

# Bài 14

## PHOTPHO

- Biết cấu tạo phân tử, các dạng thù hình và hiệu tính chất hoá học của photpho.
- Biết một số dạng tồn tại của photpho trong tự nhiên, phương pháp điều chế và ứng dụng của photpho trong đời sống và sản xuất.

### I - TÍNH CHẤT VẬT LÝ

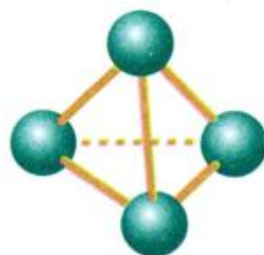
Đơn chất photpho có thể tồn tại ở một số dạng thù hình, trong đó quan trọng nhất là photpho trắng và photpho đỏ.

#### 1. Photpho trắng

- Photpho trắng là chất rắn trong suốt, màu trắng hoặc vàng nhạt, trông giống như sáp, có **cấu trúc mạng tinh thể phân tử**: ở các nút mạng là các phân tử hình tứ diện  $P_4$  (hình 2.11). Các phân tử  $P_4$  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, nhưng tan nhiều trong các dung môi hữu cơ như benzen, cacbon disunfua, ete,... ; rất độc, gây bỏng nặng khi rơi vào da.

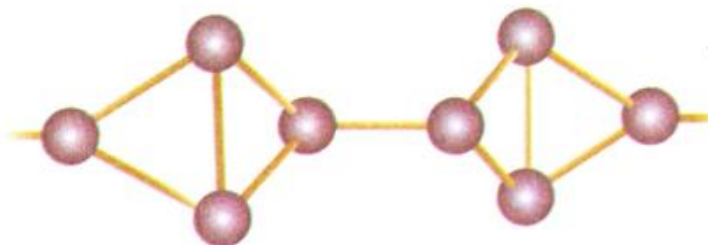
- Photpho trắng bốc cháy trong không khí ở nhiệt độ trên  $40^\circ C$ , nên được bảo quản bằng cách ngâm trong nước. Ở nhiệt độ thường, photpho trắng phát quang màu lục nhạt trong bóng tối. Khi đun nóng đến nhiệt độ  $250^\circ C$  không có không khí, photpho trắng chuyển dần thành photpho đỏ là dạng bền hơn.



Hình 2.11.  
Mô hình phân tử  $P_4$

#### 2. Photpho đỏ

- Photpho đỏ là chất bột màu đỏ có **cấu trúc polime** (hình 2.12) nên khó nóng chảy và khó bay hơi hơn photpho trắng.



Hình 2.12. Cấu trúc polime của photpho đỏ

- Photpho đỏ không tan trong các dung môi thông thường, dễ hút ẩm và chảy rữa, bền trong không khí ở nhiệt độ thường và không phát quang trong bóng tối. Nó 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 của nó ngưng tụ lại thành photpho trắng. Trong phòng thí nghiệm, người ta thường sử dụng photpho đỏ.

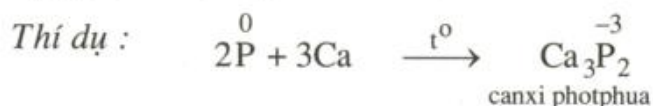
## II - TÍNH CHẤT HOÁ HỌC

Do liên kết trong phân tử photpho kém bền hơn trong phân tử nitơ nên ở điều kiện thường photpho hoạt động hoá học mạnh hơn nitơ, mặc dù độ âm điện của photpho (2,19) nhỏ hơn của nitơ (3,04).

Trong hai dạng thù hình, photpho trắng hoạt động hơn photpho đỏ. Để đơn giản, trong các phản ứng hoá học người ta viết phân tử photpho dưới dạng một nguyên tử P. Khi tham gia phản ứng hoá học, số oxi hoá của photpho có thể tăng từ 0 đến +3 hoặc +5, có thể giảm từ 0 đến -3, nên photpho thể hiện tính khử và tính oxi hoá.

### 1. Tính oxi hoá

Photpho chỉ thể hiện rõ rệt tính oxi hoá khi tác dụng với một số kim loại hoạt động, tạo ra photphua kim loại.

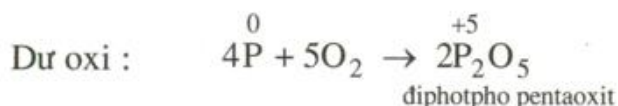
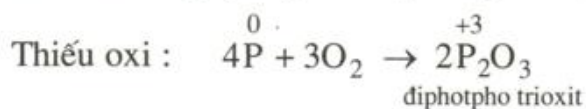


### 2. Tính khử

Photpho thể hiện tính khử khi tác dụng với các phi kim hoạt động như oxi, halogen, lưu huỳnh,... cũng như với các chất oxi hoá mạnh khác.

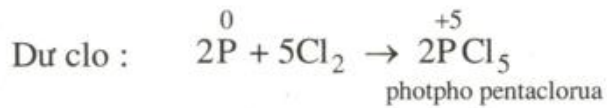
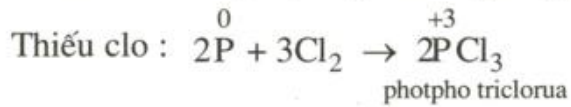
#### a) Tác dụng với oxi

Khi đốt nóng, photpho cháy trong không khí tạo ra các oxit của photpho :



## b) Tác dụng với clo

Khi cho clo đi qua photpho nóng chảy, sẽ thu được các hợp chất photpho clorua



## c) Tác dụng với các hợp chất

Photpho tác dụng dễ dàng với các hợp chất có tính oxi hoá mạnh như  $\text{HNO}_3$  đặc,  $\text{KClO}_3$ ,  $\text{KNO}_3$ ,  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ,...



## III - ỨNG 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,...

## IV - TRẠNG THÁI TỰ NHIÊN. ĐIỀU CHẾ

1. Trong tự nhiên không gặp photpho ở trạng thái tự do vì nó khá hoạt động về mặt hoá học. Phần lớn photpho trong vỏ Trái Đất nằm ở dạng muối của axit photphoric. Hai khoáng vật chính của photpho là **apatit**  $3\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot \text{CaF}_2$  và **photphorit**  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$  (hình 2.13).



a)

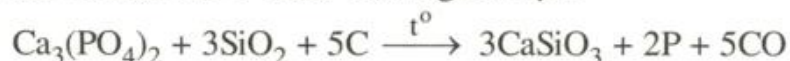


b)

**Hình 2.13.** Một số khoáng vật của photpho  
a) apatit ; b) photphorit

Nước ta có mỏ apatit lớn ở Lào Cai, một số mỏ photphorit ở Thái Nguyên, Thanh Hoá. Ngoài ra, photpho còn có trong protein thực vật (hạt, quả,...) ; trong xương, răng, bắp thịt, tế bào não,... của người và động vật.

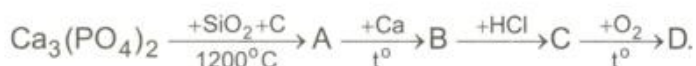
2. Trong công nghiệp, photpho được sản xuất bằng cách nung hỗn hợp quặng photphorit, cát và than cốc ở 1200°C trong lò điện :



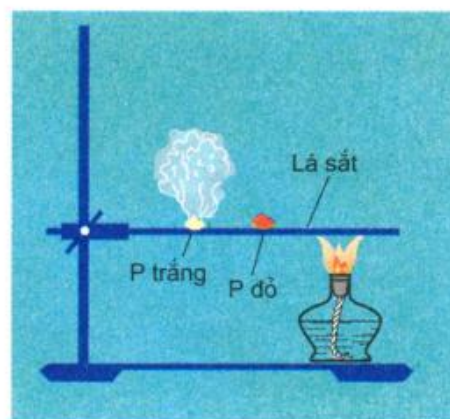
Hơi photpho thoát ra được ngưng tụ khi làm lạnh, thu được photpho trắng ở dạng rắn.

## BÀI TẬP

1. Tại sao photpho trắng và photpho đỏ lại khác nhau về tính chất vật lí ? Trong điều kiện nào thì photpho trắng chuyển thành photpho đỏ và ngược lại ?
2. Dựa vào hình 2.14, hãy mô tả thí nghiệm về khả năng bốc cháy khác nhau của photpho trắng và photpho đỏ, cho biết dạng thù hình nào của photpho hoạt động hơn.
3. Viết các phương trình hoá học thực hiện sơ đồ chuyển hoá sau :



4. Magie photphua có công thức là  
A.  $\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7$ .      B.  $\text{Mg}_2\text{P}_3$ .      C.  $\text{Mg}_3\text{P}_2$ .      D.  $\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2$ .
5. Để trung hoà hoàn toàn dung dịch thu được khi thuỷ phân 4,54 g photpho trihalogenua cần dùng 55 ml dung dịch natri hiđroxit 3M. Xác định công thức của photpho trihalogenua đó, biết rằng phản ứng thuỷ phân tạo ra hai axit, trong đó có axit  $\text{H}_3\text{PO}_3$  là axit hai nấc.
6. Đốt cháy hoàn toàn 6,2 g photpho trong oxi dư. Cho sản phẩm tạo thành tác dụng vừa đủ với dung dịch NaOH 32,0%, tạo ra muối  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ 
  - a) Viết các phương trình hoá học.
  - b) Tính khối lượng dung dịch NaOH đã dùng.
  - c) Tính nồng độ phần trăm của muối trong dung dịch thu được.



**Hình 2.14.** Thí nghiệm chứng minh khả năng bốc cháy khác nhau của P trắng và P đỏ