

北京邮电大学 2017——2018 学年第二学期

《大学物理 C》期末考试试题答案和评分标准

一、选择题(30 分, 每题 3 分)

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

二、填空题(30 分, 每空 3 分)

1. 2π 2. $2\pi/3$ 或 $-2\pi/3$ 或 $4\pi/3$ (每项都加 $2k\pi$ 也算对) 3. 0 4. $3\lambda/4n_2$

5. $-rq/R$ 6. $\frac{1}{2}\sqrt{3gl}$ 7. 0 或 4π 或 -4π 8. $-\sigma/2$ $+\sigma/2$ 9. $>$

三、计算题(10 分)

解答: 设小球速率 v_m , 容器速率为 v_M , 则由动量守恒和能量守恒定律, 则有

$$M v_M - m v_m = 0 \quad (2 \text{ 分})$$

$$\frac{1}{2} M v_M^2 + \frac{1}{2} m v_m^2 = m g R \quad (2 \text{ 分})$$

$$v_m = \sqrt{\frac{2 M g R}{M + m}} \quad v_M = \frac{m}{M} \sqrt{\frac{2 M g R}{M + m}} \quad (1 \text{ 分})$$

小球与容器之间有相对运动, 相对于容器的运动速度大小为

$$v'_m = v_m - (-v_M) \quad (2 \text{ 分})$$

则以容器为参考系时, 小球做圆周运动, 分析其法线方向, 则有

$$F - m g = \frac{m v'^2_m}{R} \quad (2 \text{ 分})$$

可得小球所受的支持力为

$$F = m g \left(3 + \frac{2m}{M} \right) \quad (1 \text{ 分})$$

四、计算题(10 分)

解答: 由于 $\mathbf{b} \perp \mathbf{a}$, 故通过小圆环的磁场近似看作匀强磁场, 其大小为

$$B = \frac{\mu_0 I}{2b} \quad (3 \text{ 分})$$

则通过小圆环的磁通量为

$$\phi = \vec{B} \cdot \vec{S} = \frac{\mu_0 I}{2b} \pi a^2 \cos(\omega t) \quad (3 \text{ 分})$$

则小圆环上产生的电动势为

$$\varepsilon = -\frac{d\phi}{dt} = \frac{\mu_0 I}{2b} \pi a^2 \omega \sin(\omega t) \quad (3 \text{ 分})$$

故小圆环中的感应电流为

$$i = \frac{\varepsilon}{R} = \frac{\mu_0 I}{2bR} \pi a^2 \omega \sin(\omega t) \quad (1 \text{ 分})$$

五、计算题(10 分)

解答：(1) 由已知 O 点的振动表达式 $y = A \cos \omega t$

可得向左传播的入射波波函数为

$$y_1 = A \cos\left(\omega t + \frac{2\pi}{\lambda} x\right) \quad (3 \text{ 分})$$

则其在 B 点的振动表达式为

$$y_{1B} = A \cos\left[\omega t + \frac{2\pi}{\lambda} \left(-\frac{3}{4}\lambda\right)\right] = A \cos\left(\omega t - \frac{3}{2}\pi\right)$$

由于半波损失，故在 B 处反射的波在 B 点的振动表达式为

$$y_{2B} = A \cos\left(\omega t - \frac{3}{2}\pi + \pi\right) = A \cos\left(\omega t - \frac{1}{2}\pi\right) \quad (2 \text{ 分})$$

故反射波的波函数为

$$y_2 = A \cos\left[\omega \left(t - \frac{\frac{3}{4}\lambda + x}{u}\right) - \frac{1}{2}\pi\right] = A \cos\left(\omega t - \frac{2\pi}{\lambda} x\right) \quad (3 \text{ 分})$$

(2) 反射波在 B 点的振动表示式为 $y_{2B} = A \cos\left(\omega t - \frac{1}{2}\pi\right)$

故以 B 点为坐标系原点时反射波的波函数为

$$y_2 = A \cos\left[\omega \left(t - \frac{x}{u}\right) - \frac{1}{2}\pi\right] = A \cos\left(\omega t - \frac{2\pi}{\lambda} x - \frac{1}{2}\pi\right) \quad (2 \text{ 分})$$

六、计算题(10 分)

解答：由光栅衍射主极大公式 $d \sin \varphi = k\lambda$ ，可得

$$d = \frac{k\lambda}{\sin \varphi} = \frac{3\lambda}{\sin 30} = 3600nm \quad (4 \text{ 分})$$

由缺级现象，设 k 为所缺级次，则有 $\frac{d}{a} = \frac{k}{n}$

其中 k=4，由上式可见，当 n=1 时，缝宽 a 取最小值，即

$$a = \frac{d}{4} = 900nm \quad (2 \text{ 分})$$

由光栅方程 $d \sin \varphi = k\lambda$ ，取衍射角为 90 度，则可求出最大级次，即

$$k_{\max} = \frac{d}{\lambda} = 6 \quad (2 \text{ 分})$$

而 k=3、6 等级次缺级，因此可见的级次为 $k=0, \pm 1, \pm 2, \pm 3, \pm 5$ 级明纹 (2 分)