

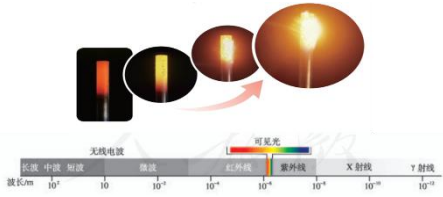

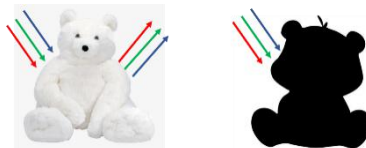


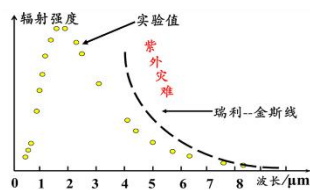
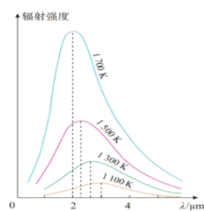
课程基本信息							
课例编号	2020QJ11WLRJ037	学科	物理	年级	高二	学期	上学期
课题	能量量子化						
教科书	书名：物理必修（第三册） 出版社：人民教育出版社 出版日期：2019 年 4 月						
教学人员							
	姓名	单位					
授课教师	张瑞萍	北京市第一六一中学					
指导教师	董立芳	北京市第一六一中学					
	黎红	西城教育研修学院					
教学目标							
<p>教学目标：</p> <p>1、了解黑体辐射及其研究的历史脉络，感悟以实验为基础的科学探究方法。</p> <p>2、了解能量子的概念及其提出过程，领会这一科学概念的创新性突破中蕴含的伟大科学思想。</p> <p>3、了解宏观物体和微观粒子的能量变化特点，体会量子理论极大地丰富和深化了人们对物质世界的认识。</p> <p>教学重点：能量量子化的基本概念和创立过程。</p> <p>教学难点：1、理解能量的量子化与能量的连续性存在着根本颠覆性的概念冲突；</p> <p>2、理解物理学家提出能量量子化理论是对客观世界本质的尊重和近代物理学发展的必然要求。也是当今现代社会、现代科学技术发展的动力源泉和根基。</p>							
教学过程							
时间	教学环节	主要师生活动					
	环节一 引入	<p><b>环节一：引入</b></p> <p>【教师】我们首先看两个图片：</p> <p>众志成城抗疫情，今年，这样的场景我们再熟悉不过了。那么，大家想过没有，这种手持测温枪不与人体接触，是如何测出体温的呢？</p> <div></div>					

	<p>环节二 热辐射</p>	<p>再来看工人日报 2013 年 7 月 16 日刊登的一篇文章，河北省五一劳动奖章获得者王志刚，目测钢水温度和实测温度之差只有 5 摄氏度，看火焰的颜色深浅就能知道钢水温度，这样的绝活，背后凝聚着炼钢工人的辛苦劳动，那么，你知道炼钢工人熟练技术后面的科学依据吗。</p> <p>今天我们一起了解与之相关科学知识。</p> <p><b>环节二：热辐射</b></p> <p>【教师】上节课我们知道，变化的电场和变化的磁场交替产生，由近及远向周围传播，形成电磁波。而一切物体内部都存在不停运动的带电微粒，带电微粒的振动会产生变化的电磁场就会向外辐射电磁波。我们周围一切物体都在辐射电磁波，这种辐射与温度有关，也称热辐射。</p> <p>【问题 1】热辐射有什么特点呢？</p> <p>【学生】思考。</p> <p>【教师】大家看这幅图，铁块从发热到发光，温度不同，颜色不同，颜色不同代表的就是辐射的电磁波的波长不同，从电磁波谱可以知道，红光的波长长，紫光的波长短。温度升高时，铁块有暗暗的红色转变成明亮的黄色。大量实验表明，辐射强度按波长的分布规律随物体的温度不同而不同，温度升高时，波长较短的成分越来越强。</p>  <p>当我们看到铁块颜色是明亮的黄色时，就可以判断他比发暗红色的铁块温度高。炼钢工人正是通过观察颜色而判断温度的。当然，要精确到 5 摄氏度，还需要长期的经验积累。人体向外辐射的电磁波不在可见光的范围内，我们人眼观察不到，测温枪可以探测到，从而来判断人体温度高低的。</p> <p>根据这个原理，我们可以推测物体的温度高低。</p> <p>【问题 2】晴朗的夜空繁星闪烁，有的恒星颜色偏红，有的恒星颜色偏蓝。对于“红星”和“蓝星”，你能判断出哪种恒星的表面温度更高吗？</p> <p>【学生】思考。</p> <p>【教师】大有的同学说，这个太简单了，因为温度升高时，热辐射中波长较短的成分越来越强，蓝光的波长比红光的波长短，所以我们判断蓝星的温度更高。</p>  <p>【问题 3】那么你知道蓝星的温度是多少度吗？</p> <p>【学生】思考。</p> <p>【教师】这就比较难了。通过定性的判断，我们能比较温度的高低，如果要精确测量，就必须掌握辐射强度随波长的分布与物体的温度之间的定量关系。这就是人们为什么要研究热辐射的原因。要研究热辐射与物体温度的关系，就必须排除其他因素的影响。但是，一个物体除了热辐射外，物体表面还会反射外界射来的电磁波。</p> <p>我们在日常生活中都知道，白色物体几乎反射所有波长的可见光而呈</p>
--	--------------------	--

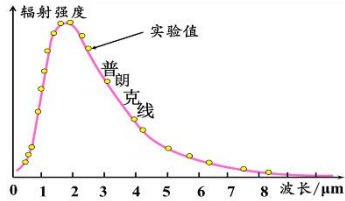
	<p>环节三：黑体辐射和紫外灾难</p>	<p>白色，黑色的物体几乎不反射可见光而呈黑色，这就告诉我们反射的电磁波与物体的颜色有关。这种反射的电磁波和辐射的电磁波混在一起，对物体自身的热辐射造成了一定的干扰。怎么办？如果有一个物体只辐射电磁波，不反射电磁波，就像这个黑色的物体一样就好了。为了研究方便，我们依据这个建立一个物理模型。</p> <p><b>环节三：黑体辐射和紫外灾难</b></p> <p>如果某种物体能够完全吸收入射的各种波长的电磁波而不发生反射，这种物体就叫做黑体。黑体不反射电磁波。但可以向外辐射电磁波。黑体辐射电磁波的强度按波长的分布只与它的温度有关。</p> <p>【学生】思考。</p> <p>【教师】黑体是一个模型，他和我们学习过的所有物理模型一样，比如质点模型、点电荷模型等，都是理想化的，抽象化的，现实中并不存在。但在现实生活中，有很多物体，他们反射的电磁波和辐射的电磁波相比很少的话，反射电磁波的影响就可以忽略不计，那么我们就可以把他们当成是黑体。</p> <p><b>【问题 1】生活中，哪些物体可以看作是黑体？</b></p> <p>【学生】思考。</p> <p>【教师】在黑盒子上开一个很小的孔，射入小孔的电磁波在空腔内表面会发生多次反射和吸收，最终几乎不能从小口或窗口射出，远处建筑物上小小的窗口看起来黑就是这个道理，他们就可以近似看成一个黑体。还有烟煤，遥远的恒星。反射的电磁波和辐射的电磁波相比很少，我们也可以近似看成黑体。</p> <p>只要掌握黑体辐射的定量规律，就可以测量物体的温度了，这使得黑体辐射有很强应用价值。因此，历史上，科学家曾经特别重视对黑体辐射的研究。让我们把时间回到 19 世纪末，了解一下黑体辐射研究的历史背景。</p> <p>19 世纪，物理学飞速发展，在各个领域都取得了很大的成功：力学方面---牛顿三定律和万有引力定律建立起一个完整的力学理论体系。电磁学方面，建立了一个能推断一切电磁现象的 Maxwell 方程。另外还找到了力、电、光、声---等都遵循的规律---能量转化与守恒定律。许多物理学家都沉醉于这些成绩和胜利之中。他们认为物理学已发展到顶峰。1900 年，在英国皇家学会的新年庆祝会上，物理学家开尔文充满自信的说：“科学的大厦已经基本完成，后辈的物理学家只要做一些零碎的修补工作就行了。只是，在物理学晴朗天空的远处，还有两朵令人不安的乌云，……”这两朵乌云，其中一朵就是黑体辐射与紫外灾难。那么什么是紫外灾难？当时关于黑体辐射的研究究竟发生了什么，让人们称之为灾难？</p> <p>大家认真阅读学习任务中的阅读材料。并回答下面的问题：</p>
--	----------------------	--



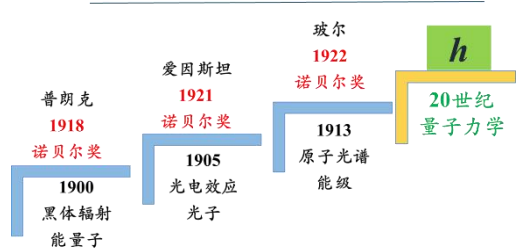
	<p>环节四：能量量子化</p>	<p><b>【问题 1】</b>当时，人们为什么要进行黑体辐射的研究？</p> <p><b>【问题 2】</b>科学家试图用经典理论解释黑体辐射规律时，遇到了什么困难？什么是“紫外灾难”？</p> <p><b>【学生】</b>阅读思考。</p> <p><b>【教师】</b>19 世纪后半叶，第二次工业革命极大地推动了冶金工业的发展，而冶金对高温测量技术的需求及天文学等方面的需要则推动了对黑体辐射的研究。通过精确的实验测量，得到了如图所示的黑体辐射的实验规律。可以看到，物体温度升高时，热辐射强度增大，而且辐射强度最大的电磁波的波长越来越短。为什么会出现这样的规律呢，如何解释这种实验现象呢？物理学家总是力图用已有的知识来解释新发现的现象和规律。当时，很多科学家依据经典的热学和电磁学的知识寻求黑体辐射的理论解释。</p> <p>我们来看第二个问题，当时，很多科学家试图给出黑体辐射规律的理论解释，但都不能成功，其中一条是英国物理学家瑞利在 1900 年提出的，瑞利公式在长波区与实验基本一致，但在短波区与实验严重不符，不但不同，而且当波长很小时，辐射强度竟变成无穷大，这显然是荒谬的。非常成熟的热力学与非常成功的电磁场理论相结合，导出的结果居然与高精度的光学实验相背！这个结果引起了物理学家的震惊。被称为是物理学经典理论的灾难，由于波长很小的辐射处在紫外线波段，故而称为“紫外灾难”。</p> <p><b>环节四：能量量子化</b></p> <p>对于当时的物理学家来说，是挑战，也是机遇。为了得出同实验相符的黑体辐射公式，德国物理学家普朗克进行了多种尝试和激烈的思想斗争。最后他不得不承认：微观世界的某些规律在我们宏观世界看来可能非常奇怪。如果我们要解释这个现象，只有一个出路，就是认为电磁波的能量不是连续的，而是一份一份的。</p> <p>1900 年，普朗克作出了这样的大胆假设：振动着的带电微粒的能量只能是某一最小能量值 <math>\varepsilon</math> 的整数倍。例如，可能是 <math>\varepsilon</math> 或 <math>2\varepsilon</math>、<math>3\varepsilon</math>……这个不可再分的最小能量值 <math>\varepsilon</math> 叫作能量子，它的大小为 <math>\varepsilon = h\nu</math>，<math>\nu</math> 是电磁波的频率，<math>h</math> 是一个常量，后人称之为普朗克常量，其值为 <math>h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}</math></p> <p>这里面有两个对立的观念，连续和不连续——即量子化。我们生活中也有连续和不连续的事物变化。</p> <p><b>【问题 3】</b>你能不能找到一个实例，来区别“连续”和“量子化”。</p> <p><b>【学生】</b>阅读思考。</p> <p><b>【教师】</b>一个单摆，在摆动过程中，受到摩擦阻力的作用，能量不断减小，能量的变化是连续的。人是不连续的，我们可以说一个班由 35 名学生，或 30 名学生，但不会由 25.2 个学生。这是供人行走的楼梯和坡道，</p>
--	------------------	---



	<p>环节五：能量量子化的发展—光子和能级</p>	<p>对于坡道高度的变化是连续的，对于楼梯，高度的变化是不连续的，一个人可以上一个台阶，两个台阶，但是不可以上 1.5 个台阶停在那里。</p> <p>借助于量子化的假说，普朗克得出了黑体辐射的强度按波长分布的公式，与实验符合的非常完美。</p> <p>按理说，这样的结果普朗克应该高兴，但是，普朗克没有，不但没有，还非常恐慌。因为在很长的历史时期内，不仅是物理学界，就是整个科学和哲学界都认为，一切自然过程都是连续的。</p> <p>数学家、哲学家莱布尼兹曾经说道：“自然界不会突变。如果要对此提出疑问，那么世界将会出现许多间隙，这就迫使我们去乞求神灵来解释自然现象了。间断性同科学格格不入。”正是这样的信条使普朗克害怕。他对儿子说，自己的发现“要么是荒诞无稽的，要么也许是牛顿以来物理学最伟大的发现之一。”现在我们知道，普朗克提出的能量量子化假设其实是一个划时代的大发现，为物理学的又一次飞速发展指明了方向。</p> <p>当然，一种新的思想，一种新的观念，要让人们接受，是需要时间的。最早认识到能量量子化概念的意义和正确性的是年轻的物理学家爱因斯坦。</p> <p><b>环节五：能量量子化的发展—光子和能级</b></p> <p>光子：19 世纪，另外一种现象也一直困扰着物理学家，人们发现照射到金属表面的光，能使金属中的电子从表面逸出。被称之为光电效应现象。1905 年，为了解释光电效应现象，德国物理学家爱因斯坦把普朗克能量量子的假设进行了推广，他认为普朗克的观点是不彻底的，仅仅认为电磁波在吸收和辐射时，才显示出不连续性是不够的，实际上电磁场本身就是不连续的。也就是说，光本身就是由一个个不可分割的能量子组成的，频率为 <math>\nu</math> 的光的能量为 <math>h\nu</math>, <math>h</math> 为普朗克常量。这些能量子后来被叫作光子。爱因斯坦的光子说，成功的解释光电效应现象。</p> <p>能级：另一位把量子化假设向前推进的是丹麦物理学家玻尔。我们在初中化学中学习过，原子由原子核和核外电子组成，核外电子在绕核做高速的运动。离核越远，能量越高，离核越近，能量越低，根据经典电磁理论，高速运动的电子，不断向辐射电磁波，使得电子的能量越来越低，这个变化是连续的，也就是说，我们应该看到原子辐射的各种频率（波长）的光，即原子的光谱应该总是连续的；而实际上看到的是分立的线状谱。为了解释这个现象，1913 年，丹麦物理学家玻尔提出：原子的能量是量子化的。这些量子化的能量值叫能级。通常情况下，原子处于能量最低的状态，这是最稳定的。处在较高的能级的原子是不稳定的，会自发地向低能级跃迁，放出光子。放出的光子的能量，等于前后两个能级之差。由于原子的能级是分立的，所以放出的光子的能量也是分立的，因此原子的发射光谱只有一些分立的亮线。玻尔将量子化的科学观点引入到了原子系统，很好的解释了原子的线状光谱，进一步发展了普朗克的量子假说。</p>
--	---------------------------	--





	环节六 小结	<p>正是在不断的实践检验的证明中，量子化的观点才逐渐被大家接受和认可。</p> <p><b>环节六：小结</b></p> <p>这节课，我们通过三段物理学史，了解了量子化概念建立发展的过程，为了解释黑体辐射的实验规律，普朗克 1900 年提出了能量量子化的概念，从此，物理学进入了一个新的纪元。普朗克本人因此获得了 1918 年的诺贝尔物理学奖。五年之后，爱因斯坦在此基础上进一步提出了光量子的概念，成功解释了光电效应现象获得 1921 年的诺贝尔物理学奖。丹麦物理学家玻尔在 1913 年把量子化的观念应用到原子系统，提出了自己的能级假说，成功地解释了氢原子的分立光谱。获得 1922 年的诺贝尔物理学奖。光量子 and 能级的提出，深化了普朗克能量量子化的假说。</p> <p>量子化的观点逐渐被人们认可，但科学研究并没有因此而结束，科学家发现，这些成功的理论都和普朗克常数有关。这就预示着这些理论之间存在着某种紧密的内在联系。正是由于科学家们敏锐的洞察力和锲而不舍的科学精神，20 世纪，量子力学诞生了。它不但可以很好的描述微观世界的运动规律，并在现代科学技术中发挥着重大的作用。</p>  <p>有兴趣的同学可以阅读课后推荐的学习资源，了解什么是量子力学，以及它和我们丰富多彩的现代生活之间关系。</p> <p>今天的课就上到这里，同学们 再见。</p>
--	-----------	---