

第二章 原子结构之思考题和练习题参考答案

2.3 氢原子核外只有 1 个电子，为什么在紫外、可见和红外都有发射谱线？

解：虽然 H 原子核外只有一个电子，但其核外存在未填充电子的空轨道。当电子吸收的能量不同，其跃迁进入的空轨道能量也是不同的。如果被激发的电子由 $n \geq 2$ 的电子层回到 $n=1$ 层，发射出的谱线就位于紫外区；如果被激发的电子由 $n \geq 3$ 的电子层回到 $n=2$ 层，发射出的谱线就位于可见区；如果被激发的电子由 $n \geq 4$ 的电子层回到 $n=3$ 层，发射出的谱线就位于红外区。

2.11 下列轨道上的电子，在 xy 平面上的电子云密度为零的是 (A)

(A) $3p_z$ (B) $3d_{z^2}$ (C) $3s$ (D) $3p_x$

2.12 量子力学中所说的原子轨道是指 (A)

(A) 波函数 (B) 电子云 (C) 波函数 (D) 概率密度

2.13 在 $3p$ 电子云的径向分布图中有 2 个概率(几率)峰，有 1 个节面。

2.14 请指出 $n=4$ 的电子层中包含有哪几个能级？其能量是否相等？

解： $n=4$ 的电子层中包含四个能级，因为 $n=4$ 时， l 可以取 0、1、2、3，对应就是 $4s$ 、 $4p$ 、 $4d$ 、 $4f$ 四个能级。它们的能量是不相等的，因为能级的能量由 n 和 l 共同决定，各能级的 l 值不同，则能量就不同，从 $4s$ 到 $4f$ 能量依次增加。

2.15 请指出 $n=4$ 的电子层中有几种形状的原子轨道或电子云？它们分别是什么形状？

解：因 $n=4$ 的电子层中包含 $4s$ 、 $4p$ 、 $4d$ 、 $4f$ 四个能级，则有 s 、 p 、 d 、 f 四种形状的原子轨道或电子云，它们的形状主要是球型(s)、哑铃型(p)、四瓣梅花型(d)。 f 的形状很复杂，在此不讲。

2.22 按要求填写下表

主量子数	角量子数	原子轨道符号	磁量子数	自旋量子数	可能的状态数
5	3	5f	0; ±1; ±2; ±3	+1/2	7
3	1	3p	0; ±1	±1/2	6
4	0	4s	0	±1/2	2
	1	4p	0; ±1	±1/2	6
	2	4d	0; ±1; ±2	±1/2	10
	3	4f	0; ±1; ±2; ±3	±1/2	14
3	2	3d	0; ±1; ±2	±1/2	10

4	4d	0; ±1; ±2	±1/2	10
5	5d	0; ±1; ±2	±1/2	10
6	6d	0; ±1; ±2	±1/2	10
7	7d	0; ±1; ±2	±1/2	10

2.23 用 4 个量子数来正确描述 5d¹ 电子的运动状态。

解: 5d¹ 的四个量子数分别是: 5; 2; 0(或者 ±1、±2 中的任意一个); +1/2(或者 -1/2)。

2.24 波函数 ψ 是描述_____数学函数式, 它和_____是同义词。| Ψ |² 的物理意义是_____, 电子云是_____的形象化表示。

解: 波函数 ψ 是描述核外电子空间运动状态的数学函数式, 它和原子轨道是同义词。| Ψ |² 的物理意义是代表电子在空间某点(r, θ , Φ)出现的概率密度, 电子云是电子在核外空间出现的概率密度分布的形象化表示。

2.26 不同元素的原子其相同能级(如 1s 能级)的能量都一样吗? 为什么?

解: 不同元素的原子其相同能级(如 1s 能级)的能量是不同的, 因为能级能量的高低还与原子序数有关, 该值越大, 对轨道的吸引力越强, 所以轨道能量越低。

2.27 Cotton 能级图中, 在 $Z < 21$ 时, 3d 能量高于 4s, 但 $Z \geq 21$ 后, Z 越大, 3d 能量越低于 4s, 为什么?

解: 在 $Z < 21$ 时, 3d 上无电子, 由于 4s 钻穿效应强于 3d, 所以能量低于 3d。但 $Z \geq 21$ 后, 3d 上有电子填充, 则 3d 上的电子会对外层的 4s 电子产生屏蔽效应, 从而使 4s 能量高于 3d。且随着原子序数的增大, 核对离核近的 3d 能级的吸引力会比 4s 能级的更强, 所以 3d 能级的能量越低于 4s。

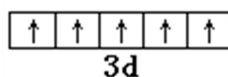
2.28 请排出氢原子中 3s、3p、3d、4s 能级能量高低的顺序, 并说明原因。

解: 氢原子的 3s、3p、3d 能级的能量是相等的, 这是因为氢原子核外只有 1 个电子, 没有电子间的屏蔽效应, 所以 3s=3p=3d。因为 n 值越大, 离核越远, 能量越高, 所以 4s 的能量高于 3s、3p、3d。

2.31 写出下列原子的核外电子排布式、价电子构型以及其轨道排布式。

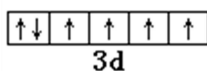
E: Mn²⁺(Z=25) F: Co³⁺(Z=27)

解: Mn²⁺:Mn 原子的电子排布式(整理后)是 1s²2s²2p⁶3s²3p⁶3d⁵4s², 则 Mn²⁺ 应为: 1s²2s²2p⁶3s²3p⁶3d⁵; 价电子构型为: 3d⁵; 价电子的轨道排布式:



Co³⁺:Co 原子的电子排布式(整理后)是 1s²2s²2p⁶3s²3p⁶3d⁷4s², 则 Co³⁺ 应

为: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^6$; 价电子构型为: $3d^6$; 价电子的轨道排布式:



2.36 填空

元素	原子序数	价层电子排布	周期和族	最高价	
				氧化物	水合物
A	24	$3d^5 4s^1$	四; VI B	CrO_3	H_2CrO_4
B	56	$6s^2$	六; II A	BaO	$Ba(OH)_2$
C	53	$5s^2 5p^5$	五; VII A	I_2O_7	H_5IO_6
D	82	$6s^2 6p^2$	六; IV A	PbO_2	$Pb(OH)_4$
E	48	$4d^{10} 5s^2$	五; II B	CdO	$Cd(OH)_2$

2.39 完成下列问题

(1) D; (2) B; (3) D

(4) 前六周期中电负性最大的元素是 F, 电负性最小的元素是 Cs。非金属元素的电负性大致在 2.0 以上。化学元素中, 第一电离能最小的是 Cs, 第一电离能最大的是 He。