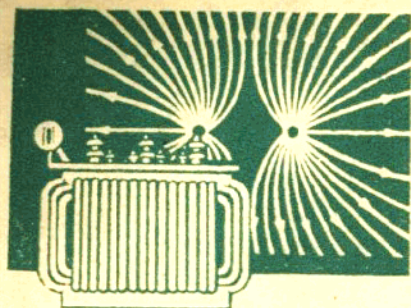




北京市中学课本

物理

第三册

下册



712552

北京市中学课本

物 理

第三册

(下册)

北京市教育局教材编写组编

*

北京人民出版社出版

北京市新华书店发行

北京第二新华印刷厂印刷

*

1973年6月第1版 1975年6月第2版第1次印刷

书号: K7071·90 定价: 0.23 元

毛主席语录

我们的教育方针,应该使受教育者在德育、智育、体育几方面都得到发展,成为有社会主义觉悟的有文化的劳动者。

学生也是这样,以学为主,兼学别样,即不但学文,也要学工、学农、学军,也要批判资产阶级。学制要缩短,教育要革命,资产阶级知识分子统治我们学校的现象,再也不能继续下去了。

说 明

彻底改革旧教材,编写无产阶级新教材,是无产阶级教育革命的重要组成部分。在毛主席教育革命思想的指引下,在本市广大工农兵、革命师生和有关单位的大力支持和帮助下,我们编写了这册教材,供本市中学四年级第二学期使用。由于我们对伟大领袖毛主席的教育革命思想理解不深,教材中一定会有不少缺点和错误,望广大工农兵和革命师生批评指正。

北京市教育局教材编写组

一九七二年四月

目 录

第八章 磁场 电磁感应	1
第一节 磁场对电流的作用 磁感应强度	1
第二节 感生电流	10
第三节 实验:电磁感应现象的研究	17
第四节 感生电动势	18
第五节 自感和互感	26
第六节 涡流	31
第七节 变压器	36
第九章 交流电路	46
第一节 交流电	46
第二节 具有电阻、电感、电容的电路	55
第三节 电阻、电感、电容的串联电路	68
第四节 交流电的功率和功率因数	78
第十章 电动机	87
第一节 三相感应电动机的旋转磁场	87
第二节 感应电动机的运转原理	93
第三节 直流电动机	96

第八章 磁场 电磁感应

第一节 磁场对电流的作用 磁感应强度

我们已经知道，磁铁和通电导体附近的小磁针和铁屑会受到力的作用。这是由于磁铁和通电导体的周围都存在着磁场，磁场对小磁针和铁屑产生作用力。我们还知道，无论是磁铁周围的磁场还是通电导体周围的磁场对于放在磁场里的通电导体都有力的作用。

电场是一种物质，磁场也是一种物质。

我们曾经用电荷在电场中受力的情况来描述电场的力的性质，下面我们通过研究小磁针和通电导体在磁场中不同位置上受力的方向和大小，来揭示磁场的力的性质。

把一个可以自由转动的小磁针放在磁铁附近的几个不同位置上，它静止以后的指向是不同的，这说明小磁针在磁场各处所受的作用力的方向不同。但是在磁场中的任何确定的位置上，小磁针总指向一个唯一

的方向，我们规定，小磁针北极的指向就是小磁针处磁场的方向，这个方向就是小磁针的北极在该处受力的方向。引入磁力线是描述磁场的一个形象的方法，一条曲线，如果它上面任何一点的切线方向都跟该点的磁场方向重合，这条曲线就叫做磁力线。小磁针北极的指向就是通过小磁针处磁力线的切线方向，由此可见，磁场中任何位置上磁力线的方向就是该位置磁场的方向。各种磁铁和通电导体周围的磁力线分布情况，可以用撒铁屑的办法显示出来。磁力线都是封闭曲线，它们永不相交。蹄形磁铁周围磁力线的分布情况如图 8—1 所示。磁铁周围的磁力线，是从北



图 8—1 蹄形磁铁磁场的方向

极出来，通过空间，进入南极；在磁铁内部，磁力线又从南极回到北极。

做如图 8—2 所示的实验，把一段直导线放入蹄形磁铁的磁场中，使导线与磁场方向垂直，并通以电流，它便在金属滑轨上从静止开始运动，这表明磁场对电流会产生作用力。实验结果指出，跟磁场方向垂

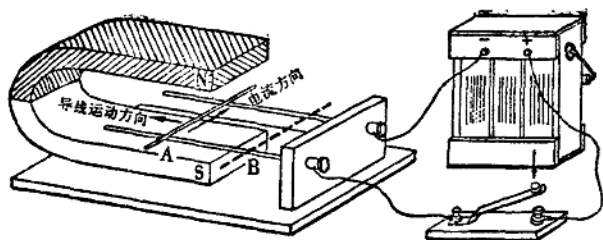


图 8—2 通电导体在磁场中受到作用力

直的直线电流所受作用力的方向既垂直于导线又垂直于磁场方向，它们方向之间的关系，可用如图 8—3 所示的左手定则确定出来。伸开左手，让拇指跟其余四指垂直，并且都跟手掌在一个平面里。把左手放入磁场中，让磁力线从手心进入，使四指指向电流的方向，这时拇指所指的就是磁场对电流作用力的方向。

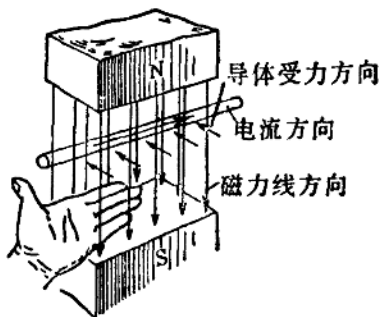


图 8—3 左手定则

磁场对电流的作用力的大小与哪些因素有关呢？

在图 8—2 的实验中，如果有一个灵敏的测力装置就可以测定通电直导线在磁场中所受作用力的大小。当导线中的电流强度以及导线的长度能够调节时，我

们发现：磁场对通电直导线作用力的大小跟电流强度成正比，跟导线的长度成正比。进一步实验还指出，把通电导线放在磁场中任一个地方，那么在这个地方，不论导线的长度 L 和通过的电流强度 I 如何变化，它所受的磁场力 F 和 IL 的比值，是不随 I 、 L 而改变的，是个恒量。但在磁场里的不同地方，这个恒量有不同的值。因此， $\frac{F}{IL}$ 表示通电导体在磁场中所受力的特性。我们把它叫做磁感应强度 (B)。

磁场中某处的磁感应强度等于在这个地方磁场对通电导线的作用力与导线中的电流强度和导线长度的乘积的比。即：

$$B = \frac{F}{IL}.$$

磁感应强度是个有方向的物理量，它的方向就是磁场的方向。

我们规定，1米长的导线，通以1安培的电流，如果受到的作用力为1牛顿，这个地方的磁感应强度就定为磁感应强度的单位，叫做1韦伯/米²。于是磁场对电流的作用力的公式可以写为：

$$F = BIL.$$

磁感应强度还有另外一个单位叫高斯。韦伯/米²与高斯的关系是：

$$1 \text{ 韦伯/米}^2 = 10^4 \text{ 高斯}.$$

如果磁感应强度的单位用高斯, 力的单位用达因, 长度的单位用厘米, 电流强度的单位用安培, 则磁场对电流的作用力的公式应改写为:

$$F = 0.1BIL. \textcircled{1}$$

一般永久磁铁两极附近的磁感应强度大约在 4000 至 7000 高斯之间; 在电机和变压器的铁心中, 磁感应强度约在 8000 至 12000 高斯之间; 地面附近地球磁场的磁感应强度约为 0.5 高斯左右。

磁感应强度处处相等且方向相同的磁场叫做匀强磁场, 匀强磁场在生产实际中有重要意义。如图 8—4

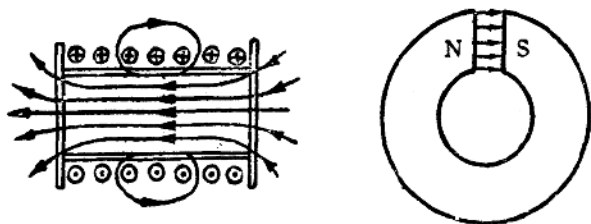


图 8—4 匀强磁场

所示, 为通电长螺线管内的匀强磁场和磁铁的两个平行异性磁极间的匀强磁场。我们知道, 上述通电直导线在磁场中所受作用力的公式, 对于放在匀强磁场中的长通电直导线是适用的, 要注意 L 是在磁场中的那

$$\textcircled{1} \quad \frac{F(\text{达因})}{10^5} = \frac{B(\text{高斯})}{10^4} \cdot I(\text{安培}) \cdot \frac{L(\text{厘米})}{100}$$

$$\therefore F(\text{达因}) = 0.1B(\text{高斯})I(\text{安培})L(\text{厘米})$$

部分通电直导线的长度，而不包括在磁场范围以外的部分。

如果在匀强磁场中的通电直导线的方向并不与磁力线垂直，而是与磁场方向成 θ 角，如图 8—5 所示。则这时通电直导线所受作用力为 $F = 0.1BIL\sin\theta$ ，当通电直导线与磁场方向重合时，所受作用力为零。

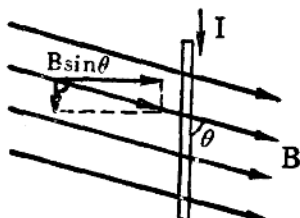


图 8—5

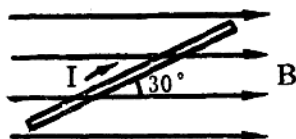


图 8—6

〔例题〕匀强磁场的磁感应强度为 100 高斯，方向向右。有一根直导线，长 20 厘米，放置在磁场中，与磁场方向成 30° 的角，如图 8—6 所示。如果直导线中有 10 安培的电流通过，求直导线受磁场的作用力有多大。

〔解〕直导线受磁场的作用力为：

$$\begin{aligned} F &= 0.1BIL\sin\theta \\ &= 0.1 \times 100 \times 10 \times 20 \times \frac{1}{2} \\ &= 1000 \text{ (达因)}. \end{aligned}$$

答：直导线受磁场的作用力为 1000 达因。

• 6 •

如果在匀强磁场中有一个与磁场方向垂直的平面，面积为 S ，那么，磁感应强度与这面积的乘积，叫做这一面积上磁感应强度的通量，简称磁通量或磁通，以字母 Φ 表示。即：

$$\Phi = BS.$$

当磁感应强度的单位用韦伯/米²，面积的单位用米²，磁通量的单位就是韦伯。

当磁感应强度的单位用高斯，面积的单位用〔厘米〕²时，磁通量的单位叫做麦克斯韦。即：

$$1 \text{ 麦克斯韦} = 1 \text{ 高斯} \times 1[\text{厘米}]^2.$$

麦克斯韦与韦伯的关系是：

$$1 \text{ 韦伯} = 10^8 \text{ 麦克斯韦}.$$

如果匀强磁场中垂直于磁场方向的一个已知平面上的磁通量为已知，则可以直接求出磁感应强度为：

$$B = \frac{\Phi}{S}.$$

可见磁感应强度就是单位面积上的磁通量，因此，生产实际中也往往把磁感应强度叫做磁通密度，

由此可见，磁感应强度大的地方，也正是磁力线密的地方，所以，磁力线的密度也反映了磁感应强度的大小。磁通量反映着通过某一面积范围内的磁力线条数，实际上磁场中磁力线的条数可以认为是非常多

的，但是为了计算的方便，我们规定磁通量是1麦克斯韦就是1条磁力线，磁通量的数值是多少麦克斯韦，就说有多少条磁力线通过。

〔例题〕有一电磁铁，其截面积为8〔厘米〕²，已知垂直通过此面积的磁通量为88000麦克斯韦，求其磁感应强度。

〔解〕已知： $S = 8$ 〔厘米〕²， $\Phi = 88000$ 麦克斯韦。

$$\text{则} \quad B = \frac{88000}{8} = 11000 \text{ (高斯)}。$$

答：这个电磁铁中的磁感应强度为11000高斯。

作 业

1. 磁场的方向和大小是怎样用磁力线表示的？
2. 一变压器的铁心截面积为16〔厘米〕²，已知磁通密度为11000高斯，求其磁通量是多少韦伯？
3. 图8—7表示一个放在磁场里的通电直导线。图中已分别标明电流、磁力线和磁场力这三个物理量中两个量的方向，试画出第三个量的方向。

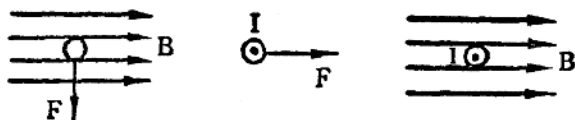


图 8—7

4. 图 8—8 是两条互相平行的导线，当它们通以方向相同的电流时，两条导线互相吸引；当它们通以方向相反的电流时，两条导线互相排斥。这是什么缘故？

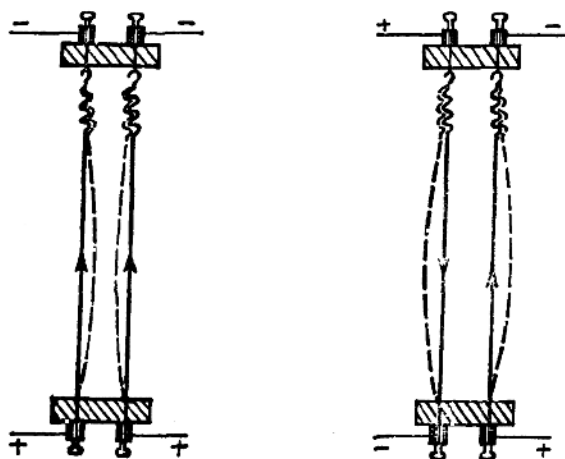


图 8—8

5. 在磁通密度为 400 高斯的匀强磁场里，有一条和磁场方向相交成 60° 角、长 8 厘米的通电直导线 AB (图 8—9)，磁场对通电导线的作用力是 100 达因，方向跟纸面垂直指向读者。求导线里通过的电流的大小和方向。

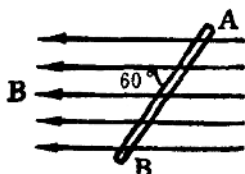


图 8—9

6. 把一根长 1.5 米、通过电流为 8 安培的导线放在匀强磁场里。如果在导线和磁力线垂直时，所受的磁场力为 3 牛顿，求磁场的磁通密度。如果使导线和磁力线相

交成 30° 角，求导线所受的磁场力是多大。

第二节 感 生 电 流

电磁感应是一种重要的电磁现象，它在生产实践中应用很广。例如，发电机和变压器就是利用电磁感应的原理制造成的。我们首先通过实验来研究电磁感应现象和感生电流产生的规律。

在图 8—10 所示的实验里，使导线 AB 在磁场中作切割磁力线的运动，从电流计指针的偏转可知，

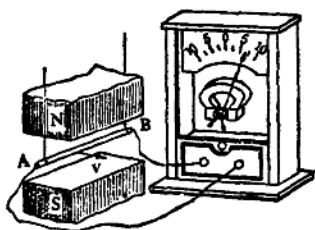


图 8—10 电磁感应现象(一)

闭合电路中有感生电流产生。

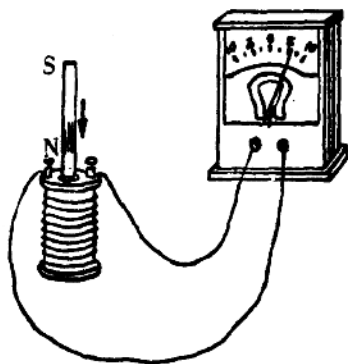


图 8—11 电磁感应现象(二)

在图 8—11 所示的实验里，把磁铁插入线圈或从线圈中拔出的时候，由于穿过线圈的磁通量发生变化，从电流计指针的偏转可知，闭合电路中有感生电流产生。

在图 8—12 所示的实验里，当关闭或打开电键的时候，由于穿过线圈 B 的磁通量发生变化，从电流计指针的偏转可知，包含线圈 B 的闭合电路中有感生电流产生。

通过上述实验，可以得出下面的结论，当导体作切割磁力线的运动时，包含这导体的闭合电路中有感生电流产生；或者，穿过闭合电路的磁通量发生变化

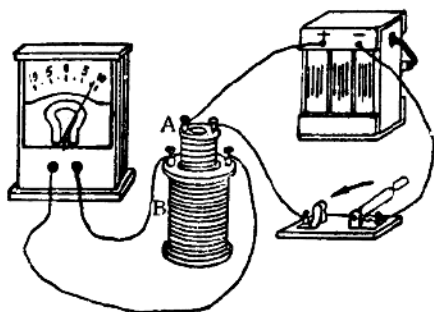


图 8—12 电磁感应现象(三)

时，闭合电路中有感生电流产生。也就是，当穿过闭合电路所围面积的磁通量发生任何变化时，电路中就有感生电流产生。

应用电磁感应的规律，人们制造了发电机和变压器等电气设备，促使工业技术在电力化的方向上取得了很大的发展。

电磁感应所产生的感生电流的方向是怎样决定的

呢？

我们已经知道，导线在磁场中作切割磁力线的运动时，感生电流的方向与磁场方向和导线运动方向之

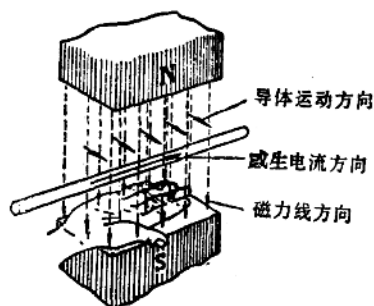


图 8—13 右手定则

间的关系，可以用如图 8—13 所示的右手定则来确定。伸开右手，让拇指跟其余四指垂直，并且都跟手掌在一个平面里。把右手放入磁场中，让磁力线从手心进入，

使拇指指向导线运动的方向，这时其余四指所指的方向就是感生电流的方向。

下面我们进一步研究决定感生电流方向的一般规律。仍用上述的电磁感应实验来进行分析。

在图 8—12 所示的实验中，当关闭电键，使电流通入线圈 A 的时候，穿过线圈 B 的磁通量增加。这时，电流计指针偏转的方向指明，线圈 B 中感生电流的方向跟线圈 A 中原来电流的方向相反，如图 8—14 (甲) 所示。当打开电键，切断线圈 A 中的电流时，穿过线圈 B 的磁通量减少。从电流计指针偏转的方向可知，这时，线圈 B 中感生电流的方向跟线圈 A 中