

高中新课程

评价与检测

大连教育学院 编

人教版

物理

选修 3-2

高中新课程

评价与检测

大连教育学院 编

人教版

物理

选修 3-2

本册主编 张 鹏

辽宁师范大学出版社
· 大 连 ·

内 容 简 介

本书由知名的学科专家和优秀的一线教师联合编写。结合高中新课程改革采用新的教学理念,在内容取舍和体例编排上,注重学生的自主研究、亲身实践与开拓创新,强调对学生进行知识和能力的同步培养。

本书与高中新教材同步、配套,可供师生在课堂教学中使用,同时由于内容实用性强,也可用于高中学生自学参考。

©大连教育学院 2010

图书在版编目(CIP)数据

高中新课程评价与检测:人教版·物理·3-2;选修/大连教育学院编. —大连:
辽宁师范大学出版社,2010.7

ISBN 978-7-5652-0252-0

I. ①高… II. ①大… 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(2010)第 145793 号

出 版 人:程培杰
策 划:王 星
责任编辑:吕英辉 郝晓红
责任校对:王媛媛
封面设计:方力颖
版式设计:李小曼

出 版 者:辽宁师范大学出版社
地 址:大连市黄河路 850 号
邮 编:116029
营销电话:(0411)84206854 84215261 84259913(教材)
印 刷 者:大连华伟印刷有限公司
发 行 者:辽宁师范大学出版社

幅面尺寸:210mm×285mm

印 张:6.5

字 数:248 千字

出版时间:2010 年 8 月第 1 版

印刷时间:2010 年 8 月第 1 次印刷

书 号:ISBN 978-7-5652-0252-0

定 价:11.50 元

编写说明

BIANXIESHUOMING

为了配合高中新课改的顺利实施,帮助学生掌握高中物理的基础知识、基本技能和解题的基本方法,增强思维能力,提高学习效率,我们组织有丰富教学经验的重点中学的特级教师和骨干教师,编写了《高中新课程评价与检测物理》(选修3-2)。本书具有以下特点。

引领性。本书各节通过“自学引领”栏目,引出与本节课相关的具体情境,既让学生感受到“身边物理”的现实性和重要性,又让学生清楚本节课学习的知识和拟解决的问题,从而使学生在学习新课之前能带着具体的问题走进课堂。此举不仅可使学生的思维处于积极的准备状态,而且提高了学生学习本节课的兴趣和热情。同时,每节课都设有“知能导向”和“典例精析”栏目,使学生对本节课的知识结构有较明确的了解,通过对典型例题的解析使学生及早地了解解题的方法及思路,起到了较好的“导练”作用。

同步性。本书根据人民教育出版社出版的《普通高中课程标准实验教科书物理(选修3-2)》教材编写而成,与教材同步、配套,便于师生在新课程的教与学中使用。

层次性。本书力求面向全体学生,充分考虑到了不同层次学生的特点和需求。本书“自我发展”中“基础闯关”、“应用迁移”和“开放创新”栏目,所选配的训练题按难度的高低进行编组,可供学习水平不同的学生在不同的学习阶段选择。

科学性。本书是根据高中学生的认知规律精心编写的,所编习题灵活多样,并使学生尽可能“跳一跳,够得着”,这既有利于学生巩固所学的知识,又有利于学生举一反三,对所学的知识融会贯通。本书力求使每道习题的训练都收到最佳的效果。

针对性。无论是“自学引领”还是“典例精析”,或是所配置的“自我发展”栏目,都紧紧围绕着高中物理学科的重点、关键点内容,抓住学生学习的难点和疑点问题,使学生通过本书的学习和训练,能深刻理解教材知识,顺利排除学习障碍,牢固掌握解题的方法。

新颖性。本书在每节开篇处设有“自学引领”,旨在让学生了解身边的物理现象;在每单元的最后设有“拓展视野”栏目,把与本章有关的物理知识进行链接。此举拓宽了学生的涉猎面,并便于学生将所学的物理知识与其他学科知识进行有效综合,促使学生在平日学习中即形成综合意识,进而提高学生的综合分析能力。

本分册由大连教育学院邀请学科教学研究人员、特级教师、骨干教师参与各章节编写。



CONTENTS

目 录

第四章 电磁感应

4.1	划时代的发现	1
4.2	探究电磁感应的产生条件	1
4.3	楞次定律	5
4.4	法拉第电磁感应定律	9
4.5	电磁感应规律的应用	14
4.6	互感和自感	19
4.7	涡流 电磁阻尼和电磁驱动	19
	章末小结	23

第五章 交变电流

5.1	交变电流	30
5.2	描述交变电流的物理量	35
5.3	电感和电容对交变电流的影响	40
5.4	变压器	44
5.5	电能的输送	49
	章末小结	54

第六章 传感器

6.1 传感器及其工作原理	61
6.2 传感器的应用(一)	63
6.3 传感器的应用(二)	65
6.4 传感器的应用实验	67
章末小结	69
期中测试	74
模块测试	79
综合练习	83

第四章 电磁感应

4.1 划时代的发现

4.2 探究电磁感应的产生条件

自学引领

丹麦物理学家奥斯特通过不懈的努力,终于在 1820 年发现了电流的磁效应,使整个科学界受到了极大的震撼,同时也大大激发了科学家们的探索热情。既然电流能够产生磁场,那么磁场能否产生电流呢?在众多科学家经历了多次失败之后,英国物理学家法拉第终于在历经 10 年的苦苦研究之后于 1831 年发现了具有划时代意义的电磁感应现象,宣告了电磁学作为一门统一学科的诞生。之后,法拉第又发明了世界上第一台发电机,进一步把人类引领到电气化时代。那么究竟什么是电磁感应呢?它又有什么重要规律呢?

知能导向

电磁感应

- 定义:利用磁场产生电流的现象叫做电磁感应现象
- 条件: ① 闭合电路的一部分导体切割磁感线运动
- ② 只要穿过闭合电路的磁通量发生变化,闭合电路中就有电流产生
- 感应电流:在电磁感应中产生的电流叫做感应电流
- 磁通量(磁通)
 - 定义:在匀强磁场中磁感应强度 B 与垂直于磁场方向的面积 S 的乘积叫做穿过这个面的磁通量
 - 公式: $\Phi = BS$
 - 单位: Wb(韦伯)

典例精析

例1 如图 4-2-1 所示,大圆导线环 A 中通电流 I , 电流为顺时针方向,圆 B 与环 A 在同一平面内,且有一半的面积在 A 环内,一半面积在 A 环外,试判断圆 B 内磁通量的方向。

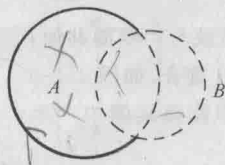


图 4-2-1

【解析】 在 A 环内磁场方向垂直纸面向里, A 环外的磁场方向垂直纸面向外, 由于磁感线是闭合曲线, 所以在 A 的内

部及外部磁感线条数相等, 由于 A 外部的面积比内部面积大得多, 所以 $B_{内} > B_{外}$, B 圆面积一半在 A 内, 一半在 A 外, 可得 $\Phi_{内} = B_{内}S > \Phi_{外} = B_{外}S$, 由于穿过的方向不同, 相抵后, 剩余的磁感线垂直纸面向里, 故 B 圆内总的磁通量垂直纸面向里。

【答案】 垂直纸面向里

【迁移发散】 有关磁通量的计算问题, 要注意 $\Phi = BS$ 定义式的成立条件, 此外还要明确磁通量是对应一定面积的磁通量, 如果研究对象是一个多匝线圈, 则穿过其磁通量大小与其匝数无关。如果要求同一线圈在某一过程中的磁通量的变化量, 要注意到它的双向标量性; 若磁场方向不与线圈平面垂直, 具体计算时应用垂直投影面积。

例2 条形磁铁竖直放置, 闭合圆环水平放置, 条形磁铁中心线穿过圆环中心, 如图 4-2-2 所示。若圆环为弹性环, 其形状由

I 扩大为 II, 那么圆环内磁通量变化情况是 ()

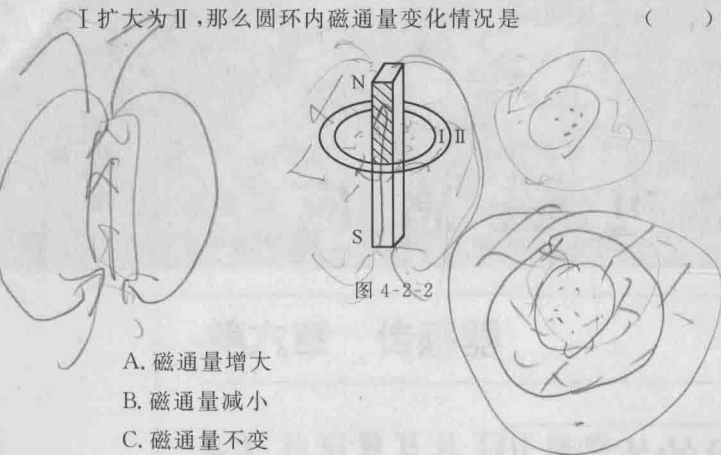


图 4-2-2

- A. 磁通量增大
- B. 磁通量减小
- C. 磁通量不变
- D. 条件不足, 无法确定

【解析】 (1) $\Phi = BS$ 只适用于匀强磁场, 在非匀强磁场中可以利用磁感线来判断磁通量的大小。我们知道在同一磁场的图示中, 磁感线越密的地方, 也就是穿过单位面积的磁感线条数越多的地方, 磁感应强度 B 越大。因此, B 越大, S 越大, 穿过这个面的磁感线条数就越多, 磁通量 Φ 就越大。所以, 穿过一个面的磁感线的多少可以表示这个面的磁通量的大小。

(2) 本题中穿过圆环的磁感线, 分为两部分。在磁铁外部是由 N 到 S, 在磁铁内部是由 S 到 N。当有两个不同方向的磁感线穿过同一面积时, 磁通量的大小由穿过该面积的磁感线条数的代数和决定, 即规定某一方向的磁感线条数为正, 另一方向的磁感线条数为负, 磁通量的大小等于这两者的代数和。

(3) 分布在磁铁外部空间的所有磁感线都要通过磁铁的内部, 所以通过圆环的磁感线以磁铁内部为主。当圆环面积变大时, 磁铁内部的磁感线条数保持不变, 而通过圆环属于磁铁外部的磁感线的条数增加, 所以通过圆环的净磁感线条数变少, 即磁通量变小。

【答案】 B

【迁移发散】 ① 当空间有不同强弱和方向的磁场同时存在时, 对某个面的磁通量等于各个磁场产生的磁通量的代数和, 即 $\Phi = \Phi_1 + \Phi_2 + \dots$ 。

② 磁通量有正负之分, 规定某一方向的磁感线穿过一面积的磁通量为正, 则相反方向的磁感线穿过该面的磁通量就为负。

③ 解答此题时, 要注意磁铁内外的磁感线方向相反, 穿过闭合圆环的磁通量应该是净磁感线条数。

例3 一根无限长通电直导线附近有一与其共面矩形线圈, 如图 4-2-3 所示。为了使矩形线圈中产生感应电流, 下列哪一种运动是可行的

- A. 矩形线圈向上平动
- B. 矩形线圈向右平动
- C. 矩形线圈向纸面外上平动
- D. 矩形线圈绕某一条边转动

【解析】 当穿过闭合电路的磁通量发生变化时, 电路中就会产生感应电流, 所以本题的关键是判断矩形线圈运动时穿过它

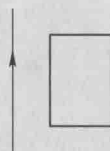


图 4-2-3

的磁通量是否发生变化。

根据直线电流磁场分布的特点可知: ① 矩形线圈向上平动时, 穿过线圈的磁通量保持不变; ② 矩形线圈向右平动时, 穿过线圈的磁通量减小; ③ 矩形线圈向纸面外上平动时, 磁通量减小; ④ 矩形线圈绕某一条边转动时, 磁通量变化(开始减小)。

【答案】 BCD

【迁移发散】 ① 熟悉常见的磁场分布情况, 例如直线电流、环形电流、条形磁铁和蹄形磁铁等的磁场分布。② 采用合适的角度观察, 如本题画出如图 4-2-4 所示就容易得出结论。

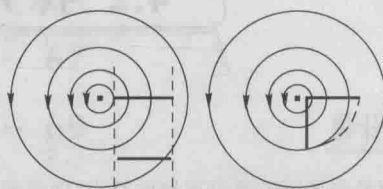


图 4-2-4

自我发展

基础闯关

- 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. 变化的磁场使闭合回路产生感应电流
 - C. 插入通电螺线管中的软铁棒被磁化
 - D. 电流周围产生磁场
- 关于感应电流的产生, 下列说法中正确的是 ()
 - A. 只要闭合电路内有磁通量, 闭合电路中就有感应电流产生
 - B. 穿过螺线管的磁通量变化时, 螺线管的内部就一定有感应电流产生
 - C. 线框不闭合时, 即使穿过线框的磁通量变化, 线框中也没有感应电流
 - D. 只要闭合电路的一部分做切割磁感线运动, 电路中就一定有感应电流

- 一均匀扁平条形磁铁与一线圈共面, 磁铁中心与圆心 O 重合, 如图 4-2-5 所示。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

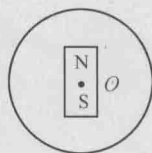


图 4-2-5

D. 垂直线圈平面磁铁向纸外运动

4. 如图 4-2-6 所示, 在竖直向下的匀强磁场中, 有一闭合导体环, 环面与磁场垂直, 当导体环在磁场中完成下述运动时, 可能产生感应电流的是 ()

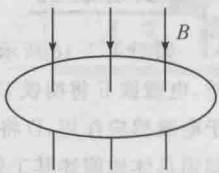


图 4-2-6

- A. 导体环保持水平在磁场中向上或向下运动
B. 导体环保持水平向左或向右加速平动
C. 导体环以垂直环面、通过环心的轴转动
D. 导体环以一条直径为轴, 在磁场中转动

5. 如图 4-2-7 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 ()

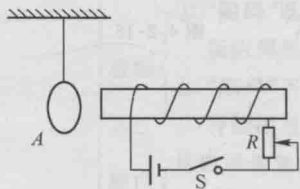


图 4-2-7

- 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, 滑动变阻器触头滑动的瞬间
D. 开关 S 断开的瞬间
6. 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 4-2-8 所示。位置 2 与磁铁同一平面位置 1 和 3 都很靠近位置 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。(填“有”或“无”)

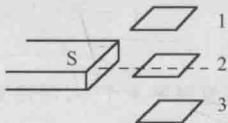


图 4-2-8

应用迁移

1. 如图 4-2-9 所示, 通有恒定电流的直导线 MN 与闭合金属框共面, 第一次将金属框 I 平移到 II, 第二次将金属框 I 绕 cd 边翻转到 II, 设先、后两次通过金属框的磁通量的变化分别为 $\Delta\Phi_1$ 、 $\Delta\Phi_2$, 则 ()

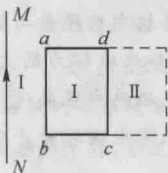


图 4-2-9

- A. $\Delta\Phi_1 > \Delta\Phi_2$
B. $\Delta\Phi_1 = \Delta\Phi_2$
C. $\Delta\Phi_1 < \Delta\Phi_2$
D. $\Delta\Phi_1 = -\Delta\Phi_2$

2. (2009 · 武汉模拟) 如图 4-2-10 所示, 开始时矩形线框与匀强磁场的方向垂直, 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, 下列办法中不可行的是 ()

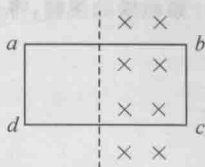


图 4-2-10

- 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°)
3. 带负电的圆环绕圆心旋转, 在环的圆心处有一闭合小线圈, 小线圈和圆环在同一平面内, 则 ()
- A. 只要圆环在转动, 小线圈内就一定有感应电流产生
B. 圆环不管怎样转动, 小线圈内都没有感应电流产生
C. 圆环做变速转动时, 小线圈内一定有感应电流产生
D. 圆环做匀速转动时, 小线圈内没有感应电流产生
4. 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 4-2-11 所示的实验电路, 当它接通、断开开关时, 电流表的指针都没有偏转, 其原因是 ()

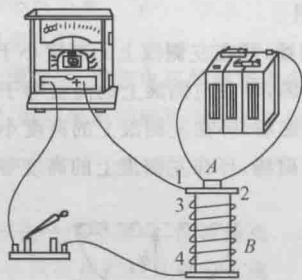


图 4-2-11

- 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
5. 如图 4-2-12 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 ()

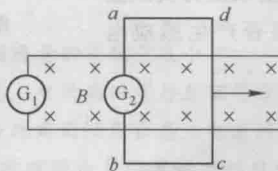


图 4-2-12

- 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
6. 弹簧上端固定, 下端挂一只条形磁铁, 使磁铁上下做简谐振动。若在振动过程中把线圈靠近磁铁, 如图 4-2-13 所示, 观

察磁铁的振幅,将会发现 ()

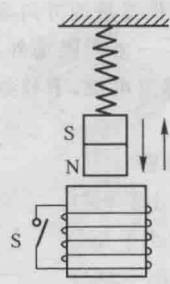


图 4-2-13

- 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

开放创新

1. 如图 4-2-14 所示, 闭合小金属环从高 h 的光滑曲面上端无初速度滚下, 又沿曲面的另一侧上升, 水平方向的磁场与光滑曲面垂直, 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小于 h
- D. 若是非匀强磁场, 环在左侧滚上的高度等于 h

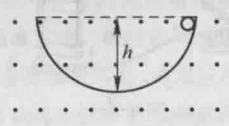


图 4-2-14

2. 如图 4-2-15 所示, 一带电小球 A 用绝缘细线悬挂, 在水平面内做匀速圆周运动, 其正下方有一导体环 B 放在绝缘水平地面上, 圆环 B 的圆心位于悬点正下方。
(1) 将圆环以环上某点为支点竖起时, 圆环中是否产生感应电流?

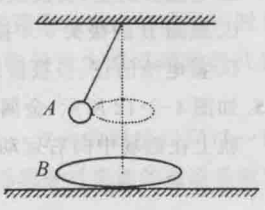


图 4-2-15

(2) 将圆环在水平面上拉动时, 圆环中是否产生感应电流?

实验探究

如图 4-2-16 所示是一种电磁延时开关。当开关 S_1 闭合时, 电磁铁 F 将衔铁 D 吸下, C 线路接通, 当开关 S_1 断开时, 由于电磁感应作用, D 将延迟一段时间才被释放, 试用所学过的知识具体地阐述其工作原理。

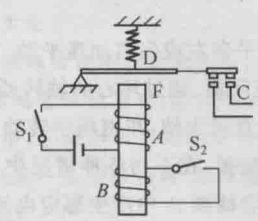


图 4-2-16

拓展视野

德国《世界报》曾报道个别西方发达国家正在研制电磁脉冲武器——电磁炸弹。若一枚原始脉冲功率为 10 GW, 频率 5 GHz 的电磁炸弹在不到 100 m 的高空爆炸, 它将使方圆 400~500 m² 地面范围内电场强度达到每米数千伏, 使得电网设备、通信设施和计算机中的硬盘与软件均遭到破坏。

你认为电磁炸弹有如此破坏力的主要原因是下列说法中的: ①电磁脉冲引起的电磁感应现象; ②电磁脉冲产生的动能; ③电磁脉冲产生的高温; ④电磁脉冲产生的强光。

4.3 楞次定律

自学引领

在电磁感应现象的实验中,也许你已经注意到,不同情况下产生的感应电流的方向是不同的。那么感应电流的方向与哪些因素有关呢?又遵循什么规律呢?

知能导向

楞次定律

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

理解

- ① “阻碍”既不是阻碍原磁场,也不是阻碍原来的磁通量,而是指感应电流的磁场阻碍原磁场磁通量的增加或减少
- ② “阻碍”不仅有“反抗”的含义,还有“补偿”的含义:反抗磁通量的增加,补偿磁通量的减少

推广

- 从磁通量变化的角度看,感应电流总要阻碍磁通量的变化——增反减同
- 从导体和磁场的相对运动来看,感应电流总要阻碍相对运动——来拒去留

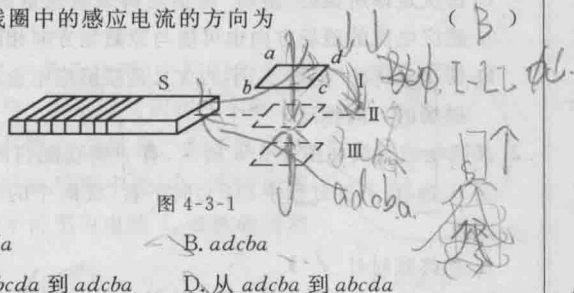
应用步骤

- ① 确定研究对象,即要分析的是哪一个闭合电路
- ② 明确它的原磁场方向,并在图中把磁场方向标示出来
- ③ 明确原磁场磁通量如何变化,是增加还是减少
- ④ 确定感应电流磁场的方向:当原磁场磁通量增加时,感应电流的磁场方向与原磁场方向相反;当原磁场磁通量减少时,感应电流的磁场方向与原磁场方向相同
- ⑤ 利用安培定则确定感应电流的方向

右手定则:伸开右手让拇指跟其余四指垂直,并且都跟手掌在一个平面内,让磁感线垂直从手心进入,拇指指向导体运动的方向,其余四指指的就是感应电流的方向

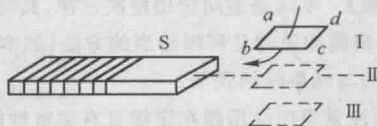
典例精析

例1 如图4-3-1所示,一个水平放置的矩形线圈 $abcd$,在细长水平磁铁的S极附近竖直下落,由位置Ⅰ经位置Ⅱ到位置Ⅲ。位置Ⅱ与磁铁同一平面,位置Ⅰ和Ⅲ都很靠近Ⅱ,则在下落过程中,线圈中的感应电流的方向为 (B)

A. $abcda$ B. $adcba$ C. 从 $abcda$ 到 $adcba$ D. 从 $adcba$ 到 $abcda$

【解析】 根据条形磁铁的磁感线分布可知:矩形线圈处在Ⅱ位置时,线圈平面与磁感线平行,穿过线圈的磁通量等于零;而处在Ⅰ位置时,穿过线圈的磁通量不等于零,所以矩形线圈由Ⅰ位置运动到Ⅱ位置的过程中,磁通量减小。同理可知,由Ⅱ位置到Ⅲ位置的过程中,磁通量增加,但磁感线从另一方向穿过线圈。

先讨论线圈从Ⅰ位置运动到Ⅱ位置。根据楞次定律,第一步明确原磁场方向,并且标示出磁场方向,如图4-3-2所示。



第二步明确磁通量的变化是减小。

第三步确定感应电流的磁场与原磁场方向相同。

第四步根据安培定则确定出感应电流的方向是 $adcba$ 。

同理,可以确定线圈由Ⅱ位置运动到Ⅲ位置的过程中,感应电流的方向仍然是 $adcba$ 。

【答案】 B

【迁移发散】 ① 注意应用楞次定律判断感应电流方向要严格遵循四个步骤。

② 本题的磁通量变化具有典型性。其特点是,起初磁通量减小到零,接下来反方向增加,在此过程中感应电流方向不变。

例2 如图 4-3-3 所示,导线 ab 沿金属导轨运动,电容器 C 被充电。设磁场是匀强磁场,且右边电路电阻不变,若要使电容器带恒定的电量,且上极板带正电,则 ab 的运动情况是 ()

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

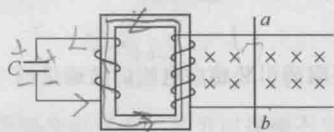


图 4-3-3

【解析】 根据题意可以画出如图 4-3-4 所示的示意图。

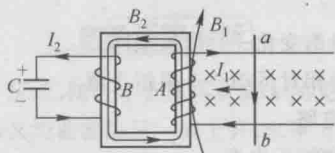


图 4-3-4

在线圈 A 中 B_1 的磁场方向有两种选择:其一是与 B_2 的方向相同,其二是与 B_2 的方向相反。若 B_1 与 B_2 的方向相同,则 I_1 应该减小,所以 ab 向左做减速运动。反之, ab 向右做加速运动。

电容器带恒定的电量,则要求线圈 B 产生恒定的电动势,所以穿过线圈的磁通量均匀变化。那么就要求 I_1 均匀变化, ab 导线产生的电动势是均匀变化的,即 ab 导线做匀变速运动。

【答案】 D

【迁移发散】 本题是逆向应用楞次定律,其特点是由结果去推断原因。解题的关键是利用恰当的方法(如本题利用示意图)建立起原因与结果间的联系。

解题还应注意逆向应用楞次定律具有多解性的特点。

例3 如图 4-3-5 甲所示,一对平行光滑轨道放置在水平面上,两轨道间距 $L=0.20\text{ m}$,电阻 $R=1.0\ \Omega$;有一导体杆静止地放在轨道上,与两轨道垂直,杆及轨道的电阻皆可忽略不计,整个装置处于磁感应强度 $B=0.5\text{ T}$ 的匀强磁场中,磁场方向垂直轨道面向下,现有一外力 F 沿轨道方向拉杆,使之做匀加速运动,测得力 F 与时间 t 的关系如图 4-3-5 乙所示,求杆的质量 m 和加速度 a 。

【解析】 导体杆做匀加速直线运动,设加速度为 a ,那么杆在 t 时刻的速度为

$$v=at \quad ①$$

杆切割磁感线产生的感应电动势为

$$E=Blv \quad ②$$

杆、轨道和电阻的闭合回路中形成的电流

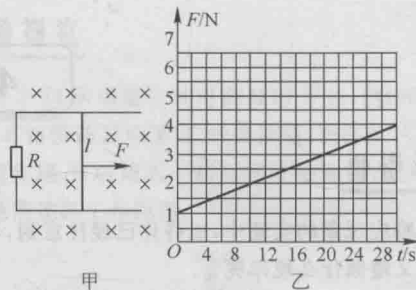


图 4-3-5

$$I=E/R$$

③

杆受到的安培力为

$$f=BIl$$

④

将①②③代入④得 $f=(B^2 l^2 / R)at$ 。

根据牛顿第二定律,有

$$F-f=ma$$

⑤

故

$$F=ma+(B^2 l^2 / R)at$$

⑥

由图线上取两点代入⑥式,可解得

$$a=10\text{ m/s}^2, m=0.1\text{ kg}.$$

【答案】 0.1 kg 10 m/s^2

【迁移发散】 本题设计得有新意,已知条件不是给出一个确定的值而是通过图象给出的外力 F 随时间 t 的变化图线,解题的关键是如何从图象上找到解题所需的有用信息。本题的思路是根据牛顿定律建立力的关系,从而找到外力 F 与时间 t 的解析式,通过解析式与图象的对比提取解题信息。

自我发展

基础闯关

- 对楞次定律的理解下面说法中不正确的是 ()
 - 应用楞次定律本身只能确定感应电流的磁场方向
 - 应用楞次定律确定感应电流的磁场方向后,再由安培定则确定感应电流的方向
 - 楞次定律所说的“阻碍”是指阻碍原磁通量的变化,因而感应电流的磁场方向也可能与原磁场方向相同
 - 楞次定律中“阻碍”二字的含义是指感应电流的磁场与原磁场的方向相反

- 某磁场磁感线如图 4-3-6 所示,有一铜线圈自图示 A 处落至 B 处,在下落过程中,自上向下看,线圈中的感应电流方向是

- 始终顺时针
- 始终逆时针
- 先顺时针再逆时针
- 先逆时针再顺时针

- 如图 4-3-7 所示,有一固定的超导体圆环,在其右侧放着一条形磁铁,此时圆环中没有电流。当把磁铁向右方移动时,由于电磁感应,在超导体圆环中产生了一定

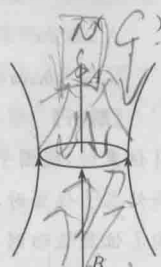


图 4-3-6

电流 ()

- A. 该电流的方向如图中箭头所示。磁铁移走后, 这电流很快消失
B. 该电流的方向如图中箭头所示。磁铁移走后, 这电流继续维持

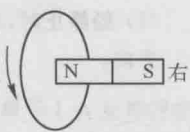


图 4-3-7

- C. 该电流的方向与图中箭头方向相反。磁铁移走后, 电流很快消失
D. 该电流的方向与图中箭头方向相反。磁铁移走后, 电流继续维持

4. (2009·黄冈) 如图 4-3-8 所示, 水平面上放置着两根平行的光滑金属导轨, 导轨上面搁置两根金属棒 ab 和 cd , 它们能在导轨上自由滑动。现有一条形磁铁正竖直插入 ab 和 cd 棒之间, 则 ab 和 cd 棒的运动情况为 ()

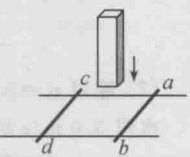


图 4-3-8

- A. 相互靠近
B. 相互远离
C. 静止不动
D. ab 和 cd 棒所受安培力的运动情况与磁铁下端的极性有关, 故无法确定它们的运动情况
5. 如图 4-3-9 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 ()

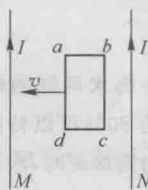


图 4-3-9

- A. 沿 $abcd$ 不变
B. 沿 $adcb$ 不变
C. 由 $abcd$ 变成 $adcb$
D. 由 $adcb$ 变成 $abcd$
6. (2009·洛阳高二检测) 一均匀的扁平条形磁铁与一圆形线圈同在一平面内, 磁铁中央与圆心 O 重合。为了在磁铁开始运动时在线圈中得到一方向如图 4-3-10 所示的感应电流 I , 磁铁的运动方式应为 ()
- A. N 极向纸内, S 极向纸外, 使磁铁绕 O 点转动
B. 使磁铁沿垂直于线圈平面的方向向纸外做平动
C. 使磁铁沿垂直于线圈平面的方向向纸内做平动
D. 使磁铁在线圈平面内绕 O 点逆时针方向转动

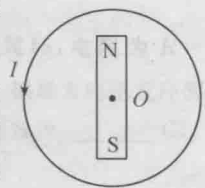


图 4-3-10

应用迁移

1. 在赤道上空, 一根沿东西方向的水平导线自由落下, 则导线上各点的电势是 ()
- A. 东端高
B. 西端高
C. 中点高
D. 各点电势一样高

2. 如图 4-3-11 所示, 线框放置在光滑的水平面上, 在其中放一个矩形线圈 $abcd$, 线圈的三个边平行于线框的三条边, 且相对应的两边间距相等。当线框 A 端接近电源的正极, B 端接电源的负极的瞬间, 线圈中感应电流的方向和线圈的运动情况是 ()

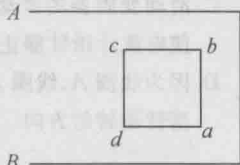


图 4-3-11

- A. 沿 $abcd$, 向右运动
B. 沿 $abcd$, 向左运动
C. 沿 $dcba$, 向左运动
D. 沿 $dcba$, 向右运动
3. 如图 4-3-12 所示, 闭合线圈上方有一竖直放置的条形磁铁, 磁铁的 N 极朝下, 当磁铁向下运动时 (但未插入线圈内部) ()
- A. 线圈中感应电流的方向与图中箭头方向相同, 磁铁与线圈相互吸引
B. 线圈中感应电流的方向与图中箭头方向相同, 磁铁与线圈相互排斥
C. 线圈中感应电流的方向与图中箭头方向相反, 磁铁与线圈相互吸引
D. 线圈中感应电流的方向与图中箭头方向相反, 磁铁与线圈相互排斥



图 4-3-12

4. 如图 4-3-13 所示, 当直导线中电流不断增加时, A 、 B 两轻导线线圈的运动情况是 ()
- A. A 向左, B 向右
B. A 向右, B 向左
C. 均向左
D. 均向右

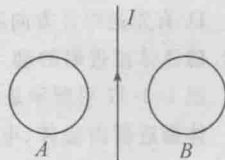


图 4-3-13

5. 如图 4-3-14 所示, 导线框 $abcd$ 与导线在同一平面内, 直导线通有恒定电流 I , 当线框由左向右匀速通过直导线时, 线框中感应电流的方向是 ()
- A. 始终 $dcba$
B. 先 $abcd$, 后 $dcba$
C. 先 $abcd$, 后 $dcba$, 再 $abcd$
D. 先 $dcba$, 后 $abcd$, 再 $dcba$

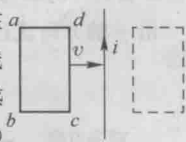


图 4-3-14

6. 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 4-3-15 所示连接。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。由此可以判断 ()

- A. 线圈 A 向上移动或滑动变阻器的滑动端 P 向右加速滑动都能引起电流计指针向左偏转
- B. 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
- C. 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
- D. 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

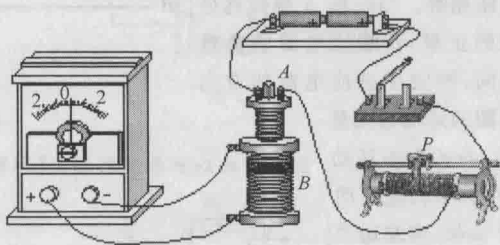


图 4-3-15

开放创新

1. 如图 4-3-16 所示为一个圆环形导体,有一个带负电的粒子沿直径方向在圆环表面匀速掠过的过程,环中感应电流的情况是 ()

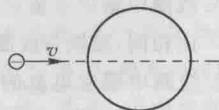


图 4-3-16

- A. 无感应电流
 - B. 有逆时针方向的感应电流
 - C. 有顺时针方向的感应电流
 - D. 有先逆时针方向后顺时针方向的感应电流
2. 磁流体推进船的动力来源于电流与磁场间的相互作用,如图 4-3-17 甲所示是在平静海面上某实验船的示意图,磁流体推进器由磁体、电极和矩形通道(简称通道)组成。如图 4-3-17 乙所示,通道尺寸 $a=2.0\text{ m}$ 、 $b=0.15\text{ m}$ 、 $c=0.10\text{ m}$ 。工作时,在通道内沿 z 轴正方向加 $B=0.8\text{ T}$ 的匀强磁场;沿 x 轴负方向加匀强电场,使两极板间的电压 $U=99.6\text{ V}$;海水沿 y 轴方向流过通道。已知海水的电阻率 $\rho=0.20\text{ }\Omega\cdot\text{m}$ 。

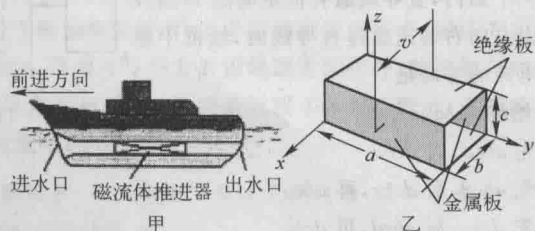


图 4-3-17

(1) 船静止时,求电源接通瞬间推进器对海水推力的大小和方向。

(2) 船以 $v_s=5.0\text{ m/s}$ 的速度匀速前进。以船为参照物,海水以 5.0 m/s 的速率涌入进水口,由于通道的截面积小于进水口的截面积,在通道内海水的速率增加到 $v_d=8.0\text{ m/s}$ 。求此时金属板间的感应电动势 $U_{\text{感}}$ 。

(3) 船行驶时,通道中海水两侧的电压按 $U'=U-U_{\text{感}}$ 计算,海水受到电磁力的 80% 可以转换为船的动力。当船以 $v_s=5.0\text{ m/s}$ 的速度匀速前进时,求海水推力的功率。

实验探究

在科技馆中常看到这样的表演,拿来一根长1 m左右的空心光滑铝管,将其竖直放置,把一枚很薄的强磁性的小圆片从铝管的上端放入管口,圆片直径略小于铝管内径。从一般的经验可知,小圆片做近似自由落体运动的时间不超过0.5 s,但是这个实验中却发现过了许久小圆片才落出,试分析小圆片在铝管中缓慢下降的原因。

拓展视野

灵敏电流表短路保护法

负责管理实验仪器的老师都知道,平日要在灵敏电流表的接线柱之间接一导线,将其短路。你知道这样做的道理吗?请结合你学习过的知识作出解释。

4.4 法拉第电磁感应定律

自学引领

穿过闭合电路的磁通量发生变化,电路中就有感应电流产生。既然闭合电路有感应电流,电路中就一定有电动势,电路断开时虽然没有感应电流,电动势依然存在。那么这个电动势的大小跟什么因素有关呢?

知能导向

法拉第电磁感应定律

- 概念:在电磁感应现象中产生的电动势叫做感应电动势
- 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
- 公式: $E = n \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$ $\rightarrow E$ 是 Δt 时间内的平均感应电动势
- 特例:导线切割磁感线产生的电动势大小为 $E = Blv \sin \theta$
 θ 是 v 与 B 的夹角,且 $l \perp v$
- 比较
 - $\Phi \rightarrow$ 磁通量, $\Phi = BS$, 单位 Wb
 - $\Delta \Phi \rightarrow$ 磁通量的变化, $\Delta \Phi = \Phi_2 - \Phi_1$, 单位 Wb
 - $\frac{\Delta \Phi}{\Delta t} \rightarrow$ 磁通量的变化率,表示磁通量的变化快慢,单位 Wb/s

典例精析

例1 有一面积为 $S = 100 \text{ cm}^2$ 的金属环,电阻为 $R = 0.1 \Omega$,环中磁场变化规律如图 4-4-1 所示,磁场方向垂直环面向里,则在 $t_1 \sim t_2$ 时间内通过金属环的电荷量为 _____ C。

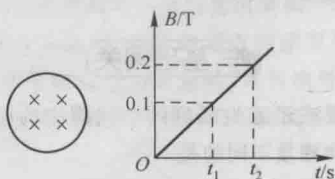


图 4-4-1

【解析】 穿过金属环的磁通量变化在金属环内产生感应

电动势,根据法拉第电磁感应定律有

$$E = \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} \quad ①$$

根据欧姆定律

$$I = \frac{E}{R} \quad ②$$

又

$$I = \frac{Q}{\Delta t} \quad ③$$

根据①②③解得

$$Q = \frac{\Delta \Phi}{R} \quad ④$$

设 t_1 时刻对应 B_1 , t_2 时刻对应 B_2 , 则

$$Q = \frac{\Delta \Phi}{R} = \frac{(B_2 - B_1)S}{R} = \frac{(0.2 - 0.1) \times 10^{-2}}{0.1} \text{ C} = 0.01 \text{ C}.$$

【答案】 0.01

【迁移发散】 由 $Q = I \Delta t \rightarrow I = E/R \rightarrow E = \Delta \Phi / \Delta t$, 整理得 $Q = \Delta \Phi / R$. 可见,通过闭合电路某一截面的电量 Q 只与穿过

该电路磁通量的变化量 $\Delta\Phi$ 和电路的电阻 R 有关。

例2 粗细均匀的电阻丝围成的正方形线框置于有界匀强磁场中,磁场方向垂直于线框平面,其边界与正方形线框的边平行。现使线框以同样大小的速度沿四个不同方向平移出磁场,如图 4-4-2 所示。则在移出过程中线框一边 a 、 b 两点间的电势差绝对值最大的是 ()

【解析】 闭合电路的部分导体在磁场中切割磁感线产生感应电动势,这部分导体相当于电源,其余部分为外电路,所以可以画出如图 4-4-3 所示的等效电路。

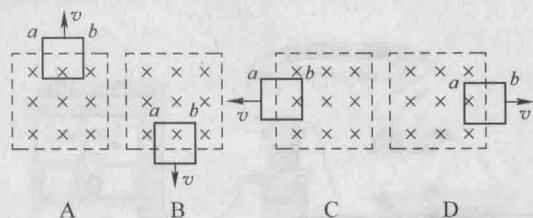


图 4-4-2

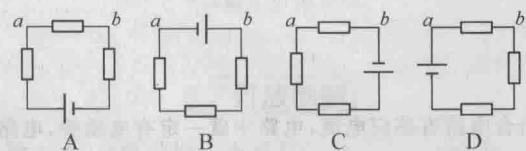


图 4-4-3

设正方形线框的边长为 l 、磁感应强度为 B 、每边的电阻为 R ,那么电源的电动势为 $E=Blv$ 。

根据闭合电路的欧姆定律可求得电路的电流为

$$I = E/4R = Blv/4R。$$

由等效电路可以看出,A、C、D 选项中, a 、 b 两点间的电势差绝对值相等,大小为

$$U_{ab} = IR = \frac{Blv}{4}。$$

B 选项中, a 、 b 间电势差的绝对值为

$$U_{ab} = E - IR = \frac{3Blv}{4}。$$

【答案】 B

【迁移发散】 解题的关键是正确画出等效电路。产生感应电动势的那部分电路相当于电源,其电阻等效为电源内阻,其余部分电路相当于外电路。这样就把电磁感应的问题转化为电路的问题。

例3 如图 4-4-4 所示,有一匀强磁场 $B=1.0 \times 10^{-3}$ T,在垂直磁场的平面内,有一金属棒 AO ,绕平行于磁场的 O 轴顺时针转动,已知棒长 $l=0.20$ m,角速度 $\omega=20$ rad/s,试求棒产生的感应电动势有多大?

【解析】 如图 4-4-5 所示,从图示 OA 位置开始计时,经过时间 Δt ,导体位置由 OA 转到 OA' ,转过的角度 $\Delta\theta=\omega\Delta t$,则导体扫过的面积

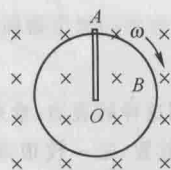


图 4-4-4

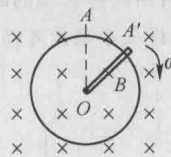


图 4-4-5

$$\Delta S = \frac{1}{2} l^2 \Delta\theta = \frac{1}{2} l^2 \omega \Delta t \quad ①$$

磁通量的变化量

$$\Delta\Phi = B\Delta S = \frac{1}{2} Bl^2 \omega \Delta t \quad ②$$

$$\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = \frac{\frac{1}{2} Bl^2 \omega \Delta t}{\Delta t} = \frac{1}{2} Bl^2 \omega \quad ③$$

$$\text{即 } E = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = \frac{1}{2} Bl^2 \omega = 4 \times 10^{-4} \text{ V}。$$

【答案】 4×10^{-4} V

【迁移发散】 金属棒在磁场中转动切割磁感线产生感应电动势不能直接应用 $E=Blv$ 计算,因为棒上的各点速度不同。可以应用法拉第电磁感应定律求解。如图 4-4-5 所示,经过 Δt 时间金属棒扫过面积 ΔS ,由 $OAA'O$ 构成的回路求得磁通量变化 $\Delta\Phi=B \cdot \Delta S$,那么根据 $E=\Delta\Phi/\Delta t$ 即可得答案。

由本题的推导可知, $\Delta\Phi$ 与 Δt 成正比,根据公式 $E=\Delta\Phi/\Delta t$ 计算的结果是与 Δt 无关的恒定电动势,即

$$E = \frac{1}{2} Bl^2 \omega。$$

由于 $v=\omega r$,即速度随半径正比例增大,所以可以利用棒上各点速度的平均值来代替整个棒的速度,再利用 $E=Blv$ 求感应电动势。推导如下:

$$\bar{v} = \frac{v_0 + v_A}{2} = \frac{0 + \omega l}{2}$$

$$E = Bl\bar{v} = \frac{1}{2} Bl^2 \omega$$

自我发展

基础闯关

1. 将一磁铁缓慢或迅速地插到闭合线圈中的同一位置,两次发生变化的物理量不同的是 ()
A. 磁通量的变化量
B. 磁通量的变化率
C. 感应电流的电流强度
D. 消耗的机械功率

2. 穿过一个电阻为 $1\ \Omega$ 的闭合线圈的磁通量每秒均匀地减少 $2\ \text{Wb}$, 则 ()

A. 线圈中的感应电动势每秒减少 $2\ \text{V}$
 B. 线圈中感应电流每秒减少 $2\ \text{A}$
 C. 线圈中感应电流每秒增加 $2\ \text{A}$
 D. 线圈中感应电流不变, 等于 $2\ \text{A}$

3. 如图 4-4-6 所示的情况中, 金属导体中产生的感应电动势为 Blv 的是 ()

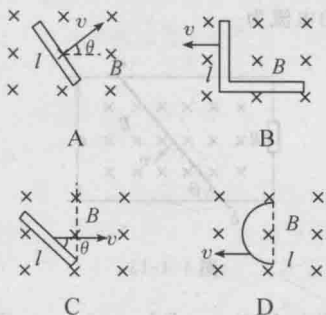


图 4-4-6

4. 面积为 $0.02\ \text{m}^2$ 的矩形线圈 100 匝, 垂直于匀强磁场放置, 磁感应强度为 $0.4\ \text{T}$. 若它以某条边为轴转过 90° , 用去时间 $0.1\ \text{s}$, 则在此过程中, 穿过线圈的磁通量的变化为 _____, 磁通量的变化率为 _____, 线圈内的平均感应电动势为 _____.

5. 如图 4-4-7 所示, 导体框内有一垂直于框架平面的匀强磁场, 磁场的磁感应强度为 $0.12\ \text{T}$, 框架中的电阻 $R_1 = 3\ \Omega$, $R_2 = 2\ \Omega$, 其余部分电阻均不计. 导体棒 AB 在磁场中的长度为 $0.5\ \text{m}$, 当 AB 棒以 $10\ \text{m/s}$ 的速度沿着导体框匀速移动时, 所需外力 $F =$ _____ N , 产生功率 $P =$ _____ W , 通过 R_2 上的电流 $I_2 =$ _____ A .

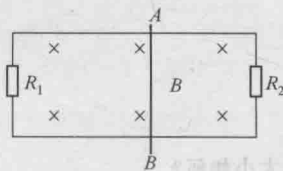


图 4-4-7

应用迁移

1. 材料、粗细相同, 长度不同的电阻丝做成 ab 、 cd 、 ef 三种形状的导线, 分别放在电阻可忽略的光滑金属导轨上, 并与导轨垂直, 如图 4-4-8 所示, 匀强磁场方向垂直导轨平面向内. 外力使导线水平向右做匀速运动, 且每次外力所做功的功率相同, 已知三根导线在导轨间的长度关系是 $l_{ab} < l_{cd} < l_{ef}$, 则 ()

A. ab 运动速度最大
 B. ef 运动速度最大
 C. 因三根导线切割磁感线的有效长度相同, 故它们产生的

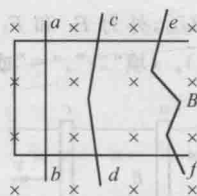


图 4-4-8

感应电动势相同

D. 忽略导体内能变化, 三根导线每秒产生的热量相同

2. 如图 4-4-9 所示, 粗细均匀的、电阻为 r 的金属圆环, 放在图示的匀强磁场中, 磁感应强度为 B , 圆环直径为 l ; 长为 l 、电阻为 $r/2$ 的金属棒 ab 放在圆环上, 以 v_0 向左运动, 当 ab 棒运动到图示虚线位置时, 金属棒两端的电势差为 ()

A. 0
 B. Blv_0
 C. $Blv_0/2$
 D. $Blv_0/3$

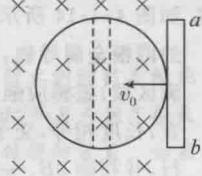


图 4-4-9

3. 如图 4-4-10 所示, 虚线框 $abcd$ 内为一矩形匀强磁场区域, $ab = 2bc$, 磁场方向垂直于纸面; 实线框 $a'b'c'd'$ 是一正方形导线框, $a'b'$ 边与 ab 边平行. 若将导线框匀速地拉离磁场区域, 以 W_1 、 Q_1 分别表示沿平行于 ab 的方向拉出线框的过程中外力所做的功和感应电量; W_2 、 Q_2 分别表示以同样速率沿平行于 bc 的方向拉出线框的过程中

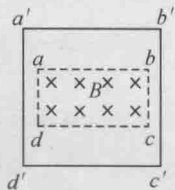


图 4-4-10

外力所做的功和感应电量, 则 ()

A. $W_1 = W_2$
 B. $W_2 = 2W_1$
 C. $Q_1 = 2Q_2$
 D. $Q_2 = 2Q_1$

4. 如图 4-4-11 所示, 半径为 r 的 n 匝线圈在边长为 l 的正方形 $abcd$ 之外, 匀强磁场充满正方形区域并垂直穿过该区域, 当磁场以 $\Delta B/t$ 的变化率变化时, 线圈产生的感应电动势大小为 _____.

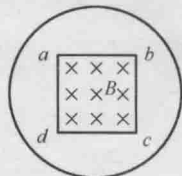


图 4-4-11

5. 如图 4-4-12 所示, 将条形磁铁插入闭合线圈, 若第一次迅速插入线圈中用时为 $0.2\ \text{s}$, 第二次缓慢插入线圈用时为 $1\ \text{s}$, 则第一次和第二次插入时线圈中通过的电量之比是 _____, 线圈中产生的热量之比是 _____.

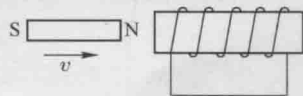


图 4-4-12

6. 如图 4-4-13 所示, 两根平行光滑的直金属导轨, 其电阻不计, 导体棒 ab 和 cd 跨在导轨上, ab 的电阻大于 cd 的电阻. 当 cd 棒在外力 F_2 的作用下匀速向右滑动时, ab 棒在外力 F_1 作用下保持静止, 则 ab 棒两端电压 U_{ab} 和 cd 棒两端电压