

爱因斯坦与诺贝尔奖*

陆 埏†

(中国科学院紫金山天文台 南京 210008)

1 引言

2005 年是联合国确定的世界物理年,也叫爱因斯坦年.全世界用一整年的时间来纪念爱因斯坦发表 5 篇不朽文章(1905 年)的 100 周年^[1-3].1905 年,爱因斯坦才 26 岁.这 5 篇文章是:

《关于光的产生和转化的一个试探性观点》(光子假设和光电效应);

《论分子大小的新测定法》(博士论文);

《热的分子运动论所要求的静止液体中悬浮小粒子的运动》(布朗运动理论);

《论动体的电动力学》(狭义相对论);

《物体的惯性同它所含的能量有关吗?》(导出 $E = mc^2$).

文章内容覆盖了 20 世纪物理学革命的 3 个主要领域:相对论、量子论和统计物理,篇篇都是响当当的^[1].相对论(狭义相对论)改造了牛顿力学,将原来只适用于低速运动的经典物理,发展到也适用于高速运动,将时间和空间联系起来,也将物质(质量)和能量联系起来.量子论打开了正确描述微观世界物理规律的新方向.统计物理建立了联系宏观与微观之间的桥梁,特别是首次提出了能用分子理论解释布朗运动的正确理论.它们都是当时头等重要的三件大事,也是影响深远的三件大事.

相对论和量子论的重要意义自不待言.布朗运动理论也具有头等重要的意义.那时,原子分子的微观学说还没有得到公认,以马赫(E. Mach)和奥斯特瓦尔德(W. Ostwald)为首的学派就反对原子分子学说.但是,爱因斯坦布朗运动理论的发表,搬掉了反对原子分子学说的最后一块绊脚石,也使奥斯特瓦尔德接受了这个学说.

2 爱因斯坦的科学成就

爱因斯坦的科学贡献是多方面的,其主要方面

可用图 1 表示.大家知道,爱因斯坦是伟大的物理学家,但是他在化学上也有重大贡献.事实上,他在光化学上的地位就相当于法拉第在电化学上的地位一样,以致化学家以爱因斯坦的名字命名了光化学上的一个单位.大家也知道,爱因斯坦主要是一位伟大的理论物理学家,但是他在实验物理上也有重大贡献.他与德哈斯(G. de Haas)合作,在 1915 年完成了一项重要的物理实验,被称为爱因斯坦-德哈斯实验,其物理现象被称为爱因斯坦-德哈斯效应.

爱因斯坦在理论物理上的贡献十分丰富^[1-3],包括了相对论(狭义和广义相对论、质能关系、引力波、宇宙学、宇宙学常数、统一场论等);量子论(光电效应、固体比热、光子的波粒二象性、受激辐射、跃迁几率、EPR 之谜、量子纠缠等);统计物理(布朗运动、涨落理论、临界乳光、玻色(S. N. Bose)-爱因斯坦统计、玻色-爱因斯坦凝聚等).

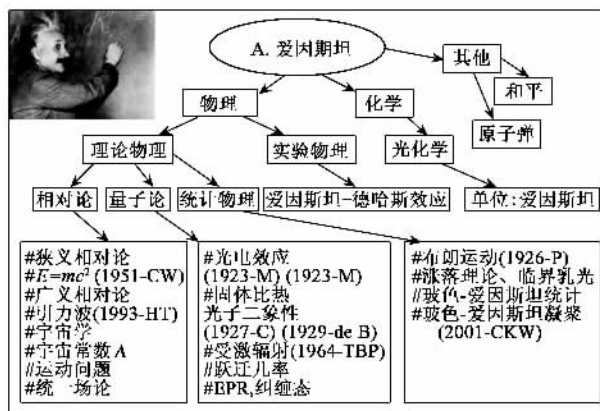


图 1 爱因斯坦的科学贡献

3 爱因斯坦怎样获得诺贝尔奖?

上面所述爱因斯坦在理论物理上的成就已经导致了 9 项诺贝尔物理学奖,其中 1 项是爱因斯坦本

* 本文是作者根据在第 263 次香山会议上的报告整理而成
国家自然科学基金(批准号:J0233010, J0473023)资助项目

† Email: l. lu@mail. pmo. ac. cn

人获得的 8 项是别人因验证或发展爱因斯坦理论而获得的. 图 1 中每一个圆括号即表示一项诺贝尔奖, 大写英文字母为获奖人姓氏的第一个字母, 并标明了获奖年份. 现在让我们来一一进行讨论.

通常, 诺贝尔奖被看成为自然科学成就的最高奖^[4,5]. 其实, 诺贝尔奖也存在着不公, 有许多相当甚至更高水平的成就未能获此奖的, 对获奖人的选择也存在这样那样的一些偏见. 因此, 不能把诺贝尔奖看得太认真^[6]. 当然, 一般地说, 除了极少数外, 获奖项目的水平都比较高, 它仍不失为高水平的一种象征. 因此, 我们也可以粗略地用诺贝尔奖来评价爱因斯坦的科学成就.

从 1910 年开始就有人提名爱因斯坦为诺贝尔物理学奖候选人, 然而频频落选. 表 1 所示即为历年来爱因斯坦被提名的领域、同领域的其他被提名人以及当年的获奖人^[2,3]. 从中也可看出一些端倪. 根据诺贝尔奖的规则, 50 年后可以解密, 因此, 50 年以前的诺贝尔奖档案可以公开^[6]. 由此可知, 1912 年, 瑞典皇家科学院没有把诺贝尔奖授予著名科学家 H. Kamerlingh Onnes、普朗克(M. Planck)、爱因斯坦等, 却授予了只有一个人提名的 G. Dalén(瑞典人). 后者的成就仅仅是“ 海滨照明 - 自动化灯塔”, 这几乎只是一项纯属技术性的成就. 与诺贝尔奖的宗旨相比; “ 海滨照明” 的当选获奖, 实在是发人深思. 虽然 1910 年起, 爱因斯坦几乎年年被提名(只有 1911 和 1915 两年除外), 却一直遭到强烈的反对. 一方面, 爱因斯坦的相对论一直受到保守势力的怀疑, 长期被视为“ 尚未经证实” 的理论; 另一方面, 受到纳粹分子(如 P. Lenard, J. Stark 等) 极力排犹的影响, 声称爱因斯坦的理论物理是犹太人的物理, 因而受到排斥; 再一方面, 也存在着一些地方主义或这样那样的关系网之类. 直到 1919 年, A. Eddington 领队利用日全食观测发现光线弯曲, 证实了爱因斯坦的广义相对论, 使他在 1920 年获得了越来越多的, 包括玻尔(N. Bohr), H. Lorentz, H. Kamerlingh Onnes, P. Zeeman 等人的强有力的推荐, 诺贝尔奖委员会却仍然排斥爱因斯坦, 把诺贝尔奖授予了又是只有一票提名的 C. E. Guillaume(瑞士人). 后者只是发现了一种受温度等环境影响很小的镍钢合金, 用它可以做精密测量工具. 在物理学蓬勃发展的黄金年代里, 这两个成果意义的反差实在太大了! 到了 1921 年, 推荐爱因斯坦的人越来越多, 他所获得的提名数遥遥领先. 但在当年的评审中, 诺贝尔奖委员会继续攻击相对论, 说相对论不是来自实验室

实验. 辩论的结果, 认为当年无人有获奖资格, 但保留这个名额. 在瑞典皇家科学院审议时, 据说辩论一直进行到深夜, 在 1921 年 11 月 12 日子夜时分, 投票决定当年不发诺贝尔物理学奖. 1922 年, 爱因斯坦问题再一次成为焦点, 他仍然得到了压倒性的提名支持. 在诺贝尔奖委员会和瑞典皇家科学院的评审会上, 相对论继续受到攻击. 会上 C. W. Oseen 提出以光电效应名义给爱因斯坦授奖. 但是, 评委中不少人还怀疑爱因斯坦的光子学说, 以光电效应理论的名义仍然得不到支持^[6]. 然而, 光电效应作为定律(即光电子能量与光波长的关系等) 已经被实验所确证. 最后, 在泛泛地提及理论物理后, 以光电效应定律的发现为名, 才通过了将 1921 年保留的奖授给爱因斯坦, 正式的获奖项目被定为“ for services to Theoretical Physics, and especially for his discovery of the law of the photoelectric effect”. 仔细回味这个奖项名称, 还是颇有意思的. 1922 年的诺贝尔物理学奖则授予了玻尔. 虽然大多数人认为爱因斯坦的主要贡献是相对论, 但是因光电效应获奖他也是当之无愧的. 正是光电效应使他成为量子力学的 3 个教父之一(另两人是普朗克和玻尔).

表 1 爱因斯坦被提名情况

年份	领域	同领域被提名者	当年获奖人
1910	理论物理 数学物理	Einstein, Gullstrand, Planck, Poincare	Van der Waals
1912	理论物理	Einstein, Heaviside, Lorentz, Mach, Planck	Dalen
1913	理论物理	Einstein, Lorentz, Nernst, planck	Omnnes
1914	理论物理	Einstein, Eötvös, Mach, planck	Von Laue
1916	分子物理	Einstein, Debye, Knudsen, Lehmann, Nernst	无物理授奖
1917	有关量子	Einstein, Bohr, Debye, Nernst, Planck, Sommerfeld	Barkla(18)
1918	量子物理	Einstein, Bohr, Paschen, Planck, Sommerfeld	Planck(19)
1919	理论物理	Einstein, Knudsen, Lehmann, Planck	Stark
1920	数学物理	Einstein, Bohr, Sommerfeld	Guillaume
1921	数学物理	Einstein, Bohr, Sommerfeld	Einstein(22)
1922	未定		Bohr

4 因检验或发展爱因斯坦理论而获得诺贝尔物理学奖的多达 8 项 14 人

值得注意的是,爱因斯坦被提名的研究领域相当广泛,涉及到狭义和广义相对论、量子论、光电效应、光量子、布朗运动、统计力学、涨落理论、临界乳光、固体比热、数学物理、爱因斯坦-德哈斯效应等。可见,爱因斯坦在物理学上的成就十分巨大。实际上,爱因斯坦的成就不仅导致自己因光电效应而直接获得诺贝尔物理学奖,还导致了 14 人因验证或发展爱因斯坦理论而获得了 8 项诺贝尔物理学奖,他们是:

(1) R. A. Millikan 因油滴实验和验证光电效应而获得 1923 年度的诺贝尔物理学奖。有趣的是, Millikan 原来不相信光电效应,他要亲自做实验来推翻它。使他惊奇的是,随着实验的进展,却越来越证明光电效应的正确性。

(2) J. Perrin 用实验验证爱因斯坦的布朗运动理论而获 1926 年度的诺贝尔物理学奖。

(3) A. H. Compton 发现了光子与电子的弹性散射(称 Compton 效应),验证了爱因斯坦在 1916 年提出的光子波粒二象性(光子同时具有波动性和粒子性,遵循 $E = h\nu$ 、 $p = h/\lambda$ 两个基本关系式,式中 E 和 p 是光子的能量和动量,代表粒子性, ν 和 λ 是它的频率和波长,代表波动性)而获得 1927 年度的诺贝尔物理学奖。

(4) L. V. de Broglie 将爱因斯坦的光子波粒二象性推广到电子而获得 1929 年度诺贝尔物理学奖。他预言的电子的波动性被称为 de Broglie 波。

(5) J. D. Cockcroft 和 E. T. S. Walton 因发明了高压倍加器,实现了人工加速粒子产生的核反应,验证了爱因斯坦的 $E = mc^2$ 而获 1951 年度的诺贝尔物理学奖。

(6) C. H. Townes, N. G. Basov 和 A. M. Prokhorov 研究了量子电子学,实现了爱因斯坦提出的受激辐射,导致了激光的发明,因而获 1964 年度诺贝尔物理学奖。

(7) R. A. Hulse 和 J. H. Taylor 发现了一颗双星脉冲星,间接证明了爱因斯坦引力波的存在,精确测定了两颗中子星的质量,获得了 1993 年度诺贝尔物理学奖。

(8) E. A. Cornell, W. Ketterle 和 C. E. Wieman 实现了碱原子稀薄气体的玻色-爱因斯坦凝聚,对

这些凝聚态的性质作出了早期的基本研究,从而获得了 2001 年度诺贝尔物理学奖。

5 爱因斯坦理论依然活跃在今天

非常可能爱因斯坦理论今后还会导致若干个新的诺贝尔奖,比如:

爱因斯坦在 1935 年与 B. Podolsky 和 N. Rosen 合作发表的一篇论文对量子力学提出了一个质疑(称 EPR 之谜)。文中提出了一个十分重要的概念——量子纠缠,这个概念在现代的量子信息学与量子计算机中极为有用。

爱因斯坦预言的引力透镜现象,1979 年已经在天体物理中被发现,那时, D. Walsh, R. F. Carswell 和 R. J. Weymann 发现了两个靠得很近的一类星体,证明它们实际上是同一颗类星体(0957 + 561)在途经大质量天体的强引力场时形成的两个引力透镜像。从那以后,一大批各式各样的引力透镜现象(包括爱因斯坦环、爱因斯坦弧等)被陆续发现。如今,引力透镜已经成为现代宇宙学的重要组成部分。

爱因斯坦预言的黑洞,也是当今天体物理中十分活跃的一个焦点。许多重要天体如活动星系核、伽玛射线暴、微类星体等的标准模型中均包含有黑洞。虽然,目前还不能说已经发现了黑洞。然而,针对观测发现黑洞的大型设备已在陆续建造、发射。黑洞的直接证认已为时不远。

爱因斯坦预言的引力波的直接探测也在加紧进行中。要知道,引力波的间接观测已经获得过诺贝尔奖,由于问题的重要性,直接测量将更有意义,它将开辟引力波天文学。

宇宙学上的重大进展,特别是宇宙加速膨胀的发现,更是充满着挑战^[7,8]。所有这些问题,都带有根本性的重大意义,不少很可能还会与诺贝尔奖有缘。国际上,包括了十多个大型设备和卫星的超大计划“Beyond Einstein”正在紧锣密鼓地进行着,重大的发现将会接踵而来,让我们拭目以待。

6 爱因斯坦与量子力学

人们常说,相对论,特别是广义相对论,基本上 是爱因斯坦一个人创立的。但是,量子力学则是许多人的集体创作。而且,在某种意义上,爱因斯坦还反对量子力学。事情究竟怎样,还得从历史作些讨论。量子力学的发展可以分为两个时期。

早期称为量子论,或者叫老量子论,主要由三部分组成,即普朗克的量子假设(引入普朗克常数 h 或 \hbar),爱因斯坦的光量子学说(提出光电效应和光子概念、提出完整的光子波粒二象性、提出量子跃迁几率),玻尔的原子模型(提出原子结构、提出定态概念和量子跃迁),它们是量子力学的前身.因而,普朗克、爱因斯坦和玻尔被尊称为量子力学的三个教父.应该指出,1905年爱因斯坦提出的光量子学说是非常大胆、非常革命性的.当时几乎没有人理解,甚至连量子假设的最早提出者普朗克也不理解.8年后,普朗克、W. H. Nernst、H. Rubens、O. H. Warburg 在提名爱因斯坦为普鲁士科学院院士的推荐书上就说:几乎没有一个现代物理学的重要问题爱因斯坦没有做过巨大贡献.当然他有时在创新思维中也会有错,比如,他对光量子的假设.可是也不应该过分批评他,因为即使在最准确的科学里,要提出真正新的观点而不冒任何风险是不可能的^[9].这就是即使到了1913年普朗克等人仍然反对爱因斯坦光量子假设的例子.可是爱因斯坦并不理会这些,继续把他的想法向前推进,除了光量子的能量 E 外,于1916年他又确定了光量子的动量 p ,从而得到了完整的光子的波粒二象性,即 $E = h\nu$ $p = h/\lambda$.

量子力学的创建主要是在1924至1928年间,沿着两条路线进行.一条是沿着普朗克-爱因斯坦-de Broglie-E. Schrödinger的路线发展.就是说,1924年 de Broglie 将爱因斯坦在1916年提出的 $E = h\nu$ 和 $p = h/\lambda$,推广到电子,认为电子不仅是粒子,也具有波动性,并且证明这个推广完全符合狭义相对论的要求.1926年上半年,Schrödinger 得到了这种 de Broglie 波所满足的方程,通常称为 Schrödinger 方程.这条路线得到的称为波动力学.另一条是沿着普朗克-玻尔-W. Heisenberg 的路线发展.比 Schrödinger 略早,Heisenberg 从玻尔的定态和直接可观测量出发,用完全新的计算方法来进行处理.这个方法得到了 Heisenberg、M. Born 和 P. Jordan 基于矩阵运算的系统发展,通常称为矩阵力学.随后,波动力学和矩阵力学被证明是完全等价的,统称为量子力学.虽然量子力学的方程已经给出,但是,它的真正含义还是要由 Born 给出了统计解释才算完成.

1928年,P. A. M. Dirac 将量子力学与狭义相对论结合起来,提出了 Dirac 方程,不仅解决了高能电子的量子力学描述,自然预言了自旋,而且还预言了反粒子(正电子)的存在.

的确,关于量子力学问题,爱因斯坦与玻尔辩论了几十年.这场大辩论对于量子力学的澄清和发展十分重要,对于改进各自的认识也十分重要.其实,爱因斯坦并不反对量子力学,他反对的只是对量子力学的解释.他也并不否定对量子力学的统计解释,他反对的只是把统计解释看作对量子力学的最终解释.尽管他是提出跃迁几率解释的第一人(他早在 Born 提出统计解释以前10年,在1916年研究受激辐射和 A、B 系数时就提出了跃迁几率),但从他的哲学观点来看,他是倾向于决定论的.他不相信“上帝扔骰子”!

尽管持有不同于玻尔的哥本哈根正统解释,爱因斯坦却一直非常重视量子力学.从他所提名的诺贝尔奖候选人名单可以看出这一点.他所提名的主要是两类人,一类是物理学家,一类是和平奖人选.早在1928年,爱因斯坦就提名 de Broglie、Schrödinger、Heisenberg、Born、Jordan 等量子力学的创始人,显见他对量子力学的高度评价和重视.他还曾对 O. Stern 说:“我在量子问题上费的心思,100倍于广义相对论”.

7 宇宙学与诺贝尔奖

显然,20世纪物理学的革命,引发了20世纪高科技的迅猛发展.没有爱因斯坦的质能关系就不可能有原子能的发展;没有量子力学就不可能有现代高性能的材料;没有这些发展就不可能有晶体管和集成电路,就不会有微电子学的重大成就.可以说,没有这场物理学的革命,就不可能有20世纪的高科技和现代文明.

爱因斯坦开创的现代宇宙学值得特别提一提,它已经产生了将近90年的影响.在20世纪后30年间,人们曾费了相当大的力气试图测准宇宙的膨胀速度[或哈勃(E. Hubble)常数]和减速因子,却分歧很大,始终得不到公认的结果.关于宇宙成分的研究,也始终无法取得合理的结果,特别是通常物质(地球上所看到的物质)与暗物质的量无法达到因果律所支持的暴胀模型的要求.就这样,宇宙学彷徨、徘徊了几十年.到了1998年,美国的两个科研小组,利用 Ia 型超新星作标准烛光,几乎同时发现:宇宙正在加速膨胀!这是一个极其惊人的重大发现^[7]!大家知道,支配宇宙大尺度运动的力只有一种,即万有引力.在天体与天体之间相互吸引的情况下,宇宙膨胀只能减速,不可能加速!加速膨胀的

发现必将根本改观宇宙学的研究,也将动摇物理学的基础!

值得注意的是,爱因斯坦在1917年刚提出宇宙学模型时,就因为广义相对论的引力场方程无法给出静态宇宙而人为地在方程中加入了一个宇宙常数项,通常记作 Λ 。实际上,这一项相当于一个斥力,用以抵消引力以获得静态宇宙。1929年,哈勃发现宇宙不是静态而是正在膨胀,使爱因斯坦放弃了宇宙常数^[8]。在发现了宇宙加速膨胀的今天,这个宇宙常数正好可以解释加速膨胀,因而再一次被启用。宇宙常数可以很自然地看作真空能量,通常叫做暗能量。这是一种整个宇宙无处不在、均匀分布而密度十分微小的“物质”,与通常物质根本不同,它所对应的压强是负的,这是宇宙斥力的根源。暗能量密度虽然十分微小,整个宇宙的总和却占了压倒优势。现在已经可以算出,宇宙中,通常的可见物质只占4%,暗物质占23%,而暗能量却占73%!

这里可以看到天体物理中有许多非常微妙的问题。大家知道,诺贝尔奖是不设立天文学奖的,但天体物理学家不乏获诺贝尔奖的例子。仔细查看一下历年诺贝尔奖的颁奖记录,可以看出,首次以天体物理项目获奖的是1967年的H. Bethe,奖给他“关于核反应的理论研究,特别是他关于恒星能源的发现”。为什么长达三分之二个世纪的时间里(1967年以前)没有一个项目奖给天体物理?决不是这么长的时间内天体物理没有重大发现,实际上是重大发现很多,比如哈勃发现的宇宙膨胀,那是影响天文学全局的大发现!这里有一段鲜为人知的事迹^[6]。

天体物理学家G. E. Hale在1913年就出现在诺贝尔奖候选人的名单上,以后又多次被推荐,却也频频落选。其实,诺贝尔奖委员会一直在辩论一件事:诺贝尔物理学奖究竟应该指大物理还是小物理?也就是说,天体物理、宇宙物理、大气物理、物理化学等是否也包括在内?到了1923年,Hale再度被推荐。这时,由于错综复杂的原因,比如基金开支、人员变动等,在诺贝尔奖委员会中,这个问题再度尖锐化^[6]。S. Arrhenius说了一个奇怪的理由:天体物理已经有了迅速发展,几乎包括了天文学全部,天体物理学几乎等同于天文学,而天文学并不包括在诺贝尔奖的范围。那年,正是这样否定了Hale的得奖,也将天体物理排除出了诺贝尔物理学奖的获奖范围。此后相当长的时间内,对H. Bethe、A. Eddington、哈勃、M. Saha、H. N. Russell等著名天体物理学

家的提名也一概被否定。大家知道,H. Bethe主要是一位著名的理论物理学家,但因为他的恒星能源理论属于天体物理,对他20世纪40年代的频频提名也一概被否定。直到1967年,在许多著名物理学家的不断压力下,才以“对核反应理论的研究,特别是对他的恒星能源的发现”的名义授予他诺贝尔物理学奖。而哈勃,虽也被许多物理学家频频提名,终因他的贡献与“主流”物理相比更偏向于天体物理而未能获奖。可见,只有物理味道特别浓的天体物理成就才能获得诺贝尔物理学奖。

8 新的乌云,还是新的朝霞?

一个世纪以前,J. J. Thomson分析了当时物理学发展的概况,精辟地指出,在物理学的晴朗天空中有两朵乌云。一朵是以太问题,另一朵是黑体谱问题。当时人们已经确认,光是一种波动现象。那时理解的波总是在介质中传播的,而光是可以通过真空的,那么真空一定也是一种介质,称为“以太”。以太是什么?没有人知道。许多实验,特别是Michelson-Morley实验,得到的是否定的结果。这朵乌云的驱散是通过爱因斯坦引入狭义相对论而实现的。另一朵乌云的驱散则是通过普朗克引入量子概念而实现的。这两朵乌云的驱散导致了20世纪物理学的两大革命。时隔一个世纪,如今又出现了新的两朵乌云,即暗物质和暗能量。可见物质是由电子、质子、中子、原子、分子等构成的普通物质。暗物质是由尚未发现的不具有强作用和电磁作用的长寿命的中性重粒子构成。而暗能量则完全不具有通常意义的物质形态,是真空中的一种奇怪的东西,有点像以太那样的一种“幽灵”。驱散这种乌云,也许又会导致物理学的一场新的革命。人们已经提出了许多物理模型,试图确切地描述、理解暗能量,至今还没有得到公认的结果。有趣的是,近年来的观测似乎支持爱因斯坦的原始思想——宇宙常数 Λ 。然而从量子的角度来看,数值上会与宇宙常数 Λ 相差100多个量级。看来,任重道远,要真正驱散这两朵乌云,还有许多事情要做。也许,答案就在意想不到的地方!正是:于无光处看闪电,于无声处听惊雷!说不定“众里寻他千百度,蓦然回首,那人却在灯火阑珊处”^[10]

这是世纪性的机遇,迎接挑战吧!

参 考 文 献

- [1] 许良英、范岱年、赵中立等. 爱因斯坦文集(1 卷 - 1976 2 卷 - 1977 3 卷 - 1979). 北京 : 商务印书馆
- [2] Pais A. The Science and Life of Albert Einstein. Oxford University Press ,1982(中译本见 :Pais A 著. 方在庆 李勇等译. 爱因斯坦传(上、下册). 北京 : 商务印书馆 2004)
- [3] Pais A. Einstein lived here. Oxford University Press Inc , New York ,1994(中译本见 :Pais A 著. 戈革 乐光尧 黄敏南译. 一个时代的神话 : 爱因斯坦的一生. 北京 : 东方出版中心 , 1998)
- [4] Nobel Lectures , Physics. Elsevier Publishing Company.
- [5] 诺贝尔奖网站 <http://nobelprize.org/>
- [6] Friedman R M. The Politics of Excellence.(中译本见 :Friedman R M 著 杨建军译. 权谋——诺贝尔科学奖的幕后. 上海科技教育出版社 2005)
- [7] Bennett C L *et al.* ApJ Supplement Series ,2003 ,148 :1
- [8] Coles P , Lucchin F. Cosmology : The Origin and Evolution of Cosmic Structure. John Wiley & Sons , LTD ,2002
- [9] 杨振宁. 在第 22 届国际科学史大会(北京) 上的讲演 2005
- [10] 辛弃疾. 词《青玉案·元夕》



· 物理新闻和动态 ·

物质如何过渡

物质如何过渡? 在微观层次上大自然如何使高密度的外表面(如苹果的表皮) 过渡到表面外什么都没有的部分. 对于塌陷的恒星 这个问题变得尤其突出. 由恒星表面到真空的过渡 物质密度的梯度可以大到 10^{26}g/cm^4 .

在 Los Alamos 和 Argonne 国家实验室的物理学家提出了一种新的模型. 宣称现时流行的关于夸克星表面的情况的理论是错误的. 这些夸克星从中心到表面都是由夸克物质组成的. 为使夸克物质能存在于表面附近的低压环境下 , 包含近乎等量的上夸克、下夸克和奇异夸克的物质要比中子(由一个上夸克和两个下夸克组成) 和质子(由两个上夸克和一个下夸克组成) 更有利.

自从 20 世纪 80 年代以来 理论家们便推测这种可能性(常称为奇异夸克物质假设). 这样组成的恒星(夸克星) 被认为是密度最高的物质. 密度更高时 , 恒星将变成黑洞. 在我们的太阳系中 , 主要的物质是由上夸克和下夸克组成的.

将中子或质子中的上夸克或下夸克转换成奇异夸克所形成的物质通常是不稳定的. 然而 , 在夸克星的高密度环境中 , 含有上夸克、下夸克和奇异夸克的物质可能是稳定的. 因为假如奇异夸克假设是正确的话 , 当成千上万夸克聚在一起时(不同于一般我们在地球上见到的由 2 个夸克组成的介子或 3 个夸克组成的质子和中子) 上夸克 - 下夸克 - 奇异夸克物质与上夸克 - 下夸克形式的物质相比 , 是一种更节能的形式.

这样的过程确实发生在塌陷的恒星中 , 奇异夸克能使这种恒星的表面变得粗糙. 这样的表面可与液体的表面作比较. 在地球上 , 由于表面张力的作用 , 液体表面一般是平的 , 要克服表面张力 , 在液体表面上再形成另一个面所需要的能量太多 , 因而很难. 相反 , 在夸克星上表面张力可能不大 , 不需要消耗不适当的能量就可能在夸克星的外壳形成额外的由许多类似块状物质组成的表面.

如何检验夸克星表面非均一的过渡呢? Los Alamos 小组再次与流行的模型有分歧. 流行的模型认为夸克星应比中子星更明亮 , 而 Los Alamos 小组的物理学家则认为 , 像水面上的泡沫影响我们的视线那样 , 在夸克星本可以是光滑的表面上 , 类似块状的夸克物质会增强中子和质子的散射 , 降低夸克星的亮度. 有关论文将发表在近期的 Phys. Rev. Lett. 上

(树华 编译自 Physics News Update , Number 760 #1 , 3 January , 2006)

量子溶剂

德国鲁尔大学的 M. Havenith 教授领导的研究组完成了一个高精度的实验. 他们把一氧化氮(NO) 分子安置到液氦小滴内 , 从而可对 NO 分子进行超冷状态下的性质研究.

1992 年是《科学》杂志的“分子年” , 而 NO 是该年的重要研究对象 , 因为它在大气化学和生物学的信息转换两个方面都起着一定的作用. 一个 NO 分子实体(它有时带电 , 有时是中性的) 是进入化学反应的一个基本单元. 为了能让我们能更好地了解这个重要分子和它参与化学反应的各种性质 , 一个非常值得采取的步骤是让分子处于静态 , 这样就能更好地观察它在各种振动、转动量子态下的复杂能谱.

M. Havenith 教授的研究组所进行的实验是将液态氦滴通过冷喷嘴射入真空中. 一个由 3000 个氦原子组成的合成氦球 , 其中潜伏着 NO 分子. 这样整个 NO 分子被包围在超流的氦茧内 , 并处于 0.4K 的超冷温度下 , 但它在茧内可自由转动. 氦原子只是起着保持超低温的环境作用 , 它并不参与和 NO 分子起任何化学作用. 在这种条件下 , 研究组第一次记录了在氦流体内 NO 分子的高分辨率的红外能谱线.

(云中客 摘自 Physical Review Letters , 18 November 2005)