

龙门品牌  学子至爱

# 新课标



高中化学

主 编 张希顺  
本册主编 刘金城

# 物质结构与性质



龍 門 書 局

[www.Longmenbooks.com](http://www.Longmenbooks.com)

新课标

# 物质结构与性质



## 高中化学

主 编:张希顺

本册主编:刘金城

编 者:丁恒文 刘真真 王九龙  
陈 鑫 邱 阳 赵晓婷  
张金龙 张毓熙 鞠 超

龍 門 書 局

北 京

版权所有 侵权必究

举报电话:(010)64030229;(010)64034315;13501151303

邮购电话:(010)64034160

图书在版编目(CIP)数据

龙门专题:新课标.高中化学.物质结构与性质/张希顺主编;  
刘金城本册主编. —北京:龙门书局,2008

ISBN 978-7-5088-1298-4

I. 龙… II. ①张…②刘… 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(2008)第 117308 号

责任编辑:田旭 马建丽 王美容/封面设计:耕者

龙门书局出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

www.longmenbooks.com

世界知识印刷厂印刷

科学出版社总发行 各地书店经销

\*

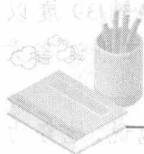
2008 年 7 月第 一 版 开本:A5(890×1240)

2008 年 7 月第一次印刷 印张:6 3/4

字数:240 000

定 价:13.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)



未名湖畔，博雅塔旁。

明媚的晨光穿透枝叶，懒散的泻落在林间小道上，花儿睁开惺忪的眼睛，欣喜地迎接薄薄的雾霭，最兴奋是小鸟，扇动翅膀在蔚蓝的天空中叽叽喳喳地欢唱起来了。微风轻轻拂动，垂柳摇曳，舒展优美的身姿，湖面荡起阵阵涟漪，博雅塔随着柔波轻快地翩翩起舞。林间传来琅琅的读书声，那是晨读的学子；湖畔小径上不断有人跑过，那是晨练的学子；椅子上，台阶上，三三两两静静的坐着，那是求索知识的学子……

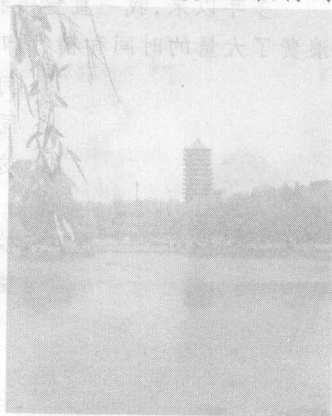
在北大，每个早晨都是这样的；在清华，每个早晨都是这样的；在复旦，在交大，在南大，在武大……其实，在每一所高校里，早晨都是一幅青春洋溢、积极进取的景象！

在过去几年时间里，我一直在组织北大、清华的高考状元、奥赛金牌得主还有其他优秀的学子到全国各地巡回演讲。揭开他们“状元”的光环，他们跟我们是那么的相似，同样的普通与平凡。

是什么成就了他们的“状元”辉煌？

在来来往往带他们出差的路上，在闲来无事的聚会聊天过程中，我越来越发现，在普通平凡的背后，他们每个人都是一道亮丽独特的风景，都是一段奋斗不息、积极进取的历程，他们的成功，是偶然中的必然。

小朱，一个很认真、很可爱的女孩子，高中之前家庭条件十分优越，但学习一直平平；在她上高中前，家庭突遭变故，负债累累，用她妈妈的话说，“家里什么都没有了，一切只能靠你自己了。”她说自己只有高考一条路，只有考好了，才能为家里排忧解难。我曾经在台下听她讲自己刻苦学习的经历：“你们有谁在大年



三十的晚上还学习到深夜三点？你们又有谁发烧烧到 39 度以上还在病床上看书？……”那一年，她以总分 684 分成为了浙江省文科高考状元。

陆文，一个出自父母离异的单亲家庭的女孩，她说，她努力学习的动力就是想让妈妈高兴，因为从小她就发现，每次她成绩考得很好，妈妈就会很高兴。为了给妈妈买一套宽敞明亮的房子，她选择了出国这条路，考托福，考 GRE，最后如愿以偿，被芝加哥大学以每年 6.4 万美金的全额奖学金录取为生物方向的研究生。6.4 万美金，当时相当于人民币 52 万。

齐伟，湖南省高考第七名，清华大学计算机学院的研究生，最近被全球最大的软件公司 MICROSOFT 聘为项目经理；霖秋，北京大学数学学院的小妹，在坚持不懈的努力中完成了自身最重要的一次涅槃，昨天的她在未名湖上游弋，今天的她已在千里之外的西雅图……

还有很多很多优秀的学子，他们也都有自己的故事，酸甜苦辣，很真实，很精彩。我有幸跟他们朝夕相处，默默观察，用心感受，他们的自信，他们的执着，他们的勤奋刻苦，尤其是他们的“学而得其法”所透露出来的睿智更让人拍案叫绝，他们人人都有一套行之有效的学习方法，花同样的时间和精力他们可以更加快速高效，举一反三。我一直在想：如果当年我也知道他们的这些方法，或许我也能考个清华北大的吧？

多年以来，我一直觉得我们的高考把简单的事情搞复杂了，学生们浪费了大量的时间和精力却收效甚微；多年以来，我们也一直在研究如何将一套优良的学习方法内化在图书中，让同学们在不知不觉中轻松快速的获取高分。这，就是出版《龙门专题》的原因了。

一本好书可以改变一个人的命运！名校，是每一个学子悠远的梦想和真实的渴望。“少年心事当拿云，谁念幽寒坐呜呃！”

龙门专题，走向名校的阶梯！



总策划

王人

2008 年 7 月



# 《 登 步 門 法 》

## 编委会

主

编：张希顺

编委会成员：张希顺

左勇芳

张希全

潘会涛

郑恩兴

郝建国

刘金城

马丽丽

丁恒文

# Contents .....

## 目录 .....

|                        |         |
|------------------------|---------|
| 基础篇 .....              | ( 1 )   |
| 专题考点知识归纳体系框架图表 .....   | ( 1 )   |
| 第一讲 原子结构 .....         | ( 3 )   |
| 1.1 原子结构模型 .....       | ( 3 )   |
| 1.2 原子结构与元素周期表 .....   | ( 14 )  |
| 1.3 原子结构与元素性质 .....    | ( 27 )  |
| 本讲知识整合 .....           | ( 38 )  |
| 第二讲 微粒间的相互作用 .....     | ( 57 )  |
| 2.1 共价键模型 .....        | ( 57 )  |
| 2.2 共价键与分子的立体构型 .....  | ( 69 )  |
| 2.3 离子键、配位键与金属键 .....  | ( 82 )  |
| 2.4 分子间作用力与物质性质 .....  | ( 94 )  |
| 本讲知识整合 .....           | ( 102 ) |
| 第三讲 物质的聚集状态与物质性质 ..... | ( 115 ) |
| 3.1 认识晶体 .....         | ( 115 ) |
| 3.2 金属晶体与离子晶体 .....    | ( 126 ) |
| 3.3 原子晶体与分子晶体 .....    | ( 140 ) |
| 3.4 物质的其他聚集状态 .....    | ( 155 ) |
| 本讲知识整合 .....           | ( 164 ) |
| 综合应用篇 .....            | ( 182 ) |
| 综合专题 .....             | ( 182 ) |
| 方法技巧归类 .....           | ( 190 ) |
| 专题跟踪训练 .....           | ( 192 ) |
| 模拟考场 .....             | ( 200 ) |

# 基 础 篇

## 专题考点知识归纳体系框架图表

### 高考大纲

#### 一、原子结构

1. 了解原子的构成及玻尔的原子结构模型。
2. 理解原子序数、核电荷数、质子数、中子数、核外电子数,以及质量数与质子数、中子数之间的相互关系。理解元素、核素、同位素的概念。
3. 了解量子力学对原子核外电子运动状态的描述。
4. 了解元素周期表的结构和编排原则。
5. 了解元素周期表的结构与元素原子核外电子排布的关系。
6. 了解原子核外电子的排布规律和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)基态原子核外电子排布。
7. 元素性质、原子结构和元素在周期表中的位置三者之间的关系。
8. 元素性质的递变规律。

#### 二、微粒间的相互作用

1. 理解共价键的含义,理解极性键和非极性键。
2. 理解共价键的形成、本质、类型、特征、键参数。
3. 了解共价键与分子立体构型关系以及一些典型分子的立体构型。
4. 了解共价键和分子极性的关系。
5. 了解离子键、配位键、金属键的形成过程、本质和特征。
6. 了解范德华力的产生、大小以及对物质性质(熔沸点)的影响。
7. 了解氢键的形成条件、类型、特点以及氢键对物质性质(熔沸点、溶解度)的影响。
8. 综合比较各种化学键、分子间作用力以及对物质性质的影响。

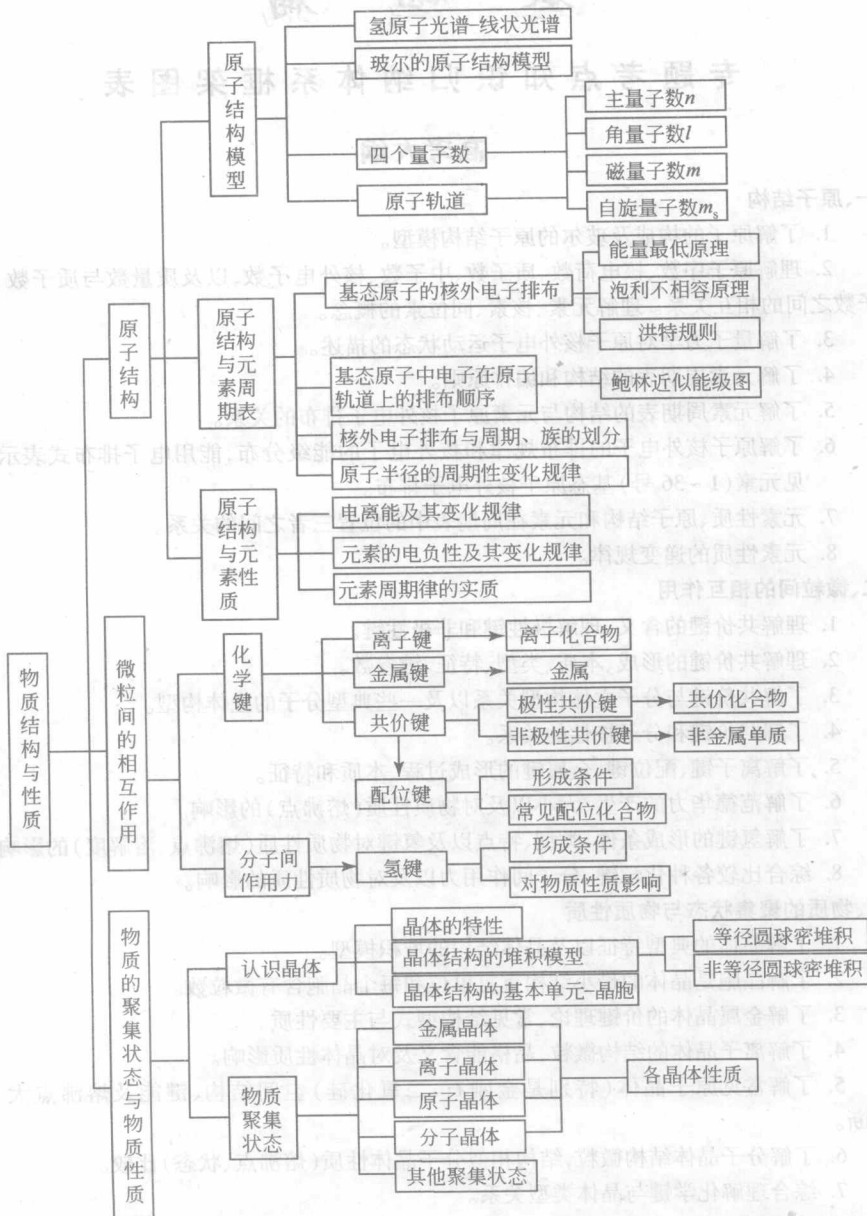
#### 三、物质的聚集状态与物质性质

1. 了解晶体的典型特征以及晶体结构的堆积模型。
2. 了解晶胞是晶体的最小结构重复单位和每个晶胞含有微粒数。
3. 了解金属晶体的价键理论、常见结构型式与主要性质。
4. 了解离子晶体的结构微粒,晶格能含义及对晶体性质影响。
5. 了解常见原子晶体(特别是金刚石、二氧化硅)空间结构、键能及熔沸点大小判断。
6. 了解分子晶体结构微粒,结构相似分子晶体性质(熔沸点、状态)比较。
7. 综合理解化学键与晶体类型关系。

#### 四、以上各部分知识的综合应用



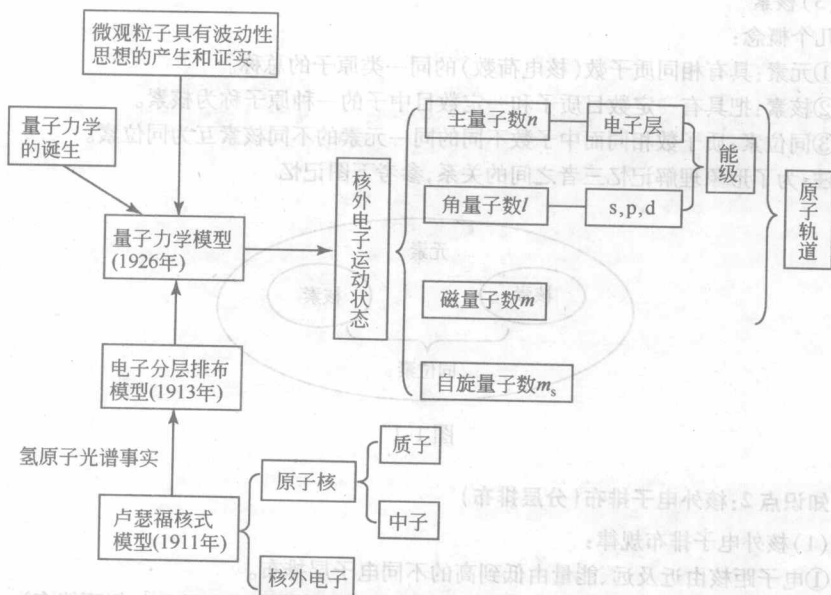
## 知识网络图解



# 第一讲 原子结构

## 1.1 原子结构模型

### 知识网络图解



### 知识点精析与应用

#### 知识点精析

#### 知识点 1: 原子的构成

##### (1) 原子构成

- ① 原子  $\begin{cases} \text{原子核} \begin{cases} \text{质子(正电)} \\ \text{中子(不带电)} \end{cases} \\ \text{核外电子(负电)} \end{cases}$

② 质量数: 原子核中质子数和中子数之和。

③ 组成原子各微粒数关系:



- a. 质量数( $A$ ) = 质子数( $Z$ ) + 中子数( $N$ )  
 b. 核电荷数 = 质子数 = 核外电子数(中性原子)

注:原子是保持化学性质的最小微粒,用化学方法不能再分。当原子发生化学变化时,原子核不会发生变化,只是核外的电子(特别是价电子)发生变化。当原子形成离子

时,核电荷数 = 质子数 =  $\begin{cases} \text{核外电子数} + \text{失电子数}(\text{阳离子}) \\ \text{核外电子数} - \text{得电子数}(\text{阴离子}) \end{cases}$

(2) 原子的表达方式

${}^A_Z\text{X}$  表示一个质量数为  $A$ 、质子数为  $Z$  的具体的  $\text{X}$  原子。

(3) 核素

几个概念:

- ①元素:具有相同质子数(核电荷数)的同一类原子的总称。
- ②核素:把具有一定数目质子和一定数目中子的一种原子称为核素。
- ③同位素:质子数相同而中子数不同的同一元素的不同核素互为同位素。

注:为了形象理解记忆三者之间的关系,参考下图记忆

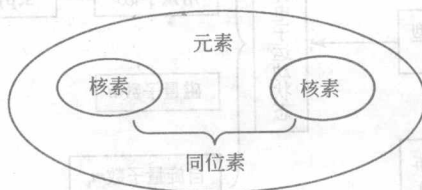


图 1-1

## 知识点 2: 核外电子排布(分层排布)

(1) 核外电子排布规律:

- ①电子距核由近及远,能量由低到高的不同电子层排布。
- ②各层最多容纳电子  $2n^2$  个( $n$  代表电子层数;电子数可以少于  $2n^2$ ,但不能多)。
- ③最外层电子数不超过 8(第一层为最外层不超过 2),次外层不超过 18,倒数第三层不超过 32。

注:当电子在核外排布时,必须同时满足上述三个原则,不能相互冲突。

(2) 原子结构示意图书写:



图 1-2



注:离子结构示意图和原子结构示意图差别之处在于核外电子排布不同,例如  $\text{Cl}^-$  是  $\text{Cl}$  得到一个电子形成的,这个电子排在最外层,使最外层达到 8 个电子,但原子核没有发生变化。 $\text{Cl}^-$  结构示意图:



图 1-3

### 知识点 3:玻尔的原子结构模型

(1) 核心内容:核外电子分层排布。

(2) 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( $E$ ),且能量是量子化的,不能任意连续变化只能取某些不连续数值。轨道能量依  $n$  (主量子数) 的增大而升高。对氢原子而言,电子处在  $n=1$  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  $E_i$ )跃迁到另一个轨道(能量为  $E_j$ )时,才会辐射( $E_i > E_j$ )或吸收( $E_i < E_j$ )能量。如果能量以光的形式表现出来,就形成了光谱。

(3) 成功之处:

①解释了氢原子光谱为什么是线状光谱。

②核外电子所处轨道的能量是量子化的。

注:玻尔原子结构模型有其成功之处,但也有缺陷,不能解释多电子原子结构,对某些复杂的光谱现象难以解释。

### 知识点 4:原子轨道与四个量子数

(1) 主量子数( $n$ )

$n$  的取值为正整数,即:1,2,3,4,5,6,...,对应的符号分别为 K,L,M,N,O,P,...,一般来说, $n$  值越大,电子离核的平均距离越远,能量越高。

注:① $n$  值与电子层数相对应,对应关系如下表:

| $n$ 值 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | ... |
|-------|---|---|---|---|---|---|-----|
| 电子层符号 | K | L | M | N | O | P | ... |

②主量子数  $n$  决定轨道能量高低。

③氢原子核外只有一个电子,能量只由主量子数  $n$  决定。

(2) 角量子数  $l$

对于确定的  $n$  值, $l$  共有  $n$  个值,为 0,1,2,...( $n-1$ ),分别用符号 s,p,d,f 等来表示。若电子所取  $n,l$  相同,则具有相同能量,即处于同一能级。

注:①角量子数  $l$  表示同一电子层中具有不同状态的分层;②能级是由  $n$  和  $l$  共同



决定。同时,同下在若干少核对于核为核能图意示示部干和部示示部干高:主

磁量子数  $m$  2 概为核能图, 核能图干中个核, 即部干中个一核能图星

在无外磁场时, 量子数  $n, l$  相同的状态的能量相同, 当有外磁场时, 这些状态能量就会不同, 用磁量子数  $m$  标记这些状态。对于一个确定的  $l, m$  可取  $0, \pm 1, \pm 2, \dots, \pm l$ , 共  $(2l+1)$  个值。  $n, l, m$  共同确定了核外电子的空间运动状态。

注:  $n, l$  和  $m$  共同决定原子轨道。

(4) 自旋量子数  $m_s$ 。

$m_s$  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有两种, 分别用  $m_s = +1/2$  (符号  $\uparrow$ ) 和  $m_s = -1/2$  (符号  $\downarrow$ ) 描述。

总结: 综上所述, 原子中每个电子的运动状态可以用  $n, l, m, m_s$  四个量子数来描述。四个量子数确定之后, 电子在核外空间的运动状态就确定了。

#### 知识点 5: 原子轨道的图像描述

s 轨道在三维空间分布的图型为球型; p 轨道在三维空间分布的图型为无柄哑铃型; d 轨道在三维空间分布的图型为花瓣型。

#### 知识点 6: 电子云

用小黑点的疏密表示电子在三维空间出现概率大小的图像。电子云不是真实存在的。小黑点不代表电子, 只表示电子在此位置出现的概率。小黑点密集的地方, 电子出现的概率大, 小黑点稀疏的地方, 电子出现的概率小。



### 解题方法指导

#### 题型 1 质子数、电子数、中子数和质量数的关系

【例 1】在离子  $\text{RO}_3^-$  中, 共有  $x$  个核外电子, R 原子的质量数为  $A$ , 则 R 原子核内含有的中子数目是 ( )

A.  $A - x + n + 28$

B.  $A - x + n + 24$

C.  $A - x - n - 24$

D.  $A + x - n - 24$

剖析 R 原子核内含有的中子数等于质量数 ( $A$ ) 减去质子数 ( $Z$ ), 质子数和 R 原子的核外电子数相等, 而离子  $\text{RO}_3^-$  含有的  $x$  个电子为 1 个 R 原子、3 个 O 原子所含总电子数与从外界得的  $n$  个电子的和, 故 R 原子的核外电子数为  $x - n - 24$ , 则中子数为  $A - x + n + 24$ 。

答案 B

技巧探测 对于本题, 实际上考查的内容就是质量数、质子数、中子数、电子数之间的关系。阴离子是原子从外界得到电子, 得到电子数目和所带电荷数目相等; 阳离子是原子失去电子, 失去电子数目和所带电荷数目相等。



[例2]  ${}_{92}^{235}\text{U}$  是制造原子弹的材料,其核内中子数与核外电子数之差是 ( )

A. 92

B. 51

C. 143

D. 327

剖析 该原子质量数为 235,质子数为 92,核外电子数也为 92,中子数为  $235 - 92 = 143$ 。

答案 B

### 题型2 各电子层排列电子数目

[例3] 某元素的原子核外电子排布中,K 电子层和 M 电子层电子数之和等于 L 电子层电子数,则该元素的核电荷数为 ( )

A. 30

B. 12

C. 16

D. 20

剖析 既然 M 层都排上电子了,那么 K 层和 L 层肯定已经排满了,分别为 2 个和 8 个电子,则 M 层上有 6 个电子,故电子总数为 16,核电荷数也为 16。

答案 C

技巧探测 本题考查内容为核外电子排布规律,电子总是尽先排布在能量低的电子层,排满后再逐渐排在能量高的电子层,且每层最多容纳电子数为  $2n^2$  个。

### 题型3 电子层和能级的关系

[例4] 下列各电子层,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

剖析 当主量子数大于等于 3 时才出现 d 能级,前两层没有 d 能级。

答案 CD

技巧探测 本题考查内容为主量子数和角量子数的取值和关系,对于确定的  $n, l$  取 0、1、2、3、 $\dots(n-1)$ ,分别用 s、p、d、 $\dots$  表示,且  $n$  和  $l$  共同决定了能级。

### 题型4 电子云和原子轨道的关系

[例5] 下列有关电子云和原子轨道的说法正确的是 ( )

A. 原子核外的电子像云雾一样笼罩在原子核周围,故称电子云

B. s 能级的原子轨道呈球形,处在该轨道上的电子只能在球壳内运动

C. p 能级的原子轨道呈哑铃形,随着电子层的增加,p 能级原子轨道也在增多

D. 与 s 电子原子轨道相同,p 电子原子轨道的平均半径随电子层的增大而增大

剖析 电子云是对电子运动的形象化描述,它仅表示电子在某一区域内出现的概率,并非原子核真被电子云雾所包裹,故选项 A 错误。原子轨道是电子出现的概率约为 90% 的空间轮廓,它表明电子在这一区域内出现的机会大,在此区域外出现的机会少,故选项 B



错误。无论能层序数  $n$  怎样变化,每个  $p$  能级都是 3 个原子轨道且相互垂直,故选项 C 错误。由于按  $1p, 2p, 3p, \dots$  的顺序,电子的能量依次增高,电子在离核更远的区域出现的概率逐渐增大,电子云越来越向更大的空间扩展,原子轨道的平均半径逐渐增大。

**答案 D**

**技巧探测** 本题考查内容为原子轨道形状和电子在不同能级时离核远近不同,电子所在能级越高离核越远。

**解题规律总结** 1. 这类题目要依据核外电子排布规律确定某些电子层排上了多少电子,如果某一层已排上了电子,那么前面的电子层已经排满,然后通过简单计算确定原子核外电子总数,即可确定它的核电荷数(或原子序数)。2. 有关原子结构题目的解答主要是依据两个等式:质子数( $Z$ ) + 中子数( $N$ ) = 质量数( $A$ );核电荷数 = 质子数 = 原子核外电子数。

### 基础达标演练

#### 一、选择题

- 用现代物质结构学说表明原子结构模型的是 ( )
  - 道尔顿原子模型
  - 卢瑟福原子模型
  - 玻尔原子模型
  - 汤姆生的葡萄干布丁模型
- 下列离子中,所带电荷数与该离子的核外电子层数相等的是 ( )
  - $Mg^{2+}$
  - $Al^{3+}$
  - $Be^{2+}$
  - $H^{+}$
- 在核电荷数为 1~18 的元素的原子中,次外层电子数为最外层电子数 2 倍的元素是 ( )
  - 核电荷数为 3 的元素
  - 核电荷数为 14 的元素
  - 核电荷数为 6 的元素
  - 核电荷数为 16 的元素
- 下列叙述中正确的是 ( )
  - 两种微粒,若核外电子排布完全相同,则其化学性质一定相同
  - 凡单原子形成的离子,一定具有稀有气体元素原子的核外电子排布
  - 两原子,如果核外电子排布相同,则一定属于同种元素
  - 阴离子的核外电子排布一定与上一周期稀有气体元素原子的核外电子排布相同
- 下列有关认识正确的是 ( )
  - 各能级的原子轨道数按  $s, p, d, f$  的顺序分别为 1, 3, 5, 7
  - 各电子层的能级都是从  $s$  能级开始至  $f$  能级结束
  - 各电子层含有的能级数为  $n-1$
  - 各电子层含有的电子数为  $2n^2$
- 以下对核外电子运动状况的描述正确的是 ( )
  - 电子的运动与行星相似,围绕原子核在固定的轨道上高速旋转
  - 能量低的电子只能在  $s$  轨道上运动,能量高的电子总是在  $f$  轨道上运动
  - 电子层序数越大,  $s$  原子轨道的半径越大



D. 在同一能级上运动的电子,其运动状态肯定不同

## 二、填空题

7. A、B、C、D、E 五种元素,已知:

①A 原子最外层电子数是次外层电子数的两倍,B 的阴离子与 C 的阳离子跟氖原子的电子层结构相同,E 原子 M 层上的电子比 K 层多 5 个。

②常温下  $B_2$  是气体,它对氢气的相对密度是 16。

③C 的单质在  $B_2$  中燃烧,生成淡黄色固体 F。F 与  $AB_2$  反应可生成  $B_2$ 。

④D 的单质在  $B_2$  中燃烧,发出蓝紫色火焰,生成有刺激味的气体  $DB_2$ 。D 在  $DB_2$  中的含量为 50%。根据以上情况回答:

(1)A 是 \_\_\_\_\_;B 是 \_\_\_\_\_;C 是 \_\_\_\_\_;D 是 \_\_\_\_\_;E 是 \_\_\_\_\_ (写元素符号)。

(2)E 的原子结构示意图 \_\_\_\_\_,C 的离子结构示意图 \_\_\_\_\_。

(3)F 和  $AB_2$  反应的化学方程式 \_\_\_\_\_。

8. 用符号 A. 质子数;B. 中子数;C. 最外层电子数;D. 电子层数,填写下列各空。

(1)核素种类由 \_\_\_\_\_ 决定。(2)元素种类由 \_\_\_\_\_ 决定。

(3)相对原子质量由 \_\_\_\_\_ 决定。(4)元素的化合价主要由 \_\_\_\_\_ 决定。

(5)元素的化学性质主要由 \_\_\_\_\_ 决定。(6)核电荷数由 \_\_\_\_\_ 决定。

## 答案与提示

1. C 道尔顿提出原子学说,为近代化学的发展奠定了坚实基础;汤姆生发现了电子;卢瑟福提出核式原子模型;玻尔依据量子力学理论提出核外电子分层排布的原子结构模型。

2. A 上述四种离子都是原子失去最外层电子形成的,电子层数分别为:2、2、1、0。

3. AB 既然有次外层和最外层,那么至少有两个电子层,又因元素原子序数为 1~18,则只能是 2、3 周期,假设第 2 周期,则两层分别排 2 个和 1 个电子,即为 A;若是第 3 周期,则三层分别排 2、8、4 个电子,即为 B。

4. C 对于该种类型题目,只要举出 1 个能够推翻该句话的例子就能证明该选项不正确。A 可举 Ne 和  $Na^+$ ;B 可举  $Fe^{2+}$ ;D 应该是阴离子和同周期稀有气体元素原子电子排布相同。

5. A B 中 f 轨道从第 4 层才有;C 中能级由  $n$  和  $l$  共同决定,对于确定的  $n, l$  有 0 到  $(n-1)$  共  $n$  个值,即有  $n$  个能级;D 中各电子层最多含有  $2n^2$  个电子,可以少于  $2n^2$  个。

6. CD A 选项电子无确定轨道;B 选项能级高低除与角量子数  $l$  有关外还与主量子数  $n$  有关;C 选项主量子数  $n$  越大,电子离核距离越远;D 选项在同一能级上运动的电子,运动状态还与磁量子数  $m$  有关。

7. (1)C O Na S Cl

