

《电磁学与电动力学（上册）》7.1-7.7

补充：

例：一半径为  $a$  的无限长载流螺线管中的电流随时间作线性变化，即  $dI/dt = k$ ，求：

- 管外内的涡旋电场；
- 管内一导体  $MN$ ，长为  $L$ ，离  $O$  点距离为  $h$  的感应电动势；
- 求该导体两端  $M$  与  $N$  的电压。

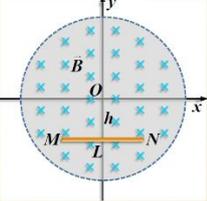
解：(1) 螺线管内的磁场均匀

$$B = \mu_0 n I$$

$$\frac{dB}{dt} = \mu_0 n \frac{dI}{dt} = \mu_0 n k$$

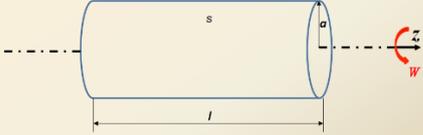
对称性  $\rightarrow \vec{E}_{\text{感}} = E_{\text{感}}(s) \hat{\phi}$

选择半径为  $s$  的顺时针绕行的圆形回路



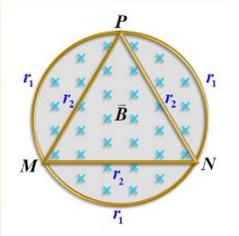
2020年5月20日星期三 电磁学A 39

【例】一个薄的圆柱型带电导体壳长为  $l$ ，半径为  $a$ ， $l \gg a$ ，壳表面的电荷密度为  $s$ ，此圆柱壳以  $\omega = kt$  的角速度绕其中心轴转动，其中  $k > 0$  为常数，忽略边缘效应。求圆柱体内外的涡旋电场。



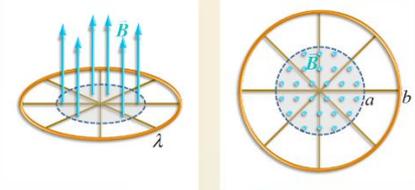
2020年5月20日星期三 电磁学A 44

例：如图所示，均质细导线完成的半径为  $a$  的圆线圈和一内接等边三角形电阻丝构成的回路，电路中各段电阻值如图所标。在圆线圈所在平面内有垂直纸面向里的匀强磁场  $B$ ， $B$  随时间均匀减小，即  $dB/dt = k$ ，设  $2r_1 = 3r_2$ 。试求图中  $M$  点与  $N$  点的电势差。



2020年5月20日星期三 电磁学A 45

例：半径为  $b$ 、线密度为  $\lambda$  的均匀带电圆环可绕着竖直的对称轴自由转动，在到圆环轴线的距离为  $a (< b)$  的区域有竖直向上的均匀磁场，现让磁场从  $B_0$  减为零。试问圆环的最终运动状态如何？



2020年5月20日星期三 电磁学A 46

上次说的反馈只有一位同学写，希望每个同学都写一份，下周二前交，要求相同

课堂反馈：

1. 自己学习时的困难

- A) 哪些知识点掌握的不足，理解不够透彻，或是习题不会解答
- B) 在家学习与在校学习的不同，有哪些不足

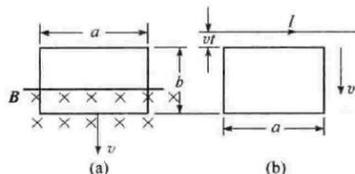
2. 对老师讲课的评价

- A) 进度推进的速度，讲课的快慢
- B) 概念讲的是否清楚，哪些你听的比较清楚，哪些不太清楚
- C) 例题讲解是否明白，哪些你听的比较明白，哪些没有听明白
- D) 对老师上课的一些建议

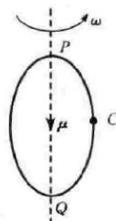
内容不限于此，不限字数；我们不对内容做出分数评价，相当于问卷调查提交给老师或者先交给助教再由助教转交

- 邓老师: [yjdeng@ustc.edu.cn](mailto:yjdeng@ustc.edu.cn)
- 徐沙沙: [xs813@mail.ustc.edu.cn](mailto:xs813@mail.ustc.edu.cn)
- 张炜辉: [zhwh9901@mail.ustc.edu.cn](mailto:zhwh9901@mail.ustc.edu.cn)

- 7.1 (1) 电阻为  $R$  的矩形线圈以常速度  $v$  进入匀强磁场  $B$  中, 见习题 7.1(a) 图, 求线圈中感应电动势和线圈所受的力。  
 (2) 如果矩形线圈以常速度  $v$  离开载有稳恒电流  $I$  的长直导线, 见习题 7.1(b) 图. 求矩形线圈中的感应电动势。
- 7.2 如习题 7.2 图所示, 一个半径为  $R$  的圆线圈绕其直径  $PQ$  以角速度  $\omega$  匀速转动. 在线圈中心沿  $PQ$  方向放置一个小磁体, 它的磁矩为  $\mu$ . 试求在点  $P$  与  $PQ$  弧中点  $C$  之间的那段导线上产生的感应电动势。

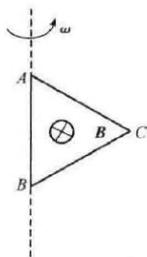


习题 7.1 图

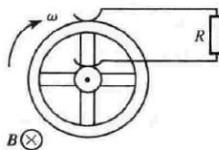


习题 7.2 图

- 7.3 如习题 7.3 图所示, 一正三角形线圈的电阻为  $R$ , 边长为  $a$ , 以常角速度  $\omega$  绕  $AB$  轴旋转, 均匀磁场  $B$  与转轴  $AB$  垂直. 求线圈每两个顶点之间的电势差。
- 7.4 习题 7.4 图中的轮子由一个半径为  $a$  的圆环和四根辐条组成, 两个金属刷子分别接触在轮轴和轮边上并与外电阻  $R$  连接, 外磁场  $B$  与轴线平行。  
 (1) 这个轮子产生的感应电动势多大?  
 (2) 设每根辐条电阻为  $r$ , 圆环电阻可以忽略, 问  $R$  取何值时, 可获得最大输出功率?



习题 7.3 图



习题 7.4 图

- 7.5 一列火车中的一节闷罐车箱宽 2.5m, 长 9.5m, 高 3.5m, 车壁由金属薄板制成. 在地球磁场的竖直分量为  $0.62 \times 10^{-4} \text{T}$  的地方, 这个闷罐车以  $60 \text{km} \cdot \text{h}^{-1}$  的速度在水平轨道上向北运动。

- (1) 这个闷罐车两边之间的金属板上的感应电动势是多少?  
 (2) 若考虑车两边积累的电荷所引起的电场, 闷车内净电场是多少?  
 (3) 若将两边当作两个非常长的平行平板处理, 那么每一边上的面电荷密度是多少?

- 7.6 一导体盘的半径为  $a$ , 厚度为  $\delta$ , 电导率为  $\sigma$ , 将其放在相对盘轴  $z$  对称的磁场  $B$  中

$$\mathbf{B} = B_0(t)\mathbf{z} \quad (0 \leq \rho \leq R); \quad \mathbf{B} = 0 \quad (\rho > R), \quad R < a$$

- (1) 确定空间的感应电场;  
 (2) 确定导体盘的电流密度;  
 (3) 证明盘耗散的总功率为

$$P = \frac{\pi \delta R^4}{8} \left( \frac{dB_0}{dt} \right)^2 \left( 1 + 4 \ln \frac{a}{R} \right)$$

- 7.7 一个大线圈和一个小线圈同心且位于同一平面内, 大线圈的半径为 50cm, 有  $1 \times 10^4$  匝, 小线圈的面积为  $3 \text{cm}^2$ , 有  $5 \times 10^3$  匝。

- (1) 当大线圈中的电流变化率为  $5 \times 10^3 \text{A} \cdot \text{s}^{-1}$  时, 在小线圈中的感应电动势为多少(假定小线圈处的磁场近似均匀)?  
 (2) 如果大线圈载有电流 0.2A, 且绕它的水平方向的直径以每分钟  $2 \times 10^3$  转的速度匀速转动, 小线圈在大线圈中心处的水平面上静止, 求小线圈中的作为时间函数的感应电动势。