

選修化學

化學反應與能量

目錄

>	主題 1 氧化數	
	A 氧化數的意義	2
	B 個別原子氧化數	3
	C 平均氧化數	4
>	主題 2 氧化與還原反應	
	A 常見氧化劑與共軛還原產物	20
	B 常見還原劑與共軛氧化產物	21
	C 均衡化學反應式	22
>	主題 3 化學計量與反應熱	
	A 莫耳	60
	B 方程式計算	61
	C 影響反應熱的因素	64
	D 反應熱種類	65
	E 反應熱計算	69
	F 能量的形式與轉換	77



Chemistry



9分
9分
4分
0分
8分
4分
4分
2分
0分
8分
5分
3分
9分
8分
4分
2分
9分
4分
4分
2分
0分
8分
6分
3分
0分

主題

1

氧化數

- A. 氧化數的意義
- B. 個別原子氧化數
- C. 平均氧化數



A 氧化數的意義

1. 為了描述一複雜的氧化還原反應中，物質(化合物、元素、離子或離子團)內的每一個原子得失電子情形，用氧化數表示各原子得失電子的結果，以氧化數的變化說明氧化還原反應的過程。
2. 氧化數又稱為氧化態或價數，為相對比較其吸引共同電子對之能力所得之數值，可視為一種假想的電荷。
3. 除了單原子離子其氧化數恰等於其所帶電荷的符號外，其餘分子或離子團中皆以電負度大小來判定各原子的氧化數。
 - (1) 電負度大者 \Rightarrow 對共用電子對吸引力較大 \Rightarrow 帶負的氧化數。
 - (2) 電負度小者 \Rightarrow 對共用電子對吸引力較小 \Rightarrow 帶正的氧化數。
4. 電負度(或陰電性)
 - (1) 定義：共價化合物中，鍵結兩原子對於共用電子對的相對吸引能力。
 - (2) 各種原子的電負度值

H																
2.1																
Li	Be											B	C	N	O	F
1.0	1.5											2.0	2.5	3.0	3.5	4.0
Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl
0.9	1.2											1.5	1.9	2.1	2.5	3.0
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br
0.8	1.0	1.3	1.5	1.6	1.6	1.5	1.8	1.9	1.9	1.9	1.6	1.6	1.8	2.0	2.4	2.8
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I
0.8	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	1.9	2.2	2.2	2.2	1.9	1.7	1.7	1.8	1.9	2.1	2.5
Cs	Ba	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At
0.7	0.9	1.1	1.3	1.5	2.4	1.9	2.2	2.2	2.2	2.4	1.9	1.8	1.8	1.9	2.0	2.2

(3) $F > O > N \approx Cl > Br > I \approx S \approx C > P \approx H > B > \text{過渡} > Al \approx Be > Mg > \text{IIA} > \text{IA}$



B 個別原子氧化數

1. 先畫出化合物之正確結構式。
2. 將共用電子對全歸給電負度較大的原子。
3. 總結每一原子周圍電子得失總數訂出該原子氧化數。

深入研究

若電負度 $X > Y$ ，求下列各種狀況下， X 、 Y 之氧化數：

- (1) $X-Y$ 時， X 氧化數為 -1 ， Y 氧化數為 $+1$ 。
- (2) $X \rightarrow Y$ 時， X 氧化數為 0 ， Y 氧化數為 0 。
- (3) $X \leftarrow Y$ 時， X 氧化數為 -2 ， Y 氧化數為 $+2$ 。
- (4) $X-X$ 時， X 氧化數為 0 。
- (5) $X \rightarrow X$ 時，左 X 氧化數為 $+1$ ，右 X 氧化數為 -1 。
- (6) $X=Y$ 時， X 氧化數為 -2 ， Y 氧化數為 $+2$ 。

馬上演練

例 1

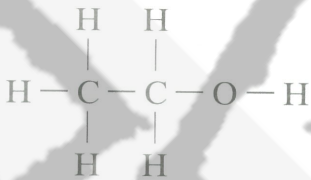
乙醇： C_2H_5OH

左邊 C 氧化數：_____

右邊 C 氧化數：_____

O 的氧化數：_____

C 的平均氧化數：_____



例 2

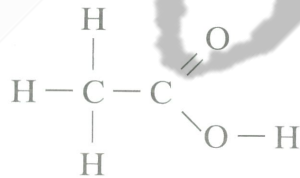
乙酸： CH_3COOH

左邊 C 氧化數：_____

右邊 C 氧化數：_____

O 的氧化數：_____

C 的平均氧化數：_____



例 3

硫代硫酸： $H_2S_2O_3$

中央硫的氧化數：_____

右下方硫的氧化數：_____

硫的平均氧化數：_____



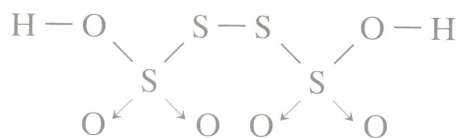
例 4

四硫磺酸： $H_2S_4O_6$

左右兩個硫的氧化數各為：_____

上方兩個硫的氧化數各為：_____

硫的平均氧化數：_____





C 平均氧化數

- 元素單質之氧化數均為零。如 O_2 , H_2 , N_2 , P_4 , S_8 , Na , Mg ... 等均為零。
- 單原子離子恰等於其電荷。如 Cu^{2+} (+2), Ag^+ (+1), Fe^{3+} (+3) ...。
- 在化合物中(分子或離子團)：
 - (1) F 必為 _____，IA 族必為 _____，IIA 族必為 _____，
 Al , Sc 必為 _____， Zn 必為 _____。

(2) 氫的處理

- 非金屬氫化物，氫的氧化數均為+1。如 H_2S , HCl , HNO_3 , NH_3 ... 中氫的氧化數均為+1。
- 金屬氫化物，氫的氧化數均為-1。如 NaH , KH , MgH_2 , CaH_2 ... 中氫的氧化數均為-1。

(3) 典型元素之最高、最低氧化數

- IA、IIA 之化合物必分別為+1、+2；元素態為零。
- IIIA Al 必為+3，同族其他元素常見的化合物中大都為+3，但有例外
- 典型非金屬元素(IVA~VIIA)常具有多種氧化態。
最高的氧化數：等於其價電子數
最低的氧化數：為滿足鈍氣組態所需之電子數
(記法：最高：族數，最低：(族數-8))
- 化合物中，VIIA 族的 F 必為-1，VIA 族的 O 最高氧化數為+2。

典型元素之最高、最低氧化數

族數	IA	IIA	IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA
最高	+1	+2	+3	+4	+5	+6	+7
最低	0	0	0	-4	-3	-2	-1

(4) 過渡元素之主要氧化數

大部份過渡金屬均具有多種氧化數，其中以+2及+3較常見。

例 1



Fe 平均 $+\frac{8}{3}$ ，個別：_____

例 2

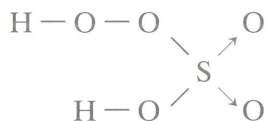


Pb 平均 $+\frac{8}{3}$ ，個別：_____

馬上演練

(5) 氧的處理

- (a) 一般化合物中的 O 氧化數為 -2。
 (b) 過氧化物中必有 1 個 O-O 鍵，且只有這兩個氧之氧化數為 -1，其餘的氧之氧化數仍為 -2。如 H_2O_2 , H_2SO_5 , $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_8$ ……



過氧硫酸 (S=+6)



過氧二硫酸 (S=+6)

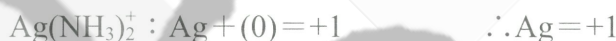
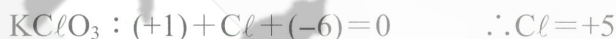
- (c) 超氧化物中，氧的平均氧化數為 $-(1/2)$ 。如 KO_2 , RbO_2 , CsO_2 ……。
 (d) 氟化物中，氧之氧化數為 +1 或 +2。如 O_2F_2 , OF_2 。
 (e) 氧化物與非氧化物之區別法

① 典型元素之含氧化合物，若將全部的氧均視為 -2 時，此典型元素之氧化數將超過其最高氧化數，則非氧化物。且此典型元素之氧化數以其最高氧化數計。

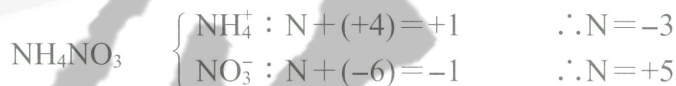
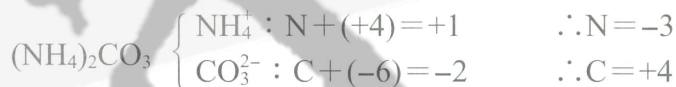


② 過渡元素之含氧化物必為氧化物。

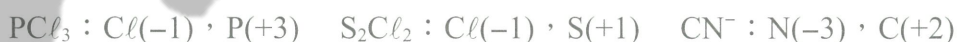
- (6) 分子或離子團中的各原子氧化數總和應等於分子或離子團所帶的淨電荷。
 如： KClO_3 , $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$, NH_4^+ , $\text{Ag}(\text{NH}_3)_2^+$, $\text{Ni}(\text{CO})_4$ 。



- (7) 陰、陽離子團形成之離子化合物，須先解離成離子後，再依上述規則判斷各元素之氧化數。



- (8) 在沒有 IA, IIA, F, Al, H, O 的分子或離子團時，氧化數大小，以電負度來決定。一般原則是“電負度較大者，以其最低氧化數計”。如



化合物中各元素常見的氧化數

1 H +1 -1												18 VIII A 2 He					
1 IA	2 IIA											13 IIIA	14 IVA	15 VA	16 VIA	17 VIIA	18 VIII A
3 Li +1	4 Be +2											5 B +3	6 C 從 +4 到 -4	7 N 從 +5 到 -3	8 O -1 -2	9 F -1	10 Ne
11 Na +1	12 Mg +2	3 IIIB	4 IVB	5 VB	6 VIB	7 VIIB	8	9 VIIB	10	11 IB	12 IIB	13 Al +3	14 Si +4 -4	15 P +5 +3 +1 -3	16 S +6 +4 +2 -2	17 Cl +7 +5 +3 +1 -1	18 Ar
19 K +1	20 Ca +2	21 Sc +3	22 Ti +4 +3 +2	23 V +5 +4 +3 +2	24 Cr +6 +3 +2	25 Mn +7 +6 +4 +3 +2	26 Fe +3 +2	27 Co +3 +2	28 Ni +3 +2	29 Cu +2 +1	30 Zn +2	31 Ga +3 +2	32 Ge +4 +2 -4	33 As +5 +3 -3	34 Se +6 +4 -2	35 Br +7 +5 +3 +1 -1	36 Kr +2
37 Rb +1	38 Sr +2	39 Y +3	40 Zr +4 +3	41 Nb +5 +4 +2	42 Mo +6 +5 +4 +3	43 Tc +7 +5 +4	44 Ru +8 +5 +4 +3	45 Rh +4 +3	46 Pd +4 +2	47 Ag +1	48 Cd +2	49 In +3 +2 +1	50 Sn +4 +2 -4	51 Sb +5 +3 -3	52 Te +6 +4 -2	53 I +7 +5 +3 +1 -1	54 Xe +6 +4 +2
55 Cs +1	56 Ba +2	★ 71 Lu +3	72 Hf +4 +3	73 Ta +5 +4 +3	74 W +6 +5 +4	75 Re +7 +5 +4	76 Os +8 +6 +4 +3 +2	77 Ir +4 +3 +1	78 Pt +4 +2	79 Au +3 +1	80 Hg +2 +1	81 Tl +3 +1	82 Pb +4 +2	83 Bi +3	84 Po +6 +4 +2 -2	85 At +7 +5 +3 +1 -1	86 Rn +2
87 Fr +1	88 Ra +2	★ 103 Lr +3	<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">★ 鑷系元素</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">★ 錒系元素</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">金屬</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">類金屬</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">非金属</div> </div>														