



丛书主编 陈东旭

2007

同步辅导用书

高二 下册

学习的艺术



物理

吉林文史出版社

学习的艺术

物 理

江西金太阳教育研究所

主 编:郭光森

副主编:谭锦生 刘占想 夏兵勇

编 委:(按姓氏笔划排列)

王长双 刘占想 何卫国 夏兵勇

郭光森 谢学俊 谭锦生

吉林文史出版社

(吉)新登字 07 号

书 名 学习的艺术(高二)

丛书主编 陈东旭

责任编辑 周海英

出版发行 吉林文史出版社

地 址 长春市人民大街 4646 号 130021

印 刷 江西金太阳印务有限公司

规 格 787 mm×1092 mm

开 本 16 开本

印 张 125 印张

字 数 3975 千字

版 次 2006 年 10 月第 1 版 2006 年 10 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 7-80702-396-1

定 价 150.00 元

前言

成功者说:“学而有道”。那么,何为学之“道”?“道”在何方?让我们一起来翻开金太阳教育研究所倾情打造的《学习的艺术》一书吧!书中的讲解深入浅出,翔实高效;练习新颖别致,难易适中,这就是问题的答案。

古人常说,授人以鱼,不如授人以渔。《学习的艺术》这套丛书,在经过长期、广泛、细致地调研的基础上,集合全国一大批教学一线的名师,将他们的教学心得、复习方法和应试技巧融于书中,让大家在学习中懂得更多的艺术,考试更轻松。

本丛书以课时为编写单元,与实际教学保持良好同步,教师与学生使用很方便。在内容上既有知识的辅导、技巧和方法的指导,又有生动活泼的相关情景,体现实用性与趣味性的紧密结合。

《学习的艺术》高二物理栏目设置及特点如下:

课前导航 兴趣是学习的动力。我们在每一讲的开始,根据本讲内容设置了一则趣味性的阅读材料,并针对性地设置了2~3个问题。学生通过对材料的阅读,能激发学习的兴趣及对问题探究的欲望。

知识精析 经验丰富的一线教师,根据《教学大纲》的要求并结合他自己的实际教学经验,对本讲知识进行归纳性梳理,精析重点,突破难点。翻开本书你就会发现,这里精析的重、难点内容,正是你感到困难的、难以理解的内容,读后能使你茅塞顿开。

方法指导 有道是“技巧胜于力量”。我们聘请了经验丰富、指挥有度的教练,给你传授作者经验和破敌绝招。在这里,经验丰富的一线教师给你介绍对规律的理解、记忆及对知识的总结、归纳等方面的技巧和方法;以例题为主线分类,介绍分析和解决实际问题的方法,重要的方法还设置了变式训练题,使你能触类旁通,举一反三,熟练生巧。

互动平台 通过诙谐幽默的师生或生生对话,在一种轻松的氛围中,解决本讲知识的疑点、学习中的困惑及容易出现的典型错误,达到释疑、解惑、纠错的目的。

高考链接 在每一单元的单元小结中,通过高考链接栏目,分析本单元知识在以前的高考中是怎么考的,在以后的高考中可能的考查方向,目的是让同学们知道本单元知识在高考中的表现形式,尽早熟悉高考题型,了解高考命题思路和动向。

同步达标 设置了与书配套的梯度性很强的训练题,分基础闯关和拔高训练两个层次。基础闯关题重在构建知识、巩固知识、应用和迁移知识;拔高训练题则注重综合应用,供学有余力的同学选做。

一位名师能引领你走进科学的殿堂,一本好书能改变你一生的命运。认真研读这套丛书吧,拥有她,你会领略到学习的艺术,她会成为你的良师益友,会照亮你前进的道路。愿《学习的艺术》助你顺利走向高考。

本书读者如有疑难问题,可来信、来电与我们联系,本研究所将及时帮您排忧解难。联系方式见书后。

编者

特别鸣谢以下学校的大力协助:

- | | | | | | |
|-------------|---|---|---|---|--|
| 江西省: | 南昌二中
南昌十七中
新余四中
临川二中
赣县中学
贵溪一中
鹰潭一中 | 江西师大附中
临川一中
瑞昌一中
赣州一中
修水一中
景德镇一中 | 南昌一中
吉安一中
新建二中
江西南大附中
安福中学
赣州市三中 | 南昌三中
白鹭洲中学
上高二中
玉山一中
上饶一中
安义中学 | 南昌十中
新余一中
宜春中学
南康中学
萍乡中学
峡江中学 |
| 北京市: | 北京四中
首都师大附中 | 北京景山学校
北师大附中 | 清华大学附中
北京二中 | 北师大附属实验中学
北京二十中 | |
| 天津市: | 南开中学 | 耀华中学 | 天津实验中学 | 大港一中 | 静海县一中 |
| 河北省: | 邯郸一中 | 唐山市一中 | 衡水中学 | 正定中学 | 遵化一中 |
| 内蒙古: | 内蒙古师大附中 | 呼和浩特市二中 | 赤峰市二中 | | |
| 山西省: | 太原五中
临汾一中 | 平遥中学
运城中学 | 大同一中 | 晋城一中 | 怀仁县一中
沁县中学 |
| 辽宁省: | 沈阳市二中 | 东北育才中学 | 大连市八中 | 庄河高中 | |
| 吉林省: | 东北师大附中
松原前郭五中 | 省实验中学
松原市第二中学 | 长春市实验中学 | 吉林市一中 | 延安市二中 |
| 黑龙江: | 哈尔滨市六中 | 哈尔滨市九中 | 鸡西市一中 | 齐齐哈尔市实验中学 | |
| 江苏省: | 南京师大附中
姜堰中学 | 南京外国语学校
盐城中学 | 南京一中
徐州一中 | 南通中学
张家港高中 | 启东中学 |
| 浙江省: | 杭州高级中学
浙师大附中 | 浙江大学附中
东阳中学 | 宁波效实中学
衢州二中 | 诸暨中学
绍兴柯桥中学 | 金华市一中
温州中学 |
| 山东省: | 省实验中学
滨州市北镇中学 | 济南市一中
烟台市二中 | 青岛市二中
济宁市实验中学 | 曲阜师大附中
邹平一中 | 潍坊市一中 |
| 安徽省: | 合肥市二中 | 马鞍山市二中 | 安庆市一中 | 濉溪中学 | |
| 福建省: | 福建师大附中 | 南平高级中学 | 福州三中 | 龙岩二中
龙岩一中 | 南平一中 |
| 河南省: | 河南大学附中 | 开封市高中 | 潢川一中 | 新乡市一中 | 平舆二高 |
| 湖北省: | 华中师大一附中
水果湖中学 | 黄冈中学
武汉二中 | 荆州中学
荆门市一中 | 武汉中学
仙桃中学 | 天门中学 |
| 湖南省: | 湖南师大附中
沅江市三中 | 长沙市一中
岳阳市一中 | 郴州市一中
岳阳县一中 | 株洲市二中
桑植一中 | 衡阳市八中
株洲市南方中学 |
| 广东省: | 华南师大附中
深圳教育学院附中 | 广东省实验中学
顺德市一中 | 汕头金山中学
高州中学 | 惠州市一中 | |
| 广西: | 广西师大附中 | 南宁市二中 | 北海市教科所 | 桂林市临桂中学 | |
| 四川省: | 成都市七中
彭州中学 | 成都石室中学
南充高级中学 | 成都市十二中
攀枝花市三中 | 四川师大附中 | 新都一中 |
| 重庆市: | 西南师大附中 | 重庆市一中 | 重庆市十一中 | 重庆市三中 | 重庆市八中 |
| 贵州省: | 凯里市一中 | 贵阳师大附中 | 兴义市一中 | | |
| 云南省: | 昆明一中 | 昆明三中 | 宣威一中 | 大理一中 | 曲靖一中 |
| 西藏: | 拉萨中学 | | | | |
| 陕西省: | 陕西师大附中
咸阳中学 | 西安中学
韩城象山中学 | 安康中学
绥德中学 | 延安中学
榆林市第一中学 | 渭南市瑞泉中学
榆林中学 |
| 甘肃省: | 西北师大附中 | 兰州市一中 | 天水一中 | | |
| 宁夏: | 宁夏大学附中 | 银川市一中 | 银川市唐徕回民中学 | | |
| 新疆: | 新疆实验中学 | 乌鲁木齐市一中 | 库尔勒华山中学兵团二中 | | 乌鲁木齐铁路三中 |

(限于篇幅仅列部分学校,敬请谅解)

产品质量调查反馈表

尊敬的用户：

感谢您一直以来对金太阳教育事业的支持与厚爱。为了更好地回报用户,提高我们的服务水平和产品质量,希望您百忙之中抽空填写本表,我们不胜感激。表格填好后,您可交给为您服务的金太阳客户经理或回寄至以下地址:

江西南昌国家经济技术开发区 昌北·麦园·菊圃路 1818 号 研发中心质检部 邮编:330032

您的意见或建议对我们非常重要。再次衷心地感谢您!

学校名称

类 别

反馈人

联系电话

☐省重点 ☐市重点 ☐普通

产品名称				反馈科目	
体例安排		☐ 合理 ☐ 不合理	您的理由是:		
试题新颖性		☐ 好 ☐ 一般 ☐ 差	新颖性达到____%		
试题难度		☐ 难 ☐ 中等 ☐ 较易	难度系数大约为____		
试题针对性		☐ 好 ☐ 中 ☐ 差	您的理由是:		
知识内容	知识 结构 安排	☐ 合理 ☐ 不合理	您的理由是:		
	主干 知识	☐ 突出 ☐ 一般 ☐ 不突出	您的理由是:		
错误之处	填写 具体 内容				
超纲之处	填写 具体 内容				
整体 评价	不足				
	优点				

《金太阳》系列丛书

——江西金太阳教育研究所编著

——吉林文史出版社出版

《学习的艺术》(下册)

——2007 高二同步辅导用书

邮 购 目 录

书 名	邮购代码	邮购价(元)	数量
《学习的艺术》·语文分册	YSX21	14.50	
《学习的艺术》·数学(A)分册	YSX22A	19.50	
《学习的艺术》·数学(B)分册	YSX22B	19.50	
《学习的艺术》·英语分册	YSX23	17.00	
《学习的艺术》·物理分册	YSX24	10.50	
《学习的艺术》·化学分册	YSX25	17.00	
《学习的艺术》·生物分册	YSX26	15.50	
《学习的艺术》·政治分册	YSX27	10.50	
《学习的艺术》·历史分册	YSX28	10.50	
《学习的艺术》·区域地理	YSX29	15.50	

邮购方法:

注明所购图书代码、数量以及您的详细收件地址、姓名、邮编,将书款通过邮局汇至**330032 江西南昌国家经济技术开发区 昌北·麦园·菊圃路 1818 号 黄利平老师 收**。款到三日内发书。

起邮数 100 册。

联系电话:13077966176

目录

课时1 磁场 磁感线	(1)
课时2 安培力 磁感应强度	(3)
课时3 电流表的工作原理	(6)
课时4 磁场对运动电荷的作用	(8)
课时5 带电粒子在磁场中的运动 质谱仪	(10)
课时6 回旋加速器	(13)
课时7 带电粒子在复合场中的运动	(15)
课时8 《磁场》单元小结	(17)
课时9 电磁感应现象	(20)
课时10 法拉第电磁感应定律——感应电动势的大小	(23)
课时11 楞次定律——感应电流的方向	(26)
课时12 楞次定律的应用	(28)
课时13 导体切割磁感线运动问题	(30)
课时14 自感现象 日光灯原理	(33)
课时15 《电磁感应》单元小结	(37)

目录

课时16 交变电流的产生和变化规律	(40)
课时17 表征交变电流的物理量	(42)
课时18 电感和电容对交变电流的影响	(44)
课时19 变压器	(45)
课时20 电能的输送	(47)
课时21 《交变电流》单元小结	(49)
课时22 电磁振荡	(52)
课时23 电磁振荡的周期和频率	(54)
课时24 电磁场和电磁波	(55)
课时25 无线电波的发射和接收 电视 雷达	(57)
课时26 《电磁场和电磁波》单元小结	(58)
参考答案	(60)
附:同步达标	(共68页)

课时1 磁场 磁感线

课前导航

战国时期,我国人民已经发现了磁石指南北的特性,由此制造出了指示方向的仪器——司南。司南由一把光滑的磁勺和刻着方位的铜盘组成,使用时,用手转动勺子,勺子静下来时,勺把所指的就是南方。后来,人们又用磁针指南,制成了指南针。到了北宋,指南针被用于航海事业。宋朝的海船都装有罗盘针,无论白天黑夜、阴雨大雾,船只都能准确识别航向。南宋时候,指南针由阿拉伯人传到欧洲,为欧洲航海家发现美洲和实现环球航行提供了重要条件。



司南

请你思考:

1. 磁体周围的磁感线的分布图如何画?
2. 电流周围的磁感线的分布图如何?
3. 指南针为什么会有指示方向的作用?

知识精析

1. 磁场

(1) 磁场是在永磁体和通电导线周围空间存在的一种特殊形态的物质。

(2) 磁场的产生

- ① 磁体的周围存在磁场。
- ② 电流的周围也存在磁场。

(3) 基本性质

对置于磁场中的磁极、电流或运动电荷有磁场力的作用。

磁体与磁体、磁体与电流、电流与电流间的相互作用均是通过磁场而产生的。

(4) 磁场的方向

规定小磁针在磁场中静止时, N 极所指的方向或小磁针 N 极受力的方向就是所在点的磁场方向。

2. 磁感线

- (1) 所谓磁感线,是在磁场中画出的一些有方向的

曲线,曲线上每一点的磁场方向都在该点的切线方向上。

(2) 磁感线的基本特征

① 磁感线的密疏表示磁场的强弱。磁感线上某点的切线方向就是该点的磁场方向。

② 磁感线不相交,不中断,是闭合曲线。在磁体外部,磁感线从 N 极指向 S 极;在磁体内部,磁感线从 S 极指向 N 极。

③ 磁感线是为了形象地描述磁场而假想的理想模型,在磁场中并不真实存在,不可认为有磁感线的地方才有磁场,没有磁感线的地方没有磁场。

3. 地磁场

(1) 地球本身是一个巨大的磁体,在它附近空间产生的磁场叫地磁场。

(2) 主要特点

① 地磁场的 N 极在地球南极附近, S 极在地球北极附近。

② 地磁场的磁感应强度的水平分量(B_h)总是从地球南极指向北极;而竖直分量(B_v)则南北相反,在南半球垂直于水平面向上,在北半球垂直于水平面向下。

③ 在赤道上,距离地球表面高度相等的各点,其磁场强弱相同,且方向水平向北。

4. 安培定则

安培定则是用来确定通电导线周围磁场方向的。

(1) 直线电流的磁场

用右手握住直导线,让伸直的大拇指所指的方向跟电流的方向一致,四指弯曲的方向就是磁感线的环绕方向。

说明:直线电流周围空间的磁场是非匀强磁场,距直导线越近,磁场越强;距直导线越远,磁场越弱。

(2) 环形电流的磁场

右手弯曲的四指方向和环形电流方向一致,伸直的大拇指所指的方向就是环形导线中心轴线上磁感线的方向。

(3) 通电螺线管的磁场

用右手握住螺线管,让弯曲的四指方向跟电流方向一致,伸直的大拇指所指方向为通电螺线管内部磁感线的方向。

方法指导

要学好本节知识,首先要熟悉常见磁场的磁感线分布,熟练掌握连接磁场方向和电流方向的“安培定则”;其次培养空间想象能力,能把空间问题转化为平面问题。

由于观察方位的不同,同一个磁场的磁感线分布可能有多种画法。

以下是三种常用的电流磁场的特点及画法。

1. 直线电流的磁场:无磁极,非匀强,距导线越远处磁场越弱,画法如图1-1所示。

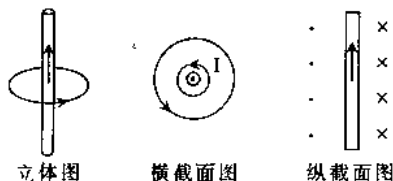


图1-1

2. 通电螺线管的磁场:两端分别是N极和S极,管内是匀强磁场,管外为非匀强磁场,画法如图1-2所示。



图1-2

3. 环形电流的磁场:两侧是N极和S极,离圆环中心越远,磁场越弱,画法如图1-3所示。



图1-3

【例1】关于磁场和磁感线的描述,下列叙述中正确的是 ()

- A. 磁感线可以形象地描述磁场的强弱和方向,其每一点的切线方向表示的就是该点的磁场方向
- B. 磁极间的相互作用是通过磁场发生的
- C. 磁感线总是从磁体的N极指向S极
- D. 磁感线就是磁场中碎铁屑磁化后排列成的曲线

【解析】磁感线是为了形象地描述磁场而引入的曲线,磁感线上各点的切线方向就是该点的磁场方向,磁感线的疏密程度表示磁场的强弱,磁场中的任何一条

磁感线都是闭合曲线,故A正确,C错误。磁场的基本特性是对处于磁场中的磁极或电流有力的作用,故B正确。利用被磁化的铁屑来显示磁感线的分布情况,使得磁场变得具体形象,但是,决不能认为磁感线是由铁屑排列而成的,故D错误。正确答案为A、B。

【答案】AB

【点评】有的同学可能受静电场的影响,错误选了C。事实上静电场的电场线是不闭合的曲线,而磁感线是闭合的曲线。另外铁屑只是显示磁感线的分布情况,磁感线是理想化曲线。

【例2】如图1-4所示,放在通电螺线管内部中间处的小磁针,静止时N极指向螺线管右端,试判断电源的正、负极。

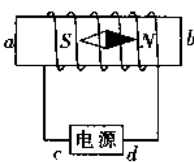


图1-4

【解析】磁场中任何一点的磁场方向均为该点所放小磁针静止时N极所指的方向,故螺线管内部的磁感线方向由a指向b,螺线管右端为N极,左端为S极。根据安培定则可知,电流由电源的c端流出,由d端流入,故c端为电源的正极,d端为电源的负极。

【答案】c端为电源的正极,d端为电源的负极

【点评】在磁铁外部:同名磁极互相排斥,异名磁极互相吸引;在磁铁内部:同名磁极互相吸引,异名磁极互相排斥。但不论是哪一种情况,有一条规律是不变的:在磁场中任一点的小磁针北极受力的方向,即小磁针静止时北极所指的方向,就是该点磁场的方向。

【变式训练】如图1-5所示是通有电流I的螺线管,它的内部和外部各挂着很小的环形线圈a和b,线圈的平面与螺线管轴线垂直。若在a和b中通以从右向左看为顺时针方向的电流,试问a和b如何转动?(a、b只能转动)

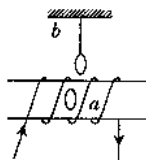


图1-5

互动平台

育才老师与细心同学关于磁感线的对话

细心:老师,磁感线和电场线的不同之处是电场线是不闭合的,而磁感线是闭合的.那么磁体的内部就必然有磁感线穿过了?我们平常说磁感线从N极出发回到S极,指的是在磁体的外部吗?

老师:细心,你说得很对.在磁体外部的磁感线是从N极到S极,而在磁体内部的则是从S极到N极,故在讲磁感线的方向时必须指明是在磁体的外部还是内部.

粗心同学与细心同学关于确定小磁针在通电螺线管磁场中转动方向的方法的总结对话

粗心:要确定小磁针在通电螺线管磁场中如何转动,首先由安培右手螺旋定则确定哪一端是N极,哪一

端是S极,则不管小磁针在螺线管的外部还是内部,由同名磁极互相排斥,异名磁极互相吸引,即可得知小磁针两极的受力方向,从而确定小磁针的转动方向.

细心:通电螺线管外部的磁感线是从哪极指向哪极?内部的磁感线又是从哪极指向哪极?

粗心:通电螺线管外部的磁感线是从N极指向S极,而内部的磁感线则是从S极指向N极.

细心:小磁针在通电螺线管外部时是同名磁极相斥,异名磁极相吸,而螺线管内部的磁场方向与外部的相反,难道结论还一样?

粗心:啊!我懂了.在内部应是同名磁极相吸,异名磁极相斥.但不管什么磁场,只要知道磁感线的分布,磁感线上任意一点的切线方向就是该点N极的受力方向,从而可知小磁针的转动方向.你说对不对?

细心:你还算聪明!

课时2 安培力 磁感应强度

课前导航

我们的地球自身就是一个大磁体,地磁场的变化有一定的规律性.比如在我国境内,往北每走一公里,地磁场的磁感应强度的变化约为一亿分之几特,小范围内地磁场的磁感应强度和磁倾角几乎没有什么变化.但是有时地磁场的变化非常明显.有的地方会出现磁针反常现象,磁针不再指向南北方向,在某些山区,磁针甚至变成直立状态,这种剧变叫做地磁异常.出现地磁异常的区域,地下一定蕴藏着丰富的磁铁矿.我们可以根据地磁异常现象来探测磁铁矿.地磁异常中重要的表现是磁感应强度的变化.

请你思考:

1. 什么是磁感应强度?
2. 你怎样理解磁倾角?

知识精析

1. 安培力:磁场对电流的作用力叫安培力.

实验表明:电流与磁场垂直时受到的安培力最大;电流与磁场方向平行时受到的安培力为零;当电流与磁场方向斜交时,所受的安培力介于零和最大值之间.

2. 磁感应强度:描述磁场强弱及方向的物理量.

(1)定义:在磁场中垂直于磁场方向的通电直导线,所受的安培力 F 跟电流 I 和导线长度 L 乘积的比值,叫做通电导线所在处的磁感应强度.

$$(2) \text{公式: } B = \frac{F}{IL}.$$

(3)单位:特斯拉, $1 \text{ T} = 1 \text{ N/A} \cdot \text{m}$.

(4) B 是矢量,磁场中某点的 B 的方向就是该点的磁场方向.磁感应强度的叠加遵从平行四边形定则.

3. 匀强磁场

(1)概念:在磁场的某一区域里,如果各处的磁感应强度大小相等,方向相同,这一区域的磁场叫做匀强磁场.

(2)匀强磁场的磁感线特点:匀强磁场的磁感线是分布均匀的方向相同的平行直线.

4. 安培力的大小 $F = BIL$ 的适用条件:

(1)通电导线与磁场垂直.

(2)匀强磁场中(在非匀强磁场中,只适用于一小段的通电导线导体).

5. 安培力的方向

由左手定则判断, $F \perp B$, $F \perp I$, 即 F 总垂直于 B 和 I 决定的平面.

方法指导

一、判断安培力作用下物体运动方向的几种基本方法

1. 电流元法

把整段电流等效为多段直线电流元,运用左手定则判断出每小段电流元所受安培力的方向,从而判断出整段电流所受合力的方向,最后确定运动方向。

2. 特殊位置法

把电流或磁铁转到一个便于分析的特殊位置后再判断所受安培力的方向,从而确定运动方向。

3. 等效法

环行电流和通电螺线管都可以等效成条形磁铁,条形磁铁也可等效成环行电流或通电螺线管。通电螺线管也可以等效成很多匝的环行电流来分析。

4. 转换(研究对象)法

因为电流之间、电流与磁体之间的相互作用力满足牛顿第三定律,定性分析磁体在电流作用下如何运动的问题时,可先分析电流在磁场中所受的安培力,然后由牛顿第三定律再确定磁体所受电流的作用力,从而确定磁体所受的合力及运动方向。

3. 结论法

(1)两电流相互平行时无转动趋势。

同向电流相互吸引,反向电流相互排斥。

(2)两电流不平行时,有转动到相互平行且方向相同的趋势。

利用这些结论分析可以事半功倍。

【例 1】如图 2-1 甲所示,把轻质导线圈用细线挂在磁铁 N 极附近,磁铁的轴线穿过线圈的圆心且垂直于线圈的平面,当线圈内通过如图所示方向的电流时,线圈将怎样运动?

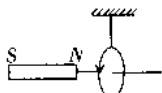


图 2-1 甲

【解析】(1)等效法。把环形电流等效成如图 2-1 乙所示的条形磁铁,可见两条形磁铁只是相互吸引而没有转动。

(2)用结论法。把条形磁铁等效成如图 2-1 丙所示的环形电流,由图可见两电流相互平行,方向相同,故两环形电流没有转动,只是相互吸引,即线圈将向磁铁平移。

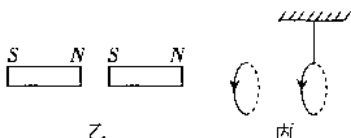


图 2-1

变式训练 1 如图 2-2 所示。

条形磁铁放在水平桌面上,在其正中央的上方固定一根直导线 MN,导线与磁场垂直,给导线通以由 N 向 M 的电流,则

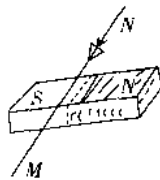


图 2-2

A. 磁铁对桌面的压力减小,不受桌面的摩擦力作用

B. 磁铁对桌面的压力减小,受桌面的摩擦力作用

C. 磁铁对桌面的压力增大,受桌面的摩擦力作用

D. 磁铁对桌面的压力增大,不受桌面的摩擦力作用

二、当 I 和 B 的方向成 θ 夹角时的安培力

1. 计算公式: $F = BIL \sin \theta = B_{\perp} IL$, 其中 $B_{\perp}$ 表示垂直于 I 的分量, L 称为有效长度。如图 2-3 甲所示。

2. 安培力的方向: 在使用左手定则判定安培力方向时,让 B 的垂直分量 ($B_{\perp} = B \sin \theta$) 穿过左手手心。

3. 弯曲导线的有效长度 L : 当 B 垂直于导线所在的平面时, L 等于连接两端点的直线的长度。如图 2-3 乙、丙所示。

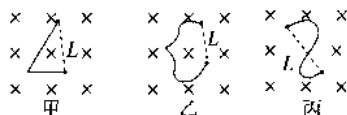


图 2-3

当 B 和导线不垂直, L 表示两端点的连线在与 B 垂直的平面上的投影。如图 2-3 丁所示。

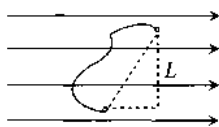


图 2-3 丁

【例 2】将长度为 20 cm、通有 0.1 A 电流的直导线放入一匀强磁场中,电流与磁场的方向如图 2-4 所示,已知磁感应强度为 1 T。试求出下列各图中导线所受安培力的大小和方向。

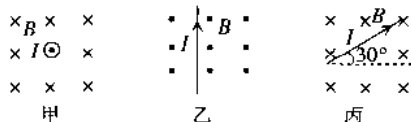


图 2-4

【解析】由左手定则和安培力的计算公式得: 甲图中,因导线与磁感线平行,所以安培力为零;乙图中,安培力方向垂直导线水平向右,大小 $F = BIL = 1 \times 0.1 \times 0.2 \text{ N} = 0.02 \text{ N}$;丙图中,安培力的方向在纸面内垂直

导线斜向上,大小 $F=BIL=0.02\text{ N}$.

[答案]甲图:0 乙图:0.02 N 安培力方向垂直导线水平向右 丙图:0.02 N 安培力的方向在纸面内垂直导线斜向上

[点评]求安培力的大小时,要注意公式 $F=BIL$ 中 B 与 I 要垂直;用左手定则判定安培力的方向时,要注意安培力既与导线垂直又与磁感线垂直,但 B 与 I 可以成任意夹角.对丙图的情况一定要特别注意,图中的 30° 角是个干扰条件,实际上 B 与 I 仍是垂直的.

三、安培力作用下的动量、动能定理

1. 动量定理: $F_{\text{安}} t = \Delta p$, 即 $BILt = \Delta p$, 得 $Q = \frac{\Delta p}{BL}$

2. 动能定理: $F_{\text{安}} s = \Delta E_k$, 即 $BILs = \Delta E_k$

[例3]如图2-5所示,在

水平放置的、间距 $d=14\text{ cm}$ 的平行导轨的一端放置一根质量 $m=40\text{ g}$ 的金属棒 ab , 导轨另一端通过开关与电源相连. 该装置放在高 $h=10\text{ cm}$ 的绝缘

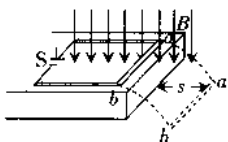


图2-5

垫块上. 当有竖直向下的、磁感应强度 $B=0.12\text{ T}$ 的匀强磁场时, 闭合开关, 金属棒 ab 会被抛到与导轨右端水平距离 $s=15\text{ cm}$ 处. 试求开关接通后通过金属棒的电荷量. (g 取 9.8 m/s^2)

[解析] ab 中瞬间电流方向从 a 至 b . 通电瞬间, 对 ab 导体棒根据动量定理有:

$$F \cdot \Delta t = m v_0, \text{ 其中 } F = BIL,$$

然后金属棒 ab 做平抛运动:

$$t = \sqrt{\frac{2h}{g}}, v_0 = \frac{s}{t}$$

$$\text{所以 } BIL\Delta t = ms\sqrt{\frac{g}{2h}}$$

$$q = I\Delta t = \frac{ms}{BL}\sqrt{\frac{g}{2h}} = 2.5\text{ C}.$$

[答案] 2.5 C

[点评] 因为金属棒受到安培力的作用, 安培力不是恒力, 所以金属棒运动时并不是匀加速运动, 不可求通电时间. 而本题巧妙地运用动量定理 $BIL\Delta t = mv_0 - 0$ 进行求解.

变式训练 根据磁场对电流会产生作用力的原理, 人们研制出了一种新型的发射炮弹的装置——电磁炮, 其原理如图2-6所示. 把待发射的炮弹(导体)放置在匀强磁场中的两平行导轨上, 给导轨通以大电流, 使炮弹作为一个载流导体在磁场作用下沿导轨加

速运动, 并以某一速度发射出去, 试判断图中炮弹的受力方向. 如果想提高某种电磁炮的发射速度, 理论上可怎么办?

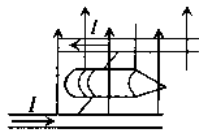


图2-6

互动平台

育才老师与细心同学关于安培力公式 $F=BIL\sin\theta$ 的对话

育才: 细心, 在应用安培力公式 $F=BIL\sin\theta$ 时, 如果 B 不是匀强磁场该怎么办呢?

细心: 我认为公式中的 B 是通电导线所在处的磁感应强度. 若处于非匀强磁场, 则将通电导线分割成若干个电流元, 把电流元所处的磁场视为匀强磁场, 最后取各电流元所受安培力的矢量和.

育才: 如果导线是弯曲的又怎么计算呢?

细心: 可以用上面所说的微元法求矢量和, 也可以直接用有效长度来计算. 对弯曲导线, 其有效长度等于连接两端点的直线的长度, 相应的电流方向沿有效长度的始端指向末端. 对闭合通电线圈, 有效长度可认为为零.

育才: 对, 你理解得非常好!

课时 3 电流表的工作原理

课前导航

我们在前一节学习了通电导线在磁场中受到安培力,导线在安培力作用下可以发生运动,你还记得初中学过的电动机原理吗?通电线圈在磁场中受力的作用发生转动.如果通过导线的运动情况反过来确定电流的大小该多好.在本节中将为你介绍测量电流大小的仪器——电流表的工作原理.

请你思考:

1. 磁电式电流表内的磁场为什么要辐向分布?
2. 电流表表盘上的刻度为什么是均匀的?我们怎样提高其灵敏度?

知识精析

1. 通电线圈在匀强磁场中受到的安培力矩.

(1) 计算安培力矩的公式

在图 3-1 甲中,对线圈 $abcd$ 来说, ad 边和 bc 边所受的安培力等值反向且在同一直线上,是一对平衡力,不产生力矩;而 ab 边和 cd 边所受的安培力也等值反向,但不在同一条直线上

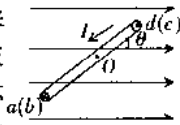
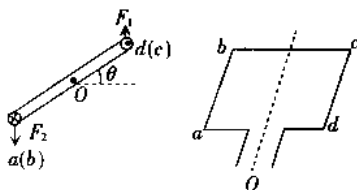


图 3-1 甲

上($\theta \neq \frac{\pi}{2}$ 时除外),因此将产生力矩,其大小为:

$$M = B I \overline{ab} \cdot \overline{ad} \cos \theta = B I S \cos \theta$$



侧面图

俯视图

图 3-1 乙

推导(如图 3-1 乙所示):

设 ab 边的长度为 l_1 , ad 边的长度为 l_2 , 则

$$F_1 = F_2 = B I l_1$$

$$M_1 = B I l_1 \times \frac{l_2}{2} \cos \theta$$

$$\text{同理 } M_2 = B I l_1 \times \frac{l_2}{2} \cos \theta$$

$$M = M_1 + M_2 = B I l_1 l_2 \cos \theta = B I S \cos \theta$$

若线圈的匝数为 N , 则安培力矩的计算公式 $M = N B I S \cos \theta$.

(2) 安培力矩公式的适用条件

① 线圈在匀强磁场中且转轴与 B 垂直, 转轴与线圈在同一平面内(对于平行 B 的任意转轴, 安培力矩为零).

② 安培力矩的大小与线圈的形状无关, 如三角形、圆形和梯形等都可以, 而与线圈的面积有关.

③ 安培力矩的大小与转轴位置无关.

2. 电流表的工作原理

(1) 电流表的构造

在一个很强的蹄形磁铁的两极间有一个固定的圆柱形铁芯, 铁芯外面套有一个可以绕轴转动的铝框, 铝框上有线圈, 铝框的转轴上装有两个螺旋弹簧和一个指针, 线圈的两端分别接在这两个螺旋弹簧上, 被测电流经过这两个弹簧流入线圈.

(2) 电流表原理

蹄形磁铁和圆柱形铁芯间的磁场是均匀辐向磁场, 不管通电线圈在磁场中转到什么位置, 线圈平面都跟磁感线平行, 线圈受到的安培力矩不随转动角度的改变而改变, 安培力矩 $M = N B I S$ 保持不变. 当线圈转动某一个角度, 螺旋弹簧的阻力矩 M' 与安培力矩大小相等时, 线圈停止转动, 指针指示一个确定的读数 $I = \frac{M'}{N B S}$. 由于 M' 与指针转过的角度 θ 成正比, 所以电流越大, 偏转角也越大. 由 $M' = K \theta$ 得: $K \theta = N B I S$, $\theta = \frac{N B I S}{K}$, 可见 θ 与 I 成正比, 所以电流表的刻度是均匀的.

方法指导

一、在掌握辐向磁场和电流表工作原理的基础上应进一步明确有关电流表工作的几个重要方面

1. 对同一电表, 指针偏角 θ 与 I 成正比, 即 θ 与 I 一一对应, 从而可以用指针偏转角度来显示电流强度 I 的值.

2. 因为 $\theta \propto I$, θ 随 I 的变化是线性的, 所以表盘的刻度是均匀的.

3. 当偏转线圈中的电流值一定时, 指针偏转角度 θ

值越大,我们说电流表的灵敏度越高。

【例1】要想提高磁电式电流表的灵敏度,可采用的办法有 ()

- A. 增加线圈匝数
- B. 增大永久磁铁的磁感应强度
- C. 换用弹性较强的游丝,增大反抗力矩
- D. 增大线圈的面积

【解析】设导线所处位置的磁感应强度大小为 B , 线圈长为 L 、宽为 d 、匝数为 n , 当线圈中通有电流 I 时, 安培力对转轴产生力矩: $M_1 = nBILd$ 。

当线圈发生转动, 不论通电线圈转到什么位置, 它的平面都跟磁感线平行, 安培力的力矩不变。当线圈转过 θ 角(指针偏角也为 θ)时, 两弹簧产生阻碍线圈转动的扭转力矩为 M_2 。

由材料性质知道, 扭转力矩 $M_2 = k\theta$, 根据力矩平衡 $M_1 = M_2$ 得出: $I = \frac{k}{nBLd}\theta$ 。

由此可知对同一个电流来说, 要增大 θ , 需增大 n 、 B 、 L 、 d , 而减小 k , 故 A、B、D 正确。

【答案】ABD

【例2】证明: 磁电式电流表的刻度是均匀的。

二、运用公式 $M = BIS\cos\theta$ 计算安培力矩时, 需明确转轴必须与 B 垂直, 和平面线圈的形状无关, 和转轴与线圈的相对位置无关。

【例2】在课本图示的磁电式电流表中, 已知线圈匝数 $N=1000$ 匝, 线圈面积 $S=11.7 \times 11.5 \text{ mm}^2$, 前、后两根螺旋弹簧的总扭转系数 $k=2.8 \times 10^{-3} \text{ N} \cdot \text{m}/90^\circ$, 磁极与铁芯间空隙中的磁感应强度 $B=0.16 \text{ T}$, 求线圈做满刻度(90°)偏转时通过线圈的电流有多大?

【解析】线圈做满刻度偏转时, 线圈中的电流达到允许的最大值, 根据指针停止摆动时线圈的安培力矩与螺旋弹簧的扭转力矩平衡, 由有固定转动轴物体的平衡条件列出平衡方程即可求解。

由力矩平衡得 $M_1 = M_2$, 即 $NBIS = k\theta$

所以电流 $I = \frac{k\theta}{NBS}$, 代入数值得:

$$I = \frac{2.8 \times 10^{-3} \text{ N} \cdot \text{m}/90^\circ \times 90^\circ}{1000 \times 0.16 \text{ T} \times (11.7 \times 11.5) \times 10^{-6} \text{ m}^2} = 1.30 \times 10^{-1} \text{ A}.$$

【答案】 $1.30 \times 10^{-1} \text{ A}$

【点评】通过例题让学生理解磁电式电流表的工作原理, 同时认识弹性物质的扭转系数, 由此来理解电流表转子的力矩平衡及电流表的指针偏转角 θ 与通过的电流 I 成正比。

【例3】如图 3-2 所示,

矩形线圈 $abcd$ 共 50 匝, $ab=cd=10 \text{ cm}$, $bc=ad=20 \text{ cm}$, 其中通有 2 A 的恒定电流且可绕对称轴 OO' 转动, 当它处在 $B=0.5 \text{ T}$ 方向如

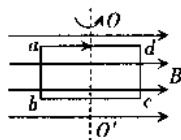


图 3-2

图所示的匀强磁场中时, 线圈受到的最大磁力矩是 $\underline{\hspace{2cm}} \text{ N} \cdot \text{m}$, 当它从图示位置转动 30° 时, 线圈受到的磁力矩是 $\underline{\hspace{2cm}} \text{ N} \cdot \text{m}$ 。

互动平台

细心同学和育才老师关于电流表内部磁场的对话

细心: 老师, 磁电式电流表内部的永磁铁两极为什

么做成凹圆柱面形? 中间为什么要放一个圆柱形的铁芯呢?

育才: 哦, 这是为了提供辐向分布的磁场。

细心: 为什么要用辐向分布的磁场呢?

育才: 当磁场成辐向分布时, 线圈平面转到任何位置都和 B 的方向平行, 此时产生的安培力矩最大, 能提高电流表的灵敏度。

细心: 哦, 我明白了。

粗心同学和细心同学关于电流表刻度均匀的对话

粗心: 电流表有电流时, 指针静止在某个位置, 这时弹簧产生的阻力矩和安培力矩平衡。当指针偏转角越大, 扭转越困难, 所以电流表的刻度应该是偏转角越大刻度就越密。

细心: 错了。线圈在辐向形磁场中受到的安培力矩恒为 $M_{\text{安}} = NBIS$, 弹簧产生的阻力矩 $F_{\text{弹}} = K\theta$, 当它们相等时, 指针静止, $\theta = \frac{NBSI}{K}$, 即 $\theta \propto I$, 所以刻度应该是均匀的。

课时 4 磁场对运动电荷的作用

课前导航

太阳活动每隔 11 年会达到一次高峰期,在高峰期时,太阳会向外发射出大量的带电粒子流而形成“太阳风暴”,其表现形式是多种多样的,对近地空间环境和在此环境中运行的卫星、空间或地面的技术设备以及人员的影响也有多种形式的。

幸运的是,“太阳风暴”对人体(航天员除外)的影响并不明显,这应感谢地球完美的构造。“太阳风暴”爆发时发出的紫外线和 X 射线的强度可以达到平静时的数十倍甚至数百倍,并抛射出大量的高能带电粒子,地球稠密的大气层吸收了大部分的紫外线和 X 射线;地磁场很好地屏蔽掉了高能带电粒子,使我们免受高能粒子的辐射损伤。

请你思考:

通过对本节知识的学习,你能解释地磁场是如何屏蔽高能粒子的吗?

知识精析

1. 洛伦兹力的大小

(1)带电粒子在磁场中运动时受到的磁场力叫洛伦兹力。

(2)如果导线材料单位体积中参与导电的粒子数为 n ,每一个带电粒子的电荷量为 q ,带电粒子在电场力作用下定向运动的平均速度为 v ,则横截面积为 S 的导线中电流强度为 $I = nSq v$ 。

如果匀强磁场的方向与导线垂直,处在匀强磁场中的通电导线长度为 L ,则该通电导线受到的安培力大小为 $F_{\text{安}} = BIL = BLnSq v$,式中 nSL 表示自由电荷的总数 N 。可见: $F_{\text{安}} = N(qvB) = NF$,即宏观的安培力 $F_{\text{安}}$ 是 N 个同方向的微观力 $F = qvB$ 的合力。

(3)当运动电荷的速度方向与磁场方向的夹角为 θ 时,其洛伦兹力大小为: $F = qvB \sin \theta$ 。从上式可知:当 $\theta = 0^\circ$ 时,即运动电荷的速度方向与磁场方向平行时,运动电荷不受洛伦兹力;当 $v = 0$ 时,即静止的电荷不受洛伦兹力;当电荷运动方向与磁场方向垂直时,所受洛伦兹力最大, $F_{\text{max}} = qvB$ 。

2. 洛伦兹力的方向

伸开左手,让拇指与其余四指垂直并且都在同一平面内,让磁感线垂直进入手心,四指指向正电荷运动的方向,那么拇指所指的方向就是正电荷所受洛伦兹力的方向,运动的负电荷在磁场中所受的洛伦兹力,方向

跟正电荷受的力相反。

3. 洛伦兹力对运动电荷不做功

由于洛伦兹力 F 总是跟运动电荷的速度方向垂直,所以洛伦兹力对运动电荷不做功,洛伦兹力只改变运动电荷速度的方向,不改变速度的大小。

4. 磁场对运动电荷的洛伦兹力与静电场对电荷的电场力的区别

(1)静电场对运动电荷、静电荷都有电场力的作用;磁场对静电荷没有力的作用,对速度与磁场方向平行的运动电荷也没有洛伦兹力的作用,只有电荷的速度与磁场方向不平行时运动电荷才受到洛伦兹力的作用。

(2)电场力的方向与电场方向平行,正电荷所受的电场力方向与电场的方向相同,负电荷所受的电场力方向与电场的方向相反;但运动电荷受到的洛伦兹力方向永远与磁场的方向垂直。

(3)电场力可以对电荷做功,洛伦兹力总不做功。

(4)在匀强电场中,电荷受到的电场力是一个恒力;在匀强磁场中,电荷只受洛伦兹力的作用时,洛伦兹力大小不变,但方向时刻在变,洛伦兹力是一个变力。

方法指导

一、应用公式 $F = qvB$ 时,应注意洛伦兹力与 v 、 B 的方向关系。

【例 1】如图 4-1 所示的各图中,匀强磁场的磁感应强度均为 B ,带电粒子的速率均为 v 、带电荷量均为 q ,试求出图中带电粒子所受洛伦兹力的大小,并判断洛伦兹力的方向。

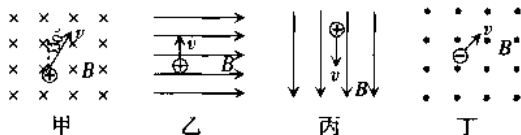


图 4-1

【解析】本题考查洛伦兹力大小的计算及方向的判定。

甲图:因 $v \perp B$,所以 $F_{\text{洛}} = qvB$,方向与 v 垂直斜向左。

乙图: v 与 B 垂直, $F_{\text{洛}} = qvB$,方向垂直纸面向里。

丙图:由于 v 与 B 平行,所以不受洛伦兹力。

丁图: v 与 B 垂直, $F_{\text{洛}} = qvB$,方向与 v 垂直斜向左。

【答案】略

【点评】当电荷的运动方向与磁场垂直时,洛伦兹力的大小 $F_{\text{洛}} = qvB$;当电荷的运动方向与磁场平行时,电荷不受洛伦兹力。用左手定则判断洛伦兹力的方向