

第1章 原子结构与元素周期律

1. 在自然界中氢有三种同位素，氧也有三种同位素，问：总共有多少种含有不同核素的水分子？由于 ^3H 太少，可忽略不计，问：不计 ^3H 时天然水中共有多少种同位素异构水分子？

解： $c_3^2 \cdot c_3^1 + c_3^1 \cdot c_3^1 = 3 \times (3 + 3) = 18$ 共有 18 种不同核素的水分子

$$c_2^2 \cdot c_3^1 + c_2^1 \cdot c_3^1 = 3 \times (1 + 2) = 9 \quad \text{共有 9 种不同核素的水分子}$$

2. 用质谱仪测得溴的两种天然同位素的相对原子质量和同位素丰度分别为 ^{79}Br 78.9183 占 50.54%， ^{81}Br 80.9163 占 49.46%，求溴的相对原子质量。

解： $Ar(\text{Br}) = 78.9183 \times 50.54\% + 80.9163 \times 49.46\% = 79.91$

3. 铊的天然同位素 ^{203}Tl 和 ^{205}Tl 的核素质量分别为 202.97u 和 204.97u，已知铊的相对原子质量为 204.39，求铊的同位素丰度。

解： 设 ^{203}Tl 的丰度为 X， ^{205}Tl 的丰度为 1-X

$$204.39 = 202.97X + 204.97(1-X) \quad X = 29.00\%$$

4. 等质量的银制成氯化银和碘化银，测得质量比 $m(\text{AgCl}) : m(\text{AgI}) = 1 : 1.63810$ ，又测得银和氯的相对原子质量分别为 107.868 和 35.453，求碘的原子量。

解： $\frac{m(\text{AgCl})}{m(\text{AgI})} = \frac{1}{1.63810} = \frac{107.868 + 35.453}{107.868 + X} \quad X = 126.91$

5. 为什么有的元素原子量的有效数字的位数多达 9 位，而有的元素的原子量的有效数字的位数却少至 3~4 位？

答：单核素元素只有一种同位素，因而它们的原子量十分准确。而多核素元素原子量的准确性与它们同位素丰度的测量准确性有关（样品的来源、性质以及取样方式方法等）。若同位素丰度涨落很大的元素，原子量就不可能取得很准确的数据。

6. Br_2 分子分解为 Br 原子需要的最低解离能为 $190\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ ，求引起溴分子解离需要吸收的最低能量子的波长与频率。

解： $\nu = \frac{E}{N_A h} = \frac{190000}{6.02 \times 10^{23} \times 6.626 \times 10^{-34}} = 4.76 \times 10^{14} \text{ s}^{-1}$

$$\lambda = \frac{c}{\nu} = \frac{3 \times 10^8 \times 10^9}{4.76 \times 10^{14}} = 630 \text{ nm}$$

7. 光化学毒雾的重要组成部分之一—— NO_2 解离为 NO 和 O_2 需要的能量为 $305\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ ，引起这种变化的光最大波长多大？属于哪种辐射范围？已知射到地面阳光最短波长为 320nm， NO_2 气体在近地大气里会不会解离？

解:

$$\lambda = \frac{N_A h c}{E} = \frac{6.02 \times 10^{23} \times 6.626 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8}{305000} \\ = 3.92 \times 10^{-7} \text{ m} = 392 \text{ nm}$$

属于紫外光区 (可见光波长范围 400~760nm), 在近地大气里会解离。

8. 氢原子核外电子光谱中的莱曼光谱中有一条谱线的波长为 103nm, 问: 它相应于氢原子核外电子的哪一个跃迁?

$$\text{解: } \Delta E = h \cdot \frac{c}{\lambda} = \frac{6.626 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8}{103 \times 10^{-9}} = 1.93 \times 10^{-18} \text{ J} = 12.1 \text{ eV}$$

$$\Delta E = -13.6 \left(\frac{1}{n_2^2} - \frac{1}{n_1^2} \right) = 12.1$$

已知 $n_1 = 1$ 解得: $n_2 = 3$ 即电子从 M → K

9. 当电子的速度达到光速的 20% 时, 该电子的德布罗依波长多大? 当锂原子 (质量 7.02amu) 以相同速度飞行时, 其德布罗依波长多大?

解:

$$\lambda_1 = \frac{h}{mv} = \frac{6.626 \times 10^{-34}}{9.1 \times 10^{-31} \times 3 \times 10^8 \times 20\%} = 1.21 \times 10^{-11} \text{ m} = 12.1 \text{ pm}$$

$$\lambda_2 = \frac{h}{mv} = \frac{6.626 \times 10^{-34}}{7.02 \times 1.66 \times 10^{-27} \times 3 \times 10^8 \times 20\%} = 9.48 \times 10^{-16} \text{ m} = 9.48 \times 10^{-4} \text{ pm}$$

10. 根据原子序数给出下列元素的基态原子的核外电子组态:

(a) ^{19}K (b) ^{13}Al (c) ^{17}Cl (d) ^{22}Ti (e) ^{30}Zn (f) ^{33}As

解: K: $[\text{Ar}]4s^1$

Al: $[\text{Ne}]3s^23p^1$

Cl: $[\text{Ne}]3s^23p^5$

Ti: $[\text{Ar}]3d^24s^2$

Zn: $[\text{Ar}]3d^{10}4s^2$

As: $[\text{Ar}]3d^{10}4s^24p^3$

11. 请预言第 118 和第 166 号元素在周期表中的位置.

解: 118号: $[\text{Rn}]5f^{14}6d^{10}7s^27p^6$ 第七周期, 零族

166号: $[118]5g^{18}6f^{14}7d^{10}8s^28p^4$ 第八周期, VIA族

12. 给出下列基态原子或离子的价电子层电子组态, 并用方框图表示轨道。

(a) Be (b) N (c) F (d) Cl^- (e) Ne^+ (f) Fe^{3+} (g) As^{3+}

解: Be: $2s^2$

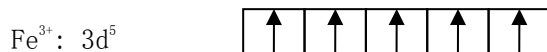
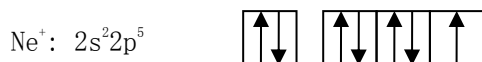


N: $2s^22p^3$



F: $2s^22p^5$





13. 以下哪些原子或离子的电子组态是基态、激发态还是不可能的组态？

- (a) $1s^2 2s^2$ (b) $1s^2 3s^1$ (c) $1s^2 3d^3$ (d) $[\text{Ne}] 3s^2 3d^1$ (e) $[\text{Ar}] 3d^2 4s^2$ (f) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$
(g) $[\text{Ne}] 3s^2 3d^{12}$

答: a e f h i 是基态 b c d 是激发态 g是不可能组态

14. Li^+ 、 Na^+ 、 K^+ 、 Rb^+ 、 Cs^+ 的基态最外层电子组态与次外层电子组态分别如何？

解: $\text{Li}^+: 1s^2$

$\text{Na}^+: 2s^2 2p^6$ 次外层—— $1s^2$ $2e^-$

$\text{K}^+: 3s^2 3p^6$ 次外层—— $2s^2 2p^6$ $8e^-$

$\text{Rb}^+: 4s^2 4p^6$ 次外层—— $3s^2 3p^6 3d^{10}$ $18e^-$

$\text{Cs}^+: 5s^2 5p^6$ 次外层—— $4s^2 4p^6 4d^{10}$ $18e^-$

15. 已知电中性的基态原子的价电子层电子组态分别为:

- (a) $3s^2 3p^5$ (b) $3d^6 4s^2$ (c) $5s^2$ (d) $4f^9 6s^2$ (e) $5d^{10} 6s^1$

试根据这个信息确定它们在周期表中属于哪个区？哪个族？哪个周期？

解: (a) p区、VIIA、第三周期

(b) d区、VIII、第四周期

(c) s区、IIA、第五周期

(d) f区、IIIB、第六周期

(e) ds区、IB、第六周期

16. 根据Ti、Ge、Ag、Rb、Ne在周期表中的位置，推出它们的基态原子的电子组态。

解: Ti: IVB、第四周期 电子组态: $[\text{Ar}] 3d^2 4s^2$

Ge: IVA、第四周期 电子组态: $[\text{Ar}] 3d^{10} 4s^2 4p^2$

Ag: IB、第五周期 电子组态: $[\text{Kr}] 4d^{10} 5s^1$

Rb: IA、第五周期 电子组态: $[\text{Kr}] 5s^1$

Ne: 零族、第二周期 电子组态: $[\text{He}] 2s^2 2p^6$

17. 试推测114号元素在周期表的位置和可能的氧化态。第八周期的最后一个元素的原子序数多大？请写出它的基态原子的电子组态。

答： 114号： $[\text{Rn}] 5f^{14}6d^{10}7s^27p^2$ 第七周期、IVA、氧化态——+2、 +4
 第八周期的最后一个元素： 原子序数 = 86 + 32 + 50 = 168
 $[\text{118}] 5g^{18}6f^{14}7d^{10}8s^28p^6$

18. 某元素的基态价层电子构型为 $5d^26s^2$ ，请给出比该元素的原子序数小4的元素的基态原子电子组态。

答： $[\text{Xe}] 4f^{12}6s^2$

19. 某元素的价电子为 $4s^24p^4$ ，问：它的最外层、次外层的电子数；可能氧化态及在周期表中的位置，它的基态原子的未成对电子数，它的氢化物的立体结构。

答：最外层=6e⁻， 次外层=18e⁻； 氧化态= -2、+4、+6； 第四周期、VIA，p区；
 未成对电子= 2， 氢化物的结构为V型。

20. 某元素基态原子最外层为 $5s^2$ ，最高氧化态为+4，它位于周期表哪个区？是第几周期第几族元素？写出它的+4氧化态离子的电子构型。若用A代替它的元素符号，写出相应氧化物的化学式。

答： d区、第五周期、IVB；

A^{4+} ： $[\text{Ar}]3d^{10}4s^24p^6$

氧化物的化学式： AO_2

21. 某元素原子的最外层上仅有1个电子，此电子的量子数是 $n=4, l=0, m=0, m_s=\frac{1}{2}$ 。问：
 ①符合上述条件的元素有几种？原子序数各为多少？②写出相应元素的元素符号和电子排布式，并指出其价层电子结构及在周期表中的区和族。

解：① $4s^1$ ——3种 19号、24号和29号

② K—— $[\text{Ar}]4s^1$ 价电子构型 $4s^1$ s区 IA

Cr—— $[\text{Ar}]3d^54s^1$ 价电子构型 $3d^54s^1$ d区 VIB

Cu—— $[\text{Ar}]3d^{10}4s^1$ 价电子构型 $3d^{10}4s^1$ ds区 IB

22. 某元素的原子序数为35，试回答：

①其原子中的电子数是多少？有几个未成对电子？

②其原子中填有电子的电子层、能级组、能级、轨道各有多少？价电子数有几个？

③该元素属于第几周期，第几族？是金属还是非金属？最高氧化态是多少？

解：①电子数为35，1个未成对电子。

②4个电子层；4个能级组；18个轨道；8个能级——1s, 2s, 2p, 3s, 3p, 3d, 4s, 4p；

7个价电子

③第四周期，VIIA，非金属，最高氧化态为7。