

论爱因斯坦奇迹年

——纪念爱因斯坦逝世 50 周年

杨兆华

科学史上“奇迹年”一语长期以来用于描述 1666 年。在该年,牛顿为 17 世纪科学物理学和数学的许多方面奠定了基础。把这一词语用来描述 1905 年也完全合适。在这一年里,爱因斯坦发表了 5 篇划时代的物理学论文,在三个领域做出了四个有划时代意义的贡献,创造了科学史上更大的奇迹。一是他在该年里提出光量子假说,为量子理论的发展做出了巨大贡献;二是他论述分子运动理论,为解决半个多世纪来科学界和哲学界争论不休的原子是否存在的问题做出了突出贡献;三是创立狭义相对论,在很大程度上解决了 19 世纪末出现的经典物理学的危机;四是论述质量与能量的关系问题,写了一篇短文《物体的惯性同它所含的能量有关吗?》,作为相对论的一个推论,揭示了质量(m)和能量(E)的关系: $E=mc^2$,并由此解释了放射性元素(如镭)所以能释放出大量能量的原因。

爱因斯坦奇迹年的工作可以进一步概括为 20 世纪的世界物理图像的两次重大革命。第一个革命是“相对论”,它把牛顿的空间和时间观,创建为两者不可分割的新时空观。第二个革命是“量子理论”,它完全改变了我们理解物质和辐射本性的方式,给了我们一种实在的图像,其中粒子的行为像是波,而波的行为像是粒子,我们通常的物理学描述变得具有本质上的不确定性,而一个物体可以同时几个地方呈现其自己。两者现在都已通过观测得到确认,其达到的精确度在科学史上乃是空前的。下面,具体探讨的是爱因斯坦创立相对论及光量子论的心路历程与具体历史过程,以期从中找出规律性的东西,来启迪后学者的科学创新理想、创新精神与创新思维。

爱因斯坦狭义相对论的建立

少年时代的爱因斯坦就喜欢和善于思考,萌发了相对论思想的幼芽。1895 年,当他 16 岁在瑞士阿劳中学念书时,曾在无意中想到一个追光的假想实验。他后来回忆说:“如果我以速度 c 追随一条光线运动,那么我就应当看到,这样一条光线就好像一个

在空间里振荡着而停滞不前的电磁场。可是无论是依据经验,还是按照麦克斯韦方程,看来都不会有这样的事情。从一开始我凭直觉就很清楚,从这样一个观察者来判断,一切都应当像一个相对于地球是静止的观察者所看到的那样按照同样一些定律进行。”这是与狭义相对论有关的第一个朴素的理想实验。这个假想实验提出了一个佯谬:一个以光速 c 追随光线运动的人应看见电磁驻波存在,而按照麦克斯韦方程没有这样的驻波存在。这个佯谬的提出体现了少年时代的爱因斯坦就具有了非凡的洞察问题的本领。他后来说,这个问题一直使他思考了许多年,经过 10 年的沉思,他才透彻地解决了这一难题。

爱因斯坦在京都大学的讲话中谈到他的相对论思想的发展是在大学第二年(1897 年),是从考虑以太运动的实验证明,但毫无结果,于是他想通过实验来进行。他说:“那时,我想要检验以太相对于地球的运动……当我最早想到这个问题时,我没有怀疑以太的存在,即不怀疑地球在以太中的运动。我想用两个热电偶作如下实验,放置两个平面镜使来自单光源的光在两个不同方向上反射,一束光平行于地球运动的方向,另一束光与之相反。如果这两束光之间有一能量差,就能用两个热电偶测量出它们所产生的热量之差,以证实以太的存在,但是没有进行这个实验。”

他接着谈到迈克耳孙实验零结果对他的影响。他说:“还在学生时代我就在想这个问题了,当时我知道迈克耳孙实验的奇怪结果。不久我得到这个结论:如果我们承认迈克耳孙的零结果是事实,那么地球相对以太运动的想法就是错的,这是引导我走向狭义相对论的最早想法。自那以后,我认识到虽然地球在环绕太阳运动,但地球运动不能由任何光学实验检验出来。”当迈克耳孙实验的零结果使一些物理学家感到震惊和迷惘,忙于修补以太论的时候,爱因斯坦却得出“地球相对于以太运动的想法是错

误的”的结论。这与他在“追光”中的思想是一脉相承的。

爱因斯坦在《自述》中说,在大学时代,最使他着迷的课题是麦克斯韦理论。他在大学头一年就自学了基尔霍夫、亥姆霍兹、赫兹等人的著作,在后两年又学习了洛伦兹的著作。从这些著作中他首先吸取了光速不变性以及电磁场方程协变性的概念。

早在1865年,在麦克斯韦的《电磁场的动力理论》中,就从波动方程中得出电磁波的传播速度 $V = 1/\sqrt{\epsilon\mu}$, ϵ 和 μ 分别是介质的介电常数和磁导率。对于在真空中传播的电磁波,其波速等于光速 c , $c = 1/\sqrt{\epsilon_0\mu_0}$ 为一常量。1890年,赫兹在写出静止以太参考系中的波动方程时,明确指出波速 c 与波源的运动速度无关。洛伦兹在探讨运动参考系中的波动方程时,始终把光速不变性作为一个限制条件,作为他写出的变换式是否正确的准绳。所以,爱因斯坦在《相对论的基本思想》中指出:“从麦克斯韦—洛伦兹电动力学出发,这个理论采纳了光速不变定律(光速不变原理)。”

洛伦兹在确立他的变换方程时,除了要满足光速不变性的要求外,还要满足协变性的要求,即用洛伦兹变换式来计算从一个惯性系转移到另一个惯性系的变化时,必须要求物理学的一切方程都不改变它们的形式。爱因斯坦在《相对论发展简述》中说:“洛伦兹理论的重大价值在于使静止物体和运动物体的全部电动力学回到了空虚空间的麦克斯韦方程。”这句话的意思就是说运动参考系中的麦克斯韦方程与静止参考系中的具有相同的形式。但是洛伦兹理论在一个“有根本性重要意义的地方”使爱因斯坦感到不满,“比起别的运动参考系来,它给以太静止参考系以突出的地位,在这一点上,这个理论与相对性原理相对立。”而爱因斯坦对相对性原理是确信不疑的。他认识到一切经验,包括电动力学领域里的一切经验(特别是迈克耳孙实验)都支持一切惯性系的等效性这个概念,也就是说都是支持相对性原理的。

当时,在确信伽利略变换是正确的前提下,爱因斯坦遇到了一个带根本性的问题:狭义相对性原理同麦克斯韦方程相矛盾。如果按照伽利略变换,麦克斯韦方程在不同参考系中就具有不同的形式,这就违背了相对性原理。由于爱因斯坦对相对性原理是确信的,所以他对麦克斯韦方程产生了怀疑,花了

一些时间试图修正麦克斯韦方程。

这时,他还遇到了另一对矛盾:光速不变与速度合成法则相矛盾。他试图用麦克斯韦—洛伦兹方程处理菲佐关于曳引系数的实验,他相信这些方程是正确的,它们恰当地描述了事实,它们在运动坐标系的正确性表明了所谓光速不变的关系……可是,这与从力学中所了解的速度合成法则却格格不入,他尝试用某种方法将力学方程和电磁现象统一起来,他遇到了困难。他一度产生了对光速不变性的怀疑:“必须克服的困难是我们早已想到又不得不放弃真空中光速的不变性。只是在探索若干年后,我才注意到这个困难是建立在运动基本概念的任意性上[大概是同时性这类概念]。”

其间爱因斯坦还对电磁场的对称性进行了考虑。他在《论动体的电动力学》一开始就指出:“大家知道,麦克斯韦电动力学——像现在通常为人们所理解的那样——应用到运动的物体上时,就要引起一些不对称,而这种不对称似乎不是现象所固有的。比如设想一个磁体同一个导体之间的电动力的相互作用。在这里,可观察到的现象只同导体和磁体的相对运动有关,可是按照通常的看法,这两个物体之中,究竟是这个在运动,还是那个在运动,却是截然不同的两回事。如果是磁铁在运动,导体静止着,那么在磁体附近就会出现一个具有一定能量的电场,它在导体各部分所在的地方产生一股电流。但是如果磁体是静止的,而导体在运动,那么磁体附近就没有电场,可是在导体中却有一电动势,这种电动势本身虽然并不相当于能量,但是它——假定这里所考虑的两种情况中的相对运动是相等的——却会引起电流,这种电流的大小和路线都同前一情况中由电力所产生的一样。”

爱因斯坦想得到一种只有相对运动才具有物理意义的电磁理论。1973年霍耳顿(Holton)发现了一篇爱因斯坦在1919年写的一篇文章《相对论发展中的基本思想和方法》。在这篇文章中,有爱因斯坦把法拉第定律应用到磁铁和导体环情形时引起的不对称性的清晰的叙述。他写道:“在狭义相对论建立的过程中,对法拉第电磁感应实验的思考,对我起着导向的作用。按照法拉第定律,在磁铁相对于导体环路的运动中,在导体环路中有感应电流出现。无论是磁铁在运动或者是导体在运动,这一结果是完全相同的,按照麦克斯韦—洛伦兹理论只与相对运动

有关。然而对这一现象的理论解释在两种情形下是完全不同的”；“我不能接受这是两种基本不同情形的思想。我深信这两种情形之间的差别不是实质性的差别，宁可说只不过是参考点选择的差别，从磁铁参考系来看，一定没有电场，而从导体参考系来看，一定有电场。因此电场的存在是相对的，依赖于所选用的坐标系统的运动状态。唯一可以接受的客观事实是完全与观察者或坐标系统的相对运动状态无关的联合在一起的电磁场。这个电磁感应现象迫使我假设狭义相对论原理。”

1950年，爱因斯坦在给美国克利夫兰物理学会的信中谈到了对电磁场对称性与统一性的考虑与建立狭义相对论的关系。他写道：“直接引导我提出狭义相对论的是由于我深信，物体在磁场中所感受到的电动力不过是一种电场力罢了。”

1900年以后，爱因斯坦从阅读普朗克的著作中受到方法论的启发，认识到解决电磁场的相对性与麦克斯韦方程的矛盾走改变方程的途径是行不通的。他在《自述》中写道：“辐射必须在能量上具有一种分子结构，当然这种结构与麦克斯韦理论是相矛盾的。……早在1900年以后，即在普朗克的首创性工作以后不久，这类思考已使我清楚地看到，不论是力学还是热力学（除非在极限情况下）都不能要求严格有效。渐渐地我对那种根据已知事实用构造性的努力去发现真实定律的可能性感到绝望了。我努力得愈久，就愈加绝望，也就愈加确信，只有发现一个普遍形式的原理，才能使我们得到可靠的结果。我认为热力学就是放在我面前的一个范例。在那里，普遍原理是用这样一条定理来说明的：自然规律是这样的，它们使（第一类和第二类）永动机的建造成为不可能。”

爱因斯坦所依据的狭义相对性原理是普遍正确的，物理定理对于一切惯性系是等价的，这是对自然界定律的一条限制性原理，它可以同不存在永动机这样一条作为热力学基础的限制性原理相比拟。

经过了一段时间的深入思考后，爱因斯坦坚定了对光速不变的信念，从而反过来对速度合成法则所赖以成立的伽利略变换产生了怀疑。但是后者是建立在牛顿的绝对时间、绝对空间概念的基础上的，这就不得不导致时空观念上的彻底变革。攀登这样一个思想高峰，绝非一件轻而易举的事，从各方面提供的材料分析，从哲学批判中吸取精神营养，是他获

得观念上变革的重要因素。他在《自述》中说道：“今天，虽然谁都知道，只要时间的绝对性或同时性的绝对性这条公理不知不觉地留在潜意识里，那么任何想要令人满意地澄清这个悖论（指追光问题）的尝试都是注定要失败的。清楚地认识这条公理以及它的任意性，实际上就意味着问题的解决，对于发现这个中心点所需要的批判思想，就我的情况来说特别是由于阅读了戴维·休谟和恩斯特·马赫的哲学著作而得到决定性的进展。”

爱因斯坦在少年时代就对哲学有兴趣。13岁时，他就读了康德的《纯粹理性批判》。1897年，在大学二年级时又读了奥地利物理学家马赫的《力学及其发展的批判历史概论》。后一本书对牛顿力学的绝对性的批判，给了爱因斯坦以深刻的影响。

马赫在《力学及其发展的批判历史概论》中对牛顿的绝对时间和绝对空间概念进行了分析，他认为时间与空间的量度是与物质的运动分不开的，时空概念是通过经验形成的，是从比较两个事物的快慢中产生的。可是绝对时空无论依据什么经验也不能把握，它只不过是一种无根据的、先验的概念而已。他由此得出结论，在力学中具有意义的只是相对运动，绝对运动是毫无意义的。马赫的批判使爱因斯坦受到很大启发。爱因斯坦自称对马赫的论述感到“格外引人入胜”。他说，“马赫卓越地表述了那些当时还没有成为物理学家公共财富的思想。”1902~1905年，爱因斯坦在伯尔尼结识了索洛文与哈比希特，三个青年组成了“奥林比亚科学院”，他们每晚聚集在一起以极大的兴趣和热情研读了斯宾诺莎、马赫、休谟、亥姆霍兹、黎曼、彭加勒等人的科学与哲学著作。从这些大师们的经典著作中，爱因斯坦吸取了许多人类思想的精华。斯宾诺莎关于自然界的统一性观念对爱因斯坦有深刻影响。他曾经声称：“我信仰斯宾诺莎的那个在存在事物的有秩序的和谐中显示出来的上帝，而不信仰那个同人类的命运和行为有牵累的上帝。”即他相信世界的统一。正是因为他对自然界的统一性具有强烈的执著的信念。所以他在1905年发表的几篇文章，都具有同一风格，在文章的起始都提出了不对称性问题，即统一性遭到破坏的问题。

这时，休谟的空间和时间观念也对爱因斯坦思想的发展具有比较明显的直接的影响。休谟说：“空间或广延的概念不是别的，而是按一定次序分布的

可见的或可感知的点的观念。”他还说：“如果我们没有用可觉察的对象充满空间，我们就不会有任何真实的空间观念。”至于时间，它“总是由能够变化的对象的可觉察的变化而发现的”，“没有任何可变的的存在”，我们也就不会有“时间观念”。爱因斯坦在他的第一篇相对论论文中，以借助于量尺和时钟定义空间和时间为开端。这种对空间和时间研究使我们直接回想起休谟的如下论断：空间概念是建立在可触知的对象的排列基础上，而时间观念是建立在能够变化的对象的可觉察的变化基础上。”

马赫对牛顿的绝对时空观提出的批评以及休谟的时空观点，为爱因斯坦在潜意识中放弃时间的绝对性或同时性的绝对性概念打下了基础。有了这样一个基础，相对性原理与伽利略变换之间的矛盾就有了解决的途径。

爱因斯坦1922年在京都大学的讲演中，生动地描述了这一矛盾的解决过程：“1905年4月的一天，天气很好，我带着这个问题（光速不变性概念与速度合成法则的矛盾）去访问我在伯尔尼的一位朋友贝索（Michele Besso）。开始，我告诉他：‘近来，我遇到一个难题，今天到这儿来，请你和我一块攻攻它。’我们讨论了这个问题的各个方面。后来我突然找到了问题的关键。第二天，我又来访问他。甚至没有问候一声就对他说道：‘谢谢你，我已经完全解决了这个问题。’我的解决办法是，分析时间这个概念不能绝对定义，时间与信号速度之间有不可分的联系，使用这个新概念，我第一次完满地解决了整个问题。”

爱因斯坦经过10年沉思“终于领悟到了时间是可疑的”。在对空间和时间的物理意义作了较深入的分析后，他认识到“伽利略变换是建筑在任意假定的基础上，特别是建筑在同时性的陈述与参考系无关的基础上”。在时空观上产生了一个升华，形成了同时性的相对性概念。突破了这一难关，就完满地解决了整个困难，5个星期后，他就完成了狭义相对论论文。1905年6月，爱因斯坦完成了他的《论动体的电动力学》。论文一开始就提出了把麦克斯韦理论应用到运动物体引起的不对称问题。然后叙述了相对性原理的来源：“诸如此类的例子，以及企图证实地球相对于‘光介质’运动的实验的失败，引起了这样一种猜想：绝对静止这个概念，不仅在力学中，而且在电动力学中也不符合现象的特性。倒是应当认为，凡是对力学方程适用的一切坐标系对于上述

电动力学和光学的定律也一样适用。”他把这猜想提升为公设。并把另一条在表面上看来同它不相容的公设——光的传播速度不变——同发射体的运动状态无关引入，共同作为狭义相对论的两条基本原理。他把这两条原理定义如下：①物理体系的状态据以变化的定律，同描述这些状态变化时所参考的坐标系究竟是用两个在互相匀速移动着的坐标系中的哪一个并无关系。②任何光线在“静止的”的坐标系中都是以确定的速度 v 运动着，不管这道光线是由静止的还是运动的物体发射出来的。

同年9月，爱因斯坦发表了狭义相对论的第二篇论文《物体的惯性是否与它所含的能量有关？》他依据在前篇文章中导出的能量变换方程，得出辐射能量为 L 的物体由于辐射的结果，物体的动能变化为 $Lv^2/2c^2$ 。由此得出结论，放出辐射能量 L ，相当于物体质量减少 L/c^2 。他认为从物体中取出的能量变成了辐射能这件事显然是无关紧要的，于是他得出更一般的结论：这个关系不仅对于辐射成立，而且对于所有的能量形式都成立，“物体的质量是它所包含的能量的量度”，“如果能量改变 L ，则质量也要同样改变 L/c^2 ”。用现代的符号表示：如果 ΔE 表示能量的改变， Δm 表示质量的改变，则得 $\Delta E = \Delta mc^2$ ，这就是著名的爱因斯坦质能关系式。他还指出如果用镭盐那样的能量显著变化的物体来做实验，可以验证这个理论的正确性。

这两篇文章发表后，起初几乎一点影响也没有。尽管如此，在那个时候有些物理学家非常仔细地阅读了爱因斯坦的文章，并且在其中看出了具有无可限量的洞察力的思想。英费耳德在《相对论发展史》中提到一位波兰物理学家维特科夫斯基对他的同行说：“去读一读爱因斯坦的文章吧。一位新的哥白尼诞生了！”

最早注意到空间时间概念变革的是数学家闵可夫斯基。1907年11月5日，闵可夫斯基在哥廷根数学会议上作了题为“相对性原理”的讲演，他在讲演的开头就说：“以光的电磁理论为开端，在我们的时空观念中，一个彻底的变革似乎发生了。”1908年9月闵可夫斯基在德国自然科学家大会上发表了“空间和时间”的讲演，预言了爱因斯坦的思想对近代思维所要起的深远影响，他以下面的话开始了他的讲演：“现在我要向你们提出的空间和时间观念是在实验物理学的土壤中产生的，其力量就在这里，这些观

点是根本性的。从现在起，孤立的空间和孤立的时间，注定要销声匿迹，只有两者的统一才能保持独立存在。”然而，要使时空概念的变革引起人们的广泛注意，尚需一段时间。随着历史的发展，相对论的结论为越来越多的实验所证实。1909年布歇勒用电磁偏转法测量了镭源放出的 β 射线（快速电子束）的荷质比 e/m 与电子速度的关系，首次证明了爱因斯坦的质量与速度的关系式。1915年，盖依和拉万曲测量了用静电加速器加速的电子在电磁场中的偏转，以更高的精度巩固地确立了这一公式的正确性。在后来的核物理实验中，对大量高速粒子运动的观察更加证实了这一点。

既然相对论能用许多实验方法来证实，那么这也间接地表明它已成为许多富有成果的新理论的出发点和物理学家从事研究的不可缺少的工具。1916年索末菲用相对论的动量和能量表达式解释了氢原子光谱线的精细结构。1922年康普顿用相对论解释了X射线经物质散射波长改变的现象。1923年德布罗意就是根据“时钟频率的相对论性变化及波的频率之间的差异”引入物质波概念的。在以后进行的核反应实验中处处都证实了爱因斯坦质能关系的正确性。事实表明这一理论已成为现代科学技术的基础。

爱因斯坦的光量子思想

1905年，爱因斯坦从分子运动论导出了一条关于辐射本性的重要推论，他称之为“试探性的观点”。当时的情况是，普朗克定律的正确性一次又一次地得到了实验证实，然而关于它的真实含义，物理学家们（包括普朗克本人）的认识却是模糊的，他们普遍认为能量量子化假设只与物质和辐射之间的相互作用有关，而并不影响自由的光辐射。这时，是年轻的爱因斯坦第一个意识到普朗克量子假设的革命性意义，即能量量子化与牛顿力学和麦克斯韦电磁场理论是不相容的，同时，他还进一步发展了普朗克的能量子概念，并大胆地提出了光量子假设。

爱因斯坦在《关于光的产生和转化的一个试探性观点》一文中指出：“从点光源发射出来的光线的能量在传播中不是连续地分布在越来越大的空间体积之中，而是有个数有限的、集中于空间某些点的能量子所组成，这些能量子能够运动，但不能再分割，而只能整个地被吸收或产生出来。”即能量子概念不只是在光波的发射和吸收时才有意义，光波本身就是由一个个不连续的、不可分割的能量量子所组

成，爱因斯坦称之为光量子。进一步地，利用普朗克的能量量子化公式，爱因斯坦还给出了光量子的能量和动量表达式，即 $E = h\nu$ 及 $P = h/\lambda$ ，式中 h 是普朗克常数， ν 和 λ 是光波的频率和波长。利用这一光量子假设，爱因斯坦成功地解释了麦克斯韦电磁场理论所无法解释的光电效应等现象，并提出了光电效应定律。

光量子假说成功地解释了光电效应。当紫外线这一类的波长较短的光线照射金属表面时，金属中便有电子逸出，这种现象被称为光电效应。它是由赫兹和勒纳德发现的。光电效应的实验表明：微弱的紫光能从金属表面打出电子，而很强的红光却不能打出电子，就是说光电效应的产生只取决于光的频率而与光的强度无关。这个现象用光的波动说是解释不了的。因为光的波动说认为光是一种波，它的能量是连续的，和光波的振幅即强度有关，而和光的频率即颜色无关，如果微弱的紫光能从金属表面打出电子来，则很强的红光应更能打出电子来，而事实却与此相反。利用光量子假说可以圆满地解释光电效应。按照光量子假说，光是由光量子组成的，光的能量是不连续的，每个光量子的能量要达到一定数值才能克服电子的逸出功，从金属表面打出电子来。微弱的紫光虽然数目比较少，但是每个光量子的能量却足够大，所以能从金属表面打出电子来；很强的红光，光量子的数目虽然很多，但每个光量子的能量不够大，不足以克服电子的逸出功，所以不能打出电子来。

赫兹以自己的实验证实了电磁波的存在，宣告光的波动说的全胜，判处了光的微粒说死刑，可是又是他发现的光电效应导致了微粒说的复活。

从当时的观点看来光量子假说与光的干涉事实矛盾，许多物理学家不赞成光量子假说，就连普朗克也抱怨说“太过分了”。1907年他在写给爱因斯坦的信中说：“我为作用基光量子（光量子）所寻找的不是它在真空中的意义，而是它在吸收和发射地方的意义，并且我认为，真空中的过程已由麦克斯韦方程作了精确的描述”。直到1913年他还拒绝光量子假说。

美国物理学家密立根在电子和光电效应的研究方面做出了杰出的贡献。他曾花费10年时间去做光电效应实验。最初他不相信光量子理论，企图以实验来否定它，但实验的结果却同他最初的愿望相

反。1915年他宣告，他的实验证实了爱因斯坦光电效应公式。他根据光量子理论给出了 h 值的测定，与普朗克辐射公式给出的 h 值符合得很好。1922~1923年间，康普顿研究了X射线经金属或石墨等物质散射后的光谱。根据经典电磁波理论，入射波长应与散射波长相等，而康普顿的实验却发现，除有波长不变的散射外，还有大于入射波长的散射存在，这种改变波长的散射称为康普顿效应。光的波动说无论如何也不能解释这种效应，而光量子理论却能成功地解释它。按照光量子理论，入射X射线是光子束，光子同散射体中的自由电子碰撞时，将把自己的一部分能量给了电子，由于散射后的光子能量减少了，从而使光子的频率减小，波长变大。因此，康普顿效应的发现，有力地证实了光量子理论。

爱因斯坦的光量子理论发展了普朗克所开创的量子假说。在普朗克的理论中，还是坚持电磁波在本质上是连续的，只是假定当它们与器壁振子发生能量交换时电磁能量才显示出量子性。爱因斯坦对旧理论不是采取改良的态度，而是要求弄清事物的本质彻底解决问题，他看出量子不是一个成功的数学公式，而是揭露光的本质的手段。他克服了普朗克量子假说的不彻底性，把量子性从辐射的机制引伸到光的本身上，认为光本身也是不连续的，光不仅在吸收和发射时是量子化的，而且光的传播本身也是量子化的。爱因斯坦的光量子理论恢复了光的粒子性，使人们终于认清了光的波粒双重性格，而且在它的启发下，发现了德布罗意物质波，使人们认清了

微观世界的波粒二象性，为后来量子力学的建立奠定了基础。

爱因斯坦关于狭义相对论和量子理论的工作不仅激发并指导了20世纪物理世界图像的许多革命性变化，而且，通过对技术发展的影响，它们也已经对我们的生活方式的革命性变化，同样作出了贡献。例如微波激射器和激光，速调管和同步加速器，原子弹和氢弹，人们在论述这些问题时也不能不援引爱因斯坦奇迹年中留下的遗产。一位法国物理学家曾经这样评价爱因斯坦：“在我们这一时代的物理学家中，爱因斯坦将位于最前列。他现在是、将来也还是人类宇宙中最有光辉的巨星之一”，“按照我的看法，他也许比牛顿更伟大，因为他对于科学的贡献，更加深入到人类思想基本要领的结构中”

事情还不仅于此。更重要的是爱因斯坦奇迹年各项重大科学成果，所显示出的伟人特有的科学精神与智慧。这些，已经构成了人类发展科学事业的巨大动力与取之不尽、用之不竭的精神源泉。它们包括：一、伟人爱因斯坦儿时即开始的思考与探索精神；二、他主动进取、永不止息的上进精神；三、他协作讨论，互相影响，共同提高的团队精神；四、他博采众取，为学科间打通混一的精神。而其中的第四点，相对于我们今天画地为牢的教育人与培养人的方法，实是不可多得的清醒剂。

(山东泰安市泰山学院物理系 271021)

封面照片说明

这是2005国际物理年的宣传海报。图的下角是这次国际物理年纪念活动的标识，是由4种颜色组成的光锥，其中红色代表过去，蓝色代表未来，黄色和绿色表示连接过去与未来。(李博文)

封二照片说明

1905年，年仅26岁的天才物理学家爱因斯坦连续发表了5篇极具震撼力的物理学论文，论文包括现代物理学中的3项伟大的成就：分子运动论、狭义相对论和光量子假说，从根本上改变了物理学的面貌，并为相对论的建立与发展奠定了基础，这一年被称为“奇迹年”。在这“奇迹年”100周年到来之际，全球物理学界一致呼吁把2005年定为“世界物理

年”，这项倡议由欧洲物理学会提出，得到了国际纯粹与应用物理联合会的一致通过。

为此，中国物理学会于2004年12月28日在中国科学院物理研究所召开了“2005—世界物理年”新闻发布会，会上中国物理学会理事长杨国桢、中国物理学会秘书长王恩哥、中国科协青少年工作部部长牛灵江分别对“世界物理年”的背景及活动内容作了介绍。这次全球性的纪念活动包括：“物理照耀世界”光束传递活动；“寻找物理天才”；“物理史图片巡回展”等。中国物理学会筹备的活动：制作“世界物理年”宣传海报；组织“世界物理年”大型报告会；推荐“世界物理年”优秀科普图书；组织“物理与交叉科学专题研讨会”；组织参加国际性纪念活动；组织知识竞赛及夏令营等。(李博文)