

高二

物理 WULI

自主学习与水平测试

ZIZHUXUEXIYUSHUIPINGCESHI

天津科学技术出版社

2010

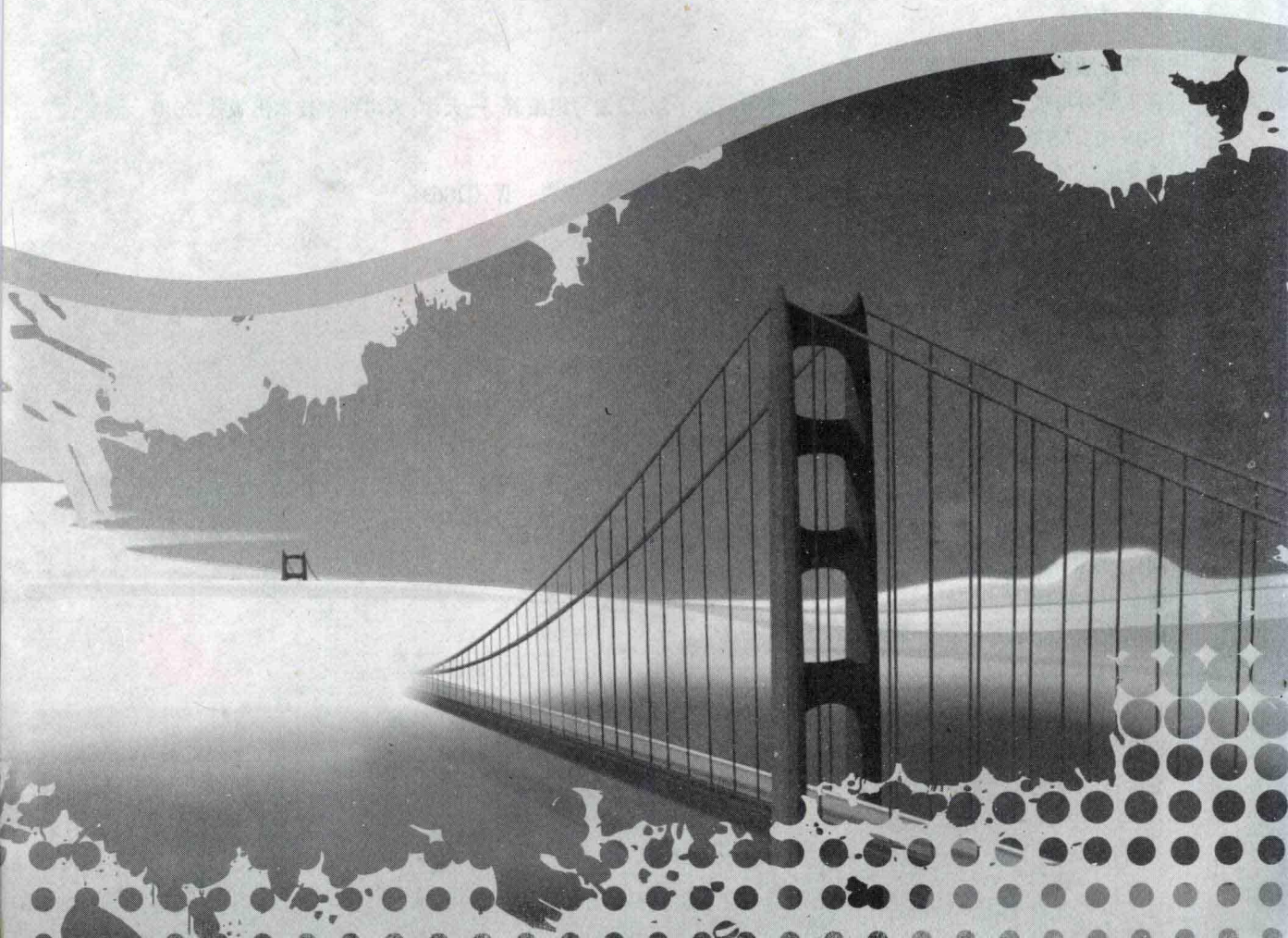


高二物理 WULI

自主学习与水平测试

ZIZHUXUEXIYUSHUIPINGCESHI

天津科学技术出版社



高二

物理

WU

自主学习与水平测试

自主学习与水平测试

天津科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

自主学习与水平测试. 高二物理/《自主学习与水平测试》编写组编著. —天津:天津科学技术出版社, 2010
ISBN 978-7-5308-5691-8

I. ①自... II. ①自... 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 114370 号

责任编辑:刘 颖

责任印制:兰 毅

天津科学技术出版社出版

出版人:蔡 颢

天津市西康路 35 号 邮编 300051

电话(022)23332393(发行部) 23332392(市场部) 27217980(邮购部)

网址:www.tjkjbs.com.cn

新华书店经销

唐山市润丰印务有限公司印刷

开本 787×1092 1/16 印张 20 字数 562 000

2010 年 6 月第 1 版第 1 次印刷

定价:11.50 元

前言

QIAN YAN



《自主学习与水平测试》丛书,是在认真研究普通高中课程改革方案的基础上,以教育部颁布的普通高中各学科《课程标准》和 2010 年唐山市普通高中新课程实验教学用书目录规定的版本为蓝本编著的,供高二年级使用。

本丛书包括数学(理科)、数学(文科)、语文、英语、物理、化学、生物(必修)、生物(选修)、政治(必修)、政治(选修)、历史(必修)、历史(选修)、地理(选修)等十三个分册,各分册设置了“专题概述”“自主学习”“学习点津”“问题探究”“水平测试”等栏目。此外,还设置了单元同步测试题,方便学生在检测学习效果时使用。

本丛书坚持以学生为本,关注学生的学、学生的“体验”,通过“自主学习”,促进学生积极思考、学会学习、学会运用。

本丛书强调教师的辅导要导在关键,导出学生的感思。通过“学习点津”“问题探究”,答疑解惑,指导学生归纳知识、总结方法,达到导与学、学与用相互渗透、相互融合、共同进步。

本丛书还注意从深化知识、训练方法、提高能力等多角度精心选编练习题,方便学生与教材同步配套使用,“水平测试”“单元测试”栏目所选题目既注重基础性、阶段性、综合性,又注重层次性、渐进性,并增加理论联系实际、贴近学生生活的题目,充分体现针对性和实用性原则,可以进一步帮助学生巩固知识、深化知识,培养学生综合运用所学知识分析和解决实际问题的能力。

本丛书充分体现了基础教育课程改革精神,是新的教育教学理念和教学实践相结合的一次尝试,同时也浓缩了各学科教研员、一线特、高级教师的思想精华及近几年新课程教学的研究成果。在编写过程中,我们虽竭尽全力,但疏漏之处仍在所难免,恳请广大师生在使用过程中提出宝贵意见,以使我们做得更好。

丛书编委会

2010年6月

目 录

CONTENTS



►第四章	电磁感应	(1)
►第五章	交变电流	(36)
►第六章	传感器	(55)
►第七章	分子动理论.....	(71)
►第八章	气体.....	(87)
►第九章	物态变化	(104)
►第十章	热力学定律	(116)
►第十一章	机械振动	(130)
►第十二章	机械波	(143)
►第十三章	光	(157)
►第十四章	电磁波	(177)
►第十五章	相对论简介	(192)
►第十六章	动量守恒定律	(204)
►第十七章	波粒二象性	(222)
►第十八章	原子结构	(236)
►第十九章	原子核	(245)
►参考答案		(257)

第四章

电磁感应

本章是以电流和磁场等知识为基础,研究了电磁感应的一系列现象,通过实验探究总结出了产生感应电流的条件,给出了确定感应电动势大小的一般规律——电磁感应定律,电磁感应定律是解决电磁感应问题的重要依据之一。通过本章的学习,能使我们深深感觉到物理知识的实用性,生活中处处有物理,物理的学习,不可能脱离实际生活,我们要

用所学的知识解决生活中的实际问题。

本章可以和力学、恒定电流等内容综合,是高考考查的重点内容,电磁感应定律是学好《交变电流》《远距离输电》的基础。

本章的重点是感应电流产生的条件、电磁感应定律,难点是感应电动势的计算。

第一节

划时代的发现



自主学习

1. 电磁感应现象的发现是与_____的发现密切相连的。
2. 实验证明,载流导线能使磁针_____,这种作用称为_____。
3. _____发现了电流的磁效应,电流的磁效应显示了载流导体对磁针的作用力,揭示了_____与_____之间存在的某种联系。
4. 法拉第把引起电流的原因概括为五类,它们都与_____相联系,这就是_____,_____,_____,_____,_____。他把这些现象定义为_____;产生的电流叫做_____。



学习点津

一、重点分析

奥斯特梦圆“电生磁”的关键是通电的导体才对小磁针有力的作用;“磁生电”的关键是磁场的变化、运动的过程中才能出现的现象。



问题探究

1. 发电的基本原理是电磁感应。发现电磁感应现象的科学家是()

A. 安培 B. 赫兹 C. 法拉第 D. 麦克斯韦

分析:该题考查有关物理学史的知识,应知道法拉第发现了电磁感应现象。

答案:C

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

2. 下列现象中属于电磁感应现象的是()

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

【变式】奥斯特实验证实了电流的周围存在磁场,法拉第经过10年的努力终于发现了利用磁场产生电流的原因,法拉第把引起电流的原因概括为五种情形,请说出这五种情形各是什么。



水平测试

I. 基础训练

1. 下列哪位科学家发现了电流的磁效应()
A. 安培 B. 奥斯特 C. 法拉第 D. 牛顿
2. 发电机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
3. 下列说法符合历史事实的是()

- A. 法拉第实验和奥斯特实验得出的结论是一样的
B. 法拉第实验证明, 通电导体周围存在磁场
C. 奥斯特实验在法拉第实验之后
D. 奥斯特实验在法拉第实验之前

4. 下列装置中利用电磁感应现象工作的是 ()

- A. 电风扇 B. 蓄电池
C. 风力发电机 D. 电磁铁

5. 关于电动机和发电机, 下列说法正确的是 ()

- A. 电动机是利用通电线圈在磁场中转动的原理制成的
B. 发电机发出的是直流电
C. 发电机工作时, 把机械能转化为电能
D. 发电机工作时, 把电能转化为机械能

6. 如图 4-1 所示是在初中做过的四个演示实验, 能够说明电现象和磁现象有联系的是 ()

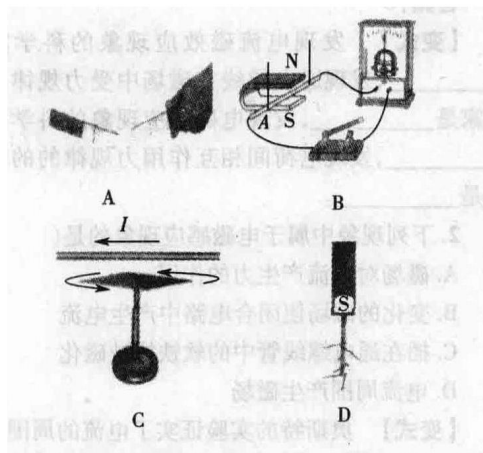


图 4-1

7. 1820 年, 丹麦的物理学家奥斯特发现, 放在通电导线周围的小磁针会发生偏转, 如图 4-2 所示。这

个实验说明了_____。

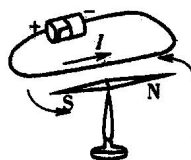
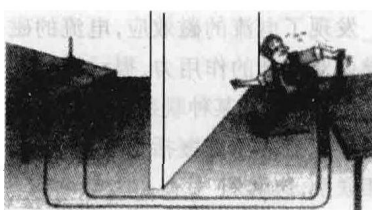


图 4-2

II. 能力训练

8. 19 世纪对电磁感应的探索, 是一场国际性的研究活动。在 1831 年法拉第发现电磁感应现象之前, 法国科学家安培、瑞士物理学家科拉顿都对此进行了研究。有史料记载科拉顿设计了一个利用磁铁在闭合线圈中获取电流的实验: 将一块磁铁在螺线管中移动, 使导线中产生感应电流。为了排除磁铁移动对检流计指针偏转的影响, 他把检流计放到隔壁房间中去, 用长导线把检流计和螺线管连接起来。实验开始了, 科拉顿把磁铁插到线圈中去以后, 就跑到隔壁房间中去 (如图 4-3 所示), 但他十分痛心地看着检流计的指针静止在原位。请你参考法拉第所阐述的引起电流的原因分析一下, 科拉顿没能看到电磁感应现象的原因是什么?



跑来跑去的科拉顿

图 4-3

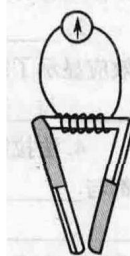


图 4-4

9. 图 4-4 实验是法拉第曾经做过的一个成功的实验, 试分析法拉第是如何通过这个实验领悟到了“磁能生电”的暂态过程。

第二节 探究电磁感应的产生条件

自主学习

1. 当闭合电路的一部分做_____的运动时, 电路中会产生感应电流。

2. 将螺线管与电流表组成闭合电路, 把条形磁

铁_____或_____螺线管时, 电流表的指针将发生摆动, 说明闭合电路中_____;
条形磁铁静止在线圈中时, 电流表的指针_____

3. 磁铁插入线圈时, 磁场_____;
磁铁从线圈中抽出时, 磁场_____。

4. 闭合电路的面积与_____的乘

积叫做磁通量。

5. 只要穿过闭合电路的_____发生变化,闭合电路中就有_____产生。



学习点津

一、重点分析

1. 磁通量的定义 $\Phi = BS$ 。因此,产生感应电流的条件为:只要穿过闭合电路的磁通量发生变化,闭合电路中就有感应电流产生。

2. 产生感应电流的条件:①电路闭合;②磁通量变化。

3. 闭合电路的面积与垂直穿过它的磁感应强度的乘积叫磁通量,即 $\Phi = BS$,且 $B \perp S$ 。若 B 与 S 不垂直,则 $\Phi = BS \sin \theta$, θ 为磁感线与线圈平面的夹角。

4. 磁通量变化的几种情况:

(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 发生变化而引起磁通量变化,即 B 不变, S 变化。

如图 4-5 所示,金属导体框架处在匀强磁场中,当导体棒 ab 左右滑动使闭合回路的磁通量发生变化时,便产生了感应电流。

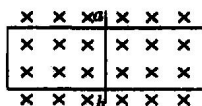


图 4-5

(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。

如图 4-6 所示,在匀强磁场中,有闭合矩形线圈 $abcd$,可绕垂直于磁感线的固定轴 OO' 转动,在转动过程中,由于线圈平面与磁感线的方向夹角 θ 不断发生变化,所以,穿过线圈平面的磁通量也在不断变化,从而在线圈中便有感应电流产生。

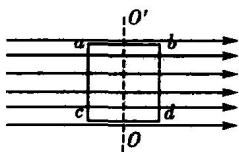


图 4-6

(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。

二、难点释疑

分析是否产生感应电流的思路方法:判断闭合

回路中是否有感应电流产生,应牢牢抓住磁通量是否变化这一理论依据,而引起磁通量变化的常见原因有:①穿过闭合电路的磁感强度 B 发生变化;②闭合电路面积 S 发生变化;③磁感强度 B 和面积 S 的夹角发生变化。

磁通量 $\Phi = BS$ 的计算有几点要注意:

1. S 是闭合回路中包含磁场的那部分有效面积。

如图 4-7 所示,若闭合回路 $abcd$ 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,所以穿过 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 S_2 。

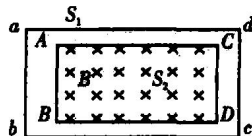


图 4-7

2. 磁通量虽然是标量,却有正负之分。

如图 4-8 甲所示,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,试比较穿过环 a 、 b 的磁通量的大小? 我们若从上往下看,则穿过环 a 、 b 的磁感线如图 4-8 乙所示,磁感线有进有出,相互抵消后,即 $\Phi_a = \Phi_{\text{出}} - \Phi_{\text{进}}$, $\Phi_b = \Phi'_{\text{出}} - \Phi'_{\text{进}}$,得 $\Phi_a > \Phi_b$ 。由此可知,若有如图 4-8 甲所示的磁场,在求磁通量时要按代数和的方法求总的磁通量。

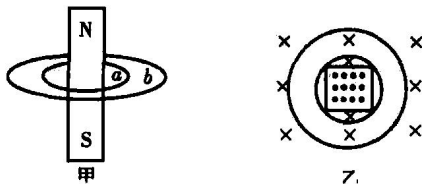


图 4-8

3. 磁通量与线圈的匝数无关。

磁通量与线圈的匝数无关,也就是磁通量大小不受线圈匝数的影响。同理,磁通量的变化 $\Delta\Phi = \Phi_1 - \Phi_0$ 也不受线圈匝数的影响。所以,直接用公式求 Φ 、 $\Delta\Phi$ 时,不必考虑线圈匝数 n 。



问题探究

1. 如图 4-9 所示,线圈平面与水平方向成 θ 角,磁感线竖直向下,设磁感强度为 B ,线圈面积为 S ,则穿过线圈的磁通量 $\Phi =$ _____。

分析:线圈平面 $abcd$ 与磁感强度 B 方向不垂

直,不能直接用 $\Phi = BS$ 计算,处理时可以用不同的方法:

方法一:把 S 投影到与 B 垂直的方向即水平方向,如图中 $a'b'cd$, $S_{\perp} = S \cos \theta$,

故 $\Phi = BS_{\perp} = BS \cos \theta$ 。

方法二: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,且 $B_{\perp} = B \cos \theta$,故 $\Phi = B_{\perp} S = BS \cos \theta$ 。

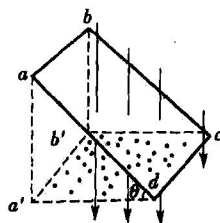


图 4-9

【变式】 一个

单匝线圈 $abcd$ 水平放置,有一半面积处在竖直向下的匀强磁场中,如图 4-10 所示,线圈面

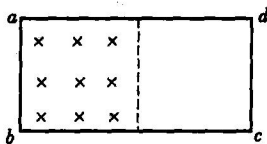


图 4-10

积为 S ,磁感应强度为 B 。当线圈以 ab 边为轴转过 30° 角和 60° 角时,穿过线圈的磁通量分别是多大?

2. 如图 4-11 所示,竖直放置的长直导线通以恒定电流,有一矩形线框与导线在同一平面,在下列情况中线圈产生感应电流的是()

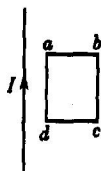


图 4-11

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

解答:

【变式】 闭合线圈平面跟磁感线方向平行,如图 4-12 所示,下列情况中线圈有感应电流的是()

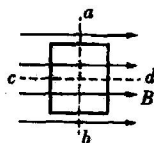


图 4-12

- A. 线圈绕 ab 轴转动
- B. 线圈垂直纸而向外平动
- C. 线圈沿 ab 轴下移
- D. 线圈绕 cd 轴转动

3. 如图 4-13 所示,一闭合金属环从上而下通过通电的长直螺线管, b 为螺线管的中点,金属环通过 a, b, c 处时,能产生感应电流的是_____。

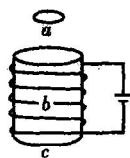


图 4-13

分析:螺线管外部的磁场类似于条形磁铁的磁场,内部的磁场是匀强磁场在闭合金属环分别通过 a, b, c 时,穿过环面的磁通量的变化情况依次是变大、不变和变小,故能产生感生电流的是 a, c 。

解答: a, c 两处

【变式】 如图 4-14 所示,一个矩形线框上有一电流计 G ,它们从一理想匀强磁场区域的上方自由下落,线圈平面与磁场方向垂直,在线圈下落的 I、II、III 三个位置中,下列说法正确的是()

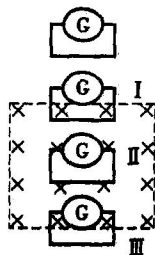


图 4-14

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



水平测试

第一课时

I. 基础训练

- 关于感应电流,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发生变化时,螺线管内部就一定有感应电流产生
 - C. 线框不闭合时,即使穿过线圈的磁通量发生变化,线圈中也没有感应电流
 - D. 只要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
- 法拉第通过精心设计的一系列试验,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()

- 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
 - 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
 - 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
 - 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
3. 恒定的匀强磁场中有一圆形闭合圆形线圈,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直线运动
- 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

4. 一磁感应强度为 B 的匀强磁场方向为水平向右,一面积为 S 的矩形线圈 $abcd$ 如图 4-15 所示放置,平面 $abcd$ 与竖直方向成 θ 角。将 $abcd$ 绕 ad 轴转 180° 角,则穿过线圈平面的磁通量的变化量为()

- 0
- $2BS$
- $2BS\cos\theta$
- $2BS\sin\theta$

5. 如图 4-16 所示,开始时距形线圈平面与磁场垂直,且一半在匀强磁场外,另一半在匀强磁场内,若要使线圈中产生感应电流,下列方法中可行的是()

- 以 ad 为轴转动
- 以 oo' 为轴转动
- 以 ab 为轴转动(转过的角度小于 60°)
- 以 dc 为轴转动(转过的角度小于 60°)

6. 如图 4-17,距形线圈 $abcd$ 绕 oo' 轴在匀强磁场中匀速转动,下列说法中正确的是()

- 线圈从图示位置转过 90° 的过程中,穿过线圈的磁通量不断减小

B. 线圈从图示位置转过 90° 的过程中,穿过线圈的磁通量不断增大

C. 线圈从图示位置转到 180° 位置时,穿过线圈的磁通量没有发生变化

D. 线圈从图示位置转到 360° 位置时,穿过线圈的磁通量没有发生变化

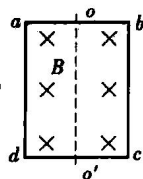


图 4-17

II. 能力训练

7. 如图 4-18 所示, A 、 B 两回路中各有一个开关 S_1 、 S_2 , 且回路 A 中接有电源, 回路 B 中接有灵敏电流计, 下列操作及相应的结果可能的是()

- 先闭合 S_2 , 后闭合 S_1 的瞬间, 电流计指针偏转
- S_1 、 S_2 闭合后, 在断开 S_2 的瞬间, 电流计指针偏转
- 先闭合 S_1 , 后闭合 S_2 的瞬间, 电流计指针偏转
- S_1 、 S_2 闭合后, 在断开 S_1 的瞬间, 电流计指针偏转

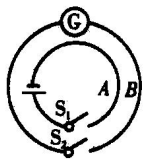


图 4-18

8. 某同学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 4-19 所示的实验电路, 当接通、断开开关时, 电流表的指针都没有偏转, 其原因是()

- 开关位置接错
- 电流表的正、负极接反
- 线圈 B 的接头 3、4 接反
- 蓄电池的正、负极接反

9. 你见过图 4-20

所示的手电筒吗? 它是由透明塑料制成的, 内有一个固定的线圈和一块没有固定的磁铁。特殊的是它不需要电池, 只要前后晃动手电筒, 就会产生电能, 使手电筒

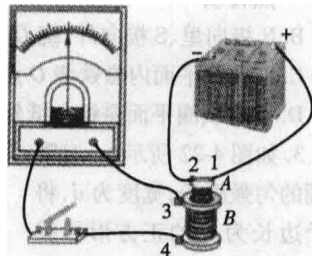


图 4-19

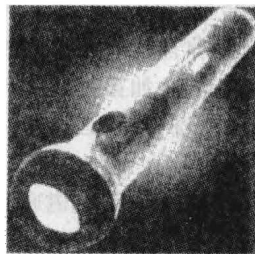


图 4-20

发光。一般摇动 30 秒能发光约 3~5 分钟,继续摇动可以持续地发光明。请你简要说明这种手电筒的工作原理。

第二课时

I. 基础训练

- 关于电磁感应,下列说法中正确的是()
 - 导体相对磁场运动,导体内一定会产生感应电流
 - 导体做切割磁感线的运动,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的运动,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

2. 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 4-21)。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 点顺时针向转动

D. 垂直线圈平面磁铁向纸外运动

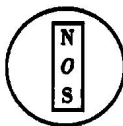


图 4-21

3. 如图 4-22 所示,一有限范围的匀强磁场,宽度为 d ,将一个边长为 L 的正方形导线框以速度 v 匀速通过磁场区域,若 $d < L$,则在线框中不产生感应电流的时间应为()

A. d/v

B. L/v

C. $(L-d)/v$

D. $(L-2d)/v$

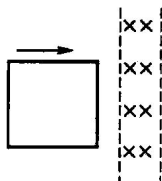


图 4-22

4. 如图 4-23 所示,条形磁铁穿过一闭合弹性导体环,且导体环位于条形磁铁的中垂面上,如果把导体环压扁成椭圆形,那么在这一过程中()

A. 穿过导体环的磁通量不变,无感应电流

B. 穿过导体环的磁通量减少,有感应电流产生

C. 穿过导体环的磁通量增加,有感应电流产生

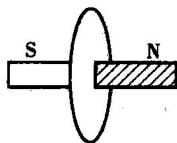


图 4-23

- D. 穿过导体环的磁通量变为零,无感应电流
5. 线圈在长直导线电流的磁场中,做如图 4-24 所示的运动, A 向右平动; B 向下平动; C 绕轴转动 (ad 边向外); D 从纸面向纸外平动,那么能产生感应电流的是哪幅图,并说明原因。

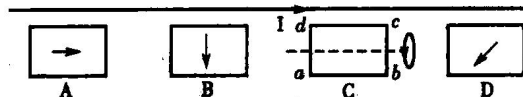


图 4-24

6. 有一金属圆环与一根带绝缘层的长直导线放在同一平面内,且直导线与环的直径重合,如图 4-25 所示,当直导线内通以均匀增加的电流时,圆环内将_____感应电流。将金属圆环向右移动时_____感应电流。(填“有”或“无”)

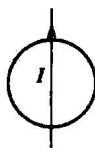


图 4-25

7. 如图 4-26 所示, A、B 两环共面同心, A 环上均匀带有负电荷,当 A 环逆时针加速转动时, B 环中_____感应电流。当 A 环顺时针匀速转动时_____感应电流。(填“有”或“无”)



图 4-26

8. 如图 4-27 所示,若开关 S 闭合且螺线管 A 向右平动,则线圈 B 中_____感应电流;若 A 不动,而开关 S 由闭合变为断开的瞬间,线圈 B 中_____感应电流。(选填“有”或“无”)

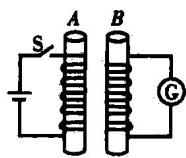


图 4-27

9. 如图 4-28 所示,环形金属软弹簧套在条形磁铁的中心位置,若沿其半径向外拉弹簧,使其面积增大时,在弹簧内_____产生感应电流。(选填“会”或“不会”)

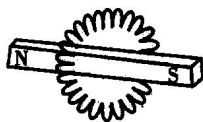


图 4-28

10. 如图 4-29 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,试解释其作用原理。

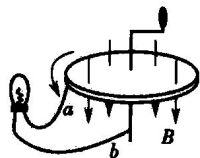


图 4-29

11. 试用笔连好本节课实验的电路图(图 4-30)。

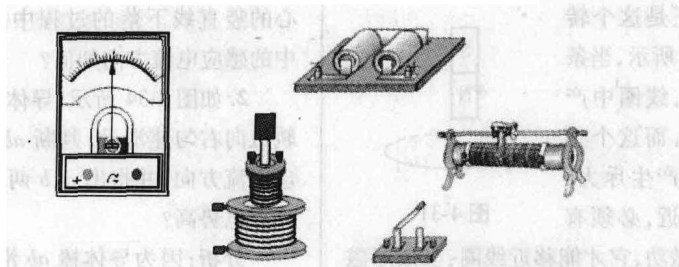


图 4-30

第三节

楞次定律

自主学习

1. 感应电流具有这样的方向,即_____。

2. 右手定则的内容:伸出右手,使拇指与其余四个手指垂直,并且都与手掌在同一个平面内,让_____,这时四指所指的方向就是_____方向。

学习点津

一、重点分析

1. 楞次定律中“阻碍”的理解

(1) 谁起阻碍作用? 要明确起阻碍作用的是“感应电流的磁场”。

(2) 阻碍什么? 感应电流的磁场阻碍的是“引起感应电流的磁通量的变化”,而不是阻碍原磁场,也不是阻碍原磁通量。

(3) 怎样阻碍? 当引起感应电流的磁通量(原磁通量)增加时,感应电流的磁场就与原磁场的方向相反,感应电流的磁场“反抗”原磁通量的增加;当原磁通量减少时,感应电流的磁场就与原磁场的方向相同,感应电流的磁场“补偿”原磁通量的减少。可简记为“增反减同”。

(4) “阻碍”不等同于“阻止”,当由于原磁通量的增加引起感应电流时,感应电流的磁场方向与原磁场的方向相反,其作用仅仅使原磁通量的增加变慢了,但磁通量仍在增加;当由于原磁通量的减小而引起感应电流时,感应电流的磁场方向与原磁场的

方向相同,其作用仅仅使原磁通量的减少变慢了,但磁通量仍在减少。“阻碍”也并不意味着“相反”。在理解楞次定律时,有些同学错误地把“阻碍”作用认为感应电流产生的磁场方向和原磁场方向相反,事实上,它们可能相向,也可能相反,需根据磁通量的变化情况判断。

2. 对楞次定律与右手定则的理解

(1) 从研究对象上说,楞次定律研究的是整个闭合电路,右手定则研究的是闭合电路的一部分,即一段导体做切割磁感线运动时的特殊情况。

(2) 从适用范围上说,楞次定律可应用于由磁通量变化引起感应电流的各种情况,右手定则只适用于一段导体在磁场中做切割磁感线运动的情况。

二、难点释疑

1. 楞次定律分析问题时应一般遵循以下几个步骤

- ① 确定原磁场方向;
- ② 判定原磁场如何变化(增大还是减小);
- ③ 确定感应电流的磁场方向(增反减同);
- ④ 根据安培定则判定感应电流的方向。

2. 楞次定律含有两层意义

(1) 因果关系。闭合导体回路中磁通量的变化是产生感应电流的原因,而感应电流的磁场的出现是感应电流存在的结果,简要地说,只有当闭合回路中的磁通量发生变化时,才有感应电流的磁场出现。

(2) 阻碍的特点。对于楞次定律的内容,从磁通量变化的角度来看,感应电流总要阻碍原磁通量的变化;从导体和磁体的相对运动的角度来看,感应电流总要阻碍它们的相对运动。

3. 楞次定律与能量守恒

电磁感应现象中,感应电流的能量(电能)不是凭空产生的,而是从其他形式的能量转化来的,外力

克服磁场力做功,正是这个转化的量度,如图 4-31 所示,当条形磁铁靠近线圈时,线圈中产生图示方向的电流,而这个感应电流对条形磁铁产生斥力,阻碍条形磁铁的靠近,必须有

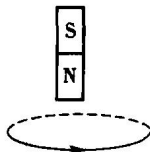


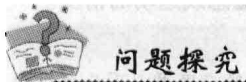
图 4-31

外力克服这个斥力做功,它才能移近线圈;当条形磁铁离开线圈时,感应电流方向与图中所示方向相反,感应电流对磁铁产生吸引力,阻碍条形磁铁的离开。这里外力做功的过程就是其他形式的能转化为电能的过程。

由此可见,当导体在磁场中运动时,导体中由于出现感应电流而受到磁场力必然阻碍此导体的相对运动,如图 4-31 所示,条形磁铁靠近线圈,线圈中感应电流的磁场对条形磁铁产生排斥力,阻碍这种靠近;当条形磁铁远离线圈时,线圈中感应电流的磁场对条形磁铁产生引力,阻碍这种远离。

所以楞次定律还可以表述为:当磁体间因相对运动产生感应电流时,感应电流的磁场总是阻碍导体间的相对运动。

楞次定律还可表述为:感应电流的效果总与引起感应电流的原因相对抗。能量守恒定律要求感应电流的方向服从楞次定律。



问题探究

1. 超导体的电阻为零,如果闭合的超导电路内有电流,这个电流不产生焦耳热,所以不会自行消失。现有一个固定的超

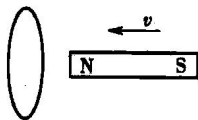


图 4-32

导体圆环如图 4-32 所示,此时圆环中没有电流。在其右侧靠近一个条形永磁体,由于电磁感应,在超导体圆环中产生了电流,电流的方向如何?

分析:根据磁铁的 N、S 极可以判断,通过线圈的磁场的方向向左,且当磁铁向左靠近时,磁通量增加,所以根据楞次定律,感应电流产生的磁场方向向右,所以再根据安培定则可以判断:从右水平向左看线圈的感应电流的方向为逆时针方向。

【变式】如图 4-33 所示,闭合导体环固定。条形磁铁 S 极从线圈附近向下以初速度 v_0 沿导体环圆

心的竖直线下落的过程中,导体环中的感应电流方向如何?

2. 如图 4-34 所示,导体棒 ab 沿轨道向右匀速滑动,判断 ab 中的感应电流方向,并指出 a 、 b 两点中,哪一点电势高?



图 4-33

分析:因为导体棒 ab 沿轨道向右匀速滑动,则由右手定则有 ab 中的电流方向为由 b 到 a 。

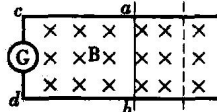


图 4-34

又因为导体棒 ab 相当于电源部分,电源中电流上负极流向正极,所以 a 点电势高。

【变式】如图 4-35 所示的 U 形线架 $ABCD$ 上有一根可以无摩擦滑动的导线 ab ,左侧有通电导线 MN ,电流方向由 N 到 M ,若将线框置于匀强磁场中,则()

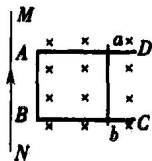


图 4-35

- ab 边向右运动时,导线 MN 与 AB 边相互吸引
- ab 边向左运动时,导线 MN 与 AB 边相互吸引
- ab 边向左运动时,导线 MN 与 AB 边相互排斥
- ab 边向右运动时,导线 MN 与 AB 边相互排斥

3. 如图 4-36,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()

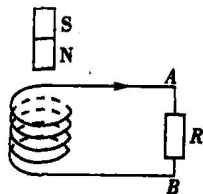


图 4-36

- 向下运动
- 向上运动
- 向左运动
- 以上都可能

分析:根据楞次定律中感应电流的阻碍的特点,即“增反减同”,答案为 B、C。

【变式】如图 4-37,当一水平放置的线圈从一竖直放置的条形磁铁的正上方由静止释放,则在接近磁铁但未到达磁铁的过程中,从上向下看,线圈中的电流方向是()

- A. 顺时针 B. 逆时针
C. 没有电流 D. 无法判断

4. 如图 4-38, 有两个同心导体环, 内环中通有顺时针方向的电流, 外环中原来无电流。当内环中电流逐渐增大时, 外环中有无感应电流? 方向如何?

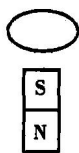


图 4-37

解答:

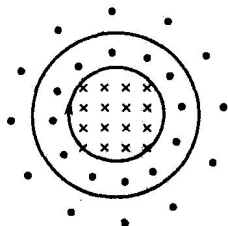


图 4-38

【变式】如图 4-39 所示, 两个大小相等、互相绝缘的导体环 A、B, B 环与 A 环有部分面积重叠且将 B 环的面积平分, 则当开关 S 断开时 ()

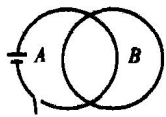


图 4-39

- A. B 环内有顺时针方向的感应电流
B. B 环内有逆时针方向感应电流
C. B 环内没有感应电流
D. 条件不足, 无法判定

5. 如图 4-40 所示, 当磁铁突然向铜环运动时, 铜环的运动情况是 ()

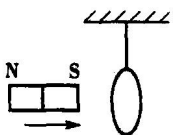


图 4-40

- A. 向右摆动
B. 向左摆动
C. 静止
D. 不能判定

分析: 磁铁向环运动, 使闭合圆环中磁通量变化而产生感应电流, 电流在磁场中又受到安培力而运动。

解法一: 电流元受力分析法

画出磁铁磁感线分布如图 4-41 所示, 当磁铁向环运动时, 由楞次定律判断出铜环的感应电流方向如图 4-41 所示, 把铜环的电流等效为多段直线电流元, 取上、下两小段电流研究, 由左手定则

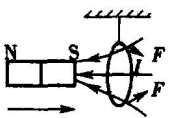


图 4-41

判断出两段电流受力如图所示, 由图可联想到整个铜环所受合力向右, 则 A 答案正确。

解法二: 等效法

磁铁向右运动, 使铜环产生的感应电流可等效为图 4-42 所示的条形磁铁, 则两磁铁有排斥作用, 故 A 答案正确。

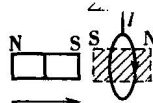


图 4-42

解法三: 阻碍相对运动法

磁铁向右运动时, 由楞次定律的另一种表述得知铜环产生的感应电流总是阻碍导体间的相对运动, 则磁铁和铜环间有排斥作用, 故 A 答案正确。

上述三种方法比较, 可见方法二、三较为简便。楞次定律是符合能的转化和守恒规律的, 我们进一步认识到电能是由于其他形式能消耗而转化来的, 感应电流的效果必然要反抗引起感应电流的原因。

【变式】如图

4-43 所示, 导体 ab、cd 垂直放在水平放置的平行导轨上, 匀强磁场方向竖直向上穿过导轨所在平面, 导体与导轨间动摩擦因数为 μ 。如果导体 ab 向左匀速运动时, 则导体 cd ()

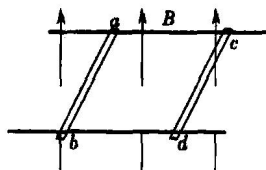


图 4-43

- A. 可能向左运动 B. 一定向左运动
C. 一定向右运动 D. 不可能静止



水平测试

第一课时

I. 基础训练

1. 根据楞次定律知感应电流的磁场一定是 ()

- 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

2. 如图 4-44 所示, 要使 Q 线圈产生图示方向的

电流,可采用的方法有()

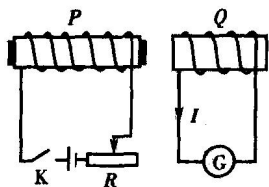


图 4-44

- 闭合电键 K
- 闭合电键 K 后,把 R 的滑动方向右移
- 闭合电键 K 后,把 P 中的铁心从左边抽出
- 闭合电键 K 后,把 Q 靠近 P

3. 如图 4-45 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()

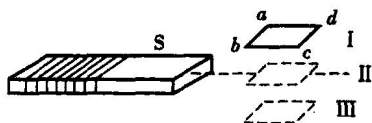


图 4-45

- $abcda$
- $adcba$
- 从 $abcda$ 到 $adcba$
- 从 $adcba$ 到 $abcda$

4. 现将电池组、滑动变阻器、带铁芯的线圈 A、线圈 B、电流计及开关连接成如图 4-46 所示的电路。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片 P 向左加速滑动时,电流计指针向右偏转。由此可以推断()

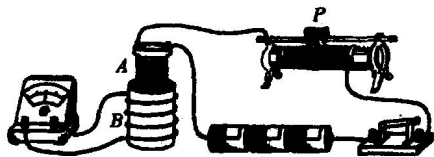


图 4-46

- 线圈 A 向上移动或滑动变阻器滑片 P 向右加速滑动,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
- 滑动变阻器的滑片 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

5. 1931 年,英国物理学家狄拉克从理论上预言,存在只有一个磁极的粒子,即“磁单极子”。1892 年,美国物理学家卡布莱拉设计了一个寻找磁单极子的实验。他设想,如果只有 N 极的磁单极子从上向下穿过电阻趋于零的(超导)线圈(如图 4-47 所示),那么从上向下看,这个线圈中将出现()

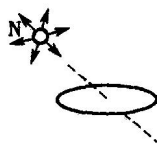


图 4-47

- 先是逆时针方向,然后是顺时针方向的感应电流
- 先是顺时针方向,然后是逆时针方向的感应电流
- 顺时针方向持续流动的感应电流
- 逆时针方向持续流动的感应电流

6. 图 4-48 中小圆圈表示处于匀强磁场中闭合电路一部分导线的截面,速度 v 在纸面内,则关于感应电流有无及方向的判断正确的是()

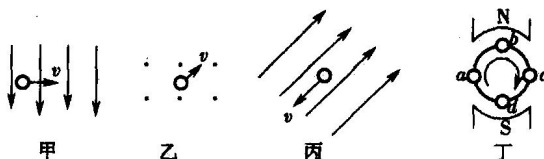


图 4-48

- 甲图中有感应电流,方向向里
- 乙图中有感应电流,方向向外
- 丙图中无感应电流
- 丁图中 a 、 b 、 c 、 d 四位置上均无感应电流

II. 能力训练

7. 如图 4-49

所示,螺线管中放有一根条形磁铁,当磁铁突然向左抽出时,A 点的电势比 B 点的电势_____;

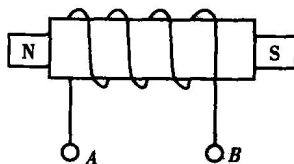


图 4-49

当磁铁突然向右抽出时,A 点的电势比 B 点的电势_____。

8. 将矩形线圈垂直于磁场方向放在匀强磁场中,如图 4-50 所示。将线圈在磁场中上下平移时,其感应电流为_____;将线圈前后平移时,其感应电流为_____;以 AF 为轴转动时,其感应电流方向为_____;以 AC 为轴转动时,其感

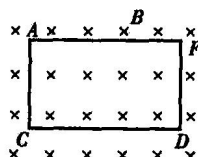


图 4-50

应电流方向为____;沿任意方向移出磁场时,其感应电流方向为____。

9. 如图 4-51 所示,光滑导轨水平放置,空间存在垂直导轨平面的磁场,可移动的裸导线 MN 向右移动时,引起的感应电流 I 的方向如图所示,则在区域 A 中的磁感应强度 B 的方向为_____。

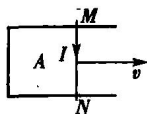


图 4-51

第二课时

I. 基础训练

1. 一线圈用细杆悬于 P 点,开始时细杆处于水平位置,线圈平面水平,释放后让它在如图 4-52 所示的匀强磁场中运动,已知线圈平面始终与纸面垂直,当线圈第一次通过位置 I 和位置 II 时,顺着磁场的方向看去,线圈中的感应电流的方向分别为()

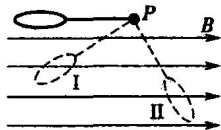


图 4-52

- A. 逆时针方向,逆时针方向
- B. 逆时针方向,顺时针方向
- C. 顺时针方向,顺时针方向
- D. 顺时针方向,逆时针方向

2. M 和 N 是绕在一个环形铁心上的两个线圈,绕法和线路如图 4-53,现将开关 S 从 a 处断开,然后合向 b 处,在此过程中,通过电阻 R_2 的电流方向为()

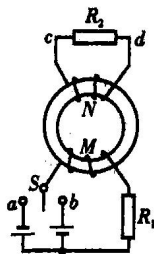


图 4-53

- A. 始终由 c 流向 d
- B. 先由 c 流向 d ,后由 d 流向 c
- C. 始终由 d 流向 c
- D. 先由 d 流向 c ,后由 c 流向 d

3. 如图 4-54 所示,用一根长为 L 、质量不计的细杆与一个上弧长为 l_0 、下弧长为 d_0 的金属线框的中点联结并悬挂于 O 点,悬点正下方存在一个上弧长为 $2l_0$ 、下弧长为 $2d_0$ 的方向垂直纸面向里的匀强磁场,且 $d_0 < L$ 。先将线框拉开到如图所示位置,松手后让线框进入磁场,忽略空气阻力和摩擦。下列说法

正确的是()

- A. 金属线框进入磁场时感应电流的方向为 $a \rightarrow b \rightarrow c \rightarrow d \rightarrow a$
 - B. 金属线框离开磁场时感应电流的方向为 $a \rightarrow d \rightarrow c \rightarrow b \rightarrow a$
 - C. 金属线框 dc 边进入磁场与 ab 边离开磁场的速度大小总是相等
 - D. 金属线框最终将在磁场内做往复运动
4. 如图 4-55 所示,当把条形磁铁插入螺线管中时,电流指针向右偏转,现将处于螺线管中央处的磁铁从螺线管中向外抽出,则电流表的指针偏转情况为()

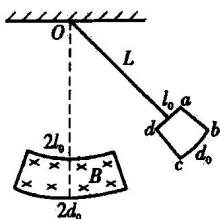


图 4-54

5. 如图 4-56,纸面内有 U 形金属导轨, AB 部分是直导线。虚线范围内有向纸里的均匀磁场,磁场离 AB 杆非常远。 AB 右侧有圆线圈 C ,为了使 C 中产生顺时针方向的感应电流,贴着导轨的金属棒 MN 在磁场里的运动情况是()

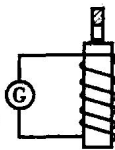


图 4-55

6. 如图 4-57 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()

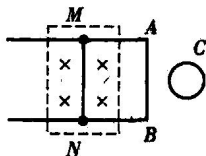


图 4-56

- A. 向右匀速运动
 - B. 向左匀速运动
 - C. 向右加速运动
 - D. 向右减速运动
7. 如图 4-57 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()

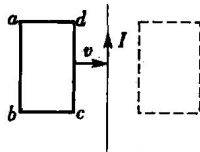


图 4-57

- A. 先 $abcd$,后 $dcba$,再 $abcd$
- B. 先 $abcd$,后 $dcba$
- C. 始终 $dcba$
- D. 先 $dcba$,后 $abcd$,再 $dcba$

II. 能力训练

7. 如图 4-58 所示, 闭合导线框 $abcd$ 与闭合电路共面放置, 且恰好一半面积在闭合电路内部。当滑动变阻器的滑片 P 向右滑动时, 导线框 $abcd$ 中的感应电流方向是____, 导线框 $abcd$ 所受磁场力方向是_____。

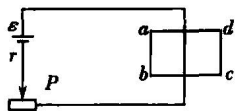


图 4-58

8. 如图 4-59 所示, 闭合导线框 $abcd$ 与长直通电导线共面放置, 长导线中电流方向如图, 且略偏左放置, 当长导线中的电流逐渐增大时, 导线框中的感应电流方向是____, 导线框所受磁场力的方向是_____。

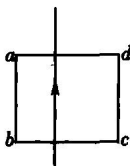


图 4-59

9. 如图 4-60, 两个圆形闭合线圈, 当内线圈中电流强度 I 迅速减弱时线圈的感应电流方向为_____。

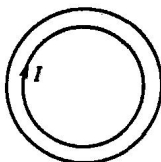


图 4-60

10. 请你按图 4-61 所示装置进行实验 (A 和 B 都是很轻的铝环, 环 A 是闭合的, 环 B 是断开的, A 、 B 之间的连接杆是绝缘的)。当磁铁的任一极迅速接近 A 环时, 你会看到什么现象? 把磁铁从 A 环中迅速移开, 又会看到什么现象? 如果将磁铁迅速移近或离开 B 环, 又会看到什么现象? 请用所学的知识解释这些现象。

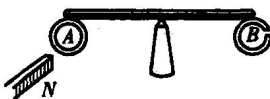


图 4-61

第三课时

I. 基础训练

1. 如图 4-62 所示, 在一蹄形磁铁两极之间放一个矩形线框 $abcd$ 。磁铁和线框都可以绕竖直轴 OO' 自由转动。若使蹄形磁铁以某角速度转动时, 线框的情况将

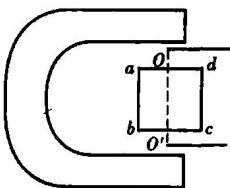


图 4-62

是()

- A. 静止
- B. 随磁铁同方向转动
- C. 沿与磁铁相反方向转动
- D. 要由磁铁的具体转动方向来决定

2. 如图 4-63 所示,

在光滑水平桌面上有两个金属圆环, 在它们圆心连线中点正上方较远的地方有一个条形磁铁, 当条形磁铁自由下落时, 将会出现的情况是()

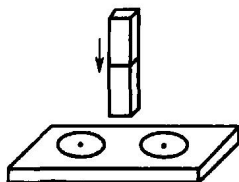


图 4-63

- A. 两金属环将相互靠拢
- B. 两金属环将相互排斥
- C. 磁铁的加速度会大于 g
- D. 磁铁的加速度会小于 g

3. 如图 4-64 所示, 两个线圈 A 、 B 上下平行放置, 分别通以图示电流 I_1 、 I_2 , 为使线圈 B 中的电流瞬时有所增大, 可采用的办法是()

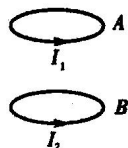


图 4-64

- A. 线圈位置不变, 增大线圈 A 中的电流
- B. 线圈位置不变, 减小线圈 A 中的电流
- C. 线圈 A 中电流不变, 线圈 A 向下平移
- D. 线圈 A 中电流不变, 线圈 A 向上平移

4. 如图 4-65 所示是一种延时开关, 当 S_1 闭合时, 电磁铁 F 将衔铁 D 吸下, 将 C 线路接通。当 S_1 断开时, 由于电磁感应作用, D 将延时释放, 则()

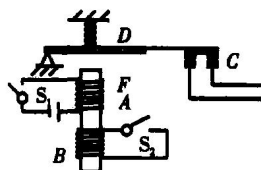


图 4-65

- ①由于 A 线圈的电磁感应, 才产生延时释放 D
- ②由于 B 线圈的电磁感应, 才产生延时释放 D
- ③如果断开 B 线圈的电键 S_2 , 无延时作用
- ④如果断开 B 线圈的电键 S_2 , 延时将变长
- A. ①③ B. ②③ C. ②④ D. ①④

5. 如图 4-66 所示, 光滑杆 ab 上套有一闭合金属环, 环中有一个通电螺线管。现让滑动变阻器的滑片 P 迅速滑动, 则()