệ số khuếch tán rối $K_y$ từ số liệu quan trắc khí tượng .....	102
3.5.3. Xác định kích thước rối ngang $K_x$ .....	105
3.5.4. Xác định các hệ số khuếch tán rối suy rộng của Sutton .....	105
3.5.5. Xác định các hệ số phát tán Gauss $\sigma_y, \sigma_z$ .....	105
3.5.6. Xác định các hệ số tỷ lệ a, b trong công thức biểu diễn quy luật biến đổi của hệ số khuếch tán rối ngang $K_x$ theo khoảng thời gian $\tau$ .....	106
3.5.7. Xác định tham số nhám $z_0$ và chỉ số mũ lũy thừa n [30] .....	108
3.6. Phương pháp đánh giá chất lượng môi trường [21, 22] .....	109
3.6.1. Phương pháp truyền thông đánh giá chất lượng môi trường thành phần (Phương pháp đánh giá các chỉ tiêu riêng lẻ) .....	110
3.6.2. Phương pháp chỉ tiêu tổng hợp đánh giá chất lượng môi trường thành phần .....	110
3.6.4. Cải tiến phương pháp đánh giá chất lượng môi trường thành phần theo chỉ tiêu tổng hợp trong điều kiện Việt Nam [21, 22] .....	112
3.7. Dự báo mức độ ô nhiễm tiếng ồn giao thông [1, 11] .....	116
3.8. Phương pháp xử lý, đồng nhất chuỗi số liệu [15] .....	117

3.8.1. Hiệu chỉnh số liệu đo đạc bằng các thiết bị thông dụng theo số liệu quan trắc tự động .....	117
3.8.2. Phương pháp xử lý và đánh giá tính đồng nhất của chuỗi số liệu.....	119
<b>Chương 4. Ôzôn, hiệu ứng nhà kính và mưa axit</b>	
4.1. Ôzôn khí quyển .....	125
4.1.1. Vai trò của ôzôn trong khí quyển .....	125
4.1.2. Đơn vị đo của ôzôn trong khí quyển [39].....	127
4.1.3. Quá trình quang hoá tạo thành và phân huỷ ôzôn trong khí quyển .....	128
4.1.4. Bức xạ cực tím.....	129
4.1.5. Vận chuyển và phân bố của ôzôn trong khí quyển.....	130
4.1.6. Cơ chế suy giảm tầng ôzôn và lỗ thủng ôzôn.....	137
4.1.7. Các chất và các hoạt động của con người làm suy giảm tầng ôzôn.....	143
4.1.8. Ảnh hưởng của sự biến đổi TLO bình lưu đến sinh học và khí hậu .....	149
4.1.9. Ảnh hưởng của ôzôn đối lưu đến sinh học và khí hậu .....	151
4.1.10. Kế hoạch hành động bảo vệ tầng ôzôn [33].....	152
4.1.11. Chương trình quốc gia của Việt Nam về bảo vệ tầng ôzôn [27] .....	155
4.2. Hiệu ứng nhà kính .....	156
4.2.1. Khái niệm và định nghĩa .....	156
4.2.2. Bản chất của hiệu ứng nhà kính.....	157
4.2.3. Các tác động của hiệu ứng nhà kính .....	158
4.2.4. Sự gia tăng hiệu ứng nhà kính [50].....	160
4.2.5. Các giải pháp nhằm giảm thiểu sự gia tăng hiệu ứng nhà kính.....	163
4.3. Mưa axit .....	181
4.3.1. Khái niệm và định nghĩa về mưa axit .....	181
4.3.2. Nguồn gốc và cơ chế hình thành mưa axit .....	181
4.3.3. Tác hại của mưa axit .....	182
4.3.4. Lắng đọng axit – vấn đề toàn cầu [40].....	184
<b>Chương 5. Kiểm soát ô nhiễm môi trường không khí</b>	
5.1. Giới thiệu chung.....	190
5.1.1. Một vài nét lịch sử của kiểm soát ô nhiễm không khí.....	190
5.1.2. Loại bỏ không khí bẩn hay kiểm soát phát thải.....	192
5.1.3. Phát thải, di chuyển, tiếp nhận.....	194
5.2. Luật và những quy định về kiểm soát ô nhiễm không khí, nguyên tắc kiểm soát ô nhiễm .....	196
5.2.1. Các quy định và luật kiểm soát ô nhiễm không khí .....	196
5.2.2. Nguyên tắc kiểm soát ô nhiễm không khí.....	199
5.2.3. Bốn quan điểm trong hệ thống kiểm soát.....	199
5.2.4. Kiểm soát thị trường và quyền phát thải.....	204
5.3. Các biện pháp kiểm soát ô nhiễm môi trường .....	204
5.3.1. Các biện pháp kiểm soát nguồn ô nhiễm.....	204
5.3.2. Kiểm soát môi trường không khí xung quanh .....	205
Phụ lục.....	207



## DANH MỤC CÁC TỪ VIẾT TẮT

BVMT	Bảo vệ môi trường
CIQG	Chương trình quốc gia
CDM	Cơ chế phát triển sạch
CLMT	Chất lượng môi trường
DPSIR	Driving Pressures State Impacts Responses (Mô hình DPSIR theo quan niệm của EEA)
DU	Đơn vị đo tổng lượng ôzôn bằng Dobson
EPA	Cục Bảo vệ môi trường
EIA	Cục Môi trường châu Âu
KKXQ	Không khí xung quanh
LRTAP	Công ước về ô nhiễm không khí xuyên biên giới phạm vi rộng
NAAQs	Các tiêu chuẩn Quốc gia về CLMT không khí xung quanh
NGO	Tổ chức phi Chính phủ
NSPS	Các tiêu chuẩn thực hiện cho nguồn mới
NESHAP	Tiêu chuẩn Quốc gia về nguồn phát thải cho các chất ô nhiễm không khí độc hại
ODS	Các chất làm suy giảm tầng ôzôn
OMB	Cơ quan quản lý ngân sách
PM <sub>10</sub>	Bụi lơ lửng có kích thước $\leq 10\mu\text{m}$
PM <sub>2.5</sub>	Bụi lơ lửng có kích thước $\leq 2,5\mu\text{m}$
PSD	Ngăn chặn sự suy giảm nghiêm trọng/sự ô nhiễm nghiêm trọng
RBO	Ban quản lý lưu vực
SST	Máy bay siêu âm
SIP	Lập kế hoạch thực hiện của Bang
TLO	Tổng lượng ôzôn
TCCP	Tiêu chuẩn cho phép
TCVN	Tiêu chuẩn Việt Nam
TNNQG	Tài nguyên nước quốc gia
TNNM	Tài nguyên nước mặt
TNNN	Tài nguyên nước ngầm
TSP	Bụi lơ lửng tổng số
UNEP	Chương trình môi trường của Liên hợp quốc
UVR	Bức xạ cực tím
WMO	Tổ chức Khí tượng thế giới
WHO	Tổ chức Y tế thế giới

# Chương 1

## NHỮNG VẤN ĐỀ CHUNG VÀ CẤU TRÚC CỦA KHÍ QUYỂN

### 1.1. MÔI TRƯỜNG KHÔNG KHÍ VÀ SỰ HÌNH THÀNH LỚP KHÍ QUYỂN TRÁI ĐẤT

#### 1.1.1. Định nghĩa

Môi trường không khí là lớp khí quyển bao quanh Trái Đất, được giới hạn từ bề mặt thủy quyển và thạch quyển đến giới hạn trên bởi không gian giữa các hành tinh và được xem như một hợp phần của môi trường tự nhiên.

Vì vậy, trước khi đề cập đến cấu trúc, các quá trình vật lý, hoá học xảy ra trong lớp khí quyển cũng như tương tác giữa khí quyển và bề mặt Trái Đất, cần hiểu về nguồn gốc hình thành các chất khí tạo nên khí quyển.

#### 1.1.2. Sự hình thành lớp khí quyển Trái Đất

Thật khó kể hết được tất cả các chất cấu tạo nên không khí, nhất là không khí trong sinh cầu, vì sự hình thành của khí quyển có liên quan rất nhiều đến các hoạt động trên bề mặt Trái Đất. Tất cả các chất đều tồn tại trong không khí và hầu hết chúng đều xuất phát từ mặt đất, ngay cả thành phần quan trọng nhất và cần thiết nhất cho sự sống là ôxi, cũng bắt nguồn từ thảo mộc. Vậy, quá trình hình thành lớp khí quyển diễn ra như thế nào.

Theo các thuyết gần đây nhất thì *khí quyển Trái Đất bắt đầu từ một đám mây khí nóng bóng, quay xung quanh một tâm điểm là Mặt Trời*; 98 % khí của đám mây này là heli và hydrô. Khi nhiệt độ hạ, các nguyên tố ngưng tụ lại thành những phân tử nhỏ gồm hydrô, ôxi (nước hay nước đá), nitơ, lưu huỳnh và cacbon. Các khí còn lại bốc lên cao, phân tử lớn dần, và khối mây của các phân tử co rút lại. Vì sự rút nhỏ về một khối đặc phải có sự phóng thích nhiệt năng, nên đến một giai đoạn nào đấy, cách đây khoảng vài nghìn triệu năm thì băng giá tan chảy và một lượng nước quan trọng được tụ trên mặt đất.

Vào thời kỳ này, trong khí quyển gần như không có một loại khí nào khác hơn là hơi nước. Hơi nước bị tia tử ngoại của Mặt Trời phân huỷ thành ôxi và hydrô. Hydrô bay thoát lên cao, còn ôxi thì bị vỏ quả đất và cacbon giữ lại để tạo ra khí cacbonic. Như vậy, khí CO<sub>2</sub> xuất hiện ở ngay giai đoạn đầu, nhưng với nồng độ nhỏ hơn nồng độ hiện nay rất nhiều, vì phần lớn