

2021 级大学物理 B (1) 期末考试 A 卷参考答案及评分标准

一、选择题 (每题 3 分, 共 33 分)

- 1、D 2、C 3、C 4、B 5、B 6、B 7、A 8、C 9、B 10、B
11、D

二、填空题 (共 32 分)

1、 20 m/s (3 分)

2、 $m\sqrt{GMR}$ (3 分)

3、 $\frac{m^2 g^2}{2k}$ (3 分)

4、 $\frac{J\omega_0}{J+mR^2}$ (3 分)

5、 $\frac{q}{4\pi\epsilon_0}(\frac{1}{r}-\frac{1}{R})$ (3 分)

6、 $\frac{q}{6\pi\epsilon_0 R}$ (3 分)

7、 $\oint_S \vec{B} \cdot d\vec{S} = 0$, 无源场, 闭合曲线。 (3 分)

8、 0.300 H (3 分)

9、 (1) $\frac{\sqrt{3}}{2}c$ (2) $\frac{\sqrt{3}}{2}c$ (4 分)

10、 (1) $\frac{m}{Sl}$ (2) $\frac{25}{9} \frac{m}{Sl}$ (4 分)

三、计算题 (共 4 题, 前 3 题每题 10 分, 第 4 题 5 分, 共 35 分)

1. 解: (1) (力矩: $\vec{M} = \vec{r} \times \vec{F}$, 大小 $M = Fr \sin \alpha$)

任意 x 位置取线元 dx , 质量为 $dm = \frac{m}{l} dx$

此线元对 O 点力矩大小

$$\begin{aligned} dM &= (dm \cdot g)x \sin \alpha \\ &= (\frac{m}{l} dx \cdot g)x \sin(\frac{\pi}{2} - \theta) = (\frac{m}{l} dx \cdot g)x \cos \theta \end{aligned} \quad (2 \text{ 分})$$

(方向垂直向里)

细杆所受力矩大小为:

$$M = \int_l dM = \int_0^l (\frac{m}{l} dx \cdot g)x \cos \theta = mg \frac{l}{2} \cos \theta \quad (1 \text{ 分})$$

由转动定理 $M = J\beta$ (2 分)

\therefore 角加速度 $\beta = \frac{M}{J} = \frac{3g}{2l} \cos\theta$ (1 分)

(2) $\beta = \frac{d\omega}{dt} = \frac{d\omega}{d\theta} \frac{d\theta}{dt} = \omega \frac{d\omega}{d\theta}$, 分离变量积分: $\int_0^{\omega_\theta} \omega d\omega = \int_0^\theta \beta d\theta = \int_0^\theta \frac{3g}{2l} \cos\theta d\theta$ (2 分)

有 $\omega_\theta = \sqrt{\frac{3g \sin\theta}{l}}$ (ω_θ 为任意 θ 角时的角速度), (2 分)

2. 解: (1) 据有介质的高斯定理, 则两球壳间的电位移大小为

$$D = Q/(4\pi r^2) \quad (R_1 < r < R_2) \quad (2 \text{ 分})$$

场强大小为 $E = Q/(4\pi\epsilon_0\epsilon_r r^2)$ (1 分)

$$\begin{aligned} U_{12} &= \int_{R_1}^{R_2} \vec{E} \cdot d\vec{r} = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0\epsilon_r} \int_{R_1}^{R_2} \frac{dr}{r^2} \\ &= \frac{Q}{4\pi\epsilon_0\epsilon_r} \left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right) = \frac{Q(R_2 - R_1)}{4\pi\epsilon_0\epsilon_r R_1 R_2} \end{aligned} \quad (2 \text{ 分})$$

则电量 $Q = 4\pi\epsilon_0\epsilon_r U_{12} R_1 R_2 / (R_2 - R_1)$ (1 分)

(2) 电容 $C = \frac{Q}{U_{12}} = \frac{4\pi\epsilon_0\epsilon_r R_1 R_2}{R_2 - R_1}$ (2 分)

(3) 电场能量 $W = \frac{CU_{12}^2}{2} = \frac{2\pi\epsilon_0\epsilon_r R_1 R_2 U_{12}^2}{R_2 - R_1}$ (2 分)

3. 解: $\vec{B}_0 = \vec{B}_{ab} + \vec{B}_{bc} + \vec{B}_{cd}$

其中: $B_{ab} = \frac{\mu_0 I}{4\pi r} (\cos\theta_1 - \cos\theta_2)$

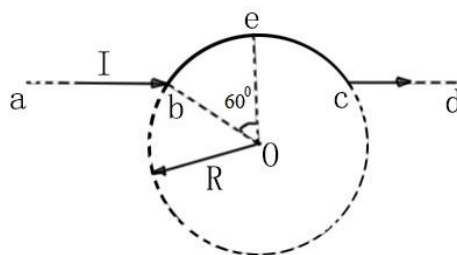
$$r = R \cos 60^\circ = \frac{1}{2} R, \theta_1 = 0^\circ, \theta_2 = 30^\circ$$

$B_{ab} = \frac{\mu_0 I}{4\pi R} (2 - \sqrt{3})$ 方向: 垂直纸面向里 (3 分)

同理 $B_{cd} = \frac{\mu_0 I}{4\pi R} (2 - \sqrt{3})$ 方向: 垂直纸面向里 (3 分)

$B_{bc} = \frac{\mu_0 I}{2R} \frac{120}{360^\circ} = \frac{\mu_0 I}{6R}$ 方向: 垂直纸面向里 (3 分)

故 $B_0 = \frac{\mu_0 I}{2\pi R} (2 - \sqrt{3} + \frac{\pi}{3})$ 方向: 垂直纸面向里 (1 分)



4. 解：（1）由洛伦兹坐标变换式 $x' = \frac{x - ut}{\sqrt{1 - (u/c)^2}}$ 和 $t_2 = t_1$ 有

$$x'_2 - x'_1 = \frac{(x_2 - x_1) - u(t_2 - t_1)}{\sqrt{1 - (u/c)^2}} = \frac{x_2 - x_1}{\sqrt{1 - (u/c)^2}} \quad (2 \text{ 分})$$

$$\text{解得 } u = \frac{\sqrt{3}}{2}c \quad (1 \text{ 分})$$

由洛伦兹时间变换式 $t' = \frac{t - \frac{u}{c^2}x}{\sqrt{1 - (u/c)^2}}$ 有

$$t'_2 - t'_1 = -\frac{u}{c^2} \frac{(x_2 - x_1)}{\sqrt{1 - (u/c)^2}} = -\frac{u}{c^2} (x'_2 - x'_1) \quad (1 \text{ 分})$$

$$= -\frac{\sqrt{3}}{2c} \times 2 \times 10^3 = -5.77 \times 10^{-6} \text{ (s)} \quad (1 \text{ 分})$$