

河海大学常州校区 2018-2019 学年第一学期

《大学物理 II》(机电+物联网:2017 级)期末(课内)考试(B)

卷

授课班号 _____ 专业 _____ 学号 _____ 姓名 _____

1、有

题号	一	二		总分	审核
		1	2		
题分	74	13	13		
得分					

关常量:

真空电容率(真空介电常量) $\epsilon_0 = 8.854187817 \times 10^{-12} C^2 / (N \cdot m^2)$

真空磁导率 $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} T \cdot m / A$

2、有关公式:

静电场的电场

$$\text{库仑力 } \vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_1 q_2}{r_{12}^2} \vec{e}_{r12}$$

$$\text{点电荷电场强度 } \vec{E} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{r^2} \vec{e}_r$$

$$\text{电偶极矩(电矩)} \quad \vec{p} = q\vec{l}$$

$$\text{无限长均匀带电直棒电场 } E = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0 r}$$

$$\text{均匀带电圆环轴线上电场 } E = \frac{qx}{4\pi\epsilon_0 (x^2 + R^2)^{3/2}}$$

$$\text{均匀带电圆盘轴线上电场 } E = \frac{\sigma}{2\epsilon_0} \left(1 - \frac{x}{\sqrt{R^2 + x^2}} \right)$$

$$\text{电通量 } \psi_E = \iint_S \vec{E} \cdot d\vec{S}$$

$$\text{静电场中的高斯定理 } \iint_S \vec{E} \cdot d\vec{S} = \frac{1}{\epsilon_0} \sum_i q_i$$

$$\text{电势 } V_a = \int_a^\infty \vec{E} \cdot d\vec{l} = \int \frac{dq}{4\pi\epsilon_0 r}$$

$$\text{电势差 } U_{ab} = \int_a^b \vec{E} \cdot d\vec{l} = \frac{A_{ab}}{q_0}$$

$$\text{带电导体表面附近电场 } \vec{E} = \frac{\sigma}{\epsilon_0} \vec{e}_n$$

$$\text{电容器电容 } C = \frac{q}{V_A - V_B}$$

$$\text{平行板电容器 } C = \frac{\epsilon_0 S}{d}$$

$$\text{圆柱形电容器 } C = \frac{2\pi\epsilon_0}{\ln \frac{R_B}{R_A}}$$

$$\text{球形电容器 } C = 4\pi\epsilon_0 \frac{R_A R_B}{R_B - R_A}$$

$$\text{电场能量 } W_e = \iiint_V \frac{1}{2} \epsilon_0 E^2 dV = \frac{1}{2} \frac{Q^2}{C}$$

恒定电流的磁场

毕奥—萨伐尔定律 $B = \frac{\mu_0}{4\pi} \int_L \frac{Id\vec{l} \times \vec{r}}{r^3}$

载流长直导线磁场 $B = \frac{\mu_0 I}{4\pi r} (\sin \beta_1 - \sin \beta_2)$

载流圆线圈轴线上磁场 $B = \frac{\mu_0 IR^2}{2(R^2 + x^2)^{3/2}}$

磁矩 $\vec{m} = IS\vec{e}_n$

无限长直螺线管磁场：内部 $B = \mu_0 nI$ ；外部 $B = 0$

磁通量 $\Phi_m = \iint_S \vec{B} \cdot d\vec{S}$

安培环路定理 $\oint_L \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0 \sum I$

洛伦兹力 $\vec{F} = q\vec{v} \times \vec{B}$

安培定律 $\vec{F} = \int_L Id\vec{l} \times \vec{B}$

磁力矩 $\vec{M} = \vec{m} \times \vec{B}$

光的偏振

马吕斯定律 $I_2 = I_1 \cos^2 \alpha$

布儒斯特定律 $\tan i_B = \frac{n_2}{n_1}$

电磁感应

法拉第电磁感应定律

$$\xi_i = -\frac{d\Phi_m}{dt}$$

动生电动势 $\xi_i = \int_L (\vec{v} \times \vec{B}) \cdot d\vec{l}$

自感系数 $L = \frac{\Phi_m}{I} = -\frac{\xi_i}{dI/dt}$

互感系数 $M = \frac{\Phi_m}{I} = -\frac{\xi_i}{dI/dt}$

双缝干涉

双缝干涉明纹位置

$$x = \pm k \frac{D\lambda}{d}, k = 0, 1, 2, \dots$$

双缝干涉暗纹位置

$$x = \pm (2k+1) \frac{D\lambda}{d}, k = 0, 1, 2, \dots$$

光程 nx

位相差与光程差的关系

$$\Delta\phi = \frac{2\pi\delta}{\lambda}$$

膜干涉

薄膜干涉反射光光程差

$$\delta = 2d\sqrt{n_2^2 - n_1^2 \sin^2 i} + \begin{cases} 0, n_1 < n_2 < n_3 \\ 0, n_1 > n_2 > n_3 \\ \frac{\lambda}{2}, \text{其它} \end{cases}$$
$$= \begin{cases} k\lambda, k = 1, 2, 3, \dots \text{明纹} \\ (2k+1)\frac{\lambda}{2}, k = 1, 2, 3, \dots \text{暗纹} \end{cases}$$

劈尖膜相邻明纹或暗纹间距

$$l = \frac{\lambda}{2\sin\theta} \approx \frac{\lambda}{2\tan\theta} \approx \frac{\lambda}{2\theta}$$

单缝衍射

暗纹公式 $a \sin \theta = \pm 2k \frac{\lambda}{2}, k = 1, 2, 3, \dots$

明纹公式 $a \sin \theta = \pm (2k+1) \frac{\lambda}{2}, k = 1, 2, \dots$

中央明纹的半角宽度

$$\Delta\theta_0 = \theta_1 = \arcsin \frac{\lambda}{a} \approx \frac{\lambda}{a}$$

中央明纹线宽度 $\Delta x \approx 2f\theta_1 = \frac{2\lambda f}{a}$

光栅衍射 光栅方程 $(a+b) \sin \theta = k\lambda$

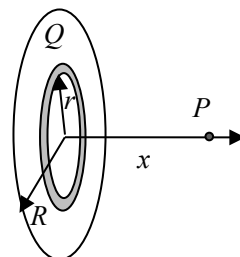
缺级 $k = \frac{a+b}{a} k', k' = \pm 1, \pm 2, \dots$

两相邻主极大之间有 $N-1$ 个极小值, $N-2$ 个次极大

一、填空题（共 74 分，每空 2 分）

阅卷	得分

- 1、 已知一均匀带电量 q 、半径为 r 的圆环中心轴线上距圆环中心 x 处的电场强度大小为 $E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{qx}{(x^2 + r^2)^{3/2}}$ ，方向



为沿轴线向外；则计算如图所示一个半径为 R 、均匀带有电量 Q 的圆盘中心轴线上距圆盘中心 x 处的电场强度方法为：如图所示，以圆盘中心为圆心，在圆盘上取 $r \sim r+dr$ 范围的圆盘部分为微元，该微元恰好是一个均匀带电圆

环，其所带电量为 $dq = \underline{\hspace{2cm}}$ ；

根据圆环中心轴线上的场强公式，该圆环微元在 P 点产生的场强大小为 $dE = \underline{\hspace{2cm}}$ ，方向为 $\underline{\hspace{2cm}}$ ；

积分计算后，得圆盘中心轴线上的场强大小 $E = \underline{\hspace{2cm}}$ ，方向为 $\underline{\hspace{2cm}}$ 。

- 2、 根据高斯定理：

(1) 一个半径为 R ，均匀带有电量 Q 的球面产生的电场，距离球心 r 处的电场强度大小为：当 $r < R$ 时， $E = \underline{\hspace{2cm}}$ ，当 $r > R$ 时， $E = \underline{\hspace{2cm}}$ ，电场方向 $\underline{\hspace{2cm}}$ ；

(2) 与一根带电线密度为 λ 的无限长线距离为 d 处的电场强度大小

$E = \underline{\hspace{2cm}}$ ；

(3) 与一个带电面密度为 σ 的无限大平面距离为 d 处的电场强度大小

$E = \underline{\hspace{2cm}}$ ；

- 3、 如图所示，一导体球腔带有电量 q ，若腔内非球心处有一点电荷 $-\frac{q}{2}$ ，则：球腔内表面带电量为 $\underline{\hspace{2cm}}$ ；

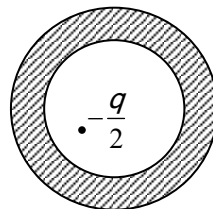
球腔外表面带电量为 $\underline{\hspace{2cm}}$ ；

球腔外电场强度为 $\underline{\hspace{2cm}}$ ；

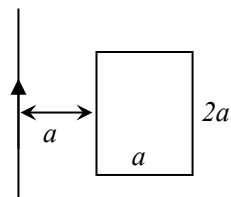
若球腔接地，则：球腔内表面带电量为 $\underline{\hspace{2cm}}$ ；

球腔外表面电量为 $\underline{\hspace{2cm}}$ ；

球腔外电场强度为 $\underline{\hspace{2cm}}$ 。



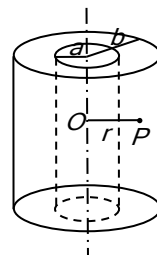
- 4、 如右图所示，一载有恒定电流 I 的无限长直导线与一矩形线圈共面放置，矩形线圈的高为 $2a$ ，宽为 a ，靠近无



限长导线的一边与长直导线平行相距 a 。当线圈以恒定速度 v 向上运动时, 在图示时刻线圈中的感应电动势大小为_____；当线圈以恒定速度 v 向右运动时, 在图示时刻线圈中的感应电动势大小为_____；方向为图示中的（此空选填“顺”或“逆”）时针。

当直导线中电流改为 $I = 5 \cos 4t (A)$ 的交变电流, 矩形线圈一直静止, 线圈上的感应电动势为_____。

- 5、如图一长直导线横截面半径为 a , 导线外同轴地套一半径为 b 的导体薄圆筒, 设导线单位长度的电荷为 $+\lambda$, 取外导体圆筒电势为零, 则两导体之间任意一点 P 的电场强度为_____, 电势为_____。



- 6、用波长为 λ 的单色平行光垂直入射在一块多缝光栅上, 其光栅常数 $d=3\mu\text{m}$, 缝宽 $a=1\mu\text{m}$, 则在单缝衍射的中央明条纹中共有_____条谱线(主极大)。

- 7、波长 $\lambda=550 \text{ nm}$ 的单色光垂直入射于光栅常数 $d=2 \times 10^{-4} \text{ cm}$ 的平面衍射光栅上, 可能观察到的光谱线的最大级次为_____。

- 8、某种透明媒质对于空气的临界角(指反射)等于 $\arcsin \frac{\sqrt{3}}{3}$, 光从空气射向此媒质时的布儒斯特角是_____；此媒质的折射率为_____。

- 9、在玻璃 (折射率 $n_3 = 1.60$) 表面镀一层 MgF_2 (折射率 $n_2 = 1.38$) 薄膜作为增透膜。为了使波长为 700 nm 的光从空气 ($n_1=1.00$) 正入射时尽可能少反射, MgF_2 薄膜的最少厚度应是_____nm。

- 10、两个电容器的电容之比 $C_1:C_2=1:2$, 把它们串联起来充电后 (两个电容的电量相同), 它们的电场能量之比 $W_1:W_2 =$ _____。如果是并联起来充电 (两个电容的电压相同), 则它们的电场能量之比为 $W_1:W_2 =$ _____。

- 11、两个相距很远的金属球半径分别为 R_1 和 R_2 , 带电量分别为 q_1 和 q_2 , 现用一很长的导线将两金属球连接起来, 此时两球的带电量分别为_____和_____。

- 12、将一个均匀带电荷 $+Q$ 的球形肥皂泡由半径 r_1 吹胀到 r_2 , 则距球心 r 处 ($r_1 < r < r_2$) 任一点的电场强度大小由_____变为_____；电势由变为_____。

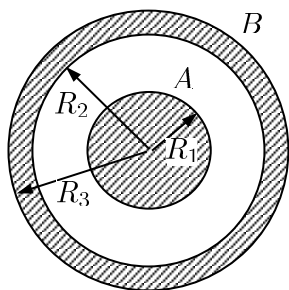
- 13、球表面附近的电场强度为 E_1 ，方向指向地球中心，则地球带的总电量 Q = _____；在离地面 h ($h \ll R$)，场强降为 E_2 ，方向指向地心，则 h 以下大气层内的平均电荷密度 ρ = _____ (体积视为 $4\pi R^2 h$)

二、计算题 (共 26 分)

1、(本题 13 分) 如图，在一个半径为 R_1 的金属球 A 外面套有一同心金属球壳 B 。已知球壳 B 的内外半径分别为 R_2 和 R_3 。设 A 球总电量 q ，球壳 B 的总电量为 Q 。

阅卷	得分

- (1) 求球壳 B 内、外表面上所带的电荷及球 A 和球壳 B 的电势：(5 分)
- (2) 求半径在 R_1 和 R_2 之间的球壳中的电场能量：(5 分)
- (3) 将金属球 A 接地，求金属球 A 所带的电量 q' 。(3 分)



2、(本题 13 分) 一截面为矩形的螺绕环，内外半径分别为 R_1 和 R_2 ，高为 h ，绕有 N 匝线圈。在螺绕环的中心轴线处置一无限长直导线。求：

阅卷	得分

(1) 螺绕环的自感系数； (5 分)

(2) 长直导线与螺绕环的互感系数； (5 分)

(3) 当螺绕环中通以 $I = I_0 \sin(\omega t)$ 的交变电流时，长直导线中的感应电动势。(3 分)

