



新课标

同一堂课

# 高效全程导学

GAOXIAO QUANCHENG DAOXUE

丛书总主编：薛金星

配套山东科学技术出版社实验教科书

# 高中化学 必修 2



北京师范大学出版社  
BEIJING NORMAL UNIVERSITY PRESS



二十一世纪出版社  
21st Century Publishing House



新课标

同一堂课

# 高效全程导学

Gaoxiao Quancheng Daoxue

丛书主编：薛金星

配套山东科学技术出版社实验教科书

## 高中化学 必修 ②

主 编：王增家  
编 委：李春霞 王晓丽  
黄晓丹



北京师范大学出版社  
BEIJING NORMAL UNIVERSITY PRESS



二十一世纪出版社  
21st Century Publishing House

## 同一堂课·高效全程导学

高中化学·必修②

配套山东科学技术出版社实验教科书

---

出版:21世纪出版社

地址:江西省南昌市子安路75号

邮编:330009

发行:北京白鹿苑文化传播有限公司

印刷:北京季蜂印刷有限公司

版次:2005年8月第1版第1次印刷

开本:880×1230毫米 1/16 印张:7

书号:ISBN 7-5391-3102-0

定价:10.50元

# 前言

同学们，《高中新课标高效全程导学》丛书和大家见面了，它作为你学习的良师益友，将伴随你度过高中三年宝贵的学习时光。

随着课程改革的不断深化和新教材在全国范围的使用，新的教育理念日益深入人心，新的课程标准也得到认真贯彻。为适应新的学习需要，我们精心组织编写了这套丛书。编写的宗旨是“导学”——激发兴趣，启迪探究，拓展认知，锤炼能力；编写的体例是“全程”——与教材同步，以单元(章)为大单位，以课(节)为小单位，按课前、课中、课后三个学习阶段，设三个模块，每个模块设若干栏目，对同学们应掌握的知识 and 应具备的能力进行指导和训练。随着这些模块和栏目的日修月炼，教材所包含的丰富内容，将如“好雨知时节”那样，“润物细无声”地化为同学们的“知识与技能，过程与方法，情感态度与价值观”。

第一模块是“预而立之”。中国有古训“凡事预则立，不预则废”。就是说不论做什么事情，预先做好准备，才能成功；不预先做好准备，就会失败。学习当然也如此，课前的预习是一个重要环节。做好课前预习，课堂上才能充分开展师生间的互动和交流，收到好的学习效果。“预而立之”设两个栏目：一是[课标导航]。本栏目将帮助同学们明确学习目标，知道学习精力应往哪儿使；同时在学习目标引导下，收集相关信息，养成关注信息的习惯和处理信息的能力；二是[自学引领]。本栏目将帮助同学们创设自学情景，指导自学方法，培养终身受益的自学能力，同时也为提高课堂学习效率奠定良好基础。

第二模块是“博而学之”。《中庸》中说：“博学之，审问之，慎思之，明辨之，笃行之。”这里论述的是学习过程中必须把握住的几点要领：要广泛地学习知识，详尽地探究原理，慎重地思考得失，明确地辨别正误，切实地进行实践。把握住这几点，课堂学习效果自然会好。本模块设四个栏目：一是[知识窗口]。帮助同学们掌握本课(节)应知应会的基础知识，通过[知识窗口]认识世界；二是[要点探究]。引领同学们深入探究本课(节)的重点和难点，整体把握教材内容；三是[例题精析]。选择有代表性的典型例题，进行解说，指明思路，训练思维；四是[互动平台]。通过提出若干思考题进行师生间、同学间互动交流，总结知识规律和解决方法。本模块需要申明两点：一是每个学科都有各自的特点，因而所设栏目可能因学科不同而有所变动；二是课堂学习是以教师为主导进行的，同学们要在本模块所设栏目引领下，很好地配合教师的教学。

第三模块是“学而习之”。《论语》开篇第一句说：“子曰：学而时习之，不亦说乎！”课后复习，不仅能巩固所学知识，而且能温故而知新，提升学习质量，的确是学习生活中必不可少的一步。因而“学而习之”是本丛书的重点模块，设三个栏目：一是[达标演练]。旨在巩固已学过的知识，同时也是自我评价，测试一下自己是否达到了“预而立之”所提出的学习目标；二是[能力提升]。本栏目所列练习题是[达标演练]题的延伸和深化，培养探究精神，提高灵活运用所学知识的能力；三是[拓展创新]。本栏目所列习题，是在以上两类习题基础上的拓展，有一定难度，思维空间也更为广阔，适于创新意识的培养和创新能力的提高。

在以上三个模块之外，本丛书大部分科目在每个单元(章)之后还配置了[单元评价]，每册书之后配置了[综合评价]。这些练习题更注重上、中、下三个档次题的难度搭配，习题内容也更注重联系同学们的生活经验，联系社会热点问题，联系当代科技发展的前沿知识，其题型、内容、难度都极力向高考题拉近。同学们只要认真做好这些练习题，实质上就是进行一次次高考的实战演习。

同学们，这套丛书由全国各地最富有教学经验的老师们编写，他们了解同学们的实际，熟知学科知识的体系和结构，也洞悉高考改革的趋向。同学们只要随身携带这套丛书，就必将起到你行进中的手杖和指示灯的作用。当你顺利步入高等学府的殿堂时，这套丛书仍会是你学习生活中永远的记忆。

# 目 录

同一堂课高效全程导学·化学

<b>第一章 原子结构与元素周期律</b> .....	(1)
第一节 原子结构 .....	(1)
第二节 元素周期律和元素周期表 .....	(5)
第三节 元素周期表的应用 .....	(12)
单元评价 .....	(20)
<b>第二章 化学键 化学反应及能量</b> .....	(23)
第一节 化学键与化学反应 .....	(23)
第二节 化学反应的快慢和限度 .....	(29)
第三节 化学反应的利用 .....	(40)
单元评价 .....	(47)
<b>第三章 重要的有机化合物</b> .....	(51)
第一节 认识有机化合物 .....	(51)
第二节 石油和煤 重要的烃 .....	(59)
第三节 饮食中的有机化合物 .....	(68)
第四节 塑料 橡胶 纤维 .....	(77)
单元评价 .....	(86)
综合评价 .....	(89)
<b>参考答案</b> .....	(98)

## 第一章

## 原子结构与元素周期律

## 第一节 原子结构

## 课标导航

1. 知道元素、核素的涵义。
2. 了解原子核外电子的排布规律。

## 自学引领

1. 构成原子的三种微粒是什么？
2.  ${}^A_Z X$  的含义是：\_\_\_\_\_。
3. 元素、核素、同位素之间有何关系？
4. 根据电子能量的大小可把电子层分为七层。离核由近到远，能量由低到高，即能量低的电子在\_\_\_\_\_地方运动，能量高的电子在\_\_\_\_\_地方运动。
5. 原子核外电子排布的一般规律：
  - (1) 原子核外各电子层最多容纳\_\_\_\_\_个电子。
  - (2) 原子最外层电子数不超过\_\_\_\_\_个(只有一个电子层时不超过\_\_\_\_\_个)。
  - (3) 次外层电子数不超过\_\_\_\_\_个。
6. 试分别写出  $\text{Na}$ 、 $\text{Cl}^-$ 、 $\text{Mg}^{2+}$  的结构示意图：  
 $\text{Na}$  \_\_\_\_\_,  $\text{Cl}^-$  \_\_\_\_\_,  $\text{Mg}^{2+}$  \_\_\_\_\_。
7. 什么叫核素、同位素？指出  $\text{H}$ 、 $\text{O}$ 、 $\text{C}$ 、 $\text{U}$  等元素的各种同位素原子符号。
8. 同位素有哪些特点？

## 要点探究

1. 元素、核素、同位素的有关概念的区别：  
 元素是指原子核内质子数相同(即核电荷数相同)的同一类原子的总称；核素是指具有一定数目的质子与一定数目的中子的一种原子；同位素是指质子数相同而中子数不同的同一元素的不同种原子。

区别与联系：同一种元素可以有多种核素。不同的核素不一定不是同种元素，但同种元素的不同核素一定是同位素。例如： ${}^1_1\text{H}$ 、 ${}^2_1\text{H}$ 、 ${}^3_1\text{H}$ 、 ${}^{12}_6\text{C}$ 、 ${}^{13}_6\text{C}$ 、 ${}^{14}_6\text{C}$ 、 ${}^{16}_8\text{O}$ 、 ${}^{17}_8\text{O}$ 、 ${}^{18}_8\text{O}$  代表 9 种核素，但只代表有三种元素：氢元素、碳元素、氧元素。其中  ${}^1_1\text{H}$ 、 ${}^2_1\text{H}$ 、 ${}^3_1\text{H}$  互称为同位素； ${}^{12}_6\text{C}$ 、 ${}^{13}_6\text{C}$ 、 ${}^{14}_6\text{C}$  互称为同位素； ${}^{16}_8\text{O}$ 、 ${}^{17}_8\text{O}$ 、 ${}^{18}_8\text{O}$  互称为同位素。必须注意，不同种元素之间的核素不能互称为同位素。

2. 关于元素的相对原子质量：

(1) 原子的绝对质量：也称真实质量，是通过精密实验测

得的。原子的绝对质量很小，使用极不方便，所以在科学上一般不直接使用原子的真实质量，而使用原子的相对质量——相对原子质量，符号为  $A_r$ 。

(2) 原子的相对原子质量：国际上统一用某元素的绝对质量与  ${}^{12}_6\text{C}$  原子的绝对质量的  $\frac{1}{12}$  比较而得的比值，称为该原子的相对原子质量。

其相互关系是：

$$\text{某种原子的相对原子质量} = \frac{\text{该原子的绝对质量(kg)}}{m({}^{12}_6\text{C}) \times \frac{1}{12}} =$$

该原子的绝对质量(kg)

$$1.993 \times 10^{-26} \text{ kg} \times \frac{1}{12}$$

(3) 元素的相对原子质量  $A_r(E)$  = 各种天然同位素相对原子质量  $\times$  各种天然同位素原子所占的百分数。

3. 核外电子排布规律：

(1) 核外电子分层排布。在含有多个电子的原子里，电子按能量由低到高，以原子核为中心，由近至远逐层排列(目前只排到第七层)：

电子层数：一 二 三 四 五 六 七

符 号：K L M N O P Q

电子能量：电子离核由近到远，能量由低到高。

(2) 每层可容纳的最多电子数为  $2n^2$ ， $n$  为电子层数，但  $2n^2 \leq 32$ ，即无论是哪一层，其电子总数不能超过 32。

(3) 最外层电子数不超过 8 个，次外层电子数不超过 18 个。

4. 原子和离子的结构表示方法——结构示意图：

结构示意图是表示原子核、核电荷数及核外电子在各层

上排布的图示，例如： $\text{Cl} \left( \begin{array}{c} \text{+17} \\ \text{2} \quad \text{8} \quad \text{7} \end{array} \right)$ 、 $\text{Cl}^- \left( \begin{array}{c} \text{+17} \\ \text{2} \quad \text{8} \quad \text{8} \end{array} \right)$ 。图中

的小圆圈内的数字表示原子核和核内质子数，弧线表示电子层，弧线上的数字表示该层上的电子数。

5. 原子最外层电子数跟元素化学性质的关系：

元素的性质，特别是化学性质，跟它的原子的最外层电子数目关系非常密切(见表 1-1)，元素的化学性质主要决定于最外层电子数。

表 1-1

元素分类	金属元素	非金属元素	稀有气体元素
最外层电子数	一般 $<4$ ( $1\sim3$ 个)	一般 $\geq 4$ ( $4\sim7$ 个)	8个(氦为2个)
结构特征	不稳定结构	不稳定结构	稳定结构
化学性质	易失去最外层电子	易得到电子	一般不参加化学反应
举 例	Na、Mg、Al	C、O、Cl	He、Ne、Ar

6. 构成原子的三种微粒以及这三种微粒之间存在的关系:

(1) 质量关系:

$$\text{质量数}(A) = \text{质子数}(Z) + \text{中子数}(N)$$

(2) 电量关系:

$$\text{① } Z = e^- \text{ (核外电子数) 时为中性原子;}$$

$$\text{② } Z > e^- \text{ 时为阳离子;}$$

$$\text{③ } Z < e^- \text{ 时为阴离子.}$$

(3) 数量关系:

$$\text{中性原子的质子数} = \text{核外电子数} = \text{核电荷数}$$

7. 同位素的特点:

① 化学性质几乎完全相同。② 不论是以游离态还是以化合态存在,它们在自然界中百分比不变。

8.  $1\sim18$ 号元素的原子结构的特殊性:

- ① 无中子的原子:  $^1_1\text{H}$ 。② 最外层上有 1 个电子的原子: H、Li、Na。③ 最外层上有 2 个电子的元素: Be、Mg、He。④ 最外层电子数是次外层电子数 2 倍的元素: C; 3 倍的元素: O; 4 倍的元素: Ne。⑤ 电子层数与最外层电子数相等的元素: H、Be、Al。⑥ 最外层电子数等于次外层的电子数的元素: Be、Ar。⑦ 电子总数为最外层电子数 2 倍的元素: Be。⑧ 次外层电子数为最外层电子数 2 倍的元素: Li、Si。⑨ 内层电子数是最外层电子数 2 倍的元素: Li、P。

### 例题精析

例 1 下列关于  $^{42}_{20}\text{Ca}$  的叙述中,错误的是 ( )

- A. 质子数为 20      B. 电子数为 20  
C. 中子数为 20      D. 质量数为 42

**思路点拨**  $^{42}_{20}\text{Ca}$  是元素的核素符号,在元素符号的左下角写的是该元素原子的核电荷数(即质子数),质量数写在左上角。 $^{42}_{20}\text{Ca}$  的中子数为  $42 - 20 = 22$ 。

**规范解答** C

**解题回顾** 该题考查的是:(1)  $^A_Z\text{X}$  的含义,即 X 这种元素符号的左上角 A 表示质量数,左下角 Z 表示质子数。(2) 对原子而言,核电荷数=质子数=核外电子数。(3) 质量数=质子数+中子数。

例 2 某元素二价阴离子的核外有 18 个电子,质量数为 32,该元素原子的原子核中的质子数为 ( )

- A. 12      B. 14      C. 16      D. 18

**思路点拨** 该元素二价阴离子的核外有 18 个电子,

则其原子核外有 16 个电子,其质子数也是 16。

**规范解答** C

**解题回顾** 该题考查的是:(1) 质子数=阴离子的核外电子数-得到的电子数(电荷数)。(2) 质量数=质子数+中子数。

例 3 设某元素的一种同位素原子核内的质子数为  $m$ ,中子数为  $n$ ,则下列叙述正确的是 ( )

- A. 不能由此确定该元素的相对原子质量  
B. 这种元素的相对原子质量为  $(m+n)$   
C. 若碳原子的质量为  $W$  g,此原子的质量为  $(m+n)W$  g  
D. 核内中子的总质量小于质子的总质量

**思路点拨** 元素的相对原子质量是某元素的各种天然同位素按它的原子在自然界的百分数计算出来的平均值,原子核内质子数加上中子数只能表示质量数,即该原子的近似相对原子质量,而不是该元素的相对原子质量。此原子的质量应近似等于  $\frac{W}{12}(m+n)$  g。因为  $m, n$  均未知,故不能确定中子的总质量和质子的总质量哪个大。

**规范解答** A

**解题回顾** 相对质量包括原子的相对原子质量和元素的相对原子质量两种。

原子的相对原子质量又分为:① 精确的原子的相对原子质量(实际上是指各种同位素的相对原子质量)。② 近似的原子的相对原子质量(实际上是指各种同位素的质量数,即指质子数+中子数)。

元素的相对原子质量分为:① 平均相对原子质量(用某元素的各种天然同位素按它的各种原子在自然界中的百分比计算出来的平均值)。② 元素近似的相对原子质量(用某元素的各种天然同位素的质量数按它的原子在自然界中的百分比计算出来的平均近似值)。

例 4 硼有两种天然同位素  $^{10}_5\text{B}$ 、 $^{11}_5\text{B}$ ,硼元素的近似相对原子质量为 10.8,则下列关于硼元素中  $^{10}_5\text{B}$  的质量分数判断正确的是 ( )

- A. 20%      B. 大于 20%  
C. 小于 20%      D. 80%

**思路点拨** 设:  $^{10}_5\text{B}$  的原子百分含量为  $x$ ,则  $^{11}_5\text{B}$  的原子百分含量为  $(1-x)$ ,则  $10x + 11(1-x) = 10.8$ ,则  $x = 20\%$ ,故  $^{10}_5\text{B}$  的质量分数 =  $\frac{10 \times 20\%}{10.8} \times 100\% = 18.5\%$



## 规范解答 C

**解题回顾** 解此题最易错的是把质量分数当成原子百分比,或把质量分数与原子百分比混为一谈,导致错选A。解此类题关键是要弄清:(1)原子百分比是指原子个数(或物质的量)的百分比,而不是质量分数。(2)元素近似相对原子质量 $=A_1 \times a\% + A_2 \times b\% + \dots$ ( $A_1, A_2$ 是指天然同位素的质量数, $a\%, b\%$ 是指各种天然同位素的原子百分比)。

## 互动平台

原子核外电子排布规律:

在含有多个电子的原子里,电子的能量并不相同。能量低的,通常在离核近的区域运动;能量高的,通常在离核远的区域运动。通常用电子层来表示运动着的电子离核远近的不同,所以核外电子是分层排布的,可以分排在7个电子层上,分别为K、L、M、N、O、P、Q。

在分层排布中存在一定规律:核外电子总是尽先排在能量最低的电子层里,然后由里向外依次排在能量逐渐升高的电子层里,即排满K层才能排L层,排满L层才排M层,依次类推。

各电子层最多容纳的电子数为 $2n^2$ ( $n$ 为电子层数),而最外层电子数不超过8个(K层为最外层时不超过2个),次外层电子数不超过18个,倒数第三层电子数不超过32个。

以上规律的掌握要注意它们不是孤立的,而是相互制约的。例如M电子层当其不处在最外层位置时,最多可容纳18个电子,当其处在最外层时最多容纳8个电子。又如第N电子层当其不处在最外层和倒数第二层位置时,最多可容纳32个电子,而当其处在倒数第二层位置时,最多容纳18个电子,处在最外层位置时则最多容纳8个电子。

现举一具体实例加以说明。

例如:已知某元素的原子第5电子层上有2个电子,该原子的第4电子层上最多容纳的电子数是多少?第3电子层上最多容纳的电子数是多少?

分析:已知该原子的第5电子层上只有2个电子,没有达到饱和,第5电子层即该原子的最外层,则第4电子层是次外层。按排布的规律,第4电子层 $n$ 值为4, $2n^2=32$ ,但第4电子层是这个原子的倒数第2层,最多能容纳18个电子而不是32个电子。第3电子层的 $n=3$ ,可容纳的电子数为 $2n^2=18$ 。第3电子层恰好也是该原子的倒数第3层,最多可容纳18个电子,所以本题的答案是:18个;18个。

## 达标演练

一、选择题(每小题有1~2个选项符合题意)

- $^{13}\text{C}$ -NMR(核磁共振)可以用于含碳化合物的结构分析。 $^{13}\text{C}$ 表示的碳原子是 ( )
  - 核外有13个电子,其中3个处在最外层上
  - 核内有6个质子,核外有7个电子
  - 质量数为13,电子数为6,核内有7个质子

- 质量数为13,质子数为6,核内有7个中子
- 某元素原子的最外层电子数为次外层电子数的3倍,则该元素原子核内质子数为 ( )
  - 3
  - 7
  - 8
  - 10
- 某阴离子 $\text{M}^n$ 的核外共有 $x$ 个电子,其质量数为 $A$ ,则核内的中子数是 ( )
  - $A+x+n$
  - $A+x-n$
  - $A-x+n$
  - $A-x-n$
- 在下列情况下,容纳电子数目最多的是 ( )
  - 最外层为K层
  - 次外层为M层
  - 倒数第三层是M层
  - 最外层为P层
- $^{37}\text{Cl}$ 中的37表示 ( )
  - 氯元素的相对原子质量
  - 氯元素的质量数
  - 氯元素的一种同位素的质量数
  - 氯元素的一种同位素的相对原子质量
- 据最新报道:放射性原子铱( $^{203}\text{Ir}$ )可有效地治疗肝癌,该原子核内的中子数和核外电子数之差是 ( )
  - 32
  - 67
  - 99
  - 166
- 原计划实现全球卫星通讯需发射77颗卫星,这与铱(Ir)元素的原子核外电子数恰好相等,因此称为“铱星计划”。已知铱的一种同位素是 $^{201}\text{Ir}$ ,则其核内的中子数是 ( )
  - 77
  - 114
  - 191
  - 268
- 决定元素种类的是 ( )
  - 质子数
  - 电子数
  - 中子数
  - 质子数和中子数
- 在任何原子都具有的粒子是 ( )
  - 质子、中子、电子
  - 质子、中子
  - 质子、电子
  - 中子、电子
- 已知 $\text{R}^{2+}$ 有 $a$ 个电子、 $b$ 个中子,表示R原子的符号正确的是 ( )
  - ${}^b_a\text{R}$
  - ${}^{a+b}_a\text{R}$
  - ${}^{a+b}_{a+2}\text{R}$
  - ${}^{a+b}_{a-2}\text{R}$
- 下列叙述不正确的是 ( )
  - 原子最外层电子数不超过8个
  - 原子中易失去的电子能量一定最低
  - 原子的次外层电子数不一定是8个或18个
  - M层电子的能量比L层电子的能量高
- 某元素的原子核外有3个电子层,最外层比次层少3个电子,该元素是 ( )
  - 铝
  - 氮
  - 磷
  - 氟
- 在下列微粒中,最外层是8个电子,并与锂离子相差两个电子层的是 ( )
  - $\text{F}^-$
  - $\text{Mg}^{2+}$
  - $\text{S}^{2-}$
  - Ca
- 镁原子和镁离子具有相同的 ( )
  - 电子层数
  - 质子数
  - 最外层电子数
  - 半径
- 下列微粒中质子数与核外电子数均与 $\text{H}_3\text{O}^+$ 离子相

同的是 ( )

- A.  $Cl^-$     B.  $Na^+$     C. Ne    D.  $NH_4^+$

16. 某元素的最外层电子数是次外层电子数的  $a$  倍 ( $a > 1$ ), 则该原子核中的质子数为 ( )

- A.  $2a$     B.  $a + 2$   
C.  $2a + 10$     D.  $2a + 2$

17. 由两种原子组成的纯净物 ( )

- A. 一定是化合物  
B. 可能是化合物或是单质  
C. 一定是单质  
D. 一定是同位素

18. 实际存在的  $^1_1H$ ,  $^2_1H$ ,  $^3_1H$ ,  $H^+$  和  $H$ , 它们是 ( )

- A. 氢的五种同位素  
B. 五种氢元素  
C. 氢元素的五种不同微粒  
D. 氢的五种同素异形体

二、填空题

19. 元素 X 的二价阳离子只有两个电子层,  $X^{2+}$  结构示意图为 \_\_\_\_\_, X 为 \_\_\_\_\_ 元素。

20. 溴原子结构示意图为  $(+35) \begin{matrix} 2 \\ 8 \\ 18 \\ 7 \end{matrix}$ , N 电子层上有 \_\_\_\_\_ 个电子。溴原子被还原后, 离子结构示意图为 \_\_\_\_\_, 与 \_\_\_\_\_ 原子电子层结构相同。

21. 根据下列叙述的条件, 分析判断各是哪一种元素, 写出元素名称并画出原子结构示意图。

- ① A 元素原子核外 M 层电子数是 L 层电子数的一半。  
② B 元素原子的最外层电子数是次外层电子数的 1.5 倍。  
③ C 元素的单质在常温下就能与水剧烈反应, 产生的气体能使带火星的木条复燃。  
④ D 元素原子的次外层电子数是最外层电子数的 1/4。

- A. \_\_\_\_\_;    B. \_\_\_\_\_;  
C. \_\_\_\_\_;    D. \_\_\_\_\_。

能力提升

一、选择题 (每小题有 1—2 个选项符合题意)

1. 下列各元素的原子或离子, 各电子层都达到稳定结构的是 ( )

- A. He, Ne, Ar,  $Ca^{2+}$     B. Be, B, C, Si  
C. F, Cl, Br, I    D.  $Na^+$ ,  $F^-$ , Cl,  $Al^{3+}$

2. 科学家最近制造出第 112 号新元素, 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正确的是 ( )

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

3. 化学变化中, 可能发生改变的是 ( )

- A. 质子数    B. 中子数  
C. 核外电子数    D. 原子核

4. 含  $6.02 \times 10^{23}$  个中子的  $^7_3Li$  的质量应是 ( )

- A.  $\frac{4}{7} g$     B. 4.7 g    C. 7.4 g    D.  $\frac{7}{4} g$

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

- A. 硅原子和钠原子    B. 硼原子和氢原子  
C. 氯原子和碳原子    D. 碳原子和铝原子

6. 下列四组物质中, 两种分子不具有相同核外电子总数的是 ( )

- A.  $H_2O_2$  和  $CH_3OH$     B.  $HNO_2$  和  $HClO$   
C.  $H_2O$  和  $CH_4$     D.  $H_2S$  和  $F_2$

7. X、Y 两种原子, X 原子 L 层电子数为 Y 原子 K 层电子数的 3 倍, Y 原子 M 层电子数比 X 原子 M 层电子数多 2, X、Y 分别是 ( )

- A. O、S    B. O、Mg  
C. F、Al    D. C、Cl

8. 1996 年 2 月 9 日, 欧洲一科学小组由  $^{82}_{30}Zn$  和  $^{208}_{82}Pb$  两原子经核聚合, 并放出一定数目的中子而制得  $^{289}_{112}X$  原子, 则两原子的核聚合过程中放出的中子数目是 ( )

- A. 41    B. 115    C. 142    D. 162

9. 下列各组微粒中, 其电子数、质子数均相等的有 ( )

- A.  $NH_3$ ,  $H_2O$ , HF    B.  $S^{2-}$ ,  $HS^-$ , S  
C.  $Na^+$ ,  $NH_4^+$ ,  $H_3O^+$     D.  $NH_4^+$ ,  $H_2O$ ,  $H^+$

10. 某金属元素 R 原子的质量数为 52, 已知 R 离子含有 28 个中子和 21 个电子, 由这种离子组成的化合物的化学式正确的是 ( )

- A.  $RO_2$     B.  $RCl_2$   
C.  $R(OH)_3$     D.  $HRO_3$

11. 与 15 g 水里所含中子数相等的  $^3_1H_2O$  的质量是 ( )

- A. 13.3 g    B. 10.8 g  
C. 7.2 g    D. 3.6 g

12. 已知  $A^{2-}$ ,  $B^-$ ,  $C^+$ ,  $D^{2+}$ ,  $E^{3+}$  五种简单离子的核外电子数相等, 则它们对应的核电荷数由大到小的顺序是 ( )

- A.  $A > B > C > D > E$     B.  $E > D > C > B > A$   
C.  $C > D > E > A > B$     D.  $B > A > C > D > E$

13. 下列说法中正确的是 ( )

- A. 质量数相同的原子, 其化学性质一定相同  
B. 质子数相同的微粒, 其核外电子排布也相同  
C. 金属越活泼, 其原子在反应中越易失去电子  
D. 非金属越活泼, 其阴离子越难失去电子

14. 已知元素 X、Y 的核电荷数分别是  $x$  和  $y$ , 它们的离子  $X^{m+}$  和  $Y^{n-}$  的核外电子排布相同, 则下列关系式中正确的是 ( )

- A.  $x-y=m-n$                       B.  $x-y=m+n$   
 C.  $y-x=m-n$                       D.  $y-x=m+n$

15. 在第  $n$  电子层中, 当它是最外层时容纳电子数最多与  $n-1$  层相同, 当它作为次外层时, 其电子数比  $n+1$  层最多能多 10 个电子, 则  $n$  为 ( )

- A. L 层      B. M 层      C. N 层      D. 无法确定

16. 道尔顿的原子学说曾经起了很大作用, 他的学说中包含有下述 3 个论点: ①原子是不能再分的粒子; ②同种元素的原子的各种性质和质量都相同; ③原子是微小的实心球体, 从现代观点看, 你认为 3 个结论中不确切的是 ( )

- A. ③      B. ①③      C. ②③      D. ①②③

17. 酸根  $RO_3^-$  所含电子数比硝酸根  $NO_3^-$  的电子数多 10 个, 则下列说法正确的是 ( )

- A. R 原子的电子层数比 N 原子的电子层数多 1  
 B.  $RO_3^-$  中 R 的化合价与  $NO_3^-$  中 N 的化合价相等  
 C.  $RO_3^-$  和  $NO_3^-$  只能被还原, 不能被氧化  
 D. R 和 N 为同族元素

18. 氯的原子序数为 17,  $^{35}Cl$  是氯的一种同位素, 下列说法正确的是 ( )

- A.  $^{35}Cl$  原子所含质子数为 18  
 B.  $\frac{1}{18}$  mol 的  $H^{35}Cl$  分子所含中子数约为  $6.02 \times 10^{23}$  个  
 C. 3.5 g 的  $^{35}Cl_2$  气体的体积为 2.24 L  
 D.  $^{35}Cl_2$  气体的摩尔质量为  $70 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$

19. 同温同压下, 等容积的两密闭集气瓶中分别充满  $^{12}C^{18}O$  和  $^{14}N_2$  两种气体。关于这两个容器中气体的说法正确的是 ( )

- A. 质子数相等, 质量不等  
 B. 分子数和质量分别不相等  
 C. 分子数、质量分别相等  
 D. 原子数、中子数和质子数都分别相等

二、填空题

20. 重水的组成是  $^1_1H_2^1_8O$ , 则 1 mol 重水中含质子 \_\_\_\_\_ 个, 1 g 重水中含电子 \_\_\_\_\_ 个, 10 g 重水中含中子 \_\_\_\_\_ 个。10 个重水分子与 10 个普通水分子的质量之比是 \_\_\_\_\_, 物质的量之比是 \_\_\_\_\_, 质子数之比是 \_\_\_\_\_, 中子数之比是 \_\_\_\_\_。

21. 硼元素与某非金属元素 A 形成化合物  $BA_x$ , 已知  $BA_x$  分子中各原子核外最外层电子数总和为 24, 核外电子数总和为 32, 则 A 的元素符号为 \_\_\_\_\_,  $x$  等于 \_\_\_\_\_。

22. 一定量碳 (由  $^{12}C$ 、 $^{13}C$  组成) 和足量氧气 (由  $^{16}O$  组成) 反应所得  $CO_2$  气体对  $H_2$  的相对密度为 22.495, 则该碳中  $^{12}C$  和  $^{13}C$  的原子数之比为 \_\_\_\_\_。

拓展创新

核内中子数为  $N$  的  $R^{2+}$ , 质量数为  $A$ , 则  $n$  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.  $\frac{n}{A}(A-N+6) \text{ mol}$

第二节 元素周期律和元素周期表

课标导航

1. 能结合有关数据和实验事实认识元素周期律, 了解原子结构与元素性质的关系。
2. 能描述元素周期表的结构。

自学引领

1. 什么叫原子序数?
2. 元素的原子序数与元素原子的核电荷数、质子数、核外电子数之间有何关系?
3. 随着原子序数的递增, 元素最外层电子排布有何规律变化?
4. 元素主要性质的周期性变化表现在哪些方面?
5. 元素周期表的结构:
  - (1) 元素周期表共有多少个横行? 多少个纵列? 什么叫周期? 什么叫族?
  - (2) 什么叫短周期? 什么叫长周期? 什么叫不完全周期?
  - (3) 什么叫主族? 什么叫副族? 什么叫第 VIII 族? 什么叫零族?

6. 在元素周期表中, 全为金属元素的主族是 \_\_\_\_\_ 族; 全为非金属元素的主族是 \_\_\_\_\_ 族; 非金属元素种类最多的周期是 \_\_\_\_\_ 周期, 在常温下全为气态的族是 \_\_\_\_\_ 族。
7. 周期表的左下方金属性最强的元素是 (放射性元素除外) \_\_\_\_\_, 右上方非金属性最强的元素是 \_\_\_\_\_。
8. 元素周期表中除汞 (Hg)、金 (Au) 外, 其他元素的中文名称的偏旁部首共有三类, 请指出是哪三类, 各有何示意?
9. 主族序数与主族元素的最外层电子数、最高正化合价有何关系?
10. 周期序数与该元素原子的电子层数有何关系?
11. 同一周期和同一主族, 随原子序数的递增, 原子半径有何变化规律?
12. 对于电子层结构相同的离子, 其离子半径的大小与核电荷数大小有何关系? 对于同一种元素而言, 阳离子半径、原子半径、阴离子半径有何关系? 同是阳离子, 其半径大小与所带的电荷数有何关系?

## 要点探究

### 一、原子序数

1. 概念:按核电荷数由小到大的顺序给元素所编的序号叫做原子序数。

说明:(1)原子序数只是元素的一种编号,并无确切的物理意义。

(2)编号的依据是元素的核电荷数(即质子数),而不是元素的相对原子质量。

### 2. 原子序数与构成原子的粒子的关系:

对于原子来说,原子序数=核电荷数=核内质子数=核外电子数。

### 二、元素周期律

从3号元素开始,随着核电荷数的递增,原子的最外层电子数从1递增至8,达到稀有气体元素原子的稳定结构,然后又重复出现原子最外层电子数从1递增至8的变化规律。

由于原子的最外层电子排布周期性的变化,引起了原子半径随核电荷数的递增,半径由大渐小,经过稀有气体元素后,又重复出现原子半径由大渐小的变化规律,即元素的原子半径发生周期性的变化。

同时,元素的主要化合价也随原子序数的递增而呈现周期性的变化,其主要规律是:元素的最高正价重复出现,由+1价递增至+7价,而从中部元素(即开始出现非金属元素时)开始有负价,负价是从-4递增至-1,最后均以稀有气体元素的零价结尾。

注:(1)氟元素无正价,氧元素目前无+6价;金属元素一律无负价,稀有气体元素一般为零价。

(2)主族元素的最高正价等于原子的最外层电子数。主族元素的最低负价等于原子的最外层电子数-8。

### 三、元素周期律的实质

元素性质随原子序数递增呈现出周期性变化,是元素的原子核外电子排布周期性变化的必然结果。也就是说,由于原子结构上的周期性变化必然引起元素性质上的周期性变化,这体现结构决定性质的规律。

### 四、需要重点掌握的1~20号元素的结构、性质特点

1. H:原子半径最小;周期序数=主族序数=电子总数=最外层电子数;IA族中能形成共价化合物的元素;原子序数最小;H中没有中子;是形成酸、碱的必需元素;单质通常是气体;密度最小;单质可由金属与水或酸反应制得;单质是电解水的产物之一;它有三种同位素: ${}^1_1\text{H}$ 、 ${}^2_1\text{H}$ (D)、 ${}^3_1\text{H}$ (T);与 $\text{O}_2$ 可生成两种液体: $\text{H}_2\text{O}$ 和 $\text{H}_2\text{O}_2$ 。

2. He:只有1个电子层,最外层电子数为2,属饱和结构;是密度最小的稀有气体;一般不参加化学反应;其单质通电时会发红光。

3. Li:核外共有3个电子,最外层电子数是次外层电子数的一半;其单质是密度最小的金属( $0.534\text{ g/cm}^3$ );碱金属中惟一不能形成过氧化物的元素,碱金属中金属活动性最弱的元素;常用于制取有机催化剂,热核反应原料之一;其单质保存于石蜡中。

4. Be:核外共有4个电子,周期序数=主族序数=次外层电子数=电子层数。

5. B:核外共有5个电子,最外层电子数比次外层电子数多1个;单质B常温下不活泼,加热或高温下能和 $\text{O}_2$ 、 $\text{Cl}_2$ 、 $\text{Br}_2$ 、 $\text{S}$ 、 $\text{C}$ 、 $\text{N}_2$ 直接化合;氧化物为 $\text{B}_2\text{O}_3$ ;氢化物为 $\text{B}_2\text{H}_6$ ,是一种高能燃料,1 mol  $\text{B}_2\text{H}_6$ 完全燃烧放出2166 kJ的热量;硼酸( $\text{H}_3\text{BO}_3$ )是可用于洗涤不小心溅在皮肤上的碱液的药品; $\text{H}_3\text{BO}_3$ 为一元弱酸;硼砂( $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ )是制硼酸盐玻璃的材料。

6. C:核外共有6个电子,最外层电子数是次外层电子数的2倍,也是其电子层数的2倍;是形成化合物种类最多的元素;其单质有金刚石、石墨、 $\text{C}_{60}$ 等多种同素异形体;氧化物有 $\text{CO}$ 、 $\text{CO}_2$ 两种,其最简单的氢化物为 $\text{CH}_4$ ;最高价氧化物对应水化物为 $\text{H}_2\text{CO}_3$ ,此外还可形成多种有机酸,如甲酸( $\text{HCOOH}$ )、醋酸( $\text{CH}_3\text{COOH}$ )等;在一定条件下能与多种金属形成碳化物,常见的有 $\text{CaC}_2$ (俗名电石);能形成多种化肥,如碳酸氢铵( $\text{NH}_4\text{HCO}_3$ )、尿素 $[\text{CO}(\text{NH}_2)_2]$ 。

7. N:核外共有7个电子,最外层电子数比次外层电子数的2倍还多1;形成的最高价含氧酸是一种强酸,这是第二周期元素中惟一的一种具有上述性质的元素。

8. O:核外共有8个电子,最外层电子数是次外层电子数的3倍,是地壳中含量最多的元素。

9. F:核外共有9个电子,最外层电子数比次外层电子数的3倍还多1,除H外在前18号元素中原子半径最小,是最活泼的非金属元素,不能被任何物质所氧化,在任何化合物中均显负价;没有最高价的含氧酸;其气态氢化物HF有剧毒,水溶液叫氢氟酸,可腐蚀玻璃。

10. Ne:核外共有10个电子,最外层8个电子,已达稳定结构;氖的化学性质极不活泼,迄今为止还没有发现它与任何元素化合;氖在电场激发下发出美丽的红光,可制成“霓虹灯”。

11. Na:核外共有11个电子,最外层电子数是次外层的 $\frac{1}{8}$ ,是最内层的 $\frac{1}{2}$ ;在前18号元素中原子半径最大,其金属活动性最强;可形成两种氧化物: $\text{Na}_2\text{O}$ 、 $\text{Na}_2\text{O}_2$ , $\text{Na}_2\text{O}_2$ 有强氧化性,能与 $\text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{CO}_2$ 反应放出 $\text{O}_2$ ,它可用在呼吸面具中和潜水艇里作为氧气的来源;金属钠常保存在煤油中。

12. Mg:核外共有12个电子,最外层电子数等于最内层电子数,次外层电子数是最外层电子数的4倍。

13. Al:核外共有13个电子,最外层比次外层少5个电子,最外层电子数=电子层数=周期序数;Al元素是地壳中含量第三的元素,是含量最多的金属元素;Mg和Al制成的合金是制造飞机的材料。

14. Si:核外共有14个电子,最外层电子数是次外层电子数的一半,是最内层电子数的2倍;Si元素在地壳中含量排第二位;Si为重要的半导体材料。

15. P:核外共有15个电子,最外层比次外层少3个电子,最外层电子数是内层电子总数的一半;常见的磷单质有:白磷(也叫黄磷) $\text{P}_4$ 和红磷、黑磷,互为同素异形体。

16. S: 核外共有 16 个电子, 最外层比次外层少 2 个电子, 最外层与最内层电子数之和等于次外层电子数。

17. Cl: 核外共有 17 个电子, 最外层比次外层少一个电子, 比最内层多 5 个电子; 它的含氧酸有: HClO(次氯酸)、HClO<sub>2</sub>(亚氯酸)、HClO<sub>3</sub>(氯酸)、HClO<sub>4</sub>(高氯酸); HClO<sub>4</sub> 是已知含氧酸中最强的酸。

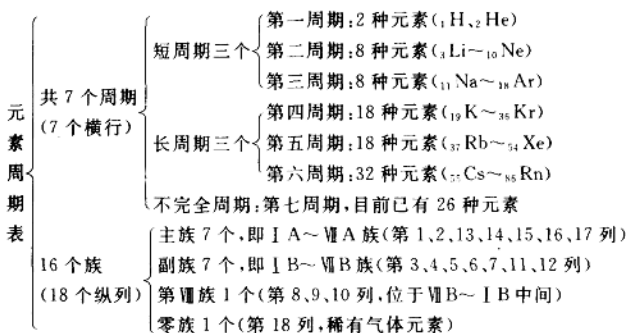
18. Ar: 核外共有 18 个电子, 最外层电子数 = 次外层电子数

子数 = 8 个, 属于稳定结构; 氩气性质稳定, 不参加化学反应, 在空气中它是所有稀有气体中含量最多的一种。

19. K: 核外共有 19 个电子, 共有 4 层, 最外层有 1 个电子; 在金属活动顺序中排在第 1 位; 食盐中加入的含碘化合物为 KIO<sub>3</sub>。

20. Ca: 核外共有 4 层电子, 最外层与最内层电子数均为 2; 是人体中必需的重要元素。

五、元素周期表的结构



记: 三短三长一不全, 7 主 7 副零第 VIII。

六、元素周期表的编排原则

(1) 按原子序数递增的顺序从左到右排列; (2) 将电子层数相同的元素排成一个横行; (3) 把最外层电子数相同的元素(个别例外)按电子层数递增的顺序从上到下排成纵列。

七、电子数为 10 和 18 的微粒

1. 电子数为 10 的粒子有:

- ① 分子: He, HF, H<sub>2</sub>O, NH<sub>3</sub>, CH<sub>4</sub> 等。
- ② 离子: O<sup>2-</sup>, F<sup>-</sup>, Na<sup>+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, Al<sup>3+</sup>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>, OH<sup>-</sup> 等。

2. 电子数为 18 的微粒有:

- ① 分子: Ar, HCl, H<sub>2</sub>S, PH<sub>3</sub>, SiH<sub>4</sub>, F<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 等。
- ② 离子: S<sup>2-</sup>, HS<sup>-</sup>, Cl<sup>-</sup>, K<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, O<sup>2-</sup> 等。

例 1 例题精析

例 1 X、Y、Z 三种元素是 1~20 号以内的元素, X 元素原子核内无中子, Y 元素原子核外 K 层与 L 层电子数之和比 M 层与 N 层电子数之和多 1, Z 元素是地壳中含量最多的元素。由两种或三种元素组成的化合物的化学式可能为 ( )

- ① X<sub>2</sub>Y<sub>2</sub>    ② X<sub>2</sub>YZ<sub>2</sub>    ③ Y<sub>2</sub>Z
- ④ X<sub>2</sub>Y<sub>2</sub>Z<sub>4</sub>    ⑤ YZX    ⑥ Y<sub>2</sub>Z<sub>2</sub>
- A. ①②③④    B. ②
- C. ②④    D. ③⑤⑥

**思路点拨** 核内无中子的元素只有氢元素, Y 原子电子已排列到 N 层, 而又在 20 号以内, 满足 K+L=M+N+1, 所以 M+N=9, 即 19 号元素钾, 地壳中含量最多的元素是氧元素。

根据上述分析: X 为氢, Y 为钾, Z 为氧, 形成常见的化合物可能的化学式为: K<sub>2</sub>O, KOH, K<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, 故答案选 D。

规范解答 D

**解题回顾** 核外电子排布一般先排能量低的电子层, 由里到外, 能量升高。每层最多可达到的值为: K 层 2 个, L 层 8 个, M 层 18 个, N 层 32 个。1~20 号元素原子的最外层电子数的递变是按 1~2(He), 1~8(Ne), 1~8(Ar) 的规律增加, 到接近 20 号元素时, 已经过了 He, Ne, Ar 三种惰性元素的原子(Ar 的最外层上电子数是 8 不能再填电子)。从这里的分析可知, 解答原子核外电子排布题时, 必须掌握惰性元素原子结构, 熟练掌握最外层电子排布规律和各层电子排布特点, 理解核外电子排布的周期性。

例 2 已知: A<sup>n+</sup>, B<sup>(n+1)+</sup>, C<sup>m-</sup>, D<sup>(m+1)-</sup> 都具有相同的电子层结构, 则 A、B、C、D 的原子半径由大到小的顺序是 ( )

- A. C>D>B>A    B. A>B>C>D
- C. D>C>A>B    D. A>B>D>C

**思路点拨** 要判断 A、B、C、D 的原子半径大小, 必须判断出它们在周期表中的相对位置, 因此, 必须判断出它们的原子序数大小。

因为这四种离子具有相同的电子层结构, 所以, a-n=b-(n+1)=c+m=d+(m+1), 因此它们的原子序数有: b>a>c>d, 又因为 A、B 为金属原子, C、D 为非金属原子, 所以, 原子半径从大到小的顺序为 A>B>D>C。

规范解答 D

**解题回顾** (1) 同一周期, 原子序数越大, 原子半径越小; 电子层数多的原子一般比电子层数少的原子半径大。表现在金属原子价高的最外层电子多, 半径小(如: Na, Mg, Al 原子半径逐渐减小), 表现在非金属原子, 负价数少的(最外

层电子多的)半径小(如: S、Cl 原子半径逐渐减小)。

例 3 下列化合物中阴离子半径和阳离子半径之比最大的是 ( )

- A. LiI    B. NaBr    C. KCl    D. CsF

**思路点拨** 回答本题关键是能找出阴离子中半径最大的和阳离子半径最小的微粒。

因为阴离子半径由大至小顺序为  $I^- > Br^- > Cl^- > F^-$ ; 阳离子半径由大至小的顺序是:  $Cs^+ > K^+ > Na^+ > Li^+$ , 所以阴离子半径和阳离子半径之比最大的是 LiI。

**规范解答** A

**解题回顾** 本题考查了同主族元素离子半径大小递变规律。同主族随着原子序数的递增, 元素的离子半径逐渐增大。

例 4 X 和 Y 两元素的阳离子具有相同的电子层结构, X 元素的阳离子半径大于 Y 元素阳离子半径, Z 和 Y 两元素的原子核外电子层数相同, Z 元素的原子半径小于 Y 元素的原子半径。X、Y、Z 三种元素的原子序数的关系是 ( )

- A.  $X > Y > Z$     B.  $Y > X > Z$   
C.  $Z > X > Y$     D.  $Z > Y > X$

**思路点拨** 不管是原子还是简单阳离子或是简单阴离子, 只要核外电子层结构相同, 微粒半径大者原子序数小, 微粒半径小者原子序数大, 但稀有气体原子另当别论。

由 X 和 Y 两元素的阳离子具有相同的电子层结构, X 元素的阳离子半径大于 Y 元素的阳离子半径, 可知原子序数  $Y > X$ 。由 Z 和 Y 两元素的原子核外电子层相同, Z 元素的原子半径小于 Y 元素的原子半径, 可知原子序数  $Z > X$ 。故  $Z > Y > X$ 。答案: D。

**规范解答** D

**解题回顾** 掌握原子核外电子层结构、粒子半径和原子序数三者之间的关系是解答这类题的关键, 注意总结三者之间的规律, 提高解题能力。

例 5 A、B、C 是周期表中相邻的三种元素, 其中 A、B 同周期, B、C 同主族, 此三种元素原子最外层电子数之和为 17, 质子数总和为 31, 则 A、B、C 分别是\_\_\_\_\_。

**思路点拨** 因为 3 种元素相邻且质子数之和为 31, 若含有第一周期的元素, 3 种元素质子数之和最大值只能为  $21(2+9+10)$ ; 若含有第四周期的元素, 3 种元素质子数之和最小值也为  $42(11+19+12)$ ; 因此 A、B、C 3 种元素应为第二、第三周期的元素。由于 3 种元素的原子核中质子数之和比原子最外层电子数之和大 14, 减去 3 种元素 K 层的 6 个电子, 余 8 个电子, 说明 A 与 B 为第二周期的元素, C 为第三周期的元素。

**解法一: 公式法。**

设此 3 种元素的原子序数分别为  $a, b, c$ , 且  $a+b+c=m$ ,

$$\text{则有公式 } \frac{m+8}{3} = b \begin{cases} \text{余 1 时, 则 } a=b+1, c=b \pm 8 \\ \text{无余数, 则无解。} \\ \text{缺 1 时, 则 } a=b-1, c=b \pm 8 \end{cases}$$

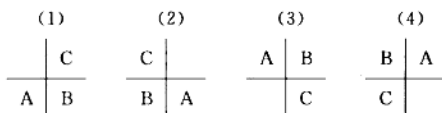
就本题而言,  $m=31, \frac{31+8}{3}=13$ , 无余数, 则无解

$$\frac{31-8}{3}=8(\text{缺 } 1), \text{ 则 } \begin{cases} b=8 \\ a=b-1=7 \end{cases} \quad c=b+8=16,$$

则 A 为 N, B 为 O, C 为 S。

**解法二: 估算法。**

根据三种元素质子数总和为 31, 可以估计, A、B、C 应是短周期元素, 在周期表中的位置关系可能有四种。



而相邻两族的三种元素最外层电子数之和为 17 的只能是 VA 族和 VIA 族元素(其中 VA 族一种元素、VIA 族两种元素), 所以推导出只有 (1)、(3) 两种情况, 再根据 A、B、C 质子数之和为 31, 可推知答案为 (3), 即 A、B、C 分别为 N、O、S。

**解法三: 讨论法。**

设 B 元素原子最外层电子数为  $x$ , 则 C 也是  $x$ 。A 的最外层电子数可能为  $x+1$  或  $x-1$ 。

讨论: (1) 若 A 原子的最外层电子数为  $x+1$ , 则  $x+x+x+1=17, x=\frac{16}{3}$  (不合题意)。

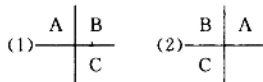
(2) 若 A 原子的最外层电子数为  $x-1$ , 则  $x+x+x-1=17, x=6$  (符合)。所以, B、C 分别为 VIA 族的  ${}_8O$  和  ${}_{16}S$ , 再求 A 的质子数  $=31-8-16=7$ , 即为  ${}_7N$ 。

**解法四: 平均值法。**

最外层电子数的平均值  $=\frac{17}{3}=5.7$ , 而  $5 < 5.7 < 6$  可知其中必有元素的最外层电子数为 6 个和 5 个, 即 VIA 族和 VA 族, 而且必有两种为第二周期元素(若为第三周期的元素, 则该两元素的质子数总和就已达 31, 不合题意), 即 A 为  ${}_7N, B$  为  ${}_8O$ , 再由质子总数推断, C 为  ${}_{16}S$ 。

**解法五: 分析法。**

根据前面的分析知道, A、B 为第二周期元素, C 为第三周期元素。它们在周期表中位置可能有以下两种情况:



设: A 的原子序数为  $x, B$  的原子序数为 (1) $x+1, (2)x-1, C$  的原子序数为 (1) $x+1+8, (2)x-1+8$ ,

$$(1) \begin{cases} x+x+1+1+x+1+8=31 \\ x-2+x+1-2+x+1+8-2-8=17 \end{cases}$$

解得:  $x=7$ , 所以 A、B、C 的原子序数分别为 8、16。

$$(2) \begin{cases} x+x-1+1+x-1+8=31 \\ x-2+x-1-2+x-1+8-2-8=17 \end{cases}$$

则  $x$  无解。

**规范解答** N、O、S。

**解题回顾** 同一主族相邻两种元素原子序数之差的

数值与元素在周期表中的位置有关:

若元素位于ⅠA族或ⅡA族,差为:一、二周期是2,二、三周期是8,三、四周期是8,四、五周期是18,五、六周期是18,六、七周期是32。

若元素位于ⅢA族到ⅥA族,差为:二、三周期是8,三、四周期是18,四、五周期是18,五、六周期是32。

### 互动平台

微粒半径大小的判断方法:

1. 电子层数相同的原子,核电荷数越大,半径越小。如: $r(\text{Na}) > r(\text{Mg}) > r(\text{Al})$ 。

2. 最外层电子数相同的原子,电子层数越多,半径越大。如: $r(\text{F}) < r(\text{Cl}) < r(\text{Br}) < r(\text{I})$ 。

3. 电子层结构相同的离子,核电荷数越大,半径越小。如: $r(\text{O}^{2-}) > r(\text{F}^-) > r(\text{Na}^+) > r(\text{Mg}^{2+}) > r(\text{Al}^{3+})$ 。

4. 对同一元素而言,阳离子半径<原子半径<阴离子半径;同一元素不同价态的阳离子,价态越高,半径越小。如: $r(\text{H}^+) < r(\text{H}) < r(\text{H}^-)$ 。

注意:(1)原子半径主要是由核外电子层数和原子核对核外电子的作用等因素决定的。

(2)稀有气体原子半径的测量方法与其他元素原子半径的测定方法不同,所以稀有气体的原子半径与其他元素的原子半径没有可比性。

### 达标演练

一、选择题(每小题有1~2个选项符合题意)

- 19世纪中叶,门捷列夫的突出贡献是 ( )  
A. 提出原子学说 B. 发现元素周期律  
C. 提出分子学说 D. 发现氧气
- 由短周期元素和长周期元素共同组成的族,叫做 ( )  
A. 0族 B. 副族 C. 主族 D. 第Ⅷ族
- 核电荷数小于18的两种元素X和Y。它们的 $\text{X}^{2+}$ 和 $\text{Y}^{3-}$ 具有相同的电子层结构。下列说法正确的是 ( )  
A. X原子的原子序数比Y原子的大  
B. X原子的原子半径比Y原子的小  
C.  $\text{X}^{2+}$ 的半径比 $\text{Y}^{3-}$ 的半径大  
D. X原子最高正价比Y原子的高
- 某元素的原子次外层只有两个电子,该元素一定属于 ( )  
A. 第ⅥA族 B. 第二周期  
C. 第ⅡA族 D. 第三周期
- X元素的阳离子与Y元素的阴离子具有与氩原子相同的电子层结构,下列叙述正确的是 ( )  
A. X的原子序数比Y的小  
B. X的原子最外层电子数比Y的大  
C. X的原子半径比Y的大  
D. X元素的最高正价比Y的小
- 紧接在氧下面未被发现的零族元素的原子序数可能是 ( )

A. 109 B. 118 C. 136 D. 137

7. 下列各种说法中,正确的是 ( )

- 元素的性质随着相对原子质量的递增呈周期性变化
- 从Na到Cl,随着原子序数的递增原子半径逐渐变大
- 11号到17号元素的化合价的变化,与3号到9号元素化合价的变化完全相同
- 没有元素原子核外电子排布的周期性变化,就没有元素性质的周期性变化
- 某元素原子最外层上只有两个电子,该元素一定是 ( )

A. 金属元素 B. 第ⅡA元素  
C. 稀有气体元素 D. 无法确定

9. 质量数为32,有16个中子的原子R,允许存在的微粒组是 ( )

A.  $\text{R}^{2+}$ 、 $\text{RO}_2$ 、 $\text{RO}_3$  B.  $\text{R}^{2-}$ 、 $\text{RO}_2$ 、 $\text{RO}_3$   
C.  $\text{R}^-$ 、 $\text{RO}_2^-$ 、 $\text{R}_2\text{O}_7^-$  D.  $\text{R}^+$ 、 $\text{RO}$ 、 $\text{RO}_3^-$

10. 下列各组微粒半径大小的比较中,不正确的是 ( )

A.  $r(\text{K}) > r(\text{Na}) > r(\text{Li})$   
B.  $r(\text{Mg}^{2+}) > r(\text{Na}^+) > r(\text{F}^-)$   
C.  $r(\text{Na}^+) > r(\text{Mg}^{2+}) > r(\text{Al}^{3+})$   
D.  $r(\text{Cl}^-) > r(\text{F}^-) > r(\text{F})$

11.  $\text{X}^+$ 离子的核外电子排布为2、8、8,则X元素在周期表中的位置是 ( )

A. 第三周期第零族 B. 第四周期第ⅠA族  
C. 第三周期第ⅠA族 D. 第四周期第ⅥA族

12. 若将周期表中的主族、副族的族号取消,从左至右排列成十八列。即碱金属元素为第一列,稀有气体元素为第十八列。下列说法中正确的是 ( )

- 第八列元素只含有金属元素
- 最外层电子数为2的原子,只有第二列元素
- 第一列元素和第十七列元素只可化合成离子化合物,而无共价化合物
- 在十八列元素中第三列元素种类最多

13. 元素周期表中金属和非金属的分界线附近的元素可能用于 ( )

A. 新农药研制 B. 新医药配制  
C. 制半导体材料 D. 制高温合金

14. 图1-1为周期表的一部分。已知A、B、C、D、E五种元素原子核外共有85个电子,E原子核外有四个电子层,则B元素是 ( )

		D	
A	B	C	
		E	

图1-1

15. 下列两核间距离最小的离子化合物是 ( )

A. KCl B. NaF  
C. HF D. CaS

16. 某元素R的原子序数小于18,该元素原子夺取一个电子形成稀有气体原子电子层结构的离子,该元素可形成含氧酸HRO<sub>3</sub>,下列说法中正确的是 ( )

- A. R元素最高正价为+5价  
 B. R元素可形成含氧酸HRO<sub>4</sub>  
 C. R元素的原子最外层电子层上有7个电子  
 D. R的原子序数为7

17. 下列各组元素中,原子半径依次增大的是 ( )

- A. Mg、Ca、Ba                      B. I、Br、Cl  
 C. I、S、Na                          D. Al、Si、P

18. 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是 ( )

- A. X<sub>3</sub>Y<sub>2</sub>                              B. X<sub>2</sub>Y<sub>3</sub>  
 C. X<sub>3</sub>Y<sub>2</sub>                              D. Y<sub>2</sub>X<sub>3</sub>

19. 下列描述的元素中,一定属于主族元素的有 ( )

- A. 元素的原子最外层电子数为2  
 B. 元素的原子最外层电子数为6  
 C. 位于元素周期表中ⅡA族右边的元素  
 D. 阴离子RO<sub>3</sub><sup>-</sup>中的R元素

20. A、B两元素的原子序数均小于20,已知A的原子序数为n, A<sup>2+</sup>比B<sup>2-</sup>少8个电子,则B的原子序数是 ( )

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

21. 元素X和Y位于相邻的两个周期,X与Y两原子核外电子总数之和为19,Y原子核内质子数比X核内质子数多3个。下列描述不正确的是 ( )

- A. X与Y可形成Y<sub>2</sub>X<sub>2</sub>化合物  
 B. X离子与Y离子电子层结构相同  
 C. 在自然界中X与Y只能以化合态存在  
 D. X在地壳中含量比Y多得多

### 能力提升

一、选择题(每小题有1~2个选项符合题意)

1. 下列化合物中,阳离子半径与阴离子半径的比值最小的是 ( )

- A. NaI                                  B. KCl                                  C. CsF                                  D. CaF<sub>2</sub>

2. 下列元素中,最高正化合价数值最大的是 ( )

- A. Na                                    B. P                                    C. F                                    D. Ar

3. 无机化学命名委员会(国际组织)在1989年作出决定:把长式周期表原先的主副族号取消,由左到右按原顺序编为18列,如碱金属为第一列,稀有气体为第十八列。按这个规定,下列说法正确的是 ( )

- A. 第三列元素最多  
 B. 第一列中没有非金属元素  
 C. 从上到下第一列元素单质熔点逐渐升高,而第十七列元素单质的熔点逐渐降低  
 D. 只有第二列元素的原子最外层有2个电子

4. 如果发现了原子序数为116的元素,对它的正确叙述是下列中的 ( )

- ①位于第七周期;②是非金属元素;③最外电子层含有6个电子;④没有放射性;⑤属于氧族元素;⑥属于卤素

- A. ①③⑤                              B. ①③⑥  
 C. ②④⑥                              D. ②③⑤

5. 某含氧酸的分子式为H<sub>n</sub>RO<sub>2n+2</sub>,试判断R的最合理价态为 ( )

- A. +5                                  B. +7                                  C. +6                                  D. +4

6. 电子数相等的粒子叫等电子体,下列粒子属于等电子体的是 ( )

- A. CH<sub>4</sub>和NH<sub>4</sub><sup>+</sup>                      B. NO和O<sub>2</sub>  
 C. NH<sub>2</sub><sup>-</sup>和H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>                    D. HCl和H<sub>2</sub>O

7. 下列叙述正确的是 ( )

- A. 两种微粒,若核外电子排布完全相同,则其化学性质一定相同  
 B. 凡单原子形成的离子,一定具有稀有气体元素原子的核外电子排布  
 C. 两原子如果核外电子排布相同,则一定属于同种元素  
 D. 阴离子的核外电子排布一定比它的原子多一个电子层

8. 氢元素有三种核素H、D、T,氯元素有两种核素<sup>35</sup>Cl、<sup>37</sup>Cl。当用一种仪器分别测定10000个氯化氢分子的质量时,所得数值最多有 ( )

- A. 2种                                  B. 5种                                  C. 6种                                  D. 9种

9. 两种元素原子的核外电子层数之比与最外层电子数之比相等,则在周期表的前10号元素中,满足上述关系的元素共有 ( )

- A. 1对                                  B. 2对                                  C. 3对                                  D. 4对

10. 已知元素X的原子序数小于元素Y的原子序数,X、Y间形成的常见化合物的化学式可表示为Y<sub>2</sub>X和Y<sub>2</sub>X<sub>2</sub>,则这两种元素的原子序数之和等于 ( )

- A. 16                                  B. 17                                  C. 18                                  D. 19

11. A<sup>+</sup>、B<sup>2+</sup>、C<sup>-</sup>、D<sup>2-</sup>四种离子具有相同的电子层结构。现有以下排列顺序:①B<sup>2+</sup>>A<sup>+</sup>>C<sup>-</sup>>D<sup>2-</sup>;②C<sup>-</sup>>D<sup>2-</sup>>A<sup>+</sup>>B<sup>2+</sup>;③B<sup>2+</sup>>A<sup>+</sup>>D<sup>2-</sup>>C<sup>-</sup>;④D<sup>2-</sup>>C<sup>-</sup>>A<sup>+</sup>>B<sup>2+</sup>。四种离子的半径由大到小以及四种元素原子序数由大到小的顺序分别是 ( )

- A. ①④                                  B. ④①                                  C. ②③                                  D. ③②

12. A为ⅡA族元素,B为ⅢA族元素,它们的原子序数分别为m和n,甲、乙是同一主族相邻的两种元素,它们的原子序数分别为x和y,则下列选项中两个关系式都正确的是 ( )

- A. n=m+1, y=x+2  
 B. n=m+11, y=x+4  
 C. n=m+25, y=x+8  
 D. n=m+10, y=x+18

13. 短周期元素X和Y能形成XY<sub>2</sub>型化合物,若X的



原子序数为  $m$ ,  $Y$  的原子序数为  $n$ , 则  $m$  和  $n$  不可能的关系为 ( )

- A.  $m-13=n$                       B.  $n+5=m$   
C.  $m+8=n$                         D.  $n-11=m$

14. A、B、C 是周期表中相邻的三种元素, A 和 B 同周期, B 和 C 同主族, 三种元素原子最外层电子数的和为 14, 核内质子数的和为 28, 则 A、B、C 三种元素是 ( )

- A. N、P、O                        B. Li、Be、Mg  
C. C、N、P                        D. O、S、F

15. 图 1-2 所示的为元素周期表的一部分, 表中的数字为原子序数, 其中 M 为 37 的是 ( )

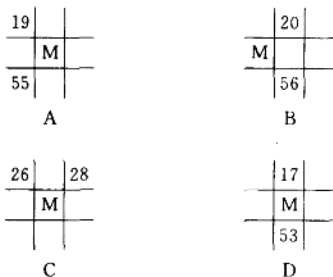


图 1-2

16. X 元素的阳离子与 Y 元素的阴离子具有相同的电子层结构, Z 的阴离子半径大于带相同电荷数的 Y 的阴离子半径, 则这三种元素的原子序数由大到小的排列顺序是 ( )

- A.  $Y > X > Z$                       B.  $Z > X > Y$   
C.  $X > Z > Y$                       D.  $Z > Y > X$

17.  $Na_3N$  是离子化合物, 它与水反应可生成  $NH_3$ 。下列说法中不正确的是 ( )

- A.  $Na_3N$  与过量盐酸反应可生成两种盐  
B.  $Na_3N$  与水的反应中,  $Na_3N$  作还原剂  
C.  $Na^+$  与  $N^{3-}$  离子的电子层结构均与氮原子相同  
D.  $Na_3N$  与水反应后所得溶液呈碱性

18. 某元素 R 原子的核外电子数等于核内中子数, 该元素的单质 2.8 g 与氧气充分反应, 得 6.0 g 化合物  $RO_2$ , 则该元素的原子 ( )

- A. 具有三层电子  
B. 具有二层电子  
C. 最外层电子数为 5  
D. 最外层电子数为 4

19. 由短周期非金属元素 X 和金属元素 Y 组成的化合物  $Y_2X_3$ 。已知 X 的原子序数为  $n$ , 则 Y 的原子序数不可能 ( )

- A.  $n-3$                                 B.  $n-5$   
C.  $n+5$                                 D.  $n+3$

20. 元素 X 的原子在 M 电子层上有 2 个价电子, 元素 Y 的原子在 L 层上有 6 个电子, 在 X 和 Y 形成的稳定化合物中 X 的相对原子质量为 24, 则此化合物的式量为 ( )

- A. 88                                  B. 72                                  C. 60                                  D. 40

二、填空题

21. 三种主族元素 A、B、C。A 在周期表中的周期数是族数的 2 倍, C 的族数恰是它的周期数的 2 倍。A 离子的电子层结构与氩原子的相同; B 元素在周期表中族数是它的周期数的 3 倍多 1。A 与 B 形成化合物的化学式为 \_\_\_\_\_; C 有两种气态氧化物, 化学式分别为 \_\_\_\_\_ 和 \_\_\_\_\_。指出 A、B、C 在元素周期表中的位置: A 在第 \_\_\_\_\_ 周期第 \_\_\_\_\_ 族; B 在第 \_\_\_\_\_ 周期第 \_\_\_\_\_ 族; C 在第 \_\_\_\_\_ 周期第 \_\_\_\_\_ 族。

22. A、B、C 三种元素的原子具有相同的电子层数, 而 B 的核电荷数比 A 大 2, C 的质子数比 B 多 4 个。1 mol A 的单质与酸反应, 能置换出 1 g 氢气, 这时 A 转化为具有氖原子相同的电子层结构的离子。试问:

A 是 \_\_\_\_\_ 元素, B 是 \_\_\_\_\_ 元素, C 是 \_\_\_\_\_ 元素。

23. A、B、C、D、E 五种元素的原子序数依次递增, 且它们均位于前四周期。已知 A、C 两元素的电子层数相同, A、E 两元素的最外层和次外层电子数也相同。A 和 C 形成化合物  $AC$ , D 和 E 形成化合物  $ED_3$ , B 与 D 形成化合物  $BD_3$ 。

写出名称和元素符号: A \_\_\_\_\_, B \_\_\_\_\_, C \_\_\_\_\_, D \_\_\_\_\_, E \_\_\_\_\_。

24. 有 A、B、C、D、E 五种元素, 它们的核电荷数依次增大, 且都小于 20。其中, C、E 是金属元素; A、E 元素原子的最外层电子都只有一个电子, 且 A 元素的单质是最轻的气体; B 和 D 元素原子的最外层电子数相同, 且 B 元素原子 L 层电子数是 K 层电子数的 3 倍; C 元素原子的最外层电子数是 D 元素最外层电子数的一半。由此推知(填元素符号) A 是 \_\_\_\_\_, B 是 \_\_\_\_\_, C 是 \_\_\_\_\_, D 是 \_\_\_\_\_, E 是 \_\_\_\_\_。

三、计算题

25. 某不变价金属氧化物中含氧 47.1%, 1 mol 该金属与足量的盐酸反应生成  $H_2$  33.6 L (标准状况)。该金属原子核内质子数比中子数少 1。求: (1) 写出该金属的化学式, 指出其在周期表中的位置。(2) 写出此金属与盐酸反应的离子方程式。

拓展创新

1. 1999 年是人造元素丰收年, 一年间得到第 114 号、第 116 号和第 118 号三种新元素。按已知的原子结构规律, 第 118 号元素应是元素周期表中第 \_\_\_\_\_ 周期第 \_\_\_\_\_ 族的元素, 它的单质在常温常压下最可能呈现的状态是 \_\_\_\_\_ (选填: “气”或“固”) 态。近日传闻俄国合成了第 166 号元素, 若已知原子结构规律不变, 该元素应是 \_\_\_\_\_ 周期第 \_\_\_\_\_ 族。