

教和学辅导丛书

物理

(高中三年级用)

中国青年出版社

教和学辅导丛书

物 理

(高中三年级用)

北京师范大学中学教学研究中心 主编

中国青年出版社

封面设计：魏 杰

教和学辅导丛书

物 理

(高中三年级用)

北京师范大学中学教学研究中心 主编

*

中国青年出版社出版 发行

中国青年出版社印刷厂印刷 新华书店经销

*

787×1092 1/32 5.25印张 110千字

1988年9月北京第1版 1988年9月北京第1次印刷

印数1—52,000册 定价1.50元

目 录

前言.....	(1)
第一章 磁场	(3)
1.1 学习要求	(3)
1.2 磁场及磁现象的电本质	(3)
1.3 磁感应强度	(5)
1.4 磁场对电流的作用	(7)
1.5 磁场对运动电荷的作用	(10)
1.6 练习题	(14)
1.7 提高与扩展	(24)
第二章 电磁感应.....	(27)
2.1 学习要求	(27)
2.2 电磁感应现象	(27)
2.3 感生电流的方向、楞次定律	(30)
2.4 法拉第电磁感应定律	(33)
2.5 自感	(39)
2.6 练习题	(40)
2.7 提高与扩展	(52)
第三章 交流电.....	(57)
3.1 学习要求	(57)
3.2 交流电的产生、表征交流电的物理量.....	(57)
3.3 纯电感电路、纯电容电路.....	(63)

3.4	三相交流电	(64)
3.5	变压器与远距离输电	(66)
3.6	练习题	(69)
第四章 电磁振荡和电磁波		(74)
4.1	学习要求	(74)
4.2	电磁振荡	(74)
4.3	电磁场和电磁波	(77)
4.4	电磁波的发射、接收和传播	(78)
4.5	练习题	(80)
第五章 电子技术初步知识		(83)
5.1	学习要求	(83)
5.2	二极管的整流和滤波	(83)
5.3	三极管的放大作用	(84)
5.4	练习题	(86)
第六章 光的反射和折射		(89)
6.1	学习要求	(89)
6.2	光的直线传播、光的速度	(90)
6.3	光的反射、平面镜、球面镜	(91)
6.4	光的折射、全反射	(95)
6.5	透镜、透镜成像、透镜公式	(98)
6.6	练习题	(106)
6.7	提高与扩展	(114)
第七章 光的本性		(117)
7.1	学习要求	(117)
7.2	光的干涉和衍射	(117)
7.3	光的电磁说、电磁波谱和光谱	(120)
7.4	光电效应、波粒二象性	(122)
7.5	练习题	(125)
7.6	提高与扩展	(131)

第八章 原子和原子核	(135)
8.1 学习要求	(135)
8.2 原子的核式结构、玻尔的原子模型	(135)
8.3 天然放射现象、原子核的人工转变	(140)
8.4 核能、重核的裂变、轻核的聚变	(144)
8.5 练习题	(146)
模拟试题	(153)

前 言

为了更好地贯彻执行中学教学大纲的精神,按照教学大纲的要求进行教学改革,改进教学方法,提高教学质量,帮助广大中学师生努力达到教学大纲所规定的教学目标,使学生扎扎实实地学好学活基础知识,我们在张国栋、高建军等同志最初组织编写的中学各年级教学用书的基础上,主编了中学“教和学辅导丛书”。参加编写的都是全国一些著名中学有丰富教学经验的教师。

这套丛书紧密配合新编的中学课本,突出重点,注意方法、思路的分析,每本书的内容主要包括基本学习要求、重点知识分析、难点辨析、错例索因、例题和练习,以及课外活动资料等。它的主要特点是抓纲扣本,纲本结合;从教学实际出发,既有利于中学生掌握知识,发展能力,提高学习效果,也有助于中学教师剖析教材,精心备课,提高教学水平。但愿这套丛书能成为中学师生的良师益友。

丛书主编组由阎金铎、陈浩元、庄似旭、陶卫、乔际平同志组成。数学、物理、化学、外语4科的编委会由王绍宗、华跃义、胡炯涛、马明、孟学军、张国栋、高建军同志主持。政治科的编委会由阎金铎、张志建同志主持。

本书由东北师范大学附属中学关志辉同志编写。

我们恳切地期望使用这套丛书的读者能提出宝贵建议，以便再版时修订完善，使它更好地为我国的中学教学改革服务。

北京师范大学中学教学研究中心

1988年3月1日

第一章 磁 场

1.1 学习要求

1) 了解磁场和磁力线的概念,能运用安培定则确定直线电流、环形电流以及通电螺线管的磁场方向。

2) 理解磁感应强度和磁通量的概念,知道匀强磁场的特点。

3) 掌握磁场对电流的作用力——安培力的计算公式(只限于 I 跟 B 垂直的情况)和左手定则。

4) 掌握磁场对运动电荷的作用力——洛伦兹力的计算公式,掌握带电粒子在匀强磁场中的运动规律(只限于 v 跟 B 垂直的情况)。

1.2 磁场及磁现象的电本质

这一部分是在复习初中关于磁场的初步知识基础之上,指出了磁现象的电本质,进一步阐述了磁现象和电现象的内在联系和统一性。

1.2.1 重点、难点

1) 建立磁场概念是一个重点。与确定空间存在电场的方法类似,将小磁针置于空间某点,如果发生偏转,则说明该空间存在磁场。

2) 用磁力线可以形象地描绘磁场。

(1) 利用磁力线描绘磁场方向。磁力线上每一点的曲线方向,亦即该点的切线方向,都与该点的磁场方向相同,这个方向与置于该点的磁针的北极所指的方向是一致的。

(2) 在磁体周围存在有磁力线。它们从磁体的北极出发,回到磁体的南极,在磁体内部,磁力线又从南极回到北极,因此磁力线是闭合曲线。

(3) 磁体、直线电流、通电螺线管……等周围的磁力线构成一个立体图象。

(4) 磁力线不但可以描绘磁场的方向,而且其疏密程度可以表示磁场的大小。

3) 安培的磁性起源的假说,揭示了磁现象的电本质。它告诉我们,磁铁的磁场和电流的磁场一样,都是由运动的电荷产生。所有磁现象都可以用运动电荷之间通过磁场发生的相互作用得到解释。

1.2.2 错例索因

1) 有的同学认为:磁力线从N极出发到S极终止,不可能形成闭合曲线。电力线是从正电荷出发到负电荷终止,不形成闭合曲线。因为静电场是保守场,假如电力线形成闭合曲线,则沿此闭合曲线将检验电荷移动一周,电场力做功不为零,显然与静电场的保守性质相矛盾,所以电力线不闭合。用这种方法类比磁力线,认为如果磁力线也不闭合,磁场也是保守场。实际上静电场与磁场是不同性质的“场”,磁力线是闭合的,磁场是非保守场。

2) 有的同学错误地认为环形电流的磁场的磁力线都是在同一个平面内。实际上在乙种本下册的图3-6中只画出了过圆环中心轴线且垂直于环面的一个平面内的磁力线,其他平面内的磁力线并未画出。圆环电流的磁力线应呈现立体图

象,且所有磁力线都穿过圆环内部。

1.2.3 例题分析

例题 试确定图1-1甲、乙、丙中所示A、B、C各点的磁场方向。

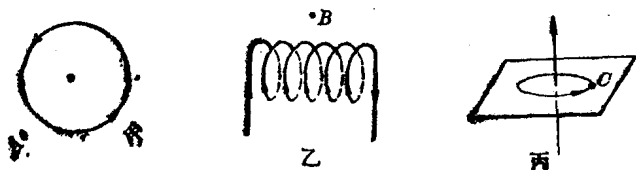


图 1-1

答 本题是应用安培定则判断磁场方向的习题。虽然都使用安培定则,但方法上却有区别。判断甲、丙时,大拇指指向电流方向,其余四指指向磁场方向,故A处磁场垂直纸面向里,C处磁场如图中所示。判断乙时,四指指电流方向,大拇指指向N极,表示线圈内部的磁力线方向。但由于磁力线是闭合的,大拇指指向左,所以B处磁场方向是向右的。

1.3 磁感应强度

磁感应强度是反映磁场的力的性质的物理量,因此它是描述磁场的基本物理量,是电磁学中的重点概念。

1.3.1 重点、难点

1) 磁感应强度反映了磁场的力的性质,学习过程中可与反映电场的力的性质的物理量——电场强度进行类比。

(1) 磁感应强度是由磁场本身性质决定的,与磁场中的通电导线的长度以及通电电流的大小无关。对于磁场中的给定点,说B与F成正比,与IL乘积成反比是不对的。磁感应强度B的大小只是跟F与IL的比值有关。

(2) 磁感应强度是矢量, 它与磁场中该点的磁场的方向相同。电场强度矢量的方向与置于电场中检验正电荷所受的电场力的方向相同, 而磁感应强度的方向并不与置于磁场中该点的通电直导线所受安培力方向相同。

(3) 由乙种本下册图3-16实验引出定义式 $B = F/IL$ 中, L 应该是置于导轨间的与磁场方向垂直的通电导线的长度, 竖直穿过导轨的磁场近似看作匀强磁场。如果通电导线与该处磁场方向不垂直, L 应取通电导线在垂直于该处磁场的方向上的投影长度。

2) 穿过某一面积的磁力线条数, 就叫做穿过这个面积的磁通量。磁通量是标量。应从公式 $\phi = BS$ 和对磁力线条数的规定两个方面理解磁通量 ϕ 和磁感应强度 B 之间的关系。应注意的是公式中 S 是指垂直于匀强磁场方向的平面上的面积, 如平面(或曲面)与磁场方向不垂直, 应取其在磁场方向上的投影面积。

1.3.2 错例索因

1) 有的同学将磁感应强度的定义式写作为 $\vec{B} = \vec{F}/IL$, 这种写法是不正确的。因为磁感应强度方向与置于该处的通电直导线所受安培力方向并不一致。

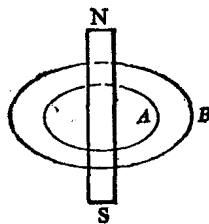


图 1-2

2) 如图1-2所示, 在垂直于条形磁铁的轴线的同一平面内有两个线圈A和B, 且知 $R_B > R_A$. 有的同学认为穿过B线圈的磁通量大于穿过A线圈的磁通量, 这种看法也是错误的。因为根据磁通量定义, ϕ_B 与 ϕ_A 应分别等于穿过B, A两线圈的磁力线的根数。考虑到磁铁内部也存在磁力线, 其方向正好与外部相反, 可得出 $\phi_A > \phi_B$ 。

1.3.3 例题分析

例题 某一区域的磁感应强度 B 是 2 (T) ，其方向沿 x 轴的正方向，如图1-3所示，问：

(1) 穿过 $abcd$ 的表面的磁通量多大？(2) 穿过 $befc$ 的表面的磁通量多大？(3) 穿过 $aefd$

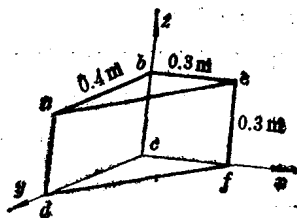


图 1-3

表面上的磁通量多大？

解 计算此题应该按照穿过某一个面的磁通量的定义去做。穿过某一面积磁力线条数，就叫做穿过这个面的磁通量。由于 B 在数值上等于穿过垂直于磁感应强度方向的单位面积的磁力线条数，故当平面与 B 垂直时可得 $\phi = BS$ 。(1) 由于表面 $abcd$ 与 B 垂直，所以 $\phi = 2 \times (0.3) \times (0.4) = 0.24 \text{ (Wb)}$ 。(2) 由于表面 $befc$ 与 B 平行，故 $\phi = 0$ 。(3) 由于表面 $aefd$ 在与 B 垂直方向上的投影，等于表面 $abcd$ ，所以 $\phi = 2 \times (0.3) \times (0.4) = 0.24 \text{ (Wb)}$ 。

1.4 磁场对电流的作用

安培力是本章的重点内容之一。它既是定义磁感应强度的出发点，又是学习磁电式仪表工作原理和洛伦兹力的基础。

1.4.1 重点、难点

1) 将定义 B 的公式 $B = F/IL$ 变形，可以得到计算一小段垂直于磁场方向的通电导线所受磁场力的公式 $F = ILB$ 。如果通电导线放在匀强磁场中，此公式适用于长的通电直导线。当导线方向即电流方向与磁感应强度 B 的方向成 θ 角时，将 B 矢量分解成沿着电流方向和垂直于电流方向两个分量，垂直于电流方向的分量对电流产生安培力起作用，可得到

$$F = IBL\sin\theta.$$

2) 判断安培力方向的左手定则是初中物理已经学过的知识, 应注意下面几个问题:

(1) I 并不是矢量, 安培力的方向不是磁场的方向, 而 B 的方向才是磁场的方向。

(2) B 和 I 的方向不一定垂直, 但 F 的方向总是垂直于 B 和 I 所确定的平面, 即 F 总是既垂直 B 又垂直于 I 。

(3) 左手定则和安培定则的区别是: 前者是反映 B, I, F 三个方向之间的关系, 而后者是反映 B, I 两个方向之间的关系。

3) 电流表是最常用的电工仪表, 是安培力的一种重要应用。搞清楚电流表的工作原理, 不仅可以进一步熟悉安培力的变化规律, 也为在实验中使用与改装电流表打下了基础。学习中应注意的是电流表线圈所受的安培力矩 M_1 与转动角度无关, 仅与被测电流强度成正比。而螺旋弹簧产生的扭转力矩 M_2 的大小取决于弹簧形变的大小, 与转动角成正比, 所以线圈中电流强度越大, 线圈和指针偏转的角度也就越大。由于绕制电流表线圈的导线很细, 允许通过的电流很弱, 因此电流表只能测量弱电流(几十微安到几毫安)。

1.4.2 错例索因

1) 当电流和磁场的方向不垂直时, 用对电流进行分解的方法推导公式 $F = IBL\sin\theta$, 这是不恰当的。因为电流不是矢量, 对 I 采用矢量分解的方法, 在物理意义上说不通。

2) 有的同学认为左手定则可以用来判断导线在磁场中的运动方向, 这种看法也是错误的。左手定则可以帮助我们牢记磁场方向、电流方向和安培力方向之间的关系。已知磁场、电流的方向可以判断安培力的方向。但导线运动方向并

不一定沿着安培力的方向。如果有外力作用,导线有可能静止,其运动方向也可能与安培力的方向相反。

3)如图1-4所示,竖直方向上存在一匀强磁场 B ,电流方向平行于 MN , MN 垂直于纸面,有的同学认为此时通电导线所受安培力的方向沿斜面向下。这个结论是错误的,因为安培力的方向一定垂直于 B 和 I 所确定的平面,虽然上述方法也用了左手定则,但是却没有注意三者之间方向的关系。正确的答案是安培力的方向水平向右。

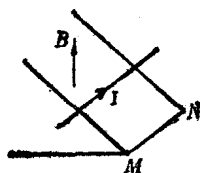


图 1-4

1.4.3 例题分析

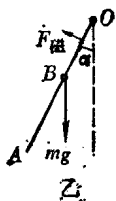
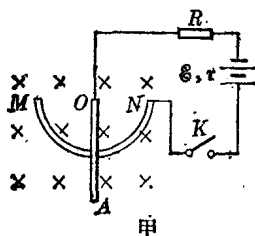


图 1-5

例题 如图1-5甲所示,均匀金属棒 OA 能以 O 为转动轴在竖直平面内转动, OA 与半圆形金属片 MN 始终接触,但无摩擦。棒长 $l=2\text{ m}$,质量 $m=0.1\text{ kg}$,电阻 $R=1.25\Omega$,电源电动势

$\mathcal{E}=3\text{ V}$,内阻 $r=0.25\Omega$ 。 O 为圆心,半圆形金属片半径 $d=1\text{ m}$,垂直纸面向里的磁感应强度 $B=0.5\text{ T}$ 。求 K 接通 OA 平衡后,所转过的角度 α 多大?

解 未通电流时,棒处于竖直状态。通电流后,根据左手定则棒 OA 的 OB 段(B 是棒与金属片的接触点)受磁场力的作用,此力如图1-5乙所示作用于 OB 段的中点,方向是垂直于棒斜向上位于纸面内。因棒能绕 O 点自由转动,设棒平衡后转

过角度为 α ,对棒列力矩平衡方程: $F_{\text{磁}} \cdot \frac{l}{4} - mg \frac{l}{2} \sin \alpha = 0$.

又 $F_{\text{磁}} = BI \frac{l}{2}$, 而 $I = \frac{8}{R+r}$, 代入数值计算可得: $\alpha = 30^\circ$
(g 取 10m/s^2).

1.5 磁场对运动电荷的作用

1.5.1 重点、难点

1) 洛伦兹力和安培力的关系密切,实质上安培力就是通电导线中大量做定向运动的自由电荷所受的洛伦兹力的宏观表现。依据这一关系可以由安培力公式推导出洛伦兹力的计算公式。

2) 应用左手定则判断洛伦兹力的方向。应该注意,判断负电荷所受的洛伦兹力的方向时,4个手指应指向负电荷运动的反方向。

3) 讨论带电粒子在磁场中的圆周运动、回旋加速器的工作原理以及测定电子荷质比的方法是洛伦兹力的应用。其中带电粒子的圆运动是重点内容。应着重指出,因为带电粒子所受洛伦兹力总是与粒子的运动方向垂直,洛伦兹力不对带电粒子做功,故不改变带电粒子的速率,只能改变带电粒子的运动方向。当带电粒子垂直于磁场方向射入磁场时,洛伦兹力提供向心力,粒子做匀速圆运动。由 $qBv = \frac{mv^3}{R}$ 及 $T = \frac{2\pi R}{v}$

可得出 $R = \frac{mv}{qB}$, $T = \frac{2\pi m}{qB}$ 。

1.5.2 错例索因

1) 在判断带负电的粒子(例如电子)在磁场中所受洛伦

兹力的方向时,往往将四手指指向粒子的运动方向,这是错误的。因为按照左手定则,四手指应该指电流的方向,而按照规定,负电荷的运动方向与电流方向正好相反,因此判断时应将四指指向粒子运动的反方向。

2) 带电粒子沿螺线管的轴线射入螺线管,当螺线管通以交变电流时,有的同学认为粒子将做往复运动。之所以会得出这样的结论,是因为这些同学认为:当通以交变电流时,螺线管中磁场也做交变的变化,粒子所受洛伦兹力的方向也做交变的变化。其错误在于,虽然磁场是交变的,但磁场的方向却始终沿着轴线,粒子沿轴线运动,粒子所受洛伦兹力始终等于零,故粒子将沿轴线做匀速直线运动。

3) 带电粒子在匀强磁场中除受洛伦兹力外还受其他恒力(如电场力、重力)作用而做曲线运动时,有的同学往往采用匀变速运动规律去求解,这是不正确的。因为粒子所受洛伦兹力是变力!但由于洛伦兹力不做功,对这类问题往往采用动能定理、功能关系求解。

1.5.3 例题分析

例1 如图1-6所示,有一个宽度 $l = 0.20\text{ m}$, $B = 1\text{ T}$ 的有界匀强磁场,方向垂直纸面向外。

一个 α 粒子沿垂直于 B 的方向从 P 点飞入磁场中,从 Q' 点飞离磁场时,偏离入射方向的距离 $d = 0.10\text{ m}$,求:(1) 粒子的人射速度的大小 (α 粒子质量 $m = 6.64 \times 10^{-27}\text{ kg}$, 电量 $q = 3.2 \times 10^{-19}\text{ C}$)。

(2) 如果 α 粒子进入磁场后,经 t 时间到达 Q ,那么直线 PQ 与 α 粒子

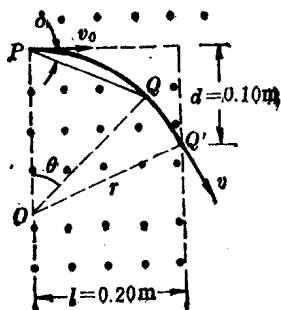


图 1-6