

Chuyên đề Hợp chất của Bạc (Ag): Tính chất

AgNO₃ và Phản ứng tráng gương

Chuyên đề này cung cấp một cái nhìn toàn diện về các hợp chất quan trọng của Bạc, đặc biệt là Bạc Nitrat (AgNO₃) và phản ứng tráng gương - một phản ứng đặc trưng và có nhiều ứng dụng trong hóa học hữu cơ cũng như trong đời sống.

Phần I: Bạc Nitrat (AgNO₃)

1. Tính chất vật lý

- **Trạng thái:** Là chất rắn, tồn tại ở dạng tinh thể không màu.
- **Độ tan:** Tan rất tốt trong nước (ở 20°C, 100g nước hòa tan được 222g AgNO₃).
- **Nhiệt độ nóng chảy:** 212°C.
- **Độ bền:** Kém bền với ánh sáng, dễ bị phân hủy thành kim loại bạc màu đen khi có ánh sáng chiếu vào. Do đó, dung dịch AgNO₃ thường được đựng trong lọ tối màu.

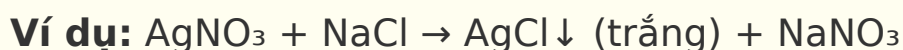
2. Tính chất hóa học

Trong hợp chất, Bạc có số oxi hóa phổ biến là +1. Ion Ag⁺ có tính oxi hóa mạnh.

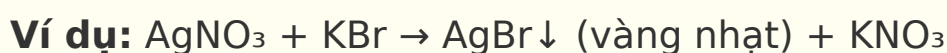
a. Phản ứng trao đổi ion

Dung dịch AgNO_3 là thuốc thử quan trọng để nhận biết các ion halogenua (Cl^- , Br^- , I^-), photphat (PO_4^{3-}), sunfua (S^{2-}) vì nó tạo ra các kết tủa có màu đặc trưng, không tan trong axit mạnh (HNO_3).

- **Với ion Cl^- :** Tạo kết tủa trắng AgCl .



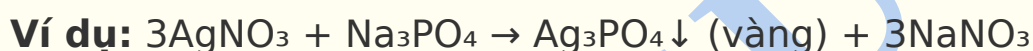
- **Với ion Br^- :** Tạo kết tủa màu vàng nhạt AgBr .



- **Với ion I^- :** Tạo kết tủa màu vàng đậm AgI .



- **Với ion PO_4^{3-} :** Tạo kết tủa màu vàng Ag_3PO_4 (tan trong axit HNO_3).

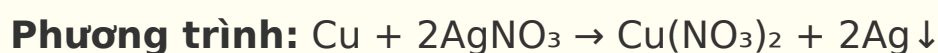


b. Tính oxi hóa mạnh của ion Ag^+

Ion Ag^+ có thể oxi hóa nhiều chất, bao gồm kim loại đứng trước Ag trong dãy điện hóa, các hợp chất của sắt (II), và nhiều hợp chất hữu cơ.

- **Tác dụng với kim loại:** Kim loại mạnh hơn (như Cu, Fe, Zn, Al) đẩy Ag ra khỏi dung dịch muối.

Ví dụ 1: Ngâm một dây đồng trong dung dịch AgNO_3 , dây đồng sẽ bị một lớp bạc màu trắng xám bám vào, dung dịch chuyển dần sang màu xanh của ion Cu^{2+} .



Ví dụ 2: Cho sắt vào dung dịch AgNO_3 dư.

Phương trình: $\text{Fe} + 2\text{AgNO}_3 \rightarrow \text{Fe}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{Ag} \downarrow$. Nếu AgNO_3 dư, có thể xảy ra phản ứng tiếp: $\text{Fe}(\text{NO}_3)_2 + \text{AgNO}_3 \rightarrow \text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + \text{Ag} \downarrow$.

c. Phản ứng nhiệt phân

Bạc nitrat dễ bị phân hủy bởi nhiệt độ cao, tạo ra kim loại bạc, khí nitơ đioxit và oxi.

Phương trình: $2\text{AgNO}_3 \xrightarrow{(t^\circ > 440^\circ\text{C})} 2\text{Ag} + 2\text{NO}_2 \uparrow + \text{O}_2 \uparrow$

3. Điều chế

Bạc nitrat được điều chế bằng cách cho bạc kim loại tác dụng với dung dịch axit nitric.

- **Với HNO_3 đặc, nóng:**

Phương trình: $\text{Ag} + 2\text{HNO}_3(\text{đặc}) \rightarrow \text{AgNO}_3 + \text{NO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$

- **Với HNO_3 loãng:**

Phương trình: $3\text{Ag} + 4\text{HNO}_3(\text{loãng}) \rightarrow 3\text{AgNO}_3 + \text{NO} \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$

4. Ứng dụng

- **Trong công nghiệp:** Dùng để tráng gương, tráng ruột phích, sản xuất các hợp chất bạc khác.
- **Trong hóa phân tích:** Là thuốc thử không thể thiếu để nhận biết các ion halogenua.
- **Trong y học:** Do có tính sát trùng, AgNO_3 được dùng để chống nhiễm khuẩn, đặc biệt trong điều trị bỏng hoặc làm thuốc nhỏ mắt cho trẻ sơ sinh để ngăn ngừa bệnh viêm kết mạc.

Phần II: Phản ứng tráng gương (Phản ứng tráng bạc)

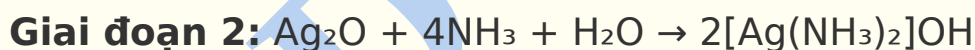
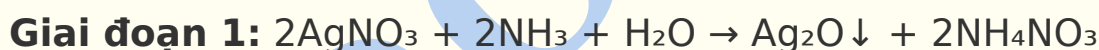
1. Định nghĩa và bản chất

Phản ứng tráng gương là phản ứng hóa học trong đó ion bạc (Ag^+) trong phức chất bị khử thành bạc kim loại (Ag), tạo ra một lớp bạc sáng bóng bám trên thành bình phản ứng. Đây là một phản ứng oxi hóa - khử, trong đó chất hữu cơ đóng vai trò là chất khử và Ag^+ là chất oxi hóa.

2. Thuốc thử Tollens

Phản ứng tráng gương thường được thực hiện với thuốc thử Tollens.

- **Thành phần:** Là dung dịch phức chất của bạc, $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{OH}$ (Bạc amoniac hydroxit).
- **Cách điều chế:** Cho từ từ dung dịch amoniac (NH_3) vào dung dịch bạc nitrat (AgNO_3). Ban đầu sẽ xuất hiện kết tủa bạc oxit (Ag_2O) màu xám. Tiếp tục thêm NH_3 cho đến khi kết tủa tan hoàn toàn, tạo thành dung dịch phức chất trong suốt.



3. Điều kiện phản ứng

- **Môi trường:** Phản ứng xảy ra trong môi trường kiềm yếu do NH_3 cung cấp.
- **Nhiệt độ:** Cần đun nóng nhẹ (khoảng $60-70^\circ\text{C}$) trong cách thủy để phản ứng diễn ra tốt hơn và lớp bạc bám đều, đẹp.

4. Các hợp chất tham gia phản ứng tráng gương

Các hợp chất có nhóm chức aldehyde (-CHO) hoặc có thể chuyển hóa thành nhóm -CHO trong môi trường kiềm sẽ tham gia phản ứng này.

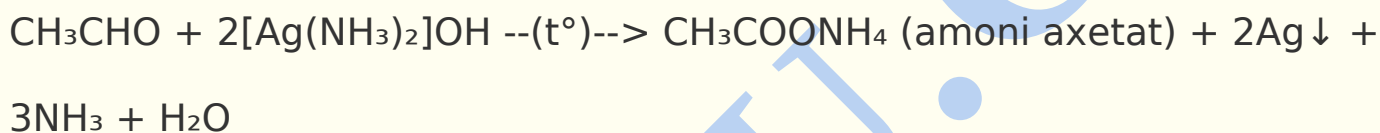
a. Aldehyde (Andehit)

Đây là nhóm hợp chất điển hình nhất cho phản ứng tráng gương.

Phương trình tổng quát: $R-CHO + 2[Ag(NH_3)_2]OH \rightarrow R-COONH_4 + 2Ag\downarrow + 3NH_3 + H_2O$

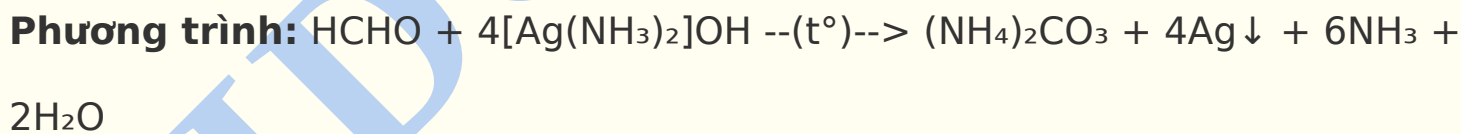
- **Tỷ lệ:** 1 mol aldehyde đơn chức tạo ra 2 mol Ag.

- **Ví dụ 1:** Acetaldehyde (CH_3CHO)



- **Trường hợp đặc biệt: Formaldehyde (HCHO)**

Do có cấu tạo đặc biệt ($H-CHO$), cả hai nguyên tử H liên kết với nhóm carbonyl đều linh động, nên HCHO có thể bị oxi hóa hai lần. Sản phẩm cuối cùng là amoni cacbonat.



Tỷ lệ: 1 mol HCHO tạo ra 4 mol Ag.

b. Hợp chất có chứa nhóm -CHO

Glucose ($C_6H_{12}O_6$): Ở dạng mạch hở, phân tử glucose có một nhóm -CHO nên tham gia phản ứng tráng gương.

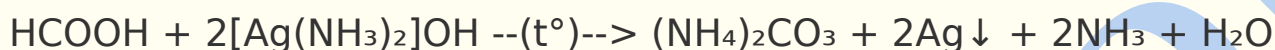
Phương trình (dạng đơn giản): $C_5H_{11}O_5-CHO + 2[Ag(NH_3)_2]OH \xrightarrow{t^\circ} C_5H_{11}O_5-COONH_4$ (amoni gluconat) + $2Ag\downarrow + 3NH_3 + H_2O$

Tỷ lệ: 1 mol Glucose tạo ra 2 mol Ag.

c. Acid Formic (HCOOH) và các este của nó (HCOOR')

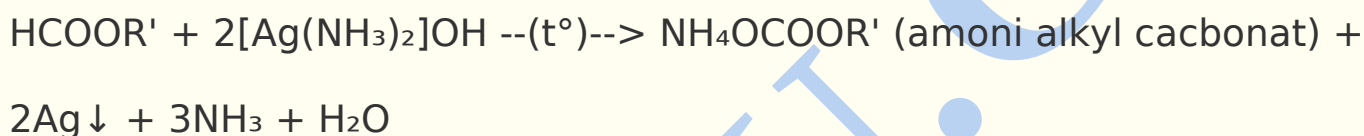
Phân tử của chúng có chứa nhóm -CHO trong cấu tạo (HO-CHO và R'O-CHO).

- **Acid formic (HCOOH):**



Tỷ lệ: 1 mol HCOOH tạo ra 2 mol Ag.

- **Este của acid formic (HCOOR'):**



Tỷ lệ: 1 mol HCOOR' tạo ra 2 mol Ag.

d. Fructose (Fructozơ)

Fructose là một xeton (cụ thể là polyhydroxy xeton), về lý thuyết không có nhóm -CHO. Tuy nhiên, trong môi trường kiềm của thuốc thử Tollens, fructose có thể chuyển hóa (đồng phân hóa) thành glucose. Do đó, fructose cũng cho phản ứng tráng gương.

Cơ chế: Fructose (xeton) $\rightleftharpoons$ (môi trường OH^-) $\rightleftharpoons$ Glucose (aldehyde)

Tỷ lệ: 1 mol Fructose tạo ra 2 mol Ag.

e. Phân biệt với phản ứng thế của Ankin-1

Các ankin có liên kết ba ở đầu mạch (ankin-1) như acetylene ($\text{CH}\equiv\text{CH}$), propyne ($\text{CH}_3\text{-C}\equiv\text{CH}$) cũng phản ứng với dung dịch AgNO_3 trong NH_3 , nhưng đây là **phản ứng thế** nguyên tử H linh động ở liên kết ba, tạo ra kết tủa màu vàng nhạt, **không phải phản ứng tráng gương**.



Bảng tổng kết các chất tham gia phản ứng tráng gương và tỷ lệ mol

Hợp chất	Tỷ lệ mol (Chất : Ag)	Ghi chú
Aldehyde đơn chức (RCHO , $\text{R}\neq\text{H}$)	1 : 2	Sản phẩm là muối amoni của axit cacboxylic.
Formaldehyde (HCHO)	1 : 4	Sản phẩm là amoni cacbonat.
Glucose ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$)	1 : 2	Có 1 nhóm -CHO trong dạng mạch hở.
Fructose ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$)	1 : 2	Chuyển hóa thành Glucose trong môi trường kiềm.
Acid formic (HCOOH)	1 : 2	Có cấu tạo chứa nhóm -CHO .
Este của acid formic (HCOOR')	1 : 2	Có cấu tạo chứa nhóm -CHO .

5. Ứng dụng của phản ứng tráng gương

- **Trong công nghiệp:** Là phương pháp chính để sản xuất gương soi, ruột phích (bình thủy).
- **Trong hóa phân tích:** Dùng để nhận biết các hợp chất có nhóm chức aldehyde.

Phần III: Bài tập vận dụng

1. **Bài tập 1:** Cho 8,8 gam acetaldehyde (CH_3CHO) tác dụng hoàn toàn với lượng dư dung dịch AgNO_3 trong NH_3 , đun nóng. Tính khối lượng bạc kim loại thu được.

Giải:

Số mol CH_3CHO : $n = 8,8 / 44 = 0,2 \text{ mol}$.

Phương trình: $\text{CH}_3\text{CHO} + 2[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{OH} \rightarrow \text{CH}_3\text{COONH}_4 + 2\text{Ag} \downarrow + 3\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O}$

Theo phương trình, $n(\text{Ag}) = 2 * n(\text{CH}_3\text{CHO}) = 2 * 0,2 = 0,4 \text{ mol}$.

Khối lượng Ag thu được: $m = 0,4 * 108 = 43,2 \text{ gam}$.

2. **Bài tập 2:** Một hỗn hợp X gồm formaldehyde (HCHO) và acetaldehyde (CH_3CHO). Cho m gam hỗn hợp X thực hiện phản ứng tráng gương hoàn toàn thu được 64,8 gam Ag. Nếu cũng cho m gam hỗn hợp X tác dụng với H_2 dư (xúc tác Ni, t°) thì cần dùng 0,5 mol H_2 . Tính phần trăm khối lượng mỗi chất trong X.

Giải:

Gọi $n(\text{HCHO}) = x \text{ mol}$, $n(\text{CH}_3\text{CHO}) = y \text{ mol}$.

Phản ứng với H_2 : $\text{HCHO} + \text{H}_2 \rightarrow \text{CH}_3\text{OH}$; $\text{CH}_3\text{CHO} + \text{H}_2 \rightarrow \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$. Ta có: $x + y$

$$= 0,5 \text{ (1).}$$

Phản ứng tráng gương: $\text{HCHO} \rightarrow 4\text{Ag}$; $\text{CH}_3\text{CHO} \rightarrow 2\text{Ag}$.

$$n(\text{Ag}) = 64,8 / 108 = 0,6 \text{ mol. Ta có: } 4x + 2y = 0,6 \text{ (2).}$$

Từ (1) và (2) giải hệ phương trình, ta được $x = -0,2$ và $y = 0,7$. (Đề bài có vấn đề, ta chỉnh lại số mol Ag là 1,4 mol hay 151,2g Ag)

Giả sử $n(\text{Ag}) = 1,4 \text{ mol}$. Ta có hệ: $\{x+y=0,5; 4x+2y=1,4\}$. Giải ra: $x = 0,2$; $y = 0,3$.

$$m(\text{HCHO}) = 0,2 * 30 = 6 \text{ gam.}$$

$$m(\text{CH}_3\text{CHO}) = 0,3 * 44 = 13,2 \text{ gam.}$$

$$\text{Tổng khối lượng } m = 6 + 13,2 = 19,2 \text{ gam.}$$

$$\%m(\text{HCHO}) = (6 / 19,2) * 100\% \approx 31,25\%.$$

$$\%m(\text{CH}_3\text{CHO}) = 100\% - 31,25\% = 68,75\%.$$