

《大学物理 I》作业 No.10 变化的电场和磁场 (A 卷)

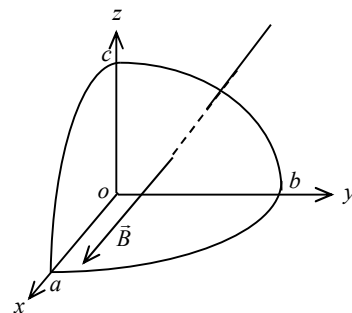
班级 _____ 学号 _____ 姓名 _____ 成绩 _____

一、选择题：

1. 在法拉第电磁感应定律公式 $\varepsilon = -\frac{d\phi}{dt}$ 中, 符号 ϕ 的含义是: 【 】

- (A) $\phi = \int_S \vec{E} \cdot d\vec{S}$ (B) $\phi = \int_S \vec{D} \cdot d\vec{S}$ (C) $\phi = \int_S \vec{B} \cdot d\vec{S}$ (D) $\phi = \int_S \vec{H} \cdot d\vec{S}$

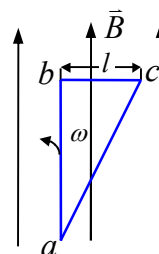
2. 一段导线被弯成圆心都在 O 点, 半径均为 R 的三段圆弧 \widehat{ab} , \widehat{bc} , \widehat{ca} , 它们构成一个闭合回路。圆弧 \widehat{ab} , \widehat{bc} , \widehat{ca} 分别位于三个坐标平面内, 如图所示。均匀磁场 \vec{B} 沿 x 轴正向穿过圆弧 \widehat{bc} 与坐标轴 ob 、 oc 所围成的平面。设磁感应强度的变化率为常数 k ($k>0$), 则 【 】



选择题 2 图

- (A) 闭合回路中感应电动势的大小为 $\frac{\pi R^2 k}{2}$, 圆弧中电流由 $b \rightarrow c$
- (B) 闭合回路中感应电动势的大小为 $\frac{\pi R^2 k}{2}$, 圆弧中电流由 $c \rightarrow b$
- (C) 闭合回路中感应电动势的大小为 $\frac{\pi R^2 k}{4}$, 圆弧中电流由 $b \rightarrow c$
- (D) 闭合回路中感应电动势的大小为 $\frac{\pi R^2 k}{4}$, 圆弧中电流由 $c \rightarrow b$

3. 如图所示, 直角三角形金属框架 abc 放在均匀磁场中, 磁场 \vec{B} 平行于 ab 边, bc 的边长为 l 。当金属框架绕 ab 边以匀角速度 ω 转动时, abc 回路中的感应电动势 ε 和 a 、 c 两点的电势差 $U_a - U_c$ 分别为: 【 】



选择题 3 图

- (A) $\varepsilon = 0$, $U_a - U_c = \frac{1}{2} B \omega l^2$ (B) $\varepsilon = B \omega l^2$, $U_a - U_c = -\frac{1}{2} B \omega l^2$
- (C) $\varepsilon = 0$, $U_a - U_c = -\frac{1}{2} B \omega l^2$ (D) $\varepsilon = B \omega l^2$, $U_a - U_c = \frac{1}{2} B \omega l^2$

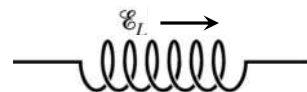
4. 半径为 a 的圆线圈置于磁感强度为 \vec{B} 的均匀磁场中, 线圈平面与磁场方向垂直, 线圈电阻为 R ;

当把线圈转动使其法向与 \vec{B} 的夹角 $\alpha = 60^\circ$ 时, 线圈中通过的电荷与线圈面积及转动所用的时间的关系是 【 】

- (A) 与线圈面积成正比, 与时间无关 (B) 与线圈面积成正比, 与时间成正比
- (C) 与线圈面积成反比, 与时间成正比 (D) 与线圈面积成反比, 与时间无关

5. 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



选择题 5 图

6. 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 ε_{12} ，由

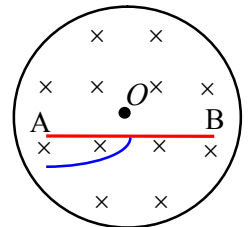
i_1 变化在线圈 2 中产生的互感电动势为 ε_{21} ，判断下述哪个论断正确。【 】

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

7. 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 dB/dt 变化。在

磁场中有 A、B 两点，其中可放置直导线 \overline{AB} 和弯曲的导线 \hat{AB} ，则：【 】

- (A) 电动势只在 \overline{AB} 导线中产生 (B) 电动势只在 \hat{AB} 导线中产生
(C) \overline{AB} 导线中的电动势小于 \hat{AB} 导线中的电动势
(D) 电动势在 \overline{AB} 和 \hat{AB} 中都产生，且两者大小相等



选择题 7 图

8. 对位移电流，有下述四种说法，请指出哪一种说法是正确的。【 】

- (A) 位移电流是由变化电场产生的 (B) 位移电流是由变化磁场产生的
(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

9. 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

10. 在下列反映电磁场基本性质和规律的方程中，可以描述变化的电场一定伴随有磁场的是：【 】

- (A) $\oint_S \vec{D} \cdot d\vec{S} = \int_V \rho_0 dV$ (B) $\oint_L \vec{E} \cdot d\vec{l} = - \int_S \frac{\partial \vec{B}}{\partial t} \cdot d\vec{S}$
(C) $\oint_S \vec{B} \cdot d\vec{S} = 0$ (D) $\oint_L \vec{H} \cdot d\vec{l} = \int_S \vec{j}_0 \cdot d\vec{S} + \int_S \frac{\partial \vec{D}}{\partial t} \cdot d\vec{S}$

二、 判断题：

- 【 】1. 动生电动势中搬运电荷做功的非静电力是洛伦兹力，但这与洛伦兹力不做功的性质不矛盾。
【 】2. 感应电流产生的磁场总是与原磁场反向。
【 】3. 感生电场的非静电力是感生电场力。
【 】4. 涡旋电流是由感生电场驱动的。
【 】5. 感生电场线与静电场线都是有头有尾的。

- 【 】6. 由自感系数的定义 $L = \frac{\Phi_m}{I}$ 可知，自感线圈中的电流大小会影响自感系数的大小。

- 【 】7. 传导电流与位移电流效果相同，都能产生磁场和热量。

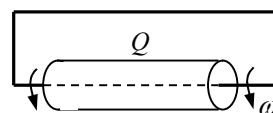
【 】8. 将条形磁铁插入与冲击电流计串联的金属环中时，通过电流计的电荷 q 正比于穿过环的磁通变化 $\Delta\Phi$ 。

- 【 】9. 两个自感系数相同的线圈，相互垂直放置时，它们的互感系数最小。

【 】10. 麦克斯韦提出了两个具有创新性的物理概念，它们是感生（涡旋）电场和位移电流。

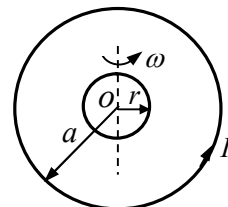
三、 填空题：

1. 如图所示，电量 Q 均匀分布在一半径为 R 、长为 $L(L \gg R)$ 的绝缘长圆筒上。一单匝矩形线圈的一个边与圆筒的轴线重合。若筒以角速度 $\omega = \omega_0(1 - t/t_0)$ 线性减速旋转，则线圈中的感应电流为 _____。



填空题 1 图

2. 如图所示，一半径为 r 的很小的金属圆环，在初始时刻与一半径为 $a(a \gg r)$ 的大金属圆环共面且同心。在大圆环中通以恒定的电流 I ，方向如图，如果小圆环以角速度 ω 绕其任一方向的直径转动，并设小圆环的电阻为 R ，则任一时刻 t 通过小圆环的磁通量 $\Phi =$ _____；小圆环中的感应电流 $i =$ _____。



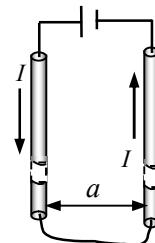
填空题 2 图

3. 对于一个自感系数为 L ，通以电流 I 的线圈来说，其存储的自感磁能为 _____；数学表达式 $w = \frac{1}{2}BH$ 代表单位体积的磁场能量，称为 _____。

4. 一自感线圈中，电流强度在 0.002 s 内均匀地由 10 A 增加到 12 A ，此过程中线圈内自感电动势为 400 V ，则线圈的自感系数为 $L =$ _____ H。

5. 半径为 R 的无限长圆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 $W_{mo} =$ _____，在与导体轴线相距 r 处 ($r < R$) 的磁场能量密度 $W_{mr} =$ _____。

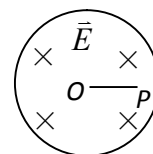
6. 半径为 r 的两块圆板组成的平行板电容器充了电，在放电时两板间的电场强度的大小为 $E = E_0 e^{-t/RC}$ ，式中 E_0 、 R 、 C 均为常数，则两极板间的位移电流的大小为 _____，其方向与场强方向 _____。



填空题 7 图

7. 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，则两导线间的总磁能将 _____。
(选填：增大、减小、不变)

8. 图示为一圆柱体的横截面，圆柱体内有一均匀电场 \vec{E} ，其方向垂直纸面向内， \vec{E} 的大小随时间 t 线性增加， P 为柱体内与轴线相距为 r 的一点，若 \overline{OP} 水平向右，则



填空题 8 图

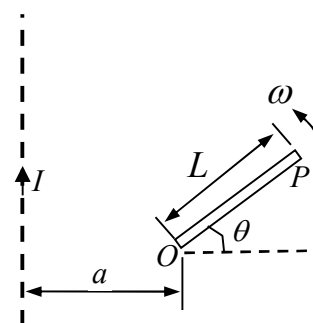
(1) P 点的位移电流密度的方向为 _____；

(2) P 点的感生磁场的方向为 _____。

四、 计算题：

1. 如图所示，导线 L ，以角速度 ω 绕其端点 O 旋转。已知导线 L 与电流 I 在共同的平面内， O 点到长直电流 I 的距离为 a ，且 $a > L$ 。求导线 L 在与水平方向成 θ 角时的动生电动势大小和方向，并说明 O 和 P 哪端电势高。

(要求：图中画出所用坐标系和相应微元)

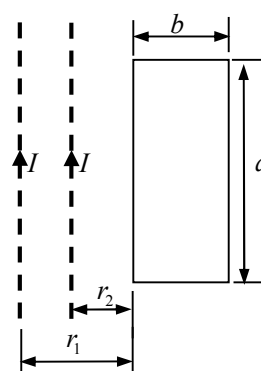


计算题 1 图

(已知: $\int (\frac{x}{x+a})dx = x - a\ln(x+a) + C$)

2. 如图所示, 两条平行长直载流导线和一个矩形导线框共面, 且导线框的一个边与长直导线平行, 到两长直导线的距离分别为 r_1 、 r_2 。已知两导线中电流都为 $I = I_0 \sin \omega t$, 其中 I_0 和 ω 为常数, t 为时间。导线框长为 a , 宽为 b , 求导线框中的感应电动势大小和方向。

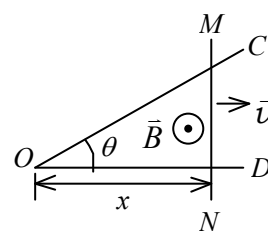
(要求: 图中画出所用坐标系和相应微元)



计算题 2 图

3. 如图所示, 有一成 θ 角的金属框架 COD 放在非均匀磁场中, 磁感强度 \vec{B} 的方向垂直于金属框架 COD 所在平面, 大小为 $B = Kx \cos \omega t$ 。一导体杆 MN 垂直于 OD 边, 并在金属框架上以恒定速度 \vec{v} 向右滑动, \vec{v} 与 MN 垂直。设 $t=0$ 时, $x=0$ 。求金属框架内的感应电动势。

(要求: 图中画出所用坐标系和相应微元)



计算题 3 图

五、问答题:

1. 有两个电感器, 自感系数分别为 L_1 和 L_2 , 两者相距很远。则

(1) 这两个电感器串联后的等效自感是多少;

(2) 若 $L_1=L_2=L$, 且电感器的电阻可忽略, 这两个电感器并联后等效自感是多少;

(3) 说明上述二结论为什么只在两电感器相距很远时才成立。