

第五章习题答案

1. 氢原子的发射光谱中有一条谱线，是电子从 $n=4$ 跃迁到 $n=2$ 的轨道时放出的辐射能所产生的，试计算该谱线的波长并指出该谱线属于哪一波段。
2. 根据 Bohr 理论计算第五个 Bohr 轨道的半径和电子在此轨道上的能量。
3. 用原子轨道符号表示下列各套量子数。

a. $n=2, l=1, m=-1$; b. $n=4, l=0, m=0$; c. $n=5, l=2, m=0$.

$2p_y$

$4s$

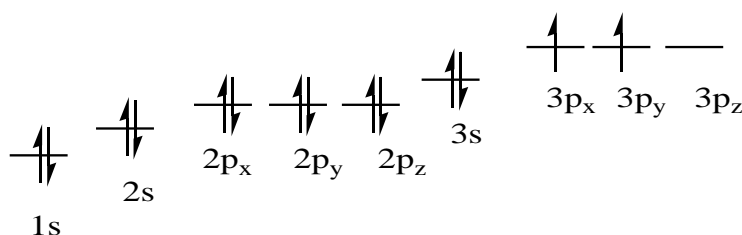
$5d_{zx}$

4. 以下各亚层哪些能够存在？包含多少轨道？

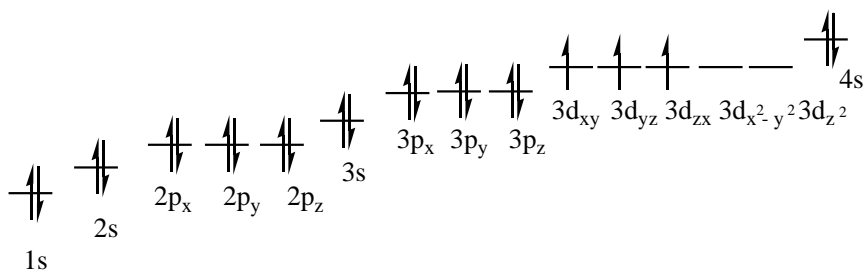
a. $2s$; b. $3f$; c. $4p$; d. $5d$; e. $1p$; d. $2d$.

5. 画出 Si、V、Fe 电子轨道图，指出这些原子各有几个未成对电子？

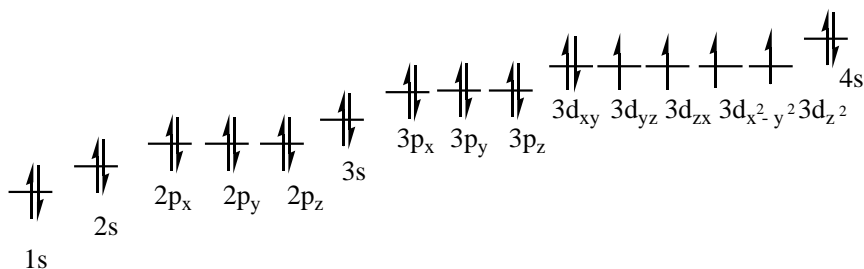
Si 共有两个未成对电子



V 共有三个未成对电子



Fe 共有四个未成对电子



6. 下列的电子运动状态是否存在？为什么？

- a. $n=2, l=2, m=0, m_s=+1/2$;
 b. $n=3, l=2, m=2, m_s=+1/2$;
 c. $n=4, l=1, m=-3, m_s=+1/2$;
 d. $n=3, l=2, m=0, m_s=+1/2$ 。

7. 对下列各组轨道，填充合适的量子数：

- a. $n=?, l=2, m=0, m_s=+1/2$;
 b. $n=2, l=?, m=-1, m_s=-1/2$;
 c. $n=4, l=2, m=0, m_s=?$;
 d. $n=2, l=0, m=?, m_s=+1/2$ 。

a. $n \geq 3$ $n \in \mathbb{N}$ b. $l=1$ c. $m_s = +1/2, -1/2$ d. $m=0$

8. 试用 s, p, d, f 符号表示下列各元素原子的电子分布式，指出它们各属于第几周期、第几族？

a. ${}_{26}\text{Fe}$ b. ${}_{18}\text{Ar}$ c. ${}_{29}\text{Cu}$ d. ${}_{35}\text{Br}$

9. 填充下表

原子序数	电子分布式	外层电子构型	周期	族
27	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^7 4s^2$	$4s^2$	4	VIII
31	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^1$	$4s^2 4p^1$	4	III A
9	$1s^2 2s^2 2p^5$	$2s^2 2p^5$	2	VII A
42	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6 4d^5 5s^1$	$4d^5 5s^1$	5	VI B
80	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6 4d^{10} 4f^{14} 5s^2 5p^6 5d^{10} 6s^2$	$5d^{10} 6s^2$	6	IIB

10. 已知下列元素的原子的外层电子构型分别是：

- a. $3s^2$; b. $2s^2 p^4$; c. $3d^3 4s^2$; d. $4d^{10} 5s^2$

请指出它们是什么元素，处于哪一周，哪一族。

解：

- a. $3s^2$ 是镁 Mg ，第三周期 II A 族
 b. $2s^2 p^4$ 是硫 S ，第三周期 VI A 族
 c. $3d^3 4s^2$ 是钒 V ，第四周期 V B 族
 d. $4d^{10} 5s^2$ 是镉 Cd ，第五周期 IIB 族

11. 若元素最外层仅有一个电子，该电子的量子数如下：

$$n=4, l=0, m=0, m_s=+1/2$$

问：1) 符合上述条件的元素可以有几个？原子序数各为多少？

2) 写出相应元素的电子分布式，指出在周期表中所处的位置。

解：1). 3 个，分别为钾，铬，铜 原子序数为 19, 24, 29

2). K: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1$ 第四周期，第一主族

Cr: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5 4s^1$ 第四周期，第 VI B 族

Cu: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^1$ 第四周期 第一副族

12. 写出下列各种离子的外层电子构型:

- a. Ti^{4+} ; b. Mn^{2+} ; c. Fe^{3+} ; d. Cd^{2+}

解:

- a. $3s^2 3p^6$ b. $3d^5$ c. $3d^5$ d. $4d^{10}$

13. 指出下列分子的中心原子可能采用的杂化轨道类型, 并写出分子的空间构型。

- a. BBr_3 ; b. SiH_4 ; c. BeH_2 ; d. PH_3 ; e. H_2S

解: a. B 采用 sp^2 杂化轨道类型, 空间结构是平面三角形.

b. Si 采用 sp^3 杂化轨道类型, 空间结构是正四面体.

c. Be 采用 sp 杂化轨道类型, 空间结构直线型.

d. P 采用 sp^3 杂化轨道类型, 空间结构是三角锥形.

e. S 采用 sp^3 杂化轨道类型, 空间结构是“V”型.(类似于 H_2O)

14. 解释 H_2O 和 BeCl_2 都是三原子分子, 为何前者为 V 形, 而后者为直线形?

解:

氧原子的外层共有 6 个电子, 因此水分子中氧原子形成 sp^3 杂化轨道类型, 共四个轨道两个氢原子, 则空出的两个轨道被氧原子中的两对孤对电子占据, 由于电子的斥力, 所以空间结构呈 V 形. 而 Be 原子外层两个电子, 其杂化时形成 sp 杂化轨道类型, 所以呈直线型.

15. 指出下列分子之间存在哪几种分子间作用力(包括氢键)。

- a. H_2 分子间; b. H_2O 与 O_2 分子间; c. H_2O 分子间; d. HCl 与 H_2O 分子间; e. CH_3Cl 分子间。

a 色散力

b 色散力 诱导力

c 色散力 诱导力 取向力 氢键

d 色散力 诱导力 取向力 氢键

e 色散力 诱导力 取向力

16. 为什么 a. 室温下 CH_4 为气体, CCl_4 为液体, 而 Cl_4 为固体?

b. H_2O 的沸点高于 H_2S , 而 CH_4 的沸点却低于 SiH_4 ?

解: a 在这几个化合物中, 随着 H Cl I 原子序数的增加, 原子的核电荷数增大, 所以它们的相对分子质量增大, 分子间作用力会递增, 沸点递增, 所以在室温下分别呈现气体, 液体和固体状态。

b H_2O 的沸点高于 H_2S 是因为 H_2O 能形成分子间的氢键, 而 H_2S 却不能形成氢键, 故 H_2S 沸点低于 H_2O ;

CH_4 的沸点低于 SiH_4 是因为都不存在氢键, 只有范德华力, 随着相对分子质量的增大而分子间作用力增大, 所以 CH_4 的沸点较低。

17. 乙醇和二甲醚的组成相同，但前者的沸点为 78.5°C ，后者的沸点为 -23°C ，为什么？

解：虽然二者的组成是相同的，但是由于分子结构上的差异，使得二者沸点差异很大，其原因是在乙醇中存在氢键，而在二甲醚中则不存在，虽然都有范德华力的存在，但是较之氢键能量差的很多，所以乙醇的沸点大于二甲醚的沸点。