

# 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) C (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)  $\frac{1}{\cos^2 \theta}$  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)  $\frac{q}{2\epsilon_0}$  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  $\pi$  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  $\varphi$  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

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

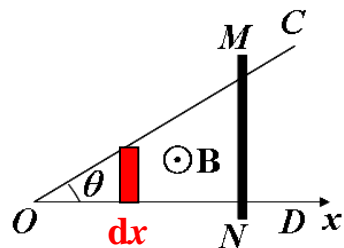
$$\Phi = \int d\Phi = k \cos \omega t \tan \theta \int_0^x x^2 dx = \frac{1}{3} k x^3 \cos \omega t \tan \theta \quad (2 \text{ 分})$$

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

若  $\mathcal{E} > 0$ , 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)