

导学案

高中物理选修 3-2

DAOXUEAN
GAOZHONG WULI XUANXIU

物理工作室 / 主编



电子科技大学出版社

早学案

高中物理选修 3-2

物理工作室 / 主编



电子科技大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

导学案.高中物理选修3-2/物理工作室主编.--

成都:电子科技大学出版社,2016.12

ISBN 978-7-5647-4107-5

I. ①导… II. ①物… III. ①中学物理课—高中—教学参考资料 IV. ①G634

中国版本图书馆CIP数据核字(2016)第305798号

导学案.高中物理选修3-2

物理工作室 主编

出 版: 电子科技大学出版社(成都市一环路东一段159号电子信息产业大厦 邮编: 610051)
策划编辑: 罗 雅
责任编辑: 罗 雅
主 页: www.uestcp.com.cn
电子邮箱: uestcp@uestcp.com.cn
发 行: 新华书店经销
印 刷: 成都市火炬印务有限公司
成品尺寸: 205mm×282mm 印张 14.5 字数 565千字
版 次: 2016年12月第一版
印 次: 2016年12月第一次印刷
书 号: ISBN 978-7-5647-4107-5
定 价: 48.00元

■ 版权所有 侵权必究 ■

- ◆ 本社发行部电话: 028-83202463; 本社邮购电话: 028-83201495。
- ◆ 本书如有缺页、破损、装订错误, 请寄回印刷厂调换。

目 录

→ → → → → → → → → → → → → → → →

第一章 电磁感应

第1、2节 电磁感应的发现 感应 电流产生的条件	(1)
教材重难解读	(1)
方法热点分享	(3)
真题原貌链接	(6)
第3节 法拉第电磁感应定律	(7)
教材重难解读	(7)
方法热点分享	(9)
真题原貌链接	(13)
第4节 楞次定律	(15)
教材重难解读	(15)
方法热点分享	(16)
真题原貌链接	(19)
典型专题培优 三定律一定则的综合 应用	(20)
第5节 电磁感应中的能量转化与 守恒	(20)
教材重难解读	(23)
方法热点分享	(23)
真题原貌链接	(24)
第6节 自 感	(28)
教材重难解读	(30)
方法热点分享	(30)
真题原貌链接	(32)
第7节 涡 流(选学)	(35)
教材重难解读	(37)
方法热点分享	(37)
真题原貌链接	(38)
典型专题培优 电磁感应中的四类 综合问题	(41)

第二章 交变电流

第1节 交变电流	(42)
----------------	------

教材重难解读	(46)
方法热点分享	(46)
真题原貌链接	(48)
第2节 描述交流电的物理量	(52)
教材重难解读	(53)
方法热点分享	(53)
真题原貌链接	(54)
第4、5节 电容器在交流电路中的作用 电感器在交流电路中的作用	(57)
教材重难解读	(59)
方法热点分享	(61)
真题原貌链接	(64)
第6节 变压器	(65)
教材重难解读	(65)
方法热点分享	(67)
真题原貌链接	(71)
典型专题培优 含有变压器的动态 电路问题	(74)
第7节 电能的输送	(76)
教材重难解读	(76)
方法热点分享	(77)
真题原貌链接	(79)

第三章 传感器

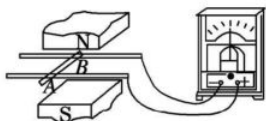
第1、2节 传感器 温度传感器和 光传感器	(81)
教材重难解读	(81)
方法热点分享	(84)
第3、4节 生活中的传感器 简单的光 控和温控电路(选学)	(86)
教材重难解读	(86)
方法热点分享	(88)
章末小结	(91)
参考答案	(92)
导学案跟踪检测(单独成册)	

教材重难点解读

1



场中,并和电流计组成闭合回路.



(2) 实验操作

分别让导体 AB 在磁场中静止、平行于磁感线运动、切割磁感线运动,观察电流计指针的偏转情况.

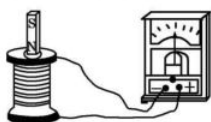
(3) 实验结论

只有当导体棒做切割磁感线运动时,通过闭合回路的磁通量发生变化,电流计指针才发生偏转,即有_____产生.

探究 2

(1) 实验装置

如图所示,将螺线管与电流计组成闭合回路.



(2) 实验操作

分别观察将磁铁插入螺线管时,磁铁静止在螺线管中,将磁铁拔出螺线管时,电流计指针的偏转情况.

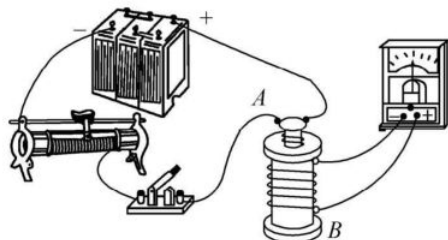
(3) 实验结论

当磁铁插入或拔出螺线管时,通过螺线管闭合回路的_____发生变化,电流计指针发生偏转,即有_____产生,磁铁静止在螺线管中时,电流计指针_____,说明_____.

探究 3

(1) 实验装置

如图所示,螺线管 A 、滑动变阻器、电源、开关组成一个回路,螺线管 A 放在螺线管 B 内,螺线管 B 与电流计组成一个闭合回路.



(2) 实验过程

实验操作	有无电流产生	实验分析
闭合开关的瞬间	有	当螺线管 A 中的电流发生变化时,螺线管 B 所处的磁场发生变化,从而引起穿过螺线管 B 的磁通量发生变化.闭合螺线管 B 中有感应电流产生
闭合开关, A 中电流稳定后,改变滑动变阻器接入电路中的阻值	有	
闭合开关, A 中电流稳定后,滑动变阻器在电路中的电阻不变	无	
断开开关的瞬间	有	

2. 感应电流产生的条件

穿过闭合电路的_____发生变化.

【拓展总结】

1. 对产生感应电流条件的理解

不论是用什么方法,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.其条件可以归纳为两个:一是电路必须是闭合电路;二是电路本身的磁通量发生变化.其主要内涵是体现在“变化”二字上.

2. 穿过闭合导体回路的磁通量发生变化的几种情况

(1) 磁感应强度 B 不变,线圈面积 S 发生变化,例如闭合导体回路的一部分导体切割磁感线时.

(2) 线圈面积 S 不变,磁感应强度 B 发生变化,例如线圈与磁体之间发生相对运动时或者磁场是由通电螺线管产生,而螺线管中的电流变化时.

(3) 磁感应强度 B 和回路面积 S 同时发生变化,此时可由 $\Delta\Phi = \Phi_2 - \Phi_1$ 计算并判断磁通量是否变化.

(4) 线圈面积 S 不变,磁感应强度 B 也不变,但二者之间夹角发生变化,例如线圈在磁场中转动时.

【预习自测】

1. 判断下列说法是否正确

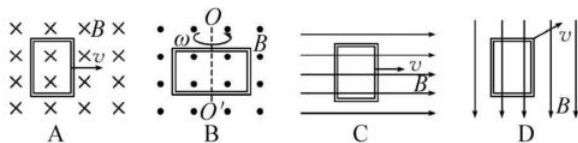
(1) 奥斯特发现了电流的磁效应;法拉第发现了电磁感应现象. ()



- (2) 闭合线圈和磁场发生相对运动, 一定能产生感应电流. ()
- (3) 闭合线圈做切割磁感线运动, 一定能产生感应电流. ()
- (4) 穿过闭合线圈的磁通量发生变化, 一定能产生感应电流. ()
- (5) 只要闭合电路内有磁通量, 闭合电路中就有感应电流产生. ()
- (6) 线框不闭合时, 即使穿过线框的磁通量发生变化, 线框中也没有感应电流产生. ()
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

3. 如图所示, 矩形线框在磁场内做的各种运动中, 能够产生感应电流的是 ()



方法热 点 分 享

方法热点早知道 规律技巧共探究

考点一 磁通量及其变化量的计算

1. 对磁通量的理解

(1) 当 $S \perp B$ 时, $\Phi = BS$; 当 $S \parallel B$ 时, $\Phi = 0$; 当 S 与 B 的夹角为 θ 时, $\Phi = BS \sin \theta$.

(2) 公式 $\Phi = BS$ 中的 S 是指闭合回路中包含磁场的那部分有效面积.

(3) S 内有不同方向的磁场时, 应先分别计算不同方向磁场的磁通量, 然后规定从某个面穿入的磁通量为正, 从该面穿出的磁通量为负, 最后求代数和.

(4) 有多匝线圈时, 因为穿过线圈的磁感线的条数不受匝数影响, 故磁通量的计算也与匝数无关.

2. 求磁通量的变化量的三种方法

方法一: 当磁感应强度 B 不变, 而磁感线穿过的有效面积 S 变化时, 则穿过回路的磁通量的变化量 $\Delta\Phi = \Phi_t - \Phi_0 = B \cdot \Delta S$.

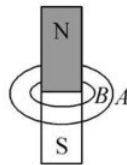
方法二: 当磁感应强度 B 变化, 而磁感线穿过的有效面积 S 不变时, 则穿过回路的磁通量的变化量 $\Delta\Phi = \Phi_t - \Phi_0 = \Delta B \cdot S$.

方法三: 若磁感应强度 B 和回路面积 S 同时变化, 则穿过回路的磁通量的变化量 $\Delta\Phi = \Phi_t - \Phi_0$.

注意: 此时, $\Delta\Phi = \Phi_t - \Phi_0 \neq \Delta B \cdot \Delta S$.

【典例共究】

例1 两个圆环 A 、 B 如图所示放置, 且圆环半径 $R_A > R_B$, 一条形磁铁的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 ()



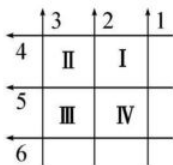
- A. $\Phi_A > \Phi_B$ B. $\Phi_A = \Phi_B$
C. $\Phi_A < \Phi_B$ D. 无法确定

审题指导 磁通量可以形象地理解为穿过线圈的磁感线的条数; 若该线圈内有磁感线穿进和穿出两种情况, 可以把磁通量理解为穿过线圈的净磁感线条数.

探寻规律 磁通量是标量, 但有正、负之分. 在所研究的闭合电路内有磁感线穿进和穿出两种情况时, 若规定穿进的磁通量为正, 则穿出的磁通量为负.

【及时演练】

1. 六根绝缘的导线, 在同一平面内组成四个相同的正方形, 导线中通以大小相等的电流, 方向如图所示. 在这四个正方形区域中, 指向纸面向里且合磁通量最大的区域是 ()



A. I

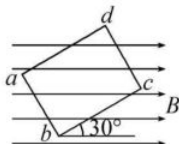
B. II

C. III

D. IV

2. 如图所示,一矩形线圈 $abcd$ 的面积 S 为 $1 \times 10^{-2} \text{ m}^2$,它与匀强磁场方向之间的夹角 θ 为 30° ,穿过线圈的磁通量 Φ 为 $1 \times 10^{-3} \text{ Wb}$. 则:

- (1) 磁场的磁感应强度 B 为多大?
- (2) 若线圈以 ab 边为轴翻转 180° ,求此过程穿过线圈的磁通量的变化大小 $\Delta\Phi$.
- (3) 若线圈以 ab 为轴顺时针方向转动 60° ,求穿过线圈的磁通量的变化大小 $\Delta\Phi$.



考点二 感应电流产生条件的应用

1. 产生感应电流的必要条件

- (1) 电路必须是闭合电路.
- (2) 穿过回路的磁通量发生变化.

2. 对产生感应电流条件的理解

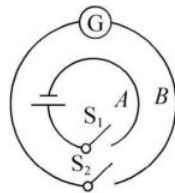
(1) 不论用什么方法,只要穿过闭合电路的磁通量发生变化,闭合电路中就有感应电流产生.

(2) 在闭合电路中有磁通量但不变化,即使磁场很强,磁通量很大,也不会产生感应电流.

(3) 产生感应电流的条件可以归纳为两个:一个是电路本身的属性,即电路必须是闭合的;另一个是穿过电路的磁通量必须发生变化.

【典例共究】

例2 如图所示, A 、 B 两回路中各有一开关 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中可能的是()



- A. 先闭合 S_2 ,后闭合 S_1 的瞬间,电流计指针偏转
- B. S_1 、 S_2 闭合后,在断开 S_2 的瞬间,电流计指针偏转
- C. 先闭合 S_1 ,后闭合 S_2 的瞬间,电流计指针偏转
- D. S_1 、 S_2 闭合后,在断开 S_1 的瞬间,电流计指针偏转

审题指导 解答本题时应注意以下两点:

- (1) 回路 B 中若有电流, S_2 必须处于闭合状态.
- (2) 灵敏电流计所在的回路的磁通量必须发生变化.

探寻规律 (1) 判断有无感应电流产生时首先确定是否有磁感线穿过线圈平面,再根据具体情况如:开关通断、变阻器阻值的变化来确定电流的变化情况,然后判断磁通量是否变化.

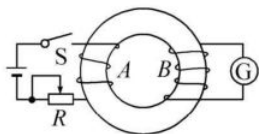
(2) 判断穿过闭合电路的磁通量是否变化时,



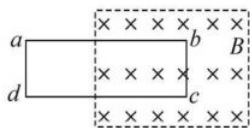
可充分利用磁感线来进行定性判断,即通过观察穿过闭合电路的磁感线的条数是否变化来判断磁通量是否变化。

【及时演练】

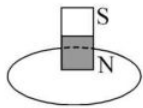
1. 如图所示,两个线圈分别绕在一个铁环上,线圈 A 接直流电流,线圈 B 接灵敏电流表,下列哪种情况不可能使线圈 B 中产生感应电流? ()



- A. 将开关 S 接通或断开的瞬间
B. 开关 S 接通一段时间之后
C. 开关 S 接通后,改变变阻器滑动头的位置时
D. 拿走铁环,再做这个实验,开关 S 接通或断开的瞬间
2. (多选) 如图所示,矩形线框 $abcd$ 由静止开始运动,若要使线框中产生感应电流,则线框的运动情况应该是 ()



- A. 向右平动(ad 边还没有进入磁场)
B. 向上平动(ab 边还没有离开磁场)
C. 以 bc 边为轴转动(ad 边还没有转入磁场)
D. 以 ab 边为轴转动(转角不超过 90°)
3. (多选) 如图所示,有一金属环和一条形磁铁,下列哪些过程环中会产生感应电流? ()



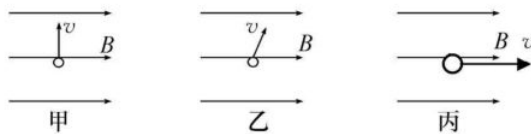
- A. 环不动,将磁铁插入环中
B. 环不动,将磁铁从环中拔出
C. 磁铁不动,将环套入磁铁
D. 磁铁在环中与环保持相对静止并一起向下运动

考点三 导体切割磁感线产生感应电流

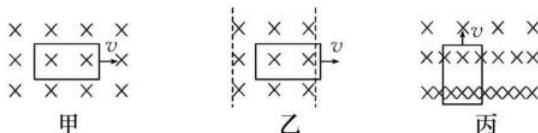
理解导体棒切割磁感线产生感应电流:

(1) 导体是否将磁感线“割断”,如果没有“割

断”就不能说切割. 如下图所示,甲、乙两图中,导体都切割磁感线,而图丙中,导体没有切割磁感线.



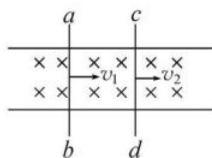
(2) 即使导体“切割”了磁感线,也不一定能产生感应电流. 如下图所示,对于图甲,尽管导体“切割”了磁感线(匀强磁场),但穿过闭合线框的磁通量并没有发生变化,没有感应电流;对于图乙,导体框的一部分导体“切割”了磁感线,穿过线框的磁感线条数越来越少,线框中有感应电流;对于图丙,闭合导体回路在非匀强磁场中运动,切割了磁感线,同时穿过线框的磁感线条数减少,线框中有感应电流.



【典例共究】

例3 如图所示,在匀强磁场中有两条平行的金属导轨,磁场方向与导轨平面垂直. 导轨上有两条可沿导轨自由移动的金属棒 ab 、 cd , 与导轨接触良好. 这两条金属棒 ab 、 cd 的运动速度分别是 v_1 、 v_2 , 且井字形回路中有感应电流通过, 则可能

()



- A. $v_1 > v_2$ B. $v_1 < v_2$
C. $v_1 = v_2$ D. 无法确定

审题指导 根据 v_1 与 v_2 的关系, 判断出磁场中闭合回路面积是否变化, 从而确定磁通量的变化及感应电流能否产生.

探寻规律 导线切割磁感线产生感应电流的实质仍然是闭合回路中的磁通量发生变化. 穿过某一闭合回路的磁通量发生变化的原因主要有两个:

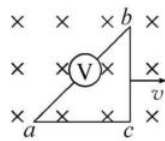
(1) 磁感应强度变化;

(2) 闭合回路的面积变化或闭合回路的面积在垂直于磁场方向上的投影发生变化.



【及时演练】

1. 接有理想电压表的三角形导线框 abc , 如图所示, 在匀强磁场中向右运动, 则框中有无感应电流? 电压表有无读数(示数不为零称有读数), 则 ()



- A. 无、有 B. 有、无
C. 无、无 D. 有、有

真 题 原 貌 链 接

考题原貌现考情

过程表达呈规范

【本节高考解读】

从近几年高考试题来看, 高考对本节内容的考查常以选择题形式出现, 考查对物理学史的掌握, 以及以科学家的实验为背景, 考查对感应电流产生条件的应用.

【模拟和高考试题精选】

1. (2011 · 海南高考) 自然界的电、热和磁等现象都是相互联系的, 很多物理学家为寻找它们之间的联系做出了贡献. 下列说法正确的是 ()
- A. 奥斯特发现了电流的磁效应, 揭示了电现象和磁现象之间的联系
- B. 欧姆发现了欧姆定律, 说明了热现象和电现象之间存在联系
- C. 法拉第发现了电磁感应现象, 揭示了磁现象和电现象之间的联系

D. 焦耳发现了电流的热效应, 定量给出了电能和热能之间的转换关系

2. (2014 · 新课标全国 I) 在法拉第时代, 下列验证“由磁产生电”设想的实验中, 能观察到感应电流的是 ()
- A. 将绕在磁铁上的线圈与电流表组成一闭合回路, 然后观察电流表的变化
- B. 在一通电线圈旁放置一连有电流表的闭合线圈, 然后观察电流表的变化
- C. 将一房间内的线圈两端与相邻房间的电流表连接, 往线圈中插入条形磁铁后, 再到相邻房间去观察电流表的变化
- D. 绕在同一铁环上的两个线圈, 分别接电源和电流表, 在给线圈通电或断电的瞬间, 观察电流表的变化



第3节 法拉第电磁感应定律

教材重难点解读

新知重难点依教材 点精突破随名师

知识点一 感应电动势 法拉第电磁感应定律

1. 感应电动势

(1)在电磁感应现象中产生的电动势叫作感应电动势,产生感应电动势的那部分导体相当于_____.

(2)在电磁感应现象中,如果闭合导体回路中有感应电流,电路就一定有感应电动势;如果电路断开,这时虽然没有感应电流,但_____依然存在.

2. 法拉第电磁感应定律

(1)内容:电路中感应电动势的大小,跟穿过这个电路的磁通量的变化率成_____.

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

若产生感应电动势的线圈有 n 匝,则 $E = n \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$.

(3)在国际单位制中,磁通量的单位是_____,感应电动势的单位是_____.

【拓展总结】

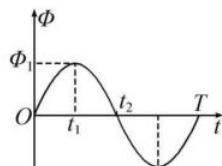
1. 对 Φ 、 $\Delta\Phi$ 和 $\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ 的理解

(1)三者的比较

	磁通量 Φ	磁通量的变化量 $\Delta\Phi$	磁通量的变化率 $\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$
物理意义	某时刻穿过磁场中某个面的磁感线条数	在某一过程中穿过某个面的磁通量的变化量	穿过某个面的磁通量变化的快慢

大小计算	$\Phi = BS_{\perp}$	$\Delta\Phi = \begin{cases} \Phi_2 - \Phi_1 \\ B \cdot \Delta S \\ S \cdot \Delta B \end{cases}$	$\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = \begin{cases} \frac{ \Phi_2 - \Phi_1 }{\Delta t} \\ B \cdot \frac{\Delta S}{\Delta t} \\ \frac{\Delta B}{\Delta t} \cdot S \end{cases}$
相互关系	(1) Φ 、 $\Delta\Phi$ 、 $\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ 均与线圈匝数无关,但感应电动势与匝数成正比 (2) Φ 很大, $\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ 不一定大; $\Delta\Phi$ 大, $\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ 也不一定大		

(2)在 $\Phi-t$ 图像中,磁通量的变化率 $\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ 是图线上某点切线的斜率. 例如穿过某闭合线圈的磁通量 Φ 随时间 t 按如图所示的正弦规律变化,则在 t_1 时刻 Φ 最大但 $\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = 0$, 在 t_2 时刻 $\Phi = 0$ 但 $\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ 最大.



2. 对法拉第电磁感应定律的理解

(1)由 $E = n \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ 可知,感应电动势 E 大小正比于磁通量的变化率 $\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$,而与磁通量 Φ 、磁通量变化量 $\Delta\Phi$ 及电路的电阻大小无关.

(2)由 $E = n \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ 可求得平均感应电动势,通过闭合电路欧姆定律可求得电路中的平均电流 $\bar{I} = \frac{E}{R} = \frac{n\Delta\Phi}{R\Delta t}$,而电路中通过某一截面的电荷量 $Q = \bar{I}\Delta t = \frac{n\Delta\Phi}{R\Delta t} \Delta t = \frac{n\Delta\Phi}{R}$,由此可得电荷量与时间无关,而与磁通量变化量 $\Delta\Phi$ 和电路电阻 R 有关.



知识点二 导体切割磁感线产生的感应电动势

(1)当导体棒的速度 v 与磁感应强度 B 垂直时, $E=BLv$.

(2)当导体棒的速度 v 与磁感应强度 B 成夹角 α 时, $E=BLv\sin\alpha$.

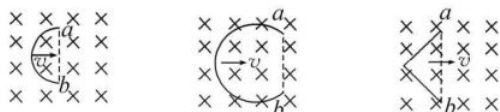
【拓展总结】

1. 对公式 $E=BLv$ 的理解

该公式是法拉第电磁感应定律的一种特殊情况,通常 v 为瞬时速度, E 为瞬时电动势,若 v 变化, E 也相应变化;若 v 为平均速度,则 E 为平均感应电动势. $E=BLv$ 有如下三个特性.

(1)正交性:当 B 、 L 、 v 三个量方向互相垂直时,才有 $E=BLv$,感应电动势最大;当有任意两个量的方向互相平行时,感应电动势为零.

(2)有效性:式中的 L 应理解为导线切割磁感线时的有效长度,如果导线不和磁场方向垂直, L 应是导线在磁场垂直方向投影的长度,如果切割磁感线的导线是弯曲的,如图所示,则应取与 B 和 v 垂直的等效直线长度,即线段 ab 的长度.



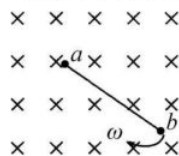
(3)相对性:公式中的 v 应理解为导线和磁场间的相对速度,当导线不动而磁场运动时,也有电磁感应现象产生.

2. 公式 $E=n\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ 与 $E=BLv$ 的区别与联系

		$E=n\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$	$E=BLv$
区别	研究对象	某个回路	回路中做切割磁感线运动的那部分导体
	研究内容	(1)求的是 Δt 时间内的平均感应电动势, E 与某段时间或某个过程对应 (2)当 $\Delta t \rightarrow 0$ 时, E 为瞬时感应电动势	(1)若 v 为瞬时速度,公式求的是瞬时感应电动势 (2)若 v 为平均速度,公式求的是平均感应电动势 (3)当 B 、 L 、 v 三者均不变时,平均感应电动势与瞬时感应电动势相等
	适用范围	对任何电路普遍适用	只适用于导体切割磁感线运动的情况
联系		(1) $E=BLv$ 可由 $E=n\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ 在一定条件下推导出来 (2)整个回路的感应电动势为零时,回路中某段导体的感应电动势不一定为零	

3. 转动切割

如图所示,长为 l 的导体棒 ab 以 a 为圆心,以角速度 ω 在磁感应强度为 B 的匀强磁场中匀速转动,其感应电动势可从两个角度推导.



(1)棒上各点速度不同,其平均速度 $\bar{v} = \frac{1}{2}\omega l$,由 $E=BLv$ 得棒上感应电动势大小为 $E = Bl \cdot \frac{1}{2}\omega l = \frac{1}{2}Bl^2\omega$.

(2)若经时间 Δt ,棒扫过的面积为 $\Delta S = \pi l^2 \frac{\omega \Delta t}{2\pi} = \frac{1}{2}l^2\omega\Delta t$,磁通量的变化量 $\Delta\Phi = B \cdot \Delta S = \frac{1}{2}Bl^2\omega\Delta t$,由 $E = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ 得棒上感应电动势大小为 $E = \frac{1}{2}Bl^2\omega$.



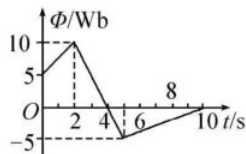
【预习自测】

1. 判断下列说法是否正确

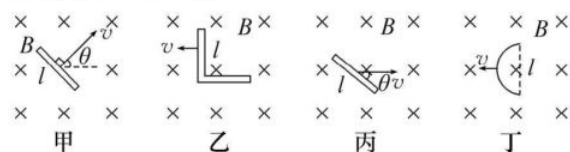
- (1) 在电磁感应现象中, 有感应电动势, 就一定有感应电流. ()
- (2) 穿过某电路的磁通量变化量越大, 产生的感应电动势就越大. ()
- (3) 闭合电路置于磁场中, 当磁感应强度很大时, 感应电动势可能为零; 当磁感应强度为零时, 感应电动势可能很大. ()
- (4) 线圈中磁通量变化越快, 产生的感应电动势越大. ()
- (5) 线圈中磁通量增加时感应电动势增大, 线圈中磁通量减小时感应电动势减小. ()
- (6) 线圈匝数 n 越多, 磁通量越大, 产生的感应电动势也越大. ()

2. 穿过某线圈的磁通量随时间变化的关系如图所

示, 在下列几段时间内, 线圈中感应电动势最小的是 ()



- A. $0 \sim 2$ s B. $2 \sim 4$ s
C. $4 \sim 5$ s D. $5 \sim 10$ s

3. 如图所示的几种情况中, 金属导体中产生的感应电动势为 Blv 的是 ()

- A. 乙和丁 B. 甲、乙、丁
C. 甲、乙、丙、丁 D. 只有乙

方法热点分 享

方法热点早知道 规律技巧共探究

考点一 法拉第电磁感应定律的应用

1. 法拉第电磁感应定律的理解

(1) 感应电动势的大小由线圈的匝数和穿过线圈的磁通量的变化率 $\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ 共同决定, 而与磁通量 Φ 的大小、变化量 $\Delta\Phi$ 的大小没有必然联系。

(2) 磁通量的变化率 $\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ 对应 $\Phi-t$ 图线上某点切线的斜率。

2. 应用法拉第电磁感应定律的三种情况

(1) 磁通量的变化是由面积变化引起时, $\Delta\Phi = B \cdot \Delta S$, 则 $E = n \frac{B\Delta S}{\Delta t}$;

(2) 磁通量的变化是由磁场变化引起时, $\Delta\Phi = \Delta B \cdot S$, 则 $E = n \frac{\Delta B \cdot S}{\Delta t}$;

(3) 磁通量的变化是由面积和磁场变化共同引起时, 则根据定义求, $\Delta\Phi = \Phi_{\text{末}} - \Phi_{\text{初}}$, $E = n \frac{B_2 S_2 - B_1 S_1}{\Delta t} \neq n \frac{\Delta B \Delta S}{\Delta t}$ 。

【典例共究】

例1 一个 200 匝、面积为 20 cm^2 的线圈, 放在磁场中, 磁场的方向与线圈平面成 30° 角, 若磁感应强度在 0.05 s 内由 0.1 T 增加到 0.5 T , 在此过程中磁通量变化了多少? 磁通量的平均变化率是多少? 线圈中感应电动势的大小是多少?

审题指导 解答本题应注意以下计算式的正确应用:

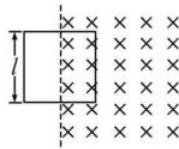
(1) 磁通量的变化量: $\Delta\Phi = \Phi_2 - \Phi_1$ 。

(2) 磁通量的变化率: $\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = \frac{\Phi_2 - \Phi_1}{\Delta t}$ 。

(3) 感应电动势: $E = n \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ 。



2. 如图所示,匀强磁场的磁感应强度方向垂直于纸面向里,大小随时间的变化率 $\frac{\Delta B}{\Delta t} = k$, k 为负的常量.用电阻率为 ρ 、横截面积为 S 的硬导线做成一边长为 l 的方框.将方框固定于纸面内,其右半部分位于磁场区域中.求:



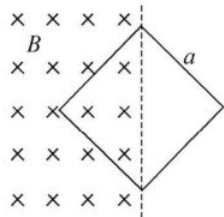
- (1) 导线中感应电流的大小;
(2) 磁场对方框作用力的大小随时间的变化率.

探寻规律 (1) 对磁通量的变化量、磁通量的变化率穿过一匝线圈和穿过 n 匝是一样的,而感应电动势则不一样,感应电动势与匝数成正比.

(2) 解此类题时,要认真分析 $\frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$ 的取值,搞清磁通量变化的原因,分清初末状态磁通量的大小和方向

【及时演练】

1. 如图所示,一正方形线圈的匝数为 n ,边长为 a ,线圈平面与匀强磁场垂直,且一半处在磁场中.在 Δt 时间内,磁感应强度的方向不变,大小由 B 均匀地增大到 $2B$.在此过程中,线圈中产生的感应电动势为 ()



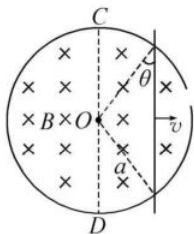
- A. $\frac{Ba^2}{2\Delta t}$ B. $\frac{nBa^2}{2\Delta t}$
C. $\frac{nBa^2}{\Delta t}$ D. $\frac{2nBa^2}{\Delta t}$



考点二 导体切割磁感线产生的感应电动势

【典例共究】

例2 (2012·四川高考)半径为 a 右端开小口的导体圆环和长为 $2a$ 的导体直杆,单位长度电阻均为 R_0 . 圆环水平固定放置,整个内部区域分布着竖直向下的匀强磁场,磁感应强度为 B . 杆在圆环上以速度 v 平行于直径 CD 向右做匀速直线运动,杆始终有两点与圆环良好接触,从圆环中心 O 开始,杆的位置由 θ 确定,如图所示. 则 ()



- A. $\theta=0$ 时,杆产生的电动势为 $2Bav$
 B. $\theta=\frac{\pi}{3}$ 时,杆产生的电动势为 $\sqrt{3}Bav$
 C. $\theta=0$ 时,杆受的安培力大小为 $\frac{2B^2av}{(\pi+2)R_0}$
 D. $\theta=\frac{\pi}{3}$ 时,杆受的安培力大小为 $\frac{3B^2av}{(5\pi+3)R_0}$

审题指导 解答本题时应注意以下两点:

- (1) 导体圆环右端开小口对电路的影响.
 (2) θ 取不同值时杆切割磁感线的有效长度.

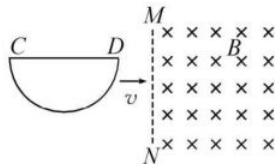
探规寻律 求解导线切割产生的感应电动势时,首先要弄清 B 与 L 是否垂直,即是选用 $E=BLv$ 还是选用 $E=BLv\sin\alpha$,另外要注意对切割磁感线的有效长度 L 的理解.

在处理法拉第电磁感应定律与电路相结合的问题时,一定要注意产生感应电动势的那部分导体相当于电源,产生感应电动势的那部分导体的电阻相当于“电源”的内阻. 应用法拉第电磁感应定律求出感应电动势后,再由闭合电路欧姆定律进行分析和求解.

【及时演练】

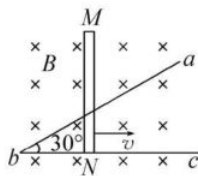
1. 如图所示,一导线弯成半径为 a 的半圆形闭合回路. 虚线 MN 右侧有磁感应强度为 B 的匀强磁场,方向垂直于回路所在的平面. 回路以速度 v

向右匀速进入磁场,直径 CD 始终与 MN 垂直. 从 D 点到达边界开始到 C 点进入磁场为止,下列结论正确的是 ()



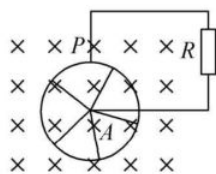
- A. 感应电流大小恒定不变
 B. CD 段直导线始终不受安培力
 C. 感应电动势最大值 $E_m=Bav$
 D. 感应电动势平均值 $\bar{E}=\frac{1}{4}\pi Bav$

2. 如图所示,三角形金属框架 abc 所在平面与磁感应强度为 B 的匀强磁场方向垂直, $\angle abc=30^\circ$, 一根直金属棒 MN 从 b 点开始沿 bc 方向以速度 v 做匀速平动,运动过程中 MN 始终垂直于 bc 且接触良好,试求回路中感应电动势 E 随时间 t 变化的函数式.

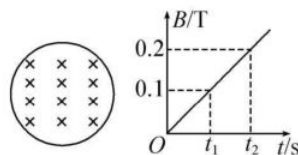




3. 如图所示, 一个转轮共有 5 根辐条, 每根长皆为 L , 电阻皆为 r , 转轮的电阻不计, 将它放在磁感应强度为 B 的匀强磁场里, 磁场的方向垂直于轮面. A 是轮轴, P 为一与转轮边缘接触的触片, 在轮子绕轴转动时 P 不动. 在 A 、 P 间接一个电阻 R , 当轮以角速度 ω 绕轴做匀速转动时, 求流过 R 的电流.

**【典例共究】**

例3 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所示, 且磁场方向垂直纸面向里, 在 t_1 到 t_2 时间内, 通过金属环的电荷量为多少?



审题指导 解答此题时应注意以下两点:

- (1) 磁场均匀变化, 回路中的电流恒定不变.
- (2) 通过金属环的电荷量可用 $q = It$ 求解.

考点三 感应电荷量的计算

在电磁感应现象中有电流通过电路, 那么导线中也就有电荷通过. 由电流的定义式 $I = \frac{\Delta q}{\Delta t}$ 可知 $\Delta q = I \Delta t$, 必须注意 I 应为平均值. 而 $\bar{I} = \frac{\bar{E}}{R}$, 所以要通过求感应电动势的平均值求其电荷量, 即 $\Delta q = \bar{I} \Delta t = \frac{\bar{E} \Delta t}{R} = \frac{n \Delta \Phi}{R}$. 其中 n 为匝数, R 为总电阻.

由此可知, 感应电荷量 Δq 仅由磁通量变化大小 $\Delta \Phi$ 与电路的电阻 R 及线圈匝数 n 决定, 与磁通量的变化时间无关.

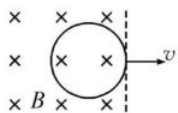
注意: 不能由瞬时电动势求电荷量.



探规寻律 一般地,对于 n 匝线圈的闭合电路,由于磁通量的变化而通过导线横截面的电荷量 $q = \frac{n\Delta\Phi}{R}$,从此式看出,感应电荷量是一个过程量,与电阻 R 、磁通量的变化量 $\Delta\Phi$ 有关,与时间、速度等都无关.

【及时演练】

1. 如图所示,将直径为 d 、电阻为 R 的闭合金属环从匀强磁场 B 中拉出,这一过程中通过金属环某一截面的电荷量为 ()



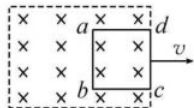
A. $\frac{\pi B d^2}{4R}$

B. $\frac{2\pi B d}{R}$

C. $\frac{B d^2}{R}$

D. $\frac{B d^2}{\pi R}$

2. 如图所示,闭合导线框 $abcd$ 的质量可以忽略不计,将它从图中所示的位置匀速拉出匀强磁场.若第一次用 0.3 s 时间拉出,拉动过程中导线 ab 所受安培力为 F_1 ,通过导线横截面的电荷量为 q_1 ;第二次用 0.9 s 时间拉出,拉动过程中导线 ab 所受安培力为 F_2 ,通过导线横截面的电荷量为 q_2 ,则 ()



A. $F_1 < F_2, q_1 < q_2$

B. $F_1 < F_2, q_1 = q_2$

C. $F_1 = F_2, q_1 < q_2$

D. $F_1 > F_2, q_1 = q_2$

真 题 原 貌 链 接

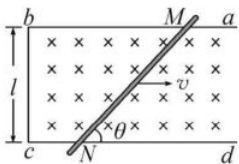
考题原貌现考情 过程表达呈规范

【本节高考解读】

从近几年高考试题来看,高考对本节内容的考查,以选择题形式考查对法拉第电磁感应定律的计算,有时与现代科技、生活等新情景相结合,以计算题的形式考查以法拉第电磁感应定律为核心的综合性问题,比如与运动学、力学、能量、电路、图像等知识相结合的问题,需要学生具有分析综合能力及运用数学知识解决物理问题的能力,此类问题难度较大,在高考中占分值较高.

【模拟和高考试题精选】

1. (2015·安徽高考) 如图所示, $abcd$ 为水平放置的平行“ π ”形光滑金属导轨,间距为 l ,导轨间有垂直于导轨平面的匀强磁场,磁感应强度大小为 B ,导轨电阻不计,已知金属杆 MN 倾斜放置,与导轨成 θ 角,单位长度的电阻为 r ,保持金属杆以速度 v 沿平行于 cd 的方向滑动(金属杆滑动过程中与导轨接触良好). 则 ()



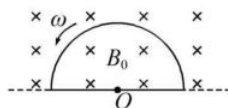
A. 电路中感应电动势的大小为 $\frac{Blv}{\sin\theta}$

B. 电路中感应电流的大小为 $\frac{Bv\sin\theta}{r}$

C. 金属杆所受安培力的大小为 $\frac{B^2 lv_1 \sin\theta}{r}$

D. 金属杆的热功率为 $\frac{B^2 lv^2}{r_1 \sin\theta}$

2. (2012·新课标全国) 如图,均匀磁场中有一由半圆弧及其直径构成的导线框,半圆直径与磁场边缘重合;磁场方向垂直于半圆面(纸面)向里,磁感应强度大小为 B_0 . 使该线框从静止开始绕过圆心 O 、垂直于半圆面的轴以角速度 ω 匀速转动半周,在线框中产生感应电流. 现使线框保持图中所示位置,磁感应强度大小随时间线性变化. 为了产生与线框转动半周过程中同样大小的电流,磁感应强度随时间的变化率 $\frac{\Delta B}{\Delta t}$ 的大小应为 ()



A. $\frac{4\omega B_0}{\pi}$

B. $\frac{2\omega B_0}{\pi}$