

普通高中课程标准实验教科书(人教版)

化学

基础训练

物质结构与性质

山东省教学研究室 编

化学基础训练



山东教育出版社

普通高中课程标准实验教科书

(人教版)

化学基础训练

(物质结构与性质)

山东省教学研究室 编

山东教育出版社

普通高中课程标准实验教科书

(人教版)

化学基础训练

(物质结构与性质)

山东省教学研究室 编

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：山东新华印刷厂德州厂

版 次：2006 年 9 月第 1 版第 3 次印刷

规 格：787mm×1092mm 16 开本

印 张：6.25 印张

字 数：142 千字

书 号：ISBN 7-5328-4852-3

定 价：5.50 元

(如印装质量有问题,请与印刷厂联系调换)

出版说明

根据教育部“为了丰富学生的课外活动,拓宽知识视野、开发智力、提高学生的思想道德素质和指导学生掌握正确的学习方法,社会有关单位和各界人士、各级教育部门、出版单位应积极编写和出版健康有益的课外读物”的精神,山东省教学研究室、山东教育出版社结合我省 2004 年全面进入普通高中新课程改革的实际需要,组织一批教育理念先进、教学经验丰富的骨干教师和教研人员编写了供广大师生使用的普通高中课程标准各科基础训练。

这套基础训练是依据教育部 2003 年颁布的《普通高中新课程方案(实验)》和普通高中各科课程标准以及不同版本的实验教科书编写的,旨在引导同学们对学科基本内容、知识体系进行归纳、梳理、巩固、提高,并进行探究性、创新性的自主学习,从而达到提高同学们的科学精神和学科素养,为同学们终身发展奠定基础的目的。在编写过程中,充分体现了课程改革的理念,遵循教育和学习的规律,与高中教学同步;注重科学性、创新性、实用性的统一,正确处理获取知识和培养能力的关系,在学科知识得以巩固的前提下,加大能力培养的力度,兼顾学科知识的综合和跨学科综合能力的培养;同时,注意为同学们的学习和终身发展奠定坚实的基础。

《普通高中课程标准实验教科书(人教版)化学基础训练(物质结构与性质)》可配合人教版《普通高中课程标准实验教科书 化学(物质结构与性质)》使用。本册主编卢玲,副主编孙即润。参加编写的有卢玲、孙即润、孙元祥、贾凤友、石国栋、陈立广、耿启运、董军等,由孔令鹏、董军统稿。

目 录

第一章 原子结构与性质	(1)
第一节 原子结构	(1)
第二节 原子结构与元素的性质	(8)
自我检测	(17)
第二章 分子结构与性质	(23)
第一节 共价键	(23)
第二节 分子的立体结构	(29)
第三节 分子的性质	(36)
自我检测	(45)
第三章 晶体结构与性质	(48)
第一节 晶体的常识	(48)
第二节 分子晶体与原子晶体	(53)
第三节 金属晶体	(59)
第四节 离子晶体	(64)
自我检测	(74)
综合检测(一)	(79)
综合检测(二)	(83)
参考答案	(87)

第一章 原子结构与性质

第一节 原子结构

- 了解原子核外电子的运动状态。
- 了解原子核外电子每一个能层(即电子层)最多容纳电子数与能层序数(n)间的关系;了解能级与能层间的关系。
- 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。
- 知道原子核外电子在一定条件下会发生跃迁,并了解其简单的应用。



知识梳理

1. 对_____的认识是理解元素周期律和元素周期性的理论基础。元素的基本性质——原子半径、原子质量、核电荷数、核外电子排布、电离能和电负性等决定了物质的_____。
2. 按电子的能量差异,可以将核外电子分成不同的能层,并用符号 K、L、M、N、O、P、Q……表示相应的第一、二、三、四、五、六、七……能层,各能层最多容纳的电子数分别为_____。
3. 多电子原子中,同一能层的电子,能量也可能不同,还可以把它们分成能级。任一能层的能级总是从_____能级开始,而且能级数等于该能层_____。以 s、p、d、f……排序的各能级可容纳的最多电子数依次为 1、3、5、7……的_____倍。
4. 根据构造原理,只要我们知道原子序数(等于核电荷数),就可以写出几乎所有原子的电子排布。请分别写出下列元素原子的简化电子排布式:
碳:_____,氮:_____,磷:_____,氯:_____,氟:_____。
5. 原子的电子排布遵循构造原理,使整个原子的能量处于_____状态,简称能量最低原理。处于_____能量的原子叫做基态原子。当基态原子的电子_____能量后,电子会跃迁到较高能级,变成激发态原子。电子从较高能量的激发态跃迁到较低能量的激发态乃至基态时,将_____能量。
6. 不同元素的原子发生跃迁时会吸收或释放不同的光,可以用光谱仪摄取各种元素

的电子的____光谱或____光谱,总称原子光谱。在现代化学中,常利用原子光谱上的特征谱线来鉴定元素,称为_____。

7. 现代量子力学指出,不可能像描述宏观运动物体那样,确定一定状态的核外电子在某个时刻处于原子核外空间何处,而只能确定它在原子核外各处出现的_____。

8. s 电子的原子轨道都是_____的,能层序数 n 越大,原子轨道的半径_____。p 电子的原子轨道是_____的,每个 p 能级有_____个原子轨道,它们相互_____。而且, p 电子原子轨道的平均半径也随 n 增大而_____。ns 能级各有_____个轨道, np 能级各有_____个轨道, nd 能级各有_____个轨道, nf 能级各有_____个轨道。

9. 1 个原子轨道里最多只能容纳_____个电子,而且自旋方向_____,这个原理称为泡利原理。当电子排布在同一能级的不同轨道时,总是优先_____一个轨道,而且自旋方向_____,这个规则称为洪特规则。



方法导引

1. 能层与能级

多电子原子中,同一能层的电子,能量也可能不同,还可以把它们分成能级,每一个能层中,能级符号的顺序是 ns、np、nd……(n 代表能层)。任一能层的能级总是从 s 能级开始,而且能级数等于该能层序数。

核外电子因能量不同而在与核距离不同的能层(相当于电子层)运动,用 K、L、M 等表示;同一能层中的电子因能量不同和运动区域不同而分为不同的能级,用 s、p、d 等表示。

每一能层和能级中运动的电子数目是有限度的——电子层最大容量原理:若用 n 来表示能层数,则每一能层中运动的电子数目为 $2n^2$ (最外层最多容纳 8 个电子, K 层是最外层时只能容纳 2 个电子,次外层最多只能容纳 18 个电子;倒数第三层最多只能容纳 32 个电子)。ns、np、nd 等能级中最多容纳的电子数:若 s、p、d 等分别用 1、3、5 等表示,则它们分别最大容量则是 2、6、10 等,即其所表示数字的二倍,但与 n 无关。

2. 构造原理

构造原理就是电子的排布顺序,它遵循三个基本原理或规则:

(1) 能量最低原理:原子的排布总是最先进入能量最低的轨道,只有当能量最低的轨道占满后,电子才依次进入能量稍高的轨道,原子的电子排布总是使整个原子的能量处于最低状态。

各能级能量高低顺序: $E(1s) < E(2s) < E(3s); E(ns) < E(np) < E(nd) < E(nf)$ 。

能级交错现象: $E(ns) < E[(n-2)f] < E[(n-1)d] < E(np)$ 。

(2) 泡利不相容原理:在任何一个原子轨道中最多都只能容纳 2 个电子,而且自旋方向相反(分别用“↑”、“↓”表示不同的自旋方向)。

(3) 洪特规则:当电子排布在同一能级不同的轨道时,总是优先单独占据一个轨道而且自旋方向相同。

洪特进一步指出,能量相同的原子轨道在全充满(p^6 和 d^{10})、半充满(p^3 和 d^5)和全空(p^0 和 d^0)状态时,体系的能量较低,原子较稳定。

3. 电子云和原子轨道

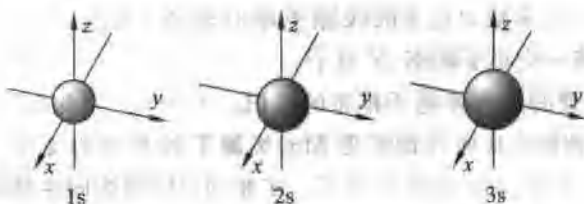
(1) 电子云:

为了形象地表示电子在原子核外空间的分布状况,人们常用小黑点的疏密程度来表示电子在原子核外出现概率的大小。点密集的地方表示电子在那里出现的概率大;点稀疏的地方,表示电子在那里出现的概率小。这种形象地描述电子在核外空间出现的概率大小的图形称为电子云图。

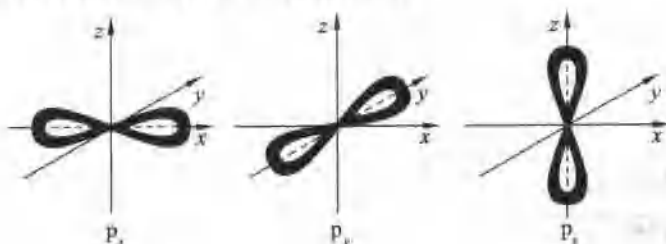
(2) 原子轨道:

把电子出现概率在 90% 以上的空间为基本范围用曲线圈出来,这种电子云轮廓图称为原子轨道。

s 电子的原子轨道是球形的(原子核位于球心),能层序数 n 越大,原子轨道的半径越大,如图示:



p 电子的原子轨道是纺锤形的,每个 p 能级有 3 个原子轨道,它们相互垂直,分别以 p_x 、 p_y 和 p_z 为符号,其平均半径也随 n 增大而增大。



例题解析

【例题 1】 主族元素 A 和 B 可形成组成为 AB_2 的离子化合物,则 A、B 两原子的最外层电子排布分别为()。

- A. ns^2np^2 和 ns^2np^4 B. ns^1 和 ns^2np^4 C. ns^2 和 ns^2np^5 D. ns^1 和 ns^2

【解析】 由 A 和 B 为主族元素,且二者能构成 AB_2 型的离子化合物知,A 为第 II A 族元素,B 为第 VII A 族元素(排除了 NO_2),故 A 元素原子的最外层电子排布为 ns^2 ,B 元素原子的最外层电子排布为 ns^2np^5 。

【答案】 C

【例题 2】 某元素的原子 3d 能级上有 1 个电子,它的 N 能层上电子数是()。

- A. 0 B. 2 C. 5 D. 8

【解析】 根据该元素的原子 3d 能级上有 1 个电子可以写出该原子的电子排布式: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^1 4s^2$,由此可知该元素 N 能层上的电子数为 2。

【答案】 B

【例题 3】 已知某元素的原子序数为 25, 试写出该元素原子的电子排布式, 并指出该元素在周期表中所属周期、族和区。

【解析】 该元素的原子应有 25 个电子。根据电子填充顺序, 它的电子排布式应为 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5 4s^2$ 或简写为 $[\text{Ar}] 3d^5 4s^2$ 。其中最外层能层数 $n=4$, 所以它属于第四周期的元素; 最外层电子和次外层 d 电子总数为 7, 所以它位于第 VII B 族。3d 电子未充满, 应属于 d 区元素。

【答案】 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5 4s^2$ 或简写为 $[\text{Ar}] 3d^5 4s^2$, 第四周期第 VII B 族, d 区。

【例题 4】 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 $1s^1$ 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. 2s 轨道上有一个未成对电子的 X 原子与 3s 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 $1s^1$ 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 个电子的有多种元素, 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 项最外层只有 1 个电子的第 I A 族元素可以, 过渡元素中也有很多最外层只有 1 个电子的, 故性质不一定相似。

【答案】 C

【例题 5】 下列电子的排布正确的是()。

- A. $\uparrow \uparrow \uparrow$
- B. $\uparrow \uparrow \uparrow$
- C. $\uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow$
- D. $\uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow$

【解析】 核外电子在原子轨道上排布遵循: 泡利不相容原理、洪特规则和能量最低原理, 本题考察的是前两个条件。B、D 违背了洪特原则, C 违背了泡利不相容原理。

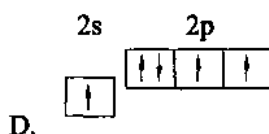
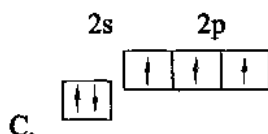
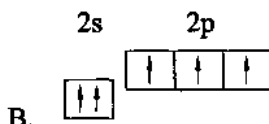
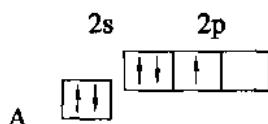
【答案】 A



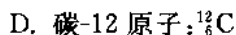
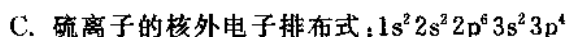
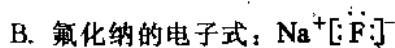
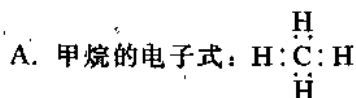
基础训练

- 下列能级中容纳电子数最多的是()。
 - A. 6s
 - B. 4p
 - C. 3d
 - D. 4f
- 某元素正二价离子的最外电子层排布为 $3d^9$, 则该元素的原子序数为()。
 - A. 29
 - B. 30
 - C. 31
 - D. 32
- 下列电子排布式属于基态原子电子排布的是()。
 - A. $1s^2 2s^1 2p^2$
 - B. $1s^2 2s^2 3s^2$
 - C. $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^2$
 - D. $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 4p^5$

4. 按能量由低到高的顺序排列, 正确的一组是()。
- A. $1s, 2p, 3d, 4s$ B. $1s, 2s, 3s, 2p$ C. $2s, 2p, 3s, 3p$ D. $4p, 3d, 4s, 3p$
5. 下列能级符号不正确的是()。
- A. $6s$ B. $5p$ C. $4d$ D. $3f$
6. 下列叙述正确的是()。
- A. 可能存在核外电子排布为 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 4p^1$ 的原子
- B. 在氢原子的基态电子的概率分布图中, 小黑点的疏密程度表示电子在该区空间出现概率的多少
- C. 当电子排布在同一能级的不同轨道时, 总是优先单独占据一个轨道, 而且自旋方向相反
- D. 1 个原子轨道里最多只能容纳 2 个电子, 而且自旋方向相同
7. 某元素的 $3p$ 能级上有两个未成对电子, 因此其()。
- A. 第三电子层上有 4 个电子 B. 最高正价为 +2
- C. 最高正价为 +4 D. 第二电子层没有未成对电子
8. 某元素原子的核电荷数是电子层数的五倍, 其质子数是最外层电子数的三倍, 该元素原子的最外层电子排布是()。
- A. $2s^2 2p^3$ B. $2s^2 2p^5$ C. $3s^2 3p^3$ D. $3s^2 3p^5$
9. 下列原子轨道表示式中, 符合洪特规则的是()。



10. 下列表达方式错误的是()。



11. 下列有关认识正确的是()。

- A. 各能级的原子轨道数按 s, p, d, f 的顺序分别为 1、3、5、7
- B. 各能层的能级都是从 s 能级开始至 f 能级结束
- C. 各能层含有的能级数为 $n-1$
- D. 各能层含有的电子数为 $2n^2$

12. 主族元素 X、Y、Z, X 原子的最外层电子排布为 ns^1 ; Y 原子的 M 电子层有 2 个未成对电子; Z 原子的最外层 p 能级上只有一对成对电子, 且 Z 原子的核外电子比 Y 原子少 8 个。由这三种元素组成的化合物的化学式不可能的是()。
- A. X_2YZ_3 B. X_2YZ_4 C. $X_2Y_2Z_3$ D. XYZ_4
13. 若某基态原子的外围电子排布为 $4d^1 5s^2$, 则下列说法正确的是()。
- A. 该元素基态原子中共有 3 个电子 B. 该元素原子核外有 5 个电子层
C. 该元素原子最外层共有 3 个电子 D. 该元素原子 M 能层共有 8 个电子
14. 基态氧原子核外未成对电子数为()。
- A. 1 B. 2 C. 3 D. 4
15. 下列四种元素, 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. 位于元素周期表中第三周期第 IIIA 族的元素
C. 原子最外电子层排布为 $2s^2 2p^4$ 的元素
D. 原子最外电子层排布为 $5s^2 5p^6$ 的元素
16. 已知 A 元素原子的最外层电子排布为 $ns^2 np^3$, 下列有关性质的叙述正确的是()。
- A. A 单质的化学式为 A_2 B. A 最高价氧化物对应的水化物是强酸
C. A 的气态氢化物溶于水呈现酸性 D. A 的最高化合价是 +5
17. 能形成 XY_2 共价化合物的元素 X 和 Y, 其原子最外层电子排布分别为()。
- A. $1s^2$ 和 $3s^2 3p^5$ B. $3s^2$ 和 $3s^2 3p^5$
C. $2s^2 2p^2$ 和 $2s^2 2p^4$ D. $1s^1$ 和 $3s^2 3p^4$
18. 元素 X 的原子最外层电子排布为 $ns^n np^{n-1}$, 原子中能量最高的是 _____ 电子, 其电子云在空间有 _____ 的方向; 元素 X 的名称是 _____, 它的氢化物的电子式是 _____。
19. 按构造原理分别写出第 7、15、33 号元素的基态原子的电子排布式。它们的核外电子层分别有 _____、_____、_____ 层, 最外层电子数分别为 _____、_____、_____。
20. 化合物 YX_2 、 ZX_2 中, X、Y、Z 都是短周期元素, X 与 Y 为同周期元素, Y 与 Z 为同族元素, Y 原子的最外层 p 能级电子数等于前一电子层电子总数。X 原子最外层 p 能级中只有一个轨道填充了 2 个电子, 则 X 的电子排布式为 _____; Y 的电子排布式为 _____; Z 的电子排布式为 _____; YX_2 的化学式是 _____, 电子式是 _____; ZX_2 的化学式是 _____。



拓展提高

21. 具有下列电子层结构的原子和离子, 其对应的元素一定属于同一周期的是()。
- A. 两原子 N 层上都有 1 个 s 电子, 一个原子无 d 电子, 另一个原子有 d 电子

(3) F 是所有元素中电负性最大的元素；

(4) G 为金属元素，它有四个电子层，它的最高化合价与氯的最高化合价相同。

27. 某同学在总结“构造原理、能量最低原理、泡利原理、洪特规则”后得出了“在同一原子中，没有运动状态完全相同的电子存在”的结论。

你认为此结论是否正确，请说明理由。

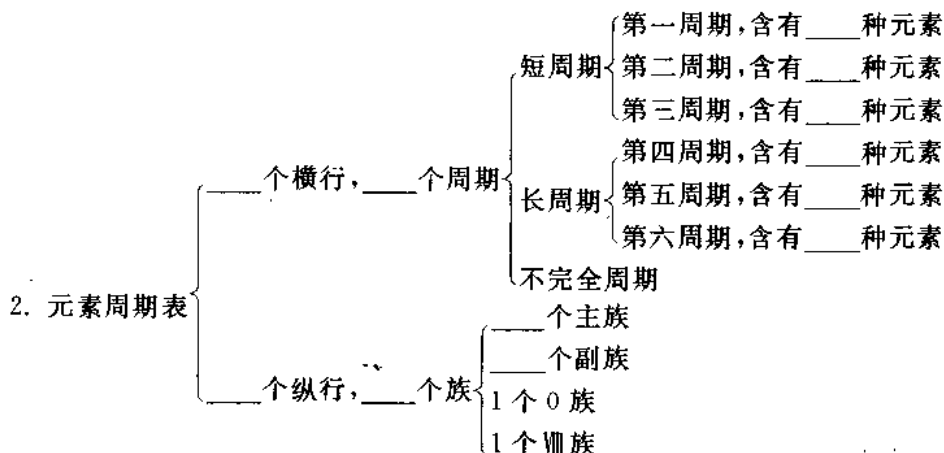
第一节 原子结构与元素的性质

- 了解元素周期表与原子结构的关系。
- 掌握同周期主族元素从左到右，最高化合价和最低化合价、金属性和非金属性、原子半径的变化规律。
- 掌握同主族元素从上到下，金属性、非金属性和原子半径的变化规律。
- 能说出元素电离能、电负性的含义，能应用元素的电离能说明元素的某些性质。



知识梳理

1. 周期表的编排原则：在周期表中，把_____相同的元素，按_____递增的顺序从左到右排成横行，再把不同横行中_____相同的元素，按_____递增的顺序由上而下排成纵行。



3. 由于随着核电荷数的递增，电子在能级里的填充顺序遵循_____，元素周期系的周期_____单调的，每一周期里元素的数目并不总是一样多，因而，我们可以把元素周期系的周期发展形象地比喻成螺壳上的_____。

4. 按电子排布，可把周期表里的元素划分成_____个区，除_____区外，区的名

称来自按构造原理最后填入电子的能级的符号。s 区有_____个纵列, p 区有_____个纵列, d 区有_____个纵列。

5. 原子半径的大小取决于两个_____的因素, 一是电子的能层数, 另一个因素是核电荷数。显然, 电子的能层越多, 电子之间的负电排斥将使原子的半径_____; 而核电荷数越大, 核对电子的引力也就越大, 将使原子的半径_____。这两个因素的综合结果使各种原子的半径发生_____的递变。

6. 对主族元素而言, 同一周期从左到右, 原子半径逐渐_____; 同一主族从上到下, 原子半径逐渐_____。短周期主族元素中, 原子半径最小的元素是_____, 原子半径最大的元素是_____。

7. 什么是第一电离能? 每个周期的第一种元素, 第一电离能_____, 最后一种元素的第一电离能_____; 同族元素从上到下第一电离能_____。

8. 什么是电负性? 电负性越大的原子, 对键合电子的吸引力_____。对主族元素而言, 周期表从左到右, 元素的电负性逐渐_____; 周期表从上到下, 元素的电负性逐渐_____。短周期主族元素中, 电负性最大的元素是_____, 电负性最小的元素是_____。

9. 电负性的大小也可以作为判断金属性和非金属性_____的尺度。金属的电负性一般_____ 1.8, 非金属的电负性一般_____ 1.8, 而位于非金属三角区边界的“类金属”的电负性则_____, 它们既有金属性, 又有非金属性。

10. 在元素周期表中, 某些主族元素与_____的主族元素的有些性质是相似的, 被称为对角线规则。试根据对角线规则, 分别写出 $\text{Be}(\text{OH})_2$ 与盐酸、 NaOH 溶液反应的离子方程式_____。



方法导引

1. 元素在周期表中所处的周期数与它的能层数 n 的关系

元素周期表有 7 个横行, 即 7 个周期。从各元素原子的电子层结构可知, 当能层数 n 依次增加时, n 每增加 1 个数值就增加一个新的电子层, 周期表上就增加一个周期。因此, 元素在周期表中所处的周期数就等于它的能层数 n 。

2. 各周期元素数与相应能级组的原子轨道关系

周期	元素数目	相应能级组中原子轨道	电子最大容量
1	2	1s	2
2	8	2s 2p	8
3	8	3s 3p	8
4	18	4s 3d 4p	18
5	18	5s 4d 5p	18
6	32	6s 4f 5d 6p	32
7	26(未完)	7s 5f 6d(未完)	未滿

各周期元素的数目等于相应能级组中原子轨道所能容纳的电子总数。

3. 主族元素的主族序数与价电子数的关系

周期表中共有 7 个主族, I A ~ VII A。凡内层轨道全充满, 最后 1 个电子填入 ns 或 np 能级上的, 都是主族元素; 主族元素价电子层上电子的总数等于主族序数, 即等于 ns 、 np 两个能级上电子数目的总和。

4. 元素基本性质的周期性变化规律

(1) 原子半径: 原子半径的大小取决于两个相反的因素——电子的能层数和核电荷数。在能层数一定的情况(同周期)下, 核电荷数就成了主要因素, 核电荷数越大, 原子核对电子的引力就越大, 其影响大于电子之间的排斥而使原子半径随核电荷数的递增而递减。在电子的能层数增加的情况下, 由于它的影响远大于核电荷数的影响, 所以原子半径随着电子的能层数的递增而递增。这两种情况共同构成了原子半径周期性的规律变化。即同一周期元素, 除稀有气体元素外, 从左到右, 原子半径越来越小; 同一主族元素从上到下, 原子半径越来越大。

(2) 电离能: 元素的第一电离能是从一个气态电中性基态原子夺走一个最外层电子而形成气态基态正离子时所需的最低能量。电离能越小, 电子越容易被夺走。同一周期元素从左到右, 电离能逐渐增加; 同一主族元素从上往下, 电离能逐渐减小。

(3) 电负性: 同一周期的主族元素从左到右, 电负性逐渐增加; 同一主族元素从上到下, 电负性逐渐减小。

(4) 元素的金属性和非金属性: 同一周期元素, 从左到右, 元素金属性逐渐减弱, 非金属性逐渐增强; 同一主族元素, 从上到下, 元素金属性逐渐增强, 非金属性逐渐减弱。

5. s 区、p 区、d 区、ds 区与元素周期表的关系

(1) s 区元素: 最后 1 个电子填充在 ns 轨道上, 价层电子的构型是 ns^1 或 ns^2 , 位于周期表的左侧, 包括第 I A 族和第 II A 族, 除氢外都是活泼金属, 容易失去电子形成 +1 或 +2 价阳离子。

(2) p 区元素: 最后 1 个电子填充在 np 轨道上, 价层电子构型是 $ns^2 np^{1\sim6}$, 位于周期表右侧, 包括第 III A ~ VII A 族和 0 族元素, 大部分为非金属。

s 区和 p 区的共同特点是: 最后 1 个电子都排布在最外层, 最外层电子的总数等于该元素的族数, s 区和 p 区就是按族划分的周期表中的主族(特例是 0 族)。

(3) d 区元素: 它们的价层电子构型是 $(n-1)d^{1\sim10} ns^{0\sim2}$, 最后 1 个电子基本都是填充在倒数第二层即 $(n-1)$ 层的 d 轨道上, 位于长周期的中部。这些元素都是金属, 常有可变化价, 称为过渡元素。它包括 III B ~ VIII 族元素。

(4) ds 区元素: 价层电子构型是 $(n-1)d^{10} ns^{1\sim2}$, 即次外层 d 轨道是充满的, 最外层轨道上有 1~2 个电子。它们既不同于 s 区, 也不同于 d 区, 故称为 ds 区, 它包括第 I B 族和第 II B 族, 处于周期表 d 区和 p 区之间。它们都是金属, 也属过渡元素。

例题解析

【例题 1】判断下列各对元素中哪一种元素的第一电离能大, 并说明原因。

① S 与 P

② Al 与 Mg

③ Cu 与 Zn

【解析】题中各对元素均为同周期元素。一般来说, 在同一周期中, 从左到右随着核

电荷的增加,半径减小,第一电离能总的趋势是增大。但由于电子构型对电离能影响较大,可能会造成某些反常现象。

① $P > S$, 因 P 电子构型为 $3s^2 3p^3$, $3p$ 轨道半充满; 而 S 的电子构型为 $3s^2 3p^4$, 失去一个电子后 $3p$ 半充满。

② $Mg > Al$, Mg 失去的是 $3s$ 电子, 而 Al 失去的是 $3p$ 电子; $E_{3s} < E_{3p}$, $3p$ 电子能量高而更易失去。同时, Mg 电子构型为 $3s^2$, $3s$ 轨道全充满; Al 的电子构型为 $3s^2 3p^1$, 失去一个电子后变为 $3s^2 3p^0$ 稳定结构。

③ $Zn > Cu$, Zn 的核电荷比 Cu 多, 同时, Zn 的 $3d$ 轨道全充满, $4s$ 轨道也全充满; Cu 的 $4s$ 轨道半充满, 失一个电子后为 $3d^{10} 4s^0$ 稳定结构。

【答案】 略。

【例题 2】 第三周期元素 X、Y、Z 的各级电离能数据如下:

$I/(kJ \cdot mol^{-1})$	I_1	I_2	I_3	I_4
X	738	1 451	7 733	10 540
Y	496	4 562	6 912	9 540
Z	577	1 817	2 745	11 578

试写出 X、Y、Z 三种元素的元素符号和常见化合价, 并按电负性由小到大的顺序排列。

【解析】 电离能是指气态原子或气态离子失去一个电子所需要的最小能量, 它表示原子或离子失去电子的难易程度, 从表中可看出元素 X 的 $I_3 \gg I_2$, 元素 Y 的 $I_2 \gg I_1$, 元素 Z 的 $I_4 \gg I_3$, 故 X、Y、Z 的常见化合价依次为 +2, +1, +3。在第二周期中, 易形成 +2, +1, +3 价离子的元素分别为 Mg, Na, Al。故 X 为 Mg, Y 为 Na, Z 为 Al。

又在同一周期中, 电负性变化规律为: 从左到右电负性逐渐增大, 故电负性由小到大的顺序为: Na、Mg、Al。

【答案】 见解析

【例题 3】 已知元素的电负性和原子半径等一样, 也是元素的一种基本性质。下面给出 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) 由上述变化规律可推知, 短周期主族元素中, 电负性最大的元素是_____, 电负性最小的元素是_____, 由这两种元素构成的化合属于_____ (填“离子”或“共价”) 化合物, 并用电子式表示该化合物的形成过程:_____。

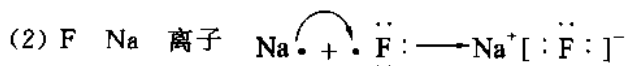
【解析】 (1) 根据表中的数据, 结合题干信息知电负性是元素的一种基本性质, 而元素的性质是随元素的原子序数递增而呈规律性变化的。这样我们可以把表中给出的 14 种元素的电负性按原子序数由小到大的顺序整理如下:

元素	Li	Be	B	C	N	O	F	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl
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

经过上述整理后可以看出:从 3~9 号元素,元素的电负性由小到大;从 11~17 号元素,元素的电负性也是由小到大。所以元素的电负性同原子半径一样随着原子序数的递增呈周期性的变化(即同周期主族元素,从左到右,电负性逐渐增大)。

(2) 根据上述规律不难得出短周期主族元素中,电负性最大的元素为 F,电负性最小的元素为 Na,二者形成的化合物——NaF 为典型的离子化合物,从而不难用电子式表示 NaF 的形成过程。

【答案】 (1) 元素的电负性随着原子序数的递增呈周期性的变化或同周期主族元素, 从左到右, 电负性逐渐增大



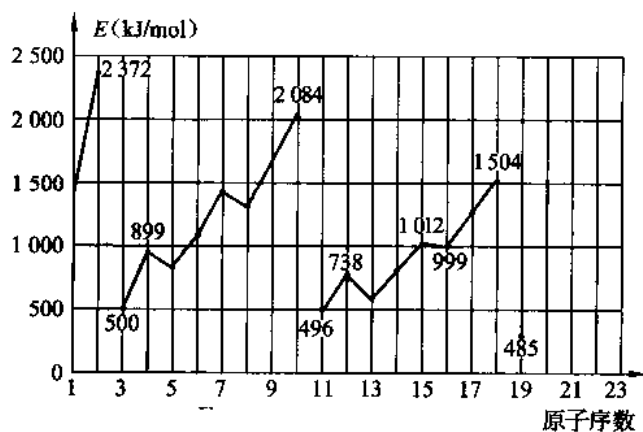
【例题 4】 某元素的原子具有三个电子层,关于其外围电子排布的正确说法是 ()。

- A. 只有 s 电子
B. 只有 p 电子
C. 有 s、p 电子
D. 只有 s 电子或 s、p 电子

【解析】 由题意知,该元素的外围电子排布为 $3s^{1\sim 2}$ 或 $3s^2 3p^{1\sim 6}$,故该元素外围电子排布可能只有 s 电子或 s、p 电子。

【答案】 D

【例题 5】 不同元素的气态原子失去最外层一个电子所需要的能量(设其为 E)如下图所示。试根据元素在周期表中的位置,分析图中曲线的变化特点,并回答下列问题。



(1) 同主族内不同元素的 E 值变化的特点是_____。各主族中 E 值的这种变化特点体现了元素性质的_____变化规律。

(2) 同周期内,随原子序数增大, E 值增大。但个别元素的 E 值出现反常现象。试预测下列关系式中正确的是 (填写编号)。

- ① $E(\text{砷}) > E(\text{硒})$ ② $E(\text{砷}) < E(\text{硒})$ ③ $E(\text{溴}) > E(\text{硒})$ ④ $E(\text{溴}) < E(\text{硒})$