



新课标

全解与精练系列

新课标·全解与精练系列

高中化学 教材全解与精练

高三

陈志刚 主编



GAOZHONG HUAXUE
JIAOCAI QUANJIE YU JINGLIAN

HUAXUE



上海交通大学出版社
SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY PRESS

新课标·全解与精练系列

高中化学 教材全解与精练

高三

陈志刚 主编

上海交通大学出版社

内 容 提 要

本书根据新课标理念,贯彻新课改精神,按照最新上海二期教材编写。全书分为“教材全解”和“课后精练”两大部分。“教材全解”细致、全面、透彻解读教材,分析重点、难点、疑点,精讲典型例题,突出方法,总结规律,帮助学生提高预习、复习效果。“课后精练”题量适当、题型丰富,帮助学生巩固基础,提高能力,突破思路,应对测试。

图书在版编目(CIP)数据

高中化学教材全解与精练. 高三/陈志刚主编. —
上海:上海交通大学出版社, 2010
(新课标·全解与精练系列)
ISBN 978-7-313-06316-8

I. ①高… II. ①陈… III. ①化学课-高中-教学参
考资料 IV. ①G634.83

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 036492 号

高中化学教材全解与精练

高三

陈志刚 主编

上海交通大学出版社出版发行

(上海市番禺路 951 号 邮政编码 200030)

电话: 64071208 出版人: 韩建民

常熟市文化印刷有限公司印刷 全国新华书店经销

开本: 787mm×1092mm 1/16 印张: 21 字数: 687 千字

2010 年 3 月第 1 版 2010 年 3 月第 1 次印刷

印数: 1~3030

ISBN 978-7-313-06316-8/G 定价: 38.00 元

版权所有 侵权必究

前言

“一切为了学生的发展”是二期课改的核心和目标。为了更好地实现这一目标,使每位学生轻松地学好化学,由中学第一线资深特级教师和高级教师组成的编写组,根据二期课改的新教材和上海市中学化学课程标准,编写了本辅导教材。

本辅导教材具有如下鲜明特色。

新 首先是教材新。本书以二期课改的精神为依据,以二期课改新教材和上海市中学化学课程标准为蓝本编写。其次是理念新。紧扣教材,从认知规律出发,逐一探究,步步深入,迁移延伸,将探究性学习贯串始终。其三是题材新。书中所选题目都是根据课程标准,精心设计和挑选的当今热点题材,让读者耳目一新。

细 首先是对教材讲解细致入微。对学习过程中可能产生的疑问都进行了深入的剖析。其次是重点难点详细透析,既有解题过程和思路点拨,又有误区提示。其三是解题方法细,简明扼要,指点迷津,变通训练,探求规律。培养求异思维和创新思维的能力。

精 首先是教材讲解精。围绕重点,突破难点,引发探究,启迪思维。根据课程标准,巧设问题,精讲精练,使学生能举一反三,触类旁通。其次是练习配置精,注重典型性,避免随意性,注重知识与解决问题的结合,实现由知识向能力突破。

全 首先是知识分布全面,真正体现“一册在手,要学全有”的编写指导思想。其次是信息量大,涵盖了中学化学全部教学内容与过程,题材丰富,训练精要。再次是适用对象广,本书内容由浅入深,由易到难,探究要求由低到高向纵深发展,适合于各层次的学生。

在本书的编写过程中,得到了上海市优秀教研组——崇明中学化学组的鼎力支持,在此一并表示感谢。

尽管编写时尽心尽力,花了很多心血,但疏漏之处在所难免,恳请读者批评指正。

目 录

教材全解

第一单元 原子结构与元素周期律	3
本单元综合解说	3
第一节 原子结构	4
第二节 元素周期律	12
单元末综合解说	19
第二单元 化学键和晶体结构	24
本单元综合解说	24
第一节 化学键和分子间作用力	25
第二节 晶体	35
单元末综合解说	42
第三单元 化学中的平衡	45
本单元综合解说	45
第一节 溶解平衡	46
第二节 化学反应中的平衡	51
第三节 电离平衡	66
第四节 水的电离和盐类水解	73
单元末综合解说	79
第四单元 离子互换反应和氧化还原反应	83
本单元综合解说	83
第一节 离子互换反应	84
第二节 氧化还原反应	91
单元末综合解说	103
第五单元 非金属元素	108
本单元综合解说	108
第一节 非金属单质	109
第二节 一些非金属化合物	118
第三节 化工生产	131
单元末综合解说	138
第六单元 金属元素	143
本单元综合解说	143

目 录

第一节 金属及其冶炼	144
第二节 一些金属化合物	153
单元末综合解说	164
第七单元 烃	170
本单元综合解说	170
第一节 烃的分类和同系物	171
第二节 烃的命名和同分异构现象	176
第三节 一些重要的烃类和石油化工	187
单元末综合解说	199
第八单元 烃的衍生物	205
本单元综合解说	205
第一节 卤代烃	205
第二节 醇和酚	213
第三节 醛	226
第四节 羧酸和酯	236
单元末综合解说	249
第九单元 化学实验探究	256
本单元综合解说	256
第一节 常见气体的制备和净化	257
第二节 物质的提纯与分离	267
第三节 物质的检验	274
第四节 定量实验	284
第五节 化学实验方法的探究	291
单元末综合解说	295

课 后 精 练

化学综合能力测试卷(1)	301
化学综合能力测试卷(2)	307
化学综合能力测试卷(3)	313
化学综合能力测试卷(4)	319
参考答案	325

教材全解

JIAO CAI QUAN JIE

紧扣课标，教材同步；
步步推进，逐次深入；
讲解精细，面面俱到；
围绕重点，突破难点；
典型例题，方法剖析；
易错题析，举一反三；
规律总结，对接高考。

第一单元 原子结构与元素周期律

本单元综合解说

教材地位

本单元是在高一、高二的基础课程中,已经学习了原子结构及元素周期律的初步知识的基础上,让学生在更高的层次上认识原子核外电子排布规律及元素性质发生周期性变化的原因。

为什么把“原子的结构”内容放在高三化学的第一部分?我们知道,我们生活在物质世界中,千千万万种物质却仅是由一百多种元素的原子通过不同的方式结合起来的,原子是构成物质的最基本粒子,认识和改造物质世界就得首先从认识原子开始。

本单元中应该学什么?基础课程中侧重于探究“是什么”,而本单元侧重于探究“为什么”,因而从能力要求的角度看,提高了学习的层次。本单元着重通过对原子核外电子排布的规律、元素周期律等两大问题的探究,培养学生的信息加工能力和逻辑思维能力。探究过程中学生对被探究问题的不同的理解,往往可以引发直觉、灵感、顿悟的产生,这是创新的基础。同时,探究过程中学生的质疑、讨论、抽象和概括等活动,使学生的发展不仅仅停留在智能方面,更使之在方法、情意等领域获得多方面的发展。

本单元的知识是以后学好物质的结构、元素及其化合物、有机化合物等内容不可缺少的基础。

内容体系

本单元教材分两大部分:一是原子结构,二是元素周期律。在原子结构中,不仅对以前学习过的主要内容(如组成原子的微粒、同位素、相对原子质量等)进行了系统的重温,而且在以前学习的原子核外电子排布(结构示意图、电子式等)的知识基础上又有了新的延伸,如描述原子核外电子的运动状态的四个方面和原子核外电子的排布规律,完善了核外电子排布表示方法(电子排布式和轨道表示式)。在元素周期律中,从原子核外电子排布的周期性,进一步探究元素及其化合物性质递变的周期性,使学生对结构决定性有了新的认识。

重点难点

本单元学习重点:

1. 原子核外电子的运动状态。
2. 1~18号元素原子的核外电子排布。
3. 原子结构的周期性变化。
4. 元素及其化合物性质的周期性变化。

本单元学习难点:

1. 原子核外电子的运动状态。
2. 结构、性质、元素在周期表中的位置之间的关系。

学法指导

1. 感悟科学的学习方法

自然科学方法论认为科学研究的方法不外乎两种:一是理想主义的科学研究法,二是逻辑经验主义的科

学研究法。科学的研究方法同样可以运用到学习方法上,如原子核外电子的排布规律及元素的周期律,可以在学习中通过发现问题,提出假设,查找资料,获得结论的方法。

2. 与日常生活中实例相联系

原子核外电子的运动状态的内容十分抽象,较难理解,不妨对比日常生活中的具体实例,去体会原子核外电子运动状态的四个方面。

第一节 原子结构

学习目标要求

1. 进一步理解原子的构成、同位素的概念、元素的相对原子质量。
2. 了解电子云。
3. 掌握 1~18 号元素原子的电子层排布,理解电子排布式,了解轨道表示式。

重点难点

本节学习重点:

1. 原子核外电子运动状态。
2. 1~18 号元素核外电子排布。

本节学习难点:

原子核外电子运动状态。

教材内容详解

I. 相关知识回顾

1. 同位素

1913 年,英国科学家索第提出了同位素的概念。

概念:具有相同核电荷数(即质子数)、不同中子数的同一元素的不同原子的互称。

特点:① 同种元素的各种同位素原子化学性质完全相同,但它们的相对原子质量不同。

② 天然存在的各种同位素原子所占的原子个数百分数保持不变。

2. 原子的构成

在原子中,质子和中子的质量几乎相同,相对质量为 1,电子的质量仅为质子质量的 $1/1836$,所以原子的质量几乎全部集中在原子核上。

3. 相对原子质量

① 同位素的相对原子质量:

以 C-12 原子质量的 $1/12$ 作为标准,同位素原子的实际质量与其相比较所得的数值,称为该同位素原子的相对原子质量。

② 元素的平均相对原子质量(即元素的相对原子质量):

是指该元素所含的各天然同位素原子的相对原子质量按原子个数百分数(丰度)计算的平均值。

4. 表示核外电子排布的方法

用结构示意图和电子式表示不同微粒的比较:

微粒	结构示意图	电子式	微粒	结构示意图	电子式	微粒	结构示意图	电子式
O		$\cdot \ddot{\text{O}} \cdot$	Mg^{2+}		Mg^{2+}	Cl^-		$[\text{:}\ddot{\text{Cl}}\text{:}]^-$

II. 新知识点讲解

1. 原子的构成 同位素

思考：原子是由哪些微粒构成的？

以前我们已经学习过，原子是由原子核和核外电子构成的，而原子核是由质子和中子构成的。

思考：一个原子有多大？构成原子的微粒又有多大？

原子很小，其直径约为 10^{-10} m (即 0.1 nm)，用肉眼或一般的仪器无法看见它。用最先进的扫描隧道显微镜才能观察到原子的图像。

构成原子的原子核比原子要小得多，其体积只占原子体积的几千亿分之一，而它的质量几乎等于整个原子的质量。

想一想：原子核的密度约为 1.2×10^{14} g/cm³，假设有 1 m^3 原子核，其质量为多少？

$1 \text{ m}^3 \times 10^6 \text{ cm}^3 / \text{m}^3 \times 1.2 \times 10^{14} \text{ g/cm}^3 = 1.2 \times 10^{20} \text{ g} = 1.2 \times 10^{14} \text{ t}$ 。

电子也是一种很小的微粒，电子的质量也很小，只有质子质量的 $1/1836$ 。

现将构成原子的微粒及其相关性质比较如下：

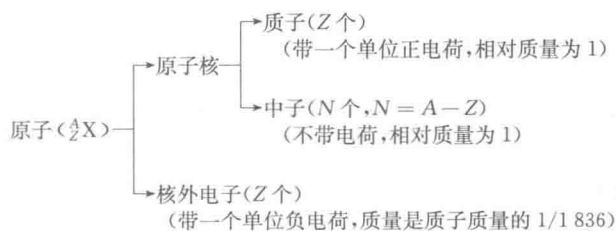
构成原子的微粒	电 子	原 子 核	
		质 子	中 子
电量和电性	带一个单位负电荷	带一个单位正电荷	不带电荷
质量/kg	9.1095×10^{-31}	1.6726×10^{-27}	1.6748×10^{-27}
相对于C-12原子 1/12 的质量	1/1836	1.0072	1.0086

为什么原子作为一个整体不显电性？

原子是由原子核和核外电子构成，原子核是由带正电荷的质子和不带电荷的中子构成，显然，原子核所带的正电荷数与质子所带的正电荷数相等。

原子中质子数与电子数相等，而一个质子与一个电子所带电荷的电量相等，电性相反。所以，整个原子作为一个整体不显电性。

现将原子的组成小结如下：



原子中的守恒关系：

电性守恒：质子数 = 核外电子数 = 核电荷数 = 原子序数

质量守恒：原子序数 = 质子数 + 中子数

思考：质量数与相对原子质量有何区别？

质量数是将原子核内的质子数与中子数相加而得到的数值，是一个整数；相对原子质量是将原子的质量与C-12原子质量的 $1/12$ 相比较而得到的数值，不一定是整数。

例如 ${}^{35}_{17}\text{Cl}$ 原子的质量数为 35，相对原子质量为 34.969。

思考：是否同种元素原子的质量数相同？

不一定。大多数元素存在多种原子，这些原子的质子数相同，质量数(中子数)不同，它们之间互称为同

位素。

如氢元素有 ${}^1_1\text{H}$ (氕)、 ${}^2_1\text{H}$ (氘)、 ${}^3_1\text{H}$ (氚)三种同位素,其中 ${}^2_1\text{H}$ 、 ${}^3_1\text{H}$ 是制造氢弹的材料。

到目前为止,没有发现同位素的元素只有铍、氟、钠、铝、磷等五种元素。

如何计算元素的相对原子质量?

同位素的相对原子质量是以C—12原子质量的1/12作为标准,同位素原子的实际质量与其相比较所得的数值。

元素的相对原子质量是指该元素所含的各种同位素原子的相对原子质量按原子个数百分数(丰度)计算出来的平均值。

$$\bar{M} = M(A) \times A\% + M(B) \times B\% + M(C) \times C\% + \dots$$

(式中: \bar{M} 表示元素的相对原子质量, $M(A)$ 、 $M(B)$ 、 $M(C)$ 等表示各天然同位素原子的相对原子质量, $A\%$ 、 $B\%$ 、 $C\%$ 等表示原子个数百分数)

元素的近似相对原子质量是指该元素所含同位素原子的质量数按其原子个数百分数计算的平均值。

$$\bar{M} = M(A) \times A\% + M(B) \times B\% + M(C) \times C\% + \dots$$

(式中: \bar{M} 表示元素的近似相对原子质量, $M(A)$ 、 $M(B)$ 、 $M(C)$ 等表示各天然同位素的质量数, $A\%$ 、 $B\%$ 、 $C\%$ 等表示原子个数百分数)

以氯元素为例,现将它们的比较列于下表:

比较项	名称	${}^{35}_{17}\text{Cl}$	${}^{37}_{17}\text{Cl}$
原子的相对质量		34.969	36.966
原子核的质量数		35	37
天然状态下的原子个数百分数/%		75.77	24.23
元素的相对原子质量		$34.969 \times 75.77\% + 36.966 \times 24.23\% = 35.453$	
元素的近似相对原子质量		$35 \times 75.77\% + 37 \times 24.23\% = 35.5$	

思考题:

◆电子数相同的微粒,它们之间的关系()。

- A. 一定是不同种原子
B. 一定是不同种分子
C. 一定是不同种离子
D. 上述结论均不正确

解析:微粒可能是原子,可能是分子,也可能是离子。如下列微粒: Na^+ 、 Al^{3+} 、 HF 、 H_2O 、 Ne 、 F^- 、 NH_4^+ 等,它们的电子数都相同,故本题的正确答案选D。

◆设某元素其原子核内的质子数为 m ,中子数为 n ,则下列论断正确的是()。

- A. 不能由此确定该元素的相对原子质量
B. 这种元素的相对原子质量为 $m+n$
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

解析:元素存在同位素,对大多数元素而言,核内中子数是不固定的,故题干中所述的是某元素的一种同位素,则A选项是正确的,B选项是错误的;比较原子质量所用的是 ${}^{12}\text{C}$ 原子而不是所有的碳原子,故选项C是错误的;原子核内质子数与中子数比较,大多数原子的中子数比质子数多,但 ${}^1\text{H}$ 原子中不存在中子。

本题的正确答案选A。

2. 原子核外电子运动状态

思考:宏观物体运动的特征与微观粒子运动的特征有何区别?

宏观物体运动的特征:

可以测定或根据一定的数据计算出它们在某一时刻所在的位置,可以描绘出它们的运动轨迹。

微观粒子运动的特征:

运动区域小,且作高速运动,因而不能同时准确测定出它在某一时刻的运动速度和所在的位置,没有确定的运动轨迹。

如何描述电子的运动规律?

科学上,通常以每一个电子在原子核外空间某处出现机会的多少(即电子云)来描述。

那么,最简单的氢原子的电子云是如何的?

氢原子核外的电子在氢原子核外一定的区域内运动,离核越近,电子出现的机会越大,离核越远,电子出现的机会越少。氢原子的电子云是呈球形对称的。

电子云实际上是一种用统计的方法对原子核外电子出现的机会多少的形象化表示方式。

多电子的原子中,电子是怎样运动的?

(1) 电子层

原子中含有多个电子,它们的能量是不同的。能量越高的电子运动的区域越大,能量越低,运动的区域越小。根据电子运动的空间范围不同,常把它们分成不同的电子层。

用 n 表示电子层序数, $n=1,2,3,4,5,6,\dots$ 分别表示 K, L, M, N, O, P, \dots 等不同的电子层,其电子的能量依次增大,运动的区域离核越远。

想一想: 第 n 层与第 N 层相同吗?

(2) 电子亚层

在同一电子层上的多个电子,其能量也可能稍有差别,我们把这些能量不同的电子再分成不同的电子亚层,按 s、p、d、f \dots 顺序能量增大。不同亚层的电子云形状是不同的,s 亚层电子云呈球形,p 亚层电子云呈纺锤形。

各电子层的亚层数是不同的。第一电子层上只有 s 亚层,第二电子层上有 s、p 两个亚层,第三电子层上有 s、p、d 三个亚层 \dots 。由此可见,亚层数与电子层序数相等。

显然,电子的能量高低由该电子所处的电子层和电子亚层共同决定。如 $E_{4f} > E_{4d} > E_{4p} > E_{4s}, E_{4p} > E_{3p} > E_{2p}$ 等。

(3) 电子云的伸展方向

不同的电子云的空间运动状态有何关系?

s 电子云是球形对称的,在空间只有一种伸展情况,即在空间各个方向上伸展的程度相同。

p 电子云是纺锤形的,它有三个伸展方向,这三个伸展方向之间相互垂直。

d、f 电子云比较复杂,但 d 电子云有五个伸展方向,f 电子云有七个伸展方向。

我们把在一定电子层上具有一定形状和伸展方向的电子云所占据的空间称为轨道。即同一轨道必须是电子层、电子亚层和电子云的伸展方向都相同,如果在电子层、电子亚层和电子云的伸展方向三个方面有一个不同,就是不同的轨道。如 $1s$ 和 $2s$ 是不同的轨道, $2p_x$ 与 $2p_y$ 也是不同的轨道。

(4) 电子的自旋

电子在原子核外空间不停运动的同时,还作自旋运动。电子的自旋状态有两种不同的方向,分别用向上箭头“ \uparrow ”和向下箭头“ \downarrow ”表示。

电子的运动状态必须要从电子层、电子亚层、电子云的伸展方向和电子的自旋四个方面描述。

3. 核外电子排布式 轨道表示式

核外电子排布的表示方式有多种,如我们前面已经学习了原子结构示意图和电子式,此外还常用核外电子排布式和轨道表示式。

电子排布式:在某一特定的亚层符号的右上角标上电子的数目的式子。如 Li 的电子排布式为 $1s^2 2s^1$,C 的电子排布式为 $1s^2 2s^2 2p^2$ 。

对于电子数很多的原子,有时还用最外层电子排布式或特征电子构型表示。

如 K 的最外层电子排布式为: $4s^1$, Br 的最外层电子排布式为: $4s^2 4p^5$ 。

如 Fe 原子的特征电子构型为: $3d^6 4s^2$ 。

简单的离子(单原子形成的离子)也可以用电子排布式表示。

轨道表示式:用“□”方框代表一个轨道,用“↑”或“↓”分别表示两种自旋方向不同的电子,来表示原子核外电子排布的式子。如 He 的轨道表示式为:



核外电子排布遵循哪些规律?

(1) 泡利不相容原理

泡利不相容原理认为,在同一原子中,不可能存在两个运动状态完全相同(即电子层、电子亚层、电子云的伸展方向和电子的自旋四个方面完全相同)的电子。根据这一原理,如果电子填充在同一轨道(即电子层、电子亚层、电子云的伸展方向三个方面完全相同)时,电子的自旋必然不同,那么,每一轨道中最多只能填充两个电子。如 Li 的电子排布式为 $1s^2 2s^1$,不能写作 $1s^3$ 。

(2) 能量最低原理

能量最低原理认为,多个电子填充时,必须先填充在能量较低的轨道上,当能量较低的轨道填满后,电子再依次进入能量较高的轨道,这样使原子处在最稳定的状态。如 B 原子共有 5 个电子,电子依次进入 $1s$ 、 $2s$ 、 $2p$,电子排布式为 $1s^2 2s^2 2p^1$ 。

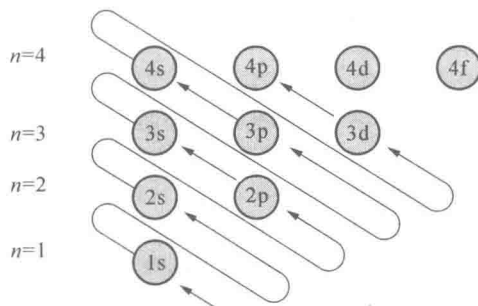
电子的能量由电子层和电子亚层所决定。

在各 s 亚层中,电子层序数越大,电子的能量越高,如 $E_{6s} > E_{5s} > E_{4s} > E_{3s} > E_{2s} > E_{1s}$ 。其他各亚层也有相似的关系。

在同一电子层中,电子能量按 s、p、d、f 顺序递增。

需要指出的是,电子层序数越大,电子的能量不一定越高。当原子核外电子较多时,还存在着能级交错现象。如第三电子层上电子的能量一定高于第二电子层上电子的能量,但第四电子层上电子的能量就不一定高于第三电子层上电子的能量,如 $E_{4s} < E_{3d}$ 。

能级交错可以根据下图判断:



能级交错也可以根据经验公式 $(n+0.8l)$ 判断:

经验公式中, n 表示电子层序数, l 表示亚层的值,其中 s 亚层的 l 值为 1, p 亚层的 l 值为 2……,依此类推。

(3) 洪特规则

洪特规则认为,在同一亚层中的各个轨道中,电子尽可能分占不同的轨道,而且自旋方向相同。

如根据洪特规则,碳(C)原子的电子排布(用轨道表示式)为:



练习:试写出 N、O、Si、Na、Cl、Ar 的电子排布式。

思考题:

◆下列表示式是否正确?为什么?



规律方法总结

1. 核外电子的运动状态

确定核外电子的运动状态应从电子层、电子亚层、电子云伸展方向和电子的自旋(简记为层、形、伸、旋)四个方面描述。

确定核外电子所处的轨道应从电子层、电子亚层和电子云伸展方向三个方面描述。

确定核外电子的能量应从电子层和电子亚层两个方面描述。

电子层、电子亚层、轨道数及所填充的电子数之间的关系如下:

电子层数(n)	1		2			3			4			
电子层符号	K		L			M			N			
亚层数(n)	1		2			3			4			
亚层符号	s	s	p	s	p	d	s	p	d	f		
伸展方向数目	1	1	3	1	3	5	1	3	5	7		
每层轨道数(n^2)	1		4			9			16			
每个亚层最多填充的电子数	2	2	6	2	6	10	2	6	10	14		
每层中最多填充的电子数($2n^2$)	2		8			18			32			

2. 原子核外电子排布

原子核外电子排布的三个规律:

① 泡利不相容原理: 每个轨道最多填 2 个电子, 自旋方向不同。如 ${}_4\text{Be}$ 原子的电子排布式为: $1s^2 2s^2$ 。

② 能量最低原理: 电子先填满能量低的轨道, 后填入能量高的轨道。如 ${}_{26}\text{Fe}$ 原子的电子排布式为: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^6 4s^2$ 。

③ 洪特规则: 同一亚层时, 电子分占不同轨道, 且自旋方向相同。如 ${}_7\text{N}$ 原子的轨道表示式为:



核外电子排布的表示方法:

- ① 结构示意图。
- ② 电子式。
- ③ 电子排布式(最外层电子排布式)。
- ④ 轨道表示式。

练习: 以 O 、 O^{2-} 和 Mg 、 Mg^{2+} 为例, 用上述四种方法表示之。

综合例题讲解

例 1 被称为未来钢铁的钛元素(Ti)有多种同位素, 如 ${}_{22}^{46}\text{Ti}$ 、 ${}_{22}^{47}\text{Ti}$ 、 ${}_{22}^{48}\text{Ti}$ 、 ${}_{22}^{49}\text{Ti}$ 、 ${}_{22}^{50}\text{Ti}$ 。这些同位素原子中的中子数不可能为()。

A. 30

B. 28

C. 26

D. 24

解析: 我们知道, 同位素原子的质子数是相同的, 中子数=质量数-质子数。这些同位素原子中, 中子数最少的为 24, 最多的为 28, 中子数在 24~28 这个范围之外是不可能的。

答案: A。

例 2 有 ${}_aX^{n-}$ 和 ${}_bY^{m+}$ 两种简单离子(X, Y 是短周期元素), 且 X^{n-} 比 Y^{m+} 多一个电子层, 则下列关系正确的是()。

A. $a-b+m+n=10$ B. $a+n=b-m$ C. $a-b+m+n=8$ D. $a-n=b+m$

解析: X^{n-} 的电子数为 $a+n$, Y^{m+} 的电子数为 $b-m$, X^{n-} 与 Y^{m+} 的电子数之差为 $(a+n)-(b-m)=a-b+m+n$ 。由于它们都是短周期元素, 且相差一个电子层, 短周期元素离子的电子数又必然与某种稀有气体的电子数相等, 故这些离子的电子数可能为 18(Ar)、10(Ne)、2(He), 相差一层的离子的电子数之差为 8。

答案: C。

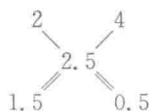
例 3 Si 原子的核外电子共占据_____个轨道。

解析: 我们知道, 每一个轨道里最多填充 2 个电子。Si 原子有 14 个电子, 如果每 2 个电子填入 1 个轨道, 至少也要 7 个轨道, 而 Si 原子有 2 个未成对电子, 必然要多占据 1 个轨道, 所以, Si 原子的核外电子共占据 8 个轨道。

需要指出的是, 我们做题时要善于分析, 而不是去硬做。如果把 Si 原子的电子排布式写一下, 再来回答这个问题, 就显得不太巧妙。

例 4 电解普通水(H_2O)和重水(D_2O)的混合物, 阴极生成 H_2 和 D_2 混合气体, 当两极生成的气体体积之和为 6.72 L(标准状况), 测得气体的质量为 3.7 g, 则氧气的体积为_____L(标准状况), 阴极产生的气体中 H_2 和 D_2 的物质的量之比为_____。

解析: 电解普通水(H_2O)和重水(D_2O)的混合物, 生成 H_2 和 D_2 混合气体与 O_2 的物质的量之比为 2:1。现两极共生成气体 0.3 mol [体积共 6.72 L(标准状况)], 则 O_2 的物质的量为 0.1 mol [体积为 2.24 L(标准状况)], 质量为 3.2 g, H_2 和 D_2 混合气体的物质的量共 0.2 mol, 质量为 0.5 g, 平均相对分子质量为 2.5。根据十字交叉法:



H_2 和 D_2 的物质的量之比=1.5:0.5=3:1

所以, 本题中氧气的体积为 2.24 L(标准状况), 阴极产生的气体中 H_2 和 D_2 的物质的量之比为 3:1。

新典题型集萃

例 1 原计划实现全球卫星通信需发射 77 颗人造地球通信卫星, 这与铱元素的原子核外电子数恰好相等, 因此被称为“铱星计划”。已知铱的一种同位素是 ^{191}Ir , 它的核内中子数是()。

A. 77

B. 114

C. 191

D. 268

解答提示: 原子核外电子数等于质子数, 中子数等于质量数与质子数之差。

答案: B。

例 2 以下各种表示式都能用来表示原子核外电子排布的情况, 其中最能反映出核外电子运动状态的是()。

A. 电子式

B. 结构示意图

C. 电子排布式

D. 轨道表示式

解答提示: 核外电子运动状态要从电子层、电子亚层、电子云的伸展方向和电子的自旋四个方面描述, 而只有轨道表示式能将这四个方面反映出来。

答案: D。

例 3 某元素原子的 3p 亚层上有 1 个未成对电子, 它的最高价氧化物对应的水化物电离产生的阴离子不可能是()。

A. RO_2^- B. RO_3^- C. RO_4^{2-} D. RO_4^-

解答提示: 原子的 3p 亚层上有 1 个未成对电子的元素,它可能位于第 III 族或 VII A 族,因此,它在含氧酸根离子中显示的化合价可以是 +3 或 +7 价。

答案: B 和 C。

例 4 X、Y、Z 为短周期元素,这些元素原子的最外层电子数分别为 1、4、6,则这三种元素组成的化合物的化学式不可能的是()。

- A. XYZ B. X_2YZ C. X_2YZ_2 D. X_2YZ_3

解答提示: X 元素位于第 I A 族,化合价为一价,是奇数价。Y 和 Z 分别位于第 IV A 族和第 VI A 族,化合价一般为偶数价,而化合物的化合价代数和为零,故化学式中 X 的原子个数应为偶数。

答案: A。

提示: 选项 B、C、D 分别表示 HCHO、HCOOH 和 H_2CO_3 。

例 5 原子具有下列电子排布式的元素,其化合价最高的是()。

- A. $1s^2 2s^2 2p^2$ B. $1s^2 2s^1$ C. $1s^2 2s^2 2p^5$ D. $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^1$

解答提示: 一般来说,短周期元素原子的最外层电子数越多,元素所显示的化合价越高。但需要注意的是,氟元素不显正价,氧元素的最高正价数也与最外层电子数不等。

答案: A。

例 6 具有 2 核 10 个电子的阴离子的电子式是 _____,具有 4 核 10 个电子的阳离子的电子式是 _____,具有 5 核 10 个电子的阳离子的电子式是 _____,具有 4 核 10 个电子的化合物的分子式是 _____,具有 8 核 18 个电子的化合物的分子式是 _____,具有 3 核 18 个电子的化合物在水中的电离方程式是 _____。

解答提示: 常见的含有 10 个电子的分子有 Ne、HF、 H_2O 、 NH_3 和 CH_4 ,含有 10 个电子的阳离子有 Na^+ 、 Mg^{2+} 、 Al^{3+} 、 NH_4^+ 和 H_3O^+ ,含有 10 个电子的阴离子有 F^- 、 OH^- 、 O^{2-} 和 N^{3-} ;含有 18 个电子的分子有 Ar、HCl、 H_2S 、 PH_3 、 SiH_4 、 F_2 、 H_2O_2 、 N_2H_4 、 C_2H_6 、 NH_2F 、 NH_2OH 、 CH_3NH_2 、 CH_3OH 和 CH_3F ,含有 18 个电子的阳离子有 K^+ 和 Ca^{2+} ,含有 18 个电子的阴离子有 Cl^- 、 S^{2-} 和 HS^- 。

答案: $[\overset{\cdot\cdot}{\underset{\cdot\cdot}{\text{O}}}\text{H}]^-$; $[\text{H}\overset{\cdot\cdot}{\underset{\cdot\cdot}{\text{N}}}\text{H}]^+$; $[\text{H}\overset{\cdot\cdot}{\underset{\cdot\cdot}{\text{O}}}\text{H}]^+$; NH_3 ; C_2H_6 ; $H_2S \rightleftharpoons H^+ + HS^-$ 、 $HS^- \rightleftharpoons H^+ + S^{2-}$ 。

评注: 有序思维是学习能力中不可缺少的科学思维品质,它的构建使思维更加严谨,更具有发散性。这种思维更加有利于解答开放性试题,开发学习的潜能。

教材习题解答

1. B。 2. D。 3. D。 4. C。 5. B。
6.

	电子层	亚层	轨道数	最多容纳电子数
2s	2	s	1	2
3d	3	d	5	10
4f	4	f	7	14

7. 4;第一层有 1 个亚层,2 个电子,第二层有 2 个亚层,8 个电子,第三层有 3 个亚层,18 个电子,第四层有 2 个亚层,7 个电子;35。

8. N^{3-} 、 O^{2-} 、 F^- 、Ne、 Na^+ 、 Mg^{2+} 、 Al^{3+} 等。

9. (1) ^{35}Cl 的相对原子质量 (2) 氯元素的相对原子质量 (3) ^{35}Cl 的质量数 (4) 氯元素的近似相对原子质量 (5) ^{37}Cl 的个数百分数。

10. 同位素 (1) 1:2:3 (2) 1:1:1 (3) 1:1:1 (4) 1/9:1/10:1/11。