

# 《大学物理 AI》作业 No. 12 自感 互感 电磁场

班级 \_\_\_\_\_ 学号 \_\_\_\_\_ 姓名 \_\_\_\_\_ 成绩 \_\_\_\_\_

## \*\*\*\*\*本章教学要求\*\*\*\*\*

- 1、掌握自感、互感的物理意义及自感系数、互感系数的计算方法；
- 2、理解磁场能量、磁场能量密度的概念，并能计算典型磁场的磁场能；
- 3、理解位移电流的物理意义，并能计算简单情况下的位移电流；
- 4、掌握麦克斯韦方程组的积分形式，并理解方程组中各方程的物理意义。

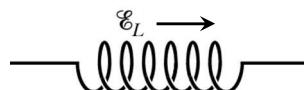
### 一、选择题

1. 下列说法正确的是 [ ]

- (A) 线圈的自感系数与通过线圈的电流无关，互感系数与通过线圈的电流有关。  
(B) 感生电场线与稳恒磁感应线一样，都是无始无终的闭合曲线。  
(C) 在磁场不存在的地方，也不会有感生电场存在。  
(D) 位移电流必须在导体两端加电压才能形成。

2. 若产生如图所示的自感电动势方向，则通过线圈的电流是： [ ]

- (A) 恒定向右 (B) 恒定向左  
(C) 增大向左 (D) 增大向右



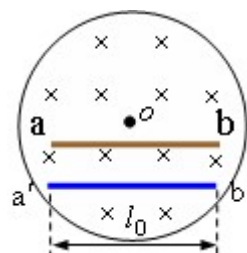
3. 有两个线圈，线圈 1 对线圈 2 的互感系数为  $M_{21}$ ，而线圈 2 对线圈 1 的互感系数为  $M_{12}$ 。若它们分别流过  $i_1$  和  $i_2$  的变化电流且  $\left| \frac{di_1}{dt} \right| > \left| \frac{di_2}{dt} \right|$ ，并设由  $i_2$  变化在线圈 1 中产生的互感电动势为  $\mathcal{E}_{12}$ ，由  $i_1$  变化在线圈

2 中产生的互感电动势为  $\mathcal{E}_{21}$ ，判断下述哪个论断正确。 [ ]

- (A)  $M_{12} = M_{21}$ ,  $\mathcal{E}_{21} = \mathcal{E}_{12}$  (B)  $M_{12} \neq M_{21}$ ,  $\mathcal{E}_{21} \neq \mathcal{E}_{12}$   
(C)  $M_{12} = M_{21}$ ,  $\mathcal{E}_{21} > \mathcal{E}_{12}$  (D)  $M_{12} = M_{21}$ ,  $\mathcal{E}_{21} < \mathcal{E}_{12}$

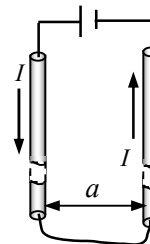
4. 在圆柱形空间内有一磁感应强度为  $\vec{B}$  的均匀磁场，如图所示， $\vec{B}$  的大小以速率  $d\vec{B}/dt$  变化。现有一长度为  $l_0$  的金属棒先后放在磁场的两个不同位置 1(ab) 和 2(a'b') 时感应电动势的大小关系为： [ ]

- (A)  $\mathcal{E}_2 = \mathcal{E}_1 \neq 0$  (B)  $\mathcal{E}_2 > \mathcal{E}_1$  (C)  $\mathcal{E}_2 < \mathcal{E}_1$  (D)  $\mathcal{E}_2 = \mathcal{E}_1 = 0$



5. 两根很长的平行直导线，其间距离为  $a$ ，与电源组成闭合回路如图。已知导线上的电流强度为  $I$ ，在保持  $I$  不变的情况下，若将导线间距离增大，则空间的： [                      ]

- (A) 总磁能将增大                      (B) 总磁能将减小  
(C) 总磁能将保持不变                (D) 总磁能的变化不能确定



6. 一块铜板垂直于磁场方向放在磁感强度正在增大的磁场中时，铜板中出现的涡流(感应电流)将产生的效果为[                      ]

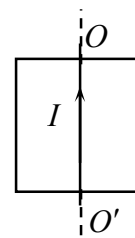
- (A) 加速铜板中磁场的增加                      (B) 减缓铜板中磁场的增加  
(C) 对磁场不起作用                                (D) 使铜板中磁场反向

7. 对位移电流，有下述四种说法，请指出哪一种说法正确[                      ]

- (A) 位移电流是由变化电场产生的  
(B) 位移电流是由线性变化磁场产生的  
(C) 位移电流的热效应服从焦耳—楞次定律  
(D) 位移电流的磁效应不服从安培环路定理

## 二、填空题：

1. 有一根无限长直导线绝缘地紧贴在矩形线圈的中心轴  $OO'$  上，则直导线与矩形线圈间的互感系数为 \_\_\_\_\_。



2. 半径为  $R$  的无限长柱形导体上均匀流有电流  $I$ ，该导体材料的相对磁导率  $\mu_r = 1$ ，则在导体轴线上一点的磁场能量密度为  $w_{m0} = \underline{\hspace{2cm}}$ ，在与导体轴线相距  $r$  处 ( $r < R$ ) 的磁场能量密度  $w_{mr} = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

3. 真空中两只长直螺线管 1 和 2，长度相等，单层密绕匝数相同，直径之比  $d_1 / d_2 = 1/4$ 。当它们通以相同电流时，两螺线管贮存的磁能之比为  $W_1 / W_2 = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

4. 反映电磁场基本性质和规律的积分形式的麦克斯韦方程组为：

$$\oint_S \vec{D} \cdot d\vec{S} = \sum_{i=1}^n q_i \quad \dots\dots\dots \textcircled{1}$$

$$\oint_L \vec{E} \cdot d\vec{l} = - \frac{d\Phi_m}{dt} \quad \dots\dots\dots \textcircled{2}$$

$$\oint_S \vec{B} \cdot d\vec{S} = 0 \quad \dots\dots\dots \textcircled{3}$$

$$\oint_L \vec{H} \cdot d\vec{l} = \sum_{i=1}^n I_i + \frac{d\Phi_e}{dt} \quad \dots\dots\dots \textcircled{4}$$

试判断下列结论是包含或等效于哪一个麦克斯韦方程式的，将你确定的方程式用代号填在相对应结论

的空白处。

- (1) 变化的磁场一定伴随有感生电场：\_\_\_\_\_； (2) 磁感应线是无头无尾的：\_\_\_\_\_；  
(3) 电荷总伴随有电场：\_\_\_\_\_。 (4) 不存在磁单极子：\_\_\_\_\_。

5. 麦克斯韦的电磁学方程组揭示了电场与磁场的联系，预言了\_\_\_\_\_的存在和光的\_\_\_\_\_本性。

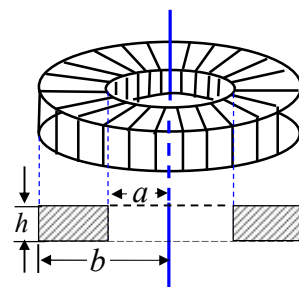
### 三、计算题：

1. 截面为矩形的螺绕环共  $N$  匝，尺寸如图所示，图下半部两矩形表示螺绕环的截面。在螺绕环的轴线上另有一无限长直导线。

(1) 求螺绕环的自感系数；

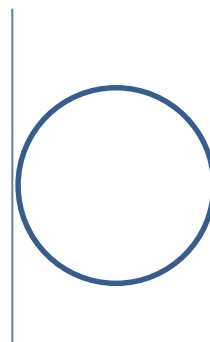
(2) 求长直导线螺绕环的互感系数；

(3) 若在螺绕环内通一稳恒电流  $I$ ，求螺绕环内储存的磁能。



2. 如图示，两根无限长直导线互相平行，间距为 $2a$ ，两导线在无限远处连接形成一个回路。在两导线平面内，有一半径为 $a$ 的圆环在两导线之间，并与导线绝缘。求圆环与长直导线回路之间的互感系数。

(积分公式:  $\int \frac{dx}{\sqrt{a^2 - x^2}} = \arcsin \frac{x}{a} + C$ 。)



3. 给电容为  $C$  的平行板电容器充电，电流为  $i = 0.2 \times e^{-t}(\text{SI})$ ,  $t = 0$  时电容器极板上无电荷。求：

- (1) 极板间电压  $U$  随时间  $t$  而变化的关系；
- (2)  $t$  时刻极板间总的位移电流  $I_d$  (忽略边缘效应)。