

普通高中课程标准实验教材

PUTONG GAOZHONG KECHENG BIAOZHUN SHIYAN JIAOCAI

# 随堂纠错

SUITANGJIUCUO

# 超 级 练

CHAOJI LIAN

## 物 理

选修3-2

浙江教育出版社



**随堂纠错**  
SUITANGJIUCUO  
超级练

汇聚浙江名校名师  
联手国内名社名店  
打造高中精品教辅

不一样的编写理念  
不一样的教学方法  
不一样的学习效果

PUTONG GAOZHONG KECHENG BIAOZHUN SHIYAN JIAOCAI  
SUITANG JIUCUO  
CHAOJI LIAN

普通高中课程标准实验教材

语文 论语选读  
数学 选修1-1 选修1-2 选修2-1 选修2-2 选修2-3  
英语 选修6 选修7 选修8  
物理 选修3-1 选修3-2 选修3-4 选修3-5  
化学 有机化学基础 化学反应原理  
生物 现代生物科技专题(选修3)  
历史 中外历史人物评说  
地理 城乡规划(选修4) 环境保护(选修5)

ISBN 978-7-5338-7201-4



9 787533 872014 >

定价: 9.50元

普通高中课程标准实验教材

PUTONG GAOZHONG KECHENG BIAOZHUN SHIYAN JIAOCAI

总目次及选用说明

# 随堂纠错

SUITANGJIUCUO

主 编	姜水根				
审 稿	姜水根	王家祥	沈 晨		
编 者	杨继林	陈伟峰	杨榕楠	邬志林	
	何博纳	陈青华	奚曾辉	庄 坚	
	何 琰	夏宏祥	贺佩霞		

# 超 级 练 习

## 物 理

选修3-2

浙江教育出版社



图书在版编目(CIP)数据

随堂纠错超级练. 物理. 3-2: 选修 / 姜水根编. —杭州: 浙江教育出版社, 2007

ISBN 978-7-5338-7201-4

I. 随... II. 姜... 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(2007)第 152442 号



随堂纠错超级练

物理 3-2 选修

主 编 姜水根  
出 版 浙江教育出版社  
(杭州市天目山路 40 号 邮编:310013)  
发 行 浙江省新华书店集团有限公司  
总 策 划 邱连根  
责任编辑 周延春  
装帧设计 韩 波  
责任校对 郑德文  
责任印务 吴梦菁  
图文制作 杭州富春电子印务有限公司  
印刷装订 杭新印务有限公司

开 本 890 × 1240 1/16  
印 张 7  
字 数 210 000  
版 次 2007 年 9 月第 1 版  
印 次 2007 年 9 月第 1 次  
印 数 0 001—6 000  
标准书号 ISBN 978-7-5338-7201-4  
定 价 9.50 元

联系电话: 0571-85170300-80928  
e-mail: zjyy@zjcb.com  
网 址: www.zjeph.com

版权所有 翻印必究

## 《随堂纠错超级练》丛书编委会

(以姓氏笔画为序)

方青稚(台州中学)

冯任几(湖州中学)

史定海(鄞州中学)

刘岩(杭州第十四中学)

庄志琳(桐乡高级中学)

许军国(宁波市教育局教研室)

朱建国(杭州外国语学校)

朱恒元(义乌中学)

任学宝(杭州学军中学)

任美琴(台州回浦中学)

任富强(慈溪中学)

伊建军(杭州高级中学)

沈玉荣(杭州学军中学)

沈金林(平湖中学)

沈骏松(嘉兴市教育研究院)

杨志敏(杭州市教育局教研室)

李兆田(嘉兴高级中学)

郑日锋(杭州学军中学)

郑青岳(玉环县教育局教研室)

林金法(温岭中学)

苗金德(绍兴鲁迅中学)

周业宇(丽水市教育局教研室)

周红(杭州学军中学)

施丽华(宁波效实中学)

姜水根(宁波效实中学)

赵一兵(杭州高级中学)

赵力红(富阳中学)

胡辛(杭州第二中学)

胡伯富(杭州市教育局教研室)

枯荣(绍兴市教育局教研室)

高宁(杭州第四中学)

徐勤(杭州学军中学)

鄢伟友(金华市教育局教研室)

潘健男(湖州第二中学)

丛书总策划 邱连根



## 教材解读

归纳学习要点,梳理知识脉络,方便理解与记忆。

### 名师引路

揭示重点,剖析难点,点拨学法,提供学习心理辅导。

### 解题方略

分类题型,总结问题解决的一般规律,并揭示解题技巧。

### 纠错在线

供学生记录做题过程中出现的错误,提倡随时总结自己的不足之处。

### 学习DIY

由学生自己总结本阶段的成功与不足,明确今后的努力方向。

### 拓展阅读

提供与教材有关的阅读资料,让学生通过阅读与探究拓展视野,发散思维,形成开放的学习平台。

第四章 电磁感应

### 第四章 电磁感应

#### 4.1 划时代的发现

#### 4.2 探究电磁感应的产生条件

**名师引路**

电磁感应现象是19世纪最伟大的发现,也是整个科学史上最伟大的发现之一。有一大批著名的科学家献身其中,而只有法拉第发现真谛。在学习中,要认真

**解题方略**

例1 本题考查输电线上功率损失的一般计算方法。

**纠错在线**

**学习DIY**

**基本知识**

1. 电磁感应现象发现的过程

**深入理解**

1. 法拉第发现电磁感应现象的艰难历程

**典例剖析**

例1 如图4.2-2所示,一个正方形线圈垂直放置在足够大的匀强磁场区域中,磁场方向垂直纸面向外,磁感应强度  $B=0.50\text{ T}$ ,线圈边长  $L=0.20\text{ m}$ 。

**同步训练**

**理解巩固**

1. 最早发现电流磁效应的科学家是

**发展提高**

8. 如图4.2-11所示,矩形线圈与匀强磁场垂直,且一半在磁场内,……

**高考链接**

12. (1999·上海保送生测试)上海的部分交通线路上已经开始使用“非接触式IC卡”,……

**拓展阅读**

电磁学的发展

静磁现象和静电现象很早就引起了人们的注意。公元前6、7世纪,人类就发现了磁石吸铁、磁石指南以及摩擦生电等现象。系统地对这些现象进行研究则始于16世纪。

**自我测试卷**

一、选择题

1. 关于磁通量的概念,下列说法正确的是

**参考答案**

1. B 2. D 3. D 4. D 5. C 6. A

随堂纠错精练 物理3-2 选修

### 典例剖析

选择“基题”,分析解题思路与方法,提供表达示范。

### 理解巩固

提供理解、巩固基本知识和技能的基础题。覆盖教材要点,强化重点,题量适宜,注重实效。

### 发展提高

提供提升知识层次、发展学生解决问题能力的优秀试题。

### 高考链接

列举历年高考中与本节有关的真题,让学生同步了解高考命题的要求与特点。

### 自我测试卷

参照高考题型,提供囊括本章知识要点及考点的试题,供学生自我测评。

### 参考答案

提供全书所有习题的标准答案。部分习题还配有简要的提示内容。

## 出版前言

作为深入贯彻新课程标准精神、全面体现最新教学理念的一个新的尝试,我社精心编辑出版了这套“随堂纠错超级练”丛书,以满足当前高中各科教学的急需。

这是一套涵盖高中各主要学科,包括课堂教学和阶段复习各环节的同步实战型丛书。丛书名即反映了其主要特点:随堂,就是基本知识随堂通;纠错,就是出现错误当堂纠;超级练,就是巩固提高分层练。

在设计模块时,我们根据方便、实用的原则,花大力气进行了创新优化:

**提炼教材精华,涵盖知识考点** “教材解读”板块,本着“双基”的要求和高考命题的导向,用简练的文字,从识记知识、能力目标与发展提高三个维度归纳整理教材内容,分析学习重点与难点,回顾往年高考的考点与热点,辨疑解惑,为学生指点迷津。

**荟萃典例基题,剖析解题方略** “典例剖析”板块,科学选择各类范例“基题”,先通过多角度的详细剖析,给学生示范解题过程,再在分类题型的基础上,总结各类习题的一般解法与规律,以举一反三,提高解题能力。

**精选名题范例,循序梯级设置** “同步训练”板块,本着循序渐进、层级提高的原则,遵照《浙江省高中新课程实验教学指导意见》的要求,将配套练习按照教学的内在规律分成三个训练梯次:理解巩固、发展提高和高考链接。其中,“理解巩固”是全体学生在模块学习后要达到的要求,重在学科基本概念、理论以及知识的理解与记忆;“发展提高”是指部分学生在模块学习后可以达到的较高要求,旨在提高学生对所学知识、概念、原理的应用以及与生产生活的结合能力;而“高考链接”则是根据知识点选择历年有代表性的高考真题,让学生试做,以同步了解往年高考命题的基本特点。所有这些练习题目,除了荟萃历年来各级各类试卷的名题范例以外,更有许多体现近年高考走向、凝聚名师心得的创新题目。

**警示易入歧途,督促随堂自纠** 根据心理学关于认知就是反馈纠错过程的原理和高考状元们都注重自我纠错的成功实践,本书在同步训练及自我测试卷部分的附栏,预留了一定空间,以方便学生进行自我“纠错在线”和归纳、总结、记录纠错心得。

为了更好地与当前的实际教学模式接轨,实践“自我学习”的精神,除上述板块外,我们还增加了“拓展阅读”,提供与教材有关的阅读资料,让学生通过阅读与探究拓展视野,发散思维,形成开放的学习平台。

此外,每章后均附有自我测试卷,供学生自我测评。

在编排上,为了使各模块条理清晰、方便实用,我们采用了左右分栏、上下切块的版面设计,大致做到了知识体系一目了然,复习翻检信手拈来。

限于水平和时间,本丛书必定存在疏漏和不足,恳切希望得到批评指正,以便我们进一步修订和提高。

浙江教育出版社

2007.8





## 第四章 电磁感应

### 第四章 电磁感应

4.1 划时代的发现 .....	1
4.2 探究电磁感应的产生条件 .....	1
4.3 楞次定律 .....	7
4.4 法拉第电磁感应定律 .....	13
4.5 电磁感应规律的应用 .....	19
4.6 互感和自感 .....	25
4.7 涡流 电磁阻尼和电磁驱动 .....	31
自我测试卷 .....	36

### 第五章 交变电流

5.1 交变电流 .....	40
5.2 描述交变电流的物理量 .....	45
5.3 电感和电容对交变电流的影响 .....	51
5.4 变压器 .....	56
5.5 电能的输送 .....	61
自我测试卷 .....	66

### 第六章 传感器

6.1 传感器及其工作原理 .....	70
6.2 传感器的应用(一) .....	76
6.3 传感器的应用(二) .....	76
6.4 传感器的应用实例 .....	85
自我测试卷 .....	91

参考答案 .....	96
------------	----



1. 法拉第发现电磁感应现象  
 1831年10月，英国物理学家法拉第在研究电磁感应现象时，发现当闭合电路的一部分导体在磁场中做切割磁感线运动时，导体中就会产生电流。这种现象称为电磁感应现象。法拉第的发现为发电机的发明奠定了基础。

1820年12月，1835年11月，1837年11月，法拉第进行了大量的实验研究，他以失





## 第四章 电磁感应

### 4.1 划时代的发现

### 4.2 探究电磁感应的产生条件

#### 教材解读

#### 基本知识

##### 1. 电磁感应现象发现的过程

- (1) 18世纪中叶,人们发现电能使金属发生磁化的现象,但包括库仑在内的众多物理学家仍然认为电和磁是互不相关的。
- (2) 18世纪末,康德等哲学家提出各种自然现象之间相互联系和相互转化的思想。
- (3) 19世纪初,奥斯特通过实验证明了电流的磁效应。
- (4) 法国物理学家安培、瑞士人科拉顿试图利用导体线圈“感应”出电流,却一无所获。
- (5) 1831年,在经历了10年的研究、无数次失败以后,法拉第终于发现了“磁生电”的现象,提出了“电磁感应”的概念。

##### 2. 电磁感应现象

- (1) 概念:利用磁得到电的现象叫做电磁感应。
- (2) 引起电流的原因:变化的电流、变化的磁场、运动的恒定电流、运动的磁铁以及在磁场中运动的导体。

##### 3. 感应电流

在电磁感应现象中产生的电流叫做感应电流。

##### 4. 发现“磁生电”的意义和价值

“磁生电”的发现,使得人类对电和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。

##### 5. 产生感应电流的条件

不论采用什么方法,只要穿过闭合电路的磁通量发生变化,闭合电路中就会有感应电流产生。

#### 深入理解

##### 1. 法拉第发现电磁感应现象的艰难历程

奥斯特发现电流磁效应引发了对称性的普遍思考:既然电流能够引起磁针的运动,那么磁铁也会使导线产生电流。法拉第坚信:自然界应该是和谐统一的,磁与电之间也应该有类似的“感应”。

1822年12月、1825年11月、1828年4月,法拉第做过三次集中的实验研究,均以失

#### 名师引路

MINGSHIYINLU

请对照左栏,仔细阅读教材,思考以下问题:本节教材有哪些知识要点?具体内容是什么?请尽可能地用自己的话表述出来。

电磁感应现象是19世纪最伟大的发现,也是整个科学史上最伟大的发现之一。有大批著名的科学家献身其中,而只有法拉第发现真谛。在学习中,要认真体会法拉第这一伟大发现的研究思路、方法和精神,体会科学研究中突破思维定势的重要性。

教科书中详细介绍了法拉第的实验研究过程。要注意研究这些实验的区别和联系,通过几个典型的实验归纳总结感应电流产生的条件。

磁通量、磁通量变化的概念比较抽象,是本节学习的难点,要认真加以体会。



## 名师引路

MINGSHIYINLU

## 解题方略

JIETIFANGLUE

这里提供的是本节习题的主要题型及一般解法。阅读后,你理解老师是如何思考并解决问题的吗?你受到什么启发?你还有更好的解法吗?

例1 本题考查磁通量变化量的求解。其一般步骤为:①规定磁感线的贯穿方向与磁通量的正、负值的关系;②分析初、末态线圈平面与磁感线方向的关系,确定两个状态磁通量的正负;③列式求解。

败告终。失败的原因在于,法拉第认为,既然奥斯特的实验表明有电流就有磁场,那么有了磁场就应该有电流。因此,他在实验中用的都是恒定电流产生的磁场。

虽然经历了无数次的失败,但是凭借坚定的信念和对科学的执著追求,法拉第始终没有放弃。直到1831年8月29日,法拉第终于发现,“磁生电”是一种在变化、运动的过程中才能出现的效应。他苦苦寻找了10年之久的“磁生电”的效应终于被发现了。

## 2. 正确理解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,闭合电路中就有感应电流。这说明,产生感应电流的条件可以归纳为两个:一是电路必须闭合,二是穿过闭合电路的磁通量发生变化。其内涵主要体现在“变化”两字上。电路中有没有磁通量不是产生感应电流的条件,即使穿过电路的磁通量很大,但如果没有变化,也不会有感应电流产生。

“闭合电路”、“一部分导体”和“切割磁感线运动”是产生感应电流必不可少的三个条件。

①闭合电路:只有当闭合电路的一部分导体在磁场中做切割磁感线运动时,才能产生感应电流。如果电路不是闭合的,即使导体做切割磁感线运动,导体中也不会产生感应电流。

②一部分导体:在满足①的条件下,只有让一部分导体做切割磁感线运动时,才能产生感应电流。“做切割磁感线运动”中的“运动”指的是相对运动,既可以是磁场不动,导体在磁场中运动,也可以是导体不动,而让磁场运动。

③“做切割磁感线运动”与“磁通量发生变化”在确定有无感应电流时的结论是一致的。如图4.2-1所示,闭合电路 $abcd$ 全部在垂直纸面向里的磁场中,以速度 $v$ 向右运动。虽然导体在做切割磁感线的运动,但 $ab$ 和 $cd$ 在磁场中所处的情况相同,且运动方向一致,两边产生的感应电流互相抵消, $ad$ 和 $bc$ 在磁场中没有切割磁感线,不产生感应电流,因此闭合电路 $abcd$ 中不会产生感应电流。也可以更直接地表述为:闭合电路 $abcd$ 中的磁通量未发生变化,故不会产生感应电流。

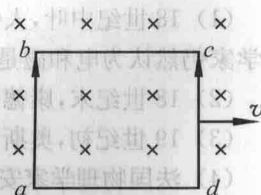


图4.2-1

## 典例剖析

例1 如图4.2-2所示,一个正方形线圈垂直放置在足够大的匀强磁场区域中,磁场方向垂直纸面向外,磁感应强度 $B=0.50\text{ T}$ ,线圈边长 $L=0.20\text{ m}$ 。

(1)若将这个线圈的形状由正方形改成圆形(线圈的周长不变),在此过程中穿过线圈的磁通量变化了多少?

(2)若以 $ab$ 边为轴将线圈转动 $180^\circ$ ,在此过程中穿过线圈的磁通量又变化了多少?

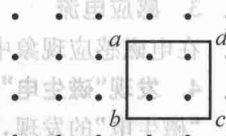


图4.2-2

解析 (1)线圈为正方形时,面积 $S_1=L^2=4.0\times 10^{-2}\text{ m}^2$

穿过线圈的磁通量 $\Phi_1=BS_1=0.50\times 4.0\times 10^{-2}\text{ Wb}=2.0\times 10^{-2}\text{ Wb}$

线圈形状为圆形时,其半径 $r=\frac{4L}{2\pi}=\frac{2L}{\pi}$

线圈面积 $S_2=\pi\left(\frac{2L}{\pi}\right)^2=\frac{(2\times 0.20)^2}{3.14}\text{ m}^2=5.1\times 10^{-2}\text{ m}^2$

穿过线圈的磁通量 $\Phi_2=BS_2=0.50\times 5.1\times 10^{-2}\text{ Wb}=2.55\times 10^{-2}\text{ Wb}$

所以,磁通量的变化量 $\Delta\Phi=\Phi_2-\Phi_1=(2.55-2.0)\times 10^{-2}\text{ Wb}=5.5\times 10^{-3}\text{ Wb}$

(2)当线圈以 $ab$ 边为轴转动 $180^\circ$ 时,线圈平面与磁场又垂直,但磁感线从线圈平面





的另一面穿入。

取初状态的磁通量为正,则此时磁通量  $\Phi'_2 = -BS_1 = -2.0 \times 10^{-2} \text{ Wb}$ 。

所以,磁通量的变化  $\Delta\Phi = |\Phi'_2 - \Phi_1| = 4.0 \times 10^{-2} \text{ Wb}$ 。

**答案** (1)  $5.5 \times 10^{-3} \text{ Wb}$  (2)  $4.0 \times 10^{-2} \text{ Wb}$

**例2** 如图4.2-3所示,竖直放置的长直导线  $ef$  中通有恒定电流,有一闭合矩形导线框  $abcd$  与导线在同一平面内。在下列情况中,能使导线框中有感应电流通过的是

- A. 线框垂直导线向右平动
- B. 线框平行导线向下平动
- C. 线框以  $ab$  边为轴转动
- D. 线框以导线  $ef$  为轴转动
- E. 导线中电流变大

图 4.2-3

**解析** 分析是否会产生感应电流,关键是分析穿过闭合线框的磁通量是否发生变化;而分析磁通量是否变化,关键就是分析清楚磁感线的分布。

通电直导线周围磁场的磁感线是一些以导线上各点为圆心的同心圆,且靠近导线处磁场强,磁感线密;距离导线远处磁场弱,磁感线疏。画磁感线分布主视图如图4.2-4所示。由图易知,在A、C选项所述的情况下,通过线框的磁通量变小,有感应电流产生;在B项所述的情况下,通过线框的磁通量不会发生变化,没有感应电流产生;对于D选项,画俯视图如图4.2-5所示,由图可以看出,线框以  $ef$  为轴转动时,通过线框的磁通量始终不变,故没有感应电流产生。而对于E选项,因为  $I$  的增大会引起导线周围的磁场增强,使线框磁通量增大,所以会产生感应电流。

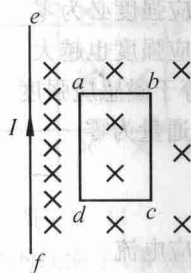


图 4.2-4

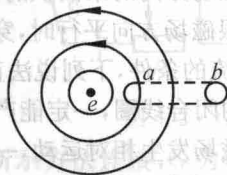


图 4.2-5

**答案** A、C、E

**例3** 1820年,奥斯特发现了电流的磁效应,激发起大批科学家研究电磁现象的兴趣,美国物理学家亨利就是其中一位。1830年8月,时为纽约奥尔巴尼(Albany)学院教授的亨利利用学院假期,采用图4.2-6所示的实验装置研究绕有不同长度导线电的磁铁所产生的磁力大小。当他闭合开关  $S$ ,发现电流表  $P$  的指针摆动;打开开关  $S$ ,又发现电流表  $P$  的指针向相反方向摆动。实验中,当回路  $B$  中电流恒定时,电流表的指针不发生偏转。亨利对这个现象感到非常奇怪,你能解释这一现象吗?如果你是当时的科学家之一,在发现了这个现象之后会作怎样的后续研究?

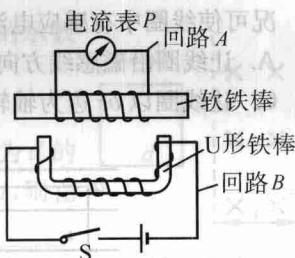


图 4.2-6

**解析** 亨利做的这个实验实际上是电磁感应现象的非常直观的关键性实验。当开关  $S$  闭合时,通过回路  $B$  的电流发生变化,U形电磁铁的磁性从无到有,从而使通过回路  $A$  的磁通量从无到有,于是回路  $A$  中产生了感应电流,电流表  $P$  的指针发生摆动。当开关断开时,U形电磁铁的磁性从有到无,从而使通过回路  $A$  的磁通量从有到无,在回路  $A$  中也产生感应电流,电流表  $P$  的指针发生摆动。当回路  $B$  中电流恒定时,通过回路  $A$  的磁

**解题方略**

**例2** 本题考查对能否产生感应电流的判断。解答这类题的关键是比较始、末状态的磁通量,熟记各种典型磁场的磁感线分布图是解决本类问题的基础。在具体操作中,可按下列步骤进行:①画出磁场的磁感线分布,明确空间各处磁感线的疏密和方向;②分析闭合线框在运动过程中各位置的磁通量;③判断所考查过程中闭合线框的磁通量是否变化,再确定能否产生感应电流。

**例3** 这是一类关于科学研究的题,也可以作为一个研究性的课题。对于这一类题,首先要熟悉科学研究的背景,其次要明确研究的目的,然后根据研究的目的确定研究的过程和方法,同时要善于借鉴科学家的成功经验。

解题方略

JIETIFANGLUO

纠错在线

JIUCUOZAI XIAN

做题的目的是评估自己的学习效果,提高解题的准确率与速度。每次做题时,你都应该认真、仔细。题目做错是正常的,但作业完成后,务必将做错的那些习题标出来,分析出错的原因,这样你就可以在纠错中不断进步。

做对 \_\_\_\_\_ 题;  
做错 \_\_\_\_\_ 题;  
原因分析 \_\_\_\_\_。

通量保持不变,回路A无感应电流产生,电流表的指针不发生偏转。

当奥斯特发现电流的磁效应后,科学家们开始了寻找“磁生电”的艰辛历程。在1830年之前,科学家们尝试了各种不同的方法都均无所获。可是,亨利的这个实验说明在线圈A中产生了电流,这是一个非常惊人的现象。当法拉第做了类似的实验之后,马上就写信给他的朋友菲利普斯:“我正再度忙于研究电磁学。我想,我捞到了一些好东西。”在这个实验的基础上,法拉第接着深入研究后,再用了一年多时间找到了磁转化为电的途径。如果你作为当时的科学家,首先要分析这个实验中电流表指针发生偏转的关键是开关的闭合和断开,而开关的断开和闭合能让电磁铁的磁性发生变化。为了实现“磁生电”,进一步考虑把电磁铁换成磁铁进行研究,为了得到与电磁铁开关断开与闭合同样的效果,可以尝试让磁铁靠近与远离软铁棒,观察线圈A中有没有电流产生。当时的科学家的研究目的是找到“磁生电”的方法,因此后续的研究是通过“电流产生电流”的方法去寻找利用“磁铁产生电流”的方法。

答案 见解析

同步训练

理解巩固

- 最早发现电流磁效应的科学家是 ( )  
A. 牛顿 B. 奥斯特 C. 法拉第 D. 安培
- 下列说法正确的是 ( )  
A. 穿过某一个面的磁通量为零,该面所在处磁感应强度必为零  
B. 穿过某一个面的磁通量越大,该面所在处磁感应强度也越大  
C. 穿过垂直于磁场方向的某面积的磁感线条数等于磁感应强度  
D. 当某一个面跟磁场方向平行时,穿过该面的磁通量为零
- 关于产生感应电流的条件,下列说法正确的是 ( )  
A. 位于磁场中的闭合线圈,一定能产生感应电流  
B. 闭合线圈和磁场发生相对运动,一定能产生感应电流  
C. 闭合线圈做切割磁感线运动,一定能产生感应电流  
D. 穿过闭合线圈的磁通量发生变化,一定能产生感应电流
- 如图4.2-7所示,把矩形线圈abcd放在匀强磁场中,线圈平面和磁感线平行。下列情况可使线圈中有感应电流产生的是 ( )  
A. 让线圈沿磁感线方向平动 B. 让线圈沿垂直于磁感线方向平动  
C. 让线圈以bc边为轴转动 D. 让线圈以ab边为轴转动

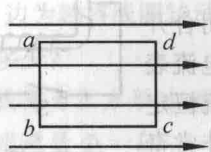


图 4.2-7

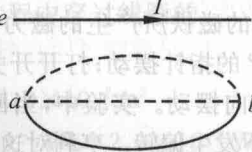


图 4.2-8

- 如图4.2-8所示,ab是水平面上一个圆的直径,在过ab的竖直平面内有一根通电导线ef,且ef平行于ab。当ef竖直向上平移时,电流磁场穿过圆面积的磁通量将 ( )  
A. 逐渐增大 B. 逐渐减小  
C. 始终为零 D. 不为零,但保持不变







## 纠错在线

JIUCUOZAITIXIAN

这些高考真题你会做吗？做不出没有关系，因为你至少了解了与本节知识有关的高考命题的一些路数。

## 学习DIY

XUEXIDIYI

请回顾一下本节的内容概要、主要题型。问问自己：概念清楚了吗？解题正确率与速度如何？



## 高考链接

12. (1999·上海保送生测试)上海的部分交通线路上已经开始使用“非接触式 IC 卡”。该卡应用到物理学上的电磁感应原理。持卡者只要将卡在车门口的一台小机器前一晃,机器就能发出通过的信号。请回答:最早发现的电磁感应现象科学家是\_\_\_\_\_。
13. (2003·上海卷)唱卡拉 OK 用的话筒,内有传感器。其中有一种是动圈式的,它的工作原理是在弹性膜片后面粘接一个轻小的金属线圈,线圈处于永磁体的磁场中。当声波使膜片前后振动时,声音信号便会转变为电信号。下列与此有关说法正确的是( )
- 该传感器是根据电流的磁效应工作的
  - 该传感器是根据电磁感应原理工作的
  - 膜片振动时,穿过金属线圈的磁通量不变
  - 膜片振动时,金属线圈中不会产生感应电动势

## 拓展阅读

## 电磁学的发展

静磁现象和静电现象很早就引起了人们的注意。公元前 6、7 世纪,人类就发现了磁石吸铁、磁石指南以及摩擦生电等现象。系统地对这些现象进行研究则始于 16 世纪。1600 年,英国医生吉尔伯特(1544~1603)发表了《论磁、磁体和地球作为一个巨大的磁体》。他总结了前人对磁的研究,进行了大量实验,周密地讨论了地磁的性质,使磁学从经验转变为科学。书中他也记载了电学方面的研究。

静电现象的研究要困难得多,因为科学家们一直没有找到恰当的方式来产生稳定的静电和对静电进行测量。直到发明了摩擦起电机,人类才开始对电有了初步认识。

1750 年,米切尔(1724?~1793)提出磁极之间的作用力服从平方反比定律;1785 年,库仑(1736~1806)公布了用扭秤实验得到电力的平方反比定律,使电学和磁学进入了定量研究的阶段。

1780 年伽伐尼(1737~1798)发现动物电,1800 年伏打(1745~1827)发明电堆,使稳恒电流的产生有了可能,电学由静电走向动电。1820 年,奥斯特(1777~1851)发现电流的磁效应。于是,电学与磁学彼此隔绝的情况有了突破,开拓了电磁学的新阶段。

在这以后,电磁学的发展势如破竹。19 世纪二三十年代成了电磁学大发展的时期。

首先对电磁作用力进行研究的是法国科学家安培(1775~1836)。他在得知奥斯特发现之后,重复了奥斯特的实验,提出了右手定则,并用电流绕地球内部流动解释地磁的起因。接着他研究了载流导线之间的相互作用,建立了电流元之间相互作用的规律——安培定律。与此同时,毕奥—萨伐尔定律也被发现。





英国物理学家法拉第对电磁学的贡献尤为突出。1831年,他发现了电磁感应现象,进一步证实了电现象与磁现象的统一性。法拉第坚信电磁的近距离作用,认为物质之间的电力和磁力都需要由媒介传递,媒介就是电场和磁场。

电流磁效应的发现,使电流的测量成为可能。1826年,欧姆(1784~1854)确定了电路的基本规律——欧姆定律。

1865年,麦克斯韦把法拉第的电磁近距离作用思想和安培开创的电动力学规律结合在一起,用一套方程组概括出电磁规律,建立了电磁场理论,预测了光的电磁波性质,终于实现了物理学史上的第二次大综合。

## 4.3 楞次定律

### 教材解读

#### 基本知识

##### 1. 楞次定律

感应电流具有这样的方向,即感应电流的磁场总是要阻碍引起感应电流的磁通量的变化。楞次定律是用来确定感应电流方向的定律。

##### 2. 右手定则

伸开右手,使拇指与其余四个手指垂直,并且都与手掌在同一个平面内;让磁感线从掌心进入,并使拇指指向导线运动的方向,这时四指所指的方向就是感应电流的方向。右手定则可以用来判定导线切割磁感线时感应电流的方向。

#### 深入理解

##### 1. 楞次定律中“阻碍”一词的含义

当原磁场的磁通量增大时,感应电流的磁场与原磁场方向相反,在效果上减缓磁通量的增大;当原磁场的磁通量减小时,感应电流的磁场与原磁场方向相同,在效果上减缓磁通量的减小。因此,楞次定律就把感应电流磁场产生的这种延缓变化的效果归纳为“阻碍”。

“阻碍”不等于“相反”。感应电流磁场阻碍“变化”的具体体现只有两个方面:①原磁通量发生“增大”的变化时,阻碍就表现为感应电流磁场与原磁场方向“相反”;②原磁通量发生“减小”的变化时,阻碍则表现为感应电流磁场与原磁场方向“相同”。

“阻碍”不等于“阻止”。感应电流产生的磁场只起到延缓引起感应电流磁通量变化的效果。

##### 2. 应用楞次定律判断感应电流方向的基本思路

①明确研究的对象是哪一个闭合电路;②判断该电路磁场的方向如何、磁通量如何变化;③应用楞次定律判定感应电流磁场的方向;④根据右手螺旋定则判定感应电流的方向。

##### 3. 楞次定律的几种等价表述

引起磁通量变化的原因很多:磁体与线圈发生相对运动能引起磁通量的变化,线圈本身电流的变化也能引起磁通量的变化。这样,感应电流的磁场阻碍磁通量的变化,在具体案例中就表现为阻碍引起磁通量变化的原因。以下是几种常见的表述:

①感应电流的磁场总要阻碍引起感应电流的磁通量的变化。

### 学习DIY

XUEXIDIYI

### 名师引路

MINGSHIYINLU

楞次定律及其应用是本节学习的重点和难点。在理解定律时,应重在理解教科书对演示实验的数据处理和归纳,明确两个磁场(原磁场、感应电流的磁场)以及它们之间的联系(感应电流的磁场总是“阻碍”原磁场磁通量的变化)。在应用楞次定律时,关键在于确定原磁场的方向及磁通量的变化情况。

应用右手定则与楞次定律判断感应电流时,结论是一致的。在导体棒切割磁感线产生感应电流的情况下,用右手定则来判断比较方便,因此必须熟练地掌握这一方法。



名师引路

MINGSHIYINLU

解题方略

JIETIFANGLUE

**例1** 本题考查应用楞次定律确定感应电流方向和相互作用。应用楞次定律判断感应电流方向的一般步骤是：①明确研究的对象是哪一个闭合电路；②判断该电路磁通量方向及如何变化；③应用楞次定律判定感应电流磁场的方向；④应用右手螺旋定则判断感应电流的方向。感应电流与磁场的相互作用情况可以根据左手定则来判断，也可以利用楞次定律的另一表述——阻碍相对运动——来判断，一般采用后者比较简捷。

**例2** 本题是一类由于磁场变化而产生的电磁感应现象，磁场的磁感应强度随时间的变化情况是用  $B-t$  图象来表述的。解答此类问题时，首先必须从图象上识别磁感应强度随时间变化的情况，读图时应从图象上读出以下几个方面的信息：磁感应强度的方向与正负的对立关系、零时刻磁感应强度的大小和方向、图线的斜率所含的物理意义等。感应电流的方向则可根据楞次定律的一般步骤来判断。

②感应电流所受到的安培力总要阻碍导体的相对运动。

如图 4.3-1 所示，若条形磁铁向闭合线圈运动，由于相互靠近而使闭合线圈的磁通量增大，这时感应电流的方向使线圈与磁体相互排斥；若条形磁铁远离闭合线圈，则由于互相远离而使磁通量减小，这时感应电流的方向使线圈与磁体相互吸引。

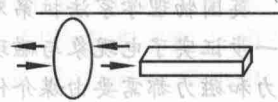


图 4.3-1

③感应电流总是要阻碍原电流的变化。如在自感线圈中，原电流增大时，感应电流的方向与原电流方向相反；原电流减小时，感应电流方向与原电流方向相同。

总之，“磁生电”是一种在变化过程中表现出来的效应，不论这种变化的具体形式如何，楞次定律揭示出：感应电流的一切行为总是要“阻碍变化”。

典例剖析

**例1** 如图 4.3-2，闭合线圈上方有一竖直放置的条形磁铁，磁铁的 N 极朝下。当磁铁向下运动时(但未插入线圈内部)

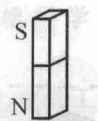


图 4.3-2

- A. 线圈中感应电流的方向与图中箭头方向相同，磁铁与线圈相互吸引
- B. 线圈中感应电流的方向与图中箭头方向相同，磁铁与线圈相互排斥
- C. 线圈中感应电流的方向与图中箭头方向相反，磁铁与线圈相互吸引
- D. 线圈中感应电流的方向与图中箭头方向相反，磁铁与线圈相互排斥

**解析** 根据应用楞次定律判断感应电流方向的一般步骤来进行分析。首先，确定原磁场方向向下；其次，磁铁向下运动时，穿过线圈的磁通量增大；再根据楞次定律，确定感应电流的磁场方向向上；最后，用右手螺旋定则判断感应电流与图中箭头方向相同。磁铁与线圈的相互作用情况可以根据楞次定律的另一表述——阻碍相对运动——确定为互相排斥。

**答案** B

**例2** 如图 4.3-3 甲所示，闭合的圆线圈放在匀强磁场中， $t=0$  时磁感线垂直线圈平面向里穿过线圈，磁感应强度随时间变化的关系图线如图乙所示。在  $0\sim 2$  s 内，线圈中感应电流的大小和方向分别为

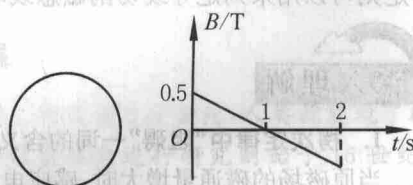


图 4.3-3

- A. 逐渐增大，逆时针
- B. 逐渐减小，顺时针
- C. 大小不变，顺时针
- D. 大小不变，先顺时针后逆时针

**解析** 由  $B-t$  图象可知，在第 1 s 内，磁场方向向里，穿过线圈的磁通量减小。根据楞次定律，感应电流产生的磁场方向与原磁场方向相同，即向里，由右手螺旋定则确定感应电流方向为顺时针。在第 2 s 内，磁场方向向外，穿过线圈的磁通量增大。根据楞次定律，感应电流产生的磁场方向与原磁场方向相反，即向里，由右手螺旋定则确定感应电流方向仍为顺时针。感应电流的大小则由感应电动势大小决定，由图象可得磁感应强度随时间的变化率  $\frac{\Delta B}{\Delta t}$  恒定，所以线圈中将产生恒定的感应电动势，故电流大小不变。

**答案** C

**例3** 如图 4.3-4 所示， $ab$  为一根金属杆，它处在垂直于纸面向里的匀强磁场中，可绕  $a$  点在纸面内转动； $s$  为以  $a$  为圆心位于纸面内的金属圆环；在杆转动过程中，杆的  $b$  端与金属环保持良好接触； $A$  为电流表，其一端与金属环相连，另一端与  $a$  点良好接触。当杆沿顺时针方向转动时，某时刻  $ab$  杆的位置如图，则此时



- A. 有电流通过电流表,方向为  $c \rightarrow d$ ; 作用于  $ab$  的安培力向右
- B. 有电流通过电流表,方向为  $c \rightarrow d$ ; 作用于  $ab$  的安培力向左
- C. 有电流通过电流表,方向为  $d \rightarrow c$ ; 作用于  $ab$  的安培力向右
- D. 有电流通过电流表,方向为  $d \rightarrow c$ ; 作用于  $ab$  的安培力为零

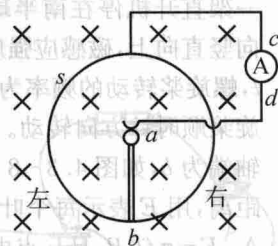


图 4.3-4

**解析** 金属杆  $ab$  在以  $a$  为圆心匀速转动的过程中,由于切割磁感线产生感应电动势。感应电流的方向可以根据右手定则来判断,金属杆内部的感应电流方向为  $a \rightarrow b$ ,则流经电流表的电流方向为  $c \rightarrow d$ 。再根据左手定则,可以判定作用于  $ab$  杆的安培力方向向右。

**答案** A

**同步训练**

**理解巩固**

1. 1931年,英国物理学家狄拉克从理论上预言,自然界存在只有一个磁极的粒子,即“磁单极子”。1982年,美国物理学家卡布莱设计了一个寻找磁单极子的实验。他设想,如果一个只有N极的磁单极子从上向下穿过如图4.3-5所示的超导线圈,那么,从上向下看,超导线圈上将出现 ( )
  - A. 先是逆时针方向的感应电流,然后是顺时针方向的感应电流
  - B. 先是顺时针方向的感应电流,然后是逆时针方向的感应电流
  - C. 顺时针方向持续流动的感应电流
  - D. 逆时针方向持续流动的感应电流

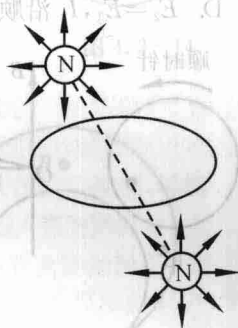


图 4.3-5

2. 如图4.3-6所示,一个有界匀强磁场区域,磁场方向垂直纸面向外。一个矩形闭合导线框  $abcd$ ,沿纸面由位置1(左)匀速运动到位置2(右)。下列说法正确的是 ( )
  - A. 导线框进入磁场时,感应电流方向为  $a \rightarrow b \rightarrow c \rightarrow d \rightarrow a$
  - B. 导线框离开磁场时,感应电流方向为  $a \rightarrow d \rightarrow c \rightarrow b \rightarrow a$
  - C. 导线框进入磁场时,受到的安培力方向水平向左
  - D. 导线框离开磁场时,受到的安培力方向水平向右

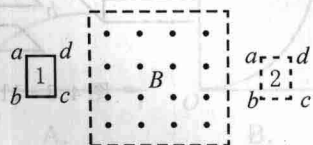


图 4.3-6

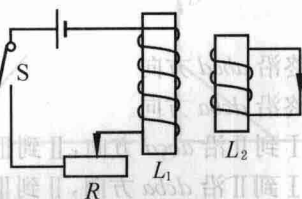


图 4.3-7

3. 如图4.3-7所示,线圈  $L_2$  在  $L_1$  附近。为了使  $L_2$  中有图示箭头所指方向的感应电流,可以使 ( )
  - A. 变阻器滑片向左移
  - B. 变阻器滑片向右移
  - C.  $L_2$  远离  $L_1$  运动
  - D. 断开开关  $S$

**解题方略**

**例3** 本题考查由于导体切割磁感线而产生的电磁感应现象。产生感应电流的方向用右手定则来判断;导体受到的安培力方向既可用左手定则判断,也可以直接应用楞次定律的另一表述——阻碍相对运动来判断。

**纠错在线**