

作业 3

廖汶锋

2024 年 5 月 31 日

- 3.1. 假设两金属的逸出功都是4.5eV，施加电压为0.8V，请分别计算间距为2nm、1nm、5Å时的隧道电流密度。

解. 参考课件第12页的隧道结电流密度公式

$$J = \frac{q^2}{h} \cdot \left(\frac{\sqrt{2m_0\Phi}}{4\pi^2\hbar s} \right) \cdot V_T \cdot \exp\left(-\frac{2\sqrt{2m_0\Phi}}{\hbar}s\right) \quad (3.1-1)$$

取 $q = 1.602 \times 10^{-19}\text{C}$ 、 $\hbar = 1.054 \times 10^{-34}\text{J} \cdot \text{s}$ 、 $m_0 = 9.1 \times 10^{-31}\text{kg}$ 、 $\Phi = 4.5\text{eV} = 7.209 \times 10^{-19}\text{J}$ 、 $V_T = 0.8\text{V}$ ，最后分别取 $s = 2 \times 10^{-9}\text{m}$ 、 $1 \times 10^{-9}\text{m}$ 、 $0.5 \times 10^{-9}\text{m}$ 代入(3.1-1)得

$$J(2\text{nm}) = 3.62 \times 10^{-6}\text{A/m}^2 \quad (3.1-2)$$

$$J(1\text{nm}) = 1.97 \times 10^4\text{A/m}^2 \quad (3.1-3)$$

$$J(0.5\text{nm}) = 2.05 \times 10^9\text{A/m}^2 \quad (3.1-4)$$

- 3.2. 为什么AES和EP只能分析原子序数不小于3和4的元素？

解. EP的原理是采用高能电子轰击样品原子，使某一内层电子电离而形成空位，然后一个能量较高态电子填充该空位，同时发出特征电磁波（X射线）。所以原子结构至少需要2层，而且外层电子数至少为2，即原子序数不小于4。

AES的原理是与EP类似，只不过它不发射特征X射线，而是使另外一个外层电子（俄歇电子）电离发射。所以原子结构同样至少需要2层，即原子序数不小于3。

- 3.3. 入射电子能量发生变化时，俄歇电子的特征能量是否发生变化？入射X射线能量发生变化时，光电子的动能是否发生变化？

解. 入射电子能量发生变化时，俄歇电子的特征能量不发生变化。因为俄歇电子的能量只与原子的结构有关，而与入射电子的能量无关。入射X射线能量发生变化时，光电子的动能发生变化。因为光电子的动能 $E_k = h\nu - E_b$ ，其中 $h\nu$ 是入射X射线能量， E_b 是电子结合能。

- 3.4. EP、AES、XPS哪些能用来做深度精度为nm量级的剖面分析，为什么？

解. EP所产生的特征X射线区域离表面深达1-2 μm ，所以EP不满足题意。

AES所产生的俄歇电子区域离表面深度为0-3nm，所以AES可以用来做深度精度为nm量级的剖面分析。

XPS所产生的光电子区域离表面深度为0.1-1nm，所以XPS也可以用来做深度精度为nm量级的剖面分析。

- 3.5. 对于碱金属，从中性原子变成一价正离子，内层电子结合能是变大还是变小？根据电荷势模型，假如它的原子半径为2.23 \AA ，求化学位移？（玻尔半径为0.529 \AA ）

解. 由中性原子变成一价正离子，即失去一个价电子，内层电子结合能变大 $\frac{27.2}{r_V}\text{eV}$ 。根据电荷势模型，可以计算得化学位移

$$\Delta E = \text{结合能变化} = \frac{27.2}{r_V} = \frac{27.2}{2.23/0.529} = 6.452\text{eV} \quad (3.5-1)$$