

Xin Ke Biao Mingshi Da Ketang 高中课时同步



高中 物理

· 选修 3-2 ·

与人教版教材配套

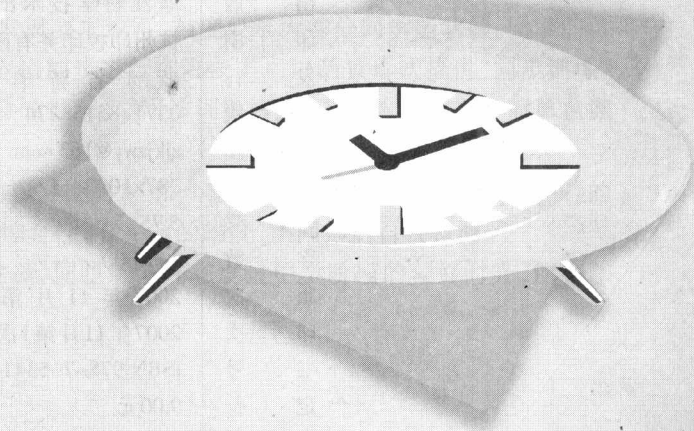
浙江科学技术出版社

与人教版教材配套

新课标 名师大课堂

高中物理 · 选修 3-2

高中
课时同步



浙江科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

新课标名师大课堂·高中物理(理科)·选修3-2 / 赵海勇等
主编. —杭州:浙江科学技术出版社,2007.11
ISBN 978-7-5341-3189-9

I.新... II.赵... 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 156964 号

本 册 主 编 赵海勇 马沪乡 黄水华
本 册 副 主 编 何赛君 郭文教 施学斌
陈子剑 江爱国 陈东晓 林崇军
本 册 编 委 (按姓氏笔画为序)

丁朝努 马沪乡 叶文进 叶庭福 朱柏夫
孙国华 孙玲芬 何赛君 吴水珍 张爱辉
陈东晓 林崇军 赵海勇 施学斌 娄敏娟
祝 毅 徐仲文 徐后鑫 郭文教 黄水华
龚百生 崔碧原 傅志浩 舒更新 童志红

新课标名师大课堂
高中物理·选修3-2

出 版	浙江科学技术出版社
印 刷	杭州印校印务有限公司
发 行	浙江省新华书店
读者热线	0571-85158774
电子信箱	zjkjzwy@163.com
开 本	787×1092 1/16
印 张	5.75
字 数	147 000
版 次	2007 年 11 月 第 1 版
印 次	2007 年 11 月 第 1 次印刷
书 号	ISBN 978-7-5341-3189-9
定 价	9.00 元
封面设计	孙 菁
责任编辑	周伟元

前言

《新课标名师大课堂·高中物理》同步练旨在把课内的学习与课外的巩固提高有机地结合起来,通过课内外的学习,使同学们的能力得到提高。

编者通过对同学们学习情况的调查,结合编者较为丰富的教学实践,根据物理学科的特点和同学们对辅导教材的要求,按人教版高中物理新教材章节同步设置了五个栏目,力求体现以下几个鲜明特色。

趣味性。在“诱思探究”栏目中,列举同学们感兴趣的物理现象,引导主动探究,同时通过有效的提示,将有趣的物理现象与本节的学习内容结合起来,加深同学们对本节学习内容的了解,促进物理学习与生活、生产的联系。

技巧性。在“学法引导”栏目中,用精练的文字使同学们领悟所需的技能和方法,诱导同学们对学习方法的思考和学习问题的探究。在对知识和能力进行整体把握的基础上,避开枯燥的讲述,采用提示式编写,对关键的概念、重要的知识点和方法,以填空的形式出现。在填空时,同学们可以根据该栏目后面所提供的参考答案理解教材内容。

针对性。学习中之所以存在难点,是因为同学们不知道难点难在何处?不知道如何去克服?“重难点突破”栏目在指出重难点之处的同时,尽量做一些启发性的分析,提示同学们应如何克服这些重难点。

示范性。在“解题指导”栏目中,选取不同形式、不同风格的典型例题,深入分析,规范解题,起到示范、解疑释惑的作用。力求展示解题的心理过程,暴露解题中的规律,使同学们掌握解题的方法。同学们应事先尝试自行解答例题,然后对照本书中的解法,这样可以更有效地掌握解题的方法。

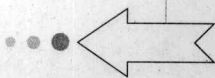
同步性。一道好的练习就是一个科学问题,同学们应将每道练习当成一个个科学问题来进行探究,提高探究能力。通过适当的练习,反思自己的学习情况,调整必要的学习方法,进行更有效的学习。本书将练习题分为A、B二个组:A组为基础练习题,根据基本要求编写,难度要求每个同学都能掌握;B组为能力提高题,根据发展要求编写,难度要求大部分同学能掌握。同学们可根据自身的学习情况,在学习了教材的内容后同步进行练习。本书以活页形式提供“同步训练”中的参考答案,对部分较难的题目提供必要的提示。“同步训练”可以不影响其他内容而单独撕下,以方便同学们上交作业。

本书最后为同学们提供了两份检测试卷,“检测1”和“检测2”可以在学习了《选修3-2》的全部内容后使用。检测试题兼顾基础性和综合性,有一定的难度,供同学们自我检测。

我们祝愿《新课标名师大课堂·高中物理》同步练能伴您度过中学阶段的美好时光,能帮您出色完成学业。

主 编

2007年10月

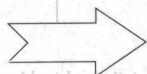


目 录

课
时
同
步

第1章 电磁感应	1
第一节 划时代的发现	1
第二节 探究电磁感应的产生条件	3
第三节 楞次定律	7
第四节 法拉弟电磁感应定律	11
第五节 电磁感应规律的应用	15
第六节 互感和自感	19
第七节 涡流 电磁阻尼和电磁驱动	23
专题探究 感应电流的产生与方向的判定	27
专题探究 电磁感应规律的综合应用	31
单元检测	35
第2章 交变电流	37
第一节 交变电流	37
第二节 表征交变电流的物理量	41
第三节 电感和电容对交变电流的影响	45
第四节 变压器	49
第五节 电能的输送	53
专题探究 交变电流四值问题与变压器综合应用	57
单元检测	61
第6章 传感器	63
第一节 传感器及其工作原理	63
第二节 传感器的应用(一)	67
第三节 传感器的应用(二)	71
第四节 传感器的应用实验	75
单元检测	79
检测 1	81
检测 2	85

物
理



第4章

电磁感应

第一节 划时代的发现

 诱思探究

把一条大约 10cm 长电线的两端连在一个灵敏电流表的两个接线柱上,形成闭合电路,两个同学迅速摆动这条电线,可以发电吗?如果可以,应怎样做使该现象明显?

【提示】 可以,因为闭合电路部分导体切割磁感线时,闭合电路中有感应电流产生。故要摇线发电,首先要满足闭合电路。其次,电线的运动必须切割磁感线,地磁场是南北走向,摇线时两同学只要不是南北站立,便可发电,且当两同学东西站立摇线时,现象最明显。

 学法引导

一、基础知识梳理

(一)奥斯特梦圆“电生磁”

1. 电流磁效应:1820 年_____物理学家发现通电导线能使_____偏转,这种效应称为电流的磁效应。

2. 电流磁效应发现的意义:证实了_____和_____存在着必然的联系。

(二)法拉第心系“磁生电”

3. 法拉第把引起电流的原因概括为 5 类:_____、_____、_____、_____、_____。它们都与_____和_____相联系。

4. 由“磁生电”产生的电流叫_____。

【答】 1. 丹麦,奥斯特,小磁针 2. 电,磁 3. 变化的电流,变化的磁场,运动的恒定电流,运动的磁铁,在磁场中运动的导体,变化,运动 4. 感应电流

二、重难点突破

(一)了解电磁感应发现的物理学史,体验其中的科学态度和科学精神

1. 奥斯特等科学家坚信自然现象之间是

相互联系并可以相互转化的,发现了电流磁效应。法拉第也在这种信念的支持下,发现了电磁感应现象。

2. 法拉第具有踏实、客观的科学态度,还有顽强的科学精神。与他同时代的许多科学家虽有信念,但往往没有刨根问底,所以错过了发现电磁感应现象的机会。

3. 法拉第与同时代的许多科学家有着逆向思维能力,从“电生磁”想到了“磁生电”。

4. 法拉第是一位用联系的眼光看待世界的人,他坚信既然电流能够产生磁场,那么利用磁场应该可以产生电流。探索“磁生电”的道路非常艰苦,法拉第为此寻找了 10 年之久。

(二)了解电磁感应发现的历史背景

5. 由于当时社会对电力的需求,促使人们思考如何获得廉价而强大的电力,推动了电学的进一步发展。

 解题指导

例 1 奥斯特的实验证实了电流的周围存在磁场,法拉第经过 10 年的努力终于发现了利用磁场产生电流的途径,法拉第认识到必须在变化、运动的过程中才能利用磁场产生电流。法拉第当时归纳出 5 种情形,请说出这 5 种情形各是什么。

【解析】 法拉第把能引起感应电流的实验现象归纳为 5 类:变化的电流、变化的磁场、运动的恒定电流、运动的磁铁、在磁场中运动的导体。它们都与变化和运动有关。

 名师点拨

法国物理学家安培也曾将恒定电流或磁铁放在导体线圈的附近,希望在线圈中看到被“感应”的电流,可是这些努力均无收获。因为“磁生电”是在变化或运动中产生的物理现象。

同步训练

A 组

1. 发电的基本原理是电磁感应。发现电磁感应现象的科学家是()

A. 安培 B. 赫兹
C. 法拉第 D. 麦克斯韦

2. 下列现象中属于电磁感应现象的是()

A. 磁场对电流产生力的作用
B. 变化的磁场使闭合电路中产生电流
C. 插在通电螺线管中的软铁棒被磁化
D. 电流周围产生磁场

3. 发现电流磁效应现象的科学家是_____, 发现通电导线在磁场中受力规律的科学家是_____, 发现电磁感应现象的科学家是_____, 发现电荷间相互作用力规律的科学家是_____。

4. 科学家对自然现象和自然规律的某些信念在科学发现中起着重要的作用。结合具体例子说说这种作用。

5. 设有两个物体, 其中一个物体的温度比另一个高些。在不受到任何外界影响下使它们进行接触, 我们知道, 最后它们会达到同样的温度。但是这个情况是怎样发生的呢? 有人这么想象: 热从一个物体流向另一个物体, 正如水由较高的水位流向较低的水位一样。于是这些人提出这样的类比: “水——热”, “较高的水位——较高的温度”, “较低的水位——较低的温度”, 水的流动一直要继续到两个水位相同, 热的流动也要到温度相等时才停止。这些人的观点是: “热是一种物质, 就像物体的质量一样。它的量可以改变, 也可以不改变, 正如钱一样, 可以储存在保险柜里, 也可以花掉。只要保险柜始终锁着, 柜里面钱的总数

就始终保持不变。和这——样, 一个被隔离的物体中的质量的总数和热的总数也是不变的。”

请对上述观点做些点评, 如果同意, 就说明论据, 如果反对, 就说明理由。

6. 请你说一说教科书把科学发现中经历的失败和挫折表达出来有什么意义?

7. 史料记载: “1831年8月29日, 法拉第在接通电池的一刹那, 偶然看到检流计指针动了一下, 接着便回到了原位, 然后就一直停住不动。……”法拉第因此发现了电磁感应现象, 图 4.1.1 是这个实验的示意图。又有史料记载 “瑞士物理学家科拉顿设计了一个利用磁铁在闭合线圈中获取电流的实验: 将一块磁铁在螺线管中移动, 使导线中产生感应电流。为了排除磁铁移动对检流计指针偏转的影响, 他把检流计放到隔壁房间中去, 用长导线把检流计和螺线管连接起来。实验开始了, 科拉顿把磁铁插到线圈中去以后, 就跑到隔壁房间, 但他十分痛心地看到检流计的小磁针静止在原位。科拉顿没能发现电磁感应现象, 他的实验示意图见图 4.1.2。请你分析一下, 科拉顿没能看到电磁感应现象的原因是什么?



图 4.1.1



图 4.1.2

第二节 探究电磁感应的产生条件

思维探究

我们知道地球周围存在着磁场,叫做地磁场,你知道地磁场有什么重要特点吗?

【提示】 我们主要认识地磁场以下几个特点:

1. 地磁场的N极在地理南极附近,S极在地理北极附近。

2. 在赤道平面上,距离地球表面相等的各点的磁感应强度相等,且方向水平。

3. 地磁场的水平分量总是从地球南极指向北极,而竖直分量南北相反,在南半球垂直地面向上,在北半球垂直地面向下。

学法引导

一、基础知识梳理

(一)磁通量

1. 磁通量的定义: _____,叫做穿过这个面积的磁通量,符号 _____,公式 _____,单位 _____. 由公式 $B = \frac{\Phi}{S}$ 可知,磁感应强度又叫 _____,公式适用条件 _____。

2. 磁通量是 _____,但有大小和方向。

(二)电磁感应的产生条件

3. 感应电流产生的条件是 _____。

【答】 1. 穿过某一面积的磁感线的条数, Φ , $\Phi = BS$, 韦伯(Wb), 磁通密度, 匀强磁场中当 B 与 S 垂直时 2. 标量 3. 穿过闭合电路的磁通量发生变化

二、重难点突破

(一)磁通量

1. 磁通量有正负。正负是这样规定的:任何一个面都有正反两面,若规定磁感线从正面穿入时为正磁通量,则磁感线从反面穿入时磁通量为负,若磁感线沿相反方向穿过同一平面,且正向磁感线的条数为 Φ_1 ,反向磁感线的条数为 Φ_2 ,则磁通量等于穿过该平面的磁感

线的净条数(磁通量代数和),即 $\Phi = \Phi_1 - \Phi_2$ 。

2. 磁通量的变化 $\Delta\Phi = |\Phi_1 - \Phi_2|$ 。在求磁通量的变化时,要特别注意初末状态磁通量的正、负值。

3. 磁通量及磁通量的变化与线圈的匝数无关。

(二)电磁感应的产生条件

4. 正确理解感应电流的产生条件是本节教学的难点。只要穿过闭合电路的磁通量发生变化,闭合电路中才能有感应电流产生。而单纯地说,导线框在磁场中做切割磁感应线运动是否一定有感应电流产生呢?要理解这一问题请看图 4.2.1: 虽然两竖直边均在切割磁感应线,但整个导线框磁通量不变,或者说,两竖直边产生的感应电动势正好抵消。因此,感应电流的产生关键是看回路中磁通量有无变化。

5. 电磁感应现象也符合能量转化和守恒定律:产生感应电流的过程是将其其他能量转化成电能的过程。

例题指导

【例1】 如图 4.2.2 所示,两个同心放置的共面金属圆环 a 和 b , 套在一条形磁铁上,环面与条形磁铁垂直,则穿过两环的磁通量 φ_a 和 φ_b 的大小关系为()

A. $\varphi_a > \varphi_b$

B. $\varphi_a = \varphi_b$

C. $\varphi_a < \varphi_b$

D. 无法判断

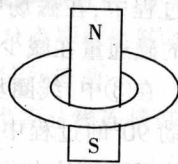


图 4.2.2

【解析】 因为磁感线是闭合曲线,内部由 S 到 N,外部由 N 到 S,条形磁铁内部磁感线向上穿过金属圆环 a 和 b ,条形磁铁外部磁感线向下穿过金属圆环 a 和 b ,穿过金属圆环 a 和 b 的磁通量是指正负磁通量的代数和,因为内部穿过一样多,外部穿过的 b 多,即 b 线圈“抵消”掉多,故 a 线圈磁通量大,所以选 A。



名师点拨

学会比较磁通量大小是以后判断磁通量有无变化的基础,从而为判断有无感应电流打下基础。判断磁通量大小需注意以下几点:①熟悉各种典型磁场内、外磁感线分布的立体形状,是解决问题的基础。②一个线圈内磁通量是否变化,需要看线圈内的合磁通量。

例2 如图 4.2.3 所示,在有界匀强磁场中有一矩形线圈 $abcd$ 垂直于磁场放置,现使线圈做如下几种运动:①向上加速平移(未出磁场);②匀速向右平移;③绕 ab 边转动 90° ,其中线圈中能产生感应电流的是_____。

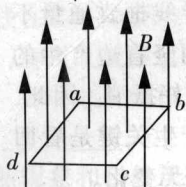


图 4.2.3

【解析】 要判断线圈中是否有感应电流产生,则需判断穿过线圈的磁通量是否发生变化。在①中,穿过线圈平面的磁感线始终与线圈平面垂直,且线圈在磁场中的面积未发生变化,所以穿过线圈的磁通量没有变化,线圈中没有感应电流产生。在②中,线圈平移出磁场的过程中,在磁场中的面积逐渐减少,穿过线圈的磁通量在减少,所以线圈中有感应电流产生。在③中,线圈从图 4.2.3 所示位置绕 ab 边转动 90° 的过程中,线圈面积不变,但磁感线与线圈平面的夹角越来越小,穿过线圈的磁感线条数在减少,故磁通量越来越小,线圈中有感应电流产生。



名师点拨

判断是否有感应电流时,除了确定是闭合电路外,如闭合电路是在匀强磁场中,则着重判断闭合电路在磁场中的面积是否变化,以及与磁感线的夹角是否发生变化,以确定磁通量是否变化,从而确定是否有感应电流产生。

例3 如图 4.2.4 所示, A 、 B 两回路中各有一开关 S_1 、 S_2 ,且回路 A 中接有电源,回路 B 中接有灵敏电流计,下列操作及相应的结果可能的是()

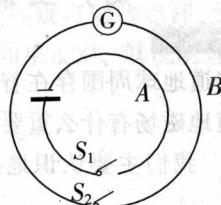


图 4.2.4

- A. 先闭合 S_2 ,后闭合 S_1 的瞬间,电流计指针偏转
- B. S_1 、 S_2 闭合后,在断开 S_2 的瞬间,电流计指针偏转
- C. 先闭合 S_1 ,后闭合 S_2 的瞬间,电流计指针偏转
- D. S_1 、 S_2 闭合后,在断开 S_1 的瞬间,电流计指针偏转

【解析】 回路 A 中有电源,当 S_1 闭合后,回路中有电流,在回路的周围产生磁场,回路 B 中有磁通量,在 S_1 闭合或断开的瞬间,回路 A 中的电流从无到有或从有到无,电流周围的磁场发生变化,从而使穿过回路 B 的磁通量发生变化,产生感应电动势,此时若 S_2 是闭合的,则回路 B 中有感应电流,电流表指针偏转。所以 AD 正确。



名师点拨

这类问题,首先要判断该电流的磁场方向,从而确定是否有磁感线穿过线圈平面,然后根据电流的变化情况判断磁通量是否变化,若产生磁场的电流虽然发生了变化,但穿过线圈平面的磁通量始终为零,那么闭合回路中也不会产生感应电流。如将图 4.2.4 中的回路 A 换成一根通过回路 B 的一条直径充分长通电直导线,则不论直导线中的电流如何变化,回路 B 也不会产生感应电流。



同步训练

A 组

1. 下列关于电磁感应的说法正确的是()

A. 导体相对磁场运动,导体内一定会产生感应电流
 B. 导体做切割磁感线的运动,导体内一定会产生感应电流
 C. 闭合电路在磁场中做切割磁感线的运动,电路中一定会产生感应电流
 D. 穿过闭合电路的磁通量发生变化,电路中一定会产生感应电流

2. 如图 4.2.5 所示,竖直放置的长直导线通入恒定电流,有一矩形线框与导线在同一平面,在下列情况中线圈能产生感应电流的是()

A. 导线中电流强度变大
 B. 线框向右平动
 C. 线框向下平动
 D. 线框以 ab 边为轴转动

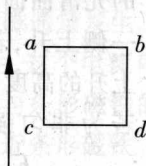


图 4.2.5

3. 下列有关磁通量 Φ 的说法正确的是()

A. 磁通量越大表示磁感应强度越大
 B. 面积越大穿过它的磁通量也越大
 C. 穿过单位面积的磁通量等于磁感应强度
 D. 磁通密度在数值上等于磁感应强度

4. 有一矩形线圈,面积为 S ,匝数为 n ,将它置于匀强磁场中,且使线圈平面与磁感线方向垂直,设穿过该线圈的磁通量为 φ ,则该匀强磁场的磁感应强度大小为()

A. $\varphi/(ns)$ B. $n\varphi/S$
 C. φ/S D. 无法判断

5. 如图 4.2.6 所示,有一根通电的长直导线 MN 中通有恒定的电流 I ,一闭合线圈从直导线的左侧平移到右侧的过程中,穿过线圈磁通量的变化情况是()

A. 先增大后减小
 B. 先减小后增大
 C. 增大、减小、增大、减小

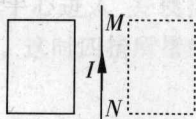


图 4.2.6

D. 减小、增大、减小、增大

6. 如图 4.2.7 所示,矩形线圈与磁场垂直,且一半在匀强磁场内,一半在匀强磁场外,下述过程中使线圈产生感应电流的是()

A. 以 bc 为轴转动 45°
 B. 以 ad 为轴转动 45°
 C. 将线圈向下平移
 D. 将线圈向上平移

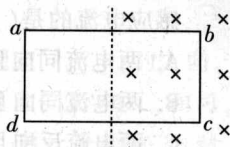


图 4.2.7

7. 如图 4.2.8 所示,一个矩形线框上有一电流计 G ,它们从一理想匀强磁场区域的上方自由下落,线圈平面与磁场方向垂直,在线圈下落的 I、II、III 三个位置中,下列说法中正确的是()

A. 只在 I 位置时有感应电流
 B. 只在 II 位置时有感应电流
 C. 只在 III 位置时有感应电流
 D. 只在 II 位置时无感应电流

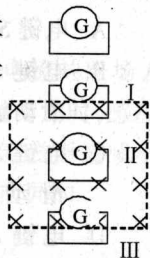


图 4.2.8

8. 一均匀扁条形磁铁与一线圈共面,磁铁中心与圆心 O 重合(图 4.2.9)。下列运动中能使线圈中产生感应电流的是()

A. N 极向外、 S 极向里,绕 O 点转动
 B. N 极向里、 S 极向外,绕 O 点转动
 C. 在线圈平面内磁铁绕 O 点顺时针转动
 D. 垂直线圈平面磁铁向纸外运动



图 4.2.9

9. 试用笔线在图 4.2.10 中代替导线连接好电路图。

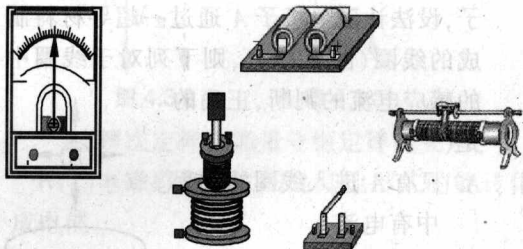


图 4.2.10

B 组

10. 如图 4.2.11 所示,一个矩形线圈与通有相同大小的电流的平行直导线在同一平面内,且处于两直导线的中央,则线框中有感应电流的是()

- A. 两电流同向且不断增大
B. 两电流同向且不断减小
C. 两电流反向且不断增大
D. 两电流反向且不断减小

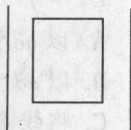


图 4.2.11

11. 如图 4.2.12 所示,导线 ab 和 cd 互相平行,则在下列情况下导线 ab 中无电流的是()

- A. 电键 S 闭合或断开的瞬间
B. 电键 S 是闭合的,但滑动触头向左滑
C. 电键 S 是闭合的,但滑动触头向右滑
D. 电键 S 始终闭合,滑动触头不动

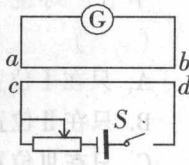


图 4.2.12

12. 如图 4.2.13 所示,范围很大的匀强磁场平行于 OXY 平面,线圈处在 OXY 平面中,要使线圈中产生感应电流,其运动方式可以是()

- A. 沿 OX 轴匀速平动
B. 沿 OY 轴加速平动
C. 绕 OX 轴匀速转动
D. 绕 OY 轴加速转动

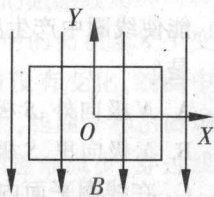


图 4.2.13

13. 目前观察到的一切磁体都存在 N、S 两个极,而科学家却一直在寻找是否存在只有一个磁极的磁单极子。若确定存在磁单极子,设法让磁单极子 A 通过一超导材料制成的线圈(图 4.2.14),则下列对于线圈中的感应电流的判断,正确的是()

- A. 只有 A 进入线圈的过程中有电流
B. 只有 A 离开线圈的过程中有电流

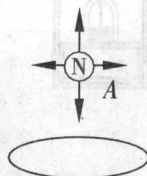


图 4.2.14

- C. A 离开线圈后,电流保持不变
D. A 离开线圈后,电流消失

14. 如图 4.2.15 所示,在两平行的反向等值电流直线的正中间放一个闭合线圈,它们在同一平面内,穿过线圈的磁通量为 Φ 。现将其中一根导线中的电流切断,则穿过线圈的磁通量为 _____;若将两根导线中的电流同时反向,则在此过程中通过线圈的磁通量变化了 _____。

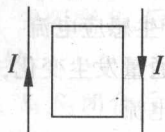


图 4.2.15

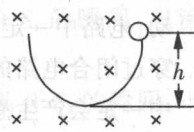


图 4.2.16

15. 如图 4.2.16 所示,闭合小金属环从高为 h 的光滑曲面上无初速滚下,又沿曲面的另一侧上升,若图中磁场为匀强磁场,则环上升的高度 _____ h (填“>”、“=”或“<”);若为非匀强磁场,则环上升的高度应 _____ h 。

16. 如图 4.2.17 所示,一有限范围的匀强磁场,宽度为 d 。将一个边长为 L 的正方形导线框以速度 v 匀速通过磁场区域,若 $d < L$,则在线框中不产生感应电流的时间应为()

- A. $\frac{d}{v}$
B. $\frac{L}{v}$
C. $\frac{L-d}{v}$
D. $\frac{L-2d}{v}$

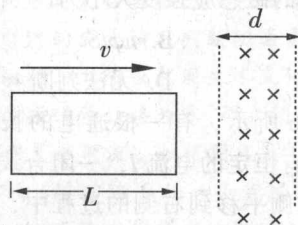


图 4.2.17

第三节 楞次定律

思维探究

同学们,让我们一起来做个小实验,用一根细线将一个用铜丝制成的封闭圆环悬挂起来,让圆环静止,如图4.3.1。①将条形磁铁沿环的轴线方向靠近圆环时,圆环将远离磁铁(有斥力作用)。②将条形磁铁沿环的轴线方向远离圆环时,圆环将被吸引或跟随磁铁移动(有引力作用)。这个现象如何解释呢?

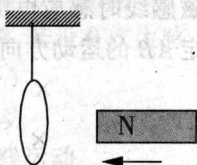


图 4.3.1

【提示】 当条形磁铁沿环的轴线方向靠近或远离圆环时,通过圆环的磁通量发生了改变,因此圆环中就有电流产生,这个电流就是感应电流,而感应电流的磁场与条形磁铁的磁场相互作用,使圆环远离或靠近条形磁铁。

学法引导

一、基础知识梳理

1. 楞次定律告诉我们: 感应电流具有这样的方向, 即感应电流的_____总要阻碍引起感应电流的_____的变化。

2. 对“阻碍”的理解: 阻碍并不是相反, 而是当磁通量增加时, 感应电流的磁场方向与原磁场方向_____; 磁通量减少时, 感应电流的磁场方向与原磁场方向_____。从磁通量变化的角度来看, 感应电流总是要阻碍原磁通量的_____; 从导体和磁体的相对运动的角度来看, 感应电流总是要阻碍导体与磁体间的_____。

3. 右手定则告诉我们: 伸开右手, 使拇指与其余四个手指_____, 并且都与手掌在_____, 让磁感线从手心进入, 并使拇指指向导体的_____方向, 这时四指所指的方向就是_____的方向。

4. 应用楞次定律判定感应电流方向的步骤:

(1) 明确闭合电路范围内的原磁场的_____;

(2) 分析穿过闭合电路的_____的变化;

(3) 根据楞次定律, 判定感应电流磁场的_____;

(4) 利用安培定则, 判定_____的方向。

【答】 1. 磁场, 磁通量 2. 相反, 相同, 变化, 相对运动 3. 垂直, 同一平面内, 运动, 感应电流 4. (1) 方向; (2) 磁通量; (3) 方向; (4) 感应电流

二、重难点突破

(一) 楞次定律

1. 对楞次定律的理解。

(1) “阻碍”并不意味着感应电流的磁场 B 与原磁场 B_0 方向相反。当磁通量增加时, 感应电流的磁场与原磁场方向反向; 当磁通量减小时, 感应电流的磁场与原磁场方向同向。

(2) “阻碍”不是“阻止”

“阻碍”并不是阻止, 原来的磁通量如果增加, 感应电流的磁场只能阻碍它的增加, 而不能阻止它的增加, 即磁通量仍然要增加。

在图 4.3.2 中, 感应电流的磁场与原磁场反向, 两种磁场穿过闭合回路的磁通量方向相反, 部分相互抵消, 以此来减缓磁通量的增加。

在图 4.3.3 中, 感应电流的磁场与原磁场同向, 两种磁场穿过闭合回路的磁通量方向相同, 以此来“补偿”磁通量的减少。

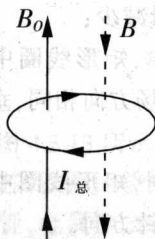


图 4.3.2

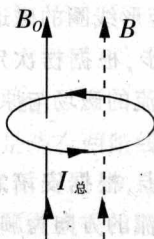


图 4.3.3

2. 楞次定律与能量守恒定律的关系。

(1) 电磁感应的实质是其他形式的能转化成电能。

(2) 一种形式的能向另一种形式的能转化时, 必须克服某种相关阻力做功。在电磁感应

现象中,通过克服感应电流所受的磁场力做功,把其他形式的能转化成电能。

(二)右手定则的适用范围

适用于闭合电路部分导体切割磁感线产生感应电流的情况。

注意:“切割”就像用镰刀割麦子一样确实要切割。如图 4.3.4 所示,闭合电路的一部分导体在磁场中向下运动,实际上并不切割磁感线。

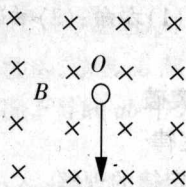


图 4.3.4

例 1 如图 4.3.5 所示,长直导线中的电流 I 向上,当 I 减小时,判断矩形线圈中感应电流的方向。



图 4.3.5

【解析】 第 1 步,判断原磁场的方向。根据安培定则,可知矩形线圈中的磁场方向向里;

第 2 步,判断穿过矩形线圈的磁通量的变化。长直导线中的电流 I 减小时,磁场也减弱,穿过矩形线圈的磁通量减少;

第 3 步,根据楞次定律,矩形线圈中产生的感应电流的磁场与原磁场方向相同,垂直平面向里;

第 4 步,根据安培定则,矩形线圈中产生的感应电流的方向为顺时针方向。



名师点拨

解决此类问题的切入点是找出“原磁场”的方向及它在回路中的“磁通量的变化”,关键点是根据楞次定律确定两个磁场之间的“方向关系”。

例 2 (1)判断通电导体 AB 在如图 4.3.6 所示的匀强磁场中运动时产生感应电流的方向。

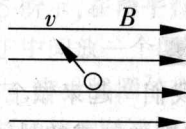


图 4.3.6

(2)部分导体 AB 在匀强磁场中垂直切割磁感线时感应电流的方向如图 4.3.7 所示,判定 AB 的运动方向。

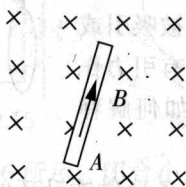


图 4.3.7

【解析】 (1)让右手手心迎着磁感线,大拇指指向 v 。此时四指所指的方向就是电流方向,即图 4.3.7 中的电流方向垂直纸面向里。

(2)让右手手心迎着磁感线,让四指指向已知的电流方向,此时伸开大拇指,其指向就是导体的运动方向,所以图 4.3.7 中的运动方向为垂直 AB 斜向上。



名师点拨

用右手定则判断磁场方向、电流方向、运动方向三者关系时,重要的是要保证“四指”切割磁感线,否则导线中无电流产生。

同步训练

A 组

- 根据楞次定律可知感应电流的磁场一定 ()
A. 阻碍引起感应电流的磁通量
B. 与引起感应电流的磁场反向
C. 阻碍引起感应电流的磁通量的变化
D. 与引起感应电流的磁场方向相同
- 处在磁场中的一闭合线圈,若没有产生感应电流,则可以判定 ()
A. 线圈没有在磁场中运动
B. 线圈没有做切割磁感线运动
C. 磁场没有发生变化
D. 穿过线圈的磁通量没有发生变化
- 如图 4.3.8 所示,当磁铁在图示位置附近运动时,流过电阻的电流由 A 经 R 到 B,则磁铁的运动可能是 ()
A. 向下运动
B. 向上运动
C. 向左平移
D. 向右平移

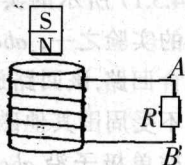


图 4.3.8

- 如图 4.3.9 所示,矩形线框以恒定速度 v 通过匀强有界磁场,则在整个过程中,以下说法正确的是: ()
A. 线框中的感应电流方向是先逆时针方向,后顺时针方向
B. 线框中的感应电流方向是先顺时针方向,后逆时针方向
C. 线框进入磁场过程中所受安培力方向向右
D. 线框离开磁场过程中所受安培力方向向右

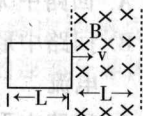


图 4.3.9

- 如图 4.3.10 所示,一水平放置的圆形通电线圈 1 固定,另一较小的圆形线圈 2 从线圈 1 的正上方下落,在下落过程中两线圈平面始终保持平行且共轴,则线圈 2 从线圈 1 的正上方下落到正下方过程中,从上任往下看,线圈 2 中 ()
A. 无感应电流

B. 始终有顺时针方向的感应电流

C. 先是顺时针方向,后是逆时针方向的感应电流

D. 先是逆时针方向,后是顺时针方向的感应电流

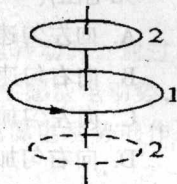


图 4.3.10

- 如图 4.3.11 所示,圆形金属环竖直固定穿套在光滑的水平导轨上,条形磁铁沿导轨以初速度 v 向圆环运动,其磁铁的轴线过圆环的圆心,则磁铁在穿过圆环之前和穿过圆环以后分别做什么运动 ()
A. 加速 加速
B. 加速 减速
C. 减速 减速
D. 减速 加速

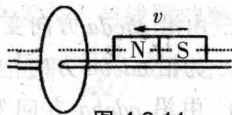


图 4.3.11

- 如图 4.3.12 所示,已知线圈中的感应电流的方向,试判断条形磁铁是向上运动,还是向下运动?

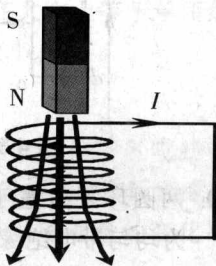


图 4.3.12

B 组

- 如图 4.3.13 所示, T 是绕有两组线圈的闭合铁芯,铁圈的绕向如图所示; D 是理想的二极管,金属棒 ab 可在两条平行的金属导轨上沿导轨滑行,磁场方向垂直纸面向里。若电流计 G 中有电流通过,则 ab 棒的运动可能是 (除 ab 棒有电阻外,其余部分

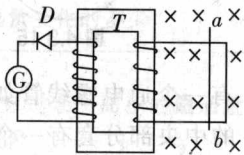


图 4.3.13

无电阻)()

- A. 向左匀速运动
- B. 向右匀速运动
- C. 向左匀加速运动
- D. 向右匀加速运动

9. 如图 4.3.14 所示, 平行的长直导线 P 、 Q 中通过同方向、同强度的电流 I , 矩形导线框 $abcd$ 与 P 、 Q 处在同一平面上, 从图示中的位置 I 向右匀速运动到位置 II, 在这一过程中线框中的电流方向()

- A. 沿 $abcd$ 方向不变
- B. 沿 $adcba$ 方向不变
- C. 由沿 $abcd$ 方向变为沿 $adcba$ 方向
- D. 由沿 $adcba$ 方向变为沿 $abcd$ 方向

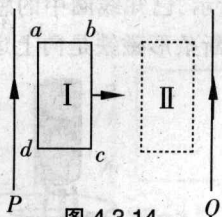


图 4.3.14

10. 两圆环 A 、 B 置于同一水平面上, 其中 A 为均匀带电绝缘环, B 为导体环, 当 A 以如图 4.3.15 所示的方向绕中心转动的角速度发生变化时, B 中产生如图 4.3.15 所示的感应电流, 则()

- A. A 可能带正电且转速减小
- B. A 可能带正电且转速增大
- C. A 可能带负电且转速减小
- D. A 可能带负电且转速增大



图 4.3.15

11. 有一个通电螺线管如图 4.3.16 所示, 在它的中央部分套有一个金属环, 当图中的开关合上时, 关于环中感应电流的方向及环

所受磁场力的方向, 下列判断中正确的是()

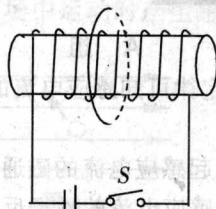


图 4.3.16

- A. 右视顺时针, 沿半径向外
- B. 右视逆时针, 沿半径向内
- C. 右视顺时针, 沿半径向内
- D. 右视逆时针, 沿半径向外

12. “磁单极子”是指只有 S 极或只有 N 极的磁性物质, 其磁感线分布类似于点电荷的电场线分布, 物理学家们长期以来一直用实验试图证实自然界中存在磁单极子, 如图 4.3.17 所示的实验就是用于检测磁单极子的实验之一, $abcd$ 为用超导材料围成的闭合回路, 该回路放置在防磁装置中, 可认为不受周围其他磁场的作用, 设想有一个 N 极磁单极子沿 $abcd$ 轴线从左向右穿过超导回路, 那么在回路中可能发生的现象是()

- A. 回路中无感应电流
- B. 回路中形成持续的 $abcd$ 流向的感应电流
- C. 回路中形成持续的 $adcba$ 流向的感应电流
- D. 回路中形成先 $abcd$ 流向后 $adcba$ 的感应电流

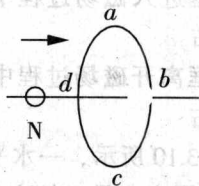


图 4.3.17

第四节 法拉第电磁感应定律

思维探究

我国已经制定了登月计划。假如宇航员登月后想探测一下月球表面是否有磁场,如何判断?他手边有一只灵敏电流表和一个线圈。

【提示】将电流表与线圈组成闭合回路,使线圈沿某一方向运动,如电流表有示数,则说明线圈中磁通量发生了变化,即可确定线圈所在处有磁场存在。将电流表与线圈组成闭合回路,使线圈在某一平面内沿各个方向运动时,如月球表面存在匀强磁场或无磁场,则线圈中磁通量没有变化,回路中没有感应电流,电流表没有示数。只有将线圈放在月球表面转动时,电流表始终没有示数,才可判断月球表面无磁场。

学法引导

一、基础知识梳理

(一)感应电动势

1. 由_____现象而产生的电动势叫做感应电动势,是_____ (填矢量或标量),其单位是_____。

2. _____就是由回路中的感应电动势产生的,产生感应电动势的那部分导体相当于_____。

(二)法拉第电磁感应定律

3. 电路中感应电动势的大小,跟穿过这一电路的_____成正比。

4. 表达式_____。

5. 若闭合电路是一个匝数为 n 的线圈,这样的电路感应电动势的大小为_____。

(三)导体切割磁感线时的感应电动势

6. 若导体垂直切割磁感线,如图 4.4.1 所示,则感应电动势的表达式_____。

7. 若导体不是垂直切割磁感线,但与磁感线方向形成夹角 θ ,如图 4.4.1 所示,则感应电动势的表达式为_____。

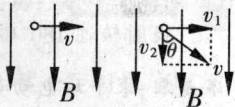


图 4.4.1

(四)反电动势

8. 电动机的线圈在磁场里转动时,通过线圈平面的磁通量发生变化产生感应电动势,这个电动势总是要_____电源电动势的作用,通常把这个电动势叫做_____。

【答】1. 电磁感应,标量,伏特(V) 2. 感应电流,电源 3. 磁通量的变化率 4. $E = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$

5. $E = n \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ 6. $E = BLv$ 7. $E = BLv \sin\theta$ 8.

削弱,反电动势

二、重难点突破

1. E 的大小与 Φ 无关,与线圈的匝数 n 成正比,与磁通量的变化率 $\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ 成正比。

2. 不管电路是否闭合,只要穿过电路的磁通量发生变化,就会产生感应电动势,若电路是闭合的,就会有感应电流产生。

3. 磁通量的变化率在大小上等于单匝线圈产生的感应电动势的大小。

解题指导

【例1】感应电动势的大小跟穿过电路的磁通量的变化率成正比。怎样理解和区别磁通量 Φ 、磁通量变化量 $\Delta\Phi$ 及磁通量的变化率 $\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$?

【解析】比较和区别磁通量 Φ 、磁通量变化量 $\Delta\Phi$ 及磁通量的变化率 $\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$,见表 4.4.1。

表 4.4.1

物理量	物理意义
磁通量 Φ	表示在某个位置或某个时刻穿过某一面积的磁感线条数的多少
磁通量变化量 $\Delta\Phi$	表示在某一过程中穿过某一面积磁通量变化的多少
磁通量的变化率 $\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$	表示穿过某一面积的磁通量变化的快慢



名师点拨

穿过一个平面的磁通量大,磁通量变化量不一定大,磁通量变化率也不一定大;变化量是一个与变化过程有关的量,往往不能反映事物的本质,而变化率往往有确定的物理意义,能反映事物的属性和本质。

例2 如图4.4.2所示,一个正方形线圈共有 $n=10$ 匝,每边长 $L=10\text{cm}$,所用导线每米长的阻值 $R_0=2\Omega$,一个范围较大的匀强磁场与线圈平面垂直,当磁场以 0.5T/s 均匀增大时,在线圈导线中的电流有多大?

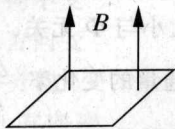


图 4.4.2

【解析】 根据法拉第电磁感应定律:

$$E=n\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}=nL^2\frac{\Delta B}{\Delta t}, \text{ 线圈的电阻 } R=n\cdot 4LR_0,$$

根据闭合电路欧姆定律,有:

$$I=\frac{E}{R}=\frac{nL^2\frac{\Delta B}{\Delta t}}{n\cdot 4LR_0}=\frac{L}{4R_0}\cdot\frac{\Delta B}{\Delta t}=\frac{0.1}{4\times 2}\times 0.5\text{A}=6.25\times 10^{-3}\text{A}$$



名师点拨

题中 0.5T/s 指的是磁感应强度的变化率 $\frac{\Delta B}{\Delta t}$,而不是磁通量的变化率,这一点应注意区分,弄清其物理意义。线圈相当于电源,自成回路,所以闭合电路中欧姆定律仍然成立。

例3 如图4.4.3(a)所示,在磁感应强度为 0.2T 的匀强磁场中,有一长为 0.5m 的导体 AB 在金属框架上以 10m/s 的速度向右滑动, $R_1=R_2=20\Omega$,其他电阻不计,则流过 AB 的电流是_____。

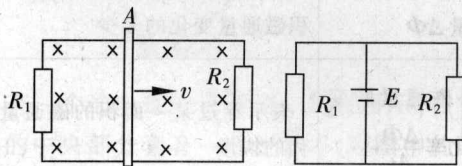


图 4.4.3

【解析】 AB 切割磁感线相当于电源,其等效电路如图4.4.3(b)所示,

$$E_{AB}=BLv=0.2\times 0.5\times 10\text{V}=1\text{V}$$

$$I_{AB}=\frac{E_{AB}}{\frac{R_1R_2}{R_1+R_2}}=0.1\text{A}$$



名师点拨

切割磁感线的导体 AB 相当于电源, R_1 、 R_2 是外电阻,构成全电路。画出等效电路是电路计算的前提。

例4 如图4.4.4所示,矩形线圈的匝数 $n=100$ 匝, ab 边的边长 $L_1=0.4\text{m}$, bc 边的边长 $L_2=0.2\text{m}$,在磁感应强度 $B=0.1\text{T}$ 的匀强磁场中绕 OO' 以角速度 $\omega=100\pi\text{rad/s}$ 匀速转动,从图4.4.4所示位置开始,转过 180° 的过程中,线圈中的平均电动势多大?若线圈闭合,回路的总电阻 $R=40\Omega$,则此过程中通过线圈导线某一截面的电荷量有多少?

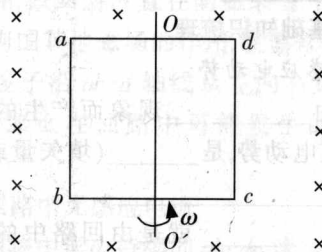


图 4.4.4

【解析】 (1)在转过 180° 的过程中,磁通量的变化量为 $\Delta\Phi=2BS=2BL_1L_2$,所用的时间 $\Delta t=\frac{T}{2}=\frac{\pi}{\omega}$,由法拉第电磁感应定律得这一过程中的平均电动势为:

$$E=n\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}=100\times 2\times 0.1\times 0.4\times 0.2\times \frac{100\pi}{\pi}\text{V}=160\text{V}$$

(2)该过程通过导体某一截面的电荷量为:

$$q=I\cdot\Delta t=\frac{E}{R}\cdot\Delta t=\frac{n\Delta\Phi}{R}=\frac{2BL_1L_2n}{R}=4\times 10^{-2}\text{C}$$



名师点拨

线圈转过 180° 磁通量的变化量为 $2BS$,而不是零;求平均电动势用 $E=n\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ 。