

1981 全国重点高等院校
硕士学位研究生入学试题及选解

物理学

吉林人民出版社

一九八一年全国重点高等院校
硕士学位研究生入学试题及选解

物 理 学

本社科学技术编辑室 编

吉林人民出版社

一九八一年全国重点高等院校
硕士学位研究生试题及选解

物 理 学

本社科学技术编辑室 编

吉林人民出版社出版 吉林省新华书店发行
长春市第二印刷厂印刷

787×1092毫米16开本 16 $\frac{1}{2}$ 印张 390,000字

1982年7月第1版 1982年7月第1次印刷

印数：1—20,810册

书号：13091·113 定价：1.50元

出 版 说 明

为适应我国教育事业的发展,配合高等院校和科学研究部门总结交流招考硕士学位研究生业务工作,并满足广大考生学习参考的要求,我社编辑出版了《一九八一年全国重点高等院校硕士学位研究生入学试题及选解》,分数学、物理学、化学及化工、力学及电学四个分册。

这套书主要包括:(1)属于理工科有关专业的数学、物理学、化学共同基础课方面的试题;(2)属于理科有关专业的数学、物理学、化学专业基础课和部分专业课方面的试题;(3)属于工科有关专业的理论力学、材料力学、流体力学、结构力学、电工学、电子学、化工原理、化学工程等专业基础课方面的试题。其中数学试题217套,物理学试题150套,化学及化工试题201套,力学及电学试题120套。化学及化工分册还编入了《一九八一年CGP(化学学科出国留学生)复试试题及答案》(内含无机化学、有机化学和物理化学)。为便于读者学习参考,大部分试题都给出了评分标准,对其中部分难度较大的试题做出参考性解答,有的给了提示或答案。

本套书汇集的试题类型较多,适应专业面较广,基本上反映了各类院校的专业特点和要求,有较大的参考意义和保留价值,可作为准备攻读硕士学位研究生的学生,科研、教学和工程技术人员,以及有关业务人员学习和研究之用。

向本书推荐试题及选解的单位有:全国重点高等院校三十七所,其中综合性大学十四所,工科院校二十所,师范院校三所;中国科学院所属研究生院及六个研究所。

上述单位对本书的编辑出版工作给予热情支持,并提出许多宝贵意见,在此谨表感谢之忱。

由于本书篇幅有限,各单位推荐的试题及题解没有全部选用。此外,因组编时间仓促,有关物理量及单位符号未做完全统一。全书定稿后也未能与有关单位磋商,如有纰漏和错误之处,敬希读者批评指导,以待今后改正。

目 录

北京大学 1

普通物理试题.....	1
固体物理试题.....	2
统计物理试题.....	3
电动力学试题.....	4

南开大学 6

普通物理试题.....	6
固体物理试题.....	7
半导体物理试题.....	8
光学试题 (A)	9
光学试题 (B)	11
电子光学试题.....	12
电动力学与统计物理试题.....	13
电动力学试题.....	14
量子力学试题.....	15

复旦大学 17

普通物理试题.....	17
热力学统计物理试题.....	20
电子光学试题.....	21
选解.....	22

吉林大学 27

普通物理试题 (A)	27
普通物理试题 (B)	29
半导体物理与固体物理试题.....	31
热力学与统计物理试题.....	32
电动力学试题.....	34
原子物理与量子力学试题.....	35
量子力学试题.....	37

山东大学 40

普通物理试题.....	40
固体物理试题.....	41
原子物理和原子核物理试题.....	42
量子力学和统计力学试题.....	42
量子力学试题 (A)	43
量子力学试题 (B)	44
量子场论试题.....	45
高等光学和激光原理试题.....	45
选解.....	46

南京大学 49

普通物理试题.....	49
物理光学试题.....	49
电动力学与微波原理试题.....	50
中子物理试题.....	52
选解.....	54

中国科学技术大学 60

普通物理试题 (A)	60
普通物理试题 (B)	61
统计物理 (统计力学) 试题.....	62
原子物理试题.....	63
选解.....	64

中山大学 68

普通物理试题 (A)	68
普通物理试题 (B)	69
理论物理试题.....	71
半导体物理试题.....	73
光学原理试题.....	73
电动力学试题.....	74

电动力学及微波试题	75
原子光谱与分子光谱试题	75
量子力学试题	76
自动控制原理与系统试题	76
武汉大学	79
普通物理试题 (A)	79
普通物理试题 (B)	80
理论物理试题	81
厦门大学	83
普通物理试题 (A)	83
普通物理试题 (B)	85
固体物理试题	87
半导体物理试题	88
电动力学试题	89
四川大学	90
普通物理试题 (A)	90
普通物理试题 (B)	91
固体物理试题 (A)	92
固体物理试题 (B)	93
半导体物理试题	93
电动力学试题 (A)	94
电动力学试题 (B)	95
电动力学试题 (C)	95
电动力学试题 (D)	96
电动力学试题 (E)	96
量子力学试题 (A)	97
量子力学试题 (B)	98
量子力学试题 (C)	99
激光原理试题	100
现代光学试题	101
兰州大学	103
普通物理试题	103
固体物理试题	105
原子核物理试题	106

内蒙古大学	108
经典物理试题	108
热力学和统计物理试题	109
电动力学试题	109
量子力学试题	110
云南大学	112
普通物理试题	112
固体物理试题	112
热力学与统计物理试题	114
选解	115
清华大学	119
普通物理试题 (A)	119
普通物理试题 (B)	120
普通物理试题 (C)	121
普通物理试题 (D)	122
固体物理 (基础) 试题	123
半导体物理试题	124
统计物理试题 (A)	125
统计物理试题 (B)	126
理论物理 (基础) 试题	127
原子物理试题	128
物理光学试题	128
选解	130
北京工业学院	135
普通物理试题 (A)	135
普通物理试题 (B)	136
电磁场理论试题	138
振动理论试题	139
自动控制理论试题	141
北京钢铁学院	144
普通物理试题 (A)	144
普通物理试题 (B)	148
北京邮电学院	150
物理试题	150

电磁场理论试题	153
选解	155
北京航空学院	158
普通物理试题 (A)	158
普通物理试题 (B)	159
理论物理试题	161
电磁场理论试题	161
选解	163
天津大学	168
普通物理试题	168
光学试题	169
电磁场理论试题	171
同济大学	173
量子场论试题	173
上海交通大学	174
普通物理试题	174
固体物理试题	176
光学试题	176
电磁场理论试题	178
华东纺织工学院	180
物理试题	180
统计物理试题	181
选解	181
大连工学院	183
普通物理试题	183
统计物理试题	186
分析力学试题	187
选解	188
东北工学院	190
普通物理试题	190
选解	191

吉林工业大学	195
物理试题	195
选解	196
长春地质学院	199
物理试题	199
场论试题	201
选解	203
华东石油学院	207
普通物理试题 (A)	207
普通物理试题 (B)	208
选解	209
浙江大学	210
普通物理试题	210
物理试题	212
经典物理试题	214
近代物理试题	215
选解	216
华中工学院	219
普通物理试题	219
理论物理试题	220
华南工学院	222
基础物理试题	222
理论物理试题	225
固体物理试题	227
半导体物理试题	228
选解	229
北京师范大学	236
近代物理及实验试题	236
统计物理试题	236
量子力学试题	237
电磁学与原子物理试题	239

华东师范大学242

普通物理试题 (A)242

普通物理试题 (B)243

统计物理试题244

电动力学试题244

量子力学试题245

原子光谱与原子结构试题246

量子力学与统计物理试题247

东北师范大学249

统计物理试题249

电动力学试题250

中国科学技术大学研究生院251

普通物理试题 (A)251

普通物理试题 (B)253

北 京 大 学

普 通 物 理 试 题

一、(共28分) 填空

1. 一木块置于水平转台上, 并与转台一起绕轴作匀角速转动。木块受的摩擦力沿_____方向。
2. 理想气体经可逆等压压缩后, 熵_____。理想气体经可逆等温膨胀后, 自由能_____。(①增加, ②减少, ③不变)
3. 在温熵图中画出可逆卡诺循环, 曲线所包围面积的物理意义是_____。
4. 静电平衡时, 两无限大平面平行导体板各表面的面电荷密度依次为 σ_1 、 σ_2 、 σ_3 、 σ_4 , 则
 σ_1 与 σ_4 _____。
 σ_2 与 σ_3 _____。
 (①数量相等, 正负号相同; ②数量相等, 正负号相反; ③没有一定关系。)
5. 线偏振光通过_____后变成圆偏振光; 右旋圆偏振光通过_____后变成左旋圆偏振光。
6. 光栅每厘米刻痕为5000条, 对0.55微米的绿光, 除中心极强外, 还能看到_____级极强。
7. 能量为15千电子伏的电子, 其德布洛意波长为_____埃; 波长为6000埃的光子能量为_____电子伏; 室温下气体分子平均动能为_____电子伏 (给出数量级即可)。
8. 质子核磁极的数量级是电子自旋磁矩的_____倍 (数量级)。

二、(10分) 试证明在均匀磁场 B 中, 磁矩为 μ 的刚性圆形载流线圈所受最大力矩为 $M = B\mu$ 。

三、(10分) 用迈克耳逊干涉仪精密测长。光源为 Kr^{86} 灯, 谱线波长为6057埃 (橙红色), 谱线宽度为0.01埃, 若接收灵敏度为十分之一条纹, 求测长的精度和测量的量程。

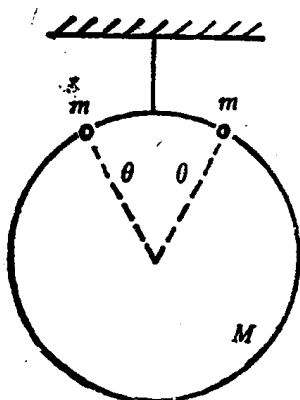
四、(15分) 一盒处于平衡状态下的理想气体, 气体分子的速度服从麦克斯韦分布律:

$$f(V_x, V_y, V_z) = \left(\frac{m}{2\pi kT} \right)^{\frac{3}{2}} e^{-\frac{m(V_x^2 + V_y^2 + V_z^2)}{2kT}}$$

试证: 单位时间内碰撞到器壁上单位面积的分子数为 $\frac{1}{4}n\bar{V}$, 其中 n 为单位体积内的分子数, $\bar{V}$ 为气体分子热运动的平均速率。

查积分表有 $\int_0^\infty e^{-a^2 u^2} du = \frac{\sqrt{\pi}}{2a}$

五、(15分) 如图用细线把质量为 M 的圆环挂起来, 环上套有两个质量为 m 的小环, 它们可以在大环上无摩擦地滑动。若两小环同时从大环顶部由静止开始向两边滑下, 试证明: 如果, $m > \frac{3}{2}M$, 则大环会升起, 并求大环开始上升时的角度 θ 。



五 题 图

六、(10分) 在下列两小题中任选一题:

1. 直流电位差计直接测出的是哪个电学量?

人们常用电位差计测哪些量? 一般的精密电位差计的绝对误差在哪个数量级? 试画出它们的测量线路, 写出主要的测量步骤。

2. 画出用示波器测量交流负载功率因数的电路图及其计算公式。如果, $\cos\varphi \cong 0.60$, 其测量的误差是多少?

七、(12分) 对于电磁波的下列波段, 给出它们波长范围的数量级与产生机制, 并各举出一种波源和检测器件。

波 段	波 长 范 围	产 生 机 制	波 源	检 测 器 件
γ 射 线				
X 射 线				
紫 外 线				
红 外 线				
可 见 光				
微 波				

固 体 物 理 试 题

适用专业: 固体物理、光学

一、(25分) 讨论两种原子A、B交替排列而构成的双原子链的振动(可采用最近邻作用的简谐近似):

- (1) 解出格波的色散关系;
- (2) 求出长声波的速度;
- (3) 如果A、B是离子, 试讨论其红外吸收特性。

二、(25分)

1. 试证明: 在周期场中运动的电子本征态波函数可写成自由电子波函数乘上一个周期函数(布洛赫波)。

2. 根据周期性边界条件, 证明 $\vec{k}$ 空间状态密度为 V (晶体体积)。

3. 说明简约波数 $\vec{k}$ 的取值只需限在简约布里渊区之中。

三、(15分) 在下列两小题中选做一题:

1. 示意画出面心立方金属 (100), (110), (111) 面的原子排列, 并说明垂直于上述各晶面的轴线是什么样的对称轴? 比较各晶面簇晶面间距的大小。

2. 作图表示金属、绝缘体、半导体 (本征型、 n 型、 p 型) 的能带填充特征和费密能。(请注明关键性数据的量级)

四、(15分) 在下列两小题中选做一题:

1. 举出一种推断费密面形状和大小的实验方法, 并说明其原理。

2. 举出一种测定声子色散关系的实验方法, 并说明其原理。

五、(20分) 在下列四小题中选做一题:

1. 如果某种半导体中有两种载流子, 空穴、电子的浓度分别为 p 、 n , 其有效质量、弛豫时间、迁移率分别为 m_h , m_e ; τ_h , τ_e ; μ_h , μ_e 。试求其霍尔系数。

2. 如果一种金属中有许多集体化载流子的波函数有相位相干性, 这就是说可把它们的行为用宏观波函数 ψ 来描述:

$$\psi(\vec{r}) = n^{\frac{1}{2}} e^{i\theta(\vec{r})}, \quad \psi^*(\vec{r}) = n^{\frac{1}{2}} e^{-i\theta(\vec{r})}$$

其中 n 是载流子浓度, 它为一常数。证明这些载流子的运动满足下列方程:

$$\nabla \times \vec{j} = -\frac{nq^2}{mc} \vec{B},$$

其中 q 、 n 分别是载流子的电荷和质量。讨论这种金属的磁性表现。

3. 证明绝对零度下自由电子磁化率为

$$\chi = \frac{3}{2} N \frac{\mu_B}{E_F}$$

其中 N 是自由电子总数, E_F 是费密能, μ_B 是玻尔磁子。

4. 如果一个由 A 、 B 两种原子组成的二元固溶体的能量可以近似地表示为近邻原子对之间相互作用能的总和, 试由此解释有限固溶体出现的原因和条件。

统计物理试题

适用专业: 理论物理

一、(30分)

1. 已知系统的平衡性质由经典正则系综确定, 试写出系综的分布函数、正则配分函数、系统的内能、自由能、熵和物态方程的统计表达式, 并证明正则系综的能量涨落。

$$\overline{(E - \bar{E})^2} = kT^2 C_v$$

2. 若一经典液体 (指量子效应可忽略) 处于平衡状态, 其分子的速度分布是否仍遵从麦克斯韦分布律说明理由。

3. 氮分子振动的能级为 $\epsilon_r = \hbar\omega(r + \frac{1}{2})$,

$r = 0, 1, 2, \dots$ 若 $\Delta \varepsilon_r = \hbar \omega \cong 0.3$ 电子伏, 气体在一个大气压和 1000K 下达到热平衡, 问第一激发态与基态的粒子数比。

二、(20分) 一容器中盛有稀薄的单原子分子气体, 气体通过器壁上的一个小孔流出到真空中, 求单位时间内流出的分子的平均速率和平均动能。

三、(20分)

1. 对一双原子分子稀薄气体, 测量其定容比热随温度的变化, 发现在相当宽的温度范围内, 呈现分段平台式的行为 (见图)。

试按温区 ($T < T_1; T_1 < T < T_2; T_2 < T < T_3; T_3 < T < T_4; T_4 < T$) 定性解释之。

2. 计算气体比热时, 为什么总可以略去原子内部电子运动的贡献?

[以下三题可任意选做两个, 但不得多做]

四、(15分) 考虑体积为 V 的空窖内的平衡热辐射场, 温度为 T , 证明总平均光子数和内能分别为

$$\bar{N} = KVT^3 \quad \bar{E} = K'V^4$$

其中 K, K' 为数值常数, 并求定容热容量 C_v 。

五、(15分) 导出理想费密气体在绝对零度时

(1) 费密能级;

(2) 平均动能的表达式。

已知钨原子量为 184, 密度为 19.2 克/厘米³, 每个原子贡献两个自由电子, 试估计 $T = 0K$ 时钨的费密能级 (用 eV 表示)

六、(15分) 把固体中晶格原子的振动作理想声子气体来处理, 导出低温下非金属固体热容量的德拜 T^3 定律。

附:

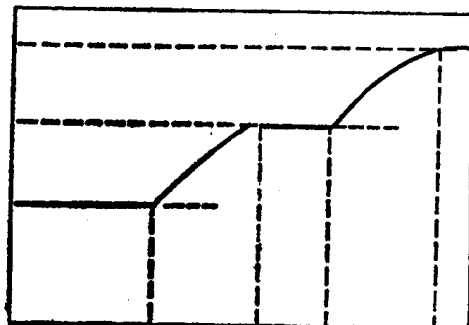
$$\int_0^\infty u^2 n e^{-\lambda u^2} du = \frac{1 \cdot 3 \cdots (2n-1)}{2^{n+1}} \frac{\sqrt{\pi}}{\lambda^{n+\frac{1}{2}}}$$

$$\int_0^\infty u^{2n+1} e^{-\lambda u^2} du = \frac{n!}{\lambda^{n+1}}$$

$$m_e \cong 9 \times 10^{-28} \text{ 克}$$

$$1 \text{ eV} \cong 1.6 \times 10^{-12} \text{ 尔格}$$

$$\hbar \cong 6.6 \times 10^{-27} \text{ 尔格} \cdot \text{秒}$$



三 题 图

电 动 力 学 试 题

适用专业: 理论物理

(任做五题每题20分)

一、试从麦克斯韦方程组和洛伦兹力的公式讨论“电磁场动量”概念的建立过程, 并给出

电磁场动量的表达式, 不需详细数学推导。

- 二、一导体, 半径为 a , 带电荷 Q , 在球外有一点电荷 q , 从球心到这电荷的矢径为 $\vec{r}$ 。当把这个系统放在沿 $\vec{r}$ 方向的匀强电场 E 中时, q 不受力作用。试证

$$Q = -r^2 \left\{ E \left[1 + 2 \left(\frac{a}{r} \right)^3 \right] - q \left(\frac{a}{r} \right)^3 \frac{2r^2 - a^2}{(r^2 - a^2)^2} \right\}$$

- 三、图示一雷达 A, 每秒钟发射 n 个电磁脉冲, 脉冲投射到以速度 V 向雷达运动而来的物体 B 上, 问雷达每秒钟接受到多少个反射脉冲? 如果不考虑相对论效应, 结果有何改变?



三 题 图

- 四、平面电磁波碰到金属表面时, 只有一部分电磁波进入金属中, 试求电磁波透入金属中的平均深度与电磁波频率的关系, 并证明在金属中电磁波的电能密度与磁能密度, 二者的时间平均值之比非常小, 因而前者可忽略不计。
- 五、在质心坐标系中产生“质子对”所需能量为

$$2M_0c^2 = 1862 \text{ 兆电子伏}$$

- (1) 若质子打静止于实验室坐标系的质子, 产生质子对所需质子的最小能量等于多少?

- (2) 若电子打静止质子, 所需质子的最小能量等于多少?

- 六、设有导电率为 σ_1 , 介电常数为 ϵ_1 的均匀导电液体充满一无穷大的容器, 液体内有均匀的传导电流 j_0 , 今在液体中置入一个半径为 r_0 的非均匀导体球, 其导电率 $\sigma_2 = \sigma_c \left(\frac{r}{r_0} \right)^3$ (σ_c 为一常数), 介电常数为一常数 ϵ_2 ,

- (1) 问: 稳定后的电势分布满足什么样的微分方程和边界条件?

- (2) 试求稳定后空间的电势分布。

$$\text{(在球坐标中)} \nabla \varphi = \frac{\partial \varphi}{\partial r} \vec{n}_r + \frac{1}{r} \frac{\partial \varphi}{\partial \theta} \vec{n}_\theta + \frac{1}{r \sin \theta} \frac{\partial \varphi}{\partial \phi} \vec{n}_\phi,$$

$$\nabla^2 \varphi = \frac{1}{r^2} \frac{\partial}{\partial r} \left(r^2 \frac{\partial \varphi}{\partial r} \right) + \frac{1}{r^2 \sin \theta} \frac{\partial}{\partial \theta} \left(\sin \theta \frac{\partial \varphi}{\partial \theta} \right) + \frac{1}{r^2 \sin^2 \theta} \frac{\partial^2 \varphi}{\partial \phi^2} \cdot \text{卷面上只}$$

需写出主要步骤和结果)(提示: 球内电势可试设为 $\varphi = cr^2 \cos \theta + d$ 的形式)

- (3) 稳定时的电荷分布如何?

南 开 大 学

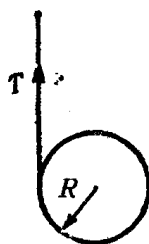
普 通 物 理 试 题

- 一、(7分) 一轻绳绕在质量为 m , 半径为 R 的圆柱体上。现将绳铅直上拉, 以使绳自圆柱上松开时圆柱体质心不致下落。(见图)

(1) 求绳中张力 T ;

(2) 当圆柱体角速度自0增至 ω 时, 对圆柱体作了多少功?

(3) 在角速度由0变到 ω 的时间内, 放开的绳子共有多长?

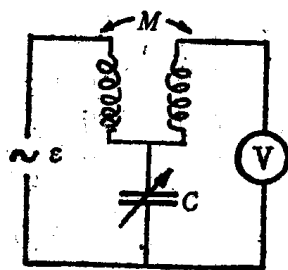


一 题 图

- 二、(6分) 有两支结构完全相同的定容氢气温计, 把它们的测温泡先后浸入水的三相点槽内, 两温度计的压强示数分别是500.00毫米汞柱及200.00毫米汞柱; 又把它们测温泡先后浸入氢的沸腾液中, 两温度计的示数分别是57.50毫米汞柱及14.91毫米汞柱。求氢沸点的热力学温度?

- 三、(7分) 如图, 是用来测量无损耗互感的康贝尔(Campbell)电桥, 试证明调节电容 C 使电压表读数为零时, 两线圈间

互感 M 可由此时电容值计算得到: $M = \frac{1}{\omega^2 C}$ 。



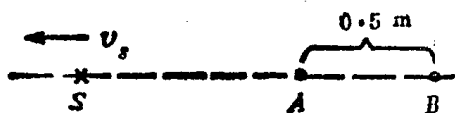
三 题 图

- 四、(10分) 普朗克(planck)常数 h 是在哪一年提出的? 数值为多大? 单位是什么? 为解决什么问题? 试论述 h 的发现在物理学发展中的地位和作用。

- 五、(6分) 计算核反应 ${}^2\text{H} + {}^2\text{H} \rightarrow {}^3\text{He} + n$ 的反应能, 已知 ${}^2\text{H}$ 和 ${}^3\text{He}$ 的比结合能分别等于1.11和2.57兆电子伏。这是放能反应还是吸能反应?

- 六、(8分) 在弹性介质中传播声波, 设为横波, 该弹性介质的切变模量 $G = 4 \times 10^{10}$ 牛顿/米², 密度 $\rho = 8.1 \times 10^3$ 千克/米³, A和B为介质中两点, 相距为 $S = 0.5$ 米, 声波沿AB连线方向由A到B传播。设波的频率 $\nu = 2 \times 10^3$ 秒⁻¹。

(1) 求B点相对于A点的位相落后多少?



六 题 图

(2) 若振源在A点左侧, 沿B至A延长线方向以速度 $v_s = 100$ 米/秒相对介质运动, 则B比A位相落后多少?

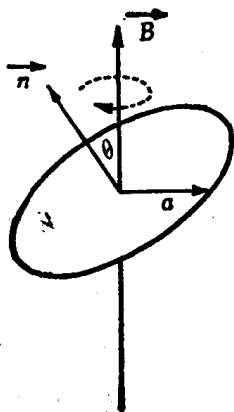
- 七、(9分) 水银气压计由于水银的表面效应而读数不准。已知水银的表面张力系数为 $\alpha = 0.49$ 牛顿·米⁻¹, 气压计玻璃管内直径 $d = 2.0$ 毫米, 接触角为 π 。当水银气压计的读数是 $p = 0.950 \times 10^5$ 帕时, 问:

(1) 考虑到毛细现象后, 真正的大气压强是多少?

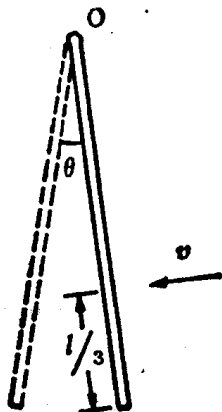
(2) 若允许误差是0.1%, 则毛细管内径所能允许的极小值是多少?

八、(9分) 写出钠原子基态的电子组态和原子态。如果价电子被激发到 $4s$ 态, 问向基态跃迁时可能发射出几条光谱线? 试画出能级跃迁图 (考虑精细结构) 并说明之。

九、(8分) 半径为 a 的导体圆形回路, 电阻为 R , 自感为 L , 在均匀分布的外磁场 $B = B_0 \cos \omega t$ 中转动。回路转动中保持回路平面法线方向 $\vec{n}$ 与 $\vec{B}$ 方向间夹角 θ 不变, 每分钟转动圈数 N 为, 求回路中的电流 $i(t)$ 。



九 题 图



十 一 题 图

十、(10分) 提出一种比较准确地测定某种液体的 n_D 的方法, 写出所用仪器, 测量方法及简单步骤。

十一、(10分) 一均匀细杆质量为 M , 长为 l , 可绕其一端的水平轴在竖直平面内自由摆动。今有一速度是 v_0 , 质量为 $m = \frac{1}{10}M$ 的子弹, 水平射入杆在转轴下的 $\frac{2}{3}l$ 处, 并嵌入杆中。若开始时杆自由下垂, 求系统的小摆动时的角振动方程式, 即求出振幅、圆频率、初位相, 并写出振动的余弦表达式。

十二、(10分) 两平行板电容器, 极板面积各为 S_1 和 S_2 , 极板间隔 d_1 和 d_2 , 极板之间各充满了相对介电常数为 ϵ_{r1} 和 ϵ_{r2} , 电阻率为 ρ_1 和 ρ_2 的介质, 边缘效应可略。

(1) 两电容串联接到直流电源上, 求两电容中场强之比 E_1/E_2 , 电压之比 U_1/U_2 , 电量之比 Q_1/Q_2 ;

(2) 接通电源稳定后, 再切断电源, 求切断电源短时间内两电容上电压之比 $u_1(t)/u_2(t)$ 。

固 体 物 理 试 题

一、(25分) 解释下列物理概念

1. 德拜温度; 2. 空穴; 3. 层错; 4. 功函数; 5. 电导理论中的弛豫时间近似。

二、(15分) 如晶体 (或分子) 中存在两个相互交角为 $\frac{\pi}{4}$ 的对称面, 证明这两个对称面的交线为四重 (度或次) 旋转对称轴, 要求用图形说明和解析证明。

三、(15分) 例易空间中例易格矢的中垂面为布里渊区的边界面, 求该边界面的方程。说明在波矢空间中对应于布里渊区边界面上的点的波矢代表的波在晶体中的行为。

四、(15分) 画出面心立方晶体的第一布里渊区, 用自由电子模型计算在费密面正好与第一布里渊区六角界面内切的情形下, 费密球内填充的电子数 (设晶体中有 N 个原子), 推出每个金属原子提供的自由电子数为 1.36。

五、(15分) 已知惰性气体晶体的结合能为

$$U = \left(\frac{A}{R^{12}} - \frac{B}{R^6} \right) N$$

式中 R 为晶体中最近邻原子间的距离, A 、 B 为常数, N 为晶体中的原子数。试求平衡状态面心立方晶体的体积弹性模量。

六、(15分) 试说明确定固体的晶格振动谱(色散曲线)的实验方法。

半 导 体 物 理 试 题

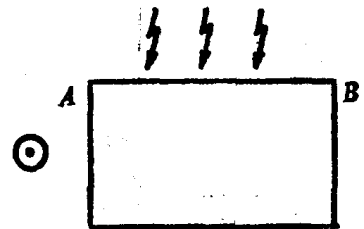
一、(20分) 简要回答下列问题:

1. 写出态密度有效质量和电导率有效质量的表达式, 并举例说明它们的应用。
2. 什么是声子, 它对半导体材料的电导和光吸收特性起什么作用?
3. 简要分析理想pn结在正偏和反偏情况下, 少数载流子输运情况(不用推导方程)。
4. 试分析光磁电效应引起的电场方向? 并指出它和霍尔

电场的区别? (见图)

5. 试指出影响肖特基(Schottky)势垒正向电流的因素。

二、(14分) 在忽略界面态影响的情况下, 可用什么试验方法求出 Mos 结构氧化层中的固定电荷, 可动电荷和金属半导体间的功函数差? 要求写出试验方法及有关公式(不要推导公式)。



一 题 图

三、(14分) 设一个 p^+n 结二极管, 其结面积 $A = 0.5 \text{ cm}^2$, 少数载流子寿命 $\tau_r = 100 \text{ } \mu\text{s}$, 迁移率为 $1900 \text{ cm}^2/\text{V} \cdot \text{s}$, 在低电压情况时具有电阻值为 400Ω ($T = 300 \text{ K}$)。

- (1) 求反向饱和电流值?(一级近似);
- (2) 求 n 区少数载流平衡浓度 p_0 值?

四、(16分) 设一MOS结构在半导体集带中有一杂质带, 其表面处能带及杂质带态密度分布如图所示, 并设杂质态密度在表面与体内分布是相同的, E_F^0 为半导体的费米能级。当外加正电压使能带向下弯曲 dE , 原在 E_F^0 以上的杂质带变到 E_F^0 以下时将被电荷填充形成表面空间电荷 $\rho(E) =$

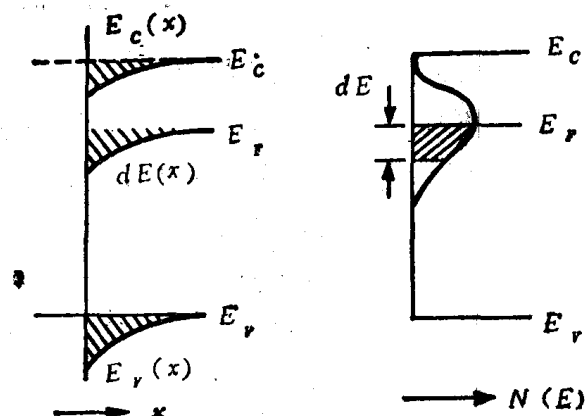
$$-e \int_{E_F^0}^{E_F^0 + \Delta E} N(E) dE \text{ 为杂质带态密度,}$$

总的空间电荷变化应为 $dQ = \rho dE$, 试证明:

$$N(E) = \frac{4\pi}{\epsilon_{si}} \left(\left(\frac{4Q}{d\lambda} \right)^2 + Q \frac{d^2 Q}{dx^2} \right)$$

ϵ_{si} 为半导体的介电常数

提示: 解泊松方程得到界面处能带弯曲的表达式为



四 题 图

$$dE = - \frac{4\pi eQ}{\epsilon_{ii}} dx$$

五、(16分) 设半导体的导带底其质量倒数可用下面张量表示 $\begin{pmatrix} a_{xx} & 0 & 0 \\ 0 & a_{yy} & a_{yz} \\ & a_{zy} & a_{zz} \end{pmatrix}$ 由此可

以得出有效质量张量的成分。试根据上述张量确定导带底附近等能面的性质。

六、(20分) 设一块 n 型半导体材料, 其室温暗电导为 100 (欧姆·厘米 $^{-1}$) 以波长为 2 微米的光照射, 其吸收系数 $\alpha = 10^3$ 厘米 $^{-1}$, 光强 $I = 10^{-3}$ 瓦/厘米 2 , 测量其稳态光电导与暗电导的比 $\gamma = 10$, 寿命 τ 为 10^{-4} 秒, 求其对应的量子产额,

提示: $n_i = 1.5 \times 10^{10}$ 厘米 $^{-3}$ $b = 10$

$\mu_n = 1000$ 厘米 2 /伏特·秒

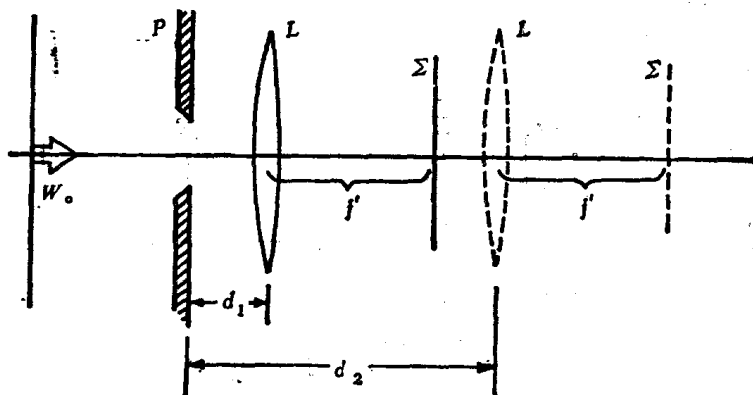
$\hbar = 1 \times 10^{-34}$ 瓦·秒 2

$c = 2.9 \times 10^{10}$ 厘米/秒

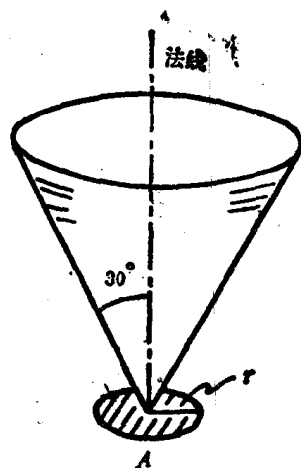
光 学 试 题 (A)

一、(20分) 试就色散率、分辨率、光谱范围和光强, 分别对三棱镜、光栅及法布里·珀罗标准器三种分光元件作一比较。

二、(20分) 图为夫琅和费单狭缝衍射装置。



二 题 图



三 题 图

今保持平面入射波 W_0 、屏 P 位置、缝宽等均不改变, 而只改变透镜 L 到 P 的距离 d , 并恒在 L 之后焦面 Σ 上观察, (设 L 之孔径充分大) 问:

(1) 对于不同的 d , Σ 上的光强分布有无不同? 若有, 指出有什么不同;

(2) 对于不同的 d , Σ 上的波场分布有无不同? 若有, 指出有什么不同。

三、(20分) 图中 A 为半径 $r = 1$ 厘米的圆面, 它是灰体的表面, 且具有余弦辐射性质, 已知该灰体的灰体系数 $K = 0.6$, 温度保持在 $T = 3000$ K。试导出该表面朝以法线为轴的 30° 锥角内发射的总辐射功率的表达式。并求出一分钟内朝此锥角发射多少尔格的