# 第5章 第4节 初识光量子与量子世界

光是电磁波的学说得到承认后，几乎所有光的现象都能够用光的电磁理论进行解释。然而，这一似乎完美的理论在解释某些光的现象时，却遇到一些困难。这引发了人们对光的电磁波说的再认识，开创了量子理论的新时代。本节将学习量子理论的一些初步知识。

## 1．光的量子化

光的本质是什么？

人们对该问题的研究由来已久，最早有光的微粒学说和光的波动学说。牛顿是光的微粒学说的创始人。牛顿认为，光是从光源射出的具有高速度的粒子流。光的微粒学说可以解释光的反射、光的颜色等。因此，在18世纪，微粒学说得到许多人的认可。但是，微粒学说不能解释光的干涉现象等。荷兰物理学家惠更斯（C．Huygens，1629-1695）认为，光像水波一样，也是一种波，叫光波。光的干涉、衍射、偏振（这些将在选择性必修课程中学习）等现象被发现后，光的波动学说才得到广泛承认。19世纪60年代，英国物理学家麦克斯韦创立的经典电磁场理论揭示出“光是一种电磁波”。

19世纪末，人们发现用光照射金属会使金属发射出电子，这种现象叫光电效应。而用电磁波来解释光电效应遇到了困难，这触发了人们对光的本质的再认识。爱因斯坦在解释光电效应时，受普朗克量子彼说的启发提出了光量子假说，认为光的发射、传播和接收都是以一份份光子的形式进行的，由此很好地解释了光电效应。人们当时并未充分意识到能量量子化假说与麦克斯韦经典电磁场理论是不相容的，而光量子假说却将这种不相容性表现得更为明显。因此，即使是普朗克都拒绝接受光量子概念。1916年，美国物理学家密立根虽用实验精确证实了爱因斯坦给出的光电效应定律，但他却并不相信光量子的存在。直到1923年，康普顿效应的发现才最终令人信服光量子假说的正确性，光量子概念开始为人们所接受。随后，光量子被正式命名为**光子**（photon）。

这使人们进一步认识到光既具有波动特性，又具有粒子特性，即具有波粒二象性。光在一定的条件下，突出地表现出微粒性，实质为不连续性；在另一些条件下，又突出地表现出波动性。

## 2．初识量子世界

德国物理学家普朗克最早提出量子假说，开创了量子理论的新时代。普朗克从1894年起投入对黑体辐射的探索和研究之中。在用经典理论无法解释实验结果的情况下，他提出了崭新的量子假说。

量子假说认为，物质辐射（或吸收）的能量*E*只能是某一最小能量单位的整数倍。

*E* = *nε*（*n* = 1，2，3，…）

辐射是由一份份的能量组成的，就像物质是由一个个原子组成的一样。一份能量就是一个能量子，能量子的能量 *ε* 与频率 *v* 成正比。

*ε* = *hν*

式中，*h* = 6.6261 76×10-34 J·s。这是普朗克引进的一个物理普适常量，称为普朗克常量。普朗克常量是微观现象量子特性的表征，在物理学中有着重要的作用，被认为是最基本的物理常量之一。

一个物理量如果存在最小的不可分割的基本单位，那么该物理量是量子化的，并把这个最小的基本单位称为量子。在宏观领域，量子化通常可忽略不计。例如，沿山坡滚下的石头，其动能和势能都是连续变化，不会从一个数值跃变到另一个数值。在微观世界里，量子化则是显著的。

量子理论不仅改变了人类对物质结构及其相互作用的理解，还为电子扫描隧道显徽镜、量子保密通信等现代技术奠定了基础。量子理论应用于计算机技术，还使计算机朝着更小更快的方向发展，进一步拓展了人们对大千世界的认识。

### 素养提升

知道光是一种电磁波，知道光的的能量是不连续的，初步了解微观世界的量子化特征。具有与光的量子化有关的能量观念。

通过对场的认识，能体会人类对自然界的认识是不断发展的。

——物理观念，科学态度与责任

### 科学书屋

**普朗克与量子化假说**

普朗克（图5-38），德国物理学家，量子论的奠基人。他在少年时代酷爱科学与艺术，由于启蒙老师的影响，他志趣转向了自然科学。

图5-38 普朗克

19世纪末，为了从理论上解释黑体辐射，物理学家作出了很多努力。其中，维恩公式在短波区与实验较吻合，但在长波区偏离较大；瑞利一金斯公式在长波区与实验比较符合，但在短波区域与实验不符：随着波长变短，即向紫外区域延伸时，从公式推出的辐射能量无限大，而实验结果却趋于零。这个非常荒谬的结果出现在紫外区，因此被称为“紫外灾难”。

普朗克在前人研究的基础上，提出了符合实验结果的普朗克辐射定律。但普朗克并不满足于此，而是致力于找出这个公式的真正物理学意义。由此，普朗克提出了量子假说，从理论上推导出了普朗克辐射定律。量子假说的提出，不同于经典物理学的连续性观念，为量子力学的建立奠定了基础。他因此荣获1918年诺贝尔物理学奖。

## 节练习

1．普朗克在1900年提出了量子假说，开创了物理学的新纪元。在下列宏观概念中，具有量子化特征的是

A．人的个数 B．物体所受的重力 C．物体的动能 D．物体的长度

**参考解答**：A

2．下列说法正确的是

A．在微观世界，物体的能量是连续变化的

B．光子的能量 *ε* = *hν*

C．光既具有波动特性，又具有粒子特性

D．不论是宏观物体还是微观粒子，经典力学和量子力学都是适用的

**参考解答**：BC