

乔治·伽莫夫——成就卓越、勇于创新的科学大师*

杨庆余

(徐州师范大学物理系 徐州 221009)

摘要 乔治·伽莫夫是20世纪最有影响的科学家之一,他在众多的科学领域作出过开拓性的贡献.在核物理学领域,他提出了著名的“核势垒隧道效应”和 β 衰变的伽莫夫-泰勒选择定则.在宇宙学领域,由于他竭力倡导“大爆炸”学说而使这一概念广为人知.同时,他凭着自己非凡的直觉在分子生物学领域提出了生命密码是如何工作的看法,这一看法后来被沃森、克拉克和尼伦伯格等人所证实.他那别具一格的科研风格和善于在交叉学科取得重大成就的创新精神,对我们的科学研究工作将产生有益的启示.

关键词 乔治·伽莫夫 核势垒隧道效应 选择定则 遗传密码 创新精神

GEORGE GAMOW——A MOST TALENTED AND CREATIVE SCIENTIST

YANG Qing-Yu

(Department of Physics, Xuzhou Normal University, Xuzhou 221009, China)

Abstract As one of the most prominent scientists of the 20th century, George Gamow made notable contributions to many fields of science in his life time. In nuclear physics he proposed the well known “nuclear potential barrier channel effect” and the Gamow - Teller transition probability of beta decay. In cosmology he did his almost to advocate the “big bang” theory. Through extraordinary intuition he proposed a theory about how genetic codes work in molecular biology, which was later verified by Watson, Crick and Nirenberg. Gamow’s unique style of research and his spirit of bringing forth new ideas in interdisciplinary subjects has greatly benefited our scientific research.

Key words George Gamow, nuclear potential barrier channel effect, transition probability, genetic code, spirit creation of new things

乌克兰出生的美籍著名核物理学家和宇宙学家伽莫夫(G. Gamow 1904—1968),是现代科学史上的一位传奇人物.他早年从事原子核物理学研究,提出了“核势垒隧道效应”,建立了 β 衰变中的伽莫夫-泰勒(Gamow - Teller)选择定则.随后转向天体物理学研究,创立了著名的“大爆炸”学说,并预见到宇宙中存在着微波背景本底辐射.1954年,他又在与自己所从事完全不同的学科——分子生物学领域中提出生命密码是如何工作的看法.他在众多领域成就显赫而未能获得诺贝尔奖的事实,已成为现代科学史上引起人们广泛兴趣的一件憾事.

1 核势垒隧道效应

1904年3月14日,伽莫夫出生于乌克兰的敖德萨.1922—1925年他先在敖德萨的诺沃罗西亚大学数理学院学习,后转入列宁格勒大学,总共用了三年的时间就相当出色地完成了四年的学业.1925—1926年,在红军野战炮兵学校任物理学讲师.1926—1929年间进入列宁格勒大学攻读博士学位.在列宁格勒大学时,他与著名理论物理学家朗道(Landau)

和伊万年科(Ivanienko)是同窗,并被同学们称为“三剑客”,当时他们的老师有数学家和宇宙学家弗里德曼(Friedmann).1928年夏,当他读博士的第二学年末,在几位导师的竭力推荐下,伽莫夫去德国哥廷根大学参加暑期学习班.1928年6月,他抵达世界数学中心哥廷根.哥廷根大学物理系的领头人马克斯·玻恩(Max Born)是这个班的主持人,不久他就和玻恩建立了亲密无间的师生关系,这个暑期学习班的同学中有弗里茨·豪特曼斯(Fritz Houtermans),他后来成为德国很有声望的核物理学家.

在哥廷根,当全世界的量子物理学家在向原子和分子进攻时,伽莫夫则决定弄清楚新的量子理论在原子核方面能起什么作用.一天,他去大学图书馆仔细翻阅有关实验原子核物理学的最新文献以开始他的研究时,突然被卢瑟福(E. Rutherford)一篇刊登在《哲学汇刊》上的文章迷住了.在这篇文章中,卢瑟福描述了镭盐发射的快速 α 粒子在铀中的散射实

* 江苏省教育厅科研基金立项资助项目

2001-04-28收到初稿 2001-10-31修回

验,与他著名的散射公式没有偏差.这表明,阻止 α 粒子穿入原子核的库仑斥力至少在距原子核中心 3×10^{-12} cm处还在起作用.这个发现与铀本身是放射性元素,并且它发出的 α 粒子的能量约为镭盐的 α 粒子能量的一半这一事实直接发生矛盾. α 粒子长时间停留在铀原子核里的事实表明,在铀的情况下,库仑斥力在短于 3×10^{-12} cm的距离内变成了引力,由此形成一个既阻止入射粒子进入原子核,又抑制核内 α 粒子向外射出的势垒.入射的高能粒子不能从外面越过势垒,而与此同时,能量只有入射粒子的一半的 α 粒子却能发射出来.卢瑟福为了解释这一事实曾提出了一个假设,即每个粒子在离开原子核时携带两个电子以中和它的正电荷,并使库仑斥力不起作用.当这个被中和了的 α 粒子越过边沿时,那两个电子立即与它分离而返回原子核,就像两只拖船把远洋轮从码头拖到大海后就离开它那样.伽莫夫并没有被卢瑟福的解释所吸引,他认为这是一种不可能用经典的牛顿力学加以解释的典型现象,但它可以用新问世的波动力学来解释,因为波动力学中不存在不能穿透的势垒.这就样,伽莫夫几乎和美国的康登(E. Condon),澳大利亚的戈内(R. Gurney)同时建立了原子核 α 衰变的量子理论.

经典物理学计算结果表明, α 粒子和母核之间的库仑势垒一般高达20MeV以上, α 粒子的动能比库仑势垒高度要低得多.由于库仑势垒的阻挡, α 粒子不能跑到核外,根本不可能发生 α 衰变,但伽莫夫从波动力学出发,巧妙地解决了这一问题.他认为,尽管经典物理学认为这是不允许的,但是核的一部分有时也会在偶然间冲破强大的核力作用而离开其余部分,使电荷排斥力在此瞬间起主要作用,人们称这种现象为“核势垒隧道效应”.这个名称来源于一个很形象的图景,核中的粒子被核力所束缚,就好像有一座环形山从外部将它们包围住一样,粒子的能量没有达到使它们可以越过这座山而跑到外边去.按照经典力学的说法,这座山是粒子无法通过的,但是按照量子力学来讲,粒子还有可能通过,即核内的粒子在偶然间可以不从山的上面越过去,而是从穿过山的一条隧道中通过去.根据这一核势垒隧道效应,伽莫夫给出了描述 α 粒子势垒穿透几率的伽莫夫公式:

$$p \propto \exp\left\{-\frac{2}{h} \int_R^{R_c} \sqrt{2\mu[V(r)-E]} dr\right\}, \quad (1)$$

式中 $V(r)$ 是 α 粒子和母核的相互作用势, E 是相对运动的动能, μ 是 α 粒子和母核的约化质量, R 是 α

粒子与母核的半径之和, R_c 是 $V(r)=E$ 时的 r 值.由(1)式可见,虽然发生这种过程的几率非常小,但还是有可能发生的,例如镭原子,人们可能需要待1000年以上才会分离出一个氦核. α 粒子的能量 E 越大,穿透势垒的几率就越大,衰变几率就越大,从而半衰期就越短.伽莫夫核势垒隧道效应理论不仅撇开了卢瑟福有关 α 粒子轰击铀的自相矛盾的结果,同时也解释了不同的放射性物质所发射的 α 粒子能量与它们的平均半衰期之间的神秘关系.由于能量因子出现在伽莫夫公式的指数幂上,因而它的微小变化将引起衰变常数的巨大变化,这就解释了实验上观察到的 α 衰变半衰期随 α 粒子能量变化而剧烈变化的规律.这一众所周知的经验关系式被称为盖革-努塔尔定律,是由盖革(Geiger)和努塔尔(Nuttall)在1911年最先提出的,即

$$\log \lambda = A + B \log R, \quad (2)$$

式中 λ 为衰变常数, R 为 α 粒子的射程, A 与 B 为各放射系列的固有常数,且由此定律可求得放射性物质的半衰期.伽莫夫的这项工作是把量子力学应用到原子核研究的最早成就之一,这一成就开创了隧道效应研究法之先河.

1928年秋,伽莫夫在哥廷根暑期学习班结束后,专程去哥本哈根拜访了他十分敬佩的世界著名物理学家尼尔斯·玻尔(Niels Bohr).在玻尔的帮助下,伽莫夫顺利地获得了丹麦皇家科学院卡尔斯伯(Carlsberg)研究基金的资助,并顺利地成为哥本哈根研究所的访问研究员,成为尼尔斯·玻尔的得力助手和亲密合作者.在哥本哈根研究所,伽莫夫继续研究核势垒隧道效应理论,并把自发 α 衰变的情况颠倒过来考虑,计算 α 粒子从外部轰击原子核内部的穿透概率.他的计算结果与卢瑟福通过用快速粒子去撞击轻元素的原子核结果完全吻合.在1928年的圣诞前夕,玻尔希望伽莫夫把他的计算结果拿给在英国剑桥卡文迪什实验室的卢瑟福接受检验.卢瑟福是位实验物理学家,不喜欢标新立异的理论,他有句口头禅:一个理论只有简单到连酒吧间侍者也能明白,那才是好理论.伽莫夫把自己的论文连同两套精心绘制的实验曲线图,作为圣诞礼物送给卢瑟福,并以他独特的方式被“卡文迪什家族”接纳,且受到卢瑟福的赏识.在剑桥作成功的短暂访问后,伽莫夫又回到了哥本哈根.

1929年夏,伽莫夫在哥本哈根为期十个月的卡尔斯伯研究基金资助已经到期,玻尔和卢瑟福又一次帮助了他,为他在剑桥争取到工作一年的洛克菲

勒(Rockefeller)研究基金。夏季他回到列宁格勒拿到博士学位后,秋季又来到了剑桥卢瑟福的门下。1929年冬天,卢瑟福正在苦苦地思索着分裂原子核的可能性,不是用天然放射性元素的 α 粒子去轰击原子核,而是用在电场里人工加速的各种轻核去轰击。对于氢原子核(质子),如果要在靶上得到可探测到的产额,质子应具有多大的能量?此时,卢瑟福已比较倾向于伽莫夫的核势垒隧道效应理论,对这一问题,他要伽莫夫给出答案。伽莫夫根据该理论推测:原子核周围核势垒的穿透性与被轰击原子核的原子序数以及入射粒子的电荷成正比,而与入射粒子的速度成反比。因此,既然质子的电荷是 α 粒子的一半,它就会和一个以 $1/2$ 质子速度运动的 α 粒子产生大致相同的效应(当被轰击元素相同时)。既然质子的质量是 α 粒子的 $1/4$,质子穿过势垒所必需的动能将是 α 粒子的 $(1/4) \times (1/2)^2 = 1/16$ 。就这样,伽莫夫很简单地得出了用质子去轰击原子核的能量值,这一简明的卓越推测使卢瑟福深感惊讶。

随后,伽莫夫立即敦促卢瑟福建造高压倍加器来加速质子。所谓高压倍加器就是用沿一直线排列很多互相绝缘的金属圆管,相邻的每个管子分别接在一个高频电源的两极,利用管间隙中产生的电场来加速质子,这一方法最早是在瑞士格雷纳彻(H. Greinacher)发明的电压倍加器基础上发展起来的。在伽莫夫的激励下,卢瑟福大受鼓舞,马上要求他的助手科克罗夫特(Cockcroft)与沃尔顿(Walton)建造一台高压倍加器。科克罗夫特和沃尔顿不负众望,把格雷纳彻的工作向前推进了一步,于1931年建造了一台可把质子能量加速到770keV的高压倍加器(即直线加速器)投入运行,并在较低能量下顺利地砸开了锂核、硼核和碳核等,实现了用质子轰击轻核的人工核蜕变。科克罗夫特和沃尔顿还发现,蜕变数随着质子的能量增大而增大,其变化趋势符合伽莫夫核势垒隧道效应理论对穿透概率的预见。随后,美国伯克利的劳伦斯(Lawrence)辐射实验室于1951年建造了32MeV的高压倍加器,它大大地开拓了人类对核反应研究的视野,同时也标志着科学发展史上“大科学”的开始。为此,科克罗夫特和沃尔顿共获1951年度诺贝尔物理学奖。

2 伽莫夫-泰勒选择定则

当伽莫夫结束剑桥研究员的任期后,又到哥本哈根和玻尔一起合作了六个月。1931—1933年间,他回到前苏联任列宁格勒大学教授,由于当时前苏联

的政策,伽莫夫再度出访相当困难。1933年10月,在玻尔和郎之万(P. Langevin)的帮助下,借参加第七届索尔维(Solvay)会议的机会伽莫夫决定离开苏联,并在居里夫人(M. Curie)的直接干预下,先在巴黎的居里研究所和英国的伦敦大学作短期研究,后于1934年4月再次来到哥本哈根,并同玻尔一起对原子核结构理论进行了深入探讨。为了阐明各种新发现的与中子有关的核反应,他们共同提出了原子核的“液滴”模型。建立液滴模型时有两个主要的事实依据:一个是原子核每个核子的平均结合能几乎是常数,即结合能正比于核子数,显示了核力的饱和性;另一个是原子核的体积正比于核子数,即核物质的密度近似是个常数,显示了原子核基本上是不可压缩的。通过同液体类比,液滴模型是将原子核视为一个带电荷的理想液滴,根据液滴的运动规律对原子核进行完善的动力学描述,这一相对正确的核模型对推动当时核物理学的发展起了重要的历史作用。1934年夏,伽莫夫移居美国,先在密执安大学任教,后担任乔治·华盛顿大学和科罗拉多大学教授,正如他自己所说:“像候鸟一样地迁徙于众多的大学之间。当他在华盛顿大学时,他与美国的“氢弹之父”爱德华·泰勒(Edward Teller)一起,提出了关于 β 衰变的伽莫夫-泰勒选择定则。

所谓 β 衰变,是指原子核自发地放射出 β 粒子或俘获一个轨道电子而发生的转变, β 衰变中放出的 β 粒子的能量是从 $E_e = 0$ 到 $E_m = Q_{\beta^-}$ 或 Q_{β^+} 连续分布的。为了解释这一现象,泡利(Pauli)于1930年提出了 β 衰变放出中性微粒的假说;1933年,费米在此基础上提出了 β 衰变的电子中微子理论。这个理论认为:中子和质子可以看作是同一种粒子(核子)的两个不同的量子状态,它们之间的相互转变相当于核子从一个量子态跃迁到另一个量子态,在跃迁过程中放出电子和中微子。 β 粒子是核子的不同状态之间跃迁的产物,事先并不存在于核内。所以,引起 β 衰变的是电子-中微子场同原子核的相互作用,这种作用属于弱相互作用,这个理论成功地解释了 β 谱的形状,给出了 β 衰变的定量的描述。

由量子力学的微扰论,费米给出了单位时间内发射动量在 p 到 $p + dp$ 之间的 β 粒子的跃迁几率为

$$K(p) dp = \frac{g^2 |M_{if}|^2}{2\pi^3 c^3 \hbar^7} F(Z, E) (E_m - E)^2 p^2 dp,$$

式中 g 是弱相互作用常数, M_{if} 是跃迁矩阵元, \hbar 是普朗克常数 h 除以 2π , $F(Z, E)$ 是库仑改正因子,它描述核的库仑场对发射 β 粒子的影响,是子核电荷

数 Z 和 β 粒子能量 E 函数. 跃迁几率的大小主要由跃迁矩阵元 $|M_{if}|$ 的大小决定.

根据跃迁矩阵元的大小, 可将 β 跃迁分为容许跃迁、一级禁戒跃迁、二级禁戒跃迁等. 级次越高, 跃迁几率越小, 相邻两级间几率可以相差几个数量级. 在 β 衰变过程中, 放射出来的电子和中微子, 其自旋均各为 $1/2$, 这两个轻子的自旋是平行或逆平行. 费米首先对电子和中微子的自旋向量是逆平行时的情况进行研究, 发现其原子核角动量不变, 宇称守恒, 即单一态:

$$\Delta J = 0, \Delta p = 0.$$

这被称为费米跃迁(选择定则). 伽莫夫和泰勒合作, 研究了对电子和中微子自旋向量平行时的情况, 得到了原子核角动量不变或改变一个单位时, 宇称仍然守恒, 即三重态:

$$\Delta J = 0, \pm 1 \text{ (但 } J_i = 0 \text{ 至 } J_f = 0 \text{ 为禁戒跃迁)}, \\ \Delta p = 0.$$

这被称为伽莫夫-泰勒选择定则.

接着约里奥·居里夫妇(Irène Joliot-Curie)和萨晋(Sajin)在费米和伽莫夫、泰勒工作的基础上, 对各级跃迁进行更细致的研究, 得到 β 衰变的居里描述和萨晋关系. 到此, β 衰变理论研究基本定型. 在随后的 20 年中, β 衰变的理论研究没有什么进展. 直到 1956 年, 杨振宁和李政道才在他们的工作基础上取得了重要的突破, 提出了 β 衰变过程中的宇称不守恒. 这一发现不仅促进了 β 衰变本身的研究, 也为粒子物理学的进一步发展开拓了广阔的前景.

3 “大爆炸”学说

早在 1928 年夏, 当伽莫夫在哥廷根刚得到核势垒隧道效应理论时, 就把他的理论告诉了暑期学习班的同学、奥地利血统的核物理学家弗里茨·豪特曼斯, 引起了豪特曼斯极大的兴趣. 当他们分手后, 伽莫夫去了哥本哈根, 豪特曼斯回到了柏林. 1929 年年初, 豪特曼斯带着在柏林做访问学者的英国天文学家罗伯特·阿特金森(Robert Atkinson)和伽莫夫相约, 来到了奥地利阿尔卑斯山的一个名叫罗斯沃莱尔堡小村庄的滑雪旅馆里, 一起讨论了把核势垒隧道理论应用到关于太阳和其他恒星释放核能的可能性的设想, 并利用伽莫夫公式从纯理论的角度计算出恒星内部热核反应的速率. 1934 年到美国后, 伽莫夫还保持着早期对天体物理学的浓厚兴趣, 同美国“氢弹之父”爱德华·泰勒一起, 利用核反应知识解释恒星的演化, 并于 1942 年同泰勒一道提出红巨星

内部结构理论. 他根据自己对恒星演化的研究推测: 太阳的能量来自于热核反应.

1938 年, 伽莫夫在华盛顿组织一次物理学讨论会, 与会者有核物理学家, 也有天体物理学家, 两个领域之间进行了无拘束的交流. 当时的一位青年核物理学家汉斯·贝特(Hans Albrecht Bethe)也是参加者. 在会上贝特得知有一个大家都感兴趣的问题等待解决, 这个问题就是: 太阳和其他恒星辐射的能量是靠什么核反应生成的? 贝特花了 6 个星期思考这个问题, 断定只有质子-质子循环和碳循环才有可能. 太阳能量生成的最初步的过程, 其他的过程都不可能. 贝特提出了一套有关恒星能源理论, 即热核聚变理论. 这为以后“大爆炸”学说的建立奠定了必要的知识背景.

贝特理论认为, 太阳或恒星的能源来源于星体的核心部分的核反应. 由于太阳及恒星的中心温度极高, 粒子有极大无比的动量. 因此, 原子核之间能克服静电排斥力而发生碰撞, 碰撞结果是使较轻的原子核合成较重的原子核, 并从元素演化的角度提出了著名的“质子-质子链”恒星演化过程. 恒星不断地把质子变成越来越重的原子核. 围绕这一课题开展的研究, 形成了天体物理学的一个独立分支——核天体物理学. 尽管 1938 年贝特对太阳中心温度估计过高, 从而错误地判断碳循环是太阳能量生成的原始过程, 但他对温度与核反应之间的依赖关系的计算却具有长远的重要意义. 为此, 贝特获得了 1967 年度诺贝尔物理学奖.

伽莫夫对他的启蒙导师弗里德曼和哈勃(Edwin Powell Hubble)、勒梅特(Georges Lemaître)倡导的宇宙膨胀学说及贝特倡导的恒星热核反应过程始终保持着浓厚的兴趣, 并对这些思想加以发展. 1948 年 4 月 1 日, 美国《物理评论》杂志上发表了一篇重要的论文, 题为“化学元素的起源”. 这篇文章认为, 宇宙起源于一次大爆炸, 地球上和宇宙中发现的原子都是大爆炸的产物. 有趣的是, 该论文的署名为“阿尔法-贝特-伽莫夫”, 实际上这篇论文的作者只有伽莫夫和他的学生阿尔法(R. A. Alpher), 贝特的名字是伽莫夫出于幽默加上去的, 其效果刚好为希腊字的头三个字母 α, β, γ , 以此来象征宇宙之始真是再恰当不过了. 因此, 也有人将伽莫夫宇宙起源的假说幽默地称为 $\alpha\beta\gamma$ 假说. 这篇以“化学元素起源”为题的文章, 旨在把核物理学同宇宙膨胀理论结合起来发展成“大爆炸”学说, 并用它来说明化学元素的起源. 伽莫夫假设宇宙大约在 100 亿年或 150 亿年前

起始于一个高温、高密度的“原始火球”，球内充满着辐射和基本粒子，当“原始火球”由几十亿度降到十亿度时，基本粒子发生核聚变反应引起爆炸而向外膨胀，热大爆炸及爆炸后早期宇宙的环境条件应当适合于合成今天我们所看到的各种不同的元素。从氢开始，然后是氦、氦，根据这个思想，应当会继续形成轻重的原子核。随着辐射温度和物质密度的急剧下降，核反应随之停止，其间所产生的各种元素就形成了今天宇宙中的各种物质，在膨胀过程中，辐射物质逐渐凝聚成星云，进而演化出今天的各种天体。但从1948年起以后的十多年时间内，伽莫夫的大爆炸理论很少有人问津，直到宇宙微波背景本底辐射被发现后，大爆炸理论才引起人们的关注。

所谓宇宙微波背景本底辐射是指来自宇宙空间背景上的各向同性的等温微波辐射。1948年，伽莫夫根据当时已知的氦丰度曾预言：大爆炸时还应有辐射遗迹存在于今天的宇宙中，它的温度相当于10K的宇宙微波背景本底辐射。但是由于当时缺少充分的观测事实，伽莫夫的大爆炸理论并没有引起人们的足够重视。20世纪60年代，美国普林斯顿大学迪克（H. Dicke）教授等人沿着伽莫夫的思路进行了深入研究，他们认为：“原始火球”从一次大爆炸开始不断膨胀，其中的温度辐射在膨胀中逐渐冷却，到现在为止已经变成了厘米波段的微波辐射。

1964年5月，美国贝尔电话公司的射电天文学家彭齐亚斯（Arno Penzias）和威耳逊（Wilson）在装置卫星通信用的新型天线接收系统，以提高其定向灵敏度时，无意中发现了总有一种消除不掉的噪声，在以后将近一年的测量中他们发现：这种辐射的主要特征具有黑体辐射谱和高度的各向同性，且不受季节的影响。对这种噪声惟一的理论解释，这只能是一种宇宙微波背景本底辐射，他们由黑体辐射理论求出这个辐射温度为3.5K。现代更精确的观测表明，微波背景本底辐射恰好是温度接近2.7K的黑体辐射，通常称之为3K背景辐射，它的辐射温度如此之低，正说明早期灼热的宇宙通过不断地膨胀而冷却下来才会演化至今。微波背景本底辐射是20世纪天体物理学史上的重大发现之一，它也为“大爆炸”学说提供了强有力的证据，至此，这一学说才为科学界普遍接受。彭齐亚斯和威耳逊也因此与苏联物理学家卡皮查（Peter Leonidovich Kapitzia）一起分享了1978年度的诺贝尔物理学奖。

4 遗传密码

伽莫夫是20世纪最有智慧的典型学者之一，他

博学多才，兴趣广泛，联想丰富，富于幽默，科学前沿发展到那里，他的智慧触角就延伸到那里。1949年，当俄国第一颗原子弹爆炸成功后，杜鲁门总统下令研制“超级”炸弹——氢弹，伽莫夫和爱德华·泰勒、斯坦尼斯拉夫·乌拉姆（S. Ulam）一起主持了“超级”炸弹的第一个委员会的工作，为了解决热核反应的理论问题，伽莫夫曾提出了被称之为“猫尾巴”的可行性计划，并以非常幽默的漫画表达了自己的构思。1952年，伽莫夫又成为参加华盛顿第一次洲际导弹火箭会议的重要与会者之一，当时的爱德华·泰勒提出了建议，采用通向目标的轨道来制导火箭，伽莫夫立即非常形象地把这一轨迹称之为“嗅”路。

早在1947年任都柏林高等研究院教授的著名物理学家薛定谔（Schrodinger）就以探寻真理无所牵挂的真挚和胆略，写成了《生命是什么——活细胞的物理学观》一书，他从热力学和量子力学的角度研究生命的本质，并坚信世界的本质是统一的。他在都柏林作了一次引起轰动的演讲，在这次演讲中，薛定谔明确地阐明了自己的观点，认为活细胞最重要的部分——染色体纤维是密码信息的载体，这就导致了“遗传密码”概念的诞生。1954年，伽莫夫涉猎这一领域，他以他那奇异的直觉正确地提出了生命密码是如何工作的某些看法，他认为DNA和RNA分子都由4种核苷酸单体组成，而蛋白质分子则由20种不同的氨基酸所组成。4种核苷酸如何组成密码子来决定20种氨基酸呢？如果一个核苷酸决定一个氨基酸，仅可决定4种，这远不够。两个核苷酸决定一个氨基酸的话，按照组合则可决定 $4^2 = 16$ 种，仍不足20种。三个核苷酸则能决定 $4^3 = 64$ 种氨基酸，绰绰有余。若四个核苷酸决定一个氨基酸，就可决定 $4^4 = 256$ 种氨基酸，那就太浪费了。据此，伽莫夫提出三联体密码子的假说，即由三个核苷酸决定一个氨基酸。在伽莫夫预言的基础上，美国分子生物学家沃森（J. Watson）和英国分子生物学家克里克（F. Crick）利用叶啶黄插入诱变的实验，证明遗传密码子确为核苷酸三联体。20世纪60年代中叶，美国生物化学家尼伦伯格（Marshall Warren Nirenberg）等人用人工合成的核糖核酸作为模板在活体外进行氨基酸掺入实验，从而解读出了全部64种三联体与20种氨基酸的对应关系（其中包括3个终止密码）。遗传密码的实验解读，引起了巨大的轰动，尼伦伯格等人也于1968年荣获诺贝尔生理学—医学奖。伽莫夫的思想对以后遗传理论的迅速发展起了很大的促进作用，这一卓越的工作被人们视为业余研究导致某一重大发现的楷模。

伽莫夫一生除对科学的各个领域作出了众多的

贡献之外,他还是一位勤勉的科普作品艺术家.科学家习惯于用严谨的目光看待自然,艺术家习惯于用浪漫的格调表述自然,科学家是在获取知识的过程中自身感受到快乐的人,艺术家是“给大众带来快乐的人”(根据辞典的解释),而伽莫夫是“科学家中的艺术家”,他把人类在研究自然过程中的浪漫情怀完整地传达给热爱科学的公众.他善于写作,落笔很快,常常一挥而就,各种思想在他的作品中自然流露,文笔形象生动,趣味盎然;他的众多科普作品深入浅出,使非专业人员也能理解相对论和宇宙学这样艰深的内容,因而被译成多种文字出版,深受各国读者欢迎,其影响深远.如《物理世界奇遇记》、《从一到无穷大》、《地球小传》、《月球》、《物质、地球和元素》、《太阳的生与死》等等.为此,伽莫夫于1956年获得了联合国教科文组织颁发的卡林加奖.

5 未能获诺贝尔奖的原因

伽莫夫是属于科学史上少数几位成就显赫而未获诺贝尔奖的学者之一,他未能获得诺贝尔奖有多方面的因素.其一,伽莫夫的核势垒隧道效应理论是最值得称道的重要成就之一,并且这一理论对高压倍加器的建造起到了正确的指导作用,科克罗夫特和沃尔顿按照伽莫夫的设想,耗费了一年多的时间才建造出来,并于1931年用它顺利地砸开了锂原子核.这一结果不但证实了伽莫夫核势垒隧道效应理论的正确性,同时也是对量子理论的严格检验.可惜此时伽莫夫已离开剑桥回到了列宁格勒,如果伽莫夫和他们一起展开该课题的研究,很有可能会因这一发明而共同获得诺贝尔奖的.其二,是他的宇宙大爆炸学说.彭齐亚斯和威耳逊于1964年发现了3K微波背景本底辐射,这一发现也确实为“大爆炸”学说提供了一个强有力的证据,但人们并未从验证“大爆炸”学说的角度为他们颁奖,而是就3K微波背景本底辐射发现本身授予他们诺贝尔奖的,何况迪克教授等人做了更多这方面积极的工作,也未能享有这一殊荣,伽莫夫的可能性就更小了.其三,他在遗传密码方面的重要贡献也未能分享诺贝尔奖,原因是他对该理论的阐述不够透彻完善,再则是他未能即时和实验家们配合,克里克自己也不否认,伽莫夫于1954年在美国《自然》杂志上发表的一篇短讯对他的启发作用很大,但他们之间缺少真正意义上的合作.其四,死神的苛刻.伽莫夫的成果和后期影响不亚于他的同胞卡皮察,卡皮察直到1978年84岁高龄时才摘取诺贝尔奖的桂冠,伽莫夫于1968年过早地去世这使他永远失去了这一机会.不过,我们可以对照诺贝尔奖授奖章程,就可以想见伽莫夫未

获诺贝尔奖的原因所在.章程中明确规定:奖金应授予科学最新的发现,并且人类已经从这些发现中获得了巨大的利益,如果对一个理论有怀疑,不管它有多么重要都不应该授奖.就连爱因斯坦获诺贝尔奖也主要是被实验证实了的“光电效应方面的成就”,而不是他的相对论,因为相对论的实验验证不是在短时间内能够获得真实可靠的证据的.伽莫夫的成就特点主要是理论推测和猜想的多,但真正在实验落实方面却明显缺乏,这是他不能获奖的主要原因.

伽莫夫与经典意义上的学者不同,他是最具现代意义的典型学者;他反应敏捷,判断力强,善于吸收最新观念,富有创新理念,这使他在众多领域中都取得了经久不衰的成就,并留下了个人深刻的印记,而且随着时间的推移,他的成就却越来越广为人知.他不太愿意被困在自己专业狭隘的圈子内,喜欢在交叉学科,甚至和他所从事的专业相距甚远的其他前沿学科寻找灵感,获得创造性的原动力,并取得突破性的成就.伽莫夫别具一格的科研风格和勇于探索、大胆创新的精神,对我们今天的科学研究工作将产生有益的启示;但他成就颇丰而未能获得诺贝尔奖的经验教训,将使我国的科技工作者在迈向斯德哥尔摩的道路上引以为戒.

参 考 文 献

- [1] Gamow G. My world line. An informal autobiography. The Viking Press, 1970
- [2] Ulam S M. Adventures of a mathematician. New York: Charles Scribner's Sons, 1976. 177—181
- [3] Kippenhahn R. Hundert Milliarden Sonnen. Geburt, Leben und Tod der Sterne. München Zürich Piper, 1980. 37
- [4] Hodes R. The making of the atomic bomb. New York: Published by Simon and Schuster, 1986. 158, 204—206, 234—245, 416—417
- [5] Marmier P, Sheldon E. Physics of Nuclei and particles. New York and London: Academic press, 1969. 43—45
- [6] Lapostolle P M, Septier A (ed.). Linear Accelerators. North-Holland: Amsterdam, 1970. 173—175
- [7] 沃尔特·穆尔著,班立勤译,欧文·薛定谔的一生.北京:中国对外翻译出版公司, 1994. 270—274 [Moore O. Ban I Q trans. A life of Erwin Schrödinger. Beijing: China external translate publishing company, 1994. 270—274 (in Chinese)]
- [8] 史蒂文·温伯格著,张承泉,高鼎新,李靖译,宇宙最初三分钟.北京:中国对外翻译出版公司, 2000. 99 [Weinberg S. (Zhang C Q, Gao D X, Li J trans). The First Three Minutes. Beijing: China external translate publishing company, 2000. 99 (in Chinese)]
- [9] 郭奕玲,沈慧君著,诺贝尔物理学奖.北京:高等教育出版社,海德堡:施普林格出版社, 1999. 224—229 [Guo Y L, Shen H J. Beijing: Higher Education Press. Heidelberg: Springer-Verlag press, 1999. 224—229 (in Chinese)]
- [10] 阎康年著,卡文迪什实验室.保定:河北大学出版社, 1999. 245 [Yan K N. Cavendish Laboratory. Baoding: Hebei University Press, 1999. 245 (in Chinese)]

粒子诗抄(续三)

李华钟¹ 冼鼎昌² 编

(1 广州中山大学高等学术研究中心 广州 510275)

(2 中国科学院高能物理研究所 北京 100039)

游黄山

戴元本

郭老登临处,黄山访旧踪。
奇松排地力,异石竭天工。
雨过千峰秀,泉来百丈雄。
岫云依足下,前路有无中。

1977年

黄花岗前怀先烈,白云山麓贺后生。
春回九州多鲜艳,雨过七星更翠青。
华岳日出放霞彩,鼎湖瀑飞泻洁晶。
喜看中华多俊秀,才华洋溢贯纬经。
高楼挥笔阐规范,内室交言论重整。
深夜灯下勤研读,凌晨堂前深辩论。
饭后纵议磁单极,睡前放论粒子贻。

1978年

注:殷鹏程,同济大学物理系教授。

游莫愁湖寄李

胡宁

秦淮旧事迹难求,剩有莫愁带雨游。
浅浪轻疑环佩动,流光迅掠玉容秋。
双桥柳暗须无怨,异代兴亡动亦忧。
乌衣王谢与飞燕,写入荒烟俱未留。

1977年

浣溪纱仄韵

桂林胜会

胡宁

桥跨青罗上翠岫,
城环碧玉入烟柳,
人间痛饮桂花酒。
秋锁漓江九月九,
哲人胜会前未有,
微观在握推星斗。

1978年10月

答胡公

李华钟

黄山会后,过沪滞留,九月返校,得胡公信,内只诗一首,
另无他语,乃写诗三首,以两首寄答,今选其一。

南方九月夏迟迟,拜读胡公惠我诗。
尘海苍茫浮百感,湖光影掠亦伤时。
未可幽沉抒古意,宜应风发焕新思。
几度登山人未老^①,黄山风物胜金池。

注:①胡公数度登黄山。

重访桂林

卢鹤绂

三十五年前,设教在雁山,
久闻阳朔美,无缘游其间。
今朝两鬓斑,赴会又南还,
舟游漓江上,奇峰印心间。

广州规范场盛会记事抒怀

殷鹏程

珠江泛舟谈中外,越秀登楼话古今。

归途过雁山,重游西林园,
不见子实楼,亭阁也凄然。
时逢久旱天,沼涸露深渊,
楼榭早荒废,急待换新颜。