

江西省中学试用课本

物理

WULI

高中第三、四册



三 册 目 录

第一章 磁场 电磁感应	1
第一节 磁感应强度.....	1
第二节 磁场对电流的作用力.....	5
第三节 磁场对通电线圈的作用力矩 磁电式仪 表.....	9
第四节 带电粒子在磁场中运动时所受到的力—— 洛仑兹力.....	11
* 第五节 磁流体发电.....	14
第六节 质谱仪.....	17
第七节 回旋加速器的原理.....	19
第八节 物质的磁性 铁磁性材料及其应用.....	23
第九节 电磁感应现象.....	25
第十节 感生电流的方向.....	28
实 验 电磁感应现象的研究.....	33
第十一节 感生电动势.....	34
第十二节 自感现象.....	39
第十三节 变压器.....	42
第十四节 涡流及其在技术上的意义.....	50
实 验 安装变压器模型 研究变压器的作用.....	52
第二章 交流电 交流电路	54
第一节 交流电的产生.....	54
第二节 交流发电机.....	57
第三节 交流电的周期、频率、有效值.....	60

第四节	交流电的相位和相位差·····	61
* 第五节	交流电的矢量表示法·····	65
第六节	纯电路·····	67
* 第七节	电阻、电感、电容的串联电路·····	78
* 第八节	交流电的功率和功率因数·····	84
实 验	研究交流电路中的电感和电容·····	89
第三章	电子技术基础 ·····	91
第一节	电阻器 电容器 电感器·····	91
第二节	半导体的特性·····	97
第三节	晶体二极管·····	100
第四节	晶体二极管整流电路·····	106
实 验	安装二极管整流电路·····	111
第五节	晶体三极管·····	113
第六节	晶体三极管的特性曲线·····	118
第七节	单管低频放大器的工作原理·····	122
第八节	晶体管放大器的偏置电路·····	126
实 验	测试晶体三极管·····	130
第九节	放大器的级间耦合·····	135
第十节	功率放大器·····	138
实 验	安装晶体管低频放大器·····	141
第十一节	晶体三极管的开关特性·····	144
第十二节	简单的自动控制装置·····	148
第十三节	集成电路简介·····	152
第十四节	电子管·····	154
第四章	机械振动和机械波 ·····	158
第一节	简谐振动·····	158
第二节	单摆的振动·····	162
实 验	研究简谐振动的周期·····	167

第三节	利用圆周运动来研究简谐振动	167
第四节	振动的合成	170
第五节	振动中能量的转化	172
第六节	阻尼振动 受迫振动 共振	173
第七节	振动在媒质中的传播——波	178
第八节	声波 乐音的三要素	186
* 第九节	录音技术	191
第十节	超声波	193
第十一节	波的干涉 波的衍射	194

第四册目录

第五章	电磁振荡和电磁波	1
第一节	电磁振荡的产生	1
第二节	晶体管振荡器及其原理	4
第三节	电磁场和电磁波	8
第四节	电磁波的发射和调制	12
第五节	电磁波的接收、调谐和检波	15
第六节	简单收音机的收音原理	21
实 验	简单收音机的安装和调试	25
第七节	无线电技术的应用	28
第六章	光的本性和物质波	32
第一节	光的干涉	32
第二节	光的衍射	36
第三节	光的偏振	40
第四节	光的波动性 光的色散	43
第五节	光的电磁本性 电磁波谱	47
第六节	红外线、紫外线、X射线和 γ 射线	49
第七节	光电效应 光子	51

第八节	光电管 光电池	55
第九节	光的波粒二象性	58
*第十节	人类对光的本性的认识过程	60
第十一节	物质波的初步概念	61
第七章	原子结构	64
第一节	原子的核式结构	64
第二节	氢原子光谱	66
第三节	原子对能量的吸收和发射	68
第四节	原子的能级	69
第五节	光谱分析	72
第六节	自发辐射和受激辐射	73
第七节	激光	75
第八章	原子核和原子能	79
第一节	天然放射现象	79
第二节	放射线的探测	80
第三节	放射性蜕变的规律	82
第四节	原子核的人为嬗变	85
第五节	核反应方程 放射性同位素	86
第六节	原子核的结合能	89
第七节	重核的裂变	92
第八节	原子反应堆	94
第九节	轻核的聚变	97
第十节	核武器的防御	100
第十一节	基本粒子	103

“*”号表示选讲内容。

第一章 磁场 电磁感应

第一节 磁感应强度

我们知道，电荷周围总存在着电场，电荷之间是通过它们的电场发生相互作用的；同样，磁体周围也总存在着磁场，磁体之间也是通过它们的磁场发生相互作用的。

近代科学证明，磁场和电场一样，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，同样，可以用小磁针在磁场中受力的情况来描述磁场的力的性质。

把小磁针放在磁铁周围空间不同的位置上，可以看到当磁针静止时，它们指的方向一般是不同的。（但在任一确定的位置上，磁针总指向一个方向），这表明了磁针在磁场中各点受到磁场作用力的方向一般是不同的。我们规定，某一点磁场的方向就是小磁针放在该点时北极所指的方向。这个方向也就是小磁针的北极在该处所受磁场力的方向；还可以看到离产生磁场的磁极越近，小磁针受到的力越大，反之就越小，这表明磁场各处的强弱也是不同的。磁场的强弱和方向可以用磁力线形象地表示出来。

在磁场中画一条曲线，使曲线上任何一点的切线都在该点的磁场方向上，这条曲线就叫做磁力线（图1-1）。一系

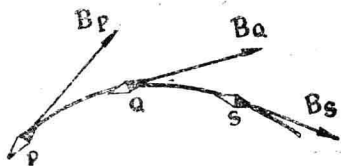


图1-1

列这样的曲线就能够形象地把磁场描绘出来。

磁铁周围的磁力线都是从北极出来，通过空间，进入南极；在磁体内部，磁力线又从南极回到北极。磁力线都是封闭曲线，它永远不相交。

在磁场较强的地方，磁力线较密；磁场较弱的地方，磁力线较稀，这样，用磁力线就可以把磁场强弱和方向形象地表示出来了。

如果在磁场中某一区域内，各个地方磁场的强弱和方向都相同，那么，这个区域就是匀强磁场。在匀强磁场中磁力线是均匀分布的彼此平行的直线。如图1—2所示，通电长螺线管内

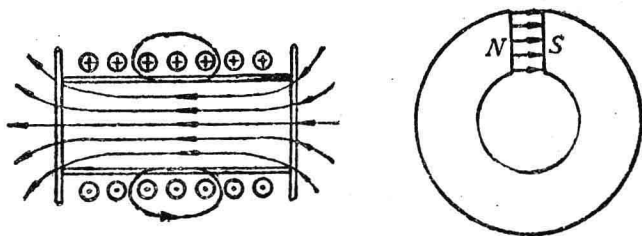


图1—2 匀强磁场

的磁场和磁铁的两个平行异性磁极间的磁场，可近似地认为是匀强磁场。

穿过磁场中某一面积的磁力线条数，叫做穿过这个面积的磁通量，用 Φ 表示，单位是麦克斯韦、韦伯。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，我们规定磁通量为1麦克斯韦时通过的是一条磁力线，磁通量的数值是多少麦克斯韦，我们就说有多少条磁力线通过。

磁通量只能表示通过某个面积的磁力线的多少，不能表示磁力线的疏密程度，即不能表示磁场的强弱。我们用磁感应强

度表示磁场的强弱：垂直穿过单位面积的磁力线条数，叫做磁感应强度，又叫做磁通密度。用 B 表示磁感应强度，用 Φ 表示垂直穿过某个面积 S 的磁通量，则磁感应强度

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

在国际单位制中 Φ 的单位用韦伯， S 的单位用米²， B 的单位就是特斯拉。

$$1 \text{ 特斯拉} = \frac{1 \text{ 韦伯}}{1 \text{ 米}^2}.$$

在高斯制单位制中 Φ 的单位用麦克斯韦， S 的单位用厘米²， B 的单位就是高斯。

$$1 \text{ 高斯} = \frac{1 \text{ 麦克斯韦}}{1 \text{ 厘米}^2}.$$

它们之间的换算关系是：

$$1 \text{ 韦伯} = 10^8 \text{ 麦克斯韦}.$$

$$1 \text{ 特斯拉} = 10^4 \text{ 高斯}.$$

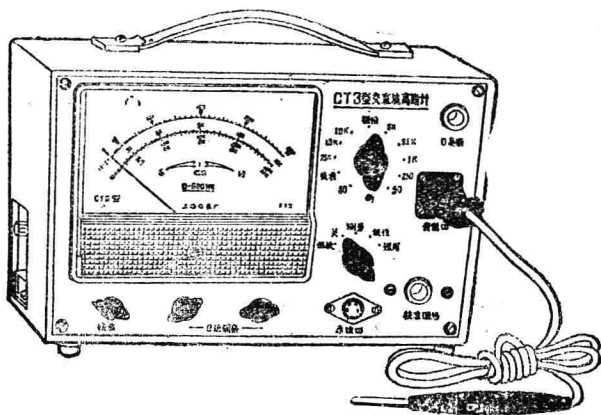


图1-3 CT3 型高斯计

在生产上和科学实验中，磁感应强度 B 的大小可用高斯计直接测定。

图1—3是我国生产的CT3型高斯计的外形。

一般永久磁铁磁极附近的 B 大约在 $0.4 \sim 0.7$ 特斯拉，电机、变压器中，铁芯的 B 约在 $0.8 \sim 1.4$ 特斯拉，科研用的强磁场，可达22特斯拉以上，地面附近地磁场的 B 约为 5×10^{-5} 特斯拉左右。

〔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 8.8×10^{-4} 韦伯，求其磁感应强度。

已知： $S = 8$ 厘米² $= 8 \times 10^{-4}$ 米²。

$\Phi = 8.8 \times 10^{-4}$ 韦伯。

求： B 。

解：

$$B = \frac{\Phi}{S}$$
$$= \frac{8.8 \times 10^{-4}}{8 \times 10^{-4}} = 1.1 \text{ (特斯拉)}。$$

答：其磁感应强度为 1.1 特斯拉。

练 习

1. 什么叫做磁通量和磁感应强度？他们的单位是什么？相互关系如何？
2. 一变压器的铁芯截面积为 16 厘米²，在变压器铁芯中的磁感应强度为 1 特斯拉，求通过这铁芯的磁通量是多少韦伯？
3. 在匀强磁场中，穿过垂直于磁感应强度方向 9 厘米² 面积上的磁力线为 27 条，求这个匀强磁场的磁感应强度是多少特斯拉？

第二节 磁场对电流的作用力

如图1—4所示，把一段直导线放入蹄形磁铁的磁场中，给它通电，导体就受到磁场力的作用而运动。导体受力的方向可以用左手定则来判定。如图1—5所示，让磁力线穿过掌心，四指指向电流方向，这时拇指所指的方向便是磁场对电流的作用力的方向。

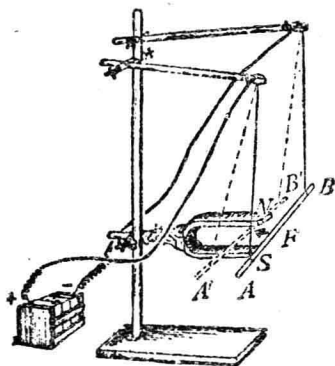


图1—4 磁场对电流的作用力

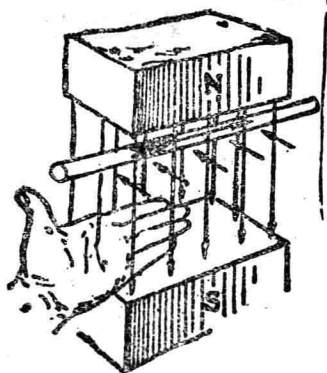


图1—5 左手定则

磁场对电流的作用力的大小，可从图1—6所示的实验加以研究。在天平的左臂上挂一个水平的导体 AB，使这个导体处在磁铁两磁极中间并且与磁力线垂直。在天平右臂的小盘里放入砝码，使天平保持平衡。导线跟电源连接部分图中未画出（线路中有电源、变阻器、电流表和开关）。

接通电源，若电流沿 AB 方向通过导体，则由左手定则可知，这时导体受到一个竖直向下的磁场力，因此，天平平衡被破坏。要使天平恢复平衡，需要在右盘中添加一些砝码，所添

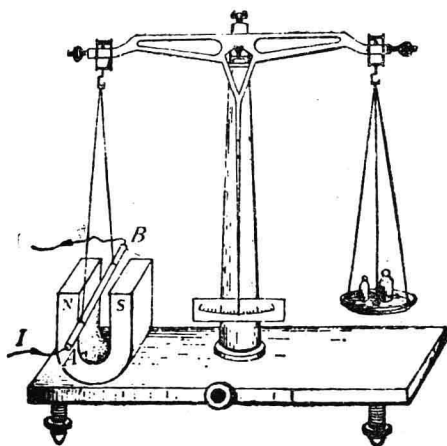


图1—6

加的砝码的数值，就是磁场力的大小。依次改变磁感应强度、通电导体的电流强度以及导体在磁场部分中的长度，便会发现，磁场对电流的作用力的大小随磁感应强度 B 、电流强度 I 、导体长度 L 的增大而增大。上述实验只能看出大概的情况，通过精确的实验可以得出：磁场对电流的作用力的大小跟电流强度 I 、磁感应强度 B 和导体长度 L 成正比。即：

$$F = KBIL。 \quad (1)$$

式中 K 是比例系数，它的大小由式中其他各量所取单位来决定。如果 F 、 I 、 B 、 L 的单位分别取牛顿、安培、特斯拉、米，那么 K 为 1。即：

$$F = BIL。 \quad (2)$$

如果 F 、 I 、 B 、 L 的单位分别取达因、安培、高斯、厘米，那么 K 为 0.1。即：

$$F = 0.1BIL。 \quad (3)$$

如果导体（电流方向）不与磁场方向垂直（图1—7甲）而

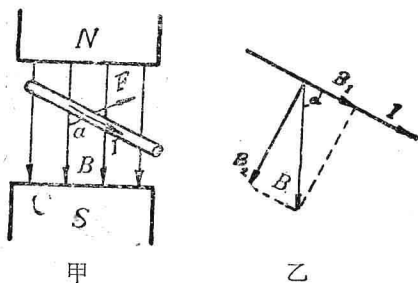


图1-7

成一夹角 α 。那么应当把磁感应强度分解成两个分量(图1-7乙): 平行于电流的分量 B_1 , 和垂直于电流的分量 B_2 , 只有 B_2 才能对电流产生力的作用。因此(2)式可写成

$$F = B_2 IL,$$

即: $F = BIL \sin \alpha.$ (4)

〔例题〕如图1-8所示, 匀强磁场的磁感应强度为0.1 特斯拉, 直导线长20厘米, 与磁场方向的夹角 30° 。如果电流强度为10安培, 求直导线所受的磁场力。

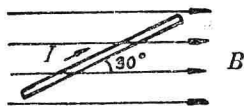


图1-8

已知: $B = 0.1$ 特斯拉, $L = 20$ 厘米,
 $\alpha = 30^\circ$, $I = 10$ 安培。

求: F 。

解: 直导线受磁场的作用力为:

$$\begin{aligned} F &= BIL \sin \alpha \\ &= 0.1 \times 10 \times 0.2 \times \frac{1}{2} \\ &= 0.1 \text{ (牛顿)}. \end{aligned}$$

答: 直导线受到的磁场力为0.1牛顿。

练 习

1. 解释下列实验现象：

(1) 图1—9甲是两条互相平行的导线，当给它们通以方向相反的电流时，它们互相排斥。为什么？

(2) 图1—9乙是两条互相平行的导线，当给它们通以方向相同的电流时，它们互相吸引。为什么？

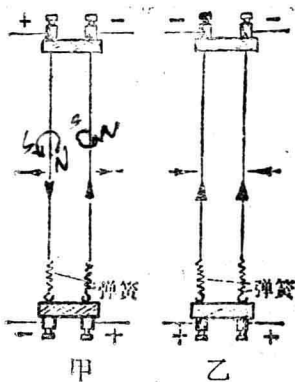


图1—9

2. 把长30厘米的通电直导线放入匀强磁场中，导线中电流强度是2安培，磁场的磁感应强度为5特斯拉。求电流方向跟磁力线方向垂直时，导线所受的作用力。

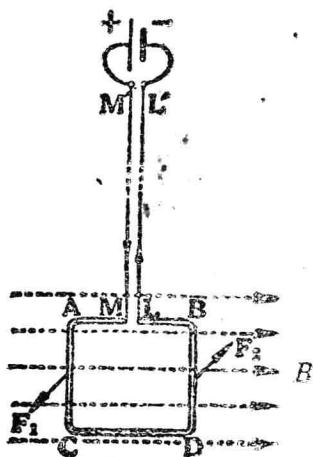
3. 在磁感应强度为400高斯的匀强磁场里，有一条和磁场方向相交成 60° 角、长8厘米的通电直导线AB，磁场对通电导线的作用力是100达因，方向跟纸面垂直指向读者。求导线里通过的电流的大小和方向。

4. 把一根长1.5米、通过电流为3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，求磁场的磁感应强度。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？

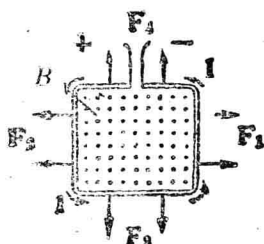
第三节 磁场对通电线圈的作用

力矩 磁电式仪表

把一个通有电流的矩形线圈ABCD放入匀强磁场里，使线圈平面和磁力线平行，如图1—10甲所示。MM'和LL'是两根



甲



乙

图1—10 磁场对通电线圈的作用

悬在磁场外面通电导线，它们都不受磁场力作用。线圈的AB边和CD边虽在磁场里面，但因都和磁力线相平行，也不受磁场力的作用。只有线圈的AC边和BD边是和磁力线成垂直的，各受到一个大小相等、方向相反的磁场力 F_1 和 F_2 。 F_1 和 F_2 形成了一对力偶。这对力偶产生的力偶矩的大小可用下式表示：

$$M = F_1 \cdot AB = BI \cdot AC \cdot AB.$$

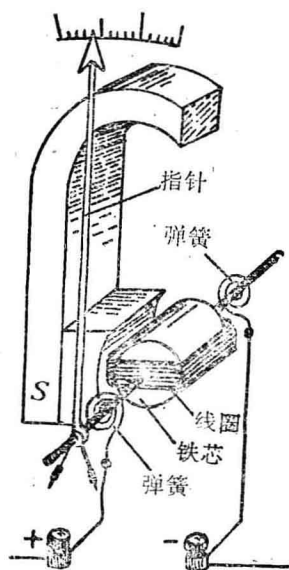
因为 $AC \cdot AB$ 等于线圈的面积 S ，所以上式又可以写成：

$$M = BIS。$$

线圈在转动过程中，力 F_1 、 F_2 至中心轴的垂直距离（力臂）越来越小，力矩 M 也越来越小。当线圈平面跟磁力线垂直时，这时力臂为零，力矩也为零，线圈不再转动。这个位置叫做线圈在磁场中的平衡位置，如图1—10乙所示。

磁场对通电线圈的转动作用，在生产上有广泛的应用。磁电式电表和电动机都是利用这个基本原理制成的。

图1—11是磁电式电流计的构造图。在马蹄形磁铁的两极



间装一个圆柱形铁芯，铁芯的外面绕着一个可动线圈。当线圈中有电流通过时，线圈两边会受到磁场作用而产生转矩，线圈转动，带动转轴上的指针偏转，最后与弹簧产生的转矩平衡，指针就指在某一位置上。由于马蹄形磁铁的两极做成凹圆弧形，线圈平面总是跟通过线圈平面的磁力线方向垂直，因此线圈受到的力矩是跟通入线圈的电流强度成正比的，也就是通入线圈的电流越大，线圈的转动力矩就越大，指针偏转角度也越大。从指针的偏转程度就可以测出被测的电流强度。

图1—11 磁电式电流计的构造

当电流切断后，在弹簧的作用下，指针恢复到零位。

这种电流计的优点是：刻度均匀，灵敏度高，只要有微弱的电流通过就能使线圈偏转某一角度。

由于电流计的测量范围（量程）较小，所以根据测量电流和测量电压的不同，可以用不同的方法将电流计改装成电流表和电压表。

练 习

把一个通电的矩形线圈悬挂在匀强磁场里，试分别说明下列两种情况下线圈四条边的受力情况：

- (1) 线圈平面和磁力线平行；
- (2) 线圈平面和磁力线垂直。

第四节 带电粒子在磁场中运动时所受到的力——洛仑兹力

前面研究了通电导体在磁场中受到力的作用，因为导体中的电流是自由电子的定向移动所形成，磁场既对电流有力的作用，当然它对每个在磁场里运动着的带电粒子也有力的作用；磁场作用在通电导体上的力应是磁场对各个运动着的带电粒子的作用力的合力。磁场作用于运动带电粒子的力叫做洛仑兹力。在不通电流的导体中，带电粒子只作不规则的热运动，磁场对每一个运动着的带电粒子仍然有力的作用，但由于各个力的方向不同，而在各个方向的力的大小和粒子个数又大致相同，因此平均起来基本上平衡。对全部运动着的带电粒子来说，合力适等于零。因此导体在不通电流时不受磁场力的作用。当有电流通过导体时，各个带电粒子有了定向运动，全部粒子所受磁场力叠加起来的合力就是导体所受的磁场力。

如果我们认为通电导体所受的磁场力，就是磁场经由这些定向运动的带电粒子传递给导体的，则每一运动着的带电粒子在磁场中所受到的洛仑兹力应为

$$f = BIL \sin \theta = B \frac{e}{t} L \sin \theta$$

$$= eB \frac{L}{t} \sin \theta = eBv \sin \theta,$$

式中 e 是带电粒子的电量， v 是带电粒子运动的速度， B 为磁场的磁感应强度， θ 为 v 与 B 间的夹角。

洛仑兹力的方向垂直 v 和 B 所决定的平面，如果粒子所带的是正电荷，则其方向可以用左手定则来确定：伸开手掌，让磁力线穿过掌心，四指沿着正电荷运动的方向，那么，拇指的指向就是洛仑兹力的方向。负电荷受力的方向和正电荷受力的方向相反。

由于洛仑兹力总是与带电粒子运动速度垂直，所以洛仑兹力对运动电荷不作功。它只能改变带电粒子运动的方向，而不能改变运动速度的大小。

带电粒子在磁场中运动时的偏转现象可以从图 1—12 所示的实验来验证。在电子射线管中，电子从阴极射出后的路径，可从装在管内的荧光屏上看到。如果把永磁铁移近电子射线管，就在

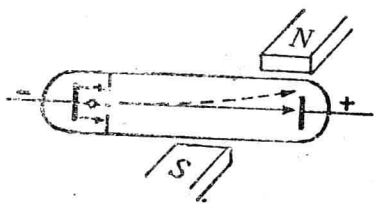


图 1—12 电子射线在磁场中改变方向

荧光屏上看到电子运动的路径发生弯曲，这说明在磁场中运动着的带电粒子受到磁场力的作用。

运动着的带电粒子在电场和磁场中受到作用力而偏转的现象，在近代科学技术中有着广泛的应用。例如，电视机中的显