

# 农林院校必修课程

## 考试辅导丛书

# 普通化学

孙 英 任丽萍 赵士铎 主编

● 紧扣教学大纲

● 梳理知识体系

● 解读重点难点

● 网罗名校真题

精讲单项考点

导复习路径

 科学技术文献出版社

《农林院校必修课考试辅导》丛书

# 普通化学

主 编 孙 英 任丽萍 赵士铎  
编 者 胡唐华 任丽萍 孙 英  
熊艳梅 赵士铎

科学技术文献出版社

Scientific and Technical Documents Publishing House

北 京

**图书在版编目(CIP)数据**

普通化学/孙英等主编. -北京:科学技术文献出版社,  
2003.10

(农林院校必修课考试辅导丛书)

ISBN 7-5023-4387-3

I. 普… II. 孙… III. 普通化学-高等学校-自学参考  
资料 IV. O6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 070901 号

**出 版 者** 科学技术文献出版社  
**地 址** 北京市复兴路 15 号(中央电视台西侧)/100038  
**图书编务部电话** (010)68514027, (010)68537104(传真)  
**图书发行部电话** (010)68514035(传真), (010)68514009  
**邮 购 部 电 话** (010)68515381, (010)68515544-2172  
**网 址** <http://www.stdph.com>  
E-mail: stdph@istic.ac.cn  
**策 划 编 辑** 袁其兴  
**责 任 编 辑** 孙江莉  
**责 任 校 对** 赵文珍  
**责 任 出 版** 王芳妮  
**发 行 者** 科学技术文献出版社发行 全国各地新华书店经销  
**印 刷 者** 北京国马印刷厂  
**版 ( 印 ) 次** 2003 年 10 月第 1 版第 1 次印刷  
**开 本** 850×1168 32 开  
**字 数** 182 千  
**印 张** 6.25  
**印 数** 1~6000 册  
**定 价** 9.00 元

© 版权所有 违法必究

购买本社图书,凡字迹不清、缺页、倒页、脱页者,本社发行部负责调换。

(京)新登字 130 号

## 内 容 简 介

本书根据教育部高等农林院校化学系列课程教学内容和课程体系改革项目组制定的《高等农、林、水院校化学课程基本要求》编写,涵盖了高等农、林、水院校《普通化学》课程的全部基本内容。书中各章均按教学大纲基本要求、知识要点、重点、难点、典型例题解析及单元自测题几部分编写,并附模拟考卷 2 份。

本书不仅可供硕士研究生入学考前复习,也可作为本科生学习的参考材料。

---

科学技术文献出版社是国家科学技术部系统唯一一家中央级综合性科技出版机构,我们所有的努力都是为了使您增长知识和才干。



河南农大0656250

## 前 言

《普通化学》是高等农、林、水院校本科生的重要基础课,是招收生物类、生产类专业硕士研究生时必考的课程。本书根据教育部高等农林院校化学系列课程教学内容和课程体系改革项目组制定的《高等农、林、水院校化学课程基本要求》编写,涵盖了高等农、林、水院校《普通化学》课程的全部基本内容,不仅可供硕士研究生入学考前复习,也可作为本科生学习的参考材料。考虑复习和考前准备两方面的需要,书中每一章均按教学大纲基本要求、知识要点、重点、难点、典型例题解析及单元自测题几部分编写,并附模拟考卷2份。

化学是一门实验性极强的科学。能把化学原理应用于五彩缤纷的化学反应才是学习化学科学的真正目的,如此,才算得上达到了化学课程的基本要求。由于编写目的和篇幅所限,从这个意义上讲,本书内容又是很不全面的,务请读者注意。

参加本书编写工作的有中国农业大学孙英(第四章、第六章)、任丽萍(第七章、第十章)、胡唐华(第三章、第五章)、熊艳梅(第一章、第九章)、赵士铎(第二章、第八章)等同志,由主编统稿成书。由于水平

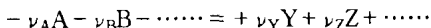
0656250

有限,难免会有疏漏之处,恳请读者指正。

书中经常用到几个重要的基本概念,现介绍如下:

## 1. 化学反应方程式 化学计量数

化学反应的通式,一般可写为

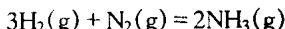


式中, $\nu$ 称为化学计量数。对于反应物, $\nu$ 取负值,对于生成物, $\nu$ 取正值。 $\nu$ 的SI单位为1。 $\nu$ 可为整数,也可为简分数。上式也可写为更简单的形式:

$$0 = \sum_B \nu_B B$$

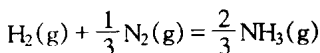
式中,B既代表反应物,又代表生成物。

例如由氢气和氮气合成氨气的反应式,若写为:



则: $\nu(\text{H}_2) = -3$ ,  $\nu(\text{N}_2) = -1$ ,  $\nu(\text{NH}_3) = +2$

若反应式写为:



则: $\nu(\text{H}_2) = -1$ ,  $\nu(\text{N}_2) = -\frac{1}{3}$ ,  $\nu(\text{NH}_3) = +\frac{2}{3}$

## 2. 反应进度

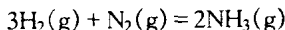
反应进度是用来表示化学反应进行程度的物理量。

对于化学反应  $0 = \sum_B \nu_B B$ , 反应进度  $\xi$  的定义式为:

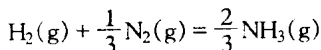
$$\Delta\xi = \nu_B^{-1} \cdot \Delta n_B$$

反应进度的SI单位为mol。

例如,对于反应:



若  $\Delta\xi = 1 \text{ mol}$ , 即反应进度为  $1 \text{ mol}$ , 则  $\Delta n(\text{H}_2) = -3 \text{ mol}$ ,  $\Delta n(\text{N}_2) = -1 \text{ mol}$ ,  $\Delta n(\text{NH}_3) = +2 \text{ mol}$ , 即  $3 \text{ mol H}_2(\text{g})$  与  $1 \text{ mol N}_2(\text{g})$  完全作用, 生成  $2 \text{ mol NH}_3(\text{g})$ 。对于反应



若  $\Delta\xi = 1 \text{ mol}$ , 即反应进度为  $1 \text{ mol}$ , 则  $\Delta n(\text{H}_2) = -1 \text{ mol}$ ,  $\Delta n(\text{N}_2) = -\frac{1}{3} \text{ mol}$ ,  $\Delta n(\text{NH}_3) = +\frac{2}{3} \text{ mol}$ , 即  $1 \text{ mol H}_2(\text{g})$  与  $\frac{1}{3} \text{ mol N}_2(\text{g})$  完全作用, 生成  $\frac{2}{3} \text{ mol NH}_3(\text{g})$ 。由此可见, 在使用反应进度概念时, 必须指明反应式。

### 3. 理想气体分压定律

气体的压力是由于气体分子碰撞器壁而产生的。将互不发生化学反应的几种理想气体 A, B, ... 混合, 则:

(1) 混合理想气体的总压力  $p$  等于各组分气体施于器壁压力  $p(\text{A})$ ,  $p(\text{B})$ , ... 之总和, 即:

$$p = p(\text{A}) + p(\text{B}) + \dots$$

(2) 某组分气体施于器壁之压力称为该组分气体之分压力, 或分压。某组分气体的分压等于在与混合气体相同的温度下, 该气体单独占有与混合气体相同体积容器时所具有的压力, 即:

$$p(\text{A})V = n(\text{A})RT$$

$$p(\text{B})V = n(\text{B})RT$$

.....

式中,  $n(\text{A})$ 、 $n(\text{B})$  分别为 A、B 气体物质的量;  $V$  为混合气体的体积。

令  $n = n(\text{A}) + n(\text{B}) + \dots$  即  $n$  为混合气体物质的量。因  $pV = nRT$ ,

$$\text{可得: } p(\text{A}) = p \times \frac{n(\text{A})}{n}$$

$$p(\text{B}) = p \times \frac{n(\text{B})}{n}$$

.....

即某组分气体的分压, 等于相同温度下总压力与该组分气体摩尔分数的乘积。

# 目 录

---

|     |                     |       |
|-----|---------------------|-------|
| 第一章 | 原子结构 .....          | (1)   |
| 第二章 | 化学键和分子结构 .....      | (14)  |
| 第三章 | 溶液和胶体 .....         | (27)  |
| 第四章 | 化学反应速率 .....        | (41)  |
| 第五章 | 化学热力学基础及化学平衡 .....  | (52)  |
| 第六章 | 酸碱反应及酸碱平衡 .....     | (77)  |
| 第七章 | 沉淀溶解反应及沉淀溶解平衡 ..... | (95)  |
| 第八章 | 配位化合物 .....         | (117) |
| 第九章 | 氧化还原反应 .....        | (134) |
| 第十章 | 重要的元素及其化合物 .....    | (157) |
| 附 录 | 模拟试卷 .....          | (180) |

## 第一章

# 原子结构

### 一、教学大纲基本要求

+++++

1. 了解微观粒子的运动特征。
2. 了解波函数  $\Psi$  及  $\Psi^2$  的意义。
3. 初步了解量子数的意义, 并掌握其取值规则。
4. 了解单电子、多电子原子内轨道的能级, 掌握用  $s$ 、 $p$ 、 $d$ ... 光谱学符号表示核外电子的排布。
5. 理解原子结构与元素周期系的关系。
6. 掌握影响元素性质的各结构因素(电子构型, 有效核电荷, 原子半径)变化的基本规律。
7. 掌握电离能, 电子亲和能, 电负性变化的基本规律及其与结构因素的关系。

## 二、知识要点

### (一) 微观粒子的运动特征

与宏观物体不同,微观粒子具有量子化特征,且微观粒子(电子、原子、中子等)既具波动性,又具粒子性,即具有波粒二象性。

原子发射光谱实验证明了微观粒子能量的量子化,电子衍射实验证明了微观粒子具有波动性。微观粒子波粒二象性的统计解释认为,微观粒子的波性是大量微观粒子运动的统计性规律的表现,粒子出现机会多的区域波强度大,而粒子出现几率小的区域波强度小。

微观粒子的运动遵循测不准原理,即:

$$\Delta x \cdot \Delta p \geq \frac{h}{4\pi}$$

$\Delta x$  表示粒子空间坐标的不确定量,  $\Delta p$  表示动量的不确定量。

测不准原理表明:具有波动性的微观粒子的空间坐标测得愈准确,动量就愈不准确;反之亦然。即:不能同时准确地测定微观粒子的空间坐标与动量。所以微观粒子在空间的运动状态不能像经典力学中处理宏观物体一样用确定的轨道来描述。为此,建立了一个全新的力学体系——量子力学,用以对电子等微观粒子运动状态的研究。量子力学中,用波函数  $\Psi$  来描述电子的运动状态,并用  $\Psi^2$  代表电子在核外空间各处的几率密度。

### (二) 微观粒子的运动状态

#### 1. 波函数(原子轨道)

波函数又称原子轨道,是描述核外电子空间运动状态的函数式。根据波函数,即可得知轨道能量、动量、角动量、电子的几率密度分布、几率分布等重要数据。一条原子轨道需用三个量子数来确定:

主量子数  $n$ : 取值为 1, 2, 3, 4... 正整数。它与电子离核的平均距离及电子的能量高低有关。 $n$  越大,电子能量越高,电子出现几率最大的区域离核的平均距离越远。 $n = 1, 2, 3 \dots$  的原子轨道通常称为第一、第二、第三... 电

子层。

角量子数  $l$ : 其取值受主量子数的限制, 只能取  $0, 1, 2, 3, 4 \cdots (n-1)$ , 共  $n$  个值。对应的光谱符号分别为  $s, p, d, f \cdots l$  与轨道的形状及多电子原子中轨道能量有关,  $s$  轨道为球形对称,  $p$  轨道为哑铃形,  $d$  轨道为花瓣形, 等等。

磁量子数  $m$ : 与原子轨道在空间的伸展方向有关, 取值由角量子数  $l$  决定:  $m = 0, \pm 1, \pm 2, \pm 3 \cdots \pm l$ , 共  $2l + 1$  个值。

一条原子轨道中最多可容纳 2 个自旋相反的电子。电子的自旋运动状态用自旋量子数  $m_s$  来表示。 $m_s$  取值为  $\pm \frac{1}{2}$ 。

## 2. 电子云

电子在核外某处单位体积内出现的几率为几率密度, 用  $\Psi^2$  表示。电子在核外出现的几率密度大小可用小黑点的疏密表示, 电子出现几率密度大, 即  $\Psi^2$  大的地方, 用密集的小黑点表示; 反之, 用稀疏的小黑点表示, 这样得到的图形叫电子云, 因此, 电子云是电子在核外空间几率密度分布的形象化描述。

## 3. 轨道能级

单电子原子中, 轨道能量仅由主量子数  $n$  决定, 即  $n$  相同的轨道为简并轨道。多电子原子中, 由于电子间的屏蔽作用, 使  $n$  相同但  $l$  不同的轨道发生能级分裂, 所以只有  $n$  相同且  $l$  也相同的轨道才是简并轨道。

多电子原子中, 可将能级相近的轨道归并分为数个能级组, 各能级组所含轨道如下:

第一能级组:  $1s$ ;

第二能级组:  $2s, 2p$ ;

第三能级组:  $3s, 3p$ ;

第四能级组:  $4s, 3d, 4p$ ;

第五能级组:  $5s, 4d, 5p$ ;

第六能级组:  $6s, 4f, 5d, 6p$ ;

第七能级组:  $7s, 5f, 6d, 7p$

### (三) 基态原子核外电子排布

多电子原子中的电子在核外的排布遵循以下原则:

#### 1. 能量最低原理

核外电子的排布总是尽可能使系统能量处于最低状态。光谱实验数据证明,基态原子中电子按能级组顺序及组内各亚层顺序填充。

#### 2. 泡利不相容原理

同一轨道只能容纳 2 个自旋相反的电子。

#### 3. 洪特规则

电子在能量相同的轨道上排布时,总是尽可能分占不同的轨道且自旋相同。当轨道被电子半充满或全充满时,原子能量低。

### (四) 原子结构与元素周期律

元素原子的电子结构呈现的周期性变化规律,导致元素的性质呈现出周期性变化。元素性质的周期性变化规律称为元素周期律。

#### 1. 影响元素性质的结构因素

##### (1) 外层电子构型

实验表明,对于中性原子,最外层 8 电子的构型是最稳定的,简并轨道中的电子处于全满和全空状态的构型也是最稳定的。因此:

$s$  区元素,由于内层轨道或全满、或全空,均为稳定结构;最外层只含 1 ~ 2 个  $s$  电子,所以,它们有强烈的失去最外层电子的趋势,均为活泼金属。

$p$  区元素,由于内层轨道或全满、或全空,均为稳定结构;最外层含 2 个  $s$  电子和 1 ~ 6 个  $p$  电子,除 0 族元素外,仅最外电子层不是稳定结构,因此,0 族元素表现为化学性质不活泼,而 IIIA ~ VIA 族元素,从趋向于失去最外层电子而逐渐变为趋向得到电子以达稳定的电子构型,化学性质从金属性逐渐过渡到非金属性。

$d$  区元素,最外层含 2 个或 1 个  $s$  电子,因此均表现为金属性;次外层  $d$  轨道含 1 ~ 8 个电子,未完全充满,因此,次外层电子也会参加化学反应,使

得  $d$  区元素化合价复杂,且易于生成稳定的配位化合物,与主族元素性质有明显差异。

$ds$  区元素,与  $d$  区元素相似。

$f$  区元素,最外层只有 2 个(个别为 1 个) $s$  电子,均为活泼金属;次外层  $f$  轨道和次外层  $d$  轨道一般未完全充满,也参加化学反应,故性质复杂。

## (2) 原子半径和有效核电荷

A. 同周期主族元素,从左到右随着原子序数的递增,每增加一个核电荷,核外最外层就增加一个电子。由于同层电子间的屏蔽作用小,故作用于最外层电子的有效核电荷明显增大,原子半径明显减小,致使元素的金属性明显减小,非金属性明显增大。

B. 同周期过渡元素,从左到右随着原子序数的递增,每增加一个核电荷,核外所增加的一个个电子依次在次外层  $d$  轨道上填充,对最外层电子产生较大的屏蔽作用,使得作用于最外层电子的有效核电荷增加较小,因而原子半径减小较为缓慢,不如主族元素变化明显,致使元素的金属性递减缓慢,使得整个过渡元素都保持着金属的性质。对于内过渡元素如镧系元素,电子填入次外层的  $f$  轨道,产生的屏蔽作用更大,原子半径从左至右收缩的平均幅度更小。镧系元素原子半径逐渐缓慢减小的现象,称为“镧系收缩”。

C. 同一主族元素,从上至下电子层数依次增多,外层电子随着主量子数的增大,运动空间向外扩展;虽然核电荷明显增加,但由于多了一层电子的屏蔽作用,使作用于最外层电子的有效核电荷的增加并不显著,故原子半径依次增大,金属性依次增强。

D. 同一副族的过渡元素中,ⅢB 族从上至下原子半径依次增大,这与主族的变化趋势一致。而后面的各副族却是:从第一系列过渡元素到第二系列过渡元素,原子半径增大,而由第二系列到第三系列过渡元素,原子半径基本不变,甚至缩小。这种反常现象主要是由于镧系收缩影响所致。

## 2. 元素重要性质的周期性变化规律

### (1) 元素的电离能

同一周期的主族元素从左至右,由于有效核电荷递增,半径递减,故总的趋势是第一电离能明显增大,元素从强金属性变化为强非金属性,到稀有

气体元素达到最高的电离能。在  $p$  轨道全空、半满时,元素的电离能出现反常。

同系列过渡元素从左至右,有效核电荷的增大及原子半径的减小均不如主族元素显著,故第一电离能不规则地升高,且升高幅度不及主族明显。加之过渡元素最外层只含  $1 \sim 2$  个电子,所以均显金属性。

同一主族及 0 族元素,从上到下原子的价电子构型相同,虽然有效核电荷增大,但由于原子半径的增大对第一电离能的影响更为显著,所以电离能递减,元素的金属性自上而下增强。

同副族过渡元素,从第一至第二系列,第一电离能减小,金属性增强;而从 IVB 族开始,第二至第三系列过渡元素的第一电离能明显增大,很多第一电离能高的不活泼金属元素,如 Hg、Au、Pt、Ir、Os、Re、W、Ta 均属于第三系列过渡元素。这种反常,是由于镧系收缩致使第三系列元素原子半径与第二系列的几乎相等,而作用于最外层电子的有效核电荷却增大所造成的。

### (2) 元素的电子亲合能

随原子序数增大,同周期主族元素的电子亲合能有增大趋势,同主族元素的电子亲合能有减小趋势,但第二周期元素的电子亲合能小于同族第三周期元素。

### (3) 原子的电负性

原子的电负性是来说明分子中原子吸引成键电子能力的物理量。随原子序数增大,同周期元素原子的电负性增大,同族元素原子的电负性减小。

## 三、重点、难点

+++++

1. 了解微观粒子的运动特征,理解原子轨道、电子云、能级、几率密度分布、几率分布等概念;

2. 掌握描述核外电子运动状态的四个量子数的取值规则,掌握原子核外电子填充原则及常见元素原子的核外电子排布;

3. 理解和掌握原子核外电子层结构与元素性质变化规律的关系。

## 四、典型例题解析

**例 1-1** 氢原子中  $3s$  与  $3p$  的能级相同,而在氟原子中  $3s$  的能级却比  $3p$  能级低,请解释原因。

**解:** 氢原子核外只有一个电子,不存在电子间的屏蔽作用,且

$$E = -\frac{2.18 \times 10^{-18} \cdot Z^2}{n^2} \text{J}$$

则各轨道的能量只取决于主量子数  $n$ ,因此  $3s$  与  $3p$  的能级相同。

而氟原子是多电子原子,外层电子会受到内层电子及同层电子的屏蔽作用,各轨道能量为:

$$E = -\frac{2.18 \times 10^{-18} \cdot (Z - \sigma)^2}{n^2} \text{J}$$

则能量不仅决定于主量子数  $n$ ,还与角量子数  $l$  有关, $3s$  电子比  $3p$  电子受的屏蔽作用小,因此  $3s$  比  $3p$  能级低。

**例 1-2** 试区别几率与几率密度,原子轨道与电子云。

**解:** 几率是电子在核外空间出现的机会多少。而几率密度是电子在单位体积出现的几率,可由波函数  $\Psi$  的绝对值平方  $\Psi^2$  来确定。

波函数  $\Psi$  又叫原子轨道,是描述电子核外运动状态的物理量。而电子云是电子在核外空间各处出现几率密度大小的形象化表示。

**例 1-3** 下列各套量子数,指出哪几套不可能存在,并说明原因。

$$(1) 3, 0, 1, +\frac{1}{2}$$

$$(2) 3, 2, 2, -\frac{1}{2}$$

$$(3) 1, 0, 0, 0$$

$$(4) 2, 0, -1, +\frac{1}{2}$$

$$(5) 2, 2, 1, 2$$

$$(6) -2, -1, 1, +\frac{1}{2}$$

**解:** (1)、(3)、(4)、(5)、(6) 不可能存在。因为:

(1)  $l = 0$  时,  $m$  只能为 0;

(3)  $m_s$  只能为  $+\frac{1}{2}$  或  $-\frac{1}{2}$ ;

(4)  $l = 0$  时,  $m$  只能为 0;

(5)  $n = 2$  时,  $l$  只能为 0 或 1,  $m_l$  只能为  $+\frac{1}{2}$  或  $-\frac{1}{2}$ ;

(6)  $n = 2$  时,  $l$  只能为 0 或 1。

**例 1-4** 写出原子序数  $Z$  为 24, 30 的元素基态原子核外电子排布式, 并指出该元素中文名称、位于周期表中第几周期, 第几族。

**解:** 根据同一原子轨道中最多可容纳 2 个电子的原则, 将电子按能级增加的顺序依次填入各原子轨道, 然后各轨道按主量子数增加的顺序调整, 即可得到电子排布式。

$Z = 24$  时, 电子排布式为:  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5 4s^1$ ,  $d$  轨道处于半满状态, 使整个原子能量降低, 原子更稳定。该元素位于第四周期, 第 VI B 族, 为铬。

$Z = 30$  时, 电子排布式为:  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2$ , 该元素位于第四周期, 第 II B 族, 为锌。

**例 1-5** 已知某稀有气体基态原子的最外层电子排布为  $4s^2 4p^6$ , 与之一同周期的 A、B、C、D 四种元素的基态原子, 最外层电子数分别为 2、1、1、5, A 的次外层电子数为 8, D 的次外层电子数为 18, B 的次外层  $l = 2$  的轨道具有半充满结构, 而 C 的  $l = 2$  的轨道具有全充满结构, 问 A、B、C、D 分别是哪些元素? 指出它们在周期表中的位置(周期、族、区)。

**解:** 由题意知, A、B、C、D 四元素均在第四周期, 各具四个电子层:

A 的原子序数为  $Z = 2 + 8 + 8 + 2 = 20$ , 为钙, II A,  $s$  区。

B 的原子序数为  $Z = 2 + 8 + (8 + 5) + 1 = 24$ , 为铬, VI B,  $d$  区。

C 的原子序数为  $Z = 2 + 8 + (8 + 10) + 1 = 29$ , 为铜, I B,  $ds$  区。

D 的原子序数为  $Z = 2 + 8 + 18 + 5 = 33$ , 为砷, VA,  $p$  区。

**例 1-6** 有 A、B、C 三元素, C 原子  $M$  层电子数比 A 原子  $M$  层电子数多 8 个, C 原子  $N$  层电子数比 A 原子、B 原子  $N$  层电子数分别多 5 个和 6 个, 且 B 为副族元素, 试判断 A、B、C 各为何元素, 写出其电子排布式, 并指出推理过程。

**解:** A 为钛, B 为铬, C 为溴。

(1) 由题意知, C 原子  $N$  层电子数至少为 6 个, 因此, C 原子  $M$  层应是全充满, 为 18 个电子, 由此可知, A 原子  $M$  层有 10 个电子, 即 A 原子  $3d$  亚层

有 2 个电子,所以,A 原子  $N$  层电子排布为  $4s^2$ ,即:A 原子电子排布式为:  
 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^2 4s^2$ ,为 Ti。

(2)A 原子  $N$  层有 2 个电子,由题意知,C 原子  $N$  层有 7 个电子,故 C 原子电子排布式为: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^5$ ,为 Br。

(3)由(2)知,B 原子  $N$  层有 1 个电子,又 B 为副族元素,所以 B 原子  $3d$  必有 5 个电子(半满结构),可得出 B 原子电子排布式:  
 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5 4s^1$ ,为 Cr。

**例 1-7** 比较下列各元素的性质:

(1)Si, S 原子半径、电离能、电负性

(2)Cl, Br 原子半径、电离能、电负性

(3)Nb, Ta 原子半径

**解:**同一周期元素,从左至右,原子半径逐渐减小,电离能逐渐增大,电负性递增。同一主族元素,从上到下,原子半径递增,电离能递减,电负性递减。因此,

原子半径:  $\text{Si} > \text{S}$     $\text{Br} > \text{Cl}$

电离能:  $\text{S} > \text{Si}$     $\text{Cl} > \text{Br}$

电负性:  $\text{S} > \text{Si}$     $\text{Cl} > \text{Br}$

由于镧系收缩的影响, Nb 的原子半径与 Ta 相当。

**例 1-8** 用原子结构观点解释:

(1)金属原子半径大于同周期的非金属原子半径;

(2)H 表现出与 Li 和 F 相似的性质。

**解:**(1)原子半径的大小主要由有效核电荷与电子层数决定,同一周期,电子层数相同,但金属原子序数小于非金属,使其有效核电荷小于非金属元素,核对外层电子的吸引力小,原子半径大。

(2)H 原子核外只有一个电子,既能失去,又能得到,失去电子时类似于 Li,而得到电子时类似于 F。

**例 1-9** 试解释第二周期元素的电离能铍大于硼,氮大于氧。

**解:**Be 与 B 的价电子构型分别为  $2s^2, 2s^2 2p^1$ , Be 失去一个电子破坏了其  $2s$  亚层的全满状态,而 B 失去一个电子变成  $2s^2 2p^0$ ,即达到  $2s$  全满  $2p$  全空的稳定结构,所以,  $I(\text{Be}) > I(\text{B})$ 。