

丛书主编/王后雄



考点 同步解读

高中化学 选修3 (物质结构与性质)

第二版

本册主编/贺文凤

考点分类精讲 方法视窗导引

Kaodian

Tongbu Jiedu

防错档案预警 题型优化测训

紧扣课标，直击高考，突破难点，解析疑点，化整为零，各个击破，
点线面全方位建构“同步考点”攻略平台。

由“母题”发散“子题”，理顺“一个题”与“多个题”的关系，
寻找“一类题”在思维方法和解题技巧上的“共性”，通吃“千张纸，
万道题”，实现知识“内化”，促成能力“迁移”。



华中师范大学出版社
Huazhong Normal University Press

丛书主编/王后雄



Kaodian

Tongbu Jiedu

考点

同步解读

高中化学选修 3
(物质结构与性质)

丛书主编：王后雄

本册主编：贺文风

编者：陈长东

舒先华

李先军

李大林

彭剑飞

胡杨胜

姜涛

邓艳

邢细虎

万长江

张敏

游建军

梁治龙

朱剑华

向阳

李玉华

孟凡盛

梁严

王安贵

李圻

王明敏

吴兴国

张建华

凌艳

瞿佳廷

吴爱华

刘志明

杨大岭

罗鹏

万建成

王永益

李英豪

随书赠送 **4** 套试卷



新课标
Xinkebiao



华中师范大学出版社
Huazhong Normal University Press

新出图证(鄂)字10号
图书在版编目(CIP)数据

考点同步解读 高中化学选修3(物质结构与性质) / 丛书主编:王后雄 本册主编:贺文风

—武汉:华中师范大学出版社,2013.6

ISBN 978-7-5622-5956-5

I. ①考… II. ①王… ②贺… III. ①中学化学课—高中—教学参考资料

IV. ①G634

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第038496号

考点同步解读 高中化学选修3(物质结构与性质)

丛书主编:王后雄

本册主编:贺文风

责任编辑:夏浩 胡小忠

责任校对:程珏

封面设计:甘英

封面制作:胡灿

选题设计:华大鸿图编辑室(027-67867361)

出版发行:华中师范大学出版社

社址:湖北省武汉市珞喻路152号

销售电话:027-67867371 027-67865356 027-67867076

传真:027-67865347

邮购:027-67861321

网址: <http://press.ccnu.edu.cn>

电子信箱: hscbs@public.wh.hb.cn

印刷:湖北鄂南新华印刷包装有限公司

督印:章光琼

字数:256千字

开本:889mm×1194mm 1/16

印张:9.25

版次:2013年6月第2版

印次:2013年6月第1次印刷

定价:19.00元

欢迎上网查询、购书

敬告读者:为维护著作人的合法权益,并保障读者的切身利益,本书封面采用压纹制作,压有“华中师范大学出版社”字样及社标,请鉴别真伪。若发现盗版书,请打举报电话027-67867361。

《考点同步解读》使用图解

第一章 原子结构与性质

第一讲 原子结构

考点解读

呈现新课标内容要素,锁定不同版本教材要求,指明学习和考试的具体考点及目标。

学法导引

注重学法点拨和考试方法的指导,揭示学习重点和难点,探讨考试命题的规律。

考点精讲

考点分类,核心总结,重点难点各个击破,典例创新导引,首创分类解析导解模式。

变式跟踪

案例学习迁移,母题多向发散,预测高考可考变式题型,层层剖析,深入变式训练。

超级链接

最佳导学模式,学案式名师点津,难点突破、防错档案、规律清单革新传统学习模式。

考点解读

学法导引

1. (***)了解原子核外电子的运动状态。[2009·上海·2]
2. (*****)了解原子结构的构造原理,知道原子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)原子核外电子的排布。[2012·课标·37(3); 2012·福建·30(2); 2012·海南·19(II)(1)]

1. 对于核外电子的运动特征,应通过观看多媒体课件(图片、动画、模型等)来建立电子云和原子轨道的概念,培养抽象思维能力。
2. 对于1~36号元素基态原子的核外电子排布,应掌握构造原理、能量最低原理、泡利原理和洪特规则。

考点分类精讲

考点1 原子结构模型

核心总结

教材在章图中呈现了人类认识原子结构的历史。不同时期的原子结构模型可用图1-1表示。

古希腊原子论

(1803年)道尔顿原子学说(实心球)

(1904年)汤姆生“葡萄干面包”模型

(1911年)卢瑟福核式模型

(1913年)玻尔电子分层排布(壳层结构)模型

(1926年)电子云模型

图1-1 原子结构模型的演变

- 【考题1】下列对不同时期原子结构模型提出的时间排列正确的是()。
- ①电子分层排布模型;②“葡萄干面包”模型;③量子力学模型;④道尔顿原子学说;⑤核式模型。
- A. ①②③④ B. ④②③①⑤ C. ④②⑤①③ D. ④⑤③①②
- 【解析】阴极射线的发现、 α 粒子散射实验、氢原子光谱的发现和实验,对揭示原子内部结构的奥秘具有极为重要的作用。道尔顿、汤姆生、卢瑟福、玻尔等人提出的原子结构模型对人类社会物质结构作出了巨大的贡献。
- 【答案】C
- 【变式1-1】下列说法中不符合现代大爆炸宇宙学理论的是()。
- A. 我们所在的宇宙诞生于一次大爆炸
- B. 恒星正在不断地合成自然界中没有的新元素
- C. 氢、氦等轻核元素是宇宙中天然元素之母
- D. 宇宙的所有原子中,最多的是氢元素的原子

知识清单

- (1)原子的诞生(现代大爆炸宇宙学理论)
- ①原子的诞生
- 大量的氢、少量的氦、极少量的锂
- 原子核的合成反应
- 其他元素
- ②宇宙的组成与各元素的含量
- 氢(H):约占宇宙原子总数的88.6%
- 氦(He):约占宇宙原子总数的1/8
- 其他:90多种天然元素的原子总数加起来不足1%
- 其中氦原子总数约占宇宙原子总数的99.7%以上。
- ③元素的分类
- 元素
- 非金属元素:22种(包括稀有气体元素)
- 金属元素:占绝大多数
- 注意:宇宙中最丰富的元素是氢元素,地壳中含量最高的元素是氧元素;空气中含量最高的元素是氮元素。
- (2)原子的组成及粒子间的关系
- ①原子的组成
- 原子
- 核子:Z个,1个质子带1个单位正电荷
- 中子:(A-Z)个,不带电性
- 核外电子:Z个,1个电子带1个单位负电荷
- ②X代表一个质量数为A、质子数为Z的原子,也就是表示X元素的一种核素。

题型优化训练

学业水平测试

(测试时间:30分钟 满分:50分)

一、选择题(本题包括6小题,每小题5分,共30分。每小题只有一个选项符合题意。)

1. [考点8] (2009·上海高考)以下表示氮原子结构的化学用语中,对电子运动状态描述最详尽的是()。
- A. $1s^2$ B. $1s^2 2s^2 2p^3$ C. $1s^2 2s^2 2p^3$ D. $1s^2 2s^2 2p^3 3s^1$

高考水平测试

(测试时间:60分钟 满分:100分)

一、选择题(本题包括8小题,每小题6分,共48分。每小题有1~2个选项符合题意。)

1. [考点9] 下列有关化学用语中不能体现氮原子核外电子能级有差异的是()。
- A. $1s^2 2s^2 2p^3$ B. $1s^2 2s^2 2p^3$ C. $1s^2 2s^2 2p^3$ D. $1s^2 2s^2 2p^3$

优化测训

立足教材,夯实基础,习题层级清晰,与同步考试接轨,查漏补缺。

解题依据

首创解题线索助学模式。当你解题失误或解题缺乏思路时,解题依据教你回归考点知识和例题启示。

真题赏析

精选高考名题,再现考点真题,讲解精准干练,体验真题魅力,感悟高考真谛。

答案提示

提示解题思路,突破解析模式,规范标准答案,全程帮助你对照思路、比照答案、减少失误、赢得高分。

参考答案与提示

第一章 原子结构与性质

第一讲 原子结构

【变式训练】

【变式1-1】 D [在金原子中,原子核带正电且质量很大,占有的体积却很小,用 α 粒子(带正电、质量较小)轰击金箔时,大部分 α 粒子可畅

通无阻地通过,很小的一部分因碰到原子核发生偏转或被反弹回来。]

【变式1-2】 B [变式2-1] C [变式2-2] A

【变式3-1】 B [3d能级上有2个电子,则4s能级已充满,而4p能级上还有电子。]

【变式3-2】 依据构造原理,电子在填满sp能级(n层)后进入的是(n+1)s能级而不是nd能级,所以原子核外最外层不

重磅推出

从书主编
王后雄

文科教辅

《考点同步解读》高中文科系列

高考考点同步权威解读
专属题型专题专项调研
单本单项攻破弱勢考点
全套全面掌握提分技能



目 录

CONTENTS

第一章 原子结构与性质

第一讲 原子结构

- 考点1 原子结构模型/1
- 考点2 能层与能级/2
- 考点3 构造原理 电子的填充顺序/3
- 考点4 电子排布式/4
- 考点5 基态与激发态 电子的跃迁/4
- 考点6 电子云和原子轨道/5
- 考点7 核外电子排布原理 电子排布图/6
- 考点8 表示原子结构的重要化学用语/7

第二讲 原子结构与元素的性质

- 考点1 元素周期表的结构/13
- 考点2 核外电子排布与元素周期表的分区/14
- 考点3 元素的金属性和非金属性的递变规律/15
- 考点4 原子半径和离子半径的变化规律/16
- 考点5 电离能及其变化规律/17
- 考点6 元素的电负性及其变化规律/18
- 考点7 元素的金属性和非金属性强弱的判断方法/19

第二章 分子结构与性质

第三讲 共价键的形成和类型

- 考点1 共价键的本质/25
- 考点2 共价键形成的过程和表示方法/26

考点3 共价键的饱和性和方向性/27

考点4 σ 键和 π 键/27

考点5 单键、双键和三键/28

考点6 非极性键和极性键/29

考点7 共价分子中原子是否满足最外层8电子结构的判断方法/29

第四讲 键参数 等电子原理

- 考点1 键能/34
- 考点2 键长/35
- 考点3 键角/35
- 考点4 键能与反应热(ΔH)/36
- 考点5 等电子体和等电子原理/37

第五讲 分子的立体构型 配合物理论

- 考点1 常见分子的立体构型/42
- 考点2 价层电子对互斥模型(VSEPR)/43
- 考点3 杂化轨道的形成和类型/44
- 考点4 VSEPR模型与中心原子的杂化轨道类型/46
- 考点5 配位键/47
- 考点6 配合物的形成/47
- 考点7 配合物的组成/48

第六讲 分子的性质

- 考点1 键的极性和分子的极性/54
- 考点2 判断分子极性的常用方法/55
- 考点3 常见的极性分子和非极性分子/56

考点4 物质的溶解性——相似相溶规律/56

考点5 手性/57

考点6 无机含氧酸分子的酸性/58

第七讲 分子间作用力

考点1 范德华力的实质和存在/63

考点2 范德华力对物质性质的影响/64

考点3 氢键的形成和实质/64

考点4 氢键的类型、性质和键参数/65

考点5 氢键对物质性质的影响/66

考点6 分子间作用力和化学键的比较/68

第三章 晶体结构与性质

第八讲 晶体的常识 晶胞

考点1 晶体的概念 常见的晶体/73

考点2 晶体的特性/74

考点3 晶体与非晶体的区别/75

考点4 晶胞/75

考点5 用均摊法确定晶胞中的粒子数目和晶体的
化学式/76

第九讲 分子晶体与原子晶体

考点1 分子晶体/81

考点2 分子晶体的结构特征和物理性质/82

考点3 分子晶体熔沸点高低的比较规律/82

考点4 常见的原子晶体/83

考点5 典型的原子晶体的结构/84

考点6 原子晶体熔沸点高低的比较规律/85

考点7 分子晶体与原子晶体的比较/86

第十讲 金属晶体

考点1 金属的原子结构和通性/90

考点2 金属键/91

考点3 金属晶体/92

考点4 “电子气理论”与金属的物理通性/92

考点5 金属的熔沸点和硬度变化规律/93

考点6 金属晶体的原子堆积模型/94

第十一讲 离子晶体

考点1 离子键和离子化合物/100

考点2 离子晶体/101

考点3 晶格能/102

考点4 典型的离子晶体的空间结构(晶胞)/102

考点5 影响离子晶体结构的因素/104

考点6 晶体(胞)结构的分析与计算/104

考点7 化学键知识整合/105

考点8 四类晶体知识整合/106

参考答案与提示

第一章 原子结构与性质

第一讲 原子结构

考点解读

学法导引

1. (★★) 了解原子核外电子的运动状态。(2009·上海, 2)
2. (★★★★★) 了解原子结构的构造原理, 知道原子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)原子核外电子的排布。[2012·课标, 37(3); 2012·福建, 30(2); 2012·海南, 19(Ⅱ)(1)]
3. (★★★) 了解基态、激发态, 知道原子核外电子在一定条件下会发生跃迁, 了解其简单应用。[2010·课标, 37(5)]

1. 对于核外电子的运动特征, 应通过观看多媒体课件(图片、动画、模型等)来建立电子云和原子轨道的概念, 培养抽象思维能力。
2. 对于1~36号元素基态原子的核外电子排布, 应掌握构造原理、能量最低原理、泡利原理和洪特规则, 通过适量的识别、书写、纠错等练习, 达到准确书写、熟练记忆的程度。

考点分类精讲

考点1 原子结构模型

核 心 总 结

教材在章图中呈现了人类认识原子结构的历史。不同时期的原子结构模型可用图1-1表示。

古希腊原子论

(1803年)道尔顿原子学说(实心球)

(1904年)汤姆生“葡萄干面包”模型

(1911年)卢瑟福核式模型

(1913年)玻尔电子分层排布(壳层结构)模型

(1926年)电子云模型

图1-1 原子结构模型的演变

● **考题1** 下列对不同时期原子结构模型提出的时间排列正确的是()。

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

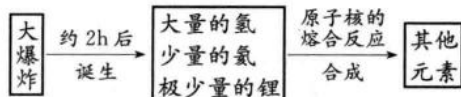
- A. ①③②⑤④ B. ④②③①⑤
C. ④②⑤①③ D. ④⑤②①③

【解析】 阴极射线的发现、 α 粒子散射实验、氢原子光谱的发现和研发, 对揭示原子内部结构的奥秘具有极为重要的作用。道尔顿、汤姆生、卢瑟福、玻尔等人提出的原子结构模型对人类探索物质结构作出了巨大的贡献。原子结构模型的演变过程可以表述为: 道尔顿原子学说→汤姆生“葡萄干面包”模型→卢瑟福核式模型→玻尔电子分层排布模型→量子力学模型。

知识清单

(1) 原子的诞生(现代大爆炸宇宙学理论)

① 原子的诞生



② 宇宙的组成与各元素的含量

宇宙 { 氢(H): 约占宇宙原子总数的88.6%
氦(He): 约占氢原子数的1/8
其他: 90多种天然元素的原子总数加起来不足1%

其中氢氦原子总数约占宇宙原子总数的99.7%以上。

③ 元素的分类

元素 { 非金属元素: 22种(包括稀有气体元素)
金属元素: 占绝大多数

注意: 宇宙中最丰富的元素是氢元素, 地壳中含量最高的元素是氧元素; 空气中含量最高的元素是氮元素。

(2) 原子的组成及粒子间的关系

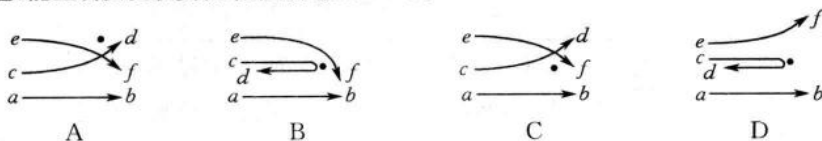
① 原子的组成

原子 { 原子核 { 质子: Z 个, 1个质子带1个单位正电荷
中子: $(A-Z)$ 个, 不显电性
($\frac{1}{2}X$) 核外电子: Z 个, 1个电子带1个单位负电荷

【答案】 C

【评注】 化学科学的发展离不开物质结构的探索和研究。构成物质的微粒和物质的微观结构难以直接观测,但是,人们在长期的探索过程中,运用实验方法、模型化方法,通过分析、归纳、推理,借助科学假说和论证,在揭示物质微观结构奥秘的探索中取得了巨大成就。

【变式 1-1】 1911 年前后,英国物理学家卢瑟福用带正电的 α 粒子轰击极薄的金箔,为了解释实验结果,他提出了原子的核式结构学说。下列选项中,“ $\cdot$ ”表示金原子核的位置,曲线 ab 、 cd 和 ef 表示经过金原子核附近的 α 粒子的运动轨迹,能正确反映该实验结果的图是()。



【变式 1-2】 下列说法中不符合现代大爆炸宇宙学理论的是()。

- A. 我们所在的宇宙诞生于一次大爆炸
- B. 恒星正在不断地合成自然界中没有的新元素
- C. 氢、氦等轻核元素是宇宙中天然元素之母
- D. 宇宙的所有原子中,最多的是氢元素的原子

考点 2 能层与能级

核 心 总 结

(1)能层:在多电子原子中,与核距离不同的电子的能量是不同的。按电子的能量差异,可将核外电子分为不同的能层(能层就是电子层),用符号 K、L、M、N、O、P、Q...表示第一、二、三、四、五、六、七...能层。

由 K 能层 $\rightarrow$ Q 能层,电子离核的距离由近 $\rightarrow$ 远,电子的能量由低 $\rightarrow$ 高。

(2)能级:同一能层上的电子的能量也可能不同,按能量差异又可将核外电子的能层分为不同的能级,如 s、p、d、f 等。

同一能层上的电子,由 $ns \rightarrow np \rightarrow nd \rightarrow nf$ 能级,电子的能量由低 $\rightarrow$ 高。

(3)能层与能级的关系:

任一能层的能级总是从 s 能级开始,而且能级数等于该能层序数,即第一能层只有 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),以此类推。

能层好比是楼层,则能级是楼梯的阶级,是同一楼层的不同台阶。不同能层上的电子、不同能级上的电子的能量都不相同。

● 考题 2 以下能级符号书写正确的是()。

- A. 5s
- B. 2d
- C. 3f
- D. 1p

【解析】 在每一个能层中,能级符号的顺序是 ns 、 np 、 nd 、 nf 、...(n 代表能层序数)。任一能层的能级总是从 s 能级开始,而且能级数等于该能层序数:K 层($n=1$)只有 1s 一个能级,L 层($n=2$)有 2s、2p 两个能级,M 层($n=3$)有 3s、3p、3d 三个能级,N 层($n=4$)有 4s、4p、4d、4f 四个能级,……。由此可知,2d、3f、1p 等能级都是不存在的。

【答案】 A

【变式 2-1】 下列能层中,不包含 d 能级的是()。

- A. N 能层
- B. M 能层
- C. L 能层
- D. O 能层

【变式 2-2】 某元素原子的核外有三个能层,最外能层有 4 个电子,该原子核内的质子数为()。

- A. 14
- B. 15
- C. 16
- D. 17

A_ZX 代表一个质量数为 A 、质子数为 Z 的原子,也就是表示 X 元素的一种核素。

②原子结构中微粒间的关系

a. 质量关系:质量数(A)=质子数(Z) + 中子数(N)。

b. 数量关系:原子序数=核电荷数=质子数=核外电子数。

c. 电性关系:

中性原子:质子数=核外电子数;

阳离子:质子数>核外电子数;

阴离子:质子数<核外电子数。

(3)元素、核素、同位素之间的关系(可用图 1-2 表示)

注意:互为同位素的核素的特点可概括为“三同”(元素、质子数、化学性质相同)、“四不同”(质量、质量数、中子数、物理性质不同)、“一不变”(原子个数百分比不变)。



图 1-2

● 规律清单

(1)同一能层上的电子,能量可能不同;同一能级上的电子的能量相同。如 Na 原子核外有 11 个电子,排在 K、L、M 三个能层,K 能层(只有 1s 能级)上的 2 个电子能量相同,而 L 能层上的 8 个电子中,2s 能级上的 2 个电子和 2p 能级上的 6 个电子的能量分别相同。

(2)能级的表示方法及各能级所能容纳的最多电子数如下:

能层	K	L	M	N	O	...
能级	1s	2s 2p	3s 3p 3d	4s 4p 4d 4f	5s 5p ...	...
最多电子数	2	2 6	2 6 10	2 6 10 14	2 6 ...	...
子数	2	8	18	32		$2n^2$

注意:①以 s、p、d、f...排序的各能级可容纳的最多电子数依次为 1、3、5、7...的二倍,即 2、6、10、14...。英文字母相同的不同能级(如 1s 与 2s、2p 与 3p、3d 与 4d 等)中所容纳的最多电子数相同。

②每个能层最多可容纳的电子数是能层序数平方的两倍,即 $2n^2$ 。

● 方法点拨

不同能层和能级上的电子的能量不同,依据每一能层所包含的能级数(等于能层序数)、一个能级所能容纳的最多电子数规律(2、6、10、14)可以判断能级符号的正误、判断原子核外电子所分布的能层和能级。如 1p、2d、3f 等能级符号肯定是错误的。

考点3 构造原理 电子的填充顺序

核 心 总 结

绝大多数元素的原子核外电子的排布遵循如图 1-3 所示的排布顺序,这种排布顺序被称为构造原理。

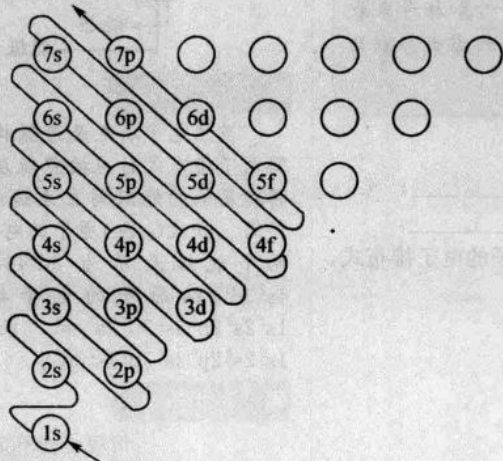


图 1-3 构造原理

在构造原理示意图中,每个小圆圈表示一个能级,每一行对应一个能层,但核外电子并不是简单地按能层由低到高的顺序逐渐填入的,而是按图中圆圈间连接线的方向即能级的能量由低到高的顺序依次填入的。

● **考题 3** 构造原理揭示的电子排布能级顺序,实质是各能级能量的高低。若以 $E(nx)$ 表示某能级的能量,以下各式中正确的是()。

- A. $E(5s) > E(4f) > E(4s) > E(3d)$
- B. $E(3d) > E(4s) > E(3p) > E(3s)$
- C. $E(4s) < E(3s) < E(2s) < E(1s)$
- D. $E(5s) > E(4s) > E(4f) > E(3d)$

【解析】依据构造原理确定各能级的能量高低: $E(5s) < E(4f)$, $E(4s) < E(3d)$, A、D 项错误;3d、4s、3p、3s 能级的能量逐渐降低, B 项正确;能级相同时,能层越高,电子能量越高, $E(4s) > E(3s) > E(2s) > E(1s)$, C 项错误。

【答案】B

【评注】构造原理是判断能级能量高低的直接依据。必须熟记“1s—2s—2p—3s—3p—4s—3d—4p”这个排布顺序。

【变式 3-1】某元素的基态原子 3d 能级上有 2 个电子,它的 N 能层上电子数是()。

- A. 0
- B. 2
- C. 5
- D. 8

【变式 3-2】依据构造原理解释为什么原子核外最外层电子不能超过 8 个,次外层电子不能超过 18 个?

● 难点突破

一般来说,比较电子的能量应先看能层,能层越高,能量越高;能层相同时再看能级,按 $s \rightarrow p \rightarrow d \rightarrow f$ 的顺序能量依次升高。如 $1s < 2s < 2p < 3s < 3p$, $1s < 2s < 3s < 4s < 4p < 5f$ 等。但是,能层高的能级的能量可能比能层低的能级的能量低,这种现象称为“能级交错”。

能级的能量由低到高的顺序就是电子的填充顺序,能级交错的能量高低顺序可以用通式表示为: $ns < (n-2)f < (n-1)d < np$ (n 为能层序数)。其中“ $4s < 3d < 4p$ ”和“ $6s < 4f < 5d < 6p$ ”是两组重要的能级交错顺序。要特别记忆 $E(4p) > E(3d) > E(4s)$ 这个能量顺序。

● 考点拓展

近似能级图

美国化学家鲍林根据核外电子的分布情况,总结出多电子原子的近似能级图(如图 1-4)。近似能级图是按照能级的能量高低顺序排列的,把能量相近的能级划成一组。用近似能级图来概括核外电子的分布情况,大都与事实相符合(也有少数例外)。

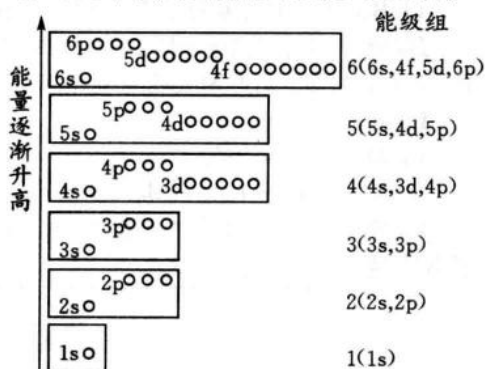


图 1-4 Pauling 近似能级图

● 防错档案

不能认为能层越高,该能层上的电子的能量就越高;不能认为电子是将低能层完全填满后再进入高能层的。

考点4 电子排布式

核 心 总 结

电子排布式是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。依据构造原理可以写出大多数元素原子的电子排布式。如Al原子的电子排布式是 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^1$, Ca原子的电子排布式是 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2$ 。

将电子排布式中的内层电子排布用相应的稀有气体元素符号加括号来表示而得到的式子称为简化电子排布式。如碳、钠、钙的简化电子排布式分别为 $[\text{He}]2s^2 2p^2$ 、 $[\text{Ne}]3s^1$ 、 $[\text{Ar}]4s^2$ 。

● 考题4-1 写出下列原子的电子排布式:

- (1) $_{11}\text{Na}$ _____; (2) $_{16}\text{S}$ _____; (3) $_{34}\text{Se}$ _____;
 (4) $_{20}\text{Ca}$ _____; (5) $_{26}\text{Fe}$ _____; (6) $_{30}\text{Zn}$ _____。

【解析】根据原子核外电子排布所遵循的构造原理书写原子的电子排布式, 同时应注意从3d能级开始出现“能级交错”现象。

- 【答案】(1) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$;
 (2) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$;
 (3) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^4$;
 (4) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2$;
 (5) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^6 4s^2$;
 (6) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2$ 。

 ● 考题4-2 五种元素的原子电子排布式如下: A. $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5 4s^2$;
 B. $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$; C. $1s^2 2s^2 2p^6$; D. $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^2$; E. $[\text{Ar}]4s^1$ 。

试回答:

- (1)哪种元素是稀有气体元素? _____。
 (2)A的元素符号是_____, 写出A原子的简化电子排布式: _____。
 (3)B、D、E三种元素的原子半径大小顺序是_____。

【解析】由原子的电子排布式可知A~E元素原子的核外电子数分别为25、12、10、14、19, 即分别为Mn、Mg、Ne、Si、K元素。

- 【答案】(1)C(Ne)。
 (2)Mn; $[\text{Ar}]3d^5 4s^2$ 。
 (3) $E > B > D$ [$r(\text{K}) > r(\text{Mg}) > r(\text{Si})$]。

【变式4-1】下面是某些元素的最外层电子排布式, 各组指定的元素不能形成 XY_2 型化合物的是()。

	A	B	C	D
X	$2s^2 2p^2$	$3s^2 3p^4$	$3s^2$	$3s^1$
Y	$2s^2 2p^4$	$2s^2 2p^4$	$2s^2 2p^5$	$3s^2 3p^4$

【变式4-2】下列各原子或离子的电子排布式错误的是()。

- A. Ca^{2+} : $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$ B. O^{2-} : $1s^2 2s^2 2p^4$
 C. Cl^- : $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$ D. Ar: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$

考点5 基态与激发态 电子的跃迁

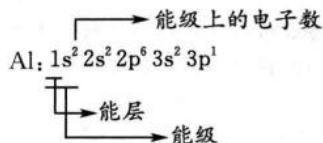
核 心 总 结

(1)基态与激发态

处于最低能量的原子叫做基态原子。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: 基态原子 $\xrightarrow{\text{吸收能量}}$ 激发态原子。
 激发态原子 $\xrightarrow{\text{释放能量}}$ 基态原子。

● 难点突破

电子排布式中符号、数字所表示的意义
 以Al原子为例, 电子排布式中各符号、数字的意义为:



● 防错档案

虽然电子填充是遵循构造原理的, 但书写电子排布式时应按照能层的顺序整理, 要将能层低的能级写在左边而不能按填充顺序写。如钪($_{21}\text{Sc}$)原子的电子排布式中最后两个能级表示为 $3d^1 4s^2$, 而不能写作 $4s^2 3d^1$; 锰原子的电子排布式应写作 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5 4s^2$, 而不能写作 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^5$ 。

● 考点拓展

价电子排布式

(1)为了避免电子排布式过于繁琐, 可以把内层电子达到稀有气体元素原子结构的部分以相应的稀有气体元素符号外加方括号表示, 例如: K的电子排布式可表示为: $[\text{Ar}] 4s^1$, 其中 $[\text{Ar}]$ 叫做原子实, 省去“原子实”后剩下的部分称为外围电子排布式, 也叫价电子排布式。如氯、钪(23号)、铜(29号)的电子排布式分别为 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$ 、 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^3 4s^2$ 、 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^1$; 用“原子实”的形式分别表示为 $[\text{Ne}] 3s^2 3p^5$ 、 $[\text{Ar}] 3d^3 4s^2$ 、 $[\text{Ar}] 3d^{10} 4s^1$, 这就是它们的简化的电子排布式, 省去原子实, 其价(外围)电子排布式分别为 $3s^2 3p^5$ 、 $3d^3 4s^2$ 、 $3d^{10} 4s^1$ 。

(2)主族元素的最外层电子就是外围电子, 又称价电子, 最外层电子排布式与价电子排布式是相同的, 如K为 $4s^1$, Br为 $4s^2 4p^5$; 过渡元素的外围电子一般包括最外层的s电子和次外层的d电子, 有的还包括倒数第三层的f电子。最外层电子排布与外围电子层排布是不同的, 如Mn、Fe的最外层电子排布式均为 $4s^2$, 外围电子排布式分别为 $3d^5 4s^2$ 、 $3d^6 4s^2$ 。

(3)教材附录元素周期表中呈现的电子排布式是各元素原子的外围电子排布式。

● 难点突破

(1)电子跃迁与电子得失过程中的能量变化

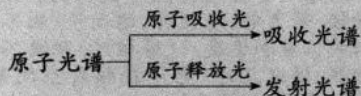
①基态原子 $\xrightarrow{\text{电子跃迁到较高能级, 吸收能量}}$ 激发态原子
 激发态原子 $\xrightarrow{\text{电子回落到较低能级, 释放能量}}$ 基态原子

例如,碳原子的基态价电子排布式为 $2s^2 2p^2$, 而激发态价电子排布式为 $2s^1 2p^3$ (1个 $2s$ 能级上的电子跃迁到了 $2p$ 能级上)。又如, $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$ 是镁的基态原子的电子排布式, $1s^2 2s^2 2p^6 3p^1$ 则为钠的激发态原子的电子排布式。

(2) 光谱与光谱分析

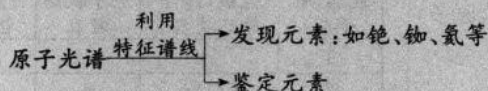
① 光谱形成原因: 不同元素的原子发生跃迁时会吸收或释放不同的光。

② 光谱分类



③ 光谱分析

在现代化学中, 利用原子光谱上的特征谱线来鉴定元素的分析方法称为光谱分析。



● **考题 5** 对充有氖气的霓虹灯管通电, 灯管发出红色光。产生这一现象的主要原因是()。

- A. 电子由激发态向基态跃迁时以光的形式释放能量
- B. 电子由基态向激发态跃迁时吸收除红光以外的光线
- C. 氖原子获得电子后转变成发出红光的物质
- D. 在电流的作用下, 氖原子与构成灯管的物质发生反应

【解析】霓虹灯之所以能发光, 是因为电子吸收能量后跃迁到能量较高的轨道, 能量较高轨道上的电子会很快以光的形式辐射能量而跃迁回能量较低的轨道。

【答案】A

【评注】燃放烟火、点亮霓虹灯、燃烧蜡烛等获得的光能都是电子跃迁时能量以光的形式释放出来而产生的。

【变式 5-1】下列叙述中正确的是()。

- A. 能量高的电子在离核近的区域运动, 能量低的电子在离核远的区域运动
- B. 处于最低能量的原子叫激发态原子
- C. 电子仅在激发态跃迁到基态时才会产生原子光谱
- D. 利用光谱上的特征谱线, 可以鉴定元素, 也可以发现元素

【变式 5-2】当一个电子从 $3p$ 能级跃迁到 $3s$ 能级, 则()。

- A. 该电子的能量升高
- B. 该电子的能量降低
- C. 产生的原子光谱为吸收光谱
- D. 产生的原子光谱为发射光谱

考点 6 电子云和原子轨道

核 心 总 结

(1) 电子云

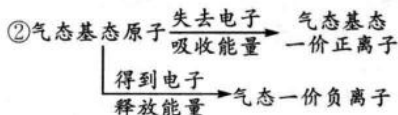
电子在原子核外空间一定范围内出现, 可以想象为一团带负电荷的云雾笼罩在原子核周围, 所以人们形象地把它叫做电子云。电子云密度大的地方, 表明电子在核外空间单位体积内出现的机会多, 即概率大; 电子云密度小的地方, 表明电子在核外空间单位体积内出现的机会少, 即概率小。即电子云是电子在原子核外运动的概率分布图。氢原子的电子云图如图 1-5 所示。

(2) 原子轨道

将电子出现的概率约为 90% 的空间图出来, 制作电子云的轮廓图, 便可描绘电子云的形状。电子云的轮廓图称为原子轨道。

s 电子的原子轨道是球形的, 每个 s 能级都只有 1 个原子轨道, 原子轨道的半径随能层序数 n 的增大而增大; p 电子的原子轨道是纺锤形的, 每个 p 能

电子的跃迁是物理变化。



电子的得失是化学变化(上述过程中的能量变化分别叫做第一电离能和电子亲和能)。

(2) 大多数金属及其化合物具有焰色反应性质的原因

金属原子中, 原子核外电子按一定轨道顺序排列, 轨道离核越远, 能量越高。灼(燃)烧时, 电子获得能量, 发生跃迁, 从基态变为激发态。随即电子又从能量较高的激发态跃迁到能量较低的激发态乃至基态, 便以光(辐射)的形式释放能量, 形成焰色。因此, 用镁粉、碱金属盐及碱土金属(IIA 族)盐做成的焰火在燃放时就会发出五颜六色的光。

(3) 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。人们用光谱分析曾发现了许多元素, 如铯、铷、铷、铷、铷等。

● 规律清单

(1) 电子发生跃迁时, 一般跃迁到相邻近的能量较高的原子轨道上, 如 $2s$ 电子跃迁到 $2p$ 能级上。

(2) 基态是能量最低的状态, 激发态可能有几种能量较高或较低的不同激发态。

(3) 焰色反应是元素的性质(如钠单质、 NaCl 溶液、 Na_2CO_3 固体、玻璃中含有的钠化合物等灼烧时均呈黄色), 焰色反应是物理变化而不是化学变化。

(4) 并不是所有的金属及其化合物灼烧时都会使火焰呈现出特殊的颜色。如用作焰色反应材料的铂丝及光洁无锈的铁、镍、铬、钨丝等在酒精灯火焰上灼烧时并不呈现特殊颜色。

● 难点突破

(1) 氢原子的(1s)电子云图

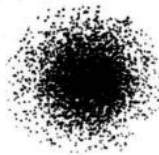


图 1-5 1s 电子在原子核外出现的概率分布图

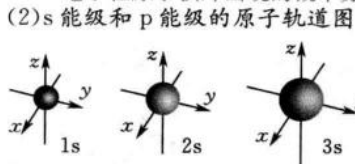


图 1-6 s 能级的原子轨道图

级有3个相互垂直的原子轨道,可以分别标记为 np_x 、 np_y 、 np_z 。 s 、 p 能级的原子轨道图分别如图1-6、1-7所示。 nd 能级有5个原子轨道, nf 能级有7个原子轨道。

● **考题6** 下列有关电子云和原子轨道的说法中,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 能级原子轨道呈球形,处于该轨道上的电子只能在球壳内运动
- C. p 能级原子轨道呈纺锤形,随着能层的增加, p 能级原子轨道也在增多
- D. p 能级原子轨道与 s 能级原子轨道的平均半径都随能层序数的增大而增大

【解析】电子云表示电子在核外某一区域出现的概率密度分布,故A项错误;原子轨道是电子出现概率为90%的电子云空间,这只是表明电子在这一空间区域内出现的机会大,在此空间区域外出现的机会少,故B项错误;无论能层序数 n 如何变化,每个 p 能级都有3个原子轨道且相互垂直,故C项错误;电子的能量越高,电子在离核更远的区域出现的机会越大,电子云将向更大的空间扩展,原子轨道半径会逐渐增大。

【答案】D

【评注】要充分理解电子运动的特殊性和电子云图的含义。电子云表示电子在原子核外空间某处出现的概率密度分布,不代表电子的运动轨迹;电子云图中的黑点不是代表1个电子而是代表电子在核外空间区域内出现的概率,氢原子的 $1s$ 电子在离核近(远)的地方出现的机会多(少), np 电子沿 x 、 y 、 z 轴三个方向电子云密度分布最大。

【变式6-1】下列说法中正确的是()。

- A. 因为 p 轨道是“8”字形的,所以 p 电子的运动轨迹是“8”字形
- B. M能层有 $3s$ 、 $3p$ 、 $3d$ 三个原子轨道
- C. 同一原子中, $1s$ 、 $2s$ 、 $3s$ 电子的能量逐渐升高
- D. 同一原子中, $2p$ 、 $3p$ 、 $4p$ 能级的轨道数依次增多

考点7 核外电子排布原理 电子排布图

核 心 总 结

(1)核外电子的排布遵循三个原理

①能量最低原理

原子核外的电子应优先排在能量最低的能级里,然后由里到外,依次排在能量逐渐升高的能级里。能级的能量高低顺序如构造原理所示。

②泡利原理

在一个原子轨道里,最多只能容纳2个电子,而且它们的自旋状态相反,这个原理称为泡利原理。换句话说,在任何一个原子中,不可能存在运动状态完全相同的两个电子。

③洪特规则

当电子排布在同一能级的不同轨道时,基态原子中的电子总是优先单独占据一个轨道,而且自旋状态相同,这就是洪特规则,又称为最多轨道原理。

特别地,当同一能级上的电子排布为全充满(p^6 、 d^{10} 、 f^{14})、半充满(p^3 、 d^5 、 f^7)和全空状态(p^0 、 d^0 、 f^0)时,具有较低的能量和较大的稳定性,这就是洪特规则的特例。

(2)电子排布图

用一个方框表示一个原子轨道,用一个箭头表示一个电子,以此来表示原子核外电子排布的式子叫做电子排布图。例如, O 、 Na 的电子排布图分别为:

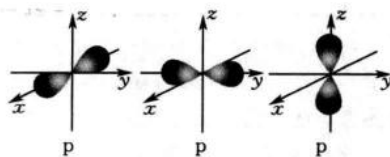
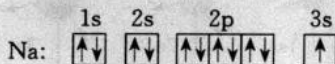


图1-7 p 能级的原子轨道图

(3)核外电子的运动特征

电子及其运动特点可概括为:体积小、质量轻、带负电;绕核转、运动快、测不准(某时刻的位置和速度);(离核的)距离不同、能量相异、描述几率(电子在核外空间某处出现的几率,即电子云)。

● 规律清单

(1)能层(电子层)数与原子轨道数目的关系

能层(电子层)	能级(原子轨道类型)	原子轨道数目	可容纳的电子数
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	$2n^2$

(2)原子轨道的能量高低规律

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

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

③同一能层上电子云形状相同的原子轨道的能量相等,即3个 np 轨道、5个 nd 轨道、7个 nf 轨道的能量相等,如 $2p_x = 2p_y = 2p_z$ 等。

④能级交错顺序:见考点3。

● 难点突破

(1)核外电子排布

①对于1~36号元素来说,应重点掌握和记忆“ $1s \rightarrow 2s \rightarrow 2p \rightarrow 3s \rightarrow 3p \rightarrow 4s \rightarrow 3d \rightarrow 4p$ ”这一能量由低到高的能级顺序。

②因为每个原子轨道最多只能容纳2个电子且自旋状态相反,所以从能层、能级、原子轨道、自旋状态4个方面来说明电子的运动状态,任何原子中都不可能有2个完全相同的电子。如氟原子的电子排布式可表示为 $1s^2 2s^2 2p_x^2 2p_y^2 2p_z^1$,由于各原子轨道中的电子自旋状态相反,所以9个电子的运动状态均不相同。

③通俗地说,洪特规则可以表述为:电子总是尽可能地先自旋平行地分占不同轨道。如碳

原子的电子排布图是 $\begin{array}{|c|c|c|} \hline 1s & 2s & 2p \\ \hline \uparrow\downarrow & \uparrow\downarrow & \uparrow\uparrow \\ \hline \end{array}$ 而

不是 $\begin{array}{|c|c|c|} \hline 1s & 2s & 2p \\ \hline \uparrow\downarrow & \uparrow\downarrow & \uparrow\downarrow \\ \hline \end{array}$ 。同理, $\begin{array}{|c|c|c|} \hline nP & nP & nP \\ \hline \uparrow\downarrow & \uparrow\downarrow & \uparrow\downarrow \\ \hline \end{array}$ 、

$\begin{array}{|c|c|c|c|} \hline nP & nd & nd & nd \\ \hline \uparrow\downarrow & \uparrow\downarrow & \uparrow\downarrow & \uparrow\downarrow \\ \hline \end{array}$ 等电子排布图都是不正确的。

● 考题 7-1 A、B、C、D、E 代表 5 种元素。请填空：

(1) A 元素基态原子的最外层有 3 个未成对电子，次外层有 2 个电子，其元素符号为_____，其电子排布图为_____。

(2) B 元素的 -1 价离子和 C 元素的 +1 价离子的电子层结构都与氩原子相同，B 的元素符号为_____，C 的元素符号为_____，B、C 所形成的化合物的电子式是_____。

(3) D 元素的正三价离子的 3d 亚层为半充满，D 的元素符号为_____，其基态原子的电子排布式为_____。

(4) E 元素基态原子的 M 层全充满，N 层没有成对电子，只有一个未成对电子，E 的元素符号为_____，其基态原子的电子排布式为_____。

【解析】 本题考查原子结构及元素周期表的有关知识。第二周期有 3 个未成对电子的是氮元素。与氩电子层结构相同的 -1 价离子为 Cl^- ，+1 价离子为 K^+ 。由核外电子排布规律知，3d 亚层半充满的 +3 价离子，其基态原子的电子排布式为 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5 4s^2$ ，为铁元素。E 元素 M 层全充满，N 层只有一个未成对电子，E 为 Cu 元素。

【答案】 (1) N: $\begin{array}{|c|c|c|} \hline \uparrow\downarrow & \uparrow\downarrow & \uparrow \\ \hline \end{array}$ 。 (2) Cl; K; $\text{K}^+ [:\ddot{\text{Cl}}:]^-$ 。

(3) Fe: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5 4s^2$ 或 $[\text{Ar}] 3d^5 4s^2$ 。

(4) Cu: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^1$ 或 $[\text{Ar}] 3d^{10} 4s^1$ 。

● 考题 7-2 (福建高考题改编) 原子序数小于 36 的元素 Q 和 T，在周期表中既处于同一周期又位于同一族，且原子序数 T 比 Q 多 2。T 的基态原子外围电子(价电子)排布式为_____， Q^{2+} 的未成对电子数为_____。

【解析】 两种元素的原子序数小于 36，既处于同一周期又位于同一族，应是第四周期第Ⅷ族元素，且原子序数 T 比 Q 多 2，说明 Q 是铁，T 是镍。

Ni 的原子序数为 28，基态原子的电子排布式为 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^8 4s^2$ ，外围电子排布式为 $3d^8 4s^2$ 。 Fe^{2+} 的外围电子排布图为 $\begin{array}{|c|c|c|c|c|} \hline \uparrow\downarrow & \uparrow\downarrow & \uparrow\downarrow & \uparrow\downarrow & \uparrow \\ \hline \end{array}$ ，未成对电子数为 4。

【答案】 $3d^8 4s^2$; 4。

【变式 7-1】 下列原子中，未成对电子数最多的是()。

- A. O: $1s^2 2s^2 2p^4$
B. P: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3$
C. Cr: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5 4s^1$
D. Mn: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5 4s^2$

【变式 7-2】 下列各原子的电子排布图正确的是()。

- A. He: $\begin{array}{|c|} \hline \uparrow\downarrow \\ \hline \end{array}$
B. C: $\begin{array}{|c|c|c|} \hline \uparrow\downarrow & \uparrow\downarrow & \uparrow \\ \hline \end{array}$
C. P: $[\text{Ne}] \begin{array}{|c|c|c|} \hline \uparrow\downarrow & \uparrow\downarrow & \uparrow \\ \hline \end{array}$
D. Cr: $[\text{Ar}] \begin{array}{|c|c|c|c|c|} \hline \uparrow\downarrow & \uparrow\downarrow & \uparrow\downarrow & \uparrow\downarrow & \uparrow \\ \hline \end{array}$

考点 8 表示原子结构的重要化学用语

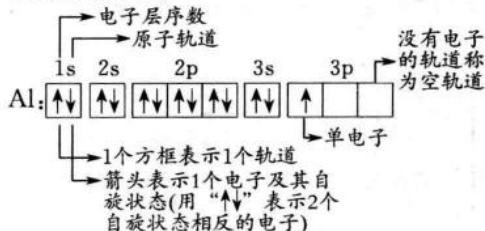
核 心 总 结

原子(核素)符号、原子的电子式、原子结构示意图、原子的电子排布式、外围电子排布式和电子排布图等都是表示原子结构的重要化学用语。

铬(Cr)、铜(Cu)及银(Ag)、金(Au)等基态原子的核外电子排布适于用洪特规则的特例来解释：铬($_{24}\text{Cr}$)的外围电子排布式是 $3d^5 4s^1$ (3d、4s 能级均为半充满)而不是 $3d^4 4s^2$ ，铜($_{29}\text{Cu}$)的外围电子排布式是 $3d^{10} 4s^1$ (3d 全充满，4s 半充满)而不是 $3d^9 4s^2$ ，等等。这种排布虽然不符合构造原理，但符合量子力学理论，也是能量最低原理的体现。

(2) 电子排布图中各符号和数字的意义

以 Al 原子为例，电子排布图中各符号、数字的意义为：



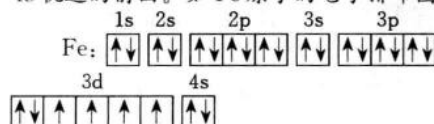
● 防错档案

(1) 凡有 2 个电子的轨道中，电子的自旋状态是相反的，即 $\uparrow\downarrow$ ；凡只有 1 个电子的几个相同能级的轨道(如 3 个 np、5 个 nd 轨道)中，电子的自旋状态一定是相同的(依据洪特规则)，如 $\begin{array}{|c|c|c|} \hline \uparrow & \uparrow & \uparrow \\ \hline \end{array}$ 或 $\begin{array}{|c|c|c|} \hline \uparrow & \uparrow & \uparrow \\ \hline \end{array}$ 。

(2) 在书写基态原子的电子排布图时，要避免出现以下错误：

- a. $\begin{array}{|c|} \hline \uparrow\uparrow \\ \hline \end{array}$ (违反泡利原理)
b. $\begin{array}{|c|} \hline \uparrow\downarrow \\ \hline \end{array}$ (违反洪特规则)
c. $\begin{array}{|c|} \hline \uparrow\downarrow \\ \hline \end{array}$ (违反洪特规则)

(3) 虽然电子的排布(或填充)遵循构造原理，但在书写电子排布图时还是按能层和能级顺序来书写。例如，电子虽然先排满 4s 再进入 3d，但电子排布图中 3d 轨道仍然写在 4s 轨道的前面。如 Fe 原子的电子排布图为：



● 特别提示

21~30 号过渡金属元素的外围电子包括 3d 电子和 4s 电子，虽然 3d 能级的能量比 4s 能级的能量高，但原子失去电子时先失去 4s 电子后失去 3d 电子。如 Mn^{2+} 、 Fe^{2+} 、 Ni^{2+} 、 Cu^{2+} 等离子的价电子排布式依次为 $3d^5$ 、 $3d^6$ 、 $3d^8$ 、 $3d^9$ ，而不是 $3d^3 4s^2$ 、 $3d^4 4s^2$ 、 $3d^6 4s^2$ 、 $3d^8 4s^1$ 。

● 规律清单

(1) ${}^A_Z\text{X}$ 表示质子数为 Z，质量数为 A(电子数为 Z，中子数为 $A-Z$) 的一种核素， ${}^A_Z\text{X}$ 与 ${}^{A'}_{Z'}\text{X}$ ($A' \neq A$) 互为同位素。

化学用语	含义	示例
原子(核素)符号	在元素符号的左下方标明质子数、左上方标明质量数,表示一种核素即一种原子。如 ${}^A_Z\text{X}$	${}^1_1\text{H}$, ${}^{35}_{17}\text{Cl}$
原(离)子结构示意图	用于表示原子的核电荷数和核外电子在各电子层上排布的简图	K: $(+19) 2 8 8 1$, S^{2-} : $(+16) 2 8 8$
电子式	在元素符号周围用小黑点(或 $\times$)来表示原子(离子)的最外层电子的式子	Mg : $\cdot\cdot\text{C}\cdot\cdot$, $\cdot\cdot\text{N}\cdot\cdot$, $[\times\ddot{\text{O}}\times]^{2-}$
电子排布式	用数字在能级符号右上角标明该能级上排布的电子数的式子	K: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4 4s^1$
简化电子排布式	把内层电子达到稀有气体结构的部分以相应稀有气体的元素符号外加方括号表示而得的电子排布式	Br: $[\text{Ar}] 3d^{10} 4s^2 4p^5$
外围电子(价电子)排布式	可在化学反应中发生变化的能级上的电子称为外围电子或价电子,表示外围电子排布的式子即为外围电子排布式	Fe: $3d^6 4s^2$
电子排布图	每个方框或圆圈代表一个原子轨道,每个箭头代表一个电子,用以表示电子排布的图示	Al $\begin{array}{ccccc} 1s & 2s & & 2p & \\ \uparrow\downarrow & \uparrow\downarrow & & \uparrow\downarrow\uparrow\downarrow\uparrow\downarrow & \\ & & 3s & & 3p \\ & & \uparrow\downarrow & & \uparrow \end{array}$

(2) 粒子符号(${}^A_Z\text{X}^{n\pm}$)中各数字的含义:



(3) 单核阳离子的电子式就是其离子符号,单核或多核阴离子及多核阳离子的电子式则需标出其最外层电子,加上方括号并标明离子所带的电荷。如 Mg^{2+} 、 $[\text{:}\ddot{\text{Cl}}\text{:}]^-$ 、 $[\text{:}\ddot{\text{O}}\text{:H}]^-$ 、 $[\text{:}\ddot{\text{O}}\text{:}\ddot{\text{O}}\text{:}]^{2-}$ 、 $[\text{H}\times\ddot{\text{N}}\times\text{H}]^+$ 等。

(4) 原子结构示意图中,弧线表示原子核外的电子层,弧线上的数字表示该电子层上的电子数。主族和0族元素的内层是饱和的(都是2或8或18或32个电子),多数过渡元素的次外层不饱和(如Fe的次外层有14个电子)。

(5) 电子的排布遵循能量最低原理、泡利不相容原理和洪特规则,电子排布式和电子排布图的书写一定要遵循这三个原理,才能正确反映核外电子在各原子轨道上的排布数目和方式。

(6) 在化学反应中发生变化的是外围电子,而“原子实”不受影响。主族元素只有最外层电子参与成键(得失电子或形成共用电子对),过渡元素的次外层电子也可以失去,如铁($3d^6 4s^2$)能失去2个或3个电子而显+2或+3价,铜($3d^{10} 4s^1$)能失去1个或2个电子而显+1或+2价。

● 特别记忆

根据核外电子排布遵循的原理,可以写出第四周期21~36号元素基态原子的核外电子排布,如下表。

元素符号	21 Sc	22 Ti	23 V
外围电子排布式	$3d^1 4s^2$	$3d^2 4s^2$	$3d^3 4s^2$
外围电子排布图	$\begin{array}{c} 3d \\ \uparrow \\ 4s \\ \uparrow\downarrow \end{array}$	$\begin{array}{c} 3d \\ \uparrow\downarrow \\ 4s \\ \uparrow\downarrow \end{array}$	$\begin{array}{c} 3d \\ \uparrow\downarrow\uparrow \\ 4s \\ \uparrow\downarrow \end{array}$
未成对电子数	1	2	3
元素符号	24 Cr	25 Mn	26 Fe
外围电子排布式	$3d^5 4s^1$	$3d^5 4s^2$	$3d^6 4s^2$
外围电子排布图	$\begin{array}{c} 3d \\ \uparrow\uparrow\uparrow\uparrow\uparrow \\ 4s \\ \uparrow \end{array}$	$\begin{array}{c} 3d \\ \uparrow\uparrow\uparrow\uparrow\uparrow \\ 4s \\ \uparrow\downarrow \end{array}$	$\begin{array}{c} 3d \\ \uparrow\uparrow\uparrow\uparrow\uparrow \\ 4s \\ \uparrow\downarrow \end{array}$
未成对电子数	6	5	4
元素符号	27 Co	28 Ni	29 Cu
外围电子排布式	$3d^7 4s^2$	$3d^8 4s^2$	$3d^{10} 4s^1$
外围电子排布图	$\begin{array}{c} 3d \\ \uparrow\uparrow\uparrow\uparrow\uparrow\uparrow \\ 4s \\ \uparrow\downarrow \end{array}$	$\begin{array}{c} 3d \\ \uparrow\uparrow\uparrow\uparrow\uparrow\uparrow \\ 4s \\ \uparrow\downarrow \end{array}$	$\begin{array}{c} 3d \\ \uparrow\uparrow\uparrow\uparrow\uparrow\uparrow\uparrow \\ 4s \\ \uparrow \end{array}$
未成对电子数	3	2	1

● 考题8 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_____。

a. 质量数为37的氯原子: ${}^{37}_{17}\text{Cl}$;

b. NH_3 分子的电子式: $\text{H}\times\ddot{\text{N}}\times\text{H}$;

c. 第三周期ⅦA族元素的原子结构示意图: $(17) 2 8 7$;

d. 铬原子的电子排布式: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^4 4s^2$;

e. Mn^{2+} 的外围电子排布式: $3d^5 4s^2$;

f. 氧原子的电子排布图: $\begin{array}{ccccc} 1s & 2s & & 2p & \\ \uparrow\downarrow & \uparrow\downarrow & & \uparrow\downarrow\uparrow\downarrow\uparrow\downarrow & \end{array}$;

g. H_2O_2 的结构式: $\text{H}-\text{O}=\text{O}-\text{H}$;

h. 铁元素在周期表中的位置: 第四周期第ⅧB族。

【解析】依据各种化学用语的含义和书写要求可以判断仅有f正确,其他均错误。错误之处分别是:a. 质子数和质量数位置颠倒,应为 ${}^{37}_{17}\text{Cl}$; b. 漏写N原子上的

孤电子对,应为 $\text{H}\times\ddot{\text{N}}\times\text{H}$; c. 圆圈(表示原子核)内漏写“+”号,应为 $(+17) 2 8 7$;

d. 不符合洪特规则的特例, 3d 亚层为半充满, 应为 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5 4s^1$; e. Mn 原子失去 2 个 4s 电子形成 Mn^{2+} , Mn^{2+} 的外围电子排布为 $3d^5$; g. 氧原子间形成单键而不是双键, 应为 $H-O-O-H$; h. Fe 位于第 VIII 族, 不存在 VIII B 或 VIII A 族。

【答案】 f。

【变式 8-1】 A~D 是原子序数在 20 以内的元素, 其性质或结构信息如下表所示:

元素	A	B	C	D
性质或结构信息	其单质和化合物的焰色均为黄色	其氢化物的水溶液能腐蚀玻璃	其最低价氢化物使湿润的红色石蕊试纸变蓝	其原子核外的电子有 14 种运动状态

请根据表中的信息回答下列问题:

- (1) A 离子的电子排布式为 _____, B 原子的电子排布图为 _____。
- (2) 与 B 的氢化物所含电子数相等的 4 种微粒是 _____。
- (3) C 原子核外电子填充有 _____ 个原子轨道, C 单质的电子式是 _____。
- (4) D 原子的价电子排布式为 _____, 工业上制取 D 单质的化学方程式为 _____。

【变式 8-2】 (1) 电子排布式为 $[Ar]3d^5 4s^2$ 的原子所对应的元素在周期表中的位置是 _____。

- (2) 基态原子的 4s 能级中只有 1 个电子的元素共有 _____ 种。
- (3) 某核素的质量数为 51, 中子数为 28, 其基态原子未成对电子数为 _____ 个。
- (4) 原子序数为 42 的钼元素的基态原子的电子排布式为 _____。

续表

元素符号	$_{30}Zn$	$_{31}Ga$	$_{32}Ge$
外围电子排布式	$3d^{10} 4s^2$	$4s^2 4p^1$	$4s^2 4p^2$
外围电子排布图			
未成对电子数	0	1	2
元素符号	$_{33}As$	$_{34}Se$	$_{35}Br$
外围电子排布式	$4s^2 4p^3$	$4s^2 4p^4$	$4s^2 4p^5$
外围电子排布图			
未成对电子数	3	2	1
元素符号	$_{36}Kr$		
外围电子排布式	$4s^2 4p^6$		
外围电子排布图			
未成对电子数	0		

注意: 在 1~36 号元素中, 最外层只有 1 个未成对电子的元素: 第 I A 族 (ns^1 : H, Li, Na, K), 第 III A 族 ($ns^2 np^1$: B, Al, Ga), 第 VII A 族 ($ns^2 np^5$: F, Cl, Br), 第 I B 族 ($[nd^{10} (n+1)s^1$: Cu, Ag, Au]; 最外层有 2 个未成对电子的元素: 第 IV A 族 ($ns^2 np^2$: C, Si, Ge), 第 VI A 族 ($ns^2 np^4$: O, S, Se); 最外层有 3 个未成对电子的元素: 第 V A 族 ($ns^2 np^3$: N, P, As); 未成对电子数最多的元素: Cr ($3d^5 4s^1$, 共有 6 个未成对电子)。

题型优化测训

学业水平测试

(测试时间: 30 分钟 满分: 50 分)

一、选择题(本题包括 6 小题, 每小题 5 分, 共 30 分。每小题只有一个选项符合题意。)

1. [考点 8] (2009 · 上海高考) 以下表示氦原子结构的化学用语中, 对电子运动状态描述最详尽的是()。

- A. $:He$ B. $(+2)2$ C. $1s^2$ D.

2. [考点 5] 下列电子排布式中, 原子处于激发态的是()。

- A. $1s^2 2s^2 2p^4$ B. $1s^2 2s^2 2p^4 3s^1$
C. $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5 4s^1$ D. $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$

3. [考点 2、3] 下列能级按能量由低到高的顺序排列正确的是()。

- A. $3s 3p 3d 4s$ B. $4s 4p 3d 4d$
C. $4s 3d 4p 5s$ D. $1s 2s 3s 2p$

4. [考点 8] 下列表达式正确的是()。

- A. O^{2-} 的结构示意图:

B. 碳原子的 L 层电子的电子排布图:

C. S^{2-} 的核外电子排布式: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$

D. 碳-12 原子: $^{12}_6C$

5. [考点 7] 以下基态原子的电子排布图中符合洪特规则的是()。

- A.
- B.
- C.
- D.

6. [考点 2、6] 下列关于能层、能级和轨道之间的关系不正确的是()。

- A. 每个能层上所有的能级数与能层的序数相等
B. 每个能层(K, L, M...) 上所有的轨道数对应为 1, 3, 5...
C. 每个能级(s, p, d...) 上所有的轨道数分别为 1, 3, 5...
D. 每个能层(n) 上所有的轨道总数为 n^2

二、非选择题(本题包括2小题,共20分。)

7. (11分)[考点4、7]有A、B、C、D、E五种元素,它们的核电荷数依次增大,且都小于20。其中A为非金属元素,A和E属于同一族,它们原子的最外层电子排布式为 ns^1 。B和D也属于同一族,它们原子最外层的p能级电子数是s能级电子数的两倍。C原子最外层电子数等于D原子最外层电子数的一半。请回答下列问题:

- (1)A是_____,B是_____,C是_____,D是_____,E是_____。
- (2)由这五种元素组成的一种化合物是_____(写化学式)。写出该物质的一种主要用途:_____。
- (3)写出C元素基态原子的电子排布式:_____。
- (4)用电子排布图表示D元素原子的价电子排布为_____。

8. (9分)[考点2、3、4、7]某元素原子序数为33,则:

- (1)此元素原子的电子总数是_____,有_____个未成对电子。
- (2)有_____个电子层,_____个能级,_____个原子轨道。
- (3)它的电子排布式为_____。
- (4)它的价电子的电子排布图是_____。

高考水平测试

(测试时间:60分钟 满分:100分)

一、选择题(本题包括8小题,每小题6分,共48分。每小题有1~2个选项符合题意。)

1. [考点8]下列有关化学用语中不能体现氮原子核外电子能量有差异的是()。

- A. $\cdot \ddot{N} \cdot$ B. $\begin{array}{|c|c|c|} \hline 1s & 2s & 2p \\ \hline \uparrow\downarrow & \uparrow\downarrow & \uparrow\uparrow\uparrow \\ \hline \end{array}$
- C. $\begin{array}{|c|} \hline (+7)25 \\ \hline \end{array}$ D. $1s^2 2s^2 2p^3$

2. [考点2、3]下列各项中,前面的能级先填入电子的是()。

- ①3d和4s ②4p和5s ③5s和4d ④5p和4d
- A. ①② B. ②③ C. ②④ D. ③④

3. [考点4、5]若某原子的外围电子排布式为 $4d^1 5s^2$,则下列说法正确的是()。

- A. 该元素基态原子中共有3个电子
- B. 该元素原子核外有5个能层
- C. 该元素原子最外层共有3个电子
- D. 该元素原子M能层共有8个电子

4. [考点2、4]下列各组中的X和Y两种原子,化学性质一定相似的是()。

- A. X原子和Y原子最外层都只有一个电子
- B. X原子的核外电子排布式为 $1s^2$,Y原子的核外电子排布式为 $1s^2 2s^2$
- C. X原子2p能级上有三个电子,Y原子3p能级上有三个电子
- D. X原子核外M层上仅有两个电子,Y原子核外N层上仅有两个电子

5. [考点7]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. $a+4$

6. [考点2、5、7]下列叙述中正确的是()。

- A. 在一个基态多电子的原子中,可以有两个运动状态完全相同的电子
- B. 在一个基态多电子的原子中,不可能有两个能量完全相同的电子
- C. 在一个基态多电子的原子中,M层上的电子能量肯定比L层上的电子能量高
- D. 如果某一基态原子的3p能级上仅有2个电子,它们自旋状态必然相反

7. [考点4、6、7]下列叙述正确的是()。

- A. 可能存在原子核外电子排布式为 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 4p^1$ 的基态原子
- B. 在氢原子基态电子的概率分布图中,小黑点的疏密程度表示电子在该区空间出现机会的大小
- C. 当电子排布在同一能级的不同轨道时,总是优先单独占据一个轨道,而且自旋状态相反
- D. 1个原子轨道里最多只能容纳2个电子,而且自旋状态相同

8. [考点4]下列各组表述中,两种粒子属于同种元素原子的是()。

- A. 3p能级有一个空的原子轨道的基态原子和核外电子排布式为 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^2$ 的原子
- B. 2p能级有一个未成对电子的基态原子和价电子排布式为 $2s^2 2p^5$ 的原子
- C. M层全充满而N层为 $4s^2$ 的原子和核外电子排布式为 $[\text{Ar}]3d^6 4s^2$ 的原子
- D. 最外层电子数是核外电子总数的 $\frac{1}{5}$ 的原子和外围电子排布式为 $4s^2 4p^5$ 的原子

二、非选择题(本题包括4小题,共52分。)

9. (12分)[考点3、4、7](1)下列基态原子的外围电子排布式中,正确的是_____。

- A. $3d^9 4s^2$ B. $3d^4 4s^2$ C. $3d^{10} 4s^0$ D. $3d^8 4s^2$

(2)若将 $_{14}\text{Si}$ 原子的电子排布式写成 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p_x^2$,它违背了_____。

(3)下列原子的外围电子排布式(或电子排布图)中,哪一种状态的能量较低?

①氮原子: $\begin{array}{|c|c|c|} \hline 2s & 2p \\ \hline \uparrow\downarrow & \uparrow\downarrow\uparrow \\ \hline \end{array}$

B. $\begin{array}{|c|c|c|} \hline 2s & 2p \\ \hline \uparrow\downarrow & \uparrow\uparrow\uparrow \\ \hline \end{array}$;

②钠原子: A. $3s^1$ B. $3p^1$;

③铬原子: A. $3d^5 4s^1$ B. $3d^4 4s^2$;

④碳原子: A. $\begin{array}{|c|c|c|} \hline 2p \\ \hline \uparrow\uparrow \\ \hline \end{array}$ B. $\begin{array}{|c|c|c|} \hline 2p \\ \hline \uparrow\downarrow \\ \hline \end{array}$ 。

①_____(填“A”或“B”,下同),②_____,③_____,④_____。

10. (14分)[考点4、7、8](1)下列关于原子的最外层电子排布式为 ns^1 的元素R的叙述不正确的是()。

- A. 一定是IA族元素
- B. 一定是金属元素
- C. 只可能是IA族或IB族元素