

第一章安培力与洛伦兹力

1. 磁场对通电导线的作用力

1. 图 1.1-9 的磁场中有一条通电导线，其方向与磁场方向垂直。图 1.1-9 甲、乙、丙分别标明了电流、磁感应强度和安培力三个量中的两个量的方向，试画出第三个量的方向。（用“·”表示磁感线垂直于纸面向外，“×”表示磁感线垂直于纸面向里，“⊙”表示电流垂直于纸面向外，“⊗”表示电流垂直于纸面向里。）

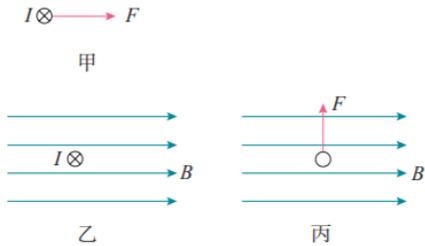
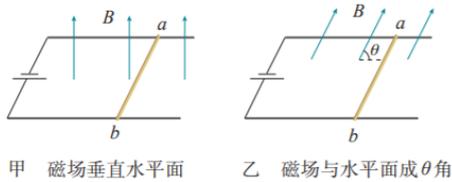


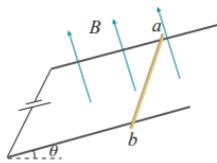
图 1.1-9

2. 在图 1.1-10 中画出通电导体棒 ab 所受的安培力的方向。



甲 磁场垂直水平面

乙 磁场与水平面成 θ 角



丙 磁场垂直于斜面

图 1.1-10

3. 图 1.1-11 所示为电流天平，可以用来测量匀强磁场的磁感应强度。它的右臂挂着矩形线圈，匝数为 n ，线圈的水平边长为 l ，处于匀强磁场内，磁感应强度 B 的方向与线圈平面垂直。当线圈中通过电流 I 时，调节砝码使两臂达到平衡。然后使电流反向，大小不变。这时需要在左盘中增加质量为 m 的砝码，才能使两臂再达到新的平衡。

(1) 导出用 n 、 m 、 l 、 I 表示磁感应强度 B 的表达式。

(2) 当 $n=9$ ， $l=10.0\text{cm}$ ， $I=0.10\text{A}$ ， $m=8.78\text{g}$ 时，磁感应强度是多少？

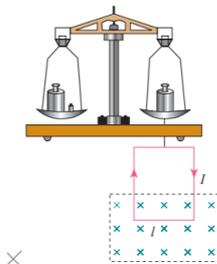


图 1.1-11

4. 有人做了一个如图 1.1-12 所示的实验：把一根柔软的弹簧悬挂起来，使它的下端刚好跟槽中的水银接触，观察通电后的现象。请你分析一下，通电后有可能发生怎样的现象？

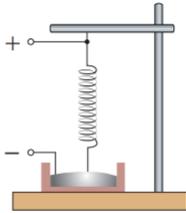


图 1.1-12

2. 磁场对运动电荷的作用力

1. 电子的速率 $v=3.0 \times 10^6 \text{m/s}$, 沿着与磁场垂直的方向射入 $B=0.10 \text{T}$ 的匀强磁场中, 它受到的洛伦兹力多大?

2. 试判断图 1.2-10 所示的带电粒子刚进入磁场时所受到的洛伦兹力的方向。

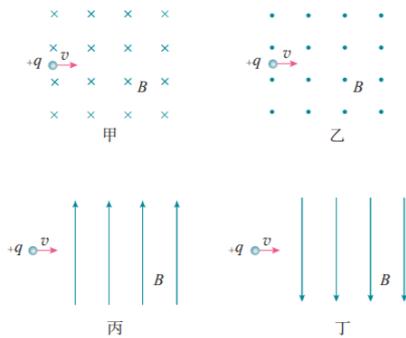


图 1.2-10

3. 在图 1.2-11 所示的平行板器件中, 电场强度 E 和磁感应强度 B 相互垂直。具有不同水平速度的带电粒子射入后发生偏转的情况不同。这种装置能把具有某一特定速度的粒子选择出来, 所以叫作速度选择器。试证明带电粒子具有速度 $v=E/B$ 时, 才能沿着图示虚线路径通过这个速度选择器。

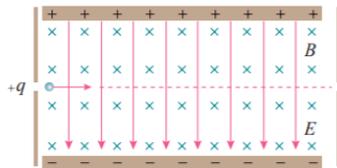


图 1.2-11

4. 一种用磁流体发电的装置如图 1.2-12 所示。平行金属板 A 、 B 之间有一个很强的磁场, 将一束等离子体 (即高温下电离的气体, 含有大量正、负带电粒子) 喷入磁场, A 、 B 两板间便产生电压。如果把 A 、 B 和用电器连接, A 、 B 就是一个直流电源的两个电极。(1) A 、 B 板哪一个是电源的正极? (2) 若 A 、 B 两板相距为 d , 板间的磁场按匀强磁场处理, 磁感应强度为 B , 等离子体以速度 v 沿垂直于 B 的方向射入磁场, 这个发电机的电动势是多大?

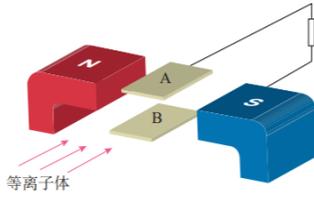


图 1.2-12

5. 我们已经知道，垂直于匀强磁场磁感线的通电导线所受的安培力 $F=ILB$ ，由此，我们用 $B = \frac{F}{IL}$ 来定义磁感应强度。同样，运动方向垂直于匀强磁场磁感线的带电粒子所受的洛伦兹力 $F=qvB$ ，由此也可以用洛伦兹力来定义磁感应强度，这样得到磁感应强度的定义式是怎样的？把这个定义式与电场强度的定义式 $E = \frac{F}{q}$ 进行对比，这两个定义式的差别在哪里？通过对这两个定义式的对比，你能获得哪些认识？

3. 带电粒子在匀强磁场中的运动

例题. 一个质量为 $1.67 \times 10^{-27} \text{kg}$ 、电荷量为 $1.6 \times 10^{-19} \text{C}$ 的带电粒子，以 $5 \times 10^5 \text{m/s}$ 的初速度沿与磁场垂直的方向射入磁感应强度为 0.2T 的匀强磁场。求：

- (1) 粒子所受的重力和洛伦兹力的大小之比；
- (2) 粒子在磁场中运动的轨道半径；
- (3) 粒子做匀速圆周运动的周期。

1. 电子以 $1.6 \times 10^6 \text{m/s}$ 的速度沿着与磁场垂直的方向射入 $B = 2.0 \times 10^{-4} \text{T}$ 的匀强磁场中。求电子做匀速圆周运动的轨道半径和周期。

2. 已知氦核的质量约为质子质量的 3 倍，带正电荷，电荷量为一个元电荷； α 粒子即氦原子核，质量约为质子质量的 4 倍，带正电荷，电荷量为 e 的 2 倍。现在质子、氦核和 α 粒子在同一匀强磁场中做匀速圆周运动。求下列情况中它们运动的半径之比：

- (1) 它们的速度大小相等；
- (2) 它们由静止经过相同的加速电场加速后进入磁场。

3. 如图 1.3-5 所示，一个质量为 m 、带负电荷粒子电荷量为 q 、不计重力的带电粒子从 x 轴上的 P 点以速度 v 沿与 x 轴成 60° 的方向射入第一象限内的匀强磁场中，并恰好垂直于 y 轴射出第一象限。已知 $OP = a$ ，求：

- (1) 匀强磁场的磁感应强度 B 的大小；
- (2) 带电粒子穿过第一象限所用的时间。

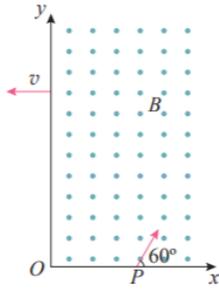


图1.3-5

4. 质谱仪与回旋加速器

1. A 、 B 是两种同位素的原子核，它们具有相同的电荷、不同的质量。为测定它们的质量比，使它们从质谱仪的同一加速电场由静止开始加速，然后沿着与磁场垂直的方向进入同一匀强磁场，打到照相底片上。如果从底片上获知 A 、 B 在磁场中运动轨迹的直径之比是 $1.08 : 1$ ，求 A 、 B 的质量之比。

2. 回旋加速器 D 形盒的半径为 r ，匀强磁场的磁感应强度为 B 。一个质量为 m 、电荷量为 q 的粒子在加速器的中央从速度为 0 开始加速。根据回旋加速器的这些数据，估算该粒子离开回旋加速器时获得的动能。

3. 如图 1.4-4 所示，一束电子以垂直于磁感应强度 B 并垂直于磁场边界的速度 v 射入宽度为 d 的匀强磁场中，穿出磁场时速度方向和原来射入方向的夹角为 $\theta = 60^\circ$ ，求电子的比荷和穿越磁场的的时间。

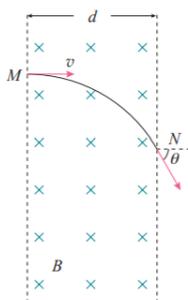


图1.4-4

4. 回旋加速器两个 D 形金属盒分别和一高频交流电源两极相接，两盒放在磁感应强度为 B 的匀强磁场中，磁场方向垂直于盒底面，粒子源置于盒的圆心附近。若粒子源射出的粒子电荷量为 q ，质量为 m ，粒子最大回旋半径为 R ，求：

- (1) 粒子在盒内做何种运动；
- (2) 所加交流电源的频率；

(3) 粒子加速后获得的最大动能。

复习与提高 A 组

1.有人说：“通电导线放在磁感应强度为 0 的位置上，所受的安培力一定为 0，因此，当某位置的通电导线不受安培力时，该位置的磁感应强度一定为 0。”你认为他说的话对吗？为什么？

2. 把一根通电的硬导线放在磁场中，导线所在区域的磁感线呈弧形，如图 1-1 所示。导线可以在空中自由移动和转动，导线中的电流方向由 a 向 b 。

(1) 描述导线的运动情况。

(2) 虚线框内有产生以上弧形磁感线的磁场源，它可能是条形磁体、蹄形磁体、通电螺线管、直线电流。请你分别按每种可能考虑，大致画出它们的安放位置。

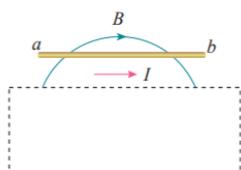


图 1-1

3.如图 1-2 所示，把轻质导线圈用绝缘细线悬挂在磁铁 N 极附近，磁铁的轴线穿过线圈的圆心且垂直线圈平面。当线圈内通以图示方向的电流后，线圈的运动情况怎样？请用以下两种方法分析：

(1) 把整个线圈看成一个通电螺线管。

(2) 把线圈截成许多小段，每小段视为通电直导线，分析磁场对各小段导线的作用力。



图 1-2

4. 如图 1-3 所示，长为 $2l$ 的直导线折成边长相等、夹角为 60° 的 V 形，并置于与其所在平面相垂直的匀强磁场中，磁感应强度为 B 。当在导线中通以电流 I 时，该 V 形通电导线受到的安培力为多大？

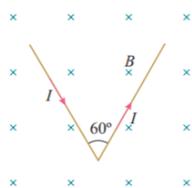


图 1-3

5.一束粒子中有带正电的，有带负电的，还有不带电的。要想把它们分开，可以用哪些办法？

6.质子和 α 粒子在同一匀强磁场中做半径相同的圆周运动。求质子的动能和 α 粒子的动能之比。

7.如图 1-4 所示，质量为 m 、长为 l 的直导线用两绝缘细线悬挂于 O 、 O' ，并处于匀强磁场中。当导线中通以沿 x 轴正方向的电流 I ，且导线保持静止时，悬线与竖直方向夹角为 θ 。有以下三种磁感应强度方向：(1) 沿 z 轴正方向；(2) 沿 y 轴正方向；(3) 沿悬线向上。请判断哪些是可能的，可能时其磁感应强度大小是多少？如果不可能，请说明原因。

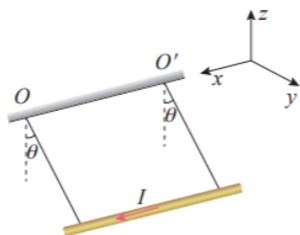


图 1-4

复习与提高 B 组

1.如图 1-5 所示，金属杆 ab 的质量为 m ，长为 l ，通过的电流为 I ，处在磁感应强度为 B 的匀强磁场中，磁场方向与导轨平面为 θ 角斜向上，结果 ab 静止于水平导轨上。求：(1) 金属杆 ab 受到的摩擦力；(2) 金属杆对导轨的压力。

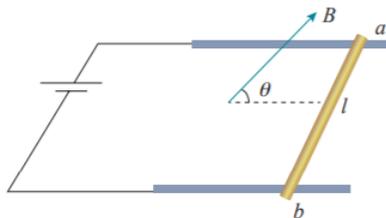


图 1-5

2.如图 1-6 所示，宽为 l 的光滑导轨与水平面成 α 角，质量为 m 、长为 l 的金属杆水平放置在导轨上。空间存在着匀强磁场，当回路总电流为 I_1 时，金属杆恰好能静止。求：(1) 磁感应强度 B 至少有多大？此时方向如何？(2) 若保持 B 的大小不变而将 B 的方向改为竖直向上，应把回路总电流 I_2 调到多大才能使金属杆保持静止？

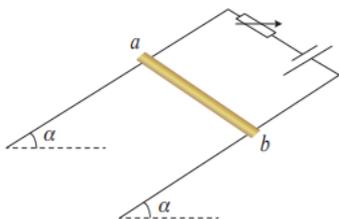


图 1-6

3.利用学过的知识，请你想办法把下面的带电粒子束分开：

a.速度不同的电子；

b.具有相同动能的质子和 α 粒子 (α 粒子由两个质子和两个中子组成，质子与 α 粒子的比荷不同)。

4. 真空区域有宽度为 l 、磁感应强度为 B 的匀强磁场，磁场方向如图 1-7 所示，MN、PQ 是磁场的边界。质量为 m 、电荷量为 q 的粒子（不计重力）沿着与 MN 夹角 θ 为 30° 的方向射入磁场中，刚好没能从 PQ 边界射出磁场。求粒子射入磁场的速度大小及在磁场中运动的时间。

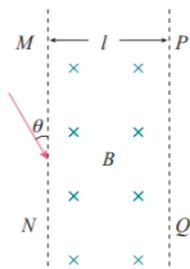


图 1-7

5. 某一具有速度选择器的质谱仪原理如图 1-8 所示，A 为粒子加速器，加速电压为 U_1 ；B 为速度选择器，磁场与电场正交，磁感应强度为 B_1 ，两板间距离为 d ；C 为偏转分离器，磁感应强度为 B_2 。今有一质量为 m 、电荷量为 e 的正粒子（不计重力），经加速后，该粒子恰能通过速度选择器，粒子进入分离器后做匀速圆周运动。求：

- (1) 粒子的速度 v 为多少？
- (2) 速度选择器两板间电压 U_2 为多少？
- (3) 粒子在 B_2 磁场中做匀速圆周运动的半径 R 为多大？

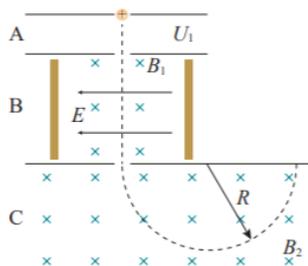


图 1-8

第二章电磁感应

1. 楞次定律

1. 在图 2.1-9 中，线圈 M 和线圈 P 绕在同一个铁芯上。(1) 当闭合开关 S 的一瞬间，线圈 P 中感应电流的方向如何？(2) 当断开开关 S 的一瞬间，线圈 P 中感应电流的方向如何？

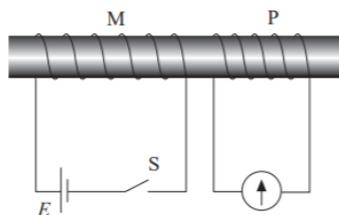


图 2.1-9

2. 在图 2.1-10 中 CDEF 是金属框，框内存在着如图所示的匀强磁场。当导体 AB 向右移动时，请用楞次定律判断 MNCD 和 MNFE 两个电路中感应电流的方向。

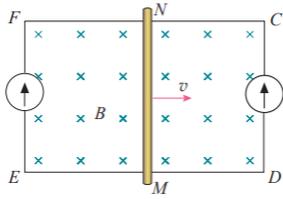


图 2.1-10

3.如图 2.1-11 所示，导线 AB 与 CD 平行。试判断在闭合与断开开关 S 时，导线 CD 中感应电流的方向，说明你判断的理由。

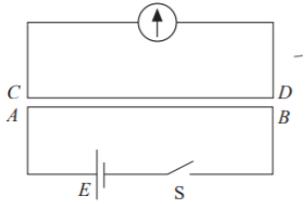


图 2.1-11

4.如图 2.1-12 所示，在水平放置的条形磁铁的 N 极附近，一个闭合线圈竖直向下运动并始终保持水平。在位置 B，N 极附近的磁感线正好与线圈平面平行，A、B 之间和 B、C 之间的距离都比较小。试判断线圈在位置 A、B、C 时感应电流的方向，说明你判断的理由。



图 2.1-12

5.图 2.1-13 中的 A 和 B 都是铝环，A 环是闭合的，B 环是断开的，横梁可以绕中间的支点转动。某人在实验时，用磁铁的任意一极移近 A 环，A 环都会被推斥，把磁铁远离 A 环，A 环又会被磁铁吸引。但磁极移近或远离 B 环时，却没有发现与 A 环相同的现象。这是为什么？



图 2.1-13

2. 法拉第电磁感应定律

1.有一个 1000 匝的线圈，在 0.4s 内通过它的磁通量从 0.02Wb 增加到 0.09Wb，求线圈中的感应电动势。如果线圈的电阻是 10Ω ，把一个电阻为 990Ω 的电热器连接在它的两端，通过电热器的电流是多大？

2.当航天飞机在环绕地球的轨道上飞行时，从中释放一颗卫星，卫星与航天飞机速度相同，两者用导电绳相连。这种卫星称为绳系卫星，利用它可以进行多种科学实验。现有一绳系卫星在地球赤道上空沿东西方向运行。卫星位于航天飞机的正上方，它与航天飞机之间的距离是 20.5km ，卫星所在位置的地磁场 $B=4.6\times 10^{-5}\text{T}$ ，沿水平方向由南向北。如果航天飞机和卫星的运行速度都是 7.6km/s ，求缆绳中的感应电动势。

3.动圈式扬声器的结构如图 2.2-5 所示。线圈圆筒安放在永磁体磁极间的空隙中，能够在空隙中左右运动。音频电流通进线圈，安培力使线圈左右运动。纸盆与线圈连接，随着线圈振动而发声。这样的扬声器能不能当作话筒使用？也就是说，如果我们对着纸盆说话，扬声器能不能把声音变成相应的电流？为什么？

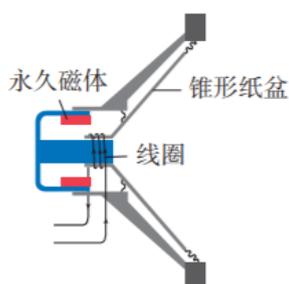


图 2.2-5

4.如图 2.2-6，矩形线圈在匀强磁场中绕 OO' 轴匀速转动时，线圈中的感应电动势是否变化？为什么？设线圈的两个边长分别是 l_1 和 l_2 ，转动时角速度是 ω ，磁场的磁感应强度为 B 。试证明：在图示位置时，线圈中的感应电动势为 $E=BS\omega$ ，式中 $S=l_1l_2$ ，为线圈面积。

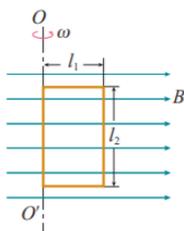


图 2.2-6

5.图 2.2-7 是电磁流量计的示意图。圆管由非磁性材料制成，空间有匀强磁场。当管中的导电液体流过磁场区域时，测出管壁上 M、N 两点间的电势差 U ，就可以知道管中液体的流量 Q ——单位时间内流过管道横截面的液体体积。已知管的直径为 d ，磁感应强度为 B ，试推出 Q 与 U 关系的表达式。假定管中各处液体的流速相同。电磁流量计的管道内没有任何阻碍液体流动的结构，所以常用来测量高黏度及强腐蚀性流体的流量。它的优点是测量范围宽、反应快、易与其他自动控制装置配套。

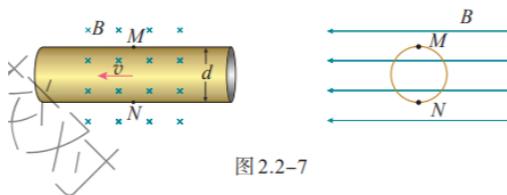


图 2.2-7

6. 一长为 l 的导体棒在磁感应强度为 B 的匀强磁场中绕其一端以角速度 ω 在垂直于磁场的平面内匀速转动 (图 2.2-8), 求 ab 两端产生的感应电动势。

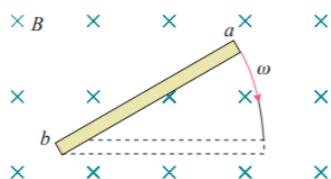


图 2.2-8

3. 涡流、电磁阻尼和电磁驱动

1. 有一个铜盘, 轻轻拨动它, 能长时间地绕轴自由转动。如果在转动时把蹄形磁铁的两极放在铜盘的边缘, 但并不与铜盘接触 (图 2.3-13), 铜盘就能在较短的时间内停止。分析这个现象产生的原因。

2. 如图 2.3-14 所示, 弹簧上端固定, 下端悬挂一个磁铁。将磁铁托起到某一高度后放开, 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, 使磁极上下振动时穿过它, 磁铁就会很快地停下来。分析这个现象的产生原因, 并说明此现象中能量转化的情况。

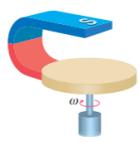


图 2.3-13



图 2.3-14

3. 在科技馆中常看到这样的表演: 一根长 1m 左右的空心铝管竖直放置 (图 2.3-15 甲), 把一枚磁性比较强的小圆柱形永磁体从铝管上端放入管口, 圆柱直径略小于铝管的内径。根据一般经验, 小圆柱自由下落 1m 左右的时间不会超过 0.5s, 但把小圆柱从上端放入管中后, 过了许久它才从铝管下端落下。小圆柱在管内运动时, 没有感觉到它跟铝管内壁发生摩擦, 把小圆柱靠着铝管, 也不见它们相互吸引。是什么原因使小圆柱在铝管中缓慢下落呢? 如果换用一条有裂缝的铝管 (图 2.3-15 乙), 圆柱在铝管中的下落就变快了。这又是为什么?

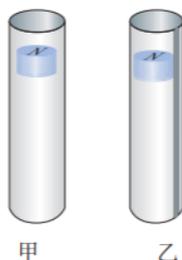


图 2.3-15

4. 人造卫星绕地球运行时, 轨道各处的地磁场的强弱并不相同, 因此, 金属外壳的人造地球卫星运行时, 外壳中总有感应电流。分析这一现象中的能量转化情形。它对卫星的运动可能

产生怎样的影响？

5.如图 2.3-16 所示，水平放置的绝缘桌面上有一个金属圆环，圆心的正上方有一个竖直的条形磁铁。请通过分析形成以下结论：把条形磁铁向水平方向移动时，金属圆环将受到水平方向运动的驱动力，驱动力的方向跟条形磁铁运动的方向相同。

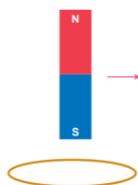


图 2.3-16

4. 互感和自感

1.图 2.4-7 是一种延时继电器的示意图。铁芯上有两个线圈 A 和 B。线圈 A 跟电源连接，线圈 B 两端连在一起，构成一个闭合电路。在断开开关 S 的时候，弹簧 K 并不会立刻将衔铁 D 拉起而使触头 C（连接工作电路）离开，而是过一小段时间后才执行这个动作。延时继电器就是因此而得名的。

(1) 请解释：当开关 S 断开后，为什么电磁铁还会继续吸住衔铁一小段时间？(2) 如果线圈 B 不闭合，是否会对延时效果产生影响？为什么？

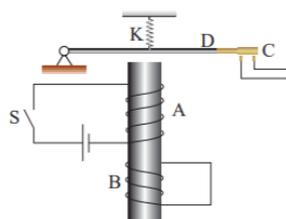


图 2.4-7

2.李辉用多用表的欧姆挡测量一个变压器线圈的电阻，以判断它是否断路。刘伟为了使李辉测量方便，没有注意操作的规范，用两手分别握住线圈裸露的两端让李辉测量。测量时表针摆过了一定角度，李辉由此确认线圈没有断路。正当李辉把多用表的表笔与被测线圈脱离时，刘伟突然惊叫起来，觉得有电击感（图 2.4-8）。李辉很奇怪，用手摸摸线圈两端，没有什么感觉，再摸摸多用表的两支表笔，也没有什么感觉。这是什么原因？



图 2.4-8

3.如图 2.4-9 所示, L 是自感系数很大的线圈, 但其自身的电阻几乎为 0。A 和 B 是两个相同的小灯泡。(1) 当开关 S 由断开变为闭合时, A、B 两个灯泡的亮度将如何变化? 请作出解释。(2) 当开关 S 由闭合变为断开时, A、B 两个灯泡的亮度又将如何变化? 请作出解释。

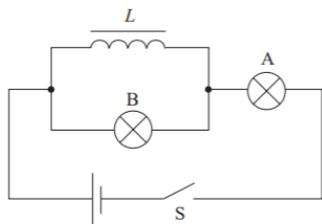


图 2.4-9

复习与提高 A 组

1.如图 2-1 所示, 条形磁铁以某一速度 v 向螺线管靠近, 此时螺线管中是否产生感应电流? 如果产生, 感应电流的方向是怎样的?

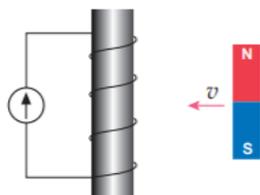


图 2-1

2.如图 2-2 所示, 在竖直向下的匀强磁场中, 将一个水平放置的金属棒 ab 以某一水平速度抛出, 金属棒在运动过程中始终保持水平。不计空气阻力, 金属棒在运动过程中产生的感应电动势大小和方向会发生变化吗? 说明理由。

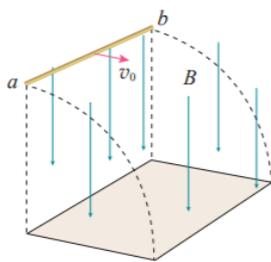


图 2-2

3.有一边长 $l=0.1\text{m}$ 的正方形导线框 $abcd$, 质量 $m=10\text{g}$, 由高度 $h=0.2\text{m}$ 处自由下落, 如图 2-3 所示。其下边 ab 进入匀强磁场区域后, 线圈开始做匀速运动, 直到其上边 dc 刚刚开始穿出匀强磁场为止, 此匀强磁场区域宽度也是 l 。求线框在穿越匀强磁场过程中产生的焦耳热。 g 取 10m/s^2 。

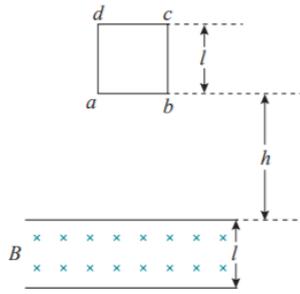


图2-3

4.如图 2-4 所示，在匀强磁场中有一个线圈。

(1) 当线圈分别以 P_1 和 P_2 为轴按逆时针方向转动时，在图中位置，感应电流的方向各是怎样的？

(2) 当角速度恒定时，上述两种情况下感应电流的大小有什么关系？

(3) 若角速度恒定，在图中位置，感应电动势的大小跟线圈面积有何关系？

(4) 设磁感应强度 B 为 0.15T ， AB 为 10cm ， BC 为 4cm ，角速度 120rad/s ，求以 P_1 和 P_2 为转轴时感应电动势的最大值。

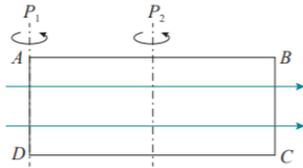


图2-4

5.如图 2-5 所示， a 、 b 两个闭合线圈用同样的导线制成，匝数均为 10 匝，半径 $r_a=2r_b$ ，图示区域内有匀强磁场，且磁感应强度随时间均匀减小。

(1) a 、 b 线圈中产生的感应电动势之比 $E_a:E_b$ 是多少？

(2) 两线圈中感应电流之比 $I_a:I_b$ 是多少？

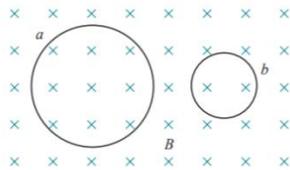


图2-5

6.如图 2-6 所示，电阻 R_{ab} 为 0.1Ω 的导体棒 ab 沿光滑导线框向右做匀速运动，线框中接有电阻 R 为 0.4Ω 。线框放在磁感应强度 B 为 0.1T 的匀强磁场中，磁场方向垂直于线框平面。导体棒 ab 的长度 l 为 0.4m ，运动的速度 v 为 5m/s 。线框的电阻不计。

(1) 电路 $abcd$ 中哪部分相当于电源？电动势多大？内阻多大？哪个位置相当于电源的正极？哪一部分相当于闭合电路中的外电路？

(2) ab 棒向右运动时所受的安培力有多大？

(3) ab 棒所受安培力的功率有多大？电阻 R 的发热功率有多大？电阻 R_{ab} 发热功率有多大？从能的转化和守恒角度说一说这三个功率关系的含义。

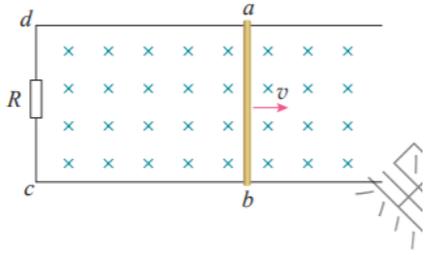


图 2-6

7. 在竖直方向的匀强磁场中，水平放置一圆形导体环。规定导体环中电流的正方向如图 2-7 甲所示，磁场向上为正。当磁感应强度 B 随时间 t 按乙图变化时，请画出导体环中感应电流随时间变化的图像。

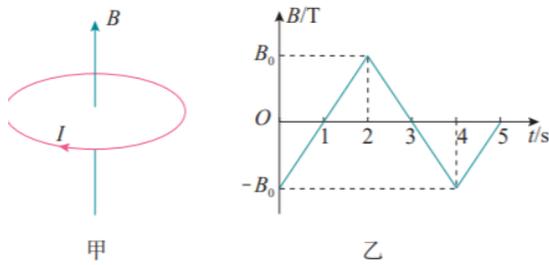


图 2-7

复习与提高 B 组

1. 国庆阅兵时,我国的 JH-7 型歼击轰炸机在天安门上空沿水平方向自东向西呼啸而过。该机的翼展为 12.7m, 北京地区地磁场的竖直分量为 $4.7 \times 10^{-5} \text{T}$, 该机水平飞过天安门时的速度为声速的 0.7 倍, 求该机两翼端的电势差。哪端的电势比较高?

2. 如图 2-8, 单匝线圈 ABCD 在外力作用下以速度 v 向右匀速进入匀强磁场, 第二次又以 $2v$ 匀速进入同一匀强磁场。求:

- (1) 第二次进入与第一次进入时线圈中电流之比;
- (2) 第二次进入与第一次进入时外力做功的功率之比;
- (3) 第二次进入与第一次进入过程中线圈产生热量之比。

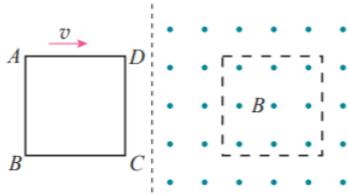


图2-8

3.如图 2-9 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 边是电阻为 R 的均匀电阻丝, 其余三边是电阻可忽略的铜导线, 匀强磁场的磁感应强度为 B , 方向垂直于纸面向里。现有一段长短、粗细、材料均与 ab 边相同的电阻丝 PQ 架在线框上, 并以恒定速度 v 从 ad 边滑向 bc 边。 PQ 在滑动过程中与导线框的接触良好。当 PQ 滑过 $1/3$ 的距离时, 通过 aP 段电阻丝的电流是多大?

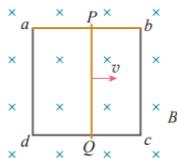


图2-9

4.如图 2-10 所示, MN 和 PQ 是两根互相平行、竖直放置的光滑金属导轨, 已知导轨足够长, 且电阻不计。 ab 是一根与导轨垂直而且始终与导轨接触良好的金属杆, 金属杆具有一定质量和电阻。开始时, 将开关 S 断开, 让杆 ab 由静止开始自由下落, 过段时间后, 再将 S 闭合。若从 S 闭合开始计时, 请画出金属杆的速度随时间变化的可能图像, 并结合图像对金属杆的受力和运动变化情况作出解释。

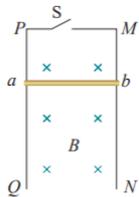


图2-10

5.图 2-11 中的 A 是一个边长为 l 的方形导线框, 其电阻为 R 。线框以恒定速度 v 沿 x 轴运动, 并穿过图中所示的匀强磁场区域, 磁感应强度为 B 。如果以 x 轴的正方向作为安培力的正方向, 线框在图示位置的时刻开始计时, 请通过计算作出线框所受的安培力随时间变化的图像, 标明图线关键位置的坐标值。

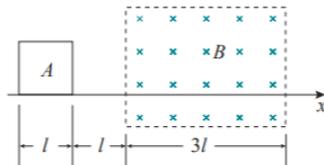


图2-11

6.图 2-12 是法拉第圆盘发电机的示意图: 铜质圆盘安装在水平铜轴上, 圆盘位于两磁极之

间，圆盘平面与磁感线垂直。两铜片 C、D 分别与转动轴和圆盘的边缘接触。使圆盘转动，电阻 R 中就有电流通过。

(1) 说明圆盘发电机的原理。

(2) 圆盘如图 2-12 方向转动，请判断通过 R 的电流方向。

(3) 如果圆盘的半径为 r ，匀速转动的周期为 T ，圆盘全部处在一个磁感应强度为 B 的匀强磁场之中。请讨论这个发电机的电动势与上述物理量的关系。

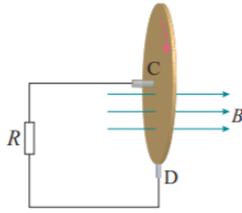


图 2-12

第三章交变电流

1. 交变电流

1.有人说，在图 3.1-3 中，线圈平面转到中性面的瞬间，穿过线圈的磁通量最大，因而线圈中的感应电动势最大；线圈平面跟中性面垂直的瞬间，穿过线圈的磁通量为 0，因而感应电动势为 0。这种说法对不对？为什么？

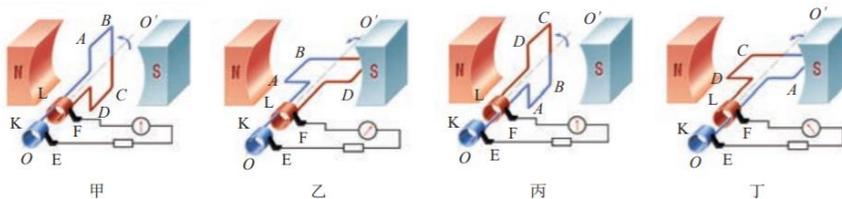


图 3.1-3 交流发电机示意图

2.图 3.1-3 中，设磁感应强度为 0.01T ，单匝线圈边长 AB 为 20cm ，宽 BC 为 10cm ，转速 $n = 50\text{r/s}$ ，求线圈转动时感应电动势的最大值。

3.一台发电机产生正弦式电流。如果发电机电动势的峰值 $E_m = 400\text{V}$ ，线圈匀速转动的角速度 $\omega = 314\text{rad/s}$ ，试写出电动势瞬时值的表达式（设 0 时刻电动势瞬时值为 0）。如果这个发电机的外电路只有电阻元件，总电阻为 $2\text{k}\Omega$ ，电路中电流的峰值为多少？写出电流瞬时值的表达式。

4.如图 3.1-9 所示， $KLMN$ 是一个竖直的矩形导线框，全部处于磁感应强度为 B 的水平方向的匀强磁场中，线框面积为 S ， MN 边水平，线框绕某一竖直固定轴以角速度 ω 匀速转动。在 MN 边与磁场方向的夹角到达 30° 的时刻（图示位置），导线框中产生的瞬时电动势 e 的大小是多少？标出线框此时的电流方向。已知线框按俯视的逆时针方向转动。

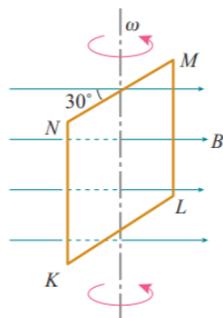


图 3.1-9

2. 交变电流的描述

1. 我国电网中交变电流的周期是 0.02s，1s 内电流的方向发生多少次变化？
2. 一个电容器，当它的两个极板间的电压超过 10V 时，其间的电介质就可能被破坏而不再绝缘，这个现象叫作电介质的击穿，这个击穿电压叫作这个电容器的耐压值。能否把这个电容器接在正弦式交流电压是 9V 的电路两端？为什么？
3. 一个灯泡，上面写着“220V40W”。当它接在正弦式交流电源上正常工作时，通过灯丝电流的峰值是多少？
4. 图 3.2-7 是一个正弦式交变电流的波形图。根据 $i-t$ 图像求出它的周期、频率、电流的峰值、电流的有效值。

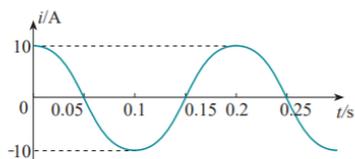


图 3.2-7

5. 有一个电热器，工作时的电阻为 50Ω ，接在电压 u 为 $U_m \sin \omega t$ 的交流电源上，其中 U_m 为 311V， ω 为 $100\pi \text{s}^{-1}$ 。该电热器消耗的功率是多大？
6. 有 A、B、C 三条导线，它们与大地之间的电压随时间变化的规律如图 3.2-8 所示。这三个电压中，它们的峰值有什么关系？它们的周期有什么关系？

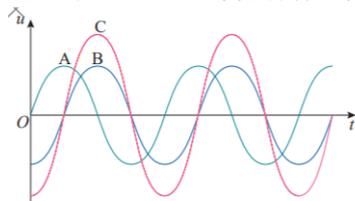


图 3.2-8

7. 通过某交流电流表的电流 i 随时间 t 变化的关系如图 3.2-9 所示，该电流表的示数是多少？

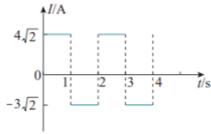


图 3.2-9

3. 变压器

1. 变压器为什么不能改变恒定电流的电压？

2. 有些机床（图 3.3-6）为了安全，照明电灯用的电压是 36V，这个电压是把 380V 的电压降压后得到的。如果变压器的原线圈是 1440 匝，副线圈是多少匝？在某次实际工作时输入电压只有 220V，则输出电压是多少？



图 3.3-6

3. 当变压器的一个线圈的匝数已知时，可以用下面的方法测量其他线圈的匝数：把被测线圈作为原线圈，用匝数已知的线圈作为副线圈，通入交变电流，测出两线圈的电压，就可以求出被测线圈的匝数。已知副线圈有 400 匝，把原线圈接到 220V 的交流电路中，测得副线圈的电压是 55V，求原线圈的匝数。

4. 变压器线圈中的电流越大，所用的导线应当越粗。街头见到的变压器是降压变压器，假设它只有一个原线圈和一个副线圈，哪个线圈应该使用较粗的导线？为什么？

5. 图 3.3-7 是街头变压器通过降压给用户供电的示意图。变压器的输入电压是市区电网的电压，负载变化时输入电压不会有大的波动。输出电压通过输电线输送给用户，两条输电线的总电阻用 R_0 表示，变压器 R 代表用户用电器的总电阻，当用电器增加时，相当于 R 的值减小（滑动片向下移）。如果变压器上的能量损失可以忽略，当用户的用电器增加时，图中各表的读数如何变化？

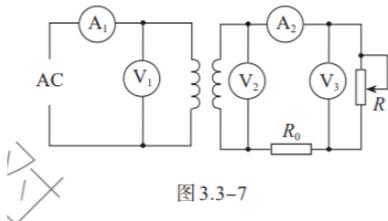


图 3.3-7

4. 电能的输送

1. 采用 110kV 高压输电，输送电功率为 4800kW 的电能，输电导线中的电流是多少？如果用 110V 电压输送同样功率的电能，输电导线中电流是多少？我们在初中曾经做过类似的题目，那时是用直流电路的知识来处理的。在纯电阻的交流电路中，同样有公式 $U=IR$ 和 $P=UI$ 。想想看，这里的 U 和 I 的含义与初中有什么不同？

2. 以下是一段关于输电线损失功率的推导。将电能从发电站送到用户，在输电线上会损失一部分功率。设输电电压为 U ，则功率损失为

$$P_{\text{损}}=UI \quad (1)$$

$$\text{而 } U=IR \quad (2)$$

将 (2) 式代入 (1) 式，

$$\text{得到 } P_{\text{损}}=U^2/R \quad (3)$$

由 (3) 式可知，要减小功率损失 $P_{\text{损}}$ ，就应当用低压送电和增大输电线的电阻 R 。这段推导错在哪里？

3. 从发电站输出的功率为 200kW，输电线的总电阻为 0.05Ω ，用 1100V 和 11kV 两种电压输电。试估算两种情况下输电线上由电阻造成的电压损失。

4. 如果用 220V 和 11kV 两种电压来输电，设输送的电功率、输电线上功率损失、导线的长度和电阻率都相同，求导线的横截面积之比。

5. 某个小水电站发电机的输出功率为 100kW，发电机的电压为 250V。通过升压变压器升压后向远处输电，输电线的总电阻为 8Ω ，在用户端用降压变压器把电压降为 220V。要求在输电线上损失的功率控制在 5kW（即用户得到的功率为 95kW）。请你设计两个变压器的匝数比。为此，请你计算：

- (1) 降压变压器输出的电流为多少？输电线上通过的电流是多少？
- (2) 输电线损失的电压为多少？升压变压器输出的电压是多少？
- (3) 两个变压器的匝数比各应等于多少？

复习与提高 A 组

1. 下列各情况中，线圈都以角速度 ω 绕图 3-1 中的转动轴匀速转动，能产生交变电流的是哪些？请简述理由。

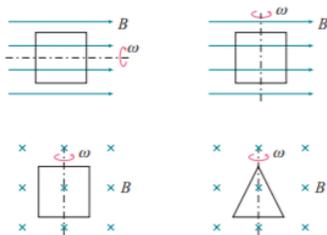


图 3-1

2. 有一个教学用的可拆变压器，它的原、副线圈外部还可以绕线。现在要测定原、副线圈的匝数，除有一根足够长的绝缘导线外，还需要什么器材？简要说明实验过程和原理。

3.在有效值为 220V 的交流电路中,接入 50Ω 的电阻,电流的有效值和最大值各是多少?这时消耗的功率是多少?

4.晚会上装饰着 120 个彩色小电灯,每个小灯泡的额定电压都是 4V,工作电流都是 0.1A,它们并联在一起,由一台变压器供电,小彩灯正常发光.变压器的原线圈接在 220V 的照明电路上,求通过原线圈的电流.

5.下列引号中的文字,是某同学说的一个结论,请你帮他分析这个结论错在哪里。“变压器的原、副线圈之间并未直接用导线相连,而是靠线圈中磁通量的变化传输功率,因此,能量在传输过程中不会有损失,变压器也不会发热。”

6.A、B 是两个完全相同的电热器,A 通以图 3-2 甲所示的方波交变电流,B 通以图 3-2 乙所示的正弦交变电流.两电热器的电功率之比 $P_A:P_B$ 等于多少?

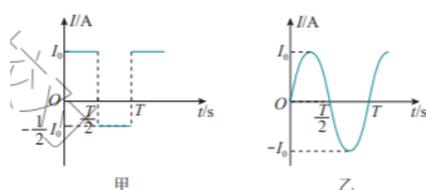


图 3-2

复习与提高 B 组

1.面积均为 S 的两个电阻相同的线圈,分别放在如图 3-3 甲、乙所示的磁场中.甲图中是磁感应强度为 B_0 的匀强磁场,线圈在磁场中以周期 T 绕 OO' 轴匀速转动;乙图中磁场变化规律为 $B=B_0\cos 2\pi Tt$,从图示位置开始计时.请比较两个线圈:

- (1) 磁通量的变化规律;
- (2) 感应电动势的变化规律.

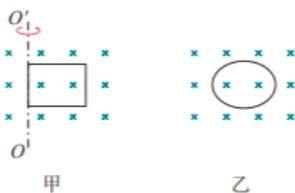


图 3-3

2.图 3-4 甲是某燃气灶点火装置的原理图.转换器将直流电压转换为图 3-4 乙所示的正弦交流电压,并加在一理想变压器的原线圈上,变压器原、副线圈的匝数分别为 n_1 、 n_2 ,电压表为交流电表.当变压器副线圈电压的瞬时值大于 5000V 时,就会在钢针和金属板间引发电火花进而点燃气体,求:(1)图中开关闭合时电压表的示数;(2)变压器原、副线圈的匝数满足怎样的关系才能实现点火?

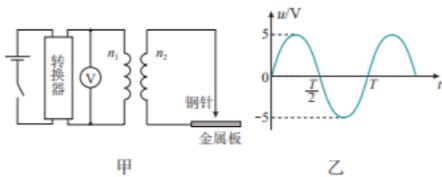


图 3-4

3.如图 3-5 所示，理想变压器的原、副线圈的匝数比为 3：1，在原、副线圈的回路中分别接有阻值相同的电阻，原线圈一侧接在电压为 220V 的正弦交流电源上，求：

- (1) 副线圈回路中电阻两端的电压；
- (2) 原、副线圈回路中电阻消耗的功率之比。

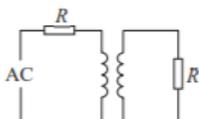


图 3-5

4.图 3-6 为某人设计的电吹风电路图， a 、 b 、 c 、 d 为四个固定触点。可动的扇形金属触片 P 可同时接触两个触点。触片 P 处于不同位置时，电吹风可处于停机、吹热风 and 吹冷风三种工作状态。 n_1 和 n_2 分别是理想变压器原、副线圈的匝数。该电吹风的各项参数如下表所示。

热风时输入功率	460 W
冷风时输入功率	60 W
小风扇额定电压	60 V
正常工作时小风扇输出功率	52 W

- (1) 吹冷风时触片 P 位于怎样的位置？请在图中标注。
- (2) 由表格中数据计算出小风扇的内阻是多少？
- (3) 变压器原、副线圈的匝数比 $n_1 : n_2$ 是多少？

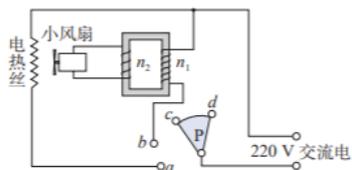


图 3-6

5.有一条河流，河水流量为 $4\text{m}^3/\text{s}$ ，落差为 5m。现利用它来发电，水电站的总效率为 50%，发电机的输出电压为 350V。水电站到用户之间要进行远距离输电，两地间输电线的总电阻为 4Ω ，允许输电线上损耗的功率为发电机输出功率的 5%，用户所需要电压为 220V，认为所用的变压器都是理想变压器，求升压、降压变压器原、副线圈的匝数比， g 取 $10\text{m}/\text{s}^2$ 。6.如图 3-7 所示，矩形线圈面积为 S ，匝数为 N ，线圈电阻为 r ，在磁感应强度为 B 的匀强磁场中绕 OO' 轴以角速度 ω 匀速转动，外电路电阻为 R 。当线圈由图示位置转过 90° 的过程中，求：(1) 通过电阻 R 的电荷量 q ；(2) 电阻 R 上所产生的热量 Q 。

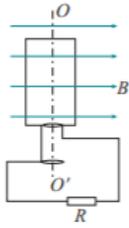


图 3-7

第四章电磁振荡与电磁波

1. 电磁振荡

1. 一个 LC 电路产生电磁振荡。以横坐标轴表示时间，纵坐标轴既表示电流又表示电压，试在同一坐标系内，从某一次放电开始，画出该电路中电流和电容器两极板间电压随时间变化的 $i-t$ 图像和 $u-t$ 图像。

2. 在上题图像中的一周期内，哪段时间电场能在增大？电场能最大时电流和电压的大小有什么特点？哪段时间磁场能在增大，磁场能最大时电流和电压的大小有什么特点？

3. 某收音机中的 LC 电路，由固定线圈和可调电容器组成，能够产生 535kHz 到 1605kHz 的电磁振荡。可调电容器的最大电容和最小电容之比是多少？固定线圈的自感系数是多少？
 4. 为了测量储罐中不导电液体的高度，将与储罐外壳绝缘的两块平行金属板构成的电容 C 置于储罐中，电容 C 可通过开关 S 与电感 L 或电源相连，如图 4.1-5 所示。当开关从 a 拨到 b 时，由电感 L 与电容 C 构成的回路中产生振荡电流。现知道平行板电容器极板面积一定、两极板间距离一定的条件下，平行板电容器的电容与两极板间是否有电介质存在着确定的关系，当两极板间充入电介质时，电容增大。问：当储罐内的液面高度降低时，所测得的 LC 回路振荡电流的频率如何变化？

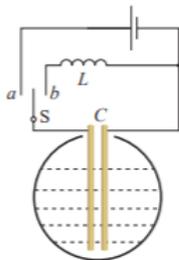


图 4.1-5

2. 电磁场与电磁波

1.“变化的磁场产生电场”，这是麦克斯韦电磁场理论的重要支柱之一。请你通过相关的实验事实和一定的逻辑推理，说明这个结论的正确性。

2.赫兹在 1886 年做了一个有名的实验，证明了电磁波的存在。他把环状导线的两端各固定一个金属小球，两小球之间有一很小间隙，他把这个装置放在一个距离正在放电发生电火花的感应圈不远的地方，令他振奋的现象发生了。他当时看到了什么现象？为什么说这个现象让他捕捉到了电磁波？

3.你能否用生活中的例子说明电磁波的存在？4.我们通常听到的声音是靠声波来传播的，而手机接收的是电磁波。请你小结一下：声波和电磁波有哪些地方是相同的？有哪些地方存在着差异？

3. 无线电波的发射和接收

1.有 4 个容易混淆的名词：调制、调幅、调频、解调。请设计一个结构图来表明它们的关系，并说明调幅与调频的区别。

2.请向你的同学描述：调幅波（经调幅后的电磁波）图像的形状是怎样的？描述时，要求用到“载波”“音频信号”这两个名词。

3.我国第一颗人造卫星用 20.009MHz 和 19.995MHz 的电磁波发送信号，求这两种电磁波的波长。

4.某同学自己绕制天线线圈，制作一个最简单的收音机，用来收听中波的无线电广播。他发现有一个频率最高的中波电台收不到，但可以接收其他中波电台。为了收到这个电台，他应该增加还是减少线圈的匝数？说明理由。

4. 电磁波谱

1.我们根据什么说电磁波是一种物质？

2.波长为 $0.6\mu\text{m}$ 的红光，从 10m 外的交通信号灯传到你的眼睛，大约需要多长时间？这个距离是波长的多少倍？

3. 某雷达站正在跟踪一架飞机，此时飞机正朝着雷达站方向匀速飞来。某一时刻雷达发出一个无线电脉冲，经 $200\mu\text{s}$ 后收到反射波；隔 0.8s 后再发出一个脉冲，经 $198\mu\text{s}$ 收到反射波。求飞机的飞行速度。

4.除了可见光外，红外线、紫外线、无线电波（中波、短波、微波）、X 射线、 γ 射线，都是电磁波大家族的成员。请在这些看不见的电磁波中，每种选一个与你关系最密切的，或者令你印象最深的实例，按照波长由长至短的顺序列举出来。

5.在长长的电磁波谱中，能够引起视觉的只是波长为 400760nm 这样很窄的一部分。有趣的是，太阳辐射的各种波长的电磁波中，也是这部分最强。你怎样解释这种“巧合”？

复习与提高 A 组

1. 如图 4-1 所示，在磁感应强度 B 随时间 t 变化的以下四种磁场中，哪些是能产生电场的？

哪些是能产生电磁波的？说明你判断的理由。

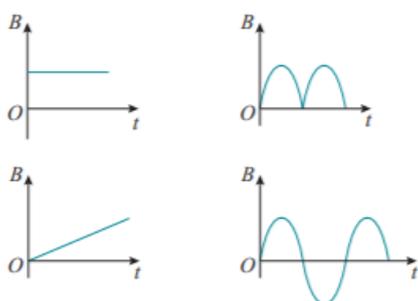


图4-1

2.广播电台的短波、家用微波炉的微波、DVD机的激光（可见光）、人体透视用的X射线，它们的频率分别为 f_1 、 f_2 、 f_3 、 f_4 ，请将它们按照频率由小到大排列。

3.如图4-2所示， $i-t$ 图像表示LC振荡电路的电流随时间变化的图像。在 $t=0$ 时刻，回路中电容器的M板带正电。在某段时间里，回路的磁场能在减小，而M板仍带正电，则这段时间对应图像中哪一段？

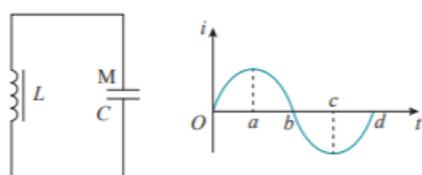


图4-2

4.已知手机单端天线的长度为载波波长的 $\frac{1}{4}$ 时，其感应电动势在天线中将达到最大值。如果手机接收信号的载波频率为 $8.00 \times 10^8 \text{ Hz}$ ，这种手机的天线应设计为多长？

复习与提高 B 组

1.如图4-3所示，线圈的自感系数 0.1 H ，电容器的电容 $40 \mu\text{F}$ ，电阻 R 的阻值 3Ω ，电源电动势 1.5 V ，内阻不计。闭合开关 S ，待电路达到稳定状态后断开开关 S ，LC电路中将产生电磁振荡。如果规定线圈中的电流方向从 a 到 b 为正，断开开关的时刻 $t=0$ ，请画出电感线圈中电流 i 随时间 t 变化的图像，并标明关键点的坐标值。

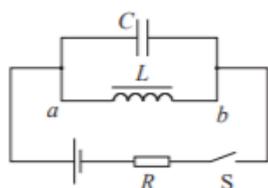


图4-3

2.回旋加速器中的磁感应强度为 B ，被加速的粒子的电荷量为 q ，质量为 m ，用LC振荡器作为带电粒子加速的交流高频电源，电感 L 和电容 C 的数值应该满足什么条件？

3.有波长分别为 290m、397m、566m 的无线电波同时传向收音机的接收天线，当把收音机的调谐电路的频率调到 756kHz 时，问：

(1) 哪种波长的无线电波在收音机中产生的振荡电流最强？

(2) 如果想接收到波长为 290m 的无线电波，应该把调谐电路中可调电容器的电容调大一些还是调小一些？

4.如图 4-4，LC 电路中，电容 C 为 $0.4\mu\text{F}$ ，电感 L 为 1mH 。已充电的平行板电容器两极板水平放置。开关 S 断开时，极板间有一带电灰尘恰好静止。当开关 S 闭合时，灰尘在电容器内运动，g 取 10m/s^2 。求：(1) 从 S 闭合开始计时，经 $2\pi \times 10^{-5}\text{s}$ 时，电容器内灰尘的加速度大小为多少？(2) 当灰尘的加速度多大时，线圈中电流最大？

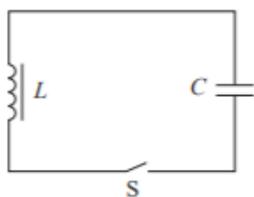


图 4-4

5.某高速公路自动测速装置如图 4-5 甲所示，雷达向汽车驶来的方向发射脉冲电磁波，每次发射时间约为 10^{-6}s ，相邻两次发射时间间隔为 t 。当雷达向汽车发射电磁波时，在显示屏上呈现出一个尖形波；在接收到反射回来的无线电波时，在显示屏上呈现出第二个尖形波。根据两个波在显示屏上的距离，可以计算出汽车至雷达的距离。显示屏如图 4-5 乙所示，请根据图中 t_1 、 t 、 t_2 的意义，结合光速 c 求出汽车车速的表达式。

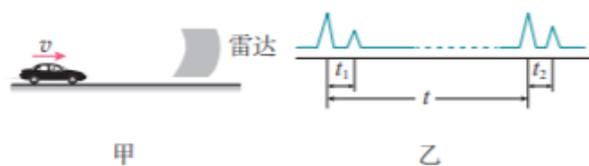


图 4-5

第五章传感器

1. 认识传感器

1. 什么是传感器？它的作用是什么？简述一下你对传感器的认识和理解。
2. 请列举一个你认为很“神奇”的利用传感器工作的例子，简单说明它的原理。
3. 以下工作中，你认为要使用什么传感器？(1) 让孵化器在一定温度下孵化禽蛋；(2) 电梯超出负载时，发出报警提示；(3) 使汽车排放符合国家标准的尾气。

2. 常见传感器的工作原理及应用

1. 按照你对以下几种传感器的理解，填写下面的表格。

传感器名称	输入的物理量	输出的物理量
光敏电阻		
热敏电阻		
金属热电阻		
电阻应变片		
电容式位移传感器		

2. 图 5.2-14 是一种电感式微小位移传感器的原理图。1 是待测位移的物体，3 是空心线圈，软铁芯 2 插在线圈 3 中并且可以随着物体 1 在线圈 3 中左右平移。这种传感器可以把被测物体位移的大小转换为线圈自感系数的大小，请定性说明它的工作原理，并尝试设计与线圈 3 相连的电路。

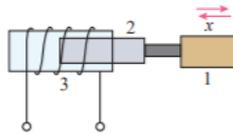


图 5.2-14

3. 电饭锅中应用了温度传感器，它的主要元件是感温铁氧体，其特点是：常温下感温铁氧体具有铁磁性，能够被磁体吸引，但是温度上升到约 $103\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时，就失去了铁磁性，不能被磁体吸引了。这个温度在物理学中称为该材料的“居里点”。电饭锅的结构如图 5.2-15 所示，请结合温度传感器的特点回答以下问题：

- (1) 开始煮饭时为什么要压下开关按钮？手松开后这个按钮是否会恢复到图示状态？为什么？
- (2) 煮饭时水沸腾后锅内还有一定水分时，为什么锅的温度会保持 $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ 而不会持续升高？
- (3) 饭熟后，水分被大米吸收，锅底的温度会有什么变化？这时电饭锅会自动地发生哪些动作？
- (4) 如果用电饭锅烧水，能否在水沸腾后自动断电？

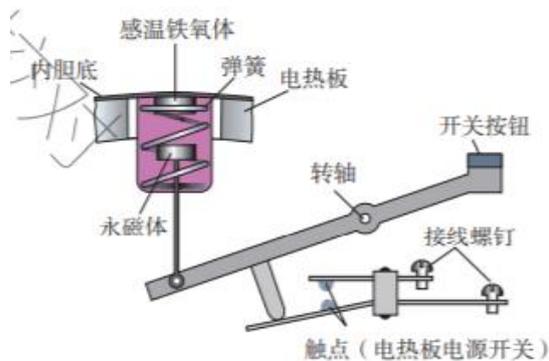


图 5.2-15

3. 利用传感器制作简单的自动控制装置

1. 某同学设计了一个加速度计，如图 5.3-6 所示。较重的滑块 2 可以在光滑的框架 1 中平移，滑块两侧用弹簧 3 拉着； R 为滑动变阻器，4 是滑动片，它与电阻器任一端之间的电阻值都与它到这端的距离成正比。这个装置就是一个加速度传感器。两个电池 E 的电压相同。按图连接电路后，电压表指针的零点位于表盘中央，当 P 端的电势高于 Q 端时，指针向零点右侧偏转。将框架固定在运动的物体上，当物体具有图示方向的加速度 a 时，电压表的指针将向哪个方向偏转？简述你分析的过程。

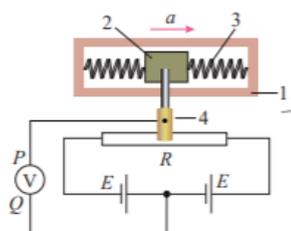


图 5.3-6

2. 双金属温度传感器是将两种具有不同热膨胀系数的金属贴合在一起制成的。当它温度升高时，两种金属伸长不一样而发生弯曲变形，使触点接通或断开。日光灯启动器里就有一个双金属温度传感器（图 5.3-7）。取一个报废的日光灯启动器，去掉外壳，在充有氖气的玻璃泡内，有一个 U 形的双金属片，其旁边有一根直立的金属丝，两者构成一对触点。常温下两触点是分离的，温度升高时，双金属片因形变而与金属丝接触。敲碎氖泡的玻璃，调节两触点之间的距离，使温度升高到 $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时两触点恰好接通。请你利用这个双金属温度传感器，设计一个电热水器自动加热的控制方案。当水温低于 $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时自动通电加热，高于 $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时自动断电。



图 5.3-7

3. 工人在锻压机、冲床、钻床等机器上劳动时，稍有不慎就会把手压在里面，造成工伤事故，工厂中大都是利用光电控制设备来避免事故发生的。如图 5.3-8 所示为光控继电器的示意图，它由电源、光电二极管（当有光照射时，二极管导通，没有光照时，二极管截止）、放大器、电磁继电器等几部分组成。这样，当工人不慎将手伸入危险区域时，由于遮住了光线，光控继电器衔铁立即带动开关，使机床停止工作，避免事故发生。请简述光控继电器的原理。

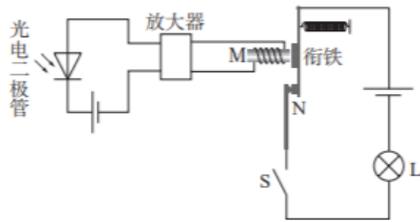


图 5.3-8

复习与提高 A 组

1. 在公共场所装有自动干手机，洗手后将湿手靠近，机内的传感器就开通电热器加热，有热空气从机内喷出，将湿手烘干。你认为，手靠近干手机使传感器工作，可能的原因是什么？简述你的理由。

2. 全自动洗衣机设有多段式水位自动感应装置，该装置采用的可能是下列哪种类型的传感器？简述你的理由。 A. 温度传感器 B. 压力传感器 C. 生物传感器 D. 红外线传感器

3. 有一种路灯自动控制装置，用光敏电阻作为传感器，自动控制路灯的接通与断开。光敏电阻的阻值随照射光的强弱而变化，作为简化模型，可以近似认为，照射光较强（如白天）时电阻几乎为 0；照射光较弱（如黑夜）时电阻接近于无穷大。利用光敏电阻作为传感器，借助电磁开关，可以实现路灯自动在白天关闭，黑夜打开。电磁开关的内部结构如图 5-1 所示。1、2 两接线柱连接励磁线圈，3、4 两接线柱相当于路灯的开关，分别与弹簧片和触点连接。当励磁线圈中电流大于某个值时，电磁铁吸合铁片，弹簧片和触点分离，3、4 断开；当励磁线圈中电流小于某个值时，3、4 接通。现有以下器材：励磁线圈电源 E_1 、路灯电源 E_2 、路灯灯泡、励磁线圈限流保护电阻 R_0 、光敏电阻 R_1 、电磁开关、导线开关等。利用以上器材设计一个自动控制路灯的电路，画出电路原理图。画电路图时，光敏电阻符号是 ，电磁开关符号是 ，其他器材使用规范的电路符号。

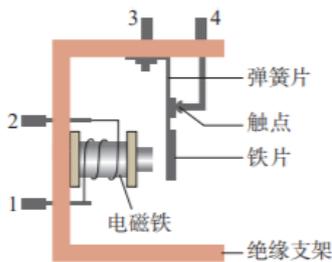


图 5-1

4. 图 5-2 为电熨斗构造的示意图，其中温度敏感元件是双金属片，在温度升高时上层金属的膨胀大于下层金属，可造成双金属片的形变。观察电熨斗的构造，并回答下列问题：

(1) 常温下，电熨斗的上下触点应当是接触的还是分离的？当温度过高时双金属片将怎样起作用？

(2) 熨烫棉麻衣物需要设定较高的温度，熨烫丝绸衣物需要设定较低的温度，这是如何利用调温旋钮来实现的？

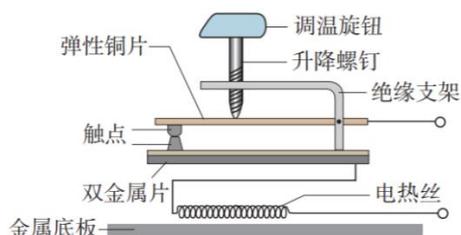


图 5-2

复习与提高 B 组

1. 调查你家里的用电器，填写下列各用电器中可能选用的传感器（用“√”表示选用），说明它们各自的作用。

	电视	冰箱	洗衣机	热水器	微波炉	煤气具	空气净化器
温度传感器							
光传感器							
压力传感器							
湿度传感器							
气体传感器							

2. 为了节能和环保，一些公共场所用光敏电阻制作光控开关来控制照明系统。光敏电阻的阻值随着光的强弱而变化。物理学中用照度描述光的强弱，光越强照度越大，照度的单位为 lx 。某光敏电阻 R_G 在不同照度下的阻值如下表：

照度 / lx	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	1.2
电阻 / $k\Omega$	75	40	28	23	20	18

(1) 根据表中数据，请在图 5-3 甲所示的坐标系中描绘出阻值随照度变化的曲线，并说明阻值随照度变化的特点。(2) 如图 5-3 乙所示，当 1、2 两端电压上升至 $2V$ 时，控制开关自动启动照明系统。请利用下列器材设计一个简单电路，给 1、2 两端提供电压，要求当照度降低至 $1.0 lx$ 时启动照明系统。在虚线框内完成电路原理图（不考虑控制开关对所设计电路的影响）。提供的器材如下：光敏电阻 R_G （阻值见上表）；直流电源 E （电动势 $3V$ ，内阻不计）；定值电阻： $R_1=10 k\Omega$ ， $R_2=20 k\Omega$ ， $R_3=40 k\Omega$ （限选其中之一并在图中标出）；开关 S 及导线若干。

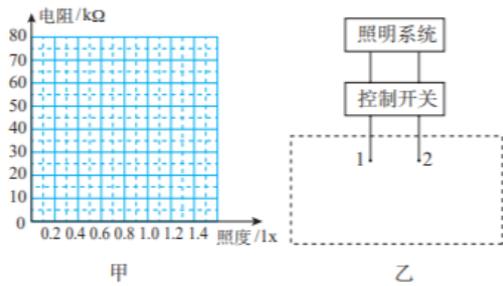


图 5-3

3. 许多会议室和宾馆房间的天花板上都装 有火灾报警器。有一种火灾报警器是利用烟雾对光的散射来工作的。如图 5-4 所示，带孔的罩子内装有发光二极管 LED、光电三极管（也是一种晶体管，有三个电极，当光照强弱变化 时，电极间的电阻随之变化）和不透明的挡板。平时，光电三极管接收不到 LED 发出的光，呈 现高电阻状态。烟雾进入罩内后对光有散射作 用，使部分光线照射到光电三极管上，其电阻 变小。与传感器连接的电路检测出 这种变化， 就会发出警报。 你能说说类似这种光电式传感器还能在哪些场合应用吗？

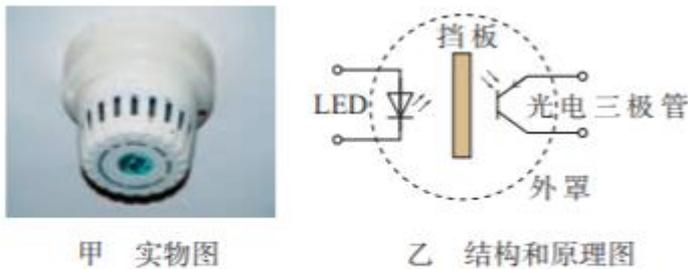


图 5-4 烟雾散射式火灾报警器

4. 某同学在研究性学习活动中自制电子秤， 原理示意图如图 5-5 所示。用理想电压表的示数指示物体的质量，托盘与电阻可忽略的金属 弹簧相连，托盘与弹簧的质量均不计，滑动变 阻器 R 的滑动端与弹簧上端连接。当托盘中没 有放物体时，滑片恰好指在变阻器的最上端， 此时电压表示数为 0。设变阻器总电阻为 R ，总 长度为 l ，电源电动势为 E ，内阻为 r ，限流电 阻阻值为 R_0 ，弹簧劲度系数为 k ，不计一切摩擦 和其他阻力。试推导出电压表 示数 U 与所称物 体质量 m 的关系式。

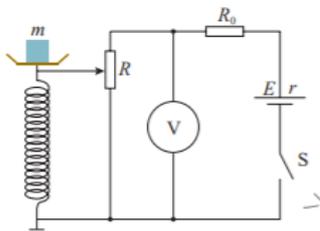


图 5-5

5. 如图 5-6 所示，一定厚度和宽度的导体 板放在匀强磁场中，当导体板通过一定电流， 且 电流与磁场方向垂直时，在导体板的上侧面 A 和下侧面 A' 之间会产生一定的电势差 U_H ，这 种现象称为霍尔效应。（1）若图中的电流 I 是电子的定向运动产生 的，则导体板上、下 两个侧面中，哪个电势高？（2）设该导体板单位体积中自由电子的个 数为 n ，导体板的 宽度为 d ，通过导体板的电流 为 I ，磁感应强度为 B ，电子电荷量为 e 。试证 明：发生霍尔效

应时，导体板上、下侧面间的电势差 $U_H = \frac{BI}{ned}$ 。 (3) 由上问的结论可知，在 I 、 n 、 e 、 d 都相同的情况下， U_H 与 B 成正比，由 U_H 的数值可以比较 B 的大小，因此可以把这种导体板做成磁敏元件。试问：用这种磁敏元件探测某空间的磁场时，磁敏元件摆放的方向对 U_H 是否有影响？如果把这种导体板上、下侧面间的电压进行线性放大显示，用它做成的磁传感器的示数是否跟被测磁感应强度有线性关系？

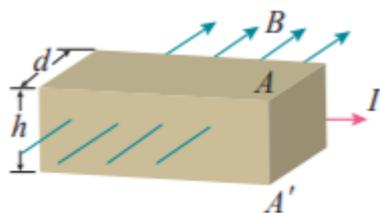


图 5-6

6. 当前大量使用的磁敏器件是霍尔元件与集成电路制作在一起的磁传感器，它有以下两种。(1) 一种是“线性”的。它是将霍尔元件和放大器集成在一个芯片内，其输出的电压与感受到的磁感应强度成正比地连续变化。请你提出一种方案，利用它来测量电流的大小。(2) 另一种叫作“开关型”的。当磁场增强到一定程度时它才会输出高电势，而在磁场弱到一定程度时输出低电势，它只能像开关一样在高、低电势之间跃变。请你提出一种方案，利用它来测量物体的转速。