

BỘ NÔNG NGHIỆP VÀ PHÁT TRIỂN NÔNG THÔN
TRƯỜNG CAO ĐẲNG LƯƠNG THỰC – THỰC PHẨM

GIÁO TRÌNH

MÔN HỌC: HÓA HỌC MÔI TRƯỜNG

TRÌNH ĐỘ: CAO ĐẲNG

*(Ban hành kèm theo Quyết định số: 749/QĐ-CĐLTTP-ĐT
ngày 16 tháng 8 năm 2017 của Hiệu trưởng Trường Cao đẳng Lương thực
Thực phẩm)*

Đà Nẵng, năm 2017

TUYÊN BỐ BẢN QUYỀN

Tài liệu này thuộc loại sách giáo trình nên các nguồn thông tin có thể được phép dùng nguyên bản hoặc trích dùng cho các mục đích về đào tạo và tham khảo.

Mọi mục đích khác mang tính lệch lạc hoặc sử dụng với mục đích kinh doanh thiếu lành mạnh sẽ bị nghiêm cấm.

LỜI GIỚI THIỆU

Hóa học môi trường là môn khoa học đa ngành bao gồm hóa học, vật lý, sinh học, khoa học về sự sống, nông học và sức khỏe cộng đồng. Vì vậy việc xây dựng chương trình và giáo trình về giáo dục môi trường trong các cấp học, bậc học được Nhà nước ta, các bộ, ngành có liên quan và nhà trường quan tâm.

Nằm trong chương trình đào tạo ngành Công nghệ Kỹ thuật Môi trường của trường Cao đẳng Lương thực – Thực phẩm, Hóa học môi trường là môn học tiên quyết, cung cấp cho người học các kiến thức cơ bản nhất về các dạng môi trường sống trên trái đất, các vấn đề ô nhiễm môi trường mà thế giới đang đối mặt và một số biện pháp để cải thiện môi trường, hệ sinh thái.

Nội dung môn học bao gồm 4 chương:

Chương 1: Đại cương Hóa học môi trường

Chương 2: Hóa học khí quyển

Chương 3: Hóa học Thủy quyển

Chương 4: Hóa học địa quyển

Trong quá trình biên soạn giáo trình chắc chắn sẽ còn nhiều thiếu sót, rất mong được sự góp ý của các đồng nghiệp, độc giả để nội dung được hoàn thiện hơn và phù hợp hơn nữa với chương trình đào tạo.

Xin chân thành cảm ơn.

Đà Nẵng, ngày 30 tháng 6 năm 2017

Người biên soạn

Nguyễn Thị Hồng Phúc

Mục lục

LỜI GIỚI THIỆU	3
CHƯƠNG 1: ĐẠI CƯƠNG HÓA HỌC MÔI TRƯỜNG	6
A. Nội dung	6
I. Một số khái niệm cơ bản về môi trường	6
1. Môi trường	6
2. Hóa học môi trường	6
3. Chức năng của môi trường	6
4. Sự ô nhiễm và suy thoái môi trường	7
5. Hệ sinh thái	7
II. Phát triển bền vững	8
B. Câu hỏi và bài tập thực hành	9
CHƯƠNG 2: HÓA HỌC KHÍ QUYỂN	10
A. Nội dung	10
I. Sự hình thành và tiến hóa của khí quyển	10
II. Cấu trúc và thành phần của khí quyển	11
1. Cấu trúc khí quyển	11
2. Thành phần hóa học của khí quyển	13
III. Vai trò của khí quyển	15
IV. Sự ô nhiễm môi trường không khí	16
1. Khái quát về ô nhiễm không khí	16
2. Một số chất gây ô nhiễm môi trường không khí	17
5. Các hiện tượng ô nhiễm môi trường không khí	28
B. Câu hỏi	32
CHƯƠNG 3: HÓA HỌC THỦY QUYỂN	34
A. Nội dung	34
I. Vai trò của nước trong sinh quyển. Chu trình thủy văn	34
1. Vai trò của nước	34
2. Chu trình nước toàn cầu (chu trình thủy văn)	34
II. Thành phần của nước tự nhiên	35
1. Thành phần hóa học	35

2. Thành phần sinh học	38
IV. Sự ô nhiễm môi trường nước	38
1. Nguồn gốc và thành phần gây ô nhiễm nước	38
2. Hiện tượng nước bị ô nhiễm	39
3. Tiêu chuẩn chất lượng nước	40
V. Một số phương pháp xử lý nước thải.....	41
1. Phương pháp sinh học	41
2. Phương pháp lý – hóa.....	45
CHƯƠNG 4: HÓA HỌC ĐỊA QUYỀN	51
A. Nội dung.....	51
I. Khái niệm Địa quyền. Đối tượng nghiên cứu của hóa học Địa quyền.	51
II. Thành phần của đất	52
1. Thành phần vô cơ của đất	53
2. Thành phần hữu cơ của đất	53
3. Nước và không khí trong đất	55
4. Những chất dinh dưỡng vi lượng và đa lượng trong đất.....	56
III. Sự xói mòn và thoái hóa đất.	56
1. Sự xói mòn đất	56
2. Sa mạc hóa	57
IV. Sự ô nhiễm môi trường đất.....	57
1. Ô nhiễm do hoạt động nông nghiệp.....	57
2. Ô nhiễm hoạt động công nghiệp và sinh hoạt	58
B. Câu hỏi và bài tập ứng dụng	59
HƯỚNG DẪN GIẢNG DẠY MÔN HỌC	60
I. Vị trí, tính chất, ý nghĩa và vai trò của môn học.....	60
II. Mục tiêu của môn học:	60
III. Tài liệu tham khảo	60

GIÁO TRÌNH MÔN HỌC
HÓA HỌC MÔI TRƯỜNG
CHƯƠNG 1: ĐẠI CƯƠNG HÓA HỌC MÔI TRƯỜNG

Đại cương về hóa học môi trường cung cấp định nghĩa và sự quan trọng của môi trường và hệ sinh thái, từ đó giáo dục người học có thái độ đúng trong việc bảo vệ môi trường và hệ sinh thái.

Mục tiêu:

- Nêu được khái niệm về môi trường, hệ sinh thái.
- Trình bày được chức năng của môi trường.
- Trình bày được các nguyên nhân gây suy thoái môi trường và hệ sinh thái.
- Phân tích được các yếu tố cần thiết để phát triển bền vững.

A. Nội dung

I. Một số khái niệm cơ bản về môi trường

1. Môi trường

Môi trường là tổng hợp các điều kiện bên ngoài có ảnh hưởng đến đời sống và sự phát triển của sinh vật.

Đối với con người, môi trường sống là tổng hợp các điều kiện vật lý, hóa học, kinh tế xã hội có ảnh hưởng đến sự sống và phát triển của từng cá nhân, của cộng đồng con người. Môi trường sống của con người là cả vũ trụ, trong đó hệ Mặt trời và Trái Đất có ảnh hưởng rõ rệt nhất.

2. Hóa học môi trường

Hóa học môi trường là môn khoa học nghiên cứu các hiện tượng hóa học xảy ra trong môi trường. Nói cách khác, hóa học môi trường nghiên cứu các nguồn, các phản ứng, sự vận chuyển, hiệu ứng và sự tồn tại của các chất hóa học có trong không khí, đất, nước và ảnh hưởng của những hoạt động của con người đến các quá trình này.

Như vậy, hóa học môi trường là một môn đa ngành liên quan trực tiếp đến các ngành hóa học, vật lý, sinh học, địa chất học, y học, ... Mục đích của hóa học môi trường nhằm cung cấp kiến thức cơ bản về các tương tác của các hình thái môi trường, giúp ta hiểu rõ bản chất các hiện tượng xảy ra xung quanh cuộc sống và trong thế giới tự nhiên. Qua đó đề ra các giải pháp ngăn chặn tác động có hại đến môi trường. Các kiến thức về hóa học môi trường không chỉ cần thiết cho các nhà hóa học mà còn rất cần thiết cho những nhà nghiên cứu kỹ thuật và quản lý môi trường.

3. Chức năng của môi trường

Đối với con người, có thể xem môi trường có 3 chức năng cơ bản sau:

- Môi trường là không gian sống của con người.

Trong cuộc sống của mình, con người cần có một không gian sống với một phạm vi nhất định. Trái Đất – bộ phận của môi trường gần gũi nhất với loài người không thay đổi nhưng số lượng người trên trái đất đã và đang tăng lên rất nhanh, vì thế mà diện tích đất bình quân cho một người cũng đã và đang giảm sút nhanh chóng. Con người đòi hỏi không gian sống không chỉ rộng rãi mà còn có chất lượng cao. Không gian sống có chất lượng cao trước hết phải sạch sẽ, tinh khiết, cụ thể là không khí, nước, đất tiếp xúc với con người và được con người sử dụng không chứa hoặc chứa ít

các chất bẩn, độc hại đến sức khỏe con người. Không gian sống cũng cần có cảnh quan đẹp đẽ, hài hòa, thỏa mãn được đòi hỏi mỹ cảm của con người.

- Môi trường là nơi cung cấp nguồn tài nguyên cần thiết cho cuộc sống và hoạt động sản xuất của con người.

Trải qua các thời kỳ từ săn bắn, hái lượm đến sản xuất nông nghiệp, công nghiệp con người đều phải sử dụng các nguyên liệu, khoáng sản và các dạng năng lượng để phục vụ cho mục đích ăn, ở và lao động sản xuất. Như vậy vấn đề tài nguyên được đặt ra là con người phải khai thác, sử dụng và bảo vệ như thế nào để đảm bảo phát triển bền vững.

- Môi trường là nơi chứa đựng các phế thải do con người tạo ra trong quá trình sinh hoạt và sản xuất của mình.

Trong quá trình sử dụng nguyên liệu và năng lượng vào cuộc sống của mình, con người chưa bao giờ và hầu như không bao giờ đạt được hiệu suất 100%. Nói cách khác, con người luôn luôn tạo ra các phế thải: phế thải sinh hoạt và phế thải sản xuất. Dân số càng tăng, nhu cầu càng cao thì phế thải càng nhiều, hiện tượng ô nhiễm môi trường càng trầm trọng. Do vậy vấn đề chứa đựng và xử lý phế thải trở thành nhiệm vụ hàng đầu của mọi người và mọi quốc gia.

4. Sự ô nhiễm và suy thoái môi trường

- **Ô nhiễm môi trường**

Ô nhiễm môi trường là hiện tượng làm thay đổi trực tiếp hoặc gián tiếp các thành phần và đặc tính vật lý, hóa học, sinh học, sinh thái học của bất kỳ thành phần nào của môi trường hay toàn bộ môi trường vượt quá mức cho phép đã được xác định.

Tác nhân gây ô nhiễm môi trường là những chất, những hỗn hợp chất hoặc những nguyên tố hóa học có tác dụng biến môi trường từ trong sạch trở nên độc hại. Những tác nhân này thường được gọi khái quát là chất ô nhiễm. Chất ô nhiễm có thể là chất rắn (rác, phế thải rắn, ...), chất lỏng (dung dịch hóa chất, nước nhuộm, ...), chất khí (SO₂ từ núi lửa, CO₂, NO₂ trong khói xe, ...). Cũng có thể phân loại chất gây ô nhiễm từ nguồn gốc của chúng: chất gây ô nhiễm có nguồn gốc tự nhiên (núi lửa, cháy rừng, bão lụt, ...) và chất gây ô nhiễm có nguồn gốc nhân tạo (sản xuất công nghiệp, giao thông vận tải, chiến tranh, ...).

Đường đi của chất gây ô nhiễm là cơ chế phân tán chất ô nhiễm từ nguồn phát sinh đến các bộ phận của môi trường.

- **Suy thoái môi trường**

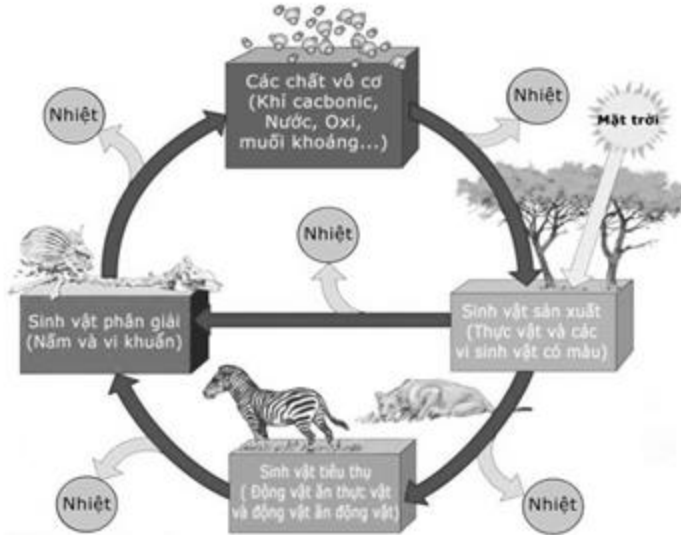
Suy thoái môi trường là một quá trình suy giảm mà kết quả của nó đã làm thay đổi về chất lượng và số lượng thành phần môi trường và làm giảm đa dạng sinh học. Quá trình đó gây hại cho đời sống con người, sinh vật và thiên nhiên.

5. Hệ sinh thái

Hệ sinh thái là đơn vị tự nhiên bao gồm các quần thể sinh vật (thực vật, động vật bậc thấp bậc cao, vi sinh vật) và môi trường trong đó chúng tồn tại và phát triển (sinh cảnh). Quần thể sinh vật và sinh cảnh có mối liên quan chặt chẽ với nhau, tương tác và hỗ trợ nhau, nhưng giữa chúng còn tồn tại một mức độc lập tương đối, cùng

sống trong một điều kiện ngoại cảnh nhất định, mà điều kiện ngoại cảnh đó có ảnh hưởng mạnh mẽ đến sự tồn tại và phát triển của quần thể sinh vật sống.

Môi trường sinh vật trong hệ sinh thái bao gồm các sinh vật sản xuất, sinh vật tiêu thụ và sinh vật phân hủy liên hệ với nhau qua các dây chuyền thực phẩm, theo đó năng lượng từ các chất dinh dưỡng được truyền từ sinh vật này đến sinh vật khác.



Hình 1.1: Mối quan hệ giữa các thành phần trong hệ sinh thái

Trong tự nhiên tồn tại nhiều hệ sinh thái: Hệ sinh thái cạn (đất, rừng, sa mạc,...), hệ sinh thái nước (biển, sông, đầm, hồ, ...). Các hệ sinh thái cũng còn có thể do con người tạo ra như các hệ sinh thái nông nghiệp, hệ sinh thái đô thị. Các hệ sinh thái có thể trải qua sự chọn lọc tự nhiên mà hình thành. Hệ sinh thái tự nhiên thì bền vững, vì nó tuân theo quy luật chọn lọc tự nhiên, hợp với thiên nhiên, các hệ sinh thái nhân tạo thì kém bền vững.

Các hệ sinh thái có khả năng thực hiện một sự tự điều chỉnh nhất định trong giới hạn xác định, nhưng nếu vượt qua giới hạn này thì chúng không còn khả năng hoạt động bình thường nữa, lúc đó chúng sẽ phải chịu đựng sự thay đổi nào đó, hoặc bị tổn hại hay bị phá hoại. Khi đó sẽ bị mất cân bằng sinh thái. Như vậy, cân bằng sinh thái có thể được hiểu là sự cân bằng giữa sản xuất, tiêu thụ và phân hủy, cũng như sự tồn tại cân bằng giữa các loài trong hệ đó.

II. Phát triển bền vững

Môi trường là tổng hợp các điều kiện sống của con người, còn phát triển là quá trình sử dụng và cải thiện các điều kiện đó. Giữa môi trường và phát triển có mối quan hệ chặt chẽ với nhau.

Phát triển là quá trình nâng cao đời sống vật chất, tinh thần của con người bằng cách phát triển sản xuất, cải thiện quan hệ xã hội, nâng cao chất lượng hoạt động văn hóa. Phát triển là xu hướng tất yếu khách quan của mỗi cá nhân và cộng đồng người. Để có được sự phát triển trong một giai đoạn cần có những mục tiêu nhất định. Để đạt được những mục tiêu đó con người phải tiến hành các hoạt động có ảnh hưởng trực tiếp hoặc gián tiếp đến môi trường. Các hoạt động này thường là nguyên nhân gây nên

sự sử dụng không hợp lý, lãng phí tài nguyên thiên nhiên, làm suy thoái chất lượng môi trường. Đây chính là vấn đề môi trường cần được nghiên cứu và giải quyết.

Vậy, *phát triển bền vững* là một sự phát triển sử dụng tài nguyên thiên nhiên, điều kiện, môi trường hiện có để thỏa mãn những nhu cầu của các thế hệ con người hiện tại nhưng phải đảm bảo cho các thế hệ tương lai những điều kiện tài nguyên và môi trường cần thiết để họ có thể sống tốt hơn ngày nay.

Đánh giá tính bền vững sự phát triển của một xã hội là hết sức khó khăn. Vì phát triển có liên quan đến nhiều mặt của xã hội trong đó quan trọng nhất là phát triển kinh tế, xã hội và môi trường. Sự phát triển bền vững của một xã hội có thể được đánh giá bằng những chỉ tiêu nhất định trên ba mặt nói trên.

- Bền vững kinh tế: Một quốc gia bền vững về mặt kinh tế phải đạt yêu cầu sau:
 - Có tăng trưởng GDP và GDP/người cao.
 - Có cơ cấu GDP lành mạnh đảm bảo cho tăng trưởng GDP ổn định lâu dài. Cụ thể là đóng góp của công nghiệp dịch vụ trong GDP phải cao hơn nông nghiệp.
- Bền vững xã hội: Tính bền vững và phát triển xã hội của các quốc gia cũng thường được đánh giá qua một số chỉ tiêu: sự phát triển con người, hệ số bình đẳng, chỉ tiêu về giáo dục, dịch vụ y tế, hoạt động văn hóa, ...
- Bền vững môi trường: Môi trường luôn biến động dưới sự tiến hóa của tự nhiên và hoạt động của sinh vật trong đó con người có tác động mạnh mẽ nhất. Con người không thể bảo toàn môi trường nguyên dạng nhưng phải bảo vệ các chức năng của môi trường. Môi trường bền vững là môi trường luôn thay đổi nhưng vẫn làm tròn các chức năng của nó.

B. Câu hỏi và bài tập thực hành

1. Sự ô nhiễm môi trường và suy thoái hệ sinh thái ảnh hưởng như thế nào đến đời sống động thực vật nói chung và con người nói riêng?
2. Thế nào là phát triển bền vững?

C. Ghi nhớ

1. Các chức năng của môi trường.
2. Các yếu tố gây ô nhiễm môi trường, suy thoái sinh thái.
3. Các yếu tố để phát triển bền vững

CHƯƠNG 2: HÓA HỌC KHÍ QUYỂN

Hóa học khí quyển giới thiệu về sự hình thành và tiến hóa của khí quyển, tầm quan trọng của khí quyển đối với sự sống con người và động thực vật trên Trái đất. Bên cạnh đó, chương 2 cung cấp kiến thức về một số chất gây ô nhiễm không khí trong thời đại ngày nay, qua đó đưa ra một số giải pháp và thiết bị để hạn chế sự ô nhiễm không khí.

Mục tiêu:

- Trình bày được cấu trúc khí quyển.
- Phân tích được cơ chế gây ô nhiễm không khí của một số chất.
- Trình bày được nguyên tắc hoạt động của một số hệ thống lọc bụi
- Phân tích được các hiện tượng ô nhiễm không khí ngày nay và nêu một số biện pháp khắc phục.

A. Nội dung

I. Sự hình thành và tiến hóa của khí quyển

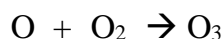
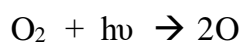
Có nhiều giả thuyết khác nhau về sự hình thành khí quyển. Giả thuyết được nhiều nhà khoa học chấp nhận nhất cho rằng, khí quyển lúc sơ khai có thành phần rất khác ngày nay và hoạt động của vi sinh vật là nguyên nhân dẫn đến sự biến đổi này. Sự hình thành khí quyển gắn liền với sự hình thành và phát triển của sự sống trên trái đất.

Hơn 4 tỉ năm trước, trái đất chỉ là một quả cầu mới hình thành với nhiệt độ và áp suất cực cao, “bầu khí quyển” là một lớp hơi nước dày đặc. Theo thời gian, trái đất nguội dần, hoạt động của núi lửa đã giải phóng các khí CO₂, CH₄ và NH₃. Dưới tác dụng của tia tử ngoại, chất phóng xạ, sấm chớp các chất ban đầu đã phản ứng với nhau tạo thành các amino axit và đường. Các dạng sống đầu tiên đã xuất hiện trên trái đất ở đại dương. Một số vi sinh vật tiêu thụ khí hydro và sinh ra metan như phế phẩm. Một số sử dụng năng lượng mặt trời để quang hợp nhưng không sinh ra khí oxi.

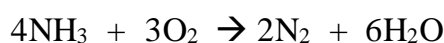
Cách đây khoảng 2,8 tỉ năm, một số loài vi sinh vật có khả năng sinh ra oxi từ việc phân tách phân tử nước. Lúc đầu, oxi có thể được xem là chất độc hại cho các sinh vật dạng sơ khai. Tuy nhiên lúc này một lượng lớn oxi đã được Fe(II) hấp thụ để tạo thành Fe₂O₃:



Quá trình này tạo thành một lượng lớn Fe₂O₃ sa lắng và là bằng chứng cho sự tạo thành của oxi tự do trong khí quyển thời kì ban đầu. Về sau, khi có thêm nhiều hệ enzyme phát triển, vi sinh vật có thể sử dụng oxi để oxi hóa các chất hữu cơ trong đại dương để tạo ra CO₂ và kích hoạt một số phản ứng hóa học. Tại thời điểm này, oxi tạo ra tầng ozone cách mặt đất từ 20 đến 30 km nhằm bảo vệ sự sống trên bề mặt trái đất khỏi tia cực tím.



Oxi cũng đã oxi hóa amoniac để giải phóng nitơ hình thành khí quyển nitơ – oxi:



Cách đây hơn 500 triệu năm, sự sống bắt đầu di chuyển từ đại dương lên đất liền, xuất hiện các mầm sống của động thực vật. Hệ thực vật đa bào có mạch, có khả năng dẫn nước và chất dinh dưỡng xuất hiện và sinh ra khí oxi qua hiện tượng quang hợp. Cách đây 300 triệu năm, rừng bao phủ trái đất, nâng lượng oxi lên cao và tạo ra đa dạng sinh học.

Thành phần hiện nay của khí quyển cũng giống với 500 triệu năm về trước tuy nhiên vẫn còn có sự thay đổi nhỏ do một số khí bị hấp thụ bởi đất trồng, bởi các loại đá và các cơ chế sống hoặc thoát ra vũ trụ. Chu trình của việc sử dụng và tái sinh các khí trong khí quyển là một cân bằng đáng chú ý, cân bằng này bao gồm đất trồng, không khí, động thực vật.

II. Cấu trúc và thành phần của khí quyển

1. Cấu trúc khí quyển

Khí quyển là lớp vỏ khí bao quanh Trái Đất. Ranh giới phân chia giữa khí quyển và khoảng không gian bên ngoài không rõ ràng. Độ cao của lớp vỏ khí này có thể từ 500 – 1000km từ mặt đất. Tuy nhiên 99% khối lượng khí quyển tập trung ở lớp khí chỉ cách mặt đất 30km.

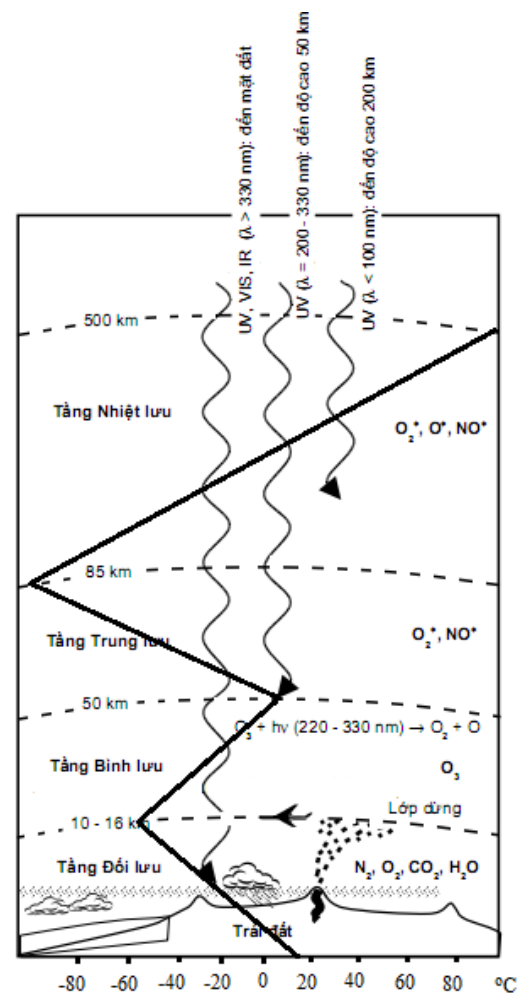
Khí quyển được cấu tạo bởi nhiều chất khác nhau. Trong khí quyển có khoảng 50 hợp chất hóa học, gồm cả những hạt bụi lơ lửng (bụi, phấn hoa, vi khuẩn, vi rút, ...). Thành phần và hàm lượng các chất có mặt trong khí quyển phụ thuộc vào điều kiện vật lý, khí hậu và phân bố theo độ cao. Càng lên cao, áp suất càng giảm, ở độ cao 100km, áp suất khí quyển chỉ bằng một phần triệu (3×10^{-7} at) so với áp suất bề mặt Trái Đất (1at). Nhiệt độ thay đổi trong khoảng từ -92° đến 1200°C .

Khí quyển được chia thành nhiều tầng, nhưng ta xét 4 tầng chính dựa vào sự khác nhau về chiều cao và chênh lệch nhiệt độ: tầng đối lưu, tầng bình lưu, tầng trung lưu, tầng nhiệt lưu.

- **Tầng đối lưu (troposphere)**

Tầng này có độ cao từ 0 đến khoảng 11km. Độ cao của tầng đối lưu có thể thay đổi khoảng vài km, tùy thuộc vào các yếu tố như nhiệt độ, bề mặt trái đất, ... (khoảng 8km ở 2 cực, 18km ở xích đạo). Tầng đối lưu chiếm khoảng 70% khí quyển trái đất, thành phần chủ yếu là N_2 , O_2 , CO_2 và hơi nước, tầng này quyết định khí hậu trái đất.

Không khí trong tầng đối lưu là không đồng nhất về tỉ khối và nhiệt độ. Tỉ khối giảm theo hàm số mũ cùng với sự tăng độ cao, vì vậy càng lên cao, áp suất càng giảm.



Hình 2.1: Cấu trúc khí quyển

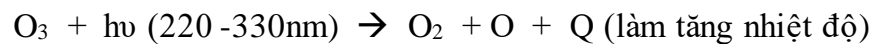
Nhiệt độ cũng giảm theo độ cao, ước tính cứ lên cao 100m thì nhiệt độ giảm 0,6°C. Không khí ở gần mặt đất bị đốt nóng do bức xạ từ mặt đất, thu nhiệt, giãn nở, không ngừng bốc lên cao còn lớp không khí lạnh ở trên chìm xuống, mặt khác, bức xạ từ mặt trời xuống trái đất không đều nhau sẽ dẫn đến sự khác nhau về nhiệt độ và áp suất ở mọi nơi. Sự không đồng nhất này nên dẫn đến sự xáo trộn mạnh mẽ các dòng hỗn hợp không khí và những đám mây hơi nước theo cả chiều thẳng đứng và cả chiều ngang. Các chất ô nhiễm sinh ra do hoạt động tự nhiên hay nhân tạo cũng dễ dàng bị xáo trộn và pha loãng, đồng thời cũng có thể xảy ra các quá trình chuyển hóa, biến đổi.

Phần trên cùng của tầng đối lưu có nhiệt độ thấp nhất (khoảng -56°C) được gọi là *đỉnh tầng đối lưu* hay là *lớp dừng (tropopause)*, đánh dấu sự kết thúc xu hướng giảm nhiệt theo độ cao trong tầng đối lưu và bắt đầu có sự tăng nhiệt độ. Ở đỉnh tầng đối lưu có nhiệt độ rất thấp, hơi nước bị ngưng tụ và đông đặc nên không thể thoát khỏi tầng khí quyển thấp. Nếu không có đỉnh tầng đối lưu đóng vai trò như một tấm chắn hữu hiệu, hơi nước có thể bay lên các tầng khí quyển bên trên và sẽ bị phân tích dưới tác dụng của bức xạ tử ngoại có năng lượng lớn.

- **Tầng bình lưu (stratosphere)**

Độ cao từ 11 đến 50km, trong tầng này nhiệt độ tăng theo chiều cao từ -56°C đến -2°C. Sự tăng nhiệt theo độ cao ở đây là do sự hấp thụ bức xạ tử ngoại và tỏa nhiệt của ozone. Thành phần chủ yếu của tầng này là O₃, ngoài ra còn có N₂, O₂ và một số gốc hóa học khác.

Trên đỉnh tầng đối lưu và phần dưới tầng bình lưu là tầng ozone, nhiệt độ trong tầng này gần như không đổi. Ozone ở vùng này đóng vai trò cực kì quan trọng, nó có tác dụng như một lá chắn bảo vệ cho cuộc sống trên bề mặt Trái Đất, tránh được tác dụng có hại của tia tử ngoại từ ánh sáng mặt trời.



Trong tầng bình lưu, không khí ít bị khuấy động, coi như chỉ chuyển động theo chiều ngang, do đó thời gian lưu của các phân tử hóa học ở vùng này khá lớn. Nếu các chất gây ô nhiễm bằng cách nào đó xâm nhập vào tầng này thì chúng sẽ tồn tại và gây ảnh hưởng trong một thời gian dài hơn nhiều so với ảnh hưởng của chúng gây ra tại tầng đối lưu.

- **Tầng trung lưu (mesosphere)**

Tầng trung lưu hay còn gọi là tầng trung gian có độ cao từ 50 đến 85km, nhiệt độ giảm theo độ cao từ -2 đến -92°C, do không có nhiều thành phần hóa học hấp thụ tia tử ngoại, đặc biệt là ozone. Thành phần hóa học chủ yếu trong tầng này chủ yếu là các gốc tự do O₂⁺, NO⁺ được tạo thành do oxi và ni tơ oxit hấp thụ bức xạ tử ngoại xa.

- **Tầng nhiệt lưu (thermosphere)**

Tầng nhiệt lưu có độ cao từ 85 đến 500km, nhiệt độ trong tầng này tăng từ -92 đến 1200°C. Trong tầng này, do tác dụng của bức xạ mặt trời nhiều phản ứng hóa học đã xảy ra với oxi, ozone, ni tơ, ni tơ oxit, cacbonic, hơi nước, ... chúng bị phân tách thành nguyên tử và sau đó ion hóa thành các ion O₂⁺, O⁺, NO⁺, e⁻, NO₂⁻, CO₃²⁻,...và

hiều hạt bị ion hóa phản xạ sóng điện từ sau khi hấp thụ bức xạ mặt trời ở vùng tử ngoại xa (UV-C, $\lambda < 290\text{nm}$).

Ở các tầng trên người ta còn có khái niệm *tầng điện ly* hay *tầng ngoài* (*exosphere*) và *tầng ion* (*ionsphere*). Tầng ngoài bao quanh Trái Đất ở độ cao lớn hơn 800km, có chứa các ion oxi O^+ , heli He^+ (ở độ cao $< 1500\text{km}$) và hidro H^+ (ở độ cao $> 1500\text{km}$). Một phần hidro ở tầng này có thể tách ra và đi vào vũ trụ (khoảng vài nghìn tấn/năm). Mặt khác các dòng plasma do mặt trời phát ra và bụi vũ trụ (khoảng $2\text{g}/\text{km}^2$) cũng đi vào khí quyển trái đất. Tuy nhiên nhiệt độ ở tầng này cao đến nỗi nó đốt cháy các vật thể từ ngoài vũ trụ rơi vào Trái Đất.

2. Thành phần hóa học của khí quyển

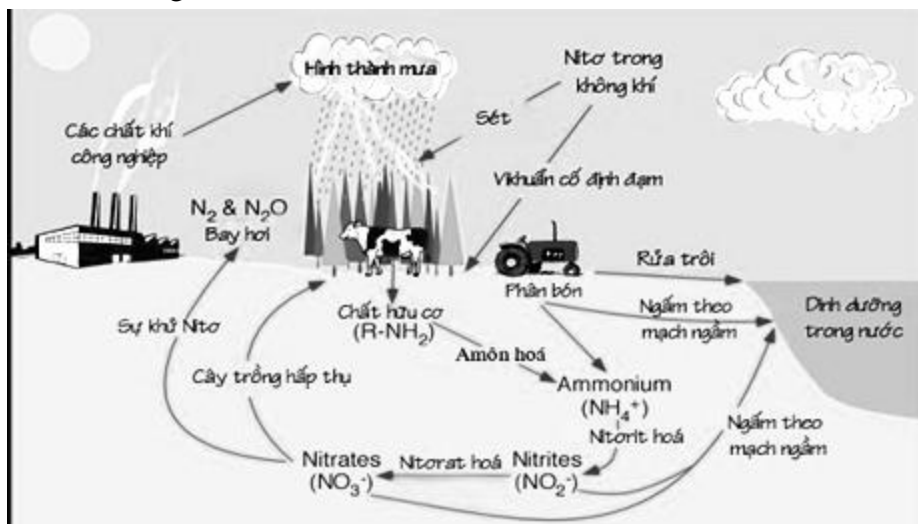
Thành phần chính của không khí khô trong tầng đối lưu được trình bày trong bảng sau:

Bảng 2.1: Thành phần chính của không khí khô trong tầng đối lưu

Các cấu tử chính	% Thể tích	% Khối lượng
Nitơ (N_2 , khí)	78,09	75,51
Oxi (O_2 , khí)	20,95	23,15
Argon (Ar, khí)	0,93	1,23
Cacbonic (CO_2 , khí)	0,03	0,05

Trong đó nitơ, oxy và cacbon dioxit là 3 yếu tố sinh thái quan trọng.

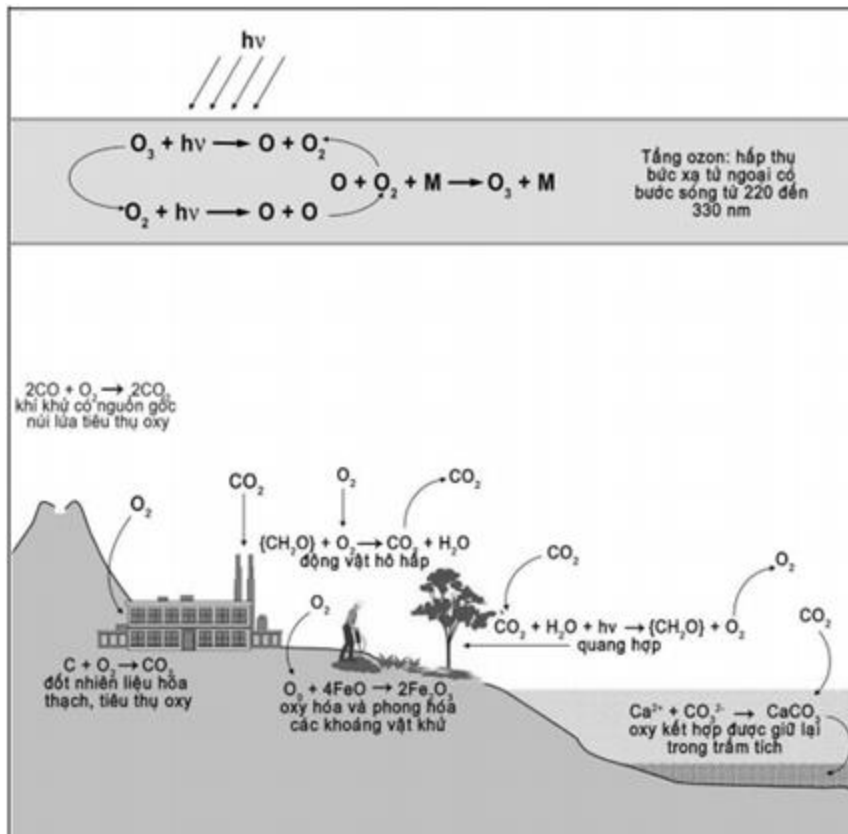
Nitơ là khí khá trơ về mặt hóa học, nó hầu như không tham gia các phản ứng hóa học ở điều kiện thường. Ở nhiệt độ cao hoặc trong tia lửa điện, nitơ tác dụng với oxi sinh ra khí NO, tác dụng với hidro tạo thành NH_3 . Một số vi sinh vật trong tự nhiên có thể vượt hàng rào năng lượng cao để phá vỡ liên kết bền vững trong phân tử nitơ, tạo thành các hợp chất của nitơ, cung cấp các dưỡng chất cần thiết cho nhu cầu phát triển của thực vật trong tự nhiên.



Hình 2.2: Chu trình chuyển hóa nitơ trong tự nhiên

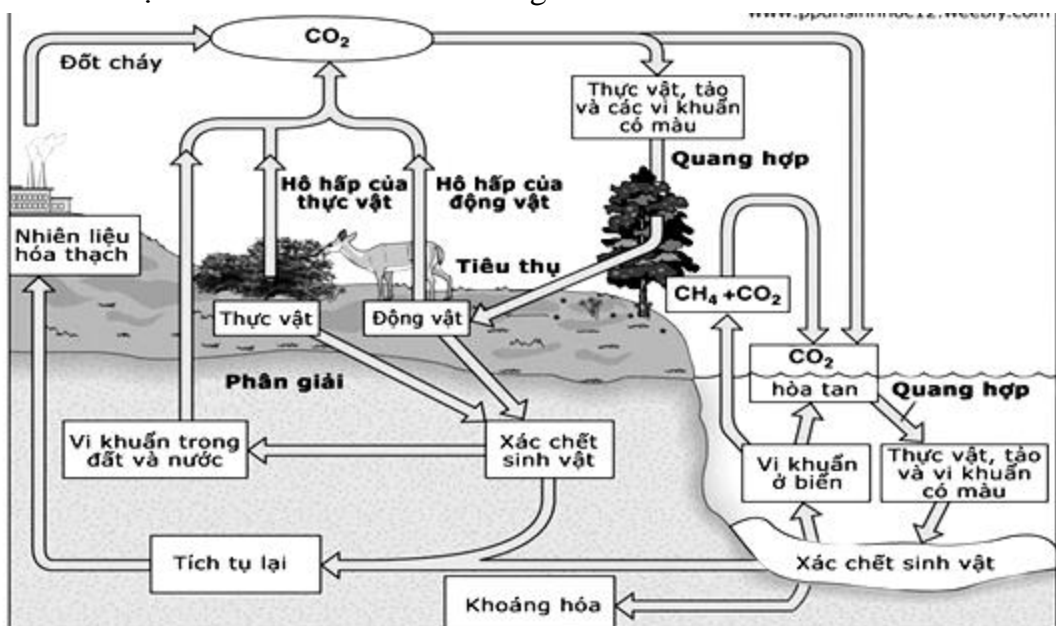
Oxy là chất khí quan trọng trong khí quyển đối với động thực vật trên cạn cũng như dưới nước. Oxy là chất khí có hoạt tính hóa học cao, vì vậy, trong khí quyển oxy tham gia vào nhiều phản ứng tạo thành nhiều sản phẩm khác nhau. Nồng độ oxy trong khí quyển nguyên thủy thấp, sau đó tăng dần qua các kỷ nguyên địa chất, chủ yếu do

quá trình quang hợp. Do sự điều chỉnh tự nhiên mà nồng độ oxy trong khí quyển hiện nay hầu như luôn được giữ ổn định ở khoảng 21%.



Hình 2.3: Chu trình oxy trong tự nhiên

Mặc dù có nồng độ rất nhỏ (0,0314% theo thể tích) nhưng carbon dioxide là một thành phần quan trọng trong khí quyển. Carbon dioxide là nguồn cung cấp nguyên liệu carbon để tổng hợp các chất hữu cơ, thành phần cơ thể sinh vật, thông qua quá trình quang hợp. Ngoài ra, CO₂ có khả năng hấp thụ bức xạ sóng dài, chuyển chúng thành nhiệt, sưởi ấm bề mặt Trái Đất. Nếu không có quá trình này (hiệu ứng nhà kính) nhiệt độ trung bình bề mặt Trái Đất sẽ chỉ còn khoảng -18°C.



Hình 2.4: Chu trình cacbon

Ngoài các cấu tử chính, không khí còn chứa nhiều cấu tử khác (phân tử, gốc tự do) với hàm lượng thấp. Không khí ẩm có thể chứa 4% hơi nước.

Ở các tầng khí quyển cao hơn 80km, thành phần các cấu tử chính có thay đổi nhưng tỉ lệ giữa chúng thay đổi không đáng kể.

Bảng 2.2: Một số chất khí có hàm lượng thấp trong không khí khô ở tầng đối lưu

Khí	% Thể tích	Nguồn phát sinh
CH ₄	1,6x10 ⁻⁴	Sinh học
CO	1,2x10 ⁻⁵	Quang hóa, nhân tạo
NO _x	10 ⁻⁶	Quang hóa, nhân tạo
NH ₃	10 ⁻⁷	Sinh học
H ₂	5x10 ⁻⁵	Sinh học, Quang hóa
HO*	10 ⁻¹⁰	Quang hóa
SO ₂	2x10 ⁻⁸	Núi lửa, nhân tạo, quang hóa
CCl ₂ F ₂	2,8x10 ⁻⁵	Nhân tạo
H ₂ O ₂	10 ⁻⁶	Quang hóa
O ₃	2x10 ⁻⁸	Quang hóa

III. Vai trò của khí quyển

Khí quyển là một hợp phần của các yếu tố môi trường rất cần thiết của các hệ sinh thái.

Khí quyển bao quanh Trái Đất, giữ vai trò như lá chắn, áo giáp bảo vệ sinh vật khỏi ảnh hưởng bởi các tia bức xạ Mặt Trời, tia vũ trụ.

Khí quyển đóng vai trò then chốt duy trì cân bằng nhiệt trên Trái Đất, đồng thời cũng là nơi vận chuyển nước trong chu trình thủy văn toàn cầu. Các dòng khí đối lưu cũng là phương tiện chuyển các khí độc từ mặt đất lên không trung.

Khí quyển là nguồn CO₂ cần thiết cho quá trình quang hợp và tổng hợp chất hữu cơ, hoặc năng suất sinh học sơ cấp. Oxi trong khí quyển luôn cần thiết cho các tế bào thực hiện các quá trình sống và nếu không có oxi các cơ thể sinh vật sẽ chết. Khí quyển cũng là kho chứa nitơ và thông qua quá trình cố định đạm sinh học, hoặc qua các phản ứng điện hóa, nó sẽ chuyển thành dạng amoni và nitrat cung cấp cho quá trình tổng hợp protein, một hợp phần cần thiết cho sự sống. Bên cạnh O₂, N₂, CO₂, hơi nước có ảnh hưởng đáng kể đến quá trình trao đổi chất ở thực vật. Cùng với mặt trời và gió, hơi nước tạo nên khí tượng muôn hình vạn trạng như mây, mưa, tuyết, sương, mưa đá, bão tố,... quyết định khí hậu toàn cầu.

Đối với con người, không khí quyết định trực tiếp đến sự sống. Người ta có thể nhịn ăn 1 tháng, nhịn uống 3 ngày nhưng nhịn thở không quá 5 phút. Các nhà khoa học đã tính toán rằng, con người cần thở 22.000 lần trong một ngày. Lượng không khí cần thiết cho nhu cầu con người được ghi nhận như sau: Nghỉ ngơi: 10.600 lit/ngày; la động: 40.400 lit/ngày; lao động nặng: 62.000 lit/ngày. Như vậy một người bình thường mỗi ngày cần trung bình 16kg không khí để thở, trong lúc đó cần 1,8lit nước để uống

và 1,4kg thức ăn để ăn. Như vậy chỉ riêng thở đã gây tăng hàm lượng CO₂, điều này khiến chúng ta phải quan tâm đến kiến trúc nhà ở, nơi học tập, làm việc, giải trí, các điều kiện sống liên quan.

IV. Sự ô nhiễm môi trường không khí

1. Khái quát về ô nhiễm không khí

Ô nhiễm không khí là hiện tượng làm cho không khí sạch thay đổi thành phần và tính chất do bất cứ nguyên nhân nào, có nguy cơ gây hại tới thực vật và động vật, đến các môi trường xung quanh, đến sức khỏe con người. Quá trình gây ô nhiễm không khí xảy ra theo các bước sau:

- Nguồn phát sinh chất gây ô nhiễm (tác nhân ô nhiễm).
- Quá trình phát tán, lan truyền trong khí quyển được xem như môi trường trung gian.
- Bộ phận tiếp nhận là thực vật, động vật, con người, các công trình xây dựng, đồ vật chịu sự tác động có hại của tác nhân gây ô nhiễm.

Căn cứ vào *nguồn gốc phát sinh ô nhiễm*, người ta chia tác nhân ô nhiễm ra làm 2 loại: *nguồn thiên nhiên* và *nguồn nhân tạo*.

- Nguồn thiên nhiên:
 - Núi lửa: Núi lửa phun ra những nham thạch nóng và nhiều khói bụi giàu sunfua, ngoài ra còn có metan và một số khí khác. Bụi được phun cao và lan tỏa rất xa.
 - Cháy rừng: Các đám cháy rừng, savan và đồng cỏ bởi các quá trình tự nhiên xảy ra như sấm chớp, cọ sát giữa các thảm thực vật khô như tre, cỏ. Các đám cháy này thường xuyên lan truyền nhanh, rộng, có nhiều bụi và các khí.
 - Bão bụi gây nên do gió mạnh; mưa bào mòn đất sa mạc, đất trồng và gió thổi tung lên thành bụi. Sóng biển tung bọt mang theo bụi muối biển lan truyền vào không khí.
 - Quá trình thổi rửa các động thực vật cũng phát thải ra nhiều khí độc như NH₃, H₂S, CH₄, ... Các phản ứng hóa học giữa những khí tự nhiên hình thành các khí sunfua, nitrit, các loại muối, ...

Tổng hợp các tác nhân ô nhiễm tự nhiên rất lớn nhưng phân bố đồng đều trên toàn thế giới, nồng độ tác nhân không tập trung ở một vùng nên mức độ gây hại về lâu dài không cao, con người và động thực vật cũng đã làm quen với tác nhân đó.

- Nguồn nhân tạo:

Nguồn ô nhiễm nhân tạo rất đa dạng nhưng chủ yếu do hoạt động công nghiệp, giao thông vận tải, đốt nhiên liệu hóa thạch, hoạt động nông nghiệp. Tác nhân ô nhiễm phát thải ra bao gồm bụi và các khí như CO, CO₂, SO_x, NO_x, hidrocarbon, các bụi kim loại nặng.

Căn cứ vào *tiến trình gây ô nhiễm*, tác nhân ô nhiễm được chia ra làm 2 loại: *sơ cấp* và *thứ cấp*.

- Tác nhân ô nhiễm sơ cấp: Là những chất trực tiếp thoát ra từ các nguồn và tự chúng đã có đặc tính độc hại, tác động ngay đến bộ phận tiếp nhận. Ví dụ: SO₂ sinh ra khi đốt than và dầu khí, nếu người hít phải gây tức ngực và đau đầu.

- Tác nhân ô nhiễm thứ cấp: Là những chất mới được tạo ra trong khí quyển do tương tác hóa học giữa các chất gây ô nhiễm sơ cấp với các chất vốn có trong thành phần khí quyển rồi mới tác động đến bộ phận tiếp nhận. Ví dụ: mưa axit là tác nhân gây ô nhiễm thứ cấp được tạo thành do sự kết hợp của SO₂, NO₂ và nước, gây ảnh hưởng tới mùa màng và công trình xây dựng.

Khi tác động tổng hợp của các chất gây ô nhiễm tăng lên so với tác động riêng lẻ của từng chất thì hiệu ứng này được gọi là *hiệu tượng đồng vận synergism*. Hiệu ứng ngược lại gọi là *hiệu tượng đối kháng antagonism*.

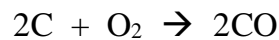
Có 5 loại chất gây ô nhiễm chủ yếu mà riêng chúng đã chiếm hơn 90% sự nhiễm bẩn không khí toàn cầu: Cacbon monoxit CO, oxit nitơ NO_x, oxit lưu huỳnh SO_x, hidrocarbon HC, các tiểu phân lơ lửng (bụi).

2. Một số chất gây ô nhiễm môi trường không khí

a. Cacbon monoxit CO

Cacbon monoxit CO là khí không màu, không mùi, không vị, không tan trong nước. Nhiệt hóa lỏng là -192°C (-314°F). CO nặng bằng 96,5% khối lượng không khí. Các phản ứng hóa học cơ bản tạo thành CO như sau:

(1) Quá trình cháy không hoàn toàn của nguyên liệu hoặc của các hợp chất chứa Cacbon:



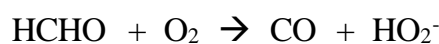
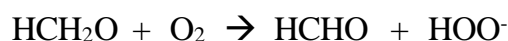
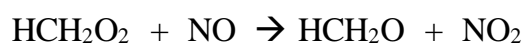
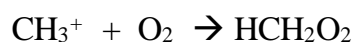
(2) Phản ứng giữa CO₂ và các chất hữu cơ chứa C ở nhiệt độ cao trong quá trình công nghiệp, đặc biệt trong các lò luyện gang:



(3) Phân hủy CO₂ ở nhiệt độ cao:



(4) Quá trình oxi hóa metan trong tự nhiên với gốc hydroxyl HO·:



Nồng độ nền của CO trong khí quyển thường nhỏ hơn 0,1ppm. Nồng độ CO ở vùng đô thị có thể tăng lên từ 2 -20ppm. Trong một số trường hợp đặc biệt, như ở các đường giao thông chật hẹp, kém thông khí (đường hầm), nồng độ CO có thể tăng lên đến 100ppm.

Quá trình tự nhiên như hoạt động núi lửa, tự thoát ra của khí tự nhiên, sự phóng điện khi bão, sự nảy mầm của hạt giống, ... chỉ thải ra một lượng rất nhỏ CO vào khí quyển. Phần đóng góp chính là từ hoạt động của con người. Trong đó, giao thông vận tải “đóng góp” 74% lượng CO (xe động cơ chiếm 59,2%, hàng không chiếm 2,4%, đường sắt chiếm 0,1%). Các quá trình công nghiệp, chủ yếu luyện sắt, thép và công nghiệp dầu khí chiếm 9,6% mức độ thải CO vào không khí. Ngành nông nghiệp và các nguồn khác chiếm 16,9%.

Lượng CO thải vào khí quyển hàng năm do hoạt động của con người có thể tăng gấp đôi hàm lượng của nó trong khí quyển trong thời gian 5 năm. Thế nhưng thực tế sự tăng hàm lượng CO trong khí quyển là nhỏ hơn nhiều. Nguồn tiêu thụ CO chính là một số vi sinh vật của đất trồng. Một mẫu đất trồng nặng 2,8kg trong 3 giờ lấy đi từ không khí bao quanh 120ppm CO. Một mẫu đất tương tự, sau khi đã diệt hết vi sinh vật sẽ không lấy CO từ không khí được nữa. Trong số 200 vi sinh vật được tách ra từ đất và cây trồng, có 16 loại nấm có khả năng hoạt động tách CO từ không khí. Tuy sự tiêu thụ CO bởi đất trồng có thể làm giảm lượng CO trong không khí nhưng nồng độ của nó trong khí quyển vẫn đáng kể. Đây là do cả CO lẫn đất trồng hấp thụ không được phân bố như nhau. Thực tế cho thấy những vùng sinh ra nhiều CO nhất lại có lượng đất trồng hấp thụ ít nhất, do các động cơ là nguồn thải CO chính nên các vùng thành phố có nồng độ CO cao hơn vùng nông thôn.

- Tác hại của CO đối với con người và môi trường:

Cacbon monoxit là chất khí cực kỳ nguy hiểm, nếu hít phải một lượng CO sẽ dẫn tới tổn thương do giảm oxy trong máu hoặc tổn thương hệ thần kinh cũng như có thể gây tử vong. Nồng độ CO trong không khí chiếm 0,1% cũng có thể nguy hiểm đến tính mạng.

CO có khả năng liên kết với hemoglobin (Hb) trong hồng cầu mạnh gấp 230 – 270 lần so với liên kết Hb-O₂ nên khi hít vào phổi CO sẽ gắn chặt với Hb do đó máu không thể chuyên chở oxy đến tế bào. CO còn gây tổn thương tim do gắn chặt với myoglobin trong cơ tim.

Ngộ độc CO có thể xảy ra ở những trường hợp chạy máy nổ phát điện trong nhà kín, sản phụ nằm lò than trong phòng kín, ngủ trong xe hơi đang nổ máy trong nhà hoặc gara, ... Trên thế giới, hàng năm có hàng ngàn người chết ngạt do hít phải khí CO trong đó chủ yếu là công nhân làm việc trong các điều kiện khắc nghiệt thiếu không khí sạch và có nguy cơ cháy nổ cao như công nhân hầm mỏ, công nhân làm việc trong các nhà máy sản xuất gang thép, dầu mỏ, lính cứu hỏa,...

Tại Việt Nam hiện nay, hoạt động khai thác than và sử dụng các sản phẩm như khí hóa than, khí ga, gỗ, xăng, dầu lửa,... có ý nghĩa vô cùng quan trọng trong sự nghiệp công nghiệp hóa – hiện đại hóa đất nước. Trong quá trình lao động, người công nhân ở các mỏ than phải làm việc trong môi trường có tiếp xúc trực tiếp với loại hơi khí độc là khí than. Khí than có chứa các hỗn hợp khí như CO, CO₂, CH₄, H₂, H₂S... trong đó hàm lượng khí độc carbon monoxit chiếm tỷ lệ rất cao (gần 40% - theo nghiên cứu của TS. Trần Thanh Sơn – ĐH Đà Nẵng về nghiên cứu thiết kế hệ thống hóa khí than phục vụ thí nghiệm năm 2010). Tháng 3/2011, có 1 công nhân bị tử vong do ngạt khí hầm lò than trong khi làm việc tại mỏ than Dương Huy, thị xã Cẩm Phả, Quảng Ninh. Tháng 2/2012 cũng tại Quảng Ninh hàng chục công nhân mỏ phải nhập viện cấp cứu với nguyên nhân ban đầu được xác định là bụi túi khí CO. Tháng 11/2013, tại tổ hóa khí của công ty CP Xuân Hòa, Mê Linh, Hà Nội đã có 1 công nhân tử vong và 1 người phải nhập viện cấp cứu do bị ngộ độc khí CO trong quá trình sàng than và tiếp than vào phễu lò nung gạch.

Các triệu chứng ngộ độc CO ở những nồng độ khác nhau như sau:

Bảng 2.3: Triệu chứng nhiễm độc CO ở các nồng độ khác nhau

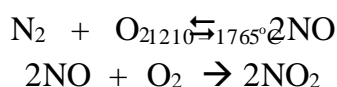
Nồng độ (ppm)	Thời gian tiếp xúc	Triệu chứng và tác hại
200	2-3 giờ	Đau đầu nhẹ, mỏi mệt, buồn nôn, choáng váng
400	1-2 giờ	Đau nặng đầu
	> 3 giờ	Khó thở
800	45 phút	Choáng váng, buồn nôn, co giật
	2-3 giờ	Tử vong
1600	20 phút	Đau đầu, choáng váng, buồn nôn
	Trong vòng 1 giờ	Tử vong
3200	5-10 phút	Choáng váng, buồn nôn, co giật
	40-50 phút	Tử vong
6400	1-2 phút	Đau đầu, choáng váng, khó thở
	20-30 phút	Tử vong

Ngoài tác hại đã nêu trên đối với người và động vật, khí CO còn được xem là một khí nhà kính đóng góp vào quá trình làm nóng lên toàn cầu. Sự gia tăng nồng độ CO trong khí quyển làm giảm nồng độ gốc hydroxyl do phản ứng xảy ra giữa các tác nhân này, vì vậy làm giảm loại trừ các chất ô nhiễm khác của gốc hydroxyl. Đây chính là tác hại của CO đối với môi trường đang được các nhà khoa học quan tâm nhiều nhất.

74% lượng CO phát thải từ hoạt động giao thông vận tải mà trong đó chủ yếu là do hoạt động của các động cơ đốt trong sử dụng xăng. Vì vậy các giải pháp giảm thiểu ô nhiễm CO tập trung chủ yếu vào việc cải thiện động cơ đốt trong.

b. Các oxit nitơ NO_x

NO_x mà đại diện là NO và NO₂ là các chất gây ô nhiễm không khí chủ yếu. NO là khí không màu, không mùi; NO₂ là khí có màu nâu đỏ và có mùi khó chịu. Cả 2 khí này đều có hoạt tính hóa học cao. Khí NO dễ dàng bị oxy hóa thành khí NO₂. Các phản ứng cơ bản dẫn tới sự tạo thành NO và NO₂ là:



NO_x có thể được tạo thành từ 2 nguồn tự nhiên và nhân tạo. Nguồn tự nhiên là quá trình cháy của sinh khối (cháy rừng), sấm chớp, oxy hóa NH₃ hoặc các quá trình kỵ khí xảy ra dưới đất (đối với NO). Nguồn nhân tạo là quá trình đốt cháy sinh khối hoặc nguyên liệu hóa thạch (than đá, dầu lửa, ...). Lượng NO_x tạo ra từ nguồn thiên nhiên và nguồn nhân tạo hằng năm gần như tương đương. Hiện nay, trên quy mô toàn cầu, lượng NO_x ngày càng tăng do hoạt động nhân tạo của con người ngày càng cao.

Sự phân bố của NO_x thoát ra từ các nguồn tự nhiên tương đối đồng đều trên toàn cầu, còn các nguồn thải NO_x do con người tạo ra thì thay đổi phụ thuộc vào vùng thành thị hay nông thôn. Trong khí quyển thành phố, nồng độ NO_x cao hơn từ 10-100 lần so với vùng nông thôn. Nồng độ của NO và NO₂ cũng dao động phụ thuộc vào ánh sáng Mặt Trời và mật độ giao thông đô thị theo kiểu như sau:

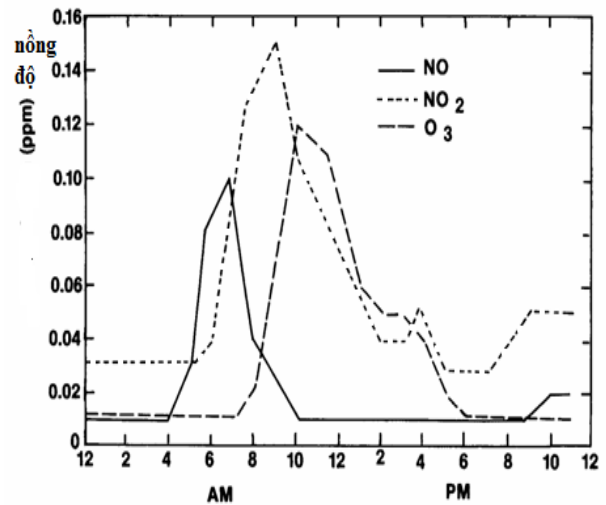
- Từ nửa đêm đến sáng sớm (chưa có ánh nắng Mặt Trời), nồng độ NO, NO₂, O₃ tương đối ổn định và đạt cực tiểu.

- Vào khoảng 6-8 giờ sáng, mật độ xe tham gia giao thông tăng dần lên, nồng độ NO tăng lên và đạt cực đại.

- Vào khoảng giữa buổi sáng (9-10 giờ), cùng với sự gia tăng bức xạ UV, NO chuyển hóa thành NO₂, làm gia tăng nồng độ NO₂. Khi nồng độ NO giảm xuống dưới 0,1ppm thì bắt đầu có sự tích tụ O₃.

- Nồng độ NO_x tăng trở lại vào giờ cao điểm buổi chiều (4-6 giờ chiều).

- Ozone tích lũy ban ngày sẽ phản ứng với NO vào ban đêm làm nồng độ NO₂ tăng nhẹ, trong khi đó O₃ có sự suy giảm nồng độ.



Hình 2.6: Sự thay đổi nồng độ NO_x và O₃ trong một ngày

Trong tầng đối lưu, NO_x tham gia nhiều phản ứng hóa học với các tác nhân khác nhau như O₃, ánh sáng, gốc hydroxyl (OH⁻), gốc hydroperoxyl (HO₂⁻), các phân tử hữu cơ, các hạt lơ lửng,.. Ngoài các phản ứng hóa học, các quá trình vật lý như ngưng tụ khô và ướt cũng là các quá trình loại NO và NO₂ ra khỏi khí quyển. Mặc dù bản thân NO_x là chất gây ô nhiễm, nhưng các ảnh hưởng chính thường là do các chất gây ô nhiễm thứ cấp được tạo ra từ NO_x. Trong tầng đối lưu, NO_x bị oxy hóa thành axit nitric, gây nên hiện tượng mưa axit. NO_x là điều kiện cần để tạo nên sương mù quang hóa (photochemical smog).

Đối với thực vật, NO_x làm giảm khả năng quang hợp. Người ta thấy ở vùng đô thị hóa cao, nồng độ NO_x đạt khoảng 4ppm, sự quang hợp của thực vật giảm đi 25%.

NO_x cũng được tìm thấy trong tầng bình lưu, có thể là do quá trình oxi hóa Nitơ hoặc do khói thải từ máy bay. Sự có mặt của NO_x trong tầng bình lưu làm giảm nồng độ ozone trong tầng này.

- Ảnh hưởng của NO_x đến con người:

NO cũng có khả năng tạo liên kết với hemoglobin như CO nhưng mạnh gấp 1500 lần, làm giảm hiệu suất vận chuyển oxi của máu. Tuy nhiên, trong không khí ô nhiễm, lượng NO thấp hơn nhiều lần so với CO nên tác động của nó đến hemoglobin cũng nhỏ hơn nhiều.

NO₂ là khí độc, gây hại đến sức khỏe con người. Với nồng độ 100ppm, NO₂ có thể gây tử vong chỉ sau vài phút tiếp xúc. Với nồng độ từ 15-50ppm, NO₂ có thể gây nguy hiểm cho tim, phổi, gan sau vài giờ, thậm chí với nồng độ dưới 1ppm cũng có thể gây hại đến đường hô hấp nếu tiếp xúc lâu dài.

- Các biện pháp để giảm thiểu ô nhiễm NO_x:

- Sử dụng chất xúc tác để chuyển hóa NO_x trong động cơ xe máy.

- Sử dụng quá trình đốt 2 giai đoạn trong khí thải nhà máy phát điện (có thể giảm đến 90% lượng NO_x).

Giai đoạn 1: Nhiên liệu (than đá/dầu/khí đốt) được đốt ở nhiệt độ khá cao trong điều kiện thiếu oxy so với tính toán theo lý thuyết (khoảng 90-95%) nhờ vậy hạn chế được lượng NO tạo thành do thiếu không khí.

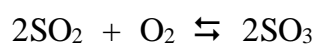
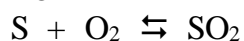
Giai đoạn 2: Quá trình đốt nhiên liệu được hoàn thành ở nhiệt độ tương đối thấp với lượng dư không khí. Trong điều kiện này, NO không được tạo thành.

Ngoài ra, NO_x trong khí thải nhà máy cũng có thể xử lý bằng cách sục qua dung dịch H₂SO₄ hoặc dung dịch rửa kiềm chứa đồng thời Ca(OH)₂ và Mg(OH)₂. Khi đó ngoài NO_x, SO₂ cũng được loại bỏ.

c. Các oxit lưu huỳnh SO_x

Lưu huỳnh dioxit SO₂ là chất khí không màu, mùi khó chịu, sinh ra từ quá trình đốt cháy nguyên liệu chứa lưu huỳnh.

SO₂ luôn đi kèm với một lượng nhỏ SO₃, hỗn hợp này gọi chung là SO_x.

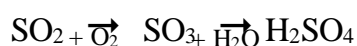


Nồng độ của SO₂ trong tầng đối lưu biến động từ 1ppb vùng xa khu công nghiệp đến gần 2ppm ở khu vực ô nhiễm nặng. Ở khu đô thị và khu công nghiệp, nồng độ SO₂ thường vào khoảng 0,1-0,5ppm, ở vùng nông thôn vào khoảng 30ppb.

Nguồn gốc tự nhiên sinh ra SO₂ chính là hoạt động của núi lửa (chiếm 67%) và hoạt động sinh học. Các vi sinh vật thường tham gia vào quá trình chuyển hóa các chất có chứa lưu huỳnh tạo thành H₂S, (CH₃)₂S, các chất này sau đó bị oxy hóa nhanh trong không khí tạo thành SO₂. Trong số các nguồn thải ra SO_x do hoạt động của con người thì sự đốt cháy nhiên liệu (than đá) ở các nhà máy điện chiếm 74%, các ngành công nghiệp khác chiếm 22% và giao thông vận tải chiếm 4%.

Do thời gian lưu thấp nên SO₂ ít có cơ hội xâm nhập vào tầng bình lưu. Tuy nhiên một số hiện tượng tự nhiên, như núi lửa trên cao đã đưa một lượng SO₂ vào tầng bình lưu. Ở tầng này, chúng sẽ bị oxy hóa thành các hạt H₂SO₄, đây được xem là quá trình tự nhiên làm suy giảm tầng ozone.

Tại tầng đối lưu, lượng SO₂ được phát thải không đều (khoảng hơn 90% ở Bắc Mỹ, Châu Âu, Ấn Độ và cực Đông) và thời gian lưu trong khí quyển ngắn nên sự ô nhiễm SO₂ thường xảy ra ở khu vực mà ít mang tính toàn cầu. Tại tầng này, SO₂ dễ bị hấp thụ lên các bề mặt khô (bụi) hoặc ướt (hơi nước) và bị oxy hóa trong khí quyển thành SO₃ hoặc H₂SO₄. Đây chính là chất gây ô nhiễm thứ cấp tạo nên hiện tượng mưa axit.



- Ảnh hưởng của SO₂ đối với động thực vật:

Đối với động vật, SO₂ là khí độc, có khả năng gây kích thích đường hô hấp, khó thở, đau khí quản và bệnh phổi mãn tính. Tiếp xúc với không khí bị nhiễm SO₂ nặng trong thời gian ngắn cũng đã có thể gây hại cho sức khỏe. SO₂ thường có mặt đồng thời với các tác nhân gây ô nhiễm không khí khác và thường có xu hướng gây ra hiệu

ứng tương tác tăng cường. Người ta thấy rằng, khi có mặt các hạt bụi lơ lửng, thì tỉ lệ mắc các bệnh đường hô hấp do không khí bị ô nhiễm SO₂ tăng lên, ngay cả khi nồng độ của SO₂ chỉ vào khoảng 30ppb.

Bảng 2.4: Các triệu chứng nhiễm độc SO₂ ở các nồng độ khác nhau

Nồng độ (ppm)	Thời gian tiếp xúc	Triệu chứng và tác hại
0,03 – 0,5	Liên tục	Viêm cuống phổi
0,5 – 1,4	1 – 15 phút	Sốc mùi
1 – 5	30 phút	Ngạt thở, mắt khuru giác
	> 6 giờ	Co đường hô hấp
5 – 20	> 6 giờ	Tổn thương tế bào phổi
> 20	> 6 giờ	Phù phổi, tê liệt, tử vong

SO₂ cũng gây hại lên thực vật, mức độ nhạy cảm của các loại cây khác nhau với khí này thường khác nhau. Trong trường hợp tiếp xúc với không khí bị ô nhiễm nặng SO₂, lá cây có thể bị bạc màu và chết, nhẹ hơn có thể chậm phát triển mà không gây tổn thương cụ thể. Người ta thấy đã có sự suy giảm tốc độ phát triển của các cây đồng cỏ, ngay ở nồng độ SO₂ thấp khoảng 60ppb.

Mặt khác, SO₂ cũng mang lại một số lợi ích: nó cung cấp dinh dưỡng cho thực vật, là nguồn nguyên tố vi lượng lưu huỳnh của thực vật. Người ta thấy rằng, thông thường ở gần các khu công nghiệp, đất trồng không cần bón phân sunfat, ngay cả khi canh tác liên tục quanh năm.

- Các biện pháp khống chế ô nhiễm SO_x:

Có 4 phương pháp khả thi để tách loại và khống chế sự thải SO_x:

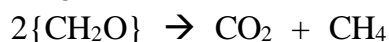
- Tách SO_x từ khói các nhà máy nhiệt điện.
- Tách lưu huỳnh từ nhiên liệu trước khi đốt.
- Sử dụng các nhiên liệu ít lưu huỳnh.
- Sử dụng các nguồn năng lượng khác thay cho việc đốt nhiên liệu.

Các nhà máy nhiệt điện – nguồn thải SO_x chính thường xây các ống khói cao để phân tán khói trên một diện rộng. Điều này làm giảm sự tập trung của SO_x nhưng lại làm ô nhiễm ở các vùng xa đối với nhà máy nhiệt điện. SO_x từ khói nhà máy có thể tích lại dễ dàng bằng cách sử dụng các chất rửa hóa học.

d. Hydrocacbon

- **Metan**

Các nguồn tự nhiên thải ra một lượng lớn các hydrocacbon vào khí quyển, trong đó CH₄ chiếm đa phần. Hằng năm một lượng lớn metan tương đương từ 8,6x10¹² đến 2,9x10¹³ m³ được đưa vào khí quyển chủ yếu do hoạt động của vi sinh vật kỵ khí phân hủy các chất hữu cơ trong nước, trong các trầm tích và đất trồng:



Hoạt động của con người cũng đưa vào khí quyển thêm một lượng metan tương đương 1,5x10¹³ đến 3,6x10¹³m³/năm thông qua hoạt động khai thác nguyên liệu hóa thạch, đốt sinh khối ở nhiệt độ thấp, chăn nuôi gia súc, thải chất thải,...

Thời gian lưu của metan trong khí quyển khá dài (3-7 năm), do đó nó phân bố khắp tầng đối lưu. Nồng độ metan hiện nay vào khoảng 1,75ppm, tốc độ gia tăng hàng năm từ 1-2%.

Metan là khí nhà kính, nó đóng góp cho sự ấm lên toàn cầu (gấp 25 lần so với CO₂). Sự ấm lên này lại làm gia tăng nồng độ metan do một lượng lớn khí này đang bị giữ trong băng ở dạng CH₄.nH₂O được giải phóng, vì vậy hiệu ứng nhà kính được tiếp diễn ở mức độ cao hơn.

Có 3 cơ chế chính làm suy giảm lượng CH₄ trong tự nhiên: 2-7% bị đất hấp thụ, 6-12% chuyển vào tầng bình lưu, phần còn lại bị phân hủy trong tầng đối lưu do phản ứng với gốc hydroxyl.

Tuy metan gây ảnh hưởng đến khí quyển và khí hậu Trái Đất nhưng tiềm năng sử dụng của nó cũng vô cùng to lớn. Hiện nay, tại các mỏ than người ta sử dụng hệ thống tháo khí nhằm thu hồi và tái sử dụng metan cho nhiều mục đích kinh tế và hạn chế ô nhiễm môi trường.

Ngoài metan, trong khí quyển còn có trên 600 hydrocacbon khác. Một số quá trình sinh học tạo ra một lượng lớn các hydrocacbon hoạt động như isopren, α -pinen. Giao thông vận tải và các hoạt động nhân tạo có liên quan đến các dung môi hữu cơ đã bổ sung một lượng lớn hydrocacbon vào trong khí quyển như benzen, toluen, butan, pentan, hexan, etin, ... Cũng giống như metan, các hydrocacbon này cũng được xếp vào loại khí nhà kính. Trong tầng đối lưu, chúng bị oxi hóa thành chất ô nhiễm thứ cấp, nhiều nhất trong số này đóng vai trò quan trọng trong việc hình thành sương mù quang hóa.

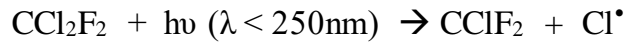
- **Các dẫn xuất halogen của hydrocacbon**

Khi một hay nhiều nguyên tử hydro của hydrocacbon bị thay thế bằng những nguyên tử halogen (F, Cl, Br, I) sẽ tạo thành dẫn xuất halogen. Nhiều hợp chất trong số này rất đáng quan tâm về khía cạnh môi trường.

- *Cloroflorocacbon (CFC)*: CFC là các hợp chất bay hơi có từ 1 đến 2 nguyên tử cacbon trong phân tử liên kết với các nguyên tử clo và flo. Các CFC thường gặp là CCl₃F (CFC-11), CCl₂F₂ (CFC-12), C₂Cl₃F₃ (CFC-113), C₂Cl₂F₄ (CFC-114), C₂ClF₅ (CFC-115).

CFC là các hợp chất nhân tạo, trước đây không có trong tự nhiên. CFC lần đầu tiên được sử dụng ở Mỹ vào năm 1930 để làm tác nhân làm lạnh. Trong số các CFC thì CFC-11 và CFC-12 được sử dụng phổ biến nhất. Nồng độ của chúng trong khí quyển lần lượt là 0,28ppb và 0,484ppb. Các chất này đều là chất trơ về mặt hóa học, không độc, không cháy, không mùi, nhiệt độ sôi thấp (-30°C) nhưng dễ hóa lỏng, do đó chúng được xem là lý tưởng để làm tác nhân làm lạnh cho tủ lạnh. Từ khi CFC được phát minh, tủ lạnh trở thành thông dụng (trước đó các tác nhân như SO₂, NH₃ đều là các chất độc nên tủ lạnh chỉ được dùng trong công nghiệp). Ngoài ra CFC còn được dùng làm dung môi, chất tạo xốp khi sản xuất đệm, chất đẩy trong các bình xịt khí. Do có ứng dụng trong nhiều lĩnh vực nên sản lượng CFC trước đây liên tục gia tăng.

Vì khá trơ về mặt hóa học, không bị phân hủy trong tầng đối lưu nên thời gian lưu của CFC trong khí quyển rất dài (hàng chục, có khi lên đến hàng trăm năm) vì vậy nó phân bố đều khắp tầng đối lưu và xâm nhập lên tầng bình lưu. Trong tầng bình lưu, CFC bị suy giảm dần dần dưới tác dụng của ánh sáng, ví dụ:



Nguyên tử Clo vừa được giải phóng sẽ tham gia quá trình phân hủy phân tử O_3 của tầng ozone. Đây là một trong những nguyên nhân chủ yếu gây suy giảm tầng ozone.



- *Halon và các dẫn xuất brom của hydrocacbon*: Halon là các hợp chất tương tự CFC nhưng có chứa thêm nguyên tử Brom. Các halon thường gặp là CF_3Br (halon-1301), CF_2ClBr (halon-1211), $\text{C}_2\text{F}_4\text{Br}_2$ (halon-2402). Cũng như CFC, halon là hợp chất nhân tạo. Halon thường được dùng trong cứu hỏa, nhất là những đám cháy không thể dập tắt bằng nước. Các hợp chất hydrocacbon bị brom hóa ví dụ như brom metan (CH_3Br) được dùng để diệt nấm, có nguồn gốc tự nhiên.

Halon và các dẫn xuất brom đều bị phân tích dưới tác dụng của ánh sáng trong tầng bình lưu, giải phóng nguyên tử brom. Sự có mặt của brom, ngay cả ở nồng độ rất nhỏ ($\sim 0,02\text{ppb}$) đã có thể làm tăng 20% tốc độ phân hủy ozone của clo. Mặt khác, bản thân brom cũng đã có khả năng phân hủy ozone mạnh hơn clo.

Do tác hại của CFC, halon và các hợp chất liên quan, để bảo vệ tầng ozone, công ước Montreal (1987) đã quyết định hạn chế sản xuất và sử dụng các hợp chất này. Hợp chất được cho là thay thế CFC là các hydrocloroflorocacbon (HCFC) và hydroflorocacbon (HFC) có chứa các nguyên tử hydro trong phân tử. Các hợp chất này dễ bị phân hủy trong tầng đối lưu nên chỉ một phần rất nhỏ xâm nhập vào tầng bình lưu.

Điều đáng lo ngại là do khá bền vững trong tầng đối lưu nên ngay cả khi đã hạn chế, thậm chí là cấm sản xuất những phải đến thế kỉ 22 thì nồng độ các chất này trong khí quyển mới giảm xuống ngang bằng mức nồng độ năm 1960.

e. Các tiểu phân lơ lửng

Các hạt (tiểu phân) lơ lửng trong tầng đối lưu xuất phát từ nhiều nguồn khác nhau.

Các hạt lơ lửng có nguồn gốc tự nhiên bao gồm các hạt bụi đất, hạt nước biển, phấn hoa, bào tử, tro bụi núi lửa, ... Các hoạt động của con người có thể làm gia tăng số lượng một số bụi trong tự nhiên, ví dụ canh tác kém có thể gây xói mòn đất tạo nhiều bụi hơn.

Một số hạt lơ lửng có nguồn gốc nhân tạo, quan trọng nhất trong số này là hạt xuất phát từ việc đốt nhiên liệu hóa thạch và đốt sinh khối. Các loại hạt này thường có kích thước rất nhỏ ($\sim 2,5\mu\text{m}$), do đó khó lắng xuống mà chỉ có thể bị rửa trôi theo nước mưa (ngưng tụ ướt) hay bám vào các bề mặt trong quá trình di chuyển (ngưng tụ ướt).

Lượng hạt lơ lửng trong khí quyển tăng không ngừng trong thế kỉ 20, tuy nhiên hiện nay trên phạm vi toàn cầu, lượng hạt lơ lửng phát thải đang có xu hướng giảm. Với diện tích bề mặt riêng lớn, sự tồn tại các hạt lơ lửng có thể tạo điều kiện làm tăng tốc độ phản ứng hóa học trong không khí, ví dụ phản ứng oxi hóa lưu huỳnh đioxit thành lưu huỳnh trioxit.

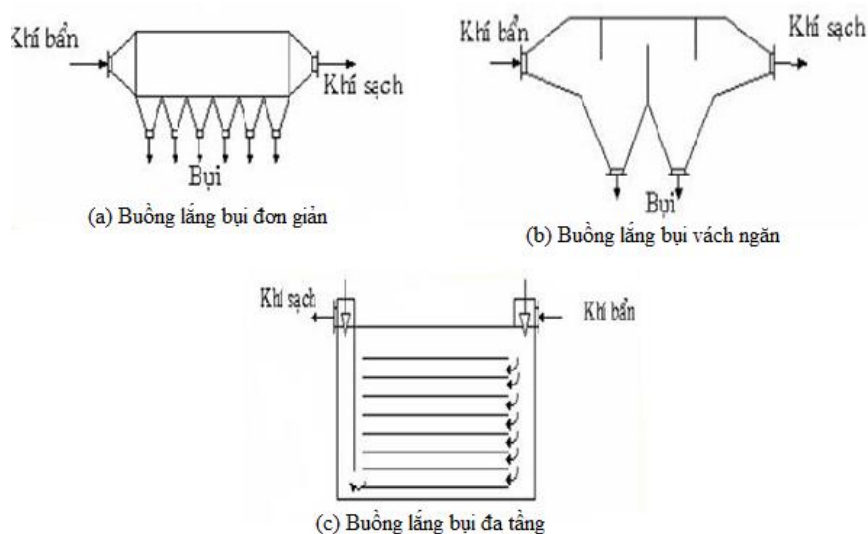
Các hạt lơ lửng có kích thước bé có thể tán xạ ánh sáng, dẫn đến sự thay đổi phức tạp về khí hậu. Phơi nhiễm trong thời gian dài với các hạt lơ lửng có kích thước bé có thể gây các bệnh về phổi như thủng phổi, bệnh bụi phổi silic, thậm chí có thể gây ung thư (bụi amiang, bụi kim loại Be, ...). Các hạt có trong khói đốt nhiên liệu có khả năng làm tăng tác hại của các tác nhân ô nhiễm khác. Một số loại hạt mang chất độc, trong số đó đáng quan tâm là các hạt muội than, tro bay, hạt hợp chất chì, ...

Xử lý các loại hạt rắn lơ lửng (gọi tắt là bụi) trong khí thải là biện pháp tích cực góp phần hạn chế tình trạng ô nhiễm không khí. Có nhiều kiểu thiết bị khác nhau để xử lý bụi. Để lựa chọn hệ thống xử lý thích hợp cần căn cứ vào tải lượng, bản chất và kích thước hạt bụi. Có 4 hệ thống xử lý cơ bản như sau:

- **Thiết bị lắng và quán tính**

Thiết bị lắng là thiết bị đơn giản nhất để xử lý bụi. Hạt bụi được lắng và tách khỏi khí thải trong buồng lắng nhờ tác dụng của trọng lực. Phương pháp này tách được các hạt có đường kính $> 50\mu\text{m}$, thường được áp dụng trong các lò vôi, lò đốt và nhà máy chế biến thức ăn gia súc.

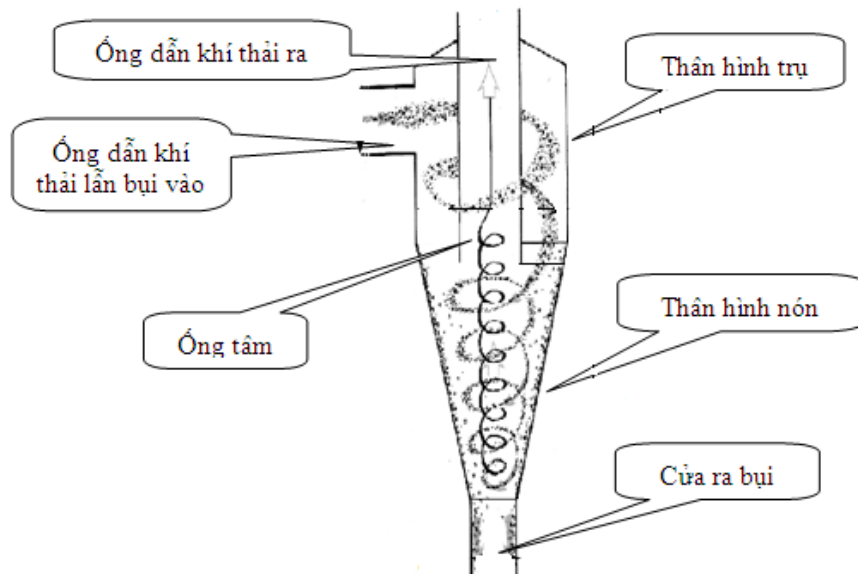
Ưu điểm của phương pháp: Thiết bị cấu tạo đơn giản, chi phí đầu tư và vận hành ít tốn kém, vận tốc di chuyển của dòng khí trong thiết bị thấp nên ít gây mài mòn thiết bị. Nhược điểm: phải làm sạch thủ công định kì, hiệu quả xử lý của thiết bị không cao, đặc biệt với loại bụi có kích thước nhỏ vì chúng đòi hỏi thời gian rất dài để có thể keo tụ và sa lắng. Ngoài ra thể tích của buồng lắng thường lớn, chiếm nhiều không gian.



Hình 2.7: Một số thiết bị lắng bụi trọng lực

Trong thiết bị xử lý bụi theo nguyên tắc quán tính, dòng khí thải được làm cho chuyển động xoay tròn bằng cách dùng cánh quạt hoặc bằng cách đưa dòng khí vào

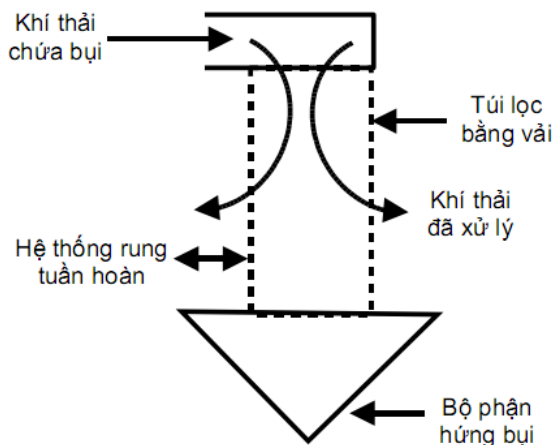
tháp xử lý hình trụ theo phương tiếp tuyến với thành tháp. Các hạt bụi trong dòng khí chịu lực ly tâm lớn, tách ra rồi bám vào thành và lắng xuống. Kiểu thiết bị này còn được gọi là *thiết bị ly tâm khô* hoặc *cyclon*. Phương pháp này có thể tách được 95% số hạt có đường kính trong khoảng 5-20 μm .



Hình 2.8: Sơ đồ thiết bị cyclon

- **Thiết bị lọc bụi**

Thiết bị lọc bằng túi vải có cấu tạo đơn giản nhưng hiệu quả xử lý cao. Khí thải hoặc không khí có chứa bụi được dẫn đi xuyên qua các túi lọc. Thiết bị này có thể loại được các hạt bụi có kích cỡ nhỏ đến 0,01 μm và hiệu quả xử lý rất tốt với các loại hạt có kích thước 0,5 μm . Vật liệu làm túi lọc có thể là vải bông, len dạ, vải sợi tổng hợp, vải sợi thủy tinh, các loại lưới khác nhau.

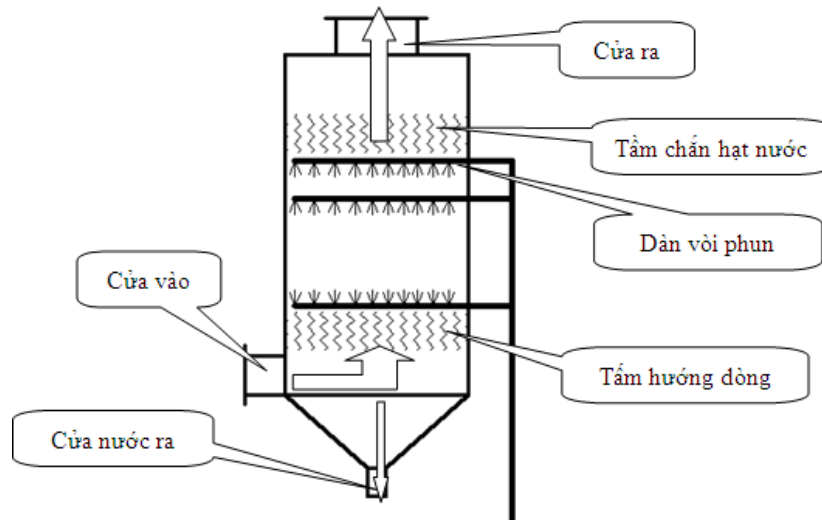


Hình 2.9: Sơ đồ thiết bị lọc bụi bằng túi vải

Có thể tách bụi bám vào túi lọc bằng nhiều biện pháp khác nhau, các biện pháp thường được sử dụng là: gắn thiết bị tạo rung với túi vải để làm rung túi, thổi không khí hoặc làm co giãn nhanh túi lọc.

- **Thiết bị Venturi (thiết bị rửa xáo động)**

Thiết bị này hoạt động dựa trên cơ sở sử dụng năng lượng của dòng khí để phun dòng nước đưa vào dưới dạng sương mù. Dòng khí khi đi vào thiết bị bị nén ép do đi vào ống hình côn nhỏ dần, khi đến phần giữa thiết bị (họng nối tiếp), tốc độ dòng khí tăng lên rất cao (80-200m/s). Sau đó tốc độ dòng khí bị giảm đột ngột do đi vào phần có thể tích rộng. Trong dòng khí bị xáo động mạnh, các hạt bụi nhỏ bị tích tụ lại thành các hạt có kích thước lớn hơn, rồi bị cuốn vào các hạt nước nhỏ và tách ra khỏi pha khí. Các hạt này và nước được thu hồi bằng thiết bị riêng, ví dụ hệ thống xyclon ướt. Thiết bị Venturi có khả năng làm lớn kích thước hạt bụi đến 10 μ m nên hiệu quả làm sạch lên đến 99,9%.

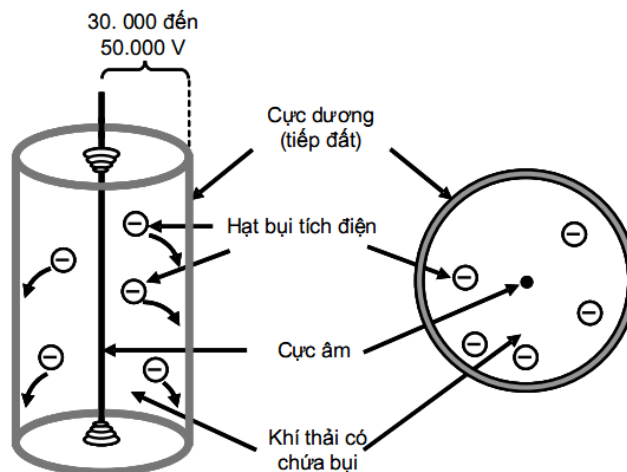


Hình 2.10: Sơ đồ thiết bị Venturi

- **Thiết bị lọc bụi tĩnh điện**

Khí thải được dẫn qua vùng điện trường một chiều có hiệu điện thế khoảng 30.000 đến 50.000V. Các hạt bụi trong khí thải hầu hết sẽ tích điện âm khi đi qua vùng điện trường này, khi đó chúng sẽ bị hút và tích tụ vào bản điện dương. Một số ít hạt bụi bị tích điện dương thì chúng sẽ tích tụ lên cực âm.

Thiết bị lọc tĩnh điện được dùng rất phổ biến để xử lý bụi trong khí thải, hiệu quả có thể đạt đến 99% với chi phí năng lượng thấp. Với những nhà máy phát thải một lượng rất lớn khí thải chứa bụi thì đây là biện pháp thích hợp nhất để áp dụng.



Hình 2.11: Sơ đồ thiết bị lọc bụi tĩnh điện

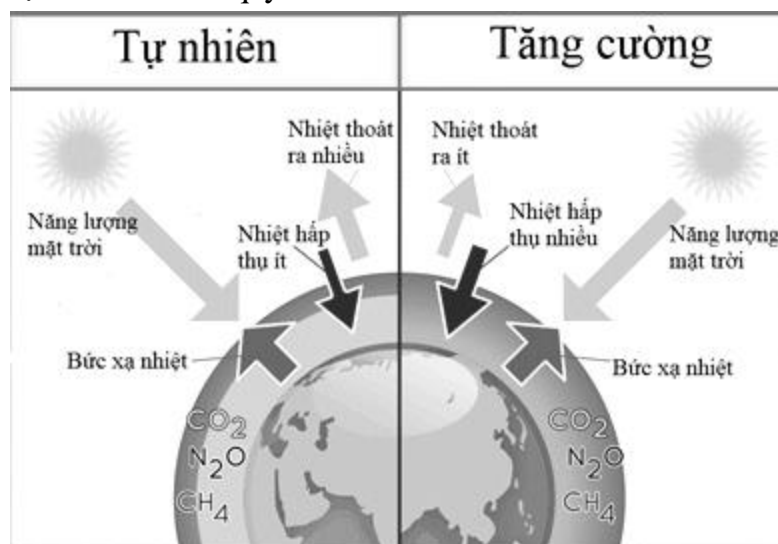
5. Các hiện tượng ô nhiễm môi trường không khí

a. Hiệu ứng nhà kính (green house effect)

Một trong những vai trò của khí quyển là đảm bảo sự cân bằng nhiệt giữa nguồn năng lượng từ Mặt Trời và nguồn nhiệt phản xạ từ Trái Đất, làm cho nhiệt độ trung bình trên Trái Đất nằm trong khoảng 15-20°C, hiện tượng này gọi là *Hiệu ứng nhà kính tự nhiên*. Nếu không có hiệu ứng này thì ước tính nhiệt độ trung bình của Trái Đất khoảng -18°C, không thể tồn tại sự sống.

Cơ chế hoạt động của Hiệu ứng nhà kính như sau: Khí quyển bao quanh Trái Đất có thể được coi như một “lớp kính” ngăn chặn những bước sóng ngắn từ Mặt Trời đến Trái Đất. Một phần năng lượng Mặt Trời được giữ lại nhờ các quá trình tự nhiên như vật lý, hóa học, sinh học,... một phần phản xạ về vũ trụ dưới dạng bức xạ nhiệt. Các khí có khả năng hấp thụ các tia nhiệt gọi là khí nhà kính, chủ yếu là CO₂, hơi nước, ngoài ra một số khí khác như CH₄, CFC, O₃, N₂O cũng có khả năng này. Nói cách khác, lớp khí CO₂, hơi nước quanh Trái Đất có tác dụng tương tự như lớp kính giữ nhiệt của nhà kính trồng rau xanh mùa đông, chỉ khác là nó có quy mô toàn cầu nên hiện tượng này được gọi là *Hiệu ứng nhà kính (green house effect)*. Hiệu ứng nhà kính tự nhiên có ý nghĩa vô cùng to lớn với Trái Đất, nó duy trì nhiệt độ thích hợp cho sự sống và cân bằng sinh thái, đảm bảo hoạt động cho các vòng tuần hoàn trong tự nhiên.

Trong thời gian qua, hoạt động nhân tạo đã thải vào khí quyển một lượng rất lớn các khí ô nhiễm, làm thay đổi thành phần khí quyển, tăng hàm lượng các khí nhà kính, dẫn đến sự gia tăng quá mức hiệu ứng nhà kính. Cụ thể là năng lượng Mặt Trời đến Trái Đất bị dịch chuyển về phía giữ nhiệt hơn là phản xạ ra ngoài vũ trụ, vì vậy làm tăng nhiệt độ Trái Đất trên quy mô toàn cầu.



Hình 2.12: Cường độ hiệu ứng nhà kính tự nhiên và khi tăng cường khí nhà kính

Nếu xét về khả năng hấp thụ bức xạ năng lượng Mặt Trời của các phân tử nhà kính thì CO₂ là loại khí có khả năng hấp thụ kém hơn rất nhiều so với các khí nhà kính khác. Song trong thực tế, do nồng độ của CO₂ trong tầng đối lưu cao hơn rất nhiều nên đóng góp của khí này vào hiệu ứng nhà kính là cao nhất.

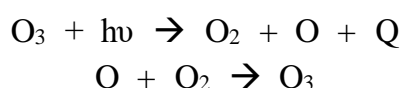
Bảng 2.5: So sánh khả năng hấp thụ nhiệt và sự đóng góp của một số chất khí vào hiệu ứng nhà kính

Khí	Khả năng hấp thụ nhiệt so với CO ₂	Phần trăm đóng góp
CO ₂	1	55
CH ₄	21	15
N ₂ O	206	6
CFC-11	12400	17
CFC-12	15800	

Theo nghiên cứu của các nhà khoa học, trong vòng 100 năm qua nhiệt độ Trái Đất đã tăng lên 1°C, nhất là trong 20 năm gần đây tốc độ tăng nhiệt cao hơn hẳn so với giai đoạn đầu (tăng 0,6°C). Những số liệu của NASA và NOAA cho thấy, năm 2015 nhiệt độ trung bình của Trái Đất cao mức kỉ lục (tăng 0,9°C so với mức trung bình của thế kỉ 20). Với xu hướng này, đến năm 2100, nhiệt độ Trái Đất có thể tăng từ 3-4°C. Cần chú ý rằng, trước đây kỉ băng hà kết thúc chỉ vì nhiệt độ toàn cầu tăng 2°C. Vì vậy hiệu ứng nhà kính gia tăng không ngừng như hiện nay sẽ mang lại hậu quả khôn lường cho Trái Đất: Nhiệt độ Trái Đất tăng là nguyên nhân làm tăng băng ở hai cực, làm mực nước biển dâng cao. Một số đảo nhỏ, thành phố, vùng đất thấp sẽ bị nhấn chìm và xóa sổ trên bản đồ. Trong khi đó mực nước ở ao, hồ sụt giảm mạnh do nước bay hơi nhiều. Điều này cũng ảnh hưởng đến tuần hoàn gió, lượng mưa trên toàn cầu, tác động đến hệ động thực vật, làm mất cân bằng sinh thái. Sự gia tăng nhiệt độ sẽ làm tăng quá trình chuyển hóa sinh học, hóa học, làm gia tăng bệnh tật cho con người và động vật.

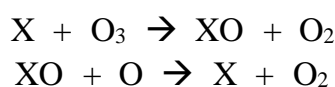
b. Sự suy giảm tầng ozone

Ozone O₃ là thành phần chính của tầng bình lưu, khoảng 90% O₃ tập trung ở độ cao 19-23km so với mặt đất, nên chúng ta thường gọi là tầng ozone. Ozone là khí không màu, có mùi hắc, có tính oxi hóa cao. Ozone có chức năng bảo vệ sinh quyển do khả năng hấp thụ bức xạ tử ngoại và tỏa nhiệt, rồi lại được tái tạo qua các phản ứng sau:



Như vậy khí ozone luôn luôn phân hủy và tái tạo một cách tự nhiên, hình thành cân bằng động, cân bằng này tồn tại ổn định, đó chính là cơ chế tự nhiên để bảo vệ sinh quyển.

Trong những năm gần đây, hàm lượng khí O₃ dần suy giảm, ước tính mức suy giảm trung bình toàn cầu là 5% và sự suy giảm này ngày càng tăng do sự phân hủy ozone vượt quá khả năng tái tạo lại.



Trong đó, X có thể là Cl, NO, OH hay H. Cấu tử X được tái tạo sau quá trình phân hủy ozone, do đó mỗi nguyên tử hay phân tử X có thể phân hủy hàng ngàn phân tử ozone trước khi phản ứng bị kết thúc do X phản ứng với tác nhân khác ozone.

Hoạt động nhân tạo đã đưa vào trong khí quyển ngày càng nhiều các khí gây phân hủy ozone (NO_x , CFC, halon,...). Các hợp chất này đóng vai trò là X, XO hoặc chuyển hóa để tạo ra X, XO. Thời gian lưu của các chất này trong khí quyển lại rất dài vì thế tần suất phân hủy ozone của chúng càng cao. Khi nồng độ ozone suy giảm hơn 50% thì được gọi là lỗ thủng tầng ozone.

Năm 1979, lỗ thủng tầng ozone được đo bằng vệ tinh đầu tiên được NASA thực hiện ở vịnh Halley, Nam Cực. Tháng 9/2000, lỗ thủng khổng lồ đạt kích thước 11,4 triệu km^2 (xấp xỉ gấp 3 lần diện tích nước Mỹ). Đến năm 2008, kích thước của nó đạt 27 triệu km^2 .

Khi tầng ozone bị thủng, tức là khả năng bảo vệ Trái Đất và các sinh vật trên Trái Đất khỏi bức xạ Mặt Trời (chủ yếu là tia UV-B) của khí quyển bị mất đi. Tác hại của nhóm bức xạ này đối với hệ động thực vật và sinh quyển như sau:

- Phá hủy hệ thống miễn dịch của cơ thể người và động vật, làm tăng khả năng mắc bệnh cho con người và động vật: Theo báo cáo của Liên Hợp Quốc, sự giảm sút 10% tầng ozone trong khí quyển đã làm tăng lên 26% số trường hợp bị ung thư (khoảng 300.000 ca trên thế giới). Ngoài ung thư, tia tử ngoại còn gây bệnh đục thủy tinh thể, mắt sẽ bị lão hóa và mù lòa. Tại vị trí thẳng góc với lỗ thủng của tầng ozone ở gần Punta Arena (Chile), người chăn cừu suốt năm phải đội mũ và đeo kính râm, nhiều con cừu trong đàn đã bị mù do tia tử ngoại. Các tia bức xạ cực tím có năng lượng cao được hấp thụ bởi ozone được công nhận chung là một yếu tố tham gia tạo thành các khối u ác tính (ung thư da).

- Làm mất cân bằng hệ sinh thái động thực vật biển: Chúng ta biết hơn 30% lượng đạm động vật cung cấp cho con người được lấy từ biển nên bất kỳ sự thay đổi nào của lượng UV-B cũng ảnh hưởng sự phát triển của hệ sinh thái biển. Tia tử ngoại UV-B tăng lên có thể làm giảm khối lượng các sinh vật phù du-nguồn thức ăn của nhiều loài sinh vật biển. Sự tăng lên của tia UV-B cũng có ảnh hưởng nghiêm trọng sự sinh trưởng của các loài cá, tôm, cua và nhiều sinh vật khác, chủ yếu là giảm khả năng sinh sản của chúng. Bức xạ UV-B tăng cũng làm thay đổi thành phần các loài.

- Ở thực vật: Vì quá trình phát triển của cây trồng phụ thuộc rất nhiều vào tia tử ngoại nên khi tăng tia tử ngoại UV-B có thể tác động các vi sinh vật trong đất, làm giảm năng suất lúa và của một số loại cây trồng khác. Sự tăng tia UV-B có thể làm giảm khả năng chịu đựng của cây trồng, nếu chiếu tia tử ngoại với liều cao vào ngô, lúa thì năng suất sẽ kém, chất lượng cũng giảm sút.

- Làm giảm chất lượng không khí: Suy giảm tầng ozon làm tăng lượng bức xạ tử ngoại UV-B đến mặt đất và làm tăng các phản ứng hóa học dẫn tới ô nhiễm khí quyển. Bức xạ tử ngoại UV-B kích thích tạo thành các phân tử có tác động hóa học mạnh, nhanh chóng tác dụng với các chất khác tạo thành các chất ô nhiễm mới. Khói mù và mưa a-xít sẽ tăng lên do các chất tạo thành mưa a-xít tăng lên cùng với sự tăng hoạt động của tia UV-B.

c. Mưa axit

Mưa là quá trình tự làm sạch phổ biến nhất của môi trường không khí, nhờ mưa mà bụi và các chất ô nhiễm được loại ra khỏi khí quyển. Nước mưa hòa tan một phần CO₂ trong khí quyển nên bản thân nó đã có pH < 7 (khoảng 6-6,5). Thuật ngữ *mưa axit* dùng cho trường hợp nước mưa có pH < 5.

Hai tác nhân đóng vai trò chính trong việc tạo thành mưa axit là NO_x và SO_x bằng cách chuyển hóa thành HNO₃ và H₂SO₄ theo cơ chế của các phản ứng hóa học và quang hóa:



Sự có mặt của các hydrocacbon, các ion kim loại như Mn(II), Fe(II), Cu(II) và các tiểu phân trong không khí là xúc tác cho các phản ứng oxy hóa trên. Bên cạnh HNO₃ và H₂SO₄ thì HCl thoát ra từ các nguồn tự nhiên (núi lửa) cũng góp phần hình thành mưa axit.

Mưa axit gây ra một loạt các vấn đề về môi trường, trong đó đáng quan tâm là ảnh hưởng của nó đến các nguồn nước tự nhiên. Nó làm giảm pH của nguồn nước dẫn đến tăng nồng độ các ion kim loại độc trong nước, ví dụ nồng độ ion Al(III) trong nước tăng theo độ axit, đây là ion độc với nhiều loại thủy sinh. Vì thế, mưa axit làm giảm mạnh tính đa dạng sinh học về loài của hệ động thực vật thủy sinh. Cá thường rất nhạy cảm và có thể chết khi có sự thay đổi đột ngột độ axit của nước. Năm 1979, có đến 20.000 hồ ở Thụy Điển có hệ sinh thái dưới nước bị ảnh hưởng nghiêm trọng dẫn đến số cá bị hủy diệt tăng.

Đối với thực vật, mưa axit gây ảnh hưởng tới mùa màng do ảnh hưởng tới sự rửa trôi của các nguyên tố vi lượng, chất dinh dưỡng trong đất cần thiết cho sự phát triển của thực vật, khiến thực vật chậm phát triển và có thể chết do nhiễm vi khuẩn, nấm mốc. Các khu rừng ở Đông Âu bị tàn phá nặng nề vì mưa axit.

Mưa axit gây ra sự phá hủy các tòa nhà và các tượng đài làm từ cẩm thạch, đá vôi, đá phiến,... Những vật liệu này trở nên thủng lỗ chỗ và yếu đi về mặt cơ học vì các muối sunfat tan được và tách ra ngoài do trời mưa. Tại Hy Lạp và Ý, những bức tượng vô giá bị phá hủy một phần do mưa axit. Đền thờ Taj Mahal ở Ấn Độ cũng cùng chung số phận.

Nhìn chung mưa axit ít có ảnh hưởng trực tiếp đến sức khỏe con người.

d. Hiện tượng sương khói

Sương khói là một sự cố môi trường, xảy ra do sự kết hợp sương với khói và một số chất gây ô nhiễm không khí khác. Sương khói thường tạo ra nhiều chất gây ô nhiễm thứ cấp có hại cho động vật và môi trường nói chung. Cho đến nay người ta ghi nhận có 2 kiểu sương khói xảy ra:

- **Sương khói kiểu London**

Các sự cố sương khói kiểu này đã được ghi nhận từ thế kỉ 17, tuy nhiên sương khói xảy ra tại London từ ngày 05-10/12/1952 là trường hợp điển hình và trầm trọng nhất.

Vào mùa đông, ban đêm nhiệt độ thường xuống rất thấp, tạo ra một khối không khí lạnh có mật độ cao nằm sát mặt đất và một khối không khí ấm hơn ở bên trên gọi

là hiện tượng đảo nhiệt. Hiện tượng này hạn chế đáng kể sự di chuyển của lớp không khí gần mặt đất. Vào buổi sáng, Mặt Trời thường sưởi ấm dần các lớp không khí, phá vỡ hiện tượng đảo nhiệt và tạo thành lớp sương trong không khí lạnh sát mặt đất. Tất cả các hiện tượng nói trên là hiện tượng tự nhiên thường xảy ra, đặc biệt là các vùng ở vĩ độ cao. Tuy nhiên, sự cố sương khói ở London lại do một số nguyên nhân bổ sung sau:

- Sương xuất hiện ở thời điểm này quá dày đặc nên khó tan đi.
- Một lượng lớn khói đốt lò than bị giữ lại trong tầng khí lạnh sát mặt đất.

Trong điều kiện này, các hạt sương phát triển chung quanh các hạt khói, tạo nên hiện tượng sương khói kéo dài và ngày một trầm trọng hơn. SO_2 và các hạt lơ lửng trong khói than tạo nên hiệu ứng tăng cường và là các tác nhân gây hại chính của sự cố sương khói London. Trong điều kiện cùng tồn tại, SO_2 và các hạt lơ lửng tạo ra nhiều sản phẩm ô nhiễm thứ cấp (chủ yếu là axit sunfuaric) gây hại cho hệ hô hấp, khí quản và phổi. Số tử vong trong sự cố này lên đến gần 5000 người. Về mặt bản chất, hiện tượng sương khói London là một ví dụ đặc biệt về mưa axit.

• Sương khói kiểu Los Angeles

Khác với sương khói London, kiểu sương khói này không xảy ra vào các đêm mùa đông khi có khói đốt than mà xảy ra vào ban ngày khi có nắng ấm với mật độ giao thông cao. Sương khói dạng này lần đầu tiên ảnh hưởng đáng kể ở Los Angeles. Tuy nhiên sau đó, sự cố sương khói này xảy ra ở thành phố Mexico và Baghda là các trường hợp tác hại mạnh nhất.

NO_x (chủ yếu là NO) và hydrocarbon chưa bị đốt cháy hết thải ra từ ống xả của động cơ là các chất ô nhiễm sơ cấp gây ra hiện tượng sương khói kiểu này. Sau đó dưới tác dụng của ánh sáng Mặt Trời nhiều phản ứng quang hóa xảy ra hình thành các chất ô nhiễm thứ cấp. Vì vậy, sương khói kiểu Los Angeles còn được gọi là *sương khói quang hóa*.

Các tác nhân ô nhiễm gây hại chủ yếu của sương khói quang hóa là ozone, PANs, NO_2 và hạt keo khí. Do có chứa NO_2 nên sương khói kiểu này có dạng khói lơ mờ màu nâu, khác với sương khói London có màu đen.

Đối với con người và các loài động vật, sương khói quang hóa kích thích gây cay bỏng mắt, khí quản, phổi và đường hô hấp nói chung. Đối với thực vật, sương khói quang hóa ngăn cản quá trình quang hợp, làm giảm năng suất cây trồng. Hiện tượng này cũng gây lão hóa, ăn mòn kim loại và các vật liệu khác.

B. Câu hỏi

1. Trình bày cấu trúc của khí quyển.
2. Trình bày tác hại của các chất khí CO , NO_x , hydrocarbon và bụi mịn đối với môi trường và con người.
3. Phân tích các nguyên nhân gây hiệu ứng nhà kính và suy giảm tầng ozone. Trình bày một số biện pháp để khắc phục.
4. Nêu một số thiết bị lọc không khí được sử dụng phổ biến trong gia đình ngày nay.

C. Ghi nhớ

- 1.** Cấu trúc khí quyển.
- 2.** Tác hại của các chất khí CO, NO_x, hidroacbon và bụi mịn với môi trường và con người.
- 3.** Nguyên nhân và tác hại của hiệu ứng nhà kính, suy giảm tầng ozone, mưa axit.

CHƯƠNG 3: HÓA HỌC THỦY QUYỀN

Hóa học thủy quyền cho biết tầm quan trọng của nước đối với cuộc sống, sinh hoạt và sản xuất. Qua đó, người học sẽ thấy được tính cấp thiết khi nguồn nước bị ô nhiễm và xây dựng được ý thức bảo vệ nguồn nước.

Mục tiêu:

- Trình bày được chu trình của nước trong tự nhiên.
- Trình bày được các yếu tố gây ô nhiễm nước.
- Nhận biết được nước ô nhiễm
- Trình bày một số phương pháp làm sạch nước.

A. Nội dung

I. Vai trò của nước trong sinh quyển. Chu trình thủy văn

1. Vai trò của nước

Nước rất cần thiết cho sự sống, có thể nói ở đâu có nước là ở đó có sự sống và ngược lại.

Nước giúp con người, động thực vật trao đổi vận chuyển thức ăn, tham gia vào các phản ứng sinh hóa học và các mối liên kết, cấu tạo trong cơ thể. Nước cần cho cả vi sinh vật. Trung bình 1 người cần 150 lit nước/ngày để sinh hoạt, 1,8 lit nước/ngày để cung cấp cho cơ thể. Trong cơ thể người khoảng 70% là nước, nếu mất nước 12% là hôn mê, có thể tử vong.

Về nông nghiệp, nước là yếu tố thiết yếu cho sản xuất. Ví dụ, muốn sản xuất 1kg lúa mì cần 750kg nước, sản xuất 1kg thịt cần 7,5kg nước. Không có nước thì không thể trồng trọt, chăn nuôi bất cứ thứ gì.

Về công nghiệp, mỗi ngành, mỗi khu chế xuất, mỗi công nghệ yêu cầu lượng nước khác nhau. Công nghiệp thực phẩm, chế biến lương thực, công nghiệp da, giấy, chế biến rượu,... đều cần nhiều nước. Nước cũng rất cần cho giao thông vận tải, dịch vụ.

2. Chu trình nước toàn cầu (chu trình thủy văn)

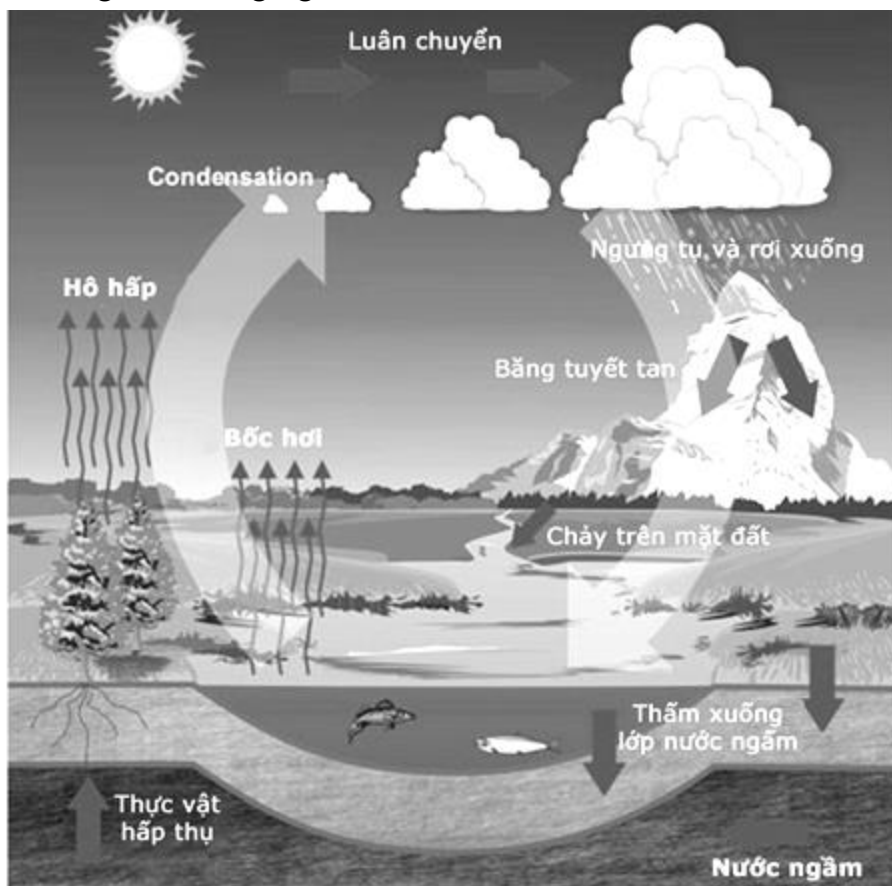
Khoảng 97% tài nguyên nước toàn cầu là nước ở đại dương. Một phần rất nhỏ hơi nước trong không khí, trong đất cùng với khoảng hơn 2% lượng nước chứa trong băng ở 2 đầu cực là lượng nước khó có thể khai thác sử dụng. Con người chỉ có thể dựa vào lượng nước ngọt rất nhỏ có trong sông, hồ, mạch nước ngầm để phục vụ nhu cầu sinh hoạt và sản xuất của mình, lượng nước này chỉ chiếm khoảng 0,62 tài nguyên nước toàn cầu.

Bảng 3.1: Sự phân bố tài nguyên nước toàn cầu

Vị trí	Thể tích ($\times 10^{12} \text{ m}^3$)	Tỉ lệ %
Các đại dương	1.320.000	97,3
Băng tuyết	29.200	2,14
Nước ngầm (dưới 4000m)	8.350	0,61
Hồ nước ngọt	125	0,009
Hồ nước mặn	104	0,008
Đầm lầy	67	0,005

Sông	1,25	0,0001
Khí quyển (hơi nước)	13	0,001

Nguồn nước trong tự nhiên luôn được luân hồi theo chu trình thủy văn. Theo chu trình này, lượng nước được bảo toàn, chỉ chuyển từ dạng này sang dạng khác (lỏng, khí, rắn) hoặc từ nơi này sang nơi khác. Tùy theo loại nguồn nước (đại dương, sông, hồ, ...) thời gian luân hồi có thể rất ngắn (8 ngày đối với hơi ẩm không khí) hoặc có thể kéo dài hàng năm, hàng ngàn năm.



Hình 3.1: Chu trình nước toàn cầu

II. Thành phần của nước tự nhiên

1. Thành phần hóa học

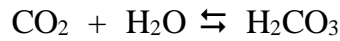
a. Các khí hòa tan

Hầu hết các khí thường gặp trong môi trường đều có thể hòa tan hoặc phản ứng với nước, trừ metan. Các khí hòa tan trong nước có thể là do hòa tan trực tiếp từ không khí (như oxy, cacbonic,...) hoặc do các quá trình sinh hóa xảy ra bên trong nguồn nước. Độ tan của các khí trong nước phụ thuộc vào nhiệt độ, áp suất. Trong một số trường hợp, độ tan của chất khí phụ thuộc vào các yếu tố khác (pH, thành phần hóa học của nước, ...).

Trong số các chất khí hòa tan trong nước, oxy hòa tan (*dissolved oxygen – DO*) đóng vai trò rất quan trọng. Oxy hòa tan đảm bảo sự sống cho hệ sinh vật trong nước. Nó là điều kiện không thể thiếu được cho các quá trình phân hủy hiếu khí của vi sinh vật. Khi nước bị ô nhiễm do các chất hữu cơ dễ bị phân hủy bởi các vi sinh vật thì lượng oxy hòa tan trong nước sẽ bị tiêu thụ bớt, do đó giá trị DO rất thấp so với giá trị

DO bão hòa tại điều kiện đó. Có thể nói, oxy hòa tan có ý nghĩa rất lớn đến quá trình tự làm sạch của nước và thường được sử dụng như một thông số để đánh giá mức độ ô nhiễm chất hữu cơ của các nguồn nước.

Nồng độ CO₂ hòa tan cũng đóng vai trò quan trọng trong nước (mặc dù chỉ chiếm 0,03%). Khi CO₂ hòa tan trong nước tạo ra các ion bicacbonat HCO₃⁻ và cacbonat CO₃²⁻. Nồng độ CO₂ trong nước phụ thuộc vào pH: pH thấp, CO₂ ở dạng khí; pH = 8-9, ở dạng bicacbonat; pH lớn hơn 10, ở dạng cacbonat.



Sự tồn tại trong nước các phân tử CO₂, HCO₃⁻ và CO₃²⁻ theo một tỉ lệ nhất định gọi là trạng thái cân bằng. Nó quyết định sự ổn định của nước, tránh hiện tượng xâm thực của CO₂ và các hiện tượng lắng cặn của các muối cacbonat. CO₂ ở dạng tự do trong nước và các hydrocacbonat rất quan trọng đối với hoạt động quang hợp của thực vật vì chúng là nguồn dinh dưỡng cho hệ sinh vật trong nước.

b. Chất rắn

Chất rắn trong nước thường phân tán dưới dạng lơ lửng (không tan) hoặc dạng hòa tan.

Chất rắn lơ lửng (suspended solid – SS) có thể là các hạt vô cơ, hữu cơ kể cả các hạt chất lỏng không trộn lẫn với nước. Các hạt có bản chất vô cơ có thể là các hạt đất sét, phù sa, hạt bùn, ... Hạt có bản chất hữu cơ thường là sợi thực vật, tảo, rêu, ... Chất rắn lơ lửng thường có mặt trong nước do xói mòn nhưng ít có trong nước ngầm do khả năng lọc tách tốt của đất. Ngoài các hạt chất rắn lơ lửng có nguồn gốc tự nhiên còn có nhiều chất rắn lơ lửng xuất phát từ hoạt động sản xuất, sinh hoạt của con người: sợi vải tổng hợp, hạt nhựa, chất rắn kim loại, ...

Chất rắn hòa tan (dissolved solid – DS) là phần còn lại trong nước sau khi lọc tách chất rắn lơ lửng. Tổng chất rắn hòa tan được xác định trực tiếp bằng cách làm bay hơi đến khối lượng không đổi mẫu nước sau khi lọc tách chất rắn lơ lửng.

Các chất rắn hòa tan trong nước thường điện ly thành các ion vô cơ. Thành phần các ion vô cơ trong nước biển tương đối đồng nhất, nước bề mặt và nước ngầm thì không đồng nhất vì phụ thuộc vào đặc điểm khí hậu, địa chất, vị trí thủy vực. Sau đây là số liệu tham khảo thành phần ion hòa tan trong nước tự nhiên:

Bảng 3.2: Thành phần một số ion hòa tan trong nước tự nhiên (mg/l)

Thành phần	Nước biển	Nước sông, hồ
Cl ⁻	19.340	8
Na ⁺	10.770	6
SO ₄ ²⁻	2.712	11
Mg ²⁺	1.290	4
Ca ²⁺	412	15
K ⁺	399	2
HCO ₃ ⁻	140	58

Sự hòa tan các ion trong nước chính là yếu tố quyết định độ mặn của nước.

Có thể xem nước biển là dung dịch hỗn hợp của NaCl 0,5M và MgSO₄ 0,05M. Nước biển trên toàn cầu có một vài đặc điểm đáng chú ý sau:

- *Tỷ lệ thành phần các cấu tử chính ổn định:*

Tỷ lệ Na/Cl: 0,55-0,56

Tỷ lệ Mg/Cl: 0,06-0,07

Tỷ lệ K/Cl: 0,02

- *pH ổn định:* pH của nước biển gần như ổn định ở giá trị $8,1 \pm 0,2$ trên phạm vi toàn cầu. Điều này được giải thích bởi các nguyên nhân sau:

+ Tác dụng của hệ đệm H₂CO₃ – HCO₃⁻ - CO₃²⁻

+ Tác dụng của hệ đệm B(OH)₃ – B(OH)₄⁻

+ Cân bằng trao đổi giữa các cation hòa tan trong nước biển với lớp silicat trầm tích ở đáy đại dương.

- *pE ổn định:* giá trị pE của nước biển nằm trong khoảng $12,5 \pm 0,2$. Do đó nước biển không những có khả năng đệm pH mà còn có khả năng đệm oxi hóa – khử.

Nồng độ các ion trong nước sông phụ thuộc vào đặc điểm khí hậu, địa chất, địa mạo và vị trí thủy vực. Nhìn chung, đặc điểm thành phần các nguyên tố của các dòng sông trên thế giới do 3 yếu tố chủ đạo quyết định:

- Ảnh hưởng của nước mưa (vùng nhiệt đới nhiều mưa).

- Ảnh hưởng của sự bốc hơi – kết tinh (vùng sa mạc).

- Ảnh hưởng của sự phong hóa (vùng ôn đới, ít mưa).

c. Các chất hữu cơ

Trong nguồn nước tự nhiên không ô nhiễm, hàm lượng chất hữu cơ rất thấp, ít có khả năng gây trở ngại cho mục đích sử dụng thông thường. Tuy nhiên, nếu bị ô nhiễm do chất thải sinh hoạt, chất thải công nghiệp, ... thì hàm lượng chất hữu cơ trong nước tăng cao. Dựa vào khả năng bị vi sinh vật phân hủy, người ta chia chất hữu cơ thành 2 nhóm:

- *Chất hữu cơ dễ bị phân hủy sinh học* như đường, chất béo, protein, dầu mỡ động thực vật,... Trong môi trường nước, các chất này dễ bị vi sinh vật phân hủy tạo ra khí cacbonic và nước. Lượng oxy cần thiết để các vi sinh vật phân hủy các chất hữu cơ này trong điều kiện hiếu khí gọi là *nhu cầu oxy sinh hóa* (*Biochemical oxygen demand – BOD*). BOD là một trong những chỉ tiêu dùng để đánh giá mức độ ô nhiễm các nguồn nước và khả năng tự làm sạch của nước.

- Các chất hữu cơ còn lại thường rất bền, không bị phân hủy bởi vi sinh vật như các hợp chất cơ clo, hợp chất cơ kim, các hợp chất đa vòng ngưng tụ, ... Đây là những chất có tính độc cao, lại bền trong môi trường nước, có khả năng gây tác hại lâu dài cho đời sống sinh vật và sức khỏe con người. Lượng oxy cần thiết để oxi hóa toàn bộ chất hữu cơ trong nước (bao gồm loại dễ phân hủy và không bị phân hủy bởi vi sinh vật) thành CO₂ và nước dưới tác dụng của chất oxi hóa mạnh được gọi là *nhu cầu oxy hóa học* (*Chemical oxygen demand – COD*).

2. Thành phần sinh học

Thành phần và mật độ các loại cơ thể sống trong nguồn nước phụ thuộc chặt chẽ vào đặc điểm, thành phần hóa học của nguồn nước, chế độ thủy văn và địa hình cư trú. Các loại sinh vật tồn tại trong nước tự nhiên chủ yếu là vi khuẩn, vi rút, nấm, tảo, cây cỏ, động vật nguyên sinh, động vật đa bào, các loại nhuyễn thể, các loại động vật có xương sống. Tùy theo vị trí phân bố trong cột nước từ bề mặt đến đáy có thể có các loại sinh vật sau:

- Phiêu sinh vật (plankton): trong đó động vật phiêu sinh (zooplankton) và thực vật phiêu sinh, tảo (phytoplankton). Nhiều loài phiêu sinh vật có giá trị làm nguồn thức ăn cho tôm, cá, đồng thời một số loài có khả năng chỉ thị ô nhiễm nước, chất lượng nước.

- Các loại động thực vật thủy sinh: cá, tôm, mực, cây cỏ, ...

- Sinh vật bám.

- Sinh vật đáy (benthos): Một số loại sinh vật đáy có giá trị kinh tế đồng thời là sinh vật chỉ thị ô nhiễm và xử lý ô nhiễm.

IV. Sự ô nhiễm môi trường nước

1. Nguồn gốc và thành phần gây ô nhiễm nước

Do hoạt động tự nhiên và nhân tạo mà thành phần và chất lượng của nước trong môi trường có thể bị thay đổi. Sau một thời gian, nước có thể tự làm sạch thông qua các quá trình tự nhiên như keo tụ, sa lắng, phân tán, oxy hóa khử, biến đổi dưới tác dụng của vi sinh vật. Khả năng tự làm sạch của nước chỉ đáng kể đối với nguồn nước có lưu thông (sông, suối, ...). Do trong điều kiện đó có sự khuếch tán oxy từ không khí vào trong nước để tham gia vào quá trình phân hủy chất ô nhiễm của vi sinh vật. Khi đưa một lượng quá liều chất gây ô nhiễm vào nguồn nước tự nhiên, vượt quá khả năng làm sạch của nó thì nguồn nước đó sẽ bị ô nhiễm.

Có nhiều chất gây ô nhiễm nước. Tác hại của những chất gây ô nhiễm không những tùy thuộc vào liều lượng, tính chất vật lý, hóa học mà còn phụ thuộc vào dạng tồn tại của chúng trong môi trường. Vì vậy khi đánh giá mức độ ô nhiễm nước, không những chỉ cần phân tích sự có mặt của nguyên tố/hợp chất gây ô nhiễm mà còn phải xác định dạng tồn tại của nó trong môi trường nước. Ví dụ: arsen là nguyên tố độc, nhưng các dạng arsen khác nhau thì có độc tính khác nhau. Các hợp chất vô cơ của As(III) thì độc hơn các hợp chất As(V) tương ứng, còn arsen ở dạng $(\text{CH}_3)_2\text{AsCH}_2\text{COO}$ có nhiều trong hải sản lại ít độc.

Các nguồn gây ô nhiễm nước chủ yếu xuất phát từ hoạt động sinh hoạt và sản xuất của con người (công nghiệp, thủ công nghiệp, nông nghiệp, dịch vụ, giao thông vận tải, ...). Ô nhiễm nước do các yếu tố tự nhiên (núi lửa, xói mòn, bão lụt, ...) có thể rất nghiêm trọng nhưng không thường xuyên và không phải nguyên nhân chính gây ra suy thoái chất lượng nước toàn cầu. Hoạt động của con người cũng góp phần gia tăng sự ô nhiễm nước do các yếu tố tự nhiên. Ví dụ việc cải tạo khu vực Đồng Tháp Mười bằng biện pháp đào kênh, mương, chuyển vùng đồng cỏ thành vùng trồng lúa chính là nguyên nhân gây gia tăng mức độ axit hóa của các sông Vàm Cỏ và Sài Gòn. Hoặc hậu quả của hiện tượng ô nhiễm này sẽ là nguyên nhân cho hiện tượng ô nhiễm khác.

Ví dụ: hiện tượng ấm lên toàn cầu làm băng tan, mực nước biển dâng cao làm cho nguồn nước sinh hoạt, nuôi trồng ở đồng bằng bị nhiễm mặn nghiêm trọng (hiện tượng nước nhiễm mặn khu vực miền Tây Nam Bộ vào tháng 02/2016).

Người ta thường chia các nguồn gây ô nhiễm nước thành 2 loại: Nguồn điểm và nguồn không điểm.

- *Nguồn điểm (point source)*: là nguồn gây ô nhiễm có thể xác định được vị trí, lưu lượng cụ thể. Ví dụ cống nước thải đô thị vào sông hồ, nước thải nhà máy,...

- *Nguồn không điểm (non-point source)*: là nguồn gây ô nhiễm không xác định được vị trí, lưu lượng cụ thể. Ví dụ: nước chảy tràn ở đô thị, nông thôn; nước mưa bị ô nhiễm, ...

Trong những nguồn gây ô nhiễm nước thường chứa những tác nhân gây ô nhiễm như sau:

- Chất hữu cơ có nguồn gốc động thực vật làm cho oxy hòa tan trong nước bị giảm do quá trình phân hủy sinh học.

- Các sinh vật gây bệnh: vi khuẩn, vi rút, giun sán, động vật kí sinh,...

- Các chất dinh dưỡng thực vật (hợp chất tan của nitơ, photpho, kali,...) làm cho tảo, cỏ nước phát triển quá mức.

- Các chất lắng đọng gây bồi lấp dòng chảy.

- Chất vô cơ tạo ra từ quá trình sản xuất, khai thác mỏ, phân bón; chất độc kim loại nặng từ nhà máy luyện kim, chế biến quặng.

- Chất hữu cơ tổng hợp: thuốc trừ sâu, thuốc tăng trưởng, chất tẩy rửa, chất nhuộm, dầu mỡ, ...

- Chất phóng xạ từ quá trình khai thác, chế biến, sử dụng phóng xạ hạt nhân.

2. Hiện tượng nước bị ô nhiễm

• Màu sắc:

Màu sắc của nước là biểu hiện của sự ô nhiễm. Nước tự nhiên sạch, không màu, nếu nhìn sâu vào bề dày của nước cho ta cảm giác màu xanh lam nhẹ, đó là do sự hấp thụ chọn lọc các bước sóng nhất định của ánh sáng mặt trời. Ngoài ra màu xanh lục nhạt được gây nên bởi sự hiện diện của tảo ở trạng thái lơ lửng.

Nước có màu xanh đậm hoặc có vẩn trắng, đó là biểu hiện trạng thái thừa dinh dưỡng hoặc phát triển quá mức của thực vật nổi (hiện tượng tảo nở hoa hay thủy triều đỏ) và sản phẩm phân hủy thực vật chết. Nước có màu vàng bản là do sự xuất hiện axit humic (axit bùn). Nhiều loại nước thải của các nhà máy, công xưởng, khu khai thác, ... có nhiều màu sắc khác nhau.

• Mùi và vị:

Nước thải công nghiệp chứa nhiều hợp chất hóa học làm cho nước có vị không tốt và đặc trưng, như các muối của sắt, mangan, clo tự do, sunfuahidro, các phenol và các hydrocacbon không no. Nhiều chất chỉ một lượng nhỏ đã làm cho vị nước xấu đi. Các quá trình phân giải chất hữu cơ, rong, tảo đều tạo nên những sản phẩm làm cho

nước có vị khác thường. Do vậy, khi nước bị ô nhiễm, vị của nó biến đổi làm cho giá trị sử dụng nước giảm đi nhiều.

Mùi của nước là một đặc trưng quan trọng về mức độ ô nhiễm nước bởi các chất gây mùi như amoniac, phenol, clo tự do, các sunfua, các xianua,... Mùi của nước cũng gắn liền với sự có mặt của nhiều hợp chất hữu cơ như dầu mỡ, rong tảo và các chất hữu cơ đang phân rã. Một số vi sinh vật cũng làm cho nước có mùi như động vật đơn bào Dinobryon và tảo Volvox gây mùi tanh. Các sản phẩm phân hủy protein trong nước thải có mùi hôi thối.

- **Độ đục**

Một đặc trưng vật lý chủ yếu của nước thải sinh hoạt và các loại nước thải công nghiệp là độ đục lớn. Độ đục do các chất lơ lửng gây ra, những chất này có kích thước khác nhau, từ cỡ các hạt keo đến những hệ phân tán thô, phụ thuộc vào trạng thái xáo trộn của nước.

Những hạt vật chất gây đục thường hấp thụ các kim loại độc và các vi sinh vật gây bệnh trên bề mặt của chúng. Nếu lọc không kỹ, vẫn đem vào sử dụng thì rất nguy hiểm cho người và động vật. Mặt khác, độ đục lớn thì khả năng xuyên sâu của ánh sáng bị hạn chế, nên quá trình quang hợp trong nước giảm, nồng độ oxy hòa tan trong nước thấp, nước trở nên yếm khí.

- **Nhiệt độ:**

Nguồn gốc gây ô nhiễm nhiệt là do nước thải từ các bộ phận làm nguội của các nhà máy nhiệt điện, do việc đốt các vật liệu bên bờ sông, hồ. Nước thải này thường có nhiệt độ cao hơn từ 10-15°C so với nước đưa vào làm nguội ban đầu. Nhiệt độ nước tăng, dẫn đến giảm lượng DO và tăng nhu cầu oxy của động vật thủy sinh lên nhiều lần. Nhiệt độ tăng xúc tiến sự phát triển các sinh vật phù du. Trong nước nóng ở ao hồ thường xảy ra hiện tượng “nở hoa” làm thay đổi màu sắc, mùi vị của nước. Ô nhiễm nhiệt gây ảnh hưởng tới quá trình hô hấp của sinh vật trong nước và gây chết cá.

3. Tiêu chuẩn chất lượng nước

Yêu cầu về chất lượng nước thay đổi tùy theo mục đích sử dụng nước. Một loại nước có thể không đạt yêu cầu cho mục đích sử dụng này nhưng vẫn có thể đạt yêu cầu cho mục đích sử dụng khác. Khi không có nước đảm bảo chất lượng tốt để sử dụng thì người ta buộc phải chấp nhận sử dụng loại nước có chất lượng kém hơn yêu cầu.

Các tổ chức quốc tế, các quốc gia hoặc cơ quan có thể quyền thường phải ban hành các tiêu chuẩn chất lượng nước, đó là các yêu cầu về chất lượng nước mang tính pháp lý. Ở Việt Nam, Bộ Khoa học Công nghệ và Môi trường đã ban hành tiêu chuẩn chất lượng (TCVN) cho nước mặt, nước ngầm, nước biển ven bờ, nước thải, nước sinh hoạt, nước uống đóng chai.

Bảng 3.2: Một số chỉ tiêu chất lượng của nước sinh hoạt theo TCVN 5502:2003

Tên chỉ tiêu	Đơn vị	Mức tối đa cho phép
Độ đục	NTU	5

pH	-	6 ÷ 8,5
Độ cứng (tính theo CaCO ₃)	mg/l	300
Lượng oxy hòa tan DO	mg/l	6
Tổng lượng chất rắn hòa tan	mg/l	1000
Lượng amoniac (tính theo nitơ)	mg/l	3
Lượng asen	mg/l	0,01
Lượng clorua	mg/l	250
Lượng chì	mg/l	0,01
Lượng crom	mg/l	0,05
Lượng đồng	mg/l	1
Lượng kẽm	mg/l	3
Lượng mangan	mg/l	0,5
Lượng nhôm	mg/l	0,5
Lượng thủy ngân	mg/l	0,001
Lượng xianua	mg/l	0,07
Lượng sắt tổng số (Fe ²⁺ , Fe ³⁺)	mg/l	0,5
Lượng nitrat (tính theo nitơ)	mg/l	10
Lượng nitrit (tính theo nitơ)	mg/l	1
Chất hoạt động bề mặt	mg/l	0,5
Benzen	mg/l	0,01
Phenol và các dẫn xuất phenol	mg/l	0,01
Thuốc trừ sâu	mg/l	0,01
E.Coli	MPN/100ml	0
Colifom tổng số	MPN/100ml	2,2

V. Một số phương pháp xử lý nước thải

1. Phương pháp sinh học

Hầu hết các chất hữu cơ trong nước thải có thể trở thành thức ăn cho vi sinh vật phát triển. Đây là cơ sở của phương pháp sinh học để xử lý nước thải. Các phương pháp sinh học thường được sử dụng để xử lý nước thải chứa nhiều chất hữu cơ như nước thải sinh hoạt, nước thải công nghiệp thực phẩm, công nghiệp thủy sản, chế biến sản xuất giấy.

Các vi sinh vật có thể thuộc loại hiếu khí, thiếu khí, kỵ khí hoặc tùy nghi. Trong quá trình xử lý sinh học, vi sinh vật có thể phát triển ở dạng lơ lửng trong dung dịch hoặc phát triển trên các vật bám (giá thể).

Tùy theo loại nước thải cần xử lý và điều kiện khách quan khác như khí hậu, thời tiết, địa hình, kinh phí, ... mà lựa chọn phương pháp hoặc kết hợp các phương pháp này để xử lý nước thải.

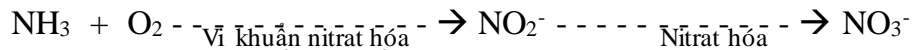
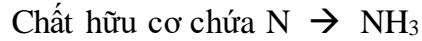
a. Phương pháp hiếu khí

Trong quá trình xử lý hiếu khí, các vi khuẩn hiếu khí dị dưỡng (lấy cacbon từ các hợp chất hữu cơ) oxy hóa khoảng 1/3 các hợp chất hữu cơ tan hoặc keo trong nước thành các sản phẩm cuối đơn giản (CO₂ + H₂O) và chuyển hóa 2/3 lượng chất hữu cơ

còn lại thành tế bào vi sinh vật mới, phần này có thể loại bỏ ra khỏi nước thải bằng cách lắng. Quá trình này có thể biểu diễn bằng các phương trình phản ứng sau:



Trong điều kiện hiếu khí, vi khuẩn tự dưỡng (lấy cacbon từ các hợp chất vô cơ) có thể chuyển các hợp chất hữu cơ có chứa nitơ thành nitrat qua các phản ứng sau:

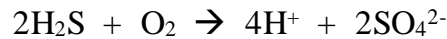


Nitrat tạo thành không thể chuyển hóa thành dạng khác trừ khi môi trường chuyển sang điều kiện thiếu khí (chỉ có oxy liên kết trong hệ), lúc này vi khuẩn dị dưỡng sẽ chuyển NO_3^- thành N_2 (denitrat hóa):



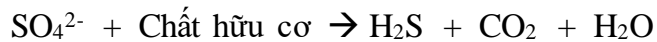
Đối với các hợp chất hữu cơ có chứa lưu huỳnh, các vi sinh vật tham gia vào quá trình chuyển hóa các dạng khác nhau của lưu huỳnh trong những điều kiện hiếu khí và thiếu khí như sau:

- Oxy hóa sunfua trong điều kiện hiếu khí:



Một số loại vi khuẩn oxy hóa sunfua có khả năng chịu được môi trường axit vì thế rất nguy hiểm cho môi trường. Ví dụ, các vi khuẩn loại này có thể oxy hóa pyrite FeS_2 trong nước rò rỉ từ mỏ khai thác quặng tạo thành axit sunfuaric. Axit tạo thành sẽ hòa tan nhiều kim loại quặng và đi vào nước ngầm, nước mặt và gây ô nhiễm chúng.

- Khử sunfat thành sunfua trong điều kiện thiếu khí:

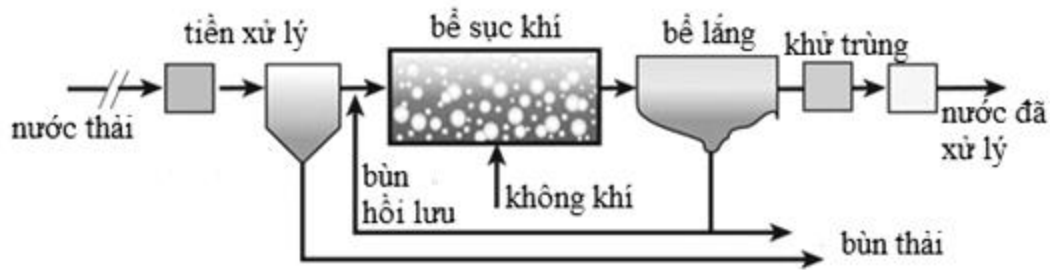


H_2S tạo thành có độc tính và mùi khó chịu nên làm giảm chất lượng của nước. Ngoài ra, quá trình phân hủy các hợp chất hữu cơ chứa lưu huỳnh dưới tác dụng của vi sinh vật cũng tạo ra các sản phẩm khác của lưu huỳnh có khả năng bay hơi và mùi khó chịu như metyl thiol CH_3SH , dimetyl sunfua CH_3SSCH_3 .

Theo phương pháp hiếu khí, một số kỹ thuật sau đây thường được sử dụng:

- **Kỹ thuật bùn hoạt hóa (activated sludge process)**

Đây là kỹ thuật được sử dụng rộng rãi để xử lý nước thải đô thị và nước thải công nghiệp thực phẩm. Nước thải sau khi thu gom và sàng lọc sơ bộ để loại các chất rắn lơ lửng được đưa vào bể xử lý. Trong bể xử lý, vi khuẩn hiếu khí được duy trì ở dạng lơ lửng trong nước thải nhờ hệ thống cánh khuấy, có thể kết hợp sục không khí. Sinh khối được tạo ra trong quá trình xử lý (tế bào vi sinh vật sống và đã chết) được gọi là bùn hoạt hóa (còn gọi là bùn hoạt tính). Để duy trì mật độ vi khuẩn cao trong bể xử lý, một phần bùn hoạt hóa từ bể lắng được đưa ngược vào lại bể xử lý (bùn hồi lưu). Phần bùn thải còn lại được làm khô (tách nước) và tiêu hủy bằng nhiều biện pháp khác nhau. Quá trình này có thể loại đến 90% BOD, 40% nitơ, 60-90% colifom.

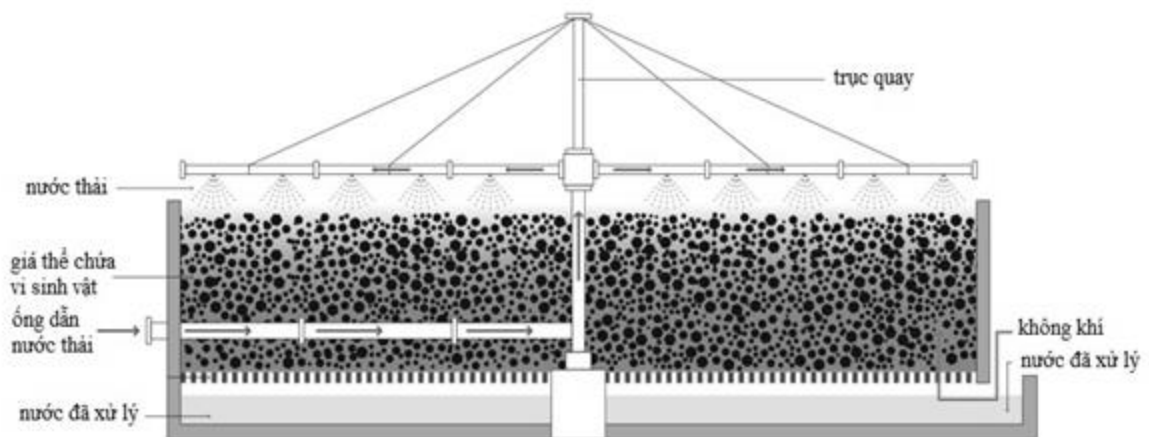


Hình 3.2: Sơ đồ xử lý nước thải bằng kỹ thuật bùn hoạt hóa

• **Kỹ thuật màng mỏng cố định (fixed film process)**

Trong kỹ thuật này, nước thải được tiếp xúc với vi sinh vật bám vào giá thể bằng các chất liệu như đá, chất dẻo, cát, gốm, sứ, gỗ, ... Hệ lọc nhỏ giọt (lọc sinh học – trickling filter) được sử dụng phổ biến hiện nay là một ví dụ về kỹ thuật màng mỏng cố định.

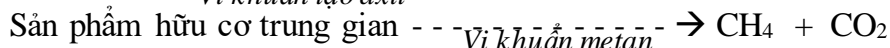
Trong hệ lọc nhỏ giọt, nước thải được phun từ bên trên tháp, lần lượt chảy qua các vật liệu xốp, rỗng đặt cách nhau thành từng lớp trong tháp. Vi sinh vật hiếu khí phát triển trên bề mặt các lớp vật liệu nói trên (gọi là màng sinh học) tiếp xúc với nước thải và phân hủy các chất hữu cơ trong nước thải theo cơ chế phân hủy hiếu khí.



Hình 3.3: Sơ đồ xử lý nước thải bằng hệ lọc sinh học

b. Phương pháp kỵ khí

Trong quá trình xử lý kỵ khí, 2 nhóm vi khuẩn kỵ khí dị dưỡng tham gia vào 2 giai đoạn phân hủy chính để biến đổi trên 90% chất hữu cơ trong nước thải thành các sản phẩm trung gian (thường là các axit hữu cơ và rượu), sau đó tạo thành sản phẩm cuối cùng là metan và cacbonic.



So với phân hủy hiếu khí, phân hủy kỵ khí có các ưu điểm sau:

- Tạo ra sản phẩm metan, có thể dùng làm nhiên liệu.
- Tạo ra ít bùn thải, khoảng bằng 10% so với phương pháp hiếu khí.
- Không cần sử dụng oxi, giảm chi phí điện năng cho quá trình cấp khí.

Đồng thời phương pháp này cũng có các nhược điểm sau:

- Quá trình phân hủy diễn ra chậm hơn phân hủy hiếu khí.
- Giai đoạn khởi động cần lượng bùn cao hơn.

Theo phương pháp kỵ khí, một số kỹ thuật sau thường được sử dụng:

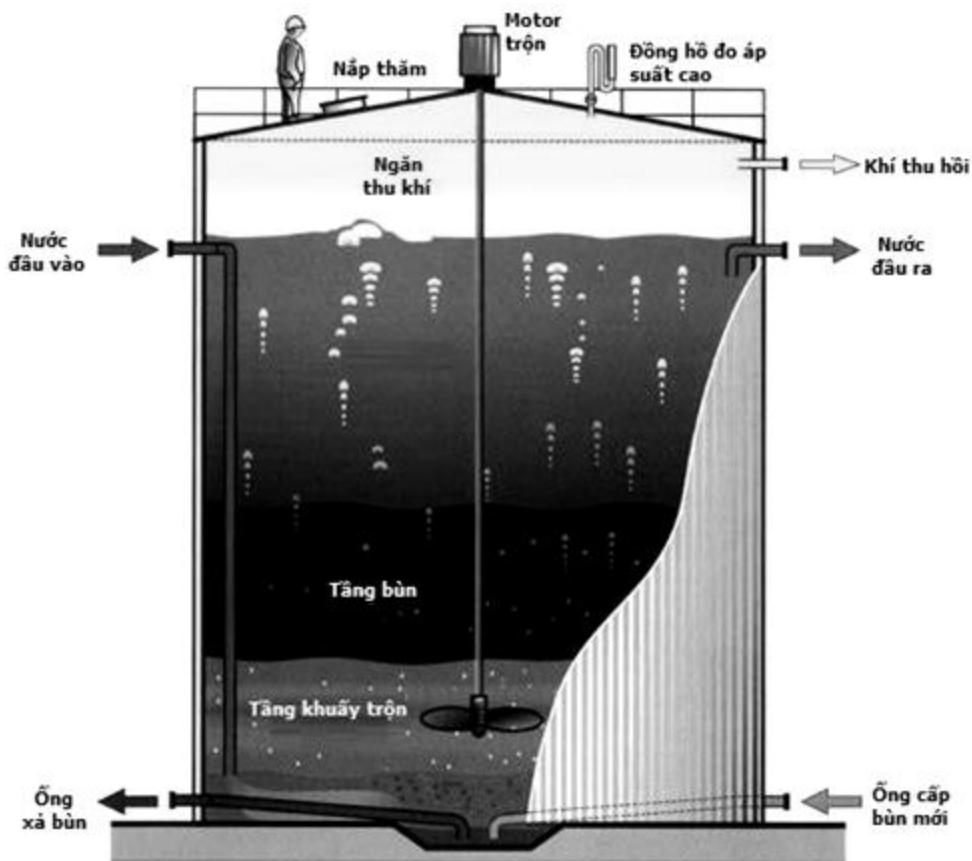
- **Bể phân hủy kỵ khí (anaerobic digestion)**

Bể phân hủy kỵ khí là một trong những phương pháp được sử dụng sớm nhất để xử lý bùn thải của quá trình xử lý sinh học. Trong bể phân hủy kỵ khí sự phân hủy xảy ra không chỉ với các hợp chất hữu cơ mà còn với cả hợp chất vô cơ. Ngày nay, phương pháp này vẫn còn được sử dụng để xử lý các loại bùn thải cũng như một số loại chất thải công nghiệp khác rất hiệu quả.

Bể phân hủy là một hệ thống hoàn toàn kín không khí. Bùn thải cần xử lý được đưa vào bể một cách liên tục hoặc gián đoạn, sau đó được lưu lại trong bể một thời gian thích hợp, rồi được tháo khỏi bể khi hàm lượng chất hữu cơ và vi khuẩn gây bệnh giảm đến mức tối đa. Phần bùn thải sau xử lý này không còn bị thổi rửa trong không khí nữa. Sản phẩm khí của quá trình phân hủy được thu hồi và tái sử dụng.

- **Kỹ thuật UASB (upflow anaerobic sludge – blanket)**

Trong kỹ thuật UASB, nước thải cần xử lý được đưa vào bể xử lý kỵ khí từ đáy. Trong bể, dòng nước thải đi lên và gặp một lớp các hạt bùn sinh học được tạo thành do quá trình sinh học trong bể và được xử lý, đồng thời sinh ra các khí như CH_4 , CO_2 ,... Khí sinh ra tạo thành dòng đối lưu trong bể, giúp tạo thành lớp các hạt bùn sinh học. Một phần khí sinh ra bám vào các hạt bùn, làm chúng nổi lên đỉnh bể, tại đây các hạt bùn sẽ va chạm với phễu thu khí lắp đặt ở đỉnh bể làm bọt khí tách ra khỏi các hạt bùn. Hạt bùn đã tách ra khỏi bọt khí lại chìm xuống, bọt khí tách ra tự do được thu vào hệ thu khí của bể xử lý. Tốc độ đưa nước thải vào bể xử lý được khống chế thích hợp để duy trì trạng thái lơ lửng của lớp hạt bùn sinh học trong bể.



Hình 3.4: Sơ đồ hệ thống bể UASB

c. Một số phương pháp xử lý sinh học thông dụng khác

• Ao tùy nghi (facultative ponds)

Ao tùy nghi thường được sử dụng để xử lý nước thải đô thị. Nước thải được dẫn vào các ao có độ sâu nhỏ, từ 1-2m. Tùy theo độ sâu mức nước thải trong ao, có thể có quá trình phân hủy hiếu khí, tùy nghi và kỵ khí xảy ra trong ao. Ở lớp nước trên mặt, do được tiếp xúc với không khí nên DO cao, ở đó xảy ra quá trình hiếu khí chuyển hóa chất hữu cơ thành CO_2 . Trong tầng nước mặt, tảo đóng vai trò hỗ trợ đáng kể cho quá trình phân hủy chất hữu cơ do cung cấp thêm DO cho nước qua quá trình quang hợp. Ngược lại, ở tầng đáy, quá trình phân hủy kỵ khí lại xảy ra chủ yếu.

Mặc dù ao tùy nghi đơn giản, hoạt động không cần nhiều công lao động chuyên môn để vận hành, song nó cũng có nhiều điểm yếu. Tảo phát triển trong ao bên cạnh vai trò tích cực đã nêu lại rất khó loại ra khỏi nước sau xử lý, thậm chí còn làm tăng BOD của nước hơn nhiều so với phần BOD của các chất hữu cơ đã được xử lý trong ao. Hiệu quả xử lý của ao tùy nghi phụ thuộc nhiều vào khí hậu, thời tiết, đặc biệt với các nước vùng ôn đới vào mùa Đông. Diện tích để xây dựng ao lớn, không phù hợp với các vùng có mật độ dân cư cao.

• Kỹ thuật đất ngập nước (wetland)

Các vùng đất ngập nước tự nhiên hay nhân tạo, như các vùng đầm lầy, là môi trường thích hợp cho quá trình sa lắng cũng như hoạt động của vi khuẩn để xử lý các loại nước thải đã qua công đoạn tiền xử lý (tải lượng chất ô nhiễm không quá cao). Các loại thực vật thủy sinh như bèo Nhật Bản, cỏ đuôi chồn, ... tham gia vào quá trình xử lý làm sạch nước thải do bản thân thực vật hấp thụ bớt chất dinh dưỡng (N, P) trong nước. Thân và rễ của các loại thực vật này là giá thể tốt cho vi sinh vật phát triển và phân hủy chất ô nhiễm hữu cơ trong nước thải. Người ta còn có thể nuôi một số loại cá ăn tạp trong vùng ngập nước để tận dụng nguồn thực vật phát triển, xem đây là một biện pháp hỗ trợ cho hiệu quả xử lý nước thải của vùng ngập nước.

2. Phương pháp lý – hóa

a. Phương pháp lắng, lọc

Tách chất rắn không hòa tan ra khỏi nước là một quá trình quan trọng trong công nghệ xử lý nước. Chất rắn không tan, còn gọi là chất huyền phù gây đục có thể tồn tại sẵn trong nguồn nước. Hai phương pháp chủ yếu để loại bỏ chất gây đục trong công nghệ xử lý nước là sa lắng và lọc. Hiệu suất của 2 quá trình này tăng nhiều lần khi làm các hạt huyền phù tạo thành các tập hợp lớn hơn. Keo tụ chính là quá trình tạo ra các tập hợp lớn (dạng bông) từ các hạt huyền phù nhỏ nên có thể coi nó là giai đoạn đầu cần thực hiện trước khi lắng hay lọc.

• Keo tụ

Keo tụ là quá trình hình thành các tập hợp lớn từ các hạt huyền phù có kích thước nhỏ hơn (hệ keo) bằng cách đưa vào nước một hay nhiều loại hóa chất thích hợp. Nói cách khác, keo tụ chính là phá vỡ tính bền của hệ keo. Trong thực tiễn công nghệ, người ta dùng muối nhôm (Al^{3+}), muối sắt (Fe^{2+} , Fe^{3+}), polyaluminium chloride PAC cùng một số chất trợ keo tụ như: oxit silic hoạt tính, bentonit, canxi cacbonat.

Quá trình khử tính bền hệ keo phụ thuộc vào ba yếu tố: độ đục ban đầu, pH và liều lượng chất keo tụ.

Liều lượng chất keo tụ phụ thuộc nồng độ chất gây đục. Nồng độ huyền phù càng cao thì liều lượng chất keo tụ càng lớn. Tuy nhiên, nếu tăng liều lượng chất keo tụ thì hệ keo bền trở lại (do hiện tượng đảo dấu điện tích). Nói cách khác, vùng keo tụ giữ được độ trong tốt hơn khi độ đục ban đầu cao hơn.

Nước tự nhiên phần lớn có độ pH từ 5,5-8,5 nên các hạt huyền phù tích điện âm. Khi keo tụ bằng các muối nhôm (pH tối ưu từ 5,8-8) hoặc muối sắt (pH tối ưu từ 6-10) thì quá trình thủy phân các muối này sinh ra ion H^+ làm giảm pH của nước. Mức độ giảm pH của nước phụ thuộc vào độ kiềm của nước. Vì vậy, đối với nước có độ kiềm thấp người ta phải bổ sung vôi để tăng độ kiềm, giữ cho pH nằm trong vùng tối ưu của quá trình keo tụ. Ngược lại, nước xả cặn có nồng độ bùn lớn thì lại cần giảm bớt độ kiềm của nó trước khi đưa chất keo tụ vào hệ.

- **Quá trình lắng**

Sa lắng là quá trình chìm xuống của các hạt huyền phù trong môi trường nước dưới tác dụng của trọng lực. Hiện tượng sa lắng thường được gặp trong tự nhiên, ví dụ các bãi bồi, bùn đọng ở ven sông, ven biển, trên các cánh đồng sau mỗi lần lụt lội.

Có thể chia làm 4 loại lắng cơ bản như sau:

- *Lắng riêng rẽ (loại 1)*: Sự sa lắng của từng hạt huyền phù riêng rẽ không phụ thuộc vào các hạt khác trong quá trình lắng. Nồng độ của chất huyền phù thấp, giữa chúng không xảy ra quá trình keo tụ để tạo thành tập hợp lớn hơn. Hình thức lắng này thường sử dụng để loại các hạt sạn, hạt có kích thước tương đối lớn ra khỏi nước thải ở công đoạn lắng sơ cấp

- *Lắng keo tụ (loại 2)*: Trong hệ huyền phù có nồng độ thấp chứa các hạt có kích thước và tính chất bề mặt khác nhau, các hạt lớn lắng với tốc độ nhanh và kéo theo các hạt nhỏ chìm xuống. Những yếu tố chuyển khối trong hệ thúc đẩy quá trình tiếp xúc giữa các hạt và xảy ra hiện tượng keo tụ, tập hợp lớn được hình thành và thúc đẩy quá trình lắng. Loại lắng này thường dùng để loại một phần chất lơ lửng trong nước thải ở giai đoạn lắng sơ cấp và loại bông keo trong quá trình keo tụ.

- *Lắng vùng (loại 3)*: Trong hệ huyền phù có nồng độ cao, các hạt tương tác với nhau thành tập hợp lớn, lắng cùng nhau tạo thành 2 lớp tách biệt: lớp trên trong, lớp dưới đục. Kiểu lắng này thường quan sát thấy trong phương pháp xử lý sinh học bùn hoạt tính hoặc keo tụ các hệ có độ đục cao.

- *Lắng nén (loại 4)*: đây là giai đoạn cuối của quá trình lắng vùng, khi các hạt huyền phù đã rơi xuống đáy bể và chúng kết khối với nhau với mật độ dày đặc, tốc độ lắng chậm.

Quá trình lắng thường chịu ảnh hưởng bởi các yếu tố sau:

- Nồng độ và khối lượng riêng của chất rắn lơ lửng trong nước.
- Tải lượng và lưu lượng thủy lực.
- pH của nước.
- Vận tốc dòng chảy trong bể.
- Thời gian lắng.

- Sự keo tụ các hạt rắn

Dựa vào cấu trúc bể lắng có thể chia bể làm các loại: bể lắng khay, bể lắng ống, bể lắng vách ngăn. Dựa vào chiều dòng chảy, bể lắng được chia làm 2 loại: bể lắng ngang, bể lắng đứng, bể lắng ly tâm.

- **Quá trình lọc**

Lọc là cho nước đi qua một lớp vật liệu có chiều dày nhất định đủ để giữ lại trên bề mặt hoặc giữa các kẽ hở của vật liệu đó các hạt cặn hoặc vi sinh vật trong nước. Đây là phương pháp loại bỏ chất huyền phù ra khỏi nước được sử dụng rộng rãi trong công nghệ xử lý nước sinh hoạt, nước thải.

Có nhiều cách phân loại dạng lọc:

- Phân loại theo cơ chế có lọc sâu và lọc bề mặt. *Lọc sâu* là trong quá trình lọc các chất bẩn được giữ lại trong cột lọc, chúng được phân bố đều suốt chiều cao của cột lọc. *Lọc bề mặt* là chất bẩn chỉ tích tụ lại trên bề mặt của lớp lọc.

- Phân loại theo thủy lực có lọc trọng lực và lọc áp suất. *Lọc trọng lực (lọc tĩnh)* thực hiện được nhờ trọng lực của cột nước trong thiết bị mở, nước chảy từ trên xuống dưới. *Lọc áp suất* là dùng áp suất làm động lực cho dòng chảy không phụ thuộc vào hướng của dòng, chỉ phụ thuộc vào chiều của áp suất, dòng chảy từ nơi có áp suất cao tới nơi có áp suất thấp.

- Phân loại theo tốc độ lọc tức là thể tích lọc trên một đơn vị diện tích lọc: lọc chậm (tốc độ lọc 0,1-0,5m/h), lọc nhanh (tốc độ lọc 2-15m/h), lọc siêu tốc (tốc độ lọc > 25m/h).

Vật liệu lọc thông dụng gồm sỏi đá, cát thạch anh, than hoạt tính, than đá anthaxit, garnet, ilmenit, bột diatomit. Vật liệu lọc có vai trò hết sức quan trọng ảnh hưởng tới quá trình lọc. Các thông số đặc trưng quan trọng là: kích thước, hình dạng, phân bố kích thước, khối lượng riêng và độ bền cơ học.

- **b. Phương pháp tuyển nổi**

Phương pháp tuyển nổi được sử dụng rộng rãi trong xử lý nước thải của nhiều ngành công nghiệp như chế biến dầu mỏ, sợi tổng hợp, giấy, thuộc da, chế tạo máy, thực phẩm và hóa chất. Phương pháp này dùng để tách các tạp chất (rắn hoặc lỏng) phân tán không tan, tự lắng kém ra khỏi pha lỏng. Trong một số trường hợp, quá trình này cũng được dùng để tách các hóa chất hòa tan như các chất hoạt động bề mặt.

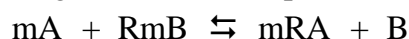
Quá trình tuyển nổi được thực hiện bằng cách sục các bọt khí nhỏ (thường là không khí) vào trong pha lỏng. Các khí đó kết dính với các hạt và khi lực nổi của tập hợp các bóng khí và hạt đủ lớn sẽ kéo hạt cùng nổi trên bề mặt, sau đó chúng tập hợp lại với nhau thành các lớp bọt chứa hàm lượng các hạt cao hơn trong chất lỏng ban đầu. Tác nhân thông dụng nhất trong các phương pháp tuyển nổi xử lý nước thải là không khí. Không khí được cấp vào nước và tạo bọt theo các phương thức sau:

- Sục không khí vào nước ở áp suất cao, sau đó giảm áp gọi là tuyển nổi bằng không khí hòa tan.
- Sục khí ở áp suất khí quyển gọi là tuyển nổi bằng không khí.
- Bão hòa không khí ở áp suất khí quyển sau đó thoát khí ra khỏi nước ở áp suất chân không gọi là tuyển nổi chân không.

c. Phương pháp trao đổi ion

Phương pháp trao đổi ion được ứng dụng để làm sạch nước hoặc nước thải ra khỏi các kim loại như Zn, Cu, Ni, Pb, Hg, V, Mn, ... cũng như các hợp chất của asen, photpho, xyanua và chất phóng xạ. Phương pháp này cho phép thu hồi các chất có giá trị và đạt được mức độ làm sạch cao. Vì vậy nó là một phương pháp được ứng dụng rộng rãi trong xử lý nước và nước thải.

Bản chất của quá trình trao đổi ion là sự trao đổi các ion trên bề mặt chất rắn với các ion cùng điện tích trong dung dịch mà nó tiếp xúc.



Các chất này gọi là các ionnit (chất trao đổi ion), chúng hoàn toàn không tan trong nước. Các chất có khả năng hút các ion dương từ dung dịch điện lý gọi là cationit. Những chất này mang tính axit. Các chất có khả năng hút các ion âm gọi là anionit và chúng mang tính kiềm. Nếu như các ionnit nào đó trao đổi cả cation và anion thì người ta gọi chúng là ionnit lưỡng tính.

Các chất trao đổi ion có thể là các chất vô cơ (zeolit, đất sét, fenspat, silicagel, pecmutit, ...) hoặc hữu cơ (than bùn, than đá, than sunfo, nhựa cao phân tử,..)

Các cationit được tái sinh bằng dung dịch axit có nồng độ từ 2 – 8% và chúng chuyển thành dạng H⁺. Các anionit được tái sinh bằng dung dịch kiềm và chuyển sang dạng OH⁻.

d. Phương pháp hấp phụ

Phương pháp hấp phụ được sử dụng rộng rãi để làm sạch nước thải khỏi chất hữu cơ hòa tan như phenol, ankylbenzen, thuốc nhuộm, các hợp chất thơm, ... sau khi đã xử lý sinh hóa hoặc xử lý sơ bộ nước thải bằng các phương pháp khác và nhất là các kim loại nặng với hàm lượng nhỏ.

Người ta thường sử dụng than, các chất tổng hợp hoặc một số chất thải của sản xuất như xỉ tro, mặt sắt và các chất hấp phụ bằng khoáng chất như đất sét, silicagel, keo nhôm, ... mà đặc biệt là than hoạt tính để hấp phụ các chất hòa tan. Đối với chất ô nhiễm là kim loại nặng, hiện nay chất hấp phụ được lựa chọn là than bùn vì đây là nguyên liệu rẻ tiền và dễ thực hiện.

e. Các phương pháp điện hóa

Người ta sử dụng các quá trình oxi hóa cực anod và khử catod, dòng tụ điện, ... để làm sạch nước thải khỏi các chất hòa tan và phân tán. Tất cả quá trình này xảy ra trên điện cực khi có dòng điện một chiều đi qua nước thải.

Các phương pháp điện hóa cho phép làm sạch nước thải bằng các công nghệ tương đối đơn giản, tự động hóa, không cần sử dụng các tác nhân hóa học. Tuy nhiên nhược điểm chính của phương pháp này là tiêu hao điện năng lớn.

f. Phương pháp trung hòa

Nước thải của nhiều ngành công nghiệp như dệt, nhuộm, sản xuất bột giấy có độ pH cao, mang tính kiềm (pH từ 9-11) hoặc công nghiệp gia công kim loại có độ pH thấp (pH < 4). Do đó phải sử dụng phương pháp trung hòa để đưa pH về giá trị trung tính (pH từ 6,5-8) sau đó đưa vào xử lý sinh học hoặc thải vào hệ thống thoát nước,

mặt khác điều chỉnh pH cho quá trình xử lý hóa học tiếp theo như phản ứng oxy hóa, phản ứng kết tủa.

Nguyên tắc phản ứng trung hòa xảy ra như sau:



Phương pháp trung hòa có thể thực hiện bằng 2 cách:

- Trộn 2 dòng nước có tính axit và kiềm với nhau. Cách này phù hợp với những cơ sở công nghiệp có tồn tại 2 loại nước thải này hoặc những cơ sở công nghiệp ở gần nhau có 2 loại nước thải có độ pH khác xa nhau.

- Bổ sung tác nhân trung hòa được lựa chọn phù hợp với loại nước thải. Đối với nước thải mang tính axit, các tác nhân trung hòa thường sử dụng: NaOH, Ca(OH)₂, Na₂CO₃, CaCO₃, dolomit. Đối với nước thải mang tính kiềm, người ta có thể dùng axit nhưng axit có đặc tính ăn mòn mạnh, khi pha loãng hay tỏa nhiệt lớn nên hạn chế sử dụng. Thay vào đó, các oxit axit như CO₂, SO₂, NO₂,... được sử dụng để trung hòa nước thải kiềm mà đồng thời có tận dụng các khí này từ các nguồn gây ô nhiễm không khí.

g. Phương pháp kết tủa

Phương pháp kết tủa được áp dụng trong công nghệ xử lý nước thải để tách các chất ô nhiễm ở dạng ion kim loại hay các anion có tính độc như florua F⁻, sunfat SO₄²⁻, photphat PO₄³⁻, xyanua CN⁻, ...

Nguyên tắc của phương pháp này là phản ứng hóa học giữa các ion thích hợp với nhau để tạo thành hợp chất ít tan. Ví dụ: các kim loại nặng như Fe²⁺, Cr³⁺, Cd²⁺, Ni²⁺, Pb²⁺,... thường kết tủa ở dạng hidroxit hoặc các muối khó tan như cacbonat, photphat, ... Ở một giá trị pH nào đó, khi nồng độ ion kim loại vượt quá nồng độ hòa tan của nó thì sẽ bị kết tủa, do đó, để kết tủa ion kim loại người ta phải điều chỉnh pH của dung dịch. Chính vì thế những phản ứng kết tủa kim loại còn được gọi là phản ứng trung hòa kết tủa.

Ứng dụng điều này, người ta có thể khử độ cứng của nước theo phương pháp vôi – soda (Ca(OH)₂ – Na₂CO₃). Theo phương pháp này, Ca²⁺, Mg²⁺ chuyển thành dạng kết tủa CaCO₃ và Mg(OH)₂, sau đó có thể tách ra khỏi nước bằng biện pháp lắng, lọc. Ngoài ra, có thể khử độ cứng của nước bằng phương pháp trao đổi ion.

h. Phương pháp oxi hóa – khử

Phương pháp oxi hóa khử cũng được sử dụng để xử lý nước thải dựa trên nguyên tắc chọn chất oxy hóa hay chất khử thích hợp để phản ứng với chất ô nhiễm ở dạng khử hoặc dạng oxy hóa tạo ra sản phẩm ít hoặc không độc. Tuy nhiên quá trình này tiêu tốn một lượng lớn các tác nhân hóa học, do vậy các phương pháp oxy hóa khử chỉ được dùng khi các tạp chất gây nhiễm bẩn trong nước không thể tách bằng phương pháp khác. Ví dụ khử độc xyanua, cro, các hợp chất của asen,...

Các tác nhân oxy hóa – khử thường dùng là: O₃, H₂O₂, Cl₂, NaOCl, CaOCl₂,...

B. Câu hỏi và bài tập thực hành

1. Trình bày các nguyên nhân gây ô nhiễm nguồn nước.
2. Trình bày các phương pháp sinh học để làm sạch nguồn nước.

3. Đánh giá thực tế nguồn nước tại nơi ở.

C. Ghi nhớ

1. Chu trình nước trong tự nhiên.

2. Các dấu hiệu nhận biết nước ô nhiễm.

3. Phương pháp xử lý nước thải.

CHƯƠNG 4: HÓA HỌC ĐỊA QUYỀN

Hóa học địa quyền nghiên cứu cấu tạo lớp vỏ Trái đất, trong đó chú trọng đến phần vỏ bề mặt bởi đây chính là nơi sinh sống, canh tác và sản xuất của con người. Hiểu được nguồn gốc gây ô nhiễm đất sẽ đưa ra các biện pháp cải tạo đất đai, yếu tố quan trọng hàng đầu trong nông nghiệp.

Mục tiêu:

- Trình bày được cấu tạo bề mặt vỏ Trái đất.
- Phân tích được vai trò của các thành phần đất.
- Phân biệt được đất ô nhiễm do hoạt động nông nghiệp hay công nghiệp.

A. Nội dung

I. Khái niệm Địa quyền. Đối tượng nghiên cứu của hóa học Địa quyền.

Nhờ các nghiên cứu của địa chất học và vật lý, người ta đã xác định được cấu tạo Trái Đất. Trái Đất được cấu tạo bởi một số phần khác nhau về thành phần hay trạng thái vật chất, có hình khối cầu hơi bẹp ở hai đầu với bán kính khoảng 6.371km, được chia thành 3 lớp chính: lớp Vỏ Trái Đất được gọi là quyển Sial, tiếp theo là quyển Manti và trong cùng là nhân. Hóa học Địa quyền chỉ nghiên cứu phần vỏ ngoài cùng của Trái Đất.

Vỏ Trái Đất chiếm 1% thể tích và 0,5% khối lượng Trái Đất. Vỏ Trái Đất có bề dày và cấu tạo không giống nhau ở những vùng khác nhau: ở đồng bằng là 35 – 40km, ở miền núi là 50 – 80km, đáy đại dương là 5- 10km. Tuy vậy chúng ta chỉ quan tâm đến lớp vỏ Trái Đất ở đến độ sâu 16km, đó là phần con người sử dụng và khai thác tài nguyên. Đặc trưng của lớp vỏ ngoài đối với thành phần Trái Đất là hàm lượng cao của các nguyên tố O₂, Si, Al, Fe, Ca, Na, K, Mg, chúng tạo thành các khoáng chất, chiếm 99% khối lượng của vỏ Trái Đất.

Vỏ ngoài Trái Đất có thể được chia làm 2 phần:

Phần đất: từ bề mặt Trái Đất đến phần bị phong hóa, phần này có ý nghĩa rất quan trọng đối với hóa học và sinh học của môi trường. Có thể nói đây là hệ dị thể, nơi tiếp xúc giữa khí quyển, thủy quyển và địa quyển, trong đó xảy ra các quá trình trao đổi chất và năng lượng. Đồng thời, phần đất này chính là môi trường sống của các vi khuẩn, thực vật và động vật. Dưới tác động của thiên nhiên và con người thì phần này luôn luôn thay đổi.

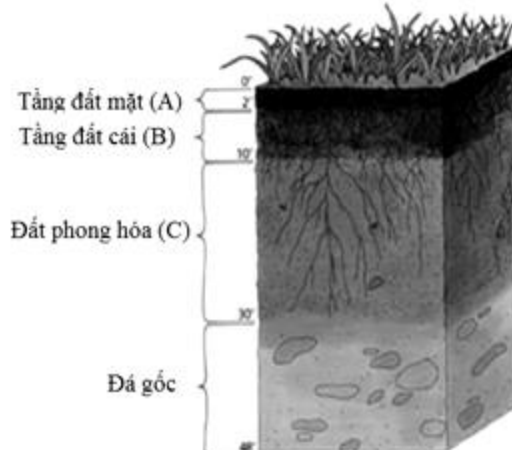
Phần cứng: là phần bên dưới, bao gồm các khoáng silicat và alumino silicat. Liên kết của silic và oxy trong các khoáng silicat là những liên kết rất bền, quá trình thay thế dần từng bước các nguyên tử silic bằng nguyên tố nhôm dẫn tới việc hình thành các alumino silicat của nhiều loại đá, khoáng khác nhau.

Đất đóng vai trò cực kì quan trọng đối với sinh vật trong môi trường. Thực vật phát triển trên đất, vì vậy đất là một trong những yếu tố căn bản đối với nông nghiệp. Đối với con người và sinh vật trên cạn, đất là thành phần tối quan trọng của địa quyển. Mặc dù chỉ là một lớp rất mỏng so với kích thước của Trái Đất, song đất là môi trường sản sinh ra lương thực, thực phẩm cho hầu hết các dạng sinh vật.

Đất được tạo thành do sự phân hóa đá gốc, đây là một quá trình tự nhiên bao gồm các quá trình địa chất, thủy văn và sinh học kết hợp lại. Cấu trúc của đất xốp và

được phân thành các tầng theo độ sâu. Sự phân tầng này là sản phẩm của quá trình thấm nước xuống đất, quá trình sinh học bao gồm sự tạo thành và phân hủy sinh khối. Nước mưa thấm qua đất kéo theo các chất tan và các hạt keo rắn xuống các tầng bên dưới và tích tụ lại. Các quá trình sinh học, ví dụ sự phân hủy sinh khối thực vật dưới tác dụng của vi sinh vật tạo ra CO₂, các axit hữu cơ, các hợp chất tạo phức. Sau đó các chất này bị nước mưa lôi kéo xuống các tầng bên dưới, ở đó chúng phản ứng với đất sét hoặc các loại khoáng khác, làm thay đổi tính chất các loại khoáng này.

Tầng đất trên cùng dày khoảng vài đến vài chục centimet, được gọi là tầng A hay còn gọi là tầng mặt đất. Đây là lớp đất chứa nhiều chất hữu cơ nhất và cũng là vùng đất có nhiều vi sinh vật hoạt động mạnh nhất. Ion kim loại và các loại hạt sét trong tầng này rất dễ bị cuốn theo nước. Tầng đất tiếp theo là tầng B hay còn gọi là tầng đất cái. Tầng này tiếp nhận các chất hữu cơ, các loại muối, hạt sét từ tầng đất mặt. Tầng C được tạo thành từ đá gốc đã bị phong hóa (sản phẩm từ đó hình thành đất). Có nhiều loại đất có đặc tính khác nhau, do đó có thể sử dụng các loại đất vào các mục đích riêng, ví dụ đất canh tác, đất làm đường, đất làm bãi chôn lấp. Loại đá gốc từ đó tạo thành đất quyết định thành phần và tính chất sản phẩm đất tạo thành.



Hình 4.1: Các tầng đất

Có thể nói rằng, đất là một vật thể thiên nhiên được tạo thành nhờ sự kết hợp của 6 yếu tố: đá, sinh vật, khí hậu, địa hình, nước, thời gian. Các loại đá cấu tạo nên vỏ Trái Đất dưới tác dụng của khí hậu, địa hình, nước và sinh vật, trải qua một thời gian lâu dài, dần dần bị phá hủy, vụn ra thành đất.

Trên quan điểm sinh học và môi trường, có thể xem đất là một cơ thể sống vì trong nó có nhiều sinh vật khác như: vi khuẩn, tảo, nấm, thực vật, động vật. Do đó, đất cũng tuân thủ các quy luật sống: phát sinh, phát triển, thoái hóa và già cỗi. Con người là yếu tố đặc biệt quan trọng tác động đến sự hình thành và thoái hóa đất.

II. Thành phần của đất

Đất là hỗn hợp các chất khoáng, chất hữu cơ và nước, có khả năng duy trì sự sống cho thực vật trên bề mặt Trái Đất. Trong đất có chứa không khí, nước và chất rắn.

Chất rắn là thành phần chủ yếu của đất, chiếm gần 100% khối lượng đất và chia thành 2 loại: chất rắn vô cơ và chất rắn hữu cơ. Đất canh tác khô thường chứa 5% chất

hữu cơ và 95% chất vô cơ. Một số loại đất như đất than bùn có thể chứa đến 95% chất hữu cơ. Một số loại đất khác chỉ chứa 1% chất hữu cơ.

1. Thành phần vô cơ của đất

Chất rắn vô cơ là thành phần chủ yếu của đất, chiếm 95-98% khối lượng đất khô. Thành phần các nguyên tố hóa học có mặt trong đất như sau:

Bảng 4.1: Thành phần các nguyên tố hóa học trong đá và đất (% khối lượng)

Stt	Tên nguyên tố	Đá	Đất
1	Oxy	47,2	49
2	Silic	27,6	33
3	Nhôm	8,8	7,13
4	Sắt	5,1	3,8
5	Canxi	3,6	1,37
6	Natri	2,64	0,63
7	Kali	2,6	1,36
8	Magie	2,1	0,6
9	Titan	0,6	0,46
10	Hydro	0,15	-
11	Cacbon	0,1	2,0
12	Lưu huỳnh	0,09	0,08
13	Photpho	0,08	0,09
14	Nitơ	0,01	0,1

Trong số những nguyên tố này, các nguyên tố cuối bảng C, S, P, N rất cần cho cây trồng. Hàm lượng của chúng trong đất hầu như cao hơn trong đá (C trong đất cao gấp 20 lần so với trong đá, N cao gấp 10 lần), chính vì vậy mà đất trồng nuôi sống được cây.

Khoáng vật chứa các nguyên tố thường gặp trong vỏ Trái Đất như oxy, silic, nhôm, sắt, canxi, magie, natri, kali là thành phần khoáng chính của đất. Các loại khoáng phổ biến trong đất là thạch anh (SiO_2), orthoclase (KAlSi_3O_8), albite ($\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$), epidote ($4\text{CaO} \cdot 3\text{Al}_2\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$), geothite ($\text{FeO}(\text{OH})$), magnetite (Fe_3O_4), các muối cacbonat (CaCO_3 , MgCO_3). Các khoáng sét là loại khoáng quan trọng của đất. Các khoáng này hấp thụ mạnh các cation như K^+ , Ca^{2+} , Na^+ , Mg^{2+} , NH_4^+ nên các cation này có thể không bị rửa trôi theo nước mà được giải phóng dần vào đất làm thức ăn cho cây.

Một trong những sản phẩm cuối cùng của quá trình phong hóa đá gốc là các hạt keo vô cơ. Các hạt keo này đóng vai trò rất quan trọng trong đất. Hạt keo này giữ nước và các chất dinh dưỡng cho thực vật hấp thụ. Ngoài ra, các hạt keo vô cơ có khả năng hấp thụ các chất độc trong đất. Bản chất và mật độ các hạt keo vô cơ là các yếu tố rất quan trọng để xác định năng suất sinh học của đất.

2. Thành phần hữu cơ của đất

Mặc dù chỉ chiếm khoảng 5% thành phần của đất canh tác, nhưng hợp phần hữu cơ đóng vai trò rất quan trọng và là yếu tố quyết định chất lượng về mặt năng suất sinh

học. Các chất hữu cơ trong đất là nguồn thức ăn cho vi sinh vật, đồng thời chúng tham gia vào các phản ứng hóa học cũng như quá trình trao đổi chất, ảnh hưởng đến tính chất vật lý của đất.

Một số chất hữu cơ còn tham gia vào quá trình phong hóa các chất khoáng tạo thành đất. Một số nấm mốc trong đất có thể tạo ra các axit hữu cơ có khả năng tạo phức, các chất này phản ứng với khoáng silicat, giải phóng kali và các ion kim loại khác cần thiết cho thực vật. Một số vi khuẩn trong đất có thể tạo ra axit 2-ketogluconic có khả năng tạo phức mạnh, hòa tan nhiều kim loại làm phong hóa khoáng vật trong đất. Axit này còn có thể hòa tan các muối photphat không tan, tạo ra ion photphat.

Trong đất còn chứa một số hợp chất hữu cơ hoạt động sinh học như các polysaccarit, các đường amino, nucleotic, các hợp chất hữu cơ chứa lưu huỳnh, photpho. Điều đáng chú ý là các hợp chất đa vòng ngưng tụ (PAH) trong đất gây đầu độc đất. Các hợp chất này xuất hiện do các tác nhân tự nhiên (đồng cỏ cháy) hoặc nhân tạo (đốt rác, các nguồn thải ô nhiễm).

Sự tích tụ các chất hữu cơ trong đất phụ thuộc nhiều vào nhiệt độ và lượng oxy. Ở các vùng có nhiệt độ thấp, các chất hữu cơ bị phân hủy sinh học chậm nên tích tụ trong đất nhiều hơn. Hoặc ở những vùng ngập nước, có nhiều thực vật phát triển, lượng oxy trong đất thấp vì vậy thành phần hữu cơ trong đất có thể lên đến 90%.

Khi chiết đất bằng hỗn hợp ete và rượu sẽ thu được dung dịch chứa các sắc tố β -carotein, chlorofyl và xantofyl.

Bảng 4.2: Thành phần chất hữu cơ chính có trong đất

Stt	Loại hợp chất	Thành phần	Ghi chú
1	Mùn	Thành phần còn lại khó phân hủy của thực vật. Chủ yếu là hợp chất C,H,O.	Là thành phần hữu cơ phổ biến nhất, cải thiện tính chất vật lý của đất, có khả năng trao đổi chất dinh dưỡng, nơi lưu giữ lượng N sinh ra do cố định đạm.
2	Chất béo, chất nhựa và sáp	Các chất béo có thể chiết được bằng dung môi hữu cơ.	Thường chỉ chiếm vài % so với thành phần hữu cơ, có hại cho đất vì không thấm nước, có thể độc hại với cây trồng.
3	Saccarit	Cellulose, tinh bột, hemi-cellulose.	Nguồn thức ăn chính cho vi sinh vật, làm ổn định độ liên kết của đất.
4	Hợp chất hữu cơ chứa N	Mùn chứa N, amino axit, đường amino	Cung cấp nitơ làm cho đất màu mỡ
5	Hợp chất photpho	Các este photphat, axit phytic, các photpho lipic.	Nguồn cung cấp photpho cho thực vật.

Dưới tác động của không khí, nước, nhiệt độ và vi sinh vật, các chất hữu cơ từ xác động thực vật có thể bị biến đổi theo 2 quá trình: quá trình khoáng hóa và quá trình mùn hóa.

3. Nước và không khí trong đất

Thông thường, do các hạt đất có kích thước nhỏ, đồng thời trong đất có các mao quản và lỗ xốp nhỏ nên nước trong đất không tồn tại hoàn toàn độc lập với phần rắn trong đất. Thực vật chỉ sử dụng được nước trong các lỗ xốp lớn của đất, loại nước này có thể chảy thoát khỏi đất. Nước chứa trong các lỗ xốp nhỏ giữa các lớp khoáng sét bị giữ chặt hơn, thực vật khó hấp thụ phần nước này.

Đất chứa nhiều chất hữu cơ thường giữ một lượng nước nhiều hơn các loại đất khác, nhưng thực vật khó sử dụng lượng nước này, do nó bị hấp phụ vật lý và hóa học lên các thành phần hữu cơ.

Nước tương tác rất mạnh với các khoáng sét trong đất. Nước bị hấp phụ lên bề mặt các loại sét. Do có diện tích bề mặt riêng lớn nên các hạt keo sét giữ được một lượng nước khá lớn. Khi bị úng nước, tính chất lý, hóa, sinh của đất sẽ bị biến đổi:

- Oxy trong đất sẽ bị suy kiệt nhanh chóng do hoạt động hô hấp của vi sinh vật khi tham gia quá trình phân hủy các chất hữu cơ.
- Liên kết giữa các hạt keo đất bị bẻ gãy, cấu trúc đất bị phá vỡ.
- Nước dư thừa trong đất gây hại cho cây trồng, lúc này đất không chứa đủ lượng không khí cần thiết cho rễ cây. Ngoại trừ lúa, hầu hết các cây lương thực khác không thể phát triển trong đất ngập nước.
- Hình thành các ion kim loại gây độc cho cây trồng, ví dụ Fe^{2+} , Mn^{2+} , dẫn đến hiện tượng nước phèn hoặc đóng váng trên mặt đất.

Nước trong đất cũng tạo thành một loại hệ gọi là dịch đất. *Dịch đất* là phần nước trong đất chứa các chất tan tạo thành từ các quá trình hóa học và sinh học trong đất, cũng như từ các quá trình trao đổi giữa đất với thủy quyển và sinh quyển. Các chất khoáng trong dịch đất thường tồn tại dưới dạng ion. Các cation chủ yếu là H^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+ , các anion thường là HCO_3^- , CO_3^{2-} , Cl^- , SO_4^{2-} .

Dịch đất vận chuyển các chất hóa học đến và đi khỏi các hạt đất. Ngoài tác dụng cung cấp nước cho thực vật, dịch đất còn tạo điều kiện cần thiết cho quá trình trao đổi các chất dinh dưỡng giữa rễ cây và các hạt đất. Rất khó thu được dịch đất vì dịch đất được giữ trong các mao quản hoặc tạo thành lớp màng mỏng trên bề mặt hạt đất. Một trong những cách trực tiếp thu dịch đất là lấy nước rỉ từ đất. Ngoài ra, có thể tách dịch đất từ đất ẩm bằng cách thay thế nước với các chất lỏng không trộn lẫn với nước, hoặc dùng các biện pháp cơ học như ly tâm, nén ép hay xử lý bằng chân không.

Trong các loại đất thông thường, các lỗ xốp chứa không khí chiếm khoảng 35% tổng thể tích đất. Thành phần không khí trong đất hoàn toàn khác không khí bình thường, chủ yếu là chứa oxy và cacbonic, đảm bảo cho sự sống của hệ sinh vật đất và các quá trình phân hủy hợp chất hữu cơ, các quá trình vô cơ hóa, mùn hóa, ... Ngoài ra trong đất còn có chứa một số loại khí khác được sinh ra từ quá trình hóa học, sinh học như CH_4 , C_2H_4 , H_2S , NO_2 , ...

4. Những chất dinh dưỡng vi lượng và đa lượng trong đất

Những chất dinh dưỡng vi lượng là các chất mà cây cối chỉ cần một lượng rất nhỏ, nếu thiếu chúng thì cây cần cỗi, cho thu hoạch kém, nhưng nếu lượng lớn quá lại gây độc hại cho cây. Đó là các nguyên tố cần ở dạng vết, khoảng 10^{-3} ppm, thường là Bo, clo, natri, đồng, sắt, mangan, kẽm, vanadi và molipden. Hầu hết chúng có mặt trong thành phần các enzym, một số trong các nguyên tố trên có thể còn tham gia vào quá trình quang hợp của cây xanh.

Một số loại thực vật có khả năng tích lũy một lượng rất lớn các nguyên tố kim loại vi lượng. Hiện tượng này đã làm nảy sinh ý tưởng sử dụng thực vật có khả năng tích lũy cao để xử lý đất bị ô nhiễm kim loại. Ví dụ: Cải bắp Trung Hoa khi phát triển trên đất bị nhiễm uranium có thể tích lũy đến 5mg uranium/1g bắp cải khô.

Những chất dinh dưỡng đa lượng là những chất cần thiết cho thực vật có chứa các nguyên tố cacbon, hydro, oxy, nitơ, lưu huỳnh, photpho, kali, canxi và magie. Thực vật hấp thụ cacbon, oxy và hydro từ khí quyển, các nguyên tố đa lượng khác được hấp thụ từ đất. Trong số đó, nitơ, photpho và kali là các chất dinh dưỡng rất quan trọng ảnh hưởng đến sự phát triển của thực vật, năng suất vụ mùa, nhưng thường không có đủ trong đất nên phải bổ sung dưới dạng phân bón. Thường rất ít khi gặp loại đất thiếu canxi. Bón vôi để xử lý đất chua cũng đã cung cấp một lượng đáng kể canxi cho thực vật.

III. Sự xói mòn và thoái hóa đất.

1. Sự xói mòn đất

Sự xói mòn có thể hiểu là hiện tượng rửa trôi các chất dinh dưỡng trong đất. Cả nước và gió đều có thể gây ra xói mòn đất, tuy vậy xói mòn do nước thường xảy ra phổ biến và ở mức độ cao hơn. Nguyên nhân chủ yếu của tình trạng đất bị xói mòn là hoạt động canh tác không hợp lý. Xói mòn xảy ra rất mạnh ở các đồng ruộng trồng cây theo luống. Khoảng đất trống không được phủ thực vật giữa các luống rất dễ bị nước và gió cuốn đi. Ngoài ra, việc tổ chức thâm canh liên tục trong nhiều năm, không dành thời gian cho quá trình tự phục hồi cũng làm đất trở nên kiệt quệ vì vậy để duy trì năng suất phải tăng lượng phân bón sử dụng, dẫn đến việc gây ô nhiễm môi trường đất.

Xói mòn do gió thường xảy ra ở các vùng cao và bị ảnh hưởng của tình trạng khô hạn. Để ngăn chặn tình trạng xói mòn do gió, có thể trồng cỏ để bảo vệ lớp đất tầng mặt. Bộ rễ của cỏ là tác nhân chính bảo vệ về mặt cơ học cho lớp đất tầng mặt. Một số biện pháp khác cũng đang được áp dụng trong nông nghiệp để chống xói mòn, ví dụ biện pháp trồng tiếp mùa vụ mới trên phần đất canh tác của năm trước nhưng không loại bỏ rơm rạ, thân cây còn lại của mùa vụ trước; biện pháp trồng ruộng bậc thang, quy hoạch ruộng theo đường viền cao độ.

Trồng cây lấy gỗ là biện pháp vừa chống được xói mòn hữu hiệu, vừa mang lại lợi ích kinh tế cao. Bằng cách chọn giống tốt, sản lượng sinh khối khô thu được hàng năm trên 1 hecta có thể lên đến 30 tấn. Gỗ thu được sẽ được dùng vào nhiều mục đích khác nhau.

2. Sa mạc hóa

Sa mạc hóa là quá trình gắn liền với tình trạng bạc màu, hạn hán, đất không còn khả năng nuôi sống cây trồng. Nguyên nhân chủ yếu của tình trạng sa mạc hóa trên toàn cầu là hoạt động của con người. Nuôi thả gia súc ăn cỏ ở những vùng đất khô hạn, cằn cỗi là một trong những nguyên nhân đáng chú ý của hiện tượng sa mạc hóa. Arhentina, Sahara, Uzbekistan, vùng Tây Nam nước Mỹ, Syria và Mali là các vùng đất hiện nay đang bị sa mạc hóa mạnh do các hoạt động nhân tạo. Một cách tổng quát, sa mạc hóa là quá trình có liên quan đến rất nhiều yếu tố như xói mòn, sự thay đổi thời tiết, tình trạng khô hạn, giảm sự màu mỡ và giảm lượng mùn, thoái hóa trong thành phần hóa học của đất.

Nạn phá rừng là một vấn đề có liên quan đến tình trạng sa mạc hóa. Nạn phá rừng đang xảy ra ở mức báo động, đặc biệt ở vùng rừng nhiệt đới, nơi có mặt hầu hết các loại động thực vật trên Trái Đất. Cùng với sự biến mất của các loài này, nạn phá rừng còn dẫn đến sự suy thoái đất do xói mòn và thất thoát chất dinh dưỡng.

IV. Sự ô nhiễm môi trường đất

Trong quá trình sinh hoạt và sản xuất, con người đã đưa vào đất nhiều chất thải và chất gây ô nhiễm. Các chất này không những gây ra tình trạng ô nhiễm đất mà còn ảnh hưởng nghiêm trọng đến các nguồn nước tự nhiên, bao gồm cả nước mặt và nước ngầm.

Căn cứ vào nguồn gốc phát sinh ô nhiễm người ta có thể phân loại như sau: ô nhiễm do hoạt động nông nghiệp, ô nhiễm do hoạt động công nghiệp, ô nhiễm do giao thông vận tải, ô nhiễm do chất thải sinh hoạt, ...

Căn cứ vào tác nhân gây ô nhiễm có thể phân loại thành tác nhân hóa học, tác nhân sinh học, tác nhân vật lý.

1. Ô nhiễm do hoạt động nông nghiệp

a. Sử dụng phân bón

Chế độ thâm canh nông nghiệp đã làm suy giảm nguồn chất dinh dưỡng của đất. Để bổ sung nguồn dinh dưỡng cho cây trồng, con người đã sử dụng phân bón hóa học với số lượng ngày càng gia tăng, điều này đã làm thay đổi tính chất, thành phần tự nhiên của đất, có khi làm chua đất, làm cứng đất, làm thay đổi cân bằng các chất dinh dưỡng giữa cây trồng và đất.

Việc sử dụng phân bón hóa học trên thế giới ngày càng tăng (trung bình tăng khoảng 2 triệu tấn/năm). Người ta ước tính chỉ khoảng 50% nitơ bón vào đất được cây trồng hấp thụ, lượng còn lại là nguồn gây ô nhiễm môi trường. Hoặc một số hợp chất chứa lưu huỳnh trong phân bón bị oxy hóa thành axit H_2SO_4 . Axit này tác dụng với sắt, nhôm trong keo đất tạo ra các muối sunfat, gây ra hiện tượng đất phèn. Loại đất này có pH thấp và khó trồng trọt.

Nói chung, khi bón phân hóa học vào đất, chỉ có một phần phân được cây trồng sử dụng, một phần được giữ lại trong đất do bị hấp phụ hoặc chuyển hóa hóa học, một phần bị rửa trôi vào các nguồn nước mặt hoặc ngấm vào các nguồn nước ngầm và một phần khác bị bay hơi vào không khí dưới dạng khí và hơi.

b. Sử dụng hóa chất bảo vệ thực vật

Để tăng sản lượng lương thực, giảm bớt tác động phá hoại của sâu bệnh (trung bình hàng năm có khoảng 10 – 20% sản lượng lương thực bị sâu bệnh phá hại), lượng hóa chất bảo vệ thực vật được sử dụng trong nông nghiệp ngày càng tăng. Trung bình có khoảng 50% lượng thuốc trừ sâu được phun đã rơi xuống đất, tồn tại trong đất và bị lôi cuốn vào chu trình đất–cây–động vật–người.

Trên thế giới hiện nay đang sử dụng khoảng trên 1000 loại thuốc bảo vệ thực vật, chúng bị phân hủy trong nước rất chậm (từ 6 tháng đến 2 năm) nên tạo ra dư lượng đáng kể trong đất. Ví dụ: dư lượng DDT sau khi phun một năm là 80%, lindan là 60%, aldrin là 20%... Vì vậy, dư lượng của các loại thuốc trừ sâu trong đất, đặc biệt là trong các sản phẩm nông nghiệp đã được nhiều tổ chức quốc tế quan tâm.

Các loại thuốc trừ sâu, thuốc diệt cỏ bị phân hủy trong đất, nhưng quá trình phân hủy của các loại hóa chất bảo vệ thực vật này là không giống nhau và phụ thuộc nhiều vào điều kiện môi trường, sự có mặt của các loại vi sinh vật đất,... Do đó, ảnh hưởng của chúng đến môi trường cũng khác nhau.

Hiện nay, nhiều quốc gia yêu cầu phải công bố rõ các thông tin về khả năng và quá trình phân hủy trước khi cấp phép lưu hành các loại thuốc trừ sâu mới. Các yếu tố quan trọng thường được xem xét là, sự hấp phụ thuốc trừ sâu của đất; khả năng rửa trôi thuốc trừ sâu vào các nguồn nước (liên quan đến khả năng gây ô nhiễm nguồn nước); ảnh hưởng của thuốc trừ sâu đến hệ sinh vật và vi sinh vật đất; khả năng phân hủy và tạo thành các sản phẩm độc hại hơn. Khả năng bị hấp phụ vào đất là yếu tố quan trọng nhất ảnh hưởng đến tốc độ và mức độ phân hủy của các loại thuốc trừ sâu. Khả năng bị hấp phụ và tốc độ phân hủy lại phụ thuộc vào nhiều yếu tố khác như, độ tan, độ bay hơi, điện tích, độ phân cực, khối lượng và kích thước phân tử.

Quá trình phân hủy các loại thuốc trừ sâu trong đất xảy ra chủ yếu nhờ ba con đường: phân hủy hóa học, phân hủy quang hóa và quan trọng nhất là phân hủy sinh học.

c. Chế độ tưới tiêu

Bên cạnh việc sử dụng phân bón hóa học, hóa chất bảo vệ thực vật, chế độ tưới tiêu bất hợp lý cũng có thể làm biến đổi thành phần hóa học và tính chất cơ lý của đất. Các hệ thống tưới tiêu hoạt động mạnh trong mùa khô có thể làm hạ thấp mức nước ngầm dẫn đến nguy cơ xâm nhập mặn vào nước ngầm. Mặt khác, tưới quá nhiều nước có thể gây ngập úng, xói mòn, rửa trôi.

Một trong những hậu quả đáng quan tâm của việc tưới không hợp lý là sự muối hóa đất (salinization of soil), làm giảm năng suất cây trồng, trong một số trường hợp còn làm mất khả năng sử dụng của đất trong nông nghiệp.

2. Ô nhiễm hoạt động công nghiệp và sinh hoạt

Sản xuất công nghiệp, giao thông vận tải không những là nguồn gây ô nhiễm không khí mà còn ảnh hưởng xấu đến môi trường đất. Ví dụ:

– SO_2 được tạo thành do đốt nhiên liệu chứa lưu huỳnh được thải vào khí quyển. Trong không khí SO_2 có thể tham gia nhiều quá trình khác nhau tạo thành SO_4^{2-} và theo nước mưa lắng đọng xuống đất.

– Các oxit nitơ bị chuyển hóa thành nitrat trong khí quyển rồi theo nước mưa vào đất. Mặt khác, đất cũng hấp thụ các khí NO và NO₂ và các khí này cũng bị oxy hóa chuyển thành nitrat trong đất.

– Bụi chì trong khí thải từ các động cơ đốt trong của các phương tiện giao thông lắng xuống và tích tụ trên mặt đất dọc theo các con đường có mật độ ô tô đi lại cao.

– Ở những vùng khai khoáng mỏ, các kim loại từ mỏ sẽ phát tán ra những vùng đất xung quanh, làm cho đất ở các vùng này bị nhiễm nhiều kim loại.

Các chất thải rắn công nghiệp và sinh hoạt (rác sinh hoạt, các chất xi, giấy, gỗ, kim loại, cao su, gạch vỡ, các chất thải do khai thác mỏ, bùn sinh học khi xử lý nước thải...) đều được đưa vào đất làm cho đất bị nhiễm bẩn, làm thay đổi thành phần đất và gây ô nhiễm nước, nước ngầm, gây bụi và mùi làm ô nhiễm không khí. Ở một số nước quy định về chôn lấp chưa được chặt chẽ, các chất gây ô nhiễm từ các khu vực chôn lấp có thể rò rỉ vào đất. Đáng chú ý là các khu gần khu công nghiệp. Nhiều chất hữu cơ dễ bay hơi (Volatile organic compounds – VOC) như benzene, toluene, xylene, diclorometan đã được phát hiện trong đất gần các khu công nghiệp.

Để hạn chế nguồn gây ô nhiễm do các chất thải rắn, người ta phải xử lý chất thải rắn một cách nghiêm ngặt như phân loại các chất thải, thu hồi và tái sử dụng chất thải. Các chất thải độc hại nguy hiểm phải được thiêu đốt hoặc chôn cất ở những hố chôn theo đúng kỹ thuật, có lớp ngăn cách với đất, có lớp bao phủ bề mặt, có đường thoát và tiêu nước bề mặt..., hạn chế khai thác bừa bãi, sử dụng hợp lý các vùng mỏ đã khai thác nhằm hạn chế ô nhiễm đất.

B. Câu hỏi và bài tập ứng dụng

1. Vì sao có thể xem đất như một cơ thể sống?
2. Nêu các nguyên nhân gây ra xói mòn đất? Làm thế nào để phòng tránh xói mòn đất?
3. Trong canh tác nông nghiệp, cần chú ý những điều gì để hạn chế ô nhiễm môi trường đất?

C. Ghi nhớ

1. Cấu tạo các tầng đất.
2. Vai trò các thành phần trong đất.
3. Các nguyên nhân gây ô nhiễm đất.

HƯỚNG DẪN GIẢNG DẠY MÔN HỌC

I. Vị trí, tính chất, ý nghĩa và vai trò của môn học

- Vị trí: Hóa học môi trường được học vào năm thứ nhất trong chương trình đào tạo ngành Công nghệ Kỹ thuật Môi trường, trình độ Cao đẳng.
- Tính chất: Đây là môn học tiên quyết, là môn cơ sở bắt buộc, làm nền tảng kiến thức cho các môn học chuyên ngành Kỹ thuật Môi trường.
- Ý nghĩa và vai trò: Cung cấp các kiến thức cơ bản về cấu trúc, thành phần khí quyển, thủy quyển, địa quyển; phân tích nguồn gốc và cơ chế gây ô nhiễm của các chất độc hại, các hiện tượng ô nhiễm môi trường; giáo dục người học có thái độ và hành động đúng đắn trong công tác bảo vệ môi trường và hệ sinh thái.

II. Mục tiêu của môn học:

- Về kiến thức:
 - + Trình bày được cấu tạo và thành phần của khí quyển, thủy quyển, địa quyển.
 - + Nêu được vai trò của khí quyển, thủy quyển, địa quyển đối với sinh vật nói chung và con người nói riêng.
 - + Nêu được các nguồn, các chất gây ô nhiễm môi trường, các hiện tượng ô nhiễm môi trường.
 - + Nêu được một vài thiết bị thông dụng để lọc bụi không khí.
- Về kỹ năng:
 - + Phân tích được cơ chế gây ô nhiễm của các chất độc hại.
 - + Nhận biết được môi trường ô nhiễm.
 - + So sánh được ưu, nhược điểm của các phương pháp làm sạch môi trường.
 - + Ứng dụng một số phương pháp làm sạch môi trường vào thực tế.
- Về năng lực tự chủ và trách nhiệm:
 - + Nhận thức được tầm quan trọng của khí quyển, thủy quyển, địa quyển đối với con người.
 - + Tham gia vào các hoạt động bảo vệ môi trường và làm sạch môi trường.
 - + Chia sẻ kiến thức, kỹ năng với người xung quanh.

III. Tài liệu tham khảo

1. Lê Huy Bá (2006), Độc học môi trường cơ bản, NXB Đại học Quốc gia TP HCM, TP HCM.
2. Đặng Đình Bạch, Nguyễn Văn Hải (2006), Giáo trình Hóa học Môi trường, NXB Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội.
3. Nguyễn Xuân Cự, Nguyễn Thị Phương Loan (2014), Giáo trình Môi trường và con người, NXB Đại học Quốc gia Hà Nội, Hà Nội.
4. Tăng Văn Đoàn, Trần Đức Hạ (2010), Giáo trình Cơ sở Kỹ thuật Môi trường, NXB Giáo dục Việt Nam, Hà Nội.
5. Trần Tứ Hiếu, Nguyễn Văn Nội (2011), Cơ sở Hóa học Môi trường, NXB Đại học Quốc gia Hà Nội, Hà Nội.
6. Hà Huy Thành, Lê Cao Đoàn (2011), Vấn đề môi trường trong phát triển xã hội và quản lý phát triển xã hội theo hướng bền vững ở Việt Nam, NXB Khoa học Xã hội, Hà Nội.