

Freon và ozon - "Nỗi lo lắng của toàn cầu"

PTS. PHẠM VŨ QUÁT

Trung tâm Môi trường

1. Cơ chế phân hủy Freon và ozon

Ngày nay với các phương tiện nghiên cứu vũ trụ hiện đại con người đã phát hiện được các lỗ thủng ozon nguy hiểm đối với sự sống của trái đất. Ngay từ năm 1974 Molina.M.J và Rowland F.S. đã đưa ra mô hình dự toán Freon bay vào khí quyển, có thể làm giảm lượng ozon ở tầng bình lưu và gây ra những lỗ thủng ozon tạo điều kiện tăng bức xạ tử ngoại (UV) vào bề mặt trái đất và dẫn tới sự tăng bệnh ung thư da cũng như làm thay đổi khí hậu toàn cầu.

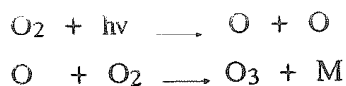
Mô hình của Molina.M.J và Rowland F.S. đưa ra ba luận điểm sau [4]:

- a) Đại đa số lượng Freon tham gia trực tiếp vào tầng đối lưu và tồn tại ở dạng vũng bền.
- b) Các hợp chất Freon có thể gia nhập vào tầng bình lưu do kết quả quá trình khuếch tán khí quyển.
- c) Trong tầng bình lưu bức xạ tử ngoại (có bước sóng ngắn) phân hủy Freon và giải phóng nguyên tử Clo-là chất xúc tác phân hủy ozon.

Trước đây người ta thường quan niệm CFC bền vững, ít ảnh hưởng đến hệ sinh thái trên trái đất. Nhưng thực tế ngay cả các chất bền vững dùng làm thuốc trừ sâu như các dẫn xuất Clo mạch vòng (DDT, 666 v.v.) cũng đã gây tác hại nghiêm trọng đến các hệ sinh thái mà toàn thế giới đã cấm sử dụng. Mô hình của Molina M.J. và Rowland F.S. đã hấp dẫn nhiều chuyên gia và đặt ra hàng loạt vấn đề cần giải thích và chứng minh:

1. Có bao nhiêu quá trình khác nhau phân hủy Freon và làm giảm số lượng Freon ở tầng bình lưu ?
2. Có thể phát hiện Freon ở tầng bình lưu hay không ?
3. Thực tế phản ứng xảy ra trong tầng bình lưu có đúng như dự đoán của hai tác giả trên không ?
4. Mức độ giảm ozon trong tầng bình lưu là bao nhiêu ?

Để làm sáng tỏ ozon sinh ra trong tầng bình lưu như thế nào, chúng ta lần lượt xem xét cơ chế phản ứng hình thành ozon; thực tế lượng ozon sinh ra và phân hủy theo một cân bằng động, phản ứng quang hóa tạo thành ozon tiến hành theo các phản ứng sau:



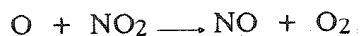
- Các bức xạ tử ngoại có bước sóng nhỏ hơn 242nm sẽ phân hủy phân tử oxi thành oxi nguyên tử và chúng kết hợp nhanh chóng với phân tử oxi tạo thành ozon. Nhờ giải phóng năng lượng dư thừa các phân tử tạo chất khác trong khí quyển đã làm ổn định các phân tử ozon.

Ozon hấp thụ năng lượng mặt trời với bức xạ 240-320nm và phân hủy theo phản ứng:



Phản ứng trên không chỉ phân hủy ozon mà còn tái tạo ozon và chính nhờ phản ứng này năng lượng của bức xạ tử ngoại được hấp thụ và bề mặt trái đất được bảo vệ.

Ozon cũng bị phân hủy dưới tác dụng xúc tác của oxit nitơ theo phản ứng sau:



Ngoài ra có thể còn có các quá trình phân hủy ozon khác. Chính nhờ các phản ứng cân bằng sinh ra và phân hủy đã tạo nên nồng độ tương đối ổn định của ozon trong tầng bình lưu.

Freon là hợp chất Flo - Clo cacbon dị vòng mạch ngắn, hợp chất Flo.Clo kim loại cũng có tính chất tương tự. Các hợp chất có giá trị và dùng phổ biến là F.11 (CCl₃F) và F.12 (CCl₂F₂) các hợp chất halogen hữu cơ (halon) như TetraClo metan CCl₄ metyl clorofom CH₃Cl, metyl bromua CH₃Br, etyl bromua C₂H₅Br, bromflocacbon (BrCF) cũng được liệt vào danh sách các chất giống như CFC.

Với quan điểm đánh giá tác động của CFC đến các hệ sinh thái chúng ta cần xác định lượng CFC và halon đã được sử dụng như thế nào và số lượng sản xuất là bao nhiêu?

Bảng 1: Nhu cầu sử dụng CFC (1973, % tổng lượng) [4]

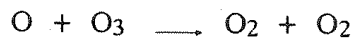
Lĩnh vực sử dụng	Mỹ %	Nhu cầu toàn thế giới %
Nhiên liệu phản lực	49	55
Công nghiệp làm lạnh	28	29
Nhựa và chất dẻo	4	7
Chất tạo bọt	7	4
Các ngành khác	7	2

Bảng 1 cho thấy Mỹ là nước sử dụng các hợp chất CFC nhiều nhất và lượng thải trực tiếp vào khí quyển lớn hơn hay bằng 50% dưới dạng son khí sử dụng trong nhiên liệu phản lực. Trong khoảng 1955-1974 lượng F 11 hàng năm tăng 13,9%, F12 tăng 9,9% và ước tính có 788000 tấn CFC và 6000 tấn halon nồng độ CFC trong khí quyển là 150/1000 tỉ thể tích không khí (PPTV) tăng lên 226 (PPTV) năm 1986, nồng độ CFC 12 là 200 pptv tăng lên 392 pptv năm 1986, nồng độ CFC12 là 200 pptv tăng lên 392 pptv năm 1986. Vào năm 2050 CFC11 lên tới khoảng 1379-2877 pptv và CFC12 là 2359-3628 pptv (tăng 4-4,3%)

Với số lượng CFC và halon khuếch tán vào tầng bình lưu như vậy cần phải nghiên cứu mức độ phân hủy của chúng. Trong tầng bình lưu luôn luôn xảy ra phản ứng quang hóa phân hủy nguyên tử CFC tạo ra Clo nguyên tử, Clo là chất xúc tác phân hủy ozon. Lượng bức xạ tử ngoại với độ dài sóng trong khoảng 280-320 nm tăng dần theo chiều cao. Ở độ cao trên 20km xuất hiện các bức xạ trong khoảng 185-225 nm gọi là "cửa sổ mặt trời". Năng lượng trong khoảng bức xạ này được O₂ và O₃ hấp thụ. Nhưng cũng chính trong khoảng bước sóng này các phân tử F. 11 và F. 12 phân hủy hình thành nguyên tử Clo theo phản ứng:



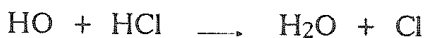
Ở bước sóng 184,9 nm phản ứng quang phân F. 12 có hiệu suất lượng tử bằng $1,1 \pm 0,1$. Cần chú ý phân tử CF₂Cl có thể phân hủy tiếp tục và tách ra Clo nguyên tử, ozon bị phân hủy theo phản ứng sau:



Các nguyên tử Clo còn gây ra các phản ứng dây chuyền phân hủy nhiều phân tử ozon. Phản ứng xúc tác Clo phân hủy O₃ có vận tốc nhanh hơn một vài lần so với xúc tác oxit nitơ. Trong khí quyển cũng tồn tại các hợp chất hidrocarbon có khả năng loại bỏ nguyên tử Clo, ví dụ Clo phản ứng với metan theo sơ đồ sau:



Cũng có thể xảy ra phản ứng:



Clorua hidro sẽ khuếch tán xuống tầng đối lưu và rơi cùng với nước mưa. Cơ quan vũ trụ Mỹ NASA (Washington, D.C) đã theo dõi nồng độ HCl tăng theo chiều cao trên tầng chuyển tiếp giữa tầng đối lưu và bình lưu.

Các hợp chất F.11 và F.12 rất bền. Qua bảng 2 dễ dàng nhận thấy tốc độ phân hủy của chúng phụ thuộc vào điều kiện phản ứng và kéo dài từ 50 - 10⁸ năm. Để loại trừ Freon trong đất bằng vi sinh vật đòi hỏi 10 nghìn năm. Người ta cũng hy vọng có phản ứng quang hóa phân hủy Freon trong tầng đối lưu do các gốc hydroxyl OH hoặc O₃. Nhưng thực tế tốc độ của các quá trình này quá nhỏ nên Freon rất bền trong tầng đối lưu và do đó chúng sẽ khuếch tán chậm lên tầng bình lưu.

Bảng 2: Thời gian và tốc độ phân hủy F.11 và F.12 [4]

Quá trình	Thời gian phân hủy T(năm)	Tốc độ phân hủy 1/T(năm ⁻¹)
Phân hủy hoạt tính trong tầng bình lưu:		
- Quang phân	-	2.10^{-2}
- Phản ứng	50; 90	$1,1.10^{-2}$
Các quá trình bề mặt		
- Phân hủy đại dương	(70;200)	$(14,5).10^{-3}$
- Phân hủy đất và vi sinh vật	$>10^4$	$<10^{-4}$
Các quá trình trong tầng đối lưu		
- Quang phân	$>5.10^3$	$<2.10^{-4}$
- Phản ứng với các phân tử trung hòa	$>>10^2$	$<<10^{-2}$
- Ion hóa trực tiếp	$> 10^6$	$< 10^{-6}$
- Phản ứng ion phân tử	$> 10^3$	$<10^{-3}$
- Các quá trình dị thể	$>6.10^4$	$<2.10^{-5}$
Tương tác sét và chớp	$> 10^6$	$< 10^{-6}$
Phản ứng không hoạt tính trong tầng bình lưu		
- Các quá trình ion	$> 10^5$	$< 10^{-5}$
- Quá trình dị thể	$> 10^8$	$< 10^{-8}$

2. Tác động môi trường

Độ cao của tầng đối lưu phụ thuộc vào các dòng khí vì thế ở các vĩ độ khác nhau chiều cao cũng thay đổi, ở hai cực của trái đất là 7-8km, ở vùng ôn đới 10-12km, ở xích đạo 16-18km [3]. Qua chiều cao khác nhau của tầng đối lưu có thể nhận thấy việc suy giảm lượng ozon ở Nam cực đã gây ra những lỗ thủng ozon và mức độ giảm ozon ở Bắc cực 1,2 - 2%. Theo tính toán dự báo lượng ozon giảm 1% sẽ dẫn đến tăng 2% bức xạ tử ngoại có hại đến các hệ sinh thái. Đối với người có thể tăng bệnh ung thư da, khô mắt và rối loạn cơ chế miễn dịch; bức xạ tử ngoại có thể làm rối loạn hệ sinh thái biển cũng như đời sống thực vật. Sự tăng bức xạ tử ngoại và ozon ở tầng thấp gây lão hóa các vật liệu chất dẻo, sơn, cao su, gỗ, v.v. Tác động nguy hiểm nhất của các chất CFC và halon là gây ra "hiệu ứng nhà kính" và mạnh gấp hàng nghìn lần so với CO₂. Tuy nồng độ CFC nhỏ nhưng đóng góp tới 15-20% hiệu ứng đốt nóng toàn cầu. Sự tăng bức xạ tử ngoại có thể là tăng hoạt động của mây đối lưu gây ra biến đổi dị thường của thời tiết cùng với các khí khác như : NO_x, CO_x, CH₄, CFC sẽ làm tăng nhiệt độ toàn cầu từ 1,5 - 4,5°C và có thể gây ra các hậu quả khác nhau như thay đổi các dòng hải lưu nóng và lạnh; làm tăng tần suất bão, nâng cao mực nước biển khoảng 20 - 140cm dẫn tới ngập lụt các châu thổ thấp, tăng sự xâm nhập mặn v.v.

Do lượng ozon tăng lên ở Bắc cực cho nên trái đất nóng lên ở phía bắc nhiều hơn so với vùng xích đạo và sẽ dẫn tới sự thay đổi hướng gió và lượng mưa. Như vậy ở các vùng nhiệt đới và xích đạo sẽ bị ảnh hưởng nghiêm trọng do bão, lũ hoặc khô hạn...

3. MỘT SỐ Ý KIẾN THẢO LUẬN

Tầng ozon đang bị phá hủy, nhiệt độ toàn cầu đang nóng lên (trong vòng 100 năm đã tăng $0,3 - 0,7^{\circ}\text{C}$), nồng độ ozon trong tầng đối lưu đang tăng lên, vì vậy bảo vệ tầng ozon là nhiệm vụ của toàn cầu. Trong hoàn cảnh nước ta còn nghèo, công nghiệp chưa phát triển, để góp phần bảo vệ tầng ozon, chúng ta nên hạn chế đến mức thấp nhất việc nhập khẩu các công nghệ có sử dụng các chất CFC và halon. Về mặt khoa học, để đánh giá tác động của sự tiêu hao ozon trong tầng bình lưu đối với khí hậu và tác động của khí hậu đối với các hệ sinh thái, nên tiếp nhận với thái độ bình tĩnh và thận trọng. Bởi vì muốn đánh giá các vấn đề trên cần thu thập nhiều tài liệu hóa học, theo dõi xác định liên tục các phản ứng hóa học và thận trọng nghiên cứu động học của các quá trình phản ứng; cần sắp xếp một số lượng dữ kiện khổng lồ về phân tích hóa học và phải gắn chặt các dữ kiện đó với việc nghiên cứu khí quyển và xử lý các mô hình toán học. Nghiên cứu tác động sinh thái là một vấn đề phức tạp cần thiết phải áp dụng nhiều phương pháp nghiên cứu của nhiều lĩnh vực khoa học. Ví dụ: khí hậu nóng lên do tăng nồng độ CO_2 hai lần có thể làm sinh trưởng của ngô, cao lương, mía trên 10%, lúa, lúa mì, đậu tương trên 50% ở một vài khu vực, nhưng ở Tây Âu và Mỹ [2] sản lượng lại giảm xuống, sâu hại phát triển nhanh v.v. Quá trình tăng nhiệt độ toàn cầu diễn ra chậm chạp vì vậy các hệ sinh thái cũng dần dần thích nghi với nhiệt độ. Trong chiến lược toàn cầu "Bảo vệ tầng ozon" ngoài việc hạn chế, tiến tới không sử dụng CFC và halon, chúng ta nên tham gia việc kiểm soát sử dụng CFC và halon, theo dõi sự tổn thất O_3 v.v. Bên cạnh đó chúng ta cũng cần tham gia đấu tranh cho sự bình đẳng và công bằng giữa các quốc gia giàu và nghèo, giữa các nước phát triển và đang phát triển trong việc "bảo vệ tầng ozon".

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Viện Thông tin KHKT trung ương. Tổng quan khoa học kỹ thuật kinh tế. 24-25/1/87
2. Viện Thông tin KHKT trung ương. Thông tin môi trường số 1, 1990
3. A.A. Xaukov. Địa hóa học. NXB KHKT, Hà Nội, 1981
4. IAN J. TINSLEY. Chemical concepts in pollutant behavior. A. Wiley - Interscience, 1982
5. UNEP Newsletter. Vol 5, No. 4 ; 10 - 11/1988