

高中



得分王

原创经典

全新体验

共创美好人生

《高中得分王》编写组 编写

全面解读新的课程标准
全面设计新的课时作业
全面体验新的单元测试
全面提升新的应试能力



物理

选修3-2

国标全国版



东南大学出版社

高中

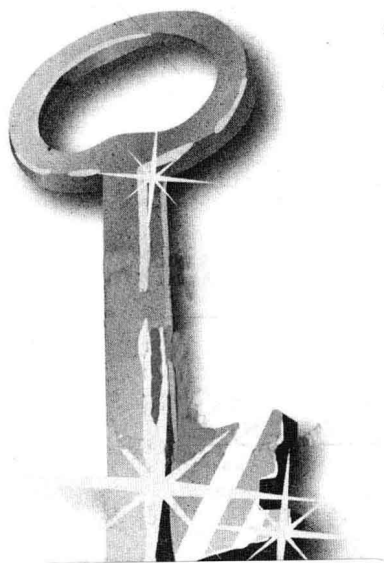


得分王

原创经典 全新体验 共创美好人生

《高中得分王》编写组 编写

全面解读新的课程标准
全面设计新的课时作业
全面体验新的单元测试
全面提升新的应试能力



物理

选修3-2

国标全国版



东南大学出版社

· 南京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

高中得分王：国标全国版．物理．3-2：选修 / 《高中得分王》编写组编写．-- 南京：东南大学出版社，2011.5

ISBN 978-7-5641-2760-2

I. ①高… II. ①高… III. ①中学物理课-高中-教学参考资料 IV. ①G634

中国版本图书馆CIP数据核字 (2011) 第 088493号

高中得分王：国标全国版．物理．3-2，选修

编 写 《高中得分王》编写组
责任编辑 韩小亮

出版发行 东南大学出版社
经 销 各地新华书店
出 版 人 江建中
社 址 南京市四牌楼2号
邮 编 210096

印 刷 者 南京新洲印刷有限公司
开 本 880mm×1230mm 1/16
印 张 8.75
字 数 246千字
版 次 2011年5月第1版第1次印刷
书 号 ISBN 978-7-5641-2760-2
定 价 19.80 元

东大版图书若有印装质量问题, 请直接向读者服务部调换, 电话: 025-83795606。

前言

当前高中教育已步入一个新的发展阶段，由此对当前的教学改革提出了新要求，为了适应这个新阶段新要求，我社在多年出版畅销教学辅导书的经验指导下，特组织编写了《高中得分王》这套高中同步教学辅导丛书。

从书力求做到“紧扣课标教材、注重基础研究、关注创新发展、面向未来高考”。本丛书将陪你度过一段丰富精彩而又辉煌充实的高中时光，助你迈入理想的高等学府。

本丛书的特点可以概括为“新”“高”“活”“强”。

新：以全新的视角，关注课标改革新动向，依据新课标，吸纳最新课程研究成果，大量选用鲜活、灵动的新素材、新话题，关注教学和考试热点，贴近实际生活。紧扣新课标，开发新题型，旨在培养同学们开放性、探究性的能力。

高：荟萃精品，融会贯通，立足基础，培养能力。本丛书着眼于学科知识体系的建构，从宏观上高屋建瓴把握教材。通过合理的课时设计、严格的得分训练，立足于学生的课前预习和课堂学习，着眼于学生的自学能力、探究能力与创新意识的培养。

活：栏目鲜活、思考灵活、方法科学、指导到位、生动活泼。依据最新教材，准确把握信息，精心钻研知识，突破重点难点，利用一题多问、一题多解、举一反三来拓展思维，培养学生的创新思维能力，力求更加体现新课标在各方面的要求。

强：师资力量雄厚。本丛书由一线骨干教师和教研员联袂打造，他们将最新的课程研究成果融入了本丛书，使它具有“厚基础、勤实践、强能力、重素质、善创新”的特点，再加上我们的反复审校，相信拥有它，你将获得很大的收益。

本丛书秉持“与时俱进、以人为本、面向读者、保证质量”的原则，但限于时间和水平，书中难免会存在一些疏漏之处，恳请广大读者不吝指正，以使本丛书不断完善并逐渐成为广大学子的良师益友。

东南大学出版社

· 目录 ·

第四章 电磁感应	(1)
第 1 课时 探究感应电流的产生条件	(1)
第 2 课时 楞次定律	(5)
第 3 课时 法拉第电磁感应定律	(11)
第 4 课时 电磁感应现象的两类情况	(16)
第 5 课时 互感和自感	(22)
第 6 课时 涡流、电磁阻尼和电磁驱动	(27)
第五章 交变电流	(31)
第 1 课时 交变电流	(31)
第 2 课时 描述交变电流的物理量	(36)
第 3 课时 电感和电容对交变电流的影响	(43)
第 4 课时 变压器	(48)
第 5 课时 变压器的应用	(54)
第 6 课时 电能的输送	(60)
第六章 传感器	(67)
第 1 课时 传感器及其工作原理	(67)
第 2 课时 传感器的应用(1)	(73)
第 3 课时 传感器的应用(2)	(80)
第 4 课时 实验:传感器的应用	(85)

第四章 电磁感应

第1课时 探究感应电流的产生条件

知识储备

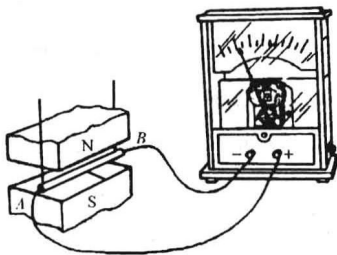
教材归纳

1. 了解奥斯特“电生磁”的实验和法拉第“磁生电”的实验,体会对称性思考在科学发现中的作用.
2. 了解电磁感应现象发现的历程,体会人类探索自然规律的科学态度和科学精神.
3. 经历探究电磁感应现象产生条件的实验过程.
4. 理解电磁感应现象产生的条件.
5. 体验从实验现象中分析论证、归纳总结、寻找结论的过程.
6. 了解电磁感应现象在生活和生产中的应用.

知识梳理

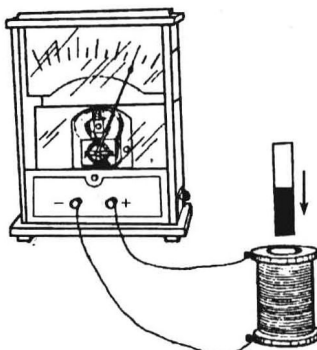
1. _____发现了电流的磁效应. _____发现了电磁感应现象,电磁感应现象中产生的电流叫做_____.
2. 如下图所示,当_____导体切割磁感线时可产生感应电流.

提醒 当闭合电路的一部分导体在磁场中做切割磁感线的运动时,电路中有感应电流产生. 这个表述的实质也是电路中的磁通量发生了变化. 在导体做切割磁感线运动时用它判定比较方便.

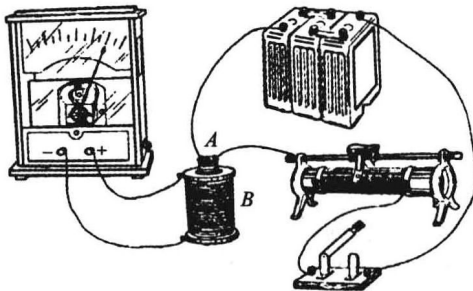


3. 如下图所示,当条形磁铁_____的过程、_____的过程有感应电流产生. 磁铁

_____时无感应电流.



4. 如下图所示,当电键闭合时_____感应电流产生,当电键闭合稳定后_____感应电流产生,当电键断开时_____感应电流产生,当电键闭合后移动滑动变阻器时_____感应电流产生.(填“有”或“无”)



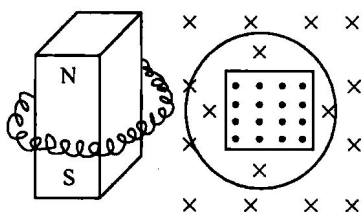
5. 以上几个实验的结论是:只要穿过闭合回路的_____发生变化,闭合回路中就有感应电流产生.

提醒 由磁通量 $\Phi = BS \sin \theta$ 可知,造成某闭合回路磁通量变化的原因可能有下列几种情况:(1) 闭合电路的一部分导体在磁场中做切割磁感线的运动. 实际上此时闭合电路的面积 S 发生变化,引起闭合回路中磁通量的变化;(2) 闭合电路所在处磁场的磁感应强度 B 发生变化,引起闭合回路中磁通量的变化;(3) 闭合电路在磁场中转动,其垂直于磁感线的面积发生变化,引起闭合电路中的磁通量变化.

课堂互动

范例演练

例1 如下图所示, P 为一个闭合的金属弹簧圆圈, 在它的中间插有一根条形磁铁, 现用力从四周拉弹簧圆圈, 使圆圈的面积增大, 则穿过弹簧圆圈面的磁通量_____ (填“增大”、“减小”或“不变”), 环内_____ (填“有”或“没有”) 感应电流。

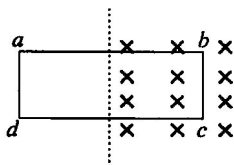


【解析】 本题中条形磁铁磁感线的分布如图所示(从上向下看). 磁通量是穿过一个面的磁感线的多少, 由于进去和出来的磁感线要抵消一部分, 当弹簧圆圈的面积扩大时, 进去的磁感线条数增加, 而出来的磁感线条数是一定的, 故穿过这个面的磁通量减小, 回路中将产生感应电流。

答案 减小 有

【点评】 会判定合磁通量的变化是解决此类问题的关键。

例2 如下图所示, 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, 下述过程中能使线圈产生感应电流的是 ()



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

【解析】 如果线圈以 bc 边为轴转动, 在 ad 边到达分界面之前 (60°) 穿过线圈的磁通量不会发生变化; 如果线圈以 ad 边为轴转动, 线圈在垂直于磁场方向上的投影面积减小, 穿过线圈的磁通量发生变化。

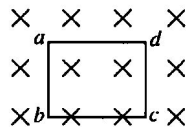
答案 B

【点评】 判断是否产生感应电流, 首先要看磁通量是否发生变化. 本题要认识到穿过线圈的磁通量与线圈在磁场中的位置有关. 线圈位置的变化可以引起穿过线圈的磁通量的变化。

易错提示

一个垂直于磁场的平面, 当它转动 180° 后磁通量变化的判断是一个经常犯错的问题. 常误解为 $\Delta\Phi=0$, 而实际情况是 $\Delta\Phi=2BS$. 遇到这类题目时, 一是要注意磁通量正方向的规定, 二是要注意到底研究的哪个平面, 这个研究对象不能变。

例 如右图所示, 平面 $abcd$ 垂直于磁场, 当它转过 180° 时, 穿过它的磁通量的变化量为



()

- A. 0
- B. BS
- C. $2BS$
- D. 不确定

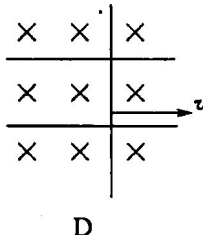
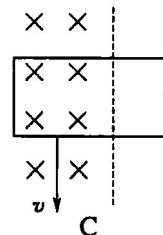
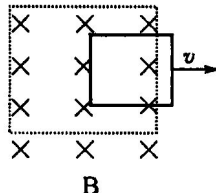
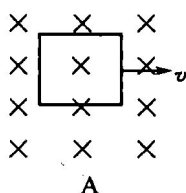
错解 $\Phi_0=BS, \Phi'=BS, \therefore \Delta\Phi=\Phi'-\Phi_0=0$, 选 A.

剖析 规定向里为正, 则初状态的磁通量为 BS , 末状态的磁通量为 $-BS$, 所以磁通量的变化量 (大小) 为 $2BS$.

正解 C

举一反三

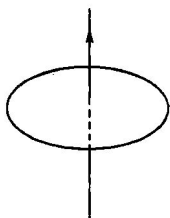
- 1820 年丹麦物理学家_____发现了电流能够产生磁场; 之后, 英国的科学家_____经过十年不懈的努力终于在 1831 年发现了电磁感应现象, 并发明了世界上第一台感应发电机。
- 下列各图中能产生感应电流的是 ()



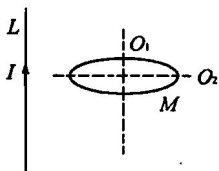
- 关于磁通量, 下列叙述正确的是 ()
- A. 穿过某一平面的磁通量可认为等于穿过该面积的磁感线条数
- B. 穿过某一平面的磁通量可认为等于穿过该平面单位面积的磁感线条数
- C. 磁场中某处的磁感应强度等于穿过该处单位面积的磁通量
- D. 磁场中某处的磁感应强度等于垂直穿过该处单位面积的磁通量

4. 关于感应电流,下列说法中正确的有 ()
- 只要穿过闭合电路的磁通量不为零,闭合电路中就有感应电流产生
 - 穿过螺线管的磁通量发生变化时,螺线管内就一定有感应电流产生
 - 线圈不闭合时,即使穿过线圈的磁通量发生变化,线圈中也没有感应电流
 - 只要闭合电路在磁场中做切割磁感线运动,电路中就一定有感应电流产生

5. 有一长直导线,当其中通以如下图所示电流后,套在长直导线上的闭合导线环(环的平面与导线垂直,长直导线通过环的中心),在下列哪种情况下会产生感应电流 ()



- 保持电流的大小不变,使导线环上下平动
 - 保持电流的大小不变,使导线环绕任一条直径转过一个小角度
 - 在电流大小保持不变的同时,环在与导线垂直的水平面内左右水平移动
 - 上述三种情况都不能使环内产生感应电流
6. 如下图所示,竖直放置的直导线 L 中,通有向上的电流 I , M 是置于水平面内的环形线圈, O_2 轴水平、过 M 的圆心且与导线在同一平面内, O_1 轴过圆心并与 L 平行. 下列情况下 M 中有感应电流产生的是 ()



- M 向左平移
 - M 向上平移
 - M 绕 O_2 轴转动
 - M 绕 O_1 轴转动
7. 恒定的匀强磁场中有一圆形的闭合导体线圈,线圈平面垂直于磁场方向. 当线圈在此磁场中做下列哪种运动时线圈中能产生感应电流 ()
- 线圈沿自身所在的平面做匀速运动
 - 线圈沿自身所在的平面做加速运动
 - 线圈绕任意一条直径做匀速转动
 - 线圈绕任意一条直径做变速转动

课本习题参考答案

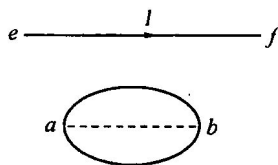
- (1) 不产生感应电流; (2) 不产生感应电流; (3) 产生感应电流.
- 由于弹簧线圈收缩时,面积减小,磁通量减小,所以产生感应电流.

- 在线圈进入磁场的过程中,由于穿过线圈的磁通量增大,所以线圈中产生感应电流;在线圈离开磁场的过程中,由于穿过线圈的磁通量减小,所以线圈中产生感应电流;当整个线圈都在磁场中时,由于穿过线圈的磁通量不变,所以线圈中不产生感应电流.
- 当线圈远离导线移动时,由于线圈所在位置的磁感应强度不断减弱,所以穿过线圈的磁通量不断减小,线圈中产生感应电流. 当导线中的电流逐渐增大或减小时,线圈所在位置的磁感应强度也逐渐增大或减小,穿过线圈的磁通量也随之逐渐增大或减小,所以线圈中产生感应电流.
- 如果使铜环沿匀强磁场的方向移动,由于穿过铜环的磁通量不发生变化,所以,铜环中没有感应电流产生;如果使铜环在不均匀磁场中移动,由于穿过铜环的磁通量发生变化,所以,铜环中有感应电流产生.
- 乙、丙、丁三种情况下,可以在线圈 B 中观察到感应电流.
- 为了使 MN 中不产生感应电流,必须要求 $DENM$ 构成的闭合导体回路的磁通量不变,所以,磁感应强度 B 随时间 t 的变化规律是: $B = B_0 l / (l + vt)$

得分训练

基础巩固

- 下列关于产生感应电流的说法中,正确的是 ()
 - 只要穿过线圈的磁通量发生变化,线圈中就一定有感应电流产生
 - 只要闭合导线做切割磁感线的运动,导线中就一定有感应电流
 - 闭合电路的一部分导体,若不做切割磁感线运动,则闭合电路中就一定没有感应电流
 - 当穿过闭合电路的磁通量发生变化时,闭合电路中就一定有感应电流
- 如下图所示, 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 . 已知 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 ()

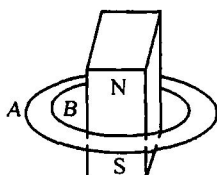


- 逐渐增大

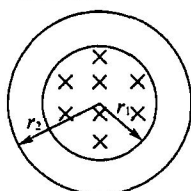
- B. 逐渐减小
C. 始终为零
D. 不为零,但保持不变

3. 如下图所示,两圆环A、B同心放置且半径 $R_A > R_B$,将一条形磁铁置于两环圆心处,且与圆环平面垂直.则穿过A、B两圆环的磁通量的大小关系为 ()

- A. $\Phi_A > \Phi_B$ B. $\Phi_A = \Phi_B$
C. $\Phi_A < \Phi_B$ D. 无法确定



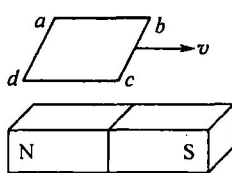
第3题



第4题

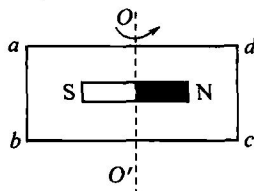
4. 如上图所示, S_1 与 S_2 分别是半径为 r_1 和 r_2 的同心导体圆环,磁感应强度为 B 的匀强磁场方向与环面垂直,范围以 S_1 为边界,则穿过环 S_1 的磁通量为_____,穿过环 S_2 的磁通量为_____.

5. 一水平放置的矩形线圈abcd,在条形磁铁上方,与磁铁平行,在由N端匀速平移到S端的过程中,线圈平面保持水平,如图所示,线圈中的感应电流情况是 ()



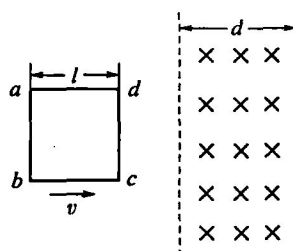
- A. 线圈中始终无感应电流
B. 线圈中始终有感应电流
C. 线圈中开始有感应电流,线圈运动到磁铁上方中部时,无感应电流,以后又有感应电流
D. 线圈中开始无感应电流,线圈运动到磁铁上方中部时,有感应电流,以后又无感应电流

6. 如下图所示,条形磁铁与矩形线框abcd可绕同一轴 OO' 转动,当线框固定不动而磁铁按图示方向转动时,穿过线框的磁通量变化是_____ (填“增加”、“减少”或“不变”),线框中_____ (填“有”或“无”)感应电流产生;当磁铁不动,而线框按图示方向转动时,线框中_____ (填“有”或“无”)感应电流产生.



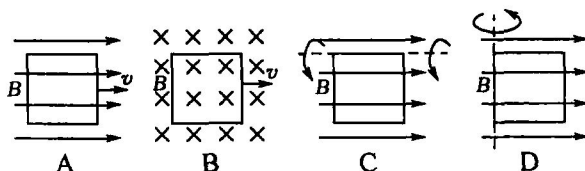
7. 如下图所示,一有限范围的匀强磁场,宽度为 d ,将一边长为 l 的正方形导线框以速度 v 匀速地通过

磁场区域.若 $d > l$,则在线框通过磁场区域的过程中不产生感应电流的时间应等于_____;若 $d < l$,则在线框通过磁场区域的过程中,线框中不产生感应电流的时间为_____.

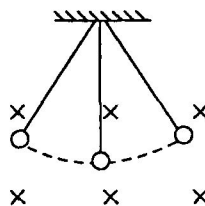


高分拔尖

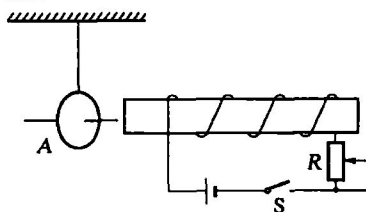
8. 如图所示,有一正方形闭合线圈,在足够大的匀强磁场中运动.下列四个图中能产生感应电流的是图 ()



9. 如图所示,带电金属小球用绝缘丝线系住,丝线上端固定,形成一个单摆.如果在摆球经过的区域加上如图所示的磁场,不计摩擦及空气阻力,下列说法中正确的是 ()

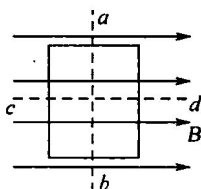


- A. 单摆周期不变
B. 单摆周期变大
C. 单摆的振幅逐渐减小
D. 摆球在最大位移处所受丝线的拉力大小不变
10. 如下图所示装置,在下列各种情况中,能使悬挂在螺线管附近的铜质闭合线圈A中产生感应电流的是 ()

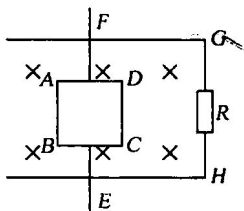


- A. 开关S接通的瞬间
B. 开关S接通后,电路中电流稳定时
C. 开关S接通后,滑线变阻器触头滑动的瞬间
D. 开关S断开的瞬间

11. 矩形闭合线圈平面跟磁感线方向平行, 如图所示, 下列情况中线圈有感应电流的是 ()



- A. 线圈绕 ab 轴转动
 B. 线圈垂直纸面向外平动
 C. 线圈沿 ab 轴下移
 D. 线圈绕 cd 轴转动
12. 如图所示, 线圈 $ABCD$ 在匀强磁场中, 沿导线框架向右匀速运动, 除电阻 R 以外, 其余电阻不计, 则 ()

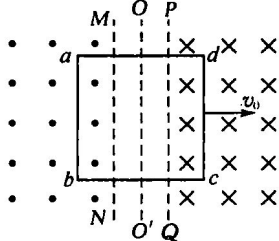


- A. 因穿过 $ABCD$ 的磁通量不变, 所以 AB 和 CD 中无感应电流
 B. 因穿过回路 $EFGH$ 的磁通量变化, 所以 AB 和 CD 中有感应电流
 C. 磁场方向改变, 则 AB 和 CD 中无感应电流
 D. 磁场方向改变为与线圈平面平行, 则 AB 和 CD 中有感应电流

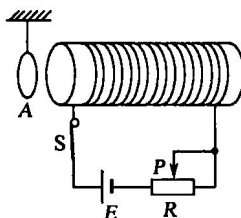
走近高考

13. (山东高考卷·理综)

如图所示, 空间存在两个磁场, 磁感应强度大小均为 B , 方向相反且垂直纸面, MN 、 PQ 为其边界, OO' 为其对称轴。一导线折成边长为 l 的正方形闭合回路 $abcd$, 回路在纸面内以恒定速度 v_0 向右运动, 当运动到关于 OO' 对称的位置时 ()



- A. 穿过回路的磁通量为零
 B. 回路中感应电动势大小为 $2Blv_0$
 C. 回路中感应电流的方向为顺时针方向
 D. 回路中 ab 边与 cd 边所受安培力方向相同
14. (上海高考卷) 如图, 金属环 A 用轻绳悬挂, 与长直螺线管共轴, 并位于其左侧, 若变阻器滑片 P 向左移动, 则金属环 A 将向 _____ (填“左”或“右”) 运动, 并有 _____ (填“收缩”或“扩张”) 趋势。



第2课时 楞次定律

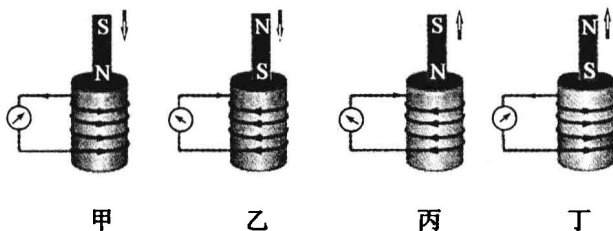
知识储备

教材归纳

- 掌握楞次定律, 会应用楞次定律判定感应电流的方向。
- 通过观察实验现象, 探索物理规律, 养成观察、思考、归纳、总结的逻辑思维能力。
- 从能量守恒的角度理解电磁感应现象和楞次定律, 进一步认识能的转化和守恒定律的普遍意义。
- 会用右手定则判定闭合回路中的部分导体切割磁感线时感应电流的方向。

知识梳理

1. 如下图所示是探究感应电流方向和磁通量变化关系的实验示意图, 请根据实验现象完成下面的表格。



图号	磁场方向	感应电流方向 (俯视)	感应电流的 磁场方向
甲	磁场方向向____ 磁通量____		
乙	磁场方向向____ 磁通量____		
丙	磁场方向向____ 磁通量____		
丁	磁场方向向____ 磁通量____		

2. 楞次定律: 感应电流具有这样的方向, 即感应电流的磁场总要_____引起感应电流的磁通量的_____.

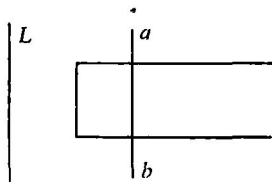
提醒 学习本节, 熟练掌握和应用楞次定律的关键是理解定律中“阻碍”二字的意义. 这节课在分析实验现象, 归纳楞次定律的过程中, 要搞清楚感应电流的磁场是怎样阻碍引起感应电流的磁通量的变化. 在应用楞次定律解决实际问题的过程中通过反复练习, 再加深对这一点的理解.

在做好演示实验的基础上, 从观察到的实验现象出发, 先确定感应电流的方向, 进而讨论两个磁场方向的关系, 然后归纳总结出楞次定律是这节课的难点. 楞次定律应用步骤的总结以及从多角度应用楞次定律(从磁通量变化看, 从相对运动看, 从能量关系看)是本节的重点.

课堂互动

范例演练

例1 如下图所示, 通电直导线 L 和平行导轨在同一平面内, 金属棒 ab 静止在导轨上并与导轨组成闭合回路, ab 可沿导轨自由滑动. 当通电导线 L 向左运动时 ()



- A. ab 棒将向左滑动
- B. ab 棒将向右滑动
- C. ab 棒仍保持静止
- D. ab 棒的运动方向与通电导线上电流方向有关

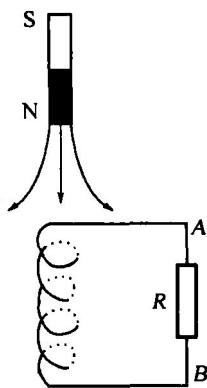
【解析】 当 L 向左运动时, 闭合回路中磁通量变小, ab 的运动必将阻碍回路中磁通量变小, 可知 ab 棒将向右运动, 故应选 B.

【点评】 判断感应电流方向的步骤: (1) 确定研究对象, 要研究的是哪一个闭合电路的感应电流

或感应电动势的方向; (2) 确定原磁场的方向; (3) 判断闭合电路磁通量的变化情况; (4) 根据楞次定律判断感应电流的磁场方向; (5) 根据安培定则判断感应电流的磁场方向.

例2 如下图所示, 当磁铁运动时, 流过电阻的电流是由 A 经 R 到 B , 则磁铁可能是 ()

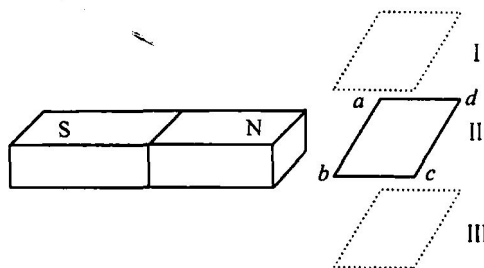
- A. 向下运动
- B. 向上运动
- C. 向左运动
- D. 以上都不可能



【解析】 此题可通过逆向应用楞次定律来判定. (1) 由感应电流方向 $A \rightarrow R \rightarrow B$, 应用安培定则得知感应电流在螺线管内产生的磁场方向应是从上指向下; (2) 由楞次定律判得螺线管内磁通量的变化应是向下的减少或向上的增加; (3) 由条形磁铁的磁感线分布知螺线管内原磁场是向下的, 故应是磁通量减少, 即磁铁向上运动或向左、向右平移, 所以正确答案是 B、C.

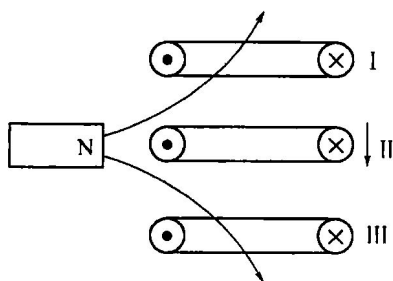
【点评】 用逆向思维解决问题往往会收到意想不到的效果.

例3 如右图所示, 一水平放置的矩形闭合线圈 $abcd$, 在细长磁铁的 N 极附近竖直下落, 保持 bc 边在纸外, ab 边在纸内, 由图中的位置 I 经过位置 II 经过位置 III, 位置 I 和位置 III 都很靠近 II, 在这个过程中, 线圈中感应电流 ()



- A. 沿 $abcd$ 流动
- B. 沿 $dcba$ 流动
- C. 从 I 到 II 沿 $abcd$ 流动, 从 II 到 III 是沿 $dcba$ 流动
- D. 由 I 到 II 沿 $dcba$ 流动, 从 II 到 III 是沿 $abcd$ 流动

【解析】 磁铁 N 极附近的磁感线如下图所示, 当矩形闭合线圈从位置 I 下落到位置 II 时, 通过 $abcd$ 的磁通量减小, 所以它的方向与原磁场相同, 感应电流沿 $abcd$ 流动, 当闭合线圈从位置 II 下落到位置 III 的过程中磁通量增加, 根据楞次定律, 感应电



流的磁场阻碍磁通量的增加,即与原磁场方向相反,感应电流方向仍是沿 $abcd$, 正确的答案是 A.

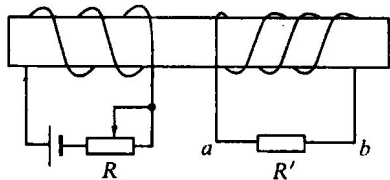
【点评】 确定原磁场方向和原磁通的变化情况,进而确定感应电流的方向是应用楞次定律的关键.

当原磁通量减小时,感应电流的磁场与原磁场同向,以阻碍其减小;当原磁通量增大时,感应电流的磁场与原磁场反向,以阻碍其增大,即“增反减同”原则,若从相对运动的角度考虑,则当导体与磁体相远离时,磁体会阻碍其相对远离,当导体与磁体相靠近时,磁体会阻碍其相对靠近,即“来拒去留”原则.

易错提示

不能正确地理解“阻碍”不同于“阻止”,“阻碍”的是原磁场磁通量的变化.若原磁通量增加,则感应电流的磁场就与原磁场方向相反;若原磁通量减少,则感应电流的磁场就与原磁场方向相同.因此,“阻碍”——对原磁场不但可以有“削减”的作用也可有“补偿”的作用.

【例】 如下图所示,当变阻器 R 的滑动触头向右滑动时,流过电阻 R' 的电流方向如何?



错解 $b \rightarrow R' \rightarrow a$

剖析 要正确解答这类题目,必须分清原磁场、感应磁场及原磁场的变化.当变阻器 R 的滑动触头向右滑动时,左侧线圈里的电流减小,通过右侧的原磁场向右减弱,此时感应电流的磁场与原磁场方向相同,起到“补偿”的作用,所以流过电阻 R' 的电流方向为由 a 经 R' 到 b .

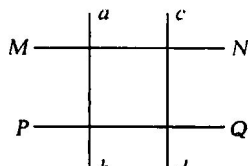
正解 $a \rightarrow R' \rightarrow b$

举一反三

1. 在电磁感应现象中,下列说法正确的是 ()
- A. 感应电流的磁场总是阻碍原来磁场的变化

- B. 感应电流的磁场方向总是与引起它的磁场方向相反
- C. 穿过闭合电路的磁通量越大,电路中的感应电流也越大
- D. 穿过电路的磁通量变化越快,电路中的感应电动势也越大

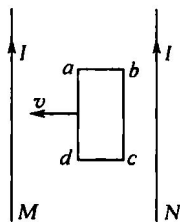
2. 如右图所示, MN 、 PQ 为同一水平面内的两平行导轨,导轨间有垂直于导轨平面的磁场,导体 ab 、 cd



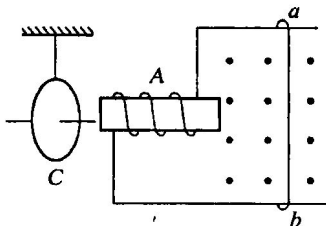
与导轨有良好的接触并能滑动,当 ab 沿轨道向右滑动时,则 ()

- A. cd 右滑 B. cd 不动
- C. cd 左滑 D. 无法确定

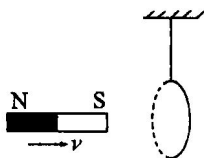
3. 如图所示,在两根平行长直导线 M 、 N 中,通入同方向同大小的电流,导线框 $abcd$ 和两导线在同一平面内,线框沿着与两导线垂直的方向,自右向左在两导线间匀速移动,在移动过程中,线框中感应电流的方向为 ()



- A. 沿 $abcda$ 不变
- B. 沿 $adcba$ 不变
- C. 由 $abcda$ 变成 $adcba$
- D. 由 $adcba$ 变成 $abcda$
4. 如下图所示,要使金属环 C 向线圈 A 运动,导线 ab 在金属导轨上应 ()



- A. 向右做减速运动 B. 向左做减速运动
- C. 向右做加速运动 D. 向左做加速运动
5. 如下图所示,当条形磁铁穿向闭合铜环运动时,铜环的运动情况是 ()

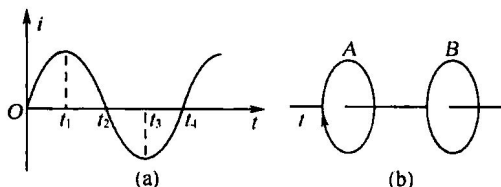


- A. 向右摆动 B. 向左摆动
- C. 静止不动 D. 不能判断
6. 一弹性导体组成闭合线圈,垂直磁场方向(位于纸面内)放置,当磁感应强度 B 发生变化时,观察

到线圈所围面积大了,那么可以判断磁场的方向和
大小的变化情况可能是 ()

- A. B 垂直纸面向里,并不断增强
- B. B 垂直纸面向里,并不断减弱
- C. B 垂直纸面向外,并不断增强
- D. B 垂直纸面向外,并不断减弱

7. 图中 A、B 为两个相同的环形线圈,共轴并靠近放置, A 线圈中通有如图(a)所示的交流电 i , 则 ()

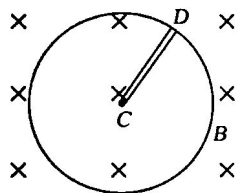


- A. 在 t_1 到 t_2 时间内 A、B 两线圈相吸
- B. 在 t_2 到 t_3 时间内 A、B 两线圈相斥
- C. t_1 时刻两线圈间作用力为零
- D. t_2 时刻两线圈间吸力最大

课本习题参考答案

1. 在条形磁铁移入线圈的过程中,有向左的磁感线穿过线圈,而且线圈的磁通量增大. 根据楞次定律可知,线圈中感应电流磁场方向应该向右,再根据右手螺旋定则,判断出感应电流的方向,即从左侧看,感应电流沿顺时针方向.
2. 当闭合开关时,感应电流的方向是由 D 向 C . 当断开开关时,感应电流的方向是由 C 向 D .
3. 感应电流的方向是 $A-B-C-D$. 感应电流的方向是 $A-B-F-E$.
4. 由于线圈在条形磁铁的 N 极附近,所以可以认为从 A 到 B 的过程中,线圈中向上的磁通量减小,根据楞次定律,可知感应电流的方向,从上向下看为逆时针方向. 从 B 到 C 的过程中,线圈中向下的磁通量增加,根据楞次定律,可知感应电流的方向,从上向下看也为逆时针方向.
5. (1) 有感应电流;(2) 没有感应电流;(3) 有感应电流;(4) 当合上开关 S 的一瞬间,线圈 P 的感应电流沿逆时针方向流过电流表;当打开开关 S 的一瞬间,线圈 P 的感应电流沿顺时针方向流过电流表.
6. 用磁铁的任一极(如 N 极)接近 A 环时,穿过 A 环中的磁通量增加,根据楞次定律, A 环中将产生感应电流,阻碍磁铁与 A 环接近, A 环将远离磁铁;同理,当磁铁远离 A 环时, A 环中产生感应电流的方向将阻碍 A 环与磁铁远离, A 环将靠近磁铁. 由于 B 环是断开的,无论磁极移近或远离 B 环,都不会在 B 环中形成感应电流,所以 B 环将不移动.

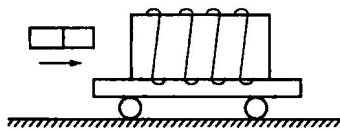
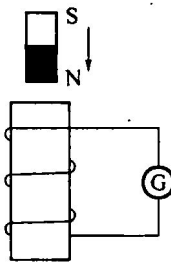
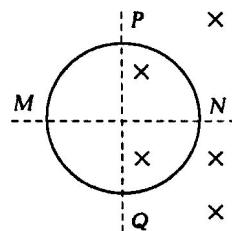
7. (1) 如图所示,圆盘中任意一根半径 CD 都在切割磁感线,这半径可以看成是一个电源,根据右手定则可以判断, D 点的电势比 C 点高,也就是说,圆盘边缘上的电势比圆心电势高,在 CD 之间接上用电器,转动的圆盘就可以为用电器供电. (2) 根据右手定则判断, D 点电势比 C 点高,所以流过电阻 R 的电流方向自下向上.



得分训练

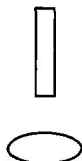
基础巩固

1. 闭合金属圆环放在匀强磁场中,使圆环的一半在磁场外,另一半在磁场内,如下图所示,若使圆环产生顺时针方向的感应电流,应该使圆环 ()
 - A. 以 MN 为轴,上半部向外,下半部向里转动
 - B. 以 MN 为轴,上半部向里,下半部向外转动
 - C. 以 PQ 为轴,左半部向外,右半部向里转动
 - D. 以 PQ 为轴,左半部向里,右半部向外转动
2. 如右图所示,将一条形磁铁 N 极向下插入一闭合的螺线管中的过程中,螺线管中产生感应电流,则下列说法正确的是 ()
 - A. 螺线管的下端是 N 极
 - B. 螺线管的上端是 N 极
 - C. 流过电流表的电流是由上向下
 - D. 流过电流表的电流是由下向上
3. 如下图所示,将一条形磁铁插入一闭合螺线管中,螺线管固定在停在光滑水平面的车上,在插入过程中 ()

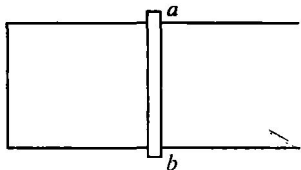


- A. 车将向右运动
- B. 条形磁铁会受到向左的力
- C. 由于没标明条形磁铁极性,因此无法判断受力情况
- D. 车会受向左的力

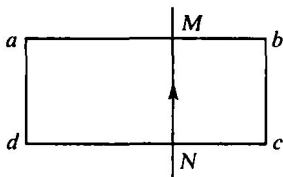
4. 如图所示,在一个水平放置的闭合线圈上方放一条形磁铁,希望线圈中产生顺时针方向的电流(从上向下看),那么下列选项中可以做到的是 ()



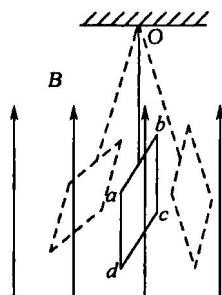
- A. 磁铁下端为 N 极,磁铁向上运动
B. 磁铁上端为 N 极,磁铁向上运动
C. 磁铁下端为 N 极,磁铁向下运动
D. 磁铁上端为 N 极,磁铁向下运动
5. 在水平面上有一固定的 U 形金属框架,框架上放置一金属杆 ab ,如下图所示(纸面即水平面).在垂直纸面方向有一匀强磁场,下列判断正确的是 ()



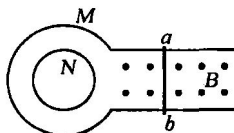
- A. 若磁场方向垂直纸面向外并增大时,杆 ab 将向右移动
B. 若磁场方向垂直纸面向外并减少时,杆 ab 将向右移动
C. 若磁场方向垂直纸面向里并增大时,杆 ab 将向右移动
D. 若磁场方向垂直纸面向里并减少时,杆 ab 将向右移动
6. 如下图所示, MN 是一根固定的通电长导线,电流方向向上,今将一金属线框 $abcd$ 放在导线上,让线圈的位置偏向导线左边,两者彼此绝缘,当导线中电流突然增大时,线框整体受力情况 ()



- A. 受力向右 B. 受力向左
C. 受力向上 D. 受力为零
7. (浙江) 如图所示,在磁感应强度大小为 B 、方向竖直向上的匀强磁场中,有一质量为 m 、阻值为 R 的闭合矩形金属线框 $abcd$ 用绝缘轻质细杆悬挂在 O 点,并可绕 O 点摆动.金属线框从右侧某一位置静止开始释放,在摆动到左侧最高点的过程中,细杆和金属线框平面始终处于同一平面,且垂直纸面.则线框中感应电流的方向是 ()



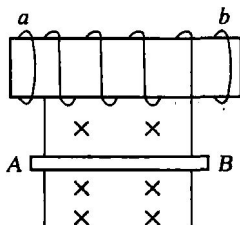
- A. $a \rightarrow b \rightarrow c \rightarrow d \rightarrow a$
B. $d \rightarrow c \rightarrow b \rightarrow a \rightarrow d$
C. 先是 $d \rightarrow c \rightarrow b \rightarrow a \rightarrow d$,后是 $a \rightarrow b \rightarrow c \rightarrow d \rightarrow a$
D. 先是 $a \rightarrow b \rightarrow c \rightarrow d \rightarrow a$,后是 $d \rightarrow c \rightarrow b \rightarrow a \rightarrow d$
8. 如图所示,在匀强磁场中放置一个电阻不计的平行金属导轨,导轨跟大线圈 M 相连,导轨上放一根导线 ab ,磁感线垂直于导轨所在平面,欲使 M 所包围的小闭合线圈 N 产生顺时针方向的感应电流,则导线的运动情况可能是 ()



- A. 匀速向右运动 B. 加速向右运动
C. 减速向右运动 D. 加速向左运动

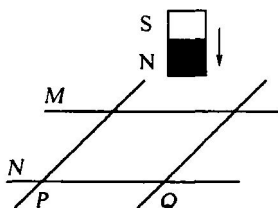
高分拔尖

9. (宁夏) 电阻 R 、电容 C 与一线圈连成闭合电路,条形磁铁静止于线圈的正上方, N 极朝下,如图所示.现使磁铁开始自由下落,在 N 极接近线圈上端的过程中,流过 R 的电流方向和电容器极板的带电情况是 ()
- A. 从 a 到 b ,上极板带正电
B. 从 a 到 b ,下极板带正电
C. 从 b 到 a ,上极板带正电
D. 从 b 到 a ,下极板带正电
10. 如下图所示,在线圈的左、右两侧分别套上绝缘的金属环 a 、 b ,在导体 AB 在匀强磁场中下落的瞬间, a 、 b 环将 ()

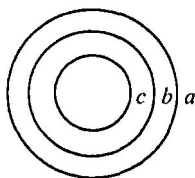


- A. 向线圈靠拢 B. 向两侧跳开
C. 一起向左侧运动 D. 一起向右侧运动

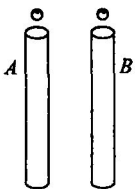
11. 如下图所示,固定在水平面内的两光滑平行金属导轨 M 、 N ,两根导体棒 P 、 Q 平行放于导轨上,形成一个闭合回路,当一条形磁铁从高处下落接近回路时 ()



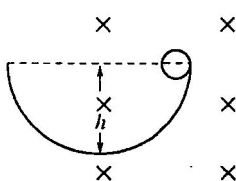
- A. P 、 Q 将互相靠拢
B. P 、 Q 将互相远离
C. 磁铁的加速度仍为 g
D. 磁铁的加速度小于 g
12. 如图所示, a 和 b 为两闭合的金属线圈, c 为通电线圈,由于 c 中电流变化, a 中产生顺时针方向电流,下列说法中正确的是 ()



- A. c 中的电流方向一定是逆时针方向
B. b 中可能没有感应电流
C. b 中的感应电流可能是逆时针方向
D. b 中的感应电流一定是顺时针方向
13. 如右图所示, A 、 B 为大小、形状均相同且内壁光滑,但用不同材料制成的圆管,竖直固定在相同高度,两个相同的磁性小球,同时从 A 、 B 管上端的管口无初速释放,穿过 A 管的小球比穿过 B 管的小球先落到地面,下面对于两管的描述中可能正确的是 ()



- A. A 管是用铜制成的, B 管是用塑料制成的
B. A 管是用橡胶制成的, B 管是用胶木制成的
C. A 管是用胶木制成的, B 管是用塑料制成的
D. A 管是用陶瓷制成的, B 管是用铝制成的
14. 如下图所示,闭合金属环从高 h 的曲面滚下,又沿曲面的另一侧上升,设闭合环初速度为零,摩擦不计,则 ()



- A. 若是匀强磁场,环滚上的高度小于 h
B. 若是匀强磁场,环滚上的高度等于 h
C. 若是非匀强磁场,环滚上的高度等于 h
D. 若是非匀强磁场,环滚上的高度小于 h

15. 在“研究电磁感应现象”的实验中,首先按图 1 接线,以查明电流表指针的偏转方向与电流方向之间的关系;当闭合 S 时,观察到电流表指针向左偏,不通电时电流表指针停在正中央. 然后按图 2 所示将电流表与副线圈 B 连成一个闭合回路,将原线圈 A 、电池、滑动变阻器和电键 S 串联成另一个闭合电路. (1) S 闭合后,将螺线管 A (原线圈) 插入螺线管 B (副线圈) 的过程中,电流表的指针将如何偏转? (2) 线圈 A 放在 B 中不动时,指针如何偏转? (3) 线圈 A 放在 B 中不动,将滑动变阻器的滑片 P 向左滑动时,电流表指针将如何偏转? (4) 线圈 A 放在 B 中不动,突然断开 S , 电流表指针将如何偏转?

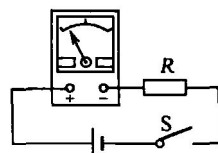


图1

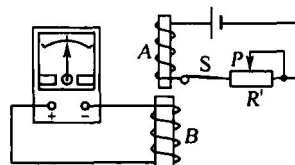
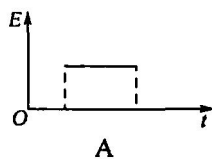
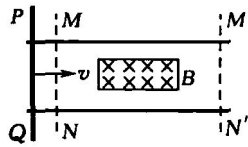


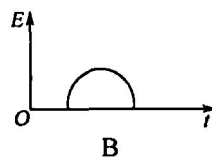
图2

走近高考

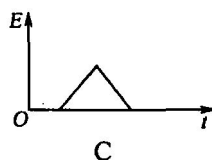
16. (广东高考卷·理综) 如右图所示,平行导轨间有一矩形的匀强磁场区域,细金属棒 PQ 沿导轨从 MN 处匀速运动到 $M'N'$ 的过程中,棒上感应电动势 E 随时间 t 变化的图示,可能正确的是 ()



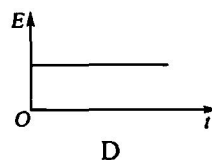
A



B



C



D

第3课时 法拉第电磁感应定律

知识储备

教材归纳

1. 知道什么是感应电动势,及其产生的条件和感应电流产生条件的区别.
2. 掌握法拉第电磁感应定律的内容和数学表达式,会用法拉第电磁感应定律解答有关问题.
3. 掌握导体切割磁感线的电动势 $E=Blv\sin\theta$ 的推导及意义,能够用来解答有关问题.
4. 知道电动机工作时存在反电动势,能从能量转化的角度认识反电动势.

知识梳理

1. 在 _____ 中产生的电动势叫做感应电动势.
 2. 在用导线切割磁感线产生感应电动势的实验中,导线运动的速度越快、磁体的磁场越强,产生的感应电流越 _____;在向线圈中插入条形磁铁的实验中,磁铁的磁场越强、插入的速度越快,产生的感应电流越 _____. 这些经验向我们提示,感应电动势很可能与磁通量变化的快慢有关,而磁通量变化的快慢可以用磁通量的 _____ 表示.
 3. 法拉第电磁感应定律:电路中感应电动势的大小,跟穿过这一电路的磁通量的 _____ 成正比.
 4. 法拉第电磁感应定律的数学表达式为: _____.
 5. 如下图所示,导线的运动方向与导线本身是垂直的,但与磁感线方向有一个夹角 θ ,则此时导线切割磁感线产生感应电动势的数学表达式为: _____.
-
6. 电动机转动时,线圈中也会产生感应电动势,这个感应电动势总要 _____ 电源电动势的作用,我们把这个电动势称为 _____. 如果要

使线圈维持原来的转动,电源就要向电动机提供 _____. 这正是电能转化为其他形式能的过程.

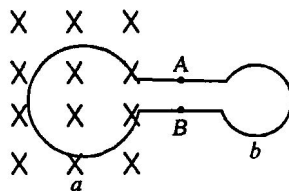
思考 磁通量、磁通量的变化以及磁通量的变化率的区别是什么. 公式 $E=Blv\sin\theta$ 表示导体运动切割磁感线产生的感应电动势的大小,是法拉第电磁感应定律的一种特殊情形,在有导体做切割磁感线运动时,使用它比较方便. 其中,公式中的 θ 角的确切含义是什么.

提醒 公式 $E=n\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ 与 $E=Blv\sin\theta$ 的区别和联系及应用是本节课的重点. 磁通量 Φ 、磁通量的变化量 $\Delta\Phi$ 与磁通量的变化率 $\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ 的区别,是本节的难点. 本节的热点是应用公式 $E=n\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ 求平均感应电动势,进而求得通过导线横截面积的电荷量 $q=It=n\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}R\Delta t=n\frac{\Delta\Phi}{R}$.

课堂互动

范例演练

例1 如下图所示,圆环 a 和 b 的半径之比 $R_1:R_2=2:1$,且粗细相同,用同种材料的导线制成,连接两环的导线电阻不计,匀强磁场的磁感应强度始终以恒定的变化率变化,那么,当只有 a 环置于磁场中与只有 b 环置于磁场中两种情况下, A 、 B 两点的电势差之比为 ()



- A. 1:1 B. 2:1
C. 3:1 D. 4:1

【解析】 设 b 环的面积为 S ,由题意可知 a 环的面积为 $4S$,若 b 环的电阻为 R ,则 a 环的电阻为 $2R$.

当 a 环置于磁场中时, a 环等效为内电路, b 环等效为外电路, A 、 B 两端的电压为路端电压,根据法拉第电磁感应定律:

$$E = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = \frac{\Delta B \times 4S}{\Delta t}, U_{AB} = \frac{ER}{R+2R} = \frac{4\Delta BS}{3\Delta t}$$

当 b 环置于磁场中时:

$$E' = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = \frac{\Delta BS}{\Delta t}, U'_{AB} = \frac{E' \times 2R}{R+2R} = \frac{2\Delta BS}{3\Delta t},$$

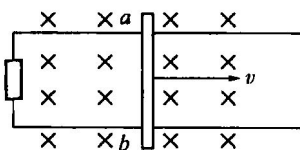
所以, $U_{AB} : U'_{AB} = 2 : 1$.

故选 B.

【点评】 本题考查法拉第电磁感应定律和闭合电路欧姆定律, 注意区分电源和外电路以及电源的电动势和路端电压.

例2 如下图所示, 是一个水平放置的导体框架, 宽度 $l=0.50\text{ m}$, 接有电阻 $R=0.20\ \Omega$, 磁感应强度 $B=0.40\text{ T}$, 方向如图所示. 今有一导体棒 ab 横放在框架上, 并能无摩擦地沿框滑动, 框架及导体棒 ab 的电阻均不计, 当 ab 以 $v=4.0\text{ m/s}$ 的速度向右匀速滑动时, 试求:

- (1) 导体棒 ab 上的感应电动势的大小;
- (2) 电路上的感应电流的大小;
- (3) 要维持棒 ab 做匀速运动, 外力应为多大.



【解析】 可直接运用公式 $E=Blv$ 求感应电动势, 再由欧姆定律求电流强度, 最后由平衡条件判定安培力及外力.

(1) 导体棒 ab 切割磁感线产生的感应电动势的大小为:

$$E=Blv=0.40 \times 0.50 \times 4.0\text{ V}=0.80\text{ V}.$$

(2) 导体棒 ab 相当于电源, 由它对外电路供电, 则由闭合电路欧姆定律得:

$$I = \frac{E}{R+r} = \frac{0.80}{0.20+0}\text{ A}=4.0\text{ A}.$$

(3) 对导体棒 ab 而言, 因为有电流流过, 所以受到安培力, 由平衡条件可知:

$$\begin{aligned} F_{\text{外}} &= F_{\text{安}} = BIl \\ &= 0.40 \times 4.0 \times 0.50\text{ N} \\ &= 0.80\text{ N}. \end{aligned}$$

【点评】 本题考查公式 $E=Blv$ 的应用, 以及电路中的哪一部分相当于电源.

易错提示

求解感应电动势时往往忘记线圈的匝数, 而在计算通过线圈的磁通量的变化量或磁通量的变化率时又会出现 $n\Delta\Phi$ 或 $n \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ 等错误应用.

例 面积 $S=4 \times 10^{-2}\text{ m}^2$, 匝数 $n=100$ 匝的线圈, 放在匀强磁场中, 磁感线方向垂直于线圈平面, 磁场的磁感应强度随时间的变化率为 $\frac{\Delta B}{\Delta t}=2\text{ T/s}$, 则穿过线圈的磁通量的变化率为多少? 线圈中产生的感应电动势是多少?

$$\text{错解 } \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = n \cdot \frac{\Delta B}{\Delta t} S = 8\text{ Wb/s}$$

$$E = \frac{\Delta B}{\Delta t} S = 8 \times 10^{-2}\text{ V}$$

剖析 n 匝线圈, 实际为 n 个电源的串联.

正解 穿过线圈的磁通量的变化率与匝数 n 无关, 故

$$\begin{aligned} \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} &= \frac{\Delta B}{\Delta t} S = 2 \times 4 \times 10^{-2}\text{ Wb/s} \\ &= 8 \times 10^{-2}\text{ Wb/s}, \end{aligned}$$

据法拉第电磁感应定律

$$\begin{aligned} E &= n \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = n \frac{\Delta B}{\Delta t} S \\ &= 100 \times 2 \times 4 \times 10^{-2}\text{ V} \\ &= 8\text{ V}. \end{aligned}$$

举一反三

- 下列几种说法正确的是 ()
 - 线圈中磁通量变化越大, 线圈中产生的感应电动势一定越大
 - 线圈中磁通量越大, 产生的感应电动势一定越大
 - 线圈放在磁场越强的位置, 产生的感应电动势一定越大
 - 线圈中磁通量变化越快, 线圈中产生的感应电动势越大
- 下列说法正确的是 ()
 - 电路中如果存在感应电动势, 那么就一定存在感应电流
 - 电路中如果有感应电流, 那么就一定有感应电动势
 - 穿过电路的磁通量越大, 电路中的感应电流一定越大
 - 穿过电路的磁通量变化率越大, 电路中产生的感应电动势越大
- (山东高考卷·理综) 用相同导线绕制的边长为 L 或 $2L$ 的四个闭合导体线框, 以相同的速度匀速进入右侧匀强磁场, 如图所示. 在每个线框进入磁场的过程中, M 、 N 两点间的电压分别为 U_a 、 U_b 、 U_c 和 U_d . 下列判断正确的是 ()