



重难点手册

新课标

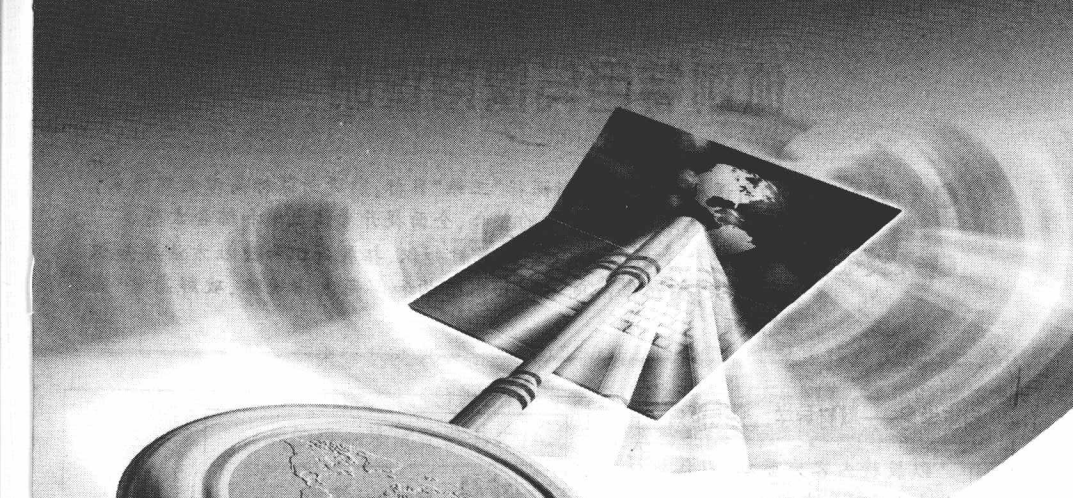
高中物理

选修 3-2

张立稳 主编

- ★四千万学子的制胜宝典
- ★八省市名师的在线课堂
- ★十六年书业的畅销品牌

配人教版



重难点手册

配人教版

高中物理

选修 3-2

主 编 张立稳

- ★ 四千万学子的制胜宝典
- ★ 八省市名师的在线课堂
- ★ 十六年书业的畅销品牌



华中师范大学出版社

新出图证(鄂)字 10 号

图书在版编目(CIP)数据

重难点手册——高中物理选修 3-2(配人教版)/张立稳 主编. —3 版.

—武汉:华中师范大学出版社,2009.11

ISBN 978-7-5622-3921-5

I. 重… II. 张… 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(2009)第 051623 号

重难点手册——高中物理选修 3-2 (配人教版)

主编:张立稳

责任编辑:胡小忠

责任校对:王 炜

封面设计:新视点

选题设计:第一编辑室 (027-67867361)

出版发行:华中师范大学出版社©

社址:武汉市珞喻路 152 号

邮编:430079

销售电话:027-67867371

027-67867076

027-67863040

传真:027-67863291

邮购:027-67861321

网址:<http://www.ccnupress.com>

电子信箱:hscbs@public.wh.hb.cn

印刷:湖北鄂东印务有限公司

督印:章光琼

字数:296 千字

开本:880mm×1230mm 1/32

印张:9.5

版次:2009 年 8 月第 3 版

印次:2009 年 11 月第 2 次印刷

定价:15.50 元

欢迎上网查询、购书

敬告读者:为维护著作人的合法权益,并保障读者的切身利益,本书封面采用压纹制作,压有“华中师范大学出版社”字样及社标,请鉴别真伪。若发现盗版书,请打举报电话 027-67861321。

体例特色与使用说明

- **新课标：**贯彻新课标精神，定位新课标“三维”目标，贴近新课标高考大纲要求，注重学习规律和考试规律的整合，全面提升考试成绩和综合素质。
- **大突破：**突破传统的单向学习模式，将教材知识、拓展知识和隐性方法类知识植入新课堂，立体凸现学科知识结构和解题方法规律，破解高考“高分”瓶颈。

自主学习——教材导学，突出重点

以教材内容为蓝本，以落实基本知识、基本概念和基本规律为重点，梳理整合，引导自学，强化知识网络结构，实现认知快速有效迁移。

合作学习——问题释疑，突破难点

切中教材中的教学难点和疑点，以问题为主线，设问质疑、引发互动、激活思维、加深理解，从而释疑解难，真正提高辨析问题的能力与交流与合作的能力。

研究学习——方法展示，探究规律

以相关题型的问题求解为主线，引导思路、展示方法、探究规律，学会用一种方法解决一类问题，用多种知识和方法解决综合问题，切实提高分析解题能力，并掌握探究问题的一般方法。

创新学习——视野拓展，综合应用

以典型实例为依托，联系实际，创设情境，突出 STS 思想，体现学以致用。



第四章

电磁感应

4.1 划时代的发现 探究电磁感应的产生条件

自主学习——教材导学，突出重点

1. 奥斯特梦圆“电生磁”

对电磁现象进行比较系统的研究，是从文艺复兴时期开始的。英国科学家韦伯经过长期研究，揭示了许多电和磁的性质，并正确地区分了电力和磁力。与此同时，韦伯又敏锐地把它們作偶然无关的两种现象。在这个论断的影响下，200 多年的时间里，电和磁的独立性一直成为物理学家们的一个普遍认识。

实际上，电和磁之间相互联系的现象早就引起了人们的关注。1755 年，在一份科学刊物上就记载了富电使刀叉、铜杆磁化的现象。1751 年，富兰克林还发现了用莱顿瓶放电的方法可以使铜杆磁化或退磁。当时关于电流改变铁物质磁性的报道时有所见，这不能不引起人们的思考。1771 年，巴黎物理电学研究院提出一个有突破意义题目：“电力和磁力是否存在着实际的和物理的相似性？”磁力和电力都遵从平方反比关系的发现和伏打电堆的发明，进一步刺激了人们对上述关系的探索。

到了 18 世纪末，人们开始思考不同自然现象之间的联系。例如，摩擦生热表明了机械运动向热运动的转化，而蒸汽机则实现了热运动向机械运动的转化。于是，一些独具慧眼的哲学家如康德(L. Kant, 1724—1804)等，提出了各种自然现象之间相互联系和相互转化的思想。深受其影响的奥斯特相信电与

合作学习——问题释疑，突破难点

问题 1 实验表明，能产生电磁感应的现象很多，怎样理解产生电磁感应的条件？

释疑 借助磁场(或磁通量)产生电流的现象，称为电磁感应现象。不论用什么方法，只要穿过闭合电路的磁通量发生变化，闭合电路中就有电流产生。按其产生的方式可分为：

- (1) “动生切割型”：当闭合电路的一部分导体做切割磁感线运动时，引起闭合电路磁通量发生变化，可单边(或多边)以平动或转动、扫动方式做切割磁感线运动。

例 1 如图 4-1-12 所示，矩形线圈在匀强磁场内部运动时，ad 边和 bc 边都在切割磁感线，它们为什么不会产生感应电



研究学习——方法展示，探究规律

- ◇◇判断有无感应电流的方法◇◇

1. 明确基本规律

(1) 不论用什么方法，只要穿过闭合电路的磁通量发生变化，闭合电路中就有感应电流产生，这种现象叫电磁感应现象。

(2) 感应电流产生的条件：① 电路为闭合回路；② 穿过闭合回路的磁通量发生变化。两个条件必须同时具备。

创新学习——视野拓展，综合应用

例 2 下列设备或用品中，利用电磁感应原理制成的是()。

- A. 直流电动机 B. 发电机 C. 单摆式 D. 喇叭

【解析】 直流电动机和喇叭属于安培力的应用，这些设备的工作过程是电能转化为其他形式的能，而电磁感应现象则是将其他形式的能转化为电

——新课标《物理重难点手册》新突破

- **讲实用：**完全同步于新教材，导-学-例-训四位一体，落实课程内容目标和考纲能力要求，揭密高考解题依据和答题要求，破解重点难点。
- **大品牌：**十多年的知名教辅品牌，一千多万学子全程参与，十余万名物理教师的倾力实验，堪称学习规律与考试技术深度融合的奇迹，缔造着使用效果显著、发行量惊叹的神话。

达标评价——夯实基础，能力提升

以新课程标准为依据，精心设计符合新的课程标准要求的训练题，摒弃题海战术，控制训练层次，确保训练适度，旨在培养学生的学科思想和学科精神。

章末整合总结

对每章的重点、难点、考点知识和解题规律进行科学的梳理和提炼，优化知识结构，最新高考题例释，帮助您认识高考考查类型、角度和深度，全面提高复习和考试水平。

达标检测题

根据课程标准要求，按照高考题型设计，分章精选达标检测试题。自我检测，自我诊断，实现课程目标要求，在知识与技能、过程与方法、情感态度与价值观三个方面得到同步提升。

参考答案与提示

所有训练题、达标检测题均配有参考答案，中档题及难度较大的题都给出了提示或详解，便于自我诊断时参考。

达标评价——夯实基础，能力提升

夯实基础题

1. (广东高考题)在物理学的发展过程中，许多物理学家的科学发现推动了人类历史的进步。在以下对几个物理学家所作的科学贡献的叙述中正确的说法是()。

- A. 库仑发现了电流的热效应
- B. 安培发现了电流的磁效应

能力提高题

1. 如图所示，矩形线圈 $abcd$ 由静止开始运动，若要使线圈中产生感应电流，则线圈的运动情况应该是()。

- A. 向右平动 cd 边没有进入磁场
- B. 向上平动 cd 边没有离开磁场
- C. 以 bc 边为轴转动 cd 边还未转入磁场



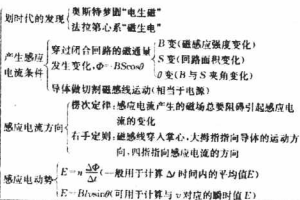
第1题图

体验高考——经典题例，全面提升

1. (2005·北京)现有一根细长的、带负电的线圈 A ，从电表及开关如图连接。在开关合上，线圈 A 放在线圈 B 中的情况下，某同学发现当他将滑动变阻器的滑片 P 向左加速滑动时，电流计指针向右偏转，由此可以推断()。

第四章章末整合总结

知识网络构建



规律方法整合

- 电磁感应定律的理解和应用
 - 求磁通量一般有两种情况
 - 当回路面积 S 不变而磁感应强度 B 变化时,有 $\Delta\Phi = \Delta B \cdot S$

第四章达标检测题

一、选择题(每小题4分,共40分)

- 单匝矩形线圈在匀强磁场中匀速运动,转轴垂直于磁场,若线圈所围面积里磁通量随时间变化的规律如图所示,则由 O 到 D 的过程中()。



第1题图

- 由 O 到 D 时间内线圈中平均感应电动势为 $0.4V$
- 如图示,光滑金属导轨上有两根导体棒 cd 和 ef , $5N$ 强的恒力垂直于导轨平面,由 f 受外力沿导轨运动,从而使 cd 向右运动起来,则 cd 上感应电流的方向及 ef 的运动方向为()。



参考答案与提示

第四章 电磁感应

- 4.1 划时代的发现 探究电磁感应的产生条件
 1. B, C, D 2. D 3. D 4. C 5. D 6. C 7. B

《高中物理重难点手册》编委会

主 编	张立稳				
编 委	李毓洪	胡晓萍	杨宇红	李玉白	
	杨辅斌	谭 永	程 嗣	汪适中	
	高永山	柴晓莉	邹定文	许胜祥	
	程首宪	丁庆红	黄鼎三	邓永忠	
	周望洲	李爱平	刘延松	梁依斌	
	曾少平				

目 录

第四章 电磁感应	(1)
4.1 划时代的发现 探究电磁感应的产生条件	(1)
◇◇判断有无感应电流的方法◇◇	(9)
4.2 楞次定律	(19)
◇◇楞次定律的应用方法◇◇	(25)
4.3 法拉第电磁感应定律	(37)
◇◇运用电磁感应定律的解题思路◇◇	(46)
4.4 电磁感应规律的应用	(66)
◇◇电磁感应问题的综合应用◇◇	(74)
4.5 互感和自感 涡流 电磁阻尼和电磁驱动	(88)
◇◇自感现象的分析思路◇◇	(98)
第四章章末整合总结	(106)
第四章达标检测题	(123)
第五章 交变电流	(127)
5.1 交变电流	(127)
◇◇交变电流与电路结合问题的分析方法(一)◇◇	(134)
5.2 描述交变电流的物理量	(142)
◇◇交变电流与电路结合问题的分析方法(二)◇◇	(147)



5.3 电感和电容对交变电流的影响	(157)
◇◇电感线圈、电容器在电路应用中的分析方法◇◇	(162)
5.4 变压器	(169)
◇◇变压器应用问题的求解方法◇◇	(176)
5.5 电能的输送	(187)
◇◇远距离输电模型及其分析方法◇◇	(191)
第五章章末整合总结	(201)
第五章达标检测题	(208)
第六章 传感器	(213)
6.1 传感器及其工作原理	(213)
◇◇如何分析和求解传感器问题◇◇	(222)
6.2 传感器的应用	(234)
◇◇传感器应用问题的分析思路◇◇	(239)
第六章章末整合总结	(250)
第六章达标检测题	(257)
参考答案与提示	(262)



第四章

电磁感应

4.1 划时代的发现 探究电磁感应的产生条件



自主学习——教材导学,突出重点

1. 奥斯特梦圆“电生磁”

对电、磁现象进行比较系统的研究,是从文艺复兴时期开始的.英国科学家韦伯经过长期研究,揭示了许多电和磁的性质,并正确地区分了电力和磁力,与此同时,韦伯又错误地把它们视作截然不同的两种现象.在这个论断的影响下,200多年的时间里,电和磁的分立性一直成为物理学家们的一个普遍认识.

实际上,电和磁之间相互联系的现象早就引起了人们的关注.1735年,在一份科学刊物上就记载了雷电使刀、叉、钢针磁化的现象.1751年,富兰克林也发现了用莱顿瓶放电的方法可以使钢针磁化或退磁.当时关于闪电改变钢铁物件磁性的报道时有所见,这不能不引起人们的思考.1774年,巴伐利亚电学研究院提出一个有奖征文题目:“电力和磁力是否存在着实际的和物理的相似性?”磁力和电力都遵从平方反比关系的发现和伏打电堆的发明,进一步刺激了人们对上述关系的探索.

到了18世纪末,人们开始思考不同自然现象之间的联系.例如,摩擦生热表明了机械运动向热运动的转化,而蒸汽机则实现了热运动向机械运动的转化.于是,一些独具慧眼的哲学家如康德(I. Kant, 1724—1804)等,提出了各种自然现象之间相互联系和相互转化的思想.深受其影响的奥斯特也相信电与



磁之间可能存在着某种联系. 1803年奥斯特指出:“物理学将不再是关于运动、热、空气、光、电、磁以及我们所知道的各种其他现象的零散的罗列,我们将把整个宇宙纳在一个体系中.”

经过长期的实验探究,奥斯特终于发现载流导体确实能使磁针偏转,这种作用称为电流的磁效应. 电流的磁效应显示了载流导体对磁针的作用力,揭示了电和磁之间存在着某种内在联系,不仅打破了电与磁分立性的传统信条,也猛然打开了电磁联系——这个长期被闭锁的科学中的一个未知领域的大门,为物理学的一个新的重大综合的发现开辟出了一条广阔的道路.

说一说 奥斯特发现“电生磁”划时代的历史意义是什么?

做一做 奥斯特实验

(1) 实验对象:一根水平放置的导线,沿南北方向平行地放在小磁针的上方.

(2) 实验方法及现象:当给导线通电时,磁针立即发生偏转,小磁针N极向纸面内旋转(如图4-1-1所示).

(3) 实验结论:不仅磁铁能产生磁场,在通电导线周围也能产生磁场.

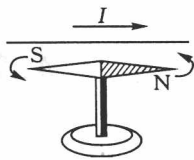


图4-1-1

例1 某同学做奥斯特实验时,把小磁针放在水平的通电直导线的下方. 通电后发现小磁针不动;稍微用手拨动一下小磁针,小磁针转动 180° 后就静止不动了. 为什么会出现这种现象? 由此能判定通电直导线的电流方向吗? 根据地磁场的方向,你能推测地球表面的带电情况吗?

导析 奥斯特实验表明通电导线周围存在磁场,而地球表面空间存在着地磁场. 因此小磁针应该是处在这两种磁场的共同作用之下. 那为什么会出现题中所描述的实验现象呢? 这就要求我们在分析问题时必须找到其本质原因.

解答 原来小磁针是在地磁场的作用下偏转的. 当小磁针放在通电导线附近时,通电导线产生的磁场要比地磁场强,所以小磁针就在通电导线磁场的作用下偏转. 根据题意,小磁针原来不动,稍微用手拨动,小磁针转动 180° 后就静止不动了,说明直导线磁场的方向与地磁场方向恰好相反. 地磁场的方向在地球表面是从地理南极指向地理北极,所以导线下方的磁场方向应为从北向南,根据安培定则,直导线的电流方向应为自东向西. 又根据安培定则可知,地球所产生电流的方向应为自东向西. 由于地球自西向东自转,由安培定则可以判定地球表面必然带负电.

拓展

试画出地磁场磁感线的空间分布图,并指出在我国上空地磁场的水平分量和竖直分量的方向怎样。[提示:水平分量由南向北,竖直分量竖直向下。]

2. 法拉第心系“磁生电”

奥斯特关于电流磁效应的发现,揭开了关于电与磁联系的研究序幕,并普遍引起了一种对称的思考:能不能用磁体使导线中产生出电流来?

英国物理学家法拉第敏锐地觉察到磁与电之间也应该有类似的“感应”,并提出奥斯特发现“电生磁”的逆效应也是应该存在的。他在 1822 年的日记中写下“由电产生磁,由磁产生电”的大胆设想,并着手“磁生电”的艰苦探索。经过 10 年之久的寻找,“磁生电”的效应终于被发现。至此,法拉第不仅实现了由永久磁体产生电流的设想,而且也完全弄明白了这种转化的暂态性。这时是他能够宣布已经证明了的奥斯特发现的逆效应的确切时候了:1831 年 11 月 24 日,法拉第在向皇家学会提交的一个报告中,把这种现象定名为“电磁感应”,产生的电流叫做感应电流,并概括了可以产生感应电流的五种类型:变化着的电流、变化着的磁场、运动的稳恒电流、运动的磁铁、在磁场中运动的导体。法拉第还认为,电磁相互作用是通过介质来传递的,并把这种介质叫做“场”。他以惊人的想象力创造性地用“力线”(即现代物理学中的磁感线和电场线)形象地描述了“场”的物理图像。

电磁感应的发现,使人们对电与磁内在联系的认识更加完善,宣告电磁学作为一门统一学科的诞生。

想一想 怎样理解科学家对自然现象、自然规律的某些“信念”在科学发现中的重要作用?

3. 探究电磁感应的产生条件**实验 1 闭合电路中部分导体做切割磁感线运动**

如图 4-1-2 所示,导体 AB 做切割磁感线运动时,线路中有电流产生,而导体 AB 沿磁感线运动时,线路中无电流产生。

实验 2 条形磁铁在线圈中运动

如图 4-1-3 所示,条形磁铁插入或拔出线圈时,线圈中有电流产生,但磁铁在线圈中静止不动时,线圈中无电流产生。

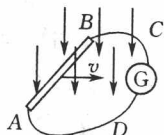


图 4-1-2

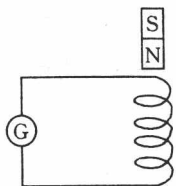


图 4-1-3

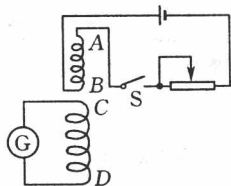


图 4-1-4

实验 3 改变螺线管 AB 中的电流

如图 4-1-4 所示,将小螺线管 AB 插入大螺线管 CD 中不动,当开关 S 闭合或断开时,电流表 G 中有电流通过;若开关 S 一直闭合,当改变滑动变阻器的阻值时,电流表 G 中也有电流通过。

结论 产生感应电流的条件:只要穿过闭合电路的磁通量发生变化,闭合电路中就会产生感应电流。

分析与说明

(1) 实验 1 是通过导体运动改变穿过回路的磁通量;实验 2 是磁体即磁场运动改变穿过回路的磁通量;实验 3 通过改变原线圈中的电流从而改变磁场强弱,进而改变穿过回路的磁通量。所以可以将产生感应电流的条件描述为“不论用什么方法,只要穿过闭合电路的磁通量发生变化,闭合电路中就会产生感应电流”。

(2) 感应电流产生的条件可分为两条:一是电路闭合;二是穿过闭合回路的磁通量发生变化,二者缺一不可。

(3) 磁生电称为电磁感应现象;运动电荷产生磁场称为磁现象的电本质。

例 2 如图 4-1-5 所示,金属裸导线线圈 $abcd$ 放在水平光滑金属导轨上在磁场中向右运动,匀强磁场垂直水平面向下,则()。

- A. G_1 表的指针发生偏转
- B. G_2 表的指针发生偏转
- C. G_1 表的指针不发生偏转
- D. G_2 表的指针不发生偏转

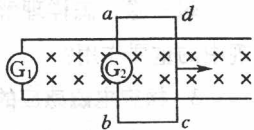


图 4-1-5

导析 判断 G_1 表和 G_2 表的指针是否发生偏转,关键就是要弄清楚通过 G_1 表和 G_2 表的闭合回路中磁通量是否发生变化。

解答 在线圈 $abcd$ 向右运动的过程中, $abcd$ 线圈包围的磁通量没有发生变化,因此该回路中没有感应电流。单就此回路来看, G_2 的指针不应该发生偏转,但是,电流表 G_2 、 G_1 及导轨组成的闭合回路中磁通量不断增大,发生

了电磁感应,该回路中就有感应电流产生,故电流表 G_1 、 G_2 的指针都发生偏转. 选项 A、B 正确.

拓展 如图 4-1-6 所示, 竖直放置的长直导线通以恒定电流 I , 有一矩形线圈与导线在同一平面内, 线圈怎样运动能产生感应电流? ().

- A. 向右平移 B. 向上平移
C. 以 ab 边为轴转动 D. 以直导线为轴转动

[答案: A、C.]

4. 磁通量

(1) 磁通量的概念: 穿过某一面积的磁感线条数叫做穿过这一面积的磁通量. 磁通量简称磁通, 用符号 Φ 表示.

(2) 磁通量的计算

① 公式: $\Phi = BS$. 此式的适应条件是: a. 匀强磁场; b. 磁感线与平面垂直, 如图 4-1-7 所示.

② 在匀强磁场 B 中, 若磁感线与平面不垂直, 公式 $\Phi = BS$ 中的 S 应为平面在垂直于磁感线方向上的投影面积.

如图 4-1-8 所示, 在水平方向的匀强磁场中, 平面 $abcd$ 与垂直于磁感线方向的平面的夹角为 θ , 则穿过面积 $abcd$ 的磁通量应为 $\Phi = BS\cos\theta$.

$S\cos\theta$ 即为面积 S 在垂直于磁感线方向上的投影, 我们称之为“有效面积”.

③ S 是指闭合回路中包含磁场的那部分有效面积.

如图 4-1-9 所示, 若闭合回路 $abcd$ 和 $ABCD$ 所在平面均与匀强磁场 B 垂直, 面积分别为 S_1 和 S_2 , 且 $S_1 > S_2$, 但磁场区域恰好只有 $ABCD$ 那么大, 穿过 S_1 和 S_2 的磁通量是相同的, 因此, $\Phi = BS$ 中的 S 应是指闭合回路中有磁场的那部分有效面积 S_2 .

④ 磁通量虽然是标量, 却有正负之分.

磁通量如同力做功一样, 虽然功是标量, 却有正负之分, 求总功时, 正功和负功按代数数和进行计算. 如图 4-1-10 所示, 有两个环 a 和 b , 其面积 $S_a < S_b$, 它们套在同一磁铁的中央, 试比较穿过环 a 、 b 的磁通量的大小. 我们若从上往下看, 则穿过环 a 、 b 的磁感线如图 4-1-11 所示, 磁感线有进有出, 相互抵消后, 即 $\Phi_a = \Phi'_{\text{出}} - \Phi'_{\text{进}}$, $\Phi_b = \Phi_{\text{出}} - \Phi_{\text{进}}$, 得 $\Phi_a > \Phi_b$, 由此可知, 若有像图 4-1-10 所示的磁场, 在求磁通量

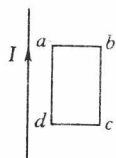


图 4-1-6

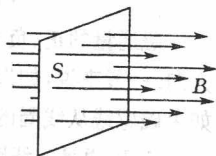


图 4-1-7

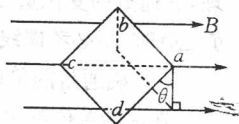


图 4-1-8

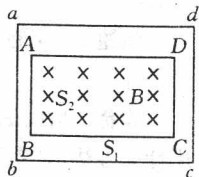


图 4-1-9



时要按代数和的方法求总的磁通量(即穿过平面的磁感线的净条数)。

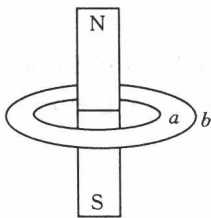


图 4-1-10

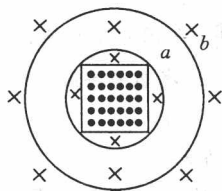


图 4-1-11

磁通量的正、负号并不表示磁通量的方向,它的符号仅表示磁感线的贯穿方向。一般来说,如果磁感线从线圈的正面穿过线圈,线圈的磁通量就为“+”;如果磁感线从线圈的反面穿过线圈,线圈的磁通量就为“-”。反之亦然。

⑤ 磁通量与线圈的匝数无关。

磁通量与线圈的匝数无关,也就是磁通量大小不受线圈匝数的影响。同理,磁通量的变化量 $\Delta\Phi = \Phi_2 - \Phi_1$ 也不受线圈匝数的影响。所以,直接用公式求 Φ 、 $\Delta\Phi$ 时,不必考虑线圈匝数 n 。

(3) 磁通量的单位

在国际单位制中,磁通量的单位是韦伯,简称韦,符号是“Wb”。

$$1\text{Wb} = 1\text{T} \cdot 1\text{m}^2 = 1\text{V} \cdot \text{s}.$$

推导如下:

$$1\text{Wb} = 1\text{T} \cdot \text{m}^2 = 1 \frac{\text{N}}{\text{A} \cdot \text{m}} \cdot \text{m}^2 = 1 \frac{\text{J}}{\text{A}} = 1 \frac{\text{A} \cdot \text{V} \cdot \text{s}}{\text{A}} = 1\text{V} \cdot \text{s}.$$

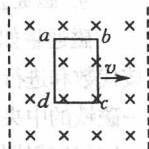


合作学习——问题释疑,突破难点

问题 1 实验表明,能产生电磁感应的现象很多,怎样理解产生电磁感应的条件?

诠释 借助磁场(或磁场变化)产生电流的现象,称为电磁感应现象。不论用什么方法,只要穿过闭合电路的磁通量发生变化,闭合电路中就有电流产生。按其产生的方式可分为:

(1) “动生切割型”:当闭合电路的一部分导体做切割磁感线运动时,引起闭合电路磁通量发生变化。可单边(或多边)以平动(或转动、扫动)方式做切割磁感线运动。



例 3 如图 4-1-12 所示,矩形线圈在匀强磁场内部运动时, ad 边和 bc 边都在切割磁感线,它们为什么不产生感应电

图 4-1-12

流呢?

导析 判断能否产生感应电流,不能只看导体切割磁感线“现象”,重要的是要看穿过闭合电路的磁通量是否变化这一“本质”,这样分析判断就不困难了。

解答 虽然两边都做切割磁感线运动,但并没有引起闭合电路的磁通量发生变化,因此没有感应电流产生。下一节将学到,两边都做切割磁感线运动而分别产生了感应电动势,各自在线圈中产生的感应电流大小相等、方向相反,因而互相抵消,使整个线圈内无感应电流产生,此线圈也就等价于一根导体棒在磁场中做切割磁感线运动。

拓展 线圈刚进入磁场和刚穿出磁场时,会产生感应电流吗?为什么? [答案:产生感应电流,因为穿过线圈的磁通量发生了变化。]

(2)“磁通变化型”:引起穿过闭合电路的磁通量发生变化,有如下两种形式:

- ① $\Delta\Phi = B\Delta S$,即 B 不变,而与 B 正对的面积 S 改变;
- ② $\Delta\Phi = \Delta BS$,即面积 S 不变,磁场变化。

注意 当磁场和面积都变化时,应用 $\Delta\Phi = \Phi_2 - \Phi_1$ 来计算磁通量的变化。

例 4 如图 4-1-13 所示,线圈与通电直导线均位于水平面内,当线圈 $abcd$ 由实线位置在水平面内向右平动,逐渐移动到虚线位置,在这个过程中穿过线圈的磁通量如何变化?

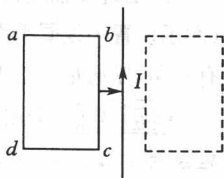


图 4-1-13

导析 直线电流 I 产生的磁场磁感线的形状是以导线上的点为圆心的在竖直平面的一组同心圆,在电流 I 的右边磁感线的方向垂直水平面向里,在电流 I 的左边磁感线的方向垂直水平面向外。磁感线的疏密分布是越靠近导线,磁感线越密,离导线越远,磁感线越稀疏。

解答 可将线圈的水平平动分为三个阶段。

第一阶段:从实线位置开始至 bc 边到达直导线位置,穿过线圈的磁通量逐渐增大;

第二阶段:从 bc 边抵达直导线处开始至 ad 边到达直导线为止,由于向外的磁感线逐渐减少,向内的磁感线逐渐增多,所以穿过线圈的总磁通量先减少后增大(当 ab 、 dc 两边中点连线与直导线重合时,磁通量为零);



第三阶段:从 ad 边离开直导线向右运动开始至线圈抵达虚线位置为止,穿过线圈的磁通量逐渐减少。

在线圈运动的过程中,始终有感应电流产生。

拓展 磁通量为零时,磁通量变化也为零吗? [答案:不一定为零。]

例 5 在如图 4-1-14 所示的直角坐标系中,矩形线圈的两个对称轴分别在 y 轴和 z 轴上,所在的匀强磁场与 y 轴平行,当线圈分别绕 x 、 y 、 z 轴旋转时,哪种情况线圈中有感应电流?

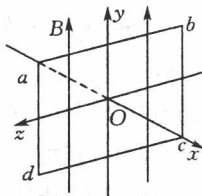


图 4-1-14

导析 矩形线圈在磁场中转动时,由于磁场大小没有变化,因此关键是分析由于线圈有效面积的变化导致磁通量发生变化。分析问题时要注意这个面积是指垂直穿过磁感线的“有效面积”。

解答 线圈绕 x 轴旋转时(x 轴垂直于线圈平面),线圈磁通量始终为零,不发生变化,线圈中无感应电流。

线圈绕 y 轴旋转时,尽管 ab 、 cd 边都在切割磁感线,但整个线圈平面内磁通量始终为零,不发生变化,线圈内无感应电流(y 轴始终平行于线圈平面)。

线圈绕 z 轴旋转时,线圈平面内磁通量发生变化,线圈内有感应电流产生(图示位置为线圈平面与 y 轴平行,磁通量为零,绕 z 轴转动,线圈平面与 y 轴有夹角,磁通量先增大后减小)。

拓展 如图 4-1-15 所示,环形金属软弹簧套在条形磁铁的中心位置,若沿其半径向外拉弹簧,使其面积增大,则穿过弹簧的磁通量将如何变化? [答案:减小。]

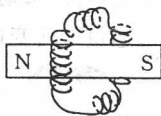


图 4-1-15

问题 2 怎样从能量角度理解电磁感应现象?

诠释 能量守恒定律是一个普遍适用的定律,同样适用于电磁感应现象。当闭合电路中产生感应电流时,电流做功,消耗了电能。这电能从何而来? 怎样从能量角度说明电磁感应现象? 下面从两种情况来说明:

(1) 在导体切割磁感线或在线圈中插入、抽出条形磁铁等几种情况中,外力推动导体或条形磁铁做功,消耗了机械能,所以产生的电能是从机械能转化而来的;在穿过闭合线圈中的磁场发生变化的情况中,则是磁场能转化为电能。

(2) 如图 4-1-16 所示,当闭合或断开开关时,或用变阻器改变电路中的电阻时,螺线管 A 中的电流发生变化,产生了变化的磁场,使螺线管 B 中的磁通

量发生变化,产生感应电流,电能由螺线管 A 转移给螺线管 B,这是一个间接的转移:A 的电能先转化为磁场能,磁场能再转化为 B 的电能,本质上都是能量的转化。

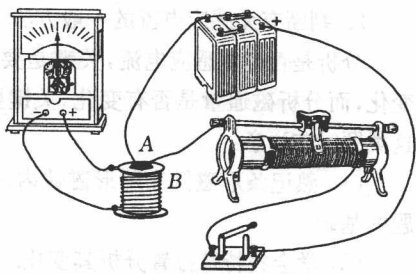
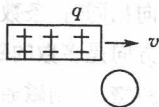


图 4-1-16

例 6 (高考变型题)一带电棒从金属铜环附近经过(假定带电棒和铜环在同一光滑绝缘的平面内),如图 4-1-17 所示,关于带电棒的运动情况,以下说法中正确的是()。



- A. 带电棒的速度不变化 B. 带电棒的速度减小了
C. 带电棒的速度增大了 D. 不能确定

图 4-1-17

导析 本题若直接从力和运动的关系角度,分析出带电棒因受阻力作用而做减速运动是很困难的.如果我们转换思维角度,用能量的观点来分析问题就很简单了。

解答 带电棒运动时等效为一个电流,这个电流在周围空间产生磁场,这个磁场随着带电棒的位置的变化而变化,当带电棒经过闭合铜环时,穿过铜环的磁通量发生变化,在铜环中产生感应电流.在这一过程中,必有带电棒的动能向铜环中的电能转化,因此带电棒的动能一定减小,对应的速度减小,故 B 选项正确。

说明 运用能量转化和守恒的观点分析问题,是物理学中极其重要的方法。

拓展 对本节例 3,能否从能量角度来分析说明?



研究学习——方法展示,探究规律

◇◇判断有无感应电流的方法◇◇

1. 明确基本规律

(1) 不论用什么方法,只要穿过闭合电路的磁通量发生变化,闭合电路中就有感应电流产生,这种现象叫电磁感应现象。

(2) 感应电流产生的条件: ① 电路为闭合回路; ② 穿过闭合回路的磁通量要发生变化. 两个条件必须同时具备。