

物理

第一册

[美] U. 哈伯-沙姆等 著

科学出版社

物 理

(第 一 册)

〔美〕U. 哈伯-沙姆等 著

《物理》翻译组 译

科 学 出 版 社

内 容 简 介

本书译自美国物理教学研究会组织编写的中学物理教材《PSSC 物理》一书。中译本分四册出版。第一册主要论述光的各种性质,内容包括光的行为、反射和成象、折射、光的粒子模型、波、波与光、干涉、光波等。书中采用光波和水波相互对比,叙述深入浅出,使读者对光的各种性质有比较全面的认识。

本书可供中学师生和中等文化水平的工农兵读者、知识青年等参考。

U. Haber-Schaim, J. B. Cross,
J. H. Dodge, J. A. Walter

PSSC PHYSICS

D. C. Heath, 1971, 3rd ed.

物 理

(第 一 册)

[美] U. 哈伯-沙姆等 著

《物理》翻译组 译

*

科学出版社出版

北京朝阳门内大街 137 号

中国科学院印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

1978 年 5 月第 一 版 开本: 787×1092 1/32

1978 年 5 月第一次印刷 印张: 7 1/2 插页: 2

印数: 0001—340,100 字数: 168,000

统一书号: 13031·707

本社书号: 1017·13—3

定价: 0.55 元

中 译 本 前 言

本书是美国物理教学研究会（简称 PSSC）为改革中学物理课程而组织编写的一本美国中学物理教材。它企图打破旧有的体系，注重于物理概念的逻辑发展，并按照近代科学技术发展的特点和要求，用较新的观点来讲述中学物理内容，为学习近代科学技术作准备。鉴于本书在取材、编排和编写方法上有一些特点，遵照毛主席关于“**洋为中用**”的教导，我们把它译成中文出版。

中译本根据本书1971年第三版译出，基本上按原书全译，只作了极少量删节。由于原书篇幅较多，中译本准备分四册出版，并将原书名《PSSC 物理》改为《物理》。参加本册翻译组译校工作的有北京师范大学物理系翻译组以及张大卫、陈凤至、汪世清等同志。译文不当之处，希读者批评指正。

目 录

中译本前言	i
绪论	1
1. 物理学的成长	1
2. 物理学的工具	3
3. 学习物理学的人	5
第一章 光的行为	8
1.1 光源	8
1.2 透明物质和不透明物质	10
1.3 反射	12
1.4 感光器件	14
1.5 光的传播	15
1.6 光的速率	16
1.7 影子	17
1.8 光柱, 光束和光线	19
1.9 怎样确定物体的位置?	22
第二章 反射和成象	28
2.1 反射定律	28
2.2 平面镜的成象	30
2.3 抛物面镜	33
2.4 天文望远镜	37
2.5 象和幻觉	40
2.6 实象和虚象	46
第三章 折射	52
3.1 折射	52

3.2	折射角实验	54
3.3	折射率——斯涅耳定律	57
3.4	绝对折射率	61
3.5	光从玻璃(或水)进入空气——光路的可逆性	62
3.6	光从玻璃进入水	65
3.7	全反射	67
3.8	稜镜的折射;色散	70
3.9	用一组稜镜会聚光	74
3.10	透镜	76
3.11	透镜形成的实象	77
3.12	光束和尺度	79
第四章	光的粒子模型	89
4.1	光源强度和照度	90
4.2	光压	93
4.3	吸收和变热	94
4.4	反射	95
4.5	折射	96
4.6	粒子理论的某些困难	100
4.7	光速和折射理论	101
4.8	粒子模型的地位	104
第五章	波	109
5.1	波——另一种传播方式	109
5.2	螺旋弹簧上的波	110
5.3	叠加——相互通过的脉冲	114
5.4	反射和透射	118
5.5	理想化和近似法	121
5.6	波的模型适用于光吗?	123
第六章	波与光	128
6.1	水波	128
6.2	直线脉冲和圆形脉冲	129

6.3	反射	131
6.4	传播速率与周期波	134
6.5	折射	137
6.6	色散	141
6.7	衍射	143
第七章	干涉	154
7.1	弹簧上的干涉	154
7.2	两个点源的干涉	156
7.3	节线形状	161
7.4	波长、源的间距及角度	163
7.5	周相	167
7.6	摘要和结论	170
第八章	光波	176
8.1	能否看见光的干涉?	176
8.2	光波的干涉——杨氏实验	179
8.3	光源的周相——原子	181
8.4	光的颜色和波长	183
8.5	衍射是单狭缝的干涉作用吗?	186
8.6	单狭缝衍射理论	188
8.7	利用单狭缝和双狭缝所作的实验检验	192
8.8	分辨本领	193
8.9	薄膜的干涉花样	196
8.10	穿透薄膜的光的干涉	199
8.11	干涉的颜色效果	200
8.12	光的波长和尺度	201
附录一	三角函数表	206
附录二	带†号习题解答	214
附录三	带*号习题答案	228

绪 论

1. 物理学的成长

一道闪电划破了黑暗,使收音机嘎嘎作响,人们在一瞬间感到眼花缭乱,接着就听到了隆隆的雷声和窗户上松动玻璃的震响声. 在遥远的风暴探测中心,无线电探测器能够准确地指出闪电的位置;城里的天气预报员听到了远处的雷声后点了点头,似乎他早已预见到风暴的来临了.

这一系列不同的事件,虽然发生在不同的地点和不同的时间,但都是有联系的. 它们是怎样联系在一起的? 对于眼睛、耳朵、收音机以及对于空气本身发生了一些什么情况呢?

再举另一系列事件. 在钢铁厂的测试车间,能够看到一台不比足球大的、急速转动的电动机带动着一台象一座房子那么大的测试机,测试机的两个强有力卡头正在拉伸一根新合金的细棒. 这根坚固的细棒逐渐屈服于测试机的拉力,好象一块软糖一样被拉长了,稍后,铿然一声被拉断了. 这是怎么回事呢? 细棒为什么能保持它的形状? 为什么它最后又被拉断了呢? 再顺便提一提: 为什么钢比玻璃坚固? 为什么钢比铝致密? 为什么钢会生锈?

从前当日食时人们曾担心“太阳生病了”. 后来人们知道了月球的复杂运行,使预测日食比预测明天的天气还要容易得多. 远在最初的恐龙在地球上爬行以前很久,月球就一直绕着地球运转. 人造卫星是一个很小的“人造月球”,它不需要推进器、喷气发动机或机翼,就能够长时间地绕着地球运转.

卫星是怎样运行的？人造卫星是怎样设计的？怎样才能把人送到月球上去？

物理学使我们能够回答这类问题。物理学给予我们预见、设计、了解和探索未知事物的能力。根据物理学知识，可以制造出新的东西。物理学上有了新的答案，往往又伴随着产生新的问题。如果不是应用物理学知识，这许多问题是决不会被提出来的。

在伽利略以前还没有天文望远镜。自从伽利略用两块透镜制成了一架天文望远镜，并且发现了绕木星公转的四颗卫星之后，设计和制造出了更多和更好的望远镜。借助于这些望远镜，发现了许多新的天体，如运行在木星和火星轨道中间的许多小行星。

这时，新的问题又产生了。怎样才能解释这些卫星和小行星的复杂运动呢？为了解答这类问题，物理学的一个分支——力学发展起来了。从 18 世纪开始，对物体在许多力作用下的运动规律的研究取得了迅速的进展。力学的新知识导致了人们更好地设计各种机器。由此可见，如果不是发明了望远镜，力学的进展就要迟缓得多了。

后来，大约在 50 年前，开始对原子有了了解，使得人们懂得了怎样制造比以往好得多的真空泵。采用这种新型的真空泵容易得到高真空，而利用高真空，又可以进行以前无法进行的实验，使科研人员得以开始对电子和原子的性质进行深入的研究，获得高真空的技能以及由它带来的知识，使我们有了各种不同的实际应用。例如，电子管、显像管、浓缩桔汁和原子能等。由于对原子的研究，有可能查明决定两个原子结合或分离的原因，从而也阐明了化学的基础。

物理学就是这样发展起来的。它像一座正在施工中的大厦，而不是一座已竣工的、只须由人带着就能参观的建筑物。

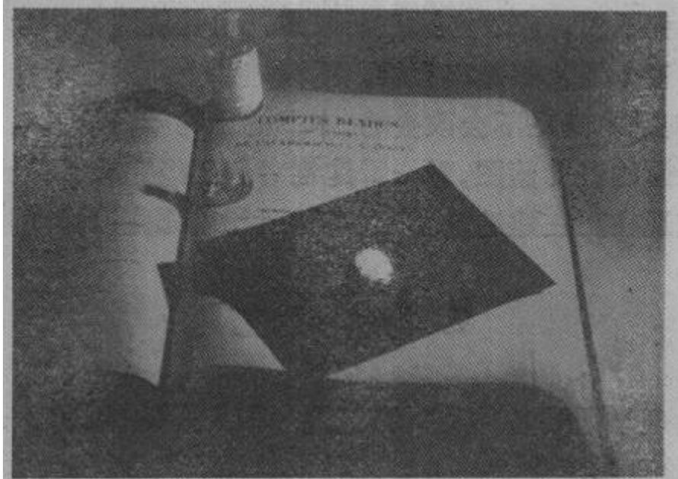
尽管这大厦的某些部分已经很好地建成,既适用又美观,但有些部分只完成了一半,还有一些部分刚刚开始设计. 一些新的部分尚有待于年青读者去兴建和完成. 在这座名为物理学的大厦中,每过一些时候,我们常会发现某个已建成的房间不够坚固,或者面积过小,无法容纳新的发现. 于是这个房间或者被废弃不用,或者必须重新改建. 但是建造在相当坚实土地上的整个地基却是牢固的. 不论地基上面发生了什么样的变化,地基本身是不会改变的. 本书的目的就是给读者看一看这座大厦的设计蓝图,看一看建筑者们已经完成了什么,看一看他们现在正在建造的部分;有时还指出哪些设计尚未完成.

2. 物理学的工具

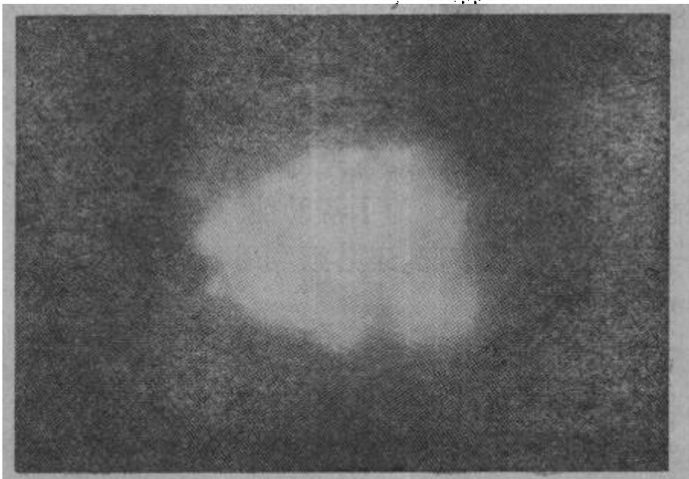
物理学需要各种类型的工具. 和人类从事其他一切活动一样,物理学工作者的关键工具也是他的大脑. 其次,他需要用一种语言对自己和别人清楚地表达他所想的、所做的和所想要做的. 数学可以被认为是表示关系和数量的最清楚而且最灵活的特殊的国际语言,也是他的工具箱中的一种重要工具. 此外,眼睛、耳朵和手也确实都是重要的. 他把这些都看成是基本工具,可用来收集有关他所要了解和控制的世界上的各种事物的资料. 然后,为了帮助他的感官,为了创造出他有时需要研究的特殊情况,还必须利用各式各样的其他工具、仪器、机器或装置.

有时物理学的工具可能是很简单的. 1896年,贝克勒耳发现了铀的奇异放射性质,从而开辟了一个物理学的新分支——核物理学. 他当时除了裹在黑纸中的照相底板和少量特殊的化学盐类晶体之外,并没有使用其他设备. 1934年,费米及其在罗马的同事发现了慢中子,它是原子能的基础. 他

们使用的仪器也是很简单的：一个医用镭源，一个大理石喷水池，一些银片和镅片，和一种由安装在小型显微镜上的小金属薄片构成的仪器。五年以后，哈恩和史特拉斯曼推进了费米的工作，发现了铀的裂变。他们使用的也只是一些简单的化学装置和一个普通的盖革计数器。今后谁将利用简单的工



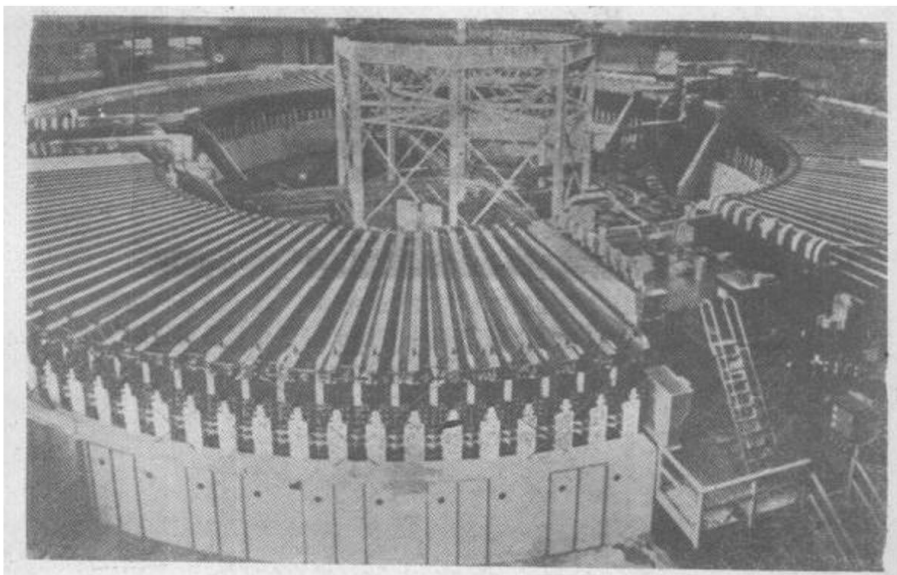
1896 年法国物理化学家贝克勒耳通过铀盐使照相底板曝光，发现了放射性。醋酸铀晶体放在包在黑纸里的照相底板上



这是一张复制的照片，使它的底片曝光的只能是从铀盐发出的某些不可见的穿透辐射的结果，因为光不能照射到底板上。
这是用简单方法得到重要的基本结果的一个例子

具和完全正确的想法，建立一个科学的新分支呢？我们现在还不知道，但是这样的事情肯定会发生的。

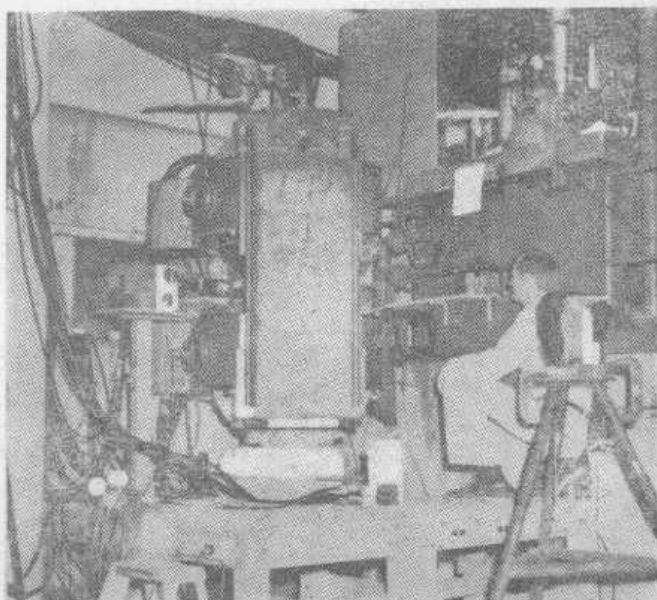
有时物理学的工具会变得极其复杂。满载仪器的卫星和宇宙探测器，是物理学工作者用来探索从外层空间射到地球上的粒子雨或外层空间本身性质的工具。加利福尼亚州伯克利的巨大高能质子加速器和它的附设装置液氢气泡室，是物理学工作者研究组成原子的微小粒子性质的工具。



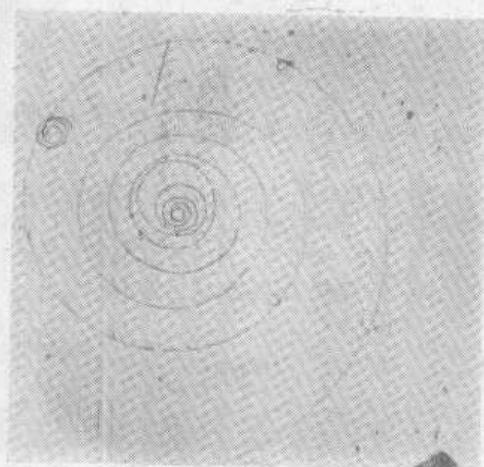
加利福尼亚大学劳伦斯辐射实验室的高能质子加速器，是一个既巨大又复杂的工具的例子。大环形磁铁有海船那么重，它消耗的电力相当于一个小城市所消耗的。这个巨大工具被用来观察人们以前用任何设备都观察不到的微小粒子的行为

3. 学习物理学的人

设计和使用这些仪器的人是物理学工作者。物理学工作者中主要擅长于设计和操作实验的称为实验物理学工作者，反之，主要擅长于用数学来解决物理学问题的则称为理论物



这又是一台扩展我们感官的非常复杂的仪器。这个液氢气泡室使从高能质子加速器出来的微小亚原子粒子显示出可见的径迹(见下图)



用来获得这张照片的仪器虽然非常复杂，但照相底板显示出的最终结果却和贝克勒耳的结果基本一致

理学工作者。例如,富兰克林和居里夫人是实验物理学家;而牛顿和爱因斯坦则是理论物理学家——也许是最伟大的理论物理学家。

从前实验工具和数学工具都是很简单的,因此一个人能够熟练地使用这两类工具。牛顿不仅进行了一个引人入胜的实验,利用稜镜把太阳光分解成各种颜色的光,而且他还为了自己研究的需要,发明了一种最有用的数学形式,即微积分。富兰克林除了提出和完成了许多重要的实验外,还对电学理论作出了贡献。现在物理学上有些工具是太复杂了,能够掌握所有各种工具的物理学工作者已是绝无仅有的了。但是无论理论工作者,还是实验工作者,凡是研究物理学的人都称作物理学工作者。

不过,大多数学习物理学基础的人,并不一定都会成为物理学工作者。有许多人将转到其他有关的领域,例如工程或者其他科学部门去工作,还有不少人将完全脱离科学领域。但是,不管以后是否继续从事物理学工作,我们从物理学工作者们探索自然界的历程中可以学到许多东西,从而帮助我们去认识我们所生活的这个日新月异的、引人入胜的世界。

第一章 光的行 为

早在历史初期，人们就对作用于眼睛的光的本性感到困惑不解。他们过去提出的问题，也许就是你们曾发生过的问题。光是什么？它是怎样传播的？速度有多快？眼睛所看到的总是可信赖的吗？为什么有些物体是彩色的？而有些则是白的或黑的呢？

1.1 光 源

曾经在乡间、森林里或海洋上度过没有月光的夜晚的人都会知道，当太阳位于地球的另一面时，四周是多么黑暗呵！在天刚破晓时，几分钟之前还看不见的物体开始显现出它们的外形。接着物体的细节清晰了，出现了颜色，并且明亮起来，这时白天开始了。正是从东方地平线上升起的太阳的光辉，使世界上的一切物体呈现出它们的形状、细节和颜色。

有些物体如太阳、恒星、各种灯、甚至萤火虫，能够自行发光，这样的物体称为发光体或光源。另有一些物体，例如树木、花草以及书本，本身并不发光，只是当它们受到某一光源的照射并把光反射到我们的眼睛里，我们才能看见它们。

物体发光还是不发光，既取决于构成物体的材料，也取决于物体所处的状态。通过改变物质的状态，我们能够随意地使许多常见的物质发光或不发光。电灯泡的灯丝如果没有电流通过使之变热是不会发光的。把凉的铁块放在燃烧的煤炉内或煤气火焰上加热，铁块就会发出红光、黄光以至白光。把

固体或象熔融金属这样的液体加热到 800°C 以上，它们就会变成光源。这种炽热物质就是通常所说的白炽体。

仔细观察表明，蜡烛火焰的光是由许多在火焰内燃烧的微小碳粒发出的。可见火焰是另一种白炽光源。在普通的火焰中，大部分碳粒不能完全燃烧，它们被空气带到火焰上方后冷却下来，不再发光，从而构成了往上升的烟的主要成分。

然而，并不是一切光源都是白炽光源。氖灯和荧光灯虽然与白炽灯一样，只要有电流通过就能发光，可是摸一摸它们，立即就会发现，它们产生光的方式是不同的，氖灯管和荧光灯管一直是相当凉的，而白炽灯泡点亮不久就已经热得烫手了。进一步研究这种差别还会发现，逐渐加大白炽灯泡的灯丝电流，不仅能够增强灯光的亮度，同时还会改变灯光的颜色：开始暗红，然后变成浅黄色，最后，当电流足够大时成为“白热”，就像炽热的铁块一样。反之，加大通过氖灯的电流只能增强灯的亮度，并不引起颜色变化。由此可见，在白炽光源和其他光源之间存在一个基本差别：对于前者，亮度、温度和颜色三者的变化看来是有密切联系的；对于后者，颜色主要取决于光源材料的性质，而与亮度的变化无关。

射入我们眼睛的光，大部分来自不发光表面。为了确信这一事实，我们只要设想一下：如果把一个普通房间的墙壁和其他表面都涂得漆黑，使它们对于射来的光一点也不反射，这间房子会变成什么样呢？灯光在黑暗背景衬托下将显得更明亮刺眼。与此相反，白色的天花板或浅颜色的墙壁能够反射和漫射它们所接受到的很大一部分光，从而增强室内的亮度。事实上，当我们使用间接照明时，在遮住了灯光之后，所有射到我们眼睛里的光都是由墙壁或天花板反射的。就更大范围而言，人们往往以为月亮是夜间的光源，实际上它不过是一种反射太阳光的反射体。

1.2 透明物质和不透明物质

白天通过洁净的玻璃窗观看外面的明亮景物，几乎觉察不到有玻璃存在。这种能够透过光的物质叫做透明物质。当黄昏来临，在开着灯的室内再通过相同玻璃窗往外观看时，除了看到外面的景物外，还能够在玻璃上看到你自己和室内物体的映象。使你能够看到这些映象的光必定是从室内发出的。这些光没有透过玻璃传到外面去，而是返回到了你的眼睛里。也就是说，光发生了反射。

透明物体的厚度是否会影响透射的光量呢？单片玻璃几乎能够透过全部的光。但是，如果把十片或二十片洁净的玻璃重叠在一起，就会有一部分光被吸收掉，而透射过的光变得暗淡起来，并且还带一点颜色。很显然，我们之所以能够觉察出诸如塑料、玻璃、水这些透明物质，一部分原因是由于它们既能透射光，又能反射光，另一部分原因是由于它们还能吸收一些光。

这类物质对光还有另一个重要的效应。在光射入或者离开这类物质时；光的方向发生了有趣的改变。图 1.1 所示是米

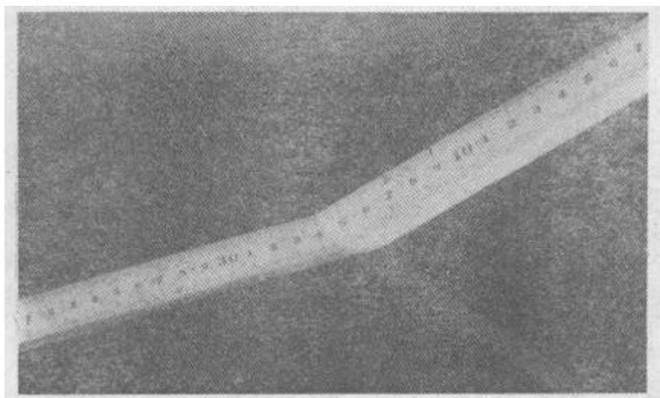


图 1.1 这幅照片表示米尺在进入水面处的弯折现象。从米尺向右下方倾斜的灰影是反射造成的