

109620

基本館藏

光是什么

沈世武編著

新知識出版社



光 是 什 么

沈世武編著

※

新 知 識 出 版 社 出 版

(上 海 湖 南 路 9 号)

上海市書刊出版業營業許可證出 015 号

上海大華印刷厂印刷 新華書店上海發行所总經售

※

开本: 787×1092 1/32 印张: 1 5/8 字数: 36,000

1956年12月第1版 1956年12月第1次印刷

印数: 1~20,000 本

統一書号: 13076·63

定 价: (7)0.16元

前 言

光是我們最熟悉的，沒有光我們什麼東西也看不見。

光在我們的生活中既然這樣的重要，那末它到底是個什麼東西呢？

人們為了找尋這個問題的答案，不知化費了多少的精神勞動，直到科學發達的二十世紀，才算得到了滿意的解答。這本小冊子就是要告訴讀者，人們怎樣研究光的性質，在研究過程中遇到了什麼困難，最後又怎樣找到光的規律，弄清楚光的本性。

我們研究光的本性，不僅僅為了滿足我們的好奇心，更重要的是只有掌握了光的性質，才能使光很好地為人類服務。

最初，人們研究了光在空中和在透明物質中所走的路線，結果發現了光的一些基本性質——光的直線傳播、光的反射和折射定律等。人們應用這些規律，發明了望遠鏡和顯微鏡，大大地推動了天文學和醫學等科學的發展。

後來，人們發現眼睛看得見的光是一種電磁波，可見的光只是電磁波的一小部分，電磁波包含無線電波、紅外線、可見光、紫外線和倫琴射線（愛克司光）等。那些不可見的“光”，在我們日常生活中，在近代工程技術中，都有着廣泛的應用。

進一步研究光的本性，我們不僅懂得了光，也知道了物質的構造。通過了對光的研究，我們終於發現了物質構造的秘密。

光，幫助我們了解遙遠星球的大小、冷熱和運動的情況，以及星球的構造，從而使我們有可能逐步地了解整個宇宙；另一方面，光又幫助我們了解微小的原子的構造，使我們了解物質構造

的秘密,从而使我們掌握了原子能。

無論是研究巨大的星球,或者研究微小的原子,光都給了我們很大的幫助。光,可以說是知識寶庫的一把鑰匙。

讓我們來學習掌握這把鑰匙吧!

目 錄

一 光綫怎样跑路.....	1
1. 眼睛为什么看得見东西.....	1
2. 光的直綫傳播.....	2
3. 光的反射.....	3
4. 光的折射.....	5
5. 光和顏色.....	7
6. 光是微粒流嗎.....	9
二 光是波动.....	11
1. 惠更斯的波动理論.....	11
2. 光的干涉現象.....	14
3. 光的衍射現象.....	18
4. 光跑得 多快.....	20
5. 光波和以太.....	22
三 光是电磁波.....	23
1. 麥克斯韋的电磁波理論.....	23
2. 各种顏色的光和光譜分析.....	24
3. 紅外線.....	27
4. 紫外綫.....	28
5. 无线电波.....	30
6. 倫琴射綫.....	31
7. 在电磁波的大家庭中.....	34
四 光的兩重性質——波动性与微粒性.....	36
1. 电磁波理論所遭遇的困难.....	36
2. 能量子.....	37
3. 光电效应說明了光的能量的微粒性.....	39

4. 原子怎样發光	42
5. 光是物質	44
結 語	46

一 光綫怎樣跑路

1. 眼睛为什么看得見東西

眼睛为什么看得見東西，这似乎是一个簡單的問題，然而這個問題却引起了人們对光的研究。現在讓我們从這個問題开始來揭開光的秘密吧！

我們虽然生有眼睛，但是想在隨便什么情況下都可以看見物体，也是不可能的。我們不是常常說“伸手不見五指”嗎？可見要看見物体，除了必須睜开眼睛之外，还要有一种能使眼睛發生明亮感覺的“光”。

哪些物体能發出光來呢？

太陽、星星、电灯、油灯，甚至螢火虫都能够發光，这些發光的物体都叫做光源。光源都可以被我們看見。

不發光的物体，只要它們受到光源所發出的光的照耀，也可以被我們看見。例如在白天，我們可以看見房屋、樹木、書本等等，这是因为它們能够把照射到它們表面上的光反射到我們的眼睛里。如果在一間不透光的暗室中，把自己的手指放在眼前，距离虽然那么近，却絲毫看不見。这是因为手指不能發光，而在暗室中手指又受不到光的照耀，因而无光可供反射。这样，眼睛自然无法看到手指了。可見要看見物体，必須有光从这个物体射到眼睛里。

因此，晚上沒有太陽光的时候，我們就要用人工制造一种光源來代替太陽。电灯、煤油灯就是現在被广泛使用着的供照明用

的光源。

2. 光的直綫傳播

物体發出的光(不論是自己發光或者反射光)，在空中是依着怎样的路綫傳播到我們的眼睛中的呢？

經驗告訴我們，光在空中所走的路徑是直綫。更正確地說，光在同一种均匀的媒質(可以讓光通过的物質)中是沿着直綫傳播的。在打扫房間的時候，如果太陽光射來，照着飛起的灰塵，我們就可以看到這種現象。由于光的這種性質，我們往往把光叫做光綫。

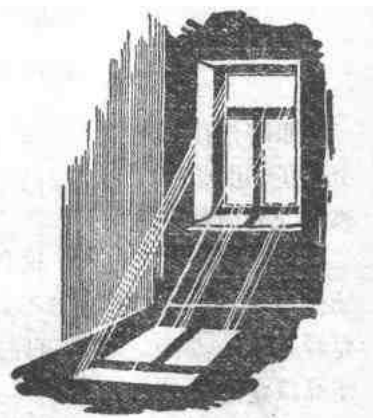


圖 1. 由空氣中塵埃的照亮，可以知道光是直綫傳播的。

不透明的物体，背着光源的一面总是有影子的，这就是光直綫傳播的一个証据。日食和月食的現象，也只有根据光的直綫傳播的原理才能解釋。

只有光綫在它前進的道路上碰到了其他的物体，才会改变路綫。光綫射到鏡子上就要回头走，这就是光的反射；但是在反射之后，光綫还是沿着另一条直綫傳播的。光綫射入透明媒質(如水、玻璃)后要改变前進方向，这就是光的折射；光綫發生折射后，只是改变前進方向，但仍然是沿着直綫傳播的。总之，光綫总是沿着直綫傳播的。

光的直綫傳播，很早就被人發現了。二千四百年之前，我國的大思想家墨翟，在他的“墨經”一書中就指出了光的這個基本性質。

3. 光的反射

在日常生活中，到处会遇到光的反射现象。我们看书，就是利用光的反射现象，因为白纸能反射较多的光，而油墨印的黑字（“黑”就是没有光射入眼中的结果）。镜子可以照见物体，也是利用了光的反射。总之，光的反射是一个很重要的现象，研究它的规律不但能帮助我们了解光的本性，还能使我们造出许多有用的东西。

光线在透明的均匀的媒质中依直线进行，如果路上碰到了另外一种媒质，在这两种媒质的交界面上就要发生光的反射。通常，在空气中直线传播的光线，遇到了其他物体（例如白纸、磨光的金属等等），都要发生反射。反射光的强弱与媒质的种类有关，磨光的银面大约能反射 90% 以上的光，黑的油墨就几乎不反射光。

表面粗糙的物体和表面磨光的物体，反射光的情形是不同的。粗糙面反射光少，磨光面反射光多。粗糙面的反射叫做漫反射（没有规则的反射），不论入射光的方向如何，在各个方向都有光反射出来。白纸的反射就是漫反射。磨光面的反射叫做镜反射（有规则的反射），如果入射光从某一个方向射来，那只有一个方向才有反射光。

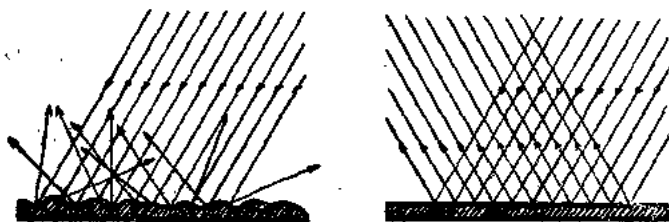


圖 2. 漫反射和鏡反射。

这个规律,也早被墨翟发现了(在古代希腊的著作中也提到过这个规律)。这个规律,叫做光的反射定律。它包含下面两点:

(1) 入射光线, 反射光线, 和一条垂直于物体表面的直线(叫做法线)同在一个平面上;

(2) 入射光线与法线之间的角度(叫做入射角)等于反射光线与法线之间的角度(反射角), 并且入射光线和反射光线分别位在法线的两侧。

光的反射规律, 和皮球碰在墙壁上滚回来的情况是相同的。

我们根据光的反射定律, 可以知道镜子成像的道理。

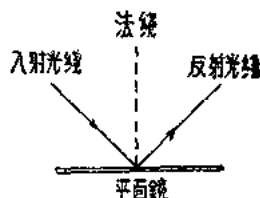


图 3. 光的反射。

从一个发光点 S 发出的许多光线(图上只画其中 SA, SC 两条)碰到平滑的镜子之后, 就依照反射定律所指出的方向(AB, CD)射入眼睛。从图上可以看出,

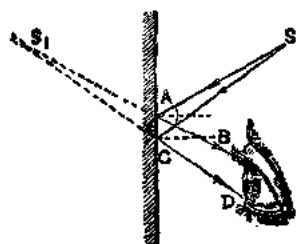


图 4. 发光点在平面镜里的像。

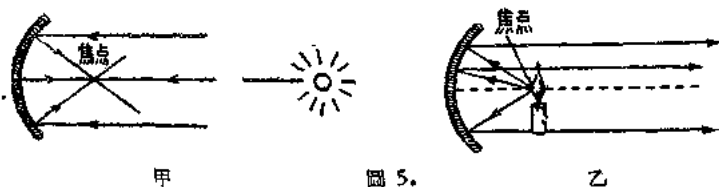
这些反射光线好像是从镜子后面的一点(S_1)射来的。那一点就是发光点的“像”。对于镜面说来, 发光点和它的像是对称的。我们能从镜子里看到同样的物体, 就是这个道理。如果镜子凹凸不平,

我们从镜子里看到的物体也就会变得怪里怪气了。

凹凸不平的镜子虽然不好, 但是磨成曲面的镜子却大处有用。例如凹面镜, 可以用来做反射望远镜和探照灯。

一束光线(例如太阳光或者星光)射到这样的凹面镜上之后, 反射光线集中在一点, 叫做焦点(见图 5 甲)。这种凹面镜能

够把微弱的星光集中起来使我们看到，所以可以做天文望远镜。现在已经用直径 5 米的大凹面镜来做反射望远镜了。



反过来，如果把光源放在凹面镜前面的焦点的地方，那末从光源发出来的许多光线，经过镜面反射后都将平行地射出去，形成很强烈的一束光（见图 5 乙）。防空用的探照灯就是根据这个原理制造的。普通用的手电筒和汽车、火车前面的灯，也是利用这个原理制造的。

4. 光的折射

我们已经知道，光线在同一种均匀的媒质中是直线进行的，但在碰到了另一种媒质的时候，就有一部分光反射回来；但是一部分光却要透入到第二种物质中去。光从一种媒质进入另一种媒质的时候会发生些什么现象呢？

现在来看看，当光线从一种媒质（例如空气）斜射入另一种媒质（例如水）的时候，在进入第二种媒质的分界处，那进入第二种媒质的光线就改变了方向，这种现象叫做光的折射。当然，折射光线在第二种媒质中还是依照直线方向前进的。

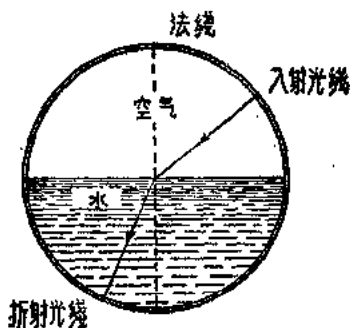


图 6. 光的折射。

光的折射也是光的一种基本性质。因为光的折射现象比较

复雜，所以一直到 1615 年斯奈耳确定了折射定律后，才完全弄清楚。

光的折射定律包含兩点：

(1) 入射光綫，折射光綫，和垂直于物体表面的直綫(法綫)同在一个平面上；

(2) 光綫偏折的程度，与这两种透明媒質的种类有关，也与入射光綫的方向有关。

关于第二点，因为要用到数学中的三角知識，这里不詳細談了。我們只指出，当光綫从空气進入水中(或玻璃中)的时候，折射角总是比入射角小，就是說折射光綫总是偏向法綫的。

人們利用光的折射現象，制造出了照相机、顯微鏡和折射望远镜等。自从發明了这些仪器之后，我們就可以看到非常小的細菌，以及遙远的星星，大大推進了医学和天文学等的發展。現在，这些仪器成了我們國家經濟建設和國防建設中的重要工具。

不論是照相机、顯微鏡还是折射望远镜，这些光学仪器的主要部分都是凸透鏡。現在簡單地說明一下凸透鏡的作用。

凸透鏡就是一塊中心厚、四周薄、兩面鼓起的圓玻璃。光綫射到它上面之后，就發生折射。按照折射定律，折射光綫应当向透鏡的中心軸綫偏折。如果把透鏡的兩面磨成球面，那末从远处來的平行光綫，經過透鏡之后將會聚交在中心軸綫上的一点(也叫做焦点)。拿一塊凸透鏡，例如普通的放大鏡，放在太陽光中，太陽光就会聚集到焦点，如果把一張紙放在這一點上，紙片会热

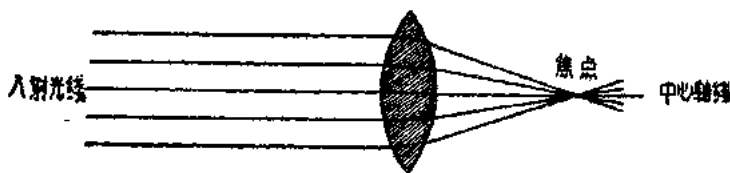


圖 7. 凸透鏡的焦点。

得燒起來。

远处物体(如房屋、樹木等)所發出的光,經過透鏡之后,就分別聚集在焦点附近,形成像。用一張白紙放在焦点的地方就可以看到远处物体的像。如果用一張照相底片放在焦点附近,照相底片就会感光,这就是照相机的原理。如果另外用一塊凸透鏡(放大鏡)來看这个像,我們就可以看清楚远处的物体,这就是折射望遠鏡的原理。

总之,利用凸透鏡可以制造出許多有用的东西,使我們的眼睛變得更加有力。

5. 光和顏色

夏天的早晨,我們往往可以看見草上、樹叶上挂滿了露珠,在太陽光下閃閃地發光;有时一陣雷雨过去,蔚藍色的天上橫着一條彩虹。这些美丽的景象,只要稍加注意,几乎随时可以看到。

大自然如此美丽的色彩是从哪里來的呢?

答案很簡單:因为太陽光或者电灯光等白色光,本身就包含着各种顏色的光,只要把白光中的各种顏色光分析開來就是了。

早在 1666 年,牛頓就發現近乎白色的太陽光其实就是紅、橙、黃、綠、青、藍、紫七种光混合而成的。

有一天,牛頓在一間房間里做了一個試驗。他把窗戶都关起來,只在一个窗上开了一个小孔,讓太陽光从小孔中射進房間。在光綫的進路上,放了一塊三稜鏡(三角形的玻璃)。然后觀察光綫通过稜鏡以后的路綫。結果,看到牆壁上有一条美丽的彩色帶,各种顏色的排列次序和彩虹的顏色完全相同。牛頓多次試驗研究,肯定了色彩并不是三稜鏡变化出來的,三稜鏡不过把原來混在一起的各种顏色光分開來罷了。

这个現象叫做光的色散,那條彩色帶就叫做光譜。

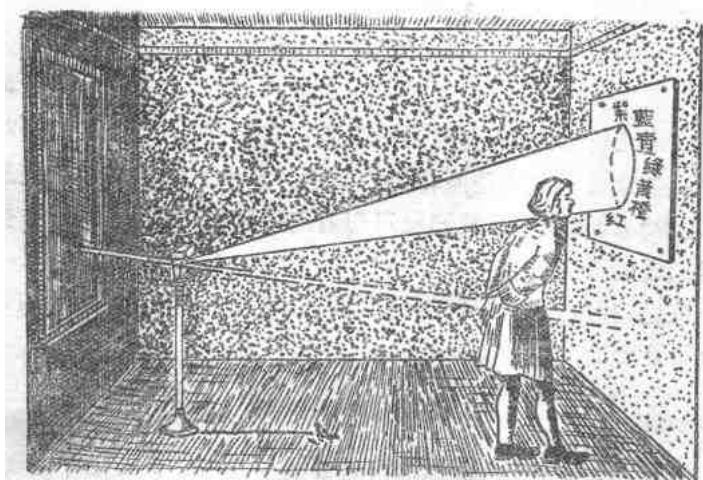


圖 8. 牛頓發現了白光分解為各種色光的現象。

根據光的折射可以解釋三稜鏡的作用。各種不同顏色的光斜射到玻璃上，它們偏折的程度是不同的，同樣，從玻璃中穿到空氣中，它們偏折的程度也不相同。紅光偏折程度最小，紫光偏折程度最大。這樣，不同顏色的光經過三稜鏡就各自分開，形成彩色的帶。

虹的形成也是這個道理。天空中的許多小水珠起着類似三稜鏡的作用，把射上去的太陽光分開為彩色的帶。

從這裡我們可以知道，白光就是各種不同顏色光的混合體。如果把这些不同顏色的光分開來，我們就可以看到各種不同的色彩。

例如，白光照到紅色的布上，只有其中的紅光才能被紅布反射，其餘的光都被吸收了，因此我們看到這布是紅色的。同樣的道理，藍顏料只能反射藍光。黑的顏料吸收一切的光，什麼光也不反射，因此看起來是黑的（“黑”其實就是沒有光可以看見）。

用紅玻璃看物体，一切物体都变成紅色，这是因为只有紅光才能透过紅玻璃，其他顏色的光都被紅玻璃吸收了。

至于在陽光下看到的耀眼的肥皂泡的美丽色彩，虽然也是被照上去的白光分开成各种顏色光的結果，但是它的原因却不是用光的反射和光的折射所能解釋的，其中还包含着其他的道理。关于这一点，在第二部分中再談。

6. 光是微粒流嗎

当人們研究清楚了光在物質中傳播路綫的規律之后，進一步提出了关于光的本性的問題：光究竟是什么东西？它为什么在同一种均匀媒質中是直綫傳播的？为什么会發生反射和折射現象，并且嚴格地依照反射定律和折射定律所規定的方向在媒質中傳播？

由于光在同一种均匀媒質中是直綫傳播的，所以人們最初認為光是一顆顆運動着的微粒，从光源中不斷地發射出來，以等速率依着直綫傳播。這種微粒遇到不透明的障礙物時，就被阻止，因而在障礙物的後面產生了影子，就是說，這個區域沒有微粒流通過，也就是沒有光。

关于光的反射，也可以用微粒流來解釋。人們早就看出了光的反射規律——入射角等于反射角，與彈性小球碰到平的物体後所發生的反射規律是相同的。這樣，如果光的微粒是彈性非常好的小球般的粒子，那末光的反射現象就很容易理解了。

用“微粒學說”來解釋光的折射現象，就稍為複雜一些。為了說明光的折射定律，必須假定從一種媒質進入另一種媒質時，微粒的速度要發生變化。

例如，當光綫從真空或空氣中斜射到任何透明的物体上時，折射光綫是向法綫那邊偏折的（折射角小於入射角）。光的微粒

學說認為，這是由於透明物體（例如玻璃、水）對光的微粒具有吸引力，在這種吸引力的作用之下，

光的微粒就偏向法綫方向，並且微粒將以較大的速度在透明物體中繼續依直綫方向傳播。

十七世紀的偉大科學家牛頓，就是光的微粒學說的創立人。我們知道，運動三大定律和萬有引力定律是牛頓發現和總結的。牛頓的萬有引力定律，成功地解釋了地球、月亮以及行星的運動。關於光的本性，牛頓也同樣用了力學規律來研究，結果形成了一套比較完整的學說——光的微粒學說。這個學說，在科學上存在了一百多年，許多科學家都根據這種學說來解釋光的各種現象的。

但是光的現象比物體的運動（機械運動）要複雜得多。後來知道，光的現象是不可能用簡單的機械運動的規律來理解的，所以說牛頓的微粒學說是錯誤的。

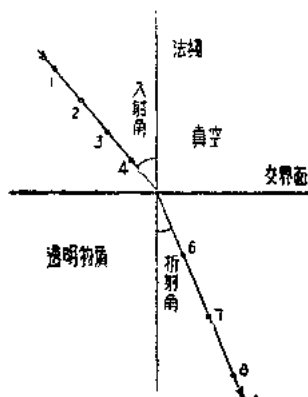


圖 9. 微粒流對光的折射定律的解釋。

小黑點表示光的微粒，它通過 1→2, 2→3, 以及 6→7, 7→8 等路程，所需的時間是相同的。上部的微粒代表在真空中跑得慢，下部的微粒代表在物質中跑得快。

二 光是波动

1. 惠更斯的波动理論

虽然牛頓的微粒說能够圓滿地解釋光的直綫傳播、光的反射定律和折射定律，但是和牛頓同時代的一位荷蘭科學家惠更斯，却堅決反對微粒說，他提出了自己的看法，光是一種波動。

惠更斯反對微粒說的主要理由，是光綫在相交之後互不受影響這個事實。

譬如說有兩盞燈，它們都向四面八方放射出光綫。如果光綫是微粒流的話，那末在光綫交叉時，亮度會不會發生影響呢？經驗告訴我們，一盞燈的亮暗與它旁邊有否其他的燈存在毫無關係。當燈光射到眼睛之前，它在路上要與無數的其他光綫相交，但我們一點也看不出這種相交對燈光有什麼影響。它們相交之後，仍舊各自沿着原來的方向前進，它們並沒有受到影響。

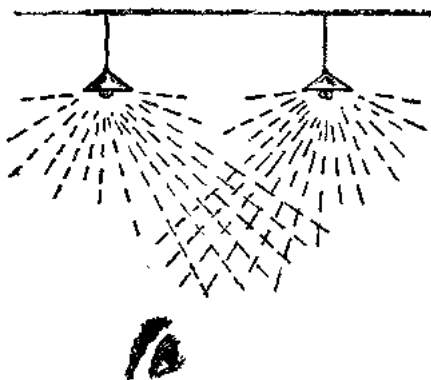


圖 10. 燈光交叉後燈光不受影響。

這種現象，微粒說很難說明。因此，惠更斯就提出了另一種對光的本性的看法。