

北京邮电大学 2016—2017 学年第 2 学期

《大学物理(C)》期末答案

一、选择题 (每题 3 分, 共 30 分)

(1) ~~D~~ (2)B (3)C (4)A (5)B (6)D (7) ~~A~~ (8)D (9)A (10)C

二、填空题 (每空 3 分, 共 30 分)

(1) ~~2~~ $\frac{1}{\cos^2 \theta}$ 或 $\sec^2 \theta$ (回答 $\cos^2 \theta$ 扣 1 分)

(2) $\frac{2(F - \mu mg)^2}{k}$ 系数 2 不对或写在分母下扣 1 分, 没写平方或 k 写分子上不得分

(3) ~~2~~ $\frac{q}{2\epsilon_0}$ 系数不对扣 1 分

(4) $\frac{1}{2}CU^2$ 或 $\frac{Q^2}{2C}$ 或 $\frac{1}{2}QU$ 系数不对扣 1 分

(5) $\pi R^3 \lambda B \omega$, 系数(包括 π 不对扣 1 分), 但没有立方, 或没有 B 不得分
平行纸面向上 (回答垂直纸面向上或向外均不得分)

(6) $A \cos[2\pi(vt + \frac{x}{\lambda}) + \pi]$ 或 $-A \cos[2\pi(vt + \frac{x}{\lambda})]$

相位不对扣 1 分, 但形为 $(t-x)$ 的回答不得分;

$2A \cos(\frac{2\pi}{\lambda}x + \frac{1}{2}\pi) \cos(2\pi vt + \frac{1}{2}\pi)$ 或 $2A \cos(\frac{2\pi}{\lambda}x - \frac{1}{2}\pi) \cos(2\pi vt - \frac{1}{2}\pi)$ 或 $2A \sin \frac{2\pi}{\lambda}x \sin 2\pi vt$

回答 $2A \sin \frac{2\pi}{\lambda}x \cos 2\pi vt$ 扣 1 分

(7) $7.5 \times 10^{-4} \text{ rad}$ 或 $(\pi - 7.5 \times 10^{-4}) \text{ rad}$ (回答 $5 \sim 9 \times 10^{-4}$ 扣 1 分, 量级错不得分)

(8) $f \tan i$ 或 $f \sin i$ 或 fi

三、计算题 (10 分)

碰撞后, 盘受力平衡时 $kl_0 = (M + m)g$

以平衡位置为原点, 竖直向下为正方向建立坐标系,

x 处受力为 $F = (M + m)g - k(l_0 + x) = -kx = (M + m) \frac{d^2 x}{dt^2}$

可得 $\frac{d^2 x}{dt^2} + \frac{k}{M + m}x = 0$, 令 $\omega = \sqrt{\frac{k}{M + m}}$ (2 分)

碰撞瞬间为计时起点, 即 $t=0$, 碰后盘运动状态为 (x_0, v_0)

$$x_0 = \frac{Mg}{k} - \frac{(M+m)g}{k} = -\frac{mg}{k} \quad (2 \text{ 分})$$

碰撞前, 物体 m 的速度为 v $\frac{1}{2}mv^2 = mgh \quad \therefore v = \sqrt{2gh}$

根据动量定理 $mv = (M+m)v_0 \quad \therefore v_0 = \frac{m}{M+m}\sqrt{2gh}$ (2 分)

则系统振动方程为 $x = A \cos(\omega t + \varphi)$, 其中 $\omega = \sqrt{\frac{k}{M+m}}$

$$A = \sqrt{x_0^2 + \frac{v_0^2}{\omega^2}} = \sqrt{\left(\frac{mg}{k}\right)^2 + \frac{2m^2gh}{(M+m)k}} \quad (2 \text{ 分})$$

$$\varphi = \arctan\left(-\frac{v_0}{x_0\omega}\right) = \arctan\sqrt{\frac{2hk}{(M+m)g}}$$

由于 $x_0 < 0$, $v_0 > 0$, 所以 φ 在第三象限 (2 分)

四、计算题 (10 分)

解: 设导体球带电 q , 取无穷远处为电势零点, 则由高斯定理 $\oint_s \vec{E} \cdot d\vec{S} = \frac{q}{\epsilon_0}$ (2 分)

电场强度大小为 $E = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r^2}$ (1 分)

导体球电势: $U_0 = \int_r^\infty \vec{E} \cdot d\vec{r} = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r}$ (3 分)

同理, 内球壳电势: $U_1 = \frac{Q_1 - q}{4\pi\epsilon_0 R_1} + \frac{Q_2}{4\pi\epsilon_0 R_2}$ (1 分)

二者等电势, 即 $\frac{q}{4\pi\epsilon_0 r} = \frac{Q_1 - q}{4\pi\epsilon_0 R_1} + \frac{Q_2}{4\pi\epsilon_0 R_2}$ (2 分)

解得 $q = \frac{r(R_2 Q_1 + R_1 Q_2)}{R_2(R_1 + r)}$ (1 分)

五、计算题 (10 分)

解: 由于磁感应强度随时间变化, 因此本题中除产生动生电动势外, 还产生感生电动势。

取 $O \rightarrow N \rightarrow M \rightarrow O$ 为绕行的正向, 则

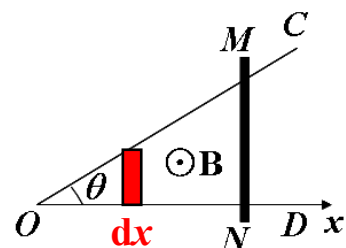
$$d\Phi = \vec{B} \cdot d\vec{S} = B y dx = B \tan \theta x dx = k \cos \omega t \tan \theta x^2 dx \quad (4 \text{ 分})$$

$$\Phi = \int d\Phi = k \cos \omega t \tan \theta \int_0^x x^2 dx = \frac{1}{3} k x^3 \cos \omega t \tan \theta \quad (2 \text{ 分})$$

$$E = -\frac{d\Phi}{dt} = \frac{1}{3} k x^3 \omega \sin \omega t \tan \theta - k x^2 v \cos \omega t \tan \theta$$

若 $E > 0$, 则电动势的方向与所规定的绕行正方向一致, 反之, 则电动势的方向与所规定的绕行正方向相反。

(4 分)



六、计算题 (10 分)

解：对空气薄膜有半波损失，故两束反射光的光程差为 $\delta = 2e + \frac{\lambda}{2}$ (2 分)

其中膜厚 e 近似为 $e \approx \frac{r^2}{2R}$

根据明纹条件可得 $\frac{r^2}{R} + \frac{\lambda}{2} = k\lambda$ ，即 $r_k^2 = R(k\lambda - \frac{\lambda}{2})$ $k = 1, 2, 3, \dots$ (2 分)

则对第 $(k+\Delta k)$ 级明环，有 $r_{k+\Delta k}^2 = R[(k+\Delta k)\lambda - \frac{\lambda}{2}]$

两式相减，得 $r_{k+\Delta k}^2 - r_k^2 = \Delta k R \lambda$ (2 分)

(1) 由题意 $r_k = 1 \times 10^{-3} \text{ m}$ ， $r_{k+\Delta k} = 3 \times 10^{-3} \text{ m}$ ， $\Delta k = 4$ ， $\lambda = 600 \text{ nm}$

得 $R = \frac{r_{k+\Delta k}^2 - r_k^2}{\Delta k \lambda} = \frac{9-1}{4 \times 600 \times 10^{-9}} \times 10^{-6} = \frac{2}{600} \times 10^3 \approx 3.33 \text{ m}$ (2 分)

(2) 由题意 $r = 5 \times 10^{-3} \text{ m}$ ，则由 $r_k^2 = R(k\lambda - \frac{\lambda}{2})$ ，得 $\frac{25}{2} = (k - \frac{1}{2})$ ，即 $k = 13$ (2 分)

($\delta = \frac{25 \times 10^{-6}}{10/3} + \frac{\lambda}{2} = 7.5 \times 10^{-6} + 0.3 \times 10^{-6} = 7.8 \times 10^{-6}$ ， $k = \frac{\delta}{\lambda} = 13$ 为整数，是明纹)