

2023.11.22 第十六次作业

卢科政 夏业志

2023 年 12 月 13 日

题目 1. 一均匀磁化棒直径为 10mm, 长为 30mm, 磁化强度为 $1200 \text{ A} \cdot \text{m}^{-1}$, 求它的磁矩 μ

解答.

$$\mu = M \cdot V = 1200 \times \pi \left(\frac{1}{2} \times 10 \times 10^{-3} \right)^2 \times 30 \times 10^{-3} = 2.83 \times 10^{-3} \text{ A} \cdot \text{m}^2$$

题目 2. 中子的总电荷为 0, 但却有磁矩。已知中子由一个带 $+2e/3$ 的上夸克和两个带 $-e/3$ 的下夸克组成, 假定一个简单的运动模型, 即上夸克在一个半径为 r 的圆周上以相同速率 v 运动, 两个下夸克的运动方向一致但与上夸克相反。(2) 求中子的磁矩表达式; (2) 如果夸克的轨道半径 $r = 1.2 \times 10^{-15} \text{ m}$, 要使中子具有实验磁矩值 $m = 9.66 \times 10^{-27} \text{ A} \cdot \text{m}^2$, 则夸克的运动速率应为多大?

解答. 面积 $S = \pi r^2$

$$\text{周期 } T = \frac{2\pi r}{v}$$

磁矩表达式 (负电荷逆时针转可以看成正电荷顺时针转):

$$\mu = \Sigma \mu_i = \Sigma I_i \cdot S_i = \left(\frac{2e/3}{2\pi r/v} + \frac{e/3}{2\pi r/v} + \frac{e/3}{2\pi r/v} \right) \pi r^2 = 2evr/3$$

题目 3. 一孤立导体球的半径为 R , 充电到电势为 U , 球的介电常数为 ϵ_0 , 磁导率为 μ_0 , 球绕一直径轴以匀角速度 ω 旋转, 求旋转球的磁矩。

解答. 易知导体球的电荷充电后均匀分布在表面上, 总电荷 Q 满足:

$$U = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 R}$$

则:

$$\sigma = Q/(4\pi R^2) = \epsilon_0 U/R$$

旋转的周期为:

$$T = \frac{2\pi}{\omega}$$

以旋转轴为 z 轴, 取与 z 轴夹角为 θ 处的小圆环带, 张角为 $d\theta$, 磁矩为:

$$\mu = \int_0^\pi \frac{\sigma \cdot 2\pi R \sin\theta \cdot R d\theta}{T} \pi (R \sin\theta)^2 = \pi \omega \epsilon_0 U R^3 \int_0^\pi \sin^3\theta d\theta = \frac{4\pi \omega \epsilon_0 U R^3}{3}$$