



总主编◎李朝东

教材

JIAOCAIJIEXI

解析

人教国标

高中物理

选修 3-2



中国少年儿童新闻出版总社
中国少年儿童出版社



总主编◎李朝东

教材

JIAOCAIJIEXI

解析

本册主编：代松波

人教国标

高中物理

选修 3-2



中国少年儿童新闻出版总社
中国少年儿童出版社

图书在版编目(CIP)数据

经纶学典·教材解析. 物理. 3-2:选修/李朝东主编;代松波编写. —北京:中国少年儿童出版社, 2007.5

ISBN 978-7-5007-8593-4

I. 经… II. ①李…②代… 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 055719 号

经纶学典·教材解析 物 理 选修 3-2 (人教国标)

 出版发行: 中国少年儿童新闻出版总社
中国少年儿童出版社

出 版 人: 李学谦
执行出版人: 赵恒峰

总 主 编: 李朝东	封面设计: 杭永鸿
责任编辑: 赵海力 梁丽贤	责任印务: 栾永生
地 址: 北京东四十二条 21 号	邮政编码: 100708
电 话: 010-62006940	传 真: 010-62006941
E-mail: dakaiming@sina.com	

印刷: 南京雄州印刷有限公司	经销: 新华书店
开本: 880×1230 1/16	印张: 120
	本次印数: 10000 册
2007 年 11 月第 1 版	2007 年 11 月江苏第 1 次印刷
ISBN 978-7-5007-8593-4/G·6380	定价: 168.00 元(共十册)

图书若有印装问题,请随时向承印厂退换。
版权所有,侵权必究。



当一道道疑似难题摆在你面前时，是胸有成竹，还是找不着头绪？如果是前者，那恭喜你，你已经跨越了教材与考试之间的差距；如果是后者，那你也别急，《经纶学典·教材解析》在教材与考试间为你搭建一个沟通平台。

不少同学有这样的感觉：教材都熟悉了，课堂上也听懂了，但考试却取不到好成绩。原因在于教材内容与考试要求有差距，课堂教学与选拔性考试有差别。这就需要在教材之上、课堂之外能够得到补充、提升，直至达到高考的选拔要求。本书就是从以下两个方面填补这种差距。

首先是对教材的深度挖掘。教材内容通俗易懂，但里面包含着丰富的信息，我们把教材所包含的信息挖掘出来，并进行系统整理，让知识内涵和外延、知识间的联系充分展现。

第二是对课堂教学的补充和拓展。本书不是对课堂教学的重复，而是在课堂教学基础上，对课堂教学进行补充、提高，挖掘那些学生难以理解、难以掌握的内容，进行归纳和总结，为学生穿起一条规律性的“线”。物理侧重物理现象的过程分析，各种问题的专题归纳，解题模型的建立，物理实验的设计评价等。这些由于课堂教学时间限制或教师水平发挥的问题，在课堂上并没有全部传授给学生，而这些恰恰就是考试中要考查的，学生拉开差距的所在。

正是本着上述编写理念，本丛书以学生为中心，用最易理解的表现形式呈现学习中难以理解的部分。希望本书为你的成长助力，有更好的想法和意见请登录：www.jing-lun.cn。

编者

QIANYAN

读者反馈表

尊敬的读者：

您好！感谢您使用《经纶学典·教材解析》！

为了不断提高图书质量，恳请您写下使用本书的体会与感受，我们将真诚地吸纳。在修订时将刊登您的意见，并予以一定的奖励，以表达我们诚挚的谢意。

读者简介	姓 名		性 别		出生年月	
	所在学校			通讯地址		
	联系方式	(H): 手机:		(O): E-mail:		
本书情况	学 科		版 本		年 级	
您对本书栏目的评价： 1. 教材梳理： 全面 ☐ 一般 ☐ 不全面 ☐ 2. 教材拓展： 难 ☐ 合理 ☐ 易 ☐ 3. 典型题解： 全面 ☐ 不全面 ☐ 4. 针对性练习： 难 ☐ 合理 ☐ 易 ☐ 5. 拓展阅读： 需要 ☐ 不需要 ☐ 6. 五年高考回放： 需要 ☐ 不需要 ☐		您对本书体例形式的评价： 1. 栏目设置： 过多 ☐ 适中 ☐ 过 少 ☐ 2. 题空： 过大 ☐ 正好 ☐ 过 小 ☐ 3. 版式： 美观 ☐ 一般 ☐ 不美观 ☐ 4. 封面： 美观 ☐ 一般 ☐ 不美观 ☐		您的购买行为： 1. 您购买本书的途径： 广 告 ☐ 教师推荐 ☐ 家长购买 ☐ 学校统一购买 ☐ 自己购买 ☐ 同学推荐 ☐ 2. 您购买本书的主要原因(可多选)： 广告宣传 ☐ 包装形式 ☐ 内 容 ☐ 图书价格 ☐ 封面设计 ☐ 书 名 ☐		
您对本书的其他意见：						

欢迎登录：www.jing-lun.cn

通信地址：南京红狐教育传播研究所（南京市租用16-02#信箱）

邮编：210016



目录

M U L U

第四章 电磁感应

1 划时代的发现	1
2 探究电磁感应的产生条件	1
3 楞次定律	10
4 法拉第电磁感应定律	19
5 电磁感应规律的应用	35
6 互感和自感	48
7 涡流 电磁阻尼和电磁驱动	56
本章总结	62
本章测试题	73

第五章 交变电流

1 交变电流	77
2 描述交变电流的物理量	86
3 电感和电容对交变电流的影响	95
4 变压器	103
5 电能的输送	116
本章总结	125
本章测试题	132

第六章 传感器

1 传感器及其工作原理	136
2 传感器的应用(一)	143
3 传感器的应用(二)	151
4 传感器的应用实验	156
本章总结	161
本章测试题	166

第四章 电磁感应

1 划时代的发现

2 探究电磁感应的产生条件

A

教材梳理

知识点一 电流的磁效应

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

注意:①为了避免地磁场影响实验结果,实验时通电直导线应南北放置。

②电流磁效应的发现证实了电和磁存在必然的联系,受其影响,法国物理学家安培提出了著名的右手螺旋定则和“分子电流”假说,英国物理学家法拉第在“磁生电”思想的指导下,经过十年坚持不懈的努力终于找到了“磁生电”的条件。

知识点二 电磁感应现象

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

注意:法拉第将引起感应电流的原因概括为五类:①变化的电流;②变化的磁场;③运动的恒定电流;④运动的磁铁;⑤在磁场中运动的导体。

知识点三 产生感应电流的条件

感应电流的产生条件:一是磁通量变化;二是电路闭合。即一变磁二闭合。只有“变磁”才会产生感应电动势,如果电路再闭合,就会产生感应电流,只有“磁”但不变化不产生感应电动势。

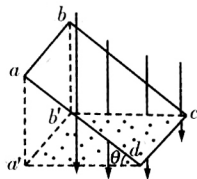
B

教材拓展

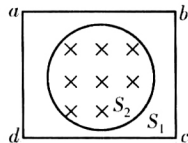
拓展点一 磁通量 $\Phi = BS$ 的计算

1. 公式 $\Phi = BS$ 中的 B 是匀强磁场的磁感应强度, S 是与磁场方向垂直的面积,可以理解为 $\Phi = BS_{\perp}$ 。如果磁感线和平面不垂直, S 应取平面在垂直磁感线方向上的投影面积。

如图所示,线圈平面与水平方向成 θ 角,磁感线竖直向下,磁感应强度为 B ,线圈面积为 S 。使用 $\Phi = BS \sin \theta$ 时很容易出错,多数同学分不清 θ 是谁和谁的夹角,盲目代入公式导致错误。我们可以取垂直磁感线的有效面积 $S_{\perp} = S \cos \theta$, $\Phi = BS \cos \theta$,这样就不易出错了。



2. 公式 $\Phi = BS$ 中的 S 是指包含磁场的那部分有效面积。如图所示,闭合回路 $abcd$ 在纸面内,匀强磁场 B 在圆区域内且垂直纸面,回路 $abcd$ 的面积 S_1 大于圆区域面积 S_2 ,但穿过 S_1 和 S_2 的磁通量是相同的,因为有磁感线穿过的 S_1 和 S_2 的有效面积相同。



3. 磁通量是标量,但有正负之分。

磁通量是标量,它没有方向,但如果方向相反的两个磁场同时穿过某一平面时,可以规定其中一个磁场的磁通量为正值,那么另一个反方向的磁场穿过这个面的磁通量就为负值,穿过这个面积的磁通量应是这两个磁场对这个面积磁通量的代数和。

4. 磁通量与线圈匝数无关

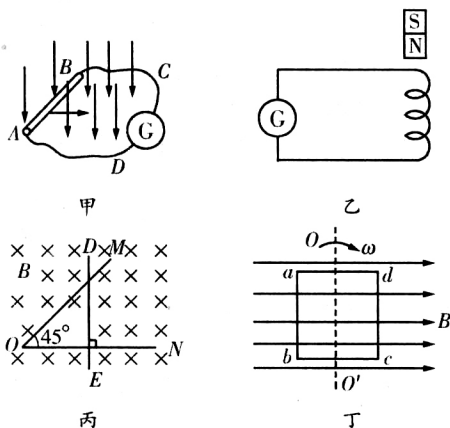
磁通量与线圈匝数无关,也就是磁通量大小不受线圈匝数的影响。求磁通量时不必去考虑线圈匝数 n 。

拓展点二 磁通量变化的几种情形

根据公式 $\Phi = BS \sin \theta$ (其中 θ 为闭合回路所围面积和磁感线间的夹角) 可知, 有四种情形:

- (1) B 不变, S 变, 则 $\Delta \Phi = B \cdot \Delta S$;
- (2) B 变化, S 不变, 则 $\Delta \Phi = \Delta B \cdot S$;
- (3) B 变, S 也变, 则 $\Delta \Phi = B_2 S_2 - B_1 S_1$;
- (4) B 不变, S 不变, θ 变化, 则 $\Delta \Phi = BS (\sin \theta_2 - \sin \theta_1)$ 。

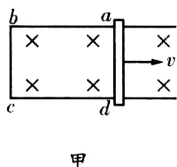
如图甲所示, 闭合回路的一部分导体切割磁感线, 闭合回路面积变化, 引起磁通量变化; 如图乙所示, 由于磁铁插入或拔出线圈, 而使线圈所处的磁场变化, 引起磁通量变化; 如图丙所示, 回路面积从 $S_1 = 8 \text{ m}^2$ 变到 $S_2 = 18 \text{ m}^2$, 磁感应强度 B 同时从 $B_1 = 0.1 \text{ T}$ 变到 $B_2 = 0.8 \text{ T}$, 则回路中磁通量的变化为 $\Delta \Phi = \Phi_2 - \Phi_1 = B_2 S_2 - B_1 S_1 = 13.6 \text{ Wb}$, 若按 $\Delta \Phi = \Delta B \cdot \Delta S = (0.8 - 0.1) \times (18 - 8) \text{ Wb} = 7 \text{ Wb}$ 就错了; 如图丁所示, 闭合线圈 $abcd$ 在匀强磁场中绕垂直于磁场方向的转轴 OO' 转动, B 不变, 线圈面积不变, 但 B 和 S 的夹角变化, 引起了穿过线圈的磁通量变化。



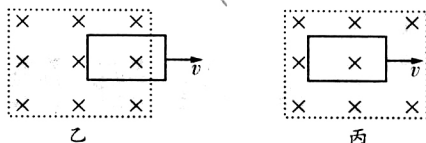
拓展点三 对“导体棒切割磁感线”的理解

闭合电路的一段导体做切割磁感线运动时, 闭合电路中产生感应电流。如图甲所示, 当导体 ad 向右运动时, 穿过 $abcd$ 的磁通量发生变化, 回路中产生感应电流。所以, “切割磁感线”产生感应电流和“磁通量变化”产生感应电流在本质上是—致的。

导体切割磁感线时, 回路中一定产生感应电流吗? 如图乙所示, 导体框的一部分导体切割磁感线, 回路磁通量减小, 线框中有感应电流; 如图丙所示, 虽然有两边切割了磁感线, 但回路磁通量不变化, 无感应电流产生。因此回路中是否产生感应电流, 不



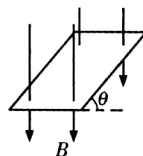
是看有没有导体切割磁感线, 关键是看闭合回路的磁通量是否发生了变化。



C 典型题解

► 问题一 磁通量的大小比较和计算

例题 1 如图所示, 线圈面积为 S , 匀强磁场的磁感应强度为 B , 线圈平面与垂直磁感线方向成 θ 角, 求穿过线圈的磁通量为多少?



[解析] 本题考查如何求磁通量。关键要分清已知条件中的面积 S 是否为公式 $\Phi = BS$ 中的面积 S 。

方法 1: 将面积 S 向垂直于 B 方向投影: $S_{\perp} = S \cos \theta$, $\Phi = BS_{\perp} = BS \cos \theta$ 。

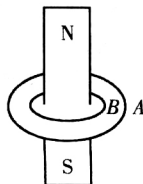
方法 2: 把 B 分解为平行于线圈平面的分量 $B_{\parallel}$ 和垂直于线圈平面的分量 $B_{\perp}$, 显然 $B_{\parallel}$ 不穿过线圈, $B_{\perp} = B \cos \theta$, 故 $\Phi = B_{\perp} S = BS \cos \theta$ 。

[答案] $\Phi = BS \cos \theta$

[点评] 直接应用公式 $\Phi = BS$ 计算, 应注意其适用条件是线圈平面与磁感线垂直。如果线圈平面和磁感线不垂直, 应把 S 投影到与 B 垂直的方向上, 求出投影面积 $S_{\perp}$, 然后由 $\Phi = BS_{\perp}$ 计算。或者将 B 分解为 $B_{\parallel}$ 与 $B_{\perp}$, 由 $\Phi = B_{\perp} S$ 计算。

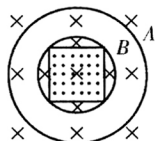
例题 2 两个圆环 A 、 B 如图所示放置, 且 $R_A > R_B$, 一条形磁铁的轴线过两个圆环的圆心处, 且与圆环平面垂直, 则穿过 A 、 B 环的磁通量 Φ_A 和 Φ_B 的关系是 ()

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



[解析] 本题考查合磁通量的求解。解题时要注意有两个方向的磁感线穿过线圈, 磁通量应是抵消之后所剩余的磁感线的净条数。从上向下看, 穿过圆环 A 、 B 的磁感线如图所

示,磁感线有进有出,A、B环向外的磁感线条数一样多,但A环向里的磁感线条数较多,抵消得多,净剩条数少,所以 $\Phi_A < \Phi_B$,选C。

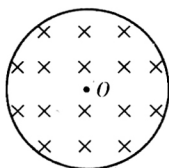


[答案] C

[点评] 磁通量是标量,但有正负,正负号并不表示磁通量的方向,它的符号仅表示磁感线的贯穿方向。当有两个方向的磁感线穿过某一回路时,求磁通量时要按代数和的方法求合磁通量(即穿过回路面积的磁感线的净条数)。

►问题二 磁通量变化情况分析

例题 3 如图所示,有一个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,圆心均在O处,A线圈半径为1 cm,10匝;B线圈半径为2 cm,1匝;C线圈半径为0.5 cm,1匝。问:



(1)在B减为0.4 T的过程中,A和B中磁通量改变了多少?

(2)当磁场转过 30° 角的过程中,C中磁通量改变了多少?

[解析] 本题主要考查磁通量改变量的求解,可由 $\Delta\Phi = \Phi_2 - \Phi_1$ 求出。注意 $\Phi = BS$ 中的S取对磁通量有贡献的有效面积。

[答案] (1)对A线圈:

$$\Phi_1 = B_1 \pi R^2 \quad \Phi_2 = B_2 \pi R^2$$

$$\text{磁通量改变量 } \Delta\Phi \approx |\Phi_2 - \Phi_1| = (0.8 - 0.4) \times 3.14 \times (1 \times 10^{-2})^2 \text{ Wb} = 1.256 \times 10^{-4} \text{ Wb}$$

对B线圈:

$$\Delta\Phi = |\Phi_2 - \Phi_1| \approx (0.8 - 0.4) \times 3.14 \times (1 \times 10^{-2})^2 \text{ Wb} = 1.256 \times 10^{-4} \text{ Wb}$$

(2)对C线圈:

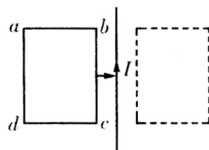
$$\Phi_1 = B\pi r^2, \text{ 磁场转过 } 30^\circ \text{ 时, } \Phi_2 = B\pi r^2 \cos 30^\circ$$

$$\text{磁通量改变量 } \Delta\Phi = |\Phi_2 - \Phi_1| \approx B\pi r^2 (1 - \cos 30^\circ) = 0.8 \times 3.14 \times (5 \times 10^{-3})^2 \times (1 - 0.866) \text{ Wb} = 8.4 \times 10^{-6} \text{ Wb}$$

[点评] 磁通量和线圈匝数无关,磁通量的改变量和线圈匝

数也无关;当线圈所围面积大于磁场区域时,以磁场区域面积为准。

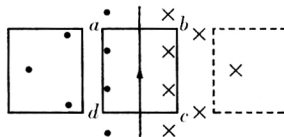
例题 4 如图所示,线框与通电直导线均位于水平面内,当线框abcd由实线位置在水平面内向右平动,逐渐移动到虚线位置时,穿过线框的磁通量如何变化?



[解析] 本题主要考查如何确定总磁通量与磁通量的改变量。关键要分析清楚通电直导线周围磁场分布情况及强弱情况,如图所示线框abcd跨着直导线时,穿过abcd的磁感线有两个方向,应确定分析总磁通量。

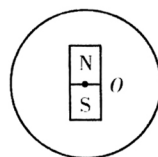
[答案] 线框水平平动可分为三个阶段。第一阶段,从实线位置开始至bc边到达导线位置,穿过线框的磁通量逐渐增大。第二阶段从bc边抵达直导线处开始至ad边到达直导线为止,向外的磁感线逐渐减少,向内的磁感线逐渐增多,穿过线框的总磁通量先减少(当ab、dc两边中点连线与直导线重合时,磁通量为零)后增大。第三阶段从ad边离开直导线向右运动开始到线框抵达虚线位置为止,穿过线框的磁通量逐渐减少。

[点评] 直导线周围的磁感线疏密分布是:越靠近导线,磁感线越密;线框abcd对称跨着直导线时(如图),总磁通量为零,分析时要紧紧抓住该位置。



►问题三 产生感应电流条件的分析判断

例题 5 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 ()



- 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

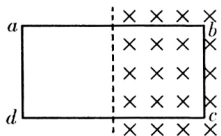
[解析] 本题考查感应电流的产生条件,解决本题的关键是清楚条形磁铁的磁感线分布情况。图中位置穿过导线环平面的磁通量为零,要使导线环中有感应电流,只要让导线环中有磁感线穿过,就会有磁通量的变化,A、B、C的运动,导线环内

磁通量始终为零,只有 D 正确。

[答案] D

[点评] 解决物理问题要求学生有较强的识图能力和空间想象能力。本题中,若磁铁垂直纸面向外平动,穿过线圈的总磁通量仍然为零,无感应电流产生。

例题 6 如图所示,开始时矩形线框与匀强磁场方向垂直,且一半在磁场内,一半在磁场外,若要使线框中产生感应电流,下列办法中可行的是 ()



- A. 将线框向左拉出磁场
- B. 以 ab 边为轴转动(小于 90°)
- C. 以 ad 边为轴转动(小于 60°)
- D. 以 bc 边为轴转动(小于 60°)

[解析] 本题主要考查感应电流的产生条件,关键是判断穿过闭合回路的磁通量是否变化。

将线框向左拉出磁场的过程中,线框的 bc 部分做切割磁感线的运动,或者说穿过线圈的磁通量减少,所以线框中产生感应电流,故 A 正确。

当线框以 ab 边为轴转动时,线框的 cd 边右半段在做切割磁感线运动,或者说穿过线圈的磁通量在发生变化,所以线框中将产生感应电流,B 正确。

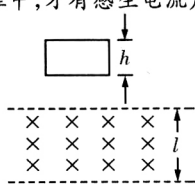
当线框以 ad 边为轴转动(小于 60°),穿过线圈的磁通量在减少,所以在转动过程中产生感应电流,选项 C 正确。如果转过角度超过 60° , bc 边将进入无磁场区,线框中不产生感应电流。

当线框以 bc 为轴转动时,如果转动角度小于 60° ,则穿过线圈的磁通量始终保持不变(其值为磁感应强度与矩形线圈面积的一半的乘积),故 D 错误。所以应选 ABC。

[答案] ABC

[点评] 感应电流的产生条件是穿过闭合回路的磁通量发生变化,而不是有磁通量。

例题 7 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 l 大于线框的宽度 h 。那么下列说法中正确的是 ()



- A. 线框只在进入和穿出磁场的过程中,才有感生电流产生
- B. 线框从进入到穿出磁场的整个过程中,都有感生电流产生
- C. 线框在进入和穿出磁场的过程中,都是磁场能转变成电能

D. 线框在磁场中间运动的过程中,电能转变成机械能

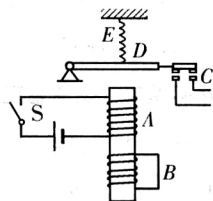
[解析] 本题考查了感应电流的产生条件及电磁感应中的能量转化。有无感应电流产生关键要看穿过闭合线框的磁通量是否发生变化,有导体切割磁感线时不一定产生感应电流。线框只在进入和穿出磁场的过程中,穿过它的磁通量才会发生变化,该过程中发生了机械能和电能的相互转化。故选 A。

[答案] A

[点评] 电磁感应现象中,实现了机械能和电能的转化,我们要重视从能量转化角度去思考分析问题。

►问题四 电磁感应现象的应用

例题 8 如图所示是生产中常用的一种延时继电器的示意图。铁芯上有两个线圈 A 和 B。线圈 A 跟电源连接,线圈 B 的两端接在一起,构成一个闭合回路。在断开开关 S 的时候,



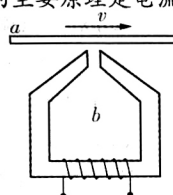
弹簧 E 并不能立即将衔铁 D 拉起,因而不能使触头 C(连接工作电路)立即离开,过一段时间后触头 C 才能离开,延时继电器就是这样得名的。试说明这种继电器的原理。

[解析] 本题主要考查电磁感应及学生的论述能力,关键是分清题中有哪些过程及过程和过程间有哪些联系,分析清楚从现象的产生、发展到结果引起了哪几个物理量的变化以及怎样变化。

[答案] 线圈 A 与电源连接,A 中流过恒定电流,产生恒定磁场,有磁感线穿过线圈 B,穿过 B 的磁通量不变,B 中无感应电流。断开开关 S 时,线圈 A 中电流迅速减小为零,穿过 B 的磁通量减小,由于电磁感应,B 中产生感应电流,感应电流的磁场对衔铁 D 有吸引作用,触头 C 不离开。经过一小段时间后感应电流减弱,感应电流的磁场对衔铁 D 吸引力减小,弹簧 E 的作用力比磁场力大,才将衔铁 D 拉起,触头 C 离开。

[点评] 本题常出现的错误是搞不清题目所述过程,分析不出延时现象产生的原因。进行语言表述时,要做到严谨、逻辑、简洁。

例题 9 如图所示,磁带录音机既可以录音,也可以放音,其主要部件为可匀速行进的磁带 a 和绕有线圈的磁头 b,不论是录音还是放音,磁带或磁隙软铁会存在磁化现象,下面对于它们在录音、放音过程中主要工作原理的描述,正确的是 ()



- A. 放音的主要原理是电磁感应,录音的主要原理是电流的磁效应
- B. 录音的主要原理是电磁感应,放音的主要原理是电流的磁效应
- C. 放音和录音的主要原理都是磁场对电流的作用

D. 录音和放音的主要原理都是电磁感应

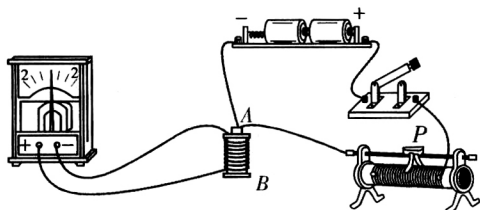
[解析] 本题主要考查了电流的磁效应和电磁感应现象,关键要分清它们的不同本质。磁带录音机的工作原理是:录音时,声音使话筒中产生随声音而变化的感应电流,进入录音磁头的线圈中,在磁头的缝隙处产生随音频变化的磁场,使磁带上的磁粉磁化,即录音是电流的磁效应。放音时,磁带上变化的磁场使磁头线圈中产生感应电流,即放音是利用电磁感应,故选 A。

[答案] A

[点评] 电流的磁效应是电生磁,指运动电荷周围能产生磁场;电磁感应是磁生电,指线圈内磁通量发生变化而在闭合线圈内产生了感应电流,它们是两个不同的过程,要抓住过程的本质。

► 问题五 实验能力考查

例题 10 (2005·北京)现将电池组、滑动变阻器、带铁芯的线圈 A、线圈 B、电流计及开关如图连接。在开关闭合、线圈 A 放在线圈 B 中的情况下,某同学发现当他将滑动变阻器的滑动端 P 向左加速滑动时,电流计指针向右偏转。由此可以推断 ()



- 线圈 A 向上移动或滑动变阻器的滑动端 P 向左加速滑动,都能引起电流计指针向左偏转
- 线圈 A 中铁芯向上拔出或断开开关,都能引起电流计指针向右偏转
- 滑动变阻器的滑动端 P 匀速向左或匀速向右滑动,都能使电流计指针静止在中央
- 因为线圈 A、线圈 B 的绕线方向未知,故无法判断电流计指针偏转的方向

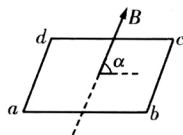
[解析] 本题重点考查学生对实验现象的综合分析能力。关键是找到电流计指针向右偏转的原因:线圈 B 中磁通量的增减。滑动变阻器的滑动端 P 向左加速滑动时,线圈 A 中电流减小,线圈 B 中的磁通量减小,闭合电路中产生感应电流,电流表指针向右偏转。当线圈 A 中的铁芯向上拔出或断开开关时,线圈 B 中磁通量减小,电流表指针向右偏转,故选 B。

[答案] B

[点评] 逻辑推理、综合分析是物理学必考的五种能力中的两种,学生要注意在学习中锻炼和提高。

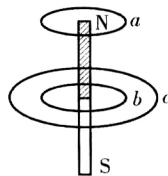
D 针对性练习

1. 如图所示,矩形线框 $abcd$ 放置在水平面内,磁场方向与水平方向成 α 角,已知 $\sin\alpha = \frac{4}{5}$,回路面积为 S ,磁感应强度为 B ,则通过线框的磁通量为 ()



- A. BS B. $\frac{4BS}{5}$ C. $\frac{3BS}{5}$ D. $\frac{3BS}{4}$

2. 如图所示, a 、 b 、 c 三个环水平套在条形磁铁外面,其中 a 和 b 两环大小相同, c 环最大, a 环位于 N 极处, b 和 c 两环位于条形磁铁中部,则穿过三个环的磁通量的大小是 ()

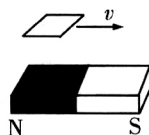


- A. c 环最大, a 与 b 环相同 B. 三个环相同
C. b 环比 c 环大 D. a 环一定比 c 环大

3. 关于电磁感应,下列说法正确的是 ()

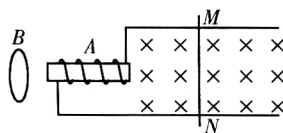
- 导体相对磁场运动,导体内一定会产生感应电流
- 导体做切割磁感线运动,导体内一定会产生感应电流
- 闭合电路在磁场中做切割磁感线运动,电路中一定会产生感应电流
- 穿过闭合电路的磁通量发生变化,电路中一定会产生感应电流

4. 如图所示在条形磁铁的上方,放置一矩形线框,线框平面水平且与条形磁铁平行,则线框由 N 极上端匀速平移到 S 极上端的过程中,线框中的感应电流的情况是 ()



- 线框中始终无感应电流
- 线框中始终有感应电流
- 线框中开始有感应电流,当线框运动到磁铁上方中部时无感应电流,以后又有了感应电流
- 开始无感应电流,当运动到磁铁上方的中部时有感应电流,后来又无感应电流

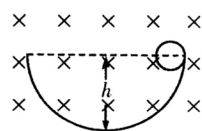
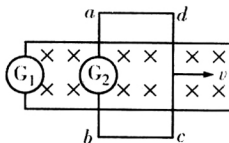
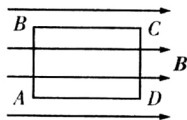
5. 如图所示,当导线 MN 沿导轨开始向右滑动的瞬间(导轨间有磁场,磁场方向垂直纸面向里),正对电磁铁 A 的圆形金属环 B 中 ()



- A. 有感应电流
B. 没有感应电流

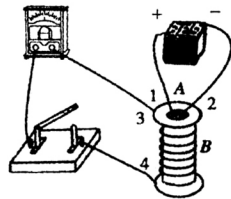


- C. 可能有也可能没有感应电流
D. 无法确定
6. 如图所示,将一个矩形线圈 $ABCD$ 放入匀强磁场中,若线圈平面平行于磁感线,则下列运动中,线圈中会产生感应电流的是 ()
- A. 矩形线圈做平行于磁感线的平移运动
B. 矩形线圈做垂直于磁感线的平移运动
C. 矩形线圈绕 AB 边转动
D. 矩形线圈绕 BC 边转动
7. 如图所示,金属裸导线框 $abcd$ 放在水平光滑金属导轨上,在磁场中向右运动,匀强磁场垂直水平面向下,则 ()
- A. G_1 表的指针发生偏转
B. G_2 表的指针发生偏转
C. G_1 表的指针不发生偏转
D. G_2 表的指针不发生偏转
8. 若一块磁体靠近超导体时,超导体中会产生强大的感应电流,对磁体有排斥作用,这种排斥力可使磁体悬浮在空中,磁体悬浮原理是 ()
- A. 超导电流所产生的磁场与磁体的磁场方向相同
B. 超导电流所产生的磁场方向与磁体的磁场方向垂直
C. 超导体使磁体处于失重状态
D. 超导电流所产生的磁场对磁体的电磁力与磁体的重力平衡
9. 麦克风是常用的一种电子设备,它的内部就是一个小型传感器,把声音信号转变成电信号。它的种类比较多,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,该线圈处在柱形永磁体的辐射状磁场中,当声音使膜片振动时,就能将声音信号转变成电信号,下列说法正确的是 ()
- A. 该传感器是根据电流的磁效应工作的
B. 该传感器是根据电磁感应现象工作的
C. 膜片振动时,线圈内不会产生感应电流
D. 膜片振动时,线圈内会产生感应电流
10. 如图所示,闭合小金属环从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

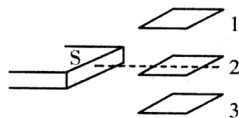


D. 若是非匀强磁场,环在左侧滚上的高度小于 h

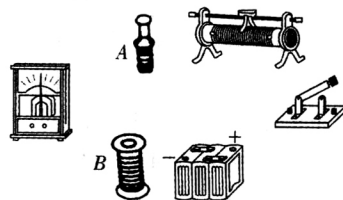
11. 某学生做观察电磁感应现象的实验,将电流表、线圈 A 和 B 、蓄电池、开关用导线连接成如图所示的实验电路,当他接通、断开开关时,电流表的指针都没有偏转,其原因是 ()



- A. 开关位置接错
B. 电流表的正、负极接反
C. 线圈 B 的接头 3、4 接反
D. 蓄电池的正、负极接反
12. 一水平放置的矩形线圈,在条形磁铁 S 极附近下落,在下落过程中,线圈平面保持水平,如图所示,位置 1 和 3 都靠近位置 2,则线圈从位置 1 到位置 2 的过程中,线圈内 _____ 感应电流,线圈从位置 2 至位置 3 的过程中,线圈内 _____ 感应电流。(选填“有”或“无”)

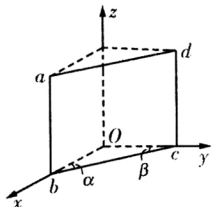


13. 如图所示, A 与 B 是两个相互垂直的线框,两线框的相交点恰是两线框的中点,两线框相互绝缘, A 线框中通有直流电,当线框 A 中的电流强度增大时,线框 B 中 _____ (选填“有”或“无”) 感应电流。
14. 如图所示是研究电磁感应现象实验所需的器材,用实线将带有铁芯的线圈 A 、电源、滑动变阻器和开关连接成原线圈回路,将小量程电流计和线圈 B 连接成副线圈回路。并列举出实验中改变副线圈回路磁通量,使副线圈回路产生感应电流的三种方式:
- (1) _____;
(2) _____;
(3) _____。

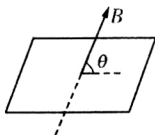


15. 如图所示,一个单匝矩形线圈 $abcd$,边 $ab = 30 \text{ cm}$, $bc = 20 \text{ cm}$,放在 $Oxyz$ 直角坐标系内,线圈平面垂直于 Oxy 平面,与 Ox 轴和 Oy 轴的夹角分别为 $\alpha = 30^\circ$ 和 $\beta = 60^\circ$,匀强磁

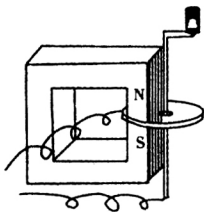
场的磁感应强度 $B = 10^{-2} \text{ T}$, 试计算: 当磁场方向分别沿 Ox 、 Oy 、 Oz 方向时, 穿过线圈的磁通量各为多少?



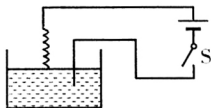
16. 边长为 10 cm 的正方形线圈, 固定在匀强磁场中, 磁场方向与线圈平面夹角 $\theta = 30^\circ$, 如图所示, 磁感应强度随时间的变化规律为 $B = (2 + 3t) \text{ T}$, 则在第 1 s 内穿过线圈的磁通量变化量 $\Delta\Phi$ 为多少 Wb ?



17. 如图所示是法拉第做成的世界上第一个发电机模型, 在磁铁两极间放一铜盘, 转动铜盘, 就可以获得持续的电流。试解释其原理。

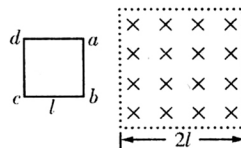


18. 将很细的铜丝绕制成的弹簧的一端固定在支架上, 下端刚好和槽中的水银面接触, 如图所示, 问: 开关闭合后, 会发生什么现象? 为什么?



19. 如图所示, 在边长为 $2l$ 的正方形区域内存在着磁感应强度为 B 的匀强磁场, 磁场方向垂直纸面向里, 有一边长为 l 的正方形导线框沿垂直磁场方向以速度 v 匀速通过磁场区域, 从 ab 边刚进入磁场时开始计时 ($t = 0$):

- (1) 试指出哪些时间段线框中有感应电流产生;
(2) 画出磁通量随时间变化的图象。



[参考答案]

1. B 解析: $\Phi = BS \sin \alpha = \frac{4}{5} BS$.
2. C 解析: 条形磁铁磁场的磁感线分布特点是: ①两端密, 中间疏; ②磁铁内、外磁感线条数相等。a、b、c 三个环中磁铁内磁场方向都向上, 而磁铁外部磁场不同, 应选 C, 而 a、c 两环磁通量大小关系不确定。
3. D 解析: 判断闭合电路中是否有电流产生, 关键看穿过闭合电路的磁通量是否发生变化, 只要穿过闭合电路的磁通量发生变化, 回路中一定会产生感应电流, 故 D 正确。A、B 选项所述导体不一定处于闭合电路中, 故不一定产生感应电流, A、B 错。C 中穿过闭合电路的磁通量也不一定变化, 电路中也未必有感应电流产生。
4. B 解析: 解决此题的关键是看穿过线框的磁通量是否变化以及条形磁铁周围磁场的分布情况。
5. A 解析: 导线 MN 开始向右滑动瞬间, 闭合回路里磁通量发生变化, 闭合回路有感应电流产生, 线圈 A 在圆形金属环 B 中产生的磁通量从零开始增加, B 中一定有感应电流产生。
6. C 解析: 根据产生感应电流的条件可知, 判断闭合线圈中是否产生感应电流, 关键是判断线圈中磁通量是否发生变化。A 选项中, 矩形线圈做平行于磁感线的平移运动, 磁通量不变, 无感应电流。B 选项中, 矩形线圈做垂直于磁感线的平移运动, 磁通量不变为零, 不产生感应电流。C 选项中, 矩形线圈绕 AB 边转动, 磁通量必变化, 产生感应电流。D 选项中, 矩形线圈绕 BC 边转动, 磁通量恒为零, 无感应电流。所以 C 选项正确。
7. AB 解析: 虽然线圈 abcd 构成的闭合回路中没有磁通量的变化, 但电流表 G_1 和线框 abcd 构成的闭合回路中磁通量发生变化, 有感应电流流过 G_1 和 G_2 , 选 AB。
8. D 解析: 磁体悬浮在空中, 说明所受重力与磁场力平衡, 穿过超导体的磁通量发生变化, 产生感应电流, 感应电流在其周围产生磁场与原磁场产生排斥力, 因而超导电流的磁场与原磁场方向相反。
9. BD 解析: 当声音使膜片振动时, 膜片后的金属线圈随之



振动,线圈就会切割永磁体磁场的磁感线,产生感应电流,声音强弱不同,产生的感应电流的强弱也不同,从而将声音信号转变成电信号,这就是电磁感应现象,则选 BD。

10. BD 解析:若为匀强磁场,环在磁场中运动的过程中磁通量不变,不会产生感应电流,金属环机械能守恒,仍能上升到 h 高处, B 正确。若为非匀强磁场,环在磁场中运动,磁通量发生变化,有感应电流产生,环机械能减少,上升高度小于 h ,故 D 正确。
11. A 解析:图中所示开关的连接不能控制含有电源的电路中电流的通断,而本实验内容之一是用来研究在开关通断瞬间,电流的有无,磁场的变化,进而产生感应电流的情况,但图中接法达不到该目的。
12. 有 有 解析:由位置 1 到位置 2 以及由位置 2 到位置 3,穿过线圈的磁通量均在变化,故均有感应电流产生,注意在位置 2 时磁通量为零,但感应电流不为零,因为在这个时刻前后磁通量反向。
13. 无 解析: B 中磁通量始终为零。
14. 实物连线略。(1)合上(或断开)开关瞬间 (2)将铁芯插入副线圈或从原线圈中取出 (3)将副线圈插入原线圈中并移动滑动变阻器的滑片

15. $3 \times 10^{-4} \text{ Wb}$ $3\sqrt{3} \times 10^{-4} \text{ Wb}$ 0 解析:矩形线圈的面积 $S = ab \times bc = 0.30 \times 0.20 \text{ m}^2 = 6 \times 10^{-2} \text{ m}^2$,它在垂直于三根坐标轴上的投影面积大小分别为 $S_x = S \cos \beta = 6 \times 10^{-2} \times \frac{1}{2} \text{ m}^2 = 3 \times 10^{-2} \text{ m}^2$, $S_y = S \cos \alpha = 6 \times 10^{-2} \times \frac{\sqrt{3}}{2} \text{ m}^2 = 3\sqrt{3} \times 10^{-2} \text{ m}^2$, $S_z = 0$ 。

当磁感应强度 B 沿 Ox 方向时,穿过线圈的磁通量 $\Phi_x = BS_x = 10^{-2} \times 3 \times 10^{-2} \text{ Wb} = 3 \times 10^{-4} \text{ Wb}$;

当磁感应强度 B 沿 Oy 方向时,穿过线圈的磁通量 $\Phi_y = BS_y = 10^{-2} \times 3\sqrt{3} \times 10^{-2} \text{ Wb} = 3\sqrt{3} \times 10^{-4} \text{ Wb}$;

当磁感应强度沿 Oz 方向时,穿过线圈的磁通量 $\Phi_z = BS_z = 0$ 。

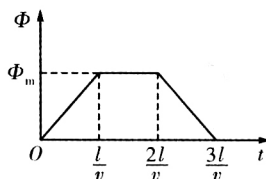
16. 0.015 Wb 解析: $t = 0$ 时刻的磁感应强度 $B_1 = 2 + 3 \times 0 = 2 \text{ T}$,
 $t = 1 \text{ s}$ 时的磁感应强度 $B_2 = 2 + 3 \times 1 \text{ T} = 5 \text{ T}$,
磁通量的变化量 $\Delta \Phi = \Phi_2 - \Phi_1 = B_2 S \sin \theta - B_1 S \sin \theta = 5 \times 0.1 \times 0.1 \times \frac{1}{2} - 2 \times 0.1 \times 0.1 \times \frac{1}{2} = (0.025 - 0.01) \text{ Wb} = 0.015 \text{ Wb}$ 。

17. 解析:铜盘可以看成是由无数根从铜盘圆心到边缘的导体棒组成的,这些导体棒像自行车的辐条,当圆盘转动时,总有辐条在切割磁感线而产生感应电动势,相当于电源,如果和外界组成闭合回路,就可以向外界供电,有感

应电流。

18. 解析:当开关闭合后,弹簧内有电流通过,弹簧匝与匝之间相当于同向电流,相互吸引,弹簧缩短,与水银面断开,无电流,由于弹簧弹力和重力作用弹簧又向下运动与水银面接触,弹簧中又有电流而收缩,电路又断开……如此反复,弹簧上下振动,电路时通时断。

19. 解析:(1)线框进入磁场的过程,在 $0 \sim \frac{l}{v}$ 时间段内有感应电流产生;线框离开磁场过程,在 $\frac{2l}{v} \sim \frac{3l}{v}$ 时间段内有感应电流产生。(2)如图所示,图中磁通量最大值 $\Phi_m = BS = Bl^2$ 。



E

课后答案点拨

第1节 略

第2节

1. 解析:(1)无,因为穿过线框的磁通量不变。(2)无,因为穿过线框的磁通量不变。(3)有,因为穿过线框的磁通量变化。
2. 解析:有,因为穿过线圈的磁通量变化。
3. 解析:当线圈部分在磁场中时有感应电流,因为随磁场中线圈面积的变化,穿过线圈的磁通量变化。但当线圈全部处于磁场中时,即使线圈平动,穿过线圈的磁通量也不变,故不产生感应电流。
4. 解析:线圈远离时,穿过线圈的磁通量减少,故有感应电流。当二者均不动,而导线中电流 I 逐渐增大或减小时,穿过线圈平面的磁通量均变化,故有感应电流。
5. 解析:在匀强磁场中,因穿过环的磁通量不变,环中无感应电流;而磁场如果不均匀,则穿过环的磁通量变化,产生感应电流。
6. 解析:在 $t_1 \sim t_2$ 时间内,乙、丙、丁均可在线圈 B 中观察到感应电流。
7. 解析:使 MN 棒中不产生感应电流,即 MN 运动过程中穿过闭合回路的磁通量不变,即任一时刻的磁通量与初状态相等。

设 t 时刻磁感应强度为 B_t ,则有 $B_0 l^2 = B_t l(l + vt)$,则 $B_t = \frac{B_0 l}{l + vt}$,此即 B 与 t 的关系式。

课本 P₇ 做一做:摇绳能发电吗?

感应电流的产生条件是:①穿过电路的磁通量发生变化;
②电路要闭合。闭合电路的部分导体切割磁感线时,闭合电路中有感应电流产生,摇绳发电的实质是:闭合电路的部分导体切割地磁场的磁感线。绳运动方向和地磁场平行时无感应电流,运动方向与地磁场垂直时,产生的感应电流最大,地磁场是南北方向的,所以摇绳时两同学东西方向站立,发电的可能性最大。

F 拓展阅读

法 拉 第

迈克尔·法拉第(M. Faraday, 1791—1867)是19世纪电磁学领域中最伟大的实验物理学家。他于1791年9月22日生于伦敦附近的纽因格顿,父亲是铁匠。由于家境贫苦,他只在7岁到9岁读过两年小学。12岁当报童,13岁在一家书店当了装订书的学徒。在书店,他读了许多科学书籍,并动手做了一些简单的化学实验。

1812年秋,法拉第听了著名化学家戴维的四次演讲,对科学产生了极大兴趣。1813年3月,戴维推荐法拉第到皇家研究院实验室作了自己的助理实验员。1813年10月,法拉第随戴维到欧洲大陆进行学术考察18个月,他有机会参观了各国科学家的实验室,了解了他们的科学研究方法。回到英国后,他就开始了独立的研究工作,并于1816年发表了第一篇化学论文。

1820年奥斯特发现电流的磁效应。法拉第对电磁现象的研究产生了极大的兴趣和热情。他仔细分析了电流磁效应等现象,认为既然电流能产生磁,磁就能转化成电。起初,他试图用强磁铁靠近闭合导线或用强电流使另一闭合导线中产生电流,做了大量实验,都失败了。经过历时十年的失败、再实验,直到1831年8月29日才取得成功。法拉第取得成功的第一个实验,就是那个以一个电流产生另一个电流的实验。他接连又做了几十个这类实验。在1831年11月24日的论文中,他把产生感应电流的情况概括成五类:变化着的电流;变化着的磁场;运动的恒定电流;运动的磁场;在磁场中运动的导体。他指出:感应电流与原电流的变化有关,而不是与原电流本身有关。他将这一现象与导体上的静电感应类比,把它取名为“电磁感应”。发现电磁感应20年后,直到1851年才得出了电磁感应定律。

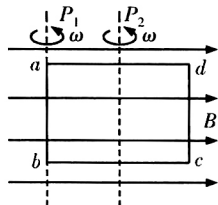
法拉第在1833年到1834年,从实验中得出了电解定律,这是电荷不连续性的最早的有力证据。他的另一贡献是提出了场的概念,他认为带电体、磁体周围空间存在一种物质,起到传递电、磁力的作用,称之为电场、磁场。他将自己做过的

实验整理成《电学实验研究》一书,这是一本珍贵的科学文献。

法拉第是靠自学成才的科学家,在科学征途上辛勤奋斗了半个多世纪,不求名利。1851年,他被一致推选为英国皇家学会会长,但他坚决辞掉这个职务,把全身心献给了科学研究事业,终生过着清贫的日子。1855年他从皇家学院退休。1867年8月25日在伦敦去世。遵照他“一辈子当一个平凡的迈克尔·法拉第”的意愿,遗体被安葬在海格特公墓。为了纪念他,用他的名字命名电容的单位——法拉。

G 五年高考回放

(2007·四川)如图所示,矩形线圈 $abcd$ 在匀强磁场中可以分别绕垂直于磁场方向的轴 P_1 和 P_2 以相同的角速度匀速转动,当线圈平面转到与磁场方向平行时 ()

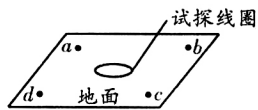


- A. 线圈绕 P_1 转动时的电流等于绕 P_2 转动时的电流
- B. 线圈绕 P_1 转动时的电动势小于绕 P_2 转动时的电动势
- C. 线圈绕 P_1 和 P_2 转动时电流的方向相同,都是 $a \rightarrow b \rightarrow c \rightarrow d$
- D. 线圈绕 P_1 转动时 dc 边受到的安培力大于绕 P_2 转动时 dc 边受到的安培力

[答案] A

(2004·上海)已知某一区域

的地下埋有一根与地表面平行的直线电缆,电缆中通有



变化的电流,在其周围有变化的磁场。因此可以通过在地面上测量闭合试探小线圈中的感应电动势来探测电缆的确切位置、走向和深度。当线圈平面平行地面测量时,在地面上 a 、 c 两处测得试探线圈中的电动势为零, b 、 d 两处线圈中的电动势不为零;当线圈平面与地面成 45° 夹角时,在 b 、 d 两处测得试探线圈中的电动势为零。经过测量发现, a 、 b 、 c 、 d 恰好位于边长为1 m的正方形的四个顶角上,如图所示。据此可以判定地下电缆在 _____ 两点连线的正下方,离地表面的深度为 _____ m。

[解析] 解决本题的关键是:知道直导线中电流的磁感线分



布;线圈平面和磁感线平行时,磁通量为零,线圈平面和磁感线不平行时,有磁通量。由题意知,当线圈平面平行地面测量时,在地面 a 、 c 两处线圈中电动势为零,在 b 、 d 两处电动势不为零。利用对称关系,估计电缆走向为 ac 或 bd ,若为 ac 走向,在 a 、 c 两处小线圈与磁感线平行,磁通量恒为零,电动势一直为零,而在 b 、 d 两处,小线圈与磁感线垂直,随着电缆中电流大小的变化,线圈中的磁通量发生变化,会产生电动势,由此确定电缆走向为 ac 不是 cd 。利用几何关系不难求出电缆深度等于 ac 距离的一半,即 $\sqrt{2}/2$ m。

[答案] a 、 c 0.71

3 (2004·上海)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 ()

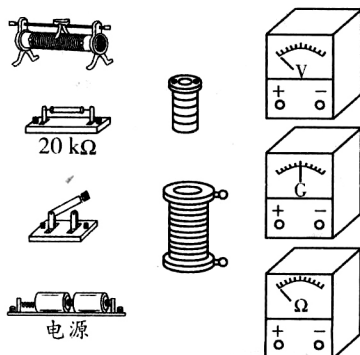
- A. 安培 B. 赫兹
C. 法拉第 D. 麦克斯韦

[解析] 安培提出了分子电流假说,赫兹用实验证明了电磁波的存在,法拉第发现了电磁感应现象。麦克斯韦提出了电磁场理论,预言了电磁波的存在。解决此类问题的关键是记住这些物理学史。

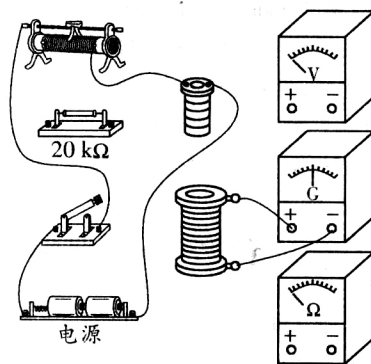
[答案] C

4 (2006·上海)在研究电磁感应现象的实验中,为了能明显地观察到实验现象,请在如图所示的实验器材中,选

择必要的器材,在图中用实线连接成相应的实物电路图。



[答案] 如图所示。



3 楞次定律

A 教材梳理

知识点一 楞次定律

1. 内容:感应电流具有这样的方向,即感应电流的磁场总要阻碍引起感应电流的磁通量的变化。

2. 说明:①定律中的因果关系。闭合电路中磁通量的变化是产生感应电流的原因,而结果是出现了感应电流的磁场。

②楞次定律符合能量守恒定律。感应电流的磁场在阻碍磁通量变化或阻碍磁体和螺线管(课本实验)间的相对运动的过程中,机械能转化成了电能。楞次定律中的“阻碍”正是能量守恒定律在电磁感应现象中的体现。

3. 注意:①楞次定律中两磁场间的关系。闭合电路中有两个磁场,一是引起感应电流的磁场,即原磁场;二是感应电流的磁场。当引起感应电流的磁通量(原磁通量)要增加时,

感应电流的磁场要阻碍它的增加,两个磁场方向相反;原磁通量要减少时,感应电流的磁场阻碍它的减少,两个磁场方向相同。

②正确理解“阻碍”的含义。感应电流的磁场阻碍的是引起感应电流的原因——原磁场磁通量的变化,而不是阻碍原磁场,也不是阻碍原磁场的磁通量。“阻碍”的具体表现是:当原磁通量增加时,感应电流的磁场与原磁场方向相反,当原磁通量减少时,两磁场方向相同。阻碍不等于阻止,其作用是使磁通量增加或减少变慢,但磁通量仍会增加或减少。

知识点二 楞次定律的应用

应用楞次定律判断感应电流方向的一般步骤是:

- ①明确所研究的闭合电路,判断原磁场的方向。
- ②判断闭合电路内原磁场的磁通量的变化情况。
- ③由楞次定律判断感应电流的磁场方向。



④由安培定则根据感应电流的磁场方向,判断出感应电流的方向。

以上步骤可概括为四句话:“明确增减和方向,增反减同切莫忘,安培定则来判断,四指环绕是流向。”

知识点三 右手定则

1. 内容:伸出右手,让大拇指跟其余四指垂直,并且都跟手掌在同一平面内,让磁感线从手心垂直进入,并使拇指指向导体运动方向,这时其余四指所指方向就是感应电流的方向。

2. 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,它是楞次定律的一种特殊情况。

B

教材拓展

拓展点一 楞次定律的另一种表述

感应电流的效果总是要阻碍产生感应电流的原因,常见有以下四种表现:

①就磁通量而言,总是阻碍引起感应电流的磁通量(原磁通量)的变化。

②就相对运动而言,阻碍导体间的相对运动,简称口诀:“来拒去留”。

③就闭合电路的面积而言,致使电路的面积有收缩或扩张的趋势。收缩或扩张是为了阻碍电路磁通量的变化。若穿过闭合电路的磁感线皆朝同一方向,则磁通量增大时,面积有收缩趋势,磁通量减少时,面积有增大趋势,简称口诀:“增缩减扩”。

④就电流而言,感应电流阻碍原电流的变化,即原电流增大时,感应电流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,简称口诀:“增反减同。”

拓展点二 楞次定律与右手定则的关系

	楞次定律	右手定则
研究对象	整个闭合电路	闭合电路的一部分
适用范围	磁通量变化引起感应电流的各种情况	一段导线在磁场中做切割磁感线运动
关系	右手定则是楞次定律的特殊情况	

拓展点三 安培定则、左手定则、右手定则的比较

	安培定则	左手定则	右手定则
物理量方向间的关系	电流 I 的方向、磁场方向	磁场方向、电流方向(电荷运动方向)、安培力(洛伦兹力)方向	磁场方向、导体切割磁感线方向

说明:(1)左手定则和右手定则很容易混淆,为了便于区分,可把两定则简单地总结为“通电受力用左手,运动生电用右手”。

(2)用手判断方向时,首先确定伸出的手应是左手还是右手,分清左、右手是不出错的关键。

拓展点四 感应电动势方向的判断方法

(1)存在感应电动势的那部分导体相当于电源,在电源内部的电流方向与电动势方向相同。

(2)由楞次定律判断出的感应电流方向就是感应电动势的方向。

(3)当电路不闭合时,只要磁通量发生变化或部分导体切割磁感线,则必有感应电动势,此时感应电动势的方向可假设电路闭合,用楞次定律判定,或直接用右手定则判定。

C

典型题解

►问题一 用楞次定律判断感应电流的方向

例题 1 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

[解析] 本题考查楞次定律的理解。关键是真正理解楞次定律的内涵和外延。感应电流的磁场阻碍引起感应电流的磁通量的变化,而不是阻碍磁通量,它和引起感应电流的磁场可以同向,也可以反向。故选 C。

[答案] C

[点评] “阻碍”的对象是引起感应电流的磁通量的变化。若感应电流的磁场和引起感应电流的磁场方向相同,则阻碍的是原磁通量的减少。

例题 2 如图所示,一水平放置的矩形线圈 $abcd$,在细长的磁铁的 N 极附近竖直下落,保持 bc 边在纸外, ad 边在纸内,从图中的位置 I 经过位置 II 到位置 III,位置 I 和 III 都很靠近