

普通高中课程标准实验教科书

新
课标

夯实基础

提高能力

拓展知识

发展智力

基础训练

· 物理

选修3-2

山东省教学研究室 编

人教版



山东教育出版社

Shandong Education Press



普通高中课程标准实验教科书

基础训练 · 物理

人教版

选修 3-2

山东省教学研究室 编

学科主编：宋树杰

本册主编：孙洲元

编写人员：宋协俊 刘德良 王江华 赵保现

张 华 于淑霞 蔡建国 王克田

邢洪明

山东教育出版社

普通高中课程标准实验教科书

基础训练·物理

人教版

选修3-2

山东省教学研究室 编

主 管：山东出版集团

出版者：山东教育出版社

（济南市纬一路321号 邮编：250001）

电 话：（0531）82092663 传真：（0531）82092661

网 址：<http://www.sjs.com.cn>

发行者：山东省新华书店

印 刷：山东华鑫天成印刷有限公司

版 次：2007年9月第2版第4次印刷

规 格：787mm×1092mm 16开本

印 张：5.75 印张

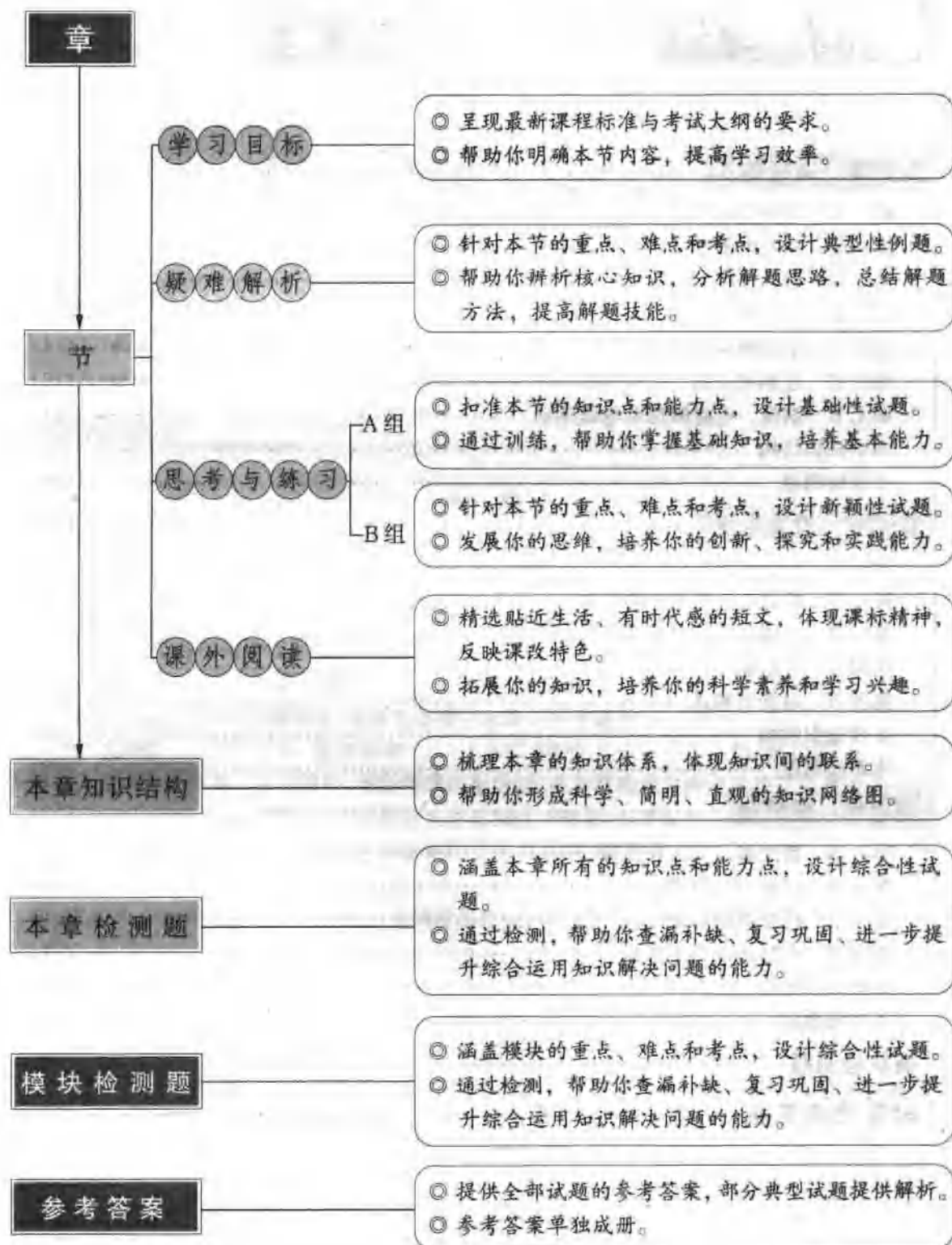
字 数：121千字

书 号：ISBN 978-7-5328-5152-2

定 价：5.10元

（如印装质量有问版，请与印刷厂联系调换）

使用指南



Contents

目 录

第四章 电磁感应	(1)
第一节 划时代的发现	(1)
第二节 探究电磁感应的产生条件	(2)
第三节 楞次定律	(6)
第四节 法拉第电磁感应定律	(10)
第五节 电磁感应规律的应用	(14)
第六节 互感和自感	(17)
第七节 涡流 电磁阻尼和电磁驱动	(21)
本章知识结构	(24)
本章检测题	(25)
第五章 交变电流	(28)
第一节 交变电流	(28)
第二节 描述交变电流的物理量	(31)
第三节 电感和电容对交变电流的影响	(35)
第四节 变压器	(37)
第五节 电能的输送	(43)
本章知识结构	(48)
本章检测题	(48)
第六章 传感器	(53)
第一节 传感器及其工作原理	(53)
第二节 传感器的应用(一)	(55)
第三节 传感器的应用(二)	(58)
第四节 传感器的应用实验	(61)
本章知识结构	(63)
本章检测题	(63)
模块检测题	(68)

第一节 划时代的发现

学习目标

1. 收集资料,了解电磁感应现象的发现过程。
2. 体验科学思想、方法的重要性和科学家崇高的科学精神。

思考与练习

A 组

1. 对电流磁效应的对称性思考或逆向思维,人们提出的问题是()
A. 摩擦产生热
B. 电流产生磁
C. 静电感应出电
D. 磁体产生电流
2. 首先发现电流的磁效应的科学家是()
A. 法拉第
B. 安培
C. 奥斯特
D. 科拉顿
3. 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. 奥斯特
B. 麦克斯韦
C. 安培
D. 法拉第
4. 在1820年4月的一次讲演中,奥斯特接通电源时,碰巧在南北方向的导线下面放置的一枚小磁针居然转动了!听众中大概没有人注意到这个现象,但奥斯特一直惦记着电与磁的联系,这个现象使他振奋。随后的实验证明了电流的磁效应。这段史实说明了一个哲理:
_____。
5. 有人说,法拉第发现电磁感应现象是偶然的机遇,你的看法怎样?
6. 法拉第发现电磁感应现象经历了十年的艰难历程。对于法拉第的这一伟大发现的研究思路、方法和精神,你有什么体会和感想?



B 组

1. 在科学上,常把某一科学发现的荣誉归于某个人,为什么这样做?你对此有何评价?
2. 你能总结一下在法拉第发现电磁感应现象的实验中,产生感应电流的条件吗?

 课外阅读

追悔莫及的亨利

亨利(1797—1878),美国物理学家。当时是奥尔巴尼学院的教授,由于教学任务繁重,也没有专门的实验室,他主要利用假期在学院的大厅里进行电学实验工作。

1829年8月的暑假,亨利在考察绕有不同长度导线电磁铁所产生磁力的大小时,意外地发现,当通电导线中的电流被突然切断时,会产生强烈的电火花。当时亨利无法给出解释,这一重要发现被搁置下来了。

1830年8月的暑假,亨利继续上次的实验,当电磁铁导线中突然通入强电流时,他发现电流计的指针向一个方向偏转;当电磁铁导线中电流突然消失时,电流计的指针反向偏转;电磁铁导线中电流保持稳定时,电流计的指针不偏转。亨利对这一现象感到很奇怪,但暑假结束了,只得停止实验。

到了1832年6月,亨利在杂志上看到了法拉第在1831年所做的电磁感应实验的简讯,立即痛苦地意识到法拉第的发现与自己两年前的发现相类似,他马上用自己的旧仪器进一步完善了过去的实验,并把自己前前后后做的实验做了一个总结,写成一篇论文。即使这样,在电磁感应现象的发现上,亨利只能屈居第二了。

第二节 探究电磁感应的产生条件

 学习目标

1. 知道磁通量的概念。
2. 经历实验探究的过程,理解感应电流的产生条件。
3. 能根据感应电流的产生条件,处理相关问题。

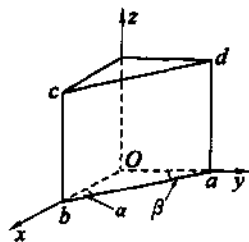
 疑难解析

【例1】 一个单匝矩形线圈 $abcd$,边长 $ab=30\text{ cm}$, $bc=20\text{ cm}$,如图所示放在 $Oxyz$ 直角

坐标内,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 $B=10^{-2}$ 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?

【解析】 匀强磁场中穿过垂直于磁场方向、面积为 S 的平面的磁通量为 $\Phi=BS$,题中磁场沿 Ox, Oy, Oz 方向时,找出矩形线圈在垂直于磁场方向上的投影面积,就可直接用上述公式计算。



矩形线圈的面积为

$$S=ab \times bc=(0.30 \times 0.20) \text{ m}^2=6 \times 10^{-2} \text{ m}^2$$

它在垂直于三根坐标轴上的投影面积的大小分别为

$$S_x=S \cos \beta=\left(6 \times 10^{-2} \times \frac{1}{2}\right) \text{ m}^2=3 \times 10^{-2} \text{ m}^2$$

$$S_y=S \cos \alpha=\left(6 \times 10^{-2} \times \frac{\sqrt{3}}{2}\right) \text{ m}^2=3\sqrt{3} \times 10^{-2} \text{ m}^2$$

$$S_z=0$$

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

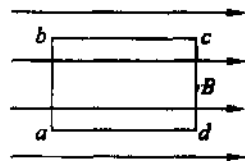
当磁感应强度 B 沿 Oy 方向时,穿过线圈的磁通量 $\Phi_y=BS_y=(10^{-2} \times 3\sqrt{3} \times 10^{-2}) \text{ Wb}=3\sqrt{3} \times 10^{-4} \text{ Wb}$

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

【答案】 $\Phi_x=3 \times 10^{-4} \text{ Wb}$ $\Phi_y=3\sqrt{3} \times 10^{-4} \text{ Wb}$ $\Phi_z=0$

【说明】 解该类题目的关键是:要有较强的空间想象力;要能正确分析公式 $\Phi=BS \cos \alpha$ 中各量为何值。

【例 2】 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,则下列运动中在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 边做转动

D. 矩形线圈绕 bc 边做转动

【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。

选项 A 中,矩形线圈做平行于磁感线的平移运动,磁通量始终为零,不发生变化,无感应电流。

选项 B 中,矩形线圈做垂直于磁感线的平移运动,磁通量始终为零,不发生变化,无感应电流。

选项 C 中,矩形线圈绕 ab 边转动,穿过线圈的磁通量必定变化,会产生感应电流。

选项 D 中,矩形线圈绕 bc 边转动,但没有磁感线穿过线圈,磁通量恒为零,不发生变化,线圈中没有感应电流。

故只有选项 C 正确。

【答案】 C

【说明】 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是:① 穿过闭合电路的磁感应强度 B 发生变化;② 闭合电路的面积 S 发生变化;③ 磁感应强度 B 和面积 S 的夹角发生变化。

思考与练习

A 组

1. _____ 叫磁通量,磁通量的变化通常有 _____ 或 _____ 或 _____ 等几种情况。

2. 关于感应电流,下列说法正确的有()

- 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. 线圈不闭合时,即使穿过线圈的磁通量发生变化,线圈中也没有感应电流
- 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

3. 如图 4-2-1 所示,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,使线圈包围的面积变大,这时线圈中()

- A. 有感应电流
- B. 无感应电流
- C. 穿过线圈的磁通量增大
- D. 穿过线圈的磁通量减小

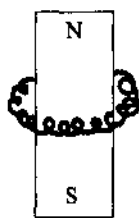


图 4-2-1

4. 如图 4-2-2 所示,导线 ab 和 cd 互相平行,则在下列情况中导线 cd 中无电流的是()

- A. 开关 S 闭合或断开的瞬间
- B. 开关 S 是闭合的,但滑片向左滑动
- C. 开关 S 是闭合的,但滑片向右滑动
- D. 开关 S 始终闭合,滑片不动

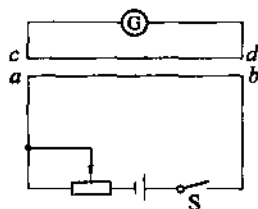


图 4-2-2

5. 如图 4-2-3 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 匀速地通过磁场区域,若 $d > l$,则在线框中不产生感应电流的时间应等于()

- A. d/v
- B. l/v
- C. $(d-l)/v$
- D. $(d-2l)/v$

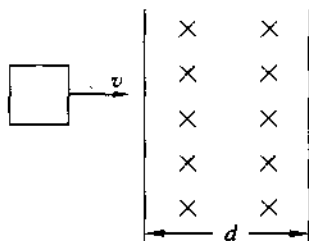


图 4-2-3

6. 在恒定的匀强磁场中,有一个圆形的闭合导体线圈,线圈平面垂直于磁场方向。当线圈在此磁场中做下述哪种运动时,线圈中能产生感应电流?()

- A. 线圈沿自身所在的平面做匀速运动
- B. 线圈绕任一条直径做匀速转动
- C. 线圈沿自身所在的平面做加速运动
- D. 线圈绕任一条直径做变速转动

7. 图 4-2-4 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,从而不能使触头 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。

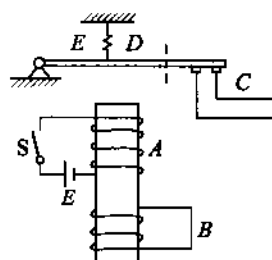


图 4-2-4

B 组

1. 金属线圈在匀强磁场中做如图 4-2-5 所示的运动,线圈中有感应电流的是()

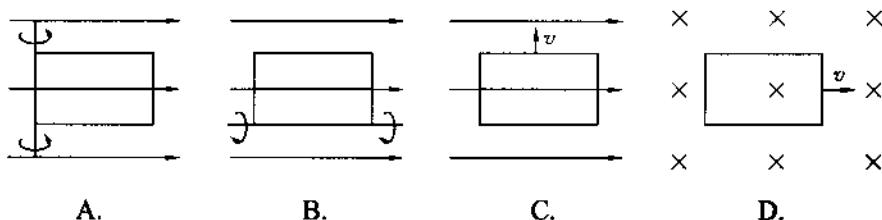


图 4-2-5

2. 边长为 10 cm 的正方形矩形线圈,固定在匀强磁场中,磁场方向与线圈平面夹角 $\theta=30^\circ$,如图 4-2-6 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 _____ Wb。

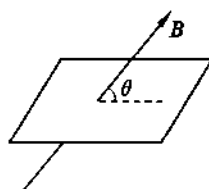


图 4-2-6

3. 图 4-2-7 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。

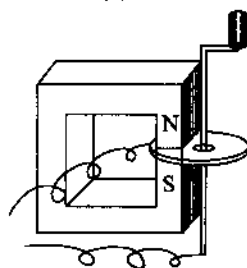


图 4-2-7

课外阅读

绳系卫星

绳系卫星用系绳把卫星与航天飞机或其他航天器连接,使它们一起绕地球飞行。当由导体制成的系绳扫过地磁场时,会在系绳中产生感应电流。

1992年7月,美国“亚特兰蒂斯”号航天飞机进行了一次卫星悬绳发电实验,取得了部分成功。航天飞机在地球赤道上空离地面约300 km处由东向西飞行,相对地面的速度为 6.5×10^3 m/s,从航天飞机上向地心方向发射一颗卫星,携带一根长20 km的金属悬绳,按设计的要求,产生的电动势可达2800 V。

绳系卫星具有很大的应用价值,除了可以发电,为航天飞机或空间站提供电能外,还可以把许多探测仪器像“冰糖葫芦”一样串起来,能同时测得不同高度近地空间的各种数据,收集宇宙中 $2 \mu\text{m}$ 以下的尘埃分子,为天文学家研究和揭示天体的演变提供重要的素材。

第三节 楞次定律

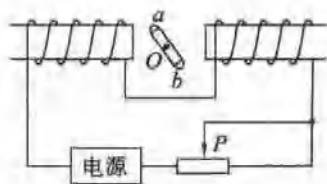
学习目标

1. 在实验探究的基础上,理解楞次定律。
2. 知道楞次定律符合能量守恒。
3. 能灵活应用楞次定律解答有关问题。

疑难解析

【例题】 如图所示, ab 是一个可绕垂直于纸面的轴 O 转动的闭合矩形导线框,当滑动变阻器的滑片 P 自左向右滑动时,从纸外向纸里看,线框 ab 将()

- A. 保持静止不动
- B. 逆时针转动
- C. 顺时针转动
- D. 发生转动,但电源极性不明,无法确定转动方向



【解析】 无论电流极性如何,在两电磁铁中间的区域应产生水平的某一方向的磁场。当滑片 P 向右滑动时,电流减小,两电磁铁之间的磁场减弱,即穿过的 ab 线框的磁通量减小。虽然不知 ab 中的感应电流方向,但由楞次定律中的“阻碍”含义可直接决定线框 ab 应转向穿过线框的磁通量增大的位置,即顺时针方向转动,所以选项C正确。

【答案】 C

【说明】 从本题可以看出,在真正理解了“阻碍”二字的深刻内涵以后,不需按部就班,就可较为简捷地将题解答。

思考与练习

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变化
 B. 与引起感应电流的磁场反向
 C. 阻止引起感应电流的磁通量变化
 D. 与引起感应电流的磁场同向
2. 一磁铁自上向下运动, 穿过一闭合导电回路, 如图 4-3-1 所示。当磁铁运动到 a 处和 b 处时, 回路中感应电流的方向分别是()
- A. 顺时针, 逆时针
 B. 逆时针, 顺时针
 C. 顺时针, 顺时针
 D. 逆时针, 逆时针

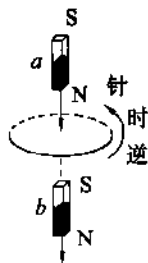


图 4-3-1

3. 如图 4-3-2 所示, 矩形线框 $abcd$ 与长直导线 AB 在同一平面内, 直导线中通有恒定电流 I , 当线框由左向右通过直导线的过程中, 线框中感应电流的方向是()
- A. 先 $abcda$, 再 $dcbad$
 B. 先 $dcbad$, 再 $abcda$
 C. 始终是 $dcbad$
 D. 先 $dcbad$, 再 $abcda$, 最后 $dcbad$

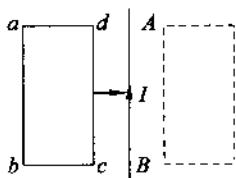


图 4-3-2

4. 如图 4-3-3 所示, 一水平放置的圆形通电线圈 1 固定, 另一较小的圆形线圈 2 从线圈 1 的正上方下落; 在下落过程中两线圈平面始终保持平行且共轴, 则线圈 2 从线圈 1 的正上方运动到线圈 1 的正下方过程中, 从上往下看, 线圈 2 中()
- A. 无感应电流
 B. 始终有顺时针方向的感应电流
 C. 先是顺时针方向, 后是逆时针方向的感应电流
 D. 先是逆时针方向, 后是顺时针方向的感应电流

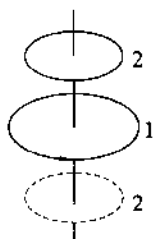


图 4-3-3

5. 2000 年底, 我国宣布已研制成功一辆高温超导磁悬浮高速列车的模型车, 该车的车速已达到 500 km/h , 可载 5 人。如图 4-3-4 所示就是磁悬浮的原理, 图中 A 是圆柱形磁铁, B 是用高温超导材料制成的超导圆环, 将超导圆环 B 水平放在磁铁 A 上, 它就能在磁力的作用下悬浮在磁铁 A 的上方空中, 下列说法中正确的是()
- A. 在 B 放入磁场的过程中, B 中将产生感应电流, 当稳定后, 感应电流消失
 B. 在 B 放入磁场的过程中, B 中将产生感应电流, 当稳定后, 感应电流仍存在
 C. 如 A 的 N 极朝上, B 中感应电流的方向如图所示
 D. 如 A 的 N 极朝上, B 中感应电流的方向与图中所示的方向相反

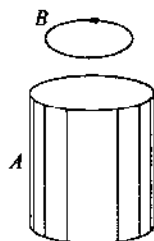


图 4-3-4

6. 如图 4-3-5 所示, 光滑固定导轨 MN 水平放置, 两导体棒 P 、 Q 平行放于导轨上, 形成一个闭合回路, 当一条形磁铁从高处下落接近回路时()
- A. P 、 Q 将互相靠拢
 B. P 、 Q 将互相远离
 C. 磁铁的加速度仍为 g
 D. 磁铁的加速度小于 g

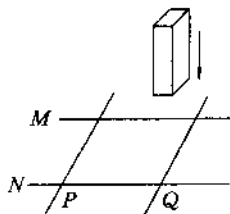


图 4-3-5

7. 如图 4-3-6 所示, 在两根长直导线中, 通以同方向、同强度的电流, 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运动, 在运动过程中, 线框中感应电流的方向 ()

A. 沿 $ABCD$ 方向不变
B. 沿 $ADCBA$ 方向不变
C. 由 $ABCD$ 方向变成 $ADCBA$ 方向
D. 由 $ADCBA$ 方向变成 $ABCD$ 方向

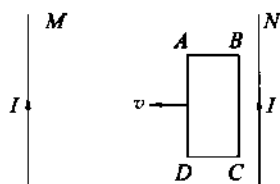
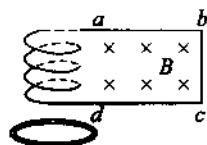
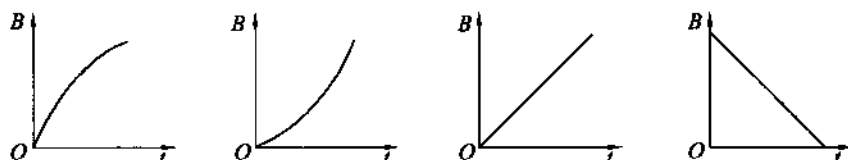


图 4-3-6

8. 如图 4-3-7(a) 所示, 竖直放置的螺线管与导线 $abcd$ 构成闭合电路, 电路所围区域内有方向垂直纸面向里的匀强磁场, 螺线管下方水平桌面上有一个导体圆环。电路所围区域内磁场的磁感应强度按图 4-3-7(b) 中哪种图象所表示的方式随时间变化时, 导体圆环将受到向上的磁场作用力? ()



(a)



(b)

图 4-3-7

B 组

1. 如图 4-3-8 所示, 一水平放置的矩形线圈 $abcd$, 在条形磁铁的 N 极附近竖直下落, 且保持 bc 边在纸外, ad 边在纸内。线圈由图中位置 I 经位置 II 到位置 III, 位置 I 和 II 都很靠近位置 III。在这个过程中, 线圈中所产生的感应电流的方向为 ()

A. 沿 $abcd$ 流动
B. 沿 $dcba$ 流动
C. 由位置 I 到位置 II 是沿 $dcba$ 流动, 由位置 II 到位置 III 是沿 $abcd$ 流动
D. 由位置 I 到位置 II 是沿 $abcd$ 流动, 由位置 II 到位置 III 是沿 $dcba$ 流动

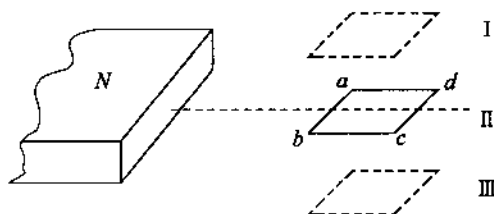


图 4-3-8

2. 如图 4-3-9 所示,有一“门”型金属框架,竖直放置在匀强磁场中,导线 AC 可以沿框架自由运动而不脱离框架,导线 AC 电阻可略,当 AC 从静止开始释放,则()

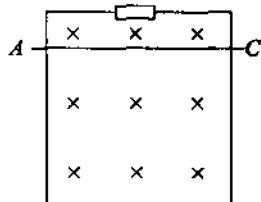


图 4-3-9

3. 如图 4-3-10 所示, a 为闭合的铝环, b 为闭合的铁环, 两环用轻杆连接并支在 O 点, 杆可在水平面内无摩擦地转动。当把一个条形磁铁插入(或拔出) a 环(或 b 环)时, 可以看到的现象是()

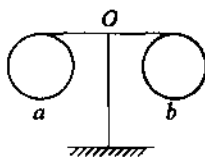


图 4-3-10

4. 如图 4-3-11 所示, 在匀强磁场中, MN 、 PQ 是两条平行金属导轨, 而 ab 、 cd 为分别串有电压表和电流表的两根金属棒。当两棒以相同速度向右平动时()

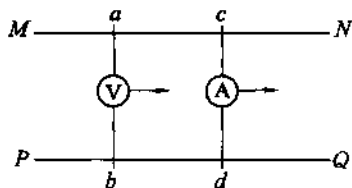


图 4-3-11

- A. 电压表有示数, 电流表无示数
B. 电压表、电流表均无示数
C. 电压表、电流表均有示数
D. 电压表无示数、电流表有示数
5. 如图 4-3-12 所示, 直导线 MN 上通以电流 I , 当其右侧的金属棒 ab 在金属导轨上向右匀速移动时, 绕在铁芯上的线圈 AB 中的电流的方向为____, 线圈 CD 中感应电流的方向为____, A 点的电势____于 B 的电势, C 点的电势____于 D 的电势。

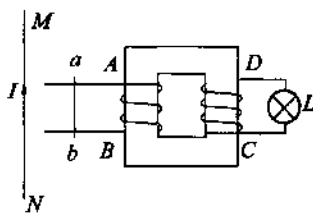


图 4-3-12

课外阅读

电磁感应原理与汽车速度计

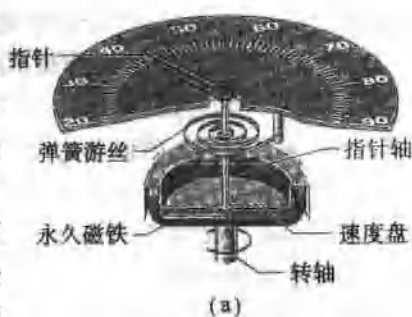
速度计的内部结构如图所示, 其中永久磁铁与汽车驱动轴相连, 汽车行驶时, 永久磁铁将被驱动轴带着同步转动。图(b)是速度计的刻度盘。

永久磁铁的磁感线方向已在图(a)中画出, 其中一部分磁感线将通过用导体制成的速度盘。磁感线在速度盘上的分布显然是不均匀的, 越接近磁极的地方磁感线越密。当驱动轴带动永久磁铁转动时, 通过速度盘各部分的磁感线将发生变化: 在磁铁转动的前方, 磁感线将变密, 因此磁感应强度将增加; 而在后方, 磁感应强度将减小。由法拉第电磁感应定律, 穿过导体的磁通量发生变化时, 在导体内部会产生感应电流。又根据楞次定律, 在磁铁转动的前方, 感

应电流产生的磁感线与磁铁产生的磁感线方向相反,它们之间互相排斥;而在后方,感应电流的磁感线与磁铁产生的磁感线方向相同,它们之间相互吸引。由于这种排斥和吸引作用,速度盘被磁铁“推”着“拉”着,发生了转动。通过指针轴,刻度盘上的指针也随之一起转动。

指针当然是不能一直转下去的,因此在指针轴上连有弹簧游丝,游丝的另一端固定在速度计外壳上。当指针转到一定角度时,游丝被扭转,产生反向的力矩,当这个力矩跟永久磁铁使速度盘发生转动的力矩相等时,速度盘就停留在这个位置。这时,指针便指示出相应的车速。

汽车行驶速度增大时,永久磁铁的转动速度也同步增大,速度盘中感应出的电流及相应的使速度盘发生转动的力矩将按比例增大,使指针转过更大的角度。因此,车速不同,指针指出的车速值也相应不同。当汽车停止行驶时,磁铁停转,弹簧游丝使指针复位,指针便指在“0”处。



汽车速度计的结构示意图

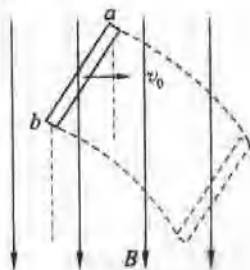
第四节 法拉第电磁感应定律

学习目标

1. 知道感应电动势的概念,理解决定感应电动势大小的因素。
2. 知道反电动势的概念,了解反电动势的作用。
3. 理解法拉第电磁感应定律的内容,掌握不同条件下感应电动势的表达式。

疑难解析

【例1】 如图所示,竖直向下的匀强磁场中,将一水平放置的金属棒 ab 以水平速度 v_0 抛出,设整个过程中,棒的取向不变,不计空气阻力,则金属棒运动过程中产生的感应电动势的大小变化情况应是 ()



A. 越来越大

B. 越来越小

C. 保持不变

D. 无法判定

【解析】 棒 ab 水平抛出其速度越来越大,但只有水平分速度 v_0 切割磁感线产生电动势,竖直分速度 v_y 不切割磁感线,即不产生感应电动势,故感应电动势 $E = BLv_0$ 保持不变。

【答案】 C

【说明】 此题易错选成 A 项,注意只有当导体棒在磁场中做“切割”磁感线运动时才产生感应电动势。

【例2】 如图所示,长为 L 的金属棒 ab ,绕 b 端在垂直于匀强磁场的平面内以角速度 ω 匀速转动,磁感应强度为 B ,求 a 、 b 两端的电势差。

【解析】 (解法一) 棒上各处速率不等,故不能直接用公式 $E = BLv$ 求,由 $v = \omega r$ 可知,棒

上各点线速度跟半径成正比,故可用棒的中点的速度作为平均切割速度代入公式计算。

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

所以 a, b 两端的电势差为 $\frac{1}{2} BL^2 \omega$ 。

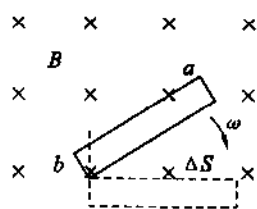
(解法二) 设经过 Δt 时间 ab 棒扫过的扇形面积为 ΔS , 则 $\Delta S =$

$$\frac{1}{2} L \omega \Delta t L = \frac{1}{2} L^2 \omega \Delta t$$

变化的磁通量为 $\Delta \Phi = B \Delta S = \frac{1}{2} BL^2 \omega \Delta t$

所以 $E = n \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = \frac{1}{2} BL^2 \omega$ (其中 $n=1$)

所以 a, b 两端的电势差为 $\frac{1}{2} BL^2 \omega$ 。



【说明】 a, b 两端的电势差等于金属棒切割磁感线产生的感应电动势, 因此, 只要求出感应电动势即可。若用 $E = BL\bar{v}$ 求 E , 则必须先求出平均切割速度; 若用 $E = n \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$ 求 E , 则必须先求出金属棒 ab 在 Δt 时间扫过的面积 ΔS , 从而求出磁通量的变化率。

思考与练习

A 组

- 决定闭合电路中感应电动势大小的因素是 ()
A. 磁通量 B. 磁感应强度 C. 磁通量的变化率 D. 磁通量的变化量
- 穿过一个单匝线圈的磁通量, 始终为每秒钟均匀地增加 2 Wb , 则 ()
A. 线圈中的感应电动势每秒钟增加 2 V B. 线圈中的感应电动势每秒钟减少 2 V
C. 线圈中的感应电动势始终为 2 V D. 线圈中不产生感应电动势
- 如图 4-4-1 所示, A, B 是两个同心圆, 半径之比 $R_A : R_B = 2 : 1$, A, B 是由相同材料, 粗细一样的导线做成, 小圆 B 外无磁场, B 内磁场随时间均匀增大, 则 A, B 中电流大小之比为 _____。(不计两圆中电流形成磁场的相互作用)

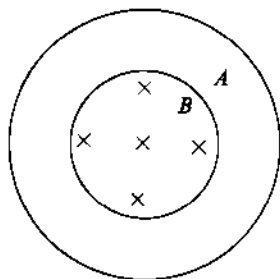


图 4-4-1

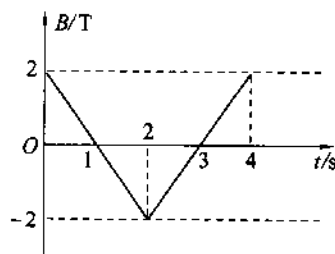


图 4-4-2

- 一个面积 $S = 4 \times 10^{-2} \text{ m}^2$, 匝数 $n = 100$ 匝的线圈。放在匀强磁场中, 磁场方向垂直于线圈平面, 磁感应强度 B 的大小随时间变化的规律如图 4-4-2 所示, 由图可知 ()

- A. 在开始 2 s 内穿过每匝线圈的磁通量的变化率等于 0.08 Wb/s
 B. 在开始 2 s 内穿过每匝线圈的磁通变化量为零
 C. 在开始 2 s 内线圈中产生的感应电动势等于 8 V
 D. 在第 3 s 末感应电动势为零
5. 如图 4-4-3 所示, 线圈面积 $S=1 \times 10^{-5} \text{ m}^2$, 匝数 $n=100$ 匝, 两端连接一电容器 $C=20 \text{ } \mu\text{F}$, 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, 则电容器所带的电荷量为 _____ C。

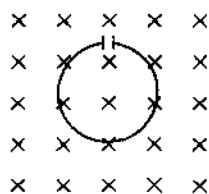


图 4-4-3

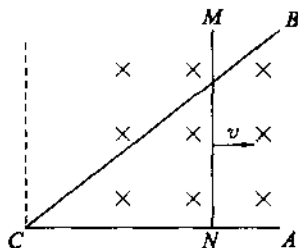


图 4-4-4

6. 如图 4-4-4 所示, 导体框 ACB 和导体棒 MN 均由同种金属制成, 且接触良好。当 MN 沿导轨 AC 和 BC 匀速向右运动时, 下列判断正确的是 ()
- A. 导体棒 MN 与导体框接触的两点间产生的感应电动势随时间成正比增大
 B. 闭合电路中的电流逐渐减小
 C. 闭合电路中的电流大小不变
 D. 闭合电路中的电功率随时间成正比增大
7. 如图 4-4-5 所示, 导线全部为裸导线, 半径为 r 的圆内有垂直于平面的匀强磁场, 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向右匀速滑动, 电路的固定电阻为 R 。其余电阻忽略不计。试求 MN 从圆环的左端滑到右端的过程中电阻 R 上的电流的平均值及通过的电荷量。

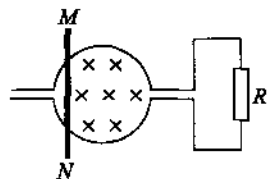


图 4-4-5

8. 把总电阻为 $2R$ 的均匀电阻丝焊接成一半径为 a 的圆环, 水平固定在竖直向下的磁感应强度为 B 的匀强磁场中, 如图 4-4-6 所示, 一长度为 $2a$, 电阻等于 R , 粗细均匀的金属棒 MN 放在圆环上, 它与圆环始终保持良好的电接触, 当金属棒以恒定速度 v 向右移动经过环心 O 时, 求:
- (1) 棒上电流的大小及棒两端的电压 U_{MN} ;