华中农业大学本科课程考试答案

考试课程与试卷类型：**大学物理学 A（A 卷）**

学年学期：2018-2019-1

考试时间：2019-1-10

一、判断题（判断下列表述，正确的在答题纸上相应位置把 T 涂黑，错误的在答题纸上相应位置把 F 涂黑，每小题 2 分，共 10 分.）

1.F　　2.F　　3.T　　4.F　　5.F

二、单项选择题（从下列各题四个备选答案中选出一个正确答案，并将其代号在答题卡上相应的位置涂黑，每小题 2 分，共 20 分.）

1.D　　2.C　　3.A　　4.D　　5.C　　6.C　　7.C　　8.B　　9.A　　10.B

三、应用题（将解答过程填写在答题纸上相应位置，本题 10 分）

解：根据题目条件，可以得到最小分辨角为

$$\delta\theta = 1.22\frac{\lambda}{D} = 1.22\times\frac{555(nm)}{5(mm)} = 1.22\times\frac{555\times10^{-9}(m)}{5\times10^{-3}(m)} = 135.42\times10^{-6}(rad) \qquad \text{（7 分）}$$

设两个点光源之间的距离为 L，航天飞机到地面的距离为 R，则两个点光源的距离为

$$\begin{aligned} L = R\delta\theta &= 160(km)\times135.42\times10^{-6}(rad) \\ &= 160\times10^{3}\times135.42\times10^{-6}(m) \qquad \text{（3 分）} \\ &= 21.67(m) \end{aligned}$$

四、计算题（将解答过程填写在答题纸上相应位置，三小题，每题 12 分，共 36 分.）

第一题的解：

（1）圆筒外部空间的磁感应强度分布：由题目可知，磁场分布具有柱对称性. 因此，可作一个半径为 r 的圆形闭合回路 L，其圆心在圆筒的轴上. 于是，磁感应强度矢量 $\vec{B}$ 的环流为

$$\oint_L \vec{B}\cdot d\vec{l} = \oint_L B dl\cos 0 = B\oint_L dl = B2\pi r \qquad \text{（4 分）}$$

该闭合回路 L 包围的总电流强度 I，因此根据真空中的安培环路定理，

$$\oint_L \vec{B}\cdot d\vec{l} = \mu_0\sum I \ \Rightarrow\ B2\pi r = \mu_0 I \ \Rightarrow\ B = \frac{\mu_0}{2\pi}\frac{I}{r}\ \ (r>R) \qquad \text{（4 分）}$$

（2）圆筒内部空间的磁感应强度分布：同样地，在圆筒内部作一个半径为 r 的圆形闭合回路 L'. 因为该回路所包围的电流为零. 因此根据真空中的安培环路定理，可知，圆筒内部没有磁

场．$B=0\ \ (r<R)$　　　　（4 分）

综上，圆筒内、外空间各处的磁感应强度分布为

$$B=\begin{cases}\dfrac{\mu_0}{2\pi}\dfrac{I}{r} & (r>R)\\ 0 & (r<R)\end{cases}$$ 方向与电流 I 的方向成右手螺旋定则.

第二题的解：

光在丙酮薄膜上下表面反射时，均存在半波损失. 因此，半波损失导致的附加光程差为零. 丙酮薄膜上下表面的反射光的光程差为 $\delta=2dn$.　　　　（4 分）

根据干涉相消发生的条件，有

$$\delta=2dn=(2k+1)\frac{\lambda}{2}\quad\Rightarrow d=\frac{(2k+1)\lambda}{4n}$$　　　　（4 分）

取 $k=0$ 时，可以得到丙酮薄膜的最小厚度

当 $k=0$ 时，$d=\dfrac{(2k+1)\lambda}{4n}$

$$\Rightarrow d=\frac{\lambda}{4n}=\frac{600(nm)}{4\times1.25}=\frac{600\times10^{-9}(m)}{5}=1.2\times10^{-7}(m)$$　　　　（4 分）

第三题的解：

(1)电场分布：

根据题意，电场分布具有球对称性，因此可以作一个半径为 r 的球形高斯面 S，其电通量为

$$\oiint_S\vec{E}\cdot d\vec{S}=\oiint_S EdS\cos0=E\oiint_S dS=4\pi r^2E$$

如果高斯面在球面外($r>R$)，根据高斯定理，有

$$\oiint_S\vec{E}\cdot d\vec{S}=\frac{\sum q}{\varepsilon_0}\quad\Rightarrow 4\pi r^2E=\frac{2Q}{\varepsilon_0}\quad\Rightarrow E=\frac{Q}{2\pi\varepsilon_0r^2}\quad(r>R)$$　　　　（3 分）

如果高斯面在球面内($r<R$)，根据高斯定理，有

$$\oiint_S\vec{E}\cdot d\vec{S}=\frac{\sum q}{\varepsilon_0}\quad\Rightarrow 4\pi r^2E=\frac{Q}{\varepsilon_0}\quad\Rightarrow E=\frac{Q}{4\pi\varepsilon_0r^2}\quad(r<R)$$　　　　（3 分）

综上，球面内外空间各处的电场强度分布为

$$E=\begin{cases}\dfrac{Q}{4\pi\varepsilon_0r^2}\,(r<R)\\ \dfrac{Q}{2\pi\varepsilon_0r^2}\,(r>R)\end{cases}$$ 方向沿径向朝外.

（2）电势分布：

球面外的电势：在球面外任取一点 P，该点到球心的距离为 r_p，选无穷远处为电势能零点，且积分路径沿径向，则根据电势的定义，有

$$U_P = \int_{r_p}^{\infty} \vec{E} \cdot \mathrm{d}\vec{l} = \int_{r_p}^{\infty} \frac{Q}{2\pi\varepsilon_0 r^2} \mathrm{d}r = \frac{Q}{2\pi\varepsilon_0} \int_{r_p}^{\infty} \frac{\mathrm{d}r}{r^2} = \frac{1}{2\pi\varepsilon_0} \frac{Q}{r_p}$$ （3 分）

球面内的电势：在球面内任取一点 P，该点到球心的距离为 r_p，选无穷远处为电势能零点，且积分路径选为径向，则根据电势的定义，有

$$U_P = \int_{r_p}^{\infty} \vec{E} \cdot \mathrm{d}\vec{l} = \int_{r_p}^{R} \vec{E} \cdot \mathrm{d}\vec{l} + \int_{R}^{\infty} \vec{E} \cdot \mathrm{d}\vec{l} = \int_{r_p}^{R} \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0 r^2} \mathrm{d}r + \int_{R}^{\infty} \frac{Q}{2\pi\varepsilon_0 r^2} \mathrm{d}r$$

$$= \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0}\left(\frac{1}{r_p} - \frac{1}{R}\right) + \frac{1}{2\pi\varepsilon_0}\frac{Q}{R} = \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0}\left(\frac{1}{r_p} + \frac{1}{R}\right)$$ （3 分）

综上，球面内外空间各处的电势分布

$$U_P = \begin{cases} \dfrac{Q}{4\pi\varepsilon_0}\left(\dfrac{1}{r_p} + \dfrac{1}{R}\right) & (r < R) \\ \dfrac{1}{2\pi\varepsilon_0}\dfrac{Q}{r_p} & (r > R) \end{cases}$$

五、简答题（将解答过程填写在答题纸上相应位置，两小题，每题 12 分，本题 24 分.）

第一题：运动电荷、传导电流以及变化的磁场（位移电流）都可以产生磁场. （6 分）

这种说法是错误的. 磁感线上每一点的切线方向与该点磁感应强度的方向一致，而且垂直于磁场的单位面积上穿过磁感应线的条数，等于该处磁感应强度的大小. 因此，磁感应线不但可以形象地和定性地描述磁场，而且可以定量地描述磁场. （6 分）

第二题：依据马吕斯定律，就可以把该光束的类型鉴别出来. 具体操作如下：将这束入射光垂直入射到一块偏振片上，然后以入射光束为轴，旋转偏振片一周. 如果光屏上的光强没有明显的变化，则该入射光为自然光（4 分）；如果光强在最大和最小之间变化，而且最小值为零，则该入射光为线偏振光（4 分）；如果光强在最大和最小之间变化，而且最小值不为零，则该入射光是由线偏振光与自然光混合而成的部分偏振光（4 分）.