

CHUYÊN ĐỀ 21: SƠ LƯỢC VỀ DÂY KIM LOẠI CHUYỂN TIẾP THỨ NHẤT

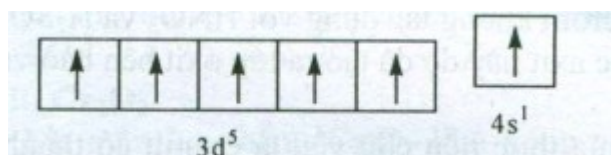
Phần I: HỆ THỐNG LÝ THUYẾT CƠ BẢN VÀ NÂNG CAO

I. CHROMIUM VÀ HỢP CHẤT CỦA CHROMIUM

1. Chromium

Chromium có cấu tạo mạng tinh thể lập phương tâm khối.

Cấu hình electron: $\text{Cr}(Z = 24): [\text{Ar}]3d^5 4s^1$



Chromium là nguyên tố nhóm d, ở trạng thái cơ bản có 6 electron độc thân. Trong các hợp chất, Chromium có số oxi hoá biến đổi từ +1 đến +6. Phổ biến hơn cả là số oxygen hoá +2, +3, +6.

Chromium là kim loại cứng nhất trong tất cả các kim loại.

Thế điện cực chuẩn:

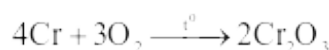
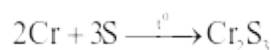
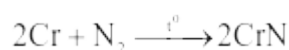
Al^{3+}	Cr^{2+}	Zn^{2+}	Cr^{3+}	Fe^{2+}	Cr^{3+}	Ni^{2+}	Sn^{2+}	Pb^{2+}	2H^{+}
— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —
Al	Cr	Zn	Cr	Fe	Cr^{2+}	Ni	Sn	Pb	H_2
$E^0(\text{V}): -1,66$	$-0,91$	$-0,76$	$-0,74$	$-0,44$	$-0,40$	$-0,26$	$-0,14$	$-0,13$	$0,00$

Bán kính: $r_{\text{Cr}} = 0,13(\text{nm}) > r_{\text{Cr}^{2+}} = 0,084(\text{nm}) > r_{\text{Cr}^{3+}} = 0,069(\text{nm})$

a) Tính chất hóa học

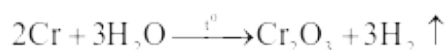
• Tác dụng với phi kim

Giống như kim loại Al, ở nhiệt độ thường trong không khí, kim loại Chromium tạo màng mỏng Cr_2O_3 có cấu tạo mịn, đặc chắc và bền vững bảo vệ. Ở nhiệt độ cao, Chromium khử được nhiều phi kim. *Thí dụ:*



• Tác dụng với nước

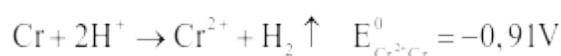
$E_{\text{Cr}^{3+}/\text{Cr}}^0 = -0,74\text{V} < E_{\text{H}_2\text{O}/\text{H}_2}^0 = -0,41\text{V}(\text{pH} = 7)$ nên Cr có thể khử được H_2O . Tuy nhiên trong thực tế Chromium không tác dụng được với nước ở nhiệt thường do có màng oxide bảo vệ. Khi nung đến nhiệt độ nóng đỏ, Chromium khử được nước tạo ra khí H_2 .



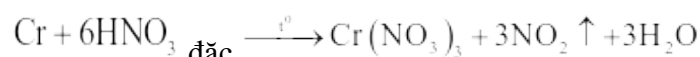
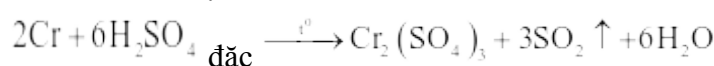
Khác với Al thì Cr **không tan** trong dung dịch kiềm.

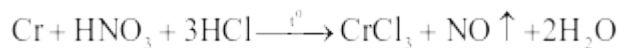
• Tác dụng với acid

Trong dung dịch loãng nóng, màng oxide bị phá hủy, Chromium khử được H^+ tạo ra muối Cr (II) màu xanh lam và khí H_2 .



Với acid có tính oxi hóa mạnh thì Chromium bị oxi hoá thành muối Cr(III)





Tương tự như Al, Chromium không tác dụng với HNO_3 và H_2SO_4 đặc, nguội mà bị “thụ động hoá” bởi các acid này do đã tạo ra lớp oxide bền bảo vệ bề mặt Chromium.

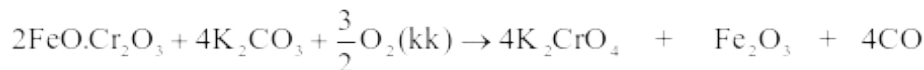
b) Sản xuất

Quặng Chromium có ý nghĩa thực tiễn chủ yếu là Chromite có thành phần $\text{FeO} \cdot \text{Cr}_2\text{O}_3$ hay FeCr_2O_4 (lẫn một ít Al_2O_3 và SiO_2). Nước ta có mỏ Chromite lớn ở Cổ Định (Nghệ An - Thanh Hoá).

Từ quặng người ta không luyện ra chromium nguyên chất mà luyện ra ferrochrome là một trong những hợp kim quan trọng nhất của Iron chứa trên 60% Chromium.

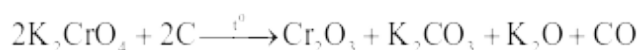


Muốn điều chế Chromium nguyên chất, người ta nung quặng Chromite với K_2CO_3 trong không khí ở nhiệt độ cao.



tan trong nước không tan

K_2CrO_4 dễ hoà tan trong nước còn Fe_2O_3 thì không tan nên được tách ra. Khử K_2CrO_4 thành Cr_2O_3 bằng cacbon.

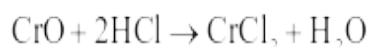


Cuối cùng dùng phương pháp nhiệt nhôm để khử Cr_2O_3 .

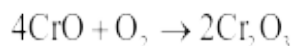


2. Chromium (II) oxide, CrO .

CrO là một base oxide, tác dụng với dung dịch HCl , H_2SO_4 loãng tạo thành muối Chromium(II):

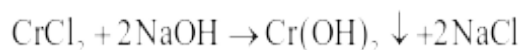


CrO có tính khử, trong không khí dễ bị oxygen hoá thành Cr_2O_3 .

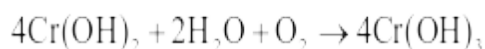


3. Chromium (II) hydroxide, $\text{Cr}(\text{OH})_2$

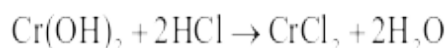
$\text{Cr}(\text{OH})_2$ là một chất rắn màu Gold, không tan trong nước, được điều chế bằng phản ứng (môi trường không có không khí):



$\text{Cr}(\text{OH})_2$ có tính khử, trong không khí $\text{Cr}(\text{OH})_2$ dễ bị oxi hoá thành $\text{Cr}(\text{OH})_3$:

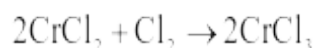
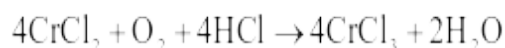
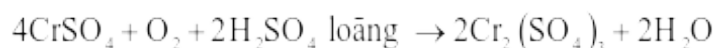


$\text{Cr}(\text{OH})_2$ là một base, tác dụng với dung dịch acid tạo thành muối Chromium(II):

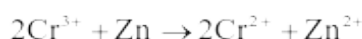


4. Muối Chromium (II)

Muối Chromium (II) có tính khử mạnh. *Thí dụ:*



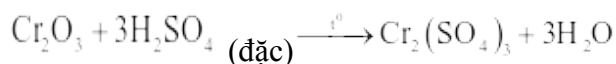
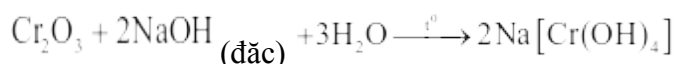
Trong phòng thí nghiệm, để điều chế muối Chromium (II), cho Zn tác dụng với muối Chromium (III) trong môi trường acid. Điều kiện cần thiết của phản ứng là dòng hydrogen thoát ra liên tục, tránh oxygen tiếp xúc với muối Chromium (II).



5. Chromium (III) oxide, Cr_2O_3

Cr_2O_3 là chất bột màu lục thẫm. Cr_2O_3 khó nóng chảy và cứng như Al_2O_3 .

Cr_2O_3 không tan trong nước. Nó có tính chất lưỡng tính, tan trong dung dịch acid và base đặc.

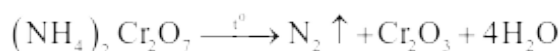


Sodium tetrahydroxycromate (III)

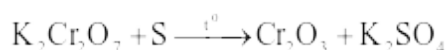
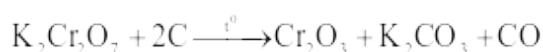
Khi nung với kiềm trong không khí hoặc với chất oxi hoá khác như KNO_3 tạo ra chromate.



Điều chế trong phòng thí nghiệm, nhiệt phân muối ammonium dichromate (hay hỗn hợp $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{NH}_4\text{Cl}$)



Trong công nghiệp:

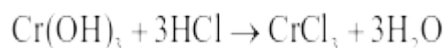
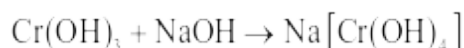


Hoặc:

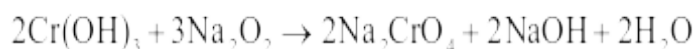
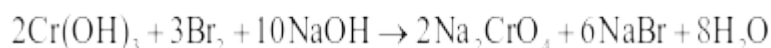
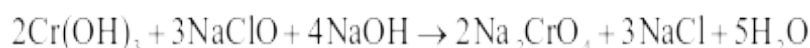
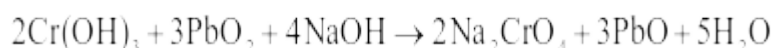
Cr_2O_3 được dùng để tạo màu lục cho đồ sứ, đồ thủy tinh.

6. Chromium (II) hydroxide, $\text{Cr}(\text{OH})_3$

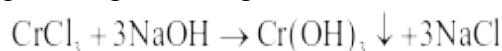
$\text{Cr}(\text{OH})_3$ là một chất kết tủa keo, màu lục xám, không tan trong nước. Chất này có tính lưỡng tính như $\text{Al}(\text{OH})_3$:



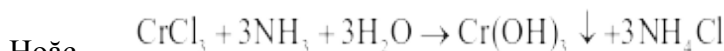
$\text{Cr}(\text{OH})_3$ cũng bị oxi hoá tạo ra chromate màu Gold khi tác dụng với Na_2O_2 , Br_2 trong dung dịch kiềm, bột tẩy, nước Gia - ven, PbO_2 ...



$\text{Cr}(\text{OH})_3$ được điều chế bằng phản ứng trao đổi giữa muối chromium (III) với dung dịch base:

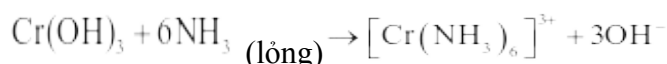


(thiếu)



(thiếu)

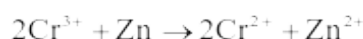
Nếu NH_3 dư thì tạo ion phức hexaamminechromium(III) $[\text{Cr}(\text{NH}_3)_6]^{3+}$



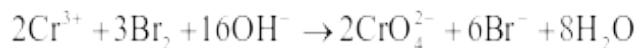
7. Muối Chromium (III)

Muối Chromium (III), kết tinh dạng tinh thể hiđrat, có màu. Muối Chromium (III) có tính oxi hoá và tính khử.

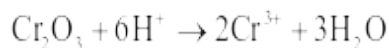
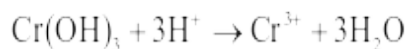
Trong môi trường acid, muối Chromium (III) có tính oxi hoá và dễ bị những chất khử như Zn khử thành muối Chromium (II).



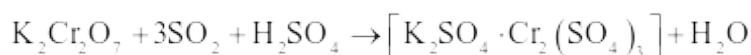
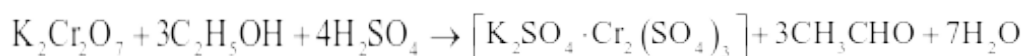
Trong môi trường kiềm, muối Chromium (III) có tính khử và bị những chất oxi hoá mạnh oxi hoá thành muối Chromium (IV).



Muối Chromium (III) được điều chế bằng cách cho Cr_2O_3 hay $\text{Cr}(\text{OH})_3$ tác dụng với dung dịch acid.

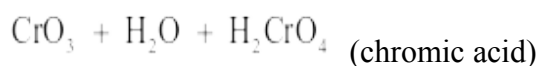
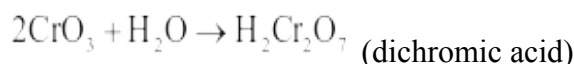


Muối Chromium (III) có ý nghĩa quan trọng trong thực tế là muối sulfate kép Chromium - Potassium hay phèn Chromium-Potassium $\text{K}_2\text{SO}_4 \cdot \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 24\text{H}_2\text{O}$ (viết gọn là $\text{KCr}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$). Phèn Chromium - Potassium có màu xanh tím, được dùng để làm chất cảm màu trong ngành nhuộm vải. Phèn Chromium - Potassium được điều chế bằng cách khử $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ trong dung dịch đã được acid hoá bằng H_2SO_4 . Tác nhân khử tốt nhất là SO_2 hoặc $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$.



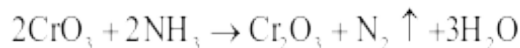
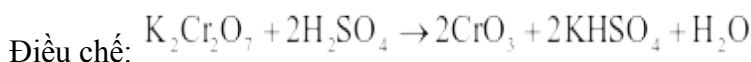
8. Chromium (VI) oxide, CrO_3

CrO_3 là một chất rắn, tinh thể màu đỏ thẫm. Là một oxide acid, CrO_3 rất dễ tan trong nước tạo ra hỗn hợp các chromic acid và dichromic acid



Các acid này chỉ tồn tại trong dung dịch, không tách ra được ở dạng tự do.

CrO_3 có tính oxi hóa rất mạnh. Một số chất vô cơ và hữu cơ như S, P, C, NH_3 , $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$, bốc cháy khi tiếp xúc với CrO_3 , Copper thời CrO_3 bị khử thành Cr_2O_3 . *Thí dụ:*



9. Muối chromate và dichromate

Muối chromate (CrO_4^{2-}) và dichromate ($\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$) là những hợp chất bền hơn nhiều so với chromic acid và dichromic acid.

Muối chromate và dichromate của kim loại kiềm tan trong nước. BaCrO_4 và PbCrO_4 kết tủa màu Gold.

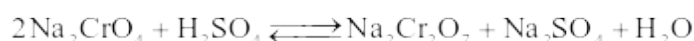
Giữa ion CrO_4^{2-} và ion $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$, trong nước có cân bằng:



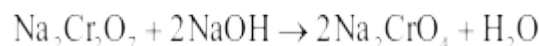
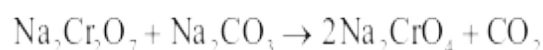
(màu da cam) (màu Gold)

Do đó:

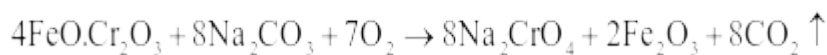
* Trong môi trường acid, cân bằng chuyển dời theo chiều nghịch, tạo thành dichromate màu da cam:



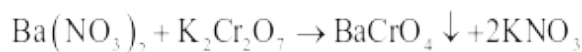
* Trong môi trường base, cân bằng chuyển dịch theo chiều thuận, tạo thành chromate có màu Gold:



Trong công nghiệp thì Na_2CrO_4 được điều chế bằng cách nung hỗn hợp gồm $\text{FeO} \cdot \text{Cr}_2\text{O}_3$ với Na_2CO_3 trong không khí.



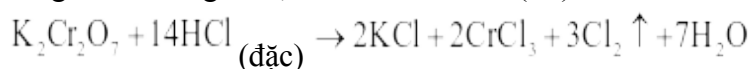
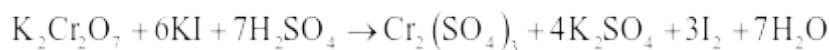
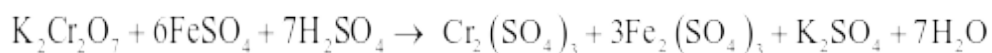
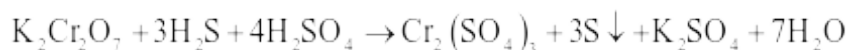
Dung dịch muối Ba^{2+} tác dụng với dung dịch $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ sẽ tạo kết tủa màu Gold BaCrO_4 :



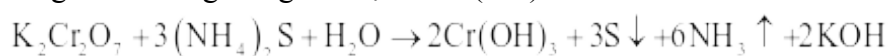
(màu Gold)

Các muối chromate và dichromate đều là những chất oxygen hóa mạnh

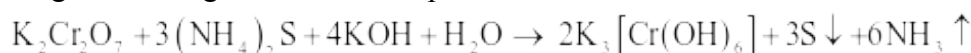
• Trong môi trường acid, muối Chromium (VI) bị khử thành muối Chromium (III):



• Trong môi trường trung tính tạo ra $\text{Cr}(\text{OH})_3$:



• Trong môi trường kiềm tạo ra ion phức $[\text{Cr}(\text{OH})_6]^{3-}$:



II. IRON VÀ HỢP CHẤT CỦA IRON

1. Iron, Fe

Iron là nguyên tố d, có cấu hình electron viết gọn là $[\text{Ar}]3d^6 4s^2$.

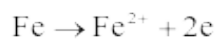
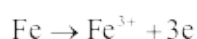
Trong hợp chất, Fe có số oxygen hoá +2 hoặc +3.

Tùy vào nhiệt độ, kim loại Iron có thể tồn tại ở các mạng lưới tinh thể lập phương tâm khối (Fe^α) hoặc lập phương tâm diện (Fe^γ).

Iron có tính dẫn điện, dẫn nhiệt tốt, đặc biệt là có tính nhiễm từ.

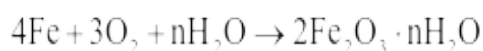
a) Tính chất hoá học

Tính chất hoá học cơ bản của Iron là tính khử trung bình.

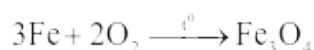


• Tác dụng với phi kim

Khi đun nóng trong không khí khô $150 - 200^\circ\text{C}$, Iron bị oxi hóa tạo màng mỏng ngăn sự oxi hóa sâu hơn. Tuy nhiên trong không khí ẩm Iron bị gỉ dễ dàng theo phương trình:

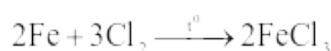
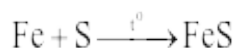


Đốt cháy Iron trong oxygen sẽ tạo ra ferrous ferric oxide.



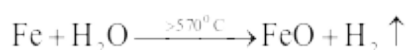
Nếu dùng dư O_2 thì: $4\text{Fe} + 3\text{O}_2 \xrightarrow{t^\circ} 2\text{Fe}_2\text{O}_3$

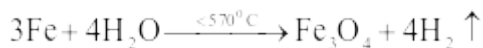
Iron tác dụng được với các phi kim khác như Cl_2 , S, ... khi đun nóng.



• Tác dụng với nước

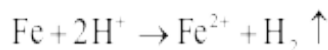
Iron chỉ tác dụng với H_2O ở nhiệt độ cao:





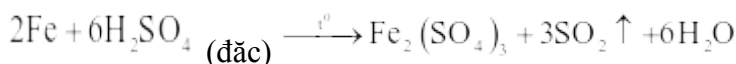
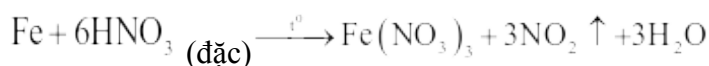
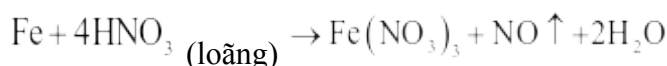
• **Tác dụng với acid**

Iron tác dụng với dung dịch HCl và H₂SO₄ loãng tạo ra muối Fe²⁺

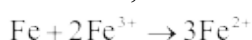


Iron bị thụ động hóa trong HNO₃ đặc nguội và H₂SO₄ đặc nguội.

Iron tác dụng với H₂SO₄ đặc, nóng và HNO₃ loãng và HNO₃ đặc nóng cho muối Fe³⁺:

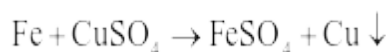
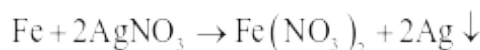


Nếu acid hết, Fe còn thì có phản ứng khử ion Fe³⁺ thành ion Fe²⁺.

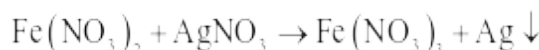


• **Tác dụng với dung dịch muối**

Iron khử được những ion kim loại đứng sau nó trong dãy điện hoá (có thế điện cực chuẩn lớn hơn -0,44 V).



Nếu Fe hết, AgNO₃ hết thì:



b) Trạng thái tự nhiên

Trong tự nhiên, Iron ở trạng thái tự do trong các mảnh thiên thạch. Một số quặng Iron quan trọng là: Quặng hematite đỏ chứa Fe₂O₃ khan.

Quặng hematite nâu chứa Fe₂O₃.nH₂O

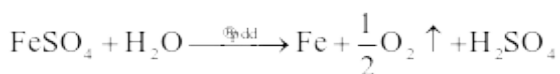
Quặng magnetite chứa Fe₃O₄, là quặng giàu Iron nhất, nhưng hiếm có trong tự nhiên.

Ngoài ra còn có quặng Siderite chứa FeCO₃, quặng iron pyrite chứa FeS₂.

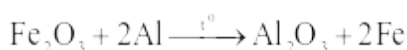
Để sản xuất gang người ta thường dùng magnetite và hematite.

c) Điều chế

Iron tinh khiết được điều chế bằng cách điện phân dung dịch muối Iron (II) hoặc dùng H₂ hay Al để khử Fe₂O₃.



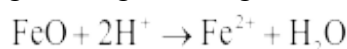
(K) (A)



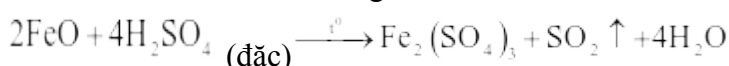
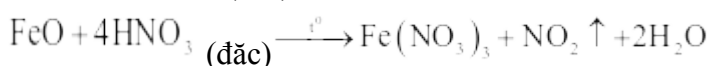
2. Iron (II) oxide, FeO

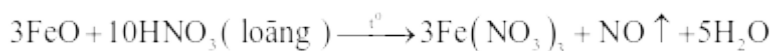
Là chất rắn màu đen, không tan trong nước.

FeO là oxide base: tác dụng dễ dàng với dung dịch acid

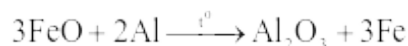
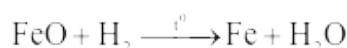
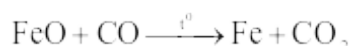


FeO thể hiện tính khử: Tác dụng với các chất oxi hóa mạnh như H₂SO₄ đặc, H₂SO₄ loãng hoặc đặc.

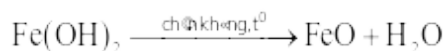
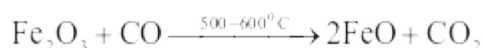




FeO thể hiện tính oxi hóa: Tác dụng với các chất khử như Al, H₂, CO, ...

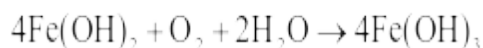


Điều chế FeO:



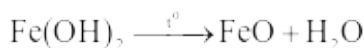
3. Iron (II) hydroxide, Fe(OH)₂

Là chất kết tủa màu trắng xanh, không bền, dễ bị oxygen hóa trong không khí ẩm chuyển về Fe(OH)₃ màu nâu đỏ:



Nhiệt phân Fe(OH)₂ theo hai trường hợp:

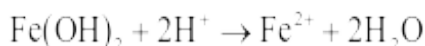
+ Không có O₂ (không khí):



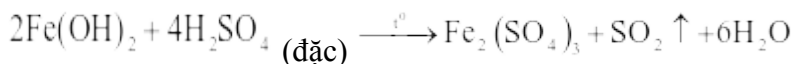
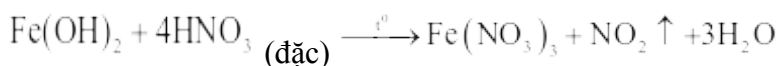
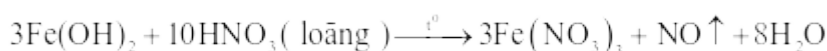
+ Có O₂ (không khí):



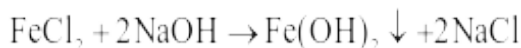
Fe(OH)₂ thể hiện tính base: Tác dụng với dung dịch acid



Fe(OH)₂ thể hiện tính khử: tác dụng với oxygen không khí, H₂SO₄ đặc, HNO₃, ..



Điều chế Fe(OH)₂ bằng cách cho muối Iron (II) tác dụng với dung dịch kiềm mạnh:

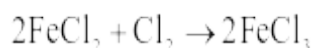


Kết tủa Fe(OH)₂ tinh khiết chỉ được tạo nên ở trong khí quyển và dung dịch hoàn toàn không có oxygen.

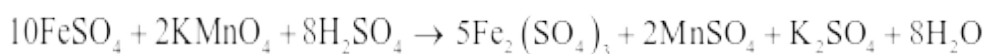
4. Muối Iron (II)

Muối Iron (II) kết tinh từ dung dịch thường dưới dạng tinh thể hidrat như FeSO₄ · 7H₂O, FeCl₂ · 6H₂O, Fe(ClO₄)₂ · 6H₂O, ...

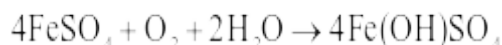
Muối Iron (II) dễ bị oxi hóa bởi oxygen không khí và các chất oxi hóa mạnh để chuyển thành muối Iron (III):



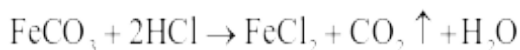
(lục nhạt) (Gold nâu)

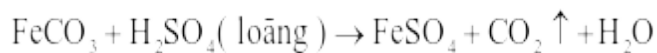
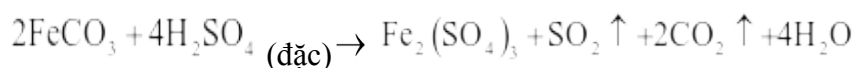
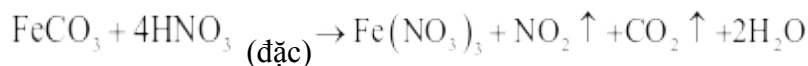
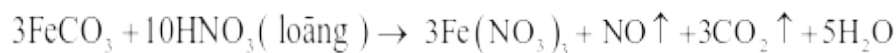


(dung dịch màu tím hồng) (dung dịch màu Gold)



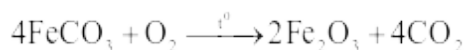
Iron(II) carbonate FeCO₃





Nung FeCO_3 :

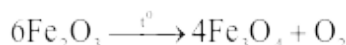
Trong không khí:



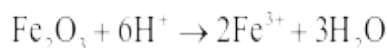
Trong chân không: $\text{FeCO}_3 \xrightarrow{t^0} \text{FeO} + \text{CO}_2$

5. Iron (III) oxide, Fe_2O_3 .

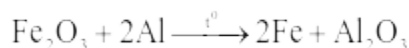
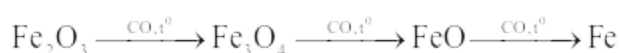
Fe_2O_3 là chất rắn màu đỏ nâu, không tan trong nước, bị nhiệt phân thành Iron(II, III) oxide Fe_3O_4



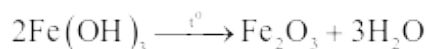
Fe_2O_3 có tính base: Tác dụng với dung dịch acid



Fe_2O_3 có tính oxi hóa yếu: Tác dụng với các chất khử như H_2 , CO , Al , ... ở nhiệt độ cao

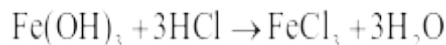


Fe_2O_3 có sẵn trong thiên nhiên dưới dạng quặng hematite, Fe_2O_3 được điều chế bằng cách nhiệt phân $\text{Fe}(\text{OH})_3$:



6. Iron (III) hydroxide, $\text{Fe}(\text{OH})_3$

$\text{Fe}(\text{OH})_3$ kết tủa màu nâu đỏ, không tan trong nước và có tính base tan dễ trong dung dịch acid



$\text{Fe}(\text{OH})_3$ được điều chế bằng cách cho muối Iron (III) phản ứng với dung dịch kiềm:

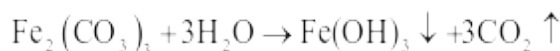


7. Muối Iron (III)

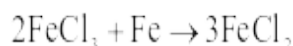
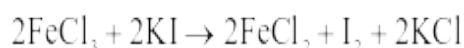
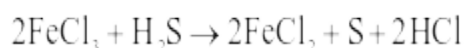
Muối Iron (III) kết tinh từ dung dịch thường ở dạng tinh thể hidrat: $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$, ...

Muối Iron (III) dễ bị thủy phân tương tự muối Aluminium (III) và muối Chromium (III).

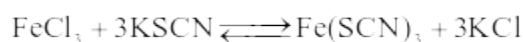
Dung dịch $\text{Fe}_2(\text{CO}_3)_3$ không tồn tại trong dung dịch do bị thủy phân:



Muối Iron (III) thể hiện tính oxi hóa:



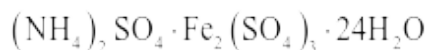
Nhận biết muối Iron (III) nhờ tác dụng với dung dịch muối Potassium hoặc Ammonium thiocyanate (KSCN , NH_4SCN) để tạo muối Iron (III) thiocyanate màu đỏ máu.



Ứng dụng của hợp chất Iron (III)

Muối FeCl_3 được dùng làm chất xúc tác trong một số phản ứng hữu cơ.

$\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ có trong phèn Iron - Ammonium, tức muối kép Iron (III) Ammonium sulfate.



Fe_2O_3 được dùng để pha chế sơn chống gỉ.

8. Gang

Gang là hợp kim Iron - Carbon (2 - 5%) và một số nguyên tố khác:

1 - 4% Si; 0,3 - 5% Mn; 0,1 - 2% P; 0,01 - 1% S

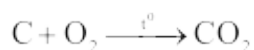
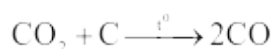
Phân loại: có hai loại gang là gang trắng (chứa ít carbon và silicon) và gang xám (chứa nhiều cacbon và silic)

Sản xuất gang:

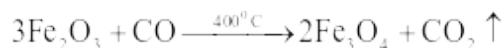
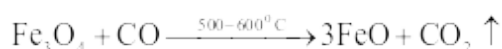
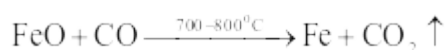
- Nguyên liệu: Quặng Iron; than cốc; chất chảy CaCO_3

- Các phản ứng hóa học xảy ra trong quá trình luyện gang:

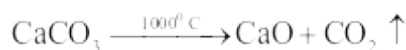
+ Phản ứng tạo thành chất khử CO:



+ Phản ứng khử Fe_xO_y



+ Phản ứng tạo xỉ.



9. Thép

Thép là hợp kim Iron - carbon (0,01 - 2%) và một lượng rất ít các nguyên tố Si, Mn,...

Phân loại:

+ Thép thường (hay thép cacbon) chứa ít carbon, silicon, Manganese và rất ít sulfur, phosphorus.

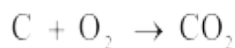
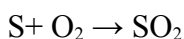
+ Thép đặc biệt là thép có chứa thêm các nguyên tố khác như: Si, Mn, Cr, Ni, W, ...

Sản xuất thép

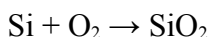
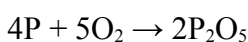
+ Nguyên liệu: Gang trắng hoặc gang xám, thép phế liệu; chất chảy là calcium oxide; nhiên liệu là dầu ma-dut hoặc khí đốt; khí oxygen.

+ Những phản ứng hóa học xảy ra trong quá trình luyện gang thành thép:

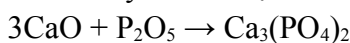
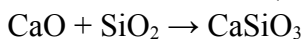
* Carbon và sulfur bị oxygen hóa thành những hợp chất khí tách ra khỏi gang:



* Silicon và phosphorus bị oxi hóa thành những oxide khó bay hơi:



Những oxide này hóa hợp với chất chảy là CaO tạo thành xỉ nổi trên bề mặt thép lỏng:



Các phương pháp luyện thép: Phương pháp thổi oxygen; phương pháp lò bằng; phương pháp lò hồ quang điện.

III. COPPER VÀ HỢP CHẤT CỦA COPPER

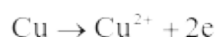
1. Copper, Cu

Kim loại Copper có cấu tạo kiểu mạng tinh thể lập phương tâm diện.

Copper có độ dẫn điện, dẫn nhiệt rất cao, chỉ thua Silver.

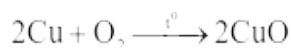
a) Tính chất hóa học

Copper là kim loại kém hoạt động, có tính khử yếu.

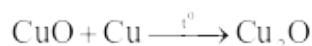


• Tác dụng với phi kim

Khi đốt nóng, Cu không cháy trong khí oxygen, mà tạo thành lớp màng CuO màu đen bảo vệ Cu không bị oxi hóa tiếp tục.

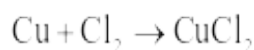
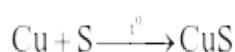


Nếu tiếp tục đốt ở nhiệt độ cao hơn (800 – 1000°C), một phần CuO ở lớp bên trong oxygen hóa Cu thành Cu₂O có màu đỏ.



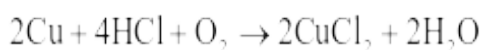
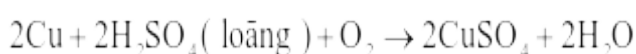
Trong không khí khô, Cu không bị oxi hóa vì có lớp màng oxide bảo vệ. Nhưng trong không khí ẩm, với sự có mặt của khí CO₂, Copper bị bao phủ bởi lớp màng màu xanh CuCO₃.Cu(OH)₂.

Ở nhiệt độ thường hoặc khi đun nóng, Copper có thể tác dụng trực tiếp với Cl₂, Br₂, S,...

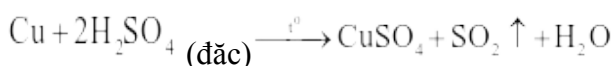
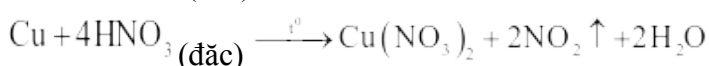
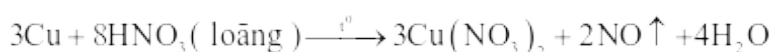


• Tác dụng với acid

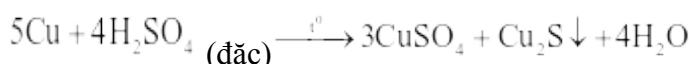
Copper không tác dụng với dung dịch HCl, H₂SO₄ loãng. Tuy vậy với sự có mặt của oxygen không khí, Cu bị oxi hóa thành muối Copper (II):



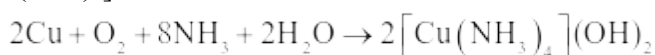
Với acid H₂SO₄ đặc, nóng và HNO₃:



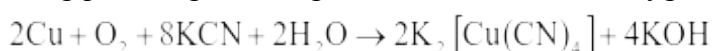
Lưu ý: Khi phản ứng với H₂SO₄ đặc, nóng thì một lượng nhỏ Cu bị oxygen hoá thành Cu₂S ở dạng chất bột màu đen.



Trong dung dịch kiềm Cu bị oxi hoá khi có mặt của oxygen nên Cu phản ứng với dung dịch NH₃ tạo ra [Cu(NH₃)₄]²⁺.

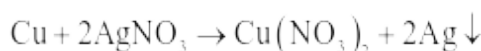


Cu cũng phản ứng với dung dịch KCN khi có mặt oxygen vì tạo ra phức chất:



• Tác dụng với dung dịch muối

Copper khử được ion của những kim loại đứng sau nó trong dãy điện hoá ở dung dịch muối.



b) Ứng dụng của Copper

- Đồng thau là hợp kim Cu-Zn (45% Zn) có tính cứng và bền hơn Copper, dùng chế tạo các chi tiết máy, chế tạo các thiết bị trong công nghiệp đóng tàu biển.

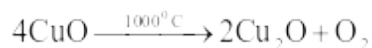
- Đồng Silverh là hợp kim Cu-Ni (25% Ni), dùng trong công nghiệp tàu thủy, đúc tiền, ...

- Đồng thanh là hợp kim Cu-Sn, dùng chế tạo máy móc, thiết bị

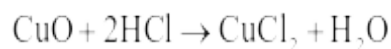
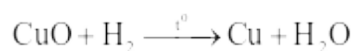
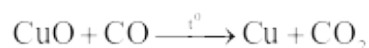
2. Copper (II) oxide, CuO

CuO là chất rắn màu đen, không tan trong nước

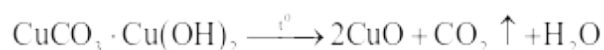
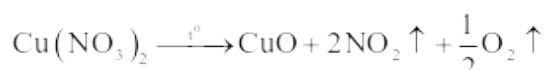
Ở 1000°C bị nhiệt phân:



CuO có tính base và tính oxi hóa



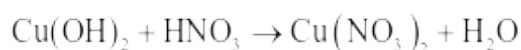
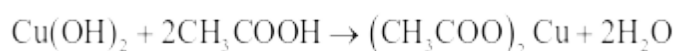
Điều chế: $\text{Cu}(\text{OH})_2 \xrightarrow{t^\circ} \text{CuO} + \text{H}_2\text{O}$



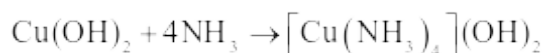
3. Copper (II) hydroxide, Cu(OH)₂

Cu(OH)₂ là chất kết tủa keo màu xanh. Khi đun nóng dễ bị loại nước thu được oxide.

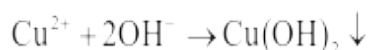
Cu(OH)₂ có tính base, không tan trong nước nhưng tan dễ dàng trong dung dịch acid.



Cu(OH)₂ tan dễ dàng trong dung dịch NH₃ do tạo phức có màu xanh lam gọi là nước Svayde có khả năng hòa tan cellulose:



Cu(OH)₂ được điều chế:



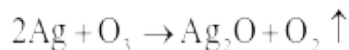
IV. SILVER

Có tính mềm, dẻo (dễ kéo sợi và dát mỏng), màu trắng, dẫn nhiệt và dẫn điện tốt nhất trong các kim loại.

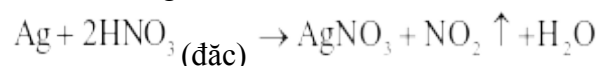
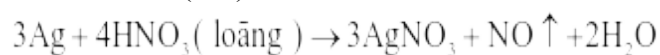
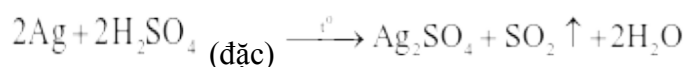
Là kim loại nặng (khối lượng riêng là 10,5 gam/cm³), nóng chảy ở 960,5°C.

Có tính khử yếu, nhưng ion Ag⁺ có tính oxi hóa mạnh $\left(E_{\text{Ag}^+/\text{Ag}}^0 = +0,80\text{V}\right)$

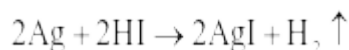
Không bị oxi hóa trong không khí, dù ở nhiệt độ cao nhưng tác dụng với ozone ngay ở nhiệt độ thường.



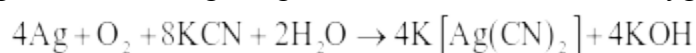
Không tác dụng với HCl, H₂SO₄ loãng, nhưng tác dụng với acid có tính oxy hóa mạnh như HNO₃, H₂SO₄ đặc nóng.



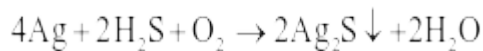
Lưu ý: Ag có khả năng phản ứng với acid HI giải phóng H₂



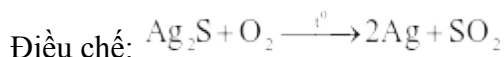
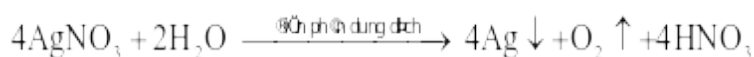
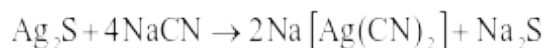
Ag bị hoà tan trong dung dịch KCN khi có mặt của oxygen vì tạo ra phức chất:



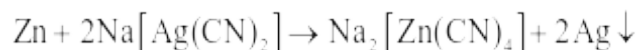
Khi tiếp xúc với không khí hoặc hơi nước có mặt H₂S thì Silver có màu đen.



màu đen



Từ dung dịch phức trên người ta khử Silver bằng bột Zinc hoặc Aluminium:



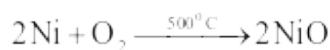
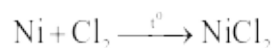
IV. NICKEL

Là kim loại màu trắng Silver, rất cứng.

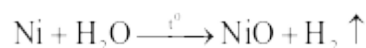
Có tính khử yếu hơn Iron ($E^0_{\text{Ni}^{2+}/\text{Ni}} = -0,26\text{V} > E^0_{\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}} = -0,44\text{V}$)

Nickel có thể tác dụng được với nhiều đơn chất và hợp chất: Khi đun nóng có thể phản ứng với một số phi kim như oxygen, Chlorine, ...; phản ứng được với một số dung dịch acid, đặc biệt tan dễ dàng trong dung dịch acid HNO_3 đặc nóng.

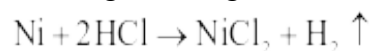
Ví dụ:



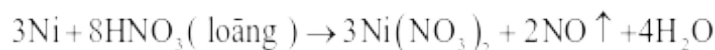
Ở nhiệt độ thường Ni bền với không khí, nước và một số dung dịch acid do trên bề mặt Ni có một lớp màng oxide bảo vệ. Khi cho H_2O qua Ni nung đỏ tạo ra NiO.



Ni tác dụng với dung dịch HCl chậm hơn Fe.

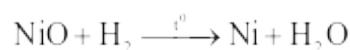
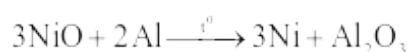
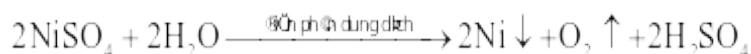


Nhưng dễ tan trong dung dịch HNO_3 loãng.



Tương tự như Fe thì Ni bị thụ động hoá bởi HNO_3 đặc, nguội.

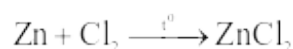
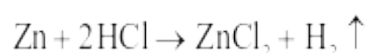
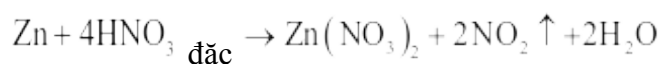
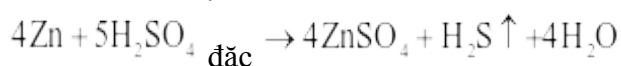
Điều chế:

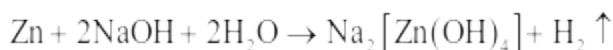


V. ZINC

Là kim loại có màu lam nhạt, giòn ở nhiệt độ thường, dẻo ở nhiệt độ $100-150^0\text{C}$, giòn trở lại ở nhiệt độ trên 200^0C .

Zinc là kim loại hoạt động, có tính khử mạnh, thế điện cực chuẩn của Zinc $E^0_{\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}} = -0,76\text{V}$. Zinc tác dụng với nhiều phi kim và các dung dịch acid, kiềm, muối. Tuy nhiên Zinc không bị oxygen hóa trong không khí, trong nước vì trên bề mặt Zinc có màng oxide hoặc cacbonat base bảo vệ. Ví dụ:

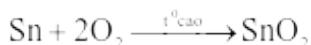
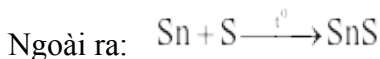
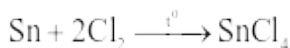




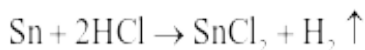
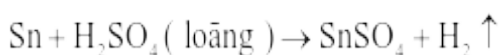
VI. TIN

Là kim loại màu trắng Silver, dẻo, nhiệt độ nóng chảy 232°C , nhiệt độ sôi 2620°C . Thể hiện tính khử yếu hơn Zinc và Nickel.

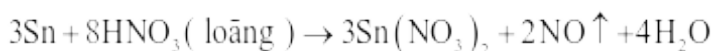
Trong không khí, ở nhiệt độ thường, Sn không bị oxi hóa; ở nhiệt độ cao Sn bị oxi hóa thành SnO_2 .



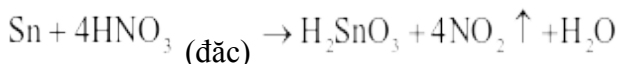
Tác dụng chậm với dung dịch HCl, H_2SO_4 loãng.



Tác dụng với dung dịch HNO_3 tạo muối Sn (II) nhưng không giải phóng H_2 .

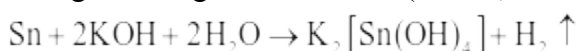
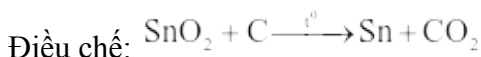


Tác dụng với dung dịch HNO_3 , H_2SO_4 đặc tạo hợp chất Sn (IV).



acid stanic

Tác dụng với dung dịch kiềm đặc (NaOH, KOH).



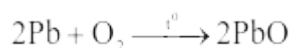
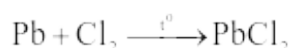
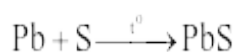
VII. LEAD

Lead có màu trắng, hơi xanh, mềm (có thể cắt bằng dao), dát mỏng và kéo sợi.

Lead là kim loại nặng, có khối lượng riêng là $11,34 \text{ g/cm}^3$, nóng chảy ở $327,4^\circ\text{C}$ sôi ở 1745°C .

Thể hiện tính khử yếu ($E^\circ_{\text{Pb}^{2+}/\text{Pb}} = -0,13 \text{ V}$)

Tác dụng với một số phi kim khi nung nóng:

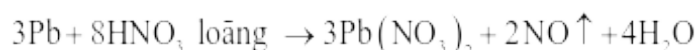
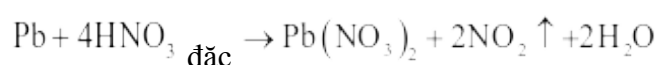


Không tác dụng với dung dịch HCl, H_2SO_4 loãng (dưới 80%) do các muối Lead không tan (PbCl_2 và PbSO_4) bao bọc bên ngoài kim loại.

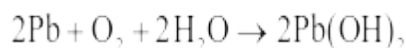
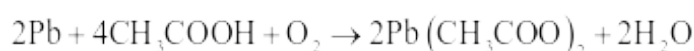
Tác dụng dễ dàng với dung dịch H_2SO_4 đặc, nóng và tạo thành muối tan $\text{Pb}(\text{HSO}_4)_2$.



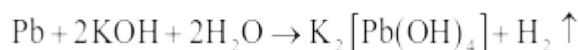
Tan dễ dàng trong dung dịch HNO_3 loãng, tan chậm trong dung dịch HNO_3 đặc



Khi có mặt không khí, chỉ có thể tác dụng với nước và có thể tan trong acetic acid và các acid hữu cơ khác.



Tan chậm trong dung dịch kiềm nóng (như KOH, NaOH).



VIII. GOLD

Cấu hình electron của nguyên tử Au: $[\text{Xe}]4f^{14}5d^{10}6s^1$

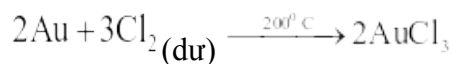
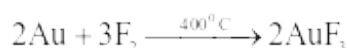
Trong các hợp chất, Gold có số oxy hóa phổ biến là +3, ngoài ra còn có số oxy hóa là +1

Là kim loại mềm, màu Gold, dẻo, có tính dẫn điện và dẫn nhiệt tốt, chỉ kém Silver và Copper.

Khối lượng riêng là $19,3 \text{ g/cm}^3$, nóng chảy ở 1063°C .

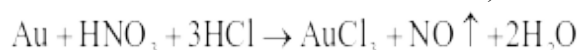
Thể hiện tính khử rất yếu ($E^0_{\text{Au}^{3+}/\text{Au}} = +1,50\text{V}$)

Tác dụng với Cl_2 và F_2 ở nhiệt độ cao.

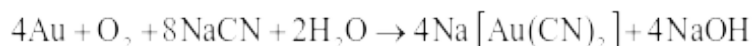


Gold không bị oxi hóa trong không khí dù ở nhiệt độ nào và không bị hòa tan trong acid, kể cả HNO_3 , nhưng Gold bị hòa tan trong:

- Nước cường toan (hỗn hợp 1 thể tích HNO_3 và 3 thể tích HCl đặc)



- Dung dịch muối cyanide của kim loại kiềm, như NaCN , tạo thành ion phức $[\text{Au}(\text{CN})_2]^-$.



- Mercury, vì tạo thành hỗn hống với Au (chất rắn, màu trắng). Đốt nóng hỗn hống, thủy ngân bay hơi còn lại Gold.

XIX. MANGANESE

Cấu hình electron của nguyên tử Mn: $[\text{Ar}]3d^5 4s^2$

Trong các hợp chất, Manganese có số oxi hóa phổ biến là +2, +4 và +7, ngoài ra còn tạo các hợp chất với bậc oxy hóa +3, +4 và +6.

Manganese chiếm khoảng 0,09% trọng lượng vỏ Trái Đất, đứng thứ 13 về độ phổ biến và đứng hàng thứ ba trong số các kim loại chuyển tiếp.

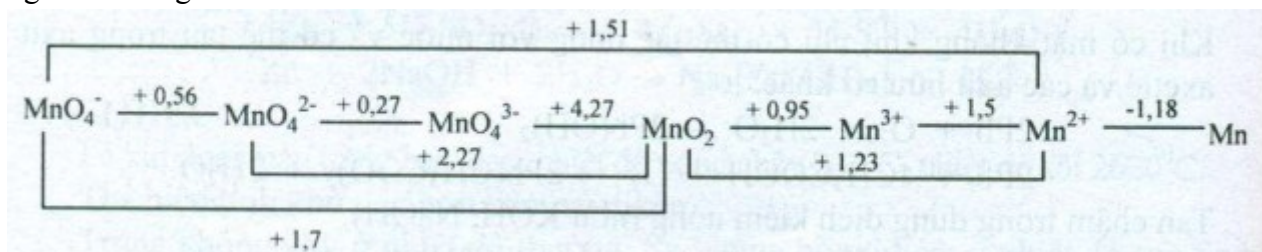
Manganese tồn tại trong nhiều loại quặng, chủ yếu là quặng pirolusit (MnO_2); ngoài ra một số khoáng chất khác có chứa Manganese như Mn_2O_3 ; $\text{Mn}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ và các muối sulfide như MnS , MnS_2 , ...

Khối lượng riêng là $7,4 \text{ gam/cm}^3$, nóng chảy ở 1244°C .

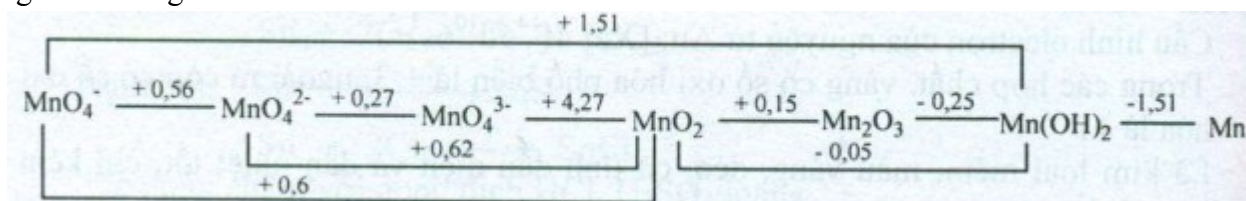
Thể hiện tính khử trung bình ($E^0_{\text{Mn}^{2+}/\text{Mn}} = -1,18\text{V}$)

Sơ đồ thế điện cực của Manganese:

- Trong môi trường acid:

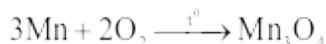


- Trong môi trường kiềm:



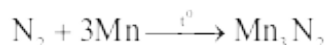
- Manganese không phản ứng trực tiếp với hydrogen, nhưng khí H_2 tan được trong Manganese nóng chảy.

- Trong không khí, Manganese ở dạng khối rắn, không bị oxi hóa ngay cả khi đun nóng vì được bao bọc bởi lớp oxide mỏng bảo vệ cho kim loại; nếu ở trạng thái bột kim loại lại dễ bị oxi hóa hơn, nhưng nói chung Manganese rất khó phản ứng với oxygen, tạo ra Mn_3O_4 ở $940^{\circ}C$.



- Manganese phản ứng trực tiếp với Sulfur, Selenium, Tellurium tạo ra các hợp chất như MnS , $MnSe$, $MnSe_2$, $MnTe$, $MnTe_2$, ...

- Manganese hóa hợp trực tiếp với nitơ tạo ra Mn_3N_2 ở $600 - 1000^{\circ}C$.



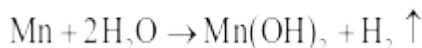
- Manganese phản ứng trực tiếp với Phosphorus khi nung trong ampun hàn tạo ra các chất Mn_3P_2 , MnP , ...

- Manganese hóa hợp trực tiếp với carbon và silicon tạo ra các hợp chất MnC , Mn_3C_3 , Mn_3Si , ...

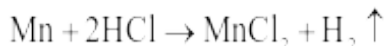
- Manganese phản ứng mạnh với các halogen tạo muối MnX_2 . Thí dụ:



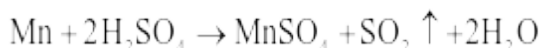
- Manganese phản ứng được với H_2O khi đun nóng.



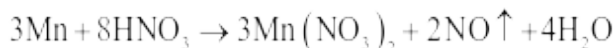
- Manganese tan trong dung dịch acid loãng như HCl , H_2SO_4 loãng giải phóng H_2 .



- Manganese tan trong H_2SO_4 đặc tạo ra SO_2 , nếu H_2SO_4 đặc, nguội phản ứng xảy ra chậm, nhưng khi đun nóng phản ứng xảy ra rất nhanh.

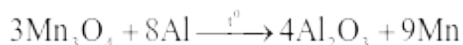


Với HNO_3 loãng tạo ra khí NO .

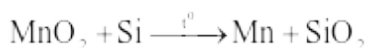


- Manganese không phản ứng với dung dịch kiềm.

- Manganese được điều chế bằng phương pháp nhiệt nhôm từ các oxide MnO và Mn_3O_4 .



Cũng có thể điều chế bằng phương pháp nhiệt silic:

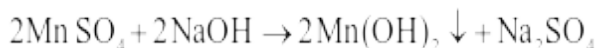


Trong công nghiệp Manganese được điều chế bằng cách nung carbon để khử oxide Manganese trong lò điện.

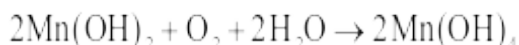
Manganese cũng được điều chế bằng phương pháp điện phân dung dịch muối sunfat.

- Một số hợp chất của Manganese:

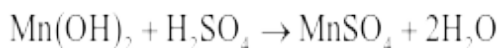
+ Manganese (II) hydroxide, $Mn(OH)_2$: Là chất rắn màu trắng, được điều chế từ phản ứng của dung dịch muối Manganese (II) với kiềm:



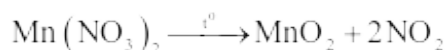
Trong không khí, có mặt O_2 thì $Mn(OH)_2$ bị oxygen hóa dần theo phương trình:



$Mn(OH)_2$ là một base.

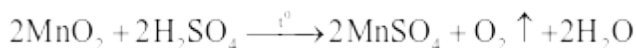


+ Manganese (IV) oxide, MnO_2 : Là chất bột, màu nâu đen, không tan trong nước và được điều chế bằng cách đun nóng $Mn(NO_3)_2$ đến $200^{\circ}C$.

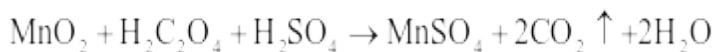
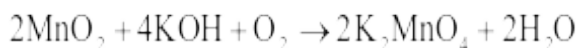
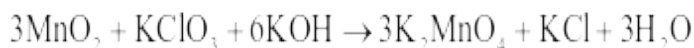
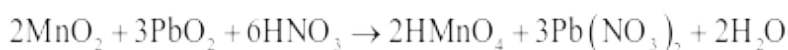


Khi đun nóng bị phân hủy: $3\text{MnO}_2 \xrightarrow{t^0} \text{Mn}_3\text{O}_4 + \text{O}_2$

Khi đun với H_2SO_4 đặc nóng tạo ra O_2 :

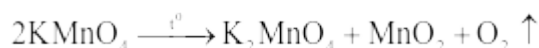


MnO_2 có tính oxi hóa mạnh và cả tính khử.

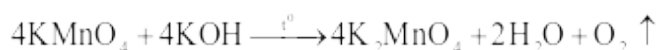


+ Potassiumpermanganate, KMnO_4 : Ở trạng thái rắn là những tinh thể hình thoi, dễ kết tinh màu tím đỏ gần đen, có ánh kim. Tan trong nước có màu tím đậm; dung dịch loãng có màu đỏ.

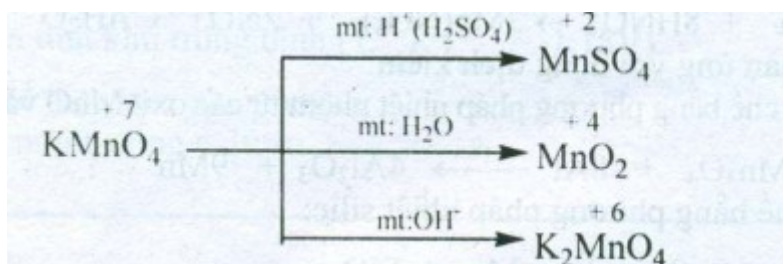
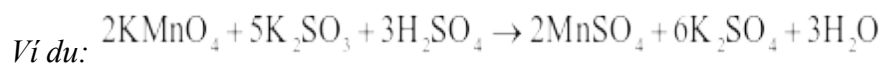
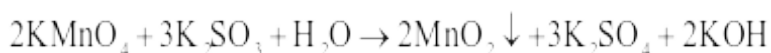
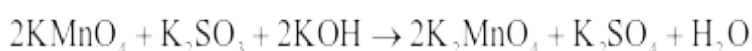
Khi nung nóng đến 200°C , ở trạng thái kết tinh KMnO_4 bị phân hủy theo phản ứng:



Khi đun sôi với dung dịch kiềm tạo ra K_2MnO_4 và O_2 .



KMnO_4 là chất oxi hóa mạnh. Tính oxi hóa phụ thuộc vào môi trường của dung dịch, mạnh nhất là môi trường acid.



Phần II: HỆ THỐNG BÀI TẬP THEO KIẾN THỨC LÝ THUYẾT CÓ PHÂN DẠNG

DẠNG 1: GIẢI THÍCH QUY LUẬT BIẾN THIÊN TÍNH CHẤT CỦA ĐƠN CHẤT VÀ HỢP CHẤT

Phương pháp: Nắm vững cấu tạo nguyên tử, quy luật biến thiên tính chất của các đơn chất Cr, Fe, Cu, Zn, Ag, Mn... và các hợp chất của chúng.

Ví dụ 1:

- Tại sao hợp chất Cr (III) lại giống với hợp chất Al (III) ?
- Tại sao Cu, Ag, Au đều cho các bậc oxygen hóa +1, +2 và +3, nhưng bền đối với Cu là +2, với Ag là +1 và với Au là +3

Giải

a) C (III) giống Al (III) về thành phần hợp chất và tính chất hóa học vì tác dụng phân cực hóa của ion Cr^{3+} và ion Al^{3+} gần bằng nhau (gây ra bởi điện tích +3) $r_{\text{Cr}^{3+}} = 0,55 \text{ \AA}$ gần bằng $r_{\text{Al}^{3+}} = 0,57 \text{ \AA}$ và độ âm điện của $\text{Al} (\chi_{\text{Al}} = 1,61)$ gần bằng $\text{Cr} (\chi_{\text{Cr}} = 1,66)$.

b) Do hiện tượng bão hòa gấp phân mức $(n - 1)d$ mà có sự chuyển 1 electron trên phân mức ns vào phân mức $(n - 1)d$, do đó cấu hình electron của

Cu đáng lẽ $[\text{Ar}]3d^9 4s^2$ lại là $[\text{Ar}]3d^{10} 4s^1$

Ag đáng lẽ $[\text{Kr}]4d^9 5s^2$ lại là $[\text{Kr}]4d^{10} 5s^1$

Au đáng lẽ $[\text{Xe}]5d^9 6s^2$ lại là $[\text{Xe}]5d^{10} 6s^1$

Kết quả của sự chuyển 1 electron ns vào phân mức $(n - 1)d$ là làm bền thêm phân mức ns , dẫn đến năng lượng phân mức ns và phân mức $(n - 1)d$ gần bằng nhau, hay nói cách khác, cấu hình 18 electron của lớp vỏ $(n - 1)d$ không hoàn toàn bền. Nên khi bị kích thích thì 1 hoặc 2 electron ở phân mức $(n - 1)d$ có thể tham gia hình thành liên kết hóa học. Do đó, Cu, Ag và Au đều có bậc oxygen hóa +1 (khi nhường 1 electron trên phân lớp ns) +2 (khi nhường thêm 1 electron trên phân lớp $(n - 1)d$) và +3 (khi nhường thêm 1 electron trên phân lớp $(n - 1)d$ nữa).

Bậc oxygen hóa bền của Cu là +2, Ag là +1 và Au là +3 vì:

- Ở Cu: 1 electron trên phân lớp $4s$ và 1 electron trên phân lớp $3d$ vừa chuyển từ phân lớp $4s$ vào do hiện tượng bão hòa gấp phân mức $3d$ liên kết yếu hơn với phân mức $3d$, Copper thời dễ nhường khi cung cấp năng lượng nhỏ. Do đó, bậc oxygen hóa +2 bền.

- Ở Ag: Bậc oxygen hóa +1 bền đặc biệt và cấu hình $4d^{10}$ bền hơn cấu hình $3d^{10}$ của Cu do đã được hình thành ở Pd... $4d^{10} 5s^0$, xếp trước Ag.

- Ở Au: Bậc oxygen hóa +3 bền vì cấu hình electron $5d^{10}$ chưa bền. Do năng lượng các obitan $5d$ và $6s$ gần nhau, hiện tượng bão hòa bắt đầu xuất hiện ở Pt xếp trước Au. Pt có cấu hình $...5d^9 6s^1$ và Au được điền tiếp 1 electron vào phân mức $5d$ để có cấu hình $...5d^{10} 6s^1$. Cả 3 electron (1 electron trên obitan $6s$ và 2 electron trên obitan $5d$ đều liên kết yếu với nguyên tử nên dễ nhường electron để hình thành liên kết hóa học.

Ví dụ 2: Nêu và giải thích quy luật biến thiên các tính chất hóa học của hai dãy hydroxide bậc oxygen hóa +4 và +2 của Ge, Sn và Pb.

Giải

- Theo dãy: $\text{Ge}(\text{OH})_2 - \text{Sn}(\text{OH})_2 - \text{Pb}(\text{OH})_2$

- Lưỡng tính: Tính base > tính acid. Tính base tăng và tính acid giảm từ trái qua phải vì tác dụng phân cực hóa của ion M^{2+} giảm do $r_{\text{M}^{2+}}$ tăng gây ra.

- Tính khử: Vì M có bậc oxygen hóa dương. Theo dãy trên từ trái qua phải tính khử giảm vì độ bền của bậc oxygen hóa +2 tăng.

- Theo dãy: $\text{Ge}(\text{OH})_4 - \text{Sn}(\text{OH})_4 - \text{Pb}(\text{OH})_4$

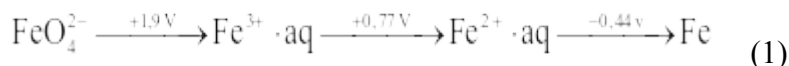
- Lưỡng tính: Tính base < tính acid. Tính base tăng và tính acid giảm từ trái qua phải vì tác dụng phân cực hóa của ion M^{4+} giảm do $r_{\text{M}^{4+}}$ tăng gây ra.

- Tính oxygen hóa: Vì M có bậc oxygen hóa dương cao nhất (+4). Theo dãy trên từ trái qua phải tính oxygen hóa tăng và độ bền của bậc oxygen hóa +4 giảm.

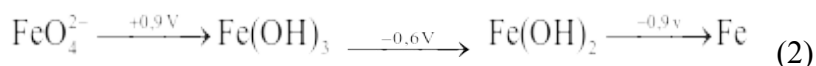
Trong hai dãy trên, dãy $\text{M}(\text{OH})_2$ thể hiện tính base mạnh hơn dãy $\text{M}(\text{OH})_4$ vì tác dụng phân cực hóa của ion M^{2+} yếu hơn so với M^{4+} .

Ví dụ 3: Trên sơ đồ ghi các giá trị thế khử chuẩn của các hệ có Fe tham gia trong môi trường acid và trong môi trường kiềm:

Môi trường acid:



Môi trường kiềm:



Dựa vào sơ đồ trên, hãy giải thích tại sao:

a) Fe (III) thể hiện tính oxygen hóa trong môi trường acid, Fe (II) thể hiện rõ tính khử trong môi trường kiềm, Fe (VI) chỉ điều chế được trong môi trường kiềm mạnh.

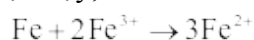
b) Fe tác dụng với dung dịch HCl loãng cho Fe (II) mà không cho Fe (III), trái lại Fe bị oxygen hóa bởi oxygen không khí trong môi trường kiềm mạnh đến Fe(OH)₃.

Giải

a) Theo sơ đồ (1), vì $E_{\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}}^0 = +0,77\text{V} > 0$ nên dạng khử tương đối bền hơn dạng oxygen hóa tức Fe³⁺ có xu hướng chuyển thành Fe²⁺:

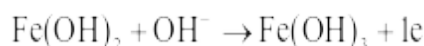


Thực vậy, vì $E_{\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}}^0 (= +0,77\text{V}) > E_{\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}}^0 (= -0,44\text{V})$ nên phản ứng diễn ra là

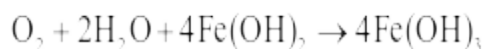


Nghĩa là Fe (III) thể hiện tính oxygen hóa (khi tác dụng với chất khử Fe) trong môi trường acid.

Theo sơ đồ 2, vì $E_{\text{Fe(OH)}_3/\text{Fe(OH)}_2}^0 = -0,6\text{V} < 0$ nên việc chuyển Fe(OH)₂ thành Fe(OH)₃ thuận lợi hơn.



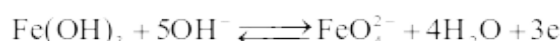
Thật vậy, vì $E_{\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O}/4\text{OH}^-}^0 = +0,4\text{V} > E_{\text{Fe(OH)}_3/\text{Fe(OH)}_2}^0 = -0,6\text{V}$ nên phản ứng tự diễn ra trong môi trường kiềm khi có mặt O₂ là



Trong môi trường kiềm nồng độ 1M, theo sơ đồ 2:

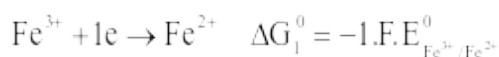
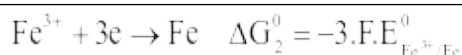
$E_{\text{FeO}_4^{2-}/\text{Fe(OH)}_3}^0 = +0,9\text{V} > 0$ nên phản ứng $\text{FeO}_4^{2-} \Rightarrow \text{Fe(OH)}_3$ xảy ra thuận lợi hơn phản ứng nghịch. Muốn

phản ứng $\text{Fe(OH)}_3 \Rightarrow \text{FeO}_4^{2-}$ xảy ra cần tăng nồng độ ion OH⁻ để làm chuyển dịch cân bằng ngược.



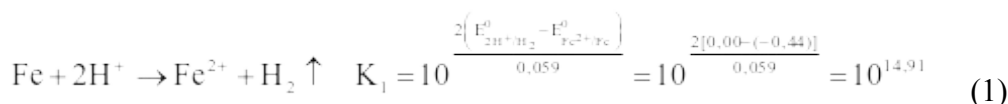
Thực tế Fe (VI) chỉ điều chế được từ Fe (III) khi tác dụng với chất oxygen hóa mạnh trong kiềm nóng chảy.

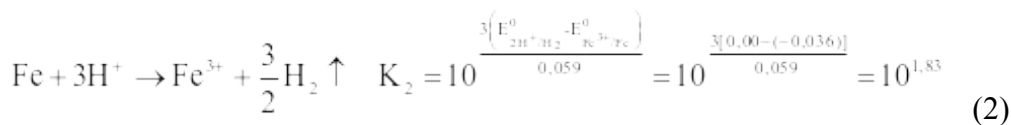
b) Tính $E_{\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}}^0$ trong môi trường acid:



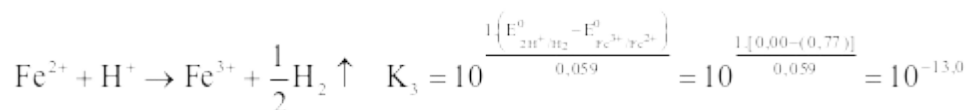
$$\Rightarrow \Delta G_3^0 = \Delta G_1^0 + \Delta G_2^0 \Rightarrow E_{\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}}^0 = \frac{E_{\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}}^0 + 2E_{\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}}^0}{3} = \frac{0,77 - 2.0,44}{3} = -0,036\text{V}$$

Xét hai phản ứng:





Do $K_1 \gg K_2$ nên ưu tiên xảy ra phản ứng (1) trước phản ứng (2). Khi phản ứng (1) kết thúc thì có thể xảy ra phản ứng:

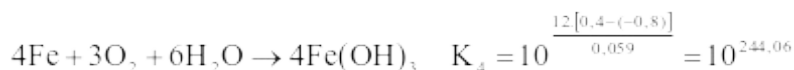


$\Rightarrow K_3$ rất nhỏ nên có thể coi như phản ứng trên không xảy ra tức là Fe chỉ bị oxygen hóa thành muối Fe (II) trong môi trường acid.

Theo sơ đồ 2 ta có :

$$E_{\text{Fe}(\text{OH})_3/\text{Fe}}^0 = \frac{E_{\text{Fe}(\text{OH})_3/\text{Fe}(\text{OH})_2}^0 + 2E_{\text{Fe}(\text{OH})_2/\text{Fe}}^0}{3} = \frac{-0,6 + 2.(0,9)}{3} = -0,8\text{V}$$

$\Rightarrow E_{\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O}/4\text{OH}^-}^0 = +0,4\text{V} > E_{\text{Fe}(\text{OH})_3/\text{Fe}}^0 = -0,8\text{V}$ nên phản ứng tự diễn ra trong môi trường kiềm khi có mặt O_2 là



$\Rightarrow K_4$ rất lớn nên phản ứng xảy ra hoàn toàn.

Ví dụ 4: Viết phương trình phản ứng xảy ra trong các trường hợp sau:

a) Để kiểm tra nồng độ cồn trong hơi thở của người tham gia giao thông, người ta dùng ống có chứa muối $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$. Khi hơi thở của người được kiểm tra có nồng độ cồn đủ lớn thì ống sẽ chuyển từ màu Gold sang màu xanh.

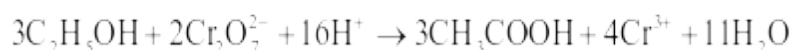
b) Các hóa chất chính có trong thiết bị cung cấp oxygen cá nhân là NaClO_3 , BaO_2 . Phản ứng phân hủy NaClO_3 sẽ cung cấp oxygen. BaO_2 có tác dụng xử lý các sản phẩm phụ (HClO , Cl_2) sinh ra trong quá trình này.

c) Để xử lý các khí độc NO , NO_2 trong khí thải động cơ người ta cho dòng khí thải tương tác với khí NH_3 .

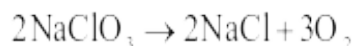
d) Để hòa tách Gold lẫn trong đất đá người ta cho hỗn hợp Gold và đất đá tác dụng với dung dịch NaCN trong môi trường kiềm Copper thời thời không khí liên tục vào hỗn hợp. Sau khi hòa tách, phần dung dịch được tách khỏi hỗn hợp và cho tác dụng với Zn để thu Gold kim loại.

Giải

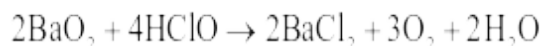
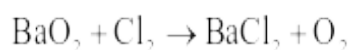
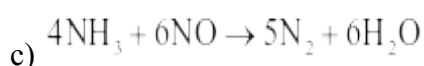
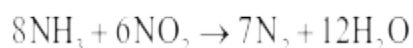
a) Cồn (ancol etylic) khử $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ (màu Gold) trong acid sang dạng muối Cr (III) màu xanh



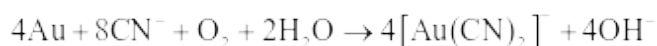
b) NaClO_3 phân hủy tạo oxygen:



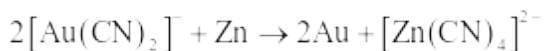
Tác dụng của BaO_2 là xử lý các sản phẩm phụ sinh ra như HClO , Cl_2 Copper thời tạo thêm oxygen.



d) Phản ứng hòa tách Gold:



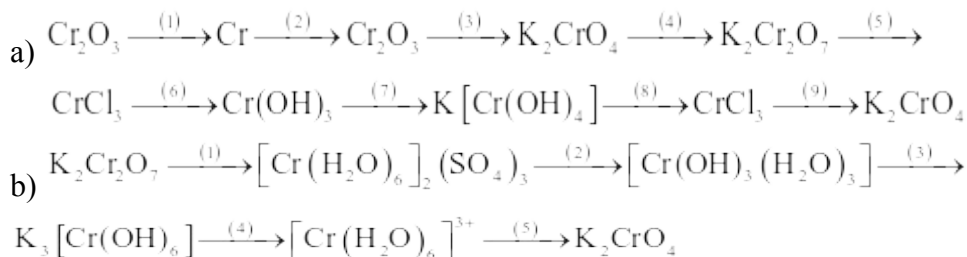
Tách Gold ra khỏi dung dịch:



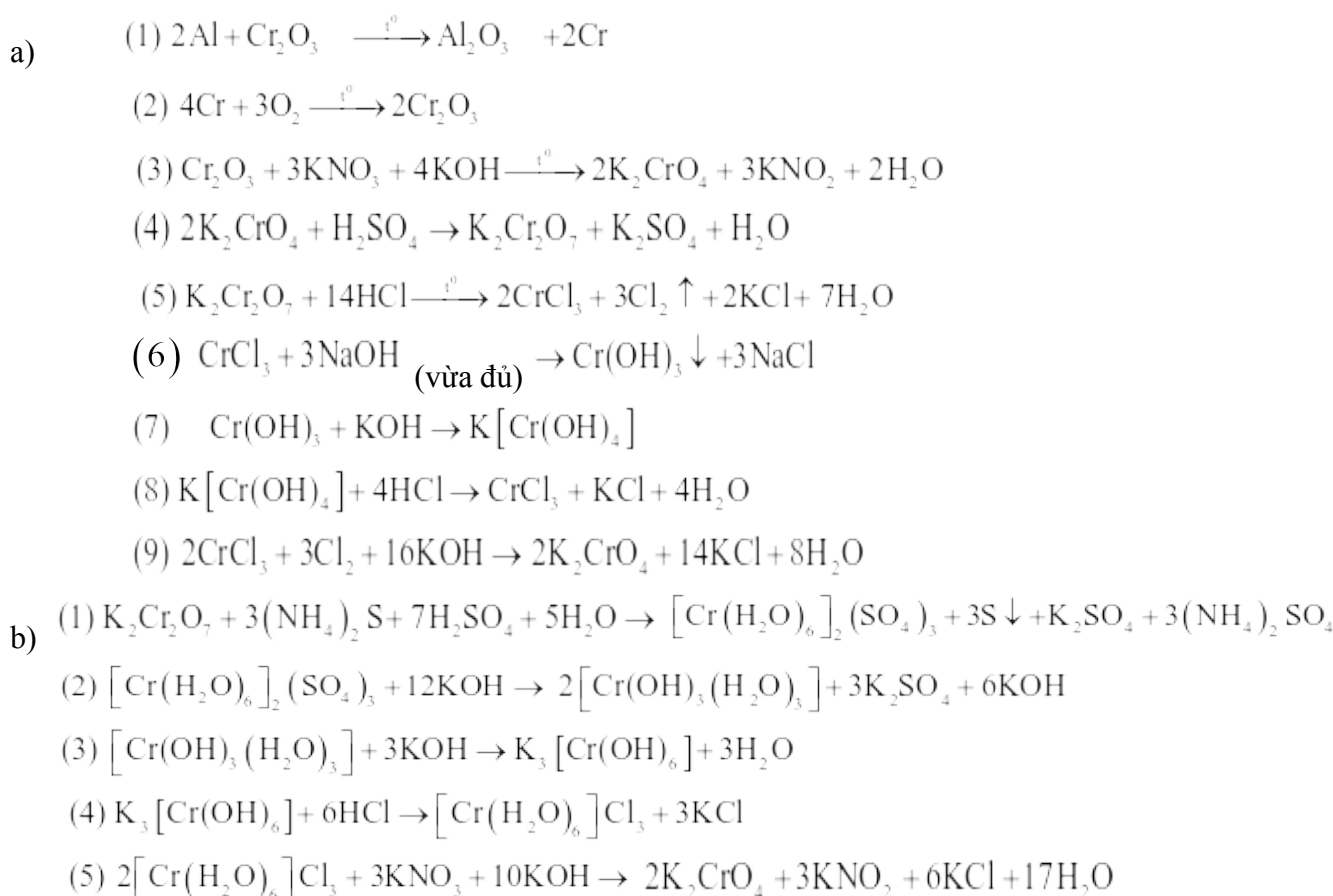
DẠNG 2: VIẾT PHƯƠNG TRÌNH HÓA HỌC THEO SƠ ĐỒ CHUYỂN HÓA VÀ ĐIỀU CHẾ

Phương pháp: Nắm vững tính chất hóa học của đơn chất và hợp chất cũng như các phương pháp điều chế Cr, Fe, Zn, Cu, Ag, Pb, Ni, Mn và Au.

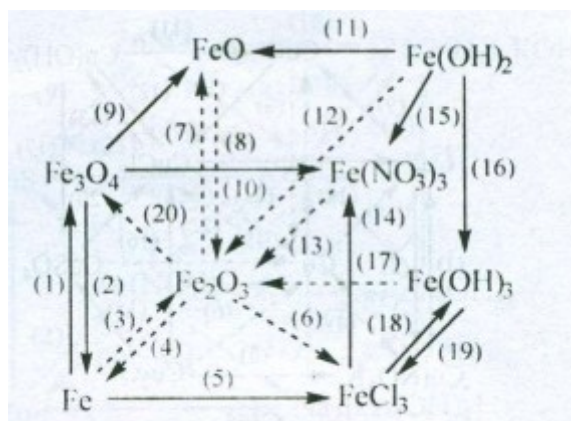
Ví dụ 1: Hoàn thành chuỗi biến hóa sau:



Giải

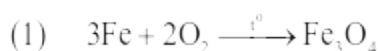


Ví dụ 2: Hoàn thành chuỗi biến hóa sau:



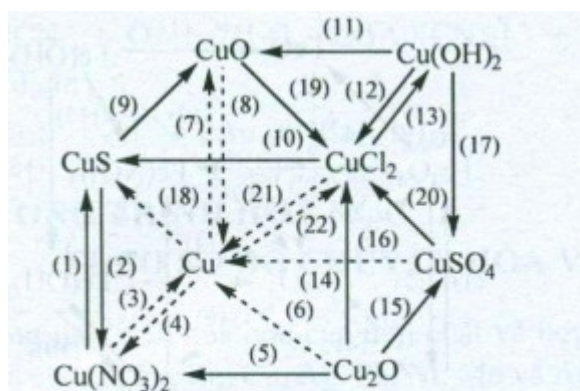
Giải

Các phương trình hóa học:



- (2) $\text{Fe}_3\text{O}_4 + 4\text{H}_2 \xrightarrow{t^0} 3\text{Fe} + 4\text{H}_2\text{O}$
- (3) $2\text{Fe} + \text{O}_3 \rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3$
- (4) $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2 \xrightarrow{t^0} 2\text{Fe} + 3\text{H}_2\text{O}$
- (5) $2\text{Fe} + 3\text{Cl}_2 \xrightarrow{t^0} 2\text{FeCl}_3$
- (6) $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 6\text{HCl} \rightarrow 2\text{FeCl}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$
- (7) $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{CO} \xrightarrow{500-600^\circ\text{C}} 2\text{FeO} + \text{CO}_2$
- (8) $4\text{FeO} + \text{O}_2 \xrightarrow{t^0} 2\text{Fe}_2\text{O}_3$
- (9) $\text{Fe}_3\text{O}_4 + \text{CO} \xrightarrow{500-600^\circ\text{C}} 3\text{FeO} + \text{CO}_2$
- (10) $3\text{Fe}_3\text{O}_4 + 28\text{HNO}_3 \xrightarrow{\text{đặc}} 9\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + \text{NO}_2 \uparrow + 14\text{H}_2\text{O}$
- (11) $\text{Fe}(\text{OH})_2 \xrightarrow[\text{chín khơng}]{t^0} \text{FeO} + \text{H}_2\text{O}$
- (12) $4\text{Fe}(\text{OH})_2 + \text{O}_2 \xrightarrow{t^0} 2\text{Fe}_2\text{O}_3 + 4\text{H}_2\text{O}$
- (13) $4\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \xrightarrow{t^0} 2\text{Fe}_2\text{O}_3 + 12\text{NO}_2 + 3\text{O}_2$
- (14) $\text{FeCl}_3 + 3\text{AgNO}_3 \rightarrow \text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + 3\text{AgCl} \downarrow$
- (15) $3\text{Fe}(\text{OH})_2 + 10\text{HNO}_3 \text{ loãng} \rightarrow 3\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + \text{NO} \uparrow + 8\text{H}_2\text{O}$
- (16) $4\text{Fe}(\text{OH})_2 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 4\text{Fe}(\text{OH})_3$
- (17) $2\text{Fe}(\text{OH})_3 \xrightarrow{t^0} \text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$
- (18) $\text{FeCl}_3 + 3\text{NaOH} \rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_3 \downarrow + 3\text{NaCl}$
- (19) $\text{Fe}(\text{OH})_3 + 3\text{HCl} \rightarrow \text{FeCl}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$
- (20) $3\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{CO} \xrightarrow{400^\circ\text{C}} 2\text{Fe}_3\text{O}_4 + \text{CO}_2$

Ví dụ 3: Hoàn thành chuỗi biến hóa sau:



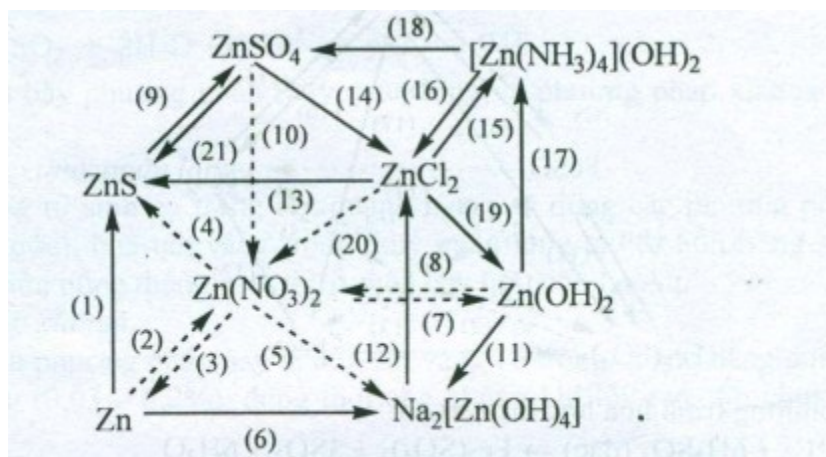
Giải

Các phương trình hóa học theo sơ đồ chuyển hóa:

- (1) $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + \text{Na}_2\text{S} \rightarrow \text{CuS} \downarrow + 2\text{NaNO}_3$
- (2) $\text{CuS} + 10\text{HNO}_3 \rightarrow \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 + 8\text{NO}_2 \uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$
- (3) $\text{Fe} + \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow \text{Fe}(\text{NO}_3)_2 + \text{Cu}$
- (4) $\text{Cu} + 2\text{AgNO}_3 \rightarrow \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{Ag} \downarrow$
- (5) $\text{Cu}_2\text{O} + 6\text{HNO}_3 \xrightarrow{\text{đặc}} 2\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO}_2 \uparrow + 3\text{H}_2\text{O}$

- (6) $\text{Cu}_2\text{O} + \text{H}_2 \xrightarrow{t^0} 2\text{Cu} + \text{H}_2\text{O}$
 (7) $2\text{Cu} + \text{O}_2 \xrightarrow{t^0} 2\text{CuO}$
 (8) $\text{CuO} + \text{H}_2 \xrightarrow{t^0} \text{Cu} + \text{H}_2\text{O}$
 (9) $2\text{CuS} + 3\text{O}_2 \xrightarrow{t^0} 2\text{CuO} + 2\text{SO}_2$
 (10) $\text{CuCl}_2 + \text{H}_2\text{S} \rightarrow \text{CuS} \downarrow + 2\text{HCl}$
 (11) $\text{Cu}(\text{OH})_2 \xrightarrow{t^0} \text{CuO} + \text{H}_2\text{O}$
 (12) $\text{Cu}(\text{OH})_2 + 2\text{HCl} \rightarrow \text{CuCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
 (13) $\text{CuCl}_2 + 2\text{NaOH} \rightarrow \text{Cu}(\text{OH})_2 \downarrow + 2\text{NaCl}$
 (14) $2\text{Cu}_2\text{O} + \text{O}_2 + 8\text{HCl} \rightarrow 4\text{CuCl}_2 + 4\text{H}_2\text{O}$
 (15) $\text{Cu}_2\text{O} + 3\text{H}_2\text{SO}_4 \xrightarrow[\text{đặc}]{t^0} 2\text{CuSO}_4 + \text{SO}_2 \uparrow + 3\text{H}_2\text{O}$
 (16) $\text{Fe} + \text{CuSO}_4 \rightarrow \text{FeSO}_4 + \text{Cu}$
 (17) $\text{Cu}(\text{OH})_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{CuSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$
 (18) $\text{Cu} + \text{S} \xrightarrow{t^0} \text{CuS}$
 (19) $\text{CuO} + 2\text{HCl} \rightarrow \text{CuCl}_2 + \text{H}_2\text{O}$
 (20) $\text{CuSO}_4 + \text{BaCl}_2 \rightarrow \text{BaSO}_4 \downarrow + \text{CuCl}_2$
 (21) $\text{CuCl}_2 \xrightarrow{\text{đd}} \text{Cu} + \text{Cl}_2$
 (22) $\text{Cu} + \text{Cl}_2 \xrightarrow{t^0} \text{CuCl}_2$

Ví dụ 4: Hoàn thành chuỗi biến hóa sau:



Giải

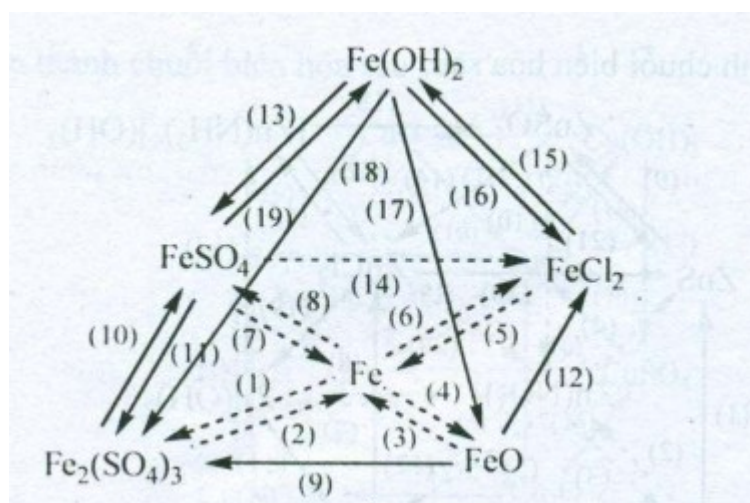
- (1) $\text{Zn} + \text{S} \xrightarrow{t^0} \text{ZnS}$
 (2) $\text{Zn} + 4\text{HNO}_3 \xrightarrow{\text{đặc}} \text{Zn}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$
 (3) $\text{Mg} + \text{Zn}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow \text{Mg}(\text{NO}_3)_2 + \text{Zn}$
 (4) $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2 + \text{Na}_2\text{S} \rightarrow \text{ZnS} \downarrow + 2\text{NaNO}_3$
 (5) $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2 + 4\text{NaOH} \xrightarrow{\text{đư}} \text{Na}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4] + 2\text{NaNO}_3$
 (6) $\text{Zn} + 2\text{NaOH} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Na}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4] + \text{H}_2 \uparrow$

- (7) $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NaOH} \xrightarrow{\text{(thiếu)}} \text{Zn}(\text{OH})_2 \downarrow + 2\text{NaNO}_3$
- (8) $\text{Zn}(\text{OH})_2 + 2\text{HNO}_3 \rightarrow \text{Zn}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
- (9) $\text{ZnS} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{ZnSO}_4 + \text{H}_2\text{S} \uparrow$
- (10) $\text{ZnSO}_4 + \text{Ba}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow \text{BaSO}_4 \downarrow + \text{Zn}(\text{NO}_3)_2$
- (11) $2\text{NaOH} + \text{Zn}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{Na}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4]$
- (12) $\text{Na}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4] + 4\text{HCl} \rightarrow 2\text{NaCl} + \text{ZnCl}_2 + 4\text{H}_2\text{O}$
- (13) $\text{ZnCl}_2 + \text{Na}_2\text{S} \rightarrow \text{ZnS} \downarrow + 2\text{NaCl}$
- (14) $\text{ZnSO}_4 + \text{BaCl}_2 \rightarrow \text{BaSO}_4 \downarrow + \text{ZnCl}_2$
- (15) $\text{ZnCl}_2 + 6\text{NH}_3 \xrightarrow{\text{đư}} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow [\text{Zn}(\text{NH}_3)_4](\text{OH})_2 + 2\text{NH}_4\text{Cl}$
- (16) $[\text{Zn}(\text{NH}_3)_4](\text{OH})_2 + 6\text{HCl} \rightarrow \text{ZnCl}_2 + 4\text{NH}_4\text{Cl} + 2\text{H}_2\text{O}$
- (17) $\text{Zn}(\text{OH})_2 + 4\text{NH}_3 \rightarrow [\text{Zn}(\text{NH}_3)_4](\text{OH})_2$
- (18) $\text{Na}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4] + 2\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{ZnSO}_4 + 4\text{H}_2\text{O}$
- (19) $\text{ZnCl}_2 + 2\text{NaOH} \xrightarrow{\text{(thiếu)}} \text{Zn}(\text{OH})_2 \downarrow + 2\text{NaCl}$
- (20) $\text{ZnCl}_2 + 2\text{AgNO}_3 \rightarrow \text{Zn}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{AgCl} \downarrow$

Ví dụ 5: Từ các chất ban đầu: $\text{Fe}, \text{FeO}, \text{Fe}(\text{OH})_2, \text{FeCl}_2, \text{FeSO}_4$ và $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$, hãy thiết lập sơ đồ chuyển hóa biểu diễn mối liên hệ giữa các chất trên với nhau. Viết phương trình hóa học theo sơ đồ chuyển hóa đó.

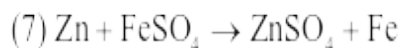
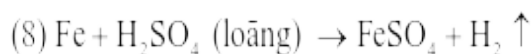
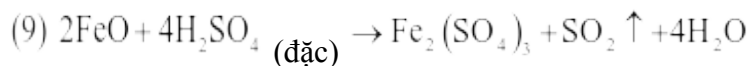
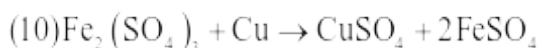
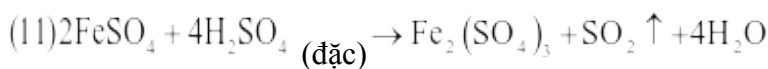
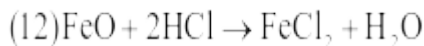
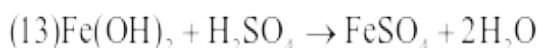
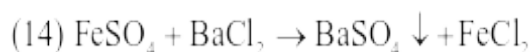
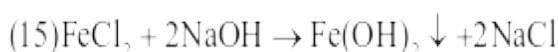
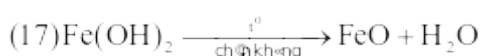
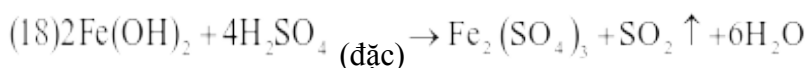
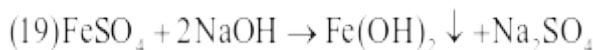
Giải

Sơ đồ chuyển hóa:



Các phương trình hóa học theo sơ đồ:

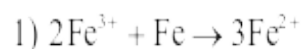
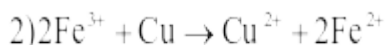
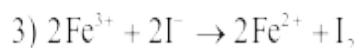
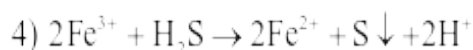
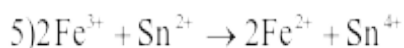
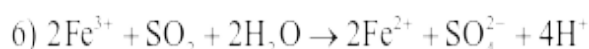
- (1) $2\text{Fe} + 6\text{H}_2\text{SO}_4 \xrightarrow{\text{(đặc)}} \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + 3\text{SO}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$
- (2) $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + 3\text{Mg} \xrightarrow{\text{(đư)}} 3\text{MgSO}_4 + 2\text{Fe}$
- (3) $\text{FeO} + \text{H}_2 \xrightarrow{t^\circ} \text{Fe} + \text{H}_2\text{O}$
- (4) $\text{Fe} + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{t > 570^\circ\text{C}} \text{FeO} + \text{H}_2 \uparrow$
- (5) $\text{FeCl}_2 \xrightarrow{\text{đp dd}} \text{Fe} + \text{Cl}_2$
- (6) $\text{Fe} + 2\text{HCl} \rightarrow \text{FeCl}_2 + \text{H}_2 \uparrow$



Ví dụ 6: Viết 6 loại phản ứng trực tiếp chuyển Fe^{3+} thành Fe^{2+} (sản phẩm phải gồm các chất khác loại, và chỉ dùng các chất vô cơ!).

Giải

Các phương trình hóa học trực tiếp chuyển Fe^{3+} thành Fe^{2+} .



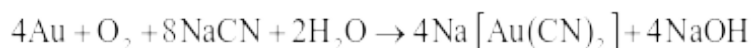
Ví dụ 7: Trình bày phương pháp thủy ngân lỏng và phương pháp xianua để sản xuất Gold.

a) Phương pháp thủy ngân lỏng

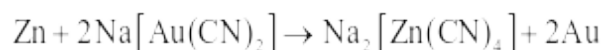
Để tách Gold tự sinh có trong bột quặng người ta dùng các phương pháp đãi (rửa bằng nước), hoà tan Gold trong thủy ngân lỏng tạo ra hỗn hống Au-Hg. Sau đó cho hỗn hống thăng hoa, thủy ngân bay hơi, còn lại Au.

b) Phương pháp xianua

Bản chất của phương pháp này là hoà tan Gold có trong quặng bằng dung dịch NaCN loãng (0,03 - 0,2%), Copper thời cho không khí lội qua, Au chuyển vào phức chất:

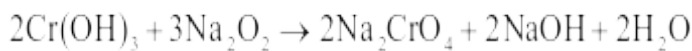
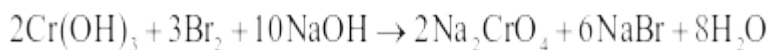
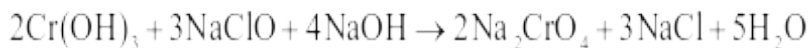
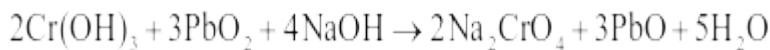
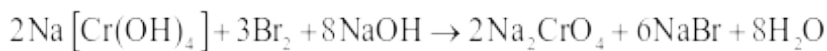


Sau đó cho dung dịch phức chất tác dụng với Zn, Au được tách ra:



Ví dụ 8: Viết 5 phương trình hoá học của phản ứng trực tiếp tạo ra hợp chất Chromium (VI) từ hợp chất Chromium (III).

Giải



Ví dụ 9: Từ các chất ban đầu: $\text{FeS}_2, \text{Cu}(\text{OH})_2 \cdot \text{CuCO}_3, \text{FeO} \cdot \text{Cr}_2\text{O}_3, \text{Al}_2\text{O}_3, \text{Ag}_2\text{S}$ và các hoá chất, điều kiện cần thiết khác. Hãy viết phương trình hoá học của các phản ứng điều chế:

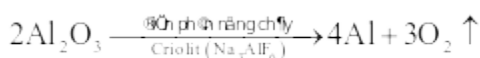
a) Các kim loại: Al, Fe, Cu, Ag, Cr.

b) Các dung dịch muối: $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3, \text{CuSO}_4, \text{Cr}(\text{NO}_3)_3, \text{AgNO}_3$.

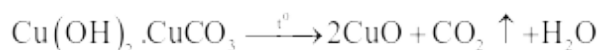
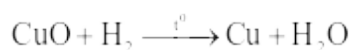
Giải

a)

• Điều chế Al:

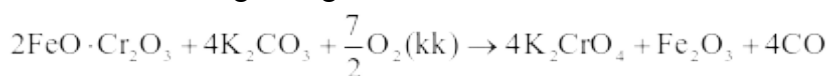


• Điều chế Cu:



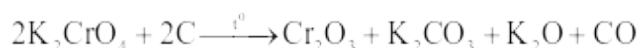
• Điều chế Cr:

Nung $\text{FeO}, \text{Cr}_2\text{O}_3$ với K_2CO_3 trong không khí ở nhiệt độ cao.

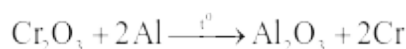


tan trong nước không tan

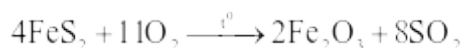
K_2CrO_4 dễ hoà tan trong nước còn Fe_2O_3 thì không tan nên được tách ra. Khử K_2CrO_4 thành Cr_2O_3 bằng cacbon.



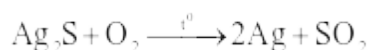
Cuối cùng dùng phương pháp nhiệt nhôm để khử Cr_2O_3 .



• Điều chế Fe:

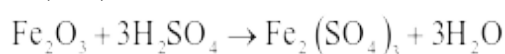


• Điều chế Ag:

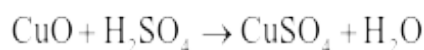


b)

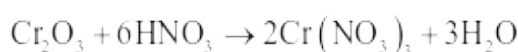
• Điều chế $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$:

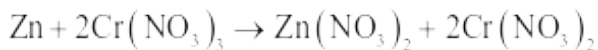


• Điều chế CuSO_4 :

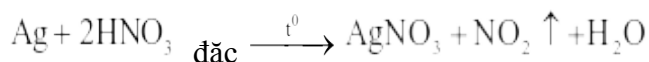


• Điều chế $\text{Cr}(\text{NO}_3)_3$:





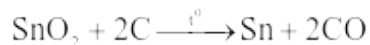
• Điều chế AgNO_3 :



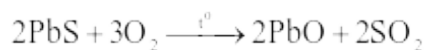
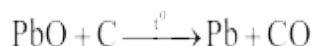
Ví dụ 10: Từ các chất ban đầu: SnO_2 , PbS , NiO , ZnS hãy viết phương trình hoá học của các phản ứng điều chế: Sn , Pb , Ni và Zn .

Giải

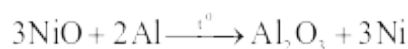
• Điều chế Sn :



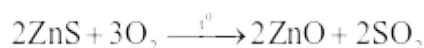
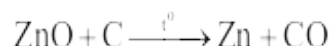
• Điều chế Pb :



• Điều chế Ni :



• Điều chế Zn :



DẠNG 3: BÀI TẬP VỀ NHẬN BIẾT VÀ TÁCH CHẤT

Bảng thuốc thử cho một số cation kim loại

Chất cần nhận biết	Thuốc thử	Hiện tượng	Phương trình hóa học
Zn Pb Sn	Dung dịch OH^- (NaOH)	Tan + $\text{H}_2 \uparrow$	$\text{M} + 2\text{NaOH} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Na}_2[\text{M}(\text{OH})_4] + \text{H}_2 \uparrow$ (M : Zn, Pb, Sn)
Zn, Cr, Fe, Ni, Sn	Dung dịch H^+ (HCl)	Tan + $\text{H}_2 \uparrow$	$\text{M} + 2\text{H}^+ \rightarrow \text{M}^{2+} + \text{H}_2 \uparrow$ (M : Zn, Sn, Ni, Fe, Cr)
Cu	HNO_3 đặc, nóng	Tan + dung dịch màu xanh + $\text{NO}_2 \uparrow$ (nâu)	$\text{Cu} + 4\text{HNO}_3 \rightarrow \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
	Dung dịch $\text{HCl}/\text{H}_2\text{SO}_4$ loãng có sục O_2	Tan + dung dịch màu xanh	$\text{Cu} + \text{O}_2 + 4\text{HCl} \rightarrow 2\text{CuCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
	Đốt cháy trong O_2	Màu đỏ (Cu) → màu đen (CuO)	$2\text{Cu} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{CuO}$
Ag	HNO_3 đặc, nóng sau đó cho NaCl dung dịch	Tan + $\text{NO}_2 \uparrow$ (nâu) + $\downarrow$ trắng	$\text{Ag} + 2\text{HNO}_3 \rightarrow \text{AgNO}_3 + \text{NO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ $\text{AgNO}_3 + \text{NaCl} \rightarrow \text{AgCl} \downarrow + \text{NaNO}_3$
Au	Hỗn hợp HNO_3 đặc và HCl đặc trộn theo tỉ lệ thể tích 1: 3	Tan + $\text{NO} \uparrow$	$\text{Au} + \text{HNO}_3 + 3\text{HCl} \rightarrow \text{AuCl}_3 + \text{NO} \uparrow + \text{H}_2\text{O}$
Cu^{2+}	Cho từ từ dung dịch OH^- đến dư	$\downarrow$ xanh	$\text{Cu}^{2+} + 2\text{OH}^- \rightarrow \text{Cu}(\text{OH})_2 \downarrow$
Ag^{2+}		$\downarrow$ nâu đen	$\text{Ag}^+ + \text{OH}^- \rightarrow \text{AgOH} \downarrow$ $2\text{AgOH} \rightarrow \text{Ag}_2\text{O} \downarrow + \text{H}_2\text{O}$

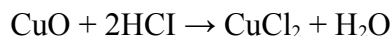
Pb^{2+}		↓ trắng tan trong OH^- dư	$Pb^{2+} + 2OH^- \rightarrow Pb(OH)_2 \downarrow$ $Pb(OH)_2 + 2OH^- \rightarrow [Cr(OH)_4]^{2-}$
Sn^{2+}		↓ trắng tan trong OH^- dư	$Sn^{2+} + 2OH^- \rightarrow Sn(OH)_2 \downarrow$ $Sn(OH)_2 + 2OH^- \rightarrow [Sn(OH)_4]^{2-}$
Cr^{2+}		↓ màu Gold không tan trong OH^- dư ↓	$Cr^{2+} + 2OH^- \rightarrow Cr(OH)_2 \downarrow$
Cr^{3+}		↓ màu xanh tan trong OH^- hoặc tan trong NH_3 lỏng	$Cr^{3+} + 3OH^- \rightarrow Cr(OH)_3 \downarrow$ $Cr(OH)_3 + OH^- \rightarrow [Cr(OH)_4]^-$ $Cr(OH)_3 + 6NH_3 (lỏng) \rightleftharpoons [Cr(NH_3)_6]^{3+} + 3OH^-$
Zn^{2+}		↓ trắng tan trong OH^- dư	$Zn^{2+} + 2OH^- \rightarrow Zn(OH)_2 \downarrow$ $Zn(OH)_2 + 2OH^- \rightarrow [Zn(OH)_4]^{2-}$
Ni^{2+}		↓ màu xanh lục không tan trong OH^- dư	$Ni^{2+} + 2OH^- \rightarrow Ni(OH)_2 \downarrow$
	Dung dịch NH_3	↓ màu xanh lục không tan trong NH_3 dư tạo thành ion phức màu xanh	$Ni^{2+} + 2NH_3 + 2H_2O \rightarrow Ni(OH)_2 \downarrow + 2NH_4^+$ $Ni(OH)_2 + 6NH_3 \rightarrow [Ni(NH_3)_6]^{2+} + 2OH^-$
Fe^{2+}	Dung dịch OH^-	Kết tủa trắng xanh hoá nâu đỏ trong không khí	$Fe^{2+} + 2OH^- \rightarrow Fe(OH)_2 \downarrow$ $4Fe(OH)_2 + O_2 + 2H_2O \rightarrow 4Fe(OH)_3$
	Dung dịch $KMnO_4$ có mặt H^+ của môi trường acid	Mất màu dung dịch thuốc tím	$5Fe^{2+} + MnO_4^- + 8H^+ \rightarrow$ <i>(màu tím hồng)</i> $Mn^{2+} + 5Fe^{3+} + 4H_2O$ <i>(không màu)</i>
Fe^{3+}	Dung dịch OH^- hoặc NH_3	Kết tủa màu nâu đỏ	$Fe^{3+} + 3OH^- \rightarrow Fe(OH)_3 \downarrow$ $Fe^{3+} + 3NH_3 + 3H_2O \rightarrow Fe(OH)_3 \downarrow + 3NH_4^+$
	Dung dịch SCN^-	Hợp chất màu đỏ máu	$Fe^{3+} + 3SCN^- \rightarrow Fe(SCN)_3$ <i>Iron (III) sunfoxygenanua</i> <i>(màu đỏ máu)</i>

Ví dụ 1: Có 7 chất rắn dạng bột, màu sắc tương tự nhau: CuO , FeO , MnO_2 , Fe_3O_4 , Ag_2O , FeS , hỗn hợp ($FeO + Fe$). Nêu cách nhận ra từng chất bằng phương pháp hoá học, chỉ dùng thêm 1 thuốc thử. Viết các phương trình phản ứng.

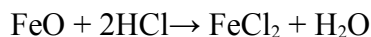
Giải

Lấy mỗi chất một ít cho vào dung dịch HCl, hiện tượng như sau:

- Nhận ra CuO: Tan trong dung dịch HCl tạo dung dịch màu xanh.



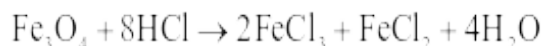
- Nhận ra FeO: Tan trong dung dịch HCl.



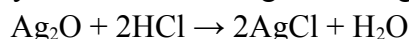
- Nhận ra MnO₂: Tan trong dung dịch HCl, cho khí màu Gold thoát ra.



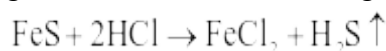
- Nhận ra Fe₃O₄: Tan trong dung dịch HCl tạo dung dịch có màu Gold.



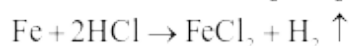
- Nhận ra Ag₂O: Chất rắn chuyển từ màu đen sang màu trắng.



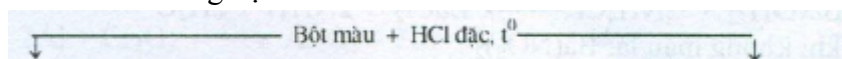
- Nhận ra FeS: Tan trong dung dịch HCl, có khí mùi trứng thối thoát ra.



- Nhận ra hỗn hợp (FeO + Fe): Tan trong dung dịch HCl, có khí không màu thoát ra.



Ví dụ 2: Có một túi bột màu là hỗn hợp của 2 muối không tan trong nước. Để xác định thành phần của bột màu này, người ta tiến hành các thí nghiệm sau:



Dung dịch B

Chia B thành 3 phần

Phần 1 + Na₂S → Kết tủa trắng C

Phần 2 + K₄[Fe(CN)₆] → Kết tủa trắng D

Phần 3 + giấy tẩm Pb(CH₃COO)₂ → Kết tủa đen E

Cặn bột trắng

Cặn bột trắng + Na₂CO₃ (bão hòa) →

Dung dịch F + Kết tủa trắng G

F + BaCl₂, HCl → K Kết tủa trắng H

G + CHC₃OOH (đặc) → Dung dịch I

Chia thành 2 phần

Phần 1 + CaSO₄ (bão hòa), HCl →

Kết tủa trắng H

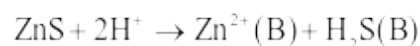
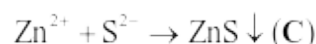
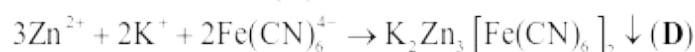
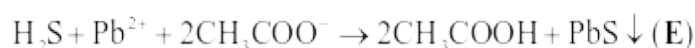
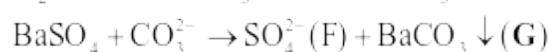
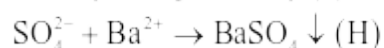
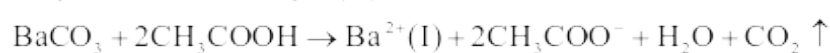
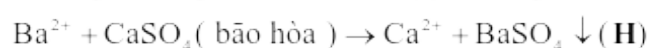
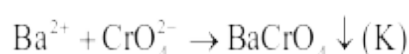
Phần 2 + K₂CrO₄NaOH (dư) →

Kết tủa Gold K

Cho biết thành phần của bột màu và viết phương trình ion thu gọn của các phản ứng xảy ra.

Giải

Bột màu là hỗn hợp của ZnS và BaSO₄ (Litopon). Các phản ứng:



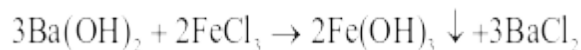
Ví dụ 3: Chỉ dùng thêm kim loại Ba, hãy trình bày phương pháp hóa học để phân biệt 5 dung dịch riêng biệt đựng trong 5 lọ mất nhãn là: $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4, \text{NH}_4\text{Cl}, \text{Ba}(\text{NO}_3)_2, \text{AlCl}_3, \text{FeCl}_3$. Viết phương trình hóa học.

Giải

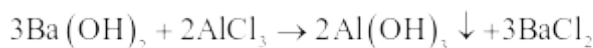
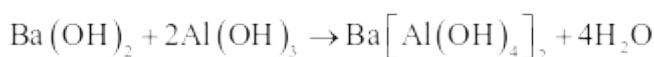
Dùng kim loại Ba cho vào các dung dịch đều xuất hiện khí không màu:



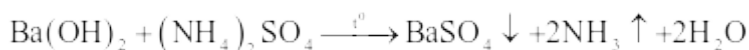
Nếu xuất hiện khí không màu và kết tủa nâu đỏ là FeCl_3 .



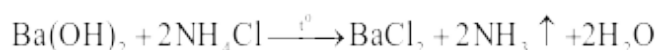
Nếu xuất hiện khí không màu và kết tủa sau đó tan là: AlCl_3 .



Nếu sinh ra khí có mùi khai và kết tủa trắng là: $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$



Nếu sinh ra khí có mùi khai là: NH_4Cl

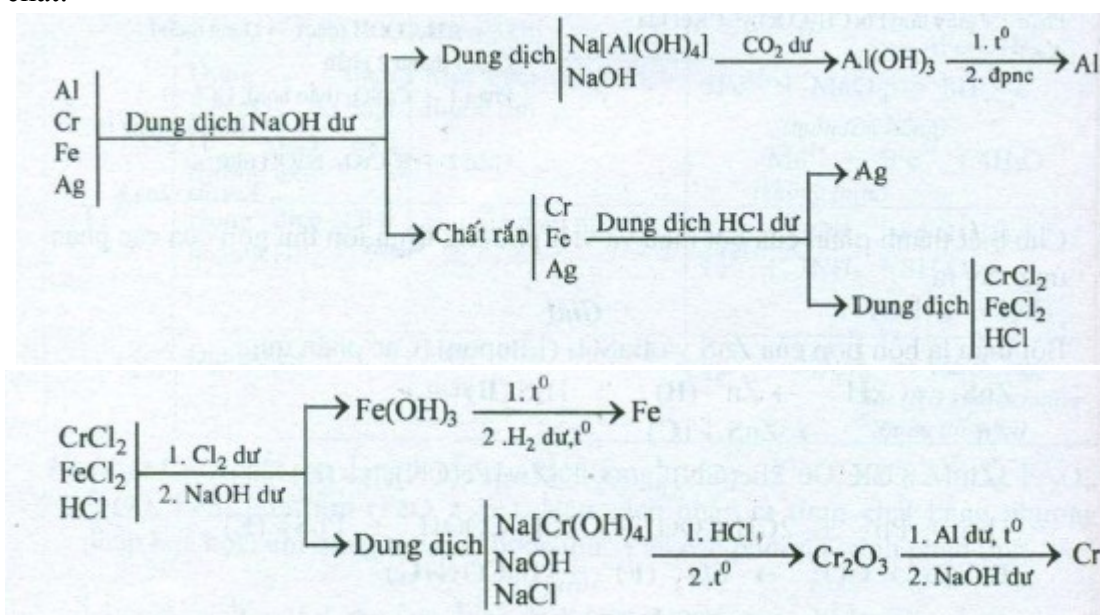


Chỉ có khí không màu là: $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$.

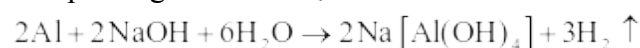
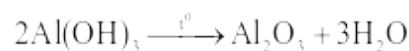
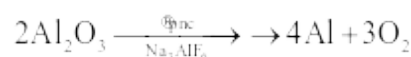
Ví dụ 4: Một hỗn hợp gồm Al, Fe, Cr và Ag. Bằng phương pháp hóa học hãy tách riêng từng kim loại ra khỏi hỗn hợp.

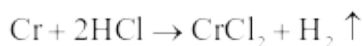
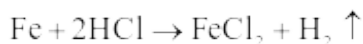
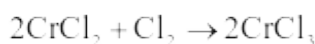
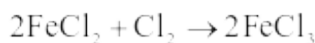
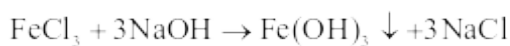
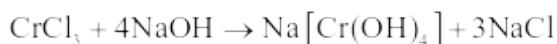
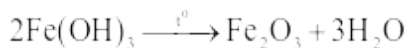
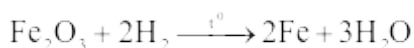
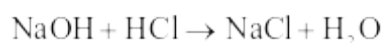
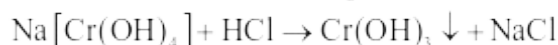
Giải

Sơ đồ tách chất:

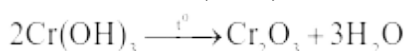
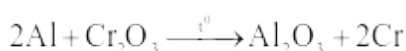


Các phương trình hóa học:





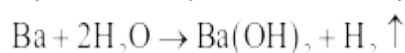
(thiếu)



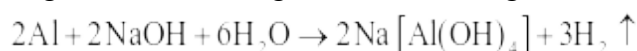
Ví dụ 5: Trình bày phương pháp hoá học để phân biệt các kim loại riêng biệt: Ba, Cr, Al, Cu và Ag.

Giải

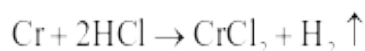
Dùng H_2O làm thuốc thử thì nhận ra kim loại Ba vì có sủi bọt khí thoát ra.



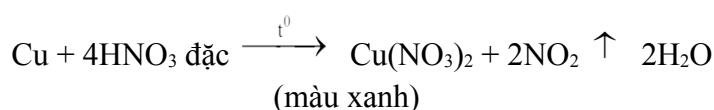
Các kim loại còn lại cho tác dụng lần lượt với dung dịch NaOH loãng. Kim loại nào tan là Al.



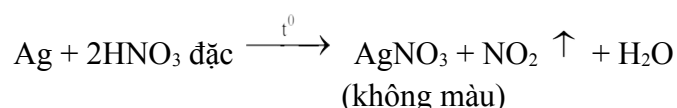
Cho các kim loại Cr, Cu và Ag lần lượt tác dụng với dung dịch HCl nóng, nếu kim loại tan và có sủi bọt khí thoát ra là Cr.



Dùng dung dịch HNO_3 đặc, nóng làm thuốc thử đối với Cu và Ag. Kim loại nào tan tạo dung dịch màu xanh là Cu.



Kim loại còn lại là Ag.

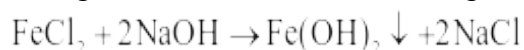


Ví dụ 6: Chỉ dùng thêm một thuốc thử bên ngoài, hãy trình bày phương pháp hoá học để phân biệt các dung dịch riêng biệt mất nhãn: FeCl_2 , CrCl_3 , AlCl_3 , CuSO_4 , AgNO_3 , NH_4NO_3 , CrCl_2 .

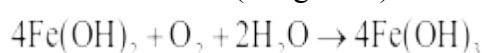
Giải

Dùng dung dịch NaOH làm thuốc thử. Nhận ra:

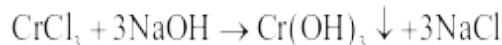
- Dung dịch FeCl_2 : Có kết tủa trắng xanh xuất hiện, hoá nâu trong không khí.



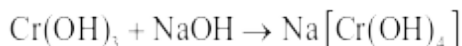
(trắng xanh)



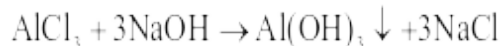
- Dung dịch CrCl_3 : Kết tủa màu xanh tan trong NaOH dư.



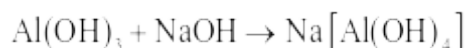
(màu xanh)



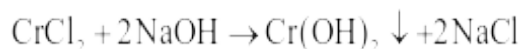
- Dung dịch AlCl_3 : Kết tủa trắng keo tan trong NaOH dư



(trắng keo)

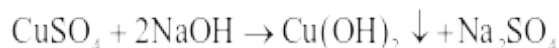


- Dung dịch CrCl_2 : Kết tủa màu Gold không tan trong NaOH dư



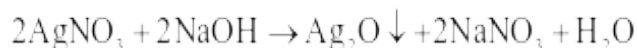
(màu Gold)

- Dung dịch CuSO_4 : Kết tủa màu xanh không tan trong NaOH dư



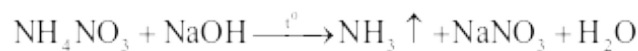
(màu xanh)

- Dung dịch AgNO_3 : Kết tủa màu đen xuất hiện không tan trong NaOH dư



(màu đen)

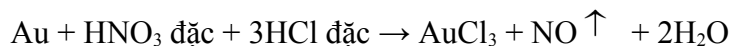
Còn lại là dung dịch NH_4NO_3 , có khí màu khai thoát ra khi đun nóng



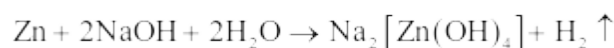
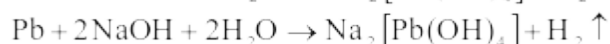
DẠNG 4: BÀI TẬP ĐỊNH LƯỢNG

Phương pháp: Các dạng bài tập thường gặp vẫn là: Bài toán xác định tên kim loại, phản ứng oxygen hóa - khử (kim loại tác dụng với phi kim, acid, muối, ...), bài toán điện phân,... do đó yêu cầu số một là người giải phải nắm vững tính chất lý hóa của đơn chất và các hợp chất của chúng. *Chẳng hạn:*

• Cho hỗn hợp X gồm các kim loại Mn, Cr, Fe, Cu, Ag, Sn, Zn, Pb, Ni, Au vào dung dịch HCl hoặc H_2SO_4 , loãng thì Mn, Cr, Fe, Ni, Zn, Sn tan tạo ra muối Mn (II), Cr (II), Fe (II), Ni (II), Zn (II), Sn (II) giải phóng H_2 . Còn Pb, Au, Cu, Ag không tan. Ngược lại nếu cho hỗn hợp đó tác dụng với HNO_3 đặc, nguội hoặc H_2SO_4 đặc, nguội thì Ag, Cu, Zn, Ni, Sn, Pb tan và Cr, Fe, Au không tan. Còn nếu hòa tan trong dung dịch HNO_3 loãng hay đặc, nóng hoặc H_2SO_4 đặc, nóng thì tất cả đều tan (trừ Au). Tuy nhiên, Au hòa tan được trong nước cường toan.

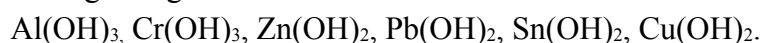


• Cho hỗn hợp X trên tác dụng với dung dịch kiềm nóng (như NaOH , KOH) thì Al, Zn, Sn, Pb tan giải phóng H_2 .

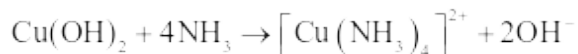
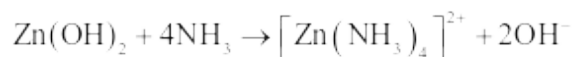
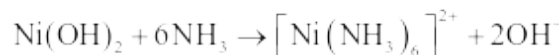
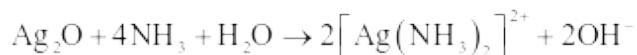
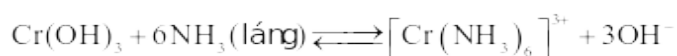


• Cr không tan trong dung dịch kiềm.

• Các hydroxide lưỡng tính gồm:

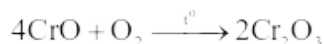
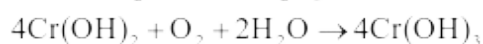
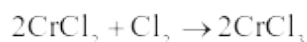
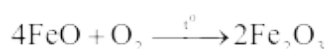
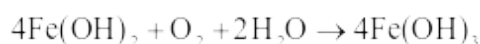
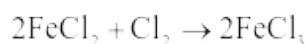


• Một số hydroxide hoà tan trong dung dịch NH_3 như $\text{Cu}(\text{OH})_2$, $\text{Ni}(\text{OH})_2$, $\text{Zn}(\text{OH})_2$, $\text{Cr}(\text{OH})_3$, AgOH (hay Ag_2O)

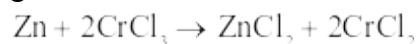
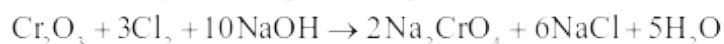
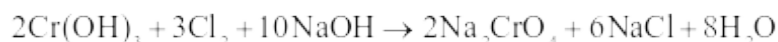


Do vậy không thể kết tủa các cation Cu^{2+} , Zn^{2+} , Ni^{2+} và Ag^+ bằng lượng dư dung dịch NH_3 .

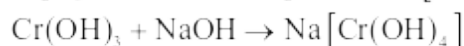
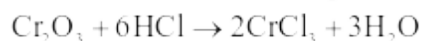
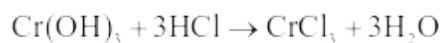
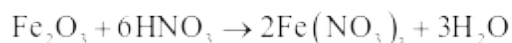
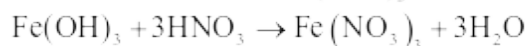
• Các hợp chất có số oxygen hóa +2 của Cr, Fe, Sn, Pb đều thể hiện tính khử, nhưng của Cu, Ni, Zn chỉ có tính oxygen hóa. Oxide CrO , FeO , Fe_3O_4 là oxide base còn SnO là oxide có tính lưỡng tính.



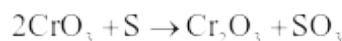
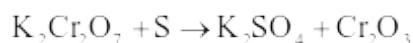
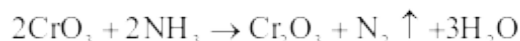
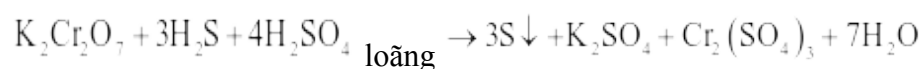
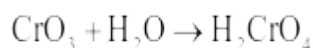
• Các hợp chất có số oxygen hóa +3 của Cr vừa thể hiện tính oxygen hóa trong môi trường acid, vừa thể hiện tính khử trong môi trường kiềm.



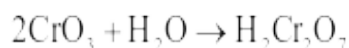
Cr_2O_3 và $\text{Cr}(\text{OH})_3$ có tính lưỡng tính nhưng các hợp chất ứng với số oxygen hóa +3 của Iron thì chỉ có tính oxygen hóa, oxide và hidroxide có tính base.



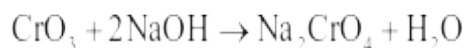
• Các hợp chất có số oxygen hóa +6 của Cr thể hiện tính oxygen hóa mạnh đặc biệt là trong môi trường acid, oxide và hidroxide có tính acid.



(acid Chromiomic)

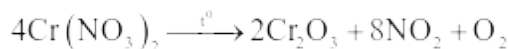
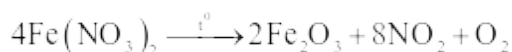
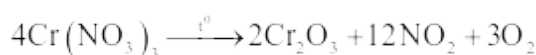
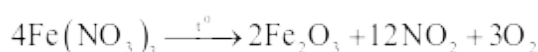
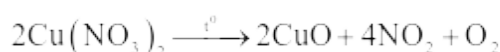


(acid điChromiomic)

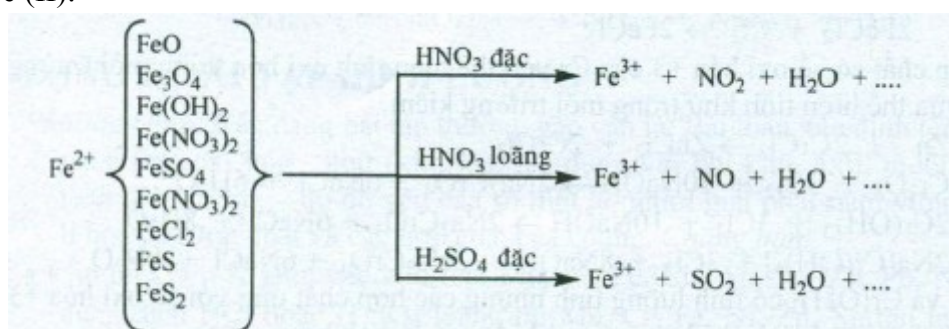


(natri Chromate)

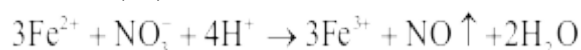
- Nung $\text{Fe}(\text{OH})_2$ hoặc $\text{Cr}(\text{OH})_2$ trong không khí sẽ thu được Fe_2O_3 hoặc Cr_2O_3 , còn nếu không có oxygen thì thu được FeO hoặc CrO .
- Fe, Cr phản ứng với Cl_2 sẽ tạo ra muối FeCl_3 và CrCl_3 .
- Fe, Cr phản ứng với S sẽ tạo ra muối FeS và Cr_2S_3
- Nhiệt phân muối nitrat đều sinh ra oxide có hoá trị cao.



- Các hợp chất Fe (II):



- Khi nhỏ dung dịch HCl (hoặc H_2SO_4 loãng) vào dung dịch $\text{Fe}(\text{NO}_3)_2$ thì trong môi trường acid (H^+) anion NO_3^- sẽ oxygen hoá Fe (II) thành Fe (III).



Ví dụ 1: Cho 18,15 gam hỗn hợp bột X gồm Fe, Zn vào dung dịch FeSO_4 dư, kết thúc các phản ứng thu được 19,5 gam chất rắn. Mặt khác, cho toàn bộ lượng X trên vào dung dịch HNO_3 . Sau khi kết thúc các phản ứng thu được dung dịch Y và 7,84 lít (đktc) hỗn hợp hai khí NO và NO_2 , có tổng khối lượng 13,7 gam.

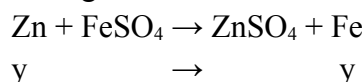
- Tính phần trăm khối lượng mỗi kim loại trong X.
- Cho dung dịch NH_3 tới dư vào Y. Tính khối lượng kết tủa tạo thành.

Giải

- Gọi x, y lần lượt là số mol Fe và Zn có trong 18 gam hỗn hợp X. Ta có:

$$56x + 65y = 18,15 \quad (1)$$

- $\text{X} + \text{FeSO}_4$ dư: Fe không phản ứng.



$$\Delta m \text{ tăng} = (65 - 56)x = 19,5 - 18,15 \Rightarrow y = 0,15 \text{ mol}$$

$$\text{Từ (1)} \Rightarrow y = 0,15 \text{ mol}$$

Phần trăm khối lượng mỗi kim loại trong X là

$$\%m_{\text{Zn}} = \frac{65 \cdot 100\%}{65 + 56} = 53,72\%$$

$$\Rightarrow \%m_{\text{Fe}} = 100\% - 53,72\% = 46,28\%$$

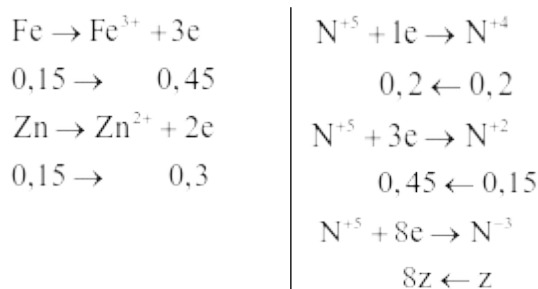
- Đặt $n_{\text{NO}} = a(\text{mol})$; $n_{\text{NO}_2} = b(\text{mol})$ Ta có hệ:

$$\begin{cases} a + b = 0,35 \\ 30a + 46b = 13,7 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} a = 0,15 \text{ mol} \\ b = 0,2 \text{ mol} \end{cases}$$

• X + HNO₃:

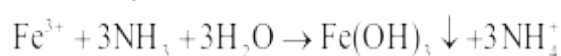
$$V_l \quad 3n_{Fe} + 2n_{Zn} = 0,75 \text{ mol} > n_{NO_2} + 3n_{NO} = 0,65 \text{ mol} > 2n_{Fe} + 2n_{Zn} = 0,6 \text{ mol} \quad \text{nên ta xét các trường hợp sau:}$$

- Trường hợp 1: Y chứa muối NH₄NO₃, Fe(NO₃)₃ và Zn(NO₃)₂

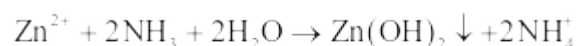
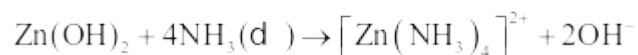


$$\Rightarrow 0,75 = 0,2 + 0,45 + 8z \Rightarrow z = 0,0125 \text{ mol}$$

• Y + NH₃ dư:

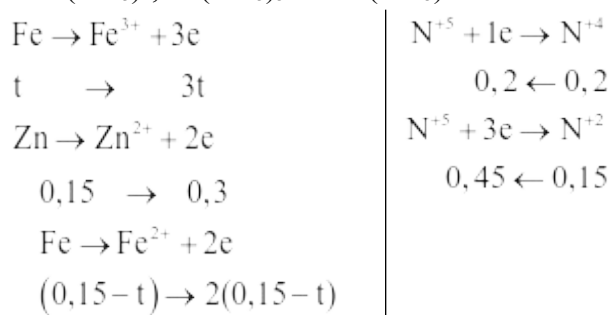


$$0,15 \rightarrow 0,15$$



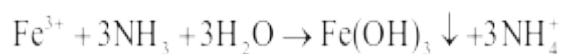
$$\Rightarrow m_{\text{kết tủa}} = m_{Fe(OH)_3} = 107.0,15 = 16,05 \text{ gam}$$

- Trường hợp 2: Y chứa muối Fe(NO₃)₂, Fe(NO₃)₃ và Zn(NO₃)₂.

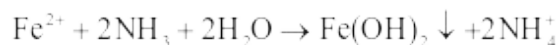


$$\Rightarrow 0,6 + t = 0,2 + 0,45 \Rightarrow t = 0,05 \text{ mol}$$

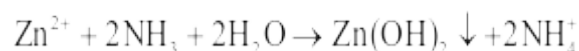
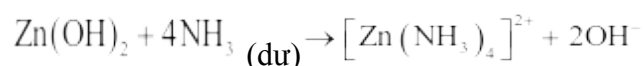
• Y + NH₃ dư:



$$0,05 \rightarrow 0,05$$



$$0,1 \rightarrow 0,1$$



$$\Rightarrow m_{\text{kết tủa}} = m_{Fe(OH)_3} + m_{Fe(OH)_2} = 107.0,05 + 90.0,1 = 14,35 \text{ gam}$$

Ví dụ 2: Chia m gam hỗn hợp X gồm Al, Cr, Fe thành ba phần bằng nhau. Phần 1 tác dụng với lượng dư dung dịch NaOH, kết thúc phản ứng thu được 3,36 lít H₂ (đktc). Hòa tan hết phần 2 trong dung dịch HCl loãng, nóng (dư), sinh ra 8,96 lít H₂ (đktc). Cho phần 3 tác dụng với dung dịch ZnSO₄ dư, sau khi kết thúc các phản ứng thu được 24,2 gam chất rắn.

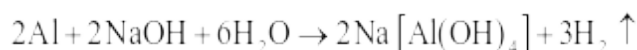
a) Tính khối lượng mỗi kim loại trong m gam X.

b) Tính thể tích khí Cl_2 (đktc) cần dùng để phản ứng hết với m gam X trên.

Giải

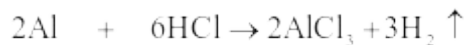
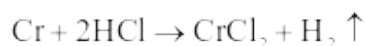
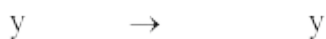
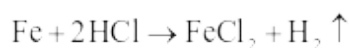
a) Gọi x, y, z lần lượt là số mol Al, Cr và Fe có trong mỗi phần.

• Phần 1 + NaOH dư: Cr, Fe không phản ứng.



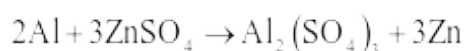
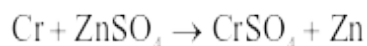
$$\Rightarrow x = 0,1 \text{ mol}$$

• Phần 2 + HCl loãng, nóng dư:



$$\Rightarrow n_{\text{H}_2} = 0,15 + y + z = \frac{8,96}{22,4} = 0,4 \Rightarrow y + z = 0,25 \quad (1)$$

• Phần 3 + ZnSO_4 dư: Fe không phản ứng.



$$\Rightarrow m_{\text{Cr}} = 65 \cdot 0,15 + 65y + 56z = 24,2 \Rightarrow 65y + 56z = 14,45 \quad (2)$$

$$\text{Giải hệ (1) và (2) ta được: } \begin{cases} y = 0,05 \text{ mol} \\ z = 0,2 \text{ mol} \end{cases}$$

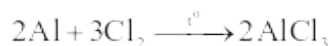
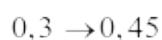
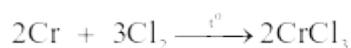
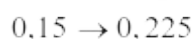
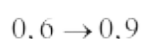
Khối lượng mỗi kim loại trong X là

$$m_{\text{Al}} = 3 \cdot 0,1 \cdot 27 = 8,1 \text{ gam}$$

$$m_{\text{Cr}} = 3 \cdot 0,05 \cdot 52 = 7,8 \text{ gam}$$

$$m_{\text{Fe}} = 3 \cdot 0,2 \cdot 56 = 33,6 \text{ gam}$$

b) $\text{X} + \text{Cl}_2$:



$$\Rightarrow V_{\text{Cl}_2} = (0,45 + 0,225 + 0,9) \cdot 22,4 = 35,28 \text{ lít}$$

Ví dụ 3: Nung a gam bột Al với b gam bột Cr_2O_3 trong bình chân không. Sau khi phản ứng xảy ra hoàn toàn thu được 23,3 gam chất rắn X. Cho X tác dụng với dung dịch NaOH dư, thu được 3,36 lít H_2 (đktc). a) Tính a và b.

b) Tính thể tích dung dịch H_2SO_4 1M (loãng, nóng) cần dùng để hòa tan hết X.

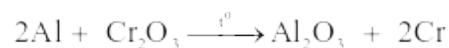
Giải

a) Đặt n_{Al} ban đầu = x (mol) và $n_{Cr_2O_3}$ ban đầu = y (mol)

Theo định luật bảo toàn khối lượng:

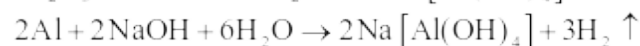
$$m_{hh \text{ ban đầu}} = mx = 27x + 152y = 23,3 \quad (1)$$

Vì X tác dụng với dung dịch NaOH có khí thoát ra nên Al còn, Cr_2O_3 hết.



$$\Rightarrow n_{Al} \text{ còn} = (x - 2y) \text{ mol}$$

X + NaOH: Cr không phản ứng.



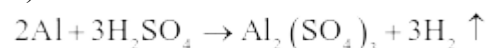
$$0,1 \quad \leftarrow \quad 0,15$$

$$\Rightarrow x - 2y = 0,1 \quad (2)$$

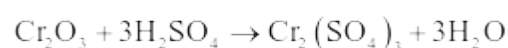
$$\text{Giải hệ (1) và (2) ta được: } \begin{cases} x = 0,3 \text{ mol} \\ y = 0,1 \text{ mol} \end{cases}$$

$$\Rightarrow a = 27 \cdot 0,3 = 8,1 \text{ gam}; b = 152 \cdot 0,1 = 15,2 \text{ gam}$$

b)



$$0,3 \rightarrow 0,45$$



$$0,1 \rightarrow 0,3$$

$$\Rightarrow V_{dH_2SO_4} = \frac{0,75}{1} = 0,75 \text{ lít} = 750 \text{ ml}$$

Ví dụ 4: Đốt 27,8 gam hỗn hợp X gồm Zn, Cu và Cr trong bình chứa đầy khí O_2 . Sau một thời gian thu được 32,6 gam chất rắn Y. Cho Y tác dụng với dung dịch HNO_3 đặc, nóng (dư) thu được dung dịch X và 8,96 lít NO_2 (đktc). Cho Z tác dụng với dung dịch NaOH dư, sinh ra 14,7 gam kết tủa. Tính khối lượng mỗi kim loại trong X.

Giải

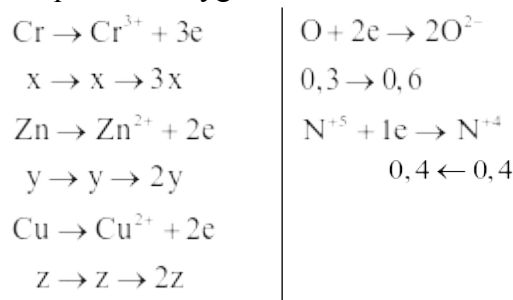
Gọi x, y, z lần lượt là số mol Cr, Zn và Cu có trong 27,8 gam hỗn hợp X.

$$\text{Ta có: } 52x + 65y + 64z = 27,8 \quad (1)$$

Theo định luật bảo toàn khối lượng:

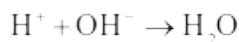
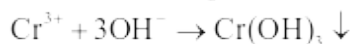
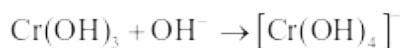
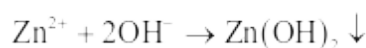
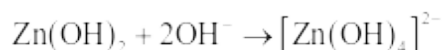
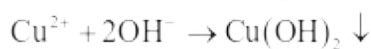
$$m_{O_2} = 32,6 - 27,8 = 4,8 \text{ gam} \Rightarrow n_{O_2} = \frac{4,8}{32} = 0,15 \text{ mol}$$

Quy Y về Zn, Cu, Cr và O. Ta có các quá trình oxygen hóa và khử:



$$\Rightarrow 3x + 2y + 2z = 1,6 \quad (2)$$

Z + NaOH dư:



$$\Rightarrow m_{\text{kết tủa}} = 98Z = 14,7 \Rightarrow Z = 0,15 \text{ mol}$$

$$\text{Thay } Z \text{ vào (1) và (2) ta có hệ: } \begin{cases} 52x + 65y = 18,2 \\ 3x + 2y = 0,7 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x = 0,1 \text{ mol} \\ y = 0,2 \text{ mol} \end{cases}$$

Khối lượng mỗi kim loại trong X là

$$m_{Cr} = 52 \cdot 0,1 = 5,2 \text{ gam}$$

$$m_{Zn} = 0,2 \cdot 65 = 13 \text{ gam}$$

$$m_{Cu} = 0,15 \cdot 64 = 9,6 \text{ gam}$$

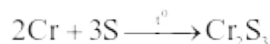
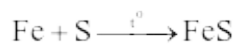
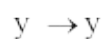
Ví dụ 5: Chia 32 gam hỗn hợp X gồm Cu và Fe thành hai phần bằng nhau. Phần 1 tác dụng vừa hết với 12,8 gam bột S. Cho phần 2 tác dụng với 250 gam dung dịch HNO_3 31,5%, sau khi kết thúc các phản ứng thu được dung dịch Y và 3,36 lít (đktc) hỗn hợp khí Z gồm NO và N_2O có tổng khối lượng 5,2 gam. Tính khối lượng muối thu được trong Y và số mol HNO_3 phản ứng.

Giải

Gọi x, y lần lượt là số mol Cu và Fe chứa trong 16 gam X. Ta có:

$$52x + 56y = 16 \quad (1)$$

• Phần 1 + S:



$$\Rightarrow n_S = 1,5x + y = \frac{12,8}{32} = 0,4 \quad (2)$$

$$\text{Giải hệ (1) và (2) ta được: } \begin{cases} x = 0,2 \text{ mol} \\ y = 0,1 \text{ mol} \end{cases}$$

• Phần 2 + HNO_3 :

$$\text{Đặt } n_{NO} = a(\text{mol}); n_{N_2O} = b(\text{mol})$$

$$\text{Ta có hệ: } \begin{cases} 30a + 44b = 5,2 \\ a + b = 0,15 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} a = 0,1 \text{ mol} \\ b = 0,05 \text{ mol} \end{cases}$$

Nếu sản phẩm khử chỉ gồm NO và N_2O thì

$$n_{HNO_3 \text{ phản ứng}} = 4n_{NO} + 10n_{N_2O} = 0,9 \text{ mol} < n_{HNO_3 \text{ ban đầu}} = 1,25 \text{ mol} \text{ nên } HNO_3 \text{ còn và hỗn hợp kim loại hết.}$$

$$\begin{aligned} \text{Tuy nhiên } \sum n_e(\text{nhường})_{\min} &= 2n_{Fe} + 3n_{Cr} = 0,8 \text{ mol} > \sum n_e(\text{nhận}) \\ &= 3n_{NO} + 8n_{N_2O} = 0,7 \text{ mol} \Rightarrow \text{Trường hợp này loại!} \end{aligned}$$

Vậy có sự tạo thành muối NH_4NO_3 .

Xét 3 trường hợp:

- *Trường hợp 1:* Y chứa muối $\text{Fe}(\text{NO}_3)_2$, NH_4NO_3 và $\text{Cr}(\text{NO}_3)_3$. Trong trường hợp này HNO_3 hết

$$\Rightarrow n_{\text{NH}_4\text{NO}_3} = \frac{n_{\text{HNO}_3 \text{ ban đầu}} - 4n_{\text{NO}} - 10n_{\text{N}_2\text{O}}}{10} = 0,035 \text{ mol}$$

$$\Rightarrow \sum n_e (\text{nhận}) = 3n_{\text{NO}} + 8n_{\text{N}_2\text{O}} + 10n_{\text{NH}_4\text{NO}_3} = 1,05 \text{ mol} > \sum n_e (\text{nhường}) = 2n_{\text{Fe}} + 3n_{\text{Cr}} = 0,8 \text{ mol}$$

(Trường hợp này loại !)

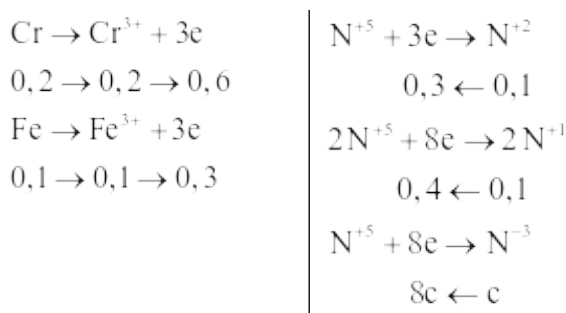
- *Trường hợp 2:* Y chứa muối $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$, $\text{Fe}(\text{NO}_3)_2$, NH_4NO_3 và $\text{Cr}(\text{NO}_3)_3$. Trong tự như trên ta cũng có:

$$n_{\text{NH}_4\text{NO}_3} = \frac{n_{\text{HNO}_3 \text{ ban đầu}} - 4n_{\text{NO}} - 10n_{\text{N}_2\text{O}}}{10} = 0,035 \text{ mol}$$

$$\Rightarrow \sum n_e (\text{nhận}) = 3n_{\text{NO}} + 8n_{\text{N}_2\text{O}} + 10n_{\text{NH}_4\text{NO}_3} = 1,05 \text{ mol} > \sum n_e (\text{nhường})_{\text{max}} = 0,9 \text{ mol} > \sum n_e (\text{nhường}) = 2n_{\text{Fe}^{2+}} + 3n_{\text{Cr}} + 3n_{\text{Fe}^{3+}} = 2y_1 + 3 \cdot 0,2 + 3(0,1 - y_1) = 0,9 - y_1$$

(y_1 là số mol $\text{Fe}(\text{NO}_3)_2$) (Trường hợp này loại !)

- *Trường hợp 3:* Y chứa muối $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$, NH_4NO_3 và $\text{Cr}(\text{NO}_3)_3$.



$$\Rightarrow 0,7 + 8c = 0,9 \Rightarrow c = 0,025 \text{ mol}$$

$$\Rightarrow n_{\text{HNO}_3 \text{ phản ứng}} = 4n_{\text{NO}} + 10n_{\text{N}_2\text{O}} + 10n_{\text{NH}_4\text{NO}_3} = 1,15 \text{ mol}$$

Khối lượng mỗi muối trong dung dịch Y là

$$m_{\text{Cr}(\text{NO}_3)_3} = 238 \cdot 0,2 = 47,6 \text{ gam}$$

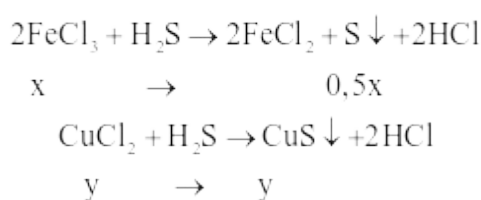
$$m_{\text{Fe}(\text{NO}_3)_3} = 242 \cdot 0,1 = 24,2 \text{ gam}$$

$$m_{\text{NH}_4\text{NO}_3} = 0,025 \cdot 80 = 2 \text{ gam}$$

Ví dụ 6: Cho m gam hỗn hợp X gồm CuCl_2 và FeCl_3 vào nước thu được dung dịch A. Chia A làm 2 phần bằng nhau. Sục khí H_2S dư vào phần 1 được 1,28 gam kết tủa, cho Na_2CO_3 dư vào phần 2 được 3,12 gam kết tủa. Tính m.

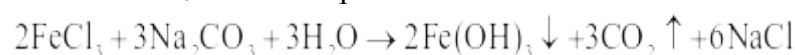
Giải

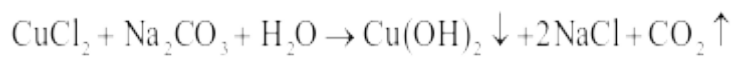
Thêm H_2S vào phần 1 ta có:



$$\Rightarrow 16x + 96y = 1,28 \quad (1)$$

Thêm Na_2CO_3 tới dư vào phần 2





$$\begin{matrix} y & & \rightarrow & & y \\ m_{\text{kết tủa}} = 107x + 98y = 3,12 & (2) \end{matrix}$$

$$\text{Giải hệ (1) và (2) ta được: } \begin{cases} x = 0,02 \text{ mol} \\ y = 0,01 \text{ mol} \end{cases}$$

$$\Rightarrow m = 2(162,5 \cdot 0,02 + 135,0 \cdot 0,01) = 9,2 \text{ gam}$$

Ví dụ 7: Đun nóng hỗn hợp X gồm bột Fe và S trong điều kiện không có không khí, thu được hỗn hợp rắn A. Cho A tác dụng với một lượng dư dung dịch HCl thu được sản phẩm khí Y có tỉ khối so với H_2 là 13. Lấy 2,24 lít (đktc) khí Y đem đốt cháy rồi cho toàn bộ sản phẩm cháy đó đi qua 100ml dung dịch H_2O_2 5,1% (có khối lượng riêng bằng 1g/ml), sau phản ứng thu được dung dịch B.

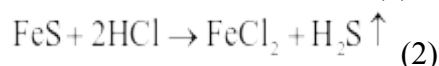
Các phản ứng xảy ra hoàn toàn.

a) Tính thành phần % khối lượng các chất trong hỗn hợp X.

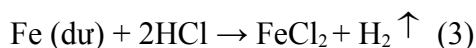
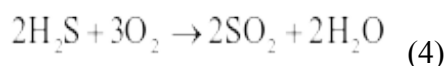
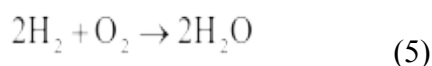
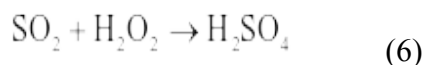
b) Xác định nồng độ % các chất trong dung dịch B.

Giải

a) Viết phương trình:



Với $\overline{M}_Y = 13,2 = 26 \Rightarrow Y$ có H_2S và H_2 , do Fe dư phản ứng với HCl.



Đặt $n_{\text{H}_2\text{S}} = a(\text{mol}); n_{\text{H}_2} = b(\text{mol})$

$$\Rightarrow \overline{M}_Y = \frac{34a + 2b}{a + b} = 26 \Rightarrow \frac{a}{b} = \frac{3}{1}$$

Giả sử $n_{\text{H}_2} = 1(\text{mol}) \Rightarrow n_{\text{H}_2\text{S}} = 3(\text{mol})$

Từ (1) và (2) $\Rightarrow n_{\text{Fe phản ứng}} = n_{\text{S}} = n_{\text{FeS}} = n_{\text{H}_2\text{S}} = 3(\text{mol})$

Từ (3) $= n_{\text{Fe dư}} = n_{\text{H}_2} = 1(\text{mol})$

$$\Rightarrow n_{\text{Fe ban đầu}} = 1 + 3 = 4(\text{mol})$$

Vậy:

$$\%m_{\text{Fe}} = \frac{4,56 \cdot 100\%}{4,56 + 3,32} = 70\%$$

$$\%m_{\text{S}} = 100\% - 70\% = 30\%$$

$$n_Y = \frac{2,24}{22,4} = 0,1(\text{mol}) \Rightarrow n_{\text{H}_2\text{S}} = \frac{3}{4} \cdot 0,1 = 0,075(\text{mol})$$

$$\Rightarrow n_{\text{H}_2} = 0,1 - 0,075 = 0,025(\text{mol})$$

$$n_{\text{H}_2\text{O}_2} = \frac{5,1 \cdot 100}{100,34} = 0,15(\text{mol})$$

$$\text{Từ (4) và (6)} \Rightarrow n_{\text{SO}_2} = n_{\text{H}_2\text{S}} = 0,075(\text{mol})$$

Từ (6) $\Rightarrow n_{\text{H}_2\text{SO}_4} = n_{\text{SO}_2} = 0,075(\text{mol}) \Rightarrow \text{H}_2\text{O}_2 \text{ dư} = 0,15 - 0,075 = 0,075(\text{mol})$

Áp dụng BTKL ta có:

$$m_{\text{ddB}} = m_{\text{ddH}_2\text{O}_2} + m_{\text{SO}_2} + m_{\text{H}_2\text{O}} = 100,1 + 0,075 \cdot 64 + 0,1 \cdot 18 = 106,6 \text{ gam}$$

$$C\% \text{H}_2\text{SO}_4 = \frac{0,075 \cdot 98 \cdot 100\%}{106,6} = 6,695\%$$

Vậy:

$$C\% \text{H}_2\text{O}_2 \text{ dư} = \frac{0,075 \cdot 34 \cdot 100\%}{106,6} = 2,392\%$$

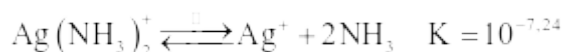
Ví dụ 8: A là dung dịch chứa AgNO_3 0,01M, NH_3 0,25M và B là dung dịch chứa các ion Cl^- , Br^- , I^- đều có nồng độ 0,01M. Trộn dung dịch A với dung dịch B (giả thiết ban đầu nồng độ các ion không đổi). Hỏi kết tủa nào được tạo thành? Trên cơ sở của phương pháp, hãy đề nghị cách nhận biết ion Cl^- trong dung dịch có chứa Copper thời 3 ion trên. Biết:



$$K_{\text{S}_{\text{AgCl}}} = 1,78 \cdot 10^{-10}; K_{\text{S}_{\text{AgBr}}} = 10^{-13}; K_{\text{S}_{\text{AgI}}} = 10^{-16}$$

Giải

Vì AgNO_3 tạo phức với NH_3 nên trong dung dịch A chứa $\text{Ag}(\text{NH}_3)_2^+$ 0,01M và $\text{NH}_3 = 0,25 - 0,02 = 0,23\text{M}$



Ban đầu:	0,01	0	0,23
Cân bằng:	$0,01 - x$	x	$0,23 + 2x$

$$K = 10^{-7,24} = \frac{x(0,23 + 2x)^2}{0,01 - x} \Rightarrow x = 1,09 \cdot 10^{-8}$$

Vậy nồng độ cân bằng của $\text{Ag}^+ = 1,09 \cdot 10^{-8}$

$$\text{Ta có: } [\text{Ag}^+] \cdot [\text{Cl}^-] = 1,09 \cdot 10^{-8} \cdot 0,01 = 1,09 \cdot 10^{-10} < K_{\text{S}_{\text{AgCl}}}$$

$\Rightarrow$ Không có kết tủa AgCl

$$[\text{Ag}^+] \cdot [\text{Br}^-] = 1,09 \cdot 10^{-10} > K_{\text{S}_{\text{AgBr}}} = 10^{-13}$$

$$[\text{Ag}^+] \cdot [\text{I}^-] = 1,09 \cdot 10^{-10} > K_{\text{S}_{\text{AgI}}} = 10^{-16}$$

$\Rightarrow$ Có kết tủa AgBr và AgI

Để nhận biết Cl^- trong dung dịch có chứa Copper thời 3 ion trên, ta dùng dung dịch A để loại bỏ Br^- và I^-

(tạo kết tủa), sau đó thêm từ từ acid để phá phức $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$ làm tăng nồng độ Ag^+ khi đó $[\text{Ag}^+][\text{Cl}^-]$ tăng lên và lớn hơn $K_{\text{S}_{\text{AgCl}}}$ thì có kết tủa trắng AgCl (nhận ra Cl^-).

Ví dụ 9: Cho 13,2 gam hỗn hợp bột X gồm Cr, Al vào 400ml dung dịch ZnSO_4 1M, kết thúc các phản ứng thu được dung dịch Y và 28,6 gam chất rắn khan Z.

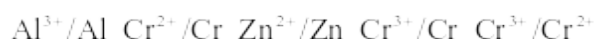
a) Tính khối lượng mỗi kim loại trong X.

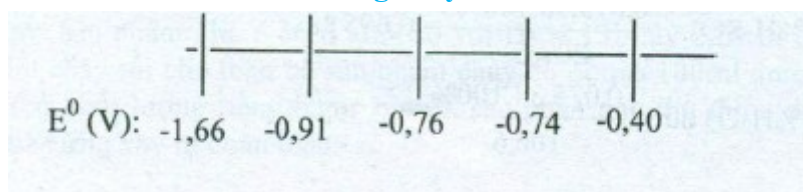
b) Cho toàn bộ lượng X trên phản ứng với dung dịch NaOH dư. Tính thể tích khí thoát ra (đktc) khi kết thúc các phản ứng.

Giải

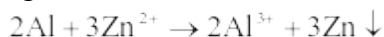
a) Gọi x, y lần lượt là số mol của Al và Cr có trong 13,2 gam hỗn hợp X. Ta có:

$$27x + 52y = 13,2 \quad (1)$$





Nên Al phản ứng với Zn^{2+} trước Cr.

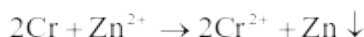


Ban đầu: x

Phản ứng: $x_1 \rightarrow 1,5x_1 \rightarrow x_1 \rightarrow 1,5x_1$

Còn: $(x - x_1)(x - x_1 \geq 0)$

Nếu Al hết, Zn^{2+} còn thì



Ban đầu: y

Phản ứng: $y_1 \rightarrow y_1 \rightarrow y_1 \rightarrow y_1$

Còn: $(y - y_1)(y - y_1 \geq 0)$

$$\Rightarrow \Delta m \uparrow = 70,5x_1 + 13y_1 = 28,6 - 13,2 = 15,4 \quad (2)$$

Biện luận:

• Nếu Zn^{2+} còn hoặc vừa hết, kim loại hết $\Rightarrow x - x_1 = 0$ và $y - y_1 = 0$

Từ (1) và (2) ta có hệ:

$$\begin{cases} 27x + 52y = 13,2 \\ 70,5x + 13y = 15,4 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x = 0,1898 \text{ mol} \\ y = 0,1553 \text{ mol} \end{cases}$$

$$\Rightarrow n_{\text{Zn}^{2+} \text{ phản ứng}} = 1,5x + y = 0,44 \text{ mol} > n_{\text{Zn}^{2+} \text{ ban đầu (loại!)}}$$

• Vậy Zn^{2+} hết, kim loại còn

$$\Rightarrow n_{\text{Zn}^{2+}} = 1,5x_1 + y_1 = 0,4(3)$$

$$\text{Giải hệ (2) và (3) ta được: } \begin{cases} x_1 = 0,2 \text{ mol} \\ y_1 = 0,1 \text{ mol} \end{cases}$$

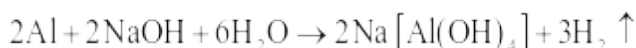
Do $y_1 > 0$ nên $x = x_1 = 0,2 \text{ mol}$. Kết hợp với (1) $y = 0,15 \text{ mol}$

Phần trăm khối lượng của mỗi kim loại trong X là

$$\%m_{\text{Cr}} = \frac{52 \cdot 0,15}{13,2} \cdot 100\% = 59,1\%$$

$$\%m_{\text{Zn}} = 100\% - 59,1\% = 40,9\%$$

b) Khi cho X phản ứng với dung dịch NaOH thì Cr không phản ứng

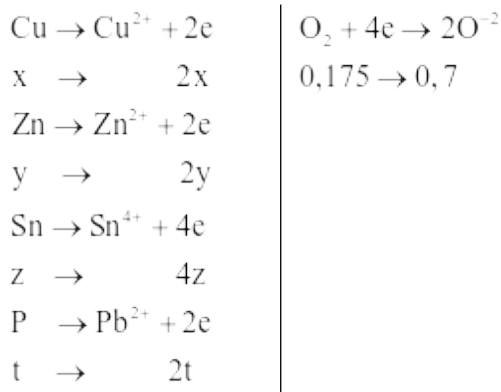


$$0,2 \quad \rightarrow \quad 0,15$$

$$\Rightarrow V_{\text{H}_2} = 0,15 \cdot 22,4 = 3,36 \text{ lít}$$

Ví dụ 10: Đốt cháy hoàn toàn 0,25 mol hỗn hợp Cu, Zn, Sn, Pb có khối lượng 28,7 gam trong oxygen dư thu được 34,3 gam chất rắn. Tính phần trăm khối lượng Sn trong hỗn hợp X.

Giải



$$\Rightarrow 2x + 2y + 4z + 2t = 0,7 \quad (1)$$

Mặt khác: $x + y + z + t = 0,25 \quad (2)$

$$\Rightarrow z = 0,1 \text{ mol} \Rightarrow \%m_{\text{Sn}} = \frac{0,1 \cdot 119 \cdot 100\%}{28,7} = 41,46\%$$

Từ (1) và (2)

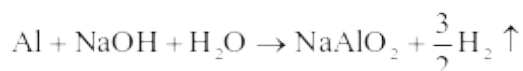
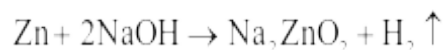
Ví dụ 11: Chia 61,9 gam hỗn hợp X gồm Al, Fe và Zn thành hai phần bằng nhau. Cho phần 1 tác dụng với lượng dư dung dịch NaOH, sinh ra 12,88 lít H_2 (đktc). Hòa tan phần 2 trong 250 gam dung dịch HNO_3 63% đun nóng. Sau khi các phản ứng xảy ra hoàn toàn thì thu được dung dịch Y (không có NH_4NO_3) và 8,96 lít (đktc) hỗn hợp khí Z gồm N_2O , NO_2 , N_2 và NO (trong đó NO và N_2O có phần trăm theo thể tích bằng nhau). Tỷ khối của Z so với H_2 là 19,625.

a) Tính khối lượng mỗi kim loại trong X.

b) Tính nồng độ phần trăm của các chất trong Y. Coi nước bay hơi không đáng kể trong quá trình phản ứng.

Giải

a) Phần 1 + NaOH: Fe không phản ứng.



$$\Rightarrow n_{\text{H}_2} = 1,5\text{a} + \text{b} = \frac{12,88}{22,4} = 0,575$$

• Phần 2 + HNO_3 : Gọi x, y, z lần lượt là số mol của NO_2 , NO và $\text{N}_2 \Rightarrow n_{\text{N}_2\text{O}} = y \text{ mol}$.

Ta có: $(x + y) + (x + z) = 0,4 \quad (2)$

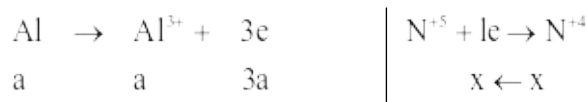
Mặt khác: $m_Z = 46x + 44y + 28z + 30y = 19,625 \cdot 2 \cdot 0,4 = 15,7$

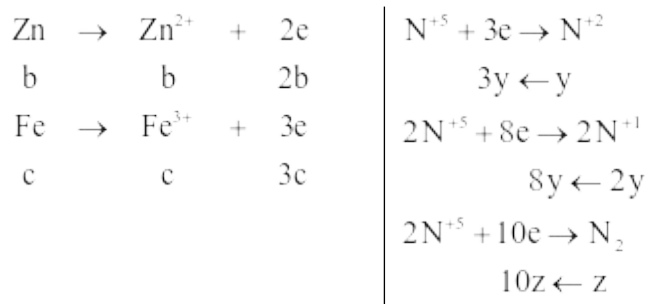
$$\Rightarrow 46(x + y) + 28(y + z) = 15,7 \quad (3)$$

Giải hệ (2) và (3) ta được:
$$\begin{cases} x + y = 0,25 \\ y + z = 0,15 \end{cases}$$

$$\begin{aligned} \Rightarrow n_{\text{HNO}_3 \text{ phản ứng}} &= 2n_{\text{NO}_2} + 4n_{\text{NO}} + 10n_{\text{N}_2\text{O}} + 12n_{\text{N}_2} = 2x + 4y + 10y + 12z \\ &= 2(x + y) + 12(y + z) \\ &= 2 \cdot 0,25 + 12 \cdot 0,15 = 2,3 \text{ mol} < n_{\text{HNO}_3 \text{ ban đầu}} = 2,5 \text{ mol} \end{aligned}$$

Kim loại hết, acid còn





$$\Rightarrow 3a + 2b + 3c = (x + y) + 10(y + z) = 1,75 \quad (4)$$

$$\text{Ngoài ra: } 27a + 65b + 56c = 30,95 \quad (5)$$

$$\begin{cases} a = 0,25 \text{ mol} \\ b = 0,2 \text{ mol} \\ c = 0,2 \text{ mol} \end{cases}$$

Giải hệ (1), (4), (5) ta được:

Khối lượng mỗi kim loại trong X là:

$$m_{Al} = 2,0,25 \cdot 27 = 13,5 \text{ gam}; m_{Zn} = 2,0,2 \cdot 65 = 26 \text{ gam}; m_{Fe} = 0,4 \cdot 56 = 22,4 \text{ gam}$$

$$\text{b) } n_{Zn(NO_3)_2} = n_{Zn} = 0,2 \text{ mol}; n_{Al(NO_3)_3} = n_{Al} = 0,25 \text{ mol}; n_{Fe(NO_3)_3} = n_{Fe} = 0,2 \text{ mol}$$

$$n_{HNO_3 \text{ còn}} = 2,5 - 2,3 = 0,2 \text{ mol}; m_{ddY} = 30,95 + 250 - 15,7 = 265,25 \text{ gam}$$

Nồng độ phần trăm của các chất trong Y là

$$C\%_{Zn(NO_3)_2} = \frac{189,0,2 \cdot 100\%}{265,25} = 14,25\%$$

$$C\%_{Fe(NO_3)_3} = \frac{242,0,2 \cdot 100\%}{265,25} = 18,24\%$$

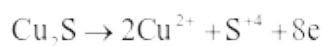
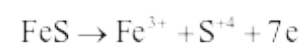
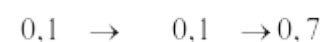
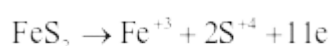
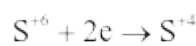
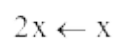
$$C\%_{Al(NO_3)_3} = \frac{213,0,25 \cdot 100\%}{265,25} = 20,07\%$$

$$C\%_{HNO_3} = \frac{63,0,2 \cdot 100\%}{265,25} = 4,75\%$$

Ví dụ 12: Hỗn hợp M gồm Cu₂S, FeS, FeS₂ có số mol bằng nhau. Hòa tan hết 36,8 gam M bằng lượng dư dung dịch H₂SO₄ đặc, nóng, thấy thoát ra khí SO₂ (sản phẩm khử duy nhất). Biết rằng 1/10 lượng SO₂ thu được làm mất màu vừa đủ Vml dung dịch KMnO₄ 1M. Tính V.

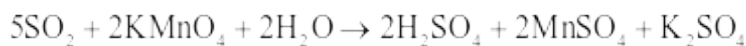
Giải

$$n_{Cu_2S} = n_{FeS} = n_{FeS_2} = \frac{36,8}{160 + 88 + 120} = 0,1 \text{ mol}$$



$$\Rightarrow 2x = 0,8 + 0,7 + 1,1$$

$$\Rightarrow x = 1,3 \text{ mol} \Rightarrow \Sigma n_{SO_2} = 1,3 + 0,1 + 0,1 + 0,2 = 1,7 \text{ mol}$$



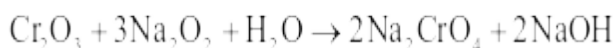
$$0,17 \rightarrow 0,068$$

$$\Rightarrow V_{\text{ddKMnO}_4} = 0,068 \text{ lít} = 68\text{ml}$$

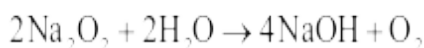
Ví dụ 13: Đun nóng chảy 5gam mẫu chứa Cr_2O_3 , còn lại là tạp chất trơ với Na_2O_2 có mặt hơi nước để oxygen hoá hết Cr_2O_3 thành Na_2CrO_4 . Cho khối nóng chảy vào nước, đun sôi để phân huỷ hết Na_2O . Thêm H_2SO_4 loãng đến rất dư vào hỗn hợp thu được dung dịch A có màu Gold da cam. Cho 100ml dung dịch FeSO_4 1M vào A. Lượng FeSO_4 (dư) phản ứng vừa hết với 5ml dung dịch KMnO_4 1M. Viết phương trình hoá học của các phản ứng đã xảy ra và tính phần trăm khối lượng của Chromium trong mẫu ban đầu.

Giải

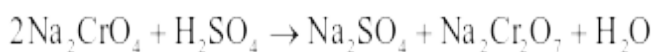
Phản ứng đun quặng Chromite:



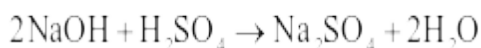
Phản ứng phân huỷ Na_2O_2 :



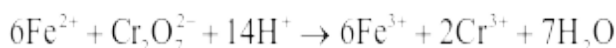
Acid hoá dung dịch:



(Gold da cam)

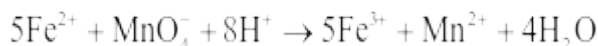


A + FeSO_4 :



$$0,075 \rightarrow 0,0125$$

Phản ứng giữa Fe^{2+} dư với MnO_4^- :

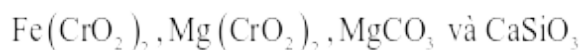


$$0,025 \leftarrow 0,005$$

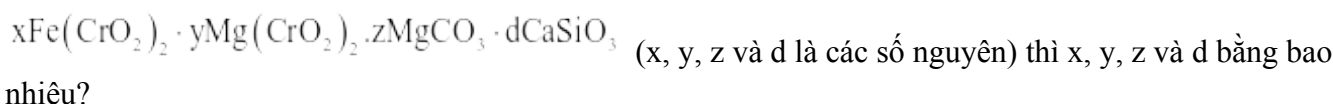
$$\Rightarrow \%m_{\text{Cr}} = \frac{2.0,0125.52.100\%}{5} = 26\%$$

Ví dụ 14: Trong thực tế thành phần của quặng Chromite có thể biểu diễn qua hàm lượng của các oxide. Một quặng Chromite chứa: 45,60% Cr_2O_3 , 16,12% MgO và 7,98% Fe_2O_3 . Nếu biểu diễn dưới dạng các Chromite thì các cấu tử của quặng này là: $\text{Fe}(\text{CrO}_2)_2$, $\text{Mg}(\text{CrO}_2)_2$, MgCO_3 và CaSiO_3 .

a) Xác định thành phần của quặng qua hàm lượng của



b) Nếu viết công thức của quặng dưới dạng



c) Khi cho một mẫu quặng này tác dụng với acid HCl thì chỉ có các chất không chứa Chromium mới tham gia phản ứng. Viết các phương trình phản ứng ở dạng phân tử và dạng ion đầy đủ.

Giải

a) Giả sử có 100 gam mẫu quặng:

$$m_{\text{Fe}} = \frac{m_{\text{Fe}_2\text{O}_3} \cdot 2 \cdot M_{\text{Fe}}}{M_{\text{Fe}_2\text{O}_3}} = \frac{7,89.111,70}{159,70} = 5,52\text{gam}$$

$$m_{\text{Fe}(\text{CrO}_2)_2} = \frac{M_{\text{Fe}(\text{CrO}_2)_2} \cdot m_{\text{Fe}}}{M_{\text{Fe}}} = \frac{223,85 \cdot 5,52}{55,85} = 22,12 \text{ gam}$$

Mẫu quặng chứa:

⇒ Mẫu quặng chứa 22,12% khối lượng $\text{Fe}(\text{CrO}_2)_2$.

Khối lượng Cr trong $\text{Fe}(\text{CrO}_2)_2$:

$$m_{\text{Cr}} = \frac{m_{\text{Fe}(\text{CrO}_2)_2} \cdot 2 \cdot M_{\text{Cr}}}{M_{\text{Fe}(\text{CrO}_2)_2}} = \frac{22,12 \cdot 104,0}{223,85} = 10,28 \text{ gam}$$

⇒ Khối lượng Cr trong mẫu quặng là:

$$m_{2(\text{Cr})} = \frac{m_{\text{Cr}_2\text{O}_3} \cdot 2 \cdot M_{\text{Cr}}}{M_{\text{Cr}_2\text{O}_3}} = \frac{45,60 \cdot 104}{152,0} = 31,20 \text{ gam}$$

⇒ Khối lượng Cr trong $\text{Mg}(\text{CrO}_2)_2$:

$$m_{3(\text{Cr})} = m_{2(\text{Cr})} - m_{1(\text{Cr})} = 31,20 - 10,28 = 20,92 \text{ gam}$$

$$m_{\text{Mg}(\text{CrO}_2)_2} = \frac{M_{\text{Mg}(\text{CrO}_2)_2} \cdot m_{3(\text{Cr})}}{2 \cdot M_{\text{Cr}}} = \frac{192,31 \cdot 20,92}{104} = 38,68 \text{ gam}$$

Mẫu quặng chứa:

⇒ Mẫu quặng chứa 38,68 % khối lượng $\text{Mg}(\text{CrO}_2)_2$.

⇒ Khối lượng Mg trong $\text{Mg}(\text{CrO}_2)_2$:

$$m_{1(\text{Mg})} = \frac{M_{\text{Mg}(\text{CrO}_2)_2} \cdot M_{\text{Mg}}}{m_{\text{Mg}(\text{CrO}_2)_2}} = \frac{38,68 \cdot 24,31}{192,31} = 4,89 \text{ gam}$$

⇒ Khối lượng Mg trong mẫu quặng là:

$$m_{2(\text{Mg})} = \frac{m_{\text{MgO}} \cdot M_{\text{Mg}}}{M_{\text{MgO}}} = \frac{16,12 \cdot 24,31}{40,31} = 9,72 \text{ gam}$$

⇒ Khối lượng Mg trong MgCO_3 :

$$m_{3(\text{Mg})} = m_{2(\text{Mg})} - m_{1(\text{Mg})} = 9,72 - 4,89 = 4,83 \text{ gam}$$

⇒ Khối lượng MgCO_3 trong mẫu quặng là:

$$m_{\text{MgCO}_3} = \frac{M_{\text{MgCO}_3} \cdot m_{3(\text{Mg})}}{M_{\text{Mg}}} = \frac{84,32 \cdot 4,83}{24,31} = 16,75 \text{ gam}$$

⇒ Mẫu quặng chứa 16,75% khối lượng MgCO_3 .

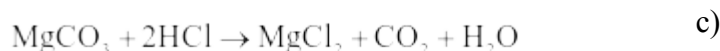
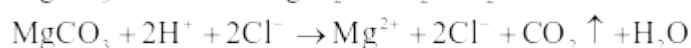
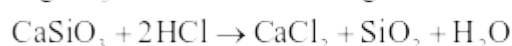
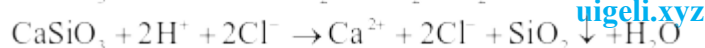
⇒ Khối lượng CaSiO_3 trong mẫu quặng là:

$$m_{\text{CaSiO}_3} = 100 - (m_{\text{Fe}(\text{CrO}_2)_2} + m_{\text{Mg}(\text{CrO}_2)_2} + m_{\text{MgCO}_3}) \\ = 100 - (22,12 + 38,68 + 16,75) = 100 - 77,55 = 22,45 \text{ gam}$$

⇒ Mẫu quặng chứa 22,45% khối lượng CaSiO_3

b) Tỷ lệ mol của các chất:

$$n_{\text{Fe}(\text{CrO}_2)_2} : n_{\text{Mg}(\text{CrO}_2)_2} : n_{\text{MgCO}_3} : n_{\text{CaSiO}_3} \\ = \frac{m_{\text{Fe}(\text{CrO}_2)_2}}{M_{\text{Fe}(\text{CrO}_2)_2}} : \frac{m_{\text{Mg}(\text{CrO}_2)_2}}{M_{\text{Mg}(\text{CrO}_2)_2}} : \frac{m_{\text{MgCO}_3}}{M_{\text{MgCO}_3}} : \frac{m_{\text{CaSiO}_3}}{M_{\text{CaSiO}_3}} \\ = \frac{22,12}{223,85} : \frac{38,68}{192,31} : \frac{16,75}{84,32} : \frac{22,45}{116,17} \\ = 0,10 : 0,20 : 0,20 : 0,19 \approx 1 : 2 : 2 : 2$$



BÀI TẬP ÁP DỤNG

1. Hỗn hợp **X** gồm các kim loại Fe, Zn, Cu. Cho m gam **X** cho vào dung dịch H_2SO_4 loãng, dư. Sau khi các phản ứng xảy ra hoàn toàn thu được dung dịch **Y**; 8,96 lít khí (đktc) và một phần chất rắn không tan **Z**. Cho **Y** tác dụng với dung dịch NaOH dư, lọc lấy kết tủa thu được đem nung trong không khí tới khối lượng không đổi còn lại 8 gam chất rắn. Cho **Z** phản ứng hết với dung dịch H_2SO_4 đặc, nóng, dư, sinh ra 3,36 lít SO_2 (sản phẩm khử duy nhất, đktc).

a) Viết phương trình hóa học của các phản ứng xảy ra.

b) Tính m .

2. Cho hỗn hợp khí gồm N_2 và H_2 vào bình kín dung tích không đổi (không chứa không khí), có chứa sẵn chất xúc tác. Sau khi nung nóng bình một thời gian rồi đưa về nhiệt độ ban đầu, thấy áp suất trong bình giảm 20% so với áp suất ban đầu. Tỉ khối của hỗn hợp khí thu được sau phản ứng so với H_2 là 7,75.

a) Tính hiệu suất phản ứng tổng hợp NH_3 .

b) Cho 200ml dung dịch NH_3 1M vào dung dịch chứa 0,05 mol FeSO_4 và 0,015 mol CuSO_4 . Nung kết tủa thu được sau khi các phản ứng kết thúc trong không khí đến khối lượng không đổi còn lại m gam chất rắn khan. Tính m .

3. Có 5 dung dịch riêng biệt chứa trong 5 ống nghiệm không dán nhãn gồm: Na_2S , BaCl_2 , AlCl_3 , MgCl_2 và Na_2CO_3 . Không dùng thêm thuốc thử bên ngoài có thể nhận biết được nhiều nhất bao nhiêu dung dịch trong số 5 dung dịch trên?

4. Cho sơ đồ phản ứng: $\text{Cr} \rightarrow \text{X} \xrightarrow{\text{Cl}_2 + \text{KOH}} \text{Y} \xrightarrow{+\text{H}_2\text{SO}_4} \text{Z} \rightarrow \text{X}$.

Xác định X, Y, Z và viết phương trình hóa học theo sơ đồ chuyển hóa trên.

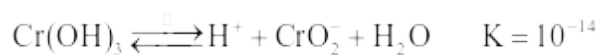
5. a) Trình bày nguyên tắc, nguyên liệu, các phản ứng chính xảy ra trong quá trình luyện gang.

b) Tính khối lượng quặng manheit (chứa 10% tạp chất trơ) cần dùng để sản xuất được 2 tấn gang chứa 5% cacbon. Biết hiệu suất quá trình đạt 90%.

6. Sục khí H_2S vào dung dịch chứa CuCl_2 , FeCl_3 , AlCl_3 , NH_4Cl (mỗi chất có nồng độ 0,1M) tới dư thu được kết tủa A và dung dịch B. Tiếp tục sục từ từ NH_3 đến dư vào dung dịch B. Tiếp tục sục từ từ NH_3 đến dư vào dung dịch B. Viết phương trình hóa học của các phản ứng (có thể xảy ra) dưới dạng ion rút gọn.

7. Tính suất điện động E^0 , thiết lập sơ đồ pin và viết phương trình phản ứng xảy ra trong pin được ghép bởi cặp $\text{CrO}_4^{2-} / \text{CrO}_2^-$ và $\text{NO}_3^- / \text{NO}$ ở điều kiện chuẩn.

Cho:



$$E^0_{\text{CrO}_4^{2-} / \text{CrO}_2^-} = -0,13 \text{V}; E^0_{\text{NO}_3^- / \text{NO}} = +0,96 \text{V}$$

$$\text{Ở } 25^\circ\text{C} \quad 2,303 \frac{RT}{F} = 0,0592$$

8. Để xác định hằng số tạo phức (hằng số bền) của ion phức $[\text{Zn}(\text{CN})_4]^{2-}$ người ta làm như sau: Thêm 99,9ml dung dịch KCN 1M vào 0,1ml dung dịch ZnCl_2 0,1M để thu được 100ml dung dịch (dung dịch A). Thiết lập một pin tạo bởi cực dương là điện cực gồm thanh Pt nhúng trong dung dịch chứa Copper thời Fe^{3+} và Fe^{2+} đều có nồng độ 1M và cực âm là điện cực gồm thanh Zinc tinh khiết nhúng vào dung dịch A. Thấy suất điện động của pin là 2,2113V. Hãy xác định hằng số tạo phức của ion phức $[\text{Zn}(\text{CN})_4]^{2-}$. Biết thế

oxygen hoá - khử tiêu chuẩn của một số cặp: $E^0_{\text{Zn}^{2+} / \text{Zn}} = -0,7628 \text{V}; E^0_{\text{Fe}^{3+} / \text{Fe}^{2+}} = 0,7700 \text{V}$

9. Hòa tan hoàn toàn 10,2 gam hỗn hợp **X** gồm kim loại **M** (hóa trị 2, nguyên tử khối nhỏ hơn 100), FeCO_3 , Ag bằng dung dịch HNO_3 (vừa đủ), thu được hỗn hợp **A** gồm 2 khí có tỉ khối so với H_2 là 19,2 và dung dịch **B**. Cho **B** tác dụng vừa đủ với 0,3475 mol NaOH trong dung dịch, tạo kết tủa. Lọc kết tủa nung ở nhiệt độ cao đến khối lượng không đổi thu được m gam chất rắn. Hãy:

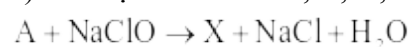
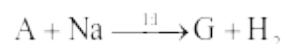
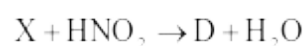
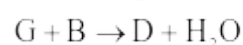
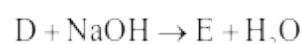
- Tính khối lượng mỗi chất trong hỗn hợp ban đầu.
- Xác định kim loại **M**.
- Tính giá trị m .

Biết trong **X** khối lượng FeCO_3 bằng khối lượng **M**; mỗi chất trong **X** khi tác dụng với dung dịch HNO_3 ở trên chỉ tạo ra 1 sản phẩm khử.

10. Có 5 lọ mất nhãn đựng một trong các dung dịch sau: $\text{AlCl}_3, \text{NH}_4\text{Cl}, \text{MgSO}_4, \text{ZnCl}_2, \text{NaCl}$. Chỉ dùng thêm dung dịch K_2S làm thuốc thử. Hãy trình bày phương pháp hoá học để phân biệt các dung dịch trên. Viết phương trình hoá học xảy ra (nếu có) dưới dạng ion thu gọn.

11. **A** là một hợp chất của nitơ và hiđro với tổng số điện tích hạt nhân bằng 10. **B** là một oxide của nitơ, chứa 36,36% oxygen về khối lượng.

- Xác định các chất **A**, **B**, **D**, **E**, **G** và hoàn thành các phương trình phản ứng:



- Viết công thức cấu tạo của **D**. Nhận xét về tính oxygen hóa - khử của nó.

- D** có thể hòa tan Cu tương tự HNO_3 . Hỗn hợp **D** và HCl hòa tan được Gold tương tự cường thủy. Viết phương trình của các phản ứng tương ứng.

12. Khi phân tích nguyên tố các tinh thể ngậm nước của một muối tan **A** của kim loại **X**, người ta thu được các số liệu sau:

Nguyên tố	cacbon	oxygen	Sulfur	nitơ	hiđro
% khối lượng trong muối	0,00	57,38	14,38	0,00	3,62

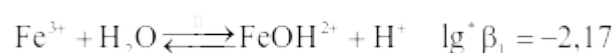
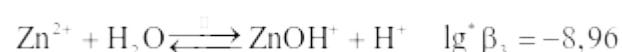
Theo dõi sự thay đổi khối lượng của **A** khi nung nóng dần lên nhiệt độ cao, người ta thấy rằng, trước khi bị phân hủy hoàn toàn, **A** đã mất 32% khối lượng. Trong dung dịch nước, **A** phản ứng được với hỗn hợp gồm PbO_2 và HNO_3 (nóng), với dung dịch BaCl_2 tạo thành kết tủa trắng không tan trong HCl . Hãy xác định kim loại **X**, muối **A** và viết các phương trình phản ứng xảy ra.

Biết **X** không thuộc họ Lantan và không phóng xạ.

13. Dung dịch **A** gồm $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ 0,05M; $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ 0,10M; $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$ 0,01M

- Tính pH của dung dịch **A**.
- Sục khí H_2S vào dung dịch **A** đến bão hòa ($[\text{H}_2\text{S}] = 0,10\text{M}$), thu được hỗn hợp **B**. Những kết tủa nào tách ra từ hỗn hợp **B**?
- Thiết lập sơ đồ pin bao gồm điện cực Lead nhúng trong hỗn hợp **B** và điện cực platin nhúng trong dung dịch $\text{CH}_3\text{COONH}_4$ 1M được bão hòa bởi khí hiđro nguyên chất ở áp suất 1,03 atm. Viết phản ứng xảy ra trên từng điện cực và phản ứng trong pin khi pin làm việc.

Cho:



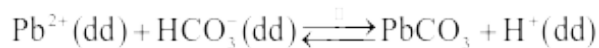
$$E_{\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}}^0 = 0,771\text{V}; E_{\text{S}/\text{H}_2\text{S}}^0 = 0,141\text{V}; E_{\text{Pb}^{2+}/\text{Pb}}^0 = -0,126\text{V}$$

$$\text{Ở } 25^\circ\text{C}: 2,303 \frac{RT}{F} \ln = 0,05921\text{g}; pK_{\text{S}(\text{PbS})} = 26,6; pK_{\text{S}(\text{ZnS})} = 21,6$$

$$pK_{\text{S}(\text{FeS})} = 17,2 \quad (pK_{\text{S}} = -\lg K_{\text{S}} \text{ với } K_{\text{S}} \text{ là tích số tan}).$$

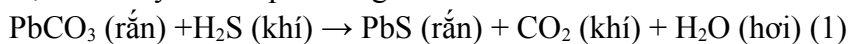
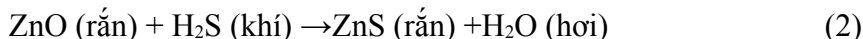
$$pK_{\text{a1}(\text{H}_2\text{S})} = 7,02; pK_{\text{a2}(\text{H}_2\text{S})} = 12,90; pK_{\text{a}(\text{NH}_4^+)} = 9,24; pK_{\text{a}(\text{CH}_3\text{COOH})} = 4,76$$

14. Tính hằng số cân bằng K ở 25°C của phản ứng:



$$\text{Cho biết ở } 25^\circ\text{C}: K_{\text{S}(\text{PbCO}_3)} = 7,4 \cdot 10^{-14}; pK_{\text{a2}}(\text{H}_2\text{CO}_3) = 10,33$$

15. Hai chất PbCO_3 và ZnO thường được sử dụng làm bột tạo màu trắng. H_2S trong không khí có thể làm hư hại các bột màu này do các phản ứng sau:



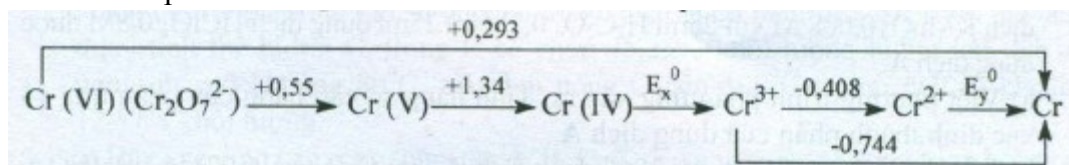
a) Tính hằng số cân bằng của các phản ứng (1) và (2).

b) Trong 2 chất màu nói trên, chất nào ưu thế hơn khi môi trường có khí H_2S ? Tại sao?

c) Bằng cách xử lý với dung dịch H_2O_2 có thể làm trắng lại các mảng bị đổi màu do sự hình thành PbS . Viết phương trình của phản ứng xảy ra trong cách xử lý này. Cho: $T = 298\text{K}$; áp suất khí quyển $p = 1,000\text{ atm}$ và bảng dữ liệu sau

Chất	PbCO_3 (r)	H_2S (k)	PbS (r)	ZnO (r)	ZnS (r)	CO_2 (k)	H_2O (h)	PbSO_4 (r)	H_2O_2 (l)
$\Delta_f G_{298}^\circ$ kJ/mol	-626,0	-33,0	-92,6	-318,0	-184,8	-394,2	-228,5	-811,5	120,4
Màu	trắng		đen	trắng	trắng			trắng	

16. Cho giản đồ quá trình khử - thế khử: Quá trình khử diễn ra theo chiều mũi tên, thế khử chuẩn được ghi trên các mũi tên và đo ở $\text{pH} = 0$.



a) Tính E_x^0 và E_y^0 . Hãy cho biết Cr(IV) có thể bị phân thành Cr^{3+} và Cr(VI) được không? Chứng minh.

b) Viết quá trình xảy ra với hệ oxygen hóa - khử $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} / \text{Cr}^{3+}$ và tính độ biến thiên thế của hệ ở nhiệt độ 298K , khi pH tăng 1 đơn vị.

c) Phản ứng giữa $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ với H_2O_2 trong môi trường acid (loãng) được dùng để nhận biết Chromium vì sản phẩm tạo thành có màu xanh. Viết phương trình ion của phản ứng xảy ra và cho biết phản ứng này có thuộc loại phản ứng oxygen hóa - khử hay không? Vì sao? Ghi số oxygen hóa tương ứng trên mỗi nguyên tố.

Cho: Hằng số khí $R = 8,3145\text{J.K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$; Hằng số Faraday $F = 96485\text{ C.mol}^{-1}$.

17. Để xác định nồng độ ion Cu^{2+} trong nước thải của một nhà máy mạ điện, người ta đo điện thế của điện cực Copper so với điện cực hydro tiêu chuẩn. Điện thế đo được là $+0,25\text{V}$. Tính nồng độ mol của Cu^{2+} trong nước thải, biết $E_{\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}}^0 = 0,337\text{V}$.

18. Có 5 dung dịch $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$; $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$; AgNO_3 ; $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ và $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$ (đều không màu). Để nhận biết các cation trong mỗi dung dịch người ta dùng 3 dung dịch thuốc thử: HCl 1M ; NH_3 1M ; NaOH 1M .

Kết quả của các thí nghiệm đó được phản ánh qua bảng dưới đây (với ô trống là không phản ứng; ↓ : Kết tủa; ↑ : Kết tủa tan trong thuốc thử dư). Xác định các dung dịch tương ứng với các chữ cái trong bảng trên. Viết phương trình phản ứng minh họa ở dạng ion thu gọn.

	A	B	C	D	E
HCl		↓			↓
NH ₃	↓↑	↓↑	↓		↓
NaOH	↓↑	↓	↓↑	↓	↓↑

19. Đốt cháy 3,2 gam sunfua kim loại M₂S (kim loại M trong hợp chất thể hiện số oxygen hóa +1 và +2) trong oxygen dư. Sản phẩm rắn thu được đem hòa tan hết trong một lượng vừa đủ dung dịch H₂SO₄ 39,2% nhận được dung dịch muối có nồng độ 48,5%. Đem làm lạnh dung dịch muối này thấy tách ra 2,5 gam tinh thể, khi đó nồng độ muối giảm còn 44,9%. Tìm công thức tinh thể muối tách ra.

20. Trộn 3 oxide kim loại là FeO, CuO và MO (M là kim loại chưa biết, chỉ có số oxygen hóa +2 trong hợp chất) theo tỉ lệ mol là 5: 3: 1 được hỗn hợp A. Dẫn một luồng khí H₂ dư đi qua 11,52 gam A nung nóng đến khi các phản ứng xảy ra hoàn toàn thu được hỗn hợp B. Để hòa tan hết B cần 180ml dung dịch HNO₃ nồng độ 3M và thu được V lít (đktc) khí NO duy nhất và dung dịch chỉ chứa nitrat kim loại.

Xác định kim loại M và tính V.

21. Trong môi trường acid, H₂C₂O₄ bị KMnO₄ oxygen hoá thành CO₂. Trộn 50ml dung dịch KMnO₄ 0,008 M với 25ml 0,2M và 25ml H₂C₂O₄ 0,2M dung dịch HClO₄ 0,8M được dung dịch A.

a) Viết phương trình phản ứng xảy ra. Tính hằng số cân bằng của phản ứng và xác định thành phần của dung dịch A.

b) Trộn 10ml dung dịch A với 10ml dung dịch B gồm Ca(NO₃)₂ 0,02M và Ba(NO₃)₂ 0,1M. Có kết tủa nào tách ra? Chấp nhận sự cộng kết là không đáng kể, thể tích dung dịch tạo thành khi pha trộn bằng tổng thể tích của các dung dịch thành phần.

Cho: $E^0_{\text{MnO}_4^-/\text{H}^+/\text{Mn}^{2+}} = +1,51\text{V}$; $E^0_{\text{CO}_2/\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4} = -0,49\text{V}$

Ở 25°C: $2,303 \frac{RT}{F} = 0,0592$;

$\text{pK}_{\text{s}(\text{CaC}_2\text{O}_4)} = 8,75$; $\text{pK}_{\text{s}(\text{CaCO}_3)} = 8,35$; $\text{pK}_{\text{s}(\text{BaC}_2\text{O}_4)} = 6,80$; $\text{pK}_{\text{s}(\text{BaCO}_3)} = 8,30$;

En: $\text{Mn}^{2+} = +1,51\text{V}$; $\text{ECO}_2/\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 = -0,49\text{V}$; Ở 25 °C: $2,303 = 0,0592$; .

($\text{pK}_s = -\lg K_s$, với K_s là tích số tan; $\text{pK}_a = \lg K_a$, với K_a là hằng số phân li acid).

Độ tan của CO₂ trong nước ở 25°C là $L_{\text{CO}_2} = 0,030\text{M}$.

22. a) Cho:

$E^0_{\text{MnO}_4^-/\text{H}^+/\text{Mn}^{2+}} = 1,51\text{V}$; $E^0_{\text{MnO}_4^{2-}/\text{H}^+/\text{MnO}_2} = 2,26\text{V}$; $E^0_{\text{MnO}_2/\text{H}^+/\text{Mn}^{2+}} = 1,23\text{V}$

- Tính $E^0_{\text{MnO}_4^-/\text{H}_2\text{O}/\text{MnO}_2}$ và $E^0_{\text{MnO}_4^-/\text{MnO}_4^{2-}}$.

- Nhận xét về khả năng oxygen hóa của MnO_4^- trong môi trường acid, trung tính và base. Giải thích.

b) Viết phương trình ion của các phản ứng để minh họa khả năng oxygen hóa của ion peManganeat phụ thuộc vào pH của môi trường.

23. Để xác định hàm lượng của Chromium và Iron trong một mẫu gồm Cr₂O₃ và Fe₂O₃ người ta đun nóng

chảy 1,98 gam mẫu với Na₂O₂ để oxygen hóa Cr₂O₃ thành CrO_4^{2-} . Cho khối đã nung chảy vào nước, đun sôi để phân huỷ hết Na₂O₂. Thêm H₂SO₄ loãng đến dư vào hỗn hợp thu được và pha thành 100ml, được

dung dịch A có màu Gold da cam. Cho dung dịch KI (dư) vào 10ml dung dịch A, lượng I_3^- (sản phẩm của phản ứng giữa I⁻ và I₂) giải phóng ra phản ứng hết với 10,5ml dung dịch Na₂S₂O₃ 0,4M. Nếu cho dung dịch

NaF (dư) vào 10ml dung dịch A rồi nhỏ tiếp dung dịch KI đến dư thì lượng I_3^- , giải phóng ra chỉ phản ứng hết với 7,5ml dung dịch $Na_2S_2O_3, 0,4M$.

- Viết các phương trình phản ứng xảy ra.
- Giải thích vai trò của dung dịch NaF.
- Tính thành phần % khối lượng của Chromium và Iron trong mẫu ban đầu.

24. Cho gam tinh thể hidrat A tan trong nước được dung dịch màu xanh. Cho dung dịch này tác dụng với dung dịch $Ba(NO_3)_2$ dư thu được 0,98 gam kết tủa trắng X và dung dịch D (chất X không tan trong các acid). Đun nóng D với H_2O_2 trong môi trường kiềm thu được 1,064 gam kết tủa Y màu Gold là muối bari (Y có công thức cùng dạng với X). Dung dịch của A trong môi trường acid sunfuric loãng để trong không khí sẽ chuyển thành chất B có màu tím. Từ B có thể tách được tinh thể hidrat C, trong C có chứa 45,25% khối lượng hidrat kết tinh. C nóng chảy ở khoảng $80^{\circ}C$, nếu đun nóng C đến $100^{\circ}C$ thì nó mất đi khoảng 12,57% khối lượng.

- Hãy xác định các công thức của A, B, C, X, Y và viết các phương trình hóa học.
- Sự mất khối lượng của C ở $100^{\circ}C$ ứng với chuyển hóa nào?
- Khi đun nóng chất A (không có không khí) từ $100^{\circ}C$ đến $270^{\circ}C$ nó mất dần nước, tiếp tục đun ở khoảng nhiệt độ $270 - 500^{\circ}C$ không thấy khối lượng giảm, nhưng đun tiếp ở nhiệt độ cao hơn (khoảng $650^{\circ}C$) thì khối lượng lại giảm. Viết sơ đồ giảm khối lượng của A từ $100 - 650^{\circ}C$ và viết phương trình hóa học của phản ứng xảy ra ở bước cuối cùng.

Biết sơ đồ này gồm 6 bước.

25. Chia m gam hỗn hợp X gồm Cr, Fe, Cu thành hai phần bằng nhau. Phần 1 tác dụng với dung dịch H_2SO_4 loãng, nóng (dư), kết thúc phản ứng thu được 5,6 lít H_2 (đktc) và còn lại 3,2 gam chất rắn không tan. Cho phần 2 tác dụng vừa hết với 11,2 gam S.

- Tính m.
- Tính thể tích Cl_2 (đktc) cần dùng để phản ứng hết với m gam X.

26. Trộn a gam bột Al với b gam bột Cr_2O_3 , rồi tiến hành phản ứng nhiệt nhôm trong điều kiện không có không khí, đến phản ứng hoàn toàn thu được hỗn hợp X.

Chia X thành hai phần bằng nhau.

Phần 1 tác dụng với dung dịch NaOH dư, sinh ra 3,36 lít H_2 (đktc). Hoà tan hết phần 2 trong dung dịch H_2SO_4 đặc, nóng, dư, thu được 10,08 lít SO_2 (sản phẩm khử duy nhất, đktc). Tính a và b.

27. Cho 17,1 gam hỗn hợp X gồm Cr, Fe và Zn vào dung dịch NaOH dư, kết thúc các phản ứng thu được 2,24 lít H_2 (đktc) và chất rắn khan Y. Cho toàn bộ Y tác dụng hết với 200 gam dung dịch HNO_3 31,5%, thu được dung dịch A và 4,48 lít NO (đktc).

- Tính phần trăm khối lượng của mỗi kim loại trong X.
- Tính nồng độ phần trăm của các chất trong A.
- Tính thể tích dung dịch NH_3 0,5M cần dùng để phản ứng hết với A.

28. Thực hiện phản ứng nhiệt nhôm hỗn hợp gồm m gam Al và 4,56 gam Cr_2O_3 (trong điều kiện không có O_2), sau khi phản ứng kết thúc, thu được hỗn hợp X. Cho toàn bộ X vào một lượng dư dung dịch HCl (loãng, nóng), sau khi các phản ứng xảy ra hoàn toàn, thu được 2,016 lít H_2 (đktc). Còn nếu cho toàn bộ X vào một lượng dư dung dịch NaOH (đặc, nóng), sau khi các phản ứng kết thúc thì số mol NaOH đã phản ứng là bao nhiêu?

29. Hòa tan hết 14,65 gam hỗn hợp X gồm Cu và Au trong nước cường toan, sau khi các phản ứng xảy ra hoàn toàn thu được 0,1 mol NO (sản phẩm khử duy nhất). Tính phần trăm khối lượng Au trong X.

30. Cho m gam Cu tác dụng hết với dung dịch H_2SO_4 đặc, nóng thu được 2,24 lít SO_2 (đktc) và 1,6 gam Cu_2S (chất bột màu đen). Biết không có phản ứng tạo ra S và H_2S . Tính giá trị của m.

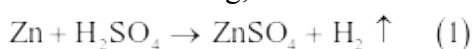
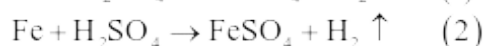
31. Cho 1,08 gam hỗn hợp Mg và Fe vào 400ml dung dịch $AgNO_3$ 0,2M, sau khi các phản ứng xảy ra hoàn toàn thu được 7,02 gam chất rắn. Tính phần trăm số mol Mg trong hỗn hợp ban đầu.

- 32.** Điện phân (với điện cực trơ, hiệu suất 100%) 500ml dung dịch X chứa Copper thời CuCl_2 0,1M và $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 0,1M với cường độ dòng điện không đổi 2,68A trong thời gian 1,5 giờ, thu được dung dịch Y. Khối lượng dung dịch Y giảm so với khối lượng dung dịch X là bao nhiêu?
- 33.** Cho 16,75 gam hỗn hợp X gồm FeCl_3 , CuCl_2 vào dung dịch H_2S dư, sau khi phản ứng xảy ra hoàn toàn thu được 9,92 gam chất rắn (bỏ qua sự thủy phân của các ion B kim loại). Từ hỗn hợp X có thể điều chế được tối đa bao nhiêu gam kim loại?
- 34.** Cho m gam hỗn hợp X gồm FeS_2 và Cu_2S vào dung dịch HNO_3 , sau khi kết thúc các phản ứng thu được dung dịch Y chỉ chứa hai muối sunfat và 8,96 lít NO_2 (sản phẩm khử duy nhất của N^{+5}). Tính m.
- 35.** Hòa tan hết 12,2 gam hỗn hợp X gồm FeCl_2 và NaCl bằng dung dịch H_2SO_4 loãng rất dư, rồi thêm vào đó 140ml dung dịch KMnO_4 0,5M thu được dung dịch Y vẫn còn màu tím. Để làm mất màu tím cần dùng vừa đủ 1,12 lít SO_2 (đktc). Các phản ứng xảy ra hoàn toàn. Tính phần trăm số mol của FeCl_2 trong X.

ĐÁP ÁN THAM KHẢO

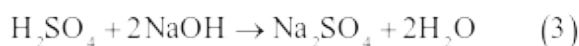
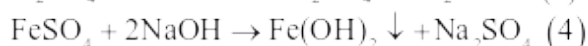
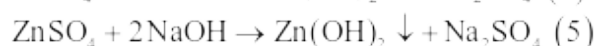
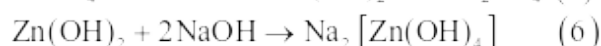
1. a) Phương trình hóa học của các phản ứng xảy ra

• $\text{X} + \text{H}_2\text{SO}_4$ loãng, dư:

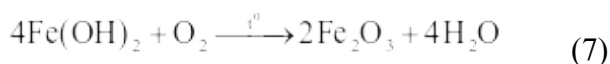


$\Rightarrow$ Dung dịch Y chứa: ZnSO_4 , FeSO_4 , H_2SO_4 dư. Chất rắn Z là Cu.

• $\text{Y} + \text{NaOH}$ dư:



Nung kết tủa trong không khí:



Chất rắn còn lại là Fe_2O_3 .

• $\text{Z} + \text{H}_2\text{SO}_4$ đặc, nóng:



b) Tính m

$$(8) \Rightarrow n_{\text{Cu}} = n_{\text{SO}_2} = \frac{3,36}{22,4} = 0,15 \text{ mol}$$

$$\text{Từ (2), (4), (7)} \Rightarrow n_{\text{Fe}} = 2n_{\text{Fe}_2\text{O}_3} = \frac{2,8}{160} = 0,1 \text{ mol}$$

$$\Rightarrow n_{\text{H}_2} = n_{\text{Zn}} + n_{\text{Fe}} = \frac{8,96}{22,4} = 0,4 \Rightarrow n_{\text{Zn}} = 0,4 - 0,1 = 0,3 \text{ mol}$$

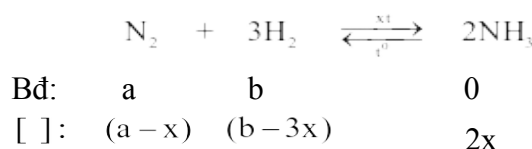
Từ (1) và (2)

$$\Rightarrow m = 0,3 \cdot 65 + 56 \cdot 0,1 + 64 \cdot 0,15 = 34,7 \text{ gam}$$

2. Vì hiệu suất phản ứng không phụ thuộc vào số mol ban đầu của hỗn hợp hỗn hợp khí N_2 và H_2 nên để đơn giản ta coi $n_{\text{hh khí}}$ ban đầu = 1 mol. Đặt a, b lần lượt là số mol N_2 và H_2 ban đầu. Ta có:

$$n_{\text{t}} = a + b = 1 \quad (1)$$

Phản ứng tổng hợp NH_3 :



$$\Rightarrow n_s = (a - x) + (b - 3x) + 2x = (a + b) - 2x = 1 - 2x$$

Ở V, T = const:

$$\frac{P_s}{P_1} = \frac{n_s}{n_1} \Rightarrow \frac{(1-0,2)}{1} = \frac{1-2x}{1} \Rightarrow x = 0,1 \Rightarrow n_s = 0,8 \text{ mol}$$

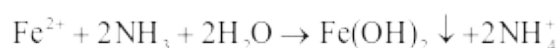
$$\Rightarrow m_1 = m_s = 0,8 \cdot 15,5 = 12,4 \text{ gam hay } 28a + 2b = 12,4(2)$$

Giải hệ (1) và (2) ta được : $a = 0,4 \text{ mol}; b = 0,6 \text{ mol}$

Vi $n_{N_2} > \frac{n_{H_2}}{3}$ nên tính hiệu suất phản ứng theo số mol H_2 .

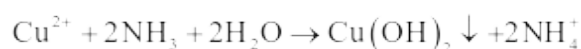
$$H = \frac{3,0,1}{0,6} \cdot 100\% = 50\%$$

b) $n_{NH_3} = 0,2 \text{ mol}$



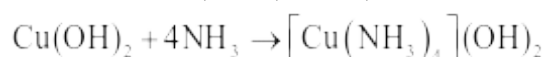
$$0,05 \rightarrow 0,1 \rightarrow 0,05$$

$$\Rightarrow n_{NH_3} \text{ còn} = 0,2 - 0,1 = 0,1 \text{ mol}$$



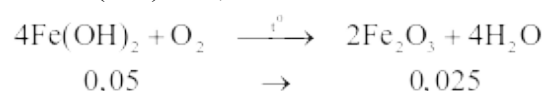
$$0,015 \rightarrow 0,03 \rightarrow 0,015$$

$$\Rightarrow n_{NH_3} \text{ còn} = 0,1 - 0,03 = 0,07 \text{ mol}$$



$$0,015 \rightarrow 0,06$$

Do $Cu(OH)_2$ hết, NH_3 còn nên kết tủa thu được là $Fe(OH)_2$.



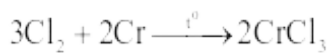
$$\Rightarrow m_{Fe_2O_3} = 160 \cdot 0,025 = 4 \text{ gam}$$

3. Lần lượt lấy ra một dung dịch làm thuốc thử đối với các dung dịch còn lại. Sau 20 thí nghiệm ta có bảng kết quả sau:

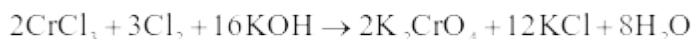
	Na_2S	$BaCl_2$	$AlCl_3$	$MgCl_2$	Na_2CO_3
Na_2S	-	-	↓ trắng + ↑ mùi thối	↓ trắng + ↑ mùi thối	-
$BaCl_2$	-	-	-	-	↓ trắng
$AlCl_3$	↓ trắng + ↑ mùi thối	-	-	-	↓ trắng + ↑ không mùi
$MgCl_2$	↓ trắng + ↑ mùi thối	-	-	-	↓ trắng
Na_2CO_3	-	↓ trắng	↓ trắng + ↑ không mùi	↓ trắng	-
Kết luận	2↓ trắng + 2↑ mùi thối	1↓ trắng	2↓ trắng + 1↑ mùi trứng thối + 1↑ không mùi	2↓ trắng + 1↑ mùi trứng thối	3↓ trắng + 1↑ không mùi

Bạn đọc tự viết phương trình hóa học của các phản ứng theo bảng trên.

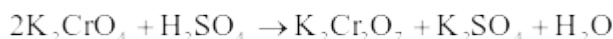
4.



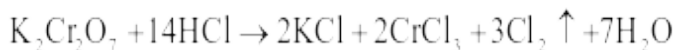
(X)



(Y)

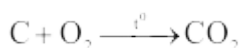
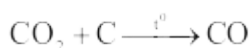


(Z)

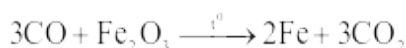
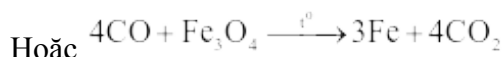


5. a) Nguyên tắc sản xuất gang: Dùng CO khử các oxide Iron ở nhiệt độ cao trong lò cao. Nguyên liệu: Quặng Iron (hemantit Fe_2O_3 hoặc manhetit Fe_3O_4), than cốc, không khí giàu oxygen và chất phụ gia (đá vôi...). Các phản ứng chính:

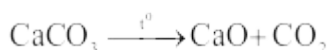
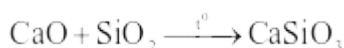
- Tạo chất khử CO:



- Khử oxide Iron:



Tạo xỉ:



b) Hàm lượng Fe trong gang: $100 - 5 = 95\%$.

Khối lượng Fe có trong 2 tấn gang: $2.95\% = 1,9$ tấn.

Khối lượng Fe_3O_4 cần dùng để có 1,9 tấn Fe là: $\frac{232 \cdot 1,9}{168} = \frac{440,8}{168}$ tấn

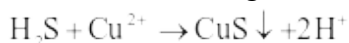
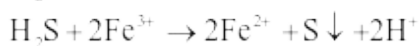
Khối lượng quặng manhetit chứa 10% tạp chất:

$$\frac{440,8}{168} \cdot \frac{100}{90} = \frac{4408}{1512} \text{ tấn}$$

Vì hiệu suất chỉ đạt 90% nên khối lượng quặng đã lấy là:

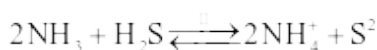
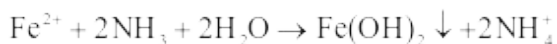
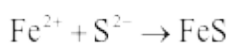
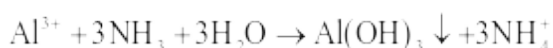
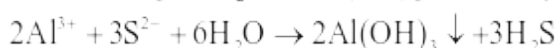
$$\frac{4408}{1512} \cdot \frac{100}{90} \approx 3,24 \text{ tấn}$$

6. Khí H_2S tác dụng với dung dịch

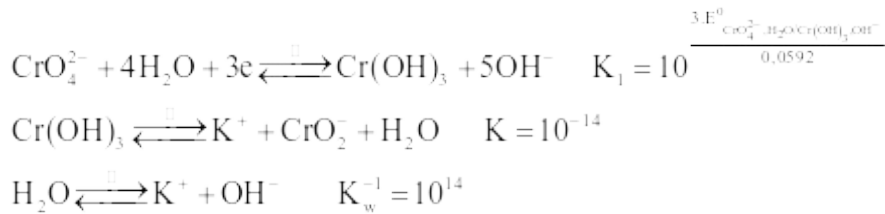
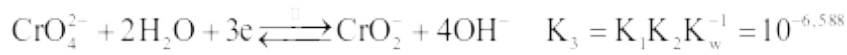


Dung dịch B gồm $\text{Fe}^{2+}, \text{Al}^{3+}, \text{H}^+, \text{Cl}^-, \text{H}_2\text{S}, \text{NH}_4^+$.

Dung dịch B tác dụng với NH_3 dư:



7. Ta có:



$$\Rightarrow E_3^0 = \frac{0,0592 \lg K_3}{3} = -0,13\text{V} < E_{\text{NO}_3^-/\text{NO}}^0 = +0,96\text{V}$$

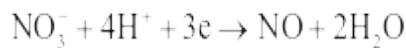
Vậy cặp $\text{CrO}_4^{2-}/\text{CrO}_2^-$ là cực âm (anot) và cặp NO_3^-/NO là cực dương (catot).

Suất điện động của pin là $E^0 = 0,96 - (-0,13) = 1,09\text{V}$

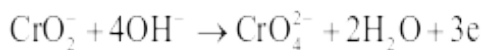
Sơ đồ pin:



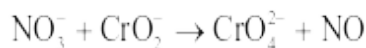
Tại catot: Xảy ra sự khử



Tại anot: Xảy ra sự oxygen hóa



$\Rightarrow$ Phản ứng xảy ra khi pin hoạt động:



8. Phản ứng tạo phức:

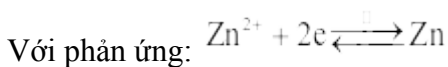


$$\beta^* = \frac{[\text{Zn}(\text{CN})_4]^{2-}}{[\text{Zn}^{2+}][\text{CN}^-]^4} \quad (*)$$

- Hằng số tạo phức là

$$\text{Mặt khác: } E_{\text{pin}} = E_{\text{catot}} - E_{\text{anot}} = E_{\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}}^0 - E_{\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}}^0$$

$$\Rightarrow E_{\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}} = E_{\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}}^0 - E_{\text{pin}} = -1,4413\text{V}$$



$$E = E_{\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}} + \frac{0,0592}{2} \lg [\text{Zn}^{2+}] \Rightarrow [\text{Zn}^{2+}] = 10^{-22,68} \text{M}$$

$$\beta^* = \frac{10^{-4}}{10^{-22,68}} = 10^{-18,68}$$

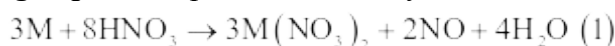
Thay vào (*) ta được:

9. Khối lượng mol trung bình của A là: $19,2 \cdot 2 = 38,4$. Trong hỗn hợp khí có 1 chất khí có $M < 38,4$, khí đó là NO. Với $\bar{M} = 38,4$.

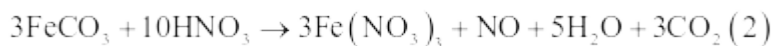
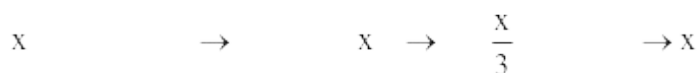
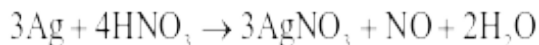
Trong hỗn hợp có $n_{\text{CO}_2} = 1,5n_{\text{NO}}$.

Bài toán xảy ra 2 trường hợp:

• **Trường hợp 1:** Sản phẩm khử chỉ duy nhất là khí NO



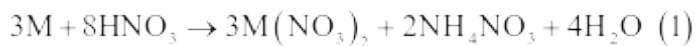
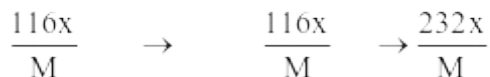
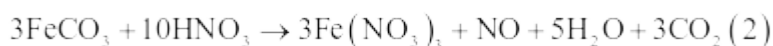
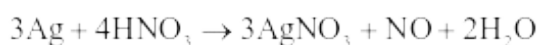
$$\frac{116x}{M} \rightarrow \frac{116x}{M} \rightarrow \frac{232x}{M}$$



$$x > 1,5 \left(\frac{x}{3} + \frac{232x}{3M} \right) \Rightarrow M > 232$$

Theo phương trình phản ứng (1) và (2) thì (loại).

• **Trường hợp 2:** Sản phẩm khử có NH_4NO_3 :



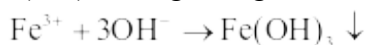
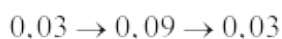
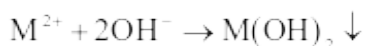
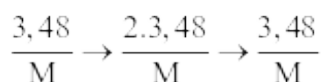
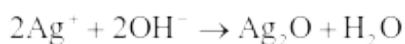
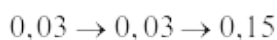
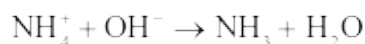
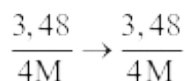
$$\begin{cases} 116x \cdot 2 + 108y = 10,2 \\ x = 1,5 \left(\frac{x}{3} + \frac{y}{3} \right) \end{cases} \Rightarrow x = y = 0,03(\text{mol})$$

Ta có hệ:

Vậy: $m_{\text{M}} = m_{\text{FeCO}_3} = 3,48(\text{gam}); m_{\text{Ag}} = 3,24(\text{gam})$

b) Cho NaOH vừa đủ vào dung dịch thu được, xảy ra 2 trường hợp

• Nếu $\text{M}(\text{OH})_2$ không lưỡng tính.

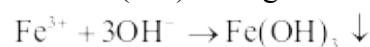
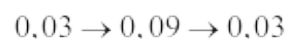
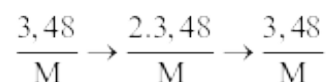


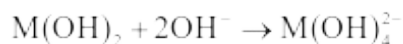
$$0,09 + 0,03 + \frac{2 \cdot 3,48}{M} + \frac{3,48}{4M} = 0,3475$$

Ta có:

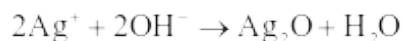
$$\Rightarrow M = 10,8 \text{ (Không có kim loại thỏa mãn)}$$

• Nếu $\text{M}(\text{OH})_2$ lưỡng tính.

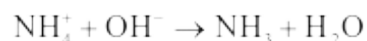




$$\frac{3,48}{M} \rightarrow \frac{2.3,48}{M}$$



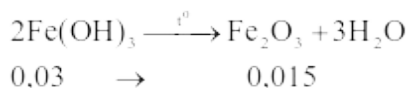
$$0,03 \rightarrow 0,03 \rightarrow 0,15$$



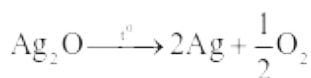
$$\frac{3,48}{4M} \rightarrow \frac{3,48}{4M}$$

$$\text{Ta có: } 0,09 + 0,03 + \frac{4.3,48}{M} + \frac{3,48}{4M} = 0,3475 \Rightarrow M = 65(\text{Zn})$$

c) Nung kết tủa:



$$0,03 \rightarrow 0,015$$

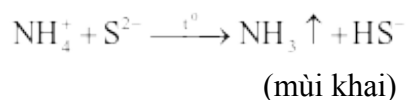


$$0,015 \rightarrow 0,03$$

$$\Rightarrow m_{\text{chất rắn}} = 160.0,015 + 108.0,03 = 5,64 \text{ gam}$$

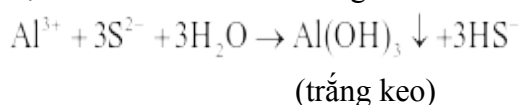
10. Cho dung dịch K_2S tác dụng lần lượt với các dung dịch trên. Nhận ra:

- Dung dịch NH_4Cl : Có khí thoát ra, mùi khai khi đun nóng.



(mùi khai)

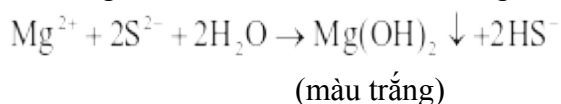
- Dung dịch $AlCl_3$: Có kết tủa trắng keo xuất hiện



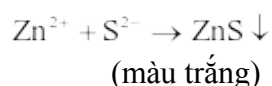
(trắng keo)

- Dung dịch $NaCl$: Không hiện tượng

- Dung dịch $MgSO_4$ và $ZnCl_2$: Có kết tủa trắng xuất hiện

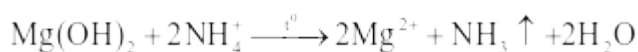


(màu trắng)



(màu trắng)

Lọc lấy kết tủa cho phản ứng với dung dịch NH_4Cl đun nóng. Kết tủa nào tan là $Mg(OH)_2 \rightarrow$ Dung dịch ban đầu là $MgSO_4$.



Dung dịch còn lại là $ZnCl_2$.

11.

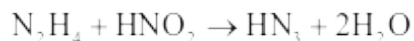
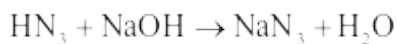
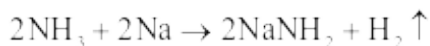
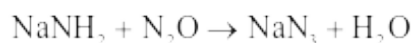
a) - Giả sử hợp chất của N và H có công thức N_xH_y . Vì tổng diện tích hạt nhân của phân tử bằng 10, mà N có $Z = 7$ và H có $Z = 1$ nên hợp chất A chỉ có thể là NH_3 .

- Oxide của N chứa 36,36% khối lượng là O do đó, nếu giả thiết rằng trong phân tử B có 1 nguyên tử O ($M = 16$) thì số nguyên tử N trong phân tử là:

$$N = \frac{16(100 - 36,36)}{36,36.14} = 2$$

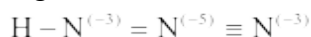
Như vậy B là N_2O .

Các phản ứng hoá học phù hợp là:

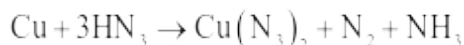


Như vậy: A = NH_3 ; B = N_2O ; D = HN_3 ; E = NaN_3 ; G = NaNH_2

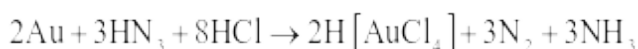
b) c) Công thức cấu tạo của chất D (HN_3 - acid hidrazoic) là:



Trong phân tử HN_3 vừa có N(+5) vừa có N(-3) nên nó vừa có tính oxygen hoá, vừa có tính khử. Về tính oxygen hoá nó giống với acid nitric HNO_3 nên nó có thể hoà tan Cu theo phản ứng:



Khi trộn với HCl đặc nó tạo thành dung dịch tương tự cường thủy ($\text{HNO}_3 + 3\text{HCl}$), nên có thể hoà tan được Gold (Au) theo phản ứng:



12.

$$n_{\text{H}} : n_{\text{O}} : n_{\text{S}} = \frac{3,62}{1,008} : \frac{57,38}{16} : \frac{14,38}{32,06} = 3,59 : 3,59 : 0,448$$

$$\Rightarrow n_{\text{H}} : n_{\text{O}} : n_{\text{S}} = 8 : 8 : 1$$

Vậy công thức đơn giản nhất cho biết tương quan số nguyên tử của các nguyên tố H, O, S trong A là $(\text{H}_8\text{O}_8\text{S})_n$

% khối lượng X trong A bằng $100\% - (3,62 + 57,38 + 14,38) = 24,62\%$

$$n = 1 \Rightarrow M_X = \frac{24,62}{0,448} = 54,95 (\text{g/mol}) \Rightarrow$$

Với X là Manganese (Mn).

Với $n = 2 \Rightarrow M_X = 109,9 (\text{g/mol}) \Rightarrow$ Không có kim loại nào có nguyên tử khối như vậy.

Với $n \geq 3 \Rightarrow M_X \geq 164,9 (\text{g/mol}) \Rightarrow X$ thuộc họ Lantan hoặc phóng xạ (loại).

Vậy công thức đơn giản nhất của A là $\text{MnH}_8\text{O}_8\text{S}$.

Mặt khác, X phản ứng với BaCl_2 tạo thành kết tủa không tan trong HCl, mà trong A có 1 nguyên tử S, do đó

A là muối sunfat hoặc muối hidrosunfat: $\text{MnH}_8\text{O}_4\text{SO}_4$.

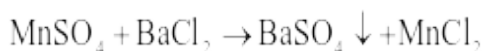
Khi đun nóng (A chưa bị phân hủy), 32% khối lượng A mất đi, trong đó

$M_A = 223,074 (\text{g/mol}) \Rightarrow 32\%.M_A = 32\%.223,074 = 71,38 (\text{g}) \approx 72 (\text{g})$, tương đương với 4 mol H_2O .

$$\Rightarrow \%m_{\text{H}} (\text{trong 4 mol H}_2\text{O}) = \frac{1,008.8}{223,074} \cdot 100 = 3,61\% \approx 3,62\%$$

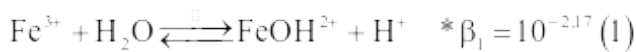
Vậy A là muối Manganese (II) sunfat ngậm 4 phân tử nước: $\text{MnSO}_4.4\text{H}_2\text{O}$.

Phương trình phản ứng:



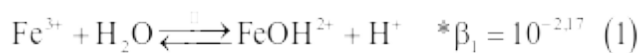
13.

a)



So sánh (1), (2), (3), (4): $^*\beta_1.C_{Fe^{3+}} \gg ^*\beta_2.C_{Pb^{2+}} \gg ^*\beta_3.C_{Zn^{2+}} \gg K_w$

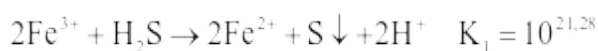
$\Rightarrow$ Tính pH_A theo (1):



C 0,05

$$[]0,05 - x$$

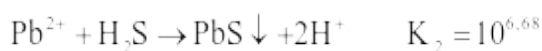
b) Do $E_{\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}}^0 = 0,771\text{V} > E_{\text{S}/\text{H}_2\text{S}}^0 = 0,141\text{V}$ nên:



0.05

0.05

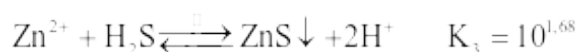
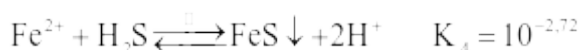
0.05



0.10

0.05

0.25



K_3 và K_4 nhỏ, do đó cần phải kiểm tra điều kiện kết tủa của ZnS và FeS :

Vì môi trường acid $\Rightarrow C'_{Zn^{2+}} = C_{Zn^{2+}} = 0,010M; C'_{Fe^{2+}} = C_{Fe^{2+}} = C_{Fe^{3+}} = 0,050M$

Đối với H_2S , do $K_{a2} \ll K_{a1} = 10^{-7,02}$ nhỏ $\Rightarrow$ khả năng phân li của H_2S trong môi trường acid không đáng kể, do đó chấp nhận $[\text{H}^+] = C_{\text{H}^+} = 0,25\text{M} \Rightarrow$ Tính $C'_{\text{S}^{2-}}$ theo cân bằng:



$$C'_{s^{2-}} = K_{a1} \cdot K_{a2} \frac{[H_2S]}{[H^+]^2} = 10^{-19,92} \cdot \frac{0,1}{(0,25)^2} = 10^{-19,72}$$

Ta có: $C_{Zn^{2+}} \cdot C_{S^{2-}} < K_{S(ZnS)} \Rightarrow ZnS$ không xuất hiện

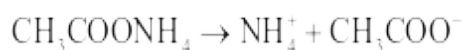
$$C'_{Fe^{2+}} \cdot C'_{S^{2-}} < K_{S(FeS)} \Rightarrow FeS \text{ không tách ra.}$$

Như vậy trong hỗn hợp B, ngoài S, chỉ có PbS kết tủa.

$$E_{\text{PbS/Pb}} = E_{\text{Pb}^{2+}/\text{Pb}} = E_{\text{Pb}^{2+}/\text{Pb}}^0 + \frac{0,0592}{2} \lg [\text{Pb}^{2+}] = -0,126 + \frac{0,0592}{2} \lg \frac{K_{\text{S(PbS)}}}{[\text{S}^{2-}]} = -0,33 \text{ V}$$

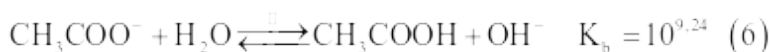
c)

$$E_{\text{Pt}} = E_{2\text{H}^+/\text{H}_2} = \frac{0,0592}{2} \lg \frac{[\text{H}^+]^2}{p_{\text{H}_2}}, \text{ trong đó } [\text{H}^+] \text{ được tính như sau:}$$



1

1



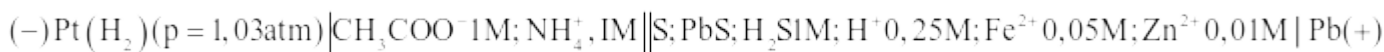
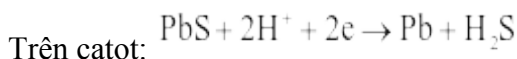
$$\text{Do } K_a = K_b \text{ và } C_{\text{NH}_4^+} = C_{\text{CH}_3\text{COO}^-} \Rightarrow \text{pH} = 7,00 \Rightarrow [\text{H}^+] = 10^{-7} \text{ M}$$

(có thể tính $[\text{H}^+]$ theo điều kiện proton hoặc tổ hợp 2 cân bằng (5) và (6)

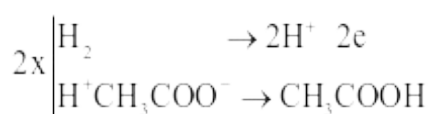
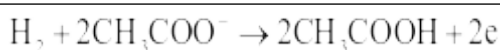
Vậy:

$$E_{2\text{H}^+/\text{H}_2} = \frac{0,0592}{2} \lg \frac{[\text{H}^+]^2}{p_{\text{H}_2}} = \frac{0,0592}{2} \lg \frac{10^{-14}}{1,03} = -0,415 \text{ V} < E_{\text{PbS}/\text{Pb}} = -0,33 \text{ V}$$

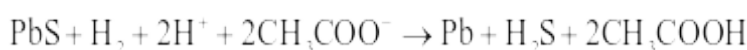
$\Rightarrow$ điện cực Lead là catot, điện cực platin là anot. Sơ đồ pin:



Trên anot:



Phản ứng trong pin:



14.

$$K = \frac{[\text{H}^+]}{[\text{Pb}^{2+}][\text{HCO}_3^-]} = \frac{[\text{H}^+][\text{CO}_3^{2-}]}{[\text{Pb}^{2+}][\text{HCO}_3^-][\text{CO}_3^{2-}]} = \frac{K_{a2}}{K_s} = 632$$

Ta có biểu thức:

15. a) Đối với phản ứng (1)

$$\Delta G_1^0 = -92,6 - 394,2 - 228,5 + 626,0 + 33,0 = -56,3 \text{ kJ/mol}$$

$$K_1 = e^{\frac{-\Delta G_1^0}{RT}} = e^{56300/8,314 \cdot 298} = 7,4 \cdot 10^9$$

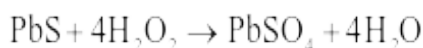
Đối với phản ứng (2)

$$\Delta G_2^0 = -184,8 - 228,5 + 318,0 + 33,0 = -62,3 \text{ kJ/mol}$$

$$K_2 = e^{\frac{-\Delta G_2^0}{RT}} = e^{62300/8,314 \cdot 298} = 8,3 \cdot 10^{10}$$

b) ZnO ưu thế hơn vì: Sản phẩm của (1) là PbS có màu đen còn sản phẩm của (2) là ZnS vẫn còn là màu trắng.

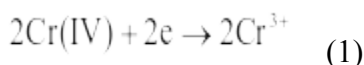
c) Phương trình phản ứng:



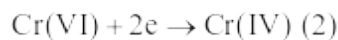
16. a) Từ giản đồ ta có: $3 \cdot (-0,744) = -0,408 + 2E_y^0 \Rightarrow E_y^0 = -0,912 \text{ V}$

$$0,55 + 1,34 + E_x^0 - 3 \cdot 0,744 = 6,0,293 \Rightarrow E_x^0 = +2,1 \text{ V}$$

Cr (IV) có thể bị phân thành Cr^{3+} và Cr (VI) khi ΔG^0 của quá trình < 0 .

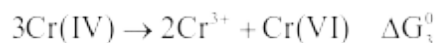


$$E_1^0 = E_x^0 = 2,1V \Rightarrow \Delta G_1^0 = -nE_1^0F = -2.2,1F$$



$$E_2^0 = \frac{0,55 + 1,34}{2} = 0,945(V) \Rightarrow \Delta G_2^0 = -nE_2^0F = -2.0,945F$$

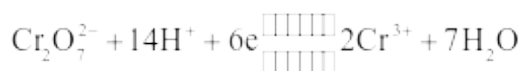
Từ (1) và (2) ta có:



$$\Delta G_3^0 = \Delta G_1^0 - \Delta G_2^0 = -2.(2,1 - 0,945)F < 0$$

Vậy Cr (IV) có dị phân.

b) Từ giản đồ ta tính được $E_{\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}/\text{Cr}^{3+}} = \frac{0,155 + 1,34 + 2,1}{3} = 1,33V$

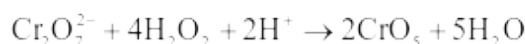


$$E_1 = 1,33 + \frac{RT}{6.F} \ln \frac{[\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}] \cdot (10^{-\text{pH}})^{14}}{[\text{Cr}^{3+}]^2}$$

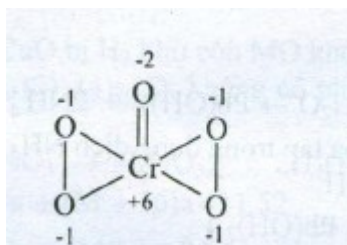
$$E_2 = 1,33 + \frac{RT}{6.F} \ln \frac{[\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}] \cdot (10^{-(\text{pH}+1)})^{14}}{[\text{Cr}^{3+}]^2}$$

Độ biến thiên của thế: $E_2 - E_1 = \frac{8,3145 \cdot 298}{6 \cdot 96485} \cdot 14 \ln 10^{-1} = -0,138(V)$

c)



Phản ứng trên không phải là phản ứng oxygen hóa - khử vì số oxygen hóa của các nguyên tố không thay đổi trong quá trình phản ứng. Trong CrO_5 , số oxygen hóa của Chromium là +6, của oxygen là -2, -1 do peoxide CrO_5 có cấu trúc:



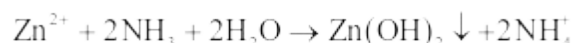
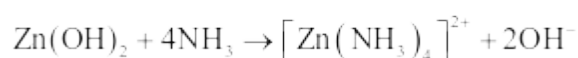
17. Ta có:

$$E_{\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}} = E_{\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}}^0 + \frac{0,0592}{2} \lg [\text{Cu}^{2+}]$$

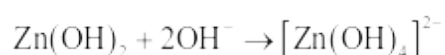
$$E_{\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}} = 0,337 + \frac{0,0592}{2} \lg [\text{Cu}^{2+}] = 0,25 - 0,00 = 0,25 \Rightarrow [\text{Cu}^{2+}] = 1,15 \cdot 10^{-3} (M)$$

18.

• A là $\text{Zn(NO}_3)_2$: Phản ứng với dung dịch NH_3

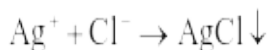


Phản ứng với dung dịch NaOH

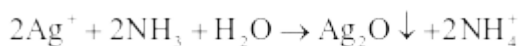
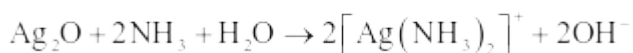


• B là AgNO_3

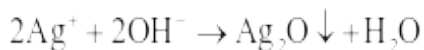
Phản ứng với dung dịch HCl



Phản ứng với dung dịch NH_3

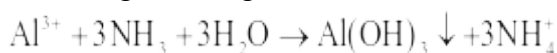


Phản ứng với dung dịch NaOH



• C là $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$

Phản ứng với dung dịch NH_3



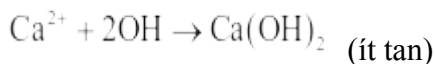
(kết tủa $\text{Al}(\text{OH})_3$ không bị hòa tan trong dung dịch NH_3 dư)

Phản ứng với dung dịch NaOH



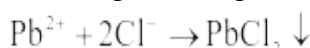
• D là $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$

Phản ứng với dung dịch NaOH

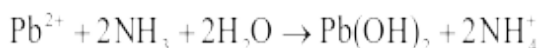


• E là $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$

Phản ứng với dung dịch HCl

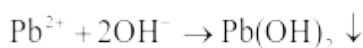


Phản ứng với dung dịch NH_3

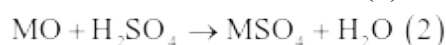
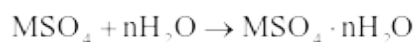


(kết tủa $\text{Pb}(\text{OH})_2$ không bị hòa tan trong dung dịch NH_3 dư)

Phản ứng với dung dịch NaOH



19. Phương trình hóa học: $\text{M}_2\text{S} + 2\text{O}_2 \xrightarrow{t^0} 2\text{MO} + \text{SO}_2 \quad (1)$



Đặt số mol M_2S là x; ta có $x = \frac{3,2}{2M + 32}$; $n_{\text{H}_2\text{SO}_4} = n_{\text{MSO}_4} = 2x$

$$\Rightarrow m_{\text{ddH}_2\text{SO}_4} = \frac{2x \cdot 98 \cdot 100}{39,2} = 500x \text{ gam}$$

$$m_{\text{ddmuối}} = m_{\text{ddH}_2\text{SO}_4} + m_{\text{MO}} = 500x + 2x(M + 16) = (2M + 532)x \text{ gam}$$

$$\Rightarrow C\%_{\text{MSO}_4} = \frac{2(M + 96)x}{(2M + 532)x} = \frac{48,5}{100} \Rightarrow M = 64(\text{Cu}) \Rightarrow x = 0,02 \text{ mol}$$

$\Rightarrow$ Công thức muối sunfua là Cu_2S

$$\Rightarrow m_{\text{CuSO}_4} = 2 \cdot 0,02 \cdot 160 = 6,4 \text{ gam}; m_{\text{ddCuSO}_4} = (2 \cdot 64 + 532) \cdot 0,02 = 13,2 \text{ gam}$$

Khi làm lạnh tách ra 2,5 gam tinh thể, khi đó khối lượng dung dịch giảm còn $13,2 - 2,5 = 10,7 \text{ gam}$.

Khối lượng CuSO_4 khi đó trong dung dịch còn $10,70449 = 4,8$ gam

Khối lượng CuSO_4 tách ra $= 6,4 - 4,8 = 1,6$ gam hay $0,01$ mol

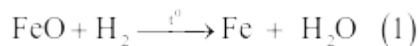
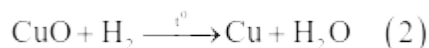
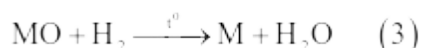
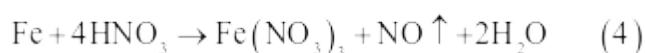
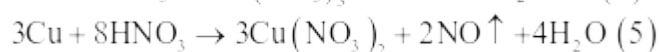
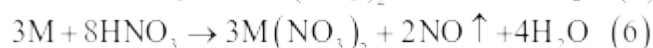
Khối lượng H_2O trong tinh thể tách ra là $2,5 - 1,6 = 0,9$ gam hay $0,05$ mol

$\Rightarrow$ Trong tinh thể, số mol H_2O gấp 5 lần số mol CuSO_4

$\Rightarrow$ Công thức tinh thể muối là $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$

20. Gọi số mol các oxide kim loại FeO , CuO , MO trong A tương ứng là $5a$, $3a$ và a .

• **Trường hợp 1:** Các oxide bị H_2 khử hoàn toàn



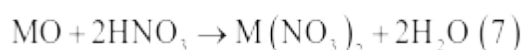
$$\begin{cases} 75.5a + 80.3a + (M + 16)a = 11,52 \\ 20a + 8a + \frac{8}{3}a = 0,18.3 = 0,54 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} a = 0,0176 \\ M = 38,55 \end{cases}$$

Ta có hệ:

Loại, vì không có kim loại tương ứng

• **Trường hợp 2:** FeO , CuO bị H_2 khử còn MO không bị H_2 khử

Có các phản ứng (1), (2), (4), (5); không có phản ứng (3), (6); thêm phản ứng (7) sau:



$$\begin{cases} 75.5a + 80.3a + (M + 16)a = 11,52 \\ 20a + 8a + 2a = 0,18.3 = 0,54 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} a = 0,018 \\ M = 24 \end{cases}$$

Ta có hệ:

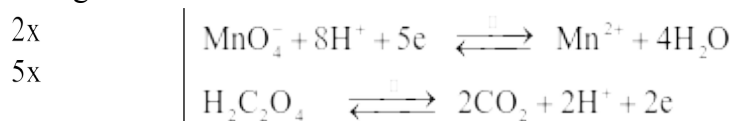
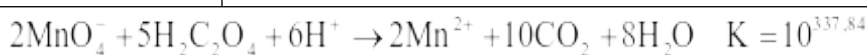
$\Rightarrow$ M là kim loại Mg

$\Rightarrow V_{\text{NO}} = (0,018.5 + 0,018.2).22,4 = 2,8224$ lít

21. a) Sau khi trộn:

$$C_{\text{MnO}_4^-} = 0,004\text{M}; C_{\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4} = 0,05\text{M}; C_{\text{H}^+} = 0,2\text{M}$$

Phản ứng:



$$\begin{array}{ccc} 0,004 & 0,05 & 0,2 \\ - & 0,04 & 0,188 \end{array}$$

$$\begin{array}{ccc} & & 0,004 \quad 0,02 \end{array}$$

TPGH: $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 0,04M; H^+ 0,188M; CO_2 0,02M ($< L_{\text{CO}_2} = 0,03\text{M}$); Mn^{2+} 0,004M

b) Trộn dung dịch A và dung dịch B:

$$C_{\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4} = 0,02\text{M}; C_{\text{H}^+} = 0,094\text{M}; C_{\text{CO}_2} = 0,01\text{M}; C_{\text{Mn}^{2+}} = 0,002\text{M};$$

$$C_{\text{Ca}^{2+}} = 0,01\text{M}; C_{\text{Ba}^{2+}} = 0,05\text{M}.$$

Vì sự phân li của carbonic acid (hỗn hợp $\text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$) không đáng kể trong môi trường acid, do đó có thể

coi $[\text{CO}_2] \approx 0,01\text{M}$ và khả năng chỉ xuất hiện kết tủa oxalate (nếu có). Xét thứ tự kết tủa:

$$\text{CaC}_2\text{O}_4 : C'_{\text{C}_2\text{O}_4^{2-}(1)} \geq \frac{K_{s(\text{CaC}_2\text{O}_4)}}{C'_{\text{Ca}^{2+}}} = \frac{10^{-8,75}}{0,01} = 10^{-6,75} \text{ M}$$

- Để có kết tủa

$$\text{BaC}_2\text{O}_4 : C'_{\text{C}_2\text{O}_4^{2-}(2)} \geq \frac{K_{s(\text{BaC}_2\text{O}_4)}}{C'_{\text{Ba}^{2+}}} = \frac{10^{-6,8}}{0,05} = 10^{-5,5} \text{ M}$$

- Để có kết tủa

Vì $C'_{\text{C}_2\text{O}_4^{2-}(1)} < C'_{\text{C}_2\text{O}_4^{2-}(2)} \Rightarrow \text{CaC}_2\text{O}_4$ sẽ kết tủa trước.

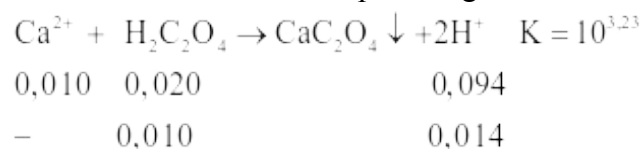
Do $K_{a1(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4)} \gg K_{a2(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4)}$ nên nồng độ các cấu tử được tính theo cân bằng:

$$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{HC}_2\text{O}_4^- \quad K_{a1} = 10^{-1,25} \\ C'_{0,020-x} \quad \quad \quad 0,094+x \quad \quad x \\ \Rightarrow C'_{\text{HC}_2\text{O}_4^-} = x = 7,15 \cdot 10^{-3} \text{ M}; C'_{\text{H}^+} = 0,1012 \text{ M} \end{array}$$

$$\Rightarrow C'_{\text{C}_2\text{O}_4^{2-}} = K_{a2} \frac{C'_{\text{HC}_2\text{O}_4^-}}{C'_{\text{H}^+}} = 10^{-5,42} \text{ M}$$

$$\Rightarrow C'_{\text{Ca}^{2+}} \cdot C'_{\text{C}_2\text{O}_4^{2-}} = 0,01 \cdot 10^{-5,42} = 10^{-7,42} > 10^{-8,75} = K_{s(\text{CaC}_2\text{O}_4)}$$

$\Rightarrow$ có CaC_2O_4 kết tủa theo phản ứng:



Đánh giá khả năng kết tủa BaC_2O_4 từ lượng dư $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$:

Tương tự:

$$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{HC}_2\text{O}_4^- \quad K_{a1} = 10^{-1,25} \\ C'_{0,010-y} \quad \quad \quad 0,114+y \quad \quad y \\ \Rightarrow C'_{\text{HC}_2\text{O}_4^-} = y = 3,24 \cdot 10^{-3} \text{ M}; C'_{\text{H}^+} = 0,117 \text{ M} \Rightarrow C'_{\text{C}_2\text{O}_4^{2-}} = 10^{-3,83} \text{ M} \\ C'_{\text{Ba}^{2+}} \cdot C'_{\text{C}_2\text{O}_4^{2-}} = 0,05 \cdot 10^{-3,83} = 10^{-7,13} < 10^{-6,8} = K_{s(\text{BaC}_2\text{O}_4)} \end{array}$$

$\Rightarrow$ Không có BaC_2O_4 kết tủa.

$$C'_{\text{Ca}^{2+}} = \frac{K_{s(\text{CaC}_2\text{O}_4)}}{C'_{\text{C}_2\text{O}_4^{2-}}} = \frac{10^{-8,75}}{10^{-5,83}} = 10^{-2,92} \text{ M}$$

Khi đó

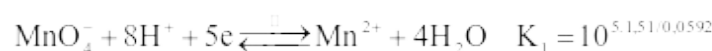
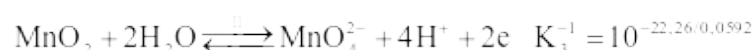
$$C'_{\text{CO}_3^{2-}} = \frac{K_{a1} \cdot K_{a2} \cdot [\text{CO}_2]}{[\text{H}^+]^2} = \frac{10^{-16,68} \cdot 0,01}{(0,117)^2} = 1,53 \cdot 10^{-17} \text{ M}$$

Kiểm tra:

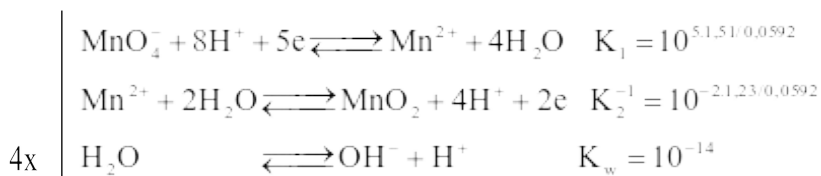
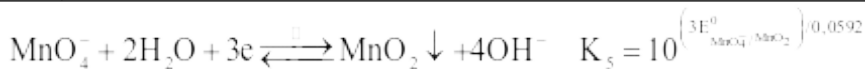
$$\Rightarrow C'_{\text{Ca}^{2+}} \cdot C'_{\text{CO}_3^{2-}} < K_{s(\text{CaCO}_3)}; C'_{\text{Ba}^{2+}} \cdot C'_{\text{CO}_3^{2-}} < K_{s(\text{BaCO}_3)}$$

$\Rightarrow$ Không có CaCO_3 và BaCO_3 tách ra.

22. Tính $E^0_{\text{MnO}_4^-/\text{H}_2\text{O}/\text{MnO}_2}$ và $E^0_{\text{MnO}_4^-/\text{MnO}_4^{2-}}$:



$$\Rightarrow K_4 = K_1 \cdot K_2^{-1} \cdot K_3^{-1} \Rightarrow E_{\text{MnO}_4^-/\text{MnO}_4^{2-}}^0 = 5,1,51 - 2 \cdot (1,23 + 2,26) = 0,57\text{V}$$



$$\Rightarrow K_5 = K_1 \cdot K_2^{-1} \cdot K_w^4 \Rightarrow E_{\text{MnO}_4^-/\text{H}_2\text{O}/\text{MnO}_2}^0 = \frac{5,1,51 - 2 \cdot 1,23 - 14 \cdot 4 \cdot 0,0592}{3} = 0,95(\text{V})$$

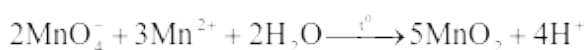
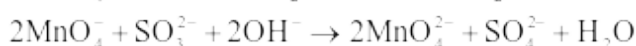
$$b) E_{\text{MnO}_4^-/\text{H}^+/\text{Mn}^{2+}}^0 > E_{\text{MnO}_4^-/\text{H}_2\text{O}/\text{MnO}_2}^0 > E_{\text{MnO}_4^-/\text{MnO}_4^{2-}}^0$$

$\Rightarrow$ Khả năng oxygen hóa của MnO_4^- mạnh nhất trong môi trường acid và yếu nhất trong môi trường base, bởi vì:

$$E_{\text{MnO}_4^-/\text{H}^+/\text{Mn}^{2+}} = E_{\text{MnO}_4^-/\text{H}^+/\text{Mn}^{2+}}^0 + \frac{0,0592}{5} \lg \frac{[\text{MnO}_4^-][\text{H}^+]^8}{[\text{Mn}^{2+}]}$$

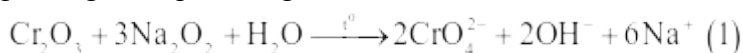
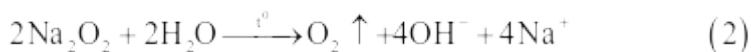
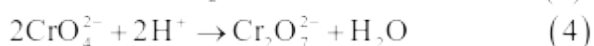
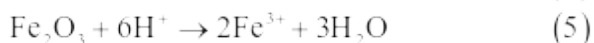
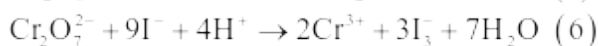
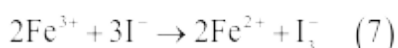
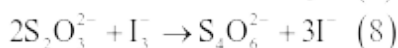
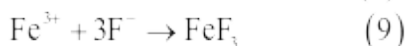
do đó khi pH tăng. $[\text{H}^+]$ giảm, tính oxygen hóa của MnO_4^- giảm.

c) Các phản ứng minh họa khả năng oxygen hóa của ion peManganeseat phụ thuộc vào pH của môi trường:



23.

a) Các phương trình phản ứng:



b) Vai trò của dung dịch NaF : F^- có mặt trong dung dịch tạo phức bền, không màu với Fe^{3+} , dùng để che Fe^{3+} .

c) Đặt số mol của Cr_2O_3 và Fe_2O_3 trong 1,98 gam mẫu lần lượt là $n_{\text{Cr}_2\text{O}_3} = x$; $n_{\text{Fe}_2\text{O}_3} = y$

Từ (1), (4) và (5) $\Rightarrow$ Trong 10ml dung dịch A số mol của $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ là $n_{\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}} = 0,1x$ số mol của Fe^{3+} là $n_{\text{Fe}^{3+}} = 0,2y$.

Trường hợp NaF không có mặt trong dung dịch A, cả $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ và Fe^{3+} đều bị khử bởi I^- .

Theo (6) và (7) ta có:

$$n_{I_3(1)} = 3n_{Cr_2O_7^{2-}} + 0,5n_{Fe^{3+}} = 3.0,1x + 0,5.0,2y = 0,3x + 0,1y$$

$$(8) \Rightarrow n_{S_2O_3^{2-}(1)} = 2n_{I_3(1)} \Rightarrow 0,40.10,50.10^{-3} = 2(0,1y + 0,3x) \quad (10)$$

Trường hợp NaF có mặt trong dung dịch A, chỉ có $Cr_2O_7^{2-}$ bị khử:

$$n_{I_3(2)} = 3n_{Cr_2O_7^{2-}} = 0,3x \Rightarrow 0,40.7,50.10^{-3} = n_{S_2O_3^{2-}(2)} = 2n_{I_3(2)} = 0,6x \quad (11)$$

Từ (10) và (11) $\Rightarrow x = 0,005 \text{ mol}$ và $y = 0,006 \text{ mol}$.

$$n_{Cr} = 2n_{Cr_2O_3} = 2.0,005 = 0,01 \text{ mol}$$

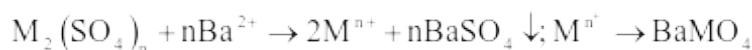
$$\Rightarrow \%m_{Cr} \text{ trong mẫu là: } \frac{52.0,01}{1,98} \cdot 100\% = 26,26\%$$

$$n_{Fe} = 2n_{Fe_2O_3} = 2.0,006 = 0,012 \text{ mol}$$

$$\Rightarrow \%m_{Fe} \text{ trong mẫu là: } \frac{56.0,012}{1,98} \cdot 100\% = 33,94\%$$

24. Kết tủa không tan màu trắng của X là $BaSO_4$.

Kết tủa Y có thành phần là $BaMO_4$ theo phương trình phản ứng:



Các lượng chất X và Y quan hệ với nhau theo n: 2 (trong đó n bằng 1; 2; 3).

Gọi khối lượng nguyên tử của M là x ta có:

$$\frac{2 \cdot (201 + x)}{233n} = \frac{1,064}{0,980} \Rightarrow x = 126,5n - 201$$

Với $n = 2 \Rightarrow x = 52$ và M là: Cr, Y là $BaCrO_4$, A là $CrSO_4 \cdot zH_2O$

$$\text{Số mol của } CrSO_4: n_{CrSO_4} = n_{BaSO_4} \cdot \frac{0,980}{233} = 4,21 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

$$\Rightarrow m_{CrSO_4} = 0,662 \quad \text{khối lượng nước trong hidrat A là:}$$

$$1,000 - 0,622 = 0,378 \text{ gam}$$

$$\Rightarrow n_{H_2O} = \frac{0,378}{18} = 0,021 \text{ mol}$$

$$\text{Tỉ lệ số mol } CrSO_4 : H_2O = 0,0042 : 0,021 = 1 : 5$$

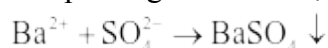
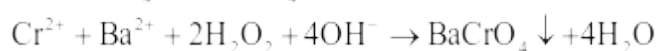
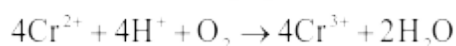
$$\Rightarrow A \text{ là } CrSO_4 \cdot 5H_2O$$

Trong môi trường acid, có không khí thì Cr^{2+} bị oxygen hóa dần thành Cr^{3+}

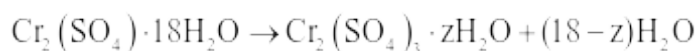
$$\Rightarrow B \text{ là } Cr_2(SO_4)_3; C \text{ là } Cr_2(SO_4)_3 \cdot yH_2O$$

$$y = \frac{392(100 - 54,8)}{54,8 \cdot 18} \approx 18 \Rightarrow C \text{ là } Cr_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$$

Các phương trình hóa học:



b) Ta có:



$$716$$

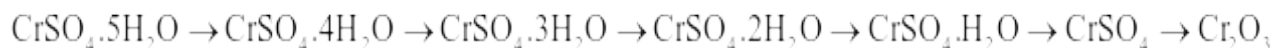
$$(18 - z) \cdot 18$$

100

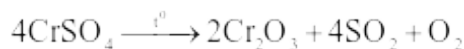
12,57

$$z = 5 \Rightarrow \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 13\text{H}_2\text{O}$$

c)

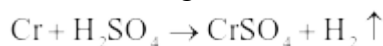
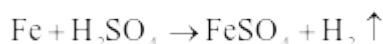


Sự chuyển hóa Chromium (II) sunfat thành Chromium (III) oxide theo phương trình hóa học:



25. a)

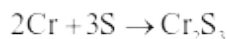
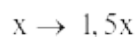
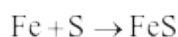
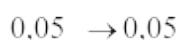
• Phần 1 + H_2SO_4 loãng:



$$\Rightarrow n_{\text{H}_2} = x + y = 0,25 \quad (1)$$

Chất rắn không tan là $\text{Cu} \Rightarrow m_{\text{Cu}} = 3,2 \text{ gam}$

• Phần 2 + S:

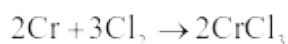
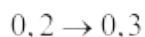
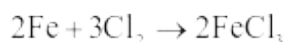
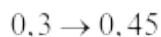
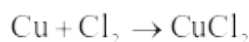
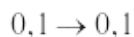


$$\Rightarrow n_s = 1,5x + y + 0,05 = \frac{11,2}{32} = 0,35 \quad (2)$$

Giải hệ (1) và (2) ta được: $x = 0,1 \text{ mol}$ và $y = 0,15 \text{ mol}$

$$\Rightarrow m = 2(52 \cdot 0,1 + 56 \cdot 0,15) + 2 \cdot 3,2 = 33,6 \text{ gam}$$

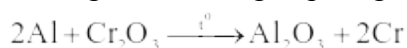
b)



$$\Rightarrow V_{\text{Cl}_2} = (0,3 + 0,45 + 0,1) \cdot 22,4 = 19,04 \text{ lít}$$

26. Gọi x, y lần lượt là số mol ban đầu của Al và Cr_2O_3

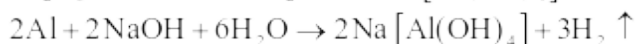
Vì X phản ứng với NaOH giải phóng khí H_2 nên Al còn Cr_2O_3 hết



$$\Rightarrow n_{\text{Al còn}} = (x - 2y)$$

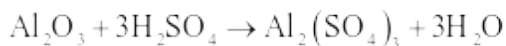
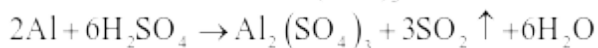
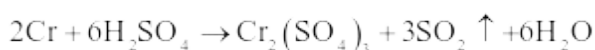
Chất rắn X gồm: Al_2O_3 , Cr và Al dư.

- $-\frac{1}{2}X$ dung dịch NaOH: Cr không phản ứng



$$\Rightarrow n_{\text{H}_2} = 1,5(0,5x - y) = 0,15 \Rightarrow x - 2y = 0,2(*)$$

- $\frac{1}{2}X +$ dung dịch H_2SO_4 đặc, nóng (dư):



$$\Rightarrow n_{\text{SO}_2} = 0,15 + 1,5y = 0,45 \Rightarrow y = 0,2\text{mol}$$

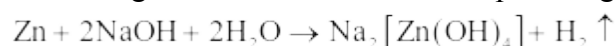
$$\text{Thay } y \text{ vào } (*) \Rightarrow x = 0,6\text{mol}$$

$$\text{Vậy: } a = 27 \cdot 0,6 = 16,2 \text{ gam; } b = 152 \cdot 0,2 = 30,4 \text{ gam}$$

27. a) Gọi x, y, z lần lượt là số mol của Cr, Fe và Z trong 17,1 gam hỗn hợp X . Ta có:

$$52x + 56y + 65z = 17,1 \quad (1)$$

- $\text{X} +$ dung dịch NaOH dư: Chỉ có Zn phản ứng



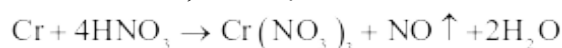
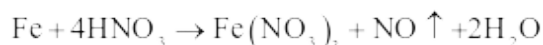
$$\Rightarrow n_{\text{H}_2} = z = 0,1\text{mol}$$

$$\text{Từ (1)} \Rightarrow 52x + 56y = 10,6 \quad (2)$$

Chất rắn Y gồm Fe và Cr

- $\text{X} +$ dung dịch HNO_3 : n_{HNO_3} ban đầu $= \frac{200 \cdot 31,5}{100 \cdot 63} = 1\text{mol} > 4n_{\text{NO}} = 0,8\text{mol}$

$\Rightarrow \text{HNO}_3$ còn, kim loại hết



$$\Rightarrow n_{\text{NO}} = x + y = 0,2 \quad (3)$$

$$\text{Giải hệ (2) và (3) ta được: } \begin{cases} x = 0,15\text{mol} \\ y = 0,05\text{mol} \end{cases}$$

Phần trăm khối lượng của mỗi kim loại trong X là

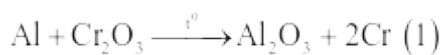
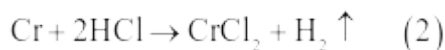
$$\%m_{\text{Cr}} = \frac{52 \cdot 0,15 \cdot 100\%}{17,1} = 45,61\%$$

$$\%m_{\text{Fe}} = \frac{56 \cdot 0,05 \cdot 100\%}{17,1} = 16,37\%$$

$$\Rightarrow \%m_{\text{Zn}} = 100\% - (45,61 + 16,37)\% = 38,02\%$$

$$n_{\text{Cr}_2\text{O}_3} = \frac{4,56}{2 \cdot 52 + 48} = 0,03\text{mol}; n_{\text{H}_2} = \frac{2,016}{22,4} = 0,09\text{mol}$$

28.



Nếu Al hết thì $n_{\text{Cr}} = n_{\text{H}_2} = 0,09 \text{ mol}$

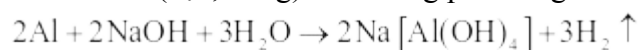
$$\Rightarrow n_{\text{Cr}_2\text{O}_3} = \frac{1}{2} n_{\text{Cr}} = 0,045 \text{ mol} > 0,03 \text{ mol} \Rightarrow \text{Al còn, Cr}_2\text{O}_3 \text{ hết}$$



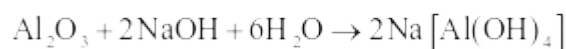
$$\text{Từ (1)} \Rightarrow n_{\text{Al}_2\text{O}_3} = n_{\text{Cr}_2\text{O}_3} = 0,03 \text{ mol}; n_{\text{Cr}} = 2n_{\text{Cr}_2\text{O}_3} = 0,06 \text{ mol} = n_{\text{H}_2(2)}$$

$$\Rightarrow n_{\text{H}_2(3)} = 0,09 - 0,06 = 0,03 \text{ mol} \Rightarrow n_{\text{Al}(3)} = \frac{2}{3} n_{\text{H}_2(3)} = 0,02 \text{ mol}$$

X + NaOH (đặc, nóng): Cr không phản ứng



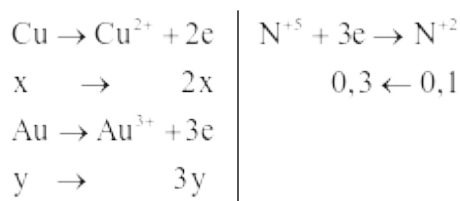
$$0,02 \rightarrow 0,02$$



$$0,03 \rightarrow 0,06$$

$$\Rightarrow \sum n_{\text{NaOH}} = 0,02 + 0,06 = 0,08 \text{ mol}$$

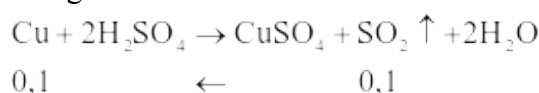
29.



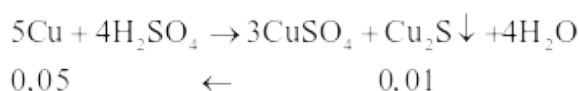
$$\text{Ta có hệ: } \begin{cases} 2\text{x} + 3\text{y} = 0,3 \\ 64\text{x} + 197\text{y} = 14,65 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \text{x} = 0,075 \text{ mol} \\ \text{y} = 0,05 \text{ mol} \end{cases}$$

$$\text{Phần trăm khối lượng của Au trong X là: } \frac{197 \cdot 0,05 \cdot 100\%}{14,65} = 67,23\%$$

Phần trăm khối lượng của Au trong X là:



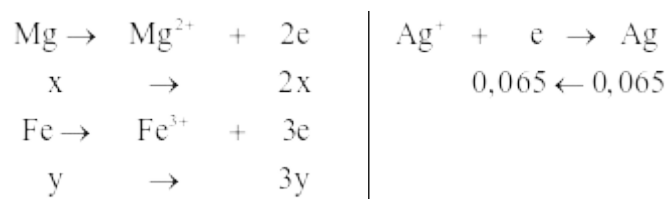
30.



$$\Rightarrow m = 0,15 \cdot 64 = 9,6 \text{ gam}$$

31. Giả sử chất rắn hoàn toàn là Ag $\Rightarrow n_{\text{Ag}} = 0,065 \text{ mol} < 0,08 \text{ mol}$ (thỏa mãn giả sử)

$\Rightarrow$ Kim loại hết, AgNO_3 còn.



$$\text{Ta có hệ: } \begin{cases} 24\text{x} + 56\text{y} = 1,08 \\ 2\text{x} + 3\text{y} = 0,065 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \text{x} = 0,01 \text{ mol} \\ \text{y} = 0,015 \text{ mol} \end{cases}$$

$$\Rightarrow \%n_{M_s} = \frac{0,01.100\%}{0,025} = 40\%$$

$$32. \sum n_e \text{ (catot phóng ra)} = \sum n_e \text{ (anot nhận vào)} = \frac{It}{F} = 0,15 \text{ mol}; n_{Cu^{2+}} = 0,05 \text{ mol};$$

$$n_{Fe^{3+}} = 0,1 \text{ mol}; n_{Cl^-} = 0,1 \text{ mol}$$

Ở catot: $1.n_{Fe^{3+}} = 0,1 < 0,15 < 1.n_{Fe^{3+}} + 2n_{Cu^{2+}} = 0,2 \text{ mol} \Rightarrow Fe^{3+}$ hết, Cu^{2+} còn $n_{Cu} = \frac{0,15 - 0,1}{2} = 0,025 \text{ mol}$

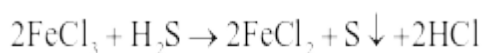
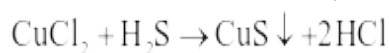
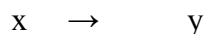
Ở anot: $1.n_{Cl^-} = 0,1 < 0,15 \Rightarrow Cl^-$ hết, H_2O bị điện phân

$$2H_2O \rightarrow O_2 + 4H^+ + 4e^-$$

$$0,0125 \leftarrow 0,05$$

$$\Rightarrow m_{\text{dd giảm}} = m_{Cu} + m_{Cl_2} + m_{O_2} = 64.0,025 + 71.0,05 + 32.0,0125 = 5,55 \text{ gam}$$

33.



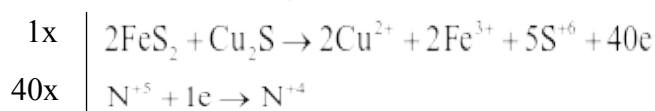
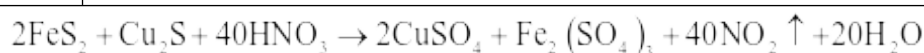
Ta có hệ:
$$\begin{cases} 162,5x + 135y = 16,75 \\ 16x + 96y = 9,92 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x = 0,02 \text{ mol} \\ y = 0,1 \text{ mol} \end{cases}$$

$$\Rightarrow m_{kl} = m_{Fe} + m_{Cu} = 0,02.56 + 64.0,1 = 7,52 \text{ gam}$$

34. Đặt $n_{FeS_2} = a \text{ mol}; n_{Cu_2S} = b \text{ mol} \Rightarrow n_{SO_4^{2-}} = 2a + b; n_{Fe^{3+}} = a \text{ mol}; n_{Cu^{2+}} = 2b \text{ mol}.$

Theo định luật bảo toàn điện tích, ta có:

$$2n_{Cu^{2+}} + 3n_{Fe^{3+}} = 2n_{SO_4^{2-}} \Rightarrow 4b + 3a = 2(2a + b) \Rightarrow a = 2b$$



$$0,02 \leftarrow 0,01 \qquad \qquad \qquad \leftarrow 0,4$$

$$\Rightarrow m = 120.0,02 + 160.0,01 = 4 \text{ gam}$$

Phần III: HỆ THỐNG BÀI TẬP TỪ CÁC ĐỀ THI HSG CHÍNH THỨC CỦA TỈNH, OLYMPIC.

Câu 1 (Olympic hoá học quốc tế lần thứ 32):

1. Phức vuông phẳng cis-diaminodichloroplatin (II) là một dược phẩm quan trọng để điều trị ung thư.

- Viết các đồng phân cis và trans của phức.

2. Một số ion cũng có công thức nguyên $Pt(NH_3)_2Cl_2$. Viết tất cả công thức có thể có của ion trên nhưng phải thỏa mãn các điều kiện sau:

- Có công thức nguyên $Pt(NH_3)_2Cl_2$.
- Anion và cation phải được viết rõ và tất cả phải có cấu trúc vuông phẳng.
- Anion và cation phải thể hiện được sự tồn tại của mỗi phức platin (II) riêng biệt của mỗi hợp chất.

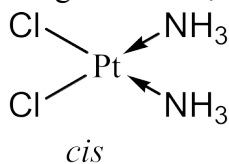
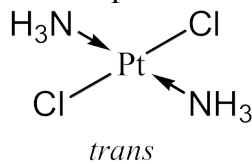
3. Lớp 5d của platin có bao nhiêu electron?

Sự tách mức năng lượng trong giản đồ năng lượng orbital d của phức vuông phẳng liên quan đến phức bát diện do liên kết kim loại – ligand: Nếu các ligand nằm trên trục z biến mất mà liên kết kim loại – ligand với các ligand nằm trên trục x và y trở nên mạnh hơn.

4. Trong số 5 orbital 5d của platin, trong phức Pt vuông phẳng thì orbital nào có mức năng lượng cao nhất?

Hướng dẫn:

1. Công thức cấu tạo các dạng đồng phân của phân tử cis-diaminodichloroplatin (II):



2. $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_4][\text{PtCl}_4]$ $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_3\text{Cl}][\text{Pt}(\text{NH}_3)\text{Cl}_3]$
 $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_3\text{Cl}]_2[\text{PtCl}_4]$ $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_4][\text{Pt}(\text{NH}_3)\text{Cl}_3]_2$

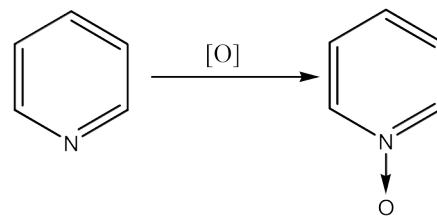
3. 8

4. $5d_{x^2-y^2}$. Trong phức tứ diện 4 ligand đều nằm trên đường phân giác của hai trục x và y. Nếu được đầy đủ electron thì mật độ electron sẽ cao hơn.

Câu 2 (Olympic hoá học quốc tế lần thứ 31):

Ligand (L) có thể tạo phức được với nhiều kim loại chuyển tiếp. L được tổng hợp do sự đun nóng hỗn hợp gồm bipyridine, acetic acid băng và hydroperoxide đến 70-80°C trong 3 giờ. Sản phẩm cuối L kết tinh dưới dạng hình kim nhuyền và có khối lượng phân tử bằng 188.

Một phản ứng tương tự với piridin là:



Phức của L với Fe và Cr có công thức là $\text{FeL}_m(\text{ClO}_4)_n \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ (A) và $\text{CrL}_x\text{Cl}_y(\text{ClO}_4)_z \cdot \text{H}_2\text{O}$ (B). Thành phần phân tích nguyên tố và tính chất lý học của chúng được cho trong bảng 1 và 2. Quan hệ giữa màu và bước sóng cho trong bảng 3:

Bảng 1: Thành phần phân tích nguyên tố:

Phức	Phân tích nguyên tố (% khối lượng)
A	Fe: 5,740; C: 37,030; H: 3,090; Cl: 10,940; N: 8,640
B	Cr: 8,440; C: 38,930; H: 2,920; Cl: 17,250; N: 9,080

Dùng các số liệu sau:

Số hiệu nguyên tử: Cr = 24; Fe = 26

Khối lượng nguyên tử: H = 1; C = 12; O = 16; Cl = 35,45; Cr = 52; Fe = 55,8

Bảng 2: Tính chất vật lý:

Phức	Momen từ μ (B.M)	Màu
A	6,13	Vàng
B	Không đo	Tím

Bảng 3: Quan hệ giữa bước sóng và màu:

Bước sóng (nm) và màu hấp thụ	Màu bổ sung (màu bù)
400 (tím)	Lục vàng
450 (xanh)	Vàng
490 (lục xanh lam)	Vàng cam
500 (lục)	Đỏ
570 (lục vàng)	Tím
580 (vàng)	Xanh lam
600 (Vàng cam)	Lục xanh lam
650 (đỏ)	Lục

- Viết công thức phân tử của L.
- Nếu L là một ligand cằng của hai răng, viết cấu tạo của bipyridine đã dùng. Viết cấu tạo của L
- Ligand L có điện tích tổng cộng là bao nhiêu?

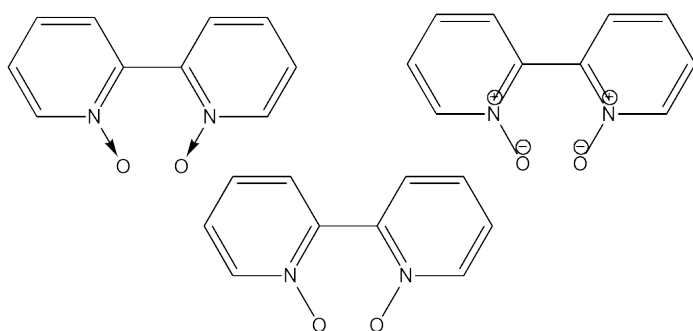
- Viết cấu tạo khi một phân tử L liên kết với một ion kim loại M
- Từ các số liệu ghi trong bảng 1 hãy xác định công thức thực nghiệm của A. Giá trị của m và n trong $\text{FeL}_m(\text{ClO}_4)_n \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ là bao nhiêu?. Viết tên đầy đủ của A theo quy tắc IUPAC. Khi A hoà tan trong nước thì tỉ lệ giữa cation và anion là bao nhiêu?
- Số oxy hóa của Fe trong A là bao nhiêu? Có bao nhiêu electron d có mặt trong ion Fe của phức? Viết cấu hình spin cao và spin thấp có thể tồn tại được đối với phức này. Cấu hình nào, cao hay thấp là cấu hình đúng? Có chứng cứ nào là tốt nhất để minh họa kết luận đã chọn?
- Từ bảng 3, ước lượng bước sóng (nm) của A.
- Phân tích chi tiết B cho thấy nó có chứa ion Cr^{3+} . Hãy tính momen từ chỉ với spin của hợp chất này.
- Hợp chất B là loại chất điện phân 1:1. Hãy xác định công thức thực nghiệm của B và các giá trị của x, y, z trong $\text{CrL}_x\text{Cl}_y(\text{ClO}_4)_z \cdot \text{H}_2\text{O}$.

Hướng dẫn:

1. Biết L được tổng hợp từ bipyridine và trong phản ứng bipyridine bị oxy hóa đơn giản thành bipyridine oxide. Khối lượng phân tử của bipyridine là 156 (của $\text{C}_{10}\text{H}_8\text{N}_2$) trong khi khối lượng phân tử của L là 188. Khác biệt 32 do hai nguyên tử oxy. Vì vậy công thức phân tử của L là $\text{C}_{10}\text{H}_8\text{N}_2\text{O}_2$.

2. Cấu tạo của bipyridine:

Cấu tạo có thể có của L:



3. Điện tích tổng cộng của ligand L: không.

4. Cấu tạo:

5. Công thức thực nghiệm của A là: $\text{FeC}_{30}\text{H}_{30}\text{Cl}_3\text{N}_6\text{O}_{21}$

m = 3; n = 3

Công thức của phức: $[\text{FeL}_3](\text{ClO}_4)_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$

Tỉ lệ cation và anion là: 1:3

6. Số oxy hóa của Fe: +3

Số electron d trong ion Fe của phức: 5

Cấu hình spin cao: $(t_{2g})^3(e_g)^2$

Cấu hình spin thấp: $(t_{2g})^5(e_g)^0$

Cấu hình đúng: spin cao do có momen từ tính được dựa vào số e độc thân là 5,92B.M còn spin thấp là 1,73B.M. So sánh với giá trị momen từ đo được trong bảng 2 ta rút ra được kết luận trên.

7. 450nm

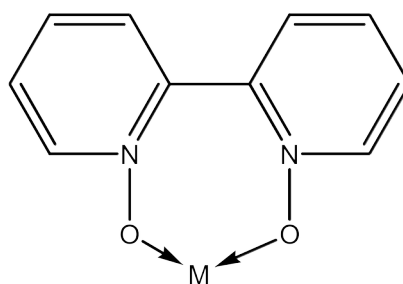
8. 3,87B.M

9. $\text{CrC}_{20}\text{H}_{18}\text{N}_4\text{Cl}_3\text{O}_9$

x = 2

y = 2

z = 1



Câu 3 (Olympic hoá học quốc tế lần thứ 33):

Phim đen trắng chứa lớp phủ silver bromide (bạc bromua) trên nền là cellulose acetate.

- Viết phản ứng quang hóa xảy ra khi chiếu ánh sáng vào lớp AgBr phủ trên phim.
- Trong quá trình này thì lượng AgBr không được chiếu sáng sẽ bị rửa bằng cách cho tạo phức bởi dung dịch Sodium thiosulfate. Viết phương trình phản ứng.
- Ta có thể thu hồi bạc (silver) từ dung dịch nước thải bằng cách thêm cyanide ion vào, tiếp theo là kẽm (zinc). Viết các phản ứng xảy ra.

Hướng dẫn:

- Phản ứng: $2\text{AgBr}(r) \xrightarrow{h\nu} 2\text{Ag}(r) + \text{Br}_2 / 2\text{Br} \cdot$
- $\text{AgBr}(r) + 2\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{Na}_3[\text{Ag}(\text{S}_2\text{O}_3)_2] + \text{NaBr}$
- $[\text{Ag}(\text{S}_2\text{O}_3)_2]^{3-} + 2\text{CN}^- \rightarrow [\text{Ag}(\text{CN})_2]^- + 2\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$
 $2[\text{Ag}(\text{CN})_2]^- + \text{Zn} \rightarrow [\text{Zn}(\text{CN})_4]^{2-} + 2\text{Ag}^+$

Câu 4 (Olympic hoá học quốc tế lần thứ 37):

Sự tổng hợp và xác định tính chất của vàng (gold) ở kích thước nano là một lĩnh vực đang rất phát triển. Phương pháp Bruff – Schiffrin để tổng hợp vàng ở kích thước nano (AuNP) dựa vào sự bền nhiệt động và bền không khí của AuNP ta có thể điều chế AuNP ở dạng đa phân tán có kích thước nằm trong khoảng từ 1,5 và 5,2nm. Phương pháp này có nội dung như sau: Dung dịch H₂AuCl₄ được trộn lẫn với toluene trong dung môi tetra – n – octylamonium bromide. Dung dịch thu được đem trộn lẫn với dodecanthiol và được đun nóng với NaBH₄. Những hạt AuNP màu tối được sinh ra và nằm ở pha hữu cơ. Sau 24 giờ thì dung môi toluene sẽ được cho bay hơi và khối rắn thu được được rửa với hỗn hợp dung môi ethanol và hexane để tách thiol. Các hạt AuNP có thể được phân lập và hoà tan trở lại trong dung môi hữu cơ thông thường mà không bị phân hủy hay tổ hợp thuận nghịch (irresversible aggregation).

1. Phương pháp này cần sự tiếp cận từ trên xuống hay từ dưới lên? chọn 1 trong 2 phương án:
 - a) Tiếp cận từ trên xuống để làm cho hạt nano có kích thước nhỏ nhất.
 - b) Tiếp cận từ dưới lên để có thể biến các phân tử và nguyên tử riêng lẻ thành cấu trúc nano.
2. Trimethyl – n – octylamin bromua còn có thể được sử dụng như là một chất chuyển pha. Nó có thể chuyển AuCl₄⁻ từ pha nước sang pha hữu cơ. Tính chất nào đã giúp cho nó có thể làm được điều này? chọn 1 trong 3 phương án:
 - a) Một phía của phân tử mang điện dương, đầu còn lại mang điện âm.
 - b) Một phía có tính ưa nước, một phía có tính kỵ nước.
 - c) Một phía mang tính acid, một phía mang tính base.
3. Vai trò của NaBH₄ trong quá trình điều chế này là gì?

A. Tác nhân khử hóa. **B.** Tác nhân oxy hóa.
C. Tác nhân trung tính. **D.** Tác nhân tạo phức.
4. Nếu đường kính trung bình của hạt vàng ở kích thước nano là 3nm thì số nguyên tử vàng sẽ là bao nhiêu trong mỗi phân nano? (bán kính nguyên tử của vàng là 0,144nm). Chỉ ra bằng tính toán
A. 10² **B.** 10³ **C.** 10⁴ **D.** 10⁵
5. Bằng tính toán hãy chỉ ra phần trăm số nguyên tử vàng trên bề mặt là bao nhiêu và cho biết câu trả lời nào đúng.
A. 20 – 30% **B.** 40 – 50% **C.** 60 – 70% **D.** 80 – 90%

Hướng dẫn:

1: b) 2: b) 3: a) 4: b)

$$V_{AuNP} = \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot r_{AuNP}^3$$

$$V_{Au} = \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot r_{Au}^3$$

$$N = \frac{V_{AuNP}}{V_{Au}} = \left(\frac{r_{AuNP}}{r_{Au}} \right)^3 = 1000 = 10^3$$

5: b)

$$\frac{4}{3} \cdot \pi \cdot r_{AuNP}^3 = \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot r_{Au}^3 \cdot N_{Au}$$

Diện tích bề mặt của một tiểu phân nano của vàng: $S = 4 \cdot \pi \cdot r_{AuNP}^2$

$$S = 4 \cdot \pi \cdot r_{Au}^2 \cdot N_{Au}^{2/3} \quad N_S \approx S_{AuNP} / \pi \cdot r_{Au}^2 = 4 N_{Au}^{2/3} \quad P = N_S / N_{Au} = 4 N_{Au}^{-1/3} \quad N_{Au} = 1000 \Rightarrow P = 40\%$$

Câu 5 (Olympic hoá học quốc tế lần thứ 30):

Việc khảo sát các phản ứng tạo phức của các ion kim loại chuyển tiếp: $M^{n+} + mL^- \rightleftharpoons ML_m^{(n-m)+}$ thường phức tạp do sự cạnh tranh đồng thời của các quá trình cân bằng khác: ví dụ như ligand L⁻ thường là base liên hợp của một acid yếu nên nồng độ của nó trong dung dịch tùy thuộc nhiều vào độ pH. Trong trường hợp này, thường phải viết lại hằng số tạo phức của các kim loại chuyển tiếp β_m .

$$\beta_m = \frac{[ML_m^{(n-m)+}]}{[M^{n+}][L^-]^n}$$

bằng cách thay $[L^-]$ bằng $\alpha_L C_T(L)$, trong đó $C_T(L)$ là nồng độ tổng cộng của L ở tất cả các dạng trong dung dịch (như dạng HL hay L^- hoặc $ML_i^{(n-i)+}$) và α_L là tỉ lệ của dạng thích hợp L^- so với L “tổng cộng”. Phương pháp này thường được dùng, ví dụ như trong phân tích bằng phép đo chuẩn độ dùng EDTA, vì EDTA (H_4Y) là một acid bốn chức yếu chỉ có khả năng cho phản ứng tạo phức ở dạng hoàn toàn mất proton Y^{4-} . Khi ấy:

$$\alpha_{Y^{4-}} = \frac{K_{a1} K_{a2} K_{a3} K_{a4}}{[H^+]^4 + K_{a1}[H^+]^3 + K_{a1} K_{a2}[H^+]^2 + K_{a1} K_{a2} K_{a3}[H^+] + K_{a1} K_{a2} K_{a3} K_{a4}}$$

Với $K_{a,i}$ là hằng số ion hóa thứ i của EDTA (với trị số lần lượt bằng $1,02 \cdot 10^{-2}$; $2,14 \cdot 10^{-3}$; $6,92 \cdot 10^{-7}$ và $5,50 \cdot 10^{-11}$).

- a) Xác định các trị số của $\alpha(Y^{4-})$ ở pH lần lượt bằng 2, 6, 10. Tính nồng độ của anion Y^{4-} đã hoàn toàn mất proton trong 500mL dung dịch có chứa 3,252g EDTA ở trị số pH nêu trên.
- b) Hằng số tạo phức K_Y cho sự tạo phức của M^{n+} với Y^{4-} , có giá trị $6,3 \cdot 10^{21}$ (Hg^{2+}); $2,1 \cdot 10^{14}$ (Fe^{2+}) và $5,0 \cdot 10^{10}$ (Ca^{2+}). Ion kim loại nào sẽ tạo phức với EDTA có hiệu suất hơn 99,9% trong dung dịch có chứa $5,00 \cdot 10^{-3}$ M EDTA tổng cộng, được đệm với pH là:
- i. 2 ii. 6 iii. 10
- c) Ion thủy ngân (II) Hg^{2+} có ái lực mạnh với Chloride:
- $$Hg^{2+} + 4Cl^- \rightleftharpoons HgCl_4^{2-}$$

Với hằng số tạo phức là $\beta_{Cl} = 3,98 \cdot 10^{15}$. Với dung dịch Chloride 0,5M tổng cộng và $5,00 \cdot 10^{-3}$ M dung dịch EDTA tổng cộng, hãy xác định tỉ lệ thủy ngân tồn tại dưới dạng ion tự do, dưới dạng anion tetraChloride và dưới dạng phức EDTA tại pH bằng:

- i) 2 ii) 6 iii) 10

(Nên giả thiết rằng nồng độ kim loại tổng cộng rất nhỏ hơn 0,05M)

- d) Một loại hỗn hống chỉ chứa thủy ngân, natri và canxi. Cho 5,218g mẫu này tác dụng với một tác nhân oxy hóa thích hợp rồi pha thành 500mL. Lấy 25mL dung dịch này; đệm tại pH = 2,6; đem chuẩn độ với dung dịch 0,0122M dung dịch MgY^{2-} : trị số chuẩn độ trung bình là 44,19 mol.L⁻¹. Khi lấy 10mL mẫu dung dịch, đệm tới pH = 9,5 có trị số chuẩn độ 57,43mol.L⁻¹. Hãy xác định phần trăm khối lượng của thủy ngân, canxi, natri trong hỗn hống.

Hướng dẫn:

- a) Tính được các trị số sau:

pH	$\alpha(Y^{4-})$	$[Y^{4-}](M)$
2	$3,712 \cdot 10^{-14}$	$8,26 \cdot 10^{-16}$
6	$2,249 \cdot 10^{-6}$	$5,01 \cdot 10^{-8}$
10	0,3548	$7,90 \cdot 10^{-3}$

Các nồng độ của anion được xác định nhờ $C_T(EDTA) = 0,02226M$ $M_r(C_{10}H_{16}N_2O_8) = 292,25g \cdot mol^{-1}$

- b) Ta cần xác định tỉ lệ $[MY^{2-}]/[M^{2+}]$, tỉ lệ này (nhờ xác định hằng số tạo phức) có trị số $K_Y[Y^{4-}]$. Ta có thể xác định $[Y^{4-}]$ từ x đã biết ở câu a. Tính được các trị số sau:

pH	$[Y^{4-}]$	$[HgY^{2-}]/[Hg^{2+}]$	$[FeY^{2-}]/[Fe^{2+}]$	$[CaY^{2-}]/[Ca^{2+}]$
2	$1,856 \cdot 10^{-16}$	$1,17 \cdot 10^6$	0,039	$9,28 \cdot 10^{-6}$
6	$1,1245 \cdot 10^{-8}$	$7,08 \cdot 10^{13}$	$2,36 \cdot 10^6$	562
10	$1,774 \cdot 10^{-3}$	$1,12 \cdot 10^{19}$	$3,73 \cdot 10^{11}$	$8,87 \cdot 10^7$

Có thể thấy rằng, tại pH = 2, chỉ Hg^{2+} tạo phức với lượng đáng kể; tại pH = 6, cả Hg^{2+} và Fe^{2+} đều tạo phức, trong khi tại pH = 10, cả ba ion kim loại đều tạo phức với hiệu quả cao.

- c) Do HCl là acid mạnh, cân bằng giữa Hg^{2+} và Cl^- phải không phụ thuộc pH; ta có thể tính được tỉ số $[HgCl_4^{2-}]/[Hg^{2+}]$ bằng $2,488 \cdot 10^{14}$ với $[Cl^-] = 0,5M$. Dùng các trị số $[HgY^{2-}]/[Hg^{2+}]$ có được từ câu b) ta tính được:

pH	$[HgY^{2-}]/[Hg^{2+}]$	%(Hg^{2+})	%(HgY^{2-})	%($HgCl_4^{2-}$)
2	$1,17 \cdot 10^6$	$4 \cdot 10^{-13}$	$5 \cdot 10^{-7}$	>99,9
6	$7,08 \cdot 10^{13}$	$3 \cdot 10^{-13}$	22,2	78,8
10	$1,12 \cdot 10^{19}$	$9 \cdot 10^{-18}$	>99,9	$2,2 \cdot 10^{-3}$

- d) Các kết quả thu được từ câu b) chỉ ra rằng, tại pH = 2, sự tạo phức EDTA của Ca^{2+} là bỏ qua được: ta có thể giả thiết điều ấy vẫn đúng tại pH = 2,6; và như thế EDTA chỉ phản ứng với Hg^{2+} tại pH thấp như vậy. Tại pH = 10, sự tạo phức của cả Hg^{2+} cũng như Ca^{2+} là đáng kể, và tại pH = 9,5 sự chuẩn độ cho biết lượng tổng cộng của Hg^{2+} và Ca^{2+} . Ta phải giả thiết rằng EDTA không phản ứng đáng kể với Na^+ . Tại pH = 2,6, số mol $\text{Y}^{4-} = 5,391 \cdot 10^{-4} \text{M}$
Số mol này bằng số mol (Hg^{2+}) trong 25mL; nên số mol Hg^{2+} trong 500mL = $1,078 \cdot 10^{-4} \text{mol}$. Vì khối lượng nguyên tử của Hg là $200,59 \text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$, cho phép xác định khối lượng thủy ngân trong mẫu thử là 2,163g.

Tại pH = 9,5; số mol $\text{Y}^{4-} = 5,391 \cdot 10^{-4} \text{mol}$.

Số mol này bằng tổng số mol ($\text{Hg}^{2+} + \text{Ca}^{2+}$) trong 10mL, nên tổng số mol ($\text{Hg}^{2+} + \text{Ca}^{2+}$) trong 50mL = $3,503 \cdot 10^{-2} \text{mol}$, và vì vậy số mol Ca^{2+} trong 500mL = $2,425 \cdot 10^{-2} \text{mol}$ tương ứng với 0,972g canxi trong mẫu thử.

Suy ra khối lượng natri trong mẫu thử (giả sử không lẫn tạp chất khác) là 2,083g. Như vậy hàm lượng các chất trong mẫu thử là: Hg (41,45%); Na (39,32%), Ca (18,63%).

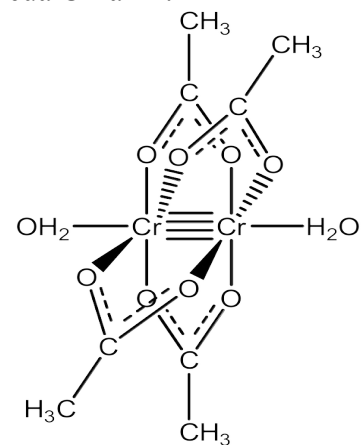
Câu 6 (Olympic hoá học quốc tế lần thứ 31):

Tổng hợp một hợp chất của chromium (chromium). Sự phân tích nguyên tố cho thấy rằng thành phần có Cr (27,1%); C (25,2%), H(4,25%) theo khối lượng, còn lại là oxy.

- Tìm công thức thực nghiệm của hợp chất này.
- Nếu công thức thực nghiệm gồm một phân tử nước, ligand kia là gì? Mức oxy hóa của Cr là bao nhiêu?
- Khảo sát từ tính cho thấy hợp chất này là nghịch từ, phải giải thích từ tính của hợp chất này như thế nào? Vẽ thử cấu tạo phù hợp của chất này.

Hướng dẫn:

- Công thức thực nghiệm $\text{CrC}_4\text{H}_8\text{O}_5$.
- Từ công thức thực nghiệm $\text{CrC}_4\text{H}_8\text{O}_5$, hợp chất là $[\text{Cr}(\text{CH}_3\text{COO})_2(\text{H}_2\text{O})]$. Như vậy, ligand là các nhóm axetat. Do nhóm (CH_3COO^-) có điện tích -1 nên mức oxy hóa của Cr là +2.
- Ion Cr^{2+} là hệ d^4 , nghĩa là hệ có 4e thuộc orbital d. Sự phân bố 4 electron phải thuộc loại spin năng lượng cao do ligand yếu. Chỉ yếu tố này đã cho thấy $[\text{Cr}(\text{CH}_3\text{COO})_2(\text{H}_2\text{O})]$ có tính thuận từ. Tuy nhiên từ các kết quả thực nghiệm, hợp chất này lại có tính nghịch từ đó là do hợp chất này ở dạng nhị hợp có cấu tạo như sau:
Trong cấu tạo này, hai nguyên tử Cr tạo liên kết bốn, bao gồm một sigma, hai pi và một delta, với bậc liên kết tổng cộng là 4. Sự hình thành liên kết bốn đòi hỏi tất cả các electron thuộc orbital d đều phải cặp đôi. Vì vậy dựa theo tính chất từ, hợp chất ở dạng nhị hợp là nghịch từ.



Câu 7 (Olympic hoá học quốc tế lần thứ 32):

Ureaza là một enzyme có chứa nicken làm xúc tác cho phản ứng thủy phân ure (H_2NCONH_2) thành amonium ion và carbamate ion (H_2NCOO^-). Ion carbamate bị thủy phân tiếp sau đó trong một quá trình tự xảy ra không xúc tác bởi ureaza.

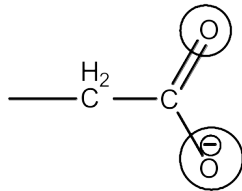
- Viết phương trình phản ứng thủy phân ion carbamate.
- Mỗi đơn vị cấu trúc cấp ba của protein ureaza có chứa hai ion niken(II). Những ion kim loại này phối trí với các nguyên tử cho tương ứng ở nhánh của các aminoacid trong cấu trúc cấp một của protein. Hãy viết công thức cấu tạo các nhánh của aspartate, histidine và khoanh tròn những nguyên tử đóng vai trò cho của mỗi nhánh.
- Hai tâm nicken (II) của ureaza cũng được nối lại bằng các nhóm cacboxylate cầu nối và một phân tử nước cầu nối. Nhóm cacboxylate cầu nối thuộc nhánh của lysin đã được chuyển thành một dẫn xuất carbamate. Hãy viết công thức cấu tạo dẫn xuất carbamate của nhánh lysine.
- Viết cấu hình electron của ion nicken (II).
- Đã biết được một số hình học phối trí của nicken (II). Trong hợp chất phối trí bát diện, các orbital d được phân bố giữa hai mức năng lượng. Hãy cho biết orbital nào trong số 5 orbital d chiếm các mức

năng lượng theo thứ tự cao hơn hoặc thấp hơn trong hình học bát diện. Giải thích định lượng kết quả tìm được bằng cách so sánh sự phân bố trong không gian của các orbital d.

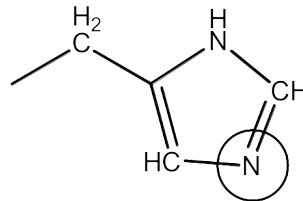
- f) Một số phức của niken (II) lại có hình học vuông phẳng, là cơ cấu chủ yếu trong các phức của ion kim loại paladi (II) và platin (II). Hãy vẽ hai đồng phân của $[\text{Ni}(\text{SCH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2)_2]$ vuông phẳng và ghi rõ đồng phân nào là cis hoặc trans.
- g) Vẽ tất cả đồng phân hình học của $[\text{Pt}(\text{NH}_3)(\text{pyridine})\text{ClBr}]$ vuông phẳng.

Hướng dẫn:

- a) $\text{H}_2\text{NCOO}^-_{(\text{aq})} + \text{H}_2\text{O}_{(\text{l})} = \text{NH}_3_{(\text{aq})} + \text{HCO}_3^-_{(\text{aq})}$
- b) Cấu tạo của các nhánh:

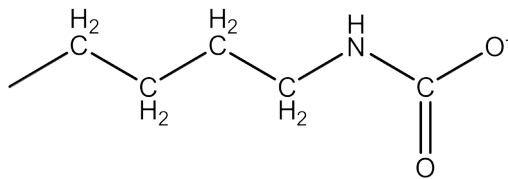


aspartat



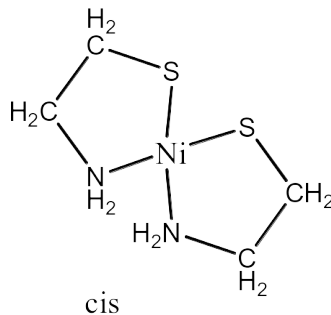
histidin

- c) Cấu tạo của dẫn xuất cacbamat:

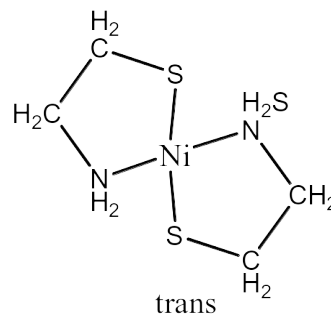


- d) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^8 4s^2$.

- e) Mức năng lượng cao hơn $d(z^2)$ và $d(x^2 - y^2)$. Mức năng lượng thấp hơn d_{xy} , d_{xz} và d_{yz} . Trong một trường ligand bát diện, các trục vuông x, y, z (gốc tại tâm kim loại) được hướng sao cho mỗi nguyên tử trong 6 nguyên tử liên kết thuộc ligand phải nằm trên các trục này. Như vậy các electron của các nguyên tử trong ligand hình thành cách sắp xếp các điện tích âm quanh nguyên tử kim loại. Cách sắp xếp này có ảnh hưởng khác nhau trên các orbital d khác nhau. Các orbital d_{xy} , d_{xz} và d_{yz} đều có mật độ electron tập trung chủ yếu trong vùng giữa điện tích các ligand. Trong khi đó, các orbital $d(z^2)$ và $d(x^2 - y^2)$ có mật độ electron tập trung trong vùng gần điện tích của các ligand hơn so với các orbital d_{xy} , d_{xz} và d_{yz} . Tương tác đẩy electron làm tăng năng lượng của các orbital $d(z^2)$ và $d(x^2 - y^2)$ so với năng lượng của các orbital d_{xy} , d_{xz} và d_{yz} .

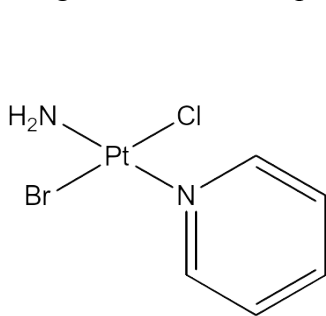
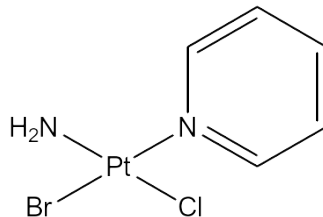
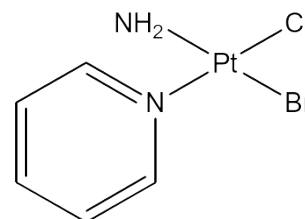


cis



trans

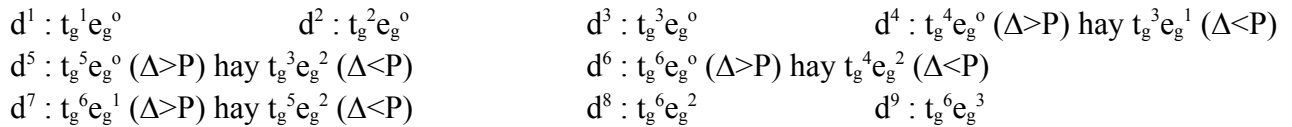
- f) Công thức của phức:
- g) Công thức cấu tạo của phức:



Câu 8 (Olympic hoá học quốc tế lần thứ 35):

Các ion kim loại mang điện tích $2+$ trong dãy đầu tiên của kim loại chuyển tiếp với các cấu hình $d^1, d^2, \dots, d^9$ tạo ra chủ yếu là phức bát diện có công thức chung là ML_6 (L: phối tử một răng). Khảo sát tính chất từ của các phức này ta có thể chia ra làm hai loại. Một loại có số electron không tham gia liên kết bằng với số electron trong $M^{2+}_{(k)}$ thì phức này được gọi là phức “spin cao” và một loại có số electron không tham gia liên kết nhỏ hoặc bằng 0 thì gọi là phức “spin thấp”. Nếu sự chênh lệch giữa hai mức năng lượng t_{2g} và e_g là Δ và năng lượng cặp hóa là P . Hãy dự đoán cấu hình electron cơ bản của các phức trên. Biết rằng nguyên lý Aufbau và nguyên lý loại trừ Pauli đều được tuân theo.

Hướng dẫn:



Câu 9 (Olympic hoá học quốc tế lần thứ 37):

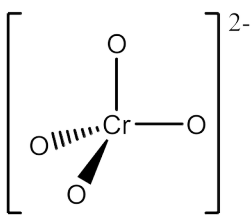
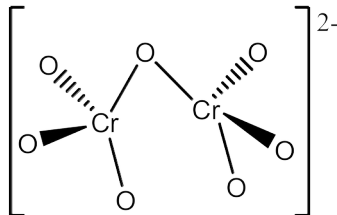
Các nguyên tố kim loại chuyển tiếp được phân bố rất rộng rãi trong vỏ trái đất. Rất nhiều trong số đó có rất nhiều ứng dụng trong đời sống hàng ngày, chúng ta dễ dàng bắt gặp chúng mọi lúc mọi nơi như: ống nước bằng iron, dây đồng và các chi tiết tự động bằng chromium...

Chromium là một kim loại màu trắng bạc, có tên bắt nguồn từ tiếng Hy Lạp chroma có nghĩa là màu sắc do hợp chất của chromium có rất nhiều màu khác nhau. Màu sáng của hợp chất chromium(VI) dẫn đến những ứng dụng của nó làm chất màu trong màu vẽ và kính màu.

1. Trong dung dịch acid, thì ion chromate có màu vàng sẽ chuyển thành ion dichromate có màu cam. Viết phương trình phản ứng.
2. Số oxy hóa của chromium trong hai hợp chất trên là bao nhiêu?
3. Đây có phải là phản ứng khử không? Hãy giải thích.
4. Động lực để làm dịch chuyển cân bằng của phản ứng trên là gì?
5. Viết công thức không gian của CrO_4^{2-} và $Cr_2O_7^{2-}$.

Hướng dẫn:

1. $2CrO_4^{2-} + 2H^+ \rightleftharpoons Cr_2O_7^{2-} + H_2O$
2. +6
3. Không phải, bởi vì số oxy hóa của nguyên tử kim loại không thay đổi.
4. Nồng độ ion H^+ (hay pH của dung dịch)
5. Các công thức:



Câu 10 (Olympic hoá học Áo 2001):

1. Thuyết Pauling

Thêm dung dịch potassium hydroxide vào dung dịch nước của Co^{2+} , một kết tủa màu xanh được hình thành. Trong dung dịch KOH đặc thì sẽ hình thành phức spin cao có số phối trí 6.

- a) Viết phương trình ion của các phản ứng
- b) Cho biết tên của phức
- c) Viết sơ đồ lai hóa cho phức và cho biết kiểu lai hóa

2. Thuyết trường phối tử

Ion phức bis(terpyridyl)coban(II) tồn tại một phần ở trạng thái spin cao, một phần ở trạng thái spin thấp phụ thuộc vào các ion liên kết trực tiếp với nguyên tử trung tâm $ClO_4^-/Cl^-/NCS^-/Br^-$.

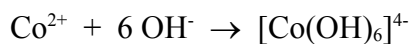
- a) Cho biết ba dạng hình học có thể có của phức
- b) Dựa vào thuyết trường phối tử hãy vẽ giản đồ orbital cho các trường hợp phức spin cao và thấp
- c) Tính momen từ (M.B) của các phức trên

Xét các phức sau: $[\text{Co}(\text{CN})_6]^{3-}$, $[\text{Co}(\text{CO}_3)_2(\text{NH}_3)_2]^-$, $[\text{Co}(\text{CO}_3)_3]^{3-}$ and $[\text{Co}(\text{NO}_2)_6]^{3-}$. Màu của các ion phức này sẽ là: xanh, vàng, cam và da trời (không nhất thiết là phải ở cùng dạng với các phức trên)

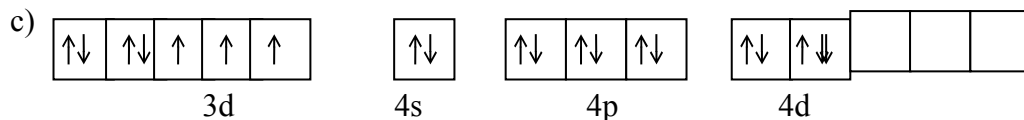
d) Hãy cho biết tên của từng phức và xác định màu của chúng:

Hướng dẫn:

1. Thuyết Pauling



b) hexahydroxocobaltat(II)

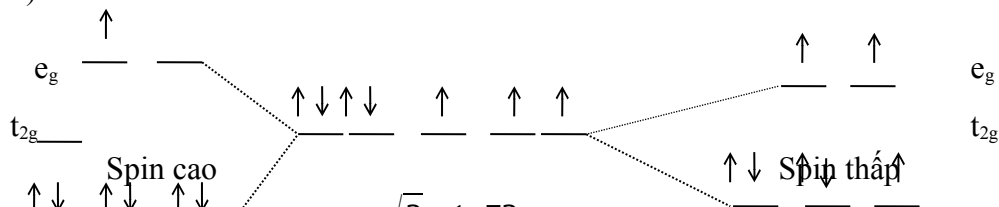


Kiểu lai hóa: d^2sp^3

2. Thuyết trường phối tử:

a) Bát diện

b) Ta có:



c) Phức spin thấp: $\mu_{mag} = \mu_B \sqrt{3} = 1.73 \mu_B$

spin cao: $\mu_{mag} = \mu_B \sqrt{15} = 3.87 \mu_B$

d) Ta có bảng:

Công thức	Tên gọi	Màu sắc
$[\text{Co}(\text{CN})_6]^{3-}$	Hexaxianocobantat(III)	Vàng
$[\text{Co}(\text{NO}_2)_6]^{3-}$	Hexa-N-nitritocobantat(III)	Cam
$[\text{Co}(\text{CO}_3)_3]^{3-}$	Tricarbonatocobantat(III)	Xanh
$[\text{Co}(\text{CO}_3)_2(\text{NH}_3)_2]^-$	Dicarbonatodiamincobantat(III)	Xanh da trời

Câu 11 (Olympic hoá học Áo 2004):

Kim loại A được tìm thấy trong tự nhiên dưới dạng hợp chất, chủ yếu là khoáng vật orthoSiliconate với công thức chung là $\text{M}_x(\text{SiO}_4)_y$, ngoài ra nó cũng còn được tìm thấy dưới dạng oxide. Oxide của nó có nhiều dạng thù hình và nó thường được kết tinh ở dạng đơn ta biến dạng với số phối trí 7. Ở nhiệt độ trên 1100°C cấu trúc tinh thể của nó sẽ được chuyển sang dạng tứ phương. Trên 2000°C cấu trúc của oxide sẽ là lập phương biến dạng. Kiểu mạng lưới của dạng sau cùng giống như mạng kiểu florit – trong đó ion kim loại có cấu trúc lập phương tâm diện với hằng số mạng $a_0 = 5,07\text{pm}$. Anion O^{2-} chiếm các hốc tứ diện. Cấu trúc trên có thể được bền hóa ở nhiệt độ phòng bằng cách sử dụng CaO. Khối lượng riêng của oxide kim loại tinh khiết (cấu trúc lập phương) là $6,27\text{g/cm}^3$

- Vẽ cấu trúc ô mạng cơ sở của oxide.
- Công thức hợp thức của oxide.
- Cho biết số oxy hóa của kim loại trong oxide
- Trong orthoSiliconate thì kim loại cũng có số oxy hóa như trong oxide. Hãy cho biết công thức phân tử của orthoSiliconate.
- Xác định A
- Viết cấu hình electron của A.
- Cho biết số phối trí của cation và anion trong oxide.
- Tính ái lực electron của oxy trong quá trình: $\text{O}_{(k)} + 2e \rightarrow \text{O}^{2-}$

Cho biết:

$$\Delta H^{\circ}_s(A) = 609 \text{ kJ/mol}, I_n(A/A^{n+}) = 7482 \text{ kJ/mol}, \Delta H^{\circ}_{\text{phân ly}}(O_2 \rightarrow 2O) = 498 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta U(\text{oxide}) = -10945 \text{ kJ/mol}, \Delta H^{\circ}_{\text{sinh}}(\text{oxide}) = -11000 \text{ kJ/mol}$$

Có hai bước để điều chế kim loại này.

Bước 1: carbon và clo sẽ phản ứng với Siliconat ở nhiệt độ cao và sẽ sinh ra Chloride của A (số oxy hóa của A trong Chloride không đổi) cùng với oxide carbon và Siliconon tetraChloride.

Bước 2: Chloride của A sẽ phản ứng với Mg để sinh ra kim loại. Thủy phân Chloride sẽ thu được oxide trên.

9. Viết các phương trình phản ứng đã xảy ra.

10. Viết phương trình phản ứng thủy phân Chloride của A

A có thể tạo được các phức chất bền vững với các halogen với số phối trí 6, 7, 8 đã được biết. Chúng ta sẽ khảo sát phức $[ACl_2F_4]^{m+/-}$ với số oxy hóa của A không đổi so với oxide.

11. Cho biết công thức của phức và tên của nó.

12. Có bao nhiêu chất đồng phân của ion phức (đồng phân cấu tạo và đồng phân lập thể). Vẽ công thức cấu tạo của các chất đối ảnh.

Hướng dẫn:

1. Mạng tinh thể oxide: M^{n+} ● ; O^{2-} ○

2. Công thức của oxide: MO_2

3. Số oxy hóa của kim loại: +4.

4. Công thức của orthoSiliconate: $MSiO_4$

Ta có:

$$\frac{4 \cdot M_M + 2 M_O}{N_A \cdot a_0^3}$$

$$d = m(\text{nguyên tử})/V(\text{ô mạng}) =$$

$$M_M = \frac{d \cdot N_A \cdot a_0^3}{4} - 2 M_O = 91,22 \text{ g/mol}$$

Vậy kim loại đó là zirconium (Zr)

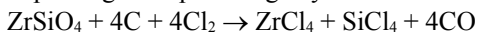
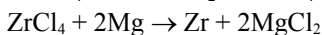
6. Cấu hình electron của Zirconium $[Kr]4d^25s^2$.

7. Số phối trí của cation: 8 Số phối trí của anion: 4

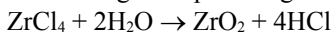
8. Xây dựng chu trình Born – Haber để tính và thu được kết quả là

$$A = 628 \text{ kJ/mol}$$

9. Các phương trình phản ứng xảy ra là:



10. Phương trình phản ứng thủy phân:

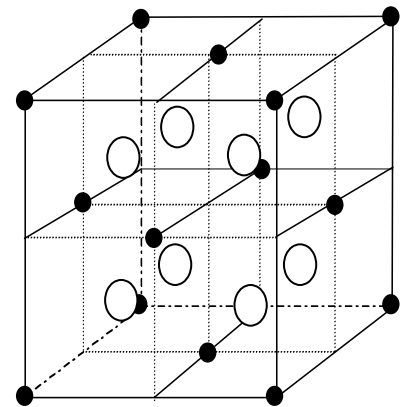
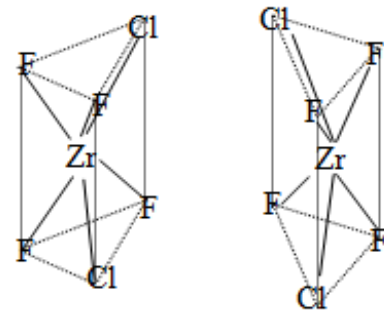


11. Điện tích của ion phức: +2

Tên của ion phức: diclorotetrafluorozirconat:

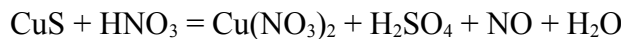
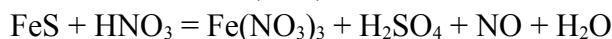
12. Số đồng phân: 6

Một cặp đồng phân đối quang:



Câu 12 (Olympic hoá học Bulgari 1999):

Trong công nghiệp, sản xuất đồng (copper) được tiến hành qua nhiều giai đoạn, trong số đó có giai đoạn gọi là “đá đồng”. Nó là hỗn hợp của CuS và FeS . Cho một mẫu 4,1865g đá đồng tác dụng với HNO_3 đặc, các quá trình là:



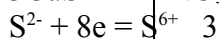
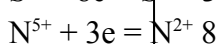
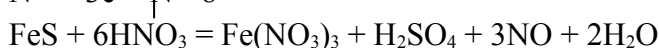
Khi thêm một lượng dư dung dịch $BaCl_2$, sẽ tạo thành 10,5030 gam kết tủa.

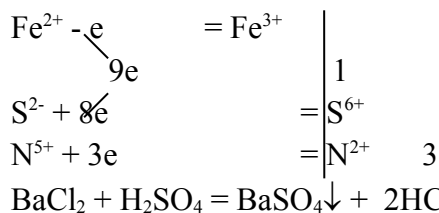
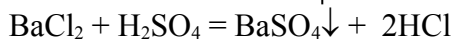
1. Cân bằng các phương trình phản ứng trên, nêu rõ sự trao đổi electron và cân bằng electron.

2. Phần trăm mol của CuS trong đá đồng là bao nhiêu?

3. Tính phần trăm của khối lượng đồng trong mẫu.

Hướng dẫn:





$$2. \quad n(\text{CuS}) + n(\text{FeS}) = n(\text{BaSO}_4) = 0,045 \text{ mol} \quad (1)$$

$$m(\text{CuS}) + m(\text{FeS}) = 4,1865 \text{ g} \quad (2)$$

Từ (1) và (2) ta thu được kết quả: $n(\text{CuS}) = 0,03 \text{ mol}$

$$\% \text{CuS} = 66,67\%$$

$$3. \quad \% \text{Cu} = 45,54\%$$

Câu 13 (Olympic hoá học Ucraina 1999):

Hai chất A và B chứa anion phức bát diện có cùng thành phần nguyên tố nhưng chúng khác nhau về momen từ ($\mu = [n(n+2)]^{1/2}$ trong đó n là số electron không cặp đôi): $\mu_A = 0$, $\mu_B = 1,72 \text{ D}$. Khi cho 20mL dung dịch 0,1M của A tác dụng với 1,3240g $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ thì tạo thành 1,2520g kết tủa trắng và trong dung dịch chỉ còn lại muối potassium. Khi cho 1,2700g FeCl_3 vào một lượng dư dung dịch của A thì tạo thành 1,6200g kết tủa trắng C (51,85% khối lượng là iron). Khi để ra ngoài không khí C trở thành xanh lơ và chuyển thành D. Dung dịch của B tác dụng với FeCl_2 tạo thành ngay một kết tủa xanh lơ E có thành phần giống hệ D.

a) Các chất A, B, C, D, E là những chất gì?. Tính giá trị của n đối với chất B.

b) Viết các phương trình phản ứng.

c) Sự khác nhau giữa D và E là gì?

Hướng dẫn:

$$a) \quad n(\text{Pb}(\text{NO}_3)_2) : n(A) = 1,3240/331 : 0,1 \cdot 0,02 = 2:1 \Rightarrow \text{Anion trong A là } X^{4-}$$



$$4 \cdot 10^{-3} \quad 2 \cdot 10^{-3} \quad 2 \cdot 10^{-3}$$

$$M(\text{Pb}_2X) = 1,252/2 \cdot 10^{-3} = 626 \Rightarrow M(X^{4-}) = 212$$



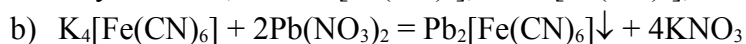
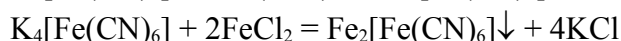
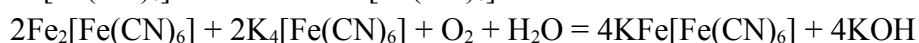
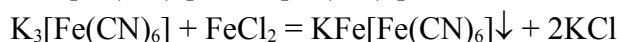
$$0,01 \quad 0,005$$

$$n(\text{FeCl}_2) = 0,01; \quad M(\text{FeX}_2) = 324$$

$$n(\text{Fe}) = 324 \cdot 0,5185/56 = 3; \quad \text{C là } \text{Fe}_2[\text{FeY}_6]$$

$$1,72 = [n(n+2)]^{1/2} \Rightarrow n \approx 1; \quad \mu = 0; \quad \text{Fe}^{3+}.$$

Vậy Y là CN; A là $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$; B: $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$; C: $\text{Fe}_2[\text{Fe}(\text{CN})_6]$; D và E: $\text{KFe}[\text{Fe}(\text{CN})_6]$



b) $\text{KFe}^{2+}[\text{Fe}^{3+}(\text{CN})_6]$ và $\text{KFe}^{3+}[\text{Fe}^{3+}(\text{CN})_6]$ chỉ là cùng một hợp chất.

Câu 14 (Olympic hoá học Ucraina 1999):

83,3g một hỗn hợp hai nitrate $\text{A}(\text{NO}_3)_2$ và $\text{B}(\text{NO}_3)_2$ (A là kim loại kiềm thổ, B là kim loại d) được nung tới khi tạo thành những oxide, thể tích hỗn hợp khí thu được gồm NO_2 và O_2 là 26,88 lít (0°C và 1atm). Sau khi cho hỗn hợp khí này qua dung dịch NaOH dư thì thể tích của hỗn hợp khí giảm 6 lần.

a) A và B là những kim loại nào?.

b) Tính thành phần của hỗn hợp nitrat.

c) Viết các phương trình phản ứng.

d) Nếu nung ở nhiệt độ cao hơn nữa thì có thể thu được những muối gì?.

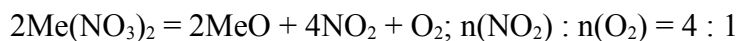
Hướng dẫn:

$$a) \quad n(\text{NO}_2 + \text{O}_2) = 1,2 \text{ mol}$$

$$n(\text{O}_2) = 0,2 \text{ mol}$$

$$n(\text{NO}_2) = 1 \text{ mol}$$

$$\% \text{NO}_2 = 83,3\% \text{ và } \% \text{O}_2 = 16,7\% \Rightarrow n(\text{NO}_2) : n(\text{O}_2) = 5 : 1$$



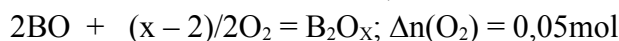
O_2 oxy hóa BO thành B_2O_x



$$a \quad a \quad 2a \quad 0,5a$$



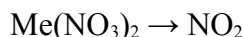
$$b \quad b \quad 2b \quad 0,5b$$



$$b \quad b(x-2)/4$$

$$b(x-2)/4 = 0,05$$

$$b = 0,2/(x-2)$$



$$M(\text{trung bình}) = 167\text{g/mol}$$

Vậy $M(\text{trung bình})$ của cả hai kim loại = 43g/mol

Vậy A là Calcium (Ca) ($M_A = 40\text{g/mol}$)

$$M(\text{trung bình}) = 40a + b.M_B/0,5$$

$$2a + 2b = 1$$

$$a = (1 - 2b)/2 = 0,5 - 0,2/(x-2) = (0,5x - 1,2)/(x-2)$$

$$43 = (40(0,5x - 1,2) + 0,2M_B)/((x-2) \cdot 0,5)$$

$$x = 4; M_B = 55\text{g/mol}$$

Vậy B là Mn.

b) $\% \text{Ca}(\text{NO}_3)_2 = 80\%$; $\% \text{Mn}(\text{NO}_3)_2 = 20\%$

c) Các phản ứng xảy ra:



d) $x\text{CaO} + \text{MnO}_2 = \text{Ca}_x\text{O}_{x-1}\text{MnO}_3$; manganat kiềm ($1 \leq x \leq 4$)

Câu 15 (Olympic hoá học Đức 1999):

420,0g một hỗn hợp gồm $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$, FeCO_3 và NaCl được đun nóng. Chất khí hình thành được làm khô và sau đó chiếm một thể tích là $124,0\text{dm}^3$ (ở nhiệt độ 22°C và áp suất 1021hPa).

Cũng khối lượng đó của hỗn hợp được xử lý bằng một lượng dư hydrochloric acid loãng. Một phần của dung dịch hình thành được chuẩn độ bằng dung dịch Potassium dichromate $0,1\text{M}$. Sau khi chuẩn độ xong tốn hết $27,2\text{cm}^3$.

Hãy tính khối lượng của từng muối trong hỗn hợp.

Hướng dẫn:

Iron (iron) carbonate phân ly dựa vào phương trình: $\text{FeCO}_3 = \text{FeO} + \text{CO}_2$

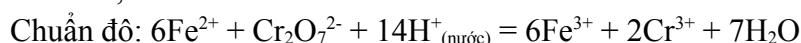
Amonium carbonate phân ly theo phương trình: $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} = 2\text{NH}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$

Muối ăn không phân ly.

Dựa vào định luật khí ta có thể tính được toàn bộ lượng các chất khí hình thành NH_3 và CO_2 . Phép chuẩn độ cho ta lượng Fe^{2+} và như vậy là cả lượng carbon dioxide hình thành từ iron carbonate. Lấy tổng lượng các chất khí hình thành trừ đi lượng chất này ta sẽ được lượng các chất khí hình thành từ amoniumcarbonat hydrat (bao gồm $2/3$ là NH_3 và $1/3$ là CO_2). $1/3$ lượng chất còn lại này là lượng chất amoniumcarbonat hydrat. Bằng cách nhân với các khối lượng. Bằng cách nhân với các khối lượng mol tương ứng ta được khối lượng của các chất cần tìm.

Tổng lượng các chất khí được hình thành được tính theo $pV = nRT$

$$\Rightarrow n = 5,16\text{mol}$$



Lượng chất dichromiat trong một mẫu thử: $2,72 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$

Lượng chất iron trong một mẫu thử: $6 \cdot 2,72 \cdot 10^{-3} = 1,632 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$

Tổng lượng chất iron: 1,632mol

Tổng khối lượng iron carbonat: $1,632 \cdot 115,86 = 189,1\text{g}$

Lượng chất khí hình thành từ amoniumcacboant hydrat = 3,53mol

Lượng chất amoniumcarbonat hydrat = 3,53: 3 = 1,18 mol

Tổng khối lượng amoniumcarbonat hydrat = 134,2g

Tổng khối lượng muối ăn = 96,7g

Câu 16 (Olympic hoá học Úc 2001):

Sự khử toàn phần là một phần rất quan trọng trong hóa vô cơ, các tiểu phân hữu cơ như ethanol và aldehyde tương ứng của nó là ethanal có thể tham gia vào phản ứng khử. Acid hóa dung dịch có chứa ion dichromate có thể oxy hóa cả hai chất trên thành ethanoic acid trong khi đó anion dichromate chuyển về dạng Cr^{3+} . Dung dịch bạc nitrat (silver nitrate) trong amonia chỉ có thể oxy hoá ethanal để tạo ra ethanoic acid và trong quá trình này ion Ag^+ bị khử hóa về Ag.

Một nhà hóa học trẻ chuẩn bị 500,0mL dung dịch hỗn hợp gồm ethanol và ethanal (chưa biết cụ thể lượng của mỗi chất). Để xác định hàm lượng của từng chất trong hỗn hợp thì anh ta trước tiên phải tiêu chuẩn hóa dung dịch $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 0,05M sau đó acid hoá bằng cách chuẩn độ nó với dung dịch iron (II) sunfat. Dung dịch iron (II) sunfat này được chuẩn bị bằng cách hoà tan 7,43g $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ vào lượng chính xác 100,0mL nước. 25,0mL dung dịch này phản ứng hết với 23,12mL dung dịch dichromate và 22,45mL dung dịch dichromate này sau khi được tiêu chuẩn hóa thì phản ứng hết với 50,0mL hỗn hợp ethanol và etanal.

Cuối cùng, một lượng dư dung dịch bạc nitrat trong amonia được thêm vào 50,0mL dung dịch hỗn hợp ethanol /ethanal khác và nhà hóa học này nhận thấy rằng kết tủa bạc kim loại thu được là 0,234g. Người này nhận thấy rằng bây giờ đã có đủ dữ kiện để xác định được hàm lượng ethanol và ethanal trong dung dịch hỗn hợp.

a) Viết nửa phản ứng của các quá trình:

- i. Sự khử $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$.
- ii. Sự oxy hóa ethanol
- iii. Sự oxy hóa etanal.
- iv. Sự khử Ag^+
- v. Sự oxy hóa Fe^{2+} .

b) Sử dụng các dữ kiện ở phần trên hãy cân bằng các phản ứng sau:

- i. $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ với ethanol .
- ii. $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ với etanal.
- iii. $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ với Fe^{2+}
- iv. Ag^+ với etanal.

c) Tại sao ta buộc phải acid hóa dung dịch dichromate?

d) Tính nồng độ của dung dịch $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ sử dụng trong phép phân tích trên.

e) Tính số mol bạc nitrat cần tìm để oxy hóa ethanal trong dung dịch hỗn hợp và từ đó tính số mol của ethanal trong 50,0mL dung dịch hỗn hợp này.

f) Sử dụng câu e hãy tính nồng độ của ion dichromate cần thiết để oxy hóa ethanol trong 50,0mL dung dịch hỗn hợp.

g) Tính hàm lượng của ethanol và ethanal trong 500,0mL dung dịch ban đầu.

Hướng dẫn:

- a) i. $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 14\text{H}^+ + 6\text{e} = 2\text{Cr}^{3+} + 7\text{H}_2\text{O}$
- ii. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} + \text{H}_2\text{O} = \text{CH}_3\text{COOH} + 4\text{e} + 4\text{H}^+$.
- iii. $\text{CH}_3\text{CHO} + \text{H}_2\text{O} = \text{CH}_3\text{COOH} + 2\text{e} + 2\text{H}^+$
- iv. $\text{Ag}^+ + \text{e} = \text{Ag}$
- v. $\text{Fe}^{2+} = \text{Fe}^{3+} + \text{e}$
- b) i. $2\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 3\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} + 16\text{H}^+ = 4\text{Cr}^{3+} + 3\text{CH}_3\text{COOH} + 11\text{H}_2\text{O}$
- ii. $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 3\text{CH}_3\text{CHO} + 8\text{H}^+ = 2\text{Cr}^{3+} + 3\text{CH}_3\text{COOH} + 4\text{H}_2\text{O}$
- iii. $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 6\text{Fe}^{2+} + 14\text{H}^+ = 2\text{Cr}^{3+} + 6\text{Fe}^{3+} + 7\text{H}_2\text{O}$
- iv. $\text{CH}_3\text{CHO} + 2\text{Ag}^+ + \text{H}_2\text{O} = \text{CH}_3\text{COOH} + 2\text{Ag}(\text{r}) + 2\text{H}^+$

- c) Cân bằng của các phản ứng có sự tham gia của proton chuyển dịch về phía trái. Chính vì vậy, việc tăng thêm nồng độ proton làm chuyển dịch cân bằng về phía phải.
- d) 0,0482M e) 0,00108mol f) 0,000720mol g) $n_{\text{ethanol}} = n_{\text{ethanal}} = 0,0108\text{mol}$

Câu 17 (Olympic hoá học Ucraina 1999):

Cho 6,84g oxide chloride A (tinh thể đỏ) tác dụng với nước nóng tạo thành tinh thể ngậm nước B. Nung B thu được 4,64g C có màu vàng. Ở 300°C, C phản ứng với CCl_4 cho 7,94g D màu tím. Đun nóng D trong HI khô thu được bột E là một chất nghịch từ, vô định hình màu nâu.

- Xác định các chất A, B, C, D, E biết rằng chỉ có 1/3 số nguyên tử iodine trong E là tạo kết tủa với Ag^+ .
- Viết các phương trình phản ứng.
- Viết công thức cấu tạo của A và D. Nguyên tử trung tâm, có các liên kết cùng độ dài với chlorine là ở trạng thái lai hóa nào?
- Thử đề nghị cấu tạo của E ở trạng thái rắn và giải thích vì sao chỉ có 4 chứ không phải tám nguyên tử iodine tham gia phản ứng trao đổi?

Hướng dẫn:

- $$2\text{MO}_x\text{Cl}_{n-2x} \rightarrow \text{M}_2\text{O}_n$$

$$68,4/(A + 35,5n - 55x) = 4,64/(2A - 16n) \Rightarrow A = 50n - 116x$$

$$\text{M}_2\text{O}_n \rightarrow 2\text{MCl}_2$$

$$4,64.2/(2A + 16n) = 7,94/(A + 35,5n) \Rightarrow A = 30,67n$$

$$50n - 116x = 30,67n \Rightarrow n = 6x \text{ và } A = 184\text{g/mol}$$

Vậy A là WOCl_4 ; B là $\text{WO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$; C: WO_3 ; D là WCl_6 ; E là $[\text{W}_6\text{I}_8]\text{I}_4$
- $$\text{WOCl}_4 + 3\text{H}_2\text{O} = \text{WO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} \downarrow + 4\text{HCl}$$

$$\text{WO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} = \text{WO}_3 + \text{H}_2\text{O} \uparrow$$

$$2\text{WO}_3 + 3\text{CCl}_4 = 2\text{WCl}_6 + 3\text{CO}_2$$

$$6\text{WCl}_6 + 36\text{HI} = [\text{W}_6\text{I}_8]\text{I}_4 + 36\text{HCl} + 12\text{I}_2$$

$$[\text{W}_6\text{I}_8]\text{I}_4 + 4\text{AgX} = 4\text{AgI} + [\text{W}_6\text{I}_8]\text{X}_4$$
- Ion trung tâm W ở các trạng thái lai hóa sau:
 $\text{dsp}^3 (\text{WOCl}_4)$; $\text{d}^2\text{sp}^3 (\text{WCl}_6)$

Câu 18 (Đề chọn HSG QG 2011)

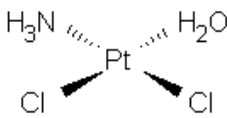
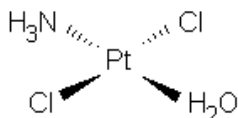
Kết quả phân tích một phức chất A của Platin (II) cho biết có: 64,78 % khối lượng là Pt, 23,59 % là Cl, 5,65 % là NH_3 và 5,98 % còn lại là H_2O

- Tìm công thức phân tử của phức chất biết rằng A là phức chất 1 nhân và Pt có số phối trí là 4. Viết công thức cấu tạo 2 đồng phân cis và trans của nó
- Entanpi tự do chuẩn tạo thành ở 25°C của các đồng phân cis, trans lần lượt là: -396 và -402 $\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$.

Tính hằng số cân bằng K của phản ứng sau: $\text{cis}_{(A)} \rightleftharpoons \text{trans}_{(A)}$

- Tính nồng độ mol/lit mỗi đồng phân trong dung dịch, biết rằng lúc đầu chỉ có đồng phân cis nồng độ 0,01M. Cho Pt = 195 ; Cl = 35,5 ; N = 14 ; O = 16 ; H = 1

Hướng dẫn:

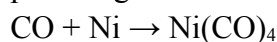
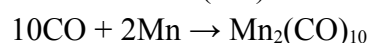
1	<p>Đặt CTPT của A là: $\text{Pt}_x\text{Cl}_y(\text{NH}_3)_z(\text{H}_2\text{O})_t$. Vì phức chất A là phức 1 nhân nên phân tử khối của A:</p> $M_A = \frac{M_{\text{Pt}} \times 100\%}{\% \text{Pt}} = \frac{195 \times 100}{64,78} = 301(\text{g/mol})$ <p>Từ % của các thành phần có trong A $\Rightarrow x = 1, y = 2, z = 1, t = 1 \Rightarrow$ CTPT là: $\text{PtCl}_2(\text{NH}_3)(\text{H}_2\text{O})$</p> <p>CTCT 2 đồng phân cis, trans:</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p>Cis</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Trans</p> </div> </div>
2	<p>Xét phản ứng chuyển hóa:</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> <p>Cis</p> <p>10⁻² - x</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>Trans</p> <p>x</p> </div> </div> <p>Cân bằng:</p> $\Delta G_{298\text{K}}^\circ = -402 + 396 = -6\text{kJ} = -6000\text{J}; \quad K = e^{\frac{6000}{8,314 \times 298}} = 11,27$
3	<p>Xét phản ứng chuyển hóa:</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> <p>Cis</p> <p>10⁻² - x</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>Trans</p> <p>x</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>K = 11,27</p> </div> </div> <p>Cân bằng:</p> $K = \frac{[\text{trans}]}{[\text{cis}]} = \frac{x}{10^{-2} - x} = 11,27 \Rightarrow x = [\text{trans}] = 9,2 \times 10^{-3} \Rightarrow [\text{cis}] = 8 \times 10^{-4}$

Câu 19 (Olympic 30/4 trường chuyên Lê Khiết Quảng Ngãi):

CO có khả năng tạo phức mạnh với kim loại chuyển tiếp. Viết phương trình phản ứng của CO lần lượt với ^{28}Ni , ^{25}Mn và giải thích sự hình thành liên kết trong các phân tử phức tạo thành bằng thuyết lai hóa và cho biết từ tính của các phức.

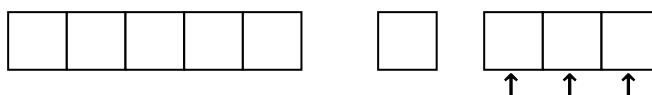
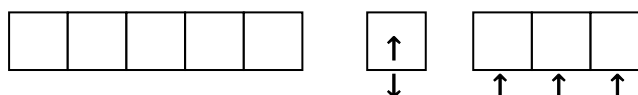
Hướng dẫn:

*Phương trình phản ứng:



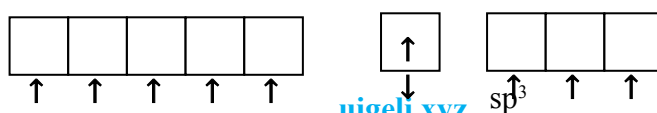
Vì Co là khối tử trường mạnh nên trong các phức chất sẽ gây sự dồn ghép các electron của nguyên tử hoặc ion trung tâm.

* Sự hình thành liên kết trong phân tử $\text{Ni}(\text{CO})_4$



Ở trạng thái kích thích, nguyên tử Ni dùng 1 orbital 4s trống tổ hợp với 3 orbital 4p tạo thành 4 orbital lai hóa sp³ trống hướng ra 4 đỉnh của hình tứ diện đều tâm là nguyên tử Ni.

CO dùng cặp electron tự do chưa liên kết trên nguyên tử carbon tạo liên kết phối trí với các orbital lai hóa trống của niken tạo ra phân tử phức trung hòa $\text{Ni}(\text{CO})_4$



Phân tử $\text{Ni}(\text{CO})_4$ có tính nghịch từ vì không còn electron độc thân.

* Sự hình thành liên kết trong phân tử $\text{Mn}_2(\text{CO})_{10}$

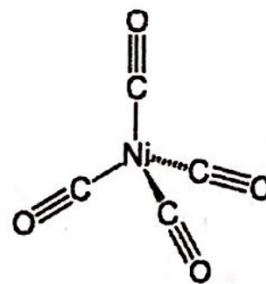
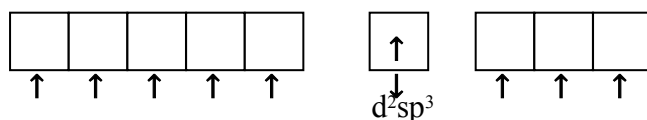
Mn ($Z = 25$) $[\text{Ar}] 3d^5 4s^2$

Mn^* $[\text{Ar}] 3d^7 4s^0$

Ở trạng thái kích thích, mỗi nguyên tử Mn dùng 2 AO 3d, 1 AO 4s và 3AO 4s trống tổ hợp với nhau tạo thành 6 AO lai hóa d^2sp^3 .

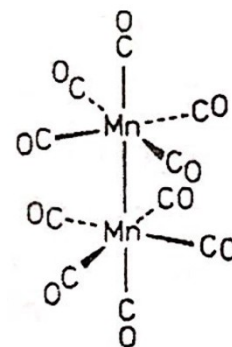
10 phân tử CO dùng cặp e tự do trên nguyên tử C tạo liên kết phối trí với 10 AO lai hóa trong d của 3 nguyên tử Mn.

2 nguyên tử Mn dùng AO lai hóa có 1 e độc thân tạo thành liên kết Mn-Mn, tạo ra phân tử phức trung hòa $\text{Mn}_2(\text{CO})_{10}$



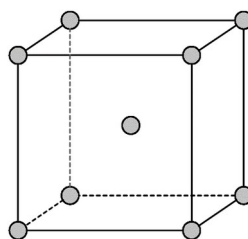
Phân tử $\text{Mn}_2(\text{CO})_{10}$ có dạng 2 hình bát diện nối nhau qua 1 cạnh chung Mn-Mn, mỗi nguyên tử Mn nằm ở tâm của bát diện, 10 phân tử CO nằm xung quanh ở các đỉnh còn lại.

Phân tử $\text{Mn}_2(\text{CO})_{10}$ có tính nghịch từ do không còn e độc thân.



Câu 20 (CANADIAN CHEMISTRY OLYMPIAD-Final Selection Examination 2020):

Manganese là một kim loại có bề ngoài màu bạc, tồn tại ở dạng cấu trúc tinh thể lập phương tập trung vào vật thể, như hình dưới đây.



a) Enthalpy của quá trình nguyên tử hóa Mn được định nghĩa là năng lượng mol cần thiết cho quá trình:



xét số lượng lân cận gần nhất của mỗi nguyên tử Mn, hãy tính năng lượng phân ly của một liên kết Mn-Mn

b) Cho chiều dài của ô đơn vị $a = 0,8914 \text{ nm}$, tính năng lượng bề mặt của tinh thể Mn cho mặt phẳng (110). Lưu ý rằng các nguyên tử giao nhau trên mặt phẳng không bao giờ bị phân chia; đúng hơn là các liên kết ở một phía của mặt phẳng kết nối với các nguyên tử đó bị phá vỡ. Các liên kết song song với mặt phẳng không bị phá vỡ. Sử dụng giá trị năng lượng liên kết bạn tìm thấy trong câu hỏi a) để tính toán

Hướng dẫn:

a) Entanpi của quá trình nguyên tử hóa Mn được định nghĩa là năng lượng cần thiết để phá vỡ mọi liên kết trong 1 mol nguyên tử rắn để tạo thành trạng thái khí đơn nguyên tử. Vậy năng lượng cần thiết để phá vỡ tất

cả các liên kết với một nguyên tử là $\frac{279.37 \times 1000}{6.02214 \times 10^{23}}$ Vì có 8 lân cận kề nhau trong cấu trúc lập phương tâm khối nên năng lượng của một liên kết bằng

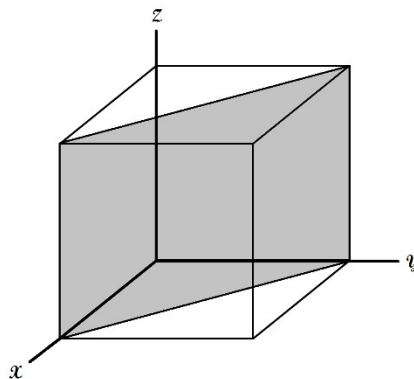
$$\left(\frac{279.37 \times 1000}{6.02214 \times 10^{23}} \right) \left(\frac{1}{8} \right) (2) = 1.1598 \times 10^{-19} \text{ J}$$

Sử dụng năng lượng phân ly liên kết tính ở câu a) để trả lời câu hỏi b).

(Sử dụng giá trị $1.5000 \times 10^{-19} \text{ J}$ nếu bạn không thể tính được năng lượng phân ly liên kết trong phần a))

Năng lượng bề mặt của tinh thể được định nghĩa là năng lượng cần thiết để phân tách tinh thể nhằm tạo ra một diện tích bề mặt nhất định, đơn vị tính trong J nm^{-2} .

Mặt phẳng (110) cắt tinh thể theo đường chéo được coi là:



b) Điều quan trọng cần nhận ra là chỉ có liên kết giữa nguyên tử trung tâm và $\frac{1}{8}$ các nguyên tử trên các đỉnh của một mặt phẳng (phía trước hoặc phía sau, tùy theo hình ảnh) được cắt. Các liên kết nối nguyên tử trung tâm với $\frac{1}{8}$ Các nguyên tử chỉ trên các đỉnh giao nhau với mặt phẳng (trái và phải, theo hình ảnh) hoàn toàn không được chạm vào, bởi vì các liên kết này chồng lên mặt phẳng. Biết được điều này, chúng ta có thể thấy rằng có 2 liên kết bị phá vỡ đối với mỗi nguyên tử trung tâm. Mặt phẳng (110) có bề mặt bằng $(0.8914 \times 2)(\sqrt{2}) \text{ nm}^2$ sao cho năng lượng bề mặt của mặt phẳng (110) là $\frac{2 \times 1.1598 \times 10^{-19}}{2 \times (0.8914^2) \times \sqrt{2}} = 1.032 \times 10^{-19} \text{ J nm}^{-2}$.

Đồng thời chấp nhận $1.335 \times 10^{-19} \text{ J nm}^{-2}$ nếu học sinh sử dụng $1.5000 \times 10^{-19} \text{ J}$ làm giá trị phân ly liên kết.

Câu 21 (CANADIAN CHEMISTRY OLYMPIAD-Final Selection Examination 2020):

Trong dung dịch nước, kim loại không tồn tại dưới dạng ion tự do mà ở dạng phức. Mn(III) có thể tồn tại dưới dạng Mn(urea)_6^{3+} phức tạp, có hình học bát diện. Ba khoáng chất khác nhau có cùng phần trăm mol chì. Một trong những khoáng chất này được mô tả lần đầu tiên bởi nhà hóa học người Đức Martin Klaproth vào năm 1784 và được đặt tên là pyromorphite bởi nhà khoáng vật học người Đức Johann Hausmann vào năm 1813. Pyromorphite là 2,614% clo và 6,851% photpho theo khối lượng. Nó thường xảy ra một cách tự nhiên với khoáng chất thứ hai gọi là mimetite. Tên này bắt nguồn từ từ mimethes trong tiếng Hy Lạp (μιμητής), nghĩa là “kẻ bắt chước”. Phần trăm khối lượng của clo trong mimetite là 2,382%. Khoáng chất thứ ba ban đầu được phát hiện vào năm 1801 tại Mexico bởi nhà khoáng vật học người Tây Ban Nha Andrés Manuel del Río. Ông gọi khoáng chất này là “Leadnâu” và chỉ ra rằng nó chứa một nguyên tố mới mà ông đặt tên là erythronium. Ngày nay, khoáng sản này là nguồn chính của “erythroni”. Phần trăm khối lượng của clo trong Leadnâu là 2,503%.

- 1) Suy ra công thức hóa học của ba khoáng chất đó.
- 2) Viết phương trình cân bằng các phản ứng của pyromorphite với lượng dư acid clohidric loãng và đậm đặc.
- 3) Khối lượng lý thuyết của “erythroni” có thể thu được từ 10 mét là bao nhiêu tấn quặng chứa “Leadnâu”, biết rằng quặng có 12,0% chất cần cỗi?

Giả sử rằng quá trình này bao gồm bốn bước, mỗi bước có hiệu suất thực tế là 89%.

Hướng dẫn:

This gives $\text{Pb}_x(\text{PO}_4)_3\text{Cl}$. Assuming that lead in pyromorphite is bivalent we obtain $x = 5$.

Thus, the composition of pyromorphite is $\text{Pb}_5(\text{PO}_4)_3\text{Cl}$. Let us assume that the two other minerals have the composition $\text{Pb}_5\text{X}_3\text{Cl}$, where X is a trivalent atom or a group of atoms.

The molar mass of mimetite ($\text{Pb}_5\text{X}_3\text{Cl}$) is $\frac{35.45}{0.02382} = 1488.2 \text{ g/mol}$.

$M(\text{Pb}) = 207.2 \text{ g/mol}$.

Thus, the molar mass of the group X is $\frac{1488.2 - 5 \times 207.2 - 35.45}{3} = 138.91 \text{ g/mol}$.

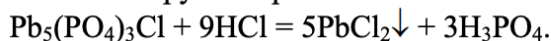
The group X is AsO_4 . The formula of mimetite is $\text{Pb}_5(\text{AsO}_4)_3\text{Cl}$.

The molar mass of the third mineral, $\text{Pb}_5\text{Y}_3\text{Cl}$, is $\frac{35.45}{0.02503} = 1416.3 \text{ g/mol}$.

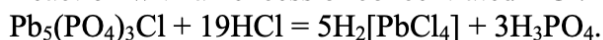
The molar mass of the group Y is $\frac{1416.3 - 5 \times 207.2 - 35.45}{3} = 114.95 \text{ g/mol}$.

The group Y is VO_4 ; "brown lead" is $\text{Pb}_5(\text{VO}_4)_3\text{Cl}$.

2) Reaction of pyromorphite with an excess of dilute hydrochloric acid:



Reaction with an excess of concentrated HCl:



3) $\text{Pb}_5(\text{VO}_4)_3\text{Cl} \rightarrow 3\text{V}$.

$M(\text{V}) = 50.94 \text{ g/mol}$.

$M(\text{Pb}_5(\text{VO}_4)_3\text{Cl}) = 1416.3 \text{ g/mol}$.

The ore contains $10(0.88) = 8.8 \text{ tons}$ or $\frac{8.8 \times 10^6}{1416.3} = 6.21 \times 10^3 \text{ mol}$ of $\text{Pb}_5(\text{VO}_4)_3\text{Cl}$.

The ideal yield is $6.21 \times 10^3 \times 3 = 1.86 \times 10^4 \text{ mol}$ of vanadium metal.

The overall practical yield is $1.86 \times 10^4 (0.86)^4 = 1.167 \times 10^4 \text{ mol}$ or

$1.167 \times 10^4 \times 50.94 = 5.94 \times 10^5 \text{ g} = 594 \text{ kg}$ of vanadium metal.

Câu 22 Chuẩn bị ICHO 2019:

Copper sulfate (CuSO_4) trong dung dịch nước có màu xanh lam. Viết công thức của phức chất tạo nên màu sắc của dung dịch và bước sóng gần đúng λ_1 tại đó phức hợp này hấp thụ.

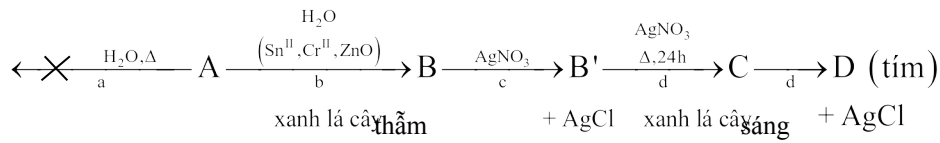
Chúng tôi xem xét phản ứng giữa phức hợp đồng hexaaqua và amoniac trong nước. Hằng số cân bằng của nó là K° . Giả sử rằng n phối tử ammonia thay thế nước trong phạm vi phối trí của ion kim loại. Khi đó

phương trình phản ứng tương ứng là: $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+} + n\text{NH}_3 = [\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_{6-n}(\text{NH}_3)_n]^{2+} + n\text{H}_2\text{O}$ K°

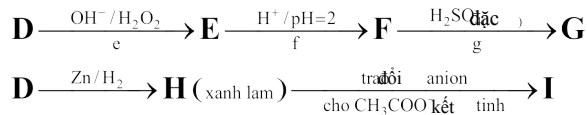
Một số dung dịch được điều chế bằng cách trộn dung dịch Copper sulfate ($C^0 = 0,044 \text{ mol dm}^{-3}$), dung dịch ammonia ($C^0 = 0,044 \text{ mol dm}^{-3}$) và 2,0 g ammonium nitrate NH_4NO_3 . Các độ hấp thụ của từng dung dịch được đo ở λ_1 . Dung dịch trắng chứa NH_4NO_3 trong nước.

Câu 23 Chuẩn bị ICHO 2019:

A là muối Chloride khan của một kim loại có công thức là MCl_n (màu hoa đào) không hòa tan trong nước tinh khiết (a) ngay cả khi để trong nhiều ngày hoặc cho thêm HCl. Khi cho thêm một lượng nhỏ ion thiếc Sn(II), hoặc chất tương tự Cr(II),... sẽ có sự hòa tan tạo thành B (b) – một dạng hydrat của A. Dung dịch B này (được pha chế từ 1,000 gam chất A) cho tác dụng với dung dịch AgNO_3 dư sẽ cho ra 0,905 gam kết tủa AgCl (c). Lọc tách AgCl ra, còn lại dung dịch lọc B' (trong đó còn chứa AgNO_3) đem đun qua đèn (d). Màu dung dịch chuyển qua màu xanh lá cây sáng (C), sau đó chuyển qua màu tím (D). Người ta lại lọc để lấy tiếp AgCl. Quá trình đó được biểu diễn theo sơ đồ sau:



- Hãy cho biết phản ứng (a) là phản ứng nhiệt động học không tự phát hay phản ứng bị cản trở do nguyên nhân động học, giải thích? Vì sao phản ứng (a) không xảy ra. Một cách tổng quát, giải thích tại sao các phản ứng của M ở trạng thái oxi hóa lại diễn ra chậm. Vì sao khi có mặt một lượng nhỏ Sn(II) trong dung dịch phản ứng (a) lại xảy ra?
- Dựa vào kết quả thu được, hãy biện luận tìm MCl_n
- Viết các dạng đồng phân phối tử của B và cho biết các ion phức nào tồn tại trong dung dịch B, C, D. Xét tiếp các quá trình sau:

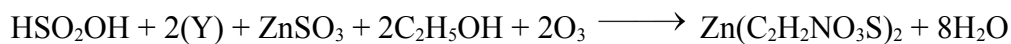


Kết quả phân tích nguyên tố của I: $\text{M}^{2+} (\text{OAc})_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$

- Cho biết các sản phẩm của phản ứng e, f, g và cấu trúc của G
- H có thể có những cấu hình electron như thế nào?
- Acetate I kết tủa có tính nghịch từ. Hãy giải thích hiện tượng nghịch từ của I

Phần IV: BÀI TẬP CÓ THÔNG TIN ỨNG DỤNG THỰC TẾ : Ít nhất 05 câu

Câu 1: Phức của kẽm với axit aminoetan sunfonic, $\text{Zn}(\text{C}_2\text{H}_2\text{NO}_3\text{S})_2$, được biết đến như một tác nhân chống lại bệnh viêm gan. Phương pháp sản xuất chất này từ axit sunfonic rất phức tạp và qua nhiều giai đoạn. Phương pháp này có thể tóm tắt bằng phương trình sau:



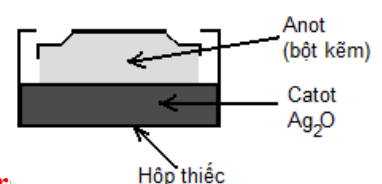
Hãy xác định Y.

- A. Ammonia NH_3 B. Dung dịch ammonia, NH_4OH
C. Ammonium nitrate, NH_4NO_3 D. Nitric acid, HNO_3

Giải thích: Để tổng hợp phức chất $\text{Zn}(\text{C}_2\text{H}_2\text{NO}_3\text{S})_2$ từ axit sunfonic HSO_2OH , cần có sự hiện diện của ammoni để tạo ra nhóm amine ($-\text{NH}_2$)

Câu 2: Nước Úc có tỷ lệ ung thư da cao nhất trên thế giới. Kẽm oxit và titan oxit là những chất màu trắng, được dùng trong kem chống nắng để chống lại tia UV. Hiện nay, các loại kem này chứa TiO_2 hay ZnO ở dạng hạt nano. Tính chất nào sau đây của kem chống nắng có thể gây ra những vấn đề về y học?

- A. Chúng có thể hấp thụ cả tia UVA lẫn UVB trong ánh sáng mặt trời.
B. Chúng không màu và gần như trong suốt.
C. Chúng không làm ố vải.
D. Chúng có thể thẩm thấu qua da.

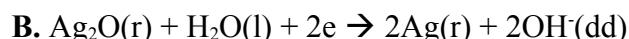
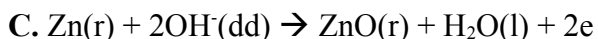
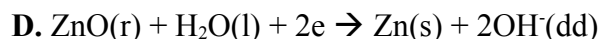


Câu 3: Pin bạc oxit được sử dụng trong những thiết bị có kích thước nhỏ như máy ảnh hoặc máy tính bỏ túi. Loại pin này có một điện cực có tính kiềm chứa bột kẽm còn bạc oxit được bọc trong một hộp làm bằng thiếc hay niken như hình vẽ.

Phản ứng xảy ra trong pin là:

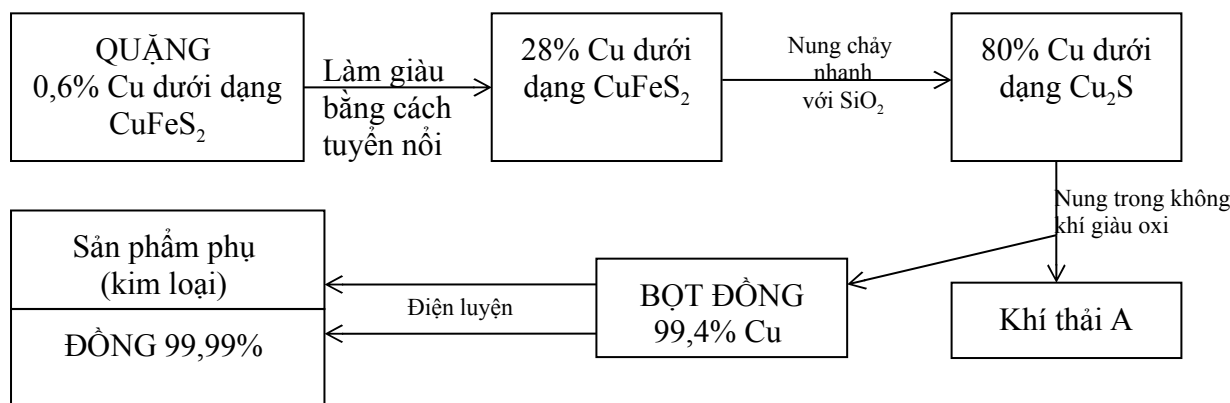


Bán phản ứng xảy ra tại cực dương của pin là:



Câu 4: Đoạn thông tin sau trả lời ý các câu hỏi (1), (2), (3) và (4)

Nhu cầu về kim loại đồng chỉ đứng thứ hai sau iron. Hàng năm, khoảng 14,5 triệu tấn đồng được sản xuất trên khắp thế giới. Khoáng chất cancopyrit (pyrit đồng), CuFeS_2 , hiện diện một lượng nhỏ trong quặng đồng và phải được làm giàu trước khi đem nấu chảy và tinh luyện. Các kim loại cũng hiện diện trong quặng với hàm lượng thấp hơn. Quá trình sản xuất đồng có thể được tóm tắt như minh họa sau



Trong suốt quá trình làm giàu quặng, nước được dẫn liên tục vào quặng đã được nghiền nhỏ. Thêm vào hỗn hợp này một chất hấp thu. Chất này bao gồm phần đuôi là một gốc hydrocarbons không phân cực và phần đầu mang điện tích. Thêm tiếp vào đó một chất tẩy rửa và sức không khí vào hỗn hợp để tạo bột. Các tinh thể khoáng chất bám lên trên bột xà phòng, nổi lên trên và được thu lấy.

(1) Tương tác nào sau đây giữa các tiểu phân là đúng?

	Sự tương tác Tinh thể - phân tử hấp thu	Sự tương tác Phân tử hấp thu – bột xà phòng
A.	Ion – ion	Lưỡng cực – lưỡng cực
B.	Ion – lưỡng cực	Ion – lưỡng cực
C.	Ion – ion	Lực phân tán
D.	Ion – lưỡng cực	Lưỡng cực - Lực phân tán

(2) Khối lượng của Cu_2S thu được khi làm giàu 1000kg quặng đồng?

A. 5200g

B. 6000g

C. 6900g

D. 7500g

(3) Từ khí thải A điều chế được chất rất thông dụng nào?

A. Sulfuric acid

B. Sulfur dioxide

C. Sulfur

D. Oxygen

(4) Kim loại nào sau đây có thể là sản phẩm phụ của quá trình điện phân?

A. Iron.

B. Sodium

C. Gold

D. Sulfur

Câu 5: Các hợp kim thường được sử dụng tùy vào mục đích sử dụng. Vàng (gold) nguyên chất không phù hợp để làm nữ trang do nó quá mềm, vì vậy bạc (silver) và đồng (copper) đã được thêm vào. Vàng 18 cara là một hỗn hợp của 75% vàng, 12,5% bạc và 12,5% đồng theo thể tích.

Nếu khối lượng riêng của Au, Ag và Cu lần lượt là $19,3 \text{ g mL}^{-1}$; $10,5 \text{ g mL}^{-1}$ và $8,92 \text{ g mL}^{-1}$, hãy xác định khối lượng riêng của vàng 18 cara?

A. $18,5 \text{ g mL}^{-1}$

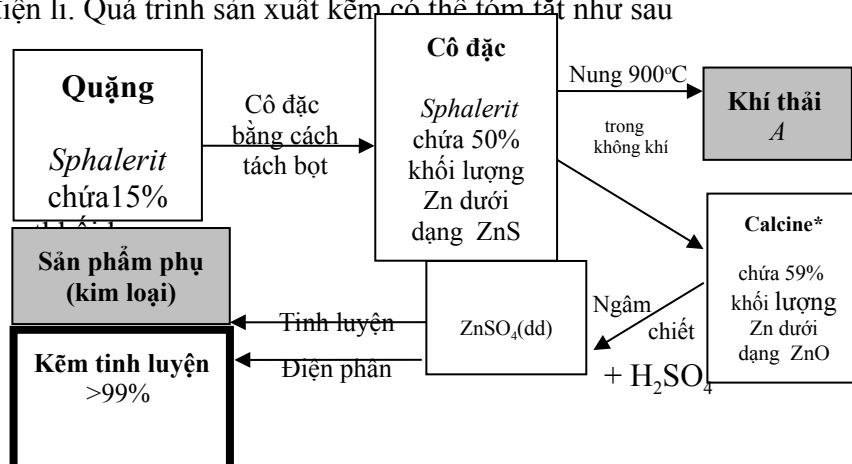
B. $16,9 \text{ g mL}^{-1}$

C. $14,3 \text{ g mL}^{-1}$

D. $12,9 \text{ g mL}^{-1}$

Câu 6: Thông tin cho câu hỏi 1, 2, 3 và 4

Sản lượng kẽm (Zinc) hằng năm trên thế giới đạt 10 triệu tấn trong đó châu Úc chiếm 20%. Sphalerit (ZnS), một loại quặng trầm tích có chất lượng tốt chứa 15% kẽm, 4,0% sắt (iron) và một lượng nhỏ đồng (copper) – Chì (lead) và Silicon dioxide SiO₂. Quặng được cô đặc trước khi nung trong không khí và sử dụng phương pháp điện luyện bằng cách dùng Chì (Lead) làm anot, nhôm (aluminum) làm catot với H₂SO₄ là chất điện li. Quá trình sản xuất kẽm có thể tóm tắt như sau



(1) Bỏ qua kẽm bị mất đi trong quá trình, tính khối lượng ZnO (kg) thu được từ 1000 kg quặng kẽm nói trên

A. 1240

B. 803

C. 187

D. 120

(2) Sản phẩm phụ nào sau đây rất có ích được tạo ra từ **Khí thải A**?

A. Sulfuric acid

B. Sulfur dioxide

C. Sulfur

D. Oxygen

(3) Phương trình nào mô tả đúng quá trình ngâm chiết và quá trình điện phân?

	Ngâm chiết	Điện phân
A.	$\text{ZnO} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{ZnSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$	$2\text{ZnSO}_4 + 2\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 2\text{Zn} + 4\text{SO}_3 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
B.	$\text{ZnO} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{ZnS} + \text{H}_2\text{O} + 2\text{O}_2$	$\text{ZnS} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Zn} + 2\text{SO}_2 + \text{H}_2$
C.	$2\text{ZnO} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Zn}(\text{OH})_2 + \text{ZnSO}_4$	$2\text{ZnSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{Zn} + 2\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{O}_2$
D.	$\text{ZnO} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{ZnSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$	$2\text{ZnSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{Zn} + 2\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{O}_2$

(4) Trong quá trình tinh luyện bằng phương pháp điện phân, ngoài iron ra thì sản phẩm phụ nào sau đây là thích hợp

A. Sulfur

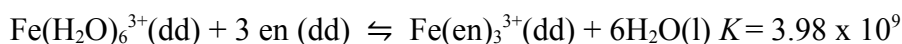
B. Lead

C. Silicon

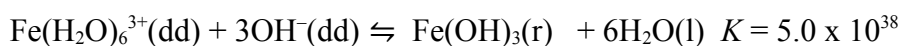
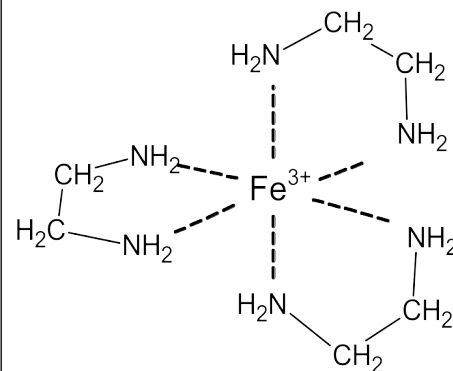
D. Copper

Câu 7: Thông tin cho câu hỏi 1, 2, 3:

Sắt (Iron) là một nguyên tố dinh dưỡng cần thiết cho cuộc sống. Tuy nhiên quá nhiều iron trong khẩu phần ăn kiêng được cho là sẽ tạo ra các gốc tự do dẫn đến các bệnh suy thoái như Alzheimer. Các “Chelate” (phối tử “càng cua”) ở hình trên được tìm thấy trong trái cây có màu sáng như trái sê-ri, là những chất hóa học tạo phức với các ion kim loại làm giảm khả năng tham gia các phản ứng hóa học của chúng. Etilendiamin, được biểu diễn là “en”, là một phối tử càng cua và sơ đồ trên minh họa cấu trúc phức chất Fe-en. Fe^{3+} và en phản ứng như sau:



Fe^{3+} cũng phản ứng với OH^- như sau:



(1) Liên kết giữa Fe^{3+} và etilen diamin là liên kết

A. ion.

B. ion - lưỡng cực.

C. hydrogen

D. lưỡng cực – lưỡng cực.

(2) Công thức nào có thể dùng để tính toán giá trị K của phương trình (1)?

A.		B.
$[\text{Fe}(\text{en})_3^{3+}(\text{dd})]$		$[\text{Fe}(\text{en})_3^{3+}(\text{dd})] \times [6\text{H}_2\text{O}]$
$[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6^{3+}(\text{dd})] \times [\text{en}(\text{dd})]^3$		$[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6^{3+}(\text{dd})] \times [3\text{en}(\text{dd})]$
C.		D.
$[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6^{3+}(\text{dd})] \times [\text{en}(\text{dd})]^3$		$[\text{Fe}(\text{en})_3^{3+}(\text{dd})] \times [\text{H}_2\text{O}]^6$
$[\text{Fe}(\text{en})_3^{3+}(\text{dd})]$		$[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6^{3+}(\text{dd})] \times [\text{en}(\text{dd})]^3$

(3) $\text{Fe}(\text{OH})_3(\text{r}) + 3\text{en}(\text{dd}) \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{en})_3^{3+}(\text{dd}) + 3\text{OH}^-(\text{dd})$

Khi hệ cân bằng, có thể dự đoán là

A. thêm en sẽ hòa tan đáng kể $\text{Fe}(\text{OH})_3$.

B. thêm HCl sẽ hòa tan hoàn toàn $\text{Fe}(\text{OH})_3$.

C. sẽ có một lượng vô cùng nhỏ $\text{Fe}(\text{en})_3^{3+}$ hiện diện lúc hệ cân bằng.

D. thêm NaOH sẽ hòa tan đáng kể $\text{Fe}(\text{OH})_3$.

Câu 8: Thông tin cho câu hỏi 1, 2, 3:

Thợ ống nước thận trọng phân loại các ống dẫn làm từ các kim loại khác nhau. Khi các ống đồng và các ống iron nối trực tiếp, xuất hiện sự ăn mòn.

(1) Các ống iron bị ăn mòn điện hóa là do

A. Các electron di chuyển từ các nguyên tử Fe đến các nguyên tử Cu do Cu là kim loại hoạt động hơn Fe

B. Sự dịch chuyển các electron từ các nguyên tử Fe đến các phân tử O_2 trong nước do O_2 là tác nhân oxi hóa mạnh hơn nguyên tử kim loại.

C. Các ion hydroxide phản ứng với iron bị oxi hóa tạo thành kết tủa $\text{Fe}(\text{OH})_2$.

D. Các ion có trong nước tạo thành dung dịch điện li tạo thành mạch điện.

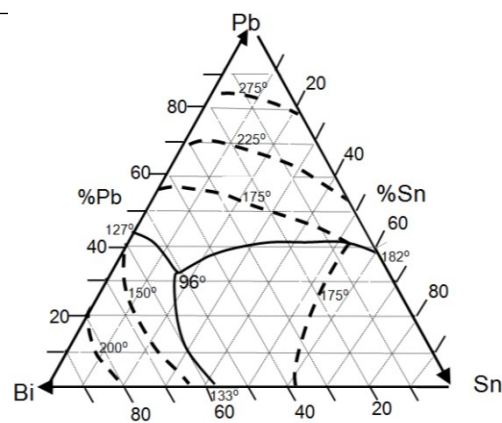
(2) Dự đoán hiệu điện thế của pin và cho biết điện cực Fe đóng vai trò là điện cực gì trong pin này ở điều kiện chuẩn.

	A	B	C	D
Hiệu điện thế của pin	0,75	0,75	0,84	0,84
Vai trò của điện cực	cực âm	cực dương	cực âm	cực dương

Câu 10: Tính chất của các hợp kim có thể được kiểm soát bằng cách thay đổi tỉ lệ của các kim loại. Giảm đồ pha dưới đây minh họa nhiệt độ nóng chảy của hỗn hợp Lead– bismut – thiếc.

Nhiệt độ nóng chảy của các kim loại này lần lượt là 325°C , 268°C và 232°C , trong khi đó tất cả các hỗn hợp của chúng đều có nhiệt độ nóng chảy thấp hơn. Nhiệt độ nóng chảy thấp nhất của một hỗn hợp Lead– bismut – thiếc là 96°C . Trong hỗn hợp này có

- A. 45%Pb B. 84% Bi C. 17% Sn D. 48% Bi



Câu 11: Thực hiện thí nghiệm khảo sát điểm nóng chảy của kim loại chuyển tiếp so với các nguyên tố s.

1. Vật liệu: Kim loại Potassium hoặc Rubidium và kim loại đồng hoặc iron, cặp kẹp, thìa, đầu đốt Bunsen và hộp diêm.

2. Quy trình:

Bước 1: Lấy một thìa đầy một nửa

- Potassium (K) hoặc Na, Rb hoặc Cs
- Tiền iron hoặc miếng đồng rất nhỏ (có thể đặt vừa trên thìa)

Bước 2: Đun nóng cả hai thìa trên ngọn lửa đèn Bunsen

3. Câu hỏi:

- Nêu hiện tượng quan sát qua thí nghiệm.
- Giải thích những điều quan sát được.

HD: Khi đun nóng cả hai thìa trên ngọn lửa đèn Bunsen thấy kim loại nhóm s (IA) dễ dàng nóng chảy thành giọt trắng sáng; với kim loại Iron hoặc copper thì lâu nóng chảy hơn.

Giải thích: a) Hiện tượng quan sát:

- Kim loại kiềm sẽ nóng chảy trước, tạo thành chất lỏng bạc màu.
- Kim loại khối d (đồng) hoặc khối s (iron) sẽ vẫn ở trạng thái rắn.

b) Giải thích:

- Kim loại kiềm như Potassium và Rubidium có nhiệt độ nóng chảy thấp, khoảng $63-39^{\circ}\text{C}$.
- Trong khi đó, kim loại khối d (đồng) và khối s (iron) có nhiệt độ nóng chảy cao hơn nhiều, lần lượt là 1085°C và 1538°C .
- Vì vậy, khi đun nóng cùng một nhiệt độ bằng đèn Bunsen, kim loại kiềm sẽ nóng chảy trước trong khi kim loại khối d và s vẫn ở trạng thái rắn.
- Điều này cho thấy kim loại kiềm có liên kết kim loại yếu hơn so với kim loại khối d và s, dẫn đến nhiệt độ nóng chảy thấp hơn.
- Điều này là do số lượng lớn các electron hóa trị làm tăng lực hút tĩnh điện giữa các electron đó và cation kim loại, do đó làm tăng độ bền của liên kết kim loại và nhiệt độ nóng chảy.

Câu 12: Đọc thông tin và trả lời các câu hỏi dưới:

Thuận từ là tính chất của các chất bị hút trong từ trường. Các chất không bị thu hút (tức là bị đẩy nhẹ) trong từ trường được gọi là chất nghịch từ. Hầu hết các ion kim loại chuyển tiếp thể hiện tính thuận từ do sự có mặt của các electron độc thân trong khối 3d của chúng. Số lượng electron độc thân càng lớn thì tính thuận từ càng mạnh;

Giải thích:

a) Fe^{3+} có tính thuận từ hơn Fe^{2+} vì Fe^{3+} có 5 electron độc thân trong khi Fe^{2+} có 4 electron độc thân.

b) Sc^{3+} và Zn^{2+} không có tính thuận từ, chúng có tính nghịch từ vì không có các electron độc thân.

- Ví dụ khác về chất thuận từ là: Cr, Mn, CuSO_4 , Fe, Co, Ni, Pt.

- Ví dụ về các chất nghịch từ là: Zn, Cu^+ , Au^+ , TiO_2 .

Hãy dự đoán các chất sau đây có tính thuận từ hay không. Giải thích

a. CuSO_4

b. Co

c. Ca

d. Cr

Hướng dẫn:a. CuSO_4 (Copper (II) sulfate): Có tính thuận từ

Trong CuSO_4 , ion đồng Cu^{2+} có cấu hình $3d^9$, tức có 1 electron độc thân trong lớp 3d. Vì vậy, CuSO_4 thể hiện tính thuận từ do sự hiện diện của electron độc thân của Cu^{2+} .

b. Co (Cobalt): Có tính thuận từ

Cobalt chứa các ion $\text{Co}^{2+}/\text{Co}^{3+}$ có các cấu hình $3d^7/3d^6$ tương ứng, đều có electron độc thân trong lớp 3d. Nên cobalt thể hiện tính thuận từ.

c. Ca (Calcium): Không có tính thuận từ

Ion Ca^{2+} không có electron trong lớp 3d. Nó có cấu hình là $[\text{Ar}]4s^2$. Không có electron độc thân nên không thể hiện tính thuận từ mà chỉ có tính nghịch từ.

d. Cr (Chromium): Có tính thuận từ

Các ion $\text{Cr}^{2+}/\text{Cr}^{3+}$ có cấu hình $3d^4/3d^3$ tương ứng, đều có nhiều electron độc thân trong lớp 3d. Nên chromium và các hợp chất của nó đều thể hiện tính thuận từ mạnh.

Câu 13: Nghiên cứu phản ứng trao đổi phối tử với ion đồng (II), Cu^{2+} **Dụng cụ:** Ống nghiệm, ống nhỏ giọt, thìa, giá đỡ ống nghiệm.**Hóa chất:** Copper (II) sulfate, hydrochloric acid đậm đặc, dung dịch ammonia đậm đặc và nước cất.**Cách tiến hành:**

1. Dùng thìa cho một lượng nhỏ Copper (II) sulfate khan vào ống nghiệm.
2. Thêm 10 giọt nước cất vào Copper (II) sulfate khan và lắc
3. Cho vào ống nghiệm ở bước 2, thêm từng giọt dung dịch ammonia đậm đặc đồng thời lắc ống nghiệm cho đến khi không còn thay đổi. Ghi lại tất cả các quan sát.
4. Lặp lại bước 1 và 2
5. Thêm từng giọt hydrochloric acid đậm đặc vào ống nghiệm trong khi lắc cho đến khi không còn thay đổi. Ghi lại tất cả các quan sát.

Trả lời các câu hỏi sau:

1. Điều gì xảy ra khi hòa tan Copper (II) sulfate khan vào nước?
2. Mô tả hiện tượng quan sát được khi thêm từng giọt ammonia đậm đặc vào dung dịch Copper (II) sulfate. Viết phương trình cân bằng cho mỗi quan sát nếu có thể.
3. Mô tả hiện tượng xảy ra khi thêm từng giọt hydrochloric acid đậm đặc vào dung dịch Copper (II) sulfate. Viết (các) phương trình cân bằng cho (các) quan sát được thực hiện.
4. Nêu bất kỳ quan sát nào khác có thể xảy ra đối với thí nghiệm này.

Hướng dẫn:

Giải thích: Sự hình thành các ion màu bởi các nguyên tố chuyển tiếp gắn liền với sự có mặt quỹ đạo 3d không đầy đủ. Tính chất này có nguồn gốc từ sự kích thích của các electron d từ quỹ đạo d có năng lượng thấp hơn đến năng lượng cao hơn. Trên thực tế, khi kim loại trung tâm được bao quanh bởi các phối tử, chúng làm cho các quỹ đạo d bị chia thành các nhóm quỹ đạo có năng lượng cao hơn và thấp hơn. Khi các electron lấp đầy quỹ đạo d, trước hết chúng sẽ lấp đầy các quỹ đạo có năng lượng thấp hơn; Nếu có không gian trống trong quỹ đạo d năng lượng cao hơn, một electron có thể bị kích thích từ quỹ đạo d năng lượng thấp hơn đến quỹ đạo d năng lượng cao hơn bằng cách hấp thụ một phần ánh sáng tương ứng với một màu nhất định, phần ánh sáng màu còn lại là ánh sáng trắng trừ màu được hấp thụ. Khi một vật màu bị ánh sáng trắng chiếu vào, vật đó sẽ hấp thụ một số màu và màu được vật đó truyền hoặc phản xạ là màu chưa bị hấp thụ. Màu quan sát được gọi là **màu bổ sung**.

Khi một cation kim loại có quỹ đạo d đầy đủ, chẳng hạn như Cu^+ hoặc Zn^{2+} hoặc không có electron trong quỹ đạo d, chẳng hạn như Sc^{3+}

Do đó:

1. Điều gì xảy ra khi hòa tan Copper (II) sulfate khan vào nước?

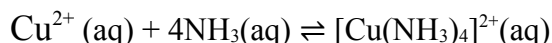
Chất rắn màu trắng tan vào nước tạo thành dung dịch xanh lam: $\text{CuSO}_4(\text{r}) \rightarrow \text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + \text{SO}_4^{2-}$

Màu xanh lam của dung dịch là do ion Cu^{2+} có cấu hình $3d^9$, có một electron độc thân trong lớp 3d. Khi đó, electron có thể chuyển từ quỹ đạo 3d năng lượng thấp lên quỹ đạo 3d năng lượng cao hơn bằng cách hấp thụ

bước sóng ánh sáng tương ứng (màu đỏ-cam). Phần ánh sáng còn lại không bị hấp thụ (màu xanh lam) được lọt ra ngoài, do đó ta nhìn thấy màu xanh lam.

2. Mô tả hiện tượng quan sát được khi thêm từng giọt amonia đậm đặc vào dung dịch Copper (II) sulfate. Viết phương trình cân bằng cho mỗi quan sát nếu có thể.

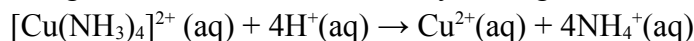
Dung dịch chuyển từ màu xanh sang màu xanh lam đậm hơn do hình thành phức $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$



Màu xanh thẫm đậm của phức $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ cũng do sự chuyển electron từ quỹ đạo 3d thấp lên cao hơn của ion copper (đồng), nhưng có sự phân tách mức năng lượng 3d khác do ảnh hưởng của ligand NH_3 bao quanh.

3. Khi thêm từng giọt acid clohydric đậm đặc vào dung dịch phức $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$:

Dung dịch từ màu xanh thẫm chuyển sang màu xanh lam nhạt hơn ban đầu.



Khi NH_3 bị tách khỏi ion đồng bởi H^+ , phức tạo màu bị phá vỡ, màu xanh lam nhạt hơn là do ion Cu^{2+} không còn tạo phức với NH_3 .

4. Nêu bất kỳ quan sát nào khác có thể xảy ra đối với thí nghiệm này.

Khi thêm rất nhiều axit clohydric dư vào dung dịch đồng (II) sunfat hoặc dung dịch phức đồng-amoniac, sẽ quan sát thấy dung dịch chuyển sang màu xanh lá cây do sự hình thành muối CuCl_2 trong dung dịch: $\text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{Cl}^-(\text{aq}) \rightarrow \text{CuCl}_2(\text{aq})$

Màu xanh lá cây của dung dịch CuCl_2 cũng là do sự chuyển electron giữa các quỹ đạo 3d phân tách của ion Cu^{2+} trong môi trường của ligand Cl^- .

Phần V: BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM (Ít nhất 20 câu) mức vận dụng và vận dụng cao

Câu 1: Đọc đoạn thông tin và trả lời câu hỏi (1), (2):

Nồng độ copper (II) iodide, $\text{Cu}(\text{IO}_3)_2$ có thể được xác định trong dung dịch acid bằng phép đo iodine.

25,00 cm³ dung dịch nước bão hòa $\text{Cu}(\text{IO}_3)_2$ cần 20,00 cm³ sodium thiosulfate 0,1500 M để đạt đến điểm cuối.

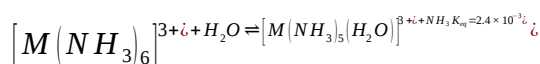
(1) Điều nào sau đây là đúng?

- A. Copper (II) bị oxy hóa trong phản ứng B. Copper (II) không tham gia phản ứng
C. Copper (II) cản trở việc phát hiện điểm cuối D. Copper (II) bị khử trong quá trình phản ứng.

(2) Nồng độ ban đầu của copper (II) trong dung dịch là:

- A. 0,0092M B. 0,0369M C. 0,0185M D. 0,0144 M

Câu 2: Khi hòa tan một lượng rất nhỏ kim loại phức $[\text{M}(\text{NH}_3)_6]^{3+}$ vào một lượng nước tương đối lớn, xảy ra phản ứng thế phối tử sau:



Nếu hòa tan khoảng $2,7 \times 10^{-7}$ mol $[\text{M}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_3$ trong 1,0 dm³ nước thì nồng độ cuối cùng của NH_3 trong dung dịch sẽ là bao nhiêu?

- A. $6,5 \times 10^{-10}$ M B. $1,6 \times 10^{-6}$ M C. $2,7 \times 10^{-7}$ M D. $2,5 \times 10^{-5}$ M

Câu 3: Đun nóng muối A với muối B thu được 247,24 g sản phẩm tinh khiết AB_2O_4 . Phân tích nguyên tố của Spinel cung cấp dữ liệu sau: 65,38 g kim loại A và 117,86 g kim loại B. Dữ liệu nhiễu xạ tia X của AB_2O_4 cung cấp thông số ô đơn vị là 8,085 Å, được xây dựng từ 8 đơn vị lập phương tâm mặt (fcc). Mật độ của AB_2O_4 là bao nhiêu?

- A. 6.215 g/cm³ B. 8.860 g/cm³ C. 1.554 g/cm³ D. 7.140 g/cm³

Câu 4: Tại sao các kim loại chuyển tiếp nhóm B thường được sử dụng làm xúc tác?

- A. Có khả năng tạo phức chất với chất khác B. Dễ dẫn electron
C. Có khả năng oxi hóa và khử cao D. Có khả năng tăng tốc phản ứng hóa học

Câu 5: Kim loại nào sau đây thường được sử dụng trong pin nhiên liệu?

- A. Bạc (Ag). B. Đồng (Cu) C. Platin (Pt) D. Kẽm (Zn)

giải thích: Lý do chính để sử dụng platin là vì nó có hoạt tính xúc tác cao đối với phản ứng oxy hóa nhiên liệu như hydro, khí tự nhiên, metanol,... và phản ứng khử oxy tại catot. Tính chất này của platin làm tăng hiệu suất và tốc độ phản ứng ở pin nhiên liệu.

Các lựa chọn khác:

- A. Bạc (Ag) không được sử dụng nhiều trong pin nhiên liệu do chi phí cao và tính xúc tác kém hơn platin.
B. Đồng (Cu) tương tự như bạc, đồng không thích hợp làm xúc tác cho pin nhiên liệu.
D. Kẽm (Zn) thường được sử dụng trong pin khác như pin kiềm hoặc pin axit-chì, nhưng không phù hợp với pin nhiên liệu.

Câu 6: Tại sao các kim loại chuyển tiếp nhóm B thường có nhiều hóa trị khác nhau?

- A. Do khả năng tạo phức chất với các chất khác nhau.
B. Do cấu trúc electron trong vùng d không đầy đủ.
C. Do khả năng oxi hóa và khử cao.
D. Do sự tương tác với các nguyên tố khác trong hệ thống tuần hoàn.

Câu 7: Kim loại chuyển tiếp nhóm B nào sau đây được sử dụng trong công nghệ sản xuất mạ điện?

- A. Lead(Pb) B. Canxi (Ca) C. Bạc (Ag) D. Đồng (Cu)

Câu 8: Tại sao các kim loại chuyển tiếp nhóm B thường có khối lượng riêng lớn và melting point (điểm nóng chảy) cao hơn so với kim loại không chuyển tiếp?

- A. Do cấu trúc tinh thể phức tạp của chúng.
B. Do khả năng tạo phức chất với các chất khác.
C. Do khả năng oxi hóa và khử cao.
D. Do sự tương tác với các nguyên tố khác trong hệ thống tuần hoàn.

Câu 9: Kim loại chuyển tiếp nhóm B nào sau đây thường được sử dụng trong quá trình hydrogenation (sự bổ sung hydrogen) của hydrocarbon?

- A. Coban (Co) B. Rhuteni (Ru) C. Palladi (Pd) D. Iridi (Ir)

Câu 10: Kim loại chuyển tiếp nhóm B nào sau đây có ứng dụng trong lĩnh vực y tế, chẳng hạn như trong việc sản xuất các thiết bị y tế và dụng cụ phẫu thuật?

- A. Chromium (Cr) B. Copper (Cu) C. Tungsten (W) D. Titan (Ti)

Câu 11: Hợp kim nào sau đây chứa kim loại chuyển tiếp nhóm B và được sử dụng trong việc sản xuất nam châm mạnh?

- A. Hợp kim neodymium-boron (NdFeB) B. Hợp kim nhôm-mercury (AlHg)
C. Hợp kim niken-zinc (NiZn) D. Hợp kim đồng- nhôm (CuAl)

Câu 12: Tại sao các kim loại chuyển tiếp nhóm B thường có tính chất từ tính?

- A. Do cấu trúc tinh thể phức tạp của chúng. B. Do khả năng tạo phức chất với các chất khác.
C. Do khả năng oxi hóa và khử cao. D. Do cấu trúc electron trong vùng d không đầy đủ.

Câu 13: Kim loại chuyển tiếp nhóm B nào có cấu trúc tinh thể hexagonal gần như hoàn hảo và được coi là kim loại có cấu trúc tinh thể hoàn hảo nhất trong tự nhiên?

- A. Rhuteni (Ru). B. Iridi (Ir) C. Osmi (Os) D. Platin (Pt)

Câu 14: Kim loại chuyển tiếp nhóm B nào sau đây có giá trị điện tích hóa trị cao nhất trong hệ thống tuần hoàn?

- A. Zinc (Zn) B. Mercury (Hg) C. Gold (Au) D. Platin (Pt)

Câu 15: Trong các kim loại chuyển tiếp nhóm B, kim loại nào có độ cứng cao nhất và được sử dụng trong sản xuất các vật liệu chịu nhiệt cao?

- A. Cobalt (Co) B. Nicken (Ni) C. Wolfram (W) D. Manganese (Mn)

Câu 16: Kim loại chuyển tiếp nhóm B nào sau đây có tính chất từ tính cực mạnh và được sử dụng trong sản xuất nam châm cực mạnh?

- A. Cobalt (Co) B. Iron (Fe) C. Nicken (Ni) D. Copper (Cu)

Câu 17: Kim loại chuyển tiếp nhóm B nào sau đây có ứng dụng trong công nghệ pin Lithium-ion, được sử dụng rộng rãi trong các thiết bị di động, xe điện và lưu trữ năng lượng?

- A. Cobalt (Co) B. Iron (Fe) C. Nicken (Ni) D. Copper (Cu)

giải thích: Trong công nghệ pin Lithium-ion, niken (nickel) được sử dụng trong các điện cực để cung cấp điện tích và thu hồi điện tích trong quá trình sạc và xả của pin. Niken đóng vai trò quan trọng trong việc cải thiện hiệu suất và tuổi thọ của pin Lithium-ion.

Câu 18: Trong công nghệ năng lượng mặt trời, kim loại chuyển tiếp nhóm B nào sau đây được sử dụng làm chất xúc tác trong quá trình chuyển đổi năng lượng ánh sáng thành điện năng?

- A. Platinum (Pt) B. Ruthen (Ru) C. Iridi (Ir) D. Palladi (Pd)

giải thích: Trong công nghệ năng lượng mặt trời, kim loại Ruthenium (Ru) được sử dụng làm chất xúc tác trong các thiết bị chuyển đổi năng lượng ánh sáng thành điện năng, chẳng hạn như trong các tấm quang điện. Ru giúp tăng cường khả năng hấp thụ ánh sáng và tăng hiệu suất chuyển đổi năng lượng trong quá trình này.

Câu 19: Đồng (Copper) được sử dụng trong việc sản xuất hợp kim nào sau đây, thường được sử dụng trong các ứng dụng hàng không vũ trụ và y tế?

- A. Copper-nicken (Cu-Ni) B. Copper-berili (Cu-Be)
C. Copper -Siliconon (Cu-Si) D. Copper - phosphorous (Cu-P)

Câu 20 (Olympic Australia 2011): Giải Nobel Hóa học năm 2010 được trao cho ba nhà hóa học Richard F. Heck, Ei-ichi Negishi và Akira Suzuki với công trình nghiên cứu về việc sử dụng paladium làm chất xúc tác để tạo nên các hợp chất hữu cơ. Kết quả của nghiên cứu này giúp các nhà hóa học tổng hợp nhanh chóng và chính xác các dược phẩm và các vật liệu hữu cơ như mong muốn mà không kèm theo các sản phẩm phụ.

Điều nào sau đây **KHÔNG** đúng khi nói về chất xúc tác paladium ?

- A. Nó bị tiêu thụ hết trong phản ứng. B. Nó làm tăng tốc độ hình thành các phân tử hữu cơ.
C. Nó giúp làm giảm sản phẩm phụ. D. Nó giúp tạo các phân tử hữu cơ.

Câu 21 (Olympic Australia 2011): Màu dung dịch của một hợp chất thường phụ thuộc vào thành phần nguyên tố trong chất đó. Bảng sau đây liệt kê màu của một số hóa chất.

Tên hợp chất	Màu của dung dịch
Copper sulfate	Xanh dương
Copper nitrate	Xanh dương
Nicken nitrate	Xanh lá cây

Tên hợp chất	Màu của dung dịch
Nicken sunfate	Xanh lá cây
Cobalt sulfate	Đỏ
Cobalt nitrate	Đỏ

Từ thông tin ở bảng trên có thể rút ra kết luận về ảnh hưởng của gốc sunfat và nitrat trong các hợp chất trên là

- A. làm dung dịch có màu xanh dương. B. làm dung dịch có màu xanh lá cây.
C. làm dung dịch có màu đỏ. D. không ảnh hưởng đến màu dung dịch.

Câu 22 (Olympic Australia 2011): Đồng thanh (hợp kim của đồng và thiếc) được dùng rộng rãi vào những năm 3000 trước công nguyên. Mãi cho đến năm 1200 trước công nguyên, con người mới tìm ra cách điều chế và sử dụng iron. Sau thời gian này, iron là kim loại chủ yếu dùng làm công cụ và vũ khí vì nó cứng và

mạnh hơn đồng thanh. Trước năm 1200 trước công nguyên, con người sử dụng đồng thanh để làm công cụ và vũ khí vì

- A. đồng thanh ít bị rỉ hơn iron. B. đồng thanh cứng và mạnh hơn iron.
C. thu hồi iron từ quặng khó hơn so với đồng và thiếc. D. đồng thanh nhìn bắt mắt hơn iron.

Câu 23 (Olympic Australia 2011): đoạn thông tin trả lời cho câu hỏi (1) và (2)

Bảng sau cung cấp một số thông tin về năm nguyên tố

Nguyên tố	Khả năng hình thành hợp chất	Trạng thái tự nhiên của nguyên tố	Trạng thái của nguyên tố ở 25 °C
Sodium	Rất dễ	Luôn ở dạng hợp chất	Rắn
Silver	Khá dễ	Thường ở dạng hợp chất, đôi khi ở dạng tự do	Rắn
Argon	Không tồn tại hợp chất chứa argon	Luôn ở dạng tự do	Khí
Bromine	Rất dễ	Luôn ở dạng hợp chất	Lỏng
Platinum	Khó khăn	Thường ở dạng tự do, thỉnh thoảng có ở dạng hợp chất	Rắn

(1) Kim loại là chất rắn ở 25 °C (trừ thủy ngân) còn phi kim có thể là chất rắn, lỏng hoặc khí. Dựa trên những thông tin đã được cung cấp, nguyên tố nào trong bảng **không phải** là kim loại?

- A. Chỉ có argon B. Chỉ có brom C. Argon và brom D. Không có nguyên tố nào

(2) Hợp chất nào sau đây **KHÔNG** tồn tại?

- A. Platinum bromide (PtBr₄) B. Silver bromide (AgBr)
B. Argon bromide (ArBr₃) D. Sodium bromide (NaBr)

Câu 24: Tính chất của các hợp kim có thể được kiểm soát bằng cách thay đổi tỉ lệ của các kim loại. Giả sử đồ pha minh họa nhiệt độ nóng chảy của hỗn hợp chì-bismut-thiếc. Nhiệt độ nóng chảy của các kim loại này lần lượt là 325⁰C, 268⁰C và 232⁰C, trong khi đó tất cả các hỗn hợp của chúng đều có nhiệt độ nóng chảy thấp hơn. Nhiệt độ nóng chảy thấp nhất của một hỗn hợp chì-bismut-thiếc là 96⁰C. Trong hỗn hợp này có

- A. 17% Sn B. 52% Pb C. 48% Bi D. 84% Bi

Câu 25: Cho bảng số liệu của một số nguyên tố kim loại như sau:

	Cu	Au	Fe	Pb	Ag	Sn	Zn
Khối lượng riêng (g cm⁻³)	8.96	19.3	7.86	11.3	10.5	7.30	7.14
Nhiệt độ nóng chảy (°C)	1085	1064	1525	327	962	232	420
Nhiệt độ sôi (°C)	2572	2808	2750	1749	2212	2602	907

Dựa vào bảng số liệu trên, cho biết phát biểu nào sau đây là đúng?

- A. Khối lượng riêng của kim loại càng lớn thì nhiệt độ nóng chảy của nó càng thấp.
 B. Khối lượng riêng của kim loại càng lớn thì nhiệt độ sôi của nó càng cao.
 C. Nhiệt độ nóng chảy của kim loại càng lớn thì nhiệt độ sôi càng cao.
D. Không có mối liên hệ rõ ràng giữa khối lượng và nhiệt độ nóng chảy của các kim loại.

Câu 25: Giả sử rằng cation hexaammincoban có hóa trị không đổi trong mọi hợp chất muối của nó. Vậy muối hexaammincoban sunfat có công thức phân tử là

- A. $\text{Co}(\text{NH}_3)_6\text{S}_3$. B. $\text{Co}(\text{NH}_3)_6(\text{SO}_4)_3$. C. $(\text{Co}(\text{NH}_3)_6)_3(\text{SO}_4)_2$. **D. $(\text{Co}(\text{NH}_3)_6)_2(\text{SO}_4)_3$.**

Câu 26: Các thiết bị nhà bếp ở hình bên (nắp nồi đất chịu nhiệt được úp ngược, xoong và nồi đun hơi nước, tô nhỏ) có thể được sử dụng trong một số quá trình hữu dụng.

Để thu lượng nhỏ chất thì thiết bị trên **kém** hiệu quả nhất cho quá trình nào sau đây?

- A. Lấy nước uống được từ nước biển.
B. Chưng cất lấy dầu bạch đàn từ nhựa lá cây.
C. Trích tinh dầu từ cánh hoa hồng.

D. Làm sạch gỉ từ những đồng xu làm bằng hợp kim đồng.



Câu 27: Một số tính chất của các kim loại chuyển tiếp được liệt kê trong bảng dưới đây.

Nguyên tố	Ti	Cr	Fe	Ni	Zn
Số hiệu nguyên tử	22	24	26	28	30
Bán kính nguyên tử ($\times 10^{-9}$ m)	145	125	124	125	133

Nhận xét nào sau đây là đúng khi nói về sự nhảy của 1 electron hóa trị của các kim loại chuyển tiếp trên?

- A. Ti sẽ có một bước sóng dài hơn các kim loại khác.**
B. Cr và Ni sẽ có cùng bước sóng.
C. Zn sẽ có bước sóng ngắn hơn các kim loại khác.
D. Fe sẽ có bước sóng ngắn hơn các kim loại khác.

Câu 28: Các nhà khoa học Đức và Nhật đã chế tạo thành công một nguyên tố hóa học dạng đơn nguyên tử.

Họ dùng máy gia tốc hạt để bắn các nguyên tử kẽm vào các nguyên tử Lead làm phá vỡ hạt nhân nguyên tử - hình thành nguyên tử ununbium – nguyên tố mang số thứ tự 112. Nó nằm bên dưới kẽm, cadimi và thủy ngân trong bảng hệ thống tuần hoàn.

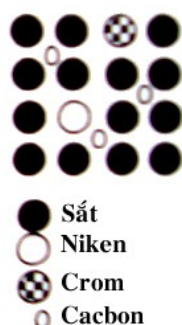
Vậy nguyên tố này là

- A. nguyên tố kim loại màu trắng bạc, dạng lỏng ở nhiệt độ phòng.
B. dạng rắn, mạng tinh thể cộng hóa trị, hình thành oxit dạng X_2O .
C. một kim loại rất nặng, có công thức muối clorua là MCl_2 .
D. một kim loại phóng xạ, có thể tìm thấy ở dạng đơn chất trong tự nhiên.

Giải thích: Ununbium (Uub) là nguyên tố hóa học có số hiệu nguyên tử 112, nằm trong nhóm 12 của bảng tuần hoàn, cùng nhóm với kẽm (Zn), cadimi (Cd) và thủy ngân (Hg).

- Các nguyên tố trong nhóm 12 thường tạo muối clorua có công thức MCl_2 , trong đó M là ký hiệu nguyên tố.
- Ununbium được dự đoán là một kim loại rất nặng do có khối lượng nguyên tử lớn.
- Các đặc điểm khác như trạng thái, màu sắc, điểm nóng chảy... của ununbium vẫn chưa được xác định chính xác do nó chỉ tồn tại trong thời gian rất ngắn trong các phòng thí nghiệm.

Câu 29: Thép hợp kim là “kim loại” được sử dụng nhiều nhất trên thế giới. Thép có mạng tinh thể dạng lưới với nguyên tử C nằm ở khe hở giữa các nguyên tử iron như hình vẽ. Với thép không gỉ, chromium và niken thay thế iron trong mạng tinh thể như hình vẽ. Sự thay đổi thành phần cấu tạo sẽ làm tính chất của hợp kim thay đổi.



Ta có thể dự đoán thép không gỉ

- A. khó bị ăn mòn khi tăng hàm lượng chromium.
- B. có độ bền tăng lên nhưng khả năng dẫn điện giảm khi hàm lượng cacbon tăng lên.
- C. có khối lượng riêng giảm vì hàm lượng cacbon tăng lên.
- D. giòn hơn khi hàm lượng niken tăng lên.

Giải thích: Thép không gỉ là một dạng hợp kim thép có chứa một lượng chromium tương đối cao (thường từ 10-30% trọng lượng). Sự hiện diện của chromium với hàm lượng cao tạo ra một lớp oxy hóa mỏng, chắc chắn và bền vững gọi là lớp màng oxy hóa trên bề mặt thép. Lớp màng oxy hóa này làm tăng đáng kể khả năng chống ăn mòn và chống oxy hóa của thép không gỉ.

Khi hàm lượng chromium tăng lên, lớp màng oxy hóa trên bề mặt sẽ dày hơn và bền vững hơn, từ đó làm tăng khả năng chống ăn mòn của thép không gỉ trong các môi trường khác nhau như không khí, nước, hóa chất,... Đây là lý do chính khiến thép không gỉ được sử dụng rộng rãi trong nhiều ứng dụng đòi hỏi tính chống ăn mòn cao.

Về các phương án còn lại:

- B. Hàm lượng cacbon ảnh hưởng đến độ cứng, độ bền của thép, nhưng không ảnh hưởng trực tiếp đến khả năng dẫn điện.
- C. Tăng hàm lượng cacbon thường làm tăng khối lượng riêng của thép.
- D. Niken ít ảnh hưởng đến tính giòn của thép không gỉ hơn so với chromium.