# 第十一章 电磁感应 电磁波

## 本章学习提要

1．电磁感应现象及感应电流产生的条件。

2．判断导体切割磁感线时感应电流的方向——右手定则。

3．电磁场、电磁波及其应用。

4．法拉第和麦克斯韦的科学贡献。

本章教材从法拉第实验开始，通过实验证实了“磁能生电”的重要结论。本章重点是判断产生感应电流的条件；难点是在具体情景中判断能否产生电磁感应现象。在学习过程中，要学会自主学习，从而让你获得学习的乐趣，了解电磁波在现代社会生活中的重要意义。

# A 电磁感应现象

## 一、学习要求

知道电磁感应现象的发现过程，会解释日常生活中的电磁感应问题。理解感应电流产生的条件。学会用实验探究电磁感应现象的方法。在学习法拉第发现的电磁感应现象的同时，进一步体会人类探索自然规律的科学态度和科学精神。

## 二、要点辨析

### 1．磁通量变化的判断

当穿过闭合线圈的磁通量发生变化时，闭合电路中就有感应电流产生。当线圈平面跟磁场方向垂直时，由于磁通量*Φ* = *BS*，在*B*、*S*中只要有一个量发生变化，磁通量*Φ*就会发生变化。例如，磁感应强度*B*尽管没有变化，线圈面积*S*的改变也会使磁通量发生变化，从而产生感应电流。判断穿过线圈中磁通量的变化情况，有时单靠平面图反映不出来，这时可以再画一个立体图、侧视图或俯视图，就能看清闭合线圈在磁场中位置的变化等情况，因而便于判断磁通量是否变化以及怎样变化。

### 2．产生感应电流的条件

产生感应电流的条件有两个：①电路是闭合的；②穿过闭合电路的磁通量发生变化。如果缺少一个条件，就不会有感应电流产生。

### 3、偶然发现寓必然之中

为了证实“磁能生电”的设想，法拉第经过了十年漫长的探索，终于在1831年8月29日这天发现了电磁感应现象。可见科学研究没有捷径可走，更不是靠“运气”，看似偶然的发现，实质上它是包含在必然之中的。这既是一种思想方法，又是一种积极的科学态度。

## 三、例题分析

**［例1］**如图（a）所示，竖直放置的长直导线MN中通以恒定电流，矩形金属线框abcd跟导线在同一平面里。在下列情况中，线框中能产生感应电流的是（ ）。



（A）导线中电流增大 （B）线框向右平动

（C）线框向下平动 （D）线框以ab边为轴转动

（E）线框以直导线为轴转动

**［分析］**穿过闭合回路中的磁通量发生变化，就会有感应电流产生。分析磁通量是否变化，关键是分清磁感线疏密变化及磁感线方向的变化。选项（A）中，导线中电流增大，穿过矩形线框的磁通量增强，产生感应电流；选项（B）中，穿过矩形线框的磁通量减小[图（b）]，会产生感应电流；选项（C）中，穿过矩形线框的磁通量不变，故没有感应电流；选项（D）中，穿过矩形线框的磁通量发生变化，也会产生感应电流；选项（E）中，穿过矩形线框的磁通量不变[俯视图（c）]，没有感应电流。

**［解答］**能产生感应电流的是（A）、（B）、（D）三种情况。

**［例2］**如图所示，将一个金属线环在匀强磁场中捏成一个“8”字型（上、下两个圆半径相等），在这过程中，是否有感应电流产生？为什么？

**［分析］**将圆环捏成“8”字形，导线围成的面积的变化量Δ*S* = *S*0－*S*8 = π*R*2－2π（）2＞0，即面积*S*减小。因为*Φ* = *BS*（*B*⊥*S*），所以*Φ*减小，产生感应电流。

**［解答］**因线圈面积减小，穿过闭合回路的磁通量发生变化，所以有感应电流产生。

## 四、基本训练

### A组

1. 如图所示，条形磁铁向螺线管靠近，灵敏电流计的指针会偏转吗？为什么？



1. 如图所示，在磁场中有一个闭合的弹簧线圈。先把线圈撑开［图（a）］，然后放手，让线圈收缩［图（b）］。线圈收缩的过程中有感应电流产生吗？为什么？
2. 如图所示，在一通电的长直导线旁有大小相同的四个金属线框A、B、C、D。分析下列各种情况下，线框中有没有感应电流产生？

（1）线框A向下运动：\_\_\_\_\_\_\_。

（2）线框B绕轴转动：\_\_\_\_\_\_\_\_\_。

（3）线框C面积缩小到一半：\_\_\_\_\_\_\_。

（4）线框D向右运动：\_\_\_\_\_\_。

1. 自行车发电机的结构如图所示，它有一块永久磁铁，置于绕有线圈的］形软铁芯内。当自行车轮转动时，通过摩擦带动磁铁转动。你能解释这个装置为什么可以对车灯供电的原理吗？

 

1. 某一实验装置如图所示，在铁芯P上绕着两个线圈A和B，如果线圈A中电流*I*和时间*t*的关系有图中的四种情况，那么在*t*1～*t*2这段时间内，下列四种情况在线圈B中观察不到感应电流的是（ ）。



1. ［小实验］微弱的地磁场变化能产生感应电流吗？

如图所示，在教室门的四角分别钉上小木桩，用直径为0.3～1.0 mm的绝缘导线，沿门框边缘绕15～20圈，做成一个矩形线圈，其两端接灵敏电流计（50 mA）。握住门把手转动教室门时，观察灵敏电流计的指针是否摆动？为什么？

### B组

1. 如图所示，在口字形铁芯上绕有一组线圈，与滑动变阻器、电源构成闭合电路。假定通电线圈产生磁场的磁感线全部集中在铁芯中，在滑动变阻器的滑动触头左、右滑动时，a、b两个闭合圆环中（ ）。

（A）a环能产生感应电流

（B）b环能产生感应电流

（C）a、b两环都能产生感应电流

（D）a、b两环都不能产生感应电流

1. 如图所示，半径为*a*的圆形区域内有方向垂直于纸面向里的匀强磁场；半径为*b*的金属圆环与磁场同心地放置，磁场方向与环面垂直。金属环上接有两只相同的小灯泡L1和L2。铜棒MN与金属环接触良好。若铜棒MN以一定速率向右匀速滑动。因为\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_，小灯泡\_\_\_\_\_\_\_\_（选填“会”或“不会”）发光；如果撤去铜棒，将右面的半个金属环OL2Oʹ以OOʹ为轴向上翻转90°的过程中，因为\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_，小灯泡\_\_\_\_\_\_\_\_（选填“会”或“不会”）发光。
2. 如图所示是常用的一种延时继电器示意图，图中的S2是常闭的。当开关S1闭合时，电磁铁F将衔铁D吸下，C工作电路接通。当S1断开时，由于电磁感应作用，D将延迟一段时间才被释放，延时继电器就是这样得名的。你能说明“延时”的原因吗？
3. 宇航员飞到某一个不熟悉的行星上，他们想用一只灵敏电流计和一个线圈来探测一下行星周围是否有磁场，应当怎样做这个实验？写出实验原理及方法。
4. ［小实验］探测地磁场

（1）应用如下实验器材：灵敏电流计、长约15m的铜芯双绞线（电阻约2 Ω）、小磁针等，设计一个利用地磁场产生感应电流的实验方案。

（2）为了使实验效果更明显。应采取什么措施？

## 五、学生实验

**［实验十四］**探究感应电流产生的条件

**1．实验目的**

探究感应电流产生的条件。

**2．实验器材**

条形磁铁、灵敏电流计、线圈A和B、滑动变阻器、电源、开关、导线等。

**3．实验方案设计（包括原理、电路、步骤和观察记录）**

方案1（供参考）：

将灵敏电流计和线圈B按课本图11-7连接成闭合回路；线圈A与电源、开关、变阻器串联成另一个闭合回路。合上开关，这时通电螺线管A相当于一根条形磁铁。

（1）线圈A在线圈B中静止不动，灵敏电流计指针不偏转。

（2）线圈A在线圈B中拔出或插入时，灵敏电流计指针发生偏转。

方案2：

方案3：

**4．实验结论（用语言归纳、表达产生感应电流的条件）**

# B 感应电流的方向 右手定则

## 一、学习要求

知道闭合回路中部分导体切割磁感线时有感应电流产生。学会用右手定则判别闭合回路中部分导体做切割磁感线运动时感应电流的方向。感受到通过实验、观察、归纳得出右手定则的过程和方法。感悟电磁感应在现代技术中的广泛应用，如发电机、磁卡、话筒等。

## 二、要点辨析

### 1．右手定则的应用

在用右手定则判断导体切割磁感线产生的感应电流方向时，首先要伸开右手，让大拇指跟其余四指垂直，并且都跟手掌在同一平面内。然后，让手心向着N极，即让磁感线穿过掌心，且大拇指指向直导线切割磁感线的方向，这时四指指向就是感应电流方向。

如果直导线不是垂直切割磁感线（图11－12），而是斜向切割磁感线，那么怎样用右手定则判断感应电流方向呢？我们把导线运动速度正交分解为沿磁感线方向的分量*v*∥和垂直于磁感线方向的分量*v*⊥，只要将右手的大拇指指向*v*⊥的方向，就可以从其余四指指向得知感应电流方向是垂直纸面向外的。

另外，要区分右手定则与右手螺旋定则（也叫安培定则）的不同应用：右手定则是用来判断感应电流方向的，而右手螺旋定则是用来判断通电导体周围磁场的方向的。

### 2．应用左、右手定则的比较

左、右手定则都可表示导体中电流方向、运动方向和磁场方向之间的关系，那么，究竟如何选择用左手定则还是用右手定则来判断方向呢？这就必须要求搞清题意情景：通电导体在磁场中会受到磁场对它的作用，磁场力方向用左手定则判定；原来不通电的导体，在磁场中做切割磁感线运动时，会产生感应电流，其方向就用右手定则判定。关键是看导体中的电流是由电源提供的，还是做切割磁感线运动而产生的。例如，通电导体在已知方向的磁场中的受力方向是知道的，要问电流方向如何，这时到底用左手定则还是右手定则判别呢？根据上述判断方法可知，既然是通电导体，当然应当用左手定则来判断电源所供给的电流方向。

## 三、例题分析

**［例1］**如图所示，有一固定磁体。线框abcd从上方竖直下落套入磁体。问线圈刚套入磁体时刻的感应电流方向如何？

**［分析］**从图中可很明显看出，线框的每条边都向下切割磁感线，用右手定则很容易判断出电流方向。

**［解答］**感应电流方向是adcba。

**［例2］**如图所示，水平放置的金属杆ab、cd，用两条柔软的导线将它们连接成闭合回路，悬挂在一根光滑、不导电、水平放置的圆棒PQ两侧，整个装置处在一个与回路平面垂直的、方向向外的匀强磁场中。已知ab的质量大于cd的质量。

（1）若两金属杆由静止开始释放，指出流过金属杆cd中感应电流的方向。

（2）分析金属杆ab的运动情况。

（3）如果匀强磁场的方向是垂直于回路平面向里，（1）、（2）两小题的结论如何？

**［分析］**无论匀强磁场方向是垂直回路平面向里还是向外，两杆运动切割磁感线产生的感应电流，在两杆组成的回路中总是串联关系。用左手定则（或从能量角度分析）可知，两杆所受的磁场力均阻碍杆的运动。

**［解答］**（1）用右手定则可知，cd杆中的电流方向向右。

（2）ab杆先做加速度不断减小的加速运动，最后达到最大速度而做匀速运动。

（3）若匀强磁场方向相反，cd中电流方向向左。由于磁场力方向还是阻碍其运动的，所以运动情况与第（2）小题相同。

## 四、基本训练

### A组

1. 图中的小圆圈表示处于匀强磁场中闭合电路一部分导线的截面，速度 *v* 沿纸面内所示方向。下列判断正确的是（ ）。

（A）图（a）中有感应电流，方向向外 （B）图（b）中有感应电流，方向向外

（C）图（c）中无感应电流 （D）图（d）中a、b、c、d四个位置均无感应电流



1. 如图所示，朝南的钢窗原来关着，现在将右边那扇窗突然朝外推开 90° 角，钢窗边框中有感应电流吗？如有电流，是什么方向？
2. 课本图中直导线AB向右运动时，导线中感应电流的方向如何？导线AB平行于磁感线运动时感应电流又如何？
3. 如图所示，AB、CD 是彼此平行的可在导轨上无摩擦滑动的金属棒，导轨的交叉处 O 点不导通。整个装置水平放置，并处在竖直方向的匀强磁场中，（ ）。

A

B

D

C

O

× × × × × × ×

× × × × × ×

× × × × × × ×

× × × × × × ×

（A）当 AB 向左运动时，CD 也会向左运动

（B）当 AB 向左运动时，CD 会向右运动

（C）当 AB 向右运动时，CD 也会向右运动

（D）当 AB 向右运动时，CD 会向左运动

1. 如图所示，两条平行金属导轨ab、cd左端接一个电阻，处于磁场方向垂直于导轨平面的匀强磁场中。金属棒MN可以绕N端转动，且棒与导轨始终导通。当棒MN从图示位置刚开始转动时，流过电阻的电流方向是从\_\_\_\_\_\_\_\_指向\_\_\_\_\_\_\_\_。
2. 如图所示，金属棒沿轨道滑动时，小磁针顺时针转动。已知平行轨道间有垂直纸面的匀强磁场，则磁场的方向是\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_。
3. 如图所示，有一根金属棒 ab 与竖直放置的金属线框接触良好，且无摩擦，整个线框处在方向垂直于纸面的匀强磁场中。要使 ab 棒保持静止，框架应当在竖直方向向\_\_\_\_\_平动。

a

b

1. ［小实验］判断地磁场变化产生的感应电流方向

当导线切割微弱的地磁场时也会产生感应电流，用右手定则还能判断电流的方向。现在用下面的器材做一个小实验，来进行验证。在长约2.5～3.0 m（以房屋高度而定）的铜丝上悬挂一重物。制成一个单摆。铜丝上下两端各用一根软导线引出．跟灵敏电流计相连接，如图所示。让摆在地磁场中摆动时（振幅约1.0～1.5 m），观察灵敏电流计指针是否偏转？怎样才能使实验效果更明显？当摆向右运动时。根据你选定的地磁场方向，判断铜丝中感应电流的方向。

### B组

1. 法拉第圆盘发电机是一个在磁场中转动的金属圆盘．它可绕垂直于圆盘的 OOʹ 轴转动。匀强磁场方向与圆盘的轴线平行，且竖直向上，如图（a）所示。用电刷将灵敏电流计接于圆盘中心和边缘之间［俯视图（b）］。当圆盘作逆时针方向转动时，在俯视图（b）中通过灵敏电流计的电流方向是\_\_\_\_\_\_\_\_。
2. 如图11－23所示，轨道平面与水平面夹角为α，轨道间有不同方向的匀强磁场，其中图（a）中磁场与轨道平面垂直；图（b）中磁场竖直向上；图（c）中磁场水平向左。当金属杆沿轨道向下滑动时，杆中电流方向分别是：（a）\_\_\_\_\_\_\_\_；（b）\_\_\_\_\_\_\_\_；（c）\_\_\_\_\_\_\_\_。

a

b

*B*

（a）

*α*

a

b

*B*

（b）

*α*

a

b

*B*

（c）

*α*

【解析】最好能借助于截面图帮助分析问题：

*B*

（a）

*I*

*v*

*B*

（b）

*I*

*v*

*B*

（c）

*I*

*v*

注意：（b）（c）两种情况中虽然导体棒没有垂直切割磁感线，但仍能使用右手定则判断感应电流的方向。

1. 两个［形金属导线框A、B放在光滑的水平面上，其中A处于有理想边界的匀强磁场内，如图所示。使 A 匀速向B运动，刚好能进入B（有接触而无摩擦）。在A、B 接触后的短暂时间内，A将如何运动？（ ）。

（A）加速向B （B）加速离开B

（C）减速向B （D）不动

1. 有一根首尾相接的长导线，将它缠绕到圆形磁体上的过程中，导线内会产生感应电流。这是什么原因？若按图所示的方向把导线绕到磁棒上，试分析感应电流的方向。
2. 如图所示，一个模拟发电机-电动机组。由水平金属导轨和竖直金属导轨连接而成。金属棒 ab、cd 分别处在竖直向上和垂直纸面向里的匀强磁场中，它们可以沿导轨无阻力地滑动。试分析这个装置可用来模拟发电机和电动机的原理。

# C 学习包—电磁波

## 一、学习要求

知道电磁波是变化的电场和变化的磁场在空间的传播。通过自主实验探究，认识电磁波的特点。了解电磁波在科技和社会生活中的应用，如对讲机、移动电话、广播、电视等。电磁波也会对人类的生存环境造成不利的影响，要增强环境保护意识。

## 二、要点辨析

### 1．实验方法的不断创新是自主学习的重要特点

课本中选做的几个小实验，每个家庭都有这些实验所需的器材。实验虽简单，却验证了电磁波的一些重要性质。如电磁波的发射与接收、屏蔽、反射、干扰、紫外线激发荧光、微波的热效应等。除了上述实验要求，还可自己设计新实验，探求电磁波的其他特性。例如，利用手机可以研究声波与电磁波的传播有何不同？我们知道，手机既是电磁波的发射装置，又是电磁波的接收装置，它的铃声又是声波波源。如果将手机调到振铃（振动并响铃）挡，置于一只透明的真空保温杯中，盖上杯盖。如果给该手机拨号，发现手机振动，但听不见铃声。这现象表明声波因杯子夹层是真空的，它不能传播，而电磁波可以在真空中传播。

本节课本中所用到的实验器材都是唾手可得的，只要关注周围的生活，把与生活密切相关的事物引入物理课程，就可以增加对物理课的亲切感，并提高自主学习的自觉性和积极性，提高用实验探索客观事物的本质和规律的能力。

### 2．通过“学习包”的形式，提高自主学习的能力

在《高中基础型物理课程》中，“学习包—电磁波”是第四次出现的特殊的课本编写形式。“学习包”体现了一种科学的教育思想和方法。它的主要特点是要求建立自主学习的意识，通过资料自己找、实验自己做、问题自己答、小结自己写、效果自己评，达到增强主动探究知识能力的目的，终身受用。

由于对“电磁波”的学习要求在于了解麦克斯韦的电磁场理论的基本思想，更重要的是它跟社会发展和人类生活密切相关，因此可以充分地进行自主学习。“学习包”强调培养学习方法、思维方法和学习态度三者的结合，这种方法也称为“hands on”（动手活动）方案。这种方案的特点是：①强调动手实践活动，并从生活中取材；②强调主动学习；③不仅强调学习知识，而且更重要的是强调学习方法、思维方法、学习态度三者的结合；④提倡合作交流；⑤围绕一定的主题进行探索和交流。其基本过程是：提出问题→动手做实验→观察记录→解释讨论→得出结论→表达陈述；学习方法是：行动、提问、研究和实验，而不是死记硬背某些知识。总之，“学习包”的宗旨是促进改变传统的学习方式，发展自主学力。

## 三、例题分析

**［例1］**关于电磁波在真空中的传播速度，下列说法中正确的是（ ）。

（A）频率越高，传播速度越大

（B）波长越长，传播速度越大

（C）电磁波的能量越大，传播速度越大

（D）电磁波在真空中的传播速度和电磁波的频率、波长、能量大小无关

**［分析］**在真空中任何频率的电磁波传播的速度都等于光速，即*c* = 3.00×108m/s。

**［解答］**（D）。

## 四、基本训练

### A组

1. 麦克斯韦电磁理论提出：\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_，从而形成电磁波。任何电磁波在真空中的传播速度都等于\_\_\_\_\_\_\_\_。
2. 在电磁波的大家族中，若按频率从低到高排列，依次为\_\_\_\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_\_\_\_，\_\_\_\_\_\_\_\_。
3. 打开家里的电视机，用它的遥控器来做电磁波反射的实验。已知遥控器发射的是红外线信号。用右手握遥控器，使其方向大体与荧屏平行，按下调节电视频道的按钮，电视机不会有反应。为什么？若用左手的手掌作反射面，可使遥控器发出的红外信号反射方向正对电视机的红外线接收窗口。怎样调整手掌方向，才会使电视机有反应？试一试，并说明原因。
4. 用两只手机做一个实验：先确认手机均处于良好的开机状态，将其中一只手机放入金属容器内（金属锅或金属饭盒都可以），盖好金属盖子。然后用另一只手机拨打容器内手机的号码，观察它有无反应？同时发射信号的手机内会传出：“对不起，您拨打的用户暂时无法接通”，或显示“您拨打的用户不在服务区内”，这是为什么？
5. 双频手机（DuaI-band Handy Phone）是因为它既适用于GSM900网，也适用于GSM1800网，而且它被设计成可在两个网络间自动转换，在通话高密地区，可为用户提供很大的方便。

若已知手机的接收频段是917～950 MHz，试计算出该频段的波长范围。

1. 紫外线有哪些特性和用途？紫外线的波长是4×10-8～4×10-7 m，其频率范围是多少？

### B组

1. 请列举现代移动电话（手机）的主要特点。
2. 阅读下列短文：

蓝牙技术（BIuetooth）是一种短距离无线数据和语音传输的开放式标准。这一无线技术的出现，使各类信息传输设备除电源线外再无其他连线，甚至包括键盘、鼠标等也均采用无线传输。蓝牙技术完全建立了一个全无线的工作环境和生活环境，使移动电话、便携式电脑、掌上电脑、打印机、传真机，以及各种便携式通信设备和电脑设备，不必借助电缆就能联网，并且能够实现无线上互联网。其实际应用范围还可以拓展到各种家电产品、消费电子产品和车载信息产品，组成一个具大的无线通信网络。蓝牙技术由天线单元、链路控制单元、链路管理单元和蓝牙软件单元等四个功能单元组成。业界人士预计，继互联网热、第三代移动通信热之后，蓝牙技术热将席卷全球。现在，上海的各个数码产品市场上，就可以见到各种蓝牙技术产品的陈列和出售。

请回答下列问题：

（1）到数码产品市场去“逛”一下，记录你所见到的蓝牙技术产品，并说明它们的功能和用途。

（2）上网查阅有关蓝牙技术的资料，请你预测一下蓝牙技术将渗入到社会与家庭生活的哪些方面？这一技术将带来哪些方便和好处？

1. 阅读下列有关GPS的介绍资料：

全球卫星定位系统（Global Positioning System），缩写GPS。该系统利用离地面20 000多千米高的轨道上运行的24颗人造卫星所发射出来电磁波信号，根据三角测量原理算出收讯者在地球上所处的实际位置。GPS采用的是全球性地心坐标系统，坐标原点为地球质量中心。现阶段GPS主要由导航主机、天线、陀螺仪传感器及车速传感器组成。导航主机由GPS接收器及CD-ROM地图盘片播放机构成，与天线结合接收信息资料。现在已有专门提供电子地图服务的网站，甚至可以查询到餐厅、剧院、商场、停车场等完整的地图资料。此外，GPS还广泛应用于邮政、环保、海防、公安、军事等方面，做到精确定位，追踪目标，参与紧急救援、防灾救灾等行动，确保人身财产安全。

请回答下列问题：

（1）上网查询有关GPS的知识，并列举上述资料中没有涉及的一些应用。

（2）你能设想一下GPS系统在军事上有哪些应用吗？

# 本章自测

1. 简要总结一下，通过本章学习，你学到了哪些新知识和物理学的研究方法？
2. 产生感应电流的条件是：（1）\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_；（2）\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_。
3. 写出三种闭合电路中磁通量变化的方法（各举一例）：（1）\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_；（2）\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_；（3）\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_。
4. 在如图所示的匀强磁场中有一个矩形闭合导线框。在下列几种情况下，线框中是否会有感应电流？

（1）保持线框平面始终与磁感线垂直，线框在磁场中上、下运动［图（a）］；

（2）保持线框平面始终与磁感线垂直，线框在磁场中左、右运动［图（b）］；

（3）线框绕轴线OOʹ转动［图（c）］



1. 右手定则与左手定则的比较：（在下表中的空格内填入适当内容）

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 比较项目 | 右手定则 | 左手定则 |
| 作用 | 判断感应电流 *I* 方向 |  |
| 已知条件 | 已知磁场方向和切割方向 |  |
| 图例 | *v*（ ）*I* （ ）*B* | *F* （ 果 ）*B**I* （ 因 ） |
| 因果关系 |  | 电流→运动 |
| 应用实例 | 发电机 |  |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 比较项目 | 右手定则 | 左手定则 |
| 作用 | 判断感应电流*I*方向 | 判断磁场力*F*（安培力）的方向 |
| 已知条件 | 已知磁场*B*方向和切割*v*方向 | 已知磁场*B*方向和电流*I*方向 |
| 图例 | *v*（ 因 ）*I* （ 果 ）*B* | *F* （ 果 ）*B**I* （ 因 ） |
| 因果关系 | 运动→电流 | 电流→运动 |
| 应用实例 | 发电机 | 电动机 |

1. 如图所示，一个闭合金属线框的两边接有电阻*R*1、*R*2，框上垂直搁置一根金属棒，棒与框接触良好，整个装置放在匀强磁场中。当用外力使ab棒向右移动时，在下列判断中正确的是（ ）。

a

d

× × × × ×

× × × × ×

× × × × ×

× × × × ×

× × × × ×

*R*1

*R*2

c

b

f

e

（A）穿过线框的磁通量不变，框内没有感应电流

（B）框内有顺时针方向的感应电流

（C）框内有逆时针方向的感应电流

（D）框内有感应电流，左半边逆时针绕向。右半边顺时针绕向

1. 对于声波、无线电波和红外线，以下说法中正确的是（ ）。

（A）都能在真空中传播 （B）都能发生反射

（C）都是电磁波家族中的成员 （D）都是本质上相同的波，只是频率不同

1. 电磁波在传播过程中。始终不变的物理量有（ ）。

（A）频率 （B）波长 （C）波速 （D）振幅

1. 关于微波的下列各种说法中，正确的是（ ）。

（A）微波具有反射性，但不能产生干涉现象

（B）微波是指波长为微米级的电磁波

（C）微波炉是利用微波的热效应来加热食品的

（D）微波能沿地球表面传播很远距离

1. 如图所示，用一根光滑金属导线制成圆弧状导轨 MN，竖直放置在垂直纸面向里的水平匀强磁场中。OC 是一根绕垂直于纸面的 O 轴转动的金属杆，并始终可以在导轨上滑动。当 OC 从M 点无初速释放后，下列说法中**不正确**的是（ ）

（A）由于无摩擦存在，可在导轨上一直往复运动下去

（B）由于无摩擦存在，摆动幅度不变，机械能守恒

（C）摆动中OC杆总受到阻碍它运动的磁场力

（D）摆动中OC杆不受到阻碍它运动的磁场力

1. 如图所示，Ⅰ、Ⅲ 为两个匀强磁场，其磁感应强度大小相等，Ⅰ 区域的磁场方向垂直纸面向里，Ⅲ 区域的磁场方向垂直纸面向外。宽度为 *s* 的区域 Ⅱ 内无磁场。置于区域 Ⅰ 的正方形金属框 abcd 的边长为 *L*（*s* > *L*），且 ab 边与磁场边界平行（图中金属框的五个位置在同一平面内）（ ）。



（A）当金属框从位置 1～2 向右移动时，无感应电流

（B）当金属框从位置 2～3 向右移动时，有感应电流，方向是 abcda

（C）当金属框从位置 3～4 向右移动时，有感应电流，方向是 abcda

（D）当金属框从位置 4～5 向右移动时，有感应电流，方向是 abcda

1. 动圈式话筒的外形与结构如图所示。当有人在话筒前说话时，声波使膜片带动磁场内的线圈发生相应的振动。试分析话筒把声音信号转变为电信号的原理。







1. 如图所示，让金属线框从图示的位置自由下落，并通过一段有匀强磁场的空间。试定性地描述线框运动的加速度变化情况（不考虑空气阻力），并说明理由。如果用塑料方框自由下落，其运动情况如何？
2. 如图所示，弹簧的上端固定，下端悬挂一根磁铁。将磁铁托起到某一高后放开，磁铁能上下振动较长时间才停下来。如果在磁铁下端放一个固定的闭合线圈，使磁铁上下振动时可以穿过它，磁铁会很快停止振动。这种现象叫电磁阻尼。它的应用很多，如电学测量仪表要求指针的摆动很快地停下来，以便迅速读出示数，为此安装了能起电磁阻尼作用的装置。电磁阻尼还常用于电气机车的电磁制动器中。你能解释图中电磁阻尼现象的成因吗？
3. 如图所示，在一个铜质或铝质的金属圆筒上挖出一组观察窗口。将一只磁性铁球和一只大小相同的塑料球，先后让它们从筒口自由落下。观察两球下落情况，并解释你所看到的现象。
4. ［小实验］验证产生感应电流的条件

给你一根较长的铁钉，漆包线若干，小磁针一枚，干电池一节，开关，导线等器材，画出一个合适的电路，通过实验验证产生感应电流的条件：

（1）有闭合回路。

（2）穿过闭合回路的磁通量发生变化。

1. ［课题研究］电动机可以发电吗？

要回答这个问题，不妨先做一做下面的实验：找一个玩具上的小电动机，取一条棉线缠在它的轴上，用导线把电动机的两个接线端接到小灯泡上。用一只手捏住电动机的机身，另一只手迅速拉动棉线，观察小灯泡是否发光？

（1）解释你观察到的现象。

（2）从这一现象出发，谈谈奥斯特、安培、法拉第等科学家的研究成果的伟大意义何在？

# 第三篇 电场和磁场测试题

## 一、填空题

1. 放入电场中某一点的点电荷受到的\_\_\_\_\_\_\_\_的比值叫做这一点的电场强度。我们规定，电场中某点电场强度的方向跟放在该点的\_\_\_\_\_\_\_\_相同。
2. 电场强度*E*的定义式为*E* = ，它适用于\_\_\_\_\_\_\_\_电场；定义式中的*q*是指\_\_\_\_\_\_\_\_的电荷量。
3. 在如图所示的电路中，*R*1 = 200Ω，*R*2 = 400 Ω，*R*3 = 800 Ω，*R*4 = 600 Ω，由此可知A、B间的电阻*R*AB = \_\_\_\_\_\_\_\_Ω；电流*I*1∶*I*2 = \_\_\_\_\_\_\_\_。



1. 图中的*R*1 = 2 Ω，*R*4 = 5 Ω。电压表V1的示数为2.5 V，V2的示数为4 V，则*R*2的阻值为\_\_\_\_\_\_\_\_Ω；流过*R*1与*R*2的电流之比是\_\_\_\_\_\_\_\_。



1. 磁通量的单位是\_\_\_\_\_\_\_\_，若用国际单位制中的基本单位来表示应是\_\_\_\_\_\_\_\_。



1. 如图所示，倾角为*θ*的斜面导轨上有一根质量为*m*的金属棒，导轨间距离为*l*，垂直于斜面向上的磁场充满空间。当金属棒通以电流*I*时恰处于平衡状态（不计摩擦），此时磁场的磁感应强度*B* = \_\_\_\_\_\_\_\_；电源的正极是\_\_\_\_\_\_\_\_（选填“a”或“b”）。
2. 如图4所示，通电螺线管竖直放置，半径小于螺线管的铜环沿螺线管的轴线加速下落，在下落过程中环面始终保持水平。铜环先后通过轴线上 1、2、3 位置时的加速度分别为 *a*1、*a*2、*a3*，则加速度的大小 *a*1\_\_\_\_*g*，*a*2\_\_\_\_\_\_*g*，*a*3\_\_\_\_\_*g*。（均选填“>”“<”或“=”）
3. 按频率由低到高排列的电磁波谱是：无线电波、微波、\_\_\_\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_\_\_\_、X射线、\_\_\_\_\_\_\_\_。

## 二、作图题

1. 图中的实线是一个电场中的两根电场线，虚线为一个负点电荷只受电场力作用时，从A到B运动轨迹的一部分。请在图中画出：

（1）电场线方向。

（2）该负电荷在B处的速度方向。

1. 用三个电阻都是12 Ω的电阻，怎样连接才能获得8 Ω的阻值？在框内画出连接图。
2. 如图所示是一个小制作“秋千小熊”。线框M用细线悬挂起来，线框下面有固定的磁体，S是一个触点开关，E是电源，P可跟随线框一起摆动。当线框向前摆起时，开关S断开；线框在竖直位置时，开关S接通。为了使小熊不停地摆动，好像在玩秋千一样，应当将接线柱a、b、c、d如何合理连接？（画在图上）



1. 如图所示，在水平放置的彼此平行的光滑金属导轨上，垂直于导轨放置三根互相平行的导体棒ab、cd、ef，并始终与导轨保持良好接触。整个装置处于垂直于导轨平面的匀强磁场中。在图上分别画出，当cd棒向右运动时，导体棒ab、ef中的电流方向及运动方向。

*B*

a

b

c

d

e

f

## 三、选择题

1. 下面说法中正确的是（ ）。

（A）在某一点电荷附近任一点，如果没有放检验电荷，则这一点的电场强度为零

（B）电荷在某点受到的电场力很大，该点的电场强度也一定很大

（C）在以一个点电荷为中心、*r*为半径的球面上，各处的电场强度都相同

（D）如果把点电荷放在一匀强电场中由静上开始释放，此点电荷一定沿电场线运动

1. 将两只不同阻值的电阻*R*1和*R*2连接成如图（a）所示的电路，闭合开关S后，电流表的示数为0.5 A。现将电路改接为如图（b）所示，闭合开关S后，电流表的示数（ ）。



（A）一定大于2 A （B）一定小于2 A

（C）一定大于0.5 A，但小于1 A （D）一定大于1 A，但小于2 A

1. 关于磁感线，下列说法中正确的是（ ）。

（A）磁感线从N极出发，终止于S极，是不连续曲线

（B）磁感线是实际存在的描绘磁场性质的曲线

（C）磁感线能反映磁场中穿过某个面积磁通量的方向

（D）磁体内部也有磁感线

1. 如图所示，a、b、c三根通电导线在同一平面上，通以同样大小的电流，a与b的电流向上，c的电流向下，则下列说法中正确的是（ ）。

（A）a受到向左的作用力 （B）b受到向左的作用力

（C）c受到向左的作用力 （D）b不受作用力

1. 如图所示，线圈两端接在灵敏电流计上组成闭合电路，在下列情况中，灵敏电流计指针不发生偏转的是（ ）。

（A）线圈不动，磁铁插入线圈时 （B）线圈不动，磁铁拔出线圈时

（C）磁铁插在线圈内不动 （D）磁铁不动，线圈上下移动时

1. 如图所示，在悬点正下方有一个具有理想边界的匀强磁场，金属悬线下端的铜环在 A 点由静止释放，向右摆至最高点 B，不考虑空气阻力，则下列说法正确的是（ ）。

（A）A、B 两点在同一水平面

B

A

×

×

×

×

×

×

×

×

×

（B）A 点高于 B 点

（C）A 点低于 B 点

（D）铜环将作等幅振动

## 四、实验题

1. 如图所示是测定电动机效率实验所需的仪器。



（1）在图中连接实验电路。

（2）本实验要测定的物理量是\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_。

（3）计算电动机效率的表达式*η* = \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_。

（4）造成测量误差的主要原因是\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_。

1. 在研究电磁感应现象的实验中所用的器材有：灵敏电流计、直流电源、带铁芯的线圈L1、线圈L2、开关、滑动变阻器（控制电流大小，以改变磁场的强弱），如图所示。



（1）按实验要求在实物图上连线。

（2）若将滑动变阻器的两根导线接在接线柱C和D上，而在开关刚闭合时灵敏电流计指针右偏。那么开关闭合后，滑动变阻器的滑动触头向C移动时，灵敏电流计指针如何偏转？

## 五、计算题．

1. 电视机接收的25～68频道节目的频率范围是606～958 MHz，试计算其波长范围是多少？
2. 著名的密立根油滴实验原理如图所示，A、B是两块平行放置的水平金属板，A板带正电，B板带负电。从喷雾器喷出带负电的小油滴，落到了A、B两板问的匀强电场中。调整板间的电场强度，当*E* = 1.92×105 N/C时，小油滴受到的电场力跟重力平衡。已知油滴半径*r* = 1.64×10-6m，油的密度*ρ* = 0.851×103kg/m3。求：

（1）油滴所带的电荷量。

（2）这个电荷量是元电荷的几倍？

1. 在如图所示的电路中，电压*U*恒为12 V，滑动变阻器总电阻*R*2与电阻*R*1均为12 Ω。求：

*R*1

a

b

P

A

*U*

*R*2

（1）当滑动变阻器滑片P滑到a端及b端时，电流表的示数各为多少？

（2）当滑动变阻器滑片P滑到中点时，电流表的示数为多少？

1. 如图所示，整个实验装置悬挂在弹簧测力计下，装置下端是绕了 100 匝、宽度为 10 cm 的线框，线框下边处在匀强磁场中，且磁场方向与线框平面垂直。当线框中通以 2 A 电流时，弹簧测力计示数为 6 N。保持电流大小不变，只改变电流方向，弹簧测力计的示数变为 5 N。求：

（1）匀强磁场的磁感应强度大小。

（2）不通电时弹簧测力计的示数是多少？