

Bài
10

PHOTPHO

- ☞ Biết vị trí của photpho trong bảng tuần hoàn.
- ☞ Biết các dạng thù hình, tính chất vật lí và tính chất hoá học của photpho, cách điều chế và những ứng dụng của nguyên tố này.

I - VỊ TRÍ VÀ CẤU HÌNH ELECTRON NGUYÊN TỬ

Photpho ở ô thứ 15, nhóm VA, chu kì 3 trong bảng tuần hoàn.

Cấu hình electron nguyên tử của photpho : $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3$

Do lớp ngoài cùng có 5 electron, nên trong các hợp chất, hoá trị của photpho có thể là 5. Ngoài ra, trong một số hợp chất, photpho còn có hoá trị 3.

II - TÍNH CHẤT VẬT LÍ

Photpho có thể tồn tại ở một số dạng thù hình khác nhau, nhưng quan trọng hơn cả là photpho trắng và photpho đỏ (hình 2.9).

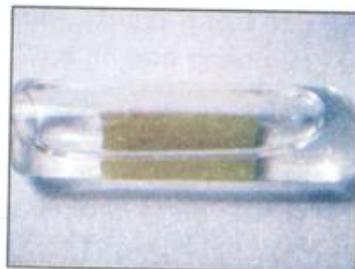
1. Photpho trắng

Photpho trắng là chất rắn trong suốt, màu trắng hoặc hơi vàng, trông giống như sáp, có cấu trúc mạng tinh thể phân tử. Trong tinh thể, những phân tử P_4 (hình 2.10) nằm ở nút mạng và liên kết với nhau bằng lực tương tác yếu.

Do đó, photpho trắng mềm, dễ nóng chảy ($t_{nc} = 44,1^\circ C$). Photpho trắng không tan trong nước, tan trong một số dung môi hữu cơ như C_6H_6 , CS_2 , ... ; rất độc và gây bỏng nặng khi rơi vào da.

Photpho trắng bốc cháy trong không khí ở nhiệt độ trên $40^\circ C$, nên được bảo quản bằng cách ngâm trong nước. Ở nhiệt độ thường, photpho trắng phát quang màu lục nhạt trong bóng tối.

Khi đun nóng đến nhiệt độ $250^\circ C$ và không có không khí, photpho trắng chuyển dần thành photpho đỏ là dạng bền hơn.

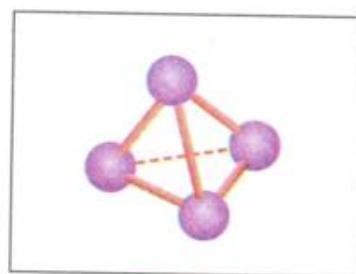


a) Photpho trắng



b) Photpho đỏ

Hình 2.9



Hình 2.10

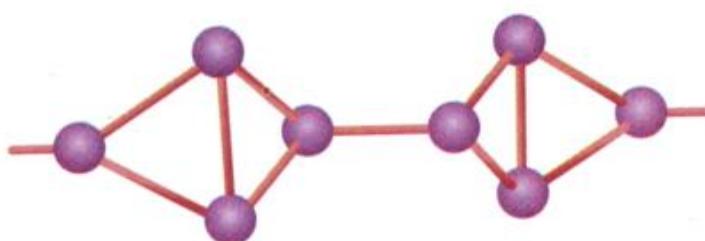
Mô hình phân tử P_4

2. Photpho đỏ

Photpho đỏ là chất bột màu đỏ, dễ hút ẩm và chảy rữa, bền trong không khí ở nhiệt độ thường và không phát quang trong bóng tối, không tan trong các dung môi thông thường, chỉ bốc cháy ở nhiệt độ trên 250 °C.

Khi đun nóng không có không khí, photpho đỏ chuyển thành hơi, khi làm lạnh thì hơi đó ngưng tụ lại thành photpho trắng.

Photpho đỏ có cấu trúc polime (hình 2.11), nên khó nóng chảy và khó bay hơi hơn photpho trắng.



Hình 2.11. Cấu trúc polime của photpho đỏ

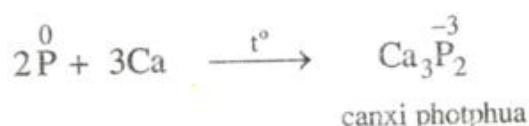
III - TÍNH CHẤT HÓA HỌC

Photpho là phi kim tương đối hoạt động. Photpho trắng hoạt động hóa học mạnh hơn photpho đỏ. Trong các hợp chất, photpho có số oxi hóa -3 , $+3$ và $+5$. Do đó, khi tham gia phản ứng hóa học photpho thể hiện **tính oxi hóa** hoặc **tính khử**.

1. Tính oxi hóa

Photpho thể hiện **tính oxi hóa** khi tác dụng với một số kim loại hoạt động tạo ra photphua kim loại.

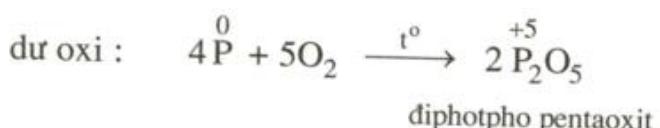
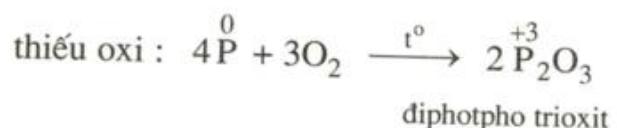
Thí dụ :



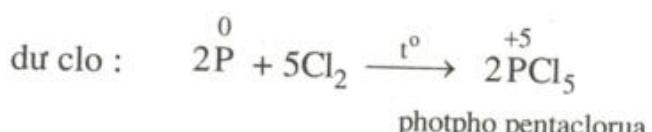
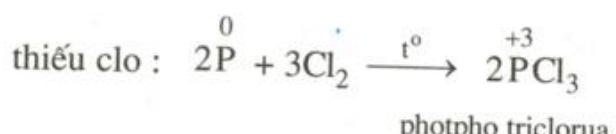
2. Tính khử

Photpho thể hiện **tính khử** khi tác dụng với các phi kim hoạt động như oxi, halogen, lưu huỳnh,... và các hợp chất có tính oxi hóa mạnh khác.

Photpho cháy được trong không khí khi đốt nóng :



Photpho tác dụng dễ dàng với khí clo khi đốt nóng :



IV - ÚNG DỤNG

Phần lớn photpho sản xuất ra được dùng để sản xuất axit photphoric, phần còn lại chủ yếu dùng trong sản xuất diêm.

Ngoài ra, photpho còn được dùng vào mục đích quân sự : sản xuất bom, đạn cháy, đạn khói, ...

V - TRẠNG THÁI TỰ NHIÊN

Trong tự nhiên, không gặp photpho ở trạng thái tự do vì nó khá hoạt động về mặt hoá học. Hai khoáng vật chính của photpho là *photphorit* $Ca_3(PO_4)_2$ và *apatit* $3Ca_3(PO_4)_2 \cdot CaF_2$ (hình 2.12).



a) Apatit



b) Photphorit

Hình 2.12. Một số khoáng vật của photpho

Nước ta có mỏ apatit ở Lào Cai, một số mỏ photphorit ở Thái Nguyên, Thanh Hoá, ...

Ngoài ra, photpho có trong protein thực vật ; trong xương, răng, bắp thịt, tế bào não, ... của người và động vật.

VI - SẢN XUẤT

Trong công nghiệp, photpho đỏ được sản xuất bằng cách nung hỗn hợp quặng photphorit (hoặc apatit), cát và than cốc ở 1200°C trong lò điện. Hơi photpho thoát ra được ngưng tụ khi làm lạnh, sẽ thu được photpho trắng ở dạng rắn.

BÀI TẬP

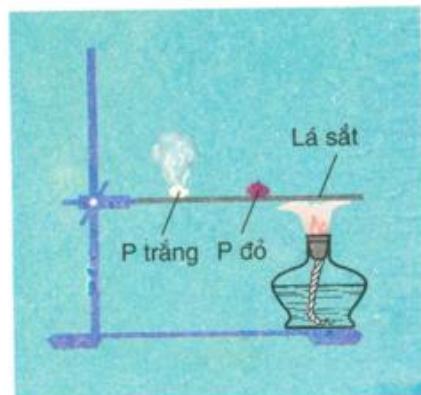
- Nêu những điểm khác nhau về tính chất vật lí giữa P trắng và P đỏ. Trong điều kiện nào P trắng chuyển thành P đỏ và ngược lại ?
- Lập phương trình hoá học của các phản ứng sau đây và cho biết trong các phản ứng này, P có tính khử hay tính oxi hoá :



- Thí nghiệm ở hình 2.13 chứng minh khả năng bốc cháy khác nhau của P trắng và P đỏ. Hãy quan sát, mô tả và giải thích hiện tượng xảy ra trong thí nghiệm. Viết phương trình hoá học của phản ứng xảy ra.

Hình 2.13.

Thí nghiệm chứng minh
khả năng bốc cháy khác nhau
của P trắng và P đỏ



4. Nêu những ứng dụng của photpho. Những ứng dụng đó xuất phát từ tính chất gì của photpho ?
5. Đốt cháy hoàn toàn 6,2 g photpho trong oxi dư. Cho sản phẩm tạo thành tác dụng vừa đủ với dung dịch NaOH 32% tạo ra muối Na_2HPO_4 .
 - a) Viết phương trình hóa học của các phản ứng xảy ra.
 - b) Tính khối lượng dung dịch NaOH đã dùng.
 - c) Tính nồng độ phần trăm của muối trong dung dịch thu được sau phản ứng.



Tư liệu

VAI TRÒ SINH HỌC CỦA PHOTPHO

Photpho rất cần cho người và động vật. Trong cơ thể người, khoảng 90% photpho tập trung ở xương, khoảng 10% tập trung ở các cơ, gần 1% ở các tế bào não (dưới dạng các hợp chất vô cơ và hữu cơ). Ở các cơ, gan, não và các bộ phận khác của cơ thể, photpho có dưới dạng các photphat và các este của axit photphoric.

Viện sĩ người Nga A.E. Fecman (1883-1945) gọi photpho là “nguyên tố của sự sống và tư duy”. Người lao động trí óc cần lượng photpho nhiều hơn để không bị suy mòn các tế bào thần kinh giữ chức năng chuyển tái ý nghĩ. Cơ thể thiếu photpho sẽ giảm khả năng làm việc, loạn thần kinh chức năng và phá huỷ sự trao đổi chất. Ăn các loại rau, quả như xà lách, dỗ, cà rốt, cà chua, cà tím, ớt ngọt, dâu tây, mơ, ... sẽ bổ sung cho cơ thể lượng photpho bị thiếu hụt. Các thực phẩm giàu photpho có nguồn gốc động vật gồm có thịt, óc, gan bò, cá, trứng, các sản phẩm sữa, ...