BÀI GIẢNG: PHẢN ỨNG OXI HOÁ – KHỬ
CHUYÊN ĐỀ: CHUYỂN HOÁ HOÁ HỌC
MÔN: KHTN 9 – ÔN THI VÀO 10 CHUYÊN HOÁ
GIÁO VIÊN: PGS.TS NGUYỄN MẬU ĐỨC

MỤC TIÊU

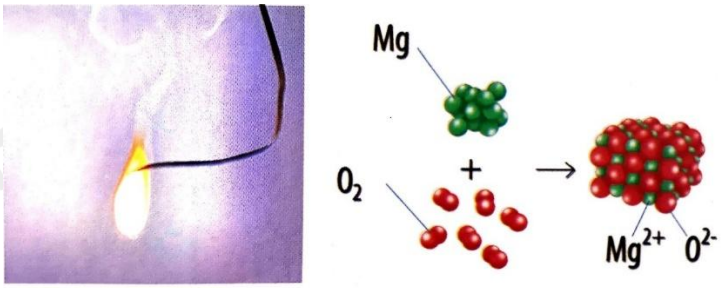
- ✓ *Nêu được khái niệm phản ứng oxi hoá – khử. Đặc điểm của phản ứng oxi – hoá khử.*
- ✓ *Cân bằng được phản ứng oxi hoá – khử theo phương pháp thằng bằng electron.*

*Phản ứng **oxi hóa khử** là gì? Vai trò quan trọng của chúng trong cuộc sống như thế nào?*

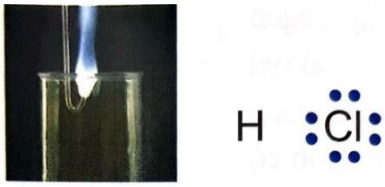


I. SỐ OXI HOÁ

*Quan sát **Hình 12.1, 12.2** và trả lời câu hỏi:*



Hình 12.1. Magnesium phản ứng với oxygen



a) b)

Hình 12.2. Hydrogen phản ứng với chlorine (a) và công thức electron của phân tử hydrogen chloride (b)

***1.** Quan sát **Hình 12.1**, hãy viết quá trình nhường và nhận electron trong phản ứng giữa magnesium và oxygen*

2. *Quan sát* ***Hình 12.2a****, hydrogen cháy trong chlorine với ngọn lửa sáng, tạo hợp chất hydrogen chloride (HCl). Nếu cặp electron chung trong hợp chất cộng hóa trị HCl lệch hẳn về phía nguyên tử Cl (****Hình 12.2b****), hãy xác định điện tích của các nguyên tử trong phân tử HCl.*

Cách giải:

Magnesium **nhường 2** electron và oxygen **nhận 2** electron

$$Mg \rightarrow Mg^{2+} + 2e$$

$$O_2 + 4e \rightarrow 2O^{2-}$$

Liên kết trong phân tử HCl là **liên kết cộng hóa trị có cực** ⟶ **không** xác định được điện tích ⟶ cặp electron chung **lệch** hẳn về phía Cl

⟹ **Cl** mang điện tích **-1** và **H** mang điện tích **+1**

Kết luận

- **Số oxi hóa** của một nguyên tử trong phân tử là **điện tích** của nguyên tử nguyên tố đó nếu giả định **cặp electron chung** thuộc hẳn về nguyên tử của nguyên tố có **độ âm điện lớn hơn**.
- **Cách biểu diễn số oxi hóa**: Số oxi hóa được đặt ở phía trên kí hiệu nguyên tố.
- Ví dụ1: HClO

4 quy tắc xác định số oxi hoá

Quy tắc 1: Số oxi hóa của nguyên tử trong các **đơn chất** bằng **0**

Ví dụ 2: Số oxi hóa của các nguyên tử trong đơn chất Na, O_2, O_3, Hg,… đều bằng 0.

Quy tắc 2: Trong một phân tử, **tổng số oxi hóa** của các nguyên tử bằng **0**

Ví dụ 3: Tổng số oxi hóa của các nguyên tử trong phân tử NH_3 là: $(-3) + 3 \times (+1) = 0$.

Quy tắc 3: Trong các ion, số oxi hóa của nguyên tử (đối với ion đơn nguyên tử) hay tổng số oxi hóa các nguyên tử (đối với ion đa nguyên tử) bằng **điện tích** của **ion** đó

Ví dụ 4: Số oxi hóa của nguyên tử Na, Cl trong Na^+, Cl^- lần lượt bằng $+1, -1$; số oxi hóa của nguyên tử C và O trong CO_3^{2-} lần lượt bằng $+4$ và -2.

Quy tắc 4: Trong đa số các **hợp chất**: Số oxi hóa của

- **Hydrogen** bằng **+1**, **trừ** các hydride kim loại (như NaH, CaH_2 …)
- **Oxygen** bằng **-2**, **trừ** OF_2 và các peroxide, superoxide (như H_2O_2, Na_2O_2, KO_2 …)
- **Kim loại kiềm** (nhóm IA) luôn có số oxi hóa là **+1**
- **Kim loại kiềm thổ** (nhóm IIA) có số oxi hóa là **+2**
- **Nhôm** (Aluminium) có số oxi hóa là **+3**
- Số oxi hóa của nguyên tử nguyên tố **fluorine** trong các hợp chất bằng **-1**

Ví dụ 5: Tính số oxi hóa của S trong các hợp chất ion sau: $H_2S, SO_2, SO_3^{2-}, SO_4^{2-}$

Đặt x là số oxi hóa của S.

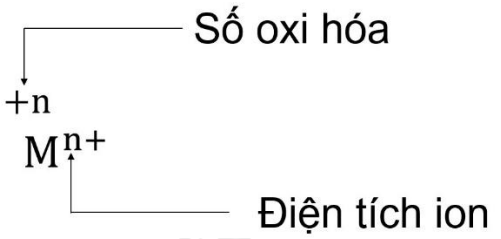
Trong H_2S: $2 \times (+1) + x = 0 \Longrightarrow x = -2$ → Kí hiệu H_2S

Trong SO_2: $x + 2 \times (-2) = 0 \Rightarrow x = +4$ → Kí hiệu SO_2

Trong SO_3^{2-}: $x + 3 \times (-2) = -2 \Rightarrow x = +4 \rightarrow$ Kí hiệu SO_3^{2-}

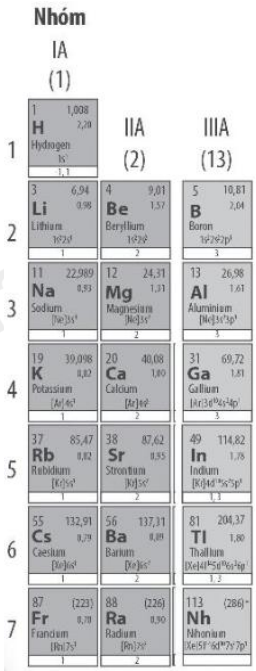
Trong SO_4^{2-}: $x + 4 \times (-2) = -2 \Rightarrow x = +6 \rightarrow$ Kí hiệu SO_4^{2-}

Dựa vào các Quy tắc và Ví dụ trên, trả lời các câu hỏi:



3. *Nêu điểm khác nhau giữa kí hiệu số oxi hóa và kí hiệu điện tích của ion M trong hình sau:*

4. *Dự đoán số oxi hóa của các nguyên tử trong nhóm IA, IIA, IIIA trong các hợp chất. Giải thích.*



Cách giải:

3. Điểm khác nhau:

Số oxi hóa: Dấu viết trước chữ số.

Điện tích: Dấu viết sau chữ số.

4.

Số oxi hóa của các nguyên tử trong nhóm IA, IIA, IIIA lần lượt bằng +1, +2, +3.

Giữa số oxi hóa và số nhóm: Số oxi hóa của các nguyên tố thuộc một số nhóm nguyên tố nhóm A thường trùng với số thứ tự nhóm

Xác định số oxi hóa	**Số oxi hóa**
Đơn chất	0
Phân tử	Tổng số oxi hóa bằng 0
Ion đơn nguyên tử	Điện tích của ion
Ion đa nguyên tử	Tổng số oxi hóa các nguyên tử bằng điện tích của ion
Ion fluoride	-1
Oxygen trong hợp chất (trừ OF_2 và các peroxide, superoxide)	-2
Hydrogen trong hợp chất (trừ các hydride)	$+1$

LT. *Hãy xác định số oxi hóa của các nguyên tử trong các đơn chất, hợp chất và ion sau:* $Zn,\ H_2, Cl^-, O^{2-}, S^{2-}, HSO_4^-, Na_2S_2O_3, KNO_3$

$$Zn, H_2, Cl^-, O^{2-}, S^{2-}, HSO_4^-, Na_2S_2O_3, KNO_3$$

VD. Magnetite là khoáng vật sắt từ có hàm lượng sắt cao nhất được dùng trong ngành luyện gang, thép, với công thức hóa học là Fe_3O_4. Hãy xác định số oxi hóa của nguyên tử Fe trong hợp chất trên.



Số oxi hóa của nguyên tử Fe trong hợp chất có công thức hóa học Fe_3O_4 là $+\frac{8}{3}$

II. PHẢN ỨNG OXI HOÁ – KHỬ

Thí nghiệm: Phản ứng oxi hóa kim loại bằng dung dịch acid

Dụng cụ và hóa chất: Ống nghiệm, dây kẽm (Zn), dung dịch H_2SO_4 1M.

Tiến hành: Cho vào ống nghiệm 2 – 3 mL dung dịch H_2SO_4, thả vài mẩu kẽm hạt vào.



Hình 12.3. **Kim loại Zn phản ứng với dung dịch H_2SO_4 loãng**

Zn phản ứng với dung dịch H_2SO_4 theo phương trình hóa học: $Zn + H_2SO_4 \longrightarrow ZnSO_4 + H_2 \uparrow$

Zn nhường electron nên Zn là **chất khử.**

Quá trình Zn nhường electron gọi là **quá trình oxi hóa**: $Zn \longleftarrow Zn + 2e$

Ion H^+ đã nhận electron nên H^+ là **chất oxi hóa**.

Quá trình H^+ nhận electron gọi là **quá trình khử**:

$$2H + 2e \longrightarrow H_2$$

5. *Hãy nhận xét và giải thích sự thay đổi số oxi hóa của các nguyên tử trong chất oxi hóa của các nguyên tử trong chất oxi hóa và chất khử trước và sau phản ứng.*

Kim loại Zn tan dần và có khí H_2 thoát ra

$$Zn + H_2SO_4 \longrightarrow ZnSO_4 + H_2 \uparrow$$

Zn số oxi hóa tăng từ 0 đến +2

Ion H^+ số oxi hóa giảm từ +1 về 0

Chất khử	Chất oxi hóa
Nhường electron	Nhận electron
Số oxi hóa tăng	Số oxi hóa giảm

Bị oxi hóa	Bị khử
Quá trình oxi hóa (sự oxi hóa) là quá trình nhường electron. Quá trình khử (sự khử) là quá trình nhận electron	

LT. *Cho phương trình hóa học của các phản ứng sau:*

$$H_2S + Br_2 \longrightarrow 2HBr + S\downarrow \qquad (1)$$

$$2KClO_3 \xrightarrow{t^\circ} 2KCl + 3O_2\uparrow \qquad (2)$$

$$CaCO_3 + 2HCl \longrightarrow CaCl_2 + CO_2 + H_2O \qquad (3)$$

Phản ứng nào là phản ứng oxi hóa – khử? Vì sao? Hãy xác định quá trình oxi hóa và quá trình khử của các phản ứng đó.

- Phản ứng (1) và (2) là phản ứng oxi hóa – khử vì có quá trình **nhường nhận** electron **(số oxi hóa thay đổi).**
- Phản ứng (3) không phải phản ứng oxi hóa khử vì **không** có quá trình nhường – nhận electron **(số oxi hóa không đổi).**

6. *Làm thế nào để biết một phản ứng là phản ứng oxi hóa – khử?*

Để nhận biết phản ứng là **oxi hóa – khử** cần dựa vào:

- Sự **thay đổi** số oxi hóa của chất tham gia và sản phẩm
- Xảy ra đồng thời quá trình **oxi hóa** và quá trình **khử**

Kết luận

Phản ứng oxi hóa – khử là phản ứng hóa học, trong đó có sự chuyển dịch electron giữa các chất phản ứng hay có sự **thay đổi** số oxi hóa của một số nguyên tử trong phân tử.

Trong phản ứng oxi hóa – khử luôn xảy ra **đồng thời quá trình oxi hó**a và **quá trình khử**

LT. *Hãy nêu 3 ví dụ về phản ứng có sự thay đổi số oxi hóa của nguyên tử và 3 ví dụ về phản ứng không có sự thay đổi số oxi hóa của nguyên tử.*

Phản ứng có sự thay đổi số oxi hóa:

$$2NO + O_2 \longrightarrow 2NO_2$$

$$Cu + 2H_2SO_4 \xrightarrow{t^\circ} CuSO_4 + SO_2 + 2H_2O$$

$$2KMnO_4 + 3K_2SO_3 + H_2O \longrightarrow 2MnO_2 + 3K_2SO_4 + 2KOH$$

Phản ứng không có sự thay đổi số oxi hóa:

$$NaOH + HCl \rightarrow NaCl + H_2O$$

$$CaCO_3 + H_2SO_4 \rightarrow CaSO_4 + CO_2 + H_2O$$

$$2Fe(OH)_3 \rightarrow Fe_2O_3 + 3H_2O$$

III. LẬP PHƯƠNG TRÌNH HOÁ HỌC CỦA PHẢN ỨNG OXI HOÁ – KHỬ

Hãy nêu nguyên tắc của phương pháp thăng bằng electron.

Tổng số electron **chất khử** thường = Tổng số electron **chất oxi hóa** nhận

Ví dụ 8: *Lập phương trình hóa học cho phản ứng sau:*

$$H_2S + O_2 \rightarrow SO_2 + H_2O$$

Bước 1: Xác định số oxi hóa của các nguyên tử có sự thay đổi số oxi hóa trong phản ứng, từ đó xác định chất oxi hóa, chất khử.

$$H_2S \quad + \quad O_2 \quad \rightarrow \quad SO_2 \quad + \quad H_2O$$

(chất khử) (chất oxi hóa)

Bước 2: Viết quá trình oxi hóa và quá trình khử:

Quá trình oxi hóa: $S \quad \rightarrow \quad S + 6e$

Quá trình khử: $O_2 + 4e \quad \rightarrow \quad 2O$

Bước 3: Xác định (và nhân) hệ số thích hợp vào các quá trình sao cho tổng só electron chất khử thường bằng tổng số electron chất oxi hóa nhận.

$2\times \quad S \longrightarrow S + 6e$

$3\times \ O_2 + 4e \longrightarrow 2O$

Bước 4: Đặt các hệ số vào sơ đồ phản ứng. Cân bằng số lượng nguyên tử các nguyên tố còn lại.

$2H_2S + 3O_2 \rightarrow 2SO_2 + 2H_2O$

LT. *Lập phương trình hóa học của các phản ứng oxi hóa – khử sau, xác định vai trò của các chất tham gia phản ứng*

$$KMnO_4 + HCl \rightarrow KCl + MnCl_2 + Cl_2 \uparrow + H_2O \quad (1)$$

$$NH_3 + Br_2 \rightarrow N_2 + HBr \quad (2)$$

$$NH_3 + CuO \xrightarrow{t^\circ} Cu + N_2 + H_2O \quad (3)$$

$$FeS_2 + O_2 \xrightarrow{t^\circ} Fe_2O_3 + SO_2 \quad (4)$$

$$KClO_3 \xrightarrow{t^\circ, MnO_2} KCl + O_2 \uparrow \quad (5)$$

Bước 1: $KMnO_4 + HCl \longrightarrow KCl + MnCl_2 + Cl_2 + H_2O$

Chất oxi hóa: $KMnO_4$ (số oxi hóa giảm từ +7 xuống +2).

Chất khử: HCl (số oxi hóa tăng từ -1 đến 0).

Bước 2: Quá trình oxi hóa: $2Cl \quad \rightarrow \quad Cl_2 + 2e$

Quá trình khử: $Mn + 5e \quad \rightarrow Mn$

Bước 3:

$5\times \quad 2Cl \longrightarrow Cl_2 + 2e$

$2\times \ Mn + 5e \longrightarrow Mn$

Bước 4: Phương trình hóa học:

$$2KMnO_4 + 16HCl \longrightarrow 2KCl + 2MnCl_2 + 5Cl_2 + 8H_2O$$

Thực hiện tương tự với các phản ứng còn lại ta có:

(2) NH_3 (c.khử) + Br_2 (c.OXH) ⟶ N_2 + HBr

PTHH: $2NH_3 + 3Br_2 \longrightarrow N_2 + 6HBr$

(3) NH_3 (c.khử) + CuO (c.OXH) $\xrightarrow{t^o}$ Cu + N_2 + H_2O

PTHH: $2NH_3 + 3CuO \xrightarrow{t^o} 3Cu + N_2\uparrow + 3H_2O$

(4) $FeS_2 + O_2 \xrightarrow{t^\circ} Fe_2O_3 + SO_2$

(c.khử) (c.OXH)

PTHH: $4FeS_2 + 11O_2 \xrightarrow{t^\circ} 2Fe_2O_3 + 8SO_2$

(5) $KClO_3 \xrightarrow{t^\circ} KCl + O_2$

(vừa là chất khử vừa là chất OXH)

PTHH: $2KClO_3 \xrightarrow{t^\circ} 2KCl + 3O_2\uparrow$

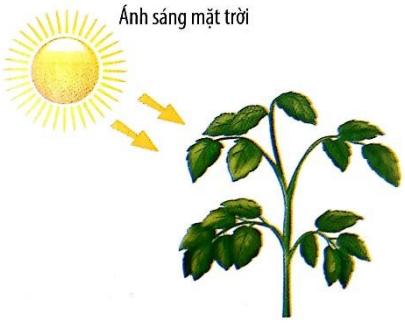
IV. Ý NGHĨ CỦA PHẢN ỨNG OXI HOÁ – KHỬ

Câu 1. *Thành phần chính của Gas được sử dụng làm nhiên liệu trong nấu nướng là những chất nào?*

Câu 2. *Sản phẩm của quá trình đốt khí Gas trong không khí là gì? Lập phương trình hóa học của phản ứng, chỉ ra đâu là chất khử, đâu là chất oxi hóa.*

Câu 3. *Viết phương trình phản ứng của H_2 và O_2, chỉ ra đâu là chất oxi hóa, đâu là chất khử. Nêu ứng dụng của phản ứng này.*

Câu 4. *Quan sát **Hình 12.7** và đọc thông tin, hãy lập phương trình hóa học của phản ứng quang hợp ở cây xanh. Quá trình quang hợp của thực vật có vai trò quan trọng như thế nào đối với cuộc sống?*



Hình 12.7.
Quá trình quang hợp của cây xanh

Câu 5.*Từ thông tin về "Luyện kim", viết phản ứng của khí carbon monoxide khử iron (III) oxide ở nhiệt độ cao. Lập phương trình hóa học của phản ứng theo phương pháp thăng bằng electron, xác định vai trò của các chất trong phản ứng.*



Sản xuất gang

Câu 6. *Đọc thông tin về "Điện hóa" để biết được phản ứng oxi hóa – khử gắn liền với cuộc sống. Lập phương trình hóa học của phản ứng sinh ra dòng điện trong pin khi zinc phản ứng với managanese dioxide.*



Ác quy và pin

Câu 1. Gas (thành phần chính là hỗn hợp propane (C_3H_8) và butane (C_4H_{10}) được hóa lỏng).

Câu 2. Sản phẩm của quá trình đốt khí gas trong không khí là carbon dioxide và nước.

Phản ứng đốt cháy gas trong không khí:

$$C_3H_8 + 5O_2 \xrightarrow{t^\circ} 3CO_2 + 4H_2O$$

$$2C_4H_{10} + 13O_2 \xrightarrow{t^\circ} 8CO_2 + 4H_2O$$

Trong hai phản ứng trên C_3H_8 và C_4H_{10} đều là chất khử, O_2 là chất oxi hóa.

Câu 3.

$$2H_2 + O_2 \xrightarrow{t^\circ} 2H_2O$$

(chất khử) (chất oxi hóa)

H_2 là chất khử, O_2 là chất oxi hóa.

Phản ứng được áp dụng để kích nổ hỗn hợp nhiên liệu cho tàu con thoi.

Câu 4:

Quá trình quang hợp của thực vật tại diệp lục với ánh sáng mặt trời:

$$6C\,O_2 + 6H_2O \xrightarrow{asmt} C_6H_{12}O_6 + 6O_2$$

Quá trình quang hợp tổng hợp carbonhydrate, tích lũy năng lượng cho thực vật, điều hòa không khí do hấp thụ khí carbon dioxide (CO_2) và giải phóng khí oxygen (O_2).

Câu 5: Phương trình hóa học của quá trình luyện gang:

$$3CO + Fe_2O_3 \xrightarrow{t^\circ} 3CO_2 + 2Fe$$

(chất khử) (chất oxi hóa)

Câu 6:

Phương trình hóa học chính của pin kiềm:

$$Zn + 2Mn\,O_2 \rightarrow Zn\,O + Mn_2O_3 + \text{năng lượng}$$

(chất khử) (chất oxi hóa)

BÀI TẬP VẬN DỤNG

Câu 1: Số oxi hóa của nguyên tố N trong hợp chất NH_4Cl là

A. -3 **B.** +3. **C.** +2. **D.** +5.

Cách giải:

Số oxi hóa của nguyên tố N trong hợp chất NH_4Cl là +3

Đáp án B.

Câu 2: Phản ứng nào sau đây là phản ứng oxi hóa – khử ?

A. $CuO + H_2SO_4 \rightarrow CuSO_4 + H_2O$

B. $2KClO_3 \xrightarrow{t^o} 2KCl + 3O_2$

C. $CaC_2 + 2H_2O \rightarrow Ca(OH)_2 + C_2H_2$

D. $NaOH + HCl \rightarrow NaCl + H_2O$

Cách giải:

Phản ứng oxi hoá – khử là

$$2KClO_3 \xrightarrow{t^o} 2KCl + 3O_2$$

Đáp án B.

Câu 3: Cho phản ứng $2KMnO_4 + 16HCl \rightarrow 2KCl + 5Cl + 8H_2O$

Vai trò của HCl trong phản ứng là

A. Chất oxi hoá **B.** Chất tạo môi trường

C. Chất khử. **D.** Vừa là chất khử, vừa là chất tạo môi trường

Cách giải:

Vai trò của HCl trong phản ứng vừa là chất khử, vừa là chất tạo môi trường.

Đáp án D.

Câu 4: Cho phản ứng $Ca + Cl_2 \rightarrow CaCl_2$. Kết luận nào sau đây là đúng?

A. Mỗi nguyên tử Ca nhận 2e. **B.** Mỗi nguyên tử Cl nhận 2e.

C. Mỗi phân tử Cl_2 nhường 2e. **D.** Mỗi nguyên tử Ca nhường 2e.

Cách giải:

Phản ứng $Ca + Cl_2 \rightarrow CaCl_2$

Mỗi nguyên tử Ca nhường 2e.

Mỗi phân tử Cl_2 nhận 2e.

Đáp án D.

Câu 5: Trong phản ứng $3Cu + 8HNO_3 \rightarrow 3Cu(NO_3)_2 + 2NO_2 + 4H_2O$. Số phân tử HNO_3 đóng vai trò là chất oxi hóa là

A. 8 **B.** 6 **C.** 2 **D.** 4

Cách giải:

Trong phản ứng $3Cu + 8HNO_3 \rightarrow 3Cu(NO_3)_2 + 2NO_2 + 4H_2O$. Số phân tử HNO_3 đóng vai trò là chất oxi hóa là 6.

Đáp án D.

Câu 6: Cho các chất sau: Mn, MnO_2, $MnCl_2$, $KMnO_4$. Số oxi hóa của nguyên tố Mn trong các chất lần lượt là

A. +2, -2, -4, +8. **B.** 0, +4. +2, +7. **C.** 0, +4, -2, +7. **D.** 0, +2, -4, -7

Cách giải:

Cho các chất sau: Mn, MnO_2, $MnCl_2$, $KMnO_4$. Số oxi hóa của nguyên tố Mn trong các chất lần lượt là 0, +4. +2, +7.

Đáp án: B

Câu 7: Sục khí SO_2 vào dung dịch $KMnO_4$ (thuốc tím), màu tím nhạt dần rồi mất màu (biết sản phẩm tạo thành là $MnSO_4$, H_2SO_4 và H_2O). Nguyên nhân là do

A. SO_2 đã oxi hóa $KMnO_4$ thành MnO_2. **B.** SO_2 đã khử $KMnO_4$ thành Mn^{2+}.

C. $KMnO_4$ đã khử SO_2 thành S^{+6}. **D.** H_2O đã oxi hóa $KMnO_4$ thành Mn^{2+}.

Cách giải:

Sục khí SO_2 vào dung dịch $KMnO_4$ (thuốc tím), màu tím nhạt dần rồi mất màu (biết sản phẩm tạo thành là $MnSO_4$, H_2SO_4 và H_2O). Nguyên nhân là do SO_2 đã oxi hóa $KMnO_4$ thành MnO_2.

Đáp án A.

Câu 8: Dấu hiệu để nhận ra phản ứng là phản sứng oxi hóa khử dựa trả sự thay đổi đại lượng nào sau đây của nguyên tử?

A. Số oxi hoá. **B.** Số mol. **C.** Số khối. **D.** Số proton.

Cách giải:

Dấu hiệu để nhận ra phản ứng là phản sứng oxi hóa khử dựa trả sự thay đổi số oxi hoá.

Đáp án: A