

关于辐射度量与光度量

第一节 辐射度量与光度量

- 一、光的本质
- 二、光辐射度量
- 三、光谱辐射度量
- 四、光度量

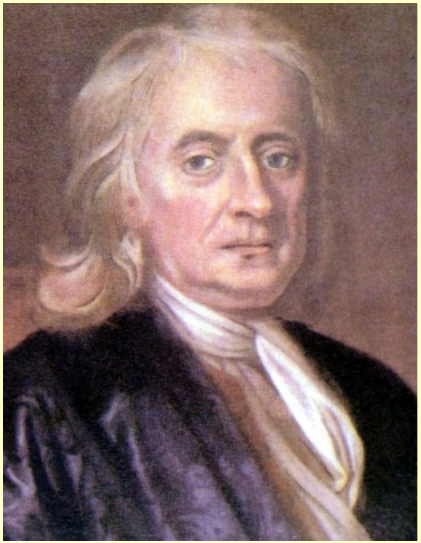


一、光的本质

- 光具有波粒二象性，既是电磁波，又是光子流。
- 历史上的重要人物
 - 惠更斯（1629-1695）、牛顿（1643-1727）
 - 托马斯·杨（1773-1829）、费涅耳（1778-1827）
 - 麦克斯韦（1831-1879）
 - 普朗克（1858-1947）
 - 爱因斯坦（1879-1955）、波尔（1885-1962）



一张凝结了20世纪全人类三分之一智慧的照片



17世纪—两种对立的学说。

牛顿—微粒说

光是直线传播的微粒流。

三大贡献：

一：发现了白光是由各种不同颜色的光组成的

二：公元1668年，他制成了第一架反射望远镜样机

三：发现了“牛顿环”

“微粒说：微粒从光源飞出，质量极小，忽略重力作用，在真空或均匀媒质中做惯性运动，并且走的是最快速的直线运动路径。





惠更斯：波动说, 光是在以太中传播的波动。

提出光是发光体中微小粒子的振动在弥漫于宇宙空间的以太中的传播过程。光的传播方式与声音类似，不是微粒说所设想的像子弹或箭那样的运动。

惠更斯设想传播光的以太粒子非常之硬，有极好的弹性，光的传播就像振动沿着一排互相衔接的钢球传递一样，当第一个球受到碰撞，碰撞运动就会以极快的速度传到最后一个球。

波动学说，打破了当时流行的光的微粒学说，提出了光波面在媒体中传播的惠更斯原理。

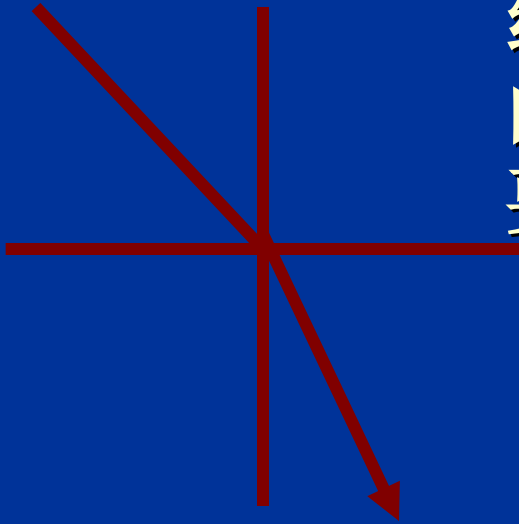
这两种学说都可以解释一定的光学现象（光的反射和折射）。

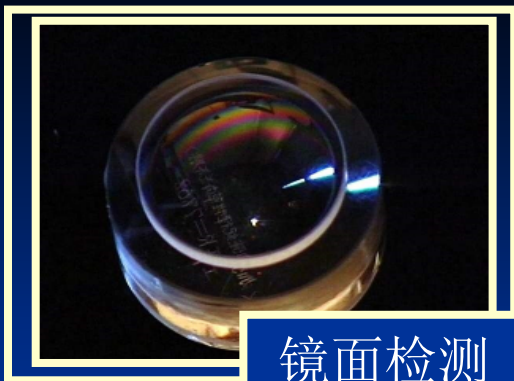
微粒说在解释光线从空气进入水中的折射现象时，需要假设： $C_{\text{水}} > C_{\text{空气}}$

而波动说需要假设

$$C_{\text{水}} < C_{\text{空气}}$$

当时，人们还不能准确地用实验方法测定光速，因而无法根据折射现象去判断它们的优劣。





镜面检测



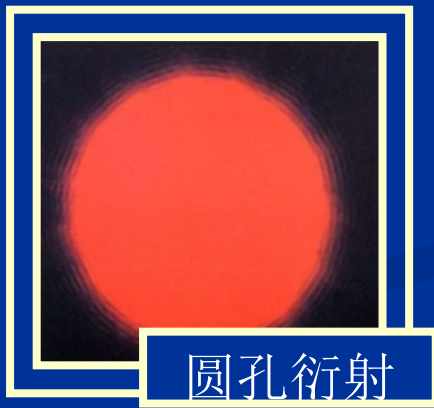
薄膜干涉



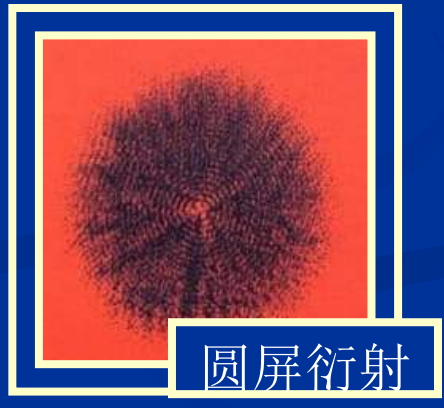
增透膜



钢针的衍射



圆孔衍射



圆屏衍射

19世纪，光的干涉、衍射和偏振等现象，与微粒说格格不入，

光的干涉和衍射现象表明光确实是一种波

19世纪中叶，光的波动说已经得到了公认，但是光波的本质到底是什么，是像水波？还是像声波呢？

惠更斯的波动说

发展了波动理论。但是由于他把光看成像声波一类的纵波，因此不能解释偏振现象、干涉和衍射现象。

麦克斯韦电磁理论的发展
确认光是一种电磁波，不是惠更斯的机械波。

热辐射是十九世纪发展起来的一个物理学新领域，它的研究得到了热力学和光谱学的支持。十九世纪末，物理学正是从这个领域打开了一个缺口，导致了量子论的诞生。

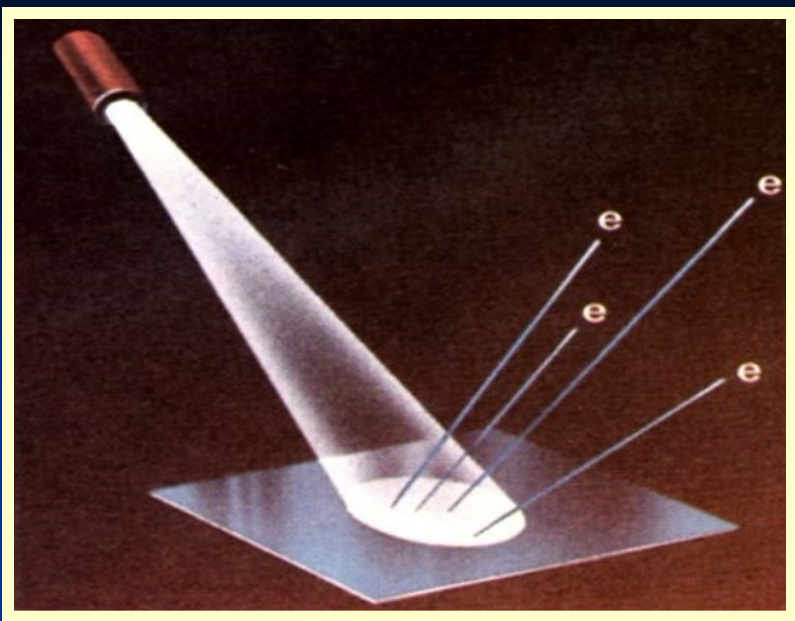
在热辐射的研究中，热辐射的辐射能量，特别是这一辐射的能量随波长分布的特性，往往是物理学家研究的重点。



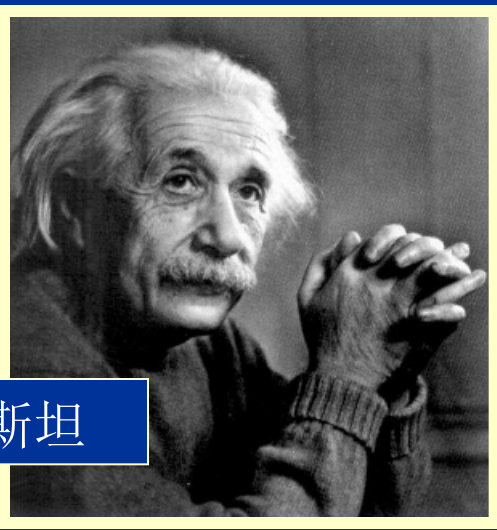
19世纪末，人们用经典物理学解释黑体辐射实验的时候，出现了所谓的“紫外灾难”。瑞利、金斯和维恩分别提出了两个公式，但是和实验相比，瑞利—金斯公式只在低频范围符合，而维恩公式只在高频范围符合。

1900年，普朗克使用插值法将两个公式合二为一提出了普朗克公式。为了与实验相符，必须假定物质辐射（或吸收）的能量不是连续地、而是一份一份地进行的，只能取某个最小数值的整数倍。这个最小数值就叫能量子，辐射频率是 ν 的能量的最小数值 $E=h\nu$ 。普朗克当时把它叫做基本作用量子， h 普朗克常数。

1918年诺贝尔物理学奖授予普朗克，以承认由于他发现能量子对物理学的进展所作的贡献。



光电效应以及
康普顿效应等
无可辩驳的证
实了光是一种
粒子。



爱因斯坦



康普顿

光不仅在发射中，而且在传播过程中以及在与物质的相互作用中，都可以看成能量子。爱因斯坦称之为光量子，也就是后来所谓的光子 (photon)。

光子是人类继电子后认识到的第二个基本粒子，不带电，呈中性。因为电磁场是一种恒以光速 c 运动的物质，它的静止质量为零。

结论：

实物具有微粒结构，电磁场也具有微粒结构，构成电磁场的基本粒子就是光子。

电磁场可以被看做是波动性和粒子性矛盾的统一体。它是一系列的波，同时又是光子的集合。

体现其粒子性的能量和动量，与体现其波动性的频率和波长不可分割地联系在一起。

爱因斯坦的光子论非牛顿微粒说的复旧，而是人类对于光和电磁场这类物质认识上的一个飞跃。

不同条件下主要矛盾方面会发生转化



在反射、折射、干涉、衍射、色散等现象中，波动性往往成为主要矛盾方面，光便表现出像波。

在黑体辐射、光致发光、光电效应，以及其他一些有关光的产生和转化的现象中，粒子性往往成为主要矛盾方面，光便表现出像粒子。

人类关于波粒二象性的认识并没有停留于此，1924年爱因斯坦提出光子概念后不到20年，年轻的法国物理学家德布罗意提出了“物质波”概念。

他的观点得到电子衍射等实验的证实。

论证了微观粒子也具有波动性。

他认为不仅光具有波粒二象性，所有的实物粒子，都具有波粒二象性。

正是人们认识到了微观粒子所具有的波粒二象性的特征，才建立起了描述其运动状态变化规律的量子力学理论。

波动理论:

光是频率为 ν 的
电磁波;

量子理论:

一定频率的光对应
一定能量的光子;

之间的关系;

$$E = h \nu$$

光的波、粒二重性, 统一起来。

完全彻底的认识了?

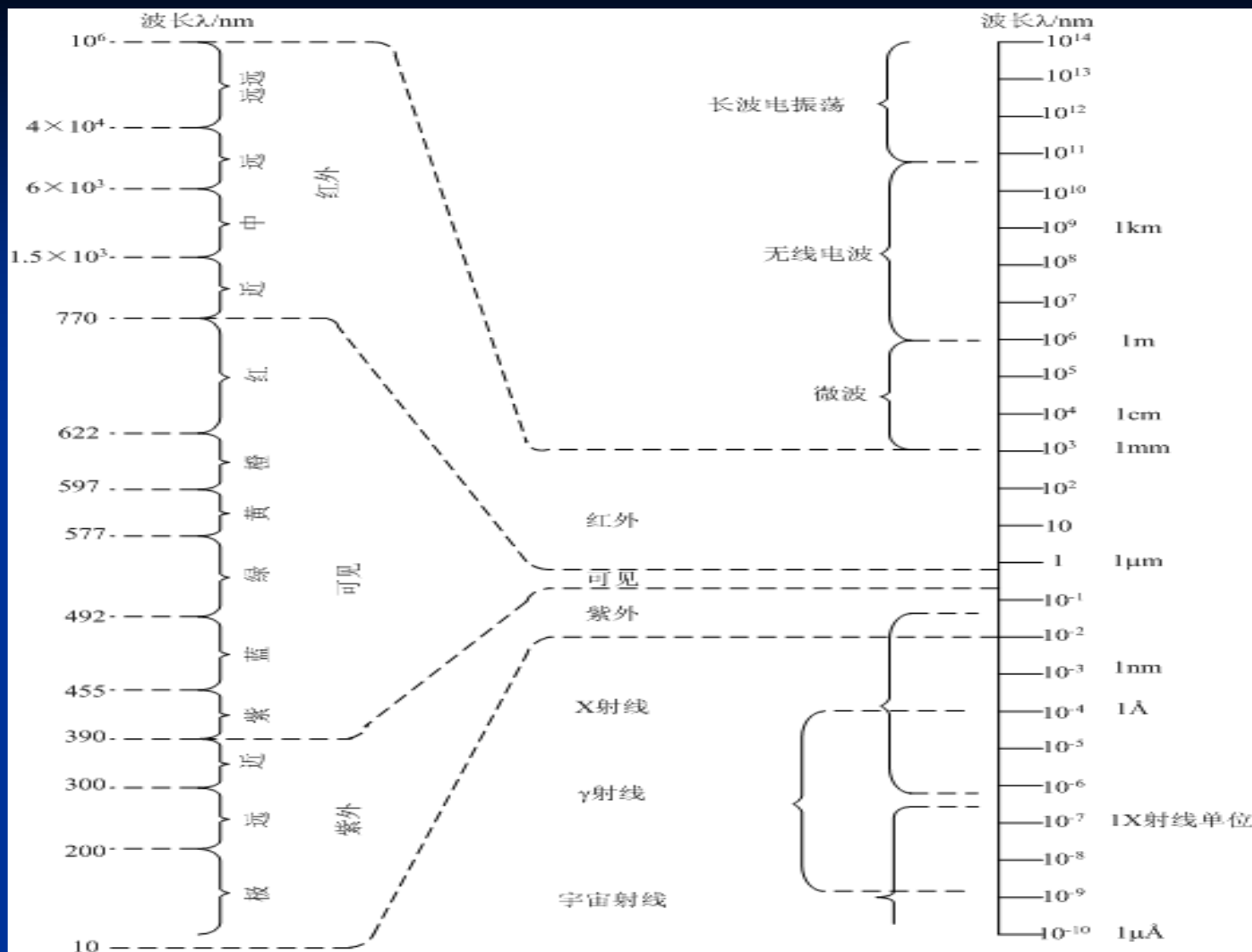
否定

γ 射线的光子可以变成两个带相反电荷的电子和阳电子，表明光子与电子之间存在着某种联系?

光子是否像原子和分子那样，具有内部结构?

光子是否真的没有静质量?

对光的本质的认识，还远远没有完结。
从涌现出来的新现象和规律的研究中，逐步深化对光的本质的认识。



可以认为，光电系统是工作于电磁波波谱

图上
最后一个波段—光频段的电子系统。

二、光辐射度量

任何固体或液体在高于0K以上任何温度下都向外辐射电磁波,这种由于物体中的分子、原子受到热激发而产生的辐射称为**热辐射**。



800K



1000K



1200K



1400K

将一块铁加热物体的颜色从暗淡的,后来渐渐变成暗红到发黄再到亮得耀眼。

光辐射度量的对象

- 光电检测技术的任务是将光辐射转换为电能，从而获得光辐射特征信息，为此需要了解辐射特征的定义。
- 辐射能量特征的研究即为辐射度量学 Radiometry。

基尔霍夫辐射定律

1869年，基尔霍夫从理论上提出了关于辐射传播过程的重要定律：在同样的温度下，任何物体对相同波长的单色辐射出射度与单色吸收比之比值都相等，等于该温度下黑体对同一波长的单色辐射出射度。即

$$\frac{M_1(\lambda, T)}{\alpha_1(\lambda, T)} = \frac{M_2(\lambda, T)}{\alpha_2(\lambda, T)} = L = M_b(\lambda, T)$$

式中： $M_b(\lambda, T)$ 为黑体的单色辐射出射度。

这一定律指出了物体的辐射出射度和吸收比之间的内在联系，表明：

- (1) 一个好的吸收体也是一个好的辐射体；
- (2) 任何物体的辐射出射度都小于同温度、同波长的黑体的辐射出射度；
- (3) 黑体的辐射出射度摆脱了对具体物体的依赖关系，显然是最简单的，也更便于研究。

这样，只要知道黑体的辐射出射度，便能了解一般物体的辐射性质。因此，黑体辐射理论的探索，是热辐射领域的中心问题。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/728002116046006052>