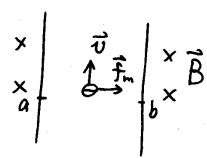


带电粒子在磁场中的运动及载流导线在磁场中所受的力

1.



$\vec{f}_m = q\vec{v} \times \vec{B}$

电子 $q < 0$, \vec{f}_m 方向与 $\vec{v} \times \vec{B}$ 相反, 水平向右.

所以铜棒右侧累积负电荷, 左侧出现正电荷

在铜棒上左右两侧产生电势差, 并且左侧电势高.

$U_a > U_b$

2.

任意形状平面载流线圈在均匀磁场中受力为零.

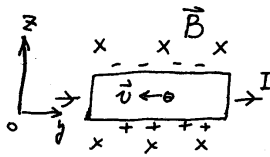
磁矩 $\vec{p}_m = I S \vec{e}_n$

磁力矩 $\vec{M} = \vec{p}_m \times \vec{B}$ (在均匀磁场中)

$M = p_m B \sin\theta$

若 \vec{p}_m 与 \vec{B} 平行或反平行时 $\theta = 0$ 或 π , $M = 0$.

3. 金属中电流是由电子定向移动形成, 电流方向与电子运动方向相反



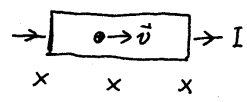
电子受到洛伦兹力 $\vec{f}_m = q\vec{v} \times \vec{B}$

方向竖直向上.

所以金属板上表面累积负电荷, 下表面出现正电荷

电场方向由正电荷指向负电荷, 沿 z 轴正方向

4.



如果载流子是负电荷, 和上题一样, 上表面会累积负电荷, 那么上表面电势会低.

如果载流子是正电荷, 正电荷受洛伦兹力方向竖直向上, 上表面累积正电荷, 那么上表面电势高

所以载流子带正电.

5 重点题

半圆形线圈的磁偶极矩 $\vec{p}_m = I \cdot \frac{1}{2} \pi R^2 \vec{e}_n$, 方向垂直纸面向外

磁力矩 $\vec{M} = \vec{p}_m \times \vec{B}$.

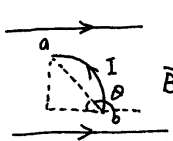
(1) 磁力矩大小 $M = p_m B \sin \alpha = I \cdot \frac{1}{2} \pi R^2 \cdot B \cdot \sin \alpha = \frac{1}{2} \pi R^2 I B \sin \alpha$

方向: 竖直向上, 沿转轴 oo' 竖直向上.

(2) 若使力矩 $M = 0$, 此时 \vec{p}_m 和 \vec{B} 平行或反平行.

需要顺时针或逆时针转 $\frac{\pi}{2}$ 角度.

6.



圆弧导线 ab 受力等于等效直导线 ab 受力.

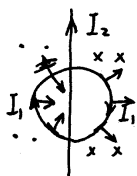
电流从 b 流向 a . $ab = \sqrt{2}R$

安培力: $\vec{F} = I \vec{ba} \times \vec{B}$,

安培力大小 $F = I \cdot \sqrt{2}R \cdot B \sin \frac{3}{4}\pi = I \sqrt{2}R \cdot B \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} = IBR$

方向: $\vec{ba} \times \vec{B}$, 垂直纸面向里.

7.



直导线 I_2 在左侧 磁感强度方向垂直纸面向外

在右侧 磁感强度方向垂直纸面向里.

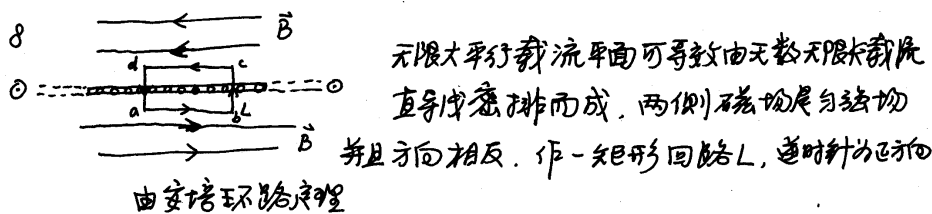
左侧磁场对半圆导线 I_1 的作用力

$\vec{F}_左 = \int I d\vec{l} \times \vec{B}$, 总方向向右.

右侧磁场对半圆导线 I_1 的作用力

$\vec{F}_右 = \int I d\vec{l} \times \vec{B}$, 总方向也向右.

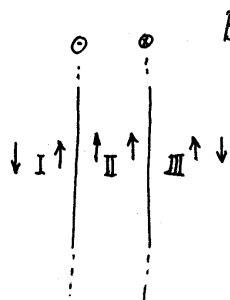
所以圆形电流 I_1 将向右运动



$$\oint_L \vec{B} \cdot d\vec{r} = \mu_0 j \cdot \overline{ab} \quad \vec{B} \text{ 与 } \overline{bc} \text{ 和 } \overline{da} \text{ 垂直.}$$

$$B \cdot \overline{ab} + B \cdot \overline{cd} = \mu_0 j \cdot \overline{ab} \quad \overline{ab} = \overline{cd}$$

$$B = \frac{1}{2} \mu_0 j$$



在 II 区域

$$B_{II} = \frac{1}{2} \mu_0 j + \frac{1}{2} \mu_0 j = \mu_0 j$$

在 I 区域

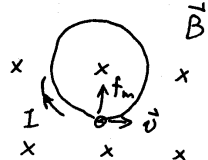
$$B_I = -\frac{1}{2} \mu_0 j + \frac{1}{2} \mu_0 j = 0$$

在 III 区域

$$B_{III} = \frac{1}{2} \mu_0 j - \frac{1}{2} \mu_0 j = 0$$

类比两个无限大均匀带电平面周围空间的电场分布计算方法.

9. \vec{v} 和 \vec{B} 垂直, 电子做圆周运动.



$$f_m = qvB = e v B = m \frac{v^2}{R}$$

$$R = \frac{m v}{e B}, \quad T = \frac{2\pi R}{v} = \frac{2\pi m}{e B}$$

等效圆电流 $I = \frac{dq}{dt} = \frac{e}{T} = \frac{e^2 B}{2\pi m}$

$$I = \frac{e^2 B}{2\pi m} = \frac{(1.6 \times 10^{-19})^2 \times 0.1}{2\pi \times 9.11 \times 10^{-31}} \text{ A} = 4.5 \times 10^{-10} \text{ A}$$

方向与电子运动方向相反.

10. 大线圈 I_1 在圆心 O 处产生的磁感强度

$$B = \frac{\mu_0 I_1}{2R} \quad \text{方向垂直纸面向里}$$

由 $r \ll R$, 在小线圈处磁场近似为匀强磁场, $B = \frac{\mu_0 I_1}{2R}$.

小线圈电流为 I_2 , 小线圈的磁矩 (磁矩):

$$\vec{p}_m = I_2 \cdot \pi r^2 \vec{e}_n \quad (\vec{e}_n \text{ 垂直纸面向里})$$

小线圈受到磁力矩 $\vec{M} = \vec{p}_m \times \vec{B}$

$$\text{磁力矩大小: } M = p_m B \sin \alpha.$$

\vec{p}_m 与 \vec{B} 方向相同 (垂直纸面向里) $\Rightarrow \alpha = 0$

所以 $M = 0$.