

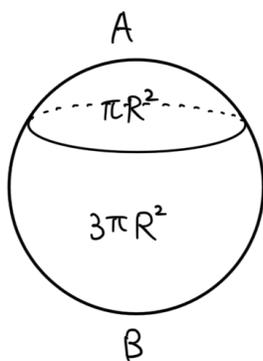
# 2026春电磁学（A）免修考试（回忆版）

Liuk

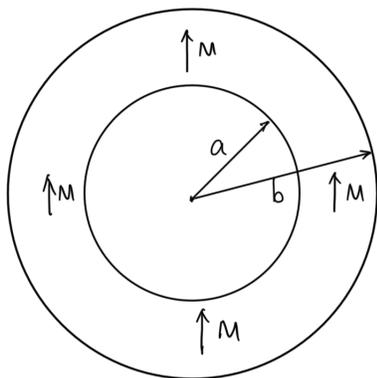
2026/03/11 16:00-18:00

说明：本试卷为回忆版，题目表述与原卷严重不符，仅供参考。

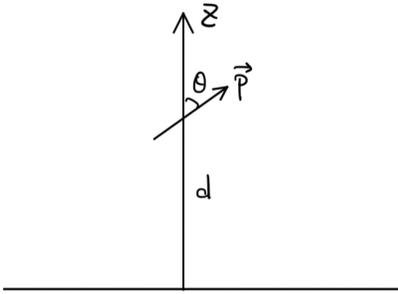
1. (1) 一个半径为 $R$ 的实心导体金属球，用一个平面将球体截成表面积为 $\pi R^2$ 和 $3\pi R^2$ 的两部分A和B，沿着截面法线的方向将两部分错开极小的距离，表面积为 $\pi R^2$ 的部分带上 $+Q$ 的电荷，表面积为 $3\pi R^2$ 的部分不带电，求A部分受到的静电力。



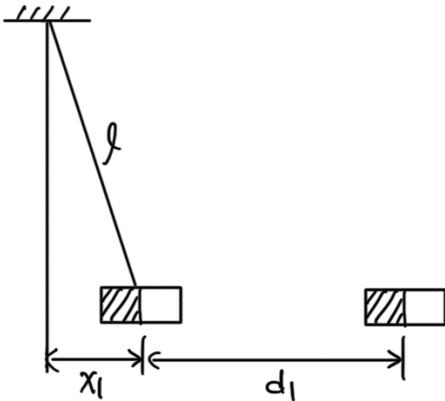
- (2) 一个固有磁化的磁介质球壳，内径为 $a$ ，外径为 $b$ ，球壳内的磁化强度为 $M$ ，方向沿 $z$ 轴正方向，求全空间的磁感应强度分布 $\vec{B}(r)$ 。



2. (1) 无限大导体平面上方 $d$ 处，有一个电偶极子，电偶极子方向与导体平面法向夹角为 $\theta$ ，求电偶极子的受力和力矩。

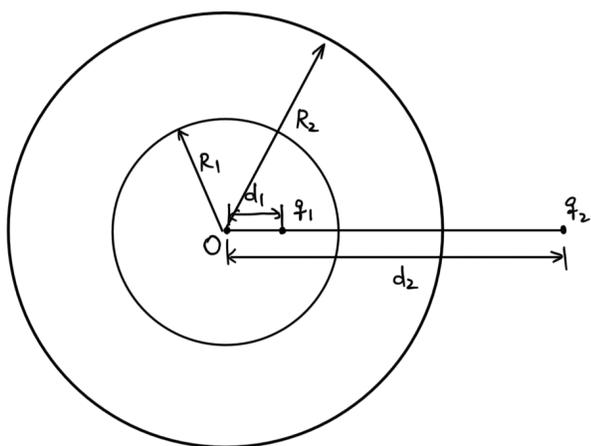


- (2) 为了探究磁铁之间的相互作用力，做以下实验，两个相同的磁铁A和B，磁铁A悬挂在长为 $l = 1m$ 的绳子上，用另一个磁铁B缓慢靠近，并时刻保持磁铁A和磁铁B在同一高度，且轴在同一直线上，当磁铁A水平方向移动 $x_1 = 1cm$ ，且两个磁铁之间的距离 $d_1 = 4cm$ 时，磁铁A的平衡开始被破坏，并迅速被吸引，已知 $F_m \propto d^{-n}$ ，求 $n$ 。



3. 一个内径为 $R_1 = R$ ，外径为 $R_2 = 2R$ 的不带电导体球壳，在过球心的一条直线上放置两个点电荷，一个点电荷电量为 $q_1 = q$ ，到球心的距离为 $d_1 = \frac{R}{2}$ ，另一个点电荷电量为 $q_2 = q$ ，到球心的距离为 $d_2 = (\sqrt{5} + 1)R$ 。

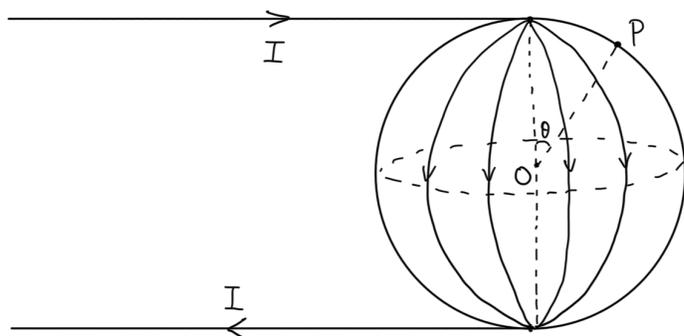
- (1) 求点电荷 $q_1$ 和 $q_2$ 的受力 $F_1$ 和 $F_2$ ；
- (2) 求球壳的电势 $V$ 和球心处的电势 $V_O$ ；
- (3) 分别求导体球壳内表面上电荷的自能和导体球壳内表面上电荷与点电荷 $q_1$ 之间的相互作用能；
- (4) 分别求导体球壳外表面上电荷的自能和导体球壳外表面上电荷与点电荷 $q_2$ 之间的相互作用能；
- (5) 保持导体电荷不带电，求将点电荷 $q_2$ 极其缓慢地移动至无穷远处时克服静电力的外力所做的功；
- (6) 保持导体电势为(2)中所求的 $V$ 不变，求将点电荷 $q_2$ 极其缓慢地移动至无穷远处时克服静电力的外力所做的功。



4. 如图，一导体球壳的两极分别连接上相互平行的两条半无限长直导线，导线中电流大小为 $I$ ，方向相反。

(1) 求球心 $O$ 点处磁感应强度大小。

(2) 两条直导线所在平面上与极轴方向夹角为 $\theta$ 处对应的球壳表面点 $P$ ，分别求 $P$ 点处球壳表面内外非常接近球壳表面处的磁感应强度。



5. 超导体的London方程，超导体内存在Cooper电子对，质量为 $m^* = 2m$ ，电荷量为 $e^* = 2e$ ，数密度为 $n_s^*$ 。

(1) 求证：London第一方程

$$\frac{d\vec{J}_s}{dt} = \frac{n_s^* e^{*2}}{m^*} \vec{E}$$

(2) 求证：

$$\frac{d}{dt}(\nabla \times \vec{J}_s + \frac{n_s^* e^{*2}}{m^*} \vec{B}) = 0$$

令方程左侧括号内等于0，可以得到London第二方程。

(3) 求证：London第二方程还可以写成

$$\nabla^2 \vec{B} = \frac{\vec{B}}{\lambda_L^2}$$

并求出 $\lambda_L$ 。

(4) 考虑在 $x > 0$ 的半无穷大空间为超导体，在 $x < 0$ 的空间内为均匀磁场 $\vec{B} = B_0 \hat{z}$ ，求超导体内部磁场随 $x$ 的分布 $\vec{B}(x)$ 。

6. 一电荷量为 $+Q$ 、半径为 $R$ 的均匀带电球壳以角速度 $\omega$ 匀速转动，已知球壳内部的磁场均匀，等于球心处的磁感应强度，球壳外部磁场与等效的球心处的磁矩产生的磁场相同。

(1) 求球内外的磁感应强度；

(2) 求球壳的自能，并由此求出自感系数；

(3) 设角速度以 $\omega(t) = kt$ 缓慢增加，求球内外的涡旋电场；

(4) 求球外能流密度。