

Bài
24

ĐIỀU CHẾ KIM LOẠI

- Biết nguyên tắc chung điều chế kim loại.
- Hiểu phương pháp điều chế một số kim loại có mức độ hoạt động khác nhau.
- Biết vận dụng định luật Faraday trong bài tập điện phân.

I – NGUYÊN TẮC ĐIỀU CHẾ KIM LOẠI

Trong tự nhiên chỉ có một số rất ít kim loại ở trạng thái tự do, hầu hết các kim loại tồn tại ở dạng ion trong các hợp chất hóa học. Muốn chuyển hóa những ion này thành kim loại ta thực hiện quá trình khử ion kim loại :



II – PHƯƠNG PHÁP ĐIỀU CHẾ KIM LOẠI

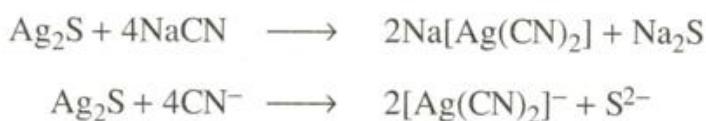
Để khử những ion kim loại trong hợp chất, có những phương pháp phổ biến sau :

1. Phương pháp thuỷ luyện

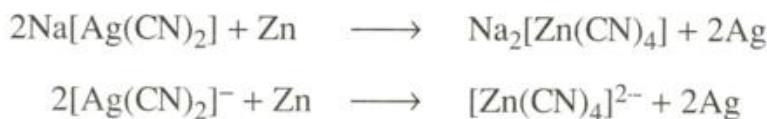
Cơ sở của phương pháp này là dùng những dung dịch thích hợp, như dung dịch H_2SO_4 , $NaOH$, $NaCN$,... để hòa tan kim loại hoặc hợp chất của kim loại và tách ra khỏi phần không tan có trong quặng. Sau đó các ion kim loại trong dung dịch được khử bằng kim loại có tính khử mạnh hơn, như Fe , Zn ,...

Thí dụ :

Người ta điều chế bạc bằng cách nghiền nhỏ quặng bạc sunfua Ag_2S , xử lí bằng dung dịch natri cyanua $NaCN$, rồi lọc để thu được dung dịch muối phức bạc :



Sau đó, ion Ag^+ trong phức được khử bằng kim loại Zn :



Phương pháp thuỷ luyện (còn gọi là phương pháp ướt) được dùng điều chế những kim loại có tính khử yếu, như Cu , Hg , Ag , Au ,...

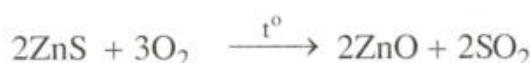
2. Phương pháp nhiệt luyện

Cơ sở của phương pháp này là khử những ion kim loại trong các hợp chất ở nhiệt độ cao bằng các chất khử mạnh như C, CO, H₂ hoặc kim loại Al, kim loại kiềm, kim loại kiềm thổ.

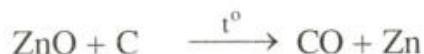


Trường hợp quặng là sunfua kim loại, như Cu₂S, ZnS, FeS₂,... thì phải chuyển sunfua kim loại thành oxit kim loại. Sau đó khử oxit kim loại bằng chất khử thích hợp. Thí dụ với ZnS :

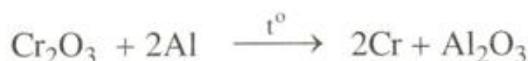
– Nung quặng ZnS với khí O₂ dư



– Khử ZnO bằng C ở nhiệt độ cao

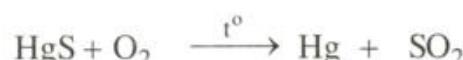


Đối với những kim loại khó nóng chảy như Cr, người ta dùng Al làm chất khử (phương pháp nhiệt nhôm) :



Phương pháp nhiệt luyện được ứng dụng rộng rãi trong công nghiệp để điều chế những kim loại có độ hoạt động trung bình như Zn, Fe, Sn, Pb,...

Với những kim loại kém hoạt động như Hg, Ag chỉ cần đốt cháy quặng cũng đã thu được kim loại mà không cần phải khử bằng các tác nhân khác :



3. Phương pháp điện phân

Cơ sở của phương pháp này là dùng dòng điện một chiều để khử các ion kim loại. Bằng phương pháp điện phân, người ta có thể điều chế được hầu hết các kim loại.

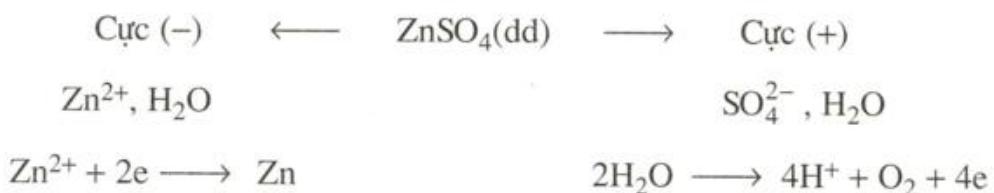
– Điều chế kim loại có tính khử mạnh như Li, Na, K, Al,... bằng cách điện phân những hợp chất (muối, bazơ, oxit) nóng chảy của chúng.

Thí dụ : Điều chế kim loại natri bằng phương pháp điện phân muối NaCl nóng chảy (xem bài 22, mục II.1).

– Điều chế kim loại có tính khử trung bình và kim loại có tính khử yếu như Zn, Cu,... bằng cách điện phân dung dịch muối của chúng.

Thí dụ : Điều chế kim loại kẽm bằng phương pháp điện phân dung dịch kẽm sunfat với điện cực tro.

Sơ đồ điện phân dung dịch $ZnSO_4$:



Phương trình điện phân :



III – ĐỊNH LUẬT FARADAY

Dựa vào công thức biểu diễn định luật Faraday (xem sách giáo khoa Vật lí lớp 11) ta có thể xác định được khối lượng các chất thu được ở các điện cực.

$$m = \frac{AIt}{nF}$$

Trong đó m : Khối lượng chất thu được ở điện cực, tính bằng gam.

A : Khối lượng mol nguyên tử của chất thu được ở điện cực.

n : Số electron mà nguyên tử hoặc ion đã cho hoặc nhận.

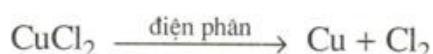
I : Cường độ dòng điện, tính bằng ampe (A).

t : Thời gian điện phân, tính bằng giây (s).

F : Hằng số Faraday ($F = 96\,500\, \text{culông/mol}$).

Thí dụ : Tính khối lượng của Cu thu được ở cực (-) (catot) sau 1 giờ điện phân dung dịch $CuCl_2$ với cường độ dòng điện là 5 ampe.

– Phương trình điện phân dung dịch $CuCl_2$:



– Khối lượng Cu thu được ở catot :

$$m_{Cu} = \frac{63,5 \cdot 5 \cdot 3600}{96500 \cdot 2} = 5,92\, (\text{g})$$

BÀI TẬP

1. Dãy các ion kim loại nào sau đây đều bị Zn khử thành kim loại ?
A. Cu²⁺, Mg²⁺, Pb²⁺ B. Cu²⁺, Ag⁺, Na⁺.
C. Sn²⁺, Pb²⁺, Cu²⁺ D. Pb²⁺, Ag⁺, Al³⁺.
2. Phản ứng hoá học nào sau đây chỉ thực hiện được bằng phương pháp điện phân ?
A. Fe + CuSO₄ → FeSO₄ + Cu
B. CuSO₄ + H₂O → Cu + O₂ + H₂SO₄
C. CuSO₄ + NaOH → Cu(OH)₂ + Na₂SO₄
D. Cu + AgNO₃ → Ag + Cu(NO₃)₂
3. Từ mỗi hợp chất sau : Cu(OH)₂, NaCl, FeS₂, hãy lựa chọn những phương pháp thích hợp để điều chế kim loại tương ứng. Trình bày các phương pháp đó.
4. Điều chế Cu bằng cách điện phân dung dịch Cu(NO₃)₂
a) Trình bày sơ đồ điện phân ;
b) Viết phương trình hoá học của phản ứng xảy ra khi điện phân ;
c) Cho biết vai trò của nước trong quá trình điện phân ;
d) Có nhận xét gì về nồng độ các ion trong dung dịch trước và sau khi điện phân ?
5. Có hỗn hợp bột các kim loại Ag và Cu. Bằng những phương pháp hoá học nào ta có thể thu được Ag từ hỗn hợp ? Giải thích và viết các phương trình hoá học.
6. Điện phân 200 ml một dung dịch có chứa 2 muối là Cu(NO₃)₂ và AgNO₃ với cường độ dòng điện là 0,804A đến khi bọt khí bắt đầu thoát ra ở cực âm thì mất thời gian là 2 giờ, khi đó khối lượng cực âm tăng thêm 3,44 gam. Hãy xác định nồng độ mol của mỗi muối trong dung dịch ban đầu.
7. Điện phân hoàn toàn 33,3 gam muối clorua nóng chảy của một kim loại nhóm IIA, người ta thu được 6,72 lít khí clo (đktc).
Hãy xác định tên của muối clorua kim loại.
8. Điện phân một dung dịch AgNO₃ trong thời gian 15 phút với cường độ dòng điện là 5 ampe. Để làm kết tủa hết ion Ag⁺ còn lại trong dung dịch sau điện phân, cần dùng 25 ml dung dịch NaCl 0,4M.
a) Viết sơ đồ điện phân và phương trình hoá học của các phản ứng xảy ra ;
b) Tính khối lượng Ag thu được ở catot ;
c) Tính khối lượng AgNO₃ có trong dung dịch ban đầu.