

普通高中课程标准实验教科书

新
课标

夯实基础

提高能力

拓展知识

发展智力

基础训练

· 化学

物质结构与性质

山东省教学研究室 编

鲁科版



山东教育出版社
Shandong Education Press



普通高中课程标准实验教科书

基础训练 · 化学

鲁科版

物质结构与性质

山东省教学研究室 编

学科主编：孔令鹏

本册主编：曹玉景

编写人员：李 涛 燕传永 李桂平 韩业君

张运军 耿海涛 郝 晶 郝崇斌

孙 涛 孙敏付 郭 凯 赵 静

李盛华 郭维玲

山东教育出版社

普通高中课程标准实验教科书

基础训练·化学

鲁科版

物质结构与性质

山东省教学研究室 编

主 管：山东出版集团

出版者：山东教育出版社

(济南市纬一路 321 号 邮编：250001)

电 话：(0531)82092663 传真：(0531)82092661

网 址：<http://www.sjs.com.cn>

发行者：山东省新华书店

印 刷：山东人民印刷厂

版 次：2007 年 9 月第 2 版第 5 次印刷

规 格：787mm×1092mm 16 开本

印 张：8.5 印张

字 数：183 千字

书 号：ISBN 978-7-5328-4848-5

定 价：7.30 元

(如印装质量有问题,请与印刷厂联系调换)

使用指南

第#章

本章视点

对本章知识进行总体概括,进行有关学法指导,帮助你对本章所要学习的新知识形成整体认识。

学习目标

准确定位本节的课标要求,帮助你明确本节学习应该达到的程度。

问题导引

设计有启发性的思考题,引导你逐步掌握本节的知识内容。

重难点阐释

对本节的重点或难点进行详尽而准确的阐释,以点带面,帮助你突破重点和难点。

第#节

典例解析

针对本节的重点、难点、考点,设计典型性例题,帮助你分析解题思路,总结解题方法,提高解题技能。

变式练习

提供思路类似或基本知识点相同的习题,趁热打铁,帮助你提高应用能力。

基础训练

扣准本节的知识点和能力点,设置针对性题目,在训练过程中,帮助你掌握基础知识,锻炼基本技能。

拓展提高

在掌握双基的前提下,进行知识的深挖和综合,发展你的思维,培养你的综合应用能力。

本章知识结构

利用图表或网络图将本章的知识与方法进行概括总结,帮助你对本章的知识进一步系统化,形成对知识的二次提炼与升华。

自我检测题 综合检测题

精心选编涵盖本章或本册书知识和能力要求的检测试题,帮助你查漏补缺、复习巩固,进一步提升综合运用知识解决问题的能力。

参考答案

提供全部试题的参考答案,部分试题提供详细的解题步骤和思路点拨,不但使你知其然,且能知其所以然。

Contents

目 录

原子结构

第1章 原子结构	(1)
第1节 原子结构模型	(1)
第2节 原子结构与元素周期表	(6)
第3节 原子结构与元素性质	(14)
自我检测题	(23)
第2章 化学键与分子间作用力	(27)
第1节 共价键模型	(27)
第2节 共价键与分子的空间构型	(34)
第3节 离子键、配位键与金属键	(43)
第4节 分子间作用力与物质性质	(50)
自我检测题	(55)
第3章 物质的聚集状态与物质性质	(59)
第1节 认识晶体	(59)
第2节 金属晶体与离子晶体	(66)
第3节 原子晶体与分子晶体	(75)
第4节 几类其他聚集状态的物质	(85)
自我检测题	(92)
综合检测题(一)	(97)
综合检测题(二)	(101)
附录:参考答案	(107)

本章视点

原子结构与元素周期律是化学理论体系的重要组成部分。

在此之前学习过的原子结构、核外电子排布、元素周期表和元素周期律的初步知识,为本章原子结构的学习奠定了一定的基础。

本章的原子结构与元素周期律知识为下一章的化学键和分子结构的学习打下基础,构成了较完整的物质结构理论体系。

学习本章知识首先在已有知识、经验的基础上,从光谱事实出发,在量子力学的基础上深入认识核外电子的运动情况,从能级的角度来看待核外电子的排布,揭示元素周期律的成因以及原子半径周期性变化,并在了解电离能和电负性概念和周期性变化的前提下,用新的观点来说明元素的某些性质和相应的化学反应原理。重新构建对原子结构、元素周期表、元素性质三者之间关系的认识。

第 1 节 原子结构模型

- 了解原子核外电子的运动状态。
- 初步认识原子结构的量子力学模型,能用 n, l, m, m_s 四个量子数描述核外电子运动状态。
- 了解原子轨道、电子云的含义。
- 了解原子结构的量子力学模型建立的历史,知道模型假说法在科学研究中的重要作用。

问题导引

1. 玻尔的原子轨道模型的成功之处是什么?该模型的最大不足之处是什么?氢原子光谱为什么是线状光谱?什么是电子的基态和激发态?

2. 原子核外电子的空间运动状态由哪些量子数确定?如果给出主量子数和角量子数,你能确定它包含哪些类型的原子轨道吗?

3. 电子是沿着固定的轨道运动的吗? 电子云图中小黑点代表什么意义? 量子力学轨道与玻尔轨道的含义相同吗?

重难点阐释

1. 氢原子光谱和玻尔的原子结构模型

玻尔原子结构模型的基本观点:

① 原子中的电子在具有确定半径的圆周轨道上绕原子核运动, 并且不辐射能量。

② 在不同轨道上运动的电子具有不同的能量(E), 而且能量是量子化的, 即能量是“一份一份”的, 不能任意连续变化而只能取某些不连续的数值。轨道能量依 n 值(1, 2, 3...) 的增大而升高, n 为量子数。对氢原子而言, 电子处于 $n=1$ 的轨道时能量最低, 称为基态; 能量高于基态的状态, 称为激发态。

③ 只有当电子从一个轨道(能量为 E_1) 跃迁到另一个轨道(能量为 E_2) 时, 才会辐射或吸收能量。如果辐射或吸收的能量以光的形式表现并被记录下来, 就形成了发射光谱或吸收光谱。

2. 四个量子数

(1) 主量子数 n

n 的取值	1	2	3	4	5	6	
对应电子层符号	K	L	M	N	O	P	

说明: 一般而言, n 越大, 电子离核的平均距离越远, 能量越高, 所以 n 值即电子层数。

(2) 角量子数 l

l 的取值	0	1	2	3		$n-1$
对应能级符号	s	p	d	f		

说明: ① 对多电子原子来讲, 对于确定的 n 值, l 有 n 个值。

② 若两个电子所取的 n, l 值均相同, 就表明这两个电子能级相同。

③ 在一个电子层中, l 有多少个取值, 就表示该电子层有多少个不同能级。

④ l 取值只要求知道有 n 个值, 具体取值只作了解。

(3) 磁量子数 m

m 的取值: 0, $\pm 1, \pm 2, \dots, \pm l$

说明: ① 对每一个确定的 l, m 有 $(2l+1)$ 个值。

② 对同一个能级 l 而言, 在外磁场存在下, 原来光谱中的一条谱线会分裂为多条谱线。

③ 磁量子数 m 决定原子轨道在空间的取向。

这样, 一旦确定了 n, l 和 m , 就确定了原子核外电子的空间运动状态。

(4) 自旋磁量子数 m_s

m_s 用来描述电子的自旋运动。处于同一原子轨道上的电子自旋运动状态只能有两种, 分别用符号“ $\uparrow$ ”($m_s = +\frac{1}{2}$) 表示和用符号“ $\downarrow$ ”($m_s = -\frac{1}{2}$) 表示来描述。

说明: ① “自旋”不代表电子绕轴“自转”, 只是电子本身的一种运动状态。

② m_s 取值只了解, 知道“ $\downarrow$ ”、“ $\uparrow$ ”表示电子两种不同自旋情况即可。

小结:量子数和原子轨道

主量子数 n		角量子数 l		磁量子数 m	原子轨道	各能级	电子层中	自旋磁量子数 m_s	
取值	符号	取值	符号	取值	符号	轨道数	总轨道数	取值	符号
1	K	0	s	0	1s	1	1	$\pm \frac{1}{2}$	$\uparrow \downarrow$
2	L	0	s	0	2s	1	4	$\pm \frac{1}{2}$	$\uparrow \downarrow$
		1	p	-1, 0, +1	2p(2p _x , 2p _y , 2p _z)	3		$\pm \frac{1}{2}$	$\uparrow \downarrow$
3	M	0	s	0	3s	1	9	$\pm \frac{1}{2}$	$\uparrow \downarrow$
		1	p	-1, 0, +1	3p(3p _x , 3p _y , 3p _z)	3		$\pm \frac{1}{2}$	$\uparrow \downarrow$
		2	d	-2, -1, 0, +1, +2	3d(3d _{xy} , 3d _{x²-y²} , 3d _{yz} , 3d _{xz} , 3d _{z²})	5		$\pm \frac{1}{2}$	$\uparrow \downarrow$

说明:四个量子数只是为了描述原子中的某个电子在核外不同区域的运动状态。 n, m, l 确定电子运动区域——原子轨道, m_s 表示电子本身自旋状态。概念只是为了描述的方便而引人,无须为词语生僻费周折。理解上就像寄信一样:某市某县某单位某人。

3. 原子轨道的图形描述和电子云

(1) 原子轨道:

s 轨道在三维空间分布的图形为球形,即该原子轨道具有球对称性;p 轨道在空间的分布特点是分别相对于 x, y, z 轴对称,呈无柄哑铃形。

说明:原子轨道的图形描述是根据量子力学理论函数关系式作的三维坐标系中电子运动的区域三维示意图。

(2) 电子云

形象描述电子在空间单位体积内出现的概率大小的图形称为电子云图。小黑点疏密只表示电子在单位体积内出现概率的大小,而不是一个黑点代表一个电子。

典例解析

【例 1】下列各电子层中不包含 d 能级的是()。

- A. N 电子层 B. M 电子层 C. L 电子层 D. K 电子层

【解析】本题考查学生对四个量子数的掌握情况。在一个多电子的原子中,对于确定的 n 值, l 的取值就有 n 个:0, 1, 2, 3, ..., $(n-1)$, 对应符号为 s, p, d, f...。所以,当 $n=1$ (K 电子层)时,为 s 能级;当 $n=2$ (L 电子层)时,为 s 能级和 p 能级;当 $n=3$ (M 电子层)时,为 s 能级、p 能级和 d 能级;当 $n=4$ (N 电子层)时,为 s 能级、p 能级、d 能级和 f 能级。

【答案】CD

【变式练习】

下列电子层中,原子轨道的数目为 4 的是()。

- A. K 层 B. L 层 C. M 层 D. N 层

【答案】D



【例 2】 下列说法是否正确? 如不正确, 应如何改正?

(1) s 电子绕核旋转, 其轨道为一圆圈, 而 p 电子是走 ∞ 字形。

(2) 主量子数为 1 时, 有自旋相反的两条轨道。

(3) 主量子数为 3 时, 有 3s、3p、3d、3f 四条轨道。

【解析】 本题是涉及电子云及量子数的概念题。必须从基本概念出发, 判断正误。
(1) 不正确, 因为电子运动并无固定轨道。应改为: s 电子在核外运动, 电子云图像或概率分布呈球型对称, 其剖面图是个圆。而 p 电子云图或概率分布呈哑铃型, 其剖面图是 ∞ 形。
(2) 不正确, 因为 $n=1$, 只有一个 1s 原子轨道。应改为: 主量子数为 1 时, 在 1s 原子轨道中有两个自旋相反的电子。
(3) 不正确, 因为 $n=3$ 时, 没有 3f。另外 3s、3p、3d 的电子云形状不同, 3p 有 3 个原子轨道; 3d 有 5 个原子轨道。因此应改为: 主量子数为 3 时, 有 9 个原子轨道。

【答案】 见解析。

【变式练习】

下列说法中正确的是()。

A. 原子中的电子在具有确定半径的圆周轨道上绕原子核运动

B. 只要 n 、 l 相同, 电子的能量就相同

C. 当主量子数 $n=4$ 时, 角量子数对应能级有 4s、4p、4d、4f

D. 电子云图可形象地描述电子在空间单位体积内出现概率大小的图形

【答案】 BD

【例 3】 在多电子原子中, 各电子中能量最高的是()。

A. 2p

B. 2s

C. 3p

D. 3d

【解析】 多电子原子中电子的能量高低取决于主量子数 n 和角量子数 l 。
① 当主量子数 n 相同时, $ns < np$ 能量。
② 当角量子数相同, 主量子数 n 越大, 轨道能量越高。
③ 磁量子数 m 、自旋磁量子数 m_s 与轨道能量大小无关。

【答案】 D

【变式练习】

判断下列说法的正误

① 一般而言, n 越大, 电子离核的平均距离越远, 能量越高()

② 当电子由 2p 跃迁至 2s 时, 需要吸收能量()

③ 在有外磁场时 3p 能级上的电子可以具有不相同的能量()

④ p 能级轨道中电子的能量都比 s 能级轨道中电子的能量高()

【答案】 ①正确 ②错 ③正确 ④错

【例 4】 下列能级符号错误的是()。

A. 2s

B. 3p

C. 3d

D. 3f

【解析】 当 $n=2$ 时, 有 2s、2p 两个能级; 当 $n=3$ 时, 有 3s、3p、3d 三个能级, 没有 3f。

规律: 对多电子原子来讲, 对于确定的 n 值, l 共有 n 个值, 对应符号从 s 能级至 p 能级、d 能级、f 能级……共 n 个能级。

【答案】 D

【变式练习】

下列能级中, 轨道数为 5 的能级是()。

A. s

B. p

C. d

D. f

【答案】 C

基础训练

- 首次将量子化概念应用到原子结构,并解释了原子的稳定性的科学家是()。
A. 道尔顿 B. 爱因斯坦 C. 玻尔 D. 卢瑟福
- 关于电子云叙述不正确的是()。
A. 电子云是用小黑点的疏密程度来表示电子在空间出现概率大小的图形
B. 黑点的多少表示电子个数的多少
C. 电子云图说明离核越近,出现概率越大;越远,出现概率越小
D. 轨道不同,电子云的形状也不一样
- 描述一个确定的原子轨道(即一个空间运动状态),需用以下参数()。
A. 只有 n, l B. 只有 n, l, m C. n, l, m, m_s D. 只有 n
- 含有 f 能级的主量子数 n 值最小是()。
A. 2 B. 3 C. 4 D. 5
- 玻尔原子结构模型中,关于电子激发态对应的 n 值错误的是()。
A. $n=1$ B. $n=2$ C. $n=3$ D. $n=4$
- 关于四个量子数对应符号不正确的是()。
A. 主量子数 n B. 角量子数 l C. 磁量子数 m_s D. 自旋磁量子数 f
- 玻尔理论不能解释()。
A. H 原子光谱为线状光谱
B. 在一个给定的稳定轨道上,运动的核外电子不发射能量——电磁波
C. H 原子的可见光区谱线
D. H 原子光谱的精细结构
- 下列对原子轨道的叙述中,错误的是()。
A. 描述核外电子运动状态的函数
B. 核外电子运动的轨迹
C. p 原子轨道在空间的分布分别沿 x, y, z 方向
D. 原子轨道是用来表示 n, l, m, m_s 四个量子数所确定的运动状态
- 能说明两个电子具有相同的能级的量子数为()。
A. n B. n, m C. n, l D. m, l
- 在多电子原子中,各轨道能量大小关系错误的是()。
A. $1s < 2s$ B. $2s < 2p$ C. $2p < 3s$ D. $2s > 3p$
- 第四电子层上有_____个能级,其电子能级符号有_____,各能级分别有_____个轨道,每个轨道上的电子有_____种不同的运动状态。
- 3d 能级中原子轨道的主量子数为_____,该能级的原子轨道最多可以有_____种空间取向,最多可容纳_____个电子。
- 不同原子轨道(即波函数)在三维空间分布的图形与_____量子数无关,只由_____量子数决定。
- 画出 1s 原子轨道示意图_____。

拓展提高

15. 下列说法正确的是()。
- s 轨道都是球形轨道
 - 电子自旋就是电子围绕轴“自转”
 - 原子中的电子在具有确定半径的圆周轨道上绕原子核运动
 - 多电子原子中,电子的能量大小决定于主量子数 n 和角量子数 l
16. 多电子的原子在有外磁场的作用下,电子由 2p 亚层跃迁至 2s 亚层,可产生几条谱线? 试用简单示意图表示出来。

第 2 节 原子结构与元素周期表

- 了解原子结构的构造原理,知道原子核外电子的能级分布。
- 能用电子排布式表示常见元素(1~36 号)原子核外电子的排布。
- 了解核外电子排布与周期、族的划分与周期表的分区。
- 认识原子半径的周期性变化。

问题导引

1. 根据鲍林近似能级图,基态原子的核外电子在各原子轨道上排布顺序的一般规律是什么?
2. 基态多电子原子中核外电子排布的三个规律是什么? 试根据规律写出基态原子 Cl 的电子排布式和轨道表示式。
3. 基态原子 Cr 和 Cu 的电子排布式写为 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^1 4s^2$ 、 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^9 4s^2$ 正确吗? 如果不正确,原因是什么? 写出基态原子 Cr、Cu 正确的电子排布式和价电子排布式。
4. 参照鲍林近似能级图,分析核外电子排布与元素周期表中周期和族的划分依据,总结出规律。

5. 解释为什么第三周期有 8 种元素,而第五周期有 18 种元素?

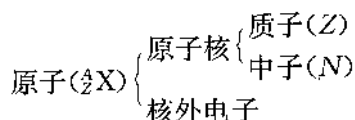
6. K、Cl 元素在周期表分区中属于哪一区? s 区、p 区、d 区、ds 区、f 区在元素周期表什么位置? s 区、p 区划分依据是什么?

7. 能否说同一周期从左至右元素原子半径逐渐减小,同一族从上至下元素原子半径逐渐增大?

重难点阐释

1. 原子结构相关知识回顾

(1) 原子的构成



(2) 构成原子或离子的粒子间的相互关系

① $A = Z + N$

② 中性原子: 质子数 = 核外电子数 = 核电荷数 = 原子序数

③ 阴离子: 核外电子数 = 质子数 + 离子电荷数

④ 阳离子: 核外电子数 = 质子数 - 离子电荷数

(3) 核外电子排布知识(一低四不超)

① 核外电子总是尽先排布在能量最低的电子层,即先排满 K 层再排 L 层, L 层排满再排 M 层。

② 每层最多容纳电子数不超过 $2n^2$ 个。

③ 最外层电子数不超过 8 个,次外层不超过 18 个,倒数第三层不超过 32 个。

说明:三个规律相互联系、制约,使用时综合考虑。

2. 基态多电子原子核外电子排布

(1) 泡利不相容原理:一个原子轨道中最多容纳两个电子,并且这两个电子的自旋方向必须相反。如 2s 轨道上的电子排布为 $2s \uparrow \downarrow$,不能表示为 $2s \uparrow \uparrow$ 。

(2) 能量最低原则:在不违反泡利不相容原理的前提下,核外电子在各个原子轨道上的排布方式应使整个体系的能量最低。排布顺序为 1s、2s、2p、3s、3p、4s、3d、4p、5s、4d、5p、6s。

(3) 洪特规则:电子在能量相同的轨道上排布时,应尽可能分占不同的轨道且自旋方向平行。如 3p 的电子排布为 $3p \uparrow \uparrow \uparrow$,而不能表示为 $3p \uparrow \downarrow \uparrow$ 。

说明:① 三个规律互为参照。

② 能量相同的原子轨道在全充满(如 d^{10})、半充满(如 d^5)和全空(如 d^0)状态时,体系的能量较低,原子较稳定。



③ 适用于大多数基态原子核外电子排布,但第四周期后过渡区原子核外电子排布更为复杂,因而只要求掌握 1~36 号元素基态原子的核外电子排布。

3. 怎样书写基态原子的电子排布式和轨道表示式

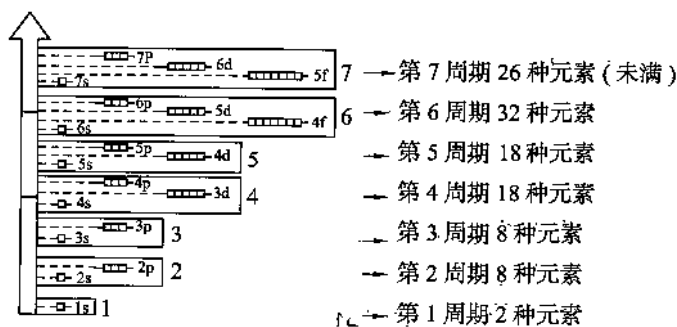
根据原子核外电子的数目,依据核外电子排布的三原理并参考电子在原子轨道上的排布顺序,从 1s 轨道开始排布,当出现 d 轨道时,电子按 ns 、 $(n-1)d$ 、 np 的顺序,并结合半满、全满、全空的能量最低顺序在原子轨道上排布。如:

铜原子基态电子排布式 $\text{Cu}: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^1$ 。轨道表示式用小圆圈或小方框表示原子轨道,每个能级有几个原子轨道就用几个小圆圈或小方框表示;圆圈或小方框中“ $\uparrow \downarrow$ ”表示容纳电子数目和自旋情况,依照排布顺序画出。注意每个轨道内只能容纳自旋方向相反的两个电子;当原子最外层的轨道能量相同时,最后几个电子的排布要符合洪特规则。如,铜原子轨道表示式:



4. 核外电子排布与元素周期表

(1) 核外电子排布与周期的划分鲍林近似能级图



最外层电子的主量子数为 n 时,该原子属于第 n 周期。

(2) 核外电子排布与族的划分

同族元素的价电子数目相同。主族元素的价电子全部排布在最外层的 ns 或 np 轨道上。主族元素所在族的序数等于该元素原子的价电子数。全充满电子的结构是稀有气体元素原子具有特殊稳定性的内在原因。

对于过渡元素的原子,价电子排布为 $(n-1)d^{1\sim 10}ns^2$,且 III B ~ VII B 副族的价电子的数目与族数相同。价电子排布为 $(n-1)d^{6\sim 8}ns^2$ 的三个族统称为 VIII 族。

(3) 原子结构与周期表关系

- ① 原子在周期表中的序数 = 核电荷数 = 核外电子数
- ② 周期数 = 能级组数 = 最大主量子数 n
- ③ 周期内的元素个数 = 相应能级组所能容纳的电子数
- ④ 主族元素的族数 = 原子最外层 ($ns + np$) 电子数 = 元素最高氧化数
- ⑤ 副族元素的族数

III B ~ VII B 族 族数 = $(n-1)d + ns$ 的电子数

I B、II B 族 族数 = ns 的电子数

I B、II B 族与 I A、II A 族的区别在于: I B、II B 族的外层电子构型中次外层 d 轨道有 10 个电子,最外层 s 轨道有 1~2 个电子,即: $(n-1)d^{10}ns^{1\sim 2}$;而 I A、II A 族的外层电子构型中

只有最外层 s 轨道有 1~2 个电子。

5. 原子半径的比较规律

(1) 在中学要求的范畴内可按“三看”规律来比较原子半径的大小。

“一看”电子层数: 当电子层数不同时, 电子层越多, 原子半径越大。

“二看”核电荷数: 当电子层数相同时, 核电荷数越大, 原子半径越小。

“三看”核外电子数: 当电子层数和核电荷数均相同时, 核外电子数越多, 半径越大。

(2) 判断微粒半径大小的规律:

① 同周期, 从碱金属到卤素, 原子半径依次减小。

② 同主族, 从上到下, 原子或同价态离子半径均增大。

③ 阳离子半径小于对应的原子半径, 阴离子半径大于对应的原子半径, 如 $r(\text{Na}^+) < r(\text{Na})$, $r(\text{S}^{2-}) > r(\text{S})$ 。

④ 电子层结构相同的离子, 随核电荷数增大, 离子半径减小, 如 $r(\text{S}^{2-}) > r(\text{Cl}^-) > r(\text{K}^+) > r(\text{Ca}^{2+})$ 。

⑤ 不同价态的同种元素的离子, 核外电子多的半径大, 如 $r(\text{Fe}^{2-}) > r(\text{Fe}^{3+})$, $r(\text{Cu}^+) > r(\text{Cu}^{2+})$ 。

典例解析

【例 1】 某元素原子共有 3 个价电子, 其中一个价电子在 $n=3$ 的 d 轨道上。试回答:

(1) 写出该元素原子核外电子排布式。

(2) 指出该元素的原子序数、周期数和族序数, 是金属还是非金属以及最高正化合价。

【解析】 本题考查的是基态原子核外电子排布规律以及原子结构与周期表的关系。本题关键是根据量子数推出价电子排布, 由此即可写出核外电子排布式及回答问题。由一个价电子的量子数可知, 该电子为 3d 电子, 则其他两个电子必为 4s 电子 (因为 $E_{3d} > E_{4s}$), 所以价电子排布为 $3d^1 4s^2$, 核外电子排布式为 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^1 4s^2$ 。从而知原子序数为 21, 第四周期 III B 族, 是金属元素, 最高正价为 +3。

【答案】 (1) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^1 4s^2$ (2) 原子序数为 21, 第四周期 III B 族, 金属元素, 最高正价为 +3。

【变式练习】

已知某元素原子位于第四周期 VI B 族, 指出该元素的原子序数, 写出其价电子排布式和轨道表示式。

【答案】 24, $3d^5 4s^1$, $[\text{Ar}] \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow$

【例 2】 下列各组原子中, 彼此化学性质一定相似的是 ()。

- A. 原子核外电子排布式为 $1s^2$ 的 X 原子与原子核外电子排布式为 $1s^2 2s^2$ 的 Y 原子
- B. 原子核外 M 层上仅有两个电子的 X 原子与原子核外 N 层上仅有两个电子的 Y 原子
- C. 2p 轨道上只有一个未成对电子的 X 原子与 3p 轨道上只有一个未成对电子的 Y 原子
- D. 最外层都只有一个电子的 X、Y 原子

【解析】 本题考查的是核外电子排布的知识。A 中 $1s^2$ 结构的原子为 He, $1s^2 2s^2$ 结构为 Be, 两者性质不相似; B 项 X 原子为 Mg, Y 原子 N 层上有 2 个电子的有多种, 如第 4 周期中 Ca、Fe 等都符合, 化学性质不一定相同; C 项为同主族的元素, 化学性质一定相似; D 项最外层

【答案】 C

基态原子的第5电子层只有2个电子,则该原子的第四电子层中的电子数肯定为()。

- A. 8 个 B. 18 个 C. 8~18 个 D. 8~32 个

【例 3】 现有 A、B、C、D 四种元素, A 是第 5 周期 I A 族元素, B 是第 3 周期元素。B、C、D 的价电子分别为 2、2 和 7 个。四种元素原子序数从小到大的顺序是 B、C、D、A。已知 C 和 D 的次外层电子均为 18 个。

- (1) 判断 A、B、C、D 各是什么元素?
- (2) 写出 B、C 的核外电子排布及 A、D 的价电子排布。
- (3) 写出碱性最强的最高价氧化物的水化物的化学式。
- (4) 写出酸性最强的最高价氧化物的水化物的化学式。

【解析】 本题是一道“位—构—性”的综合题,根据 A 在周期表的位置可知为 Rb,价电子排布为 $5s^1$;由 B 是第三周期元素,价电子为 2 个,所以是 Mg,核外电子排布为 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$;C、D 的价电子分别为 2 和 7 个,且知 C 和 D 的次外层电子均为 18 个,所以 C 为 30 号 Zn,核外电子排布为 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2$,D 为 35 号 Br,价电子排布为 $4s^2 4p^5$ 。碱性最强的最高价氧化物的水化物的化学式为 RbOH,酸性最强的最高价氧化物的水化物的化学式为 $HBrO_4$ 。

【答案】 (1) Rb Mg Zn Br (2) Mg: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$ Zn: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2$
Rb: $5s^1$ Br: $4s^2 4p^5$ (3) RbOH (4) HBrO_4

下列四种元素中,其单质氧化性最强的是()。

- A. 原子含有未成对电子最多的第二周期元素
B. 位于周期表中第三周期ⅢA族的元素
C. 原子最外电子层排布为 $2s^2 2p^6$ 的元素
D. 原子最外电子层排布为 $3s^2 3p^5$ 的元素

【例 4】 (2006 年上海)下表中的实线表示元素周期表的部分边界,①~⑤分别表示元素周期表中对应位置的元素。

A 10x10 grid of dots with handwritten numbers 1 through 5. The numbers are placed in the following cells: Row 1, Column 1 (1); Row 2, Column 1 (2); Row 3, Column 8 (3); Row 3, Column 9 (4); Row 3, Column 10 (5).

- (1) 请在上表中用实线补全元素周期表边界。

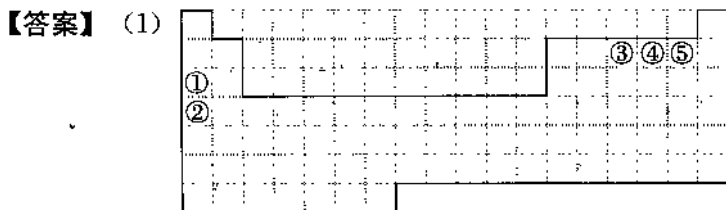
(2) 元素⑤的原子核外 p 电子数比 s 电子总数多_____个。元素③的氢化物的电子式为_____。

(3) 元素④一般在化合物中显_____价,但与_____形成化合物时,所显示的价态则恰好相反。

(4) 在元素①的单质、元素②的单质和元素①②形成的合金这三种物质中,熔点最低的是_____。

- a. 元素①的单质 b. 元素②的单质
c. 元素①②形成的合金 d. 无法判断

【解析】 根据元素周期表的形状即可补齐其边界,同时根据①②③④⑤五种元素在周期表中的位置可知,其分别为 Na、K、N、O、F 五种元素,据此写出它们的电子排布式可回答以上问题。



(2) 1 $\text{H} : \ddot{\text{N}} : \text{H}$ (3) -2 氟 (4) c
H

【变式练习】

已知某元素基态原子价电子排布为 $4s^2 4p^3$, 指出其在周期表中位置及最高正价。

【答案】 第四周期 V A 族 +5

【例 5】 (2006 年上海) 具有下列电子排布式的原子中, 半径最大的是()。

- A. $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$ B. $1s^2 2s^2 2p^3$
C. $1s^2 2s^2 2p^2$ D. $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$

【解析】 此题考查的是核外电子排布与元素在周期表中的位置关系, 原子半径大小比较规律知识的应用。由核外电子排布知识知 A 为 Cl, B 为 N, C 为 C, D 为 S。根据同周期从左至右原子半径逐渐减小, 同主族原子半径由上至下逐渐增大, 当最外层电子数目相差不大时, 一般电子层数越多, 原子半径越大, 原子半径最大的为 S。

【答案】 D

【变式练习】

判断下列各组离子的半径的大小:

- A. Na^+ 与 Al^{3+} B. Cl^- 与 S^{2-} C. Fe^{2+} 与 Fe^{3+} D. K^+ 与 Cl^-

【答案】 A. > B. < C. > D. <

基础训练

- 下列元素中, 价电子排布不正确的是()。
A. S $3p^2 3p^4$ B. Cr $3d^5 4s^1$ C. Cu $3d^9 4s^2$ D. Ni $3d^8 4s^2$
- E 代表能量, 下列轨道按能量由低到高的顺序排列的是()。
A. $E_{3s} < E_{2s} < E_{3d} < E_{4s}$ B. $E_{2p} < E_{3s} < E_{4s} < E_{3d}$
C. $E_{2p} < E_{3s} < E_{3d} < E_{4s}$ D. $E_{1s} < E_{2p} < E_{3s} < E_{3p}$
- 某元素有 6 个电子处于 3d 能级上, 根据洪特规则推测它在 d 轨道上未成对电子数为



- ()。
- A. 3 B. 4 C. 5 D. 2
4. 下列各组微粒,半径大小比较中错误的是()。
- A. $K > Na > Li$ B. $Na^+ > Mg^{2+} > Al^{3+}$
C. $Mg^{2+} > Na^+ > F^-$ D. $Cl^- > F^- > F$
5. 某元素基态原子失去3个电子后,角量子数为2的d轨道半充满,其原子序数为()。
- A. 24 B. 25 C. 26 D. 27
6. 主族元素的原子失去最外层电子形成阳离子,主族元素的原子得到电子填充在最外层形成阴离子。下列各原子或离子的电子排布式错误的是()。
- A. $Ca^{2+} 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$ B. $F^- 1s^2 2s^2 3p^6$
C. $S 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$ D. $Ar 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$
7. 原子序数为1~18的18种元素中,原子最外层不成对电子数与它的电子层数相等的元素共有()。
- A. 6种 B. 5种 C. 4种 D. 3种
8. 在d轨道中电子排布成,而不排布成,其最直接的根据是()。
- A. 能量最低原理 B. 泡利不相容原理 C. 原子轨道能级图 D. 洪特规则
9. 某元素原子基态的电子构型为 $[Ar]3d^7 4s^2$,它在元素周期表中的位置是()。
- A. 第三周期ⅡB族 B. 第四周期ⅡB族 C. 第四周期ⅦB族 D. 第四周期Ⅷ族
10. 价电子满足4s和3d为半满的元素是()。
- A. Ca B. V C. Cr D. Cu
11. 写出下列基态原子的核外电子排布。
- (1) $_{17}Cl$ _____; (2) $_{24}Cr$ _____;
(3) $_{34}Se$ _____; (4) $_{81}Tl$ _____。
12. 指出下列元素是主族元素还是副族元素? 位于周期表中第几周期? 第几族?
- (1) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$ _____; (2) $[Kr]4d^{10} 5s^2 5p^2$ _____;
(3) $[Ar]3d^3 4s^2$ _____; (4) $[Ar]3d^{10} 4s^1$ _____。
13. 填写下表

原子序数	元素符号	电子层排布	周期	族	最高正价	未成对电子数	金属或非金属
9							
			3	ⅤA			
24							

拓展提高

14. 下列叙述正确的是()。
- A. 同周期元素的原子半径为ⅦA族的为最大
B. 在周期表中零族元素的单质全部是气体
C. ⅠA、ⅡA族元素的原子,其半径越大越容易失去电子