

选择性必修二 §1.1 磁场对通电导线的作用力

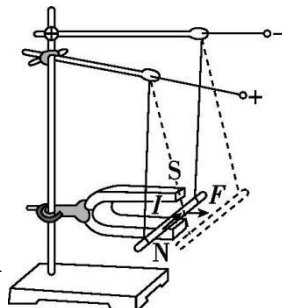
导学案

学习任务一 安培力的方向

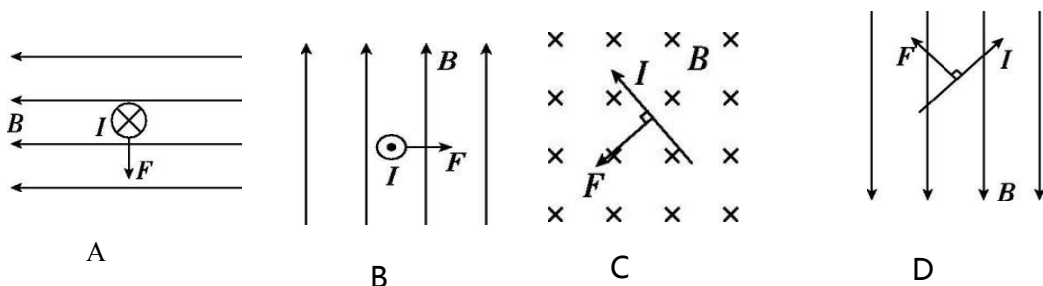
[科学探究] 按照如图所示进行实验.

(1)上下交换磁铁磁极的位置_____改变磁场方向,导体棒受力的方向_____改变.(均选填“会”或“不会”).

(2)改变导体棒中电流的方向,导体棒受力的方向_____ (选填“会”或“不会”)改变.



例 1 如图所示的磁感应强度 B 、电流 I 和磁场对电流的作用力 F 三者方向的相互关系中正确的是 ()



[反思感悟] 【要点总结】

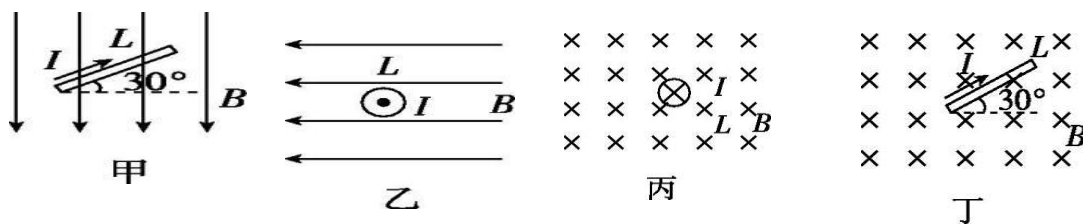
- 1.安培力 F 的方向既与磁场方向垂直,又与通电导线垂直,即 F 的方向与 B 、 I 所在的面垂直.但 B 与 I 的方向不一定垂直.
- 2.当电流方向跟磁场方向不垂直时,仍可用左手定则来判定安培力的方向,注意要让磁感线垂直于电流方向的分量垂直进入掌心.

学习任务二 安培力大小的计算

[物理观念] 长为 l 的一段直导线放在匀强磁场中,磁感应强度为 B ,通以大小为 I 的电流,当导线按以下三种方式放置时,所受磁场的作用力分别是多大?

- (1)导线和磁场垂直放置时, $F_{\text{安}} = \underline{\hspace{2cm}}$;
- (2)导线和磁场平行放置时, $F_{\text{安}} = \underline{\hspace{2cm}}$;
- (3)导线和磁场成 θ 角放置时, $F_{\text{安}} = \underline{\hspace{2cm}}$. 注:此式为安培力的通式.

例 2 [2023·山西大同一中期末] 如图所示四种情况中,匀强磁场的磁感应强度大小相等,载流导体的长度相同,通过的电流大小也相同,导体受到的磁场力最大且方向沿着纸面的是()



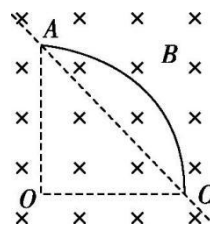
- A. 甲、乙 B. 甲、丙 C. 乙、丁 D. 乙、丙

[反思感悟]

例 3 (多选)如图所示, AC 是一个半径为 R 的四分之一圆弧, 将其放置在与平面 AOC 垂直的磁感应强度为 B 的匀强磁场中. 当该导线中通以由 A 到 C 、大小为 I 的恒定电流时, 该导线受到安培力的大小和方向是()

- A. 安培力大小为 IRB
- B. 安培力大小为 $\sqrt{2}IRB$
- C. 安培力方向为垂直于 AC 的连线指向左下方
- D. 安培力方向为垂直于 AC 的连线指向右上方

[反思感悟]



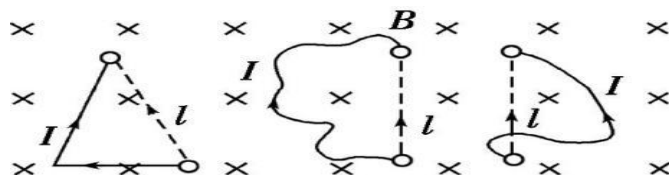
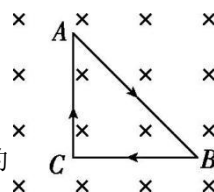
变式 1 通电闭合直角三角形线框 ABC 处在水平方向的匀强磁场中, 磁场方向垂直于线框平面向里, 线框的 BC 边水平, 线框中电流方向如图所示, 那么该线框受到的安培力的合力()

- A. 方向水平向左
- B. 方向竖直向下
- C. 方向垂直于 AB 斜向上
- D. 为零

[反思感悟]

【要点总结】

公式 $F=IlB\sin\theta$ 中 l 指的是“有效长度”. 弯曲导线的有效长度 l 等于连接两端点的线段的长度(如图所示), 相应的电流沿线段由始端流向末端.



学习任务三 磁电式电表的工作原理

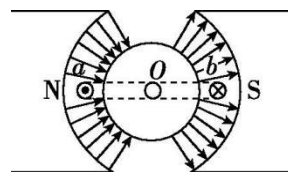
[教材链接] 阅读教材, 回答下列问题:

- (1) 当电流通过线圈时, 线圈因为受到_____力而发生转动.
- (2) 线圈_____可以说明被测电流的强弱.

例 4 [2023·河北石家庄一中月考] 磁电式电流表的线圈放在磁体的两极间, 磁体产生辐向分布的磁场(如图所示), 线圈的左右两边所在处的磁感应强度大小都相等, 当线圈中通有图示方向的电流时 ()

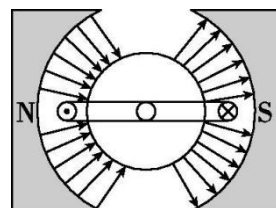
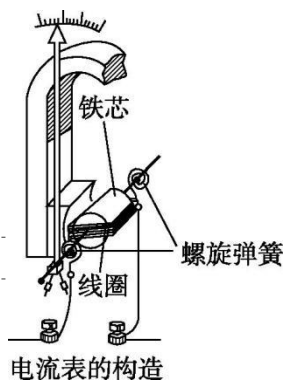
- A. 线圈左边受到向上的安培力, 右边受到向下的安培力
- B. 线圈左、右两边受到的安培力方向相同
- C. 线圈转到不同位置时受到的安培力大小不同
- D. 当线圈中的电流方向发生变化时, 线圈的转动方向并不变

[反思感悟]



变式 2 (多选)[2023·黑龙江哈尔滨九中月考] 如图所示是磁电式电流表的结构图, 蹄形磁铁和铁芯间的磁场均匀辐向分布, 线圈中 a 、 b 两条导线长均为 l , 若通以图示方向的电流 I , 两条导线所在处的磁感应强度大小均为 B , 则 ()

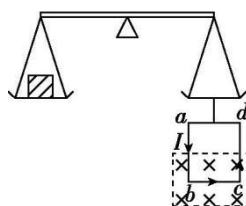
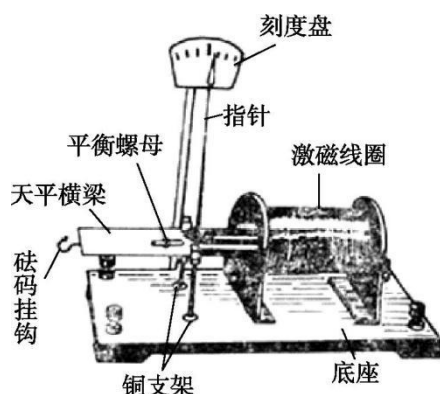
- A.该磁场是匀强磁场
 B.线圈平面总与磁场方向垂直
 C.线圈将顺时针转动
 D. a 、 b 导线受到的安培力大小总为 ILB
 [反思感悟]



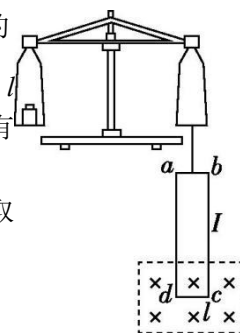
--素养提升--

电流天平的原理和应用

电流天平是根据等臂杠杆的原理制成的,可以用来测量导线在磁场中受到的安培力和磁场的磁感应强度.如图所示是它的原理示意图,天平左盘放砝码,右盘下悬挂线框,线框处于磁场中.当线框没有通电时,天平处于平衡状态.线框通电后, ab 、 bc 、 cd 边均受到安培力的作用.根据左手定则可知, ab 、 cd 边受到的安培力等大反向,互相抵消, bc 边受到的安培力方向竖直向上,从而使天平平衡被破坏.通过在右盘中加砝码可使天平重新平衡,根据所加砝码的质量可以推知线框所受安培力的大小 F .再根据 $F=nIlB$,由线框的匝数 n 、 bc 边长度 l 、电流 I 可求磁场的磁感应强度 B 的大小.



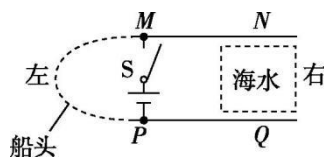
示例 [教材改编] 如图所示为电流天平示意图,可以用来测量匀强磁场的磁感应强度.它的右盘下挂着矩形线框,匝数为 n ,线框的 dc 边水平,且长为 l 处于匀强磁场内,磁感应强度 B 的方向垂直于线框平面向里.当线框中通有电流 I 时,调节砝码使两臂达到平衡.然后使电流反向,大小不变.这时需要在左盘中增加质量为 m 的砝码,才能使两臂再次达到平衡,重力加速度 g 取 9.8 m/s^2 .



- (1) cd 边的电流在反向之后其方向为_____ (选填“向左”或“向右”).
- (2)导出用 n 、 m 、 l 、 I 、 g 表示磁感应强度 B 的表达式;
- (3)当 $n=9$, $l=10.0 \text{ cm}$, $I=0.10 \text{ A}$, $m=8.78 \text{ g}$ 时,磁感应强度是多大?

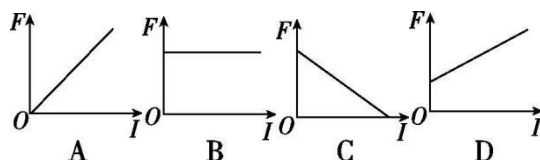
// 随堂巩固 //

1.(安培力的方向)[2023·海南中学月考] 如图所示为一种新型的电磁船的俯视图, MN 、 PQ 为固定在船上的竖直平行金属板,直流电源接在 M 、 P 之间,船上装有产生强磁场的装置,可在两平行金属板间海水中的虚线框内产生强磁场.闭合开关 S 后,电流通过海水从 N 流向 Q ,若船受到海水的反作用力向左运动,则虚线框中的磁场方向应该 ()

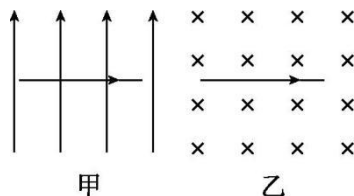


- A. 竖直向下 B. 竖直向上
C. 水平向左 D. 水平向右

2.(安培力的大小)在匀强磁场中放置一条直导线,导线与磁场方向垂直,则导线受到的安培力 F 的大小与通过导线的电流 I 的关系图像正确的是()

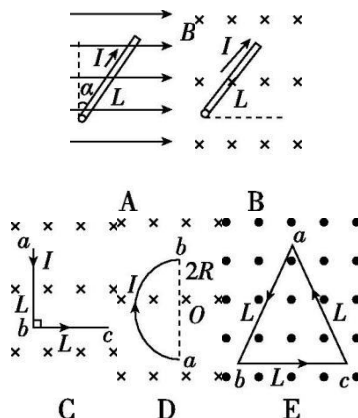


3.(安培力的大小和方向)如图所示,通有恒定电流的两个导体分别水平放置在两个范围无穷的匀强磁场中,磁场方向如图所示,将导体在纸面内顺时针转 180° ,关于甲、乙两种情况下导体受到的安培力大小和方向变化,下列说法正确的是 ()



- A. 甲图中导体受到的安培力大小一直在变,方向不变;乙图中导体受到的安培力大小一直在变,方向一直在变
B. 甲图中导体受到的安培力大小一直在变,方向变化一次;乙图中导体受到的安培力大小一直不变,方向一直在变
C. 甲、乙两种情况下导体受到的安培力大小一直不变,方向一直在变
D. 甲、乙两种情况下导体受到的安培力大小一直在变,方向一直不变

4.(安培力大小的计算)[2023·河南新乡一中期末] 如图所示,在各匀强磁场中放有下列各种形状的通电导线,电流大小为 I ,磁感应强度大小均为 B ,求各导线所受到的安培力大小.



1.1 磁场对通电导线的作用力参考答案

[科学探究] (1)会 会 (2)会

例 1 C [解析] 由左手定则可知,A 图中安培力应竖直向上,B 图中安培力应水平向左,C 图中磁感应强度 B 、电流 I 和磁场对电流的作用力 F 三者方向关系正确,D 图中安培力应垂直纸面向里,故 C 正确,A、B、D 错误.

[物理观念] (1) ILB (2)0 (3) $ILB\sin\theta$

例 2 C [解析] 对于甲图,磁场力 $F=ILB\cos 30^\circ$,方向垂直于纸面向里;对于乙图,磁场力 $F=ILB$,方向沿纸面向下;对于丙图,磁场力 $F=0$;对于丁图,磁场力 $F=ILB$,方向垂直于导体沿纸面斜向上,故选项 C 正确.

例 3 BD [解析] 直导线折成半径为 R 的 $\frac{1}{4}$ 圆弧形,在磁场中的有效长度为 $l=\sqrt{2}R$,则

安培力大小为 $F=ILB=\sqrt{2}ILR$,安培力的方向与等效长度的直线垂直,根据左手定则可得,安培力的方向垂直于 AC 的连线指向右上方,故 B、D 正确.

变式 1 D [解析] 由 $F=ILB$ 可知,三角形各边受到的安培力大小与各边长度成正比,根据左手定则和力的平行四边形定则可知,任意两条边受到的安培力的合力与第三条边受到的安培力等大反向,故线框受到的安培力的合力为零,D 正确.

[教材链接] (1)安培 (2)偏转角度的大小

例 4 A [解析] 由左手定则可知,线圈左边受到向上的安培力,右边受到向下的安培力,故 A 正确,B 错误;线圈转到任意位置时,线圈所在平面与磁感线都平行,受到的安培力大小都相同,故 C 错误;当线圈中的电流方向发生变化时,由左手定则可知,线圈的转动方向改变,故 D 错误.

变式 2 CD [解析] 匀强磁场的磁感应强度大小处处相等,方向处处相同,由图可知,该磁场不是匀强磁场,选项 A 错误;在图示的位置, a 受向上的安培力, b 受向下的安培力,线圈将顺时针转动,选项 C 正确;由图可知,线圈平面与磁场方向总是平行的,选项 B 错误;由于磁感应强度大小不变,电流大小不变,则安培力大小始终为 ILB ,选项 D 正确.

素养提升

示例 (1)向左 (2) $B=\frac{mg}{2nli}$ (3)0.48 T

[解析] (1)电流反向后,要在天平左盘加质量为 m 的砝码,天平才能平衡,故开始时 cd 边所受安培力的方向竖直向上,电流反向后,安培力的方向竖直向下,根据左手定则可知, cd 边的电流在反向之后其方向向左.

(2)开始时 cd 边所受的安培力方向竖直向上,电流反向后,安培力的方向变为竖直向下,有

$$mg=2F, \text{ 即 } mg=2nIlB, \text{ 解得 } B=\frac{mg}{2nli}$$

(3)根据 $mg=2nIlB$,解得 $B=0.48 \text{ T}$.

随堂巩固

1.A [解析] 闭合开关 S 后,电流通过海水从 N 流向 Q ,且船向左运动,船体所受海水的反作用力方向向左,根据牛顿第三定律可知,海水所受的安培力方向向右,再根据左手定则可知,磁场方向竖直向下,故 A 正确,B、C、D 错误.

2.A [解析] 磁场为匀强磁场,故磁感应强度 B 保持不变,直导线与磁场方向垂直时,安培力 $F=ILB$,故 A 正确.

3.B [解析] 由公式 $F=ILB\sin\theta$ 可知,甲图中导体与磁场方向之间的夹角一直在变,故导体受到的安培力大小一直在变,而乙图中导体一直与磁场方向垂直,受到的安培力大小一直

不变;根据左手定则可知,甲图中导体受到的安培力方向在导体转到与磁场平行时变化一次,乙图中导体受到的安培力方向一直在变.

$$4. F_A = ILB \cos \alpha \quad F_B = ILB \quad F_C = \sqrt{2}ILB \quad F_D = 2IRB \quad F_E = 0$$

[解析] A 图中 $F_A = ILB \cos \alpha$, 此时不能死记公式而写成 $\sin \alpha$, 要正确分解; B 图中, $B \perp I$, 故 $F_B = ILB$; C 图是折线 abc , 整体受力实质上是两部分直导线分别受力的矢量和, 其有效长度为 ac (即从 a 到 c 的电流), 故 $F_C = \sqrt{2}ILB$; D 图是从 a 到 b 的半圆形电流, 分析圆弧上对称的每一小段电流, 受力抵消合并后, 其有效长度为 ab , 则 $F_D = 2IRB$; E 图中, 导线接通形成闭合线圈, 各导线受力的矢量和为零, 所以闭合的通电线圈受到的安培力为零, 即 $F_E = 0$.