



· 各个击破 ·

名师视点

M INGSHI SHIDIAN

高中物理

· 磁场 电磁感应 ·

陈连城 卢长林 主编

双色 亮丽版



东北师范大学出版社



名师视点 各个击破

名师视点

M

INGSHI SHIDIAN

高中物理

· 磁场 电磁感应 ·

陈连城 卢长林 主编

东北师范大学出版社·长春

图书在版编目 (CIP) 数据

名师视点. 高中物理. 磁场、电磁感应/陈连城, 卢长林主编. —长春: 东北师范大学出版社, 2002, 6

ISBN 7 - 5602 - 3004 - 0

I. 名... II. ①陈...②卢... III. 物理课—高中—教学参考资料 IV. G634

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2002) 第 024613 号

MINGSHI SHIDIAN

- ☐ 出版人: 贾国祥 ☐ 策划创意: 一编室
☐ 责任编辑: 杨明宝 ☐ 责任校对: 李健平
☐ 封面设计: 魏国强 ☐ 责任印制: 栾喜湖

东北师范大学出版社出版发行

长春市人民大街138号 邮政编码: 130024

电话: 0431—5695744 5688470 传真: 0431—5695734

网址: WWW.NNUP.COM 电子邮件: SDCBS@MAIL.JL.CN

东北师范大学出版社激光照排中心制版

沈阳新华印刷厂印刷

2002年6月第1版 2002年6月第1次印刷

开本: 890mm×1240mm 1/32 印张: 4.5 字数: 150千

印数: 00 001 — 50 000 册

定价: 6.00元

CHUBANZHE DE HUA

出版者的话

《名师视点》丛书的创意始于教材改革的进行，教材的不稳定使教辅图书市场一度处于混乱状态，新旧图书杂糅，读者即使有一双火眼金睛，也难辨真伪。但无论各版别的教材如何更新、变革，万变不离其宗的是，删改陈旧与缺乏新意的内容，增加信息含量，增强人文意识，创新精神，增添科技内涵，活跃思维，培养学生的创新、理解、综合分析及独立解决问题等诸多能力，而这些目标的实现均是以众多不断调整的知识版块、考查要点串连在一起的，不管教材如何更改，无论教改的步子迈得多大，这些以丰富学生头脑，开拓学生视野，提高其综合素养为宗旨的知识链条始终紧密地联系在一起，不曾有丝毫的断裂，而我们则充分关注形成这一链条的每一环节，这也是“视点”之所在。

《名师视点》丛书的出版正是基于此种理念，涵盖初高中两个重点学习阶段，以语文、英语、数学、物理、化学五个学科为线索，以各科可资选取的知识版块作为专题视点，精讲，精解，精练。该丛书主要具有以下特点：

一、以专题为编写线索

语文、英语、数学、物理、化学五主科依据初高中各年级段整体内容及各学科的自身特点，科学、系统地加以归纳、分类及整理，选取各科具有代表性的知识专题独立编写成册，并以透彻的讲解，精辟的分析，科学的练习，准确的答案为编写思路，再度与一线名师携手合作，以名师的教学经验为图书的精髓，以专题为视点，抓住学科重点、知识要点，缓解学生过重的学习负担。

二、针对性、渗透性强

“专题”，即专门研究和讨论的题目，这就使其针对性较明显。其中语文、英语两科依据学科试题特点分类，数学、物理、化学各科则以知识块为分类依据，各科分别撷取可供分析讨论的不同版块，紧抓重点难点，参照国家课程标

准及考试说明，于潜移默化中渗透知识技能，以达“润物细无声”之功效。

三、双色印刷，重点鲜明

《名师视点》丛书采用双色印刷，不仅突破以往教辅图书单调刻板的局限，而且对重点提示及需要引起学生注意的文字用色彩加以突出，使其更加鲜明、醒目。这样，学生在使用时既可以方便地找到知识重点，又具有活泼感，增添阅读兴趣。

四、适用区域广泛

《名师视点》丛书采用“专题”这一编写模式，以人教版教材为主，兼顾国内沪版、苏版等地教材，汲取多种版本教材的精华，选取专题，使得该套书在使用上适用于全国的不同区域，不受教材版本的限制。

作为出版者，我们力求以由浅入深、切中肯綮的讲解过程，化解一些枯燥的课堂教学，以重点、典型的例题使学生从盲目的训练中得以解脱，以实用、适量的练习减少学生课下如小山般的试卷。

我们的努力是真诚的，我们的探索是不间断的，成功并不属于某一个人，它需要我们的共同努力，需要我们携手前行。

东北师范大学出版社
第一编辑室



MINGSHI SHIDIAN

目录

名

师

视

点

第一章 磁 场 1

- 一、磁场 磁感应线 1
- 二、磁感应强度 安培力 9
- 三、电流表的工作原理 17
- 四、磁场对运动电荷的作用 18
- 五、带电粒子在磁场中的运动 25
- 六、现代科学技术中的应用 33
- 七、安培分子电流假说 磁性材料 36

第二章 电磁感应 43

- 一、电磁感应现象 43
- 二、法拉第电磁感应定律——感应电动势的大小 49
- 三、楞次定律——感应电流的方向 59
- 四、楞次定律的应用 64
- 五、自感现象 76
- 六、实验:研究电磁感应现象 82

第三章 交变电流 103

- 一、交变电流的产生和变化规律 103
- 二、表征交变电流的物理量 107
- 三、电感和电容对交变电流的影响 111
- 四、变压器 114
- 五、电能的输送 121
- 六、三相交变电流 125

第 一 章 磁 场

一、磁场 磁感线

知识技能



(一) 磁 场

1 磁场是存在于磁体、电流或运动电荷周围的特殊物质。

2 磁场的基本性质

对处于磁场中的磁体、电流或运动电荷有磁场力的作用。具体说磁场能传递磁体与磁体、磁体与电流、电流与电流之间的相互作用。

3 说 明

(1)磁场的本源是运动电荷,静止的电荷不能产生磁场。磁体周围的磁场是内部分子电流引起的;电流周围的磁场是运动电荷的定向移动引起的。

(2)说磁场是“特殊”物质,同电场一样是与实物形态的物质相比较而言的。磁场和电场是不可见不可摸的,只能通过它的基本性质反映出来。它们亦有质量、能量,在同一空间区域可以有几个场共同来占有,这一点实物物质是不可能的。

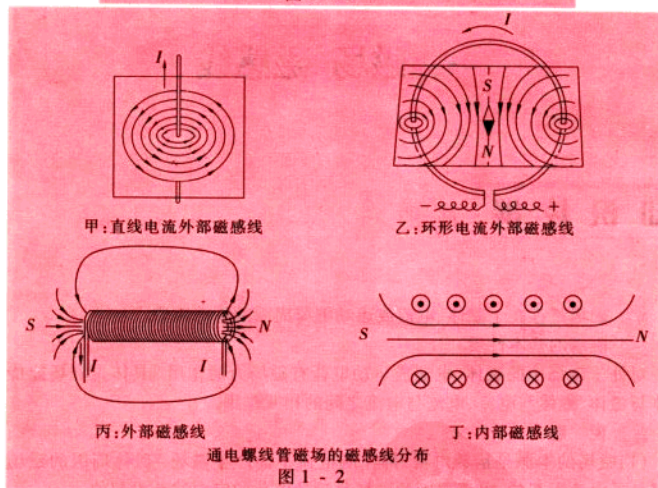
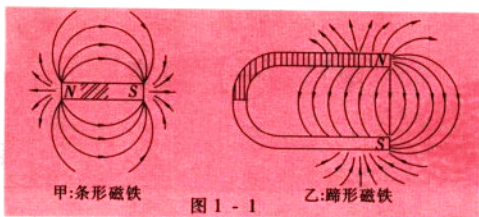
(3)常见的磁场:

条形磁铁的磁场,如图 1 - 1 甲所示。

蹄形磁铁的磁场,如图 1 - 1 乙所示。

直线电流的磁场,如图 1 - 2 甲、乙所示。

通电螺线管的磁场,如图 1 - 2 丙、丁所示。



(4) 奥斯特实验是电流周围有磁场的事实证明。

(二) 磁场的方向 磁感线

1 磁场是有方向的

物理学规定:在磁场中任一点,小磁针北极受力的方向,亦即自由小磁针静止时北极所指的方向,就是那一点的磁场的方向。

2 磁感线

磁感线是用来描述磁场强弱和方向的一系列有方向的曲线。

3 说明

(1) 磁感线的疏密程度表示磁场的强弱。

- (2) 磁感线上某点的切线方向(沿走向方向)表示该点的磁场方向。
- (3) 任何两条磁感线永不相交。
- (4) 磁感线是闭合曲线。在磁体的外部磁感线是从 N 极出来到 S 极进入, 在磁体的内部磁感线是从 S 极回到 N 极。
- (5) 磁感线是人们为了形象描述磁场而假想出来的曲线, 是数学工具, 实际中不存在。

4 几种常见的磁场特点及其磁感线的画法

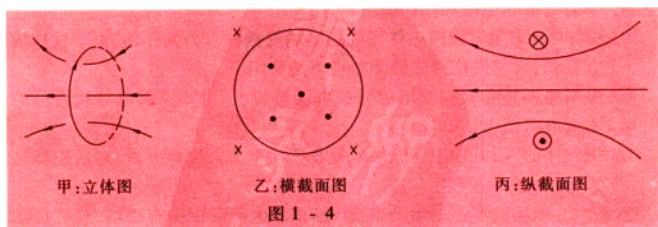
条形磁铁的磁场: 磁铁周围非匀强磁场, 两端强, 中部弱, 如图 1-1 甲所示。

蹄形磁铁的磁场: 磁铁周围非匀强磁场, 两极强, 外部中部弱, 如图 1-1 乙所示。

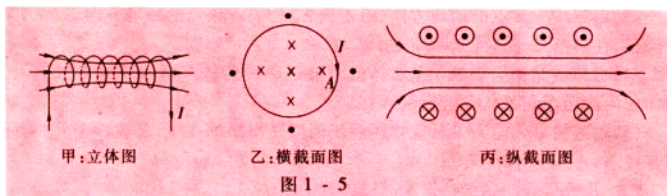
直线电流的磁场: 特点是无磁极、非匀强, 距导线越远磁场越弱, 如图 1-3 所示。磁感线是以导线各点为圆心的同心圆, 并且都在与导线垂直的平面上, 磁感线越靠近导线越密集, 越远离导线越稀疏。



环形电流的磁场: 特点是环形电流所在平面的两侧是 N 极和 S 极, 离环心越远磁场越弱, 如图 1-4 所示。磁感线是一些围绕环形电流的闭合曲线, 在环形导线的中心轴线上, 磁感线和环形导线平面垂直。



通电螺线管的磁场: 特点是两端是 N 极和 S 极, 管内可视为匀强磁场, 管外是非匀强磁场, 如图 1-5 甲所示。磁感线与条形磁铁的磁感线相似。



(三) 安培定则(右手螺旋定则)

1 安培定则是用来判定电流方向和它产生的磁场的磁感线方向之间关系的。

2 三种电流的安培定则

直线电流:用右手握住直导线,让伸直的大拇指所指的方向跟电流方向一致,弯曲的四指所指的方向就是磁感线的方向。

环形电流:让右手弯曲的四指和环形电流的方向一致,伸直的大拇指所指的方向就是环形电流导线中心轴线上的磁感线的方向。

通电螺线管:用右手握住螺线管,让弯曲的四指所指的方向跟电流方向一致,大拇指所指的方向就是螺线管内部磁感线的方向。

典型示例



例 1 下列说法正确的是()。

- A. 一切电荷的周围都存在磁场
- B. 磁体吸引铁棒,说明磁体周围的磁场对铁棒有力的作用,由于铁棒周围没有磁场,因而铁棒对磁铁无磁场力的作用
- C. 根据奥斯特实验和安培的分子电流假说,可以知道通电导线内部的分子电流取向基本一致
- D. 用磁体的 N 极在钢棒上由 A 向 B 朝一个方向摩擦 n 次,最后钢棒被磁化了,且 A 端为 N 极

解析 磁场的本源是运动电荷。静止的电荷周围没有磁场,只有运动的电荷周围方有磁场。选项 A 错误。

由于力的作用是相互的,所以磁体对铁棒有力的作用的同时,铁棒对磁体也有力的作用,并且是磁场力的作用。这说明铁棒周围也存在磁场,这个磁场的产

生原因是铁棒处在磁体的磁场中被磁化,因而其周围必然存在磁场,正是这个磁场对磁体发生了磁场力的作用。选项 B 错误。

奥斯特实验反映的是通电直导线周围存在磁场。其磁场起源是导线内部自由电荷的定向移动形成的宏观电流而产生的。而安培的分子电流假说是安培为解释磁体的磁现象而提出来的,属微观电流。宏观电流和分子电流虽然都是运动电荷引起的,但在产生磁场的原因上是不同的。选项 C 错误。

如图 1-6 所示,当 N 极在钢棒上由 A 向 B 朝一个方向滑动 n 次,钢棒内部原来取向杂乱无章的分子电流会趋向一致。由于同性磁极的相斥作用,分子电流对应的 N 极会指向 A 端,因而 A 端为 N 极。

正确答案为 D。

例 2 关于磁感线的下列认识,正确的是()。

- 磁感线可以形象地描述各点磁场的强弱和方向,它每一点的方向都和小磁针放在该点静止时 N 极的指向一致
- 把两块磁铁就近放置时,其周围的磁感线有可能出现相交的情况
- 对磁体来说,其周围的磁感线是从 N 极出发,到 S 极终止。对通电直导线来说其周围的磁感线是闭合曲线,方向满足安培定则
- 如图 1-7 所示,带负电的圆盘绕中心轴高速旋转,在中心轴正下方的小磁针 N 极将转过 90°

解析 磁感线和电场线一样,它能直观地反映场的分布及某一点磁场的强弱和方向。其中磁感线的分布情况取决于场源,其疏密程度反映了磁场的强弱;磁感线上某一点的切线方向就是磁场方向,即小磁针 N 极的受力方向,选项 A 正确。

若出现磁感线相交的情况,则在交点处将有两个磁场方向,这是不可能的。实际上两块靠近的磁铁,其周围的磁场是由两块磁铁的磁场叠加而成的,因此这时磁感线的切线方向只能是合磁场的惟一方向。选项 B 错误。

磁感线和电场线不同。磁感线是闭合曲线,没有始末。即使是磁体,在磁体的外部磁感线是从 N 极出来到 S 极进入,在磁体的内部磁感线是从 S 极回到 N 极,总体来看形成闭合曲线。选项 C 错误。

带负电的圆盘高速旋转时,相当于环形电流的方向与旋转方向相反,其周围的磁感线的分布及方向如图 1-8 所示。经过小磁针附近的磁感线方向竖直向下,所以小磁针 N 极因受到竖直向下的磁场力作用而逆时针旋转 90° 。选项 D 正确。

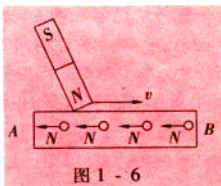


图 1-6

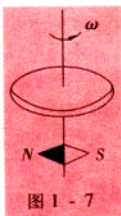


图 1-7



图 1-8

正确答案是 A、D。

例 3 如图 1 - 9 所示,放在螺线管内部中间处的小磁针,静止时 N 极指向右端,则电源的 c 端为 _____ 极,螺线管的 a 端为 _____ 极。

解析 正, S . 首先由小磁针静止时 N 极指向右端,确定出螺线管内部磁场方向向右。而通电螺线管的磁感线方向是:外部从 N 极指向 S 极、内部是从 S 极指向 N 极,可确定 a 端是 S 极。再根据安培定则,可知导线中电流方向是由 c 经螺线管流向 d ,可确定 c 端是电源的正极。

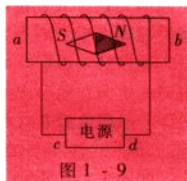


图 1 - 9

例 4 在地球赤道上空有一小磁针处于水平静止状态,突然发现小磁针的 N 极向东偏转,由此可知()。

- A. 一定是小磁针正东方向有一条形磁铁的 N 极靠近小磁针
- B. 一定是小磁针正东方向有一条形磁铁的 S 极靠近小磁针
- C. 可能是小磁针的正上方有电子流自南向北水平通过
- D. 可能是小磁针的正上方有电子流自北向南水平通过

解析 若条形磁铁的 N 极自正东方向向小磁针靠近时,根据同名磁极相斥,小磁针的 N 极应向西偏转。选项 A 错误。

若条形磁铁的 S 极自正东方向向小磁针靠近时,根据异名磁极相吸,小磁针的 N 极应向东偏转。该选项可能正确,但这不是惟一的原因,错在“一定”上了。选项 B 错误。

若有电子流在小磁针的正上方自南向北水平通过时,等效电流方向自北向南,其正下方小磁针所在处磁场方向水平自西向东,小磁针 N 极应向东偏转。选项 C 正确。

若有电子流在小磁针的正上方自北向南水平通过时,等效电流方向自南向北,其正下方小磁针所在处的磁场方向水平自东向西,小磁针 N 极应向西偏转。选项 D 错误。

正确答案是 C。

例 5 如图 1 - 10 所示,两个同样的导线环同轴平行悬挂,相隔一小段距离,当同时给两导线环通以同向电流时,两导线环将()。

- A. 相吸
- B. 相斥
- C. 保持静止
- D. 边吸引边转动

解析 由安培定则,两环产生的磁场都相当于 N 极在左方、 S 极在右方,这右环的 N 极与左环的 S 极相对,二者相吸引。选项 A 正确。选项 B 错误。选项 C 错误。

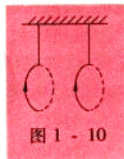


图 1 - 10

由 A 项分析可知相吸引. 另由于两环同样且同轴平行悬挂, 环上各部分均关于轴对称, 受力一样, 故不可能转动. 选项 D 错误.

能力检测



一、选择题

- 关于磁场和磁感线的描述, 下列说法中正确的是().
 - 磁感线可以形象地描述磁场各点的方向
 - 磁极之间的相互作用是通过磁场发生的
 - 磁感线是磁场中客观存在的线
 - 磁感线总是从磁铁的 N 极出发, 到 S 极终止
- 如图 1-11 中 A、B、C、D 所示, 表示直线电流磁场的磁感线, 正确的是().

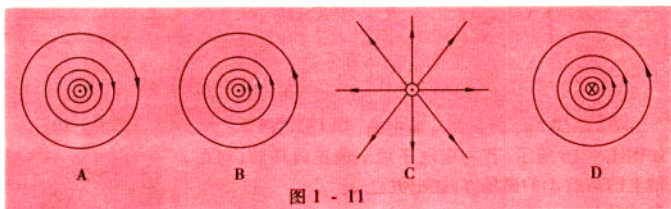


图 1-11

- 下列所述的情况, 可以肯定钢棒没有磁性的是().
 - 将钢棒的一端接近磁针的北极时, 两者互相吸引, 再将钢棒的这一端接近磁针的南极, 两者互相排斥
 - 将钢棒的一端接近磁针的北极时, 两者互相排斥, 再将钢棒的另一端接近磁针的北极时, 两者互相吸引
 - 将钢棒的一端接近磁针的北极时, 两者互相吸引, 再将钢棒的另一端接近磁针的南极时, 两者仍互相吸引
 - 将钢棒的一端接近磁针的北极时, 两者互相吸引, 再将钢棒的另一端接近磁针的北极时, 两者仍互相吸引
- 如图 1-12 所示, 弹簧秤下挂一条形磁棒, 其中条形磁棒的 N 极位于未通电的螺线管的上端, 下列说法正确的是().
 - 若 a 接电源正极, b 接负极, 弹簧秤示数将减小

- B. 若 a 接电源正极, b 接负极, 弹簧秤示数将增大
 C. 若 b 接电源正极, a 接负极, 弹簧秤示数将增大
 D. 若 b 接电源正极, a 接负极, 弹簧秤示数将减小
5. 如图 1-13 所示, 一束带电粒子沿水平方向平行地飞过磁针上方时, 磁针的 S 极向纸内偏转, 这一束带电粒子可能是().
- A. 向右飞行的正离子束
 B. 向左飞行的正离子束
 C. 向右飞行的负离子束
 D. 向左飞行的负离子束

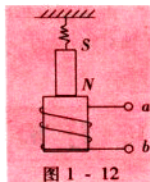


图 1-12

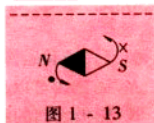


图 1-13

二、简答题

1. 指出当开关 S 闭合时, 如图 1-14、图 1-15 所示的各小磁针的偏转方向.

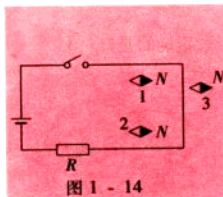


图 1-14

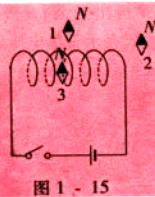


图 1-15

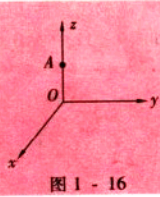


图 1-16

2. 如图 1-16 所示, 若一束电子沿 y 轴正向移动, 则在 z 轴上的某点 A 的磁场方向应是_____.

三、作图题

1. 在蹄形铁芯上使用线圈, 如图 1-17 所示, 根据小磁针的指向, 画出线圈的绕线方向.

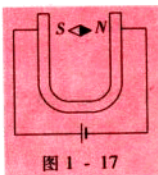


图 1-17

参考答案

KEY

- 一、1. A、B. 根据磁感线定义和特点, 磁感线是为了形象描述磁场的强弱和方向而引入的假想线, 是数学工具, 是闭合曲线, 在磁体外部由 N 极流向 S 极, 在内部由 S 极到 N 极, 可知 A、B 正确.
2. B.
3. D. 根据同名磁极相斥, 异名磁极相吸, 一个钢棒两端都与北极相吸, 若假定钢棒有磁性, 必两端都是 S 极, 这与磁体一端是 N 极, 另一端必是 S 极相矛盾, 所以 D 是不可能具有磁性的.

4. A、C. 若 a 接电源正极, b 接电源负极, 根据安培定则, 螺线管上端是 N 极, 与条形磁铁相斥, 磁铁受向上力, 故弹簧秤示数减小, 所以 A 正确, 同理推出 C 也正确, B、D 错误.
5. B、C. 根据磁针 N 极向外偏转, S 极向内偏转, 可知, 磁极所在处磁场方向垂直纸面向外. 根据右手定则, 若正离子束向右飞行磁针所在处磁场方向向里, 故 A 错误, B 正确, 同理推出 C 正确, D 错误.
- 二、1. 略. 2. 沿 x 轴负方向: 因为电子束沿 y 轴正向, 相当于电流沿 y 轴负向, 根据安培定则, 可知 A 点处磁场方向沿 x 轴负方向.
- 三、1. 略.

二、磁感应强度 安培力

知识技能



(一) 磁感应强度

磁感应强度是描述磁场强弱和方向的物理量, 亦是反映磁场的力的性质的物理量.

1 磁感应强度

在磁场中垂直于磁场方向的通电导线, 所受磁场力 F 跟电流 I 和导线长度 L 的乘积 IL 的比值叫做磁感应强度.

2 公式

$$B = \frac{F}{IL}$$

3 单位

SI 制中: $\begin{cases} F: \text{牛顿(N)}, I: \text{安培(A)}. \\ L: \text{米(m)}, B: \text{特斯拉(T)}. \end{cases}$

磁感应强度是矢量, 磁场中某一点的磁场方向定义为该点的磁感应强度的方向.

4 说明

(1) 磁感应强度 B 是由磁场本身决定的物理量. B 与 $F/I/L$ 没有决定性的关系, 不随 $F/I/L$ 的变化而变化, 在确定的磁场中某位置处的它是一定的. 不同位

置处的磁感应强度的大小和方向可能不同.

(2) 正像电场强度 $E = \frac{F}{q}$ 一样, $B = \frac{F}{IL}$ 是磁感应强度的定义式, 它只能反映出磁场中某处的磁感应强度, 而非决定式. 在反映某处磁感应强度时, 往往只选用一小段通电直导线垂直放入磁场中的某处, 通过该定义式来反映.

(3) 只有在匀强磁场中, 磁感应强度才处处大小相等、方向相同.

(二) 安培力

1 安培力: 磁场对电流的作用力叫做安培力.

2 安培力的大小: 安培力的大小等于磁感应强度 B 、电流 I 、导线长度 L 以及 B 和 I 的夹角 θ 的正弦 $\sin\theta$ 的乘积.

3 一般公式: $F = BIL\sin\theta$.

4 常用公式: $F = BIL$.

5 说明

(1) 常用公式是在通电直导线垂直于磁场方向的情况下, 亦即一般公式中 $\theta = 90^\circ$ 时, 通过实验总结出来的. 这一情况是常用公式的适用条件, 即 $B \perp I$. 应用此公式时要特别加以注意.

(2) 当通电直导线平行于磁场方向的情况下, 亦即一般公式中 $\theta = 0^\circ$ 时, $F = 0$, 即安培力最小为零. 说明此时即使是通电导线在磁场中仍不受磁场力. 由此可见, 磁场对电流有安培力的作用是有条件的.

(3) 在图 1-18 中, 当磁场方向与电流方向有一夹角 θ 时, 可以把磁感应强度矢量 B 分解为两个分量: 一个是跟电流方向平行的分量 $B_1 = B \cdot \cos\theta$, 另一个是跟电流方向垂直的分量 $B_2 = B \cdot \sin\theta$. B_1 分量与电流方向平行, 对电流没有作用力, 电流受到的作用是由 B_2 决定的, 所以 $F = BIL$ 是 $\theta = 90^\circ$ 时的特殊情况.

(4) 在图 1-19 所示的情形中, 长度 L 应用其投影 $A'C'$ 的长度, 即“有效”长度.

(5) 安培力实质上是导线内部自由电子所受洛伦兹力的宏观表现.

6 安培力的方向

安培力的方向即利用左手定则来进行判断.

7 左手定则

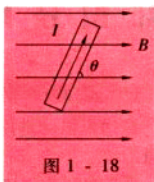


图 1-18

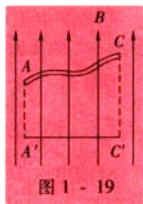


图 1-19

伸开左手,使大拇指跟其余四指垂直,并且都跟手掌在一个平面内,把手放入磁场中,让磁感线垂直穿入手心,并使伸开的四指指向电流的方向,那么,大拇指所指的方向就是通电导线在磁场中所受安培力的方向。

8 说明

- (1)使用左手定则时,要注意手形和手法. 注意各个特定方向的要求.
- (2) F 、 I 、 B 三者之间有一定的空间关系. 即安培力 F 的方向始终垂直于电流 I 和磁感应强度 B 共同确定的平面.
- (3)左手定则实验应用时,在 F 、 I 、 L 三者中,已知某两者方向,判断第三者的方向.

典型示例



1 下列说法正确的是().

- A. 磁场中某一点的磁感应强度可以这样测定:把一小段通电导线放在该点时受到的安培力 F 与该导线长度 L 和通过的电流 I 的乘积的比值,即

$$B = \frac{F}{IL}$$

- B. 通电导线在某处不受磁场力的作用,则该处的磁感应强度一定为零

- C. 磁感应强度 $B = \frac{F}{IL}$, 只是定义式,它的大小取决于场源以及磁场中的位置,

与 F 、 I 、 L 以及通电导线在磁场中的方向无关

- D. 通电导线在磁场中所受安培力的方向就是磁场的方向

一小段通电导线在磁场中某处所受安培力 F 的大小, 不仅与该处的磁感应强度 B 、导线长度 L 、通过的电流 I 有关, 还与导线方向和磁场的方向的夹角 θ 有关. $B = \frac{F}{IL}$ 表达式必须是一小段通电直导线垂直于磁感应强度的方向放置时的关系式. 选项 A 错误.

通电导线与磁场方向平行时, 即 $\theta = 0^\circ$, $F = 0$, 安培力为零. 但该点的磁感应强度不为零, 还存在. 选项 B 错误.

磁感应强度是反映磁场的力的性质的物理量. 一旦场源确定, 磁场中各点的磁感应强度就是确定的, 与其他因素无关. 利用 $B = \frac{F}{IL}$ 只是可以反映、量度和测定