

高中学科素质教育丛书

物理

WULI

高中二年级（下）



四川出版集团·四川教育出版社

高中学科素质教育丛书

物 理

高中二年级（下）

本册主编	谭克胜	
编 著	陈国水	李勇军
	高 忠	黎德林
	王 平	邹旅驰
	方田攀	陈卫东

四川出版集团
四川教育出版社

· 成 都 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

高中学科素质教育丛书. 物理. 二年级. 下/谭克胜
编. —成都: 四川教育出版社, 2005 (2006 重印)
ISBN 7-5408-4050-1

I. 高… II. 谭… 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 (2005) 第 009573 号

责任编辑	韦纪军
版式设计	张 涛
封面设计	金 阳
责任校对	伍登富
责任印制	黄 萍
出版发行	四川出版集团 四川教育出版社 (成都市槐树街2号 邮政编码 610031)
出 版 人	安庆国
印 刷	四川省资中县印刷厂
版 次	2005 年 2 月第 1 版
印 次	2006 年 1 月第 2 次印刷
成品规格	185mm×260mm
印 张	8.25
字 数	206 千
印 数	7901—18400 册
定 价	8.25 元

本书若出现印装质量问题, 请与本社调换。电话: (028) 86259359
编辑部电话: (028) 86259381 邮购电话: (028) 86259694

前 言

为了让广大高中师生更好地理解新教材、用好新教材，四川教育出版社组织众多专家，经过反复研讨、论证，共同编写出一套适合素质教育、配合高中新教材使用的新的助学读物——“高中学科素质教育丛书”。丛书包括高中一年级的诸学科：语文、数学、英语、物理、化学、历史、思想政治、地理、信息技术。高中二年级则为：语文、数学、英语、物理、化学、生物或思想政治、历史、地理。各科均由经验丰富、功力深厚的优秀特级、高级教师和教研员执笔编写，并特约了各学科的权威教师对书稿进行仔细的审查和修改。编者根据各学科的不同特点，集合成不同板块，大体由“知识要点重点提示”、“学科素质要求”、“典型例题解析”、“素质能力训练”等板块（各书根据具体情况有所不同）构成，与教学同步。此外，各学科在章节（或单元）教学结束、期末和期末，还为学生设计了“综合素质检测（或单元检测等另外叫法）”，便于师生对照检查教学效果。各种“训练”和“检测”，均附有参考答案。

这套丛书的最大特点是一个“新”字。

一是与新教材配套。能让广大师生从教和学两个方面更准确地把握新教材的特点，从感知和训练两个方面去实现学科素质教育的目标。

二是角度新。以一种新的切入角度，将训练应试能力的现实与提高学科素养的方向有机地结合起来，体现了丛书的实用性和前瞻性。

三是体例新。丛书不同于传统的“单元练习”，既有基础知识的要求，也有学科素质的要求和训练，还有学科知识的适度扩展和延伸。

四是题型新。丛书各科的素质训练，既有基础知识题，又有能力训练题；既有单一题型，又有综合题型，还有开放性题型。新编题型占有较大比重，进一步扩大了学生的发挥空间。

在编写过程中，编者十分注意“3+X”高考改革趋势，强调以学生为本，兼顾差异，实行分层，注重学法，让每一位学生通过使用本丛书都有所收获，都有所发展。更希望它对广大师生的教和学都有所帮助！

编 者

目 录

第十六章 电磁感应	(1)
一、电磁感应现象	(1)
二、法拉第电磁感应定律——感应电动势的大小	(4)
三、楞次定律——感应电流的方向	(8)
四、楞次定律的应用	(8)
五、自感现象	(13)
六、日光灯原理	(13)
第十七章 交变电流	(17)
一、交变电流的产生和变化规律	(17)
二、表征交变电流的物理量	(19)
三、电感和电容对交变电流的影响	(22)
四、变压器	(25)
五、电能的输送	(29)
第十八章 电磁场和电磁波	(32)
一、电磁振荡	(32)
二、电磁振荡的周期和频率	(35)
三、电磁场 四、电磁波	(37)
五、无线电波的发射和接收	(40)
六、电视 雷达	(40)
第十九章 光的传播	(42)
一、光的直线传播	(42)
二、光的折射	(43)
三、全反射	(46)
四、光的色散	(48)
第二十章 光的波动性	(54)
一、光的干涉	(54)
二、光的衍射	(57)
三、光的电磁说	(59)
四、光的偏振	(61)
五、激光	(61)
实验二：用双缝干涉测光的波长	(63)
第二十一章 量子论初步	(65)
一、光电效应 光子	(65)

二、光的波粒二象性	(69)
三、能 级	(71)
四、物质波	(76)
第二十二章 原子核	(78)
一、原子的核式结构 原子核	(78)
二、天然放射现象 衰变	(80)
三、探测射线的方法	(83)
四、放射性的应用与防护	(83)
五、核反应 核能	(85)
六、裂变	(88)
七、轻核的聚变	(88)
第十六章单元检测题	(91)
第十七章单元检测题	(95)
第十八章单元检测题	(99)
第十九章单元检测题	(103)
第二十章单元检测题	(107)
第二十一章单元检测题	(111)
第二十二章单元检测题	(115)
部分参考答案	(119)

第十六章 电磁感应

一、电磁感应现象

知识要点

1. 磁通量:

(1) 定义: 磁感应强度 B 与面积 S 的乘积, 叫做穿过这个面的磁通量.

(2) 公式: $\Phi = BS$, 其中 $B \perp S$.

(3) 单位: 韦 (Wb), $1\text{Wb} = 1\text{T} \cdot \text{m}^2 = 1\text{V} \cdot \text{s}$.

(4) 意义: 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, 磁通量就越大.

(5) 磁通量是标量, 没有方向, 但如果有方向相反的两个磁场同时穿过某一平面, 若选一个磁场的磁通量为正, 那么另一个反方向穿过这个平面的磁通量为负值, 而穿过这个平面的磁通量是这两个反方向的磁通量的代数和.

(6) 磁通量的变化: $\Delta\Phi = \Phi_2 - \Phi_1$, 这是代数运算.

2. 磁通量的变化类型:

(1) 闭合电路包围的面积发生变化.

(2) 磁感应强度发生变化.

(3) 磁场与导体的相对位置发生变化.

3. 电磁感应现象:

(1) 定义: 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, 这种现象叫电磁感应现象. 产生的电流叫做感应电流.

(2) 产生感应电流的条件:

① 穿过回路的磁通量发生变化.

② 电路为闭合回路.

典型例题

【例1】如图 16-1 所示线圈平面与水平方向成角 θ , 磁感线竖直向下, 设磁感应强度为 B , 线圈面积为 S , 则穿过线圈的磁通量 $\Phi =$ _____.

【分析与解答】线圈平面 $abcd$ 与磁感应强度 B 方向不垂直, 不能直接用 $\Phi = BS$ 计算, 须把 S 投影到与 B 垂直的方向即水平方向, 如图 16-1 中 $a'b'cd$.

$S_{\perp} = S \cos \theta$, 故 $\Phi = BS_{\perp} = BS \cos \theta$.

答案为 $BS \cos \theta$.

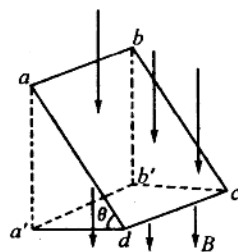


图 16-1

【例2】如图16-2所示，两个圆环A、B水平放置，且 $R_A > R_B$ ，一条形磁铁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：()

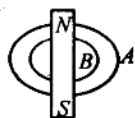


图16-2

- A. $\varphi_A > \varphi_B$ B. $\varphi_A = \varphi_B$ C. $\varphi_A < \varphi_B$ D. 无法确定

【分析与解答】 磁铁内部的磁感线方向是 $S \rightarrow N$ ，外部磁感线的方向由 $N \rightarrow S$ ，构成闭合曲线；磁铁外部的面积越大，向下穿过环的磁感线的条数越多，抵消越多，余下的越小，因此答案是C。

【例3】恒定的匀强磁场中有一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列哪种运动时，线圈中能产生感应电流的是：()

- A. 线圈沿自身所在的平面做匀速运动
B. 线圈沿自身所在的平面做加速运动
C. 线圈绕任意一条直径做匀速转动
D. 线圈绕任意一条直径做变速转动

【分析与解答】 本题考查感应电流产生的条件。A、B中穿过线圈的磁通量不变，故线圈中没有产生感应电流。C、D中线圈绕任意一条直径做匀速或变速转动，穿过线圈的磁通量都发生变化，故闭合导体线圈能产生感应电流。答案为C、D。

基础训练

1. 发现电流磁效应的科学家是_____，发现通电导线在磁场中受力方向规律的科学家是_____，发现电磁感应现象的科学家是_____，发现点电荷间的相互作用力规律的科学家是_____。

2. 关于电磁感应现象，下列说法中正确的有：()

- A. 只要闭合电路内有磁通量，闭合电路中就会有感应电流产生
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. 只要电路的一部分导体在磁场中做切割磁感线运动，电路中就一定有感应电流产生

3. 如图16-3所示，开始时矩形线框平面与磁场方向垂直，且一半在匀强磁场内，另一半在匀强磁场外，若要使线框中产生感应电流，下列方法中可行的是：()

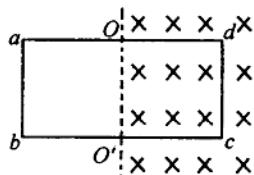


图16-3

- A. 以 ad 边为轴转动
B. 以中心线 OO' 为轴转动
C. 以 ab 边为轴转动(小于 60°)
D. 以 cd 边为轴转动(小于 60°)

4. 如图16-4所示，环形金属软弹簧套在条形磁铁的中心位置。若将弹簧沿半径向外拉，使其面积增大，则穿过弹簧所包围面积的磁通量将：()

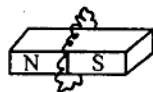


图16-4

- A. 增大 B. 减小
C. 不变 D. 无法确定其变化

5. 如图16-5所示，把矩形闭合线圈放在匀强磁场中，线圈平面与磁感线平行，下

面能使线圈产生感应电流的是：

()

- A. 线圈以 ab 边为轴做匀速转动 B. 线圈以 bc 边为轴做匀速转动
C. 线圈沿磁感线方向做加速运动 D. 线圈沿垂直磁感线方向做匀速运动

提高训练

6. 如图 16-6 所示, 正方形线圈垂直磁场放置, 穿过线圈的磁通量为 Φ , 现将该正方形线圈改变成圆形线圈, 仍垂直磁场放置, 则穿过线圈的磁通量: ()

- A. 大于 Φ B. 小于 Φ C. 等于 Φ D. 不能确定

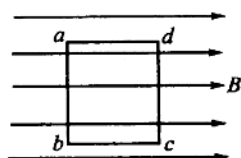


图 16-5

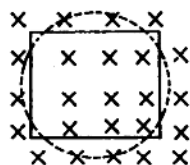


图 16-6

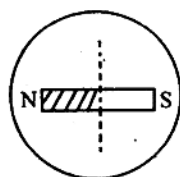


图 16-7

7. 如图 16-7 所示, 在环形导体的中央放一小的条形磁铁, 开始时磁铁和环在同一平面内, 条形磁铁中心和环的圆心重合. 则下列方法中能使导体中产生感应电流的是: ()

- A. 环在纸面上绕环的圆心顺时针方向转动
B. 条形磁铁在纸面上做上下平动
C. 条形磁铁在纸面上以中心为轴顺时针转动
D. 条形磁铁的 N 极向纸面内, S 极向纸面外, 绕中垂线轴转动

8. 如图 16-8 所示, 长直导线 MN 的右侧有一矩形线框, 它们在同一平面内, 欲使矩形线框中产生感应电流, 可采取的办法是: ()

- A. 线框向上平动
B. 线框向下平动
C. 线框以 MN 为轴转动
D. 逐渐增大或减小 MN 中的电流强度

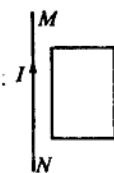


图 16-8

9. 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 16-9 所示, 线圈面积为 S , 磁感应强度为 B , 当线圈以 ab 边为轴顺时针转过 30° 和 60° 时, 穿过线圈的磁通量分别是多大?

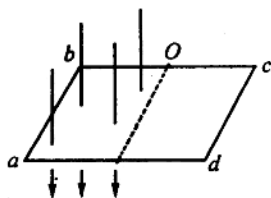


图 16-9

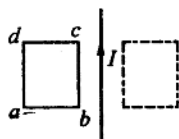


图 16-10

10. 如图 16-10 所示, 矩形线框 $abcd$ 从通电导线的左侧向右侧运动, 则在整个过程中, 线框中的磁通量将如何变化?

二、法拉第电磁感应定律——感应电动势的大小

知识要点

1. 感应电动势:

(1) 定义: 在电磁感应现象中产生的电动势叫感应电动势. 常把产生感应电动势的那部分导体当作电源.

(2) 产生条件: 穿过回路的磁通量发生变化或导体切割磁感线. 只要穿过回路的磁通量发生变化, 就会产生感应电动势, 而不论电路闭合与否.

2. 法拉第电磁感应定律:

(1) 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.

(2) 表达式: $E = n \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$.

(3) 说明: ①适用于回路磁通量发生变化产生的感应电动势. ②感应电动势大小只与磁通量变化率 $\frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$ 成正比, 而与磁通量的大小、磁通量的变化量的大小无关. ③ n 是线圈

匝数, $\frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$ 是磁通量的变化率 (Φ 是磁通量, $\Delta \Phi$ 是磁通量的变化量). ④该式常用于求 Δt 内的平均感应电动势. ⑤表达式中各物理量均采用国际单位.

3. 导体在匀强磁场中做切割磁感线运动时, 产生的感应电动势的大小:

(1) $v \perp B$: $E = BLv$.

(2) v 与 B 有夹角 θ : $E = BLv \sin \theta$.

(3) 说明: ① L 是导线的有效长度, 即导线投影到垂直于 v 方向上的长度; ② v 为平均速度时, E 为平均感应电动势; v 为瞬时速度, 则 E 为瞬时感应电动势.

典型例题

【例1】如图 16-11 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.

【分析与解答】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, 故可用棒的中点速度作为平均切割速度代入公式计算, 由 $v = \frac{\omega L}{2}$, 有

$$E = BLv = \frac{BL^2 \omega}{2}, \quad E = \frac{BL^2 \omega}{2}.$$

解法二: 设经过 Δt 时间 ab 棒扫过的扇形面积为 ΔS , 则

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

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

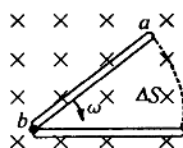


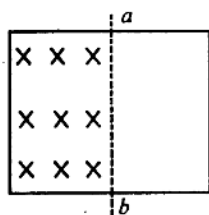
图 16-11

所以 $E = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = \frac{B\Delta S}{\Delta t} = \frac{BL^2\omega}{2}$.

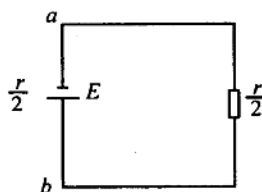
所以 $a、b$ 两端的电势差为 $\frac{BL^2\omega}{2}$.

【例2】 用均匀导线做成的正方形线框每边长为 0.2m ，正方形的一半放在和纸面垂直向里的匀强磁场中. 如图 16-12 甲所示，当磁场以 10T/s 的变化率增强时，线框中 $a、b$ 两点的电势差是： ()

- A. $U_{ab}=0.01\text{V}$ B. $U_{ab}=0.1\text{V}$ C. $U_{ab}=0.02\text{V}$ D. $U_{ab}=0.2\text{V}$



甲



乙

图 16-12

【分析与解答】 本题中正方形线框的左半部分有磁通量变化而产生感应电动势，从而在线框中产生感应电流. 把左半部分线框看成电源，其电动势为 E ，内电阻为 $\frac{r}{2}$ ，画出等效电路如图 16-12 乙所示，则 ab 两点间的电势差即为电源的路端电压. 设边长为 L ，依题意知 $\frac{\Delta B}{\Delta t} = 10\text{T/s}$ ，由

$$E = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}, \text{ 得 } E = \Delta B \cdot \frac{S}{\Delta t} = \frac{\Delta B}{\Delta t} \cdot \frac{L^2}{2} = 10 \times \frac{0.2^2}{2} = 0.2(\text{V}),$$

$$\text{所以 } U_{ab} = IR = \frac{E}{\frac{r}{2} + \frac{r}{2}} \cdot \frac{r}{2} = \frac{0.2}{2} \times \frac{r}{2} = 0.1(\text{V}).$$

【例3】 如图 16-13 所示，在竖直向下的匀强磁场中，有一根垂直磁场方向水平放置的金属棒，若将棒沿水平方向抛出，则它在磁场中运动时产生的感应电势将： ()

- A. 越来越大 B. 越来越小
C. 保持不变 D. 无法确定

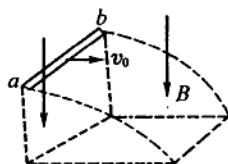


图 16-13

【分析与解答】 将导体棒的速度沿水平方向 v_0 和坚直方向 v_z 进行分解，前者切割磁感线，保持不变，后者平行磁感线，不切割磁感线. 因此答案为 C.

【例4】 如图 16-14 所示，一对平行的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 $B = 0.50\text{T}$ 的匀强磁场中，磁场方向垂直轨道面向下. 现用外力 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 16-15 所示. 求杆的质量 m 和加速度 a .

【分析与解答】 导体杆在轨道上做匀加速直线运动，用 v 表示其速度， t 表示时间，则有

$$v = at \quad (1)$$

杆切割磁感线，将产生感应电动势

$$E = BLv \quad (2)$$

在杆、轨道和电阻所组成的闭合回路中产生的感应电流

$$I = \frac{E}{R} \quad (3)$$

杆受到的安培力为

$$F_{\text{安}} = IBL \quad (4)$$

根据牛顿第二定律，有

$$F - F_{\text{安}} = ma \quad (5)$$

联立以上各式，得

$$F = ma + \left(\frac{B^2 L^2}{R} \right) at \quad (6)$$

在图象上取两点代入⑥式，可解得

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

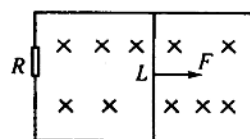


图 16-14

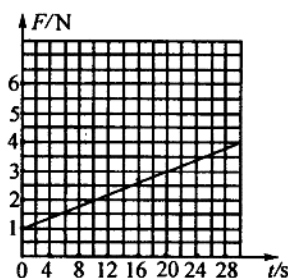


图 16-15

基础训练

- 以下关于感应电动势的大小的说法正确的是：()
 - 线圈中的磁通量越大，产生的感应电动势越大
 - 线圈中的磁通量变化越大，产生的感应电动势越大
 - 线圈中的磁通量变化越快，产生的感应电动势越大
 - 线圈中的磁通量增加时感应电动势增大，线圈中的磁通量减少时感应电动势减小

2. 如图 16-16 所示，在下列情况下电流计 G 中有电流通过的是：(B 为匀强磁场)

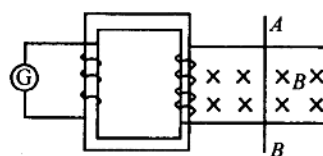


图 16-16

3. 如图 16-17 所示，某线圈面积 $S = 1 \times 10^{-2} \text{ m}^2$ ，匝数 $n = 100$ ，两端点连接一电容 $C = 20 \mu\text{F}$ ，线圈垂直于匀强磁场放置，线圈中匀强磁场的磁感应强度按 $\frac{\Delta B}{\Delta t} = 0.1 \text{ T/s}$ 速度增加，则电容器所带电荷量为 _____ C.

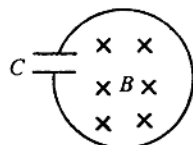


图 16-17

4. 如图 16-18 所示，矩形线圈有 N 匝，长为 a ，宽为 b ，每匝线圈电阻为 R ，从磁感应强度为 B 的匀强磁场中以速度 v 匀速拉出来，那么产生的感应电动势和流经线圈的感应电流大小应为：

- $E = NBav, I = \frac{Bav}{R}$
- $E = NBav, I = \frac{Bav}{NR}$
- $E = Bav, I = \frac{Bav}{NR}$
- $E = Bav, I = \frac{Bav}{R}$

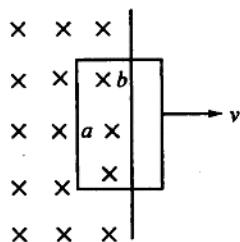


图 16-18

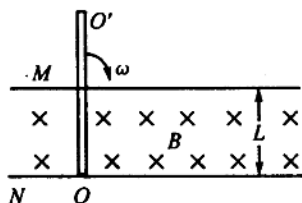


图 16-19

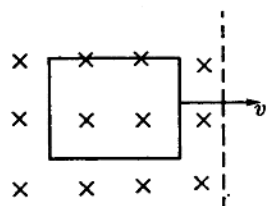


图 16-20

提高训练

5. 如图 16-19 所示, 平行放置的金属导轨 M 、 N 之间的距离为 L , 一金属杆长为 $2L$, 一端以 O 为转轴, 固定在导轨 N 上, 并与导轨 M 无摩擦接触, 杆从垂直于导轨的位置, 在导轨平面内以角速度 ω 顺时针匀速转动至另一端脱离导轨 M . 导轨之间存在方向垂直纸面向里的匀强磁场, 磁感应强度为 B . 不计电阻, 在金属杆转动过程中, 两导轨之间的平均电压为 _____, 最大电压为 _____.

6. 在同一匀强磁场中把一矩形线框匀速拉出磁场区域外, 如图 16-20 所示. 第一次以匀速率 v 拉出, 第二次以匀速率 $2v$ 拉出, 其他条件都相同, 那么前后两次所用外力的大小之比 $F_1:F_2$ 、产生的热量之比 $Q_1:Q_2$ 、通过线框导线的电荷量之比 $q_1:q_2$ 应分别为:

()

- A. $F_1:F_2=2:1$, $Q_1:Q_2=2:1$, $q_1:q_2=1:1$
 B. $F_1:F_2=1:2$, $Q_1:Q_2=1:2$, $q_1:q_2=1:1$
 C. $F_1:F_2=1:1$, $Q_1:Q_2=1:1$, $q_1:q_2=1:1$
 D. $F_1:F_2=2:1$, $Q_1:Q_2=2:1$, $q_1:q_2=2:1$



7. 如图 16-21 所示, 矩形闭合金属框底边水平地放在竖直平面内, 由静止释放后自由落下一段距离后进入具有水平边界的匀强磁场中, 匀强磁场的方向垂直金属框所在平面. 若金属框始终在竖直平面内运动, 那么从 ab 边进入磁场到 cd 边进入磁场的这段过程中, 金属框可能的 $v-t$ 图象是图 16-22 中的:

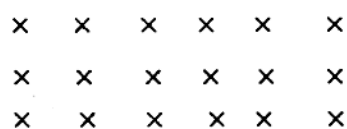


图 16-21

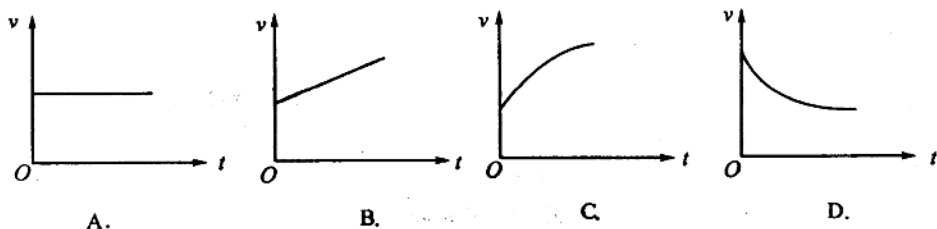


图 16-22

8. 如图 16-23 所示, 在磁感应强度为 1T 的匀强磁场中, 一根长为 0.2m 的导线以 2m/s 的速度运动, 运动方向与磁感线的夹角为 30° , 则导线中的感应电动势为多少伏?

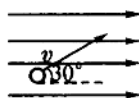


图 16-23

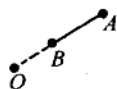


图 16-24

9. 如图 16-24 所示, 导体 AB 长为 $2R$ 绕 O 点以角速度 ω 匀速转动, $OB = R$, 且 OBA 三点在一条直线上, 有一匀强磁场的磁感应强度为 B , 充满转动平面且与转动平面垂直, 那么 AB 两端的电动势为: ()

- A. $\frac{1}{2}B\omega R^2$ B. $2B\omega R^2$
C. $4B\omega R^2$ D. $6B\omega R^2$

10. 如图 16-25 所示, 固定在匀强磁场中的正方形导线框 $abcd$, 边长为 L . 其中 ab 边是一段电阻为 R 的均匀电阻丝, 其余三边均为电阻不计的铜导线, 匀强磁场的磁感应强度为 B . 方向垂直于纸面向里, 现有一与 ab 段的材料、粗细、长度都相同的电阻丝 PQ 架在导线框上, PQ 以恒定速度 v 从 ad 滑向 bc , 当 PQ 滑过 $\frac{L}{3}$ 的距离时, 通过 ap 段电阻丝的电流是多大?

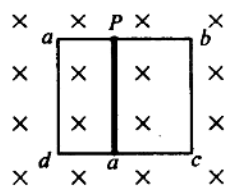


图 16-25

三、楞次定律——感应电流的方向

四、楞次定律的应用

知识要点

1. 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, 这就是楞次定律.

(2) 对“阻碍”的理解:

①当原磁场的磁通量增加时, 感应电流的磁场与原磁场方向相反, 阻碍原磁通量的增加.

②当原磁场的磁通量减小时, 感应电流的磁场与原磁场方向相同, 阻碍原磁通量的减小.

③阻碍不是阻止, 只是延缓变化, 使变化得慢一些.

④阻碍也不是相反, 感应电流的磁场可以跟原磁场方向相同或相反.

2. 楞次定律的应用步骤:

(1) 明确穿过闭合回路的原磁场的方向.

(2) 判断穿过闭合回路的磁通量是增加还是减小.

(3) 根据楞次定律确定感应电流的磁场方向.

(4) 由安培定则判定感应电流的方向.

3. 楞次定律的另一表述:

(1) 当引起感应电流的原因是磁通量在变化时, 感应电流的磁场要阻碍磁通量的变化.

(2) 当引起感应电流的原因是导体间的相对运动或回路形变时, 感应电流的磁场要阻碍导体间的相对运动或回路形变。

(3) 说明:

① 这种表述用于判断电磁感应现象中, 导体间的相对运动方向或回路形变趋势。

② 感应电流的产生过程, 就是其他形式的能转化为电能的过程, 所以楞次定律符合能的转化和守恒定律。

典型例题

【例1】 平面线圈用细杆悬于 P 点, 开始时细杆处于水平位置, 释放后让它在如图 16-26 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, 线圈中感应电流的方向分别为: ()

位置 I 位置 II

- 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

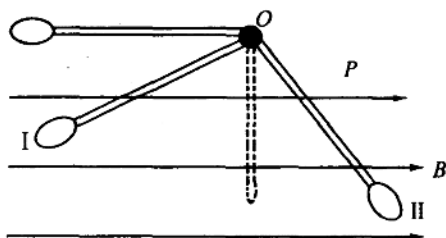


图 16-26

【分析与解答】 线圈通过 I 位置, 穿过线圈的磁通量增加, 根据楞次定律, 感应电流的磁场与原磁场方向相反, 向左, 根据安培定则感应电流方向沿逆时针方向。同理可判断出线圈通过 II 位置时磁通量减小, 感应电流是顺时针方向。答案为 B。

【例2】 如图 16-27 所示, 闭合金属圆环沿垂直于磁场方向放置在匀强磁场中, 将它从匀强磁场中匀速拉出, 以下各种说法中正确的是: ()

- A. 向左拉出和向右拉出时, 环中感应电流方向相反
- B. 向左或向右拉出时, 环中感应电流方向都是沿顺时针方向
- C. 向左或向右拉出时, 环中感应电流方向都是沿逆时针方向
- D. 圆环拉出磁场过程中, 环全部处在磁场中运动时, 也有感应电流

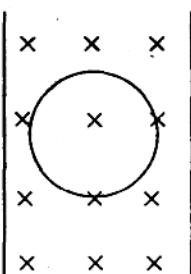


图 16-27

【分析与解答】 圆环中感应电流的方向, 取决于圆环中磁通量变化的情况, 不论向左或向右将圆环拉出磁场, 圆环中垂直纸面向里的磁感线都要减少, 根据楞次定律可知, 感应电流产生的磁场与原来磁场方向相同, 即都垂直纸面向里, 应用安培定则可以判断出感应电流沿顺时针方向。圆环全部处在磁场中运动时, 虽然导线做切割磁感线运动, 但环中磁通量不变, 只有圆环离开磁场, 环的一部分在磁场中, 另一部分在磁场外时, 环中磁通量才发生变化, 环中才有感应电流, 故 B 选项正确。

【例3】 如图 16-28 所示, 处于匀强磁场中的平行金属导轨跟大线圈 P 相接, 导轨上放一导线 ab , 大线圈 P 内有同圆心的闭合小线圈 M , 要使 M 中产生顺时针方向的感应电流, 导线 ab 的运动是: ()

- A. 匀速向右运动
- B. 加速向右运动

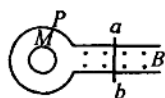


图 16-28

C. 减速向右运动

D. 加速向左运动

【分析与解答】 此题根据楞次定律逆过来判定：

①感应电流为顺时针方向，由安培定则知感应电流的磁场垂直纸面向里。

②由楞次定律判得穿过小线圈 M 的磁通量的变化有两种情况：二是垂直纸面向内减小，二是垂直纸面向外增加。

③由于穿过小线圈 M 的磁场由大线圈 P 中的电流产生，所以 P 中电流应该为顺时针减小或逆时针增加。

④ P 中电流又是由 ab 的运动而引起，所以 ab 的运动应为向右减速或向左加速。答案为 C、D。

【例4】 如图 16-29 所示，当磁铁突然向铜环运动时，铜环的运动情况是：()

A. 向右摆动

B. 向左摆动

C. 静止

D. 不能判定

【分析与解答】 方法一：画出磁铁磁感线分布如图 16-30 所示；当磁铁向铜环运动时，从左向右看由楞次定律可判断出铜环中的感应电流方向为顺时针方向。把铜环的电流等效为直线电流元，取上、下两小段电流来研究，由左手定则判出两段电流受力的方向，从而确定整个铜环所受合力向右，则 A 答案正确。

方法二：根据感应电流产生的效果，总要阻碍产生感应电流的原因，铜环中产生感应电流，是因为磁铁相对铜环向右运动，故感应电流的效果是阻碍磁铁和铜环间的相对运动，所以铜环应向右摆动，故 A 答案正确。

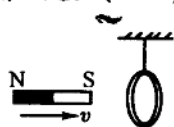


图 16-29

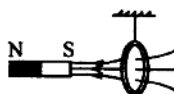


图 16-30

【例5】 如图 16-31 所示，平行光滑导轨 MN 和 PQ 相距 L ，电阻不计，其水平部分置于磁感应强度为 B 的竖直向上的匀强磁场中，导线 a 和 b 的质量均为 m ，电阻之比为 1:2， a 、 b 相距足够远， b 放在水平导轨上， a 从斜面上高 h 处自由下滑，求： b 上产生的焦耳热。

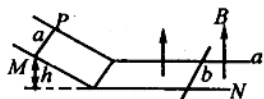


图 16-31

【分析与解答】 由于导轨光滑， a 从斜轨上滑下时机械能守恒： $mgh = \frac{1}{2}mv_a^2$ ， $v_a = \sqrt{2gh}$ 。 a 、 b 棒组成的系统在水平方向受到的安培力大小相等，方向相反，受到的合外力为零。因此，系统动量守恒，即 $mv_a = 2mv$ ， $v = \frac{1}{2}v_a = \frac{1}{2}\sqrt{2gh}$ ；又由能量守恒定律可得： $Q = mgh - \frac{1}{2} \times 2mv^2 = \frac{1}{2}mgh$ ，又由于 a 、 b 棒的电阻之比为 1:2，根据串联电路的关系可得， b 棒产生的焦耳热 $Q_b = \frac{2}{3}Q = \frac{1}{3}mgh$ 。

基础训练

1. 关于楞次定律，下列叙述正确的是：()

A. 感应电流的磁场总是要阻碍引起感应电流的磁通量

B. 感应电流的磁场总是与引起感应电流的磁场反向

- C. 感应电流的磁场总是阻碍引起感应电流的磁通量的变化
D. 感应电流的磁场总是要阻止引起感应电流的磁通量的变化

2. 如图 16-32 所示, 当导线 ab 在外力作用下沿导轨向右运动时, 流过 R 的电流方向是: ()

- A. 由 $d \rightarrow c$ B. 由 $c \rightarrow d$
C. 无感应电流 D. 无法确定

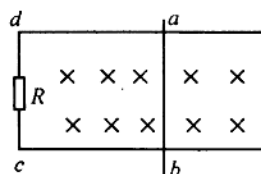


图 16-32

3. 把一个正方形线圈从磁场外自左向右匀速拉入磁场再匀速拉出磁场, 如图 16-33 所示, 则从 ab 边进入磁场起至 cd 边拉出磁场止, 线圈中感应电流的情况是: ()

- A. 先沿 $abcd$ 的方向, 然后无电流, 以后又沿 $abcd$ 方向
B. 先沿 $badc$ 的方向, 然后无电流, 以后沿 $abcd$ 方向
C. 先无电流, 当线圈全部进入磁场后才有电流
D. 先沿 $adcba$ 方向, 然后无电流, 以后沿 $adcba$ 方向

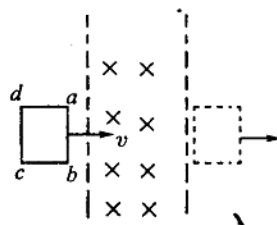


图 16-33

4. 如图 16-34 所示, 当滑动变阻器 R 的滑动触头向左滑动时, 流过电阻 R_0 的电流方向是: ()

- A. 由 $a \rightarrow b$ B. $b \rightarrow a$
C. 无感应电流 D. 无法确定

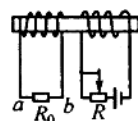


图 16-34

5. 如图 16-35 所示, 导线框 $abcd$ 与导线在同一平面内, 当直导线中通以方向竖直向上的恒定电流 I 时, 如果线框 $abcd$ 由左向右匀速通过直导线, 那么线框中的感应电流方向是: ()

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

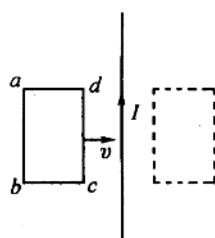


图 16-35

6. 如图 16-36 所示, 两根水平平行放置的导轨, 处于竖直方向的匀强磁场中, 导体棒 ab 、 cd 平行, 且垂直于导轨, 分别以速率 v_1 和 v_2 运动, $v_1 > v_2$. 要使闭合回路中产生的感应电流最大, 且是逆时针方向, 则 ab 、 cd 的运动情况是: ()

- A. 都向左运动 B. 都向右运动
C. 相向运动 D. 背向运动

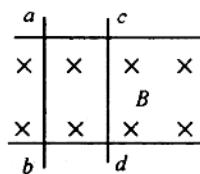


图 16-36

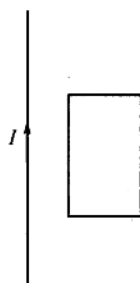


图 16-37

7. 一根长直导线通有如图 16-37 所示方向的电流, 有一矩形闭合轻金属框与其共面