



总主编◎李朝东



教材解析

JIAOCAIJIEXI

人教国标

物质结构与性质

高中化学·选修3



中国少年儿童新闻出版总社
中国少年儿童出版社



总主编◎李朝东

教材

JIAOCAIJIEXI

解析

本册主编：衣丽云

人教国标

物质结构与性质

高中化学·选修3



中国少年儿童新闻出版总社
中国少年儿童出版社

图书在版编目(CIP)数据

经纶学典教材解析. 高中化学. 3:选修/李朝东主编;衣丽云编写. —2版. —北京:中国少年儿童出版社, 2009.4
(2010.5重印)

ISBN 978-7-5007-8594-1

I. 经… II. ①李…②衣… 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037650号

经纶学典·教材解析
化 学 选修3
物质结构与性质
(人教国标)

出版发行: 中国少年儿童新闻出版总社

中国少年儿童出版社

出版人: 李学谦

执行出版人: 赵恒峰

总主编: 李朝东

责任编辑: 赵海力

封面设计: 杭永鸿

责任印务: 李建国

地 址: 北京东四十二条21号

邮政编码: 100708

电 话: 010-64132053

传 真: 010-64132053

E-mail: dakaiming@sina.com

印刷: 马鞍山新华印务有限公司

经销: 新华书店

开本: 880×1230 1/16 印张: 64.5

本次印数: 10000册

2010年5月第2版第4次印刷

ISBN 978-7-5007-8594-1/G·6381

定价: 110.00元(共六册)

图书若有印装问题,请随时向承印厂退换。

版权所有,侵权必究。



当一道道疑似难题摆在你面前时，是胸有成竹，还是

找不着头绪？如果是前者，那恭喜你，你已经跨越了教材与考试之间的差距；如果是后者，那你也别急，《经纶学典·教材解析》在教材与考试间为你搭建一个沟通平台。

不少同学有这样的感觉：教材都熟悉了，课堂上也听懂了，但考试却取不到好成绩。原因在于教材内容与考试要求有差距，课堂教学与选拔性考试有差别。这就需要在教材之上、课堂之外能够得到补充、提升，直至达到高考的选拔要求。本书就是从以下两个方面填补这种差距。

首先是对教材的深度挖掘。教材内容通俗易懂，但里面包含着丰富的信息，我们把教材所包含的信息挖掘出来，并进行系统整理，让知识内涵和外延、知识间的联系充分展现。

第二是对课堂教学的补充和拓展。本书不是对课堂教学的重复，而是在课堂教学基础上，对课堂教学进行补充、提高，挖掘那些学生难以理解、难以掌握的内容，进行归纳和总结，为学生穿起一条规律性的“线”。化学注重知识与生活热点的联系，重要解题方法与技巧的整理，同一类知识的专题归纳，化学实验的探究等。这些由于课堂教学时间限制或教师水平发挥的问题，在课堂上并没有全部传授给学生，而这些恰恰就是考试中要考查的，学生拉开差距的所在。

正是本着上述编写理念，本丛书以学生为中心，用最易理解的表现形式呈现学习中难以理解的部分。希望本书为你的成长助力，有更好的想法和意见请登录：www.jing-lun.cn。

编者

QIANYAN

读者反馈表

尊敬的读者：

您好！感谢您使用《经纶学典·教材解析》！

为了不断提高图书质量，恳请您写下使用本书的体会与感受，我们将真诚地吸纳。在修订时将刊登您的意见，并予以一定的奖励，以表达我们诚挚的谢意。

读者简介	姓 名		性 别		出生年月	
	所在学校			通讯地址		
	联系方式	(H): 手机:		(O): E-mail:		
本书情况	学 科		版 本		年 级	
您对本书栏目的评价： 1. 教材梳理： 全面 ☐ 一般 ☐ 不全面 ☐ 2. 教材拓展： 难 ☐ 合理 ☐ 易 ☐ 3. 典型题解： 全面 ☐ 不全面 ☐ 4. 针对性练习： 难 ☐ 合理 ☐ 易 ☐ 5. 拓展阅读： 需要 ☐ 不需要 ☐ 6. 五年高考回放： 需要 ☐ 不需要 ☐		您对本书体例形式的评价： 1. 栏目设置： 过多 ☐ 适中 ☐ 过少 ☐ 2. 题空： 过大 ☐ 正好 ☐ 过小 ☐ 3. 版式： 美观 ☐ 一般 ☐ 不美观 ☐ 4. 封面： 美观 ☐ 一般 ☐ 不美观 ☐		您的购买行为： 1. 您购买本书的途径： 广 告 ☐ 教师推荐 ☐ 家长购买 ☐ 学校统一购买 ☐ 自己购买 ☐ 同学推荐 ☐ 2. 您购买本书的主要原因(可多选)： 广告宣传 ☐ 包装形式 ☐ 内 容 ☐ 图书价格 ☐ 封面设计 ☐ 书 名 ☐		
您对本书的其他意见： 						

欢迎登录：www.jing-lun.cn

通信地址：南京红狐教育传播研究所（南京市租用16-02*信箱）

邮编：210016

目录

M U I U

第一章 原子结构与性质

第一节 原子结构 1

第二节 原子结构与元素的性质 21

本章总结 43

本章测试题 48

第二章 分子结构与性质

第一节 共价键 51

第二节 分子的立体结构 64

第三节 分子的性质 80

本章总结 94

本章测试题 99

第三章 晶体结构与性质

第一节 晶体的常识 103

第二节 分子晶体与原子晶体 112

第三节 金属晶体 124

第四节 离子晶体 133

本章总结 145

本章测试题 151

第 1 章

原子结构与性质

引

1. 化学研究的对象

化学研究的是构成宏观物体的物质。对物质的研究可以分为两方面:

(1) 物质的组成与结构

(2) 物质的性质与变化

为了更好地理解物质的性质产生的原因,则应从物质的微观结构入手,探索物质结构的特点、原子核外电子的运动状态、微粒间作用、晶体的结构等等。

言

2. 物质的结构决定物质的性质

(1) 活泼金属外层电子少,易失去电子,表现出强还原性。

(2) 卤素单质结构相似,所以性质相似。

(3) 同分异构体虽分子式相同,但因结构不同所以性质不同。

(4) 金刚石与石墨是同素异形体,但由于两者的晶体结构不同,所以两者性质不同。

第一节 原子结构

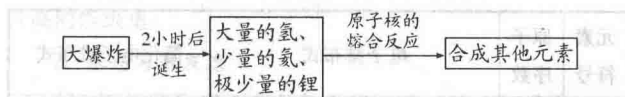
A 教材梳理

知识点一 原子的诞生

1. 大爆炸宇宙学模型

现代大爆炸宇宙学理论认为,我们所在的宇宙诞生于一次大爆炸。在宇宙的最早期,即距今大约 140 亿年前,今天所观测到的全部物质世界统统集中在一个很小的范围内。温度极高、密度极大、体积极小的物质迅速膨胀,犹如一次规模极其巨大的大爆炸。

2. 原子的诞生



3. 宇宙的组成与各元素的含量

宇宙 { 氢(H): 占宇宙原子总数的 88.6% } 合起来约占宇宙原子
{ 氦(He): 约为氢原子数的 1/8 } 总数的 99.7% 以上
{ 其他: 90 多种天然元素的原子总数加起来不足 1% }
至今,所有恒星,包括太阳,仍在合成元素。

4. 元素的分类

地球的年龄已有 46 亿年,地球上元素的分类为:

元素 { 非金属元素: 22 种(包含稀有气体)
金属元素: 占绝大多数 }

注意: (1) 古希腊哲学家提出原子是构成物质的最小粒子,不可再分。今天来看这种观点是错误的。

(2) 19 世纪初英国道尔顿创立了较科学的化学原子论。但他认为原子是“实心球体”以及“每一种元素有一种原子”等观点都是不科学的。

(3) 原子的基本性质有: 原子的核电荷数(质子数)、中子数、电子数、原子半径、原子质量、核外电子的运动状态及分布、电负性、电离能等。

知识点二 能层与能级

1. 能层

(1) 在多电子原子中,核外电子是分层运动的,能量高的电子在离核远的区域里运动,能量低的电子在离核近的区域里运动。这也说明多电子的原子中电子的能量是不同的。能量不同的电子在核外不同的区域内运动,这种不同的区域称为能层,即“电子层”(n)。

例如:氯原子的结构示意图为: $(+17) \begin{array}{c} 2 \\ 8 \\ 7 \end{array}$,表示Cl原子的

17个电子分布在三个能量不同的能层上。

(2)每一能层最多容纳的电子数为: $2n^2$ 。

(3)离核越近的能层,能量越低。

(4)能层的表示方法:

能层	一	二	三	四	五	六	七	...
符号	K	L	M	N	O	P	Q	...
最多容纳电子数	2	8	18	32	50	...		
离核远近			由近				→远	
能量高低			由低				→高	

2. 能级

(1)在多电子原子中,同一能层的电子,能量也可能不同。同一能层的电子在不同能量的能级上运动,能级分别用s、p、d、f表示。就好比能层是楼层,能级是楼梯的阶级。

(2)在同一能层上不同能级的能量: $ns < np < nd < nf$ 。任一能层的能级总是从s能级开始,且该能层的能级数等于该能层序数。如第一层只有一个能级(1s),第二层有两个能级(2s、2p),第三能层有三个能级(3s、3p、3d),第四能层有4个能级(4s、4p、4d、4f)。

(3)s、p、d、f最多容纳的电子数依次为2、6、10、14。

(4)能级的表示方法:

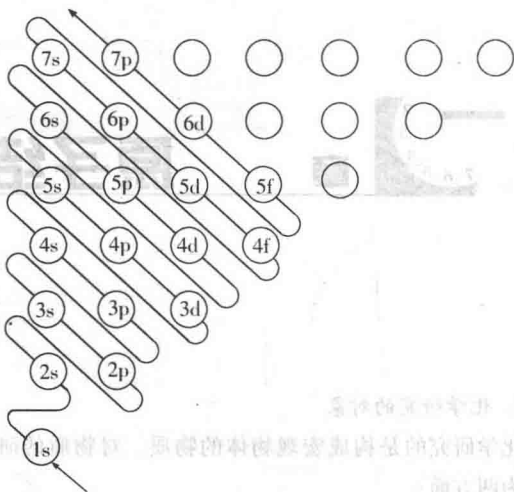
能层	能级	各能级最多容纳的电子数	能层最多容纳的电子数
$n=1$ K	1s	2	2
$n=2$ L	2s 2p	2 6	8
$n=3$ M	3s 3p 3d	2 6 10	18
$n=4$ N	4s 4p 4d 4f	2 6 10 14	32
$n=5$ O	5s ...	...	...

(5)在目前已知的元素的原子中,能层数最高到第7电子层,而能级的种类也只出现了s、p、d、f,产生这种现象的原因是能级的能量问题。(见构造原理)

知识点三 构造原理

1. 构造原理

构造原理揭示了原子核外电子的能级分布。绝大多数基态原子核外电子的排布遵循如下图所示的构造原理。



2. 能级交错现象

从构造原理图可以看出,核外电子的能级排布顺序为:1s、2s、2p、3s、3p、4s、3d、4p、5s、4d、5p、6s、4f、5d、6p……从中可以看出,不同能层的能级有“能级交错”现象。如 $E(3d) > E(4s)$ 、 $E(4d) > E(5s)$ 、 $E(5d) > E(6s)$ 、 $E(6d) > E(7s)$ 、 $E(4f) > E(5p)$ 、 $E(4f) > E(6s)$ 等。原因是由于电子之间存在着斥力,从而减弱了原子核对外层电子的吸引力,致使能级出现交错现象。

3. 电子按照构造原理排布,会使整个原子的能量处于最低状态。

4. 核外电子排布式的表示方法

如 ns^x ,n代表能层,s代表能级,x代表该能级上的电子数。几种原子的电子排布式如下:

氢H $1s^1$ 钠Na $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$

氯Cl $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$ 钾K $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4 4s^1$

5. 简化电子排布式

如:Na: $[Ne]3s^1$ Cl: $[Ne]3s^2 3p^5$ K: $[Ar]4s^1$

方括号里的符号的意义是:该元素前一个周期的惰性气体电子排布的结构,称为“原子实”。

6. 下表为部分基态原子的电子排布式和简化电子排布式:

元素符号	原子序数	电子排布式	简化电子排布式
H	1	$1s^1$	$1s^1$
He	2	$1s^2$	$1s^2$
B	5	$1s^2 2s^2 2p^1$	$[He]2s^2 2p^1$
F	9	$1s^2 2s^2 2p^5$	$[He]2s^2 2p^5$
Ne	10	$1s^2 2s^2 2p^6$	$[He]2s^2 2p^6$
Na	11	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$	$[Ne]3s^1$

元素符号	原子序数	电子排布式	简化电子排布式
Al	13	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^1$	$[\text{Ne}] 3s^2 3p^1$
Ar	18	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$	$[\text{Ne}] 3s^2 3p^6$
K	19	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1$	$[\text{Ar}] 4s^1$
Ca	20	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2$	$[\text{Ar}] 4s^2$
Sc	21	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^1 4s^2$	$[\text{Ar}] 3d^1 4s^2$
Ti	22	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^2 4s^2$	$[\text{Ar}] 3d^2 4s^2$
V	23	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^3 4s^2$	$[\text{Ar}] 3d^3 4s^2$
Cr	24	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5 4s^1$	$[\text{Ar}] 3d^5 4s^1$
Mn	25	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5 4s^2$	$[\text{Ar}] 3d^5 4s^2$
Fe	26	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^6 4s^2$	$[\text{Ar}] 3d^6 4s^2$
Co	27	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^7 4s^2$	$[\text{Ar}] 3d^7 4s^2$
Ni	28	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^8 4s^2$	$[\text{Ar}] 3d^8 4s^2$
Cu	29	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^1$	$[\text{Ar}] 3d^{10} 4s^1$
Zn	30	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2$	$[\text{Ar}] 3d^{10} 4s^2$
Ga	31	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^1$	$[\text{Ar}] 3d^{10} 4s^2 4p^1$
Ge	32	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^2$	$[\text{Ar}] 3d^{10} 4s^2 4p^2$
As	33	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^3$	$[\text{Ar}] 3d^{10} 4s^2 4p^3$
Se	34	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^4$	$[\text{Ar}] 3d^{10} 4s^2 4p^4$
Br	35	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^5$	$[\text{Ar}] 3d^{10} 4s^2 4p^5$
Kr	36	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6$	$[\text{Ar}] 3d^{10} 4s^2 4p^6$

注意:(1)在电子排布时,要先排4s,后排3d。但在表示电子结构时,应先写3d,后写4s。

(2)根据构造原理写出的元素原子电子排布式是基态原子的电子排布式。

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

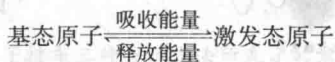
原子核外的电子排布遵循构造原理能使整个原子的能量处于最低状态,简称为能量最低原理。即在基态原子中,电子优先排在能量最低的能级里,然后依次排在能量逐渐升高的能级里。

2. 基态与激发态

(1)基态原子:处于最低能量的原子叫做基态原子。

(2)激发态原子:当基态原子的电子吸收能量后,电子会跃迁到较高能级,变成激发态原子。

(3)基态原子与激发态原子相互转化的能量关系:



如:电子从1s能级跃迁到2s、2p等能级需要吸收能量,

而从较高能量的能级如2s、2p跃迁到1s时,则会放出能量。光是电子释放能量的一种重要形式。在日常生活中,我们看到的灯光、霓虹灯光、激光、焰火等现象都是原子核外电子发生跃迁释放能量的结果。

3. 光谱

(1)光谱:不同元素的原子发生跃迁时会吸收或释放不同的光,若用光谱仪摄取各种元素的电子的吸收光谱或发射光谱,则可确立某种元素的原子,这些光谱总称原子光谱。

(2)光谱分析:不同元素的原子光谱都是特定的,在现代化学中,常利用原子光谱上的特征谱线来鉴定元素,称为光谱分析。

光谱仪可以测量物质发射或吸收的光的波长,拍摄各种光谱图,光谱图就像“指纹”辨人一样,可以辨别形成光谱的元素。人们还用光谱分析曾发现了许多元素,如铯、铷、氦、镓、铟等元素。

知识点五 电子云与原子轨道

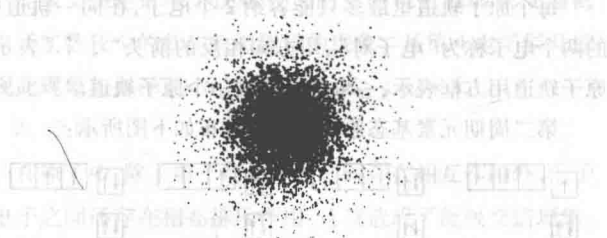
1. 行星模型

20世纪初丹麦科学家玻尔提出了原子的行星模型,认为电子在原子核外稳定的轨道上运行,就像行星绕着太阳运行那样。10年后,玻尔建立的行星模型被现代量子力学理论彻底否定了。

2. 电子云

现代量子力学指出,电子在原子核外有限的空间,以近于光速的运动,这与客观物体运动规律完全不同,用统计的方法来确定一定状态的核外电子在某个时刻处于核外空间出现的概率。

如下图为氢原子的基态电子(1s电子)的概率分布图。一定时间间隔内电子在原子核外出现概率的统计,电子每出现一次,在图中就增加一个小点。由此得到的概率分布图看起来像一片云雾,因而被形象地称作“电子云”。



1s电子在原子核外出现的概率分布图

在电子云图里,点密集的地方表示电子在那里出现的概率大,点疏的地方表示电子在那里出现的概率少;离核越近,电子出现的概率越大,电子云越密集。

3. 原子轨道

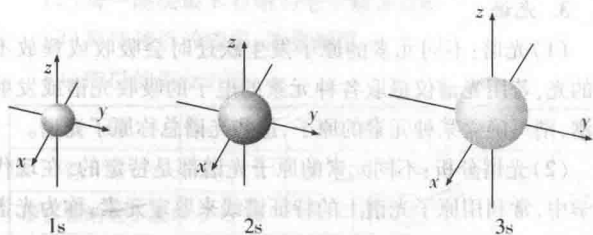
电子云的轮廓图称为原子轨道。(电子出现的概率约为

90%的空间)

注意:轮廓的大小不影响原子轨道的形状。

4. 原子轨道的形状

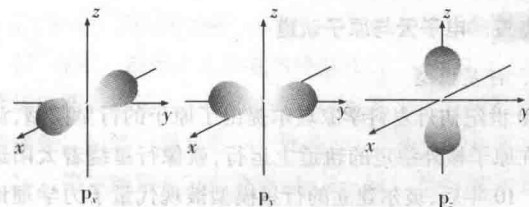
(1)s 电子的原子轨道都是球形,如下图。



s 能级的原子轨道图

能层序数 n 越大,原子轨道的半径越大。能量: $E_{1s} < E_{2s} < E_{3s} < \dots$, 随着 n 的增大,电子在离核更远的区域出现的概率增大,电子云越来越向更大的空间扩展。

(2)p 电子的原子轨道是纺锤形,如下图:



p 能级的原子轨道图

p 能级的电子云有三种伸展方向,即有 3 个原子轨道,它们相互垂直,以 p_x 、 p_y 、 p_z 符号表示,p 电子原子轨道的平均半径也随 n 增大而增大。

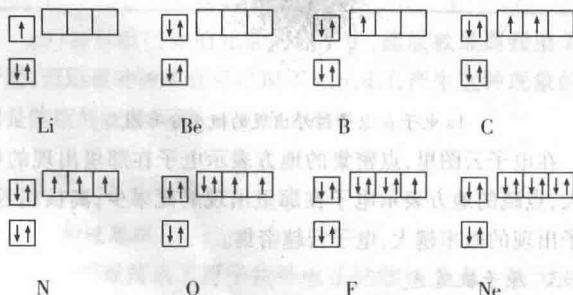
5. 能级与原子轨道数和容纳的电子数的关系

能级	s	p	d	f
原子轨道数	1	3	5	7
容纳的电子数	2	6	10	14

6. 核外电子的轨道表示式

每个原子轨道里最多只能容纳 2 个电子,在同一轨道中的两个电子称为“电子对”,用方向相反的箭头“ $\uparrow\downarrow$ ”表示。原子轨道用方框表示,一个方框代表一个原子轨道。

第二周期元素基态原子的电子排布如下图所示:



第二周期元素基态原子的电子排布图

7. 原子核外电子排布所遵循的原理

(1)能量最低原理:电子在原子轨道上的分布要尽可能地使原子的能量为最低。

(2)泡利原理:每个原子轨道最多只能容纳 2 个电子,而且这两个电子自旋方向必须相反。自旋只有两种方向:顺时针方向和逆时针方向。

注意:在同一个原子中,不存在运动状态完全相同的两个电子。

如氦原子有两个电子,按照能量最低原理,这两个电子都应当排在 $1s$ 原子轨道上,即电子排布式为 $1s^2$,按照泡利原理,其轨道表示式为 $\uparrow\downarrow_{1s}$,而不是 $\uparrow\uparrow_{1s}$ 。

有了泡利原理的限制,电子就不可能都填充到能量最低的 $1s$ 轨道上了,如基态锂原子的核外电子排布应为 $1s^2 2s^1$,而不是 $1s^3$,其轨道表示式为: $\uparrow\downarrow_{1s} \uparrow_{2s}$ 。

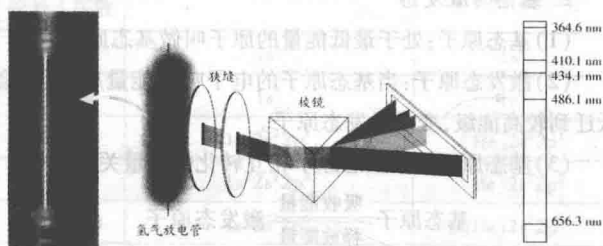
(3)洪特规则:当电子排在同一能级(能量相同)的不同轨道时,总是优先单独占据一个轨道,而且自旋方向相同。

如 $2p^3$ 的轨道排布为 $\uparrow\uparrow\uparrow$,不能表示为 $\uparrow\downarrow\uparrow$ 或 $\uparrow\uparrow\downarrow$ 。上面的基态氮原子的电子排布为 $1s^2 2s^2 2p^3$,其中 $2p^3$ 上的 3 个电子按洪特规则排布,这样也会使整个原子的能量最低。

B 教材拓展

拓展点一 氢原子光谱

用光谱仪所测得氢原子的光谱,是由一系列波长不连续的谱线组成。当时人们不知道氢为什么会出现这样的光谱。为了揭示这一实验事实,1913 年丹麦科学家玻尔在卢瑟福原子模型的基础上提出了核外电子分层排布的原子结构模型。第一次认识到氢原子光谱是由于氢原子的电子在能量不同的轨道之间发生跃迁而产生的,其理论上计算得到的结果与实验结果几乎完全相同。



用光谱仪测定氢气放电管发射的氢的发射光谱

但是,用玻尔理论解释多电子原子的光谱时,就有较大的误差。这是玻尔未彻底抛弃经典物理学的必然结果,“行星轨道”和“行星模型”适合于速度远低于光速的宏观物体,不适合于质量极小、速度极快的微观粒子,因而被后来的现代量子力学理论彻底否定。

玻尔理论的成功之处:解释了氢原子光谱和原子发光现象。并由此而得出核外电子是分层运动的。电子所处的轨道的能量是量子化的。

拓展点二 多电子原子中,原子轨道能量高低的比较规律

1. 相同能层不同能级之间的能量的高低顺序: $E_{ns} < E_{np} < E_{nd} < E_{nf}$ 。

2. 形状相同的原子轨道能量的高低: $E_{1s} < E_{2s} < E_{3s} < E_{4s} \dots$

3. 能层和能级都相同的原子轨道的能量相同。如: $E_{2p_x} = E_{2p_y} = E_{2p_z}$ 。能量相同的原子轨道如 p 能级的 3 个轨道, d 能级的 5 个轨道, f 能级的 7 个轨道。

拓展点三 核外电子排布的规律归纳

1. 洪特规则的特例

能量相同的原子轨道在全充满、半充满和全空时,体系的能量较低,原子较稳定。

相对稳定的状态

全充满:	p^6, d^{10}, f^{14}
全空:	p^0, d^0, f^0
半充满:	d^5, f^7

按此规则, $_{24}\text{Cr}$ 的电子排布式为 $[\text{Ar}] 3d^5 4s^1$, 而不是 $[\text{Ar}] 3d^4 4s^2$; $_{29}\text{Cu}$ 的电子排布式为 $[\text{Ar}] 3d^{10} 4s^1$, 而不是 $[\text{Ar}] 3d^9 4s^2$ 。

2. 经验小结

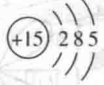
核外电子总是尽先排在能量最低的原子轨道,然后按 $1s, 2s, 2p, 3s, 3p, 4s, 3d, 4p, 5s, 4d, 5p, 6s \dots$ 能量顺序,由低到高依次排入。

每周期的元素种类数等于原子轨道数目的两倍;电子层数等于该电子层的能级数。

每个电子层最多容纳的电子数不超过 $2n^2$ 个;每个能级最多容纳的电子数不超过 $2(2l+1)$;最外层电子数不超过 8 个(K 层为最外层不超过 2 个);次外层不超过 8 个;倒数第三层不超过 32 个。

3. 核外电子排布三种表示方法所表示的意义

(1) 原子结构示意图。

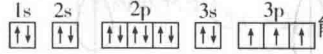
如: $_{15}\text{P}$  能直观地反映核内质子数和核外电子

层数及各电子层上的电子数。

(2) 电子排布式。

如: $_{15}\text{P} 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3$ 能直观反映核外电子的电子层、能级和各能级上的电子数。

(3) 轨道表示式。

如: $_{15}\text{P}$  能直观地反映各

轨道能量的高低及各轨道上的电子分布情况和电子的自旋情况。

4. 元素原子结构的特殊性(以 1~20 号元素为例)

(1) 最外层电子数为 1 的原子有 H、Li、Na、K。

(2) 最外层电子数为 2 的原子有 He、Be、Mg、Ca。

(3) 最外层电子数跟次外层电子数相等的原子有 Be、Ar。

(4) 最外层电子数是次外层电子数 2 倍的原子是 C。

(5) 最外层电子数是次外层电子数 3 倍的原子是 O。

(6) 最外层电子数是次外层电子数 4 倍的原子是 Ne。

(7) 次外层电子数是最外层电子数 2 倍的原子有 Li、Si。

(8) 内层电子总数是最外层电子数 2 倍的原子有 Li、P。

(9) 电子层数跟最外层电子数相等的原子有 H、Be、Al。

(10) 电子层数是最外层电子数 2 倍的原子是 Li。

(11) 最外层电子数是电子层数 2 倍的原子有 He、C、S。

(12) 最外层电子数是电子层数 3 倍的原子是 O。

拓展点四 能级交错现象

1. 定义

能级交错是指电子层数较大的某些轨道的能量反而低于电子层数较少的某些轨道能量的现象。从第 4 电子层开始出现此现象。如: $E_{4s} < E_{3d}, E_{5s} < E_{4d}, E_{6s} < E_{4f} < E_{5d}$ 。

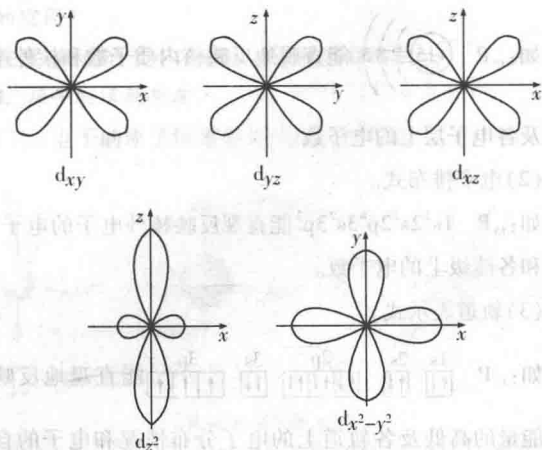
2. 原因

在原子中,除了电子与原子核之间存在相互作用外,电子与电子之间还存在相互排斥作用,这就造成了能级交错现象。

电子排布按能级交错顺序写,如 $_{21}\text{Sc}$ 的电子排布应为 $[\text{Ar}] 3d^1 4s^2$ 。

拓展点五 d 电子云的形状

d 电子云是花瓣形,在空间有五种取向,记作 $d_{xy}, d_{yz}, d_{xz}, d_{x^2-y^2}, d_{z^2}$, 如下图:



d 电子云的五种空间取向

拓展点六 原子结构模型的发展简史

原子结构模型的演变过程:古代原子学说→道尔顿原子模型→汤姆生原子模型→卢瑟福原子模型→玻尔原子模型→电子云模型。

(1)德谟克利古代原子学说:物质由原子构成,且原子是不可分的微粒;原子的结合和分离是万物变化的根本。

(2)道尔顿原子模型:1911年,卢瑟福通过 α 粒子散射实验发现:①一束高速 α 粒子绝大部分可以穿过薄的金属片;②极少数 α 粒子穿过时会发生偏转;③有个别 α 粒子穿过时会反弹回来。卢瑟福设想:这是由于原子中心有一个带正电荷的核,由于静电的斥力(α 粒子带2个单位正电荷)而使一部分 α 粒子散射。如果 α 粒子在离原子中心较远的地方穿过原子,由于它所受斥力很小,其运动方向变化不大。当 α 粒子在离原子中心很近的地方穿过原子,它将受到很大的斥力,其运动方向将会有很大变化。通过分析,卢瑟福得出了新的原子结构模型:物质由原子组成,且原子为实心球体,不能用物理方法分割;同种原子的质量和性质相同。

(3)汤姆生原子模型:原子是一个分布着正电荷的粒子,电子镶嵌其中并中和正电荷,使原子呈电中性;原子是可以再分的。

(4)卢瑟福原子模型:原子由原子核和核外电子组成。原子核带正电荷,位于原子的中心并几乎集中了原子的全部质量,电子带负电荷,在原子核周围空间作高速运动。

(5)玻尔原子模型:1913年,玻尔受普朗克量子理论和爱因斯坦的光子学说的启发,把卢瑟福的原子模型和普朗克的量子论巧妙地结合起来,并且把原来只用于能的量子概念加以推广,为以后各种物理量的量子化打开了大门,提出了新的原子结构理论。其理论要点是:一、电子只能在一些特定的

轨道上运行;二、电子在特定轨道上运行时,不发射也不吸收能量;三、当电子从一个具有较高能量的轨道跃迁到具有较低能量的轨道时,就要释放出能量,反之吸收能量。这个理论显然是违反古典理论的,由古典理论估算,电子在绕核运行时,必定不断损失能量,轨道会越来越小,而终于落到核中,并计算出一个直径为 10^{-10} 米的原子,在 10^{-12} 秒时间内就会崩溃。但他在大量研究和计算的基础上,坚持真理,为长期以来一直无法解释的经验公式做出了统一的理论解释。玻尔因此而获得1922年诺贝尔物理学奖。玻尔引进了量子理论,成功地解释了光谱规律,但由于过多地保留了经典物理理论,在解释其他原子光谱时遇到了困难。

(6)电子云模型:1927~1935年,现代科学家用量子力学的方法描述电子运动,即电子云描述核外电子运动,电子在原子核外空间出现的机会是有规律的。科学已经基本揭开原子结构的面纱。

现在,科学家已经能利用电子显微镜和扫描隧道显微镜拍摄表示原子图像的照片。随着现代科学技术的发展,人类对原子的认识还会不断深化。

模 型	说 明
道尔顿模型 (1803)	坚实不可再分的实心球
汤姆生模型 (1903)	平均分布着正电荷的粒子嵌着同样多的电子
卢瑟福模型 (1911)	带正电荷的核位于中心,质量主要集中在核上,电子沿不同轨道运转
玻尔模型 (1913)	电子在一定轨道上绕核做高速圆周运动
电子云模型 (1935)	现代物质结构学说

拓展点七 思维误区点拨

1. 电子的运动状态是否与宏观物体相同?

——不相同。人们能够准确地测定一个运动着的宏观物体的速度和位置,可以追踪其运动轨迹。但电子的质量非常小,速度极快,人们不能同时准确测定电子的位置和速度,只能统计出电子在某区域出现的概率。

2. 原子轨道与经典意义上的固定轨道是否相同?

——不相同。因为我们不能确定原子中的电子在某一时刻的具体位置,只能用统计的方法来描述核外电子在空间某处出现的概率大小,所以量子力学中的轨道含义已与玻尔轨道的含义完全不同,它既不是圆形轨道,也不是其他经典意义

的固定轨迹。

3. 微观粒子与宏观物体是否都具有波粒二象性?

——不是。微观粒子在不同条件下能表现出波动和粒子的性质,即波粒二象性。这可用德布罗意关系式得证: $E = h\nu$, $p = h/\lambda$,而宏观物体的波长太短,我们观察不到宏观物体的波动性。

小结:

(1) 原子核外电子的运动特征

①原子核外电子运动状态:多电子原子核外电子的运动状态不同,根据电子的能量差异和运动区域、离核远近的不同,电子是分层排布的。依据能量由低至高,离核距离由近及远,依次称为1、2、3、4、5、6、7……电子层,分别用符号K、L、M、N、O、P、Q表示。在同一电子层中,电子的能量还稍有差别,电子云的形状也不相同。根据这个差别,又可以把一个电子层分成一个或几个亚层,分别用s、p、d、f等符号表示。s轨道呈球形,p轨道呈纺锤形,d轨道和f轨道较复杂。电子云不仅有确定的形状,而且有一定的伸展方向,如:s轨道呈球形,只有一个轨道;p轨道在空间有x、y、z 3个伸展方向;d轨道有5个伸展方向,f轨道有7个伸展方向。电子不仅在核外空间不停地运动,而且还作自旋运动,自旋可以有两种不同的状态,常用箭头“↑”和“↓”表示这两种不同的自旋状态。但一定要明确,电子自旋并非像地球绕轴自旋那样,只是代表电子的两种不同状态。

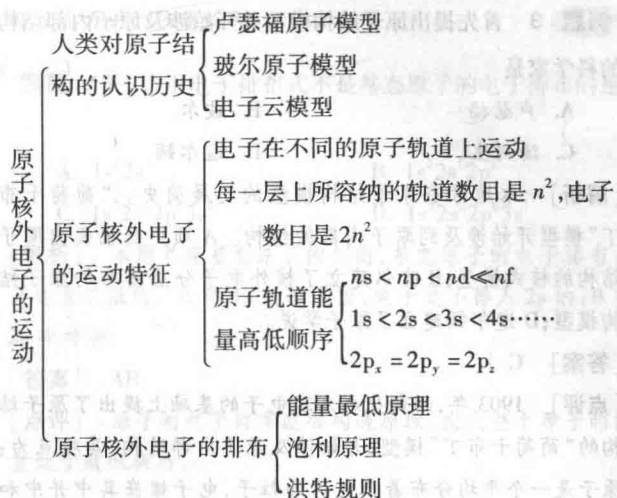
②原子轨道能量高低规律:a. 相同电子层上原子轨道能量的高低, $ns < np < nd < nf$;b. 形状相同的原子轨道能量高低: $1s < 2s < 3s < 4s \dots$;c. 电子层和形状相同的原子轨道的能量相等,如 $2p_x = 2p_y = 2p_z$ 。

③各电子层包含的原子轨道数目和可容纳的电子数:

电子层	原子轨道类型	原子轨道数目	可容纳电子数
1	1s	1	2
2	2s, 2p	4	8
3	3s, 3p, 3d	9	18
4	4s, 4p, 4d, 4f	16	32
n	—	n^2	$2n^2$

原子轨道实际上并不存在,只是人们根据电子在空间出现机会的多少,形象地描述电子在原子核外空间运动的主要区域,它并不像宏观物体那样有一个具体的运动轨迹,不符合经典物理学理论。原子轨道能够很好地解释各电子层最多所能容纳的电子数目、原子核外电子的排布情况。

(2) 知识网络



C 典型题解

例题 1 下列不同时期原子结构模型的提出时间排列正确的是 ()

①电子分层排布模型 ②“葡萄干布丁”模型 ③量子力学模型 ④道尔顿原子学说 ⑤核式模型

A. ①③②⑤④

B. ④②③①⑤

C. ④②⑤①③

D. ④⑤②①③

解析 ①电子分层排布模型由玻尔1913年提出。②“葡萄干布丁”模型由汤姆生1903年提出。③量子力学模型于1926年提出。④道尔顿原子学说于1803年提出。⑤核式模型由卢瑟福于1911年提出。

答案 C

点评 此题考查了原子结构研究的历史演变。

例题 2 道尔顿的原子学说曾经起了很大的作用。他的学说中包含有下述三个论点:①原子是不能再分的粒子;②同种元素原子的各种性质和质量都相同;③原子是微小的实心球体。从现代的观点看,你认为这三个论点中,不确切的是 ()

A. 只有③

B. 只有①③

C. 只有②③

D. ①②③

解析 在人们研究电子结构的不同时期分别有不同的原子理论,这对后人了解原子的真实结构起了很大地推动作用。根据现在研究结果,显然道尔顿当时的原子理论都是不确切的。

答案 D

点评 原子是可以再分的,它并不是实心的球体,同种元素的原子质量可能不同,性质也可能不同。

例题 3 首先提出原子结构模型并开始涉及原子内部结构的科学家是 ()

- A. 卢瑟福 B. 玻尔
C. 汤姆生 D. 道尔顿

[解析] 本题考查原子结构模型的发展简史。“葡萄干布丁”模型开始涉及到原子内部的结构。A 项卢瑟福提出原子结构的核式模型；B 玻尔建立了核外电子分层排布的原子结构模型；D 道尔顿建立了原子学说。

[答案] C

[点评] 1903 年，汤姆生在发现电子的基础上提出了原子结构的“葡萄干布丁”模型，开始涉及原子内部结构，其观点为：原子是一个平均分布着正电荷的粒子，电子镶嵌其中并中和正电荷，使原子呈电中性；原子是可以再分的。

例题 4 以下能级符号正确的是 ()

- A. 6s B. 2d C. 3f D. 5p

[解析] 此题考查能层与能级的关系，任一能层的能级总是从 s 能级开始，且该能层的能级数等于能层序数。第 2 能层只有 2s、2p 能级，没有 2d 能级；第 3 能层有 3s、3p、3d，没有 3f 能级。

[答案] AD

[点评] 能层与能级的关系如下：

能层	K	L	M	N
能级	1s	2s2p	3s3p3d	4s4p4d4f

例题 5 比较下列多电子原子的原子轨道的能量高低。

- (1) 2s _____ 3s (2) 2s _____ 3d
(3) 3p_x _____ 3p_y (4) 3p _____ 3s
(5) 4f _____ 6f (6) 3d _____ 4s

[解析] 本题考查的是不同原子轨道的能量高低。不同能层、不同能级的原子轨道能量高低顺序符合构造原理。

[答案] (1) < (2) < (3) = (4) > (5) < (6) >

[点评] 第三能层开始，出现“能级交错”现象，能量高低顺序为：

$$ns < (n-2)f < (n-1)d < np$$

例题 6 下列叙述中，不属于核外电子的特点的是 ()

- A. 质量很小 B. 运动范围很小
C. 运动速率很快 D. 有确定的运动轨道

[解析] 核外电子的质量很小，仅为质子质量的 $\frac{1}{1836}$ ，在直径 10^{-10}m 的空间内做高速运动，所以不能准确地测定电子在

某一时刻所处的位置及运动速率，也不能描绘出它的运动轨道，即没有确定的运动轨道。

[答案] D

[点评] 现代科学家已经用量子力学的方法描述核外电子运动。

例题 7 下列元素中，电子排布不正确的是 ()

- A. Rb $4p^65s^1$ B. Cr $3d^44s^2$
C. Ar $3s^23p^6$ D. Ni $3d^84s^2$

[解析] 本题考查洪特规则的特例。能量相同的原子轨道在全充满、半充满和全空状态时，体系能量较低，原子较稳定。B 项中 Cr 的电子排布应为 $3d^54s^1$ 。

[答案] B

[点评] 符合此规律的还有 $_{29}\text{Cu}$ 、 $_{47}\text{Ag}$ 的 nd 轨道，为全充满状态。

例题 8 多电子原子的电子排布式可以简化，如钠元素的基态原子的电子排布式可表示为 $[\text{Ne}]3s^1$ 。用相似的方法写出 $_{17}\text{Cl}$ 、 $_{19}\text{K}$ 、 $_{9}\text{F}$ 三种基态原子的简化的电子排布式。

[解析] 钠原子的电子排布式为 $1s^22s^22p^63s^1$ ，K、L 能层的电子排布与稀有气体氖原子的电子排布相同。故基态原子的电子排布可以简化为：将该基态原子的电子排布式中与某稀有气体基态原子相同的部分用该稀有气体的元素符号表示，其他部分不变。

[答案] $_{17}\text{Cl}: [\text{Ne}]3s^23p^5$ ； $_{19}\text{K}: [\text{Ar}]4s^1$ ； $_{9}\text{F}: [\text{He}]2s^22p^5$

[点评] 多原子电子排布式可写成某稀有气体基态原子的元素符号附上剩余电子的排布式。

例题 9 下列轨道按能量由高到低排列正确的是 ()

- A. $E_{4p} > E_{4s} > E_{3d} > E_{3p}$
B. $E_{4s} > E_{3s} > E_{2s} > E_{1s}$
C. $E_{5s} > E_{3d} > E_{4s} > E_{3p}$
D. $E_{5s} > E_{4d} > E_{4p} > E_{3d}$

[解析] 根据各原子轨道的能量高低顺序 $ns < (n-2)f < (n-1)d < np$ (n 表示电子层)，将每项逐一验证，即可得出答案，只有 B、C 正确。

[答案] BC

[点评] 原子轨道相同时，主量子数越大，能量越高，B 对。由于能级交错现象 $E_{3d} > E_{4s}$ 。

例题 10 下列有关“核外电子的运动状态”的说法错误的是 ()

- A. 电子亚层是描述电子运动的电子云的形状

- B. 只有在电子层、电子亚层、电子云的伸展方向和电子的自旋都确定时,电子运动状态才能被确定下来
- C. 必须在上述四个方面都确定时,才能决定组成每一个电子层的最多轨道数
- D. 电子云伸展方向与能量大小是无关的

[解析] 电子所具有的能量不同,就会在不同的电子层、电子亚层上运动,而与其电子云的空间伸展方向无关,与其自旋方向也无关。电子亚层和自旋方向只是决定其具体运动的状态,但电子运动状态是由电子层、电子亚层、电子云的伸展方向及电子自旋共同决定的。而轨道数是由电子层来决定的。

[答案] C

[点评] 电子层、电子亚层、电子云的伸展方向及电子的自旋共同详细描述了电子的运动状态。

例题 11 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. $\text{Ca}^{2+} \quad 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$
- B. $\text{F}^- \quad 1s^2 2s^2 2p^5$
- C. $\text{S} \quad 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$
- D. $\text{Ar} \quad 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$

[解析] 本题考查电子排布的迁移运用。首先写出各原子的正确的电子排布式,然后结合题给信息进行判断。A 中生成 Ca^{2+} 失去了 4s 轨道上的 2 个电子, B 中得 1 个电子进入 2p 轨道,电子排布为 $1s^2 2s^2 2p^6$ 。

[答案] B

[点评] 本题涉及原子结构与元素性质的关系,起到承上启下的作用,为下一节的学习打下基础。

例题 12 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 _____,元素的名称是 _____。

[解析] 本题考查利用电子层排布推断原子序数的相关知识。设该元素的核电荷数 = 质子数 = a , 元素原子的电子层数为 x , 最外层电子数为 y , 依题意: $a = 5x$, $a = 3y$, 则 $5x = 3y$, $x = \frac{3y}{5}$ 。由原子的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] 磷

[点评] 用数学工具结合化学知识解决化学问题的能力, 是

思维能力中的较高层次。

例题 13 以下电子排布式不是基态原子的电子排布的是 ()

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

[解析] 本题考查基态原子的判断, 基态原子的电子排布式是能量最低的。A 项 1s 未排满前, 电子是不排入 2s 的; B 项 2s 未排满。

[答案] AB

[点评] 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。

例题 14 已知元素 X、Y 的核电荷数分别为 a 和 b , 它们的离子 X^{m+} 和 Y^{n-} 的核外电子排布相同, 则下列关系式中正确的是 ()

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

[解析] 在原子中, 核电荷数等于核外电子数, 在阳离子中, 核电荷数减去离子所带电荷数等于核外电子数; 在阴离子中, 核电荷数加上离子所带电荷数等于核外电子数。因为 X^{m+} 和 Y^{n-} 具有相同的核外电子排布, 即电子层结构相同, 所以 X^{m+} 和 Y^{n-} 具有相等的核外电子数, X^{m+} 的核外电子数等于 $a - m$, Y^{n-} 的核外电子数为 $b + n$, 则 $a - m = b + n$; 即 $a = b + m + n$ 。

[答案] A

例题 15 下面关于多电子原子核外电子的运动规律的叙述正确的是 ()

- A. 核外电子是分层排布的
- B. 所有电子在同一区域里运动
- C. 能量高的电子在离核近的区域运动
- D. 能量低的电子在离核近的区域绕核旋转

[解析] 此题考查多电子原子的核外电子的运动特征。电子在原子核外空间作高速运动, 能量不同的电子通常在不同的区域运动, 离核近, 能量低。

[答案] AD

[点评] 电子的运动虽然没有宏观物体那样的运动规律, 但也有它自身的规律。

例题 16 关于电子云的叙述不正确的是 ()

- A. 电子云是用小点的疏密程度来表示电子在空间出现概率大小的图形

B. 电子云实际是电子运动形成的类似云一样的图形

C. 小点密集的地方电子在那里出现的概率大

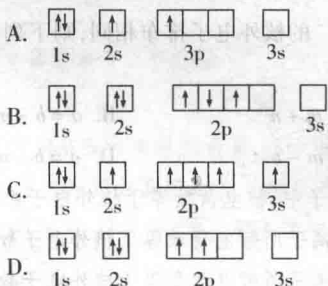
D. 轨道不同,电子云的形态也不一样

[解析] 用统计的方法描述电子在核外空间出现的概率大小的图形称为电子云;常用小点的疏密程度来表示电子在原子核外出现概率的大小。小点密集的地方,表示电子在那里出现的概率大,小点稀疏的地方,表示电子在那里出现的概率小。

[答案] B

[点评] 电子云的伸展方向是反映电子在空间运动的轨道。

例题 17 下列轨道表示式所表示的元素原子中,其能量处于最低状态的是 ()



[解析] A、C项违背了能量最低原理,B项违背了洪特规则。

[答案] D

[点评] A中3p轨道上电子应写在2s轨道上,B中2p轨道上应为 $\uparrow\downarrow\uparrow\downarrow$,C中应为 $\begin{array}{ccc} \uparrow\downarrow & \uparrow\downarrow & \uparrow\uparrow\uparrow \\ 1s & 2s & 2p \end{array}$ 。

例题 18 人们常将在同一原子轨道上运动的,自旋方向相反的2个电子,称为“电子对”;将在同一原子轨道上运动的单个电子,称为“未成对电子”。以下有关主族元素原子的“未成对电子”的说法,错误的是 ()

- A. 核外电子数为奇数的基态原子,其原子轨道中一定含有“未成对电子”
- B. 核外电子数为偶数的基态原子,其原子轨道中一定不含“未成对电子”
- C. 核外电子数为偶数的基态原子,其原子轨道中可能含有“未成对电子”
- D. 核外电子数为奇数的基态原子,其原子轨道中可能不含“未成对电子”

[解析] 本题考查核外电子排布的轨道表示式。洪特规则指出电子在等价轨道上排布时,应尽可能分占不同的轨道且

自旋方向相同,这就会造成“未成对电子”。当核外电子为奇数时,一定有未成对电子,故D错误;当核外电子为偶数时,会出现不同情况。如 ${}_8\text{O}$: $\begin{array}{ccc} \uparrow\downarrow & \uparrow\downarrow & \uparrow\downarrow\uparrow\downarrow \\ 1s & 2s & 2p \end{array}$,有“未成对电子”;

${}_{10}\text{Ne}$: $\begin{array}{ccc} \uparrow\downarrow & \uparrow\downarrow & \uparrow\downarrow\uparrow\downarrow\uparrow\downarrow \\ 1s & 2s & 2p \end{array}$,没有“未成对电子”。故B错误。

[答案] BD

[点评] 当p、d、f轨道未排满时,无论核外电子数为奇数还是偶数都存在“未成对电子”。

例题 19 下列说法正确的是 ()

- A. 因为p轨道是“8”字形的,所以p电子是“8”字形
- B. 主量子数为3时,有3s、3p、3d、3f四个轨道
- C. 氢原子中只有一个电子,故氢原子只有一个轨道
- D. 原子轨道与电子云都是用来形象描述电子运动状态的

[解析] p轨道为纺锤形,它是电子出现概率高的区域的形状,主量子数为3时,共有9个轨道。氢原子中只有一个电子,有1s轨道,但还存在空轨道。

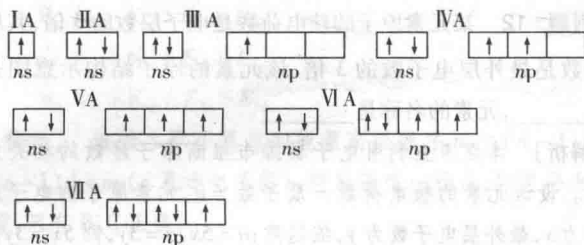
[答案] D

[点评] 轨道有s、p、d、f等类型,ns能级有1个轨道,np能级有3个轨道,nd能级有5个轨道,nf能级有7个轨道。

例题 20 A、B属于短周期中不同主族的元素,A、B原子的最外层电子中,成对电子和未成对电子占据的轨道数相等,若A元素的原子序数为a,则B元素的原子序数为 ()

- A. $a-4$
- B. $a-5$
- C. $a+3$
- D. $a+4$

[解析] 各主族元素的外围电子轨道表示式如:



从中可以看出B和Al、O和S符合题意要求,即其成对电子占据的轨道数和不成对电子占据的轨道数相等。设A为硼,原子序数为5,B可能为氧、硫,原子序数分别为 $a+3$ 、 $a+11$;若A为铝,原子序数为13,B可能为氧、硫,原子序数为 $a-5$ 、 $a+3$ 。

[答案] BC

例题 21 元素X的原子最外电子层中具有最多的未成对单电子,元素Y的原子核只有两种形状的电子云,且两种电子云的电子数相等,则X、Y组成的微粒中,不可能存在的是



[解析] 元素X最外层电子排布由题可知为 ns^2np^3 ,价电子数为5,最高正价为+5价,元素Y的核外只有两种形状的电子云,由电子排布规律可知,核外有s和p两个能级,再由两种电子即s电子和p电子数目相同可得Y的排布为 $1s^22s^22p^4$,即Y为O元素,由化合价规则可知B项不符合,故选B。

[答案] B

[点评] 氧为-2价,X为+5价,则ACD均成立。

例题 22 下列关于光谱的说法正确的是 ()

- A. 炽热固体、液体和高压气体发出的光生成连续光谱
- B. 各种原子的线状谱中的亮线和它的吸收谱中的暗线必定一一对应
- C. 气体发出的光只能产生线状谱
- D. 甲物质发出的白光通过低温的乙物质的低温蒸气,可得到甲物质的吸收光谱

[解析] 由于通常看到的吸收谱中的暗线比线状谱中的亮线要少一些,所以B选项不对;若是高压气体发光形成连续谱,若是稀薄气体发光形成线状谱,故C选项也不对;甲物质发出的白光通过低温的乙物质蒸气后,看到的是乙物质的吸收谱,所以上述选项中只有A正确。

[答案] A

[点评] (1)原子中电子吸收光子,从低能轨道跃迁到高能轨道上,将透过光通过棱镜,即得原子光谱。(2)处于高能轨道的电子不稳定,它将跃迁回低能轨道,并将能量以特定波长的光子形式放出,将发出的光通过棱镜就得到原子发射光谱。

例题 23 下列说法正确的是 ()

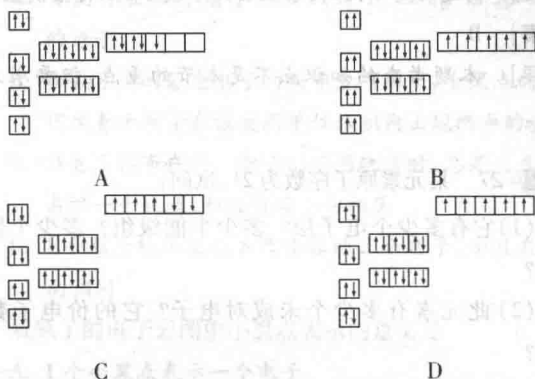
- A. 氢光谱是元素的所有光谱中最简单的光谱之一
- B. “量子化”就是不连续的意思,微观粒子运动均有此特点
- C. 玻尔理论不但成功地解释了氢原子光谱,而且还推广到其他原子光谱
- D. 原子中电子在具有确定半径的圆周轨道上像火车一样高速运转着

[解析] 氢光谱是元素的所有光谱中最简单的光谱,玻尔理论成功地解释了氢原子光谱,但对多电子原子的光谱解释却遇到了困难。原子中电子的运动区域没有确定的半径。

[答案] B

[点评] 氢原子外只有1个电子,故其光谱最为简单,玻尔理论只适用于单电子原子。

例题 24 已知锰的核电荷数为25,以下是一些同学绘制的基态锰原子核外电子的轨道表示式,其中最准确表示基态锰原子核外电子运动状态的是 ()



[解析] 该题考查电子排布的轨道表示式,基态原子的电子排布应该使原子的能量最低。A中, $E_{4s} > E_{3d}$ 错误,且 $3d^5$ 不符合洪特规则;B中, $E_{4s} > E_{3d}$ 错误,且 ns^2 的电子排布不符合泡利原理;C中, $3d^5$ 电子排布不符合洪特规则。

[答案] D

[点评] 若把该题的B项中 ns^2 的两个电子改为自旋方向相反,易造成错选,即忽略 $3d$ 、 $4s$ 的能量高低顺序。

例题 25 下列变化需要吸收能量的是 ()

- A. $1s^22s^22p^63s^1 \rightarrow 1s^22s^22p^6$
- B. $3s^23p^5 \rightarrow 3s^23p^6$
- C. $2p_x^22p_y^12p_z^1 \rightarrow 2p_x^12p_y^12p_z^2$
- D. $2H \rightarrow H-H$

[解析] A项所示为 $3s$ 轨道上失去1个电子,失去电子需要吸收部分能量,故A正确;B项表示得一个电子,为放出能量的变化;C项中p能级的3个轨道 p_x 、 p_y 、 p_z 能量相当,故不选;D中是表示2个H原子结合为 H_2 分子的过程,是放热过程。

[答案] A

[点评] p_x 、 p_y 、 p_z 轨道只是取向不同,能量是相等的。

例题 26 下列说法正确的是 ()

- A. 氢光谱说明原子是实心球体