

Planck大数 A Dirac大数 D和宇观、微观世界的相互关系*

Interrelation of Planck Large Number A, Dirac Large Number D and Macrocosm, Microcosm

焦善庆 江光佐

Jiao Shanqing Jiang Guangzuo

(西南交通大学物理系 四川成都 610031)

(Department of Physics, Southwestern Jiaotong University, Chengdu, Shichuan, 610031, China)

摘要 研究发现, Planck大数 A Dirac大数 D对宇宙演化、微观粒子研究都起着至关重要的作用, 联系宇观天体与微观粒子间质量、半径的关系, 4种自然力的耦合强度都可以用大数获得统一解释。另外通过大数还能给出宇观天体、微观粒子的某些特殊的规律性。

关键词 宇观天体 Planck大数 A Dirac大数 D 微观粒子 耦合强度

中图分类号 O572.32

Abstract It is discovered that Planck large number A and Dirac large number D act importantly on cosmism and study of microscopic particles. They are related to the mass and radius of cosmocosm celestial body and microscopic particles. The coupled intensity of four nature forces can be expressed by them. Beside, some special properties of cosmocosm celestial body and microscopic particles are obtained by large numbers.

Key words cosmocosm celestial body, Planck large number, Dirac large number D, microscopic particles, coupled intensity

众所周知,在天体演化理论中,普朗克粒子质量

为 $m_{pl} = \frac{\hbar c}{G} \approx 10^{19} \text{ GeV}$, $A = 10^{19}$ 称 Planck大数,取

核子质量 $m_N \approx 1 \text{ GeV}$; Planck长度 $l_{pl} = \frac{\hbar c}{c^3} \sim$

10^{-33} cm ; Planck时间 $t_{pl} = \frac{l_{pl}}{c} \sim 0.33 \times 10^{-43} \text{ s}$, 该尺度是引力量子起作用的尺度,在该尺度下,时空本身量子化了,时间顺序和空间位置变得不确定,小于这个尺度的时间和空间无法测量。

Dirac研究了由 1个电子和 1个质子组成的氢原子系统,发现它们的静电力与引力的比值是一个无量纲的大数,称之为 Dirac大数 D 即

$$e^2 / Gm_e m_p \approx 2 \times 10^{39}, D = 10^{39}.$$

显然,不论是A还是大数 D,都与引力常数 G有关。D与 A 2个大数间的关系为 $D = (10) A^2$ 。

文献 [1, 2] 利用天体演化中当核子退耦为近相对论性状态,暗物质 (即中微子) 粒子退耦为近相对

论性状态时的 2类自由流阻尼标度,以及文献 [3] 导出的电子与中微子的质量比,文献 [4] 给出的中微子与光子的质量比,给出了宇观天体和组成多成分宇宙的稳定粒子: 核子 N, 电子 e, 中微子 ν_e (或热暗物质粒子 d), 光子 γ 等质量和半径统一计算式。揭示了宇观天体和微观粒子间通过大数 A (或大数 D) 发生关联。

研究还发现, 4种自然力的相互作用强度都可以统一用大数 A (或大数 D) 来表示,且计算结果在量级上与已知的 4种相互作用强度数据相符很好。

研究还发现: 在宇宙演化中,统一计算公式里相邻天体的密度比与 A^2 有关,表现出天体演化的层次性。又如电子和光子的质量比、半径比都与 Dirac大数或 Planck大数有关, Planck长度 l_{pl} 的量级恰好为光子质量 (或半径) 与中微子质量 (或半径) 之比, Planck时间 t_{pl} 的量级恰好为光子质量 (或半径) 与核子质量 (或半径) 之比。另外,我们还发现最重的中间玻色子 W^\pm, Z^0 的静质量与最轻的费米子 e, ξ 的静质量之比与大数 D及 A有关。这些奇异规律性的物理内涵是什么? 尚待继续加以研究。

2001-11-21收稿。

* 中国工程物理研究院行业预研基金资助 (990226)。

1 二类自由流阻尼标度与宇观天体、微观粒子质量和半径的统一计算式

在宇宙演化早期,当核子退耦为近相对论性状态时,第一类自由流阻尼标度给出最小黑洞质量为^[1]:

$$\begin{cases} m_{\text{star}} \sim \frac{m_{\text{pl}}^3}{m_{\text{N}}^2} \sim A^3 m_{\text{N}} \sim lm_{\odot}, \\ m_{\text{pl}} \sim \frac{\hbar c}{G} \sim Am_{\text{N}}, A = 10^{19} \text{ 为 Planck 大数} \end{cases} \quad (1)$$

由黑洞半径定义

$$r_{\text{star}} \sim Gm_{\text{star}}/c^2. \quad (2)$$

将式(1)代入式(2),得黑洞半径与 Planck 长度 l_{pl} 的关系为:

$$r_{\text{star}} \sim A^2 l_{\text{pl}}, \quad (3)$$

其中, $l_{\text{pl}} \sim \frac{Gm_{\text{pl}}}{c^2} \sim \frac{G\hbar}{c^3} \sim 10^{-33} \text{ cm}.$ (4)

将核子退耦为近相对论性状态的自由流阻尼标度,推广到暗物质粒子 d (即中微子 ξ) 的情形,则大尺度结构天体的质量由第二类自由流阻尼标度决定^[2],即:

$$m_{\text{F}} \sim m_{\text{pl}}^3 / m_{\text{d}}^2, \quad (5)$$

且: $m_{\text{F}} \sim Am_{\odot}.$ (6)

由式(1)、(6)得:

$$m_{\text{F}} \sim A^4 m_{\text{N}}. \quad (7)$$

大尺度结构天体的半径为:

$$r_{\text{F}} \sim Gm_{\text{F}}/c^2 \sim A^3 l_{\text{pl}}. \quad (8)$$

由式(7)、(8)可以给出大尺度结构天体的最小质量和半径,由式(1)、(3)可以定出最小黑洞的质量和半径.普朗克粒子的质量和半径则由式(1)中第二式及式(4)决定.暗物质粒子的质量可以由式(5)、(7)算得 $m_{\text{d}}(\text{或 } m_{\nu_e}) \sim 0.32 \text{ eV}.$ 作为一个自然的延伸,核子的质量可以表为 $m_{\text{N}} \sim A^0 m_{\text{N}}$

综上所述,可以把宇观天体和微观粒子质量和半径的计算式统一表为:

$$m_i \sim A^i m_{\text{N}}; r_i \sim A^{i+1} l_{\text{pl}}. \quad (9)$$

对宇观天体,沿着大尺度天体、黑洞、“强黑洞”、普朗克粒子的次序, i 分别取 $+4 + 3 + 2 + 1$, 在半径式中取 $i - 1$

对于微观粒子,沿着核子 N 电子 e 中微子 ξ 光子 γ 的次序, i 取 $0 - \frac{1}{6} - \frac{1}{2} - \frac{9}{4}$, 在半径式中则取 $i + 1$ 上述 i 的取值既显示了宇观天体与微观粒子通过大数 A (或 D) 而发生相互关联,又表明宇观天体与微观粒子各有其不同的特殊规律性.现将计算结果列于表 1

表中关于最小黑洞的质量和半径与实验观测数据不矛盾.对 $m_{\text{N}}, r_{\text{N}}$ 的计算结果完全与实验数据一致;对电子 e 中微子 ξ 质量和半径的计算结果也与实验拟合值基本相符,且并不矛盾(超神冈合作组.中微有质量和振荡. m_{ν_e} 的下限为 $(0.07 \pm 0.04) \text{ eV}$;中科院高能物理参考资料,1998, (3): 1.);光子质量的结果则与另法计算的结果相符^[4].

显然,相邻两天体间的密度比都具有 A^2 的规律性,如:

$$d_{\text{tar}}/d \sim A^2; d_{\text{H,s}}/d_{\text{star}} \sim A^2; d_{\text{pl}}/d_{\text{H,s}} \sim A^2; \quad (10)$$

这意味着天体演化的层次性规律,密度的增大与天体演化中引力强度的增大而导致的视界缩小有关

表 1 质量和半径计算结果

	i	m_i (eV)	r_i (cm)
大尺度天体 (即宇宙)			
Great scale celestial body (cosmos)	4	$m_{\text{F}} \sim A^4 m_{\text{N}} \sim 10^{85}$	$r_{\text{F}} \sim A^3 l_{\text{pl}} \sim 10^{24}$
黑洞 Black hole	3	$m_{\text{star}} \sim A^3 m_{\text{N}} \sim 10^{66}$	$r_{\text{star}} \sim A^2 l_{\text{pl}} \sim 10^5$
强黑洞 Strong black hole	2	$m_{\text{H,s}} \sim A^2 m_{\text{N}} \sim 10^{47}$	$r_{\text{H,s}} \sim A l_{\text{pl}} \sim 10^{-14}$
普朗克粒子 Planck particle	1	$m_{\text{pl}} \sim A m_{\text{N}} \sim 10^{28}$	$r_{\text{pl}} \sim A^0 l_{\text{pl}} \sim 10^{-33}$
核子 N Nucleon N	0	$m_{\text{N}} \sim A^0 m_{\text{N}} \sim 10^9$	$r_{\text{N}} \sim A l_{\text{pl}} \sim 10^{-14}$
电子 e Electron e	$-\frac{1}{6}$	$m_{\text{e}} \sim A^{-1/6} m_{\text{N}} \sim 6.1 \times 10^5$	$r_{\text{e}} \sim A^{5/6} l_{\text{pl}} \sim 0.7 \times 10^{-17}$
中微子 ν Neutrino ν	$-\frac{1}{2}$	$m_{\text{d}}(\text{或 } m_{\nu_e}) \sim A^{-1/2} m_{\text{N}} = 0.32$	$r_{\text{d}}(\text{或 } r_{\nu_e}) \sim A^{1/2} l_{\text{pl}} \sim 3.2 \times 10^{-24}$
光子 γ Photon γ	$-\frac{9}{4}$	$m_{\gamma} \sim A^{-9/4} m_{\text{N}} \sim 1.2 \times 10^{-34}$	$r_{\gamma} \sim A^{-5/4} l_{\text{pl}} \sim 2 \times 10^{-57}$

2 四种自然力相互作用强度与大数 A 或 D 的关系

2.1 核力强度与大数 A (或 D) 的关系

到目前为止,计算公式(9)中,关于 $m_{n=2} \sim A^2 m_{\text{N}}, n=2 \sim A^{2-1} l_{\text{pl}} \sim A l_{\text{pl}}$ 是空缺的,不知是何天体.如果引入“强黑洞”概念,即把核子类比为“强黑洞”,把核力类比为“强引力”,引力常数以 \tilde{G} 表示,则核子半径可由

$$r_{\text{N}} \sim \hbar / m_{\text{N}} c, \quad (11)$$

改写为:

$$r_{\text{N}} \sim \tilde{G} m_{\text{N}} / c^2, \quad (12)$$

由式(1)、(2)得

$$r_{\text{star}} \sim G A^3 m_{\text{N}} / c^2, \quad (13)$$

由式(9)可得

$$r_{\text{star}} \sim A r_{\text{N}}, \quad (14)$$

由式 (12)、(13) 可得

$$r_{\text{star}} \sim (G/\tilde{G}) A^3 r_N, \quad (15)$$

由式 (14)、(15) 可得 $\tilde{G}/G \sim A^2 \sim 10^{38}$, (16)

即“强引力常数 \tilde{G} ”与一般引力常数 G 之比为 10^{38} , 恰好是核力强度与引力强度的比值。该值由 A^2 (或由 $D/10$) 决定。这样填充了公式 (9) 中 $i=2$ 的空缺。得到表中: $m_{H,s} \sim A^2 m_N$, 它意味着

$$G m_{H,s} \sim \tilde{G} m_N \quad (17)$$

是等价的

2.2 弱作用强度 G_F 与大数 A 的关系

文献 [3] 曾用数值实验常数相互关联的唯象方法及相似理论得到

$$m_{\nu_e} = k m_e, \quad (18)$$

无量纲比例常数 k 可由下式构造

$$k = \left[\left[\frac{G}{G_F \hbar c} \right]^{1/2} \right]^{1/3} = \left[\frac{1}{G_F^{1/2} m_{\text{pl}}} \right]^{1/3}, \quad (19)$$

若 m_{ν_e} 取实验上、下限值的平均值, 即 $m_{\nu_e} \approx 1.47 \text{eV}$, m_e 取 0.51MeV , 则得

$$\left[\frac{1}{G_F^{1/2} m_{\text{pl}}} \right]^{1/3} \approx 2.88 \times 10^{-6}, \quad (20)$$

即: $G_F m_N^2 \approx \frac{1}{A^2 (2.88)^6 \times 10^{-36}} \approx 1.7 \times 10^{-5}$, (21)

惯用值为: $G_F m_N^2 \approx 1.03 \times 10^{-5}$ 。可见结果与惯用值相符很好。

2.3 精细结构常数 T 与大数的关系

由文献 [4] 得:

$$e^2 / G m_e m_p \sim 2D, \quad (22)$$

故精细结构常数 T 可表为:

$$T = e^2 \hbar c = 2D m_e / 1.22 A^2 m_N = \frac{1}{137} \quad (23)$$

〔式中用到 $m_{\text{pl}} = \frac{\hbar c}{G} = 1.22 \times 10^{19} \text{g}$ 〕

计算结果与惯用的 T 值很好相符。

由此可见, 4种自然力的相互作用强度值都与大数 A 或 D 密切相关, 亦即与 Planck 质量相关。通过 A 或 D 的计算结果出人意料地与惯用值相符, 为何如此神奇! 必有更深刻的含义。

3 某些其它奇异的规律性

3.1 关于电子、光子的质量比和半径比

从表 1 中可见电子和光子的质量比、半径比都为 Dirac 大数的量级。

$$m_e / m_\gamma \sim A^{25/12} \sim 10^{39}, 10^{39} \text{ 为 Dirac 大数,} \quad (24)$$

在量级上与文献 [4] 用它法给出的结果相同。 $r_e / r_\gamma \sim 10^{39}$ 。

3.2 关于 Planck 长度及 Planck 时间

Planck 长度的量级由光子质量 (或半径) 与中微子质量 (或半径) 之比决定。

$$m_\nu / m_{\nu_e} \sim A^{-7/4} \sim 0.4 \times 10^{-33}; r_\nu / r_{\nu_e} \sim 0.6 \times 10^{-33}. \quad (25)$$

Planck 时间的量级则由光子的质量 (或半径) 与核子的质量 (或半径) 之比决定, 即:

$$\frac{m_\nu}{m_N} \sim 1.3 \times 10^{-43}; \frac{r_\nu}{r_N} \sim 2 \times 10^{-43}, \quad (26)$$

式 (24)、(25)、(26) 所示的比值为什么如此惊人地与 Dirac 大数 Planck 尺度在量级上相符? 它意味着什么? 目前还一无所知。

3.3 最重的玻色子质量, 最轻的费米子电子、电型中微子质量与大数 D 、 A 的关系

研究表明, 最重的中间玻色子质量 m_{W^\pm} , m_{Z^0} 与最轻的费米子质量 m_e, m_{ν_e} 之间存在如下关系^[7]:

$$\left(\frac{m_{Z^0}}{m_{\nu_e}} \right)^2 \frac{2cT}{1+T} = \frac{D}{A}, \quad (27)$$

$$\left(\frac{m_{W^\pm}}{m_e} \right)^4 \frac{4c^2 T}{1+T} = \frac{D}{A}. \quad (28)$$

有趣的是式 (27)、(28) 两式也与 Dirac 所持的微观世界与宇观世界密切相关的观点一致。由式 (27)、(28) 易得:

$$(m_{Z^0} / m_{\nu_e})^2 = 2^c (m_{W^\pm} / m_e)^4; \quad (29)$$

在 m_{ν_e} 取上、下限值的平均, 即 1.47eV 的情况下, 取实验值 $m_{W^\pm} = 80.23 \text{GeV}$, $m_{Z^0} = 91.188 \text{GeV}$; $m_e = 0.511 \text{MeV}$ 的情况下, 式 (29) 成立。

参考文献

- 1 焦善庆, 杨本立, 江光佐等. 光子、暗物质粒子、普朗克粒子与狄拉克大数. 云南大学学报 (自然科学版), 2000, 22 (4): 263~265.
- 2 焦善庆, 杨本立, 江光佐等. 多成分宇宙中稳定粒子的质量和半径计算. 云南大学学报 (自然科学版), 2001, 23 (2): 119~121.
- 3 焦善庆, 易兆雄. 关于中微子质量谱. 大自然探索, 1999, 18 (2): 79~80.
- 4 焦善庆, 江光佐, 兰其开. 光子质量讨论. M M P H 研究进展, 2000, (8): 226~228.
- 5 张邦固, 郝建宇. 引力子与黑洞. M M P H 研究进展, 2000, (8): 187~189.
- 6 易兆雄, 焦善庆. 由大数假设引发的思考. M M P H 研究进展, 2000, (8): 275~276.

(责任编辑: 黎贞崇)