合肥工业大学 2016—2017 第一学期

大学物理 B(下)　试卷 A

参考答案
评分标准

一．简答题：（共 45 分）　（酌情给分）

1. ① 机理：

自由电子的分布；取向极化或位移极化。　　3 分

②电荷分布：

电荷只分布在导体的表面。　　3 分

③电场分布：

导体内部电场强度处处为零，导体表面附近的电场强度与导体表面垂直，与电荷密度呈正比；介质中的场强减弱。　　3 分

2. 证：略　　9 分

3. 静电场和涡旋电场区别：　　4 分

激发源不同，　性质不同。

传导电流和位移电流区别：　　5 分

源不同，热效应不同，磁效应相同。

4. 略　　9 分

5. （**1**）物理意义：概率密度正比于波函数的平方。　　4 分

（2）满足条件：单值、有限和连续，且归一化。　　5 分

二、计算题（共 55 分）

1、解：（1）电荷分布具有球对称性，由高斯定理可知

$$E=\begin{cases} 0 & (0\le r<R_1) \\ \dfrac{Q}{4\pi\varepsilon_0 r^2} & (R_1<r<R_2) \end{cases}$$

5 分

(2)当 $(0 \le r < R_1)$ 各点电势为

$$U_1 = \int_r^{R_2} \vec{E} \cdot d\vec{r} = \int_r^{R_1} \vec{E} \cdot d\vec{r} + \int_{R_1}^{R_2} \vec{E} \cdot d\vec{r}$$

$$= \int_{R_1}^{R_2} \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0 r^2} dr = \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0} [\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2}]$$

（也可直接用电势叠加得上解）。

当$(R_1 \le r < R_2)$各点电势为 $U_2 = \int_r^{R_2} \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0 r^2} dr = \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0} [\frac{1}{r} - \frac{1}{R_2}]$ 3 分

2.解：（1）两极板拉开前后的电容为

$$C_1 = \frac{\varepsilon_0 S}{d} \qquad C_2 = \frac{\varepsilon_0 S}{2d}$$

$$W_1 = \frac{1}{2}\frac{Q^2}{C} = \frac{Q^2 d}{2\varepsilon_0 S} \qquad W_2 = \frac{1}{2}\frac{Q^2}{C} = \frac{Q^2 2d}{2\varepsilon_0 S}$$

外力所做的功为 $A = W_2 - W_1 = \frac{Q^2 d}{2\varepsilon_0 S}$ 6 分

（2）两极板间的相互吸引力：

$$F = \frac{A}{d} = \frac{Q^2}{2\varepsilon_0 S}$$

2 分

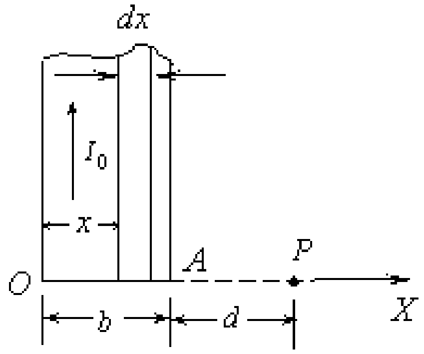
3. 解 ：建立坐标轴OX，如图所示

$$dI = \frac{I_0}{b} dx \qquad dB = \frac{\mu_0 I_0 dx}{4\pi b(b + d - x)}$$

6 分

$$B_P = \int dB_P = \frac{\mu_0 I_0}{4\pi b}\int_0^b \frac{dx}{b + d - x} = \frac{\mu_0 I_0}{4\pi b} \ln \frac{1}{b + d - x} = \mu_0 I_0 \frac{\ln \frac{b+d}{d}}{4\pi b}$$

2 分



4. 解：（1）

$$B = \frac{\mu_0 i}{2\pi r} = \frac{\mu_0 I_0}{2\pi r} \sin \omega t$$

$$\mathrm{d}\Phi = \vec{B} \cdot d\vec{S} = B\cos\theta dS = BdS = \frac{\mu_0 I_0}{2\pi r} \sin \omega t \cdot l dr$$

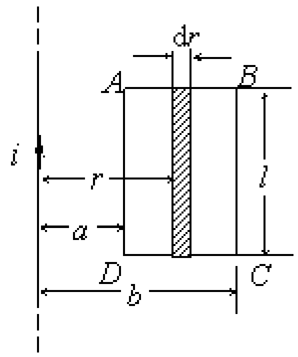
$$\Phi = \int \mathrm{d}\Phi = \iint\limits_{(S)} \vec{B}\cdot d\vec{S} = \int_a^b \frac{\mu_0 I_0}{2\pi r}\sin\omega t\, l\,\mathrm{d}r = \frac{\mu_0 l}{2\pi}\ln\frac{b}{a} I_0 \sin\omega t$$

6 分

（2）

$$\varepsilon = -\frac{\mathrm{d}\Phi}{\mathrm{d}t} = -\frac{\mu_0 l\omega}{2\pi}(\ln\frac{b}{a})I_0\cos\omega t$$

2 分



5. 解：

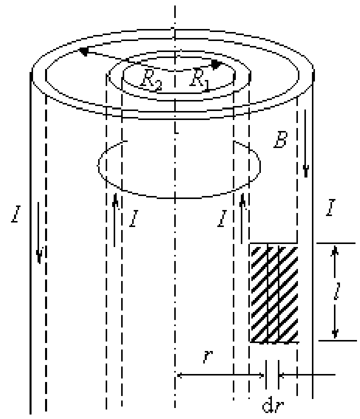
$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$$

$$\Phi = \int_{R1}^{R2} Bl\,\mathrm{d}r = \int_{R1}^{R2}\frac{\mu_0 I}{2\pi r}l\,\mathrm{d}r = \frac{\mu_0 Il}{2\pi}\ln\frac{R_2}{R_1}$$

5 分

$$L = \frac{\Phi / I}{l} = \frac{\mu_0}{2\pi}\ln\frac{R_2}{R_1}$$

2 分



6. 解(1)；

$$(a+b)\sin\theta_1 = k\lambda \qquad (a+b)\sin\theta_2 = (k+1)\lambda$$

$$a+b = \frac{\lambda}{\sin\theta_2 - \sin\theta_1} = 6\times 10^{-6}(\mathrm{m})$$

(2) 由于第四级主极大缺级,故满足下列关系

$$(a+b)\sin\theta = 4\lambda \qquad a\sin\theta = k\lambda$$

得

$$a = \frac{a+b}{4}k$$

因此最小缝宽为

$$a=\frac{a+b}{4}=1.5\times10^{-6}(\mathrm{m})$$

6 分

(3)

$$\sin\theta=\frac{k\lambda}{a+b}\le 1$$

$$k_{\max}=\frac{a+b}{\lambda}=10$$

因缺级，屏上有 $k=0,\pm1,\pm2,\pm3,\pm5,\pm6,\pm7,\pm9$各主极大条纹出现。 2 分

7.解 （1）红限波长为：

$$\lambda=\frac{c}{\upsilon_0}=\frac{hc}{A}=\frac{6.63\times10^{-34}\times3\times10^{8}}{2.486\times1.6\times10^{-19}}=5.0\times10^{-7}(\mathrm{m})$$

3 分

（2）

$$\frac{1}{2}mv_m^2=h\upsilon-A=\frac{hc}{\lambda}-A$$

$$v_m=\left[\frac{2(\frac{hc}{\lambda}-A)}{m}\right]^{\frac{1}{2}}=4.676\times10^{5}(\mathrm{m/s})$$

3 分

（3）遏止电压

$$U_a=\frac{1}{2}mv_m^2/e=\frac{hc}{e\lambda}-\frac{A}{e}=\frac{6.63\times10^{-34}\times3\times10^{8}}{1.6\times10^{-19}\times400\times10^{-9}}-2.486$$

=0.622 V 2 分