

主 编 ● 姜 梦  
分册主编 ● 张剑峰 范宏渊



# 堂好课

yitanghaoke

讲 问 练 解 测

全在一堂好课

试 验 修 订 版 →

shiyanxiudingban

## 高一化学

(下)

吉林人民出版社

# 1 堂好课

yitanghaoke



试验修订版 →

shiyanxiudingban

## 高一化学(下)

主 编 ● 秦 梦    分册主编 ● 张剑锋 范宏琰  
编 者 ● 范宏琰 杨志俊 黄 玲

吉林人民出版社

(吉)新登字 01 号

一堂好课·高一化学·下(试验修订版)

---

|      |         |      |         |
|------|---------|------|---------|
| 主 编  | 秦 梦     | 分册主编 | 张剑锋 范宏瑛 |
| 责任编辑 | 张长平 王胜利 | 封面设计 | 魏 晋     |
| 责任校对 | 邱 燕     | 版式设计 | 王胜利     |

---

|       |                                  |
|-------|----------------------------------|
| 出 版 者 | 吉林人民出版社(长春市人民大街 124 号 邮编 130021) |
| 发 行 者 | 吉林人民出版社 电话:0431-5678541          |
| 印 刷 者 | 北京市通县长凌营印刷厂                      |

---

|     |                                      |
|-----|--------------------------------------|
| 开 本 | 787×1092 1/16                        |
| 印 张 | 7                                    |
| 字 数 | 171 千                                |
| 版 次 | 2001 年 11 月第 1 版 2002 年 11 月第 1 次修订版 |
| 印 次 | 2002 年 11 月第 1 次印刷                   |
| 印 数 | 1-50100 册                            |

---

|      |                           |
|------|---------------------------|
| 标准书号 | ISBN 7-206-03740-2/G·1103 |
| 定 价  | 7.50 元                    |

---

如图书有印装质量问题,请与承印工厂联系

# 出版说明

## 编写目的

- 减轻学生负担,提高课堂效率,让每节课都成为精品课。
- 推动新教材的普及使用,为广大师生提供学习的指导方法,把握新教材的特点。
- 培养学生自学能力,提高创新意识。

## 编写依据

- 最新国家课程标准和考试说明。
- 最新试验(试用)修订版教材。
- 最新华东版初中物理教材。

## 科目设置

- 试验(试用)修订版科目,涵盖初中阶段、高中阶段的数学、物理、化学、英语、语文、历史、地理、生物八大学科。
- 单独编写华东版初二、初三物理,其他科目通用。

## 编写特点

- 讲、练、测,三位一体。通过讲一题、练一题、测一题,把学习过程进行优化设计,轻松学习,事半功倍。
- 突出能力,命题新颖。全书从选材到命题都以能力立意,设问角度新,思维价值高。
- 引导思维,突破难点。本书精选典型题,重点指导解题方法,培养迁移能力,突出重点,能够举一反三。
- 及时反馈,因材施教。每课或每章(单元)后设有单元拔高训练,通过自测或小考,老师和学生及时了解知识掌握的不同程度,找出原因,采取不同措施,因材施教。

## 适用范围

- 使用试验(试用)修订版教材的省市。
- 使用初二、初三华东版物理教材的省市。

## 特别致谢

本书在编写过程中得到了参与新教材试验教学一线教师的大力帮助,使我们能够充分把握新教材的特点,编写时融进了广大一线教师的教学成果及独特的教学方法、新知识、新题型,在此我们表示衷心感谢。

吉林人民出版社综合室

# 目 录

|                               |           |
|-------------------------------|-----------|
| <b>第五章 物质结构 元素周期律 .....</b>   | <b>1</b>  |
| 第一节 原子结构 .....                | 1         |
| 第二节 元素周期律 .....               | 5         |
| 第三节 元素周期表 .....               | 10        |
| 第四节 化学键 .....                 | 20        |
| 第五节 非极性分子和极性分子 .....          | 27        |
| 单元拔高训练 .....                  | 35        |
| <b>第六章 硫和硫的化合物 环境保护 .....</b> | <b>38</b> |
| 第一节 氧族元素 .....                | 38        |
| 第二节 二氧化硫 .....                | 44        |
| 第三节 硫 酸 .....                 | 53        |
| 第四节 环境保护 .....                | 64        |
| 单元拔高训练 .....                  | 71        |
| <b>第七章 硅和硅酸盐工业 .....</b>      | <b>73</b> |
| 第一节 碳族元素 .....                | 73        |
| 第二节 硅酸盐工业简介 .....             | 79        |
| 第三节 新型无机非金属材料 .....           | 84        |
| 单元拔高训练 .....                  | 86        |
| <b>期中测试 .....</b>             | <b>88</b> |
| <b>期末测试 .....</b>             | <b>91</b> |
| <b>参考答案 .....</b>             | <b>94</b> |



## 第五章 物质结构 元素周期律

### 第一节 原子结构

#### 重点难点考点

1. 掌握原子构成的初步知识,懂得质量数和 $ZX$ 的含义,掌握构成原子的粒子间的关系.
2. 了解原子核外电子的运动特征,会运用电子云简单描述核外电子运动规律.
3. 了解核外电子排布的有关知识,能画出 1~18 号元素的原子结构示意图.

#### 典型例题解析

例 1 科学家最近制造出的 112 号元素,其原子的质量数为 277,这是迄今已知元素中最重的原子.关于该新元素的下列叙述中正确的是( ).

- A. 其原子核内中子数和质子数都是 112
- B. 其原子核内中子数为 165,核外电子数为 112
- C. 其相对原子质量是 $^{12}\text{C}$  相对原子质量的 277 倍
- D. 其相对原子质量与 $^{12}\text{C}$  相对原子质量之比为 277 : 12

解析 B、D. 从原子构成:原子 $ZX$   $\begin{cases} \text{原子核} \begin{cases} \text{质子}(Z \text{ 个}) \\ \text{中子}(A-Z \text{ 个}) \end{cases} \\ \text{核外电子 } Z \text{ 个} \end{cases}$  得出:

质量数( $A$ )=质子数( $Z$ )+中子数( $N$ ),质子数( $Z$ )=核外电子数=核电荷数;对于 112 号元素的原子,中子数( $N$ )=质量数( $A$ )-质子数( $Z$ )=277-112=165,质子数( $Z$ )=核外电子数=112,故 A 不正确,B 正确. 作为相对原子质量标准的是 1 个 $^{12}\text{C}$  相对原子质量的 $\frac{1}{12}$ ,而不是 $^{12}\text{C}$  的相对原子质量,故 C 错误,D 正确.

例 2 下列有关电子云及其示意图的说法正确的是( ).

- A. 电子云是笼罩在原子核外的云雾
- B. 小黑点密的区域表示电子多
- C. 小黑点疏的区域表示电子出现的机会少
- D. 电子云是用高速照相机拍摄的照片

解析 C. 本题从不同的角度来理解电子云的概念,当电子在原子核外很小的空间内做高速运动时,其运动规律和普通物质不同,它们没有确定的轨道,所以我们用电子云来描述核外电子的运动规律.小黑点的疏密程度与电子出现机会的多少相对应,C 正确,B 错误. 电子云是一种形象的描述方法,并非真有带负电的云雾包围着原子核,因此不可能用高速照相机拍摄下来,因而 A、D 选项错.

例 3 在第  $n$  电子层中,当它作为原子的最外层时,容纳电子数最多与第  $(n-1)$  层相同;当它作为原子的次外层时,其电子数比  $(n-1)$  层多 10 个,则对此电子层的判断正确的是( ).

- A. 必为 K 层
- B. 只能是 L 层
- C. 只能是 M 层
- D. 可能是任意层

解析 C. 核外电子运动遵循以下规律:电子一般总是尽先排布在能量最低(即离核最近)的电子层里;每层最多容纳  $2n^2$  个电子;最外层不超过 8 个(K 层不超过 2 个),次外层不超过 18 个,倒数第三层不超过 32 个. 所以,随着能量增大,K、L、M、N……层依次最多容纳 2,8,18,32……个电子. 由题,当  $n$  为最外层时,应最多容纳 8 个电子(K 层 2 个,不符题意,舍去),而  $(n-1)$  层最多也是 8 个电子,则  $(n-1)$  层应为 L 层, $n$  层应为 M 层;当它为次外层时,则可容纳 18 个电子,比 L 层多 10 个,符合题意. 故  $n$  层为 M 层.

例4 有几种元素的微粒的电子层结构均为  $(+x)2\ 8\ 8$ , 其中:

- (1) 其粒子是电中性微粒, 一般不和其他元素的原子反应, 这种微粒的符号是\_\_\_\_\_.
- (2) 其微粒的盐溶液能使溴水褪色, 并出现浑浊, 这种微粒符号是\_\_\_\_\_.
- (3) 其微粒氧化性甚弱, 但得到电子后还原性强, 且这种原子易失去一个电子转变成稳定结构, 这种微粒符号是\_\_\_\_\_.
- (4) 某微粒还原性虽弱, 但失电子后氧化性强, 这种微粒的符号是\_\_\_\_\_.

**解析** (1) Ar; (2)  $S^{2-}$ ; (3)  $K^+$ ; (4)  $Cl^-$ . 能够形成 18 电子结构的常见简单微粒除 Ar 原子外, 还有  $Ca^{2+}$ 、 $K^+$ 、 $Cl^-$ 、 $S^{2-}$  等. 其中呈电中性、不活泼、不易与其他元素原子反应的为 Ar; 能被溴水氧化的只有  $S^{2-}$ , 并产生 S 的浑浊:  $Br_2 + S^{2-} \rightarrow 2Br^- + S \downarrow$ , 故(2)应答  $S^{2-}$ ; 微粒氧化性很弱, 但得到电子后原子的还原性强的应为活泼金属离子  $Ca^{2+}$  或  $K^+$ , 对应原子易失去一个电子转变成稳定结构, 应为正一价金属, 所以这种微粒应为  $K^+$ , (3)答  $K^+$ ; 有还原性的微粒为  $S^{2-}$  和  $Cl^-$ , 但  $S^{2-}$  的还原性强,  $Cl^-$  的还原性弱, 且 Cl 原子氧化性很强, 故(4)答  $Cl^-$ .

例5 X、Y、Z 三种元素原子的电子层数  $\leq 3$ , 且核电荷数依次增大, X 原子 K 层电子数是其最外层电子数的  $\frac{1}{2}$ , Y 原子的最外层电子数是其电子层数的 3 倍; Z 原子的最外层电子数是其内层电子数的  $\frac{1}{2}$ . 试确定 X、Y、Z 三种元素的核电荷数和元素名称.

**解析** X: 6, 碳; Y: 8, 氧; Z: 15, 磷. X、Y、Z 应遵循电子层数  $\leq 3$ , 核电荷数依次增大. X 原子的 K 层电子数是最外层电子数的  $\frac{1}{2}$ , 所以可初步判断其各电子层电子数为 2, 4 或 2, 8, 4. 对于 Y 原子, 最外层电子数是其电子层数的 3 倍, 则各电子层电子数可为 2, 6, 而不可能是 2, 8, 9 等, 所以 Y 的核电荷数为 8, 是氧元素; Z 原子的最外层电子数是内层电子数的  $\frac{1}{2}$ , 则各电子层电子数可能为 2, 1 或 2, 8, 5, 即核电荷数为 3 或 15, 但 Z 的核电荷数大于 Y 的核电荷数 8, 则只能是 15, 为磷元素; X 的核电荷数小于 Y 的核电荷数 8, 则只能为 6, 而不能是 14, 所以 X 的核电荷数为 6, 为碳元素.

### 综合能力训练

#### 一、选择题

1. 下列说法中正确的是( ).
  - A. 原子核外的各个电子层最多能容纳的电子数是  $2n^2$  个
  - B. 原子核外的各个电子层所容纳的电子数都是  $2n^2$  个
  - C. 原子的最外层有 1~2 个电子的元素都是活泼的金属元素
  - D. 用电子云描述核外电子运动时, 小黑点的疏密程度表示核外电子运动速度的快慢
2. 质量数为 23 的原子应该有( ).
  - A. 12 个中子, 11 个质子, 11 个电子
  - B. 12 个中子, 11 个质子, 10 个电子
  - C. 12 个电子, 11 个质子, 11 个中子
  - D. 12 个质子, 11 个中子, 11 个电子
3. 下列说法或符号中, 正确的是( ).
 

① N 的原子结构示意图为  $(+14)2\ 8\ 4$     ② 任何元素的原子都由质子、中子和核外电子构成    ③ 金属元素的电子数一般少于 4 个    ④ 具有相同质子数的微粒属于同一种元素    ⑤ 某原子核内质子数与中子数相等, 则此元素的相对原子质量约是质子数的 2 倍

  - A. ①③⑤
  - B. 只有③⑤
  - C. 全部正确
  - D. 全部错误
4. 下列元素原子中, 原子的次外层电子数是最外层电子数 2 倍的是( ).
  - A. Na
  - B. Li
  - C. Si
  - D. C
5. 下面 8 种微粒, 中子数相同的是( ).

① $^{16}\text{O}$  ② $^{19}\text{F}$  ③ $^{12}\text{C}$  ④ $^{24}\text{Mg}$  ⑤ $^{25}\text{Mg}$  ⑥ $^{23}\text{Na}$  ⑦ $^{23}\text{Na}^+$  ⑧ $^{35}\text{Cl}$

A. 只有④⑦ B. 只有①②③ C. 只有①② D. 只有④⑥⑦

6. 下列说法中,正确的是( )。

- A. 在氢气和水中均含有微量的氘,且在氢元素中氘原子的物质的量分数是定值  
B. 质量数相同的原子,它们一定具有相同的质子数  
C. 一种元素可能含有几种不同的原子  
D. 质量数相同的原子,化学性质必定相同

7. 物质的量相同的  $\text{Na}^+$ 、 $\text{NH}_4^+$ 、 $\text{NH}_2^-$ 、 $\text{H}_3\text{O}^+$  四种微粒中具有相同的( )。

- A. 质子数 B. 中子数 C. 质量数 D. 电子数

8. 同温、同压下,等体积的两容器中分别充满由  $^{14}\text{N}$ 、 $^{18}\text{O}$ 、 $^{13}\text{C}$  三种原子构成的  $\text{NO}$  和  $\text{CO}$  气体,下列说法正确的是( )。

- A. 所含微粒数和质量数均不同 B. 含有相同数目的质子和中子  
C. 含有相同的分子数和质量数 D. 含有相同数目的中子、原子、分子

9. 元素 R 的质量数为 A,  $\text{R}^n$  的核外电子数为 x, 则  $W \text{ g } \text{R}^n$  离子中含中子的物质的量为( )。

- A.  $(A-x+n) \text{ mol}$  B.  $(A-x-n) \text{ mol}$  C.  $\frac{W}{A}(A-x+n) \text{ mol}$  D.  $\frac{W}{A}(A-x-n) \text{ mol}$

10. 有 A、B 两种元素, A 的原子序数为 n,  $\text{A}^{2+}$  比  $\text{B}^{2-}$  少 8 个电子, 则 B 的原子序数是( )。

- A.  $n+6$  B.  $n+8$  C.  $n+4$  D.  $n+10$

11. 核内中子数为 N 的  $\text{R}^{2+}$  离子, 质量数为 A, 则  $n \text{ g}$  它的氧化物中所含质子的物质的量是( )。

- A.  $\frac{n}{A+16}(A-N+8) \text{ mol}$  B.  $\frac{n}{A+16}(A-N+10) \text{ mol}$   
C.  $\frac{n}{A+16}(A-N+2) \text{ mol}$  D.  $\frac{n}{A}(A-N+6) \text{ mol}$

12. 某金属氧化物的化学式为  $\text{M}_2\text{O}_3$ , 一个分子电子总数为 50, 每个  $\text{M}^{3+}$  离子含 10 个电子, 若其中每个氧原子核内都有 8 个中子,  $\text{M}_2\text{O}_3$  相对分子质量为 102, 则 M 原子核内的中子数为( )。

- A. 14 B. 16 C. 10 D. 21

13. 有 A、B 两种原子, A 原子的 M 层比 B 原子的 M 层少 3 个电子, B 原子的 L 层电子数恰为 A 原子 L 层电子数的 2 倍, A 和 B 分别是( )。

- A. 硅原子和钠原子 B. 硼原子和氮原子 C. 氧原子和碳原子 D. 碳原子和铝原子

14. X、Y、Z 和 R 分别代表四种元素, 如果  ${}_a\text{X}^{m+}$ 、 ${}_b\text{Y}^{n+}$ 、 ${}_c\text{Z}^{n-}$ 、 ${}_d\text{R}^{m-}$  四种离子的电子层结构相同, 则下列关系正确的是( )。

- A.  $a-c=m-n$  B.  $a-b=n-m$  C.  $b-d=n+m$  D.  $c-d=m+n$

15. 已知某元素的阴离子  $\text{R}^x$  的核内电子数为  $A-x+n$ , 其中 A 为 R 原子的质量数, 则  $m \text{ g } \text{R}^x$  中所含电子总数为(设  $N_0$  为阿伏加德罗常数)( )。

- A.  $\frac{m(A-x)N_0}{A}$  B.  $\frac{m(A-n)N_0}{A}$  C.  $\frac{A-x-n}{A-m}N_0$  D.  $\frac{mx}{A}N_0$

16. 核内中子数为 N 的  $\text{R}^{2+}$  离子, 质量数为 A, 则  $n \text{ g}$  它的氧化物中所含质子的物质的量是( )。

- A.  $\frac{n}{A+16}(A-N+8) \text{ mol}$  B.  $\frac{n}{A+16}(A-N+10) \text{ mol}$   
C.  $(A-N+2) \text{ mol}$  D.  $\frac{n}{A}(A-N+6) \text{ mol}$

17. 元素 X 的原子获得 3 个电子或元素 Y 的原子失去 2 个电子后, 它们的电子层结构与氩原子的电子层结构相同, X、Y 两种元素的单质在高温下得到的化合物的正确的化学式为( )。

- A.  $\text{Y}_3\text{X}_2$  B.  $\text{X}_2\text{Y}_3$  C.  $\text{X}_3\text{Y}_2$  D.  $\text{Y}_2\text{X}_3$

18. 某非金属元素单质 X 3.1 g 在氧气中燃烧生成  $\text{X}_2\text{O}_5$  7.1 g, 在 X 原子中, 核内中子数比质子数多



1个,则X的最高价氧化物的水化物分子式为( )。

A.  $\text{HXO}_3$

B.  $\text{H}_2\text{XO}_3$

C.  $\text{H}_2\text{XO}_4$

D.  $\text{H}_3\text{XO}_4$

## 二、填空题

1. A元素原子核外K和L层电子总数等于M和N电子层的电子总数,B元素能形成数百万种化合物,则A是\_\_\_\_\_,离子结构示意图是\_\_\_\_\_,B是\_\_\_\_\_,原子结构示意图是\_\_\_\_\_。

2. 1 mol某元素单质充分燃烧时,需消耗 $\frac{5}{4}$  mol氧气,且1 mol生成物中含70 mol电子,由此推知,该元素为\_\_\_\_\_,原子结构示意图为\_\_\_\_\_,该元素氢化物的分子式为\_\_\_\_\_。

3. 有V、W、X、Y、Z五种元素,它们的核电荷数依次增大,且都小于20,其中X、Z失去电子形成稳定结构;V和Z元素原子的最外层都只有一个电子;W和Y元素原子的最外层电子数相同,且W元素原子L层电子数是K层电子数的3倍;X元素原子的最外层电子数是Y元素原子最外层电子数的一半。由此推知(填元素符号):

V是\_\_\_\_\_,W是\_\_\_\_\_,X是\_\_\_\_\_,Y是\_\_\_\_\_,Z是\_\_\_\_\_。

4. 已知A、B、C、D四种元素的原子核电荷数都小于18,且 $A < B < C < D$ 。A、B可生成化合物 $\text{AB}_2$ ,每个 $\text{AB}_2$ 分子中含有22个电子;C元素原子的次外层电子数为最外层电子数的2倍;D元素原子的最外层电子数比次外层少1个,则各元素的名称分别为:A\_\_\_\_\_,B\_\_\_\_\_,C\_\_\_\_\_,D\_\_\_\_\_。

5. 今有A、B、C、D四种元素,其中A元素是1826年一位法国青年科学家发现的。他在研究海水制盐时,往剩余的副产物苦卤中通入氯气后发现溶液颜色变深,经进一步提取,可得一种红棕色液体,有刺鼻的臭味。B、C、D的原子电子层排布均不超过3个电子层。D原子核内的质子数正好等于C原子核内质子数的2倍,而它们最外层电子数上的电子数恰好相等。D原子的最内电子层上电子数则是B原子核外电子数的2倍。

四种元素分别为:A\_\_\_\_\_,B\_\_\_\_\_,C\_\_\_\_\_,D\_\_\_\_\_。由上述元素组成的单质或化合物相互作用生成沉淀的两个反应方程式为\_\_\_\_\_;

6. 两种单质 $\text{A}_m$ 和 $\text{B}_n$ 。已知3.1 g  $\text{A}_m$ 和1.6 g  $\text{B}_n$ 的原子个数相等,且它们的分子数之比为3:4。又知A原子中的质子数比中子数少1;B原子中L层电子数是K层的3倍。单质 $\text{A}_m$ 的化学式为\_\_\_\_\_,其分子的空间构型为\_\_\_\_\_型。一个 $\text{A}_m$ 分子中共形成\_\_\_\_\_对共用电子对;单质 $\text{B}_n$ 的化学式为\_\_\_\_\_。

7. 在水溶液中, $\text{YO}_3^-$ 和 $\text{S}^{2-}$ 发生反应的离子方程式如下:



(1) $\text{YO}_3^-$ 中Y元素的化合价是\_\_\_\_\_;

(2)Y元素原子最外层电子数是\_\_\_\_\_。

8. 元素A的单质能跟氢气化合生成 $\text{H}_2\text{A}$ 。在0℃、 $1.01 \times 10^5 \text{ Pa}$ 下,1 L  $\text{H}_2\text{A}$ 质量为1.52 g,含有1.7 g  $\text{H}_2\text{A}$ 的水溶液恰好与含6.75 g  $\text{CuCl}_2$ 的溶液完全反应,并生成黑色沉淀。如果元素A的原子核中含有相同数目的中子和质子,试回答:

(1) $\text{H}_2\text{A}$ 的相对分子质量是\_\_\_\_\_。

(2)A的相对原子质量是\_\_\_\_\_,A原子核中有\_\_\_\_\_个中子。

(3)元素A的单质与KOH共熔,反应方程式为\_\_\_\_\_。在此反应中被氧化与被还原的A元素的物质的量之比为\_\_\_\_\_。

## 三、计算题

1. 有两种气态单质 $\text{A}_m$ 和 $\text{B}_n$ ,已知2.4 g  $\text{A}_m$ 和2.1 g  $\text{B}_n$ 所含原子个数相等,而分子数之比为2:3。A和B的原子核内质子数都等于中子数,A原子L层电子数是K层电子数的三倍。

(1)A、B的元素符号分别是什么?

(2) $\text{A}_m$ 中的m是几?

2. 某元素 M 的单质 2.7 g 和足量的盐酸反应,生成标准状况下的  $H_2$  3.36 L. 此单质和氧气反应生成的氧化物的化学式为  $M_2O_3$ ,又知此元素原子核内质子数比中子数少 1. 通过计算推断该元素的名称,并写出有关的化学方程式.
3. 在标准状况下,11.2 L 某气体的  $AO_2$  的质量是 22 g,其中原子 A 的质子数与中子数相等. 求:
- A 的相对原子质量和核内质子数是多少? A 是什么元素?
  - 若将  $AO_2$  转化为  $AO$ ,应将  $AO_2$  与何种物质反应,在反应中氧化剂和还原剂是什么?

## 第二节 元素周期律

### 重点难点考点

- 了解元素原子核外电子排布、原子半径,主要化合价与元素的金属性、非金属性的周期性变化.
- 了解两性氧化物和两性氢氧化物的概念.
- 理解元素周期律的实质,认识元素性质的周期性变化是元素原子核外电子排布周期性变化的结果.
- 掌握元素的金属性或非金属性强弱的比较方法.
- 掌握微粒半径大小的比较.

### 典型例题解析

例 1 下列递变情况不正确的是( ).

- Na、Mg、Al 最外层电子数依次增多,其简单离子的氧化性依次增强
- P、S、Cl 最高正价依次升高,对应气态氢化物稳定性增强
- C、N、O 原子半径依次增大
- Na、K、Rb 氧化物的水化物碱性依次增强

解析 C. 对电子层数相同的原子,随着核电荷数增大,核对外层电子引力逐渐增大,元素原子的半径逐渐减小,则元素原子失电子能力逐渐减弱,得电子能力逐渐增强,即金属性(还原性)逐渐减弱,非金属性(氧化性)逐渐增强. Na、Mg、Al 原子电子层数相同,最外层电子数分别为 1,2,3,依次增多,所以单质的还原性依次减弱,但相应离子的氧化性逐渐增强,A 正确. P、S、Cl 元素原子电子层数相同,最外层电子数分别为 5,6,7,对非金属元素原子有:最外层电子数=最高正价(F 除外),所以 P、S、Cl 的最高正价分别为 +5,+6,+7,依次升高;随着核电荷数增大,三种元素的非金属性依次增强,则其对应的气态氢化物  $PH_3$ 、 $H_2S$ 、 $HCl$  的稳定性增强,B 正确. C、N、O 电子层数相同,随着核电荷数增大,原子半径应依次减小,C 错误. Na、K、Rb 属电子层数不同、最外层电子数相同的同族金属元素,随核电荷数增大,原子半径增大,核对外层电子引力减小,则其金属性逐渐增强,氧化物对应水化物  $NaOH$ 、 $KOH$ 、 $RbOH$  的碱性也依次增强,D 正确.

例 2 A、B、C、D 四种元素的原子序数均小于 18,其最高正价依次为 +1,+4,+5,+7,已知 B 的原子核外次外层电子数为 2,C、A 原子的核外次外层电子数均为 8. D 元素最高价氧化物对应水化物在同族元素中酸性最强,则 A、B、C、D 元素的符号分别是\_\_\_\_\_. A 的离子结构示意图为\_\_\_\_\_. C 原子的原子结构示意图为\_\_\_\_\_. C 的最高价氧化物对应水化物与 A 对应碱反应可生成\_\_\_\_\_种盐,其化学式分别为\_\_\_\_\_.

解析 由于 A、B、C、D 四种元素的最高正价依次是 +1,+4,+5,+7,则四种原子的最外层电子数分别是 1,4,5,7. B 原子的核外次外层电子数是 2,则其核外电子排布为 2,4,共 6 个电子,质子数=电子数=6,是碳元素. A、C 原子的次外层电子数均为 8,原子序数小于 18,则核外电子排布分别为 2,8,1 和 2,8,5,则 A、C 原子的核电荷数分别为 11 和 15,A 是钠元素,C 是磷元素. 在 1~18 号元素中,元素最高

价为+7的只有氯元素,且其最高价氧化物对应水化物  $\text{HClO}_4$  为最强酸,所以D是氯元素。综上所述,A、B、C、D四种元素分别是钠、碳、磷、氯。C的最高价氧化物对应水化物是  $\text{H}_3\text{PO}_4$ ,与A对应碱即  $\text{NaOH}$  反应可生成三种盐:  $\text{Na}_3\text{PO}_4$ 、 $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ 、 $\text{NaH}_2\text{PO}_4$ 。C、D所形成的氢化物分别是  $\text{PH}_3$ 、 $\text{HCl}$ 。由于非金属性  $\text{P} < \text{Cl}$ ,所以两种气态氢化物的稳定性,  $\text{PH}_3 < \text{HCl}$ 。

答案  $\text{Na}$ 、 $\text{C}$ 、 $\text{P}$ 、 $\text{Cl}$ ;  $\begin{array}{c} (+11) \\ 2 \quad 8 \end{array}$ ;  $\begin{array}{c} (+15) \\ 2 \quad 8 \quad 5 \end{array}$ ;  $3; \text{Na}_3\text{PO}_4$ 、 $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ 、 $\text{NaH}_2\text{PO}_4$ 、 $\text{HCl} > \text{PH}_3$ 。

例3 元素X与氢气化合生成的化合物组成为  $\text{XH}_3$ ,其最高价氧化物中氧元素的质量分数为74.07%,X原子核内原子数和中子数相等,则下列说法正确的是( )。

- A. X元素的质子数为14
- B. X的最高价氧化物对应水化物的化学式是  $\text{H}_2\text{XO}_4$
- C. X元素的非金属性比氯元素弱
- D. X的氢化物  $\text{XH}_3$  稳定性比  $\text{H}_2\text{O}$  弱

解析 C、D。由已知条件X的气态氢化物组成为  $\text{XH}_3$ ,X的负价为-3,则其最高正化合价为+3,最高价氧化物为  $\text{X}_2\text{O}_3$ ,由其中氧元素的质量分数为74.07%,有:  $\frac{5 \times 16}{2M_r(\text{X}) + 5 \times 16} \times 100\% = 74.07\%$ ,解得:  $M_r(\text{X}) = 14$ ,X的相对原子质量是14。

因为元素的相对原子质量  $\approx$  质量数,由题知,X原子的质子数=中子数,所以X的质子数7,是氮元素。A选项错误。氮元素最高价氧化物对应水化物为  $\text{HNO}_3$ ,B选项不正确。由元素性质可知,  $\text{H}_2 + \text{Cl}_2 \xrightarrow{\text{点燃或光照}} 2\text{HCl}$ ,  $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \xrightarrow[\text{催化剂}]{\text{高温、高压}} 2\text{NH}_3$ ,氮气比氢气易于和氢气化合,所以氮的非金属性比氯弱,C选项正确。氮、氧原子的电子层数相同,  $r(\text{N}) > r(\text{O})$ ,氮元素非金属性比氧元素弱,所以  $\text{NH}_3$  的稳定性比  $\text{H}_2\text{O}$  弱,D选项正确。

例4 根据周期律对角线规则,左上方和右下方元素性质相似,所以金属Be和Al单质及化合物的性质相似。试回答:

(1)写出Be与NaOH溶液反应的离子方程式\_\_\_\_\_;

(2)  $\text{Be}(\text{OH})_2$  与  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  可用试剂\_\_\_\_\_鉴别,其离子方程式为\_\_\_\_\_。

解析 Al与其他金属化学性质不同之处是它不仅能和酸反应,而且能和强碱反应;其氧化物  $\text{Al}_2\text{O}_3$  和氢氧化物  $\text{Al}(\text{OH})_3$  都具有两性,既和酸反应,又和碱反应。Be的性质和Al相似,既和酸反应又和强碱溶液反应,其氧化物BeO和氢氧化物  $\text{Be}(\text{OH})_2$  都具有两性;同时注意Be与Al化合价不同的特性,Be为+2价,Al为+3价。由  $2\text{Al} + 2\text{OH}^- + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{AlO}_2^- + 3\text{H}_2 \uparrow$  得:  $\text{Be} + 2\text{OH}^- \longrightarrow \text{BeO}_2^{2-} + \text{H}_2 \uparrow$ 。由  $\text{Be}(\text{OH})_2$  具有两性而  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  为中强碱知,可用NaOH溶液鉴别二者,能溶于NaOH溶液的是  $\text{Be}(\text{OH})_2$ 。由  $\text{Al}(\text{OH})_3 + \text{OH}^- \longrightarrow \text{AlO}_2^- + 2\text{H}_2\text{O}$  有:  $\text{Be}(\text{OH})_2 + 2\text{OH}^- \longrightarrow \text{BeO}_2^{2-} + 2\text{H}_2\text{O}$ 。

答案 (1)  $\text{Be} + 2\text{OH}^- \longrightarrow \text{BeO}_2^{2-} + \text{H}_2 \uparrow$

(2) NaOH溶液;  $\text{Be}(\text{OH})_2 + 2\text{OH}^- \longrightarrow \text{BeO}_2^{2-} + 2\text{H}_2\text{O}$

## 综合能力训练

### 一、选择题

- 元素性质呈周期性变化的原因是( )。
  - A. 相对原子质量逐渐增大
  - B. 核电荷数依次增大
  - C. 核外电子排布呈现周期性变化
  - D. 元素的化合价呈周期性变化
- 不能用来比较非金属性强弱的条件是( )。
  - A. 最高价氧化物对应水化物酸性的强弱
  - B. 气态氢化物的稳定性
  - C. 卤族元素间的置换反应
  - D. 单质熔沸点高低
- 下列叙述中能肯定A金属比B金属活泼性强的是( )。

- A. A 原子的最外层电子数比 B 原子的最外层电子数少  
 B. A 原子的电子层数比 B 原子的电子层数少  
 C. 1 mol A 从酸中置换  $H^+$  生成的  $H_2$  比 1 mol B 从酸中置换  $H^+$  生成的  $H_2$  少  
 D. 常温时, A 能从水中置换出氢, 而 B 不能
4. 核外电子排布的周期性是指( ).  
 A. 原子核外电子的数目呈周期性变化  
 B. 原子核外电子的运动状态呈周期性变化  
 C. 原子最外层电子排布呈周期性变化  
 D. 原子核外电子层数呈周期性变化
5. Y 元素的最高正价与负价的绝对值之差是 4; Y 元素与 M 元素形成离子化合物, 并在水中电离出电子层结构相同的离子, 该化合物是( ).  
 A. KCl  
 B.  $Na_2S$   
 C.  $Na_2O$   
 D.  $K_2S$
6. 下列关于元素周期律的叙述正确的是( ).  
 A. 随着元素原子序数的递增, 原子最外层电子数总是从 1~8 重复出现  
 B. 元素的性质随着原子序数的递增而呈周期性的变化  
 C. 随着元素原子序数的递增, 元素的最高正价从 +1~+7, 负价从 -7~-1 重复地出现  
 D. 元素性质的周期性变化是指原子核外电子排布的周期性变化, 原子半径的周期性变化及元素主要化合价的周期性变化
7. X、Y、Z 三种元素, 已知 X 和 Y 原子核外电子层数相同, Y 和 Z 原子的最外层电子数相同. 又知三种原子最外层电子数总和为 14, 而质子数总和为 28, 则三种元素为( ).  
 A. N、P、O  
 B. N、C、Si  
 C. B、Mg、Al  
 D. C、N、P
8. X、Y 均为 1~18 号之间的元素, X、Y 可形成化合物  $X_2Y$  和  $X_2Y_2$ , 又知 Y 的原子序数小于 X 的原子序数, 则两种元素的原子序数之和为( ).  
 A. 19  
 B. 18  
 C. 27  
 D. 9
9. 科学家预测原子序数为 114 的元素具有相当稳定的同位素, 它的位置在第七周期 IV A 族, 称为类铅. 关于它的性质, 预测错误的是( ).  
 A. 它的最外层电子数是 4  
 B. 它具有 +2, +3, +4 价  
 C. 它的金属性比铅强  
 D. 电解 114 号元素与铜的硝酸盐溶液时, 首先析出铜
10. 下列各组原子序数所表示的两种元素, 不能形成  $AB_2$  型化合物的是( ).  
 A. 6 和 8  
 B. 16 和 8  
 C. 12 和 9  
 D. 11 和 6
11. 判断  $A^{n+}$  比  $B^{m+}$  氧化性强, 可作为判断依据的是( ).  
 A.  $mA^{n+} + nB \rightleftharpoons mA + nB^{m+}$   
 B.  $mA^{n+} + C \rightleftharpoons mA + C^{m+}$ ;  $nB^{m+} + C \rightleftharpoons nB + C^{m+}$   
 C. A、B 为同周期元素, 其最高化合价分别为 +n, +m, 且  $m > n$   
 D. A、B 为同主族元素,  $n = m =$  最高正价, A 比 B 的原子序数大
12. 具有相同电子层结构的三种微粒  $A^{n+}$ 、 $B^m$ 、C, 下列分析正确的是( ).  
 A. 原子序数  $C > B > A$   
 B. 微粒半径  $B^m > A^{n+}$   
 C. C 是稀有气体元素的一种原子  
 D. 原子半径  $A < C < B$
13. a、b 两元素的阳离子和 c 的阴离子都具有相同的电子层结构, a 的阳离子半径大于 b 的阳离子半径, 则 a、b、c 三种元素原子序数大小应符合( ).  
 A.  $a < b < c$   
 B.  $b < c < a$   
 C.  $b < a < c$   
 D.  $c < a < b$
14. 有 A、B、C 三种元素, A 元素的原子最外层电子数是 2, B 元素的原子最外层得到 2 个电子就达到稳定结构, C 元素最外层电子是次外层电子数 3 倍, 则这三种元素组成的化合物可能是( ).  
 A.  $ABC_3$   
 B.  $ABC_2$   
 C.  $ABC_4$   
 D.  $A_2BC_3$
15. 有 X、Y、Z 三种元素, 如果  $X^{n+}$  阳离子和  $Y^{m-}$  阴离子具有相同的电子层结构,  $Z^{n-}$  阴离子半径大于  $Y^{m-}$  阴离子半径, 则三种元素的原子序数由大到小的顺序是( ).

- A.  $Z > X > Y$       B.  $X > Y > Z$       C.  $Z > Y > X$       D.  $X > Z > Y$
16. A 和 B 是电子层数小于等于 3 的两种元素, 它们的离子  $A^-$  和  $B^{2+}$  具有相同的核外电子层结构, 下列说法正确的是( )。
- A. 核电荷数  $A > B$       B. 电子总数  $A > B$       C. 原子半径  $A > B$       D. 离子半径  $A^- > B^{2+}$
17. 有  $X^{n-}$  和  $Y^{m+}$  两种简单离子, 它们的电子层结构相同, 下列的化学式或关系式正确的是( )。
- A. 元素 X 的氢化物分子为  $XH_{b-n}$       B.  $a+m=b-n$   
C. 元素 Y 的氧化物化学式为  $Y_2O_m$       D.  $a-n=b+m$
18. A、B 两元素原子的电子层均小于或等于 3, 它们的离子的电子层相差两层。已知 A 原子最外层电子数为  $m$ , 则 B 原子最外层电子数为  $n$ , 且 A 只有正化合价, 则 A、B 两元素的原子核外电子总数分别是( )。
- A.  $m+2, 10+n$       B.  $m, n$       C. 3, 7      D.  $m-2, 10-n$
19. A、B、C、D、E 五种元素的电子层数均为 3。已知 A 和 B 的最高价氧化物对应水化物呈碱性, 且碱性  $B > A$ 。C 和 D 的气态氢化物的水溶液均呈酸性, 且酸性  $C > D$ , E 是这五种元素中原子半径最小的元素。则它们的原子序数由小到大的顺序为( )。
- A. ABCDE      B. CDAEB      C. BADCE      D. ECABD
20. 由 A、B 两元素形成的离子化合物中, A 离子和 B 离子的个数比为 1:1, 且两者核外电子总数相等; A 离子核外电子总数比 A 原子的质子数少, B 离子的电子数比它的质子数多两个, 如果 B 离子的质子数为  $x$ , 则 A 离子的质子数为( )。
- A.  $x$       B.  $x+2$       C.  $x+4$       D.  $x-2$
21. 1999 年曾报道合成和分离含高能量的正离子  $N_5^+$  的化合物  $N_5AsF_6$ , 下列叙述错误的是( )。
- A.  $N_5^+$  共有 34 个核外电子      B.  $N_5^+$  中氮—氮原子间以共用电子对结合  
C. 化合物  $N_5AsF_6$  中 As 化合价为 +1      D. 化合物  $N_5AsF_6$  中 F 化合价为 -1
22. 甲、乙两种非金属, 已知: ①甲比乙容易与  $H_2$  化合; ②甲原子能与乙的阴离子发生氧化还原反应; ③甲的最高价氧化物对应水化物酸性比乙的最高价氧化物对应水化物酸性强; ④与某金属反应时甲原子得电子数目比乙多; ⑤甲的单质熔、沸点比乙低。能说明甲比乙的非金属性强的是( )。
- A. 只有④      B. 只有⑤      C. ①②③      D. 全部
23. 根据硼在元素周期表中的位置, 推测硼的最高价含氧酸化学式不可能是( )。
- A.  $H_2BO_3$       B.  $H_3BO_3$       C.  $HBO_2$       D.  $H_2B_4O_7$
24. 短周期元素 X 和 Y, 可组成化合物  $XY_3$ , 当 X 的原子序数为  $a$  时, Y 的原子序数可能为( )。
- ①  $a+4$     ②  $a-8$     ③  $a+2$     ④  $a-6$     ⑤  $a-14$     ⑥  $a+12$   
A. 只有①②③      B. 只有①④⑤⑥  
C. 只有①②③④⑤      D. 全部
25. 已知下列反应:  $Cu + X_2 \xrightarrow{\Delta} CuX_2$ ,  $2Cu + Y \xrightarrow{\Delta} Cu_2Y$ ,  $2KX + Z_2 \rightleftharpoons 2KZ + X_2$ ,  $X_2$ 、 $Y$ 、 $Z_2$  为三种元素的单质, 在  $Cu_2Y$  中, Y 为 -2 价。下列关于 X、Y、Z 三种元素的最高价氧化物的水化物的酸性强弱顺序正确的是( )。
- A.  $HXO_4 > H_2YO_4 > HZO_4$       B.  $HZO_4 > HXO_4 > H_2YO_4$   
C.  $HZO_4 > H_2YO_4 > HXO_4$       D.  $H_2YO_4 > HZO_4 > HXO_4$
26. 运用元素周期律分析下面的推断, 其中错误的是( )。
- A. 铍(Be)的氧化物的水化物可能具有两性  
B. 砹(At)为有色固体, HAt 不稳定, AgAt 感光性很强, 且不溶于水也不溶于稀酸  
C. 硫酸锶( $SrSO_4$ )是难溶于水的白色固体  
D. 硒化氢( $H_2Se$ )是无色、有毒、比  $H_2S$  稳定的气体
27. 某非金属元素气态氢化物的氢原子个数与等物质的量的最高价氧化物中氧原子个数之比为 2:1,

其氢化物与最高价氧化物相对分子质量之比为 8:15, 则该非金属元素的相对原子质量为( )。

A. 28

B. 14

C. 19

D. 32

## 二、填空题

- 第三周期中, 原子半径最大的元素是(稀有气体除外)\_\_\_\_\_; 阳离子半径最小的是\_\_\_\_\_; 常温下与水反应很剧烈, 所得溶液使酚酞变红的单质是\_\_\_\_\_; 最高价氧化物及其水化物呈两性的元素是\_\_\_\_\_。
- 在 1~18 号元素中, 除稀有气体元素外, 原子半径最大的元素是\_\_\_\_\_; 原子半径最小的元素是\_\_\_\_\_; 还原性最强的单质是\_\_\_\_\_; 氧化性最强的物质是\_\_\_\_\_。
- 从 3 号元素锂(Li)到 10 号元素氖(Ne), 元素的最高正价逐渐\_\_\_\_\_, 从\_\_\_\_\_号元素开始出现负价, 负价值由\_\_\_\_\_逐渐到\_\_\_\_\_价, 最后出现\_\_\_\_\_价。
- 从碱金属元素钠到卤族元素氯, 原子的核外电子数从\_\_\_\_\_增加到\_\_\_\_\_, 核电荷数依次\_\_\_\_\_, 原子半径依次\_\_\_\_\_, 核对最外层电子引力依次\_\_\_\_\_, 表现出的金属性依次\_\_\_\_\_, 非金属性依次\_\_\_\_\_。
- 有 X、Y、Z 三种元素, 其中 X 的负价阴离子的原子排布和氦的原子核外电子排布相同, Y 与氧能形成两种化合物, 其水溶液都呈碱性。在 Y 与氧的两种化合物中, Y 的质量分别是 74.19% 和 58.17%。这两种氧化物的摩尔质量分别是  $62 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$  和  $78 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。在 X 和 Y 化合生成物的水溶液中加入 Z 单质的水溶液, 溶液由无色变成深黄色。Z 和 X 在同一主族, 相差 2 个电子层。试问:
  - 三种元素的名称为 X \_\_\_\_\_, Y \_\_\_\_\_, Z \_\_\_\_\_;
  - Y 与氧的两种化合物分别是\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_;
  - Z 的单质溶于水, 滴加到 X 和 Y 形成的化合物的水溶液中, 其离子方程式为\_\_\_\_\_;
  - X 与 Y 形成的化合物中, 阴阳离子核间距比 Z 与 Y 形成的化合物中阴阳离子核间距\_\_\_\_\_ (填“大”或“小”), 其原因是\_\_\_\_\_;
  - 写出含 Y 的质量分数为 58.17% 的氧化物与水反应的化学方程式\_\_\_\_\_。
- 有 A、B、C、D、E 五种元素, A 的正二价离子与 E 的负二价离子具有相同的电子层结构, A 的氯化物中含 36% 的 A, A 原子核中质子数与中子数相等。B 元素的最高正价与负价的代数和等于零, B 的气态氢化物中含氢 25%,  $\text{C}^{3+}$  离子核外有 23 个电子。D 元素的原子具有 4 个电子层, 其金属性很强。
  - 各元素的元素符号 A \_\_\_\_\_, B \_\_\_\_\_, C \_\_\_\_\_, D \_\_\_\_\_, E \_\_\_\_\_;
  - 写出 A 的最高氧化物对应水化物的澄清溶液, 分别与未过量及过量的 B 的最高氧化物反应的离子方程式\_\_\_\_\_。
- 有 X、Y、Z 三种元素的原子序数依次增大, 且电子层数相同, 最外层电子数之和为 10, 它们的最高价氧化物的水化物之间任意两种都能反应生成盐和水, M 元素与上述三种元素电子层数相差 1, 而 M 原子的 L 电子层上有 4 个电子, 试写出:
  - X、Y、Z 的元素符号: X \_\_\_\_\_, Y \_\_\_\_\_, Z \_\_\_\_\_, M \_\_\_\_\_;
  - Z 原子结构示意图为\_\_\_\_\_;
  - X、Y、Z 三种元素的简单离子半径的大小关系是\_\_\_\_\_;
  - 写出 X 单质跟水反应的离子方程式\_\_\_\_\_。
- X、Y、Z 三种元素, 已知①它们都是前 3 周期元素, X 和 Z 在同周期; ②它们可以组成化合物  $\text{X}_2\text{Z}$ 、 $\text{ZY}_2$ 、 $\text{ZY}_3$ ; ③  $\text{ZY}_3$  与水化合生成一种强酸, 将此强酸与  $\text{X}_2\text{Z}$  反应生成一种气体 A; A 与  $\text{ZY}_2$  相遇可析出 Z 的单质, 则  $\text{X}_2\text{Z}$  是\_\_\_\_\_,  $\text{ZY}_2$  是\_\_\_\_\_,  $\text{ZY}_3$  是\_\_\_\_\_, A 是\_\_\_\_\_。(填化学式)
- A、B、C、D 四种元素。A、B 在周期表中位于同一主族, B、C、D 元素在同一周期。A 元素的单质在空气中点燃时, 火焰呈浅紫色(透过蓝色钴玻璃); C 元素原子最外层电子数是次外层电子数的一半, 且其最高价氧化物在常温、常压下是固体; D 元素的原子易形成 -1 价离子。
 

C 元素的名称是\_\_\_\_\_, B 元素位于\_\_\_\_\_周期\_\_\_\_\_族, 离子半径  $r(\text{A}^+)$  \_\_\_\_\_  $r(\text{D}^-)$  (填“>”、“<”或“=”)。

10. 有 A、B、C、D 四种元素,已知 B 的单质与 A 单质在一定条件下反应且生成具有臭鸡蛋气味的气体 X, X 的水溶液长期露置在空气中又有 A 单质析出, C 与 A 形成另一种化合物 Y;  $C^+$  与  $D^-$  离子的电子层结构相同,且 D 与 A 原子的电子层数相同,试回答:

(1) 各元素名称: A \_\_\_\_\_, B \_\_\_\_\_, C \_\_\_\_\_, D \_\_\_\_\_.

(2) X 与硫酸铜溶液反应的离子方程式 \_\_\_\_\_;

Y 与硫酸铜溶液反应的离子方程式 \_\_\_\_\_.

(3) X 的水溶液露置于空气中的反应方程式 \_\_\_\_\_.

### 三、计算题

1. 有相对原子质量均大于 10 的 A、B 两种元素所形成的两种化合物 X、Y. 已知等物质的量 X、Y 的混合物其密度是相同条件下氢气的 18.5 倍,其中 X、Y 的质量比为 3:4.4,经测定 X 的组成为  $AB_n$ , Y 的组成为  $A_mB$ ,试通过计算解答:

(1) A、B 两元素名称;(2) 写出 X、Y 的分子式.

2. 元素 R 的气态氢化物化学式为  $H_xR$ ,在标准状况下 8.5 g  $H_xR$  气体的体积是 5.6 L,将 5.1 g  $H_xR$  通过 200 mL 0.75 mol/L 的  $CuCl_2$  溶液正好完全反应.

(1) 求  $H_xR$  的相对分子质量;(2) 推断  $x$  值,并确定 R 的元素符号.

3. 某元素的最高价氧化物的水化物的化学式为  $H_xRO_y$ ,气态氢化物的化学式为  $H_zR$ ,已知 1 mol  $H_xRO_y$  比 1 mol  $H_zR$  质量多 64 g,又知 1 mol  $H_xRO_y$  中 R 的原子核外电子总数比 1 mol  $H_zR$  中氢原子和氧原子的核外电子总数少 16 mol,试求 R 的原子序数.

4. 有 A、B、C、D 四种元素:A 元素形成的一 2 价阴离子比氩的核外电子数多 8 个,B 元素与氧的一种化合物为淡黄色固体,该固体遇到空气能生成 A 的单质. C 为原子核内有 12 个中子的二价金属,当 2.4 g C 与足量热水反应时,在标准状态下放出氢气 2.24 L. D 原子的 M 层上有 7 个电子.

(1) A、B、C、D 各是什么元素?

(2) 写出 B、C、D 最高价氧化物的水化物化学式,并比较其酸碱性.

(3) 比较 D 的气态氢化物与  $H_2S$ 、HF 的稳定性.

## 第三节 元素周期表

### 重点难点考点

1. 元素周期表的结构,周期和族的概念.
2. 元素周期表和原子结构的关系.
3. 元素周期表中元素性质的递变规律,包括同周期、同主族元素的金属性和非金属性,最高价氧化物对应水化物的碱性或酸性,非金属元素气态氢化物的稳定性等性质的递变.
4. 元素周期表的应用,原子结构、元素性质及该元素在周期表中位置三者间的关系.
5. 核素和同位素的概念.

### 典型例题解析

例 1 已知铍的原子序数为 4,下列对铍及其化合物的叙述中,正确的是( ).

- A. 铍的原子半径大于硼的原子半径      B. 氯化铍分子中铍原子最外层电子数是 8  
C. 氢氧化铍的碱性比氢氧化钙弱      D. 单质铍跟冷水反应产生氢气

解析 A、C. 铍、硼是同一周期元素,同周期元素原子,电子层数相同,核电荷数越大,核对外层电子引力越大,半径越小,铍的核电荷数 4 小于硼的核电荷数 5,所以  $r(Be) > r(B)$ ,A 选项正确;铍的原子结构为  $(+4) 2 \quad 2$ ,所以氯化铍  $BeCl_2$  中铍最外层电子数不是 8,B 选项错误;铍与钙同主族,同主族元素随

核电荷数增大,电子层数增加,核对外层电子引力减小,金属的金属性增强,则对应的最高价氧化物的水化物碱性增强,原子序数小于钙,则金属性弱于钙,所以氢氧化铍的碱性比氢氧化钙的弱,C选项正确;铍与镁属同主族元素,铍的原子序数大于铍,则金属性镁强于铍,铍与水反应一定不如镁与水反应剧烈;而镁只能与热水才发生反应,且反应缓慢,所以铍与冷水反应产生氢气就是不可能的,D选项错误。

**例2** 某元素原子构成的双原子单质分子有三种,其相对分子质量分别为158,160,162。在天然单质中,这三种单质的物质的量之比为1:1:1,由此推断以下结论中,正确的是( )。

- A. 此元素有三种核素  
B. 其中一种核素质量数为80  
C. 其中质量数为79的核素原子占原子总数的 $\frac{1}{2}$   
D. 此元素单质的平均相对分子质量为160

**解析** C、D. 本题从不同角度对核素的有关知识进行考查,正确判断该元素的核素种类是正确解题的关键。

若元素有两种核素 $^aX$ 、 $^bX$ ,则能构成三种双原子单质分子: $^aX_2$ 、 $^aX^bX$ 、 $^bX_2$ 。若某元素有三种核素: $^aX$ 、 $^bX$ 、 $^cX$ ,则构成的双原子单质分子有六种: $^aX_2$ 、 $^bX_2$ 、 $^cX_2$ 、 $^aX^bX$ 、 $^aX^cX$ 、 $^bX^cX$ 。所以该元素有两种核素,其质量数分别为: $\frac{158}{2}=79$ , $\frac{162}{2}=81$ 。A、B选项都错误。由三种单质的物质的量之比是1:1:1,可求得 $^{79}X$ 、 $^{81}X$ 两种原子的物质的量的比: $\frac{M_r(^{79}X)}{M_r(^{81}X)} = \frac{2 \times 1 + 1}{2 \times 1 + 1} = \frac{1}{1}$ ,C选项正确。此元素单质的平均相对分子质量: $M_r = 158 \times \frac{1}{3} + 160 \times \frac{1}{3} + 162 \times \frac{1}{3} = 160$ ,D选项正确。

**例3** A、B、C、D都是短周期元素,原子半径 $D > C > A > B$ ,其中A、B处在同一周期,A、C处在同一主族,C原子的最外层电子数是D原子最外层电子数的4倍,B原子的最外层电子数等于A的核内质子数。试回答:

- (1)这四种元素的名称是:A\_\_\_\_\_,B\_\_\_\_\_,C\_\_\_\_\_,D\_\_\_\_\_。  
(2)这四元素在常温常压下的液态或气态氢化物的稳定性由大到小的顺序是\_\_\_\_\_。  
(3)A元素某氧化物与D元素某氧化物反应生成单质的化学方程式是\_\_\_\_\_,  
标出反应中转移电子的方向和数目。

**解析** 由A、B处在同一周期,A、C处在同一主族,原子半径 $C > A > B$ ,可得A、B、C三种短周期元素在周期表中的相对位置为:  

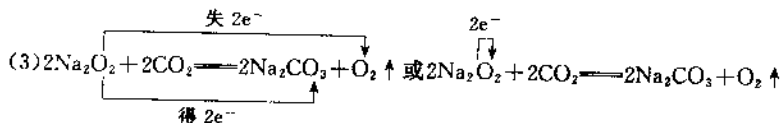
|  |         |
|--|---------|
|  | A.....B |
|  | C       |

 又由C原子最外层的电子数是D原子最外层电子数的4倍,设D在IA族,最外层电子数为1,则C最外层电子数为4,在IVA族,但由A、B元素相对位置知,A同一周期的右边还要有一元素B,所以这种情况不合题意,舍去。所以D为IA族元素,C(以及A)为IVA元素,原子半径 $D > C$ ,得A为钠,C为硅,A是碳,B、A同周期,B原子的最外层电子数等于A(碳)的核内质子数等于6,所以B在第二周期,IIA族,是氧。

只有非金属才有气态氢化物,且非金属性越强,氢化物越稳定,这四种元素中只有碳、氧、硅有氢化物,非金属性 $O > C > Si$ ,所以氢化物的稳定性 $H_2O > CH_4 > SiH_4$ 。

碳元素有两种氧化物 $CO$ 、 $CO_2$ ,钠与氧也有两种化合物 $Na_2O$ 、 $Na_2O_2$ ,符合题意能反应生成单质的反应只有 $2Na_2O_2 + 2CO_2 = 2Na_2CO_3 + O_2 \uparrow$ ,这一反应中 $Na_2O_2$ 既是氧化剂又是还原性。

**答案** (1)碳;氧;硅;钠 (2) $H_2O > CH_4 > SiH_4$



**例4** 设想你去某外星球进行了一次科学考察,采集了该星球上10种元素单质的样品。为了排出这些元素的相对位置以便系统地进行研究,你设计了一些实验并得到下列数据。



| 单质               | A    | B   | C    | D    | E    | F    | G    | H    | I   | J    |
|------------------|------|-----|------|------|------|------|------|------|-----|------|
| 熔点/℃             | -150 | 550 | 160  | 210  | -50  | 370  | 450  | 300  | 260 | 250  |
| 与水反应             |      | √   |      |      |      | √    | √    | √    |     |      |
| 与酸反应             |      | √   |      | √    |      | √    | √    | √    |     | √    |
| 与氧气反应            |      | √   | √    | √    |      | √    | √    | √    | √   | √    |
| 不发生化学反应          | √    |     |      |      | √    |      |      |      |     |      |
| 相对 A 元素的<br>原子质量 | 1.0  | 8.0 | 15.6 | 17.1 | 23.8 | 31.8 | 20.0 | 29.6 | 3.9 | 18.0 |

按照元素性质的周期性递变规律,试确定以上 10 种元素的相对位置,并填入下表:

|  |  |  |  |   |   |  |   |  |  |  |
|--|--|--|--|---|---|--|---|--|--|--|
|  |  |  |  |   |   |  |   |  |  |  |
|  |  |  |  |   |   |  | A |  |  |  |
|  |  |  |  |   | B |  |   |  |  |  |
|  |  |  |  |   |   |  |   |  |  |  |
|  |  |  |  | H |   |  |   |  |  |  |
|  |  |  |  |   |   |  |   |  |  |  |

**解析** 此题考查学生的创造性思维能力和求异能力。解此题时,要打破思维定势,既要找出所给的 10 种外星球元素性质的递变规律,又不能受现有的元素周期表中的元素变化的某些规律束缚,而是要应用当时门捷列夫发现元素周期律的方法,把已发现的元素的性质作为基础,按一定规律填入表中。通过题中新的信息,比较各元素的共性和个性,然后运用元素性质的周期性递变规律,确定 10 种元素的相对位置。

(1)首先从 10 种元素的化学性质判断它们的相对位置。

A 和 E、B、F、G 和 H、I 和 C、D 和 J,这四组元素的化学性质相似,它们可能排在同一直列中或同一横行中邻近的位置。

(2)再从 10 种元素相对 A 的原子质量来判断它们的相对位置。

相对原子质量从小到大的顺序为:A(1.0)→I(3.9)→B(8.0)→C(15.6)→D(17.1)→J(18.0)→G(20.0)→E(23.8)→H(29.6)→F(31.8)。

(3)同时需注意单质的熔点。

题中已给出的是 A、B、H 的位置。因 A 和 E 的化学性质相似,而 E(23.8)的相对原子质量远比 B(8.0)的大,但比 H(29.6)小,所以 E 应排在 A 下方第二格。

B、F、G、H 四种元素化学性质相似,其中 F(31.8)的相对原子质量最大,同时,它和 H(29.6)的相对原子质量相差不大,故应在 B 的下方、H 的后面。F 确定后,即大致得出同一列元素的熔点从上到下依次降低,如 B(550℃)→F(370℃),同一横行中单质的熔点从左到右依次升高,如 H(300℃)→F(370℃);但 A、E 可能特殊。G 的位置应放在 F 的上方,还是 H 的上方,目前还不好确定。

J(18.0)的相对原子质量比 G(20.0)小,比 B(8.0)大,熔点比 G 低,但化学性质和 H 不同,所以应排在 G 前,但不能排在 H 上,所以排在 H 的左上方较合适。D 的化学性质和 J 相似,相对原子质量比 J 小,大于 B,熔点又低于 J,所以应在 J 前一格。C 的相对原子质量比 D 小,大于 B,熔点低于 D;I 的相对原子质量小于 B,大于 A、I、C 的化学性质相似,故二者可位于 D 前面一行,I 在上,C 在下。从 C、D、J、G 的熔点变化看,G 紧邻 J 不合适,空一格在 B 下 F 上,则左右、上下熔点变化就都合适了。

最后,由 10 种元素的相对原子质量、单质熔点、相应的化学性质重新检验:由上到下,元素相对原子质量逐渐增大,熔点从上到下降低,从左到右升高(A、E 除外);性质相似元素在一列或一行相近位置。