



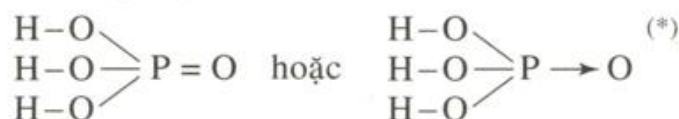
# AXIT PHOTPHORIC VÀ MUỐI PHOTPHAT

- Biết cấu tạo phân tử, tính chất vật lí và tính chất hoá học của axit photphoric ; biết tính chất của các muối photphat và cách nhận biết ion photphat.
- Biết những ứng dụng và phương pháp điều chế axit photphoric.

## I - AXIT PHOTPHORIC

### 1. Cấu tạo phân tử

Axit photphoric ( $\text{H}_3\text{PO}_4$ ) có công thức cấu tạo :



Trong hợp chất  $\text{H}_3\text{PO}_4$ , photpho có số oxi hoá cao nhất là +5.

### 2. Tính chất vật lí

Axit photphoric, còn gọi là axit orthophotphoric ( $\text{H}_3\text{PO}_4$ ) là chất rắn dạng tinh thể, trong suốt, không màu, nóng chảy ở  $42,5^\circ\text{C}$ , rất háo nước nên dễ chảy rữa, tan trong nước theo bất kì tỉ lệ nào. Axit photphoric thường dùng là dung dịch đặc, sánh, có nồng độ 85%.

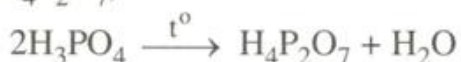
### 3. Tính chất hoá học

#### a) Tính oxi hoá - khử

Khác với nitơ, photpho ở mức oxi hoá +5 bền hơn. Do vậy, axit photphoric khó bị khử, không có tính oxi hoá như axit nitric.

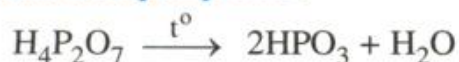
#### b) Tác dụng bởi nhiệt

Khi đun nóng đến khoảng  $200 - 250^\circ\text{C}$ , axit photphoric mất bớt nước, biến thành axit điphotphoric ( $\text{H}_4\text{P}_2\text{O}_7$ ) :



(\*) Cách viết này phù hợp với quy tắc bát tử

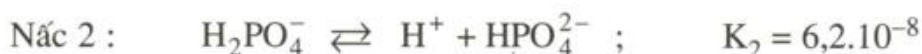
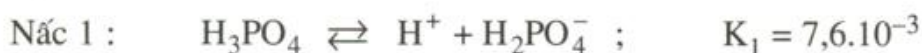
Tiếp tục đun nóng đến khoảng 400 – 500°C, axit diphosphoric lại mất bớt nước, biến thành **axit metaphosphoric** :



Các axit  $\text{HPO}_3$ ,  $\text{H}_4\text{P}_2\text{O}_7$  lại có thể kết hợp với nước để tạo ra axit  $\text{H}_3\text{PO}_4$ .

### c) Tính axit

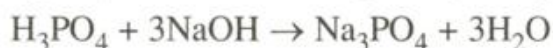
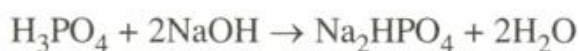
• Axit  $\text{H}_3\text{PO}_4$  là axit ba lần axit, có độ mạnh trung bình. Trong dung dịch nó phân li theo ba nấc. Dưới đây là hằng số phân li axit ở 25°C.



Sự phân li chủ yếu xảy ra theo nấc 1, nấc 2 yếu hơn và nấc 3 rất yếu. Như vậy, trong dung dịch axit photphoric ngoài các phân tử  $\text{H}_3\text{PO}_4$  không phân li, còn có các ion  $\text{H}^+$ , dihidrophotphat ( $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ ), hidrophotphat ( $\text{HPO}_4^{2-}$ ) và photphat ( $\text{PO}_4^{3-}$ ), không kể  $\text{H}^+$  và  $\text{OH}^-$  do nước phân li ra.

• Dung dịch  $\text{H}_3\text{PO}_4$  có những tính chất chung của axit, như làm đổi màu quỳ tím thành đỏ, tác dụng với oxit bazơ, bazơ, muối, kim loại,...

Khi tác dụng với oxit bazơ hoặc bazơ, tùy theo lượng chất tác dụng mà axit photphoric tạo ra muối trung hoà, muối axit hoặc hỗn hợp muối.



## 4. Điều chế và ứng dụng

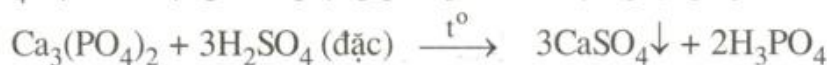
### a) Trong phòng thí nghiệm

Axit photphoric được điều chế bằng cách dùng  $\text{HNO}_3$  đặc oxi hoá photpho :



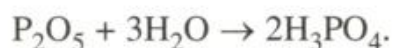
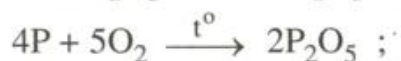
### b) Trong công nghiệp

• Cho  $\text{H}_2\text{SO}_4$  đặc tác dụng với quặng photphorit hoặc quặng apatit :



Tách muối  $\text{CaSO}_4$  ra và cô đặc dung dịch, rồi làm lạnh để axit kết tinh. Axit photphoric điều chế bằng phương pháp này không tinh khiết, có chất lượng thấp.

• Để điều chế  $\text{H}_3\text{PO}_4$  có độ tinh khiết và nồng độ cao hơn, người ta đốt cháy photpho để được  $\text{P}_2\text{O}_5$ , rồi cho  $\text{P}_2\text{O}_5$  tác dụng với nước.



Một lượng lớn axit photphoric sản xuất ra được dùng để điều chế các muối photphat và để sản xuất phân lân.

## II - MUỐI PHOTPHAT

Muối photphat là muối của axit photphoric. Axit photphoric tạo ra ba loại muối : muối photphat trung hoà và hai muối photphat axit.

*Thí dụ :* Muối photphat trung hòa :  $\text{Na}_3\text{PO}_4$ ,  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ ,  $(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4$

Muối dihidrophotphat :  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$ ,  $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ ,  $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$

Muối hidrophotphat :  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ ,  $\text{CaHPO}_4$ ,  $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$

### 1. Tính chất của muối photphat

#### a) Tính tan

Tất cả các muối dihidrophotphat đều tan trong nước.

Trong số các muối hidrophotphat và photphat trung hoà chỉ có muối natri, kali, amoni là dễ tan, còn muối của các kim loại khác đều không tan hoặc ít tan trong nước.

#### b) Phản ứng thuỷ phân

Các muối photphat tan bị thuỷ phân trong dung dịch.

*Thí dụ :*  $\text{Na}_3\text{PO}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Na}_2\text{HPO}_4 + \text{NaOH}$

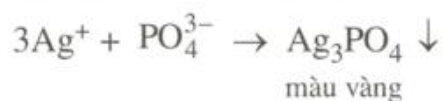


Do đó, dung dịch  $\text{Na}_3\text{PO}_4$  có môi trường kiềm, làm quỳ tím ngả màu xanh.

### 2. Nhận biết ion photphat

Thuốc thử để nhận biết ion  $\text{PO}_4^{3-}$  trong dung dịch muối photphat là bạc nitrat.

*Thí nghiệm :* Nhỏ vào ống nghiệm 5–6 giọt dung dịch  $\text{Na}_3\text{PO}_4$  rồi thêm vào đó 3–4 giọt dung dịch  $\text{AgNO}_3$ . Khi đó sẽ tạo thành kết tủa màu vàng, tan được trong dung dịch axit nitric loãng. Phương trình ion rút gọn :



## BÀI TẬP

- Viết công thức cấu tạo của axit điphosphoric, axit metaphosphoric và cho biết trong các axit này số oxi hoá của photpho là bao nhiêu.
- Viết các phương trình hoá học thực hiện dãy chuyển hoá sau đây :  
Quặng photphorit  $\xrightarrow{(1)}$  photpho  $\xrightarrow{(2)}$  điphospho pentaoxit  $\xrightarrow{(3)}$  axit photphoric  
 $\xrightarrow{(4)}$  amoni photphat  $\xrightarrow{(5)}$  axit photphoric  $\xrightarrow{(6)}$  canxi photphat.
- Điền chất thích hợp vào chỗ có dấu ? trong các sơ đồ sau :  
a)  $\text{H}_2\text{PO}_4^- + ? \rightarrow \text{HPO}_4^{2-} + ?$                       b)  $\text{HPO}_4^{2-} + ? \rightarrow \text{H}_2\text{PO}_4^-$
- Bằng phương pháp hoá học, hãy phân biệt dung dịch  $\text{HNO}_3$  và dung dịch  $\text{H}_3\text{PO}_4$ .
- Axit A là chất rắn, trong suốt, không màu, dễ tan trong nước. Khi thêm canxi oxit vào dung dịch A thì tạo thành hợp chất B màu trắng, không tan trong nước. Khi nung B ở nhiệt độ cao với cát và than thì tạo thành đơn chất photpho có trong thành phần của A. Cho biết A, B là những chất gì. Viết phương trình hoá học của các phản ứng.
- Thêm 0,15 mol KOH vào dung dịch chứa 0,1 mol  $\text{H}_3\text{PO}_4$ . Sau phản ứng, trong dung dịch có các muối  
A.  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  và  $\text{K}_2\text{HPO}_4$ .                      B.  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  và  $\text{K}_3\text{PO}_4$ .  
C.  $\text{K}_2\text{HPO}_4$  và  $\text{K}_3\text{PO}_4$ .                      D.  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ ,  $\text{K}_2\text{HPO}_4$  và  $\text{K}_3\text{PO}_4$ .
- Thêm 6,0 g  $\text{P}_2\text{O}_5$  vào 25 ml dung dịch  $\text{H}_3\text{PO}_4$  6,0% (D = 1,03 g/ml). Tính nồng độ phần trăm của  $\text{H}_3\text{PO}_4$  trong dung dịch thu được.
- Rót dung dịch chứa 11,76 g  $\text{H}_3\text{PO}_4$  vào dung dịch chứa 16,80 g KOH. Tính khối lượng của từng muối thu được sau khi cho dung dịch bay hơi đến khô.



## VAI TRÒ SINH HỌC CỦA PHOTPHO

Photpho rất cần cho người và động vật. Trong cơ thể người, gần 90% photpho tập trung ở xương, gần 10% tập trung ở các cơ, gần 1% ở các tế bào não (dưới dạng các hợp chất vô cơ và hữu cơ).

Viện sĩ 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 tải những suy nghĩ khi làm việc bằng trí óc. Nếu cơ thể thiếu photpho thì giảm khả năng làm việc, loạn thần kinh chức năng và sự trao đổi chất sẽ bị rối loạn. Ăn các loại rau quả như xà lách, đỗ, cà rốt, cà chua, dưa chuột, cà tím, ớt ngọt, dâu tây, mơ,... sẽ bổ sung cho cơ thể lượng photpho thiếu hụt. Các thực phẩm giàu photpho có nguồn gốc động vật gồm thịt nạc, óc, gan bò, cá, trứng và các sản phẩm của sữa.