

人民教育出版社授权
配人教版教材使用

高中同步练习丛书



GAOZHONG TONGBU LIANXI CONGSHU

物理

第二册 (下)



浙江教育出版社

图书在版编目(CIP)数据

高中同步练习丛书. 物理. 第2册. 下/周晓农等编.
2版. —杭州:浙江教育出版社, 2003.1 (2007.1 重印)
ISBN 7-5338-4700-8

I. 高... II. 周... III. 物理课—高中—习题
IV. G634

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2002) 第 097456 号

高中同步练习丛书 物 理 第二册(下)

-
- | | |
|--------|------------------------------------|
| ▶ 出 版 | 浙江教育出版社
(杭州天目山路 40 号 邮编 310013) |
| 发 行 | 浙江省新华书店集团有限公司 |
| ▶ 责任编辑 | 郑德文 周延春 |
| 封面设计 | 李 珺 |
| ▶ 责任校对 | 雷 坚 |
| 责任印务 | 温劲风 |
| ▶ 图文制作 | 杭州兴邦电子印务有限公司 |
| 印刷装订 | 临安曙光印刷厂 |
-

- | | |
|-------|---------------------------|
| ▶ 开 本 | 787×1092 1/16 |
| 印 张 | 9.75 |
| ▶ 字 数 | 220 000 |
| 版 次 | 2004 年 1 月第 3 版 |
| ▶ 印 次 | 2007 年 1 月第 8 次印刷 |
| 印 数 | 13 001-14 000 |
| ▶ 书 号 | ISBN 7-5338-4700-8/G·4670 |
| 定 价 | 8.80 元 |
-

联系电话: 0571-85170300-80928
e-mail: zjjy@zjcb.com
网址: www.zjeph.com

前 言

《高中同步练习丛书》是以现行高中语文、数学、英语、思想政治、物理、化学、历史、生物、地理等教材为依据分学科编写的学生读物,旨在使高中学生在课堂学习之后,能及时得到知识的巩固性训练,并为教师单元复习和解题示范提供材料。高一、高二年级各分册的习题配合平时的教学进程,以会考为参照,高三年级的习题则注重实用性,在题型、难度等方面主要以高考题为参照,以配合第一轮高考复习。本书特点如下:

(1) 与教师的教学同步。

本书以现行高中物理教材(必修和选修)的课时划分为最小单元(加“*”的是选修内容),以知识为主线,参插教学重点、难点的解决策略和方法,为教师处理教材出谋献策。

(2) 与学生的学习同步。

本书根据学生的学习特点,配备的“训练题”具有层次性,既有基本学习内容的巩固题,又有巩固中的提高题;书中配备的“自测题”具有检测性,既能自我衡量学习内容的掌握程度,又能反映自身的综合分析水平,是学生学习的良师益友。

由于从2001年起浙江省已使用人教社最新高中教材,我们结合新教材对原书及时作了修订。

本书坦诚希望每位教师、学生在试用后提出意见和建议,使之臻于完善,更好地服务于教和学。

参加物理学科编写的教师有金鹏、方平、张国民、张岳君、游捷、何文明、周晓农、葛德成等,由葛锦发统稿。

浙江教育出版社

2003年12月

目 录

第十六章 电磁感应	1
一、电磁感应现象(第1课时)	1
二、电磁感应现象(第2课时)	5
三、法拉第电磁感应定律——感应电动势的大小(第1课时)	7
四、法拉第电磁感应定律——感应电动势的大小(第2课时)	10
五、习题课——应用法拉第电磁感应定律解题	14
六、楞次定律——感应电流的方向	20
七、习题课——楞次定律的应用	24
八、自感	27
九、日光灯原理	30
第十六章小结	31
第十六章自测题	31
第十七章 交变电流	38
一、交变电流的产生和变化规律	38
二、表征交变电流的物理量	40
三、电感和电容对交变电流的影响	42
四、变压器	44
五、远距离输电	47
六、实验 练习使用示波器	52
七、实验 传感器的简单应用	53
第十七章小结	54
第十八章 电磁振荡和电磁波	56
一、电磁振荡	56
二、电磁振荡的周期和频率	58
三、电磁场 电磁波	61
四、无线电波的发射和接收 电视 雷达	62
第十八章小结	64
第十七章、第十八章自测题	64
第十九章 光的传播	70
一、光的直线传播	70
二、光的反射	72
三、光的折射	75

四、实验 测定玻璃的折射率	79
五、全反射	83
六、棱镜	86
第十九章小结	88
第十九章自测题	89
第二十章 光的本性	93
一、光的干涉	93
二、用双缝干涉测光的波长	95
三、光的衍射现象	97
四、光的电磁说、电磁波谱	98
五、* 光谱分析 激光	99
第二十章小结	101
第二十章自测题	103
第二十一章 量子论初步	105
一、光电效应	105
二、光的波粒二象性	107
三、玻尔的原子模型 能级	108
四、物质波 * 光的本性学说的发展简史	109
第二十一章小结	111
第二十一章自测题	112
第二十二章 原子核	114
一、原子核式结构 原子核	114
二、天然放射现象 衰变	116
三、放射性同位素的应用	118
四、核反应 核能	120
五、重核的裂变和轻核的聚变	122
第二十二章小结	123
第二十二章自测题	125
会考模拟试卷(一)	127
会考模拟试卷(二)	134
会考模拟试卷(三)	141
参考答案	148

第十六章 电磁感应

一、电磁感应现象(第1课时)

本课内容提要

1. 磁通量:磁感应强度 B 与面积 S 的乘积.

(1) 大小: $\Phi = BS$;

(2) 单位:韦伯(Wb).

2. 电路中产生感应电流的条件:(1)电路一定要闭合;(2)穿过闭合电路的磁通量要发生变化(或闭合电路的一部分导体做切割磁感线运动).

3. 电磁感应现象中遵循能量守恒定律.

例题1 有一正方形的闭合线圈 $abcd$ 在足够大的匀强磁场中运动,如图 16-1 所示.在下列各种情况中,线圈中能否产生感应电流?

- (1) 线圈向右平移;
- (2) 线圈向上平移;
- (3) 线圈向右平移;
- (4) 以通过 b 点并垂直于线圈平面的直线为轴向顺时针方向转动;
- (5) 以 ab 边为轴,线圈 cd 边向纸内转动;
- (6) 以 ad 边为轴,线圈 bc 边向纸外转动.

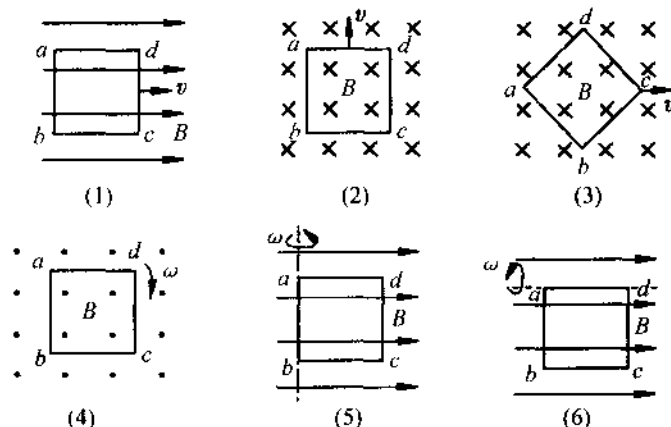


图 16-1

分析与解 图(1)中由于线圈平面和磁场平行,运动时线圈的任何一边都不做切割磁感线运动,磁通量总是零.磁通量没有变化,所以不产生感应电流.

图(2)中线圈的 ad 边和 bc 边、图(6)中线圈的 ab 边和 cd 边以及图(3)(4)中线圈的各

个边虽然做切割磁感线运动,但由于整个闭合线圈在匀强磁场中,各边上产生的感应电流彼此抵消,整个闭合回路内总电动势等于零.同时我们也看到以上几种情况线圈中的磁通量没有发生变化,即 $\Delta\Phi = 0$,所以不会产生感应电流.

图(5)中,当线圈以 ab 边为轴向纸内转动时,由于只有导体 cd 边做切割磁感线运动,线圈中的磁通量发生了变化,所以线圈中将会产生感应电流.

只有图(5)中线圈的转动会使线圈中磁通量变化产生感应电流,其余各图中线圈的运动都没使线圈中磁通量发生变化,所以不产生感应电流.

从本题我们知道:产生感应电流的条件是闭合回路中的磁通量要发生变化.

例题 2 如图16-2甲所示,竖直放置的长直导线中通以恒定电流,有一矩形线框与导线在同一平面上,在下列情况中线圈内能产生感应电流的是()

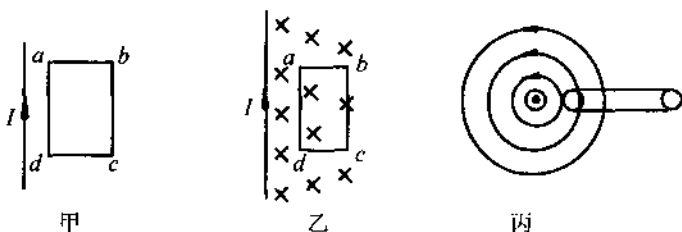


图 16-2

- 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
- E. 线框以直导线为轴转动

分析与解 分析是否产生感应电流,关键是分析穿过闭合线框的磁通量是否变化,而分析磁通量是否有变化,关键是分清磁感线的分布,及磁感线的疏密和方向的变化.

对 A 选项,因 I 增大而引起导线周围的磁场增强,使线框的磁通量增大,故 A 正确.

对 B 选项,因离开直导线越远,磁感线分布越疏(如图乙),因此线框向右平动时,穿过线框的磁通量变小,故 B 正确.

对 C 选项,由图乙可知线框向下平动时穿过线框磁通量不变,故 C 错.

对 D 选项,可用一些特殊位置来分析,当线框在图乙位置时,穿过线框的磁通量最大,当线框转过 90° 时,穿过线框的磁通量为零.因此可以判定线框以 ab 轴转动时磁通量一定变化,故 D 正确.

对 E 选项,先画出俯视图如图丙,图中可看出线框绕直导线转动时,在任何一个位置穿过的磁感线条数均不变,因此无感应电流,故 E 是错误的.

本课训练题

1. 如图 16-3 所示,把矩形线圈 $abcd$ 放在匀强磁场中,使它的平面和磁感线平行.线圈在下列几种运动中,能产生感应电流的是()

- A. 线圈以 ab 边为轴转动
- B. 线圈以 ad 边为轴转动

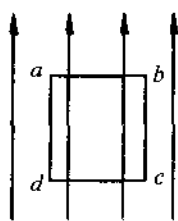


图 16-3

C. 线圈沿磁感线方向移动

D. 线圈沿垂直于磁感线方向移动

2. 有一圆形金属环,一根直导线穿过其圆心,且与圆环平面垂直,则()

A. 直导线中通过直流电时,环中将有感应电流

B. 直导线中通过交流电时,环中将有感应电流

C. 直导线中通过直流电,环在垂直导线的平面内移动时,环中有感应电流

D. 直导线中通过直流电或交流电,环沿直导线平行移动或垂直导线左右移动时,环中均没有感应电流

3. 在如图 16-4 所示的装置中,在下列各种情况下,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,滑动变阻器的滑动触头向下滑动

D. 开关 S 断开的瞬间

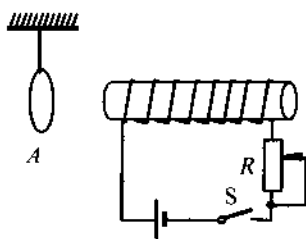


图 16-4

4. 如图 16-5 所示,若线框沿纸面运动,下列情形线框中有感应电流产生的是()

A. 线框匀速进入匀强磁场的过程

B. 线框在匀强磁场中匀速向右运动的过程

C. 线框在匀强磁场中匀加速向右运动的过程

D. 线框在匀强磁场中变加速向右运动的过程

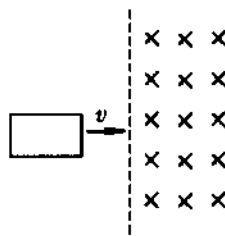


图 16-5

5. 如图 16-6 所示,在同一平面内的两个回路中各有一只开关,且 A 回路中接有电池,则以下叙述中正确的是()

A. 先闭合 S_1 ,再闭合 S_2 的瞬间,电流表指针会偏转

B. S_1 、 S_2 闭合后,再断开 S_1 的瞬间,电流表指针会偏转

C. 先闭合 S_2 ,再闭合 S_1 的瞬间,电流表指针会偏转

D. S_1 、 S_2 闭合后,再断开 S_2 的瞬间,电流表指针会偏转

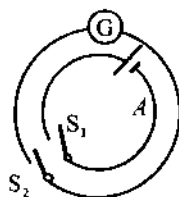


图 16-6

6. 如图 16-7 所示中, A、B、C、D 所示的矩形线圈中能产生感应电流的是()

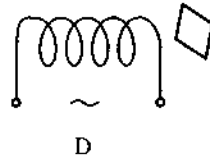
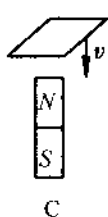
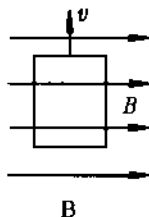
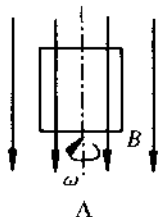


图 16-7

7. 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上,则()

- A. 只要圆环在转动,小线圈内就一定有感应电流产生
 B. 不管圆环怎样转动,小线圈内都没有感应电流产生
 C. 圆环在做变速转动时,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

8. 在条形磁铁的外面套着一个闭合弹簧线圈,若把线圈四周往外拉(如图 16-8 所示),使线圈包围的面积变大,这时线圈中感应电流的情况是()

- A. 有感应电流
 B. 无感应电流
 C. 没有标明磁铁的 N 、 S 极,故无法判断有无感应电流
 D. 只有线圈的电阻很小时才会有感应电流

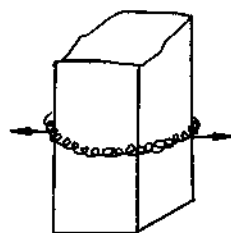


图 16-8

9. 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 16-9 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(填“有”或“无”).

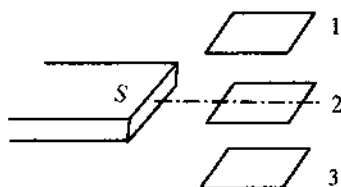


图 16-9

10. 如图 16-10 所示,当把放在匀强磁场中的正方形刚性线圈拉成一个圆环时,线圈中是否产生感应电流?为什么?

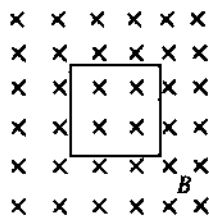


图 16-10

11. 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 16-11 所示.线圈面积为 S ,磁感应强度为 B ,问当线圈以 ab 边为轴转过 30° 和 60° 时穿过线圈的磁通量分别是多大?

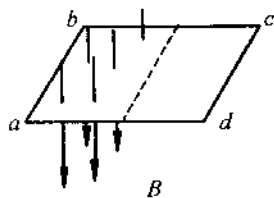


图 16-11

12. 一个矩形线圈 $abcd$ 面积为 S , 如图 16-12 所示放在 $Oxyz$ 直角坐标系内, 线圈平面垂直于 Oxy 平面, 与 Ox 、 Oy 轴的夹角分别为 $\alpha = 30^\circ$, $\beta = 60^\circ$, 匀强磁场的磁感应强度为 B , 则当磁场方向分别沿 Ox 、 Oy 、 Oz 方向时, 穿过线圈的磁通量各是多大?

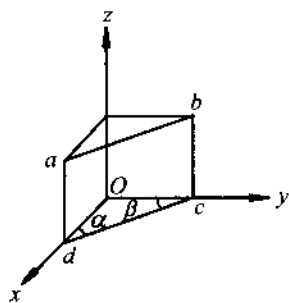


图 16-12

二、电磁感应现象(第2课时)

本课内容提要

1. 右手定则

(1) 适用范围: 切割磁感线而产生感应电流方向的判定.

(2) 定则内容: 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, 把右手放入磁场中, 让磁感线垂直穿入手心, 大拇指指向导体运动的方向, 那么其余四个手指所指的方向就是感应电流的方向.

(3) 理解要点

① 该定则研究的对象是由磁生电过程(即磁通量的变化——切割磁感线是因, 产生感应电流是果)中的 I 、 B 、 v 三者间的方向关系.

② 该定则要求 B 、 I 、 v 三者的方向两两垂直, 即当 I 与 B 、 v 均垂直; 还要求 B 与 v 也互相垂直. 若 B 与 v 不垂直, 则定则中的大拇指指向 v 的垂直分量 $v_{\perp}$ 的方向($v_{\perp}$ 是 v 正交分解后与 B 垂直的分速度).

2. 与左手定则的区别

右手定则判定的是因切割磁感线运动, 而产生感应电流这一结果时, 用来判定感应电流方向的方法, 故我们常把它称为发电机定则.

左手定则判定的是因导线中通有电流, 造成电流在磁场中受到安培力作用的结果时, 用来判定安培力方向的方法, 故我们常把它称为电动机定则.

例题 1 如图 16-13 所示, 导轨 MN 、 PQ 间有垂直导轨平面的磁场, 为使线圈 L 的 A 端呈现 N 极, 则()

- A. 当磁场垂直纸面进去时, ab 向上运动
- B. 当磁场垂直纸面进去时, ab 向下运动
- C. 当磁场垂直纸面出来时, ab 向上运动
- D. 当磁场垂直纸面出来时, ab 向下运动

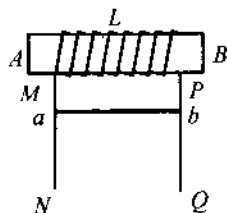


图 16-13

分析与解 要使 A 端呈现 N 极, 线圈 L 面一侧的电流必须是向上的, ab 导线中的感应电流应该是从 b 到 a . 根据右手定则当磁场是垂直纸面进去时, ab 要向上运动; 当磁场垂直纸面出来时, ab 要向下运动, 所以正确的答案为 A、D.

例题 2 如图 16-14 所示,水平地面上方有正交的匀强电场和匀强磁场,电场竖直向下,磁场垂直纸面向外,导体棒 ab 从水平位置沿竖直平面由静止开始下落,不计阻力, a 、 b 两端落到地面的次序是 ()

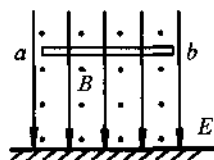


图 16-14

- A. a 先于 b B. b 先于 a
C. a 、 b 同时落地 D. 无法判定

分析与解 由右手定则可知, ab 棒向下运动时,因切割磁感线而产生由 b 到 a 的感应电动势,从而, a 端电势高,带正电, b 端电势低,带负电. a 端受向下的电场力, b 端受向上的电场力,故 a 先于 b 落地,正确答案 A.

本课训练题

1. 已知电磁感应中产生感应电流的导体在磁场中所受安培力的方向,即可用来判明导体中感应电流方向的是 ()

- A. 安培定则 B. 右手螺旋定则 C. 左手定则 D. 右手定则

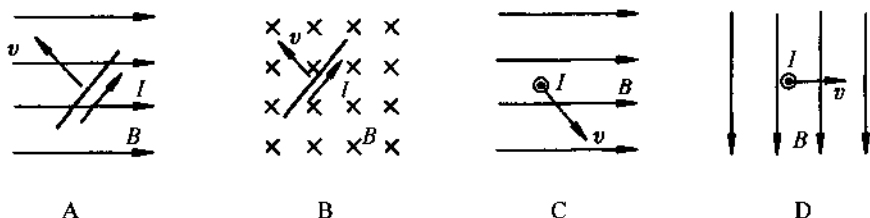


图 16-15

2. 如图 16-15 所示,闭合回路的一部分导体在磁场中运动,图中表示了导体运动速度 v 的方向、磁感应强度 B 的方向和感应电流 I 的方向,其中正确的图是 ()

3. 如图 16-16 所示,匀强磁场方向垂直纸面向里,金属导线 ab 、 cd 分别以速度 v_1 和 v_2 在水平平行铜导轨上滑行,回路中感应电流的方向是 $adcba$,那么, v_1 、 v_2 的大小和方向可能是 ()

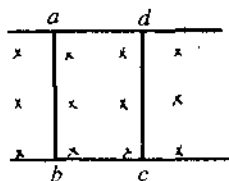


图 16-16

- A. $v_1 = v_2$, 方向均向右 B. $v_1 < v_2$, 方向均向左
C. $v_1 > v_2$, 方向均向右 D. $v_1 < v_2$, v_1 向左, v_2 向右

4. 如图 16-17 所示,两水平金属导轨置于竖直向下的匀强磁场中,一金属框 $abcd$ 上的两点 OO' (O 为 ab 中点, O' 为 cd 的中点)焊上短轴放在导轨上,以下说法中,正确的是 ()

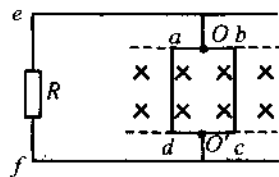


图 16-17

- A. 金属框向右平移时,框中有感应电流,方向是 $d \rightarrow a \rightarrow b \rightarrow c$
B. 金属框平移时,无感应电流流过 R
C. 当金属框绕轴转动时,框中有感应交变电流,但没有电流流过 R
D. 当金属框绕轴转动时,有感应电流流过 R

5. 如图 16-18 所示, AB 为通电直导线(电源部分未画出), CD 为闭合电路的一部分, 其中感应电流从 C 到 D , 则()



图 16-18

- A. 当 AB 中的电流从 B 到 A 时, CD 导线必须向左移动
- B. 当 AB 中的电流从 B 到 A 时, CD 导线必须向右移动
- C. 当 AB 中的电流从 A 到 B 时, CD 导线必须向左移动
- D. 当 AB 中的电流从 A 到 B 时, CD 导线必须向右移动

6. 如图 16-19 所示, MN 、 PQ 为竖直导轨, 导体间有垂直于导轨平面的磁场, 导体 ab 、 cd 与导轨有良好接触并能滑动. 当 ab 沿轨道下滑时, 则()

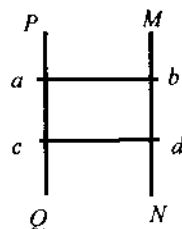


图 16-19

- A. cd 也下滑
- B. cd 不动
- C. cd 上滑
- D. 由于磁场方向未确定, cd 运动方向也就不能确定

7. 如图 16-20 所示, 金属圆环的圆心为 O , 金属棒 Oa 、 Ob 可以绕 O 在环上转动, 外力使 Oa 逆时针方向转动, 则 Ob 将()

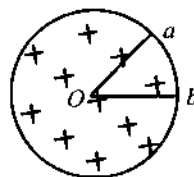


图 16-20

- A. 不动
- B. 逆时针转动
- C. 顺时针转动
- D. 无法确定

8. 如图 16-21 所示, 线圈 $abcd$ 自由下落进入匀强磁场中, 则当只有 bc 边进入磁场时, 线圈中感应电流方向是_____, 当整个线圈进入磁场中时, 线圈中_____感应电流(填“有”或“无”).

9. 矩形线圈 $abcd$ 在磁场中做如图 16-22 所示的方向转动, 当线圈处于图示位置瞬间, 电流方向是_____.

10. 如图 16-23 所示, 金属盘可绕 O 轴转动, 电阻 R 用电刷接于圆盘中心和边缘之间, 当圆盘从上往下看做顺时针方向转动时, 流过 R 的电流方向是_____. (提示: 把盘看成是由很多根从圆心到边缘的导线组合而成)

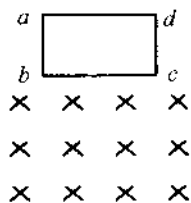


图 16-21

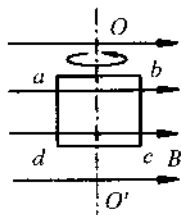


图 16-22

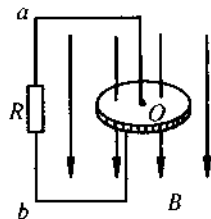


图 16-23

三、法拉第电磁感应定律——感应电动势的大小(第 1 课时)

本课内容提要

1. 电磁感应定律

(1) 表述: 电路中感应电动势大小, 跟穿过这一电路的磁通量的变化率成正比;

(2) 公式: $E = n \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$

n 为线圈匝数, $\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ 为磁通量的变化率;

(3) 感应电动势的方向: 在产生感应电动势的导体(可看作电源的内电路)内与感应电流的方向相同。

2. 说明: (1) E 的大小与 $\Delta\Phi$ 无关;

(2) 不管电路是否闭合, 只要穿过回路的磁通量发生变化, 就能产生感应电动势. 若电路闭合, 就会产生感应电流;

(3) 用公式 $E = n \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ 计算的是 Δt 时间内的平均感应电动势;

(4) $E = Blv$ 是 $E = n \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ 的特例。

例题 1 有一个 100 匝的线圈, 穿过的磁通量在 $\frac{1}{200}$ s 内从 2×10^{-5} Wb 增大到 9.5×10^{-5} Wb, 求线圈中的感应电动势. 如果线圈电阻是 10Ω , 接一个 65Ω 的电位器, 求电路中的电流、电位器两端的电压、线圈上的电压。

解 根据法拉第电磁感应定律

$$E = N \cdot \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = N \cdot \frac{\Phi_2 - \Phi_1}{\Delta t} = 100 \times \frac{9.5 \times 10^{-5} - 2 \times 10^{-5}}{\frac{1}{200}} \text{ V} = 1.5 \text{ V}$$

$$I = \frac{E}{R + r} = \frac{1.5}{65 + 10} \text{ A} = 0.02 \text{ A}$$

$$U_R = I \cdot R = 0.02 \times 65 \text{ V} = 1.3 \text{ V}$$

$$U_r = I \cdot r = 0.02 \times 10 \text{ V} = 0.2 \text{ V}$$

例题 2 如图 16-24 所示, 导线全部为裸导线, 半径为 r 的圆内有垂直于圆平面的匀强磁场, 磁感应强度为 B . 一根长度大于 $2r$ 的导线 MN 以速度 v 在圆环上无摩擦地自左端匀速滑到右端, 电路的固定电阻为 R , 其余电阻忽略不计, 求 MN 从圆环的左端滑到右端的过程中电阻 R 上的平均电流及通过的电量。

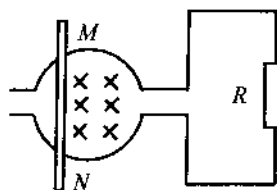


图 16-24

分析与解 本例乍一看是 MN 在切割磁感线, 属于“切割”类型, 可用 $E = Blv$ 求解, 但 MN 的有效切割长度在不断变化, 用 $E = Blv$ 难以求得平均感应电动势. 事实上, 回路中的磁通量在不断变化, 平均感应电动势可由磁通量变化公式求得。

由于 $\Delta\Phi = B\Delta S = B \cdot \pi r^2$, 完成这一变化所用的时间为

$$\Delta t = \frac{2r}{v},$$

$$\text{故 } \bar{E} = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = \frac{\pi B r v}{2}, \text{ 电阻 } R \text{ 上的电流平均值为}$$

$$\bar{I} = \frac{\bar{E}}{R} = \frac{\pi B r v}{2R}$$

通过 R 的电量为

$$q = \bar{I} \cdot \Delta t = \frac{\pi Br^2}{R}$$

本课训练题

1. 如图 16-25 所示,螺线管的导线两端 A、B 与一个电阻相接,若条形磁铁突然从螺线管中拔出,则此时 A、B 两点哪一端的电势较高? 通过电阻 R 的电流方向如何?

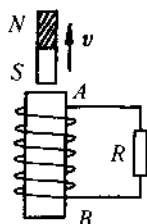


图 16-25

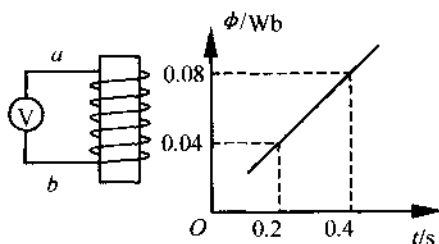


图 16-26

2. 如图 16-26 所示,线圈中磁通量向下,变化按 $\Phi - t$ 图所示.线圈共 50 匝,它的两端 a、b 跟电压表相连,则 a、b 两端的电压为 _____ V, a、b 两点中 _____ 点的电势较高(线圈电阻不计).

3. 在匀强磁场中,将一闭合单匝导线框匀速拉出磁场.若第一次用 0.3 s,外力做功为 W_1 ,通过导线的电量为 q_1 ;而第二次用 0.9 s 拉出,外力所做功为 W_2 ,通过导线的电量为 q_2 .则 $W_1 : W_2 =$ _____, $q_1 : q_2 =$ _____.

4. 如图 16-27 所示,半径为 r 的 n 匝线圈套在边长为 l 的正方形 abcd 之外,在正方形中有竖直向下的匀强磁场,其变化率为 $\frac{\Delta B}{\Delta t}$,线圈中产生的感应电动势大小为 $E =$ _____.

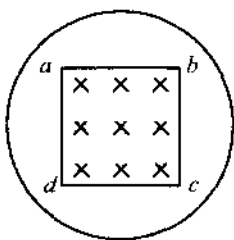


图 16-27

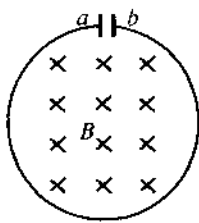


图 16-28

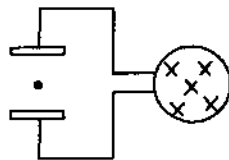


图 16-29

5. 如图 16-28 所示,线圈面积 $S = 1 \times 10^{-5} \text{ m}^2$,匝数 $n = 100$,两端点连接一电容器 $C = 20 \mu\text{F}$,线圈中的匀强磁场的磁感应强度按 $\frac{\Delta B}{\Delta t} = 0.1 \text{ T/s}$ 增加,则电容器所带电量为 _____ C.

6. 如图 16-29 所示,线圈内有理想边界的磁场,当磁场均匀增加时,有带电微粒静止于平行板(两板水平放置)电容器中间,此粒子带 _____ 电.若线圈的匝数为 n,面积为 S,平行板电容器的板间距离为 d,粒子的质量为 m,带电量为 q,则磁感应强度的变化率为 _____.

7. 在 0.2 s 时间内把面积为 100 cm^2 、总匝数为 500 匝的线圈,在 $B = 0.1\text{ T}$ 的匀强磁场中,从线圈平面平行于磁场方向的位置转过 90° 到达垂直于磁场的位置,求这段时间内感应电动势的平均值.

8. 如图 16-30 所示,矩形线圈 $abcd$ 的面积为 $20 \times 30\text{ cm}^2$,共有 100 匝,在磁感应强度为 0.2 T 的匀强磁场中,以 600 R/min 绕轴 OO' 逆时针方向匀速转动.求:

(1) 从图示位置开始计时,线圈在转过 $\frac{1}{4}$ 圈这段时间内的平均感应电动势.

(2) 在什么位置时感应电动势为零? 在什么位置时感应电动势达到最大值? 最大值为多大?

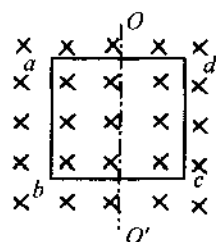


图 16-30

四、法拉第电磁感应定律——感应电动势的大小(第 2 课时)

本课内容提要

导体在匀强磁场中做切割磁感线运动时:

$E = Blv$ (注意:只适用 B 、 l 、 v 两两互相垂直,即 $B \perp v$, $v \perp l$, $l \perp B$).

* $E = Blv \sin \theta$ (式中 θ 为 v 与 B 方向间的夹角).

注意:

(1) l 为有效切割长度,即导体在与 v 垂直方向上的投影长度.

(2) v 是导体在一段时间内的平均速度时, E 为平均电动势; v 为瞬时速度时, E 为瞬时电动势.

(3) 当 $\theta = 0^\circ$ 时, $E = 0$; 当 $\theta = 90^\circ$ 时, $E = Blv$ (最大值).

例题 1 如图 16-31 甲所示,金属框中 ad 、 be 、 cf 三段导体长都是 l ,电阻都是 R ,导体 abc 和 def 的电阻不计.设金属框处于垂直纸面向里的匀强磁场中,在外力的作用下,以不变的速度 v 向左拉出,试求金属框在运动过程中通过如图位置时各段导体中电流的大小和方向? 作用于金属框上的外力的大小和方向? 证明外力的功率等于感应电流消耗在电阻上的总功率.

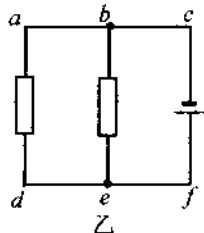
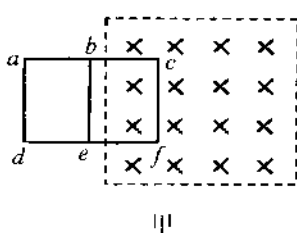


图 16-31

分析与解 在金属棒被向左拉出的过程中, cf 切割磁感线,产生感应电动势,相当于电源,其等效电路如图 16-31 乙所示.

用右手定则判断 cf 中产生的感应电动势方向为 $c \rightarrow f$,电动势的大小 $E = Blv$.

根据并联电路的特点,流过导体 cf 的电流

$$I_1 = \frac{E}{R + \frac{R}{2}} = \frac{2Blv}{3R}$$

流过导体 ad 、 be 的电流均为

$$I_2 = \frac{I_1}{2} = \frac{Blv}{3R}, \text{方向分别从 } d \rightarrow a \text{ 和 } e \rightarrow b.$$

根据左手定则,导体 cf 所受安培力的方向向右,大小为 $F = BI_1 \cdot l = \frac{2B^2 l^2 v}{3R}$

因为金属框向左做匀速运动,金属框所受合力为零,所以 $F_{\text{外}} = F = \frac{2B^2 l^2 v}{3R}$,其方向向左.

外力的功率为 $P_{\text{外}} = F_{\text{外}} \cdot v = \frac{2B^2 l^2 v^2}{3R}$

感应电流消耗在电阻上的总功率

$$P = I_1^2 \cdot R + 2 \cdot I_2^2 \cdot R = \left(\frac{2Blv}{3R} \right)^2 \cdot R + 2 \cdot \left(\frac{Blv}{3R} \right)^2 \cdot R = \frac{2B^2 l^2 v^2}{3R}$$

可见,①外力的功率等于感应电流消耗在电阻上的总功率;②在整个过程中机械能转化为电能,电能转化为热能,遵循着能量的转化与守恒定律.

例题 2 如图 16-32 所示,正方形线圈 $abcd$ 的边长 $l = 40 \text{ cm}$,匝数 $N = 100$,在磁感应强度 $B = 0.2 \text{ T}$ 的匀强磁场中绕轴 OO' 以每分钟 120 转的转速匀速转动,转动方向如图所示.求:

(1) 线圈在转动过程中经如图位置时,感应电动势 E_1 多大? 感应电流的方向怎样?

(2) 线圈在转过 90° 的时刻,感应电动势 E_2 多大? 感应电流的方向怎样?

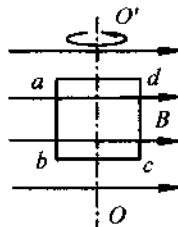


图 16-32

分析与解 线圈经如图位置时,线圈的 ab 边和 cd 边的即时速度的方向都跟磁感线垂直,也就是说都在垂直切割磁感线,产生的感应电动势可用 $E = Blv$ 计

算.根据右手定则, ab 边产生的感应电动势的方向从 $b \rightarrow a$ (因 ab 边即时速度的方向垂直纸面向外), cd 边产生的感应电动势的方向从 $d \rightarrow c$ (因 cd 边即时速度的方向垂直纸面向里).从线圈整体看, ab 边和 cd 边产生的感应电动势的方向是一致的,所以线圈中的总感应电动势为两者之和(ad 边和 bc 边没有切割磁感线,所以不产生感应电动势).感应电流方向沿着 $a \rightarrow d \rightarrow c \rightarrow b \rightarrow a$.

线圈在转过 90° 的时刻, ab 边和 cd 边的即时速度方向都跟磁感线平行,所以在此时刻,线圈中没有感应电动势,也没有感应电流.

解:(1) $E_1 = 2NB\omega$

$$\text{式中 } v = r\omega = \frac{l}{2} \cdot \frac{2\pi n}{60} \text{ m/s} = \frac{0.4 \times 2\pi \times 120}{2 \times 60} \text{ m/s} = 0.8\pi \text{ m/s}$$

$$\text{所以 } E_1 = 2NB\omega = 2 \times 100 \times 0.2 \times 0.4 \times 0.8\pi \text{ V} = 40.2 \text{ V}$$

根据右手定则可知线圈中感应电流的方向为 $a \rightarrow d \rightarrow c \rightarrow b \rightarrow a$.

(2) $E_2 = 0$,无感应电流.

本课训练题

1. 下列几种说法中正确的是()

- A. 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
- B. 线圈中磁通量越大,产生的感应电动势一定越大
- C. 线圈放在磁场越强的位置,产生的感应电动势一定越大
- D. 线圈中磁通量变化越快,线圈中产生的感应电动势越大

2. 如图 16-33 所示,在磁感应强度为 0.2 T 的匀强磁场中,长为 0.5 m 的导体 AB 在金属框架上以 10 m/s 的速度向右滑动, $R_1 = R_2 = 20 \Omega$,其他电阻不计,则流过 AB 的电流是_____ A.

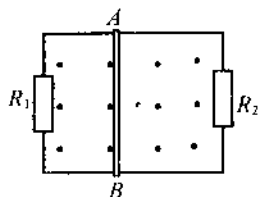


图 16-33

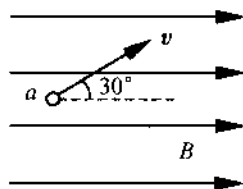


图 16-34

3. 有一总电阻 5Ω 的闭合导线,其中 1 m 长部分直导线在磁感应强度为 2 T 的水平匀强磁场中,以 2 m/s 的速度沿与磁感线成 30° 角的方向运动,如图 16-34 所示.该直导线产生的感应电动势为_____ V,磁场对直导线作用力的大小为_____ N,方向_____.

4. 如图 16-35 所示,在磁感应强度为 B 的匀强磁场中,一直角边长为 a 、电阻为 R 的等腰直角三角形导线框以速度 v 垂直于斜边方向在纸面内运动.磁场与纸面垂直,则导线框的斜边产生的感应电动势为_____,导线框中的感应电流为_____.

5. 如图 16-36 所示,一边长为 a 、电阻为 R 的正方形导线框,以恒定的速度 v 向右进入以 MN 为边界的匀强磁场,磁场方向垂直于线框平面,磁感应强度为 B , MN 与线框