

全程优效学习系列



# 世纪金榜



“十一五”规划教育部重点课题“辅导读物促进有效教学的研究与实验”  
中国学生最信赖的助学助考产品  
中国十大书业实力机构之首

# 2010最新版 高中 全程学习方略

## ...新课程...

丛书主编 张泉

● 学案导学合作探究 ● 讲练结合知能互联 ● 人文关怀励志成才

# 物 理

## 选修 3-2

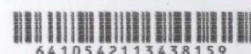


最佳助学读物策划机构  
最具实效性助学读物

通过ISO9001认证

云南出版集团公司  
云南科技出版社

世纪金榜 圆您梦想



登录 [www.jb100.com](http://www.jb100.com) 免费查询真伪

## 图书在版编目(CIP)数据

高中新课程全程学习方略. 物理. 3-2: 选修 / 张泉主编.

—昆明: 云南科技出版社, 2010. 6

ISBN 978-7-5416-4033-9

I. ①高… II. ①张… 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 124821 号

丛书主编 / 张 泉

本册主编 / 张金华 徐树行

副 主 编 / 刘传芝 李世俊

编 委 / 赵学玲 霍志刚 谢旭辉 曹云明 张隆平 王声道

本书著作权归丛书主编张泉所有,对相关侵权行为我们有依法追究的权利。

### 封面条形码功能介绍

世纪金榜 圆您梦想



登录 [www.jb100.com](http://www.jb100.com); 免费查询真伪  
登录 [www.jb1000.com](http://www.jb1000.com); 下载精品教学资源

1. 超值赠送 50.00 元教学资源下载服务: 条形码 16 位数字为免费赠送的价值 50.00 元的教学资源使用账号, 登录 [www.jb1000.com](http://www.jb1000.com), 输入并激活账号, 就可充分体验: 海量资源尽情下载、学习方法独家指导、图书购买最大优惠等金榜超值服务。体贴入微, 实用高效!
2. 辨别真伪: 登录 [www.jb100.com](http://www.jb100.com), 输入 16 位数字条码信息, 图书真伪便捷查询, 正版保障!

图书质量反馈: ☎ 0531-87962621

客户服务查询: ☎ 0531-87965612

盗版举报电话: ☎ 0531-87103876

客户服务投诉: ☎ 0531-87977599

### 世纪金榜—高中新课程全程学习方略(物理·选修 3-2)

选题策划: 王超超 李祥安

丛书统筹: 孙 琳 唐坤红

发行总监: 章建国 张士玉

印制总监: 翟 苑 刘洪章

出 版: 云南出版集团公司 云南科技出版社

社 址: 昆明市环城西路 609 号云南新闻出版大楼 邮编: 650034

总 发 行: 云南出版集团公司 云南科技出版社

山东世纪金榜书业有限公司

印 刷: 山东滨州明天印务有限公司

开 本: 880mm×1230mm 1/16

印 张: 6.25

字 数: 120 千字

版 次: 2010 年 6 月第 1 版

印 次: 2010 年 6 月第 1 次

书 号: ISBN 978-7-5416-4033-9/G · 1022

定价: 17.00 元

## 生命之梯

19岁——花样年华，人生中最美时光刚刚开始，3个生命却被定格在滚滚江水中，沉没于救人义举的瞬间。2009年10月，湖北长江大学文理学院40多名大学生在长江沙市宝塔湾河段游玩时发现两名少年落水，面对江水中挣扎的少年，10多名大学生舍生忘死，手拉着手，搭起一张令人肃然起敬的“生命之梯”。最终，两名少年得救，而陈及时、何东旭、方钊3名大学生却不幸献出了年轻的生命。

24岁——激情青春，生命中最灿烂绚丽的华章正要打开，却于舍身为人的壮举中画上休止符。1982年7月，第四军医大学二大队学员张华为救不慎落入化粪池的69岁农民魏志德献出了生命。

这两起大学生因救人牺牲事件，引发了社会关于“价值”的广泛讨论。有人说：“一个年轻有为的大学生为救一个农民献出生命，值得吗？”“为了救两个小孩子，牺牲了3个大学生，值得吗？”更多的人对这两起事件中的大学生们的英勇行为表示了深深的敬意。黑龙江省黑河市出租车司机赵大高表示：“这些大学生真了不起，做了件大好事。”中国青年政治学院副院长、大学生发展研究中心主任李家华表示：“这是一个英雄的壮举。人需要‘义利观’，义在利之上。”网友多米说：“应该讨论怎样向他们学习，因为这是一种精神，不是能用金钱来衡量的。”

讨论还在继续。但其实无论哪个年代，在救人的英雄看来，生死关头，只要能挽救生命都是值得的，深深植根心底的良知，是刻不容缓的责任与担当，因为他们深知生命无价，责任无价，良知永恒。

只要事关教育、事关学子，世纪金榜有的只是这样的共识：一切有利于广大师生的事情都是值得做的，一切事关图书质量的事情都是值得做的，一切有助于构筑世纪金榜“金色品质”的事情都是值得做的。

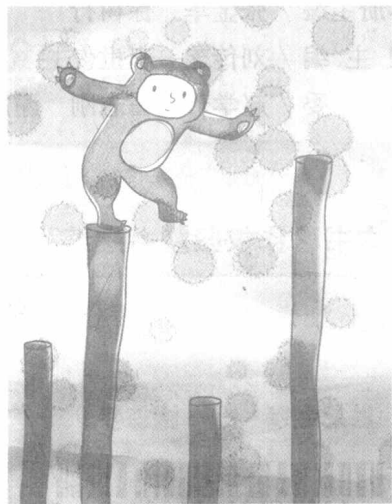
世纪金榜把全部激情、精力和时间都用在值得做的事情上。每天24小时的服务热线为全国各地的客户开通，提供温馨、细致的服务；在质量方面，精心、用心，从审校到印刷的每一个环节，只要发现问题，总是立即出击，哪怕极小的一点纰漏，都会第一时间将其解决；为社会播撒爱心，捐书助残，将一本本内容翔实、装帧精美的世纪金榜图书分发到最需要帮助的贫困、残疾孩子手中。做值得做的事情，世纪金榜做得义无反顾、无怨无悔。

亲爱的同学们，在学习和生活中，你是否因为追求轻松和享受，消耗了太多的精力？是否因为贪恋被窝而耽误了上课时间？是否因为要读一篇有意思的笑话，放弃了功课的预习、复习？是否因为要踢完一场足球，干脆把将要到来的考试抛诸脑后？是否因为要逛街，最终舍弃了一次献爱心的义工活动……

相信，聪明的你一定会区分哪些事情是值得做的，哪些事情是不值得做的。值得做的事情，必然会让你收获良多；而那些用来填补生活的空隙甚或满足虚荣和感官享受的事情，必然会使你在对生命的消磨中逐渐丧失掉激情和动力。

所以，同学们一定要认真思考，确定值得做的事情是哪些，并下定决心，排除干扰和自身的情性，努力、用心把值得做的事情做好、做完美！

请记住，凡是值得做的事情，就一定要做好！



# 前言

Preface

专家名师倾情锤炼的学习攻略经典——  
高中新课程全程学习方略·物理

选修3-2·配人教版

## 圆学子梦想 靠世纪金榜

**独**到体例安排 精彩纷呈!

DUDAOTILIANPAI JINGCAIFENCHENG

### 教材基础理论

- 学习目标定位 ○ (权威指点 有的放矢)
- 基础自主梳理 ○ (基础知识 点点落实)
- 知能创新导学 ○ (对栏设计 知能互动)
- 学业达标训练 ○ (即时演练 夯实基础)
- 趣味生活物理 ○ (课外阅读 拓展视野)
- 知识网络互联 ○ (纲举目张 建模构架)
- 专题归纳整合 ○ (纵横整合 专项突破)

### 高效提能测试

- 素能综合检测 ○ (课时检测 全面提升)
- 单元质量评估 ○ (单元质测 方便高效)

**独**家人文设计 敬请关注!

DUJIARENWENSHEJI JINGQINGGUANZHU

**创新对栏,互动提升**——颠覆传统编排模式,创新对栏设计,即讲即练,将权威讲解与系统巩固有机融合,实现知识与能力的完美对接。

**讲练结合,科学分册**——基础理论紧贴教材,活页测试增强技能。讲测科学分开,珠联璧合,浑然天成。

**人文关怀,无处不在**——依据栏目特色,特别添加“温馨提示”,如恩师循循善诱,似挚友倾吐真言,启迪智慧,导引人生。

# 目录

温馨提示

书中部分题号后数字编码为“互动教辅平台”选题,山东请拨打96001237(外省0531-96001237)输入编码,即可轻松收听名师、专家为您点拨解题思路或详细解析。

## 高中新课程全程学习方略·物理

选修3-2·配<sup>人</sup>教版

### 第四章 电磁感应

#### 1、2 划时代的发现

探究感应电流的产生条件 ..... 1

3 楞次定律 ..... 4

4 法拉第电磁感应定律 ..... 8

5 电磁感应规律的应用 ..... 11

6 互感和自感 ..... 15

7 涡流、电磁阻尼和电磁驱动 ..... 18

### 第五章 交变电流

1 交变电流 ..... 23

2 描述交变电流的物理量 ..... 26

3 电感和电容对交变电流的影响  
..... 30

4 变压器 ..... 32

5 电能的输送 ..... 35

### 第六章 传感器

1 传感器及其工作原理 ..... 40

2、3 传感器的应用(一)、(二) ..... 43

4 传感器的应用实验 ..... 46

答案解析 ..... 49

世纪  
金榜

挥舞翅膀, 览尽无限景致  
迈步向前走进梦想的殿堂

www.jb100.com

# 第四章 电磁感应



## 划时代的发现 探究感应电流的产生条件

世纪金榜 www.jb1000.com

### 学习目标定位

瞄准目标 让每一步前行都坚实光彩

1. 知道与电流磁效应和电磁感应现象相关的物理学史，体会人类探究自然规律的科学态度和科学精神。
2. 通过实验，探究和理解感应电流的产生条件。
3. 能够运用感应电流的产生条件判断是否有感应电流产生。

世纪金榜  
www.jb1000.com



### 基础自主梳理

激发求知兴趣 感受自主创新的智慧魅力

#### 一、电磁感应的探索历程

##### 1. “电生磁”的发现

1820 年，丹麦物理学家 \_\_\_\_\_ 发现了电流的磁效应。

##### 2. “磁生电”的发现

1831 年，英国物理学家 \_\_\_\_\_ 发现了电磁感应现象。

##### 3. 法拉第的概括

法拉第把引起电流的原因概括为五类，它们都与 \_\_\_\_\_ 相联系

- (1) 变化的 \_\_\_\_\_
- (2) 在磁场中运动的 \_\_\_\_\_
- (3) 运动的磁铁
- (4) 变化的 \_\_\_\_\_
- (5) 运动的恒定电流

这些现象叫电磁感应，产生的电流叫感应电流。

#### 二、探究电磁感应的产生条件

##### 1. 探究导体棒在磁场中运动是否产生电流(图 4-1-1)

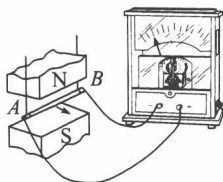


图 4-1-1

| 实验操作       | 实验现象<br>(有无电流) | 分析论证                                              |
|------------|----------------|---------------------------------------------------|
| 导体棒静止      |                | 闭合电路包围的面积 _____ 时，电路中有电流产生；包围的面积 _____ 时，电路中无电流产生 |
| 导体棒平行磁感线运动 |                |                                                   |
| 导体棒切割磁感线运动 |                |                                                   |

##### 2. 探究磁铁在通电螺线管中运动是否产生电流(图 4-1-2)

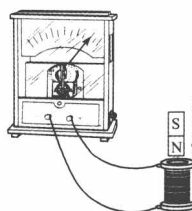


图 4-1-2

| 实验操作      | 实验现象<br>(有无电流) | 分析论证                                            |
|-----------|----------------|-------------------------------------------------|
| N 极插入线圈   |                | 线圈中的磁场 _____ 时，线圈中有感应电流；线圈中的磁场 _____ 时，线圈中无感应电流 |
| N 极停在线圈中  |                |                                                 |
| N 极从线圈中抽出 |                |                                                 |
| S 极插入线圈   |                |                                                 |
| S 极停在线圈中  |                |                                                 |
| S 极从线圈中抽出 |                |                                                 |

##### 3. 模仿法拉第的实验(图 4-1-3)

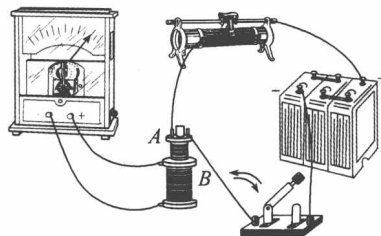


图 4-1-3

| 实验操作                | 实验现象(线圈 B 中有无电流) | 分析论证                                                |
|---------------------|------------------|-----------------------------------------------------|
| 开关闭合瞬间              |                  | 线圈 B 中磁场 _____ 时，线圈 B 中有感应电流；磁场 _____ 时，线圈 B 中无感应电流 |
| 开关断开瞬间              |                  |                                                     |
| 开关保持闭合，滑动变阻器滑片不动    |                  |                                                     |
| 开关保持闭合，迅速移动滑动变阻器的滑片 |                  |                                                     |
|                     |                  |                                                     |

敬请登录: www.jb100.com

社会百科:家庭节电小常识——电冰箱节电:电冰箱应放置在阴凉通风处，决不能靠近热源，以保证散热片很好地散热。使用时，尽量减少开门次数和时间。电冰箱内的食物不要塞得太满，食物之间要留有空隙，以便冷气对流。准备食用的冷冻食物，要提前在冷藏室里慢慢融化，这样可以降低冷藏室温度，节省电能消耗。

**思考讨论** 探究1说明产生感应电流的条件与闭合电路包围的面积有关;探究2、3说明产生感应电流的条件与磁感应强度的变化有关,如何将这两个结论统一起来呢?

### 三、感应电流产生的条件

只要穿过\_\_\_\_\_电路的\_\_\_\_\_发生变化,\_\_\_\_\_电路中就有感应电流。

世纪金榜 www.jb1000.com

### 知能创新导学

对栏设计别具匠心 点点对应环环相扣

#### 名师点拨

#### 典例导悟

#### 一、磁通量的分析、计算

##### 1. 匀强磁场中磁通量的计算

(1)  $B$  与  $S$  垂直时:  $\Phi = B \cdot S$ ,  $B$  指匀强磁场的磁感应强度,  $S$  为线圈的面积。

(2)  $B$  与  $S$  不垂直时:  $\Phi = B \cdot S_{\perp}$ ,  $S_{\perp}$  为线圈在垂直磁场方向上的有效面积,在应用时可将  $S$  分解到与  $B$  垂直的方向上,如图 4-1-4 所示  $\Phi = B \cdot S \sin \theta$ 。

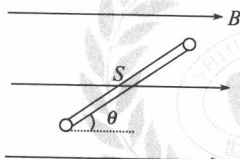


图 4-1-4

(3) 某面积内有不同方向的磁场时

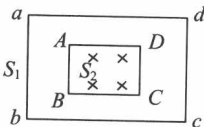
分别计算不同方向的磁场的磁通量,然后规定某个方向的磁通量为正,反方向的磁通量为负,求其代数和。

##### 2. 非匀强磁场中磁通量的分析

条形磁铁、通电导线周围的磁场都是非匀强磁场,通常只对穿过其中的线圈的磁通量进行定性分析,分析时应兼顾磁场强弱、线圈面积和磁场与线圈的夹角等因素,并可充分利用磁感线来判断,即磁通量的大小对应穿过线圈的磁感线的条数,穿过线圈的磁感线的条数变化,则说明磁通量变化。

**特别提醒:** (1) 线圈为多匝时,不影响磁通量的计算,因为穿过线圈的磁感线的条数不受匝数影响。

(2) 若线圈面积  $S_1$  大于磁场区域面积  $S_2$ , 如图,那么  $\Phi = BS$  中的  $S$  应指闭合回路中处于磁场中的那部分有效面积。



#### 二、感应电流有无的判断

感应电流产生的必要条件是穿过闭合电路的磁通量发生变化,所以判断感应电流有无时:

1. 明确电路是否为闭合电路

2. 判断穿过回路的磁通量是否发生变化. 穿过闭合电路的磁通量发生变化,大致有以下几种情况:

(1) 磁感应强度  $B$  不变,线圈面积  $S$  发生变化,例如闭合电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

www.jb1000.com 知识要素图 www.jb1000.com

#### 发现历程

#### 电流的磁效应

#### 电磁感应现象

#### 感应电流

#### 产生条件

**【典例1】**面积为  $S$  的矩形线框  $abcd$  处在磁感应强度为  $B$  的匀强磁场中,磁场方向与线框面成  $\theta$  角(如图 4-1-5),当线框以  $ab$  为轴顺时针旋转  $90^\circ$  时,求穿过  $abcd$  面的磁通量的变化量是多少?

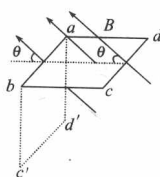


图 4-1-5

**【思路点拨】** 求解此题应把握以下两点:

关键点

- (1) 磁通量的大小由磁感应强度、线框面积及两者夹角三个因素决定。
- (2) 磁通量有正负,其正负取决于磁感线的贯穿方向。

**【规范解答】** 磁通量由磁感应强度矢量在垂直于线框面上的分量决定. 开始时与线框面成  $\theta$  角,磁通量为  $\Phi_1 = BS \sin \theta$ ; 线框面按题意方向转动时,磁通量减少,当转  $90^\circ$  时,磁通量变为“负”值,则  $\Phi_2 = -BS \cos \theta$ . 可见,磁通量的变化量为  $\Delta \Phi = \Phi_2 - \Phi_1 = -BS \cos \theta - BS \sin \theta = -BS(\cos \theta + \sin \theta)$ .

答案:  $-BS(\cos \theta + \sin \theta)$

**【变式训练】** 如图 4-1-6 为一水平放置的条形磁铁,一闭合线框  $abcd$  位于磁铁的左端,线框平面始终与磁铁的上表面垂直,并与磁铁的端面平齐,当线框由图中位置 I 经过位置 II 到达位置 III 时,线框内磁通量变化情况如何?

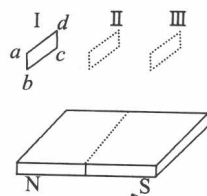


图 4-1-6

**【典例2】**(2010·台州高二检测)如图 4-1-7

所示的匀强磁场中有一个矩形闭合导线框,在下列四种情况下,线框中会产生感应电流的是

- 线框平面始终与磁感线平行,线框在磁场中左右运动
- 线框平面始终与磁感线平行,线框在磁场中上下运动
- 线框绕位于线框平面内且与磁感线垂直的轴线  $AB$  转动
- 线框绕位于线框平面内且与磁感线平行的轴线  $CD$  转动

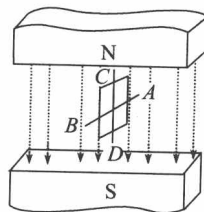


图 4-1-7

转下页左栏

转下页右栏

## ↑ 接上页左栏

管中的电流变化。

(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, 但二者之间的夹角发生变化, 例如线圈在磁场中转动时。

**特别提醒:** 导体切割磁感线不是在导体中产生感应电流的充要条件, 归根结底还得要看穿过闭合电路的磁通量是否发生变化。

## ↑ 接上页右栏

【思路点拨】解答本题时可按以下思路分析:

明确磁感线的分布特点

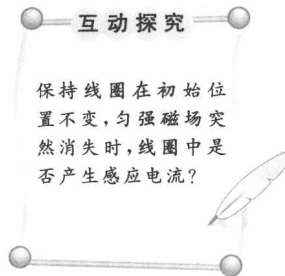
判断磁通量是否变化

判断是否产生感应电流

【自主解答】

## 互动探究

保持线圈在初始位置不变, 匀强磁场突然消失时, 线圈中是否产生感应电流?



## 学业达标训练

夯实基础 沉淀智慧 赢定未来

1. (2010·苍山高二检测) 首先发现电流的磁效应和电磁感应的物理学家分别是 ( )

- A. 安培和法拉第 B. 法拉第和楞次  
C. 奥斯特和安培 D. 奥斯特和法拉第

2. (04410001) 关于电磁感应现象, 下列说法中正确的是 ( )

- A. 只要有磁感线穿过电路, 电路中就有感应电流  
B. 只要闭合电路在做切割磁感线运动, 电路中就有感应电流  
C. 只要穿过闭合电路的磁通量足够大, 电路中就有感应电流  
D. 只要穿过闭合电路的磁通量发生变化, 电路中就有感应电流

3. 如图 4-1-8 所示, 通电螺线管水平固定,  $OO'$  为其轴线,  $a$ 、 $b$ 、 $c$  三点在该轴线上, 在这三点处各放一个完全相同的小圆环, 且各圆环平面垂直于  $OO'$  轴. 则关于这三点的磁感应强度  $B_a$ 、 $B_b$ 、 $B_c$  的大小

图 4-1-8

关系及穿过三个小圆环的磁通量  $\Phi_a$ 、 $\Phi_b$ 、 $\Phi_c$  的大小关系, 下列判断正确的是 ( )

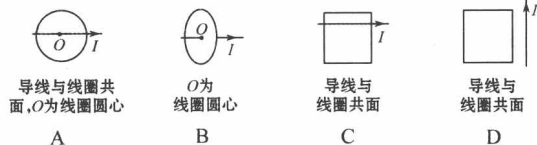
- A.  $B_a = B_b = B_c$ ,  $\Phi_a = \Phi_b = \Phi_c$  B.  $B_a > B_b > B_c$ ,  $\Phi_a < \Phi_b < \Phi_c$   
C.  $B_a > B_b > B_c$ ,  $\Phi_a > \Phi_b > \Phi_c$  D.  $B_a > B_b > B_c$ ,  $\Phi_a = \Phi_b = \Phi_c$

4. 1825 年, 瑞士物理学家德拉里夫的助手科拉顿将一个螺线管与电流计相连. 为了避免强磁性磁铁影响, 他把电流计放在另外一个房间, 当他把磁铁投入螺线管中后, 立即跑到另一个房间去观察, 关于科拉顿进行的实验, 下列说法正确的是 ( )

- A. 在科拉顿整个操作过程中, 电流计不发生偏转  
B. 将磁铁投入螺线管瞬间, 电流计发生偏转, 但科拉顿跑到观察时, 电流计已不再偏转  
C. 科拉顿无法观察到电流计偏转的原因是当时电流计灵敏度不够  
D. 科拉顿无法观察到电流计偏转的原因是导线过长, 电流过小

5. 如图所示, 用导线做成圆形或正方形回路, 这些回路与一直导线构成几种位置组合 (彼此绝缘), 下列组合中, 切断直导线中

的电流时, 闭合回路中会有感应电流产生的是 ( )



6. 某地地磁场磁感应强度  $B$  的水平分量  $B_x = 0.18 \times 10^{-4} \text{ T}$ , 竖直分量  $B_y = 0.54 \times 10^{-4} \text{ T}$ . 求:

- (1) 地磁场  $B$  的大小及它与水平方向的夹角;  
(2) 在水平面内  $2.0 \text{ m}^2$  的面积上通过的地磁场的磁通量  $\Phi$ .

畏惧火花的铁匠不会铸成宝剑, 避忌风浪的水手不能稳住罗盘. 纸上得来终觉浅, 沙场点兵贵躬行。

每道习题都是一个跨越点, 每项训练都是对能力的检验, 认真对待它们吧! 进入“素能综合检测(一)”, 去收获希望, 体验成功!

名师点拨, 在线答疑, 请 E-mail: sjbbwb@163.com 或 登录: <http://www.jb100.com>

## 趣味生活物理

探寻学习乐趣 体悟生活真谛

## 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“阿特兰蒂斯”号航天飞机进行了一次卫星系绳发电实验, 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  $6.5 \times 10^3 \text{ m/s}$ ,从航天飞机上向地心方向发射一颗卫星,携带一根长 20 km 的金属系绳,按设计的要求,产生的电动势可达 2 800 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.



## 楞次定律

世纪金榜 www.jb1000.com

### 学习目标定位

瞄准目标 让每一步前行都坚实光彩

1. 通过实验探究归纳出判断感应电流方向的规律——楞次定律.
2. 正确理解楞次定律的内容及其本质.
3. 能够熟练运用楞次定律和右手定则判断感应电流的方向.

世纪金榜  
www.jb1000.com



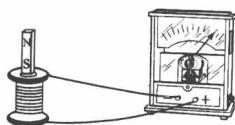
### 基础自主梳理

激发求知兴趣 感受自主创新的智慧魅力

#### 一、探究感应电流的方向

##### 1. 实验探究

将螺线管与电流计组成闭合回路,分别将条形磁铁的 N 极、S 极插入、抽出线圈,如图 4-3-1 所示,记录感应电流的方向如图



实验装置

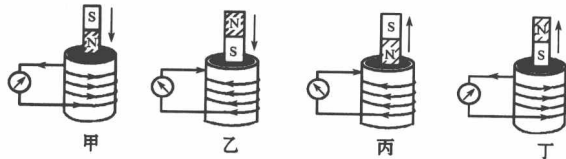


图 4-3-1

##### 2. 分析

##### (1) 线圈内磁通量增加时的情况

| 图号 | 磁场方向 | 感应电流方向(俯视) | 感应电流的磁场方向 | 归纳总结                        |
|----|------|------------|-----------|-----------------------------|
| 甲  |      | 逆时针        |           | 感应电流的磁场<br>_____ 磁通量的<br>增加 |
| 乙  |      | 顺时针        |           |                             |

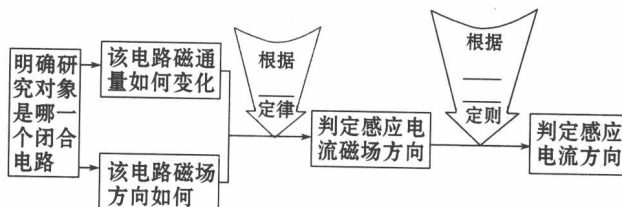
##### (2) 线圈内磁通量减少时的情况

| 图号 | 磁场方向 | 感应电流方向(俯视) | 感应电流的磁场方向 | 归纳总结                        |
|----|------|------------|-----------|-----------------------------|
| 丙  |      | 顺时针        |           | 感应电流的磁场<br>_____ 磁通量的<br>减少 |
| 丁  |      | 逆时针        |           |                             |

**思考讨论** 有同学猜想“感应电流的方向应由引起感应电流的磁场的方向决定”,为验证这一猜想,应将前面的 4 组实验记录如何分组比较? 结论是什么?

#### 二、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引起感应电流的磁通量的\_\_\_\_\_.
2. 运用楞次定律判定感应电流方向的思路



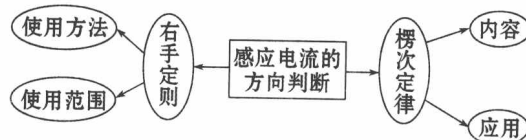
#### 三、右手定则

1. 使用范围:判定闭合电路中的部分导线做\_\_\_\_\_运动时产生的感应电流的方向.
2. 使用方法:伸开右手,使拇指与其余四个手指垂直,并且都与手掌在同一平面内;让磁感线从\_\_\_\_\_进入,并使\_\_\_\_\_指向导线运动的方向,这时\_\_\_\_\_所指的方向就是感应电流的方向.

www.jb100.com

#### 知识要素图

www.jb1000.com



## 知能创新导学

对栏设计别具匠心,点点对应环环相扣

## 名师点拨

## 典例导悟

## 一、楞次定律的理解

## 1. 对楞次定律中“阻碍”的理解

|      |                                                                     |
|------|---------------------------------------------------------------------|
| 谁阻碍谁 | 是感应电流的磁场阻碍引起感应电流的磁场(原磁场)的磁通量的变化                                     |
| 阻碍什么 | 阻碍的是磁通量的变化,而不是阻碍磁通量本身                                               |
| 如何阻碍 | 当原磁场磁通量增加时,感应电流的磁场方向与原磁场的方向相反;当原磁场磁通量减少时,感应电流的磁场方向与原磁场的方向相同,即“增反减同” |
| 结果如何 | 阻碍并不是阻止,只是延缓了磁通量的变化,这种变化将继续进行                                       |

## 2. “阻碍”的表现形式

感应电流的效果总是要反抗(或阻碍)引起感应电流的原因

- (1) 就磁通量而言, 感应电流的磁场总是阻碍原磁场磁通量的变化(增反减同).
- (2) 由于相对运动导致的电磁感应现象, 感应电流的效果阻碍相对运动(来拒去留).
- (3) 电磁感应致使回路面积有变化趋势时, 则面积收缩或扩张是为了阻碍回路磁通量的变化(增缩减扩).

【典例 1】如图 4-3-2 所示, 光滑固定导轨  $M$ 、 $N$  水平放置, 两根导体棒  $P$ 、 $Q$  平行放置于导轨上, 形成一个闭合回路, 一条形磁铁从高处下落接近回路时

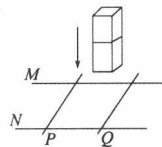


图 4-3-2

- $P$ 、 $Q$  将相互靠拢
- $P$ 、 $Q$  将相互远离
- 磁铁的加速度仍为  $g$
- 磁铁的加速度小于  $g$

【思路点拨】解答本题应把握以下三点:

关键点

- (1) 明确磁铁运动时磁通量的变化情况.
- (2) 闭合回路会改变面积(增缩减扩)以阻碍磁通量变化.
- (3) 感应电流会产生阻碍相对运动的效果以阻碍磁通量变化.

【规范解答】选 A、D. 根据楞次定律, 感应电流的效果总要反抗产生感应电流的原因, 本题中“原因”是回路中磁通量的增加,  $P$ 、 $Q$  通过以下两种方式反抗磁通量的增大: 一是用缩小面积的方式进行反抗; 二是用远离磁铁的方式进行反抗. 根据牛顿第三定律知磁铁受  $P$ 、 $Q$  向上的作用力, 所以,  $P$ 、 $Q$  将相互靠近且磁铁的加速度小于  $g$ , 应选 A、D.

【变式训练】(2010·杭州模拟) 一块铜片置于如图 4-3-3 所示的磁场中, 如果用力把铜片从磁场拉出或把它进一步推入, 则在这两个过程中有关磁场对铜片的作用力, 下列叙述正确的是

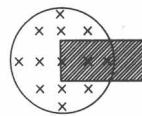


图 4-3-3

- 拉出时是阻力
- 推入时是阻力
- 拉出时不受磁场力
- 推入时不受磁场力

【典例 2】(2009·重庆高考) 如图

4-3-4 为一种早期发电机原理示意图, 该发电机由固定的圆形线圈和一对用铁芯连接的圆柱形磁铁构成, 两磁极相对于线圈平面对称. 在磁极绕转轴匀速转动过程中, 磁极中心在线圈平面上的投影沿圆弧  $XOY$  运动 ( $O$  是线圈中心), 则

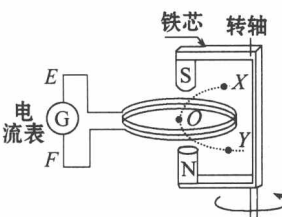


图 4-3-4

- 从  $X$  到  $O$ , 电流由  $E$  经  $G$  流向  $F$ , 先增大再减小
- 从  $X$  到  $O$ , 电流由  $F$  经  $G$  流向  $E$ , 先减小再增大
- 从  $O$  到  $Y$ , 电流由  $F$  经  $G$  流向  $E$ , 先减小再增大
- 从  $O$  到  $Y$ , 电流由  $E$  经  $G$  流向  $F$ , 先增大再减小

【思路点拨】解答本题时可按以下思路分析:



## 二、楞次定律的应用

## 1. 判断感应电流方向

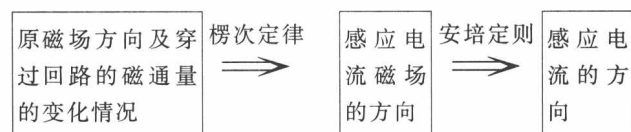
楞次定律可判断各种电磁感应现象中的感应电流方向. 判断感应电流方向时注意的要点可概括为四句话“明确增减和方向, 增反减同莫相忘, 安培定则来判断, 四指环流是流向”.

## 2. 判断原磁场方向及原磁场磁通量变化

由原磁场方向和原磁场磁通量的变化可判断感应电流方向, 反过来也可由感应电流方向判断原磁场方向或原磁场磁通量的变化情况, 即磁通量变化、磁场方向、感应电流方向三个因素, 只要知道了其中任意两个因素, 就可以判定第三个因素.

## 3. 判断回路运动情况及回路面积的变化趋势

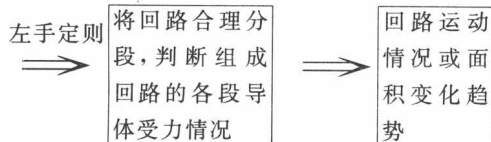
## (1) 一般步骤



转下页左栏

转下页右栏

↑ 接上页左栏



(2)应用楞次定律的广义表述判断

根据“来拒去留”判断回路受力情况,进一步说明其运动情况;根据“增缩减扩”判断回路面积的变化趋势.

**特别提醒:**判断回路面积变化趋势时,若闭合回路所围面积内存在两个方向的磁场,则不宜采用简记口诀判断,应采用第一种方法判断.例如,套在通电螺线管上的回路,在通电螺线管中电流变化时面积的变化趋势,应采用一般步骤判断.

三、楞次定律与右手定则的区别及联系

|      | 楞次定律                           | 右手定则                  |
|------|--------------------------------|-----------------------|
| 研究对象 | 整个闭合回路                         | 闭合回路的一部分,即做切割磁感线运动的导体 |
| 适用范围 | 各种电磁感应现象                       | 只适用于导体在磁场中做切割磁感线运动的情况 |
| 应用   | 用于磁感应强度 $B$ 随时间变化而产生的电磁感应现象较方便 | 用于导体切割磁感线产生电磁感应的现象较方便 |
| 联系   | 右手定则是楞次定律的特例                   |                       |

**特别提醒:**(1)楞次定律判断的电流方向也是电路中感应电动势的方向,右手定则判断的电流方向也是做切割磁感线运动的导体上感应电动势的方向.若电路是开路,可假设电路闭合,应用楞次定律或右手定则确定电路中假想电流的方向即为感应电动势的方向.

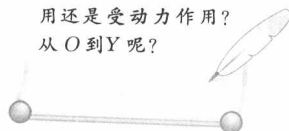
(2)在分析电磁感应现象中电势高低时,一定要明确产生感应电动势的那部分电路就是电源.在电源内部,电流方向从低电势处流向高电势处.

↑ 接上页右栏

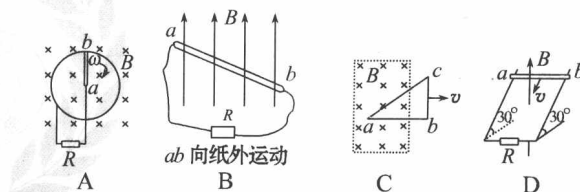
【自主解答】

互动探究

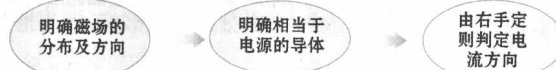
磁极从  $X$  到  $O$  过程中,由于感应电流的效果,磁极受阻力作用还是受动力作用?从  $O$  到  $Y$  呢?



**【典例3】**如图表示闭合电路中的一部分导体  $ab$  在磁场中做切割磁感线运动的情景,分析各图中感应电流的方向.



**【思路点拨】**解答本题时可按以下思路分析:



**【规范解答】**以上四图都属于闭合电路的一部分导体切割磁感线,应用右手定则判断可得:A中电流由  $a \rightarrow b$ ,B中电流由  $b \rightarrow a$ ,C中电流沿  $a \rightarrow c \rightarrow b \rightarrow a$  方向,D中电流由  $b \rightarrow a$ .

答案:A: $a \rightarrow b$  B: $b \rightarrow a$  C: $a \rightarrow c \rightarrow b \rightarrow a$  D: $b \rightarrow a$

**【变式训练】**如图4-3-5所示,一均匀的扁平条形磁铁的轴线与圆形线圈在同一平面内,磁铁中心与圆心重合,为了在磁铁开始运动时在线圈中得到逆时针方向的感应电流,磁铁的运动方式应是 ( )

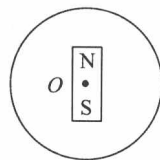


图4-3-5

- A. N极向纸内,S极向纸外,使磁铁绕  $O$  点转动  
B. N极向纸外,S极向纸内,使磁铁绕  $O$  点转动  
C. 磁铁在线圈平面内顺时针转动  
D. 磁铁在线圈平面内逆时针转动



学业达标训练

夯实基础 沉淀智慧 赢定未来

1. 在电磁感应现象中,下列说法正确的是 ( )  
A. 感应电流的磁场总是阻碍引起感应电流原磁场的磁通量的变化  
B. 感应电流的磁场方向总是与引起感应电流的磁场方向相反

- C. 感应电流的磁场总是阻碍引起感应电流原磁场的磁通量  
D. 感应电流的磁场阻止了引起感应电流原磁场磁通量的变化  
2. 电阻  $R$ 、电容器  $C$  与一个线圈连成闭合回路,条形磁铁静止在线圈的正上方,N极朝下,如图4-3-6所示,现使磁铁开始自由下落,在N极接近线圈上端过程中,流过  $R$  的电流方向和电容器极板的带电情况是 ( )

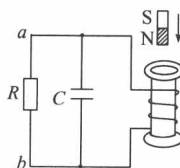


图4-3-6

- A. 从  $a$  到  $b$ , 上极板带正电  
B. 从  $a$  到  $b$ , 下极板带正电  
C. 从  $b$  到  $a$ , 上极板带正电  
D. 从  $b$  到  $a$ , 下极板带正电

3. (2009·浙江高考) 如图 4-3-7 所示, 在磁感应强度大小为  $B$ 、方向竖直向上的匀强磁场中, 有一质量为  $m$ 、阻值为  $R$  的闭合矩形金属线框  $abcd$  用绝缘轻质细杆悬挂在  $O$  点, 并可绕  $O$  点摆动. 金属线框从右侧某一位置由静止开始释放, 在摆动到左侧最高点的过程中, 细杆和金属线框平面始终处于同一平面, 且垂直纸面. 则线框中感应电流的方向是 ( )

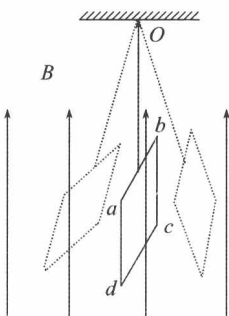


图 4-3-7

- A.  $a \rightarrow b \rightarrow c \rightarrow d \rightarrow a$   
B.  $d \rightarrow c \rightarrow b \rightarrow a \rightarrow d$   
C. 先是  $d \rightarrow c \rightarrow b \rightarrow a \rightarrow d$ , 后是  $a \rightarrow b \rightarrow c \rightarrow d \rightarrow a$   
D. 先是  $a \rightarrow b \rightarrow c \rightarrow d \rightarrow a$ , 后是  $d \rightarrow c \rightarrow b \rightarrow a \rightarrow d$

4. (04410002) 信用卡的磁条中有一个个连续的相反极性的磁化区如图 4-3-8. 刷卡时, 当磁条以某一速度拉过信用卡阅读器的检测头时, 在检测

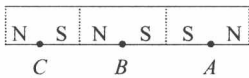


图 4-3-8

- 头的线圈中产生感应电流, 那么下列说法正确的是 ( )  
A. A、B、C 三位置经过检测头时, 线圈中有感应电流产生  
B. A、B、C 三位置经过检测头时, 线圈中无感应电流产生  
C. A、C 两位置经过检测头时, 线圈中感应电流方向相同  
D. A、C 两位置经过检测头时, 线圈中感应电流方向相反

5. 在图 4-3-9 中,  $MN$  为一根固定的通有恒定电流  $I$  的长直导线, 导线框  $abcd$  与  $MN$  在同一竖直平面内(彼此绝缘), 当导线框以竖直向下的速度  $v$  经过图示位置时, 线框中感应电流方向如何?

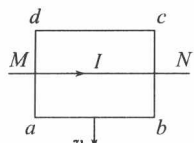


图 4-3-9

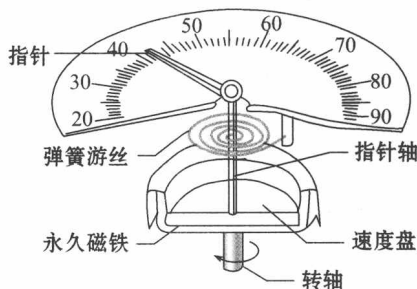


## 趣味生活物理

探寻学习乐趣 体悟生活真谛

### 电磁感应原理与汽车速度计

速度计的内部结构如图 4-3-10(a) 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.



(a)



(b)

汽车速度计的结构示意图

图 4-3-10

永久磁铁的磁感线一部分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. 根据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.

WENXINTISHI

**温馨提示** → 赶快在演练中查漏补缺, 从实践中获取真知. 请使用“素能综合检测(二)”一展身手吧!

名师点拨, 在线答疑, 请E-mail: sjbbwb@163.com或登录: <http://www.jb100.com>

4

## 法拉第电磁感应定律

世纪金榜 www.jb1000.com

### 学习目标定位

瞄准目标 让每一步前行都坚实光彩

1. 理解感应电动势的概念.
2. 理解和掌握确定感应电动势大小的一般规律——法拉第电磁感应定律,并能够运用法拉第电磁感应定律定量计算感应电动势的大小.
3. 能够运用  $E=Blv$  或  $E=Blv\sin\theta$  计算导体切割磁感线时的感应电动势.
4. 知道反电动势的定义和作用.

世纪金榜  
www.jb1000.com

### 基础自主梳理

激发求知兴趣 感受自主创新的智慧魅力

#### 一、电磁感应定律

##### 1. 感应电动势

- (1) 在 \_\_\_\_\_ 现象中产生的电动势.
- (2) 产生感应电动势的那部分导体相当于 \_\_\_\_\_.

##### 2. 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 \_\_\_\_\_ 成正比.
- (2) 表达式:  $E=$  \_\_\_\_\_ (单匝线圈),  $E=$  \_\_\_\_\_ (多匝线圈).

**思考讨论** 闭合电路置于磁场中,电路所在平面与磁场方向垂直,那么,当磁感应强度很大时,感应电动势可能为零吗?当磁感应强度为零时,感应电动势可能很大吗?

#### 二、导体切割磁感线时的感应电动势

1. 磁场方向、导体棒与导体棒运动方向三者两两垂直时,  $E=$  \_\_\_\_\_.
2. 导体棒与磁场方向垂直,导体棒运动方向与导体本身垂直,但与磁场方向夹角为  $\theta$  时,  $E=$  \_\_\_\_\_.

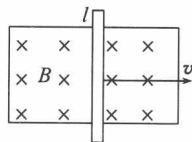


图 4-4-1

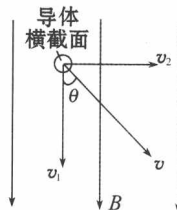
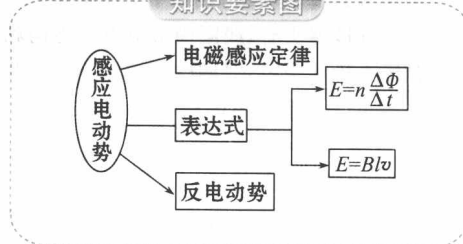


图 4-4-2

#### 三、反电动势

1. 定义: 电动机转动时,由于切割磁感线,线圈中产生的 \_\_\_\_\_ 电源电动势作用的电动势.
2. 作用: \_\_\_\_\_ 线圈的转动.

www.jb100.com 知识要素图 www.jb1000.com



世纪金榜 www.jb1000.com

### 知能创新导学

对栏设计别具匠心 点对点应环环相扣

#### 名师点拨

#### 典例导悟

#### 一、磁通量 $\Phi$ , 磁通量的变化量 $\Delta\Phi$ , 磁通量的变化率

$\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$  的比较

| 物理量                  | 单位 | 物理意义                      | 计算公式                           |
|----------------------|----|---------------------------|--------------------------------|
| 磁通量 $\Phi$           | Wb | 表示某时刻或某位置时穿过某一面积的磁感线条数的多少 | $\Phi = B \cdot S_{\perp}$     |
| 磁通量的变化量 $\Delta\Phi$ | Wb | 表示在某一过程中穿过某一面积的磁通量变化的多少   | $\Delta\Phi = \Phi_2 - \Phi_1$ |

【典例1】下列说法正确的是

- 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,线圈中产生的感应电动势一定越大
- C. 线圈处在磁场越强的位置,线圈中产生的感应电动势一定越大
- D. 线圈中磁通量变化得越快,线圈中产生的感应电动势越大

【思路点拨】正确理解决定感应电动势大小的因素是磁通量的变化率,这是分析本题的关键.

【规范解答】选 D. 线圈中产生的感应电动势  $E = n \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ , 即  $E$  与

$\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$  成正比,与  $\Phi$  或  $\Delta\Phi$  的大小无直接关系. 磁通量变化越快,即  $\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$  越大,产生的感应电动势越大,故只有 D 正确.

转下页左栏

转下页右栏

## ↑ 接上页左栏

|                                           |      |                           |                                                                                                                                  |
|-------------------------------------------|------|---------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 磁通量的<br>变化率 $\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ | Wb/s | 表示穿过某一面积的<br>磁通量变化的快<br>慢 | $\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = \begin{cases} B \cdot \frac{\Delta S}{\Delta t} \\ \frac{\Delta B}{\Delta t} \cdot S \end{cases}$ |
|-------------------------------------------|------|---------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

**特别提醒:** (1)  $\Phi$ 、 $\Delta\Phi$ 、 $\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$  均与线圈匝数无关。

(2) 磁通量和磁通量的变化率的大小没有直接关系,  $\Phi$  很大时,  $\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$  可能很小, 也可能很大;  $\Phi=0$  时,  $\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$  可能不为零。

二、公式  $E=n\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$  与  $E=Blv\sin\theta$  的对比理解

公式  $E=n\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$  与  $E=Blv\sin\theta$  的对比

|    |      | $E=n\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$                                                        | $E=Blv\sin\theta$        |
|----|------|-----------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|
| 区别 | 研究对象 | 整个闭合回路                                                                                  | 回路中做切割磁感线运动的那部分导体        |
|    | 适用范围 | 各种电磁感应现象                                                                                | 只适用于导体切割磁感线运动的情况         |
|    | 计算结果 | 求得的是 $\Delta t$ 内的平均感应电动势                                                               | 求得的是某一时刻的瞬时感应电动势         |
|    | 适用情景 | 用于磁感应强度 $B$ 变化所产生的电磁感应现象(磁场变化型)                                                         | 用于导体切割磁感线所产生的电磁感应现象(切割型) |
| 联系 |      | $E=Blv\sin\theta$ 是由 $E=n\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ 在一定条件下推导出来的, 该公式可看做法拉第电磁感应定律的一个推论 |                          |

**特别提醒:** 若磁场本身在变化的同时, 电路中还有一部分导体切割磁感线运动, 则上述两种情况都同时存在, 应分别分析, 总电动势等于感生电动势和动生电动势的和或差。

## 三、电磁感应现象中的电路问题

## 1. 分析思路

在电磁感应现象中, 切割磁感线的导体或磁通量发生变化的回路将产生感应电动势。若回路闭合, 则产生感应电流, 感应电流引起热效应等, 所以电磁感应问题常与电路知识综合考查。解决与电路相联系的电磁感应问题的基本方法是:

(1) 明确哪部分导体或电路产生感应电动势, 该导体或电路就是电源, 其他部分是外电路。

(2) 用法拉第电磁感应定律确定感应电动势的大小, 用楞次定律确定感应电动势的方向。

(3) 画等效电路图。分清内外电路, 画出等效电路图是解决此类问题的关键。

## ↑ 接上页右栏

**【变式训练】** 穿过单匝闭合线圈的磁通量每秒钟均匀地增大 2 Wb, 则 ( )

- A. 线圈中的感应电动势将均匀增大  
B. 线圈中的感应电流将均匀增大  
C. 线圈中的感应电动势将保持 2 V 不变  
D. 线圈中的感应电流将保持 2 A 不变

**【典例 2】** (2010·长春外国语学校高二检测) 一根导体棒  $ab$  在水平方向的匀强磁场中自由下落, 并始终保持水平方向且与磁场方向垂直。如图 4-4-3 所示, 则有

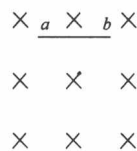


图 4-4-3

- A.  $U_{ab}=0$   
B.  $U_a > U_b$ ,  $U_{ab}$  保持不变  
C.  $U_a \geq U_b$ ,  $U_{ab}$  越来越大  
D.  $U_a < U_b$ ,  $U_{ab}$  越来越大

**【思路点拨】** 导体切割磁感线时, 感应电动势的方向、大小分别由右手定则和  $E=Blv$  确定。

**【规范解答】** 选 D.  $ab$  棒向下运动时, 可由右手定则判断感应电动势方向为  $a \rightarrow b$ , 所以  $U_b > U_a$ , 由  $U_{ab} = E = Blv$  及棒自由下落时  $v$  越来越大, 可知  $U_{ab}$  越来越大, D 项正确。

**【变式训练】** 如图 4-4-4 所示, 长为  $L$  的导线悬挂一小球, 在竖直向上的匀强磁场中做圆锥摆运动, 圆锥的偏角为  $\theta$ , 摆球的角速度为  $\omega$ , 磁感应强度为  $B$ , 则金属导线中产生的感应电动势大小是多少?

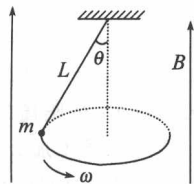
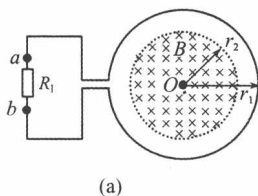
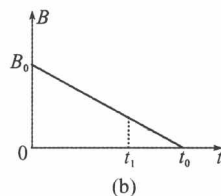


图 4-4-4

**【典例 3】** (2009·广东高考) 如图 4-4-5(a) 所示, 一个电阻值为  $R$ , 匝数为  $n$  的圆形金属线圈与阻值为  $2R$  的电阻  $R_1$  连接成闭合回路。线圈的半径为  $r_1$ 。在线圈内半径为  $r_2$  的圆形区域内存在垂直于线圈平面向里的匀强磁场, 磁感应强度  $B$  随时间  $t$  变化的关系图线如图(b)所示。图线与横、纵轴的截距分别为  $t_0$  和  $B_0$ 。导线的电阻不计。



(a)



(b)

图 4-4-5

## ↓ 转下页左栏

## ↓ 转下页右栏

↑ 接上页左栏

(4)运用闭合电路欧姆定律、串并联电路特点、电功率、电热等公式联立求解。

2. 一个常用的结论

电磁感应现象中通过闭合电路某截面的电量  $q = \bar{I} \Delta t$ , 而  $\bar{I} = \frac{\bar{E}}{R} = n \frac{\Delta \Phi}{\Delta t R}$ , 则  $q = n \frac{\Delta \Phi}{R}$ , 所以  $q$  只和线圈匝数、磁通量变化量  $\Delta \Phi$  及总电阻有关, 与完成该过程需要的时间无关。

**特别提醒:** (1)求解电路问题首先要找出电源, 确定内电路和外电路, 解题时不能忽略内阻。

(2)求解电路中通过的电荷量, 一定要用平均电动势和平均电流计算。

↑ 接上页右栏

求 0 至  $t_1$  时间内

(1)通过电阻  $R_1$  上的电流大小和方向;

(2)通过电阻  $R_1$  上的电量  $q$  及电阻  $R_1$  上产生的热量。

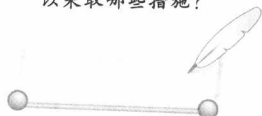
**【思路点拨】**解答本题时可按以下思路分析:

磁感应强度变化率    感应电动势    感应电流    通过电阻  $R_1$  的电量    电阻  $R_1$  上产生的热量

**【自主解答】**

互动探究

若要增大线圈中的感应电动势, 可以采取哪些措施?



学业达标训练

夯实基础 沉淀智慧 赢定未来

1. 一根直导线长 0.1 m, 在磁感应强度为 0.1 T 的匀强磁场中以 10 m/s 的速度匀速运动, 则导线中产生的感应电动势的说法错误的是 ( )

- A. 一定为 0.1 V                      B. 可能为零  
C. 可能为 0.01 V                      D. 最大值为 0.1 V

2. (2009·浏阳高二检测) 穿过一个单匝线圈的磁通量始终为每秒均匀地增加 2 Wb, 则 ( )

- A. 线圈中的感应电动势每秒增加 2 V  
B. 线圈中的感应电动势每秒减小 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

3. 无线电力传输目前取得重大突破, 在日本展出了一种非接触式电源供应系统. 这种系统基于电磁感应原理可无线传输电力. 两个感应线圈可以放置在左右相邻或上下相对的位置, 原理示意图如图 4-4-6 所示. 下列说法正确的是 ( )

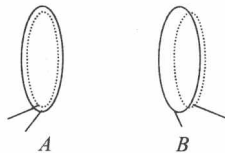


图 4-4-6

- A. 若 A 线圈中输入电流, B 线圈中就会产生感应电动势  
B. 只有 A 线圈中输入变化的电流, B 线圈中才会产生感应电动势  
C. A 中电流越大, B 中感应电动势越大  
D. A 中电流变化越快, B 中感应电动势越大

4. (04410003) 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, 磁场方向垂直纸面, 磁感应强度的大小随时间变化的规律如图 4-4-7 所示, 由图可知 ( )

- A. 在开始 2 s 内穿过线圈的磁通量的变化率等于 0.08 Wb/s

B. 在开始 2 s 内穿过线圈的磁通量的变化量等于零

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 末线圈中的感应电动势等于零

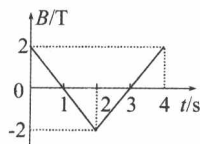


图 4-4-7

5. 有  $N$  匝面积为  $S = 100 \text{ cm}^2$  的金属环, 电阻为  $R = 0.1 \Omega$ , 环中磁场的变化规律如图 4-4-8 所示, 且磁场方向垂直于环向里, 在  $t_1$  到  $t_2$  时间内, 通过金属环的电荷量是多少?

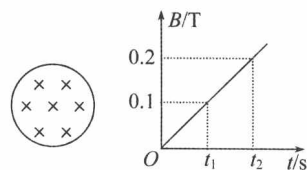


图 4-4-8

WENXINTISHI

**温馨提示** → 赶快在演练中查漏补缺, 从实践中获取真知. 请使用“素能综合检测(三)”一展身手吧!

名师点拨, 在线答疑, 请 E-mail: sjjbbwb@163.com 或登录: <http://www.jb100.com>



## 趣味生活物理

探寻学习乐趣 体悟生活真谛

## 电脑笔

我们通常用键盘向计算机输入文字,20世纪末,语音输入、手写输入等技术已经进入了实用阶段。电脑笔就是手写输入技术方面的最先进产品。

手写输入设备一般分为手写板与手写笔两个部分。

电磁板是目前最为先进的手写板,这种手写板的表面有一块电路板。当电路通电之后,便会在手写板上产生一定范围内产生一个磁场。同时,手写笔的笔尖也存在着相应的磁场。电磁感应的非接触性,使得在输入时笔尖没接触到手写板也可以定位。当笔尖接触到手写板时,计算机软件就自动进行识别,达到手写输入的目的。

目前,我国已成功研制出不用手写板的电脑笔。它就像一支普通的钢笔,用墨水在纸上写字,但所写的字同时输入了电脑。使用电脑笔的感觉将更加接近于使用普通的笔。



## 电磁感应规律的应用

世纪金榜 www.jb1000.com

## 学习目标定位

瞄准目标 让每一步前行都坚实光彩

1. 知道感生电动势、动生电动势的概念。知道产生感生电动势的非静电力是感生电场的作用。产生动生电动势的非静电力与洛伦兹力有关。
2. 会用楞次定律判断感生电场的方向,用左手定则判断洛伦兹力的方向。
3. 知道电磁感应现象遵守能量守恒定律。



世纪金榜 www.jb1000.com

## 知能创新导学

对栏设计别具匠心 点点对应环环相扣

## 名师点拨

## 典例导悟

## 一、感生电动势与动生电动势的理解

## 1. 对感生电场的理解

19世纪60年代,英国物理学家麦克斯韦在他的电磁理论中指出:变化的磁场能在周围空间激发电场,这种电场叫感生电场。

- (1) 感生电场是一种涡旋电场,电场线是闭合的。
- (2) 感生电场的产生跟空间中是否存在闭合电路无关。
- (3) 感生电场的方向根据闭合电路(或假想的闭合电路)中感应电流的方向确定。

## 2. 对动生电动势中电荷所受洛伦兹力的理解

(1) 运动导体中的自由电子,不仅随导体以速度  $v$  运动,而且还沿导体以速度  $u$  做定向移动,如图 4-5-1 所示。因此,导体中的

转下页左栏



## 一、电磁感应现象中的感生电场

感生电场:  
磁场  
时在空间激发的一种电场

(1) 感生电动势: 由 \_\_\_\_\_ 产生的感应电动势。

(2) 感生电动势中的“非静电力”: \_\_\_\_\_ 对自由电荷的作用。

(3) 感生电场的方向: 与所产生的 \_\_\_\_\_ 方向相同, 可根据楞次定律和右手定则判断。

**思考讨论** 存在闭合环形电路的空间,变化的磁场周围存在感生电场,回路中产生感应电流,那么不存在闭合环形电路的空间,变化的磁场周围是否仍然产生感生电场?

## 二、电磁感应现象中的洛伦兹力

1. 动生电动势: 由于 \_\_\_\_\_ 而产生的感应电动势。
2. 动生电动势中的“非静电力”: 自由电荷因随导体棒运动而受到 \_\_\_\_\_, 非静电力与 \_\_\_\_\_ 有关。
3. 动生电动势中的功能关系: 闭合回路中, 导体棒做切割磁感线运动时, 克服 \_\_\_\_\_ 力做功, 其他形式的能转化为 \_\_\_\_\_。

www.jb100.com

知识要素图

www.jb1000.com



**【典例 1】**内壁光滑、水平放置的玻璃圆环内,有一直径略小于圆环直径的带正电的小球,以速率  $v_0$  沿逆时针方向匀速转动,若在此空间突然加上方向竖直向上、磁感应强度  $B$  随时间成正比例增加的变化磁场。设运动过程中小球带电荷量不变,那么(如图 4-5-2 所示)

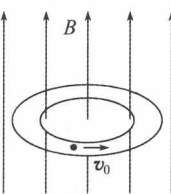


图 4-5-2

- A. 小球对玻璃圆环的压力一定不断增大
- B. 小球所受的磁场力一定不断增大
- C. 小球先沿逆时针方向减速运动,之后沿顺时针方向加速运动
- D. 磁场力对小球一直不做功

转下页右栏



### ↑ 接上页左栏

电子的合速度  $v_{\text{合}}$  等于  $v$  和  $u$  的矢量和,所以电子受到的洛伦兹力为  $F_{\text{合}} = ev_{\text{合}} B$ ,  $F_{\text{合}}$  与合速度  $v_{\text{合}}$  垂直。

(2) 从做功角度分析,由于  $F_{\text{合}}$  与  $v_{\text{合}}$  垂直,它对电子不做功,更具体地说,  $F_{\text{合}}$  的一个分量是  $F_1 = evB$ , 这个分力做功,产生动生电动势。  $F_{\text{合}}$  的另一个分量是  $F_2 = euB$ , 阻碍导体运动,做负功。可以证明两个分力  $F_1$  和  $F_2$  所做功的代数和为零。结果仍然是洛伦兹力并不提供能量,而只是起传递能量的作用,即外力克服洛伦兹力的一个分力  $F_2$  所做的功通过另一个分力  $F_1$  转化为能量。

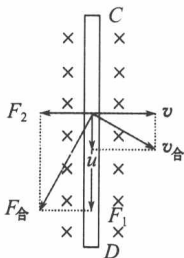


图 4-5-1

### 3. 感生电动势与动生电动势的对比

|             | 感生电动势                                     | 动生电动势                                                                    |
|-------------|-------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|
| 产生原因        | 磁场的变化                                     | 导体做切割磁感线运动                                                               |
| 移动电荷的非静电力   | 感生电场对自由电荷的电场力                             | 导体中自由电荷所受洛伦兹力沿导体方向的分力                                                    |
| 回路中相当于电源的部分 | 处于变化磁场中的线圈部分                              | 做切割磁感线运动的导体                                                              |
| 方向判断方法      | 由楞次定律判断                                   | 通常由右手定则判断,也可由楞次定律判断                                                      |
| 大小计算方法      | 由 $E = n \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$ 计算 | 通常由 $E = Blv \sin \theta$ 计算,也可由 $E = n \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$ 计算 |

**特别提醒:** 有些情况下,动生电动势和感生电动势具有相对性。例如,将条形磁铁插入线圈中,如果在相对磁铁静止的参考系内观察,线圈运动,产生的是动生电动势;如果在相对线圈静止的参考系中观察,线圈中磁场变化,产生感生电动势。

## 二、电磁感应现象中的能量转化与守恒

### 1. 电磁感应现象中的能量转化

(1) 与感生电动势有关的电磁感应现象中,磁场能转化为电能,若电路是纯电阻电路,转化过来的电能将全部转化为电阻的内能。

(2) 与动生电动势有关的电磁感应现象中,通过克服安培力做功,把机械能或其他形式的能转化为电能。克服安培力做多少功,就产生多少电能。若电路是纯电阻电路,转化过来的电能也将全部转化为电阻的内能。

### ↑ 接上页右栏

**【思路点拨】** 解答本题时可按以下思路分析:

磁场变化

感生电场方向

小球受力方向

小球运动情况

**【规范解答】** 选 C、D。变化的磁场将产生感生电场,这种感生电场由于其电场线是闭合的,也称为涡旋电场,其场强方向可借助电磁感应现象中感应电流方向的判定方法,使用楞次定律判断。当磁场增强时,会产生顺时针方向的涡旋电场,电场力先对小球做负功使其速度减为零,后对小球做正功使其沿顺时针方向做加速运动,所以 C 正确;磁场力始终与小球运动方向垂直,因此始终对小球不做功, D 正确;小球在水平面内沿半径方向受两个力作用:环的压力  $F_N$  和磁场的洛伦兹力  $F$ , 这两个力的合力充当小球做圆周运动的向心力,其中  $F = Bqv$ , 磁场在增强,球速先减小,后增大,所以洛伦兹力不一定总在增大;向心力  $F_{\text{向}} = m \frac{v^2}{r}$ , 其大小随速度先减小后增大,因此压力  $F_N$  也不一定始终增大。故正确答案为 C、D。

**【变式训练】** 在竖直向上的匀强磁场中,水平放置一个不变形的单匝金属圆线圈,规定线圈中感应电流的正方向如图 4-5-3 甲所示,当磁场的磁感应强度  $B$  随时间  $t$  发生如图乙所示变化时,下图中正确表示线圈中感应电动势  $E$  变化的是 ( )

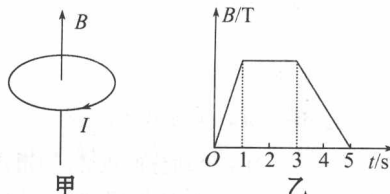
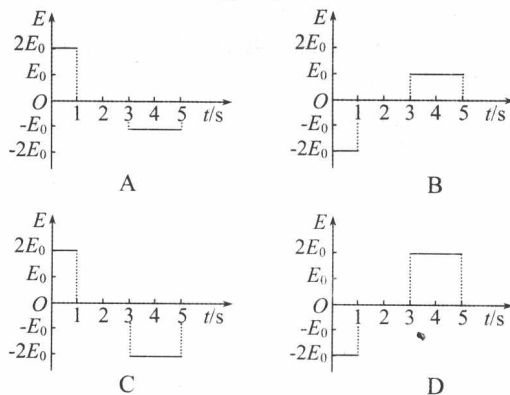


图 4-5-3



**【典例 2】** (2008·山东高考) 两根足够长的光滑导轨竖直放置, 间距为  $L$ , 底端接阻值为  $R$  的电阻。将质量为  $m$  的金属棒悬挂在一个固定的轻弹簧下端, 金属棒和导轨接触良好, 导轨所在平面与磁感应强度为  $B$  的匀强磁场垂直, 如图 4-5-4 所示。除电阻  $R$  外其余电阻不计。现将金属棒从弹簧原长位置由静止释放, 则

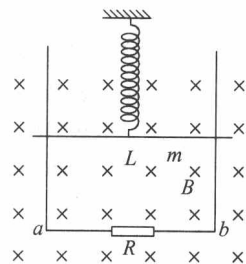


图 4-5-4

### ↓ 转下页左栏

### ↓ 转下页右栏