



状元笔记

教材详解

高中化学选修 3
物质结构与性质

R+JS+SD

龙门书局教育研究中心组编

学科主编：张希顺 本册主编：李桂红 韩会莲



YZLI0890161726

取状元学习之精华
架成功积累之天梯

ZHUANG YUAN BIJI
JIAOCAI XIANGJIE



★ 内含教材习题答案 ★



龍門書局

龙门品牌·学子至爱
www.longmenbooks.com

状元笔记

教材详解

ZHUANGYUANBIJI
JIAOCAIXIANGJIE

高中化学选修
物质结构与性质

3



YZLI0890161726

龙门书局教育研究中心组编

学科主编：张希顺

本册主编：李桂红 韩会莲

编者：邵君国 李红英 赵建云 李桂红

龍門書局

北京

版权所有 侵权必究

举报电话:010—64031958;13801093426

邮购电话:010—64034160

图书在版编目(CIP)数据

状元笔记教材详解:R+JS+SD 课标本.高中化学.选修3-物质结构与性质/龙门书局教育研究中心组编;张希顺学科主编;李桂红,韩会莲本册主编. —北京:龙门书局,2011

ISBN 978-7-5088-1979-2

I. 状… II. ①龙… ②张… ③李… ④韩… 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(2009)第 053205 号

策划编辑:田旭 刘娜 责任编辑:王美容 张运静 封面设计:魏晋文化

龙 门 书 局 出 版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

www.longmenbooks.com

保定市中国画美凯印刷有限公司印刷

科学出版社总发行 各地书店经销

2009 年 4 月第 一 版 开本:890×1240 A5

2011 年 6 月第二次修订版 印张:9 3/4

2011 年 6 月第六次印刷 字数:304 000

定 价: 21.80 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

目 录

第一章 原子结构与性质

第一节 原子结构	1
芝麻开门	1
基础知识全解	1
方法能力探究	24
从教材看高考	28
习题演练	29
第二节 原子结构与元素的性质	30
芝麻开门	30
基础知识全解	31
方法能力探究	53
从教材看高考	59
习题演练	60
本章知识能力整合	62
知识网络结构图	62
难点·综合点·易错点	63
方法能力探究	74
三年高考两年模拟名题赏析	79
习题演练答案及解析	91
教材习题答案及解析	93

第二章 分子结构与性质

第一节 共价键	96
芝麻开门	96
基础知识全解	96

方法能力探究	117
从教材看高考	120
习题演练	122
第二节 分子的立体结构	124
芝麻开门	124
基础知识全解	124
方法能力探究	142
从教材看高考	144
习题演练	146
第三节 分子的性质	147
芝麻开门	147
基础知识全解	148
方法能力探究	168
从教材看高考	172
习题演练	174
本章知识能力整合	176
知识网络结构图	176
难点·综合点·易错点	177
方法能力探究	183
三年高考两年模拟名题赏析	186
习题演练答案及解析	196
教材习题答案及解析	198

第三章 晶体结构与性质

第一节 晶体的常识 202

芝麻开门 202

基础知识全解 202

方法能力探究 210

从教材看高考 210

习题演练 211

第二节 分子晶体与原子晶体 213

芝麻开门 213

基础知识全解 213

方法能力探究 224

从教材看高考 227

习题演练 228

第三节 金属晶体 230

芝麻开门 230

基础知识全解 230

方法能力探究 241

从教材看高考 244

习题演练 245

第四节 离子晶体 246

芝麻开门 246

基础知识全解 247

方法能力探究 265

从教材看高考 268

习题演练 269

本章知识能力整合 271

知识网络结构图 271

难点·综合点·易错点 272

方法能力探究 279

三年高考两年模拟名题赏析 282

习题演练答案及解析 296

教材习题答案及解析 300

第一章 原子结构与性质

第一节 原子结构

芝麻开门

2009年10月1日在北京天安门广场举行了盛大的国庆阅兵,全世界的目光集中到了北京,全国人民的心在沸腾,当天晚上,在天安门广场上举行了盛大的焰火晚会。随着礼炮的响起,美丽的烟花升上了天空。此时此刻五光十色的霓虹灯、五彩斑斓的焰火把节日的北京点缀得更加绚丽夺目。无论是坐在电视机前,还是身临其境,当你欣赏到这番美景时,你是否想过这样一个问题:霓虹灯和焰火的光是怎样产生的呢?

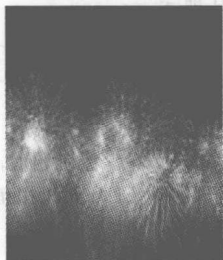


图 1-1-1 国庆 60 周年焰火

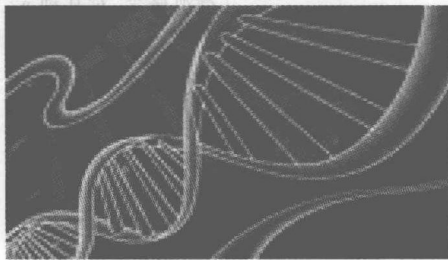


图 1-1-2 霓虹灯显示基因片段

基础知识全解

★知识点一 开天辟地——原子的诞生

【了解】

1. 原子的诞生

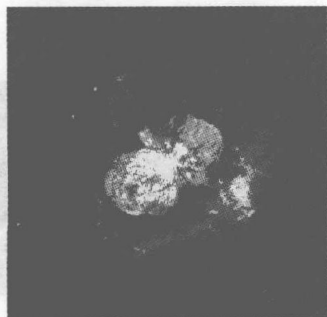


图 1-1-3 宇宙大爆炸

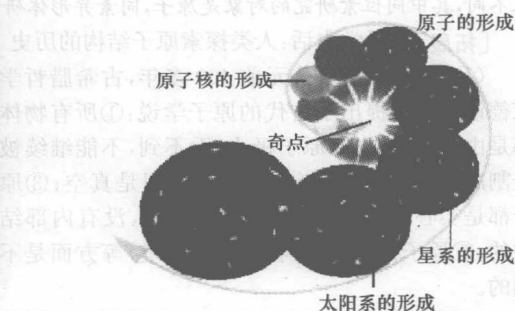
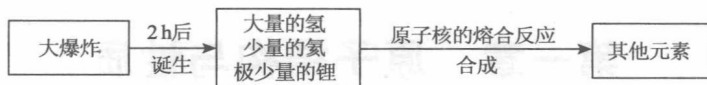


图 1-1-4 原子的形成



2. 宇宙的组成与各元素的含量

氢(H):占原子总数的 88.6%。氦(He):约是氢原子数的 1/8。其他 90 多种天然元素的原子总数加起来不足 1%。地球上的元素绝大多数是金属,非金属仅 22 种。

〈辨析〉 元素、核素、同位素、同素异形体的比较

	元素	核素	同位素	同素异形体
概念	具有相同核电荷数(质子数)的同类原子的总称,与核外电子数无关	具有一定数目的质子和一定数目的中子的一种原子	质子数相同而中子数不同的同一元素的原子	同种元素组成结构不同的单质
范围	宏观概念,对同类原子而言,既有游离态又有化合态	微观概念,对某种元素的一种原子而言	微观概念,对某种元素的原子而言	单质之间
特性	主要通过形成的单质或化合物来体现	不同的核素可能只有质子数相同,也可能只有中子数相同,也可能只有质量数相同,也可能质子数和中子数均不相同	同位素质量数不同,化学性质相同;天然同位素所占原子百分比一般不变	化学性质相似,一定条件下可以相互转变
实例	H、O	${}^1_1\text{H}$ 、 ${}^2_1\text{H}$ 、 ${}^{14}_7\text{N}$ 、 ${}^{12}_6\text{C}$ 、 ${}^{24}_{12}\text{Mg}$ 是不同的核素	${}^1_1\text{H}$ 、 ${}^2_1\text{H}$ 、 ${}^3_1\text{H}$ 为 H 的同位素	金刚石、石墨与 C_{60} ; O_2 与 O_3

〈提醒〉 同位素的不同原子构成的单质是化学性质几乎相同的不同单质;例如: ${}^1_1\text{H}_2$ 和 ${}^2_1\text{H}_2$ 是两种不同的单质,它们之间不能称为同位素。不同同位素原子构成的化合物是物理性质不同而化学性质几乎相同的不同化合物;例如: ${}^2_1\text{H}_2\text{O}$ 和 ${}^3_1\text{H}_2\text{O}$ 是两种物理性质有差别,化学性质几乎相同的化合物,它们之间不能称为同位素。同素异形体、同位素两个概念的研究对象不同,其中同位素研究的对象是原子,同素异形体研究的对象是单质。

〔拓展〕 科学史话:人类探索原子结构的历史

(1)古代原子论:公元前 400 多年,古希腊哲学家德谟克利特提出了古代的原子学说:①所有物体都是由原子构成的,原子极小,看不到,不能继续被分割成更小的组成部分;②原子之间是真空;③原子都是实心的球体;④原子是均一的,没有内部结构的;⑤原子在大小、形状、重量(质量)等方面是不同的。

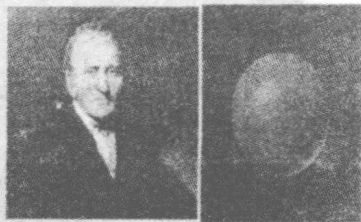


图 1-1-5 道尔顿和他的原子模型

(2)道尔顿原子论:1805 年道尔顿提出了原子

论:①物质是由原子构成的,这些原子是不可分割的实心球体;②同种原子质量相同,不同种原子质量不同;③原子不可再分;④一种原子不会转变为另一种原子;⑤化学反应只是改变了原子的结合方式,使反应前的物质变成反应后的物质。

(3)汤姆生的“葡萄干布丁”模型:1903年英国科学家汤姆生提出了“葡萄干布丁”原子结构模型:原子是可以再分的,从原子中可以进一步分出电子,原子是一个平均分布着正电荷的粒子,其中镶嵌着许多电子,中和了正电荷,从而形成了电中性原子。

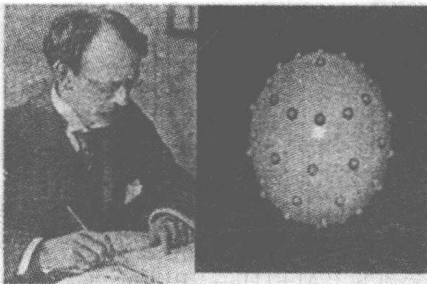


图 1-1-6 汤姆生和他的“葡萄干布丁”模型

(4)卢瑟福原子模型:1911年,英国物理学家卢瑟福根据 α 粒子散射实验,提出原子结构的核式模型:“在原子的中心有一个带正电荷的核,它的质量几乎等于原子的全部质量,电子在它的周围沿着不同的轨道运动。原子越重,正电荷也就越多,电子数也越多。”

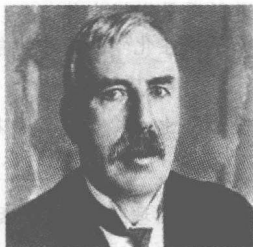


图 1-1-7 卢瑟福和他的原子模型

(5)玻尔原子模型:1913年丹麦物理学家玻尔通过对氢原子线状光谱的研究提出了核外电子分层排布的原子结构模型: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特定数值。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。



图 1-1-8 玻尔和他的原子结构模型

(6)原子结构(核外电子运动)的量子力学模型:20世纪20年代中期建立的量子力学理论,使人们对于原子结构有了更深刻的认识,从而建立了原子结构的量子力学模型。

►【例1】(2009年广东单科)我国稀土资源丰富,下列有关稀土元素 $^{144}_{62}\text{Sm}$ 与 $^{150}_{62}\text{Sm}$ 的说法正确的是()

- A. $^{144}_{62}\text{Sm}$ 与 $^{150}_{62}\text{Sm}$ 互为同位素
- B. $^{144}_{62}\text{Sm}$ 与 $^{150}_{62}\text{Sm}$ 的质量数相同
- C. $^{144}_{62}\text{Sm}$ 与 $^{150}_{62}\text{Sm}$ 是同一核素
- D. $^{144}_{62}\text{Sm}$ 与 $^{150}_{62}\text{Sm}$ 的核外电子数和中子数均为62

思路分析: 由同位素的概念可直接判断 A 项正确。 $^{144}_{62}\text{Sm}$ 的质量数为 144, $^{150}_{62}\text{Sm}$ 的质量数为 150, 故 B 项错误。 $^{144}_{62}\text{Sm}$ 与 $^{150}_{62}\text{Sm}$ 的质子数相同, 而中子数不同, 故 CD 项错误。

规范解答: A

结论

元素、核素和同位素之间的关系如图 1-1-9 所示。



图 1-1-9

►【变式 1】(上海市虹口区 2011 届期终教学质量监控) 1934 年居里夫妇用 α 粒子轰击 $^{27}_{13}\text{Al}$ 得到一种自然界不存在的核素 $^{30}_{15}\text{P}$, 开创了人造核素的先河。其发生的变化可表示如下: $^{27}_{13}\text{Al} + ^4_2\text{He} \rightarrow ^{30}_{15}\text{P} + ^1_0\text{n}$ 。下列有关说法错误的是 ()

- A. $^{30}_{15}\text{P}$ 和 $^{31}_{15}\text{P}$ 两种核素互为同位素
- B. 在 $^{30}_{15}\text{P}$ 中, 质子数 = 中子数 = 核外电子数
- C. 该变化同样遵循质量守恒定律
- D. 该变化说明原子核在化学反应中也能发生变化

规范解答: D

拓展提升 在符号 $^a_bX^c$ 中, X 表示元素符号, A 表示质量数, Z 表示质子数, a 表示原子所带电荷数, b 表示构成该粒子的原子数目, n 表示化合价。

►【变式 2】(2008 年全国理综 II) 某元素的一种同位素 X 的原子质量数为 A , 含 N 个中子, 它与 ^1H 原子组成 H_mX 分子。在 $a\text{ g H}_m\text{X}$ 中所含质子的物质的量是 ()

- A. $\frac{a}{A+m}(A-N+m)\text{mol}$
- B. $\frac{a}{A}(A-N)\text{mol}$
- C. $\frac{a}{A+m}(A-N)\text{mol}$
- D. $\frac{a}{A}(A-N+m)\text{mol}$

规范解答: A

拓展提升 原子的质量集中在原子核里, 而质量数是质子和中子相对质量的近似整数值的和, 所以质量数的数值近似等于该原子的摩尔质量数值, 在有些题目中如果没有给出摩尔质量, 可以用质量数值代替摩尔质量数值进行近似计算。

►【变式 3】(原创) 化学科学需要借助化学专用语言来描述, 下列有关化学用语正确的是 ()

- ① CO_2 的电子式: $:\ddot{\text{O}}:\ddot{\text{C}}:\ddot{\text{O}}:$
- ② Cl^- 的结构示意图:
- ③ 乙烯的结构简式: C_2H_4
- ④ 质量数为 37 的氯原子: $^{37}_{17}\text{Cl}$
- ⑤ 乙酸的分子式: $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$
- ⑥ 明矾的化学式: $\text{KAlSO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$
- ⑦ NH_3 的结构式: $\text{H}-\text{N}-\text{H}$
- ⑧ CO_2 的比例模型:

A. ①③④⑥⑧

B. ②⑤⑦

C. ②③⑦⑧

D. ①④⑤⑥

规范解答: B

拓展提升 关于电子式、原子结构示意图、结构简式、原子的表示方法、化学式、分子式的书写与正误的判断是各美考试的一个热点, 学习时要注意它们的区别与联系和正确书写方法。

►【变式4】 闪电时空气中有臭氧生成。下列说法正确的是 ()

- A. O_3 和 O_2 互为同位素
B. O_2 和 O_3 互为同素异形体
C. 等体积 O_3 和 O_2 含有相同质子数
D. O_3 和 O_2 的相互转化是物理变化

规范解答: B

拓展提升 判断两种物质之间是否是同素异形体的要素: ①判断这两种物质之间是否是单质。单质与化合物之间, 或者化合物与化合物之间不可能是同素异形体。②分析结构。同素异形体的两种物质原子排列方式不同, 因而物理性质不同, 例如金刚石硬度很大, 而石墨很软。③分析他们的化学性质。同素异形体的化学性质相似, 例如: 石墨和金刚石都与 O_2 反应生成 CO_2 。

规律总结 组成原子的各微粒数之间的关系如下:

①质量数 (A) = 质子数 (Z) + 中子数 (N)

②原子: 核电荷数 = 质子数 = 核外电子数 = 原子序数

③阳离子: 核电荷数 = 质子数 > 核外电子数

④阴离子: 核电荷数 = 质子数 < 核外电子数

⑤离子电荷 = 质子数 - 核外电子数

⑥质量数近似等于该同位素的相对原子质量

状元点睛 元素是具有相同核电荷数(即质子数)的同一类原子的总称, 只有种类, 而没有个数。元素的种类由质子数决定, 而与中子数、核外电子数无关。同位素是同种元素的不同原子, 同位素的质子数相同, 但中子数不同, 互称同位素的原子是同一种元素, 因此, 只有同种元素的不同原子(核素)才是同位素。核素指的是质子数不同或中子数不同或都不同的原子。判断原子之间的关系是元素, 还是同位素, 还是不同核素, 关键是分析原子的质子数、中子数之间的关系。有关核素中微粒的计算要弄清质量数、质子数和中子数之间的关系。两物质是否同素异形体可以从物质的类别、结构、物理性质、化学性质、相互转化等多个方面综合考虑判断。

★★知识点二 能层与能级

1. 能层

[记忆] 能层: 多电子原子中的核外电子的能量是不同的, 按电子的能量差异, 可以将核外电子分成不同的能层。

[理解] 能层的表示方法及各能层最多所能容纳的电子数:

能层(n)	一	二	三	四	五	六	七
符 号	K	L	M	N	O	P	Q
最多容纳的电子数	2	8	18	32	50	$2n^2$	

〈总结〉 每个能层最多能容纳的电子数是能层序数平方的 2 倍,即 $2n^2$ 个。

2. 能级

〔记忆〕 能级:多电子原子中,处于同一能层的电子,其能量也可能不同,还可以再按照电子能量的差异把它们分成能级。

〔理解〕 能级的表示方法及各能级最多能容纳的电子数:

能层(n)	一		二		三			四				五	
符 号	K		L		M			N				O	
能级(l)	1s	2s	2p	3s	3p	3d	4s	4p	4d	4f	5s	...	...
最多容纳的电子数	2	2	6	2	6	10	2	6	10	14	2	...	...

〈点拨〉 ①每个能层所包含的能级数等于该能层的序数 n ,且能级总是从 s 能级开始。例如:第一能层只有 1 个能级 $1s$,第二能层有 2 个能级 $2s$ 和 $2p$,第三能层有 3 个能级 $3s$ 、 $3p$ 和 $3d$,第四能层有 4 个能级 $4s$ 、 $4p$ 、 $4d$ 和 $4f$,以此类推。②不同能层上的符号相同的能级中最多容纳的电子数相同,即每个能级中最多能容纳的电子数只与能级有关,而与能层无关。如 s 能级上最多容纳 2 个电子,无论是 $1s$ 还是 $2s$ 能级; p 能级上最多容纳 6 个电子,无论是 $2p$ 还是 $3p$ 、 $4p$ 能级。③在每一个能层(n)中,能级符号的排列顺序依次是 ns 、 np 、 nd 、 nf ...,按 s 、 p 、 d 、 f ...顺序排列的各能级最多可容纳的电子数分别是 1、3、5、7...的两倍,即分别是 2、6、10、14...

〈提醒〉 能层和能级是按照能量差异划分的,但并不是高能层的所有能级的能量都比低能层的能级的能量高。例如: $4s < 3d$ 。

〔教材探究活动——学与问〕1. 原子核外电子的每一个能层最多可容纳的电子数与能层的序数(n)间存在什么关系?

解答:每个能层最多可容纳的电子数是能层序数平方的两倍,即 $2n^2$ 。

2. 不同的能层分别有多少个能级,与能层的序数(n)间存在什么关系?

解答:任一能层的能级数等于该能层序数。

3. 英文字母相同的不同能级中所能容纳的最多电子数是否相同?

解答:相同。

►【例 2】(原创)某元素原子的核外有四个能层,最外能层有 4 个电子,该原子核内的质子数为 ()

A. 6

B. 18

C. 22

D. 32

思路分析:解答该类题目的关键是弄清每一能层所容纳的电子数以及原子内各微粒之间的关系。原子核外共有四个能层,最内层只有 $1s$ 能级,可容纳 2 个电子,第二层有

2s、2p 两个能级,可容纳 $1 \times 2 + 3 \times 2 = 8$ 个电子,第三能层有 3s、3p、3d 三个能级,可容纳 $1 \times 2 + 3 \times 2 + 5 \times 2 = 18$ 个电子,最外层有 4 个电子,所以该原子核外有 32 个电子,又因在原子中核外电子数等于核内质子数,故选 D 项。

规范解答: D

结论 每个能层最多能容纳的电子数是 $2n^2$ 个, s、p、d、f... 顺序排列的各能级最多可容纳的电子数分别是 2、6、10、14...

►【变式 1】 (原创)某元素原子的核外有四个能层,最外层有 1 个电子,该原子核内的质子数不可能为

A. 24

B. 18

C. 19

D. 29

规范解答: B

拓展提升 只有当内层全充满时才能用 $2n^2$ 计算该能层最多能容纳的电子数。

►【变式 2】 (原创) $_{14}\text{Si}$ 包含以下能级 1s、2s、2p、3s、3p,比较 $_{14}\text{Si}$ 的原子各能级的能量高低:

(1) 1s 2s

(2) 3s 3p

(3) 2p 3p

规范解答: (1) $1s < 2s$ (2) $3s < 3p$ (3) $2p < 3p$

拓展提升 不能认为高能层的所有能级的能量一定都比低能层的能级的能量高。

►【变式 3】 (原创)氢原子核电荷数 $Z=1$,核外只有一个电子,比较氢原子各能级的能量高低顺序不正确的是

A. $2s > 1s$

B. $3p > 3s$

C. $3p > 2s$

D. $4s > 3d$

规范解答: B

拓展提升 因为氢原子的原子核内只有 1 个质子,原子核外只有 1 个电子,且仅受到原子核的吸引,其原子轨道的能量仅由能层数决定。所以能层数高的原子轨道能量高,同一能层中原子轨道的能量相同。例如: $2s > 1s$, $3p > 2p$, $2s = 2p$, $3s = 3p = 3d$ 。

►【变式 4】 (2008 年海南高考题改编)在基态多电子原子中,关于核外电子能量的叙述错误的是

A. 最易失去的电子能量最高

B. 在离核最远区域内运动的电子能量最高

C. p 能级电子能量一定高于 s 能级电子能量

D. 在离核最近区域内运动的电子能量最低

规范解答: C

拓展提升 电子本身的能量越高,就在离核越远的区域内运动,就越容易失去。

规律总结 在多电子原子中, 每个能层最多能容纳的电子数是 $2n^2$ 个, 原子轨道能量的高低顺序存在如下规律: ①相同能层上能级能量的高低顺序为: $ns < np < nd < nf$ 。

②不同能层上相同能级, 能层序数越大能量越高。例如: $1s < 2s < 3s < 4s \dots$ 。③同一能层的同一能级的电子的能量相等。例如: $2p_x = 2p_y = 2p_z$ 。

状元点晴 划分能层和能级的依据是电子的能量差异。每个能层最多只能容纳 $2n^2$ 个电子。每个能级中容纳的电子数只与能级有关。

★★★知识点三 构造原理

1. 构造原理

[记忆] 随着原子核电荷数的递增, 绝大多数元素的原子核外电子的排布将遵循如图 1-1-10 所示的排布顺序, 我们将这个排布顺序称为 **构造原理**。

[点拨] ①核外电子首先是以能量高低顺序进入轨道。②各能级的能量由能层序数和能级类型共同决定。③随着原子序数的递增, 基态原子的核外电子将按照箭头的方向在各能级上依次排布: $1s, 2s, 2p, 3s, 3p, 4s, 3d, 4p, 5s, 4d, 5p, 6s \dots$ 。

[提醒] 构造原理是从实验得到的一般规律, 适用于大多数基态原子的核外电子排布, 而不是所有基态原子的核外电子排布。

2. 构造原理的应用

[理解] 根据构造原理中电子在能级上的填充顺序, 只要我们知道原子序数, 就可以写出几乎所有原子的电子排布, 例如基态 Na 原子的电子排布式: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$ 。基态 Ar 原子的电子排布式: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$, 基态 Fe 原子的电子排布式: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^6 4s^2$ 。同理, 只要知道了电子排布式也可以求出该元素的原子序数。

[提醒] ①各能级的能量并不是按能层序数增大的顺序递增的, 从第三能层开始出现了能级交错现象。②能级交错可以表示为 $ns < (n-2)f < (n-1)d < np$ (n 表示能层序数), 如 $4s < 3d, 5s < 4d, 6s < 4f < 5d$ 等。③产生能级交错现象的原因是在多电子原子中, 电子与原子核之间存在着相互吸引, 同时电子与电子之间还存在相互排斥作用。

3. 1~37 号部分元素的基态原子的电子排布

[理解]

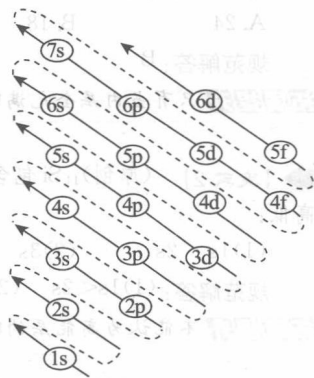


图 1-1-10 原子核外电子排布顺序

原子序数	元素名称	元素符号	电子排布				
			K	L	M	N	O
1	氢	H			$1s^1$		
2	氦	He			$1s^2$		

续表

原子序数	元素名称	元素符号	电子排布				
			K	L	M	N	O
3	锂	Li			$1s^2$	$2s^1$	
4	铍	Be			$1s^2$	$2s^2$	
5	硼	B			$1s^2$	$2s^2 2p^1$	
⋮	⋮	⋮					
10	氖	Ne			$1s^2$	$2s^2 2p^6$	
11	钠	Na		$1s^2$	$2s^2 2p^6$	$3s^1$	
12	镁	Mg		$1s^2$	$2s^2 2p^6$	$3s^2$	
13	铝	Al		$1s^2$	$2s^2 2p^6$	$3s^2 3p^1$	
⋮	⋮	⋮					
18	氩	Ar		$1s^2$	$2s^2 2p^6$	$3s^2 3p^6$	
19	钾	K	$1s^2$	$2s^2 2p^6$	$3s^2 3p^6$	$4s^1$	
20	钙	Ca	$1s^2$	$2s^2 2p^6$	$3s^2 3p^6$	$4s^2$	
21	钪	Sc	$1s^2$	$2s^2 2p^6$	$3s^2 3p^6 3d^1$	$4s^2$	
⋮	⋮	⋮					
26	铁	Fe	$1s^2$	$2s^2 2p^6$	$3s^2 3p^6 3d^6$	$4s^2$	
⋮	⋮	⋮					
30	锌	Zn	$1s^2$	$2s^2 2p^6$	$3s^2 3p^6 3d^{10}$	$4s^2$	
31	镓	Ga	$1s^2$	$2s^2 2p^6$	$3s^2 3p^6 3d^{10}$	$4s^2 4p^1$	
⋮	⋮	⋮					
36	氪	Kr	$1s^2$	$2s^2 2p^6$	$3s^2 3p^6 3d^{10}$	$4s^2 4p^6$	
37	铷	Rb	$1s^2$	$2s^2 2p^6$	$3s^2 3p^6 3d^{10}$	$4s^2 4p^6$	$5s^1$

〈辨析〉原子的核外电子排布的表示方法：

①原子结构示意图

以氯原子为例，其原子结构示意图如图 1-1-11 所示：

②电子式

以氯原子为例，其电子式如图 1-1-12 所示：

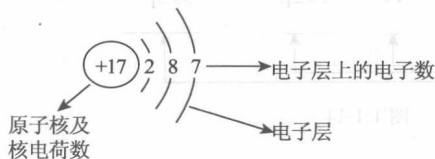


图 1-1-11



图 1-1-12

③电子排布式

用核外电子分布的能级及各能级上的电子数来表示电子排布的式子。

以Al原子为例,电子排布式中各符号、数字的意义如图1-1-13所示。虽然电子排布是遵循构造原理的,但书写电子排布式时应按照能层的顺序整理。如铁原子的电子排布式是 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^6 4s^2$,而不宜写成 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^6$ 。

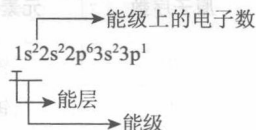


图 1-1-13

④简化的电子排布式:电子排布式中的内层电子排布用相应的稀有气体的元素符号加方括号来表示,以简化电子排布式。如碳、钠、钙的简化电子排布式分别为 $[\text{He}]2s^2 2p^2$ 、 $[\text{Ne}]3s^1$ 、 $[\text{Ar}]4s^2$ 。

⑤外围电子层排布式

以氯原子为例,其外围电子层排布式为 $3s^2 3p^5$ 。

[教材探究活动——思考与交流] 1. 写出溴和氙的电子排布式,它们的最外层有几个电子?

解答: Br: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^5$; Kr: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6$ 。它们的最外层电子分别为 7 和 8。

2. 电子排布式可以简化,如可以把钠的电子排布式写成 $[\text{Ne}]3s^1$ 。试问:方括号里的符号的意义是什么? 你能仿照钠原子的简化电子排布式写出第 8 号元素氧、第 14 号元素硅和第 26 号元素铁的简化电子排布式吗?

解答:方括号部分表示的是“原子实”,表示钠原子内层电子排布与相应的稀有气体 Ne 元素的电子排布相同。



► [例 3] (2010 年台北模拟) 以下电子排布式不是基态原子的电子排布的是 ()

- ① $1s^1 2s^1$ ② $1s^2 2s^1 2p^1$ ③ $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$ ④ $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$

A. ①②

B. ②③

C. ①④

D. ③④

思路分析: 先找出原子序数,再根据构造原理写出各基态原子的电子排布式,然后与各个答案比较就可以判断各选项的正误。

规范解答: A

结论 由原子结构示意图可以写电子排布式, 写法可以用图 1-1-14 所示:

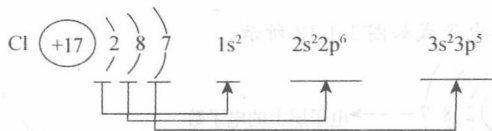


图 1-1-14

►【变式1】 比较下列多电子原子中各原子轨道的能量高低:

(1) $3d$ $4s$ (2) $3s$ $3p$ $3d$ (3) $2p$ $3p$ $4p$

规范解答: (1) $3d > 4s$ (2) $3s < 3p < 3d$ (3) $2p < 3p < 4p$

拓展提升 多电子原子中各能级能量高低的比较方法: ①运用构造原理: 构造原理确定了多电子原子中各能级能量高低的顺序, 排在后面的能级的能量高于排在前面的能级的能量。例如 $E_{4d} > E_{5s} > E_{4p}$ 。②看能层: 一般能层序数大的能级能量高, 例如 $E_{3s} > E_{2p}$ 。③看能级: 如果能层相同, 则要看能级, $E_{nf} > E_{nd} > E_{np} > E_{ns}$ 。④同能级能量相同: 在相同能层的同一能级上运动的电子能量相同。例如: $E_{px} = E_{py} = E_{pz}$ 。

►【变式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

规范解答: B

拓展提升 由基态原子的电子排布式可以判断各能层拥有的电子数。

►【变式3】 (2010 年黄冈模拟) 下列各原子或离子的电子排布式错误的是 ()

A. $K^+ 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$

B. $F 1s^2 2s^2 2p^5$

C. $S^{2-} 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$

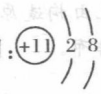
D. $Ar 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$

规范解答: C

拓展提升 根据构造原理写阴离子的电子排布式时, 其核外电子数为原子的核外电子数与阴离子所带电荷数之和, 例如: $F^-: 1s^2 2s^2 2p^6$ 、 $S^{2-}: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$ 。根据构造原理写阳离子的电子排布式时, 其核外电子数为原子电子数与阳离子所带电荷数之差, 例如: $Ca^{2+}: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$ 。

►【变式4】 下列表示式中错误的是 ()

A. Na^+ 的电子式: $[\cdot\ddot{Na}]^+$

B. Na^+ 的原子结构示意图: 

C. Na 的电子排布式: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$

D. Na 的简化电子排布式: $[Na]3s^1$

规范解答: A、D

拓展提升 原子的核外电子排布有多种表示方式, 其中原子结构示意图、电子式、电子排布式的书写是各类考试的常考内容, 尤其是由已知元素书写其电子排布式更是高考的重点, 必须熟练掌握。写电子排布式时又要特别注意从 $3d$ 能级开始出现能级交错现象。

►【变式5】 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 能级上只有一个电子的 X 原子与 3p 能级上只有一个电子的 Y 原子

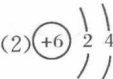
D. 最外层都只有一个电子的 X、Y 原子

规范解答: C

拓展提升 元素的性质与原子的核外电子排布密切相关。由原子的电子排布式, 可分析出原子最外层电子的个数及排布情况, 进一步判断元素的化学性质。

►【变式 6】Q、R、X、Y、Z 五种元素的原子序数依次增大。已知: ①Z 的原子序数为 29, 其余的均为短周期主族元素; ②Y 原子的外围电子排布为 ms^2mp^n ; ③R 原子核外 L 层电子数为奇数; ④Q、X 原子 p 能级电子数分别为 2 和 4。请回答:

(1) Z^{2+} 的核外电子排布式 _____。(2) Q 的原子结构示意图为 _____。(3) R 的电子排布式为 _____。(4) Y 氢化物的分子式为 _____。(5) X 原子的电子式为 _____。

规范解答: (1) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^9$ (2)  (3) $1s^2 2s^2 2p^3$ (4) SiH_4 (5) $\cdot \ddot{O} \cdot$

拓展提升 电子排布式比较全面的反应了原子核外电子的排布情况, 经常出现在有关物质结构方面的综合考查题中。根据有关原子结构知识推断元素的名称是考试的难点。由元素名称写电子排布式是考试的重点。尤其注意 ms^2p^n 等形式在推断中的题眼作用。

规律总结 运用构造原理正确书写原子和离子电子排布式时, 搞清核外电子的数目是解决这一类问题的关键。在写离子电子排布式时要特别注意阴阳离子核外电子数与核内质子数不相等: 阴离子的核外电子数 = 质子数 + 所带电荷数; 阳离子的核外电子数 = 质子数 - 所带电荷数。

状元点睛 无论是判断电子排布式正误, 还是书写电子排布式, 还是判断能级能量的高低, 牢记由构造原理所确定的基态原子的能级顺序是关键, 同时要注意某些原子的特殊电子排布。

★★知识点四 能量最低原理、基态与激发态、光谱

1. 能量最低原理

【理解】现代物质结构理论证实, 原子的电子排布遵循构造原理能使整个原子的能量处于最低状态, 简称能量最低原理。

〈点拨〉基态原子的核外电子总是尽量先排布在能量较低的能级上, 然后再依次进入能量较高的能级, 根据构造原理, 各能级能量顺序为: $E_{1s} < E_{2s} < E_{2p} < E_{3s} < E_{3p} < E_{4s} < \dots$ 。

〈提醒〉能级的能量高低顺序如构造原理所示(对于 1—36 号元素来说, 应重点掌握和记忆“ $1s \rightarrow 2s \rightarrow 2p \rightarrow 3s \rightarrow 3p \rightarrow 4s \rightarrow 3d \rightarrow 4p$ ”这一顺序)。

2. 基态

【记忆】处于最低能量的原子叫做基态原子。