

例析高考物质结构命题规律与热点

湖南省耒阳市第二中学 周伟华

一、考查化学用语

高考常考查的化学用语归纳如下:

化学用语	注意要点
核素符号	质子数、中子数、质量数、核外电子数之间的关系
	核素的符号表达
电子式	质子数、中子数、质量数与核素符号的对应关系
	元素、核素、同位素、同素异形体、同分异构体的联系与区别
	四种简单离子的组合: Na^+ 、 Mg^{2+} 、 Cl^- 、 O^{2-}
	原子团的出现: NH_4^+ 、 OH^- 、 O_2^{2-}
共价键	原子团与简单离子的组合: NH_4Cl 、 NaOH 、 Na_2O_2
	氢化物: CH_4 、 NH_3 、 H_2O 、 HCl
原子、离子结构示意图	含重键的物质: N_2 、 CO_2 、 C_2H_4 、 C_2H_2 等
	复杂化合物: N_2H_4 、 $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ 、 CCl_4 等 (注意 O、N、Cl 等原子的孤对电子)
化合价	当原子变为离子时,核电荷数、质子数不发生改变。简单离子的核外电子排布满足稳定结构
有机物的结构简式	能判断常见元素的化合价
球棍模型和比例模型	官能团在苯环上的位置
概念辨析	官能团中各原子与苯环连接的顺序,尤其是含氧官能团的书写(如: $-\text{NO}_2$ 、 $-\text{OH}$)
	注意原子相对大小、连接顺序、分子空间构型
	分子式、实验式、结构式、结构简式、键线式等

1. (2017年江苏卷题2) 下列有关化学用语表示正确的是()。

A. 质量数为31的磷原子: $^{31}_{15}\text{P}$

B. 氟原子的结构示意图: 

C. CaCl_2 的电子式: $\text{Ca}^{2+} [:\ddot{\text{Cl}}:]_2^-$

D. 明矾的化学式: $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$

答案: A

2. (2017年全国卷I题27节选) $\text{Li}_2\text{Ti}_5\text{O}_{15}$ 中 Ti 的化合价为 +4, 其中过氧键的数目为_____。

解析 Li 的化合价为 +1, Ti 的化合价为

+4, O^{2-} 、 O_2^{2-} 中 O 的化合价分别为 -2, -1, 不妨假设 1 mol $\text{Li}_2\text{Ti}_5\text{O}_{15}$ 中 O^{2-} 、 O_2^{2-} 分别为 a mol 和 b mol, 则有 $a + 2b = 15$,

$$2 \times (+1) + 5 \times (+4) + (-2) \times (a + b) = 0$$

解方程组得: $a = 7$ $b = 4$

过氧键的数目为 4

答案: 4

3. 设 N_A 为阿伏加德罗常数的值, 则 0.1 mol 的 ^{11}B 中, 含有 N_A 个中子_____。

解析 考查质子数、中子数、质量数、核外电子数之间的关系

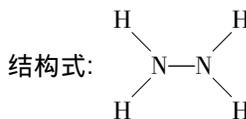
^{11}B ~ 3 质子 ~ 8 中子

$$0.1 \text{ mol} \quad 0.8 \text{ mol} \rightarrow 0.8 N_A$$

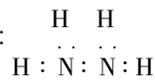
4. (2016年全国卷I题26节选) 联氨(又称肼 N_2H_4 , 无色液体) 是一种应用广泛的化工原料, 可用作火箭燃料。回答下列问题:

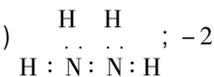
(1) 联氨分子的电子式为____, 其中氮的化合价为_____。

解析 写电子式之前需要先判断化学键的类型, 通常非金属元素之间形成的是共价键, 判断联氨是共价化合物, 根据价键理论写出联氨的结构式, 再改写为电子式。



由结构式不难判断, 三对共用电子对有两对偏向 N, 故 N 显 -2 价, 共用电子对偏离 H, 故 H 显 +1 价。

将结构式改写为电子式可得: 

答案: (1) ; -2

5. (2016年全国卷II题26节选) NaClO_2 中 Cl 的化合价为____, 名称为_____。

解析 该化合物为离子化合物, 其中 Na 为 +1 价, O 为 -2 价, 设氯的化合价为 y, 由化合物

化合价代数和等于零,可得:

$$+1 + y - 2 \times 2 = 0, \text{ 可得 } y = +3 \text{ 价,}$$

微粒及	ClO_4^-	ClO_3^-	ClO_2^-	ClO^-	Cl^-
化合价	(+7 价)	(+5 价)	(+3 价)	(+1 价)	(-1 价)
名称	高氯酸根	氯酸根	亚氯酸根	次氯酸根	氯离子

答案: +3 价 亚氯酸钠

6. (2015 年重庆卷题 8 节选)

(1) N_2 的电子式为_____。

(2) K 的原子结构示意图为_____。

答案: (1) $:\text{N}:::\text{N}:$ (2) K 的原子结构示意图为 K 原子核外有 19 个电子, 排布为 2, 8, 8, 1。

二、粒子的相互作用力及化学键,用化学键或作用力解释物质性质、化学反应

1. (2015 年重庆卷题 8 节选) KClO_4 含有化学键的类型为_____。

(2016 年海南卷节选) CS_2 其化学键属_____共价键(填“极性”或“非极性”)。

(2015 年浙江卷题 15 节选) 下列物质中既有离子键又有共价键的是_____。

A. MgO B. NaOH C. CaCl_2 D. $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$

解析 考查物质类别与化学键的关系:

离子化合物一定含有离子键,可含共价键,共价化合物只含共价键。含有复杂原子团的离子化合物中含有共价键。复杂原子团是由两个或两个以上原子构成的离子。

共价键可以分为极性键($A-B$,不同元素原子之间形成的共价键)和非极性键($A-A$,同种元素原子之间形成的共价键)。

答案: 离子键和共价键、极性键、BD

2. (2016 年四川卷题 8 题节选) 硫的氢化物的沸点低于与其组成相似的氧的氢化物,其原因是_____。

(2015 年题 37 节选) 氧元素的单质有两种同素异形体,其中沸点高的是_____(填分子式),原因是_____。

解析 考查粒子间作用力对物质性质的影响

答案: H_2O 分子间存在氢键,而 H_2S 分子间没有氢键; O_3 ; O_3 相对分子质量较大 范德华力大;

知识储备:

(1) 关于氢键: 由已经和电负性很强的原子

形成共价键的氢原子与另一个分子中电负性很强的原子之间形成的作用力。表示为 $A-H\cdots B-$ (A, B 为 $\text{N}, \text{O}, \text{F}$, $-$ 表示共价键, \cdots 表示氢键)。

氢键不属于化学键,属于一种较弱的作用力,其大小介于范德华力和化学键之间。

氢键实质上也是一种静电作用。

氢键存在于水、醇、羧酸、酰胺、氨基酸、蛋白质、结晶水合物等中。

(2) 氢键对物质性质的影响:

① 溶质分子和溶剂分子间形成氢键,溶解度骤增。如氨气极易溶于水;

② 分子间氢键的存在,使物质的熔沸点升高;

③ 有些有机物分子可形成分子内氢键,则此时的氢键不能使物质的熔沸点升高。

三、元素周期表考查“符号”-“位置”-“结构”-“性质”四重表征

1. (2017 年北京卷) 2016 年 IUPAC 命名 117 号元素为 Ts(中文名“钿” jiàn), Ts 的原子核外最外层电子数是 7。下列说法不正确的是()。

A. Ts 是第七周期第 VIIA 族元素

B. Ts 的同位素原子具有相同的电子数

C. Ts 在同族元素中非金属性最弱

D. 中子数为 176 的 Ts 核素符号是 ${}_{117}^{176}\text{Ts}$

解析 首先根据稀有气体定位法,确定 Ts 是第七周期第 VIIA 族元素, A 项正确, Ts 的同位素原子具有相同质子数和电子数, B 项正确, C 项考查金属性、非金属性递变规律,同一主族的元素,从上而下,原子半径增大,原子核对核外电子的吸引力减弱,得电子能力减弱,即非金属性减弱,故 Ts 在同族元素中非金属性最弱, C 项正确。D 项核素符号左上角的数字表示质量数,故中子数为 176 的 Ts 核素符号是 ${}_{117}^{293}\text{Ts}$, D 项错误。答案: D

2. (2017 年全国卷 II) a, b, c, d 为原子序数依次增大的短周期主族元素, a 原子核外电子总数与 b 原子次外层的电子数相同; c 所在周期数与族数相同; d 与 a 同族,下列叙述正确的是()。

A. 原子半径: $d > c > b > a$

B. 4 种元素中 b 的金属性最强

C. c 的氧化物的水化物是强碱

D. d 单质的氧化性比 a 单质的氧化性强

解析 本题的考查点是元素周期表及元素周

期律,具体而言,A项考查原子半径大小比较,B、D考查金属性、非金属性,C项考查元素化合物知识,a、b、c、d的推断,需要用到元素周期表结构、原子核外电子排版规律。

首先推断出:a是氧、b是钠、c是铝、d是硫,然后将其相对位置排列好:

		O	
Na	Al		S

根据元素周期表及元素周期律可以得出原子半径大小为:Na > Al > S > O,A项错误;金属性最强的为钠,B项正确;Al(OH)₃是弱碱,C项错误;O₂ + 2H₂S = 2S + 2H₂O,d单质(硫单质)的氧化性比a单质(氧气、臭氧)的氧化性弱,D项错误。答案:B

3.(2017年全国卷Ⅲ)短周期元素W、X、Y和Z在周期表中的相对位置如表1所示,这四种元素原子的最外电子数之和为21。下列关系正确的是()。

表1

		W	X
Y			Z

- A. 氢化物沸点: W < Z
- B. 氧化物对应水化物的酸性: Y > W
- C. 化合物熔点: Y₂X₃ < YZ₃
- D. 简单离子的半径: Y < X

答案:D;W是氮、X是氧、Y是铝、Z是氯

4.(2016年海南卷题13)短周期元素X、Y、Z、M的原子序数依次增大,元素X的一种高硬度单质是宝石,Y²⁺电子层结构与氖相同,Z的质子数为偶数,室温下M单质为淡黄色固体,回答下列问题:

- (1) M元素位于周期表中的第____周期、____族。
- (2) Z元素是____,其在自然界中常见的二元化合物是____。
- (3) X与M的单质在高温下反应的化学方程式为____,产物分子为直线形,其化学键属____共价键(填“极性”或“非极性”)。
- (4) 四种元素中的____可用于航空航天合金材料的制备,其单质与稀盐酸反应的化学方程式为____。

解析 首先,推断出X、Y、Z、M的元素符号,

然后根据“位置”-“结构”-“性质”规律解答相关选项。

元素X的一种高硬度单质是宝石,推导出X为C;Y²⁺电子层结构与氖相同,推导出Y为Mg;M单质为淡黄色固体,推导出M为S;短周期元素X、Y、Z、M的原子序数依次增大,同时Z的质子数为偶数,推断出Z为Si。

答案:(1)三;VIA;(2)Si;SiO₂

(3) C + 2S $\xrightarrow{\text{高温}}$ CS₂; 极性

(4) Mg; Mg + 2HCl = MgCl₂ + H₂ ↑

四、有机物结构和性质

主要考点:有机物的结构表示方法、有机物的名称、有机物的官能团与性质、有机物官能团的名称、有机物共面共线问题、不同化学环境氢原子种类、有机物同分异构体的书写、有机反应类型与书写。

1.(2017年天津卷题2)汉黄芩素是传统中草药黄芩的有效成分之一,对肿瘤细胞的杀伤有独特作用。下列有关汉黄芩素的叙述正确的是()。



- A. 汉黄芩素的分子式为 C₁₆H₁₃O₅
- B. 该物质遇 FeCl₃ 溶液显色
- C. 1 mol 该物质与溴水反应,最多消耗 1 mol Br₂
- D. 与足量 H₂ 发生加成反应后,该分子中官能团的种类减少 1 种

解析 考点定位:有机物结构和性质综合推断,具体而言,A项考查有机物结构表示方法,B、C、D考查有机物官能团与官能团的性质。

A项由键线式的书写规律,可知分子式应为 C₁₆H₁₂O₅;B项该物质含有酚羟基,酚类物质遇 FeCl₃ 溶液显色,B对;C项酚羟基的邻位氢原子被取代消耗 1mol Br₂,碳碳双键加成消耗 1mol Br₂,最多消耗 2 mol Br₂;D项未加成之前该分子含有的官能团为:羟基、醚键、羰基、碳碳双键与足量 H₂ 发生加成反应后官能团为:羟基、醚键,该分子中官能团的种类减少 2 种。

答案:B。(收稿日期:2018-02-10)