



恒谦教育
www.hengqian.com

北京教育出版社 恒谦教育研究院研究成果

超级学练考

(学生用书)

全国重点中学一线骨干教师编写
丛书主编 方可

高一化学(下)

www.hengqian.com

北京出版社出版集团 北京教育出版社



主编寄语

授人以鱼，还是授人以渔

以网络为载体的e时代，向中学教育提出了许多问题：1.什么样的教育理念最好？2.怎样及时应对教材多样化、考卷多元化的局面？3.老师怎样教，学生怎样学，才最有效果？……我们策划《超级学练考》的初衷，就是为了解决师生目前遇到的以上困惑——让广大学生在较短的时间内学得多，记得牢，练得精。

《超级学练考》丛书作为同步类新型教辅，主要为进课堂编写（也可作为学生自读类用书），其突出特点在于：

一、渗透先进的教育理念，体现教师的主导作用和学生的主体地位，立足以学生发展为中心，注重学生学习方式及思维能力的培养。

二、“学”、“练”、“考”有机结合、环环相扣：“学”以节（课）为单位，归纳、细梳所要学习的核心内容；“练”按梯度分组设题，逐级提升学生的解题能力；“考”设置多种类型试卷，全方位挖掘和诠释考点，目的在于让学生“考”后而知不足。

三、“疑难点解析”、“典例归类”、“学习笔记”等栏目设计新颖、科学、实用，有如名师从旁指导，求知更加轻松。

四、题解分离，便于思考；详解单订，便于验证。

五、书网互动，增值无限。师生在使用本丛书时，可锁定**www.hengqian.com**进行信息查询、资源下载、在线辅导等，作为本书读者免费享受这些增值服务。

相信这样的一套好书，定会给您艰辛求学带来意想不到的实惠和无穷的轻松；实现我们既授人以鱼，更授人以渔的愿望！

丛书主编 方可





恒德教育
www.hengde.com

北京教育出版社恒德教育研究院研究成果

超级学练考

(学生用书)

丛书主编 方可
本册主编 严雪红
撰稿人 严雪红 崔东莲 马建雄
周庆春 成贞松

高一化学(下)



北京出版社出版集团
北京教育出版社



恒谦教育
www.hengqian.com

北京教育出版社恒谦教育研究院研究成果

超级学练考

超级学练考·高一化学·方可主编；
—3版.—北京：北京教育出版社，2006
ISBN 7-5303-3327-5

I. 超… II. 方… 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(2006)第066965号

超级学练考
高一化学(下)
(学生用书)
丛书主编 方可

★

北京出版社出版集团出版
北京教育出版社
(北京北三环中路6号)

邮政编码：100011

网 址：www.bph.com.cn

北京出版社出版集团总发行
新华书店经销
西安信达雅印务有限公司印刷

★

880×1230 16开本 10印张 243 000字
2006年10月第3版 2006年10月第2次印刷

ISBN 7-5303-3327-5
G·3253 定价：13.50元



目 录

第 5 章 物质结构 元素周期律

第一节 原子结构	(1)
第二节 元素周期律	(6)
第三节 元素周期表	(12)
第四节 化学键	(20)
本章复习与总结	(26)
本章综合测试题	(30)

第 6 章 氧族元素 环境保护

第一节 氧族元素	(33)
第二节 二氧化硫	(41)
第三节 硫 酸	(49)
第四节 环境保护	(56)
本章复习与总结	(62)
本章综合测试题	(67)





Contents

第 7 章 碳族元素 无机非金属材料

第一节 碳族元素	(71)
第二节 硅和二氧化硅	(77)
第三节 无机非金属材料	(84)
本章复习与总结	(91)
本章综合测试题	(98)
阶段测评卷(1)	(102)
阶段测评卷(2)	(105)
阶段测评卷(3)	(109)
期中测试卷	(113)
期末测试卷	(117)
(全书参考答案活页装订,随书赠送)	



第5章

Changjixuehankao

物质结构 元素周期律

第一节 原子结构



总结、概括、创新。这是内化知识、创新运用的基础。



预习探路

1. 原子作为一个整体不显电性,为什么?

提示 原子由原子核和核外电子构成,而原子核是由质子和中子构成,核电荷数(Z)=核内质子数(Z)=核外电子数。

2. 原子质量是主要集中在原子核上,还是集中在核外电子上?

提示 一个电子质量是一个质子质量的 $\frac{1}{1836}$ 。

3. 写出 Cl 、 Cl^- 、 Na^+ 的核内质子数和核外电子数。

提示 17,17 17,18 11,10

4. 分别指出 $^{35}_{17}\text{Cl}$ 、 $^{37}_{17}\text{Cl}^-$ 两式子的意义。

提示 $^{35}_{17}\text{Cl}$ 为质量数为 35,质子数为 17 的氯原子; $^{37}_{17}\text{Cl}^-$ 为质量数为 37,质子数为 17 的氯离子。

5. 原子核外电子运动能否画出电子运行的轨迹,为什么?

提示 电子质量很小,运行速度快,无固定运行轨迹。

6. 氢原子电子云示意图中一个小黑点就表示一个电子吗?

提示 电子云是描述核外电子运动时,它在原子核外空间某处出现机会的多少。

7. 如何根据元素的原子结构判断元素的主要性质?

提示 元素的原子结构决定着元素的化学性质,主要是金属性和非金属性,因此一般可由原子的最外层电子排布来判断。

(1)若最外层已排满 8 电子(K 层为最外层时排满 2 电子),则该原子结构为稳定结构,形成的单质为稀有气体。

(2)若最外层电子数小于 4,则一般较易失去最外层较少的电子,从而达到 8 电子稳定结构,形成的单质一般为金属单质,表现的性质为还原性。

(3)若最外层电子数大于 4,则一般易得到电子,达到 8 电子稳定结构,形成的单质一般为非金属单质,大部分表现为氧化性。



疑难点解析

1. 质量数与相对原子质量的区别

质量数是指忽略电子质量,将原子核内所有质子和中子的相对质量取近似整数值的总和,为正整数,如 ^{12}C 、 ^{13}C 的质量数为 12、13。

相对原子质量是指该原子跟 ^{12}C 的绝对质量的 $\frac{1}{12}$ 的比值,不一定为整数,如 ^{23}Na 的质量数为 23,相对原子质量为 23.01。

2. 任何原子都有中子吗?

不一定, ^1_1H 就没有中子。

3. 稳定结构与不稳定结构

通常把最外层有 8 个电子(K 层为最外层时有 2 个电子)的结构,称为相对稳定结构。稀有气体元素的原子就是上述结构,一般不与其他物质发生化学反应。当元素的原子最外层电子数小于 8 时(K 层为



最外层时小于 2) 是不稳定结构. 在化学反应中, 不稳定结构总是通过各种方式(如得失电子, 共用电子对等)达到相对稳定结构.

4. 核外电子排布与元素性质的关系

原子的核外电子排布, 特别是最外层电子数决定着元素的主要化学性质(如化合价、氧化性或还原性、金属性或非金属性等). 金属元素的原子最外层电子数一般少于 4 个, 在化学反应中比较容易失去电子而达到相对稳定结构, 表现出金属性(还原性); 而非金属元素的原子最外层电子数一般多于 4 个, 在化学反应中容易得到电子而达到相对稳定结构, 表现出非金属性(氧化性).

5. 核外电子排布规律应注意以下几点:

(1) 核外电子排布规律是相互联系的, 不能孤立地理解其中的某一条. 如 M 层不是最外层时, 其电子数目最多为 18 个, 当其是最外层时, 其电子数目最多为 8 个.

(2) 电子层中的电子数目有个最大限量, 但可以小于这个限量, 如 H 原子核外只有 1 个电子.

(3) 最外电子层中排满 8 个电子 (He 为 2 个) 时, 这种电子层结构为相对稳定结构, 其他电子层结构为相对不稳定结构, 不稳定的电子层结构在一定条件下要变为稳定的电子层结构. 如 Na 易失去电子变为 Na^+ , O 易得到电子变为 O^{2-} .

例 1 元素 B 的原子核电荷数为 z , 已知 B^{n-} 和 A^{m+} 有相同的核外电子数, 则 A 元素原子的质子数用 z 、 n 、 m 来表示应为 ()

- A. $z+n-m$ B. $z-n+m$
C. $z-n-m$ D. $z+m+n$

解析 本题指出 A^{m+} 和 B^{n-} 具有相同的核外电子数, 则 A 元素原子失去 m 个电子后与 B 元素原子得到 n 个电子后的电子数相同. 而 B^{n-} 含有 $(z+n)$ 个电子, 设 A 元素原子的质子数为 x , 则 A^{m+} 含有 $(x-m)$ 个电子, 则有 $x-m=z+n$, 故 A 元素原子含有 $(z+n+m)$ 个电子.

答案 D

例 2 核内中子数为 N 的 R^{2+} , 质量数为 A , 则其 n g 氧化物中所含质子的物质的量是 ()

- A. $\frac{n}{A+16}(A-N+8)\text{mol}$
B. $\frac{n}{A+16}(A-N+10)\text{mol}$
C. $(A-N+2)\text{mol}$
D. $\frac{n}{A}(A-N+6)\text{mol}$

解析 题目给出了 R^{2+} 的质量数为 A , 因质量数只与质子数和中子数有关, 则 R 原子的质量数也为 A , 根据质量数 = 质子数 + 中子数, 推知 R 原子中的质子数 $Z = A - N$. 由 R^{2+} 所带电荷数可知 R 显 +2 价, 其氧化物的分子式为 RO , RO 的摩尔质量为 $(A+16)\text{g/mol}$, n g RO 的物质的量为 $\frac{n}{A+16}\text{mol}$.

1 mol RO 中含有质子 $(A-N+8)\text{mol}$, 则 $\frac{n}{A+16}\text{mol}$

RO 中所含质子的物质的量为 $\frac{n}{A+16}(A-N+8)\text{mol}$.

答案 A

例 3 某元素原子的核电荷数是电子层数的 5 倍, 其质子数是最外层电子数的 3 倍, 该元素的原子结构示意图是 _____.

解析 设核电荷数 = 质子数 = Z , 元素原子的电子层数为 x , 最外层电子数为 y , 依题意: $Z = 5x$, $Z = 3y$, 则 $5x = 3y$, $x = 3y/5$, 因原子最外层电子数不超过 8, 即 y 为 1~8 的正整数, 仅当 $y = 5$ 时, $x = 3$ 合理, 该元素的核电荷数为 15.

答案 Na



典例归类

一、关于原子结构的问题

例 1 据报道, 上海某医院正在研究用放射性的 $^{125}_{53}\text{I}$ 治疗肿瘤. 该原子的原子核内的中子数与核外电子数之差为 ().

- A. 72 B. 19 C. 53 D. 125

解析 该原子的原子核外电子数=质子数=53,中子数=质量数-质子数=125-53=72.

故该原子的原子核内的中子数与核外电子数之差为72-53=19.

答案 B

例2 已知阴离子 R^{2-} 的原子核内有 x 个中子, R 元素的质量数为 m , 则 W g R 元素完全转化为 R^{2-} 时, 共含有的电子总数为 ()

- A. $\frac{m-x-2}{W \cdot m}$ mol
B. $\frac{W(m-x)}{m}$ mol
C. $\frac{W(m-x+2)}{m}$ mol
D. $\frac{W(m-x-2)}{m}$ mol

解析 先通过 $A=Z+N$, 求得 R 原子核内有 $(m-x)$ 个质子, 再根据核内质子数=核外电子数, 可知 R 原子核外有 $(m-x)$ 个电子, 每个 R 原子转化为 R^{2-} 需要得到 2 个电子, 每个 R^{2-} 共有 $(m-x+2)$ 个电子, 最后计算 W g R 元素的物质的量为 $\frac{W}{m}$ mol, 则 W g R 元素完全转化为 R^{2-} 时, 共含有的电子总数为 $\frac{W}{m}(m-x+2)$ mol.

答案 C

例3 A_ZX 与 ${}^{A+1}_{Z+1}X^+$ 两种粒子, 下列叙述正确的是 ()

- A. 质子数一定相同, 质量数和中子数一定不同
B. 化学性质几乎相同
C. 一定都由质子、中子、电子构成
D. 核电荷数、核外电子数一定相同

解析 在粒子的表示符号中左下角表示质子数, 左上角表示质量数, 右上角表示粒子所带电荷数. 因此: A_ZX 、 ${}^{A+1}_{Z+1}X^+$ 中, 当 $A=1, Z=1$ 时, 粒子为 1_1X 即 1_1H , ${}^2_1X^+$ 即 ${}^2_1D^+$, 1_1H 无中子, ${}^2_1D^+$ 无电子, 故 C 不正确, 又因中子数分别为 $A-Z$ 、 $A+1-Z$, 则质子数相同, 中子数不同, 所以 A_ZX 与 ${}^{A+1}_{Z+1}X^+$ 为同种元素的原子和离子, 故 A 正确.

答案 A

二、关于原子核外电子排布的问题

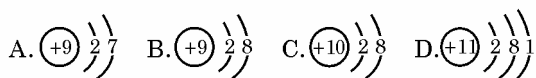
例4 A、B、C 三种元素的原子具有相同的电子层数, 而且 B 的核电荷数比 A 多 2 个, C 的质子数比 B 多 4 个, 1 mol A 与水反应生成 1 g H_2 , 这时 A 转化成 Ne 原子电子层结构, 则 A、B、C 各为什么元素?

解析 由题意可知, A 为该题的关键元素, 其阳离子与 Ne 原子电子层结构相同. 由于 Ne 原子结构示意图为 $Ne \text{ } (+10) \text{ } 2 \text{ } 8$, 所以, A 有 3 个电子层. 再由 A 与水的置换反应, 计算推知 A 为 +1 价元素, 则 A 为钠元素. 钠具有 11 个质子, 继而推得 B 为铝元素, C 为氯元素.

答案 A 为钠元素, B 为铝元素, C 为氯元素

例5 用下面的原子或离子结构示意图的编号 (A、B、C、D) 填空:

- (1) 电子层排布相同的是 _____;
(2) 属于同种元素的是 _____;
(3) 属于金属元素的是 _____;
(4) 属于稀有气体元素的是 _____.



解析 判断粒子是否为同一元素, 可看其质子数是否相同, 由元素的结构判断其性质一般可由原子的最外层电子排布来判断. 若最外层已排满 8 个电子 (K 层为最外层时排满 2 个电子), 则该元素为稀有气体元素; 若最外层电子数小于 4, 则一般为金属元素; 若最外层电子数大于 4, 则一般为非金属元素.

答案 (1) BC (2) AB (3) D (4) C



学习笔记

1. 常见等电子体规律:

(1) 核外电子总数为 2 的粒子: He 、 H^- 、 Li^+ 、 Be^{2+} .

(2) 核外电子总数为 10 的粒子: Ne 、 HF 、 H_2O 、 NH_3 、 CH_4 (分子类); Na^+ 、 Mg^{2+} 、 Al^{3+} 、 NH_4^+ 、



H_3O^+ (阳离子类); N^{3-} 、 O^{2-} 、 F^- 、 OH^- 、 NH_2^- (阴离子类)。

(3) 核外电子总数为 18 的粒子: Ar 、 HCl 、 H_2S 、 PH_3 、 SiH_4 、 F_2 、 C_2H_6 (乙烷)、 CH_3OH (甲醇)、 N_2H_4 (联氨)、 CH_3F (一氟甲烷) 等 (分子类); K^+ 、 Ca^{2+} (阳离子类); P^{3-} 、 S^{2-} 、 HS^- 、 Cl^- (阴离子类)。

(4) 核外电子总数与质子总数均相同的粒子有:
① Na^+ 、 NH_4^+ 、 H_3O^+ ; ② F^- 、 OH^- 、 NH_2^- ; ③ Cl^- 、 HS^- ; ④ N_2 、 CO 、 C_2H_2 等。

2. 元素的原子结构的特殊性 (1~20 号元素):

(1) 原子核中无中子的原子: ${}_1^1\text{H}$ 。

(2) 最外层有 1 个电子的原子: H 、 Li 、 Na 、 K 。

(3) 最外层有 2 个电子的原子: He 、 Be 、 Mg 、 Ca 。

(4) 最外层电子数等于次外层电子数的原子: Be 、 Ar 。

(5) 最外层电子数是次外层电子数 2 倍的原子: C ;

最外层电子数是次外层电子数 3 倍的原子: O ;

最外层电子数是次外层电子数 4 倍的原子: Ne 。

(6) 电子层数与最外层电子数相等的原子: H 、 Be 、 Al 。

(7) 电子总数为最外层电子数 2 倍的原子: Be 。

(8) 次外层电子数是最外层电子数 2 倍的原子: Li 、 Si 。

(9) 内层电子数是最外层电子数 2 倍的原子: Li 、 P 。



拒绝模仿, 方显英雄本色。



课堂巩固

1. 某元素的原子核外电子排布中, K 层和 L 层电子数之和等于 M 层和 N 层的电子数之和, 则该元素的核电荷数为 ()

A. 30 B. 12 C. 17 D. 20

2. 某金属原子的符号为 ${}_{67}^{166}\text{Ho}$, 该原子核内的中子数与核外电子数之差为 ()

A. 32 B. 67 C. 99 D. 166

3. 质子数与中子数相同的原子 R , R^{n+} 核外有 x 个电子, 则 R 的质量数为 ()

A. $2(x-n)$ B. $2(x+n)$

C. $2x$ D. $n+2x$

4. 某原子核外共有 n 个电子层 ($n > 3$), 则 ($n-1$) 层最多容纳的电子数为 ()

A. 8 个 B. 18 个

C. 32 个 D. $2(n-1)^2$ 个

5. 同温同压下等容积的两个密闭集气瓶中分别充满 ${}^{12}\text{C}^{18}\text{O}$ 和 ${}^{14}\text{N}_2$ 两种气体. 关于这两个容器中气体的说法正确的是 ()

A. 质子数相等, 质量不等

B. 分子数和质量分别不相等

C. 原子数和质量分别相等

D. 分子数、中子数和质子数分别相等

6. 两种粒子的质子数、电子数均相等, 它们不可能 ()

A. 一种阳离子和一种阴离子

B. 一种单质分子和一种化合物分子

C. 一种分子和一种离子

D. 一种原子和一种分子

7. 下列各组粒子具有相同的质子数和电子数的是 ()

A. CH_4 、 NH_3 、 H_2O 、 Ar

B. OH^- 、 F^- 、 O^{2-} 、 Ne

C. H_3O^+ 、 NH_4^+ 、 Na^+ 、 H_2F^+

D. O^{2-} 、 F^- 、 Mg^{2+} 、 Al^{3+}

8. 根据下列叙述, 写出元素名称并画出原子结构示意图。

(1) A 元素原子核外 M 层电子数是 L 层电子数的一半: _____。

(2) B 元素原子的最外层电子数是次外层电子数的 1.5 倍: _____。

(3) C 元素的单质在常温下可与水剧烈反应, 产生的气体能使带火星的木条复燃: _____。

(4) D 元素的次外层电子数是最外层电子数的 $1/4$: _____。

8 课后拓展

1. 如果 ${}_aX^{m+}$ 、 ${}_bY^{n+}$ 、 ${}_cZ^{n-}$ 、 ${}_dR^{m-}$ 4 种离子的电子层结构相同(a 、 b 、 c 、 d 为元素的核电荷数), 则下列关系正确的是 ()

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

2. X 和 Y 属于短周期元素, X 原子的最外层电子数是次外层电子数的一半, Y 位于 X 的前一周期, 且最外层只有一个电子, 则 X 和 Y 形成的化合物的化学式可表示为 ()

- A. X_4Y B. XY_2
C. XY_3 D. X_2Y_3

3. 已知自然界中铍有两种质量数分别为 191 和 193 的同位素, 其近似相对原子质量为 192.22, 这两种同位素的原子个数比应为 ()

- A. 39 : 61 B. 61 : 39
C. 1 : 1 D. 39 : 11

4. 有 A 和 B 两种元素的原子, A 元素原子的 M 层比 B 元素原子的 M 层少 3 个电子, B 元素原子的 L 层电子数恰好是 A 元素原子 L 层电子数的 2 倍. A、B 两元素分别是 ()

- A. C 和 Cl B. C 和 Al
C. Si 和 Na D. Na 和 He

5. 下列各组粒子中, 核外电子总数相等的是 ()

- A. K^+ 和 Na^+ B. CO_2 和 NO_2
C. CO 和 CO_2 D. N_2 和 CO

6. 设某元素原子核内的质子数为 Z , 中子数为 N , 则下列判断正确的是 ()

- A. 核内中子的总质量小于质子的总质量
B. 这种元素的相对原子质量为 $(Z+N)$
C. 若碳 12 原子质量为 m g, 此原子的质量为 $(Z+N)m$ g
D. 不能由此确定该元素的相对原子质量

7. 已知某元素的阴离子 R^{n-} 的原子核内的中子

数为 $(A-x+n)$, 其中 A 为原子的质量数, 并设 N_A 为阿伏加德罗常数, 则 m g R^{n-} 中的电子数为 ()

- A. $\frac{m(A-x)N_A}{A}$ B. $\frac{m(A-n)N_A}{A}$
C. $\frac{(A-x-n)N_A}{A-m}$ D. $\frac{mxN_A}{A}$

8. 有 V、W、X、Y、Z 五种元素, 它们的核电荷数依次增大, 且都小于 20, 其中 X、Z 是金属元素, V 和 Z 元素原子最外层都只有一个电子; W 和 Y 元素原子的最外层电子数相同, 且 W 元素原子 L 层电子数是 K 层电子数的 3 倍. X 元素原子的最外层电子数是 Y 元素原子最外层电子数的一半, 由此推知(填元素符号) V _____, W _____, X _____, Y _____, Z _____.

9. 有几种主族元素的微粒的电子层结构为



(1) 某微粒一般不和其他元素的原子反应, 这种微粒的符号是 _____;

(2) 某微粒的盐溶液, 能使溴水褪色, 并出现浑浊, 这种微粒的符号是 _____;

(3) 某微粒氧化性很弱, 但是得到电子后还原性很强, 且这种原子有一个单电子, 这种微粒的符号是 _____;

(4) 某微粒还原性很弱, 但失电子后氧化性很强, 且这种元素的原子得到一个电子即达稳定结构, 这种微粒的符号是 _____.

10. 自然界中铀和钍都有同位素, 铀主要以三种同位素的形式存在, 三种同位素的原子百分比分别为 ${}_{92}^{234}\text{U}$ 0.005%、 ${}_{92}^{235}\text{U}$ 0.72%、 ${}_{92}^{238}\text{U}$ 99.275%. 请列出计算 U 元素近似相对原子质量的计算式(不必算出具体数值) _____.

e 考题演练

1. (2006 · 江苏卷) 下列关于 Na 元素和 F 元素的叙述正确的是 ()

A. 原子序数 $N_a > F$ B. 原子半径 $N_a < F$ C. 原子的电子层数 $N_a < F$ D. 原子最外层电子数 $N_a > F$

2. (2006 · 四川卷) 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 $X < W$

第二节 元素周期律



总结、模仿、创新。这是内化知识、创新运用的基础。



预习探路

1. 什么叫元素周期律?

提示 元素的性质(包括原子半径、元素化合价、元素的金属性和非金属性)随着元素原子序数的递增而呈周期性的变化的规律。

2. 元素周期律的实质是什么?

提示 实质是元素原子的核外电子排布的周期性变化。

3. 证明元素的非金属性强弱的事实有哪些?

提示 4 条, 与 H_2 化合的难易, 氢化物的稳定性, 最高价氧化物对应水化物的酸性强弱, 置换反应。

4. 证明元素的金属性强弱的事实有哪些?

提示 3 条, 与酸(或水)反应生成 H_2 的难易, 最高价氧化物对应水化物的碱性强弱, 置换反应。



疑难点解析

1. 电子层数相同的元素, 原子半径随着原子序数的递增由大逐渐变小的原因。

随着原子序数的递增即原子的核电荷数增大, 原子核对核外电子的引力增大, 其结果倾向于使元素的原子半径减小; 但外层电子数的增加, 使电子间的相互排斥作用增强, 其结果倾向于使元素的原子半径增大。在这一对互为矛盾的作用中, 由于核电荷数的增大, 使原子半径减小的作用大于因核外电子数的增加使原子半径增大的作用, 即电子层数相同的元素核电荷数增大(半径减小趋势)起主要作用。所以, 随着原子序数的递增, 电子层数相同的元素的原子半径由大逐渐变小。(稀有气体和某些副族元素例外)

2. 粒子半径主要是由核电荷数、电子层数和核外电子数决定。

(1) 同种元素的粒子半径比较

① 阳离子半径小于相应原子半径。

如: $r(Na^+) < r(Na)$

② 阴离子半径大于相应原子半径。

如: $r(Cl^-) > r(Cl)$

③ 同种元素不同价态的离子, 价态越高, 离子半径越小。

如: $r(Fe^{2+}) > r(Fe^{3+})$

(2) 不同元素的粒子半径比较

① 具有相同电子层数而原子序数不同的原子, 其半径大小的比较规律是: 原子序数越大, 半径越小(稀有气体元素例外)。

如: $r(Na) > r(Mg) > r(Al) > r(Si) > r(P) > r(S) > r(Cl)$

② 像卤素、碱金属等最外层电子数相同而电子层数不同的原子(限主族), 其半径大小的比较规律是: 电子层数越多, 原子半径越大; 其同价态的离子半径大小比较也是如此。

如: $r(F) < r(Cl) < r(Br) < r(I)$

$r(Li) < r(Na) < r(K) < r(Rb) < r(Cs)$

$r(F^-) < r(Cl^-) < r(Br^-) < r(I^-)$

$r(Li^+) < r(Na^+) < r(K^+) < r(Rb^+) < r(Cs^+)$

③ 电子层结构不同的不同粒子, 其半径比较的规律是: 核电荷数越大, 半径越小。

如: S^{2-} 、 Cl^{-} 、 K^{+} 、 Ca^{2+} 都具有 Ar 型结构, 其粒子半径大小为 $r(S^{2-}) > r(Cl^{-}) > r(K^{+}) > r(Ca^{2+})$ 。

3. 元素性质周期性变化的本质原因.

元素的性质主要是由元素原子的电子层结构和最外层电子数决定的. 由于随着元素原子序数的递增, 元素原子的电子层结构出现周期性变化, 特别是决定元素的主要因素——最外层电子数也呈现明显的周期性变化, 即最外层电子数由 1 增到 8 (只具有一个电子层的除外), 从而引起元素性质 (原子半径、主要化合价、金属性、非金属性) 也随之呈周期性变化. 所以元素性质的周期性变化是元素原子内部结构周期性变化的反映, 是元素原子核外电子排布周期性变化的必然结果.

4. 元素性质的周期性变化不是元素性质变化的简单重复.

元素性质的周期性变化, 是指每隔一定数目的元素, 后面元素的性质基本重复出现前面元素的性质. 这种重复不是简单、机械的重复, 而是在原有的基础上有所变化. 如元素的原子半径周期性变化, 尽管各周期元素的原子半径总的趋势都是由大到小, 但并不是重复着同样的大小变化, 即各电子层数相同, 元素的原子半径变化的大小、起点、终点是不同的; 同时它们减小的程度的趋势要比电子层数为 2、3 元素的原子半径的减小趋势要缓和得多, 甚至出现个别元素的原子半径有反常现象. 又如元素主要化合价的周期性变化, 尽管各周期元素的最高正价变化趋势是 +1 价到 +7 价, 负价是 -4 价到 -1 价, 但这种变化也不是一成不变的, 如电子层数为 2 的元素最高正价是由 +1 价到 +5 价 (O 一般无正价, 只有 OF_2 中才显 +2 价, F 无正价); 有 3 个电子层的元素, 其负价由 -4 价变到 -1 价. 事实上继续分析其他具有不同电子层元素的化合价, 也都存在着差异, 可见元素性质的周期性变化, 并不是简单、机械的重复.

例 1 X 元素的阴离子、Y 元素的阴离子和 Z 元素的阳离子具有相同的电子层结构, 已知 X 的原子序数比 Y 的大, 则 X、Y、Z 的三种离子半径大小的顺序是 (分别用 r_1 、 r_2 、 r_3 表示) ()

- A. $r_1 > r_2 > r_3$ B. $r_2 > r_1 > r_3$
C. $r_3 > r_1 > r_2$ D. $r_3 > r_2 > r_1$

解析 比较离子半径的大小, 先要求 X、Y、Z 三元素的原子序数, 然后按照“电子层结构相同的离子, 随着原子序数的递增而半径减小”的规律来判断. 电子层结构相同的离子, 其核外电子数相同, 依题意, Z 的原子序数最大, 则 r_3 最小; Y 的原子序数最小, r_2 最大.

答案 B

例 2 若短周期中的两元素可以形成 X_2Y_3 分子, 则这两种元素的原子序数之差不可可能是 ()

- A. 1 B. 3 C. 5 D. 6

解析 由化合物 X_2Y_3 可推知 X、Y 的化合价分别为 +3、-2 价, X 可能为 B 或 Al, Y 可能为 O 或 S, 对应化合物为 B_2O_3 、 Al_2O_3 、 B_2S_3 、 Al_2S_3 . 还有 N_2O_3 , 其原子序数之差为 1.

答案 D

例 3 下列各组元素性质递变情况错误的是 ()

- A. N、O、F 原子最外层电子数依次增多
B. P、S、Cl 元素最高正化合价依次升高
C. N、O、F 原子半径依次增大
D. Cl、Br、I 非金属性依次减弱

解析 根据元素周期律知: A 选项, N、O、F 原子最外层电子数增多; B 选项, P、S、Cl 最高正化合价为 +5, +6, +7; D 选项, Cl、Br、I 的非金属性依次减弱.

答案 C

例 4 根据下列各反应现象, 归纳元素性质, 正确的是 ()

- A. 用湿润的淀粉碘化钾试纸, 放置在有氯气发生的导管上端, 发现试纸变蓝, 说明氯元素的非金属性强于碘元素
B. 把通硫化氢气体的导管插入刚制好的稀氯水中, 观察到溶液变浑浊, 振荡试管或再通入气体, 浑浊不变, 说明氯的非金属性比硫的非金属性弱



C. 将刚切开的一小块钠,投入到盛有硫酸铜溶液的烧杯中,发现除有气体产生外还有蓝色的沉淀,说明了钠的金属性比铜强

D. 钠、镁、铝分别与稀盐酸反应,除共同产生氢气外,分别产生氯化钠、氯化镁与氯化铝,这说明了金属性:铝>镁>钠

解析 比较元素非金属性强弱可通过其对应单质相互置换的实验事实来判断,比较元素金属性强弱可通过其单质与 H_2O 或稀酸(非氧化性酸)反应置换出氢的难易来判断。

答案 A



典例归类

关于元素周期律应用的问题

例 1 已知 X、Y、Z 为三种原子序数相连的元素,最高价氧化物对应水化物的酸性相对强弱是 $HXO_4 > H_2YO_4 > H_3ZO_4$, 则下列判断正确的是 ()

A. 气态氢化物的稳定性: $HX > H_2Y > ZH_3$

B. 原子半径: $X > Y > Z$

C. 非金属活泼性: $Y > X > Z$

D. 原子最外层电子数的关系: $Y = \frac{1}{2}(X + Z)$

解析 根据周期表结构可知,非金属元素原子序数相连意味着三种元素处于同一周期,有相同的电子层数. 因此三者的非金属活泼性顺序为 $X > Y > Z$. 原子半径顺序为 $X < Y < Z$, 气态氢化物的稳定性顺序为 $HX > H_2Y > ZH_3$, 原子序数相连还表明三种元素的原子序数和最外电子层电子数是公差为 1 的等差数列. 因此 D 项也正确。

答案 AD

例 2 原子半径由小到大,且最高正价依次降低的是 ()

A. Al、Mg、Na

B. N、O、F

C. Ar、Cl、S

D. Cl、P、Si

解析 相同电子层数的原子其核电荷数越大半径越小,稀有气体元素的原子半径比同电子层的其

他元素的原子半径都大,元素的最高正价在数值上等于该元素的最外层电子数,且 O 元素无正价(除 OF_2 中 O 显 +2 价, F 无正价),故选 AD.

答案 AD

例 3 下列各组指定原子序数的元素,不能形成 AB_2 型化合物的是 ()

A. 6 和 8

B. 16 和 8

C. 12 和 9

D. 11 和 16

解析 首先将给定的原子序数所对应的元素搞清楚,再结合两元素间形成化合物的形式或从化合价规律分析即可。

A 项是 C 和 O 可形成 CO_2 ; B 项是 S 和 O 可形成 SO_2 ; C 项是 Mg 和 F 可形成 MgF_2 ; D 项是 Na 和 S 可形成 Na_2S 是 A_2B 型,而非 AB_2 型。

答案 D

例 4 A、B、C、D、E 五种元素从左向右按原子序数递增(原子序数为 5 个连续的自然数)的顺序排列如下:

A	B	C	D	E
---	---	---	---	---

下列说法中正确的是 ()

A. E 元素的最高化合价为 +7 价时, D 元素的负化合价可为 -2 价

B. $A(OH)_n$ 为强碱时, $B(OH)_m$ 一定为强碱

C. H_nDO_m 为强酸时, E 的非金属性一定很强

D. H_nCO_m 为强酸时, E 的单质可能有强还原性

解析 E 元素的最高化合价为 +7 时, D 元素的最高化合价必为 +6, 则 D 元素的负化合价可为 -2 价. $A(OH)_n$ 为强碱时, $B(OH)_m$ 可能为强碱, 也可能为中强碱, 还可能为弱碱. H_nDO_m 为强酸时, 即 D 元素的非金属性很强, 原子序数比 D 大 1 的 E, 可能为非金属性比 D 强的非金属元素, 也可能为稀有气体元素. 元素 C 与元素 E 的关系可以这样说: C 是 $_{16}S$, E 是 $_{18}Ar$; C 是 $_{17}Cl$, E 是 $_{19}K$.

答案 AD



学习笔记

1. 短周期元素原子的最外层电子数与次外层电

子数的关系

(1) 最外层电子数 = 次外层电子数的元素有 Be, Ar.

(2) 元素原子的最外层电子数与次外层电子数的关系:

① 若比值小于 1, 则该元素为第三周期元素 (或者 Li);

② 若比值等于 1, 则该元素为 Be 或 Ar;

③ 若比值大于 1, 则该元素为第二周期元素;

④ 若次外层电子数比最外层电子数少, 则该元素必为第二周期元素;

⑤ 若次外层电子数比最外层电子数多, 则该元素必为第三周期元素, Ar 除外.

2. 电子层结构相同的粒子

(1) 含电子总数为 10 的单核粒子: O^{2-} , F^{-} , Ne, Na^{+} , Mg^{2+} , Al^{3+} .

(2) 含电子总数为 10 的多核粒子:

① 2 核粒子: HF, OH^{-} ;

② 3 核粒子: H_2O , NH_2^{-} ;

③ 4 核粒子: NH_3 , H_3O^{+} ;

④ 5 核粒子: CH_4 , NH_4^{+} .

(3) 含电子总数为 18 的单核粒子: S^{2-} , Cl^{-} , Ar, K^{+} , Ca^{2+} .

(4) 含电子总数为 18 的多核粒子:

① 2 核粒子: HCl, HS^{-} ;

② 3 核粒子: H_2S ;

③ 4 核粒子: PH_3 ;

④ 5 核粒子: SiH_4 .

(5) 含电子总数为 20 的单核粒子及多核粒子: Ca, MgO, NaF, NaOH, NH_4F 等.

(6) 含电子总数为 2 的单核粒子及多核粒子: H^{-} , He, Li^{+} , Be^{2+} , H_2 等.

3. 元素的金属性与非金属性强弱判断

元素的金属性强弱可从下面几个方面判断:

(1) 元素的单质跟水或酸起反应置换出氢的难易, 置换出氢越容易, 金属性越强. 钠跟水剧烈反应放出氢气, 镁与水在加热时缓慢反应放出 H_2 , 所以

钠的金属性比镁的强. 铁与酸很容易反应放出 H_2 , 而 Cu 与酸 (稀盐酸、稀硫酸) 不反应, 说明 Fe 的金属性比铜的强.

(2) 元素最高价氧化物对应的水化物 (氧化物间接或直接跟水生成的化合物)——氢氧化物的碱性强弱. 碱性越强, 形成该碱的金属元素金属性越强. 钠的最高价氧化物是 Na_2O , Na_2O 对应的水化物 NaOH 是强碱. 铁的最高价氧化物是 Fe_2O_3 , Fe_2O_3 对应的水化物是 $Fe(OH)_3$ [由 Fe_2O_3 间接制取 $Fe(OH)_3$] 是一种弱碱, 说明金属性的强弱顺序是: 钠 > 铁.

(3) 金属间的置换反应. 依据氧化还原反应的规律, 金属铁能从硫酸铜溶液中置换出铜, 说明铁的金属性比铜强.

(4) 金属活动性顺序表. 需要指出的是, 金属性是指金属气态原子失去电子的能力的性质, 而金属活动性是指在水溶液里, 金属原子失去电子能力的性质, 二者顺序基本一致, 仅极少例外.

(5) 金属阳离子氧化性的强弱. 阳离子氧化性越强, 对应金属的金属性就越弱.

4. 元素的非金属性的强弱可从以下几个方面来判断:

(1) 元素最高价氧化物的水化物的酸性强弱. 酸性越强, 构成含氧酸的对应元素的非金属性越强. 硫的最高价氧化物 SO_3 , 它对应的水化物 H_2SO_4 是一种强酸; 碳的最高价氧化物 CO_2 , 它对应的水化物 H_2CO_3 是一种弱酸. 所以硫比碳的非金属性强.

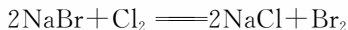
(2) 跟氢气反应生成气态氢化物的难易. 生成气态氢化物越容易, 该元素的非金属性越强. F_2 和 H_2 混合物在黑暗处爆炸; Cl_2 和 H_2 混合物在强光照下发生爆炸; Br_2 和 H_2 在加热时反应; I_2 和 H_2 在持续加热条件下很慢地反应, 且生成的 HI 不稳定, 容易分解. 这表明非金属性从强到弱的顺序是: 氟 > 氯 > 溴 > 碘.

(3) 元素的氢化物的稳定性. 若氢化物越稳定, 则元素的非金属性越强; 反之, 则越弱.

(4) 置换反应. 氯气通入 NaBr 溶液中, 溶液变为



黄色(或橙色),即 Cl_2 把溴从 NaBr 溶液中置换出来.反应的化学方程式如下:



说明,氯的非金属性比溴强.

(5)元素的原子对应阴离子的还原性.阴离子的还原性越强,元素的非金属性就越弱.



挑战精英本色。

A 课堂巩固

- 一般能决定元素化合价高低的是 ()
A. 核内质子数 B. 核外电子数
C. 核外电子层数 D. 最外层电子数
- 元素的性质随原子序数的递增呈现周期性变化的原因是 ()
A. 相对原子质量逐渐增大
B. 核电荷数逐渐增大
C. 核外电子排布呈周期性变化
D. 元素的化合价呈周期性变化
- 下列叙述中,正确的是 ()
A. 核外电子排布相同的粒子,化学性质一定相同
B. 核外电子排布相同的原子,一定是同种元素
C. 质子数相同的粒子一定是同种元素
D. 质量数相同的粒子具有相同的化学性质
- 下列各元素中,原子半径最大的是 ()
A. Al B. Mg C. Cl D. F
- 下列微粒半径的比较中,正确的是 ()
A. $\text{Na}^+ > \text{Na}$ B. $\text{Cl}^- > \text{Cl}$
C. $\text{Ca}^{2+} > \text{Cl}^-$ D. $\text{Mg} > \text{Na}$
- 核电荷数为 11 和 16 的 A、B 两种元素,所形成的化合物一定是 ()
A. AB 型 B. A_2B 型
C. AB_2 型 D. A_2B_2 型
- 下列各组元素是按最高正价由高到低,负价

绝对值由低到高顺序排列的是 ()

- A. Na、Mg、Al B. F、O、N
C. N、O、F D. S、P、Si

8. 电子层数相同的三种元素 X、Y、Z,已知其最高价氧化物对应水化物的酸性强弱为: $\text{HXO}_4 > \text{H}_2\text{YO}_4 > \text{H}_3\text{ZO}_4$,则下列判断错误的是 ()

- A. 原子半径 $\text{X} > \text{Y} > \text{Z}$
B. 气态氢化物稳定性 $\text{HX} > \text{H}_2\text{Y} > \text{ZH}_3$
C. 非金属性 $\text{X} > \text{Y} > \text{Z}$
D. 气态氢化物的还原性 $\text{HX} < \text{H}_2\text{Y} < \text{ZH}_3$

9. A、B 两种元素的离子具有相同的电子数, A、B 两元素的单质都能与水剧烈反应,在反应中, A 单质作还原剂, B 单质作氧化剂.

(1)画出 A 原子的结构示意图 _____;

(2)画出 B 离子的结构示意图 _____;

(3)A 单质与水反应的化学方程式: _____;

(4)B 单质与水反应的离子方程式: _____;

(5)A、B 两种元素原子半径的大小顺序是 _____;

(6)A、B 两种元素的离子半径的大小顺序是 _____.

10. A、B、C、D 均是最多有三个电子层的元素,原子半径 $\text{D} > \text{C} > \text{A} > \text{B}$,其中 A、B 电子层数相同, A、C 最外层电子数相同, C 原子核中的质子数等于 A、B 两元素原子核内质子数之和, C 原子最外层电子数是 D 原子最外层电子数的 4 倍,试回答:

(1)这四种元素分别是(用元素名称表示)

A _____, B _____, C _____, D _____.

(2)这四种元素中非金属氢化物的稳定性由强到弱的顺序是(用化学式表示) _____.

11. 现有 A、B、C、D 四种元素, A、B 两种元素的原子各有两个电子层; C、D 两种元素的原子各有 3 个电子层. A、B 能化合成无色无味的气体 AB_2 ; C、

D能形成易溶于水的固体CD;D和B的最外层电子数相同,B的离子和C的离子的核外电子数相等,这四种元素分别是:A_____,B_____,C_____,D_____.D元素原子结构示意图是_____.D元素与钠元素形成的化合物的化学式是_____.

8 课后拓展

1. 下列排列顺序中,错误的是 ()

- A. 原子半径: $O < S < Na$
B. 稳定性: $PH_3 > H_2S > NH_3$
C. 酸性: $H_3PO_4 < H_2SO_4 < HClO_4$
D. 碱性: $Al(OH)_3 < Mg(OH)_2 < NaOH$

2. 下列关于稀有气体的叙述不正确的是 ()

- A. 原子的最外电子层都有8个电子
B. 其原子与同周期ⅠA、ⅡA族阳离子具有相同的核外电子排布
C. 化学性质非常不活泼
D. 原子半径比同周期ⅦA族元素原子的大

3. 下列各组粒子中,具有相同质子数和电子数的一组是 ()

- A. H_2O 、 CH_4 、 NH_3 、 Ne
B. OH^- 、 F 、 Ne 、 O^{2-}
C. H_3O^+ 、 Na^+ 、 NH_4^+ 、 Mg^{2+}
D. O^{2-} 、 F^- 、 Mg^{2+} 、 Al^{3+}

4. 下列说法正确的是 ()

- A. 原子序数越大,原子半径一定越大
B. 电子层数多的原子的半径一定比电子层数少的大
C. 原子序数越大的原子,最外层电子数越多
D. 元素原子最外层电子数越多(除稀有气体),显示的化合价不一定越高

5. 在下列微粒半径大小的比较中,正确的是 ()

- A. $Na^+ < Mg^{2+} < Al^{3+} < O^{2-}$
B. $S^{2-} > Cl^- > Na^+ > Al^{3+}$

C. $Na < Mg < Al < S$

D. $Cs > Rb > K > Na$

6. 电子数相等的粒子叫等电子体,下列粒子属等电子体的是 ()

- A. CH_4 和 NH_4^+ B. NO 和 O_2
C. NH_2^- 和 H_3O^+ D. HCl 和 H_2O

7. 下列有关叙述正确的是 ()

- A. 金属氧化物一定是碱性氧化物
B. 非金属氧化物一定是酸性氧化物
C. 碱性氧化物一定是金属氧化物
D. 酸性氧化物一定是非金属氧化物

8. 具有相同电子层结构的三种微粒 A^{n+} 、 B^{n-} 、C,下列分析正确的是 ()

- A. 原子序数关系是 $C > B > A$
B. 微粒半径关系 $B^{n-} > A^{n+}$
C. C一定是一个稀有气体元素的原子
D. 原子半径的关系是 $A < C < B$

9. A、B均为原子序数1~20的元素,已知A的原子序数为n, A^{2+} 比 B^{2-} 少8个电子,则B的原子序数是 ()

- A. $n+4$ B. $n+6$ C. $n+8$ D. $n+10$

10. 已知A、B、C、D的原子序数都不超过18,它们的离子 $A^{(n+1)+}$ 、 B^{n+} 、 $C^{(n+1)-}$ 、 D^{n-} 均具有相同的电子层结构,则下列叙述正确的是 ()

- A. 原子序数: $a > b > d > c$
B. 离子半径: $A^{(n+1)+} > B^{n+} > C^{(n+1)-} > D^{n-}$
C. 离子还原性: $A^{(n+1)+} > B^{n+}$, 离子氧化性: $C^{(n+1)-} > D^{n-}$
D. 单质还原性: $B > A$, 单质氧化性: $D > C$

11. 某负二价元素A的气态氢化物含氢的质量分数为5.88%,0.9 g B元素的单质和足量的盐酸反应,生成 BCl_3 和1.12 L H_2 (标准状况),在C、B化合生成盐的水溶液中,滴加 $AgNO_3$ 溶液,生成了不溶于硝酸的白色沉淀.指出A、B、C的元素名称:

A. _____, B. _____, C. _____.

12. 已知五种元素的原子序数大小顺序为 $C > A > B > D > E$,且均小于20;A、C同周期,B、C同主族;A