

固体物理

固体物理

Solid State Physics

冯 雪

x-feng@tsinghua.edu.cn

罗姆楼2-101B

第九-十次课作业

1. 铜的质量密度为 $\rho_m = 8.95 \times 10^3 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ ，每个铜原子贡献一个自由电子，室温下电阻率： $\rho = 1.55 \times 10^{-8} \Omega \cdot \text{m}$
(铜的原子量63.5, $N_A = 6.02 \times 10^{23} / \text{mol}$)

试用自由电子模型计算：

- 传导电子浓度 n
- 弛豫时间 τ
- 费米能量（0K时的费米能级） E_F
- 费米速度 v_F
- 费米面上电子的平均自由程（提示： $l = v_F \tau(E_F^0)$ ）

第九-十次课作业

2. 已知 $T=300\text{K}$ 时硅的电子浓度为 $n=5\times 10^4\text{cm}^{-3}$,
- (1) 求空穴浓度 p , 并判断是何种类型半导体;
 - (2) 计算费米能级相对于本征费米能级的位置。
- (注: Si材料: 带隙宽度 $E_g=1.12\text{ eV}$, 本征载流子浓度 $n_i=1.5\times 10^{10}\text{ cm}^{-3}$)
3. n型硅的施主浓度分别为 $1.5\times 10^{14}\text{cm}^{-3}$ 和 10^{12}cm^{-3} 时, 计算温度为 300K 和 500K 时电子和空穴浓度 n_0 和 p_0 , 进行对比, 讨论掺杂浓度和温度对载流子的影响。
- (已知 $T=300\text{K}$ 和 500K 时硅的本征载流子浓度 $n_i=1.5\times 10^{10}\text{ cm}^{-3}$ 和 $3.5\times 10^{14}\text{cm}^{-3}$)

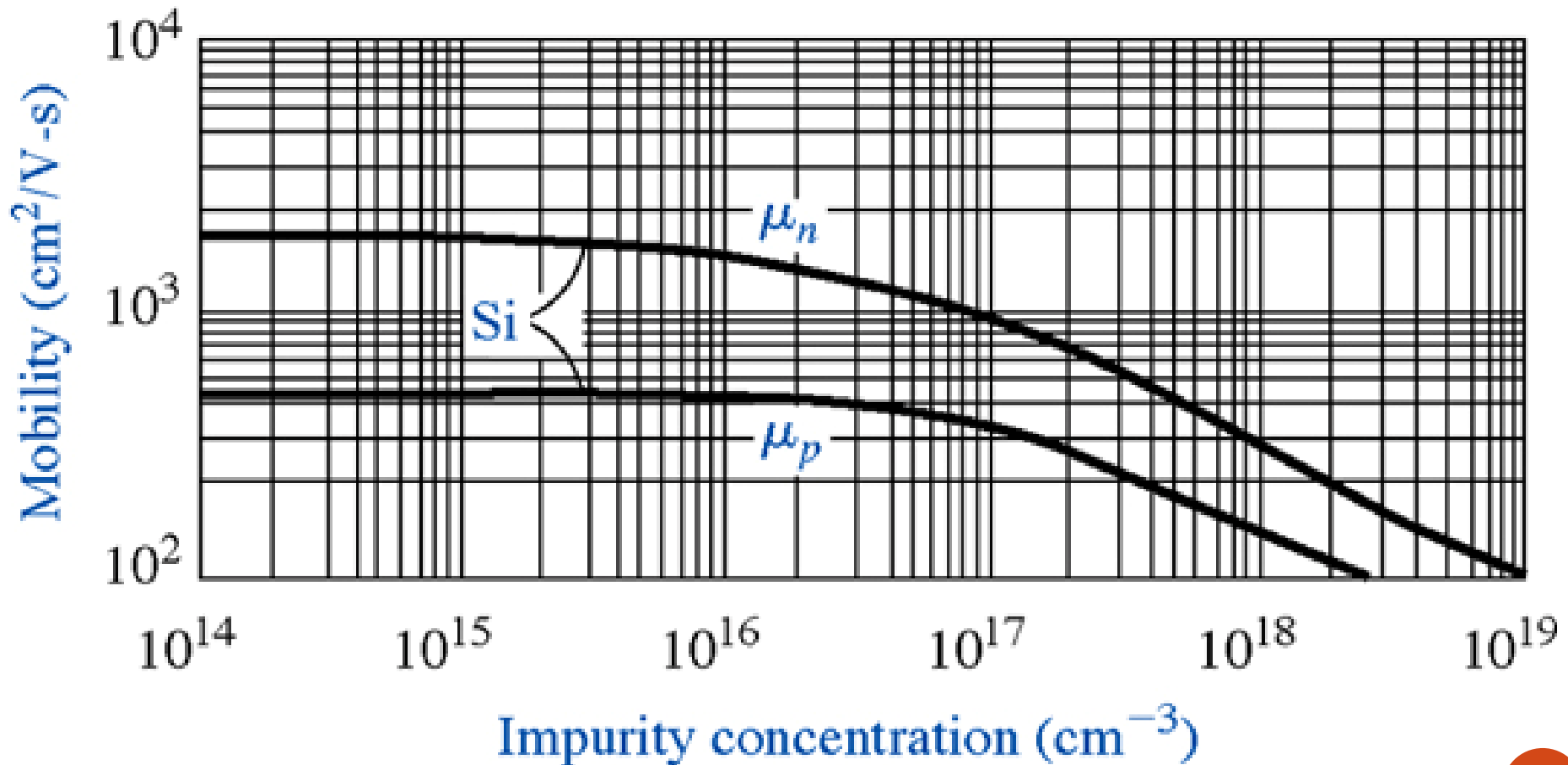
第九-十次课作业

4. 金属银在室温下的电阻率为 $1.6 \times 10^{-8} \Omega \cdot \text{m}$ ，每个原子贡献传导电子数目为1，费米能为 5.5 eV 。试计算处于 100 V/cm 的电场下电子的平均漂移速率。已知银的密度是 $1.05 \times 10^4 \text{ kg/m}^3$ ，银的原子量为107.87。

5. 某一N型半导体电子浓度为 $1 \times 10^{15} \text{ cm}^{-3}$ ，电子迁移率为 $1000 \text{ cm}^2/\text{V} \cdot \text{s}$ ，求其电阻率。

第九-十次课作业

6. 硅材料中施主杂质为 $1.5 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ ，受主杂质浓度为 $2 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ ，计算其常温下电导率。



第九-十次课作业

7. “设计”一种特殊的半导体材料，要求半导体为n型，施主掺杂浓度为 $1 \times 10^{15} \text{cm}^{-3}$ ，假设完全电离且受主浓度 $N_a=0$ 。有效状态密度为 $N_c=N_v=1.5 \times 10^{19} \text{cm}^{-3}$ 且与温度无关，用该材料制作的器件电子浓度在 $T=400 \text{K}$ 时，要求不大于 $1.01 \times 10^{15} \text{cm}^{-3}$ ，请问禁带宽度有何要求？

第九-十次课作业

8. 在银材料的霍尔效应实验中，银箔的厚度为 $0.05\mu\text{m}$ ，磁场为 1.25T ，在其垂直方向上有 28mA 的电流通过时，产生的横向电势差为 $59\mu\text{V}$ 。试计算霍尔系数的数值。

