



教育图书



功能学具



学生之家

基础教育行业专研品牌

30⁺年专注教育行业

全品学练考

主编 肖德好

导学案

高中化学

选择性必修2 RJ

浙江省

数智教辅

索取二维码
贴此处
激活享受服务

—全品AI学伴—
7×24小时有问必答
高效预复习，吃透每一课

天津出版传媒集团
天津人民出版社

CONTENTS



目录

导学案

01 第一章 原子结构与性质

PART ONE

第一节 原子结构	085
第 1 课时 能层与能级、基态与激发态 原子光谱、构造原理与电子排布式	085
第 2 课时 电子云与原子轨道、泡利原理、洪特规则、能量最低原理	090
拓展微课 1 核外电子排布	095
第二节 原子结构与元素的性质	098
第 1 课时 原子结构与元素周期表	098
第 2 课时 元素周期律	102
拓展微课 2 电负性与电离能的考查	108
▶ 本章素养提升	110

02 第二章 分子结构与性质

PART TWO

第一节 共价键	111
第 1 课时 共价键	111
第 2 课时 键参数——键能、键长与键角	116
第二节 分子的空间结构	119
第 1 课时 分子结构的测定 多样的分子空间结构 价层电子对互斥模型	119
第 2 课时 杂化轨道理论简介	124
拓展微课 3 原子的杂化类型与粒子的空间结构	127

拓展微课 4 分子中共价键的键角大小比较	128
第三节 分子结构与物质的性质	130
第 1 课时 共价键的极性	130
第 2 课时 分子间的作用力	134
第 3 课时 分子的手性	139
拓展微课 5 大 π 键的形成和 π 电子数的计算	141
本章素养提升	143

03

第三章 晶体结构与性质

PART THREE

第一节 物质的聚集状态与晶体的常识	145
第二节 分子晶体与共价晶体	151
第 1 课时 分子晶体	151
第 2 课时 共价晶体	155
第三节 金属晶体与离子晶体	160
第 1 课时 金属键与金属晶体	160
第 2 课时 离子晶体 过渡晶体与混合型晶体	163
拓展微课 6 有关晶胞的常见计算	167
拓展微课 7 晶体坐标参数与投影图分析	168
第四节 配合物与超分子	170
拓展微课 8 配合物、配位键和配位数	175
本章素养提升	176

第一章 原子结构与性质



讲课智能体

第一节 原子结构

第1课时 能层与能级、基态与激发态 原子光谱、构造原理与电子排布式

新课探究

知识导学 素养初识

◆ 学习任务一 能层与能级

【课前自主预习】

1. 能层及能量关系

(1) 含义

核外电子按_____不同分成能层(电子层)。

(2) 能层序数及能量关系

能层序数 1、2、3、4、5、6、7 分别用_____、_____、
_____, N、O、P、Q 表示。能层越高, 电子的能量
_____, 能量的高低顺序为 $E(K)$ _____
 $E(L)$ _____ $E(M)$ _____ $E(N) < E(O) <$
 $E(P) < E(Q)$ 。

2. 能级

(1) 含义

同一能层的电子, 根据_____的差异, 又可分成
不同能级。

(2) 表示方法

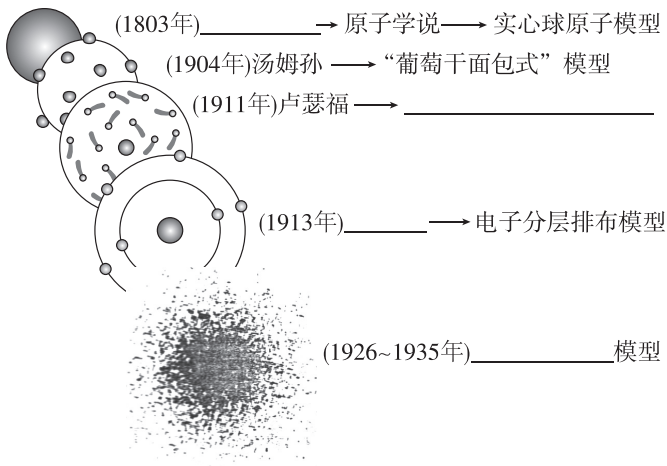
①任一能层的能级总是从_____能级开始, 能级数
等于该_____, 即第一能层只有_____个能级
(1s), 第二能层有_____个能级(2s 和 2p), 第三能
层有_____个能级(3s、3p 和 3d), 依次类推。

②能级的字母代号总是按_____.....
排序的, 字母前的数字是它们所处的能层序数, 它
们可容纳的最多电子数依次为自然数中的奇数序
列_____...的 2 倍。

(3) 多电子原子中, 同一能层各能级的能量关系:

$E(ns)$ _____ $E(np)$ _____ $E(nd)$ _____
 $E(nf)$

3. 原子结构模型的发展史



【问题思考】

(1) 能层和能级的关系与生活中的大楼结构中的什么相似?

(2) 以 s 能级为例, 不同能层的 s 能级间的能量有何关系? 同一能层不同能级间的能量有何关系?

(3)一个能层的能级数与能层序数(n)间存在什么关系? 一个能层最多可容纳的电子数与能层序数(n)间存在什么关系?

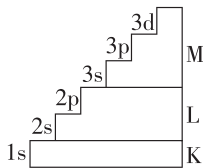
【核心知识讲解】

1. 能层与能级的关系

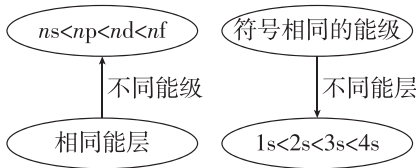
- (1)任何能层总是从 s 能级开始,任何能层均含有 s 能级,但并不是任何能层都含有 p、d、f 能级。
- (2)能层就是电子层,各能层具有的能级数等于能层序数。如 K 层只有 1s 能级,L 层有 2s、2p 两个能级,M 层有 3s、3p、3d 三个能级。
- (3)每一能层中最多容纳的电子数为 $2n^2$ (n 代表能层序数)。
- (4)不同能层中符号相同的能级所容纳的最多电子数相同。

2. 能层中各能级之间能量高低关系

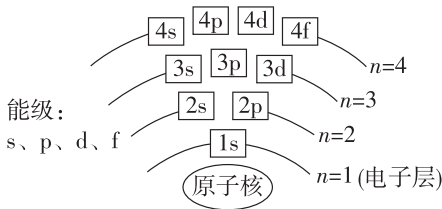
(1)能层与能级的关系类似楼层与阶梯之间的关系,在每一个能层中,能级符号顺序是 ns 、 np 、 nd 、 nf ……(如图所示):



(2)能层或能级的能量关系:



(3)原子核外电子排布与能层、能级的关系:



3. 理清能层、能级与最多容纳的电子数、能量之间的相互关系

能层(n)	一	二	三	四	五	六	七	...
符号	K	L	M	N	O	P	Q	...
能级	1s	2s 2p	3s 3p 3d	4s 4p 4d 4f	5s ...	...	...	...
最多容纳电子数	2	2 6	2 6 10	2 6 10 14	2 ...	...	...	...
离核远近	→ 由近到远							
不同能层能量	→ 逐渐升高							

【知识迁移应用】

- 例 1** 下列有关原子结构的说法不正确的是 ()
- A. 第五能层有 5 个能级,最多能容纳 50 个电子
 - B. 同一原子中,不同能层均含有的能级是 s 能级
 - C. 不同原子中,3d 能级实际容纳的电子数一定为 10 个
 - D. 能层和能级的划分,均以电子的能量高低为

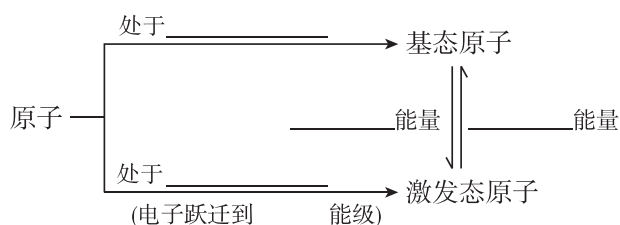
依据

- 例 2** 下列关于能层与能级的说法正确的是 ()
- A. 处于同一能层的电子能量相同
 - B. 同是 p 能级,在不同的能层中所能容纳的最多电子数是相同的
 - C. N 能层有 s、p 2 个能级,最多容纳 8 个电子
 - D. 能级能量: $4s > 4d$

◆ 学习任务二 基态与激发态 原子光谱

【课前自主预习】

1. 基态原子与激发态原子



2. 电子跃迁的能量变化与可见光

激发态原子不稳定,电子从较高能量的激发态跃迁到较低能量的激发态乃至基态时,将释放能量。

是电子跃迁释放能量的重要形式。焰火、霓虹灯光、激光、荧光、LED 灯光等可见光都与原子核外电子跃迁释放能量有关。

3. 原子光谱

不同元素原子的电子发生时会吸收或释放不同的光,可以用光谱仪摄取各种元素原子的光谱或光谱,总称原子光谱。



4. 光谱分析

在现代化学中,常利用上的特征谱线来鉴定元素,称为光谱分析。

【问题思考】

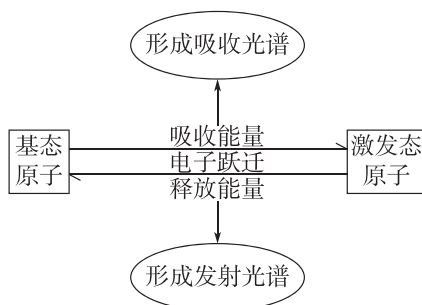
(1)我们经常燃放焰火来庆祝节日,焰火产生的原因是什么?

(2)原子光谱是怎么产生的,有什么应用?

(3)钠在空气中加热燃烧发出黄色火焰,是因为钠被氧气氧化失去电子吗? 金属的焰色试验是物理变化,还是化学变化?

【核心知识讲解】

1. 光谱的成因与分类



2. 焰色试验与电子跃迁

焰色试验中观察到的特殊焰色是电子跃迁的结果,故焰色试验是物理变化而不是化学变化。发生的过程:基态原子 $\xrightarrow{\text{吸收能量}}$ 激发态原子 $\xrightarrow{\text{释放能量}}$ 较低能量的激发态或基态原子。

(1)电子的跃迁是物理变化(未发生电子转移),而原子得失电子时发生的是化学变化。

(2)一般在能量相近的能级间发生电子跃迁,如基态碳原子 2s 能级上的一个电子可激发到 2p 能级上,得到不稳定的激发态碳原子。

(3)可见光包括红、橙、黄、绿、蓝、靛、紫,其中紫色光的波长最短、红光的波长最长。

3. 可以用光谱分析法鉴定元素的原因

一种元素有一种原子光谱,一种原子光谱对应着一种元素,不同元素的原子光谱都是特定的。可以用光谱仪摄取各种元素原子的吸收光谱或发射光谱(总称原子光谱),所以可以用光谱分析法鉴定元素。

【知识迁移应用】

例 3 下列关于同一种原子中基态和激发态的说法中正确的是 ()

- A. 基态时的能量比激发态时高
- B. 激发态时比较稳定
- C. 由基态转化为激发态过程中吸收能量
- D. 电子仅在由激发态跃迁到基态时才会产生原子光谱

例 4 下列关于原子光谱的说法不正确的是 ()

- A. 霓虹灯光、LED 灯光与原子核外电子跃迁释放能量有关
- B. 焰色试验是利用元素的吸收光谱鉴别某些元素
- C. 玻尔提出了核外电子的能量是量子化的,因此可以解释离散的谱线
- D. 利用光谱仪既能测得原子的发射光谱,也能测得原子的吸收光谱

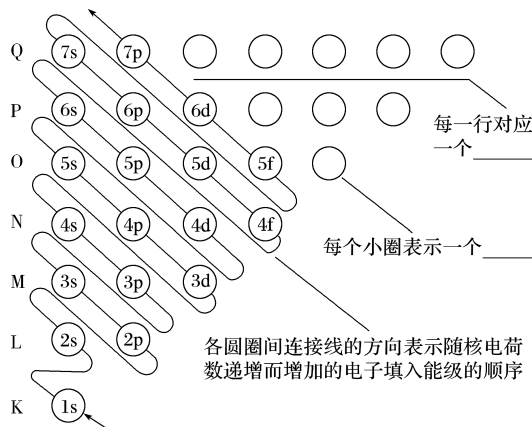
◆ 学习任务三 构造原理与电子排布式

【课前自主预习】

1. 构造原理

(1)以_____事实为基础,从氢开始,随核电荷数递增,新增电子填入能级的顺序称为_____。

(2)示意图如下:

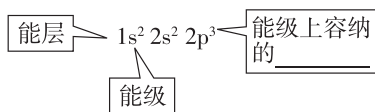


2. 电子排布式

(1)含义:将能级上所容纳的电子数标在该能级符号右上角,并按照能层序数从小到大的顺序排列的式子,称为电子排布式。

(2)表示方法:按照构造原理,元素的核电荷数每递增一个,同时增加一个核电荷和一个_____,就得到一个_____的电子排布。电子填满了一个_____,开始填入下一个_____,由此构建了元素周期系中各元素的基态原子的电子排布。电子排布式中,能级符号右上角的数字表示该能级的_____。

(3)示例:基态氮原子的电子排布式为



【问题思考】

(1)为什么 K 原子的原子结构示意图不是 $(+19) \begin{smallmatrix} \text{ } \\ \text{ } \\ 2 \\ 8 \\ 9 \end{smallmatrix}$,

而是 $(+19) \begin{smallmatrix} \text{ } \\ \text{ } \\ 2 \\ 8 \\ 8 \\ 1 \end{smallmatrix}$?

(2)从元素周期表给出的信息可知,基态 Cr 原子和基态 Cu 原子的电子排布式分别为

$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5 4s^1$ 和 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^1$, 这样的电子排布符合构造原理吗? 是根据什么确定其电子排布的?

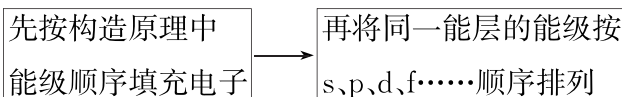
【核心知识讲解】

1. 能级交错现象

由构造原理可知,从第三能层开始,不同能层的能级出现能级交错现象:随核电荷数的递增,电子并不总是填满一个能层后再开始填入下一个能层的。电子是按 $3p \rightarrow 4s \rightarrow 3d$ 的顺序而不是按 $3p \rightarrow 3d \rightarrow 4s$ 的顺序填充的。

2. 电子排布式的书写

(1)书写方法



如 $_{22}\text{Ti}$:先排列为 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^2$, 然后将同一能层的能级排列到一起,即该基态原子的电子排布式为 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^2 4s^2$ 。

(2)注意事项

①在书写电子排布式时,一般情况下,能层低的能级要写在左边,而不是按构造原理顺序写。

电子填充顺序(构造原理): $1s, 2s, 2p, 3s, 3p, 4s, 3d, 4p, 5s, \dots$

书写顺序: $1s, 2s, 2p, 3s, 3p, 3d, 4s, 4p, 4d, 4f, 5s, \dots$

如:基态 Fe 原子的电子排布式是 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^6 4s^2$ 。

②基态原子的能量最低,故基态原子的电子排布式是能量最低的状态;基态氦原子不存在 $1s^1 2s^1$ 的状态,但氦处于激发态时可能会存在 $1s^1 2s^1$ 的状态。

3. 简化电子排布式

为了避免电子排布式过于烦琐,我们可以把内层电子达到稀有气体结构的部分,以相应稀有气体元素符号外加方括号来表示。如 Na 的电子排布式为 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$,其中第一、二能层与 $\text{Ne}(1s^2 2s^2 2p^6)$ 的电子排布式结构相同,所以其电子排布式可简化为 $[\text{Ne}]3s^1$ 。

4. 简单离子的电子排布式

对于主族元素的原子来说,一般只失去最外层电子,而过渡元素的原子可能还会进一步失去内层电子;原子得到电子时,一般总是填充到最外层未填满的能级上。如基态 Fe 原子的简化电子排布式为 $[\text{Ar}]3d^6 4s^2$;其原子在失去电子时,仍遵循先失去最外层电子,后失去次外层电子的顺序,即 Fe 失去电子时先失去 4s 能级上的 2 个电子,转化为 Fe^{2+} ,再失去 3d 能级上的 1 个电子转化为 Fe^{3+} 。基态 Fe^{2+} 的简化电子排布式为 $[\text{Ar}]3d^6$,基态 Fe^{3+} 的简化电子排布式为 $[\text{Ar}]3d^5$ 。

5. 价层电子排布

为突出化合价与电子排布的关系,将在化学反应中可能发生电子变动的能级称为价电子层(简称价层)。该能级的电子排布式称为价层电子排布。如 Cl 的简化电子排布式为 $[\text{Ne}]3s^2 3p^5$,则其价层电子排布为 $3s^2 3p^5$ 。对于过渡元素而言,价电子包含最外层电子和部分内层电子,如 Fe 的价层电子排布为 $3d^6 4s^2$,通常元素周期表只给出价层电子排布。

【知识迁移应用】

例 5 下列粒子基态时电子排布式错误的是 ()

- A. $\text{Ne}:1s^2 2s^2 2p^6$ B. $\text{S}^{2-}:1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$
C. $\text{Ca}^{2+}:1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$ D. $\text{F}:1s^2 2s^1 2p^6$

例 6 下列说法中正确的是 ()

- A. 某原子的电子排布式为 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5 4s^2$,则该元素原子核外有 4 个能级填有电子
B. 原子核电荷数为 33,其基态原子的简化电子排布式为 $[\text{Ar}]4s^2 4p^3$
C. 根据构造原理可知同一原子的各能级能量高低为 $4f > 4d > 3d > 3p$

D. Fe^{2+} 与 Cr 原子的核外电子数相同,因此电子排布式相同

课堂评价

知识巩固 素养形成

1. 判断正误(正确的打“√”,错误的打“×”)。

- (1)能层就是电子层 ()
(2)不同能层的 p 能级能量高低相同 ()
(3)高能层的所有能级的能量都比低能层能级的能量高 ()
(4)Mg 的简化电子排布式为 $[\text{Ne}]3s^2$ ()
(5)原子核外每一能层最多可容纳 n^2 个电子 ()
(6)3d 能级最多容纳 5 个电子 ()
(7)任一能层的 s 能级最多容纳的电子数均为 2 ()
(8)同一原子中,2p、3p、4p 电子的能量逐渐升高 ()

2. 下列关于能层与能级的说法中正确的是 ()

- A. 同一能层中不同能级的能量高低相同
B. 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
C. 同是 s 能级,在不同的能层中所能容纳的最多电子数是不相同的
D. 能级能量: $5s > 5d$

3. 下列说法中不正确的是 ()

- A. 处于最低能量状态的原子叫作基态原子
B. $3p^2$ 表示 3p 能级有两个电子
C. K^+ 的电子排布式为 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$
D. 同一原子中,2p、3p、4p 能级最多可容纳电子数依次增多

4. [2024·浙江宁波高二期中] 吸收光谱和发射光谱统称为原子光谱。下列说法错误的是 ()

- A. 同一种元素原子的吸收光谱和发射光谱的特征谱线相同
B. 焰色试验是利用元素的特征可见原子光谱鉴别某些元素
C. 光谱仪可以摄取元素原子的吸收光谱和发射光谱
D. 目前发现的元素都是通过原子光谱发现的

5. [2025·浙江嘉兴八校高二期中] 下列电子排布式中,原子处于激发态的是 ()

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

6. 按要求填空。

- (1)基态 Cu 原子的核外电子排布式为_____。
(2)基态 O 原子的电子排布式为_____。
(3)基态 Si 原子中,电子占据的最高能层符号为_____,该能层电子数为_____。
(4)基态 Ni^{2+} 的价层电子排布为_____。
(5)Br 的原子序数为_____,其基态原子核外 M 层电子的排布式为_____。

7. 有几种元素的粒子,其原子核外电子排布式均为 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$,其中:

- (1)某电中性粒子一般不和其他元素的原子反应,这种粒子的符号是_____。
(2)某粒子的盐溶液能使溴水褪色,并出现浑浊,这种粒子的符号是_____。
(3)某粒子的氧化性很弱,但得到电子后还原性很强,且这种粒子的原子有一个单电子,这种粒子的符号是_____。
(4)某粒子的还原性虽弱,但失去电子后氧化性强,且这种粒子的原子得到一个电子即达稳定结构,这种粒子的符号是_____。

第2课时 电子云与原子轨道、泡利原理、洪特规则、能量最低原理

新课探究

知识导学 素养初识

◆ 学习任务一 电子云与原子轨道

【课前自主预习】

1. 电子云

(1)概率密度分布

量子力学指出,一定空间运动状态的电子在核外空间各处都可能出现,但出现的概率不同。

$\rho = \frac{P}{V}$ (ρ 表示_____, P 表示电子在某处出现的_____, V 表示该处的_____)。

(2)电子云

①电子运动的特点

电子质量小,运动速度快,无规则,故无法确定核外电子在某个时刻处于原子核外空间的何处。只能确定它在原子核外空间各处出现的_____。

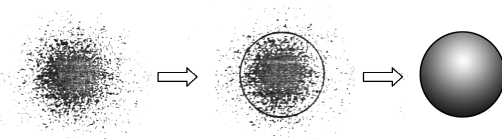
②电子云

电子云是处于一定空间运动状态的电子在原子核外空间的_____的形象化描述。

③电子云轮廓图

绘制电子云轮廓图的目的是表示_____的形状,对核外电子的_____有一个形象化的简便描述。绘制电子云轮廓图时,把电子在原子核外空间出现概率 $P =$ _____ 的空间圈出来,即电子云轮廓图。电子云图很难绘制,使用不方便,故常使用电子云轮廓图。

如 1s 电子云轮廓图的绘制:



2. 原子轨道

- (1)定义:量子力学把电子在原子核外的一个_____称为一个原子轨道。
(2)形状:s 电子的原子轨道呈_____形,p 电子的原子轨道呈_____状。
(3)原子轨道数目与能级符号的关系

能级符号	ns	np	nd	nf
原子轨道数目	1	3	5	7

(4)不同能层中的原子轨道

能层	能级	原子轨道数	原子轨道名称	原子轨道的形状和取向	
				形状	取向
K	1s	1	1s	球形	—
L	2s	1	2s	球形	—
	2p	3	2p _x 、2p _y 、2p _z	哑铃形	相互垂直
M	3s	1	3s	球形	—
	3p	3	3p _x 、3p _y 、3p _z	哑铃形	相互垂直
	3d	5			
N					

[问题思考]

(1)电子云图中的独立小点是否有意义？电子云图中的小点的含义是什么？

(2)电子在原子核外出现的概率有什么规律？

(3)不同能层中的 s 电子和 p 电子的电子云轮廓图分别相同吗？能量分别相同吗？

【核心知识讲解】

1. 正确认识电子云

(1)电子云表示电子在原子核外空间某处出现的概率，不代表电子的运动轨迹。电子云中的小点是电子在原子核外出现的概率密度的形象化描述，小点越密，表明概率密度越大。常把电子在原子核外空间出现的概率 $P=90\%$ 的空间圈起来，即电子云轮廓图。

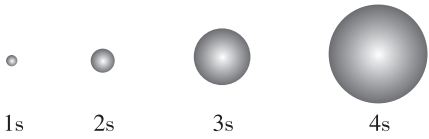
(2)电子云图中的小点并不代表电子，小点的数目也不代表电子真实出现的次数。

(3)由氢原子的 1s 电子在原子核外出现的概率密度分布图可知，电子在离原子核越近的空间出现的概率越大；电子云的外围形状具有不规则性。

2. 原子轨道与能层序数的关系

(1)不同能层的同种能级的原子轨道形状相同，半径不同。能层序数 n 越大，原子轨道的半径越大。

如：同一原子中 s 电子的电子云轮廓图都是一个球形，只是球的半径不同，如图所示。



(2) ns 能级只有一个原子轨道， np 能级有 3 个能量相同的原子轨道，它们相互垂直，分别以 p_x 、 p_y 、 p_z 表示。 nd 能级有 5 个能量相同的原子轨道， nf 能级有 7 个能量相同的原子轨道。

(3)同一能层中，不同能级的原子轨道的能量及空间伸展方向不同，但同一能级的几个原子轨道的能量相同，如 $2p_x$ 、 $2p_y$ 、 $2p_z$ 的能量相同。

(4)各能层中原子轨道数与能层序数(n)的关系：某能层中原子轨道数目=该能层序数的平方(即 n^2)。

3. s 能级和 p 能级原子轨道的比较

能级	s	p
轨道图形		
轨道形状	球形	哑铃形
轨道数目	1	3(相互垂直)
最多容纳电子数	2	6
相同点	①均以原子核为对称中心 ②原子轨道的平均半径分别随能层数增大而增大，且同种能级符号的原子轨道形状相似	

【知识迁移应用】

例 1 下列对核外电子运动状态的描述正确的是 ()

- A. 电子的运动与行星的运动相似，围绕原子核在固定的轨道上高速旋转
- B. 能层数为 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. 在同一能层上运动的电子，其空间运动状态可能不同

例2 [2024·浙江浙东北联盟高二期中] 下列有关原子轨道的说法不正确的是 ()

- A. 2s 原子轨道的形状为球形
B. 同一原子中能量大小: $1s < 2s < 3s < 4s$
C. $2p_x$ 、 $2p_y$ 、 $2p_z$ 轨道的能量不相同
D. p 能级有 3 个原子轨道, 它们相互垂直, 分别以 p_x 、 p_y 、 p_z 表示

◆ 学习任务二 泡利原理、洪特规则、能量最低原理

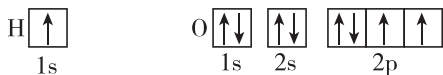
【课前自主预习】

1. 电子自旋与泡利原理

- (1) 自旋相反: 电子自旋在空间有 _____ 和 _____ 两种取向, 简称自旋相反, 常用上下箭头 ($\uparrow$ 和 $\downarrow$) 表示自旋相反的电子。
(2) 泡利原理: 在一个原子轨道里, 最多只能容纳 _____ 个电子, 它们的自旋 _____。(也称泡利不相容原理)

2. 电子排布的轨道表示式

(1) 轨道表示式(又称电子排布图)是表述电子排布的一种图式, 如氢和氧的基态原子的轨道表示式如下:



在轨道表示式中, 用方框(也可用圆圈)表示 _____, 能量相同的原子轨道(简并轨道)的方框 _____。

(2) 箭头表示一种自旋状态的电子, “ $\uparrow\downarrow$ ” 称 _____, “ $\uparrow$ ” 或 “ $\downarrow$ ” 称 _____(或称 _____)。如基态氧原子有 _____ 个未成对电子。

(3) 箭头同向的单电子称 _____, 如基态氧原子有 _____ 个自旋平行的 2p 电子。

(4) 通常应在方框下方或上方标记 _____。有时画出的能级上下错落, 以表达 _____ 高低不同。

3. 洪特规则

(1) 基态原子中, 填入 _____ 的电子总是先 _____, 且 _____, 称为洪特规则。

它不仅适用于基态原子, 也适用于 _____。
洪特规则是针对电子填入简并轨道而言的, 并不适用于电子填入能量不同的轨道。如 $2p^3$ 的轨道表示式为 $\boxed{\uparrow}\boxed{\uparrow}\boxed{\uparrow}$, 不能表示为 $\boxed{\uparrow\downarrow}\boxed{\uparrow}\boxed{}$ 。

(2) 特例: 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) 或全空状态 (p^0 、 d^0 、 f^0) 时, 具有较低的能量和较强的稳定性。如根据构造原理, 基态 Cr、Cu 的核外电子排布式应为 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^4 4s^2$ 、 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^9 4s^2$, 此状态时 Cr、Cu 的能量较高、不稳定, 而基态 Cr、Cu 的电子排布式实际是 _____ 和 _____。

4. 能量最低原理

(1) 能量最低原理: 在构建基态(能量最低的状态)原子时, 电子将尽可能地占据能量 _____ 的原子轨道, 使整个原子的能量 _____, 这就是能量最低原理。

(2) 整个原子的能量由 _____、_____ 和 _____ 三个因素共同决定, 相邻能级能量相差很 _____ 时, 电子填入能量 _____ 的能级即可使整个原子能量最低(如所有主族元素的基态原子); 相邻能级能量相差不太大时, 有 1~2 个电子占据能量稍 _____ 的能级可能反而降低了电子排斥能而使整个原子能量最低(如所有副族元素的基态原子)。

【问题思考】

(1) 常见原子失去电子变为离子时, 优先失去最外层电子还是能量最高的电子?

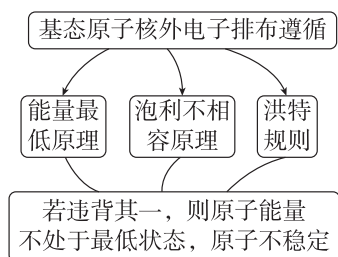
(2) 什么是原子核外电子的运动状态?

(3) 写出基态钠原子的原子结构示意图、电子排布式、轨道表示式和电子式。

【核心知识讲解】

1. 基态原子核外电子排布

(1) 基态原子核外电子排布的规律

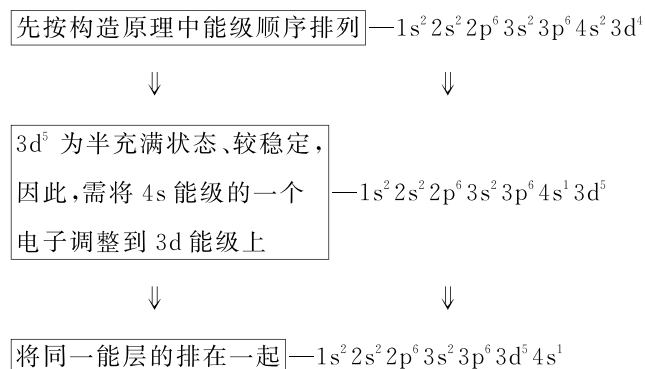


这三个原则并不是孤立的，而是相互联系、相互制约的，也就是说核外电子在原子轨道上的排布要同时遵循这三个原则。

(2) 特殊原子核外电子排布

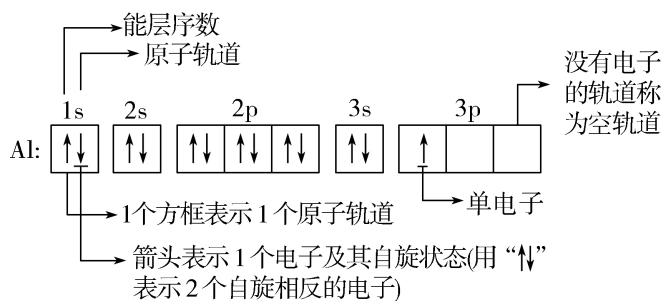
当 p、d、f 能级处于全空、全充满或半充满状态时，能量相对较低，原子结构较稳定。

如 $_{24}\text{Cr}$ 的电子排布：



2. 轨道表示式

(1) 轨道表示式中各符号、数字的含义(以基态 Al 原子为例)



(2) 书写原子轨道表示式的“五项要求”

① 一个方框(□)表示一个原子轨道，一个“箭头”表示一个电子，其中，s 轨道为 □，p 轨道为 □□□，d 轨道为 □□□□□。

② 不同能级中的方框(□)要相互分开，同一能级中的方框(□)要相互连接。

③ 整个原子的轨道表示式中各能级的排列顺序与相应的电子排布式一致。

④ 当一个方框(□)中有 2 个电子时，它们的自旋相反；当同一能级中的不同原子轨道有多个单电子时，电子要分占不同的原子轨道且自旋平行。

⑤ 根据洪特规则的特例，如基态 $_{24}\text{Cr}$ 原子价层电子

的轨道表示式为 $\begin{array}{|c|c|c|c|c|c|} \hline 3d & & & & & 4s \\ \hline \uparrow & \uparrow & \uparrow & \uparrow & \uparrow & \uparrow \\ \hline \end{array}$ (半充满)，易错写为 $\begin{array}{|c|c|c|c|c|} \hline 3d & & & & 4s \\ \hline \uparrow & \uparrow & \uparrow & \uparrow & \uparrow\downarrow \\ \hline \end{array}$ 。

3. 核外电子排布的表示方法

原子(离子)结构示意图	含义	将每个能层上的电子总数表示在原子核外的式子
	实例	Al: $\begin{array}{c} \text{(+13)} \\ \text{2 8 3} \end{array}$ S^{2-} : $\begin{array}{c} \text{(+16)} \\ \text{2 8 8} \end{array}$
电子排布式	含义	用数字在能级符号右上角标明该能级上排布的电子数
	实例	K: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1$
简化电子排布式	含义	为了避免电子排布式书写过于烦琐，把内层电子达到稀有气体原子结构的部分以相应稀有气体元素符号外加方括号表示
	实例	K: $[\text{Ar}]4s^1$
价层电子排布	含义	在化学反应中可能发生电子变动的能级中的电子排布式，主族元素的价层电子排布即最外层电子排布式
	实例	Al: $3s^2 3p^1$
轨道表示式(电子排布图)	含义	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
	实例	Al: $\begin{array}{ c c c c c } \hline 1s & 2s & 2p & 3s & 3p \\ \hline \uparrow\downarrow & \uparrow\downarrow & \uparrow\downarrow\uparrow\downarrow\uparrow\downarrow & \uparrow\downarrow & \uparrow\quad\quad\quad \\ \hline \end{array}$
电子式	含义	化学中常在元素符号周围用“·”或“×”来表示元素原子的最外层电子，相应的式子叫电子式
	实例	$\cdot\dot{\text{P}}\cdot\cdot\text{K}\cdot\cdot\cdot\dot{\text{S}}\cdot$

[名师小结] 前四周期元素核外电子排布的特殊性

(1)最外层只有 1 个未成对电子的元素

I A 族(ns^1 : H、Li、Na、K); III A 族(ns^2np^1 : B、Al、Ga);

VII A 族(ns^2np^5 : F、Cl、Br); Cr($3d^54s^1$)、Cu($3d^{10}4s^1$)。

(2)最外层有 2 个未成对电子的元素

II A 族(ns^2np^2 : C、Si、Ge); VI A 族(ns^2np^4 : O、S、Se)。

(3)最外层有 3 个未成对电子的元素

V A 族(ns^2np^3 : N、P、As)。

(4)核外电子排布中,未成对电子数最多的元素

Cr($3d^54s^1$, 共有 6 个未成对电子)。

【知识迁移应用】

例 3 某基态原子的最外层电子排布式为 $3s^23p^2$, 下列对其核外电子运动的说法错误的是 ()

- A. 有 4 种不同的伸展方向
- B. 有 5 种不同能量的电子
- C. 有 5 种不同的空间运动状态
- D. 有 14 种不同运动状态的电子

例 4 [2024·浙江绍兴高二期末] 下列说法正确的是 ()

- A. p 能级均含有 3 个相互垂直的哑铃形原子轨道
- B. $3d^2$ 表示 3d 能级有两个轨道
- C. 每一个电子层中都含有 s、p、d、f 能级
- D. 同一原子中可能存在两个运动状态完全相同的电子

例 5 下列对基态原子的电子排布式或轨道表示式的评价错误的是 ()

选项	电子排布式或轨道表示式	评价
A	C 原子: $1s^22s^22p_x^22p_y^02p_z^0$	违背洪特规则
B	Cr 原子: $1s^22s^22p^63s^23p^63d^54s^1$	书写正确
C	N 原子: $1s \uparrow\uparrow \quad 2s \uparrow\uparrow \quad 2p \uparrow \uparrow \uparrow$	违背泡利原理
D	Ar 原子: $1s^22s^22p^43s^23p^63d^2$	书写正确

课堂评价

知识巩固 素养形成

1. 判断正误(正确的打“√”,错误的打“×”)。

- (1)同一原子中 2p、3p、4p 能级轨道数依次增多 ()
- (2)因为 s 轨道的形状是球形的,所以 s 电子做的是圆周运动 ()
- (3)在一个基态多电子原子中,可以有两个运动状态完全相同的电子存在 ()
- (4) $3p^2$ 表示 3p 能级有两个轨道 ()
- (5)核外电子排布的表示方法中,轨道表示式最能反映电子的排布情况 ()
- (6) $2p_x^3$ 违背了洪特规则 ()
- (7) $3d^6$ 的轨道表示式为 $\begin{array}{c} 3d \\ \uparrow\downarrow\uparrow\downarrow\uparrow\downarrow \end{array}$ ()
- (8)在电子层、原子轨道、原子轨道伸展方向都确定时,就能准确表示电子的运动状态 ()

2. [2024·浙江台州高二期末] 下列说法正确的是 ()

- A. 电子云轮廓图是电子的概率密度分布图
- B. s 电子云轮廓图是圆形的
- C. $2p_x$ 、 $2p_y$ 和 $2p_z$ 在空间的取向相互垂直
- D. 同一原子的能层越低,电子云越弥散

3. 下列说法不正确的是 ()

- A. 原子核外电子排布,先排满 K 层再排 L 层、先排满 M 层再排 N 层
- B. 从空间角度看,3s 电子的电子云半径比 2s 电子的大
- C. 2p、3p、4p 的轨道形状均为哑铃形
- D. 各能层含有的原子轨道数为 n^2 (n 为能层序数)

4. [2024·浙江丽水高二期末] 下列说法正确的是 ()

- A. 基态 Cr 原子的价层电子排布: $3d^54s^1$, 违反能量最低原理
- B. 基态 C 原子的电子排布式: $1s^22s^22p_x^12p_z^1$, 违反能量最低原理
- C. 基态 C 原子的价层电子轨道表示式:

$\begin{array}{c} 2s \quad 2p \\ \uparrow\uparrow \quad \uparrow \uparrow \end{array}$, 违反泡利原理

D. 基态 Fe^{3+} 的 3d 电子轨道表示式: $\boxed{\uparrow\uparrow\uparrow\uparrow\uparrow}$, 违反洪特规则

5. [2024·浙江湖州高二期末] 回答下列问题:
(1)近年来我国科学家发现了一系列意义重大的铁系超导材料,其中一类为 Fe-Sm-As-F-O 组成的化合物。

①基态 Fe 原子中,核外存在 _____ 个运动状态不同的电子,Sm 的价层电子排布为 $4f^6 6s^2$, Sm^{3+} 的价层电子排布为 _____。

②基态 F 原子的价层电子轨道表示式为 _____。基态 As 原子的简化电子排布式为 _____。

(2)基态硫原子核外电子的空间运动状态有 _____ 种;其核外电子占据最高能级的电子云轮廓图为 _____ 形。

(3)现有如下四种元素的基态原子的电子排布式:① $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3$; ② $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^1$;

③ $1s^2 2s^2 2p^3$; ④ $[\text{He}] 2s^2 2p^2$ 。有关原子半径由大到小的正确顺序是 _____ (填序号)。

6. 回答下列问题:

(1)某元素的激发态(不稳定状态)原子的电子排布式为 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1 3p^3 3d^2$,则该元素基态原子的电子排布式为 _____;其最高价氧化物对应水化物的化学式是 _____。

(2)s 电子的原子轨道呈 _____ 形,每个 s 能级有 _____ 个原子轨道;p 电子的原子轨道呈 _____ 形,每个 p 能级有 _____ 个原子轨道。

(3)元素 X 的基态原子最外层电子排布式为 $ns^n np^{n+1}$,其 p 电子云在空间有 3 个相互 _____ (填“垂直”或“平行”)的伸展方向;元素 X 的名称为 _____,它的最低价氢化物的电子式是 _____。

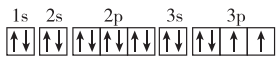
(4)元素 Y 的基态原子电子排布式为 $ns^{n-1} np^{n+2}$,则 Y 的元素符号为 _____。

T 拓展微课1 核外电子排布

类型一 原子核外电子排布的表示方法及书写时的常见错误

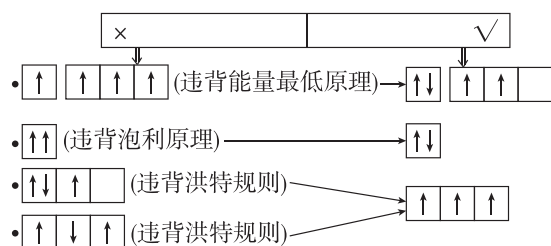
【必备知识】

1. 原子核外电子排布的表示方法

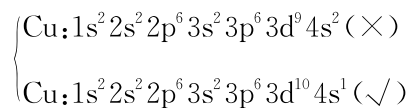
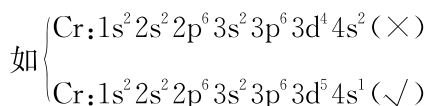
表示方法(以硫原子为例)	书写方法及注意事项
原子结构示意图: 	(1)每个电子层最多容纳的电子数为 $2n^2$ 个 (2)最外层电子数不超过 8 个(若最外层为 K 层则不超过 2 个);次外层电子数不超过 18 个(若次外层为 L 层则不超过 8 个);倒数第三层电子数不超过 32 个
电子排布式: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$	按电子填入各电子层中各能级的先后顺序,用能级符号依次写出各能级中的电子数,同时注意洪特规则特例
简化电子排布式: $[\text{Ne}] 3s^2 3p^4$	用“[稀有气体]+价层电子”的形式表示
价层电子排布: $3s^2 3p^4$	价层电子排布能反映基态原子的能层数和参与成键的电子数以及最外层电子数
轨道表示式: 	用方框表示原子轨道,用“↑”或“↓”表示一种自旋状态的电子,按填入各电子层中各能级的先后顺序和在轨道中的排布情况书写

2. 核外电子排布书写时的常见错误

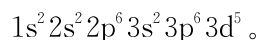
(1)在写基态原子的轨道表示式时,常出现以下错误:



(2)洪特规则特例



(3)当出现 d 轨道时,虽然电子按 ns 、 $(n-1)d$ 、 np 的顺序填充,但在书写电子排布式时,仍把 $(n-1)d$ 放在 ns 前,如 $\text{Fe}: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^6 4s^2$,而失电子时,却先失 $4s$ 轨道上的电子,如 Fe^{3+} :



(4)注意比较原子核外电子排布式、简化电子排布式、价层电子排布的区别与联系。如 Cu 的电子排布式: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^1$; 简化电子排布式: $[\text{Ar}] 3d^{10} 4s^1$; 价层电子排布: $3d^{10} 4s^1$ 。

【典例分析】

例 1 (1)[2024·甘肃卷节选] Ca^{2+} 和 Cl^- 的最外层电子排布图均为_____。

(2)[2023·浙江6月选考节选] 基态 N 原子的价层电子排布式是_____。

(3)[2023·广东卷节选] 基态 Fe^{2+} 的 3d 电子轨道表示式为_____。

(4)[2022·广东卷节选] Se 与 S 同族,基态硒原子价电子排布式为_____。

(5)[2022·海南卷节选] 基态 O 原子的电子排布式:_____,其中未成对电子有_____个。

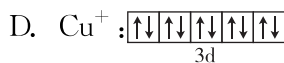
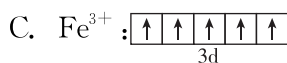
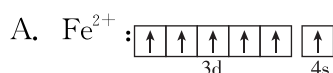
例 2 (1)Al 在元素周期表中的位置:_____。基态 Zn 原子的价层电子排布:_____。

(2)Mn 位于元素周期表中第四周期第_____族,基态 Mn 原子核外未成对电子有_____个。

(3)基态 Cu 原子核外电子排布式为_____。

(4)基态 Cl 原子中,电子占据最高能级的电子云轮廓图为_____形。

(5)下列基态原子或离子的价层电子的轨道表示式正确的是_____ (填标号)。



类型二 核外电子的空间运动状态和运动状态的区别

【必备知识】

1. 相关概念

(1)简并轨道:能量相同的原子轨道。

(2)电子对:同一原子轨道中,自旋相反的一对电子,用“ $\uparrow \downarrow$ ”表示。

(3)单电子:一个原子轨道中若只有一个电子,则该电子称为单电子,用“ $\uparrow$ ”或“ $\downarrow$ ”表示,又称未成对电子。

(4)自旋平行:箭头同向的单电子称为自旋平行。

(5)运动状态:原子中一个电子是一种运动状态,有几个电子,则有几运动状态。

2. 常见问题表述及示例

	基态硫原子的电子排布式为 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$
①运动状态等于电子数	S 原子核外有 16 个电子,则有 16 种不同运动状态的电子
②空间运动状态等于轨道数	S 原子的电子排布式为 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$,其轨道数为 $1+1+3+1+3=9$,则有 9 种不同的空间运动状态
③伸展方向看轨道类型	S 原子的 s 轨道为球形,只有 1 种伸展方向,p 轨道有 3 种伸展方向,则共有 4 种不同的伸展方向
④不同能量的电子看能级数	S 原子的电子排布式为 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$,有 5 种不同能量的电子

【典例分析】

例 3 [2024·浙江宁波北仑中学高二开学考] Al 原子核外电子的空间运动状态有 ()

- A. 5 种 B. 7 种 C. 9 种 D. 13 种

例 4 回答下列问题。

(1)对于基态 Cr 原子,下列叙述正确的是_____ (填标号)。

- A. 轨道处于半充满时体系总能量低,核外电子排布式应为 $[\text{Ar}]3d^5 4s^1$
B. 4s 电子能量较高,总是在比 3s 电子离核更远的地方运动

(2)原子中运动的电子有两种相反的自旋状态,若一种自旋状态用 $+\frac{1}{2}$ 表示,则与之相反的用 $-\frac{1}{2}$ 表示,称为电子的自旋磁量子数。对于基态的磷原子,其价电子自旋磁量子数的代数和为_____。

(3)镁元素基态原子核外 M 层电子的自旋_____ (填“平行”或“相反”)。

(4)基态 S 原子的核外电子占据最高能级的电子云轮廓图为_____形。

(5)铝原子的核外电子云有_____种不同的伸展方向,有_____种不同运动状态的电子。

类型三 未成对电子数目

【必备知识】

基态原子的未成对电子数目规律

族序数	I A	II A	III A	IV A	V A	VI A	VII A	0
未成对电子数	1	0	1	2	3	2	1	0
族序数	III B (Sc)	IV B (Ti)	V B (V)	VI B (Cr)	VII B (Mn)	VIII (Fe,Co,Ni)	I B (Cu)	II B (Zn)
未成对电子数	1	2	3	6	5	4,3,2	1	0

【典例分析】

例 5 下列微粒中,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. Fe: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^6 4s^2$
D. Mn: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5 4s^2$

例 6 判断原子中未成对电子数目,按要求填空:

(1)基态 Ti^{3+} 中未成对电子数有_____个;与 Ti 同族且相邻的元素 Zr 的基态原子价层电子排布为_____;与钛同周期元素的基态原子中,未成对电子数与钛相同的元素有_____种。

(2)血红蛋白中的 Fe^{2+} 处于基态时,其最高能级的单电子数为_____。

(3)Cr 与 Ni 的基态原子核外未成对电子数之比为_____。

(4)第四周期中未成对电子数最多的基态原子的价层电子轨道表示式为_____。

(5)基态 Cu 原子的价层电子轨道表示式为_____,基态 Cu 原子有_____个未成对电子。

(6)某元素的原子最外层电子排布式为 $ns^n np^{n+2}$,则 $n=$ _____;原子中能量最高的是_____电子,价层电子轨道表示式为_____。

第二节 原子结构与元素的性质

第1课时 原子结构与元素周期表

新课探究

知识导学 素养初识

◆ 学习任务 原子结构与元素周期表

【课前自主预习】

1. 元素周期律、元素周期系和元素周期表

(1) 元素周期律

元素的性质随_____递增而呈周期性的变化，这个规律称作元素周期律。

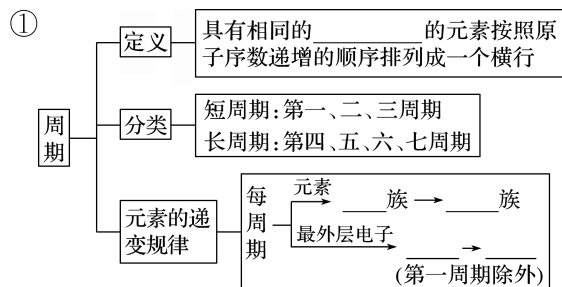
(2) 元素周期系

元素按其_____（即_____）递增排列的序列称为元素周期系。

(3) 元素周期表是呈现_____的表格。
_____只有一个，_____多种多样。

2. 构造原理与元素周期表

(1) 周期



全部为金属																		非金属分布					元素种类	
IA	IIA		8、9、10三列										注意周期表边界		IIIA	IVA	V	VA	VIA	VIIA	0	2	短周期	
			IIIB	IVB	VB	VIB	VII B	VIII	IB	II B										8				
																				8				
																				18	长周期			
																				18				
																				32				
																				32				

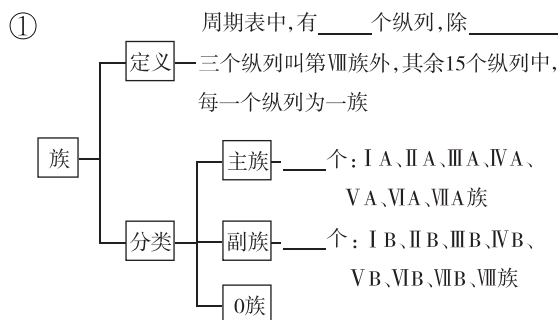
② 元素周期系中每个周期的元素数，第一周期从_____开始，以_____结束，只有两种元素。其余各周期总是从_____能级开始，以_____结束，而从 ns 能级开始以 np 结束递增的_____

_____（或_____）就等于每个周期里的元素数。

	1s	2s→2p	3s→3p	4s→3d→4p	5s→4d→5p
周期	一	二	三	四	五
元素数	2	8	8	18	18
		6s→4f→5d→6p	7s→5f→6d→7p	……	
周期		六	七		
元素数		32	32		

③ 从第四周期开始的长周期，比短周期多出的元素全部是_____，这是因为它们的最外层电子数始终不超过 2，为_____（Pd 例外）。而第六、第七周期比第四、第五周期多出 14 种元素的基态原子最外层也只有 2 个 s 电子，所以也是_____。

(2) 族



② 元素周期表中，同族元素_____相同，这是同族元素性质相似的结构基础。例如，元素周期表最左侧第 I A 族元素的基态原子最外层都只有一个电子，即_____；元素周期表最右侧稀有气体元素的基态原子，除氦 ($1s^2$) 外，最外层都是 8 电子，即_____。

(3) 分区

① 根据核外电子排布，可把元素周期表划分成 5 个区：s 区、p 区、d 区、ds 区、f 区。除 ds 区外，一般来说，各区的名称来自按构造原理最后填入电子的能级的符号。

② 根据元素的金属性和非金属性，划分为金属元素区（周期表左下方）和非金属元素区（周期表右上方）。

[问题思考]

(1)根据构造原理,解释为什么元素周期表中,第一、二、三、四、五、六、七周期中含有元素的数目分别是 2、8、8、18、18、32、32?

(2)元素周期表划分区的依据是什么?区的名称与该区原子中电子的能级符号之间有什么关系?

(3)能否根据原子的价层电子排布判断元素在周期表中的位置?

【核心知识讲解】

1. 核外电子排布与周期的划分

(1)每一周期元素原子的价层电子排布与元素种类

周期	价层电子排布			各周期增加的能级	元素种类
	第 I A 族	0 族	最外层最多容纳电子数		
一	1s ¹	1s ²	2	1s	2
二	2s ¹	2s ² 2p ⁶	8	2s、2p	8
三	3s ¹	3s ² 3p ⁶	8	3s、3p	8
四	4s ¹	4s ² 4p ⁶	8	4s、3d、4p	18
五	5s ¹	5s ² 5p ⁶	8	5s、4d、5p	18
六	6s ¹	6s ² 6p ⁶	8	6s、4f、5d、6p	32
七	7s ¹	7s ² 7p ⁶	8	7s、5f、6d、7p	32

(2)核外电子排布与周期划分的关系

①根据构造原理,将能量相近的能级分为一组,按能量由低到高可分为 7 个能级组,同一能级组内,各能级能量相差较小,各能级组之间能量相差较大。

②每一个能级组对应一个周期,且该能级组中最高的能级对应的能层数等于元素的周期序数。

③能级组容纳的最多电子数等于该周期元素种数。

2. 核外电子排布与族的划分

(1)主族元素原子的价层电子排布

主族序数	I A	II A	III A	IV A	V A	VI A	VII A
价层电子排布	ns ¹	ns ²	ns ² np ¹	ns ² np ²	ns ² np ³	ns ² np ⁴	ns ² np ⁵

①主族元素的族序数=价电子总数=最高正价(O、F 除外)。

②同主族元素原子的价层电子排布相同,价电子全部排布在 ns 或 ns 和 np 轨道上。

(2)稀有气体原子的价层电子排布为 1s² 或 ns²np⁶。

(3)过渡元素(以第四周期为例)原子的价层电子排布

族序数	价层电子排布
III B	3d ¹ 4s ²
IV B	3d ² 4s ²
V B	3d ³ 4s ²
VI B	3d ⁵ 4s ¹
VII B	3d ⁵ 4s ²
VIII	3d ^{6~8} 4s ²
I B	3d ¹⁰ 4s ¹
II B	3d ¹⁰ 4s ²

①第 III B 族→第 VII B 族:族序数=价电子数=原子最外层 ns 电子数+次外层(n-1)d 电子数=最高正价(镧系、锕系除外)。

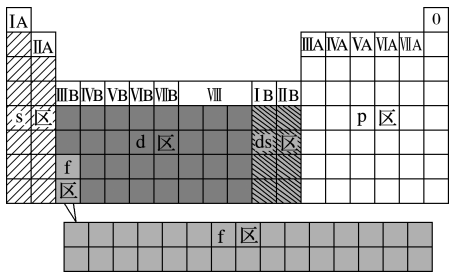
②第 VIII 族:原子最外层 ns 电子数与次外层(n-1)d 电子数之和分别为 8、9、10。

③第 I B 族和第 II B 族的族序数=原子最外层电子数。

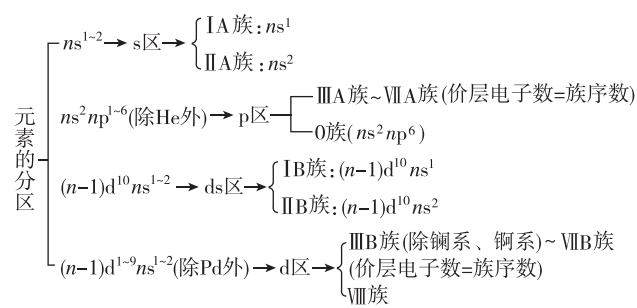
3. 元素周期表的分区

(1)按电子排布分区

①一般按核外电子排布式中最后填入电子的能级符号可将元素周期表(第 I B 族、第 II B 族除外)分为 s、p、d、f 4 个区,而第 I B 族、第 II B 族这 2 个纵列元素原子的核外电子可理解为先填充满(n-1)d 能级后再填充 ns 能级而得名 ds 区。



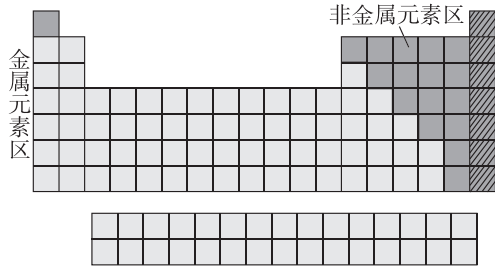
②元素的分区与核外电子排布：



(2)按金属元素与非金属元素分区

①金属、非金属元素在元素周期表中的位置

沿着周期表中硼、硅、砷、碲、砹与铝、锗、铋、钋、铼之间画一条线，线的左边是金属元素（氢除外），线的右边是非金属元素（稀有气体元素除外）。非金属元素主要集中在元素周期表右上角的三角区内（如图所示）。



②金属与非金属分界线附近元素的性质特点

在元素周期表中位于金属和非金属分界线附近的元素兼有金属和非金属的性质，位于此处的元素（如硼、硅、锗、砷、锑等）常被称为半金属或类金属（一般可用作半导体材料）。

[方法技巧] 元素周期表结构巧记口诀

横行叫周期，现有一至七，四长三个短，全部已填满。

纵列称为族，共有十六族，一八依次现^①，一零再一遍^②。

一纵一个族，VIII族搞特殊，三纵算一族，占去8、9、10。

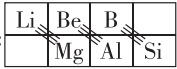
镧系与锕系，蜗居不如意，十五挤着住，都属III B族。

说明：①指I A族、II A族、III B族、IV B族、V B族、VI B族、VII B族、VIII族；

②指I B族、II B族、III A族、IV A族、V A族、VI A族、VII A族、0族。

4. 对角线规则

(1)对角线规则：在元素周期表中，某些主族元素与右下方的主族元素的有些性质是相似的，这种相似性被称为对角线规则。如：



(2)对角线规则示例

锂与镁：锂和钠虽位于同一主族，但与钠的性质相差较远，而锂的化学性质与镁更相似。如：

①锂和镁在 O_2 中燃烧，并不生成过氧化物，都只生成氧化物 (Li_2O 、 MgO)。

②锂和镁都能直接与 N_2 反应生成氮化物 (Li_3N 、 Mg_3N_2)。

③锂和镁的氢氧化物在加热时都可分解生成氧化物 (Li_2O 、 MgO) 和 H_2O 。

④锂和镁的碳酸盐均不稳定，受热均能分解生成相应氧化物和 CO_2 。

⑤含锂和镁的某些盐，如碳酸盐、磷酸盐等均难溶于水。

(3)对角线规则是从相关元素及其化合物的许多性质中总结出来的经验规则。

如铍、铝两元素的性质相似性：

	与酸反应	与碱反应
单质	$2Al + 6H^+ \rightleftharpoons 2Al^{3+} + 3H_2 \uparrow$ $Be + 2H^+ \rightleftharpoons Be^{2+} + H_2 \uparrow$	$2Al + 2OH^- + 6H_2O \rightleftharpoons 2[Al(OH)_4]^- + 3H_2 \uparrow$ $Be + 2OH^- + 2H_2O \rightleftharpoons [Be(OH)_4]^{2-} + H_2 \uparrow$
氧化物	$Al_2O_3 + 6H^+ \rightleftharpoons 2Al^{3+} + 3H_2O$ $BeO + 2H^+ \rightleftharpoons Be^{2+} + H_2O$	$Al_2O_3 + 2OH^- + 3H_2O \rightleftharpoons 2[Al(OH)_4]^-$ $BeO + 2OH^- + H_2O \rightleftharpoons [Be(OH)_4]^{2-}$
氢氧化物	$Al(OH)_3 + 3H^+ \rightleftharpoons Al^{3+} + 3H_2O$ $Be(OH)_2 + 2H^+ \rightleftharpoons Be^{2+} + 2H_2O$	$Al(OH)_3 + OH^- \rightleftharpoons [Al(OH)_4]^-$ $Be(OH)_2 + 2OH^- \rightleftharpoons [Be(OH)_4]^{2-}$

[易错提醒] 对角线规则是从相关元素及其化合物的许多性质中总结出来的经验规则，不是定理。这种对角线规则是一种经验规则，也就是说从理论上来说它并不是很严谨，所以它在实用方面有一定的局限性，应慎重使用。