

Chuyên đề 3: LIÊN KẾT HÓA HỌC

TÓM TẮT LÝ THUYẾT

A. LIÊN KẾT ION

I. Sự tạo thành ion, cation, anion

1. Ion, cation, anion

a. Nguyên tử trung hòa về điện. Khi nguyên tử nhường hay nhận electron nó trở thành phân tử mang điện gọi là ion.

b. Trong các phản ứng hóa học để đạt cấu hình electron bền vững của khí hiếm (lớp ngoài cùng có 8 electron hay 2 electron ở Heli) nguyên tử kim loại có khuynh hướng nhường electron cho nguyên tử các nguyên tố khác để trở thành ion dương gọi là cation.

c. Trong các phản ứng hóa học để đạt cấu hình electron bền vững của khí hiếm, nguyên tử phi kim có khuynh hướng nhận thêm electron từ nguyên tử các nguyên tố khác trở thành ion âm gọi là anion.

2. Ion đơn nguyên tử và ion đa nguyên tử

a. Ion đơn nguyên tử là các ion tạo nên từ một nguyên tử. Ví dụ: cation Li^+ , Na^+ , Mg^{2+} , Al^{3+} và anion F^- , S^{2-}

b. Ion đa nguyên tử là những nhóm nguyên tử mang điện tích dương hay âm. Ví dụ: cation amoni NH_4^+ , anion hydroxyt OH^- , ion sunfat SO_4^{2-}

II. Sự tạo thành liên kết ion

Liên kết ion là liên kết được hình thành bởi lực hút tĩnh điện giữa các ion mang điện tích trái dấu.

B. LIÊN KẾT CỘNG HÓA TRỊ

I. Sự hình thành liên kết cộng hóa trị

1. Liên kết cộng hóa trị hình thành giữa các tử giống nhau. Sự hình thành đơn chất.

♣ Liên kết cộng hóa trị là liên kết được tạo nên giữa 2 tử bằng 1 hay nhiều cặp e chung.

- Mỗi cặp e chung tạo nên 1 liên kết cộng hóa trị

- Các phân tử H_2 , N_2 tạo nên từ 2 tử của cùng một tố (có độ âm điện như nhau) nên các cặp e chung không bị hút lệch về phía tử nào $\Rightarrow$ liên kết trong các tử đó không bị phân cực. Đó là liên kết cộng hóa trị không cực.

2. Liên kết giữa các nguyên tử khác nhau. Sự hình thành hợp chất.

- Liên kết cộng hóa trị trong đó cặp e chung bị lệch về phía 1 tử được gọi là liên kết cộng hóa trị có cực hay liên kết cộng hóa trị phân cực.

C. HÓA TRỊ VÀ SỐ OXY HÓA

I. Hóa trị

1. Hóa trị trong hợp chất ion

- Trong hợp chất ion hóa trị của một tố bằng điện tích của ion và được gọi là điện hóa trị của tố đó.

2. Hóa trị trong hợp chất cộng hóa trị

- Trong hợp chất CHT, hóa trị của một nơtơ được xác định bằng số liên kết của nơtơ nơtơ đó trong ptử và được gọi là CHT của nơtơ đó.

II. Số oxy hóa

1. Khái niệm

- Số oxy hóa của 1 nơtơ trong ptử là điện tích của nơtơ nơtơ đó trong ptử, giả định rằng liên kết giữa các nơtơ trong ptử là liên kết ion.

2. Quy tắc xác định

a. Số oxy hóa của nơtơ đơn chất bằng không.

Vd: Số oxy hóa Fe, Cu, H₂, Cl₂ ... bằng 0.

b. Trong ptử tổng số oxy hóa của các nơtơ bằng không.

Vd 1: Trong ptử NH₃ số oxy hóa của Nơtơ bằng -3 và của Hydro bằng +1.

Vd 2: Số oxy hóa của Nơtơ trong HNO₂ bằng +3 và trong HNO₃ bằng +5.

Vd 3: Trong ion NO₃⁻ số oxy hóa của Nơtơ trong ion NO₃⁻ bằng +5 và của oxy bằng -2.

Tổng số oxy hóa: +5 + 3.(-2) = -1.

c. Số oxy hóa của ion đơn nơtơ bằng điện tích của ion đó. Trong một ion đa nơtơ, tổng số oxy hóa của các nơtơ bằng điện tích ion đó.

Vd: Số oxy hóa của Na⁺, Mg²⁺, Cl⁻, S²⁻ lần lượt bằng +1, +2, -1, -2.

d. Trong hầu hết các hợp chất số oxy hóa của Hydro bằng +1 trừ một số trường hợp như hydrua kim loại (NaH, CaH₂ ...) và của Oxy bằng -2 trừ trường hợp OF₂, H₂O₂ ...

BÀI TẬP

* DẠNG 1: Xác định thành phần trong ion

Hướng dẫn làm bài:

- Trong nguyên tử: số e = số p = Z

- Nguyên tử mất e (nhường e) để tạo ion dương, mất bao nhiêu e thì điện tích dương bấy nhiêu
⇒ số e trong ion dương = số e trong nguyên tử - giá trị điện tích của ion

- Nguyên tử nhận e để tạo ion âm, nhận bao nhiêu e thì điện tích âm bấy nhiêu ⇒ số e trong ion âm = số e trong nguyên tử + giá trị điện tích của ion

- Việc nguyên tử nhường hay nhận e để tạo ion không làm thay đổi số p, số n nên số p, số n trong ion giống như trong nguyên tử.

Câu 1: Xác định số proton, số neutron, số electron trong các ion sau: ${}^2_1\text{H}^+$; ${}^{35}_{17}\text{Cl}^-$

Đáp án:

${}^2_1\text{H}^+$: số p = Z = 1; số e = 1 - 1 = 0; số n = A - Z = 2 - 1 = 1

${}^{35}_{17}\text{Cl}^-$: số p = Z = 17; số e = 17 + 1 = 18; số n = A - Z = 35 - 17 = 18

Bài tập tương tự: (HS tự giải)

Câu 2: Xác định số proton, số notron, số electron trong các ion sau: ${}^{40}_{20}\text{Ca}^{2+}$; ${}^{32}_{16}\text{S}^{2-}$; ${}^{27}_{13}\text{Al}^{3+}$; ${}^{56}_{26}\text{Fe}^{2+}$; ${}^{19}_9\text{F}^{-}$.

*** DẠNG 2:** Viết phương trình biểu diễn sự tạo thành ion từ nguyên tử hoặc đơn chất

Hướng dẫn làm bài:

- Nguyên tử kim loại nhường bao nhiêu e thì tạo ion mang điện tích dương bấy nhiêu
- Nguyên tử phi kim nhận bao nhiêu e thì tạo ion mang điện tích âm bấy nhiêu
- Nhường e thì ghi + số e nhường ở sau mũi tên, nhận e thì ghi + số e nhận ở trước mũi tên.
- Số e nhường/nhận bằng hóa trị của kim loại/phi kim

Lưu ý: phi kim: F, Cl, Br, I: hóa trị 1; O, S: hóa trị 2; N, P: hóa trị 3; C, Si: hóa trị 4.

- Các đơn chất phi kim ở dạng phân tử: F_2 , Cl_2 , I_2 , O_2 , N_2

Câu 3: Viết phương trình biểu diễn sự hình thành ion từ các nguyên tử sau:

a) Na; K; Ca; Al; Zn; Mg; Ag;

b) F; Cl; O; S; N; P.

Đáp án:

a) $\text{Na} \rightarrow \text{Na}^+ + 1\text{e}$

b) $\text{F} + 1\text{e} \rightarrow \text{F}^{-}$

(Các nguyên tử còn lại HS tự làm tương tự)

Câu 4: Viết phương trình biểu diễn sự hình thành các ion sau từ đơn chất:

Ba^{2+} ; Br^{-} ; I^{-} ; S^{2-} ; N^{3-} ; Mn^{2+} ; Fe^{2+} ; Fe^{3+}

Đáp án:

$\text{Ba} \rightarrow \text{Ba}^{2+} + 2\text{e}$

$\text{Br}_2 + 2\text{e} \rightarrow 2\text{Br}^{-}$

(Các ion còn lại HS tự làm tương tự)

*** DẠNG 3:** Viết cấu hình e của ion

Câu 5: Hãy viết cấu hình electron của các ion sau đây: Li^{+} ; Mg^{2+} ; Cl^{-} ; F^{-} ; O^{2-} ; S^{2-} ; Mn^{2+} ; Cu^{2+} ; Fe^{3+} ; Fe^{2+} ; Br^{-} .

Đáp án:

- Li^{+}
Cấu hình e nguyên tử Li: $1s^2 2s^1$
 $\Rightarrow$ Cấu hình e ion Li^{+} : $1s^2$
- Cl^{-}
Cấu hình e nguyên tử Cl: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$
 $\Rightarrow$ Cấu hình e ion Cl^{-} : $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$
- Mn^{2+}

Cấu hình e nguyên tử Mn: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5 4s^2$
 $\Rightarrow$ Cấu hình e ion Mn^{2+} : $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5$

(Các ion còn lại HS tự làm tương tự. Lưu ý các nguyên tố có Z trên 20 các em tra bảng tuần hoàn để biết số Z)

*** DẠNG 4: Viết cấu hình e nguyên tử khi biết cấu hình e của ion**

Câu 6: Cho biết cấu hình e của các ion: X^+ : $1s^2 2s^2 2p^6$; Y^{2-} : $1s^2 2s^2 2p^6$

- a) Viết cấu hình electron đầy đủ của X, Y?
b) Gọi tên X và Y?

Đáp án:

X^+ : $1s^2 2s^2 2p^6 \Rightarrow X$: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1 \Rightarrow X$ (Z = 11) là Natri

(Ion là X^+ nghĩa là nguyên tử X đã nhường 1 e để tạo ion X^+ , mà ion X^+ có 10 e $\Rightarrow$ nguyên tử X có 11 e $\Rightarrow$ X có Z = 11)

Y^{2-} : $1s^2 2s^2 2p^6 \Rightarrow Y$: $1s^2 2s^2 2p^4 \Rightarrow Y$ (Z = 8) là Oxi

(Ion là Y^{2-} nghĩa là nguyên tử Y đã nhận 2 e để tạo ion Y^{2-} , mà ion Y^{2-} có 10 e $\Rightarrow$ nguyên tử Y có 8 e $\Rightarrow$ Y có Z = 8)

(Các câu tương tự HS tự làm)

Câu 7: Cho cấu hình e lớp ngoài cùng của: ion A^{2+} : $-3s^2 3p^6$; ion X^{2-} : $-2s^2 2p^6$

Viết cấu hình e đầy đủ của A và X.

Câu 8: Cho các ion A^{2+} và B^- đều có cấu hình e giống khí hiếm Ne. Viết cấu hình e nguyên tử của A, B.

*** DẠNG 5: Viết phương trình phản ứng và biểu diễn sự di chuyển electron để tạo thành các hợp chất ion**

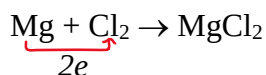
Hướng dẫn làm bài:

- Đơn chất kim loại luôn ở dạng đơn nguyên tử. Ví dụ: Na, K, Mg, Al, ...
- Đơn chất phi kim: ở dạng đơn nguyên tử: C, S, P, Si; ở dạng phân tử: F_2 , Cl_2 , Br_2 , I_2 , O_2 , N_2
- Kim loại luôn nhường e, phi kim luôn nhận e; e luôn đi từ kim loại qua phi kim.
- Kim loại hóa trị bao nhiêu thì nhường bấy nhiêu e. Ghi số e di chuyển dựa trên số e nhường của 1 nguyên tử kim loại nhân lên cho số lượng nguyên tử kim loại có trong PTPƯ

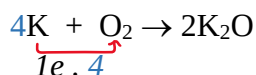
Câu 9: Viết phương trình hóa học biểu diễn sự di chuyển electron để tạo thành các hợp chất sau: $MgCl_2$; K_2O ; Na_2S ; BaO ; AlF_3 ; K_2S ; NaI ; KBr ; K_3N ; $CaCl_2$; Al_2O_3 .

Đáp án:

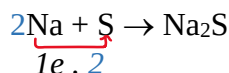
- $MgCl_2$



- K₂O



- Na₂S



(Các chất còn lại HS làm tương tự)

*** DẠNG 6: Viết công thức cấu tạo và công thức electron**

Hướng dẫn làm bài:

- Cần nhớ hóa trị của phi kim: F, Cl, Br, I: hóa trị 1; O, S: hóa trị 2; N, P: hóa trị 3; C, Si: hóa trị 4.

- Electron được biểu diễn bằng dấu chấm •. Trong công thức electron, chỉ biểu diễn những electron ở lớp ngoài cùng.

- 1 liên kết cộng hóa trị được biểu diễn bằng 1 dấu gạch (–), tương ứng 2 electron dùng chung (2 dấu chấm).

- Nguyên tử phi kim hóa trị bao nhiêu thì tạo được bấy nhiêu liên kết cộng hóa trị, tương ứng là bấy nhiêu dấu “–” xung quanh nguyên tử đó.

- Liên kết phối trí (hay liên kết cho nhận) là liên kết được tạo nên do 1 nguyên tử cho một nguyên tử khác mượn cặp e của nó mà nguyên tử nhận không góp chung e nào. Liên kết phối trí được biểu diễn bởi dấu mũi tên (→) hướng từ phía nguyên tử cho sang nguyên tử nhận.

- Chỉ trong trường hợp nguyên tử đã tạo đủ số liên kết cộng hóa trị (đủ số dấu –) mà vẫn còn thêm nguyên tử khác (thường là oxi) trong phân tử cần tạo liên kết thì mới dùng tới liên kết phối trí.

Câu 10: Viết công thức cấu tạo, công thức electron của các chất sau:

a) F₂, O₂, N₂, H₂, H₂S, PH₃, H₂O₂, CO₂, HCN, CH₄, C₂H₄, C₂H₂, CH₅N, CH₄O

b) SO₂, SO₃, O₃, CO, N₂O₃, N₂O₅, Cl₂O, Cl₂O₃, HClO₃, H₂SO₄, H₂CO₃, HNO₂, HNO₃.

Đáp án:

a)

CTPT

CTCT

CT e

* F₂

F–F

$\begin{array}{cc} \cdot\cdot & \cdot\cdot \\ \text{F} & \text{F} \\ \cdot\cdot & \cdot\cdot \end{array}$

(F hóa trị 1 tạo được 1 liên kết cộng hóa trị)

* O₂

O=O

$\begin{array}{cc} \cdot\cdot & \cdot\cdot \\ \text{O} & \text{O} \\ \cdot\cdot & \cdot\cdot \end{array}$

(O hóa trị 2 tạo 2 liên kết cộng hóa trị)



(N hóa trị 3 tạo 3 liên kết cộng hóa trị)



(H hóa trị 1 tạo 1 liên kết cộng hóa trị, S hóa trị 2 tạo 2 liên kết cộng hóa trị)



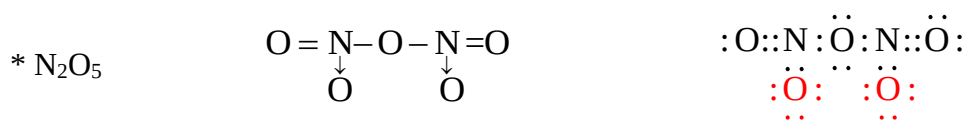
(C hóa trị 4 tạo 4 liên kết cộng hóa trị, O hóa trị 2 tạo 2 liên kết cộng hóa trị)

Các chất còn lại HS làm tương tự

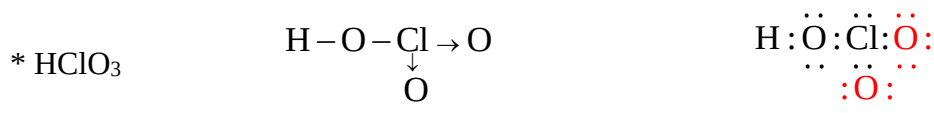
b)



(O và S đều hóa trị 2 đều tạo 2 liên kết cộng hóa trị, nên nguyên tử S liên kết đôi với 1 nguyên tử O, đến đây nguyên tử S và O đó đã đủ liên kết cộng hóa trị mà vẫn còn 1 nguyên tử O nữa nên S cho O mượn 1 cặp e của S tạo nên 1 liên kết cho nhận)



(O hóa trị 2 tạo 2 liên kết cộng hóa trị, N hóa trị 3 tạo 3 liên kết cộng hóa trị, nên 1 nguyên tử O ở giữa liên kết đơn với 2 nguyên tử N ở 2 bên, đến đây 2 nguyên tử N đều còn thiếu 2 liên kết cộng hóa trị nữa nên mỗi nguyên tử N sẽ liên kết đôi với 1 nguyên tử O nữa. Vậy vẫn còn 2 nguyên tử O nữa nên mỗi nguyên tử N cho mỗi nguyên tử O còn lại mượn 1 cặp e của N tạo nên liên kết cho nhận)



(H và Cl đều hóa trị 1, O hóa trị 2. Dựa trên đặc điểm cấu tạo của các axit nên ta vẽ nguyên tử H liên kết đơn với 1 nguyên tử O, nguyên tử O đó liên kết đơn với Cl. Đến đây vẫn còn 2 nguyên tử O nữa nên nguyên tử Cl cho mỗi nguyên tử O còn lại mượn 1 cặp e của Cl tạo nên 2 liên kết cho nhận)

Các chất còn lại HS làm tương tự

*** DẠNG 7: Xác định số oxi hóa**

Các quy tắc xác định số oxi hóa:

- **Đơn chất:** số oxi hóa bằng 0.
- Trong hầu hết các **hợp chất**, số oxi hóa của **Hiđro là +1, Oxi là -2**.
- **Tổng số oxi hóa** của các nguyên tử **trong hợp chất bằng 0**.
- **Tổng số oxi hóa** của các nguyên tử **trong ion bằng điện tích ion**.

- **Kim loại** luôn có **số oxi hóa dương** trong hợp chất, và **bằng hóa trị** của nó trong hợp chất đó.

Cách viết số oxi hóa:

+ Dấu (+/-) trước số

+ Ghi trên đầu ký hiệu hóa học của nguyên tố

Câu 11: Xác định số oxi hóa của S trong: H_2S , S, NaHSO_3 , H_2SO_4 , H_2SO_3 , FeS_2 , $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, CaSO_4 , HSO_4^- , SO_4^{2-}

Đáp án:

Đặt x là số oxi hóa của S cần tìm

$\overset{+1}{\text{H}}_2 \overset{-2}{\text{S}}$: H có số oxi hóa + 1 (theo quy tắc)

Ta có tổng số oxi hóa trong hợp chất thì bằng 0 nên:

$$(+1).2 + x = 0 \Rightarrow 2 + x = 0 \Rightarrow x = -2 \Rightarrow \text{S trong } \text{H}_2\text{S} \text{ có số oxi hóa là } -2$$

$\overset{0}{\text{S}}$: S là đơn chất nên số oxi hóa bằng 0

$\overset{+1}{\text{Na}} \overset{+1}{\text{H}} \overset{+4}{\text{S}} \overset{-2}{\text{O}_3}$: Na là kim loại hóa trị 1 $\Rightarrow$ Na có số oxi hóa: +1

H trong hợp chất có số oxi hóa: + 1 ; O trong hợp chất có số oxi hóa: -2

Ta có tổng số oxi hóa trong hợp chất thì bằng 0 nên:

$$(+1) + (+1) + x + (-2).3 = 0 \Rightarrow x - 4 = 0 \Rightarrow x = +4$$

$\Rightarrow$ S trong NaHSO_3 có số oxi hóa là +4

$\overset{+2}{\text{Fe}} \overset{-1}{\text{S}_2}$: Fe là kim loại, có hóa trị 2 $\Rightarrow$ Fe có số oxi hóa +2

Ta có tổng số oxi hóa trong hợp chất thì bằng 0 nên:

$$(+2) + x.2 = 0 \Rightarrow 2x = -2 \Rightarrow x = -1 \Rightarrow \text{S trong } \text{FeS}_2 \text{ có số oxi hóa là } -1$$

$\overset{+6}{\text{S}} \overset{-2}{\text{O}_4}^{2-}$: O trong hợp chất có số oxi hóa: -2

Ta có tổng số oxi hóa trong ion thì bằng điện tích ion nên:

$$x + (-2).4 = -2 \Rightarrow x - 8 = -2 \Rightarrow x = +6 \Rightarrow \text{S trong } \text{SO}_4^{2-} \text{ có số oxi hóa là } +6$$

Các chất/ion còn lại HS làm tương tự.

Các bài tập tương tự HS tự làm

Câu 12: Xác định số oxi hóa của N trong: NH_3 , N_2 , NO_2 , NH_4NO_3 , HNO_2 , N_2O , N_2O_5 , NH_4OH , NH_4^+ , NO_3^- , $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$.

Câu 13: Xác định số oxi hóa của Mn trong: MnO_4^{2-} , KMnO_4 , MnO_2 , H_2MnO_4 , Mn_2O_7 , MnSO_4 , MnCl_2 , K_2MnO_4 .

Câu 14: Xác định số oxi hóa của Cl trong: HCl , ClO_4^- , HClO_4 , KClO_3 , Cl_2O_7 , Cl_2O_5 , Cl_2 , MgCl_2 .