

淘宝已续

与普通高中现行教材配套

导学情练

本册主编 / 洪 耘

湖北省

28

所名校联袂推出

化学

高一

(下)

DAOXUE
JINGLIAN



WUHAN UNIVERSITY PRESS
武汉大学出版社

出 版 前 言

“惟楚有才，于斯为盛”，历年来，湖北省高考成绩始终为全国“鹤冠”。

自湖北省高考自主命题改革开始，武汉大学出版社按照全日制普通高中教学大纲和考试大纲要求，组织了湖北省28所重点高中近200名特、高级教师编写了《导学精练》高中同步系列与高考总复习系列丛书。该丛书覆盖了高中各学习阶段与各复习进程的各个科目，栏目新颖、版式美观、体例科学、目标清晰、讲解透彻、题量适中、解题灵活，真正体现了名师“导学”、学生“精练”的理念。《导学精练》将揭示高考高升学率的奥秘。

《导学精练》高中同步系列设如下栏目：

新课导学——把本章（或单元）的内容提纲挈领地串起来。即名师认为的“串珍珠”。

目标导航——简明扼要地列出学习本节（或框）的内容后应达到的目标。即名师认为的“指方向”。

知识梳理——把本节（或框）的全部知识概括性地总结复习。即名师认为的“放电影”。

名师点拨——对本节（或框）中的重点、难点、疑点，由老师给出启发性的阐释。即名师认为的“捉虱子”。

典例解析——针对本节（或框）中的学习内容，选择典型例子或经典考题进行解答与分析，起到举一反三的作用。即名师认为的“示范工程”。

同步精练——按基础、综合、拓展的层次，精选适量的练习题提供给学生解答，达到巩固所学知识、拓展学生思维的目的。即名师认为的“深耕细作”。

本章（单元）知识回顾——对本章（或单元）的知识点进行归纳，形成知识结构图或表格描述。即名师认为的“神经网络”。

本章（单元）检测题——精心设计了一套全面反映本章（或单元）所学内容的综合试题，检查测试学生学习的效果，以达到进一步提升的目的。即名师认为的“好钢是炼出来的”。

另外，书中还编写了期中测试题、期末测试题各一套。全书的所有练习题、检测题与测试题，在书后都给出了详尽的解答。

《导学精练》面向中等以上成绩的学生使用。

导学精练

在本丛书即将付梓之时，我们感谢省教育厅、省教育考试院专家的指导，感谢各地市教研院、各县教研室领导的支持，感谢华师一附中、武汉外国语学校、水果湖高级中学、武钢三中、武汉市第二中学、武汉市第六中学、武昌实验中学、黄陂第一中学、黄冈中学、荆州中学、沙市三中、潜江中学、孝感市高级中学、鄂南高级中学、襄樊市第四中学、仙桃中学、荆门市第一中学、天门中学、监利一中、洪湖市第一中学、公安县第一中学、江陵县第一中学、松滋县第一中学、石首市第一中学、赤壁市一中、黄石市二中、宜昌市一中、随州市一中等28所重点中学编写老师的辛勤劳动，我们也感谢武汉鸣凤文化传播有限公司全体员工的大力协助。他们的鼎力支持，使这套丛书具有了权威性、前瞻性、科学性、实用性、新颖性与互动性。我们衷心期望《导学精练》使所有学生的成绩更上一层楼，在高考中实现心中的理想。

本丛书虽经老师多次修改、出版社三审三校一通读一质检，但肯定仍会有疏漏之处，我们诚恳地希望各位老师和同学谅解。也希望各位老师和同学能发现问题，指出编校错误，我们将竭尽全力使《导学精练》充实、完善、提高。

我们与您同行，共同承袭湖北高考的传奇！

《导学精练》编委会

2006年8月20日

Contents

目 录



第五章 物质结构 元素周期律	1
第一节 原子结构	1
第二节 元素周期律	6
第三节 元素周期表	12
第四节 化学键	19
第五节 晶体知识	26
本章小结	33
本章检测(A)卷	34
本章检测(B)卷	36
第六章 氧族元素 环境保护	38
第一节 氧族元素	38
第二节 二氧化硫	46
第三节 硫酸	54
第四节 环境保护	63
本章小结	69
本章检测(A)卷	69
本章检测(B)卷	71
第七章 碳族元素 无机非金属材料	74
第一节 碳族元素	74
第二节 硅和二氧化硅	82
第三节 无机非金属材料	88
本章小结	95
本章检测(A)卷	95
本章检测(B)卷	97
附录 I 化学用语	100
附录 II 化学实验	102
附录 III 化学计算	105



第五章

物质结构 元素周期律


新课导学

本章是对所有化学元素之间内在关系及规律的一个总结,是整个高中阶段化学学习中有重要影响的一章。它对培养学生的微观世界观有重要作用。

本章内容分为原子结构、元素周期律、元素周期表、化学键、非极性分子和极性分子及晶体的有关知识。从教与学的目的和作用上讲,这些内容可以分为四大块。

一是原子结构,作为后面知识的铺垫,同时加深学生对微观世界的认识。二是第二、三节,从理论出发,结合实验揭示元素性质的周期变化规律。三是第四节的化学键,研究完原子自身后转而讨论原子间的关系,使同学们对微观世界有一个完整的认识。四是晶体知识部分,在对化学键深刻理解的基础上,使同学们加深对固体结构的认识。

第一节 原子结构

目标导航

1. 了解原子的组成的概念。了解原子序数、核电荷数、质子数、中子数、核外电子数,以及质量数与质子数、中子数之间的相互关系。

2. 以第1、2、3周期的元素为例,了解原子核外电子排布规律。对原子、分子等粒子的微观结构有一定的空间想象能力。

3. 在复习初中已学过的原子结构的初步知识的基础上,懂得质量数和 Z 的含义,并用 A_ZX 的形式表示1~18号元素的原子及离子,掌握构成原子的粒子间的关系。

4. 了解关于原子核外电子运动特征的常识和核外电子排布的初步知识,能画出1~18号元素的原子结构示意图。

知识梳理

I. 原子

(1) 原子的构成

原子由居于原子中心的带正电的原子核和核外带负电的电子构成。原子核又由带正电的质子和不带电的中子构成,具体列表如下:

粒子种类	原子核		电子
	中子	质子	
电性	不带电	带正电	带负电
电量	0	1	1
相对质量	1.008	1.007	1/1836
数量关系	核电荷数=核内质子数=核外电子数 质子数 Z + 中子数 N = 质量数 A = 原子的近似相对原子质量		

说明:表中相对质量是与 ${}^{12}\text{C}$ 原子(原子核内有6个质子和6个中子的碳原子)质量的 $1/12$ ($1.66 \times 10^{-27} \text{ kg}$)相比所得的数值。电子的相对质量是电子质量与质子质量之比。

(2) 原子的特点

A. 呈电中性:原子核内的质子数和核外电子数相等,一个质子和一个电子所带电量相等,电性相反,中子不带电。

B. 体积小:原子直径的数量级为 10^{-9} m ,原子核的半径约为原子半径的几万分之一。

C. 质量小:原子的质量主要集中在原子核,电子的质量可以忽略。

II. 核外电子排布

(1) 电子云:电子在核外空间一定范围内出现,好像带负电荷的云雾笼罩在原子核周围,人们形象地称它为电子云。它反映的实质是电子空间位置的一种概率分布。

(2) 电子在核外是分层分布的,第 n 层电子层所容纳的电子数最多为 $2n^2$ 。

(3) 最外层电子数最多不超过8,若最外层为K层,电子数最多不超过2。

A. 若最外层已排满8个电子(He排满2个电子),则该原子结构为稳定结构,形成的原子为稀有气体原子。

B. 若最外层电子数小于4,它一般易失去最外层较少的电子而使次外层暴露,达8电子稳定结构,形成的单质大部分为金属单质,表现出还原性。

C. 若最外层电子数大于4,它一般易得到电子或通过形成共用电子对来完成最外层8电子的稳定结构,形成的单质一般为非金属单质,大部分表现出氧化性。

(4) 次外层电子数最多不超过18。



(5) 电子能量低的离原子核近, 能量高的离原子核远。

(6) 粒子的表示方法——结构示意图

例:



名师点拨

1. 常见等电子体规律。

(1) 核外电子总数为 2 的粒子: He 、 H^- 、 Li^+ 、 Be^{2+} 。

(2) 核外电子总数为 10 的粒子

	分子	离子
一核 10 电子的	Ne	N^{3-} 、 O^{2-} 、 F^- 、 Na^+ 、 Mg^{2+} 、 Al^{3+}
二核 10 电子的	HF	OH^- 、 NH_4^+
三核 10 电子的	H_2O	NH_2^-
四核 10 电子的	NH_3	H_3O^+
五核 10 电子的	CH_4	NH_4^+

(3) 核外电子总数为 18 的粒子

	分子	离子
一核 18 电子的	Ar	P^{3-} 、 S^{2-} 、 Cl^- 、 K^+ 、 Ca^{2+}
二核 18 电子的	F_2 、 HCl	HS^-
三核 18 电子的	H_2S	
四核 18 电子的	PH_3 、 H_2O_2	
五核 18 电子的	SiH_4 、 CH_3F	
六核 18 电子的	N_2H_4 、 CH_3OH	
八核 18 电子的	C_2H_6	

(4) 核外电子总数及质子总数均相同的粒子

10 电子的	9 质子	F^- 、 OH^- 、 NH_2^-
	11 质子	Na^+ 、 NH_4^+ 、 H_3O^+
14 电子的	14 质子	N_2 、 CO 、 C_2H_2
18 电子的	17 质子	Cl^- 、 HS^-

说明: 等电子体可以由 2 号元素氦、10 号元素氖、18 号元素氩向周期表两边发散即可推理而得, 所以不必死记硬背。

(5) 常见的 14 电子微粒

常见的 14 电子微粒有: Si 、 CO 、 N_2 、 C_2H_2 、 C_2H_4 。

2. 相对原子质量的大小与原子序数的大小一定对应吗?

不一定。一般来说, 原子序数大的元素其相对原子质量也大, 但是相对原子质量取决于元素的主要存在形式的核素的质量数, 而质量数的大小等于质子数加中子数, 有的元素的核素虽然质子数少, 但其中子数多因而质量数大, 其相对原子质量也大, 如: 18 号元素 ^{36}Ar 的相对原子质量为 39.95, 而 19 号元素 ^{39}K 的相对原子质量为 39.10。

3. 构成原子的基本粒子为质子、中子和电子, 那么一个原子中是否一定存在着这三种粒子?

不一定。绝大多数的原子都是由一定数目的质子、中子和电子构成的, 但对于 ^1H 来说, 其原子核内没有中子。

4. 构成原子的基本粒子是质子、中子和电子, 这些基本粒子之间的关系是什么?

原子序数 = 核内的质子数 = 核电荷数

质子数 (Z) + 中子数 (N) = 质量数 (A) = 原子的近似相对原子质量

对中性原子: 原子序数 = 核内的质子数 = 核电荷数 = 核外电子数

对阳离子: 核外电子数 = 核内质子数 - 离子电荷数

对阴离子: 核外电子数 = 核内质子数 + 离子电荷数



典例解析

【例 1】X 元素原子的质量数为 m , 核内中子数为 n , 则 $w\text{g X}^+$ 含有电子的物质的量是 ()

- A. $\frac{(m-n)w}{m}\text{mol}$ B. $\frac{(m-n-1)w}{m}\text{mol}$
C. $\frac{(m+n)w}{m}\text{mol}$ D. $\frac{(m-n+1)w}{m}\text{mol}$

答案 B

解析 1mol X^+ 含电子的物质的量为 $(m-n-1)\text{mol}$, 即 $w\text{g X}^+$ 含 $(m-n-1)\text{mol}$ 电子。

设 $w\text{g X}^+$ 含电子的物质的量为 y , 列比例式: $m\text{g}/(m-n-1)\text{mol} = w\text{g}/y$, 解得 $y = \frac{(m-n-1)w}{m}\text{mol}$ 。

小结 对于涉及质子、中子、电子数的计算题, 一般的思维方式是: 首先计算 1mol “指定对象”中所含“指定微粒”的数目, 然后计算“指定对象”的物质的量, 最后求出结果。这样会避免因思维无序而出错。

【同类练习 1】某阳离子 M^{x+} 的核外共有 x 个电子, 核内有 a 个中子, 则 M 的质量数为 ()

- A. $a+x-n$ B. $a+x+n$
C. $a-x-n$ D. $a-x+n$

答案 B

【同类练习 2】已知 R 阴离子 R^{n-} 的核内中子数为 $A-x+n$, 其中 A 为 R 的质量数, 则 $m\text{g R}^{n-}$ 的核外电子数为 (用阿伏伽德罗常数 N_A 表示) _____。

答案 $\frac{mxN_A}{A}$

【同类练习 3】某元素原子的质量数为 A , 它的离子 X^{y+} 核外有 y 个电子, $W\text{g}$ 这种元素的原子核内的中子数为 ()

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

答案 C

【例 2】科学家最近制造出第 112 号新元素, 其原子的质量数为 277, 这是迄今为止已知元素中最重的原子。关于该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

答案 BD

解析 该元素为 $^{277}_{112}\text{X}$, 中子数 = $277 - 112 = 165$, 质子数 = 112 = 核外电子数, 故 A 错 B 正确; 又其原子质量之比等于质量数之比, 故其原子质量与 ^{12}C 原子质量之比为 277 : 12 正确。

小结 掌握基本概念及各个数量间的关系对解题起很大作用。

【同类练习】

1. 美国科学家将两种元素铅和氦的原子核相撞, 获得了一种质子数为 118, 中子数为 175 的超重元素, 该元素原子核内的中子数与核外电子数之差是 ()

- A. 57 B. 47 C. 61 D. 293

答案 A

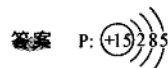
2. 下列说法中正确的是 ()

- A. 质子数相同的微粒一定属于同一元素
B. 质子数相同、电子数也相同的两种微粒, 不可能是一种分子和一种离子

- C. 原子核内的质子数一定等于中子数
D. 电子数相同的微粒一定是同一种元素

答案 B

【例 3】 某元素原子的核电荷数是电子层数的 5 倍, 其质子数是最外层电子数的 3 倍, 该元素的原子结构示意图是 _____。



解析 设核电荷数 = 质子数 = a , 元素原子的电子层数为 x , 最外层电子数为 y 。依题意有: $a = 5x$, $a = 3y$, 则 $5x = 3y$, $x = 3y/5$ 。

因为原子最外层电子数不超过 8, 即 y 为 1~8 的正整数, 分别代入 $x = 3y/5$, 仅当 $y = 5$ 时, $x = 3$ 合理, 则该元素核电荷数为 15。

小结 本题不仅考查了核外电子排布规律, 而且还要求借助解不定方程这一数学知识解题, 把数学工具及化学原理有机地结合起来。本章常会出现类似 $x = 3y/5$ 的不定方程, 从数学角度看有无穷组解, 而从化学的角度来看, 符合化学原理的只有惟一解或有限解。

【同类练习】 某元素原子的核电荷数是电子层数的 2 倍, 该元素可能为 _____。

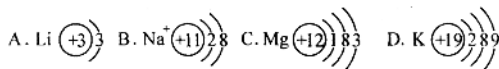
答案 He, Be

【同类练习】 下面关于原子核外电子的运动规律的叙述正确的是 ()

- A. 核外电子是分层运动的
B. 所有电子在同一区域里运动
C. 能量高的电子在离核近的区域运动
D. 能量低的电子在离核近的区域绕核运动

答案 AD

【例 4】 下列微粒子的结构示意图正确的是 ()

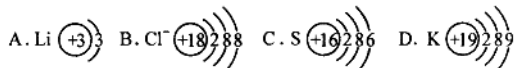


答案 B

解析 A 项锂原子 K 层排满不应超过 2 个, 多余的电子应排在 L 层, 即 Li $\begin{array}{c} \text{(+3)} \\ \text{2 1} \end{array}$; C 项忽略了电子应该先排在能量低的电子层里, 即 K 层排满才能排 L 层, L 层排满才能排 M 层, 故 C 项 Mg 应为 $\begin{array}{c} \text{(+12)} \\ \text{2 8 2} \end{array}$; D 项钾原子最外层不超过 8 个电子。

小结 本题主要考查同学们对核外电子排布规律的理解。

【同类练习】 下列微粒子的结构示意图正确的是 ()



答案 C

【例 5】 (2004 年·浙江) 下列离子中, 所带电荷数与该离子的核外电子层数相等的是 ()

- A. Al^{3+} B. Mg^{2+} C. Be^{2+} D. H^+

答案 B

解析 Al^{3+} 和 Mg^{2+} 都只有两个电子层, Be^{2+} 只有一个电子层, H^+ 为裸露的质子, 无电子环绕, 故此题选 B。

【同类练习】 与 OH^- 具有相同质子数和电子数的微粒是 ()

- A. Na^+ B. Cl^- C. NH_3 D. NH_4^+

答案 D

【例 6】 自然界存在很多放射性原子, 这些原子的天然放射性现象的发现说明了 ()

- A. 原子是化学反应中的最小微粒这句话是错误的
B. 原子具有核式结构
C. 原子核还可以再分
D. 原子核是由质子和中子组成的

答案 C

解析 在化学变化中, 原子核没有发生变化, 只是原子核外的电子数发生变化而已, 因此原子是化学变化中的最小单位, 一旦原子核发生变化, 该过程就不再是化学变化的范畴了, 故 A 选项错误。原子的放射性现象说明原子核不是由一种粒子组成, 还可以再分, 但无法说明原子或原子核的具体结构, 故 B、D 选项错误, C 选项正确。

小结 本题通过一些物理现象考查同学们对原子可再分的理解。

【同类练习】 1999 年诺贝尔奖得主艾哈迈德·泽维尔开创了“飞秒化学 (10^{-15})”的新领域, 使运用激光光谱技术观测化学反应时分子中原子的运动成为可能。你认为该技术不能观察到的是 ()

- A. 化学变化中反应物分子的分解



B. 化学变化中生成物分子的形成

C. 反应中原子的运动

D. 原子核的内部结构

答案 D

【例7】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 Cl_2 后发现溶液颜色变深,若经进一步提取,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层电子。D原子核内的质子数正好等于C原子核内质子数的2倍,而它们最外电子层上的电子数正好相等。D原子的最外电子层上电子数则是B原子核外电子数的6倍。请回答:

(1) 四种元素分别是:A. _____, B. _____, C. _____, D. _____。

(2) 画出A元素原子的原子结构示意图: _____。

(3) 由上述元素组成的单质和两种氧化物可发生氧化还原反应,生成两种强酸,其反应方程式是 _____。

(4) 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方程式是 _____。

答案 (1) Br、H、O、S (2)

(3) $\text{Br}_2 + \text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{HBr} + \text{H}_2\text{SO}_4$

(4) $\text{H}_2\text{S} + \text{Br}_2 = 2\text{HBr} + \text{S} \downarrow$, $\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{S} = \text{S} \downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$

解析 由题述知A为溴元素。B、C、D均不超过3层电子,“突破口”在“D原子核内的质子数正好是C原子核内质子数的2倍,且其最外层电子数恰好相等”上,可以通过讨论或推导求得以下两组元素符合上述要求:He 和 Be

O 和 S

又因“D原子的最外电子层上电子数是B原子核外电子数的6倍”,故He/Be不合理,C、D分别是O、S,则B是H。

本题也可从“D最外层电子数是B原子核外电子数的6倍”上突破。因最外层不超过8个电子,故D最外层只能是6个电子,则B只能是一个电子的氢。C、D最外层都有6个电子,且不超过3层电子,故C、D只可能是氧和硫。

至此,A、B、C、D四元素分别为Br、H、O、S。

小结 推断题是本章重点题型,重点是找到解题的突破口,注意要把具体元素原子、离子的结构与性质有机地联系起来。

【同类练习】有几种元素的粒子的结构示意图如图所示,其中:



(1) 某电中性粒子一般不和其他元素的原子发生反应,这种粒子的符号是 _____。

(2) 某粒子的盐溶液,加入 AgNO_3 溶液时会出现白色沉淀,这种粒子的符号是 _____。

(3) 某粒子氧化性很弱,但得到1个电子后还原性很强,这种粒子的符号是 _____。

(4) 某粒子具有很强的还原性,且这种粒子失去了2个电子即变为原子,这种粒子的符号是 _____。

答案 (1) Ar (2) Cl^- (3) K^+ (4) S^{2-}

【例8】有A、B、C、D四种元素,A元素的原子得到2个电子,B元素的原子失去2个电子后所形成的微粒均与氖原子具有相同的电子层结构。C元素的原子只有1个电子,D元素原子的M电子层电子数比N层电子数多6个。试写出A、B、C、D的元素符号和名称,并画出A、B两元素的离子结构示意图。

答案 A: O(氧) B: Mg(镁) C: H(氢) D: Ca(钙)



解析 A原子得到 $2e^-$ 和B原子失去 $2e^-$ 形成的阴、阳离子和氖原子具有相同的电子层结构(即核外有 $10e^-$),所以A的核电荷数为 $10-2=8$;B的核电荷数为 $10+2=12$,因此A为氧元素,B为镁元素。C的原子只有一个 e^- ,所以C为氢元素。而D原子第M层电子数比N层电子数多6个,因此D原子的K层有2个 e^- ,L层有8个 e^- ,M层有8个 e^- ,N层有2个 e^- ,核外共有20个 e^- ,质子数为20,应为钙元素。

小结 原子结构的特点和规律是研究物质结构的基础。本题主要考查意图在于检查考生能否灵活运用有关规律进行分析和推断元素。

【同类练习】有A、B、C三种元素,它们之间能形成 ABC_3 型化合物,已知B和C原子核外电子层数相同,且最外层电子数之和为10, A^{2+} 和B原子具有相同的电子层数,C原子最外层电子数为次外层电子数的三倍,则A _____, B _____, C _____,由A、B、C组成的化合物与盐酸反应的离子方程式为 _____。

答案 Mg C O $\text{MgCO}_3 + 2\text{H}^+ = \text{Mg}^{2+} + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$



同步精练

基础巩固

1. 若把 ^{13}C 的质量的 $1/13$ 作为原子量的标准,则氢的相对原子质量将()

- A. 大于1 B. 小于1
C. 等于1 D. 无法确定

2. 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_3 和 HClO_4
C. H_2O 和 CH_4 D. H_2S 和 F_2

3. 质量数为37的原子,应该有()

- A. 18个质子,19个中子,19个电子
B. 18个质子,20个中子,18个电子





- C. 19 个质子, 18 个中子, 19 个电子
D. 18 个质子, 19 个中子, 18 个电子
4. 一种氯原子可表示为 ${}^{35}_{17}\text{Cl}$, 则下列有关说法正确的是 ()
A. ${}^{35}_{17}\text{Cl}$ 所含的质子数为 18
B. $\frac{1}{18}$ mol 的 H^{35}Cl 分子所含中子数为 6.02×10^{23}
C. 3.5 g 的 ${}^{35}\text{Cl}_2$ 气体体积约为 2.24 L
D. ${}^{35}\text{Cl}_2$ 气体的摩尔质量为 70
5. 下列叙述正确的是 ()
A. 稀有气体元素原子的最外层电子数都是 8
B. 非金属元素原子的最外层电子数都大于 4
C. M 层作次外层时, 可能容纳 8 个电子, 也可能容纳 18 个电子
D. 电子云示意图是用高速照相机拍摄的照片
6. 在化学变化中下列微粒有可能发生改变的是 ()
A. 质子数 B. 中子数 C. 核外电子数 D. 原子核
7. (2004 · 全国 II) 2003 年, IUPAC (国际纯粹与应用化学联合会) 推荐原子序数为 110 的元素的符号为 Ds, 以纪念该元素的发现地 (Darmstadt, 德国)。下列关于 Ds 的说法不正确的是 ()
A. Ds 原子的电子层数为 7 B. Ds 是超铀元素
C. Ds 原子的质量数为 110 D. Ds 为金属元素
8. 设某元素原子核内质子数为 m , 中子数为 n , 则下列叙述断正确的是 ()
A. 不能由此确定该元素的相对原子质量
B. 这种元素的质量为 $m+n$
C. 若碳原子质量为 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
9. 下列说法正确的是 ()
A. 水是由氢原子和氧原子组成
B. 水是由氢元素和氧元素组成
C. 水分子是由氢原子和氧原子组成
D. 一个水分子是由一个氧和两个氢组成
10. 某元素 X 只能构成相对分子质量为 158、160、162 的三种双原子分子, 此三种分子的物质的量之比为 7 : 10 : 7, 则下列说法正确的是 ()
A. 该元素有三种同位素
B. 三种分子的平均相对分子质量为 159
C. X 的一种同位素的质量数为 80
D. X 的各同位素在自然界中原子个数百分数相同
11. 某阳离子 M^{n+} 的核外共有 x 个电子, 核内有 A 个中子, 则 M 的质量数为 ()
A. $A-x-n$ B. $A+x+n$
C. $A+x-n$ D. $A-x+n$
12. Z 元素的同位素离子 Z^{n-} , 其核外共有 x 个电子, 该同位素原子的质量数为 A , 则其原子核内含有的中子数为 ()
A. $A-x+n$ B. $A-x-n$
C. $A+x+n$ D. $A+x-n$
13. 有 $a\text{X}^{n-}$ 和 $b\text{Y}^{m+}$ 两种简单离子 (X, Y 均是前 18 号元素), 且 X^{n-} 比 Y^{m+} 多一个电子层, 下列关系正确的是 ()
A. $a-b+m+n=10$ B. $a+n=b-m$
C. $a-b+m+n=8$ D. $a-n=b+m$
14. 1992 年, 我国取得的重大科技成果之一是发现了三种元素新的同位素, 其中一种同位素是 ${}^{208}_{80}\text{Hg}$, 它的中子数是 ()
A. 80 B. 128 C. 208 D. 288
15. 已知某元素的一种同位素的 n 个原子的质量为 w g, 其摩尔质量为 m g/mol, 则氯元素的一种同位素 ${}^{35}_{17}\text{Cl}$ 的一个原子的质量为 _____ 克。(用 n, m, w 表示)

应用提高

1. 关于等物质的量的 ${}^{12}\text{C}$ 和 ${}^{14}\text{C}$ 的叙述中正确的是 ()
①含有相同数目的原子; ②含有相同物质的量的质子; ③属于同种元素; ④具有相同的质量; ⑤中子数相等; ⑥电子数相等; ⑦与等质量的氧气完全反应; ⑧几乎相同的化学性质
A. 只有 ②③⑤ B. 只有 ①②③
C. 除 ④、⑤外均正确 D. 全部正确
2. 同温同压下, 等体积的两个密闭容器中分别充满 ${}^{12}\text{C}^{18}\text{O}$ 和 ${}^{14}\text{N}_2$ 两种气体, 下列说法正确的是 ()
A. 质子数相等, 质量不等
B. 分子数和质量分别不等
C. 分子数和质量都相等
D. 原子数、中子数和质子数都相等
3. 含 6.02×10^{23} 个中子的 ${}^7_3\text{Li}$ 的质量应是 ()
A. $\frac{4}{7}$ g B. 4.7 g C. 7.4 g D. $\frac{7}{4}$ g
4. 原子序数为 47 的银元素有两种同位素。它们的原子个数百分数几乎相等。已知银元素的近似原子量 (相对原子质量) 为 108, 则两种同位素的中子数分别是下列各组数值中的哪一组 ()
A. 110 和 106 B. 57 和 63 C. 53 和 73 D. 60 和 62
5. (2004 年 · 北京) 下列指定微粒的个数比为 2 : 1 的是 ()
A. Be^{2+} 离子中的质子和电子
B. ${}^1_1\text{H}$ 原子中的中子和质子
C. NaHCO_3 晶体中的阳离子和阴离子
D. BaO_2 过氧化钡固体中的阴离子和阳离子
6. (2004 年 · 广东) 下列叙述正确的是 ()
A. 发生化学反应时失去电子越多的金属原子, 还原能力越强
B. 金属阳离子被还原后, 一定得到该元素的单质
C. 核外电子总数相同的原子, 一定是同种元素的原子
D. 能与酸反应的氧化物, 一定是碱性氧化物
7. (2005 年 · 全国卷 II) 分析发现, 某陨石中含有半衰期极短的镁的一种放射性同位素 ${}^{28}\text{Mg}$, 该同位素的原子核内的中子数是 ()
A. 12 B. 14 C. 16 D. 18



8. (2005年·全国卷I)下列分子中所有原子都满足最外层为8电子结构的是()

- A. BF_3 B. H_2O C. SiCl_4 D. PCl_5

9. (2005年·全国卷I)下列说法中正确的是()

- A. 非金属元素呈现的最高化合价不超过该元素原子的最外层电子数
B. 非金属元素呈现的最低化合价,其绝对值等于该元素原子的最外层电子数
C. 最外层有2个电子的原子都是金属原子
D. 最外层有5个电子的原子都是非金属原子

10. (2005年·上海)下列离子中,电子数大于质子数且质子数大于中子数的是()

- A. D_3O^+ B. Li^+ C. OD^- D. OH^-

11. 写出含10个电子的物质的化学式:

- (1)化合物 _____
(2)单质 _____
(3)阴离子 _____
(4)阳离子 _____

12. 由 $\frac{23}{11}\text{Na}$ 、 $\frac{35}{17}\text{Cl}$ 、 $\frac{37}{17}\text{Cl}$ (氯元素相对原子质量为35.5)构成的 NaCl 11.7 g,其中含有 $\frac{23}{11}\text{Na}$ _____ g,含 $\frac{35}{17}\text{Cl}$ _____ g。

13. 某元素的离子 X^{n+} 核外共有 x 个电子,该元素的原子的质量数为 A ,则它的核内中子数与质子数的比值为 _____。

14. 在A、B、C、D四种微粒中均有氢元素,且电子总数都为10个。A和B相互反应(加热)可转化为C和D,A是一种双原子的阴离子,A的电子式是 _____;B是一种五原子的阳离子,B的电子式是 _____;C是一种三原子分子,其化学式为 _____;D是一种四原子分子,D的空间构型为 _____;写出A和B混合加热反应的离子方程式 _____。

15. 在1911年前后,新西兰出生的物理学家卢瑟福把一束变速运动的 α 粒子(质量数为4的、带2个正电荷的质子粒),射向一片极薄的金箔。他惊奇地发现,过去一直认为原子是实心球,而这种“实心球”紧密排列成的金箔,竟让大多数 α 粒子畅通无阻地通过。但也有极少数的 α 粒子发生偏转,或被笔直地弹回。根据以上现象总结出Au原子结构的一

些结论,写出其中的三点:A _____;
B _____;C _____。

能力拓展

1. 欧洲核子研究中心于1995年9月10日研制成世界上第一批反原子——共9个反氢原子,揭开了人类制取、利用反物质的新篇章。请回答下列问题:

(1)反氢原子的结构示意图中,正确的是()

- A. $(+1)$ B. $(+1)0$ C. (-1) D. $(-1)2$

(2)如果制取了反氧原子,则下列说法中,正确的是()

- A. 核内有8个带正电的质子,核外有8个带负电的电子
B. 核内有8个带负电的电子,核外有8个带正电的质子
C. 核内有8个带负电的中子,核外有8个带正电的质子
D. 核内有8个带负电的质子,核外有8个带正电的电子

(3)以下表示反物质酸碱中和反应的通式是()

- A. $\text{H}^+ + \text{OH}^+ \longrightarrow \text{H}_2\text{O}$ B. $\text{H}^+ + \text{OH}^+ \longrightarrow \text{H}_2\text{O}$
C. $\text{H}^- + \text{OH}^- \longrightarrow \text{H}_2\text{O}$ D. $\text{H}^+ + \text{OH}^- \longrightarrow \text{H}_2\text{O}$

2. 已知A、B、C、D是中学化学中常见的四种不同粒子。它们之间存在如图5-1-1所示的关系:

(1)如果A、B、C、D均是10电子的粒子,请写出:

A的结构式 _____;D的电子式 _____。

(2)如果A和C是18电子的粒子,B和D是10电子的粒子,请写出:

A和B在溶液中反应的离子方程式 _____。

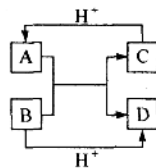


图 5-1-1

3. 设X、Y、Z代表三种元素,已知:

- ① X^+ 和 Y^- 两种离子具有相同的电子层结构;
②Z元素原子核内质子数比Y元素原子核内质子数少9个;
③Y和Z两种元素可以形成4核42个电子的负一价阴离子。

据此,请填写:

(1)Y元素是 _____,Z元素是 _____。

(2)由X、Y、Z三种元素所形成的含68个电子的盐类化合物的化学式是 _____。

第二节 元素周期律



目标导航

1. 掌握元素周期律的实质:

(1)以第3周期为例,掌握同一周期内元素性质(如:原子半径、化合价、单质及化合物性质)的递变规律与原子结构的关系;

(2)以ⅠA和ⅦA族为例,掌握同一主族内元素性质递变规律与原子结构的关系。

2. 了解元素原子核外电子排布、原子半径、主要化合价与元素金属性、非金属性的周期性变化,以及两性氧化物和两性氢氧化物的概念,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,从而理解元素周期律的实质。



知识梳理

I. 原子序数

(1) 定义: 按核电荷数由小到大的顺序给元素编号, 这种序号, 叫该元素的原子序数。

(2) 原子序数与原子中各组成粒子的关系: 原子序数 = 核电荷数 = 质子数 = 核外电子数。

II. 元素周期律

元素周期律是指元素的性质随着元素原子序数的递增而呈周期性变化的规律。

它的实质是元素原子结构中核外电子排布周期性变化的必然结果。

表现在元素原子的最外层电子结构、原子半径、元素的化合价、元素的金属性和非金属性、气态氢化物的稳定性和最高价氧化物水化物的酸碱性等多方面的周期性变化。

III. 元素的金属性、非金属性

(1) 元素的金属性

A. 元素的金属性是指该元素的气态原子失去电子能力大小的性质, 一般金属性越强其单质的还原性越强。

B. 元素金属性强弱的事实根据见下表:

金属性	强	弱
与水或酸反应置换氢	易	难
最高价氧化物的水化物的碱性	强	弱
互相置换(注意特例)	置换, 化合价升高	被置换出来(金属离子氧化性强)

(另外, 以后会学到的原电池反应中的正负极也可以判断金属性强弱)

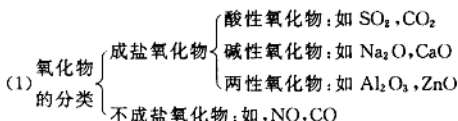
(2) 元素的非金属性

A. 元素非金属性是指元素的原子得电子能力大小的性质。

B. 元素非金属性强弱的事实依据见下表:

非金属性	强	弱
与氢气化合	易	难
氢化物	较稳定	较不稳定
最高价氧化物水化物的酸性	强	弱
互相置换(注意特例)	置换出其他元素的单质, 自身化合价降低	被置换出来

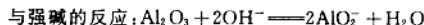
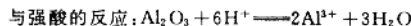
IV. 两性氧化物和两性氢氧化物



两性氧化物是既能与酸反应又能与碱反应生成盐和水的

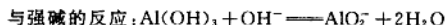
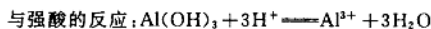
氧化物。

以 Al_2O_3 为例说明其性质:



(2) 两性氢氧化物是既能与强酸反应又能与强碱反应生成盐和水的氢氧化物。

以 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 为例说明其性质:



另外, $\text{Al}(\text{OH})_3$ 在水溶液中既能酸式电离, 又可碱式电离, 因此 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 又称 H_3AlO_3 铝酸, 但酸式电离比碱式电离弱得多。



名师点拨

1. 为什么随着原子序数的递增最外层电子结构、原子半径、元素的化合价呈周期性变化?

随着核电荷数(原子序数)的增加, 原子核外增加的电子总是排在最外层电子层上。因为最外层上最多只能容纳 8 个电子, 随着核电荷数的增加, 最外层电子总是由 1 个到 8 个发生周期性的变化; 原子半径的变化也随核电荷数和电子层数的增加发生周期性的变化(在电子层数相同时, 原子半径的大小取决于核电荷数, 核电荷数越大, 核对外层电子的吸引力越强, 原子半径越小, 当电子层数增加时, 原子半径也增大); 由于最外层电子的周期性变化(由 1 个递增到 8 个), 所以元素的化合价也周期性地由 +1 价变到 +7 价, 负价由 -4 价变到 -1 价。

2. 元素金属性与金属活动性是否是相同的概念?

A. 元素金属性是指该元素的气态原子失去电子能力大小的性质, 而金属活动性是指金属元素单质在水溶液中失去电子能力大小的性质, 用金属活动性顺序表来判断强弱。金属活动性顺序实际上就是金属单质的还原性顺序。

B. 金属活动性与元素金属性的强弱顺序大致相同, 如碱金属按 $\text{Li}, \text{Na}, \text{K}, \text{Rb}, \text{Cs}$ 的顺序金属性依次增强, 金属活动性也增强; 个别金属也有反常, 如 Na 的金属性强于 Ca , 但 Ca 的金属活动性强于 Na ; Cu 的金属性强于 Zn , 但 Zn 的金属活动性强于 Cu ; Pb 的金属性强于 Sn , 但 Sn 的金属活动性强于 Pb 等。

3. 元素的非金属性、非金属单质的活动性与氧化性之间的关系如何?

A. 元素非金属性是指元素的原子得电子能力大小的性质, 而非金属单质的活动性是指非金属单质在参加化学反应时, 断裂为单个原子并参与反应的难易程度, 它与其分子内化学键的类型及强弱有关。

B. 元素非金属性与非金属单质的活动性强弱顺序大致相同, 如卤族元素按 $\text{F}, \text{Cl}, \text{Br}, \text{I}$ 的排列顺序, 元素的非金属性减弱, 单质的活动性也是减弱的。当然也有个别反常情况, 如 N 的非金属性强于 P , 但白磷比氮气更活泼。



C. 氧化性是指含有易得电子元素原子的物质性质, 非金属单质的氧化性强弱顺序与元素非金属性的强弱顺序一致。

4. 如何判断微粒半径的大小?

(1) 对于电子层数相同的不同元素的原子, 原子序数越大, 半径越小。

(2) 对于最外层电子数相同而电子层数不同的不同元素的原子半径, 随着电子层数的增多而增大。

(3) 同一种元素的阳离子半径比相应的原子半径小, 阴离子半径比相应的原子半径大。如 $r(\text{Na}^+) < r(\text{Na})$, $r(\text{Cl}^-) > r(\text{Cl})$ 。

(4) 电子层结构相同的离子, 核电荷数越大, 半径越小。如: $r(\text{Ca}^{2+}) < r(\text{K}^+) < r(\text{Cl}^-) < r(\text{S}^{2-})$ 。

(5) 同一种元素的高价阳离子半径小于相应的低价阳离子半径, 低价阳离子半径又小于相应金属原子半径。如: $r(\text{Fe}^{3+}) < r(\text{Fe}^{2+}) < r(\text{Fe})$ 。

5. 不同的非金属与同一种金属反应, 非金属本身得电子的多少, 能否证明其氧化性的强弱? 金属被氧化失电子的多少能否说明非金属氧化性的强弱?

不同的非金属与同一种金属反应, 非金属本身得电子的多少不能证明其氧化性的强弱, 而金属被氧化失电子的多少能说明非金属氧化性的强弱。

非金属单质的氧化性强弱取决于其得电子的能力, 而不是取决于其能够得电子数目的多少。如: (1) $2\text{Fe} + 3\text{Cl}_2 \xrightarrow{\Delta} 2\text{FeCl}_3$; (2) $\text{Fe} + \text{S} \xrightarrow{\Delta} \text{FeS}$ 。

这两个反应为不同的非金属与同一种金属反应。在第(1)个反应中每个氯原子得到一个电子形成-1价, 在第(2)个反应中每个S原子得到2个电子形成-2价, 但这不能说明S的氧化性比氯强; 而在第(1)个反应中Fe被氧化为+3价, 在第(2)个反应中Fe被氧化为+2价, 这说明 Cl_2 氧化性比S强, Cl的非金属性比S强。

6. 如何证明一种氧化物是酸性氧化物、碱性氧化物还是两性氧化物?

看这种氧化物与强酸、强碱反应的情况, 若只和强碱反应生成盐和水, 则为酸性氧化物; 若只和强酸反应生成盐和水, 则为碱性氧化物; 若既能与强酸反应, 又能与强碱反应生成盐和水, 则为两性氧化物。

7. 过氧化钠能与盐酸反应并有盐和水生成, 能否认为过氧化钠是碱性氧化物?

不能。过氧化钠与盐酸反应, 不仅有盐和水生成而且还有氧气生成:

$2\text{Na}_2\text{O}_2 + 4\text{HCl} = 4\text{NaCl} + 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$, 这是一个氧化还原反应。而碱性氧化物是指与酸反应只生成盐和水, 且这个过程是一个非氧化还原反应。



典例解析

【例1】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原子电子层数比B原子的电子层数多

C. 1molA与酸反应生成的 H_2 比1molB与酸反应生成的 H_2 多

D. 常温时, A能从水中置换出氢, 而B不能

答案 D

解析 元素的金属性的强弱, 可以从它的单质与水(或酸)反应置换出氢的难易程度以及元素的氧化物的水化物——氢氧化物的碱性强弱来判断。

选项A只指出A、B两种元素原子的最外层电子数的多少, 而没有指明它们的电子层数的多少, 因而不能确定A、B的金属性的强弱。

选项B中指出了A、B原子的电子层数的多少, 但电子层数少的原子金属性不一定比电子层数多的原子的金属性弱。如Na比Pb少三个电子层, 但Na比Pb活泼。

选项C中说明了等物质的量的A、B金属与酸反应生成 H_2 的多少, 但未说明与酸反应的快慢, 也没有揭示金属活泼性强的元素。如1molAl比1molNa与足量酸反应时生成 H_2 多, 但Al没有Na活泼。金属活泼性与其在反应中失去电子的难易有关, 而与失去电子的数量无关。

选项D正确, 因为只有很活泼的金属(如碱金属)在常温下能与水反应, 而较不活泼的金属在常温下与水反应很困难。

小结 明确金属活泼性的概念, 熟悉各种比较的参考标准是解题的关键。

【同类练习】下列有关叙述错误的是()

A. Na、Mg、Al的还原性依次减弱

B. P、S、Cl元素的最高正价依次升高

C. N、O、F原子半径依次增大

D. HF、HCl、HBr稳定性逐渐增强

答案 CD

【例2】下列微粒中半径最大的是()

A. S

B. S^{2-}

C. Cl^-

D. K^+

答案 B

解析 原子、简单离子半径的大小, 决定于它们的结构:

①具有相同电子层数的离子, 随核电荷数递增, 半径递减, 如 $r(\text{S}^{2-}) > r(\text{Cl}^-) > r(\text{K}^+)$ 。②具有相同核电荷数的原子和简单离子, 随最外层电子数的增多, 半径递增。所以 $r(\text{S}^{2-}) > r(\text{S})$ 。

【同类练习】

1. 下列化合物中阳离子半径与阴离子半径比值最小的是()

A. NaF

B. MgI_2

C. BaI_2

D. KBr

答案 B

2. 下列微粒半径之比大于1的是()

A. $\frac{r(\text{K})}{r(\text{K})}$

B. $\frac{r(\text{Ca})}{r(\text{Mg})}$

C. $\frac{r(\text{S})}{r(\text{P})}$

D. $\frac{r(\text{Cl})}{r(\text{Cl})}$

答案 B



【例3】(2006年高考四川卷)已知1~18号元素的离子 W^{3+} 、 X^{+} 、 Y^{2-} 、 Z^{-} 都具有相同的电子层结构,下列关系正确的是()

- A. 质子数: $c > b$
 B. 离子的还原性: $Y^{2-} > Z^{-}$
 C. 氢化物的稳定性: $H_2Y > HZ$
 D. 原子半径: $X < W$

答案 B

解析 本题可用取特定值的方法求解,既然四个离子都是1~18号元素,不妨令 $W=Al$, $X=Na$, $Y=O$, $Z=F$,符合上述要求,再依次对照A、B、C、D选项,可知A、C、D错误,B正确。

小结 理解质子数的概念,熟记氢化物稳定性、离子还原性、原子半径的周期性规律是解题的另一关键。

【同类练习】已知短周期元素的离子 A^{2+} 、 B^{+} 、 C^{3-} 、 D^{-} 都具有相同的电子层结构,则下列叙述正确的是()

- A. 原子半径 $A > B > D > C$
 B. 原子序数 $d > c > b > a$
 C. 离子半径 $C > D > B > A$
 D. 单质的还原性 $A > B > D > C$

答案 C

【例4】下列说法正确的是()

- A. 非金属元素R形成的含氧酸盐(M_nRO_n)中的R元素必定呈现正价
 B. 只有非金属能形成含氧酸或含氧酸盐
 C. 除稀有气体外的非金属元素都能生成不同价态的含氧酸
 D. 非金属的最高价含氧酸都具有强氧化性

答案 A

解析 金属元素也能形成含氧酸及其含氧酸盐,如 $KMnO_4$ 、 $NaAlO_2$,所以B错;氧、氟两非金属不能形成含氧酸,则C错;许多含氧酸如 H_2CO_3 、 H_3PO_4 均为最高价含氧酸,均不具有强氧化性,则D错。

小结 是非题主要是找到反例即可,因此记住一些特例是十分必要的,平时要注意积累。

【同类练习】

1. 下列事实不能用于判断金属性强弱的是()
 A. 金属间发生的置换反应
 B. 1mol金属单质在反应中失去电子的多少
 C. 金属元素的最高价氧化物对应水化物的碱性强弱
 D. 金属元素的单质与水或酸反应置换出氢气的难易

答案 B

2. 已知铍(Be)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. 氯化铍分子中铍的最外层电子数是8
 C. 氢氧化铍的碱性比氢氧化钙的强

D. 单质铍跟冷水反应产生氢气

答案 A

【例5】甲、乙两种非金属: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最高价氧化物对应的水化物酸性甲比乙强;④与某金属反应时,甲原子得到的电子数目比乙的多;⑤甲的单质熔、沸点比乙的低。能说明甲比乙的非金属性强的是()

- A. 只有④ B. 只有① C. ①②③ D. 全部

答案 C

解析 根据内容概要中判断元素非金属性强弱的依据,①、②、③都可以说明甲比乙的非金属性强,而和金属反应得电子数目的多少并不能证明非金属性的强弱,至于单质熔、沸点和元素的非金属性更没有必然的联系。故选C。

小结 初学者要注意辨析与元素非金属性无关的因素。

【同类练习】下列各项中,错误的是()

- A. 原子半径 $Cl > S > O$
 B. 还原性 $Na > Mg > Al$
 C. 酸性 $HClO_4 > H_2SO_4 > H_3PO_4$
 D. 稳定性 $HF > HCl > HBr$

答案 A

【例6】某元素R的最高正价与负价的绝对值相等,它的气态氢化物与最高价氧化物相对分子质量之比为4:11,则该元素的相对原子质量为_____,原子结构示意图为_____。

答案 12

解析 “最高正价与负价的绝对值相等”给我们的信息就是该元素最外层电子数为4,剩下的条件就只用来排除Si、Ge等其他元素了。

【同类练习】某元素的最高正价与负价的代数和为4,则该元素原子的最外层电子数为()

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

答案 C

【例7】(2002年·全国)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

答案 B

解析 前10号元素的H和Be、He和C两对元素中,原子的核外电子层数之比与最外层电子数之比相等。

小结 对前18号元素的核外电子排布要非常熟悉。在化学的学习中除了掌握化学反应、化学理论知识以及相关的化学计算,还应该适当地记忆并积累一些常见的特例、数据等,这样在解决化学问题时能事半功倍。

【同类练习】若前18号元素中的两种元素可以形成原子个数比为2:3的化合物,则这两种元素的原子序数之差不可可能是()

- A. 1 B. 3 C. 5 D. 6



答案 D

【例8】元素R的最高价含氧酸分子式为 H_nRO_{2n-2} ，则在其气态氢化物中，R元素的化合价为()

- A. $-(10+3n)$ B. $-(6+3n)$
C. $-(12-3n)$ D. $-(4+2n)$

答案 C

解析 H_nRO_{2n-2} 中，R的化合价为 $-n + (2n-2) \times 2 = 3n-4$ ，于是其气态氢化物中R的化合价为： $(3n-4)-8 = 3n-12$ 。故选C。

小结 此类抽象的计算题要求同学们把握住最基本的知识，只要掌握了最基本的规律，要做对并不难。

【同类练习】

1. 元素R的气态氢化物为 H_nR ，则一般其最高价氧化物中R为_____价。

答案 $8-n$

2. 已知铍(Be)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. 氯化铍分子中铍的最外层电子数是8
C. 氢氧化铍的碱性比氢氧化钙的强
D. 单质铍跟冷水反应产生氢气

答案 A



同步精练

基础巩固

- 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
- 下列元素的单质中，最易跟氢气反应生成氢化物的是()
A. 硅 B. 硫 C. 碘 D. 氯
- 下列各物质中，酸性最强的是()
A. $HClO_4$ B. HNO_3 C. H_3PO_4 D. H_2SO_4
- 能证明Al的金属性比Mg弱的实验事实是()
A. Al的导电性比Mg强
B. $Al(OH)_3$ 能溶于NaOH溶液，而 $Mg(OH)_2$ 则不能
C. Al的原子半径比Mg小
D. $Mg(OH)_2$ 的溶解性比 $Al(OH)_3$ 的溶解性略大
- (2006年·江苏)下列关于Na元素和F元素的叙述中正确的是()
A. 原子序数 $Na > F$
B. 原子半径 $Na < F$
C. 原子的电子层数 $Na < F$
D. 原子最外层电子数 $Na > F$
- 下列性质的递变中，正确的是()
A. O, S, Na的原子半径依次减小
B. LiOH, KOH, CsOH的碱性依次增强

C. HF, NH_3, SiH_4 的稳定性依次增强

D. HCl, HBr, HI 的还原性依次减弱

- 下列气态氢化物的稳定性按逐渐减弱顺序排列的是()
A. HI, HBr, HCl B. HCl, H_2S, PH_3, SiH_4
C. H_2O, H_2S, HCl, HBr D. HF, H_2O, PH_3, NH_3
- 设 N_A 代表阿伏加德罗常数，下列说法正确的是()
A. 2.3g钠由原子变为离子时，失去电子数目为 $0.1N_A$
B. 18g重水(D_2O)所含的电子数目为 $10N_A$
C. 28g ^{14}CO 所含原子数目为 $2N_A$
D. 常温常压下，11.2L O_2 含 $0.5N_A$ 个分子
- 下列各指定原子序数的元素，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
- X元素的阳离子和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小
B. X原子的最外层电子数比Y大
C. X的原子半径比Y大
D. X的最高正价比Y小
- 下列物质的阴阳离子的核间距最大的是()
A. NaCl B. LiF C. NaBr D. KBr
- 将正确的答案填入下列空格中(填元素符号或化学式)。在原子序数为1~18的元素组成的物质中：
(1)与水反应最剧烈的金属是_____。
(2)与水反应最剧烈的非金属是_____。
(3)常温下有颜色的气体单质是_____。
(4)含酸盐可做肥料的元素是_____。
(5)氧化物的对应水化物碱性最强的元素是_____，它的离子结构示意图是_____。
(6)除稀有气体外，原子半径最大的元素是_____。
(7)硬度最大的单质是_____。
(8)气态氢化物最稳定的是_____。
(9)气态氢化物的水溶液酸性最强的是_____。
(10)气态氢化物水溶液呈碱性的是_____。
(11)气态氢化物中含氢质量分数最高的是_____。
(12)气态氢化物中含氢质量分数最低的是_____。
(13)原子半径最小的元素是_____。
(14)常温下既能溶于强酸，又能溶于强碱的氧化物是_____。

应用提高

- 下列物质中阳离子半径与阴离子半径比值最小的是()
A. NaCl B. LiF C. LiCl D. KF
- 按微粒半径递增顺序排列的一组原子或离子是()
A. K^+, Ca^{2+}, Li^+ B. O, P, S
C. F^-, O^{2-}, S^{2-} D. Al^{3+}, Mg^{2+}, Li^+
- 已知 A^+, B^{2+}, C^{2-}, D^- 离子都具有相同的电子排布，则A、B、C、D四种元素原子序数从大到小的顺序是()

- A. A、B、C、D B. B、A、C、D
C. C、D、B、A D. B、A、D、C
4. XY_2 是离子型化合物, X 和 Y 离子的电子层结构都与氩原子相同, 则 XY_2 为 ()
A. $CaCl_2$ B. K_2S C. CaF_2 D. MgF_2
5. X、Y 两元素都是非金属元素, 与金属 R 反应时生成 RX_2 和 RY_2 , 如果 X 的原子半径比 Y 大, 下列说法正确的是 ()
A. X 的最高价氧化物对应的水化物酸性比 Y 的弱
B. X 的金属性比 Y 弱
C. X 的阴离子比 Y 的阴离子还原性强
D. X 的气态氢化物比 Y 的稳定
6. X、Y 是短周期元素, 两者能组成 X_2Y_2 化合物, 已知 X 的原子序数为 n , 则 Y 的原子序数可能是 ()
A. $n+11$ B. $n-5$ C. $n+3$ D. $n+7$
7. a 元素的阴离子、 b 元素的阴离子和 c 元素的阳离子具有相同的电子层结构, 已知 a 的原子序数大于 b 的原子序数, 则 a 、 b 、 c 三种离子半径大小顺序是 ()
A. $a > b > c$ B. $b > a > c$ C. $c > a > b$ D. $c > b > a$
8. 已知下列反应: $Cu + X_2 \xrightarrow{\Delta} CuX_2$, $2Cu + Y \xrightarrow{\Delta} Cu_2Y$, $2KX + Z_2 \xrightarrow{\Delta} 2KZ + X_2$. 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的顺序正确的是 ()
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. $H_2YO_4 > HZO_4 > HXO_4$
9. X 元素的阳离子半径大于 Y 的阴离子半径, Z 和 Y 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 三种元素原子序数的大小关系是 _____。
10. 有 A、B、C、D 四种元素, A、B 的阳离子与 C、D 的阴离子具有相同的电子层结构, A 的阳离子正电荷数小于 B 的阳离子, C 的阴离子的负电荷数大于 D 的阴离子, 则它们的离子半径大小的顺序是: _____。
11. 已知 A^{n+} 、 $B^{(n+1)+}$ 、 C^{m-} 、 $D^{(n+1)-}$ 离子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: _____, 离子半径由大到小的顺序是: _____, 原子序数由大到小的顺序是: _____。
12. A、B、C、D、E 分别代表 5 种微粒, 每种微粒中都含有 18 个电子。其中 A 和 C 都是由单原子形成的阴离子, B、D 和 E 都是分子; 又知在水溶液中 A 跟 B 反应可生成 C 和 D; E 具有强氧化性。请回答:
(1) 用化学符号表示上述 5 种微粒:
A _____, B _____, C _____, D _____, E _____。
(2) 在水溶液中 A 跟 B 反应的离子方程式是: _____。

13. 已知 X、Y、Z 都是前 18 号元素, 它们的原子序数依次递增, X 原子的电子层数与它的核外电子总数相同, 而 Z 原子的最外层电子数是次外层电子数的三倍, Y 和 Z 可以形成两种气态化合物, 则

- (1) X 是 _____, Y 是 _____, Z 是 _____。
(2) 由 Y 和 Z 组成, 且 Y 和 Z 质量比为 7:20 的化合物的化学式(分子式)是 _____。
(3) 由 X、Y、Z 中的两种元素组成, 且与 X_2Z 分子具有相同电子数的两种离子是 _____ 和 _____。
(4) X、Y、Z 可以形成一种盐, 此盐中 X、Y、Z 元素的原子的个数比为 4:2:3, 该盐的化学式(分子式)是 _____。
14. 有相对原子质量均大于 10 的 A、B 两种元素, 能形成两种气态化合物 X 和 Y, 当它们以等物质的量混合时, 气体的密度是相同条件下 H_2 密度的 18.5 倍, 其中 X 与 Y 的质量比为 3:4.4, 经测定, X 的组成为 AB , Y 的组成为 A_2B , 试通过计算确定:
(1) A、B 各是什么元素;
(2) X 和 Y 的化学式。

能力拓展

1. (2004 年·江苏) 1919 年, Langmuir 提出等电子原理: 原子数相同、电子数相同的分子, 互称为等电子体。等电子体的结构相似、物理性质相近。
(1) 根据上述原理, 仅由只含两个电子层的元素组成的共价分子中, 互为等电子体的是: _____ 和 _____; _____ 和 _____。
(2) 此后, 等电子原理又有所发展。例如, 由前 18 号元素组成的微粒, 只要其原子数相同, 各原子最外层电子数之和相同, 也可互称为等电子体, 它们也具有相似的结构特征。在前 18 号元素组成的物质中, 与 NO_2^- 互为等电子体的分子有: _____、_____。
2. 20 世纪 60 年代美国化学家鲍林提出一个经验规律, 若含氧酸的化学式为 H_mRO_n , 其中 $(m-n)$ 为非羟基氧原子数。鲍林认为含氧酸酸性的强弱与非羟基氧原子数的多少有关, 即 $(m-n)$ 值越大, 含氧酸的酸性越强, 如下表所示:



名称	次氯酸	磷酸	硫酸	高氯酸
结构式	Cl—OH	$\begin{array}{c} \text{HO} \quad \text{O} \\ \diagdown \quad \diagup \\ \text{P} \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{HO} \quad \text{OH} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{HO} \quad \text{O} \\ \diagdown \quad \diagup \\ \text{S} \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{HO} \quad \text{O} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{HO} \quad \text{O} \\ \diagdown \quad \diagup \\ \text{Cl} \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{O} \quad \text{O} \end{array}$
非羟基氧原子数	0	1	2	3
酸性	弱酸	中强酸	强酸	最强酸

(1)按此规律判断 H_3AsO_4 、 H_2CrO_4 、 HMnO_4 酸性由强到弱的顺序是_____。

(2) H_3PO_3 与 H_3AsO_3 分子组成相似,但酸性强弱却相差很大,已知 H_3PO_3 为中强酸, H_3AsO_3 为弱酸,试推断 H_3PO_3 和 H_3AsO_3 的结构式分别为: H_3PO_3 _____; H_3AsO_3 _____。

(3)按此规律碳酸应属于_____酸,与通常认为的碳酸强度是否一致? _____,其可能的原因是_____。

第三节 元素周期表



目标导航

1. 掌握元素周期表(长式)的结构(周期、族)及其应用。事实上,元素周期表是第二节元素周期律的具体表现形式,要求同学们了解元素周期表的结构以及周期、族等概念。

2. 理解同周期、同主族元素性质的递变规律,并能运用原子结构理论解释这些递变规律。

3. 了解原子结构、元素性质及其在周期表中位置三者间的关系,初步学会运用周期表,了解元素周期律和周期表的重要意义,认识事物变化由量变到质变的规律,对同位素有常识性的认识。



知识梳理

I. 基本概念

元素周期表是依据元素周期律编排的。

周期:电子层数相同的各种元素,按原子序数递增的顺序从左到右排成横行,每一横行称为一个周期。

族:把不同横行中最外层电子数相同的元素(个别除外)按电子层数递增的顺序由上到下排成纵行,一般一个纵行称为一个族(个别特殊)。

II. 周期表结构

7个周期 (7个横行)	3个短周期	第1周期(2种元素)
		第2周期(8种元素)
		第3周期(8种元素)
	3个长周期	第4周期(18种元素)
		第5周期(19种元素)
		第6周期(32种元素)
	1个不完全周期:第7周期	

元素周期表与原子结构的关系:

原子序数=核电荷数=原子核内质子数

周期序数=电子层数

主族族序数=最外层电子数=元素最高正价

III. 元素周期表中主族元素原子结构和性质的变化规律

内 容	同周期 (自左至右)	同主族 (自上至下)
电子层数	相同	逐一增加
最外层电子数	逐一增加	相同
原子半径 (零族除外)	逐渐减小	逐渐增大
化合价	最高正价: +1~+7 最低负价: -4~-1	最高正价 族序数 负价 8-族序数
离子半径	阴、阳离子半径均 逐渐减小	阴、阳离子半径均 逐渐增大
原子失电子能力(还原性)	减弱	增强
原子得电子能力(氧化性)	增强	减弱
最高价氧化物 对应水化物	酸性 增强 碱性 减弱	酸性 减弱 碱性 增强
气态氢化物的稳定性	增强	减弱
金属性	减弱	增强
非金属性	增强	减弱

IV. 元素的位、构、性三者之间的关系

元素的位、构、性三者之间的关系,如图 5-3-1 所示:

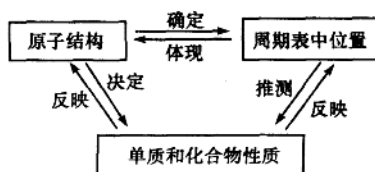


图 5-3-1

V. 元素、同位素、核素

(1)元素:具有相同核电荷数(质子数)的同一类原子的总称。

(2)核素:具有一定数目的质子和一定数目的中子的一种原子叫核素。符号 ${}^A_Z\text{X}$ 。例如氢元素有三种中子数不同的原子,分别叫氕、氘、氚,表示原子组成的符号分别是 ${}^1_1\text{H}$ 、 ${}^2_1\text{H}(\text{D})$ 、 ${}^3_1\text{H}(\text{T})$ 。那么氢元素的这三种不同的原子各为氢元素的一种核素。

(3)同位素:同一元素的不同核素之间互称同位素。例如 ${}^1_1\text{H}$ 、 ${}^2_1\text{H}$ 、 ${}^3_1\text{H}$ 三种核素互称氢元素的同位素。



(4)元素、核素、同位素三者之间的关系：



图 5-3-2

(5)某元素的相对原子质量 $= A \times a\% + B \times b\% + C \times c\% \dots$ (A、B、C 为该元素的不同核素的相对原子质量 $a\%$ 、 $b\%$ 、 $c\%$ 分别为其丰度)



名师点拨

1. 利用周期表可以推导出的一些元素及化合物的“之最”。

由元素周期表中元素的相似性和递变性,结合一些区域特点,从中可以找出:

非金属性最强的单质为 F_2 ,金属性最强的单质为 Cs(不考虑放射性元素,以下同)。

最轻的金属为 Li,最轻的单质为 H_2 。

最高熔点的单质为碳,最低熔沸点的单质为 He。

最稳定的气态氢化物为 HF。最强的含氧酸为 $HClO_4$ 。最强的碱为 CsOH。含氢质量分数最大的氢化物为 CH_4 。含氢质量分数最少的气态氢化物为 HI。

另,地壳中含量最多的元素为 O,含量最多的金属元素为 Al。

2. 如何利用周期律和周期表的知识去发现和寻找有特殊用途的元素?

在金属与非金属分界线处找半导体材料,如硅、锗、硒、碲等。在过渡元素中寻找催化剂和耐高温、耐腐蚀的合金材料,如铁、镍、钴、铂、钨等。

地球上化学元素的分布跟它们在周期表里的位置有密切的联系。科学实验发现如下规律:

相对原子质量较小的元素在地壳中含量较多,相对原子质量较大的元素在地壳中含量较少;偶数原子序数的元素较多,奇数原子序数的元素较少;处于地球表面的元素多数呈现高价,处于岩石深处的元素多数呈现低价;碱金属一般是强烈的亲石元素,主要富集于岩石圈的最上部;熔点、离子半径、电负性大小相近的元素往往共生在一起,同处于一种矿石中;在岩浆演化过程中,电负性小的、离子半径小的、熔点较高的元素和化合物往往首先析出,分布在地壳的外面。有的科学家把元素周期表中性质相似的元素分为十个区域,并认为同一区域元素往往是伴生矿,这对探矿具有重要的意义。

3. 如何根据元素的“结构~位置~性质”的关系,比较或推断一些性质?

A. 比较同族元素的金属性、非金属性、最高价氧化物水化物的酸碱性,氢化物的稳定性等。如: $Ba(OH)_2$ 的碱性比 $Ra(OH)_2$ 弱; SiH_4 不如 CH_4 稳定等。

B. 比较同周期元素及其化合物的性质。如: $HClO_4$ 的酸性比 H_2SO_4 的酸性强。 H_2S 不如 HCl 稳定等。

C. 比较不同周期不同族元素的性质时,要找出“参照物”。如:比较 $Mg(OH)_2$ 和 KOH 的碱性时,可用 $NaOH$ 作参照物,得出 KOH 的碱性比 $Mg(OH)_2$ 的强。

D. 推断一些未学过的元素的某些性质。如:根据 II A 族的 $Ca(OH)_2$ 微溶、 $Mg(OH)_2$ 难溶,可以推出 $Be(OH)_2$ 更难溶。

4. 元素、核素、同位素之间的关系是怎样的? 同位素与元素异形体的区别是什么?

元素是质子数相同的一类原子的总称;核素是指质子数相同而中子数不同的一类原子;同一种元素的不同核素互称同位素。如 ${}^1_1H(H)$ 、 ${}^2_1H(D)$ 和 ${}^3_1H(T)$ 。

同位素是对同种元素的不同核素的原子而言,互为同位素的核素原子形成的物质在化学意义上是同种物质。如 H_2O 与 D_2O ,在化学性质上几乎是相同的,但物理性质不同。

同素异形体是同一种元素形成的不同的单质,如 O_2 和 O_3 ,在化学性质上有相似点,也有不同点。

注意: H_2O 和 H_2O_2 不是同素异形体,它们是两种不同的化合物。

5. 原子和简单离子的半径有哪些重要的变化规律?

微粒半径是微粒性质的重要参数,并且具有变化规律。原子的半径与电子层数、最外层电子数和离子的电荷数有关。一般来说,电子层数越多,半径越大;电子层数相同,最外层电子数越多,半径越小。(稀有气体除外,在此不讨论)

(1)同周期主族元素电子层数相同,从碱金属到卤素原子半径由大到小。

(2)同主族自上至下原子半径、阳离子半径或阴离子半径增大。

(3)阳离子半径比相应的原子半径小,阴离子半径比相应的原子半径大。如 $r(Na^+) < r(Na)$, $r(Cl^-) > r(Cl)$ 。

(4)电子层结构相同的离子,核电荷数越大,半径越小。如: $r(Ca^{2+}) < r(K^+) < r(Cl^-) < r(S^{2-})$ 。

(5)高价阳离子半径小于相应的低价阳离子半径,低价阳离子半径又小于相应金属原子半径。如: $r(Fe^{3+}) < r(Fe^{2+}) < r(Fe)$ 。

6. 随着现代科学的发展,越来越多的新的元素或已有元素的新的核素被人工制造出来。那么,当某一元素的新的核素被人工制造后,这种元素的相对原子质量是否发生变化?

不会。因为,某元素的相对原子质量 $= A \times a\% + B \times b\% + C \times c\% \dots$

A、B、C 和 $a\%$ 、 $b\%$ 、 $c\%$ 为该元素天然同位素的相对原子质量及其在地壳中所占的个数百分比。

7. 周期表中,包含种类最多的元素在哪一族? 有多少种元素?

周期表中包含元素种类最多的族是第 III B 族,因为第六周期的第 III B 族为镧系,第七周期的第 III B 族为锕系。故周期表中第 III B 族共有 32 种元素,是周期表中包含元素最多的