

考试科目：大学物理（电磁学、光学）

科目代码：436

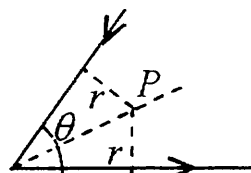
适用专业：核技术及应用、辐射防护及环境保护

(试题共 4 页)

(答案必须写在答题纸上, 写在试题上不加分)

### 一. 简答题 (共 60 分)

1. (8 分) 如图所示, 一无限长直导线通有电流  $I=10$  A, 在一处折成夹角  $\theta=60^\circ$  的折线, 求角平分线上与导线的垂直距离均为  $r=0.1\text{cm}$  的  $P$  点处的磁感强度. ( $\mu_0=4\times 10^{-7}\text{Hm}^{-1}$ )



2. (9 分) 静电场中计算电势差的公式有下面几个:

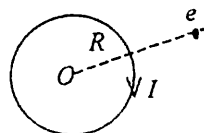
$$U_A - U_B = \frac{W_A - W_B}{q} \quad (1)$$

$$U_A - U_B = Ed \quad (2)$$

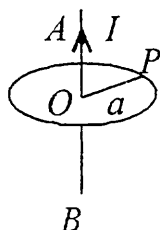
$$U_A - U_B = \int_A^B \vec{E} \cdot d\vec{l} \quad (3)$$

试说明各式的适用条件.

3. (5 分) 一长直螺线管, 横截面如图, 管半径为  $R$ , 通以电流  $I$ . 管外有一静止电子  $e$ , 当通过螺线管的电流  $I$  减小时, 电子  $e$  是否运动? 如果你认为电子会运动, 请在图中画出它开始运动的方向, 并作简要说明.



4. (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

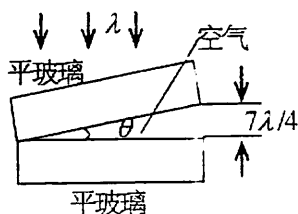


$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi a}$$

请指出以上解法的错误, 并给出正确答案.

5. (6分)

用波长为  $\lambda$  的平行单色光垂直照射图中所示的装置, 观察空气薄膜上下表面反射光形成的等厚干涉条纹. 试在图中所示的装置下方的方框内画出相应的干涉条纹, 只画暗条纹, 表示出它们的形状, 条数和疏密.



6. (6分) 试写出马吕斯定律的数学表示式, 并说明式中各符号代表什么.

7. (8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?

8. (10分) 波长为 500 nm 的单色光垂直入射到每厘米 5000 条刻线的光栅上, 实际上可能观察到的最高级次的主极大是第几级?

## 二.计算题 (共 90 分)

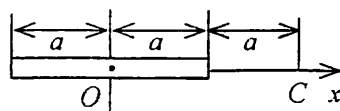
1. (14 分) 真空中一均匀带电细直杆, 长度为  $2a$ , 总电荷为  $+Q$ , 沿  $Ox$  轴固定放置(如图). 一运动粒子质量为  $m$ 、

带有电荷  $+q$ , 在经过  $x$  轴上的  $C$  点时, 速

率为  $v$ . 试求: (1) 粒子在经过  $C$  点时,

它与带电杆之间的相互作用电势能(设无穷远处为电势零点); (2) 粒子在电

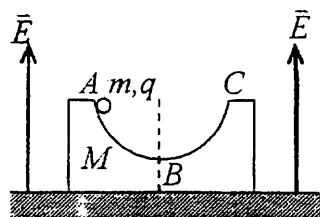
场力作用下运动到无穷远处的速率  $v_{\infty}$ . (设  $v_{\infty}$  远小于光速).



2. (14 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:



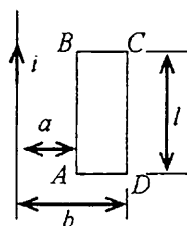
(1) 小球由顶点  $A$  滑至半球最低点  $B$  时相对地面的速度;

(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. (14 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  $\omega$  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. (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  $1\text{ s}$  内均匀地从  $10\text{ A}$  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  $M=?$

5. (12 分)

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

(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. (10 分) 一双缝, 缝距  $d=0.40\text{ mm}$ , 两缝宽度都是  $a=0.080\text{ mm}$ , 用波长为  $\lambda=480\text{ nm}$  的平行光垂直照射双缝, 在双缝后放一焦距  $f=2.0\text{ m}$  的透镜求:

(1) 在透镜焦平面处的屏上, 双缝干涉条纹的间距  $l$ ;

(2) 在单缝衍射中央亮纹范围内的双缝干涉亮纹数目  $N$  和相应的级数.

7. (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  $45^\circ$  和  $90^\circ$  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?