

2006 级大学物理 2 期末试题参考答案 (信二学习部整理)

一 选择题 (共 54 分, 每题 3 分)

B C C C B D B A B A B B A D B B B A

二 计算题 (共 46 分)

19. (10 分) 解: (1) 设内层导线带电的电荷线密度为 λ , 则内层电介质中的电场强度为

$$E_1 = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_1 r} (0 < r < R_1)$$

外层电介质中的电场强度为 $E_2 = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_2 r} (R_1 < r < R_2)$ (3 分)

两导体间的电势差为

$$\begin{aligned} U &= \int \mathbf{E} \cdot d\mathbf{r} = \int_{R_1}^{R_2} E_1 dr + \int_{R_2}^{R_3} E_2 dr = \int_{R_1}^{R_2} \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_1 r} dr + \int_{R_2}^{R_3} \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_2 r} dr \\ &= \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_1} \ln \frac{R_2}{R_1} + \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_2} \ln \frac{R_3}{R_2} \end{aligned} \quad (4 \text{ 分})$$

则电缆单位长度的电容为 $C = \frac{\lambda}{U} = \frac{2\pi}{\frac{1}{\epsilon_1} \ln \frac{R_2}{R_1} + \frac{1}{\epsilon_2} \ln \frac{R_3}{R_2}}$ (1 分)

(2) 电容器单位长度储存的静电能为

$$W = \frac{1}{2} CU^2 = \frac{\pi}{\frac{1}{\epsilon_1} \ln \frac{R_2}{R_1} + \frac{1}{\epsilon_2} \ln \frac{R_3}{R_2}} U^2 \quad (2 \text{ 分})$$

20. (11 分)

解: (1) 长直电流 $jRd\theta$ 对轴线上电流 I 单位长度的斥力大小为

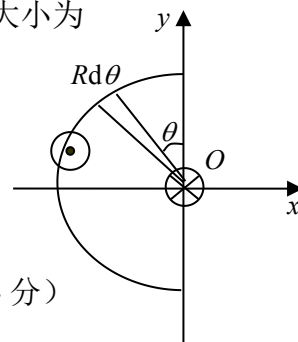
$$dF = dB \cdot I = \frac{\mu_0 j I R d\theta}{2\pi R} \quad (2 \text{ 分})$$

由对称性, $F_y = 0$ (1 分)

$$F = \int dF_x = \int dF \sin \theta = \frac{\mu_0 j I}{2\pi} \int_0^\pi \sin \theta d\theta = \frac{\mu_0 j I}{\pi} = \frac{\mu_0 I^2}{\pi^2 R} \quad (4 \text{ 分})$$

方向 $+x$ (1 分)

(2)



$$\frac{\mu_0 I^2}{\pi^2 R} = \frac{\mu_0 I^2}{2\pi d} \quad (2 \text{ 分})$$

$$d = \pi R/2 \quad (1 \text{ 分})$$

21. (10 分) 解：由题意，大线圈中的电流 I 在小线圈回路处产生的磁场可视为均匀的。

$$B = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{2\pi IR^2}{(R^2 + x^2)^{3/2}} = \frac{\mu_0 IR^2}{2(R^2 + x^2)^{3/2}} \quad 4 \text{ 分}$$

故穿过小回路的磁通量为

$$\Phi = \vec{B} \cdot \vec{S} = \frac{\mu_0}{2} \frac{IR^2}{(R^2 + x^2)^{3/2}} \pi r^2 \approx \frac{\mu_0 \pi r^2 R^2 I}{2x^3} \quad 3 \text{ 分}$$

由于小线圈的运动，小线圈中的感应电动势为

$$\varepsilon_i = \left| \frac{d\Phi}{dt} \right| = \frac{3\mu_0 \pi r^2 IR^2}{2x^4} \left| \frac{dx}{dt} \right| = \frac{3\mu_0 \pi r^2 R^2 I}{2x^4} v \quad 2 \text{ 分}$$

当 $x = NR$ 时，小线圈回路中的感应电动势为

$$\varepsilon_i = 3\mu_0 \pi r^2 I v / (2N^4 R^2) \quad 1 \text{ 分}$$

22. (10 分) 解 设粒子被禁闭在长度为 a 的一维箱中运动形成驻波，根据驻波条件有

$$a = n \frac{\lambda_n}{2} (n = 1, 2, 3, \dots) \quad (2 \text{ 分})$$

由德布罗意关系式可知 $p_n = \frac{h}{\lambda_n}$

所以定态动能为量子化的，量子化能级为

$$E = \frac{p^2}{2m} = \frac{(h/\lambda_n)^2}{2m} = \frac{h^2}{2m\lambda_n^2} = \frac{h^2}{2m(2a/n)^2} = \frac{n^2 h^2}{8ma^2}$$

最小动能公式为 $E_1 = \frac{h^2}{8ma^2} \quad (3 \text{ 分})$

相应的波函数为 $\psi_1(x) = A \sin \frac{\pi}{a} x$

式中 A 为常数。由归一化条件 $\int_{-\infty}^{\infty} |\psi(x)|^2 dx = \int_0^a |\psi(x)|^2 dx = 1$

求得归一化常数 A 为 $A = \sqrt{\frac{2}{a}} \quad (3 \text{ 分})$

概率密度为

$$|\varphi_1|^2 = \left| \sqrt{\frac{2}{a}} \sin \frac{\pi}{a} x \right|^2 = \frac{2}{a} \sin^2 \frac{\pi}{a} x \quad (2 \text{ 分})$$

23. (5 分)



解：1. 膜的厚度与轴突半径相比非常小，所以膜的任一小部分都可看成平面，因此可以把轴突等效成平行板电容器。

$$C = \frac{\epsilon_0 \epsilon_r S}{d} \quad \frac{C}{S} = \frac{\epsilon_0 \epsilon_r}{d} = 7.7 \times 10^{-3} \text{ F/m}^2$$

$$S = 2\pi Rl \quad C = 2.4 \times 10^{-7} \text{ F}$$

$$q = CV = 2.2 \times 10^{-8} \text{ C}$$

利用柱形电容器及 D 的高斯定理计算正确者同样得分（答案相同）。



信息与电子二学部学生会
学习部