



# 重难点手册

- ★九千万学子的制胜宝典
- ★八省市名师的在线课堂
- ★十九年书业的畅销品牌

## 高中物理

### 选修 3-2

张立稳 主编



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

★九千万学  
★八省市夕  
★十九年书业的畅销品牌

胜宝典  
线课堂



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. —4 版.

—武汉:华中师范大学出版社,2011.9(2012.2 重印)

ISBN 978-7-5622-4831-6

I. ①重… II. ①张… III. ①物理课—高中—教学参考资料

IV. ①G634

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 029281 号

## 重难点手册——高中物理选修 3-2(配人教版)

主编:张立稳

选题策划:华大鸿图编辑室

责任编辑:胡小忠

责任校对:万春春

封面设计:新视点

封面制作:胡 灿

编辑室:华大鸿图编辑室(027-67867361)

出版发行:华中师范大学出版社 ©

社址:湖北省武汉市珞喻路 152 号

邮编:430079

销售电话:027-67867371 027-67865356 027-67867076

传真:027-67865347

邮购电话:027-67861321

网址:<http://www.ccnupress.com>

电子信箱:hscbs@public.wh.hb.cn

印刷:湖北鄂南新华印刷包装有限公司

督印:章光琼

字数:326 千字

开本:880mm×1230mm 1/32

印张:10.5

版次:2011 年 9 月第 4 版

印次:2012 年 2 月第 3 次印刷

定价:19.00 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，突破重点

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. 问题引入

在现代生活中，人们经常谈到电磁场和电磁波，电磁辐射与电磁污染等，那么，历史上人们对电和磁的认识和探究是怎样进行的呢？问世科学是难，有两位伟大的科学家，经过长期的科学探究，做出了有历史意义的划时代的发现。

###### 2. 奥斯特发现“电生磁”

###### (1) 电流的磁效应

1820年，丹麦物理学家奥斯特发现载流导线能使小磁针偏转，这种作用称为电流的磁效应。

###### (2) 电流的磁效应的发现的意义

① 电流的磁效应的发现证实了电和磁存在必然的联系，突破了人类对

电与磁认识的局限性，揭开了

② 在奥斯特电流磁效应

③ 电流回路产生的磁场，揭示

著名的“分子电流”假说，揭示

产生的。

④ 奥斯特的发现激发了

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  $\Phi_1$ 、 $\Phi_2$  时，不必考虑线圈匝数。

##### 合作学习——问题释疑，突破重点

###### 问题 1

实验表明，磁产生电磁感应的现象很多，怎样理解产生电磁感应的条件？

答：磁通量或变化磁通量产生电流的现象，称为电磁感应现象。不论什么方法，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。该电流产生的方式可分为：

##### 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。

###### 2. 判断有无感应电流的一般方法

分析是否产生感应电流，关键是分析穿过闭合回路的磁通量是否发生变化。而分析磁通量是否变化，关键要知道磁通量如何分布的，所以在做这类题时高注意：

(1) 熟记条形磁铁和蹄形磁铁内、外磁感线分布的立体形状，它是解决问题的基础。

(2) 学会找特殊位置分析其变化。

##### 创新学习——视野拓展，综合应用

###### 题型 1 电磁感应原理的理解

例 1 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. 电动机 D. 喇叭

【解析】直流电动机和喇叭属于安培力的运用，故这些设备的工作过程是将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。

### 夯实基础

1. (广东高考真题)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。在对以下几个物理学家的叙述中正确的说法是( )。
- 安培发现了电流的热效应
  - 安培发现了电流的磁效应
  - 法拉第发现了磁场产生电流的条件和规律
  - 牛顿提出的万有引力定律奠定了天体力学的基础

### 第四章章末整合总结

#### 知识网络构建



#### 规律方法整合

1. 左手定则及楞次定律的应用

为平行的金属导轨，其电阻不计，导体棒在匀强磁场中沿导轨运动，求回路中的电流。

### 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。

### 第四章达标检测题

- 一、选择题(每小题4分，共20分)
- 单匝矩形线圈在匀强磁场中匀速转动，转轴垂直于磁场，若线圈所围面积随时间变化的规律如图示，则由O到D的过程中( )。
    - O时刻线圈中感应电动势最大
    - D时刻线圈中感应电动势为零
    - D时刻线圈中感应电动势最大
    - 由O至D时间内线圈中平均感应电动势为  $\frac{1}{4} \Delta \Phi$



### 参考答案

### 与提示

#### 第四章 电磁感应

- 4.1 现代科学的发现 探究电磁感应的产生条件
- 【1】 1.C.D 2.D 3.D 4.C 5.D 6.C  
7.右
- 【1】 1.A.D 2.B 3.A  
4.C [线圈刚要进入和刚要穿出时都有感应电流产生，故不产生感应电流的时间  $t = \frac{d}{v}$ ]

### 答案详解与提示

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。

## 《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	许晓云	李国庆
	杨宇红	李玉白	杨辅斌	谭 永
	程 嗣	汪适中	高永山	柴晓莉
	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	许胜祥	陈乾坤	李双文

# 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)
题型 1 电磁感应原理的理解 .....	(12)
题型 2 感应电流有无的判断 .....	(13)
题型 3 磁通量变化的计算 .....	(14)
题型 4 实际问题综合分析 .....	(14)
题型 5 应用电磁感应原理设计实验 .....	(15)
4.2 楞次定律 .....	(19)
◇◇楞次定律的应用方法◇◇ .....	(25)
题型 1 楞次定律的应用 .....	(28)
题型 2 二次感应问题分析 .....	(28)
题型 3 开放实验探究 .....	(29)
题型 4 综合问题的分析 .....	(30)
4.3 法拉第电磁感应定律 .....	(36)
◇◇运用电磁感应定律的解题思路◇◇ .....	(44)
题型 1 感应电路电量的求解 .....	(50)



题型 2	感应电流的求解	(51)
题型 3	功能关系问题分析	(52)
题型 4	手摇式发电机原理	(53)
题型 5	感应电路中金属问题求解	(54)
题型 6	电磁感应综合问题分析	(55)
4.4	电磁感应现象的两类情况	(64)
◇◇	电磁感应问题的综合应用◇◇	(72)
题型 1	感生电场问题分析	(77)
题型 2	动生电动势问题分析	(78)
题型 3	感生和动生两类情况的综合分析	(79)
4.5	互感和自感 涡流 电磁阻尼和电磁驱动	(86)
◇◇	自感现象的分析思路◇◇	(95)
题型 1	自感现象中 $I-t$ 图象	(97)
题型 2	涡流现象分析	(98)
题型 3	电磁阻尼问题分析	(99)
题型 4	联系实际问题分析	(99)
	第四章章末整合总结	(104)
	第四章达标检测题	(123)
第五章	交变电流	(128)
5.1	交变电流	(128)
◇◇	交变电流问题的分析方法◇◇	(136)
题型	正弦交变电流的瞬时值问题	(138)
5.2	描述交变电流的物理量	(143)
◇◇	交变电流与电路结合问题的分析方法◇◇	(151)

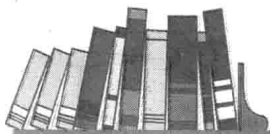




题型 1 交变电流磁场的作用效果分析 .....	(154)
题型 2 联系实际综合应用问题分析 .....	(155)
5.3 电感和电容对交变电流的影响 .....	(161)
◇◇电感线圈、电容器在电路应用中的分析方法◇◇ .....	(166)
题型 1 电感线圈对交变电流的作用 .....	(167)
题型 2 电容器对交变电流的影响 .....	(168)
5.4 变压器 .....	(173)
◇◇变压器应用问题的求解方法◇◇ .....	(181)
题型 1 两种变压电路的分析 .....	(185)
题型 2 联系实际问题的分析与求解 .....	(185)
5.5 电能的输送 .....	(192)
◇◇远距离输电模型及其分析方法◇◇ .....	(196)
题型 高压输电综合应用问题 .....	(200)
第五章章末整合总结 .....	(207)
第五章达标检测题 .....	(220)
第六章 传感器 .....	(227)
6.1 传感器及其工作原理 .....	(227)
◇◇如何分析和求解传感器问题◇◇ .....	(237)
题型 1 热敏电阻问题分析 .....	(239)
题型 2 压力传感器的设计与应用 .....	(240)
题型 3 传感器电路设计 .....	(242)
6.2 传感器的应用 .....	(248)
◇◇传感器应用问题的分析思路◇◇ .....	(253)
题型 学科综合应用问题 .....	(255)



6.3 实验:传感器的应用 .....	(261)
◇◇电磁继电器控制电路的分析◇◇ .....	(264)
题型 逻辑集成电路问题 .....	(265)
第六章章末整合总结 .....	(268)
第六章达标检测题 .....	(281)
参考答案与提示 .....	(287)



## 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. 问题引入

在现代生活中,人们经常谈到电磁场和电磁波、电磁辐射与电磁污染等.那么,历史上人们对电和磁的认识和探究是怎样进行的呢?回望科学足迹,有两位伟大的科学家,经过长期的科学探究,做出具有历史意义的划时代的发现.

##### 2. 奥斯特梦圆“电生磁”

###### (1) 电流的磁效应

1820年,丹麦物理学家奥斯特发现载流导线能使小磁针偏转,把这种作用称为电流的磁效应.

###### (2) 电流的磁效应发现的意义

① 电流的磁效应的发现证实了电和磁存在着必然的联系,突破了人类对电与磁认识的局限性,掀起了一场研究电与磁关系的革命.

② 在奥斯特电流磁效应的影响下,法国物理学家安培研究了不同形状的电流回路产生的磁场,提出了判断电流产生磁场的右手螺旋定则.提出了著名的“分子电流”假说,揭示了磁铁的磁场和电流的磁场一样,都是由电荷运动产生的.

③ 奥斯的发现激发人们探索“磁生电”的方法,在“磁生电”这一光辉思



想的指引下,英国物理学家法拉第经过十年的不懈努力终于找到了“磁生电”的条件,于1831年发现了电磁感应现象。

### 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,小磁针立即发生偏转,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,通电导线在其周围也能产生磁场。

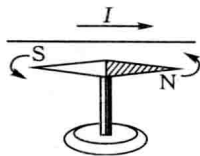


图4-1-1

**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 $180^\circ$ 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,而地球表面空间也存在着地磁场.因此小磁针应该是处在这两种磁场的共同作用之下.那为什么会出现在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产生的磁场的作用下偏转.根据题意,小磁针原来不动,稍微用手拨动,小磁针转动 $180^\circ$ 后就静止不动了,说明直导线产生的磁场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,由此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是怎样. [提示:水平分量由南向北,竖直分量竖直向下.]

### 3. 法拉第心系“磁生电”

#### 1. 电磁感应现象

1831年,英国物理学家法拉第发现了电磁感应现象,即由“磁生电”的条件,产生的电流叫感应电流。



法拉第把引起电流的原因概括为五类:变化的电流、变化的磁场、运动的恒定电流、运动的磁场、在磁场中运动的导体。

## 2. 电磁感应发现的意义

(1)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,宣告了电磁学作为一门统一学科的诞生。

(2)电磁感应的发现使人们找到了磁生电的条件,人类进入电气化时代。

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?

## 4. 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。

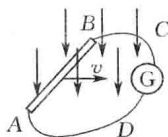


图 4-1-2

### 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。

### 实验 3 改变螺线管 $AB$ 中的电流

如图 4-1-3 所示,将小螺线管  $AB$  插入大螺线管  $CD$  中不动,当开关  $S$  接通或断开时,电流表中有电流通过;若开关  $S$  一直闭合,当改变滑动变阻器的阻值时,电流表中也有电流通过;而开关一直闭合,滑动变阻器不动时,无电流产生。

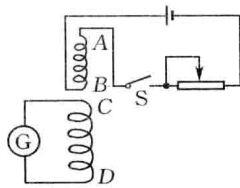


图 4-1-3

## 5. 现象分析

在实验 1 中,当导体  $AB$  在磁场中静止或平行于磁感线运动时,无论磁场多强,闭合回路中都无电流;当导体  $AB$  做切割磁感线运动时,闭合回路中有电流产生。

在实验 2 中,当条形磁铁静止在螺线管中时,无论磁铁的磁场多强,回路中都没有电流;将磁铁插入或拔出螺线管时,组成螺线管的导线切割磁感线,闭合回路中有电流产生。

在实验 3 中,导体和磁场之间并没有发生相对运动.当螺线管  $AB$  中电流不变时,螺线管  $CD$  中没有电流产生;而当螺线管  $AB$  中的电流变化时,螺线管  $CD$  中就产生了电流。

## 6. 归纳探究结论

(1)磁通量的公式  $\Phi=BS$ . 因此,从磁通量的角度进行分析:



实验1是通过导体运动改变穿过闭合电路的磁通量;实验2是磁体运动即磁场变化改变穿过闭合电路的磁通量;实验3是通过改变原线圈中的电流从而改变磁场强弱,进而改变穿过闭合电路的磁通量,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4-1-4所示,金属裸导线圈 $abcd$ 放在水平光滑金属导轨上在磁场中向右运动,匀强磁场垂直于纸面向里,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

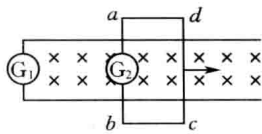


图4-1-4

**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4-1-5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

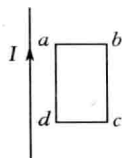


图4-1-5

[答案: A、C.]

### 7. 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  $\Phi$  表示。

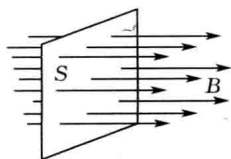


图4-1-6

(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 4-1-6 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.

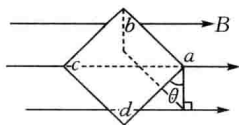


图 4-1-7

如图 4-1-7 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  $\theta$ , 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 4-1-8 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  $S_2$ .

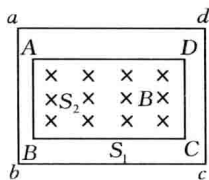


图 4-1-8

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, 正功和负功按代数和进行计算. 如图 4-1-9 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 4-1-10 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).

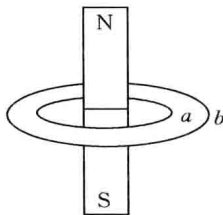


图 4-1-9

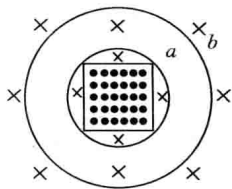


图 4-1-10

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“-”.

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  $\Phi$ 、 $\Delta\Phi$  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** 磁场(或变化磁场)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 4-1-11 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流呢?

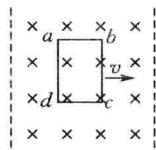


图 4-1-11

**导析** 判断能否产生感应电流,不能只看导体是否切割磁感线这一“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  $B$  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 4-1-12 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？

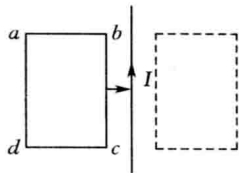


图 4-1-12

**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纸面向里，在电流  $I$  的左边磁感线的方向垂直纸面向外。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** 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 4-1-13 所示的直角坐标系中，矩形导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？

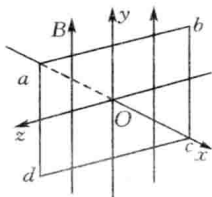


图 4-1-13

**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。分析问题时要特别注意这个面积是指垂直穿过磁感线的“有效面积”。