试题编号：429　　　　　　　　　　　　　　试题名称：半导体物理

东南大学

二00五年攻读硕士学位研究生入学考试试卷

请考生注意：试题解答务请考生做在专用"答题纸"上！
做在其它答题纸上或试卷上的解答将被视为无效解答，不予评分。

课程编号：429　　　　　　　　　　　　　　课程名称：半导体物理

一、基本概念（简单解释或说明，每题6分，共60分）

1. 有效质量的物理意义
2. 空穴的特征　带正电荷，正的有效质量
3. 施主杂质　V族杂质在硅、锗中
4. 电子迁移率及其影响电子迁移率的主要因素
5. 准费米能级
6. 非简并半导体
7. 热载流子
8. 少子寿命及其影响少子寿命的主要因素
9. 爱因斯坦关系式及意义　$\frac{D_n}{\mu_n}=\frac{k_0T}{q}$，$\frac{D_p}{\mu_p}=\frac{k_0T}{q}$
10. 扩散长度　$L_p=\sqrt{D_p\tau_p}$　$L_n=\sqrt{D_n\tau_n}$

二、定性解释或说明（每题20分，共40分）

1. 试比较金属电阻率与半导体电阻率的本质差别。
2. 试定性画出并解释金属、半导体和绝缘体的能带。

导带　价带　禁带

三、计算与推导（共50分）

1．（20分）均匀掺杂的单晶硅：掺入的施主浓度为N_D，掺入的受主浓度为N_A，且满足$5.0\times10^{14}cm^{-3}<N_A<N_D<1.5\times10^{17}cm^{-3}$。已知导带底有效状态密度为$N_C$，价带顶有效状态密度为$N_V$，本征载流子浓度为$n_i$，$k_0$为玻尔兹曼常数，T为绝对温度，$\mu_n$为电子迁移率，$\mu_p$为空穴迁移率，q是电子电荷数值，试给出下列情况下的表达式：

（1）室温下载流子浓度（5分）；　($N_D>N_A$)　$n_0=N_D-N_A$　$p_0=n_i^2/n_0=\frac{n_i^2}{N_D-N_A}$

（2）室温下费米能级位置（5分）；　$E_C-k_0T\ln\frac{N_C}{n_0}$　② $n_0=n_i\exp(\frac{E_F-E_i}{k_0T})$　$\therefore E_F=E_i+k_0T\ln\frac{n_0}{n_i}$

（3）室温下电导率（5分）；　③ $\sigma\approx n_0q\mu_n$

（4）600K下载流子浓度（5分）。　④ 电中性条件：$N_A+n_0=N_D+p_0$　$n_0p_0=n_i^2$　(n_i为600K下)　$\therefore n_0=\frac{N_D-N_A+\sqrt{(N_D-N_A)^2+4n_i^2}}{2}$　$p_0=n_i^2/n_0$　$p_0=\frac{N_A-N_D+\sqrt{(N_D-N_A)^2+4n_i^2}}{2}$

2．（20分）试证明半导体中当$\mu_n\neq\mu_p$且电子浓度$n=n_i\sqrt{\mu_p/\mu_n}$，空穴浓度$p=n_i\sqrt{\mu_n/\mu_p}$时，材料的电导率σ最小，并求σ_{min}的表达式。　$\sigma=nq\mu_n+pq\mu_p$

3．（10分）如图所示，一均匀掺杂的N型半导体，在半导体的一面存在均匀且稳定的光照，光被半导体表面薄层均匀吸收产生了非平衡少子，浓度为$(\Delta p)_0$，已知少子的扩散系数是D_p，寿命是τ_p，且半导体的长度L远大于少子扩散长度L_p，求少子分布的表达式。

$\frac{\partial p}{\partial t}=D_p\frac{\partial^2p}{\partial x^2}-\mu_p|E|\frac{\partial p}{\partial x}-\mu_p p\frac{\partial|E|}{\partial x}-\frac{\Delta p}{\tau_p}+g_p$

稳定光照：$\frac{\partial p}{\partial t}=0$，没有电场 $|E|=0$　$g_p=0$　均匀掺杂 $\frac{\partial p}{\partial x}=\frac{\partial \Delta p}{\partial x}$

$x\to\infty$，$\Delta p(\infty)=0$　$\therefore \Delta p=Ae^{-\frac{x}{L_p}}$　$\Delta p(x=0)=(\Delta p)_0$　$\therefore \Delta p=(\Delta p)_0e^{-\frac{x}{L_p}}$　$L_p=\sqrt{D_p\tau_p}$