

**编者按：**本刊一九七三年第三期发表了中国科学院唐孝威同志的《基本粒子演化假说和河外星系红移解释》一文以后，陆续收到各地读者的许多来信和来稿，发表了各种不同的见解，热情支持本刊开展这一方面的学术讨论。《科学通报》还在一九七四年第五期转载了唐孝威同志的文章，并发表了中国科学院原子能研究所何祚庥同志的《“不断创造物质”的学说必须批判》一文，对唐孝威同志的文章，提出了不同看法。为了贯彻党的“百花齐放、百家争鸣”的方针，我们选登了下面几篇文章以期引起进一步的研究和讨论。希望大家采取分析的态度，区别正确与错误。本刊欢迎大家继续踊跃参加讨论。

## 关于粒子静质量随时间变大的问题

青海 朱清时

### 一、问题的由来和发展

由于在宇宙论中遇到的困难，近年来关于基本物理常数是否可能随时间变化的问题引起了人们极大的注意。三十多年前狄拉克<sup>[1]</sup>提出引力恒量  $G \propto t^{-1}$  减小的假说，引起了人们的兴趣。十年后 Teller<sup>[2]</sup> 从古生物学的角度给出了间接的反驳，后来 Pochoda 和 Schwarzschild<sup>[3]</sup> 又从太阳的能源储备提出了新的反驳意见。此后 Gamow<sup>[4]</sup> 修改了狄拉克的思想，提出  $e^2 \propto t$  来代替  $G \propto t^{-1}$ 。但 Gamow 的假说刚一出现，立刻引起了一系列异议<sup>[5-8]</sup>。Dyson 运用  $^{187}\text{Re}$  和  $^{187}\text{Os}$  核在地球上分布的数据得出结论：在地壳形成后的时间里，电荷变化特别小或一般地无变化。Bahcall 和 Schmidt 还进行了直接的检验，他们测量了五个具有红移  $Z = 0.2$  的射电源发射线的精细结构的双重线，结果否定了 Gamow 的假设。另一方面，Hoyle 和 Narlikar 又提出了另一种意见<sup>[9]</sup>。他们用  $M(X)$  表示宇宙中所有粒子产生的“质量场”，主张粒子质量有关系： $m(X) = \lambda M(X)$ ， $\lambda$  是属于粒子自己的耦合常数。由此提出  $m \propto t^2$ ，他们希望这样不仅可以解释正常的河外星系红移，而且用  $\lambda$  可能在局部的物理条件下发生变化而解释异常红移。但是，这个方案中仍然推出  $G \propto T^{-1}$ ，与狄拉克的假设一样与事实不符。这方面问题的讨论正在继续发展。

## 二、关于“基本粒子演化假说”

唐孝威同志的文章<sup>[10]</sup>提出了与 Hoyle 等相似的粒子质量变化概念,但具有不同的数量关系。

“演化假说”认为:基本粒子的静质量  $m$  随时间缓慢地变化着。对于电子有关系:

$$m = m_0 e^{-gt} \quad (1)$$

式中  $m$  是历史古老的电子静质量,  $m_0$  是现在地球上电子静质量,  $t$  是唐孝威选用的由现在算起向过去引伸的时间,  $g$  是演化常数,它数值上等于哈勃常数  $H = 5 \times 10^{-11}$  年<sup>-1</sup>。式(1)同样可以解释河外星系红移现象而不需要机械膨胀说。但以下的简单讨论表明这个假说不合适。

文章<sup>[10]</sup>中未说明除电子外别的基本粒子静质量与时间的关系,但在“假说”中电子并无特殊之处,没有理由认为别的粒子不遵从式(1)。而且,如果它们不遵从式(1),则很久以前和很久以后,一些基本物理规律,如  $\beta$  衰变  $n \rightarrow p + e^- + \nu$ ,  $p \rightarrow n + e^+ + \nu$  等核内过程,会与现代不同。为避免这种无根据的变化,看来应该认为它们也遵从式(1)。这样追溯到地球形成的初期(取作 40 亿年前<sup>①</sup>),基本粒子的质量减少  $\Delta m$  与现在的质量  $m$  之比约为  $\Delta m/m \approx 0.2$ 。

在  $\alpha$  衰变理论中已知衰变常数  $\lambda$  的公式

$$\ln \lambda = \ln C - \frac{4\pi e^2 Z}{\hbar} \left( \frac{m_r}{2T} \right)^{\frac{1}{2}} + \frac{8e(m_r Z R)}{\hbar} \quad (2)$$

其中  $T$  是  $\alpha$  衰变能量,它是  $\alpha$  粒子和衰变后原子核的动能和。放射性衰变射出的  $\alpha$  粒子,在矿石中造成所谓“多向色晕圈”的许多小黑点。黑点圈的半径只与  $\alpha$  粒子的能量有关。对来源不同、年代不同的各种矿石的观测发现,它们上面的晕圈大小总是一样。这个事实表明  $\alpha$  衰变的能量  $T$  十亿年来基本无变化,可以把  $T$  取作常数。式(2)简化为

$$\ln \lambda = \ln C - (A - B) m_r^{\frac{1}{2}} \quad (3)$$

$A$ 、 $B$ 、 $C$  均为常数,  $m_r$  是  $\alpha$  粒子和衰变后核的折合质量。用  $m_r'$  和  $\lambda'$  表示 40 亿年前的质量和衰变常数,于是有

$$\ln \lambda' / \lambda = \frac{1}{2} (A - B) m_r^{\frac{1}{2}} \cdot \frac{\Delta m_r}{m_r} \quad (4)$$

$$\lambda' / \lambda = [(e^G)^{\frac{1}{2}}]^{4m_r m_r} \quad (5)$$

其中  $G = (A - B) m_r^{\frac{1}{2}}$ ,  $e^{-G}$  是核库仑势垒的透明度,约为  $10^{-15}$ 。代入  $\Delta m_r / m_r = \Delta m / m \approx 0.2$ ,得

$$\lambda' / \lambda \approx 32 \quad (6)$$

由于半衰期  $T' = \ln 2 / \lambda'$ , 得  $T' / T \approx \frac{1}{32}$ 。即 40 亿年前半衰期只有现代数值的  $\frac{1}{32}$ 。例如

① 按现代地质学的测定,地球年龄已可能不小于 47 亿年。

$U^{238}$  的半衰期现代实验值为 45 亿年, 40 亿年前只有约 1 亿年。照这样现代矿石中留下来的  $U^{238}$  就应该少得多, 也就是说  $U^{238}$  和  $Pb^{208}$  的比例应该比实际值小得多。这说明(1)式与事实不符。

而且“演化假说”是引入来解释河外星系红移现象的, 但它仍然不能解释近年来陆续发现的使机械膨胀说遇到严重困难的红移异常现象。这样的新假说很难有更大的生命力。

### 三、粒子静质量随时间变大的可能性

粒子静质量随时间变化的假说, 至今尚未找到合适的机制。但这并不能排除这种变化的可能性。这个新概念是否具有生命力, 取决于它是否符合自然界固有的辩证法。

质能关系告诉我们, 质量和能量不可分割地紧密联系着, 质量的变化和能量的变化总是同时出现的。能量是否可能在某些过程中逐渐集结呢? 早在有人把熵增加原理不正确地外推用于整个宇宙而得到荒谬的“热寂说”, 宣称必有一天全宇宙的温度都要达到均匀, 而一切热的变化都要停止, 引到全宇宙的死亡时, 恩格斯在《自然辩证法》中就根据辩证唯物主义预言“放射到太空中去的热一定有可能通过某种途径(指明这一途径, 将是以后自然科学的课题)转变为另一种运动形式, 在这种运动形式中, 它能够重新集结和活动起来。”(《自然辩证法》, 第 23 页)恩格斯的这个科学论断告诉我们, 能量在某种运动形式中的集结不仅是可能的, 而且是必须的。能量的集结就是在某些局部范围内能量的变大, 如果微观世界的波粒二象性是普适的, 则在这些地方粒子静质量的增大也是必然的。能量和质量的这种增加不违反能量和质量的守恒定律, 它只是在某种运动形式中把分散的能量和质量重新集结; 这种增加也不会是宇宙中处处相同的纯粹时间效应, 它只能在某种运动形式中才能实现, 因此应该与局部的物理条件有关, 与具体过程中矛盾的特殊性有关。Dirac, Gamow 和 Hoyle 等人都是在找纯粹的时间效应, 他们遭到的失败是极好的教训。弄清宇宙中粒子静质量变大因而是能量集结的规律是十分重要的, 它可能有助于找到这种使能量重新集结的运动形式, 完成恩格斯为自然科学提出的这一任务。

#### 参 考 资 料

- [1] P. A. M. Dirac, *Nature*, 139 (1937), 323.
- [2] E. Teller, *Phys. Rev.*, 73 (1948), 801.
- [3] P. Pochoda, M. Schwarzschild, *Astrophys. J.*, 139 (1964), 587.
- [4] G. Gamow, *Phys. Rev. Lett.*, 19 (1967), 759.
- [5] F. J. Dyson, *Phys. Rev. Lett.*, 19 (1967), 1291.
- [6] A. Peres, *Phys. Rev. Lett.*, 19 (1967), 1293.
- [7] J. N. Bahcall, M. Schmidt, *Phys. Rev. Lett.*, 19 (1967), 129.
- [8] Я. Б. Зельдович, *УФН*, 78 (1962), 549.
- [9] F. Hoyle, J. V. Narlikar, *Nature*, 233 (1971), 41.
- [10] 唐孝威, 复旦学报, 3(1973), 68.