

图书在版编目(CIP)数据

高中同步测控优化设计. 化学. 必修 :II. 新课标鲁科版/任志鸿 孟国泰主编. - 2 版.
-海口 :南方出版社 2004. 10(2006. 10 重印)
(志鸿优化系列丛书)
ISBN 7-80701-294-3

I. 高... II. ①任... ②孟... III. 化学课 - 高中 - 教学参考资料 IV. G634

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 104708 号

责任编辑 余云华

装帧设计 邢 丽

志鸿优化系列丛书

高中同步测控优化设计·化学·必修:II

任志鸿 孟国泰 主编

南方出版社 出版

(海南省海口市海府一横路 19 号华宇大厦 12 楼)

邮编 570203 电话 0898 - 65371546

高青德恒印业有限公司印刷

山东世纪天鸿书业有限公司总发行

2006 年 10 月第 4 版 2006 年 10 月第 1 次印刷

开本 890 × 1240 1/16

印张 7 字数 188 千字

定价 11.00 元

(如有印装质量问题请与承印厂调换)



目录

content

第1章 原子结构与元素周期律	1	本章测评	23
本章概览	1	第2章 化学键 化学反应与能量 ...	28
第1节 原子结构	2	本章概览	28
知识梳理	2	第1节 化学键与化学反应	29
疑难突破	3	知识梳理	29
典题精讲	3	疑难突破	30
问题探究	5	典题精讲	30
自主广场	5	问题探究	32
第2节 元素周期律和元素周期表	8	自主广场	33
知识梳理	8	第2节 化学反应的快慢和限度	36
疑难突破	9	知识梳理	36
典题精讲	9	疑难突破	37
问题探究	11	典题精讲	38
自主广场	12	问题探究	40
第3节 元素周期表的应用	15	自主广场	41
知识梳理	15	第3节 化学反应的利用	45
疑难突破	16	知识梳理	45
典题精讲	17	疑难突破	46
问题探究	19	典题精讲	46
自主广场	19	问题探究	49

自主广场	50	自主广场	71
本章测评	52	第3节 饮食中的有机化合物	74
第3章 重要的有机化合物	58	知识梳理	74
本章概览	58	疑难突破	78
第1节 认识有机化合物	59	典题精讲	79
知识梳理	59	问题探究	80
疑难突破	60	自主广场	81
典题精讲	61	第4节 塑料 橡胶 纤维	84
问题探究	63	知识梳理	84
自主广场	64	疑难突破	85
第2节 石油和煤 重要的烃	67	典题精讲	85
知识梳理	67	问题探究	87
疑难突破	69	自主广场	87
典题精讲	69	本章测评	90
问题探究	71	模块综合测评	95

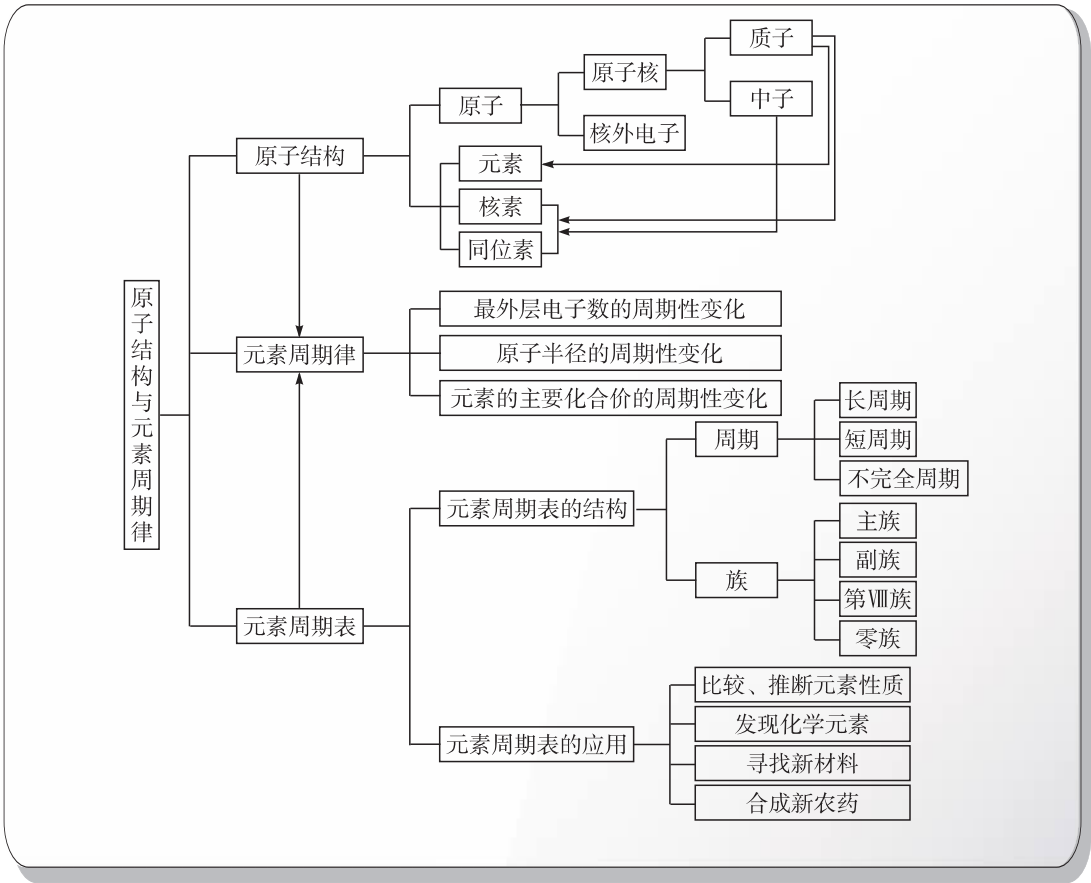
第 1 章 原子结构与元素周期律



三维目标

- 1. 了解原子的组成,掌握构成原子的微粒间的关系和元素、核素及同位素的涵义。了解原子核外电子的排布规律。了解假说、模型等科学研究方法和科学研究的历程,培养科学态度和科学精神。
- 2. 初步学会利用图表等方法分析处理数据,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。通过对元素周期律的初探,提高分析处理数据的能力。
- 3. 能描述元素周期表的结构,知道金属、非金属在元素周期表中的位置及其性质的递变规律。培养将化学知识应用于生产、生活实践的意识。

知识网络



第1节 原子结构

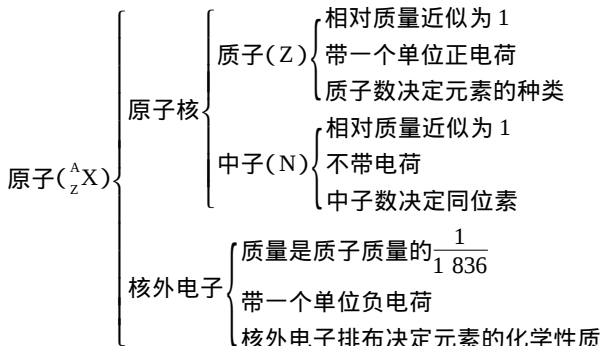
知识梳理

一、原子结构

1. 构成原子的基本粒子

构成原子的基本粒子是质子、中子和电子。

(1)三微粒的性质、作用和相互关系如下：



质量数 (A) = 质子数 (Z) + 中子数 (N)

核电荷数 = 核内质子数 = 核外电子数 = 原子序数

离子所带电荷数 = 质子数 - 电子数, 负值表示带负电, 正值表示带正电。

2. 元素、核素、同位素概念的比较

(1)元素:是具有相同质子数的同一类原子的总称。
决定元素种类的因素是质子数。

(2)核素:是具有一定数目的质子和一定数目中子的一种原子。

①决定核素种类的因素是质子数、中子数；

②同一种元素可能有几种不同的核素；

③同一元素的不同核素,一定是质子数相同,中子数不同。

(3)同位素:是同一元素不同核素之间的总称。

①决定同位素的因素是质子数相同,中子数不同；

②因许多元素存在同位素,故原子种类大于元素种类,但并非所有元素都有同位素,如 Na、F、Al 等就没有同位素。

③同位素原子间物理性质不同,化学性质基本相同。

${}^1_1\text{H}$ 、 ${}^2_1\text{H}$ 、 ${}^3_1\text{H}$ 是三种不同的核素,它们互为同位素,它们都属于氢元素。

二、电子在原子核外的排布规律

1. 排布规律

在含有多个电子的原子中,电子依能量的不同是分层排布的,其主要规律是：

(1)原子核外各电子层最多容纳的电子数为 $2n^2$ 。

(2)原子最外层电子数目不超过 8 个 (K 层为最外层时不超过 2 个)。

(3)次外层电子数不能超过 18 个 (K 层为最外层时不超过 2 个),倒数第三层不能超过 32 个。

(4)核外电子总是尽先排布在能量最低 (离核最近) 的电子层里,然后由里向外,依次排布在能量较高的电子层里 (也叫能量最低原理)。

2. 表示方法

用原子结构示意图表示。明确图中各符号所表示的

意义,例如钠原子结构示意图 $\text{(+11)} \quad 2 \quad 8 \quad 1$ 中,圆圈表示原子核,圆圈中的数字表示核电荷数 (质子数),弧形表示电子层,弧形上的数字表示该层的电子数。

3. 最外层电子数

最外层电子数决定元素的化学性质、元素周期表中元素所在的列数、元素的最高化合价。

元素的化学性质及化合价与最外层电子排布密切相关：

①稀有气体元素原子最外层电子数为 8 个 (He 为 2 个电子),则该原子核外电子排布已达稳定结构,既不易失电子,也不易得电子,所以性质不活泼,稀有气体元素的常见化合价为零。

②金属元素原子最外层电子数一般小于 4,较易失去电子,化合价常显正价,单质大部分表现还原性。

③非金属元素原子最外层电子数一般大于或等于 4,它一般易得到电子,在化合物中化合价常显负价,单质大部分表现氧化性。

知识导学

1. 要学会从空间、质量、电性三个方面来概括原子结构

原子由原子核和核外电子所组成,从空间体积看原子核只占原子体积的几千亿分之一,假设原子像地球一样大,则原子核体积只像乒乓球一样大。

原子的质量主要集中在原子核上,即主要由质子和中子决定。如果忽略电子的质量,质子和中子的相对质量分别取其近似整数值,那么原子的相对质量在数值上与原子核内的质子数和中子数之和是相等的。所以人们把原子核中质子数和中子数之和称为质量数。

组成原子“三微粒”的带电情况及微粒数目的关系：中子不带电,一个质子带一个单位正电荷,一个电子带一个单位负电荷。

2. 元素、核素、同位素

元素 ①“同一类”包括质子数相同的各种不同原子和相同的原子及各种状态下的原子或离子；

②只论种类不论个数 从这一方面来讲 和原子不同；

③元素是宏观概念 原子和分子是微观概念 元素组成物质 而不能说元素组成分子。

④质量数的概念不能用于元素。

核素 指具体的原子 一种核素就是一种原子。同种元素的原子核中 中子数不一定相同。

同位素 ①“同位”是指这种核素的质子数(核电荷数)相同 在元素周期表中占据同一个位置。

②天然存在的某种元素里 不论是游离态还是化合态 各种同位素原子所占的原子百分比一般是不变的。

3. 核外电子排布

核外电子排布规律可概括为“一低四不超”。

这些规律之间既相互联系 又相互牵制 不能孤立片面地理解和使用。这些排布规律仅为一般规律 限于中学要求 有些电子排布还不能完全靠它解释。

要熟悉且会画 1~18 号元素的原子结构示意图。会用结构示意图表示阴离子和阳离子。

原子结构示意图和离子结构示意图的区别:原子结构示意图中 核电荷数和核外电子总数相同;阴离子的结构示意图中 核电荷数小于核外电子总数;阳离子的结构示意图中 核电荷数大于核外电子总数。

核外电子数相同的粒子小结

(1)核外有 10 个电子的粒子:

①分子:Ne、HF、H₂O、NH₃、CH₄;

②阳离子:Na⁺、Mg²⁺、Al³⁺、NH₄⁺、H₃O⁺;

③阴离子:O²⁻、F⁻、OH⁻、NH₂⁻。

(2)核外有 18 个电子的粒子:

①分子:Ar、HCl、H₂S、PH₃、SiH₄、H₂O₂;

②阳离子:K⁺、Ca²⁺;

③阴离子:S²⁻、Cl⁻、HS⁻等。

疑

难突破



1. 元素、原子、核素和同位素四个概念有什么区别和联系?

剖析 元素是具有相同质子数(核电荷数)的同一类原子的总称 其决定因素是质子数;元素是一类原子的“总称” 只可以论种类 不能论个数 无质量数 元素的相对原子质量是由它的各种天然核素的相对原子质量与原子百分比计算出来的平均值。

原子是具有一定质子和一定中子(H 除外)的单核中性微粒 它是化学变化的最小(基本)粒子 其决定因素是质子数、中子数和电子数 属微观粒子 可以论种类 也可以论个数 每种原子都有其相应的质量数 其相对原子质

量就是用该原子的实际质量与一种¹²₆C 的原子的实际质量的 $\frac{1}{12}$ 相比而得到的比值。

核素 其实就是一种原子。而同位素 是质子数相同而中子数不同的同一种元素的不同核素(原子)的互称 是不同核素(原子)的一种特殊关系 其决定因素是质子数和中子数 大多数的元素都有几种核素 存在同位素关系 所以元素的相对原子质量是个平均值。

四个概念的关系可用图 1-1 表示:

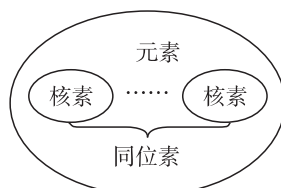


图 1-1

2. 核素的相对原子质量、核素近似相对原子质量、元素的(平均)相对原子质量、元素近似相对原子质量有什么区别与联系?

剖析 四个概念严格区分 按初中所学的相对原子质量的求算方式是:一个原子的质量与一个¹²C 原子质量的 $\frac{1}{12}$ 的比值。显然 所用原子质量是哪种同位素原子的质量 其结果只能是该同位素的相对原子质量。故该定义严格说应是同位素的相对原子质量。该比值的近似整数值即为该同位素的近似相对原子质量 其数值等于该同位素的质量数。

因天然元素往往不只是指一种原子 因而用上述方法定义元素的相对原子质量就不合适了。元素的相对原子质量是用天然元素的各种同位素的相对原子质量及其原子百分比计算出来的平均值。数学表达式为 $\bar{M} = M_1 \times \varphi_1 + M_2 \times \varphi_2 + \dots$ 。若用同位素的质量数替代其相对原子量进行计算 其结果就是元素的近似相对原子质量(计算结果通常取整数)。

典

题精讲



例 1 (经典回放)已知 R²⁺ 核内共有 N 个中子 R 的质量数为 A m g R²⁺ 中含电子的物质的量为 ... ()

A. $m(A - N)/A \text{ mol}$ B. $m(A - N + 2)/A \text{ mol}$

C. $(A - N + 2)/A \text{ mol}$ D. $m(A - N - 2)/A \text{ mol}$

思路解析 本题考查知识点是微粒的结构及构成微粒的关系。

根据“质子数 + 中子数 = 质量数” 离子的“电荷数(包括正负号) + 电子数 = 质子数”。由于电子质量很小 其质量可忽略不计 所以 R 原子质量数 = R²⁺ 离子质量数 = A 故 R²⁺ 的质子数 Z = A - N 而阳离子 R²⁺ 的核外电子

数 = $A - N - 2$, 即 $1 \text{ mol } R^{2+}$ 含电子为 $(A - N - 2) \text{ mol}$ 。 $m \text{ g } R^{2+}$ 的物质的量为 $m/A \text{ mol}$, 所以 $m \text{ g } R^{2+}$ 含电子的物质的量为 $m(A - N - 2)/A \text{ mol}$ 。

答案 D

绿色通道 原子中基本微粒间关系的考查主要体现在两个等式的掌握程度,即:质子数 + 中子数 = 质量数,质子数 = 电子数 = 原子序数 = 核电荷数。

变式训练 1 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中子数为 ()

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

思路解析 此题难度较小,只要依据组成原子的各种粒子数之间的关系:质量数(A) = 质子数(Z) + 中子数(N),以及原子形成离子时得失电子的相互关系,即阴离子:核电荷数 = 质子数 = 离子核外电子数 + 阳离子所带电荷数,阴离子:核电荷数 = 质子数 = 离子核外电子数 - 阴离子所带电荷数,很容易得出中子数为 16。故正确答案为 C。

答案 C

变式训练 2 2005 上海高考 18 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^-

思路解析 依据原子形成离子时得失电子的相互关系,电子数大于质子数的粒子一定是阴离子,很容易排除 A、B 选项。在 C、D 选项中, 1H 原子中有质子而无中子, 2D 是 1H 的代号, 2H 的中子数为 1,其质子数等于中子数,而氧原子的质子数等于中子数,所以质子数大于中子数的一定是 OH^- 。故正确答案为 D。

答案 D

例 2 有 X、Y 两种元素,X 原子核外 M 层电子数是 Y 原子核外 M 层电子数的 $1/3$,Y 原子核外 L 层电子数是 M 层电子数的 $4/9$,也是 N 层电子数的 4 倍。则原子结构示意图为 X:_____,Y:_____。

思路解析 本题考查核外电子排布和原子结构示意图的表示。

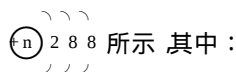
根据原子核的电子排布规律和 X、Y 原子的电子层结构特征,可确定 X、Y 原子的 K 层电子数都是 2,L 层电子数都是 8,这是因为它们的 M 层均有电子,K、L 层都应是饱和的,所以,Y 原子 M 层电子数是 $x \times 4/9 = 8$, $x = 18$,N 层电子数是 $8/4 = 2$,且为最外层。

Y 的核电荷数为 $2 + 8 + 18 + 2 = 30$;X 原子的 M 层电子数是 $18/3 = 6$,且为最外层。X 的核电荷数为 $2 + 8 + 6 = 16$ 。

答案: $\begin{array}{c} \textcircled{16} \quad 2 \quad 8 \quad 6 \\ \text{~} \quad \text{~} \quad \text{~} \end{array}$ $\begin{array}{c} \textcircled{30} \quad 2 \quad 8 \quad 18 \quad 2 \\ \text{~} \quad \text{~} \quad \text{~} \quad \text{~} \end{array}$

绿色通道 原子结构示意图包括原子核和核内质子数,还须注明原子的名称或符号。

变式训练 有几种元素的粒子的结构示意图为



(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 2 个电子即变为原子,这种粒子的符号是_____。

思路解析 (1)中属于电中性微粒为原子,原子序数为 18,为 Ar;(2)中与 Ag^+ 生成白色沉淀的粒子为 Cl^- ;(3)氧化性很弱,得到一个电子后还原性很强,符合该要求的只能是金属钾离子;(4)失去两个电子变为原子,所以其核电荷数为 16,该离子为 S^{2-} 。

答案:(1)Ar (2) Cl^- (3) K^+ (4) S^{2-}

例 3 已知 ${}_aX^{m+}$ 和 ${}_bY^{n-}$ 两种离子的电子层结构相同,下列关系式正确的是 ()

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

思路解析 通过质子数和电荷数的关系而求解。

在原子中,核电荷数等于核外电子数;

在阳离子中,核电荷数减去离子所带电荷数等于核外电子数;

在阴离子中,核电荷数加上离子所带电荷数等于核外电子数。

因为两种离子电子层结构相同,即核外电子排布相同,具有相同的核外电子数,即 ${}_aX^{m+}$ 的核外电子数等于 $a - m$, ${}_bY^{n-}$ 的核外电子数为 $b + n$,则 $a - m = b + n$ 。

答案:A

绿色通道 此类题考查原子、离子核外电子的排布知识,电子层结构相同,则核外电子排布相同,核外电子数亦相同。

变式训练 1 与 OH^- 离子具有相同质子数和电子数的微粒是 ()

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

思路解析 多核原子的质子数等于各原子质子数之和。同样依据组成原子的各种粒子数之间的关系,以及原子形成离子时得失电子的相互关系,可以得出正确答案为 B、D。

答案 BD

变式训练 2 (经典回放) ^{13}C —NMR (核磁共振)、 ^{15}N —NMR 可用于测定蛋白质、核酸等生物大分子的空间结构, Kurt W. Üthrich 等人为此获得 2002 年诺贝尔化学奖。下面有关 ^{13}C 、 ^{15}N 叙述正确的是 ()

- A. ^{13}C 与 ^{15}N 有相同的中子数
 B. ^{13}C 与 C_{60} 互为同素异形体
 C. ^{15}N 与 ^{14}N 互为同位素
 D. ^{15}N 的核外电子数与中子数相同

思路解析 根据质量数 = 质子数 + 中子数, 可知 ^{13}C 、 ^{15}N 中子数分别为 7、8。同素异形体是由同一元素形成性质不同的单质, ^{13}C 是原子。 ^{15}N 的核外电子数与中子数分别为 7 和 8。

答案 C

问题探究

问题 英国物理学家卢瑟福设计了 α 粒子散射实验, 准备对他的老师汤姆逊关于原子结构的“葡萄干蛋糕”原子模型进行验证。实验前先预测, 如果真是那样, 则 α 粒子应该都通过“金箔”。可是结果却是: 绝大多数通过, 少数转向, 极少数反弹。

(1) 在此实验的基础上, 请推测原子结构是怎样的?

(2) 在(1)的结论的基础上, 你又会有什么联想和质疑? 请探究。

导思 本题在分析之前必须了解原子结构的发展史。

要善于抓住主要信息“绝大多数通过, 少数转向, 极少数反弹”, 进行大胆预测。

问题(1)要善于对实验结果进行联想和质疑。这里, 还要知道 α 粒子就是氦核, 带正电, 具有较大的能量, 它的质量是电子质量的七千多倍。

在此基础上, 运用电性作用原理和碰撞原理便可得到解决。

探究: (1) 根据卢瑟福的实验可以得出原子的核式模型: 原子是由原子核和核外电子构成, 原子核带正电荷, 位于原子中心; 电子带负电荷, 在原子核周围空间做高速运动。

(2) 可以是这样联想和质疑: 原子核的内部结构是怎样的? 电子在核外空间的运动状态是怎样的?

可以分以下几种情况探究:

① 绝大部分 α 粒子不改变运动方向, 说明穿过时没受到阻碍;

② 少数 α 粒子有较大偏转, 其原因是这部分 α 粒子受到斥力的作用, 施力者不是电子, 因电子质量太小, 只能是有个带正电的大质量的“物体”;

③ 极少数 α 粒子方向改变 180° , 只能是带正电 α 粒子与大质量“物体”正碰的结果。比较绝大多数、少数、极

少数, 可知一定有一个体积很小的“物体”存在, 并且带正电, 还集中了原子的几乎全部质量。由此, 得到原子核式结构的结论。

主广场

我夯基 我达标

1 2004 辽宁高考 25 下列关于原子的几种描述中, 不正确的是 ()

- A. ^{18}O 与 ^{19}F 具有相同的中子数
 B. ^{16}O 与 ^{17}O 具有相同的电子数
 C. ^{12}C 与 ^{13}C 具有相同的质量数
 D. ^{15}N 与 ^{14}N 具有相同的质子数

思路解析 根据“质子数 + 中子数 = 质量数”, 以及中性原子中“质子数 = 核外电子数”的关系可得出结果。

答案 C

2 2006 广东高考 1 Se 是人体必需微量元素, 下列关于 $^{78}_{34}\text{Se}$ 和 $^{80}_{34}\text{Se}$ 的说法正确的是 ()

- A. $^{78}_{34}\text{Se}$ 和 $^{80}_{34}\text{Se}$ 互为同素异形体
 B. $^{78}_{34}\text{Se}$ 和 $^{80}_{34}\text{Se}$ 互为同位素
 C. $^{78}_{34}\text{Se}$ 和 $^{80}_{34}\text{Se}$ 分别含有 44 和 46 个质子
 D. $^{78}_{34}\text{Se}$ 和 $^{80}_{34}\text{Se}$ 都含有 34 个中子

思路解析 本题主要考查同位素、同素异形体的概念和质量数、质子数及中子数之间的关系。 $^{78}_{34}\text{Se}$ 和 $^{80}_{34}\text{Se}$ 的核电荷数即质子数相等都是 34, 而中子数为 44 和 46, C、D 不正确, B 正确, 显然 $^{78}_{34}\text{Se}$ 和 $^{80}_{34}\text{Se}$ 都不表示单质, A 亦不正确。

答案 B

3 2005 全国高考理综 II 6 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}Mg , 该同位素的原子核内的中子数是 ()

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

思路解析 本题考查原子结构知识, 根据质量数、质子数和中子数的关系 $A = Z + N$, 则 $N = A - Z$, 知 ^{28}Mg 中的中子数为 $28 - 12 = 16$ 。

答案 C

4 (经典回放) 设某元素某原子核内的质子数为 m , 中子数为 n , 则下列说法中正确的是 ()

- 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 克, 此原子的质量为 $(m + n)w$ 克
 D. 核内中子数的总质量小于质子的总质量

思路解析 元素的相对原子质量是各种同位素原子相对原子质量的平均值, 因此它不能由某种同位素原子相对原子质量来确定。虽然某种同位素的质量数与其相对原子质量十分接近, 但它并不是元素的相对原

子质量。因此正确选项为 A。

答案 A

- 5 (经典回放) 科学家最近制造出 112 号新元素, 其原子的质量数为 277, 这是迄今已知元素中质量最大的原子, 关于该新元素的叙述正确的是 ()

A. 其原子核内质子数和中子数是 112
B. 其原子核内中子数为 165, 核外电子数为 112
C. 其原子的质量是 ^{12}C 原子的质量的 277 倍
D. 该原子的质量与 ^{12}C 原子的质量之比为 277: 12

思路解析: 112 号新元素, 说明核内质子数为 112, 核外电子数也为 112, 中子数为 $277 - 112 = 165$, 故选项 A 错误, 选项 B 正确; 原子的质量之比等于其质量数之比, 则选项 C 错误, 选项 D 正确。

答案 BD

- 6 已知 R^{2+} 核外有 a 个电子, b 个中子, 表示 R 原子符号正确的是 ()

A. ${}^b_a\text{R}$ B. ${}^{a+b-2}_{a-2}\text{R}$ C. ${}^{a+b+2}_{a+2}\text{R}$ D. ${}^{a+b+2}_{a-2}\text{R}$

思路解析: 由 R^{2+} 的电荷数可知 R 原子的电子数为 $a + 2$, 原子的电子数等于质子数, 再由“质子数 + 中子数 = 质量数”可得质量数为 $a + b + 2$ 。

答案 C

- 7 下列说法错误的是 ()

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

思路解析: 质量数相同的原子, 化学性质不一定相同, 如 ^{20}K 、 ^{20}Ca 的化学性质不相同, 所以选项 A 错误; 质子数相同的微粒, 核外电子排布不一定相同, 如 ${}_{16}\text{S}$ 、 ${}_{16}\text{S}^{2-}$ 的核外电子排布不相同, 则选项 B 错误; 非金属越活泼, 越容易得到电子, 形成的阴离子越稳定, 越难失去电子。

答案 AB

- 8 下列说法正确的是 ()

A. 原子核都是由质子和中子构成的
B. 不同元素原子的质量数一定不等
C. 质子数决定元素的种类, 质子数和中子数决定原子的种类
D. 质子数相同的微粒, 核外电子数一定相同, 但化学性质不一定相同

思路解析: 选项 A 中, 氘(${}^2_1\text{H}$) 的原子核中没有中子; 选项 B 中, 元素不同, 则质子数不同, 但质量数是质子数与中子数的和, 故不同元素的原子可能质量数相等, 选项 C 正确, 选项 D 中, 质子数相同的微粒, 可能电子数不同, 例如原子和它的相应的离子。

答案 C

- 9 几种微粒, 具有相同的核电荷数, 则可说明 ... ()

A. 可能属于同一种元素
B. 一定是同一种元素
C. 一定不是同一种元素
D. 核外电子个数一定相等

思路解析: 具有相同核电荷数即质子数的微粒, 可能是同种元素的不同核素(原子), 可能是原子、分子或离子, 所以不一定是同种元素, 所以 A 正确, B、C 错误; 核外电子数也不一定相等, 所以 D 错误。

答案 A

- 10 下列说法正确的是 ()

A. 所有的原子核内质子数都比中子数多
B. 氢离子(H^+)实质上是一个裸露的质子
C. 核外电子排布相同的微粒, 其化学性质也相同
D. 非金属元素原子最外层电子数都大于 4

思路解析: 大多数原子核的中子数比质子数多, 但也有相等的, 还有少的。氢离子是氢原子失去仅有的一个电子而形成的, 只剩下一个裸露的质子; C 项说的微粒, 可能是原子、分子或离子, 它们的化学性质就不一定相同了, 若将微粒说成是原子就正确了; D 项该是大多数, 少数非金属元素的原子的最外层电子数少于 4, 例如氢、硼, 也有等于 4 个的, 如碳、硅。

答案 B

- 11 (经典回放) 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”。已知铱的一种原子是 $^{191}_{77}\text{Ir}$, 则其核内的中子数是 ()

A. 77 B. 114 C. 191 D. 268

思路解析: 本题是以全球卫星通讯为背景的信息给予题, 起点高, 落点低。其实质是考查原子核中质量数、质子数与中子数的关系。解答这类题时, 首先要将 $^{191}_{77}\text{Ir}$ 与 ${}^A_Z\text{X}$ 对照, 找到 $A = 191$, $Z = 77$, 然后按照公式 $A = Z + N$, 求出 $N = A - Z = 114$ 。

答案 B

我综合我发展

- 12 科学家设想在宇宙的某些部分可能存在“反物质”。所谓“反物质”是由“反粒子”构成的物质。“反粒子”与其对应的正粒子质量相等, 电量相同, 但电性相反。科学家们正在设法探寻“反物质”。近年来, 欧洲和美国的科研机构先后宣布, 已分别制造出 9 个和 7 个反氢原子。这是人类探索反物质的一大进步。请推测反氢原子的结构是 ()

A. 由 1 个带正电荷的质子与 1 个带负电荷的电子构成
B. 由 1 个带负电荷的质子与 1 个带正电荷的电子构成
C. 由 1 个不带电的中子与 1 个带负电荷的电子构成
D. 由 1 个带负电荷的中子与 1 个带负电荷的电子构成

思路分析 因氢原子是由1个带正电荷的质子和1个带负电荷的电子构成,依题给信息,反氢原子由1个带负电荷的质子和1个带正电荷的电子构成,故B符合题意。

答案 B

- 13 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个正电荷的质子流)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”紧密排列而成的金箔,竟让大多数 α 粒子畅通无阻地通过,就像金箔不在那儿似的,但也有极少数的粒子发生偏转,或被笔直地弹回。根据以上实验现象能得出关于金箔中Au原子结构的一些结论,试写出其中的三点:

- (1)_____。
(2)_____。
(3)_____。

思路解析 绝大部分 α 粒子不改变运动方向,说明穿过时没受到阻碍,因而可得出原子中存在原子核,它占原子中极小的体积的结论;极少数的粒子发生偏转,说明原子核带正电,且电荷数远远大于 α 粒子;极少数的粒子被笔直地弹回,说明金的原子核质量远远大于 α 粒子。

答案 (1)原子中存在原子核,它占原子中极小的体积
(2)金的原子核带正电,且电荷数远远大于 α 粒子
(3)金的原子核质量远远大于 α 粒子

- 14 用 A_ZX 表示原子,则:

- (1)中性原子的中子数 $N = \underline{\hspace{2cm}}$ 。
(2)阳离子的中子数: ${}^AX^{n+}$ 共有 x 个电子,则 $N = \underline{\hspace{2cm}}$ 。
(3)阴离子的中子数: ${}^AX^{n-}$ 共有 x 个电子,则 $N = \underline{\hspace{2cm}}$ 。
(4)中性分子或原子团的中子数: ${}^{12}C^{16}O_2$ 分子中, $N = \underline{\hspace{2cm}}$ 。
(5) A^{2-} 原子核内有 x 个中子,其质量数为 m ,则 n g A^{2-} 所含电子的物质的量为 $\underline{\hspace{2cm}}$ 。

思路解析 根据“质子数+中子数=质量数”的关系,
(1) $N = A - Z$;(2) ${}^AX^{n+}$ 共有 x 个电子,中性原子X的电子数为 $x+n$,则 $N = A - x - n$;(3) ${}^AX^{n-}$ 共有 x 个电子,中性原子X电子数为 $x-n$,则 $N = A - x + n$;(4) ${}^{12}C^{16}O_2$ 分子中的 N 为 $6+8+8=22$;(5) A^{2-} 所含电子数为 $m-x+2$,则 n g A^{2-} 所含电子的物质的量为 $(m-x+2)/m$ 。

答案 (1) $A - Z$ (2) $A - x - n$ (3) $A - x + n$ (4) 22
(5) $n(m-x+2)/m$

- 15 有X、Y、Z三种元素,X和Y形成XY和XY₂两种化合物,Z与X、Y分别形成XZ₄和Z₂Y两种化合物,在这两种化合物中电子总数均为10个,则X、Y、Z依次

是_____ (填元素符号)。

思路解析 由于XZ₄和Z₂Y这两种化合物中电子总数均为10个,从而可确定这两种化合物分别为CH₄、H₂O,XY和XY₂两种化合物分别为CO和CO₂,则X、Y、Z依次是C、O、H。

答案 C、O、H

- 16 A、B、C、D均为前20号元素,A元素原子的M层电子数是K层电子数的一半,B元素的最外层电子数比次外层电子数少2个,C元素的原子最外层电子数比次外层电子数多3个,D与B元素原子的电子层数相等,D与C元素原子的最外层电子数相等。试推断:A是_____,B是_____,C是_____,D是_____。

思路解析 A元素原子的M层电子数是K层电子数的一半,说明M层只有一个电子,则A元素是Na,B元素的最外层电子数比次外层电子数少2,说明M层有6个电子,则B元素是S,C元素的原子最外层电子数比次外层电子数多3,说明K层有2个电子,L层有5个电子,则C元素是N,D与B元素原子的电子层数相等,可说明D有3个电子层,D与C元素原子的最外层电子数相等,可说明D的M层有5个电子,则D是P。

答案 Na S N P

- 17 已知元素X和Y的核电荷数均小于18,最外层电子数分别为 n 个和 $m-5$ 个,次外层有 $n+2$ 和 m 个电子,据此推断元素X和Y的名称为X:_____,Y:_____。

思路解析 元素X和Y的核电荷数均小于18,元素X次外层有 $n+2$ 个电子,此层为L层, $n+2=8$, $n=6$,元素X为硫;元素Y最外层电子数为 $m-5$,所以 m 大于或等于5,而次外层有 m 个电子,则 m 等于8,元素Y为铝。

答案 硫 铝

- 18 现有四种元素A、B、C、D,已知A⁻核外有18个电子;B原子最外层电子数比D原子核外电子数多2个,B原子比D原子多2个电子层;D⁺核外没有电子;C元素原子核外电子比B元素的原子核外电子多5个。

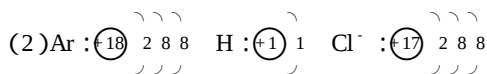
(1)写出四种元素的名称和符号。

(2)画出C和D原子及A⁻的结构示意图。

思路解析 A⁻核外有18个电子,则A原子核外有17个电子,A为氯(Cl);D⁺核外没有电子,则D为氢(H);B原子最外层电子数比D原子核外电子数多2,说明B原子最外层电子数为3,又B原子比D原子多2个电子层,所以B有3个电子层,核外电子数为13,B为铝(Al);C元素原子核外电子数比B元素的原子核外电子数多5个,则C元素的原子核外有18个电子,C为氩(Ar)。

答案 (1)A、B、C、D分别是氯(Cl)、铝(Al)、氩(Ar)、氢(H)

善于选择要点就意味着节约时间,而不得要领的瞎忙,却等于乱放空炮。——培根



第2节 元素周期律和元素周期表

知识梳理

一、元素周期律

1. 随原子序数的递增,原子核外电子排布变化的规律

原子序数	电子层数	最外层电子数
1~2	1	1~2
3~10	2	1~8
11~18	3	1~8
结论:随原子序数的递增,元素原子的最外层电子数呈现周期性的变化		

2. 随原子序数的递增,元素原子半径的变化规律

原子序数	原子半径的变化规律
3~9	大→小
11~17	大→小
结论:随着原子序数的递增,元素原子半径呈周期性变化	

3. 随原子序数的递增,元素化合价变化的规律

原子序数	主要化合价变化
1~2	+1→0
3~10	+1→+5 -4→-1→0
11~18	+1→+7 -4→-1→0
小结:随原子序数的递增,元素的主要化合价呈现周期性变化	

随着原子序数的递增,元素原子的最外层电子排布、原子半径、元素的化合价等均呈现周期性的变化。

元素的性质随原子序数的递增而呈现周期性变化的规律叫做元素周期律。

二、元素周期表

1. 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排。

(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行。

2. 元素周期表的结构

(1)周期:7个周期:

3个短周期(第1、2、3周期),分别有2、8、8种元素;

3个长周期(第4、5、6周期),分别有18、18、32种元素;

1个不完全周期(第7周期)已有26种元素。

(2)族:7个主族、7个副族、一个0族、一个Ⅷ族。

镧系和锕系在第ⅢB族,各15种元素。

7个主族:由短周期和长周期元素共同构成的族(ⅠA~ⅦA)。

7个副族:仅由长周期元素组成的族(ⅠB~ⅦB)。

第Ⅷ族:三个纵列(Fe、Co、Ni等9种元素)。

零族:稀有气体元素。

自左到右族的排列依次为:ⅠA~ⅡA,ⅢB~ⅦB,Ⅷ族,ⅠB~ⅡB,ⅢA~ⅦA,0族。

三、元素周期律与元素周期表的关系

元素周期表是元素周期律的具体表现形式,元素周期律是元素周期表的理论依据。

1. 同一个周期元素的异同

相同点是:电子层数相同。

不同点是:随着原子序数的递增,元素的原子结构方面,原子的最外层电子数从1递增到2或8,即达到饱和,原子半径由大到小。在性质方面,元素的最高化合价,从+1递增到+7,再至稀有气体的零价;最低价是从第ⅣA族的-4价升高到第ⅦA族的-1价。(氟无正价,氧无最高正价)

2. 同一个主族元素的异同

相同点:结构方面:最外层电子数相同。性质方面:最高化合价相同,最低化合价相同。

不同点:电子层数、原子半径随原子序数递增而增大。

说明:性质方面还有更重要的变化——元素的原子得失电子能力的相对强弱,在第3节中重点讨论。

知识导学

1. 在学习本节内容时,要先掌握两个概念:

(1)原子序数

原子序数是按元素的质子数(或核电荷数)从小到大的顺序人为地编写的序号。

原子序数 = 质子数 = 核电荷数 = 原子的核外电子数

(2)周期性变化

周期性变化指的是事物发展过程中,每隔一定的数量间隔,又重现前面出现过的情况这种性质的变化。

2. 元素周期律内容

(1)同周期元素最外层电子数由左至右依次增多,同周期元素电子层数相同;每隔一定数目的元素,原子重现最外层电子数由1个逐渐递增到8个(氦为2个)。

每一周期的元素一般是从碱金属元素→卤素→稀有气体元素。

(2)同周期元素原子半径由左至右依次减小,同族元素原子半径由上至下依次增大。

(3)同周期元素最高正化合价由左至右从+1到+7依次增加,同族元素最高正化合价相同。

对主族元素来说:主族序数 = 最外层电子数 = 元素的最高正化合价数

主族元素的负化合价 = 主族序数 - 8

注意:元素性质的周期性变化是元素原子的核外电子排布周期性变化的必然结果,即元素原子核外电子排布的周期性变化决定了元素性质的周期性变化。

3. 周期表结构的记忆要诀

横:三短、三长、一不全,镧系、锕系列下边。

说明:3个短周期、3个长周期、1个不完全周期,镧系、锕系在周期表的下边。

纵:七主七副八与零,镧系、锕系挤当中。

说明:7个主族、7个副族、1个第Ⅷ族、1个零族,镧系、锕系元素全部挤在第三纵行,即第ⅢB族当中。

元素周期表是学习化学的重要工具,因此必须熟悉它的结构“十八纵行、七横行、七主、七副、零与Ⅷ、三长、三短、一不全、镧系锕系排下边”。

4. 族书写时易出现的问题

族的表示常常书写不规范,因此要区分主族(A)、副族(B)、第Ⅷ族和零族,尤其是主族和副族,主族序号为罗马数字和A,副族为罗马数字和B。而第Ⅷ族则不能标A或B。

描述某元素在周期表中位置时,一般是某周期某族。



疑难突破

如何确定周期表中元素的化合价?

剖析:(1)金属元素的化合价无负价,金属元素不能形成简单的阴离子;非金属元素除氢外,均不能形成简单

的阳离子。

(2)主族元素的最高正价数等于主族序数,也等于主族元素原子的最外层电子数(其中F无正价,O无最高正价)。

(3)主族元素的最高正价数与最低负价数的绝对值之和为8,绝对值之差为0、2、4、6的主族依次为ⅣA、ⅤA、ⅥA、ⅦA族。

(4)除个别元素外(如氮),原子序数为奇数的元素,其化合价也常为奇数价;原子序数为偶数的元素,其化合价也常为偶数价,即序奇价奇,序偶价偶。

在高考中常考查化合价的有关规律及推断,在题目中常隐含一些信息,如某主族元素的最高正价与最低负价的绝对值之差为4,隐含着该元素为第ⅥA族。

只有主族元素的最高化合价或最低化合价与元素原子的最外层电子数关系:最外层电子数 = 最高正化合价 = 8 - |最低负化合价|。在用化合价确定元素原子最外层电子数时,首先确定元素化合价是否为最高化合价或最低化合价。

典题精讲

例1 (本题只有1个正确选项)下列各组元素性质的递变错误的是..... ()

- A. Li、Be、B 原子最外层电子数依次增多
- B. P、S、Cl 元素的最高正化合价依次升高
- C. B、C、N、O、F 原子半径依次增大
- D. Be、Mg、Ca、Sr、Ba 的失电子能力依次增强

思路解析:本题考查的知识点是同周期同主族的递变规律。对于同周期元素,自左向右,最外层电子数依次增多,最高正价依次增大,原子半径依次减小。

对于同主族元素,自上到下,失电子能力逐渐增强,得电子能力逐渐减弱。

Li、Be、B 都是第2周期元素,自左向右依次排列,根据元素周期律,其最外层电子数依次增多,A项正确;P、S、Cl 都是第3周期元素,自左向右依次排列,其最外层电子数依次增多,最高正价依次增大,B项正确;B、C、N、O、F 都是第2周期元素,自左向右依次排列,故原子半径依次减小,C项错误;由于题目只有1个正确选项,所以D项正确。

答案:C

绿色通道:此类题利用同周期元素的递变性和同主族元素的相似性、递变性对其结构和性质进行判断。

变式训练1 元素的以下性质,随着原子序数递增不呈现周期性变化的是..... ()

- A. 化合价
- B. 原子半径

- C. 元素的金属性和非金属性
D. 相对原子质量

思路解析:根据元素周期律的内容知,元素的化合价、原子半径及金属性和非金属性都随原子序数的递增而呈现周期性的变化,而相对原子质量一般随原子序数的递增呈现增大的变化趋势,不会出现周期性的变化。

答案:D

变式训练2 2005 江苏高考 13 A、B、C、D 4 种短周期元素的原子半径依次减小,A 与 C 的核电荷数之比为 3: 4,D 能分别与 A、B、C 形成电子总数相等的分子 X、Y、Z。下列叙述正确的是..... ()

- A. X、Y、Z 的稳定性逐渐减弱
B. A、B、C、D 只能形成 5 种单质
C. X、Y、Z 3 种化合物的熔沸点逐渐升高
D. 自然界中存在多种由 A、B、C、D 4 种元素组成的化合物

思路解析:本题主要考查元素周期律与元素周期表的有关知识。由于 A、B、C、D 4 种元素的原子半径依次减小,且 A、C 核电荷数之比为 3: 4,所以 A 是核电荷数为 6 的碳,C 为氧,则 B 应为氮元素,又由 D 可与 C、N、O 形成电子数相等的分子,则 D 为氢元素,显然 CH_4 、 NH_3 、 H_2O 的稳定性逐渐增强,由于碳元素存在多种同素异形体,氧有 2 种同素异形体,故 A、B、C、D 所形成的单质多于 5 种;根据同周期元素的性质递变规律,可知选项 C 正确;自然界中所存在的各种氨基酸、蛋白质都含有 A、B、C、D 四种元素,选项 D 正确。

答案:CD

例2 在长式元素周期表中,元素 A、B 位于同一周期,A 在ⅡA 族,B 在ⅢA 族;A 的原子序数为 x,B 的原子序数为 y。则 y 不可能是..... ()

- A. $x+1$ B. $x+10$ C. $x+11$ D. $x+25$

思路解析:本题考查元素周期表结构。

现在长式元素周期表中的结构要注意两性:

一是残缺性,即第 1 至第 3 周期缺少过渡元素;第 7 周期缺少ⅢA 族及其后边的元素。

二是“隐含”性,即第 6、7 周期ⅢB 中分别隐含着镧系元素和锕系元素,这两系中各有 15 种元素。

若 A、B 同在第 2 或第 3 周期 $y=x+1$;

若 A、B 同在第 4 或第 5 周期 $y=x+11$;

若 A、B 同在第 6 或第 7 周期 $y=x+25$ 。

答案:B

绿色通道:解此类题要熟练掌握长式周期表结构,注意周期表的残缺性和隐含性,弄清各个周期包含元素的种类。

变式训练1 甲、乙是周期表中相邻 2 个主族的 2 种

元素,若甲的原子序数为 x,则以下有可能是乙的原子序数的是..... ()

- A. $x-17$ B. $x-8$
C. $x-6$ D. $x+18$

思路解析:价奇序奇(即元素化合价是奇数,原子序数也为奇数);价偶序偶(即元素化合价是偶数,原子序数也为偶数)等;奇偶差(和)为奇,奇奇差为偶,偶偶差为偶。利用奇偶差为奇,答案为 A。

答案:A

变式训练2 2005 全国高考理综Ⅲ 9 同一主族的 2 种元素的原子序数之差最不可能是..... ()

- A. 16 B. 26
C. 36 D. 46

思路解析:熟练掌握同主族相邻 2 周期原子序数之差,然后再判断。A 是 1 和 3 周期的差值,B 是 2 和 4 周期的差值,C 是 3 和 5 周期的差值,只有 D 是错误的。

答案:D

例3 已知元素的电负性和原子半径等一样,也是元素的一种性质。下表给出 14 种元素的电负性。

元素	Al	B	Be	C	Cl	F	Li	Mg	N	Na	O	P	S	Si
电负性	1.5	2.0	1.5	2.5	2.8	4.0	1.0	1.2	3.0	0.9	3.5	2.1	2.5	1.7

试结合元素周期律知识完成下列问题:

(1)根据上表给出的数据,可推知元素的电负性具有的变化规律是.....

(2)根据你的理解,元素的电负性指.....

(3)预测 Br 与 I 元素电负性的大小关系:.....

思路解析:电负性这个概念前面没有接触到,要学会利用表格提供的数据和文字描述进行处理,找出解题的信息,运用已有知识对新信息进行分析归纳,把形成的规律性知识再迁移到题目的情景中,使问题得到解决。题中给出了提示:电负性是元素的一种基本性质,而元素的性质是随元素原子序数的递增而呈周期性变化,所以元素的电负性也应随原子序数的递增而呈周期性变化,这种认识是解本题的关键。将表中 14 种元素按原子序数的递增重新排列得下表:

元素	Li	Be	B	C	N	O	F	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl
原子序数	3	4	5	6	7	8	9	11	12	13	14	15	16	17
电负性	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	0.9	1.2	1.5	1.7	2.1	2.5	2.8

表中电负性的递变规律便一目了然。

答案:(1)同周期元素随原子序数的递增,元素的电

负性依次增大,同主族元素随原子序数的递增,元素的电负性依次减小。(2)元素电负性越大,其原子得电子的能力越强。(3)Br的电负性大于I的电负性。

绿色通道 此类题以元素周期律知识为背景,但又不是直接应用已有的元素周期律知识去求解的题目,所以既然是考查周期律,必然想到随原子序数的递增,表中同主族或同周期的变化。

变式训练 1 2006 山东潍坊模拟 下列关于元素周期律和元素周期表的论述中正确的是 ()

- A. 同一主族的元素,从上到下单质熔点逐渐升高
- B. 元素周期表是元素周期律的具体表现形式
- C. 同一周期从左到右,元素原子半径逐渐增大
- D. 周期表中ⅣA~ⅦA族元素都可表现正化合价

思路解析 本题考查元素周期律和周期表相关知识, A项中,同主族从上到下金属单质的熔点逐渐升高,非金属单质的熔点逐渐降低, B项是正确的, C项中同周期原子半径逐渐减小, D项中F无正化合价。

答案: B

变式训练 2 2005 全国高考理综 I 7 等物质的量的主族金属 A、B、C 分别与足量的稀盐酸反应,所得氢气的体积依次为 V_A 、 V_B 、 V_C ,已知 $V_B = 2V_C$, $V_A = V_B + V_C$,则在 C 的生成物中,该金属元素的化合价为 ()

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

思路解析 根据题目信息可以得知: $V_A = 3V_C$, $V_B = 2V_C$, A、B、C 3 种主族金属的化合价为正整数,所以只能是 A 化合价为 +3, B 为 +2, C 为 +1。

答案: A

例 4 2005 全国高考理综 I 9 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

思路解析 本题考查知识点为核外电子排布与化合价。非金属元素(一般是主族元素)的最高正价等于它的最外层电子数,所以 A 正确, B 中非金属元素的最低化合价的绝对值等于它形成 8 电子稳定结构所需的电子数,也就是 8 减去最外层电子数, B 错误, He 原子的最外层有两个电子,但 He 不是金属,所以 C 错误,第 VA 族元素中的 Sb、Bi 的最外层都是 5 个电子,但它们都是金属, D 错误。

答案: A

黑色陷阱 最外层电子数有 1 个或 2 个的原子大多数是金属,往往易忽略了 H 和 He。最外层电子数等于或大于 3 个(小于 8)的一定是主族元素,易忽略主族元素中有金属元素和非金属元素两类。

变式训练 (经典回放) 下列说法错误的是 ... ()

- A. 原子及其离子的核外电子层数等于该元素所在的周期数
- B. 元素周期表中从ⅢB族到ⅡB族 10 个纵行的元素都是金属元素
- C. 除氦外的稀有气体原子的最外层电子数是 8
- D. 同一元素的各种同位素的物理性质、化学性质均相同

思路解析 本题是对原子结构、同位素、元素周期表的结构等知识的考查。对于原子,其核外电子层数等于该元素所在的周期数,而离子则不然,同一元素的各种同位素的化学性质均相同,但物理性质不同。

答案: AD

问题探究

问题 1 通过仔细观察元素周期表,请探究相邻 2 个周期内上下相邻 2 种元素的原子序数相差多少?这个差值与周期表的结构有什么关系?

导思 对于元素周期表的结构,可以以第 I A ~ II A 族为例和 III A ~ VII A 族为例比较记忆。

同一主族相邻元素原子序数的计算可分为以下 2 种情况分析:

(1)在过渡金属左边,下一周期元素原子序数是否等于上周期同主族相邻元素的原子序数加上上周期元素种类数。

(2)在过渡金属右边,下一周期元素原子序数是否等于上周期同主族相邻元素的原子序数加上本周期的元素种类数。

探究 分析得出如图 1-2 所示的几种情况,分别加以探究。各种情况中,原子序数的差值均等于上面元素所在周期内的元素种数。

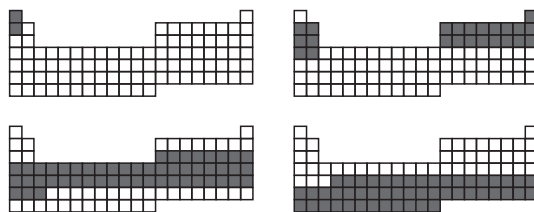


图 1-2

左上图:上下差 2;右上图:上下差 8;左下图:上下差 18;右下图:上下差 32。

问题2 从周期表的第2、3周期的元素分析来看,位于同一周期元素的原子结构有什么相同之处?它们之间有没有递变规律?怎样递变?为什么有这种递变?

从周期表的第1、17列元素分析来看,同一列(族)元素的原子结构有什么相同之处?它们之间有没有递变规律?怎样递变?为什么有这种递变?

导思 要学会透过外在现象抓内在联系。关键要清楚讨论原子结构需要从哪几个角度来看,一般包含核外电子排布(重点是电子层数、最外层电子数)、原子半径等内容。

关于原子半径的大小,则是要找到影响原子半径大小的因素,从以下几方面分析:

电子层数多少(层多径大)、核电荷数大小(核电荷数越大使半径越小)、电子数多少(核外电子数越多使半径越大)。并要从中找出矛盾的主要方面,然后再来确定递变结果,即规律内容。

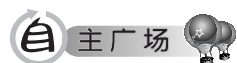
探究 第2、3周期元素探究:

同周期内元素的原子结构的相同点:电子层数相同,但有递变。递变规律:随着原子序数的递增,最外层电子数依次增加,从1增至8,原子半径依次减小,从第1列中的最大值递减到第17列的最小值,第18列例外。发生这个递变的原因是,同周期中,虽然电子数增多会使半径增大,但核电荷数越大,核对外层电子的吸引力越大,使原子的内缩力增大,这个方面成为矛盾的主要方面,因此,原子半径越来越小。

第1、17列元素探究:

同主族中,最外层电子数相等,但也有递变方面。即随着原子序数的递增,电子层数越来越多,原子半径越来越大。原因是:随着原子序数的递增,虽然核电荷数增大会使半径减小,但电子数的增多,特别是电子层数的增多使半径增大成了矛盾的主要方面。

同主族中,最外层电子数相等,电子层数越来越多,原子半径越来越大。



我夯基 我达标

1 2006 江苏高考 13 关于 Na 元素和 F 元素的叙述正确的是 ()

- A. 原子序数 $\text{Na} > \text{F}$
- B. 原子半径 $\text{Na} < \text{F}$
- C. 原子的电子层数 $\text{Na} < \text{F}$
- D. 原子最外层电子数 $\text{Na} > \text{F}$

思路解析 F 位于第2周期,第ⅦA族,电子层数为2,最外层电子数为7,原子序数为9;Na 位于第3周期,第ⅠA族,电子层数为3,最外层电子数为1,原子序数为11;半径大小为 $\text{Na} > \text{F}$,所以答案为A。

答案 A

2 (经典回放)周期表中16号元素和4号元素的原子相比较,前者的下列数据是后者的4倍的是 ... ()

- A. 电子数
- B. 最外层电子数
- C. 电子层数
- D. 次外层电子数

思路解析 元素周期表中16号元素是硫元素,次外层电子数为8,4号元素是铍,其次外层为2。

答案 AD

3 曾经合成的最重的元素是112号元素,它是用 $^{70}_{30}\text{Zn}$ 高能原子轰击 $^{208}_{82}\text{Pb}$ 的靶子,使铕核与铅核融合而得,每生成1个112号元素的原子时同时向外释放出1个中子。下列说法错误的是 ()

- A. 112号元素是金属元素
- B. 112号元素位于第7周期第ⅣA族
- C. 科学家合成的112号元素的原子中子数为166
- D. 112号元素为放射性元素,第12列,故为第ⅡB族,是过渡元素

思路解析 由 $^{70}_{30}\text{Zn} + ^{208}_{82}\text{Pb} \rightarrow ^{277}_{112}\text{X} + ^1_0\text{n}$ (中子)可得该元素原子的中子数为 $277 - 112 = 165$ 。对元素在周期表中位置,可利用递减法 $112 - 2 - 8 - 8 - 18 - 18 - 32 = 26$,即位于第七周期第12列,故为第ⅡB族,是过渡元素。

答案 BC

4 在短周期元素中,属于非金属元素的有 ()

- A. 9种
- B. 10种
- C. 12种
- D. 13种

思路解析 稀有气体归属为非金属元素,因此,短周期内共有非金属元素13种。

答案 D

5 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

思路解析 元素周期律的发现主要是门捷列夫做的工作,提出原子学说的是卢瑟福,提出分子学说的是阿伏加德罗,发现氧气的是舍勒和普利斯特里。

答案 B

6 核电荷数为11~17的元素,随核电荷数的递增而逐渐变小的是 ()

- A. 电子层数
- B. 最外层电子数
- C. 原子半径
- D. 元素最高化合价

思路解析 核电荷数为11~17的元素,电子层数相同,随核电荷数的递增,最外层电子数由1逐渐增加到7,元素最高化合价由+1逐渐增加到+7,而原子半径逐渐减小。

答案 C

7 下列各组元素,原子半径依次增大的是 ()

- A. O、N、C B. I、Br、Cl
C. O、S、Na D. Al、Si、P

思路解析 O、N、C 三元素在同一周期,核电荷数在逐渐变小,原子半径逐渐增大,A项正确;I、Br、Cl 在同一主族,核电荷数在逐渐变小,原子半径逐渐减小,B项错误;O、S 在同一主族,原子半径逐渐增大,S、Na 在同一周期,核电荷数在逐渐变小,原子半径逐渐增大,C项正确;Al、Si、P 在同一周期,核电荷数在逐渐增大,原子半径逐渐减小,D项错误。

答案 AC

- 8 根据元素的单质和化合物性质判断元素非金属性强弱的依据是 ()

- A. 元素最高价氧化物对应的水化物的碱性强弱
B. 元素最高价氧化物对应的水化物的酸性强弱
C. 元素的单质跟酸反应置换出氢的难易
D. 元素的单质跟氢气生成气态氢化物的难易

思路解析 金属性强弱的判断——(1)元素最高价氧化物对应水化物的碱性强弱,碱性越强,金属性越强;(2)元素的单质跟酸(或水)反应置换出氢的难易,越易则金属性越强;(3)根据置换反应判断;(4)根据周期表中元素性质的递变规律判断。非金属性强弱的判断——(1)元素最高价氧化物对应水化物的酸性强弱,酸性越强,非金属性越强;(2)元素的单质跟氢气生成气态氢化物的难易,越易则非金属性越强;(3)氢化物的稳定性,越稳定,非金属性越强;(4)根据置换反应判断;(5)根据周期表中元素性质的递变规律判断。

答案 BD

- 9 下列各组元素中,按最高正化合价递增顺序排列的是 ()

- A. C、N、O、F B. K、Mg、C、S
C. F、Cl、Br、I D. Li、Na、K、Rb

思路解析 O、F 无正化合价,则 A、C 错误;K、Mg、C、S 的最高正化合价分别为 +1、+2、+4、+6,所以 B 正确;Li、Na、K、Rb 的最高正化合价都为 +1。

答案 B

- 10 (经典回放)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. 氯化铍分子中铍原子的最外层电子数是8
C. 氢氧化铍的碱性比氢氧化钙的弱
D. 单质铍跟冷水反应产生氢气

思路解析 因为同周期元素原子半径从左到右递减,所以 A 正确;BeCl₂ 中 Be 的最外层电子数为 2,B 错误;同主族元素从上到下金属性增强,最高价氧化物对应水化物碱性增强,C 正确;Mg 不与冷水反应,而 Be 的金属性比镁弱,与冷水反应更难,D 错误。

答案 AC

我综合 我发展

- 11 2006 四川高考理综 9 已知 1~18 号元素的离子 ${}_aW^{3+}$ 、 ${}_bX^+$ 、 ${}_cY^{2-}$ 、 ${}_dZ^-$ 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 $X < W$

思路解析 1~18 号元素的离子 ${}_aW^{3+}$ 一定是 Al^{3+} ,与 Al^{3+} 具有相同的电子层结构的 ${}_bX^+$ 、 ${}_cY^{2-}$ 、 ${}_dZ^-$ 分别为 Na^+ 、 O^{2-} 、 F^- 。判断出具体的元素后,4 个选项中比较的内容则很简单。

答案 B

- 12 已知下列元素的原子半径为:

原子	N	S	O	Si
半径/ $10^{-10}m$	0.75	1.02	0.74	1.17

根据以上数据,磷原子的半径可能是 ()

- A. $0.80 \times 10^{-10}m$
B. $1.10 \times 10^{-10}m$
C. $1.20 \times 10^{-10}m$
D. $0.70 \times 10^{-10}m$

思路解析 磷的原子序数在 S 和 Si 之间,故半径应在其间。

答案 B

- 13 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,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 3 种元素原子序数关系是 _____。

思路解析 具有相同电子层结构的离子随着核电荷数的递增,离子半径逐渐减小,则 X 元素的原子序数小于 Y 元素的原子序数,Z 和 Y 两元素的原子核外电子层数相同,说明两元素在同一周期,同一周期的元素的原子半径随着核电荷数的递增,原子半径逐渐减小,则 Y 元素的原子序数小于 Z 元素的原子序数。

答案 $X < Y < Z$

- 14 某种元素四价氧化物与同价氯化物的化学式式量之比为 2:7,则该元素的相对原子质量是 _____,该元素原子核内有 6 个中子,原子序数为 _____,元素名称为 _____。

思路解析 四价氧化物与同价氯化物的化学式可分别表示为 RO_2 、 RCl_4 ,设 R 的质量数为 x,则有 $(x + 16 \times 2) / (x + 35.5 \times 4) = 2/7$, $x = 12$,由于原子核内有 6 个

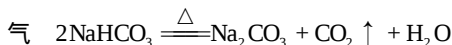
中子,则原子序数为 $12 - 6 = 6$,元素名称为碳。

答案 12 6 碳

- 15 元素 A 的氢化物分子中有 10 个电子, A 的最高正价氧化物与适量烧碱生成盐 B, 取 B 的固体加热产生一种新盐 C 和混合气体 D。则 A、B、C、D 的名称分别为 _____, _____, _____, _____; 加热 B 固体的化学方程式为 _____。

思路解析 根据题意, A 的氢化物分子中有 10 个电子, 可推出 A 为 C、N、O、F 元素中的一种。又知 A 的最高正价氧化物与适量烧碱生成盐 B, 则 A 只能为 C、N 元素。已知 B 的固体加热产生一种新盐 C 和混合气体 D, 则 B 为碳酸氢钠, C 为碳酸钠, D 为二氧化碳和水蒸气。

答案 碳元素 碳酸氢钠 碳酸钠 二氧化碳和水蒸气



- 16 有 A、B、C 3 种短周期元素。已知 A、B 为同一周期相邻元素, B、C 属同一主族元素, 这 3 种元素质子数之和为 41, 最外层电子数之和为 19, 推断 A、B、C 各为何种元素。

A. _____ B. _____ C. _____。

思路解析 设 B 的质子数为 x , 3 种元素在周期表中的位置只有以下 4 种情况:

(1) A 在 B 的左边, C 在 B 的下面。

(2) A 在 B 的右边, C 在 B 的下面。

(3) A 在 B 的左边, C 在 B 的上面。

(4) A 在 B 的右边, C 在 B 的上面。

因此可以列出相应的有关质子数的关系式:

$$(1) (x-1) + x + (x+8) = 41$$

$$(2) (x+1) + x + (x+8) = 41$$

$$(3) (x-1) + x + (x-8) = 41$$

$$(4) (x+1) + x + (x-8) = 41$$

其中(1)(2)(3)无整数解, 舍去。由(4)式解得 $x = 16$ 。

答案 氯元素 硫元素 氧元素

- 17 A、B 为短周期元素, 元素 A 的原子比元素 B 的原子多 1 个电子层, A、B 元素的单质都能与水激烈反应放出气体, 所生成的两种气体混合点燃后可发生爆炸, 则 A、B 分别可能是 _____。

思路解析 A、B 元素的单质都能与水剧烈反应放出气体, 所生成的两种气体混合点燃后可发生爆炸, 可推知这两种气体中 1 种是氢气, 1 种是氧气, 能与水剧烈反应产生氧气的是氟气, 在短周期中能与水剧烈反应放出氢气的是钠。

答案 Na 和 F

- 18 已知 X^{n+} , $Y^{(n+1)+}$, Z^{n-} , $R^{(n-1)-}$ 4 种微粒具有相同的电子层结构, 则 X、Y、Z、R 元素的原子半径由大到小的顺序是 _____。

思路解析 由于 X^{n+} , $Y^{(n+1)+}$, Z^{n-} , $R^{(n-1)-}$ 4 种微粒具有相同的电子层结构, 说明 X、Y 在同一周期, Z、R 在同一周期, 并且 X、Y 在 Z、R 的下一周期, Y 的原子序数大于 X 的原子序数, 则 Y 的原子半径小于 X 的原子半径; R 的原子序数大于 Z 的原子序数, 则 Z 的原子半径大于 R 的原子半径。

答案 $X > Y > Z > R$

- 19 有 A、B、C、D 4 种元素, 原子序数都小于 20, A 的最高正价与其负价的绝对值之差为 6; A、D 次外层都是 8 个电子, A 与 D 的化合物 DA 在水溶液中能电离出具有相同电子层结构的阴阳离子; B 有 2 个电子层, 其最高价与最低价的代数和为零, C^{2-} 与 Ar 原子具有相同的电子层结构, 试写出上述各元素的元素符号: A. _____ B. _____ C. _____ D. _____。

思路解析 A 的最高正价与其负价的绝对值之差为 6, A 为 Cl; A 与 D 的化合物 DA 在水溶液中能电离出具有相同电子层结构的阴阳离子, 则 D 为 K; B 有 2 个电子层, 其最高价与最低价的代数和为零, B 为 C; C^{2-} 与 Ar 原子具有相同的电子层结构, C 的原子序数为 16, 则 C 为 S。

答案 Cl C S K

- 20 9.6 g 元素 A 与 4.2 g 元素 B 含有相同的原子数, A 和 B 原子核中质子数与中子数相等, 已知 A 元素在其最高价氧化物中的含量是 40%, 在其氢化物中含量为 94.1%。试计算 A、B 两元素的相对原子质量, 并推算出它们在周期表中的位置。

思路解析 (1) 推出 A 的氢化物分子式为 H_xA , 最高价氧化物分子式应该是 A_2O_{8-x} , 通过题给的条件求出 A 的相对原子质量。(2) 再利用题目中 A、B 质量关系和原子个数关系求出 B 的相对原子质量, 根据两种元素原子的质子数确定在周期表中的位置。

设该氢化物为 H_xA , 该最高价氧化物分子式应该是 A_2O_{8-x} 。

$$\begin{cases} \frac{A_r(A)}{x + A_r(A)} \times 100\% = 94.1\% \\ \frac{A_r(A)}{A_r(A) + 16 \times \frac{8-x}{2}} \times 100\% = 40\% \end{cases}$$

$$x = 2, A_r(A) = 32$$

由于 9.6 g 元素 A 与 4.2 g 元素 B 含有相同的原子数, 设 B 的相对原子质量为 y , 由 $\frac{9.6}{32} = \frac{4.2}{y}$

$$\text{解得 } y = 14.$$

所以 A 的相对原子质量是 32, 其中子数与质子数相等, 因此质子数为 16 的是硫元素, 在第 3 周期 VIA 族; B 的相对原子质量是 14, 其中子数与质子数相等, 因此质子数为 7 的是氮元素, 在第 2 周期 VA 族。答案 32 第三周期 VIA 族 14 第二周期 VA 族