



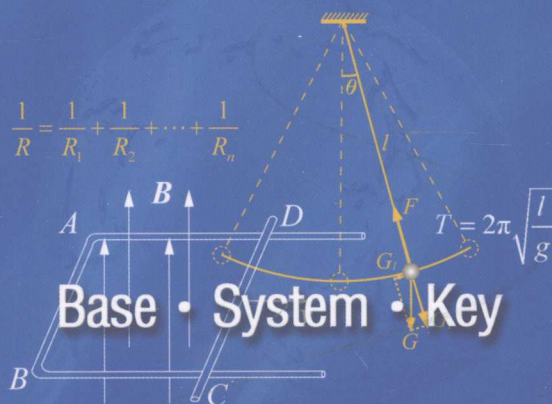
超级高中专题系列

超级物理专题题典

磁场与电磁感应

• 紧扣大纲 关注高考 •

丛书主编 孙亚东
本册主编 孙亚东



—— 学习物理必备的全面工具书 ——

世界图书出版公司



超级高中专题系列

04/350

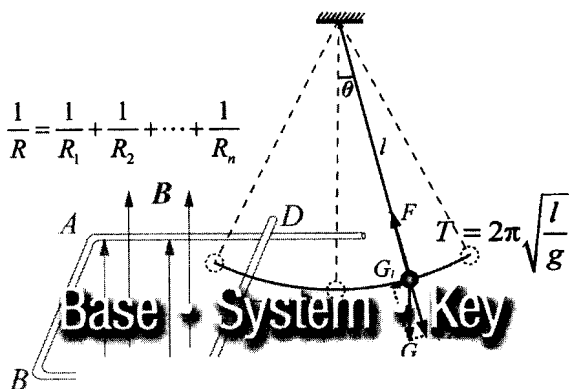
2008

超级物理专题题典

磁场与电磁感应

丛书主编 孙亚东

本册主编 孙亚东



世界图书出版公司

上海 · 西安 · 北京 · 广州

图书在版编目(CIP)数据

超级物理专题题典——磁场与电磁感应/孙亚东主编.
—上海:上海世界图书出版公司,2008.6

ISBN 978-7-5062-9117-0

I. 超... II. 孙... III. 物理课—高中—教学参考资料
IV. G634.73

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 055547 号

超级物理专题题典——磁场与电磁感应

丛书主编:孙亚东 本册主编:孙亚东

出版发行:上海世界图书出版公司

上海市尚文路 185 号 B 楼 邮政编码 200010

公司电话:021-63783016 转发行科

(各地新华书店经销)

<http://www.wpcsh.com.cn>

印 刷:北京泰山兴业印务有限责任公司

开 本:880×1230 1/32

印 张:16

字 数:235 千字

版 次:2008 年 6 月第 1 版 2008 年 6 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-5062-9117-0/O·43

定 价:19.80 元

如发现印刷质量问题,请与印刷厂联系
(质检科电话:010-52052501)

前言

参考书和教材不同,它并不是学习中的必需品。然而学习好的同学,大部分都看过至少一本参考书,有个别的,甚至看完了市面上所有的参考书,这是为什么呢?

教材都是自成体系,为了配合大纲和课堂教学,其中很多内容讲述得恰到好处,可以说是提供了一个角度很好的剖面。然而要学好一门学科,必须具备3点:首先是清晰的知识框架,其次是翔实的知识内容,最后是巧妙的方法技巧。要达到这3点,从理论上讲,反复阅读教材并练习教材中的习题是可以做到的,只是需要花费较长的时间去领悟。不过,实际情况往往是限于课时进度,同学们用于学习单一科目的时间本就有限,花费在科目内部的具体知识板块的时间更加寥寥,有没有什么捷径可以走呢?答案是没有。虽然没有捷径,但却有另外一条路可供选择,这就是选择合适的参考书。好的参考书能从各种角度去剖析问题,透过现象看本质;或是补充个别知识点,完善整个知识框架;或是通过纵横向比较,揭示出本来就存在,但教科书却未明示的一些规律;或是汇总前人的经验,揭示出你原本就该知道的一些方法技巧。这套《超级物理专题题典》正是本着这样的初衷,以《超级数学专题题典》的框架为基础拓展编写的,一共包括《直线运动与曲线运动》、《力与牛顿运动定律》、《冲量与动量》等9本。

本套书在编排上体现了以下特点:

(i) 知识讲解循序渐进

知识点讲解特色突出,全套书中的每一本都分为基础知识和拓展思维两大部分。前一部分针对具体的知识点进行精析细讲,帮助读者牢固扎实地打好知识基础、建立知识体系,使学习、记忆和运用有序化。第二部分“高屋建瓴”,帮助读者在掌握和巩固基础知识的同时,突破难点、提高思维。在力求提高的同时,把握尺度,不出偏题、怪题,使之虽然难度加大,但是并不偏离高考方向。

(ii) 题目搭配合理有序

习题配备由易到难,层层延伸。基础练习题,能力练习题,历届高考题,精选星级题,3大部分6小块,覆盖高中低档各类题型,层层递进,级级延伸,为复习、备考提供丰富的资料储备;题目讲解不拘一解,详尽规范,引导读者去探究“一题多解”、“多题一解”、“一题多变”和“万变归一”的思想

与学习方法,使读者真正能够领悟到举一反三、触类旁通的奥妙。

(Ⅲ) 框架结构明朗清晰

全书按照内容分布各种知识框架图,为读者学习和探索提供参考路标。

(Ⅳ) 成书符合使用习惯

全书采用“知识点讲解”、“对应例题”、“另一个知识点讲解”、“对应例题”的编排模式,更符合授课式的思维习惯。我们还独出心裁地引入了“考频”概念,借助于此知识点在最终高考中所占比例的统计数据来检验自己对这一知识点、这一部分内容,甚至这一类问题的掌握程度,以寻找更合适的复习之道,从而达到优质、有效的复习效果。

(Ⅴ) 自成体系一书多用

本套书完全基于教材,但又不拘泥于教材。基于教材是指教材中的知识点,只要是涉及某专题的,基本上都收录进书,并分别成册;不等同于教材是指本套书并未严格按照教材的章节顺序进行编排,而是把本专题相关内容作为一个子体系加以归纳。这样做的好处不但可以让同学们在短时间内掌握此专题内容,而且还脱离了教材变动的局限性,使全国所有中学生均可选用。

对于正在学习高中物理课程的同学,可以使用本书作为课堂内容的预习复习与补充;对于正在紧张复习,即将投入高考的同学,使用本书也可作为复习的纲要与熟悉各种题型的战场;而对于高中教育的研究者,本书可以提供一部分研究素材。

由于作者时间和水平所限,疏漏之处在所难免,敬请不吝指正。

盛世教育高考命题研究组

2008年3月

目 录

第一篇 知识篇	1
第一章 磁场	4
第一节 磁感线与磁场	6
高考考点和趋势分析	6
知识点讲解与应用	7
基础练习题	10
高屋建瓴	11
能力练习题	11
第二节 几种常见的磁场	13
高考考点和趋势分析	13
知识点讲解与应用	13
基础练习题	15
高屋建瓴	16
能力练习题	17
第三节 磁感应强度与安培力	18
高考考点和趋势分析	18
知识点讲解与应用	18
基础练习题	22
高屋建瓴	25
能力练习题	31
第四节 安培力作用下的状态分析和电流表的工作原理	33
高考考点和趋势分析	33
知识点讲解与应用	34
基础练习题	40
高屋建瓴	42
能力练习题	46
第五节 磁场对运动电荷的作用	47
高考考点和趋势分析	47
知识点讲解与应用	48
基础练习题	55
高屋建瓴	59

能力练习题	63
第六节 带电粒子在电、磁场中的运动	66
高考考点和趋势分析	66
知识点讲解与应用	67
基础练习题	76
高屋建瓴	77
能力练习题	84
本章参考答案与解析	87
第二章 电磁感应	112
第一节 电磁感应现象	113
高考考点和趋势分析	113
知识点讲解与应用	113
基础练习题	120
高屋建瓴	122
能力练习题	123
第二节 法拉第电磁感应定律	
——感应电动势的大小	125
高考考点和趋势分析	125
知识点讲解与应用	126
基础练习题	131
高屋建瓴	133
能力练习题	140
第三节 楞次定律——感应电流的方向楞次定律的应用	143
高考考点和趋势分析	143
知识点讲解与应用	143
基础练习题	149
高屋建瓴	152
能力练习题	156
第四节 电磁感应中的综合问题	159
高考考点和趋势分析	159
知识点讲解与应用	159
基础练习题	169
高屋建瓴	171
能力练习题	176
本章参考答案与解析	179
第三章 磁场和电磁感应的应用	195

高考考点和趋势分析	195
知识点讲解与应用	195
基础练习题	210
高屋建瓴	214
能力练习题	225
本章参考答案与解析	230
第二篇 真题篇	239
第一部分 思维陷阱	239
失分现象分析	239
应对策略	240
本专题易错点全解	243
典例剖析	247
第二部分 高考真题	267
考纲要求	267
考点分析	267
考点阐释	268
命题趋向	270
应试策略	270
真题探究	272
选择题	272
非选择题	279
真题篇答案与解析	292
第三篇 题典篇	321
选择题	321
非选择题	349
题典篇答案与解析	387
附录一 公式定理大全	485
附录二 高中物理公式一览表	492

第一篇 知识篇

本专题知识结构图

磁场与电磁感应	磁场	磁感线与磁场
		几种常见的磁场
		磁感应强度与安培力
		安培力作用下的状态分析
		磁场对运动电荷的作用
		带电粒子在磁场中的运动
		带电粒子在电、磁场中的运动
	电磁感应	电磁感应现象
		法拉第电磁感应定律
		楞次定律 —— 感应电流的方向
		电磁感应中的综合问题
	磁场与电磁感应的应用	磁场与电磁感应的应用

磁场内容与动力学、运动学联系紧密,是中学物理的重点内容之一,也是高考中的物理部分主干内容之一,历年高考本章知识必然出现,且分值不低,特别是左手定则的应用和带电粒子在磁场中的运动更是高考中的命题热点.题目特点一般是与实际应用联系在一起,对学生的空间想象能力、应用物理知识对物理过程和运动规律的综合分析能力进行考查,能力要求较高,题型以计算应用题为主,也以选择题形式对本章的基本概念进行考查.

电磁感应知识是以电流、磁场知识为基础,研究了电磁感应的一系列现象,通过实验总结出了产生感应电流的条件和判定感应电流方向的一般规律 —— 楞次定律,给出了确定感应电动势大小的一般规律 —— 法拉第电磁感应定律.楞次定律和法拉第电磁感应定律是解决电磁感应问题的重要依据,具有普遍性,应用广泛,要深

人理解和熟练掌握,要准确理解磁通量、磁通量的变化、磁通量的变化率的确切含义,掌握计算感应电动势的各种方法,会用楞次定律和右手定则判定感应电流的方向.要注意把电磁感应与能量转化和守恒定律及其他知识相联系,在学习中不断提高理解能力、推理能力和分析综合能力.

本专题内容是以以后学习交变电流、电磁场和电磁波的基础,是高中物理的重要内容,也是高考的重点.纵观近年来高考物理试题与本章知识相联系的考题,主要有下述特点:

1. 联系现代科学技术和现实生活的试题越来越多,如 2001 年全国理科综合卷中的质谱仪,2001 年全国理科综合卷中的电磁流量计,2002 年全国理科综合卷中的第 27 题电视机显像管的磁偏转技术,2004 年江苏卷 17 题电子比荷的测定,2005 年天津卷 25 题回旋加速器问题,2005 年北京卷 25 题中的电磁炮问题,2006 年北京卷 24 题中磁流体推进船问题,2006 年广东卷第 18 题等.
2. 运用楞次定律判断感应电流方向问题仍是考题热点.如 2004 年上海卷第 4 题,2002 年上海卷第 5 题,2005 年广东卷第 6 题、第 17 题,2005 年全国卷 III 第 16 题,2006 年天津理综第 20 题等.楞次定律和法拉第电磁感应定律是电磁感应中最重要、最基本的规律,对两定律的理解和运用是本章重点和难点.
3. 矩形线框穿越有界匀强磁场问题,涉及楞次定律(右手定则)、法拉第电磁感应定律、磁场对电路的作用力、含电源的电路的计算、电磁感应过程中的能量转化等知识.这类知识综合性强,能力要求高,也是命题热点.如 2003 年上海卷第 6 题,2004 年江苏卷第 6 题,2005 年全国理综 I 第 19 题,2006 年广东卷第 10 题,2006 年上海卷第 22 题等.
4. 电磁感应图象问题是高考常考的题型之一.如 2004 年全国理综 III 第 19 题,全国理综 IV 第 15 题,2005 年全国理综 I 第 19 题,2006 年天津理综第 20 题等.图象是分析和处理物理问题的重要数学工具,是考查考生能力的重要方面.这类题多以—一个导线框通过一个有界的匀强磁场模型,讨论线框通过磁场的过程中安培力、电流、电压等变化的规律.解决这类题时—要注意识别图象,二要注意纵轴上的正、负值所表达的意义.
5. 导体杆在导轨上运动的问题是电磁感应中的典型综合性问题:这类问题涉及的知识多、与力学、静电学、电路、磁场以及能量等知识结合,能很好地考查考生的综合分析能力,多以计算题形式出现,如 2004 年上海卷第 22 题,2004 年北京卷第 23 题,2005 年上海卷第 22 题,2006 年全国理综 II 第 20 题,全国理综 I 第 21 题,上海卷第 12 题,广东卷第 16 题,江苏卷 19 题等,预计今后几年对这部分知识的考查仍将放在对楞次定律和法拉第电磁感应定律的应用上.另外图象问题也是考查的重点之一,结合能量守恒关系分析力、热、电磁的综合问题更是高考考查的热点.

能力立意命题思想已贯穿在高考命题的全过程中,提高科学素养、注重与现实生活联系,是高中新课程标准提出的新的教学理念.本章知识又易于与力学知识、电磁

感应、原子核知识综合命题,而且本章知识又与现代科学技术、现实生活联系紧密,而分析综合能力正是考试大纲中的较高能力要求.因此,未来几年高考中,本章知识仍是高考命题的热点,除考查对磁感应强度、安培力、洛仑兹力等概念理解外,更多的是以科学技术和现代生活为背景材料,以带电粒子在磁场中的运动以及在复合场中的运动为知识主线,综合力学知识,考查学生综合运用知识的建模、分析推理能力.

第一章 磁场

本章知识结构图

磁 场	磁感线与磁场	磁现象
		磁现象的电本质
		磁场的定义
		磁场的基本性质
		磁场的方向
		磁感线
		磁场的产生
		对于磁感线的认识需要注意的几点
	几种常见的磁场	地磁场
		直线电流的磁场
		环形电流的磁场
		通电螺线管的磁场
		匀强磁场
		安培定则
	楞次定律 —— 感应电流的方向	楞次定律的内容
		关于楞次定律内容的理解需要注意的几点
		右手定则
		楞次定律与右手定则
		感应电动势方向
		右手定则、左手定则、安培定则的区别
		应用楞次定律判定感应电流方向的步骤
		应用楞次定律判定判定磁场的变化
		应用楞次定律判定相互作用情况

磁 场	安培力作用下的状态分析	安培力的力矩
		关于安培力力矩的几点推论
		安培力作用下的动态分析
		安培力作用下的静态分析
		电流表的构造和工作原理
		电流表的工作原理
		安培力的瞬时作用
		安培力做功问题
	磁场对运动电荷的作用	洛伦兹力
		洛伦兹力的大小
		洛伦兹力的方向
		洛伦兹力的特点
		安培力是洛伦兹力的宏观表现
		洛伦兹力与电场力的区别
		洛伦兹力的方向判定问题
	带电粒子在电、 磁场中的运动	带电粒子在匀强磁场中的运动
		带电粒子在磁场中做圆周运动的轨道半径与周期
		带电粒子在有界匀强磁场运动过程中轨道圆心和运动时间的确定
		复合场
		三种场的力的特点
		带电粒子在复合场中运动的分析方法
		带电粒子在复合场中运动分析思路
		重力的忽略问题
		洛伦兹力多解问题
		带电粒子在匀强电场和匀强磁场中偏转的区别
		磁偏转和电偏转
		注意圆周运动中有关对称的规律
		带电粒子在有界磁场中的运动
		带电粒子在复合场中的临界问题

中学物理教材《磁场》这一部分教学内容,在介绍了一些基本磁现象、说明了磁现象的电本质、如何确定常见载流导体激发磁场的磁场方向以后,讨论了磁场的描述方法(定义磁感应强度,引进磁感线),研究了磁场对电流和运动电荷的作用(安培力和洛伦兹力),运用力学知识分析了载流导体在磁场中的平衡、加速.带电粒子在洛伦兹力作用下的匀速圆周运动,在复合场中的直线运动和曲线运动;磁感应强度是电磁学基本概念,应认真理解.常见磁体周围磁感线空间分布观念的建立,应注意记忆.载流导体在磁场中平衡,带电粒子在匀强磁场中的匀速圆周运动及带电粒子在复合场中的运动问题的基本分析方法应熟练掌握.

历年高考对本专题知识的考查覆盖面大,几乎每个知识点都考查到.特别是载流导体在磁场中的平衡问题,带电粒子在匀强磁场中匀速圆周运动的问题.带电粒子在复合场中运动问题,更是高考命题频率较高的三个知识点.并且联系现代科学技术和现实生活的试题越来越多,如2001年全国理科综合卷中的质谱仪,2001年全国理科综合卷中的电磁流量计,2002年全国理科综合卷中的第27题电视机显像管的磁偏转技术,2004年江苏卷17题电子比荷的测定,2005年天津卷25题回旋加速器问题,2005年北京卷25题中的电磁炮问题等.

分析与安培力有关的载流导体在磁场中的平衡问题,重在正确分析受力,特别要注意安培力既垂直于磁场方向又垂直于电流方向,然后列力学平衡方程求解.分析带电粒子在匀强磁场中匀速圆周运动问题.在有界匀强磁场条件下通常带电粒子在磁场中运动形成的圆轨迹仅是一段圆弧.圆弧的圆心一定在与入射速度方向垂线和出射速度方向垂线的交点上.正确地画出这一部分圆轨迹形状,找出其几何关系,然后再利用圆周运动的周期及半径公式进行求解,是这类题常见的解题方法.研究带电粒子在复合场中运动问题.要正确地分析带电粒子所受的各种场力,要注意分析带电粒子在不同空间区域或不同时刻因所受场力不同而引起运动状态的变化.要明确不管带电粒子轨迹形状如何,洛伦兹力始终不做功,不改变运动粒子动能的大小.分析带电粒子在匀强磁场中运动或复合场中运动,对空间想象能力、物理过程、运动规律的综合分析能力要求较高,要通过精做一些这方面习题,逐步提高综合分析能力.

第一节 磁感线与磁场

☞ 高考考点和趋势分析

磁感线的概念和利用磁感线判断磁场中小磁针的受力在考试大纲中是Ⅰ级要求,是比较基本的电磁学物理概念,在高考中多以选择题的形式出现.

- 目标 1** 理解磁场的基本特性——即磁场对处于其中的磁极或通有电流的导体有力的作用；
- 目标 2** 理解磁场中力的作用媒介和作用形式；
- 目标 3** 掌握磁感线的特点，掌握条形磁铁、蹄形磁铁、直线电流、环形电流和通电螺线管的磁感线分布情况。

☞ 知识点讲解与应用

1. 磁现象(考频 3 次,其中,选择题 2 次,非选择题 1 次)

磁现象的主要表现是:

- (1) 两磁铁间有力的作用:同名磁极相排斥,异名磁极相吸引;
- (2) 磁铁能吸引原来无磁性的铁、钴、镍等物质,如铁钉、刀片等;
- (3) 磁铁对通电导线的作用;

如图 1-1-1 所示,磁铁会对通电导线产生力的作用,使导体棒偏转。

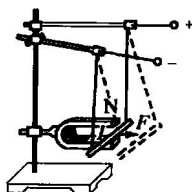


图 1-1-1

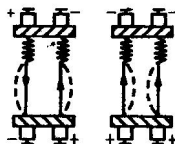


图 1-1-2

(4) 电流和电流间的相互作用

如图 1-1-2 所示,互相平行且距离较近的两条导线,当导线中分别通以方向相同和方向相反的电流时,观察到的现象是:同向电流相吸,异向电流相斥。

例 1 以下说法中,正确的是_____。

- A. 磁极与磁极间的相互作用是通过磁场产生的
- B. 电流与电流间的相互作用是通过电场产生的
- C. 磁极与电流间的相互作用是通过电场与磁场共同产生的
- D. 磁场和电场是同一种物质

答案 A

解析 电流能产生磁场,在电流的周围就有磁场存在,不论是磁极与磁极间还是电流与电流间,都有相互作用的磁场力。磁场是磁现象中的一种特殊物质,它的基本特点是对放入磁场中的磁极、电流有磁场力的作用;而电场是电荷周围存在的一种特殊物质,其最基本的性质是对放入电场中的电荷有电场力的作

用,它不会对放入静电场中的磁极产生力的作用.所以 A 选项正确.

点评 磁场和电场是两种不同的物质,各自具有其本身的特点.

2. 磁现象的电本质(考频 1 次,其中,选择题 1 次,非选择题 0 次)

最早揭示磁现象电本质的是安培提出的分子电流假说,分子电流排列由无序变成有序就说明该物体被磁化了,分子电流(一般是由于高温或者被猛烈撞击导致的)由有序变成无序则称该物体退磁了.

例2 如图 1-1-3 所示,一束带电粒子沿水平方向飞过小磁针上方时,小磁针的 S 极向纸面内偏转,这束带电粒子可能是_____.

- 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

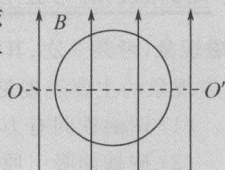


图 1-1-3

答案 B、C

解析 小磁针 N 极指向是小磁针所在处磁场的方向,所以带电粒子飞过时,在纸面上产生的磁场方向向外,再用安培定则判断带电粒子形成的电流方向为向左,可以是正离子向左飞行,也可以是负离子向右飞行.

点评 本题容易忽视带电粒子所带电荷的正负而误选.

磁体、电流和运动电荷所产生的磁场都产生于电荷的运动,磁场对、电流和运动电荷的作用归根结底都可以看成是对运动电荷的作用,但要注意的是:不是所有磁场都产生于运动电荷,这是一个考点,如变化的电场也可以产生磁场.

注意 (1) 永磁铁的磁场是磁体内部分子电流产生的;

(2) 电流的磁场是形成电流的运动电荷产生的;

(3) 磁体与磁体、电流与电流、磁体与电流之间的相互作用都可以归结为运动电荷之间的相互作用.

3. 磁场的定义(考频 13 次,其中,选择题 6 次,非选择题 7 次)

磁体或电流周围存在一种特殊物质,能够传递磁体与磁体、磁体与电流、电流和电流之间的相互作用,这种特殊的物质叫磁场.

磁体与磁体间、电流与磁体间、电流和电流间的相互作用都是通过磁场来传递的,故电流能产生磁场.

例3 在蹄形铁芯上绕有线圈,如图 1-1-4 所示,根据小磁针的指向,画出线圈的绕线方向.



图 1-1-4

分析 首先由小磁针静止时 N 极的指向判断出绕在蹄形铁芯上的线圈产生的磁感线的方向, 然后根据电源标出电流方向, 然后可以由安培定则判断出绕线方向。

解答 小磁针静止时 N 极的指向向右, 可知线圈通电后, 产生的磁感线是从铁芯左方到右方, 即蹄形铁芯左方为 N 极, 右方为 S 极, 再根据电源标出电流方向, 由安培定则可知左侧线圈的绕线方向如图 1-1-5 所示, 同理, 铁芯右侧上端为 S 极, 根据安培定则可知右侧线圈绕线方向, 如图 1-1-5 所示。

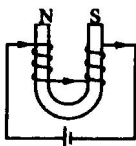


图 1-1-5

点评 本题考查安培定则的应用。

4. 磁场的基本性质(考频 7 次, 其中, 选择题 5 次, 非选择题 2 次)

对处于其中的磁体、电流和运动电荷能够产生磁场力的作用。

5. 磁场的方向(考频 9 次, 其中, 选择题 7 次, 非选择题 2 次)

小磁针在磁场中静止时北极(N 极)的指向为该点磁场的方向, 或者说小磁针在磁场中北极(N 极)的受力方向为该点磁场的方向。

例 4 铁环上绕有绝缘的通电导线, 环竖直放置, 电流方向如图 1-1-6 所示, 则铁环中心 O 外的磁场方向为_____。

- A. 向下
- B. 向上
- C. 垂直纸面向里
- D. 垂直纸面向外

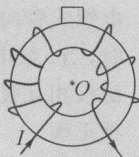


图 1-1-6

答案 A

解析 应将通电线圈视为两部分, 即当作两个左、右对称放置的电磁铁, 如图 1-1-7 所示, 两磁铁在 O 点的磁场方向皆向下, 故选项 A 正确。

点评 不能将通电线圈当作通电圆环处理。

6. 磁感线(考频 3 次, 其中, 选择题 2 次, 非选择题 1 次)

为了形象地研究磁场, 在磁场中画出一些有方向的曲线, 在这些曲线上, 每一点的切线方向都在该点的磁场方向上, 曲线疏密定性地表示磁场的强弱, 这一系列曲线叫做磁感线, 它们都是闭合的曲线。

磁感线是为了形象地研究磁场而人为假设的曲线, 并不是客观存在于磁场中的真实曲线。实验时利用被磁化的铁屑来显示磁感线的分布情况, 只是研究磁感线的一种方法, 使得看不见、摸不着的磁场变得具体形象, 给研究带来方便, 但是, 绝不能认为磁感线是由铁屑排列而成的。另外, 被磁化的铁屑所显示的磁感线分布仅是一个平面上的磁感线分布情况, 而磁体周围的磁感线应该分布在长、宽、高组成的三维空间内, 每一点的切线方向就是该点磁场方向。

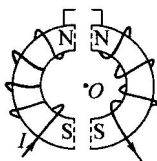


图 1-1-7