

电磁学A第十一次作业

2022年5月12日

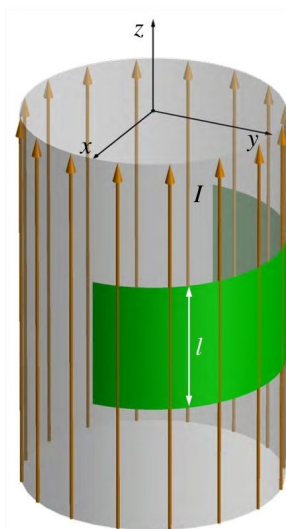
Question 1

【例】半径为 R 的无限长圆柱面上沿轴向通有电流 I ，电流均匀分布，求一段长为 l 的半圆柱面上的面电流所受的力。

【解】由安培环路定理得

$$\vec{B} = \begin{cases} 0, & s < R \\ \frac{\mu_0 I}{2\pi s} \hat{\phi}, & s > R \end{cases}$$

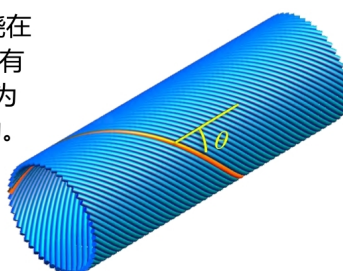
$$\Rightarrow \langle \vec{B} \rangle = \frac{\mu_0 I}{4\pi R} \hat{\phi}$$



15

Question 2

【例】 N ($\gg 1$) 匝细导线密绕在半径为 R 的圆柱上，每根导线载有电流 I ，导线与圆柱轴向的夹角为 θ （抛射角）。求单位面积受力。



【注1】旧版本面电流密度有误，请思考如何修正。

【注2】存在某个临界角 θ_c ：

当 $\theta > \theta_c$ 时为排斥力；

当 $\theta < \theta_c$ 时为吸引力（谓之箍缩效应——pinch effect）。



雷击后的中空铜管制成的避雷针（电流约为 10^5 A）

19

Question 3

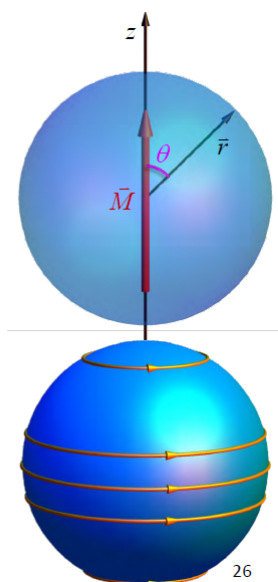
【例】计算均匀磁化介质球的磁化电流在轴线上所产生的磁场。介质球半径为 a ，磁化强度为 M 。

【解】由于 M 为恒量，故只在球面上有磁化电流分布，面电流密度为：

$$\vec{K}' = \vec{M} \times \hat{r} = (M \sin \theta) \hat{\phi}$$

将面电流划分成许多沿着纬线圈的条带，通过宽度为 $a d\theta$ 的一个条带上的电流为：

$$dI' = K' a d\theta = M a \sin \theta d\theta$$



Question 4

课后习题6.1-6.8

6.1 长度 10cm 的导线置于均匀磁场中， $\vec{B} = (2\vec{e}_x - 3\vec{e}_y + 5\vec{e}_z)$ T. 此线载有电流 3A，流动方向与 $-\vec{e}_x + 4\vec{e}_y + 3\vec{e}_z$ 平行，求磁场作用于导线上的总力 $\vec{F}$ 。

6.2 惠斯登电桥由边长为 a 的正方形构成(习题 6.2 图)，它被放在磁场 $\vec{B}$ 中， $\vec{B}$ 平行于电桥所在的平面并与包含检流计的支路平行，流入电桥的总电流是 I 。

(1) 作用在电桥上的净力 $\vec{F}$ 是多少？

(2) 此解答是否依赖于电桥平衡？

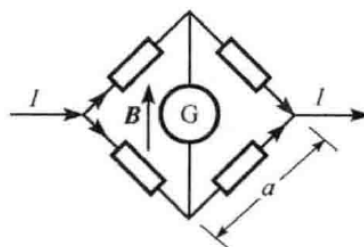
6.3 一个半径为 R 、载有电流 I 的圆形回路处于一恒定磁场 $\vec{B}$ 中， $\vec{B}$ 垂直于回路平面，与电流满足右手螺旋关系。

(1) 求圆导线内部的张力；

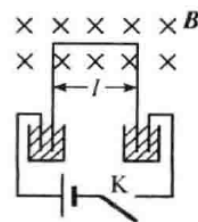
(2) 若 $I = 7.0$ A, $R = 5.0 \times 10^{-2}$ m, $B = 1.0$ Wb $\cdot$ m $^{-2}$ ，计算张力大小。

6.4 一段导线弯成习题 6.4 图所示的形状，它的质量为 m 。上面水平一段长为 l ，处在均匀磁场中，磁感应强度 $\vec{B}$ 与导线垂直。导线下面两端分别插在两个浅水银槽里，并通过水银槽与一带开关 K 的外电源连接。当 K 一接通，导线便从水银槽里跳起来。

(1) 设跳起来的高度为 h ，求通过导线的电量 q ；



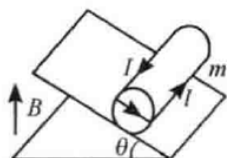
习题 6.2 图



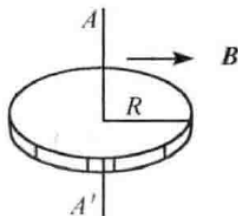
习题 6.4 图

(2) 当 $m=10\text{g}$, $l=20\text{cm}$, $h=2.0\text{m}$, $B=0.10\text{T}$ 时, 求 q 的值.

- 6.5 如习题 6.5 图所示, 斜面上放有一木制圆柱, 圆柱质量 m 为 0.25kg , 半径为 R , 长 l 为 10cm . 圆柱上绕有 10 匝导线, 导线回路平面与斜面平行且通过圆柱轴. 设斜面倾角为 θ , 一均匀磁场竖直向上, 磁感应强度 B 为 0.50T . 问通过回路的电流 I 至少有多大, 圆柱体才不至沿斜面向下滚动?
- 6.6 如习题 6.6 图所示, 一平面塑料圆盘, 半径为 R , 表面带有面密度为 σ 的电荷. 假定圆盘绕其轴线 AA' 以角速度 ω 转动, 磁场 B 的方向垂直于转轴 AA' . 试证磁场作用于圆盘的力矩大小为 $L=\pi\sigma\omega R^4 B/4$.



习题 6.5 图



习题 6.6 图

- * 6.7 电流 I 沿半径 a 的导体圆柱壳均匀分布, 通过圆柱轴将导体壳劈成两半, 求两部分单位长度的吸力.
- 6.8 顺磁质分子的磁矩和玻尔磁矩 $m_B=eh/(4\pi m_e)$ 同量级. 设顺磁质温度为 $T=300\text{K}$, 磁感应强度 $B=1\text{T}$, 问 kT 是 $m_B B$ 的多少倍? ($h=6.626\times 10^{-34}\text{J}\cdot\text{s}^{-1}$, $e=1.602\times 10^{-19}\text{C}$, $m_e=9.11\times 10^{-31}\text{kg}$, $k=1.38\times 10^{-23}\text{J}\cdot\text{K}^{-1}$).