

Mc
Graw
Hill
Education

光学

(第4版)

Optics
4th Edition

[印度] Ajoy Ghatak 著 张晓光 席丽霞 余和军 译

清华大学出版社

Mc
Graw
Hill
Education

光学 (第4版)

Optics 4th Edition

[印度] Ajoy Ghatak 著
张晓光 席丽霞 余和军 译



清华大学出版社
北京

Ajoy Ghatak

Optics, 4th

ISBN: 978-0-07-026215-7

Copyright © 2009 by Tata McGraw-Hill Publishing Company Limited

All Rights reserved. No part of this publication may be reproduced or transmitted in any form or by any means, electronic or mechanical, including without limitation photocopying, recording, taping, or any database, information or retrieval system, without the prior written permission of the publisher.

This authorized Chinese translation edition is jointly published by McGraw-Hill Education (Asia) and Tsinghua University Press Limited. This edition is authorized for sale in the People's Republic of China only, excluding Hong Kong, Macao SAR and Taiwan.

Copyright © 2013 by The McGraw-Hill Asia Holdings (Singapore) PTE. LTD and Tsinghua University Press Limited.

版权所有。未经出版人事先书面许可,对本出版物的任何部分不得以任何方式或途径复制或传播,包括但不限于复印、录制、录音,或通过任何数据库、信息或可检索的系统。

本授权中文简体字翻译版由麦格劳-希尔(亚洲)教育出版公司和清华大学出版社有限公司合作出版。此版本经授权仅限在中华人民共和国境内(不包括香港特别行政区、澳门特别行政区和台湾地区)销售。

版权© 2013 由麦格劳-希尔(亚洲)教育出版公司与清华大学出版社有限公司所有。

北京市版权局著作权合同登记号 图字:[01-2010-0566]

本书封面贴有 McGraw-Hill 公司防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

光学(第4版)/(印)伽塔克(Ghatak, A.)著;张晓光,席丽霞,余和军译. --北京:清华大学出版社, 2013

书名原文: Optics, 4ed

ISBN 978-7-302-33948-9

I. ①光… II. ①伽… ②张… ③席… ④余… III. ①光学—高等学校—教材 IV. ①O43

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 222891 号

责任编辑:邹开颜 赵从棉

封面设计:常雪影

责任校对:赵丽敏

责任印制:宋 林

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座 邮 编:100084

社 总 机:010-62770175 邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 装 者:清华大学印刷厂

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm 印 张:43.75 插 页:8 字 数:1085 千字

版 次:2013 年 10 月第 1 版 印 次:2013 年 10 月第 1 次印刷

印 数:1~2000

定 价:98.00 元

产品编号:035948-01

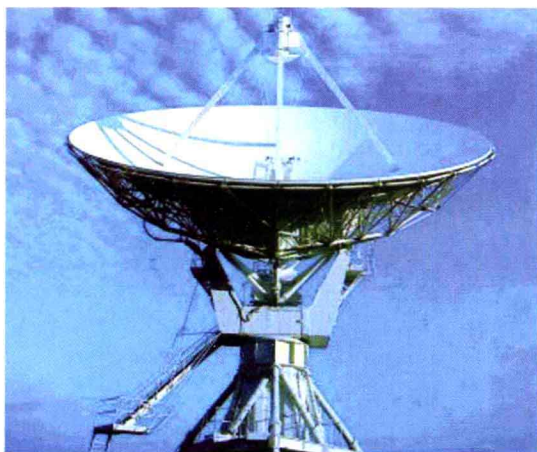


图1 抛物面碟式卫星天线,照片由 McGraw-Hill 数字图书馆提供。



图2 巨米波射电望远镜(GMRT)中自动指向的45m 抛物面碟形天线,位于印度浦那。GMRT 具有30个45m 直径的抛物面碟形天线,其中有14个天线组成中心阵列。图片由来自印度浦那 GMRT 的 Govind Swarup 教授提供。

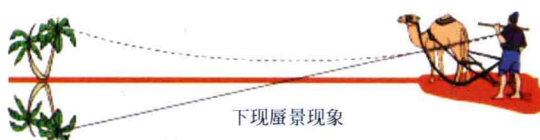


图3 在热天的一条公路上可以看到的典型海市蜃楼(也称下现蜃景)现象。图片引自 <http://fizyka.phys.poznan.pl/~pieranks/Physics%20Around%20Us/Air%20mirror.jpg>。

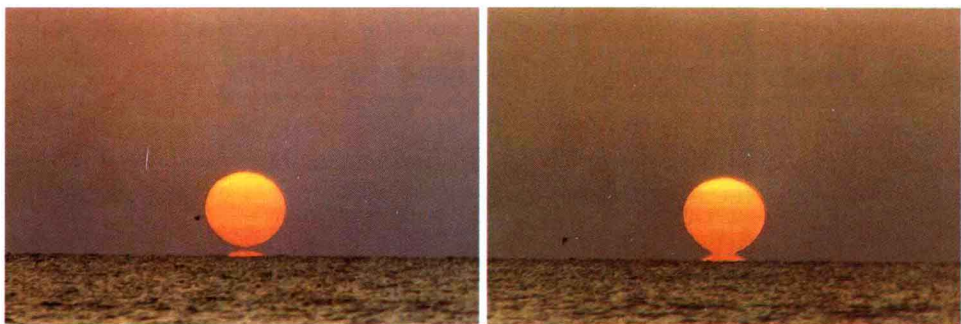


图4 太阳下面的一抹红实际上不是太阳在海洋中的反射像,而是太阳下边缘形成海市蜃楼(也称下现蜃景)的(反转的)像。几秒钟后(注意太阳左边鸟的运动),反转的海市蜃楼像与正立的太阳像融合为一体。照片由美国海军实验室的 George Kaplan 拍摄,引自美国海军实验室网站。图片引自 http://mintaka.sdsu.edu/GF/explan/simulations/infmir/Kaplan_photo.html。

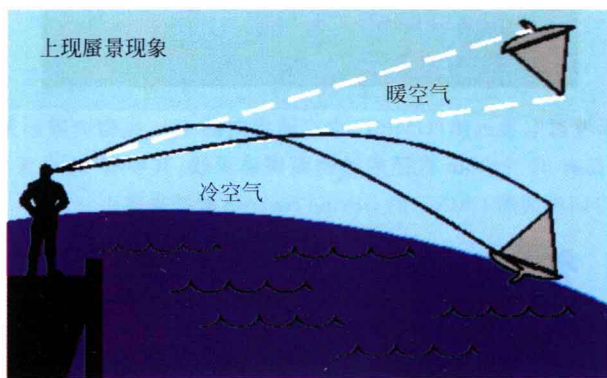


图5 上现蜃景发生在与下现蜃景大气条件相反的情况下。正如所看到的,表面处的空气必须比表面上方的空气冷,这种条件在雪表面、冰表面和冷水表面是常见的。当冷空气位于暖空气下方时,光线向着表面弯曲,这样就给我们的眼睛开了个玩笑,让物体看上去在它实际位置的上方。图片引自 <http://www.islandnet.com/~see/weather/elements/mirage.htm>。



图 6 群岛中的一间房子和它的上现蜃景像。图片引自 <http://netcomm/news/showarticle.asp?intNWSAID=25722>。



图 7 日落时太阳显示不是圆形

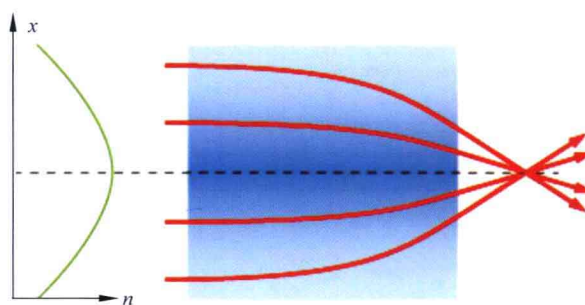


图 8 具有抛物线型折射率变化的渐变折射率透镜。该透镜可以像普通透镜一样聚焦光束。图片引自 http://en.wikipedia.org/wiki/Refractive_index。

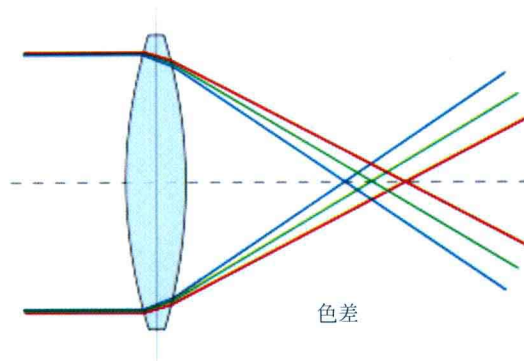


图 9 对于单个透镜,源于不同波长具有不同的焦距造成的色差。图片引自 http://en.wikipedia.org/wiki/Chromatic_aberration。

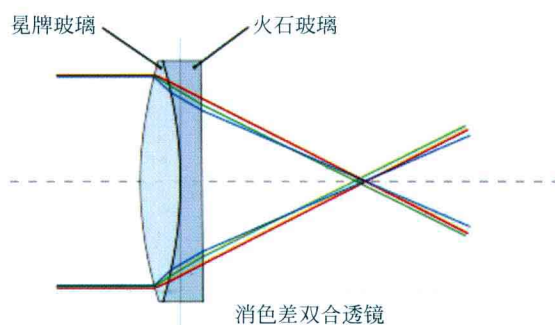


图 10 消色差双合透镜,在可见光波长范围内,近似有相等的焦距。图片引自 http://en.wikipedia.org/wiki/Chromatic_aberration。

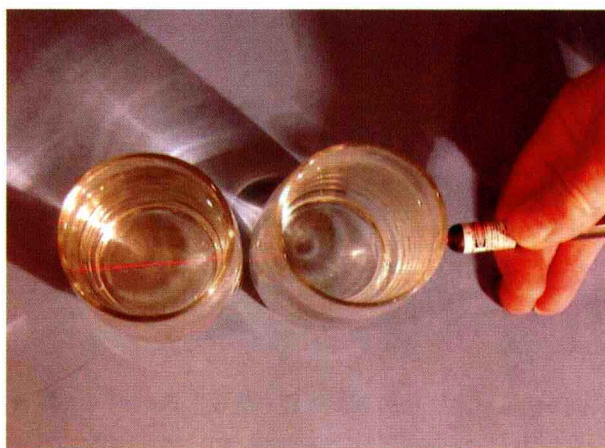


图 11 右边玻璃杯盛蒸馏水,左边玻璃杯的水中加入几滴牛奶。由于散射,当激光束穿过液体时,可以从侧面看到它。图片引自 <http://silver-lighting.com/tyndall/>。

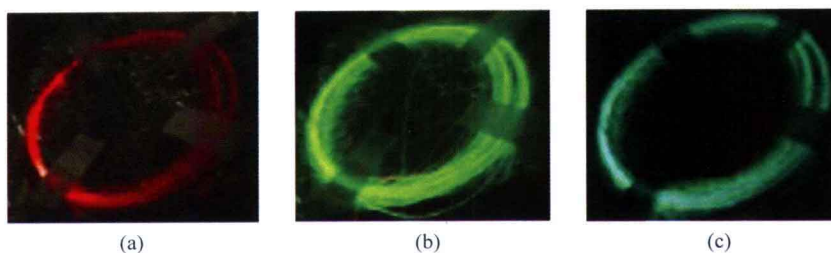


图 12 一持续时间为 80fs、波长为 800nm 的激光脉冲射入光子晶体光纤(PCF)中,这种特殊光纤的特点是具有非常小的模场直径,这导致纤芯内具有很大的强度。源于高强度,像自相位调制(SPM,该效应将在 10.4 节中讨论)和其他非线性效应可以被观察到;这些非线性效应导致产生新的频率组分。(a)对应具有 0.09nJ 总能量的脉冲激光入射,从光纤侧面能看到光是源于对于入射光的瑞利散射,脉冲激光的总能量还没有达到足以产生新的频率组分。(b)和(c)为波长相等的激光脉冲入射,只是此时入射脉冲总能量升至 1.5nJ。因为高强度,源于非线性效应产生了新的频率组分。这些特殊光纤是由 Shyamal Bhadra 博士和他们位于加尔各答的中央玻璃和陶瓷研究所(CGCRI)工作组制造的。所产生的新频率组分是由位于爱丁堡的赫瑞瓦特大学(Heriot Watt University)Ajoy Kar 教授与 Henry Bookey 博士观察到的。



图 13 在水面漂浮的柴油薄膜上表面以及柴油与水的分界面分别对白光反射所产生的彩色干涉图样。照片由 Guinnog 博士拍摄。图片引自 http://en.wikipedia.org/wiki/Thin-film_optics。



图 14 没有镀消反射膜(左边)和镀有消反射膜(右边)的眼镜的对比,注意左边眼镜所反射的摄影师的像和右边眼镜带颜色的反射。图片引自 http://en.wikipedia.org/wiki/Optical_coating,由 Justin Lebar 拍摄。

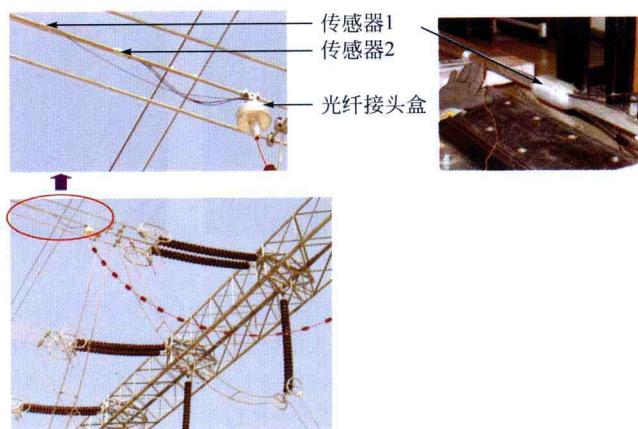


图 15 用于印度电网公司 Subhashgram 变电站(在加尔各答附近)400kV 供电导线上的基于光纤布拉格光栅(FBG)的温度传感器系统。图片由加尔各答中央玻璃和陶瓷研究所的 Tarun Gangopathyay 博士和 Kzmal Dasgupta 先生提供。



图 16 印度电网公司变电站(在印度加尔各答附近),在这里安装了光纤布拉格光栅(FBG)温度传感器。

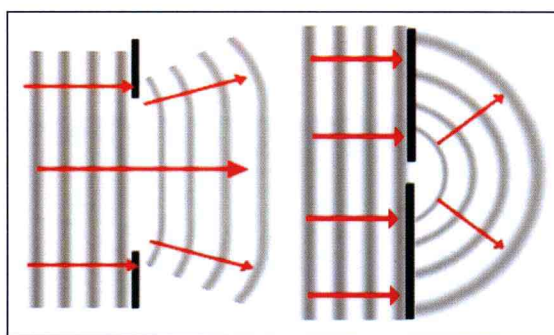


图 17 如果带有一个小缝隙的阻挡屏放在水箱中,平面水波经过小缝隙将产生几乎半圆形的涟漪。小缝隙扮演一个点波源的角色。然而当缝隙扩得很大,衍射效应将大受限制。此处说阻挡屏缝隙尺寸“小”,是和水波涟漪的波长相比较。图片引自 http://en.wikipedia.org/wiki/Ripple_tank。

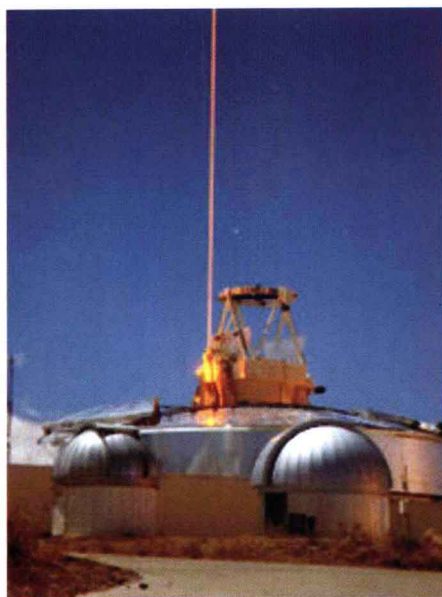


图 18 一个 50W 的 FASOR。FASOR 是 Frequency Addition Source of Optical Radiation (光辐射的和频光源)。它是与激光器相似的器件,利用两个不同频率的激光源产生和频过程。它包含两个单频注入锁定的 Nd:YAG 激光器,输出波长接近 1064nm 和 1319nm,这两个频率在包含三硼酸锂(LBO)晶体的谐振腔里能够谐振,产生波长为 589.158nm 的和频光。该和频光辐射可以用来激发中间层大气的钠原子。图片引自 <http://en.wikipedia.org/wiki/Laser>。

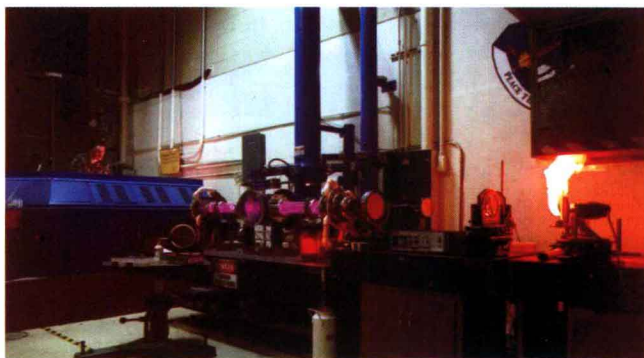


图 19 一个测试样品被一个发射几十千瓦功率红外光的高功率二氧化碳连续波激光器照射而蒸发,并伴有辐射引发的火焰。图片引自:[http://en.wikipedia.org/wiki/CO₂_laser](http://en.wikipedia.org/wiki/CO2_laser)。

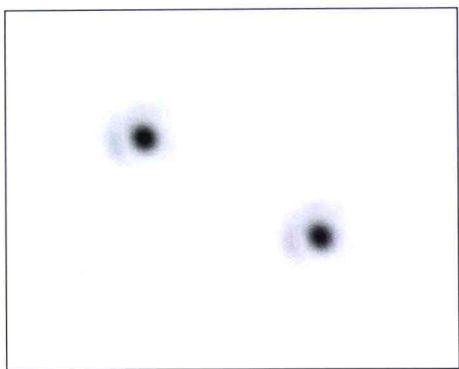


图 20 由一个孔径 2.56m 的望远镜观测牧夫座 ζ 双星的成像,并可以看到每颗星体周围的艾里图样。图片由 Bob Tubbs 拍摄,图片引自 <http://en.wikipedia.org/wiki/Diffraction>。

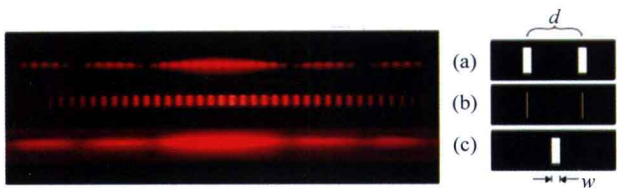


图 21 (a)由实际双缝形成的衍射图案,每条缝的宽度远大于光的波长,这是一张真实照片;(b)这张是不可能现实生活中产生的理想图样。为了获得这样的图样,每条缝要足够窄,以致可以与光波长相比拟,然而这通常是不可能的,这不是自然影像;(c)由与(a)缝宽度一样的单缝所形成的单缝衍射,是一张真实的照片。图片引自 http://www.lightmatter.com/html_books/5op/ch05/ch05.html。

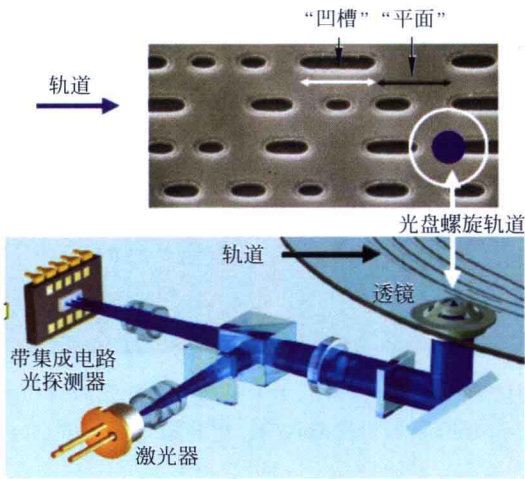


图 22 “凹槽”与“平面”反映了盘片上的物理特性,可通过注入模塑法得到。“凹槽”距离表面的高度不是任意的,是固定的,等于 $\lambda/4$, λ 为所用的激光波长。图片承蒙 Rajeev Jindal 博士与 Giriraj Nyati 先生友情提供,他们来自位于印度大诺伊达的 Moser Baer India 公司。

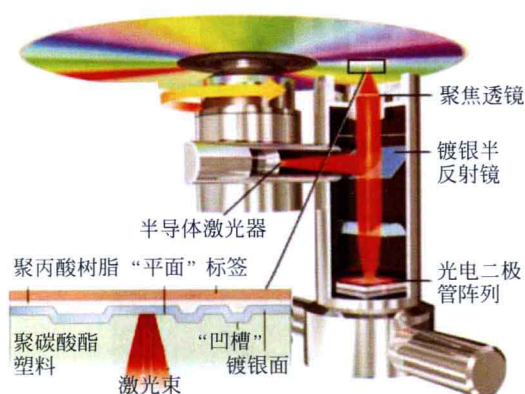


图 23 一张 CD-ROM 基片是由光学抛光的聚碳酸酯构成,在上面通过注入模塑法制成数据记号。盘片内孔直径为 15mm,而盘片总直径为 120mm,厚度为 1.2mm。盘片的上面覆盖一层非常薄的银或金,构成反射层,可将激光束反射回来以便读取数据。反射光入射到象限光电探测器上,把光转变为适当的电脉冲,对于这些电脉冲随后的处理可提取出相关数据。盘片的数据容量一般为 650~700MB。图片承蒙 Rajeev Jindal 博士与 Giriraj Nyati 先生友情提供,他们来自位于印度大诺伊达的 Moser Baer India 公司。

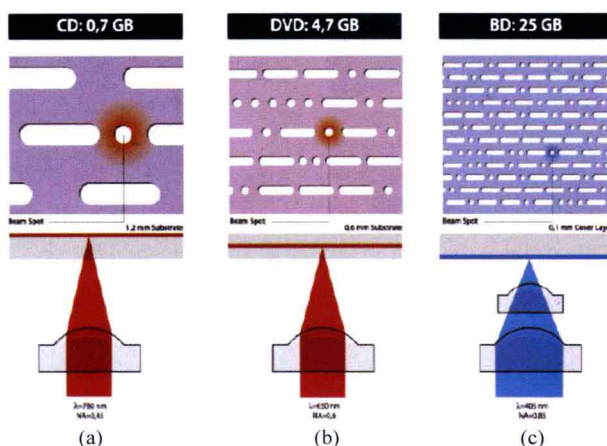


图 24 (a)红外二极管激光器($\lambda=780\text{nm}$),简易物透镜($\text{NA}=0.45$)。(b)红色二极管激光器($\lambda=650\text{nm}$),增大光阑的物镜($\text{NA}=0.60$)。(c)蓝色激光($\lambda=405\text{nm}$), NA 进一步增大到 0.85。图片承蒙 Rajeev Jindal 博士与 Giriraj Nyati 先生友情提供,他们来自位于印度大诺伊达的 Moser Baer India 公司。

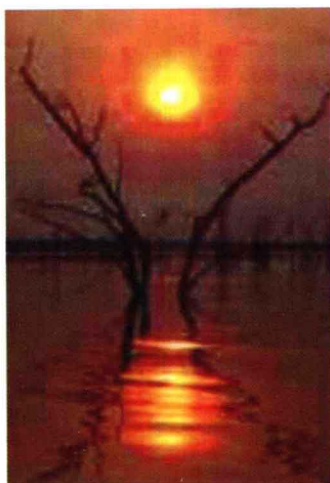


图 25 当阳光以接近起偏振角的角度入射到海平面时,反射光几乎是线偏振光。如果通过一个可旋转的偏振片来观察水面,则在偏振片遮挡了反射的炫光后,海水会变得更加透明。图片引自 <http://polarization.com/water/water.html>。



图 26 当太阳光以接近于起偏振角的角度入射到水面时,反射光几乎是线偏振光。(a)若偏振片允许全部(几乎是线偏振的)反射光通过,可以看到水面上的炫光。(b)用一个透光方向竖直的偏振片可以屏蔽掉反射的炫光,就能看到水下面的情景。图片引自 <http://polarization.com/water/water.html>。



图 27 一块方解石晶体放置在纸上方,有些字母显示出双折射。图片引自 http://en.wikipedia.org/wiki/Photon_polarization。

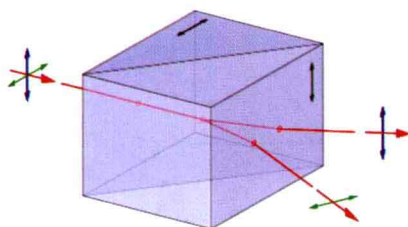


图 28 渥拉斯顿棱镜将随机偏振的或非偏振光分为两束正交的线偏振光输出。它由两个正交的方解石棱镜在其基底粘合（一般用加拿大树胶）而成，两个棱镜的光轴相互垂直。输出光从棱镜出射后分开，给出两束正交偏振光，光束的分离角与棱镜的楔形角大小及光波长有关。一般商用的棱镜可以提供 $15^{\circ} \sim 45^{\circ}$ 的分离角。图片引自 http://en.wikipedia.org/wiki/wollaston_prism。

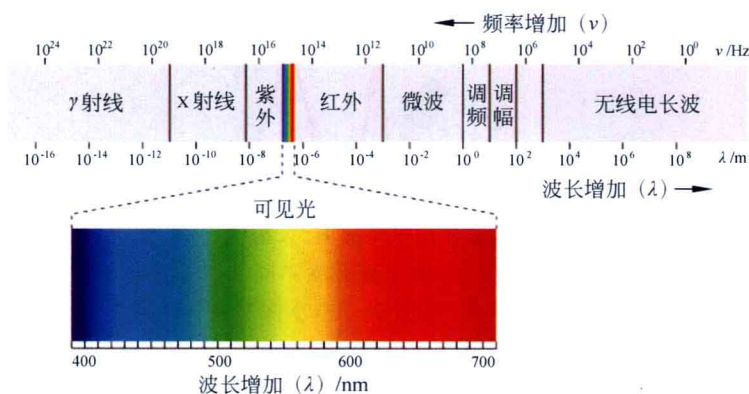


图 29 电磁波谱, 可见光仅占整个电磁波谱的一小部分。图片引自 http://en.wikipedia.org/wiki/Electromagnetic_waves。



图 30 一个简单的掺铒光纤放大器的原理图, 其中用了两个激光二极管(LD)为掺铒光纤提供泵浦功率。图片引自 http://www.rp-hotonics.com/erbium_doped_fiber_amplifiers.html。

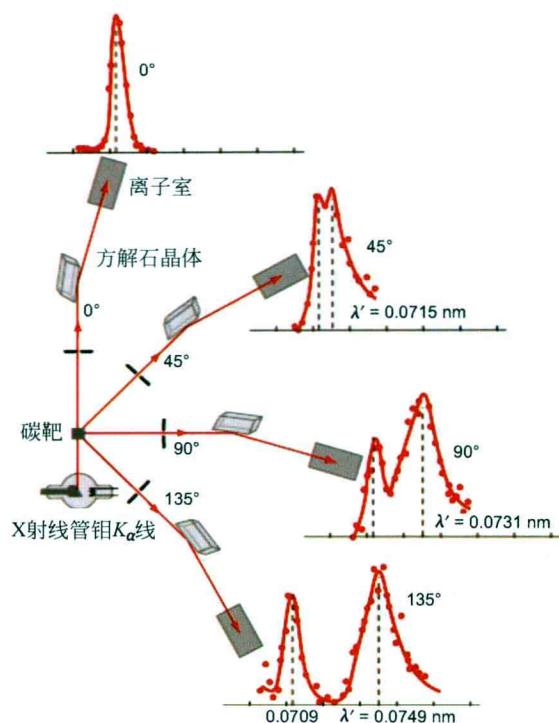


图 31 康普顿的原始实验使用了钼的 K_{α} X 射线, 波长为 0.0709nm 。入射光由碳靶对其散射, 并利用布拉格光谱仪在不同散射角处进行观察。实验数据引自康普顿的原始论文里(见图 25. 8), 本图引自佐治亚手里大学 Rod Nave 教授所作的图。图片引自 <http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/hframe.html>。

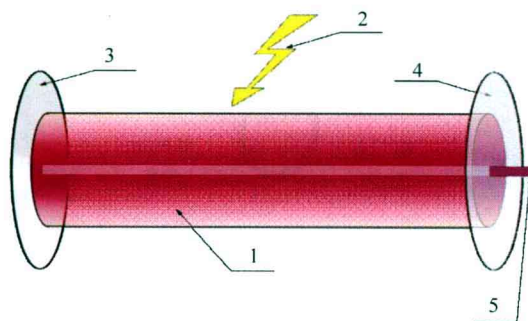


图 32 激光器主要组成部分。1—激光激活媒质；2—泵浦能量；3—高反射器；4—耦合输出器；5—激光。图片引自 <http://en.wikipedia.org/wiki/Laser>。



图 33 一个安装在机器人系统上的 2kW 光纤激光器在切割低碳钢。图片下载自因特网。

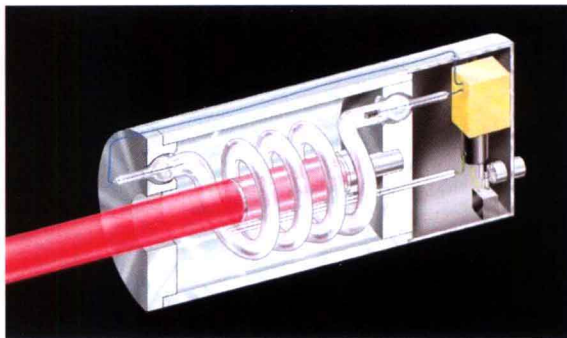


图 34 第一台红宝石激光器。图片引自 http://en.wikipedia.org/wiki/Ruby_laser。

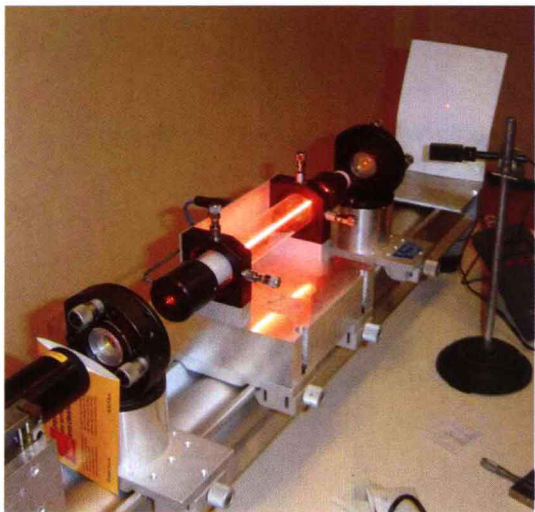


图 35 在巴黎大学 Kastler-Brossel 实验室展示的氦-氖激光器。管中心的辉光是像氖灯一样的电子放电发光, 气体中的氖是激光穿过时的增益媒质。可以从管侧面看到的放电发光不是激光束本身, 管外的激光束穿过空气在右侧的屏幕上打上了一个红点。图片引自 <http://en.wikipedia.org/wiki/Laser>。

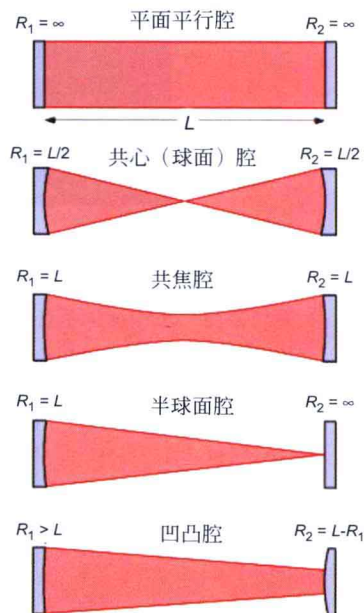


图 36 不同结构的光学谐振腔。图片引自 <http://en.wikipedia.org/wiki/Image:Optical-cavity1.png>。

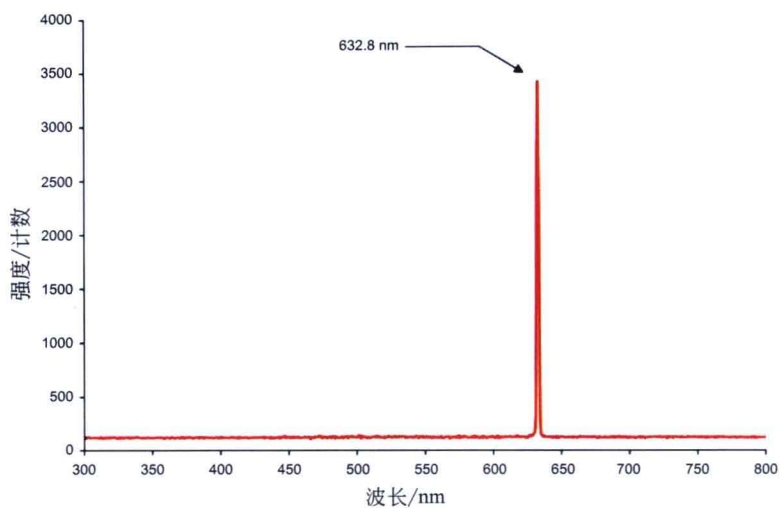


图 37 氦-氖激光器的光谱。相较于其他激光器而言,氦-氖激光器发出的光具有非常窄的固有谱线宽度。图片引自 http://en.wikipedia.org/wiki/Helium-neon_laser。

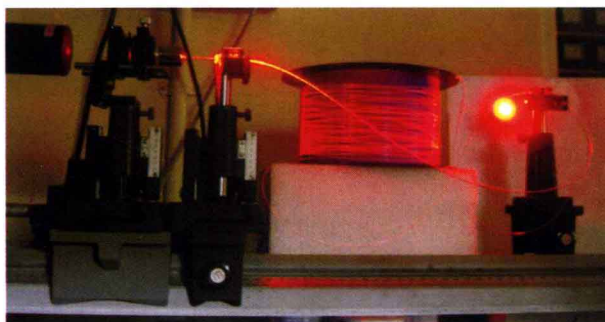


图 38 氦-氖激光器的光束入射一根阶跃折射率多模光纤,并在终端产生输出光斑。之所以可以从侧面看到光纤中的光,主要是由于瑞利散射存在的缘故。图中光纤是由位于印度加尔各答的中央玻璃和陶瓷研究所 (CGCRI) 公司的拉丝装置制造,图片由 Shyamal Bhadra 博士和 Atasi Pal 女士提供。

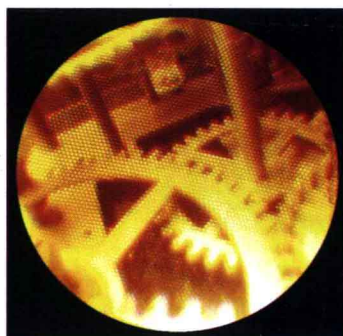


图 39 用一个低分辨率的光纤图像显示镜(约有 6000 根光纤)观察一个老式机械钟的内部结构。注意,由于单根光纤只传送一种颜色,因此,图像中每一根光纤都可辨认出来。图片引自 <http://en.wikipedia.org/wiki/fiberscope>。