

四川大学

2005 年攻读硕士学位研究生入学考试试题

考试科目：普通物理

科目代码：433

适用专业：理论物理、粒子物理与原子核物理、凝聚态物理、

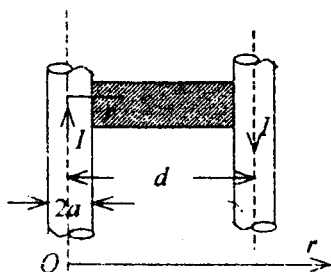
原子与分子物理、光学、生物医学物理、应用电子物理 (试题共 5 页)

(答案必须写在答题纸上, 写在试题上不给分)

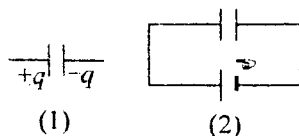
一. 简答题 (共 9 小题, 60 分)

1. (6 分) 两根平行长直导线, 横截面的半径都是 a , 中心线相距 d , 属于同一回路. 设两导线内部的磁通都略去不计, 证明这样一对导线单位长的自感系数为

$$L = \frac{\mu_0}{\pi} \ln \frac{d-a}{a}$$



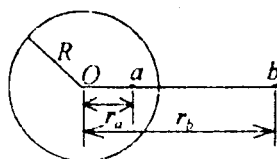
2. (8 分) 如图, 图(1)中是充电后切断电源的平行板电容器; 图(2)中是一直与电源相接的电容器. 当两极板间距相互靠近或分离时, 试判断两种情况的极板间有无位移电流, 并说明原因.



3. (8 分) 正电荷均匀分布在半径为 R 的球形体积中(如图), 电荷体密度为 ρ , 求球内 a 点和球外 b 点的电势差时, 得出以下结果

$$U_{ab} = \frac{4}{3} \pi R^3 \rho \int_{r_a}^{r_b} \frac{dr}{4\pi\epsilon_0 r^2}$$

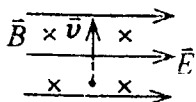
$$= \frac{R^3 \rho}{3\epsilon_0} \left(\frac{1}{r_a} - \frac{1}{r_b} \right)$$



这个结果正确吗? 如有错误, 请指出错在哪里, 并予以改正.

4.(8分) 空间某区域有均匀的、相互垂直的电场 \vec{E} 和磁场

\vec{B} ，有一粒子沿与 \vec{E} 、 \vec{B} 垂直的方向笔直地通过该区域，如图。根据上述情况，能否断定该粒子是否带电、带何种电荷？如能断定请给出结论；如不能断定，请说明理由。



5. (6分) 一均匀介质的吸收系数为 $\alpha=0.5\text{cm}^{-1}$ ，当介质后的出射光强是入射光强的 0.5 倍时，介质的厚度应该为多少？
6. (6分) 用什么方法区别 $\lambda/2$ 片和 $\lambda/4$ 片？
7. (6分) 欲使双缝夫琅禾费衍射的中央峰内恰好有 9 条干涉亮纹，则缝宽和缝间距满足什么关系？
8. (6分) 迈克尔干涉仪用 $\lambda = 5460\text{\AA}$ 的绿光照明，二反射镜形成的等效空气膜的厚度为 0.23cm 时干涉条纹消失。试计算得出该光波的相干长度 L_0 ，谱线半宽度 $\Delta\lambda$ ，频谱宽度 $\Delta\nu$ 。
9. (6分) 光学显微镜的分辨本领的极限是多少？

一. 计算题 (共 8 小题, 90 分)

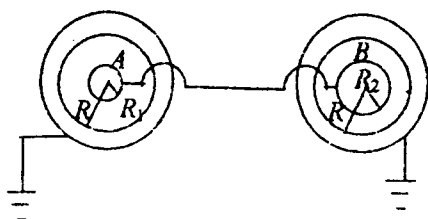
1. (10分) 两导体球 A 、 B 。半径分别为 $R_1=0.5\text{m}$ ， $R_2=1.0\text{m}$ ，中间以导线连接，两球外分别包以内半径为 $R=1.2\text{m}$ 的同心导体球壳 (与导线绝缘) 并接地，导体间的介质均为空气，如图所示。已知：空气的击穿场强为 $3\times 10^6\text{V/m}$ ，今使 A 、 B 两球所带电荷逐渐增加，计算：

(1) 此系统何处首先被击穿？这里场强为何值？

(2) 击穿时两球所带的总电荷 Q 为多少？

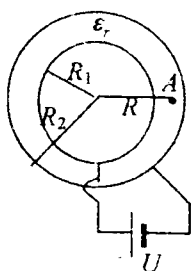
(设导线本身不带电，且对电场无影响。)

(真空介电常量 $\epsilon_0 = 8.85\times 10^{-12}\text{C}^2\cdot\text{N}^{-1}\cdot\text{m}^{-2}$)

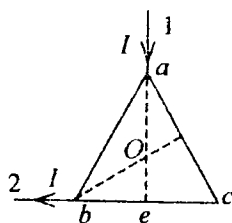


1 题 图

2. (10 分) 一电容器由两个很长的同轴薄圆筒组成, 内、外圆筒半径分别为 $R_1 = 2 \text{ cm}$, $R_2 = 5 \text{ cm}$, 其间充满相对介电常量为 ϵ_r 的各向同性、均匀电介质. 电容器接在电压 $U = 32 \text{ V}$ 的电源上, (如图所示), 试求距离轴线 $R = 3.5 \text{ cm}$ 处的 A 点的电场强度和 A 点与外筒间的电势差.



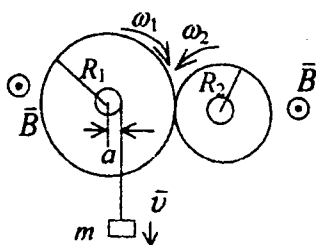
2 题图



3 题图

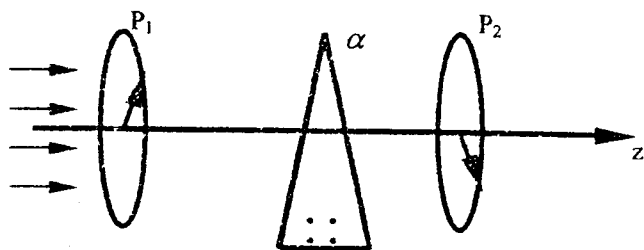
3. (10 分) 在真空中, 电流由长直导线 1 沿垂直于底边 bc 方向经 a 点流入一由电阻均匀的导线构成的正三角形金属线框, 再由 b 点从三角形框流出, 经长直导线 2 沿 cb 延长线方向返回电源(如图). 已知长直导线上的电流强度为 I , 三角框的每一边长为 l , 求正三角形的中心点 O 处的磁感强度 \vec{B} .

4. (12 分) 半径分别为 $R_1=50\text{ mm}$ 和 $R_2=10\text{ mm}$ 的两个金属细齿轮互相吻合地装配在一起(如图), 转轴(垂直轮面与齿轮固结)的半径都是 $a=1.0\text{ mm}$, 整个装置放在磁感强度为 $B=0.50\text{ T}$ 的均匀磁场中, 磁场的方向平



行于转轴. 两轴装在金属支架上互相连通, 两齿轮分开时, 量得从一轮边缘经过转轴与支架到另一轮边缘的电通路上电阻为 $R_0=1.0\times 10^{-2}\Omega$, 不计啮合处接触电阻. 现将一质量为 $m=100\text{ g}$ 的物体用轻线绕在大齿轮的轴上, 忽略摩擦损耗, 设齿轮分别以 ω_1 和 ω_2 的角速度转动时, 悬挂物体在重力作用下匀速下落, 求其下落的速度.

5. (12 分) 将棱角为 $\alpha=0.4^\circ$ 的石英劈(光轴平行于劈棱)置于正交偏振片 P_1 和 P_2 之间, 用氢的红光($\lambda=6563\text{ \AA}$)入射. 石英对该波长的折射率为 $n_o=1.519, n_e=1.5509$. 求 P_2 后的干涉条纹间距.



6. (16 分) 一光栅宽为 3 cm , 每毫米内有 500 条刻线. 当波长为 550 nm 的平行光垂直入射时, 第 4 级衍射光谱在单缝的第一极小位置.

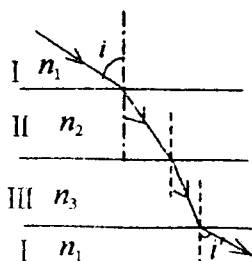
试求: 1) 每缝(透光部分)的宽度;

2) 第二级衍射光谱的半角宽度;

3) 第二级可分辨的最小波长差;

4) 若入射光以与光栅法线 45° 方向斜入射时, 光栅能分辨的最小波长差又为多少?

7. (12分) 透明介质 I、II、III 和 I 如图安排, 三个交界面相互平行. 一束自然光由 I 中入射. 试证明: 若 I、II 交界面和 III、I 交界面上的反射光都是线偏振光, 则必有 $n_2 = n_3$.



8. (8分) 双缝干涉实验装置如图所示, 双缝与屏之间的距离 $D = 120$ cm, 两缝之间的距离 $d = 0.50$ mm, 用波长 $\lambda = 500$ nm ($1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$) 的单色光垂直照射双缝.

- (1) 求原点 O (零级明条纹所在处) 上方的第五级明条纹的坐标 x .
- (2) 如果用厚度 $l = 1.0 \times 10^{-2}$ mm, 折射率 $n = 1.58$ 的透明薄膜复盖在图中的 S_1 缝后面, 求上述第五级明条纹的坐标 x' .

