

负能量问题——超光速研究的重要方向

黄志洵

(北京广播学院, 北京 100024)

[摘要] 论述了关于负能量的多个理论预期和相关实验, 阐明了超光速研究和负能量概念的关系。

[关键词] 负能量; 超光速; Casimir 效应; 消失模; 负折射率

1 引言

能量的概念是 1807 年由 T. Young 引入的, 他过去称为“活力”的东西命名为运动体的能量。19 世纪 40 年代, R. Mayer 以及 J. P. Joule 建立了关于能量守恒和转化的定律, 能量才成为物理学概念并广泛被人们采用。能量概念的重要性在于其在转换过程中守恒。另一方面, 1687 年 I. Newton 提出了质量概念, 认为质量是惯性的量度。1905 年 6 月, A. Einstein 建立了狭义相对论后, 9 月又发表一篇论文提出了著名的质能关系式 ($E = mc^2$), 断言“物体的质量是它所含能量的量度”。自此以后, 惯性、引力作用、质量、能量这些概念被统一起来。这时不再可以任意规定能量的零点, 因为它在惯性、引力方面会产生可观测效应。与此同时, 又提出了真空是否有能量的问题。

经典物理中一般不讨论和承认“负能量”。量子理论则不同, 例如在 P. A. M. Dirac 的电子理论, 在有外场 (电磁场) 时, $(+E)$ 和 $(-E)$ 的态不能清楚地分开。这是因为在 $(+E)$ 的态有不为零的几率跃迁到 $(-E)$ 的态, 此即所谓的 Klein paradox^[1]。负能态的概念逐渐确立起来并获得广泛认同。

近年来, 学术界再次对负能量问题发生兴趣。例如, 一维线性谐振子的动能算符、位能算符均为

正, 那么当它处于一定能量本征态 (由 Planck 黑体辐射公式确定) 时, 是否存在负动能和负位能的几率分布区域^[2]? 又如, 在 20 世纪 90 年代美国科学家声称已通过 Casimir 效应测出了量子力学理论中的零点能; 有人认为在本质上它属于负能量, 并与获得超光速的目标联系在一起。再如, 已有多个科学专家指出负能量与广义相对论中的时空弯曲、虫洞 (wormhole) 理论相联系对于未来的重要性。

上述情况表明, 负能量已成为新世纪中重要的研究课题。

2 Dirac 的科学预言

在 20 世纪的早些时候, 杰出的英国物理学家 P. A. M. Dirac 在一项理论中同时预言了负能态和反粒子, 并从量子物理学的角度以全新的观点, 揭示了真空的本质。

针对一个自由电子, 1928 年 Dirac 导出如下微分方程:

$$\frac{1}{c} \frac{\partial \Psi}{\partial t} + (\alpha \cdot \nabla) \Psi + j \frac{m_0 c}{\hbar} \beta \Psi = 0. \quad (1)$$

Ψ 为竖行矩阵; α 、 β 为算符, 需通过分析确定。以 $\hbar c/j$ 乘全式, 令

$$H = j\hbar c (\alpha \cdot \nabla) + \beta m_0 c^2 \quad (2)$$

则有

$$j\hbar \frac{\partial \Psi}{\partial t} = H \Psi$$

在以上诸式中， m_0 是电子的静质量， c 是光速。根据 Dirac 所选的 α 、 β 的表象，上式可展开为 4 个标量方程；如取每个 ψ 分量为平面波，得 4 个联立的代数方程。其有非零解的条件为

$$E = \pm c \sqrt{p^2 + m_0 c^2} = \begin{cases} E_+ \\ E_- \end{cases} \quad (3)$$

式中 E 为能量， p 为动量；现在不能舍去负能态的结果。这样，Dirac 理论有许多奇异的内容。例如，处于负能态的电子具有负质量，因而当施力于某方向时加速度在反方向^[1]。

根据 Dirac 方程，负能态电子确实存在并充满宇宙中，而真空可看作负能级被一切电子占据的态。也可以说，带负能量的电子海洋构成了真空，而其中的空穴是具有正能量的正电子。1932 年，C.D.Anderson 用云室发现了正电子，并于 1936 年获 Nobel 物理奖。至于 Dirac，由于发现原子理论的新的有效形式，建立相对论性量子力学理论并预言正电子而荣获 1933 年 Nobel 物理奖。

正电子是电子的反粒子，在各方面都和电子一样，只是电子带单位负电荷，正电子带单位正电荷。从 Dirac 理论外推，每种粒子都应有与之相对应的反粒子；20 世纪 50 年代发现了反质子、反中子。反质子、反中子可能组成带负电的原子核，加上正电子可组成反原子。由反原子即可组成反物质，故又产生了“是否有反世界存在”的奇异联想。1997 年初，欧洲核子研究中心 (CERN) 首次获得了第一批 (9 个) 反氢原子。到 1998 年 9 月，CERN 的“反物质工厂”已能在 1 h 生产 2000 多个反氢原子。近年来，美国、日本、中国、意大利的科学家都在反粒子领域开展工作并有所发现。

3 宇宙学研究中的负能量

在力学计算中，当我们考虑一个轨道卫星在地球引力场中的运动时，卫星—地球系统的总能量为动能和间距位能之和。当计算结果得出总能量为负时，它的意义仅在于：在选取无限大间距的位能为零时，只有对该系统做功（即供给能量），才能使它达到那个总能量为零的条件，即间距无限大而速度为零。在这里，负能量概念似乎是由于对位能的适当定义而采取的某种论述方法或手段。在一般情形下，更常见的是人们认为负能量没有物理意义而不予接受。

近代宇宙学研究给人们以全新的启示。众所周

知，1915 年，A.Einstein 提出了引力场方程作为广义相对论的一个重要内容。方程中有一个待定常数 λ ，一般称之为宇宙常数。如取 $\lambda = 0$ ，对应不断膨胀的动态宇宙模型；如取 $\lambda > 0$ ，对应斥力场，它与引力场平衡因而得到静态的宇宙解。宇宙常数问题公认为物理学中尚未解决的难题之一，而且它与真空能问题（究竟怎样看待真空）直接相关。实际上，科学家们认为 Einstein 的理论等效于下述推测，即宇宙中充满一种导致天体互斥的看不见的能量。这就是 Einstein 的负引力理论，正是这种力使宇宙膨胀加速。一般体积的物体产生的负引力非常小，但在处理宇宙中的星系时却很重要。最近 (2001 年 4 月) 有报道说，美国天文学家于 1997 年用 Hubble 望远镜拍到的超新星爆发照片表明，这种负引力存在的证据已经得到！笔者认为，这也是负能量存在的证据，因为我们对力作积分就得到能量 [做功 $W = \int \mathbf{F} \cdot d\mathbf{l}$ ，而功可表为能量差即 $W = E_2 - E_1$ ；取 $E_1 = 0$ 时，能量与功相等效]。

现在我们阐述在黑洞研究中使用的负能量概念。天文学中黑洞的概念起源于 1783 年，英国人 J. Mitchel 提出，大质量恒星会有十分强大的引力场，以致使光线都不能逃逸。虽然由于光不能到达地球而使观测不可能，但这种天体很可能存在。法国著名科学家 P.S.M.Laplace (1749 - 1827) 也独立地提出了类似思想。直到 1969 年，美国物理学家 J.Wheeler 才用黑洞 (black hole) 这个词给它命名。1974 年，英国物理学家 S.Hawking 用量子力学研究物质在黑洞附近的行为时发现，黑洞以恒定速率发射粒子，与通常的热物体一样。这个发现后来被更多的人所证实。对此需要一种解释。

量子力学中有所谓虚粒子，它们不像实粒子那样能被仪器观测，所以被称为虚的。但是，可以测量其间接效应，例如它们在受激氢原子发射光谱上产生微小位移 (Lamb shift)，证明虚粒子是存在的。按照量子力学观点，整个空间充满虚粒子 (正反粒子对)，它们不断地成对产生、分开，又聚到一起互相湮灭。在黑洞的情况，虚粒子对中的一个成员可能落到黑洞中；另一个粒子或反粒子便不会湮灭，它或者也落入黑洞，但也可能逃逸出来，表现为黑洞的辐射^[3,4]。

实际上，虚的正、反粒子对会经常被质化为正、反粒子对，这种粒子对分别具有正、负能量^[3]。1974 年 Hawking 的工作正是从理论上证明

黑洞内外都可以产生这样的粒子对。因而，当黑洞吸收了带负能量的粒子时，另一带正能量的反粒子既可以进入黑洞，也可以根据量子隧道效应穿过黑洞的引力位垒而逃逸到无穷远。这就是对黑洞热辐射的更清楚的解释。我们再次看到负能量的概念是正常的，早已被科学界所接受。

4 Casimir 效应的提出和验证

n 个谐振子的平均能量公式 (Planck 黑体辐射公式) 为^[5]:

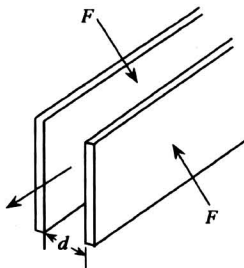
$$\bar{E} = \frac{hf}{e^{hf/kT} - 1} + \frac{1}{2} hf \quad (4)$$

取 $T=0$ K, 就得到零点能

$$\bar{E}_0 = \frac{1}{2} hf \quad (5)$$

在 40 年代时, 荷兰物理学家 H. Casimir 致力于计算两个中性原子间瞬时电偶极矩相互作用的起伏, 对伴有偶极辐射的情况产生疑问。他与 Niels Bohr 讨论, Bohr 告诉他这问题可能与零点能有关^[6]。在进一步研究后, H. Casimir 于 1948 年提出零点能的变化引起力作用 (Casimir 力), 检测这种力 (或压强) 就能判断零点能是否存在。

从理论上讲, 真空能量以粒子形态出现, 并不断在小规模上形成和消失。可以认为, 真空中充满着各种波长的粒子。Casimir 认为, 如采用两块靠得很近的金属板, 排除掉较长波长的光子; 金属板外较多的波 (较多光子) 就会使两板有靠近的趋势。而一旦它们靠的更近, 两者之间仿佛产生的吸力就会更强。当然, Casimir 力是很微弱的, 它不会比一颗尘埃落到板上产生的压强更大, 但是, 进行检测仍然有可能 (图 1)。



(F 为 Casimir 力)

图 1 Casimir 测零点能的设想

Fig.1 Principal analog of a setup showing the measurement of the zero energy

自 H. Casimir 发表他的实验方案以来, 半个世纪中没有受到人们的重视, 亦即 Casimir 力一直未曾被测量过。这种局面到 20 世纪 90 年代后期才开始改变。1996 年美国的一些科学家对 Casimir 效应产生的斥力和吸力进行了计算, 并提出做一种微形金属空腔来替代两块金属板。这种微型腔在技术上要求极高, 只能委托原来生产集成电路的公司用平板蚀刻技术和淀积技术来制造。

美国的 Jordan Macley 曾在大学担任电气工程教授, 空腔的思想就是他提出的, 他还打算成立量子场公司, 并获得美国航天局 (NASA) 的研究资助。他提出的空腔又长又薄, 尺寸仅有一个大肠杆菌那么大, 制造方面认为技术上极为困难, 是加工水平的极限。NASA 之所以支持, 是因为这是利用量子理论寻找未来的航天器的新能源。

1998 年, 美国 Los Alamos 国家实验室的科学家 Steven Lamoreo 最先实现了对 Casimir 作用力的测量, 他的装置比 Casimir 本人于 1948 年提出的设想复杂, 由 2 根镀金石英棒和一个镀金球组成。安装时它们十分靠近, 因此 Casimir 力使吊在金属丝上的一根石英棒扭转。S. Lamoreo 测量了使石英棒恢复原状的力, 结果与 Casimir 理论相符, 事实上只有 5% 误差。但他的实验只获得 10~15 J 的能量。

5 超光速与负能量的关系

以上内容所涉及的真空能 (零点能) 是怎样的性质, 一时还看不清楚。1998 年, 美国物理学家 Can Olum 在研究超光速问题时断定, 从 Casimir 效应而得到的能量是负能量。但是, 早在 1968 年 G. Feinberg 在其“超光速粒子的可能性”的论文中就论述了负能量这一命题^[7]。他说:

“在相对论性量子力学中, 超光速粒子有别的问题, 其产生是由于下述事实: 对于像空间的动量矢量, 可由 Lorentz 变换改变能量的符号。在波方程的正、负能量解之间比像时间动量包含有更直接的联系。这个联系想来含有超光速粒子, 必须包括负能态的存在。然而, 我们将看到为超光速粒子的负能解十分相似于为普通粒子所用者, 即在量子场理论中这些解是与产生算符代替湮灭算符相联系着”。

实际上, Feinberg 是指出超光速问题与负能量概念有关的第一人。

1994年, Alkuvary 提出一种能实现曲相推进(warp drive)的时空几何结构, 以特定方式让时空弯曲, 使物体以超光速运动。但曲相推进需要具有负能量密度的怪异物质。同年, Thorn 宣布以数学证明了以超光速作空间弯曲方式旅行的可能性, 又说可以利用虫洞; 后者是弯曲时空中连接两个地点的捷径, 是广义相对论的推论之一。但是, 从理论上讲只有负能量可以打开及扩大虫洞。因而, 负能量区域成为超光速运动的前提条件。

1998年, 英国的 New Scientist 报道说, 美国物理学家 Can Olum 提出了有望获得超光速的方法。他比较了信号沿各种通道的传播时间。当光通过正常物质空间会使速度稍微变慢, 这是正物质的效应。为了使信号传播速度超过光速, 物质的质量应小于零, 即具有负质量, 当然也就是负能量。他说, 没人能确定负能量可在大范围存在, 但它能在小范围存在。Casimir 效应产生的就是微小的负能量, 其机理可这样理解——虚粒子具有正、负能量, 二者之和为零; 让两块金属板靠近可以排除掉一些共有正质量的虚粒子, 从而使负能量凸显。但 Olum 承认这很复杂, 没人知道负能区的影响究竟是怎样的。

1998年, 著名的微波超光速实验者 G. Nimtz 以“超光速信号速度”为论文题目, 论述了消失模方面的情况^[8]。他认为, Enders—Nimtz 实验已证明信号可由消失模以超光速传送^[9]。换言之, 信号中的所有频率成分均为消失模, 按大于 c 的速度运动。一般限制信号速度小于光速 ($V_s \leq c$) 是针对电磁波在色散媒质中的传播, 而非针对消失模传播。他强调信号受频带限制, 其推论是, 如它们仅有消失模分量, 信号可以按超光速行进。Nimtz 的见解似与 Sommerfeld-Brillouin 波速理论不矛盾, 因后者并不包含对消失模的分析。Nimtz 认为消失模具有不平常的特性——其能量为负; 不能直接地被测量; 消失区是非因果性的(因消失模在所处区域不消耗时间, 实验也证明对位垒的隧穿时间与位垒厚度无关)。

对于负电磁能量, Nimtz 是这样论述的。先写出一维形态的 Schrödinger 波方程:

$$\frac{d^2 \Psi(z)}{dz^2} + \frac{2m}{\hbar^2} [E - U(z)] \Psi(z) = 0. \quad (6)$$

式中 \hbar 是归一化 Planck 常数, $U(z)$ 为位垒函数, E 为从 $z = -\infty$ 处向位垒入射的粒子总能量。

由于 $U_0 > E$ (U_0 是矩形位垒高度), $(E - U)$ 表现为负动能。这情形在电磁场与微波技术的导波理论中也会出现。由数学模拟, 在消失模时电磁动能也为负。

这个问题也可从介电常数角度而论述。根据在真空中:

$$k = \omega \sqrt{\epsilon \mu},$$

$$k_0 = \omega_0 \sqrt{\epsilon_0 \mu_0}$$

故在取 $\mu = \mu_0$ 时有

$$\epsilon_r = \frac{\epsilon}{\epsilon_0} = \left(\frac{k}{k_0}\right)^2 \quad (7)$$

Nimtz 认为, 在消失模时 $\epsilon_r < 0$, 故电场能量密度

$$\frac{1}{2} \epsilon_r \epsilon_0 E^2 < 0 \quad (8)$$

式中 E 是电场强度。他的这些看法是否正确, 还要进一步研究。但这些论述能启发我们思考, 是有意义的。

6 新奇的复合媒质显示相反的电磁特性

根据 Maxwell 方程, 电磁波的无耗传播要求折射率 $n = \sqrt{\epsilon \mu}$ 为实数。过去所有已知材料 $\mu > 0$, 大部份材料 $\epsilon > 0$, 故一般均认定 n 为正值。如果一个媒质 ϵ, μ 均为负, 折射率是实数, 电磁波可以传播。但自 1968 年莫斯科 Lebedev 物理研究所的 Veselago 提出这种设想以后, 30 年来未发现有这种媒质即其折射率 $n < 0$ 。

大家知道, $(\mathbf{E} \times \mathbf{H})$ 给出平面波传播方向, 同时也是流方向。对于 ϵ, μ 均为负的媒质, $(\mathbf{E} \times \mathbf{H})$ 的方向仍是能流方向, 但波传播方向(相速方向)反了过来。Veselago 称之为“左手化媒质”(left handed medium, 简称 LHM)。群速的方向则与能流相同。如有一个脉冲通过 LHM, 又会怎样呢? 不妨回顾 Snell 定律, 它描述了光(或电磁辐射)穿过材料(如水、玻璃)时的折射角。照 LHM 的理论预言, 光(或微波)穿过它时将射向与 Snell 定律的预期相反的方向。负折射率材料显示出与一条“右手定则”相反的特性, 因此发现这种材料(构造这种系统)的美国物理学家 David Smith 称为“左手物质”(left handed material)。他领导的研究组完成的实验先在 2000 年 3 月的美国物理学会上公布^[10], 同时 10 月发表了理论分析^[11]。美国 Science 于 2001 年 4 月 6 日出版的一

期上详尽介绍了他们的好工作^[12]。鉴于有关研究在21世纪的科学发展中具有重要意义,我们对此加以评述。

1968年,V.G.Veselago曾断言说,如果一个媒质同时具有负介电常数和负导磁率,平面电磁波通过时将取与能流方向相反的方向。这不是从波方程看出来的,在无源时即使上述情况发生亦不会出现 Veselago 所预期的情况,因波方程无变化。但从单个 Maxwell 旋度方程出发可以分析这个问题。电场旋度方程对 E 、 H 和波矢 k 提供了明确的右手规则以确定三者方向的关系,然而,仅当 $\mu > 0$ 时能流方向 ($E \times H$ 的方向)才遵循右手系统的原则。当 $\mu < 0$,波传播方向与能流方向相反,而 E 、 H 、 k 形成一个左手系统。于是,Veselago说这种媒质(材料)可称为左手媒质(材料),即 LHM,并且其折射率 $n < 0$ 。

我们知道,有许多实例显示电磁波传播异常(如相速、群速反向)现象。光子晶体中的负群速带就是一个例子。可以认为,负折射率是左手系统媒质的唯一标志。自然界少见 LHM,故在科学界不怎么研究。用一维波方程来讨论时,当乘积 $\epsilon\mu$ 是正实数,有两个类型的解(对应 $n > 0$ 和 $n < 0$)。 $n < 0$ 时的解由从正无限大、负无限大向源传播的解组成。这样的解实际上违背因果性的基础。但在2000年3月美国物理学会的会议上, San Diego 加州大学(UCSD)的 D.Smith 和 S.Schultz 报告说:做成了一种复合媒质,其有效导磁率 $\mu_{\text{eff}} < 0$;采用它与 $\epsilon < 0$ 的材料组合后,传播波的性质不寻常,像在负折射率 ($n < 0$) 的媒质中穿行^[10]。具体讲,他们是设置有裂缝铜箔谐振器和二维线阵组成复合媒质(实际是一个系统),线阵的有效介电常数 $\epsilon_{\text{eff}} < 0$,而谐振器在一定频带内 $\mu_{\text{eff}} < 0$ 。组合后的系统允许电磁辐射传播,但具有新奇的传播效应。

1996年 J.B.Pendry 建议仅使用非磁性材料就可以做到有效导磁率 $\mu_{\text{eff}} < 0$ 。实现方案为,用有缝的环谐振器(SRR),如图2;两环之间的电容与自感形成谐振回路,可发生谐振。多个 SRR 组成周期阵列并互相耦合,来波如磁场方向、频率合适, μ 由正变负。现在, San Diego 加州大学的研究组做了一个 SRR 二维周期阵列,并测出其传输功率频谱图(见图3);曲线1的阻带是发生在 SRR 谐振频率附近的。但它是负导磁率还是负介

电常数造成的呢?研究组又用了个线阵,已知它在该频段具有负 ϵ_{eff} ,亦即在 $f < f_{\text{ep}}$ (线阵 $f_{\text{ep}} = 12$ GHz)时均有 $\epsilon_{\text{eff}} < 0$ 。这样,测得了曲线2;说明曲线1代表 $\mu_{\text{eff}} < 0$ 。现在,当两套阵列共存时,获得了 $\epsilon < 0$ 、 $\mu < 0$ 同时满足的情况。



图2 有缝的环谐振器基本结构

Fig.2 Basic construction of the split ring resonator

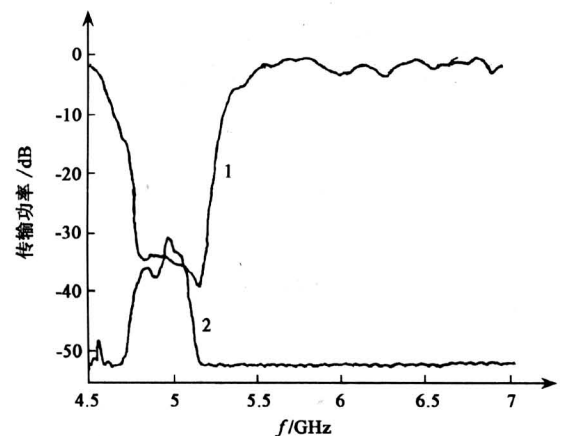


图3 美国 UCSD 研究组的测量曲线

Fig.3 Measurement curves of the UCSD research team

笔者认为,上述研究与负能量问题密切相关。众所周知,电场能量密度 w_e 和磁场能量密度 w_m 的算式为

$$w_e = \frac{1}{2} \epsilon E^2 \quad (9)$$

$$w_m = \frac{1}{2} \mu H^2 \quad (10)$$

式中 E 、 H 分别为电场强度、磁场强度;如果 $\epsilon < 0$, $\mu < 0$,我们就得到负的 w_e 和 w_m ,亦即负电磁能量。不仅如此,事实上文献[10]还讨论了带电粒子在这种新奇媒质(系统)中以超光速运动的问题,这就证明了 UCSD 研究组已注意到有关领域之间的联系。此外,文献[11]也提到了消失模。凡此种种都说明,UCSD 研究组的工作与超光速问题密切相关是无可怀疑的。

7 结束语

负能量在过去只被物理学家在处理问题时作为一个辅助计算的手段而否定其实际上的可能性。例如, A. Einstein 就从未有过关于负能量或负质量的说法。自 1928 年 P. Dirac 提出负能态理论, 以经过几十年, 到 20 世纪末及 21 世纪初时负能量已成为实在的物理概念, 用在宇宙学研究, Casimir 力测量, 零点能探索, 等离子体研究, 超光速研究领域。UCSD 研究组的工作揭示了物质的电磁参数 ϵ 、 μ 可以为负, 光折射率 n 可以为负, 这种异常传播与负能量、超光速均有关系。

当前, 对于由零点能的变化而引起 Casimir 力的实验证明已得到科学界的认同, 即测量这个力的成功即表示零点能的存在得到证实, 但并不表示负能量问题已经真相大白, 还有许多工作等待着科学家们去做。

笔者认为, 研究负能量问题时确实可以参考过去对负温度问题的研究方法和结果。系统要实现负温度必须满足严格的条件, 例如要求系统的粒子其能级必须有上限, 一般热力学系统并不具备这个条件^[3]。实际上, 自然界中能实现负温度的系统很少, 持续负温度的时间很短。反观负能量, 它亦非常规条件下能获得、能呈现的。因而, 与其相联系的超光速运动亦非普遍存在的现象, 虽然它是我们应当研究的现象。

参考文献

- [1] 吴大猷. 量子力学(乙部)[M]. 北京: 科学出版社, 1983
- [2] 李春芳等. 量子力学的整体性概念和几率诠释的物理内涵[J]. 光子学报, 1998, 27(8): 734~737
- [3] 廖耀发. 温度与熵[M]. 北京: 高等教育出版社, 1989
- [4] Hawking S. 霍金讲演录[M]. 长沙: 湖南科学技术出版社, 2000
- [5] 黄志洵. 量子噪声理论若干问题[J]. 电子测量与仪器学报, 1987, 1(3): 1~10
- [6] 葛墨林. 零点能与卡斯米尔—玻德勒效应[J]. 量子力学新进展(第一辑), 2000, 232~248
- [7] Feinberg G. Possibility of faster than light particles [J]. Phys Rev., 1967, 159(5): 1089~1105
- [8] Nimtz G. Superluminal signal velocity[J]. Ann Phys (Leipzig), 1998, 7(7~8): 618~624
- [9] Enders A, Nimtz G. On superluminal barrier traversal [J]. J Phys I France, 1992, (2): 1693~1698
- [10] Fitzgerald R. Novel composite medium exhibit's reversed electromagnetic properties [J]. Phys Today, 2000, May, 17~18
- [11] Smith D. R., Kroll N. Negative refractive index in left-handed materials [J]. Phys Rev Lett, 2000, 85(14): 2933~2936
- [12] Shelby R A, Smith D R, Schultz S. Experimental verification of a negative index of refraction [J]. Science, 2001, 292(6 Apr.): 77~79

Negative Energy in Faster Than Light Investigation ——An Important Direction to Researches

Huang Zhixun

(Beijing Broadcasting Institute, Beijing 100024, China)

[Abstract] This paper describes a series of expectations and experiments on the negative energy notion. The aim is to find the relation between the faster-than-light research and the negative energy concepts.

[Key words] negative energy; faster than light; Casimir's effect; evanescent mode; negative refraction index