

上海市中学课本

工农基础知识

光和原子能部分

上海人民出版社

目 录

第一章 光的初步知识	1
第一节 导言	1
第二节 光源与照度	2
第三节 光和电磁波	4
第二章 光在同一均匀媒质中的传播	8
第一节 光的速度	8
第二节 光的传播	10
水波的直射和衍射	13
第三章 光的反射	16
第一节 反射定律	16
实验一 验证光的反射定律	20
第二节 平面镜	21
第三节 凹面镜	23
第四节 凸面镜	25
第四章 光的折射	28
第一节 折射	28
实验二 验证折射定律,并测定玻璃的折射率	32
第二节 三棱镜	33
第三节 凸透镜	36
第四节 凸透镜成象	39
第五节 凸透镜公式	44
实验三 测定凸透镜的焦距	47
第六节 凸透镜的应用	49
第七节 凹透镜	53
第五章 全反射	55
第一节 全反射	55

第二节	全反射棱镜	58
	纤维光学	60
第六章	光学仪器	63
第一节	眼睛	63
	近视眼和远视眼	64
第二节	显微镜	68
	电子显微镜	70
第三节	望远镜	72
第七章	光的干涉	74
第一节	光的干涉	74
	波的干涉	75
第二节	光干涉的应用	78
第八章	光的本质	80
第一节	光电效应和光的量子性质	80
第二节	光学发展史	84
	激光	87
第九章	原子结构	91
第一节	原子的组成	92
第二节	原子核外电子的运动规律 氢原子光谱	92
	光谱分析	96
第三节	原子核的组成和“基本”粒子	97
	加速器	99
第四节	“基本”粒子不基本	100
第十章	原子能和它的利用	102
第一节	原子核的结合能和核能释放	102
第二节	裂变 链式反应 原子弹	105
第三节	原子反应堆	108
第四节	聚变 氢弹	110
	原子武器的防御	111

第一章 光的初步知识

第一节 导 言

在生产活动和日常生活中，光和我们的关系是很密切的，我们观察周围的事物，就是通过光作用于我们的眼睛，引起视觉来获得初步印象的。

列宁说：“物质是作用于我们的感官而引起感觉的东西”。我们通过感官不仅能直接感觉到光的客观存在，还通过光跟别的物质的相互作用，认识光的物质属性：光投射在被照物体的表面上，能够产生一定的光压，如太阳光照在面积是1平方米的地面上，就会对地面产生约0.4毫克的压力；光照射在胶片上，引起感光剂起化学作用，而使胶片感光；光照射在某些金属的表面上，还可以从金属表面原子中激发出电子来；一束激光，投射到金属的表面上，由于激光的能量高度集中，利用它的热效应，甚至能把坚固的金属“切割”开来。光能够作用于我们的感官，被我们所感知；光跟别的物体的相互作用所表现出的各种属性；以及它具有一定的运动速度，能够在真空中独立传播，说明了光的客观存在和它的物质本性。随着生产斗争和科学实验的发展，我们对光的认识也更深入。光的客观规律正

愈来愈广泛地用来为社会主义革命和社会主义建设服务。

解放后，在党和毛主席的领导下，我国工人阶级发扬“独立自主、自力更生”的精神，努力改变我国光学工业上“一穷二白”的面貌，初步建立了我国光学工业体系。在无产阶级文化大革命中，工人同志批判了刘少奇、林彪一伙所推行的反革命的修正主义路线，在光学工业方面取得了更加辉煌的成就。不仅自行设计和制成了40万倍高分辨率电子显微镜、大型射电望远镜等世界先进水平的电子光学仪器，还运用我国自己设计制造的精密光学仪器设备，在新疆地区进行大规模的日全食综合观测，取得了大量科学实验资料；并且在光学新技术——激光和纤维光学等各个领域中都不断取得新的成就，这一切都是毛主席无产阶级革命路线的伟大胜利。

第二节 光源与照度

能够发光的物体叫做发光体，又叫光源。象太阳、白炽灯、火炬等都是光源。光源发光分为热发光和冷发光两种：热发光是由热转变为光，白炽灯、煤油灯和火炬等就是属于这一类发光的的形式；还有许多光源，它们不是把热转变为光，而是由其他形式的能直接转变为光，象日光灯、黑光灯、萤火虫和同

位素灯*等都是，这种发光的形式我们称它为冷发光。

各种不同光源发光的强弱是不相同的，光源发光强弱的程度用发光强度来表示。发光强度的单位是烛光。表 1-1 所示的是工业中实际测定的几种光源的发光强度。

表 1-1 几种光源的发光强度

白 炽 灯	日 光 灯	长 弧 氙 灯	钠 灯	太 阳
25 瓦 20 烛光	8 瓦(12 吋) 20 烛光	1000 瓦 2600 烛光	140 瓦 880 烛光	10 ²⁴ 烛光
40 瓦 35 烛光	15 瓦(18 吋) 40 烛光	6000 瓦 16000 烛光	280 瓦 1512 烛光	
100 瓦 110 烛光	40 瓦(48 吋) 136 烛光			

我们能不能看清楚物体的表面，跟物体被照明的程度有很大的关系。物体被照明的程度，就是它的照度。投射到被照面每单位面积上的光能量越多，被照面的照度就越大。照度的单位是勒克司。在生产上和生活中，我们可以方便地应用照度计直接测定物体表面的照度。表 1-2 中列举了几种不同情况下的照度。

* 同位素灯是由放射性物质(放射性同位素)放出射线，激励发光物质而发光的。

表 1-2 几种不同情况下的照度

情 况	照 度 (单位: 勒克司)
中午直接在太阳光下	100000
阴天室外	1000
白天室内(光亮的室内, 近窗)	100
满月室外	0.2
没有月亮的夜间室外来自星空的照度	0.0003

我们在工作和学习的场所, 应该具有合适的照度, 并且应当保持照度的均匀和稳定, 这样对于提高学习、工作效率和保护视力都有很大的好处。一般认为在从事细小精微的工作时, 约需 100 勒克司; 一般的阅读书写以 50~75 勒克司为宜。

第三节 光和电磁波

随着生产实践和科学实验的发展, 我们对光的认识也逐渐深入, 到十九世纪末, 人们已经知道, 光现象与电磁现象有着本质的联系, 光也是一种电磁波。光与各种电磁波的差别在于它们的频率不同(因而波长也不同)*, 人们按照电磁波的波长由长到短把它们排列成电磁波谱, 见表 1-3。光的波长比无线电波的波长短, 比 X 射线的波长要长。

* 电磁波的频率 ν 、波长 λ 和速度 C 的关系是 $\nu = \frac{C}{\lambda}$ 。

表 1-3 电磁波谱

电磁波种类	频 率 (单位: 赫兹)	在真空中的波长 (单位: 厘米)
无线电波	$10^5 \sim 3 \times 10^{12}$	$3 \times 10^5 \sim 10^{-2}$
红外线	$10^{12} \sim 3.9 \times 10^{14}$	$3 \times 10^{-2} \sim 7.7 \times 10^{-5}$
可见光	$3.9 \times 10^{14} \sim 7.5 \times 10^{14}$	$7.7 \times 10^{-5} \sim 4 \times 10^{-6}$
紫外线	$7.5 \times 10^{14} \sim 5 \times 10^{16}$	$4 \times 10^{-5} \sim 6 \times 10^{-7}$
X 射线	$3 \times 10^{16} \sim 3 \times 10^{20}$	$10^{-6} \sim 10^{-10}$
γ 射线	3×10^{20} 以上	10^{-9} 以下

通常我们所讲的白光, 包含从 4000 埃*到 7700 埃各种波长的光波, 不同波长的可见光, 射到我们眼里, 我们感觉到的颜色也不同, 见表 1-4。

表 1-4 各种色光的频率和波长

光谱区域	频 率 (单位: 10^{14} 赫兹)	在真空中的波长 (单位: 埃)
红 光	3.9~4.7	7700~6400
橙光和黄光	4.7~5.2	6400~5800
绿 光	5.2~6.1	5800~4900
蓝光和靛光	6.1~6.7	4900~4400
紫 光	6.7~7.5	4400~4000

波长比 7700 埃更长的不可见光, 称为红外线。红外线的特征是热作用很强, 工农业上红外线灯常常用来烘漆、烘干谷物和种子, 军事上可以用来通讯侦察等。

* 1 埃 = 10^{-8} 厘米。埃用符号 \AA 表示。

波长比 4000 埃的紫光更短的不可见光,称为紫外

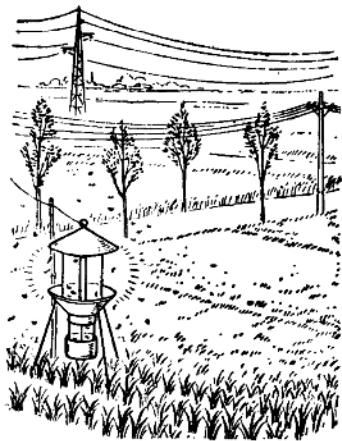


图 1-1 诱杀昆虫的黑光灯

线。紫外线的波长范围是 60~4000 埃,它的特征是化学作用强,有一定的杀菌能力。农业上还利用昆虫对紫外线有特别敏感的趋光性,做成黑光灯来诱杀害虫,见图 1-1。

波长比紫外线更短的是 X 射线,波长范围是,0.01~100埃。X 射

线的特征是具有较大的贯穿本领,波长越短的 X 射线贯穿能力越强, X 射线能穿过肌肉、木头,甚至能穿过 5~15 厘米厚的铝板。利用它的这一性质,可以用来检查人体组织内有无病变(例如肺病、骨折、肌肉内有无残存的弹片等),在工业上可以用来检查金属工件内有无裂痕或气泡等缺陷。

从可见光、红外线、紫外线、X 射线的性质可以看出,随着电磁波频率的数量改变,到达一定程度时,就引起了质的变化。正如恩格斯所指出的:“没有有关的物体的量的变化,是不可能改变这个物体的质的。”这就是量转化为质的辩证规律。

作 业

1. 可见光、红外线、紫外线、无线电波、X射线等具有什么共性？它们又有什么区别？

2. 可见光的波长范围怎样？频率范围又怎样？

3. 什么叫做紫外线？它具有什么特征？什么叫做红外线？它具有什么特征？

4. 在可见光的范围内，哪一种色光的波长最长？哪一种色光的频率最高？哪一种色光的波长最短？哪一种色光的频率最低？

5. 在表 1-3 的电磁波谱中，算一算几种不同的电磁波的波长跟它的频率的相乘积各等于多少？这个结果说明了什么问题？

第二章 光在同一均匀媒质中的传播

第一节 光的速度

很早以前，人们错误地认为光的传播是不需要时间的，也就是说，光只要从发光体发射出来，我们就立即可看到它。这种“光速无限大”的看法，与光是一种运动着的物质这一唯物主义的认识是相对立的，也是不符合客观实际的。后来随着生产实践与科学实验的发展，人们认识了光的电磁本性，并且很精确地测出了光的速度。光在真空中传播的速度是：

$$C = 299793.0 \pm 0.3 \text{ 公里/秒}^*$$

一般情况下，可近似地取 $C = 300000$ 公里/秒。可以看出，光的速度和其他电磁波的速度相等。

实验测定：光在空气中传播的速度只比在真空中的传播速度小 67 公里/秒。因此，光在空气中的传播速度也可以近似地取为 3×10^5 公里/秒。光在其他媒质里的传播速度都比它在真空中的传播速度小，例如：光在水中的传播速度是在真空中传播速度的 $3/4$ 。光在几种不同媒质中的传播速度见表 2-1。

* 这是近代测定的比较精确的数值， $C = 299793.0 \pm 0.3$ 公里/秒。
 ± 0.3 表示测定的误差绝对值最大不超过 0.3 公里/秒。

表 2-1 光在几种不同媒质中的传播速度

媒 质	速 度 (公里/秒)
空 气	300000
水	225000
水 晶	200000
金 刚 石	120000

一定波长的光波表现为一定颜色的单色光，我们眼睛所看见的白光包含 4000~7700 埃的各种波长的单色光，所以白光又称复色光。不同波长的色光在真空中的速度相同，在空气里，接近于相同。但在其他媒质里的速度是各不相同的，由红光到紫光逐渐减小。表 2-2 所列就是不同的单色光在水中的传播速度。

表 2-2 不同的单色光在水中的传播速度

单 色 光	速 度
红	225200 公里/秒
黄	224900 公里/秒
蓝	224200 公里/秒
紫	223200 公里/秒

可以看出：波长越短（即频率越高）的单色光，在水中传播时的速度越小。光在其他媒质中的传播也是这样，波长越短，速度越小。

作 业

1. 天文学上经常用光年（一光年就是光在真空中一年通过的距离）作为长度的单位。计算下一光年等于多少公里？北极星距离地球约为 44 光年，它离我们有多远？

2. 从地球上看来最亮的天狼星离地球约为 8.4×10^{13} 公里，问由它发出的光到达地球，需要多少时间？

第二节 光的传播

观察从门窗狭缝射进室内的太阳光，我们可以看到光在空气中传播时是“直射”的，如空气中有灰尘的话，则可以明显地看到一束“笔直”的光束（图 2-1）。习惯上，根据光的这种传播特点，称它做“光线”。光在均匀媒质里是沿直线传播的。

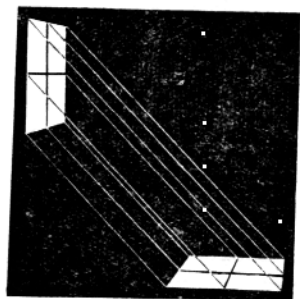


图 2-1 光的直线传播

光投射到不透明体上，在它后面有一个物体的影子，也是光的直线传播的一个证明。如图 2-2 中，一个是点光源，则在物体后面有一个明显的影；一个是非点光源，则在物体的后面有一个

没有受到任何光照的部分称为影，还有一部分是受到了部分光照，这半明半暗的部分称为半影。

进一步的研究和精确的实验表明：把光的传播理解为绝对的“直线”是片面的。在实践中，人们发现：在一定条件下，光将绕射到障碍物的后面去了。图 2-3 所示的是实验中拍摄下来的照片，这些影的图案只有用光的绕射才能解释。光的这种绕射到障碍物后面的现象称为衍射。光有时显现为直射，有时显现出衍射，这是光的运动规律所决定的。

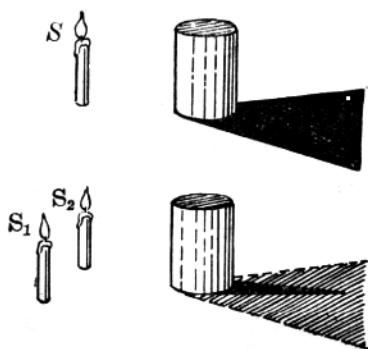


图 2-2 影和半影



照片拍摄了在物体到屏的各种不同距离时，手持盘的影子。随着距离的增大，由于光的衍射，影子所表达的物体轮廓越来越模糊。（图是根据照片描绘的）

图 2-3 光的衍射

下面我们通过实验来研究一下光显现出衍射现象的条件。用一个线光源，对着一个小缝，让光通过小缝，投射到光屏上(图 2-4)。开始，我们看到的是通常情况下常见的一个明亮的狭缝形光斑。缩小缝的宽度，屏上的狭缝形光斑也随着变狭，当狭缝缩小到与光的波长相差不远，小缝的宽度约在 $1/100$ 毫米时，光会绕射到狭缝的外面，屏上的受光面积反而增大了，明显地看到了光的衍射现象。另外，光屏与小缝的距离远一点，光的衍射现象也较显著*。可见，当狭缝缩小或离光屏距离增大到一定程度时，直线传播就转化为矛盾的非主要方面，此时衍射现象就比较显著了。

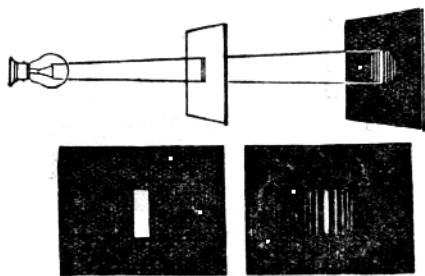


图 2-4 光的衍射实验

光的波长是很短的，一般物体的大小远远超过了光的波长，所以我们不常见到光的衍射现象，一般情况下，我们所见到的是光在同一均匀媒质中的直线传播。

* 光屏与小缝离得一远，要考虑光屏上的照度是不是够。

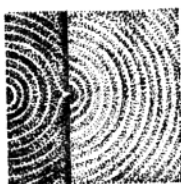
水波的直射和衍射

光的直射和衍射是波的运动规律所决定的，波都有这样的特点，下面做二个水波的直射和衍射实验来加深我们对此特点的认识。

当孔的大小足够大时，水波经过孔后是“直射”的(图 2-5 甲)。



甲



乙

图 2-5 水波通过小孔的直射和衍射

当孔的大小缩小到一定程度时，观察不到波的直射，而是衍射了(图 2-5 乙)。

障碍物也是如此，当障碍物足够大时，障碍物的后面观察不到水的波动，而看到一个明显的平静区域，说明水波是“直



甲



乙

图 2-6 水波通过障碍物的直射和衍射

射”的。只有离障碍物相当远处，在平静区域边缘才又能观察到一点水的波动(图 2-6 甲)。

障碍物若较小，我们看到的是波的衍射(图 2-6 乙)。

作 业

1. 电线杆在阳光照射下，影子的长度是 6.9 米，同时直立的 2 米长的竹杆，影长是 2.2 米，问电线杆的长度是多少？

2. 在地球上容易看到月球的全食而不容易看到太阳的全食，这是什么道理？

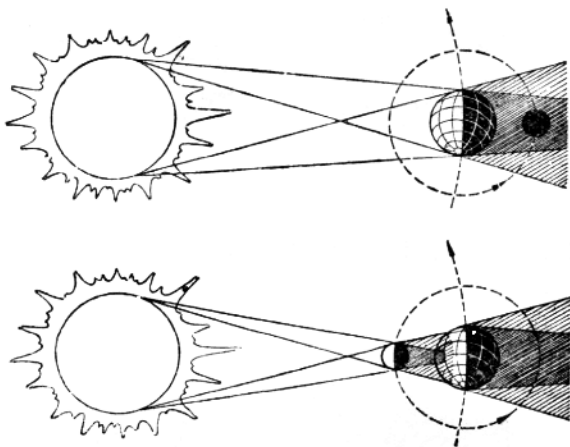


图 2-7 日食与月食

3. 如图 2-8 所示，用小缝衣针在纸板盒的一面戳一小孔，小孔的前面放一烛焰，在纸板盒的后面竖立一片毛玻璃。适当调节烛焰的位置，就可以在毛玻璃片上得到一个上下倒置，左右调换的烛焰的象。试用光的传播规律予以说明。