

2007 年攻读硕士学位研究生入学考试试题

考试科目：普通物理（电磁学、光学）

科目代码：433

适用专业：理论物理、粒子物理与原子核物理、原子与分子物理、凝聚态物理、光学、生物医学物理、应用电子物理

(试题共 ~~6~~ 页)

(答案必须写在答题纸上, 写在试题上不记分)

一、简答题共 60 分。(各专业 8 道小题)

1. (各专业考生必作) (8 分)

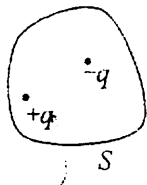
图示闭合面包围了两个等量异号点电荷 $\pm q$ 。下列说法是否正确？如有错误请改正。

(1) 高斯定理 $\oiint_S \vec{E} \cdot d\vec{S} = \sum q / \epsilon_0$ 成立。

(2) 因闭合面内包围净电荷 $\sum q_i = 0$ 。得到 $\oiint_S \vec{E} \cdot d\vec{S} = 0$ 故闭合

面上场强 E 处处为零。

(3) 通过闭合面上任一面元的电场强度通量等于零。

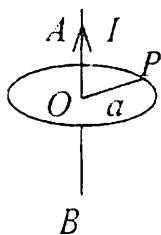


2. (理论物理、粒子物理与原子核物理、原子分子物理专业考生必作) (8 分)

一个均匀带电的肥皂泡，当它被不断地吹大时，该电荷系统的静电能如何变化？

2. (凝聚态物理、光学、生物医学物理、应用电子技术专业考生必作) (8 分)

一段导线 AB 长 L ，通有电流 I ，有人求解 AB 的中垂线上离垂足 O 距离为 a 处的 P 点的磁感强度如下：以 O 为圆心， a 为半径在垂直于 L 的平面上作圆 (P 在圆上)。以该圆为积分回路，由安培环路定律，则可得 P 处的磁感强度为



$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi a}$$

请指出以上解法的错误，并给出正确答案。

3. (各专业考生必作) (10分)

为什么在无电荷的空间里电场线不能相交?为什么静电场中的电场线不可能是闭合曲线?

4. (各专业考生必作) (8分)

用金属丝绕成的标准电阻要求无自感,怎样绕制才能达到这一要求?为什么?

5. (各专业考生必作) (5分)

光由密介质向疏介质入射时,其布儒斯特角能否大于全反射的临界角?

6. (理论物理、粒子物理与原子核物理、原子分子物理专业考生必作)
(5分)

光谱仪的后透镜焦面上获得的是时间频谱还是空间频谱?

6. (凝聚态物理、光学、生物医学物理、应用电子技术专业考生必作)
(5分)

用眼睛通过一单狭缝直接观察远处与缝平行的光源,看到的衍射图样是菲涅耳衍射图样还是夫琅禾费衍射图样?为什么?

7. (各专业考生必作) (8分)

有哪些方法可以使一束线偏振光的振动面旋转 90° ?

(至少给出三种方法)

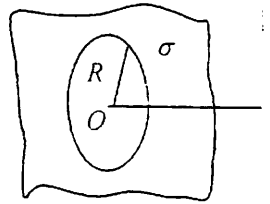
8. (各专业考生必作) (8分)

一天文望远镜的物镜直径为 2.5m ,试求能被它分辨的双星对它所张的最小夹角(设人眼光波长为 550nm)。设人眼瞳孔直径为 2.5mm ,求望远镜与人眼相比其分辨能力是人眼的多少倍?

二、计算题 (共 90 分)

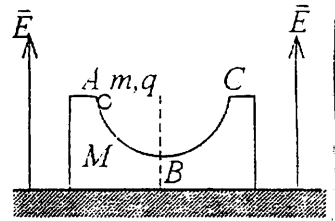
1. (各专业考生必作) (10分)

一“无限大”平面，中部有一半径为 R 的圆孔，设平面上均匀带电，电荷面密度为 σ 。如图所示，试求通过小孔中心 O 并与平面垂直的直线上各点的场强和电势 (选 O 点的电势为零)。



2. (各专业考生必作) (10分)

在强度的大小为 E 、方向竖直向上的匀强电场中，有一半径为 R 的半球形光滑绝缘槽放在光滑水平面上 (如图所示)。槽的质量为 M ，一质量为 m 带有电荷 $+q$ 的小球从槽的顶点 A 处由静止释放。如果忽略空气阻力且质点受到的重力大于其所受电场力，求：



- (1) 小球由顶点 A 滑至半球最低点 B 时相对地面的速度；
- (2) 小球通过 B 点时，槽相对地面的速度；
- (3) 小球通过 B 点后，能不能再上升到右端最高点 C ？

3. (各专业考生必作) (10分)

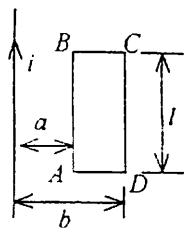
真空中，有一平行板电容器，两块极板均为半径为 a 的圆板，将它连接到一个交变电源上，使极板上的电荷按规律 $Q = Q_0 \sin \omega t$ 随时间 t 变化 (式中 Q_0 和 ω 均为常量)。在略去边缘效应的条件下，试求两极板间任一点的磁场强度 \vec{H} 。

4. (凝聚态物理、光学、生物医学物理、应用电子技术专业考生必作) (12分)

如图所示, 长直导线和矩形线圈共面, AB边与导线平行, $a=1\text{ cm}$, $b=8\text{ cm}$, $l=30\text{ cm}$.

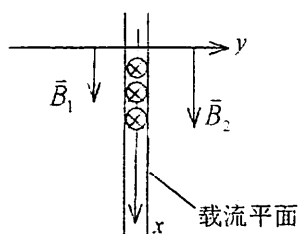
(1) 若直导线中的电流 i 在 1 s 内均匀地从 10 A 降为零, 则线圈 ABCD 中的感应电动势的大小和方向如何?

(2) 长直导线和线圈的互感系数 $M = ?$



4. (理论物理、粒子物理与原子核物理、原子分子物理专业必作) (12分)

如图所示, 将一无限大均匀载流平面放入均匀磁场中, (设均匀磁场方向沿 Ox 轴正方向) 且其电流方向与磁场方向垂直指向纸内. 已知放入后平面两侧的总磁感强度分别为 \vec{B}_1 与 \vec{B}_2 .



求: 该载流平面上单位面积所受的磁场力的大小及方向?

5. (各专业考生必作) (12分)

(1) 迈克尔孙干涉仪中的一块动镜移动 0.273 mm 时, 能数到移动 1000 条条纹. 该光波长为多少? (6分)

(2) 若该迈克尔孙干涉仪中的一动镜面以 $v=14\mu\text{m/s}$ 的速度匀速推移, 保证同样的入射光波长, 而用透镜接收干涉条纹, 并将它会聚到光电原件上把光信号转化为电信号. 该电信号的时间频率是多少? (6分)

6. (各专业考生必作) (10分)

在双缝干涉实验中, 波长 $\lambda=550\text{ nm}$ 的单色平行光垂直入射到缝间距 $a=2 \times 10^{-4}\text{ m}$ 的双缝上, 屏到双缝的距离 $D=2\text{ m}$. 求:

(1) 中央明纹两侧的两条第 10 级明纹中心的间距;

(2) 用一厚度为 $e=6.6 \times 10^{-5}\text{ m}$, 折射率为 $n=1.58$ 的玻璃片覆盖一缝后, 零级明纹将移到原来的第几级明纹处?

7. (凝聚态物理、光学、生物医学物理、应用电子技术专业考生必作)

(12分)

波长 $\lambda=600\text{nm}$ 的单色光垂直入射到一光栅上,测得第二级主极大的衍射角为 30° ,且第三级是缺级.

(1) 光栅常数 $(a+b)$ 等于多少?

(2) 透光缝可能的最小宽度 a 等于多少?

(3) 在选定了上述 $(a+b)$ 和 a 之后,求在衍射角 $-\frac{1}{2}\pi < \varphi < \frac{1}{2}\pi$ 范

围内可能观察到的全部主极大的级次.

7. (理论物理、粒子物理与原子核物理、原子分子物理专业考生必作)

(12分)

试设计一光栅,要求(1)能分辨钠光的 589.0nm 和 589.6nm 的第二级谱线;(2)第二级谱线的衍射角 $\theta \leq 30^\circ$;(3)第三级谱线缺级.

8. (凝聚态物理、光学、生物医学物理、应用电子技术专业考生必作)

(14分)

将三个偏振片叠放在一起,第二个与第三个的偏振化方向分别与第一个的偏振化方向成 45° 和 90° 角.

(1) 强度为 I_0 的自然光垂直入射到这一堆偏振片上,试求经每一偏振片后的光强和偏振状态.

(2) 如果将第二个偏振片抽走,情况又如何?

8、(理论物理、粒子物理与原子核物理、原子分子物理专业考生必作)

(14分)

楔形水晶棱镜顶角 $\alpha = 0.5^\circ$ ，棱边与光轴平行，置于正交偏振片之间。使其光轴与偏振片之间的夹角都为 45° ，以汞灯的 4047 \AA 平行入射。

($n_o = 1.5572, n_e = 1.5667$) 问：

- (1) 通过第二个偏振片看到的干涉图样如何？(作示意图)
- (2) 相邻暗纹的间隔 d 为多少？
- (3) 维持两偏振片正交，但让水晶棱镜的光轴方向转过 45° 与棱镜前偏振片透振方向平行，干涉图样如何变化？