

丛书主编/王后雄



考点

同步解读

高中物理 选修3-2

本册主编/漆应阶

考点分类精讲 方法视窗导引

Kaodian

Tongbu Jiedu

防错档案预警 题型优化测训

紧扣课标，直击高考，突破难点，解析疑点，化整为零，各个击破，
点线面全方位建构“同步考点”攻略平台。

由“母题”发散“子题”，理顺“一个题”与“多个题”的关系，
寻找“一类题”在思维方法和解题技巧上的“共性”，通吃“千张纸”，
万道题”，实现知识“内化”，促成能力“迁移”。



华中师范大学出版社
Huazhong Normal University Press

Kaodian

Tongbu Jiedu

丛书主编/王后雄



考点

同步解读

高中物理选修 3-2

丛书主编/漆应阶

随书赠送 **4** 套试卷



新课标
Xinkebiao



华中师范大学出版社
Huazhong Normal University Press

新出图证(鄂)字 10 号

图书在版编目(CIP)数据

考点同步解读 高中物理选修3-2 / 丛书主编:王后雄 本册主编:漆应阶

—武汉:华中师范大学出版社,2011.9 (2011.12重印)

ISBN 978-7-5622-5172-9

I. ①同… II. ①王… ②漆… 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 154793 号

考点同步解读 高中物理选修3-2

丛书主编:王后雄

本册主编:漆应阶

责任编辑:胡小忠

责任校对:万春春

封面设计:甘 英

选题设计: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

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

传真:027-67865347

邮购:027-67861321

网址:<http://www.ccnpublish.com>

电子信箱:hscbs@public.wh.hb.cn

印刷:湖北恒泰印务有限公司

督印:章光琼

字数:383 千字

开本:889mm×1194mm 1/16

印张:12.75

版次:2011 年 9 月第 1 版

印次:2011 年 12 月第 3 次印刷

定价:25.80 元

欢迎上网查询、购书

若发现盗版书,请打举报电话 027-67861321。

《考点同步解读》使用图解

第四章 电磁感应

第1讲 划时代的发现 探究电磁感应的产生条件

考点解读

呈现新课标内容要素,锁定不同版本教材要求,指明学习和考试的具体考点及目标。

学法导引

注重学法点拨和考试方法的指导,揭示学习的重点和难点,探讨考试命题的规律。

考点精讲

考点分类,核心总结,重点难点各个击破,典例创新导引,首创分类解析导解模式。

变式跟踪

案例学习迁移,母题多向发散,预测高考可考变式题型,层层剖析,深入变式训练。

超级链接

最佳导学模式,学案式名师点津。难点突破、防错档案、规律清单革新传统学习模式。

考点解读

学法导引

1. 了解电磁感应现象的发展过程,体会人类探索自然规律的科学态度和科学精神。
2. 知道磁通量的定义,理解 $\Phi = BS$ 的适用条件,能运用该公式进行简单情形下磁通量的计算。
3. 理解磁通量变化量的意义,知道引起磁通量变化常见的几种形式。

在本讲的学习中,首先应认真仔细地阅读课本内容,了解电磁感应现象被发现的相关史实和历史意义,记住产生电磁感应现象的条件,知道常见磁体的磁感线分布特点。

学习时,应亲自动手实验,加深对感应电流产生条件的理解。

考点分类精讲

考点1 电磁感应现象的发现史

核心总结

1. 奥斯特发现“电生磁”。1820年4月的一次实验中,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。电流磁效应的发现,使人们对电和磁有了新的认识,同时也掀起了一场研究“电和磁”关系的革命。
2. 法拉第心系“磁生电”。电流磁效应的发现引起了人们对此的普遍思考:既然电流能引起磁针的运动,那么为什么不能用磁铁使导线中产生电流呢?1831年,英国物理学家法拉第发现了电磁感应现象,即“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、运动的磁铁、在磁场中运动的导体。

◎例题1 (2007,广东高考)许多科学家在物理学发展过程中作出了重要贡献,下列表述中正确的是()。

- A. 卡文迪许测出引力常量
B. 法拉第发现电磁感应现象
C. 安培提出了磁场对运动电荷的作用力公式
D. 库仑总结并确认了真空中两个静止点电荷之间的相互作用规律

【解析】考查物理学史上的重要事件。卡文迪许通过测量几个铅球之间的万有引力,得到了万有引力常量,A正确;法拉第发现了磁能产生电,即电磁感应现象,B正确;洛伦兹研究得出了磁场对运动电荷的作用力公式,C不正确;库仑总结并确认了真空中两个静止点电荷之间的相互作用规律,得到了库仑定律,D正确。

【答案】A、B、D

【变式1-1】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

难点突破

电流磁效应发现的意义

(1) 电流磁效应的发现证实了电和磁存在着必然的联系,突破了人类对电和磁认识的局限性。

(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产生的磁场,提出了判断电流产生磁场方向的右手螺旋定则。

防错档案

1. 注意另一种“有效面积”的理解

当线圈面积大于磁场的面积时,有效面积以磁场面积为准,如图1-6所示,若闭合线圈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是指闭合回路中包含磁场的部分“有效面积”。

方法视窗

法拉第把产生电流的原因概括为五类:

题型优化测训

学业水平测试

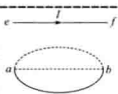
1. [考点2] 如图所示,大圆导线环A中通有电流,方向如图所示,另在导线环所在平面画一个圆B,它的一半面积在A环内,另一半面积在A环外,则穿过B圆内的磁通量()。
A. 为零 B. 垂直向里
C. 垂直向外 D. 条件不足,无法判断
2. [考点2,3] (2007,十堰测试)如图所示,通电螺线管水平固定,OO'为其轴线,a、b、c三点在该轴线上,在这三点处各放一个完全相同的小圆环,且圆环平面垂直于OO'轴,则关于这三



第1题图

高考水平测试

1. [考点3,4] (2009,广州期末测试)如图1所示,ab是水平面上的一个圆的直径,在过ab的竖直平面内有一根通有电流I的导线ef,已知ef平行于ab,当ef垂直向上平移时,电流磁场穿过圆的磁通量将()。
A. 逐渐增大 B. 逐渐减小
C. 始终为零 D. 不为零,但保持不变
2. [考点3,4] (2008,武汉月考)如图所示,金属裸导线abcd



第1题图

高考真题赏析

1. (2011,海南)自然界的电、热和磁等现象都是相互联系的,很多物理学家为寻找它们之间的联系做出了贡献。下列说法正确的是()。
A. 奥斯特发现了电流的磁效应,揭示了电现象和磁现象之间的联系
B. 欧姆发现了欧姆定律,说明了热现象和电现象之间存在联系
C. 法拉第发现了电磁感应现象,揭示了磁现象和电现象之间的联系

- D. 焦耳发现了电流的热效应,定量得出了电能和热能之间的转换关系
【答案】A、C、D
2. (2011,上海)在“研究回路中感应电动势大小与磁通量变化快慢的关系”实验[见图(a)]中,得到E-1/Δt图线如图(b)所示。
(1) (多选题)在实验中需保持不变的有()。
A. 挡光片的宽度 B. 小车的释放位置
C. 导轨倾斜的角度 D. 光电门的位置

参考答案与提示

第四章 电磁感应

第1讲 划时代的发现 探究电磁感应的产生条件

【变式1-1】 B [磁场对电流产生力的作用属于通电导线在磁场中的受力情况,而在通电螺线管中的软铁棒被磁化属于电流的磁效应;电流周围产生磁场属于电流的磁效应;而变化的磁场使闭合电路中产生电流属于电磁感应现象,故正确答案为B。]

【变式2-1】 B、D

【变式2-2】 B [当a中有电流通过时,穿过a、b、c三个闭合线圈的向里的磁感线条数一样多,向外的磁感线条数c最多,其次是b,a中没有向外磁感线,因此,根据合磁通量的计算,应该是: $\Phi_c > \Phi_b > \Phi_a$ 。]
【变式3-1】 $-BS(\cos\theta + \sin\theta)$ [磁通量由磁感强度在垂直于线圈面向上的分量决定,开始时B与线圈平面成 θ 角,磁通量 $\Phi = BS\sin\theta$;线圈按逆时针方向转动时,磁通量减少,当转动 90° 角时,磁通量变为“负”值 $\Phi = -BS\cos\theta$ 。]

优化测训

立足教材,夯实基础,习题层级清晰,与同步考试接轨,查漏补缺。

解题依据

首创解题线索助学模式。当你解题失误或解题缺乏思路时,解题依据教你回归考点知识和例题启示。

真题赏析

精选高考名题,再现考点真题,讲解精准干练,体验真题魅力,感悟高考真谛。

答案提示

提示解题思路,突破解析模式,规范标准答案,全程帮助你对照思路、比照答案、减少失误、赢得高分。

考点同步解读 高中物理选修3-2

编 委 会

丛书主编:王后雄

本册主编:漆应阶

编 委:王春旺

包卫华

王强芳

阮先益

王忠安

包建明

郭建荣

何志云

汪 芳

吴元清

汪建军

彭 芳

谢 春

曾若依



CONTENTS

第四章 电磁感应

第1讲 划时代的发现 探究电磁感应的产生条件

- 考点1 电磁感应现象的发现史/1
- 考点2 磁通量/2
- 考点3 确定磁通量的变化/3
- 考点4 感应电流有无的判断/4
- 考点5 电磁感应现象中的能量转化/5
- 考点6 电磁感应现象的实验探究/5

第2讲 法拉第电磁感应定律

- 考点1 感应电动势和感应电流产生条件的理解/9
- 考点2 法拉第电磁感应定律/10
- 考点3 Φ 、 $\Delta\Phi$ 与 $\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ 的区别/11
- 考点4 导体运动产生电动势的求解/13
- 考点5 感应电荷量的求解/14
- 考点6 公式 $E=n\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ 与 $E=BLv\sin\theta$ 的选择原则/15
- 考点7 电磁感应中导体两端电压的求解/16

第3讲 探究感应电流的方向 楞次定律

- 考点1 右手定则/21
- 考点2 探究楞次定律的实验/22
- 考点3 楞次定律/24
- 考点4 楞次定律、左手定则、安培定则的综合应用/25
- 考点5 对“阻碍”含义的理解——阻碍导体的相对运动/26
- 考点6 对“阻碍”含义的理解——使回路面积有扩大或缩小的趋势/27

第4讲 电磁感应定律的应用(一)

- 考点1 法拉第电机的原理/33

- 考点2 电磁感应现象中的电路问题/34

- 考点3 电磁感应现象中的力与运动的关系/35

- 考点4 电磁感应现象中的力电综合问题/36

第5讲 电磁感应定律的应用(二)

- 考点1 电磁感应现象中的图象问题/43
- 考点2 电磁感应现象中的能量问题/44
- 考点3 电磁感应在现代科技中的应用/46

第6讲 互感、自感及其应用

- 考点1 互感现象的理解/53
- 考点2 自感电动势方向的判断/54
- 考点3 通电自感和断电自感现象的分析/55
- 考点4 自感现象中的图象问题/55
- 考点5 通、断电时灯泡的亮度变化问题/56
- 考点6 线圈对两种电流的阻碍作用不同/57
- 考点7 日光灯的原理与结构/58

第7讲 感生电动势、动生电动势 涡流

- 考点1 感应电场与感生电动势/62
- 考点2 动生电动势/63
- 考点3 直流电动机模型与反电动势/64
- 考点4 电磁驱动和电磁阻尼/65
- 考点5 涡流现象的利用与防止/66

第8讲 电磁感应定律的综合

- 考点1 电磁感应定律中电动势的计算/71
- 考点2 电磁感应定律中的力学问题/73
- 考点3 电磁感应定律中的电路问题/74
- 考点4 电磁感应定律中的能量转化问题/75
- 考点5 电磁感应定律中的图象问题/76

第五章 交变电流

第9讲 交变电流的产生

- 考点1 交变电流的理解/82
- 考点2 正弦交变电流的产生原理/83
- 考点3 正弦交变电流的变化规律/84
- 考点4 中性面的理解/85
- 考点5 交变电流图象的理解/86

第10讲 描述交变电流的物理量

- 考点1 交变电流有效值的计算/91
- 考点2 描述交变电流的物理量/92
- 考点3 交变电流“四值”的应用/94
- 考点4 交变电路的综合问题/95

第11讲 电感和电容对交变电流的影响

- 考点1 电感对交变电流的阻碍作用/99
- 考点2 电容器对交变电流的阻碍作用/100
- 考点3 电阻、电感、电容对交变电流作用的综合分析/101
- 考点4 电感和电容在电子技术中的应用/102

第12讲 变压器

- 考点1 变压器的工作原理/106
- 考点2 理想变压器变压、变流规律的应用/107
- 考点3 有多组副线圈的变压器的变压、变流规律的应用/108
- 考点4 对理想变压器变压比中 U_1 的理解/109
- 考点5 理想变压器的动态分析/110
- 考点6 互感器的原理与应用/111
- 考点7 变压器与分压器的区别/111

第13讲 电能的输送

- 考点1 输电线路上的电压损失和电功率损失的分析/118

考点2 远距离输电的基本原理/119

考点3 远距离输电问题的求解/120

第14讲 交变电流的综合应用

- 考点1 交流电的“四值”在不同条件下的应用/125
- 考点2 变压器的计算和动态分析/126
- 考点3 变压器的综合应用/127
- 考点4 交变电流和力学的综合问题/128

第六章 传感器

第15讲 传感器及其工作原理

- 考点1 传感器/132
- 考点2 热敏电阻和金属热电阻/134
- 考点3 光敏电阻的特性与应用/135
- 考点4 电容式传感器的原理和应用/135
- 考点5 霍尔元件的特性/137

第16讲 传感器的应用

- 考点1 温度传感器的应用/140
- 考点2 压力传感器的应用/141
- 考点3 声传感器的应用/142
- 考点4 敏感元件特性的测定/143

第17讲 实验:传感器的应用

- 考点1 光传感器的应用/149
- 考点2 低压控制电路的设计/150

答案与提示

第四章 电磁感应

第1讲 划时代的发现 探究电磁感应的产生条件

考点解读

1. 了解电磁感应现象的发展过程,体会人类探索自然规律的科学态度和科学精神.
2. 知道磁通量的定义,理解 $\Phi=BS$ 的适用条件,能运用该公式进行简单情形下磁通量的计算.
3. 理解磁通量变化量的意义,知道引起磁通量变化常见的几种形式.
4. 通过实验,探究和理解感应电流的产生条件.
5. 能够运用感应电流的产生条件判断感应电流能否产生.

学法导引

在本讲的学习中,首先应认真详细地阅读课本内容,了解电磁感应现象被发现的相关史实和历史意义,记住产生电磁感应现象的条件,知道常见磁体的磁感线分布特点.

学习时,应亲自动手实验,加深对感应电流产生条件的理解.培养空间想象能力,通过适量的例题学习和训练题的强化练习,熟练掌握感应电流产生的条件并能在较复杂的情形中加以运用,学习时可采用比较法、表格法,以加深理解和加强记忆.

考点分类精讲

考点1 电磁感应现象的发现史

核心总结

1. 奥斯特梦圆“电生磁”.1820年4月的一次实验中,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.电流磁效应的发现,使人们对电和磁有了新的认识,同时也掀起了一场研究“电和磁”关系的革命.

2. 法拉第心系“磁生电”.电流磁效应的发现引起了人们对此的普遍思考:既然电流能引起磁针的运动,那么为什么不能用磁铁使导线中产生电流呢?1831年,英国物理学家法拉第发现了电磁感应现象,即“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、运动的磁铁、在磁场中运动的导体.

3. 电磁感应现象发现的意义:①电磁感应现象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电磁感应现象的发现使人们找到了“磁生电”的条件,开辟了人类的电气化时代.

● 考题1 (2007,广东高考)许多科学家在物理学发展过程中作出了重要贡献.下列表述中正确的是().

- A. 卡文迪许测出引力常量
- B. 法拉第发现电磁感应现象
- C. 安培提出了磁场对运动电荷的作用力公式
- D. 库仑总结并确认了真空中两个静止点电荷之间的相互作用规律

【解析】 考查物理学史上的重要事件.卡文迪许通过测量几个铅球之间的万有引力,得到了万有引力常量,A正确;法拉第发现了磁能产生电,即电磁感应现象,B正确;洛伦兹研究得出了磁场对运动电荷的作用力公式,C不正确;库仑总结并确认了真空中两个静止点电荷之间的相互作用规律,得到了库仑定律,D

● 难点突破

电流磁效应发现的意义

(1)电流磁效应的发现证实了电和磁存在着必然的联系,突破了人类对电和磁认识的局限性.

(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产生的磁场,提出了判断电流产生磁场方向的右手螺旋定则,并提出了著名的“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”这一光辉思想的指导下,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,发现了电磁感应现象,同时也宣告了一门新的学科——电磁学的诞生.

正确.

【答案】 A、B、D

【变式 1-1】 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

考点 2 磁通量

核 心 总 结

1. 磁通量的定义是 $\Phi = BS$, S 指垂直于磁感应强度 B 方向的投影面积, 使用公式 $\Phi = BS$, 要求 B 与 S 相垂直, 如果不垂直, 须代入投影面积.

2. 磁通量反映的是穿过某一面积的磁感线的条数.

3. Φ 不是矢量, 但有正、负之分. 某面积的磁通量是指总磁通量.

4. 磁通量的计算

(1) B 与 S 垂直时: $\Phi = BS$.

B 指匀强磁场的磁感应强度, S 为线圈的面积.

(2) B 与 S 不垂直时, 如图 1-1 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 , 则穿过平面 $abcd$ 的磁通量

$$\Phi = B \cdot S \cos \theta = BS_{\perp},$$

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

(3) 某面积内有不同方向的磁场时: 分别计算不同方向磁场的磁通量, 然后规定某个方向的磁通量为正, 反方向的磁通量为负, 求其代数和.

(4) 磁通量的大小与线圈匝数无关.

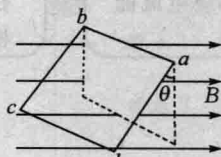


图 1-1

● 难点突破

Φ 不是矢量, 但有正负之分, 若磁感线从该面进入为正, 则从该面穿出为负, 某面的磁通量是指总磁通量, 进行代数运算时必须代入符号.

如图 1-3 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. 若从上下往下看, 则穿过环 a 、 b 的磁感线如图 1-4 所示, 磁感线有进有出, 相互抵消后, 即 $\Phi_a = \Phi_{\text{进}} - \Phi_{\text{出}}$, $\Phi_b = \Phi_{\text{进}}' - \Phi_{\text{出}}'$, 得 $\Phi_a > \Phi_b$, 由此可知, 若有像图 1-3 所示的磁场, 在求磁通量时要按求代数和的方法求总的磁通量.

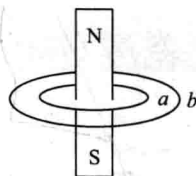


图 1-3

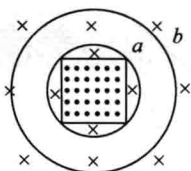


图 1-4

● 防错档案

1. 注意另一种“有效面积”的理解

当线圈面积大于磁场面积时, 有效面积将以磁场面积为准. 如图 1-6 所示, 若闭合线圈 $abcd$ 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 应是指闭合回路中包含磁场的那部分“有效面积”.

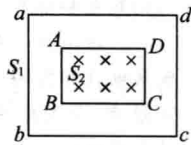


图 1-6

2. 线圈为多匝时, 不影响磁通量的计算, 因为穿过线圈的磁感线的条数不受匝数影响, 即磁通量与线圈匝数无关.

● 考题 2 (2010, 黄冈一致训练) 如图 1-2 所示, 四面体 $OABC$ 处在沿 Ox 方向的匀强磁场中, 下列关于磁场穿过各个面的磁通量的说法中正确的是().

- A. 穿过 AOB 面的磁通量为零
- B. 穿过 ABC 面和 BOC 面的磁通量相等
- C. 穿过 AOC 面的磁通量为零
- D. 穿过 ABC 面的磁通量大于穿过 BOC 面的磁通量

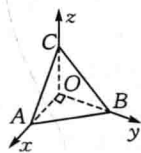


图 1-2

【解析】 匀强磁场沿 Ox 方向没有磁感线穿过 AOB 面、 AOC 面, 所以磁通量为零, 故 A、C 正确; 在穿过 ABC 面时, 磁场方向和 ABC 面不垂直, 考虑夹角后发现, ABC 面在垂直于磁感线方向上的投影就是 BOC 面, 所以穿过二者的磁通量相等, 故 B 正确, D 错误.

【答案】 A、B、C

【变式 2-1】 关于磁通量的概念, 下列说法中正确的是().

- A. 磁感应强度越大的地方, 穿过线圈的磁通量也越大
- B. 穿过线圈的磁通量为零, 该处的磁感应强度不一定为零
- C. 磁感应强度越大、线圈面积越大, 则磁通量越大
- D. 穿过线圈的磁通量大小可用穿过线圈的磁感线条数来衡量

【变式 2-2】 如图 1-5 所示, a 、 b 、 c 三个闭合线圈放在同一平面内, 当线圈 a 中有电流 I 通过时, 它们的磁通量分别为 Φ_a 、 Φ_b 、 Φ_c , 下列说法中正确的是().

- A. $\Phi_a < \Phi_b < \Phi_c$
- B. $\Phi_a > \Phi_b > \Phi_c$
- C. $\Phi_a < \Phi_c < \Phi_b$
- D. $\Phi_a > \Phi_c > \Phi_b$

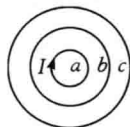


图 1-5

考点3 确定磁通量的变化

核 心 总 结

磁通量变化的几种情况

根据磁通量的计算公式 $\Phi = BS \sin \theta$ (其中 θ 为闭合电路所围成的平面与磁感线之间的夹角), 决定磁通量的因素有 B 、 S 、 θ , 三者的变化都会导致磁通量的变化, 从而使闭合电路中产生感应电流.

1. 由于磁场变化而引起穿过闭合回路的磁通量发生变化, 即 S 不变, B 变化.
2. 由于闭合回路的面积 S 变化而引起磁通量发生变化, 即 B 不变, S 变化.
3. 线圈平面与磁场方向的夹角 θ 发生变化时, 即线圈在垂直于磁场方向的投影面积 $S_{\perp} = S \sin \theta$ 发生变化, 从而引起穿过线圈的磁通量发生变化, 即 B 、 S 不变, θ 变化.
4. 磁场、线圈面积都变化时, 也可引起穿过线圈的磁通量变化.

● 考题3 (2008, 南昌市期中测试题) 如图 1-7 所示, 有一垂直纸面向里的匀强磁场, $B = 0.8 \text{ T}$, 磁场有明显的圆形边界, 圆心为 O , 半径为 1 cm . 现于纸面内先后放上圆线圈 A 、 B 、 C , 圆心均处在 O 处, A 线圈半径为 1 cm , 10 匝; B 线圈的半径为 2 cm , 1 匝; C 线圈的半径为 0.5 cm , 1 匝. 求:

(1) 在 B 减为 0.4 T 的过程中, A 线圈和 B 线圈中磁通量改变多少?

(2) 在磁场转过 30° 角的过程中, C 线圈中磁通量改变多少?

【解析】 (1) 分析可知 B 线圈与 A 线圈磁通量始终一样, 故它们的改变量也一样.

$$\Delta \Phi = (B_2 - B_1) \pi r^2 = (0.4 - 0.8) \times 3.14 \times (1 \times 10^{-2})^2 \text{ Wb} \\ = -1.256 \times 10^{-4} \text{ Wb},$$

所以 A 线圈和 B 线圈中磁通量都减少 $1.256 \times 10^{-4} \text{ Wb}$.

(2) 对 C 线圈, $\Phi_1 = B \pi r'^2$, 当磁场转过 30° 时, $\Phi_2 = B \pi r'^2 \cos 30^\circ$, 故

$$\Phi_2 - \Phi_1 = B \pi r'^2 (\cos 30^\circ - 1) = 0.8 \times 3.14 \times (0.5 \times 10^{-2})^2 \times \left(\frac{\sqrt{3}}{2} - 1 \right) \text{ Wb} \\ \approx -8.4 \times 10^{-6} \text{ Wb},$$

所以 C 线圈中磁通量减少 $8.4 \times 10^{-6} \text{ Wb}$.

【变式 3-1】 面积为 S 的矩形线框 $abcd$ 处在磁感应强度为 B 的匀强磁场中, 磁场方向与线框面成 θ 角 (如图 1-9 所示), 当线框以 ab 为轴顺时针转动 90° 时, 穿过 $abcd$ 面的磁通量变化量 $\Delta \Phi =$ _____.

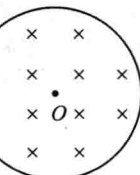


图 1-7

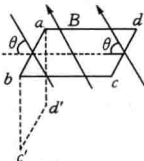


图 1-9

【变式 3-2】 图 1-10 为一水平放置的条形磁铁, 一闭合线框 $abcd$ 位于磁铁的左端, 线框平面始终与磁铁的上表面垂直, 并与磁铁的端面平齐, 当线框由图中位置 I 经过位置 II 到达位置 III 时, 线框内磁通量变化情况如何?

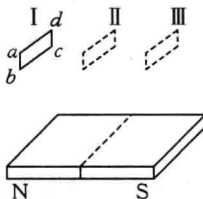


图 1-10

● 难点突破

1. 磁感应强度 B 不变, 有效面积 S 变化, 则 $\Delta \Phi = \Phi_t - \Phi_0 = B \cdot \Delta S$.

如图 1-8 所示, 金属三角形框架 MON 与导体棒 DE 构成回路, 处在匀强磁场中与磁场方向垂直, 若 $B = 0.1 \text{ T}$, DE 从 O 点出发, 向右以 1 m/s 的速度匀速运动 4 s 时, 回路中磁通量的变化

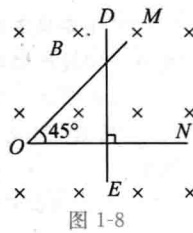


图 1-8

$$\Delta \Phi = \Phi_t - \Phi_0 = B \cdot \Delta S = 0.8 \text{ Wb}.$$

2. 磁感应强度 B 变化, 有效面积 S 不变, 则穿过回路中的磁通量的变化

$$\Delta \Phi = \Phi_t - \Phi_0 = \Delta B \cdot S.$$

在图 1-8 中, 若令 $S = 8 \text{ m}^2$ 保持不变, 而 B 从 0.1 T 变为 0.8 T , 则穿过回路的磁通量的变化 $\Delta \Phi = \Phi_t - \Phi_0 = \Delta B \cdot S = 5.6 \text{ Wb}$.

3. 磁感应强度 B 和回路面积 S 同时发生变化的情况, 则 $\Delta \Phi = \Phi_t - \Phi_0 \neq \Delta B \cdot \Delta S$.

在图 1-8 中, 若回路面积从 $S_0 = 8 \text{ m}^2$ 变为 $S_t = 18 \text{ m}^2$, 磁感应强度 B 同时从 $B_0 = 0.1 \text{ T}$ 变为 $B_t = 0.8 \text{ T}$, 则回路中的磁通量的变化 $\Delta \Phi = \Phi_t - \Phi_0 = B_t S_t - B_0 S_0 = 13.6 \text{ Wb}$.

若认为 $\Delta \Phi = \Delta B \cdot \Delta S$, 则 $\Delta \Phi = 7.0 \text{ Wb}$, 则与上式结果不相等, 故不能认为 $\Delta \Phi = \Delta B \cdot \Delta S$.

● 防错档案

1. 当磁感应强度 B 和回路面积均变化时, 切不可用 $\Delta \Phi = \Delta B \cdot \Delta S$ 求磁通量的变化量, 而只能用定义式 $\Delta \Phi = \Phi_t - \Phi_0$ 求解.

2. 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, 不必去考虑线圈匝数 n .

3. 线圈的面积不变, 仅磁感应强度反向时, 磁通量的变化量 $\Delta \Phi = 2\Phi_0$ 而不是零.

考点4 感应电流有无的判断

核心总结

1. 判断电磁感应现象中是否产生了感应电流, 必须紧扣两个条件: 一是回路是否闭合, 二是回路的磁通量是否发生变化, 二者缺一不可。

2. 应用条件判断是否产生感应电流的步骤

首先要确定磁场的分布, 明确初始状态穿过闭合电路磁通量的情况, 其次要分析穿过线圈的磁通量是否变化。

3. 在做这类题时应注意:

(1) 熟记条形磁铁和蹄形磁铁内、外磁感线分布的立体形状是解决问题的基础。

(2) 利用磁感线判断磁通量的变化: 线圈所包围的磁感线穿过线圈平面的方向相同时, 条数增加, 磁通量增加; 若穿过线圈平面的磁感线方向相反, 某一个方向是多数的磁感线条数增加, 则磁通量增加; 某一个方向是少数的磁感线条数增加, 则磁通量减少, 总之, 要用穿过线圈的磁感线的净条数的增、减判断磁通量的变化, 要用某一方向是多数的磁感线的方向作为线圈所包围的磁场的方向。

● **考题4** (2010, 安庆期末调考) 如图1-11所示, 关于闭合导线框中产生感应电流的下列说法中, 正确的是()。

A. 只要闭合导线框在磁场中做切割磁感线运动, 线框中就会产生感应电流

B. 只要闭合导线框处于变化的磁场中, 线框中就会产生感应电流

C. 图1-11所示的闭合导线框以其任何一条边为轴在磁场中转动, 都可以产生感应电流

D. 图1-11所示的闭合导线框以其对称轴 OO' 在磁场中转动, 线框中可以产生感应电流

【解析】线框在磁场中切割磁感线时, 两边产生方向相同、大小相等的感应电动势, 回路中并不产生感应电流, 因为回路的磁通量并没有变化, 例如线框从图示位置以 bc 为轴转动时不产生感应电流, 所以选项 A 不正确; 在图示的情况下, 磁场的磁感应强度 B 的大小发生变化时, 线框的磁通量并不变化, 也不产生感应电流, 所以选项 B 不正确; 在图示的情况下, 线框以 ad 为轴旋转时, 线框中磁通量也不变化, 所以选项 C 不正确; 如果以 OO' 为轴旋转, 穿过线框的磁通量发生变化, 所以线框中能产生感应电流。故正确答案为 D。

【答案】D

【变式4-1】匀强磁场区域宽为 L , 一正方形线框 $abcd$ 的边长为 l , 且 $l > L$, 线框以速度 v 通过磁场区域, 如图1-12所示, 从线框进入到完全离开磁场, 线框中没有感应电流的时间是()。

A. $\frac{l+L}{v}$

B. $\frac{l-L}{v}$

C. $\frac{l+2L}{v}$

D. $\frac{l-2L}{v}$

【变式4-2】如图1-13所示为法拉第实验装置示意图, 两个线圈分别绕在一个铁环上, 线圈 A 接直流电源, 线圈 B 接灵敏电流计, 下列情况中不可能使线圈 B 中产生感应电流的是()。

A. 将开关 S 接通或断开的瞬间

B. 开关 S 接通一段时间之后

C. 开关 S 接通后, 改变变阻器滑动触头的位置时

D. 拿走铁环, 再做这个实验, 开关 S 接通或断开的瞬间

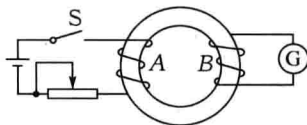


图1-13

难点突破

1. 不能认为只要有磁通量穿过闭合回路, 闭合回路中就有感应电流产生。感应电流产生的两个条件: 1. 要有闭合回路, 2. 回路内的磁通量发生变化, 二者缺一不可。

2. 电磁感应现象的实质是产生感应电动势。如果电路闭合, 则有感应电流产生; 如果电路不闭合, 则只有感应电动势而无感应电流产生。

方法视窗

在利用“切割”来讨论和判断有无感应电流时, 应该注意以下几点:

1. 导体是否将磁感线“割断”, 如果没“割断”, 就不能说明切割。如图1-14所示, (a)、(b)两图中, 导体是真“切割”, 而(c)图中, 导体没有切割磁感线。

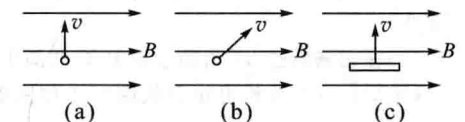


图1-14

2. 即使导体真“切割”了磁感线, 也不能保证就能产生感应电流。如图1-15(b)所示, 导线框的一部分“切割”了磁感线, 穿过线框的磁感线条数越来越少, 线框中有感应电流; 如图(c)所示, 闭合线框在非匀强磁场中运动, 切割了磁感线, 同时穿过线框的磁感线条数减少, 线框中有感应电流; 而图(a)中, 导线框虽切割了磁感线, 但穿过线框的磁感线条数没有变化, 所以, 线框中没有感应电流。

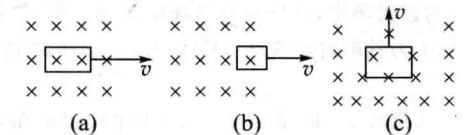


图1-15

3. 即使是闭合回路的部分导体做切割磁感线的运动, 也不能保证一定存在感应电流。

如图1-16所示, 线框 $abcd$ 的一部分在匀强磁场中上下运动, 尽管是部分切割, 但同样在线框中没有感应电流。

可见, 导体切割磁感线, 不是导体中产生感应电流的充分条件, 归根结底还是要看穿过闭合回路的磁通量是否发生变化。

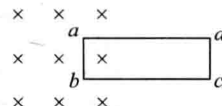


图1-16

考点5 电磁感应现象中的能量转化

核 心 总 结

一切物理过程中涉及的能量总量永远守恒,电磁感应现象中就是其他形式的能量向电能转化,其总量也一定守恒.当闭合回路中因电磁感应现象而产生了电流时,根据能量守恒,一定有其他形式的能量转化为电能.电磁感应现象所产生的电流从产生形式上划分,可分为动生电流和感生电流.在产生动生电流过程中,其能量转化过程是机械能转化为电能,而感生电流,则是磁场能转化为电能.

● 考题5 (2008,海南模拟题)甲、乙两个完全相同的铜环绕固定轴 OO' 旋转,以相同的角速度开始转动后,由于阻力,经相同的时间后停止.若将两环置于大小相同的磁感应强度为 B 的匀强磁场中,甲环转轴与磁场垂直,乙环转轴与磁场平行,如图1-17所示,当甲、乙两环同时以相同的角速度开始转动后,则下列判断中正确的是().

- A. 甲环先停
- B. 乙环先停
- C. 两环同时停下
- D. 无法判断两环停止的先后

【解析】 判断两环在磁场中转动时,有没有产生感应电流,即有无机械能向电能的转化.两环在相同的匀强磁场中旋转,由图可知甲环在旋转的过程中的磁通量是变化的,甲环产生感应电流,有部分机械能转化为电能,而乙环中的磁通量是不变的(始终为零),所以乙环中无感应电流产生,即无机械能与电能间的转化,因此甲环先停下,故A项正确.

【答案】 A

【变式5-1】 如图1-18所示,在 O 点下方有一个有理想边界的磁场,铜环在 A 点由静止释放向右摆至最高点 B ,不考虑空气阻力,则下列说法正确的是().

- A. A 、 B 两点在同一水平线
- B. A 点高于 B 点
- C. A 点低于 B 点
- D. 铜环将做等幅摆动

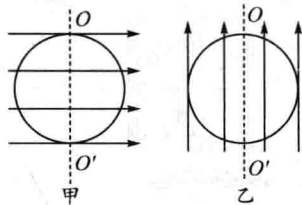


图 1-17

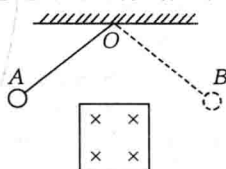


图 1-18

考点6 电磁感应现象的实验探究

核 心 总 结

法拉第把引起感应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、运动的磁铁、在磁场中运动的导体.它们都与变化和运动相联系.其实验探究有以下三个:

[实验1] 部分电路的一部分导体做切割磁感线运动,如图1-20所示,

● 难点突破

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.

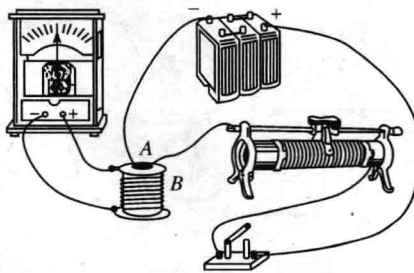


图 1-19

(2)如图1-19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.

● 方法视窗

法拉第把产生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、运动的磁铁、在磁场中运动的导体.

其中变化的磁场产生感应电流,能量转化的过程是磁场能转化为电能.而变化的电流产生感应电流,能量转化的过程是电能转化为磁场能,然后磁场能又转化为电能.而运动的恒定电流、运动的磁铁、在磁场中运动的导体产生感应电流,能量转化的过程都是机械能转化为电能.

● 难点突破

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”.

导体 AB 做切割磁感线运动时,线路中有电流产生;而导体 AB 顺着磁感线运动时,线路中无电流产生。

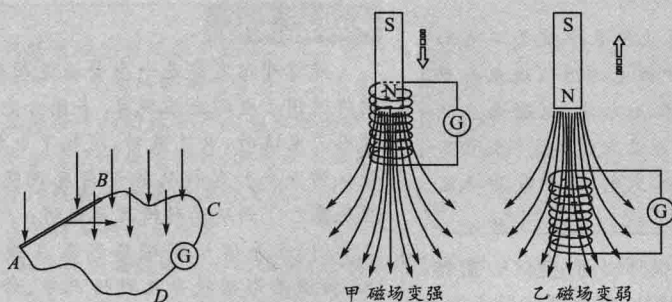


图 1-20

图 1-21

[实验 2] 磁铁在线圈中运动,如图 1-21 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。

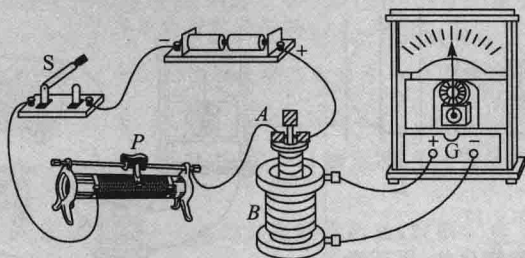


图 1-22

[实验 3] 将小螺线管 A 插入大螺线管 B 中不动,如图 1-22 所示,当开关 S 接通或断开时,电流表中有电流通过;若开关 S 一直接通,当改变滑动变阻器的阻值时,电流表中也有电流流过。

● 考题 6 (2008,海南高考)法拉第通过精心设计的一系列实验,发现了电磁感应定律,将历史上认为各自独立的学科“电学”与“磁学”联系起来。在下面几个典型的实验设计思想中,所作的推论后来被实验否定的是()。

- A. 既然磁铁可使近旁的铁块带磁,静电荷可使近旁的导体表面感应出电荷,那么静止导线上的稳恒电流也可在近旁静止的线圈中感应出电流
- B. 既然磁铁可在近旁运动的导体中感应出电动势,那么稳恒电流也可在近旁运动的线圈中感应出电流
- C. 既然运动的磁铁可在近旁静止的线圈中感应出电流,那么静止的磁铁也可在近旁运动的导体中感应出电动势
- D. 既然运动的磁铁可在近旁的导体中感应出电动势,那么运动导线上的稳恒电流也可在近旁的线圈中感应出电流

【解析】电磁感应现象的产生条件是:穿过电路的磁通量发生变化。静止导线上的稳恒电流产生恒定的磁场,静止导线周围的线圈磁通量没有发生变化,近旁静止线圈中不会有感应电流产生,A 错。而 B、C、D 三项中都会产生电磁感应现象,有感应电动势(或感应电流)产生。

【答案】A

【变式 6-1】(2008,济宁期中中考)在研究电磁感应现象的实验中所用器材如图 1-23 所示。它们是:①电流表;②直流电源;③带铁芯的线圈 A;④线圈 B;⑤开关;⑥滑动变阻器(用来控制电流以改变磁场强弱)。试按实验的要求在实物图上连线(图中已连好一根导线)。

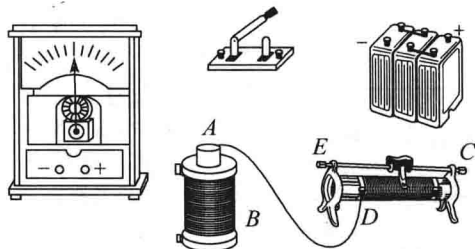


图 1-23

[实验 1]是通过导体相对磁场运动改变磁通量;

[实验 2]是磁体即磁场运动改变磁通量;

[实验 3]是通过改变电流从而改变磁场强弱,进而改变磁通量。

● 方法视窗

1. 实验前应首先查明线圈中电流的流向与电流表指针偏转方向之间的关系,判断的方法是:采用如图 1-24 所示电路,用一节干电池与电流表及线圈串

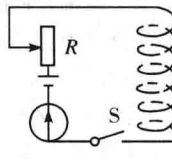


图 1-24

联,由于电流表量程较小,因此在电路中应接入限流电阻 R,电池采用旧电池,开关 S 采用瞬接触法。判断的结果作为实验中根据电流表指针偏转方向判断线圈中感应电流方向的依据。

2. 感应电流的磁场方向根据安培定则和感应电流方向判定。

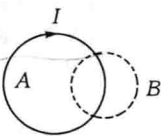
3. 磁体间的相互作用,可以将产生感应电流的线圈等效为条形磁铁,其 N、S 极可根据同名磁极相互排斥,异名磁极相互吸引判断;也可根据同向磁场相互吸引,反向磁场相互排斥判断。该结论也可作为后面学习中判断磁场间作用的依据。

若连接滑动变阻器的两根导线接在接线柱 C 和 D 上,而在开关刚刚闭合时电流表指针右偏,则开关闭合后滑动变阻器的滑动触头向接线柱 C 移动时,电流表指针将_____ (填“左偏”、“右偏”或“不偏”).

题型优化测训

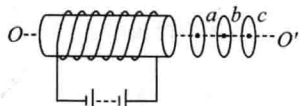
学业水平测试

1. [考点2] 如图所示,大圆导线环 A 中通有电流,方向如图所示,另在导线环所在平面画一个圆 B ,它的一半面积在 A 环内,另一半面积在 A 环外,则穿过 B 圆内的磁通量().



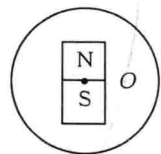
第1题图

- A. 为零
B. 垂直向里
C. 垂直向外
D. 条件不足,无法判断
2. [考点2,3] (2007,十堰测试) 如图所示,通电螺线管水平固定, OO' 为其轴线, a 、 b 、 c 三点在该轴线上,在这三点处各放一个完全相同的小圆环,且圆环平面垂直于 OO' 轴,则关于这三点的磁感强度 B_a 、 B_b 、 B_c 的大小关系及穿过三个小圆环的磁通量 Φ_a 、 Φ_b 、 Φ_c 的大小关系,下列判断正确的是().



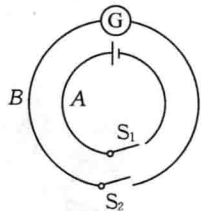
第2题图

- A. $B_a = B_b = B_c$, $\Phi_a = \Phi_b = \Phi_c$
B. $B_a > B_b > B_c$, $\Phi_a < \Phi_b < \Phi_c$
C. $B_a > B_b > B_c$, $\Phi_a > \Phi_b > \Phi_c$
D. $B_a > B_b > B_c$, $\Phi_a = \Phi_b = \Phi_c$
3. [考点3,4] 一条形磁铁与导线环在同一平面内,磁铁的中心恰与导线环的圆心重合,如图所示,为了在导线环中产生感应电流,磁铁应().



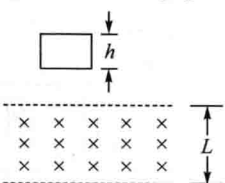
第3题图

- A. 绕垂直于纸面且过 O 点的轴转动
B. 向右平动
C. 向左平动
D. N 极向外, S 极向里转动
4. [考点3,4] 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(如图所示),下列操作及相应的结果可能实现的是().



第4题图

- ①先闭合 S_2 , 后闭合 S_1 的瞬间, 电流计指针偏转
② S_1 、 S_2 闭合后, 在断开 S_2 的瞬间, 电流计指针偏转
③先闭合 S_1 , 后闭合 S_2 的瞬间, 电流计指针偏转
④ S_1 、 S_2 闭合后, 在断开 S_1 的瞬间, 电流计指针偏转
- A. ①②
B. ②③
C. ③④
D. ①④
5. [考点5] 如图所示, 一个矩形线框从匀强磁场的上方自由落下, 进入匀强磁场中, 然后再从磁场中穿出. 已知匀强磁场区域的宽度大于线框的高度 h , 那么下列说法中正确的是().

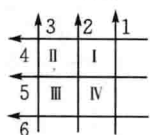


第5题图

④整个线框都在磁场中运动时, 机械能转变成电能

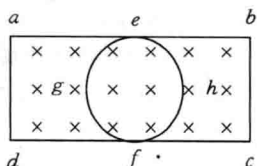
- A. ①③④
B. ①③
C. ②③④
D. ①④

6. [考点2] 六根绝缘的导线, 在同一平面内组成四个相等的正方形, 导线中通以大小相等的电流, 方向如图所示, 在这四个正方形区域中, 指向纸面内且磁通量最大的区域是().



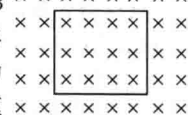
第6题图

- A. I
B. II
C. III
D. IV
7. [考点3,4] 闭合铜环与闭合金属框相接触放在匀强磁场中, 如图所示, 当铜环向右移动时, 金属框架不动, 下列说法正确的是().



第7题图

- A. 铜环中没有感应电流产生, 因为磁通量没有变化
B. 金属框中没有感应电流产生, 因为磁通量没有变化
C. 铜环中没有感应电流产生, 金属框中有感应电流产生
D. 铜环和金属框中都有感应电流产生
8. [考点2,3,4] 如图所示, 在磁感应强度为 B 的匀强磁场中, 有一个边长为 L 的正方形线框, 线框平面与磁场垂直, 则穿过线框的磁通量为_____. 若线框向右平移, 线框中是否有感应电流? _____. 若将线框翻转 180° , 该过程磁通量的变化为_____, 该过程有无感应电流? _____. 若将线框绕其中一边向外旋转 90° , 磁通量的变化为_____, 该过程中有无感应电流? _____.



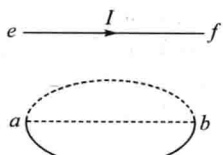
第8题图

9. [考点2,3] 如图所示, 有一通电长直导线 MN , 通入向右的电流 I , 另有一闭合线圈 P 位于导线正下方, 现使线圈 P 竖直向上运动, 问在线圈 P 到达 MN 上方的过程中, 穿过 P 的磁通量是如何变化的?

第9题图

高考水平测试

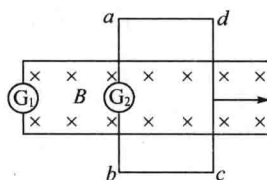
1. [考点3,4] (2009, 广州期末测试) 如图所示, ab 是水平面上的一个圆的直径, 在过 ab 的竖直平面内有一根通电直导线 ef . 已知 ef 平行于 ab , 当 ef 竖直向上平移时, 电流磁场穿过圆的磁通量将().



第1题图

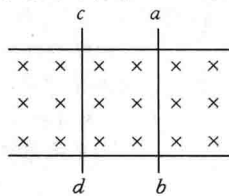
- A. 逐渐增大
B. 逐渐减小
C. 始终为零
D. 不为零, 但保持不变
2. [考点3,4] (2008, 武汉月考) 如图所示, 金属裸导线框 $abcd$ 放在水平光滑金属导轨上在磁场中向右运动, 匀强磁场垂直水平面向下, 则().

- ① G_1 表的指针发生偏转
 ② G_2 表的指针发生偏转
 ③ G_1 表的指针不发生偏转
 ④ G_2 表的指针不发生偏转
 A. ①② B. ③④
 C. ①④ D. ②③



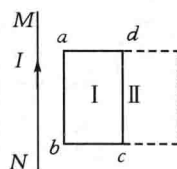
第2题图

3. [考点3、4] 在匀强磁场中有两根平行的金属导轨, 磁场方向与导轨平面垂直, 导轨上有两根可沿导轨平动的导体棒 ab 、 cd , 两根导体棒匀速移动的速度分别为 v_1 和 v_2 , 如图所示, 则下列情况可以使回路中产生感应电流的是().
 A. ab 、 cd 均向右运动, 且 $v_1 = v_2$
 B. ab 、 cd 均向右运动, 且 $v_1 > v_2$
 C. ab 、 cd 均向左运动, 且 $v_1 > v_2$
 D. ab 向右运动, cd 向左运动, 且 $v_1 = v_2$



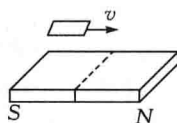
第3题图

4. [考点3] 如图所示, 通有恒定电流的导线 MN 与闭合金属框共面, 第一次将金属框由 I 平移到 II. 第二次将金属框绕 cd 边翻转到 II, 设先后两次通过金属框的磁通量变化分别为 $\Delta\Phi_1$ 和 $\Delta\Phi_2$, 则().
 A. $\Delta\Phi_1 > \Delta\Phi_2$ B. $\Delta\Phi_1 = \Delta\Phi_2$
 C. $\Delta\Phi_1 < \Delta\Phi_2$ D. 不能判断



第4题图

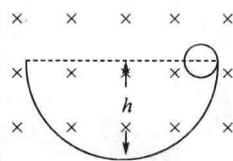
5. [考点4] 如图所示, 条形磁铁的上方放置一矩形线框, 线框平面水平且和条形磁铁平行, 则线框在由 S 端匀速平移到 N 端的过程中().
 A. 线框中始终无感应电流
 B. 线框中始终有感应电流
 C. 线框中开始无感应电流, 当线框运动到磁铁中部时有感应电流, 以后又无感应电流



第5题图

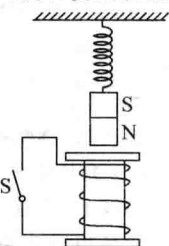
- D. 线框中开始有感应电流, 当线框运动到磁铁中部时无感应电流, 以后又有感应电流

6. [考点4、5] (2008, 海口月考) 如图所示, 闭合小金属环从高为 h 的光滑曲面上端无初速滚下, 又沿曲面的另一侧上升, 则().
 A. 若是匀强磁场, 环在左侧滚上的高度小于 h
 B. 若是匀强磁场, 环在左侧滚上的高度等于 h
 C. 若是非匀强磁场, 环在左侧滚上的高度等于 h
 D. 若是非匀强磁场, 环在左侧滚上的高度小于 h



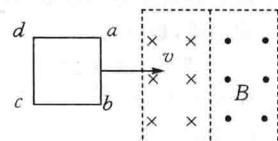
第6题图

7. [考点4、5] 弹簧上端固定, 下端挂一只条形磁铁, 使磁铁上下做简谐运动. 若在振动过程中把线圈靠近磁场, 如图所示, 观察磁铁的振幅, 将会发现().
 A. S 闭合时振幅逐渐减小, S 断开时振幅不变
 B. S 闭合时振幅逐渐增大, S 断开时振幅不变
 C. S 闭合或断开时, 振幅的变化相同
 D. S 闭合或断开时, 振幅不会改变



第7题图

8. [考点2、3] 如图所示, 磁感应强度大小为 B 的匀强磁场仅存在于边长为 $2L$ 的正方形范围内, 左右各一半面积的范围, 磁场方向相反, 有一个电阻为 R 、边长为 L 的正方形导线框 $abcd$, 沿垂直磁感线方向以速度 v 匀速通过磁场, 从 ab 边进入磁场算起. 画出穿过线框的磁通量随时间的变化图象.



第8题图

高考真题赏析

1. (2011, 海南) 自然界的电、热和磁等现象都是相互联系的, 很多物理学家为寻找它们之间的联系作出了贡献. 下列说法正确的是().
 A. 奥斯特发现了电流的磁效应, 揭示了电现象和磁现象之间的联系
 B. 欧姆发现了欧姆定律, 说明了热现象和电现象之间存在联系
 C. 法拉第发现了电磁感应现象, 揭示了磁现象和电现象之间的联系
 D. 焦耳发现了电流的热效应, 定量得出了电能和热能之间的转换关系

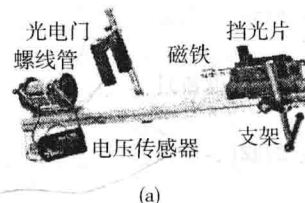
【答案】 A、C、D

2. (2011, 上海) 在“研究回路中感应电动势大小与磁通量变化快慢的关系”实验[见图(a)]中, 得到 $E-1/\Delta t$ 图线如图(b)所示.

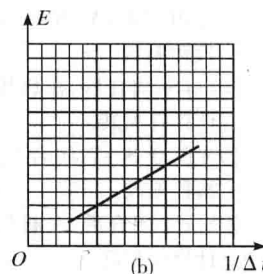
(1) (多选题) 在实验中需保持不变的是().

- A. 挡光片的宽度 B. 小车的释放位置
 C. 导轨倾斜的角度 D. 光电门的位置

(2) 线圈匝数增加一倍后重做该实验, 在图(b)中画出实验图线.



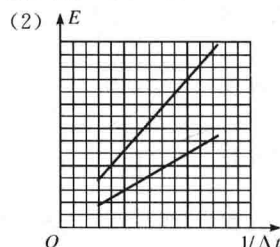
(a)



(b)

第2题图

【答案】 (1) A、D



第2讲 法拉第电磁感应定律

考点解读

学法导引

1. 理解磁通量的变化率的意义,并能准确区别 Φ 、 $\Delta\Phi$ 与 $\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ 的不同含义.

2. 知道感应电动势的产生条件,了解感应电动势和感应电流的关系.

3. 理解法拉第电磁感应定律的内容及数学表达式.

4. 知道 $E=BLv$ 与 $E=n\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ 的区别与联系,理解各自的含义及适用情形,并能利用公式进行相关计算.

5. 知道反电动势的概念,了解反电动势的作用.

法拉第电磁感应定律是电磁学部分的重点和难点,更是高考的热点,在学习时要注意方法的灵活多变.在学习 Φ 、 $\Delta\Phi$ 及 $\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ 三个不同物理量的意义时,采用类比法,将其与运动学中的 v 、 Δv 及 $\frac{\Delta v}{\Delta t}$ 进行类比,理解起来更容易且深刻.重点理解 $E=n\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ 是求解感应电动势的定义式,对一切情形都适用,但限于数学计算能力,中学阶段仅能解决磁感应强度或面积的均匀变化的情形;理解 $E=BLv$ 的使用条件,在具体情形中理解 $E=n\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ 和 $E=BLv$ 两公式的选用原则.

考点分类精讲

考点1 感应电动势和感应电流产生条件的理解

核 心 总 结

1. 在电磁感应现象中产生的电动势叫做感应电动势.

2. 对感应电动势的理解应注意以下几个方面:

(1) 不管电路是否闭合,只要穿过电路的磁通量发生变化,都产生感应电动势.

(2) 产生感应电动势的那部分导体相当于电源,该部分导体的电阻相当于电源内阻.

(3) 要产生感应电流,电路必须闭合,感应电流的大小不仅与感应电动势的大小有关,还与闭合电路的电阻有关.即感应电流的大小为 $I_{\text{感}} = \frac{E_{\text{感}}}{R_{\text{外}} + r_{\text{内}}}$.

只要穿过回路的磁通量发生变化,就产生感应电动势;如果回路闭合,则可产生感应电流.

方法视窗

1. 电磁感应现象中,“谁切割磁感线,谁就是电源”,只要切割了磁感线,就一定产生感应电动势,但不一定能产生感应电流.只有穿过闭合回路的磁通量发生改变才能产生感应电流.

2. 感应电动势与感应电流既有联系,也有区别,感应电动势只与磁通量的变化快慢有关,但感应电流还与电路中的电阻有关.

● 考题1 (2008,深圳中学期中测评)如图2-1所示,

在匀强磁场中, MN 、 PQ 是两条平行的金属导轨,而 ab 、 cd 为串有电压表和电流表的两根金属棒.除两表外其余部分电阻不计,当两棒以相同速度向右运动时,用 U_{ab} 和 U_{cd} 分别表示 a 、 b 间和 c 、 d 间的电势差,以下说法中正确的是().

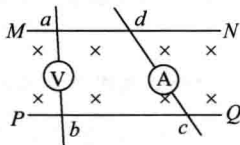


图 2-1

- A. 电压表无读数,电流表无读数
- B. 电压表有读数,电流表无读数
- C. $U_{ab} > U_{cd}$
- D. $U_{ab} = U_{cd}$

【解析】 由于 $abcd$ 闭合回路的磁通量不变,因而不产生感应电流,电流表和电压表中都没有电流经过,故均无读数,选项 A 正确。

因两金属棒均向右运动切割磁感线产生感应电动势,由右手定则及电势差的概念可确定 $U_{ab} > 0, U_{cd} < 0$, 但 $|U_{ab}| = |U_{cd}|$, 所以选项 C 正确。

【答案】 A、C

【变式 1-1】 如图 2-2 所示,在匀强磁场中放有与磁场方向垂直的金属线圈 $abcd$,在下列叙述中正确的是()。

A. 在线圈沿磁场方向平动过程中,线圈中有感应电动势,无感应电流(以下简称有势无流)

B. 在线圈沿垂直磁场方向平动过程中,线圈中有势无流

C. 当线圈以 bc 为轴转动时,线圈中有势有流

D. 当线圈以 cd 为轴转动时,线圈中无势无流

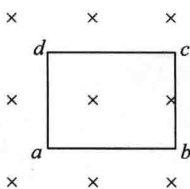


图 2-2

【变式 1-2】 关于感应电流和感应电动势的关系,下列叙述中正确的是()。

A. 电路中有感应电流,一定有感应电动势

B. 电路中有感应电动势,一定有感应电流

C. 两个电路中,感应电动势大的其感应电流也大

D. 两个电路中,感应电流大的其感应电动势也大

考点 2 法拉第电磁感应定律

核 心 总 结

1. 内容:电路中感应电动势的大小,跟穿过这一电路的磁通量的变化率成正比,即 $E = n \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$ 。

2. 说明:(1)若穿过线圈的磁通量发生变化,且线圈的匝数为 n ,则感应电动势表达式为 $E = n \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$ 。

(2)感应电动势 E 的大小取决于穿过电路的磁通量的变化率 $\frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$,而与 Φ 的大小、 $\Delta \Phi$ 的大小没有必然的关系,与电路的电阻 R 无关;感应电流的大小与 E 和回路总电阻 R 有关。

(3)磁通量的变化率 $\frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$,是 $\Phi-t$ 图象上某点切线的斜率。

(4)公式 $E = n \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$ 中,若 Δt 取一段时间,则 E 为 Δt 这段时间内的平均值。若 Δt 趋近于零,则 E 为瞬时值,故此式多用于求电动势的平均值。

(5)在高中阶段所涉及的磁通量发生变化有三种方式:

一是磁感应强度 B 不变,垂直于磁场的回路面积发生变化: $\Delta S = |S_2 - S_1|$,此时 $E = nB \frac{\Delta S}{\Delta t}$;

二是垂直于磁场的回路面积 S 不变,磁感应强度发生变化: $\Delta B = |B_2 - B_1|$,此时 $E = nS \frac{\Delta B}{\Delta t}$,其中 $\frac{\Delta B}{\Delta t}$ 叫磁感应强度的变化率,等于 $B-t$ 图象上某点切线的斜率;

三是磁感应强度和线圈的面积均不变,而线圈绕过线圈平面内的某一轴转动,此时 $E = n \frac{|\Phi_2 - \Phi_1|}{\Delta t}$ 。

(6) E 的单位是伏特(V),且 $1V = 1Wb/s$ 。易证明: $1 \frac{Wb}{s} = 1 \frac{T \cdot m^2}{s} = 1 \frac{N}{A \cdot m} \cdot \frac{m^2}{s} = 1 \frac{N \cdot m}{A \cdot s} = 1 \frac{J}{C} = 1V$ 。

防错档案

1. 对于电压表和电流表,要使指针发生偏转,必须要有电流流过。

2. 导体杆切割磁感线,即会在导体杆两端产生感应电动势,但若没有构成闭合回路也不会产生感应电流。

难点突破

1. $E = n \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$ 是感应电动势的定义式,对一切情形均成立,且表明 E 的大小与回路是否闭合、电阻大小均无关。

2. 应注意区分:电动势与 n 有关,而磁通量 Φ 与 n 无关,因为 n 匝线圈是由 n 个单匝线圈串联而成的,每匝线圈都相当于一个电源,产生的感应电动势都相同,为 $E' = \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$,这几个电源串联后的总电动势 $E = nE' = n \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$ 。

规律清单

用公式 $E = n \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$ 求 E 的三种情况:

(1)磁感应强度 B 不变,垂直于磁场的回路面积 S 发生变化, $\Delta S = S_2 - S_1$,此时 $E = nB \frac{\Delta S}{\Delta t}$ 。

(2)垂直于磁场的回路面积 S 不变,磁感应强度 B 发生变化, $\Delta B = B_2 - B_1$,此时 $E = nS \frac{\Delta B}{\Delta t}$ 。

(3)磁感应强度 B 和垂直于磁场的回路面积 S 都发生变化,此时 $E = n \frac{\Phi_2 - \Phi_1}{\Delta t} = n \frac{B_2 S_2 - B_1 S_1}{\Delta t}$ 。

注意此时 $\Delta \Phi \neq \Delta B \cdot \Delta S$ 。

● 考题 2 (2009,威海月考)如图 2-3 中的图(a)所示,一个 500 匝的线圈的两端跟 $R = 99\Omega$ 的电阻相连接,置于竖直向下的磁场中,线圈的横截面积是 $20cm^2$,