

卡西米尔效应与提取零点能

Demonstration of the Casimir Force and Tapping the Zero-Point Energy

雷锦志 江兴流

(北京航空航天大学理学院 北京 100083)

最近的实验结果证明,真空中确实存在零点能,问题在于人类能否用科学的方法提取零点能。真的可以从真空中提取能量吗?大自然真的如此慷慨还是一毛不拔呢?目前,尽管大多数物理学家认为不能从真空中提取能量,但在美国得克萨斯州奥斯汀高级研究所的成员们却坚信宇宙中有“免费的午餐”;他们的目标就是要向真空索取能量。奥斯汀高级研究所所长Harold E. Puthoff甚至指出:“对于这个领域中的狂热分子(比如我们自己),我们认为21世纪可能是零点能的世纪。”^[1,2]

关于零点能的设想来自量子力学的一个著名概念。具体地说,零点能来自海森堡测不准原理。该原理指出:不可能同时以较高的精确度得知一个粒子的位置和动量。因此,当温度降到绝对零度时粒子必定仍然在振动,否则,如果粒子完全停下来,那么它的动量和位置就可以同时精确地测知,而这是违反测不准原理的。这种粒子在绝对零度时的振动

(零点振动)所具有的能量就是零点能。

零点能的效应

有人认为,零点能来自所有各种类型的力场,包括电磁场、引力场和核力场,并通过几种方式表现出来。一种方式是兰姆位移,即受激原子发出的光的频率的轻微改变;另一种形式是电子和光学仪器中可纪录到的一类特殊的不可避免的电平噪声。

然而,最明显的要数卡西米尔(Casimir)效应。1948年,荷兰物理学家H. B. G. Casimir计算出,两块靠得足够近的金属板将会非常轻微地相互吸引。其理由在于,这块金属板中较小的距离只容许真空能量中较小的高频电磁成分(“模式”)存在于其间,而其它那些较大的成分则被金属板挡在外面。作用在两侧的力之差使金属板互相靠拢。

Lamoureux在华盛顿大学时,在他的学生Dev

ligence)的“雄心勃勃的广为参与的努力”。然而唯一的问题是,似乎没有一个人能说清什么叫“知识与分配智力”!依我个人的观点看来,至今还没有一项重大的成就是出于委员会的推荐而取得的。在美国有一纸令人沮丧的立法,称作“政府行为及后果法案”,它促使所有的基金代理机构对每个计划与合同实行不间断的评估。对于在经过5年研究之后却没有发表过一篇文章的Wiles来说,能对他们说些什么呢?我们应该老老实实告诉这些机构,我们常常并不知道一些研究思想将会引向何处,但希望它们能够澄清某个问题。当然他们对于从事一系列的探索给以资助是理所应当的,而要与我们订合同去证明这个或那个定理,却是不恰当的,更不用说企望我们迈出什么有益于人类的具体步伐了。

我们应该老实告诉他们,确确实实,我们在“玩”数学,乐在其中,我们也真正觉得数学不但美丽而且有用。

这可能与严格的道德准则不相容,但这“玩”与这爱美之心都是我们探索更深理念的一个不可分

的部分。如果试图把这些也一笔勾销,那么,从长程来看对数学行业的损害将大于好处。我曾与Dennis Sullivan闲谈到关于在家庭时间与研究时间之间所发生的矛盾。他提醒,在周末这种场合告诉你配偶说你要去搞数学“工作”绝对不是个好主意;诚实一点,告诉他或她说你要去玩一玩数学。

还有什么?

国际数学家大会的目标必定是要使所有数学家之间的交流变得容易,这表明我们必须时常反复思考,怎样才能最好地把我们的成果向别的领域的专家们作解释。每个发言者必须想一想什么是他或她想要分享的最有意义的新见解。我们必须愿意从别的领域中去努力寻求思想,不管是纯粹的还是应用的,只要对我们是适合的。这些似乎是老生常谈,但我相信这实际上是做起来难,忘起来容易的事。

(胥鸣伟 译 李文林 校 责任编辑 蔡德诚)

Sen 的协助下对卡西米尔效应进行了精确的测量^[3]。该测量结果与卡西米尔对这一特殊的板间距和几何构形所预测的理论结果相差不超过 5%。Lamoreaux 在他的实验中, 采用镀金石英表面作为他的金属板。一块板固定在一个灵敏的扭摆的端部。如果该板向着另外一块板移动, 则摆就会发生扭转。一台激光器可以以 0.01 微米的精度测量扭摆的扭转。向一组压电元件施加的一股电流使一块卡西米尔板移动; 而一个电子反馈系统则抵消这一移动, 使扭摆保持静止。零点能效应就表现为保持摆的位置所需的电流量的变化。美国加州大学的 U. Mohideen 等人在 0.1 至 0.9 μm 的范围内, 用原子显微镜对球对板结构的卡西米尔力进行精确测量, 实验与理论偏差达到 1%^[4]。还有不少理论上的结果, 计算出了各种条件下的卡西米尔效应。

关于零点能不同的观点

关于零点能的争论有不同的观点, 这些争论形成了关于零点能的许多不同的学派。Moray B. King 总结出了如下几种^[5]:

- 1 量子物理是错的。量子事件可以通过自场 (self-fields) 作经典的解释, 零点能不存在。
- 2 相对论是错的。有一个类似于物质的以太存在。
- 3 量子物理是对的, 但零点能只是理论上的产物, 并不真正存在。
- 4 零点能在物理上存在, 但太微弱, 不能作为真正的能源。
- 5 零点能在物理上表现为能量很高的涨落, 但无法提取, 因为它们是随机地处处存在的。
- 6 零点能是开放非线性系统的混沌的表现。在一定条件下可以表现出自组织行为, 因而可以作为能源。
- 7 零点能是来源于四维空间的电磁流的三维表现。它可以扭曲我们的三维空间, 从而改变时空度规。可以提取出来作为能源, 但这一过程改变了局部的引力、惯性和时间的进程。

西方的学派倾向于 3、4 和 5。第 1 和 2 两种学派试图在经典的层次上解释所有物理现象。前苏联学派的大部分相信 6 和 7, 他们在这方面已经做了大量研究, 包括对挠场 (torsion field) 的理论和实验的探索。许多在西方学者看来是神秘的和猜测性的关于零点能的想法, 俄罗斯科学家却已做了长期严肃的理论上和实验上的研究。

关于零点能的最有力的描述是 Wheeler 的几何动力学 (geometrodynamics)^[5,6]。Wheeler 认为零点能是来源于高维时空的电磁流穿过我们所在的宇宙所产生的微小振动。Wheeler 通过把从量子力

学中得到的关于零点能的能谱密度的表达式插入到广义相对论的能量张量中, 计算出了单个真空振动的能量密度 (与之等价的质量) 的量级是 10^{95} g/cm^3 。他认为高频模态的零点能有如此高的能量密度, 以至时空扭曲成微小的称之为“虫洞” (worm holes) 的超空间的长丝。这个虫洞可以提供连接不同的三维空间或是不同的平行宇宙之间的通道。这些虫洞的洞口的量级为普朗克长度 (10^{-33} cm), 比电子的直径还小 20 个数量级。在三维空间中表现为原初带电粒子或是“微洞” (mini hole), 其极化方向由电磁流的方向确定。这些电磁流从四维空间近似垂直地通过我们的三维空间, 在三维空间中的小部分的量就表现为零点振动。

零点能理论与现代物理

现代物理理论已经有了像量子力学和广义相对论这样的理论, 可以描述从微观粒子运动到宏观的宇宙演变的大量物理现象。然而, 从经典的物理理论我们知道, 一个旋转的电子要辐射能量就要掉进原子核里面, 但事实却不是。为什么电子不因辐射能量而进入原子核呢? 量子力学的解释是“在量子论中, 它不辐射能量”。

有很多人也许想知道为什么电子不辐射能量? 为什么爱因斯坦方程是这个样子的? 到处存在着的零点能是从哪里来的? 或是更大的问题, 宇宙是怎么开始的?

对于这些问题, Puthoff 在他的文章“Quantum fluctuations of empty space: A new Rosetta Stone in Physics?”^[2]中介绍了一些从零点能概念出发的理论解释。

Puthoff 在^[7]中证明了电子可以按经典的理论那样连续辐射能量, 但同时从零点能中吸收部分能量作为补偿, 在电子的最低能级的轨道上, 这两者正好达到平衡。而关于引力的理论, 俄罗斯物理学家 Andrei Sakharov 认为引力是真空零点能分布的改变所诱导的一种效应, 而这种改变是由于物质的存在引起的^[8]。后来 Puthoff 得到了通过零点振动表示引力常数的一个公式^[9]。

这种处处存在着的电磁场零点能的来源问题, 历史上有两个学派: 一种认为来源于宇宙的边界条件: 随机的电磁辐射; 另一种认为由构成物质的带电粒子的量子振荡所形成的。其中前一种理论已经发展成为随机电动力学 (Stochastic Electrodynamics)^[10]。随机电动力学经过许多物理学家的努力, 可以解释包括黑体辐射和光电效应在内的一大类物理现象, 但同时也遇到一些困难。

现在看, 最基本的问题是, 宇宙的来源是什么? 纽约城市大学的 Edward P. Tryon 教授认为大爆炸

来源于真空的零点涨落^[1]。他在他的模型中预言了宇宙是均匀的、齐次的、封闭的,并由等量的物质和反物质组成。

零点能的提取

零点能可以提取吗?大部分物理学家认为不能提取零点能,因为零点能是一种随机的电磁振荡。根据热力学第二定律,是不能从随机的电磁振荡中提出能量的。而Moray B. King 坚持认为零点能是可以提取的,并在这方面做了大量的工作^[5]。King 的根据主要是普里高津的自组织理论。根据普里高津的理论,在一定的条件下,可以产生自组织效应,从混沌走向有序。King 认为,在一定的条件下,由于挠场相干等原因,可以使随机的背景电磁场产生自组织,从而提出零点能。并试图利用这一理论解释球形闪电、冷核聚变等现象。

江兴流等人在作电解实验时,观察到阴极金属微尖端处出现的与沟道效应有关的缓发的放射性^[12]。这一发现受到国际学术界的高度重视。笔者认为这种固体中出现的低能核反应可以用动态卡西米尔效应^[13]和类星体模型^[14]来解释。

无论如何,如果零点能是可以利用的,那么能源危机将不再是严峻的问题。尽管现在的争议还很大,但国外已经在零点能的研究上走了很长的路。本文列举了其中很少的一部分研究结果,希望以此引起我国物理科学工作者对这一领域研究的关注,使得我们在下一世纪将要来临的高科技竞争时代不至于处于被动的局面。

参考文献

- [1] Philip Yan, 物理学发展趋势: 利用零点能. 科学(中文版) 1998, 3 (原载: Scientific American, Vol 277, 6, 1998)
- [2] Harold E. Puthoff, Quantum Fluctuation of Empty

Space: A New Rosetta Stone in Physics? <http://www.livelinks.com/umeria/free/zpe1.html>

- [3] Range. S. K lamoreaux, Demonstration of the Casimir Force in the 0.6 to 6 μ m, Phys. Rev. Lett, 78, 5 (1997).
- [4] U. Mohideen, Anushree Roy, Precision Measurement of the Casimir from 0.1 to 0.9 μ m, Phys. Rev. Lett, 81, (1998).
- [5] Moray B. King, Tapping the Zero-Point Energy, Paraclete Pub. 1997.
- [6] J. A. Wheeler, Geometrodynamics, Academic Press, NY
- [7] H. E. Puthoff, Ground State of Hydrogen as a Zero-Point Fluctuation-Determined State, Phys. Rev. D 35, 3266 (1987).
- [8] C. W. Misner, K. S. Thorne and J. A. Wheeler, Gravitation (Freeman, San Francisco (1973), p. 426
- [9] H. E. Puthoff, Gravity as a Zero-Point Fluctuation Force, Phys. Rev. A. 39, 2333 (1989).
- [10] T. H. Boyer, A Brief Survey of Stochastic Electrodynamics, (Foundations of Radiation Theory Quantum Electrodynamics, edited by A. O. Barut, Plenum, New York, 1980).
- [11] E. P. Tryon, Is the Universe a Vacuum Fluctuation? Nature 246, 396 (1973).
- [12] Xing-Liu Jiang, Chang-Yi Cheng, Dong-Feng Fu, Li-Jun Han, Wen Kang, Tip Effect and Nuclear-Active Sites, Proceedings of the 7th Inter Conf. on Cold Fusion Vancouver, Canada, April, 19-24, 1998, p 175
- [13] V. V. Dodonov, Dynamic Casimir effect in a non degenerate cavity with losses and detuning, Phys. Rev. A, 58, 4147 (1998).
- [14] M. Disney, A new look at quasar, Scientific American, p. 54, June 1998 (责任编辑 王宏章)

科技动态

加压可以提高超导体的临界温度

据英《新科学家》1998年8月报道: 超导体研究在停滞几年后又开始热了起来。瑞士苏黎世 BM 实验室的科学家领导的一个科研小组, 最近发现了一种使化合物的超导临界温度大大提高的方法, 可以使一些材料在 200K (-70℃) 的温度下实现超导性, 为超导元件免除昂贵的冷却系统开辟了一条道路。

上一次超导材料的研究热是在 80 年代末开始的, 当时也是在苏黎世 BM 实验室, 亚历克斯·缪勒和乔盖·贝德诺兹发现了一种钡铜和氧组成的陶瓷在 30K 的温度下具有超导性。在后来的几年内, 这一记录被不断

突破。但自 90 年代初以来超导研究进展缓慢。现在的最高记录是由 1993 年研制出的汞钡钙铜氧化物材料保持的, 其超导临界温度是 133K。

由琼皮埃尔·洛克奎特领导的新的 BM 研究小组采用同一汞钡钙铜氧化物陶瓷, 对其施加高压后, 使超导临界温度提高到 164K。加压之所以使超导性提高, 是由于加压使超导体复杂的层状晶体中原子之间的空隙产生变化, 而超导陶瓷就是由层状晶体组成的。

加压的方向可能是关键因素。研究发现, 当沿某些
(下转第 19 页)