

学术讨论

复旦大学学报(自然科学版)1973年第3期发表唐孝威同志的“基本粒子演化假说和河外星系红移解释”一文,并希望引起进一步的研究和讨论。最近本刊收到何祚庥同志的“‘不断创造物质’的学说必须批判”一文,对该文观点提出一些不同看法。为了贯彻伟大领袖毛主席“百花齐放、百家争鸣”的方针,现在我们同时发表这两篇文章,以便于大家讨论。——编者

基本粒子演化假说和河外星系红移解释

唐 孝 威

(中国科学院原子能研究所)

一、引 言

近年来,关于基本物理常数是否随时间缓慢变化的问题,引起了广泛的注意。对这个问题进一步研究的可能途径之一,是提出定量的唯象假说,由科学实验检验这些假说。在这里,我们提出关于基本粒子演化的假说,然后讨论由基本粒子演化造成河外星系红移的可能性。

二、基本粒子演化假说

我们认为,宇宙中一切事物都处于不断的运动和变化之中。基本粒子也是不断演化的。

我们提出这样的假说:在很长的历史时期中,所谓“稳定”的基本粒子,例如电子、质子,它们的性质并不是永恒不变的,而是在不断地、缓慢地变化着。

这里我们讨论基本粒子的静质量 m 随时间 t 的变化。就是设:

$$m = m(t).$$

根据质量能量守恒定律,基本粒子的静质量决不会凭空增大或减小;静质量的变化必须由其他运动形式的物质转化而来。这种转化的具体机制,有待于进一步的研究。从物理理论来说,基本粒子静质量随时间变化是可以容许的,并不违反现在已知的基本物理定律。因为基本粒子的静质量和相互作用常数有关,相互作用常数的缓慢变化,就可以引起基本粒子的静质量的变化。近年以来,Hoyle 等提出过一种引力场理论^[1],认为电子质量可能随环境而变化。

从物理实验来说,初看起来,现有的基本粒子实验结果似乎表明基本粒子静质量固定不变。但是仔细考察一下就知道,只是在目前实验所达到的精确度范围内,才能够得出这种近似的看法。以电子为例,目前对它们静质量直接进行测量的精确度约为 10^{-6} 。如果它们的演化速率小于 10^{-8} /年,则在目前所达到的精确度范围以内,直接实验还不足以发现它们的演化过程。因此,根据现有的实验事实,并不能认为基本粒子静质量在很长的历史时期中绝对固定不

变。

如果基本粒子静质量的变化非常缓慢,在地球上的实验室中用目前的实验技术测不出这种变化。然而由于天文过程和地质过程经历极漫长的历史时期,在天文现象或地质现象中这种缓慢变化有可能显现出来。例如,基本粒子静质量的变化,将会导致遥远天体光谱线波长有微小移动、太阳系行星轨道半径有缓慢变化等天文现象,以及地球半径有缓慢变化等地质现象。我们可以考察这些天文、地质现象,来间接地检验基本粒子演化假说。

三、河外星系红移解释

利用基本粒子演化假说,可能对河外星系光谱线的红移作出如下的解释:

因为光从远距离天体达到地球,需要很长的时间,所以地球上现在观测远距离星系,实际是观测到它们在很早以前所发出的光。同这么早的历史时期的天体中基本粒子的性质比较起来,现在地球上的基本粒子性质已有变化,因而天体光谱线的特性同现在地球上同一光谱线相比有些变化。基本粒子的演化,造成河外星系光谱线的红移。

为了定量比较起见,下面具体假设,在我们观测的空间和时间范围内,在这一天体演化的特定过程中,电子的静质量的时间变化:

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

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, g 是电子演化常数。从地球上现在观测时间算起,回推到天体发光时刻的时间间隔为 t 。这个时间间隔 t 也就是光从天体到达地球所需的光行时间。时间间隔 t 的数值愈大,表示观测的天体所处的历史时期愈古老。这个关系式表示电子静质量随时间增长,历史古老的电子,静质量比现在地球上电子的静质量要小。地球上现在观测的天体和地球的距离 d 就等于:

$$d = ct, \quad (2)$$

式中 c 是光速。

原子光谱线的波长,反比于电子静质量。以氢原子巴尔麦系的 H_α 线为例:

$$\lambda = \frac{A}{m}, \quad (3)$$

A 是原子常数。忽略原子核质量不同所引起的微小改正后,不同的原子光谱线都有类似关系。

如果历史古老的电子静质量 m 小于现在地球上的电子静质量 m_0 ,那么古老天体的光谱中某一光谱线的波长 λ' ,就比现在地球上同一光谱线的波长 λ_0 为大。因为:

$$\lambda' = \frac{A}{m},$$

$$\lambda_0 = \frac{A}{m_0}.$$

用式(1)得到:

$$\frac{\lambda'}{\lambda_0} = \frac{m_0}{m} = e^{gt}. \quad (4)$$

此式给出 $\lambda' > \lambda_0$, 这就是基本粒子演化造成的红移现象。而且有:

$$z = \frac{\lambda' - \lambda_0}{\lambda_0} = e^{gt} - 1. \quad (5)$$

在 gt 值不很大的情况下,近似有关系式:

$$z = gt.$$

由式(2)得到:

$$z = \frac{g}{c} d. \quad (6)$$

这个结果符合河外星系红移随距离正比增加的哈勃关系. 同天文观测的哈勃关系作定量比较,得到:

$$g = H \cong 5 \times 10^{-11}/\text{年}, \quad (7)$$

式中 H 是哈勃常数.

因此,用基本粒子演化假说,可以解释河外星系的红移,而且还给哈勃常数以新的物理意义,它就等于电子演化常数 g .

可以看出,我们是把河外星系的红移解释为历史效应. 用这种解释也必然得出下面二个推论: 第一,根本不会出现光谱线的紫移现象; 第二,红移是各向同性的. 这些都是同天文观测事实相符合的.

实际上观测到的河外星系的红移,是基本粒子演化造成的红移和河外星系无规运动的多普勒效应红移的迭加. 通常河外星系的无规运动速度约为光速的 10^{-3} — 10^{-2} , 相应的多普勒红移比演化造成的红移为小; 同时河外星系无规运动可取各个方向,因而多普勒红移可以是正值或负值. 这种多普勒红移迭加到演化造成的红移上面,可以引起关系式(6)给出的线性关系外加无规则的小偏离.

四、实验检验

基本粒子演化假说是否符合实际,必须通过其他科学实验和更多天文观测的检验来作出结论. 其中,对河外星系的进一步观测也是一种检验方法.

基本粒子演化假说对河外星系红移作出的解释,和通常宇宙膨胀假说的解释不同. 这二种假说对总星系的观测范围和远距离河外星系的红移规律,也作出完全不同的推论. 所以对远距离河外星系的更多观测资料,将有助于判断这二种假说中哪一种符合实际.

基本粒子演化假说推出的关系式(5),在红移比较小的情况下,和宇宙膨胀假说的推论相同,但是在红移很大的情况下就很不相同.

按照宇宙膨胀假说,总星系存在着观测极限,观测范围不可能超过 2×10^{10} 光年. 在这个观测极限距离上,星系退离速度已达到光速. 在这个观测极限距离之外就观测不到任何天体. 此外,宇宙膨胀假说认为河外星系退离速度正比于距离而增大,再用狭义相对论的换算,推论红移和距离的关系是

$$z = \sqrt{\frac{1 + \frac{H}{c} d}{1 - \frac{H}{c} d}} - 1.$$

对于远距离河外星系,距离稍有变化,红移就发生非常大的改变.

但是按照上面的关系(5),推论河外星系的观测范围可以远远超过 2×10^{10} 光年,在这个距离以外,仍然有无限天体可以被观测. 观测距离没有极限. 此外,远距离河外星系的红移和

距离关系是

$$z = e^{\frac{Hd}{c}} - 1,$$

这和宇宙膨胀假说的推论不同。

目前得到的哈勃关系,因为观测距离不够远,还不能对这二种不同的推论加以鉴别。所以对远距离河外星系的进一步观测将是有意义的。

五、讨 论

近年来发现许多有巨大红移的类星体。类星体的巨大红移目前还得不到解释。如果类星体的巨大红移也由基本粒子演化所造成,就需要假设类星体是有不同于通常天体的特殊物理条件的天体,例如有超高密度或极强引力场等,这种特殊物理条件使类星体中基本粒子演化过程,从外界观测者看来变慢,这样,就显现出巨大红移。但是,类星体如何能在很长时期中保持其特殊物理条件,这一点难以解释。所以类星体的巨大红移,可能还是由其他原因所引起。

从基本粒子演化假说得出的宇宙学的推论是:宇宙是有限的;宇宙并不膨胀。宇宙是发展的;宇宙中一切事物都是不断发展变化的,基本粒子也不例外。不但存在着天体演化、生物进化等宏观客体的演化过程,而且微观客体也都在不断演化之中。

参 考 文 献

[1] Hoyle, F., Narlikar, J. V., *Nature*, 233(1971), 36.

[原载复旦大学学报 1973 年第 3 期]