



五年制中学課本

物理学

WULIXUE

三年級

(試用本)

上海教育出版社

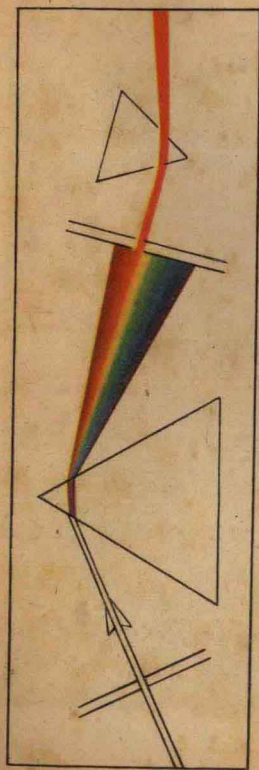
說 明

这一套課本是根据上海市“关于全日制中学物理課程革新的建議”(修訂草案)編写的。在編写中,我們力图根据社会主义建設持續跃进的需要和物理科学的发展现状,彻底改变原有的旧体系,建立以辯证唯物主义思想为指导的新的体系。在教材內容方面,我們要求从事物的本质和內在联系出发,以最新的科学观点、深入淺出地闡明物理問題。特別注意联系工农业生产实际和科学技术发展的前景,消除旧教材中陈旧、重复、繁瑣、割裂和脱离实际等现象。这样,在适当縮短学习時間的同时能够使中学毕业生的物理知識大大提高,基本上可以达到目前大学物理系二年級学生的水平,并掌握有关的基础实验技术。

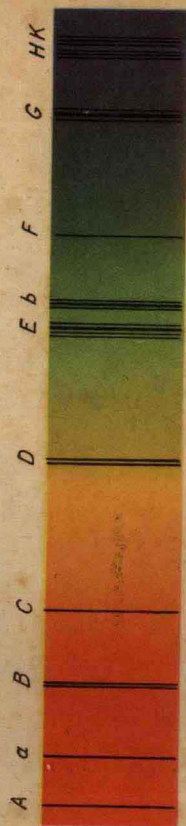
这一套課本共分八册,其中物理学五册,物理实验一册,无綫电电子学基础及实验一册,四、五年級用物理学习題集一册,可供五年制中学二、三、四、五年級学生学习物理之用。

这一套課本是在党的领导下,由华东师范大学、复旦大学和上海师范学院物理系部分师生,以及本市部分有經驗的中学教师共同編写的。在編写中我們虽然作了很多努力,但是限于我們的思想水平和科学水平,再加上時間又比較匆促,在課本中缺点和錯誤在所难免。我們誠悬地希望广大的物理学工作者和讀者們,对这套課本提出宝贵的意見和批評。

1960年4月12日



14-1 白光色散

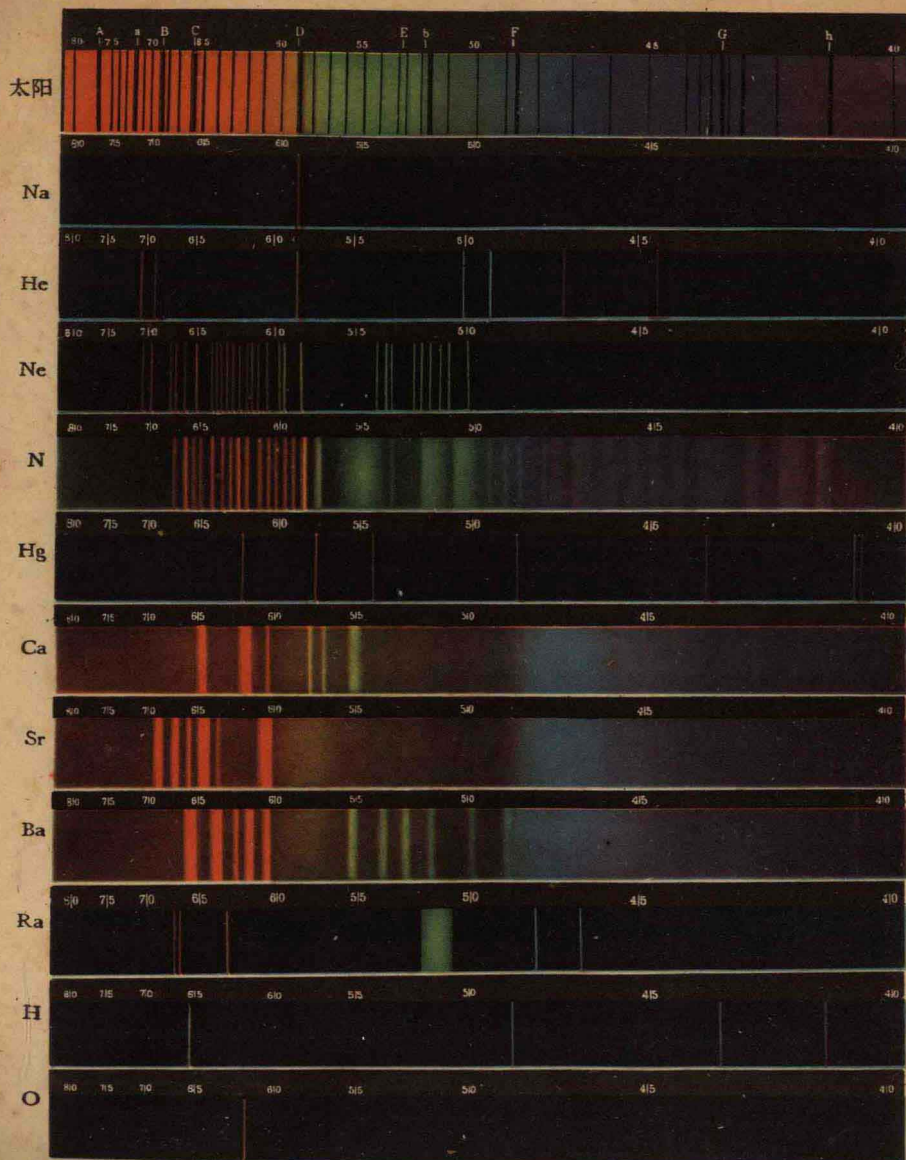


(a) 光柵光譜

14-6 光柵光譜和稜鏡光譜



(b) 稜鏡光譜



14—7 光譜图

目 录

第九章 直流电的基本定律	1
9-1 电流	1
9-2 部分电路的欧姆定律	2
9-3 电阻定律和电导	4
9-4 电阻与温度的关系	7
9-5 热敏电阻	9
9-6 电流密度	11
9-7 导体的串联	13
9-8 导体的并联	14
9-9 电源的电动势	19
9-10 电池	21
9-11 全电路的欧姆定律	24
9-12 电池组	30
9-13 克希霍夫定律 惠斯通电桥	32
9-14 电流的功和功率	37
9-15 焦耳-楞次定律	39
9-16 焦耳-楞次定律的应用	42
第十章 恒定电流的磁场	47
10-1 基本磁现象	47
10-2 磁场对电流的作用力 磁场强度	49
10-3 磁化 H矢量	52
10-4 各种电流分布的磁场	55
10-5 毕奥-沙伐尔定律	59
10-6 安培环路定律	62

10-7 电磁单位制	65
10-8 电磁铁 电磁替續器	69
10-9 磁場对通电綫圈的作用 电流計	71
10-10 磁場对运动电荷的作用力	75
第十一章 电磁感应和电工学基础	83
11-1 电磁感应的的基本定律	83
11-2 电子感应加速器	88
11-3 自感	90
11-4 互感	95
11-5 磁場的能量	97
11-6 渦电流	99
11-7 交流电的产生	102
11-8 有效值	108
11-9 交流电的功率 功率因素	109
11-10 有自感 电容和电阻的交流电路	112
11-11 瓦特計	115
11-12 三相交流电	117
11-13 三相制的星形接法	119
11-14 三相制的三角形接法	124
11-15 旋轉磁場 感应电动机	127
11-16 三相制的优点	135
11-17 直流发电机	135
11-18 直流电动机	139
11-19 汞弧整流器	141
11-20 变压器	144
11-21 輸配电	149
11-22 电力化	155
第十二章 无綫电基础	159

12-1 振荡电路 电磁波	159
12-2 无线电的发送和接收	165
12-3 电子管	169
12-4 整流设备	174
12-5 振荡器	176
12-6 调制	178
12-7 放大器	180
12-8 检波	184
12-9 变频器	186
12-10 超外差式收音机	188
12-11 扩音机	192
第四篇 光学	195
第十三章 几何光学	195
13-1 光的反射和折射	195
13-2 透镜成像	199
13-3 光学仪器的放大率	205
第十四章 波动光学	211
14-1 光的色散	211
14-2 光谱	216
14-3 光的干涉	219
14-4 牛顿环	221
14-5 光的衍射	224
14-6 衍射光栅	228
14-7 光学仪器的鉴别率	231
14-8 自然光和偏振光	233
14-9 起偏振和检偏振	235
14-10 偏振光的干涉	239
14-11 旋光现象	241

14-12 光的本性	244
第五篇 原子物理学	246
第十五章 原子能的和平利用	246
15-1 原子結構大意	246
15-2 放射性及其应用	249
15-3 原子核的裂变 原子反应堆和原子能发电站	256
15-4 核的聚变和热核反应	265
15-5 宇宙射綫	267
15-6 基本粒子	269
实验七 用惠斯登电桥测定电阻	273
实验八 测定电源的电动势和内电阻	275
实验九 照明电路的安装	278
实验十 安培計、伏特計、万用电表	280
实验十一 交流电机的安装及轉速和效率的試驗	283
实验十二 用交流电桥测定电容和电感	287
实验十三 变压器效率的測定	291
实验十四 电子管整流器	294
实验十五 电子管振荡器	296
实验十六 电子管檢波器和放大器	298
实验十七 透鏡焦距和透鏡組合	301
实验十八 照相技术	304
实验十九 光敏电阻 自动控制装置	310
附录 1. 电阻的选择	311
2. 电阻的标记	312
3. 电容的选择	312
4. 电容器的标记	313
5. 零件的安排和装接	314

第九章 直流电的基本定律

9-1 电流 在第八章里已经知道，电荷在电场里会受电场力的作用，沿一定的方向移动。图 9-1 表示一个一般的金属导体，如果导体中有一个方向向左的电场，这时导体内的自由电子便会沿着跟电场相反的方向移动。

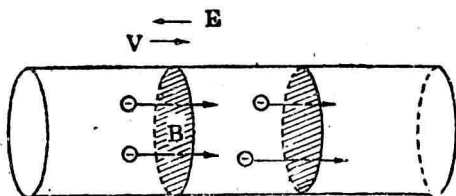


图 9-1 导体中自由电子在电场的作用下沿一定方向移动。

电荷沿一定方向移动形成电流。

在电场力的作用下，电子获得一个附加的速度。显然，在相同的时间里，电场强度越大，通过横截面积 B 的电量越多，电流越强；电场强度越小，通过横截面积 B 的电量越少，电流越弱。我们用电流强度来表示电流的强弱。

电流强度是用每单位时间内通过导体横截面的电量表示的。或用公式：

$$I = \frac{\Delta q}{\Delta t} \quad (9-1)$$

来表示。因为 q_1 和 dt 都是标量，所以电流强度也是标量。

在金属导体中运动的电荷就是自由电子，它逆着电场方向运动。在计算电流时，它跟等量的正电荷顺着电场的方向运动是等效的。

因此，在金属导体中电荷的运动方向，可以假定正电荷在电场的作用下，由高电势移向低电势，也就是把正电荷运动的方向规定为电流的方向。

在绝对静电系单位制中，取 1 秒钟内通过导体截面积的电量是 1 绝对静电系电量时的电流强度为 1 绝对静电系电流强度。在实用单位制中，电流强度的单位是安培。1 秒钟内通过导体横截面积的电量是 1 库仑，这时的电流强度是 1 安培。

$$\begin{aligned} 1 \text{ 安培} &= 1 \frac{\text{库仑}}{\text{秒}} = 3 \times 10^9 \frac{\text{绝对静电系电量单位}}{\text{秒}} \\ &= 3 \times 10^9 \text{ 绝对静电系电流强度单位。} \end{aligned}$$

如果电路里电流强度和电流方向都不随时间而改变，这样的电流叫做稳恒电流。本章所讨论的都是稳恒电流。

9-2 部分电路的欧姆定律 我们已经知道，要在导体中产生电流，导体的两端必须有电势差（又叫电压），导体中的电流强度跟导体两端的电压究竟有什么关系？

从实验知道，导体中电流强度跟导体两端的电压成正比，即

$$I = KV \quad (9-2)$$

因为 K 是一个常数, 可以用另一常数 R 的倒数, 即 $\frac{1}{R}$ 来表示它, 则(9-2)式可写成:

$$\frac{V}{I} = R \quad (9-3)$$

实验证明: 对固定的一根导线来讲, 在一般情况下, 不论电压和电流的数值怎样, 导线两端的电压跟导线中电流强度的比值是一个恒量。但是, 对于不同导线, 这些比值是不同的。在同一个电压下, 如果通过某一导线的电流强度越小, 这个比值就越大, 这表示导线对电流的阻碍作用也越大。这种阻碍作用是由于作定向运动的电子跟离子的碰撞而发生的。

由此可见, 导线两端的电压跟通过导线的电流强度的比值表征导线的电特性, 这个比值叫做电阻。

可以把(9-3)式改写成:

$$I = \frac{V}{R} \quad (9-4)$$

这就是电流的基本定律, 它表示通过某一段导线的电流强度跟这段导线的电压成正比, 跟导线的电阻成反比。

这个定律是德国科学家欧姆在 1827 年发现的, 因此叫做欧姆定律。

根据欧姆定律, 如果知道了电流强度、电压和电阻三个量中的任何两个, 用数学方法可以求出另一个量。

电阻的单位可以用欧姆定律来规定。如果导体两端的电压是 1 伏特, 通过导体的电流强度是 1 安培, 那么导体的

电阻叫做1欧姆。

欧姆定律的应用很广,在考虑导体中的导电问题时,常常不能离开它,在设计各种仪表时,如安培计、伏特计、近代高温温度计和半导体温度计等都要用到它。

应用欧姆定律可以测定木材的水分,因为干燥的木材是电的绝缘体,当它含有一定水分时,木材的电阻就会随水分的多少而改变,因此,加以一定的电压后,测定电流的强弱,就能知道所含水分的多少。棉花水分测定器也可根据同样原理来设计。

9-3 电阻定律和电导 从上一节知道,电阻的大小是由导体的电特性所决定的。现在我们来研究金属导体的电阻的大小究竟跟哪些因素有关,它们的关系又是怎样的。

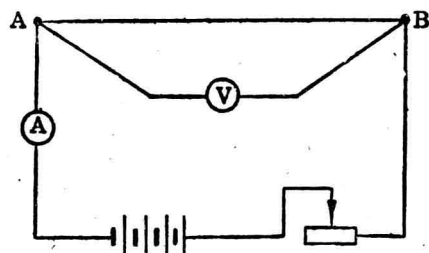


图 9-2 研究导线的电阻跟它的长短、粗细、材料的关系

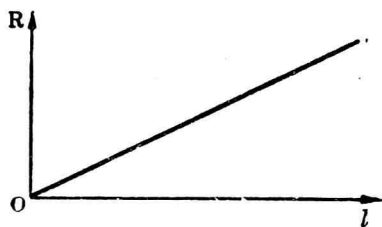


图 9-3 导体的电阻跟长度的关系

为了简单起见,这里只研究温度不变时,决定电阻大小的因素。

我们用图 9-2 的线路来测定材料相同,粗细一样而长短不等的导线的电阻,改变 AB 的长度,测定它们的电阻,然后根据实验结果作出 $R-l$ 曲线(图 9-3)。

可见,当材料和粗细一定时,导体的电阻

跟它們的长度成正比,即 $R \propto l$ 。

再用材料长度都相同,而橫截面积 S 不同的导体来測定它們的电阻 R , 根据实验結果作出 $R-S$ 曲綫(图 9-4)。从 $R-S$ 曲綫看出: 当材料和长度一定时, 导体的电阻是跟它們的橫截面积成反比的, 即 $R \propto \frac{1}{S}$ 。

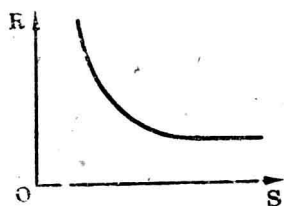


图 9-4 导体的电阻跟橫截面积的关系

把上面的結果合并起来就得到

$$R \propto \frac{l}{S},$$

或者把它写成等式

$$R = \rho \frac{l}{S} \quad (9-5)$$

式中 ρ 是一个由导体的材料和溫度所确定的物理量, 我們把它叫做电阻率。

对于不同的导体來說, 即使长度和橫截面积都相同, 它們的电阻也不相同, 可見电阻率是由导体的材料性质所决定的。

把 (9-5) 式改写成: $\rho = R \frac{S}{l}$, 就可用它来規定电阻率的单位, 电阻率的单位是 1 欧姆 $\frac{\text{毫米}^2}{\text{米}}$ 。所以电阻率就是长 1 米橫截面积 1 毫米² 的导体的电阻。

下表是几种材料在 20°C 时的电阻率:

材 料	电阻率(欧姆 $\frac{\text{毫米}^2}{\text{米}}$)
純 金 属	
銀	0.016
銅	0.017
鋁	0.029
錫	0.055
铁	0.10
水銀	0.958
合 金	
黃銅(66% 銅+34% 鋅)	0.065
錳銅(85% 銅+3% 鋅+12% 錳)	0.39
康銅(58.8% 銅+40% 鎳+1.2% 錳)	0.41
鎳各姆(67.5% 鎳+15% 鉻+16% 铁 +1.5% 錳)	1.1
絕 緣 体	
賽璐珞	2×10^{12}
素燒瓷	3×10^{18}
硬橡胶	1×10^{22}

我們有时用 R 的倒数 $\frac{1}{R}$ 来表示导体的电特性, 并把它叫做导体的电导。导体的电导越大, 則电阻越小。不同的导体, 电导也不同。

电阻率的倒数叫做电导率, 以 σ 表示(注意: 电荷面密度也用 σ 表示:)

$$\sigma = \frac{1}{\rho} \quad (9-6)$$

习 題

1. 导体两端的电压是 4 伏特, 在 2 分钟内通过的电量是 15 庫侖, 求导体的电阻。

2. 把一根导线对折, 它的电阻将发生怎样的变化?

3. 在测定导线电阻的实验中, 导线长 8 米, 横截面积是 2 毫米²。如果跟导线串联着的安培计的读数是 1.6 安培, 跟导线并联着的伏特计的示数是 2.5 伏特, 那么, 导线的电阻是多少? 它的电阻率是多少?

4. 有铜线和铁线各一根, 它们的重量和截面积都相等, 问哪根导线的电阻大?

5. 两种不同材料做成两根等长的电阻线, 它们的电阻相等。已知两根电阻线的电阻率之比为 3:2, 求两电阻线的截面积之比。

6. 高压电线长 10 公里, 要使它的电阻等于 10 欧姆, 那么要用多少铜? (铜的密度是 8.9 克/厘米³)

7. 长 10 米的锰铜导线两端的电压是 40 伏特, 要想在这条导线上通过 0.5 安培的电流强度。导线的直径应当是多少?

9-4 电阻与温度的关系 导体温度升高时, 导体的电阻也将随着温度的变化而改变。

如图 9-5 我們可以用伏特计和安培计来观察灯泡的电阻随着灯丝发热时温度升高而改变的情况。实验指出: 絕大多数金属导体的电阻都是随着温度升高而增大的, 只有少数导体 (如炭和某

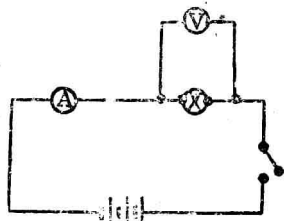


图 9-5 观察灯泡的电阻随着灯丝温度升高而减小

些合金等)的电阻随着温度的升高而减小。某些合金,如康铜(铜 60%、镍 40%)、锰铜(铜 84%、锰 12%、镍 4%)的电阻不随温度而改变,标准电阻就是利用这类材料制成的。

在通常温度下(0°C – 100°C 的范围内)差不多所有的金属导体的电阻的变化跟温度的变化成正比。写成等式:

$$R = R_0(1 + \alpha \Delta t), \quad (9-7)$$

$$R = R_0 + \alpha R_0 \Delta t.$$

式中 R_0 是 0°C 时的电阻值, α 是一个常数,叫做电阻的温度系数。对许多金属来说 α 接近于 $\frac{1}{273}$, Δt 是温度的变化。

怎样解释金属电阻跟温度的关系呢? 我们知道, 金属里的电子在移动的时候, 总要跟离子发生碰撞, 电子的运动要受到阻碍, 这就形成导体的电阻。电子所以跟离子发生碰撞, 是由于离子位置的不均匀性, 这种不均匀性的原因之一就是离子的热运动。随着温度的升高, 热运动增强了, 离子位置的不均匀性增加了, 因而电阻也就增加了。

金属的电阻与温度的关系, 在技术上有重要的意义。例如: 制造电阻温度计, 通常以铂做成电阻丝, 叫做铂金温度计, 从电阻的变化来测量温度, 它比水银温度计精确, 而且测量范围可以大大扩大(从 -263°C 到 1000°C)。

半导体的电阻一般说来是随着温度的升高而迅速地下降。从图 9-6 中可以看出: 半导体的电阻与温度的关系跟金属导体的差别很大。半导体的这种性质是由于它的内部结构所决定的, 当温度升高时, 束缚电子得到释放, 所以电

导率增大。

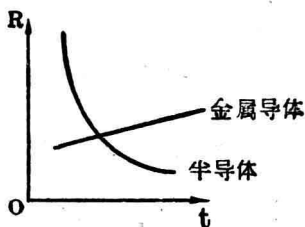


图 9-6 金属导体和半导体的电阻与温度的关系

习 题

1. 如果鎢的电阻温度系数为 0.005 度^{-1} ，碳的电阻温度系数为 -0.0003 度^{-1} ，今有 0°C 时电阻是 100 欧姆的碳丝，应该用电阻是多大的鎢丝跟它串联，才能得到一个不随温度而改变的电阻？

2. 从冬天到夏天，电报线的电阻要改变多少？假如电报线是用横截面积 10 毫米² 的铁线做成的；温度是从 -30°C 升到 $+30^\circ\text{C}$ 。在冬天，电报线的长度等于 100 公里。铁在冬天的电阻率 $\rho_0 = 8.7 \times 10^{-6}$ 欧姆·厘米²/米。电阻的温度系数 $\alpha = 6 \times 10^{-3} \text{ 度}^{-1}$ ，铁的线膨胀系数 $\alpha' = 12 \times 10^{-6} \text{ 度}^{-1}$ 。

9-5 热敏电阻 热敏电阻是用半导体材料制成的。随着温度的升高，它的电阻很快地下降。也就是说，即使温度只有很小的变化，电阻也会发生很大的改变，变化范围可达到 1000 倍左右。

由于它的稳定性能好，又可以把体积造得很小，因此，可以用它来做成半导体温度计，它的灵敏度和精确度都比铂金温度计高。