

1839年2月11日，吉布斯(J. W. Gibbs)出生于美国东北康内提克特纽黑文市一个知识分子的家庭。父亲是一位教授，获得过艺术博士学位，对语言学很有研究；外祖父也是教授，对物理和化学都非常精

通。

1848年，吉布斯考入私立学校，一年后转入城中最好的果布金斯学校就读。1854年入耶鲁专科学校学习，1858年春毕业，同年秋天进入耶鲁大学深造。正当他在耶鲁大学专心致志地攻读时，却发生了一件十分不幸的事情：1861年，他的父亲去世了。由于吉布斯是家中长子，因此，他不得不一边继续完成自己的学业，一边照料两个年幼的妹妹。

吉布斯的博士论文是个技术性很强的题目：《论带齿圆筒传动装置的齿轮形状》，1863年通过了答辩，因而获得了哲学博士学位。而后即被聘请为耶鲁专科学校的教师。1866年8月，三年聘期届满，吉布斯便带着自己的两个妹妹到欧洲去继续受教育。他先后到过巴黎和柏林，主要学习数学、物理及力学。从欧洲回国后不久，吉布斯便被聘请为耶鲁大学数学物理学教授。尽管在1871—1872学年里，吉布斯只有两个学生，但他仍兢兢业业，尽心尽责地教导他们，使其中的一位成了耶鲁大学教授，另一位则成为美国国家科学院的成员。

1872年，吉布斯开始从事热力学的研究，并且很快就向康内提克特科学院提出了自己的第一篇论文《气体和液体热力学的图解方法》。虽然在吉布斯以前也有人用过图解法，但都是用来对成熟的结论作插图，且主要是 p - V 图。而吉布斯却令人信服地说明了利

吉布斯小传

廖耀发 秦伯念

用熵作为一个坐标来作图(如 T - S 图)具有更大的优越性。第二年，他又将这种思想推广到了三维图，即从压力、温度、体积、内能及熵这五个参量中任选三个为坐标来作图(吉布斯当时选用体积-内能-熵图)，并提出了应用所谓物体的热力学面来研究物体热力学性质的方法。应该说明的是，在吉布斯以前还有一个人提到过三维图，那就是汤姆逊。但汤姆逊只限于用体积-压强-温度图(即 V - p - T 图)，且使用起来也不太方便。

吉布斯的工作很快便受到了著名物理学家麦克斯韦的好评。麦克斯韦在1875年出版的《热的理论》一书中写道：“我们非常感谢美国教授吉布斯，他提出了一种利用‘面’来研究物质性质的十分方便的方法。”在1877年出版的《不列颠百科全书》条目中，麦克斯韦指出：“热力学图的应用已经很充分地由吉布斯指出来了。”

1875—1878年，吉布斯完成了专著《论非均匀物质的平衡》。这是一本在物理和化学界中都享有崇高威望的经典著作。在这本专著中，吉布斯广泛地应用了变分原理(这种方法对以后的理论物理的发展也有很大的影响)。更令人惊奇的是，他仅仅利用了少数几个附加条件，通过纯粹的演绎(由一般原理向物理及化学现象演绎)便使整个非均匀物质的热力学体系建立了起来。吉布斯以深刻的洞察力和高度的逻辑思维能力引进了许多至今还仍然富有生命力的概念，推导出了许多至今还被广泛采用的公式。吉布斯第一个将热力学推广到非均匀系中，使经典热力学达到了比较完善的地步，推进到了现代的水平。所以，举世公认，吉布斯是非均匀系统热力学的创始人。

年秋，主要的改进是令光从转盘轴的上方投射到干涉仪的光路，并随干涉仪一起转动。观察者也从转盘轴的上方经测微目镜进行观测，这样就避免了光源和观察者的可能干扰。第三次，迈克尔孙也把庞大的干涉仪系统安装在威尔逊山上。但是，“做了数百次观察，全都和以前的研究一样得到的是负结果”。

迈克尔孙当然希望能亲自观测到以太漂移的正效应，但是他抱着严肃的科学态度从事实验，不牵强附会，1929年郑重宣布没有发现绝对速度。这件事对肯定狭义相对论的正确性是很有意义的。

密勒的工作，直到1955年，由桑克兰(R. S. Shankland)等人作了仔细分析，判断正效应是由于温度梯度的影响。他们写道：“现已查明，密勒发现的周期

性条纹微小位移，部分是由于这个艰难的实验中读数的统计涨落，其余的系统效应则起因于当地的温度条件”。

迈克尔孙-莫雷实验有重大历史意义，它是一系列以太漂移实验中最有影响的一个，这些实验动摇了19世纪占统治地位的以太假说，激励当时一些著名的物理学家致力于发展运动物体的电动力学理论，从而为爱因斯坦创立狭义相对论铺平了道路。

应该指出，从迈克尔孙-莫雷实验并不能直接得出狭义相对论。因为，测不出以太对地球的漂移速度，还不足以否定以太本身，零结果还可以在保留以太概念的前提下加一些新的假设来解释。但是这个实验却以其确凿的证据，揭示了以太学说中不可克服的矛盾。

为了更好地研究非均匀物质的热力学性质,吉布斯引述了一些象组元及相之类的重要概念和一些十分有用的热力学函数,如 $\psi = \epsilon - t\eta$, $\chi = \epsilon + pv$, $\xi = \epsilon - t\eta + pv$ 等。式中, ϵ 、 t 、 η 、 p 和 v 分别代表系统的内能、绝对温度、熵、压强和体积; ψ 称为亥姆霍兹能量,更多的人则将它叫做自由能; χ 称为焓,有时也叫吉布斯热焓; ξ 叫做吉布斯函数,但也有人将它称为自由焓。吉布斯曾用这些函数来研究了许许多多的热力学问题。吉布斯的这种研究方法叫做热力学(势)函数法,它较之卡诺的循环法具有更大的普遍性,不需要象卡诺的循环法那样,对每一个被研究的对象都要假设有一个辅助的可逆过程。

在《论非均匀物质的平衡》中,吉布斯从平衡态的概念出发,利用演绎法得出了许多重要公式,如

$$d\epsilon = td\eta - pdv + \mu_1 dm_1 + \mu_2 dm_2 + \dots$$

就是其中之一。式中, m_1 、 m_2 、... 为系统组元的质量, μ_1 、 μ_2 、... 为 ϵ 对 m_1 、 m_2 、... 的偏微商。用现代的热力学学术语来说, μ 叫化学势(当时吉布斯只是简单地称它为势)。它的物理意义是当系统的熵、体积和该相中其它组元的质量不变时,系统每增加一个单位质量时所消耗的功。吉布斯成功地证明了,对于一个多元复相系来说,在一定的温度及压力下,只有当每一组元在各相中的化学势都相等时才能达到平衡。如果组元的化学势不等,那么,物质将力图从拥有较高化学势的相转变到化学势较低的相中去。可见,化学势对多元复相系的平衡来说,就好象温度对系统的热平衡所起的作用一样地重要,所以,引进化学势是吉布斯的巨大功劳,没有它,化学平衡理论的建立简直是不可能的。因此,吉布斯理所当然地又是化学平衡理论的创始人。

吉布斯曾把熵作为一个很重要的物理量来加以讨论。他指出,对于一个孤立系统来说,其熵值最大和它处于热力学的状态平衡是一致的。因此,我们也可以根据熵的性质来探讨系统的物理及化学平衡的规律。

吉布斯关于化学平衡理论的研究,对普朗克及能斯特等人的研究均有很大的影响。普朗克的热力学在某种意义上说是吉布斯思想的继续和发展,它促使普朗克发现了能量的量子化,进而开创了量子力学的新纪元。能斯特将吉布斯的研究方法用于自己的研究中,于 1906 年提出了有名的能斯特热定理。这在能斯特为纪念吉布斯诞生 100 周年所发表的回忆录中有所记叙。

相和组元是吉布斯热力学的基础,在非均匀系统热力学中有着很重要的作用。吉布斯证明,对于一个多元复相系来说,其独立变数(系统的自由度)等于组元数减去相数再加 2。这一结论称为吉布斯相律。利用相律还可推出,当多元系共存时,其相数不能超过组元数再加 2。1886 年,物理学家范德瓦耳斯在有洛

仑兹等著名科学家参加的来金会议上曾经指出了相律的重大意义,说它是以前年代里解决大多数问题的关键。就是到了现在,它也仍然是复杂系统的物理化学分析基础。

吉布斯对混合气体的性质很有研究,著名的分嫡定理(即混合气体的嫡等于各气体分嫡之和)就是由他得出来的。这个定理又叫吉布斯定理。当将这种理论用到计算不同种气体的混合嫡变时,出现了一项与混合元本性无关而仅仅依赖于它们的相对浓度的项。但对于同种气体的混合来说,按上述理论计算,也会出现同样的项,这是不应该有的。所以,人们将这种情况称为吉布斯佯谬。除吉布斯外,还有洛仑兹、范德瓦耳斯等许多优秀的物理学家都先后研究过它。就是到了近代,都还不断有人探讨它。可见该问题影响之广。通过对吉布斯佯谬的讨论,人们更加深了对混合气体性质的认识。

吉布斯对毛细现象和表面现象也很有研究。他提出的吸附方程是我们研究毛细现象和表面现象的重要理论基础。

吉布斯的热力学(势)函数研究方法可以完全应用到电解液的研究中去,只须在导体内部电场等于零的情况下的热力学平衡条件中考虑静电能的增加即可。用现代的语言来说,就是要用电化学势来代替化学势。几乎是在吉布斯提出这种见解的同时,1887 年,阿海宁斯也实验地证明了关于电解液的离解假设,并解释了电解液的性质。因此,吉布斯和阿海宁斯同是电化学的创始人。

由于吉布斯在热力学方面的巨大成就,1880 年,他被选为当时美国很有权威的协会——波士顿美国科学院的成员和一些外国协会的成员。当时很有权威的机构——美国科学院看中了吉布斯的成就,于是,他获得了 1881 年的再福德奖。这是当时给予美国科学家的最高荣誉。但不知是由于身体不舒服,还是由于不喜欢别人恭维,吉布斯没有去波士顿领奖,而只是简短地给科学院写了一封公开信。信中既表现了科学家的谦虚,又说明了科学家对理论研究及其与实验关系的看法。吉布斯写道:

“理论研究的价值较之其它方面的劳动成果更难以确定。任何知识的理论研究的基本任务之一都是确立这样的观点:即要使研究对象能被最简单地表示出来。”

吉布斯还说:“我的《论非均匀物质的平衡》一书的首要思想是表明平衡态热力学中熵和能量的作用,通过它们很容易表达出一般的平衡条件;当把它们用到不同情况时,立刻就会得出表征这些情况的专门条件。”

最后,吉布斯写道:“理论研究的天职是为了作出表示实验结果的形式。在这种情况下,我们引进了一

些函数，它们在确定物质相对于化学平衡的行为方面有着重要的作用。但这些函数的形式应该要由实验来确定。”

吉布斯晚年最优秀的著作是《统计力学的基本原理》，它于1901年完稿，1902年出版。虽然，在吉布斯以前曾有过一些被玻耳兹曼及麦克斯韦等人所研究的统计理论，但不系统。是吉布斯天才地将玻耳兹曼等人的统计理论推广发展而成为一门系统的科学——统计力学。

玻耳兹曼在《论统计力学》一书中写道：“使这门科学系统化，且在严谨的著作中说明它，并给它一种特殊名称的功劳应属于在抽象思维和理论研究方面最伟大的美国科学家、不久前逝世的耶鲁大学教授吉布斯，他把这门学科叫做统计力学。”统计力学与吉布斯名字的联系，就好象电磁场理论与麦克斯韦的名字联系一样，是永远也分不开的。所以，吉布斯是当之无愧的统计力学的创始人。

在统计力学中，吉布斯引进了许多至今仍然富有生命力的概念(如相、系综等)，创立了一整套至今还在广泛使用的统计系综理论。可见，吉布斯的统计理论对今天统计力学的影响是多么深刻。

吉布斯的《统计力学的基本原理》对理论物理的发展有很大的影响。因此，它一出版便引起了许多有名科学家的重视。普朗克、洛仑兹、汤姆逊等一批很有名望的物理学家都向吉布斯表示了热情的祝贺。

此外，吉布斯对数学、力学及电磁场理论等也有很大的贡献。吉布斯对麦克斯韦电磁场理论的研究促使他创立了矢量代数及矢量分析(即矢量计算)，同时还对矢量场的旋度和散度的行为也给出了十分方便的定义。此外，他还引进了线性矢量函数的概念，并亲自给物理系的学生讲授矢量分析的课程。由于吉布斯在数学方面造诣很深，因此，同时代的人认为他也是一名十分出色的数学家。

德国科学家查特勒尔认为，自卡诺和克劳修斯以后，没有任何一个人能象吉布斯那样在热力学方面做了那么多重要的贡献，也没有任何一个人能象他那样引入了那么多的新概念。

根据吉布斯的学生及同事回忆，吉布斯不太喜欢参加大的会议。他认为那样会伴随有长途旅行和对生活习惯的破坏。因此，他常常谢绝大量的会议邀请。在他参加美国科学院及外国协会的20多年中，他只参加了他有资格参加的40多次会议中的7次，而其中的4次还是在他所在的纽黑文市召开的。只有当他认为会有重要报告时，他才肯长途跋涉去参加会议。吉布斯没有什么大教授的怪脾气和特别引人注目的趣闻。吉布斯不喜欢援引自己的著作，就是出名以后也是如此。但他喜欢在不同的情况下编一些与自己的科学方法及思想风格相联系的格言。有一次，他参加了一个很长的会议，这个会议主要是讨论数学的作用问题。在整个会议期间，他只讲了三句话。第一句是：“数学是一种语言。”当别人问他为什么喜欢在自己的著作中力求用最一般的概括来研究各种现象时，他说了第二句话：“整数比分数简单。”最后，他在纽黑文市小组会议上带着素有的幽默说了第三句话：“数学家能用数学语言说出他想要说出的东西，物理学家也能用数学语言说出他想要说出的东西，这在某种意义上讲是条公理。”

吉布斯很喜欢散步。据他的外甥回忆说：“我的舅舅热爱大自然，且很喜欢散步，有时甚至走得很远很远。在他一生的最后12—15年里，散步几乎是唯一的一种运动。”他还喜欢边散步边思考问题，据说好些重要的思想就是在散步中形成的。

过去曾有人认为吉布斯是“一部强大的理论机器”，是个专门注重理论研究的人。这种看法是带有片面性的。正如前述，吉布斯不仅重视理论研究，而且也十分强调实验在理论研究中的重要作用。众所周知，

(下转第20页)

计算机国际联网研讨会

1994年8月20日至25日，首次计算机国际联网研讨会在北戴河举行，会议由高能物理学会和中国科学院高能物理所计算中心联合主办。

本次会议的目的是向国内计算机网络界的工程技术专家和用户介绍计算机国际联网的现状与趋势，推广最新网络与信息技术，讨论加快与计算机国际网络并接、利用全球网络信息以及开发国内信息资源的途径。

与会代表共91人，来自全国各科研院所、高等学

校、部委和产业部门等近60个单位。

会议以全球计算机网络Internet和信息获取软件系统WWW(World-Wide Web)的技术与应用为中心议题，内容涉及Internet发展的历史、现状与未来，WWW的功能和应用，电子邮件(E-mail)，网络文件传输(FTP)，远程登录(Telnet)，计算机网络分结点连接技术(UUCP)以及未来的信息高速公路等。

(中国科学院高能物理所计算中心 李伯民)

应, QCD 真空把色电场压挤到强子内部, 导致夸克禁闭, 或形成了强子(如图 3 所示)。

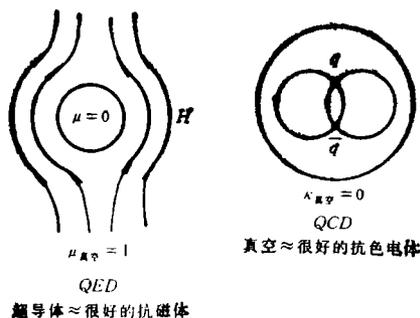


图 3

由此可见, 在解决这两个疑难问题时, 不能再把基本粒子看成是独立的单元。微观的粒子物理依赖于宏观世界的相关的性质, 这些性质可以用一个适当的算符在物理的真空态上的平均值来表示。

这是一个相当惊人的结论, 它是与粒子物理学的传统观念相反的。按照传统观念, 微观世界可以看做是一个孤立系统。把微观世界分离出来, 认为它不受宏观世界的影响, 这只是一种非常好的近似。然而, 现在我们需要这些真空平均值, 它们是由态矢量之间的某种长程关联产生的。目前, 能够用来处理这种相干效应的理论技巧还远远没有建立起来。于是, 这些真空平均值的每一个都做为一个独立的参量出现, 它们解释了目前理论形式中所需要的大量的常数。

从实验上看, 对这些相干现象几乎没有进行过任何直接的研究。这是因为, 迄今为止在很多高能实验中, 能量越高, 可以探测的空间范围越小。

李政道教授认为, 要证实真空是不是可以看成是一种物理媒质, 最好是能找到一种办法, 使真空激发。在这方面, 相对论重离子碰撞开辟了一个重要的新方向。它的基本思想是让重离子, 比如金与金, 以很高的速度碰撞。碰撞前, 离子之间的真空就是通常的物理真空。在极高的能量下发生碰撞之后, 产生的重子向前后两个方向飞离开来。而在这两个方向飞行的产物之间的中心区域, 实际上没有任何重子存在。在一段很短的时间内, 它有着比普通物理真空高得多的能量

密度。因此, 这个中心区可能成为激发的真空(如图 4 所示)。或者说真空发生了相变, 由普通的物理真空变成了夸克-胶子等离子体。理论的估算表明, 由于总能量中只有很小的一部分留在了中心区, 所以要想对 QCD 真空进行研究, 至少需要一个 $100 \text{ GeV} \times 100 \text{ GeV}$ 的重离子对撞机。

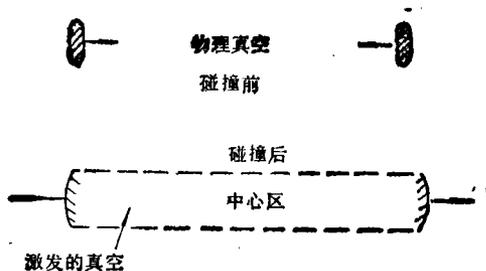


图 4

怎样来探测这种相变呢? 可以利用热力学方法进行一些讨论。假定中心区的夸克-胶子等离子体的熵密度为 S_P , 体积为 V_P 。经过一个短暂的时间, 它要经过强子化过程变成普通的强子物质。假定后者的熵密度为 S_H , 体积为 V_H 。根据热力学第二定律, 终态的熵 $S_H V_H$ 要大于初态的熵 $S_P V_P$ 。但由于 $S_P > S_H$, 所以

$$V_H > V_P,$$

即强子化以后体积要增大。测量 V_H 和 V_P 就可以证实真空是否发生了激发。目前的实验虽然有了些迹象, 但由于能量还不够高, 远不能给出任何明确的结论。美国布鲁克海文国家实验室正在兴建的一台 $100 \text{ GeV} \times 100 \text{ GeV}$ 的相对论重离子对撞机(RHIC), 将于 1998 年建成, 届时可以给物理学家提供一个激动人心的机会, 使物理学家们能够探索改变真空的可能性, 并考察它是否真的是一个物理媒质。

李政道教授最后指出, 如果真空是粒子物理微观世界中一些奇妙现象的根本来源, 那么它也必定会对宇宙中宏观的物质与能量的分布起着一定的作用。由于真空无处不在, 无时不在, 微观与宏观这二者一定是密不可分的、必须统一考虑的整体。未来的历史书将会记载, 我们这个时代是人类能够在科学的基础上锻造这一纽带的时代。

(上接第 42 页)

吉布斯还认真地研究过伽伐尼电池的实验工作。在他的热力学著作里, 还有过他亲自认真观察液滴周围空气膜的情况记载。

还有一种人认为, 卓有成效的理论创立时期应是在人们的青年时代。但吉布斯的创造活动却有力地说明了相反的情况——大器晚成。要知道, 吉布斯发表

第一篇有关热力学方面的论文已经 34 岁了, 而他创造天才最杰出的结晶——《统计力学的基本原理》从出版到他逝世才只有一年的时间: 1903 年 4 月 28 日, 经过短时间的生病以后, 伟大的科学家吉布斯便离开了人间。为了表示对他的崇高敬意, 1950 年, 纽约伟人纪念馆添置了吉布斯的半身像。