

★ ★ ★ ★ ★ ★ ★ ★ ★ ★ ★ ★ ★ ★ ★ ★

TONGBU DAOXUE

新课程

同步导学

XINKECHENG

选修3

物质结构与性质

高中

化学



凤凰出版传媒集团

江苏教育出版社

JIANGSU EDUCATION PUBLISHING HOUSE

NE
新

课程同步导学

高中化学

选修3 物质结构与性质

凤凰出版传媒集团



江苏教育出版社

JIANGSU EDUCATION PUBLISHING HOUSE

书 名 新课程同步导学·高中化学
选修3 物质结构与性质
责任编辑 薛春南
出版发行 凤凰出版传媒集团
江苏教育出版社(南京市马家街31号210009)
网 址 <http://www.1088.com.cn>
集团网址 凤凰出版传媒网 <http://www.ppm.cn>
经 销 江苏省新华发行集团有限公司
照 排 南京理工出版信息技术有限公司
印 刷 扬州市文丰印刷制品有限公司
厂 址 扬州北郊天山镇兴华路25号
电 话 0514-4225777
开 本 787×1092毫米 1:16
印 张 11
字 数 268 500
版 次 2007年1月第1版
2007年1月第1次印刷
书 号 ISBN 978-7-5343-7926-0/G·7878
定 价 11.00元
批发电话 025-83260760,83260768
邮购电话 025-85400774,8008289797
短信咨询 10602585420909
E-mail jsep@vip.163.com
盗版举报 025-83204538

苏教版图书若有印装错误可向承印厂调换
提供盗版线索者给予重奖



Contents 目录

物质结构与性质

专题 1	揭示物质结构的奥秘	
	第 1 课时 人类探索物质结构的历史	1
	第 2 课时 研究物质结构的意义	3
专题 2	原子结构与元素的性质	
	第一单元 原子核外电子的运动	6
	第 3 课时 人类对原子结构的认识历史	6
	第 4 课时 原子核外电子的运动特征	9
	第 5 课时 原子核外电子的排布(一)	12
	第 6 课时 原子核外电子的排布(二)	16
	第 7 课时 原子核外电子的排布(三)	20
	第二单元 元素性质的递变规律	24
	第 8 课时 原子核外电子排布的周期性	24
	第 9 课时 元素第一电离能的周期性变化	29
	第 10 课时 元素电负性的周期性变化(一)	34
	第 11 课时 元素电负性的周期性变化(二)	36
专题 3	微粒间作用力与物质性质	
	第一单元 金属键 金属晶体	40
	第 12 课时 金属键与金属特性	40
	第 13 课时 金属晶体	42
	第二单元 离子键 离子晶体	45
	第 14 课时 离子键的形成	45
	第 15 课时 离子晶体(一)	47
	第 16 课时 离子晶体(二)	51
	第三单元 共价键 原子晶体	53
	第 17 课时 共价键的形成	53

第 18 课时	共价键的类型(一)	55
第 19 课时	共价键的类型(二)	57
第 20 课时	共价键的键能与化学反应热(一)	60
第 21 课时	共价键的键能与化学反应热(二)	62
第 22 课时	原子晶体	65
第四单元	分子间作用力 分子晶体	68
第 23 课时	范德华力	68
第 24 课时	氢键的形成	70
第 25 课时	分子晶体	74

专题 4

分子空间结构与物质性质

第一单元	分子构型与物质的性质	77
第 26 课时	分子的空间构型(一)	77
第 27 课时	分子的空间构型(二)	80
第 28 课时	分子的空间构型(三)	84
第 29 课时	分子的极性	87
第 30 课时	手性分子	90
第二单元	配合物是如何形成的	94
第 31 课时	人类对配合物结构的认识	94
第 32 课时	配合物的结构和性质(一)	97
第 33 课时	配合物的结构和性质(二)	100
第 34 课时	配合物的结构和性质(三)	103
第 35 课时	配合物的应用	106

专题 5

物质结构的探索无止境

第 36 课时	研究物质的结构与性能的关系	109
第 37 课时	研究化学反应的量子力学理论	112
第 38 课时	研究生命现象的化学机理	115

测试卷

专题 2 评估测试卷	119
期中测试卷 A	123
期中测试卷 B	127
专题 3 评估测试卷 A	131
专题 3 评估测试卷 B	135
专题 4 评估测试卷 A	139
专题 4 评估测试卷 B	143
专题 5 评估测试卷	147
期末测试卷 A	151
期末测试卷 B	155
参考答案	159



专题 1 揭示物质结构的奥秘

第 1 课时 人类探索物质结构的历史

我思我学

想一想:人类探索物质结构的历史阶段。

写一写:探索过程中有重大贡献的科学家及其成果。

议一议:原子结构模型演变及支持原子结构模型发生演变的实验事实。

同步导学

一、评价要点

1. 认识:探索物质结构过程中有重大贡献的科学家及其成果。
2. 知道:原子结构模型的演变过程。

二、方法指引

1. 人类探索物质结构的历史:

19 世纪初,英国科学家道尔顿提出了原子概念和原子学说;1811 年,意大利科学家阿伏加德罗在总结气体反应体积比的基础上,提出了分子的概念;1869 年,俄国化学家门捷列夫提出了元素周期律,从而把化学元素及其相关知识纳入到一个自然序列变化的规律之中,从理论上指导了化学元素的发现和应用;19 世纪中叶以后,对有机化合物结构的认识取得了重大进展,碳原子的四价、有机化合物中碳原子成键的立体构型、有机化合物分子中价键的饱和性等相继被发现;19 世纪末至 20 世纪初,物理学有了一系列的重大发现,揭开了原子内部结构的奥秘,发现了微观粒子波粒二象性的普遍性,为化学提供了分析原子和分子结构的理论基础。

2. 原子结构模型的演变过程:

道尔顿原子模型→汤姆生原子模型→卢瑟福原子模型→波尔原子模型→量子力学模型

三、典型例题

例 1 在物质结构研究的历史上,首先提出原子是一个实心球体的是 ()

- A. 汤姆生 B. 卢瑟福 C. 道尔顿 D. 波尔

[分析] 本题主要考查在物质结构研究的历史上有重大贡献的科学家和他们的成果。汤姆生发现了电子,提出了原子内部有电子学说;卢瑟福利用 α 粒子撞击发现原子内有核;道尔顿认为原子是实心球体;波尔提出核外电子在一系列稳定的轨道上运动。

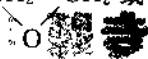
[答案] C

例 2 科学家们将 C_{60} 分子组装在一单层分子膜表面,在 $-268\text{ }^\circ\text{C}$ 时冻结分子的热振荡,并利用扫描隧道显微镜首次“拍摄”到能清楚分辨碳原子间单、双键的分子图像。下列化合物分子中一定既含单键又含双键的是 ()

- A. CO_2 B. C_2H_4O C. $COCl_2$ D. H_2O_2

[分析] 本题主要考查原子的外围电子结构与成键情况。A 中 CO_2 的结构式是

$O=C=O$, 只存在双键, B 中的分子式存在同分异构体, 可以为 $CH_2=CH_2$ 或 CH_3CHO ; D 中



H_2O_2 的结构是 $H-O-O-H$, 只存在单键。

[答案] C

随堂检学

1. 道尔顿的原子学说曾经起了很大的作用。他的学说中主要有三个论点:①原子是不能再分的微粒;②同种元素的原子的各种性质和质量都相同;③原子是微小的实心球体。从现代原子——分子学说的观点看,你认为不正确的是 ()

- A. 只有① B. 只有② C. 只有③ D. ①②③

2. 据报道,月球上存在大量 3He ,以下有关 3He 的说法正确的是 ()

- A. 是 4He 的同分异构体 B. 比 4He 少一个中子
C. 比 4He 少一个质子 D. 3He 原子核有 3 个质子

3. 有关元素周期表的叙述正确的是 ()

- A. 门捷列夫首先提出将元素分主族和副族来编制元素周期表
B. 1869 年俄国化学家门捷列夫编制了第一张元素周期表
C. 最初的元素周期表是按原子内质子数由多到少排列的
D. 初排元素周期表时共有 92 种元素

4. 化学真正成为一门科学并较快发展,始于 ()

- A. 舍勒发现氧气 B. 质量守恒定律的发现
C. 原子-分子论的问世 D. 中国湿法冶金技术的推广

5. 我国科学家在世界上首次发现铂的一种新同位素 $^{202}_{78}Pt$,下列说法正确的是 ()

- A. $^{202}_{78}Pt$ 的相对原子质量为 202 B. $^{202}_{78}Pt$ 的原子质量为 202
C. 铂元素的质量数为 202 D. $^{202}_{78}Pt$ 的原子核内有 124 个中子

6. 关于原子模型的演变过程,排列正确的是 ()

- ①汤姆生原子模型 ②道尔顿原子模型 ③波尔原子模型 ④卢瑟福原子模型

⑤量子力学模型

- A. ①②③④⑤ B. ②①③④⑤ C. ②①④③⑤ D. ②①③⑤④

7. 标准状况下, $m g$ A 气体和 $n g$ B 气体的分子数相同。下列说法不正确的是 ()

- A. 同体积气体 A 和气体 B 的质量比为 $m : n$
B. $25^\circ C$ 时, $1 kg$ 气体 A 和 $1 kg$ 气体 B 的分子数之比为 $n : m$
C. 同温同压时, 气体 A 和气体 B 的密度之比为 $n : m$
D. 标准状况下, 等质量的气体 A 和气体 B 的体积之比为 $n : m$

8. 根据元素周期表,填写下列空白:

(1) 最活泼的非金属元素位于周期表中第 _____ 周期第 _____ 纵行;最活泼的金属元素是 _____ (写出元素符号)。

(2) 写出含有 8 个质子、10 个中子的原子: _____, 画出该原子结构示意图: _____。

(3) 在第三周期中, A、B 两元素的原子序数之差为 4, 它们组成化合物 AB 的化学式为 _____。



(4) 1 mol 某物质含有不同周期的三种元素各 1 mol, 其核电荷总数为 20 mol, 该物质的化学式为_____ ; 是_____ 化合物(填“离子”或“共价”)。

9. A、B、C、D、E 五种微粒, 它们可能是原子或离子, 并且所含的元素都在短周期。A 显负价时, 不能被任何氧化剂氧化; 金属 B 的原子核内质子数比前一周期的同族元素多 8, 其单质不能从 CuSO_4 溶液中置换出 Cu; C 元素有三种同位素 C_1 、 C_2 、 C_3 , C_1 的质量数分别为 C_2 、 C_3 的 $1/2$ 和 $1/3$; D 的气态氢化物溶于水后显碱性; E 是由两种不同元素组成的带负电荷的微粒, 它共有 10 个电子, E 极易与 C^- 结合成中性微粒。回答:

(1) 写出五种微粒的符号: A _____、B _____、C _____、D _____、E _____。

(2) C 的同位素名称: C_1 _____、 C_2 _____、 C_3 _____。

(3) A 与 B 形成的化合物中存在_____ 键, 其晶体是_____ 晶体; C 和 D 形成分子电子式为_____ , 结构式为_____。

活用所学

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

- A. $[n/(A+16)] \times (A-N+8)$ mol B. $[n/(A+16)] \times (A-N+10)$ mol
C. $(A-N+2)$ mol D. $[n/A] \times (A-N+6)$ mol

11. 日前, 科学家正在设法探寻“反物质”。所谓“反物质”是由“反粒子”构成的, “反粒子”与其对应的正粒子具有相同的质量和相同的电量, 但电荷的符号相反。2002 年 9 月 20 日, 欧洲核子研究中心成功制造出约 5 万个低能量状态的反氢离子, 这是人类首次在受控条件下大批量制造反物质。试回答:

(1) 科学家制造出的反氢离子的质量数为_____ , 电荷数为_____。

(2) 反物质酸碱中和反应的实质可表示为:_____。

第 2 课时 研究物质结构的意义

我思我学

想一想: 物质结构与物质性质的关系。

议一议: 新材料的研究开发与化学的密切关系。

同步导学

一、评价要点

1. 认识: 部分新型材料。
2. 知道: 研究物质结构的意义。

二、方法指引

研究物质结构的意义: 能够为设计与合成新物质提供理论基础; 揭示物质的结构与性能的关系, 可以帮助我们预测物质的性能; 寻找性能优异的材料; 实现社会的可持续发展。

三、典型例题

例 在化学史上中国有许多重大的发明和发现, 它们为世界的现代化奠定了基础, 以下发

明和发现属于化学史上中国对世界的贡献是 ()

①火药 ②指南针 ③造纸 ④印刷技术 ⑤炼铜、炼铁、炼钢 ⑥合成有机高分子材料
⑦人工合成蛋白质 ⑧提出原子-分子学说

A. ②④⑥⑧ B. ①③⑤⑦ C. ④⑤⑦⑧ D. ①⑧④⑧

[分析] 本题考查有关的化学史,中国古代的四大文明、炼铜、炼铁、炼钢是古人对世界的贡献;1965年,我国科学家第一次用化学的方法合成了具有生物活性的蛋白质——结晶牛胰岛素。而提出原子-分子学说的是意大利科学家阿伏加德罗。

[答案] B

随堂检学

1. 用化学方法不能实现的是 ()

A. 生成一种新分子 B. 生成一种新离子 C. 生成一种新原子 D. 生成一种新单质

2. 英国科学家发现的 C_{60} 是一种新的分子,它具有空心的类似足球的结构,被称为“分子足球”。最近日本科学家确认世界上还存在着另一种“分子足球 N_{60} ”,它与 C_{60} 结构相似,并且在高温或机械撞击后,其中积蓄的巨大能量会在一瞬间释放出来。下列对 N_{60} 的说法中正确的是 ()

A. N_{60} 是由共价键构成的空心圆球面结构,它没有单个分子

B. N_{60} 没有同素异形体

C. N_{60} 与 ^{14}N 都是氮的同位素

D. N_{60} 将来可能成为非常好的火箭燃料

3. 下列说法不正确的是 ()

A. 氮氢形成的最简单的化合物分子式只能是 NH_3 , 不能是 NH_2 、 NH_4

B. 在相同条件下,水的密度一定比冰小

C. 乙醇与水互溶可以用相似相溶原理解释

D. 白磷比红磷活泼,氧气比氮气活泼

4. (1) 1999年曾有报道合成和分离了含高能量的正离子 N_5^+ 的化合物 N_5AsF_6 , 下列叙述错误的是 ()

A. N_5^+ 共有 34 个核外电子

B. N_5^+ 中氮氮原子间以共用电子对结合

C. 化合物 N_5AsF_6 中 As 的化合价为 +1

D. 化合物 N_5AsF_6 中 F 的化合价为 -1

(2) N_5^+ 实际上是带正电荷的分子碎片,其结构是对称的,5个 N 原子排成 V 形,如果 5 个 N 结合后都达到 8 电子结构,且含有 2 个 $N=N$ 键,则 N_5^+ 的结构式为_____。

5. 在 1~18 号元素组成的化合物中具有三核 10 个电子的共价化合物是_____;具有三核 20 个电子的离子化合物是_____。

活用所学

6. 2005 年 8 月 9 日,美国发现号航天飞机在爱德华空军基地安全着陆,航天飞机表层的防热瓦曾成为航天飞机能否安全着陆的制约因素。防热瓦是以石墨材料为主要成分的非常疏松的泡沫陶瓷。下列有关说法合理的是 ()

A. 石墨成为该泡沫陶瓷主要成分的主要原因是石墨是原子晶体

B. 石墨成为该泡沫陶瓷主要成分的主要原因是石墨熔点很高



C. 石墨中碳碳键之间的夹角为 $109^{\circ}28'$

D. C_{60} 也可代替石墨用作航天飞机表层的防热瓦材料

7. 磁流体是电子材料的新秀,它既具有固体的磁性,又具有液体的流动性。制备时将 $FeSO_4$ 和 $Fe_2(SO_4)_3$ 的溶液等物质的量混合,滴入稍过量的氢氧化钠溶液,随后加入油酸钠溶液,即可生成黑色、分散质粒子直径在 $5.5 \sim 36 \text{ nm}$ 的磁流体。下列说法不正确的是 ()

A. 所得的分散系属于胶体,可发生丁达尔效应

B. 所得的分散系中,分散质的主要成分为 FeO

C. 该分散系进行电泳实验时,阴极周围黑色加深

D. 油酸钠“分子”中,既有亲水基团,又有亲油基团

8. 2000年5月,保利集团在香港拍卖会上花费3000多万港元购回在火烧圆明园时流失的国宝:铜铸的牛首、猴首和虎首。普通铜器时间稍久容易出现铜绿[主要成分 $Cu_2(OH)_2CO_3$]。这三件1760年铜铸的国宝在240年后看上去仍熠熠生辉不生锈,下列对其原因的分析,最有可能的是 ()

A. 它们的表面都电镀上了一层耐腐蚀的黄金

B. 环境污染严重,它们表面的铜绿被酸雨洗去

C. 铜的金属活动性比H小,因此它们不易被氧化

D. 它们是含一定比例金、银、锡、锌的铜合金

9. 碳纳米管是一种纳米尺度的、具有完整分子结构的新型材料,它是由一层碳原子卷曲而成的无缝、中空的管体,具有质轻、可弯曲、强度高、弹性强的特点。下列关于碳纳米管的可能用途不正确的是 ()

A. 用它可做成攀登月球的“太空大梯”

B. 能解决室温下,低气压、大容量储存氢气的难题

C. 作为优秀的绝缘材料

D. 制电脑芯片可大大提升计算机系统的计算能力

10. A_m 和 B_n 为两种单质,等质量的 A_m 与 B_n 的分子数之比为 $12:7$;标准状况下等体积的 A_m 与 B_n 气体的原子个数比为 $2:3$ 。则

(1) A、B 的元素符号为 _____、_____。

(2) B_n 的同素异形体的化学式为 _____。

11. 已知:氯元素有两种同位素 ^{35}Cl 和 ^{37}Cl ,其平均相对原子质量为 35.5。则 11.7 g 的 $NaCl$ 晶体中所含 ^{35}Cl 的质量是多少?

专题2 原子结构与元素的性质

第一单元 原子核外电子的运动

第3课时 人类对原子结构的认识历史

我思我学

想一想:有关原子结构的基础知识。

写一写:1~18号元素原子结构示意图。

议一议:人类对原子结构的认识历史。

同步导学

一、评价要点

1. 认识:原子结构的认识历史。
2. 知道:氢原子光谱与波尔的原子结构模型。
3. 运用:电子云表示电子在原子核外空间运动。

二、方法指引

1. 原子结构的认识历史:1911年,英国物理学家卢瑟福通过 α 粒子的散射实验,提出了原子结构的核式模型,卢瑟福认为原子的质量主要集中在原子核上,电子在原子核外空间作高速运动;1913年,丹麦物理学家波尔提出了新的原子结构模型,原子核外电子在一系列稳定轨道上运动;既不放出能量也不吸收能量,不同的原子轨道具有不同的能量,轨道能量的变化是不连续的,即量子化的。

2. 电子云:用小黑点的疏密来描述电子在原子核外空间出现的机会的多少所得到的图形叫做电子云。原子核外电子的运动不遵循宏观物质所具有的规律,科学家们采用统计方法来描述电子在原子核外某一区域出现的机会,即采用电子云来形象描述核外电子的运动规律。

3. s电子云表示的意义:图中离核越近,小黑点越密,表示电子在离核越近的区域出现的机会就越大;反之,离核越远,小黑点越稀疏,电子在离核越远的区域出现的机会越小。

三、典型例题

例1 下列有关氢原子电子云图的说法中正确的是 ()

- A. 小黑点密度大,电子数目大
- B. 小黑点密度大,单位体积内电子出现的机会大
- C. 电子云图是对电子运动无规律性的描述
- D. 电子云图刻画了电子运动的客观规律

[分析] 电子云图中小黑点无具体数目的意义,而有相对多少的意义。单位体积内小黑点数目相对较多,表示电子在该空间的单位体积内出现的机会相对较大;反之则较小。电子的



运动无宏观物体那样的运动规律,但有它自身的规律。电子云就是人们采用的描述电子运动规律的形象比喻,电子云图恰当地表达了电子的运动规律。

[答案] BD

例2 人类对原子结构的认识,经历了漫长的历史阶段。其中最有代表性的有:道尔顿的原子结构模型、汤姆生原子结构模型、卢瑟福原子结构模型和玻尔原子结构模型等。而这些原子结构模型都是建立在一定的实验研究基础上的。下列实验事实与原子结构模型建立的关系正确的是 ()

- A. 电子的发现:道尔顿原子结构模型 B. α 粒子散射:卢瑟福原子结构模型
C. α 粒子散射:玻尔原子结构模型 D. 氢原子光谱:卢瑟福原子结构模型

[分析] 道尔顿的原子结构模型是道尔顿通过对大气的物理性质进行研究而提出的。卢瑟福原子结构模型是通过 α 粒子散射实验提出的,玻尔原子结构模型是玻尔在牛顿力学的基础上,吸收了量子论和光子学说的思想建立起来的。

[答案] B

随堂检学

1. 图1和图2分别是1s电子的概率分布图和原子轨道图。下列有关认识正确的是 ()

- A. 图1中的每个小黑点表示1个电子
B. 图2表示1s电子只能在球体内出现
C. 图2表明1s轨道呈圆形,有无数对称轴
D. 图1中的小黑点表示某一时刻,电子在核外所处的位置

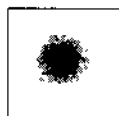


图1



图2

2. 2003年,IUPAC(国际纯粹与应用化学联合会)推荐原子

序数为110的元素的符号为Ds,以纪念该元素的发现地(Darmstadt,德国)。下列关于Ds的说法不正确的是 ()

- A. Ds原子的电子层数为7 B. Ds是超铀元素
C. Ds原子的质量数为110 D. Ds为金属元素

3. α 粒子散射实验是由哪国科学家进行实验的 ()

- A. 丹麦 B. 美国 C. 德国 D. 英国

4. 对原子核外电子以及电子的运动,下列描述正确的是 ()

①可以测定某一时刻电子所处的位置 ②电子质量很小且带负电荷 ③运动的空间范围很小
④高速运动 ⑤有固定的运动轨道 ⑥电子的质量约为氢离子质量的 $1/1836$

- A. ①②③ B. ②③④⑥ C. ③④⑤⑥ D. ⑤⑥

5. 下列有关电子云及其示意图的说法正确的是 ()

- A. 电子云是笼罩在原子核外的云雾 B. 小黑点多的区域表示电子多
C. 小黑点疏的区域表示电子出现的机会少 D. 电子云是用高速照相机拍摄的照片

6. 下列各组粒子:① H_3O^+ 、 NH_4^+ 、 Na^+ ② OH^- 、 NH_2^- 、 F^- ③ O^{2-} 、 Na^+ 、 Mg^{2-}

④ CH_4 、 NH_3 、 H_2O ,具有相同质子数和电子数的正确组合是 ()

- A. ①②③ B. ①②④ C. ②③④ D. ①③④

7. 据报道,科学家已成功合成了少量 N_4 ,有关 N_4 的说法正确的是 ()

- A. N_4 是 N_2 的同素异形体
B. N_4 是 N_2 的同分异构体

C. 相同质量的 N_4 和 N_2 所含原子个数比为 1 : 2

D. N_4 的摩尔质量是 56 g

8. 首次将量子化概念应用到原子结构,并解释了原子的稳定性的科学家是 ()

A. 道尔顿

B. 爱因斯坦

C. 波尔

D. 普朗克

9. 1911年,物理学家卢瑟福把一束高速运动的 α 粒子(质量数为4的带2个正电荷的质子粒)射向一片极薄的金箔,他惊奇地发现,过去一直认为原子是“实心球”,而这种“实心球”紧密排列而成的金箔,竟为大多数 α 粒子畅通无阻的通过,就像金箔不在那儿似的,但也有极少数的粒子发生偏转,或被笔直地弹回。根据以上实验现象能得出关于金箔中Au原子结构的一些结论,试写出其中的三点:

① _____

② _____

③ _____

10. 原子理论的发展经历了漫长的过程,从道尔顿的“原子实心球”说到卢瑟福在 α 粒子散射实验基础上提出的_____模型,再到描述电子运动的_____模型和_____模型。

11. 科学家采用_____方法来形象地描述电子在核外空间出现机会的多少,形象地称为_____。

活用所学

12. 据报道,上海某医院正在研究用放射性碘($^{125}_{53}\text{I}$)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

13. 本世纪初期,化学家合成出了 NaBH_4 。在强碱性条件下, NaBH_4 可使许多金属离子转变成金属原子。已知 NaBH_4 极易溶于水并与水反应产生 H_2 ,同时硼以 BO_2^- 形式存在。下列有关说法正确的是 ()

A. NaBH_4 与金属反应时B元素被氧化

B. NaBH_4 通常易发生还原反应

C. NaBH_4 与水反应时 H_2O 是氧化剂

D. 生成1 mol氢气时转移2 mol电子

14. 人们对原子结构的认识是一个不断深化的过程。

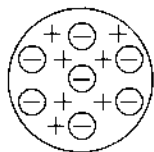
(1) 19世纪初英国科学家_____提出了原子学说。

(2) 19世纪末,人们对原子结构的认识因为三个重要的科学发现而逐步得到提升。

请填写下表:

科学家	重要发现	有关性质
贝可勒尔	发现了元素放射性	能使照相底片感光
伦琴	发现了X射线	具有巨大穿透能力
	发现了电子	带负电荷

(3) 英国科学家_____随即于1903年提出了原子结构的葡萄干面包模型。该模型示意图如右。



(4) 在这三个重大发现的基础上,20世纪初英国物理学家卢瑟福进一步研究起元素的衰变和放射性,发现了 α 、 β 、 γ 三种射线。1909年,卢瑟福和盖革等人用 α 粒子轰击金箔时,发现绝大多数 α 粒子不发生偏转,少数 α 粒子发生偏转,有个别 α 粒子反弹回来。这个结果用葡萄干面包模型不能解释。

(5) 卢瑟福的原子结构模型尽管能解释一些实验事实。但它没有解决原子核外电子运动状况和原子核组成。原子结构理论还需进一步发展。

① 玻尔的原子同心结构壳层模型是在卢瑟福原子结构模型上的进一步发展。玻尔认为,原子核外电子只能处在_____的特定轨道上运动,电子的能量是不连续的,电子在不同能量轨道间“跃迁”时能量变化也是不连续的。这一思想为我们提供了原子核外电子_____排布的信息。

② 核外电子的运动规律用宏观经典的轨道不能描述。现在科学家已用_____形象地描述核外电子的运动状态。

③ 1919年,卢瑟福用 α 粒子轰击氮原子(^{14}N)时,发现了质子,并大胆作出原子核中存在中子的假说。1932年英国物理学家查德威克自觉地用中子假说指导自己的实验(α 粒子轰击铍 ^9Be 原子),并证实了原子核内中子的存在。

(6) 原子结构模型的演变过程表明_____ (多项选择,选填序号)。

- A. 人类对事物的认识是不断深化完善的,永无止境的
- B. 采用物理模型是研究化学问题的一种极好思维方法
- C. 三大科学发现推动了原子学说的发展。随着科学技术的不断进步,人类对原子结构的认识还会继续深化
- D. 科学理论的发展从不完善到完善,这在许多科学领域都存在,重要的是敢于设想勇于实践

第4课时 原子核外电子的运动特征

我思我学

想一想:原子核外电子的运动。

说一说:电子层、原子轨道类型、原子轨道数目。

议一议:多电子原子核外电子的运动状态的描述。

同步导学

一、评价要点

1. 认识:电子层中的原子轨道。
2. 知道:轨道的类型和轨道的形状及轨道能量。
3. 运用:电子层中原子轨道数。

二、方法指引

1. 多电子原子核外电子的运动状态应从四个方面来描述:

① 电子层:核外的电子是分层分布的,依据能量由低到高,离核距离由近及远,依次用 $n = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, \dots$ 或用符号K、L、M、N、O、P、Q……表示。

② 轨道类型。表示同一电子层内电子云的不同形状,分别用 s、p、d、f 符号表示。其中 s 轨道呈球形对称,p 轨道为纺锤形,d 轨道和 f 轨道较复杂。

③ 轨道在空间的分布具有方向性,即轨道的伸展方向。s 轨道呈球形对称,无方向(即一个方向);p 轨道沿 x、y、z 轴方向有互相垂直的三种伸展方向,分别用 p_x 、 p_y 、 p_z 表示;d 轨道有五种伸展方向;f 轨道有七种伸展方向。电子层、原子轨道类型、原子轨道的伸展方向都确定的电子云在空间的区域称为一个轨道。s、p、d、f 轨道各含有的轨道数目分别为 1、3、5、7。

④ 自旋方向。电子的自旋运动有两种状态,用“↑”和“↓”表示。

总之,从电子层、原子轨道类型、原子轨道的伸展方向和电子的自旋方向这四个方面描述,便可确定原子核外各个电子的运动状态。

在 s 轨道上运动的电子称为 s 电子,在 p 轨道上运动的电子称为 p 电子,以此类推 d 电子、f 电子……

2. 电子的能量只与电子层和原子轨道的类型有关,与原子轨道的伸展方向、电子的自旋状态无关。原子轨道能量高低存在如下规律:

① 相同电子层上原子轨道能量的高低: $ns < np < nd < nf \dots$

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

③ 电子层和形状相同的原子轨道的能量相等,如 $2p_x$ 、 $2p_y$ 、 $2p_z$ 轨道的能量是相等的。

3. 各电子层所包含的原子轨道类型及轨道数见下表:

电子层(n)	一		二			三			四				五		n
符号	K		L			M			N				O		...
原子轨道类型	1s	2s	2p	3s	3p	3d	4s	4p	4d	4f	5s	
轨道数	1	1	3	1	3	5	1	3	5	7	1	
电子层最多轨道数	1	4		9			16				25		n^2		

三、典型例题

例 1 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 轨道的原子轨道呈球形,处在该轨道上的电子只能在球壳内运动
- C. p 轨道的原子轨道呈纺锤形,随着电子层序数的不同,p 轨道原子轨道数也不同
- 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

[分析] 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。无论电子层序数 n 怎样变化,每个 p 轨道都是 3 个原子轨道且相互垂直,故选项 C 错误。由于按 $2p$ 、 $3p \dots$ 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

例 2 有下列四种轨道:①2s、②2p、③3p、④4d,其中能量最高的是 ()

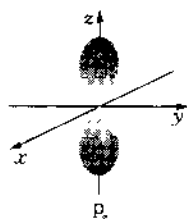
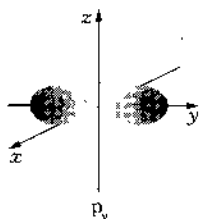
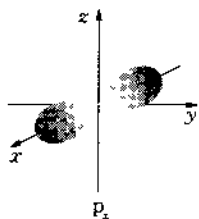
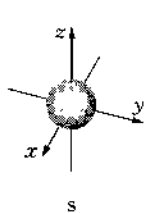
- A. 2s
- B. 2p
- C. 3p
- D. 4d

【分析】原子轨道能量高低顺序为(1)同一电子层上 $ns < np < nd < nf$ 。(2)形状和大小相同的原子轨道能量相等,如 $2p_x = 2p_y = 2p_z$, 故能量高低顺序为 $2s < 2p < 3p < 4d$ 。

【答案】D

随堂检学

- 若 $n = 3$, 以下符号错误的是 ()
A. np B. nf C. nd D. ns
- 下列轨道中轨道数为5的是 ()
A. s 原子轨道 B. p 原子轨道 C. d 原子轨道 D. f 原子轨道
- 按能量由低到高的顺序排列, 正确的一组是 ()
A. $3s, 3p, 3d, 4s$ B. $1s, 2s, 3s, 2p$
C. $2s, 2p, 3s, 3p$ D. $4p, 3d, 4s, 3p$
- 量子力学告诉我们: ns 有 _____ 个轨道, np 有 _____ 个轨道, nd 有 _____ 个轨道, nf 有 _____ 个轨道。
- 人们把电子云轮廓图称为原子轨道, 下面是 s、p 的原子轨道图, 试回答问题: (1) s 电子的原子轨道呈 _____ 形, 每层 s 轨道有 _____ 个轨道; p 电子的原子轨道呈 _____ 形, 每层 p 轨道有 _____ 个轨道, 分别表示为 _____、_____、_____。



(2) s 轨道、p 轨道的半径与什么因素有关? 有何关系?

活用所学

- 以下对核外电子运动状况的描述正确的是 ()
A. 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
B. 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
C. 电子层序数越大, s 原子轨道的半径越大
D. 在同一电子层上运动的电子, 其运动状态一定相同
- 在多电子原子中, 决定轨道能量的因素是 ()
A. n (n 表示电子层数) B. n 和 l (l 表示轨道类型)
C. n, l, m (m 表示轨道伸展方向) D. n 和 m
- 下列关于多电子原子核外电子的运动规律的叙述正确的是 ()
A. 核外电子是分层运动的
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运动

9. (1) 写出下列符号的意义: $3s$ _____, $4f$ _____, $2p_x$ _____。

(2) 用“ $<$ ”、“ $=$ ”或“ $>$ ”表示下列各组多电子的原子轨道能量的高低。

① $3s$ _____ $3p$ ② $2p_x$ _____ $2p_y$ ③ $3s$ _____ $3d$ ④ $4f$ _____ $4p$

第5课时 原子核外电子的排布(一)

我思我学

想一想:多电子原子的核外电子的运动状态的描述。

议一议:多电子原子核外电子排布所遵循的原理。

写一写:1~18号元素原子的核外电子排布式与轨道表示式。

同步导学

一、评价要点

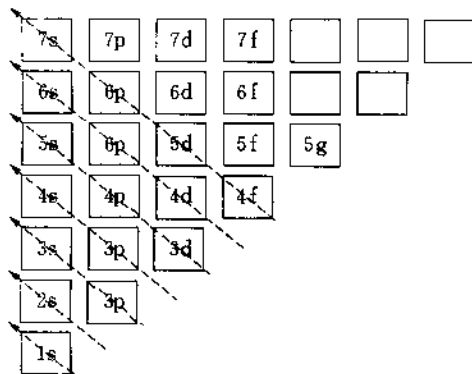
1. 了解:原子的外围电子、特征电子构型、价电子。
2. 知道:多电子原子核外电子排布所遵循的三个原则。
3. 运用:多电子原子核外电子排布式与轨道表示式。

二、方法指引

1. 多电子原子核外电子排布所遵循的三个原理:

① 能量最低原理:原子中的核外电子最先占据能量低的轨道,当低能量的轨道填满后,再依次进入能量较高的轨道上,这样使整个原子处于最低的能量状态,即遵循能量最低原理。例如,氢原子只有一个电子,排布在能量最低的 $1s$ 轨道上,表示为 $1s^1$,这里右上角的数字表示电子的数目。

根据能量最低原理,电子在原子轨道上排布的先后顺序与原子轨道的能量高低有关,人们发现绝大多数原子的电子排布遵循下图的能量高低顺序,这张图被称为轨道能量顺序图(又称为构造原理)。



轨道能量顺序图是书写原子电子排布式的依据,也是绘制基态原子电子排布图(即轨道表示式)的主要依据之一。但需要注意的是:因内层电子对外层电子产生的影响不同,会发生能级交错现象。例如: $E(4s) < E(3d)$, 详细的內容见下一课。