

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

GIÁO TRÌNH HÓA HỌC MÔI TRƯỜNG



NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT

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

GIÁO TRÌNH

HÓA HỌC MÔI TRƯỜNG

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



NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT
HÀ NỘI

LỜI NÓI ĐẦU

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Các tác giả

MỤC LỤC

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

1. Thành phần hóa học và vai trò của khí quyển	67
2. Cấu trúc của khí quyển	70
3. Sự hình thành và tiến hóa của khí quyển	74
II. Sự ô nhiễm khí quyển	75
III. Các tác nhân gây ô nhiễm khí quyển và tác động của chúng	77
1. Các hợp chất chứa lưu huỳnh	78
2. Cacbon monoxit	79
3. Các hợp chất chứa nitơ	80
4. Các hidrocarbon	81
5. Các loại bụi	82
IV. Sự ô nhiễm không khí về mặt hoá học	83
1. Khái niệm về phản ứng quang hóa trong khí quyển	83
2. Các phản ứng quang hóa của oxit nitơ trong khí quyển	84
3. Các phản ứng cộng trong hệ NO_x , H_2O , CO và không khí	85
4. Các phản ứng của hidrocarbon trong khí quyển	87
5. Các phản ứng của các gốc tự do trong khí quyển	93
6. Khói quang hóa	94
7. Phản ứng của các oxit lưu huỳnh trong khí quyển	96
V. Tác động của ô nhiễm không khí lên môi trường	100
1. Ảnh hưởng ô nhiễm không khí đến khí hậu, thời tiết toàn cầu	100
2. Tiếng ồn và ô nhiễm	109
3. Ô nhiễm phóng xạ	110
4. Ảnh hưởng của ô nhiễm không khí do bụi và các chất độc đến sức khỏe con người, động thực vật và vật liệu	112
VI. Những yêu cầu về chất lượng môi trường khí quyển	114
1. Tiêu chuẩn chất lượng môi trường không khí	114
2. Nồng độ cho phép của các loại bụi và các chất độc hại trong không khí	114
CÂU HỎI ÔN TẬP CHƯƠNG II	120

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

5. Chu trình của kali trong tự nhiên	202
III. Sự ô nhiễm thạch quyển	203
1. Khái quát	203
2. Ô nhiễm đất do phân bón hóa học và thuốc bảo vệ thực vật	204
3. Ô nhiễm đất do chất thải công nghiệp và chất thải sinh hoạt	207
4. Ô nhiễm đất do tác nhân sinh học	208
5. Ô nhiễm đất do sự cố tràn dầu	209
6. Ô nhiễm do chiến tranh	209
7. Ô nhiễm đất do thảm họa địa hình	209
8. Ô nhiễm đất do tác nhân vật lý	210
9. Ô nhiễm đất bởi các chất phóng xạ	210
IV. Biện pháp kiểm soát ô nhiễm đất	211
V. Rừng và cây xanh	211
CÂU HỎI ÔN TẬP CHƯƠNG IV	215
Chương V. ĐỘC HÓA HỌC	217
I. Khái niệm chung	217
II. Các chất độc hóa học trong môi trường	219
1. Các chất độc chủ yếu có trong không khí	219
2. Các chất độc trong nước	220
III. Hiệu ứng hóa sinh của chất độc hóa học	221
1. Ảnh hưởng của chất độc đến enzym	221
2. Hiệu ứng hóa sinh của asen	222
3. Hiệu ứng hóa sinh của cadimi	224
4. Hiệu ứng hóa sinh của chì	225
5. Hiệu ứng hóa sinh của thủy ngân	227
6. Hiệu ứng hóa sinh của cacbon monoxit CO	230
7. Hiệu ứng hóa sinh của các oxit nitơ NO _x	232
8. Hiệu ứng hóa sinh của khí sunfurơ SO ₂	232

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

ĐẠI CƯƠNG VỀ MÔI TRƯỜNG VÀ GIÁO DỤC MÔI TRƯỜNG

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

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

I. NHỮNG CƠ SỞ CỦA KHOA HỌC MÔI TRƯỜNG

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

a. Sinh thái học (ecology)

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

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

b. Hệ sinh thái (Ecosystem)

Định nghĩa: Hệ sinh thái là tập hợp các quần thể sinh vật (có thể là động vật, thực vật hay vi sinh vật) có mối liên hệ chặt chẽ với nhau, tương tác hỗ trợ nhau, có độc lập tương đối, cùng sống trong một số điều kiện ngoại cảnh nhất định... Hiểu rộng hơn: Hệ sinh thái là đồng tổ hợp một quần thể sinh vật với môi trường vật lí xung quanh nơi mà quần thể đó tồn tại, trong đó các sinh vật, môi trường tương tác với nhau để tạo thành chu trình vật chất và sự chuyển hóa của năng lượng. Nói cách khác, hệ sinh thái bao gồm các loài sinh vật sống ở một vùng địa lí tác động qua lại với nhau và với môi trường xung quanh, tạo nên các chuỗi, lưới thức ăn và các chu trình sinh địa hóa:

$$\boxed{\begin{array}{c} \text{Quần thể} \\ \text{sinh vật} \end{array}} + \boxed{\begin{array}{c} \text{Môi trường} \\ \text{xung quanh} \end{array}} + \boxed{\begin{array}{c} \text{Năng lượng} \\ \text{Mặt Trời} \end{array}} = \boxed{\begin{array}{c} \text{Hệ sinh} \\ \text{thái} \end{array}}$$

Các hệ sinh thái có thể có những hệ lớn nhỏ khác nhau. Tác giả A. Tansley (1935) đã đưa ra các khái niệm hệ sinh thái cực bé (microecosystem) như một bể cá chẳng hạn, đến các hệ sinh thái vừa (middleecosystem) như một hồ, ao chứa nước và hệ sinh thái lớn (macroecosystem) như một đại dương, một châu lục. Tập hợp tất cả các hệ sinh thái có độ lớn khác nhau trên Trái Đất làm thành một hệ sinh thái khổng lồ và được gọi là sinh thái quyển (ecosphere).

*** Tính hệ thống**

Một hệ thống có thể được xác định như một tập hợp các đối tượng, hoặc các thuộc tính như kích cỡ, hình dạng được liên kết với nhau bằng nhiều mối tương tác. Trong hệ sinh thái, tính hệ thống được thể hiện chủ yếu là mối quan hệ tương hỗ giữa sinh vật với môi trường. Có hai loại hệ thống cơ bản:

- Hệ thống kín là hệ thống trong đó vật chất, năng lượng và thông tin chỉ trao đổi trong phạm vi của hệ thống.

- Hệ thống hở là hệ thống trong đó năng lượng, vật chất và thông tin trao đổi qua ranh giới các hệ thống. Vật chất, năng lượng và thông tin đi vào được gọi là dòng vào (input), đi ra được gọi là dòng ra (output)

và dòng vật chất, năng lượng, thông tin trao đổi giữa các thành phần trong hệ thống gọi là dòng nội lưu (inner flow). Trừ vũ trụ ra thì tất cả các hệ thống tự nhiên bao gồm tất cả các hệ sinh thái đều là hệ thống hở.

** Tính phản hồi*

Hệ sinh thái luôn là một hệ thống hở và tự điều chỉnh, bởi vì trong quá trình tồn tại và phát triển, hệ sinh thái thường xuyên phải tiếp nhận vật chất, năng lượng, thông tin và cả những sức ép, cú sốc (stress) từ môi trường. Điều này làm cho hệ sinh thái khác biệt với các hệ thống vật chất khác có trong tự nhiên và tạo cho hệ sinh thái có hai tính chất đặc thù, đó là:

- Tính chất tự cân bằng (homestasis) nghĩa là khả năng hệ sinh thái phản kháng lại các thay đổi và giữ được trạng thái cân bằng.

- Năng lực chịu tải (carrying capacity), nghĩa là khả năng của các hệ sinh thái có thể gánh chịu những sức ép, những cú sốc trong những điều kiện khó khăn nhất.

Tuy nhiên, các hệ sinh thái cũng chỉ có giới hạn xác định trong phản hồi và khả năng chịu tải. Trong giới hạn đó, khi chịu một tác động vừa phải từ bên ngoài, các hệ sinh thái sẽ phản ứng lại một cách thích nghi bằng cách sắp xếp lại các mối quan hệ trong nội bộ và toàn thể hệ thống phù hợp với môi trường thông qua những mối "liên hệ ngược" để duy trì sự ổn định của mình trong điều kiện môi trường biến động. Đối với những tác động quá lớn, quá mạnh, vượt khỏi sức chịu đựng của hệ, hệ sinh thái không thể tự điều chỉnh được và cuối cùng bị suy thoái rồi bị hủy diệt.

** Cấu trúc và chức năng của hệ sinh thái*

Sinh thái học hiện đại nghiên cứu cấu trúc và chức năng của những hệ sinh thái 4 chiều.

Bộ phận trung tâm là dòng năng lượng và chu trình thức ăn, qua bộ phận này thực hiện mọi chức năng của hệ.

Một hệ sinh thái điển hình được cấu trúc bởi các thành phần sau đây:

- Sinh vật sản xuất (producer),
- Sinh vật tiêu thụ (consumer),
- Sinh vật phân hủy (decomposer),
- Các chất hữu cơ (protein, lipid, glucit, vitamin, enzym...),
- Các yếu tố khí hậu (nhiệt độ, ánh sáng, độ ẩm...).

Thực chất ba thành phần đầu chính là quần thể sinh vật, còn hai thành phần sau là năng lượng hóa học mà quần thể đó sử dụng để tồn tại và phát triển.

Ở đây năng lượng Mặt Trời thông qua quang hợp ở cây xanh và một số nấm, vi khuẩn là những sinh vật tự dưỡng hay sinh vật sản xuất. Chúng chuyển hóa những thành phần vô cơ như CO_2 , H_2O thành các dạng vật chất hóa học (những đại phân tử hữu cơ đặc trưng cho sự sống). Chính năng lượng Mặt Trời, thông qua quang hợp đã liên kết các phân tử nhỏ vô cơ thành những phân tử hữu cơ lớn, phức tạp. Nhờ hoạt động quang hợp và ở phạm vi nhỏ là sự tổng hợp của sinh vật sản xuất, nguồn thức ăn tạo thành được nuôi sống trước hết cho sinh vật sản xuất, sau đó là những sinh vật khác, kể cả con người.

Sinh vật tiêu thụ là những sinh vật dị dưỡng như tất cả các loài động vật và những vi khuẩn không có khả năng quang hợp và hóa tổng hợp. Những sinh vật này tồn tại được là dựa vào nguồn thức ăn ban đầu do các sinh vật tự dưỡng tạo ra. Khi nói về năng suất hệ sinh thái thì động vật vừa là sinh vật tiêu thụ, vừa là sinh vật sản xuất: Động vật ăn cỏ là sinh vật tiêu thụ khi chúng dùng cây xanh làm thức ăn, nhưng chúng lại là sinh vật sản xuất khi thịt sữa của chúng được con người và động vật ăn thịt sử dụng.

Sinh vật phân hủy là các sinh vật dị dưỡng, sống hoại sinh (saprophytes) gồm vi khuẩn, nấm... chúng tiếp nhận nguồn năng lượng hóa học được giải phóng ra khi phân hủy và bề gãy các đại phân tử hữu cơ để tồn tại và phát triển, đồng thời lại đào thải vào môi trường những hợp chất đơn giản hoặc các nguyên tố hóa học mà lúc đầu được các sinh vật sản xuất sử dụng để tổng hợp các chất hữu cơ: CO_2 , H_2O , N_2 , NO_3 ...

Ngoài cấu trúc theo thành phần, hệ sinh thái còn có kiểu cấu trúc theo chức năng. Theo E. D. Odum (1983), cấu trúc của hệ gồm các phạm trù sau:

- Quá trình chuyển hóa năng lượng của hệ,
- Chuỗi thức ăn trong hệ,
- Các chu trình sinh địa hóa diễn ra trong hệ,
- Sự phân hóa trong không gian và theo thời gian,
- Các quá trình phát triển và tiến hóa của hệ,
- Các quá trình tự điều chỉnh.

Một hệ sinh thái cân bằng là một hệ trong đó 4 quá trình đầu tiên đạt được trạng thái cân bằng động tương đối với nhau (Vũ Trung Tạng, 2000).

c. Cân bằng sinh thái (Ecological balance)

Cân bằng sinh thái là trạng thái các quần thể sinh vật, các hệ sinh thái ở tình trạng cân bằng khi số lượng tương đối của các cá thể, của các quần thể sinh vật vẫn giữ được ở thể ổn định tương đối.

Từng hệ sinh thái trong môi trường nhất định đều có xu hướng được điều chỉnh hoặc tự điều chỉnh ở trạng thái số lượng và cá thể ổn định, phù hợp với các yếu tố môi trường gọi là trạng thái cân bằng. Do vậy, ở đây phải có sự cân bằng giữa sinh vật sản xuất, sinh vật tiêu thụ và sinh vật phân hủy, cũng như sự tồn tại giữa các loài có trong hệ.

Ở một điều kiện nào đó của tự nhiên làm cho sâu bọ phát triển nhanh khiến số lượng chim sâu cũng tăng theo. Khi số lượng chim sâu tăng quá nhiều thì số lượng sâu bọ bị giảm đi nhanh chóng. Hiện tượng số lượng cá thể của một quần thể bị số lượng cá thể của một quần thể khác kìm hãm gọi là hiện tượng khống chế sinh học. Do chính sự khống chế sinh học làm cho số lượng của mỗi quần thể dao động trong một thể cân bằng.

Do vậy, cân bằng sinh thái là một trạng thái mà ở đó số lượng của các quần thể ở trạng thái ổn định, hướng tới sự thích nghi cao nhất với điều kiện môi trường.

Khi nói hệ cân bằng sinh thái, nhưng không phải là trạng thái tĩnh của hệ, nếu có một nhân tố nào đó của môi trường bên ngoài tác động tới bất kỳ một thành phần nào đó của hệ, thì cân bằng bị phá vỡ, nó dần lại thiết lập một cân bằng mới, khác với tình trạng cân bằng trước khi bị tác động. Như vậy, hệ luôn biến đổi và luôn có khả năng tự thiết lập cân bằng mới. Khả năng của hệ tự điều chỉnh để lập lại cân bằng còn được gọi là "khả năng tự làm sạch". Về bản chất, đây là sự điều chỉnh dòng năng lượng và vật chất giữa ba loại sinh vật: sinh vật sản xuất, sinh vật tiêu thụ và sinh vật phân hủy. Cũng cần nhấn mạnh rằng, khả năng tự thiết lập trạng thái cân bằng mới của hệ là có hạn. Nếu một thành phần nào đó của hệ bị tác động quá mạnh, nó sẽ không khôi phục lại được, sẽ kéo theo sự suy thoái của các thành phần kế tiếp, làm cho toàn hệ mất cân bằng và suy thoái.

Như vậy, việc quản lí, bảo vệ hệ sinh thái là nhằm duy trì trạng thái cân bằng tự nhiên hay nhân tạo.

2. Tính đa dạng sinh học, vai trò và sự cần thiết bảo vệ tính đa dạng sinh học

a. Tính đa dạng sinh học, vai trò của nó

Tính đa dạng sinh học (ĐDSH) là một phạm trù bao gồm toàn bộ các thành phần tạo ra một hệ sinh thái đa dạng và phong phú. Sự sống trên Trái Đất dựa vào tính đa dạng sinh học để duy trì những chức năng sinh thái nhằm điều hòa nguồn nước cũng như chất lượng, sự màu mỡ của đất đai và những nguồn tài nguyên. Con người sử dụng các loài tự nhiên để làm thuốc, kiểm soát sâu bọ, cải thiện mùa màng và chăn nuôi. Ở Châu Á, cuộc sống của nhiều cộng đồng hầu như phụ thuộc vào đa dạng sinh học.

Đa dạng sinh học là tổ hợp những nguồn sống trên hành tinh, bao gồm toàn bộ các loài sinh vật.

Sự đa dạng sinh học đáp ứng được những nhu cầu khác nhau của con người như lương thực, dược liệu, gỗ, sợi, nhiên liệu và nhiều giá trị sử dụng khác. Sự đa dạng sinh học còn có giá trị trong việc bảo vệ đất, tăng độ phì nhiêu của đất, điều hòa dòng chảy, tuần hoàn nước, oxi...

trong khí quyển. Sự đa dạng sinh học hết sức cần và không gì thay thế được đối với sự sống trên Trái Đất.

Trong quá trình tồn tại, sinh vật luôn phát triển và tiến hóa. Đến nay, chúng ta không thể biết một cách chính xác có bao nhiêu loài sinh vật tồn tại, mà chỉ ước đoán có ít nhất từ 5 đến 10 triệu loài khác nhau, số khác cho rằng có thể có từ 30 đến 100 triệu loài, thậm chí còn nhiều hơn.

Đa dạng sinh học không chỉ là số lượng các loài khác nhau, mà còn đa dạng di truyền, sự đa dạng di truyền tồn tại trong các loài đặc trưng. Đa dạng sinh học là một khái niệm nói lên sự giàu có về nguồn gen, tính phong phú, muôn hình muôn vẻ về các loài sinh vật, về các hệ sinh thái trong tự nhiên.

Cho đến nay con người đã xác định được khoảng 250.000 loài thực vật có hoa, 800.000 loài thực vật bậc thấp và 1,5 triệu loài động vật. Rừng ở Việt Nam có 12.000 loài thực vật, 800 loài chim, 275 loài thú, 180 loài bò sát, 2.470 loài cá, 5.500 loài côn trùng. Tính độc đáo và ĐDSH khá cao: 10% số loài chim, cá và thú đã tìm được ở Việt Nam, 40% số loài thực vật thuộc loại đặc hữu, ngoài nước ta không còn tìm thấy ở bất cứ nơi nào trên thế giới. Do vậy, Việt Nam được xếp là một trong mười nước trên thế giới có tính ĐDSH cao.

Về giá trị kinh tế, các sản phẩm nông nghiệp, thủy sản khai thác từ nguồn đa dạng sinh học, ước tính hàng năm đem lại cho đất nước ta bình quân khoảng 2 tỷ USD. Nhiều nơi, nhất là miền núi, nguồn lương thực, thực phẩm hay nguồn thuốc chữa bệnh và thu nhập chủ yếu dựa vào khai thác đa dạng sinh học.

Tính ĐDSH càng tăng, càng giàu nguồn thức ăn cho con người và động vật hoang dã sống trong thiên nhiên. Tính ĐDSH còn tạo nên vẻ đẹp của tự nhiên, tạo nguồn cảm hứng cho các nhà sáng tạo nghệ thuật. Hệ sinh thái tự nhiên thường phức tạp về thành phần loài, tính ĐDSH cao, có nhiều mức tiêu thụ trong chuỗi thức ăn, nên nếu có một sự tác động ở một khâu nào đó sẽ dẫn đến làm mất cân bằng sinh thái thì nó

dễ dàng tự điều chỉnh, giữ cho hệ ổn định không bị đe dọa. Vì vậy, ĐDSH còn là “cái van bảo hiểm” cho mức độ an toàn của hệ sinh thái.

b. Sự cần thiết phải bảo vệ tính đa dạng sinh học

Bảo vệ đa dạng sinh học rất có ý nghĩa đối với sự nghiệp phát triển kinh tế, cải thiện đời sống của mọi tầng lớp trong xã hội. Tuy nhiên, giá trị của đa dạng sinh học đã không được nhận thức đầy đủ, nhiều loài động vật hoang dã quý hiếm trong đó có cả các loài đang có nguy cơ diệt chủng đã và đang bị săn bắt, buôn bán, xuất khẩu trái phép, do dễ tiêu thụ và mang lại nguồn thu nhập cao.

Việc săn bắt chim, thú rừng tùy tiện cùng với việc chặt, đốt phá rừng, môi trường của nhiều loài hoang dã bị phá hoại. Điều này làm cho một số loài trở nên hung dữ, gây nhiều thiệt hại cho con người.

Việc gia tăng dân số quá nhanh, việc diện tích rừng ngày càng bị thu hẹp, việc khai thác quá mức nguồn tài nguyên sinh vật biển, nước ngọt và trên mặt đất cũng dẫn tới sự thu hẹp hoặc mất đi các hệ sinh thái. Cụ thể là đã dẫn tới nguy cơ bị tiêu diệt 28% loài thú, 10% loài chim, 21% loài bò sát và lưỡng cư. Trên thực tế tốc độ suy giảm đa dạng sinh học của nước ta nhanh hơn rất nhiều so với các quốc gia khác trong khu vực và trên thế giới. Tỷ lệ tuyệt chủng các loài sinh vật ở Việt Nam cao hơn mức trung bình của thế giới và 1000 lần cao hơn tuyệt chủng tự nhiên. Trước tình hình này, việc gìn giữ và bảo vệ đa dạng sinh học cần phải được coi như một trong những công việc cấp bách trước mắt cũng như lâu dài.

Bảo vệ tính ĐDSH là trách nhiệm của mỗi người và của toàn xã hội, chúng ta phải tiến hành:

- Thành lập các khu bảo vệ vườn quốc gia, khu bảo tồn thiên nhiên, khu bảo vệ sinh quyển.
- Thành lập các trung tâm nghiên cứu nuôi nhân giống các loài động vật hoang dã, động vật quý hiếm.
- Tăng cường công tác giáo dục về bảo vệ môi trường trong nhà trường và xã hội, đẩy mạnh hợp tác quốc tế trong lĩnh vực môi trường.

3. Môi trường và phát triển - Phát triển bền vững

a. Môi trường và phát triển

Theo Ngân hàng thế giới, hiện nay trên thế giới có khoảng 1,2 tỷ người ở các nước đang phát triển sống trong tình trạng nghèo đói trầm trọng với mức thu nhập dưới 370 USD/năm. Những người này thường xuyên không có khả năng nhận các nhu yếu phẩm cần thiết cho cuộc sống như: lương thực, nhà ở và quần áo. Khoảng một nửa trong số này chỉ nhận dưới 80% lượng calo tối thiểu. Theo UNICEF (1998) thì khoảng 13 triệu trẻ em/năm hoặc 35.000 em mỗi ngày bị bỏ đói đến chết hoặc vì bệnh tật liên quan tới đói ăn và do ô nhiễm môi trường. Vậy loài người phải làm gì để khắc phục tình trạng này cho ngày mai? Câu trả lời chỉ là: Chúng ta cần tạo ra một môi trường phù hợp và phát triển (development). Phát triển là xu hướng tất yếu khách quan của mỗi cá nhân và toàn xã hội, nhằm không ngừng cải thiện và nâng cao đời sống vật chất, tinh thần cho con người. Kế hoạch hóa công tác môi trường là một nội dung quan trọng của công tác kế hoạch hóa sự phát triển kinh tế đất nước nhằm cải thiện chất lượng sống của con người. Mục đích của sự phát triển là đáp ứng các nhu cầu ngày càng cao của con người. Mỗi quốc gia đều có những mục tiêu khác nhau trong sự phát triển, nhưng cuối cùng là xây dựng một cuộc sống lành mạnh, có một nền giáo dục tốt, có đủ cơ sở vật chất cho cuộc sống và có quyền tự do về chính trị, đời sống của con người được an toàn và không có bạo lực.

Phát triển là xu thế tất yếu của mọi xã hội, là quy luật của tiến hóa tự nhiên. Vì vậy chúng ta không thể kìm hãm sự phát triển của xã hội loài người, mà phải tìm con đường phát triển thích hợp để giải quyết các mâu thuẫn giữa môi trường và phát triển. 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. Môi trường là địa bàn, là đối tượng của phát triển. Phát triển là nguyên nhân gây ra mọi biến đổi đối với môi trường. Giữa môi trường và phát triển có mối quan hệ hữu cơ với nhau.

b. Phát triển bền vững

Phát triển bền vững là một phạm trù được hình thành do nhu cầu của việc bảo vệ môi trường. Thực chất của phát triển bền vững là sự kết

hợp giữa phát triển với việc duy trì môi trường. Mặc dù chưa có định nghĩa toàn diện và thống nhất về phát triển bền vững, song về thực chất đó là mối liên kết không thể tách rời giữa phát triển và bảo vệ môi trường. Mối liên kết này được đề cập lần đầu tiên trong báo cáo Brundtland. Báo cáo này nhấn mạnh: *"Môi trường sinh thái và nền kinh tế ngày càng trở nên hòa quyện lẫn nhau xét cả ở cấp độ vùng, khu vực, quốc gia lẫn quốc tế"* (*The Challenge of Enviroment, UNDP, Annual Report, p. 3*). Trong tuyên bố Rio de Janeiro, khái niệm phát triển bền vững được đề cập rõ nét và toàn diện hơn. Nguyên tắc thứ tư của tuyên bố này nêu rõ: *"Để thực hiện được sự phát triển bền vững, bảo vệ môi trường nhất thiết phải là bộ phận cấu thành của các quá trình phát triển và không thể xem xét tách rời quá trình đó"* (Các Công ước quốc tế về bảo vệ môi trường. Nxb Chính trị quốc gia, 1995, tr. 33).

Phát triển bền vững được hiểu theo nhiều khía cạnh và theo nhiều cách tiếp cận khác nhau. Có cách hiểu phát triển bền vững bao gồm các khía cạnh xã hội và hoạch định chính sách và cũng có cách hiểu chỉ thuần túy dưới góc độ môi trường. Chẳng hạn, trong những nghiên cứu của Brundtland, phát triển bền vững phải thỏa mãn các yếu tố sau: Xóa bỏ nghèo đói và bóc lột; gìn giữ và tăng cường các nguồn tài nguyên với chúng có thể đảm bảo việc xóa nghèo được liên tục; phải bao gồm tăng trưởng cả kinh tế lẫn văn hóa xã hội; thống nhất giữa môi trường sinh thái và kinh tế trong hoạch định chính sách. Tuy có sự khác nhau về cách tiếp cận song về cơ bản các tiêu chí của phát triển bền vững được đưa ra tương đối thống nhất, đó là: phát triển kinh tế, bảo vệ môi trường và thỏa mãn các yêu cầu cuộc sống con người.

Phát triển bền vững có những đòi hỏi riêng của nó về mặt tài chính, về mặt định chế và pháp luật. Tùy theo phạm vi quốc gia hay quốc tế, phát triển bền vững sẽ đưa ra các đòi hỏi khác nhau trên các bình diện kể trên.

Do vậy, vấn đề môi trường không chỉ bó hẹp trong mỗi quốc gia riêng rẽ mà nó trở thành vấn đề toàn cầu, đặc biệt là từ Hội nghị Liên hiệp quốc về con người, môi trường ở Stockholm năm 1972 và tổ chức Môi trường quốc tế đã công bố "Chiến lược bảo vệ toàn cầu năm 1980"

Chiến lược này nhấn mạnh: Bảo vệ không đối lập với phát triển, bảo vệ bao gồm bảo tồn và sử dụng hợp lý tài nguyên thiên nhiên nhằm mục đích tạo ra cho con người có cuộc sống hạnh phúc không chỉ cho thế hệ hôm nay mà cho cả cho thế hệ mai sau. Chiến lược Bảo vệ Toàn cầu khẳng định: Loài người tồn tại như một bộ phận của thiên nhiên, loài người sẽ không tồn tại hay không có tương lai nếu thiên nhiên không được bảo vệ, mặt khác thiên nhiên sẽ không được bảo vệ nếu không được phát triển để giảm bớt nghèo nàn và bất hạnh của bao người nghèo đói trên Trái Đất. Muốn "phát triển" thì phải "bảo vệ" và "bảo vệ" để "phát triển", đó là đặc tính phụ thuộc lẫn nhau giữa phát triển và bảo vệ và được gọi bằng thuật ngữ "sự phát triển bền vững".

Theo Ủy ban Quốc tế về môi trường và phát triển (WCED), thuật ngữ *phát triển bền vững* là *sự phát triển thỏa mãn những nhu cầu hiện tại mà không xâm phạm đến khả năng làm thỏa mãn nhu cầu của các thế hệ tương lai*.

Phát triển bền vững có thể được xem là một tiến trình đòi hỏi sự phát triển đồng thời tất cả các lĩnh vực của xã hội, tự nhiên. Một "xã hội bền vững" phải có nền "kinh tế bền vững", đó là sản phẩm của sự phát triển bền vững.

4. Con người và môi trường

a. Bản chất và các yếu tố về sinh thái xã hội ảnh hưởng đến con người

Con người là sản phẩm cao nhất của quá trình tiến hóa hữu cơ và trở thành một thành viên đặc biệt trong sinh quyển. Khi con người bắt đầu có ý thức và khả năng tìm hiểu về thế giới xung quanh thì đồng thời cũng bắt đầu tự đặt ra và giải đáp những câu hỏi về chính bản thân mình. Môi trường, xã hội càng phát triển, nhận thức của loài người càng nâng cao thì những vấn đề con người đặt ra càng phức tạp, đa dạng hơn, và xuất hiện ngày càng nhiều những học thuyết, những quan điểm khác nhau về con người. Có hai thuộc tính qui định bản chất của con người. Một là bản chất sinh vật được kế thừa, phát triển hoàn hảo hơn bất kỳ một sinh vật nào. Hai là thuộc tính văn hóa, xã hội. Cả hai đặc tính này

phát triển song song, biến đổi và tiến hóa theo từng giai đoạn lịch sử. Do vậy, tác động của con người vào môi trường được quyết định bởi đặc tính này.

Con người cải tạo thế giới và thông qua hoạt động vật chất cải tạo hiện thực của con người để xem xét bản chất con người. Trong cuộc sống hiện thực của con người bao gồm một cơ cấu ba mặt: Tự nhiên, xã hội và con người, chúng quan hệ với nhau hết sức chặt chẽ, trong đó chủ yếu là mối quan hệ giữa con người với tự nhiên, con người với xã hội. Đây là một thể hoàn chỉnh hợp thành thế giới của con người, trong đó con người vừa là điểm xuất phát, vừa là khâu trung gian của những mối quan hệ ấy. Con người sống dựa vào tự nhiên như hết thấy mọi sinh vật khác. Nhưng con người sở dĩ thành con người chính là ở chỗ nó không chỉ sống dựa vào tự nhiên mà còn khám phá tác động vào thiên nhiên theo ý muốn của con người. Ph. Ăngghen đã chỉ ra được bước chuyển từ vượn thành người là nhờ việc tạo ra công cụ lao động. Những công cụ này nối dài bàn tay con người, giúp con người có thể giành thêm những vật phẩm từ tự nhiên. Như vậy, con người không chỉ thích ứng với tự nhiên mà còn cải tạo tự nhiên nữa. Quá trình cải tạo tự nhiên cũng là quá trình con người trở thành con người.

Khác với tự nhiên, xã hội không thể có trước con người mà đã ra đời cùng với con người từ khi con người bắt đầu sử dụng công cụ lao động. Nhưng không phải vì thế mà yếu tố xã hội không giữ vai trò gì trong việc hình thành con người. C. Mác đã từng đánh giá rất cao vai trò này, khi ông nói: "Xã hội đã sản xuất ra con người". Xã hội không phải là cái gì trừu tượng, bất biến mà mỗi hình thái kinh tế - xã hội chỉ thích hợp với một phương thức sản xuất nhất định. Nhân tố quyết định phương thức sản xuất phát triển lại là lực lượng sản xuất, bao gồm con người và công cụ lao động. Như vậy, chính con người đã đóng vai trò quyết định sự thay đổi bộ mặt xã hội, môi trường. Vậy xã hội, môi trường đã sản xuất ra con người với tính cách là con người như thế nào thì con người cũng sản xuất ra xã hội như thế.

Con người khác con vật không chỉ là ở chỗ cơ thể có một trình độ tổ chức sinh học cao hơn, mà còn là ở chỗ có những cấu trúc và quá trình

phát triển với một số lượng lớn những mối quan hệ mới, những mối quan hệ xã hội, môi trường.

Như những sinh vật khác, trong hoạt động sống của mình, con người phụ thuộc bởi tính qui luật của tự nhiên (tính di truyền, các nhân tố sinh vật, sức khỏe nhất định, sống hay chết ở cơ thể...). Ở đây, bản tính tự nhiên được thể hiện ra bên ngoài là các nhu cầu tất yếu khách quan:

- Nhu cầu ăn, mặc, ở, văn hóa tinh thần,
- Nhu cầu tái sản xuất xã hội.
- Nhu cầu tình cảm, nhu cầu thông tin, hiểu biết...

Mặt sinh vật của con người có những nét chung với động vật cao cấp, chẳng hạn như những đặc điểm về cơ cấu và chức năng của cơ thể, đặc tính di truyền... Tuy nhiên, trong con người mặt sinh vật đã được cải tạo hoặc phát triển ở một trình độ cao hơn con vật. Con người và con vật đều có những nhu cầu như ăn, uống, hít thở... Nhưng như C. Mác đã từng vạch ra tính chất khác nhau của những nhu cầu ấy: Một đảng làm theo bản năng, một đảng hành động theo ý thức. Và chính mặt xã hội của con người đã làm cho mặt sinh vật trong con người phát triển cao hơn.

Mặt xã hội của con người tức là con người chịu tác động của các qui luật xã hội. Con người chỉ có thể tồn tại, phát triển sau khi thỏa mãn những nhu cầu sinh hoạt, những tư liệu sản xuất và tiêu dùng, môi trường sống để thỏa mãn những nhu cầu sinh hoạt ấy không có sẵn trong giới tự nhiên dưới dạng trực tiếp. Nhờ bộ não phát triển và khả năng lao động sáng tạo, lại sống chung trong một cộng đồng xã hội, con người ngày càng can thiệp mạnh vào thiên nhiên theo hướng có lợi cho mình, dẫn đến sự suy giảm và ô nhiễm môi trường.

Nguồn tài nguyên con người khai thác, những suy thoái và ô nhiễm môi trường (do các nguồn chất thải trong sinh hoạt và trong sản xuất) ngày một tăng. Đó chính là nguy cơ tàn phá và hủy diệt môi trường sống của chính con người. Do vậy, có rất nhiều hội nghị quốc tế bàn về môi trường, trong đó Hội nghị Stockholm (1972) về những vấn đề

môi trường là điểm khởi đầu của loài người cần hành động để xây dựng một xã hội bền vững cho chính mình.

b. Tác động của con người vào môi trường

Con người với tư cách là một vật thể sống, một yếu tố của sinh quyển đã tác động trực tiếp vào môi trường. Dân số trên thế giới phát triển rất nhanh so với sức sản xuất trên Trái Đất: Từ 1 triệu người trên Trái Đất trước công nguyên, 10 vạn năm sau tăng 5 triệu. 1 vạn năm sau nữa tăng lên 200 triệu, dự đoán đến năm 2020 có thể đến gần 7 tỷ, năm 2050 là 9 tỷ người. Do đó, ngày càng gây ra sự mất cân bằng bởi những tác động của con người nhằm đáp ứng nhu cầu ngày càng tăng của mình, đã tác động vào thiên nhiên làm cho hiệu lực chọn lọc tự nhiên giảm đến mức thấp nhất. Các hệ sinh thái tự nhiên hoặc dần chuyển hệ sinh thái nhân tạo, hoặc bị tác động của con người đến mức mất cân bằng và suy thoái.

Một trong những tác động lớn của con người tới môi trường là làm cháy rừng (hơn một nửa vụ cháy có nguồn gốc tự nhiên), phá rừng lấy đất làm nông nghiệp, khai thác gỗ, khoáng sản hoặc xây dựng hồ làm thủy điện, lấy chất đốt... làm diện tích rừng bị thu hẹp nhanh chóng, lớp che phủ thảm thực vật trên bề mặt Trái Đất bị suy giảm và tàn phá đã gây nên những hậu quả hết sức nặng nề: làm xói mòn đất, gây lũ lụt và giảm chức năng điều hòa khí hậu... Công nghiệp phát triển, môi trường khí quyển bị ô nhiễm gây mưa axit đã phá hủy rừng rất mạnh. Những cánh "rừng chết" ở miền Tây Đức, nguyên nhân là do mưa axit. Tại một số vùng ở Mỹ đã thống kê được tỉ lệ chết cây vân sam lên đến 50% trong vòng 25 năm qua. Theo dự báo, do tốc độ phát triển kinh tế nhanh ở Đông Nam Á có thể tạo mưa axit tăng lên trong đó có Việt Nam.

Tác động tiếp theo của con người là đến môi trường đất. Trước hết, quá trình mặn hóa thường xảy ra ở những vùng khô hạn, do tích tụ các loại muối: NaCl , KCl , CaSO_4 , NaCO_3 ... Quá trình đá ong hóa (laterit hóa) hàm lượng setquioxit (Fe_2O_3 , Al_2O_3) tăng lên diễn ra do xói mòn mạnh mẽ và trở thành vấn đề chính ở các nước nhiệt đới. Đây là một vấn đề lớn, đặc biệt ở nước ta khi có tới 3/4 diện tích đất đai là đất có địa

hình dốc. Những vùng đất trống, đồi trọc xuất hiện ở nhiều nơi, chính là hậu quả của xói mòn và các quá trình đá ong hóa.

Ngoài ra con người còn tác động lên biển và đại dương. Biển và đại dương là cái nôi của sự sống từ xa xưa, nơi có đa dạng sinh học cao. Hệ thống khí quyển - đại dương có vai trò lớn trong việc điều hòa khí hậu Trái Đất. Từ xa xưa và hiện nay con người đã khai thác đại dương ngày một tăng để phục vụ nhu cầu sinh sống của mình, do đó suy thoái môi trường biển đang có chiều hướng gia tăng, đặc biệt là khả năng tích lũy các chất ô nhiễm. Một trong các chất ô nhiễm biển quan trọng là dầu. Đây là chất gây ô nhiễm có thời gian tồn lưu khá dài, loang rộng và có khả năng chiếm lĩnh diện tích khá lớn bề mặt biển.

Theo thống kê của Petter H. Raven, Linda R. Berg, Gerooge B. Jonhson, 1993, hàng năm có trên 3,6 triệu tấn dầu rò rỉ ra đại dương. Ví dụ, ngày 24 tháng 3 năm 1989, một vụ rò rỉ dầu lớn đã xảy ra khi tàu Exxon Valdez chạy xung quanh đảo Bligh, Alaska đã làm rò rỉ lượng dầu khổng lồ, trên 10 triệu gallon (1 gallon bằng 4,5 lít Anh) dầu thô phủ kín diện tích trên 2300 km² mặt nước. Nhiều nơi dọc bờ biển, lớp phủ dày tới 10 cm. Vụ rò rỉ này đã làm chết khoảng 3500 đến 5500 rai cá, 200 hải cẩu, và khoảng 400.000 con chim.

Ở Việt Nam, theo thống kê của Cục môi trường, từ năm 1989 đến nay có khoảng 20 vụ tràn dầu lớn nhỏ. Sự cố ở Quy Nhơn ngày 10-8-1998, hơn 200 tấn dầu FO đã tràn vào vịnh Quy Nhơn; sự cố Bạch Hổ ngày 26-11-1992 ước tính khoảng 300 - 700 tấn dầu thô đã tràn ra biển do đứt đường ống mêm. Sự cố ngoài khơi Vũng Tàu ngày 20-9-1993, 2000 tấn bột mì và khoảng 200 tấn dầu FO và DO đã loang ra khoảng 640 km² mặt biển.

5. Quản lí môi trường và đánh giá tác động môi trường

a. Quản lí môi trường

Môi trường khi đã bị biến đổi mạnh bởi quá trình phát triển thường khó có thể lấy lại cân bằng. Để môi trường có thể lấy lại trạng thái cân bằng đòi hỏi phải có sự can thiệp của con người một cách có ý thức. Mức độ quan trọng, bình diện rộng cũng như sự phức tạp của vấn

đề môi trường cần đến sự can thiệp của nhà nước trong việc quản lý môi trường. Đòi hỏi này được đặt ra đối với tất cả các nhà nước bất kể sự khác nhau về hình thức chính thể, chế độ chính trị cũng như trình độ phát triển kinh tế, xã hội của mỗi nước. Thực tế cho thấy, ở các nước đạt kết quả tốt trong hoạt động bảo vệ môi trường thì việc quản lý nhà nước về môi trường là một trong những nhân tố quan trọng bảo đảm cho việc sử dụng các nguồn tài nguyên một cách hợp lý và luôn giữ được môi trường ở trạng thái cân bằng.

Đến nay chưa có một định nghĩa thống nhất về quản lý môi trường. Có thể sơ bộ định nghĩa như sau: *Quản lý môi trường là một hoạt động trong lĩnh vực quản lý xã hội: có tác động điều chỉnh các loại hoạt động của con người dựa trên sự tiếp cận có hệ thống và kĩ thuật điều phối thông tin, đối với các vấn đề môi trường có liên quan đến con người; xuất phát từ quan điểm định lượng, hướng tới phát triển, bảo vệ và sử dụng hợp lý tài nguyên.*

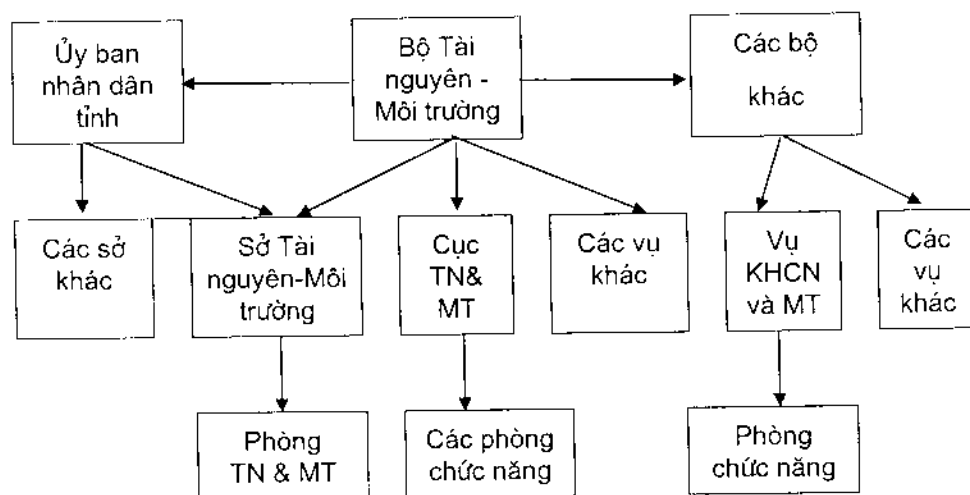
Quản lý môi trường được thực hiện bằng tổng hợp các biện pháp: Luật pháp, chính sách, kinh tế, khoa học, kĩ thuật, xã hội, văn hóa, giáo dục... Các biện pháp này có thể phối hợp đan xen nhau. Việc quản lý môi trường được thực hiện ở mọi qui mô: hộ gia đình, cơ sở sản xuất, các địa phương, quốc gia và trên qui mô toàn cầu.

Theo chỉ thị 36 CT/TW của bộ Chính trị Ban chấp hành Trung ương Đảng Cộng Sản Việt Nam ngày 25-6-1998, một số mục tiêu cụ thể của công tác quản lý môi trường ở Việt Nam hiện nay là:

- Khắc phục phòng chống suy thoái, ô nhiễm môi trường phát sinh trong các hoạt động sống của con người.
- Hoàn chỉnh hệ thống văn bản pháp luật BVMT, ban hành các chính sách để phát triển kinh tế xã hội, gắn với BVMT, nghiêm chỉnh chấp hành luật BVMT.
- Phát triển kinh tế - xã hội theo các nguyên tắc phát triển bền vững được hội nghị Rio de Janeiro - 92 (Braxin) thông qua.
- Xây dựng các công cụ hữu hiệu về quản lý môi trường quốc gia, các vùng lãnh thổ riêng biệt.

Nội dung công tác quản lý nhà nước về môi trường theo điều 37 Luật BVMT Việt Nam 1993, gồm một số điểm chính:

- Ban hành và tổ chức thực hiện các văn bản pháp qui về BVMT, ban hành hệ thống tiêu chuẩn môi trường.
- Xây dựng, chỉ đạo thực hiện chiến lược, chính sách BVMT, kế hoạch phòng chống, khắc phục suy thoái môi trường, ô nhiễm môi trường, sự cố môi trường.
- Xây dựng, quản lý các công trình BVMT, các công trình có liên quan đến BVMT.
- Tổ chức, xây dựng, quản lý hệ thống quan trắc, định kỳ đánh giá hiện trạng môi trường, dự báo diễn biến môi trường.
- Thẩm định các báo cáo đánh giá tác động môi trường của các dự án và các cơ sở sản xuất kinh doanh.
- Cấp và thu hồi giấy chứng nhận đạt và không đạt tiêu chuẩn môi trường.



Hình 1.1. Tổ chức công tác quản lý nhà nước và môi trường Việt Nam

- Giám sát, thanh tra, kiểm tra việc chấp hành pháp luật về BVMT, giải quyết các khiếu nại, tố cáo, tranh chấp về BVMT, xử lý vi phạm pháp luật về BVMT.

- Đào tạo cán bộ về khoa học và quản lý môi trường.
- Tổ chức nghiên cứu, áp dụng khoa học kỹ thuật trong lĩnh vực BVMT.
- Thiết lập quan hệ quốc tế trong lĩnh vực BVMT.

Bên cạnh các cơ quan quản lý nhà nước về môi trường có nhiều cơ quan khác như các cơ sở đào tạo và nghiên cứu nhà nước, các tổ chức phi chính phủ tham gia công tác đào tạo, giám sát và nghiên cứu về môi trường.

b. Đánh giá tác động môi trường (Environmental Impact Assessment)

Xã hội loài người hiện đang sống trong thời kỳ công nghiệp, đang khai thác và sử dụng các nguồn năng lượng mới, các nguồn tài nguyên thiên nhiên mới. Điều này cũng đồng nghĩa với việc con người can thiệp vào thiên nhiên nhiều hơn trước. Để "chế ngự thiên nhiên", con người nhiều khi đã tạo nên những mâu thuẫn sâu sắc giữa mục tiêu phát triển của mình so với diễn biến mang tính qui luật của thiên nhiên. Bên cạnh đó, xã hội công nghiệp còn tạo ra sự chênh lệch rất lớn về mức độ phát triển kinh tế giữa các nước. Trật tự bất hợp lý về kinh tế thế giới đã làm xuất hiện hai hình thức ô nhiễm chính trên thế giới có mối quan hệ chặt chẽ với nhau, đó là "ô nhiễm do tiêu thụ" tại các nước công nghiệp phát triển và "ô nhiễm do đói nghèo" tại các nước chậm phát triển.

Con người ngày càng tác động sâu rộng vào môi trường thiên nhiên. Tác động môi trường tạo ra những thay đổi về chất lượng, biến đổi các tài nguyên thiên nhiên hoặc nhân tố chất lượng môi trường sống. Những tác động đó cũng có thể tích cực hoặc tiêu cực. Do vậy, con người cần phải xem xét để tìm ra cũng như để dự liệu được các tác động nào tích cực để phát huy và những tác động nào là tiêu cực để hạn chế. Điều này hình thành nên khái niệm: *Đánh giá tác động môi trường* (ĐGTĐMT).

Đánh giá tác động môi trường là khái niệm pháp lý mới so với nhiều khái niệm pháp lý truyền thống khác. Tuy nhiên, khác với nhiều khái niệm pháp lý khác phải mất hàng trăm năm mới hoàn thành sự

ngành "toàn cầu hóa" của chúng. Đánh giá tác động môi trường chỉ mới xuất hiện vài năm đã trở thành một định chế pháp lý phổ biến và xuất hiện nhanh chóng trong hệ thống pháp luật của đa số các nước trên thế giới. Thuật ngữ "Đánh giá tác động môi trường" xuất hiện trong chính sách và luật pháp môi trường của một số nước. Mỹ là quốc gia đầu tiên trên thế giới chính thức đưa khái niệm "Đánh giá tác động môi trường" vào trong pháp luật môi trường của nước mình. Tiếp theo Anh, sau đó Cộng hòa liên bang Đức và phần lớn các nước Bắc Âu. Cho đến nay ở nhiều nước đã có các qui định pháp luật tương đối hoàn chỉnh về "Đánh giá tác động môi trường".

Có khá nhiều định nghĩa khác nhau về "Đánh giá tác động môi trường". Luật Bảo vệ môi trường tại mục 11 điều 2 đã đưa ra định nghĩa như sau về Đánh giá tác động môi trường: *"Đánh giá tác động môi trường là quá trình phân tích, đánh giá, dự báo ảnh hưởng đến môi trường của các dự án, quy hoạch phát triển kinh tế - xã hội của các cơ sở sản xuất - kinh doanh, công trình kinh tế, văn hóa xã hội, an ninh quốc phòng và các công trình khác, đề xuất các giải pháp kết hợp và bảo vệ môi trường"*.

Theo Chương trình môi trường Liên hợp quốc (UNEP): Đánh giá tác động môi trường là một quá trình nghiên cứu nhằm dự báo các hậu quả môi trường của một dự án phát triển quan trọng. Đánh giá tác động môi trường xem xét việc thực hiện các đề án sẽ gây ra những vấn đề gì với đời sống con người tại khu vực dự án, tới kết quả của chính dự án và của các hoạt động khác tại vùng đó. Sau dự báo ĐGTĐMT phải xác định các biện pháp giảm đến mức tối thiểu các tác động tiêu cực, làm cho dự án thích hợp với môi trường của nó.

Do vậy, ĐGTĐMT được chia làm ba bước: Lược duyệt, đánh giá sơ bộ, đánh giá đầy đủ. Các phương pháp thường được sử dụng để đánh giá tác động môi trường như: Phương pháp liệt kê số liệu; phương pháp danh mục; phương pháp ma trận môi trường; phương pháp sơ đồ mạng lưới; phương pháp chập bản đồ môi trường; phương pháp mô hình; phương pháp phân tích chi phí, lợi ích mở rộng.

Kiểm kê hoạt động môi trường là hoạt động nhằm mô tả toàn diện về môi trường đang tồn tại ở vùng dự định đặt dự án hoặc vùng có các hoạt động về môi trường xảy ra. Việc kiểm kê phải đề cập đến môi trường lí hóa như thổ nhưỡng, địa chất, địa hình, khí hậu, nước mặt, nước ngầm, chất lượng không khí, chất lượng nước... môi trường sinh học như: các loài động vật, thực vật, đa dạng sinh học, khả năng phát triển, suy thoái của các loài, môi trường nhân văn như các điểm khảo cổ, di tích lịch sử, văn hóa, danh lam thắng cảnh, bảo tàng và thư viện... môi trường kinh tế, xã hội như xu thế tăng dân số, phân bố dân số, mức sống, hệ thống giáo dục, mạng lưới giao thông, cơ sở hạ tầng, cấp thoát nước, quản lí phế thải, dịch vụ công cộng như công an, cứu hỏa, bảo hiểm y tế...

Báo cáo ĐGTDMT của một dự án là văn bản chính yếu, tường trình tất cả các kết quả của công tác ĐGTDMT.

Ở Việt Nam, vào thời điểm hình thành ĐGTDMT chúng ta còn phải tập trung hết sức người, sức của vào công cuộc giải phóng đất nước, sau đó là khôi phục, xây dựng lại sau chiến tranh. Tuy nhiên, từ đầu những năm 1980, nhiều nhà khoa học Việt Nam đã tiếp cận công tác ĐGTDMT thông qua các hội thảo khoa học và các khóa đào tạo. Chính phủ Việt Nam cũng sớm nhận thức được vấn đề bảo vệ môi trường và ĐGTDMT nên đã tạo điều kiện cho các cơ quan, cá nhân tiếp cận các lĩnh vực này. Trong thời gian từ 1978 đến năm 1990, Nhà nước đã đầu tư vào nhiều chương trình điều tra cơ bản như chương trình điều tra cơ bản vùng Tây Nguyên, vùng đồng bằng sông Cửu Long, các tỉnh giáp biển miền Trung... Các số liệu và kết quả thu được từ các chương trình này sẽ là cơ sở cho công tác ĐGTDMT - tương tự như công tác kiểm kê hiện trạng môi trường được qui định trong NEPA.

Sau những năm 1990, nhà nước ta đã cho tiến hành chương trình nghiên cứu môi trường mang mã số KT 02, trong đó có một đề tài mang mã số KT 02 - 16 do GS. Lê Thạc Cán chủ trì. Trong khuôn khổ đề tài này, một số báo cáo ĐGTDMT mẫu đã được thành lập, đáng chú ý là báo cáo ĐGTDMT Nhà máy Giấy Bãi Bằng và ĐGTDMT công trình thủy lợi Thạch Nham.

Luật Bảo vệ môi trường đã được Quốc hội thông qua ngày 27/12/1993 và Chủ tịch Nước ra quyết định công bố số 29L/CTN ngày 10/01/1994.

Điều 17 và điều 18 trong Luật Bảo vệ môi trường qui định các dự án đang hoạt động và dự án mới hoạt động trên lãnh thổ Việt Nam phải lập báo cáo ĐGTTĐMT và trình các cấp có thẩm quyền xét duyệt.

Từ năm 1994 đến cuối năm 1998, Bộ Khoa học, Công nghệ và Môi trường cũng đã ban hành nhiều văn bản hướng dẫn ĐGTTĐMT, tiêu chuẩn môi trường góp phần đưa công tác ĐGTTĐMT ở Việt Nam dần đi vào nề nếp.

Luật Bảo vệ môi trường đã tạo nên một bước ngoặt quan trọng trong việc bảo vệ môi trường của Việt Nam. Luật qui định các tổ chức và cá nhân phải thực hiện ĐGTTĐMT dưới các hình thức khác nhau, khi tiến hành các dự án phát triển hoặc tiến hành các hoạt động sản xuất, kinh doanh theo pháp luật Việt Nam.

II. MỘT SỐ KHÁI NIỆM CƠ BẢN VỀ MÔI TRƯỜNG

1. Môi trường và chức năng của môi trường

a. Môi trường

Môi trường là tổng hợp tất cả các nhân tố vật lí, hóa học, sinh học, kinh tế xã hội có tác động tới một cá thể, một quần thể, hoặc một cộng đồng. Những nhân tố này bao gồm cả biện pháp quản lí hợp lí, việc sử dụng các nguồn tài nguyên thiên nhiên đảm bảo cho sự tồn tại của loài người hiện nay và trong tương lai. Môi trường theo khái niệm này bao gồm cả sinh thái học con người, y tế, xã hội, bảo hộ lao động, ô nhiễm không khí, nước và đất, hạn chế phế thải và tăng cường sử dụng nguồn phế thải, chống sói mòn, quản lí nơi cư trú của động thực vật, đặc biệt là các loài quý hiếm, bảo vệ mĩ quan và văn hóa (Ngân hàng Thế giới, 1980).

Môi trường bao gồm các yếu tố tự nhiên và yếu tố vật chất nhân tạo có quan hệ mật thiết với nhau, bao quanh con người và thiên nhiên (Điều 1, Luật BVMT, Việt Nam, 1993).

Các khái niệm về môi trường còn được hiểu theo các nghĩa khác nhau, song nhìn chung nó không nằm ngoài nội dung của luật BVMT trên.

Với con người khái niệm về môi trường chứa đựng nội dung rộng hơn. Theo UNESCO (1981) thì môi trường của con người bao gồm toàn bộ hệ thống tự nhiên và các hệ thống do con người tạo ra, những cái hữu hình (tập quán, niềm tin...), trong đó con người sống và lao động, họ khai thác các tài nguyên thiên nhiên và nhân tạo nhằm thỏa mãn nhu cầu cho cuộc sống sinh hoạt của mình. Do vậy môi trường sống không phải là nơi tồn tại, sinh trưởng và phát triển cho một thực thể sinh vật và con người, mà còn là "khung cảnh của cuộc sống, của lao động và vui chơi giải trí của con người". Tóm lại, môi trường sống của con người là cả vũ trụ bao la, trong đó hệ Mặt Trời và Trái Đất là bộ phận có ảnh hưởng trực tiếp và rõ rệt nhất.

Ngày nay khoa học và công nghệ trở thành một lực lượng sản xuất trực tiếp, thông tin và trí thức trở thành nguồn tài nguyên vô cùng quý giá, hàm lượng trí tuệ trong từng sản phẩm ngày càng tăng. Công nghệ tin học, internet là phương tiện lao động phổ biến và hiệu quả nhất. Do đó, nền kinh tế mới có sức sống mãnh liệt hơn nhiều so với những nền kinh tế cũ: Kinh tế nguyên thủy, kinh tế công nghiệp và kinh tế nông nghiệp. Nền kinh tế mới phát triển dựa trên tri thức khoa học, cho nên tốc độ tăng trưởng của nó tỉ lệ thuận với tốc độ tăng trưởng của khối lượng tri thức khoa học mà loài người tích lũy được.

Nhìn chung môi trường sống của con người là tất cả các nhân tố môi trường tự nhiên và môi trường xã hội:

- Môi trường tự nhiên: là các nhân tố thiên nhiên có tính chất vật lí, hóa học, sinh học, nó tồn tại và vận động theo qui luật của tự nhiên, nhưng cũng ít nhiều chịu sự tác động của con người như: năng lượng Mặt Trời, đại dương, sông núi, không khí, động vật, thực vật...

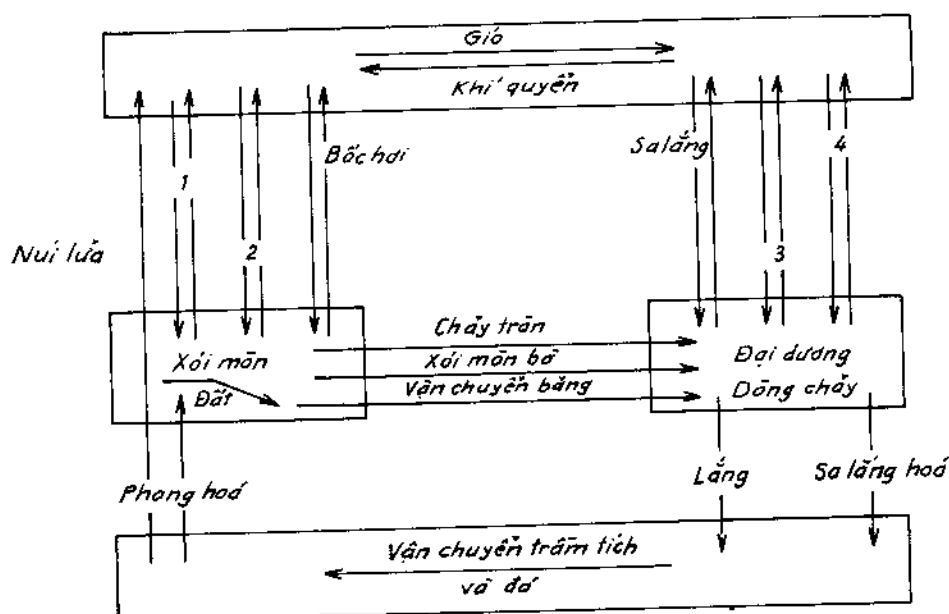
Môi trường tự nhiên cung cấp cho con người nguồn tài nguyên thiên nhiên như không khí, đất và các khoáng sản để cho con người sinh tồn và phát triển.

- Môi trường xã hội chính là các mối quan hệ giữa con người với con người, đó là các luật lệ, các phong tục tập quán... Môi trường xã hội định hướng hoạt động của con người theo những khuôn khổ nhất định đảm bảo cho cuộc sống sinh tồn và ngày một phát triển, văn minh.

Ngoài ra cần phải phân biệt khái niệm môi trường nhân tạo, bao gồm tất cả các nhân tố do con người tạo nên hoặc cải biến nó như: Các phương tiện, công cụ, máy móc, thiết bị, nhà ở, công viên... nhằm phục vụ cho nhu cầu cuộc sống và lao động sản xuất của con người.

* Môi trường vật lí

Môi trường vật lí là môi trường bao gồm các thành phần vô sinh của môi trường tự nhiên, như môi trường khí quyển, môi trường thủy quyển, môi trường thạch quyển và môi trường sinh quyển.



Hình 1.2. Chu trình truyền vật chất giữa các thành phần môi trường

- Thạch quyển (đất)

Thạch quyển là lớp vỏ cứng ngoài của Trái Đất, có cấu tạo hình thái rất phức tạp, có thành phần không đồng nhất, có bề dày thay đổi theo những vị trí địa lí khác nhau từ 0 đến 100 km.

Các nguyên tố hóa học trong đất tồn tại dưới dạng tổ hợp phức tạp các chất khoáng, chất hữu cơ, không khí và nước. Hàm lượng các nguyên tố hóa học của đất không cố định, biến đổi phụ thuộc vào quá trình hình thành đất.

Trên quan điểm sinh thái và môi trường, Winker đã coi đất như một cơ thể sống vì trong nó có nhiều sinh vật như vi khuẩn, nấm tảo, thực vật... Do đó đất cũng tuân thủ những qui luật sống, đó là phát triển, già cỗi, thoái hóa. Tùy thuộc vào việc đối xử của con người đối với đất mà đất có thể trở nên màu mỡ hay ngược lại.

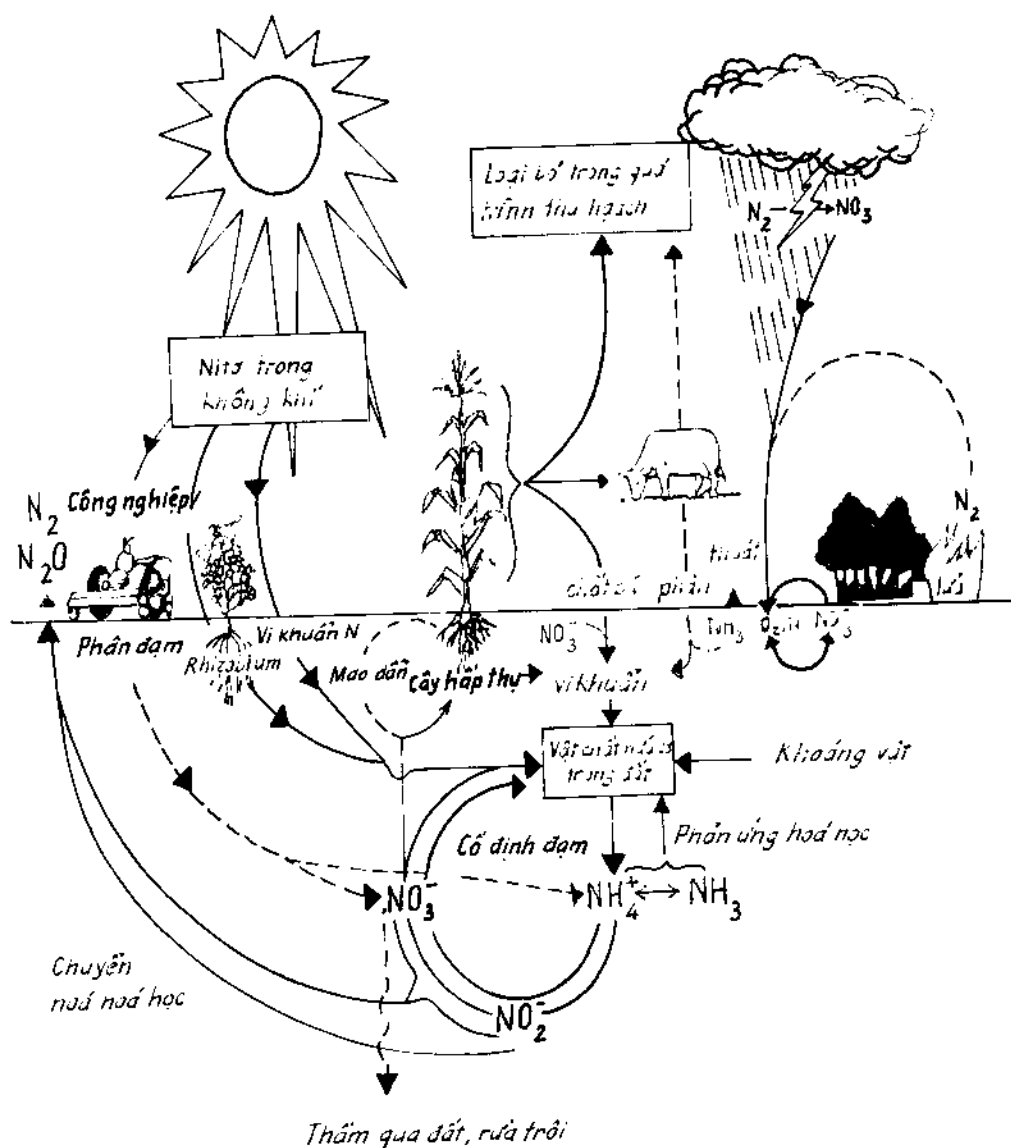
- Thủy quyển (nước)

Thủy quyển là một trong những yếu tố chủ yếu của hệ sinh thái, là nhu cầu cơ bản của mọi sự sống trên Trái Đất và cần thiết cho các hoạt động kinh tế - xã hội của loài người. Thủy quyển bao gồm tất cả các dạng nguồn nước có trên Trái Đất như: Đại dương, biển, hồ, sông, suối, các nguồn chứa băng đá ở hai cực Trái Đất và các nguồn nước ngầm. Khối lượng thủy quyển ước tính vào khoảng $1,38.10^{21}$ kg (tương đương 0,03% tổng khối lượng Trái Đất).

Nước trong hành tinh phân bố không đều, 97% là nước mặn (biển, đại dương), 2% nước thuộc dạng băng đá (Bắc cực, Nam cực), chỉ có 1% nước ngọt được con người sử dụng. Nước không ngừng vận động và chuyển trạng thái, tạo nên vòng tuần hoàn của nước trong sinh quyển: Nước bốc hơi ngưng tụ rồi mưa. Nước bề mặt dễ bị ô nhiễm vì tiếp nhận các nguồn phế thải của tự nhiên và nhân tạo như: Cháy rừng, núi lửa, bụi, khí, nước thải công nghiệp và sinh hoạt, các hóa chất: phân bón, thuốc bảo vệ thực vật...

- Khí quyển

Khí quyển là lớp khí bao quanh bề mặt Trái Đất, có khối lượng $5,2.10^{18}$ kg, nhỏ hơn 0,0001% trọng lượng Trái Đất. Khí quyển là một hỗn hợp các khí: Khí nitơ (78,08%), khí oxi (khoảng 20,95%), khí cacbonđioxit (khoảng 0,035%), hơi nước (khoảng 0,1 ÷ 5%) và nhiều khí khác... Khí quyển có tác dụng duy trì và bảo vệ sự sống trên Trái Đất, ngăn chặn các tia tử ngoại gần đi vào Trái Đất.

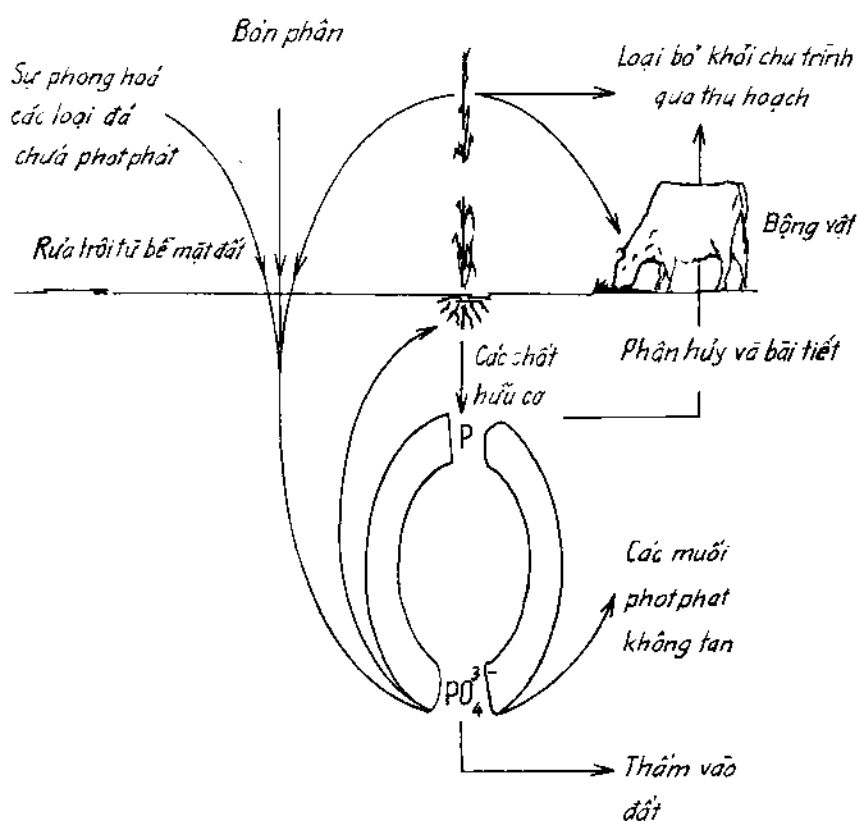


Hình 1.3. Chu trình nitơ trong tự nhiên

Khí quyển có vai trò quan trọng việc giữ cân bằng nhiệt lượng của Trái Đất thông qua quá trình hấp thụ tia tử ngoại từ Mặt Trời chiếu xuống và tia nhiệt từ mặt đất phản xạ lên.

Khí quyển là nguồn cung cấp O_2 và CO_2 cần thiết cho sự sống trên Trái Đất, cung cấp nitơ cho quá trình cố định đạm ở thực vật hay sản xuất phân đạm, hóa chất cho công nghiệp, nông nghiệp. Khí quyển còn tham gia vào quá trình tuần hoàn nước.

Có rất nhiều nguồn gây ô nhiễm không khí như: Núi lửa, cháy rừng, sấm chớp, quá trình phân hủy xác chết động thực vật, khí thải các khu công nghiệp...



Hình 1.4. Chu trình photpho trong tự nhiên

- Sinh quyển

Sinh quyển là toàn bộ các dạng vật thể sống tồn tại ở bên trong, bên trên và ngoài Trái Đất, trong đó có các cơ thể sống và các hệ sinh thái hoạt động. Đây là một hệ thống động và rất phức tạp. Nơi sinh sống của sinh vật trong sinh quyển gồm môi trường cạn (địa quyển), môi trường không khí và môi trường thủy quyển. Đại bộ phận các sinh vật không sinh sống ở những địa hình quá cao, càng lên cao số loài càng giảm, ở độ cao 1 km có rất ít các loài sinh vật, với độ cao 10 đến 15 km chỉ quan sát được một số loài vi khuẩn, bào tử nấm, nói chung sinh vật không thể phân bố vượt ra khỏi tầng ozon. Nhìn chung khác với khí quyển, địa quyển và thủy quyển, sinh quyển không có giới hạn rõ rệt vì nó nằm trong cả ba thành phần của môi trường kể trên và không hoàn toàn liên tục, vì sự sống chỉ tồn tại và phát triển trong những điều kiện nhất định.

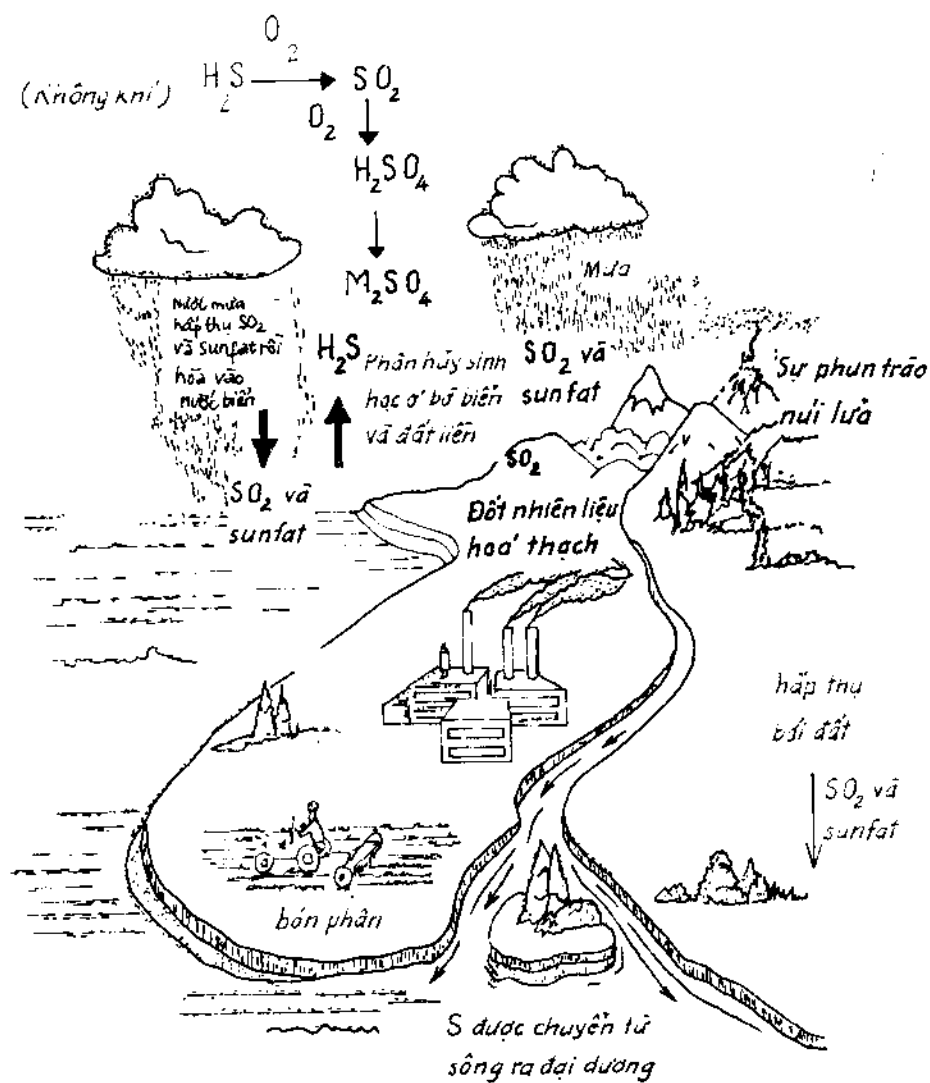
Tóm lại, sinh quyển gồm có tầng đối lưu của khí quyển, toàn bộ thủy quyển và phần trên của thạch quyển.

** Môi trường sinh vật*

Môi trường sinh vật là thành phần hữu sinh của môi trường. Bao gồm các hệ sinh thái, quần thể động vật và thực vật. Môi trường sinh vật tồn tại và phát triển trên cơ sở sự tiến hóa của môi trường vật lí. Các thành phần của môi trường luôn luôn ở trạng thái cân bằng động. Nhờ hoạt động của các hệ sinh thái mà năng lượng ánh sáng Mặt Trời được biến đổi cơ bản để tạo thành vật chất hữu cơ trên Trái Đất. Sự sống trên Trái Đất được phát triển nhờ sự tổng hợp các mối quan hệ tương hỗ giữa các sinh vật với môi trường tạo thành một dòng liên tục trong quá trình trao đổi vật chất và năng lượng.

Chu trình phổ biến trong tự nhiên là chu trình sinh - địa - hóa, đó là các chu trình: nitơ, photpho, lưu huỳnh và cacbon (hình: 1.3; 1.4; 1.5; 1.6)... nó phản ánh quá trình chuyển hóa các nguyên tố hóa học từ dạng vô sinh (đất, nước, không khí) thành dạng hữu sinh (sinh vật) và ngược lại. Một khi các chu trình tự nhiên trên bị tác động mạnh, trạng thái cân bằng bị phá vỡ, thì tạo ra diễn biến bất thường về môi trường, gây tác

động xấu cho sự sống của con người và sinh vật ở một khu vực hay trên qui mô toàn cầu.



Hình 1.5. Chu trình lưu huỳnh trong tự nhiên

b. Chức năng của môi trường và một số ảnh hưởng mang tính chất phổ biến của môi trường

**** Chức năng của môi trường***

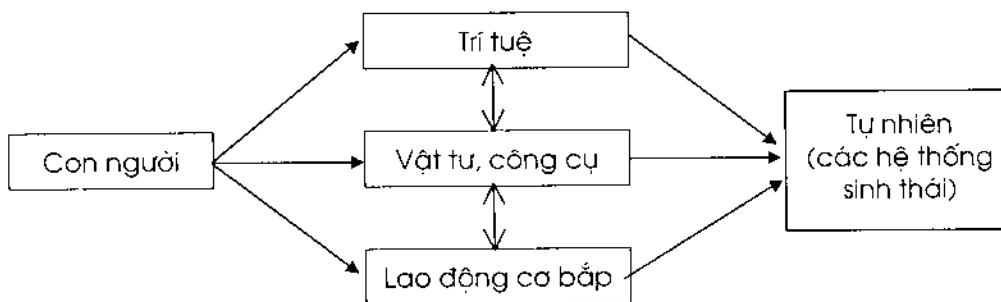
- Môi trường là không gian sống của con người và sinh vật. Cuộc sống mỗi một con người đều cần một không gian sống nhất định. Không gian này lại đòi hỏi phải đạt những tiêu chuẩn nhất định về các yếu tố môi trường, cảnh quan và xã hội. Khi xã hội càng phát triển, diện tích không gian sống của con người ngày càng bị thu hẹp (bảng 1.1), do vậy không gian sống ngày càng cần có chất lượng cao hơn.

Bảng 1.1. Suy giảm diện tích đất bình quân đầu người trên thế giới
(Nguồn: Lê Thạc Cán, 1996)

Năm	-10 ⁶	-10 ⁵	-10 ⁴	0	1650	1840	1930	1994	2010
Dân số (triệu người)	0,125	1,0	5,0	200	545	1000	2000	5000	7000
Diện tích (ha/ng)	120000	15000	3000	75	27,5	15	7,5	3,0	1,88

Không gian sống có chất lượng cao, đòi hỏi môi trường: Không khí, nước sinh hoạt, đất ở đều đảm bảo tiêu chuẩn cho phép của môi trường, không chứa chất độc hại ảnh hưởng tới sức khỏe con người. Không gian sống cần có cảnh quan đẹp, hài hòa, thỏa mãn được đòi hỏi mỹ cảm của con người, do đó công tác "Dân số, kế hoạch hóa gia đình", phong trào "Xanh, sạch, đẹp, làng, phố" càng có ý nghĩa thiết thực cho xã hội.

- Môi trường là nơi cung cấp nguồn tài nguyên cần thiết cho đời sống và hoạt động sản xuất của con người. Xét về bản chất thì mọi hoạt động của con người để duy trì cuộc sống đều nhằm vào việc khai thác các hệ thống sinh thái của tự nhiên thông qua lao động cơ bắp, vật tư, công cụ và trí tuệ (hình 1.7).



Hình 1.7. Hệ thống sinh thái của tự nhiên và nhân tạo

Con người khai thác trong thiên nhiên những nguồn tài nguyên cần thiết như: đất, nước, không khí, khoáng sản, gỗ, than đá, dầu mỡ và các nguồn năng lượng khác để tạo ra của cải vật chất nhằm đáp ứng nhu cầu: ăn, ở và lao động sản xuất của mình. Thiên nhiên là nguồn cung cấp mọi tài nguyên cần thiết để đáp ứng nhu cầu ngày càng tăng lên cả về số lượng, chất lượng và mức độ phức tạp theo trình độ phát triển của xã hội con người. Vì vậy, vấn đề tài nguyên luôn được đặt ra, con người cần phải bảo vệ và sử dụng một cách hợp lý để đảm bảo sự phát triển bền vững của môi trường.

- Môi trường là nơi chứa đựng các chất phế thải do con người tạo ra trong cuộc sống và hoạt động sản xuất. Trong quá trình sản xuất và tiêu dùng vật chất, con người luôn đào thải ra các chất thải vào môi trường. Thời kỳ dân số còn ít, thì các quá trình phân hủy tự nhiên làm cho các chất thải sau một thời gian biến đổi nhất định lại trở lại trạng thái nguyên liệu của tự nhiên. Sự gia tăng dân số trên thế giới nhanh, quá trình công nghiệp hóa, đô thị hóa làm số lượng chất thải tăng lên không ngừng dẫn đến các chất thải vào môi trường ngày càng nhiều, nên gây ô nhiễm môi trường. Vì vậy, vấn đề chất thải hiện nay đang là vấn đề nóng bỏng của nhiều quốc gia, đặc biệt đối với một số nước phát triển.

- Môi trường còn lưu trữ và cung cấp thông tin cho con người: Môi trường con người sinh sống chính là nơi ghi chép và lưu lại lịch sử địa chất, lịch sử tiến hóa của vật chất, sinh vật cùng với lịch sử xuất hiện và

phát triển của loài người, cung cấp các dự báo về các tai biến tự nhiên xấu như: bão, động đất, hoạt động của núi lửa... Đồng thời môi trường còn là nơi lưu trữ và cung cấp cho con người sự đa dạng các nguồn gen, các hệ sinh thái, các vẻ đẹp, cảnh quan đẹp của tự nhiên và các nền văn hóa của nhân loại.

** Một số ảnh hưởng mang tính chất phổ biến của môi trường*

Trong những thập kỷ cuối thế kỷ XX vấn đề môi trường đã trở thành mối quan tâm hàng đầu của nhân loại. Khi chiến tranh lạnh đã đi qua, nguy cơ hạt nhân đã bị đẩy lùi thì vấn đề môi trường trở nên mối quan tâm chung rất cấp bách của nhân loại. Tính phổ biến toàn cầu của môi trường thể hiện ở các mặt sau:

- Ảnh hưởng của những tác hại mà con người gây ra cho môi trường không chỉ giới hạn trong phạm vi vùng, thậm chí không chỉ trong phạm vi quốc gia nơi xảy ra sự tàn phá của môi trường. Các khu vực, các nước lân cận đều có thể bị ảnh hưởng bởi sự tàn phá môi trường diễn ra ở khu vực hay ở quốc gia lân cận. Ở Việt Nam, việc các khu rừng ở đầu nguồn bị tàn phá đã dẫn tới những cơn lũ quét gây hậu quả nghiêm trọng không chỉ cho nơi rừng bị tàn phá mà cả những nơi khác. Cũng như cháy rừng ở đảo Kalimantan của Indonesia không chỉ ảnh hưởng đến môi trường của nước này mà cả các nước khác trong khu vực.

- Việc tàn phá môi trường ảnh hưởng đến mọi xã hội bất chấp cơ cấu chính trị, kinh tế như thế nào. Không có bất cứ xã hội nào được loại trừ khỏi sự đáp trả lại của thiên nhiên, dầu đó là quốc gia có tiềm lực kinh tế hay quốc gia nghèo.

- Sự xuất hiện các hiệp định pháp lí quốc tế liên quan đến môi trường thể hiện rõ tính chất toàn cầu của môi trường. Những thập kỷ cuối thế kỷ XX được đánh dấu bằng sự ra đời của hàng loạt các công ước và các tổ chức quốc tế về môi trường.

- Vấn đề bảo vệ môi trường đã trở thành một trong các yếu tố của chính sách phát triển kinh tế và xã hội của mỗi nước. Điều kiện về bảo vệ môi trường là một trong các điều khoản của các hợp đồng liên doanh,

dầu từ nước ngoài ký kết giữa các tổ chức kinh tế của nhiều quốc gia khác nhau.

2. Tài nguyên

a. Khái niệm

Tài nguyên thiên nhiên là nguồn của cải vật chất được hình thành và tồn tại trong tự nhiên mà con người có thể sử dụng để đáp ứng các nhu cầu trong cuộc sống.

Tài nguyên khoáng sản tuy không có vai trò quyết định sự tồn tại phát triển của loài người như thành phần đất, nước và không khí... nhưng tài nguyên khoáng sản cũng là những yếu tố hết sức quan trọng trong việc bảo đảm duy trì và phát triển của xã hội. Xét về bình diện cá nhân, con người có thể sống mà không cần đến tài nguyên khoáng sản, nhưng trên bình diện chung thì một xã hội không thể phát triển bền vững và toàn diện (bao hàm cả hai mặt kinh tế - xã hội và chính trị) nếu không có bất cứ nguồn tài nguyên khoáng sản nào.

Mỗi loại tài nguyên có hai đặc điểm riêng, song chúng có hai thuộc tính:

- Tài nguyên thiên nhiên phân bố không đều giữa các vùng trên Trái Đất và trên cùng một lãnh thổ, có thể tồn tại nhiều loại tài nguyên, đã tạo ra sự ưu đãi của tự nhiên với từng lãnh thổ, từng quốc gia.

- Đại bộ phận các vùng tài nguyên có giá trị kinh tế cao được hình thành qua quá trình phát triển nguồn tài nguyên và lịch sử.

Chính hai đặc điểm này đã tạo nên tính quý hiếm của tài nguyên thiên nhiên và lợi thế phát triển của quốc gia giàu tài nguyên.

b. Vai trò và tầm quan trọng của tài nguyên khoáng sản

- Về phương diện kinh tế: Khoáng sản là nguyên liệu chính cho nhiều ngành công nghiệp then chốt, như đá vôi dùng trong sản xuất xi măng, sản xuất vật liệu xây dựng; quặng sắt dùng trong ngành luyện kim, cơ khí; than đá, dầu mỏ khí gas... là những khoáng sản cung cấp nguồn năng lượng chủ yếu cho nhiều ngành kinh tế quan trọng cũng như phục vụ cho sinh hoạt đời sống của con người.

+ Bản thân ngành công nghiệp khoáng sản là ngành chiếm tỷ trọng cao trong nền kinh tế của nhiều nước, như công nghiệp khai thác dầu mỏ ở Kuwait, Irắc và Veneduela; công nghiệp khai thác đồng ở Chile...

+ Xuất khẩu khoáng sản thường đem lại nguồn thu lớn cho các quốc gia. Nhiều nước có nguồn thu ngân sách chủ yếu từ khoáng sản: Brunei, Kuwait...

- Về phương diện chính trị: Khoáng sản tạo cho các quốc gia có một vị trí quan trọng trong giao lưu quốc tế. Nó góp phần không nhỏ vào việc làm tăng tính độc lập, tự chủ của mỗi quốc gia. Thậm chí trong một số trường hợp, nó còn làm tăng ảnh hưởng về mặt chính trị của quốc gia này đối với quốc gia khác. Các quốc gia không có tài nguyên khoáng sản thường phụ thuộc rất nhiều về kinh tế cũng như chính trị đối với các quốc gia có ưu thế trong lĩnh vực này.

- Vai trò, tầm quan trọng của tài nguyên khoáng sản còn thể hiện trong các ảnh hưởng trực tiếp hoặc gián tiếp của các hoạt động khai thác khoáng sản tới môi trường xung quanh. Thực tế cho thấy các ảnh hưởng hoạt động khai thác khoáng sản tới các thành phần môi trường khác nhau như: đất, nước, không khí, hệ sinh thái... thường rất nghiêm trọng. Điều này thường bắt nguồn từ đặc điểm hoạt động khai thác khoáng sản là thường được tiến hành trên quy mô rộng lớn, với số lượng khai thác lớn, thời gian hoạt động khai thác kéo dài và thường sử dụng nhiều phương tiện và hóa chất trợ giúp. Phạm vi và ảnh hưởng tới môi trường càng nghiêm trọng hơn với những hoạt động khai thác khoáng sản độc hại.

c. Phân loại tài nguyên thiên nhiên

Một số tài nguyên thiên nhiên phổ biến hay được kể đến như sau: tài nguyên đất, nước, tài nguyên rừng, tài nguyên biển, tài nguyên khoáng sản, tài nguyên sinh học và tài nguyên cảnh quan...

Trong khoa học môi trường tài nguyên thường được phân làm hai loại: tài nguyên tái tạo được và tài nguyên không tái tạo được.

** Tài nguyên không tái tạo được*

Tài nguyên không tái tạo được bao gồm các tài nguyên tồn tại một cách hữu hạn, sẽ bị mất đi hoặc bị biến đổi không còn giữ lại tính chất ban đầu sau quá trình sử dụng. Đó là các loại khoáng sản, nhiên liệu khoáng, các thông tin di truyền trong sinh vật quý hiếm.

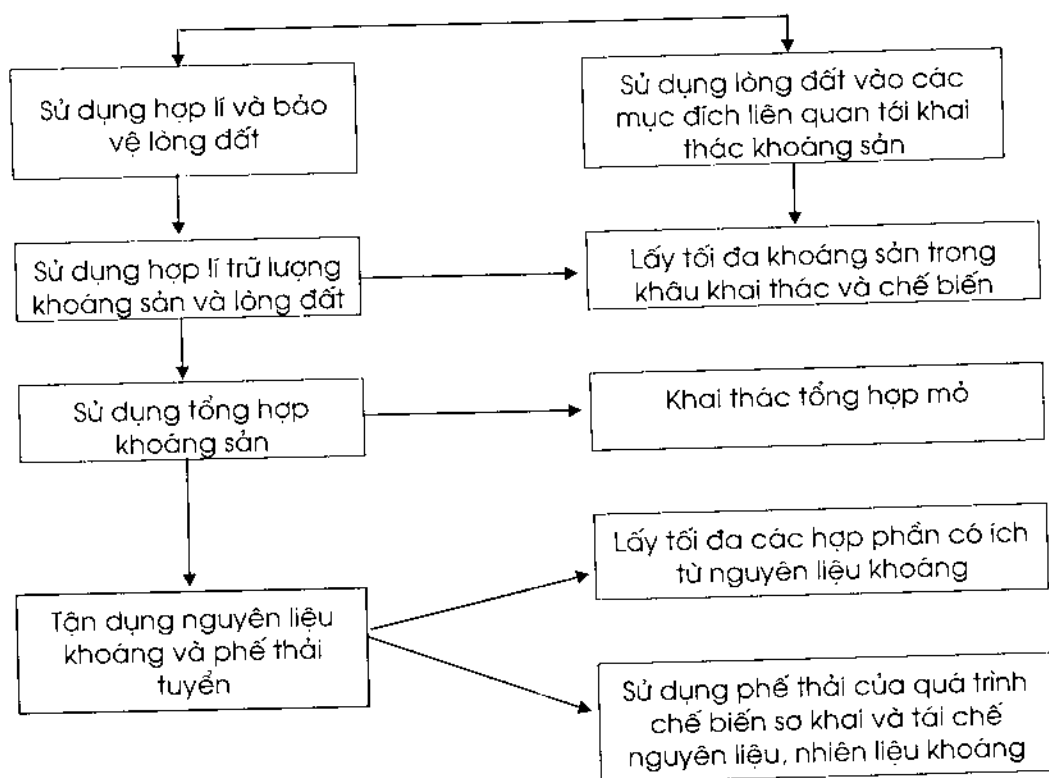
Khoáng sản được con người sử dụng hàng ngày trong các ngành kinh tế khác nhau. Tùy thuộc vào vị trí, cấu trúc, dạng tồn tại của mỏ khoáng sản khai thác, tác động môi trường của quá trình khai thác và chế biến khoáng sản rất đa dạng và có cường độ khác nhau. Quản lý tài nguyên khoáng sản bao gồm hai nội dung quan trọng: bảo vệ môi trường khai thác tài nguyên khoáng sản và sử dụng hợp lý tài nguyên khoáng sản.

Sử dụng hợp lý tài nguyên khoáng sản là một vấn đề phức tạp, được giải quyết theo phương hướng địa chất, kỹ thuật mỏ, công nghệ, kinh tế và tổ chức.

Phương hướng địa chất bao gồm các công việc: hoàn chỉnh các phương pháp thăm dò, tính toán và lập bản đồ địa chất; đổi mới công nghệ khai thác các mỏ khoáng sản cho hợp lý để tận thu nguồn tài nguyên. Phương hướng kỹ thuật mỏ bao gồm việc xây dựng và hoàn chỉnh công nghệ khai thác mỏ, đảm bảo việc tăng hiệu suất và chất lượng khoáng sản được khai thác từ lòng đất. Phương hướng công nghệ chế biến liên quan tới việc xây dựng hoàn chỉnh các quá trình chế biến khoáng sản cho phép thu hồi một cách có hiệu quả tất cả các phần có ích chứa trong quặng, chế biến quặng nghèo, xử lý các chất thải vào môi trường, trong đó cần quan tâm tới công nghệ mới tạo ít chất thải, công nghệ sạch. Phương hướng kinh tế nhằm tạo ra việc sử dụng tổng hợp tài nguyên khoáng sản. Phương hướng tổ chức đảm bảo khai thác và sử dụng hợp lý tài nguyên khoáng sản (hình 1.8).

Sinh vật trên Trái Đất tồn tại và phát triển đã đóng góp quan trọng cho sự tiến hóa của sinh quyển, đồng thời đó cũng là nguồn sống của con người. Sinh vật còn là nguồn tài nguyên vô cùng quý giá và đóng góp quan trọng trong việc tạo nên sự cân bằng sinh thái, tạo cho môi trường sống trong lành. Sự sống trên Trái Đất phụ thuộc vào tính đa dạng sinh học để duy trì những chức năng sinh thái như điều hòa nguồn

nước và chất lượng khí hậu, sự màu mỡ của đất đai và các nguồn tài nguyên có thể khai thác được. Vì vậy, chúng ta cần bảo vệ các chức năng sinh thái của rừng và thảm thực vật, bảo vệ nguồn nước, môi trường không khí, biển... tổ chức quản lý tổng hợp theo nguyên tắc phát triển bền vững. Công tác phổ biến pháp luật về bảo vệ môi trường, gìn giữ nguồn tài nguyên thiên nhiên cần làm thường xuyên và rộng rãi. Bảo vệ tính đa dạng sinh học chỉ đạt hiệu quả nếu bản thân người sử dụng tài nguyên thiên nhiên được thuyết phục và hiểu rõ về nhu cầu bảo vệ và quản lý tốt hơn.



Hình 1.8. Các phương hướng sử dụng hợp lý tài nguyên khoáng sản

* Tài nguyên tái tạo được

Tài nguyên tái tạo được là nguồn tài nguyên được cung cấp hầu như liên tục và vô tận của tự nhiên như năng lượng Mặt Trời, gió, nước và sinh khối.

Nguồn bức xạ Mặt Trời vô cùng quan trọng đối với đời sống sinh vật và môi trường Trái Đất, năng lượng Mặt Trời đảm bảo và duy trì dòng năng lượng sinh khối của toàn bộ sinh quyển. Năng lượng Mặt Trời còn tạo nên các dòng năng lượng chuyển động của khí quyển và thủy quyển. Cường độ dòng năng lượng Mặt Trời đến với Trái Đất khoảng 2 cal/cm²/phút.

Thủy năng được xem là năng lượng sạch của con người. Tổng trữ lượng thủy điện trên thế giới vào khoảng 2.214.000 MW, riêng Việt Nam là 30.970 MW, tương ứng với 1,4% tổng trữ lượng trên thế giới. Năng lượng thủy năng có nhiều ưu điểm cho việc khai thác quy mô công nghiệp với giá thành rẻ. Tuy nhiên, việc xây dựng hồ chứa nước lớn có tác động tiêu cực đối với môi trường như: động đất cường bức, thay đổi khí hậu thời tiết khu vực, mất nhiều diện tích đất...

Các nguồn năng lượng tái tạo khác bao gồm: năng lượng gió, năng lượng thủy triều, năng lượng sóng và năng lượng các dòng hải lưu.

3. Sự suy thoái và ô nhiễm môi trường

Môi trường được tạo thành bởi vô số các yếu tố vật chất. Trong số đó có những yếu tố vật chất tự nhiên như đất, nước, không khí, ánh sáng, âm thanh, các hệ động vật, hệ thực vật có ý nghĩa đặc biệt và quan trọng hơn cả. Những yếu tố này hình thành và phát triển theo những qui luật tự nhiên vốn có và nằm ngoài khả năng quyết định của con người. Con người chỉ có thể tác động tới chúng trong chừng mực nhất định.

Bên cạnh những yếu tố vật chất tự nhiên, môi trường còn bao gồm cả những yếu tố nhân tạo. Những yếu tố này do con người tạo ra nhằm tác động tới yếu tố thiên nhiên để phục vụ cho nhu cầu bản thân mình như hệ thống đô thị, các công trình nghệ thuật, các công trình văn hóa, kiến trúc mà con người từ thế hệ này sang thế hệ khác dựng nên.

Môi trường hiện tại đang có những thay đổi bất lợi cho con người, đặc biệt là những yếu tố mang tính tự nhiên như đất, nước, không khí, hệ thực vật, động vật. Tình trạng môi trường thay đổi và bị ô nhiễm theo

chiều hướng xấu đang diễn ra trên phạm vi mỗi quốc gia cũng như trên phạm vi toàn cầu.

Ô nhiễm môi trường là làm thay đổi tính chất của môi trường, vi phạm tiêu chuẩn môi trường, làm thay đổi trực tiếp hoặc gián tiếp tới các đặc tính vật lý, hóa học, sinh học... của bất kì thành phần nào trong môi trường. Chất gây ô nhiễm chính là nhân tố làm cho môi trường trở nên độc hại hoặc có tiềm năng gây tổn hại đến sức khỏe của con người và sinh vật trong môi trường đó. Thông thường tiêu chuẩn môi trường là những chuẩn mực giới hạn cho phép được quy định dùng làm căn cứ để quản lí môi trường.

Ô nhiễm môi trường là hiện tượng làm thay đổi trực tiếp hoặc gián tiếp các thành phần và đặc tính vật lí, hóa 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. Sự gia tăng các chất lạ vào môi trường làm thay đổi các yếu tố môi trường sẽ gây tổn hại hoặc có tiềm năng gây tổn hại đến sức khỏe, sự an toàn, hay sự phát triển của con người và sinh vật trong môi trường đó.

Trong phạm vi toàn cầu, sự thay đổi theo chiều hướng xấu của môi trường diễn ra ở nhiều yếu tố của môi trường, với nhiều cấp độ khác nhau.

- Sự thay đổi của khí hậu toàn cầu dưới tác động của nhiều yếu tố khác nhau như: rừng bị tàn phá, đặc biệt các khu vực rừng nhiệt đới ở Nam Mỹ và Châu Á, sự gia tăng các khí thải: CO_2 , NO_x , CFC...

- Suy giảm tầng ozon, tầng ozon được coi là vỏ bọc, là chiếc áo giáp của Trái Đất, "là tầng khí quyển ngoài tầng biên hành tinh" (Điều 1 Công ước Viên về bảo vệ tầng ozon). Nếu hàm lượng tầng ozon bị suy giảm hoặc tạo những lỗ thủng của tầng ozon sẽ tạo ra những biến đổi xấu của môi trường trên Trái Đất.

- Chất thải công nghiệp và chất thải sinh hoạt là vấn đề mà môi trường thế giới đang phải đối mặt. Sự gia tăng dân số, sự gia tăng nhu cầu sản xuất, tiêu dùng dẫn tới sự gia tăng chất thải. Mọi quốc gia đều có chất thải mà nếu không xử lí thì chỉ có thể thải vào môi trường. Một

số quốc gia phát triển đã lợi dụng sự thiếu thốn của các quốc gia nghèo tìm cách xuất khẩu vào những nơi đó chất thải, đặc biệt là những chất thải rắn.

- Sự suy giảm của nhiều loài thực vật, sự diệt vong của nhiều loài động vật cũng là một vấn đề môi trường cấp bách. Môi trường là tổng hợp các hệ sinh thái có mối liên hệ mật thiết với nhau. Sự tồn tại của hệ sinh thái này là điều kiện để duy trì sự cân bằng của hệ sinh thái khác, sự tồn tại của loài động vật này chính là điều kiện cân bằng cho các loài động vật khác.

Tác nhân gây ô nhiễm là những chất, những nguyên tố hóa học có tác động vào môi trường làm cho 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 (các dung dịch hóa chất, chất thải của công nghiệp dệt nhuộm, chế biến thực phẩm...), chất khí (SO_2 từ núi lửa, CO_2 , NO_2 trong khói thải của xe hơi, CO trong khói bếp, lò gạch...), các kim loại nặng như: chì, đồng, thủy ngân (Pb , Cu , Hg ...). Có thể, có lúc, có nơi có ít chất ô nhiễm, nhưng có lúc, có nơi nhiều chất ô nhiễm. Ví dụ, môi trường đất phèn có thể do các cation Al^{3+} , Fe^{3+} và cả các anion SO_4^{2-} , Cl^- cùng với các chất khí H_2S , SO_2 ... Các chất này đồng thời tác động vào cây trồng, vào động vật, làm suy giảm sự phát triển của mọi sinh vật, mạnh hơn có thể làm chết. Không khí đô thị thường vừa bị bụi đất, bụi xi măng, khí SO_2 , NO_2 trong khói xe, mùi hôi thối cống rãnh bốc lên, cộng với tiếng ồn, từ trường quá mức cho phép, gây tổn hại sức khỏe con người, thậm chí gây chết người.

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 vật lí (như suy thoái đất, nước, không khí, biển, hồ...) và làm suy giảm đa dạng sinh học. Quá trình đó gây hại cho đời sống sinh vật, con người và thiên nhiên. Ví dụ, miền đồi núi dốc miền Trung Bộ, Đông Nam Bộ đã và đang bị phá rừng, đất bị xói mòn cạn kiệt, bị đá ong hóa, cây cối xác xơ, chìm muông, thú rừng không nơi sinh sống, sông ngòi khô kiệt về mùa khô, lũ lớn về mùa mưa; năng suất cây trồng, sản lượng trong nông

nghiệp sục giảm, đời sống con người gặp khó khăn... Đó là một hình ảnh về suy thoái môi trường.

4. Bảo vệ môi trường

a. Sự cần thiết phải bảo vệ môi trường và các cấp độ bảo vệ môi trường

Nguy cơ môi trường bị hủy hoại với những hậu quả nghiêm trọng của nó đã buộc các quốc gia chú ý hơn tới các biện pháp bảo vệ môi trường. Nhiều biện pháp kinh tế, xã hội, tổ chức được triển khai thực hiện nhằm bảo vệ môi trường có hiệu quả. Nhiều trung tâm nghiên cứu môi trường được thành lập để nghiên cứu các tác động của môi trường và các biện pháp đối phó nhằm giảm thiểu các hậu quả tiêu cực do ô nhiễm môi trường có thể mang lại. Những quyết định của chính phủ về đóng cửa rừng, về việc khoanh vùng các khu bảo tồn thiên nhiên, lập vườn quốc gia đã góp phần đáng kể trong việc ngăn cản sự hủy hoại môi trường.

Bảo vệ môi trường là yếu tố quan trọng trong chiến lược phát triển của các quốc gia và vì thế nó được thực hiện dưới nhiều cấp độ khác nhau:

- Cấp độ cá nhân.
- Cấp độ cộng đồng.
- Cấp độ địa phương, vùng.
- Cấp độ quốc gia.
- Cấp độ quốc tế.

b. Các biện pháp bảo vệ môi trường

Môi trường có thể được bảo vệ không những dưới nhiều cấp độ mà còn bằng các biện pháp khác nhau. Tuy nhiên, những biện pháp cơ bản vẫn là biện pháp tổ chức - chính trị, giáo dục, công nghệ, kinh tế và pháp lí.

** Biện pháp tổ chức - chính trị:* Chính trị được xem là một trong những biện pháp quan trọng của bảo vệ môi trường. Chính trị là mối

quan hệ phát sinh giữa các giai cấp, các nhóm người trong xã hội nhằm thực hiện quyền lực chính trị. Các biện pháp chính trị được thực hiện nhằm xây dựng hoặc củng cố quyền lực và ảnh hưởng chính trị.

Ý nghĩa của các biện pháp chính trị trong bảo vệ môi trường thể hiện qua một số điểm chính sau:

- Vấn đề bảo vệ môi trường trở thành các nhiệm vụ chính trị mỗi khi các tổ chức chính trị, đảng phái đưa vào các cương lĩnh hoạt động của mình.

- Bằng vận động chính trị, vấn đề bảo vệ môi trường sẽ được thể chế hóa thành các chính sách, pháp luật.

* *Biện pháp kinh tế*: Sử dụng biện pháp kinh tế là sử dụng đến những đòn bẩy lợi ích kinh tế. Thực chất của phương pháp kinh tế trong bảo vệ môi trường là việc dùng những lợi ích vật chất để kích thích chủ thể thực hiện những hoạt động có lợi cho môi trường, cho cộng đồng. Các biện pháp kinh tế được thực hiện trong lĩnh vực bảo vệ môi trường bao gồm:

- Thành lập các quỹ bảo vệ môi trường.

- Áp dụng các ưu đãi về thuế đối với những doanh nghiệp, những dự án có các biện pháp tốt về bảo vệ môi trường.

- Áp dụng thuế suất cao đối với những sản phẩm và việc sản xuất chúng có tác động xấu đến môi trường.

- Hạn chế hoặc khuyến khích thương mại với việc bảo vệ môi trường.

Các biện pháp kinh tế rất phong phú và đa dạng. Việc sử dụng chúng trong bảo vệ môi trường phụ thuộc rất nhiều vào các yếu tố khác nhau. Tuy nhiên, về cơ bản, các biện pháp kinh tế thường mang lại hiệu quả kinh tế cao hơn trong bảo vệ môi trường so với các biện pháp khác.

* *Biện pháp khoa học - công nghệ*: Môi trường được tạo bởi nhiều yếu tố vật chất phức tạp. Việc tìm hiểu thành phần, cấu trúc, qui luật hoạt động và ảnh hưởng của môi trường nói chung và các yếu tố cấu thành nói riêng, không thể thực hiện một cách đầy đủ nếu thiếu các biện

pháp khoa học và công nghệ. Tương tự, việc bảo vệ môi trường cũng không thể thiếu các giải pháp khoa học, kĩ thuật và công nghệ. Ví dụ đơn giản là việc xử lí chất thải, nếu như chỉ xử lí chất thải bằng phương pháp thủ công như đốt, chôn rác thì việc tránh ô nhiễm này sẽ dẫn tới sự ô nhiễm khác. Khi số lượng dân cư ngày càng đông hơn thì công nghệ xử lí chất thải đòi hỏi phải có những biện pháp khoa học, kĩ thuật và công nghệ tiên tiến.

** Biện pháp giáo dục:* Ý thức bảo vệ môi trường sẽ được nâng cao thông qua các hoạt động tuyên truyền và giáo dục. Càng mở rộng các hoạt động giáo dục cộng đồng về tác hại của sự ô nhiễm, suy thoái môi trường thì càng nâng cao được hiệu quả của công tác bảo vệ môi trường. Vai trò của giáo dục đặc biệt quan trọng. Khi con người vì sự vô thức đã tàn phá chính môi trường trong đó họ đang sống thì việc thức tỉnh họ là điều cần thực hiện trước sự trừng phạt và răn đe. Khi con người đã có ý thức tự giác thì bảo vệ môi trường trở nên dễ dàng và thực hiện có hiệu quả. Đó chính là thực chất và ý nghĩa của biện pháp giáo dục. Chính vì tầm quan trọng của giáo dục cộng đồng, Tuyên bố Rio de Janeiro cũng đã coi đó là một nguyên tắc quan trọng mà các quốc gia kí Tuyên bố cần thực hiện. Đảng Cộng sản Việt Nam và Nhà nước Cộng hòa XHCN Việt Nam cũng đặc biệt chú ý đến giáo dục cộng đồng về bảo vệ môi trường.

5. Hóa học môi trường

Hóa học môi trường là một ngành khoa học của khoa học môi trường mới được hình thành, nhưng được phát triển với tốc độ khá cao. Nhiều trường cao đẳng và đại học trên thế giới và ở Việt Nam đã đưa giáo trình cơ sở và nhiều chuyên đề về môi trường vào chương trình giảng dạy cho sinh viên. Hóa học môi trường nghiên cứu các hiện tượng hóa học xảy ra trong môi trường. Nói một cách cụ thể, hóa học môi trường nghiên cứu các nguồn, các phản ứng, các hiệu ứng và sự tồn tại các chất hóa học trong đất, nước, không khí và ảnh hưởng về những tác động của con người đến các quá trình này.

Ảnh hưởng của một hóa chất lên hoạt động của một hóa chất khác gọi là mối tương tác (tác động phối hợp). Do vậy, hóa học môi trường là

một khoa học đa ngành, đa lĩnh vực và có liên hệ chặt chẽ với các lĩnh vực khoa học khác.

III. GIÁO DỤC MÔI TRƯỜNG TRONG NHÀ TRƯỜNG

Trong giáo dục môi trường, vấn đề giáo dục bảo vệ môi trường (BVMT) nói chung, bảo vệ thiên nhiên, trong đó có tài nguyên đa dạng sinh học nói riêng, trở thành nhiệm vụ cấp bách đối với mọi quốc gia trên Trái Đất. Nhưng có bảo vệ được môi trường và các nguồn tài nguyên thiên nhiên không thì còn phụ thuộc vào ý thức của con người. Môi trường tự nhiên có lành mạnh, tài nguyên thiên nhiên, đa dạng sinh học có được bảo vệ và phát triển thì con người mới tồn tại và phát triển được.

Thời kì công nghiệp phát triển, việc khai thác các nguồn tài nguyên quá mức, phá rừng, làm suy thoái thổ nhưỡng, gây ra những tai hại và tổn thất lớn lao cho con người. Trong thông điệp kỉ niệm ngày Môi trường thế giới 5/6/1999, giám đốc điều hành UNEP nêu: *"Hạnh phúc và mọi hy vọng của các dân tộc trên thế giới sẽ không thể có, nếu môi trường và các hệ sinh thái trên Trái Đất chưa được đảm bảo an toàn"*.

Ngày nay, vấn đề bảo vệ môi trường đã trở thành quốc sách của các quốc gia, không phân biệt giàu, nghèo, tôn giáo, chính trị.

Ở nước ta, Quốc hội đã ban hành Luật BVMT ngày 27 tháng 12 năm 1993, và ngày 17/10/2001, Thủ tướng chính phủ đã ban hành quyết định số 1363/QĐ/TTg phê duyệt đề án *"Đưa các nội dung bảo vệ môi trường vào hệ thống giáo dục quốc gia"* của Bộ Giáo dục và Đào tạo.

1. Ý nghĩa, vai trò và mục tiêu đưa giáo dục môi trường vào nhà trường

Trong mọi quốc gia trên thế giới, số lượng người làm công tác giáo dục, học sinh các cấp đều chiếm tỉ lệ đông đảo. Lực lượng này góp phần quan trọng đảm bảo tính hiệu quả của nhiệm vụ giáo dục môi trường (GDMT). Trong nhiệm vụ giáo dục bảo vệ môi trường (GDBVMT) chung hiện nay thì hệ thống 73 trường sư phạm ở 64 tỉnh thành trong cả nước

có một trọng trách đặc biệt, nhà trường sư phạm là nơi đào tạo những thầy cô giáo cho mọi cấp học, bậc học có tri thức về lí luận và thực hành GDBVMT để phục vụ cho giáo dục phổ thông và giáo dục cộng đồng.

Nhà trường phổ thông từ bậc tiểu học đến trung học phổ thông với mạng lưới phân bố rộng khắp đến tận từng thôn xóm ở mọi miền đất nước có vai trò đặc biệt quan trọng trong công tác giáo dục môi trường và bảo vệ môi trường cho thế hệ trẻ - chủ nhân tương lai của đất nước.

Hệ thống giáo dục nước ta được tổ chức chặt chẽ, liên tục gồm các bậc học với mạng lưới 24.670 trường phổ thông và 17,8 triệu học sinh (năm học 2000 - 2001), việc tổ chức công tác giáo dục môi trường trong nhà trường phổ thông một cách có kế hoạch, có mục tiêu, nội dung và phương pháp phù hợp sẽ góp phần tạo ra một lực lượng xã hội hùng hậu tham gia trực tiếp bảo vệ môi trường trên phạm vi toàn quốc.

Thông qua các hoạt động GDMT trong và ngoài nhà trường, hoạt động chính khóa và ngoại khóa... mỗi nhà trường đều tạo nên khuôn viên xanh - sạch - đẹp sẽ trở thành một trung tâm văn hóa, giáo dục và BVMT trên địa bàn của mình và là hạt nhân tổ chức thực hiện công tác giáo dục và BVMT ở các cộng đồng dân cư.

Để đạt được mục tiêu giáo dục và đào tạo con người Việt Nam "phát triển toàn diện, có đạo đức, tri thức, sức khỏe, thẩm mỹ và nghề nghiệp, trung thành với lí tưởng độc lập dân tộc, có đầy đủ phẩm chất và năng lực của công dân, đáp ứng yêu cầu xây dựng và bảo vệ Tổ quốc" (điều 2 - Luật giáo dục 1998), giáo dục môi trường trở thành một nhiệm vụ thiết yếu của nhà trường phổ thông, nhằm tăng cường hiểu biết của học sinh đối với thế giới tự nhiên và đời sống xã hội, đặc biệt là tăng cường hiểu biết về mối quan hệ tác động qua lại giữa con người với tự nhiên trong sinh hoạt và lao động sản xuất, góp phần hình thành ở thế hệ trẻ ý thức và đạo đức mới đối với môi trường, có thái độ và hành động đúng để BVMT.

Nhà trường phổ thông có chức năng hình thành và phát triển toàn diện nhân cách của học sinh, có nhiệm vụ tổ chức giảng dạy, học tập và

các hoạt động giáo dục khác trong và ngoài nhà trường theo mục tiêu, chương trình của từng bậc học, cấp học. Giáo dục môi trường là một bộ phận cấu thành nội dung, chương trình giáo dục ở các cấp, bậc học phổ thông từ tiểu học đến trung học. Giáo dục môi trường nhằm trang bị cho học sinh những kiến thức cơ bản về môi trường, hình thành và phát triển ý thức, kỹ năng, thái độ gìn giữ và BVMT, góp phần xây dựng môi trường sống trong sạch, lành mạnh ở mọi nơi trong phạm vi cả nước. Công tác giáo dục nói chung và GDMT nói riêng trong các nhà trường phổ thông không chỉ có tác động cho thế hệ hôm nay mà còn có tác động lâu dài đến nhiều thế hệ mai sau và cho toàn xã hội.

Nhà trường phổ thông là một trung tâm văn hóa - giáo dục ở cộng đồng địa phương, có một vai trò quan trọng trong công tác tuyên truyền, phổ biến, vận động các tầng lớp dân cư thực hiện các chủ trương, chính sách của Đảng và Nhà nước về môi trường và BVMT như phong trào trồng cây gây rừng, vệ sinh môi trường và nước sạch nông thôn, vệ sinh đô thị... Những hoạt động này trực tiếp góp phần thực hiện nhiệm vụ giáo dục môi trường và có tác dụng tích cực tới cộng đồng dân cư. Trong công tác GDMT ở trường phổ thông cần có những hoạt động thực tiễn như tìm hiểu, nghiên cứu về môi trường địa phương sao cho phù hợp với điều kiện, lứa tuổi, cấp học.

Giáo dục môi trường có thể thực hiện bằng nhiều hình thức khác nhau: giáo dục thông qua các phương tiện truyền thông đại chúng (phát thanh, truyền hình, báo chí, sách giáo khoa, phim ảnh...), qua hoạt động của các tổ chức quần chúng (như Hội BVMT, Hội môi trường và sinh thái...) và qua nội dung giảng dạy của nhà trường.

Tóm lại, hình thức GDMT ở nhà trường phổ thông chiếm vị trí rất quan trọng, vì nhà trường phổ thông là nơi đào tạo thế hệ trẻ, những chủ nhân tương lai của đất nước sẽ biết sử dụng các nguồn tài nguyên một cách hiệu quả và khoa học, đồng thời biết giữ gìn và bảo vệ môi trường. Bởi vậy GDMT cho thế hệ trẻ là việc làm có tác dụng rộng lớn nhất, sâu sắc và lâu bền nhất.

2. Đánh giá tình hình giáo dục bảo vệ môi trường

a. Những công việc đã làm

Để thực hiện các chủ trương của Đảng và Nhà nước, tiếp theo chương trình nghiên cứu khoa học cấp Nhà nước về "Tài nguyên và Môi trường - CT 5202 D" do Bộ Đại học, THCN & DN chủ trì từ năm 1980, những năm đầu thập kỉ 1990, công tác phổ biến kiến thức, nâng cao nhận thức về môi trường cho nhân dân và cán bộ các cơ quan Nhà nước đã phát triển mạnh mẽ. Từ năm 1991, chương trình khoa học cấp Nhà nước về BVMT "KT02" đã triển khai một đề tài nghiên cứu khoa học quan trọng về GDMT (KT02, 07) với các vấn đề:

- Nâng cao nhận thức về môi trường cho đông đảo nhân dân,
- Giáo dục môi trường trong hệ thống các trường phổ thông,
- Giáo dục môi trường trong các trường đại học và chuyên nghiệp,
- Giáo dục môi trường trong các trường thuộc Bộ Quốc phòng, Bộ Nội vụ và các đoàn thể nhân dân.

Dựa trên các kết quả nghiên cứu và thực nghiệm thu được, các cơ sở nghiên cứu, các trường đại học đã kiến nghị với các cơ quan Nhà nước các chủ trương, chính sách và biện pháp triển khai GDMT ở trong cũng như ngoài hệ thống các trường học. Phần lớn các kiến nghị này đã được Nhà nước chấp nhận và hỗ trợ vào việc thực hiện.

- Giáo dục môi trường trong hệ thống các trường cũng đã bước đầu được thực hiện, chủ yếu theo phương thức tích hợp, lồng ghép, liên hệ. Bộ GD & ĐT được phép của Chính phủ đã thực hiện 2 dự án của Chương trình Phát triển Liên Hợp Quốc (UNDP) về "GDBVMT trong các trường phổ thông" (VIE/95/041 và VIE/98/018).

Giáo dục mầm non là bậc học đầu tiên trong hệ thống giáo dục quốc dân. Trong chương trình chăm sóc giáo dục trẻ hiện nay, nội dung cho trẻ em làm quen với môi trường xung quanh là một trong những nội dung cơ bản nhất. Song song với nó nội dung GDBVMT được thực hiện thông qua các hoạt động đặc thù của trẻ như: vui chơi, học tập, lao động và sinh hoạt hàng ngày.

Nội dung GDBVMT đã đưa vào môn học tiểu học được thể hiện qua các môn học như môn tiếng Việt, Tự nhiên - Xã hội và Giáo dục sức khỏe... và được thông qua các hoạt động của các tổ chức: Sao nhi đồng, Đội TNTP Hồ Chí Minh.

Giáo dục trung học, nội dung GDBVMT được tích hợp trong các môn: Sinh học, Hóa học, Địa lý và Giáo dục công dân. Ngoài việc giảng dạy tích hợp ở các môn học, một số trường PTTH đã tiến hành giáo dục ngoại khóa theo các chủ đề có liên quan đến tình hình môi trường ở địa phương như: nước uống, năng lượng sử dụng trong gia đình, rừng nhiệt đới, chất thải sinh hoạt... và một số hoạt động như: VAC, trồng cây, các cuộc thi tìm hiểu về môi trường... Hoạt động xanh hóa nhà trường một chủ trương lớn của Bộ đã thu được nhiều kết quả ở các địa phương trên toàn quốc. Hai hội thảo quốc gia về GDBVMT ngày 4/6/1982 và ngày 26 - 27/9/1995, đánh dấu các bước phát triển về GDBVMT trong trường học ở khắp các vùng của đất nước. Bộ GD & ĐT phối hợp với Bộ KHCN & MT đã tổ chức biên soạn và dạy thử nghiệm các tài liệu về môi trường trong các trường mẫu giáo, tiểu học và PTTH ở một số địa phương.

Các trường THCN và dạy nghề đều đã nhận thức được việc đưa GDBVMT vào các trường là cấp thiết và quan trọng trong công tác đào tạo lực lượng lao động kỹ thuật tương lai của đất nước. Ở một số trường đã thử nghiệm dạy các môn độc lập về GDBVMT như: Giáo dục môi trường, bảo vệ môi trường, vệ sinh môi trường xí nghiệp.

Công tác đào tạo bồi dưỡng cán bộ về môi trường đã được các trường đại học quan tâm. Trung tâm Tài nguyên và Môi trường thuộc Đại học Quốc gia Hà Nội đã liên tục mở các khóa bồi dưỡng sau đại học cung cấp cho các ngành, các địa phương nhiều cán bộ quản lý môi trường có năng lực. Bộ GD & ĐT đã đưa giáo trình "*Con người và Môi trường*" vào giảng dạy ở giai đoạn đại cương của chương trình đại học và cho phép mở các khóa đào tạo cử nhân môi trường ở Đại học Quốc gia Hà Nội, Đại học Thái Nguyên, Đại học Quốc gia TP HCM và trường Đại học Bách Khoa Hà Nội.

- Các hoạt động giáo dục và nâng cao nhận thức về môi trường cho cộng đồng đã được triển khai ở nhiều Bộ, ngành và hầu hết các tỉnh

trong cả nước thông qua việc tổ chức kỉ niệm ngày Môi trường Thế giới mồng 5 tháng 6 hàng năm, trong dịp này người ta thường tổ chức: Chiến dịch làm sạch thế giới, Tuần lễ nước sạch và vệ sinh môi trường. Cục Tài nguyên & Môi trường, Bộ Tài nguyên & Môi trường đã tổ chức hàng trăm lớp tập huấn với hơn 10.000 người/ngày tham dự. Ngoài ra các tổ chức Quốc tế, các tổ chức của Chính phủ và phi Chính phủ của các nước đã hỗ trợ tích cực các cố gắng triển khai GDMT ở nước ta. Một dự án lớn về nâng cao nhận thức môi trường cho đông đảo nhân dân do Đoàn Thanh niên Cộng sản Hồ Chí Minh chủ trì thực hiện từ năm 1994, được UNDP giúp đỡ về kĩ thuật cũng như về tài chính.

Với các hình thức rất đa dạng, phong phú, từ những hoạt động mang tính cộng đồng như mít tinh, diễu hành với sự tham gia của hàng trăm nghìn người tuyên truyền cổ động, các chiến dịch: Trồng cây xanh, làm sạch nơi công cộng, thu gom rác thải, khơi thông cống rãnh... đến những hoạt động nhằm nâng cao kiến thức về GDMT như hội nghị, hội thảo, các cuộc thi tìm hiểu và những chương trình trên những phương tiện truyền thông đại chúng về nội dung môi trường. Các cuộc thi viết, vẽ tranh, triển lãm các hoạt động ngoại khóa về đề tài BVMT đã được tổ chức với chất lượng cao, hiệu quả ở khắp các địa phương.

b. Những hạn chế cần khắc phục

Vấn đề cần được quan tâm hàng đầu là vấn đề chất lượng đào tạo GDBVMT ở các bậc học khác nhau. Nguyên nhân của hạn chế này có thể tóm lược ở các điểm sau đây:

- Chưa có sự chỉ đạo thống nhất của các cơ quan Nhà nước có liên quan về việc cần thiết phải đưa GDMT vào các bậc học, chưa có khung chương trình đào tạo thống nhất cho các trường đào tạo chuyên ngành môi trường và cho các khối ngành khác.

- Thiếu đội ngũ giáo viên, cán bộ quản lí được đào tạo về môi trường, có trình độ và năng lực để giảng dạy và nghiên cứu khoa học về môi trường.

- Thiếu tài liệu, giáo trình và thư viện, với những đầu sách tạp chí, thông tin cập nhật về môi trường trong các cơ sở đào tạo, trong các viện nghiên cứu.

- Thiếu cơ sở vật chất, các phương tiện giảng dạy, các phòng thí nghiệm, vườn trường, địa bàn thực tập để có thể đáp ứng được yêu cầu về giảng dạy, học tập và nghiên cứu khoa học ở các cơ sở đào tạo, các viện nghiên cứu.

Việc chỉ đạo GDBVMT chưa thống nhất, nên đã hạn chế nhiều trong khai thác vốn đầu tư và hỗ trợ nguồn vốn từ nước ngoài, các tổ chức quốc tế và tiến hành hòa nhập với mạng lưới GDMT trong khu vực và trên thế giới.

3. Phương thức đưa giáo dục môi trường vào môn hóa học ở trường học

a. Xác định hệ thống kiến thức giáo dục môi trường trong môn hóa học

Hệ thống kiến thức GDMT ở các trường cao đẳng và đại học sư phạm được thể hiện qua môn "*Cơ sở Hóa học môi trường*". Ở các trường phổ thông GDMT được thể hiện qua việc khai thác nội dung sách giáo khoa các cấp học. Cũng như nhiều nước trên thế giới, nội dung GDMT ở nhà trường phổ thông của nước ta hiện nay tập trung chủ yếu vào các môn học có kiến thức liên quan nhiều đến môi trường như môn Hóa học, Sinh học, Đại lí, Kỹ thuật nông nghiệp, công nghiệp, Vệ sinh học đường, Đạo đức...

**** Nội dung kiến thức GDMT qua môn hóa học***

Phần đại cương: Bao gồm những kiến thức về các khái niệm, các quá trình biến hóa, các hiệu ứng mang tính chất hóa học của môi trường như: Môi trường là gì? Chức năng của môi trường, hóa học môi trường, bản chất hóa học trong sinh thái, hệ sinh thái, tính đa dạng sinh học, môi trường và phát triển, quan hệ giữa con người và môi trường, ô nhiễm môi trường...

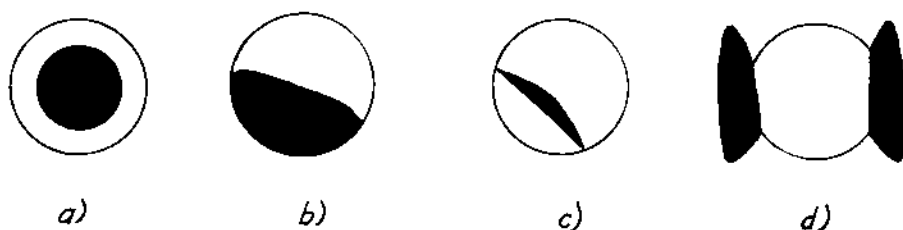
Phần nội dung ô nhiễm môi trường: Phân tích được bản chất hóa học của sự ô nhiễm môi trường: đất, nước, không khí. Bản chất hóa học về hiệu ứng nhà kính, lỗ thủng tầng ozon, khói quang học, mưa axit. Hiệu ứng hóa sinh của NO_x , H_2S , SO_2 ..., các kim loại nặng và một số độc

tổ khác, tác động của chúng đến môi trường. Vận dụng các nguyên tắc chung, phương pháp hóa học để xử lý ô nhiễm môi trường.

Phân GDMT và BVMT qua môn hóa học ở nhà trường cần vận dụng các nguyên tắc về sự bảo tồn năng lượng và năng lượng thay thế, tiết kiệm năng lượng, bằng phương pháp sư phạm để truyền tải, biến tri thức của giảng viên thành tri thức của người học.

b. Phương thức giáo dục môi trường qua môn hóa học ở nhà trường phổ thông

Giáo dục BVMT là giáo dục tổng thể nhằm trang bị những kiến thức về môi trường cho học sinh thông qua môn hóa học sao cho phù hợp với từng đối tượng, từng cấp học. Việc đưa kiến thức giáo dục BVMT vào môn hóa học thuận lợi và hiệu quả nhất là hình thức tích hợp và lồng ghép (hình 1.9).



Hình 1.9. Phương thức lồng ghép kiến thức BVMT trong môn hóa học

- a) Lồng ghép hoàn toàn; b, c) Lồng ghép nhiều bộ phận hay từng bộ phận;
d) Mở rộng nội dung môn học

Tích hợp là kết hợp một cách có hệ thống các kiến thức hóa học với kiến thức giáo dục BVMT sao cho hài hòa, thống nhất. Ví dụ, khi giảng dạy phân: "Lưu huỳnh, khí hidrosunfua (H_2S) và các oxit của lưu huỳnh" (Lớp 10): song song việc giảng dạy về tính chất lí, hóa, phương pháp điều chế... ứng dụng của lưu huỳnh, khí H_2S và các oxit của lưu huỳnh trong thực tế, giáo viên phải biết phương pháp khai thác những kiến thức có liên quan đến môi trường, như việc gây ô nhiễm môi trường khí quyển. Giáo viên cần cho học sinh thấy rõ: Một khối lượng lớn các

khí chứa lưu huỳnh thải vào khí quyển do các hoạt động của con người. Người ta ước tính các chất hữu cơ trên Trái Đất cũng làm sản sinh ra 31 triệu tấn lưu huỳnh dưới dạng H_2S (H_2S với hàm lượng cao rất độc hại cho con người) mà sự oxy hóa tiếp theo sinh ra SO_2 . Các hoạt động của con người làm ô nhiễm môi trường không khí bởi SO_2 vẫn giữ vai trò hàng đầu. Qua đó nêu các biện pháp xử lý đơn giản đối với không khí bị ô nhiễm khí chứa lưu huỳnh... Hoặc khi giảng bài: "Phân bón hóa học" (Lớp 11), giáo viên nên hình thành đạo đức môi trường cho học sinh thông qua nội dung bài phân tích phân bón chính là hóa chất cung cấp chất dinh dưỡng cho cây; phân bón hóa học là chìa khóa của cuộc cách mạng xanh nhằm tăng năng suất cây trồng, nhưng nếu con người sử dụng phân bón hóa học không phù hợp, quá liều lượng sẽ gây ô nhiễm cho đất, nước và làm nhiễm độc cho nông sản, thực phẩm, người và gia súc. Vậy để tăng trưởng kinh tế nông nghiệp bền vững thì hướng phát triển nông nghiệp là phải tạo ra sản phẩm sạch mà không gây ô nhiễm môi trường có thể thực hiện bằng cách nào? (Giáo viên gợi ý cho học sinh thảo luận). Giảng bài "Nước" (Lớp 8), phần nước tự nhiên giáo viên có thể khai thác hoặc lồng ghép khá thuận lợi về môi trường nước như: nhu cầu nước đối với sự sống trên Trái Đất, những loại nước tồn tại trong tự nhiên, thế nào là nước sạch, cách nhận biết nước ô nhiễm... Từ đó giáo dục cho học sinh ý thức quý trọng và cách sử dụng, giữ gìn nguồn nước sạch hợp lý, tiết kiệm. Với sự kết hợp hài hòa hợp lý, giữa nội dung bài giảng và GDMT bài giảng trở nên sinh động và gây ấn tượng hứng thú cho việc học của học sinh.

Lồng ghép là thể hiện lắp ghép nội dung bài học về mặt cấu trúc để có thể đưa vào bài học một đoạn, một mục, một số câu hỏi có nội dung giáo dục BVMT. Ví dụ, khi giảng bài "Tính chất hóa học chung của kim loại" giáo viên có thể nêu thêm phần: tác hại của một số kim loại nặng: Pb, Cd, Hg, As... với con người. Qua đó nêu phương pháp phòng ngừa và xử lý khi bị nhiễm kim loại nặng.

4. Phương pháp giáo dục môi trường qua môn hóa học

Nội dung giáo dục môi trường có các đặc điểm sau:

- Có tính liên ngành rộng, do phải xem xét môi trường như một tổng thể hợp thành bởi nhiều thành phần: thiên nhiên, công nghệ, kinh tế, văn hóa, xã hội.

- Có giá trị nhân cách, đạo đức trong thái độ, ứng xử và hành động trước các vấn đề môi trường. Người học không những chỉ biết kiến thức lí thuyết phù hợp với trình độ mà cả những tri thức cụ thể, kĩ năng thực hành, phương pháp làm việc để họ có thể hành động độc lập hoặc cùng cộng đồng, nhằm phòng ngừa, xử lí các vấn đề môi trường một cách có hiệu quả.

- Phải nắm bắt các vấn đề môi trường và phát triển bền vững của địa phương, vùng, quốc gia, khu vực và quốc tế.

- Hiểu biết các vấn đề môi trường hiện nay và quan hệ với các vấn đề môi trường tương lai: *"Giáo dục môi trường phải bao quát các mặt khác nhau của môi trường: tự nhiên và nhân tạo, công nghệ, xã hội, kinh tế, văn hóa, và thẩm mĩ. Giáo dục môi trường phải nêu rõ các mối quan hệ giữa các vấn đề môi trường địa phương, quốc gia và toàn cầu, cũng như các tương quan giữa hành động hôm nay và hậu quả ngày mai"* (Dự án GDMT của UNESCO, 1998).

Từ đặc điểm của nội dung giáo dục BVMT trên, phương pháp đưa GDMT vào các cấp học như sau:

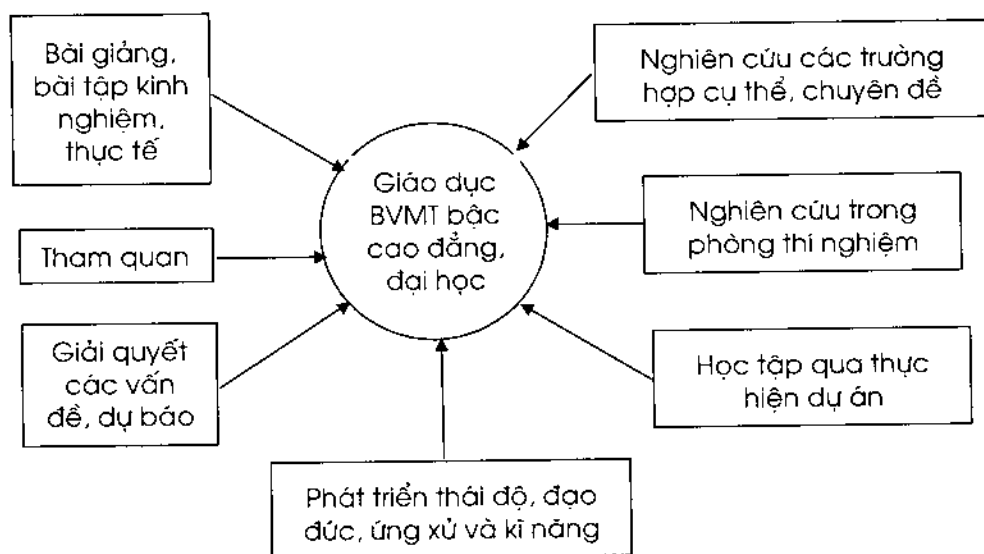
a. Phương pháp giáo dục môi trường ở đại học, cao đẳng

Trong các trường đại học và cao đẳng sư phạm đã và sẽ xây dựng các trung tâm giáo dục BVMT làm cơ sở cho việc nghiên cứu khoa học về môi trường, điều tra, khảo sát, giải quyết các vấn đề môi trường ở khu vực hoặc trong vùng, trang bị đầy đủ các thiết bị cho các trung tâm của 20 trường ĐHSP tạo điều kiện cho việc đào tạo sau đại học và giáo dục BVMT.

Một số phương pháp GDMT thường được sử dụng như sau:

- Qua các bài giảng, bài tập và qua kinh nghiệm thực tế của người học: trên cơ sở nắm vững những kiến thức cơ bản về môi trường, người

học được tiếp xúc trực tiếp với đối tượng học tập và nghiên cứu. Thông thường người học được giao làm thí nghiệm cụ thể dưới sự hướng dẫn của giáo viên về phương pháp. Quy trình thực hành để quan sát phân tích các hiện tượng, các dữ kiện và tự người học tính toán kết quả và rút ra các kết luận về các vấn đề môi trường đang tồn tại, các hậu quả và yêu cầu giải quyết.



Hình 1.10. Phương pháp thường dùng giáo dục BVMT bậc cao đẳng, đại học qua môn hóa học

- Tham quan các cơ sở sản xuất và khảo sát thực địa, người học quan sát một địa bàn thực tế không thể đem vào lớp học, được hướng dẫn phương pháp quy trình để phân tích đối chiếu với lí thuyết đã học (hóa kĩ thuật) và rút ra kết luận.

- Phương pháp giải quyết vấn đề: Người học sử dụng các kiến thức và phương pháp đã được học để xác định vấn đề giải quyết, xây dựng giả định, phân tích dữ liệu liên quan và đề xuất giải pháp thích hợp.

- Nghiên cứu các vấn đề môi trường thực tế của địa phương hoặc cơ sở nơi người học ở hoặc làm việc: lựa chọn vấn đề, phân tích vấn đề theo những quan điểm khác nhau, tìm hiểu các giải pháp khả thi cho

vấn đề. Ví dụ như ô nhiễm nguồn nước sinh hoạt, ô nhiễm rác thải... của địa phương.

- Học tập qua thực hiện dự án nhằm giải quyết có hiệu quả một vấn đề môi trường cụ thể thông qua nghiên cứu, thử nghiệm cá nhân hoặc tập thể.

- Nghiên cứu trong phòng thí nghiệm.

- Phát triển các thái độ, cách ứng xử, đạo đức cần có về môi trường thông qua lồng ghép các vấn đề giá trị trong bài giảng, giảng giải ý nghĩa của giá trị trong và ngoài bài giảng (xem hình 1.10).

b. Phương pháp giáo dục môi trường qua môn hóa học ở trường phổ thông

Mục tiêu trang bị cho học sinh những kiến thức cơ bản về hóa học phổ thông, mối quan hệ giữa con người với thiên nhiên. Cung cấp những kỹ năng cơ bản về BVMT, biết cách ứng xử tích cực đối với những vấn đề môi trường cụ thể. Xây dựng cho học sinh những kiến thức cơ bản về môi trường để mỗi học sinh trở thành tuyên truyền viên tích cực trong gia đình, nhà trường và địa phương.

** Phương pháp giáo dục môi trường thông qua giờ học trên lớp hay trong phòng thí nghiệm*

Kiến thức GDMT được tích hợp và lồng ghép vào nội dung bài giảng theo ba mức độ: mức độ toàn phần, từng bộ phận và mức độ liên hệ. Tùy từng điều kiện có thể sử dụng một số phương pháp sau:

- Phương pháp giảng dạy dùng lời nói thuyết trình (minh họa, giảng giải, kể chuyện, đọc tài liệu).

- Phương pháp thảo luận, nêu và giải quyết vấn đề,

- Phương pháp sử dụng các thí nghiệm, các tài liệu trực quan trong giờ giảng,

- Phương pháp khai thác những kiến thức về giáo dục môi trường từ bài thực hành làm thí nghiệm trong phòng thí nghiệm.

** Phương pháp giáo dục môi trường thông qua hoạt động ngoại khóa*

Trong nhà trường phổ thông, hoạt động ngoại khóa để giáo dục môi trường là hình thức rất có hiệu quả, phù hợp với tâm lí tuổi trẻ, sự giáo dục của thầy, sự tiếp thu của trò rất nhẹ nhàng và sâu sắc.

- Phương pháp hành động cụ thể trong các hoạt động theo từng chủ đề được tổ chức ở trong trường hay ở địa phương. Thông qua thực tế giúp học sinh hiểu biết được tình hình môi trường của địa phương, về tác động của con người đến môi trường. Từ đó giáo dục đạo đức môi trường và ý thức BVMT trong mỗi học sinh.

- Phương pháp hợp tác và liên kết giữa nhà trường và cộng đồng địa phương trong các hoạt động về giáo dục BVMT.

- Thông qua ngoại khóa rèn luyện cho các em một số kĩ năng và phương pháp tích cực tham gia vào mạng lưới GDMT.

Nội dung giáo dục BVMT trong chương trình ngoại khóa có thể theo các hình thức sau:

- Câu lạc bộ: Câu lạc bộ môi trường sinh hoạt theo các chủ đề về ăn, uống, sử dụng năng lượng, rác thải, bệnh tật học đường...

- Hoạt động tham quan theo chủ đề: Tham quan danh lam thắng cảnh, nhà máy, nơi xử lí rác, các bảo tàng, các loại tài nguyên.

- Tổ chức xem băng hình, tranh ảnh về đề tài BVMT.

- Hoạt động trồng cây, xanh hóa nhà trường: Tổ chức nhân dịp tết trồng cây, ngày thành lập Đoàn 26/3, ngày Môi trường Thế giới 5/6.

- Tổ chức tìm hiểu về môi trường: Thi vẽ, thi báo tường, thi kể chuyện về các chủ đề môi trường.

- Hoạt động Đoàn - Đội về BVMT: Tổ chức chiến dịch truyền thông, tuyên truyền BVMT ở nhà trường, địa phương.

CÂU HỎI ÔN TẬP CHƯƠNG I

1. Môi trường là gì? Những khái niệm cơ bản về môi trường?
2. Nêu mục đích, ý nghĩa có tính chất chiến lược toàn cầu về bảo vệ môi trường đối với ngành hóa học môi trường?
3. Thế nào là sinh thái? Hệ sinh thái và cân bằng sinh thái, tính đa dạng sinh học? Cho ví dụ thực tế.
4. Thế nào là môi trường phát triển và phát triển bền vững? Bằng dẫn chứng thực tế hãy chứng minh: Môi trường muốn "phát triển" thì phải "bảo vệ" và "bảo vệ" để "phát triển", đó là đặc tính phụ thuộc lẫn nhau giữa phát triển và bảo vệ và được gọi bằng thuật ngữ "phát triển bền vững".
5. Tài nguyên là gì? Những đặc điểm của ô nhiễm môi trường, suy thoái môi trường và những biện pháp chung để bảo vệ môi trường? Cho ví dụ thực tế.
6. Vấn đề con người và môi trường có mối quan hệ đặc biệt và tác động lẫn nhau như thế nào? Từ đó việc quản lí môi trường và đánh giá tác động môi trường cần có những biện pháp gì?
7. Trình bày sự cần thiết phải bảo vệ môi trường và các biện pháp chính để bảo vệ môi trường?
8. Nêu ý nghĩa, vai trò và vị trí của nhà trường trong công tác giáo dục BVMT trong nhà trường và cộng đồng?
9. Nêu phương thức giáo dục BVMT qua môn hóa học trong các hệ thống nhà trường? Liên hệ thực tế nơi bản thân đã và đang sinh sống, học tập?
10. Trình bày các phương pháp giáo dục BVMT thông qua giờ học trên lớp, trong phòng thí nghiệm và trong các hoạt động ngoại khóa đối với môn hóa học ở nhà trường phổ thông?

Chương II

MÔI TRƯỜNG KHÍ QUYỂN

I. THÀNH PHẦN HÓA HỌC VÀ CẤU TRÚC CỦA KHÍ QUYỂN

1. Thành phần hóa học và vai trò của khí quyển

Khí quyển là lớp vỏ không khí bao bọc xung quanh Trái Đất được cấu tạo bởi những đơn chất và hợp chất hóa học khác nhau. Đặc điểm nổi bật nhất của khí quyển là hầu hết các nguyên tố tồn tại ở trạng thái khí với hai nguyên tố chính là nitơ và oxi tồn tại chủ yếu ở trạng thái phân tử tự do N_2 và O_2 . Thành phần các chất trong không khí khô, chưa bị ô nhiễm cách bề mặt Trái Đất vài km được tính theo tỷ lệ phần trăm thể tích chủ yếu là nitơ 78,08%; oxi 20,95 %; argon 0,934%; cacbonic 0,035%. Các khí hiếm khác như neon chiếm $1,818 \cdot 10^{-3}\%$, heli $5,24 \cdot 10^{-4}\%$, kripton $1,14 \cdot 10^{-4}\%$ xenon $8,7 \cdot 10^{-6}\%$ và các khí vi lượng khác được trình bày trong bảng 2-1. Khối lượng của khí quyển theo tính toán là $5 \cdot 10^{15}$ tấn, bằng 0,05% khối lượng của vỏ Trái Đất và rất nhỏ bé so với tổng khối lượng của Trái Đất là $5,976 \cdot 10^{21}$ tấn.

Môi trường không khí bao quanh con người là không khí ẩm, bao gồm không khí khô, hơi nước, các chất gây độc hại, các loại bụi vũ trụ, bụi Mặt Đất, vi khuẩn, nấm, virus, phấn hoa, khí phóng xạ, các loại khí của các chất hữu cơ và vô cơ dễ bay hơi... Lượng nước của khí quyển có thể từ 0,1% đến 5% theo thể tích.

Khí quyển và thành phần hóa học đặc trưng của nó có vai trò rất to lớn đối với sự sống trên Trái Đất. Có năng lượng Mặt Trời, nhưng nếu không có khí cacbonic và nước trong khí quyển thì không có sự quang hợp của cây xanh, do vậy năng lượng sống ở thực vật và cả động vật cũng như năng lượng hóa thạch đã không có trên Trái Đất. Khí cacbonic còn hấp thụ năng lượng của các bức xạ có bước sóng dài trên 140.000 Å, phản xạ từ Trái Đất lên và giữ cho Trái Đất ấm lên. Năm 1896, Arrhenius, nhà hóa học Thụy Điển đã chỉ ra rằng, nồng độ cacbonic tồn tại trong khí quyển về mặt lý thuyết sẽ làm cho Trái Đất nóng lên. Người

ta đã tính rằng, nếu khí quyển của Trái Đất chúng ta không có khí CO_2 thì nhiệt độ trên bề mặt Trái Đất sẽ thấp hơn nhiệt độ hiện nay là 21°C . Khi con người tiến hành kỉ nguyên công nghiệp thì nhiệt độ trung bình toàn cầu tăng $0,6^\circ\text{C}$. Gần đây các nhà khoa học trong nhóm nghiên cứu châu Âu đã dự đoán rằng, với đà phát triển công nghiệp như hiện nay, nếu không hạn chế các chất khí thải vào khí quyển thì đến cuối thế kỉ này, nhiệt độ trung bình toàn cầu có thể tăng 4°C .

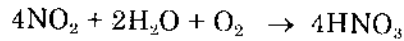
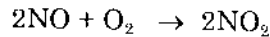
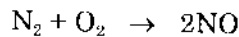
Hàm lượng khí CO_2 ở tầng đối lưu trung bình là $0,03 - 0,04\%$, nhưng khá cao ở những khu công nghiệp lớn, những thành phố lớn và ở gần các núi lửa đang hoạt động. Hàm lượng này lại tương đối thấp ở các khu rừng nhiệt đới trùng trùng, điệp điệp hay ở những dải cây cối xanh tốt bao la. Hàm lượng CO_2 của khí quyển tương đối ổn định trong một thời gian dài, ít nhất là 1,2 tỉ năm về trước. Gần đây cân bằng đó đã và đang bị phá vỡ, bởi các cuộc cách mạng công nghiệp. Hiện nay hàm lượng cacbonic tăng là 1 phần triệu/năm (1 ppm/năm).

Khí quyển đóng vai trò then chốt để duy trì sự cân bằng nhiệt trên Trái Đất, đồng thời cũng là nơi vận chuyển nước trong chu trình thủy văn toàn cầu.

Nhiệt độ trung bình trên bề mặt Trái Đất luôn được duy trì tương đối dễ chịu là 15°C , không kể có những vùng quá khắc nghiệt như sa mạc Sahara ban ngày do được khoảng $(+)$ 57°C , còn ban đêm là $(-)$ 7°C , trong khi đó nhiệt độ trung bình trên các đại dương là $17,5^\circ\text{C}$.

Khí quyển chứa nitơ tự do với hàm lượng rất lớn (78,08%). Nó được tạo ra do hoạt động của núi lửa, phản ứng cháy, sự phân hủy các hợp chất hữu cơ và hoạt động công nghiệp. Nitơ có vai trò rất to lớn đối với sự sống trên Trái Đất. Qua quá trình cố định đạm sinh học và qua các phản ứng điện hóa nitơ sẽ chuyển thành dạng amoni và nitrat cung cấp cho quá trình tổng hợp protein, một hợp phần cốt yếu cho sự sống. Các hợp chất của nitơ có thể tạo ra bằng nhiều con đường như hoạt động của một số vi khuẩn hoặc sấm sét.

Khi có sấm sét, tức là có sự phóng điện trong không khí, nitơ phản ứng với oxi để tạo ra axit nitric theo các phản ứng sau:



Nitơ ở dạng phân tử N_2 tương đối bền với các tia tử ngoại của Mặt Trời. Nếu không có oxi trong khí quyển và hòa tan một phần trong thủy quyển thì các sinh vật sẽ không thể tồn tại được. Hidro cùng với oxi trong khí quyển tạo ra nước để duy trì mọi sự sống trên Trái Đất. Các nhà khoa học đã chỉ ra rằng, con người cần thở 22 ngàn lần trong một ngày. Con người có thể nhịn ăn trong một tháng, nhịn uống ba ngày, nhưng nhịn thở không quá năm phút.

Lượng không khí cần thiết cho nhu cầu sinh hoạt của con người như sau:

- nghỉ ngơi: 10.600 lít/ngày.
- lao động: 40.400 lít/ngày.
- lao động nặng: 62.000 lít/ngày.

Một người bình thường mỗi ngày cần 16 kg không khí, lượng này tương đương với 12 m³ để thở, trong khi đó cần 1,8 lít nước để uống và 1,4 kg thức ăn để ăn. Như vậy chỉ riêng thở đã tạo ra nhiều khí cacbonic. Điều này khiến chúng ta phải quan tâm đến kiến trúc nhà ở, nơi học tập, chỗ làm việc, nơi giải trí... Nitơ và oxi tồn tại trong khí quyển với tỷ lệ tối ưu như hiện nay đã đủ duy trì sự sống tồn tại. Nếu không thì mọi vật thể sống cũng như các chất khác sẽ bị tiêu hủy bởi các phản ứng oxi hóa. Các chất hữu cơ và các cơ thể sống chủ yếu được tạo ra từ các nguyên tố trong sinh quyển là: C, H, O, N, S, P... Bên cạnh oxi, nitơ, cacbonic và hơi nước có ảnh hưởng quan trọng đến quá trình trao đổi chất ở thực vật và đặc biệt là quá trình thoát hơi nước. Hàng ngàn loài thực vật còn thích nghi với việc thụ phấn do gió. Gió mang nhiều vi khuẩn, virus và các loại bụi... đi các nơi.

♦ Người ta cho rằng sự sống trên Trái Đất đã bắt đầu có từ 3 tỉ năm đến 3,5 tỉ năm về trước.

2. Cấu trúc của khí quyển

Toàn bộ không khí bao quanh Trái Đất gọi là khí quyển.

Khí quyển của Trái Đất được chia thành nhiều tầng, nhiều lớp khác nhau. Khí quyển được mở rộng đến độ cao khoảng 1000 km rồi chuyển dần vào không gian không có không khí. Nhiệt độ khí quyển thay đổi từ (-)92°C đến (+) 1700°C. Cứ lên cao 100 m thì nhiệt độ giảm 0,6°C.

Bảng 2.1. Thành phần các chất trong khí quyển

Tên chất	Công thức phân tử	Hàm lượng (% thể tích)	Nguồn phát sinh mới
Nitơ	N ₂	78,08	Núi lửa, phản ứng cháy, phân hủy chất hữu cơ, công nghiệp
Oxi	O ₂	20,95	Quang hợp
Argon	Ar	0,934	
Carbon đioxit	CO ₂	0,035	Sinh vật, phản ứng đốt cháy
Neon	Ne	1,818.10 ⁻³	
Heli	He	5,24.10 ⁻⁴	Phân rã phóng xạ
Metan	CH ₄	1,6.10 ⁻⁴	Sinh vật
Krypton	Kr	1,14.10 ⁻⁴	
Hydro	H ₂	5.10 ⁻⁵	Sinh vật, quang hóa học
Nitơ oxit	N ₂ O	3.10 ⁻⁵	Sinh vật
Carbon monoxit	CO	1,2.10 ⁻⁵	Quang hóa học
Ozon	O ₃	4.10 ⁻⁶	
Nitơ đioxit	NO ₂	2.10 ⁻⁶	Quang hóa học, ánh sáng
Amoniac	NH ₃	6.10 ⁻⁷	Sinh vật
Sulfur đioxit	SO ₂	2.10 ⁻⁸	Quang hóa học, núi lửa, hoạt động của con người
Hydroperoxit	H ₂ O ₂	10 ⁻⁸ - 10 ⁻⁶	Quang hóa học
Formandehit	H ₂ CO	10 ⁻⁸ - 10 ⁻⁷	Quang hóa học
Freon, F-12	Cl ₂ CF ₂	2,8.10 ⁻⁵	Hoạt động của con người
Metyl clorofom	H ₃ CCCl ₃	1.10 ⁻⁸	Hoạt động của con người
Carbon disulfua	CS ₂	10 ⁻⁹ - 10 ⁻⁸	Sinh vật
	OCS	10 ⁻⁸	Sinh vật

Càng lên cao, không khí càng loãng do đó mật độ không khí càng nhỏ và áp suất khí quyển càng giảm. Người ta đã xác định được rằng, ở độ cao 100 km áp suất khí quyển chỉ bằng một phần triệu áp suất ở trên mặt Trái Đất.

Dựa vào sự khác nhau về chiều cao, về nhiệt độ và áp suất, người ta thường chia khí quyển làm hai phần: phần trong và phần ngoài. Phần trong bao gồm bốn tầng chính: tầng đối lưu, tầng bình lưu, tầng trung lưu và tầng nhiệt lưu.

Tầng ngoài là tầng ngoại quyển hay tầng điện li.

Tầng ngoại quyển chuyển dần vào khoảng không vũ trụ.

Bảng 2.2. Các tầng chính của khí quyển

Tầng	Độ cao (km)	Nhiệt độ (°C)	Các chất chính
Điện li	500 > 1000	1200 > (+) 1700	O ⁺ , H ⁺ , He ⁺
Nhiệt lưu	85 > 500	(-92) → (+1200)	O, O ⁺ , O ₂ ⁺ , NO ⁺ , NO ₂ , CO ₃ ²⁻
Trung lưu	50 > 85	(-2) > (-92)	O ₂ ⁺ , NO ⁺
Bình lưu	10 ÷ 16 > 50	(-56) → (-2)	O ₃ , O ₂ , N ₂
Đối lưu	0 → 10 : 16	(+15) → (-56)	N ₂ , O ₂ , CO ₂ , H ₂ O...
Bề mặt Trái Đất			

a) *Tầng đối lưu (Troposphere)* là tầng nằm ngay trên mặt Trái Đất từ độ cao 0 km sát trên Mặt Đất đến độ cao khoảng 10 km ở hai cực và khoảng 16 km ở đường xích đạo.

Nhiệt độ không khí trong tầng đối lưu giảm theo chiều cao từ (+) 15°C (ở mặt nước biển) đến (-) 56°C (đỉnh của tầng này). Như vậy không khí nóng nhất xuống thấp gần mặt đất. Trong tầng này chiếm khoảng 70% tổng khối lượng khí quyển và khoảng 100% hơi nước, nhưng lượng nước phân bố không đồng đều giữa các vùng: có thể 4% thể tích nước ở miền nhiệt đới ẩm ướt và khoảng 0,01% ở xứ lạnh. Tầng đối lưu là nơi tồn tại tất cả các đám mây nhìn thấy được và là nơi phát sinh thời tiết,

quyết định khí hậu Trái Đất, với nhiều chất khí khác nhau như khí cacbonic, oxy, nitơ, hơi nước v.v.

Phản ứng quan trọng trong tầng đối lưu là phản ứng quang tổng hợp và phản ứng tổng hợp đạm. So sánh về tỷ khối và nhiệt độ thì không khí của tầng đối lưu là không đồng nhất. Tỷ khối giảm theo chiều cao với hàm số mũ. Nhiệt độ của tầng đối lưu cũng giảm theo chiều cao, cứ lên cao 100 m thì nhiệt độ giảm $0,6^{\circ}\text{C}$ vì không khí không hấp thụ được bức xạ Mặt Trời trong khi đó Trái Đất lại hấp thụ được năng lượng Mặt Trời. Không khí gần mặt Trái Đất bị nóng lên do sự phát nhiệt của Trái Đất. Càng lên cao, sự bức xạ ion hóa từ vũ trụ càng lớn. Ở độ cao khoảng 10 km bức xạ này gấp hàng chục lần bức xạ ở Mặt Đất. Mọi hiện tượng của thời tiết như mưa, gió, bão, tuyết, nóng, lạnh... đều xảy ra ở tầng đối lưu, do đó tầng đối lưu có tác động vô cùng to lớn đối với sự sống trên Trái Đất. Đỉnh của tầng đối lưu có nhiệt độ thấp nhất của tầng này, gọi là lớp lạnh hay lớp dừng mà nhiệt độ đo được đến $(-) 56^{\circ}\text{C}$. Lớp dừng ước lượng khoảng 1 km ngăn cách giữa tầng đối lưu và tầng bình lưu. Nó là bước ngoặt gây ra sự thay đổi nhiệt độ, tức là nhiệt độ lại tăng theo chiều cao từ âm sang dương (bảng 2.2).

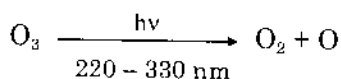
Các chất gây ô nhiễm do hoạt động của con người và tự nhiên cũng dễ dàng bị pha loãng và biến đổi, bởi vì có sự luân chuyển đối lưu của nó. Hàm lượng nước luôn thay đổi theo chu trình vòng tuần hoàn trong tự nhiên. Tầng đối lưu cũng là tầng có nhiều sự xáo trộn của các dòng khí, dòng năng lượng và những đám mây hơi nước chuyển động trên phạm vi toàn cầu theo chiều thẳng đứng và chiều ngang, do sự mất cân bằng giữa các tốc độ làm nóng lên và làm lạnh đi giữa vùng xích đạo và các cực.

b) Tầng bình lưu (Stratosphere)

Tiếp tầng đối lưu là tầng bình lưu, có độ cao khoảng từ 10 - 16 km đến 50 km và có nhiệt độ thay đổi từ $(-) 56^{\circ}\text{C}$ đến $(-) 2^{\circ}\text{C}$. Khác với tầng đối lưu, nhiệt độ ở tầng bình lưu tăng theo chiều cao, tối đa là $(-) 2^{\circ}\text{C}$ ở giới hạn trên. Ở tầng này không có dòng đối lưu và không khí chuyển động chủ yếu theo chiều ngang. Thành phần chủ yếu của tầng bình lưu

là ozon O_3 , oxi O_2 , nitơ N_2 và một số gốc hóa học khác. Ở tầng bình lưu, ozon tập trung thành tầng ở độ cao 20 - 30 km và có nồng độ cực đại 10 ppm (part per milion, phần triệu), còn gọi là tầng ozon. Ozon tồn tại rất ít ở gần mặt đất. Ozon là một chất khí chứa 3 nguyên tử oxi và có công thức phân tử là O_3 .

Ozon có mặt trong tầng này hấp thụ được các tia tử ngoại của Mặt Trời (ultraviolet radiation) và có phản ứng tỏa nhiệt như sau:



Điều đó có vai trò rất quan trọng ở tầng bình lưu vì tia tử ngoại phá hủy các phân tử sinh học. Ozon có tác dụng như một tấm lá chắn bảo vệ cho sự sống trên Trái Đất khỏi tác dụng độc hại của các tia tử ngoại chiếu xuống từ Mặt Trời và các tia vũ trụ, đồng thời cung cấp nguồn năng lượng cho sự phát sinh và phát triển của muôn loài trên Trái Đất. Phản ứng chủ yếu trong tầng bình lưu là phản ứng quang hóa của ozon, oxi, các oxit nitơ và hơi nước. Trong tầng bình lưu, do có sự khuấy trộn ít nên các tiểu phân và các phân tử tồn tại tương đối lâu ở vùng này. Vì vậy các chất khí cần phải mất hàng năm mới có thể hòa trộn được với nhau. Các chất gây ô nhiễm nếu được chuyển lên tầng bình lưu thì chúng sẽ có tác dụng gây độc hại lâu dài hơn so với chúng còn ở tầng đối lưu. Càng lên cao, số phân tử của các chất khí trong khí quyển càng giảm dần, vì lực hút của Trái Đất đã giữ phần lớn các phân tử khí ở gần mặt Trái Đất.

Người ta thấy rằng khoảng 50% khối lượng khí quyển nằm ở dưới 5,2 km, còn 99% khối lượng này ở tầng đối lưu và bình lưu.

c) Tầng trung lưu (Mesosphere)

Tầng trung lưu có độ cao từ 50 km đến 85 km và có nhiệt độ thay đổi từ (-) 2°C đến (-) 92°C . Trong tầng này, nhiệt độ lại giảm theo chiều cao. Điều này là do các chất hấp thụ tia tử ngoại có nồng độ thấp, đặc biệt là oxi, oxit nitơ bị phân li thành nguyên tử và chịu sự ion hóa sau khi hấp thụ bức xạ Mặt Trời ở vùng tử ngoại xa. Thành phần hóa học chủ yếu của tầng này là O^+ , O_2^+ , NO^+ ...

d) Tầng nhiệt lưu (Thermosphere)

Tầng nhiệt lưu ở độ cao từ 85 km đến 500 km có không khí rất loãng và có nhiệt độ tăng mãi theo chiều cao từ (-) 92°C đến (+) 1200°C. Do tác dụng của năng lượng ánh sáng Mặt Trời, nhiều phản ứng hóa học đã xảy ra với oxi, nitơ, ozon, oxit nitơ, cacbonic, hơi nước... Các chất chính trong tầng này là các ion: O, O⁺, O₂⁺, NO⁺, NO₃⁻, CO₃²⁻. Ở độ cao 120 km, nồng độ oxi nguyên tử bằng nồng độ oxi phân tử, nhưng ở độ cao 200 km thì nồng độ oxi nguyên tử lại lớn hơn nồng độ oxi phân tử.

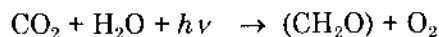
e) Tầng điện li (Exosphere)

Tiếp theo tầng nhiệt lưu là tầng điện li hay tầng ngoại quyển có nhiệt độ tăng nhanh đến 1700°C. Tầng này mở rộng đến 1000 km rồi dần dần vào khoảng không gian vũ trụ bao la. Thành phần hóa học chủ yếu của tầng này là các ion như O⁺, H⁺, He⁺...

3. Sự hình thành và tiến hóa của khí quyển

Có nhiều giả thuyết về sự hình thành và tiến hóa của khí quyển, song đều thống nhất là khí quyển ban đầu hoàn toàn khác so với thành phần hiện nay, các biến đổi xảy ra do hoạt động của sinh vật.

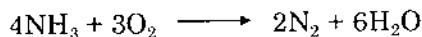
Hàng nghìn triệu năm trước đây, núi lửa đã thải ra từ trong lòng nó khí H₂, CO₂, CO, hơi nước, CH₄, NH₃ và các khí khác. Phân tử sống đơn giản đầu tiên được tạo thành trong khí quyển khử hỗn hợp này, những sự chiếu xạ mãnh liệt bởi các tia tử ngoại, bởi các nguồn hạt nhân phóng xạ vào khí quyển đã cung cấp năng lượng cần thiết để tiến hành các phản ứng hóa học. Kết quả là đã tạo thành các phân tử phức tạp như axit amin. Các phân tử sống này nhận năng lượng từ quá trình lên men các chất hữu cơ sinh ra từ quá trình hóa học và quang hóa. Cuối cùng, chúng có thể sản xuất ra chất hữu cơ (CH₂O) thông qua quá trình quang hợp:



Như vậy, giai đoạn này đã xảy ra sự chuyển hóa sinh hóa dẫn đến sự hình thành khí quyển O₂. Oxi xuất hiện tạo điều kiện hình thành ozon:



Oxi lại oxi hóa amoniac để giải phóng nitơ hình thành khí quyển nitơ - oxi:



Khí quyển đã chuyển từ đặc tính khử sang tính oxi hóa.

Một lượng oxi nhất định có thể đã được dùng để tạo ra các cơ thể sống nguyên thủy. Nó được tạo thành do phân hủy hơi nước ở tầng cao của khí quyển dưới tác dụng của tia lửa điện và bức xạ Mặt Trời. Thực vật là nguồn sản xuất oxi đầu tiên của Trái Đất nguyên thủy. Cùng với sự tăng nguồn cung cấp oxi thì các thực vật bậc cao hơn xuất hiện, phát triển và kèm theo các quá trình kéo dài nhiều triệu năm làm tăng đáng kể số lượng động vật tiêu thụ oxi để giữ cân bằng oxi trong khí quyển. Thành phần hiện nay của khí quyển là hầu như giống với thành phần của khí quyển 500 triệu năm về trước. Tuy nhiên vẫn còn có những sự thay đổi nhỏ do một số khí bị hấp thụ bởi đất trồng, các loại đá và các cơ thể sống hoặc thoát ra ngoài vũ trụ. Chu trình của việc sử dụng và tái sinh các khí trong khí quyển là một cân bằng rất đáng được chú ý. Cân bằng này bao gồm đất trồng, không khí, động thực vật. Cần phải nhận thấy rằng tất cả các cơ thể sống được làm nên từ các nguyên tố hóa học của không khí như oxi, nước, cacbonic, nitơ.

II. SỰ Ô NHIỄM KHÍ QUYỂN

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 tác hại tới thực vật và động vật, đến 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 hai loại: nguồn thiên nhiên và nguồn nhân tạo.

♦ Nguồn thiên nhiên:

- Núi lửa phun ra những nham thạch nóng và nhiều khói bụi giàu sunfua, ngoài ra còn metan và một số khí khác. Bụi được phun cao và lan tỏa rất xa.

- Cháy rừng: các đám cháy rừng và đồng cỏ bởi các quá trình tự nhiên xảy ra sấm chớp, cọ sát giữa các thảm thực vật khô như tre, cỏ. Các đám cháy này thường lan truyền nhanh, rộng, có nhiều bụi và các khí.

- Bão bụi gây nên do gió mạnh và bão, mưa bào mòn đất sa mạc, đất trống và gió thổi tung lên thành bụi. Sóng biển tung bọt mang theo bụi muối biển lan truyền vào không khí. Các quá trình thổi rửa xác động thực vật cũng phát thải ra nhiều khí độc như NH_3 , H_2S , CH_4 ... Các phản ứng hóa học giữa những khí tự nhiên hình thành các khí sunfua, nitrit, các loại muối. Tổng lượng tác nhân ô nhiễm thiên nhiên rất lớn, nhưng phân bố đồng đều trên toàn thế giới, nồng độ tác nhân không tập trung ở một vùng, nên con người và động thực vật cũng đã làm quen với các 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 và các hoạt động khác. Tác nhân ô nhiễm phát thải ra bao gồm bụi và các khí như CO , CO_2 , SO_x , hidrocarbon, NO_x , các bụi kim loại nặng. Bảng 2.3 cho biết tổng lượng chất thải nguồn gốc nhân tạo của thế giới năm 1992.

Căn cứ vào tiến trình gây ô nhiễm, tác nhân ô nhiễm được chia ra làm hai 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 và tác động ngay đến bộ phận tiếp nhận. Ví dụ, SO_2 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 của thành phần khí quyển, rồi mới tác động đến bộ phận tiếp nhận. Ví dụ, mưa axit là các tác nhân gây ô nhiễm thứ cấp được tạo thành do sự kết hợp NO_x , SO_2 , SO_3 ... và nước, gây ảnh hưởng tới mùa màng và công trình xây dựng.

Bảng 2.3. Số lượng các tác nhân gây ô nhiễm không khí trên toàn thế giới năm 1992 (đơn vị: triệu tấn)

Nguồn gây ô nhiễm	Tác nhân gây ô nhiễm				
	CO_2	Bụi	SO_2	Hiđrocacbon	NO_x
- Giao thông vận tải (ô tô, máy bay, tàu hỏa, canô, xe máy...)	58,1	1,2	0,8	15,1	7,3
- Đốt nhiên liệu (than, dầu, xăng, khí đốt, than, củi...)	1,7	8,1	22,2	0,7	8,8
- Sản xuất công nghiệp	8,8	6,8	6,6	4,2	0,2
- Xử lý chất thải rắn	7,1	1,0	0,1	1,5	0,5
- Các hoạt động khác: cháy rừng, đốt các sản phẩm nông nghiệp, đốt rác, xây dựng...	0,2	0,1	0,0	0,1	0,0

III. CÁC TÁC NHÂN GÂY Ô NHIỄM KHÍ QUYỂN VÀ TÁC ĐỘNG CỦA CHÚNG

Khí quyển là một hệ động với các thành phần khí, trong đó trao đổi liên tục với động vật, thực vật và các đại dương theo các quá trình vật lý, hóa học. Các chất khí được sinh ra bởi các quá trình vật lý ngay trong khí quyển, bởi các hoạt động sinh học, quá trình phun của núi lửa, phân hủy phóng xạ và các hoạt động công nghiệp, giao thông vận tải, sinh hoạt của con người. Các khí lại được loại khỏi khí quyển bởi các phản ứng hóa học, bởi hoạt động sinh học, bởi các quá trình vật lý diễn ra trong khí quyển (như sự tạo thành các hạt), bởi sự sa lắng và sự thu hút của đại dương và đất.

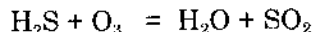
Thời gian lưu trung bình của một phân tử khí sau khi được đưa vào khí quyển có thể từ hàng giờ cho tới hàng triệu năm phụ thuộc vào bản chất của hợp chất trong môi trường nhất định. Hầu hết các chất gây

ô nhiễm phát sinh từ nguồn thiên nhiên hay nhân tạo. Vì vậy, để đánh giá tác động gây ô nhiễm không khí cần phải xét đến chu trình chuyển hóa của chúng từ lúc phát sinh cho tới khi bị loại khỏi khí quyển.

1. Các hợp chất chứa lưu huỳnh (S)

Các hợp chất chứa lưu huỳnh chủ yếu có trong khí quyển là SO_2 , SO_3 , H_2S , H_2SO_4 và các muối sunfat. Các nguồn tạo ra là quá trình đốt cháy các nhiên liệu hóa thạch, phân hủy và đốt cháy chất hữu cơ, các hoạt động của núi lửa và sự phun vẩy nước trên đại dương. Các hợp chất lưu huỳnh được phun ra ở lại trong không khí một thời gian, sau đó sa lắng xuống đất hay các đại dương. Ví dụ lượng lưu huỳnh trong khí quyển với quy mô toàn cầu năm 1960 (tính theo S) là 46 triệu tấn (dạng SO_2 và SO_3) và 39 triệu tấn (dạng SO_2^{-2} , SO_4^{2-}), 272 triệu tấn (dạng H_2S). Chúng ta xét lần lượt các hợp chất của lưu huỳnh sau:

. H_2S : khí sunfua hiđro được đưa vào khí quyển với những lượng rất lớn có từ nguồn tự nhiên. 80% H_2S bị oxi hóa thành SO_2 do oxi hoặc ozon:



Tốc độ phản ứng diễn ra trong điều kiện thời gian tồn tại của H_2S với nồng độ một phần tỉ khi tiếp xúc với O_3 nồng độ 0,05 ppm trong điều kiện trong không khí có 15.000 hạt bụi/ cm^3 vào khoảng 2 giờ. Vì H_2S , O_2 , O_3 đều hòa tan được trong nước nên tốc độ oxi hóa H_2S trong sương mù, các giọt lỏng trong mây diễn ra rất nhanh. Như vậy sự tồn tại của H_2S trong khí quyển được tính hàng giờ.

SO_2 : trong khí quyển khí sunfua dioxit bị oxi hóa thành SO_3 theo quá trình oxi hóa xúc tác hay oxi hóa quang hóa (xem phần sau). Trong điều kiện độ ẩm cao, SO_2 dễ bị các giọt nước hấp thụ và quá trình oxi hóa diễn ra rất thuận lợi, điều kiện có mặt các chất xúc tác (muối của Fe^{3+} , Mn^{2+} ...). NH_3 có trong không khí cũng làm cho phản ứng tăng nhanh và làm tăng độ tan SO_2 trong giọt nước. Còn quá trình oxi hóa quang hóa liên quan với điều kiện độ ẩm và ánh sáng. SO_2 được hoạt hóa có năng lượng lớn và tác dụng với O_2 với tốc độ nhanh thành SO_3 .

Quá trình này càng nhanh khi trong khí quyển có oxit nitơ và hidrocarbon (xem ở phần sau).

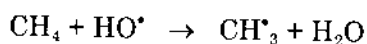
Sulfua trioxit SO_3 : được tạo ra từ SO_2 nhờ các chất xúc tác trong không khí phản ứng ngay với H_2O , tạo nên H_2SO_4 . H_2SO_4 kết hợp dễ dàng với các giọt nước sinh ra dung dịch H_2SO_4 . Trong khí quyển có NH_3 hay các hạt NaCl thì Na_2SO_4 , HCl sẽ hình thành. Như vậy SO_2 tồn tại trong khí quyển cũng chỉ được tính hàng ngày.

2. Cacbon monoxit (CO)

Cacbon monoxit là chất ô nhiễm phổ biến trong tầng đối lưu của khí quyển. Nguồn CO nhân tạo chủ yếu được phát ra từ quá trình cháy không hoàn toàn các nhiên liệu hóa thạch. Ngày nay, qua nhiều nghiên cứu chứng minh rằng nguồn phát sinh ra CO tự nhiên còn lớn gấp 10 đến 15 lần nguồn CO nhân tạo.

Các nguồn sản sinh CO tự nhiên:

Sự oxi hóa metan khởi đầu bằng phản ứng giữa metan với gốc $\text{HO}^\bullet$:



Phản ứng này có hằng số tốc độ bằng $10^{-14} \text{ cm}^3/\text{mol/s}$ ở 25°C . Sau đó, một chuỗi các phản ứng phức tạp khác diễn ra dẫn đến sự hình thành CO. Lượng CO từ nguồn này gấp 10 lần lượng CO nhân tạo. Trong phần dưới của khí quyển nồng độ của CH_4 vào khoảng 5 ppm (theo thể tích). Lượng CH_4 do phân hủy sinh học chất hữu cơ diễn ra trong đầm lầy với lượng toàn cầu ước tính $9 \cdot 10^{13} \text{ mol/năm}$. Nồng độ CO trong khí quyển ước tính bằng $0,12 \div 0,15 \text{ ppm}$.

Ngoài ra, người ta đã đánh giá được rằng lượng CO tạo ra từ các đại dương vào khoảng 10% lượng CO tạo ra từ các quá trình đốt cháy.

. Sự loại trừ CO trong tự nhiên

Phản ứng giữa CO với gốc $\text{HO}^\bullet$ trong tầng đối lưu và bình lưu. Levy đã tính toán được nồng độ $\text{HO}^\bullet$ ở tầng đối lưu ban ngày bằng $1,2 \cdot 10^6 \text{ phân tử/cm}^3$:



Khi nghiên cứu các loại đất tiếp xúc với không khí, người ta thấy hầu hết các loại đất đều thể hiện khả năng loại CO thay đổi từ 7,6 - 115 mg CO/h/m². Đất vùng nhiệt đới có hoạt tính cao, đất vùng sa mạc có hoạt tính thấp. Nguyên nhân của sự loại CO này là do kết quả hoạt động sinh học diễn ra trong đất.

Từ những dẫn liệu trên cho chúng ta thấy vòng tuần hoàn của CO trong khí quyển và nồng độ CO trong khí quyển vẫn không đổi.

3. Các hợp chất chứa nitơ

Các hợp chất chứa nitơ quan trọng trong khí quyển là N₂O, NO, NO₂, NH₃, các muối nitrat, nitrit và amoni.

. Dinitơ oxit (N₂O) là khí không màu được tạo ra hầu hết từ các nguồn tự nhiên do vi khuẩn hoạt động trong đất và phản ứng giữa N₂, O và O₃ trong thượng tầng khí quyển. Ở nhiệt độ thường N₂O là khí trơ nên không xem là chất ô nhiễm. N₂O tạo cảm giác say cho người, gây cười nên gọi là "khí vui". Nó cũng được dùng làm thuốc mê.

. Nitơ oxit (NO) là khí được tạo ra cả từ nguồn tự nhiên và nhân tạo qua quá trình đốt cháy nhiên liệu hóa thạch ở nhiệt độ cao và sẫm sét trong không khí. NO là chất gây ô nhiễm không khí.

. Nitơ dioxit (NO₂) được tạo ra với lượng nhỏ cùng với NO và cũng được tạo ra trong khí quyển bởi sự oxi hóa NO bằng oxi không khí:



NO₂ là chất gây ô nhiễm không khí.

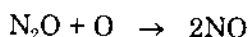
. Các oxit nitơ khác như đinitotrioxit (N₂O₃), đinitotetraoxit (N₂O₄), đinitopenta oxit (N₂O₅) tồn tại trong không khí với nồng độ rất nhỏ và không gây lo ngại về ô nhiễm.

. Amoniac (NH₃) chủ yếu được tạo ra từ nguồn tự nhiên. Tuy vậy, NH₃ được coi là một chất gây ô nhiễm sinh ra với những lượng lớn đủ để tạo ra những nồng độ cục bộ lớn hơn nồng độ khác xung quanh.

. Các muối nitrat và amoni thường không thải lên khí quyển với bất kì lượng đáng kể nào, chỉ sinh ra do sự chuyển hóa của NO, NO₂ và NH₃ trong khí quyển.

Các nguồn phát tán nhân tạo chứa các hợp chất nitơ chủ yếu là các quá trình đốt cháy nhiên liệu (than đá, dầu mỏ) trong công nghiệp, giao thông vận tải và sinh hoạt.

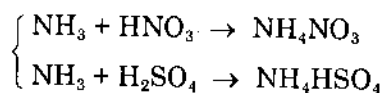
Ở hạ tầng khí quyển thì N_2O là oxit nitơ phổ biến nhất, nó là sản phẩm của hoạt động sinh học, là nguồn tạo ra NO trong tầng đối lưu và bình lưu nơi có oxi nguyên tử tạo ra do quang phân O_3 :



và qua các quá trình chuyển hóa giữa các oxit nitơ tạo ra N_2O_4 , N_2O_5 .

NH_3 có trong khí quyển chủ yếu do các quá trình phân hủy sinh học các hợp chất chứa nitơ diễn ra trên mặt Trái Đất. Tại đây NH_3 tham gia vào các quá trình sau:

- Hấp thụ lên các bề mặt ướt, tạo ra NH_4^+ ;
- Phản ứng với các chất có tính axit trong pha khí hay pha ngưng tụ tạo ra NH_4^+ :



- Oxi hóa thành NH_3 , NO_2^- .

Như vậy các oxit nitơ cuối cùng được chuyển hóa thành nitrat và tiếp đó được loại khỏi khí quyển do mưa kéo theo và sa lắng khô.

4. Các hidrocarbon

Hiđrocacbon đi vào khí quyển từ các nguồn tự nhiên và nhân tạo gồm nhiều loại khác nhau, do đó không thể tiến hành những đo đạc cho tất cả các loại riêng rẽ, hoặc xác định tốc độ phát tán riêng rẽ của chúng. Vì vậy khi xem xét các hidrocarbon gây ô nhiễm không khí thường chỉ xét tới lượng của một số loại nhất định. Những hidrocarbon có trong khí quyển ở dạng khí (có từ 1 đến 5 cacbon) được chú ý nhiều hơn về mặt ô nhiễm. Ngoài ra còn có các chất ở dạng hạt gồm các hidrocarbon không bay hơi.

Quá trình đốt cháy nhiên liệu như than đá, dầu mỏ, gỗ do hoạt động của con người là nguồn chủ yếu phát tán các hidrocarbon vào khí

quyển. Người ta ước tính tổng lượng hidrocarbon toàn cầu phát ra từ nguồn này tới 80 triệu tấn/năm.

Cơ chế loại hidrocarbon khỏi khí quyển phụ thuộc vào từng loại chất. Sự chuyển hóa của các hidrocarbon trong khí quyển diễn ra nhanh chóng khi có mặt các oxit nitơ. Nét đặc trưng của hidrocarbon trong không khí vùng đô thị là khí xả của xe hơi được pha trộn với khí tự nhiên và hơi xăng.

Nếu xét theo góc độ ô nhiễm không khí thì khả năng phá hoại của hidrocarbon trong khí quyển là do các sản phẩm tạo ra từ các phản ứng của chúng. Do vậy nồng độ hidrocarbon tổng cộng chưa thể kết luận chính xác về khả năng ô nhiễm không khí.

5. Các loại bụi

Bụi là một tập hợp nhiều hạt vật chất vô cơ hoặc hữu cơ có kích thước nhỏ bé, tồn tại trong không khí dưới dạng bụi bay, bụi lắng và các hệ khí dung gồm hơi, khói mù.

Bụi bay có kích thước từ 0,001 μm đến 10 μm bao gồm tro, muối khô và những hạt chất rắn đã nghiền nhỏ, chuyển động hỗn loạn hoặc rơi xuống mặt đất với tốc độ theo định luật Stokes. Loại bụi này thường gây tổn thương cho cơ quan hô hấp, nhất là bệnh nhiễm bụi thạch anh.

Bụi lắng có kích thước lớn hơn 10 μm , thường rơi xuống đất theo định luật Newton với tốc độ tăng dần.

Về phân loại bụi có nhiều cách. Phân theo nguồn gốc bao gồm bụi hữu cơ như bụi thực vật, động vật; bụi vô cơ như khoáng chất, thạch anh; bụi kim loại; bụi tổng hợp. Hoặc phân theo cách tổng quát hơn là bụi nguồn tự nhiên và bụi nguồn nhân tạo. Thông thường người ta phân loại bụi theo kích thước.

Hạt có kích thước > 10 μm (micromet)	: bụi
từ 10 - 0,1 μm	: sương mù
< 0,1 μm	: khói

Căn cứ vào tác hại của bụi, người ta chia ra làm năm loại:

- Bụi gây nhiễm độc chuồng: chì, thủy ngân, benzen...

- Bụi gây dị ứng, viêm mũi, hen, nổi ban: bụi bông gai, phấn hoa, phân hóa học...

- Bụi gây ung thư: bụi quặng, bụi phóng xạ, hợp chất crom...

- Bụi gây nhiễm trùng: lông, tóc...

- Bụi gây xơ phổi: bụi amiăng, bụi thạch anh...

. Độ phát tán của bụi trong không khí phụ thuộc vào kích thước, trọng lượng của hạt bụi và sức cản của không khí.

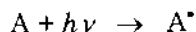
Bụi nhỏ hơn 10 μm sức nặng của nó gần bằng sức cản, thường rơi với tốc độ đều. Bụi lớn hơn 10 μm có chuyển động Brown, như vậy những hạt bụi lớn sẽ rơi xuống đất, và trong không khí sẽ còn những hạt bụi nhỏ, trong đó bụi có kích thước cỡ 2 μm chiếm 40 đến 90%.

Bụi có tính nhiễm điện, dưới tác dụng của điện trường, bụi sẽ bị phân li và hút về các cực khác dấu. Áp dụng tính chất này để hút bụi bằng thiết bị lắng trầm nhiệt.

IV. SỰ Ô NHIỄM KHÔNG KHÍ VỀ MẶT HÓA HỌC

1. Khái niệm về phản ứng quang hóa trong khí quyển

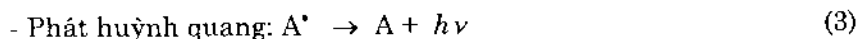
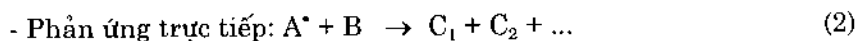
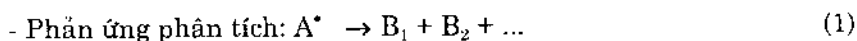
Phản ứng quang hóa là những phản ứng được khơi mào bằng sự hấp thụ một photon với một nguyên tử, một phân tử, một gốc tự do hay một ion. Bước đầu tiên của một phản ứng quang hóa có thể viết:



trong đó A^* là trạng thái kích thích của A.

$h\nu$ chỉ ra rằng một photon đã được hấp thụ ứng với 1 phân tử (định luật đương lượng quang hóa của Stark - Einstein).

Phân tử kích thích A^* sau đó có thể tham gia vào các quá trình sau:



- Khử hoạt tính do va chạm: $A^* + M \rightarrow A + M$ (4)

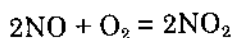
Phản ứng (1) (2) dẫn đến sự biến đổi hóa học. Phản ứng (3) (4) chuyển phân tử ở trạng thái kích thích về trạng thái ban đầu của nó. M là chất thứ ba nào đó hấp thụ năng lượng, thường là N_2 hay O_2 .

Quang hóa học của hạ tầng quyển bị hạn chế, bởi lẽ không có một bức xạ nào với bước sóng nhỏ hơn 2900 Å đi tới được tầng đối lưu. Oxi và ozon trong thượng tầng khí quyển hấp thụ tất cả bức xạ có bước sóng nhỏ hơn 2900 Å. Vì vậy, về mặt ô nhiễm không khí mà nói, những chất hấp thụ được chú ý đến là những chất hấp thụ phần phổ từ 3000 đến 7000 Å.

Các phản ứng quang hóa có vai trò quan trọng trong ô nhiễm không khí, vì các sản phẩm của chúng (chủ yếu là gốc tự do) có khả năng khơi mào hoặc tham gia vào một số lớn các phản ứng khác liên quan đến sự chuyển hóa các chất ô nhiễm sơ cấp thành chất ô nhiễm thứ cấp. Trong số các chất ô nhiễm sơ cấp như NO, CO, NO_2 , hidrocarbon (trừ andehit), SO_2 ... thì chỉ có NO_2 là chất hấp thụ chính các bức xạ có bước sóng phổ biến trong vùng hạ tầng khí quyển. Như vậy NO_2 được xem vừa là chất ô nhiễm sơ cấp, vừa là chất ô nhiễm thứ cấp.

2. Các phản ứng quang hóa của oxit nito (NO_x) trong khí quyển

NO và NO_2 giữ vai trò quan trọng về hóa học của sự ô nhiễm không khí. Nguồn phát sinh các oxit nito trong khí quyển chủ yếu là các quá trình đốt cháy. Bên cạnh lượng lớn NO, luôn luôn có lượng nhỏ NO_2 theo phản ứng sau:



NO_2 có trong không khí gây ảnh hưởng đến tầm nhìn và sức khỏe con người.

Nếu trong không khí có SO_2 và NO_2 thì sự oxi hóa SO_2 thành sunfat rất dễ dàng. Chỉ cần một lượng nhỏ NO_2 cũng đủ để khởi động chuỗi các phản ứng phức tạp sản sinh ra hỗn hợp "smog" quang hóa.

Các phản ứng quang phân NO_2 trong không khí được trình bày trong bảng 2.4.

Bảng 2.4. Các phản ứng quang phân NO_2 thành N_2 và O_2

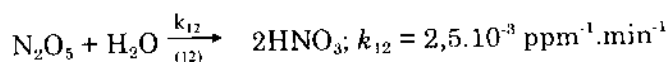
Số TT	Phản ứng	Hằng số tốc độ ở 298 K
1	$\text{NO}_2 + h\nu \rightarrow \text{NO} + \text{O}$	k_1 phụ thuộc vào cường độ ánh sáng
2	$\text{O} + \text{O}_2 + \text{M} \rightarrow \text{O}_3 + \text{M}$	$k_2 = 2,33.10^{-5} \text{ ppm}^{-2}.\text{min}^{-1}$
3	$\text{O}_3 + \text{NO} \rightarrow \text{NO}_2 + \text{O}_2$	$k_3 = 2,95.10^1 \text{ ppm}^{-1}.\text{min}^{-1}$
4	$\text{O} + \text{NO}_2 \rightarrow \text{NO} + \text{O}_2$	$k_4 = 1,38.10^4 \text{ ppm}^{-1}.\text{min}^{-1}$
5	$\text{O} + \text{NO}_2 + \text{M} \rightarrow \text{NO}_3 + \text{M}$	$k_5 = 4,50.10^{-3} \text{ ppm}^{-2}.\text{min}^{-1}$
6	$\text{NO}_3 + \text{NO} \rightarrow 2\text{NO}_2$	$k_6 = 1,48.10^4 \text{ ppm}^{-1}.\text{min}^{-1}$
7	$\text{O} + \text{NO} + \text{M} \rightarrow \text{NO}_2 + \text{M}$	$k_7 = 2,34.10^{-3} \text{ ppm}^{-2}.\text{min}^{-1}$
8	$2\text{NO} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{NO}_2$	$k_8 = 7,62.10^{-10} \text{ ppm}^{-2}.\text{min}^{-1}$
9	$\text{NO}_3 + \text{NO}_2 \rightarrow \text{N}_2\text{O}_5$	$k_9 = 4,43.10^3 \text{ ppm}^{-1}.\text{min}^{-1}$
10	$\text{N}_2\text{O}_5 \rightarrow \text{NO}_3 + \text{NO}_2$	$k_{10} = 1,38.10^1 \text{ ppm}^{-1}.\text{min}^{-1}$
11	$\text{NO}_2 + \text{O}_3 \rightarrow \text{NO}_3 + \text{O}_2$	$k_{11} = 0,46.10^{-1} \text{ ppm}^{-1}.\text{min}^{-1}$

Nhìn vào 11 phản ứng trong bảng 2.4 chúng ta thấy sau phản ứng quang phân (1) NO_2 , các phản ứng thứ cấp còn có bản chất nhiệt phân hơn là quang phân, vì năng lượng chứa trong các chất phản ứng và năng lượng sản sinh do sự va chạm của chúng gây nên, không đơn thuần là năng lượng ánh sáng.

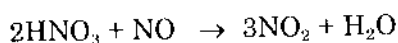
3. Các phản ứng cộng trong hệ NO_x , H_2O , CO và không khí

Một trong các đặc trưng của khí quyển vùng đô thị có chứa NO_x là sự tạo thành lượng lớn ozon (phản ứng (1), (2) trong bảng 2.4). Trong không khí còn có một loạt các phản ứng khác liên quan giữa NO_2 với hơi nước và CO.

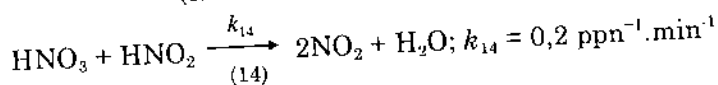
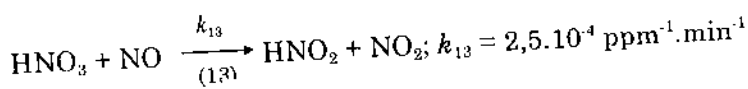
Khi có nước, N_2O_5 bị thủy phân tạo ra axit nitric:



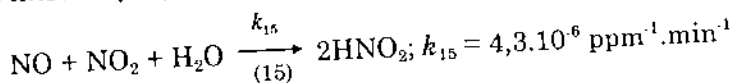
HNO_3 có thể oxi hóa NO:



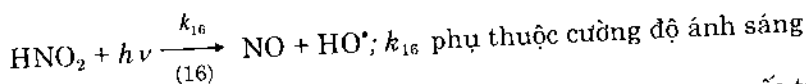
Các phản ứng sau cũng có thể xảy ra:



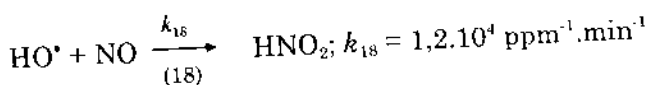
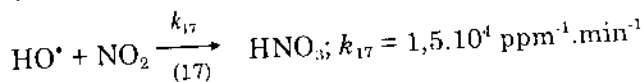
Axit nitơ được tạo ra theo phản ứng:



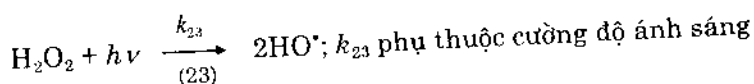
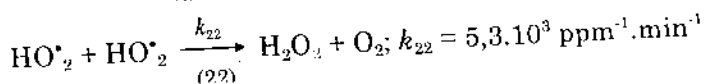
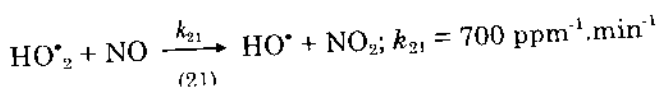
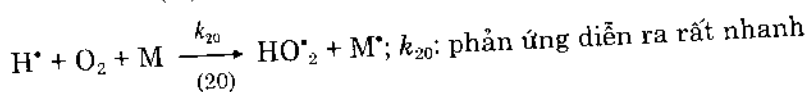
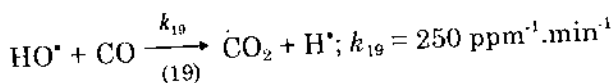
Axit nitơ hấp thụ bức xạ và thực hiện phản ứng quang phân với tốc độ nhỏ bằng 1/10 tốc độ quang phân NO_2 :



Phản ứng quang phân HNO_2 rất quan trọng vì nó tạo ra gốc tự do hidroxy ($\text{HO}^\bullet$) có hoạt tính cao, có tác dụng khơi mào cho một loạt các phản ứng khác, ví dụ:



Các nhà nghiên cứu về hóa học vũ trụ cũng phát hiện được nitơ oxit (NO) dưới tác dụng của tia bức xạ với sự có mặt một lượng lớn carbon oxit (CO) sẽ bị oxi hóa hoàn toàn thành NO_2 . Quá trình này lại hình thành gốc tự do mới là hidroperoxyl ($\text{HO}_2^\bullet$) với vai trò tích cực của $\text{HO}^\bullet$. Các phản ứng diễn ra như sau:



Trong các phản ứng chuyển hóa của oxit nitơ trong khí quyển, nếu chỉ xét riêng phản ứng (1) (2) (3) thì không giải thích được sự tồn tại kế tiếp của ozon (O_3). Cũng như các phản ứng (19) (20) (21) nêu lên một cách chuyển hóa khác của NO thành NO_2 , trong đó ozon không bị tiêu hao. Sau đây chúng ta xét các phản ứng có liên quan đến hidrocarbon cho phép cắt nghĩa điều đó, chủ yếu qua các phản ứng dây chuyền của các gốc tự do tách ra từ các hidrocarbon.

4. Các phản ứng của hidrocarbon trong khí quyển

Các công trình nghiên cứu về hóa học vũ trụ cũng chứng minh rằng sự có mặt của các chất hữu cơ trong khí quyển làm tăng các quá trình chuyển hóa quang oxi hóa NO tạo ra O_3 . Các chất hữu cơ bao gồm các olefin, andehit, xeton, hầu hết các parafin, các hợp chất thơm và các ankin mạch dài. Những chất này đi vào khí quyển bằng những con đường sau:

- Khí thải ô tô có chứa lượng lớn xăng dầu chưa bị cháy hay mới chỉ bị cháy một phần. Đây là nguồn ô nhiễm lớn.
- Sự nạp đầy khí vào các bể chứa khi thay thế không khí đã bão hòa xăng dầu bay vào không khí.
- Các dung môi hữu cơ sử dụng trong các nhà máy gia công kim loại, các quá trình làm sạch trong nghiên cứu khoa học, các loại dung môi sơn... bay vào khí quyển.
- Các sản phẩm hữu cơ từ các nhà máy hóa chất như các nhà máy lọc dầu thoát ra khí quyển.

a. Cơ chế oxi hóa hidrocarbon trong ô nhiễm không khí

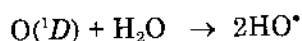
Việc giải thích cơ chế của các phản ứng giữa các chất oxi hóa và hidrocarbon (tạo các chất ô nhiễm thứ cấp) rất phức tạp. Các nghiên cứu thực nghiệm, nói chung gặp trở ngại do các nguyên nhân như nồng độ các chất phản ứng thấp, tốc độ phản ứng nhanh, thời gian tồn tại ngắn...

Ở phần này chúng ta xét các phản ứng của ba loại hidrocarbon phổ biến nhất: parafin, olefin, hidrocarbon thơm với O , $HO^\bullet$ và O_3 . Các

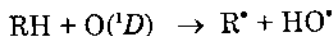
chất oxy hóa O , $HO^\bullet$, O_3 được coi là những chất oxy hóa quan trọng nhất trong khí quyển.

. Các phản ứng oxy hóa của oxy nguyên tử (O)

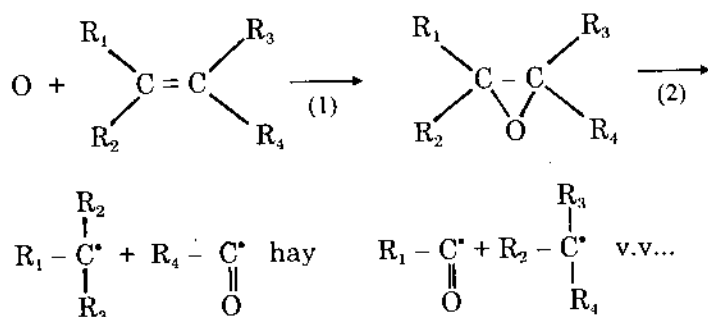
Các nguyên tử oxy được tạo ra do quang phân NO_2 thường được coi là chất khơi mào cho các phản ứng tạo thành sương khói (smog) trong luồng sương khói. Oxy nguyên tử phản ứng nhanh với olefin, nhưng lại chậm với ankin và aren. Bởi vì nguyên tử oxy có hai trạng thái điện tử quan trọng đối với hóa học khí quyển. Đó là trạng thái cơ bản (không kích thích), được kí hiệu $O(3P)$ và trạng thái kích thích thứ nhất, kí hiệu $O(1D)$. Sự phân li của NO_2 khi hấp thụ ánh sáng có bước sóng nằm trong khoảng 2900 - 4300 Å cho một nguyên tử ở trạng thái cơ bản (trạng thái P). Ta sẽ chú ý đến trạng thái này. Còn nguyên tử oxy ở trạng thái kích thích $O(D)$ được tạo bởi quang phân ozon trong dải sóng từ 2900 - 3500 Å. $O(D)$ hoạt động mạnh hơn nhiều so với $O(P)$. Phản ứng giữa $O(1D)$ với nước tạo ra gốc $HO^\bullet$ là phản ứng rất quan trọng:



- Khi oxy nguyên tử tác dụng với parafin giải phóng gốc ankyl và $HO^\bullet$:



- Khi oxy nguyên tử tác dụng với olefin tạo ra một epoxit ở trạng thái kích thích, sau đó epoxit này lại phân hủy thành hai gốc: ankyl và axyl:



- Với các aren: hiện nay cơ chế phản ứng của nguyên tử oxy với aren còn chưa rõ.

Trong số các sản phẩm được tạo ra từ dây chuyền phản ứng được khơi mào bởi oxi nguyên tử tác dụng lên hợp chất hidrocarbon thơm có các peoxit, các axit và rượu. Phản ứng của nguyên tử oxi với benzen rất chậm. Với những aren một lần thế thì nguyên tử oxi có thể tấn công vào mạch nhánh ankyl hoặc vào vòng thơm. Hiện nay, trong hai cơ chế đó, chưa rõ cơ chế nào là ưu tiên, nhưng khi nghiên cứu phản ứng giữa toluen và NO_x trong luồng smog đã thấy các sản phẩm phản ứng là benzandehit, và peroxi benzoylnitrat. Điều này chứng tỏ phản ứng giữa chất oxi hóa với toluen không gây nên mở mạch.

. Các phản ứng oxi hóa của gốc hidroxyl

Các gốc hidroxyl đi vào khí quyển do sự quang phân HNO_2 và từ các phản ứng thoái biến của các gốc tự do.

Các phản ứng của gốc tự do $\text{HO}^\bullet$ với các hidrocarbon rất tương tự với các phản ứng của oxi nguyên tử với hidrocarbon, chỉ có hai điều khác là:

- Các phản ứng của $\text{HO}^\bullet$ với hidrocarbon thường nhanh hơn rất nhiều so với phản ứng của oxi nguyên tử.

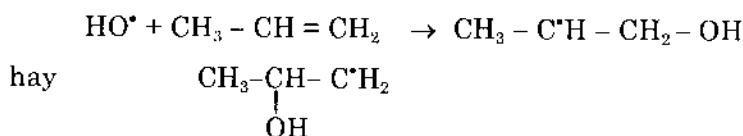
- Các phản ứng loại hidro không gây nên sự phân nhánh mạch cacbon, vì $\text{HO}^\bullet$ trở thành H_2O , trong khi đó oxi nguyên tử trở thành $\text{HO}^\bullet$.

- Các phản ứng của $\text{HO}^\bullet$ với parafin: phản ứng giữa $\text{HO}^\bullet$ với parafin làm tách hidro, tạo ra một gốc ankyl và nước:



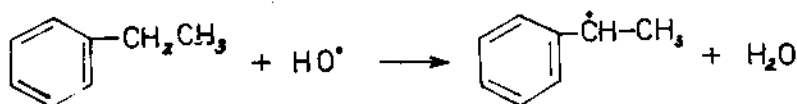
Tốc độ phản ứng của một parafin thường tăng theo số nguyên tử hidro có trong phân tử, đặc biệt nguyên tử hidro ở cacbon bậc 2 và 3.

- Các phản ứng của $\text{HO}^\bullet$ với các olefin: phản ứng của các gốc $\text{HO}^\bullet$ vào olefin bằng sự cộng hợp vào các liên kết kép:



Đối với một olefin đã cho, hằng số tốc độ của phản ứng giữa $\text{HO}^\bullet$ với olefin lớn gấp 10 lần so với hằng số tốc độ của oxi nguyên tử với olefin.

- Các phản ứng của HO[•] với aren: người ta cho rằng gốc HO[•] chiếm các nguyên tử hydro α (alpha) ở các mạch nhánh của aren:

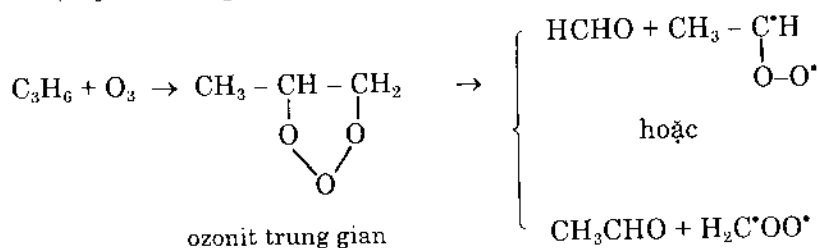


. Các phản ứng oxi hóa của ozon (O₃)

Trong khí quyển, ozon bắt đầu được tạo ra với những lượng đáng kể khi nồng độ NO₂ đạt tới khoảng 25 lần nồng độ NO. Ozon là chất oxi hóa không mạnh bằng oxi nguyên tử hay HO[•]. Nhưng với nồng độ bằng hay lớn hơn 0,25 ppm thì phản ứng giữa O₃ và olefin diễn ra với tốc độ đáng kể. Những trường hợp nồng độ O₃ như vậy vẫn thường có trong không khí ô nhiễm.

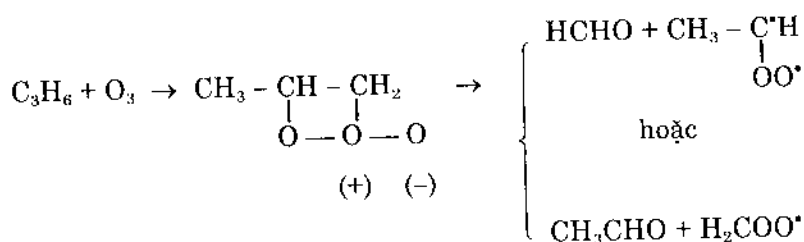
- Các phản ứng của O₃ với parafin và aren có tốc độ rất nhỏ, coi như không đáng kể.

- Các phản ứng của O₃ với olefin trong pha khí đã được nghiên cứu nhiều. Tuy vậy, cơ chế của phản ứng olefin - O₃ trong pha khí hầy còn chưa rõ và các sản phẩm phân hủy ban đầu vẫn chưa được nhận biết một cách rõ rệt. Mặc dầu cơ chế chính xác chưa được xác lập, song trong pha lỏng ozon được xem là cộng hợp vào liên kết kép của olefin để tạo ra một ozonit trung gian, rồi phân hủy tiếp thành một andehit và một gốc hóa trị hai (hay ion lưỡng tính). Ví dụ:



Còn quá trình ozon phân trong pha khí có thể diễn ra bởi cùng cơ chế này hay bởi sự oxi hóa allylic. Sự oxi hóa này tạo nên cùng loại sản phẩm phân hủy. Ví dụ:



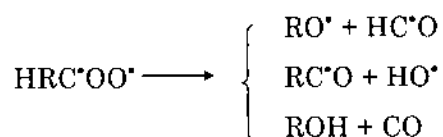


Sau đây cho cơ chế phản ứng của một số olefin với O_3 (bảng 2.5).

Bảng 2.5. Cơ chế phản ứng của O_3 với etylen, propylen, izobutylen

Olefin	Cơ chế phản ứng
Etylen	$C_2H_4 + O_3 \rightarrow HCHO + \begin{array}{c} O \\ \diagup \\ O \\ \\ CH_2 \end{array}$
Propylen	$C_3H_6 + O_3 \rightarrow HCHO + \begin{array}{c} O \rightarrow O \\ \\ CH_3 - CH \end{array}$ $\begin{array}{c} O \\ \diagup \\ O \\ \\ CH_3 - CH \end{array} \rightarrow CH_3C^{\cdot} = O + HO^{\cdot}$
Isobutylen	$C_4H_8 + O_3 \rightarrow HCHO + \begin{array}{c} O \rightarrow O \\ \\ CH_3 - C - CH_3 \end{array}$ $\begin{array}{c} O \\ \diagup \\ O \\ \\ CH_3 - C - CH_3 \end{array} + \begin{array}{c} O \\ \diagup \\ O \\ \\ CH_2 \end{array}$ $\begin{array}{c} O \\ \diagup \\ O \\ \\ CH_3 - C - CH_3 \end{array} \rightarrow \left\{ \begin{array}{l} O_2 \\ \rightarrow (CH_3)_2CO + O_3 \\ \rightarrow CH_3 - \overset{\cdot}{C} = O + CH_3O^{\cdot} \end{array} \right.$ $\begin{array}{c} O \rightarrow O \\ \\ CH_2 + O_2 \end{array} \rightarrow HCHO + O_3$

Như vậy, các sản phẩm của phản ứng giữa O_3 với olefin là một andehit và một chất trung gian không bền thường gọi là ion lưỡng tính, ion lưỡng tính này có thể phân hủy theo các phản ứng sau, ví dụ: .



Ngoài ra ion lưỡng tính có thể tham gia phản ứng với O_2 , NO_2 và NO , ví dụ:

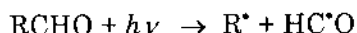


b. Cơ chế oxy hóa các hidrocarbon chứa oxi trong không khí ô nhiễm

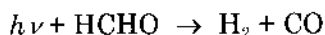
Trong khí thải của các động cơ chạy xăng có các andehit và xeton, lượng chất hữu cơ này chiếm 1,5% tổng các hidrocarbon của khí thải. Bởi vậy, các hidrocarbon có chứa oxi trong khí quyển có thể tham gia phản ứng oxy hóa và phân hủy các gốc tự do. Chúng ta nghiên cứu chủ yếu các phản ứng của andehit vì chúng hoạt động mạnh hơn xeton nhiều.

. Phản ứng quang phân andehit

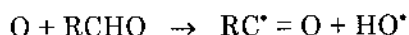
Các andehit bị quang phân dưới tác dụng các bức xạ Mặt Trời ở các bước sóng lớn hơn 3000Å. Phản ứng gây mạch, tạo gốc tự do:



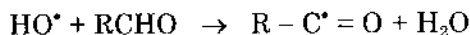
Tốc độ phản ứng quang phân này bằng 1% tốc độ quang phân NO_2 . Đối với fomandehit, ta có phản ứng:



. Phản ứng oxy hóa andehit bằng nguyên tử oxi tạo ra hai gốc tự do: axyl và HO^* :



. Phản ứng oxy hóa andehit bằng gốc hidroxy (HO^*) tạo gốc axyl:



Phản ứng diễn ra với tốc độ nhanh như phản ứng giữa HO^* với propylen. Vì vậy phản ứng này được coi như là một cơ chế quan trọng để loại andehit ra khỏi khí quyển.

5. Các phản ứng của các gốc tự do trong khí quyển

Như các phần trên, chúng ta đều biết, các phản ứng oxi hóa hidrocarbon sinh ra các gốc tự do: gốc ankyl ($R^\bullet$), gốc axyl ($RCO^\bullet$), gốc ankoxyl (kể cả $HO^\bullet$) ($RO^\bullet$). Trong khí quyển các gốc ankyl, axyl có hoạt tính cao kết hợp ngay với oxi phân tử tạo các gốc peoxi:

$ROO^\bullet$ gốc peoxiankyl (kể cả $HO^\bullet_2$)

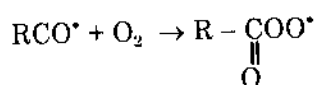
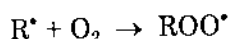
$RCOO^\bullet$ gốc peoxiaxyl
 $\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{R}-\text{C}-\text{O}^\bullet \end{array}$

Gốc peoxiaxyl tạo ra gốc axylat $R-\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{C}-\text{O}^\bullet \end{array}$. Các loại gốc này phản ứng

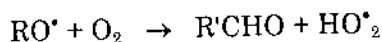
với O_2 , NO , NO_2 và phản ứng giữa chúng với nhau.

a. Các phản ứng với O_2

Cả $R^\bullet$ và $RCO^\bullet$ phản ứng nhanh với O_2 tạo ra các peoxi tương ứng:



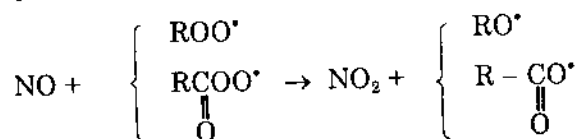
Ngoài ra, các gốc ankoxyl cũng tác dụng với O_2 tạo ra một anđehit và gốc hidropeoxyl:



Còn các phản ứng của các gốc khác với O_2 thường không quan trọng bằng ba phản ứng vừa nêu.

b. Phản ứng với NO

Cơ chế oxi hóa NO thành NO_2 không tiêu hao ozon là phản ứng giữa NO với các peoxi:

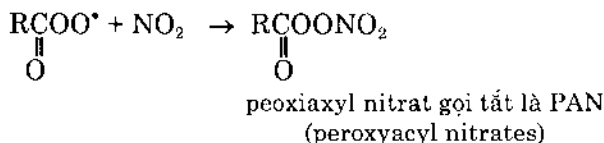


Tốc độ các loại phản ứng này giảm khi kích thước của nhóm R tăng. Nitơ oxit cũng tác dụng với $RO^\bullet$ tạo ra nitratankyl:

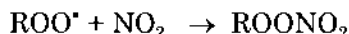


c. Phản ứng với NO₂

Do NO bị oxi hóa và NO₂ tích lũy trong thời gian hình thành smog nên phản ứng của các gốc peoxi với NO₂ trở nên quan trọng. Nếu là gốc peoxiacyl thì sản phẩm tạo ra rất bền như các nitrat peoxiacyl (PAN):



Tương tự, các ankyl peoxi nitrat cũng được tạo ra theo phản ứng:

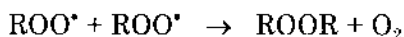


NO₂ cũng tác dụng với RO[•] tạo ankyl nitrat:



d. Phản ứng giữa các gốc với nhau

Số các gốc trong hệ smog bị hạn chế do các phản ứng kết hợp giữa các gốc. Những phản ứng này có thể là những sự tái kết hợp trực tiếp tạo ra một peoxit và oxi:

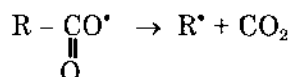


hay là phản ứng dị li tạo ra một andehit (hay xeton), một rượu và oxi:



e. Phản ứng phân hủy gốc

Gốc axylat rất kém bền, tách CO₂ tạo gốc ankyl:



6. Khói quang hóa

a. Khái niệm về khói quang hóa

"Smog" quang hóa là tên gọi, đặt cho một hỗn hợp gồm các chất phản ứng và các sản phẩm phản ứng sinh ra khi các hidrocarbon, các oxit nitơ cùng có mặt trong khí quyển dưới tác dụng của các bức xạ Mặt Trời. Vì vậy, việc tìm hiểu "smog" quang hóa gắn liền với sự khảo sát các phản ứng diễn ra khi các oxit nitơ lẫn các hidrocarbon cùng tồn tại trong khí quyển.

Sự tạo thành "smog" quang hóa diễn ra trong một hệ hết sức phức tạp và phụ thuộc vào nhiều yếu tố như khí tượng học, các nguồn phát

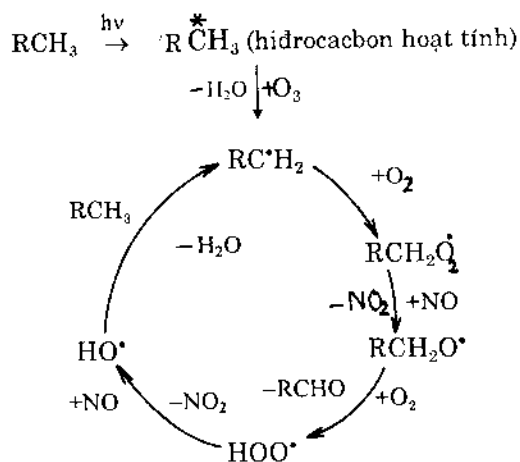
tán chất ô nhiễm, cơ chế các phản ứng hóa học...

Khói quang hóa là loại khói mang tính chất oxi hóa rất cao. Khói có màu nâu, gây tác hại cho mắt và phổi, làm gãy cao su và phá hoại đời sống thực vật.

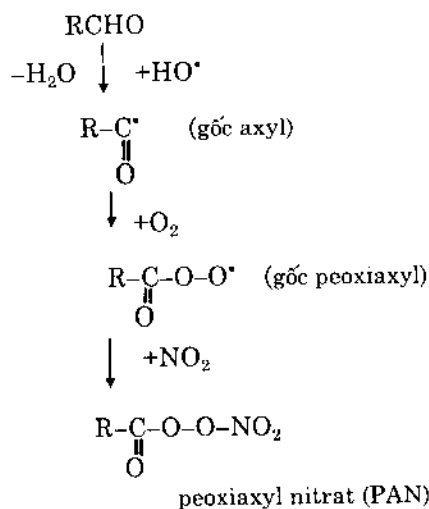
b. Cơ chế tạo thành khói quang hóa

Sự tạo thành khói quang hóa có thể diễn ra theo cơ chế sau:

Sơ đồ 1:



Sơ đồ 2:



$\text{R}-\text{CO}-\text{O}-\text{O}-\text{NO}_2$: peoxiaxyl nitrat (peroxyacyl nitrates) gọi tắt là PAN;
 $\text{CH}_3-\text{CO}-\text{O}-\text{O}-\text{NO}_2$: peoxiaxetyl nitrat (peroxyacetyl nitrate) cũng gọi PAN;
 $\text{C}_6\text{H}_5-\text{CO}-\text{O}-\text{O}-\text{NO}_2$: peoxibenzoyl nitrat (peroxybenzoyl nitrate) là PBN.

Từ sơ đồ cơ chế trên, cho phép ta rút ra một số nhận xét sau:

- Các hidrocarbon có hoạt tính (chứa nhóm $-C-C-$) thoát ra từ các loại ống xả tương tác với O_3 thành gốc RC^*H_2 .

- Gốc RC^*H_2 tương tác với O_2 tạo thành gốc tự do RCH_2O^* .

- Gốc RCH_2O^* tương tác với NO tạo ra NO_2 và gốc tự do RCH_2O^* .

- Gốc RCH_2O^* tương tác với O_2 tạo thành andehit bên $RCHO$ và gốc HO^*_2 .

- Gốc HO^*_2 tương tác với NO khác cho NO_2 và HO^* .

- Gốc HO^* cực kì hoạt động và phản ứng nhanh với các hidrocarbon bên RCH_3 tạo ra H_2O và gốc RC^*H_2 , đồng thời hoàn chỉnh chu trình chuyển hóa. Trong một chu trình tạo ra hai phân tử NO_2 , một phân tử $RCHO$ và tái tạo gốc RCH^*_2 để lại bắt đầu chu trình mới, và cứ như thế tiếp tục.

- Andehit $RCHO$ vừa phát sinh lại khởi đầu cho một chuỗi phản ứng khác bằng cách tương tác với gốc HO^* dẫn tới sự tạo thành gốc axyl $R-C^*=O$, rồi gốc này phản ứng ngay với O_2 cho gốc peoxiaxyl để tạo ra peoxiaxyl nitrat (PAN). PAN là những chất gây tác hại nhất cho mắt. O_3 và PAN là chất gây ô nhiễm được sinh ra trong các phản ứng quang hóa từ NO_x và hidrocarbon. Muốn tránh ô nhiễm khói quang hóa phải khống chế sự thải NO_x và hidrocarbon vào khí quyển.

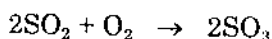
7. Phản ứng của các oxit lưu huỳnh trong khí quyển

Các oxit lưu huỳnh, đặc biệt sunfua đioxit (SO_2) là đối tượng của nhiều công trình nghiên cứu về mặt hóa học khí quyển. Mặc dù cơ chế oxi hóa SO_2 trong khí quyển hãy còn chưa hoàn thiện nhưng hầu hết dữ liệu đều cho thấy rằng cuối cùng SO_2 có trong khí quyển bị oxi hóa thành sunfat. Ở phần trên ta đã đề cập đến hai quá trình chuyển hóa SO_2 thành SO_4^{2-} , đó là quá trình oxi hóa nhờ chất xúc tác và quá trình oxi hóa quang hóa. Khó có thể nói, quá trình này ưu thế hơn quá trình kia, nếu chưa đánh giá đúng mức tới điều kiện khí tượng học. Trong điều kiện trời đầy mây, độ ẩm lớn, nồng độ hạt cao thì sự oxi hóa nhờ xúc tác (dị thể) và quá trình chuyển hóa SO_2 là chủ yếu. Còn trong điều

kiện có ánh sáng Mặt Trời, khí quyển bị ô nhiễm NO_x và hidrocarbon thì phản ứng diễn ra theo hướng quang hóa.

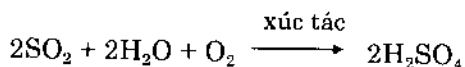
a. Sự oxi hóa xúc tác SO_2

Trong khí sạch, SO_2 bị oxi hóa rất chậm thành SO_3 (đồng thể). Nhưng trong dòng khói nhà máy nhiệt điện, tốc độ oxi hóa nhanh gấp từ 10 đến 100 lần tốc độ quang hóa - oxi hóa trong không khí sạch. Tốc độ oxi hóa này nhanh như tốc độ oxi hóa trong dung dịch có chất xúc tác. Tốc độ của phản ứng trực tiếp giữa SO_2 và O_2 :



Ở nhiệt độ phòng diễn ra quá chậm nên không có một ý nghĩa nào so với sự oxi hóa SO_2 diễn ra trong khí quyển.

SO_2 hòa tan dễ dàng vào các giọt nước và có thể bị oxi hóa nhanh thành axit sunfuric, bởi oxi dễ hòa tan trong nước khi có mặt các muối kim loại (Mn, Fe). Phản ứng diễn ra như sau:



Phản ứng này được xúc tác bởi một số muối kim loại như các muối sunfat và clorua của sắt và mangan. Các muối này tồn tại trong không khí dưới dạng hạt lơ lửng. Khi độ ẩm trong không khí lớn, những hạt này đóng vai trò các tâm tụ hoặc qua sự hydrat hóa tạo thành các giọt dung dịch. Quá trình oxi hóa lúc này diễn ra do sự hấp thụ của SO_2 lẫn O_2 của các sol lỏng và phản ứng hóa học tiếp theo trong pha lỏng đó. Khi độ axit của các giọt lỏng này tăng cao thì độ tan của SO_2 giảm, vì thế quá trình oxi hóa bị chậm lại. Nếu có mặt NH_3 với lượng đủ lớn để tạo thành $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ thì quá trình oxi hóa lại tiếp diễn. Vì trong dung dịch loãng, H_2SO_4 điện li hoàn toàn thành HSO_4^- và H^+ , nồng độ H^+ bổ sung này làm giảm độ tan của SO_2 . Khi nồng độ axit hoà tan vượt quá giá trị xác định, tạo nồng độ H^+ lớn ngăn trở sự điện li tiếp theo của H_2SO_4 , độ hoà tan của SO_2 trở nên không đổi.

Quá trình oxi hóa xúc tác SO_2 trong pha lỏng diễn ra theo các bước sau:

- Khuếch tán SO_2 pha khí tới giọt lỏng;

- Khuếch tán SO_2 từ bề mặt giọt vào bên trong;
- Phản ứng xúc tác trong giọt lỏng.

Phản ứng diễn ra trong môi trường kiềm và trung tính. Độ ẩm giữ vai trò quan trọng, độ ẩm 70% phản ứng diễn ra mạnh. Các nghiên cứu đều cho thấy rằng phản ứng oxi hóa xúc tác SO_2 thuộc phản ứng bậc nhất đối với nồng độ pha khí SO_2 và có hằng số tốc độ phụ thuộc vào xúc tác và độ ẩm.

b. Sự oxi hóa quang hóa SO_2

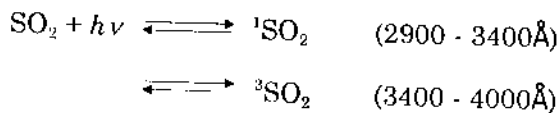
Khi không khí tiếp xúc với bức xạ Mặt Trời, SO_2 bị oxi hóa chậm thành SO_3 . Các phân tử SO_2 được hoạt hóa bởi bức xạ trong hạ tầng khí quyển (không bị phân li), kết quả dẫn đến một chuỗi các phản ứng kế tiếp liên quan đến các phân tử SO_2 kích thích.

Khi có mặt hidrocarbon hoạt động và các oxit nitơ thì tốc độ chuyển hóa SO_2 thành SO_3 tăng rõ rệt. Ngoài ra, sự oxi hóa SO_2 trong các hệ này thường kèm theo sự tạo thành sol khí. Việc giải thích cơ chế phản ứng phổ biến trong các hệ SO_2 , hidrocarbon, NO_x , không khí và nước là một trong những vấn đề quan trọng nhất của hóa học ô nhiễm không khí. Chúng ta khảo sát hiện tượng oxi hóa quang hóa SO_2 trong hai trường hợp.

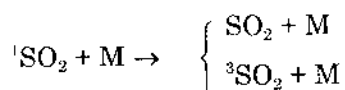
- Trong không khí sạch.
- Trong không khí có mặt hidrocarbon và NO_x .

. Sự oxi hóa quang hóa SO_2 trong không khí

- Phổ hấp thụ của SO_2 nằm trong hai vùng ở hạ tầng khí quyển, ứng với hai trạng thái kích thích: trạng thái đầu kí hiệu là $^3\text{SO}_2$ có năng lượng thấp, trạng thái hai kí hiệu là $^1\text{SO}_2$ có năng lượng cao, được mô tả như sau:

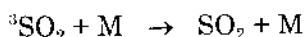


Trạng thái có năng lượng lớn hơn sẽ phân hủy thành trạng thái cơ bản SO_2 và trạng thái có năng lượng thấp $^3\text{SO}_2$:

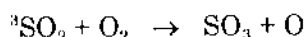


(M là một thành phần tiếp nhận năng lượng)

- Cơ chế oxi hóa SO_2 thành SO_3 trong không khí được giải thích dựa trên các phản ứng kế tiếp của hai trạng thái kích thích $^3\text{SO}_2$, $^1\text{SO}_2$ với các phân tử khác có trong hệ. Trước hết, $^3\text{SO}_2$ được chuyển về trạng thái cơ bản SO_2 :



Nếu M là: N_2 , O_2 , CO , CO_2 và CH_4 thì các hằng số tốc độ đều rất giống nhau nằm trong khoảng $0,68 - 1,2 \cdot 10^8 \text{ l/mol.s}$. Nếu M là H_2O , O_3 , thì hằng số tốc độ tương ứng là $8,9 \cdot 10^8$ và $11 \cdot 10^8 \text{ l/mol.s}$. Các công trình nghiên cứu cho thấy cơ chế quan trọng nhất giữa $^3\text{SO}_2$ và O_2 là:



. *Sự oxi hóa quang hóa SO_2 trong hỗn hợp các hidrocarbon, NO_x và không khí*

Khi đưa hỗn hợp hidrocarbon, NO_x vào không khí có lẫn SO_2 và chiếu sáng thì tốc độ oxi hóa SO_2 tăng lên rất nhiều so với tốc độ oxi hóa quang hóa trong không khí sạch. Bảng 2.6 liệt kê một số phản ứng oxi hóa SO_2 quan trọng trong khí quyển.

Từ bảng 2.6 ta có nhận xét sau:

- Các phản ứng (1), (2), (3) không quan trọng trong pha khí, mặc dù khi các giọt nước trong hỗn hợp gồm SO_2 , O_3 và không khí thì cả SO_2 lẫn O_3 đều biến mất nhanh chóng, chứng tỏ phản ứng (3) diễn ra thuận lợi trong pha lỏng.

- Các phản ứng (6), (7) có liên quan đến các gốc peroxy, có vai trò quan trọng trong quá trình oxi hóa SO_2 . Các công trình nghiên cứu thực nghiệm cho thấy phổ đồ của khí SO_2 ở trong hệ phản ứng $\text{RH} - \text{NO}_x$ có các đỉnh bị giảm thấp. Điều này có liên quan đến phản ứng của SO_2 với một sản phẩm phản ứng trong hệ $\text{O}_3 - \text{NO}_2$. Sự hình thành ozon bị giảm trong hệ: olefin - parafin - SO_2 . Việc loại NO_x bằng SO_2 làm giảm nồng độ NO_2 dẫn đến giảm nồng độ ozon.

Bảng 2.6. Các phản ứng trong hệ SO_2 , NO_x và hiđrocacbon trong khí quyển

Số	Phản ứng
1	$\text{SO}_2 + \text{O} + \text{M} \rightarrow \text{SO}_3 + \text{M}$
2	$\text{SO}_2 + \text{NO}_2 \rightarrow \text{SO}_3 + \text{NO}$
3	$\text{SO}_2 + \text{O}_3 \rightarrow \text{SO}_3 + \text{O}_2$
4	$\text{SO}_2 + \text{NO}_3^* \rightarrow \text{NO}_2 + \text{O}_2\text{SO}^*$
5	$\text{SO}_2 + \text{N}_2\text{O}_5 \rightarrow \text{SO}_3 + 2\text{NO}_2$
6	$\text{SO}_2 + \text{HO}^* \rightarrow \text{SO}_3 + \text{HO}^*$
7	$\text{SO}_2 + \text{RO}^* \rightarrow \text{SO}_3 + \text{RO}^*$
8	$\text{SO}_2 + \text{RCO}^* \rightarrow \text{SO}_3 + \text{R}^*\text{CO}$
9	$\text{SO}_2 + \text{RH} \rightarrow {}^*\text{SO}_2\text{H} + \text{R}^*$
10	$\text{SO}_2 + \text{R}^* \rightarrow \text{RS}^*\text{O}_2$
11	$\text{SO}_2 + \text{RO}^* \rightarrow \text{R} - \text{O} - {}^*\text{SO}_2$

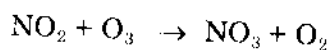
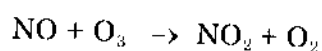
V. TÁC ĐỘNG CỦA Ô NHIỄM KHÔNG KHÍ LÊN MÔI TRƯỜNG

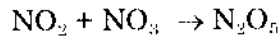
Hiện tượng ô nhiễm không khí ảnh hưởng rất lớn đến thời tiết, khí hậu toàn cầu, gây nên những biến động sự cố môi trường, tác động trực tiếp đến đời sống động thực vật, sức khỏe và tuổi thọ con người, đến đời sống xã hội, kinh tế, văn hóa. Sau đây chúng ta xét một số trường hợp cụ thể.

1. Ảnh hưởng ô nhiễm không khí đến khí hậu, thời tiết toàn cầu

a. Mưa axit

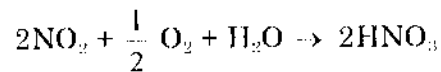
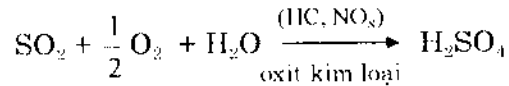
Trong phần 2, 3, ta đã biết một lượng lớn NO_x và SO_x đi vào khí quyển chuyển hóa thành HNO_3 và H_2SO_4 tương ứng. Các phản ứng quang hóa trong khí quyển được tóm tắt như sau:





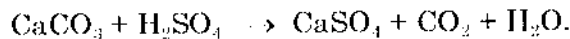
HNO_3 được tách ra dưới dạng kết tinh hoặc các tiểu phân nitrat sau khi phản ứng với bazơ (NH_3 , bụi, vôi).

Sự có mặt của RH , NO_x làm tăng tốc độ của quá trình oxi hóa SO_2 . Trong các giọt nước có các ion Mn (II) , Fe (II) , Ni (II) , Cu (II) làm xúc tác cho phản ứng oxi hóa SO_2 . Quá trình được biểu diễn như sau:



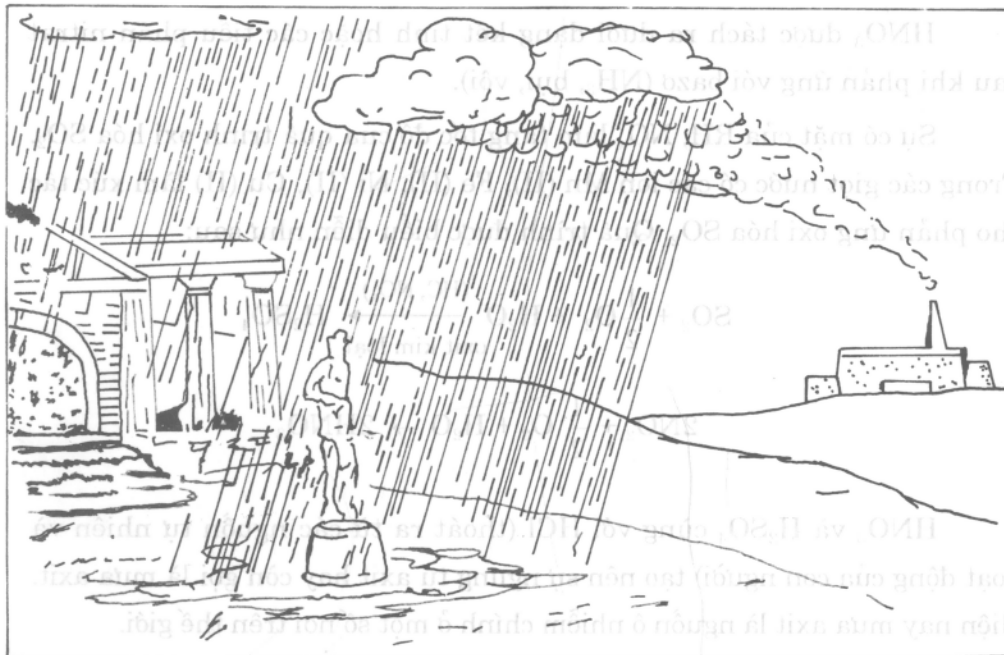
HNO_3 và H_2SO_4 cùng với HCl (thoát ra từ các nguồn tự nhiên và hoạt động của con người) tạo nên sự ngưng tụ axit hay còn gọi là mưa axit. Hiện nay mưa axit là nguồn ô nhiễm chính ở một số nơi trên thế giới.

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 (pitted) và yếu đi về mặt cơ học vì các muối sunfat tan được và tách ra ngoài nước mưa:



Những bức tượng vô giá bằng đá ở Italia và Hy Lạp, đền thờ Tajmahal ở Ấn Độ đã bị phá hủy một phần do mưa axit (hình 2.2).

Năm 1958 ở châu Âu mưa có $\text{pH} = 5$, nhưng năm 1962 giảm xuống còn $\text{pH} 4,5$ tại Hà Lan. Ở Thụy Điển mưa axit $\text{pH} = 4,5$ trong năm 1966. Mưa axit phá hủy cây cối, làm đình trệ sự phát triển rừng ở Thụy Điển. Năm 1979 có đến 20.000 hồ ở Thụy Điển có hệ sinh thái nước bị ảnh hưởng nghiêm trọng, dẫn đến làm chết rất nhiều cá. Tốc độ thải lưu huỳnh ở châu Âu đạt đến 70 tấn/năm. Các nguồn này phát ra từ Anh và Đức. H_2SO_4 và các tiểu phân Cd , Pb được ngưng tụ trong tuyết mùa đông, khi tuyết tan, nước bắn đổ vào sông, hồ giết hết cả cá và trứng cá.



Hình 2.1. Sự phá hủy tượng đài do mưa axit tại Hy Lạp.

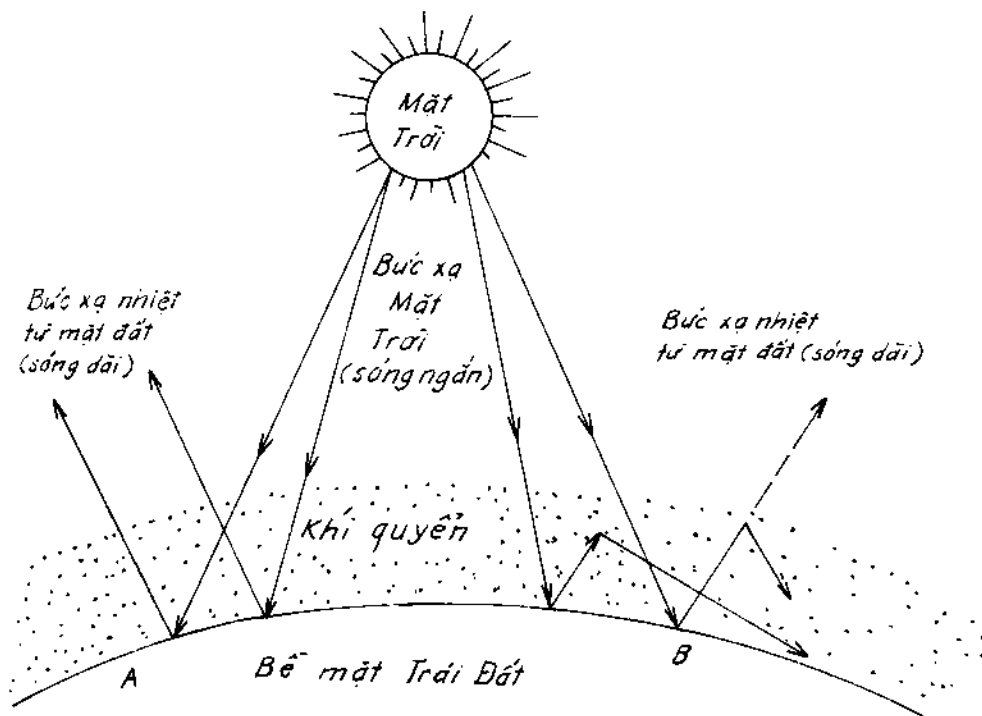
Điều thú vị là tháng 7 năm 1982, trong khi Hội nghị quốc tế về mưa hợp tại Stockholm thì chính nơi họp có các cơn mưa axit trong vòng một tuần.

Các số liệu phân tích nước mưa axit thay đổi tùy thuộc vào thời gian và vị trí lấy mẫu. Tuy nhiên khuynh hướng chung sẽ là: H_2SO_4 đóng góp phần chính, HNO_3 đóng vai trò thứ hai, HCl giữ vai trò thứ ba.

b. Hiệu ứng nhà kính (Green house effect)

Người ta ước tính hàng năm con người đốt nhiên liệu hóa thạch đã thải vào khí quyển $2,5 \cdot 10^{13}$ tấn CO_2 . Qua một số tỉ năm, lượng CO_2 do núi lửa phun ra ước tính bằng 40.000 lần lượng CO_2 có trong khí quyển hiện nay. Rất may là không phải toàn bộ khí CO_2 này lưu tồn trong khí quyển, khoảng một nửa đã được thực vật và nước biển hấp thụ. Phần CO_2 được nước biển hấp thụ sẽ được kết tủa và hòa tan trong biển. Các

thực vật trong nước biển giữ vai trò quan trọng trong việc duy trì sự cân bằng CO_2 giữa khí quyển và bề mặt đại dương.



Hình 2.2. Hiệu ứng nhà kính của CO_2 :

- A- Khi trong khí quyển có nồng độ khí CO_2 bình thường;
- B- Khi trong khí quyển có nồng độ khí CO_2 lớn.

Do vậy, còn một phần khí CO_2 trên sẽ lưu tồn trong khí quyển, đối với thực vật, nồng độ CO_2 có ảnh hưởng tốt, tăng cường độ phì nhiêu và khả năng quang hợp, nhất là trong điều kiện khí hậu nhiệt đới nóng ẩm. Nhưng với nồng độ đậm đặc thì CO_2 là chất gây ô nhiễm nguy hiểm.

Cacbon đioxit chủ yếu lưu động ở tầng đối lưu. Như chúng ta đã biết, nhiệt độ bề mặt Trái Đất được tạo thành bởi sự cân bằng giữa năng lượng Mặt Trời chiếu xuống Trái Đất và năng lượng bức xạ nhiệt của mặt đất phát vào không gian vũ trụ. Bức xạ của Mặt Trời là bức xạ sóng ngắn dễ dàng xuyên qua các lớp khí CO_2 , CH_4 , hơi nước và tầng ozon chiếu xuống Trái Đất, ngược lại bức xạ nhiệt từ mặt Trái Đất phản xạ

vào khí quyển là bức xạ sóng dài, không có khả năng xuyên qua lớp CO₂ và lại bị CO₂ và hơi nước hấp thụ, do đó nhiệt độ của khí quyển bao quanh Trái Đất nóng lên. Hiện tượng này được gọi là "hiệu ứng nhà kính" vì lớp khí CO₂, CH₄, hơi nước bao quanh Trái Đất có tác dụng tương tự như lớp kính giữ nhiệt của nhà kính trồng rau xanh mùa đông, chỉ khác là có qui mô toàn cầu.

Nhiệt độ Trái Đất tăng lên là nguyên nhân làm tan lớp băng ở Bắc Cực và Nam Cực, làm cho mực nước biển dâng cao. Nước biển lên cao thì các làng mạc, thành phố ở các vùng đồng bằng thấp ở ven biển sẽ bị chìm dưới nước biển. Theo dự đoán của các nhà khoa học, nếu nồng độ CO₂ trong khí quyển tăng gấp đôi thì nhiệt độ trung bình của Trái Đất tăng lên khoảng 3,6°C và trong vòng 30 năm tới nếu không ngăn chặn được "hiệu ứng nhà kính" thì mực nước biển tăng khoảng 1,5 đến 3,5 m.

Như vậy khi "hiệu ứng nhà kính" phát triển tới mức quá lớn so "hiệu ứng nhà kính tự nhiên" ban đầu thì nó gây tác hại rất lớn đối với sinh quyển. "Hiệu ứng nhà kính" tự nhiên là cần thiết để điều chỉnh nhiệt độ Trái Đất phù hợp với cơ thể sống.

c. Elnino và Enso

Elnino và Enso là gì?

Ennono là tên gọi của dòng nước (hải lưu) nóng xuất hiện tại vùng biển Peru (châu Mỹ). Theo tiếng Peru, Elnino có nghĩa là "con của Chúa", còn theo tiếng Tây Ban Nha là "cậu bé Noel" vì hiện tượng này thường xảy ra vào gần dịp lễ Noel. Lần sóng của hải lưu nóng này gọi là sóng Kelvin.

Do tác động lớn đến thời tiết, khí hậu, hiện tượng Elnino được các nhà khoa học đặc biệt quan tâm nghiên cứu từ lâu. Song phải đến năm 1960, hiện tượng trên mới được làm sáng tỏ trên cơ sở khoa học.

Người ta đã phát hiện ra hai hiện tượng mới là Elnino và Dao động Nam. Dao động Nam là dao động của khối lượng khí quyển giữa vùng Đông Thái Bình Dương (TBD) và vùng biển Indonesia - Ôxtrâyliya, nó được đo bằng chỉ số dao động Nam SOI (chữ viết tắt của tiếng Anh Southern Oscillation Index), là hiệu số khí áp giữa hai trạm Darwin (ở

Ôxtrâyliia) và Tahiti (ở Đông Thái Bình Dương), giá trị này phải đạt bằng hoặc thấp hơn -1,0. Còn Elnino, theo nghĩa đầy đủ là hiện tượng tăng nhiệt độ mặt nước biển cao hơn giá trị TBNN (trung bình nhiều năm) từ 0,5°C trở lên ở khu vực trung tâm và Đông Thái Bình Dương - Xích đạo. Ngược với Elnino là Lanina (đôi Elnino).

Từ lâu người ta đã biết hiện tượng này bắt nguồn tại các vùng biển nóng phía Tây Thái Bình Dương - nơi có nhiều núi lửa ngầm dưới biển.

Hai hiện tượng Elnino và dao động Nam có quan hệ chặt chẽ với nhau và được gọi chung là Enso, đó là hiện tượng khí hậu tái diễn thường xuyên biểu hiện tương tác biển - khí quyển với qui mô lớn, là tham số quan trọng trong các mô hình dự báo thời tiết dài hạn, dự báo khí hậu:

Mối quan hệ giữa hiện tượng Elnino và thời tiết khí hậu

Elnino xuất hiện không theo chu kỳ nhất định, có thể từ 1 đến 7 năm. Trong 100 năm qua, từ 1897 đến nay đã có 29 năm xuất hiện hiện tượng Elnino. Elnino năm 1982 - 1983 được coi là mạnh điển hình, gây hậu quả nặng nề. Thống kê chưa đầy đủ ở một số nước trên thế giới cho biết: bão, lũ lụt, hạn hán... đã làm mất nhà cửa, thiệt hại vật chất tới trên 20 tỉ đôla Mỹ.

Tác động của Elnino đến thời tiết, khí hậu phụ thuộc vào cường độ và thời gian xuất hiện của nó. Khi xuất hiện Elnino thì hoàn lưu khí quyển bị thay đổi mạnh mẽ, nước nóng lên khác thường, có khi tới 5 - 7°C ở vùng trung tâm Thái Bình Dương và vùng Xích đạo Đông Thái Bình Dương, kéo theo sự biến động khác thường của nhiều hiện tượng thời tiết ở nhiều vùng khác nhau trên thế giới. Có nơi mưa lớn, lũ lụt nghiêm trọng, như ở dọc bờ biển Pêru lượng mưa có thể lớn hơn trung bình nhiều năm tới trên 300 lần, gây ngập lụt khủng khiếp ở vùng này. Trong khi đó có nhiều nơi lại bị khô hạn nặng như ở Indonesia, Niu Ghinê, Bắc Ôxtrâyliia, Ấn Độ, Đông Nam châu Phi, Đông và Bắc Nam Mỹ, Trung Mỹ, Đông Á, Đông Nam Á. Có vùng bão ít hẳn đi như Tây Đại Tây Dương, ngược lại có vùng xuất hiện nhiều bão muộn cuối mùa.

Elnino gây nhiều hậu quả nghiêm trọng đến sinh thái biển: nhiệt độ cao làm cá chết hàng loạt, chim bỏ tổ đi nơi khác, nhiều khối san hô bị chết.

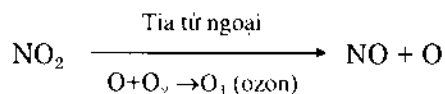
Năm 1985 Nha khí tượng Trung Quốc đã công bố dự báo hiện tượng Elnino từ năm 1986 - 2000 là: "Trong vòng 15 năm cuối thế kỉ 20 sẽ có 4 lần xảy ra hiện tượng Elnino: 1986 - 1987, 1990 - 1991, 1994 - 1995, 1997 - 1999..."

Việt Nam là nước nằm trong khu vực châu Á - Thái Bình Dương nên hiện tượng Elnino cũng ảnh hưởng đáng kể: mùa đông thường ấm, có năm ấm khác thường như mùa đông năm 1986 - 1987, hạn xảy ra trong cả thời kì xuân - hè và hè - thu trên phạm vi rộng, đặc biệt nghiêm trọng ở các tỉnh miền Trung, bão thường xuất hiện muộn và ít hơn trung bình nhiều năm... Ngược lại, trong những năm xảy ra hiện tượng Lanina (đối Elnino) mùa đông thường rét, mùa hạ nóng khác thường, bão sớm và nhiều hơn trung bình nhiều năm kéo theo mưa lớn, mưa nhiều.

Một số người lại thấy Elnino không chỉ có hại, ví dụ như ngư dân Chilê có thể theo dòng hải lưu nóng đánh cá trổng mà trong điều kiện bình thường chúng tập trung ở mạn Bắc. Người Pêru có thể thanh thản đi nghỉ ở những bãi biển êm đềm ngay giữa mùa đông. Người Mỹ có thể theo dõi những cơn mưa bão trong Đại Tây Dương và hưởng mùa xuân đến sớm ở Đông Bắc. Đó là một vài mặt tốt của Elnino.

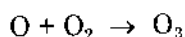
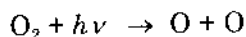
d. Tầng ozon biến đổi

- Ozon (O_3) là loại khí hiếm trong không khí gần mặt đất, nhưng lại tập trung thành lớp dày ở những độ cao khác nhau trong tầng bình lưu cách mặt đất từ 10 km đến khoảng 50 km ở các vĩ độ khác nhau. Ozon, 90% nằm trong khoảng 19 - 23 km so với mặt đất. Ozon có chức năng bảo vệ sinh quyển nhưng nhiều nghiên cứu cũng cho thấy nó cũng là loại khí độc hại và sự ô nhiễm ozon sẽ tác động đến năng suất cây trồng ở gần mặt đất. Ozon là sản phẩm của các phân tử chứa oxi như SO_2 , NO_2 và andehit dưới tác dụng hấp thụ tia tử ngoại Mặt Trời, theo sơ đồ:

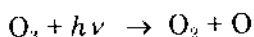


- Ozon có hoạt tính sinh lí cao do có tính oxi hóa cao, và cũng chính vì vậy mà người ta xem nó là tác nhân gây ô nhiễm, nếu nồng độ của nó vượt quá giới hạn sinh thái. Đối với con người không thể vượt quá ngưỡng 0,2 ppm, đối với thực vật không thể vượt quá ngưỡng 0,05 ppm. Người mắc bệnh lao, được điều dưỡng ở khu vực rừng thông với nồng độ ozon khoảng 0,1 ppm, có thể khỏi bệnh.

- Tầng ozon là "lá chắn" bảo vệ sinh quyển: Các bức xạ tử ngoại từ vũ trụ có bước sóng từ 0,200 - 0,280 μm gọi là UV - C, từ 0,280 - 0,320 μm gọi là UV - B, từ 320 - 400 μm là UV - A. Trong số đó UV - B nguy hiểm nhất đối với thực vật, động vật và người. Tia C bị hấp thụ bởi các thành phần khác, tia A thì xuyên qua được tầng ozon, tia B bị hấp thụ bởi tầng ozon. Ozon có mùi đặc biệt, xuất phát từ ozon theo tiếng Hi Lạp là khí có mùi. Lớp khí này được hình thành là do các tia tử ngoại chiếu vào các phân tử oxi (O_2) và các phân tử khác có chứa oxi (NO_2 , SO_2 ...) phân tích chúng thành nguyên tử oxi, các nguyên tử này lại tiếp tục hóa hợp với phân tử oxi để hình thành phân tử ozon theo sơ đồ phản ứng:



Ozon lại hấp thụ năng lượng bức xạ tử ngoại và phân hủy:

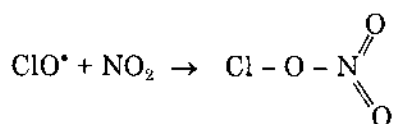
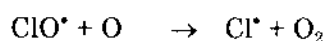
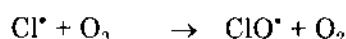
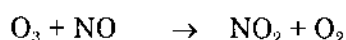
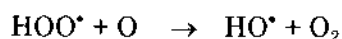
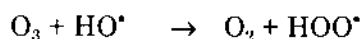
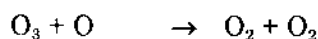


Như vậy, trong thiên nhiên khí ozon luôn luôn phân hủy và tái tạo tự nhiên, hình thành cân bằng động, giữ được sự tồn tại ổn định và có tác dụng hấp thụ bức xạ tử ngoại. Khí ozon che chắn không cho các tia tử ngoại sóng cực ngắn tồn tại và chiếu xuống Trái Đất. Như vậy trên thực tế tại một cơ chế tự nhiên để bảo vệ sinh quyển.

- Sự suy thoái tầng ozon: Theo tài liệu của Văn phòng ozon thuộc Tổng cục Khí tượng thủy văn Việt Nam thì trong vòng 15 năm qua mức suy giảm tầng ozon trung bình toàn cầu là 5%, trong đó 6,5% Bắc bán cầu, 9,5% Nam bán cầu, và từ những năm 1990 lại đây số lượng suy giảm còn lớn hơn nhiều.

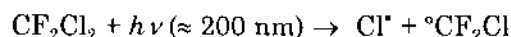
Cơ chế của quá trình phân hủy O_3 còn chưa được nghiên cứu kỹ lưỡng, có nhiều tài liệu đưa ra những ý kiến khác nhau. Nhiều tác giả

cho rằng tầng ozon bị phá hủy do bốn nguyên nhân cơ bản: do các nguyên tử oxi (O), các gốc hydroxyl hoạt động (HO[•]), các oxit nitơ (NO_x) và quan trọng là các hợp chất của clo:



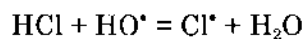
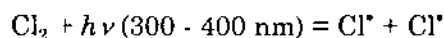
clonitrat

Các nguồn sinh ra Cl[•], HO[•], NO: các halocacbon như CCl₂F₂, CCl₃F, C₂Cl₃F₃, CBrClF₂, CBrF₃... được dùng như là chất làm lạnh, chất chữa cháy, dung môi trong mỹ phẩm... chúng trơ ở tầng đối lưu, nhưng khuếch tán chậm lên tầng bình lưu và dưới tác dụng của bức xạ tử ngoại (200 nm) sinh ra các gốc Cl[•]:

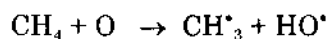


Một nguyên tử clo có thể phá hủy hàng nghìn phân tử ozon trước khi nguyên tử clo hóa hợp thành chất khác.

Núi lửa thải ra Cl₂ và HCl thẳng vào tầng bình lưu dưới tác dụng của tia tử ngoại (300 - 400 nm) cũng tạo thành Cl, còn HCl tác dụng với HO[•] tạo ra Cl[•]:



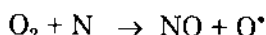
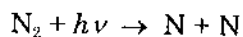
HO được hình thành do quá trình oxi hóa metan:



N_2O được sản sinh ra trong quá trình phản nitrat hóa và xâm nhập chậm chạp vào tầng bình lưu, ở đó nó bị oxy hóa thành NO khi kết hợp với oxy nguyên tử ở dưới 30 km:



ở trên 30 km thì:



2. Tiếng ồn và ô nhiễm

Tiếng ồn là một dạng đặc biệt của chuyển động sóng - dạng sóng áp suất, thường được lan truyền bởi môi trường đàn hồi (môi trường khí, lỏng, rắn) và được cơ quan cảm thụ thính giác tiếp nhận. Nói cách khác tiếng ồn là một tập hợp của những âm thanh có cường độ và tần số khác nhau, được sắp xếp không trật tự, gây cảm giác khó chịu cho người nghe, cản trở con người làm việc, nghỉ ngơi. Như vậy, khái niệm về tiếng ồn là có tính ước lệ, tức là bất kì một âm thanh nào, nếu nó xuất hiện không đúng lúc và đúng chỗ, theo nhu cầu thì đều có thể coi là tiếng ồn. Ví dụ, những âm thanh không làm mất yên tĩnh vào ban ngày, nhưng chúng lại trở thành khó chịu vào ban đêm. Âm nhạc là âm thanh thích thú với người này nhưng lại không thích đối với người khác.

Người ta dùng đơn vị dexiben (dB) để đo mức cường độ âm thanh. Đó là hệ thống thước đo được chia độ theo hàm số logarit do Alfred Bell thiết lập. Bội số 10 của dexiben là Bel. Cường độ âm thanh yếu nhất mà tai người có thể nghe được là 1 dB. Tai người có thể cảm thụ một khoảng mức âm thanh rộng từ 0 đến 180 dB. Ngưỡng chói tai là 140 dB.

Tiếng nói thầm	30 dB	Xe lửa	80 dB
Nói chuyện	60 dB	Máy bay	120 dB
Trẻ khóc	80 dB	Tiếng hát bên tai	110 dB
Ôtô khách	82 - 99 dB	Tiếng ồn đường phố	70 dB

Tác động gây ô nhiễm của tiếng ồn

Âm thanh có lợi: Âm thanh là yếu tố rất quan trọng và cần thiết cho đời sống hàng ngày. Con người không thể sống trong điều kiện yên tĩnh tuyệt đối. Các âm thanh cho phép con người định hướng đúng đắn môi trường xung quanh. Con người khoan khoái dễ chịu khi nghe tiếng xào xạc của lá, tiếng sóng vỗ, tiếng chim kêu khiêu hót, tiếng gà sáng sớm, nhịp chày giã gạo, tiếng thoi cửi lách tách trong đêm khuya, tiếng hát hay, đàn ngọt làm cho con người sáng khoái.

Tiếng ồn có hại: Các nghiên cứu cho thấy, tiếng ồn 80 dB không được phép có ở nơi thường xuyên có người, vì nó làm giảm sự chú ý, gây mệt mỏi, tăng cường ức chế hệ thần kinh trung ương, gây mạch chậm, giảm huyết áp tâm thu và tăng huyết áp tâm trương. Mức tiếng ồn từ 50 dB trở lên ở các khu nhà ở gây rối loạn một số quá trình thần kinh vô não. Chỉ có mức ồn từ 40 - 45 dB là không gây biến động đáng kể. Những âm thanh mạnh và đột ngột, tiếng bom, tiếng súng, sấm sét cường độ có thể tới 150 dB có thể gây rách màng nhĩ, chảy máu tai...

Có nhiều biện pháp chống tiếng ồn như qui hoạch khu dân cư xa khu công nghiệp, bến ô tô, phi trường. Trong các nhà máy, khu chế xuất có thiết bị hấp thụ tiếng ồn.

3. Ô nhiễm phóng xạ

Phóng xạ là sự biến hóa tự phát đồng vị không bền của một nguyên tố hóa học thành đồng vị của một nguyên tố khác. Sự phóng xạ có kèm theo bức xạ những hạt cơ bản hoặc hạt nhân của heli (hạt α).

Bức xạ chia làm hai loại: - Bức xạ hạt: α , β , proton, nơtron...

- Bức xạ điện từ: γ , Rơnghen...

Hai loại bức xạ này có khả năng ion hóa vật chất, nên còn gọi là bức xạ ion hóa. Hiện nay có hơn 50 nguyên tố phóng xạ tự nhiên và trên 1.000 đồng vị phóng xạ nhân tạo. Ví dụ ^{12}C và ^{14}C là những đồng vị của cacbon (C), ^{235}U , ^{238}U , ^{239}U là những đồng vị của urani (U)... là những chất phóng xạ, có khả năng phóng xạ.

. Những chất phóng xạ có thể có trong không khí dưới dạng khí, hạt α , β , tia α , trung tử và lượng tử khác nhau có năng lượng lớn. Thực chất, những chất phóng xạ nguy hiểm thường có trong không khí dưới dạng hợp chất bền vững với các chất khác là: ^{131}I , ^{32}P , ^{60}Co , ^{90}Sr , ^{14}C , ^{35}S , ^{45}Ca , ^{98}Al , ^{235}U ... Có những chất có chu kỳ bán rã rất dài như coban (^{60}Co) là 5,3 năm, cacbon (^{14}C) là 5600 năm, ^{238}U là $4,5.10^9$ năm, có những chất chu kỳ bán rã rất ngắn như ^{131}I là 8 ngày, photpho (^{32}P) là 14 ngày...

. Các chất phóng xạ thường xâm nhập vào môi trường bằng nhiều con đường khác nhau.

+ Từ các quá trình khai thác quặng tự nhiên.

+ Các khí dung phóng xạ rơi xuống từ các lớp trên của khí quyển do các vụ nổ vũ khí hạt nhân (mưa phóng xạ).

+ Sử dụng đồng vị phóng xạ trong điều trị các bệnh và nghiên cứu khoa học.

+ Sử dụng đồng vị phóng xạ (làm nguyên tử đánh dấu) trong nông nghiệp và công nghiệp.

+ Lò phản ứng hạt nhân và thí nghiệm khoa học.

+ Máy gia tốc thực nghiệm.

. Tia phóng xạ chiếu từ ngoài vào cơ thể, gọi là tia tác dụng "ngoại chiếu". Còn chất phóng xạ đã nhiễm vào cơ thể con người (qua đường tiêu hóa, hô hấp) vào trong máu, xương, và các bộ phận khác của cơ thể rồi mới gây tác dụng chiếu xạ gọi là tác dụng "nội chiếu".

Chiếu xạ từ bên ngoài hay bên trong đều nguy hiểm. Song chiếu xạ bên trong nguy hiểm hơn, vì thời gian chiếu lâu hơn, diện bị chiếu rộng hơn và việc đào thải chất phóng xạ ra ngoài cũng khó khăn hơn.

. Con người mắc nhiễm phóng xạ khi cơ thể bị chiếu phóng xạ hoặc sống trong môi trường bị nhiễm chất phóng xạ. Hậu quả của sự ô nhiễm phóng xạ đối với loài người là tăng xác suất mắc bệnh ung thư và những bệnh liên quan đến gen di truyền, thể hiện qua hiện tượng quái thai. Các nhà khoa học cho rằng khi tăng gấp đôi liều bức xạ thì số trường hợp quái thai tăng 20%. Còn khi bị bức xạ suốt đời với liều lượng

2 Rem/năm thì tỷ lệ chết vì bệnh ung thư tăng 10%. (Rem: viết tắt của Rontgen Equivalent Man, là đơn vị được dùng để đo liều chiếu xạ tương đương gây hiệu quả sinh học cho con người). Theo Ủy ban quốc tế về an toàn phóng xạ thì liều bức xạ đối với người làm việc trong ngành công nghiệp hạt nhân không được phép vượt quá 3 Rem/năm.

4. Ảnh hưởng của ô nhiễm không khí do bụi và các chất độc đến sức khỏe con người, động thực vật và vật liệu

a. Đối với con người

Bụi trong không khí, nhất là các hạt dưới 5 μm có thể vào tận phế nang của người. Bụi có thể gây một số bệnh sau:

. Bệnh phổi nhiễm bụi

Bệnh phổi nhiễm bụi là do người hít thở bầu không khí có bụi khoáng, bụi amiăng, bụi than và kim loại. Người sẽ bị xơ phổi, suy giảm chức năng hô hấp. Ví dụ, ở Nam Phi có khoảng 30 - 40% thợ mỏ chết do nhiễm bụi thạch anh. Ở Tây Âu và Nhật, Mỹ thợ mỏ cũng thường mắc bệnh này.

. Bệnh đường hô hấp

Tùy theo nguồn gốc các loại bụi gây ra bệnh viêm mũi, họng, phế quản. Bụi hữu cơ như bông, gai, đay dính vào niêm mạc gây viêm, phù, tiết ra các niêm dịch, dẫn tới viêm loét. Bụi vô cơ rắn, có cạnh góc sắc nhọn đâm vào niêm mạc, gây viêm mũi. Ví như bụi crom, asen gây viêm loét, thủng vách mũi vùng trước sụn lá mía. Bụi len, bột kháng sinh gây dị ứng, viêm phế quản và hen. Bụi phóng xạ gây ung thư phổi.

. Bệnh ngoài da

Bụi gây kích thích da, sinh mụn nhọt lở loét. Ví dụ, bụi đồng gây nhiễm trùng da. Bụi nhựa than dưới tác dụng của ánh nắng làm cho da bị ngứa, sưng tấy, bong.

. Bệnh về mắt

Bụi gây chấn thương mắt, viêm màng tiếp hợp, viêm mi mắt... Bụi kiềm axit gây bỏng giác mạc, để lại sẹo, làm giảm thị lực, nặng hơn có thể bị mù.

. Bệnh đường tiêu hóa

Bụi đường, các loại bột có thể gây sâu răng, làm hỏng men răng. Bụi kim loại, bụi khoáng gây viêm niêm mạc dạ dày, rối loạn tiêu hóa. Đặc biệt bụi chì gây ra bệnh thiếu máu, giảm hồng cầu, gây rối loạn thận. Bụi vi sinh vật gây ra các bệnh dịch, bệnh đường hô hấp, bệnh đau mắt và bệnh đường tiêu hóa.

b. Đối với động vật

Các hợp chất florua, asen, molipđen, chì và kẽm là những chất gây độc cho các loài động vật ăn thực vật. Các loại thuốc trừ sâu bao gồm những loại có chứa thủy ngân và chì đều gây thiệt hại lớn cho gia súc. As_2O_3 có trong khí thải thường sa lắng và gây nhiễm bẩn cho cây, cỏ, gia súc, gia cầm ăn cây cỏ bị nhiễm bẩn sẽ bị nhiễm độc asen. Khi gia súc ăn phải thức ăn nhiễm florua với liều lượng vượt quá giới hạn cho phép thì xương và răng bị vôi hóa bất bình thường, hiện tượng này gọi là sự ngộ độc flo.

c. Đối với vật liệu

Nồng độ CO_2 ở các vùng công nghiệp nếu vượt quá mức bình thường (0,03% thể tích) nhiều lần sẽ phá hủy các công trình xây dựng do CO_2 hấp thụ hơi nước trong không khí tạo ra axit cacbonic. Với các đồ dùng bằng nhôm, trong không khí nhiễm chất độc SO_2 với độ ẩm vượt quá giới hạn thì tốc độ ăn mòn sẽ tăng nhanh. Ví dụ:



Trong giấy có chứa những lượng nhỏ kim loại, vì thế khi giấy để ẩm trong không khí bị nhiễm SO_2 , nó sẽ chuyển hóa thành H_2SO_4 , trở nên giòn và bị gãy khi dùng. Các loại sợi tự nhiên và tổng hợp dùng trong kĩ nghệ dệt cũng bị ảnh hưởng bởi SO_2 có trong khí quyển. Sơn có chứa các hợp chất chì sẽ nhanh chóng trở nên đen khi để trong không khí có nhiễm bẩn H_2S ...

d. Đối với thực vật

Tác hại của không khí bị ô nhiễm tới cây trồng được thể hiện ở sự thay đổi màu và trạng thái của cây cối, do tác động của các chất độc lên diệp lục tố của cây. Ozon tạo các vết đốm và mất màu của lá. Khí PAN

của khói quang hóa tạo các vết trên mặt lá ở cây non. SO_2 tạo các vết trắng và làm mất diệp lục tố. Khí HF làm cháy, rụng lá...

VI. NHỮNG YÊU CẦU VỀ CHẤT LƯỢNG MÔI TRƯỜNG KHÔNG KHÍ QUYỂN

Hiện nay, hậu quả ô nhiễm không khí ngày càng nặng nề gây tác hại lớn đến sức khỏe con người, tàn phá thực vật và động vật, gây thiệt hại lớn. Cho nên chất lượng không khí, tiêu chuẩn đánh giá chất lượng và định mức giới hạn cho phép những thành phần nhân tạo trong không khí đã trở thành vấn đề khoa học riêng, có tính chất quan trọng.

1. Tiêu chuẩn chất lượng môi trường không khí

Thành phần không khí khô, chưa bị ô nhiễm tính theo thành phần % thể tích gồm có: nitơ 78,08%, oxi 20,95%, cacbon đioxit 0,035% và một số khí khác có hàm lượng rất nhỏ được trình bày trong bảng 2.7.

2. Nồng độ cho phép của các loại bụi và các chất độc hại trong không khí

Để ngăn ngừa và giảm tối đa sự ô nhiễm môi trường không khí phải định ra các tiêu chuẩn về chất thải công nghiệp. Ở nước ta Nhà nước đã thiết lập các giới hạn cho phép chất thải công nghiệp có tính độc hại đối với mỗi loại nguồn gây ô nhiễm không khí.

Giới hạn cho phép chất thải là chất độc hại mà nó không được vượt quá khi thải ra trong một đơn vị thời gian (g/s hay mg/s).

Đại lượng biểu thị lượng chất độc hại hòa lẫn trong không khí gọi là nồng độ. Đơn vị nồng độ thường được tính là mg/l hoặc g/m³.

Để giảm bớt chất thải độc hại, người ta thường dùng các phương pháp công nghệ sản xuất hiện đại, các phương pháp hoàn thiện về làm sạch không khí và các phương tiện kỹ thuật khác.

Dưới đây chúng ta sẽ tham khảo qui định của Nhà nước về chất lượng không khí (Bộ KHCN và MT 1995) được trình bày ở ba bảng 2.7; 2.8 và 2.9.

Qui định của Nhà nước về chất lượng không khí *.

* Bộ KHCN&MT, 1995

Bảng 2.7. Nồng độ tối đa cho phép của một số chất độc hại trong
không khí xung quanh (mg/m³)

TT	Tên chất	Công thức hóa học	Trung bình ngày đêm	1 lần tối đa
1	2	3	4	5
1	Acrilonitrin	$\text{CH}_2 = \text{CHCN}$	0,2	-
2	Amoniac	NH_3	0,2	0,2
3	Anilin	$\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$	0,03	0,05
4	Anhidrit vanadic	V_2O_5	0,002	0,05
5	Asen (hợp chất vô cơ tính theo As)	As	0,003	-
6	Asen hiđrua (asin)	AsH_3	0,002	-
7	Axit axetic	CH_3COOH	0,06	0,2
8	Axit clohiđric	HCl	0,06	-
9	Axit nitric	HNO_3	0,15	0,4
10	Axit sunfuric	H_2SO_4	0,1	0,3
11	Benzen	C_6H_6	0,1	1,5
12	Bụi chứa SiO_2			
	- Đianas 85 - 90% SiO_2		0,05	0,15
	- Gạch chịu lửa 50% SiO_2		0,1	0,3
	- Ximăng 10% SiO_2		0,1	0,3
	- Đolomit 8% SiO_2		0,15	0,5
13	Bụi chứa amiăng		không	không
14	Cadimi (khối gồm oxit và kim loại) theo Cd		0,001	0,003
15	Cacbon đisunfua	CS_2	0,005	0,03
16	Cacbon tetraclohua	CCl_4	2	4
17	Clorofom	CHCl_3	0,02	
18	Chi tetraetyl	$\text{Pb}(\text{C}_2\text{H}_5)_4$	không	0,005
19	Clo	Cl_2	0,03	0,1

1	2	3	4	5
20	Benzidin	$\text{NH}_2\text{C}_6\text{H}_4\text{C}_6\text{H}_4\text{NH}_2$	không	không
21	Crom kim loại và hợp chất	Cr	0,0015	0,0015
22	1,2-Dicloetan	$\text{C}_2\text{H}_4\text{Cl}_2$	1	3
23	DDT	$\text{C}_{14}\text{H}_9\text{Cl}_5$	0,5	-
24	Hidroflorua	HF	0,005	0,02
25	Fomanđehit	HCHO	0,012	0,012
26	Hidrosunfua	H_2S	0,008	0,008
27	Hidroxiianua	HCN	0,01	0,01
28	Mangan và hợp chất (tính theo MnO_2)	Mn/ MnO_2	0,01	-
29	Niken (kim loại và hợp chất)	Ni	0,001	-
30	Naphta		4	-
31	Phenol	$\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$	0,01	0,01
32	Stiren	$\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}=\text{CH}_2$	0,003	0,003
33	Toluen	$\text{C}_6\text{H}_4\text{CH}_3$	0,6	0,6
34	Tricloetylen	$\text{ClCH}=\text{CCl}_2$	1	4
35	Thủy ngân (kim loại và hợp chất)	Hg	0,0003	-
36	Vinyl clorua	$\text{ClCH}=\text{CH}_2$		13
37	Xăng		1,5	5,0
38	Tetracloetylen	C_2Cl_4	0,1	-

Chú thích: Phương pháp lấy mẫu phân tích, tính toán xác định từng thông số cụ thể được qui định trong các TCVN tương ứng.

Bảng 2.8. Giới hạn tối đa cho phép của bụi và các chất vô cơ trong khí thải công nghiệp (mg/m³)

TT	Thông số	Giá trị giới hạn	
		A	B
1	Bụi khói:		
	- Nấu kim loại	400	200
	- Bê tông nhựa	500	200
	- Xi măng	400	100
	- Các nguồn khác	600	400
2	Bụi		
	- chứa silic	100	50
	- chứa amiăng	không	không
3	Antimon	40	25
4	Asen	30	10
5	Cadimi	20	1
6	Chì	30	10
7	Đồng	150	20
8	Kẽm	150	30
9	Clo	250	20
10	HCl	500	200
11	Flo, axit HF (các nguồn)	100	10
12	H ₂ S	6	2
13	CO	1500	500
14	SO ₂	1500	500
15	NO _x (các nguồn)	2500	1000
16	NO _x (cơ sở sản xuất axit)	4000	1000
17	H ₂ SO ₄ (các nguồn)	300	35
18	HNO ₃	2000	70
19	Amoniac	300	100

Bảng 2.9. Giới hạn thải tối đa cho phép các chất hữu cơ vào không khí (mg/m³)

TT	Tên	Công thức hóa học	Giới hạn tối đa
1	2	3	4
1	Axeton	CH_3COCH_3	2400
2	Axetylen tetrabromua	$\text{CHBr}_2\text{CHBr}_2$	14
3	Axetanđehit	CH_3CHO	270
4	Acrolein	$\text{CH}_2 = \text{CHCHO}$	1,2
5	Amylaxetat	$\text{CH}_3\text{COOC}_6\text{H}_{11}$	525
6	Anilin	$\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$	19
7	Anhidric axetic	$(\text{CH}_3\text{CO})_2\text{O}$	360
8	Benzidín	$\text{NH}_2\text{C}_6\text{H}_4\text{C}_6\text{H}_4\text{NH}_2$	không
9	Benzen	C_6H_6	80
10	Benzyl clorua	$\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2\text{Cl}$	5
11	Butadien	C_4H_6	2200
12	Butan	C_4H_{10}	2350
13	Butylaxetat	$\text{CH}_3\text{COOC}_4\text{H}_9$	950
14	<i>n</i> -Butanol	$\text{C}_4\text{H}_9\text{OH}$	300
15	Butylamin	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_2\text{CH}_2\text{NH}_2$	15
16	Crezon (<i>o</i> , <i>m</i> , <i>p</i>)	$\text{CH}_3\text{C}_6\text{H}_4\text{OH}$	22
17	Clobenzen	$\text{C}_6\text{H}_5\text{Cl}$	350
18	Clorofom	CHCl_3	240
19	β -Clopren	$\text{CH}_2 = \text{CClCH} = \text{CH}_2$	90
20	Clopren	CCl_3NO_2	0,7
21	Xiclohexan	C_6H_{12}	1300
22	Xiclohexanol	$\text{C}_6\text{H}_{11}\text{OH}$	410
23	Xiclohexanon	$\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}$	400
24	Xiclohexen	C_6H_{10}	1350
25	Dietylamin	$(\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{NH}$	75
26	Điflôđibrom	CF_2Br_2	860
27	<i>o</i> -Điclobenzen	$\text{C}_6\text{H}_4\text{Cl}_2$	300

Bảng 2.9. (tiếp)

1	2	3	4
28	1,1 - Đicloetan	CHCl_2CH_3	400
29	1,2-Đicloetylen	$\text{ClCH} = \text{CHCl}$	790
30	1,2-Đicloetylmetan	CCl_2F_2	4950
31	Đioxan	$\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_2$	360
32	Đimetylanilin	$\text{C}_6\text{H}_5\text{N}(\text{CH}_3)_2$	25
33	Đicloetylete	$(\text{ClCH}_2\text{CH}_2)_2\text{O}$	90
34	Đimetylnitrozometan	$(\text{CH}_3)_2\text{NOCH}$	60
35	Đimetylsunfat	$(\text{CH}_3)_2\text{SO}_4$	0,5
36	Đimetylhidrazin	$(\text{CH}_3)_3\text{NNH}_2$	1
37	Đinitrobenzen (o, m, p)	$\text{C}_6\text{H}_4(\text{NO}_2)_2$	1
38	Etylaxetat	$\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5$	1400
39	Etylamin	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{NH}_2$	45
40	Etylbenzen	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}_5$	870
41	Etylbromua	$\text{C}_2\text{H}_5\text{Br}$	890

CÂU HỎI ÔN TẬP CHƯƠNG II

1. Trình bày thành phần khí quyển, cấu trúc và vai trò của khí quyển. Nêu những nguyên nhân và tác hại làm ô nhiễm môi trường khí quyển.

2. Nêu thành phần và vai trò quan trọng của tầng đối lưu đối với sinh quyển.

3. Khói quang hóa (photochemical smoke hay photochemical smog) là gì? Trình bày sự hình thành khói quang hóa và tác hại của khói quang hóa trong khí quyển. Nêu những biện pháp làm giảm khói quang hóa.

4. Trình bày sự hình thành, tác dụng sinh lí và vai trò của ozon trong khí quyển đối với hệ sinh thái. Nêu những nguyên nhân, tác hại và biện pháp ngăn chặn làm suy giảm tầng ozon.

5. Hiệu ứng nhà kính là gì? Ảnh hưởng của hiệu ứng nhà kính đối với sinh quyển như thế nào? Nêu các biện pháp ngăn chặn hiệu ứng nhà kính.

6. Tại sao nhiệt độ trung bình trên bề mặt Trái Đất luôn luôn được duy trì tương đối dễ chịu ở 15°C (không kể những vùng khắc nghiệt như ở sa mạc Sahara ban ngày khoảng $(+57^{\circ}\text{C})$ còn ban đêm do được khoảng (-7°C) , còn nhiệt độ trung bình trên các đại dương là $(+17,5^{\circ}\text{C})$? (Nhiệt độ trung bình ở Thái Bình Dương là $19,4^{\circ}\text{C}$, ở Đại Tây Dương là $16,5^{\circ}\text{C}$, Ấn Độ Dương là $17,3^{\circ}\text{C}$, nóng nhất là ở biển Đỏ, vịnh Pexich là 35°C , lạnh nhất là Bắc Băng Dương: $0,75^{\circ}\text{C}$).

7. Những gốc tự do nào có khả năng phản ứng cao trong môi trường khí quyển? Hãy minh họa bằng các phản ứng cụ thể.

8. Vai trò của oxi trong sinh quyển. Oxi phân tử trong khí quyển bị tiêu thụ bởi các phản ứng nào? Và nó được tạo ra từ những nguồn nào?

9. Hiện nay, hàng năm hàm lượng khí cacbonic trong khí quyển có thay đổi không? Tăng hay giảm là bao nhiêu? Nguyên nhân.

10. Thế nào là mưa axit ? Nguyên nhân gây ra mưa axit? Tác hại và các phương pháp làm giảm mưa axit. Hãy minh họa bằng các phản ứng hóa học cụ thể.

11. Trong không khí, phân tử nitơ khí có bị phân hủy bởi tia cực tím không? Sự ô nhiễm không khí, nguyên tố nitơ có tham gia không? Hãy giải thích?

12. Lấy 12 lít không khí ở 25°C và 1 atm rồi làm khô. Sau khi làm khô thể tích của mẫu còn 11,5 lít. Vậy thành phần % khối lượng của nước trong mẫu đó là bao nhiêu ?

MÔI TRƯỜNG THUỶ QUYỂN

I. VAI TRÒ CỦA NƯỚC TRONG SINH QUYỂN, CHU TRÌNH NƯỚC TOÀN CẦU

1. Vai trò của nước

Nước ngọt là tài nguyên có tái tạo được, nhưng sử dụng phải cân bằng nguồn dự trữ và tái tạo, sử dụng cần phải hợp lý nếu muốn cho sự sống tiếp diễn lâu dài, vì hết nước thì cuộc sống động, thực vật sẽ không tồn tại. Trong vũ trụ bao la chỉ có Trái Đất là có nước ở dạng lỏng, vì vậy giá trị của nước sau nhiều thập kỷ xem xét đã được đánh giá “Như dòng máu nuôi cơ thể con người dưới một danh từ là máu sinh học của Trái Đất, do vậy nước quý hơn vàng” (Pierre Fruhling). Điều kiện hình thành đời sống động thực vật phải có nước, nước chính là biểu hiện nơi muôn loài có thể sống được, đó là giá trị đích thực của nước.

Môi trường nước không tồn tại cô lập với các môi trường khác, nó luôn tiếp xúc trực tiếp với không khí, đất và sinh quyển. Phản ứng hoá học trong môi trường nước có rất nhiều nét đặc thù khi so sánh với cùng phản ứng đó trong phòng thí nghiệm hay trong sản xuất công nghiệp. Nguyên nhân của sự khác biệt đó là tính không cân bằng nhiệt động của hệ do tính “mở” tiếp xúc trực tiếp với khí quyển, thạch quyển, sinh quyển và số tạp chất trong nước cực kỳ đa dạng. Giữa chúng luôn có quá trình trao đổi chất, năng lượng (nhiệt, quang, cơ năng), xảy ra sôi động giữa bề mặt phân cách pha. Ngay trong lòng nước cũng xảy ra các quá trình xa lạ với qui luật cân bằng hoá học- quá trình giảm entropi, sự hình thành và phát triển của các vi sinh vật.

Nước là một hợp chất liên quan trực tiếp và rộng rãi đến sự sống trên Trái Đất, là cơ sở của sự sống đối với mọi sinh vật. Đối với thế giới

vô sinh, nước là một thành phần tham gia rộng rãi vào các phản ứng hoá học, nước là dung môi và là môi trường tàng trữ các điều kiện để thúc đẩy hay kìm hãm các quá trình hoá học. Đối với con người nước là nguyên liệu chiếm tỷ trọng lớn nhất.

Nước rất cần thiết cho hoạt động sống của con người cũng như các sinh vật. Con người có thể không ăn trong nhiều ngày mà vẫn sống, nhưng sẽ bị chết chỉ sau ít ngày (khoảng 3 ngày) nhịn khát, vì cơ thể người có khoảng từ 65 - 68% nước, nếu mất 12% nước cơ thể sẽ bị hôn mê và có thể chết.

Con người cần nước ngọt cho ăn uống, sinh hoạt hàng ngày và cho sản xuất. Mỗi người một ngày ăn uống chỉ cần 2,5 lít nước, nhưng tính chung cả nước sinh hoạt thì ở các nước phương Tây mỗi người cần khoảng 300 lít nước mỗi ngày. Với các nước đang phát triển, số lượng nước đó thường được dùng cho một gia đình 5 - 6 người.

Nhu cầu nước cho sản xuất công nghiệp và nhất là nông nghiệp rất lớn. Để khai thác một tấn dầu mỏ cần phải có 10 m^3 nước, muốn chế tạo một tấn sợi tổng hợp cần có 5600 m^3 nước, một trung tâm nhiệt điện hiện đại với công suất 1 triệu kW cần đến 1,2 - 1,6 tỉ m^3 nước trong một năm.

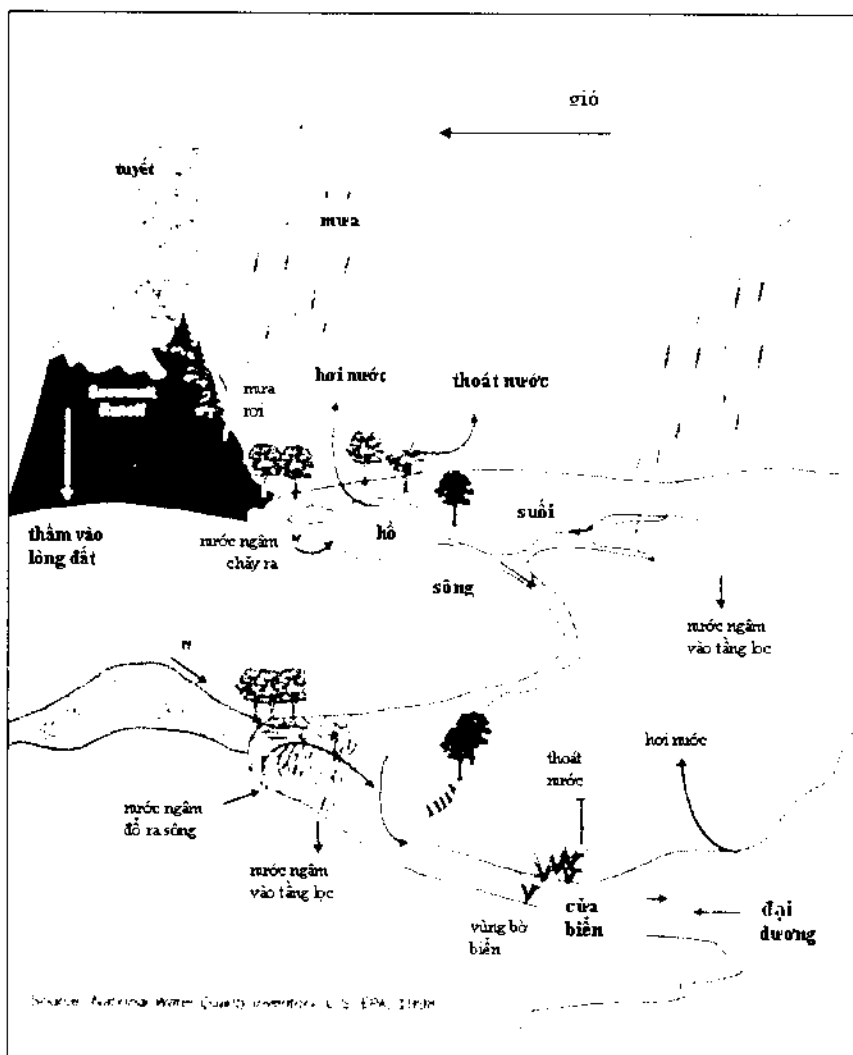
Tóm lại, nước có một vai trò quan trọng không thể thiếu được cho sự sống tồn tại trên Trái Đất, là máu sinh học của Trái Đất nhưng nước cũng là nguồn gây tử vong cho một người, cho nhiều người và cả một cộng đồng rộng lớn. Vì vậy nói đến nước là nói tới việc bảo vệ rừng, trồng rừng, phát triển rừng để tái tạo nguồn nước, hạn chế cường độ dòng lũ lụt, để sử dụng nguồn nước làm thuỷ điện, để cung cấp nước sạch. Phải sử dụng hợp lý nước sinh hoạt và sản xuất đi đôi với việc chống ô nhiễm nguồn nước đã khai thác sử dụng, phải xử lý nước thải sản xuất và sinh hoạt.

2. Tài nguyên nước và chu trình nước toàn cầu

Trái Đất có khoảng 361 triệu km^2 diện tích các đại dương (71% diện tích bề mặt Trái Đất). Trữ lượng tài nguyên nước có khoảng 1,5 tỉ km^3 , trong đó nước nội địa chỉ chiếm 91 triệu km^3 (6,1%), còn 93,9% là nước biển và đại dương. Tài nguyên nước ngọt chiếm 28,25 triệu km^3 (1,88% thủy quyển), nhưng phần lớn lại ở dạng đóng băng ở hai cực Trái Đất. Lượng nước thực tế con người có thể sử dụng được là 4,2 triệu km^3 (0,28%) thủy quyển.

Các nguồn nước trong tự nhiên không ngừng vận động và chuyển trạng thái (lỏng, khí, rắn), tạo nên vòng tuần hoàn nước trong sinh quyển: Nước bốc hơi, ngưng tụ và mưa (hình 3.1). Nước vận chuyển trong các quyển, hoà tan và mang theo nhiều chất dinh dưỡng, chất khoáng và một số chất cần thiết cho đời sống của động và thực vật.

Nước ao, hồ, sông và đại dương... nhờ năng lượng Mặt Trời bốc hơi vào khí quyển, hơi nước ngưng tụ lại rồi mưa rơi xuống bề mặt Trái Đất. Nước chu chuyển trong phạm vi toàn cầu, tạo nên các cân bằng nước và tham gia vào quá trình điều hoà khí hậu Trái Đất. Hơi nước thoát từ các loài thực vật làm tăng độ ẩm của không khí. Một phần nước mưa thấm qua đất thành nước ngầm, nước ngầm và nước bề mặt đều hướng ra biển để tuần hoàn trở lại, đó là chu trình nước. Tuy nhiên lượng nước ngọt và nước mưa trên hành tinh phân bố không đều. Hiện nay hàng năm trên toàn thế giới mới sử dụng khoảng 4.000 km^3 nước ngọt, chiếm khoảng hơn 40% lượng nước ngọt có thể khai thác được.



Hình 3.1. Vòng tuần hoàn của nước trong tự nhiên

II. THÀNH PHẦN HOÁ SINH VÀ ĐẶC TÍNH CỦA NƯỚC CÓ LIÊN QUAN ĐẾN MÔI TRƯỜNG

1. Thành phần hóa sinh của nước

Có hai loại nước chính: nước thiên nhiên và nước thải.

a. Thành phần hoá học của nước thiên nhiên

Nước tự nhiên chiếm 1% tổng lượng nước trên Trái Đất, gồm nước chứa ở sông, hồ, nước bề mặt, nước ngầm. Thành phần của nước tự nhiên có hoà tan các chất rắn, lỏng, khí phụ thuộc vào địa hình mà nó đi qua. Các nguồn nước tự nhiên không nối liền với nhau nên không có sự hoà trộn để có thành phần khá đồng đều như nước biển và thành phần của chúng lại có thể thay đổi ngay trên một dòng sông.

Nước biển trong các đại dương được nối với nhau nên thành phần của nước gần như nhau. Nước biển chứa hàm lượng muối tan lớn gấp khoảng 2000 lần so với các nguồn nước bề mặt. Nước biển có thể gọi là dung dịch chứa 0,5 mol muối NaCl, 0,05 mol $MgSO_4$ và vi lượng của tất cả các chất trong toàn cầu.

Bảng 3.1. Thành phần hoá học chính của nước thiên nhiên

Thành phần	Nước biển		Nước sông, hồ, đầm	
	Nồng độ, (mg/l)	Thứ tự	Nồng độ, (mg/l)	Thứ tự
Các ion chính				
Clo Cl^-	19340	1	8	4
Natri Na^+	10770	2	6	5
Sunfat SO_4^{2-}	2712	3	11	3
Magie Mg^{2+}	1290	4	4	6
Canxi Ca^{2+}	412	5	15	2
Kali K^+	399	6	2	7
Bicacbonat HCO_3^-	140	7	58	1
Bromua Br^-	65	8	-	-
		9	-	-
Các nguyên tố vi lượng	$\mu g/l$		$\mu g/l$	
Bo B	4500	2	10	15
Silic Si	5000	1	13.100	3
Flo F	1400	3	100	12
Nitơ N	250	4	230	11

Tiếp bảng 3.1

Thành phần	Nước biển		Nước sông, hồ, đầm	
	Nồng độ. ($\mu\text{g/l}$)	Thứ tự	Nồng độ. ($\mu\text{g/l}$)	Thứ tự
Photpho P	35	5	20	13
Molipđen Mo	11	6	1	18
Kẽm Zn	5	7	20	14
Sắt Fe	3	8	670	9
Mangan Mn	2	9	7	16

- Các chất rắn hoà tan trong nước chủ yếu là các muối tan, hàm lượng NaCl trong nước quyết định độ mặn của nước.

- Các khí hoà tan trong nước: Nói chung các chất khí có trong khí quyển đều có mặt trong nước do kết quả của hai quá trình cơ bản là khuếch tán và đối lưu. Trong đó khí CO_2 và O_2 trong nước có ý nghĩa đối với quá trình quang hợp và hô hấp của các sinh vật sống dưới nước.

Oxi trong nước: Oxi là loại khí ít hoà tan trong nước và không tác dụng với nước về mặt hoá học, nhưng oxi có ý nghĩa lớn đối với quá trình tự làm sạch của nước.

Độ hoà tan của oxi trong nước phụ thuộc nhiều vào nhiệt độ và áp suất môi trường. Mức độ bão hoà oxi hoà tan trong nước ngọt vào khoảng 14 - 15 ppm (ở 0°C , 1 atm) và (ở 35°C) bằng 7 ppm, (ở 25°C , 1 atm) bằng 8 ppm.

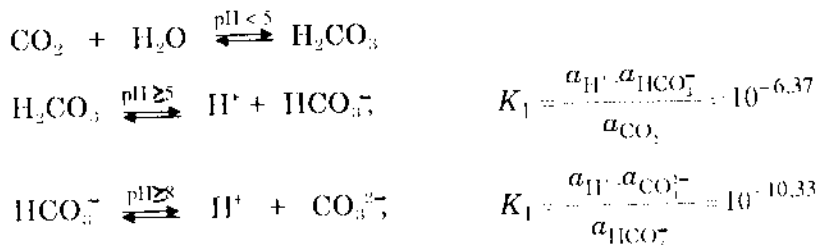
Nồng độ oxi trong nước giảm dần theo chiều sâu của lớp nước. Nếu nước bị ô nhiễm bởi các chất hữu cơ có khả năng oxi hoá bằng sinh học (chỉ số BOD- nhu cầu oxi sinh hoá cao) thì hàm lượng oxi trong nước giảm do bị tiêu hao bởi hoạt động của các vi khuẩn. Khi lượng oxi trong nước quá ít (< 2 ppm), các vi khuẩn sẽ lấy oxi của các chất chứa oxi để oxi hoá: $\text{SO}_4^{2-} \rightarrow \text{H}_2\text{S} \rightarrow \text{S}...$ nước vùng đó trở thành vùng yếm khí.

Mức tiêu thụ oxi bởi các chất ô nhiễm được biểu thị bằng chỉ số BOD (nhu cầu oxi sinh hoá) hay COD (nhu cầu oxi hoá hoá học).

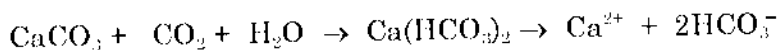
- Khí cacbonic trong nước.

Khí CO_2 hoà tan vào nước tạo ra các ion : HCO_3^- , CO_3^{2-} , quá trình chuyển hoá CO_3^{2-} thành CO_2 trong nước đóng vai trò rất quan trọng cho các quá trình cân bằng hoá học trong nước. Quá trình đó, không chỉ làm ổn định pH trong nước, mà còn ảnh hưởng tới sự tạo phức với các ion kim loại của nước, tham gia vào hoạt động của thực vật và lắng đọng các trầm tích cacbonat trong nước.

Các phản ứng của khí CO_2 vào nước :



Khi $\text{pH} = 8,3$, CO_2 trong nước chủ yếu tồn tại ở dạng CO_3^{2-} , khi $\text{pH} = 5$, CO_2 trong nước tồn tại chủ yếu ở dạng H_2CO_3 hay CO_2 . Với lớp trầm tích, CO_2 trong nước tham gia phản ứng:



Quá trình này dẫn tới sự thay đổi pH của môi trường.

- Các chất hữu cơ trong nước:

Dựa vào khả năng phân huỷ của vi sinh vật có thể chia làm hai nhóm:

+ Các chất hữu cơ dễ bị phân huỷ sinh học: các chất đường, protein, chất béo, dầu mỡ động thực vật, vi sinh vật phân huỷ tạo ra khí cacbonic và nước.

+ Các chất hữu cơ khó bị phân huỷ sinh học: hợp chất clo hữu cơ, andrin, polyclor biphenyl (PCB), các hợp chất đa vòng ngưng tụ như pyren, naphtalen, anthraxen, dioxin... là những chất khá bền trong môi trường nước và có độc tính cao cho động thực vật và con người.

b. Sự sống trong môi trường nước

Trong một môi trường nước, các sinh vật sống (vùng sinh vật - biota) có thể phân loại thành cả sinh vật đẳng tuyến (autotropic) và sinh

vật dị dưỡng (heterotrophic). Vùng sinh vật đẳng dưỡng (autotrophic biota) sử dụng năng lượng Mặt Trời hoặc năng lượng hoá học để biến các vật chất đơn giản không có sự sống thành các phân tử sống có chứa các sinh vật sống. Các sinh vật đẳng dưỡng dùng năng lượng Mặt Trời để tổng hợp các hợp chất hữu cơ từ các chất vô cơ được gọi là sinh vật sản xuất (producer).

Các sinh vật dị dưỡng sử dụng các chất hữu cơ do các sinh vật đẳng dưỡng tạo ra như nguồn năng lượng và nguyên liệu cho quá trình tổng hợp chất hữu cơ sinh học (biomass) của chúng. Các sinh vật phân huỷ là một phân lớp của sinh vật dị dưỡng và bao gồm chủ yếu các loại vi khuẩn, nấm; các sinh vật này phân huỷ chất sinh học thành các hợp chất đơn giản mà các hợp chất này trước hết sẽ được các sinh vật đẳng dưỡng xử lý.

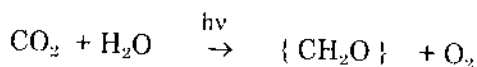
Các vi sinh vật trong nước là một nhóm rất đa dạng của sinh vật có khả năng tồn tại như các đơn bào vốn chỉ có thể quan sát thấy qua kính hiển vi. Các vi sinh vật, đơn bào nhỏ bé chỉ có thể nhìn thấy qua kính hiển vi bao gồm vi khuẩn, nấm và tảo đóng vai trò cực kỳ quan trọng trong môi trường nước với những lý do sau:

- Thông qua khả năng xử lý cacbon vô cơ, tảo và các vi khuẩn quang hợp là các sinh vật sản xuất chủ yếu sinh khối cung cấp phần còn lại của chuỗi thức ăn trong môi trường nước.
- Là các tác nhân xúc tác cho các phản ứng hoá học dưới nước, vi khuẩn làm trung gian cho hầu hết các chu trình oxi hoá- khử trong nước.
- Bằng việc phân huỷ sinh khối và các chất khoáng hoá quan trọng, đặc biệt là nitơ và photpho, các vi sinh vật dưới nước đóng vai trò quan trọng trong chu trình dinh dưỡng.
- Các vi sinh vật dưới nước cũng rất cần thiết cho các chu trình sinh hoá.
- Các vi khuẩn dưới nước đóng vai trò quan trọng trong việc phân huỷ và giải độc rất nhiều chất ô nhiễm (xenobiotic) trong môi trường thủy quyển.

Theo quan điểm của hoá học môi trường, kích thước nhỏ bé của các vi sinh vật đặc biệt quan trọng, bởi vì kích thước này cho phép các vi khuẩn trao đổi nhanh các chất dinh dưỡng và các sản phẩm metal với môi trường xung quanh, kết quả là tạo ra rất nhiều phản ứng metal. Việc tăng trưởng số lượng theo cấp số nhân của các đơn bào bằng quá trình sinh sản nhân đôi ở pha lỏng, cho phép các vi sinh vật nhân lên nhanh chóng trên các chất nền hoá học môi trường như là các hợp chất hữu cơ có thể phân huỷ được. Các vi sinh vật đóng vai trò như các chất xúc tác sống cho phép hàng loạt các chu trình hoá học diễn ra trong môi trường nước và đất. Phần lớn các phản ứng hoá học quan trọng diễn ra trong đất và nước đều là các phản ứng liên quan đến các chất hữu cơ và các quá trình oxi hoá- khử xuất hiện thông qua khâu trung gian có xúc tác vi khuẩn.

Tảo là vi sinh vật sản xuất chủ yếu các chất hữu cơ sinh học (biomass) trong nước. Tảo là vi sinh vật đóng vai trò cho việc hình thành các chất cặn và chất khoáng; chúng cũng đóng vai trò cực kỳ quan trọng trong hệ thống xử lý nước thải thứ cấp. Các vi sinh vật phải được loại bỏ khỏi nguồn nước để tạo nguồn nước sạch cho con người tiêu dùng.

Tảo có thể được coi là các vi sinh vật siêu nhỏ tồn tại trên các vật chất dinh dưỡng vô cơ và sản sinh ra chất hữu cơ từ cabondioxit thông qua quá trình quang hợp. Ở dạng rất đơn giản, quá trình sản xuất ra các chất hữu cơ thông qua quá trình quang hợp của tảo được mô tả bằng phản ứng sau:



trong đó, nhóm $\{ \text{CH}_2\text{O} \}$ là một đơn vị cacbohydrat và $h\nu$ là năng lượng của ánh sáng lượng tử.

Nấm là các vi sinh vật không quang hợp. Cấu trúc của nấm có nhiều loại và thường được phân loại theo cấu trúc sợi. Nấm là các vi sinh vật ưa khí (cần oxi), thường chịu được môi trường nhiều axit và có nồng độ các ion kim loại nặng cao hơn vi khuẩn.

Mặc dầu nấm không phát triển mạnh trong môi trường nước nhưng chúng đóng vai trò quan trọng trong việc quyết định thành phần

của nước tự nhiên và nước thải do một lượng lớn các chất do nấm phân huỷ từ xenlulozo trong gỗ và các loại thực vật khác thâm nhập vào nguồn nước.

Để làm được điều này các tế bào nấm tiết ra enzym ngoại bào (exoenzyme), xenlulaza. Một tác dụng phụ quan trọng đối với môi trường của việc phân huỷ các chất từ thực vật của nấm là các chất mùn.

c. Thành phần sinh học của nước

Vi khuẩn là các vi sinh vật đơn bào có hình que (khuẩn hình que), hình cầu (khuẩn cầu), hình xoắn (khuẩn hình phẩy, khuẩn hình xoắn sợi, khuẩn xoắn), đặc biệt quan trọng trong hoá học môi trường. Đặc điểm của hầu hết các loại vi khuẩn bao gồm vỏ tế bào nửa cứng, có thể chuyển động hình roi (flagella), là sinh vật đơn bào (mặc dầu các nhóm vi khuẩn vô tính là rất phổ biến), sinh sản bằng quá trình tự nhân đôi trong đó hai tế bào con là các bản sao về gen của tế bào mẹ.

Vi khuẩn có được năng lượng và các nguyên liệu thô cần thiết cho quá trình sản xuất và tái tạo bằng việc làm trung gian cho các phản ứng hóa học. Cơ thể chúng (nature) tạo ra rất nhiều phản ứng như vậy và các loại vi khuẩn liên quan đều sử dụng nhiều trong các phản ứng đó. Do việc tham gia vào các phản ứng như vậy, vi khuẩn có liên quan đến rất nhiều chu trình hoá sinh, các quá trình trao đổi chất và các chu trình trong đất và nước.

Kích cỡ nhỏ bé chỉ đo bằng micromet của vi khuẩn có ảnh hưởng rất lớn đến hoạt động trao đổi chất (metabolic) của chúng. Vi khuẩn có khả năng tiếp xúc với hoá chất ở môi trường. Với một tác nhân xúc tác phân chia cực kỳ nhỏ luôn hiệu quả hơn tác nhân xúc tác phân chia lớn hơn, vì vậy, vi khuẩn có thể làm cho các phản ứng xảy ra nhanh chóng hơn rất nhiều so với các tác nhân xúc tác là các vi sinh vật lớn hơn.

Một ví dụ điển hình của loại vi khuẩn autotrophic là *Gallionella*, cũng giống như các vi khuẩn autotrophic khác, vi khuẩn *Gallionella* sử dụng cacbon vô cơ và lấy năng lượng của nó bằng cách tham gia xúc tác phản ứng hoá học.

Do việc tiêu dùng và sản xuất nhiều loại khoáng chất mà các vi khuẩn autotrophic liên quan đến rất nhiều quá trình trao đổi địa hoá.

Loại vi khuẩn heterotrophic xuất hiện nhiều hơn vi khuẩn autotrophic. Chúng là các vi sinh vật chịu trách nhiệm chủ yếu cho việc phân huỷ chất hữu cơ ô nhiễm trong nước và trong các chất thải hữu cơ ở các hệ thống xử lý nước thải sinh học.

Vi khuẩn, vi trùng, nấm và tảo là những xúc tác sinh học cho một số quá trình hoá học trong nước và đất. Vi sinh vật có khả năng chuyển hoá một số hợp chất, đặc biệt là các chất hữu cơ có chứa cacbon, nitơ và photpho.

Các vi sinh vật còn liên quan chặt chẽ đến chu kỳ cacbon, chúng tham gia xúc tác các phản ứng hoá sinh quan trọng. Tảo quang hợp là các vi sinh vật có chứa nhiều cacbon hơn cả trong môi trường nước. Vi tảo tiêu thụ CO_2 làm độ pH của nước được tăng lên và do đó tạo điều kiện cho CaCO_3 và $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$ hình thành. Cacbon hữu cơ có chứa trong vi khuẩn được chuyển hoá thành dầu, than và than non hoá thạch. Các vi khuẩn phân huỷ cacbon hữu cơ từ sinh khối, xăng và các nguồn xenobiotic và cuối cùng chuyển nó vào không khí dưới dạng CO_2 .

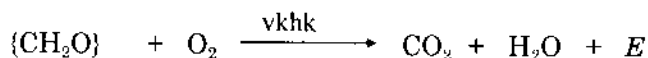
Vi sinh vật có khả năng trên được chia thành các tập đoàn: yếm khí hiếu khí tùy thuộc vào lượng oxi trong môi trường. Một số loài vi sinh vật lại có ý nghĩa về chỉ thị ô nhiễm nguồn nước.

Vi khuẩn (bacteria) là loại thực vật đơn bào không màu có kích thước từ 0,5 - 5,0 μm . Chúng có dạng hình que, hình cầu hoặc hình xoắn; tồn tại dạng đơn lẻ, dạng cặp hay liên kết thành mạch dài. Trong điều kiện thích hợp về dinh dưỡng và môi trường: oxi, nhiệt độ chúng sinh sản bằng cách tự nhân đôi với chu kì 15 - 30 phút.

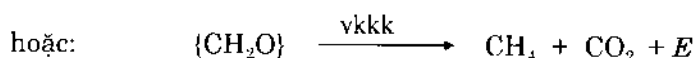
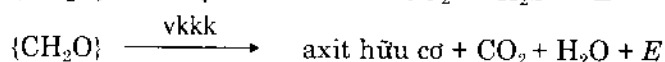
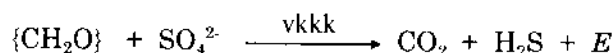
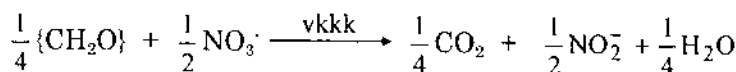
Vi khuẩn trong nước đóng vai trò quan trọng trong việc phân huỷ chất hữu cơ, hỗ trợ quá trình tự làm sạch nước tự nhiên. Tùy thuộc vào môi trường nước, vi khuẩn có thể chia thành hai nhóm :

1. Nhóm vi khuẩn dị dưỡng (heterotrophic) là vi khuẩn sử dụng các chất hữu cơ làm nguồn năng lượng và nguồn cacbon để thực hiện quá trình sinh tổng hợp. Có ba loại vi khuẩn dị dưỡng:

Vi khuẩn hiếu khí (aerobe): Cần oxi hoà tan khi phân huỷ chất hữu cơ để chúng sinh trưởng:



Vi khuẩn kỵ khí (anaerobes): Vi khuẩn kỵ khí chỉ hoạt động được trong môi trường hoàn toàn không có oxi, chúng sử dụng các chất như ion nitrat và ion sunfat thay thế cho oxi. Thông thường, phân tử oxi rất độc hại đối với các vi khuẩn kỵ khí:

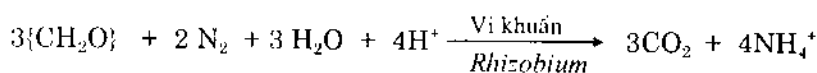


Vi khuẩn tuỳ nghi (facultative): Là loại vi khuẩn có thể phát triển trong điều kiện có oxi hoặc không có oxi tự do. Loại vi khuẩn này thường có mặt trong hệ thống xử lý nước thải. Nguồn năng lượng E giải phóng ra trong các trường hợp trên được sử dụng cho tổng hợp tế bào mới và một phần được thoát ra dưới tác dụng nhiệt.

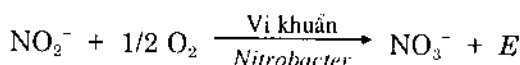
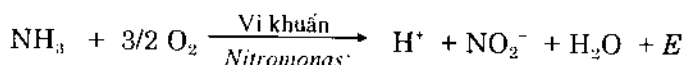
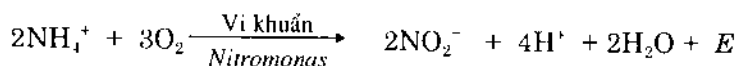
2. Nhóm vi khuẩn tự dưỡng (autotrophic): Là loại vi khuẩn có khả năng xúc tác cho phản ứng oxi hóa chất vô cơ để thu năng lượng và sử dụng khí CO_2 cho quá trình sinh tổng hợp.

Một số phản ứng chuyển hoá nitơ do vi khuẩn:

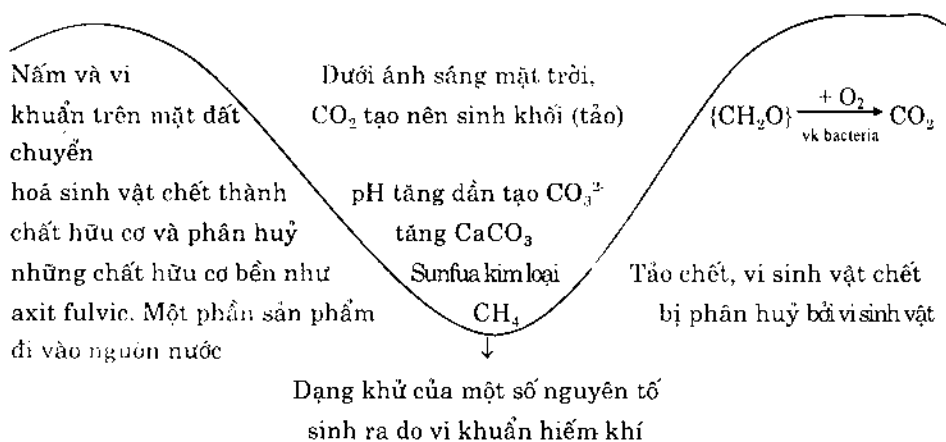
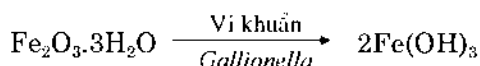
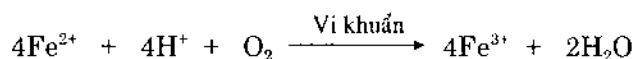
Phản ứng cố định nitơ:



Phản ứng nitrat hoá:



Trong tự nhiên còn có một số vi khuẩn như *Ferrobacillus*, *Gallionella*, *Sphaerotilus* đóng vai trò xúc tác cho việc chuyển hoá Fe^{2+} thành Fe^{3+} theo các phản ứng sau:



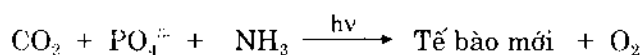
Hình 3.2: Quan hệ giữa vi khuẩn và hoá học của nước

(Nguồn Morel F. M. *M Principles of Aquatic Chemistry* New York, Wiley- Interscience 1983)

Nhìn chung các tế bào vi khuẩn này tồn tại và phát triển không cần chất hữu cơ, chúng chỉ cần CO_2 , nên ở những nơi có nhiều Fe, nhờ quá trình chuyển hóa trên lâu năm tạo thành mỏ quặng sắt.

+ Siêu vi trùng (vi rút), có kích thước 20 đến 100 nm, là loại kí sinh nội bào. Khi xâm nhập vào tế bào vật chủ nó thực hiện việc chuyển hoá tế bào để tổng hợp protein và axit nucleic của siêu vi trùng mới, do vậy nó gây cho người và động vật những bệnh hiểm nghèo.

Tảo thuộc loại sinh vật tự dưỡng, chúng sử dụng cacbonic hoặc bicacbonat làm nguồn cacbon, chúng sử dụng các chất dinh dưỡng vô cơ như photphat và nitơ để phát triển:



2. Những đặc điểm của nước

Nước là một trong số các chất lỏng dị thường nhất. Khối lượng phân tử của nước ở 20°C nhỏ hơn nhiều so với bất kỳ chất lỏng nào khác ở cùng nhiệt độ này, trừ hidroflorua. Đây là một tính chất dị thường vì ở điểm sôi xu hướng các phân tử chất lỏng muốn thoát ra để chuyển động tự do trong không gian, tức là dạng khí, nước lại bằng xu hướng của phân tử muốn tạo thành chất lỏng. Xu hướng chuyển thành dạng khí có liên quan chủ yếu đến khối lượng phân tử: Nếu các phân tử chất lỏng đều nhẹ hơn thì chúng có thể chuyển động trong không gian dễ dàng hơn các phân tử nặng hơn ở một nhiệt độ nào đó. Xu hướng các phân tử ở dạng khí tạo thành pha lỏng có liên quan chủ yếu tới tương tác giữa các phân tử với nhau trong pha lỏng.

Vì khối lượng của phân tử nước bằng 18 đ.v.C nên phân tử nước là một phân tử nhẹ, nhưng điểm sôi của nước là 100°C . Nếu so sánh nước với CH_4 trên quan điểm này thì thấy khối lượng phân tử của CH_4 bằng 16 đ.v.C, còn điểm sôi bằng $-161,5^{\circ}\text{C}$. Còn nếu so sánh với neon thì điểm sôi của neon là $-245,9^{\circ}\text{C}$ và khối lượng phân tử của nó là 20. Những số liệu này cho thấy điểm sôi của nước cao hơn rất nhiều so với các chất trên là các chất có khối lượng phân tử tương đương. Có thể làm một so sánh khác với những chất có điểm sôi tương tự của nước. Ví dụ so sánh với heptan: Điểm sôi của heptan là $98,4^{\circ}\text{C}$ tức là gần bằng của nước, nhưng khối lượng phân tử của heptan là 100,21, tức là bằng 5,6 lần khối lượng phân tử của nước. Những chất này thường được gọi là những chất không phân cực: cấu trúc của các phân tử này là đối xứng và các phân tử không tương tác mạnh với nhau. Mặt khác tương tác của phân tử nước trong nước lỏng mạnh hơn nhiều so với các chất này và đó là do có liên kết hidro giữa các phân tử nước. Điều này rất quan trọng khi xét đến các tính chất vật lí của nước cũng như tìm hiểu xem các phân tử và ion của các chất tan đã có mặt trong nước ra sao.

Khi nước đá nóng chảy thành nước thì thể tích giảm và tiếp tục giảm đến khi có nhiệt độ bằng $3,98^{\circ}\text{C}$. Hiện tượng này được giải thích như sau: ở nhiệt độ phòng thông thường chỉ có một số chất tồn tại ở dạng lỏng còn khi dùng một khoảng nhiệt độ rộng hơn nhiều, ví dụ, từ

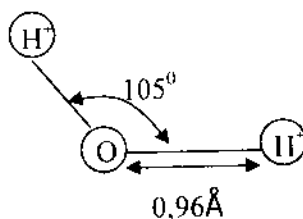
âm 100°C đến 2000°C thì số các chất ở dạng lỏng sẽ lớn hơn rất nhiều. Như vậy, rõ ràng nước là một trong số các chất lỏng dị thường nhất và nước có được bản chất đặc biệt là do nước chỉ chứa hidro và oxi và có liên kết hidro phân tử. Vì có liên kết hidro, nên nước có xu hướng rất dễ solvat được nhiều phân tử và ion và cũng giải thích vì sao nước có hằng số điện môi lớn.

Ta biết rất rõ là nước đá nhẹ hơn nước. Hiện tượng này là rất khác với đa số các chất rắn khác vì thường các chất rắn đều nặng hơn dạng lỏng và bị chìm vào dạng lỏng trong quá trình nóng chảy. Nhiệt dung riêng của nước cũng lớn hơn rất nhiều so với nhiều chất lỏng khác. Đó là vì một số liên kết hidro (chứ không phải tất cả) đã bị phá vỡ và một năng lượng đã bị tiêu thụ vào việc này. Khi bay hơi để tạo ra các phân tử nước riêng biệt (đơn độc) thì tất cả các liên kết hidro đều bị phá vỡ và năng lượng tiêu thụ vào đó sẽ lớn hơn rất nhiều. Nhưng có thể nói rằng khả năng đáng chú ý nhất của nước là nó hoà tan được nhiều chất. Nhiệt nóng chảy của nước đá và nhiệt bay hơi của nước lỏng đều rất lớn. Đó cũng là do các phân tử trong nước đều tương tác với nhau.

Nước hoà tan được nhiều chất điện li hơn so với nhiều chất lỏng khác và nước cũng hoà tan được một số chất hữu cơ “ưa nước”. Những tính chất dị thường này có thể giải thích bằng tính phân cực của các phân tử và liên kết hidro giữa các phân tử trong nước lỏng.

Các liên kết chủ yếu giữa các phân tử trong nước đá là liên kết hidro và khi nước đá nóng chảy thì một số liên kết bị phá vỡ và nước đã hoá lỏng. Nhưng tuy sự biến đổi các tính chất vật lí của nước đá và nước rất khác nhau, người ta vẫn cho rằng chỉ có 15% liên kết hidro của nước đá đã chuyển được từ rắn sang lỏng. Chúng ta đã biết, nước đá và nước rất khác nhau, nhưng sự khác biệt về liên kết chỉ là một lượng rất nhỏ. Vì thế có thể gọi nước đá là một chất lỏng có cấu trúc mạng lưới.

Nước có công thức phân tử H_2O là phân tử phân cực có mômen lưỡng cực cao. Các phân tử nước thường không tồn tại riêng rẽ mà tạo thành từng nhóm phân tử bởi liên kết hidro. Nghiên cứu nhiễu xạ tia X với các tinh thể nước cho thấy phân tử nước có cấu trúc như sau:



Mỗi phân tử nước đã được bao quanh bởi 4 phân tử nước khác tạo thành cấu trúc hình tứ diện.

Do khả năng tạo liên kết hidro phân tử làm cho nước có những tính chất vật lí không bình thường so với các hợp chất khác của các nguyên tố phân nhóm chính nhóm VI (O, S, Se, Te) là H_2S , H_2Se , H_2Te có cấu trúc tương tự H_2O .

+ Nước sôi ở $100^\circ C$ trong khi đó H_2S sôi ở $-60,75^\circ C$, H_2Se sôi ở $-41,5^\circ C$, H_2Te sôi ở () $1,8^\circ C$.

+ Nước hoà tan được nhiều chất, tuy nhiên có những chất dễ tan, một số chất ít tan hơn. Khi nồng độ chất tan càng lớn thì nhiệt độ sôi của dung dịch càng cao và nhiệt độ đóng băng càng thấp.

+ Nước có tỷ trọng cao nhất ở $4^\circ C$ là 1 g/ml , vì vậy băng nổi trên mặt nước, độ nhớt là $0,01 \text{ poazơ}$ ở $20^\circ C$, sức căng bề mặt lớn (73 dyn/cm^3 ở $20^\circ C$).

+ Nhiệt hoá hơi của nước rất lớn là 540 cal.g^{-1} góp phần quan trọng vào việc đảm bảo khí hậu ôn hoà.

+ Các khí tan trong nước phụ thuộc vào nhiệt độ, áp suất. Độ hoà tan của khí sẽ tăng khi nhiệt độ giảm và áp suất tăng. Giá trị của chúng có thể xác định thông qua hệ số hoà tan kĩ thuật λ ($\text{m}^3/\text{kg MPa}^{-1}$) hoặc thông qua hằng số Henry H (MPa/ kg. mol) thông qua định luật Henry:

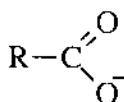
$$P_i = H \cdot a_i$$

trong đó: P_i - áp suất riêng phần của chất i ; H - hằng số Henry; a_i - nồng độ chất i trong chất lỏng.

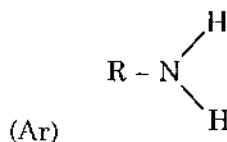
III. SỰ TẠO PHỨC CHẤT TRONG NƯỚC TỰ NHIÊN VÀ NƯỚC THẢI

Các ion kim loại trong nước thường liên kết với các phân tử nước dưới dạng các ion hidrat biểu thị bằng công thức chung là $M(H_2O)_x^{n+}$, để đơn giản H_2O thường được bỏ qua. Các phân tử khác trong nước có thể liên kết với các ion kim loại mạnh hơn phân tử nước. Đặc biệt, một ion kim loại trong nước có thể kết hợp với một ion hoặc một hợp chất có cung cấp các cặp electron cho ion kim loại. Những hợp chất như trên được gọi là chất cho điện tử, hay bazơ Lewis. Là một phối tử, nó liên kết với một ion kim loại để tạo nên một phức hợp hay một hợp chất phối trí (coordination compound) (hay ion).

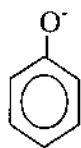
Trong nước có thể chứa những ion kim loại M^{n+} như: Fe^{2+} , Fe^{3+} , Cu^{2+} , Mn^{2+} , Cd^{2+} , Sr^{2+} , Ba^{2+} , Mg^{2+} ..., các hợp chất chelat, các hợp chất khác như pentanatri tripoliphotphat ($Na_5P_3O_{10}$), etylen diamin tetraaxetic (EDTA), natri xitrat, OH^- cùng một số nhóm chức của các chất hữu cơ có trong nước đóng vai trò phối tử trong phức chất của ion kim loại:



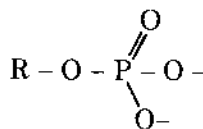
Nhóm cacboxylat



Nhóm amin (mạch thẳng và thơm)



Nhóm phenolat



Nhóm photphat

Các phức chất với kim loại đều ảnh hưởng tới tính chất của nước. Có thể ở nồng độ thấp (vi lượng) chúng có lợi cho dinh dưỡng, song ở nồng độ cao chúng lại là chất gây độc trong nước (ví dụ phức của ion Cu^{2+}).

Các phức với kim loại còn ảnh hưởng tới quá trình oxi hoá- khử, cân bằng hoá học và cân bằng sinh học trong nước. Ở đây người ta thường quan tâm tới các phức chất của axit humic và axit fulvic. Các phức này đã được các nhà hoá học phát hiện từ năm 1800, nhưng cấu trúc và đặc tính hoá học của chúng đến nay vẫn chưa xác định được chính xác. Chúng được tạo nên do quá trình phân huỷ thực vật, xuất hiện như một chất lắng trong đầm lầy hoặc lớp trầm tích của nước.

Sự tạo phức bởi các chất humic (mùn)

Nhóm các hợp chất quan trọng nhất có trong tự nhiên là các chất mùn (humic substances). Các chất mùn là những hợp chất không bị thoái biến trong quá trình phân huỷ các thực vật là các chất lắng đọng trong đất, đáy các đầm lầy, than bùn, than, than non, hay ở bất cứ nơi nào có chứa lượng lớn thực vật bị thối rữa. Các chất này thường được phân loại theo độ hoà tan. Một hợp chất có chứa các chất mùn được tách ra bằng bazơ mạnh và dung dịch còn lại được axit hóa, sẽ cho các sản phẩm sau:

- Bã thực vật không thể tách rời (nonextractable) được gọi là humin;
- Một chất kết tủa từ phân tách ra bị axit hoá, được gọi là axit humic;
- Một hợp chất hữu cơ còn lại trong dung dịch bị axit hoá gọi là axit fulvic.

Do tính chất phức hợp, hút ẩm, axit và bazơ mà cả hợp chất tan lẫn không tan đều có ảnh hưởng lớn đến tính chất của nước. Thông thường axit fulvic tan trong nước và phát huy ảnh hưởng của mình như các chất tan. Axit humic và humin không tan và ảnh hưởng đến chất lượng của nước thông qua việc trao đổi chất, như trao đổi cation hay các chất hữu cơ với nước.

Các hợp chất humic là hợp chất cao phân tử, có trọng lượng phân tử lớn. Trọng lượng phân tử dao động từ một vài trăm đối với axit fulvic đến hàng chục ngàn đối với axit humic và các hợp chất humin.

Liên kết của các ion kim loại bằng các chất mùn là một trong những tính chất môi trường quan trọng nhất của chất mùn. Liên kết này có thể tồn tại như một chelat giữa một nhóm cacboxyl và một nhóm hidroxy của phenol.

Các phức của axit fulvic với kim loại cũng đóng vai trò quan trọng trong môi trường nước tự nhiên. Chúng có thể lưu giữ một số ion kim loại như sắt, các hợp chất màu vàng trong nước, được gọi là Gelbstoffe và thường gắn liền với sắt tan.

Các chất mùn không tan, humin và axit humic, trao đổi cation với nước rất hiệu quả và có thể tích trữ được lượng lớn các kim loại. Than non giàu axit humic thường có xu hướng loại bỏ một vài ion kim loại ra khỏi nước.

Người ta đã đặc biệt chú ý đến các hợp chất mùn sau khi phát hiện ra trihalogenmetan (THM) như clorofom và đibromclometan) trong các nguồn cung cấp nước. Ngày nay người ta thấy rằng, các chất gây ung thư còn nhiều nghi ngờ này có thể được hình thành với sự xuất hiện của các hợp chất mùn trong quá trình tẩy uế nguồn nước uống của các đô thị bằng clo. Các hợp chất mùn tạo ra THM qua phản ứng với clo. Có thể giảm bớt sự hình thành của THM bằng cách loại bỏ càng nhiều càng tốt chất mùn trước khi khử trùng nước bằng clo.

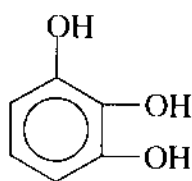
Như vậy, dựa vào độ tan của axit humic và axit fulvic người ta phân loại:

- Humin là những sản phẩm gốc thực vật không chiết được.
- Axit humic là sản phẩm kết tủa trong quá trình axit hoá.
- Axit fulvic là những chất hữu cơ còn lại trong dung dịch axit.

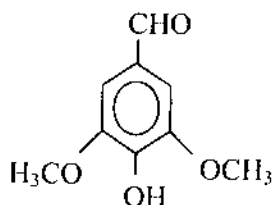
Các axit humic và axit fulvic có ảnh hưởng trực tiếp đến tính chất của nước như: tính tạo phức, tính hấp phụ, tính bazơ.

Axit humic và axit fulvic là các đại phân tử, có phân tử lượng từ vài ngàn tới 300 ngàn đơn vị cacbon, có cấu trúc không ổn định, chứa đồng thời nhiều nhóm chức axit yếu: cacbonyl, cacboxyl, hidroxy, phenol.

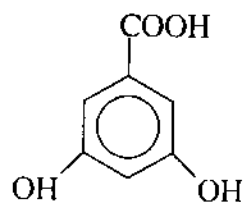
Các axit humic và axit fulvic chứa khoảng 45 - 55% C, 35 - 45% O, 3 - 6% H, 1 - 5% N và 0 - 1% S. Khi bị phân huỷ có thể cho một số sản phẩm sau:



Pyrogallol
(Benzen-1,2,3-triol)

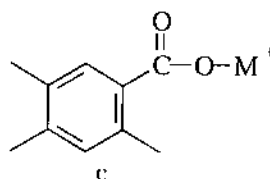
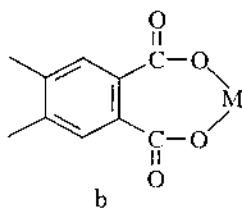
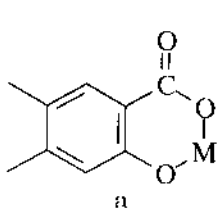


Andehit syring



Axit 3,5-dihidroxi
benzoic

Các axit humic và axit fulvic tạo các hợp chất chelat ion kim loại với nhóm chức cacboxyl và nhóm hidroxy của phenol:



- Sự tạo chelat giữa ion kim loại, M^{2+} với một nhóm cacboxyl và một nhóm hidroxy của phenol.
- Sự tạo chelat giữa ion kim loại với hai nhóm cacboxyl
- Sự tạo chelat giữa ion kim loại với một nhóm cacboxyl

Một trong những tính chất khá đặc thù của axit humic và fulvic là khả năng tạo phức với ion kim loại tạo thành hợp chất có độ tan rất thấp.

IV. SỰ Ô NHIỄM MÔI TRƯỜNG NƯỚC

1. Ảnh hưởng của nước thải đối với nguồn nước tiếp nhận

Nước đã tạo nên văn minh của nhân loại. Lịch sử văn minh của một bộ phận nhân loại chính là lịch sử con người đi theo quỹ đạo dòng nước- từ rừng núi ra sông, ra duyên hải và cuối cùng ra đại dương. Nhân loại ở thế kỷ 20 đã đứng trước nguy cơ căng thẳng về nguồn năng lượng

và vấn đề ô nhiễm môi trường. Vậy thế kỷ 21 nhân loại có thể đứng trước nguy cơ gì lớn hơn nữa? Nguy cơ nước sạch. Đó là nhận thức chung của các chuyên gia trên toàn thế giới. Nguy cơ thiếu nước có tính chất toàn cầu là do nguồn nước thải ngày một tăng đã ảnh hưởng trực tiếp đến nguồn nước tiếp nhận.

Dưới đây là một số ảnh hưởng chính do nước thải gây ra đối với nguồn nước tiếp nhận:

1. *Xuất hiện các chất nổi trên mặt nước hoặc có cặn lắng*: Các hiện tượng nhiễm bẩn này thường do nước thải từ các xí nghiệp chế biến thực phẩm hoặc nước thải sản xuất của các xí nghiệp có chứa dầu mỡ và các sản phẩm mỡ. Chúng tạo nên lớp màng dầu, mỡ nổi trên mặt nước và nếu cặn nặng thì lắng xuống đáy. Chúng làm cho nước có mùi vị đặc trưng và làm giảm lượng oxi trong nước nguồn. Với hàm lượng dầu 0,2 – 0,4 mg/l sẽ làm cho nước có mùi dầu. Khử mùi dầu là một việc làm khó khăn. Tôm, cá trong nước bị nhiễm bẩn do các sản phẩm dầu mỡ có tốc độ sinh trưởng chậm, thậm chí không sinh trưởng được và thịt của chúng có mùi dầu.

2. *Thay đổi tính chất lý học*: Nguồn nước tiếp nhận nước thải sẽ bị đục, có màu, có mùi do các chất thải đưa vào hoặc do sự phát triển của rong, rêu, tảo, sinh vật phù du... tạo nên.

3. *Thay đổi thành phần hoá học*: Tính chất hoá học của nguồn nước tiếp nhận sẽ bị thay đổi phụ thuộc vào loại nước thải đổ vào. Nguồn nước thải mang tính axit hoặc kiềm hoặc chứa nhiều loại hoá chất làm thay đổi thành phần và hàm lượng các chất có sẵn trong thủy vực.

4. *Lượng oxi hoà tan trong nước bị giảm*: Hàm lượng oxi hoà tan trong nguồn nước tiếp nhận bị giảm là do tiêu hao oxi để oxi hoá các chất hữu cơ do nước thải đổ vào. Hiện tượng giảm oxi hoà tan ($< 4 \text{ mg/l}$) trong nước gây ảnh hưởng xấu cho các loài thủy sinh vật.

5. *Xuất hiện hoặc làm tăng các loại vi khuẩn gây bệnh*: Nước thải kéo theo các loài vi khuẩn gây bệnh vào nguồn nước tiếp nhận làm suy

giảm chất lượng nước cấp cho các mục đích trong đó đặc biệt là mục đích sinh hoạt.

Tóm lại, nước thải nếu bị lưu đọng xử lý chưa đạt yêu cầu sẽ gây ô nhiễm môi trường, đặc biệt đối với nguồn nước tiếp nhận, hậu quả kéo theo gây tác động xấu đến vệ sinh môi trường và sức khỏe con người.

2. Nguồn gốc và thành phần gây ô nhiễm nước

- Sự ô nhiễm môi trường nước là sự thay đổi thành phần và tính chất của nước gây ảnh hưởng tới hoạt động sống bình thường của con người, sinh vật, đến sản xuất công nghiệp, nông nghiệp, thủy sản.

- Nguồn gốc gây ô nhiễm nguồn nước có thể là do tự nhiên hay nhân tạo:

+ Sự ô nhiễm có nguồn gốc tự nhiên là do mưa, tuyết tan, lũ lụt, gió bão... hoặc do các sản phẩm hoạt động sống của sinh vật, kể cả các xác chết của chúng.

+ Sự ô nhiễm nhân tạo chủ yếu do nguồn nước thải từ các vùng dân cư, khu công nghiệp, hoạt động giao thông vận tải, do sử dụng thuốc trừ sâu, diệt cỏ và phân bón trong nông nghiệp vào các nguồn nước sẵn có.

- Các chất gây ô nhiễm nước bao gồm các chất vô cơ, chất hữu cơ, các hoá chất khác, ô nhiễm vi sinh vật, ô nhiễm nhiệt, ô nhiễm cơ học hay vật lí, ô nhiễm phóng xạ...

3. Hiện tượng nước bị ô nhiễm

Màu sắc: Nước sạch trong suốt và không màu. Nếu bề đáy của nước rất lớn ta có cảm giác nước màu xanh nhẹ, đó là do sự hấp thụ chọn lọc các bước sóng nhất định của ánh sáng Mặt Trời. Nước có màu xanh đậm, hoặc có váng trắng chứng tỏ trong nước có nhiều chất phú dưỡng hoặc các thực vật nổi phát triển quá mức và sản phẩm phân hủy thực vật đã chết.

Sự phân huỷ các chất hữu cơ làm xuất hiện axit humic và fulvic (mùn) hoà tan làm nước có màu vàng. Nước thải các khu công nghiệp có

nhiều màu sắc khác nhau. Khi nước bị ô nhiễm có màu sẽ cản trở sự truyền ánh sáng Mặt Trời vào nước, làm ảnh hưởng tới hệ sinh thái nước. Nếu là màu do hoá chất gây nên sẽ rất độc đối với sinh vật sống trong nước.

Mùi vị: Nước sạch không có mùi, vị. Nước có mùi vị khó chịu là nước bị ô nhiễm. Nguyên nhân của sự ô nhiễm là do sản phẩm phân huỷ các chất hữu cơ trong nước hoặc do nguồn nước thải có chứa những chất khác nhau, ví dụ: mùi phân $C_8H_5NHCH_3$, mùi trứng thối H_2S , mùi hôi của mercaptan: CH_3SH , $CH_3(CH_2)_3SH$, mùi cá ươn của amin: CH_3NH_2 , $(CH_3)_2NH$, $(CH_3)_3N$, mùi thịt thối của diamin $NH_2-(CH_2)_1-NH_2...$

Độ đục: Nước tự nhiên sạch thường không chứa các chất rắn lơ lửng nên trong suốt và không màu. Độ đục do các chất lơ lửng gây ra, chúng có kích thước rất khác nhau, từ dạng những hạt keo đến những thể phân tán thô. Những hạt vật chất gây đục thường hấp phụ những kim loại nặng, cùng các vi sinh vật gây bệnh. Nước đục còn ngăn cản quá trình chiếu ánh sáng của Mặt Trời xuống đáy thuỷ vực làm giảm quá trình quang hợp và nồng độ oxy hoà tan trong nước.

Nhiệt độ: Nhiệt độ của nước tự nhiên phụ thuộc vào điều kiện khí hậu, thời tiết hay môi trường khu vực. Nhiệt độ nước thải công nghiệp đặc biệt là nước thải của nhà máy nhiệt điện, nhà máy điện hạt nhân, thường cao hơn từ 10- 25°C so với nước thường.

Nước nóng có thể gây ô nhiễm hoặc có lợi tùy theo mùa và vị trí địa lí. Vùng có khí hậu ôn đới nước nóng có tác dụng xúc tiến sự phát triển của vi sinh vật và các quá trình phân huỷ. Nhưng ở những vùng nhiệt đới nhiệt độ cao của nước ở sông hồ sẽ làm thay đổi quá trình sinh, hoá, lí học bình thường của hệ sinh thái nước, giảm lượng oxy tan vào nước và tăng nhu cầu oxy của cá lên 2 lần. Một số loài sinh vật không chịu được nhiệt độ cao sẽ chết hoặc phải di chuyển đi nơi khác, nhưng có một số loài khác lại phát triển mạnh ở nhiệt độ thích hợp.

Chất rắn trong nước: Gồm hai loại là chất rắn lơ lửng và chất rắn hoà tan. Tổng hai loại chất rắn trên gọi là tổng chất rắn trong nước.

Chất rắn lơ lửng là phần chất rắn không bị hoà tan có kích thước từ 10^{-1} - 10^{-2} μm như khoáng sét, bùn, than, mùn... Các chất rắn lơ lửng làm cho nước đục, thay đổi màu sắc và các tính chất khác.

Chất rắn hoà tan mắt thường không nhìn thấy được thường làm cho nước có mùi, vị khó chịu, đôi khi cũng làm cho nước có màu. Đó là chất khoáng vô cơ, hữu cơ như các muối clorua, cacbonat, nitrat, photphat... Nguồn nước có hàm lượng chất rắn cao không dùng được trong công nghiệp và trong sinh hoạt.

Chất keo: Các tương tác quan trọng nhất giữa các chất tan trong dung dịch nước và các chất ở các pha khác thường xuất hiện với các chất kết dính (chất keo). Các chất keo là các vật chất rất nhỏ có đường kính từ 0,001 micromét (μm) đến 1 μm . Các chất keo có ảnh hưởng lớn đến môi trường hoá học của nước. Vì nhỏ nên chất keo tồn tại lơ lửng trong nước, điều này cho phép chúng tiếp xúc tối đa với nước và các chất tan có thể hoà tan trong nước. Đối với các vi sinh vật trong nước, các chất độc hại dưới dạng keo có sẵn hơn nhiều so với các chất dưới dạng rắn (bulk form). Do vậy, cần phải có các biện pháp đặc biệt để loại bỏ các chất keo ra khỏi nước. Thông thường, các biện pháp xử lý hoá học được áp dụng, theo hướng qui tụ các chất keo lại với nhau, quá trình này được gọi là sự kết tụ hay sự keo tụ (coagulation- flocculation), sau đó chúng được lọc ra thông qua quá trình thanh lọc.

Độ cứng của nước: Trong các cation có ở hầu hết các hệ thống nước sạch, ion canxi thường có nồng độ cao nhất và có ảnh hưởng lớn nhất đối với hoá học môi trường nước, cũng như việc sử dụng và xử lý nước. Tính chất hoá học của canxi, mặc dù cũng khá phức tạp, nhưng vẫn đơn giản hơn tính chất hoá học của các ion kim loại chuyển tiếp trong nước. Canxi là một nguyên tố quan trọng trong các quá trình địa hoá. Các khoáng chất tạo thành các nguồn ion canxi chủ yếu trong nước. Các khoáng chất chủ yếu góp phần tạo ra ion canxi là thạch cao: $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, CaSO_4 , dolomit: $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$, aragonit, vốn là các dạng khác nhau của CaCO_3 .

Canxi xuất hiện trong nước là do sự cân bằng giữa canxi và các hợp chất magie cacbonat cùng với CO_2 tan trong nước, khí này có được

từ không khí hay các chất hữu cơ bị thối rữa trong các chất cặn. Nước chứa lượng lớn cacbon đioxit sẽ hoà tan nhanh chóng canxi từ các hợp chất cacbonat.

Nồng độ của CO_2 trong nước quyết định độ hoà tan của canxi cacbonat. Lượng cacbon đioxit mà nước có được nhờ vào sự cân bằng với không khí không đủ để tạo ra canxi hoà tan trong nước tự nhiên, đặc biệt là nước ngầm. Thay vào đó, hoạt động hô hấp của vi sinh vật phân huỷ các chất hữu cơ trong nước, trong các chất cặn và đất sẽ cung cấp lượng CO_2 cần thiết để hoà tan CaCO_3 trong nước. Đây là một yếu tố hết sức quan trọng trong các chu trình hoá học môi trường nước và các quá trình chuyển hoá địa hoá.

Ion canxi, cùng với ion magie, đôi khi là ion sắt (II), quyết định độ cứng của nước. Minh họa điển hình nhất về độ cứng của nước là kết tủa vón cục của phản ứng giữa xà phòng, một loại muối Na hoà tan của một dạng axit béo chuỗi dài, với ion canxi trong nước cứng. Nhiệt độ tăng có thể làm cho phản ứng này xảy ra bằng cách giải phóng khí CO_2 và chất kết tủa trắng của canxi cacbonat có thể hình thành trong nước sôi có độ cứng tạm thời.

Do sự có mặt của các muối, chủ yếu là các muối canxi và muối magie, nước cứng không gọi là nước ô nhiễm vì không gây hại cho sức khoẻ con người. Nhưng độ cứng của nước lại có ảnh hưởng lớn đến sản xuất công nghiệp như đóng cặn trong nồi hơi do tạo kết tủa với các ion Ca^{2+} , Mg^{2+} ; pha chèn không ngấm, làm giảm tác dụng của chất tạo bọt trong xà phòng.

Độ cứng của nước được phân biệt như sau:

Độ cứng tạm thời (Temporary hardness) do muối hydrocacbonat của canxi và magie tạo nên, khi đun nước sôi độ cứng tạm thời sẽ mất, do tạo kết tủa CaCO_3 và MgCO_3 .

Độ cứng vĩnh cửu của nước do các muối sunfat, clorua của canxi và magie tạo nên. Ngoài ra một số các cation kim loại khác như: Al^{3+} , Fe^{3+} ...

cũng làm tăng độ cứng của nước, độ cứng vĩnh cửu thường rất khó loại trừ.

Độ dẫn điện: Muối tan trong nước khi tồn tại ở dạng ion sẽ làm cho nước dẫn điện. Khả năng dẫn điện của nước phản ánh hàm lượng các chất rắn tan trong nước (ở một nhiệt độ nhất định).

Độ axit: Đối với các nguồn nước tự nhiên, độ axit được định nghĩa là hàm lượng của các chất có trong nước có khả năng tham gia phản ứng với kiềm mạnh. Nước axit thường rất ít gặp trừ trường hợp bị ô nhiễm nặng. Độ axit của nước thường do sự có mặt của các axit yếu như là H_2PO_4^- , CO_2 , H_2S , các protein, các axit béo và các ion kim loại có tính axit, đặc biệt là ion Fe^{3+} . Độ axit khó xác định hơn độ kiềm, lý do là hai hợp chất chủ yếu tác động đến tính axit là CO_2 và H_2S đều là chất tan dễ bay hơi và biến mất trong mẫu thử. Cất và lưu giữ các mẫu nước đại diện để phân tích các khí này thường rất khó.

Thuật ngữ axit vô cơ tự do (free mineral acid) được dùng cho các axit mạnh trong nước như H_2SO_4 và HCl . Nước axit trong các hầm mỏ có chứa rất nhiều axit vô cơ. Trong khi nồng độ axit được xác định bằng việc chuẩn độ với bazơ đến điểm cuối phenolphthalein ($\text{pH} = 8,2$, khi cả axit mạnh và yếu đều được trung hoà), thì axit vô cơ tự do được xác định bằng việc chuẩn độ với bazơ đến điểm cuối methyl da cam ($\text{pH} = 4,3$, khi chỉ có axit mạnh được trung hoà).

Độ axit của một số ion hydrat kim loại cũng có thể làm tăng tính axit của nước. Để ngắn gọn, ion H_3O^+ được viết tắt đơn giản thành H^+ và H^+ nhận nước được bỏ qua.

Độ axit của nước có nguồn gốc khác nhau do quá trình thuỷ phân, oxi hoá khoáng vật và chất hữu cơ, hoạt động vi sinh, lắng đọng từ khí quyển, nước thải từ các hoạt động công nghiệp, sự hoà tan của khí CO_2 . Khí CO_2 hoà tan vào nước là nguồn chính đóng góp vào độ axit của nước.

Độ kiềm (alkalinity): Được định nghĩa là hàm lượng các chất có trong nước có khả năng phản ứng với axit mạnh.

Độ kiềm rất quan trọng trong việc xử lý nước và trong môi trường hoá sinh của các loại nước tự nhiên. Thông thường người ta cần phải xác định được nồng độ kiềm để tính toán khối lượng các hoá chất cần thêm vào khi xử lý nước. Nước có tính kiềm cao thường có độ pH cao và chứa lượng chất rắn hoà tan cao. Tính chất này của nước có thể có hại đối với các dụng cụ đun nước, việc sản xuất thức ăn và các hệ thống nước ở thành phố. Độ kiềm có tác dụng như một dung dịch đệm (buffer solution) và là nguồn cung cacbon vô cơ, vì vậy góp phần quyết định khả năng của nước trong việc trợ giúp cho sự phát triển của tảo và các loài sinh vật sống dưới nước khác. Các nhà sinh học cũng sử dụng độ kiềm làm thước đo chất lượng của nước (fertility). Nhìn chung, các khoáng chất chính quyết định tính kiềm trong nước là ion bicacbonat, ion cacbonat và ion hidroxit.

Ngoài ra còn có các hoá chất khác ảnh hưởng đến độ kiềm của nước là amoniac và các bazơ liên hợp của photphoric, silicic, boric và các axit vô cơ. Cũng cần phải phân biệt giữa độ bazơ cao, được xác định bằng độ pH tăng, và độ kiềm cao, khả năng nhận H^+ . Trong khi pH chỉ *cường độ* (intensity) thì độ kiềm chỉ *khả năng* (capacity). Việc dùng phèn nhôm, $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$ làm chất kết tụ là một ví dụ cho tầm quan trọng của tính kiềm trong việc xử lý nước. Ion nhôm hidrat là một axit khi có nước sẽ kết hợp với bazơ tạo ra nhôm hidroxit kết tủa. Phản ứng này khử kiềm trong nước. Đôi khi cũng cần bổ sung thêm kiềm để ngăn chặn việc nước trở nên quá axit.

Độ kiềm có đơn vị là $CaCO_3$ mg/l dựa theo phản ứng trung hoà axit. Trọng lượng tương đương của canxi cacbonat bằng 1/2 trọng lượng theo công thức của nó vì chỉ cần 1/2 phân tử $CaCO_3$ để trung hoà 1 ion H^+ . Tuy nhiên thể hiện độ kiềm bằng mg $CaCO_3$ /l có thể dẫn đến nhầm lẫn nên đương lượng/l (equivalents/l) là đơn vị ưa dùng hơn của các nhà hoá học.

Đối với nước tự nhiên, độ kiềm của nước phụ thuộc chủ yếu vào hàm lượng các muối cacbonat, hidrocaacbonat của các kim loại kiềm và kiềm thổ, trong trường hợp này pH của nước thường $\geq 8,3$.

V. CÁC CHỈ TIÊU ĐÁNH GIÁ VÀ PHƯƠNG PHÁP CHUNG XÁC ĐỊNH MỘT SỐ TÁC NHÂN GÂY Ô NHIỄM NƯỚC

1. Phương pháp phân tích môi trường nước

Phân tích toàn diện và chính xác một mẫu nước là một quá trình phức tạp, đòi hỏi nhiều thời gian, phải sử dụng các phương pháp phân tích hoá lí, vật lí, sinh học và y học khác nhau. Ngay trong các phương pháp hoá lí cũng tùy từng chỉ tiêu mà chọn phương pháp phân tích quang học hay điện hoá để cho phương pháp trở nên đơn giản, nhanh và chính xác, không bị các chất khác có lẫn trong nước gây cản trở.

Việc phân tích đánh giá chất lượng nước tùy thuộc vào từng loại nước mà có yêu cầu khác nhau. Chẳng hạn để đánh giá chất lượng của mẫu nước thiên nhiên cần khảo sát một số chỉ tiêu chủ yếu sau:

* Xác định các thông số vật lí và cảm quan như: nhiệt độ, mùi vị, độ đục, màu sắc, khối lượng riêng, độ dẫn điện riêng... Để xác định những chỉ tiêu này thường phải thực hiện ngay sau khi lấy mẫu, phương pháp xác định cũng đơn giản, nhanh.

* Xác định thành phần hoá học của nước bao gồm xác định các chỉ tiêu sau:

- Hàm lượng các chất lơ lửng (mg/l).
- Cặn sau khi cô cạn mẫu đến khô và bã còn lại sau khi nung ở nhiệt độ cao (mg/l).
- Độ oxi hoá: Hàm lượng của oxi hoà tan (DO), nhu cầu oxi hoá hoá học (COD), nhu cầu oxi sinh hoá (BOD).
- Độ pH, độ axit và độ kiềm của nước.
- Độ cứng của nước.
- Hàm lượng các ion vô cơ đa lượng: Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , Na^+ , Fe^{2+} , Fe^{3+} , Al^{3+} , Mn^{2+} , Cl^- , SO_4^{2-} , NO_3^- , NO_2^- , NH_4^+ , PO_4^{3-} ...
- Hàm lượng các ion kim loại nặng: Cu^{2+} , Pb^{2+} , Hg^{2+} , Cr (III), Cr (VI), Cd^{2+} và As (III), As (V)...
- Hàm lượng các hợp chất chứa nitơ: muối amoni, nitrat, nitrit...

- H_2S và các muối sunfua.
- Hàm lượng các chất như: CO_2 , HCO_3^- , CO_3^{2-} , SiO_2 .

Đối với nước sinh hoạt còn phải xác định vi khuẩn và vi trùng.

Phân tích nước thải: Thành phần nước thải khác xa thành phần nước thiên nhiên, vì thế việc phân tích nước thải lại theo một qui trình khác. Mẫu nước thải thường phải được phân tích ngay trong ngày lấy mẫu. Các chỉ tiêu cần xác định khi phân tích nước thải là: nhiệt độ, màu sắc, mùi vị, độ đục, độ pH, lượng kết tủa, độ bền tương đối của nước, các chất lơ lửng, lượng còn lại sau khi cô, độ axit và độ kiềm, các chất làm nước có mầu, các chất độc, các chất gây ô nhiễm: sắt, đồng, coban, niken, thuỷ ngân, bari, sunfit, thioxianat, xianua, các loại phenol, andehit, ancoloit, chất béo, dầu mỡ...

Khi phân tích mẫu nước cần đặc biệt chú ý một số điểm sau:

- Phải lấy và bảo quản mẫu nước đúng qui cách và tuân thủ nghiêm ngặt quy tắc lấy mẫu và bảo quản mẫu. Nếu lấy mẫu và bảo quản sai qui định thì dù phương pháp phân tích có chính xác đến đâu, kết quả thu được cũng không có giá trị. Ví dụ, khi phân tích các chỉ tiêu như nhiệt độ, pH và các khí hoà tan (O_2 , CO_2 , H_2S , Cl_2 ...) cần xác định ngay sau khi lấy mẫu. Khi phân tích các nguyên tố vi lượng như Cd, Mn, Cu, Pb... phải đựng mẫu trong bình polietylen sạch và ngay sau khi lấy mẫu phải thêm vào mỗi lít nước 5 ml HNO_3 đặc (loại tinh khiết hoá học) và tiến hành phân tích ngay để tránh hiện tượng các kim loại có thể bị hấp thụ lên thành bình (đặc biệt là bình thuỷ tinh).

- Phải chọn phương pháp phân tích thích hợp. Tùy thuộc vào yêu cầu và mục đích phân tích cũng như hàm lượng của chất cần phân tích mà chọn phương pháp phân tích cho thích hợp.

- + Nếu chất phân tích là đa lượng, người ta thường dùng phương pháp chuẩn độ như phương pháp complexon, oxi hoá- khử.

- + Nếu hàm lượng chất phân tích nhỏ, người ta thường dùng các phương pháp phân tích hoá lí như phương pháp phổ hấp thụ phân tử, phổ huỳnh quang, phổ hấp thụ nguyên tử, các phương pháp điện hoá như cực phổ sóng vùng, cực phổ xung, cực phổ hỗn hống dùng cực giọt

thủy ngân treo, cực phổ von-ampe hoà tan dùng cực rắn quay... Với mỗi chỉ tiêu phân tích có thể có nhiều phương pháp, việc chọn phương pháp nào là tùy thuộc vào thực tế của phòng thí nghiệm, cũng như lượng mẫu nước hiện có và hàm lượng các chất cần xác định.

- Phải sử dụng đúng các dụng cụ và hoá chất có độ tinh khiết yêu cầu. Ví dụ: khi phân tích các hợp phần có hàm lượng các kim loại nặng rất thấp mà xử lý mẫu hoặc khi phân tích ta dùng các loại hoá chất không tinh khiết thì lượng kim loại nặng có trong hoá chất đưa vào đôi khi gấp hàng chục, hàng trăm lần lượng cần xác định và như vậy việc phân tích trở nên hoàn toàn vô nghĩa. Ngoài ra khi phân tích các nguyên tố vi lượng mà độ nhạy của các máy đo không đạt, nhiều người dùng tuy tiện cô cạn một thể tích lớn nước để làm giàu nguyên tố cần xác định. Điều này thường gây sai số trăm trọng, trong đó nhiều nguyên tố bay hơi khi cô cạn, mặt khác khi cô cạn dung dịch axit, cốc thuỷ tinh dễ bị ăn mòn làm tan vào nước nhiều nguyên tố vi lượng có trong thuỷ tinh; ngoài ra khi cô cạn trong bầu khí quyển không sạch, nhiều nguyên tố có trong không khí như chì, kẽm, đồng... sẽ rơi vào nước. Vì vậy, để làm giàu người ta không cô cạn mẫu nước mà thường dùng các phương pháp làm giàu như chiết, sắc ký.

2. Phương pháp xác định các chỉ tiêu vật lí của nước

Màu sắc: Màu sắc của nước thường được xác định bằng phương pháp so màu với các dung dịch chuẩn, sau khi đã lọc bỏ các chất không tan.

Mùi vị: Để đánh giá mức độ mùi của nước, người ta dùng phương pháp pha loãng cho đến khi không cảm nhận được mùi nữa. Ví dụ khi nói nước có độ mùi là 2; 8; 10; 25; 50... tức là ta phải pha loãng một lượng nước sạch tương ứng bằng 2; 8; 10; 25; 50... lần để nước không có mùi nữa. Vị của nước cũng được đánh giá tương tự như mùi.

Độ đục: Được xác định bằng phương pháp so độ đục của nước với độ đục của một thang chuẩn, hoặc bằng máy đo độ đục. Thang đo độ đục có đơn vị NTU, được xác định theo phương pháp hoá lí bằng công thức:

1 NTU = 5% (lgA + 100 ml H₂O) + 5% (10 g B + 100 ml H₂O) + 90% H₂O

trong đó: A là hidrazin sunfat; B là hexametylen tetramin.

Độ đục của nước dùng ăn uống cho phép dưới 5 NTU.

Nhiệt độ: Thường được xác định bằng nhiệt kế.

Chất rắn trong nước: Để xác định tổng hàm lượng các chất rắn tan trong nước (gồm chất rắn lơ lửng và chất rắn hoà tan), người ta dùng giấy lọc bằng xanh để lọc nước loại bỏ những phần tử không tan lơ lửng trong nước. Lấy 250 ml nước đã lọc, đun trên bếp cách thủy đến cạn khô, sau đó sấy cạn ở 108°C, đem cân cạn và tính tổng hàm lượng chất rắn tan trong nước ra mg/l.

Độ dẫn điện của nước: Đơn vị đo là milisimen (mS) trên một mét nước. Độ dẫn điện của mẫu nước được so với độ dẫn điện của dung dịch chuẩn KCl. Ở một nhiệt độ nhất định, nếu nồng độ KCl khác nhau, độ dẫn điện sẽ khác nhau. Ví dụ: ở 25°C dung dịch KCl 0,001M có độ dẫn điện là 141 mS/m. Dung dịch KCl 0,05M có độ dẫn điện là 666,8 mS/m.

3. Phương pháp xác định các chỉ tiêu hoá học của nước

a Xác định độ cứng của nước

Độ cứng của nước thường được xác định bằng phương pháp chuẩn độ hoặc tính toán theo hàm lượng canxi, magie trong nước.

Độ cứng thường được biểu thị bằng CaCO₃ (mg/l), có thể phân loại độ cứng của nước như sau:

Độ cứng của nước	Hàm lượng CaCO ₃ (mg/l)
Nước mềm	< 50
Nước cứng trung bình	~ 150
Nước quá cứng	> 300

Bằng phương pháp chuẩn độ để xác định độ cứng của nước: Dùng phương pháp chuẩn độ complexon với dung dịch đệm NH₃ + NH₄Cl có pH ~ 10 bằng chỉ thị eriocrom đen T. Dùng EDTA (EtylenDiaminTetraAxetic) chuẩn độ canxi và magie. Điểm tương đương

đạt được khi màu của dung dịch chuẩn chuyển từ màu đỏ rượu nho sang màu xanh của chai.

Độ cứng của nước xác định theo công thức:

$$\text{CaCO}_3 \text{ (mg/l)} = V_{\text{EDTA}}^{\text{ml}} \cdot N_{\text{EDTA}} \cdot 1000 / V_{\text{mẫu nước}}^{\text{ml}}$$

b. Xác định độ axit

* **Độ axit:** Là hàm lượng của các chất có trong nước tham gia phản ứng với dung dịch kiềm (KOH hay NaOH). Độ axit được tính bằng mdlg/l .

- Độ axit toàn phần (m) ($\text{pH} < 4,5$): Lấy 100 ml mẫu nước cho vào bình tam giác dung tích 250 ml, thêm vào 2- 3 giọt metyl da cam và tiến hành chuẩn độ bằng dung dịch NaOH 0,01M đến khi dung dịch chuyển từ màu đỏ sang màu vàng hết a ml. Nếu dùng máy đo pH thì chuẩn độ đến $\text{pH} = 4,5$:

$$m = \frac{a \cdot 0,01 \cdot 1000}{100} = 0,1a \text{ (mldlg/l)}$$

- Độ axit toàn phần (p) ($\text{pH} = 8,3$): Lấy 100 ml mẫu nước cho vào bình tam giác 250 ml, thêm vào 2- 3 giọt phenolphthalein và chuẩn độ bằng dung dịch NaOH 0,01M đến khi dung dịch xuất hiện màu hồng hết b ml. Nếu dùng máy đo pH thì kết thúc chuẩn độ khi $\text{pH} = 8,3$:

$$p = \frac{b \cdot 0,01 \cdot 1000}{100} = 0,1b \text{ (mldlg/l)}$$

* **Độ kiềm:** Là hàm lượng của các chất có trong nước tham gia phản ứng với dung dịch axit mạnh (HCl). Độ kiềm được biểu diễn bằng số mili đương lượng gam axit tiêu tốn ứng với 1 lít nước.

- Độ kiềm tự do (m): Lấy 100 ml mẫu nước, sau đó chuẩn độ bằng dung dịch HCl 0,01M với chỉ thị phenolphthalein đến khi mất màu hồng hết a ml. Nếu dùng máy đo pH thì kết thúc chuẩn độ khi $\text{pH} = 8,3$:

$$m = \frac{a \cdot 0,01 \cdot 1000}{100} = 0,1a \text{ (mldlg/l)}$$

- Độ kiềm toàn phần (p): Lấy 100 ml mẫu nước thổi một luồng không khí sạch qua trong vài phút, đem chuẩn độ bằng dung dịch HCl 0,01M với chỉ thị metyl da cam đến khi chuyển từ màu vàng sang màu da cam hết b ml. Nếu dùng máy đo pH thì chuẩn độ đến pH = 4,5.

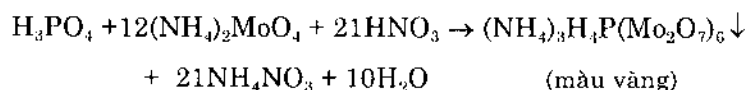
$$p = \frac{b \cdot 0,01 \cdot 1000}{100} = 0,1b \text{ (mldlg/l)}$$

c. Các anion trong nước

Trong nước thường có một số ion vô cơ như: Cl^- , NO_3^- , NO_2^- , SO_4^{2-} , HSO_4^- , PO_4^{3-} , S^{2-} ..., để xác định chúng thường dùng các phương pháp phân tích hoá học phổ biến như: phương pháp thể tích, phương pháp đo quang, phương pháp so màu, phương pháp trọng lượng, phương pháp cực phổ...

* Xác định ion photphat (PO_4^{3-}):

- Phương pháp so màu: Đây là một trong những nguồn dinh dưỡng cho thực vật dưới nước, gây ô nhiễm và góp phần thúc đẩy hiện tượng phú dưỡng trong môi trường nước của ao hồ. Ion PO_4^{3-} và molipđat trong môi trường axit phản ứng tạo thành kết tủa vàng amoniphotpho molipđat:



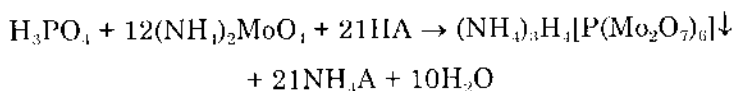
Muối này có tính oxi hoá, dễ bị khử bởi hidrazinsunfat, benzidin, kẽm, thiếc (II) clorua... tạo ra màu xanh molipđen đặc trưng. Cường độ màu phụ thuộc vào hàm lượng photphat có trong dung dịch. Dem so màu với thang chuẩn trên máy so màu, ta xác định được hàm lượng photphat có trong mẫu.

Chú ý: Các ion Al^{3+} , NH_4^+ , Cd^{2+} , Cr^{3+} , Cu^{2+} , Ca^{2+} ... ảnh hưởng đến việc xác định hàm lượng photphat.

- Phương pháp trắc quang: Phép đo phổ hấp thụ phân tử UV – Vis

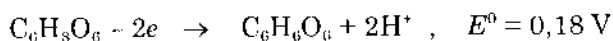
Phương pháp xác định hàm lượng PO_4^{3-} - P vô cơ dựa trên sự thay đổi cường độ màu xanh molipđen tạo thành khi khử phức dị đa

amoniphotphomolipdat trong môi trường axit. Phức này là sản phẩm của phản ứng:



Phức này có tính oxi hoá sẽ bị khử bởi các chất khử như Fe^{2+} , Sn^{2+} , axit ascorbic cho ta hỗn hợp các oxit molipdat khác nhau: $\text{Mo}_8\text{O}_{23} \cdot 8\text{H}_2\text{O}$, $\text{Mo}_4\text{O}_{11} \cdot \text{H}_2\text{O}$, $\text{Mo}_2\text{O}_5 \cdot \text{H}_2\text{O}$, có màu xanh molipden. Trong dung dịch hỗn hợp các oxit molipdat tồn tại ở trạng thái keo, bị hấp thụ bởi các chất bề mặt. Vì vậy, khi đo quang không lọc chiết dung dịch màu.

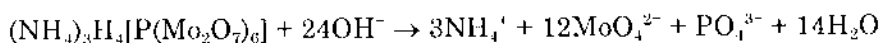
Nếu dùng axit ascorbic làm chất khử thì sơ đồ phản ứng khử như sau:



Axit ascorbic Axit dehidroascorbic

Quá trình khử MoO_4^{2-} xuống molipden có hoá trị thấp hơn được tiến hành trong môi trường axit (theo Đonhigior thì xanh molipden là hợp chất của molipden có hoá trị IV và hoá trị VI với axit photphoric $[(\text{MoO}_2 \cdot 4\text{MoO}_3)_2 \cdot \text{H}_3\text{PO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}]$ – cũng có giả thiết “xanh molipden” là dung dịch keo của molipden hoá trị V và VI).

Trong môi trường chưa đủ axit thì ngay cả molipden tự do cũng bị khử thành xanh molipden. Trong môi trường kiềm, phức dị đa bị phá huỷ hoàn toàn tạo nên muối của axit photphoric và molipden:

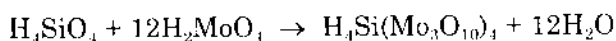


Vì vậy, độ axit của môi trường phải là tối ưu để tạo màu xanh molipden tốt nhất.

Người ta đã xác định rằng, dung dịch axit ascorbic khi có mặt axit paratatriac $\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_6 \cdot \text{H}_2\text{O}$ sẽ khử molipden ở trạng thái phức không động chạm đến amoni molipdat dư. Merphi và Raili cho rằng, dung dịch kali antimon tetrat màu xanh được tạo thành mà không cần phải đun nóng. Màu bền với thời gian và tỉ lệ thuận với nồng độ PO_4^{3-} .

Các yếu tố ảnh hưởng trong việc xác định ion photphat bằng phương pháp trắc quang :

- Silicat: Nếu nồng độ silic nhỏ hơn 5 mg/l thì không ảnh hưởng đến kết quả. Nồng độ lớn hơn làm tăng cường độ màu của phức. Sau phản ứng 30 phút, kết quả được tìm thấy như sau:



10 mg/l Si tương đương với 5 µg/l P

25 mg/l Si tương đương với 15 µg/l P

50 mg/l Si tương đương với khoảng 25 µg/l P.

- Ion asenat (AsO_4^{3-}) tạo phức tương tự như ion photphat. Với nồng độ asenat xấp xỉ 1 mg/l sẽ cản trở phản ứng. Loại bỏ ảnh hưởng này bằng cách biến đổi asenat thành asenit dưới tác dụng của dung dịch thiosunfat.

- Ion florua (F^-): Nồng độ ion F^- đến 70 mg/l cũng chưa ảnh hưởng nhiều. Nồng độ lớn hơn 200 mg/l ngăn chặn hoàn toàn sự tạo thành màu xanh của phức.

- Ion nitrit (NO_2^-): Nồng độ NO_2^- - N lớn hơn 1 mg/l làm mất màu dung dịch phức. Sự ảnh hưởng này được loại trừ bằng cách thêm một lượng dư nhỏ axit amidosunfonic vào trong mẫu. 100 mg axit amidosunfonic đủ loại trừ NO_2^- với nồng độ lớn hơn 10 mg/l.

- H_2S : Với nồng độ 2 mg/l thì không ảnh hưởng đến kết quả. Nồng độ lớn hơn ta có thể làm giảm bằng cách thổi khí N_2 qua dung dịch.

- Kim loại nặng: Phép phân tích bị ảnh hưởng bởi các ion của sắt, đồng, crom, vanadi. Sự ảnh hưởng có thể bỏ qua khi nồng độ dưới 10 mg/l, ở nồng độ cao hơn vanadi làm tăng sự phát triển màu nhưng ngược lại, các kim loại khác ở trên làm giảm cường độ màu.

** Xác định ion nitrat (NO_3^-):*

Trong nước các ion nitrat chỉ bền ở điều kiện hiếu khí. Trong điều kiện yếm khí chúng bị khử thành nitơ tự do tách ra khỏi nước. Khi hàm lượng nitrat trong nước cao sẽ gây độc hại với người, vì khi vào cơ thể người, trong điều kiện thích hợp ở hệ tiêu hoá nitrat chuyển thành nitrit, nitrit kết hợp với hồng cầu tạo thành chất không có khả năng vận chuyển oxi gây nên bệnh xanh xao thiếu máu.

Muốn phát hiện ion NO_3^- ta dùng đồng và axit sunfuric đặc. Trong môi trường H_2SO_4 đặc, ion NO_3^- oxi hoá Cu tạo thành oxit nitơ NO, sau đó NO bị oxi hoá bởi không khí tạo thành NO_2 màu nâu.

Một phương pháp khác là sử dụng phản ứng NO_3^- bị Fe^{2+} khử thành NO trong môi trường H_2SO_4 , NO sinh ra tạo với FeSO_4 thành phức sunfatnitrozit $\text{FeSO}_4.\text{NO}_2$ màu nâu. Phức không bền bị phân huỷ khi lắc dung dịch cũng như khi đun nóng. Phản ứng này xảy ra với cả ion NO_2^- .

Có thể dùng Zn khử NO_3^- thành NO_2^- rồi dùng thuốc thử Griess.

Để xác định hàm lượng ion nitrat ta có thể dùng một trong các phương pháp sau:

- . Phương pháp so màu
- . Phương pháp Bruxin – sunfat.

Bruxin – sunfat trong H_2SO_4 13N kết hợp ion nitrat ở 100°C sẽ cho một phức màu vàng có độ hấp thụ cực đại ở bước sóng $\lambda_{\text{max}} = 410 \text{ nm}$.

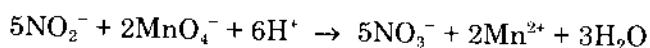
Chú ý: Tác nhân oxi hoá và khử mạnh có ảnh hưởng tới sai số hệ thống. Có thể loại bỏ những tác động của chất oxi hoá bằng natriasenit Na_3AsO_3 và loại bỏ chất khử bằng H_2O_2 . Ngoài ra nồng độ muối có ảnh hưởng tới quá trình phân tích. Để loại bỏ ảnh hưởng của muối, ta có thể thêm dung dịch NaCl 30% vào mẫu dung dịch chuẩn và mẫu trắng. Các ion Fe (II), Fe (III), Mn (VI) cũng gây sai số hệ thống với hàm lượng lớn hơn 1 mg/l. Nếu đun nóng dung dịch không đều cũng gây ra nhiễu nhẹ.

Thực tế người ta còn dùng phương pháp khử nitrat thành nitrit rồi định lượng bằng phương pháp Azo Dye.

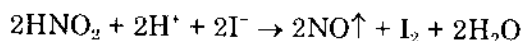
** Xác định ion nitrit (NO_2^-)*

Để phát hiện sự có mặt của ion nitrit có trong nước, ta có thể dùng các chất oxi hoá như KMnO_4 ... hoặc chất khử như I^- ...

Lấy một giọt dung dịch NaNO_2 , thêm một giọt dung dịch H_2SO_4 2N và một giọt dung dịch KMnO_4 . Quan sát thấy màu thuốc tím bị mất:



Trong môi trường axit, ion I^- bị ion NO_2^- oxi hoá thành I_3^- màu nâu nhạt hoá xanh khi có hồ tinh bột. Nhiều chất oxi hoá khác cũng cho phản ứng tương tự:



Lần lượt nhỏ lên giấy lọc đã tẩm dung dịch chỉ thị hồ tinh bột: 1 giọt dung dịch CH_3COOH 2N, 1 giọt dung dịch nghiên cứu, một giọt dung dịch KI 0,1N. Nếu có NO_2^- sẽ tạo vết hay vòng màu xanh.

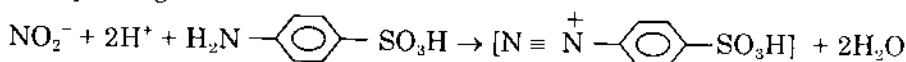
Ngoài ra ta có thể dùng các thuốc thử khác nhau: Griess (*m*-phenyldiamin); Griess-ilos (hỗn hợp của axit sunfanilic và α -naphatylamin với tỉ lệ 1:1 về thể tích); phương pháp sắc kí...

Để xác định hàm lượng NO_2^- trong nước, ta có những phương pháp sau:

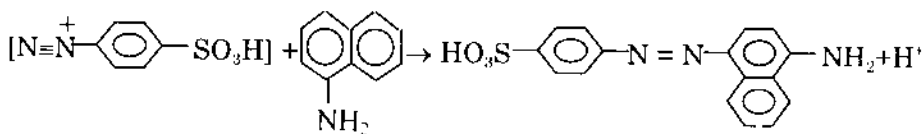
- . Phương pháp chuẩn độ thể tích bằng $KMnO_4$
- . Phương pháp phân tích cực phổ
- . Phương pháp sắc kí lỏng - cao áp
- . Phương pháp đường chuẩn.

Có thể sử dụng các thuốc thử khác nhau: Griess – ilos; hỗn hợp axit sunfanilic và N-(1-naphtyl) etylendiamin dihydroclorit. Trong giáo trình này chúng tôi trình bày phương pháp xác định hàm lượng nitrit bằng phương pháp đường chuẩn với thuốc thử Griess – ilos.

Nguyên tắc: NO_2^- tạo hợp chất màu đỏ với thuốc thử Griess- ilos theo phương trình sau:



Axit sunfanilic



α -Naphtylamin

Hợp chất azo

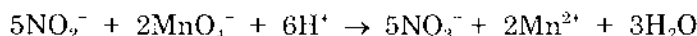
Sau đó xây dựng đường chuẩn với $\lambda = 520 \text{ nm}$. Xác định hàm lượng NO_2^- trong dung dịch phân tích dựa vào đường chuẩn với phương trình:
 $D_x = A + B.C_x \Rightarrow C_x = (D_x - A)/B$.

Chú ý:

- Hợp chất keo hữu cơ, axit humic và clo tự do gây cản trở cho quá trình phân tích. Để tránh sai số ta có thể trộn 1 đến 2 g than hoạt tính vào mẫu rồi lắc, để lắng trong 5 phút rồi lọc kỹ.

- pH của dung dịch phải lớn hơn 8,5 để tránh cacbon hoạt tính hấp thụ ion NO_2^- .

- Xác định theo phương pháp chuẩn độ thể tích bằng thuốc tím (KMnO_4) trong môi trường axit:



Dựa vào quy tắc đương lượng ta dễ dàng xác định được hàm lượng ion NO_2^- .

d. Các kim loại nặng

Kim loại nặng là thuật ngữ dùng để chỉ những kim loại có khối lượng riêng lớn hơn 5 g/cm^3 . Chúng có thể tồn tại trong khí quyển (ở dạng hơi), thủy quyển (ở dạng muối hoà tan), địa quyển (ở dạng rắn không tan, khoáng, quặng) và sinh quyển (trong cơ thể người, động vật, thực vật).

Cũng như nhiều nguyên tố khác, các kim loại nặng có thể cần thiết cho sinh vật như cây trồng hoặc động vật. Một số kim loại nặng trong thành phần men, các vitamin... chúng được xem là các nguyên tố dinh dưỡng vi lượng như đồng, kẽm... Một số kim loại không cần thiết cho sự sống, không có chức năng sinh hoá, được gọi là các nguyên tố vết không chính yếu như asen, chì, thủy ngân... những kim loại này khi vào cơ thể sinh vật ngay cả dạng vết cũng có thể gây tác động độc hại.

Khi các kim loại nặng xâm nhập vào môi trường sẽ làm biến đổi điều kiện sống, tồn tại của sinh vật sống trong môi trường đó. Kim loại nặng gây độc hại với môi trường và cơ thể sinh vật khi hàm lượng của chúng vượt quá tiêu chuẩn cho phép.

Một số kim loại nặng (Pb, Mn, Cd, Hg, As...) đi vào nước từ nguồn nước thải sinh hoạt hoặc nước thải công nghiệp. Các kim loại nặng trong môi trường pH khác nhau, chúng sẽ tồn tại những dạng khác nhau gây ô nhiễm nước.

Chì (Pb): Chì là nguyên tố có độc tính cao đối với sức khoẻ con người và động vật. Chì gây độc cho hệ thần kinh trung ương lẫn hệ thần kinh ngoại biên. Chì tác động lên hệ enzym, nhất là enzym có nhóm hoạt động chứa hiđro. Người bị nhiễm độc chì sẽ rối loạn một số chức năng cơ thể, thường là rối loạn bộ phận tạo huyết (tủy xương). Tùy theo mức độ nhiễm độc có thể gây nên những triệu chứng như đau bụng, đau khớp, viêm thận, cao huyết áp vĩnh viễn, tai biến não, nếu nhiễm độc nặng có thể gây tử vong. Đặc tính nổi bật của chì là sau khi xâm nhập vào cơ thể sống, nó ít bị đào thải mà tích tụ theo thời gian.

Chì đi vào cơ thể con người qua nước uống, không khí và thức ăn bị nhiễm chì. Khi vào cơ thể nó bị tích tụ lại rồi đến một lúc nào đó mới bắt đầu gây độc hại.

Chì tích đọng ở xương, kìm hãm quá trình chuyển hoá canxi bằng cách trực tiếp hoặc gián tiếp thông qua quá trình kìm hãm sự chuyển hoá vitamin D. Chì gây độc cho hệ thần kinh trung ương lẫn hệ thần kinh ngoại biên. Chì có tác động lên hệ enzym đặc biệt là hệ enzym vận chuyển hiđro.

Tiêu chuẩn tối đa cho phép của WHO nồng độ chì trong nước uống không được quá 0,05 mg/ml.

Xác định hàm lượng chì trong nước bằng phương pháp quang phổ hấp thụ nguyên tử hoặc phương pháp chiết trắc quang với thuốc thử dithizon trong clorofom, đo mật độ quang ở $\lambda_{\max} = 510 \text{ nm}$.

Thủy ngân (Hg): Tính độc của thủy ngân phụ thuộc vào dạng hoá học của nó. Thủy ngân nguyên tố tương đối trơ không độc. Nếu nuốt phải thủy ngân kim loại thì sau đó lại được thải ra mà không gây hậu quả nghiêm trọng. Nhưng thủy ngân dễ bay hơi ở nhiệt độ thường, nên hít phải hơi thủy ngân sẽ rất độc. Trong nước, metyl thủy ngân là dạng độc nhất. Chất này hoà tan mỡ và phần chất béo của màng não tủy.

Thủy ngân có khả năng phản ứng với các axit amin chứa lưu huỳnh, các hemoglobin, albumin. Thủy ngân có khả năng liên kết màng tế bào, làm thay đổi hàm lượng kali thay đổi cân bằng axit bazơ của các mô, làm thiếu hụt năng lượng cung cấp cho tế bào thần kinh. Metyl thủy ngân có khả năng hoà tan trong chất béo, qua màng tế bào, tới não và phá huỷ hệ thần kinh trung ương. Trẻ em bị ngộ độc thủy ngân sẽ bị phân liệt, làm tri độn, gây co giật không chủ động. Metyl thủy ngân làm phân liệt nhiễm sắc thể và ngăn cản quá trình phân chia tế bào.

Nguồn gây ô nhiễm thủy ngân gồm có nguồn gốc tự nhiên và nhân tạo. Theo Fitzgerald (1984) thì hàng năm trên Trái Đất có khoảng 6000 tấn Hg thoát ra từ núi lửa, gấp 3 lần lượng Hg có nguồn gốc nhân tạo. Nguồn thủy ngân nhân tạo đưa vào môi trường là từ các chất thải, bụi khói của các nhà máy luyện kim, hoá chất sản xuất đèn huỳnh quang, nhiệt kế, nhà máy sản xuất thuốc bảo vệ thực vật, thuốc trừ sâu, chất chống nấm, phân bón hoá học, bột giấy... thậm chí còn được dùng làm thuốc giun calomen.

Nồng độ tối đa cho phép của WHO đối với thủy ngân trong nước uống là $1 \mu\text{g/l}$, nước nuôi thủy sản là $0,5 \mu\text{g/l}$.

Thủy ngân được xác định bằng phương pháp von - ampe hoà tan, phương pháp chiết trắc quang với dithizon trong clorofom, đo ở $\lambda_{\text{max}} = 492 \text{ nm}$ và phương pháp phổ hấp thụ nguyên tử.

Asen (As): Asen là một kim loại có thể tồn tại ở nhiều dạng hợp chất vô cơ và hữu cơ. Trong tự nhiên asen có nhiều ở các loại khoáng chất. Với nồng độ thấp là nguyên tố kích thích sinh trưởng, nhưng ở nồng độ cao lại gây độc cho đời sống động, thực vật. Asen đi vào nguồn nước bằng đường tự nhiên và nhân tạo. Nguồn tự nhiên gây ô nhiễm asen là núi lửa, bụi đại dương. Nguồn nhân tạo gây ô nhiễm asen là quá trình nấu chảy đồng, chì, kẽm, luyện thép, đốt rừng, đốt các chất thải, sử dụng thuốc trừ sâu...

Về mặt sinh học, asen có thể gây ra 19 căn bệnh khác nhau. Các ảnh hưởng chính của asen tới sức khoẻ con người là làm keo tụ protein,

do tạo phức với asen (III) và phá huỷ quá trình photpho hoá. Asen gây ung thư biểu mô da, phổi, phế quản, xoang... do asen và các hợp chất của asen có tác dụng lên nhóm sunfuahydro (- SH) phá vỡ quá trình photphoryl hoá.

Tiêu chuẩn cho phép của WHO nồng độ asen trong nước uống là 50 µg/l. Trong nước sạch hàm lượng asen là 0,4 - 1,0 µg/l, nước biển 1,5 - 1,7 µg/l.

Asen thường được xác định bằng phương pháp hấp thụ nguyên tử.

Cadimi (Cd): Cadimi là kim loại được sử dụng nhiều trong công nghiệp luyện kim và chế tạo đồ nhựa. Hợp chất cadimi được sử dụng phổ biến để sản xuất pin. Cadimi xâm nhập vào nước qua đường tự nhiên và nhân tạo. Nguồn tự nhiên do bụi núi lửa, bụi vũ trụ, cháy rừng... gây ô nhiễm cadimi. Nguồn nhân tạo gây ô nhiễm cadimi là từ công nghiệp luyện kim, mạ, sơn, chất dẻo, lọc dầu.

Cadimi xâm nhập vào cơ thể người chủ yếu qua con đường thực phẩm, hô hấp. Theo nhiều nghiên cứu của các chuyên gia thì người hút thuốc lá cũng có nguy cơ nhiễm cadimi. Cadimi sau khi xâm nhập vào cơ thể được tích tụ ở thận và xương.

Cadimi là chất gây nhiễu hoạt động của một số enzym nhất định, gây nên hội chứng tăng huyết áp, gây ung thư phổi, thủng vách ngăn mũi, làm rối loạn chức năng thận, phá huỷ tuỷ xương. Ngoài ra nhiễm độc Cd còn gây ảnh hưởng đến nội tiết, máu, tim, mạch.

Tiêu chuẩn WHO qui định nồng độ Cd cho nước uống $\leq 0,003$ mg/l, tiêu chuẩn Việt Nam cho phép đối với nước sinh hoạt và nước ngầm là $\leq 0,001$ mg/l.

Cadimi được xác định bằng phương pháp phổ hấp thụ nguyên tử.

Crom (Cr): Crom là kim loại có màu trắng, trong nước thường tồn tại hai dạng ion Cr (III), Cr (VI). Cr (III) không độc nhưng Cr (VI) độc đối với động, thực vật. Với người Cr (VI) dễ gây loét dạ dày, ruột non, xuất hiện mụn cơm, viêm gan, viêm thận, ung thư phổi.

Crom xâm nhập vào nguồn nước từ các nguồn nước thải của các nhà máy mạ điện, nhuộm, thuốc da, chất nổ, đồ gốm, sản xuất mực viết, mực in, men sứ, in tráng ảnh...

Tiêu chuẩn WHO qui định hàm lượng Cr trong nước uống là $\leq 0,05$ mg/l.

Crom được xác định bằng phương pháp quang phổ phát xạ, phương pháp kích hoạt neutron hoặc khối phổ.

Mangan (Mn): Xét về mặt dinh dưỡng mangan là nguyên tố vi lượng, nhu cầu dinh dưỡng mỗi ngày từ 30 – 50 $\mu\text{g/kg}$ trọng lượng cơ thể. Nhưng nếu hàm lượng lớn lại gây độc cho cơ thể người. Mangan gây độc mạnh với nguyên sinh chất của tế bào, đặc biệt là tác động lên hệ thần kinh trung ương, gây tổn thương thận và bộ máy tuần hoàn, phổi, ngộ độc nặng gây tử vong.

Mangan đi vào môi trường nước do quá trình rửa trôi, sỏi mòn và do các chất thải công nghiệp luyện kim, acqui, phân hoá học...

Tiêu chuẩn của WHO qui định trong nước uống hàm lượng Mn không quá 0,1 mg/l. Để xác định Mn có thể sử dụng các phương pháp phân tích hoá học.

e. Các hợp chất hữu cơ

Trên thế giới, hàng năm có khoảng 60.10^6 tấn các chất hữu cơ tổng hợp bao gồm các chất nhiên liệu, chất dẻo, chất màu, thuốc trừ sâu, thuốc kích thích sinh trưởng, các phụ gia trong dược phẩm, thực phẩm, các sản phẩm tẩy rửa và chăm sóc cá nhân. Các chất này thường độc và có độ bền sinh học khá cao, đặc biệt là các hidrocarbon thơm gây ô nhiễm mạnh cho nguồn nước.

**** Các hợp chất phenol:***

Các hợp chất phenol có nhiều trong nước thải công nghiệp sản xuất bột giấy, nhuộm, lọc dầu... Sự có mặt của chúng trong nước sẽ gây cho nước có màu, mùi, vị lạ, gây độc đối với các loài động, thực vật sống trong nước. Dầu mỡ nổi trên mặt nước làm giảm sự truyền sáng qua lớp nước dẫn đến giảm DO của nước.

Tiêu chuẩn của WHO qui định hàm lượng của 2,4,5- triclo phenol và pentaclo phenol trong nước uống không quá 10 µg/l.

Xác định các hợp chất phenol bằng phương pháp chiết trắc quang và trắc quang.

** Các hợp chất bảo vệ thực vật (pesticides):*

Những chất hoá học hữu cơ được dùng để loại trừ các sinh vật gây hại cho thực vật hoặc động vật gọi là thuốc bảo vệ thực vật. Hiện nay có trên 10.000 loại thuốc bảo vệ thực vật khác nhau, có thể phân loại như sau:

- Thuốc trừ sâu (insecticides) dùng diệt sâu bệnh phá hoại hoa màu.
- Thuốc diệt nấm mốc (fungicides) dùng diệt vi khuẩn (bactericides).
- Thuốc diệt cỏ dại (herbicides).
- Thuốc diệt rong tảo có hại (algicides).
- Thuốc diệt loài gặm nhấm (edenticides).
- Thuốc trừ côn trùng (nematocides).

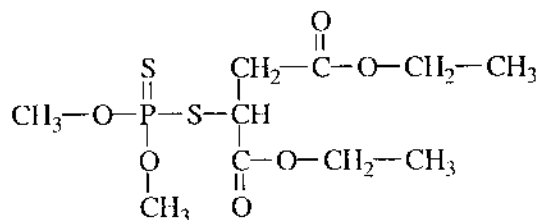
Khoảng 0,1% tổng các chất thuốc bảo vệ thực vật có tác dụng độc hại cho con người và vật nuôi. Thuốc bảo vệ thực vật đi vào nguồn nước bằng nhiều con đường như: quá trình rửa trôi, do gió thổi khi đang phun... Người ta thấy khi phun thuốc trừ sâu thì khoảng 50% lượng thuốc bám trên lá, thân cây để diệt sâu, nấm; còn 50% lượng thuốc đi vào đất và nước.

Về mặt hoá học, có thể phân loại các chất bảo vệ thực vật thành ba dạng cơ bản sau: hợp chất cơ-clo, hợp chất cơ-phospho, hợp chất cacbamat.

Các hợp chất cơ-clo gồm: DDT, lindan (666), endrin, heptaclo, aldrin- dieldrin..., chúng là loại thuốc bảo vệ thực vật có tác dụng diệt trừ sâu bệnh rất tốt, nhưng thời gian bán huỷ dài, rất bền trong môi trường tự nhiên, tác dụng độc hại của các hợp chất này bị kéo dài đối với con người và động vật. Do vậy, hiện nay đa số các loại hợp chất cơ-clo đã bị cấm sử dụng.

Tiêu chuẩn của FAO đối với nước nuôi trồng thủy sản nồng độ tổng cộng của các hợp chất cơ-clo là 0,1 µg/l. Các hợp chất cơ-clo được xác định chủ yếu bằng phương pháp sắc kí, khối phổ.

Các hợp chất cơ-phospho gồm một số loại như: parathion, malathion...

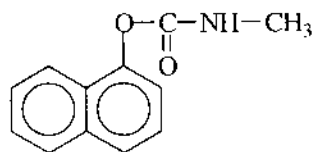


Malathion

Các hợp chất này có thời gian bán hủy nhanh hơn nhóm hợp chất cơ-clo. Các hợp chất cơ-phospho tác động vào thần kinh của côn trùng do chúng ngăn cản sự tạo thành men cholinesteraza- là loại men rất cần cho thần kinh nên chúng làm suy yếu thần kinh, tổn thương cơ, gây choáng và chết. Loại này có độc tính cao cho người và động vật.

Tiêu chuẩn của FAO đối với nước nuôi trồng thủy sản cho phép nồng độ tổng các hợp chất cơ-phospho là 0,2 µg/l.

Các hợp chất cacbamat gồm: sevin, furandam, bassam... chúng tác dụng vào men cholinesteraza của hệ thần kinh sâu bọ, côn trùng trên các loại cây ăn quả, rau màu.



Sevin

(1-naphthyl N- methylcacbamat)

* Các chất tẩy rửa (detergents)

Các chất tẩy rửa là những chất có hoạt tính bề mặt cao, hoà tan tốt trong nước và làm giảm sức căng bề mặt của nước với chất bẩn,

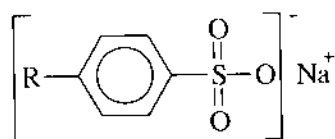
Chúng được sử dụng nhiều trong công nghiệp và trong sinh hoạt gia đình. Hàng năm thế giới sản xuất khoảng 25 triệu tấn các chất tẩy rửa.

Chất hoạt động bề mặt là những chất làm giảm sức căng bề mặt chất lỏng, tạo nhũ tương và huyền phù bền với các tiểu phân chất bẩn cần phải loại tách. Một phân tử chất hoạt động bề mặt gồm hai phần: một phần kỵ nước (không tan trong nước) và một phần ưa nước (tan trong nước). Các phân tử này có tác động lớn vào các giao diện không khí/ nước hoặc dầu/ nước.

Có bốn loại chất hoạt động bề mặt: Các anionic, các chất nonionic, các cationic và các chất lưỡng tính:

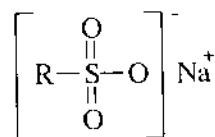
- Các chất hoạt động bề mặt anionic:

Các chất hoạt động bề mặt anionic được sử dụng rộng rãi nhất. Nếu nhóm có cực được liên kết bằng liên kết cộng hoá trị với phần kỵ nước của chất hoạt động bề mặt mang điện tích âm ($-\text{COO}^-$, $-\text{SO}_3^-$, $-\text{SO}_4^-$), thì chất hoạt động bề mặt được coi là anionic.



ABS

(Alkyl benzen sunfonat)



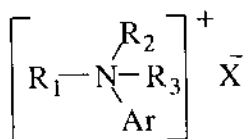
LAS

(Ankyl sunfonat mạch thẳng)

- Các chất hoạt động bề mặt cationic:

Ngược lại, nếu nhóm có cực mang điện tích dương ($-\text{NR}_1\text{R}_2\text{R}_3^+$), sản phẩm được gọi là cationic: clorua dimetyl di-stearyl amoni là một ví dụ của nhóm này.

trong đó:



$\text{R}_1, \text{R}_2, \text{R}_3$ - gốc hidrocarbon mạch thẳng

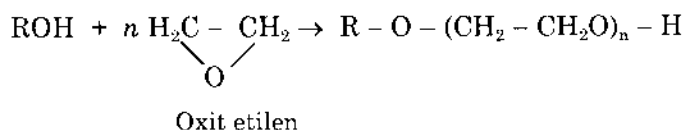
Ar - gốc hidrocarbon thơm

X - halogen hoặc nhóm axit.

- Các chất hoạt động bề mặt không có cấu tạo ion

Các chất hoạt động bề mặt không có cấu tạo ion (NI) có những nhóm có cực không ion hoá trong dung dịch nước. Phần kỵ nước gồm mạch chất béo; phần ưa nước chứa những phân tử oxi, nitơ hoặc lưu huỳnh không ion hoá, sự hoà tan là do cấu tạo các liên kết hidro giữa các phân tử nước và một số nhóm chức của phần ưa nước. Chẳng hạn như chức năng ete của nhóm polioxietilen (hiện tượng hidrat hoá). Trong loạt này người ta thấy chủ yếu là các dẫn xuất của polyetilen hoặc polioxipropilen.

Trong những chất nonion thương mại, các sản phẩm làm từ rượu béo với oxit etilen là loại được dùng nhiều nhất. Phản ứng hoá học cơ bản biến đổi một rượu béo thành nonion như sau:



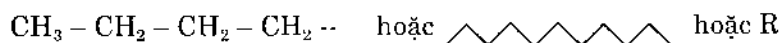
- Các chất lưỡng tính

Các chất lưỡng tính là những hợp chất có một phân tử tạo nên một ion lưỡng cực. Axit xetylamino axetic, chẳng hạn, trong môi trường nước cho hai thể sau đây:

$\text{C}_{16}\text{H}_{33} - \text{NH}_2^+ - \text{CH}_2 - \text{COOH}$: chất cationic trong môi trường axit;

$\text{C}_{16}\text{H}_{33} - \text{NH} - \text{CH}_2 - \text{COO}^-$: chất anionic trong môi trường kiềm.

Trong tất cả các phân tử hoạt động bề mặt trên, phần kỵ nước gồm một mạch alkyl hay mạch béo. Chúng được biểu thị bằng:



Bốn loại chất hoạt động bề mặt có ký hiệu tổng quát sau đây:



Anioni



Cationic



Nonion (không phân ly)

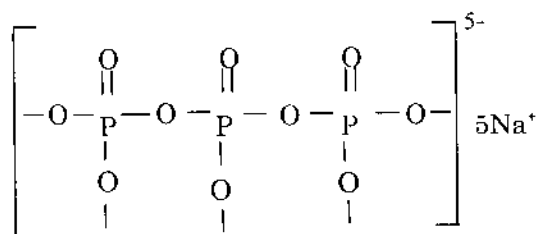


Lưỡng tính

Tuỳ theo chất liệu cần tẩy rửa mà người ta sử dụng các loại chất hoạt động bề mặt khác nhau.

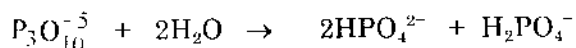
Ngoài ra người ta còn thêm các chất phụ gia bổ sung vào chất tẩy rửa, chất phụ gia kết hợp với các ion Ca^{2+} , Mg^{2+} và phản ứng với nước để tạo môi trường kiềm tối ưu cho chất hoạt động bề mặt.

Chất phụ gia thêm vào thường là $\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$ (pentanatri tripoli photphat) có cấu tạo như sau:

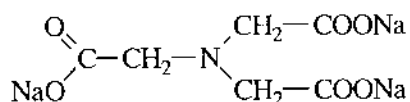


Các chất hoạt động bề mặt và hợp chất thêm vào đều làm cho môi trường nước bị ô nhiễm. Nước thải bị ô nhiễm bởi chất tẩy rửa sẽ có một lớp bọt lớn trên mặt. Để giải quyết lớp bọt tạo thành trong nước cần thay đổi cấu trúc của chất hoạt động bề mặt làm cho chúng có khả năng dễ phân huỷ sinh học. Hiện nay người ta thường dùng chất hoạt động bề mặt LAS thay thế ABS.

$\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$ bị phân huỷ nhanh nhờ quá trình thủy phân khi đưa vào nước:



Các sản phẩm thủy phân: HPO_4^{2-} và H_2PO_4^- không gây độc hại cho người và động vật, là chất dinh dưỡng cho thực vật, nhưng ở nồng độ cao gây hiện tượng “phú dưỡng” làm nước bị ô nhiễm do tạo điều kiện phát triển nhanh các loại rong rêu trong nước. Để thay đổi pentanatri tripoli photphat người ta dùng muối natrin trilotriaxetic axit (NTA): $\text{N}(\text{CH}_3\text{COONa})_3$ có công thức cấu tạo như sau:



Chất này có ưu thế phân huỷ nhanh, giá thành rẻ, nhưng nghi là chất gây quái thai nên bị đình chỉ sử dụng.

f. Hàm lượng oxi hoà tan trong nước (DO: Dissolved Oxygen)

Cùng với trị số pH, khí oxi hoà tan là yếu tố thuỷ hoá quan trọng xác định cường độ hàng loạt quá trình sinh- hoá xảy ra trong môi trường nước. Với khả năng hoạt động hoá học mạnh, oxi hoà tan trong nước là một hợp phần rất linh động, sự phân bố theo không gian và biến đổi theo thời gian của nó chịu tác động của hàng loạt hiện tượng và quá trình, trong đó đáng kể nhất là quá trình tương tác của nước, khí quyển, hoạt động của thuỷ sinh vật, ô nhiễm môi trường... Chính vì vậy oxi hoà tan trong nước được xem là một trong những yếu tố chỉ thị cho khối nước, cho nhiều quá trình lí- hoá xảy ra trong đó, đồng thời nó còn được sử dụng như một chỉ tiêu cơ bản để đánh giá mức độ ô nhiễm môi trường, nhất là ô nhiễm chất hữu cơ.

Tất cả các sinh vật đều phụ thuộc vào oxi dưới dạng nào đó để duy trì quá trình trao đổi chất đáp ứng sinh sản và phát triển. Lượng oxi hoà tan trong nước rất ít, với nước sạch, độ hoà tan bão hoà của oxi ở 0°C, $p = 1 \text{ atm}$ là 14,6 ppm (mg/l).

Chỉ số DO thấp có nghĩa là nước có nhiều chất hữu cơ, nhu cầu oxi hoá tăng nên tiêu thụ nhiều oxi trong nước. Chỉ số DO cao chứng tỏ nước có nhiều rong tảo tham gia quá trình quang hợp giải phóng oxi, thậm chí đạt trên mức bão hoà (200% gọi là siêu bão hoà).

Về mặt hoá học, oxi không tham gia phản ứng với nước, độ hoà tan oxi vào nước phụ thuộc vào nhiệt độ (bảng 3.2). Ngoài ra còn phụ thuộc vào tiêu hao oxi do quá trình phân huỷ sinh học chất hữu cơ do vi khuẩn hiếu khí, sự bổ sung oxi do quá trình quang hợp, hao hụt oxi do quá trình hô hấp của động vật trong nước và DO cũng biến đổi theo chiều sâu của nước.

Bảng 3.2. DO bão hoà trong nước ở áp suất 1 atm
và các nhiệt độ khác nhau

Nhiệt độ (°C)	0	5	10	15	20	25	30
Nước ngọt (ppm)	14,5	12,8	11,3	10,2	9,2	8,4	7,6
Nước biển (ppm)	11,3	10,0	9,0	8,1	7,1	6,7	6,1

Có hai phương pháp xác định DO: phương pháp Winkler và phương pháp điện cực oxi.

Phương pháp Winkler: Phương pháp này dựa trên nguyên tắc oxi hoá Mn (II) thành Mn (IV) trong môi trường kiềm bởi oxi tan trong nước. Sau đó hoà tan MnO₂ bằng axit có mặt chất khử I⁻ thì Mn (IV) sẽ oxi hoá I⁻ thành I₂. Chuẩn độ I₂ bằng dung dịch chuẩn natri thiosunfat Na₂S₂O₃ ta sẽ tính được lượng DO.

$Mn^{2+} + 2OH^{-} \rightarrow Mn(OH)_2 \downarrow$ (màu trắng), chứng tỏ không có oxi

$Mn^{2+} + 2OH^{-} + 1/2 O_2 \rightarrow MnO_2 \downarrow + H_2O$, có kết tủa màu đen, có oxi

Lọc lấy kết tủa MnO₂, hoà tan trong axit H₂SO₄ có I⁻:

$MnO_2 + 4H^{+} + 2I^{-} \rightarrow Mn^{2+} + 2H_2O + I_2$

Chuẩn độ I₂ bằng dung dịch chuẩn natri thiosunfat Na₂S₂O₃ với chất chỉ thị hồ tinh bột:

$I_2 + 2Na_2S_2O_3 \xrightarrow{\text{Hồ tinh bột}} Na_2S_4O_6 + 2NaI$ (không màu)

$$DO(\text{mg/l}) = \frac{V_{Na_2S_2O_3}^{ml} \cdot N_{Na_2S_2O_3} \cdot 8.1000}{V - V_1}$$

trong đó:

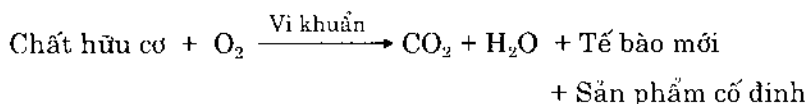
V- thể tích mẫu nước lấy phân tích (thường lấy 100 ml);

V₁- thể tích (ml) của MnSO₄ và KI;

8- đương lượng gam của oxi.

g. Nhu cầu oxi sinh hoá (BOD: Biochemical Oxygen Demand)

Nhu cầu oxi sinh hoá (BOD) là lượng oxi mà sinh vật đã sử dụng trong quá trình oxi hoá các chất hữu cơ trong nước. Đơn vị tính theo mg/l.



Oxi cần cho quá trình này là oxi hoà tan trong nước. Quá trình oxi hoá sinh học xảy ra rất chậm và kéo dài.

Chỉ số BOD chỉ ra lượng oxi mà vi khuẩn tiêu thụ trong phản ứng oxi hoá các chất hữu cơ trong nước ô nhiễm, chỉ số BOD càng cao chứng tỏ lượng chất hữu cơ có khả năng phân huỷ sinh học trong nước ô nhiễm càng nhiều.

Trong thực tế không thể xác định lượng oxi cần thiết để vi sinh vật oxi hoá hoàn toàn chất hữu cơ có trong nước, chỉ xác định được lượng oxi cần thiết để vi sinh vật oxi hoá các hợp chất hữu cơ trong 5 ngày ở nhiệt độ 20°C trong buồng tối, kết quả được biểu thị bằng BOD₅.

Phương pháp xác định BOD₅:

Chuẩn bị dung dịch để pha loãng:

Lấy khoảng 1 lít nước sạch cho vào chai miệng rộng, thổi không khí sạch ở 20°C vào nước cất, lắc nhiều lần để bão hoà oxi, rồi thêm vào đó 1 ml dung dịch đệm photphat có pH = 7,2; 1 ml dung dịch MgSO₄ (2,25 g MgSO₄.7H₂O/l) và 1 ml FeCl₃ (0,25 g FeCl₃.6H₂O/l) và 1,575 g Na₂SO₃, nếu chưa đủ 1 lít thì thêm nước cất tới 1 lít.

Mẫu nước phân tích trung hoà bằng dung dịch H₂SO₄ 1N hoặc dung dịch NaOH 1N đến pH = 7.

Pha loãng mẫu phân tích:

- Nếu BOD trong nước phân tích từ 1 - 6 mg O₂/l thì không cần pha loãng.
- Nếu BOD 7 - 12 mg O₂/l thì tỷ số pha loãng 50% (50 ml mẫu nước + 50 ml dung dịch để pha loãng).
- Nếu BOD 13 - 30 mg O₂/l thì tỷ số pha loãng 20% (20 ml mẫu nước + 80 ml dung dịch để pha loãng).
- Nếu BOD 31 - 60 mg O₂/l thì tỷ số pha loãng 10% (10 ml mẫu nước + 90 ml dung dịch để pha loãng).

• Nếu BOD ~ 300 mg O₂/l thì tỷ số pha loãng 2% (2 ml mẫu nước + 98 ml dung dịch để pha loãng).

• Nếu BOD ~ 600 mg O₂/l thì tỷ số pha loãng 1% (1 ml mẫu nước + 99 ml dung dịch để pha loãng).

• Nếu BOD ~ 1200 mg O₂/l thì tỷ số pha loãng 0,5 % (0,5 ml mẫu nước + 99,5 ml dung dịch để pha loãng).

Mẫu nước sau khi pha loãng xong chia thành hai phần bằng nhau:

Phần 1: Tiến hành xác định DO (như phần xác định DO ở trên) được giá trị P_1 .

Phần 2: Cho vào chai đầy nút kín đem ủ trong 5 ngày trong buồng tối, ở nhiệt độ 20°C, sau đó lấy ra và xác định DO được giá trị P_2 .

Công thức xác định giá trị BOD:

$$\text{BOD}_5 \text{ (mg/l)} = \frac{P_1 - P_2}{D}$$

trong đó: D là tỷ số pha loãng:

$$D = \frac{\text{Thể tích mẫu đem phân tích}}{\text{Tổng thể tích mẫu nước đem phân tích và thể tích dung dịch pha loãng}}$$

Trường hợp cần bổ sung thêm vi sinh vật vào nước pha loãng để đảm bảo vi sinh vật cho quá trình oxi hoá thì công thức tính BOD là:

$$\text{BOD}_5 \text{ (mg/l)} = \frac{(P_1 - P_2) - (B_1 - B_2).F}{D}$$

trong đó:

P_1 - giá trị DO của mẫu nước thải + nước pha loãng có cấy vi khuẩn, được xác định ngay sau khi chuẩn bị mẫu để ủ.

P_2 - giá trị DO của mẫu nước thải + nước pha loãng có cấy vi khuẩn, được xác định sau 5 ngày ủ ở 20°C trong tối.

B_1 - giá trị DO của nước pha loãng có cấy vi khuẩn được xác định trước khi ủ.

B_2 - giá trị DO của nước pha loãng có cấy vi khuẩn được xác định sau khi ủ 5 ngày ở 20°C, trong tối.

F - tỷ số chất lỏng bổ sung vi khuẩn vào mẫu nước thải pha loãng và nước pha loãng (mẫu đối chứng).

$$F = \frac{\text{Thể tích chất lỏng bổ sung thêm vi khuẩn trong } P_1}{\text{Thể tích chất lỏng bổ sung thêm vi khuẩn trong } B_1}$$

h. Nhu cầu oxi hoá học (COD: Chemical Oxygen Demand)

Trong nước thường tồn tại những hợp chất vô sinh có khả năng tiêu thụ oxi hoà tan bằng các phản ứng hoá học. Nguồn gốc và hàm lượng các hợp chất này trong nước mặt và nước thải rất khác nhau, bản chất và tính chất hoá học của chúng cũng rất khác nhau. Theo quan hệ hoá học giữa chúng với oxi hoặc với một số chất khác thì đại đa số trong chúng có tính khử, một số lại có tính oxi hoá. Tuy nhiên, dù mang đặc trưng nào thì những hợp chất này cũng vẫn có khả năng tiêu thụ một lượng oxi hoà tan trong nước. Tập hợp những chất và hợp chất có khả năng tiêu thụ oxi hoà tan như trên tạo nên “nhu cầu oxi hoá hoá học” của nước (tức là khả năng tiêu thụ oxi trong các phản ứng oxi hoá- khử xảy ra trong nước), ký hiệu là COD.

Những hợp phần có khả năng tiêu thụ oxi trong nước bằng con đường hoá học như đã nêu trên, thường có nguồn gốc là các chất hữu cơ, chủ yếu là các hợp chất phức tạp và đa dạng của cacbon. Như vậy, nhu cầu oxi hoá học của nước được tạo nên chủ yếu do hợp phần chất hữu cơ có mặt trong nước. Do đó có thể dùng COD để đặc trưng định lượng cho hàm lượng của hợp phần này.

Nguồn cung cấp các chất hữu cơ cho nước tự nhiên còn chủ yếu do sự phân huỷ tàn tích hữu cơ và các sản phẩm của quá trình hoạt động sống của động thực vật, các xác động thực vật... Ngoài ra, chất hữu cơ còn được cung cấp từ các nguồn nước thải công nghiệp và sinh hoạt. Chính vì vậy COD của nước còn được coi là một chỉ tiêu của ô nhiễm môi trường.

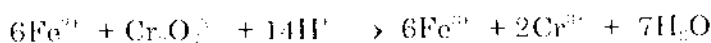
Tóm lại, COD là nhu cầu oxy cần thiết cho quá trình oxi hoá toàn bộ các chất hữu cơ trong mẫu nước thành CO_2 và H_2O bằng tác nhân oxi hoá mạnh (tác nhân oxi hoá hoá học).

COD chỉ ra hàm lượng các chất hữu cơ có mặt trong nước. Trong thực tế COD được dùng rộng rãi để đánh giá mức độ ô nhiễm các chất hữu cơ có trong nước.

COD được xác định bằng việc sử dụng một chất oxi hoá mạnh trong môi trường axit để oxi hoá chất hữu cơ:



Lượng $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ dư được chuẩn độ bằng dung dịch chuẩn Fe^{2+} (pha từ muối Mohr $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdot \text{FeSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ với chỉ thị feroin, màu chuẩn độ từ xanh lam sang đỏ nhạt:



Tiến hành thêm mẫu trắng, đối chứng.

Hàm lượng COD ($\text{mg O}_2/\text{l}$) tính theo công thức:

$$\text{COD} = \frac{(V_1 - V_2) \cdot N \cdot 8 \cdot 1000}{V^{\text{ml}}}$$

trong đó :

V^{ml} - số ml mẫu nước đem phân tích.

V_1 - số ml dung dịch Fe^{2+} dùng để chuẩn độ mẫu trắng.

V_2 - số ml dung dịch Fe^{2+} dùng để chuẩn độ mẫu phân tích.

N - nồng độ đương lượng của Fe^{2+} (chính là nồng độ mol/l).

8 - đương lượng gam của oxi.

Tỷ lệ giữa BOD và COD thường từ 0,5 - 0,7. Vì chỉ số COD biểu thị cả lượng chất hữu cơ không bị oxi hoá bằng vi sinh vật, do đó giá trị COD bao giờ cũng cao hơn giá trị BOD.

h. Tiêu chuẩn vi khuẩn học

Nguồn nước thiên nhiên chứa nhiều loại vi trùng, siêu vi trùng, thường gặp ở các vực nước nhận nước thải sinh hoạt, đặc biệt là nguồn nước thải bệnh viện...

Vi khuẩn có hại là các loại vi trùng từ các nguồn chất thải sinh hoạt của người và động vật như bệnh tả, thương hàn và bại liệt... *Escherichia Coli*, viết tắt là *E. coli*. *E. coli* là loại vi khuẩn đặc trưng cho mức độ nước bị nhiễm vi khuẩn. Vì *E. coli* là loại vi khuẩn rất khỏe, khi số *E. coli* bị giảm đến tiêu chuẩn cho phép thì các loại vi khuẩn khác đã bị tiêu diệt.

E. coli là loại vi khuẩn đường ruột, gây bệnh dạ dày, viêm nhiễm đường tiết niệu, ỉa chảy cấp...

Chỉ số *E. coli* chính là số lượng vi khuẩn có trong 100 ml nước. Ước tính một người mỗi ngày bài tiết khoảng $2 \cdot 10^{11}$ *E. coli*.

Theo tiêu chuẩn của WHO, nguồn nước cấp cho sinh hoạt chỉ số $E. coli \leq 10$ *E. coli* / 100 ml. Theo Tiêu chuẩn Việt Nam, với nước cấp sinh hoạt chỉ số này là 20 *E. coli* / 100 ml.

Cách xác định: Dùng pipet lấy chính xác 0,1 ml mẫu nước đã được pha loãng 10^2 đến 10^4 lần đem ủ trong môi trường Agar - eosin - metylen blue ở $37 \pm 1^\circ\text{C}$ trong 48 giờ, sau đó dùng kính hiển vi điện tử đếm và suy ra số *E. coli* có trong 100 ml mẫu nước.

CÂU HỎI ÔN TẬP CHƯƠNG III

A. CÂU HỎI LÝ THUYẾT

1. Vai trò của nước trong sinh quyển? Tài nguyên nước và chu trình nước toàn cầu?
2. Nêu thành phần hoá học của nước?
3. Nêu thành phần sinh học của nước?
4. Trình bày những đặc điểm của nước có liên quan đến môi trường?
5. Nêu rõ khả năng tạo phức chất của ion kim loại trong nước?
6. Hãy trình bày nguồn gốc và thành phần gây ô nhiễm nước?
7. Phương pháp xác định: độ cứng, độ axit, độ kiềm trong nước?
8. Nêu phương pháp xác định các anion trong môi trường nước?
9. Nêu ảnh hưởng và phương pháp chung để xác định các hợp chất hữu cơ trong môi trường thuỷ quyển?
10. Thế nào là oxi hoà tan (DO), phương pháp xác định chỉ số DO?
11. Thế nào là nhu cầu oxi sinh hoá (BOD), phương pháp xác định chỉ số BOD₅?
12. Thế nào là nhu cầu oxi hoá học (COD), phương pháp xác định COD?
13. Tiêu chuẩn vi khuẩn học và cách xác định *E. Coli* trong nước?

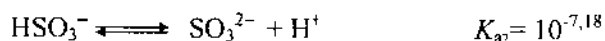
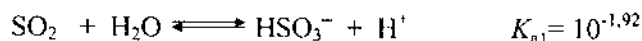
B. BÀI TẬP

Bài số 1:

Trị số pH của nước nguyên chất là 7,0, còn nước mưa tự nhiên có tính axit yếu do hoà tan của cacbon đioxit trong khí quyển. Tuy nhiên, trong nhiều khu vực, nước mưa có tính axit mạnh hơn, nguyên nhân trong khí quyển có chứa SO₂ và NO_x bị oxi hoá theo thứ tự tạo thành SO₃ và NO₂ hoà tan với hơi

H_2O thành H_2SO_4 và HNO_3 , do vậy tạo thành “mưa axit” với pH trung bình khoảng 4,5. Tuy nhiên có nơi đo được các trị số pH thấp đến 1,7.

SO_2 hợp nước tạo thành một axit hai chức. Tại 25°C , có các hằng số axit bằng :



1. Độ tan của SO_2 trong 1 lít nước ở 25°C , áp suất riêng phần bằng 1 atm. là 33,9 lít.

a. Hãy tính nồng độ bão hoà toàn phần của SO_2 trong nước (bỏ qua sự thay đổi thể tích gây ra bởi sự hoà tan SO_2).

b. Tính thành phần % của ion HSO_3^- .

c. Tính pH của dung dịch.

2. Sau một đợt phun trào núi lửa, trị số pH của nước mưa đo được bằng 3,2. Hãy tính nồng độ toàn phần của H_2SO_4 trong nước mưa, giả thiết rằng nước bị axit hoá chỉ do H_2SO_4 .

(Tất cả các câu hỏi trên đều xét ở 25°C). Cho $\text{p}K_{a2}$ của $\text{H}_2\text{SO}_4 = 1,99$.

Đáp số:

1. a. $C_{(\text{SO}_2)} = 1,386 \text{ (M)}$

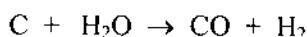
b. HSO_3^- là 8,87%

c. $\text{pH} = -\log[\text{H}^+] = 0,91$.

2. $C_{(\text{H}_2\text{SO}_4)} = [\text{HSO}_4^-] + [\text{SO}_4^{2-}] = 3,25 \cdot 10^{-4} \text{ M}$.

Bài số 2:

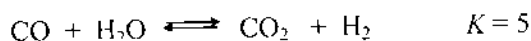
Trong phương pháp điều chế H_2 từ than cốc và hơi nước, phản ứng sinh ra lượng CO tương ứng với H_2 :



CO lại là một trong những khí gây ô nhiễm không khí.

1. Nêu tác hại của CO đối với con người, động thực vật.

2. Để đảm bảo an toàn cho sức khoẻ con người, hỗn hợp khí sinh ra phải chứa ít hơn 1% CO. Muốn vậy người ta dùng phản ứng:



Trong phản ứng trên, người ta dùng n mol H_2O , 1 mol CO . Gọi x là phân số mol của CO trong hỗn hợp. Nếu $n = 3$ thì $x =$ bằng bao nhiêu ?

Nếu muốn hỗn hợp cân bằng không chứa quá 1% CO thì giá trị n phải bằng bao nhiêu?

Đáp số:

2. Với $n = 3 \Rightarrow x = 2,9\%$;

Để cân bằng không quá 1% thì $n = 5,60$.

Bài số 3:

Hàm lượng oxi hoà tan trong nước giúp ta đánh giá chất lượng nước. Trong điều kiện không có máy đo oxi ta phải dùng phương pháp Winkler cải tiến và sử dụng các hoá chất có trong phòng thí nghiệm. Theo phương pháp này, Mn^{2+} trong nước bị oxi hoá tỉ lệ thành MnO_2 (rắn) bởi O_2 tan và sau đó chuẩn độ MnO_2 bằng phép đo iot.

Lấy mẫu nước vào đầy bình nón có nút nhám (250 ml), cho vào 1 ml MnSO_4 , 2 ml dung dịch gồm: NaOH ; NaI ; NaN_3 . Đậy chặt bình và lắc kĩ dung dịch. Để yên cho kết tủa lắng xuống. Thêm 1 ml H_2SO_4 đặc và chuẩn độ dung dịch bằng $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ $9,75 \cdot 10^{-3}$ mol/l tới màu vàng rom. Thêm chỉ thị hồ tinh bột (10-15 giọt) và tiếp tục chuẩn độ cho tới khi màu xanh thẫm vừa mất, tiêu hao hết 27,53 ml dung dịch natri thiosunfat. Cho: $\text{O}_2 = 31,99$.

- Viết các phương trình phản ứng xảy ra.
- Tính hàm lượng oxi hoà tan (DO) theo ppm.

Đáp số:

- Hàm lượng oxi hoà tan (DO) = 8,69 (mg/l), nghĩa là 8,69 ppm.

Bài số 4:

Amoni được coi là độc tố đối với cá ở nồng độ rất nhỏ 0,01 mg/l, từ 0,2 – 0,5 mg/l đã gây độc cấp tính. Amoni là một hợp phần thường thấy của các loại

thuốc tẩy rửa kính (cửa sổ), nồng độ của nó thường khá cao. Đối với các mẫu amoni loãng, có thể xác định hàm lượng amoniac trong thuốc tẩy kính bằng cách chuẩn độ amoniac - một bazơ yếu bằng axit mạnh.

Lấy một mẫu nước (100 ml) chuẩn độ bằng dung dịch HCl 0,02M với chỉ thị bromcresol lục, mỗi lần 20 ml, kết quả trung bình cho ta $V(\text{HCl}) = 42,11 \text{ ml}$

Tính hàm lượng của amoniac trong thuốc tẩy kính. Xác định xem nước đó có thể dùng được trong sinh hoạt không?. Biết tiêu chuẩn cho phép của NH_3 ở trong nước là $0,5 \text{ mg/l}$.

Cho: $\text{H} = 1,00797$; $\text{N} = 14,0067$.

Đáp số:

Nồng độ $\text{NH}_3 = 717,15 \text{ (mg/l)} \gg 0,5 \text{ (mg/l)}$. Nước bị ô nhiễm amoniac quá mức cho phép, không dùng được trong sinh hoạt.

Bài số 5:

a. Nước cứng là gì? Hãy giải thích nguyên nhân gây ra độ cứng tạm thời trong nước tự nhiên.

b. Một cốc nước chứa $0,01 \text{ mol Na}^+$; $0,02 \text{ mol Ca}^{2+}$; $0,01 \text{ mol Mg}^{2+}$; $0,05 \text{ mol HCO}_3^-$ và $0,02 \text{ mol Cl}^-$. Đun sôi nước một hồi lâu. Hỏi số mol các ion trong nước bằng bao nhiêu? Từ đó kết luận nước trong cốc ban đầu thuộc loại nước có độ cứng tạm thời, vĩnh viễn hay toàn phần?. Có thể dùng dung dịch nào trong số các dung dịch sau để làm nước trong cốc mất cứng hoàn toàn: Dung dịch HCl, dung dịch Ca(OH)_2 .

c. Sắt tồn tại trong tự nhiên (ở $\text{pH} = 6 - 7$) dưới dạng $\text{Fe(HCO}_3)_2$. Người ta thường loại Fe^{2+} khỏi nước dưới dạng kết tủa hydroxit bằng cách sục oxi (không khí) theo ba cách sau:

1. Sục oxi.
 2. Sục oxi cùng với thêm Ca(OH)_2 .
 3. Sục oxi cùng với thêm Na_2CO_3 .
- Viết các phương trình phản ứng xảy ra.

Đáp số:

b. Khi đun sôi xảy ra phản ứng:

Còn 0,01 mol Na^+ ; 0,02 mol Cl^- .

(NaCl không bị mất trong quá trình đun).

$$n_{\text{Ca}^{2+}} + n_{\text{Mg}^{2+}} = 0,005 \text{ mol.}$$

Nước trong cốc bao gồm cả độ cứng tạm thời và độ cứng vĩnh cữu, tức độ cứng toàn phần.

Không thể dùng dung dịch HCl cũng như Ca(OH)_2 để làm nước mất cứng (làm mềm) hoàn toàn.

Bài số 6:

Xác định lượng oxi trong một mẫu nước sông, người ta xác định bằng phép phân tích iot (phương pháp Winkler) như sau:

Bước 1: Oxi trong dung dịch oxi hoá Mn^{2+} thành Mn (IV) trong môi trường kiềm tạo thành MnO(OH)_2 .

Bước 2: Thêm axit vào hợp chất của mangan nói trên phản ứng với lượng dư Mn^{2+} tạo thành ion Mn^{3+} .

Bước 3: Ion Mn^{3+} này oxi hoá thuốc thử iotua tạo thành iot và Mn^{3+} bị khử thành Mn^{2+} .

Bước 4: Lượng iot sinh ra trong bước 3 được chuẩn độ bằng dung dịch thiosunfat.

Hỏi 1: Viết phương trình ion của bốn phản ứng trên.

Phân tích những mẫu nước sông trên người ta tiến hành như sau:

1. Chuẩn hoá dung dịch natri thiosunfat $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$: Dùng KIO_3 trong môi trường axit, khi đó ion iotat bị khử thành ion iotua. Với 25,00 ml dung dịch KIO_3 ($\beta(\text{KIO}_3) = 174,8 \text{ mg/l}$) chuẩn hết 12,45 ml dung dịch $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$.

2. Ngay sau khi lấy mẫu nước, lượng oxi của nó được xác định theo phương pháp Winkler. Đã dùng hết 11,80 ml dung dịch $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ trên cho 103,50 ml mẫu nước ở 20°C . Nồng độ O_2 bão hoà trong nước là $9,08 \text{ mg/l}$ ở 20°C .

3. Mẫu thứ hai ($V = 102,20 \text{ ml}$, $t^0\text{C} = 20^0\text{C}$), được “ủ” 5 ngày ở nhiệt độ 20^0C , ứng với $6,75 \text{ ml}$ dung dịch $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$.

Hỏi II:

- Viết phương trình phản ứng chuẩn hoá dung dịch thiosunfat.
- Tính nồng độ mol/l của dung dịch thiosunfat: $C_{(\text{S}_2\text{O}_3^{2-})}$ là bao nhiêu?
- Tính hàm lượng oxi (mg/l) của mẫu nước ngay sau khi lấy mẫu: $\beta(\text{O}_2)$ bằng bao nhiêu?
- Tính chỉ số bão hoà oxi (OSI) của mẫu nước này: bằng bao nhiêu (%) ?
- Tính hàm lượng oxi của mẫu nước sau khi “ủ” 5 ngày: $\beta(\text{O}_2)$ là bao nhiêu?
- Từ các kết quả phân tích trên, xác định được thông số đặc trưng nào? Giá trị của nó là bao nhiêu ?

(Kí hiệu: β là nồng độ ppm, OSI là chỉ số bão hoà oxi).

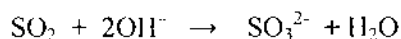
Đáp số:

Câu 2:

- $C_{(\text{S}_2\text{O}_3^{2-})} = 9,841.10^{-3} \text{ mol/l}$ với $C_{(\text{IO}_3^-)} = 8,168.10^{-4} \text{ mol/l}$
- $\beta(\text{O}_2) = 8,97 \text{ mg/l}$
- $\text{OSI} = 98,8\%$
- $\beta(\text{O}_2) = 5,20 \text{ mg/l}$
- $\text{BOD}_5 (\text{O}_2 \text{ mg/l}) = 3,77.$

Bài số 7:

Cho một mẫu không khí bị ô nhiễm bởi khí SO_2 đi vào bình hấp thụ với tốc độ $2,5 \text{ l/phút}$ trong 60 phút để toàn bộ lượng SO_2 trong mẫu đó hấp phụ vào dung dịch chứa lượng dư kiềm tạo thành muối sunfit :



Sau đó đem axit hoá toàn bộ dung dịch trong bình hấp thụ bằng HCl để giải phóng SO_2 , khí đó tác dụng vừa đủ với $5,2 \text{ ml}$ dung dịch KIO_3 $0,003125 \text{ M}$. Viết phương trình phản ứng, tính hàm lượng SO_2 trong không khí theo ppm.

Đáp số:

Hàm lượng SO_2 trong không khí là: 2,08 ppm.

Bài số 8:

Để xác định hàm lượng khí độc H_2S trong không khí, người ta làm thí nghiệm sau:

Lấy 30 lít không khí nhiễm H_2S ($d = 1,2 \text{ g/l}$) cho đi qua thiết bị phân tích có bình hấp thụ đựng lượng dư dung dịch CdSO_4 để hấp thụ hết khí H_2S dưới dạng CdS màu vàng. Sau đó axit hoá toàn bộ dung dịch chứa kết tủa trong bình hấp thụ và cho toàn bộ lượng H_2S thoát ra hấp thụ vào ống đựng 10 ml dung dịch I_2 0,0107M, để iot hoá H_2S thành S. Lượng I_2 dư phản ứng vừa đủ với 12,85 ml dung dịch $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0,01344M. Hãy viết các phương trình phản ứng xảy ra và tính hàm lượng % H_2S trong không khí theo ppm.

Đáp số:

Hàm lượng % H_2S theo ppm là: 1,95%.

Bài số 9:

Một trong những thuốc diệt chuột là kẽm photphua. Sau khi chuột ăn vào, bị khát nước và khi đó tạo ra khí độc giết chết chuột (dĩ nhiên cũng rất độc cả với người).

Thuốc diệt chuột loại này thường lẫn tạp chất là kẽm kim loại. Hoà tan một ít thuốc bằng dung dịch HCl dư thì thu được hỗn hợp khí có tỉ khối so với H_2 bằng 15,435.

Viết phương trình phản ứng. Tính % khối lượng Zn tạp chất trong thuốc.

Đáp số:

$\% \text{Zn} = 5,32\%$.

MÔI TRƯỜNG THẠCH QUYỂN

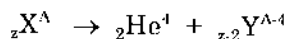
Trước khi nghiên cứu thạch quyển chúng ta hãy điểm qua về Mặt Trời, Trái Đất và Mặt Trăng. Trong vũ trụ bao la, vô cùng, vô tận chúng ta chỉ đề cập sơ lược về hệ Mặt Trời. Hệ Mặt Trời gồm có Mặt Trời nằm ở trung tâm và các hành tinh chuyển động xung quanh là Sao Thủy, Sao Kim, Trái Đất, Sao Hỏa, Sao Mộc, Sao Thổ, Sao Thiên Vương, Sao Hải Vương, Sao Diêm Vương; còn Mặt Trăng là vệ tinh duy nhất của Trái Đất. Ở Mặt Trăng không tồn tại sự sống vì không có khí quyển, không có nước, nhiệt độ thay đổi quá lớn, khoảng (+) 120°C vào ban ngày và khoảng (-) 150°C vào ban đêm. Vào những đêm rằm, đẹp trời chúng ta nhìn thấy "chú Cuội ngồi gốc cây đa" trên Mặt Trăng. Đó chính là những vùng đất thấp trên bề mặt Mặt Trăng mà chúng ta nhìn thấy màu xám và mờ gọi là Biển Khô. Các nhà khoa học Nga đã đặt tên là biển Hy vọng, biển Yên lặng, biển Bảo, biển Chết, biển Matxcova. Còn có các vùng đất đồi cao mà chúng ta nhìn thấy màu sáng hơn vì nó phản xạ ánh sáng mạnh hơn, và cũng đã được đặt tên là đồi Hadley, núi Anpơ, núi Antai, núi Capkazơ.

Trái Đất lớn gấp gần 4 lần Mặt Trăng vì đường kính Trái Đất và Mặt Trăng lần lượt là: 12756 km và 3476 km.

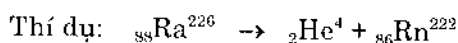
Mặt Trời có khối lượng $1,989.10^{30}$ kg, là vật thể lớn nhất của hệ Mặt Trời, chiếm tới 98% khối lượng toàn bộ hệ Mặt Trời. Mặt trời cũng là một vì sao, nhưng là một khối khí bao gồm 69,5% hidro, 28% heli, 0,2% (N, C và O), 0,5% (Mg, S, Si, và F) và một số nguyên tố khác. Người ta gọi Mặt Trời là "quả cầu lửa" vì Mặt Trời đang đốt cháy hidro trong nhân của Mặt Trời. Nhiệt độ ở bề mặt của Mặt Trời là 6000°C, còn nhiệt độ trong nhân là 15.000.000°C. Năng lượng sinh ra ở tâm Mặt Trời do các phản ứng hạt nhân phải mất một triệu năm mới chuyển ra đến bề mặt của nó và chiếu đi các nơi.

Có nhiều phương pháp để xác định tuổi địa chất, nhưng phương pháp thông dụng và chính xác nhất là phương pháp phóng xạ. Cơ sở của phương pháp này là dựa vào quá trình tự phân hủy của các hạt nhân nguyên tử như nguyên tử urani, poloni, radi, thori...

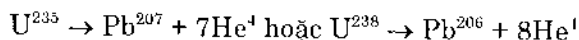
Phương trình tổng quát của quá trình phân hủy tự nhiên hay phân rã α (hạt anpha, hạt nhân của nguyên tử heli) như sau:



trong đó z là số thứ tự của nguyên tố trong bảng hệ thống tuần hoàn hay điện tích hạt nhân và A là khối lượng nguyên tử. Vậy khi phân rã khối lượng nguyên tử giảm đi 4 đơn vị và điện tích hạt nhân giảm đi 2 đơn vị.



Cũng có thể biểu diễn phản ứng dưới dạng đơn giản hơn:



Chu kỳ bán hủy (thời gian phân hủy một nửa lượng chất phóng xạ) của đồng vị urani ${}_{92}\text{U}^{238}$ là $4,5 \cdot 10^9$ năm và đồng vị ${}_{92}\text{U}^{235}$ là $7 \cdot 10^8$ năm, thori là $1,4 \cdot 10^7$ năm và cacbon là 5568 năm.

Trên cơ sở đó, người ta cho rằng Trái Đất và các hành tinh khác của hệ Mặt Trời đã xuất hiện vào khoảng 4,6 - 4,8 tỷ năm về trước, trong đó Trái Đất là hành tinh duy nhất đã trải qua sự tiến hóa ở mức cao nhất. Mặt Trời đã xuất hiện khoảng 5 tỷ năm và các nhà khoa học cũng dự đoán Mặt Trời còn tồn tại nhiều tỷ năm nữa. "Quả cầu lửa" sau khi ngừng hoạt động cũng phải mất hàng nghìn tỷ năm để nguội lạnh hoàn toàn. Trái Đất của chúng ta có khối lượng là $5,976 \cdot 10^{24}$ kg, có hình quả cầu dẹt "elipxoit", bán kính trung bình 6370 km, bán kính ở xích đạo là 6378 km, còn bán kính ở cực là 6357 km.

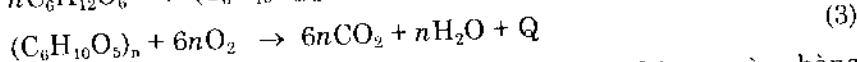
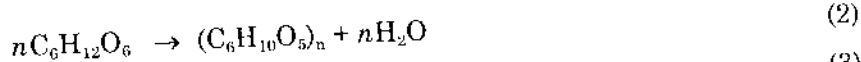
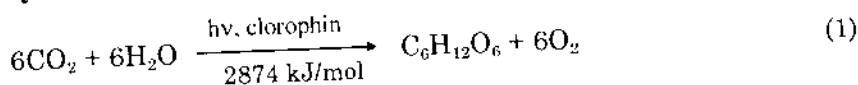
Năm 2005, cũng dựa vào phương pháp phóng xạ, các nhà khoa học Anh và Đức đã phân tích mẫu đá do tàu Apollo lấy về, chủ yếu là khoáng chất tungsten-182. Họ đã tính tuổi Mặt Trăng là 4,527 tỷ tuổi.

Trong quá trình phát triển của Trái Đất, biển đã có nhiều nơi biến thành lục địa và đồi núi, đồng thời có những vùng đáy biển lại dâng cao lên và trở thành lục địa. Sự tạo thành lục địa hay đại dương đều liên quan tới phần địa chất đang nóng chảy ở bên trong Trái Đất. Do tác

động phức tạp và liên tục của các quá trình địa chất như vậy đã làm thay đổi bộ mặt và các lớp ngoài của vỏ Trái Đất.

Trái Đất của chúng ta hiện nay nhận được hai nguồn năng lượng: một nguồn từ Mặt Trời (nguồn chính) và một nguồn nhiệt tỏa ra từ nhân của Trái Đất (bảng 4.2). Trái Đất chúng ta chịu ảnh hưởng trực tiếp và quyết định của hệ Mặt Trời. Sự sống trên Trái Đất luôn luôn phụ thuộc vào năng lượng Mặt Trời. Năng lượng Mặt Trời luôn sưởi ấm Trái Đất, làm cho muôn loài phát sinh và phát triển. Trên Trái Đất, nhờ năng lượng của ánh sáng Mặt Trời và chất diệp lục chlorophin trong lá cây xanh mà cây cỏ tổng hợp được glucit từ khí cacbon và nước.

Quá trình quang hợp xảy ra theo phương trình sau:



Sản phẩm của phản ứng (1) là glucosơ. Sau đó hàng ngàn, hàng vạn phân tử glucosơ lại kết hợp với nhau để cho sản phẩm là xenlulozơ và tinh bột (2). Khi tiêu thụ các glucit này, các cơ thể sinh vật lại nhận được năng lượng (Q) lớn để trường tồn và phát triển, đồng thời giải phóng khí cacbonic và nước (3). Than đá, dầu mỏ là các nhiên liệu hoá thạch do năng lượng Mặt Trời tích lũy hàng trăm triệu năm mà có. Mặt Trời có vai trò quan trọng và quyết định nhất đối với môi trường Trái Đất: Sự hình thành mây, chuyển động của gió, sự gây ra các dòng chảy trên các đại dương, bão từ... đều phụ thuộc vào Mặt Trời. Sau nữa, để nghiên cứu thạch quyển một cách khoa học hơn, chúng ta đề cập đến áp suất, nhiệt độ và tỷ khối bên trong của Trái Đất.

Bảng 4.1. Áp suất bên trong Trái Đất

Độ sâu (km)	Áp suất (1000 atm)	Độ sâu (km)	Áp suất (1000 atm)
100	31	2900	1370
300	100	3200	1677,9
800	296,1	4800	2763,6
900	346	5600	2961
1600	512,2	6370	3059,7

Như vậy áp suất ở nhân Trái Đất khoảng trên 3 triệu atm.

Bảng 4.2. Nhiệt độ bên trong Trái Đất

Độ sâu (km)	Nhiệt độ (°C)
20	600
100	1400
500	1800
6370	2000 – 5000

Khi núi lửa phun trào cho ba loại sản phẩm chính: khí, lỏng và đặc. Các sản phẩm khí (natri clorua, kali clorua, sắt clorua, axit clohidric, axit sunfuro, amoni clorua, hidro sunfua, cacbonic, nước...) có nhiệt độ từ 100°C đến 500°C. Các sản phẩm lỏng (silic oxit, natri oxit, kali oxit, canxi oxit, magie oxit, sắt oxit...) có nhiệt độ từ 1100°C đến 1200°C. Các sản phẩm đặc được đẩy vào khí quyển, sau đó rắn lại như tro núi lửa, cát núi lửa, cuội núi lửa...

Bảng 4.3. Tỷ khối bên trong Trái Đất

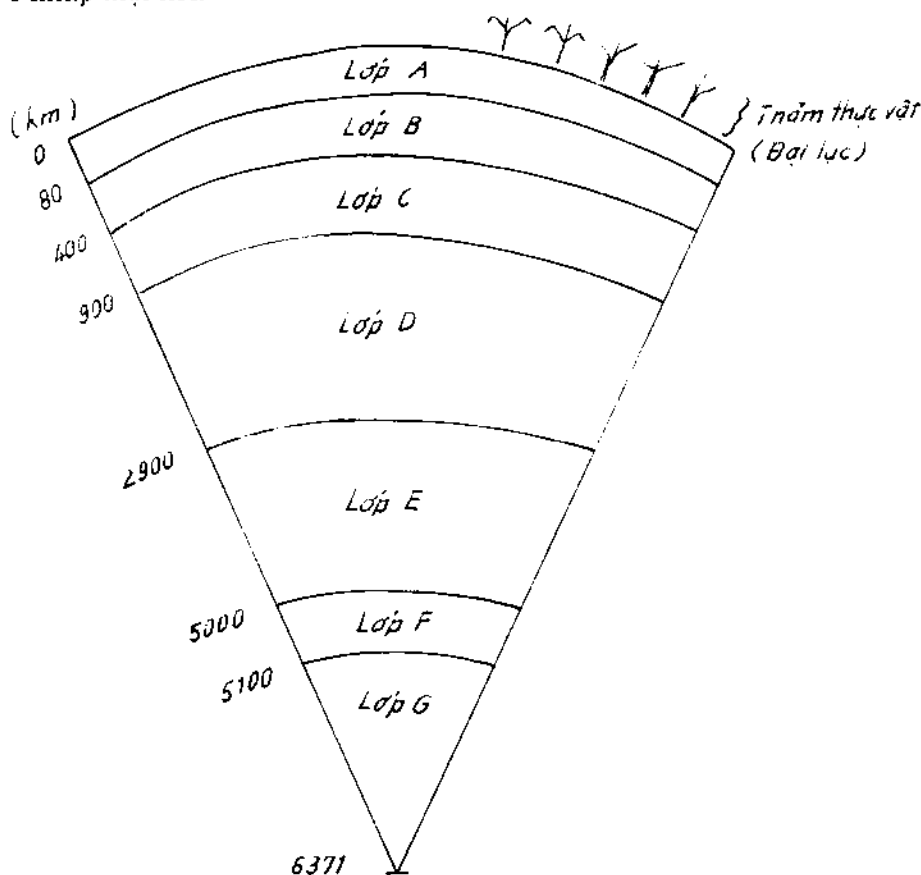
Độ sâu (km)	Tỷ khối (g/cm ³)
20	2,7
33	3,32
400	3,65
1000	4,68
2900	9,3
5000	11,5
5100	12,0
6371	12,3

Tỷ khối trung bình của toàn Trái Đất là $5,517 \pm 004 \text{ g/cm}^3$ và càng vào sâu trong lòng Trái Đất thì tỷ khối càng lớn. Tỷ khối của Mặt Trăng là $3,34 \text{ g/cm}^3$. Gần đây các nhà khoa học của trường Đại học Columbia Hoa Kỳ vừa phát hiện ra là phần lõi rắn của tâm Trái Đất được cấu tạo bởi sắt và niken có đường kính khoảng 2400 km, hiện đang quay nhanh hơn phần lỏng bao quanh tâm là 0,009 giây mỗi năm.

I. CẤU TRÚC VÀ THÀNH PHẦN HÓA HỌC CỦA THẠCH QUYỂN

1. Cấu trúc của thạch quyển

Thạch quyển là lớp vỏ rắn của Trái Đất, bao gồm vỏ Trái Đất và lớp trên của tầng lót Manti, cấu tạo bởi các đá kết tinh. Vì vậy người ta còn gọi thạch quyển là quyển đá. Nó là cái áo choàng của vỏ Trái Đất, hay nói cách khác thạch quyển là tất cả đất, đá che phủ cho vỏ Trái Đất ở khắp mọi nơi.



Hình 4.1. Cấu trúc bên trong của Trái Đất

Trước kia người ta coi thạch quyển đồng nghĩa với vỏ Trái Đất.

Chiều dày của thạch quyển ở lục địa vào khoảng 100 km, còn ở đại dương ước chừng khoảng 50 km. Có tác giả coi thạch quyển là phần rắn

của Trái Đất từ mặt đất đến độ sâu 60 km. Có tác giả khác lại coi thạch quyển hoặc môi trường đất, bao gồm lớp vỏ Trái Đất có độ dày 60 - 70 km trên phần lục địa và 2 - 8 km dưới đáy đại dương.

Nhờ hai phương pháp nghiên cứu là địa chất học và địa vật lí, người ta đã nghiên cứu được cấu tạo của Trái Đất. Trái Đất được cấu tạo bởi một số phần khác nhau về thành phần hay trạng thái vật chất. Trái Đất được cấu tạo bởi ba phần: vỏ Trái Đất, quyển Manti và nhân. Muốn hiểu biết sự phát triển của thạch quyển chúng ta không thể không nghiên cứu sơ lược các phần sâu trong lòng Trái Đất.

a. Vỏ Trái Đất (lớp A)

Vỏ Trái đất chiếm 1% thể tích Trái Đất và 0,5% khối lượng Trái Đất. Vỏ Trái Đất có bề dày và cấu tạo không giống nhau ở các vùng khác nhau:

- Ở đồng bằng là 35 - 40 km.
- Ở miền núi 50 - 80 km.
- Ở đại dương 5 - 10 km.

b. Quyển Manti

Quyển Manti nằm ranh giới từ vỏ Trái Đất (khoảng 80 km) đến độ sâu 2900 km, chiếm 83% thể tích Trái Đất và 67% khối lượng Trái Đất. Quyển Manti được cấu tạo bởi ba lớp kí hiệu là B, C, D.

Lớp B, lớp C là Manti trên, còn lớp D là Manti dưới.

Lớp B từ vỏ Trái Đất đến độ sâu 400 km, người ta cho rằng lớp này đang có vật chất nóng chảy hoặc đang kết tinh lại.

Lớp C từ 400 - 900 km. Lớp này vật chất thay đổi thành phần và bị nén chặt hơn lớp B.

Lớp D là quyển Manti dưới nằm sâu từ 900 đến 2900 km. Vật chất ở quyển này có tính chất một vật thể rắn ở trạng thái kết tinh. Thành phần chủ yếu của nó là oxit magie, oxit silic và oxit sắt.

Sự phát triển của vỏ Trái Đất phụ thuộc vào các quá trình xảy ra ở quyển Manti trên. Sự vận động vật chất của quyển này làm cho chỗ thì

nhô lên thành lục địa hay đồi núi, chỗ thì trũng xuống thành đại dương hay thung lũng.

Ở quyển Manti trên, vật chất nóng chảy xuất hiện xâm nhập vào vỏ Trái Đất tạo ra các mỏ khoáng sản. Khi nguội và kết tinh lại, vật chất quyển mềm tạo nên thạch quyển. Vỏ Trái Đất là lớp trên của thạch quyển, là sản phẩm tiến hóa của vật chất ở quyển Manti trên trong suốt thời gian địa chất.

c. Nhân Trái Đất

Nhân Trái Đất chiếm khoảng 16% thể tích Trái Đất và khoảng gần 33% khối lượng Trái Đất.

Nhân Trái Đất bắt đầu ở độ sâu 2900 km vào đến tâm Trái Đất (6371 km). Nó chia làm ba lớp:

Nhân ngoài (lớp E), nhân chuyển tiếp (lớp F) và nhân trong (lớp G).

Lớp nhân ngoài từ độ sâu 2900 - 5000 km. Người ta cho rằng vật chất lớp này đang nóng chảy ở thể lỏng.

Lớp nhân trong ở độ sâu từ 5100 - 6371 km được giả thiết là ở trạng thái rắn.

Còn lớp nhân trung gian ở độ sâu 5000 - 5100 km có tính chất chuyển tiếp.

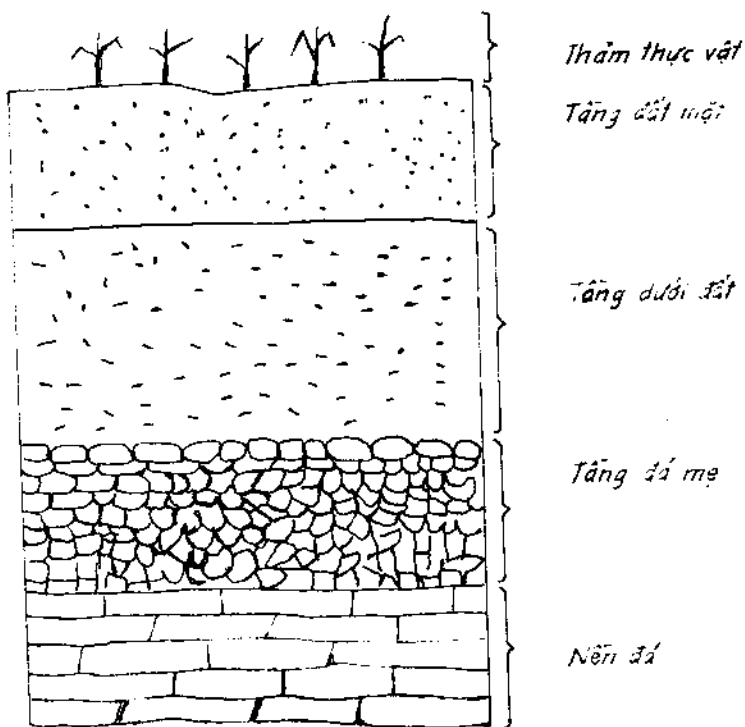
2. Thành phần hóa học của đất

a. Khái niệm về đất

Đất, đá là đối tượng chịu sự tác động của các quá trình vật lý, hóa học và sinh học. Kết quả của đất nguyên thủy là được mọc lên các cây cỏ cao hơn và trong từng thời gian cây cỏ lại phân tán trở lại Trái Đất như cây cỏ bị chết và cành lá cây rơi xuống đất. Hợp chất hữu cơ trong đất lại bị phân hủy bởi các cơ thể vi sinh vật là hệ động vật. Đất có vai trò rất quan trọng, vì có đất mới sản xuất ra thực phẩm cho con người và động vật. Để sản xuất thì "thiên thời, địa lợi, nhân hòa" là những yếu tố cực kì quan trọng. Trong đó đất đai màu mỡ, khí hậu thuận hòa là những tài sản quý giá của bất kì dân tộc nào.

Đất là thành phần quan trọng của các chu trình hóa học của môi trường. Đất nói chung có kết cấu xốp, bao gồm các chất hữu cơ, các chất vô cơ, chỗ trống, nước và không khí.

Năm 1879 Dacutracp đã đưa ra khái niệm về đất như sau: "Đất là vật thể thiên nhiên có cấu tạo độc lập lâu đời do kết quả của quá trình hoạt động tổng hợp của năm yếu tố hình thành đất gồm: đá mẹ, thực vật, động vật, khí hậu, địa hình và thời gian". Dưới tác động của khí hậu, sinh vật và địa hình, các loại đá cấu tạo nên vỏ Trái Đất dần dần bị vụn nát ra rồi sinh ra đất. Đá là nền móng của đất. Nhờ có vòng tuần hoàn sinh học đá vụn mới biến thành đất. Sau này người ta còn bổ sung thêm nhiều yếu tố khác. Đặc biệt là vai trò của con người.



Hình 4.2. Mặt cắt thể hiện các tầng của đất

Con người tác động vào đất và đã làm thay đổi khá nhiều tính chất của đất. Ngày nay, nhờ áp dụng các thành tựu khoa học kỹ thuật

hiện đại, con người đã tác động vào thiên nhiên và đất đai một cách vô cùng mạnh mẽ. Nhiều tác động phù hợp với qui luật tự nhiên, làm cho đất đai màu mỡ hơn, cho năng suất cây trồng cao hơn như xây dựng các hệ thống tưới tiêu, bón thêm phân cho đất bạc màu, trồng rừng, trồng cây ở những vùng đất trống đồi trọc.

Cũng do hoạt động của con người, đất đai lại nhận được nhiều chất gây ô nhiễm, thuốc bảo vệ thực vật, khói và các chất thải của các nhà máy, các chất thải của con người.

b. Thành phần hóa học của đất

Đất có chứa không khí, nước và chất rắn. Thành phần chủ yếu của chất rắn là các chất vô cơ và các chất hữu cơ.

Các chất vô cơ của đất được tạo thành từ những đá mẹ bởi các quá trình phong hóa, trong khi đó các chất hữu cơ được hình thành từ các sinh khối thực vật bị mục nát qua các thời kì cũng như sự tác động của rất nhiều loại vi khuẩn, nấm, các động vật và giun đất.

Loại đất dùng để sản xuất bao gồm 5% là chất hữu cơ còn 95% là chất vô cơ.

Hàm lượng chủ yếu của các chất vô cơ trong đất là khoáng silicat chiếm 74,3% bao gồm silic và oxi.

Hàm lượng các nguyên tố hóa học trong đất như sau:

Oxi: 46,6%; silic: 27,7%; nhôm: 8,1%; sắt: 5%; canxi: 3,6%; natri: 2,8%; kali: 2,6%; magie: 2,1%.

Tám nguyên tố đầu tiên này đã chiếm 98,5% khối lượng vỏ Trái Đất. Tất cả các nguyên tố hóa học còn lại chiếm khoảng 1,5%.

Vỏ Trái Đất còn có tên là quyển Sial vì thành phần chủ yếu của nó là oxi, silic và nhôm chiếm 82,4% vỏ Trái Đất.

Các nguyên tố natri và kali chủ yếu tồn tại ở các dạng muối kép phức tạp không tan như:

orthocla (orthoclase): KAlSi_3O_8

albit (albite): $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$

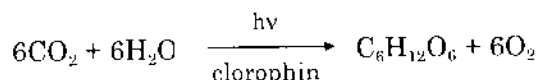
epidot (epidote): $4\text{CaO}_3(\text{AlFe})\text{O}_3.6\text{SiO}_2.\text{H}_2\text{O}$.

Sắt không những có mặt trong muối kép mà còn tồn tại ở dạng oxit: Fe_2O_3 , Fe_3O_4 và $\text{FeO}(\text{OH})_2$, chúng tạo ra phần vô cơ chính của nhiều loại đất.

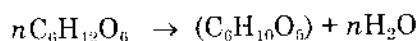
Trong một số loại đất, lượng oxit mangan và oxit titan tương đối nhiều.

Cacbonat canxi còn là hợp phần chung của đất. Đất sét là những khoáng phụ ở trong đất, chủ yếu là silicat sắt và silicat nhôm ngậm nước. Chúng có liên kết với các cation như Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+ và NH_4^+ .

Trong đất trồng trọt, các chất hữu cơ chỉ chiếm khoảng 5%. Các chất hữu cơ được hình thành do sự thải ra của các tầng thực vật bị chết và xác các sinh vật khác tồn tại trên Trái Đất. Trong các loại này cây xanh có sinh khối lớn nhất. Đó là quá trình quang hợp xảy ra nhờ năng lượng ánh sáng Mặt Trời và vai trò xúc tác chuyển năng lượng là clorophin trong lá cây xanh. Trong điều kiện đó, từ hai chất đơn giản là nước và khí cacbonic, cây xanh đã tổng hợp ra chất hữu cơ là glucôzơ:



Sau đó hàng ngàn phân tử glucôzơ lại kết hợp với nhau tạo thành những polime có phân tử lớn hơn là tinh bột và xenlulozơ:



Tinh bột và xenlulozơ đều có công thức chung là $(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_n$ nhưng xenlulozơ có cấu tạo thẳng (β - 1,4 - glucôzit), còn tinh bột có hai loại là amilo (α - 1,4 - glucôzit) và amilopectin (α - 1,4 - glucôzit và α - 1,6 - glucôzit).

Gluxit có vai trò rất quan trọng đối với con người. Gluxit là lương thực, thực phẩm, là nguyên liệu để may mặc quần áo, làm nhà cửa và rất nhiều vật dụng cần thiết cho đời sống con người.

Trong đất, chính lượng các chất hữu cơ qui định hiệu quả sản xuất của một loại đất nào đó. Vì nó bảo đảm cho các vi sinh vật hoạt động trong lòng đất, xúc tiến cho quá trình hình thành những hợp chất mà

thực vật có thể hấp thụ được. Hàm lượng các hợp chất hữu cơ trong đất càng cao thì đất càng tốt.

Các hợp chất hữu cơ cung cấp thức ăn cho các vi sinh vật, động vật và thực vật, tham gia vào các phản ứng hóa học như trao đổi ion, duy trì các tính chất vật lý của đất, ngoài ra còn góp phần vào phong hóa các chất vô cơ.

Dưới tác dụng của nhiệt độ, các vi sinh vật, không khí và nước, các chất hữu cơ bị biến đổi theo hai hướng: vô cơ hóa và mùn hóa.

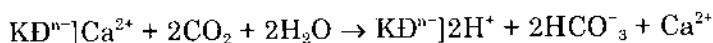
Vô cơ hóa là quá trình phân hủy các chất hữu cơ thành các chất vô cơ như muối khoáng...

Mùn hóa là quá trình biến đổi các chất hữu cơ và cả các chất vô cơ thành một chất màu đen gọi là mùn. Những vật liệu mùn sẽ tạo ra những lớp quan trọng nhất của các tác nhân phức.

Mùn chứa nhiều chất dinh dưỡng rất cần thiết cho cây, làm cho đất xốp, giữ được độ ẩm và giữ màu mỡ cho đất.

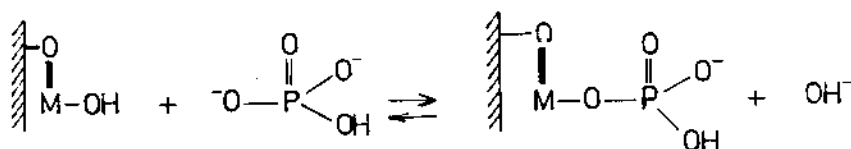
Những thành phần hoạt tính sinh học của các chất hữu cơ bao gồm các polisaccarit, các hợp chất nucleotit, các hợp chất của photpho, các hợp chất sunfua hữu cơ...

Các chất vô cơ và hữu cơ đều có khả năng trao đổi ion với keo đất (KD). Chúng có thể đưa dạng canxi không tan thành dạng ion canxi tan và cây có thể hấp thụ được:



Như thế là kim loại tồn tại ở dạng vết cây cũng có thể hấp thụ được.

Trong thành phần vô cơ của đất, trên bề mặt của oxit kim loại ở môi trường pH_{cm} ($pH > 7$) phát triển thành phần điện tích âm và có thể trao đổi với các anion:



c. Tài nguyên đất

Đất là tài nguyên vô giá trên đó con người, các động vật, các vi sinh vật và thảm thực vật tồn tại, phát sinh và phát triển.

Đất đai được tạo thành nhờ tương tác giữa các yếu tố địa hình, khí hậu, hoạt động của thế giới động vật, thực vật và con người. Đất là tư liệu sản xuất cơ bản, phổ biến và quý giá nhất của nền sản xuất nông nghiệp. Chúng ta phải xem đất như vật thể sống. Đất luôn luôn biến đổi, phát triển và tiến hóa. Phải nghiên cứu đất trong mối quan hệ qua lại giữa đất, cây cỏ và môi trường xung quanh.

Theo thống kê gần đây, diện tích đất liền ở các lục địa trên toàn Trái Đất có khoảng 14.777 triệu ha, trong đó:

- 12% là đất canh tác;
- 24% là đất đồng cỏ dùng để chăn nuôi;
- 32% là đất rừng;
- 32% là đất dân cư, đầm lầy, đất ngập mặn.

Đất đai trên vỏ Trái Đất nhìn chung đang ở vào tình trạng suy thoái, do khai thác bừa bãi quá mức, do phá hủy thảm thực vật và gây ra xói mòn, rửa trôi. Bình quân hàng năm có 15% diện tích đất toàn cầu bị suy thoái.

Nước ta có tổng số đất đai tự nhiên là 33 triệu ha, đứng thứ 58 trên thế giới, trong đó có 22 triệu ha là đất vùng đồi núi (chiếm khoảng 67%) và đất bồi tụ 11 triệu ha (chiếm 33%).

Đất đai nước ta được phân bố như sau:

Theo Niên giám Thống kê 2003 cho biết diện tích đất liền và các hải đảo của nước ta có 329.297 km² và 1.000.000 km² Biển Đông với hơn 3000 đảo lớn, nhỏ (quần đảo lớn nhất Hoàng Sa, thuộc Đà Nẵng và Trường Sa, thuộc Khánh Hòa). Trong đó, đất nông nghiệp có 9,4068 triệu ha, chiếm 28,6% tổng diện tích đất đai, đất lâm nghiệp có 12,051 triệu ha, chiếm 36,6%, đất chuyên dụng 1,6159 triệu ha chiếm 4,9%, đất ở có 451.300ha chiếm 1,4%, đất chưa sử dụng có 9,4047 triệu ha chiếm 28,5%.

Bình quân đất tự nhiên tính theo đầu người ở nước ta rất thấp, khoảng 0,4 ha/người, trong khi đó thế giới là 3,36 ha/người, xếp hàng thứ 159 trên thế giới.

Nước ta là nước ở vào vùng khí hậu nhiệt đới, gió mùa, mưa nhiều, nắng lắm cây cối quanh năm xanh tốt từ Bắc đến Nam. Vì vậy đất đai và sinh vật nước ta rất phong phú đa dạng. Điều kiện đó cho phép chúng ta trồng được nhiều vụ trong năm và nhiều loại cây trong vụ. Nhân dân ta rất cần cù, chịu khó và có nhiều kinh nghiệm sản xuất sử dụng và cải tạo đất.

Tuy nhiên đất đai nước ta dễ bị xói mòn, mùn dễ biến thành khoáng, chất dinh dưỡng trong đất dễ hòa tan, dễ biến hóa và bị rửa trôi nhanh, nên đất chóng thoái hóa.

II. NHỮNG CHẤT DINH DƯỠNG VI LƯỢNG, ĐA LƯỢNG VÀ CHU TRÌNH NPK

1. Những chất dinh dưỡng vi lượng

Những chất dinh dưỡng vi lượng là các chất mà cây cối cần một lượng rất nhỏ, nếu thiếu thì cây cần cỗi, cho thu hoạch kém, nhưng nếu lượng lớn quá thì lại gây độc cho cây. Đó là các nguyên tố cần ở dạng vết khoảng 10^{-3} ppm (part per million: phần triệu). Những chất dinh dưỡng vi lượng cung cấp cho cây cối có chứa các nguyên tố sau: bo, clo, natri, đồng, sắt, mangan, kẽm, vanadi và molipden. Hầu hết chúng có mặt trong thành phần của các enzym chủ yếu.

Một số trong chúng như clo, mangan, sắt, kẽm và vanadi có thể còn tham gia vào trong quá trình quang hợp của cây xanh.

2. Những chất dinh dưỡng lượng lớn (đa lượng)

Những chất dinh dưỡng đa lượng cần thiết cho thực vật có chứa các nguyên tố sau: cacbon, hidro, oxi, nitơ, lưu huỳnh, photpho, kali, canxi và magie. Không khí và nước là nguồn cung cấp cacbon, hidro và oxi. Nhờ loại vi khuẩn cố định đạm nên một số thực vật có thể hấp thụ

nitơ một cách trực tiếp từ khí quyển. Các chất dinh dưỡng đa lượng chủ yếu khác được đất cung cấp.

Bón phân cho đất để bổ sung thêm các chất dinh dưỡng lượng lớn chứa các nguyên tố nitơ, photpho và kali.

Canxi bị thiếu hụt trong đất do cây cối đã hấp thụ nó, do vậy cần bón vôi để cung cấp canxi cần thiết cho cây và khử chua cho đất.

3. Chu trình của nitơ trong tự nhiên

Trong tự nhiên, nitơ thường gặp chủ yếu dưới dạng nitơ nguyên tố ở thể khí, có công thức phân tử N_2 .

Dạng này chiếm 78,08% thể tích khí quyển Trái Đất. Nitơ có trong tất cả các sinh vật dưới dạng các hợp chất hữu cơ phức tạp như protit, axit nucleic (AN : ADN, ARN), các sinh tố, kích thích tố, chất màu của máu, clorophin...

Nitơ đi từ đất, nước vào các cơ thể sinh vật rồi lại từ sinh vật trở lại đất, nước và không khí tạo thành một chu trình kín, gọi là vòng tuần hoàn của nitơ.

Nitơ là một trong những nguyên tố dinh dưỡng chính đối với thực vật. Một lượng lớn hợp chất của nitơ dưới dạng phân đạm thường xuyên được bổ sung cho đất để nuôi các cây trồng. Nhờ quá trình phân rã của các động thực vật, nitơ trong đất hầu hết dưới dạng các hợp chất hữu cơ (90%).

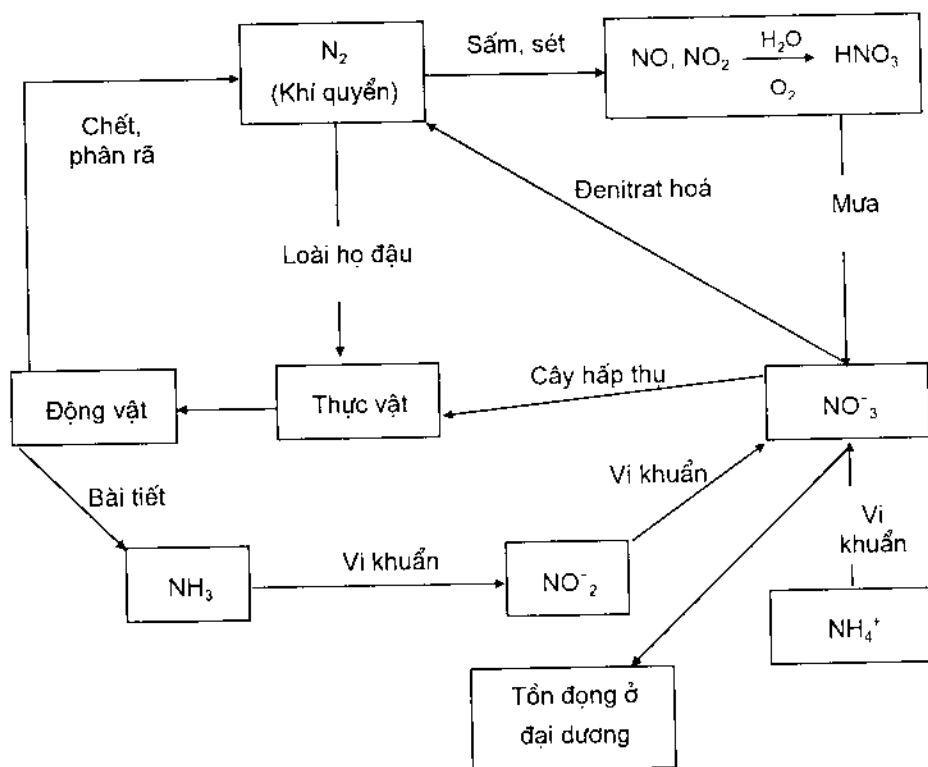
Các chất hữu cơ trong đất được thủy phân đến amoni NH_4^+ , sau đó ion amoni NH_4^+ lại bị oxi hóa đến ion nitrat, NO_3^- , bởi các quá trình tự nhiên trong đất.

Thông thường thực vật sử dụng ion nitrat NO_3^- từ đất, nó làm cho cây cỏ xanh tươi, nhiều hoa, nhiều quả.

Khi nitơ được cung cấp cho đất, như ion amoni NH_4^+ (dưới dạng phân bón) thì vi khuẩn cố định nitơ sẽ chuyển hóa ion amoni NH_4^+ thành ion nitrat NO_3^- để cho cây sử dụng.

Phần lớn các ion nitrat NO_3^- được thực vật hấp thụ, còn một phần nhỏ chúng chuyển thành nitơ ở dạng khí qua quá trình denitrat hóa bởi vi khuẩn.

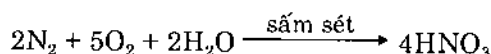
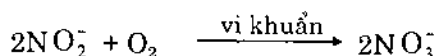
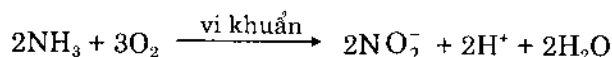
Một số cây họ đậu, như đậu tương, cây linh lăng, cây cỏ ba lá... có khả năng duy nhất hấp thụ được nitơ trong khí quyển nhờ một loại vi khuẩn có nốt sần nhỏ ở bộ rễ của chúng.



Hình 4.3. Chu trình của nitơ trong tự nhiên

Các loài đậu còn hấp thụ một lượng lớn nitơ trong đất. Vào mùa mưa, nhờ sấm sét, hàng năm Trái Đất nhận được một lượng không nhỏ các axit nitric HNO_3 , axit nitơ HNO_2 , đó là nguồn tự nhiên làm màu mỡ cho đất.

Một số phản ứng chuyển hóa nitơ:



Nitơ có tác dụng kích thích các quá trình sinh trưởng và tổng hợp các protein trong thực vật.

4. Chu trình của photpho trong tự nhiên

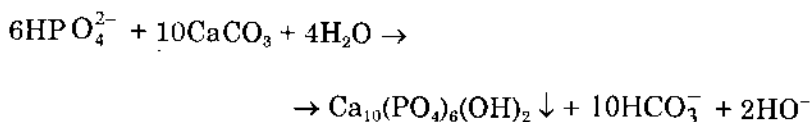
Photpho là nguyên tố rất phổ biến trong thiên nhiên và có vai trò rất quan trọng đối với sự sống của sinh vật. Nó chiếm khoảng 0,04% tổng số nguyên tố của vỏ Trái Đất.

Photpho là nguyên tố cơ bản của thực vật, mặc dù hàm lượng của photpho trong thực vật là thấp. Nó làm cho thực vật cứng cáp, hạt chắc, củ to.

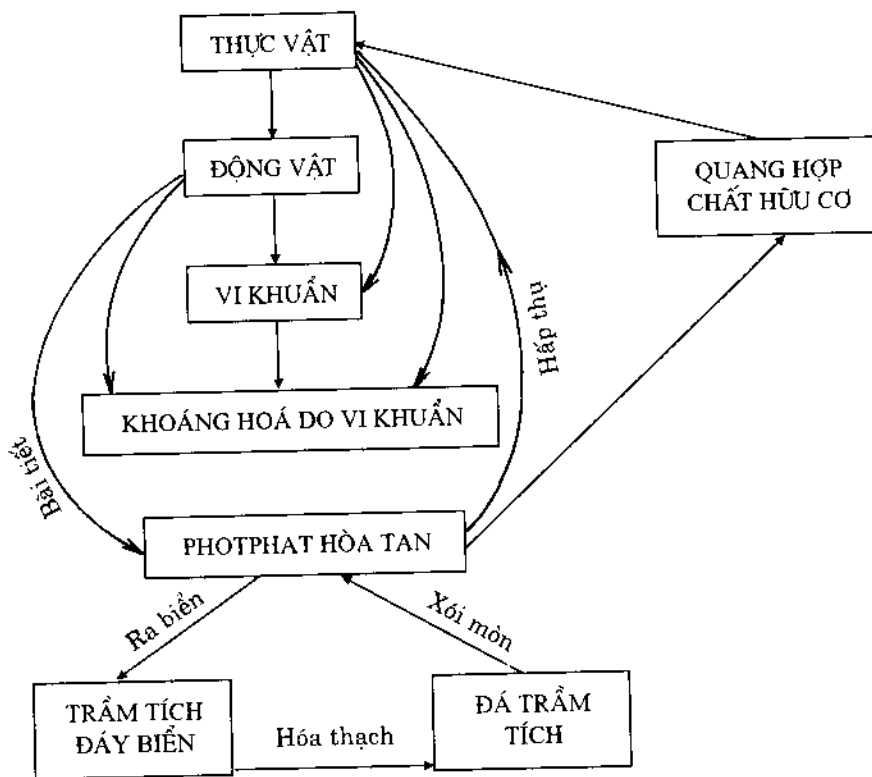
Thực vật hấp thụ photpho từ đất, dưới các dạng muối vô cơ và tích tụ lại trong thực vật chủ yếu ở hạt và quả. Tại các pH thích hợp của đất, thực vật sẽ hấp thụ photpho dưới dạng anion: muối dihidrophotphat chứa anion H_2PO_4^- và muối monohidrophotphat chứa anion HPO_4^{2-} .

Trong những loại đất có môi trường axit, ion orthophotphat hoặc kết tủa hoặc bị giữ lại bởi các cation như Fe^{3+} , Al^{3+} ...

Trong những loại đất có môi trường kiềm, phản ứng sau đây xảy ra với đá vôi CaCO_3 , nhờ có hidroxiapatit kết tủa:



Hàm lượng photpho ít thay đổi so với nitơ vì quá trình rửa trôi khó xảy ra. Người ta thường chú ý bổ sung nitơ nhiều hơn photpho vào đất trồng trọt.



Hình 4.4. Vòng tuần hoàn của photpho

Trong cơ thể sinh vật photpho tồn tại dưới dạng photphat, tạo nên các axit nucleic như ADN và ARN. Ở cơ thể động vật photpho được tích tụ chủ yếu ở xương, răng và các mô thần kinh. Photpho chiếm 1,16% khối lượng của con người. Trong thiên nhiên photpho tồn tại ở hai dạng chính là photphorit: $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ và apatit: $\text{Ca}_5\text{X}(\text{PO}_4)_3$, trong đó X thường là F, Cl và OH. Trong chu trình này, photpho được tàng trữ chủ yếu trong nham thạch dưới dạng photphat. Nước hoà tan dần dần photphat trong đá và chảy qua kênh, rạch, sông, hồ và cuối cùng ra đại dương. Photphat hòa tan được cây cối hấp thụ và photpho từ thực vật chuyển sang động vật. Sự phân giải động thực vật do vi khuẩn thực hiện. Các hợp chất của photpho lại được giải phóng, bị rửa trôi chảy về biển và một phần lắng đọng xuống đáy biển.

Người ta khai thác các quặng apatit và photphorit để sản xuất phân lân bón cho cây cối.

5. Chu trình của kali trong tự nhiên

Kali là nguyên tố hết sức cần thiết cho sự phát triển của người, động vật và thực vật, nhất là quá trình sinh lí của động vật và thực vật.

Thực vật muốn phát triển cần một lượng lớn kali.

Kali có vai trò đặc biệt quan trọng đối với quá trình trao đổi chất trong cây. Kali hoạt hóa một số enzym, đóng vai trò chính trong sự cân bằng nước trong cây, và tham gia vào một số quá trình chuyển hóa hydrat cacbon (đường và tinh bột). Kali tham gia vào quá trình tạo ra chất đường, tinh bột, chất béo, khung xơ của cây... Vì vậy nó tăng cường được sức đề kháng của cây.

Trong vỏ Trái Đất, hàm lượng kali khá phong phú (chiếm 2,6% khối lượng vỏ Trái Đất), nhưng hầu hết cây hấp thụ chúng rất khó.

Chỉ có những khoáng đất sét ở trong đất chứa kali có khả năng trao đổi thì cây mới hấp thụ được.

Phân bón cho đất chứa nitơ, photpho và kali (NPK) là thành phần chính, còn magie, sunfat và các chất dinh dưỡng vi lượng là thành phần phụ. Như vậy kali là một trong ba nguyên tố (NPK) cần thường xuyên bổ sung cho đất để tăng năng suất mùa màng.

Phân bón được xác định bởi chỉ số NPK như sau: 6 - 12 - 8, nghĩa là trong đó có 6% nitơ, 12% photpho (theo P_2O_5) và 8% kali (theo K_2O). Kali clorua KCl được sản xuất từ hai loại khoáng vật là xinvinit ($NaCl$, KCl) và cacnalit ($KCl.MgCl_2.6H_2O$). Các hợp chất của kali thường ở dạng khoáng vật như xinvinit, cacnalit, alumosilicat thiên nhiên và nước biển. Các hợp chất của kali dễ tan trong nước, chảy vào sông ngòi rồi ra đại dương. Tuy nhiên ở trong đất cation kali K^+ bị đất giữ chặt hơn cation natri Na^+ , nên hàm lượng muối kali trong nước biển chỉ bằng 1/60 lần so với muối natri.

III. SỰ Ô NHIỄM THẠCH QUYỂN

1. Khái quát

Đất, nhất là đất trồng trọt nằm ở tầng trên cùng của thạch quyển. Vì vậy nghiên cứu sự ô nhiễm của thạch quyển chính là xem xét sự ô nhiễm môi trường đất.

Đất là nơi tiếp nhận lại một số lượng lớn các sản phẩm phế thải của sinh hoạt, các sản phẩm phế thải của con người, của động vật, của các ngành công nghiệp, nông nghiệp và giao thông vận tải... Căn cứ nguồn gốc phát sinh có thể phân loại như sau:

- Ô nhiễm môi trường đất do chất thải sinh hoạt;
- Ô nhiễm môi trường đất do chất thải nông nghiệp;
- Ô nhiễm môi trường đất do chất thải công nghiệp;
- Ô nhiễm môi trường do giao thông vận tải;
- Ô nhiễm môi trường đất do tác động của các khu công nghiệp, khu đông dân cư...

Đốt nhiên liệu có chứa lưu huỳnh giải phóng ra khí sunfuro SO_2 và cuối cùng để lại sunfat trên mặt đất.

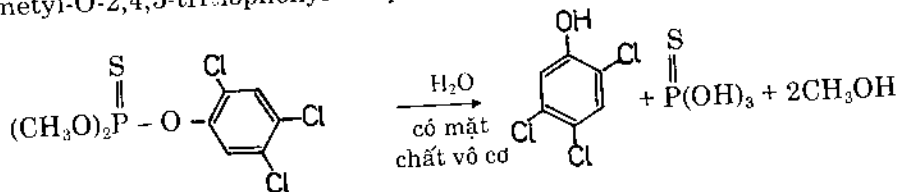
Các nitrat từ khí quyển cũng được lắng đọng trên mặt đất (chu trình của nitơ).

Dọc các xa lộ, các phương tiện vận tải chạy bằng xăng đã để lại hai bên đường bụi chì, khói dầu, bụi đường, bụi lốp mòn và tiếng ồn. Đất đai ở hai bên đường cao tốc có hàm lượng chì khá cao. Thí dụ ở Mĩ là 1000 - 4000 mg trên 1 kg đất.

Mức độ cao của Pb, Zn... cũng được tìm thấy ở những vùng gần mỏ chì hay mỏ kẽm. Trong nông nghiệp các loại phân bón, các loại thuốc bảo vệ thực vật để lại rất nhiều trong đất. Chúng tham gia vào các chu trình của môi trường, được đất hấp thụ rồi tan dần vào nước.

Trải qua các quá trình thoái hóa sinh học, thoái hóa hóa học hoặc phản ứng quang hóa học, các thuốc bảo vệ thực vật cũng trải qua sự thoái biến trong đất.

Về phương diện này, các côn trùng, giun đất, cây cối, các cơ thể sinh vật đóng vai trò rất quan trọng. Thí dụ: trolen có tên gọi O, O-dimetyl-O-2,4,5-trichlorophenyl thiophotphat bị thủy phân trong đất:



Dư lượng các hoá chất bảo vệ thực vật trong mùa màng và các sản phẩm thực phẩm gây ra độc hại cho sức khỏe một thời gian dài. Có thể kết luận rằng chất lượng của đất có ảnh hưởng đến những tiêu chuẩn sức khỏe cộng đồng qua chuỗi thực phẩm cho con người.

Có thể phân chia sự ô nhiễm đất theo tác nhân gây ô nhiễm. Tác nhân gây ô nhiễm đất bao gồm: tác nhân hóa học, tác nhân sinh học và tác nhân vật lý.

2. Ô nhiễm đất do phân bón hóa học và thuốc bảo vệ thực vật

Trong nông nghiệp, loại ô nhiễm này gây nên do sử dụng phân hóa học, thuốc bảo vệ thực vật, chất diệt cỏ và các chất kích thích tố thực vật.

Để tăng năng suất mùa màng, trên thế giới cũng như ở nước ta có xu hướng tăng cường sử dụng các chất hóa học, vì vậy nó tác động đến môi trường đất càng mạnh mẽ hơn. Chúng làm thay đổi thành phần và tính chất của đất, có khi làm chua đất, làm cứng đất, làm thay đổi cân bằng các chất dinh dưỡng giữa cây trồng và đất.

Sử dụng phân hóa học quá liều cũng làm cho đất bị chua. Đất chua ảnh hưởng tới trạng thái sinh lý cây trồng và hiệu quả sử dụng phân hóa học.

Do hệ thống tưới tiêu không hợp lý hoặc do mưa nắng nhiều, đất trồng trọt bị rửa trôi lớp hữu cơ, dưới tác dụng của ánh sáng một số hợp chất của lưu huỳnh bị oxi hóa thành axit H_2SO_4 , Axit H_2SO_4 lại tác dụng với sắt, nhôm trong keo đất thành sunfat sắt hoặc sunfat nhôm, gây ra đất chua phèn.

Đất chua phèn có độ pH thấp và khó trồng trọt. Phân hóa học được bón vào đất, một phần được thực vật hấp thụ (cây trồng chỉ sử dụng được 50% nitơ bón vào đất), một phần được đất giữ lại, một phần bị rửa trôi vào các nguồn nước, một phần khác phóng thải vào khí quyển, gây ô nhiễm chung cả thạch quyển, khí quyển và thủy quyển.

Việc sử dụng phân hóa học ở nước ta chưa cao, chỉ bằng 15,5% lượng NPK được bón cho 1 ha ở Hàn Quốc, 18,9% ở Triều Tiên, 20,7% ở Trung Quốc, 78,2% ở Bangladesh, 39,5% ở Malayxia, 82,3% ở Fiji và 85,8% ở Srilanka. Bình quân là 63% so với ở khu vực Đông Nam Á và từ 1/3 đến 1/4 so với các nước tiên tiến trên thế giới, chưa thấy có hiện tượng gây ô nhiễm do sử dụng quá liều phân hóa học (trừ một vài nơi ở vùng rau Hà Nội và Đà Lạt).

Bảng 4.4. Phân bón sử dụng ở nước ta (1000 tấn)

Tên phân bón hoá học \ Năm	1992	1993	1994
Ure	1.288	976	1149
(NH ₄) ₂ SO ₄	124	105	39
NPK	135	119	80
Supe lân	305	342	554
KCl	-	56	22

Thuốc bảo vệ thực vật có năm loại: thuốc trừ sâu, thuốc trừ nhện, thuốc trừ loài gặm nhấm (chuột, chim và động vật hoang dại phá hoại mùa màng), thuốc trừ nấm (thuốc trừ nhiều loại vi sinh vật gây bệnh cho cây trồng như nấm, vi khuẩn, xạ khuẩn...) và thuốc trừ cỏ dại.

Ở nước ta đã sử dụng thuốc bảo vệ thực vật từ lâu, ngày nay nó càng tăng lên đáng kể về khối lượng và chủng loại.

Những năm 1980 bình quân 1 năm nước ta dùng 10.000 tấn thuốc bảo vệ thực vật.

Những năm 1990 bình quân 1 năm dùng 21.600 tấn, tăng gấp đôi.

Năm 1995 sử dụng 33.000 tấn thuốc, tăng gấp ba.

Bảng 4.5. Tình trạng sử dụng thuốc bảo vệ thực vật ở nước ta (đơn vị: tấn)

Năm	1990	1992	1993	1995
Tên phân bón hoá học				
Thuốc trừ sâu	17.590	18.100	17.700	20.500
Thuốc trừ bệnh	2700	2800	3800	5650
Thuốc diệt cỏ	520	2600	3050	4500
Thuốc khác (diệt chuột, khử trùng)	410	915	1050	2350
Tổng số	21.220	24.415	25.600	33.000

Năm 1996 nước ta đã sử dụng khoảng 295 loại thuốc trừ sâu, 196 loại thuốc trừ bệnh, 148 loại thuốc trừ cỏ, 6 loại thuốc diệt chuột, 23 loại kích thích tố thực vật và 2 loại dẫn dụ côn trùng. Trong đó chất metyl ogienol có tác dụng dẫn dụ ruồi vàng hại cam, được sử dụng nhiều ở các nông trường cam miền Bắc và miền Trung.

Cũng như phân hóa học, các loại thuốc bảo vệ thực vật cũng bị rửa trôi theo nguồn nước rất lớn, tác dụng trừ vật hại chỉ có 1 đến 2%. Ngoài ra thuốc bảo vệ thực vật cũng để lại một số hậu quả xấu cho người và môi trường. Con người tiếp xúc lâu dài với thuốc có thể bị rối loạn sinh lí, sinh hóa, ung thư, quái thai và ảnh hưởng đến tính chất di truyền của con người.

Bảng 4.6. Kết quả phân tích ở Từ Liêm năm 1994

Ion và nguyên tố	Đồng lúa (mg/l)	Kênh nước (mg/l)	Ao cá (mg/l)
F	1,13	2,38	0,57
Cu	0,02	0,02	0,01
Pb	0,009	0,006	0,007
Zn	0,0171	0,16	0,013
As	0,0014	0,0018	0,0011
Hg	0,004	0,0001	0,0004
Mn	0,24	0,17	0,13
K	1,28	5,29	1,33
PO_4^{3-}	0,43	1,60	0,54
NH_4^+	0,72	1,16	0,92
NO_3^-	0,07	0,24	0,09

Số người bị ngộ độc do thuốc trừ sâu (do ăn rau, quả phun thuốc trừ sâu chưa bị phân hủy) tăng lên khá nhiều. Cũng do thuốc bảo vệ thực vật đã làm giảm số lượng của nhiều loài sinh vật có ích (như ong mật đỏ, nấm có ích) làm giảm đa dạng sinh học, làm xuất hiện các loài sâu bệnh kháng thuốc và là nguyên nhân bùng nổ dịch rầy nâu, bệnh đạo ôn ở một số vùng.

3. Ô nhiễm đất do chất thải công nghiệp và chất thải sinh hoạt

Các ngành công nghiệp thải ra các chất thải gây ô nhiễm ở cả ba dạng: rắn, lỏng, khí.

Khoảng 50% chất thải công nghiệp là chất thải rắn (than, bụi, chất hữu cơ, xỉ quặng...), trong đó có 15% có khả năng gây độc nguy hiểm.

Các chất thải rắn công nghiệp gây ô nhiễm rất lớn cho đất. Đặc biệt nghiêm trọng là các chất thải công nghiệp làm ô nhiễm đất bởi các hóa chất và kim loại nặng (Cu, Zn, Pb, As, Hg, Cr, Cd). Các nhà máy còn xả vào khí quyển rất nhiều khí độc như H_2S , CO_2 , CO, NO_x ... Đó là nguyên nhân gây ra mưa axit, làm chua đất, phá hoại sự phát triển của thảm thực vật.

Hàng ngày con người và các động vật thải ra một khối lượng rất lớn các chất phế thải vào môi trường đất. Đó là rác, phân, xác động vật và các chất thải khác. Khu vực càng đông người thì lượng các chất phế thải càng lớn. Đó cũng là vấn đề cần được xã hội quan tâm giải quyết một cách thường xuyên và khoa học.

Nhìn chung công nghiệp nước ta có qui mô nhỏ và các công nghệ không tiên tiến. Cả nước hiện có đến trên 2000 xí nghiệp lạc hậu với công nghệ của những năm 1950; 1960 của thế giới. Đó thực chất là 2000 nguồn gây ô nhiễm khác nhau. Mấy năm gần đây với chính sách mở cửa có một số cơ sở liên doanh với nước ngoài do nước ngoài đầu tư nhưng còn ít và phần lớn chưa có công nghệ hiện đại. Các ngành công nghiệp của ta được hình thành theo cụm công nghiệp. Khu công nghiệp và khu chế xuất nằm ngay trong hoặc kề thành phố lớn. Như thành phố Hồ Chí

Minh có 700 xí nghiệp công nghiệp lớn thì có đến 500 xí nghiệp ở nội thành. Các khu công nghiệp gây ô nhiễm môi trường khá lớn, như Hóa chất Việt Trì, Biên Hòa, Thủ Đức, Tân Bình, như các nhà máy phân bón và thuốc trừ sâu ở Lâm Thao (Phú Thọ), Long Thành (Đồng Nai), Phân lân (Vân Điển), các nhà máy sản xuất bột giặt và xà phòng ở Hà Nội và thành phố Hồ Chí Minh...

Hàng năm chúng ta đã sản xuất 240.000 tấn axit H_2SO_4 trong đó 180.000 tấn đi từ nguyên liệu pirit. Tất cả đều dùng xúc tác một lớp, hiệu suất chuyển hóa thấp và lượng chất thải cao, hàng năm thải 4347 tấn SO_2 . Riêng Công ty Hoá chất và Phân bón Lâm Thao thải 2000 tấn axit H_2SO_4 /năm ra sông Hồng và khoảng 80.000 tấn xỉ pirit/năm. Sự ô nhiễm môi trường gây ra do ngành công nghiệp hóa chất và phân bón rất lớn. Như vùng phụ cận Lâm Thao, đồng ruộng, cây cối bị hư hại do khí thải chứa hàm lượng SO_2 cao. Vùng lân cận Công ty Hoá chất Việt Trì cũng bị ô nhiễm bởi khí clo. Khu Công nghiệp Hà Nội lượng SO_2 tăng gấp 14 lần so với tiêu chuẩn cho phép, lượng Cl_2 tăng 2,7 lần.

Trước đây, Nhà máy Nhiệt điện Ninh Bình gây ô nhiễm nặng bởi bụi và khí SO_2 cho vùng xung quanh (lượng SO_2 lên tới $0,93 \text{ mg/m}^3$, bụi lắng $832 \text{ tấn/km}^2/\text{năm}$, bụi bay $0,93 \text{ mg/m}^3$).

Nhà máy Hóa chất Sơn Hà Nội bụi chì gấp nồng độ cho phép hàng ngàn lần.

4. Ô nhiễm đất do tác nhân sinh học

Ô nhiễm đất do đổ bỏ chất thải mất vệ sinh, hoặc sử dụng phân bắc tươi, hoặc bón trực tiếp bùn thải sinh hoạt đã gây bệnh cho người và động vật là các loại trực khuẩn lỵ, thương hàn amip, kí sinh trùng như giun sán.

Đất bị nhiễm trứng giun kí sinh, nhiễm vi sinh vật thường gặp ở một số vùng nông thôn hoặc vùng trồng rau hàng hóa.

Đất là một con đường truyền dịch bệnh phổ biến: người - đất - nước - côn trùng - kí sinh trùng - người, hoặc vật nuôi - đất - người, hoặc đất - người.

5. Ô nhiễm đất do sự cố tràn dầu

Từ năm 1986, ở nước ta đã xuất hiện các vết dầu loang do rò rỉ ống dẫn dầu, vỡ tàu chở dầu (như tàu chở dầu của Singapo ở Cảng Nhà Bè, thành phố Hồ Chí Minh năm 1994) bao phủ hàng ngàn ha đất bồi ven sông, làm chết rừng ngập mặn, hoa màu, ruộng lúa. Cùng với sự phát triển của ngành dầu khí, nguồn ô nhiễm dầu ở nước ta sẽ gia tăng.

Trên thế giới, hàng năm lượng dầu thải vào biển và đại dương là 4.897.000 tấn, trong đó các phương tiện giao thông biển thải ra 2.407.000 tấn và các phương tiện giao thông bộ, công nghiệp, công nghiệp lọc dầu thải ra 2.490.000 tấn. Một tấn dầu hỏa có thể lan một diện tích là 12 km² với bề dày từ vài micromet đến vài centimet. Hậu quả ô nhiễm do sự cố tràn dầu đang là vấn đề đáng lo ngại.

6. Ô nhiễm do chiến tranh

Miền Nam nước ta qua cuộc chiến tranh tàn khốc đã phải hứng chịu 100.000 tấn chất độc hóa học, trong đó có ít nhất 194 kg dioxin.

15 triệu tấn bom đạn đã thả xuống khắp các miền đất nước, không chỉ gây thiệt hại về người mà còn gây ra sự thay đổi về dòng chảy, tàn phá lớp phủ thực vật, đảo lộn lớp đất canh tác, để lại nhiều hố bom ở các vùng sản xuất nông nghiệp trù phú. Kết quả là 43% diện tích đất trồng trọt và 44% diện tích rừng đã bị ảnh hưởng nghiêm trọng.

7. Ô nhiễm đất do thảm họa địa hình

Miền núi, cao nguyên nước ta chiếm khoảng 67% diện tích cả nước với gần 20.883.000 ha. Với địa hình cao và dốc, nguyên nhân suy thoái môi trường đồi núi của nước ta cũng không nhỏ và bao gồm các loại sau: do địa hình cao, dốc có các yếu tố chia cắt ngang, chia cắt sâu, với chiều dài sườn dốc lớn gây ra các trung tâm mưa lớn, gây xói mòn đất.

Hiện tượng sạt đất, lở đất, trượt đất làm lấp đất đang sản xuất mà còn làm cho sự định hình một số khu sản xuất ở miền núi trở nên thiếu ổn định. Hàng loạt các vụ sạt đất xảy ra ở Mường Khương, Bắc Hà, Văn Bàn (Lao Cai), Sơn La, Lai Châu. Cung trượt từ 1,5 đến 3,5 km, biên trượt 1,5 đến 3 m làm sập lở hàng loạt ruộng bậc thang, lấp nhiều ruộng

lúa trên đất dốc ở Lào Cai, Lai Châu. Tình trạng lũ bùn, lũ đá, lũ quét cũng hay xảy ra ở Lào Cai, Lai Châu. Vào những năm 1985 - 1994, ở Nậm than (Lào Cai) vào các mùa mưa, lũ bùn, lũ đá đã làm đá, bùn cuộn sỏi, lấp đầy các ruộng lúa diện tích 1 - 2 km².

Ngoài ra do phá rừng, đốt rừng, sống du canh du cư làm cho đất đồi núi tăng thêm hiện tượng rửa trôi, xói mòn, trượt lở đất.

8. Ô nhiễm đất do tác nhân vật lí

Nguồn gây ô nhiễm chủ yếu cho đất là quá trình đốt nhiên liệu (củi, xăng, than, dầu, khí), trong sản xuất công nghiệp, giao thông vận tải và sinh hoạt. Đặc biệt nhà máy điện, luyện kim, cháy rừng, phát nương đốt rẫy làm tăng nhiệt độ của đất, làm hủy hoại môi trường đất, làm đất mất màu mỡ.

Khi nhiệt độ trong đất tăng lên sẽ gây ảnh hưởng xấu đến hệ sinh vật đất phân giải chất hữu cơ, làm chai cứng đất, làm mất chất dinh dưỡng. Nhiệt độ trong đất tăng lên làm giảm hàm lượng khí oxi trong đất, làm mất cân bằng oxi trong đất và quá trình phân hủy các chất hữu cơ sẽ tạo ra các sản phẩm trung gian không có lợi cho cây trồng như NH₃, H₂S, CH₄, andehit...

Nhiệt độ trung bình của Trái Đất tăng lên làm mực nước biển sẽ dâng cao, gây ra thiên tai hạn hán, lũ lụt, bão tố...

9. Ô nhiễm đất bởi các chất phóng xạ

Nguồn ô nhiễm đất bởi các chất phóng xạ là những phế thải của các cơ sở khai thác các chất phóng xạ, trung tâm nghiên cứu nguyên tử, các nhà máy điện nguyên tử, các vụ thử hạt nhân, các cơ sở sử dụng đồng vị phóng xạ trong nông nghiệp, công nghiệp và y tế (sử dụng các đồng vị phóng xạ để chữa bệnh và nghiên cứu khoa học).

Bên cạnh lợi ích rất to lớn thì phóng xạ còn gây cho con người nhiều hiểm họa.

Hiện nay con người đã phát hiện ra hơn 50 nguyên tố phóng xạ tự nhiên và 1000 đồng vị phóng xạ nhân tạo. Những chất phóng xạ nguy

hiếm nhất là iot ^{131}I , photpho ^{32}P , coban ^{60}Co , lưu huỳnh ^{35}S , canxi ^{45}Ca , urani ^{235}U , cacbon ^{14}C , radi ^{226}Ra , bari ^{131}Ba ...

Tại nạn Chernobyl nổ nhà máy điện nguyên tử ở Liên Xô (cũ) 4/1986, mức phóng xạ gấp 200 lần hai quả bom nguyên tử Mỹ ném xuống Nhật Bản năm 1945 ở Hiroshima và Nagasaki.

IV. BIỆN PHÁP KIỂM SOÁT Ô NHIỄM ĐẤT

Trước mắt phải giải quyết một số vấn đề sau:

- + Không bón phân tươi cho cây trồng. Hạn chế việc sử dụng phân hóa học và thuốc bảo vệ thực vật quá liều, tràn lan.

- + Sử dụng đất phải bảo vệ được đời sống của các vi sinh vật, thực vật và động vật sống trên đất.

- + Xử lý chất thải rắn ở đô thị phải phân loại:

- Đồ giấy, nhựa, kim loại, vỏ hộp phải thu hồi, tái chế và sử dụng lại.

- Sản phẩm động thực vật phải đưa vào nhà máy chế biến rác thành phân hữu cơ.

- Các chất thải chứa nấm bệnh, vi khuẩn đưa vào lò đốt để tiêu hủy các mầm bệnh và vi khuẩn.

- Còn lại mang đi chôn ở "bãi rác hợp vệ sinh".

- + Xử lý nước thải công nghiệp trước khi đổ vào dòng chảy.

- + Xử lý khí thải công nghiệp (SO_2 , Cl_2 , CO , CO_2 , NO_x ...) trước khi thải vào khí quyển.

- + Quy hoạch sử dụng đất có hiệu quả, giảm lượng chất thải vào đất, giảm mất dinh dưỡng của đất. Chống thoái hóa, xói mòn đất.

- + Các chất thải độc hại, chất nổ, chất phóng xạ cần có kĩ thuật xử lý riêng.

V. RỪNG VÀ CÂY XANH

Rừng là hệ sinh thái có độ đa dạng sinh học cao nhất ở trên cạn. Rừng hay quần thể những cây thân gỗ trong lớp thảm thực vật trên bề mặt Trái Đất là một bộ phận hết sức quan trọng của sinh quyển.

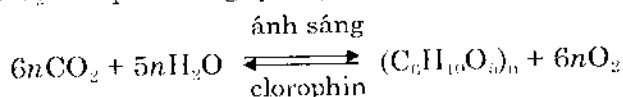
Rừng nhiệt đới là rừng có độ đa dạng sinh học cao nhất, giàu có nhất, kéo dài thành vành đai xích đạo - nơi có lượng mưa lớn, nhiệt độ cao và đồng đều quanh năm.

Rừng là nơi cung cấp gỗ xây dựng, nhiên liệu, nguyên liệu dùng trong y học, nông nghiệp.

Gỗ có nhiều tác dụng, chẳng hạn làm nhiên liệu năng lượng (đốt), làm vật liệu xây dựng (nhà cửa, chống hầm lò...), làm nguyên liệu (điêm, giấy, dược liệu...).

Năm 1985 giá trị sản phẩm đồ gỗ (gỗ dán, bột gỗ làm giấy...) cả thế giới đạt đến 3000 tỉ đôla.

Rừng là nơi tổng hợp ra chất hữu cơ, tiêu thụ khí CO_2 và giải phóng ra khí oxi O_2 nhờ phản ứng quang hóa.



Hàng năm 1 ha rừng cung cấp 16 tấn oxi tự do, 1 ha rừng thông cung cấp 30 tấn oxi tự do.

Hàng năm 1 ha cây xanh cung cấp 3 - 10 tấn oxi tự do. Để sống bình thường 1 người 1 năm cần 4000 kg oxi, để có lượng này cần 1000 m² đến 3000 m² cây xanh.

Rừng là nơi điều hoà khí hậu:

Do lớp thực vật nhiều tầng tiếp nhận các bức xạ ánh sáng Mặt Trời, ngăn cản hun nóng Trái Đất, tạo nên khí hậu điều hòa dưới lá cây rừng.

Rừng ngăn chặn các luồng gió, bão, bảo vệ các khu dân cư hoặc nông nghiệp.

Rừng có tác dụng điều tiết dòng chảy của sông ngòi.

Rừng giữ nước trên lưu vực vào mùa mưa lũ và cung cấp lại trong mùa khô.

Rừng làm cho hạn hán và lũ lụt bớt nghiêm trọng. Chế độ thủy văn trên lưu vực có rừng trở nên điều hòa hơn.

Người ta chia rừng làm ba loại:

Rừng sản xuất kinh doanh gồm có khai thác gỗ, tre, nứa, khoáng sản;

Rừng phòng hộ là rừng đầu nguồn, có tác dụng chắn gió, chắn sóng;

Rừng đặc dụng là các vườn quốc gia hay khu bảo vệ thiên nhiên.

Bảng 4.7. Phân bố rừng tự nhiên ở nước ta
(Theo Niên giám Thống kê năm 2003)

Loại rừng	Diện tích
Rừng sản xuất, kinh doanh	3,5978
Rừng phòng hộ	4,8834
Rừng đặc dụng	1,5084

Rừng có quan hệ chặt chẽ với đất. Rừng tham gia vào sự hình thành và phát triển đất, bảo vệ đất. Đất lại là nguồn vật liệu nuôi dưỡng rừng, cho phép rừng sinh trưởng và phát triển.

Đất rừng tự bón phân làm màu mỡ cho rừng: cành, lá, thân cây rơi xuống đất tạo thành mùn. Mùn lại được các vi sinh vật phân hủy, đưa trở về dạng các nguyên tố dinh dưỡng cần cho cây hấp thụ để tiếp tục sinh trưởng.

Rừng có tài nguyên động vật phong phú. Ở đâu có thực vật thì ở đó có động vật. Động vật càng giàu, càng đa dạng ở những nơi thực vật phát triển cực thịnh.

Thực vật không chỉ cung cấp thức ăn cho động vật mà còn là nơi ở, chỗ trốn tránh kẻ thù của các loài động vật.

Trên Trái Đất, hiện nay loài người đã biết có khoảng trên 1 triệu loài động vật, trong đó động vật lưỡng tính có 2800 loài, bò sát có 5700 loài, cá có 3000 loài, chim có 8590 loài, thú có 4237 loài.

Con người cũng đã thống kê có khoảng 45 vạn loài thực vật, trong đó có đến 30 vạn loài sinh trưởng ở rừng nhiệt đới.

Khi chưa có con người can thiệp thì rừng toàn thế giới là 6 tỉ ha. Đến năm 1958 còn 4,4 tỉ ha, năm 1973 còn 3,8 tỉ ha và hiện nay còn khoảng dưới 2,9 tỉ ha rừng.

Bằng phương pháp chụp ảnh từ máy bay hay từ vệ tinh, người ta thấy rằng hàng năm thế giới mất 20 triệu ha rừng nhiệt đới bị chặt trụi. Với tốc độ phá rừng như hiện nay thì sau 166 năm nữa trên Trái Đất sẽ không còn rừng và trở thành trơ trụi.

Ở nước ta năm 1943 có 13,3 triệu ha rừng chiếm 43,4% diện tích đất đai, hiện nay nước ta chỉ còn 12,051 triệu ha, rừng che phủ được 36,6% diện tích đất đai (tức trên mức báo động 30%).

Trong 50 năm qua có 2,25 triệu ha rừng đã bị phá do khai thác bừa bãi, do chuyển đổi rừng thành đất nông nghiệp, cư trú, xây dựng công trình... Tốc độ mất rừng hàng năm của nước ta là 200.000 ha. Trồng rừng hàng năm của nước ta được khoảng 200.000 ha không bù lại được với tốc độ phá rừng. Cả nước ta có 1,8 triệu ha rừng trồng tập trung.

Vấn đề bảo vệ tài nguyên môi trường rừng, khôi phục các hệ sinh thái rừng, bảo vệ đa dạng sinh học là hết sức cấp bách.

Chúng ta cần ưu tiên cho chương trình trồng lại rừng và cây xanh, tăng cường bảo vệ rừng, thực hiện phương thức lâm nghiệp xã hội và hệ thống nông lâm nghiệp truyền thống.

CÂU HỎI ÔN TẬP CHƯƠNG IV

1. Trình bày cấu trúc, thành phần hóa học của thạch quyển.
2. Nêu cấu trúc, thành phần hóa học và tài nguyên của đất.
3. Nêu những nguồn gây ô nhiễm môi trường thạch quyển và nêu những biện pháp làm hạn chế ô nhiễm môi trường thạch quyển.
4. Vai trò và tác dụng của rừng và cây xanh.
5. Vai trò của nước và các chất khí trong đất.
6. Vai trò và tác dụng của những chất vi lượng và đa lượng trong đất.
7. Vai trò và chức năng của thạch quyển.
8. Trong phân tích một mẫu đất chứa tác nhân oxi hóa là ion Ce^{4+} , ion Ce^{4+} bị khử thành ion Ce^{3+} , giá trị thế oxi hóa - khử của những ion này phụ thuộc vào những ion có mặt. Chất để chuẩn hóa dung dịch Ce^{4+} là As_2O_3 . Cho As_2O_3 tác dụng với $NaOH$ rồi axit hóa thì được asenit (AsO_3^{3-}), ion này bị Ce^{4+} oxi hóa thành asenat (AsO_4^{3-}), với xúc tác là một lượng nhỏ OsO_4 và chất chỉ thị oxi hóa - khử là ferroin.

Viết phương trình ion của phản ứng chuẩn độ asenit bằng Ce^{4+} và tính thế oxi hóa ở điểm tương đương khi làm việc với $pH = 1$.

Cho biết $E^0_1 (AsO_4^{3-}/AsO_3^{3-}) = 0,56 \text{ V}$

$$E^0_2 (Ce^{4+}/Ce^{3+}; HClO_4) = 1,70 \text{ V}.$$

Đáp số:

$$E_{eq} = 0,9 \text{ V}.$$

ĐỘC HÓA HỌC

I. KHÁI NIỆM CHUNG

Trong nhiều năm qua, những thuật ngữ như tính độc, chất độc, độc tố, độc chất hóa học, chất độc hoá học, độc chất độc hoá học, hóa học về chất độc, độc hóa học và độc chất học... được sử dụng một cách phổ biến. Tuy nhiên để phân biệt các thuật ngữ đó thật không dễ dàng.

Độc hóa học là môn khoa học chuyên nghiên cứu các hóa chất gây độc hại cho sinh vật và huỷ hoại môi trường, cơ chế gây độc, đồng thời đưa ra các phương pháp phòng chống và trị liệu chúng.

Trước hết chúng ta hãy đề cập đến tính độc. Tính độc của một hóa chất là khả năng có thể làm hại đến một cơ thể sống, có thể là thực vật hay động vật. Nói một cách cụ thể hơn, dưới những điều kiện nhất định, tùy theo tính độc, nồng độ và hàm lượng mà những hóa chất khi xâm nhập vào cơ thể người, động vật hay thực vật có thể gây nên những tác động sinh lí ở một bộ phận hay nhiều bộ phận trong cơ thể, làm rối loạn sinh hóa bình thường, gây ra nhiễm độc, hoặc có thể gây ra chết người, động vật và thực vật. Điều đó phụ thuộc vào liều lượng sử dụng, phương pháp tác động, tần số, đối tượng và khoảng thời gian tác động.

Để đánh giá tính độc của một chất người ta có nhiều cách phân loại. Thí dụ người ta có thể chia ra ba loại như: độc tính nguy hại, độc tính hơi cấp và độc tính kinh niên. Hoặc chia làm hai loại như: chất độc bản chất và chất độc theo liều lượng...

Độc tính nguy hại là hiệu quả tác động của một liều hay nhiều liều, sau một thời gian ngắn sử dụng. Thời gian tác động thường được qui định là sau 24 giờ.

Để đánh giá độ độc nguy hại của các chất độc đối với người và động thực vật, người ta dùng hai loại kí hiệu là LD₅₀ và LC₅₀.

LD_{50} là kí hiệu "liều chết một nửa", nghĩa là lượng thuốc cần để diệt 50% đối tượng. Người ta chia làm ba nhóm:

- Loại thuốc có độ độc mạnh khi LD_{50} bằng 100 mg/kg;
- Loại thuốc có độ độc trung bình khi LD_{50} từ 100 đến 300 mg/kg;
- Loại thuốc ít độc khi LD_{50} phải sử dụng trên 300 mg/kg.

LC_{50} là kí hiệu "nồng độ chết một nửa".

Độc tính hơi cấp của hợp chất là hiệu quả sau một thời gian dài tác động. Thời gian thử độc tính hơi cấp thường là 90 ngày. Trong thời gian đó, cơ thể có thể nhận được một liều hoặc mỗi ngày một liều hoặc chúng được tác động một cách liên tục.

Độc tính kinh niên là kết quả tác động sau một chu kì sử dụng thuốc. Chu kì ở đây liên quan đến hầu hết thời gian sống của cơ thể. Hậu quả của các độc tố trong môi trường phụ thuộc vào một số yếu tố. Trước hết và quan trọng nhất là ảnh hưởng các tính chất vật lý của hợp chất tác động lên cơ thể sống. Thứ hai là liều dùng hay nồng độ sử dụng thích hợp. Bởi vì các cá thể trong cùng một cộng đồng cũng chịu sự tác động khác nhau với cùng một chất độc.

Theo số liệu của Chương trình Môi trường Liên hiệp quốc (UNEP), đến năm 1985 đã có tới hơn 4 triệu các hóa chất khác nhau, và hàng năm có khoảng 30 nghìn chất mới được tìm thêm. Trong số các chất trên có 80.000 hóa chất được sử dụng rộng rãi. Như vậy, có rất nhiều hóa chất trong môi trường, một số chất trong chúng là các chất độc, số khác là những chất không độc. Các chất hóa học do thiên nhiên hay hoạt động nhân tạo khuếch tán vào không khí, nước, đất từ môi trường, chúng xâm nhập vào cơ thể động thực vật, vào hệ thống sinh thái của con người, chúng sẽ phá huỷ các quá trình sinh hóa, dẫn đến hậu quả nghiêm trọng làm chết cây cối, súc vật và người. Tính độc của chúng được quyết định bởi nồng độ, liều lượng và đối tượng gây độc. Nhiều kim loại thể hiện như các chất nguy hiểm đối với môi trường, lại là các nguyên tố dinh dưỡng cần thiết (dạng vết) cho sự phát triển bình thường của con người và động vật. Các nguyên tố đó là: Al, Sb, As, Ba, Be, Cd, Co, Cu, Pb, Hg, Zn, Ag... Có những nguyên tố nổi tiếng độc hại như As,

Pb, Cd, cũng không thể thiếu được ở dạng vết cho sự phát triển của động vật. Chất 2,4 D; 2,4,5 T với nồng độ từ 15 - 20 mg/l phun vào cà chua, cam, quýt, cây sẽ phát triển tốt và tăng tỉ lệ đậu quả, nhưng nếu dùng ở nồng độ cao hơn thì cây bị chết. Loại hóa chất này, dù ở lượng nhỏ, là chất kích thích tố thực vật, nhưng rất độc đối với người và động vật máu nóng. Chất độc bản chất là những chất độc mà dù một lượng rất nhỏ cũng gây độc cho hầu hết các sinh vật ở bất cứ đâu, như thủy ngân (Hg) nếu vượt quá $0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ không khí đã gây độc cho sinh vật, gây ảnh hưởng mạnh đến thần kinh trí não. Chì chỉ cần một lượng nhỏ 0,5 ppm trong máu đã ức chế hệ enzym, ngăn cản tổng hợp hemoglobin trong máu. Còn chất độc theo liều lượng thì dạng này ở điều kiện bình thường với nồng độ thấp không độc, thậm chí còn là dinh dưỡng cần thiết cho thực động vật và con người, nhưng khi có nồng độ cao trong dung dịch, trong môi trường vượt quá giới hạn an toàn chúng trở nên độc. Ví dụ trong dung dịch đất, NH_4^+ là chất dinh dưỡng của thực vật và vi sinh vật khi ở nồng độ thấp, nhưng nếu NH_4^+ vượt quá 1/500 về trọng lượng lại trở nên độc với sinh vật ở trong đất và cây trồng. Sắt là nguyên tố cần cho thực vật và động vật, nhưng khi nồng độ Fe^{+2} trong dung dịch vượt quá 500 ppm đã gây chết lúa, và nếu Fe^{+2} trong nước uống vượt quá 0,3 ppm sẽ ảnh hưởng đến sức khỏe con người.

Hiện nay số các chất độc hóa học ngày càng nhiều, chúng xâm nhập vào môi trường nước, không khí, đất bằng nhiều con đường, ảnh hưởng nguy hiểm đến môi sinh. Có nhiều trường hợp khó phân biệt một chất nào đó là độc hay không. Cũng có một số hóa chất quan trọng, sử dụng nhiều, đã được kiểm tra chặt chẽ nhưng không chứng minh được đặc tính không độc của chúng. Do yêu cầu thực tế đó, ngành độc hóa học ra đời.

II. CÁC CHẤT ĐỘC HÓA HỌC TRONG MÔI TRƯỜNG

1. Các chất độc chủ yếu có trong không khí

Trên thực tế việc sử dụng hàng nghìn hóa chất trong sản xuất và đời sống chính là mối nguy hiểm đe dọa đến sức khỏe con người. Năm 1987, các Ủy ban bảo vệ môi trường, sức khỏe và an toàn lao động, độ an

toàn của các sản phẩm tiêu dùng (Mi) đã nêu danh sách 24 chất cực kì nguy hiểm đối với khí quyển đó là:

Acrilonitrin, asen, amiăng, benzen, berili, cadimi, các dung môi clo hóa, clofluocacbon, cromat (MeCrO_4), các khí lò cốc, diethylstilbensterol, đibromclopropan, etylendibrom, etylenoxit, chì, thủy ngân, nitroamin, ozon, biphenyl được polibrom hóa, biphenyl được policlo hóa, tia phóng xạ, đioxit lưu huỳnh, vinylclorua, sự phân tán các chất thải độc và tro.

2. Các chất độc trong nước

Các chất độc hóa học làm ô nhiễm nước tự nhiên và nước thải đã trình bày ở chương 3. Trong chương này chỉ nêu các nguyên tố dạng vết tìm thấy trong nước tự nhiên và nước thải (bảng 5.1). Trong số các nguyên tố nêu trong bảng thì có một số nêu ở nồng độ thấp có tác dụng như là chất dinh dưỡng cho đời sống động thực vật, nhưng ở nồng độ cao chúng lại là chất độc.

Bảng 5.1. Các nguyên tố độc hại trong nước tự nhiên và nước thải

STT	Nguyên tố	Nguồn thải	Tác dụng
1	2	3	4
1	As	Thuốc trừ sâu, chất thải hóa học	Rất độc, gây ung thư
2	Cd	Chất thải công nghiệp mỏ, mạ kim loại, ống dẫn nước	Đảo ngược vai trò hóa sinh của enzym, gây cao huyết áp, hỏng thận, phá huỷ các mô và hồng cầu, có tính độc đối với động thực vật dưới nước
3	Be	Than đá, năng lượng hạt nhân và công nghiệp vũ trụ	Độc tính mạnh và bền, có khả năng gây ung thư
4	B	Than đá, sản xuất chất tẩy rửa, chất thải công nghiệp	Độc với một số loại cây
5	Cr	Mạ kim loại	* Nguyên tố cần ở dạng vết gây ung thư như Cr (VI)

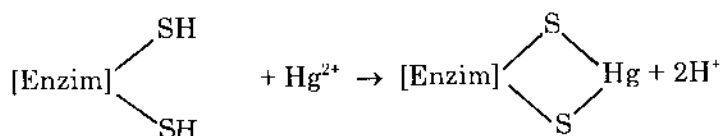
Bảng 5.1 (tiếp)

1	2	3	4
6	Cu	Mạ kim loại, chất thải sinh hoạt và công nghiệp, công nghiệp mỏ, khử kiềm	* Nguyên tố cần ở dạng vết ít độc đối với động vật, độc với cây cối ở nồng độ trung bình
7	F (ion)	Các nguồn địa chất tự nhiên, chất thải công nghiệp, chất bổ sung vào nước	* Ở nồng độ 1 mg// ngăn cản sự phá hủy răng. Nồng độ 5 mg// gây sự phá hủy xương và gây vết ở răng
8	Pb	Công nghiệp mỏ, than đá, xăng, hệ thống ống dẫn	Gây thiếu máu, bệnh thận. Rối loạn thần kinh, môi trường sống bị phá hủy
9	Mn	Chất thải công nghiệp mỏ, tác động vi sinh vật lên các khoáng Mn ở pE thấp.	Tương đối không độc đối với động vật, độc với thực vật ở nồng độ cao.
10	Hg	Chất thải công nghiệp mỏ, thuốc trừ sâu, than đá	Độc tính cao
11	Mo	Chất thải công nghiệp, các nguồn tự nhiên	Độc với động vật, cần với thực vật
12	Se	Các nguồn địa chất tự nhiên, than đá	Cần ở nồng độ thấp, độc ở nồng độ cao
13	Zn	Chất thải công nghiệp, mạ kim loại, hệ thống ống dẫn	Cần đối với enzym - kim loại. Độc với thực vật ở nồng độ cao

III. HIỆU ỨNG HÓA SINH CỦA CHẤT ĐỘC HÓA HỌC

1. Ảnh hưởng của hóa chất độc đối với enzym

Nhiều tài liệu nghiên cứu cho kết quả thống nhất là các hóa chất độc tấn công vào các vùng hoạt động của enzym, cản trở chức năng thiết yếu của chúng. Các ion kim loại nặng, đặc biệt như Hg^{2+} , Pb^{2+} , Cd^{2+} có thể coi là các chất kìm hãm enzym mạnh. Chúng tác dụng lên phối tử như nhóm $-\text{SCH}_3$ và SH trong methionin và cystein. Các amino axit này nằm trong cấu trúc của enzym:



Các enzym - kim loại chứa kim loại trong cấu trúc của chúng. Tác dụng của chúng bị kìm hãm khi một ion kim loại của metal - enzym bị thay thế bởi ion kim loại khác có cùng kích thước và điện tích. Ví dụ Zn^{2+} trong các metal-enzym bị thay thế bằng Cd^{+2} và điều này dẫn đến nhiễm độc cadimi. Các enzym bị cản trở bởi cadimi bao gồm:

adenozin triphotphataza, ancoldehidrogenaza, amylaza...

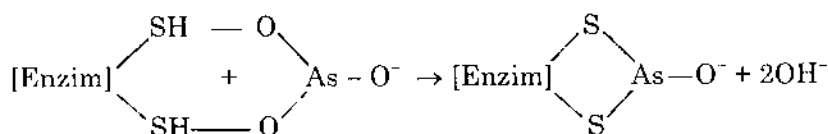
Pb^{+2} cản trở kìm hãm các enzym sau:

axetylcolanesteraza, alkalinphotphataza, adenozintriphotphataza...

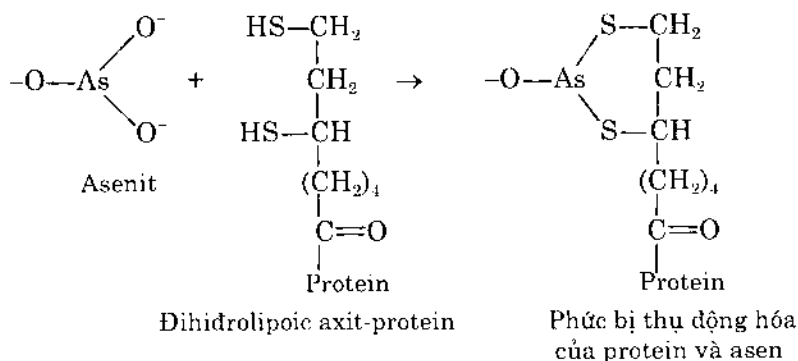
2. Hiệu ứng hóa sinh của asen

Asen thường có mặt trong thuốc trừ sâu, diệt nấm, diệt cỏ dại. Trong số các hợp chất của asen thì As (III) là độc nhất.

As (III) thể hiện tính độc bằng cách tấn công lên các nhóm -SH của enzym, làm cản trở hoạt động của enzym:



Các enzym sản sinh năng lượng của tế bào trong chu trình của axit nitric bị ảnh hưởng rất lớn. Bởi vì các enzym bị ức chế do việc tạo phức với As (III), dẫn đến thuộc tính sản sinh ra các phần tử của ATP bị ngăn cản:

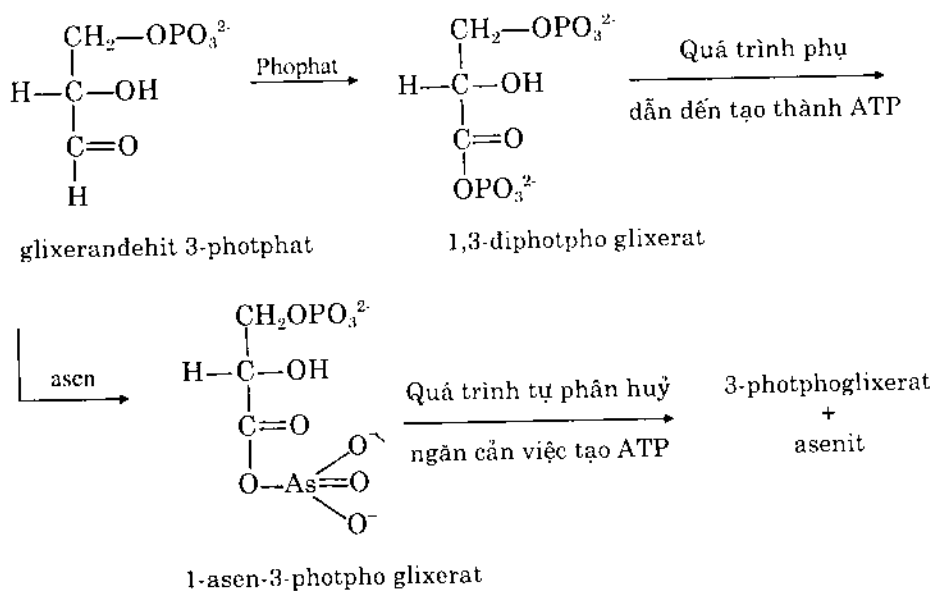


- Do có sự tương tự về tính chất hóa học với photpho, asen can thiệp vào một số quá trình hóa sinh làm rối loạn photpho. Có thể thấy

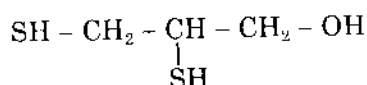
được hiện tượng này khi nghiên cứu sự phát triển hóa sinh của chất sinh năng lượng chủ yếu là ATP (AdenozinTriPhotphat). Một giai đoạn quan trọng trong quá trình hình thành và phát triển của ATP là tổng hợp enzym của 1,3 - diphosphoglixerat từ glixerandehit-3-photphat. Asen sẽ dẫn đến sự tạo thành 1-asen-3-phosphoglixerat gây cản trở giai đoạn này. Sự photpho hóa được thay bằng sự asen hóa, quá trình này kèm theo sự thủy phân tự nhiên tạo thành 3-phosphoglixerat và asenit (xem sơ đồ ở trang trước).

Asen (III) ở nồng độ cao làm đông tụ các protein là do sự tấn công liên kết của nhóm sunfua bảo toàn các cấu trúc bậc 2 và bậc 3.

Như vậy, asen có ba tác dụng hóa sinh là: làm đông tụ protein, tạo phức với coenzim và phá hủy quá trình photpho hóa.



- Các chất chống độc asen là các hóa chất có nhóm - SH hoạt động mạnh hơn ở enzym, có khả năng tạo liên kết với asen (III). Ví dụ như chất 2,3 - dimercaptopropanol:

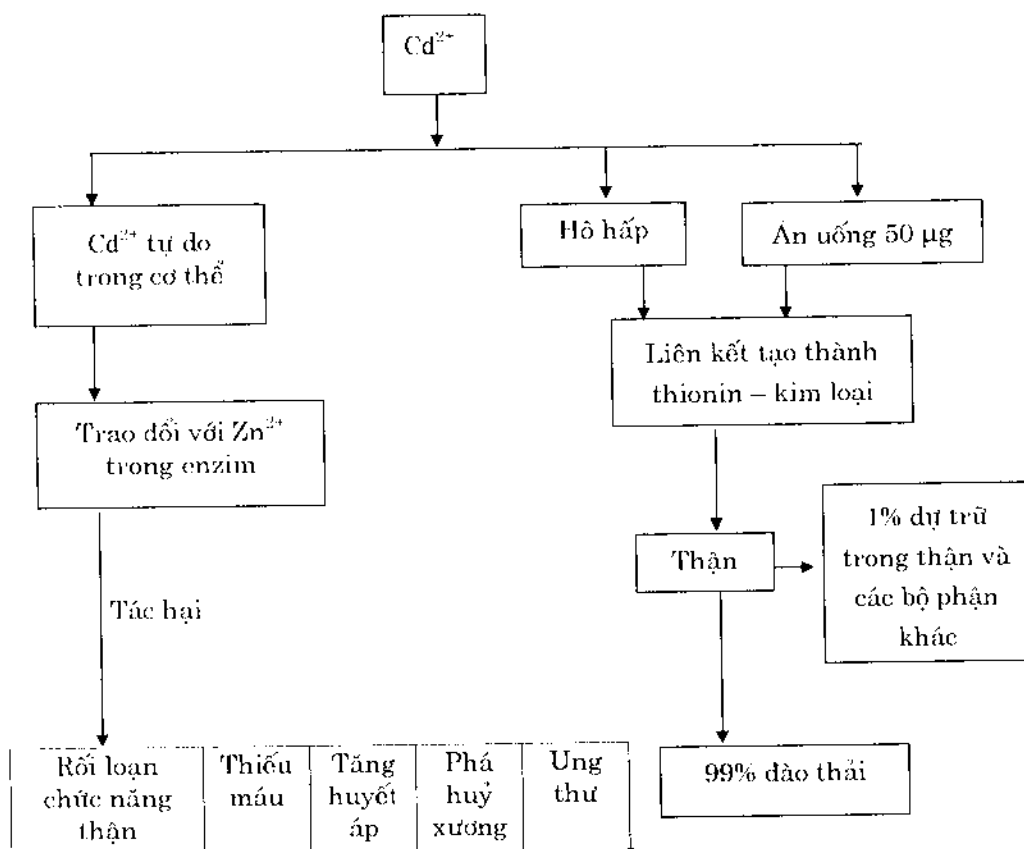


3. Hiệu ứng hóa sinh của cadimi (Cd)

Trong tự nhiên cadimi có trong khoáng vật chứa kẽm (Zn). Cây cối đang phát triển đòi hỏi kẽm và chúng cũng tách và làm giàu cadimi với một cơ chế hóa sinh tương tự. Nhiễm độc cadimi xảy ra tại Nhật Bản ở dạng bệnh itai-itai hoặc "ouch ouch" làm xương trở nên giòn. Với nồng độ cao cadimi gây đau thận, thiếu máu và phá huỷ tuỷ xương.

Phần lớn cadimi thâm nhập vào cơ thể được giữ lại ở thận và được đào thải. Một phần nhỏ được liên kết mạnh nhất với protein của cơ thể thành thionin kim loại có mặt ở thận, và phần còn lại được giữ trong cơ thể dần dần được tích lũy, tăng cùng tuổi tác. Đến khi lượng Cd^{2+} đủ lớn nó sẽ thế chỗ Zn^{2+} ở các enzym quan trọng gây rối loạn trao đổi chất.

Sự chuyển hóa của cadimi theo sơ đồ sau:

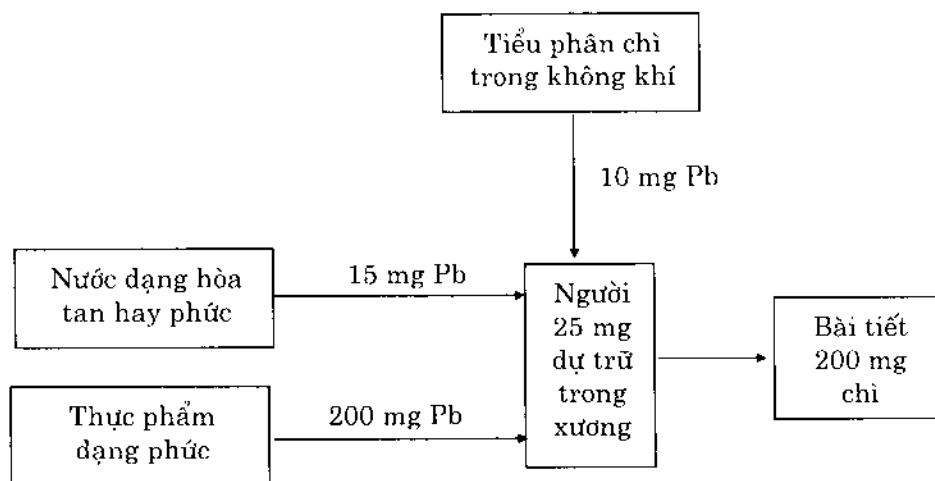


4. Hiệu ứng hóa sinh của chì (Pb)

Chì là kim loại tương đối phổ biến. Trong tự nhiên có nhiều khoáng vật chứa chì. Trong khí quyển chì tương đối giàu hơn so với các kim loại nặng khác. Nguồn chính của chì phân tán trong không khí xuất phát từ quá trình đốt cháy các nhiên liệu xăng chứa chì. Chì được trộn thêm vào dưới dạng $\text{Pb}(\text{CH}_3)_4$ và $\text{Pb}(\text{C}_2\text{H}_5)_4$ cùng với các chất làm sạch: 1,2 - dicloetan và 1,2 - dibrometan.

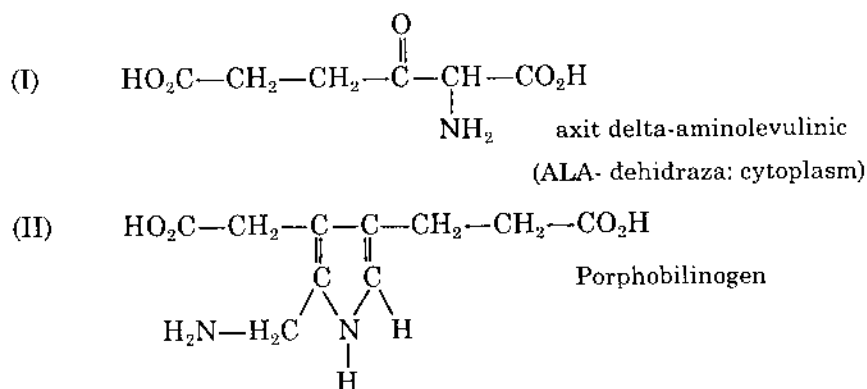
Cùng với các chất gây ô nhiễm khác, chì được loại khỏi khí quyển do các quá trình sa lắng khô và ướt. Kết quả là bụi thành phố và đất bên đường ngày càng giàu chì với nồng độ điển hình cỡ vào khoảng 1000 - 4000 mg/kg ở những nơi có mật độ phương tiện giao thông cao.

Có thể nói, phần lớn người dân thành thị bị hấp thụ chì từ ăn uống (200 - 300 mg/ngày), nước và không khí cung cấp thêm 10 - 15 mg/ngày. Từ tổng số chì hấp thụ này thì có 200 mg chì được tách ra còn 25 mg được giữ lại trong xương mỗi ngày. Cân bằng chì ở khu dân cư được thể hiện sau:



Tác dụng hóa sinh chủ yếu của chì là tác động của nó tới quá trình tổng hợp máu dẫn đến phá vỡ hồng cầu. Chì ức chế một số enzym quan trọng của quá trình tổng hợp máu do sự tích lũy các hợp chất trung gian của quá trình trao đổi chất. Một hợp chất trung gian kiểu này là

δ- (delta) aminolevulinic axit. Một pha quan trọng của tổng hợp máu là sự chuyển hóa axit δ- aminolevulinic thành porphobilinogen:



Chì ức chế axit delta- aminolevulinic, do đó giai đoạn tiếp theo tạo thành dạng (II) porphobilinogen không thể xảy ra. Tác dụng chung là phá huỷ quá trình tổng hợp hemoglobin cũng như các sắc tố hô hấp khác cần thiết trong máu như xitocrom.

Cuối cùng chì cản trở việc sử dụng O_2 và glucơ để sản xuất năng lượng cho quá trình sống. Ở trong máu nếu nồng độ chì cao hơn 0,8 ppm có thể gây nên hiện tượng thiếu máu do thiếu hemoglobin. Nếu nồng độ chì trong máu nằm trong khoảng 0,5 - 0,8 ppm gây ra rối loạn chức năng thận và phá huỷ não.

Do sự tương tự về tính chất hóa học của Pb^{2+} và Cd^{2+} , xương được xem là nơi tàng trữ Pb tích tụ của cơ thể. Sau đó phần chì này có thể tương tác cùng với photphat trong xương và thể hiện tính độc khi truyền vào các mô mềm của cơ thể.

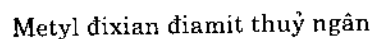
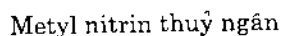
Nhiễm độc chì có thể chữa bằng các tác nhân chelat có khả năng liên kết mạnh với chì. Ví dụ phức chelat của canxi trong dung dịch được dùng để giải độc chì. Pb^{2+} thế chỗ của Ca^{2+} trong phức chelat và kết quả là phức chelat Pb^{2+} được tách ra nhanh ở nước tiểu. Ba phức chelat của chì được nêu dưới đây:

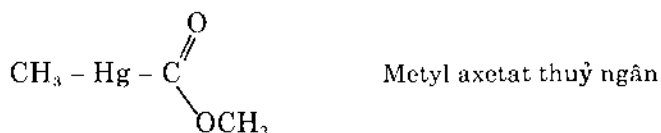


C là phức chelat của chì với *d* - penicilamin;

Trong tự nhiên, thủy ngân có mặt ở dạng vết của nhiều loại khoáng, đá. Các loại khoáng này trung bình chứa khoảng 80 phần tỉ thủy ngân. Quặng chứa thủy ngân chủ yếu là cinnabar, HgS . Các loại nhiên liệu than đá, than nâu chứa vào khoảng 100 phần tỉ thủy ngân. Hàm lượng thủy ngân tự nhiên trung bình trong đất trồng trọt là 0,1 phần triệu.

Thủy ngân có nhiều ứng dụng rộng rãi trong công nghiệp sản xuất Cl_2 và NaOH bằng phương pháp điện phân với điện cực thủy ngân; các nhà máy sản xuất thiết bị điện, như đèn hơi thủy ngân, pin thủy ngân, công tắc điện... công nghệ xử lý hạt giống chống nấm, sâu bệnh trong nông nghiệp. Sau đây là một số hợp chất của thủy ngân hay dùng:





Tính độc của thủy ngân phụ thuộc vào đặc tính hóa học của nó, Thủy ngân nguyên tố tương đối trơ và không độc. Nếu bị nuốt vào thì thủy ngân lại được thải ra mà không gây hậu quả nghiêm trọng. Thủy ngân có áp suất hơi tương đối cao, nếu hít phải sẽ rất độc. Vì vậy Hg thường được bảo quản nơi thoáng gió, những phần rơi vãi thường được làm sạch rất nhanh. Hơi thủy ngân khi hít phải đi vào não qua máu dẫn tới sự huỷ hoại ghê gớm thần kinh trung ương.

HgCl_2 không tan. Trong dạ dày chúng ta có lượng lớn Cl^- nên Hg^{2+} không độc. Tuy nhiên Hg^{2+} là hoàn toàn độc, do ái lực của nó với các nguyên tử lưu huỳnh, nên dễ dàng kết hợp với các aminoaxit chứa lưu huỳnh của protein. Nó cũng tạo liên kết với hemoglobin và albumin huyết thanh, cả hai chất này đều có chứa nhóm hidrosunfua. Tuy nhiên Hg^{2+} không thể đi qua màng sinh học và do đó không thể thâm nhập vào các tế bào sinh học.

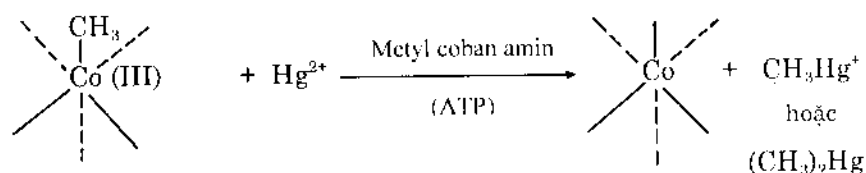
Dạng độc nhất của hợp chất thủy ngân là metyl thủy ngân (CH_3Hg^+). Chất này hòa tan trong mỡ - phần chất béo của các màng và trong não tuỷ. Liên kết Hg - C không dễ dàng bị phá vỡ và ankyt thủy ngân được giữ lại trong thời gian dài. Đặc tính nguy hiểm nhất là khả năng của RHg^+ vượt qua nhau thai đi vào các mô bào thai.

Sự liên kết của thủy ngân với màng tế bào làm ngăn cản sự chuyển vận tích cực của đường qua màng và cho phép dịch chuyển kali tới màng. Điều này dẫn đến thiếu hụt năng lượng trong các tế bào não và những rối loạn trong việc truyền các kích thích thần kinh. Đây là cơ sở để giải thích vì sao các trẻ sơ sinh, được sinh từ những bà mẹ bị nhiễm metyl thủy ngân sẽ chịu những phá hoại không thể hồi phục được của hệ thần kinh trung ương, bao gồm sự phân liệt thần kinh, sự kém phát triển về trí tuệ và chứng co giật. Nhiễm độc metyl thủy ngân cũng

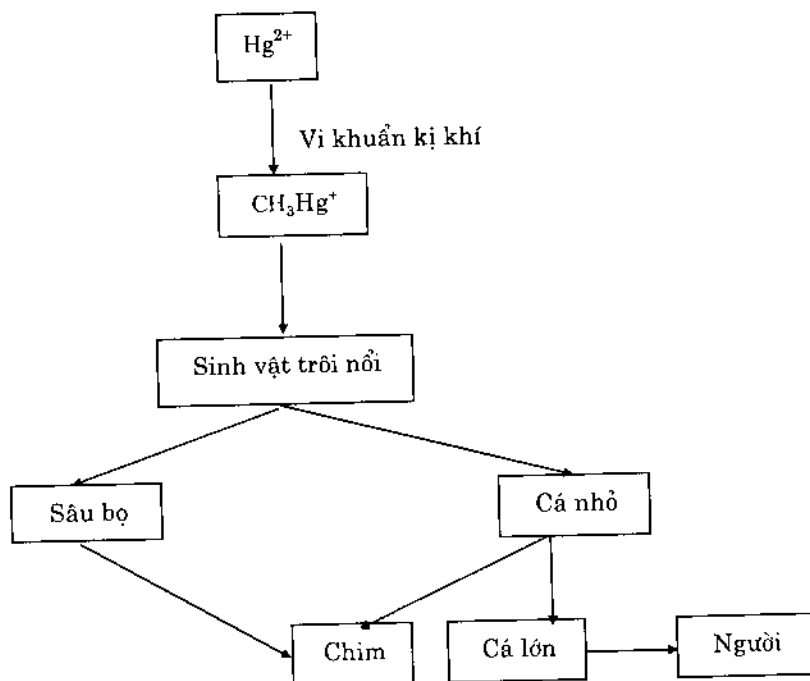
dẫn tới sự phân lập thể nhiễm sắc, phá vỡ nhiễm thể sắc và ngăn cản sự phân chia tế bào. Tất cả các bệnh nhiễm độc thủy ngân đều xảy ra khi hàm lượng thủy ngân trong máu là 0,5 ppm CH_3Hg^+ .

Sự tăng nồng độ thủy ngân trong dây chuyền thực phẩm: Vào những năm 1953 - 1960, nhà máy hóa chất Minamata (Nhật Bản) đã thải chất thải có thủy ngân vào vịnh Minamata. Trong cá của vịnh người ta thấy có chứa 27 - 102 ppm thủy ngân dưới dạng CH_3Hg^+ . Có tới 111 trường hợp người ngộ độc vì ăn phải cá nhiễm thủy ngân, trong đó 45 người đã chết. Những khuyết tật về gen đã được quan sát thấy ở 20 trẻ sơ sinh mà mẹ của chúng ăn hải sản được khai thác từ vịnh. Tiếp đó, ở Irắc vào năm 1972 có tới 450 nông dân đã chết sau khi ăn phải loại lúa mạch bị nhiễm độc thủy ngân do thuốc trừ sâu. Hai sự kiện bi thảm trên đã chứng tỏ thủy ngân là một chất gây độc rất mạnh dù ở nồng độ rất nhỏ. Kết quả nghiên cứu cho thấy sự hình thành CH_3Hg^+ và cơ chế lan truyền của nó trong dây chuyền thực phẩm như sau:

Thủy ngân hoặc muối của nó có thể được chuyển hóa thành methyl thủy ngân (CH_3Hg^+) bởi vi khuẩn yếm khí tổng hợp metan trong nước. Sự chuyển hóa này được thúc đẩy bởi Co (III) chứa coenzim vitamin B12. Nhóm CH_3 - liên kết với Co (III) trong coenzim được chuyển vị enzim bởi methyl coban amin tới Hg^{2+} tạo thành CH_3Hg^+ hoặc $(\text{CH}_3)_2\text{Hg}$:



Môi trường axit thúc đẩy sự chuyển hóa dimethyl thủy ngân thành methyl thủy ngân tan được trong nước. Chính methyl thủy ngân đã tham gia vào dây chuyền thực phẩm thông qua sinh vật trôi nổi và được tập trung ở cá với nồng độ lớn gấp khoảng 10^3 lần hơn so với lúc đầu. Điều này được mô tả ở cơ chế lan truyền sau:



Sự nhiễm bẩn môi trường bởi thủy ngân có thể được ngăn cản nếu tuân theo những nguyên tắc do các Ủy ban bảo vệ môi trường của Mỹ và Thụy Điển đưa ra được nhiều nước tán thành sau đây:

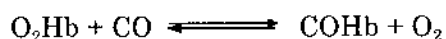
Tất cả các nhà máy sản xuất Cl_2 và NaOH cần phải ngừng việc sử dụng điện cực Hg và chuyển hướng sử dụng công nghệ mới.

- Cấm sử dụng thuốc trừ sâu loại ankyl thủy ngân.
- Các thuốc trừ sâu chứa thủy ngân khác cần phải được sử dụng hạn chế ở một vùng chọn lọc.
- Giải độc cho những trầm tích bị nhiễm thủy ngân bằng phương pháp bao phủ các trầm tích ở đáy nhờ các vật liệu nghiền mịn, mới và có độ hấp phụ cao. Hoặc chôn giấu các trầm tích trong các vật liệu vô cơ trơ.

6. Hiệu ứng hóa sinh của cacbon monoxit (CO)

Các nguồn cacbon monoxit được trình bày ở chương 2. Khí quyển toàn cầu chứa vào khoảng 530 triệu tấn CO, với thời gian lưu trung bình từ 36 tới 110 ngày.

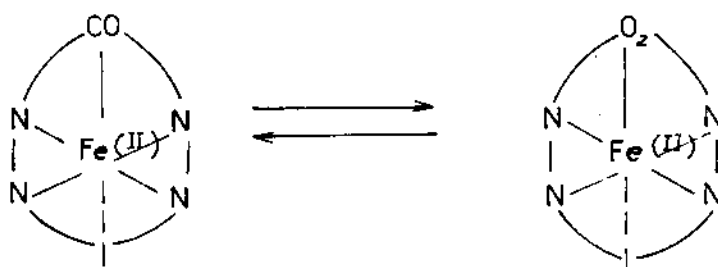
Cacbon monoxit tấn công hemoglobin và thế chỗ cho oxi tạo ra cacboxihemoglobin. Phản ứng này có hằng số cân bằng vào khoảng 210:



Cacboxihemoglobin là chất bền do vậy kết quả là giảm khả năng tải O_2 của máu.

Tác dụng ban đầu của nhiễm độc CO là sự mất khả năng xét đoán, điều này là nguyên nhân gây ra nhiều tai nạn ô tô. Cùng với sự tăng hàm lượng CO thì những rối loạn về quá trình trao đổi chất khác nhau sẽ xảy ra và hậu quả dẫn đến chết người, như được chỉ ra ở bảng 5.2.

Nhiễm độc CO có thể được điều trị bằng cách đưa người bị nhiễm độc thở khí O_2 trong sạch, do đó phản ứng ngược sẽ xảy ra:



Do đó cảnh sát giao thông làm nhiệm vụ ở các điểm nút giao thông trong những giờ cao điểm đã được khuyến sử dụng bình oxi ở những nước phát triển.

Bảng 5.2. Hậu quả nhiễm độc CO ở các nồng độ khác nhau

Nồng độ CO, ppm	% chuyển hóa $\text{O}_2\text{Hb} \rightarrow \text{COHb}$	Ảnh hưởng đối với con người
10	2	Làm giảm khả năng phán đoán và giác quan
100	15	Đau đầu, chóng mặt, mệt mỏi
250	32	Bất tỉnh
750	60	Chết sau vài giờ
1000	66	Chết rất nhanh

7. Hiệu ứng hóa sinh của các oxit nitơ (NO_x)

Nitơ monoxit (NO) ít độc hơn so với đioxit nitơ NO_2 . Cũng giống như CO , NO tạo liên kết với hemoglobin và làm giảm hiệu suất vận chuyển oxi. Trong không khí bị nhiễm NO với hàm lượng thấp hơn nhiều so với CO , vì vậy mà tác động đến hemoglobin rất nhỏ. NO_2 rất độc hại đối với sức khỏe con người. Hậu quả bị nhiễm độc NO_2 được nêu ở bảng 5.3.

Bảng 5.3. Hậu quả nhiễm độc NO_2 ở các nồng độ khác nhau

Nồng độ NO_2 , ppm	Thời gian	Hậu quả đến sức khỏe con người
50 - 100	dưới 1 giờ	Viêm phổi trong 6 - 8 tuần
150 - 200	dưới 1 giờ	Phá huỷ dây khí quản, chết nếu thời gian nhiễm độc là 3 - 5 tuần
500 hoặc lớn hơn	2 - 10 ngày	Sẽ chết

Việc hít phải NO_2 chứa trong các khí xuất hiện khi đốt xenlulozơ và phim nitroxenlulozơ dẫn tới cái chết. Hai người đã chết và năm người bị thương khi xảy ra sự rò rỉ NO_2 lỏng khi phóng tên lửa vượt đại dương Titan II ở Rock, Kansas vào 24/8/1978. NO_2 lỏng được dùng trong các tên lửa như là chất oxi hóa cho nhiên liệu N_2H_2 .

Cơ chế hóa sinh giải thích độc tính của NO_2 vẫn chưa rõ, có thể một số hệ enzym của tế bào bị phá huỷ bởi NO_2 , bao gồm sự dehiđro hóa lactic và enzym xúc tác. Có thể dùng chất chống độc là chất chống oxi hóa như vitamin E.

8. Hiệu ứng hóa sinh của khí sunfuro (SO_2)

Tác động chủ yếu của SO_2 là vào cơ quan hô hấp, gây nên sự kích thích và làm tăng trở kháng của luồng không khí. Hầu hết mọi người bị kích thích ở nồng độ SO_2 là 5 ppm hoặc cao hơn. Một số người nhạy cảm thậm chí còn bị kích thích ở nồng độ 1 - 2 ppm SO_2 và đôi khi xảy ra sự co thắt thanh quản khi bị nhiễm độc SO_2 ở nồng độ 5 - 10 ppm. Những triệu chứng của sự nhiễm độc SO_2 là sự co hẹp của dây thanh quản kèm theo sự tăng tương ứng độ cảm đối với không khí khi thở.

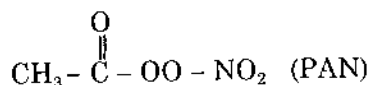
Thảm họa phổ biến nhất do SO_2 xảy ra khi nó được kèm theo với khói. Hiện tượng này xảy ra trong thời gian có sương mù dày đặc. Tại London (5-9/12/1952) các khối sương mù dày đặc tồn tại trong 5 ngày liên tục và gây ra 4000 trường hợp tử vong, cao hơn so với mức bình thường. Nồng độ cực đại của SO_2 là 1,3 ppm và khói là 4 mg.m^{-3} . Những nguyên nhân gây ra tử vong là đau dây thanh quản, viêm phổi và liên quan đến các bệnh đường hô hấp. Sương mù tương tự lại được lặp lại tháng 12 năm 1962, số người chết chỉ có 700. Tỷ lệ tử vong ít là do lượng khói ít, vì Công ước quốc tế bảo vệ khí quyển năm 1962 đã được thi hành.

SO_2 được các giới quan chức phụ trách sức khỏe xã hội xem như là chất làm ô nhiễm không khí đáng kể nhất, mặc dù trên thực tế ở nồng độ 20 ppm nó không gây độc hại, nồng độ gây chết người chỉ tại 500 ppm. Nguyên nhân là do SO_2 tác động đến những người cao tuổi, đặc biệt là những bệnh nhân đường hô hấp.

Đối với thực vật: SO_2 ở nồng độ cao gây ra sự phá huỷ các mô lá và vùng nằm giữa các gân lá. Khi độ ẩm tăng, tác hại đối với thực vật tăng. Tác hại này trở nên cực đại khi lỗ nhỏ trên biểu bì bề mặt dùng cho sự trao đổi tương hỗ khí với khí quyển được nở ra, trong thời gian ban ngày. Ảnh hưởng của khí quyển chứa SO_2 ở nồng độ thấp nhưng lâu dài nguy hiểm đối với cây trồng hơn là ở nồng độ cao mà thời gian ngắn. SO_2 gây ra mưa axit (chương 2) có tác hại đối với thực vật, trừ những loại cây sống dưới nước ở sông ngòi, ao hồ.

9. Tác dụng hóa sinh của ozon và PAN

Ozon và peoxiaxetyl nitrat (PAN) là các sản phẩm của quá trình quang hóa:



Cả O_3 và PAN đều gây tác hại đối với mắt và cơ quan hô hấp của con người. Không khí chứa 50 ppm O_3 trong trong vài giờ sẽ dẫn đến chết do tràn dịch phổi (pulmonary edema), nghĩa là sự tích lũy chất lỏng

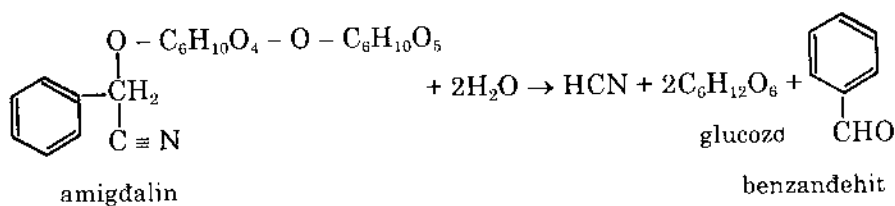
trong phổi. Ở nồng độ thấp O_3 gây ra sự tích lũy chất lỏng trong phổi và phá hoại các mao quản của phổi. Những động vật ít tuổi và những người trẻ thường nhạy cảm với tác động gây độc này.

Hiệu ứng hóa sinh của O_3 và PAN xuất hiện chủ yếu do kết quả của sự phát sinh gốc tự do. Nhóm hidrosunfua (-SH) trên enzym bị tổn hại do sự tấn công của các tác nhân oxi hóa này. Các nhóm -SH bị oxi hóa bởi O_3 và PAN và cũng bị axetyl hóa bởi PAN. Trong số các amino axit chứa S thì xystein bị PAN tấn công mạnh.

Các enzym bị làm tê liệt bởi các tác nhân oxi hóa quang hóa gồm izoxitric dehidrogenaza, maleic dehidrogenaza, và gluco - 6 - photphat dehidrogenaza; các enzym này bị bao bọc bởi vòng xitric axit và bị làm suy yếu đi sự sản sinh năng lượng tế bào của glucozơ. Các tác nhân oxi hóa này ngăn cản hoạt tính của các enzym tổng hợp nên xenlulozơ và chất béo trong thực vật.

10. Hiệu ứng hóa sinh của xianua

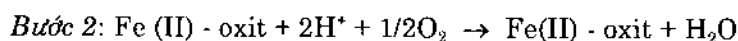
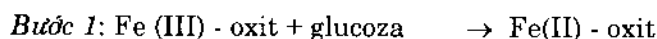
Xianua có trong hạt các loại quả như táo, anh đào, mận và đào. Xianua trong thực vật được liên kết với gốc đường và được gọi là amigdalín. Xianua được giải phóng ra bởi quá trình thủy phân axit hoặc enzym (xảy ra trong dạ dày):



Xianua thâm nhập vào môi trường từ nhiều nguồn. HCN được sử dụng như là tác nhân sát trùng để tiêu diệt các sinh vật gặm nhấm trong thùng đựng ngũ cốc, nhà ở và hầm tàu. Xianua được sử dụng trong các tổng hợp hóa học khác nhau, trong công nghệ mạ điện, làm sạch kim loại.

Xianua ức chế các enzym oxi hóa đóng vai trò mắt xích trung gian cho quá trình sử dụng O_2 để sản xuất ATP. Đầu tiên (bước 1) xianua liên kết với feroxitocrom - oxidaza - metalloprotein chứa sắt (dưới đây gọi tắt

là Fe (III) - oxit), chất này bị khử thành Fe (II) oxit xitocrom oxidaza bởi glucosơ. Fe (II) - oxit nhường điện tử cho oxi (ở bước 2). Sản phẩm quan trọng là năng lượng.



ATP

↑

ADP

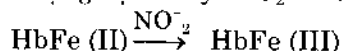
+

Pi (photphat vô cơ)

Xianua can thiệp vào bước 1 bằng cách tạo liên kết với Fe (III) - oxit, vì vậy chất này bị thụ động hóa phản ứng ở bước 2, tức là quá trình sản xuất năng lượng bị ngăn cản. Thêm vào đó các dạng CN^- còn tạo phức với các hợp chất hematin khác.

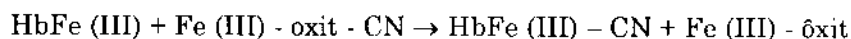
Nhiễm độc xianua có thể xử lý bằng cách tiêm vào ven (mạch máu) NaNO_2 hoặc bằng cách ngửi amylnitrit. Các phản ứng lần lượt là:

a) NO_2^- oxy hóa hemoglobin HbFe (II) thành methemoglobin HbFe (III) , chất này không có tác dụng vận chuyển O_2 tới các mô:

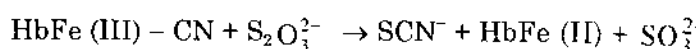


Phản ứng này giải thích tác dụng gây độc của NO_2^- , nó gây nên sự thiếu oxi và có thể dẫn đến tử vong.

b) HbFe (III) liên kết với CN^- và như vậy giải phóng CN^- ra khỏi phức xianua của feroxitocrom oxidaza – Fe (III) –oxit:



c) Sự chế hóa tiếp với $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ loại được xianua:

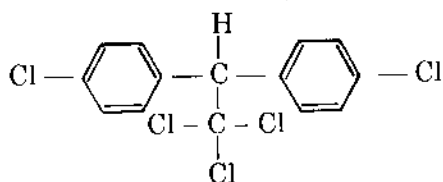


Phản ứng này được xúc tác bởi enzym chứa nhóm SCN^- (Rhodanaza) hoặc mitochondrial sunfua transferaza.

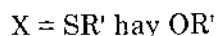
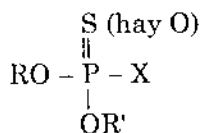
11. Hiệu ứng hóa sinh của thuốc trừ sâu

Trong số các loại thuốc trừ sâu, tác dụng sinh học của DDT đối với môi trường được nghiên cứu rộng rãi nhất. Hệ thần kinh trung ương là mục tiêu của DDT, tương tự như nhiều thuốc diệt côn trùng khác. DDT hòa tan trong các mô mỡ và được tích trữ trong màng mỡ bao quanh các tế bào thần kinh. Điều này có nhiều khả năng dẫn đến sự can thiệp vào sự chuyển dịch của các rung động thần kinh (nerve impulse) dọc theo axons (nối liền các tế bào thần kinh). Kết quả là phá hủy hệ thống thần kinh trung ương và giết chết sâu bọ cần diệt trừ.

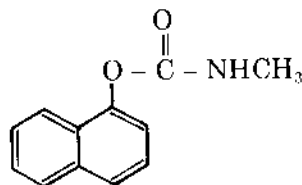
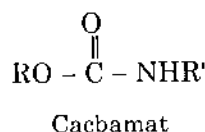
DDT là hợp chất tương đối bền và tồn tại lâu trong môi trường. Còn các nhóm khác như các chất có photpho và cacbamat thì bị biến đổi nhanh trong môi trường. Các chất này tác dụng với O_2 và nước rồi bị phân huỷ trong vòng vài ngày trong môi trường. Các sản phẩm của sự phân huỷ thường không độc.



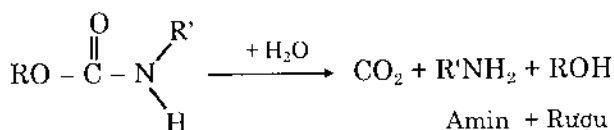
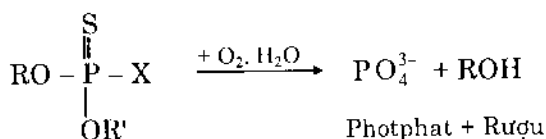
DDT



Hợp chất cơ photpho



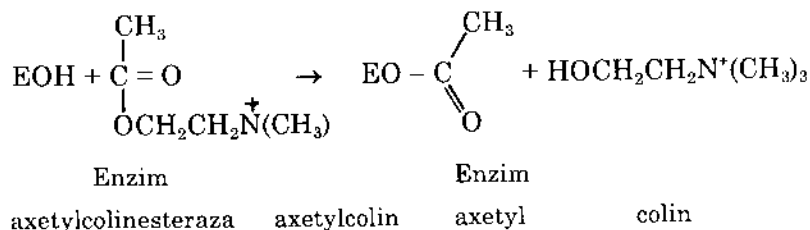
Cacbaryl



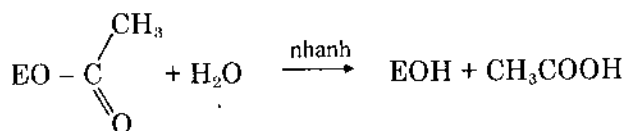
Phương thức tác dụng của thuốc diệt côn trùng là: cơ chế mà theo đó hidrocarbon được clo hóa thể hiện tính độc hại đối với cơ thể vẫn chưa được biết một cách chắc chắn. Có thể giả thiết là chúng bị hòa tan trong các màng mỡ bao quanh các dây thần kinh và can thiệp vào sự chuyển vận các ion vào trong hoặc ra ngoài các dây thần kinh. Điều này dẫn đến sự chuyển dịch các rung động thần kinh, kết quả làm xuất hiện các cơn co giật và dẫn đến tử vong.

Thuốc trừ sâu có thể ức chế enzym axetylcolinesteraza. Axetylcolin là chất chuyển rung động thần kinh, nó kích động các tế bào thần kinh. Khoảng không gian giữa các tế bào thần kinh (gọi là synapase) chứa cả hai chất axetylcolin và enzym axetylcolinesteraza, chất độc DDT này sẽ phá huỷ axetylcolin và ngăn cản các tế bào thần kinh làm việc. Điều này xảy ra ở hai bước:

Bước 1:

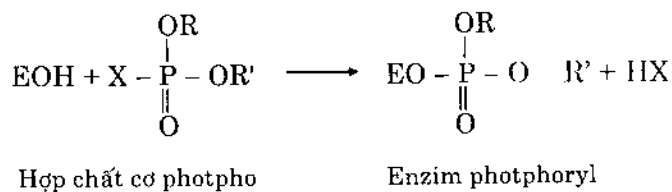


Bước 2:



Còn sự ức chế do thuốc cơ photpho xảy ra như sau:

Bước 1:

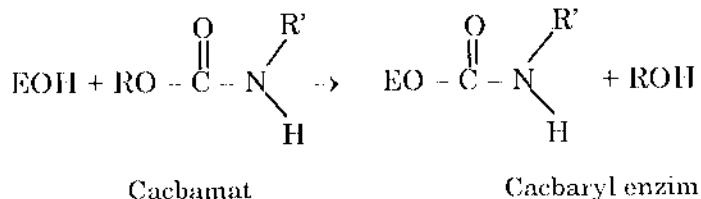


Bước 2:

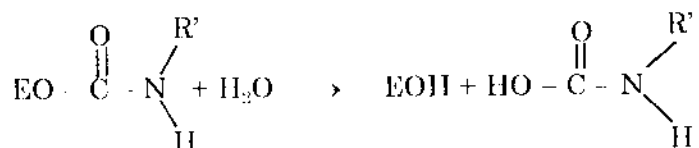


. Đối với hoá chất diệt côn trùng cacbamat diễn ra như sau:

Bước 1:

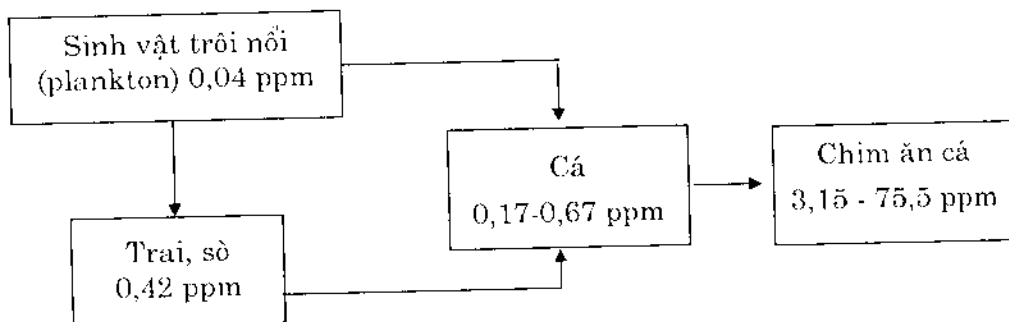


Bước 2:



Từ các ví dụ trên ta thấy, các chất độc trừ sâu tác động lên các enzim hoạt động hình thành dần dần photphoryl và cacbaryl enzim, nồng độ enzim hoạt động giảm đi, axetylcholin không tiếp tục bị phân huỷ đủ nhanh và thần kinh bắt đầu hoạt động ở trạng thái không kiểm soát được, kết quả là côn trùng bị tiêu diệt.

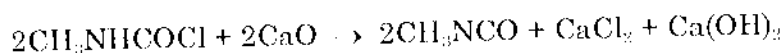
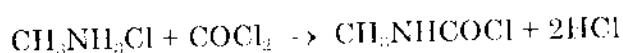
DDT là loại thuốc trừ sâu được dùng trong Chiến tranh Thế giới lần thứ Hai, đã có ứng dụng rộng rãi trong nông nghiệp và đã cứu hàng triệu người thông qua chương trình kiểm tra bệnh sốt rét. Người phát minh ra nó là nhà hóa học Thụy Sĩ, Paul Miller, đoạt giải thưởng Nobel hòa bình 1948. Mặc dù có công dụng vô cùng lớn cho nhân loại, DDT cấm sử dụng ở Mỹ và một số nước khác do tác dụng độc hại lâu dài của nó đối với sức khỏe con người. Bởi vì DDT rất bền, có thể lưu trữ trong môi trường rất lâu. Sự tích lũy DDT trong dây chuyền thực phẩm theo sơ đồ dưới đây. Con người bị nhiễm độc DDT qua dây chuyền thực phẩm, được tích lũy lâu dài trong cơ thể và tác động lâu dài của nó là không thể lường được.



. Metyl isoxianat (MIC)

Metyl isoxianat CH_3NCO (MIC) là nguyên liệu cho sản xuất thuốc trừ sâu cacbamat. Nó là chất lỏng dễ bay hơi, điểm sôi $43 - 45^\circ\text{C}$, hút ẩm mạnh và do đó được bảo quản trong bình chống ẩm được làm lạnh.

MIC được tổng hợp nhờ phản ứng của amin và photgen COCl_2 . Sản phẩm trung gian bị phân huỷ bằng cách đun nóng với vôi:



MIC luôn luôn tồn tại lẫn với COCl_2 chưa phản ứng với hàm lượng vào khoảng 2%. Chỉ số giới hạn TLV (Threshold Limiting Value) cho MIC là 0,02 ppm và cho COCl_2 là 0,1 ppm. Công nhân tiếp xúc với MIC chịu độc hại do bị căng tức ngực và thở do sự kích thích cơ quan hô hấp. Vì nó có chứa kèm COCl_2 nên hiệu ứng tổng cộng trở nên chết người trong vòng 24 giờ đối với hầu hết nạn nhân. Photgen là khí rất độc, được sử dụng làm vũ khí hoá học trong Chiến tranh Thế giới Hai. Các triệu chứng nhiễm độc photgen là co thắt thanh quản, ho, tức và đau ngực. 80% nạn nhân chết trong 24 giờ đầu, những người còn lại sẽ chết do viêm phổi.

12. Các chất gây ung thư (carcinogens)

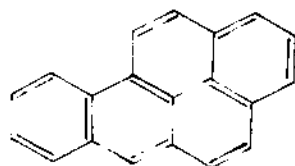
Thuật ngữ carcinogens bao gồm nhóm các hóa chất gây bệnh ung thư ở người và động vật. Carcinogens tác động lên ADN, cản trở chúng truyền các chỉ dẫn cần thiết cho việc tổng hợp các chất, các chất này điều khiển quá trình sinh trưởng của tế bào. Bảng 5.4 đưa ra danh sách các chất gây ung thư mà người ta công nhận không được tiếp xúc dựa

trên các nghiên cứu đối với chuột để nhiễm ung thư hoặc mutagenicity (thay đổi gen) của vi trùng.

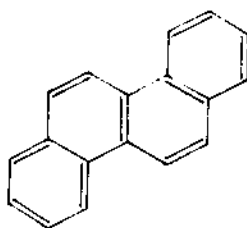
Ngoài các chất trong bảng 5.4, các hidrocarbon thơm đa vòng ngưng tụ cũng đáng được chú ý đặc biệt. Các ví dụ điển hình là benzo - (α) - piren, crisen, benzofluoranthren. Các nhà hóa học chuyên nghiệp cần nắm vững các khái niệm cơ bản về độc chất hóa học và luôn luôn tỉnh táo nhận biết được độ nguy hiểm của các hóa chất độc.

Bảng 5.4. Các chất gây ung thư mà người làm việc nên tránh

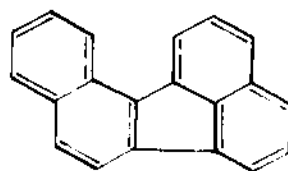
Hợp chất	Sử dụng	Mức độ nguy hiểm
4-Nitrophenyl	Phân tích hoá học	Gây ung thư bàng quang
α -Naphtylamin	Chất chống oxi hóa. Sản xuất phẩm màu, phim màu	Gây ung thư bàng quang
4,4-Metylenbis (2-Cloanilin)	Tác nhân lưu hóa chất dẻo	Gây ung thư bàng quang
Metyl-cloanilin ete	Sản xuất nhựa trao đổi ion	Thường bị nhiễm chất gây ung thư biclometyl ete
3,3-Diclobenziđin	Sản xuất phẩm màu	Chất gây ung thư nổi tiếng
Bis (clometyl) ete	Sản xuất nhựa trao đổi ion	Gây ung thư phổi
β -Naphthylamin	Sản xuất thuốc nhuộm thuốc thử	Gây ung thư bàng quang
Benziđin	Sản xuất phẩm màu cao su, chất dẻo, mực in	Gây ung thư bàng quang
Etylenimin	Chế hóa giấy, vải	Chất gây ung thư nổi tiếng
β -Propiolacton	Sản xuất chất dẻo	Nghi ngờ gây ung thư cho người
Vinyl clorua	Nhựa PVC	Gây ung thư gan
Etylen điclorua	Dung môi công nghiệp. Chất sát trùng hạt lương thực và chất phụ gia cho xăng để thu gom chì, mỗi năm thải ra ngoài môi trường 74.10^6 kg	Gây ung thư dạ dày, lá lách, phổi



Benzo (α) piren



Crisen



Benzo(a)fluoranthren

IV. SỰ PHÁ HỦY MÔI TRƯỜNG DO VŨ KHÍ HÓA HỌC

1. Khái niệm về vũ khí hóa học

Vũ khí hóa học là khái niệm dùng để chỉ các hóa chất và các phương tiện sử dụng các hóa chất đó vào mục đích chiến tranh.

Trong vũ khí hóa học nếu căn cứ vào bản chất của chất độc người ta chia làm ba nhóm:

- Nhóm các chất độc.
- Nhóm các chất tạo khối nguy trang.
- Nhóm các chất gây cháy.

Còn nếu căn cứ vào hiệu quả sử dụng thì người ta chia chất độc hóa học thành chất độc gây chết và chất độc làm mất sức chiến đấu tạm thời. Ngoài ra còn có vũ khí hóa học hai thành phần chỉ phát huy hiệu quả khi đạn hóa học chạm mục tiêu (phản ứng tạo chất độc tức thời).

Những chất độc hóa học được chọn làm vũ khí hóa học thường có tính độc cao, xâm nhập nhanh chóng vào cơ thể người, động vật và thực vật, đồng thời tính chất vật lí của chúng tương đối ổn định. Các chất độc hóa học gồm hai loại:

- Loại chất độc dân dụng thường dùng trong nông nghiệp, công nghiệp, thương mại, y học như các loại thuốc trừ sâu diệt cỏ, thuốc nhuộm, dung môi, thuốc sát trùng, thuốc chữa bệnh...

- Loại chất độc quân sự như các chất gây ngạt thở, viêm loét, kích thích chảy nước mắt, hắt hơi, làm rối loạn thần kinh. Các chất đó là: chất da cam, chất trắng, chất xanh lam, đioxon, điquat, malathion, CN, DM, CS, adamxit, BZ, VX...

Chất độc hóa học trong vũ khí hóa học có những đặc điểm sau:

- Sát thương nhiều người, giết hại gia súc, phá hoại mùa màng cùng một lúc và trên một phạm vi rộng lớn.

- Có loại chất độc hóa học có thời gian hiệu quả lâu dài (phụ thuộc vào tính chất lí hóa và hiệu lực độc tính). Song cũng có nhiều chất có khả năng gây nhiễm độc cấp tính, đặc biệt, có chất gây nhiễm độc chớp nhoáng.

- Sát thương người, động vật, cỏ cây bằng tác dụng hóa học. Hậu quả của nhiễm độc dẫn đến tê liệt hệ thần kinh trung ương hay đến tất cả các hệ cơ quan tổ chức trong cơ thể, ức chế hoặc phá huỷ hoạt tính các enzym, phá huỷ cơ quan tạo máu, gây rối loạn hoạt động sinh lí, dẫn đến nhiễm độc nhẹ hoặc nặng, có thể làm chết người.

- Việc phát hiện, đề phòng, cứu chữa có những khó khăn phức tạp nhất định.

- Chỉ nhằm sát hại tức thời sự sống của sinh vật (người, gia súc gia cầm, cây cỏ, chim muông, tôm cá...) còn đất đai, tư liệu sản xuất, hầm mỏ, nhà máy cũng bị ảnh hưởng nghiêm trọng, nhưng lâu dài.

Tác động sinh thái của chất độc hóa học

Đối với đất đai sẽ bị giảm sự phì nhiêu vì toàn bộ cây cỏ bị phá huỷ, mất đi kho tích lũy dinh dưỡng của thiên nhiên. Đất bị xói mòn, gây ra nguy cơ lũ lụt; đất bị laterit hóa (đá ong hóa). Đất bị nhiễm các chất độc, có những chất độc còn lưu trữ rất lâu trong đất, các côn trùng, vi sinh trong đất bị tiêu diệt, do đó việc phục hồi lại các khu rừng, đồng cỏ rất khó khăn. Các loài động vật rừng một mặt bị nhiễm độc các hóa chất, mặt khác không còn nơi sinh sống, dẫn đến bị tiêu diệt hoàn toàn. Kết quả cả một hệ sinh thái bị phá vỡ và huỷ diệt.

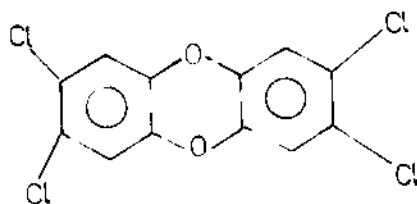
2. Chiến tranh hóa học ở Việt Nam

Từ năm 1961 đến 1975, quân đội Hoa Kỳ đã rải xuống miền Nam Việt Nam một khối lượng lớn chất độc hóa học nhằm mục đích tăng hiệu quả sát thương, làm giảm hoặc tê liệt sức chiến đấu của quân giải

phóng, phá hoại sản xuất. Chiến dịch rải chất diệt cỏ được mang mật danh là chiến dịch. "Ranch Hand".

Dưới đây là một vài số liệu liên quan đến cuộc chiến tranh hóa học ở Việt Nam đã được các nhà khoa học Mỹ công bố và được GS. BS Lê Cao Đài, Thư ký Ủy ban 10-80 trong báo sức khoẻ và đời sống năm 1998..." "Các chất chính (da cam, chất trắng, xanh lam, CS, malathion) rải bằng máy bay trong chiến tranh Việt Nam từ 1962 đến 1972 là 102.500 tấn, trên diện tích 13,6 triệu ha và được coi là 100% diện tích rừng ở Việt Nam. Chất diệt cỏ quân đội Hoa Kỳ không chỉ rải một lần, tùy từng vùng nghi là nơi tập kết quân sự, hậu cứ đầu vào của quân giải phóng chúng đã rải từ 1, 2, 3, 4 đến 5 lần trở lên. Từ năm 1961 đến 1971 số lượng hóa chất được rải là 72.354.000 lít trên tổng diện tích 1.709.000 ha. Trong số lượng các chất độc đó có tới 42 triệu lít chất độc màu da cam có chứa tới 194 kg dioxin."

Dioxin là hóa chất có tính độc cao nhất hiện nay, nó được tạo thành trong quá trình sản xuất 2,4,5 - T ở nhiệt độ cao hơn 280°C. Nó có tên khoa học là: 2,3,7,8- tetraclo dibenzoparadioxin, kí hiệu là TCDD và có công thức hóa học như sau:



TCDD hay dioxin

Độ độc cao của dioxin được minh họa bằng con số sau: Để giết chết một con vật chỉ cần vài phần triệu gam (microgam) trên 1 kg thể trọng. Lượng cực nhỏ, chỉ 1 nanogam/kg (nanogam = 10^{-9} gam) thể trọng đã gây tai biến sinh sản: sảy thai, quái thai, chết lưu, dị tật. Liều nhỏ hơn nữa và kéo dài sẽ gây ung thư. Thời gian bán hủy của dioxin là 10 đến 12 năm trong đất, 5 đến 8 năm trong người.

Sau nhiều năm chất độc hóa học rải xuống miền Nam, dư lượng vẫn còn đáng kể. Năm 1989, Đoàn hợp tác Việt - Mỹ phân tích mô mỡ

trên 50 người sống ở vùng có nhiễm độc ở Việt Nam, thấy hàm lượng dioxin còn 22,4 picogam/gam mỡ (pico = 10^{-12}). Đến nay Viện Hàn lâm khoa học Mi chính thức thừa nhận một số loại bệnh do dioxin gây ra như: ung thư tổ chức phần mềm, u lympho ác tính, bệnh Hodgkin, bệnh xam da, bệnh ung thư bộ máy hô hấp, ung thư tuyến tiền liệt, bệnh đau tuỷ, bệnh thần kinh ngoại vi cấp và bán cấp tính, gai đồi.

Các hóa chất độc dùng trong chiến tranh Việt Nam.

- *Các chất diệt cỏ và làm rụng lá cây*

Chất da cam là dung dịch màu hồng nâu, hòa tan trong dầu, diczen và các dung môi hữu cơ, không hòa tan trong nước. Chất da cam là hỗn hợp 50/50 của hai chất 2,4 - D và 2,4,5 - T. Khi rải không pha loãng và lượng trung bình 28,06 l/ha, trong đó chứa khoảng 107 mg dioxin.

Chất da cam II: Hóa chất tương tự như chất da cam, chỉ khác ở chỗ thay thế *n*-butyl este 2,4,5 - T bằng izooctyl 2,4,5 - T 50% và 50% *n*-butyl este 2,4 - D.

Chất trắng: Dung dịch màu nâu đều hòa tan trong nước, hỗn hợp 1/4 của hai chất picogam và 2,4 - D. Rải với lượng 28,06 l/ha. Chất da cam, chất trắng là loại chất giả nội tiết của cây, gây rối loạn chuyển hóa làm cây chết.

Chất xanh lam: Dung dịch màu vàng nhạt, hòa tan trong nước là một hỗn hợp của axit cacodilic và natricacodilat. Rải 28,06 l/ha. Chất xanh là hợp chất làm mất nước của cây, làm cây héo khô.

Chất tím là chất độc làm rụng lá cây, nó là hỗn hợp của các este *n*-butyl 2,4 - D 50%, và *n*-butyl 2,4,5 - T 30%, isobutyl 2,4,5 - T 20% không hòa tan trong nước, hòa tan trong dầu.

Chất hồng là chất hỗn hợp của các este *n*-butyl 2,4,5 - T 60%, isobutyl - 2,4,5 - T 40%.

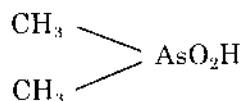
Chất xanh lá cây chỉ có một chất *n*-butyl ete 2,4,5 - T.

Các chất diệt cỏ khác: Đinoxon là hỗn hợp este khác nhau của 2,4 - D; 2,4,5 - T; trinoxon, diquat...

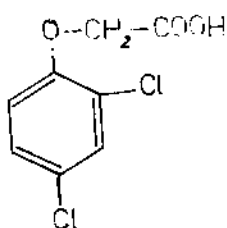
- *Các thuốc trừ sâu:* Ngoài các chất diệt cỏ còn phải kể tới các chất diệt côn trùng trong đó chủ yếu là DDT và malathion (lân hữu cơ).

- *Chất kích thích:* Các chất kích thích CN, DM và CS có tác dụng gây chảy nước mắt, nước mũi, ngạt thở. Chất DM gây chết người ở nồng độ 1500 mg/m³ trong vòng 10 phút. CS và CN gây ung thư, chúng được nhồi vào lựu đạn, đạn pháo, cối, dùng máy bơm bơm vào hầm trú ẩn, địa đạo để đuổi đối phương ra khỏi hầm.

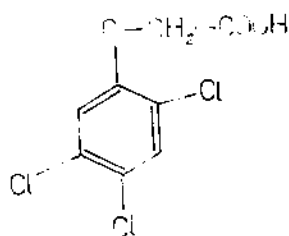
- Sau đây là công thức phân tử các thuốc diệt cỏ có nguồn gốc tổng hợp hữu cơ:



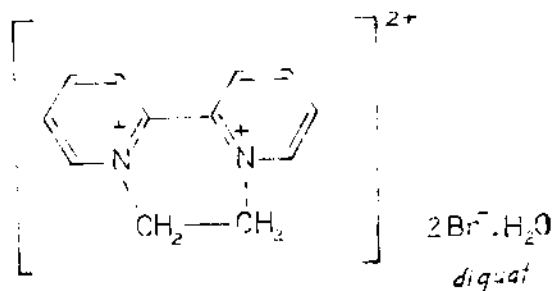
Axit cacodilic (còn gọi Ansar 138 hoặc Phitar 560) tên theo danh pháp hữu cơ là axit dimetyl asenic.

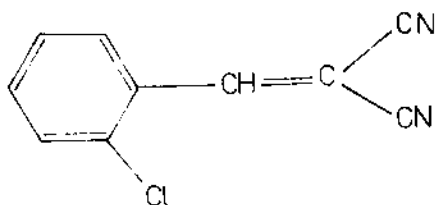


2,4-D



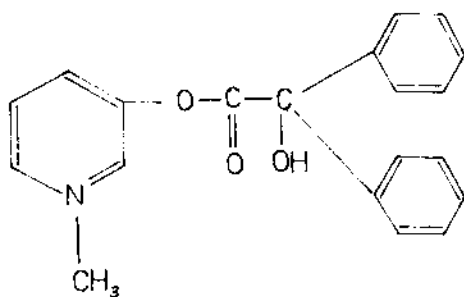
2,4,5-T



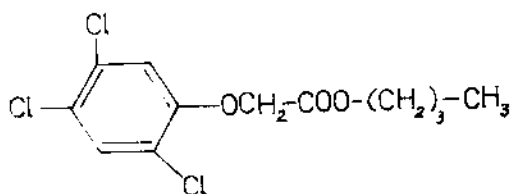


chất CS

Chất độc,
thẩm kinh



chất BZ



n-butyl este 2,4,5-T

CÂU HỎI ÔN TẬP CHƯƠNG V

1. Thế nào là độc hóa học? Mục đích và ý nghĩa của môn khoa học này.

2. Trình bày hiệu ứng sinh hóa của asen, chì, cadimi, thủy ngân và nêu các phương pháp phòng tránh, giải độc đối với các loại hóa chất này.

3. Hiệu ứng sinh hóa của SO_2 , NO_x , CO_x đối với sinh vật và môi trường. Nêu các phương pháp phòng chống chúng.

4. Tác dụng sinh hóa của thuốc trừ sâu và thuốc bảo vệ thực vật. Nêu các nguyên tắc sử dụng đúng các hóa chất này.

5. Nêu sự phá huỷ môi trường và huỷ hoại sinh vật bằng chất độc hóa học, đặc biệt đối với chất độc màu da cam và dioxin mà trước đây quân đội Mỹ đã rải xuống miền Nam nước ta.

6. Vấn đề an toàn thực phẩm, vai trò và tương lai của nền công nghiệp hóa chất.

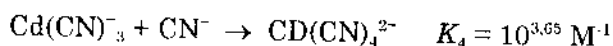
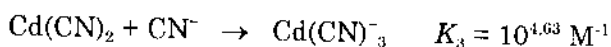
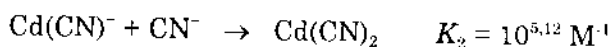
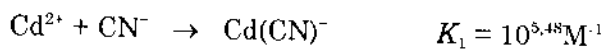
7. Người ta muốn xác định hàm lượng một chất độc X ở một hồ thấy có hai cống chảy vào hồ với tốc độ V_1 , V_2 (đơn vị là m^3/gy), với nồng độ C_1 và C_2 (đơn vị mg/l) và có một cống chảy ra sông. Biết rằng mức nước trong hồ không thay đổi và chất X không tích lũy lại trong hồ. Cho biết V_1 , V_2 và C_1 , C_2 lần lượt đo được như sau: $5 \text{ m}^3/\text{gy}$, $4 \text{ m}^3/\text{gy}$ và $10 \text{ mg}/\text{l}$, $20 \text{ mg}/\text{l}$. Hỏi nồng độ chất X chảy ra sông?

8. Tại sao trong nhiều năm qua, một loại thuốc trừ sâu có tên gọi là DDT (p,p' - Điclodiphenyl tricloetan) lại bị nhiều quốc gia trên thế giới cấm sử dụng trong nông nghiệp?

9. Nguyên tố cadimi (Cd) chiếm ô thứ 48 trong bảng hệ thống tuần hoàn là một trong những kim loại độc. Nó tìm thấy với nồng độ cao trong các chất thải của các nhà máy sản xuất kẽm, mạ điện và một số nước thải khác. Hít phải cadimi dưới dạng hạt nhỏ sẽ nhanh chóng ảnh hưởng đến hệ hô hấp rồi sau đó ảnh hưởng đến thận. Cadimi có thể tạo ra dạng hidroxít ít tan là $\text{Cd}(\text{OH})_2$.

a - Hãy tính độ tan của $\text{Cd}(\text{OH})_2$ trong nước nguyên chất (bỏ qua cân bằng proton hóa).

b - Hãy tính độ tan của $\text{Cd}(\text{OH})_2$ trong dung dịch NaOH $0,01\text{M}$, ion Cd^{2+} có ái lực mạnh với ion CN^- :



c - Hãy tính độ tan của $\text{Cd}(\text{OH})_2$ trong nước có chứa ion CN^- . Biết rằng nồng độ cân bằng là $[\text{CN}^-] = 1,00 \cdot 10^{-3} \text{M}$.

Đáp số:

Câu 7: $14,5 \text{ mg/l}$

Câu 9: a) $1,14 \cdot 10^{-5} \text{M}$.

b) $5,9 \cdot 10^{-11} \text{M}$.

c) $2,4 \cdot 10^{-3} \text{M}$.

CÔNG NGHỆ MÔI TRƯỜNG

I. KHÁI NIỆM

Các dân tộc đều đưa mục tiêu "phát triển" lên hàng đầu. Đứng lại nghĩa là chết. Phát triển đã và đang tác động đến toàn bộ thiên nhiên và môi trường sống của Trái Đất chúng ta.

Phát triển đã làm cạn kiệt các nguồn tài nguyên thiên nhiên và làm giảm sút chất lượng môi trường sống, đe dọa trực tiếp đến sức khỏe con người, tất cả các sinh vật, thực vật và hệ sinh thái nói chung.

Rừng bị tàn phá ghê gớm. Phá rừng dẫn đến giảm sút quá trình quang hợp của cây xanh, là nguyên nhân gây ra suy thoái đất đai, khí hậu thất thường. Phá rừng làm tăng nhiệt độ của khí quyển, dẫn đến tăng mực nước biển, gây ngập lụt và hạn hán cục bộ, gây rối loạn môi trường sinh thái. Các ngành công nghiệp, nông nghiệp, giao thông vận tải đã xả vào khí quyển các oxit lưu huỳnh, các oxit nitơ gây ra mưa axit.

Các khí cacbonic, metan, ozon, clorua cacbon, oxit nitơ, dần nén khí lạnh sử dụng freon v.v. đang làm suy giảm tầng ozon (áo giáp che chở cho Trái Đất), tăng tia cực tím, gây ung thư da và làm tổn hại đến sự sinh trưởng và phát triển của các loài sinh vật trên mặt đất.

Các chất phóng xạ từ các vụ nổ hạt nhân, các khí độc, chất thải từ các nhà máy điện nguyên tử, cùng với chiến tranh đã tàn phá nghiêm trọng môi trường sống của chúng ta. Hàng loạt vụ nghiên cứu, sản xuất, thử nghiệm các loại vũ khí hóa học, vũ khí vi trùng gây hậu quả lâu dài cho cuộc sống của con người. Cùng với sự bùng nổ dân số và quá trình đô thị hóa tràn lan làm cho diện tích canh tác, diện tích rừng, diện tích cây xanh bị thu hẹp.

Vì vậy vấn đề môi trường sống hiện nay đã vượt ra ngoài phạm vi sinh thái học thông thường mà trở thành vấn đề kinh tế, chính trị, xã

hội toàn cầu. Bảo vệ môi trường khỏi bị ô nhiễm là một chiến lược có tầm quan trọng đặc biệt và là một quan tâm hàng đầu của cộng đồng thế giới hiện nay. Chúng ta phải tập trung nghiên cứu để tìm ra các công nghệ môi trường mới, thích hợp và có hiệu quả.

Công nghệ môi trường có thể bao gồm ba lĩnh vực chủ yếu là công nghệ bảo tồn tài nguyên, công nghệ kiểm soát ô nhiễm môi trường và công nghệ ít hoặc không có chất thải còn gọi là "công nghệ sạch".

Công nghệ bảo tồn tài nguyên chú trọng đến vấn đề ngăn chặn nạn phá rừng, khuyến khích trồng rừng, chống sự thoái hóa đất, bảo tồn các loài động thực vật quý hiếm.

Kiểm soát môi trường là tổ hợp các biện pháp khoa học kỹ thuật, công nghệ và tổ chức nhằm đảm bảo kiểm soát một cách có hệ thống, thường xuyên những biến đổi về chất lượng môi trường và ô nhiễm môi trường. Đồng thời đánh giá những dự báo biến đổi đó và đưa ra những biện pháp khắc phục, xử lý chất thải gây ô nhiễm đến mức cần thiết trước khi xả vào môi trường (thạch quyển, khí quyển và thủy quyển).

II. CÔNG NGHỆ XỬ LÝ KHÍ THẢI

Khí thải xả vào khí quyển gây ô nhiễm môi trường là do sử dụng các nguồn đốt nguyên liệu, nhiên liệu, hoạt động của các phương tiện giao thông vận tải, hoạt động của các ngành công nghiệp.

Chúng ta chỉ đề cập đến xử lý bụi, xử lý khí axit, xử lý khí có lẫn hợp chất hữu cơ và xử lý khí có hơi kim loại nặng.

1. Xử lý bụi

Bụi là tác nhân gây ô nhiễm môi trường không khí phổ biến. Đó là bụi công nghiệp, bụi do các hoạt động giao thông vận tải, bụi do xây dựng, bụi trong nhà có thể có vi khuẩn hoặc nấm mốc.

Bụi là một tập hợp nhiều hạt vật chất vô cơ hay hữu cơ, có kích thước nhỏ bé tồn tại trong không khí dưới dạng bụi bay, bụi lắng và các hệ khí dung gồm hơi, khói và mù.

Người ta thường phân loại bụi theo nhiều cách khác nhau, chẳng hạn theo kích thước của hạt:

Hạt bụi	Ximăng	Than	Bột	Thuốc nhuộm	Khói thuốc lá	Mù H ₂ SO ₄ đậm đặc
Đường kính hạt (micromet: μm)	40	10	15 - 20	2 - 5	0,25	0,16 - 1,1

Hoặc phân loại theo hệ cơ học: là hệ có những hạt rắn lơ lửng có đường kính 5 đến 50 μm , được hình thành trong quá trình sản xuất ximăng, nghiền bột, chế biến thức ăn gia súc. Bụi công nghiệp thường chứa các chất độc như: chì, asen, silic, CO, SiO₂, SO₂, CO₂.

Người ta có thể phân loại theo hệ ngưng tụ. Đó là sự hình thành do hai pha khí và hơi với các phản ứng hóa học xảy ra hoặc sự biến đổi của hai pha có đường kính từ 0,3 đến 3 μm . Hệ ngưng tụ có thể có hai loại: khói chứa hạt rắn và sương mù chứa hạt lỏng. Người ta còn chia bụi theo tác hại hay nguồn gốc.

Bụi có nhiều tác hại đối với sức khỏe con người, có thể gây tổn thương, viêm nhiễm, dị ứng và các bệnh khác ở da, ở đường hô hấp, đường tiêu hóa, hoặc răng, lợi, mắt...

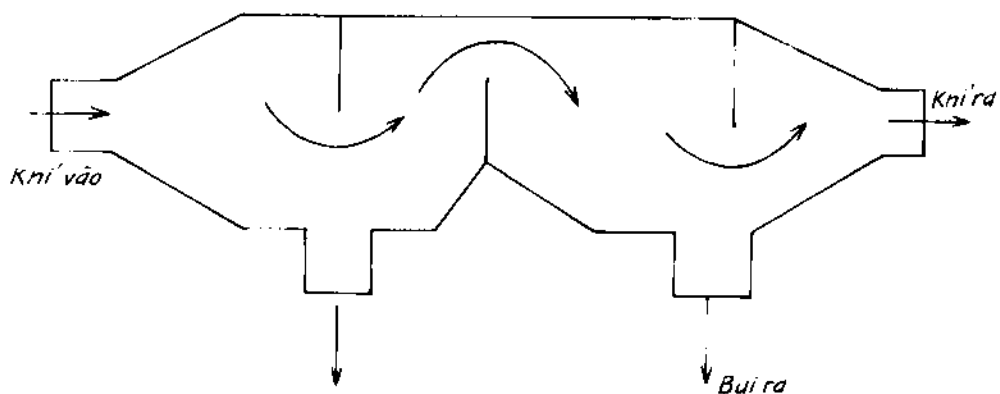
Có nhiều phương pháp xử lý bụi.

Với phương pháp trọng lực, các hạt bụi lơ lửng được tách ra bởi lực trọng trường bằng thiết bị phòng lắng. Khi hạt bụi rơi xuống, nó chịu tác dụng bởi hai lực: trọng lực và trở lực của môi trường.

Lắng bụi bằng li tâm là phương pháp được sử dụng rộng rãi trong công nghiệp vì hiệu suất cao. Hạt bụi chịu ba lực tác dụng: lực li tâm, lực cản môi trường và trọng lượng của hạt (lực trọng trường).

Phương pháp lắng bụi bằng điện trường còn gọi là lọc điện. Phương pháp này để tách những hạt bụi có kích thước nhỏ với đường kính từ 0,2 đến 0,5 μm .

Cho dòng khí có bụi đi vào thiết bị lọc bụi có điện trường, bụi bị ion hóa và đi về phía các điện cực ngược dấu, bám vào điện cực, trung hoà điện với điện cực rồi gõ cho bụi rơi xuống.



Hình 6.1. Lắng bụi bằng trọng lực

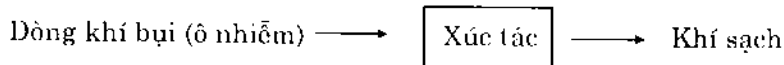
Phương pháp hấp phụ là phương pháp dùng để xử lý khí bằng cách tập trung những chất ô nhiễm của dòng khí trên bề mặt vật rắn. Chất hấp phụ là những hạt rắn, có bề mặt hấp phụ được chuẩn bị trước sao cho có diện tích tiếp xúc lớn. Hấp phụ để loại hơi ẩm và khí độc.

Thiết bị hấp phụ tương đối đơn giản, thường kết cấu của chất hấp phụ nằm ở trạng thái tĩnh và dòng khí xuyên qua lớp tĩnh đó sao cho không kéo theo chất hấp phụ.

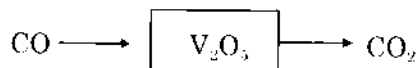
Chất hấp phụ phải tươi, xốp (để có bề mặt tiếp xúc lớn) nhưng phải nén, đóng chắc để khí không cuốn đi.

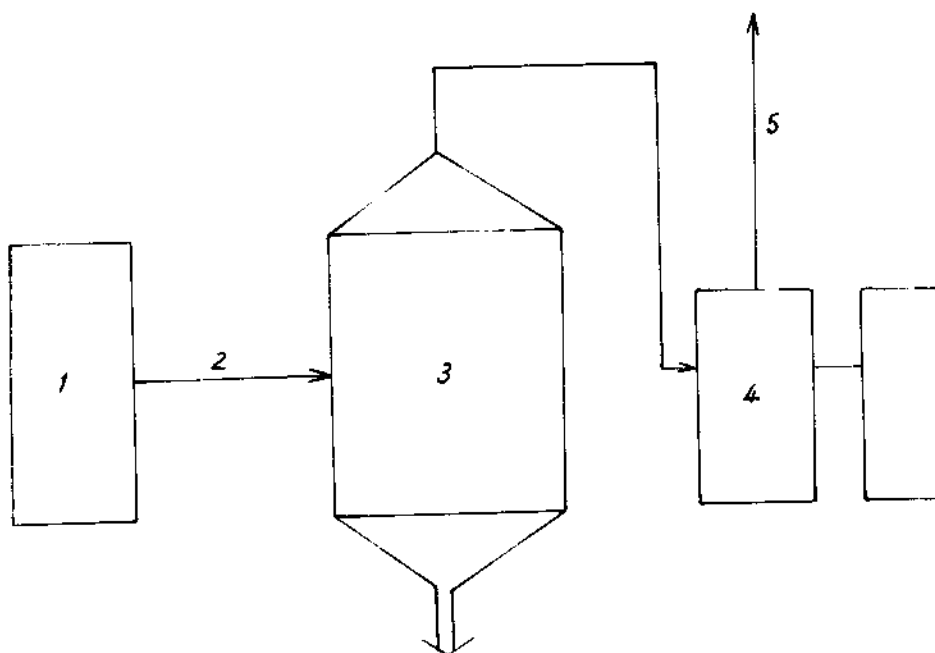
Người ta thường dùng than hoạt tính, nghiền nhỏ đóng viên để làm chất hấp phụ hoặc dùng silicagen. Thiết bị hấp phụ có cấu trúc hình tháp đứng thẳng, nạp đầy chất hấp phụ, còn khí (chứa bụi) đi từ dưới lên.

Ngoài các phương pháp trên, người ta còn dùng phương pháp hóa học. Nhờ biến đổi hóa học từ chất độc thành chất không độc hại bởi các chất xúc tác rắn.



Thí dụ:





Hình 6.2. Công nghệ xử lý bụi thuốc lá ở Nhà máy thuốc lá Đồng Nai:

1. máy quần thuốc lá; 2. ống dẫn; 3. xielon màng nước; 4. quạt li tâm;

5. ống thải. Hiệu quả thu gom bụi 70 - 80%.

2. Xử lý khí chứa axit

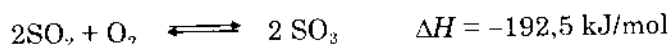
Trong các dạng khí axit trong khí quyển, người ta tập trung xử lý oxit lưu huỳnh, oxit nitơ, khí cacbonic, khí hidrosunfua.

a. Xử lý khí SO_2

Trong khí quyển, khí sunfua dioxit (SO_2) là một chất độc hại, gây ô nhiễm đứng thứ hai sau khí oxit cacbon (CO). Nó chiếm 20% khối lượng của tất cả các tác nhân gây ô nhiễm không khí.

Khí SO_2 là khí không màu, có vị cay và mùi khó chịu, gây đau nhức mắt và cảm giác nóng trong cổ họng. Khi nồng độ khí SO_2 trong khí quyển không quá 1 ppm thì gây cay mắt, nhưng ở nồng độ khoảng 3 ppm thì có mùi gây kích thích phát cáu.

Do quá trình quang hóa hoặc có một xúc tác nào đó khí sunfua đioxit biến thành sunfua trioxit:



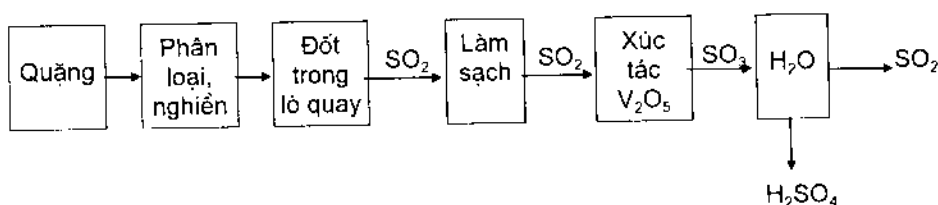
Phản ứng trên được ứng dụng trong công nghiệp, khi dùng xúc tác V_2O_5 và nhiệt độ 450°C :



Trong khí quyển, hơi SO_3 phản ứng rất mạnh với nước tạo thành những hạt mù axit sunfuric rất nhỏ bé, gặp mưa nó rơi xuống mặt đất. Khi nồng độ axit H_2SO_4 cao vào khoảng pH từ 5,4 - 2,5 được gọi là mưa axit.

SO_2 và axit H_2SO_4 gây tác hại đến sức khỏe con người, động vật, gây tổn hại đến cây trồng, các hệ sinh thái nước, ăn mòn các công trình xây dựng... Hàng năm con người xả vào khí quyển 66 triệu tấn lưu huỳnh hay 132 triệu tấn SO_2 do đốt than, xăng, dầu, luyện kim v.v.

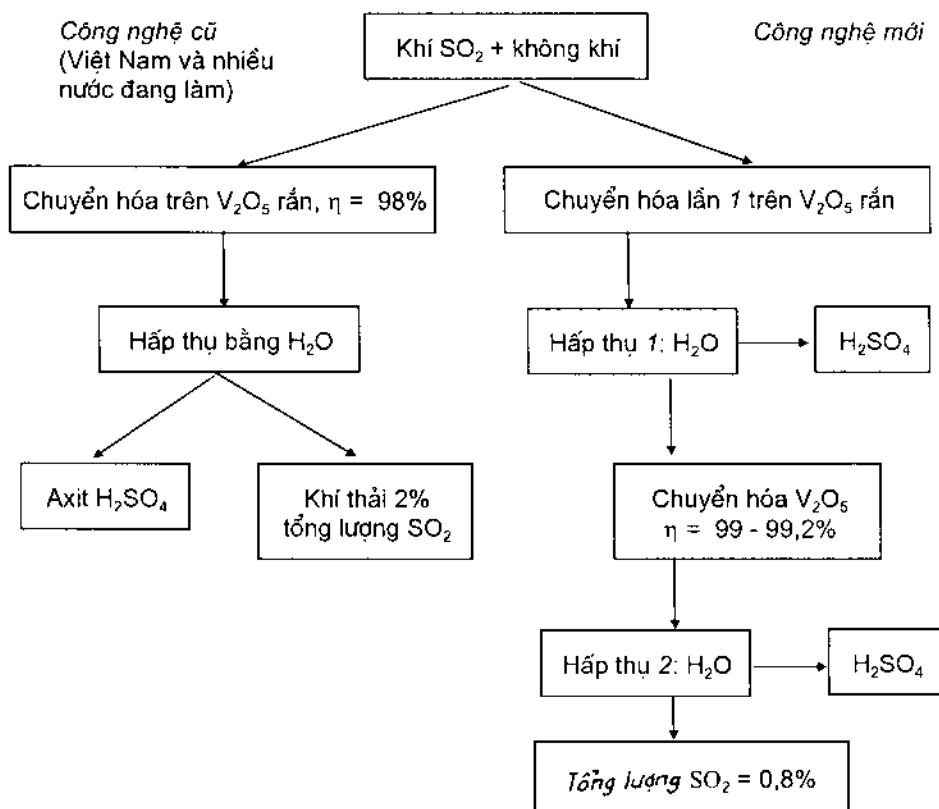
Hiện nay có rất nhiều biện pháp xử lý khí thải chứa SO_2 , ta hãy quan sát việc sản xuất axit H_2SO_4 từ quặng:



Hướng xử lý tốt nhất là thay đổi qui trình công nghệ sản xuất. Đây là tiền đề của công nghệ ít hay không có chất phế thải. Qui trình công nghệ sản xuất H_2SO_4 là tiếp xúc kép.

Hướng thứ hai: thực hiện các quá trình hấp thụ, hấp phụ hoặc chuyển sang sản phẩm khác ít độc hại hơn.

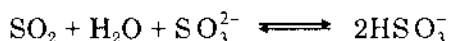
Đối với khí SO_2 từ quá trình đốt nhiên liệu rắn, các lò đốt dân dụng hay từ các nhà máy nhiệt điện, ta có một số hướng xử lý. Phổ biến nhất là dùng phương pháp hấp thụ, hấp phụ. Sau đó chuyển các sản phẩm của SO_2 từ sunfit thành sunfat hoặc sang dạng thương phẩm khác.



Phương pháp hấp phụ để xử lý các khí thải ít và nồng độ thấp, còn phương pháp hấp thụ được áp dụng ở diện rộng hơn.

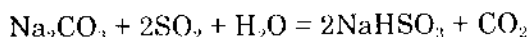
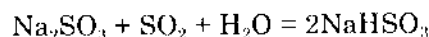
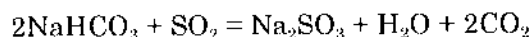
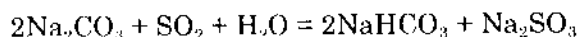
Nếu nồng độ khí SO_2 từ 4 - 8% thể tích thường dùng dịch hấp thụ SO_2 sau đó tái sinh để sản xuất axit H_2SO_4 .

Các sản phẩm phụ của quá trình tạo ra muối thương phẩm. Chất hấp thụ là dung dịch muối, nhưng phải có phản ứng thuận nghịch với SO_2 :

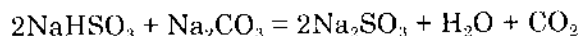


Nếu nồng độ khí SO_2 ở mức trung bình khoảng 0,5 - 1,5% thể tích, dùng phương pháp hấp thụ, tìm cách chế biến thành các sản phẩm thương mại theo một số hướng:

Hướng 1: Hấp thụ dùng các dung dịch có gốc soda với nồng độ 25%:



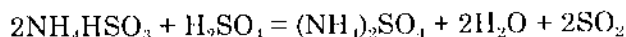
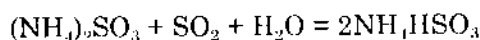
Tiếp tục phản ứng ở một thiết bị khác theo phản ứng sau:



Dung dịch đem cô đặc được sản phẩm thương mại là $\text{Na}_2\text{SO}_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$.

Có thể thay Na_2CO_3 bằng NaOH .

Hướng 2: Dùng các dung dịch muối amoni:



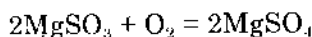
Phương pháp này thích hợp cho khí có nồng độ SO_2 thấp, kinh tế. Nhưng khí có nồng độ SO_2 cao thì dung dịch sunfit tỏa nhiệt gây tổn thất NH_3 .

Cuối cùng cô đặc, kết tinh đem sử dụng.

Hướng 3: Dùng MgO huyền phù trong dung dịch nước hay $\text{Mg}(\text{OH})_2$. Giai đoạn cuối cùng cho sản phẩm có thể sử dụng được:



Phạm vi sử dụng của MgSO_3 không lớn.

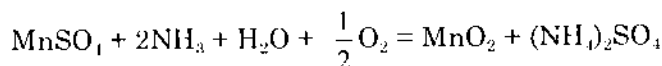


MgSO_4 sử dụng làm phân vi lượng và dùng ở dạng thương phẩm.

Dùng MnO_2 :

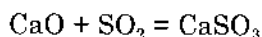
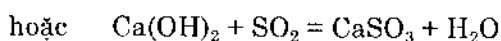
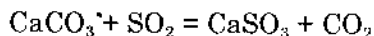


Nếu dung dịch có NH_3 phản ứng xảy ra như sau:

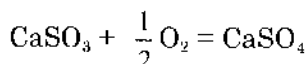


MnO_2 thu hồi để thực hiện phản ứng trên, còn $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ làm phân đạm.

Nếu hàm lượng khí SO_2 thấp vào khoảng 0,3 - 0,5% thể tích dùng phương pháp hấp thụ. Dung dịch hấp thụ là nước và sản phẩm của quá trình xử lý được thải bỏ. Xử lý tiếp theo là dùng tháp đệm. Dung dịch đệm là CaCO_3 , dung dịch hấp thụ là nước vôi bão hòa Ca(OH)_2 chiếm 14% ở dạng rắn:



Vì CaSO_3 rất độc nên không thể thải vào môi trường. Phải dùng biện pháp sục không khí vào:



CaSO_4 không độc có thể thải ra môi trường hoặc làm chất phụ gia cho các quá trình sản xuất khác.

Phương pháp này tiêu hao một lượng dung dịch hấp thụ lớn, quá trình tạo các sản phẩm muối dễ làm tắc tháp, sản phẩm thường ít có giá trị.

b. Xử lý khí oxit của nitơ NO_x

Nitơ có hóa trị từ I đến V tùy thuộc mức độ liên kết với oxi. Nitơ tạo nên tám oxit, nhưng chỉ có 6 oxit là tương đối bền như sau: N_2O , NO , N_2O_3 , NO_2 , N_2O_4 và N_2O_5 . Trong khí quyển đáng chú ý hai oxit của nitơ là nitơ oxit (NO) và nitơ dioxit (NO_2) vì chúng thường có nhiều trong khí quyển.

Nguồn gốc sinh ra các hợp chất chứa nitơ là đốt nhiên liệu hóa thạch: than và một số quặng khác.

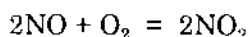
Than có 0,8 - 1% nitơ, dầu mỏ có 0,01 - 1% nitơ, dầu nặng có khi chiếm đến 15% nitơ. Trong các phản ứng quang hóa, phản ứng ở nhiệt độ cao (các tia chớp), các xưởng sản xuất các hợp chất hóa học, giao thông vận tải đều có thể sinh ra oxit nitơ. Khí NO có thể tổng hợp trực tiếp từ nguyên tố ở nhiệt độ cao:



Người ta cho khí N_2 và O_2 với tỉ lệ đồng phân tử đi qua ngọn lửa hồ quang ở khoảng $4000^\circ C$, hiệu suất phản ứng chỉ có 10%. Sau đó phải làm lạnh nhanh đến dưới $1200^\circ C$ để khí NO khỏi bị phân hủy thành nguyên tố.

NO là chất khí không màu, ít tan trong nước. Còn NO_2 là chất khí màu nâu, nặng hơn không khí, có mùi khó chịu và độc.

NO dễ dàng tác dụng với oxi tạo thành NO_2 :



Hàng năm con người đã sản xuất ra khoảng 48 triệu tấn NO_x (chủ yếu là NO_2).

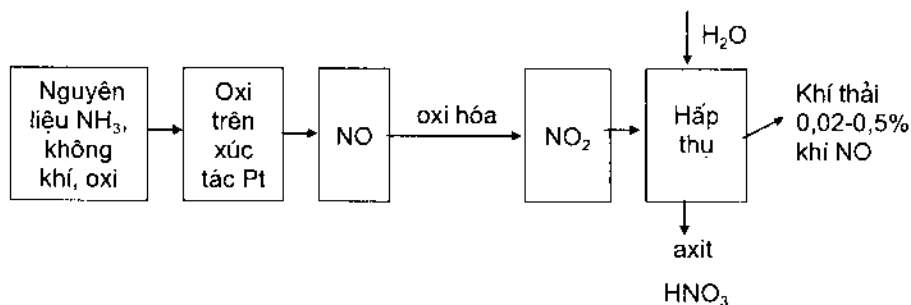
Nitơ oxit làm phai màu thuốc nhuộm vải, làm han gỉ kim loại.

Nitơ oxit cũng như CO tác dụng mạnh với hemoglobin, nhưng NO tác dụng với hemoglobin mạnh gấp 1500 lần so với khí CO làm ảnh hưởng đến hô hấp, viêm phổi cấp, phù... Khí NO_2 với nồng độ 100 ppm có thể làm chết người và động vật sau vài phút; với nồng độ 5 ppm có thể gây tác hại bộ máy hô hấp sau vài phút tiếp xúc; với nồng độ 15 - 50 ppm gây nguy hiểm cho tim, phổi, gan sau vài giờ tiếp xúc; với nồng độ 0,06 ppm có thể gây bệnh phổi cho người khi tiếp xúc lâu dài.

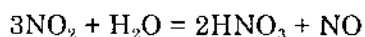
Một số thực vật nhạy cảm với môi trường cũng bị tác hại khi nồng độ NO_2 khoảng 1 ppm và thời gian tác dụng 1 ngày. Tuy nhiên người ta cũng phát hiện ra là nếu nồng độ NO_2 thấp thì lại có lợi và nó không phải là tác nhân gây ô nhiễm. Thậm chí nồng độ của nó thấp đã làm giảm quá trình quang hợp.

Có nhiều biện pháp xử lí khí thải chứa nitơ oxit. Trước tiên là phương pháp xử lí tại nguồn. Mục đích của phương pháp này là làm giảm nồng độ chất gây độc hại ngay tại nguồn, chủ yếu tập trung ở nơi sản xuất axit nitric.

Sơ đồ sản xuất axit nitric có thể tóm tắt như sau:



Các phản ứng: $2\text{NO} + \text{O}_2 = 2\text{NO}_2$



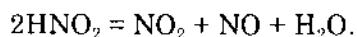
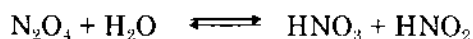
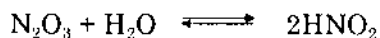
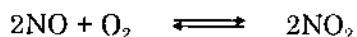
Hiệu suất của quá trình phụ thuộc phản ứng hấp thụ H_2O và phản ứng oxi hóa NO.

Thực hiện quá trình trên hai dây chuyền: phản ứng ở áp suất thường hiệu suất chuyển hóa $\eta = 94\%$, còn thực hiện ở áp suất cao cho hiệu suất trên 98%.

Phản ứng thực hiện ở áp suất thường bắt buộc phải xử lý khí NO thải ra. Phản ứng thực hiện ở áp suất cao dùng biện pháp nâng chiều cao của ống khói thải ra khí quyển. Một số nước ống khói cao 150 m. Nhật Bản dùng ống khói 300 m với thiết bị phức tạp.

Có một số phương pháp xử lý khí thải chứa NO_x .

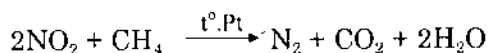
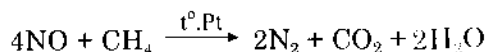
Các phản ứng chuyển hóa:



Hầu hết các khí thải đều chứa NO, nhưng vì hàm lượng thấp nên không cần thu hồi trong khí thải công nghiệp mà chỉ cần xử lý trong nhà

máy sản xuất axit nitric. Có hai phương pháp xử lý là phương pháp khô và phương pháp ướt.

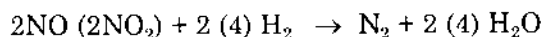
Phương pháp khô là phân hủy các NO_x thành O_2 và N_2 trên xúc tác Pt. Với xúc tác này và ở nhiệt độ cao có mặt của CO, H_2 , hidrocarbon thì NO_x phân hủy thành N_2 , CO_2 :



Có mặt CO xảy ra phản ứng:

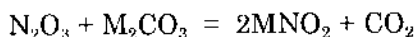


Có mặt H_2 xảy ra phản ứng sau:



Phương án này được áp dụng ở các nước tiên tiến để xử lý khí thải có NO_x ở các phương tiện giao thông, máy phát điện. Với công nghệ sản xuất axit HNO_3 dùng bổ sung khí thiên nhiên (chủ yếu CH_4) hoặc khí nhân tạo (khí than ướt: CO, H_2) để chuyển toàn bộ chất độc hại thành nitơ N_2 , hơi nước, hạ nồng độ NO_x xuống còn 0,01 - 0,2% để thải ra khí quyển. Tuy nhiên phương pháp này tốn kém, chiếm 10% tổng kinh phí cho dây chuyền sản xuất.

Phương pháp ướt được sử dụng rộng rãi và có hiệu quả cao. Người ta dùng dung dịch hấp thụ là H_2O hoặc các dung dịch muối để chuyển tất cả các khí thải chứa NO_x thành các dạng muối thương phẩm. Các muối hấp thụ phải mang tính kiềm: các muối cacbonat. M_2CO_3 (M là Na, K...) vì các oxit NO_x mang tính axit thì chúng mới phản ứng được với nhau:



Các muối gốc nirit thường độc nên phải chuyển chúng thành muối nitrat. Có thể thay thế các muối bằng dung dịch NaOH 20%. Ngoài ra có thể dùng dung dịch axit H_2SO_4 hay axit HNO_3 để hấp thụ khí NO_x .

c. Xử lí khí thải chứa CO_2

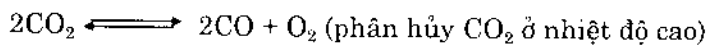
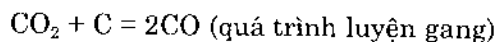
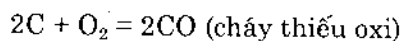
Khí CO_2 là sản phẩm của quá trình đốt các nhiên liệu rắn như than, củi và do quá trình hô hấp của động vật. Riêng đốt than củi hàng năm con người thải vào khí quyển $2,5 \cdot 10^{13}$ tấn khí CO_2 . Lượng khí CO_2 do núi lửa sinh ra bằng 40.000 lần lượng khí CO_2 có trong khí quyển hiện nay.

Lượng khí CO_2 trong khí quyển hiện nay, đến 1/2 do thực vật và nước biển hấp thụ. Phần CO_2 do nước biển hấp thụ được hòa tan và kết tủa trong biển. Các loại thực vật dưới biển đóng vai trò chủ yếu duy trì cân bằng khí CO_2 giữa khí quyển và đại dương.

Hàm lượng khí CO_2 chỉ chiếm 0,0314% các khí khác nhưng nó là thành phần quan trọng của khí quyển, là nguồn cacbon, là nguyên liệu xây dựng tất cả các cơ thể động vật và thực vật. Lượng cacbon được thực vật cố định hàng năm trên toàn cầu khoảng $4 - 9 \cdot 10^{13}$ kg.

Nếu hàm lượng khí CO_2 trong khí quyển nhiều quá sẽ gây độc hại cho người và động vật, gây hiệu ứng nhà kính, làm tăng nhiệt độ Trái Đất, gây ra nguyên nhân làm tan băng ở Bắc Cực, nâng cao mức nước biển, gây ra khí hậu thất thường.

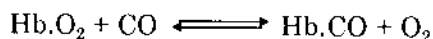
Cùng với khí CO_2 là khí CO , là một chất khí không màu, không mùi, không vị, hóa lỏng ở nhiệt độ âm 192°C và không tan trong nước. Khí CO được tạo ra từ sự cháy không hoàn toàn các nhiên liệu hoặc vật liệu chứa cacbon:



Mỗi năm Trái Đất thải ra khoảng 250 triệu tấn khí CO . Người ta tính toán rằng với sự thải khí CO vào tự nhiên như vậy thì sau năm năm hàm lượng tăng gấp đôi. Nhưng thực tế hàm lượng đó nhỏ hơn nhiều so với tính toán. Nguồn tiêu thụ khí CO là các vi sinh vật có trong đất.

Nhiễm độc bởi CO cơ thể thường bị đau đầu, ù tai, chóng mặt, buồn nôn, mệt mỏi, co giật rồi bị hôn mê. Chính khí CO tác động rất mạnh với hemoglobin (kí hiệu Hb) trong máu. Nó tác động với hemoglobin mạnh gấp 250 lần so với oxi. Nó chiếm oxi của hemoglobin và tạo thành cacboxy hemoglobin (HbCO), làm mất khả năng vận chuyển oxi của máu, gây ra ngạt, hàm lượng oxihemoglobin (HbO₂) giảm.

Phản ứng xảy ra thuận nghịch như sau:

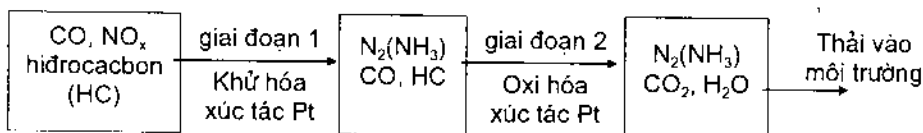


Riêng đối với khí CO, có một số phương pháp xử lí sau:

- Cải tiến động cơ đốt trong để làm giảm các chất gây ô nhiễm trong đó có khí CO. Phải đốt cháy nhiên liệu trong điều kiện dư không khí để khống chế sự thải ra khí CO và các hợp chất hữu cơ (như hidrocarbon).

- Sử dụng các thiết bị chuyển hóa để chuyển hóa các khí gây ô nhiễm thành các khí ít độc hại hơn.

Quá trình chuyển hóa trong thiết bị chuyển hóa hai giai đoạn như sau:



- + Phát triển các loại nhiên liệu thay thế xăng: Thay thế xăng bằng cách sử dụng các loại khí tự nhiên. Để tránh tăng thiết bị sử dụng, người ta đưa các khí tự nhiên về hai dạng là khí nén và khí hoá lỏng.

- Dùng rượu thay xăng: Xu hướng này mấy năm trước phát triển mạnh, vì nó hạn chế xả khí độc như hidrocarbon, khí CO, khí NO_x. Nhưng nay bị hạn chế phát triển vì năng suất tỏa nhiệt kém và cũng thải ra môi trường một chất ô nhiễm khác là andehit.

- + Phát triển các nguồn năng lượng không gây ô nhiễm. Thế giới đang quan tâm các nguồn năng lượng mới như sức gió, sức nước, năng lượng Mặt Trời và năng lượng hạt nhân. Các nhà máy điện nguyên tử có

công suất lớn, chất thải ít nhưng nhiều nước còn lo ngại về độ an toàn của nó.

Có ba phương pháp thường áp dụng để xử lý khí CO_2 :

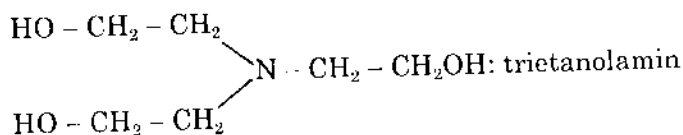
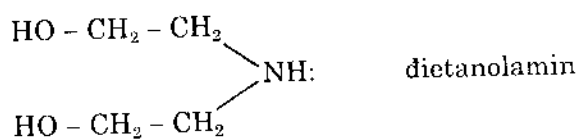
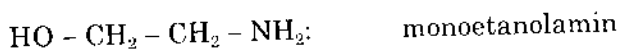
1. Phương pháp phổ biến nhất là hấp thụ bằng nước, ưu điểm của phương pháp là rẻ tiền, hiệu quả.

Nó được áp dụng để xử lý khí thải ở nhà máy nhiệt điện, các khu chế biến nông phẩm dùng than củi, vì khí CO_2 hòa tan trong nước ít nên phải hấp thụ CO_2 ở áp suất cao thì mới hiệu quả.

Nhược điểm của phương pháp là tổn thất khí lớn vì dùng ở áp suất cao. Mặt khác phải dùng nhiều nước để xử lý.

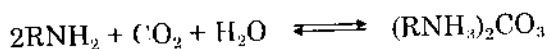
2. Phương pháp hấp thụ bằng dung dịch etanolamin.

Có ba loại etanolamin: mono, di và trietanolamin:



Để đơn giản ta dùng kí hiệu chung là RNH_2 .

Phản ứng xảy ra như sau:



Trong phản ứng trên, những chất hữu cơ tạo thành dễ bị phân hủy khi nhiệt độ tăng lên, nên dễ dàng hoàn nguyên lại dung dịch hấp thụ. Thông thường trong công nghiệp người ta hay dùng monoetanolamin vì giá rẻ, ổn định cao, các thông số về nhiệt động học trong quá trình hấp thụ được bảo đảm.

3. Phương pháp hấp phụ bằng zeolit. Zeolit là một chất hấp phụ hiệu quả nhất để hấp phụ chọn lọc khí CO_2 ra khỏi hỗn hợp khí thải

công nghiệp. Phân tử của khí CO_2 dễ dàng chui qua các lớp rỗng của nhựa zeolit. Mặt khác phân tử CO_2 không có mômen lưỡng cực, do đó zeolit là trung tâm hấp phụ đặc biệt đối với phân tử CO_2 .

Quá trình nhả hấp thụ thực hiện đơn giản bằng cách đun nóng zeolit ở nhiệt độ cao. Người ta còn dùng zeolit và than hoạt tính để xử lý khí ở các con tàu vũ trụ.

d. Xử lý khí thải có chứa H_2S

Khí H_2S là loại khí độc xếp bảng A, là chất khí không màu, có mùi trứng thối rất khó chịu.

H_2S làm rụng lá cây, làm giảm sự sinh trưởng của cây trồng. H_2S gây nhức đầu, mệt mỏi, làm giảm trí nhớ. Ở nồng độ cao gây hôn mê, có thể làm chết người (ở nồng độ 700 - 900 ppm).

Trong khí quyển H_2S được hình thành do quá trình phân hủy các chất hữu cơ, thực vật, vỏ cây bị thối rữa, nhất là ở những hồ đầm cạn nước. H_2S còn sinh ra ở những vùng núi lửa, ở nơi khai thác than.

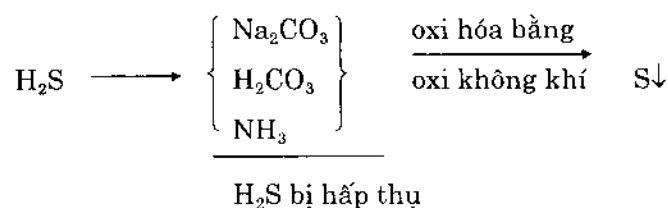
Hàng năm H_2S sinh ra trên mặt biển 30 triệu tấn, ở mặt đất khoảng 60 - 80 triệu tấn, ở các ngành công nghiệp là 3 triệu tấn.

Tiêu chuẩn giới hạn cho phép:

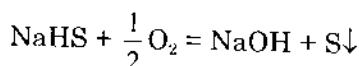
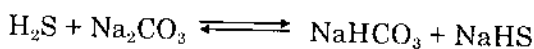
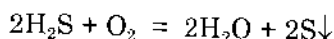
Nơi sản xuất $\leq 0,01 \text{ mg/l}$; Khu dân cư $\leq 0,008 \text{ mg/l}$.

Có nhiều phương pháp xử lý khí thải chứa H_2S như phương pháp hấp thụ, hấp phụ...

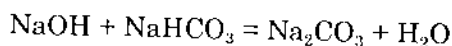
Phương pháp hấp thụ oxi hóa để tạo thành lưu huỳnh kết tủa. Phần lớn trong công nghiệp thường dùng phương pháp này vì đơn giản, dễ sử dụng lại thu được lưu huỳnh dùng cho các quá trình sản xuất khác, nhưng hiệu quả không hoàn toàn. Sơ đồ xử lý như sau:



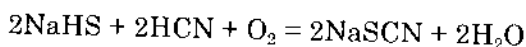
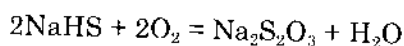
. Dùng dung dịch Na_2CO_3 :



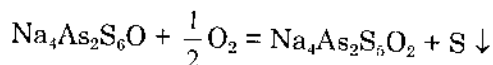
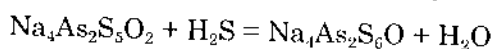
Hoàn nguyên lại Na_2CO_3 :



Xảy ra một số phản ứng phụ:



. Dùng hợp chất asen hóa trị V, phản ứng xảy ra như sau:

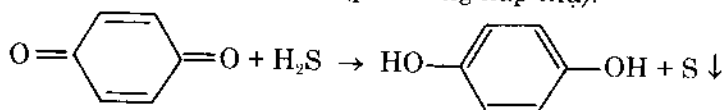


Phản ứng tiến hành trong dung dịch kiềm yếu hoặc trung tính, ở nhiệt độ 40 - 50°C.

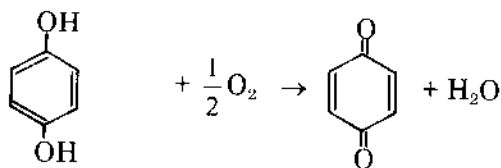
Thiết bị hấp thụ là loại tháp đệm bằng gỗ, tháp nhả hấp thụ là tháp chứa đầy dung dịch bão hòa và sục khí từ dưới. Lưu huỳnh được tách ra bằng phương pháp tuyển nổi, sau đưa vào máy lọc chân không thùng quay rồi đóng gói.

. Dùng phương pháp hidroquinon - kiềm.

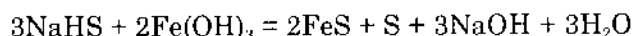
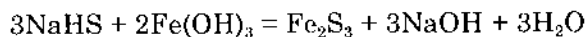
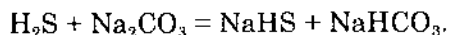
Phản ứng xảy ra như sau (phản ứng hấp thụ):



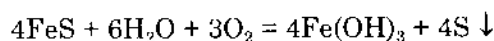
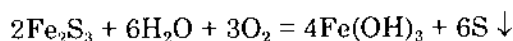
Phản ứng tái sinh:



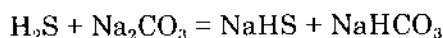
. Phương pháp hidroxít sắt - kiềm: có thêm Na_2CO_3 các phản ứng cơ bản xảy ra ở pH: 8,5 – 9 như sau:



Phản ứng tái sinh:



. Phương pháp dùng ADA (Anthraquinon Disunfonic Axit) kèm theo một số hóa chất khác (Na_2CO_3):

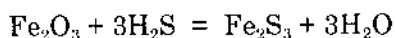


$\text{NaHS} + \text{NaHCO}_3 + \text{ADA} \rightarrow \text{S} + \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{muối natri của axit 9,10 - anthraquinon - 2,6 - disunfonic...}$

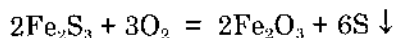
. Phương pháp dùng oxít sắt

Đây là phương pháp cũ nhất đã dùng từ thế kỉ 19 ở nước Anh nhưng đến nay vẫn được dùng để tách H_2S vì tiện lợi, rẻ, hiệu quả cao.

Phản ứng xảy ra:

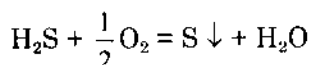


Hoàn nguyên Fe_2O_3 bằng cách sục không khí vào:

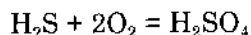


. Phương pháp dùng than hoạt tính

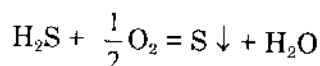
Là một trong những phương pháp ưu điểm nhất trong các phương pháp hấp phụ. Ngoài việc hấp phụ H_2S , nó còn tác dụng làm xúc tác cho các phản ứng oxi hóa H_2S đã bị hấp phụ trong than để giải phóng lưu huỳnh ở dạng nguyên tố:



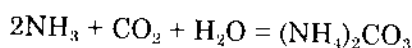
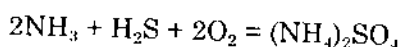
Có thể có phản ứng phụ:



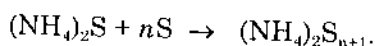
Cần khử axit H_2SO_4 tạo ra bằng cách dùng dung dịch NaOH hoặc nước amoniac, vì NH_3 ngoài nhiệm vụ trung hòa nó còn có tác dụng xúc tác cho quá trình oxi hóa H_2S theo phản ứng:



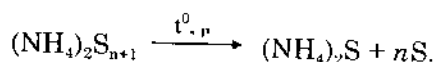
NH_3 có thể đưa vào gián đoạn lúc hoàn nguyên hoặc cho vào cùng hỗn hợp khí làm sạch:



Có thể hoàn nguyên than hoạt tính để tách lưu huỳnh ra:



Thực hiện phản ứng ở nhiệt độ 125°C và áp suất 2 at:



. Dùng phương pháp zeolit

Zeolit là một trong những chất hấp phụ hiệu quả để làm sạch khí H_2S không có mặt của oxi.

- Ngoài một số phương pháp xử lý khí H_2S ở trên, người ta còn dùng bột tạt nóng (K_2CO_3 ở Mi) hay cacbonat (Liên Xô cũ) hoặc muối photphat.

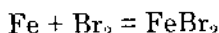
3. Xử lý khí chứa halogen

Trong sản xuất axit HCl , NaOH , Cl_2 , trong các phương pháp điện phân để điều chế kim loại hoặc tinh chế quặng hay thải ra các khí halogen. Các halogen hay gây ngộ độc, gây bệnh về đường hô hấp cho người và gây ảnh hưởng xấu cho động thực vật. Có nhiều phương pháp xử lý khí halogen, hiệu quả nhất là phương pháp ướt.

Người ta hay dùng dung dịch kiềm: NaOH , KOH , $\text{Ca}(\text{OH})_2$, Na_2CO_3 . Các khí halogen: Cl_2 , Br_2 , I_2 phản ứng rất mạnh với dung dịch kiềm nên hiệu quả cao nhưng tốn kém.

Riêng khí Cl_2 có thể dùng dung dịch các hợp chất hữu cơ rẻ tiền như dung dịch lignin trong công nghiệp sản xuất giấy, hoặc các muối sunfit kim loại.

Đối với khí chứa Br_2 hay I_2 nên dùng phương pháp hấp thụ hóa học như dung dịch kiềm, muối ăn, hoặc tiện lợi, rẻ tiền là dùng phôi sắt:



Hơi I_2 có thể dùng phương pháp hấp phụ bằng than hoạt tính.

4. Xử lý khí chứa các hợp chất hữu cơ

Nguồn gốc phát sinh các chất hữu cơ làm ô nhiễm khí quyển là công nghiệp luyện cốc, công nghiệp chế tạo chất dẻo, công nghiệp thực phẩm, công nghiệp dệt, công nghiệp giấy, công nghiệp nhuộm.

Có ba phương pháp chính để xử lý các hợp chất hữu cơ:

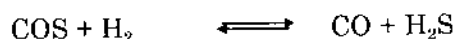
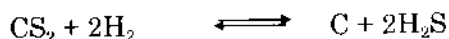
a) Đầu tiên là phương pháp hấp thụ: chủ yếu dùng H_2O , thực chất là hấp thụ vật lý và hấp thụ hóa học để chuyển các hợp chất hữu cơ từ dạng khí sang dạng lỏng.

Dùng dung môi thích hợp hoặc H_2O . Sau đó dùng phản ứng nghịch để phóng thả chất hữu cơ hoặc dùng phương pháp trao đổi ion, trích li để tách chất lỏng ra khỏi các sản phẩm hấp thụ.

b) Phương pháp thứ hai là oxy hóa trên xúc tác

Thực chất là sự hấp phụ hóa học. Các chất hấp phụ đóng vai trò chất mang xúc tác, thực hiện phản ứng ở nhiệt độ cao, có chọn lọc trên lớp xúc tác. Chúng tác dụng hoặc chuyển hóa chất này thành chất khác hoặc chuyển hóa từ chất độc hại thành chất vô hại có thể thải vào môi trường.

Thực hiện ở pha khí - rắn để chuyển hóa lưu huỳnh ở các hợp chất hữu cơ:



Dùng các kim loại xúc tác như Ni, Pt. Phản ứng tiến hành ở nhiệt độ cao nên cần bổ sung nhiệt cho phản ứng. Phản ứng oxi hóa chất mang là boxit; phản ứng khử chất mang là than hoạt tính hoặc MgO.

c) Dùng phương pháp hấp phụ là quá trình làm sạch khí chọn lọc nhờ các chất rắn, các khí nằm trong lỗ xốp, bề mặt mao quản của chất rắn đó. Các chất hấp thụ hay dùng là than hoạt tính, silicagen, oxit nhôm, oxit mangan và diatomit.

Nếu dùng than hoạt tính dễ dàng hấp phụ được các hợp chất như C_2H_2 , C_2H_4 , C_2H_5Cl , CS_2 , CH_3OH , C_2H_5Br , C_2H_5OH , CCl_4 và cả CO_2 .

Dùng silicagen hay Al_2O_3 hấp phụ được benzen và CCl_4 ; còn dùng MgO hấp phụ được CCl_4 .

Dùng than hoạt tính dễ khử mùi các chất hữu cơ. Khả năng hấp phụ của than hoạt tính tốt hơn nhiều so với silicagen.

Người ta còn dùng diatomit để hấp thụ hexan, xiclohexan, benzen, toluen, xilen, axeton v.v.

Diatomit là một loại khoáng trầm tích, hình thành ở biển do sự phân hủy của khối sinh vật thủy sinh tạo thành. Thành phần chính của diatomit như sau: Al_2O_3 : 3 - 5%; SiO_2 : 8 - 33%; Tạp chất với nước 2 - 10%.

Diatomit là chất hấp phụ tốt nhất đối với benzen, các loại rượu, nước, nó còn được dùng làm chất độn, chất mang xúc tác.

5. Xử lý một số kim loại nặng

a. Xử lý thủy ngân

Thủy ngân là một kim loại nặng duy nhất ở thể lỏng. Ở nhiệt độ thường Hg thăng hoa mạnh và có tính độc rất cao. Thủy ngân được sử dụng trong các ngành công nghiệp luyện kim, sản xuất pin, tế bào thủy ngân, đèn huỳnh quang, nhiệt kế, thuốc trừ sâu, diệt nấm trong nông nghiệp, thậm chí còn được dùng để làm thuốc trị giun calomen. Đó cũng là các nguồn quan trọng để thải ra thủy ngân dư thừa vào môi trường. Giới hạn cho phép thủy ngân trong nước uống là 2 ppm. Hơi thủy ngân rất độc, với nồng độ $100 \mu g/m^3$ không khí đã gây tác hại cho người và

động vật. Ở Liên Xô cũ người ta qui định tiêu chuẩn Hg cho phép ở nơi sản xuất là: $\leq 0,01 \text{ mg/m}^3$; còn ở khu dân cư: $\leq 0,0003 \text{ mg/m}^3$.

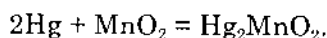
Hơi Hg xâm nhập vào cơ thể chủ yếu bằng đường hô hấp, đường tiêu hóa và đường da. Thủy ngân vào cơ thể sẽ phá hủy các bộ phận của cơ thể, qua đường hô hấp đi vào máu diệt bạch cầu, tích tụ trong gan, phổi, làm giảm khả năng đề kháng. Nhiễm thủy ngân gây khó ngủ, đau đầu, mệt mỏi, giảm trí nhớ.

Năm 1950 Nhật Bản đã phát hiện ra bệnh dịch ở thành phố bờ biển Minamata, nằm ở đông nam Nhật Bản. Bệnh dịch này kéo dài gần 30 năm, làm chết 700 người và 9000 người bị tật nguyền. Người ta đã phát hiện ra có nhà máy hóa chất đã thải hợp chất thủy ngân vô cơ vào vịnh Minamata. Các hợp chất thủy ngân vô cơ sau khi thâm nhập vào nước biển, do tác dụng của sinh học, hóa học phức tạp nó biến thành dimethyl thủy ngân $(\text{CH}_3)_2\text{Hg}$ tan vào nước. Dimethyl thủy ngân thâm nhập vào cơ thể tôm, cua, cá, trai, sò biển... khi con người ăn các động vật đó thì cũng tích tụ lại trong cơ thể người và gây tác hại.

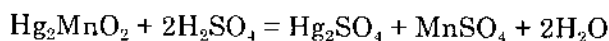
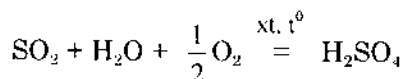
Có một số phương pháp xử lý hơi thủy ngân.

. Phương pháp dùng MnO_2 trong quặng thiên nhiên

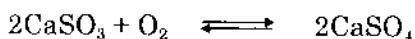
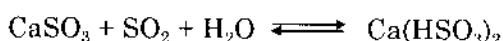
Phản ứng xảy ra:



Xử lý tiếp bằng hóa chất:

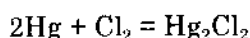
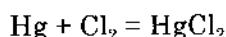


Trước khi xử lý phải tưới sữa vôi vào:

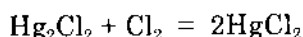


. Phương pháp dùng Cl_2

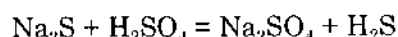
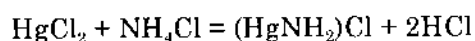
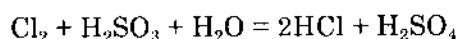
Phản ứng xảy ra:



Nếu dư Cl_2 :



Phải xử lí tiếp bằng các hóa chất liên tiếp trong thiết bị:

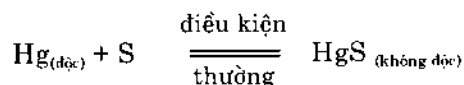


Kết quả khí sạch, thải vào khí quyển và chất rắn ít độc hơn thải vào đất.

. Phương pháp dùng axit nitric kết hợp cả xử lí SO_2 , SO_3 và Hg

Phương pháp này Nhật Bản đã sử dụng thành công, nhưng một số quá trình hóa học chưa được sáng tỏ, vì vậy không trình bày kĩ ở đây.

Nếu đánh rơi thủy ngân ở trên mặt bàn, ở sàn nhà hay ở đâu đó chúng ta có thể rắc bột lưu huỳnh lên bàn hay sàn nhà. Thủy ngân dễ dàng phản ứng với lưu huỳnh:



b. Xử lí chì

Chì là nguyên liệu được dùng nhiều trong công nghiệp: khai thác, chế biến quặng chì, sơn, chất dẻo tổng hợp, sản xuất pin. Ngành giao thông vận tải, trong các động cơ đốt trong, người ta hay pha chì vào xăng 1% để tránh hiện tượng kích nổ sớm. Trong đó có tetraethyl chì $(\text{C}_2\text{H}_5)_4\text{Pb}$ và tetramethyl chì $(\text{CH}_3)_4\text{Pb}$. Ngoài ra còn pha vào xăng một số chất chống cặn xăng như: $\text{C}_2\text{H}_4\text{Br}_2$, $\text{C}_2\text{H}_4\text{Cl}_2$...

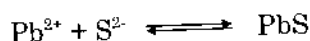
Chì rất độc đối với người và động vật. Nó tác động đến tủy xương, hình thành huyết sắc tố và thay thế canxi trong xương. Chì thâm nhập

vào cơ thể qua đường hô hấp, tiêu hóa, gây ngộ độc cho hệ thần kinh, quá trình tạo máu và gây rối loạn tiêu hóa.

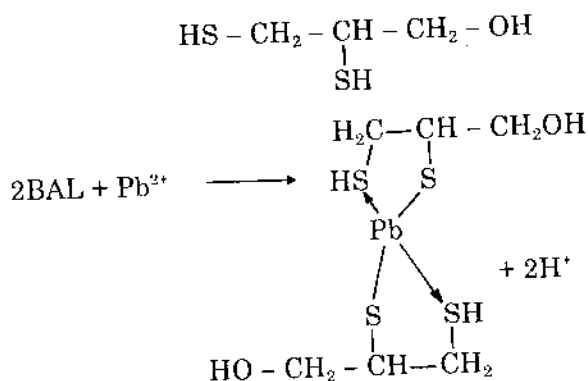
Khi bị nhiễm độc chì, cơ thể cảm thấy đau bụng, táo bón, huyết áp cao, suy nhược thần kinh, rối loạn cảm giác, tê liệt, viêm ruột, viêm dạ dày, giảm bạch cầu.

Chì rất độc đối với con người, động thực vật và nó còn làm ngộ độc xúc tác.

Phương pháp xử lí chì đơn giản nhất là ngưng tụ (làm lạnh) trực tiếp dòng khí thải bằng nước hoặc kết tủa các hợp chất của chì: Cho dòng khí có chứa tạp chất chì ở dạng hợp chất sục qua dung dịch Na_2S , hoặc dung dịch K_2S hay $(\text{NH}_4)_2\text{S}$:



Phương pháp tạo phức chelat với BAL. BAL là viết tắt của British Anti Lewisite, đó là tên thương phẩm, còn tên khoa học của nó là 2,3 - dimercaptopropanol:



Sự tạo phức vòng càng (chelate) này cho phép tách chì ra khỏi các enzym đã bị nhiễm độc.

III. CÔNG NGHỆ XỬ LÝ NƯỚC

1. Công nghệ xử lí nước tự nhiên

Nước là tài nguyên vô cùng quan trọng và cần thiết cho sự sống trên Trái Đất. Mọi sự sống từ các loài thực vật, các vi sinh vật, các loài động vật đến con người trong sự tồn tại và phát triển hàng ngày, hàng

giờ đều cần có nước. Trên Trái Đất, nước có ở mọi nơi và nhu cầu dùng nước ngày một cao. Hiện nay trên thế giới có đến 700 triệu người thường xuyên sống trong tình trạng thiếu nước sạch.

Tổng trữ lượng nước trên Trái Đất khoảng 1386 triệu km^3 , trong đó nước biển và đại dương chiếm đến 97,4%, còn nước ngọt chỉ có 2,6%. Trong tổng số nước ngọt thì các băng ở các cực chiếm 77,2%, nước ngầm trong lòng đất 22,4%, nước hồ, đầm 0,35%, dạng hơi nước trong khí quyển là 0,04%, còn nước sông suối là 0,01%. Nước ngọt có thể sử dụng được chiếm chưa đến 1% toàn bộ khối lượng thủy quyển. Nhưng nhờ quá trình tuần hoàn của nước và với khối lượng khổng lồ, nên nguồn nước ngọt được phục hồi liên tục.

Các quá trình đô thị hóa, công nghiệp hóa và nông nghiệp thâm canh càng phát triển thì vấn đề ô nhiễm nguồn nước mặt, nước ngầm đã xảy ra khắp nơi. Vì vậy việc xử lý nước cung cấp cho sinh hoạt, cho công nghiệp, cho nông nghiệp và cho các ngành kinh tế quốc dân khác là nhiệm vụ không phải của một vùng, một dân tộc, một quốc gia mà là của toàn cầu.

a. Các chỉ tiêu về chất lượng nước trong tự nhiên

Có nhiều chỉ tiêu để đánh giá chất lượng của nước như chỉ tiêu vật lý, chỉ tiêu hóa học và chỉ tiêu vi sinh. Về chỉ tiêu vật lý của nước, trước hết phải xét đến nhiệt độ. Nhiệt độ của nước có ảnh hưởng đến quá trình xử lý và nhu cầu tiêu thụ nước. Nhiệt độ của nước thay đổi theo mùa và vị trí. Nước bề mặt có nhiệt độ thay đổi, trong khi đó nhiệt độ của nước ngầm hầu như ổn định trong mùa.

Màu sắc của nước được tạo bởi các cặn bẩn trong nước, có thể do các chất hóa học (như nước có màu vàng là có nhiều sắt) hoặc rong tảo. Màu có ảnh hưởng tới quá trình xử lý. Nước tự nhiên sạch, không màu hoặc có màu xanh nhẹ nếu nhìn vào chiều sâu của nước. Màu xanh còn do các rong tảo ở trạng thái lơ lửng.

Màu xanh đậm hay có váng bọt màu trắng là biểu hiện thừa dinh dưỡng hoặc phân hủy thực vật đã chết hoặc thực vật nổi phát triển quá

mức. Sự phân hủy các chất hữu cơ tạo ra axit humic cũng làm cho nước có màu vàng bẩn.

Độ đục của nước cũng do cặn bẩn và những chất rắn lơ lửng tạo nên. Màu và độ đục của nước làm ảnh hưởng đến quá trình hấp thụ oxi của nước và quá trình tự làm sạch. Các chất lơ lửng có thể là sét, mùn, vi sinh vật. Độ đục làm giảm cường độ ánh sáng chiếu vào nước. Nước ở gần các trung tâm công nghiệp thường bị đục vì:

- lẫn bụi và các hóa chất công nghiệp;
- hòa tan và sau đó kết tủa các hóa chất ở dạng rắn;
- làm phân tán các hạt đất do cân bằng điện tích của hệ phức hấp phụ đất bị phá vỡ.

Mùi vị của nước là do những khí tan trong nước tạo thành (H_2S , $NH_3...$), các chất hữu cơ, các chất vô cơ (Cu^{2+} , $Fe^{3+}...$) tan trong nước tạo ra. Nước nguyên chất (nước cất) không có mùi, còn vị tự nhiên là do sự hiện diện của các chất hòa tan ở lượng nhỏ. Khi mùi và vị của nước xuất hiện rõ là nước bị ô nhiễm. Mùi vị của nước tự nhiên là do các hợp chất của clorua (Cl^-) và sunfua (S^{2-}) với các kim loại Na, K, Ca, Mg, Fe... Độ nhớt của nước là do hàm lượng các chất rắn, chất lỏng và chất khí tan vào nước.

Độ cứng của nước được chia làm ba loại: Độ cứng tạm thời để chỉ hàm lượng muối cacbonat axit của canxi và magie: $Ca(HCO_3)_2$, $Mg(HCO_3)_2$ vì độ cứng tạm thời bị mất đi khi đun nước; Độ cứng vĩnh cửu của nước để chỉ lượng muối không kết tủa khi đun sôi, thường là sunfat, clorua của canxi và magie.

Tổng độ cứng tạm thời và độ cứng vĩnh cửu gọi là độ cứng toàn phần hay độ cứng chung của nước. Độ cứng của nước thường không được coi là gây ô nhiễm, vì không gây độc hại cho con người, nhưng nó lại gây hậu quả về kinh tế.

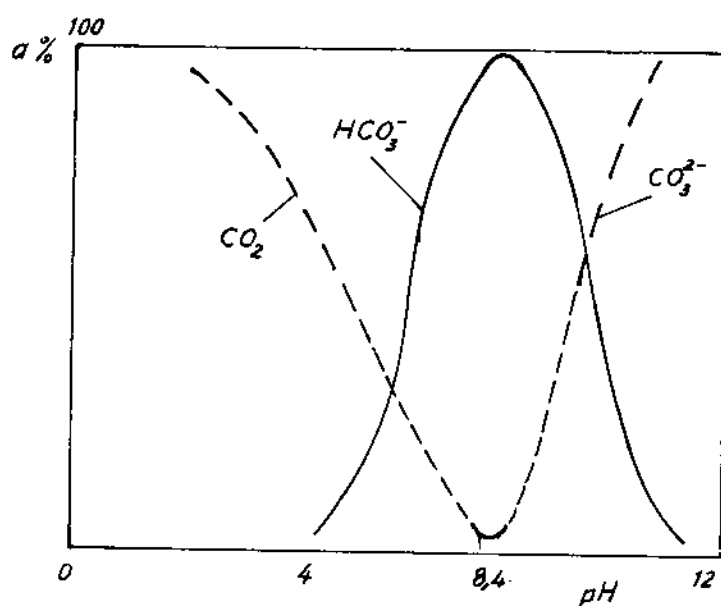
Chỉ tiêu hóa học để đánh giá thành phần các chất có trong nước.

Lượng oxi hòa tan vào nước (DO) phụ thuộc vào nhiệt độ và áp suất cùng các thành phần trong nước. Hàm lượng DO trong nước mặt (ao, sông, hồ, đại dương) bao giờ cũng lớn hơn trong nước ngầm. Lượng H_2S hòa tan do phân hủy các chất hữu cơ rồi tan vào nước. Lượng H_2S

hòa tan vào nước cũng phụ thuộc vào nguồn nước. Lượng H_2S hòa tan trong nước bề mặt cao hơn trong nước ngầm.

. Nhu cầu oxi hóa học (COD) là lượng oxi cần thiết cho quá trình oxi hóa các chất hữu cơ trong nước thành CO_2 và H_2O . Đây cũng là một trong những chỉ tiêu quan trọng để đánh giá chất lượng của nước.

. Các cation kim loại như Fe^{2+} , Fe^{3+} , Mg^{2+} , Ca^{2+} do quá trình hòa tan đất đá có mang các cation đó cùng với các anion: Cl^- , F^- , SO_4^{2-} ...

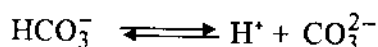
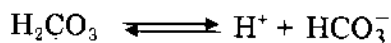


Hình 6.3. Sự phụ thuộc của các hợp chất axit cacbonic vào độ pH của nước:
a là hàm lượng của CO_2 , HCO_3^- , CO_3^{2-} .

Các hợp chất của nitơ như: NH_4^+ , NO_2^- , NO_3^- do nhiễm bẩn các chất hữu cơ và phân bón.

Các hợp chất của axit cacbonic H_2CO_3 : CO_2 , HCO_3^- , CO_3^{2-} .

Sự cân bằng các ion trong nước phụ thuộc vào độ pH của nước.



. Độ kiềm của nước

Trong nước tự nhiên do tác dụng của đá vôi với nước ngầm mà các cacbonat axit, cacbonat và hidroxit được tạo thành để làm cho nước có chất trung hòa những axit mạnh. Độ kiềm của nước được tạo ra bởi các anion sau: OH^- , borat, các photphat, cacbonat và cacbonat axit.

Chỉ tiêu vi sinh dựa vào chỉ số *E. coli* (*Escherichia coli*) để đánh giá mức độ vi trùng có hại trong nước.

Vi trùng *E. coli* là một loại vi khuẩn bền, khi số *E. coli* giảm thì các vi khuẩn khác đã bị tiêu diệt hết. Tổng số vi khuẩn kị khí đánh giá mức độ nhiễm bẩn của các chất hữu cơ nguồn gốc phế thải sinh hoạt. Tổng số vi khuẩn hiếu khí đánh giá khả năng phân hủy chất hữu cơ trong nước nguồn.

b. Công nghệ xử lý nước cấp cho sinh hoạt

Các nguồn nước thiên nhiên gồm có nước mặt (sông, hồ) nước ngầm trong lòng đất (giếng khoan) và nước mưa.

Bảng 6.1. Chất lượng nước ngầm xử lý nước cấp ở Hà Nội

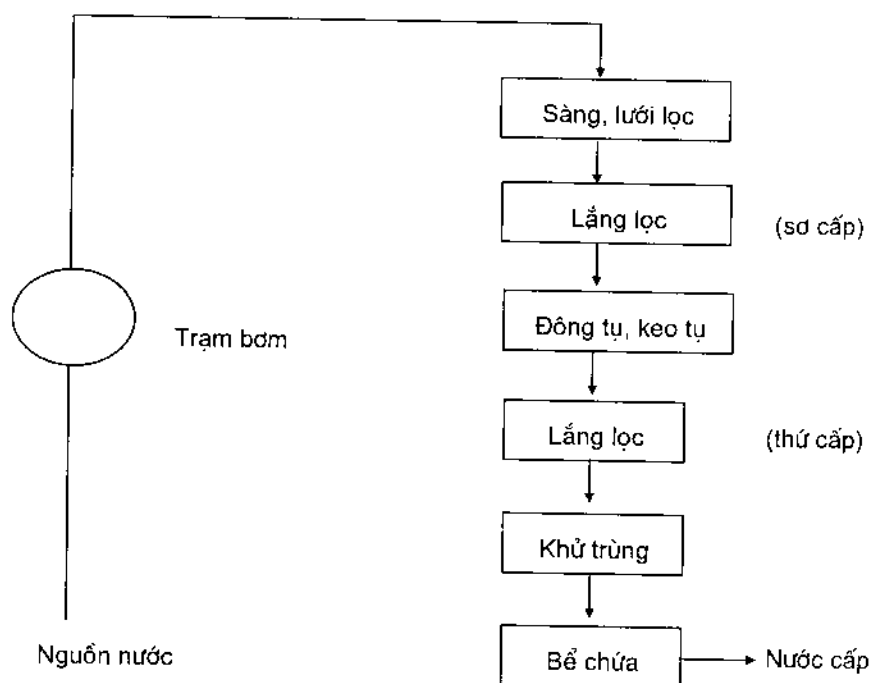
Các chỉ tiêu	Trạm Yên Phụ	Trạm Pháp Vân	Trạm Mai Dịch
Số giếng	4	7	4
HCO_3^- (mg/l)	160 - 260	293 - 488	150 - 180
Cl^- (mg/l)	8,5 - 14	20 - 28	14 - 22
PO_4^{3-} (mg/l)	1,8 - 3	1 - 1,2	3 - 5
Fe^{2+} (mg/l)	1,3 - 8	7 - 13	0,15 - 0,6
Mn^{2+} (mg/l)	0,3 - 0,7	0 - 0,08	0,5 - 1,1
NH_4^+ (mg/l)	1 - 2	11 - 13	0 - 2
CaO (mg/l)	27 - 74	-	18 - 53
MgO (mg/l)	24 - 38	-	8 - 28
Na ⁺ (mg/l)	5 - 9	-	9 - 24
pH	6,9 - 7,4	6,8	7 - 8

Các phương pháp xử lý chung, nếu là chất rắn có trong nước phải dùng phương pháp cơ, lí để loại bỏ; nếu là những chất lơ lửng, tan thì dùng phương pháp keo tụ, oxi hóa. Đối với vi trùng cần khử trùng.

Bảng 6.2. Chất lượng nước sông Hồng, sông Đà

Các chỉ tiêu	Sông Hồng	Sông Đà
HCO_3^- (mg/l)	116	122,4
SO_4^{2-} (mg/l)	8,3	8,3
Cl (mg/l)	5,3	5,2
Ca^{2+} (mg/l)	26,5	25,2
Mg^{2+} (mg/l)	6,3	7,1
Na^+, K^+ (mg/l)	11,4	14,2
$\text{Fe}^{2+}, \text{Fe}^{3+}$ (mg/l)	0,6	0,4
pH	7,1	7,1

Sơ đồ công nghệ xử lý nước cấp như sau:



Bảng 6.3. Tiêu chuẩn chất lượng nước

Mức đánh giá	BOD ₅ (mg/l)	<i>E.coli</i> / H ₂ O	pH	Cl ⁻ (mg/l)	F ⁻ (mg/l)
Rất tốt	0,75 - 1,5	0,5 - 1	6 - 8,5	< 50	< 1,5
Tốt	1,5 - 2,5	1 - 5	5 - 6; 8,5 - 9	50 - 250	1,5 - 3
Trung bình	2,5 - 4	5 - 20	3,8 - 5; 9 - 10,3	250 - 600	> 3
Nhiễm bẩn (xấu)	> 4	> 20	< 3,8; > 10,3	> 600	lớn

Vi trùng độc hại là những vi trùng gây bệnh tả, lỵ, thương hàn. Để đánh giá mức độ sạch trùng của nước, người ta xác định số lượng vi khuẩn đường ruột *E.coli* trong 1 l nước. Chỉ tiêu của nước ta là *E.coli* < 20 con/1 l H₂O. Nếu nước có *E.coli* > 20 phải khử trùng. Phương pháp xử lý khử trùng hay sử dụng là phương pháp vật lý, phương pháp hóa học và phương pháp cơ học (lọc tách kết hợp với nhiệt).

. Đầu tiên là phương pháp nhiệt. Người ta dùng nhiệt cung cấp cho nước đến nhiệt độ 100 - 120°C sẽ diệt được vi trùng. Hạn chế là chỉ sử dụng xử lý với một lượng nhỏ.

Phương pháp chiếu tia tử ngoại để khử trùng. Bằng cách sử dụng tia cực tím ($\lambda = 254$ nm) chiếu vào dòng chảy, có khả năng diệt trùng mạnh. Phải chú ý chiều dày dòng nước để đảm bảo khả năng tia tử ngoại xuyên qua và phải tính toán lượng đèn để phát tia phù hợp.

Phương pháp này cũng chỉ dùng cho lượng nhỏ. Có thể sử dụng phương pháp siêu âm với cường độ lớn hơn 2 W/cm² để xử lý lượng nước nhỏ. Ưu điểm của phương pháp là không gây hậu quả phụ cho nước mà chỉ diệt vi trùng trong nước.

. Phương pháp hóa học là dùng các hóa chất có khả năng oxi hóa các enzym có trong tế bào của vi khuẩn, làm cho tế bào vi khuẩn bị chết, diệt được vi khuẩn.

Thông dụng nhất là dùng các chất khử trùng như clo và các hợp chất của nó. Khí clo (Cl₂) hóa lỏng ở nhiệt độ 15°C và áp suất 5,75 at, dùng ở dạng bình nén.

Các hợp chất của clo có tính chất khử trùng là: nước Javen: NaClO và clorua vôi: Ca(OCl)₂ do sục khí clo vào nước vôi, oxit clo Cl₂O là khí có màu vàng xanh, hòa tan tốt trong nước, các cloramin: NH₂Cl, NHCl₂. Người ta còn dùng KMnO₄ và ozon: O₃.

Quá trình khử trùng được tiến hành như sau: Chất khử trùng khuếch tán qua màng thiết bị (theo qui luật khuếch tán) sau đó xảy ra quá trình oxi hóa enzym.

Cuối cùng là xử lý nước thải: oxi hóa các chất độc hại thành các chất ít độc hơn.

Yêu cầu chọn chất khử trùng:

- Oxi hóa nhanh các enzym trong tế bào, thời gian khử trùng ngắn, lượng ít.

- Không gây màu, mùi độc.

- Dễ hòa tan trong nước.

- Rẻ tiền dễ kiếm

Các yếu tố ảnh hưởng đến hiệu quả khử trùng:

- Loại và số lượng vi trùng có trong nước.

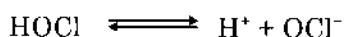
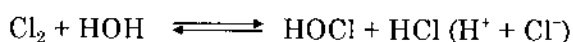
- Nhiệt độ và độ pH.

- Thành phần các chất hữu cơ: các chất khử trùng sẽ oxi hóa các chất hữu cơ. Các chất hữu cơ càng nhiều thì càng cần nhiều chất khử trùng.

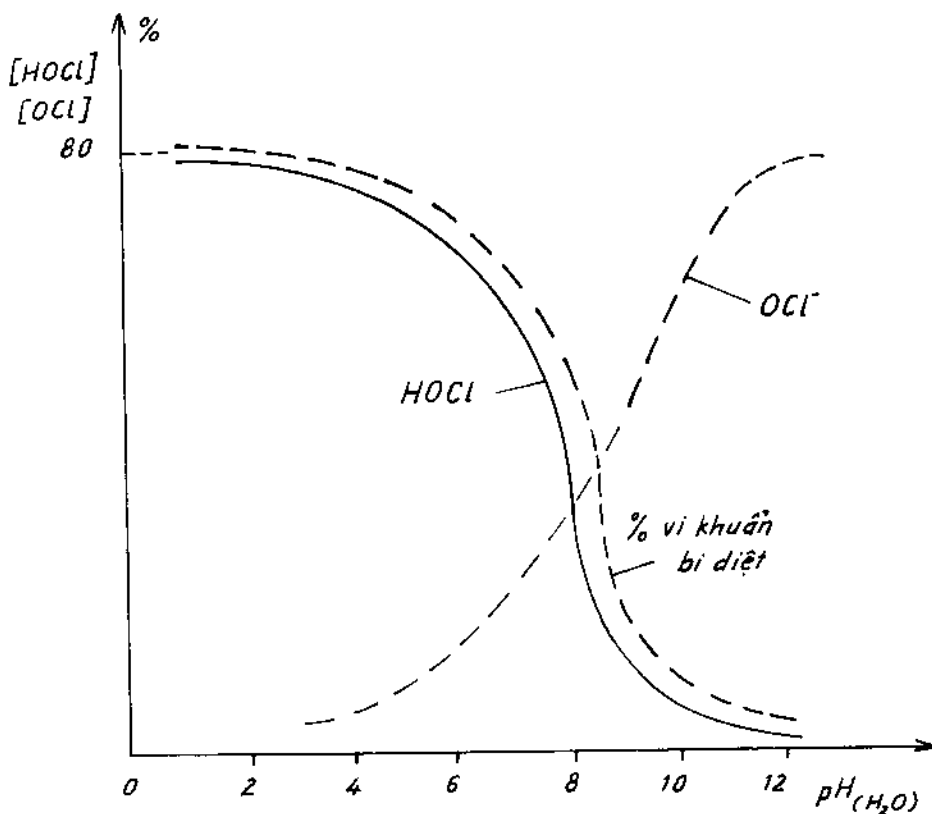
- Thời gian khử trùng.

Xét chi tiết sự khử trùng bằng khí clo và các hợp chất của nó.

. Trường hợp trong nước không có NH₃ hay NH₄⁺. Các phản ứng xảy ra như sau:



Trong các thành phần trên thì OCl⁻ và HOCl là hai chất trực tiếp tham gia vào quá trình oxi hóa enzym. Khả năng diệt trùng của HOCl > OCl⁻ 80 lần.



Hình 6.4. Khả năng diệt trùng của hợp chất clo phụ thuộc pH

Từ hình 6.4 ta thấy:

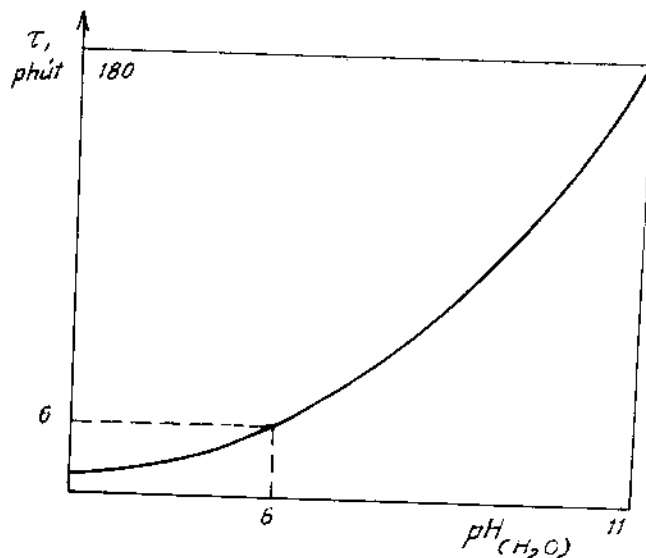
Khi pH tăng thì [HOCl] giảm, [OCl] tăng và hiệu quả khử trùng giảm.

- HOCl là thành phần khử trùng chính và nó đạt hiệu quả cao khi pH thấp.

- Quá trình khử trùng bằng Cl₂ và hợp chất của nó ở pH < 5. [HOCl] chiếm 80% ở pH ≈ 4.

Nhận xét: Khi pH = 6 thì thời gian $\tau = 6$ phút. Khi pH = 11 thì thời gian $\tau = 180$ phút.

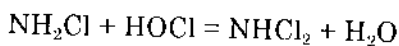
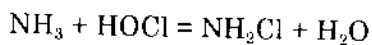
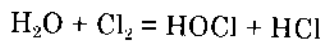
Vậy pH thấp thời gian khử trùng ngắn (hình 6.5).



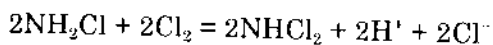
Hình 6.5. Khả năng diệt trùng phụ thuộc pH và thời gian

. Trường hợp trong nước có NH_3 hoặc muối NH_4^+ .

Phản ứng xảy ra khi có NH_3 :



Phản ứng xảy ra khi có NH_4^+ :



Thực nghiệm chỉ ra rằng:

Khả năng diệt trùng của $\text{HOCl} > \text{OCl}^-$: 80 lần

$\text{HOCl} > \text{NH}_2\text{Cl}$: 20 - 25 lần

$\text{NH}_2\text{Cl} > \text{NHCl}_2$: 3 - 5 lần.

Khi pH tăng thì NH_2Cl giảm và NHCl_2 tăng, hiệu quả diệt trùng giảm.

Nhận xét về các yếu tố ảnh hưởng đến quá trình khử trùng:

- Độ pH của nước càng thấp hiệu quả của quá trình khử trùng càng cao.

- Nhiệt độ của nước càng tăng, khả năng khuếch tán của chất khử trùng qua màng vi khuẩn càng tăng và tăng hiệu quả khử trùng.

Ta có phương trình:

$$\lg \frac{t_1}{t_2} = E \frac{T_2 - T_1}{RT_1 \cdot T_2}$$

trong đó: t - thời gian khử trùng;

T - nhiệt độ của nước;

E - năng lượng hoạt hóa của chất khử trùng;

R - hằng số khí.

Kết quả: Nhiệt độ tăng thì thời gian khử trùng giảm.

$$C^n = \frac{k}{t},$$

trong đó: C - nồng độ chất khử trùng;

k - hằng số phản ứng;

t - thời gian khử trùng;

n - số mũ, đối với Cl_2 và cloramin thì $n = 0,5 \div 1$.

Nồng độ chất khử trùng tăng thì thời gian khử trùng giảm.

Chất khử trùng là iot.

Chúng ta đều biết iot là chất khó tan trong nước (ở 18°C 100 g nước chỉ tan 0,022 g iot). Nhưng iot là chất khử trùng rất tốt. Nó có khả năng khuếch tán qua màng thiết bị nhanh, nên thường dùng để khử trùng nước cho du lịch, bể bơi và thực hiện ở $\text{pH} < 7$.

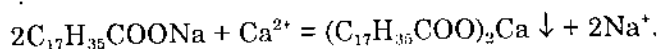
Người ta còn dùng ozon để khử trùng nước.

Ozon được sản xuất từ một thiết bị đặc biệt: phóng điện vào không khí ở vài ngàn volt: $3\text{O}_2 \rightarrow 2\text{O}_3$.

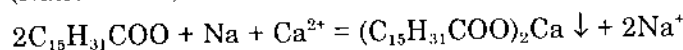
Ozon có tác dụng khử trùng tốt, nhưng giá thành cao nên chỉ dùng cho y tế.

c. Xử lí nước cứng

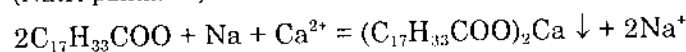
Trong sinh hoạt, nếu giặt quần áo bằng xà phòng với nước cứng thì nó làm mất tính tạo bọt, tạo hợp chất khó tan, làm mất chức năng tẩy rửa, tạo ra muối canxi của axit béo:



(Natri stearat)



(Natri panmitat)



(Natri oleat)

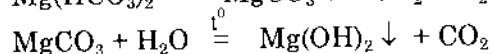
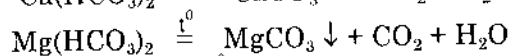
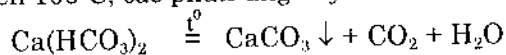
Trong công nghiệp và giao thông vận tải, các hợp chất $CaCO_3$, $Mg(OH)_2$, $CaSiO_3$ bám vào các thiết bị, thành ống, nồi hơi làm giảm khả năng truyền nhiệt và giảm tiết diện của ống dẫn gây tắc đường ống. Do đó phải xử lí nước cứng.

Các phương pháp hay dùng để xử lí nước cứng là phương pháp vật lí và hóa học.

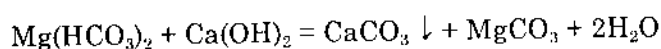
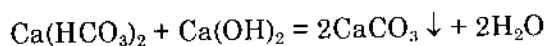
. Phương pháp vật lí hay sử dụng là phương pháp nhiệt. Phương pháp này chỉ làm giảm được độ cứng tạm thời của nước. Độ tan (γ) của $CaCO_3$, $Mg(OH)_2$ phụ thuộc nhiệt độ, khi nhiệt độ tăng lên thì độ tan giảm.

Nhiệt độ	Độ tan γ (mg/l)	
	$CaCO_3$	$Mg(OH)_2$
0°C	0,15	0,40
80°C	0,03	0,20

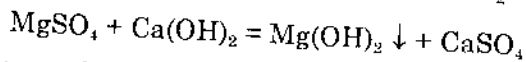
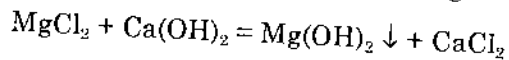
Khi đun đến 100°C, các phản ứng xảy ra như sau:



. Phương pháp hóa học, làm giảm độ cứng tạm thời bằng cách thêm một lượng $Ca(OH)_2$ vừa đủ:

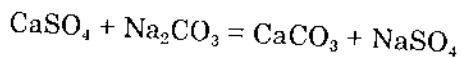


Nếu trong nước có MgCl_2 , MgSO_4 , có phản ứng:

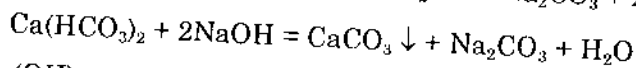
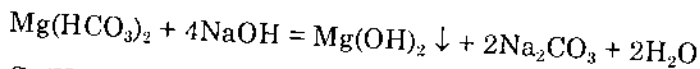


Như vậy làm giảm độ cứng vĩnh cửu của magie nhưng lại làm tăng độ cứng vĩnh cửu của canxi.

Muốn làm giảm độ cứng vĩnh cửu của nước ta cho soda (Na_2CO_3) vào:

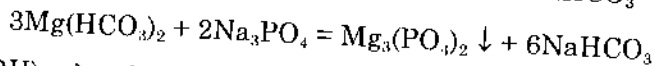
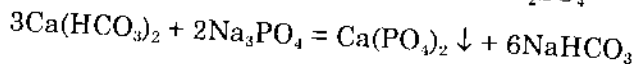
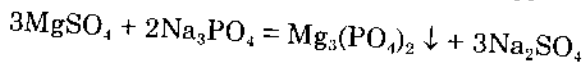
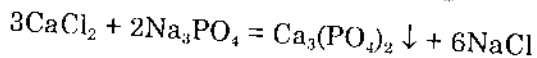


Có thể dùng natri hidroxít (NaOH):



Vì Mg(OH)_2 có độ tan bé hơn nhiều so với MgCO_3 ; còn CaCO_3 có độ tan nhỏ hơn nhiều so với Ca(OH)_2 .

Có thể dùng muối photphat để xử lí nước cứng:

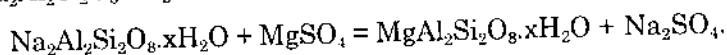
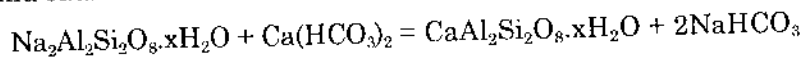


Dùng Ca(OH)_2 và soda Na_2CO_3

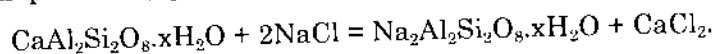
Như phần trên đã nêu, nếu dùng Ca(OH)_2 thì làm giảm được độ cứng tạm thời của nước, còn nếu dùng soda thì làm giảm độ cứng vĩnh cửu của nước. Vậy dùng Ca(OH)_2 kết hợp cùng Na_2CO_3 sẽ làm giảm được độ cứng toàn phần của nước.

Ngày nay người ta còn dùng rất phổ biến phương pháp trao đổi ion để làm mềm nước. Các hợp chất cao phân tử thiên nhiên và nhân tạo có khả năng trao đổi ion là ionit. Những hợp chất có khả năng trao đổi cation gọi là cationit, còn các hợp chất có khả năng trao đổi anion gọi là anionit. Loại cation dùng làm mềm nước là zeolit, có thành phần $\text{Na}_2\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8 \cdot x\text{H}_2\text{O}$. Trong mạng lưới tinh thể zeolit cation Na^+ có khả

năng dễ di chuyển. Khi cho zeolit này tiếp xúc với nước cứng, xảy ra trao đổi cation: các cation Na^+ đi vào nước và các cation của nước cứng như Ca^{2+} , Mg^{2+} , Fe^{2+} ở trong nước đi vào các hạt zeolit. Quá trình trao đổi cation xảy ra như sau:



Để tái sinh zeolit đã sử dụng, người ta cho dung dịch muối ăn bão hòa NaCl đi qua zeolit, quá trình trao đổi cation lại xảy ra như sau:



Làm mềm nước bằng zeolit chỉ cần tiêu tốn một nguyên liệu rất rẻ tiền, dễ kiếm là muối ăn.

d. Xử lý sắt và mangan

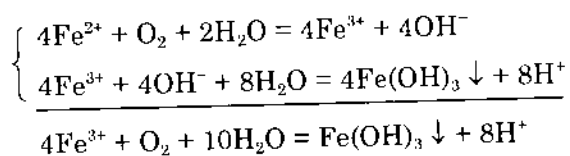
Trong nước có mặt của sắt và mangan làm ảnh hưởng đến chất lượng sản phẩm công nghiệp và sinh hoạt. Công nghiệp giấy trong nước có nhiều sắt, mangan làm giảm chất lượng giấy. Trong công nghiệp dệt, sắt và mangan ảnh hưởng đến khâu nhuộm và ăn màu. Trong công nghiệp thực phẩm (bia, rượu, cồn, nước ngọt, nước khoáng...) gây ra màu, mùi lạ ảnh hưởng đến chất lượng sản phẩm.

Trong nước sinh hoạt nếu hàm lượng sắt lớn hơn 0,3 mg/l thì nước có mùi tanh và màu vàng. Vì vậy phải xử lý sắt và mangan trong nước, yêu cầu nước phục vụ công nghiệp: $\text{Fe} < 0,3 \text{ mg/l}$ và $\text{Mn} < 0,05 \text{ mg/l}$.

Hàm lượng sắt trong nước uống cần $< 0,1 \text{ mg/l}$.

Phương pháp xử lý là chuyển từ dạng hòa tan thành dạng không tan nhờ hóa chất rồi lắng, lọc tách sản phẩm kết tủa.

Phản ứng xảy ra như sau:



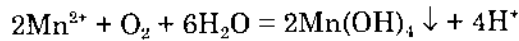
Phản ứng oxi hóa làm giảm pH của nước vì tạo nhiều ion H^+ .

Các phương trình tốc độ phản ứng:

$$\frac{d[\text{Fe}^{2+}]}{dt} = k_{\text{Fe}} \frac{[\text{Fe}^{2+}][\text{O}_2]}{[\text{H}^+]}$$

Để có được tốc độ phản ứng nhanh phải cho $[\text{O}_2]$ nhiều và $[\text{H}^+]$ phải giảm tức pH cao.

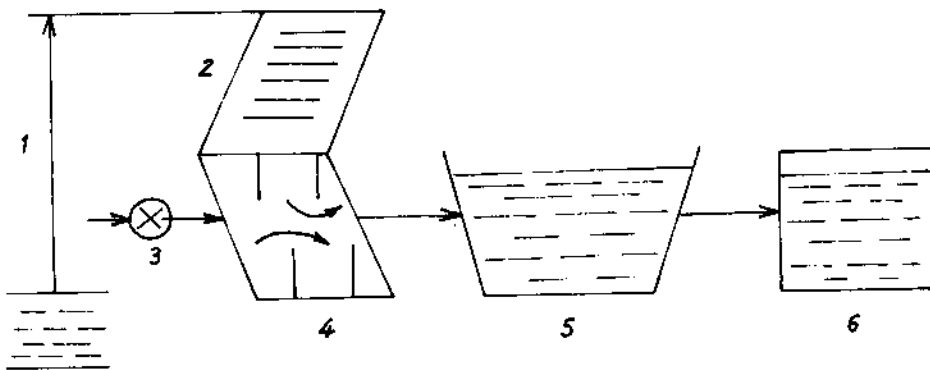
Đối với mangan:



$$\frac{d[\text{Mn}^{2+}]}{dt} = k_{\text{Mn}} \frac{[\text{Mn}^{2+}][\text{O}_2]}{[\text{H}^+]}$$

Có hai phương pháp xử lý sắt và mangan.

. Phương pháp làm thoáng tự nhiên là tăng bề mặt tiếp xúc với không khí, làm tăng sự hấp thụ của O_2 vào nước, hoặc cưỡng bức dùng quạt thổi không khí qua các dàn tưới nước. Nước tiếp xúc nhiều với không khí, oxi của không khí sẽ tan vào nước, sau đó sẽ oxi hóa các cation Fe^{2+} và Mn^{2+} thành Fe^{3+} và Mn^{4+} dưới dạng kết tủa.

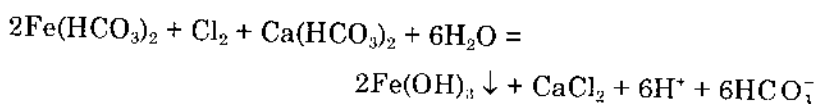


Hình 6.6. Sơ đồ công nghệ xử lý sắt và mangan:

1. trạm bơm nước ngầm; 2. tháp làm thoáng: có các lớp vật liệu để làm tăng O_2 vào nước để O_2 oxi hóa sắt và mangan từ Fe^{2+} , Mn^{2+} thành Fe^{3+} và Mn^{4+} tách ra dưới dạng kết tủa; 3. quạt thổi khí: lượng không khí vào: 4 - 6 m^3 / 1 m^3 nước;
4. bể lắng có tấm ngăn: có thời gian để thực hiện phản ứng oxi hóa triệt để, lắng cặn tạo thành; 5. thiết bị lọc nhanh: 5 - 15 m^3/h ;
6. bể chứa để cấp nước cho các nơi.

. Phương pháp dùng hóa cl₂, phổ biến là sử dụng khí clo (Cl₂).

Phản ứng xảy ra như sau:



Có thể dùng vôi để phá màng liên kết bao quanh sắt và mangan trước khi sục khí Cl₂ vào.

2. Xử lý nước thải

Nước thải là chất lỏng được thải ra sau quá trình sử dụng và đã bị thay đổi tính chất ban đầu của chúng. Nước thải được phân loại theo nguồn gốc phát sinh. Đó cũng chính là cơ sở lựa chọn biện pháp xử lý thích hợp. Xử lý nước thải là loại bỏ hoặc hạn chế những thành phần gây ô nhiễm, để bảo vệ nguồn nước trước khi xả nước thải vào nguồn nước. Có nhiều loại nước thải, vì vậy cũng có nhiều phương pháp xử lý khác nhau. Đó là phương pháp hóa học, vật lý, hóa lý và vi sinh.

a. Phương pháp cơ học

Nước thải có chứa các chất rắn ở dạng huyền phù, keo không tan. Đầu tiên nước thải được lọc qua song, lưới chắn, để loại bỏ tạp chất rắn có kích thước lớn, có thể gây ra sự cố trong quá trình vận hành như làm tắc bơm, tắc đường ống. Đôi khi còn phải có hệ thống nghiền để nghiền các hạt rắn.

Sau đó dẫn nước qua 2 - 3 bể lắng. Mục đích giai đoạn này là để tách các tạp chất ở dạng huyền phù ra khỏi nước. Do đặc tính của các loại nước thải, nên quá trình lắng, kích thước, mật độ, hình dạng của các hạt và các tính chất vật lý của hệ bị thay đổi. Các bể lắng thường chứa cát, sỏi. Phải chú ý tách các tạp chất nổi như dầu mỡ.

Cuối cùng nước được lọc qua vách ngăn hay các vật liệu xốp. Vật liệu làm vách ngăn là những tấm thép có đục lỗ hay tấm lưới thép không gỉ hoặc lưới bằng kim loại như nhôm, niken, đồng thau...

Vách ngăn phải có một số tính chất như trở lực nhỏ, đủ bền và dẻo về mặt cơ học, bền về mặt hóa học như ít bị ăn mòn, không bị trương nở và không bị phá hủy ở điều kiện lọc.

Cần lọc qua lớp vật liệu xốp ở dạng hạt. Quá trình lọc được tiến hành như sau: lọc qua, lắng trọng lực, quán tính, hấp thụ hóa học, hấp phụ vật lí, sự bám dính, sự lắng tụ, nuôi dưỡng sinh học v.v.

b. Phương pháp hóa lí

Đối với các hạt có kích thước nhỏ ở dạng keo hay hòa tan, phải làm tăng kích thước của chúng lên bằng cách tác động tương hỗ giữa các hạt phân tán thành tập hợp của chúng. Đó là quá trình đông tụ và keo tụ.

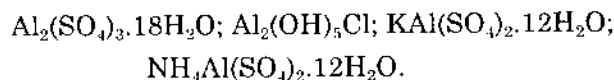
Việc đòi hỏi khử các hạt ở trạng thái keo bằng lắng trọng lực phải trung hòa điện tích của chúng sau đó liên kết chúng lại.

Những phương pháp hóa lí để xử lí nước thải gồm có đông tụ, keo tụ, tuyển nổi, hấp phụ, trao đổi ion và phương pháp điện hóa.

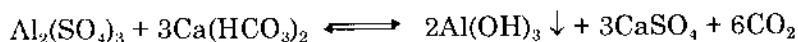
Các chất đông tụ thường dùng là các muối của nhôm, sắt hoặc hỗn hợp hai muối đó.

Việc lựa chọn chất đông tụ phụ thuộc vào tính chất hóa lí, nồng độ các tạp chất trong nước, pH của nước và giá thành của chất đông tụ.

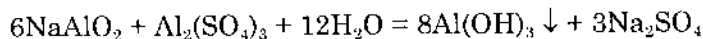
Các muối nhôm được sử dụng rộng rãi vì dễ hòa tan trong nước, giá thành chi phí thấp, hiệu suất cao ở pH = 5 - 7,5. Các muối nhôm hay dùng để đông tụ là:



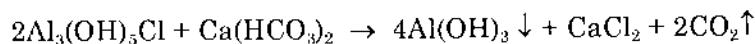
Người ta còn dùng nhôm sunfat để khử độ cứng của nước:



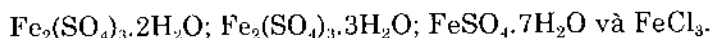
hoặc sử dụng hỗn hợp các muối nhôm:



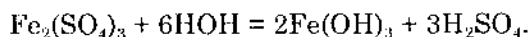
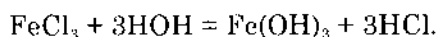
Dùng $\text{Al}_2(\text{OH})_5\text{Cl}$ vì có độ axit nhỏ nên rất thích hợp với làm sạch nước có độ kiềm yếu:



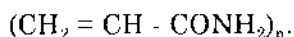
Các muối sắt được sử dụng cho đông tụ gồm:



Các phản ứng xảy ra như sau:



Để tăng cường hiệu quả của quá trình đông tụ, người ta còn dùng chất trợ đông tụ có nguồn gốc thiên nhiên như tinh bột, dextrin, các este, xenlulozơ, cát hoạt tính ($x.\text{SiO}_2.y\text{H}_2\text{O}$) hay poliacylamit:



Quá trình tuyển nổi được dùng để tách các tạp chất rắn phân tán, không tan và không thể lắng được ra khỏi nước thải. Quá trình tuyển nổi áp dụng rộng rãi trong các ngành chế biến dầu mỡ, sản xuất giấy, sản xuất da, chế biến thực phẩm, sản xuất sợi, một số nhà máy hóa chất, một số ngành chế tạo máy.

Cơ sở của quá trình là dựa vào sự kết dính của các bọt khí nổi trên mặt nước với các hạt rắn bị nước.

Kết quả là tập hợp các bọt khí và các hạt rắn nổi lên trên mặt nước có hàm lượng khí và hạt rắn cao hơn trong nước thải ban đầu rồi được loại khỏi nước. Người ta cho vào nước chất tuyển nổi hay tác nhân tuyển nổi để thu hút và kéo các chất bẩn nổi lên mặt nước, sau đó loại hỗn hợp chất bẩn và chất tuyển nổi ra khỏi nước.

Phương pháp trao đổi ion. Đây là phương pháp quan trọng để thu hồi các kim loại như Zn, Cu, Cr, Ni, Pb, Hg, Cd, W, V, Mn, một số hợp chất của As, P, CN^- và các chất thải phóng xạ.

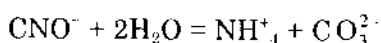
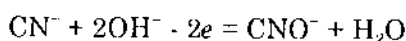
Bản chất của quá trình trao đổi ion là quá trình trao đổi giữa các ion trên bề mặt chất rắn với các ion cùng dấu hoặc với các ion cùng điện tích trong dung dịch khi chúng tiếp xúc với nhau (xem phương pháp trao đổi ion làm mềm nước). Phương pháp này có hiệu quả cao và dễ áp dụng.

Phương pháp dùng chất hấp phụ phổ biến là than hoạt tính. Nó hấp phụ cả màu, mùi và các chất độc khác.

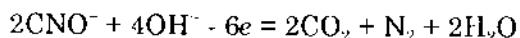
Phương pháp điện hóa dựa trên cơ sở các quá trình xảy ra trên điện cực khi cho dòng điện một chiều đi qua.

Phương pháp này có sơ đồ công nghệ đơn giản, có thể tự động hóa không cần dùng đến tác nhân hóa học. Sự oxi hóa xảy ra ở anốt còn khử hóa ở catot. Dùng phương pháp này khử các ion trong nước thải như: CN^- , S_2 , các amin, các hợp chất nitơ khác, các chất nhuộm có trong nước thải thành CO_2 , NH_3 , H_2O ở pH từ 8 đến 12.

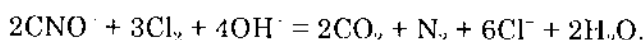
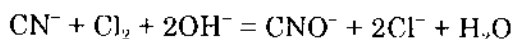
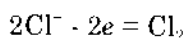
Quá trình oxi hóa xianua xảy ra như sau:



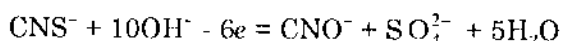
hoặc:



Có thể loại CN^- nhờ sử dụng Cl_2 trong quá trình điện phân NaCl :

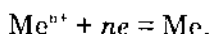


Đối với CNS^- :



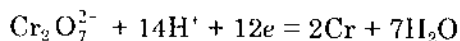
Dùng quá trình khử để tách các kim loại ra khỏi nước thải như Pb, Sn, Hg, Cu, Cr, As.

Quá trình khử được mô tả bằng phản ứng tổng quát:

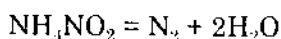
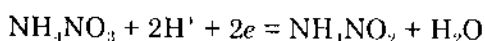


Các kim loại sẽ lắng trên catot, có thể dễ dàng thu hồi.

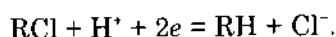
Thí dụ tách crom:



Quá trình khử NH_4NO_3 xảy ra như sau:



Đối với các hợp chất hữu cơ, độc tính tăng lên khi trong phân tử của chúng có chứa nhóm chức như halogen, andehit, amin, nitro. Khi tách được các nhóm chức đó thì độ độc giảm xuống:



c. Phương pháp hóa học

Có hai phương pháp chính là trung hòa và oxi hóa khử để xử lý nước thải.

♦ Phương pháp trung hòa dựa trên nguyên tắc sau:

- Trộn lẫn nước thải có môi trường axit với nước thải có môi trường kiềm. Có thể trộn lẫn nước thải của hai xí nghiệp gần nhau, một xí nghiệp có nước thải kiềm còn xí nghiệp kia có nước thải axit. Trộn lẫn hai nước thải đó sẽ không tạo ra những hợp chất mới độc hại hơn.

- Dùng hóa chất để trung hòa: Để trung hòa nước thải axit dùng một trong các chất như NaOH, KOH, Na_2CO_3 , NH_4OH , $CaCO_3$, dolomit ($CaCO_3.MgCO_3$).

Tác nhân rẻ nhất là sữa vôi chứa 5 - 10% $Ca(OH)_2$, sau đó là soda Na_2CO_3 rồi đến NaOH (dạng phế liệu).

Ngược lại, để trung hòa nước thải kiềm ta dùng khí thải chứa CO_2 , SO_2 , NO_2 , N_2O_3 ...

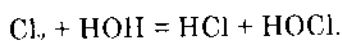
- Lọc nước thải axit qua lớp vật liệu có tác dụng trung hòa. Lớp vật liệu thường là $MgCO_3$, $CaCO_3$ hay dolomit ($MgCO_3.CaCO_3$), xỉ, tro xỉ...

- Hấp thụ khí axit bằng nước thải kiềm hoặc hấp thụ NH_3 bằng nước thải axit.

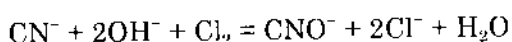
♦ Phương pháp oxi hóa - khử

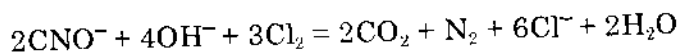
Sử dụng các chất oxi hóa mạnh để xử lý nước thải như Cl_2 (khí và lỏng), dioxitclo, hipoclorit canxi hay natri, thuốc tím, bicromat kali, nước oxi già, ozon...

Dùng Cl_2 tách H_2S , CN^- ... ra khỏi nước thải:

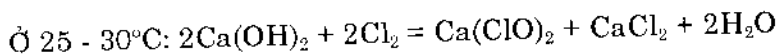
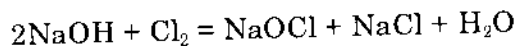
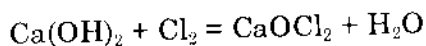


Cl^- , $HOCl$, OCl^- được gọi là "clo tự do" có hoạt tính.

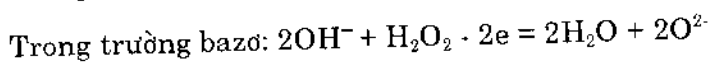
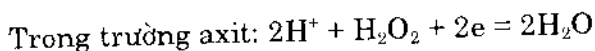




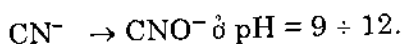
Cách tạo ra nguồn clo hoạt tính:



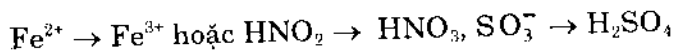
Nước oxi già H_2O_2 là chất có tính oxi hóa mạnh, có tính chất tẩy màu, hòa tan trong nước theo bất kì tỉ lệ nào. Dùng để oxi hóa các nitrit, andehit, phenol, xianua, các chất thải chứa lưu huỳnh, các phẩm nhuộm. H_2O_2 là chất độc, dễ phân hủy trong môi trường axit lẫn bazơ.



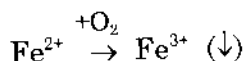
Trong môi trường axit, H_2O_2 thể hiện chức năng oxi hóa, trong môi trường kiềm nó thể hiện tính khử. Trong môi trường kiềm sử dụng H_2O_2 để khử một số chất trong nước như CN :



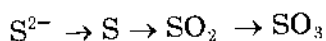
Trong môi trường axit, H_2O_2 dùng để chuyển một số muối:



Dùng oxi của không khí để khử sắt trong nước:



Quá trình oxi hóa các hợp chất của lưu huỳnh từ số oxi hóa -2 đến +6:



Dùng ozon làm chất oxi hóa để xử lí nước thải cho phép khử đồng thời các tạp chất nhiễm bẩn, màu, mùi, vị của nước. Quá trình oxi hóa nước thải có thể loại bỏ phenol, các sản phẩm dầu mỡ, H_2S , CN^- , hợp chất của asen, các chất hoạt động bề mặt, thuốc nhuộm. Khử trùng bằng phương pháp này các vi sinh vật bị chết nhanh hơn rất nhiều so với xử lí bằng clo.

d. Phương pháp sinh học

Bản chất của phương pháp là dựa vào khả năng hoạt động của các vi sinh vật để phân hủy, bẻ gãy các phân tử hợp chất hữu cơ gây ô nhiễm nước thải thành các hợp chất đơn giản.

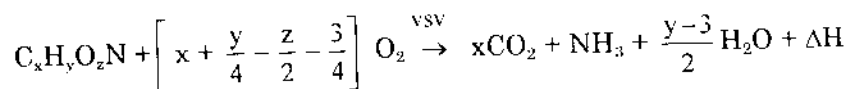
Các vi sinh vật sử dụng một số hợp chất hữu cơ và các chất vô cơ làm nguồn để tạo ra năng lượng cho chúng hoạt động. Quá trình phân hủy các chất hữu cơ bằng vi sinh vật được gọi là quá trình sinh hóa. Hai chỉ tiêu quan trọng của quá trình là BOD và COD. Quá trình yêu cầu nước thải không chứa các độc tố hoặc hàm lượng các độc tố nằm trong giới hạn cho phép và tỉ số $\frac{BOD}{COD} \geq 0,5$.

Phương pháp sinh học chia làm hai loại: phương pháp yếm khí và hiếu khí.

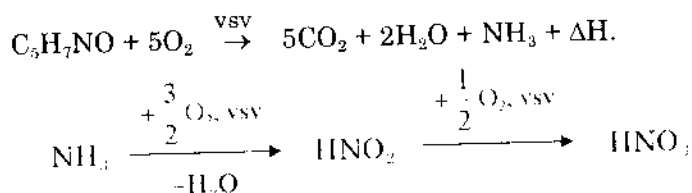
Qua hàng loạt công đoạn thì CO_2 , H_2O được hình thành trong điều kiện hiếu khí và CO_2 , CH_4 được hình thành trong điều kiện hiêm khí (kị khí), CH_4 sau đó bị khử thành CO_2 và H_2O . Các hợp chất hữu cơ phức tạp cũng bị chuyển hóa: protein thành axit amin, sau đó tới amoni, H_2S .

Các photpho protein, axit nucleic thành các octophotphat và sau đó thành các nitrat, sunfat và photphat. Các chất béo cũng bị các vi sinh vật phân hủy biến thành glixerin và các axit béo, sau cùng là CO_2 và H_2O .

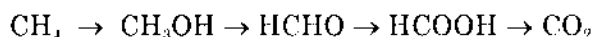
Một vài phản ứng sinh hóa xảy ra nhờ men vi sinh vật (vsv) như sau:



Nhờ sinh vật mà các quá trình tự oxi hóa xảy ra như sau:



Từ các phản ứng cho thấy sự chuyển hóa hóa học là nguồn tạo ra năng lượng cho các vi sinh vật:



3. Xác định các chỉ số DO, BOD và COD

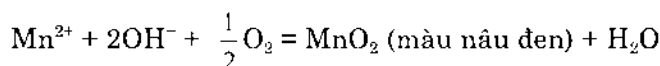
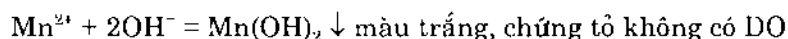
Để đánh giá chất lượng của một loại nước, người ta đưa ra các chỉ số DO, BOD và COD.

a) Chỉ số DO (Dissolved Oxygen) là lượng oxi hòa tan trong nước. Sự có mặt của oxi trong nước rất quan trọng vì nó đảm bảo sự sống của các sinh vật trong nước. Đồng thời oxi để oxi hóa các hợp chất hữu cơ trong nước hoặc khử hóa các tác nhân. Đó là một thông số để chỉ chất lượng của nước.

Chỉ số DO bình thường đảm bảo sự sống cho các sinh vật trong nước và thực hiện các phản ứng nói trên. Nếu giá trị DO thấp hơn thì nước bị ô nhiễm. Bình thường oxi tự do hòa tan trong nước là 8 - 10 mg/l (hay ppm). Nhiệt độ càng tăng thì lượng DO càng giảm và nó bằng 0 ở 100°C.

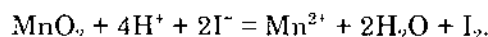
Xác định DO bằng phương pháp iot của Winker.

Kiểm tra có O₂ hòa tan hay không dựa vào phản ứng:



Kết luận: phản ứng sau có DO.

Gạn lấy kết tủa MnO₂, hòa tan trong axit H₂SO₄.



Chuẩn độ iot bằng tiosunfat natri Na₂S₂O₃:



$$\text{DO (mg/l)} = \frac{(\text{ml} \times \text{N}) \text{ của } \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \times 8 \times 1000}{V_1 - V}$$

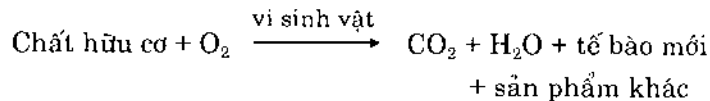
trong đó V_1 - thể tích của chai chứa mẫu (thường là 100 ml);

V - thể tích của Na_2SO_4 (1 ml) và KI (1 ml);

Thứ nguyên: mg/l tương ứng g/m³ và ppm.

b) BOD (Biochemical Oxygen Demand): nhu cầu oxi sinh hóa.

BOD là lượng oxi mà vi sinh vật đã sử dụng trong quá trình oxi hóa các chất hữu cơ:



Vai trò của oxi là cung cấp năng lượng cho hoạt động hô hấp và các hoạt động khác của vi sinh vật. Trong quá trình phản ứng trên các vi sinh vật sử dụng DO. Vì vậy xác định tổng lượng DO cần thiết cho quá trình phân hủy sinh học là phép đo quan trọng đánh giá ảnh hưởng của dòng thải đối với nguồn nước.

BOD biểu thị một cách gián tiếp lượng chất hữu cơ có trong nước có thể bị phân hủy bằng vi sinh vật. BOD được sử dụng rộng rãi trong kỹ thuật môi trường nhằm mục đích xác định gần đúng lượng oxi cần thiết để ổn định các chất hữu cơ trong nước thải bằng con đường sinh học. Đồng thời cũng dựa vào BOD để xác định hiệu suất xử lý của một số quá trình, xác định kích thước thiết bị xử lý và tiêu chuẩn hóa nước thải (chấp thuận cho thải nước thải đó vào nguồn nước hay không).

Thực tế hay dùng BOD₅: nghĩa là tiến hành quá trình oxi hóa sinh học 5 ngày ở điều kiện nhiệt độ 20°C.

Những hạn chế của phép phân tích BOD:

- Mật độ vi sinh vật trong phân tích mẫu cần đủ lớn và nếu bổ sung vi sinh vật thì vi sinh vật cần có khả năng thích nghi với môi trường đó.

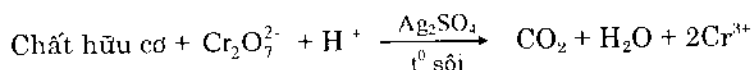
- Khi chất thải có chứa các độc tố thì cần phải khử chúng trước khi phân tích mẫu, đồng thời cần giảm ảnh hưởng của các vi sinh vật nitrat hóa.

- Phép phân tích BOD chỉ đo được hàm lượng các chất hữu cơ có thể bị phân hủy bằng con đường sinh học.

- Thí nghiệm không có giá trị cân bằng sau khi các chất hữu cơ hòa tan vào dung dịch đã bị sử dụng hết.

- Thời gian thí nghiệm quá dài.

c) Nhu cầu oxy hóa học: COD (Chemical Oxygen Demand), COD chỉ ra hàm lượng các chất hữu cơ có mặt trong nước. Đây cũng là một chỉ số quan trọng để đánh giá chất lượng nước. Chất hữu cơ trong nước bị oxy hóa càng nhiều thì lượng oxy cần thiết để oxy hóa càng lớn. Vì vậy COD là lượng oxy cần thiết cho quá trình oxy hóa các chất hữu cơ trong mẫu thành CO_2 và H_2O . Lượng oxy tương đương với hàm lượng chất hữu cơ có thể bị oxy hóa, và được xác định bằng sử dụng một tác nhân oxy hóa mạnh trong môi trường axit như sau:



Lượng $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ được chuẩn độ bằng $\text{Fe}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2$, dùng dung dịch ferroin làm chất chỉ thị cho điểm kết thúc của quá trình chuẩn độ (chuyển màu từ xanh lam sang đỏ nhạt).

COD được tính theo công thức:

$$\text{COD} = \frac{(A - B)N.8 \times 1000}{\text{ml (mẫu)}}$$

trong đó *A*- thể tích dung dịch muối Mohr tiêu hao khi chuẩn độ đối chứng (chuẩn độ trắng) (ml);

B- thể tích dung dịch muối Mohr tiêu tốn để chuẩn độ mẫu (ml);

N- nồng độ đương lượng của muối Mohr khi chuẩn độ mẫu;

8000- hệ số chuyển đổi kết quả sang $\text{mg O}_2/\text{l}$.

Chỉ số COD biểu thị cả lượng các chất hữu cơ không bị oxy hóa bằng vi sinh vật, nên giá trị COD cao hơn BOD.

Thời gian thực hiện phản ứng nhanh hơn phương pháp BOD (khoảng 3 giờ).

Đối với nhiều loại chất thải thì BOD và COD có mối tương quan nhất định, vì vậy có thể sử dụng giá trị của phép đo COD để xử lý nước thải.

VI. CÔNG NGHỆ XỬ LÝ CÁC PHẾ THẢI RẮN

Tất cả các sinh vật trong quá trình phát sinh phát triển và tồn tại đều đưa vào môi trường các chất phế thải. Đặc biệt các chất phế thải này được phát sinh từ sinh hoạt, từ các hoạt động công nghiệp, nông nghiệp, từ các dịch vụ kinh doanh của con người, gây ô nhiễm cho môi trường, vì vậy cần phải được xử lý.

1. Xử lý phế thải rắn sinh hoạt

Quá trình xử lý bao gồm thu gom, vận chuyển tập trung thành bãi và xử lý. Có hai phương pháp chính trong việc chứa, cất, xử lý các phế thải rắn sinh hoạt là xả thải và tái chế.

Phương pháp xả thải là đem rác thải tới nơi xa đô thị để tránh các tác động xấu và giảm bớt lượng rác thải. Rác thải hàng ngày được tập trung về bãi rác, sau đó san ủi lấp lên trên một lớp đất mỏng bằng cơ giới.

Phương pháp này có ưu điểm là không đốt rác nên không gây ô nhiễm, hàng ngày phủ đất lên rác tránh được hôi thối, truyền bệnh do ruồi, nhặng.

Sau một thời gian từ 5 đến 10 năm, lúc đất đã lấp đầy có thể xây dựng công trình trên đó. Tuy nhiên nó cũng có một số hạn chế như đòi hỏi nhiều đất để làm bãi rác, cần nhiều công sức để chuẩn bị bãi rác và có thể gây ô nhiễm nước ngầm. Mặt khác, vì phân giải yếm khí các sản phẩm hữu cơ sẽ tạo ra metan có thể nổ và đất có thể bị lún, sụt.

Phương pháp tái chế là đem các vật liệu có ích nhặt từ rác thải trở lại nhà máy gia công, chế tạo hàng hóa.

Trước khi tái chế cần phân loại các phế thải trước khi đổ vào bãi thải:

- Giấy thải, giấy gói được tái sinh thành giấy mới.
- Các sản phẩm từ động thực vật được đưa vào nhà máy làm phân hữu cơ.

- Các phế thải trong khai thác mỏ, như đất sét, thủy tinh, bụi than, tro các loại cũng được tái chế để sử dụng.

- Các vật thải bằng nhựa, chất dẻo... cũng tái chế.

- Các chất thải chứa nấm bệnh, vi khuẩn được đưa vào lò đốt.

Hiện nay người ta hay dùng các phương pháp sinh học để xử lý, chế biến rác, phế thải rắn sinh hoạt như xử lý hiếu khí trong nhà máy, ủ hiếu khí bãi và ủ yếm khí.

. Nhà máy chế biến rác làm việc theo nguyên lý ủ hiếu khí nóng. Các phế thải hữu cơ được oxi hóa hiếu khí và cho sản phẩm là phân hữu cơ hoặc nhiên liệu sinh học.

Các giai đoạn chính của quá trình xử lý:

- Chuẩn bị phế thải: cân, phân loại, định lượng và thổi khí;

- Ủ hiếu khí nóng trong lò quay ở nhiệt độ 50 - 70°C;

- Nghiền phế thải đã xử lý, đưa vào sử dụng.

Ở Cầu Diễn huyện Từ Liêm (Hà Nội) có một nhà máy làm phân ủ công suất 30.000 m³/năm cho 7500 tấn phân hữu cơ.

Ủ hiếu khí tại bãi tập trung rác. Quá trình này gồm những giai đoạn sau:

- Chuẩn bị phế thải rắn;

- Trộn phế thải rắn với bùn cặn nước thải;

- Đắp hỗn hợp phế thải rắn và bùn cặn thành luống và quạt khí vào;

- Nghiền, sấy bùn cặn và phế thải đã xử lý để đưa vào sử dụng.

Nhiệt độ ủ là 30 - 40°C. Độ ẩm sản phẩm sau xử lý là 45 - 50%.

. Ủ yếm khí phế thải rắn.

Đây là phương pháp thông dụng nhất. Phế thải tập trung và phải đảm bảo các điều kiện vệ sinh môi trường, không gây ô nhiễm đất, nước mặt, nước ngầm và không khí. Nơi ủ rác phải cách khu dân cư 500 m, cách sân bay 10 km, cách đường giao thông 500 m.

Thời gian ủ rác là 15 - 20 năm.

Sau khi lấp đất ủ, phế thải bị phân hủy yếm khí.

2. Xử lý phế thải rắn công nghiệp

Phế thải rắn công nghiệp cũng rất đa dạng vì vậy phương pháp xử lý cũng không đơn nhất. Hiện nay người ta không những dùng phương pháp phân hủy hiếu khí, yếm khí như đối với phế thải sinh hoạt mà còn dùng phương pháp khử độc, đốt các phế thải dễ cháy trong lò đốt và chôn cất các phế thải công nghiệp độc hại trong các thiết bị chuyên dụng.

Phương pháp đốt phế thải rắn trong lò đốt thực hiện ở nhiệt độ 800 - 1000°C. Khi đốt chung các phế thải với nhau phải tính toán nhiệt lượng giải phóng ra, độ tro, khả năng gây nổ. Đây là phương pháp không phải tối ưu vì có thể gây ô nhiễm môi trường và năng lượng giải phóng ra không được sử dụng.

Phương pháp sử dụng phế thải rắn là vấn đề thuộc chiến lược công nghệ sạch trong sản xuất, tạo điều kiện phát triển bền vững. Vấn đề vừa mang ý nghĩa vệ sinh vừa mang ý nghĩa kinh tế.

Từ rác thành phố có thể thu được metanol, amoniac và ure. Từ phế thải giấy có thể chế tạo etanol và các vật liệu xây dựng.

Phương pháp chôn cất và khử độc phế thải công nghiệp độc hại bao gồm các chất độc hại của công nghiệp như thủy ngân, xianua, crom, chì... được trung hòa, xử lý hoặc khử độc trong các thiết bị đặc biệt. Các phế thải đặc biệt độc hại được chôn trong thùng bê tông cốt thép đặt sâu dưới đất không thấm nước 10 đến 12 m. Các phế thải phóng xạ được xử lý trong các thùng bằng chì và được chôn sâu. Như ở Mĩ, các phế thải phóng xạ được chôn ở dưới dung dịch xi măng trong lớp nham thạch, ở Nga được chôn dưới đất giữa hai lớp cách nước.

Một số nơi đã chế hóa các phế thải rắn thành dầu diezen để chạy máy.

Công ty xử lý chất thải Nam Sơn (Hà Nội) là một cơ sở xử lý chất thải hiện đại.

CÂU HỎI ÔN TẬP CHƯƠNG VI

1. Trình bày nguồn gốc, thành phần và tác hại của các loại bụi. Nêu các phương pháp xử lý bụi.

2. Nêu nguồn gốc phát sinh, tác hại và phương pháp xử lý khí SO_x , NO_x , CO_2 , H_2S trong khí thải.

3. Nêu cách xử lý nước cấp sinh hoạt. Phương pháp loại bỏ độ cứng của nước.

4. Nêu các phương pháp xử lý nước thải.

5. Để đánh giá chất lượng của nguồn nước, người ta hay dùng các chỉ số DO, BOD, COD. Hãy nêu các bước tiến hành để xác định các chỉ số đó đồng thời dẫn ra các phương trình để minh họa và nêu ý nghĩa của chúng.

6. Trình bày các phương pháp xử lý phế thải rắn sinh hoạt, công nghiệp và chất thải y tế.

7. Để xác định chỉ số COD nước thải của nhà máy Z bằng phương pháp bicromat, người ta lấy 100 ml nước hồ đó cho vào bình BOD. Chuẩn độ mẫu trắng hết 30 ml muối Mohr có nồng độ 0,3 N.

(Muối Mohr: $\text{FeSO}_4 \cdot (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$)

Thể tích muối Mhor dùng để chuẩn độ mẫu nước hồ ở trên là 20 ml. Xác định chỉ số COD.

8. Phân tích cơ sở khoa học của việc xác định DO bằng phương pháp iot của Winker. Để xác định chỉ số DO của nước hồ P theo phương pháp iot của Winker, người ta lấy 100 ml nước cho vào bình BOD, thêm vào đó 1 ml dung dịch MnSO_4 và 1 ml dung dịch KI. Cho thêm 1 ml axit H_2SO_4 đặc để hòa tan hoàn toàn kết tủa và vài giọt hồ tinh bột. Tiến hành chuẩn độ bằng dung dịch $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0,01N đến hết màu xanh.

a - Viết các phương trình phản ứng xảy ra.

b - Tính thể tích dung dịch $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0,01N đã dùng. Biết $\text{DO} = 4 \text{ mg/l}$.

9. Để xác định chỉ số DO của nước hồ Q có chiều dài 1000 m, chiều rộng 1000 m và nước sâu là 2 m, người ta lấy 200 ml nước hồ đó vào bình BOD. Cho vào đó 2 ml dung dịch MnSO_4 và 2 ml dung dịch KI. Cho thêm 2 ml axit H_2SO_4 đặc vào để hòa tan hoàn toàn kết tủa. Sau đó chuẩn độ bằng dung dịch $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0,025N hết 2,9 ml với chất chỉ thị là hồ tinh bột cho đến hết màu xanh.

a - Tính chỉ số DO của nước hồ trên.

b - Để nâng cao chỉ số DO của nước hồ lên 6 mg/l cần phải sục thêm bao nhiêu kg oxi vào nước hồ đó.

10. Để xác định BOD_5 nước sông X, người ta lấy 100 ml nước sông đó vào bình BOD, sau đó cho thêm 500 ml nước sạch. Xác định oxi hòa tan sau khi pha loãng là 5 mg/l và oxi hòa tan sau 5 ngày là 1 mg/l. Hãy xác định chỉ số BOD_5 của nước sông đó.

- Đáp số:
- 7) 240 mg/l
 - 8) 4,9 ml
 - 9) 3 mg/l và 6000 kg oxi
 - 10) 24 mg/l.

PHỤ TRƯỞNG

NHỮNG THẢM HOẠ MÔI TRƯỜNG

Ngày càng có nhiều người nhận ra rằng các hoạt động của chính con người đang ngày càng đe dọa sự sống của các hệ thống thiên nhiên, những hệ thống đã tạo nên sự sống trên hành tinh này. Loài người có khả năng thay đổi thiên nhiên một cách cơ bản và toàn diện. Thực tế xót xa này đã được nhắc đến vào năm 1989 khi tạp chí Time đặt cho Trái Đất cái tên là "hành tinh của năm". Cùng năm đó, thảm họa Exxon Valdez đã thu hút sự quan tâm của dư luận về tác động của các hoạt động của con người lên các hệ thống dễ bị tổn thương của tự nhiên khi một lớp dầu thô dày đã bao phủ bờ biển và khu thiên nhiên hoang dã của vùng Prince William Sound ở Alaska. Và không còn nghi ngờ gì nữa, lễ kỷ niệm lần thứ 20 ngày Trái Đất vào tháng tư năm 1990 đã khơi lại sự quan tâm rộng rãi của dư luận về các vấn đề môi trường. Chẳng phải ngẫu nhiên mà đông đảo quần chúng đang khuyến cáo gọi từ năm 1990 đến 2000 là "thập kỷ của môi trường".

Và không hiếm trường hợp phương tiện thông tin đại chúng cho rằng thập kỷ 1990 thực sự là khoảng thời gian mà con người trên hành tinh Trái Đất học được ý nghĩa của cụm từ "tất cả mọi thứ đều có liên quan đến nhau" trong hệ thống thiên nhiên và nhân tạo đang duy trì sự sống của chúng ta. Đây là thời kỳ có nhiều người hơn hiểu được rằng đốt một cây ở Amazon sẽ có tác động tai hại đến bầu khí quyển toàn cầu cũng như khói bụi từ các ô tô ngập tràn các đường phố và xa lộ.

Trọng tâm của sự hiểu biết về các vấn đề môi trường của chúng ta là cần thiết phải nhận ra sự phức tạp của các vấn đề chúng ta đang đối mặt và các mối quan hệ giữa nhu cầu về môi trường và các nhu cầu khác trong xã hội. Sự cảnh báo toàn cầu đưa ra một ví dụ điển hình. Kiểm soát việc thải khí CO₂, hiệu ứng nhà kính sẽ liên quan đến nỗ lực giảm sử dụng các nhiên liệu hóa thạch để sản xuất điện năng, bao gồm dự trữ nhiên liệu và phát triển các nguồn nhiên liệu khác như nhiên liệu mặt trời và nhiên liệu hạt nhân.

Tự động hóa đóng góp đáng kể vào các vấn đề này. Chúng ta có sự lựa chọn trong việc thúc đẩy sử dụng nhiều hơn xe ô tô sử dụng nhiên liệu hiệu quả và trong dài hạn sử dụng nhiều hệ thống điện tự động khác nhau và dựa nhiều hơn vào việc vận chuyển đa phương thức. Việc này đòi hỏi các hình thức phát triển và sử dụng đất khác nhau, các hình thức sử dụng ít vận tải và năng lượng.

Trong nông nghiệp, sản xuất lúa gạo và gia súc là các nguồn khí gây hiệu ứng nhà kính. Các thí nghiệm gần đây chỉ ra rằng, việc sử dụng phân bón có chứa khí nitơ một cách toàn cầu có thể hạn chế kết cấu đất tự nhiên hấp thụ khí metan, do vậy sẽ tác động to lớn đến việc thải khí này - một trong những tác nhân chính trong lời cảnh báo toàn cầu.

Khi xem xét các yếu tố khác nhau trong các yếu tố chính tác động đến môi trường ngày nay, có thể nhận ra một số lĩnh vực mà chúng ta đã có được những tiến bộ. Chúng ta đã tiến hành được những bước quan trọng trong việc kiểm soát ô nhiễm trong suốt hai thập kỷ qua. Những gì chúng ta cảm thấy rất đáng khích lệ là ngày càng có sự quan tâm và hành động thiết thực bảo vệ môi trường của thanh niên ngày nay. Có nhiều tổ chức trong các quốc gia, thanh niên đã cùng nhau làm việc để khơi dậy mối quan tâm đến môi trường từ lớp học và áp dụng chúng trong các vấn đề môi trường. Các dự án trồng và tái tạo cây xanh đã được thiết lập là kết quả của các nhà môi trường. Các hành động được tiến hành bởi sự nhiệt tình của tuổi trẻ đầy trách nhiệm là tác nhân chính trong việc làm thay đổi các ngành công nghiệp thức ăn nhanh từ việc dùng thịt bò rừng sang dùng thịt bò nhà, với cam kết của các công ty lớn trong ngành công nghiệp cá ngừ dùng các kỹ thuật đánh cá không làm hại cá heo, và cho lời tuyên bố của tập đoàn McDonald trong việc từ bỏ polistiren trong sản xuất bánh hamburger.

Mặc dù đã có được những thành công này nhưng vẫn còn rất nhiều việc phải làm nếu chúng ta muốn làm cho môi trường của chúng ta trở nên thực sự lành mạnh.

Thậm chí một bản liệt kê ngắn các vấn đề cố hữu bao gồm các vấn đề như mưa axit, lỗ thủng tầng ozon và các nguồn ô nhiễm như việc

người di cư từ nông thôn ra thành thị. Việc bảo vệ các đầm lầy, các bãi rác nguy hiểm, việc sử dụng bữa bãi rác thải rắn, việc tiêu hủy và xử lý rác.

Tương tự như thế, có một chương trình vẫn chưa hoàn thành đối với các nguồn tài nguyên, chương trình thực thi có hiệu quả các kế hoạch quản lý các khu rừng quốc gia, củng cố nơi ở cho các loài động vật hoang dã, quản lý các công viên quốc gia, bao gồm việc thiết lập phát triển các khu đất xung quanh các công viên, luật bảo vệ thú quý hiếm, các hình thức mua bán động vật hoang dã. Thí dụ việc liên quan đến buôn bán ngà voi, và đảm bảo rằng có sự hỗ trợ tài chính ổn định tương xứng cho các nỗ lực này ở tất cả các cấp chính phủ. Chúng ta đang phải đối mặt với tất cả các vấn đề này, hầu hết sẽ vẫn còn tồn tại ở mặt này hay mặt khác trong những năm tới.

Mỗi khó khăn đối với chất lượng môi trường và sức khỏe của chúng ta đòi hỏi một sự nhận biết sâu sắc hơn các vấn đề thiên nhiên phức tạp. Nói hẹp lại, các giải pháp chung chung sẽ không cho kết quả tốt đẹp. Dường như là khi chúng ta cố gắng giải quyết vấn đề ở khu vực này thì một vấn đề khác lại nảy sinh ra ở nơi khác.

Các vấn đề môi trường càng được quan tâm trong các chương trình nghị sự, việc chúng ta được trang bị các kiến thức và cả về chi phí kinh tế để tiến hành các chương trình môi trường cụ thể đang ngày càng trở nên quan trọng. Việc sử dụng các nguồn tài nguyên thiên nhiên cần phải đưa ra những sự lựa chọn nghiêm ngặt và phải được thông báo.

Tất cả đều phải được diễn ra thường xuyên, các mục tiêu môi trường được coi như là các mục tiêu mang tính sống còn đối với xã hội. Dù vậy việc bảo vệ môi trường thường bị cho là mâu thuẫn với phát triển kinh tế, nhu cầu về năng lượng và sản xuất nông nghiệp... Đã đến lúc các vấn đề về môi trường phải được đặt trong các ưu tiên của mọi quốc gia.

Một yếu tố thu hút được sự chú ý của cơ quan luật pháp là sử dụng nhiên liệu hiệu quả. Mỹ là một trong những nước sử dụng nhiên liệu kém hiệu quả nhất trong các quốc gia công nghiệp. Ví dụ, Nhật Bản

sử dụng nhiên liệu trên một đơn vị trong tổng sản phẩm quốc gia ít hơn nhiều so với Mỹ. Tất nhiên là một quốc gia rộng lớn như Mỹ đòi hỏi một lượng lớn nhiên liệu cho ngành vận tải. Tuy nhiên vẫn có một lượng nhiên liệu đáng kể bị lạm dụng. Do đó, lượng nhiên liệu này bị coi là lãng phí. Nhiều ô tô sử dụng nhiên liệu hiệu quả và các hệ thống sưởi trong nhà sẽ tiết kiệm hàng triệu thùng dầu hàng năm. Những nhân tố làm ô nhiễm môi trường như khí hiệu ứng nhà kính có thể đã được giảm đáng kể bằng cách sử dụng nhiên liệu một cách hiệu quả trong ngành công nghiệp.

Rác thải là một vấn đề môi trường lớn. Trên toàn thế giới các quốc gia đang phải đối phó với vấn đề xử lý rác thải. Các địa điểm đổ rác nhanh chóng bị quá tải và không ai muốn rác đổ gần nhà mình. Hiện nay các chương trình xử lý rác khó tan nhấn mạnh vào các nguyên tắc xử lý, thiết lập các tiêu chuẩn cho các bãi đổ rác. Trong thập kỷ tiếp theo, chúng ta phải chuyển trọng tâm từ việc qui định việc xử lý rác sang giảm một cách toàn diện khối lượng rác. Chúng ta phải nhìn vào nguyên nhân tạo ra rác bao gồm các sản phẩm và bao bì đựng chúng. Chúng ta phải cố gắng tránh tạo ra rác ngay từ bước đầu tiên. Và với cố gắng đến mức có thể nhất chúng ta nên tái xử lý bất kì loại rác nào. Chúng ta tin rằng trong lúc hầu hết chúng ta muốn hưởng thụ một cuộc sống thoải mái và không mong muốn phải thay đổi mọi thứ, chúng ta cũng tự biết rằng một xã hội có môi trường sạch đẹp sẽ cho phép chúng ta trở nên thoải mái.

Việc sử dụng đất là một vấn đề rất thu hút sự quan tâm của mỗi quốc gia. Trên khắp nước Mỹ, các bang đang đối mặt với vấn đề tăng trưởng. Tăng trưởng thường tạo ra các chi phí cao về môi trường, ô nhiễm các nguồn nước, suy giảm tầng nước ngầm, môi trường sống của các loài động vật hoang dã, và làm mất dần các nơi đặc biệt như cấu trúc nguyên thủy của khu vực mang lại đặc thù cho các quốc gia. Có một vấn đề đáng quan tâm là sự tăng trưởng không phải là kết quả của tăng trưởng kinh tế mà là sự di chuyển của dân số. Ví dụ, cho đến năm 2010, các chuyên gia phỏng đoán rằng 75% cư dân Mỹ sẽ sống dọc 50 dặm bờ biển.

Cần phải nhớ rằng các vấn đề về môi trường đã vượt qua biên giới của các quốc gia. Tất nhiên, các vấn đề bảo tồn toàn cầu đáng lo ngại nhất là việc tàn phá các cánh rừng nhiệt đới dẫn tới sự mất cân bằng sinh học. Một số nhà khoa học đã tính toán rằng cứ 1 giờ lại có 11 loài bị tuyệt chủng. Tất cả đều đồng ý rằng, chưa bao giờ tốc độ tuyệt chủng lại cao như hiện nay, thậm chí sự biến mất của khủng long cũng không so sánh được với tốc độ tuyệt chủng này.

Thêm vào đó, sự biến mất của các cánh rừng nhiệt đới làm 20% lượng khí CO₂ thải thêm vào bầu khí quyển. Rõ ràng là bất kỳ nỗ lực quốc tế nào muốn giải quyết vấn đề nóng lên toàn cầu cũng phải bao gồm các nỗ lực chính trong việc ngừng chặt phá rừng và quản lí các cánh rừng có thể tái sinh được. Nỗ lực trao đổi với thiên nhiên do Quỹ hoang dã thế giới tiên phong tại Costa Rica, Ecuador, Madagascar và Philipin đã tạo ra một cơ chế thuận lợi cho việc phát triển các khu bảo tồn.

Các vấn đề môi trường toàn cầu chắc chắn sẽ trở thành mối quan tâm chủ yếu trong các mối quan hệ quốc tế. Nhưng vấn đề quan trọng hơn cả mà các quốc gia trên thế giới đang phải đối mặt ngày nay là làm thế nào để đạt được sự cân bằng bền vững giữa việc tăng dân số với các hệ thống tự nhiên của Trái Đất. Nếu bạn đã từng đi thăm nhiều đến các nước đang phát triển ở châu Mỹ La Tinh, châu Phi, châu Á, bạn sẽ thấy một thực tế không thể phủ nhận là việc gia tăng dân số đang làm ảnh hưởng trầm trọng đến các nguồn tài nguyên thiên nhiên của Trái Đất. Việc phá rừng hàng loạt, xói mòn đất, sự mở rộng của các sa mạc, sự đa dạng hóa của tự nhiên bị mất dần, sự tàn phá các khu đánh cá, và môi trường nông thôn ô nhiễm đang đe dọa làm môi trường ngày càng bị kiệt quệ, đặc biệt là ở vùng nhiệt đới, nơi mà sự gia tăng dân số thường là lớn nhất.

Ô nhiễm môi trường và nghèo đói có mối quan hệ với nhau rất quan trọng. Những người nghèo khai thác đất một cách bừa bãi để trồng cây, nuôi gia súc đang tàn phá rừng và đất đai. Những con người này đang ngày càng hành động sai lầm. Họ không còn cách nào khác là phải tiếp tục khai thác các nguồn tài nguyên nghèo nàn trước mắt họ. Tiếp

tục khai thác đất chỉ làm giảm đi năng suất của đất. Ở các nước đang phát triển, mặc dù hồi chuông cảnh báo một lượng lớn đất đai đã trở nên vô dụng và cho những vụ mùa thất bát bởi sự khai thác quá mức đã trở thành các khu chứa rác, nhưng dân số vẫn tiếp tục tăng trên các khu đất này.

Từ Bangladesh tới Haiti, chúng ta đang phải chứng kiến sự gia tăng vi phạm hệ sinh thái ngày càng nhanh. Ở Philipin, sự tàn phá môi trường ngày càng nhiều, với việc phá rừng, xói mòn đất, sự tàn phá các quặng san hô và các vùng đánh cá kết hợp với tỉ lệ tăng dân số cao nhất Đông Nam Á. Kiểm soát việc tăng dân số là yếu tố duy nhất trong bài toán về môi trường. Người ta dự đoán dân số thế giới sẽ tăng gấp hai lên khoảng 11 tỉ người trước khi giảm. Hầu hết, sự gia tăng dân số là ở các nước nghèo nhất trong khu vực các nước đang phát triển. Đưa dân số thế giới phát triển cân đối với các nguồn tài nguyên thiên nhiên phải là mục tiêu sống còn của mọi quốc gia.

Hỗ trợ kinh tế đối ngoại, một chương trình phát triển quốc tế (AID) có thể trở thành một phương tiện hữu hiệu trong việc giải quyết các vấn đề môi trường ở các nước đang phát triển. Những người thực sự quan tâm đến các vấn đề môi trường toàn cầu, hệ sinh thái đa dạng bị biến mất, sự tàn phá các cánh rừng nhiệt đới, sự tác động của hiệu ứng nhà kính... là những người ủng hộ nhiệt tình nhất trong kế hoạch tài trợ đối ngoại và các nguyên tắc phát triển bền vững được thúc đẩy bởi Hiệp ước về môi trường và phát triển (Hiệp ước Brundtland).

Nếu như nhấn mạnh các yếu tố trong chương trình hỗ trợ đối ngoại, thì cũng phải thiết lập các nguyên tắc trong nước. Chúng ta thường nghĩ rằng sự phát triển bền vững chỉ đơn thuần là các nhân tố của các quốc gia khác. Chúng ta có thể và chúng ta nên phải thúc đẩy sự bền vững lâu dài của các nguồn tài nguyên nằm trong sự quản lí của chính chúng ta. Sự mâu thuẫn giữa các cánh rừng nhiệt đới của chính chúng ta với các cánh rừng tại tây bắc Thái Bình Dương minh chứng cho điều này.

Thập kỷ tiếp theo sẽ là khoảng thời gian phải có những hành động mạnh mẽ tác động bảo vệ môi trường cả trong nước và nước ngoài. Chắc chắn rằng chúng ta sẽ bị thử thách như chúng ta đã từng đối mặt với thử thách trong các cuộc chiến tranh và nạn nghèo đói.

Tháng 5, năm 1987, một trong những vụ cháy rừng khủng khiếp nhất trong lịch sử đã xảy ra khi một thanh niên làm tràn xăng ở miền Đông Bắc Trung Quốc. Wang Yufeng, 18 tuổi, được thuê làm công nhân tạm thời tại cánh rừng của Chính phủ Trung Quốc. Anh ta sống ở tỉnh Hà Bắc, phía Đông Bắc Kinh - thủ đô của Trung Quốc, nhưng anh ta đi thăm anh họ mình sống ở thị trấn Xilinji thuộc tỉnh phía Đông bắc Hắc Long Giang. Wang không có tiền mua vé trở về Hà Bắc nên vợ của người anh đã sắp xếp cho anh ta làm việc dịch vụ trong rừng trong khoảng vài tuần. Không có gì khác lạ khi một người trẻ tuổi tìm một công việc tạm thời để kiếm một ít tiền, nhưng trong trường hợp của Wang, đó lại là một vấn đề lớn.

Ngày mùng 6 tháng năm năm đó, Wang được giao phát các bụi rậm. Công việc của anh ta là đi tới các khu đất đã được định trước để cắt cỏ, bụi rậm để 5 người khác trong cùng đội có thể trồng các cây mới. Anh ta được giao một chiếc máy cắt cỏ chứa dầu gồm khung có dây dẫn kim loại nối với lưỡi cắt ở cuối. Anh điều khiển nó bằng cách quàng khung lên người và lia lưỡi cắt từ bên này sang bên khác. Động cơ của máy cắt giống như động cơ của máy gặt hay các động cơ bên ngoài, bắt đầu hoạt động khi người điều khiển bật công tắc. Thùng chứa dầu đầy nhưng Wang được giao một can dầu phụ để anh ta có thể làm việc cả ngày mà không phải quay trở về trung tâm dịch vụ. Việc sử dụng máy cắt này và các công cụ làm rừng khác đều có nguyên tắc. Chỉ những công nhân được đào tạo mới được sử dụng những công cụ này. Và các thùng chứa dầu được đổ đầy khi có một tấm lát bằng bê tông hoặc trên đường mòn hay đường cao tốc đã được làm sạch. Có lẽ là Wang đã lỡ đi qui định này, và cũng có lẽ anh ta chưa được biết tới, người ta không biết rằng anh ta có được đào tạo chút nào hay không, nhưng khi anh ta đổ đầy dầu vào cái thùng rỗng thì anh ta thực hiện trên khu đất có nhiều bụi rậm và

khô. Anh ta đã đổ tràn bình dầu ra đất. Dầu tràn qua dây thừng nhỏ, tràn ra khung bên ngoài.

Bỗng nhiên, chiếc máy cắt bắt lửa. Wang ném ngay nó xuống đất. Ngay lập tức ngọn lửa lan vào dầu mà anh ta đã làm tràn, sau đó lan ra các bờ bụi gần đấy. Ngọn lửa tiếp tục lan rộng ra các cây lớn hơn. Vụ cháy kinh khủng nhất vùng Hắc Long Giang bắt đầu. Chỉ trong vòng vài ngày ngọn lửa đã thiêu rụi ba triệu mẫu rừng - khoảng 1/3 hoặc 1/4 diện tích rừng bao phủ của Trung Quốc. 220 người chết và hơn 250 người bị thương, tàn phá toàn bộ nhiều làng mạc gồm cả Xilinji, thị trấn mà Wang đã sống. Các lực lượng cứu hỏa và cảnh sát đã đứng cầm nhằm kiểm soát ngọn lửa, và giữ cho lửa không phá hủy nốt cây cối ở miền bắc Trung Quốc. Trong khi đó, bụi, sức nóng, và khói đen dày đặc tràn tới Bắc Kinh ảnh hưởng cả tới Hàn Quốc và Alaska.

Hắc Long Giang là tên gọi Trung Quốc của dòng sông Amur. Nó chạy dọc qua biên giới Xiberia, phía đông của nước Nga, phía đông bắc của Trung Quốc - khu vực từng được biết tới là Mãn Châu Lí (Manchuria). Một cánh rừng của những loại cây cho quả hình nón - cánh rừng ôn đới lớn nhất thế giới chạy dọc hai bờ Amur, bao phủ phần lớn vùng đông nam Xiberia, tỉnh Hắc Long Giang của Trung Quốc và Triều Tiên. Cháy rừng không thường xuyên xảy ra ở khu vực này, đặc biệt là ở vùng Xiberia, nơi mà người ta ít quan tâm tới việc phải kiểm soát ngọn lửa xảy ra tự nhiên. Trung Quốc đang ngày càng sử dụng nhiều nguồn lực của mình, đã bắt tay vào thực hiện chương trình bảo vệ hay trồng lại rừng, nhưng họ không thành công nhiều lắm, mặc dù bảo vệ rừng là mối quan tâm hàng đầu của Trung Quốc.

Vào thời điểm mà vụ cháy khủng khiếp ở Hắc Long Giang xảy ra, một vài vụ cháy đã lan đến một phần rừng của Xiberia, phía bắc sông Amur. Chính phủ Nga đã không có biện pháp gì để ngăn chặn. Các bức ảnh chụp từ vệ tinh đã chỉ ra rằng, cháy rừng ở Xiberia đã tàn phá khoảng từ 9 triệu đến 15 triệu mẫu rừng. Tổng cộng thiệt hại diện tích rừng ở hai bên bờ sông lên tới 18 triệu mẫu và bằng khoảng 28000 dặm vuông. Nói cách khác, nửa diện tích của bang New England, gần rộng bằng Scotland, đã bị biến thành than.

Wang, một nhà trồng rừng không may mắn gây ra vụ cháy này đã phải nhận bản tù án 6 năm rưỡi cho sự bất cẩn của mình. Chính phủ Trung Quốc, với sự tài trợ và cố vấn của Canada và các quốc gia khác đã bắt đầu lập kế hoạch trồng lại khu rừng đã bị tàn phá. Nhưng những thiệt hại của vụ cháy rừng thì vẫn chưa được biết hết.

Một vài chuyên gia vẫn lo lắng rằng rừng sẽ không thể tự tái sinh, đặc biệt nếu như có sự tàn phá lớn như thế. Một phần của vấn đề này là ở chỗ, lượng mưa ít. Độ ẩm trên những cánh rừng bị cháy giảm và sẽ có ít mưa rơi xuống cánh rừng đã cháy. Ngược lại, lượng mưa giảm tác động đến khả năng của rừng trong việc tự tái tạo và hiện tượng xói mòn có thể xảy ra. Một hậu quả nữa của việc phá rừng là nó thúc đẩy quá trình sa mạc hóa đã xảy ra ở vùng Tây Bắc Trung Quốc. Nếu điều này xảy ra, các hiện tượng như sa mạc hóa sẽ lan rộng đến phía Đông và dải đồi, thung lũng của Hắc Long Giang, một khu vực đã từng được bao phủ bởi rừng sẽ dần dần trở nên cằn cỗi. Thêm vào đó, không thể tính toán được tác động của vụ hỏa hoạn khủng khiếp nói trên lên thời tiết. Hàng triệu tấn tro lẫn vào bầu khí quyển có thể làm thay đổi gió, nhiệt độ, lượng mưa trong khu vực nửa dặm của vùng sông Amur.

Các vụ hỏa hoạn ở Hắc Long Giang và Xibia là những vụ hỏa hoạn khủng khiếp nhất trong lịch sử. Liệu hỏa hoạn có được coi là thảm họa tự nhiên hay không? Tỷ lệ các vụ cháy ở Xibia lớn hơn nhiều so với ở Trung Quốc. Các vụ hỏa hoạn ở Xibia cũng thảm khốc hơn nhiều so với Trung Quốc. Nhưng sự khác nhau chủ yếu giữa hai vụ hỏa hoạn là suy nghĩ về nguyên nhân và biện pháp phòng ngừa ở hai quốc gia này.

Không ai biết chắc rằng, nguyên nhân gây ra hỏa hoạn ở Xibia dường như là được bắt đầu bằng sét. Nhưng các vụ hỏa hoạn ở Trung Quốc lại do hành động của con người. Chính con người phải chịu trách nhiệm về vụ hỏa hoạn khủng khiếp ở Hắc Long Giang - một thảm họa môi trường. Nguy hiểm và hủy diệt là một phần của quy luật tự nhiên. Nhưng những thảm họa do con người gây ra, thảm họa đối với môi trường mà có thể tránh được thì không phải là quy luật về chu kỳ hủy hoại và tái sinh của tự nhiên. Những sự hủy hoại như thế gây ra những

áp lực lên Trái Đất, khiến cho Trái Đất không có khả năng phục hồi. Những hậu quả không thể lường hết được những tác động của nó.

Cháy rừng xảy ra bất cứ lúc nào mà không cần sự tác động của con người. Một số chuyên gia về rừng cho rằng có thể tốt hơn khi để những vụ hỏa hoạn đó cháy hơn là loại trừ chúng. Bởi vì hệ sinh thái của rừng đã tồn tại hàng triệu năm và có thể thu được nhiều lợi ích từ các vụ cháy rừng tự nhiên. Tuy nhiên, những vụ cháy rừng do con người gây ra lại là thảm họa. Chúng không cần thiết và có thể ngăn chặn. Chúng có thể làm cho hệ sinh thái của rừng vượt qua giới hạn để phục hồi. Nhưng ít nhất chúng không khác với loại hỏa hoạn tự nhiên gây ra bởi sét hay nham thạch. Những thảm họa môi trường khác không có sự giống nhau về cơ bản. Tràn dầu, rò rỉ chất phóng xạ, hay nổ các chất hóa học độc hại đều do con người gây ra, không phải quá trình tự nhiên, hay chỉ là hiện tượng. Những thảm họa này thực sự là những thảm họa môi trường thảm khốc đối với cả thiên nhiên và môi trường sống của con người.

Một thảm họa tự nhiên có thể gây ra những hậu quả khủng khiếp tới cuộc sống của con người và đất đai, nhưng người ta lại thường cho rằng những thảm họa này ngoài tầm kiểm soát của con người. Những hiện tượng như sóng thần, động đất, núi lửa, hỏa hoạn tự nhiên, cuồng phong, lốc, lũ lụt lở đất được liệt vào loại thảm họa này. Tất cả thảm họa này do quá trình tự nhiên gây ra. Con người có thể dự đoán chúng, như khi các nhà khí tượng học theo dõi gió và đưa ra những cảnh báo về các cơn bão. Con người có thể cố gắng hạn chế các tác động của thảm họa tự nhiên này bằng cách xây dựng các đập ngăn nước hay đê để chặn nước lũ, hay thiết kế các trạm bơm và gia cố các tòa nhà cao tầng để chống lại các vụ động đất. Nhưng hầu hết các vụ động đất nằm ngoài tầm kiểm soát của con người.

Mặt khác, một thảm họa tự nhiên dẫn tới thiệt hại nghiêm trọng và ảnh hưởng lớn tới môi trường do con người hay ít nhất là do con người làm cho nó tồi tệ hơn. Một thảm họa tự nhiên là một thảm họa khủng khiếp nhưng lẽ ra có thể ngăn chặn được bằng sự hiểu biết uyên thâm và bằng những hành động có suy nghĩ hơn của mỗi cá nhân, hay có

những luật lệ và qui tắc tốt hơn. Người ta thường đổ lỗi cho việc gây ra các thảm họa môi trường cho các tổ chức chung chung như chính phủ, các công ty dầu, hay các nhà sản xuất hóa chất. Tuy nhiên, trường hợp của Wang chỉ ra rằng, các công dân bình thường không có quan hệ gì với các văn phòng chính phủ cũng có thể gây ra các thảm họa môi trường và tất cả các cá nhân đều có trách nhiệm ngăn cản các thảm họa này.

Cụm từ thảm họa môi trường liên quan tới rất nhiều sự kiện. Một vài trong số các sự kiện này là những sự kiện cụ thể, xảy ra tại một điểm trong một khoảng thời gian như vụ tràn dầu từ tàu chở dầu Exxon Valdez đã đâm phải vĩa đá ngầm tại Alaska ngày 24-3-1989, hay vụ nổ nhà máy hạt nhân Chernobyl ngày 24-6-1986. Những thảm họa môi trường khác thì không cụ thể bằng. Chúng là kết quả của hàng trăm thậm chí hàng nghìn sự kiện mà những nguyên nhân của chúng được tích lũy từ rất lâu. Một trong những thảm họa được tích lũy từ rất lâu như vậy là vụ chứa rác thải hóa học độc hại tại Love Canal, New York, nơi mà những người dân đã đối mặt với tỉ lệ sinh những người khuyết tật ngày càng gia tăng. Sau 40 năm các chất độc hại ngấm sâu vào trong đất và nước. Các thảm họa từ từ giống như thảm họa ở Love Canal này giống như quả bom hẹn giờ mà giờ nổ của nó đã được đặt trước, quả bom này có thể không nổ ngay lập tức nhưng chắc chắn nó sẽ nổ.

Một số thảm họa có thể nhìn thấy rõ ràng ngay giống như khi một đám mây chứa chất độc của khí gaz bay ngang qua thành phố sau vụ nổ của một nhà máy hóa học. Tác động của những vụ nổ này là chậm chạp, chúng sẽ ảnh hưởng lan rộng trong một thời gian dài. Ví dụ, khói đã lấy đi sinh mạng 4000 người ở London trong vòng 4 ngày vào năm 1952. Còn 700 người khác đã bị chết vì khói độc trong vòng năm ngày vào năm 1962. Loại khói chết người này, như người ta đã đặt cho nó, do nhiều nguyên nhân gây ra, bao gồm thời tiết, khí từ các loại động cơ và các nhà máy tích tụ từ rất lâu. Đó là một thảm họa tích tụ, không phải là do một nguyên nhân gây nên, mặc dù những cái chết đều xảy ra trong một thời gian ngắn. Rất nhiều các thảm họa này gây ra cả cái chết tức thời và cái chết từ từ. Ví dụ, một vụ tràn dầu có thể giết chết chim, cá, các động vật biển trong vòng nhiều giờ hoặc nhiều ngày, nhưng nó cũng có thể gây ra

những hậu quả lâu dài lên hoạt động của hệ sinh thái nhiều nơi dưới mặt biển. Dầu ngừng xuống đáy biển có thể cản trở rong rêu phát triển, do đó làm cho lượng cá giảm đi qua các năm. Tương tự như thế, một tai nạn xảy ra ở nhà máy hạt nhân có thể làm chết hay bị thương lập tức, nhưng tác động về lâu dài của nó lại có thể còn nghiêm trọng hơn. Tỷ lệ ung thư và bệnh tật gia tăng trong khu vực này, mùa màng thất bát trên diện rộng và các chất lỏng độc hại ngấm sâu vào các mạch nước ngầm.

Tuy nhiên, tất cả các thảm họa môi trường có một điểm giống nhau, chúng đều làm hư hại môi trường. Chúng có thể làm bị thương hay giết nhiều người, nhưng những tác động khủng khiếp của chúng không chỉ giới hạn ở con người. Một vụ đổ tàu giết chết 400 hành khách là một thảm họa, nhưng một vụ đổ tàu làm tràn axit xuống sông là một thảm họa môi trường. Những thảm họa môi trường có thể lớn có thể nhỏ. Dù vậy, những thảm họa nhỏ đang tăng lên. Đổ một can dầu lửa có thể chẳng thấm thía vào đâu so với độ tàn phá khủng khiếp của vụ tràn tàu Valdez, nhưng nhiều thùng hơn có thể gây ra những thiệt hại như bất kỳ vụ rò rỉ xăng dầu nào.

Một số thảm họa môi trường lớn và xảy ra từ từ đến mức khó có thể hiểu được. Sự nóng lên toàn cầu, sự gia tăng dân số, ô nhiễm không khí và nguồn nước, nguy cơ tuyệt chủng hàng nghìn loài cây cối và động vật, sự phá hủy các cánh rừng nhiệt đới, và hoang mạc hóa là những vấn đề nghiêm trọng đe dọa môi trường sống của con người, tuy thế, thật khó có thể duy trì suy nghĩ này một cách thường xuyên. Trong cuốn sách của mình xuất bản năm 1989, *New World, New mind*, nhà thần kinh học Robert Ornstein và nhà dân số học Paul Ehrlich đã cho rằng, nhận thức và sự phản ánh của con người có thể nhận biết và phản ứng với sự thay đổi bất ngờ của môi trường nhưng không có những sự nhận thức và hành động một cách thiết thực đối với những thay đổi nhỏ và chậm chạp. Ví dụ, mọi người ngửi thấy khói và nhìn thấy lửa có thể gọi người khác đến trợ cứu, nhưng cũng con người này có thể không nhận ra rằng mỗi mùa hè dường như nóng hơn, khô hạn hơn mùa hè trước, và nếu

như anh ta nhận ra thì anh ta cảm thấy không bị bắt buộc phải có những hành động.

Hầu hết trong số chúng ta đều cảm thấy tập trung vào các sự việc cụ thể thì dễ dàng hơn là tập trung vào các công việc chung chung. Chủ đề về an toàn hạt nhân có thể là một chủ đề buồn tẻ, nhưng vụ nổ nhà máy điện nguyên tử Chernobyl lại có khả năng thu hút sự chú ý của chúng ta, buộc chúng ta phải suy nghĩ. Các vụ tai nạn công nghiệp dường như là do kỹ thuật, nhưng thảm họa tại Bhopal nhắc chúng ta rằng cái gì đang đe dọa chúng ta trong ngành hóa học.

Những sự kiện này không chỉ là những câu chuyện khủng khiếp từ trước đây. Chúng cũng là những phương tiện để đánh giá chính sách môi trường của chúng ta hiện nay và có lẽ sẽ giúp chúng ta ngăn cản những thảm họa thậm chí còn lớn hơn trong những năm tới.

Bhopal là một thành phố với 800.000 người ở trung tâm Ấn Độ. Có một ít người theo đạo Hindu và Muslim làm việc trong các nhà máy công nghiệp lớn được xây trong thành phố. Các nhà máy đã mang lại việc làm và thu nhập cho vùng, nhưng người dân ở vùng này lại phải trả giá quá đắt cho những gì thu được. Vào năm 1984, Bhopal trở thành một thành phố có tai nạn về công nghiệp khủng khiếp nhất trong lịch sử.

Union Carbide, một trong rất nhiều công ty sản xuất hóa chất của Mỹ ở Ấn Độ, đã xây một nhà máy ở Bhopal để sản xuất thuốc trừ sâu. Vào sáng sớm ngày 3/11/1984, một van của thùng chứa hoá chất bị sự cố, 30 tấn hóa học độc hại có tên gọi (MIC) đã rò rỉ và tràn ra thành phố qua đám khói bụi axit. 9 công nhân của nhà máy nhận ra chỗ rò rỉ khi mắt họ đã được rửa sạch, nhưng họ không thể làm gì để ngăn chặn nó. Hầu hết trong số họ chạy trốn trong sự sợ hãi. Đám khói bụi lan rộng khắp thành phố.

Ngay sau đó, tất cả những người dân trong khu nhà ổ chuột hay những khu giàu có đều tỉnh dậy, hắt hơi, ho, và nôn. Trên mọi con đường ra khỏi thành phố tràn ngập những người chạy trốn bằng ô tô, xe bus, xe ngựa kéo, chạy bộ. Đây là cuộc di cư không có trong kế hoạch lớn nhất từ trước đến lúc đó. Một số người không thể chạy trốn khỏi đám

khối chất MIC đã bị ngạt thở cho đến chết, một số khác thì bị mù hay mắc phải những căn bệnh mãn tính đe dọa tim, phổi và hệ thần kinh hay hô hấp. Hơn 2500 người đã chết vào buổi sáng hôm đó, 17000 người bị tàn tật vĩnh viễn, nhiều người trong số họ bị mù. Hơn 200000 người khác đã tiếp xúc với chất MIC, những người dường như là không bị ảnh hưởng bệnh tật gì bề ngoài, song có thể phải đối diện với những nguy cơ lâu dài như bệnh ung thư.

Thảm họa Bhopal đã làm dấy lên làn sóng phản đối trên khắp thế giới. Những tranh cãi về nguyên nhân chính xác gây ra rò rỉ và ai phải chịu trách nhiệm cuối cùng vẫn tiếp tục vào những năm 1990. Tuy nhiên, các nhà điều tra nhất trí rằng, do thiết kế đơn giản và không được bảo dưỡng kịp thời làm cho nhà máy không an toàn, một báo cáo viên đã gọi đây là một thảm họa chỉ còn chờ để xảy ra. Hơn nữa, nhà máy lại thiếu các trang bị bảo vệ cơ bản lẽ ra phải có để phòng ngừa được rò rỉ và cứu sống nhiều người.

Ngày nay, khoảng 80000 hóa chất được sử dụng trong quá trình sản xuất và trong các ngành khác nhau. Khoảng 37000 hóa chất này là thuốc trừ sâu - chất hóa học được dùng để trừ diệt hoặc hạn chế các loài như côn trùng, vật gặm nhấm. Ngược lại với suy nghĩ thông thường, rất ít trong số 80000 hóa chất này được kiểm tra mức độ ảnh hưởng tới sức khỏe của con người và môi trường. Trong nhiều trường hợp, các hóa chất được coi là chết người nhưng chúng vẫn được sử dụng vì chúng có ích trong việc sản xuất mọi thứ từ giấy đến nhựa, đến đồ dùng.

Ngành công nghiệp hiện đại đã sản xuất và tiêu dùng một lượng khổng lồ các hóa chất này. Chỉ riêng nước Mỹ đã có khoảng 12000 nhà máy sản xuất hóa chất và khoảng 400000 khu chứa chất hóa học, mỗi nơi lại chứa đựng những nguy cơ thảm họa. Thêm vào đó, hàng triệu các sản phẩm khác như máy hút bụi, sản xuất giấy, các cửa hàng sản xuất thiết bị ô tô, các cửa hàng ảnh dùng các hóa chất mà rất nhiều trong số này có hại cho sức khỏe con người.

Thuốc trừ sâu sẽ dẫn tới ung thư, hoặc ảnh hưởng tới sinh sản. Dioxin - một hóa chất độc hại nhất mà chúng ta biết tới gây ra bệnh ung

thư, ảnh hưởng tới thai nhi và các bệnh về da. Chì và các kim loại khác làm ảnh hưởng tới hệ thần kinh, gan, làm cho người bị nhiễm trở thành ngớ ngẩn. Benzen được sử dụng trong ngành dược và chế biến xà phòng liên quan đến căn bệnh bạch cầu, các dung môi khử trùng bằng clo dùng để loại trừ chất béo ở nhiều công đoạn công nghiệp và cũng được tìm thấy trong các sản phẩm gia dụng như dung môi để cạo bỏ sơn gây ra những ảnh hưởng không tốt cho gan, thận, tim và cũng có thể gây ảnh hưởng cho thai nhi. Các chất biphenyl đa clo hoá (PCB_s) có trong các linh kiện điện tử, ánh sáng huỳnh quang và các chất lưu thủy lực, chúng có thể gây ô nhiễm cho đất, và tích lũy trong các tế bào sống. Những tác động của chúng tới sức khỏe của con người chưa thể nhận biết ngay lập tức nhưng chúng có thể gây tác hại tới da, dạ dày, ruột. PCB cũng có thể gây ung thư. Những người Nhật Bản ăn nhiều cá bị nhiễm PCB có tỉ lệ mắc các căn bệnh ung thư dạ dày và gan nhiều hơn thông thường. Thật là buồn khi hầu hết những gì chúng ta biết về tác động độc hại của các chất hóa học là nhờ vào các tai nạn này hay khác giống như ở Bhopal. Năm 1976, một vụ nổ tại nhà máy hóa học ở Seveso, Italy thải chất dioxin vào không khí làm 700 người phải dời khỏi nơi cư trú. Gần một năm sau thảm họa ở Bhopal, một nhà máy khác, nhà máy Union Carbide. Đó là một viện nghiên cứu phía tây Virginia xảy ra vụ rò rỉ hóa học, 135 người bị thương.

Thụy Sĩ vẫn được coi là một đất nước giàu có, sạch sẽ, nhưng nước này chỉ là mục tiêu còn lại cuối cùng của những thảm họa hóa học của thế giới. Tháng 11 - 1986, thảm họa đã xảy ra khi kho hàng ở Basel, Thụy Sĩ bị cháy. Vụ cháy đã đẩy 30 tấn thuốc trừ sâu xuống dòng sông Rhine, chảy qua trung tâm khu công nghiệp của Châu Âu. Sông Rhine đã bị ô nhiễm nặng nề trong những thập kỷ trước đó. Ủy ban quốc tế về bảo vệ sông Rhine đã được thành lập để làm sạch và bảo vệ con sông khỏi những tàn phá này và đã tạo ra được nhiều tiến bộ làm cho con sông đã trong xanh trở lại. Nhưng tai nạn ở Basel đã làm cho công sức của ủy ban này đổ xuống sông xuống biển, nó tạo ra các vệt loang hóa chất lớn trên bề mặt của nước. Khoảng 120 dặm của con sông đã bị ô nhiễm. Mọi đời sống động vật và thực vật bao gồm côn trùng, vi khuẩn

bị tiêu diệt. 500 loài cá và 150000 loài lươn bị chết, nhiều loài cá trước đó mang lại nguồn thu lớn nay không còn nữa. Dòng sông bị chết sinh học khoảng vài năm. Nước uống của Đức và Hà Lan cũng bị ô nhiễm bởi thuốc trừ sâu.

Thức tỉnh từ thảm họa Bhopal, người Mỹ bắt đầu quan tâm nhiều hơn đến nguy cơ các thảm họa hóa học trong chính nước mình. Trung tâm bảo vệ môi trường (EPA) cam kết nghiên cứu bởi các nhà cố vấn độc lập, những người nhận thấy rằng 6928 tai họa với các hóa chất độc hại xảy ra ở nước Mỹ từ năm 1980 tới giữa năm 1985. Những thảm họa này đã làm chết 138 người, làm bị thương 4717 người và làm 200000 người phải bỏ nhà cửa ra đi.

3/4 trong số các thảm họa này xảy ra ở các nhà máy sản xuất hay kho dự trữ, còn lại là xảy ra khi các hóa chất được chuyên chở bằng tàu thủy hoặc xe tải hay tàu hỏa. Một vài thảm họa xảy ra do sản xuất bị thất bại. Ví dụ như rò rỉ dầu, vỡ van, quá hạn sửa chữa. Các tai nạn khác là do lỗi của con người. Các vụ tai nạn này xảy ra ở nhiều nơi và gây ảnh hưởng hóa học trên diện rộng. Ví dụ, một vụ rò rỉ thuốc trừ sâu đã làm ba người ở bang New Jersey tử nạn, một đám mây mang chất clo tạo ra từ nhà máy sản xuất hóa học và biến thành mưa rơi xuống một sân đấu bóng của một trường trung học ở Niagara Falls, New York làm 1 người chết và 76 người bị thương. Axit nitric ở vùng Mississippi làm 3 người chết và 61 người bị thương, amoniac từ các hệ thống làm lạnh công nghiệp ở San Antonio, Texas làm 4 người chết và 270 người bị thương, riêng vụ rò rỉ ở New York đã làm 40 người bị thương.

Nhận ra rằng thảm họa ở Bhopal do nhà máy ở trung tâm khu vực đông dân cư làm cho tồi tệ hơn, một ủy ban kiểm tra của chính phủ đã kiểm tra các nhà máy hóa học đặt tại Mỹ. Các nhà điều tra đã nhận ra rằng, hơn 6300 nhà máy hóa chất và các nhà máy có liên quan được xây dựng ở 25 khu dân cư đông đúc nhất của đất nước, chiếm 75% dân số. Phía bắc New Jersey - trung tâm của các khu đô thị lớn bờ biển phía Đông kéo dài từ Boston đến Washington - có tới 800 nhà máy. Một vụ tai nạn xảy ra trong khu vực ít dân cư đã là một tai họa, nhưng ít nhất nó cũng cứu sống được một vài mạng sống. Tuy nhiên, sự tập trung các nhà

thư, ảnh hưởng tới thai nhi và các bệnh về da. Chì và các kim loại khác làm ảnh hưởng tới hệ thần kinh, gan, làm cho người bị nhiễm trở thành ngớ ngẩn. Benzen được sử dụng trong ngành dược và chế biến xà phòng liên quan đến căn bệnh bạch cầu, các dung môi khử trùng bằng clo dùng để loại trừ chất béo ở nhiều công đoạn công nghiệp và cũng được tìm thấy trong các sản phẩm gia dụng như dung môi để cạo bỏ sơn gây ra những ảnh hưởng không tốt cho gan, thận, tim và cũng có thể gây ảnh hưởng cho thai nhi. Các chất biphenyl đa clo hoá (PCB_n) có trong các linh kiện điện tử, ánh sáng huỳnh quang và các chất lưu thủy lực, chúng có thể gây ô nhiễm cho đất, và tích lũy trong các tế bào sống. Những tác động của chúng tới sức khỏe của con người chưa thể nhận biết ngay lập tức nhưng chúng có thể gây tác hại tới da, dạ dày, ruột. PCB cũng có thể gây ung thư. Những người Nhật Bản ăn nhiều cá bị nhiễm PCB có tỉ lệ mắc các căn bệnh ung thư dạ dày và gan nhiều hơn thông thường. Thật là buồn khi hầu hết những gì chúng ta biết về tác động độc hại của các chất hóa học là nhờ vào các tai nạn này hay khác giống như ở Bhopal. Năm 1976, một vụ nổ tại nhà máy hóa học ở Seveso, Italy thải chất dioxin vào không khí làm 700 người phải dời khỏi nơi cư trú. Gần một năm sau thảm họa ở Bhopal, một nhà máy khác, nhà máy Union Carbide. Đó là một viện nghiên cứu phía tây Virginia xảy ra vụ rò rỉ hóa học, 135 người bị thương.

Thụy Sĩ vẫn được coi là một đất nước giàu có, sạch sẽ, nhưng nước này chỉ là mục tiêu còn lại cuối cùng của những thảm họa hóa học của thế giới. Tháng 11 - 1986, thảm họa đã xảy ra khi kho hàng ở Basel, Thụy Sĩ bị cháy. Vụ cháy đã đẩy 30 tấn thuốc trừ sâu xuống dòng sông Rhine, chảy qua trung tâm khu công nghiệp của Châu Âu. Sông Rhine đã bị ô nhiễm nặng nề trong những thập kỷ trước đó. Ủy ban quốc tế về bảo vệ sông Rhine đã được thành lập để làm sạch và bảo vệ con sông khỏi những tàn phá này và đã tạo ra được nhiều tiến bộ làm cho con sông đã trong xanh trở lại. Nhưng tai nạn ở Basel đã làm cho công sức của ủy ban này đổ xuống sông xuống biển, nó tạo ra các vệt loang hóa chất lớn trên bề mặt của nước. Khoảng 120 dặm của con sông đã bị ô nhiễm. Mọi đời sống động vật và thực vật bao gồm côn trùng, vi khuẩn

máy của Mỹ ở các vùng đông dân cư chỉ ra rằng các tai nạn về hóa chất dường như gây ra một số lượng lớn số thương vong.

Xem xét rủi ro xảy ra ở Mỹ, chuyên gia về hóa chất Roger Batstone trả lời phỏng vấn tờ Time năm 1985: Đất nước này quả thật là may mắn, đã không có những tai nạn hóa chất lớn nào làm chết nhiều người. Những người đang cố gắng giảm thiểu các thảm họa hoàn toàn sai lầm, bởi nếu như có sự thay đổi gì trong khoảng 2, 3 năm tới thì có thể sẽ có những thảm họa lớn xảy ra ở đây.

Thực sự đã có sự thay đổi. Bị thúc đẩy một phần là vì các sự kiện xảy ra ở Bhopal và một phần là do ý thức ngày càng tăng lên của người Mỹ rằng nước Mỹ cũng đang đối mặt với các nguy cơ, Quốc hội Mỹ đã đưa ra luật về an toàn hóa chất và sửa đổi luật năm 1980. Luật này được hình thành đã tạo ra cơ sở để giải quyết các vấn đề về các hóa chất độc hại. Mặc dù luật này thường được coi là bản kế hoạch để xác định và làm sạch các khu vực chứa rác thải nguy hiểm, ví dụ như khu vực rò rỉ dầu, luật này cũng đưa ra những chỉ dẫn để giải quyết các vấn đề về tai nạn hóa học. Năm 1986, Quốc hội Mỹ đã thông qua Luật môi trường mới. Một số nhà môi trường cho rằng luật này là một trong những vũ khí hữu hiệu nhất trong cuộc chiến chống lại các thảm họa hóa chất.

Trước khi luật được thông qua, người ta không yêu cầu các nhà sản xuất hóa chất và các ngành kinh doanh khác phải giải trình công khai về hóa chất nào họ sử dụng và chúng được xử lý như thế nào.

Luật này yêu cầu các ngành kinh doanh sử dụng hóa chất độc hại phải thông báo cho nhân viên của họ về các hóa chất sử dụng và số lượng các chất thải ra môi trường trong suốt quá trình sản xuất hay khi xảy ra tai nạn. Các ý kiến đằng sau luật này là con người có quyền được biết về các hóa chất độc hại nào đang được vận chuyển, xử lý hay dự trữ trong khu vực sống của họ. Các nhà sản xuất cảm thấy nếu ngành hóa chất bắt buộc phải công khai trước công chúng về các vụ tai nạn, tràn hay nổ các hóa chất, các công ty hóa chất sẽ thắt chặt hơn chính sách an toàn của họ. Nếu họ không làm thế, dân chúng sẽ biết họ đang làm gì và sẽ tiến hành những hành động chống lại họ.

Ở một khía cạnh nào đó thì luật này đã có những tác động như mong đợi. Các công ty, cả lớn cả nhỏ đều làm sạch các công đoạn của họ sau khi bản báo cáo không mấy sáng sủa của họ được đưa ra công chúng. Một trong những thí dụ này là công ty sản xuất hóa chất Monsanto.

Ban lãnh đạo của công ty đã vô cùng sửng sốt khi biết rằng Monsanto đã thải ra 374 triệu tấn hóa chất độc hại vào không khí, nước, đất trong suốt một năm. Năm 1993, chủ tịch của công ty đã cam kết giảm khoảng 90% lượng hóa chất vào năm 1993.

Có lẽ đặc điểm quan trọng nhất của luật này là nó đòi hỏi các nhà quản lý trong ngành sản xuất hóa chất phải thiết lập một ủy ban thường trực trước liên bang, bang, cơ quan chức năng địa phương và các đoàn thể. Các ủy ban này sẽ chịu trách nhiệm đưa ra các kế hoạch khẩn cấp trong đó chỉ ra làm thế nào để đối phó với các thảm họa hóa chất. Các bản kế hoạch này phải chỉ ra được những địa điểm sử dụng một trong 402 hóa chất độc hại do EPA qui định, các bản kế hoạch này cũng phải chỉ ra các hình thức phản ứng khẩn cấp như lối thoát hiểm, cứu thương, trách nhiệm của cảnh sát và lực lượng cứu hỏa.

Vấn đề lập kế hoạch khẩn cấp của luật này không được thực hiện một cách đồng bộ. Nhiều nhà máy không có các ủy ban phản ứng khẩn cấp, một số công ty còn không đưa ra các thông tin cần thiết. Nhưng ít nhất luật này cũng tạo công cụ nhằm tìm ra thông tin của các công ty còn miễn cưỡng trong việc đưa thông tin. Luật này cũng có thêm hiệu lực buộc các công ty phải làm sạch môi trường và đảm bảo an toàn. Nhiều nước khác cũng đưa ra luật tương tự hoặc đang chuẩn bị đưa luật này ra trong tương lai.

Năm 1985, Lee Thomas, một nhà quản lý của EPA nhận ra rằng, một vài yếu tố có thể góp phần giảm nguy cơ những thảm họa tương tự Bhopal. Những yếu tố này bao gồm sự tự nguyện của các công ty trong việc công khai các hóa chất độc hại họ đang sử dụng, một kế hoạch đối phó khẩn cấp được thiết lập tốt, nhiều buổi thực tập về an toàn hơn trong ngành hóa học bao gồm các chương trình sử dụng mô phỏng qua máy tính các thảm họa tương tự như các chuyến bay mô phỏng được sử

dụng để đào tạo phi công, phải nhấn mạnh vào sự an toàn như là ưu tiên hàng đầu của ngành, thậm chí nếu nó làm cho kế hoạch sản xuất phải tăng thêm chi phí rất nhiều. Tuy nhiên, ngay cả khi các điều kiện này được đáp ứng thì nguy cơ thảm họa xảy ra vẫn tồn tại khi các hóa chất độc hại vẫn còn được sản xuất và sử dụng. Các hãng thông tin và báo chí mới vẫn tiếp tục thu thập các bài báo giống như lời thông báo xuất hiện ngày 28 tháng 12 năm 1992 trên tờ Nước Mỹ ngày nay: "Rò rỉ hóa học: khoảng 400 người tại Titusville, Fla đã trở về nhà sau 29 giờ tản cư vào ngày thứ 7 do vụ rò rỉ PCl_3 (photpho triclơrua) ở gần nhà máy thiết bị thí nghiệm Pharmco kết hợp với mưa đã tạo thành đám mây chứa chất khí nguy hiểm rơi xuống vùng".

Các thảm họa về hóa chất không chỉ là hình thức duy nhất của các thảm họa gây ra bởi các chất độc. Có một hình thức khác của các thảm họa này xảy ra thường xuyên hơn và dễ chết người hơn. Hàng trăm nghìn người cũng giống như phần còn lại của hệ sinh quyển dần dần bị đầu độc bởi các hóa chất bị rò rỉ hay bị ngấm vào đất, nước, không khí. Những vụ rò rỉ không xảy ra trong một thời khắc nhất định giống như các vụ tràn dầu nhưng tác động lâu dài của nó thậm chí còn tồi tệ hơn nhiều, đơn giản chỉ vì số lượng quá lớn. Ở Mỹ và trên khắp thế giới hàng triệu tấn bom hẹn giờ độc hại đang nhích dần đến thời khắc nguy hiểm. Không ai có thể biết được bao nhiêu trong số đó sẽ phát nổ và vào lúc nào.

Các con mèo ở Minamata đã cảnh báo thế giới về nguy cơ các hóa chất độc hại đang có tác động từ từ vào những năm 1950. Minamata là một thành phố ở bờ biển phía đông nam Nhật Bản. Từ trước đến nay, nền kinh tế của thành phố này dựa trên ngành đánh bắt cá. Trong suốt những năm 1940 và 1950, một vài ngành công nghiệp bao gồm các công ty hóa chất đã được thành lập ở đây. Nhưng một vài điều gì không ổn đã xảy ra vào những năm 1950. Các chú mèo trong thành phố được nuôi từ cá của các thuyền đánh cá và trên các chợ cá bắt đầu ốm và chết. Cái chết của chúng không dễ dàng. Các con mèo bị rối loạn các khớp xương và bị co giật. Một số bị ngã xuống biển.

Sau đó, con người bắt đầu bị ốm và chết. Các nhà điều tra nhận thấy rằng cả mèo và người đều mắc phải căn bệnh liên quan đến chất thủy ngân. Thủy ngân là một kim loại lỏng được dùng rất nhiều trong các ngành. Chúng có thể bị hấp thụ qua da và nhiều hình thức khác và rất độc hại. Chất độc thủy ngân có thể cho tác dụng ngay lập tức nếu một lượng đáng kể được sử dụng một lúc, hoặc nó có thể gây rối loạn nếu một lượng tương đối nhỏ được thải ra trong một thời gian dài. Hậu quả của các chất độc thủy ngân bao gồm sự tàn phá miệng, lưỡi, ruột, thận và hệ thần kinh, mất máu, liệt. Đây là các trường hợp không thể tránh được.

Mèo và người dân ở Minamata có một điểm chung, đều ăn một lượng lớn cá trong các hồ nước địa phương. Họ không biết rằng mình đang tiêu thụ một khối lượng thủy ngân một cách từ từ. Trước đó, một công ty hóa chất ở địa phương đã chôn rác thải của nhà máy bao gồm các chất có chứa thủy ngân ngay trong vịnh. Khoảng 700 người đã bị chết, khoảng 9000 người bị tật nguyền. Ngành đánh bắt cá bị phá sản, không ai muốn mua cá của Minamata. 30 năm sau đó, theo một bài báo của Bưu điện Washington năm 1987, Minamata vẫn chưa hồi phục được nền kinh tế và tinh thần của người dân sau cái mà người ta gọi là bệnh dịch Minamata.

Nước Mỹ cũng đã từng chế tạo ra quả bom hẹn giờ độc hại của riêng mình. Địa phương tiêu biểu nhất là thị trấn Niagara ở phía tây New York gần biên giới Canada với thác nước nổi tiếng. Một thị trấn bên cạnh Niagara là Love Canal, được xây dựng bên cạnh con kênh do William T. Love thiết kế vào những năm 1890. Con kênh này chưa bao giờ được hoàn thành và việc xây dựng kết thúc vào năm 1920. 30 năm sau, các đường rãnh bị bỏ, không được sử dụng như các con đập. Quân đội Mỹ đã đổ rác ra đó và sau đó là người dân vùng Niagara. Nhưng những người đổ rác chính lại là các công ty hóa chất địa phương, chủ yếu là Tập đoàn hóa chất Hooker và Olin. Họ chôn các thùng chứa ít nhất là 40000 tấn rác. Hơn một nửa trong số rác này là hóa chất độc bao gồm các chất gây bệnh ung thư như benzen, dioxin.

Cho đến những năm 1950, nền kinh tế Mỹ tăng trưởng đặc biệt tại các thị trấn công nghiệp như Niagara. Người ta tìm kiếm đất để xây nhà. Họ san lấp Love Canal bằng đất, các rác thải hóa học và xây nhà cửa, trường học trên đó. Thị trấn lân cận Love Canal được hình thành.

Vào năm 1970, những người dân sống ở Love Canal bắt đầu phàn nàn rằng họ cảm thấy mùi lạ, khó chịu từ vùng lân cận. Một số người dân nhận thấy những mùi nồng nặc từ chân móng nhà họ. Vào năm 1976, các nhà nghiên cứu đã tìm thấy sự tập trung với nồng độ cao của các chất PCBs, đặc biệt là hóa chất độc hại trong các cống rãnh của Love Canal. Các thùng cũ bắt đầu rò rỉ. Câu chuyện khủng khiếp bắt đầu từ miệng, những đứa bé sinh ra với hai bộ răng, hay bị bệnh tim, bệnh thần kinh. Tỷ lệ các căn bệnh như ung thư, dị tật bẩm sinh, bệnh về hệ thần kinh... cao hơn mức trung bình của quốc gia. Vào năm 1978, Ủy ban về sức khỏe của New York khuyến cáo rằng, những phụ nữ mang thai và những trẻ em nên rời khỏi Love Canal. Hai năm sau đó, chính phủ Liên bang công bố Love Canal là vùng đất thảm họa và di dời từ đó 900 gia đình.

Hơn 250 triệu USD đã được chi dùng để làm sạch vùng Love Canal. Các công ty hóa chất phải chịu trách nhiệm và buộc yêu cầu phải trả chi phí làm sạch. Nhưng chính phủ đã thanh toán phần lớn chi phí này. Trường học và khoảng 300 ngôi nhà nằm trực tiếp trên phần đất này đã bị phá hủy. Một số trong số rác thải này đã được đưa vào trong các thiết bị lưu trữ an toàn. Một số khác được thiêu hủy dưới nhiệt độ cao - một quá trình có thể chuyển các chất độc hại sang một hình thức ít độc hại hơn và có thể chôn vùi xuống lòng đất. Năm 1988, chính phủ Liên bang và các trung tâm kiểm soát dịch bệnh ở Atlanta thông báo quá trình làm sạch đã thành công và rằng người dân có thể tiếp tục sống trên mảnh đất này - bây giờ đã đổi tên thành làng Black Creek. Mặc dù nhiều nhà môi trường có ý định tái định cư, nhưng phàn nàn rằng một số hóa chất vẫn còn ở dưới đất, chỉ có một số ít gia đình trở lại vào năm 1990.

Trong suốt thời gian Love Canal được làm sạch, một thành phố khác cũng dần dần trở thành một làng hoang vắng do rác thải hóa học.

Lần này nạn nhân là Times Beach - một thành phố nhỏ ở Missouri. Trong suốt những năm 1970, thành phố này đã thuê người đổ dầu lên con đường không lát đá nhằm hạn chế bụi. Các nhà thầu này đã thực hiện công việc đổ các chất dầu đặc quánh ra đường. Trong khoảng vài mùa hè, các con đường ở vùng Times Beach liên tiếp bị dầu chứa chất dioxin bao phủ. Vào năm 1982, phản ứng lại với cảnh báo từ phía công chúng về việc ảnh hưởng đến sức khỏe do dioxin gây ra, chính phủ đã tuyên bố Times Beach không thể cư trú được nữa. Cư dân ở đây đã được di dời, và thị trấn bị bỏ hoang.

Mặc dù Love Canal và Times Beach giống nhau ở khía cạnh nào đó, nhưng vẫn có một điểm khác biệt quan trọng. Trong suốt những năm 1940, khi việc gom rác xảy ra, một số ít người đã có ý kiến rằng rác thải hóa học có thể gây chết người. Các nghiên cứu khoa học về sự nguy hiểm của thuốc trừ sâu và các hóa chất khác chỉ mới bắt đầu và chúng vẫn chưa được các ngành, chính phủ hay công chúng nhận thức rộng rãi. Các công ty vùi rác hóa học xuống vùng đất trong suốt những năm này đã bất cẩn và vô trách nhiệm, nhưng có lẽ họ không biết là có hại cho sức khỏe. Tuy nhiên, cho đến những năm 1970, sự nguy hiểm của chất dioxin và các hóa chất khác đã được biết đến. Sự phá hủy của Times Beach lẽ ra đã có thể ngăn chặn được nếu như các công ty hóa chất và các nhà thầu tuân theo những chỉ dẫn an toàn thông thường và cẩn thận.

Times Beach và Love Canal không phải là trường hợp duy nhất. Rất nhiều nơi khác ở Mỹ đã bị ô nhiễm. Một trong số đó là Jackson Villiage, Arkansas một thành phố nhỏ cách Little Rock 12 dặm. Một số người dân cư trú gọi đó là làng dioxin. Ở đây có nhà máy hóa chất Vertac đã bị đóng cửa từ năm 1985. Trước khi nó bị đóng cửa, nhà máy đã sản xuất hàng chục nghìn thùng rác độc hại bao gồm một khối lượng lớn dioxin thường xuyên được dự trữ trong phạm vi nhà máy. Đường ống chứa các chất này đã bị rò. Vào thời điểm nhà máy này bị đóng cửa, phạm vi nhà máy đã chứa chất rác thải độc đủ để bao phủ 20 sân bóng với độ sâu 3 bước.

Không chỉ có các hóa chất độc hại còn hoặc trong nhà máy. Một khối lượng lớn đã ngấm vào nguồn nước. Nhiều nơi trong thành phố đã bị ô nhiễm. Ủy ban Bảo vệ môi trường đã gọi Vertac là một trong những khu vực chứa rác thải độc hại không kiểm soát được nghiêm trọng nhất nước Mỹ.

Tỷ lệ ung thư, dị tật, và những căn bệnh bất ngờ ở Jackson Villiage cao hơn tỷ lệ thông thường. Giám đốc của chiến dịch chất độc quốc gia nói về Jackson Villiage: Đây là một trong những vùng có bệnh dịch nguy hiểm đến sức khỏe nhất ở nước Mỹ. 65 người định cư ở Vertac đã bị chết và bị thương nhưng những hóa chất ở trong vùng vẫn còn trong khi ở Vertac, EPA và chính phủ địa phương và liên bang vẫn còn đang tranh cãi ai là người phải trả các chi phí liên quan đến việc làm sạch, và các bước sẽ như thế nào? Một nhà báo trong chuyến thăm thị trấn vào năm 1988 đã được người dân từng sống ở đây khuyên: Đừng nên động vào thức ăn, nước uống thậm chí là rửa tay ở Jackson Villiage.

Trên khắp thế giới, chất độc thường có trong các ngành nghề độc hại. Liên Xô cũ và các nước XHCN ở Châu Âu, nơi mà quá trình công nghiệp hóa được đặt lên hàng đầu sau Chiến tranh Thế giới thứ hai, sự ô nhiễm đã lan rộng và trở nên nguy hiểm.

Trong nhiều năm, nước Anh đã đổ rác xuống các đường hầm mỏ, từ đó các chất độc hại ngấm dần xuống nguồn nước và bờ biển. Ở Mỹ các nhà máy sản xuất dầu và hóa chất tập trung hầu hết trên dải dài 85 dặm trên bờ sông Misisippi giữa Baton và New Orleans, Louisiana. Những người ủng hộ ngành này gọi đó là hành lang dầu, còn các nhà môi trường gọi là hành lang ung thư. Ở Brazil, hành lang giữa các thành phố của Rio de Janeiro và Sao Paulo là khu vực phát triển công nghiệp nặng mạnh nhất của đất nước và đồng thời cũng là khu vực ô nhiễm nhất. Các công ty ở đây đã chôn rác mà không có những qui định gì. Mức độ nhiễm độc các chất kim loại như cadimi, crom và kẽm đã được tìm thấy trên mức cho phép trong nước ngoài bờ biển, trên các dòng suối trong khu vực. Tốc độ tăng trưởng mạnh mẽ ngành công nghiệp ở Ấn Độ và Trung Quốc cùng với việc thiếu các qui định và không có

những biện pháp chống ô nhiễm phù hợp đã tạo ra mức độ độc hại nghiêm trọng ở nhiều nơi trong vùng của các quốc gia này.

Mức độ ô nhiễm không chỉ dừng lại ở các nước có ngành công nghiệp đó. Ở Mỹ và các quốc gia công nghiệp khác, chính thái độ giận dữ và nhiều đạo luật đã gây sức ép cho nhiều nhà máy sản xuất hóa chất độc hại. Nhưng rác thải phải đi một nơi nào đó và một vài thành phố, tập đoàn đã nhận thấy rằng dễ dàng hơn và rẻ hơn khi chuyển chúng ra các nước khác hơn là giữ ở trong nước. Do vậy họ chuyển rác sang các nước khác, nơi các loại rác này có thể được đốt, giữ trong các thùng hoặc chôn xuống đất. Quá trình này gọi là đổ rác sang thế giới thứ ba. Do nhiều nước nhận rác là các nước đang phát triển trong các nước thế giới thứ ba, nơi mà nhận thức về nguy cơ môi trường và các văn bản luật để ngăn cản ô nhiễm môi trường thường chậm hơn các nước đang phát triển.

Một vài nước chấp nhận rác vì họ mong muốn có một khoản phí, nhưng trong nhiều trường hợp các nước không biết chính xác họ đang làm gì và mức độ nguy hiểm đến đâu có thể xảy ra. Rất nhiều quốc gia đã từng chấp nhận nhận rác thì nay đang đấu tranh để chống lại việc này. Năm 1998, khi Nigeria phát hiện ra rằng Ý đang đổ rác thải công nghiệp kim loại ở hải cảng nước này, những người dân ở đây đã đe dọa giết những người Ý chịu trách nhiệm về việc này. Cùng năm đó, tổ chức hòa hợp châu Phi đã thúc giục các nước thành viên cấm nhập khẩu rác thải hóa học độc hại từ các nước công nghiệp. Và một số nước Châu Phi đã hưởng ứng ban hành những quy định nhập khẩu hết sức nghiêm ngặt. Vào năm 1989, trong nỗ lực ngăn cản các chuyến hàng nguy hiểm hoặc bất hợp pháp quốc tế, Chương trình Môi trường Liên Hợp Quốc đã chấp nhận một hiệp ước kêu gọi các qui định chặt chẽ hơn đối với các chuyến hàng này. Ngân hàng Thế giới cũng tuyên bố rằng họ sẽ không cho vay để đầu tư vào các dự án liên quan đến các chuyến hàng quốc tế chở rác thải công nghiệp.

Tương tự vấn đề của các nước thế giới thứ ba, là việc các công ty của Mỹ và các nước khác sản xuất và bán ra các sản phẩm bị cấm ở Mỹ. Ví dụ ở nhiều nước trên thế giới DDT vẫn được sử dụng để trừ diệt côn

trùng. Mặc dù chất này có mức độ độc hại cao và đã bị cấm ở Mỹ từ đầu những năm 1970, các công ty Mỹ và Châu Âu vẫn tiếp tục sản xuất và bán chúng ra nước ngoài. Việc làm này không chỉ gây ô nhiễm ở các nước đó mà nhiều thực phẩm được trồng ở các nước này lại được bán cho Mỹ. Các nghiên cứu đã chỉ ra rằng, hoa quả và các sản phẩm nông nghiệp nhập khẩu khác thường xuyên có thuốc trừ sâu.

Xác định các rác thải độc hại

Không thể nói được rằng có bao nhiêu vùng rác thải độc hại ở nước Mỹ. Dự đoán có thể rất nhiều, nhưng vào năm 1987, cơ quan kiểm toán tổng hợp của quốc hội Mỹ đã chỉ ra có 425000 vị trí rác thải độc hại trong nước. Vào năm 1988, EPA đã đưa ra bản tổng kết ít nhất là 29000 địa điểm rác thải độc hại ở mức cao. 180000 hồ, ao... chứa chất độc hóa học. 16000 vùng đất tư nhân, hay địa phương và hàng nghìn giếng nước bên dưới chứa rác. Trung tâm nghiên cứu của quốc hội đã phỏng đoán tổng cộng khoảng 300000 khu rác nguy hiểm trên khắp đất nước, một vài khu vực thuộc về chính phủ liên bang. Có khoảng 5 triệu các thùng chứa dầu và xăng dưới lòng đất. Rất nhiều trong số chúng bị vỡ hoặc rò rỉ. Tất cả đã làm dấy lên một làn sóng đòi có luật bảo vệ môi trường vào những năm 1970 và 1980, Quốc hội Mỹ đã thông qua một vài đạo luật nhằm giải quyết các khu ô nhiễm nhất và ngăn chặn không để những địa điểm mới được tạo lập. Luật liên bang về diệt các loài gặm nhấm, diệt nấm, thuốc trừ sâu (viết tắt là FIFRA) được thông qua vào năm 1972. Đạo luật quy định các nhà sản xuất, mua bán và sử dụng thuốc trừ sâu dùng trước hết để phục vụ cho ngành sản xuất nông nghiệp để tiêu diệt côn trùng, loại gặm nhấm. FIFRA yêu cầu EPA phải kiểm tra tất cả các loại thuốc trừ sâu được biết đến về mức độ ảnh hưởng đến sức khỏe, nhưng vào đầu những năm 1990, chưa đến một nửa các hợp chất này được kiểm tra.

Luật an toàn nước uống (SDWA) qui định về chất gây ô nhiễm trong nguồn nước. Được thông qua vào năm 1974 và sửa lại vào năm 1986, đạo luật này đã đưa ra mức độ tối đa của các chất gây ô nhiễm (MCLs) trong số các chất độc hại có thể có trong nước uống. Nó cũng đưa ra một số điều để bảo vệ nguồn nước ngầm do các chất ô nhiễm trong

tương lai gây ra do rác thải không được xử lí, nhưng điều này đã không được ban hành.

Chính phủ Mỹ đã thông qua hai luật quan trọng qui định về rác thải vào năm 1976. Luật bảo tồn và khôi phục tài nguyên (viết tắt là RCRA), một luật được đưa ra nhằm giữ cho Love Canal mới không bị ô nhiễm như trước, là luật đầu tiên qui định phải xử lí rác thải nguy hiểm. Luật này yêu cầu bất kỳ một ngành sản xuất nào sản xuất, vận chuyển, hay lưu trữ rác thải độc hại phải có được sự cho phép của EPA và phải tuân theo các biện pháp an toàn do EPA đề ra. Các qui định của RCRA đã cải thiện phần nào tình trạng rác thải độc hại ở Mỹ, nhưng các nhà môi trường lại đưa ra một số vấn đề với luật này. Trước hết, luật này lẽ ra phải được sử dụng để buộc các ngành giảm khối lượng rác thải độc hại sản xuất ra, nhưng thay vào đó, EPA lại nhấn mạnh vào việc xử lí rác khi nó đã được sản xuất ra. Tiếp đến, không phải tất cả các nhà khoa học đều đồng ý rằng các tiêu chuẩn an toàn do EPA đề ra là đã đủ độ nghiêm ngặt. Cuối cùng là việc vi phạm các qui định của RCRA rất nhiều. EPA dự đoán rằng chỉ 44% đến 57% trong số các nhà máy có rác thải độc hại tuân theo các qui định. Trong một nghiên cứu, cơ quan kiểm toán tổng hợp của quốc hội đã nhận biết rằng các nhà kiểm tra của EPA đã không tính đến một số vi phạm đáng kể RCRA.

Luật kiểm soát các chất độc hại (TSCA) cũng được thông qua vào năm 1976. Nó yêu cầu các nhà sản xuất phải cho EPA các thông tin về các hóa chất mới mà các nhà máy này chuẩn bị sản xuất. TSCA tạo cho EPA khả năng hạn chế hoặc cấm sử dụng bất kỳ các chất độc hại nào mà hiện tại hay trong tương lai có thể ảnh hưởng đến môi trường và sức khỏe con người. TSCA đã đưa ra nhiều nghiên cứu, thí nghiệm phức tạp và hàng chồng công văn, nhưng nhiều nhà quan sát cho rằng khả năng của luật này trong việc loại trừ các hóa chất độc hại khó có thể được thực thi.

Vào năm 1980, năm mà Love Canal bị coi là khu vực thảm họa của liên bang, quốc hội đã ban hành lệnh nghĩa vụ bồi thường và phản ứng môi trường (CERCLA). Luật này gọi là Superfund bởi vì nó đề ra một khoản quỹ giá trị 1,6 tỉ đôla để làm sạch các khu vực ô nhiễm.

Superfund hướng dẫn EPA hình thành một bảng báo cáo bao gồm các khu vực bị ô nhiễm nghiêm trọng. Cho đến năm 1990, EPA đã đưa ra được hơn 26000 các địa điểm này. 1.224 trong số các khu vực này bị coi là ô nhiễm nghiêm trọng. Superfund đã vướng phải các vụ rắc rối, buông lỏng quản lý và không có nhiều các quyết định. Các nhà phê bình đã cho rằng EPA đã hoạt động không hiệu quả và chậm chạp. Trong khoảng 5 năm đầu hoạt động, chỉ có sáu khu vực được làm sạch, một trong các khu vực này đã bị rò rỉ trở lại sau 1 năm khi EPA tuyên bố khu vực này an toàn. Cho đến năm 1990, hoạt động làm sạch đã tiến hành được trên 100 khu vực. Mặc dù có những hạn chế nhưng Superfund vẫn là vũ khí số một của quốc gia chống lại sự độc hại của các chất hóa học đang tồn tại. Vào năm 1986, Quốc hội Mỹ đã tăng thêm 8,5 tỉ đôla và cũng thông qua luật Right to know tạo cho công dân có thể tiếp cận được với các thông tin về quá trình sản xuất hay dự trữ các hóa chất trong khu vực của họ.

Liệu có nhiều nơi như Love Canal trong những năm tới hay không? Gắn như là chắc chắn có. Với khoảng nửa triệu khu vực rác thải độc hại nằm rải rác trên toàn quốc, từ các nhà máy sản xuất khổng lồ tới các thùng chứa dầu dưới lòng đất vẫn còn một nửa đã bị bỏ không đang bị rò rỉ, dường như là nước Mỹ khó có thể khắc phục tốt hơn và thoát khỏi thảm họa hóa chất độc hại. Rất nhiều nước khác cũng đối mặt với viễn cảnh không mấy sáng sủa. Tuy nhiên, nhìn ở khía cạnh lạc quan, có thể giải quyết được vấn đề. Các địa điểm độc hại nhất đang được làm sạch, mặc dù tiến độ chậm và không mấy hiệu quả. Luật đã có hiệu lực mà nếu như được thực hiện chặt chẽ thì có thể giữ cho các quả bom hẹn giờ này không nổ.

Có lẽ điều quan trọng hơn là sự quan tâm ngày càng nhiều hơn của dân chúng. Vài thập kỷ trước đây, chỉ các nhà môi trường nhiệt tình mới lo lắng về vấn đề rác thải độc hại. Nhưng vào năm 1992, một cuộc điều tra quốc gia do tạp chí Parade tiến hành đã chỉ ra rằng, khoảng 69% người Mỹ nói rằng rất quan tâm đến vấn đề sự hình thành các chất rác thải, khoảng 83% dân số cũng mong muốn chính phủ sẽ có những

qui định về rác thải công nghiệp. Một số thành viên tích cực khác đã xắn tay áo và giải quyết vấn đề trực tiếp. Ví dụ, một nhà xây dựng sống ở miền Nam Carolina có tên là Carol Boykin đã giúp đỡ CASE, một tổ chức địa phương chống lại việc chôn rác thải độc hại trên bề mặt của hệ thống nước ngầm. CASE đã tập hợp được 7000 thành viên trong vòng 4 năm và buộc hoạt động chôn rác thải ngừng lại.

Các tổ chức Grass - Roots tại địa phương cũng tạo ra được sự chuyển biến, đóng cửa và làm sạch nhiều địa điểm. Những nhóm này gọi là NIMBY có khẩu hiệu của họ là "không ở sân sau" thường bị ngành sản xuất hóa chất, thậm chí là EPA và các quan chức địa phương gọi là những con vẹt. Dù vậy họ chính là lực lượng duy nhất có khả năng chống lại các thảm họa hóa chất độc hại.

Gần như 1/3 số lượng dầu được bơm lên ở nước Mỹ là từ các giếng dầu gần vịnh Prudhoe, bờ biển phía bắc Alaska. Dầu chạy dọc chiều dài phía nam của Alaska qua các đường ống, nhiều khi với lượng 2 triệu thùng một ngày. Khi dầu đến được điểm cuối phía nam của đường dầu ở hải cảng của thành phố Valdez, dầu được chuyển vào các thuyền chở tàu lớn, những con tàu có thể chuyển ngay dầu thành nguồn nhiên liệu. Những con tàu đi qua vùng Prince William Sound, một trong những địa điểm giao nhau rộng lớn nhất của biển, là vùng đất nổi tiếng về những vẻ đẹp huy hoàng và chưa bị phá hủy.

Vào sáng sớm ngày 24-3 năm 1987, một con tàu chở 53 triệu gallons dầu thô của vùng Alaska đang di chuyển về phía nam. Đó là con tàu Exxon Valdez của công ty tàu biển Exxon, một chi nhánh của công ty dầu đa quốc gia. Thuyền trưởng của tàu, Joseph Hazelwood yêu cầu một sự thay đổi, chuyển con tàu ra khỏi đường qui định bắt buộc cho tàu đi về phía Nam nhằm tránh băng trôi. Sau đó ông ta rời cầu tàu, hướng dẫn cho thuyền phó quay trở lại đường tàu thông thường sau đó vài phút. Nhưng Valdez không bao giờ quay trở về đúng lộ trình của nó. 11 phút sau khi thuyền trưởng rời khỏi trung tâm tàu, con tàu bị mắc cạn ở Bligh Reef, một bãi đá nhọn gần đảo Bligh ở phía đông nam.

Lực va chạm đã khiến tàu đâm vào đá ngầm và làm nứt toác 8 thùng dầu lớn. Không có khả năng thoát ra, Valdez dẩu bấp bênh trên

tảng đá ngầm, để dầu rò ra phía Nam trong khi thuyền trưởng thông báo tin tức tồi tệ này cho bảo vệ cảng. Hai ngày tiếp theo, các hãng tin tức mang các thông điệp tồi tệ về vụ tràn dầu đi khắp thế giới. Dân chúng trên khắp thế giới buồn bã và tức giận bởi những hình ảnh về những con hải cẩu, hải âu cố gắng một cách tuyệt vọng để chống lại những vệt đen đang tràn ngập khu vực sống của chúng.

Thảm họa tàu Valdez không phải là thảm họa tràn dầu duy nhất mà thế giới từng chứng kiến. Cụm từ tràn dầu đã xuất hiện từ những năm 1967 khi chiếc thuyền có tên Torrey Canyon chìm gần Scilly Islands ngoài bờ biển phía tây nam nước Anh. Là vụ tràn dầu lớn nhất của thế giới, Torrey Canyon đã làm chảy 37 triệu gallons dầu xuống biển, sau đó lượng dầu này tràn vào bờ. Vào năm 1978, Amoco Cadiz làm tràn 68 triệu gallons xuống biển nước Pháp, làm cho bờ biển nước Pháp bị ô nhiễm nặng nề.

Vì nhu cầu về dầu của thế giới tiếp tục tăng, khai thác dầu và chuyên chở dầu cũng tăng là điều tất yếu. Hai vụ tràn dầu nghiêm trọng xảy ra năm 1979, gần đảo Trinidad ở phía nam bờ biển Caribe, thuyền Atlantic Empréss đâm phải thuyền Aegen Captain, 110 triệu gallon dầu đã bị tràn. Một vụ nổ tại Ixtoc, một giếng dầu ở vịnh Campeche ngoài khơi vịnh Mehico, gây ra một vụ tràn dầu lớn nhất trong lịch sử, 200 triệu gallons dầu đã bị tràn. Một năm sau, tàu Sernade của Irene chìm ở Hi Lạp làm tràn 35 triệu gallon dầu.

Các thảm họa vẫn tiếp tục xảy ra. Một trong những thảm họa tràn dầu lớn nhất xảy ra năm 1983, khi một thiết bị dầu ngoài khơi bị gãy ở Vịnh Persian Guef, làm 220 triệu gallon dầu tràn xuống biển. Cùng năm Castillo del Beliver bị cháy ở miền nam Châu Phi, làm 75 triệu gallon dầu bị tràn và ô nhiễm bờ biển này.

Đầu năm 1989, một con thuyền của Achentina đã làm tràn 170000 gallon nhiên liệu diezen ở vùng khơi Antarctic, và đây chính là vụ tràn dầu đầu tiên ở vùng này. Sau đó là thảm họa Valdez vào tháng 3. Vào tháng 4, thuyền chở dầu đã bị nứt ở bờ Biển Đỏ làm tràn 1 triệu gallon dầu lên bãi đá ngầm. Sau đó vào năm 1989, có tổng cộng 3 vụ tai nạn khác nhau xảy ra ở vùng biển châu Mỹ, tổng cộng 1,5 triệu gallon dầu

đã bị tràn. Năm 1990, một con tàu chở dầu lớn của Iran là Kharg-5 bị nổ ngoài khơi Morocco, làm tràn 20 triệu gallon dầu.

Năm 1993 bắt đầu với 2 vụ tràn dầu lớn ở 2 cực của thế giới. Tháng 1, Braer - một tàu chở dầu từ Na Uy tới Canada đã cắt ngắn đường để tiết kiệm thời gian và đã bị vỡ làm đôi ở vịnh đá ngầm Shetland, cách Scotland 200 dặm về phía Nam. Gần 25 triệu gallon dầu bị tràn xuống vịnh. Dầu đã tràn lên các bãi biển, xâm chiếm khu vực sống của cá làm giảm sản lượng cá hồi, giết các loài chim, hải cẩu, rái cá. Dầu cũng lẫn vào trong không khí do sức gió của Shetland. Dầu tràn vào trong bờ làm ô nhiễm hàng ngàn mẫu ruộng là nguồn sống của bao người dân.

Sau đó vài tuần, 2 con tàu va chạm nhau ở vịnh Bengal phía đông Ấn Độ. Chúng đi vào con đường biển nhộn nhịp nhất của thế giới là eo biển Malaca, một con kênh biển tách Indonesia khỏi Đông Nam Á. Eo biển này là một phần của đường biển tiêu chuẩn cho nhiều con tàu đi giữa Ấn Độ Dương và Đông Nam Á. Một trong hai con tàu là tàu không tải. Con tàu kia là tàu Đan Mạch gọi là Maersk Navigator, đang chở 84 triệu gallon dầu từ Oman tới Nhật Bản. Nó bắt lửa và cháy trong vòng 6 ngày. 30000 tấn dầu đã bị tràn tạo ra 3 vùng dầu loang trên mặt đại dương, đe dọa sự sống không chỉ cho các loài cá mà còn cả các loài rùa quý hiếm, các động vật biển lớn tương tự như lợn biển của vùng biển Florida.

Đối với nhiều người, cụm từ tràn dầu gợi lên một bức tranh thảm họa về cái chết của những động vật và chim chóc trong nỗ lực tuyệt vọng trên bờ biển. Chắc chắn những cái chết tức thời của các động vật hoang dã và sự ô nhiễm của các bờ biển là những kết quả rõ ràng của các vụ tràn dầu. Nhưng những tác hại về lâu dài của chúng chưa thể nhận rõ ràng ngay. Các nhà khoa học và cả các chuyên gia về các vụ tràn dầu cũng không hiểu được làm thế nào để kiểm soát các vụ tràn dầu và hạn chế các tác hại của chúng. Vụ tràn dầu Valdez, mặc dù không cần thiết phải bi thảm như vậy, đã được coi như là một thư viện, ở đó các nhà khoa học có thể nghiên cứu sự tác động của ô nhiễm dầu và các thí nghiệm với các biện pháp xử lý dọn sạch. Đây cũng coi như là bài học đắt

giá về những khó khăn trong vận chuyển xăng dầu, và các hạn chế của các kế hoạch khẩn cấp.

Rất nhiều nhà khoa học và các chuyên gia ngành dầu, những người đã làm việc với vụ thảm họa Valdez đều vẫn chưa thể bàn luận những sự nhận biết của mình. Những nhận biết này là những bằng chứng trong phiên tòa có thể sẽ kéo dài hàng năm khi Exxon, một bang của Alaska và hàng trăm công dân tranh luận về trách nhiệm và mức bồi thường về vụ tràn dầu. Nhưng nét chính của các sự kiện sau khi con tàu bị mắc cạn đã khá rõ ràng.

Đã có sự trì hoãn đáng kể trong việc đưa công nhân và các thiết bị đến địa điểm bị tràn dầu và tổ chức đội cứu trợ khẩn cấp. Các nhà điều hành đường ống, các công ty dầu, các quan chức địa phương và liên bang có trách nhiệm phải biết được cần phải làm gì và họ phải có được các thiết bị cần thiết trong mọi lúc. Nhưng khi thảm họa xảy ra, phải mất 12 giờ sau đội phản ứng nhanh của công ty dịch vụ đường ống Alyeska mới kiểm soát hết 28 dặm ống dầu thay vì 5 giờ như yêu cầu trong hợp đồng. Hơn thế nữa, các thiết bị của họ chỉ có thể có hiệu quả cho các vụ tràn dầu từ 1000 đến 2000 thùng dầu, trong khi vụ tràn dầu Valdez gấp nhiều lần hơn thế (mỗi thùng dầu tương đương 42 gallon). Các quan chức Alaska đã phàn nàn rằng, một vụ tràn dầu ở qui mô lớn chỉ có thể xảy ra 1 lần trong 241 năm. Khi nghe thấy điều này, một thành viên trong hiệp hội ngư dân của địa phương đã trả lời: người ta thường nói rằng chỉ có một trong số hàng trăm vụ tràn dầu được giải quyết. Vấn đề là ở chỗ họ không đến những nơi xảy ra nhiều.

Ban bảo vệ bờ biển và nhóm thủy thủ Exxon bắt đầu làm việc để dọn sạch con tàu đã bị vỡ, do vậy mà 42 triệu gallon dầu còn lại không bị tràn ra. Họ cũng cố gắng vớt dầu rò rỉ trên mặt nước. Nhưng do thiếu kinh nghiệm dùng các thiết bị và túi để chứa dầu hút được, việc hút dầu không được hiệu quả mặc dù Valdez đã không còn rò rỉ nữa.

Cách cơ bản để đối phó lại với tình hình tràn dầu là giữ chúng hay hạn chế chúng khỏi lan rộng bằng các rào cản nổi gọi là các vật chắn. Ngay sau khi tràn dầu thì các ngư dân phải chuẩn bị tất cả các rào cản

có sẵn và cố gắng bảo vệ các trứng cá trích và cá hồi trong điều kiện an toàn, nhưng họ chỉ có thể bảo vệ được một phần nhỏ. Exxon sau đó cũng mượn các thiết bị vận chuyển của máy bay quân sự và một vài đồ chắn nổi từ khắp mọi nơi nhưng mọi nỗ lực đều đã quá muộn và chẳng thấm vào đâu. Nhiệt độ quá lạnh ở đó đã làm cho dầu dày lên và rất khó có thể vớt. Tuy nhiên thì các phao nổi cũng có tác dụng trong chiến dịch làm sạch.

Điều kiện của nước cũng quyết định mức độ hiệu quả của các giải pháp đối phó khẩn cấp, tác dụng của việc phân tán hay các chất hóa học tương tự như xà phòng làm tan dầu và cho phép chúng hòa lẫn với nước. Sục nước cũng rất cần thiết để hòa lẫn các chất này với nước, nhưng tình trạng vẫn không thay đổi sau tai nạn vài ngày, các quan chức liên bang, những người phải chịu trách nhiệm về vấn đề này đã cho rằng những chất hòa tan này có thể không tốt. Cho đến lúc việc thử nghiệm diễn ra chứng minh rằng các chất hòa tan này có thể có tác dụng, một đợt gió mạnh nổi lên đã làm cho việc phân tán gặp khó khăn. Ở bất kỳ mức độ nào thì Exxon cũng không có đủ các chất hòa tan để thực hiện công việc làm sạch. Cuối cùng thì nỗ lực để hút dầu tràn ra ngay sau khi tràn dầu vẫn không thành công.

Sự tràn dầu ở Prince William Sound xảy ra như sau: Chỉ trong vòng hai tháng, dầu đã tràn đi hàng nghìn dặm dọc theo vịnh Alaska làm ô nhiễm bờ biển Kenai Peninsula và một số hòn đảo bao gồm Kodiak. 4 khu cư trú của động vật hoang dã quốc gia, 3 công viên quốc gia và rừng quốc gia Chugach đã bị tác động. Dầu đọng lại trên 1200 dặm bờ biển tương đương với chiều dài giữa Boston tới Outer Banks của vùng bắc Carolina.

Sự nguy hiểm do tràn dầu đối với đời sống hoang dã đã được biết đến. Các loại chim biển có thể rất khó bay do bị dính dầu, khi chúng cố gắng lau dầu khỏi bộ cánh của mình, dầu có thể làm chúng bị nhiễm độc. Thậm chí những con chim không chết ngay lúc đó cũng bị nguy hiểm, bởi một lượng nhỏ dầu đã vào cơ thể chúng có thể gây nên bệnh thiếu máu. Các loài rái cá và hải cẩu bị nhiễm độc có thể bị mù hoặc mắc phải căn bệnh về phổi, thận, hệ hô hấp. Thêm vào đó, lông của rái

cá có thể mất khả năng bảo vệ chúng khi mà nó đã bị nhiễm dầu, chúng có thể bị chết. Những động vật như đại bàng, chồn, gấu và cáo mà ăn cá động vật bị nhiễm độc dầu thì bản thân chúng cũng bị nhiễm dầu. Cá có thể bị nhiễm độc trực tiếp từ dầu hoặc gián tiếp qua hệ thống thức ăn của chúng. Con số chính xác những động vật bị chết do dầu không thể biết hết được, nhưng ít nhất là 1000 rái cá biển và 100000 chim chóc (bao gồm 150 đại bàng đầu hói) đã bị chết.

May mắn là dầu không chìm xuống dưới biển nơi mà có thể có tác động lâu dài rất lớn đến hệ sinh thái. Thay vì thế, hầu hết số dầu này tràn lên bờ biển. Nơi mà đội làm sạch đã làm việc hàng tháng trời, đã sử dụng nhiều loại kĩ thuật khác nhau để làm giảm độ dày của lớp dầu khỏi các bờ đá ngầm và các vịnh nhỏ.

Có khoảng 11000 người đã tập hợp ở các bờ biển bị nhiễm dầu nghiêm trọng. Một số người là các nhà môi trường, một số người khác là công nhân bình thường, họ nhận tiền lương trả theo giờ. Nhưng cũng có nhiều người tình nguyện, họ tự cảm thấy mình phải làm gì được để giúp đỡ được phần nào. Một vài người ở các trung tâm cứu trợ động vật, chim chóc và chăm sóc thuốc cho các con rái cá ở các vùng bị ô nhiễm nặng nề. Những người dân địa phương sử dụng cả dụng cụ gia đình để vớt dầu khỏi mặt nước. Nhiều người đã chỉ trích rằng việc làm sạch các bãi đá là không tưởng, bởi vì sóng biển sau đó lại mang dầu vào trong bãi biển. Nhưng công nhân vẫn tin tưởng rằng còn nước còn tát giống như một học sinh trung học đã nói khi đang vớt dầu với bộ quần áo cũ.

Nhiều các giải pháp tinh vi hơn đã được sử dụng. Các đội tập hợp xung quanh vùng bị ô nhiễm với các phao nổi và các ống nước dài có áp suất lớn để làm tản dầu đã được vớt lên. Trong một chương trình gọi là bioremediation, các nhà khoa học đã dùng vôi nước để xịt lên khu vực đặc biệt là các khu vực sinh sản bị ô nhiễm nặng. Những khu vực sinh sản này thúc đẩy sự tăng trưởng tự nhiên của các loài vi khuẩn có thể làm tan dầu. Quá trình này đang có hiệu quả đáng kinh ngạc và có thể được sử dụng cho các vụ tràn dầu khác, mặc dù các nhà sinh học cảnh báo rằng việc kích thích sinh sản có thể có tác dụng nguy hại lên môi trường sinh vật biển nếu chúng bị lạm dụng quá nhiều.

Liệu Vịnh prince William Sound và vịnh Alaska có phục hồi được hay không ? Các chuyên gia có hai ý kiến khác nhau về khía cạnh này. Nhưng vẫn còn quá sớm để có thể khẳng định nó sẽ chuyển biến theo hướng nào. Các nhà khoa học, những người chịu trách nhiệm về các vùng biển bị ô nhiễm như bờ biển Pháp năm 1978, đã cho rằng thiên nhiên có sức mạnh đáng kể trong việc phục hồi, mặc dù họ vẫn thận trọng khi cho rằng khả năng phục hồi nhanh chóng của môi trường sinh thái không thể mang lại các yếu tố tránh cho các tác động tiêu cực.

Một năm sau khi vụ tràn dầu Valdez, một số nhà sinh học làm việc tại khu vực này tỏ ra thận trọng khi bày tỏ sự lạc quan. Mặc dù các ngư dân trong vùng đã phải bỏ ra hàng triệu đôla thu nhập trong mùa cá 1989 - 1990, lượng cá dường như là không bị giảm đi là bao. Mức độ dầu trong nước và vật mẫu thấp hơn mức độ mà các chuyên gia phỏng đoán. Mặc dù nhiều cá và các vỏ sò trong vùng nước bị ảnh hưởng bởi vụ tràn dầu phải được kiểm tra mức độ ô nhiễm và rất nhiều vật mẫu chứng tỏ không an toàn khi ăn vì trong tế bào của chúng có chứa nhiều hợp chất dầu.

Chỉ có một điều chắc chắn về hậu quả của vụ tràn dầu Valdez và điều này có nghĩa là các bộ luật sẽ tiếp tục điều chỉnh trong vòng nhiều năm tới. Vào tháng 7-1992, tòa án Alaska đã lật lại bản án chống lại Joseph Hazelwood, thuyền trưởng của Valdez người đã bị buộc tội là cầu thả và trong tình trạng say sưa. Liên bang đã lập kế hoạch kháng cáo lại các lời buộc tội này ở tòa án Alaska với hi vọng sửa đổi bản cáo trạng. Trong suốt 3 năm sau vụ tràn dầu, Exxon đã dùng 2,5 tỉ đôla với nỗ lực làm sạch và hứa sẽ đầu tư 1 tỉ đôla nữa. Nhưng một vài người dân Exxon cho rằng vẫn chưa đủ để tái lập lại nơi cư trú cho khu vực đã bị ô nhiễm. Exxon và Hazelwood vẫn phải đối mặt với các điều khoản trong luật dân sự của Alaska, các nhóm bảo vệ môi trường và các nhà kinh doanh. Ngành sản xuất dầu đã yêu cầu 250 triệu đôla để thành lập 5 trung tâm phản ứng khẩn cấp, mỗi trung tâm phải được trang bị để đối phó với các vụ tràn dầu 8,4 triệu gallon. Một giải pháp nữa là yêu cầu các tàu chở dầu phải có hai lớp thân tàu để có thể bảo vệ tàu khỏi bị vỡ trong trường hợp có tai nạn. Các nhà khoa học cũng đang phân tích kết

quả của chương trình làm sạch ở Alaska và làm việc để đề ra các giải pháp hiệu quả hơn trong việc chứa đựng và làm tan dầu.

Đằng sau những nỗ lực này là thực tế không thể tránh khỏi, nó sẽ xảy ra lần nữa. Như sự phụ thuộc của thế giới vào nguồn nhiên liệu hóa thạch vẫn tiếp tục tăng, dầu sẽ vẫn được khai thác, chuyên chở và sự thật tràn dầu vẫn xảy ra.

Nhưng tràn dầu từ các vụ tai nạn chỉ chiếm một phần nhỏ trong số dầu làm ô nhiễm nước. Cứ 1000 tấn dầu được vận chuyển thì có 1 tấn bị tràn xuống biển trong quá trình vận hành. Sách cẩm nang sinh thái học toàn cầu xuất bản 1990 có báo cáo cho biết một báo cáo công khai hàng năm năm 1990 cho biết 2/3 các phần bị ô nhiễm của các đại dương là do các hoạt động thường ngày của ngành vận chuyển dầu, và chỉ 1/3 là do tràn dầu. Những người muốn chứng kiến ô nhiễm dầu giảm chỉ ra rằng chúng ta sẽ còn phải thay đổi cách vận chuyển. Nhưng cách tốt hơn vẫn là tìm ra các nguồn nguyên liệu khác và giảm lượng dầu sử dụng.

Một kết quả của thảm họa Valdez đã giúp chúng ta hi vọng về tương lai là những nguyên tắc Valdez được đưa ra vào tháng 9 năm 1989 bởi một nhóm các nhà môi trường và các lĩnh vực đầu tư bao gồm câu lạc bộ Sierra, hội quốc gia Audubon và diễn đàn đầu tư xã hội. Được đặt tên sau thảm họa tràn dầu Alaska, những nguyên tắc Valdez đã đưa ra được các giải pháp cho việc đầu tư và phát triển các giải pháp bảo vệ môi trường. Các công ty đã ký tên vào bản thông cáo Valdez đồng ý giảm ô nhiễm và tìm kiếm các giải pháp sử dụng nhiên liệu hiệu quả hơn và chịu trách nhiệm trong việc phục hồi lại tự nhiên. Người tiêu dùng và các nhà đầu tư, những người muốn các đồng đôla của họ được đầu tư hơn là bị thua lỗ, liệu các công ty có cam kết ủng hộ những nguyên tắc Valdez hay không? Những người thành lập ra bản thông cáo này cũng thúc đẩy các sinh viên, những người đang lập kế hoạch cho nghề nghiệp của mình để xem xét các cam kết của các công ty trong nghĩa vụ đối với môi trường khi họ nghĩ về tìm việc. Chỉ khi có đủ các cá nhân nhận thấy rằng bảo vệ môi trường là quan trọng thì các tập đoàn và các chính phủ sẽ thay đổi và dùng ít dầu đi, và tránh được các thảm họa tràn dầu trong tương lai. Một trong những sự kiện được miêu tả trong thế kỷ 20

xảy ra năm 1945, trong suốt Chiến tranh thế giới 2 khi Mỹ ném 2 quả bom nguyên tử xuống Nhật Bản. Đó là những quả bom đầu tiên và cũng là những quả bom duy nhất trong chiến tranh. Sự tàn phá của những quả bom này đã khiến chiến tranh kết thúc và khiến thế giới bị sốc về sức mạnh khổng lồ của một năng lượng mới chưa được biết đến.

Trong hàng thập kỷ sau chiến tranh, sức mạnh hạt nhân dường như là có hai mặt, một là ở thảm họa, một là tích cực. Mặt tiêu cực của sức mạnh hạt nhân được nhận thấy trước hết ở Hiroshima. Không có thứ vũ khí nào từng làm chết và tàn phá ở mức độ khủng khiếp như vậy, và con người đang lo sợ sẽ xảy ra lần nữa. Những nỗi lo lắng này tăng lên trong thời kỳ chiến tranh lạnh - một thời kỳ kéo dài nhiều thập kỷ thù địch giữa các quốc gia hạt nhân. Vì cả hai bên đều tàng trữ vũ khí hạt nhân nên người dân đều tự hỏi rằng điều gì sẽ xảy ra khi chiến tranh bùng nổ. Các tổ chức chính phủ và cá nhân đã xây dựng những nơi trú ẩn tránh chất phóng xạ dưới lòng đất nhằm bảo vệ con người khỏi các chất kích hoạt phóng xạ chết người rơi xuống sau khi vụ nổ hạt nhân xảy ra, mặc dù một số chuyên gia đã nhận định rằng những nơi trú ẩn như thế thực sự không thể bảo vệ được con người khỏi các tác động phóng xạ. Vào những năm 1960 và 1970, con người đã tạo ra các mối quan hệ không dễ dàng tới nút khẩn cấp và lo lắng rằng ngày tận thế đang đến gần bởi vì một người lính hoảng sợ đã gây ra sự cố trên radar. Vào những năm 1980, khi các vũ khí hạt nhân trở nên phổ biến và có sức mạnh khủng khiếp hơn cả bom đã bị ném xuống Nhật Bản, các nhà khoa học đã bắt đầu nghĩ tới một mùa đông hạt nhân - một giai đoạn kéo dài với bóng tối và lạnh lẽo - một thời kỳ có lẽ là ngày tận thế đối với con người và Trái Đất.

Nhưng vẫn có những mặt đáng lạc quan đối với năng lượng hạt nhân. Trong những năm 1950, năng lượng hạt nhân đã được phát triển như một nguồn năng lượng mới có thể cung cấp điện không giới hạn. Các kỹ sư hạt nhân mà nhiều người trong số họ đã tốt nghiệp từ chương trình học về phát triển vũ khí hạt nhân, đã chuyển đổi sự suy nghĩ của mình sang thiết kế và xây dựng các nhà máy hạt nhân. Họ cho rằng năng lượng hạt nhân có thể, sạch, rẻ và an toàn. Nhưng các nhà phê phán

chương trình này thì cho rằng họ đã sai lầm trong tất cả sự tính toán của mình.

Cho đến cuối những năm 1980, nỗi lo lắng về chiến tranh hạt nhân đã giảm xuống phần nào. Mặc dù hòa bình thật mong manh và không thể đảm bảo, một loạt các biện pháp giữa các siêu cường hạt nhân vào cuối thời kỳ chiến tranh lạnh đã khiến cho nguy cơ của chiến tranh hạt nhân giảm đi chút ít. Tuy nhiên, chính mặt tốt này của năng lượng hạt nhân hiện nay lại làm mọi người lo ngại. Các nhà máy năng lượng hạt nhân tưởng như là câu trả lời cho nhu cầu không bao giờ cạn về năng lượng giờ đây lại là mối đe dọa cho sức khỏe con người. Các nhà khoa học vật lý, môi trường tin rằng các nhà máy năng lượng hạt nhân của thế giới nguy hiểm hơn cả các cuộc chiến tranh hạt nhân.

Năng lượng hạt nhân ở trong các nhà máy hạt nhân hay trong bom đều được sản xuất bởi các chất kích hoạt phóng xạ hay sự thay đổi giữa các phân tử khiến cho năng lượng ở dạng các nguyên tử cực nhỏ chuyển động rất nhanh. Một số các chất trong tự nhiên là các chất phóng xạ như là uranium. Nó được thực hiện thông qua sự nhân đôi các hạt nhân của các phân tử tách ra và sinh ra năng lượng. Các nhà máy năng lượng hạt nhân chứa nhiều các phòng mà người ta gọi là lò phản ứng, ở bên trong các lò phản ứng các hiện tượng nhân đôi xảy ra và duy trì sử dụng các chất kích hoạt phóng xạ như là nhiên liệu cho quá trình kích hoạt. Mặc dù có nhiều cách khai thác năng lượng từ quá trình phản ứng nhưng ở hầu hết các nhà máy quá trình nhân đôi làm nước nóng lên tạo ra các hơi nước làm quay các tuabin.

Một số lò phản ứng gọi là lò phản ứng sinh sản, chúng sản xuất ra nhiều nguyên liệu kích hoạt phóng xạ dưới dạng chất phóng xạ cao như plutoni hơn là dùng trực tiếp. Đó là các lò phản ứng sản xuất ra các chất plutoni cho đầu nổ của tên lửa hay ngư lôi hạt nhân. Ở Mỹ, các lò phản ứng sinh sản do phòng năng lượng (DOE) điều hành và kiểm soát bởi chính phủ. Nhưng các lò phản ứng thương mại thông thường do các công ty địa phương sở hữu và điều hành dưới sự kiểm soát của ban lãnh đạo cấp cao do chính phủ chỉ định gọi là Ủy ban quy tắc hạt nhân (NRC).

Một đặc điểm của chất kích hoạt phóng xạ là tuổi thọ của nó. Mọi chất phóng xạ đều có đặc tính riêng mà các nhà khoa học gọi là chu kỳ bán phân huỷ, là thời gian tách một nửa nguyên tử của chất phóng xạ một cách tự nhiên. Ví dụ, urani - 238 có chu kỳ phân rã là 4,5 tỉ năm. Điều đó có nghĩa là phải mất 4,5 tỉ năm cho urani giải phóng 1/2 chất phóng xạ và 4,5 tỉ năm nữa để giải phóng nốt phần còn lại... Rất nhiều chất kích hoạt phóng xạ có thể tiếp tục phát nhiệt ở mức độ nguy hiểm hàng nghìn năm.

Chất bức xạ nguy hiểm cho mọi hình thái của cuộc sống. Hàng thập kỷ trước khi chất phóng xạ nhân đôi do con người tạo ra đầu tiên, công nhân ở các công ty này thường có tỉ lệ mắc bệnh cao, đặc biệt ung thư miệng và họng. Hóa ra là, các công nhân bị ốm yếu là những người đã sơn lớp dạ quang trên bề mặt của đồng hồ, sử dụng các chất sơn có chứa một lượng nhỏ chất radi, là một chất kích hoạt phóng xạ tự nhiên. Họ có thói quen là liếm các bàn chải sơn để cho bàn chải có độ bền nhất định, và qua năm tháng họ đã hấp thụ đủ chất radi làm cho họ bị ốm. Ở mức độ cao chất radi có thể làm chết người nhanh chóng. Tác động tương tự như tác động của các cơ thể bị bỏng của các nạn nhân chất phóng xạ trước đây ở Hiroshima và Nagasaki thường bị đen và bị méo mó. Thậm chí khi có vụ nổ chất phóng xạ tất yếu xảy ra thì các nạn nhân sẽ bị bỏng nghiêm trọng. Nhưng những tác hại nghiêm trọng vẫn chưa thể biết hết. Chất phóng xạ thấm vào các tế bào sống và phá hủy chúng, gây bệnh ung thư nhiều năm sau vụ nổ. Một trong những chất phóng xạ mà ai cũng biết là ánh sáng Mặt Trời. Ánh sáng Mặt Trời có thể làm cháy da và gây bệnh ung thư da. Mức độ chất phóng xạ cao có thể gây ra bệnh ung thư phổi, dạ dày, máu và các bộ phận khác của cơ thể. Nó cũng có thể phá hủy tế bào gen và gây quái thai.

Chất phóng xạ trong không khí, nước, đất được đo bằng đơn vị curi, do Marie và Pierre Curie là những người phát hiện ra radi. Về mặt sức khỏe con người, chất phóng xạ được đo bằng đơn vị rem và millirem. (1 millirem bằng 1/1000 rem). Một người nếu hấp thụ 600 rem sẽ chết trong khoảng 60 ngày. 1/2 trong số những người hấp thụ 400 rem sẽ chết. Vào cuối giai đoạn này, hầu hết người Mỹ đã hấp thụ khoảng 100

millirem 1 năm từ chất phóng xạ trong không gian, tia X, và các quá trình phóng xạ của các hoạt động hạt nhân như các vụ thử bom. Các nhà khoa học vẫn đang cố gắng nỗ lực dự đoán xem mức độ chất phóng xạ là bao nhiêu sẽ dẫn tới dị tật bẩm sinh và bệnh tật.

Khi tranh cãi về rằng nhà máy hạt nhân là nguy hiểm, những người phản đối luôn chỉ về nhà máy V, một khu vực được coi là có tai nạn tồi tệ nhất trong lịch sử.

Chernobyl là một thị trấn ở Ucraina, nguyên là một phần lãnh thổ của Liên Xô trước đây. Ở đây người ta đã xây dựng 4 lò phản ứng hạt nhân, mỗi lò phản ứng sản xuất điện đủ để cung cấp cho các thành phố có độ lớn như Toledo, Ohio. Chernobyl được coi là nhà máy an toàn cho đến 25 tháng 4 năm 1986. Ngày đó, công nhân tại lò phản ứng số 4 chuẩn bị thử nghiệm các phương thức nhất định. Trong quá trình này họ đã phá vỡ một số qui tắc an toàn của chính họ. Họ tắt một thiết bị làm lạnh khẩn cấp và họ tắt nút kiểm soát mức độ của chất phóng xạ.

Vào buổi sáng sớm ngày tiếp theo máy tính chỉ rằng mức độ chất phóng xạ đã vượt qua giới hạn trong lò phản ứng, nhưng các kĩ sư đã bỏ đi hệ thống báo động tự động và tiếp tục thử nghiệm. Sau này một chuyên gia đã nhận định "điều này giống như các phi công máy bay thử nghiệm động cơ khi đang bay". Chất phóng xạ sau đó trở nên nguy hiểm và bất ngờ vượt qua mức kiểm soát. Chỉ trong vòng 4 giây, năng lượng vượt 100 lần mức độ cho phép của lò phản ứng. Một lượng lớn chất urani bị tách rời và phá vỡ lớp than chì bọc xung quanh. Khi gặp nước thường dùng để làm lạnh các lò phản ứng, chất urani cực nóng này đã gây ra vụ nổ đồng loạt hơi nước, thổi bay mái lò phản ứng. Các mảnh urani và than chì bay vào không khí và rơi xuống, trong khi đó bụi của chất phóng xạ bay cao ba dặm và lẫn vào không khí. Các nhà điều tra phóng xạ ở Thụy Sĩ và khắp mọi nơi đã biết được dấu hiệu đầu tiên của vụ nổ chất phóng xạ. Ảnh hưởng của chất phóng xạ bắt nguồn từ Chernobyl sau đó đã chia làm hai luồng, một trôi dạt sang Châu Âu, một dọc theo Châu Á sang Thái Bình Dương, thậm chí sang cả Alaska. Ở Châu Âu, dân chúng đã phản ứng trong nỗi lo sợ và hoảng loạn. Các bộ bảo hộ chất phóng xạ được phân phát và người ta phải kiểm tra không khí và

nước. Báo chí và các phương tiện thông tin đã khuyến cáo người dân giặt quần áo của mình hàng ngày, lau chùi giày của họ trước khi vào nhà và tránh mang các bụi ô nhiễm vào trong môi trường sống của họ. Các sản phẩm nông nghiệp trị giá hàng triệu đôla như lúa mì của Ý, sữa Đức, khoai tây Hà Lan, thịt bò Anh, đã bị ô nhiễm và bị hỏng. Bị tàn phá nghiêm trọng nhất là những người du cư sống bằng nghề nuôi tuần lộc ở Bắc Scandinavia và Đông Bắc Nga. Ô nhiễm phóng xạ đã đặc biệt nghiêm trọng ở các khu vực này, hầu như tất cả bầy tuần lộc này đã bị chết, ảnh hưởng nghiêm trọng đến nền kinh tế và lối sống truyền thống ở vùng này.

Tàn phá nguồn cung cấp lương thực đã là tồi tệ, nhưng nỗi ám ảnh về những bệnh tật do chất phóng xạ gây ra cũng là điều phải đối diện. Mặc dù các nhà khoa học cho rằng hầu hết người dân ở Châu Âu nhận được chưa đến 10 millirem trong vụ nổ hạt nhân này, nhưng người dân ở Scandinavia và miền Tây nước Nga lại hấp thụ nhiều hơn nhiều. Không ai biết được tác động lâu dài lên sức khỏe của người dân sẽ như thế nào. Ở Ucraina, khu vực gần với vụ nổ, mức độ ô nhiễm còn nghiêm trọng hơn nhiều. Không thể nói được tác hại cuối cùng của vụ Chernobyl là gì. Hơn 116.000 dân chúng đã được di dời ra khỏi khu vực cách xa 18 dặm. Trong số những người này, khoảng 24.500 nhận được lượng chất phóng xạ cao, các nhà khoa học dự đoán khoảng 100 đến 200 trong số họ sẽ mắc bệnh ung thư. Người ta phỏng đoán số người mắc bệnh tại Châu Âu và Liên Xô cũ trong những năm tiếp theo sẽ tăng từ 5000 đến 75000 người.

Vụ nổ này cũng ảnh hưởng nghiêm trọng tới tài chính. Những người di dời cần phải được chăm sóc y tế, trang bị nhà cửa, nhưng chi phí lớn nhất là phải làm sạch các vùng đất nhiễm phóng xạ. Chính quyền đương nhiệm đã nhanh chóng chôn các mảnh phóng xạ xuống đất. Sau đó, họ chôn tất cả các lò phản ứng trong một khung sắt được bao bọc bởi các rào cản và các thiết bị cần thiết. Các nhà khoa học, những người thiết kế ra khung này hi vọng rằng nó sẽ tồn tại an toàn trong một thời gian dài vì phải mất hàng trăm năm trước khi các chất phóng xạ ở bên trong bị tiêu hủy để cho con người có thể vào trong đó.

Tuy nhiên, họ không biết rằng liệu chất bảo vệ có phát huy hiệu quả của mình hay không. Những chất còn chứa đựng trong vụ nổ ở Chernobyl lần đầu tiên người ta tìm thấy, nhưng các nhà quan sát bên ngoài nghiên cứu về các chất này vào năm 1990 cho rằng chúng đã bị tiêu hủy.

Chernobyl là thảm họa hạt nhân khủng khiếp nhất được biết đến từ trước đến nay, nhưng vẫn còn hai vụ tai nạn nghiêm trọng khác xảy ra vào năm 1957, thời kỳ đầu của hạt nhân. Tại nhà máy hạt nhân Windscale ở Anh, vụ cháy lò phản ứng đã thải ra một lượng lớn chất kích hoạt phóng xạ poloni và iot vào môi trường. Hàng trăm trường hợp bị mắc bệnh ung thư được cho là có nguyên nhân từ vụ tai nạn này. Và một vụ tai nạn xảy ra ở nhà máy vũ khí hạt nhân gần Kyshtym, vùng núi Uran của Nga, làm hàng trăm người chết và hàng chục nghìn người phải di cư.

Cũng như vậy tại Mỹ có một vụ tai nạn hạt nhân nghiêm trọng. Vào 28/3/1979, lỗi kỹ thuật kết hợp với lỗi điều hành đã gây ra một thảm kịch tại lò phản ứng của nhà máy hạt nhân Three Mile Islands (TMI) tại bang Pennsylvania, lò phản ứng đã rất gần với giai đoạn gọi là nấu chảy, các vỏ bọc lò phản ứng dường như đã bị tan ra do nhiệt độ cao và một lượng chất phóng xạ đã bị thải ra. Một vài chất ô nhiễm phóng xạ đã bị rò rỉ từ trong lòng lò phản ứng vào môi trường, nhưng gần như tất cả các chất này tràn ra trong nhà máy. Không ai chết do nguyên nhân trực tiếp từ vụ nổ rò rỉ này, nhưng các chuyên gia cho rằng những người đang cư trú tại khu vực này trong thời gian đó có thể bị nguy cơ mắc bệnh trong tương lai.

Lò phản ứng này đã bị đóng cửa ngay lập tức và công việc thu dọn những thiệt hại và các trang thiết bị của lò phản ứng được tiến hành. Quá trình thu dọn thật sự là một cơn ác mộng dai dẳng và tốn kém. Đầu tiên, các quan chức của các công ty có nhiệm vụ nói rằng phải cần đến 2 năm và 140 triệu đôla để tháo dỡ các trang thiết bị và thu dọn các mảnh vỡ phóng xạ. Vào năm 1993, 14 năm sau vụ tai họa, quá trình làm sạch vẫn còn tiếp tục và hơn 1 tỉ đôla đã bị tiêu tốn. Mặc dù nhiều mảnh phóng xạ vẫn còn và không ai có thể khẳng định phải làm gì với các chất

phóng xạ nguy hiểm. Người ta có thể phân chia ra và chuyển chúng đến kho của một nhà máy, hoặc có thể đưa vào trong lồng giống như ngôi mộ của vụ Chernobyl. Những dự đoán hiện nay cho rằng việc làm sạch nhà máy này không thể hoàn thành cho đến năm 2014. Người đóng thuế và những người đóng tiền điện vẫn phải chi trả cho chi phí ngày càng tăng của quá trình làm sạch và họ sẽ vẫn phải chi trả cho việc xây dựng lò phản ứng ở khu vực đầu tiên.

Trong những năm sau vụ TMI, các quan chức thuộc ngành hạt nhân và các nhà môi trường đã quan tâm hơn đến các vụ thử nghiệm hạt nhân trên đất Mỹ. Họ nhận ra rằng các vụ tai nạn hạt nhân chủ yếu là do các thiết bị hạt nhân. 10 năm sau vụ tai nạn TMI, có khoảng 33000 tai nạn, các vụ đóng cửa khẩn cấp, rò rỉ nước mang chất phóng xạ hay khí ga và nhiều nguy cơ nguy hiểm khác tại các nhà máy năng lượng quốc gia. Khoảng 1000 tai nạn này là nghiêm trọng mặc dù mức độ chưa bằng TMI. Một số vụ tai nạn còn chưa được thông báo trước công chúng.

3/4 số tai nạn này là do lỗi của công nhân không hoàn thành công việc của họ. Ví dụ, tại lò phản ứng số 3, Peach Bottom bang Pennsylvania, những người điều hành bị bắt quả tang khi đang ngủ hay chơi game trong phòng kiểm soát. Khi NRC phát hiện vào năm 1986 rằng nhiều nhà điều hành trượt trong kỳ thi về an toàn, một ủy ban do quốc hội chỉ định thấy rằng vấn đề có thể được giải quyết bằng cách giới hạn các bài kiểm tra, bởi vì nhiều nhà điều hành đã chủ quan khi họ vượt qua bài kiểm tra này. Thay vào đó, NRC dùng các bài kiểm tra mới. Nhưng chương trình kiểm tra vẫn chưa được thực hiện trọn vẹn.

Các vụ tai nạn lò phản ứng hạt nhân khác là do các lỗi về kỹ thuật, rò đường ống, do các sự cố mạch điện... Những tai nạn như thế đôi lúc không thể kiểm soát được trong quá trình cung cấp điện cho người tiêu dùng. Ví dụ ở TMI, công ty điện và các nhà điều tra biết rằng lò phản ứng thứ 2 bị rò rỉ 6 tháng trước khi tai họa xảy ra, nhưng các nhà kiểm tra cho phép công ty điện tiếp tục hoạt động thay vì đóng cửa. NRC và công ty điện đã giữ bí mật này trước công luận.

Bản danh sách các thảm họa hạt nhân ngày càng tăng thêm. Một số nhà nghiên cứu về ngành hạt nhân lo ngại rằng một thảm họa hạt nhân khác có thể xảy ra vào bất kỳ lúc nào, James Asseltile, người đã hoạt động trong NRC trong suốt những năm 1980, là một trong rất ít những thành viên cực lực phê phán ngành hạt nhân. Vào năm 1986, ông phàn nàn rằng Mỹ đã có sự thay đổi 45% trong việc duy trì các tai nạn hạt nhân nghiêm trọng trong vòng 20 năm.

Các tai nạn không là vấn đề duy nhất với các nhà máy hạt nhân. Áp lực chính là câu hỏi về việc phải làm gì với rác thải hạt nhân. Các nguyên liệu kích hoạt phóng xạ được sản xuất ra như là sản phẩm của uran và cũng là kết quả của quá trình phân đôi chất phóng xạ. Tất cả chất phóng xạ đều nguy hiểm, nhưng một số rác thải lại có các chất kích hoạt phóng xạ cao hơn và rất độc hại. Vì chu kỳ phân rã của chúng dài nên chúng vẫn là mối nguy hiểm chết người hàng trăm thậm chí hàng nghìn năm. Những chất này nên được giữ ở đâu và làm như thế nào?

Khi các nhà máy hạt nhân bắt đầu được xây dựng mạnh lên thì không ai nghĩ về việc xử lý rác thải phóng xạ. Nhưng khi rác thải phóng xạ bắt đầu nhiều lên thì mối đe dọa của chúng là một vấn đề khẩn cấp. Các bác sĩ ở Tổ chức trách nhiệm xã hội, một tổ chức phản đối hạt nhân, gọi rác thải hạt nhân đang tăng dần lên là thảm họa Chernobyl, với nguy cơ phá hủy khủng khiếp. Các rác thải phóng xạ đã bị vớt xuống biển và chôn xuống đất, sẽ ngấm dần vào mạch nước ngầm, và nước uống. Nhưng một khối lượng lớn rác thải này bao gồm các rác thải ở mức cao nhất với mức độ chất urani và plutoni đang được giữ ở xung quanh các nhà máy hạt nhân chờ các thiết bị xử lý. Hai nhà máy thiết bị như thế đã được chính phủ liên bang đề cập vào năm 1982 nhằm thông qua đạo luật chính sách rác thải hạt nhân và đưa ra các qui định xử lý rác thải. Luật này qui định tạo ra một khu dưới đất nhằm chứa các rác thải chất phóng xạ ở mức độ thấp tại Carlsbad, New Mexico, và một khu nữa chứa rác thải mức độ độc hại cao ở Yucca Mountain, Nevada. Khu vực Carlsbad đã phải đối mặt với nhiều vấn đề từ những người dân New Mexico, những người phản đối luật này và chính sách của chính phủ có

thể sẽ không mở vào đầu thế kỷ 21. Khu vực Yucca Mountain ở vùng đất truyền thống tại Shoshone Native của người Mỹ, đã được chứng minh là không phù hợp do nguy cơ lũ lụt hay động đất có thể thải rác thải phóng xạ vào nước hoặc không khí. Các quan chức ở Nevada đã phản đối kế hoạch và do đó các khu nhà máy thiết bị vẫn chưa được xây dựng theo mục tiêu đặt ra là vào năm 2010. Hiện nay, các nhà máy thiết bị tạm thời đã đầy ắp rác thải và vấn đề phải giải quyết như thế nào đối với rác thải ngày càng trở nên phức tạp và tiêu tốn nhiều tiền của. Một nghiên cứu của tờ Washington Post năm 1998 cho thấy, trong số ngân sách dùng để phát triển vũ khí hạt nhân, 45% phải được tiêu dùng vào việc quản lý rác thải.

Trong suy nghĩ của rất nhiều nhà môi trường, phòng năng lượng và các nhà máy thiết bị vũ khí hạt nhân của nó có lỗi tồi tệ hơn nhiều so với các nhà máy điện hoạt động thương mại. Các nhà máy DOE không do NRC điều hành, rất nhiều năm hoạt động không có sự kiểm tra kỹ lưỡng, mặc dù hoạt động của nó nhiều khi không an toàn. Một trong những khu vực nguy hiểm nặng nề là khu vực của DOE tại Hanford, Washington bên bờ sông Columbia. Năm 1956, gần nửa triệu gallon nước có chứa chất phóng xạ cao đã được đổ xuống đây và ngấm vào mạch nước ngầm được thấy là bị ô nhiễm nghiêm trọng. Trong suốt những năm 1940 và 1950, khói từ các nhà máy ở Hanford đã thải ra một lượng lớn ô nhiễm phóng xạ vào không khí. Mỗi lần các động cơ của nhà máy hoạt động đều thải ra một lượng chất phóng xạ trong khí ga vào khí quyển. Bụi phóng xạ từ đây tràn ra phạm vi 8000 dặm vuông của vùng Washington và Oregon. Mặc dù vụ rò rỉ này gấp 20 lần so với vụ rò rỉ ở Three Mile Island, công chúng không được thông báo về nó.

Hanford là nơi ô nhiễm nhất và là khu vực chứa hạt nhân có nguy cơ nhất của nước Mỹ vì nó được chôn hàng tấn rác thải phóng xạ. Nơi này và các vùng không an toàn của DOE là Fernald, Ohio, sông Savannah ở phía nam Carolina, và vùng Rocky Flats, Colorado đã bị chính phủ Mỹ đóng cửa vào cuối năm 1980. Các chuyên gia phỏng đoán phải mất hàng tỉ đôla để giải quyết vệ sinh cho khu vực này, di chuyển rác thải sang khu vực cố định khác nếu có một khu vực như thế tồn tại.

Các đầu đạn tên lửa hạt nhân, tàu ngầm nguyên tử cũng tạo ra các thảm họa môi trường. Vào năm 1963, tàu ngầm hạt nhân của Mỹ Thresher đã bị chìm xuống bờ biển Massachusetts, 2 năm sau máy bay chuyên chở Ticonderoga đã làm mất đầu đạn tên lửa hạt nhân tại vùng biển gần Nhật Bản. Vào năm 1973, một tàu ngầm hạt nhân đã làm rò rỉ chất phóng xạ hạt nhân xuống vùng Puget Sound ở Tây bắc Thái Bình Dương. Đây không chỉ là những thảm họa duy nhất. Vào năm 1989, một nhóm nghiên cứu về môi trường Greenpeace đã công bố một nghiên cứu chỉ ra rằng, lực lượng hải quân của thế giới đã gây ra 1200 vụ tai nạn hạt nhân và để 50 đầu đạn tên lửa, 9 lò phản ứng chôn vùi dưới đáy biển. Không ai biết được rằng tác hại của chúng về lâu dài sẽ như thế nào. Cùng năm này xảy ra 3 vụ tai nạn hạt nhân trên bờ biển liên quan đến hai tàu ngầm hạt nhân của Nga và một tàu của Mỹ.

Một tai nạn hạt nhân cũng có thể xảy ra trong vũ trụ. Một vật chất bay lên chắc chắn dù muốn hay không chúng cũng rơi xuống. Một vệ tinh Cosmos 954 của Nga đã làm văng các mảnh phóng xạ ra phạm vi 40000 dặm vuông của Canada năm 1978. Một thập kỷ sau, nghị sĩ quốc hội George E. Brown đã đưa ra một luật trước quốc hội nhằm cấm các lò phản ứng hạt nhân trong vũ trụ. Ông nói "Một thảm họa lớn có thể tránh được vì chỉ có một số ít các tàu vũ trụ ngày nay mang năng lượng hạt nhân". "Nhưng sẽ vẫn còn hàng trăm lò phản ứng hạt nhân trên Trái Đất trong thế kỷ 21. Chúng ta sẽ có được sự may mắn như thế nào đây?" Đạo luật này không được thông qua. Hiện nay có khoảng 50 vệ tinh năng lượng hạt nhân trong quỹ đạo Trái Đất, rất nhiều vệ tinh như thế đã được chế tạo.

Trở về thời kỳ đầu của hạt nhân, thời kỳ phát triển mạnh mẽ của các lò phản ứng, không ai nghĩ đến việc chuyện gì sẽ xảy ra nếu như các nhà máy hạt nhân mất tác dụng. Tuy vậy, ngày nay các nhà máy năng lượng của Mỹ và bất kỳ trên đất nước nào đã trở nên cũ kỹ và bị đóng cửa trước thời hạn. Mặc dù các lò phản ứng đều có thể duy trì được khoảng 40 năm, rất nhiều bộ phận được sử dụng ở đây chỉ được đảm bảo sử dụng trong khoảng thời gian ngắn hơn thế nhiều, chỉ khoảng 15 năm hoặc ít hơn. Khi các đường ống bị rạn nứt, hoặc các hiện tượng khác cho

thấy sự hao mòn đã diễn ra, nhiều công ty đã nhận thấy rằng, việc sửa chữa quá nhiều tốn kém. Một lượng lớn các lò phản ứng đã bị bỏ sớm hơn nhiều so với khoảng thời gian qui định. Vào đầu năm 1993, lò phản ứng Trojan ở Oregon đã bị đóng cửa 18 năm trước thời gian qui định, bởi sẽ phải mất 200 triệu đôla mới có thể sửa chữa được. Nhưng người dân ở Oregon hiện nay đang phải đối mặt với mức chi phí là 500 triệu đôla để làm cho lò phản ứng ngừng hoạt động, dỡ bỏ nó, chôn các rác thải phóng xạ... Quá trình tháo dỡ Trojan để lại 109 lò phản ứng thương mại đang hoạt động tại Mỹ, 25 trong số trong chúng dự tính sẽ đóng cửa trước thời gian qui định. Vào năm 1989, Viện năng lượng nguyên tử quốc tế đã dự tính rằng, ít nhất 71 trong số 430 lò phản ứng đang hoạt động ở 25 nước trên thế giới sẽ ngừng hoạt động vào năm 2000. Những người phát triển ngành năng lượng hạt nhân đã từng mong đợi rằng những lò phản ứng mới sẽ được xây dựng khi lò cũ không sử dụng nữa. Nhưng làn sóng xây dựng các lò phản ứng dường như đã kết thúc. Giấy phép cấp cho lò phản ứng mới gần đây nhất là vào năm 1978 của Mỹ. Các nhà máy hiện nay được xây dựng theo giấy phép được cấp vào năm trước đó. Việc phát triển hạt nhân cũng đang giảm dần ở các nước khác. Thụy Sĩ và Đức đã bỏ phiếu hạn chế hoặc loại trừ năng lượng hạt nhân. Tai nạn phản ứng hạt nhân ở Nhật Bản năm 1991 đã kìm chân các nước muốn phát triển hơn nữa hạt nhân. Tuy nhiên, ở Pháp, kế hoạch phát triển hạt nhân vẫn tiếp tục được ủng hộ bởi chính phủ và người dân, 75% điện ở nước này được cung cấp bởi năng lượng hạt nhân.

Ở Đức, Đảng Xanh mà chính sách nhấn mạnh vào môi trường đã thành công trong việc chống đối lại việc xây dựng các nhà máy hạt nhân. Ở Ukraina và các nước cộng hòa khác thuộc Liên Xô trước đây, nơi mà sự phản đối đã diễn ra hàng thập kỷ nay, thảm kịch Chernobyl đã khiến mọi người chống đối lại hạt nhân. Một bác sĩ người Ukraina - Yuri Shcherbak đã tiến hành hoạt động môi trường vì một thế giới xanh sau thảm họa Chernobyl, sau đó, ông ta trở thành bộ trưởng môi trường của Ukraina. Một nhóm công nhân của người Kazakhstan, một nước cộng hòa thuộc Liên Xô cũ hiện nay là một quốc gia độc lập đã giành được thắng lợi khi đòi đóng cửa một dây chuyền thử nghiệm hạt nhân đã

từng gây ra hàng trăm thậm chí hàng nghìn bệnh tật và cái chết do các chất kích hoạt phóng xạ.

Ở Mỹ, các tổ chức phản đối cũng đã tiến hành nhiều hoạt động chống lại việc phát triển hạt nhân. Những người bỏ phiếu đã đóng cửa nhà máy Rancho Seco ở California. Nhà máy Shoreham ở Long Island, New York được xây dựng từ năm 1973 đến năm 1984 với chi phí 5,5 tỉ đôla chẳng bao giờ được hoạt động bởi những người phản đối đã không cho nó được sử dụng. Những người phản đối cũng ngăn cản các nhà máy khác. Nhưng nguyên nhân chính làm chậm việc phát triển vũ khí hạt nhân gần như một nửa là do nguyên nhân kinh tế. Những người mong muốn phát triển hạt nhân cho rằng năng lượng này có thể rẻ hơn cả dầu hoặc than, nhưng rõ ràng là nó đắt hơn. Việc đào tạo công nhân, các chi phí bảo đảm an toàn, quan hệ công chúng, phí hợp pháp và mọi khía cạnh liên quan đến việc điều hành một nhà máy hạt nhân có chi phí gấp 10 lần cao hơn dự tính ban đầu. Rất nhiều công ty trước đây đã bị mất tiền hay bị phá sản sau khi chi dùng một khoản lớn vào các nhà máy hạt nhân. I. C. Bupp, một nhà tư vấn năng lượng Massachusetts phát biểu tháng 1 năm 1993 "không có một thị trường hữu dụng cho ngành năng lượng hạt nhân". Như vậy, có phải thời đại của năng lượng hạt nhân đã thực sự ra đi? Một số chuyên gia trong ngành đã phán đoán rằng, năng lượng hạt nhân sẽ trở lại. Họ chỉ ra rằng công chúng hiện nay đang lo lắng về vấn đề nóng lên toàn cầu và hiện tượng hiệu ứng nhà kính - và rằng năng lượng hạt nhân không gây ra hiệu ứng nhà kính hoặc góp phần làm cho nóng toàn cầu như khi đốt các nguyên liệu hóa thạch. Các công ty như General Electric và Westinghouse đang đẩy mạnh một giai đoạn mới gọi là các lò phản ứng kiểm định có trang bị các thiết bị an toàn hơn. Thậm chí một số nhà môi trường còn bắt đầu cho rằng năng lượng hạt nhân có thể sẽ thích hợp hơn quá trình đốt cháy dầu, than, và các khu rừng còn lại của thế giới.

Chừng nào con người muốn năng lượng tiếp tục phát triển thì năng lượng hạt nhân không thể hoàn toàn biến mất. Nhưng những câu hỏi có nhiều khúc mắc vẫn còn tồn tại là "làm thế nào mà chúng ta có thể tránh được những Chernobyl hay Three Mile Island khác? Và chúng

ta sẽ làm gì với những rác thải nguy hiểm mà năng lượng hạt nhân sản ra.

Cụm từ hậu quả chiến tranh có lẽ là đất và các cửa của kẻ thù bị đánh bại hay chiến lợi phẩm do các chiến binh thắng cuộc thu được. Nhưng cụm từ này cũng có nghĩa là sự tàn phá và chiến tranh là một trong những hành động tàn phá nặng nề nhất do con người gây ra. Nó không chỉ phá hủy cuộc sống của con người mà còn phá hủy cả thế giới tự nhiên. Cái giá phải trả của chiến tranh cũng nặng nề đến nỗi chúng thường vượt qua những tác hại mà thiên nhiên gây ra cho chính chúng ta. Nhưng một số thảm họa môi trường là do chiến tranh gây ra, ở một số trường hợp tàn phá môi trường là kết quả trực tiếp của chiến tranh. Tuy nhiên, ở các trường hợp khác lại liên quan tới các cuộc chiến tranh phá hoại môi trường có chủ tâm, tấn công kẻ địch bằng cách làm hại môi trường của kẻ địch.

Mối liên quan giữa chiến tranh và các thảm họa môi trường có thể đã có từ lâu từ khi có chiến tranh. Ba nghìn năm trước hoặc có thể hơn thế nữa, theo Kinh Thánh, chiến tranh hóa học đã diễn ra ở Jordan khi lực lượng quân đội chiến thắng của Abimelech rải muối lên thành phố thua cuộc của Shechem nhằm làm cho khu vực này chìm trong chết chóc và không thể sống nổi. Thành phố Roma được coi là đã làm điều tương tự trong thế kỷ thứ 2 sau công nguyên trước đối thủ lớn là thành phố phía bắc Châu Phi, Carthage.

Phá hủy các vùng đất được coi là một thủ đoạn khiến đối thủ rời bỏ vùng đất của mình. Bằng cách phá hủy các vụ mùa, làm nhiễm độc giếng nước, giết bỏ vật nuôi, và trong thời đại với các phương tiện kỹ thuật hiện đại hơn, người ta phá hủy các con đường, bệnh viện, các đường dây điện thoại, điện tín, trạm phát điện, và tương tự như thế thì lực lượng quân đội cũng có thể phá hủy nguồn lương thực của đối thủ, nơi trú ẩn, và khả năng chống chọi. Và trong nhiều trường hợp hiếm hoi thì các thủ đoạn phá hủy đất đai được sử dụng để phòng vệ, như khi Napoleon Bonapac xâm chiếm Nga vào năm 1812 với 450000 người lính. Người Nga đã dần rút lui khi Napoleon thuyết phục họ quay về Moscow. Nhưng khi người Nga rút lui trước quân đội Pháp thiện chiến, họ đã

mang theo mình tất cả lương thực thực phẩm và phá hủy các phần còn lại, họ cũng giết các động vật hoang dã nhằm làm cho quân đội Pháp không thể tìm kiếm nguồn lương thực. Người Nga đã chống lại quân Pháp và buộc Pháp phải rút quân ra hàng trăm dặm do thời tiết quá khắc nghiệt và vì đói. Vào thời điểm Napoleon rời Nga, ông ta đã phải để lại 10000 lính trong điều kiện thiếu thốn. Chiến lược phá hủy đất sống của dân Nga đã thực hiện tốt. Họ đã giành lại được phần lớn đất đai của mình, nhưng họ làm như vậy một cách có chủ ý nhằm làm cho mọi điều kiện trở nên tồi tệ cho những kẻ xâm lược.

Hơn thế nữa, những thủ đoạn phá hoại đất như vậy được một bên sử dụng nhằm làm hại cho đối thủ khác. Trong cuộc nội chiến của nước Mỹ, phương Bắc đã sử dụng những phương thức này để chống lại phía Nam, đặc biệt là trong cuộc hành quân qua Georgia vào năm 1864, khi tướng William T. Sherman xâm chiếm và phá hủy các tòa nhà cao tầng. Vào thế kỷ 20, nước Pháp đã sử dụng các thủ đoạn này nhằm chống lại dân Algeri từ năm 1949 đến năm 1962. Cuộc chiến tranh ở Afghanistan vào những năm 1980, đã để lại đằng sau những vùng đất hoang tàn, những mảnh rừng bị phá bởi các cuộc chiến tranh phá đất bằng bom và tên lửa. Đất đai bị bao phủ bởi hàng mớ hỗn tạp những hàng rào thép gai ngạnh sắc, các ụ súng han gỉ, các xe tăng và hàng nghìn những quả mìn chưa nổ nguy hiểm cho cuộc sống của nông dân và trẻ em rất lâu sau chiến tranh. Trong những trường hợp như thế, mục tiêu đầu tiên là phải giết hoặc đàn áp kẻ địch và phá hủy môi trường xem như là giải pháp có ích để thực hiện mục tiêu này. Trong những năm gần đây, khi quân đội Ethiopia đã phá hủy mùa màng và đồng cỏ nhằm đem đến sự đói nghèo đối với những vùng đất chống lại các qui định của Ethiopia, đói nghèo được coi như là vũ khí ở Sudan và nhiều nơi nữa.

Đôi khi, chiến tranh gây ra cho môi trường những hậu quả không như dự tính mặc dù chỉ trong thời gian ngắn. Ví dụ, trong những năm 1970 và 1980, cuộc đấu tranh giữa lực lượng chính phủ và nhóm chống đối ở Nicaragua đã ngăn chặn sự phát triển mạnh mẽ của ngành chăn nuôi gia súc và ngành công nghiệp gỗ ở trung tâm Châu Mỹ. Một số khu

rừng nhiệt đới tạm thời chưa bị phá hủy, và vì những người nông dân sợ rằng họ sẽ bị các lực lượng cướp bóc nhìn thấy và bị bắt làm lính cho một trong hai lực lượng và sẽ bị bắn, do vậy việc giết các động vật hoang dã giảm dần. Hươu, báo đốm, cá sấu, cự đà và các động thực vật đã từng bị giảm nay dần dần hồi sinh. Hiện tượng này cũng đang thấy xuất hiện ở các khu vực từng xảy ra chiến tranh. Tuy vậy, những thành tựu tạm thời này thường bị mờ dần khi cuộc chiến kết thúc. Và chắc chắn rằng không ai có thể coi chiến tranh như là hình thức bảo vệ môi trường. Chiến tranh phá hủy nhiều hơn là những gì nó giải quyết được.

Chiến tranh Việt Nam để lại nhiều hậu quả đau xót. Cuộc chiến này đã giết chết nhiều sinh mạng của người dân Việt Nam và quân đội Mỹ. Nó cũng tạo ra sự chia rẽ giữa các đảng phái trong lòng xã hội Mỹ trong sự tức giận, và đôi lúc có sự đối đầu bằng bạo lực. Nó cũng tạo ra một thế hệ các cựu chiến binh những người đã phải chịu những áp lực nặng nề về tâm lý và nỗi đau về thể xác. Nhưng nó cũng phá hủy môi trường của Việt Nam ở miền Nam. Người Mỹ đã tự mình chiến đấu với du kích và người dân địa phương cũng giống như lực lượng quân đội đối lập. Thủ đoạn chính của quân đội Mỹ là các cuộc không kích trên không. Một cuốn sách của Mỹ đã viết "du kích không xuất hiện với các khẩu súng trường nhưng có thể xác định vị trí của họ và ném bom". Nhưng nước Mỹ rất khó khăn trong việc định vị do đó khẩu hiệu của họ trở thành: ném bom khi cảm thấy nghi ngờ. Máy bay B52 ném bom hàng ngày ở miền Nam Việt Nam, nơi mà giới truyền thông Mỹ gọi là "sự tập trung hỏa lực lớn nhất trong chiến tranh". Họ đã thả 13 triệu tấn bom xuống 30% diện tích lãnh thổ miền Nam Việt Nam, tạo ra một khu vực với hơn 250 triệu hố bom. Khi những hố bom này trở thành những ao hồ thì chúng trở thành nơi cư trú của muỗi. Các ổ dịch sốt rét này có ảnh hưởng xấu cho sức khỏe con người ở những khu vực mà trước đây rất hiếm xảy ra dịch bệnh sốt rét.

Bom không phải là yếu tố duy nhất tấn công môi trường Việt Nam. Lực lượng quân đội Mỹ đã cố tình làm cho lá cây rừng rụng hết. Kèm theo đó là các máy cày cải tiến còn gọi là máy cày Rome cày cây cối hay làm bật rễ cây rừng lên. Ngoài ra họ còn dùng chất hóa học rải lên

rừng và các cánh đồng để làm công việc này. Từ năm 1961 đến năm 1971, Mỹ đã rải hơn 20 triệu gallon tấn thuốc diệt cỏ lên miền Nam Việt Nam, phá hủy 14% diện tích rừng và 8% diện tích đất trồng trọt. Hệ sinh thái bị tác động nhiều nhất là rừng được trải dài trên bờ biển Việt Nam, là nơi trú ngụ của nhiều loài chim chóc, động thực vật và là nơi sinh trưởng của nhiều loài tôm, cá. 1/2 diện tích rừng được bị thuốc diệt cỏ tàn phá. Thành phần độc nhất của thuốc diệt cỏ là chất độc màu da cam chứa nhiều chất dioxin. Một thành phần khác gọi là chất diệt lục đã được thả xuống hàng triệu mẫu ruộng lúa đang kỳ sinh trưởng, nó chứa chất asenic, một chất độc chết người. Trong tình cảnh thật trở trêu, chính các chất hóa học này lại gây ra cái chết và ốm đau cho các cựu chiến binh Mỹ cũng giống như gây cho người dân Việt Nam.

Người Mỹ đã không giành được chiến thắng trong cuộc chiến tại Việt Nam mặc dù họ đã tàn phá nặng nề môi trường với các chất được gọi dưới cụm từ ecocide có nghĩa là tác nhân tàn phá môi trường.

Năm 1991, cuộc chiến tranh vùng Vịnh bắt đầu khi Irắc đánh nhau với Kuwait. Liên minh với Kuwait mà đứng đầu là Mỹ đã gửi lực lượng vũ trang tới Trung Đông để ủng hộ Kuwait. Cuộc chiến tranh thật ngắn ngủi. Sự kết hợp của kỹ thuật không lực chống lại Irắc và các cuộc đổ bộ tập trung đã buộc Irắc phải rút lui khỏi Kuwait và buộc Irắc phải đầu hàng trong vòng chưa đến 6 tuần. Tuy nhiên, trước khi rút lui, Irắc đã gây ra một trong những vụ hủy hoại môi trường tệ hại nhất. Họ đã phá hủy 800 giếng dầu, 600 trong số đó đã bị đốt cháy và họ phá hủy các ống dẫn dầu, các thiết bị chứa đựng và các giàn khoan. Đó chính là vụ phá huỷ môi trường tồi tệ nhất mà thế giới từng chứng kiến.

Người Irắc không chỉ tàn phá Trái Đất mà còn làm đổi màu của biển, và làm cho bầu trời vào ban ngày trở nên đen đặc vì khói. Khói từ các giếng dầu bị đốt bốc lên và lan tỏa hàng trăm dặm. Các nhà khoa học lo lắng rằng nó có thể theo hơi nước, theo gió cuốn đi khắp Trái Đất với độ cao 45000 feet (khoảng 13.616 m). Nước có thể mang các chất hóa học từ dầu bị cháy đi khắp thế giới, góp phần tăng thêm ô nhiễm môi trường và có lẽ tác động đến thời tiết toàn cầu. Tuy nhiên, khói bụi chưa bao giờ cao hơn 22000 feet (khoảng 6705,6 m). Mặc dù những người sử

dụng ván trượt tuyết ở Kashmir của Ấn Độ phía tây dãy Himalaya đã thông báo có muối dầu trên tuyết, nhưng hầu hết những ảnh hưởng này giới hạn ở trong các nước vùng Vịnh. Lửa và khói tạo ra sự tập trung cao của các chất hóa học độc hại như CO_2 và khí sunfuro, cũng như hàng tấn các chất bụi. Mặc dù ô nhiễm không quá nguy hiểm như các nhà khoa học từng lo ngại. Cách xa hàng trăm dặm kể từ nơi xảy ra vụ cháy, mức độ ô nhiễm không khí gần với tiêu chuẩn không khí của Mỹ.

Để giải quyết các chất độc hại phát sinh từ các vụ cháy cần sự chuyên môn hóa cao. Đối mặt với hơn 600 vụ cháy như thế, lúc đầu các quan chức lo lắng rằng họ phải mất hàng nhiều năm để giải quyết hậu quả. Tuy nhiên, nhờ vào những nỗ lực phi thường của đội ngũ lính cứu hỏa từ nhiều nước, tất cả các đám cháy đã bị dập tắt và các giếng dầu bị rò rỉ đã được hàn lại vào tháng 11 năm 1991, chưa đầy 1 năm kể từ khi cuộc chiến bắt đầu. Tuy nhiên, sau đó nhiều vùng lớn trong các sa mạc, các khu vườn từng rất phát triển bị bao phủ bởi nhiều bụi dầu từ trên trời rơi xuống. Cần phải có nhiều nghiên cứu lâu dài để nhận biết các hậu quả có thể khác của vụ hỏa hoạn, như sự gia tăng các dịch bệnh hô hấp xảy ra trong cộng đồng người Kuwait và các Tiểu vương quốc Ả Rập, hoặc các cơn mưa axit ở vùng Trung Đông do sự tăng lên của khí sunfuro trong khí quyển.

Trong khi các vụ hỏa hoạn đang làm nguy hại đến bầu trời thì hàng triệu gallon dầu vẫn đang rò rỉ từ các giếng dầu, tàu, ống dẫn dầu bị tàn phá. Một phần trong số dầu này bị bơm lên mặt đất tạo ra những hồ đen đặc đe dọa nguồn cung cấp nước. Nhưng phần lớn trong số này chảy ra Vịnh Persian. Không thể biết chính xác lượng dầu đã bị tràn ra, nhưng người ta ước tính rằng có khoảng từ 6 đến 8 triệu thùng hoặc có thể còn lớn hơn gấp đôi.

Cuộc sống của chúng ta thật đẹp để biết bao, hàng ngày, hàng giờ chúng ta đang nâng niu triu mến cũng như xây đắp cho cuộc sống ngày một tốt đẹp hơn, nhưng môi trường xung quanh chúng ta dù vô tình hay hữu ý đang bị chính chúng ta hủy hoại. Hãy cứu lấy môi trường, cứu lấy ngôi nhà chung của chúng ta và của tất cả các sinh vật trên Trái Đất.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Phạm Văn Thường, Đặng Đình Bạch. Giáo trình cơ sở Hóa học môi trường NXBKH & KT Hà Nội - 2000
2. Lê Thạc Cán. Cơ sở khoa học môi trường. Viện đại học mở. Hà Nội 1995
3. Phạm Ngọc Đăng. Ô nhiễm môi trường không khí đô thị và khu công nghiệp. NXBKH & KT Hà Nội. 1992
4. Lê Văn Khoa. Môi trường và ô nhiễm. NXBGD Hà Nội. 1995
5. Tăng Văn Đoàn, Trần Đức Hạ. Giáo trình kỹ thuật môi trường. NXBGD Hà Nội. 1995.
6. Đặng Kim Chi. Hóa học môi trường. NXBKH&KT Hà Nội. 1999.
7. Đặng Trung Thuận. Địa hóa học. NXBĐHQG Hà Nội. 2005.
8. Trần Anh Châu. Địa chất đại cương. NXBGD Hà Nội. 1992
9. Các điều ước quốc tế về bảo vệ tầng ozon. Công ước Viên 1985. Nghị định thư Montreal 1987. NXB Chính trị quốc gia. 1997
10. Trịnh Thị Thanh và các tác giả khác. Giáo trình công nghệ môi trường. NXBĐHQG Hà Nội. 2004.
11. Lê Huy Bá. Môi trường tập 1 và tập 2. NXBKH & KT Hà Nội. 1997
12. Lê Đức. Một số phương pháp phân tích môi trường. NXBĐHQG Hà Nội. 2004
13. Lê Trình. Quan trắc và kiểm soát môi trường nước. NXBKH & KT Hà Nội. 1997
14. Lê Văn Cát. Hấp phụ và trao đổi ion trong kỹ thuật xử lý nước và khí thải. NXB Thống kê Hà Nội. 2000
15. Lê Văn Khoa. Đất và môi trường. NXBGD Hà Nội. 2000
16. Lê Hồng Hạnh. Giáo trình Luật môi trường. NXBCANN Hà Nội. 1999.

17. Vũ Ngọc Hải, Trần Khánh Đức. Hệ thống giáo dục hiện đại trong những năm đầu thế kỷ XXI. NXBGD Hà Nội, 2003.
18. Phan Tống Sơn, Trần Quốc Sơn, Đặng Như Tại. Cơ sở hóa học hữu cơ. NXBĐH và THCN Hà Nội. T1 năm 1976 và T2 năm 1980.
19. Hoàng Ngọc Cang, Hoàng Nhâm. Hóa học vô cơ (Tập 1 và Tập 2) NXBĐH và THCN Hà Nội. 1980
20. Hoàng Nhâm. Hóa học vô cơ. Tập 1, Tập 2 và Tập 3. NXBGD Hà Nội - 2003
21. A. K. De Environmental Chemistry - Western Limited. India, 1989.
22. Arthur C. S. Air Pollution, Academic Press, New York, 1962.
23. American Public Health Association Standard methods for the examination of water and wastewater, 14th Ed., APHA, Washington, D.C., 1976.
24. American Water Works Association. Water Quality and Treatment, 3rd Ed. Mc Graw Hill. New York 1971.
25. Canter L. W. Environmental Impact Assessment. McGraw - Hill Book Company. New York, 1977.
26. Canale R. C.
Biological Water Treatment. New York Interscience, 1971.
27. Chanlerr E. T. Environmental Protection, 2nd Ed., McGraw - Hill Company, New York, 1979.
28. Chhatwal G. R. Environmental Analysis: Air, Water and Soil, Annual Publ. New Delhi, 1989.
29. Coughlin R. W., Sarofin A. F., Weinstein N. J.
Air pollution and its control. Symposium Series N^o 126 Vol. 68. 1972.
30. Dasmann R. F. Environmental Conservation, John Wiley and Sons, 1960.
31. Dasmann R. F. Environmental Protection, John Wiley and Sons, 1960.

32. *Dugan P. R.* Biological ecology of water pollution, Plenum Press, New York, 1972.
33. *Edmundss Lettey J.* Environmental administration, McGraw - Hill Book Company, New York, 1973.
34. *Edwards C. A.* Environmental pollution by pesticides, New York, London Plenum Press, 1973.
35. *Freeman W. H.* The biosphere. San Francisco, 1970.
36. *Manahan. S. E.* Fundamentals of Environmental Chemistry. Lewis Publishers. London - Tokyo. 1993.
37. *Interim Mekong Committee.* Environmental impact assessment. Mekong Secretariat, C/O Escap, UN Building Bangkok, 1982.
38. *Lee H. K.* Metallic contaminants and human health, New York, London Acad. Press, 1972.
39. *Matsumara F.* Environmental Toxicology of Pesticides, London Acad. Press., 1972.
40. *Nemerow N. L.* Liquid wastes of industry. Adolison Wesley Publishing Company, 1978.
41. *Rich L. G.* Environmental systems engineering. McGraw - Hill Kogakusha Ltd., Tokyo, 1973.
42. *Ross R. D.* Air pollution and industry. Van Nostrand Reinhold Company New York, 1972.
43. *Sawyer C. N., McCarty P. L.* Chemistry for environmental engineering, McGraw - Hill Kogakusha, Ltd., Tokyo, 1978.
44. *Schroeder E. D.* Water and Wastewater Treatment. McGraw - Hill, New York, 1977.
45. *Southwick C. H.* Ecology and the quality of our environment. 2nd Ed., Van Nostrand Company, New York, 1976.
46. *Thomas W. A.* Indicators of environmental quality proceedings N.Y., London, Plenum Press, 1972.
47. *Wagner R. H.* Environment and man. W. W. Norton Co., New York, 1974.

48. *Scott T., Egleasn M.* Concise Encyclopedia Biochemistry, 2nd Ed., Berlin. New York: 1988.
49. *Agnesse P.* Cẩm nang sinh thái học (dịch từ tiếng Nga), Matxcova, 1982.
50. *Subaev I. P.* Địa lí tự nhiên đại cương (tài liệu dịch), Nxb Giáo dục, 1981.

GIÁO TRÌNH HOÁ HỌC MÔI TRƯỜNG

Tác giả: PGS. TS. Đặng Đình Bạch (chủ biên)

TS. Nguyễn Văn Hải

Chịu trách nhiệm xuất bản: PGS. TS. Tô Đăng Hải

Biên tập và sửa bài: ThS. Nguyễn Huy Tiến

Phạm Văn

Ngọc Linh

Trình bày bìa:

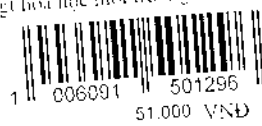
Hương Lan

NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT

70 Trần Hưng Đạo - Hà Nội

In 1000 cuốn, khổ 16 x 24 cm, tại Xưởng in NXB Văn hoá Dân tộc
Quyết định xuất bản số: 136 - 2006/CXB/184 - 06/KHKT - 10/5/2006.
In xong và nộp lưu chiểu quý III năm 2006.

giáo khoa học môi trường



1 006091 501296
51.000 VNĐ

206142



8 935048 961421

Giá: 51.000đ