

广州市中学课本

物理

WULI

高中二年级

目 录

第一章 磁场 电磁感应	1
一、磁场	1
二、磁场对电流的作用 磁感应强度	6
三、磁场对通电线圈的作用 磁电式仪表工作原理	11
四、带电粒子在磁场中运动时受到的力	14
*五、回旋加速器	16
*六、磁流体发电简介	19
七、电磁感应现象	22
八、实验：研究电磁感应现象	30
九、感生电动势	31
十、自感现象	35
第二章 交流电 交流电路	39
一、交流电的产生和变化规律	39
二、纯电阻电路	46
三、纯电感电路	47
四、纯电容电路	50
五、日光灯电路	53
六、实验：日光灯的安装	56

七、交流电的功率 功率因数	57
---------------------	----

第三章 三相交流电

一、三相交流电的产生和变化规律	62
二、三相发电机绕组的连接	66
三、三相电路负载的连接	68
四、三相感应电动机的构造原理	73
五、三相感应电动机的使用	78
六、变压器	80
七、电力的输送	89

第四章 电子技术基础

一、半导体及其特性	92
二、P—N结与晶体二极管	96
三、晶体二极管的整流和滤波	99
四、实验：安装桥式整流器	104
五、晶体三极管	105
六、实验：用万用电表判别三极管管脚和估测 β 值、穿透 电流	110
七、晶体三极管放大器和偏置电路	112
八、放大器的级间耦合	115
九、实验：安装简单的低频放大器	117
十、简单的晶体管控制电路	120

* 十一、晶体管的开关作用	121
* 十二、集成电路	128
第五章 机械振动和机械波	130
一、简谐振动	130
二、振动的振幅、周期和频率	132
三、单摆的振动	133
四、实验：用单摆测定重力加速度	136
五、利用圆周运动研究简谐振动	137
六、振动图线	139
七、阻尼振动	141
八、受迫振动	143
九、共振及其在技术上的意义	144
十、波	147
十一、波长、频率和波速的关系	152
* 十二、声波 乐音三要素 超声波	154
** 十三、录音技术简介	160
十四、波的干涉	163
十五、波的衍射	165
第六章 电磁振荡和电磁波	168
一、电磁振荡 振荡器	168
二、电磁波及其发射	172

三、电磁波的接收	177
四、来复式晶体管收音机	182
五、实验：来复式单管收音机的安装	184
六、雷达 传真 电视	186
第七章 光的本性	190
一、光的干涉	190
二、光的衍射	192
三、光的色散	193
四、红外线、紫外线和X射线	197
五、光的电磁本性	200
六、光电效应 光的粒子性	201
七、光电管及其应用	205
八、光的波粒二象性	207
** 九、人类对光的本性的认识过程	207
第八章 原子结构	210
一、原子的核式结构	210
二、原子对能量的吸收和发射	214
三、光谱和光谱分析	217
* 四、激光	221
第九章 原子核和原子能	227
一、放射现象	227

二、放射线的探测	230
三、原子核的人为嬗变 质子的发现	234
四、中子的发现	236
五、原子核的组成	238
六、放射性同位素及其应用	240
七、爱因斯坦质能关系式	244
八、原子核的结合能	245
九、重核的裂变和链式反应	247
十、原子弹和原子反应堆	249
十一、轻核的聚变 氢弹	252
十二、核武器的防护	254
十三、基本粒子	256

注：有“*”号的可作选学教材，有“**”号的 可作学生阅读资料。

第一章 磁场 电磁感应

一、磁 场

我们知道的任何磁体都有两个磁极，即 南极(S)和北 极(N)。当我们把一个磁体放到另一个磁体周围的空间时，它们的磁极就会发生相互作用，同性磁极互相排斥，异性磁极互相吸引。然而它们之间是怎样发生相互作用的呢？我们知道，磁体周围总存在着磁场。磁场跟电场一样，也是一种物质。电荷之间是通过电场来发生相互作用的，而磁体之间是通过磁场来发生相互作用的。磁极在磁场中所受的磁场作用力，叫做磁场力。

把一个小磁针放在磁场中不同的地方，可以发现，离开产生磁场的磁体越近的地方，小磁针的磁极受到的磁场力就越大；反之就越小。这表明磁场中各点的磁场强弱不同，小磁针受力较大的地方，磁场就较强；小磁针受力较小的地方，磁场就较弱。把小磁针放在磁场中不同的地方，磁针北极所指的方向是不同的。这表明磁场是有方向的，而且在磁场中不同的地方，磁场的方向是不同的。我们规定，磁场中某点的磁场方向就是放在该点的小磁针北极所指的方向。

为了研究方便，可以用磁力线来形象地描述磁场。在磁场中画一系列曲线，使曲线上任何一点的切线都在该点的磁场的方向上，这些曲线就叫做磁力线。用磁力线可以形象地

描述磁场的方向。我们在初中已通过实验观察过条形磁铁和蹄形磁铁的磁力线的分布情况，并且知道磁体外部的磁力线是由北极出发，回到南极的（图 1—1）。这样，在磁力线任何一点（如图中 P、Q 点）的切线上，顺着磁力线的方向画一箭头，这个箭头就表示该点磁场的方向。

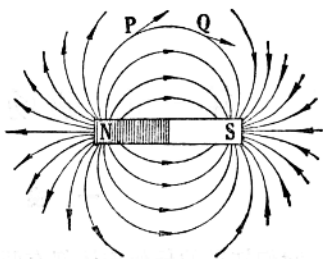


图 1—1

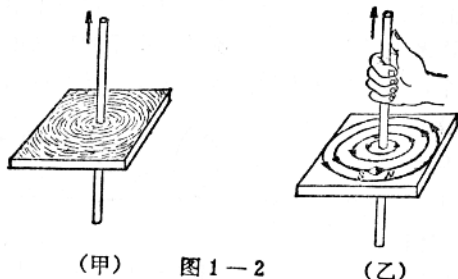
用磁力线还可以表示磁场的强弱。物理学上规定，在磁场越强的地方，穿过跟磁场方向垂直的单位面积的磁力线条数就越多。因此，在磁力线较密的地方，表示磁场较强；在磁力线较疏的地方，表示磁场较弱。

这里也应注意，正如应用电力线是为了使电场形象化一样，应用磁力线是为了表示磁场的强弱和方向，使磁场形象化，并不是在磁场中实际存在着这样的线。

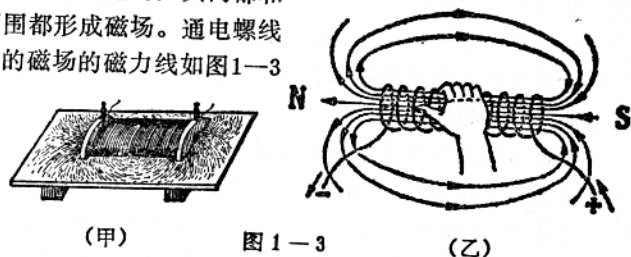
我们知道，不仅永磁体周围的空间存在着磁场，而且通电导体周围的空间也存在着磁场。通电导体周围的空间存在着磁场的现象，叫做电流的磁效应。

使一段直导线垂直穿过硬纸板，在板上撒上细铁屑，当导线中通过电流的时候，轻敲纸板，铁屑就在磁场的作用下沿着磁力线排列起来（图 1—2 甲）。从实验中可以看出，直线电流磁场的磁力线，是在跟导线垂直的平面上，以导线为中心的同心圆。利用小磁针来判定直线电流磁场的磁力线的方向，所得结果如图 1—2 乙所示。改变电流的方向，小磁针北极所指的方向也改变，即磁力线的方向改变了。判断

直导线电流周围磁力线的方向，可用右手螺旋法则：用右手握住导线，让拇指指向电流的方向，其余四指所指的就是磁力线的方向（图 1—2 乙）。



在实际中，常把导线一圈一圈地绕在圆筒上制成螺线管。当螺线管通电时，其内部和周围都形成磁场。通电螺线管的磁场的磁力线如图 1—3



甲所示。可以看出，它的磁力线分布情况跟条形磁铁的情况相似。利用小磁针，可以知道通电螺线管磁场中磁力线的方向。判定通电螺线管的磁极可以用下述方法：用右手握住螺线管，让四指指向电流方向，跟四指垂直的拇指所指的那一端，就是通电螺线管的北极（图 1—3 乙）。这个方法实际上是右手螺旋法则的变通使用。

通电螺线管的磁力线，在螺线管的外部是由北极出发进

入南极，在螺线管的内部则由南极到北极。所以通电螺线管的磁力线是闭合曲线。

从电流的磁效应使我们进一步认识到电和磁是有密切联系的。我们知道，物质是由原子组成的，在原子中，原子核的周围有许多电子围绕原子核旋转，电子的旋转就形成环形电流，这个环形电流产生的磁场使每个原子都成为一个小小磁体。如果这些小磁体杂乱地排列（图 1—4 甲），它们的磁性就彼此

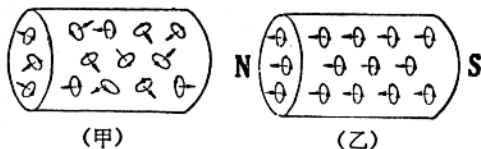


图 1—4

抵消，整个物体就不显磁性。如果这些小磁体有规则地排列，并且它们的磁场方向基本一致（图 1—4 乙），那么，整个物体就显示出磁性而变成磁体。永磁体所以具有磁性，就是由于它们内部的小磁体有规则地排列，并且小磁体的磁场方向基本一致的结果。

在通电螺线管里插入一根软铁棒，就构成了电磁铁。电磁继电器就是用电磁铁来制造的，它在自动控制和远距离操纵上是很重要的一种设备。它是利用弱电流电路的接通或断开，来使一个强电流电路接通或断开，从而控制这个电路上的电动机或其他机械工作的。

我们用图 1—5 说明电磁继电器的工作原理。把继电器装在电动机的旁边，控制继电器的开关 K_1 可以装在远处的操纵台上。当合上控制电路的开关 K_1 时，较弱的控制电流通过电磁铁 M 的线圈，铁芯就具有磁性，而把衔铁 P 吸下，这时衔铁 P 与工作电路的两个触头 K_2 相接，工作电路便接通，电动机就运转起来了。当打开控制电路的开关 K_1 时，控

制电流消失，铁芯失去磁性，弹簧B就把衔铁拉起，工作电路便断开，电动机就停止运转了。

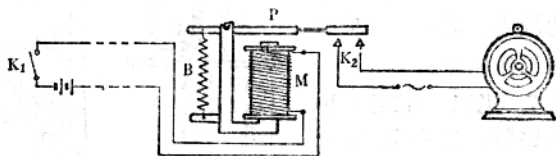


图 1—5

练 习

- (1) 磁力线是怎样表示磁场方向和强弱的？
- (2) 在图 1—6 中，当导线ab中有电流通过时，磁针的北极怎样偏转？
- (3) 试确定图 1—7 中通电螺线管的南极和北极。
- (4) 试确定图 1—8 中电源的正极和负极。



图 1—6

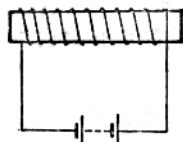


图 1—7

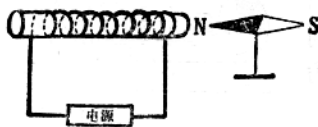


图 1—8

- (5) 把一根绝缘导线对折起来，放在磁针上方，使它跟磁针平行（图 1—9）。如有电流沿导线通过，磁针会不会偏转？为什么？

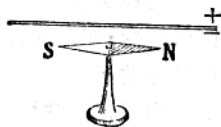


图 1—9

(6) 图 1—10 是一种电磁继电器的示意图, 其中 P 是衔铁, B 是弹簧, C 是工作电路的触头。试分析这种继电器的工作原理。

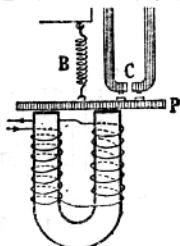


图 1—10

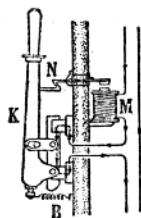


图 1—11

(7) 图 1—11 是一种自动断路器。图中 K 是开关, M 是电磁铁, N 是引铁, B 是弹簧。当电路上负载过大或短路使电流强度过大时, 电路就会自动断开, 从而避免事故的发生。试分析这种自动断路器的原理。

二、磁场对电流的作用 磁感应强度

如图 1—12 所示, 把一段直导体放入蹄形磁铁的磁场中, 使导体与磁场方向垂直。当导体中通入电流时, 可以看到导体从静止开始运动, 运动方向跟电流方向和磁力线方向都垂直。

这实验表明, 直线电流在磁场中受到磁场的作用力, 作用力的方向跟电流方向和磁力线方向都垂直。

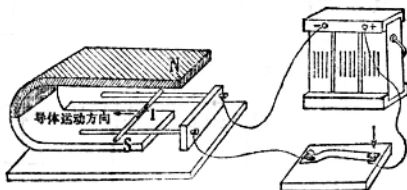


图 1—12

在上述实验中, 如果改变磁场的方向, 通电导体的运动方向就改变; 如果保持磁场的方向不变, 而改变电流的方向, 通电导体的运动方向也改变, 表明导体所受磁场力的方向也改变。为了便于掌握磁场对电流作用力的方向跟磁场方向和电流方向之间的关系, 可应用左手定则: 伸开左手, 让拇

指跟其余四个手指垂直，并且跟手掌在同一平面内。让磁力线垂直穿过手心，使四指指向电流方向，这时拇指所指的方向就是磁场对电流的作用力的方向（图 1—13）。



图 1—13 左手定则

磁场对电流的作用力的大小与哪些因素有关呢？我们可以用实验来研究这个问题。

在天平的左臂上水平地挂着一段导线AB，使它处在磁铁的两极间，并且与磁力线垂直（图 1—14）。在天平的右臂的盘子里放入砝码，使天平保持平衡。

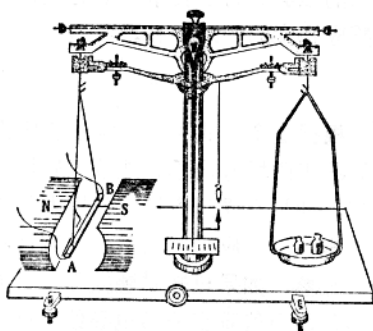


图 1—14

当导线 AB 通有电流时，天平就失去平衡。再从右臂盘子里增加(或减少)砝码，使天平恢复平衡，所增加(或减少)砝码的重量就等于磁场对通电导线的作用力。

改变导线 AB 中的电流强度，可以看到，电流越强，使天平恢复平衡所增加（或减少）砝码就越多，表明磁场对导线的作用力越大。

用不同长度的导线通过相同的电流继续作上述实验，结果表明，磁场对通电导线的作用力，还随着导线的长度增加而增大。

精确的实验表明，在磁场中的一定位置上，磁场对通电导

线的作用力 F 跟导线长度 L 成正比，跟电流强度 I 成正比，也就是 F 跟 I 与 L 的乘积之比 $\frac{F}{IL}$ 为一定值。在磁场中不同位置，比值 $\frac{F}{IL}$ 一般不相同。如果某处这个比值较大，则表示同一通电导线在该处受到磁场作用力较大，即说明该处的磁场较强。因此，这个比值的大小反映了磁场中不同位置上磁场的强弱。为了表示磁场的这种特性，我们引入一个叫做磁感应强度的物理量 B 。

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

根据这个公式可以规定磁感应强度的单位。把长 1 米的直导线跟磁场方向垂直地放入磁场中，给导线通以 1 安培的电流，如果它受到磁场的作用力是 1 牛顿，这里的磁感应强度就定作磁感应强度的单位，叫做特斯拉。

显然，如果已知磁感应强度 B （特斯拉），又知道在磁场中与磁力线垂直的通电导线长度 L （米）和通过导线的电流强度 I （安培），则通电导线所受的磁场作用力可用下式求出：

$$F = BIL.$$

实验还表明，当通电直导线与磁场方向成 θ 角，磁场对通电直导线的作用力为

$$F = BIL \sin \theta.$$

磁感应强度是一个矢量，磁场中某点的磁场方向就是该点的磁感应强度的方向。所以，当我们用磁力线来描述磁场时，在磁力线任意一点的切线上，顺着磁力线的方向画一个箭头，这个箭头就表示该点的磁感应强度的方向。

在磁场中，如果某一区域内各点的磁感应强度的大小和

方向都相同，这个区域的磁场就叫做匀强磁场。相距很近，表面又互相平行的两个异性磁极间的磁场就是匀强磁场，匀强磁场的磁力线是均匀分布的平行直线（图 1—15）。

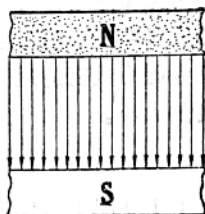


图 1—15

为了使磁力线能形象地表示磁感应强度的大小。我们规定磁感应强度越大的地方，穿过跟磁感应强度垂直的单位面积的磁力线条数越多，磁感应强度越小的地方，穿过跟磁感应强度垂直的单位面积的磁力线条数就减少。

在实际中，还常常用到磁通量的物理量。穿过磁场中某一面积的磁力线条数，就叫做穿过这个面积的磁通量。通常用 Φ 来表示。

在磁感应强度为 B 的匀强磁场中，如果有一个垂直于磁感应强度方向的平面，它的面积为 S ，那么，穿过这个面积的磁通量可以用下式来计算：

$$\Phi = B S。$$

上式中，如果磁感应强度 B 的单位用特斯拉，面积 S 的单位用米²，则磁通量 Φ 的单位就用 韦伯^①。即 1 韦伯 = 1 特斯拉 × 1 米²，或 1 特斯拉 = 1 韦伯/米²。

在匀强磁场中，如果知道垂直于磁场方向的一个平面上的磁通量和这平面的面积，则可以直接求出磁感应强度为：

$$B = \frac{\Phi}{S}。$$

①磁感应强度另一较小的单位是高斯，1 特斯拉 = 10^4 高斯。磁通量另一较小单位是麦克斯韦，1 韦伯 = 10^8 麦克斯韦。高斯和麦克斯韦这两种单位在电工计算中有较多的应用。

可见磁感应强度就是单位面积上的磁通量，因此，磁感应强度又叫做磁通密度。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。

练 习

(1) 图 1—16 表示在蹄形磁铁的两极间，有一闭合电路中一段导线 AB，箭头表示电流方向。试判定导线 AB 所受磁场作用力的方向。

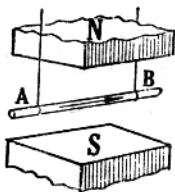


图 1—16

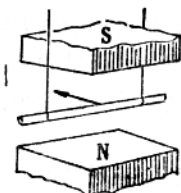


图 1—17

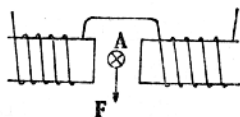


图 1—18

(2) 要使图 1—17 中的导线沿箭头所示的方向运动，应当让导线中通过什么方向的电流？

(3) 图 1—18 中的 A 表示两个电磁铁的磁极间一段通电导线的横截面，符号“×”表示导线中电流的方向是进入纸面的，F 是磁场对通电导线的作用力，求电磁铁线圈中的电流方向。

(4) 两条平行导线，如果通过它们的电流方向相反，它们就互

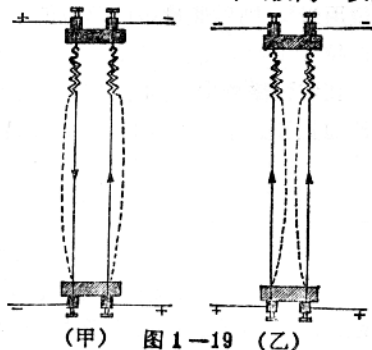


图 1—19 (乙)

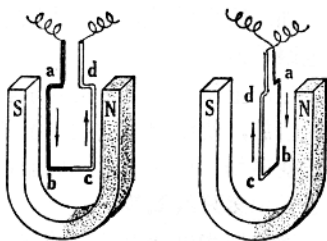
相排斥(图 1—19甲), 如果通过它们的电流方向相同, 它们就互相吸引(图 1—19乙)。为什么?

(5) 把一根长 5 厘米的通电直导线放入匀强磁场中, 电流方向跟磁力线方向垂直, 电流强度为 3 安培, 所受的作用力是 0.98 牛顿。求磁感应强度。

三、磁场对通电线圈的作用 磁电式仪表工作原理

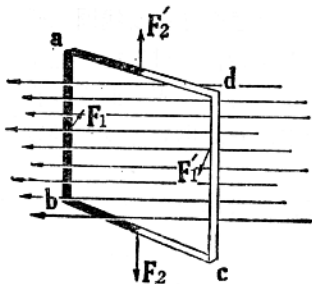
现在, 我们进一步来研究磁场对通电线圈的作用。

把通电线圈放入匀强磁场中, 并且使线圈平面跟磁力线平行(图 1—20甲)。这样, 在线圈跟磁力线垂直的两边 ab 和 cd 上, 就分别受到磁场力 F_1 和 F_1' 的作用, 这两个力大小相等, 方向相反, 但是不在同一直线上, 这两个力的作用就使线圈转动(图 1—21甲)。

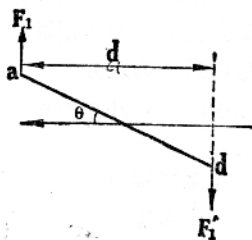


(甲) 图 1—20 (乙)

两个大小相等, 方向相反但不在同一直线上的力叫做



(甲)



(乙)

图 1—21