

大数假说与人择原理

李升今

(邯郸师范专科学校)

凡是学过物理的人都知道长度、质量、时间的国际单位分别是米(m)、千克(kg)、秒(s)。这些单位都是根据人们的主观认识规定的,尽管是逐步发展并取得共识而流行起来的,但毕竟带有一定的任意性。在宇宙各种不同层次的客体中,只有原子及其组成的粒子才不论何时何地全都相同。所以若选定核子质量($m_N = 1.67 \times 10^{-27} \text{kg}$)、大小($r_N = 10^{-15} \text{m} = 1 \text{fm}$)和光子穿过一个核子所需的时间($t_N = 1j = 10^{-23} \text{s}$)作为质量、长度和时间的自然单位,则最为客观。根据哈勃定律,在欧几里得几何适用范围内,比距离 $D_{\max} \approx (1-2) \times 10^{10}$ 光年更为遥远的星系发出的光是达不到地球的,这一距离标志了可观测宇宙的极限。若用前面所说的自然单位来表示可观测宇宙的话,我们根据宇宙演化学有关资料计算,可求得它拥有大约 10^{80} 个核子,即其质量为 $\approx 10^{80} m_N$, 大小为 $\approx 10^{41} \text{fm}$, 年龄为 $\approx 10^{40} j$ 。对宇宙数作研究,会发现宇宙数在宇宙的尺度上显示了一定的和谐性。

自然界中有很多重要的物理常量,如引力常量 G 、光速 c 、普朗克常数 h 、核子质量 m_N 、电子质量 m_e 、和电荷 e 等,这些物理常量可以组成若干个无量纲的常数,我们把这种与测量单位无关的数叫做自然数。最重要的自然数有:核子与电子的质量比 $m_N/m_e = 1836$, 电磁精细结构常数 $a_{EM} = e^2/\hbar c = 1/137$, 质子和电子之间电力与引力的比值 $e^2/Gm_N m_e \approx 0.2 \times 10^{40}$ 。

我们从自然界中的常量可以得到两组自然数。第一组是聚集在 1 附近的小数: m_e/m_N , $e^2/\hbar c$, $\hbar c/e^2$, m_N/m_e , 其数值依次为: $1/1836$, $1/137$, 137 , 1836 。第二组是聚集在 10^{40} 附近的大数: e^2/Gm_N^2 , $\hbar c/Gm_N^2$, $e^2/Gm_N m_e$, $\hbar c/Gm_N m_e$, e^2/Gm_e^2 , 其数值依次为: $1/1836$, $137/1836$, 1 , 137 , 1836 乘以 0.2×10^{40} 。我们

分别称这两组自然数为 N_0 组和 N_1 组。所有由自然界中物理常量组成的自然数,不是属于 N_0 组,便是属于 N_1 组。其他的数,例如 $N_1^{1/2}$ 和 N_1^2 可以从 N_1 得出,但我们不认为它们具有与 N_1 相同的基本涵义。

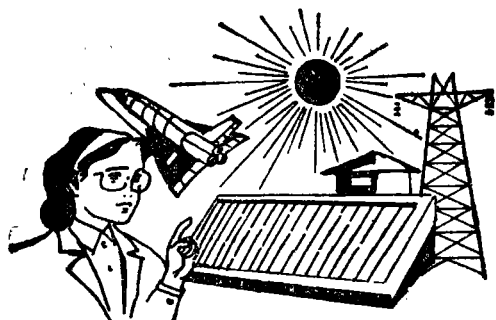
宇宙今天的尺度因子 $R_U \approx 20^8 \text{m}$ 与经典电子半径 $a = 2.8 \times 10^{-15} \text{m}$ 的比值为 $R_U/a \approx 4 \times 10^{40}$ 。此式说明,可观测宇宙的大小约为核子大小的 10^{40} 倍,或者说宇宙的尺度约为 10^{40}fm 。由哈勃常量表示的宇宙年龄的数量级约为 $t_0 = 10^{17} \text{s} = 10^{40} j$ 。当宇宙的大小和年龄改用其他自然单位表示时,就可得到聚集在 10^{40} 附近的一组数: 4×10^{38} 或 7×10^{41} 。我们说这些数构成一个 N_2 组。 N_1 和 N_2 这两组具有很大值的数近似相等: $N_1 = e^2/Gm_N m_e \approx R_U/a = N_2$ 。大有可能意味着自然界中的物理常量与宇宙结构之间存在一种迄今尚无所知的基本关系。当然也不排除仅仅是偶然的巧合,不过对于如此巨大的数恰好取差不多同样的值,这样的事实确乎令人难以置信或想象。

狄拉克于 1937 年提出了著名的大数假说:“自然界出现的任何两个很大的无量纲数(即自然数)是彼此相关的,它们都由一个简单的数学关系相联系。”这一假说认为,两组大数之间存在一定物理关系并且永远保持相等。这样就排除了两组大数的各自相等仅仅是出于巧合的观念。 N_1 组的大数是从粒子物理世界导出的,而 N_2 组的大数则与宇宙学中的有关物理量的大小有关。不过迄今我们还没能找到联系它们二者的物理理论。

自然数 N_1 和 N_2 的数值都近似地聚集在 10^{40} 附近,设以 N 表示数值在 $10^{38} - 10^{42}$ 范围内的任何一个属于 N_1 组或 N_2 组的自然数,于是有: $N_1 \approx N_2 \approx N$ 。据此,可得到如下的大数序列:

$\dots N^{-2}, N^{-3/2}, N^{-1}, N^{-1/2}, 1, N^{1/2}, N, N^{3/2}, N^2, \dots$ 在 1 之前的数得自其后诸数的倒数,所以只需考虑 1 和那些大数,即由 N_1 和 N_2 组成的数的这一类序列: $1, 10^{20}, 10^{40}, 10^{60}, 10^{80}, \dots$ 。

大数假说明确了 N_1 和 N_2 的相等关系,并



浅谈太阳能的利用

吴康健

(江苏淮河化工总厂中学)

层厚度为 dr 的球壳在其内部物质引力作用下的势能为

$$dV = -G(4\pi\rho)r^2/3dr$$

由此可求得总引力势能:

$$V = -3GM^2/5R$$

式中 R 为太阳半径, $M = 4\pi R^3\rho/3$ 为太阳质量。由维里定理知, 依靠平方反比引力构成的稳定约束系统中粒子平均动能为平均势能的一半。设太阳中每个粒子平均质量为 m , 太阳中粒子数 $N = M/m$, 每个粒子平均势能为 V/N , 不难得出:

$$T = GMm/5KR.$$

又因为太阳中主要是氢和氦, 令 $m=3 \times 10^{-27}$ 千克, $M=2 \times 10^{30}$ 千克, $R=7 \times 10^8$ 米, 代入上式得: $T=10^7(K)$, 这 and 实际相近。

其次, 太阳上不停地进行聚变反应。由于

所涉及的基本常量之间的关系恰好能够提供生命物质得以产生和存活的条件。

这种人择原理或称为人择宇宙学原理, 最早由迪克在 1961 年提出。他认为, 如果 N_1 随时间变化, 那么在宇宙还是很年轻的遥远过去时的 N_2 值必然很小, 在那时候作为具有考察 N_1 和 N_2 是否相等这一事实能力的智能生命(人类)尚未诞生; 而在宇宙已经相当古老而且恒星全都衰亡的遥远未来, 尽管 N_2 的值可以很大, 但到那时候同样因为人类业已消亡而失去判断 N_1 和 N_2 之间有无差别的可能。迪克认为, 只是作为观察者的智人存在的这一宇宙历史期间, N_1 和 N_2 才近似相等。卡特于 1974 年明确提出了所谓人择原理: “我们人类所认识的宇宙只能是认识主体可以存在的宇宙。”或者说: “宇宙的初始条件要受导致地球上人类生命得以出现这一客观事实的限制。”

地球上的万物无不沐浴着太阳的光辉, 生生不息, 不断发展、进化。随着科学技术的进步, 太阳奥秘不断被揭示, 太阳辐射能的利用提上了日程。

太阳这个星体是如何向外辐射能量的呢?

首先, 太阳是一个高温星体。现代物理研究的一种假说认为, 在星体形成之前, 宇宙物质处于弥散状态, 由于引力作用逐渐集中到某凝聚中心周围, 从而形成了星体。

设在凝聚过程中太阳物质总势能由 $0 \rightarrow -V_0$, 由于能量守恒, 总动能相应升高。体系的温度由原来的 $0(K) \rightarrow T(K)$ 。太阳球体最外

且揭示了聚值假说适用于 N_0 组和 N 组, 而不是仅局限于 N_0 和 N_1 组。如果大数假说中的 N_1 不恒等于 N_2 , 则 N_0 组、 $N^{1/2}$ 组、 N 组……等各组中的数在遥远的过去或未来都将失去其聚值性, 变得扩展和趋于均匀而不再能够划分开来了。这就是说, 如果大数假说不成立, 那么大数序列就只能是现时的一种巧合而不具有任何宇宙学意义。对此, 人们确实很难置信。目前毕竟对宇宙和谐性以及宇宙结构所知尚少, 为此人们应对这一问题作进一步研究。

为什么 N_1 与 N_2 相等乃至大数序列得以保持? 人们有不同的解释。一种是根据引力常量 G 应随宇宙的膨胀而变化的狄拉克理论, 认为这些大数不论在什么时候都相等, 因此涉及到的基本常量中的某些必须随时间而改变。另一种是根据迪克提出的人择原理, 认为这些大数只是在宇宙演化到可以对上述问题作出回答的智人出现的某种特定阶段中才相等, 这就要求