

《大学物理 AI》作业 No.10 安培环路定理 磁力 磁介质

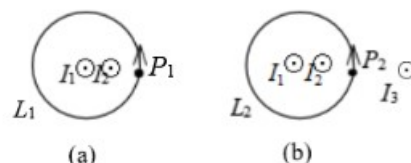
班级_____学号_____姓名_____成绩_____

*****本章教学要求*****

- 1、理解磁场的高斯定理、磁场安培环路定理的物理意义，能熟练应用安培环路定律求解具有一定对称性分布的磁场磁感应强度；
- 2、掌握洛伦兹力公式，能熟练计算各种运动电荷在磁场中的受力；
- 3、掌握电流元在磁场中的安培力公式，能计算任意载流导线在磁场中的受力；
- 4、理解载流线圈磁矩的定义，并能计算它在磁场中所受的磁力矩；
- 5、理解霍尔效应并能计算有关的物理量；
- 6、理解顺磁质、抗磁质磁化的微观解释，了解铁磁质的特性；
- 7、理解磁场强度 H 的定义及 H 的环路定理的物理意义，并能利用它求解有磁介质存在时具有一定对称性的磁场分布。

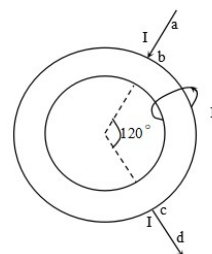
一、选择题

1. 在图(a)和(b)中各有一半半径相同的圆形回路 L_1 、 L_2 ，圆周内有电流 I_1 、 I_2 ，其分布相同，且均在真空中，但在(b)图中 L_2 回路外有电流 I_3 ， P_1 、 P_2 为两圆形回路上的对应点，则： []



- (A) $\oint_{L_1} \vec{B} \cdot d\vec{l} = \oint_{L_2} \vec{B} \cdot d\vec{l}$, $\vec{B}_{P_1} = \vec{B}_{P_2}$ (B) $\oint_{L_1} \vec{B} \cdot d\vec{l} = \oint_{L_2} \vec{B} \cdot d\vec{l}$, $\vec{B}_{P_1} \neq \vec{B}_{P_2}$
- (C) $\oint_{L_1} \vec{B} \cdot d\vec{l} \neq \oint_{L_2} \vec{B} \cdot d\vec{l}$, $\vec{B}_{P_1} \neq \vec{B}_{P_2}$ (D) $\oint_{L_1} \vec{B} \cdot d\vec{l} \neq \oint_{L_2} \vec{B} \cdot d\vec{l}$, $\vec{B}_{P_1} = \vec{B}_{P_2}$

2. 如图所示，两根直导线 ab 和 cd 沿半径方向被接到一截面处处相等的铁环上，稳恒电流 I 从 a 端流入而从 d 端流出，则磁感应强度 B 沿图中闭合路径 L 的积分 $\oint_L \vec{B} \cdot d\vec{l}$ 等于 []

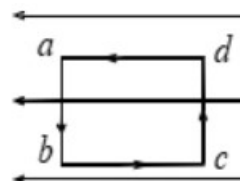


- (A) $\mu_0 I$ (B) $\frac{1}{3} \mu_0 I$ (C) $\frac{2}{3} \mu_0 I$ (D) $\frac{1}{4} \mu_0 I$

3. 真空中电流元 $I_1 d\vec{l}_1$ 与电流元 $I_2 d\vec{l}_2$ 之间的相互作用是这样进行的： []

- (A) $I_1 d\vec{l}_1$ 与 $I_2 d\vec{l}_2$ 直接进行作用，且服从牛顿第三定律；
- (B) 由 $I_1 d\vec{l}_1$ 产生的磁场与 $I_2 d\vec{l}_2$ 产生的磁场之间相互作用，且服从牛顿第三定律；
- (C) 由 $I_1 d\vec{l}_1$ 产生的磁场与 $I_2 d\vec{l}_2$ 产生的磁场之间相互作用，但不服从牛顿第三定律；
- (D) 由 $I_1 d\vec{l}_1$ 产生的磁场与 $I_2 d\vec{l}_2$ 进行作用，或由 $I_2 d\vec{l}_2$ 产生的磁场与 $I_1 d\vec{l}_1$ 进行作用，且不服从牛顿第三定律。

4. 如图，匀强磁场中有一矩形通电线圈，它的平面与磁场平行，在磁场作用下，线圈发生转动，其方向是 []

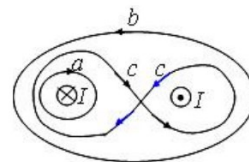


- (A) ab 边转出纸外， cd 边转入纸内 (B) ab 边转入纸内， cd 边转出纸外
- (B) ad 边转入纸内， bc 边转出纸外 (D) ad 边转出纸外， bc 边转入纸内

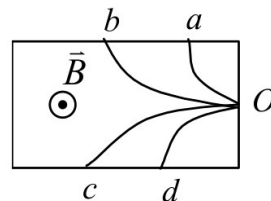
二、填空题

1. 两根长直导线通有电流 I ，在图示三种环路中：

$$\oint_a \vec{B} \cdot d\vec{l} = \underline{\hspace{2cm}}; \quad \oint_b \vec{B} \cdot d\vec{l} = \underline{\hspace{2cm}}; \quad \oint_c \vec{B} \cdot d\vec{l} = \underline{\hspace{2cm}}.$$

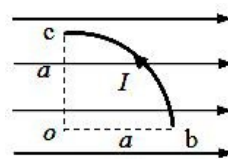


2. 图为四个带电粒子在 O 点沿相同方向垂直于磁感线射入均匀磁场后的偏转轨迹的照片。磁场方向垂直纸面向外，轨迹所对应的四个粒子的质量相等，电荷大小也相等，则其中动能最大的带负电的粒子的轨迹是_____。



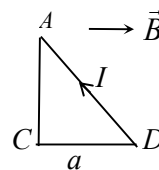
3. 有一半半径为 a ，流过稳恒电流为 I 的 $1/4$ 圆弧形载流导线 bc ，按右图

所示方式置于均匀外磁场 \vec{B} 中，则该载流导线所受的安培力大小为_____。

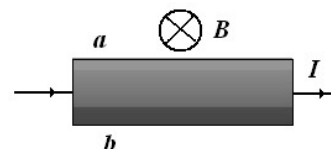


4. 有一半半径为 R 的单匝圆线圈，通以电流 I ，若将该导线弯成匝数 $N=2$ 的平面圆线圈，导线长度不变，并通以同样的电流，则线圈中心的磁感强度是原来的_____倍，线圈的磁矩是原来的_____倍。

5. 一等腰直角三角形 ACD ，直角边长为 a ，其内维持稳定电流 I ，放在均匀磁场 \vec{B} 中，线圈平面与磁场方向平行，如果 AC 边固定， D 点绕 AC 边向纸外转过 $\pi/2$ ，则磁力做功为 _____；如果 CD 边固定， A 点绕 CD 边向纸外转过 $\pi/2$ ，则磁力做功为 _____；如果 AD 边固定， C 点绕 AD 边向纸外转过 $\pi/2$ ，则磁力做功为 _____。



6. 如图所示的 P 型半导体材料，放在均匀磁场中，通以电流 I ，则 a 、 b 两侧出现的电势的关系是 U_a _____ U_b 。（填大于、等于或小于）

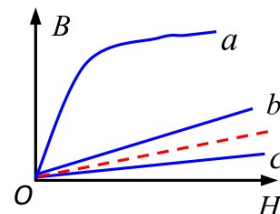


7. 图示为三种不同的磁介质的 $B \sim H$ 关系曲线，其中虚线表示的是 $B = \mu_0 H$ 的关系，则 a 、 b 、 c 各代表哪一类磁介质的 $B \sim H$ 关系曲线：

a 代表_____的 $B \sim H$ 关系曲线。

b 代表_____的 $B \sim H$ 关系曲线。

c 代表_____的 $B \sim H$ 关系曲线。



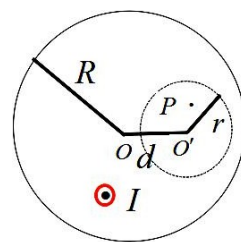
7. 长直电缆由一个圆柱导体和一共轴圆筒状导体组成，两导体中有等值反向均匀电流 I 通过，其间充满磁导率为 μ 的均匀磁介质。介质中离中心轴距离为 r 的某点处的磁场强度大小为_____；磁感应强度的大小_____。

三、简答题

1. 判断下列说法是否正确，并说明理由。（1）洛伦兹力总与速度方向垂直，所以带电粒子运动的轨迹必定是圆。（2） \vec{H} 仅与传导电流（自由电流）有关。（3）对各向同性的非铁磁质，无论顺磁质和抗磁质中， \vec{B} 总与 \vec{H} 同向。（4）磁场中通过任意封闭曲面的 \vec{B} 通量都相等。（5）稳恒磁场中通过任意封闭曲面的 \vec{H} 通量都相等。（6）对所有的磁介质， $\vec{B} = \mu\vec{H}$ 均成立。

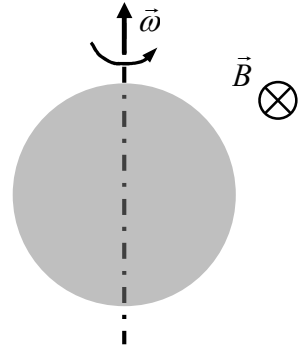
四、计算题

1. 半径 R 的长圆柱形导体内与轴线平行地挖去一个半径为 r ($r < 2d$) 的圆柱形空腔，且 $OO' = d$ ，电流 I 在截面内均匀分布，方向平行于轴线，求：空心部分中任一点 P 的磁感应强度。



2. 一半径为 R 的均匀薄金属球壳，处于如图所示的均匀磁场 \vec{B} 中。球壳上均匀分布有电荷，面密度为 σ ，其绕过球心的竖直轴以角速度 ω 转动。（1）求球壳旋转产生的电流的磁矩；（2）球壳所受到的磁力矩 \vec{M} 。

已知： $\int \sin^3 x dx = -\cos x + \frac{1}{3} \cos^3 x$



3. 在生产中为了测试某种材料的相对磁导率，常将这种材料做成截面为圆形的圆环形螺线管的芯子。设环绕有线圈 200 匝，环平均周长为 0.10 m ，横截面积为 $5 \times 10^{-5} \text{ m}^2$ 。当线圈内通有电流 0.1 A 时，用磁通计测得穿过环形螺线管横截面积的磁通量为 $6 \times 10^{-5} \text{ Wb}$ 。试计算该材料的相对磁导率。