

原子结构考点探究

江苏省高邮市第二中学 225600 王一心

原子结构是中学化学中物质结构中的重要部分,也是近几年高考命题的常考内容,为了更好的学习这一部分内容,下面将其常见考点总结如下。

一、原子的构成(如图 1 所示)

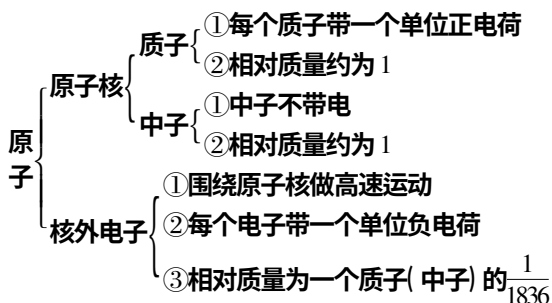


图 1

例 1 若新发现的 118 号元素的某种原子记作 ${}^{297}_{118}\text{X}$,则有关该核素说法正确的是()。

- A. 质子数为 118,电子数为 179,中子数为 179
- B. 原子序数为 179,质量数为 297
- C. 与 ${}^{12}_6\text{C}$ 的相对原子质量之比为 118:6
- D. ${}^{297}_{118}\text{X}$ 经过一次 α 衰变得到的 116 号元素原子可表示为 ${}^{293}_{116}\text{Y}$

解析 原子符号的左下角为质子数(即原子序数),左上角为质量数,所以该原子的质子数为 118,质量数为 297,中子数为 179,电子数为 118。所以 ${}^{297}_{118}\text{X}$ 与 ${}^{12}_6\text{C}$ 的相对原子质量之比为 297:12。答案: D。

二、原子结构中常见的微粒关系

1. 原子(如图 2 所示)

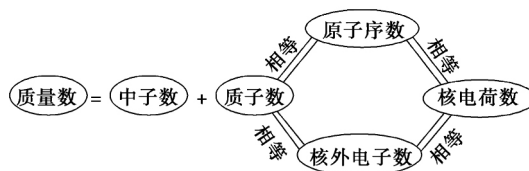


图 2

2. 离子的核外电子数

核外电子数 { 阳离子: 质子数 - 电荷数
阴离子: 质子数 + 电荷数

例 2 以下有关原子结构及元素周期律的叙述正确的是()。

- A. 第 I A 族元素铯的两种同位素 ${}^{137}\text{Cs}$ 比 ${}^{133}\text{Cs}$ 多 4 个质子
- B. 同周期元素(除 0 族元素外)从左到右,原子半径逐渐减小
- C. 第 VIIA 族元素从上到下,其氢化物的稳定性逐渐增强
- D. 同主族元素从上到下,单质的熔点逐渐降低

解析 A 项, ${}^{137}\text{Cs}$ 比 ${}^{133}\text{Cs}$ 多 4 个中子,两者质子数相等。C 项,氢化物的稳定性随元素非金属性的增强而增强。D 项,同主族元素从上到下,碱金属单质的熔点逐渐降低,第 VIIA 族单质的熔点逐渐升高,而第 VA 族单质的熔点先升高后降低,D 错。答案: B。

三、元素、核素、同位素

1. 元素: 具有相同核电荷数(即质子数)的同一类原子的总称。

以上讨论了七种类型的图像题的解题思路,由此可以看出,化学图像题解题的关键有两个: 一是要准确识图,弄清纵、横坐标所代表的化学意义,图中曲线的变化趋势,曲线上某些点所代表的特定意义,以及曲线发生突变的原因;二是要联系理论,要应用化学基本概念,基础知识去结合曲线图中具体情节,根据题意作出合理的解答。这类习题只有在多练中学会方法,总结规律,形成技巧,才能提高解题的准确性和敏捷性。

(收稿日期: 2014-07-15)

► 物质的量浓度是下列各组中的:

	A	B	C	D
$\text{X}(\text{mol/L})$	0.12	0.04	0.03	0.09
$\text{Y}(\text{mol/L})$	0.04	0.12	0.09	0.03

解析 由图像可知,开始盐酸的 pH 为 1,则盐酸的起始浓度为 0.1 mol/L 或接近 0.1 mol/L 。滴加 20 mL Y 时,溶液的 pH 为 2,可计算

$$\frac{c(\text{H}^+) \times 0.01 \text{ L} - c(\text{OH}^-) \times 0.02 \text{ L}}{0.01 \text{ L} + 0.02 \text{ L}} = 0.01 \text{ mol/L}$$

由上分析答案为 D。

2. 核素: 具有一定数目质子和一定数目中子的一种原子。可用符号 A_ZX 表示。

3. 同位素: 质子数相同而中子数不同的同一种元素的不同核素互称为同位素。

特征: ①具有相同存在形态的同位素, 化学性质几乎完全相同。②天然存在的同一元素各核素所占的原子百分数一般不变。

例 3 下列叙述错误的是()。

- A. ${}^{13}\text{C}$ 和 ${}^{14}\text{C}$ 属于同一种元素, 它们互为同位素
- B. ${}^1\text{H}$ 和 ${}^2\text{H}$ 是不同的核素, 它们的质子数相等
- C. ${}^{14}\text{C}$ 和 ${}^{14}\text{N}$ 的质量数相等, 它们的中子数不等
- D. ${}^6\text{Li}$ 和 ${}^7\text{Li}$ 的电子数相等, 中子数也相等

解析 A 项中 ${}^{13}\text{C}$ 和 ${}^{14}\text{C}$ 质子数相同, 互为同位素; B 项中 ${}^1\text{H}$ 和 ${}^2\text{H}$ 是氢元素的两种不同的核素, 质子数均为 1; C 项中 ${}^{14}\text{C}$ 和 ${}^{14}\text{N}$ 质量数相同, 但是中子数不等; D 项中的 ${}^6\text{Li}$ 与 ${}^7\text{Li}$ 为锂元素的两种不同的核素, 它们的质子数相等, 核外电子数均为 3, 中子数不等, 分别为 3 和 4。答案: D。

四、核外电子排布

排布规律: ①电子一般总是首先排在能量最低的电子层里, 即最先排在第 1 层, 当第 1 层排满后, 再排第 2 层, 依次类推。②每层最多容纳的电子数为 $2n^2$ (n 代表电子层数)。③最外层电子数不超过 8 个 (K 层为最外层时, 最多不超过 2 个), 次外层不超过 18 个, 倒数第 3 层不超过 32 个。

例 4 核电荷数小于 18 的某元素 X, 其原子核外电子层数为 a , 最外层电子数为 $(2a+1)$ 。下列有关元素 X 的说法中不正确的是()。

- A. 元素 X 的原子核内质子数为 $(2a^2-1)$
- B. 元素 X 的原子半径一定小于钠的原子半径
- C. 由元素 X 形成的某些化合物, 可能具有杀

菌消毒的作用

D. 元素 X 形成的简单离子, 各电子层的电子数均达到 $2n^2$ 个 (n 表示电子层数)

解析 若 $a=2$, 则 X 为 N, 若 $a=3$, 则 X 为 Cl。由原子结构、相关元素及化合物的性质推知 A、B、C 项正确; D 项氯离子最外层电子数未达到 $2n^2$ 个。答案: D。

五、微粒表示的信息(如图 3 所示)

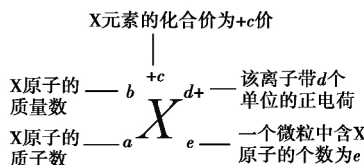


图 3

例 5 简单原子的原子结构可用图 4 形象地表示:

其中 ● 表示质子或电子, ○ 表示中子, 则下列有关 ①②③ 的叙述正确的组合是()。

- a. ①②③ 互为同位素
 - b. ①②③ 互为同素异形体
 - c. ①②③ 是三种化学性质不同的粒子
 - d. ①②③ 具有相同的质量数
 - e. ①②③ 具有相同的质量
 - f. ①②③ 是三种不同的原子
- A. a、f B. b、c C. d、e D. e、f

解析 由图可知所给出的是三种不同的原子, 这三种原子都有 1 个质子, 分别是 ${}^1_1\text{H}$ 、 ${}^2_1\text{H}$ 、 ${}^3_1\text{H}$, 它们是氢的三种同位素; 同素异形体是指同种元素组成的结构不同的单质; 同位素物理性质不同, 化学性质几乎相同。答案: A。

六、原子结构相关的四“量”比较(见表 1)

表 1

	原子质量	原子的相对原子质量	元素的相对原子质量	质量数
定义	指某元素某种核素的一个原子的真实质量	一个原子的真实质量与一个 ${}^{12}_6\text{C}$ 原子质量的 $\frac{1}{12}$ 的比值	该元素各种核素原子的相对原子质量与其在自然界中所占原子个数百分比的乘积之和	一个原子核内质子数与中子数的和
实例	一个 ${}^{16}_8\text{O}$ 原子的质量是 $2.657 \times 10^{-26} \text{ kg}$	${}^{16}_8\text{O}$ 的相对原子质量约为 16	$M_r = M_{r1}a\% + M_{r2}b\% + \dots$ (其中 $a\% + b\% + \dots = 1$)	${}^{18}_8\text{O}$ 的质量数为 18

例 6 下列关于 ${}^{202}_{78}\text{Pt}$ 的说法正确的是()。

- A. ${}^{202}_{78}\text{Pt}$ 和 ${}^{198}_{78}\text{Pt}$ 的质子数相同, 互称为同位素
- B. ${}^{202}_{78}\text{Pt}$ 和 ${}^{198}_{78}\text{Pt}$ 的中子数相同, 互称为同位素
- C. ${}^{202}_{78}\text{Pt}$ 和 ${}^{198}_{78}\text{Pt}$ 的核外电子数相同, 是同一种

核素

D. ${}^{202}_{78}\text{Pt}$ 和 ${}^{198}_{78}\text{Pt}$ 的质量数不同, 不能互称为同位素

同位素

解析 同位素的基本概念是质子数相同, 而

中子数不同的核素之间互称为同位素。答案: A。

七、1~20 号元素的特殊的电子层结构

1. 最外层有 1 个电子的元素: H、Li、Na、K;
2. 最外层电子数等于次外层电子数的元素: Be、Ar;
3. 最外层电子数是次外层电子数 2 倍的元素: C;
4. 最外层电子数是次外层电子数 3 倍的元素: O;
5. 最外层电子数是内层电子数总数一半的元素: Li、P;
6. 最外层电子数是次外层电子数 4 倍的元素: Ne;
7. 次外层电子数是最外层电子数 2 倍的元素: Li、Si;
8. 次外层电子数和其他各层电子总数 2 倍的元素: Li、Mg;
9. 次外层电子数与其他各层电子总数相等的元素 Be、S;
10. 电子层数与最外层电子数相等的元素: H、Be、Al。

例 7 核电荷数为 1~18 的元素中,下列叙述正确的是()。

- A. 最外层只有 1 个电子的元素一定不是非金属元素
- B. 最外层只有 2 个电子的元素一定是金属元素
- C. 原子核外各层电子数相等的元素一定是非金属元素
- D. 核电荷数为 17 的元素的原子容易获得 1 个电子

解析 本题可以采用举反例的方法。氢原子最外层有一个电子,A 错;氦原子的最外层有 2 个电子,B 错;铍原子的结构示意图为: ,其各层上的电子数相等,C 错;核电荷数为 17 的元素为 Cl,其最外层有 7 个电子,易得 1 个电子达到 8 电子稳定结构。答案: D。

跟踪练习:1. 短周期元素 W、X、Y、Z 的原子序数依次增大,其简单离子都能破坏水的电离平衡的是()。

- A. W^{2-} 、 X^{+} B. X^{+} 、 Y^{3+} C. Y^{3+} 、 Z^{2-} D. X^{+} 、 Z^{2-}

2. 元素 X 形成的离子与钙离子的核外电子排布相同,且 X 的离子半径小于负二价硫离子的半径。X 元素为()。

- A. Al B. P C. Ar D. K

3. ^{230}Th 和 ^{232}Th 是钍的两种同位素, ^{232}Th 可以转变成 ^{233}U 。下列有关 Th 的说法正确的是()。

- A. Th 元素的质量数是 232
- B. Th 元素的相对原子质量是 231
- C. ^{232}Th 转换成 ^{233}U 是化学变化
- D. ^{230}Th 和 ^{232}Th 的化学性质相同

4. 下列关于原子结构、元素性质的说法正确的是()。

- A. 非金属元素组成的化合物中只含共价键
- B. I A 族金属元素是同周期中金属性最强的元素
- C. 同种元素的原子均有相同的质子数和中子数
- D. VII A 族元素的阴离子还原性越强,其最高价氧化物对应水化物的酸性越强

跟踪练习参考答案:1. 解析 由 A、B、C、D 选项中 W^{2-} 、 X^{+} 、 Y^{3+} 、 Z^{2-} 所带电荷推知,W、Z 位于第 VIA 族,X、Y 分别位于第 I A 族、III A 族;结合短周期元素及元素原子序数依次增大得出: W、X、Y、Z 依次为 O、Na、Al、S,其中 S^{2-} 、 Al^{3+} 能破坏水的电离平衡。答案: C。

2. 解析 由题意可知,元素 X 形成的离子中,K、L、M 电子层上的电子数分别为 2、8、8,对于电子层结构相同的离子,核电荷数越大,半径越小,故 X 的核电荷数应大于 S 的核电荷数,符合要求的元素是 K,D 项正确。答案: D。

3. 解析 ^{232}Th 和 ^{230}Th 的质量分别是 232,230A 项错误;元素的相对原子质量是由各种同位素的相对原子质量取得的平均值,B 项错误;同位素的物理性质可以不同,但化学性质几乎相同,D 项正确;化学变化是生成新物质的变化,原子不变,而 C 项的原子发生变化错误。答案: D。

4. 解析 A 项,如 NH_4Cl 由非金属元素组成,但为离子化合物;C 项,同位素原子(如 ^1H 、 ^2H 、 ^3H)的质子数相同,中子数不同;D 项,一般 VII A 族元素的阴离子还原性越强,对应元素的非金属性越弱,其最高价氧化物对应水化物的酸性越弱。答案: B。 (收稿日期: 2014-11-20)