

在此刊出的系列文章旨在探索科学研究是如何从文化价值中汲取信念的。

为了引起关注，我们的讨论从纪念杨振宁、李政道先生在1957年获得物理诺贝尔奖的六十年庆开始，一个甲子在华夏文化上自有其特别涵义。

杨、李获此殊荣实属历史性的大事，不惟中国人首次在科学和智慧的殿堂里摘得桂冠，尤其在于它打破了华人智力和资质进化不如西人的陋见歧视，希望大家能够体认到，表彰此事对建树我们的文化自信有着非比寻常的意义。

而且，用实证案例来解析和证实科学探索的动力源泉和信念获取，乃有确切的紧密联系。这方面的讨论对于我们提升认知，克服祛除狭隘的成见，益处更其深远。

A QUESTION OF PARITY

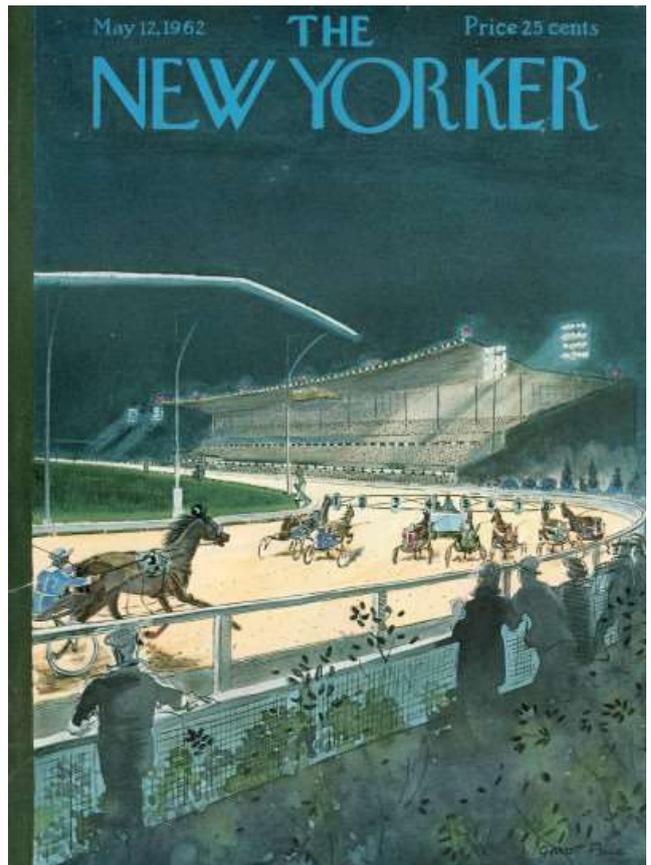
宇称守恒之谜

杰瑞米·伯恩斯坦 (Jeremy Bernstein) 刊于《纽约客》，1962年5月12日

孙涤 美国加州州立大学 (长堤分校) 商学院教授

朱昆 中国北京大学物理学院副教授

译自 *The New Yorker*, May 12, 1962, pp. 49-104



伴随着第一颗原子弹爆炸所产生的惊天巨响，物理学在人们心中的面目变得可怕起来。过去物理学家那种几乎全身心投入在大学或研究所里专心科研的日子看似一去不复返了，物理学家被要求从事原子武器、火箭、防空洞以及其他能用于现代战争中的可怕武器的研究。尽管通常情况下，物理学家对此并不乐意，但由于这些事物的高技术含量和极端复杂，如果他们不去做，谁去做呢？关于原子弹和火箭的相关报道一方面使物理学家在社会中有了一个新的定位，另一方面却几乎掩盖了物理学的真谛——发现自然哲学中的定律。在原子弹和导弹的研制过程中，尽管相关的技术工作极其精密，却没涉及到什么新的物理学原理。事实上，混淆火箭与物理学概念，不啻把发明唱片和创作交响乐混为一谈。尽管如此，我们还不得不说，物理学家和政府之间的互动对两者的发展都是有益的。

对物理学的发展来说，最重要的莫过于政府对基础科学（纯科学）研究的支持。位于长岛厄普顿的布鲁克海文国家实验室，就是以高校和政府合作的形式建立起来的。二战结束后，独自支撑一些大型科研项目对一所大学来讲实在是太难了，美国东部的九所大学联合起来建起一个研究中心，即 1947 年成立的布鲁克海文国家实验室。实验室利用厄普顿陆军基地的旧址，其建筑的军事特性显著，令到访者难免会感到突兀。该实验室的资金来自原子能委员会，实验室自身则由各成员大学来管理。实验室内有两个大型加速器：一个是 AGS（交变梯度同步加速器），另一个是质子同步加速器。后者于 1953 年建成，前者也于去年竣工。除此之外，实验室内还有一个核反应堆，一个研究医院以及许多其他科学装置。实验室致力于几乎每一个纯科学分支的研究。像 AGS 这样的粒子加速器建造花费了大约三千万美元。在这种情况下，AGS 由原子能委员会提供资金，然后提供给九所大学的物理学家使用。然而，这些装置上进行实验时，往往还需要再单独花费庞大以用于配备电子计算机和气泡室等，也是由原子能委员会提供经费的。没有一所大学希望在没有政府支持的情况下维持高端的现代物理学研究。这些研究所需要的大型设备和巨额花费往往也会影响物理学家的个人态度，比如，一个管理价值数百万美元的大型气泡室的人，不可能像管理他自制的小型设备那样对待它。任职于芝加哥阿贡国家实验室的亚瑟·罗伯茨博士除了是一位杰出的物理学家外，还是一位音乐家和诗人。他受到许多战前成长起来的那一代物理学家的鼓舞，想要发现一些令人惊奇的新物理现象。因此他撰写了下面的民谣以后，投身到了

大科学装置的研究中：

...在古老的军事基地

最好的电学-原子核

设备坐落在那里。

这将要花费数十亿美元，

加载 100 亿伏特的高压。

将吸引数以千计的学者

在那里度过七年的光阴。

当然它不过是一个

更大设备的模型。

这将是物理学的未来，

我确信诸位都会赞同。

拿走大家数十亿美元，

拿走你名声不佳的金子。

拿走，哦，拿走你数十亿美元，

让我们再次成为物理学家。

万事俱备后，像布鲁克海文这样的实验室将会有三组不同的物理学家。第一组是理论物理学家，他们主要从事数学物理——尝试使用数学计算来预测和解释实验结果（尽管通常成功率很低），就如同当年牛顿使用引力定律分析行星运动的观察结果。第二组是实验物理学家，他们负责具体做实验。最后一组或许可以被称为工程专家，负责设计和建造像 AGS 那样的复杂实验设备。在牛顿那个时代，甚至直到不久之前，一个物理学家往往可以单独工作，独自完成像三大力学定律那样的成就。然而现在事情变得远为复杂。一般来说，一个实验物理学家往往没有时间和良好的数学基础去胜

任理论工作，而一个理论物理学家又缺乏从事实验物理所必备的电子学知识，等等。当然，两者之间的界限并不是绝对的，但一个物理学家要能在理论和实验方面都作出重大贡献，异常困难。事实上，在理论和实验物理学方面都作出了巨大贡献的当代物理学家，恩里克·费米是唯一的一个。费米 1901 年出生于罗马，1939 年来到美国，他在现代物理学的各个分支都做出了重要成就。1938 年，他因在中子物理实验方面的贡献获得诺贝尔物理学奖，他当时在一些理论物理领域同样做出了很多开创性的工作，人们很难评价他在哪一方面的贡献更大。二战期间，费米致力于原子弹和核反应堆的研究。战争结束后，他加盟芝加哥大学，并一直在那里工作直到 1954 年去世。费米除了是一名杰出的理论和实验物理学家，还是一个最伟大的物理学教育家，他为芝加哥大学培养了一批战后成长起来的青年物理学家，这些人现在已成为物理学领域的中坚力量。费米的一生在理论和实验领域所用的精力相当，这在他那个时代已经算是很奇特的了。他去世后的这些年，物理学的问题变得更为复杂，像他那样的物理学家恐怕再也不会出现了。

在物理学中，诞生任何一个杰出的成果，都离不开理论和实验的结合。理论定律可以指导实验的设计，反之亦然。最近的一个典型的例子发生在 1956 年至 1957 年间，它引领了纯粹物理学的一次伟大进步，尽管至今没有人发现它可以有什么实际应用。这个重大的发现由两位理论物理学家完成：杨振宁和李政道，瑞典皇家科学院授予两人 1957 年的诺贝尔物理学奖，原因是“他们对宇称不守恒定律的突破性研究，导致了有关基本粒子的许多重大发现”。杨振宁和李政道获奖时分别年仅 35 岁和 31 岁，从而跻身最年轻的诺奖获得者者之列，他们同时还是至今为止仅有的两位中国籍的诺贝尔奖得主。他们的获奖掀起了战后物理学最令人振奋的一年的高潮。

在现代的物理学中，杨振宁和李政道的合作关系是难以复制的。实验物理学往往有广泛的合作关系，事实上，由于物理学实验的复杂性，合作通常是必须的，实验物理学家往往也会因此而共同工作多年。而对于理论物理学家而言，大家知道，研究则往往是独立进行的。部分理论物理学家完全不与他人合作，大多数也只是偶尔与他人合作（两个人独立地进行相同的计算工作比一个人独立地算两遍效率要高）。尽管如

此，合作伙伴的更换也是非常频繁的。然而李政道和杨振宁是彼此唯一的合作伙伴。

（当杨振宁还是一个研究生时，他曾在芝加哥大学的 S.K. Allison 教授的研究组里从事实验物理工作，根据当时杨振宁的同学回忆，杨对此却并不擅长，以至于当时出现了一句笑谈——“凡是发生爆炸的地方必有杨振宁在！”。过后不久，杨振宁便转行做了理论。李政道则完全没有从事过实验研究，尽管他和杨振宁都对实验设备非常感兴趣。）尽管他们两人都独自做出过很多杰出的工作，但目前他们做的大多数的工作，包括获得诺贝尔奖的工作，都是由两人合作完成的。

李政道和杨振宁在 1945 年还都是昆明西南联合大学的学生，几个月后，杨振宁和李政道分别考取了当年和次年的公费奖学金，赴美国留学。杨振宁时年 23 岁，已经完成了物理学硕士学位。他的父亲杨武之是一位著名的数学家，因此杨振宁在成长过程中打下了良好的数学和物理基础，他同时也为留学美国做了很充分的准备。事实上在芝加哥大学，杨振宁发现他比周围其他的研究生的数理基础更好。杨振宁还在中国时就读过本杰明·富兰克林的自传，富兰克林的人格魅力和科学研究上的成就给他的印象极深。来到美国后，杨振宁立志成为下一个富兰克林。尽管他没有改名为本杰明，但经常称自己为富兰克林或者弗兰克，这个称呼在他芝加哥大学的同窗中间逐渐流传开来，现在他还常被人们称为物理学家弗兰克。李政道则通常被昵称为物理学家“T.D.”。杨振宁途经印度，通过苏伊士运河，跨越大西洋，最终于 1945 年的 11 月抵达美国纽约。杨振宁是一名费米的忠实粉丝，他以为费米当时仍在哥伦比亚大学（费米在参与曼哈顿计划并远赴洛斯阿拉莫斯之前所工作的地方），便径直前往费米曾经授课的哥伦比亚大学卜平物理学实验室去找他。杨振宁回忆时写道：“我还记得那天我抵达纽约后不久，我到了上城区并爬上了实验室的八楼，询问费米教授是否将要开课，实验室的秘书一脸茫然。当我得知芝大将要成立一个费米将加盟的新研究所的消息，便前往芝加哥，在学校完成注册。直到 1946 年 1 月我亲眼见到费米讲课前，还都不敢相信这是真的。”杨振宁不久后便成为了费米的得力助手，还时常在费米外出时担任临时讲师。资助杨振宁来留美的是一项“义和团奖学金（Boxer Fellowship）”，取得这个奖学金必需在中国通过严格的全国选拔考试。该奖学金的来源非常有趣，杨振宁在接受诺贝尔奖的演辞中有如下讲述：

“陛下，殿下，女士们和先生们：

首先，请允许我感谢诺贝尔基金会和瑞典科学院对我和我夫人的热情款待。我还要特别感谢卡尔格恩教授，他的引述和讲的一段中文让我听了格外亲切。

诺贝尔奖在 1901 年设置，同年发生了另一件历史意义巨大的重要事件。这个事件后来对我个人的生活道路产生了决定性的影响，并有助于促成我现在能参加本届诺贝尔盛会。承蒙诸位惠允，我将花几分钟讲一下这个事件。

上世纪后半叶，在西方日益加大的经济和文化影响的冲击下，中国面临一场激烈的论战。争论的集点在于中国到底应该吸收多少西方文明。然而，争论尚未得出结论，感情便代替了理智，在 1890 年代，人们结伙搞起了义和团，英文叫做 Boxers，他们声称能以血肉之躯抵挡住现代武器的攻击。他们采取了盲目和不理智的行动反对在华的西方人，并导致 1900 年欧洲多国和美国军队入侵北京。这就是义和团运动，一场野蛮杀戮和无耻掠夺的战争。归根结底，这个事件是由于在遭受到外部日益加深的压迫和内部日趋衰落腐败的情况下，自尊的中国人民愤怒而无奈的情感猛烈爆发引起的。从历史上看，这个事件也一劳永逸地平息了关于中国应该吸收多少西方文明的争论。

那场战争于 1901 年结束，当时签订了一个条约。条约中有一款规定中国要向列强赔偿共约五亿盎司的白银，在当时这是笔惊人的巨款。大约十年以后，作为典型美国式的友善表示，美国决定把自己的那一份退还给中国，用这笔钱设立一个基金，由基金拨款筹建一所大学，就是清华大学，并为去美国深造的学生提供奖学金。我是这两项计划的直接受益者。我父亲任清华大学教授，我就生长在这幽静学术空气浓厚的清华园里，愉快地度过了我宁静的童年。这是我这一代绝大多数中国人不能幸运享受得到的。后来在同一所大学里，我受了两年极好的研究生教育，尔后又得到上述基金提供的奖学金去美国继续深造。

今天，当我站在这里和大家谈这些事情的时候，我深深地意识到，广义来说，我是既调和又抵触的中西方文化的产物。我愿意说，我为自己的中国血统和背景而感到骄傲，我也同样感到自豪，能致力于人类文明一部分的、源于西方的现代科学研究。我已献身于现代科学，并将竭诚工作继续奋斗。”

李政道来到芝加哥的途径很不同。他出生在上海的一个商人家庭，在六个孩子中排行第三。由于战争，他的求学之路受到了很大的阻碍。他 1945 年到昆明并被西南联大录取，那时杨振宁已经取得了硕士学位。当时的杨振宁和李政道只是点头之交，直到俩人后来在芝加哥相遇才真正认识彼此。李政道在昆明师从吴大猷教授。吴大猷是中国知名的理论物理学家，现在任职于渥太华的加拿大国家研究院。吴教授是土生土长的广州人，于 1933 年获得密歇根大学博士学位后回国执教。二战结束后，他再次回国从事研究工作并指导了两名学生，其中一位是李政道。当时的李政道还仅仅是一名普通大学生，吴大猷的选择可说是极富远见的。在后来写给他密歇根大学时的老师，现于布鲁克海文国家实验室工作的 S.古德斯密特教授的信中，他这样评价李政道：“他尽管只是一个中国大学的三年级学生，但非常聪明，思维清晰而又严谨，而且学习十分刻苦。如能得到合适的指导，必将成为一名优秀的物理学家。”李政道来到美国后，由于芝加哥大学是唯一一个不需要本科学位便可以攻读博士的高校，因此他便选择到这里深造。

所以在 1946 年，杨振宁和李政道便在共同居住的芝加哥大学国际学生公寓相识了。尽管如此，他们第一次的合作却跟物理没什么关系。当时芝加哥的一家报纸上举办了一个有奖竞赛，比赛的形式类似于一个拼字游戏，第一名可以获得 5 万美元的奖金。这是一个不小的数目，因此他们决定组队参与其中。与他们一起参与竞赛的合作者中，有一位是 R.L.加文博士，他曾在费米团队中从事实验物理研究，现在担任 IBM 沃森实验室的副主任以及哥伦比亚大学物理系教授，他曾在 1957 年关于的宇称实验中扮演了一个重要角色。参与这项有奖竞赛需要付 8 美元的参赛费，他们团队还花了 40 美元购买了两卷本的《韦氏新国际词典》，比赛的官方指定的词典。他们成功完成了最初的一系列题目，并获得了最高分。但由于出现了并列第一的情况，他们被通知要在规定时间内完成下一个更难的拼字。几个人夜以继日地填字，由于对规则的理解存在歧义，他们提交了两份不同的答案，并对每一种答案做了解释。几天后，他们得知的结果令他们十分愤怒，因为提交的结果过多，而被取消参赛资格。尽管他们的答案打败了最后的获奖人，却仍然无缘奖金。

与此同时，杨振宁和李政道开始了一系列物理学方面的合作。在那些日子里，李政道从先学了三、四年物理学的杨振宁那里学到了很多。在芝加哥大学，研究生们往往被希望尽可能多地进行交流合作以共同提高，尽管这些课程，但过分依赖别人往往被认为是很没面子的。在研究生做了充分准备后，会在全体教职工的监督下通过一项严格的考试，以取得完成博士论文资格。李政道在 1948 年通过了这个考试，并在费米的指导下撰写了一篇关于白矮星理论的天体物理学的论文。杨振宁则在爱德华·泰勒的指导下从事核反应理论问题的研究，并于 1948 年获得博士学位。随后在 1950 年，李政道也获得了博士学位。杨和李合作的第一篇论文于 1949 年发表，那篇文章的合作者中，还有一个名叫 M.罗森布卢特的人，他当时也在芝加哥大学读研究生，现在是加州大学圣迭戈分校的物理学教授和通用原子能公司的研究员。在芝加哥大学的几年间，杨振宁和李政道参加了费米给研究生开设的一系列非正式的晚间演讲。费米保存有大量的笔记本，上面记录了他对物理学各个分支大量相关问题的看法。在晚间演讲中，由费米本人或者参加的研究生建议讨论的讲题，然后费米在笔记本里搜寻，看哪个主题最合适来展开讨论。也只有当费米讲到相关问题时才会展示出来。费米的讲解内容，通常是十分基本的，甚至往往在直觉层面，他非常重视数学推导后所得到的简单原理。费米所做的演讲，无论是在质量上还是在内容的丰富程度上，都给当时在座的年轻人留下了深刻持久的印象。杨振宁后来写道：“我们认识到，物理学不该是只属于少数专家的学科；物理学的大厦必须在平地上，一砖一瓦，一层一层地建立起来。我们认识到，抽象的结论必须在细致的工作之后，而非之前才会到来。我们还了解到，费米非常乐意用台式计算机来做简单的数值计算。”

李政道在 1950 年开始在加州大学伯克利分校物理系担任讲师职务。之前一年杨振宁已加入了普林斯顿高等研究院，并于 1952 年成为永久成员。在普林斯顿高等研究院工作的通常有 100 名临时会员，但各学科的永久会员仅 20 名，其中有 5 名是物理学方面的。李政道于 1951 年至 1953 年和杨振宁在一起合作了两年，他随后接受了哥伦比亚大学的教职。尽管纽约与普林斯顿距离不近，但他们每周都要互访一次。每次见面时，他们都会讨论物理学界前沿的各种重要问题。1953 年，杨振宁来到布鲁克海文，与来自世界各地的物理学家共同参加实验室举办的暑期会议，参加该会议的大多数人都整年在办公室和位于厄普顿及附近海滩的实验室间来回奔波。这个学术会议

给平日里远隔万里的物理学家们一个很好的见面与交流问题的机会。一大批杰出的物理学家从会议中涌现出来，他们中有的人已经在附近实验室工作。1956年4月，杨振宁回到了布鲁克海文，自此后他和李政道便在厄普顿和纽约之间不停地奔波来往。原本他们两人的科研方向还各有不同，但是到了那时，他们的兴趣都转到了同一个问题上。当年六月，李政道也跟随杨振宁来到了布鲁克海文。

在当年春天，杨振宁和李政道共同致力于“ θ - τ 疑难”的研究，这是一个困扰物理学家多年的粒子物理学问题。基本粒子是组成一切物质的基础，自古希腊哲学家提出“原子论”开始，直到1911年欧内斯特·卢瑟福发现原子核，人们都认为原子是组成万物的基本粒子；事实上“原子”这个词的意思就是“不可再分的”。1911年后，人们发现原子也是可以再分的，它由一个占据很大质量的核心“原子核”和松散的、带负电荷的外部结构“电子云”组成。人们最早曾认为原子核是由质子和电子组成的。质子是一种相对重很多，带正电荷的粒子，被认为是原子核质量的最重要组成部分。然而，电子在原子核内部的观点后来被证明是站不住脚的。1932年，詹姆斯·查德威克发现了不带电荷的中子，其质量与质子相当，且与质子同为组成原子核的成分。同样是在1932年，加州理工学院的卡尔·大卫·安德森证实了一种由英国理论物理学家保罗·狄拉克预言的一种带正电的、电子的反粒子，被称为“正电子”。电子-正电子是实验室中发现的第一种正反粒子对。现在我们知道一切粒子都存在一个与其质量相同的反粒子，当正反粒子对碰撞时，他们会产生湮灭并以不同形式释放出能量。这种转化过程正是爱因斯坦提出的质量-能量等效理论的一个典型事例，质量和能量可以相互转化，其符合的关系可以用质能方程 $E = mc^2$ 来定量表述。1932年底，第五种基本粒子被发现，这就是光子，一种组成光的粒子（部分基本粒子，如光子，其反粒子为其本身）。截至目前已经确认的基本粒子总数达到了三、五十种，而且数量还将持续上升。这些粒子中的大多数都是二战后发现的，这得益于实验技术的不断提升。一些大型的加速器（如 AGS 等）的建造完工，使得粒子加速能量不断提升，从而获得更大的质量。当年安德森是从宇宙射线中发现的正电子，宇宙射线属于自然辐射的一种，它来自外太空，且数量稀少。对于实验物理学家来说，从加速器中得到他们想要的高能粒子比从宇宙辐射中等待相应粒子的到来要明显高效得多。当然，安德森事

先并不知道他能够发现正电子，因此宇宙射线可以说是发现未知粒子的理想源泉。

二十世纪中期，一种全新类型的粒子被发现，由于这种粒子未曾被任何理论所预言，因此被人们称为“奇异粒子”。奇异粒子的结构研究是当代物理学的最活跃分支之一。1947年，两位英国实验物理学家罗彻斯特和巴特勒在观测宇宙射线时，首先在云气室中观测到了奇异粒子。通常奇异粒子与普通物质之间的关系是十分微小的，物质往往被认为是由质子、中子和电子等组成的，它们表现出更多的粒子特性。然而，当物质被质子等高能粒子轰击时，奇异粒子便可以在撞击碎片中产生。事实上，在 高能撞击中多次产生的相同特性给了物理学家们奇异粒子存在的证据。一个实验物理学家通过观察核子碰撞实验相片上的轨迹便可知道产生了何种粒子，他通常会看到相同的粒子径迹重复出现数十百次。

Θ 介子和 τ 介子是两种不同的奇异粒子，它们都可以通过衰变转化成另一种常见的粒子—— π 介子。令人奇怪的是， Θ 介子和 τ 介子看上去完全相同，有着相同的质量和半衰期，但是 Θ 介子衰变时可以产生两个 π 介子，而 τ 介子则可产生三个。这看上去非常的不可思议，自然界中存在两种如此相似的粒子，它们仅仅衰变产物不同。一种吸引人的假设是： Θ 介子和 τ 介子是有两种不同衰变模式的同一种粒子。事实上，物理学家非常乐意将这两种粒子看成一类。然而，达立兹博士于 1954 年至 1955 年对 τ 介子衰变进行了广泛的分析，证明这种假说是不可可能的。达立兹博士的分析基于当时物理学界广泛认同的一些理论，其中最重要的一个便是宇称守恒定律。这个定律在当时被看做是物理学的最基本定律之一，不容半点质疑。达立兹博士的分析结果引发了一个物理学界的广泛讨论，很多物理学家，包括杨振宁和李政道，都卷入其中。一开始，有的人希望证明 Θ 介子和 τ 介子有着微小的质量差异，这便可以对两种不同衰变模式做出一个简单的解释。但是，根据 1955 年秋季和冬季的一系列日益精确的实验提供越来越多的证据，证明 Θ 介子和 τ 介子拥有完全相同的质量。因此，关于这个问题的许多简单解的释都被排除。到了 1956 年春天，物理学家们面临了一个真正棘手的难题。

当年四月，当第六届罗彻斯特高能核物理年会在罗彻斯特大学举行时，关于“ Θ - τ 疑难”的讨论成了会议日程中最重要的部分。在这次会议上，科学家们关于这一问题提出了一系列的假说，但最终全部都被证明是不理想的。在杨振宁一个关于奇异粒子的总结报告之后，会议进入了讨论阶段。会议记者记录下了这次讨论，其中有一段尤其值得一提：“杨振宁感到我们长期以来关于 Θ - τ 疑难的讨论思路太过于局限，或许应该有一个更为开放的思维。为鼓励开放思维，费曼提出了一个假说：我们是否可以把 Θ 介子和 τ 介子看成是同一粒子的两种不同宇称态，它们没有确定的宇称；或者，它们的宇称不守恒，也就是说，自然界中有一种定义宇称的独特方法？杨振宁和李政道深入讨论这个问题但是没有得到确切结论……或许拥有两种宇称的粒子是存在的……或许我们可以说宇称守恒定律……是可以违反的。或许弱相互作用与其有相同的来源，都违反了时空对称性。”

科学家们对该问题进行了广泛而又深入的讨论，直到会议即将结束时，大会主席奥本海默教授说道：“很显然，关于 τ 介子将会有有一个内在或外在的难题。”这是一个颇有先见之明的言论。

在当时，人们普遍有一种困惑感和挫败感。杨振宁曾写到：“物理学家们当时的状态就像一个在黑暗房间中摸索并寻找出口的人。尽管他知道总有一个方向可以找到脱离困境之门，但这个方向又在何方？”他和李政道重新致力于该问题的研究，在其他方向的努力无果后，他们最终将目光集中到实验的基本假设——宇称守恒上。出人意料的是，他们找到了通向答案的大门。

什么是宇称守恒，为何物理学家如此不情愿怀疑它？宇称守恒——或者可以称为镜像对称性——是一个物理系统及其镜像之间的对称性。众所周知，当一个物体放在镜子前面，镜子中的右边变成了左边，反之亦然。在物理学中，所有识别 Θ - τ 疑难的实验都发现一个物理系统和它的镜像的表现是完全相同的，遵循同样的定律。物理系统与它的镜像之间的这种特征行为称为镜像对称。然而，通过复杂的数学推导可以证明，在解释 Θ - τ 疑难时，必须抛弃这种镜像对称特性。也就是说， Θ 介子和 τ 介子的衰变过程中，宇称是不守恒的。在他的诺贝尔奖演说中，杨振宁曾试图解释这个定律

的一些涵意。他说：“左右对称的理论就像人类文明一样古老。历史上，无数哲学家曾探讨过关于自然界中对称性的问题。当然，在日常生活中，左和右的概念有着明确的区分。比如，我们的心脏在身体的左侧。在东西方的语言文明中，人们都把右看作是正确的，而左看作是邪恶的。然而，物理学的定律往往展现出完美的左右对称性，人们生活中的不对称性一般被归因于环境中偶然的不对称，或者有机生物的初始状态。举例来说，想象有一个人与我们成镜像，他的心脏在右边，所有的内脏器官也都与我们成镜像相反，并且事实上他身体里的每个分子，比如糖分子，也是与我们成镜像相反的。如果他吃的食物也与我们吃的是镜像相反的，然而按照物理学定律，他的行为却应当同我们的没什么两样。”

1956年的5月份，使杨李两人备感困扰的问题，我们怎样才能确信物理学中的对称性定律必定是正确的？经过深入考察，他们的发现令人惊讶：以往的实验仅仅验证了宇称守恒在强相互作用（将核子聚集在一起的力）和化学力（与化学反应有关的力）中的正确性，但没有实验验证弱相互作用（ Θ 介子、 τ 介子和放射性同位素衰变中的力）。尽管关于弱相互作用的实验很多，但没有一个与宇称守恒相关。杨振宁这样描述他们当时非凡的洞察力产生的结果：“弱相互作用中宇称是否守恒这一问题长期以来一直没有实验验证，这是多么叫人吃惊啊。更令人吃惊的是，时空对称性这一物理学家长期以来信奉的理论将有可能受到挑战。但这并不是真正吸引我们的地方，我们要做的是使用各种方法去排除困难，更深入地去理解和解释 Θ - τ 疑难。”

现在回头去看杨和李两人的发现，人们或许觉得那看上去很简单，但是对于身在其中的发现者而言却往往并非如此。最近我曾和杨振宁讨论过这件事情，他回顾了当时他们的心路历程。他提到，处理像 Θ - τ 疑难这种难题，由于人们完全不知道解决问题的方向在哪里，因此不可能集中精力在一条路上走下去。一旦找到了解决问题的线索，便可以竭尽全力地去攻克它，但在线索到来之前，一个人的精力往往是分散的，无法做出实质性的成果。杨振宁说他已经无法精确回忆起是什么灵感让他和李政道去检查过往关于弱相互作用的实验了，但他却对当时的时间和地点记忆犹新。那是五月上旬的一天，杨振宁从厄普顿驱车前往纽约拜访李政道，他们在李政道所在的哥伦比

亚大学办公室相遇。由于在附近没有停车场，他们便一边聊天一边开车寻找在附近寻找停车的地方。最终他们把车临时停在了百老汇和第 125 号街道相接处的一个中餐馆前，由于那个中餐馆还没有开张，他们便前往了附近的白玫瑰咖啡厅，坐在一个桌前并恢复了刚才的聊天话题，就在当时，那个具有划时代意义的想法在他们的脑海中涌现出来。他们突然清楚地意识到，弱相互作用的实验结果必须经过详细检查推敲，因为在其中很有可能存在证明宇称不守恒的证据。

在那之后，身在布鲁克海文的杨振宁和在哥伦比亚大学的李政道共同进行了三周的高强度工作。他们选取前人进行过的实验结果，在允许宇称可能不守恒的前提下使用理论对其进行解释。比如，他们计算了弱相互作用下不同衰变过程的概率，在表达衰变概率的公式中，经过数学推导，有可能反映宇称不守恒的那一项最终被消去。因此看出，在 1956 年以前做过的所有实验中，没有一个可以真正验证宇称在弱相互作用下是否守恒。在随后的几个星期里，他们在努力寻找一个可以不经过精确计算便能证明宇称是否守恒的指导准则，并通过该准则设计相关实验。在六月上旬，他们终于找到了这一准则，这让一系列的实验设计变得相对简单，在原则上可以通过相关实验展示宇称不守恒现象。

六月底，在布鲁克海文，杨振宁和李政道撰写了那篇如今被奉为经典的著名论文——“弱相互作用中的宇称守恒问题”。在论文开篇，他们用模板式的语言综述了当时的实验状况：“最近的实验数据证明了 Θ 介子和 τ 介子拥有完全相同的质量和半衰期。换句话说，关于 τ 介子衰变产物的分析显示，角动量和宇称守恒是区分 Θ 介子和 τ 介子仅有方法。这引发了一个被广泛讨论的难题，其中一种解决方案是假定宇称并不完全守恒，因而 Θ 介子和 τ 介子可以被看成是质量和半衰期相同的同一种粒子的两种不同衰变模式。我们的这篇文章希望分析推翻宇称守恒实验证据的可能性。现有的实验以高置信度证明了宇称守恒在强相互作用和电磁相互作用中的正确性，但在弱相互作用中，宇称守恒仅仅是相关实验的外推假说。为了证实宇称守恒的正确性，必须通过精确的实验确定弱相互作用中是否可以在‘左’中区分出‘右’。一些可能的相关实验将被讨论。”在论文的剩余篇幅中，他们就实验的相关细节进行了描述。

在实验物理学家对他们的理论进行验证之前，杨振宁和李政道除了等待别无选择。在等待期间，他们在布鲁克海文开始了对物理学另一完全不同的分支——统计力学的研究。统计力学的研究对象是像气体这样的大量粒子体系。为了描述这样由海量粒子构成的系统，没有可能通过准确分析每个原子或分子的行为来完成，而必须尝试建立关于粒子体系的统计理论。这是物理学中一个很有吸引力的分支，李政道和杨振宁当时在这一领域也做出了重要的贡献。在他们等待期间的一个精彩文档被幸运地保存了下来——那是李政道在布鲁克海文的便笺簿上的一页。在该实验室工作的另一个物理学家发现了它，并当做纪念品保存了下来。在经历了随后的令人激动的秋天和冬天之后，1957年12月这一页便笺被发表在美国物理学会出版的《今日物理学》的封面上。在那页纸上李政道整洁地列出了一系列的符号和公式，偶尔也有一些墨渍。有趣的是那页便笺的内容，上面一半的公式是关于统计力学的内容，另一半则是关于弱相互作用下宇称不守恒的探讨。在实验物理学家进行验证期间，理论家除了等待和涂鸦别无可做，李政道也是如此。

客观讲，在1956年的秋冬时节，绝大多数的物理学家都在关注宇称不守恒的可能性。在他们看来，即使宇称不守恒真实存在，也只在极少情况下才会发生。杨振宁和李政道论文中的讨论看上去无懈可击，但人们还是难以理解为什么仅仅在弱相互作用中会有宇称不守恒。在所有接受挑战验证宇称不守恒的实验组中，其中有一个是哥伦比亚大学-国家标准局合作组。他们指出，传统物理学中，一个实验往往都是去验证已有的一般性理论，尽管获得意外结果的概率很低。他们因此全力投入实验之中。在实验组的物理学家中，有一个人与杨振宁和李政道关系密切，她名叫吴健雄（袁家骝夫人），与杨李两人一样出生在中国，在美国开始科研生涯。她和杨李两人是多年的挚友，并且与李政道还是哥伦比亚大学的同事。吴健雄当时已经因为她在弱相互作用领域的高精度实验成了世界著名的科学家。此外，与国家标准局（坐落于华盛顿，那里的实验科学家主要从事极端低温技术的研究）的研究组建立的合作关系也是由她主导的。低温技术是实验所必需的，在他们最终发表的论文上，会同时署名代表哥伦比亚大学的吴健雄，以及代表国家标准局的安布勒、海沃德、霍普斯和哈德森等人。与

此同时，在泰莱格迪教授的指导下，芝加哥大学的一个独立的实验组也在根据杨李两人论文中的建议独立地进行宇称不守恒的验证试验。12月，哥伦比亚-国家标准局合作组的实验数据以极高的置信度表明在弱相互作用下宇称不守恒。这个实验组由当时最杰出的物理学家们组成，他们意识到自己可能完成20世纪最重要的实验发现之一，在发表实验结果之前，他们渴望确保每一个实验步骤都是正确无误的。然而，杨李两人在与吴健雄或多或少的日常交流中，逐渐认识到越来越多的实验证据正在将宇称守恒定律拉下神坛。

1957年的1月4号是个星期五，哥伦比亚大学的物理学家们举办了一场名叫“中式午餐会”的活动。中式午餐会是哥大物理系多年以来的一个传统，它起源于1953年李政道到来之时（尽管李政道现在已经离开哥大，但这个传统被保留了下来）。午餐会通常被安排在周五，这也是哥大各院系的讨论班召开的日子，人们通常去学校附近的一家中餐厅，点上十或十一盘菜。李政道是一个不折不扣的美食家，他在哥大工作的那几年，每次午餐会都是由他负责点菜。在这个特殊的周五，李政道给大家带来了他刚从吴健雄那里得知的重要新闻：哥伦比亚-国家标准局联合试验组的实验结果表明，宇称几乎可以肯定是不守恒的。哥伦比亚大学的实验物理学家利昂·莱德曼教授是午餐会的忠实参与者。他当时正在进行另一项弱相互作用下 π 介子的衰变研究， π 介子可以衰变成 μ 介子，进而衰变成一个电子和两个中微子。这让莱德曼教授突然意识到可以设计一个实验来同时证明这两个衰变过程中宇称均不守恒。午餐会结束后的当晚九点，他与同校的加文博士碰面，并讨论这一问题。大概在当晚十点十五分左右，他们设计出了实验方案，并于凌晨两点开始在哥伦比亚大学的加速器上记录数据。他们一开始便认为自己看到了预先所期待的效应，然而事实上当时有的设备烧坏了，因此整个周末不得不用来修复损坏的设备，直到周一下午设备才恢复正常。周二早上，他们的实验结果已经确定无疑地证明弱相互作用下宇称守恒并不成立。当天上午六点，莱德曼向李政道打电话通知了这个消息。这个电话只是一个开始，越来越多的科学家通过电话得知了这一消息。我想可以毫不夸张地说，到了那个周末，全美国高能物理学界的物理学家们都得知了这个实验结果。我清晰地记得当时是周三或是周二，我正与来自哈佛大学的几个物理学家在一起，他们当时讨论了国家标准局散布出来的关于实验的传言。朱利安·施温格教授是哈佛大学理论物理学的领头人，他当时劝告我们，

在最终的实验结果出来之前不要妄下结论。但他在与哥伦比亚大学的拉比教授通过电话以后，回来便说：“先生们，看来我们必须要向自然鞠躬致敬。”

在接下来的一个星期二，1月15日，哥伦比亚大学物理系做了一件前所未有的事情：为新实验发现举办了一个新闻发布会。拉比教授致辞时说到：“在某种意义上，实验结果业已表明，先前一个完整的理论结构已然土崩瓦解了，大家都不知道如何在把它们重新拼凑在一起。”这是一个公平客观的评论，现在宇称不守恒已经得到了学界的正式认可。第二天，《时代周刊》发表了一篇题为“外表与真实”的社论，在该文中系统阐明了这一实验的划时代意义。文章的最后一段对所有活跃在基本粒子研究领域的人说了一段极具讽刺意味的话，如果理论和实验领域原本就有分歧的话，那么1957年以后两者的分道扬镳就更厉害了。《时代周刊》写道：“宇称不守恒定律的发现，移除了物质世界理论大厦建筑其上的根本性障碍。不论20年内是否会有新的理论诞生，现在的物理学家们已经对找到走出‘宇宙丛林’的路有了信心。”

1957年1月17号，苏黎世联邦理工学院的的沃尔夫冈·泡利教授在写给麻省理工学院魏斯科普夫教授的一封信中，表达了对宇称不守恒的质疑。泡利，生于维也纳，是二十世纪一位高产的理论物理学家（于1958年去世），他生前经常对一些物理学理论提出尖锐的批评。泡利在1931年第一次在理论上预言了中微子的存在，以解释当时在弱相互作用中出现的能量貌似不守恒的现象。弱相互作用已经成为物理学中新定律不断出现的巨大金矿。魏斯科普夫教授同样生于维也纳，当年为躲避纳粹而远赴美国担任物理学教授，如今在位于日内瓦的欧洲核子研究中心担任主任。魏斯科普夫是二十世纪三十年代早期泡利手下最优秀的学生之一，经常与泡利通信交流。泡利在信中写道：“我不相信上帝是一个软弱无力的左撇子，而且我已经准备好了拿出一大笔钱来赌实验将会给出宇称守恒的结果。”十天后的1月27号，当宇称不守恒实验的结果传到苏黎世时，泡利在此给魏斯科普夫写信，这封信中列举了很多事例，以证明宇称守恒的概念对于物理学家来说是多么的深入人心。“现在第一个令人震惊的结果已经传来，我决定要平复下自己的心情，”他写道。“是的，这是令人引人注目的结果，这个月21号，我正准备晚上八点钟的关于中微子的一个演讲，结果在五点钟

收到了三份实验论文（哥伦比亚大学的两个实验和芝加哥大学的一个实验几乎同时完成），我并不太震惊于上帝为什么倾向于左手而不是为了展现自己的强壮而保持左右对称。换句话说，现在关键的问题是：强相互作用中为什么一切看上去都是守恒的？”

美国物理学会于当年的一月底在纽约举办一次年会。会议的议程通常会提前发布，其内容一般是关于当时物理学家们所感兴趣的杰出工作。每一个学会会员都可以在年会上做一个十分钟的报告，并向学会的秘书提交他们报告的摘要。如果一位物理学家做出了非常杰出的工作，那他将会被邀请做一个更长时间的报告。然而，回顾 1957 年的年会，会发现没有任何一项会议内容与宇称不守恒相关；单就议程内容来看，当年的会议显得十分常规。事实上这只是一次普通年会。会议没计划讨论宇称不守恒的原因只因为是相关的实验在两个 1 月底才开展的，截至当时还没有做完。会议开始时，实验的第一个结果已经公布，所有的实验物理学家和其他所有人都热切地关注着这一结果。尽管关于实验结果的传言甚嚣尘上，哥伦比亚大学的新闻发布会也在会议前不久才召开，但是从事其他领域的物理学家对实验细节却知之甚少。另一方面，实验结果每天都在不断更新。因此，年会主办方在最后一天（周六）举办了一个特殊的会议。该会议在纽约酒店举行，会议当天创纪录地涌入了大约 3000 名物理学家。学会常务秘书达罗博士介绍说：“当天会议的注册人数达到了 3110 人，已经十分接近物理学会和其他学会在一年前创记录的 3206 名与会者的最高数。”达罗博士接着说，“更令我们惊奇的是，在会议结束后的周六下午，酒店最大的大厅里除了吊灯上面都挤满了参会的人。这是由于一些小道消息传言有部分关于宇称不守恒的论文在会议截止日期后投出，而相关实验结果刚刚在整整两周前才公布。”这是一个伟大的时刻，会议原本定在两点举行，但在一点十五分，会场便已经被参会的物理学家挤得水泄不通了。我在中午十二点半拿着午餐进入了会场并找到了一个座位，但李政道就没有这么幸运了，他一度无法挤进会场，直到有的物理学家认出了他，并给他让出了一条路。杨振宁、莱德曼、泰利迪和吴健雄分别作了演讲，由于实验结果刚新出炉，数据点的拟合曲线只被粗略画上而已。当所有支持宇称不守恒的实验证据汇聚在一起，呈现在大家面前时，事实显得那样的清晰，在场的所有人都有幸成为了历史的见证者。会议没有给大家留提问时间，会议结束后，在大厅的一角，我注意到一大群物理学家围着杨振宁和李政道，向他们询问更多细节信息。

受到全新实验结果的激励，李政道和杨振宁完全放下了统计力学的工作并将精力投入到了实验数据的解释上。整个一月份对于杨李两人来说，经历了太多的事情，让他们无法在对统计力学提出任何新的想法。李政道在前一年的冬天告诉了我一个关于统计力学问题的全新想法，他和杨振宁同时被邀请参加在新泽西史蒂文斯学院举办的统计物理学会议。在会议上，魏斯科普夫向李政道提问了一个他和杨振宁之前曾推导过的公式，李政道说他已经完全记不起关于这个公式的事情了，并指出“任何事都想不起了”。在当时，他和杨振宁把精力完全投入到弱相互作用的研究，关于统计力学的一切想法都从脑海中消失得无影无踪。事实上，在会议截稿日期之后，所有物理学家都知道宇称守恒理论受到的挑战，没有一个人可以理解究竟发生了什么。

物理学会于 1957 年复活节假期期间举办了春季会议，在该会议上，“宇称”成为了一个热门话题，一个由李政道、吴健雄、加文、泰莱格迪和克罗发起的宇称研讨会进入了会议日程。值得一提的是，克罗名字的出现别有一番意味，他来自斯坦福大学，他的出现标志着在 1957 年春天，美国绝大多数重要的实验室都在从事宇称和弱相互作用相关的实验。李政道说道：“这就是雪崩效应”。一旦发现部分弱相互作用衰变中宇称不守恒，就意味着所有的弱相互作用衰变都要重新看待。因此，大大小小的实验室都投入到了宇称不守恒的研究中。像伯克利和布鲁克海文这种大型实验室，由于拥有可以产生奇异粒子的加速器，便重点研究奇异粒子的衰变，其他一些人则采用更传统的放射性同位素进行相关研究。之后的几个月，对物理学研究者来说是快乐且积极的。1957 年 10 月，李政道和杨振宁被授予诺贝尔物理学奖。在次年举行的物理学会年会上，宇称不守恒的概念不仅是人尽皆知，更在所有主要的弱相互作用衰变中被视为理所当然的事情。达立兹博士 1955 年关于“ θ - τ 疑难”问题的论文最终在物理学界掀起了一场风暴。

格罗津斯博士于最近发表了一篇关于宇称的具有非凡历史意义的侧记，作为一名布鲁克海文国家实验室的物理学家，他在翻阅了很多物理学前辈的著作以后，发现了早在 1928 年宇称不守恒现象就在放射性同位素的实验中就被发现。那年三名纽约大

学的物理学家考克斯、麦基尔雷思和 Kurrelmeyer，发现了在他们关于放射性同位素镭的衰变实验数据中，可以明显看出宇称不守恒的迹象。1930 年，考克斯的一名学生，蔡斯使用更为先进的技术重复试验，得到了更为确切的结论：“不仅仅是在每次实验中，甚至在所有的实验中，几乎毫无例外的证明存在这一现象（宇称不守恒）。”然而，当时关于弱相互作用的研究尚处于婴儿期，没有任何的相关理论可以解释这些结果。事实上，正是在 1927 年，一名匈牙利裔的美国物理学家尤金·魏格纳，才刚刚开发出了第一个描述量子体系中宇称守恒的数学模型。因此，当时的实验结果没有对当时的任何一个已有理论提出挑战，就像对着空气说话一样。经过近三十年理论和实验物理学各分支的发展，李政道和杨振宁的工作让物理学家们更准确地意识到早先实验发现的结果。

这一切的物理学意义究竟是什么？这个问题依旧困扰着我们，但是很多的疑问现已明晰。在哥伦比亚大学和国家标准局合作组的实验中，宇称不守恒并不是唯一的发现。另一项物理学家长期信奉的定律——“电荷共轭不变性”，同样被证明是错误的。电荷共轭是粒子转化为反粒子时涉及到的一种数学运算，比如电子转化成正电子的过程。直到 1957 年，物理学家对该定律仍深信不疑：一个由反粒子组成的星系与由粒子组成的星系具有完全相同的物理性质，当两个星系相撞时，他们会同时湮灭并产生辐射（比如，该现象已经在实验室中观察到，对某些较小的体系是正确的），并且只要一个人站在星系外观察，将无法分辨出这样的两个星系。然而，新的实验结果否定了上述理论，弱相互作用可以在理论上区分粒子与反粒子。这是一个非常令人意外的结果，并非从“ θ - τ 疑难”中衍生出来。在两个著名地对称性被打破后，一个新的问题出现了：是否弱相互作用对应着任意的对称性？事实上，在 1956 年的夏天，杨振宁和李政道考虑了弱相互作用导致多于一种对称性的可能性。这一想法最早来源于芝加哥大学的奥默教授写给他们的一封信。奥默提出了将杨和李最早的想法推广到一个更为普遍的情形。在经过深入的研究以后，李政道和杨振宁提出了一种全新的可能性，即在弱相互作用中，宇称 P 和电荷共轭 C 是不守恒的，但是两者联合作用时， CP 在弱相互作用中是守恒的。在 CP 守恒中，一个系统首先被它的镜像所占据，然后再被它的反粒子取代。所有的实验都证明这个想法是正确的；因此可以说 CP 守恒在所有的情形下都是成立的，但是两者单独成立的情况只有在强相互作用中才会出现守恒，

比如核力。泡利于 1957 年预言，弱相互作用与强相互作用中的对称性将成为物理学中重要的理论问题，而我们距离找到答案仅仅走了很小的一步。

在那个“宇称年”中，物理学界另一个重要的结果是关于中微子理论的澄清和简化。中微子是泡利为解决弱相互作用中能量貌似不守恒而提出的假说。1929 年，德裔数学和物理学家外尔（曾于 1933 年至 1955 年在普林斯顿高等研究院工作）提出了一个简洁且漂亮的数学理论描述可能存在的中微子，但由于宇称守恒的限制而被放弃了。此后多年，这一理论被人逐渐忽视。直到 1956 年，该理论被李政道、杨振宁、朗道和萨拉姆等人独立地重新发展出来，现在已经被所有的实验结果证实并成为了描述中微子的一般性数学理论。外尔本人在给戴森的信中说：“我的理论尝试将事实和美丽联系在一起，但当我必须在两者中任选其一时，我往往选择美丽。”相当不巧的是，外尔于 1955 年 12 月 9 日去世，就在他的理论重焕光彩的前夜。由于 1956 年和 1957 年一系列令人振奋的结果，很多其他领域的物理学家也转到了弱相互作用的研究领域中。因此，已发现了一系列的重要成果，但是，关于强相互作用与弱相互作用之间的联系，仍是迷雾重重。

尽管这一年物理学界发生了很多变化，但并没给李政道和杨振宁的生活带来什么显著改变。1960 年，李政道从哥伦比亚搬到了普林斯顿的研究所。他现在和杨振宁有着相邻的办公室，合作变得容易很多，而且在近几年，他们已经一起合作研究了许多问题。两人都是中英双语，但他们工作语言几乎只用中文，虽然听者经常因为一些他们不知道中文解释的相似的物理术语中的发音而干着急，像是“哦，这下我懂了。”（直译为“哦，我现在看见了。”）作为一个物理学家，我无意中听到他们的许多工作交流。如果哪个人在普林斯顿或者布鲁克海文有一间与他们相邻的办公室，不经意间会听到两人的交谈。他们一起做任何事时的交谈，充满了兴趣而且声音很大。他们享受在计算中彼此竞赛，而且思维都非常敏捷，看到或听到他们工作，是一种既令人兴奋又令人有点吃力的体验。

如今两家人一起在普林斯顿生活宁静。各人有一个迷人的妻子。杨振宁的妻子杜致礼是他 1945 年在中国高中任教时的一个学生；李政道和妻子秦惠箬邂逅是在 1948 年，那时她到访芝加哥。李政道夫妇有两个儿子，一个 9 岁一个 5 岁，杨振宁的两个儿子分别是十岁和三岁，还有一个女婴儿。他们尽力向自己的孩子传授中国的文化传统。孩子们在充满大量的中国艺术作品的家里成长，尽管如此，随着孩子们年纪渐长，他们当然也更倾向于美国孩子的普遍兴趣。李（秦）惠箬的父亲是一位住在中国的艺术家的，李政道在普林斯顿的家中有一些他最受喜爱的墙体装饰物就是丈人为他们画的花鸟画卷。李政道非常热爱中国艺术，这个爱好的热情仅次于他对物理学的，这一点的一个最有力的证据就是听他谈论艺术。我记得非常清晰地，我们 1961 年夏天在欧洲核子研究中心的一次谈话。那在一个清晨，屋里几乎没人。李政道刚刚得知大都会博物馆将要展出一批在 1948、1949 年从北京搬至台湾的故宫藏品。我对中国艺术的历史是一无所知，于是他向我介绍。我的笔记本很快就写满了重要日期与书法示例。李政道说话时，手势动作很富有表现力（他和杨振宁都在这样，当他们不使用黑板或者纸笔做一些运算时，喜欢在空中用手指比划；李政道曾经告诉过我，这是他在抗战中养成的习惯，那时在中国纸张是极其缺乏的），而后他会沉迷到主题里，越来越深渐渐地吸引了一小群物理学家，他们想当然认为李政道是在宣布一项新的物理学发现。我们的讨论随后转变成了一个关于东方艺术的多方面的正反辩论，那些日子里这种讨论会不时发生。杨振宁也是一样，被中国艺术深深吸引着，他同时还沉迷于中国哲学，有时候他还喜欢户外运动。他曾尝试过爬山与滑雪。在 1952 年的夏天，攀登几乎叫他丧命。当时他到华盛顿大学访问，在西雅图尝试了一些攀登活动。那所大学的物理学家中的许多人都是老练的登山家，他们说杨振宁天生的魅力与平衡能力让他成为了一个天生的优秀攀登者。有一次在登山中险些发生事故，队伍中的一位女士，在一个陡峭的冰坡上摔倒了，还拉着杨振宁一起。幸好他们及时抓住了 E.A.Uehling 博士的绳子，也是一位知名的理论物理学家和一个技能高超的登山家。

然而从根本上来说，杨振宁和李政道是专注于物理学的。当他们研究某个问题时是日以继夜，无暇旁顾。普林斯顿的高级研究所是他们的最佳工作地点，由于他们没有授课的负担，故而致力于研究可以随他们的心意自由支配。他们经常在普林斯顿或其他地方做一些专门的讲座。那是些非常清新富于吸引力的报告。杨振宁曾经评价

费米的演讲风格，对他本人和李政道也都同样适用，“我们全都知道，费米的演讲总是非常明晰。他的风格自有一种特色，对于每个想法他总是从头开始，探讨简单的例证并且尽量避免‘形式主义’。（他总是戏称那些复杂的形式主义者‘大祭司。’）他讲述理据直白无华，似乎是拈手到，给人以轻而易举的印象，其实只是表面，费米的简易得自于他的精心准备和对不同选择的深思熟虑的权衡。”

做科学能达到李政道和杨振宁这么高的层次需要很强的自信，同时探索问题的深远意义也要求研究者保持应用的谦卑。面对于研究问题的复杂和深邃李政道用一种独特的方式表达了这种谦卑心情，那是他在诺贝尔奖颁奖仪式上的演讲。那是在斯德哥尔摩的一个大厅里举办的盛大晚宴的节目高潮，通常邀请瑞典各大学的才子们参加。这些青年学子知道李政道很年轻，年纪与自己相仿，很有兴趣请他来讲话。李政道先前没被告知，有些拿不准说些什么。然后他想到了一个极有趣的中国寓言，于是讲起来：

“我来给你们讲一个中国小说‘西游记’里的小故事，关于一个猴子的故事。这只猴子不同于他的同类，他是从石头里蹦出来的，非常的聪敏。他也明白自己的出类拔萃——于是故事就开始了。他开始变得野心勃勃，一开头他想成为猴王，自然是不费吹灰之力就做到了。但是很快地他不再满足于做一只猴子——即便是猴中之王。他开始想要学着做人，经过多年学习人类的习惯和行为，他变得可以像人那样穿衣谈话——他想法设法，果真让自己看起来像人一样了。但是很快他又不满现状了。这一次，他想成为神。他到了一座神山，历经几百年的学习钻研，他学会了神通，真正的有了神奇的魔力。例如，他一步就能跨过十万八千里。所以他决定跃上天庭，他仅腾跃半步就到了天庭。在那里他向众神索要官职。最初，玉皇大帝想糊弄他，但是这猴王十分固执，硬要玉帝授予他一个神位，称号为‘大圣。’但是猴子的野心进一步膨胀起来，现在它不仅仅想要做一个神仙，而且想做整个天庭的王。玉皇大帝被逼得没有办法，只得与猴子开战。他们大打起来，不过是猴子打败了天庭所有的天兵天将。作为最后的手段，玉皇大帝最后只能向佛祖求援。佛祖请来了，他告诉猴子，想要成为天庭主宰得要有一些特殊的本事。佛祖张开手对猴子说，‘如果你想成为天庭的王，你

必须能跳进我的手掌——而后跳得出来。’猴子看着足有百尺高的佛祖，‘我能一步十万八千里，’他对自己说，‘这岂不是轻而易举，让我实实在在地成为天庭的皇帝。’所以他跳进了佛祖的手掌——而后跃出一大步试图从中跳出去。为了确保自己能成功，他不停地跳腾。经过数万年跳跃，猴子开始感到疲惫了。最后，他到了一个地方，有五座略带桃色巨柱，觉得那一定是到了宇宙的尽头。对此他十分激动，于是踩着中间的那根柱子写上，‘齐天大圣到此一游，’然后满怀兴奋地跳回去。回到了他很久以前开始的地方，洋洋自得地要求做天庭之主。可是佛祖用他的另一只手举起猴子，指向他张开的手掌给猴子看，在中指上有几个很小很小的猴子写的字：‘齐天大圣到此一游。’因此，中国有句老话：‘你再能耐也跳不出如来的手掌。’

“在求知探索中，我们也许可以进展迅速，但是必需牢记，就算是到了如来佛的手指边上，我们和绝对真理的距离仍然很遥远。”

未来基本粒子物理会是怎么发展，物理学家中各种观点。一些人认为离下一次重大突破至少还得一百余年。牛顿力学的兴起到量子力学的出现，他们指出经过了近乎三百年的时间，期间有诸多的数学与技术的进步。例如，表示量子理论必需的大多数的数学公式，直到 19 世纪才被发明出来。而其他物理学家则认为，二十世纪的物理学的辉煌发展的巨大推动力，很可能会压缩等待下次突破所需的时间。现在有比 1900 年之前的历史上所有的科学家总数还要多的物理学家在研究探索。从牛顿时代后发生的两次巨大的物理学的概念进步，相对论和量子理论，出现相距不过 20 年之间，或许并不是偶然的——前者在 1905 年而后者发生在十九世纪末。

杨振宁和李政道经常在思考这个问题。应对这类问题时，他们非常愿意在从“易经”，东方传统中最悠远最深邃的思想资源里汲取智慧。在它的早期形式里，“易经”最早源起于公元前两千多年。随着一代一代东方学者的诠释，它的地位一直在不断上升。易经的目前版本可能大多归功于孔子，他在约公元前 500 年对易经做了重大修正。

“易经”包含了一组预言式辞章诗篇——往往带着评议——和一个数学符号系统相联系着。应用易经的人想要解决一个问题，会取出三枚硬币来占。（更传统的方式是“大衍筮法”，用 50 根蓍草的干枝条来策算的“蓍占”。“大衍之数五十，其用四十又九，”舍其 1 根，实际上用 49 根蓍草来占，规则和程序是相当繁复的。）占在过去

用的硬币是传统的中国铜币，中间有一个方孔，不过在普林斯顿的占卜用的则是各种面值的美国钱币，并设计了一个界定币头币尾的方法，头被赋值为 1，尾的赋值为 3。在“摇钱”——抛三枚硬币后，加总所得的三个数字，可以得到 9, 8, 7 或 6 四个数。这些数字和易经的阳爻 () 和阴爻 () 配合起来，而六个或就构成了六爻的易卦，共有 64 个卦象。这是易经预测的关键所在。结果通常非常的美妙，有时也让人惊异。李政道告诉我，“有时候预测能把你的思想导入到一个全新的方向。”他和杨振宁在 1959 年 11 月 26 日求问于易经，“在接下来的 2 年里基本粒子物理学会有突破么？”他们获得的是渐卦（周易里的第五卦，卦名的意思是 Development，或者 Graduate Advance），其（六条爻的）部分诠释如下：

女归吉，利贞

鸿渐于干。小子厉，有言无咎

鸿渐于磐。饮食衎衎，吉

鸿渐于陆。夫征不复，妇孕不育，凶，利御寇

鸿渐于木。或得其桷，无咎

鸿渐于陵。妇三岁不孕，终莫之胜，吉

鸿渐于陆。其羽可用为仪，吉

1961 年 1 月 21 日，荷兰裔物理学教授佩斯（A. Pais）在研究院向杨和李询问有关《易经》的事，详细了解其方法后。他占卜了这样一个问题：“是否有一种方法，可以把强相互作用、电磁力和弱相互作用统一起来？”他得到的是需卦（周易里的第五卦，卦名的意思为 Waiting）答案，其（六条爻的）部分诠释如下：

需于郊，利用恒，无咎

需于沙，小有言，终吉

需于泥，致寇至

需于血，出自穴

需于酒食，贞吉

入于穴，有不速之客三人来，敬之，终吉

需卦在《易传·系辞》里面的意思是：当云升空之际，意味着要下雨。除了等待雨水降下，往往无事可做。人的命运也是这样。我们不用担忧，也不应强求干预未来，时机自会成熟。我们应当做的是饮食合宜保养身体，并保持心智乐观。命中注定的终

将来临，那时我们已然就绪。

李政道和杨振宁正在等待，并充满喜乐地工作着。