

引力势、物质运动与时空结构 强相互作用力、弱相互作用力和引力

范 勇

(哈尔滨理工大学 材料科学与工程学院, 黑龙江 哈尔滨 150040)

摘 要: 根据物质运动、引力势与时空结构之间的关系, 推导了由各个层次微观粒子的运动所产生的引力势, 澄清了强相互作用力、弱相互作用力和引力之间的基本关系.

关键词: 惯性; 引力势; 强相互作用; 弱相互作用; 引力

中图分类号: O412.2 **文献标志码:** A **文章编号:** 1007-2683(2010)04-0118-07

Gravitational Potential, Motion of Matter and Space-time Structure Strong Interaction, Weak Interaction and Gravity

FAN Yong

(School of Material Science and Engineering, Harbin University of Science and Technology, Harbin 150040, China)

Abstract: According to the relationship among motion of matter, gravitational potential and space-time structure, the additional gravitational potential resulting from the mass motion of various hierarchical particles are deduced. The basic relationship among strong interaction, weak interaction and gravity is clarified.

Key words: inertia; gravitational potential; strong interaction; weak interaction; gravity

0 引 言

上一篇论文中讨论了物质运动与宇宙引力势之间的基本关系^[1]. 在原子内各个层次复合粒子的整体运动同样会产生附加引力势, 各个层次粒子运动产生的附加引力势的叠加构成了总的引力势. 本文将讨论各个层次粒子运动产生的附加引力势与原子核结构之间的关系, 以及强相互作用力、弱相互作用力和引力之间的基本关系.

1 原子核中各个层次粒子运动产生的引力势

核物理理论已经确定了原子核中核子的壳层结

备注: 如果 v 是速度, 则本文中定义 $\frac{v^2}{2}$ 为惯性势.

构模型和核子的集体运动模式, 认为原子核内的核子是排成壳层结构并以集体协同运动的方式在运动, 但是并不清楚其所以会有这样的结构和这样的运动模式的原因. 根据前一篇论文中的定理 1 和定理 2, 核子在连续不断地集体协同运动的过程中必然会改变外部空间的局域宇宙引力势^[1]. 因此相对于原子核内的一个核子 m_i 的运动方向, 在其前方, 附加相对局域宇宙引力势为

$$\delta\Phi_{i1+} = \Phi_{i1+} - \Phi_{a0} = \frac{2cv_i - v_i^2}{2}$$

在其后方, 附加相对局域宇宙引力势为

$$\delta\Phi_{i1-} = \Phi_{i1-} - \Phi_{a0} = \frac{-2cv_i - v_i^2}{2}$$

如图 1 所示, v_i 是 m_i 的速度; r 为 p 点与原子核质心之间的距离. 图中的圆形代表以 r_{ai} 为半径的球面, r_{ai} 是从原子核质心到核子 m_i 质心的距离, 也

就是核子 m_i 的球面轨道半径.

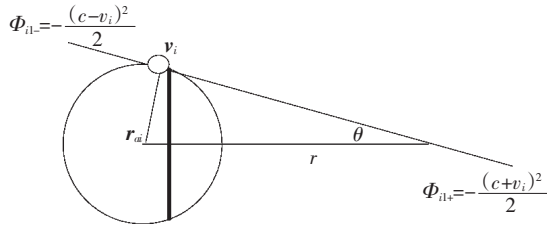


图1 由运动的核子 m_i 提供的附加引力势示意图

核子 m_i 的整体运动在 p 点产生的引力势增量可用概率表示, 概率应该由以下因素确定:

1) 在任一瞬间, $\delta\Phi_{il+}$ 和 $\delta\Phi_{il-}$ 在 m_i 的前方和后方是不对称的, 但是 $\delta\Phi_{il+}$ 和 $\delta\Phi_{il-}$ 对于周围空间任意点的平均作用几率应该是均匀对称的, 这是因为 m_i 在如此狭小的空间内的随机球面轨道运动;

2) 当图2中的 p 点确定, 所有过 p 点的球面切线方向上, $\delta\Phi_{il+}$ 和 $\delta\Phi_{il-}$ 对 p 点的平均作用几率都是相等的, 因此对 p 点的作用结果应与 $\delta\Phi_{il+}$ 和 $\delta\Phi_{il-}$ 的数学加和成正比. 由于它们的数学加和小于零, 所以附近有物质存在的非物质空间平均相对被“拉伸”了, 或者说由于物质粒子运动产生的附加引力势导致非物质空间“弯曲”了;

3) $\delta\Phi_{il+}$ 和 $\delta\Phi_{il-}$ 是相对于 v_i 方向各向异性的, 所以对 p 点的作用几率应该有一个校正因子 $\cos\theta$. 也正因此, 粒子 m_i 整体运动产生的附加引力势只向以 r_{ai} 为半径的球形区域外部空间传播;

4) 只有当粒子 m_i 沿着球面垂直地穿过图1中环形粗线带时, 它产生的附加引力势 $\delta\Phi_{il+}$ 和 $\delta\Phi_{il-}$ 才有可能作用于 p 点, m_i 在粗线带出现的概率为 $\frac{2\pi r_{ai}^2}{4\pi r_{ai}^2} \sin\left(\frac{\pi}{2} - \theta\right) \delta\theta = \frac{\cos\theta}{2} \delta\theta$, 其中 $\delta\theta$ 是对应图1中环形粗线带区域宽度的圆锥角增量, 由于 m_i 在球面上任一点上可能的运动方向是随机的, 所以该项作用几率的校正应与 $\frac{\cos\theta}{2}$ 成正比;

5) 在因素4) 的基础上, 考虑到由粒子 m_i 发出的引力势波是量子化的, 两个相继的引力势波之间有先后间隔, 所以粒子 m_i 在运动中发出的引力势对

p 点的作用几率应该与 $\frac{\sqrt{r^2 - r_{ai}^2}}{r_{ai}}$ 成反比, 这是因为 r_{ai}

一定时, $\sqrt{r^2 - r_{ai}^2}$ 相对越远, m_i 的物质空间沿运动方向的投影在 p 点的停留时间就相对越短. 设 β_i 为粒子 m_i 的物质空间向 v_i 方向投影的比率, 是无量纲量 (原子内存在非物质空间, β_i 决定于由粒子运动与宇

宙引力势之间相互作用关系确定的物质空间和非物质空间之间的界限, 进一步的解释见后面).

综上所述, 由核子 m_i 的球面轨道运动引起的附加引力势具有如下形式 (设比例系数为 k)

$$\begin{aligned} \delta\Phi_i(r) &= [\delta\Phi_{il+} + \delta\Phi_{il-}] \frac{r_{ai} \cos^2 \theta}{2 \sqrt{r^2 - r_{ai}^2}} \beta_i k = \\ &= -v_i^2 \frac{r_{ai} \cos^2 \theta}{\sqrt{r^2 - r_{ai}^2}} \frac{\beta_i k}{2} = -v_i^2 \frac{r_{ai} (r^2 - r_{ai}^2)}{r^2 \sqrt{r^2 - r_{ai}^2}} \frac{\beta_i k}{2} = \\ &= -v_i^2 r_{ai} \alpha_i \frac{\sqrt{1 - \frac{r_{ai}^2}{r^2}}}{r} \end{aligned} \quad (1)$$

式中 $\alpha_i = \frac{\beta_i k}{2}$.

同理, 如果沿用壳层模型和集体运动模式于下一层次结构, 由核子 m_i 内的一个复合粒子 m_{ij} (例如一个夸克) 的运动引起的附加引力势是

$$\delta\Phi_{ij}(r) = -v_{ij}^2 r_{aij} \alpha_{ij} \frac{\sqrt{1 - \frac{r_{aij}^2}{|r - r_{0ij}|^2}}}{|r - r_{0ij}|} \quad (2)$$

α_{ij} 的定义与 α_i 类似, $|r - r_{0ij}|$ 是 m_{ij} 的球面轨道中心 r_{0ij} 和点 p 之间的距离, r_{0ij} 是从原子核质心到核子 m_i 质心的矢量, 核子 m_i 的质心也就是 m_{ij} 球面轨道中心的位置, r_{0ij} 可看作以原子核质心为起点的随机运动矢量, r_{aij} 是 m_{ij} 的球面轨道半径, v_{ij} 是粒子 m_{ij} 的速度. 在 m_{ij} 中, 如果仍存在下一层次的粒子的话, 则依此类推. 综上所述, 一个原子核中各个层次粒子引起的引力势的总和是

$$\begin{aligned} \delta\Phi_a &= - \sum_i v_i^2 r_{ai} \alpha_i \frac{\sqrt{1 - \frac{r_{ai}^2}{r^2}}}{r} - \\ &\quad \sum_i \sum_j v_{ij}^2 r_{aij} \alpha_{ij} \frac{\sqrt{1 - \frac{r_{aij}^2}{|r - r_{0ij}|^2}}}{|r - r_{0ij}|} - \dots \\ \delta\Phi_i(r) &= -v_i^2 r_{ai} \alpha_i \frac{\sqrt{1 - \frac{r_{ai}^2}{r^2}}}{r} \quad r - r_{ai} \geq 0 \\ \delta\Phi_i(r) &= 0 \quad r - r_{ai} < 0 \\ \delta\Phi_{ij}(r) &= -v_{ij}^2 r_{aij} \alpha_{ij} \frac{\sqrt{1 - \frac{r_{aij}^2}{|r - r_{0ij}|^2}}}{|r - r_{0ij}|} \quad |r - r_{0ij}| - r_{aij} \geq 0 \\ \delta\Phi_{ij}(r) &= 0 \quad |r - r_{0ij}| - r_{aij} < 0 \\ &\vdots \end{aligned} \quad (3)$$

省略号中包含了所有可能的其余层次粒子的贡献,最后层次的粒子是基本粒子,基本粒子是不能对外发射引力势波的,因为它们是不可再分的,但是它们可以折射或反射引力势波,或者它们可能会以某种方式与引力势波相互作用,然后再以某种方式分离释放引力势波,在一定的条件下相互作用和分离释放达到某种平衡.

2 牛顿引力的根源

由文[1]定理1和定理2可知,引力势不应简单地被理解为是物质存在的属性,更应理解为是物质及其运动的共同属性.如果把电子运动的贡献和热运动的贡献也考虑进去,式(3)可写成

$$\delta\Phi_a = - \sum_i v_i^2 r_{ai} \alpha_i \sqrt{1 - \frac{r_{ai}^2}{r^2}} - \sum_i \sum_j v_{ij}^2 r_{aij} \alpha_{ij} \sqrt{1 - \frac{r_{aij}^2}{|\mathbf{r} - \mathbf{r}_{0ij}|^2}} - \cdots - A \frac{B_{mi}}{r}$$

B_{mi} 是平均到一个核子的其它因素的贡献,比如热运动、电子的运动等, A 是原子中的核子数.由于电子的运动轨道环绕原子核而且其平均轨道半径相对很大,所以电子运动产生的附加引力势与化学反应和分子结构关系很大.当 r 足够大,例如大于原子的半径时,一个原子 m_a 贡献的牛顿引力势为

$$\delta\Phi_a = - \frac{1}{r} \left(\sum_i v_i^2 r_{ai} \alpha_i + \sum_i \sum_j v_{ij}^2 r_{aij} \alpha_{ij} + \cdots + AB_{mi} \right) = - \frac{Gm_a}{r}$$

$$G = \frac{1}{m_a} \left(\sum_i v_i^2 r_{ai} \alpha_i + \sum_i \sum_j v_{ij}^2 r_{aij} \alpha_{ij} + \cdots + AB_{mi} \right) = \frac{A}{m_a} \left(v_i^2 r_{ai} \alpha_i + \sum_j v_{ij}^2 r_{aij} \alpha_{ij} + \cdots + B_{mi} \right) = \frac{1}{m_i} \left(v_i^2 r_{ai} \alpha_i + \sum_j v_{ij}^2 r_{aij} \alpha_{ij} + \cdots + B_{mi} \right)$$

$m_i = \frac{m_a}{A}$ 是核子的质量.引力常数的前面加上负

号即是单位质量物质在单位距离上贡献的附加引力势,它与原子内的各个层次粒子的运动都有关.由于各个层次粒子的惯性势随着宇宙的演化变化非常缓慢,引力常数也就只能随之非常缓慢地变化,但标准尺和标准钟也随着时空结构同步变化.原子内的粒子都在不断地协同运动,而且会源源不断地向外部

空间传播引力势波,同时也会不断地受到外来引力势波的作用,沿径向形成引力势梯度.由质量为 M 的球对称物体提供的牛顿引力场强是

$$-\frac{GM}{R^2} = -\frac{M}{R^2 m_i} \left(v_i^2 r_{ai} \alpha_i + \sum_j v_{ij}^2 r_{aij} \alpha_{ij} + \cdots + B_{mi} \right) = -\frac{N}{R^2} \left(v_i^2 r_{ai} \alpha_i + \sum_j v_{ij}^2 r_{aij} \alpha_{ij} + \cdots + B_{mi} \right)$$

R 是与 M 质心的距离, N 是物体中的核子数.相应的牛顿引力势是

$$-\frac{GM}{R} = -\frac{N}{R} \left(v_i^2 r_{ai} \alpha_i + \sum_j v_{ij}^2 r_{aij} \alpha_{ij} + \cdots + B_{mi} \right)$$

由以上结果可知,物质产生牛顿引力势的根源是各个层次微观粒子的运动及其与宇宙引力势之间的相互作用在远处产生的结果(相对于原子核半径尺度),而牛顿引力则是牛顿引力势在远处沿着空间变化的梯度.其中热运动的贡献在室温下很小,但是处于恒星中的粒子由于热运动速度非常快,所贡献的附加引力势就相当可观.

一个整体静止的均匀球对称物体 M 在距离其质心 R 处所提供的牛顿引力场强是该处的引力势沿着径向变化的梯度.如果物体 M 以速度 v_1 运动,它的整体运动会在运动物体 M 的前方、后方以及 M 物质空间内产生附加引力势,但是宏观物体的整体运动产生的附加引力势不会改变其附近牛顿引力势的原有的梯度分布[1].物体中的粒子发出的牛顿引力势会使其周围局域宇宙引力势降低,使它外部的空间“弯曲”。“弯曲”的程度取决于引力源中所含的核子数以及与作用点的距离.引力势波在任何区域都以当地的极限速度传播,当 R 一定,物体的质量越大,以 R 为半径的球面上从该引力势源发出的牛顿引力势波的通量就越大,引力势的梯度就越大,空间“弯曲”得就越厉害.物体附近空间的引力势是由宇宙中所有引力势源传播过来的引力势叠加的结果,在质量为 M 的天体的引力场中,质量为 M_1 的物体被天体的牛顿引力作用加速,而物体的加速运动会导致宇宙引力势相对于它形成与引力场强大小相等方向相反的局域宇宙引力势梯度,所以一个自由下落的人不能感觉到他自己的重量,这就是惯性质量等效于引力质量的原因. M_1 不仅与来自于 M 的引力势作用,同时还与宇宙中所有其它引力势源传来的引力势相互作用.

设 M_1 是一个处于天体 M 的引力场中的小物体.即使开始时 M_1 相对于天体 M 是整体静止的,但 M_1 中的各个层次粒子还在连续地沿各自的球面轨道运动,它内部任一粒子在轨道运动中有时相对朝

向 M 运动,有时相对背离 M 运动,当朝向 M 运动时,由于所处的局域宇宙引力势随位移降低,因此固有惯性势就会增加,而当它背离 M 运动时,由于所处的局域宇宙引力势随位移升高,因此固有惯性势就会降低,所以在自由运动的过程中 M_1 本身物质空间的相对局域宇宙引力势保持不变. 即使在一开始时 M_1 相对于 M 向外运动,但如果它没有足够的惯性势能摆脱 M 的引力场,最终也会反过来落到 M 上. 这是 M_1 中所有各个层次粒子的运动与局域宇宙引力势相互作用的综合结果.

3 强相互作用和弱相互作用

只考虑原子核内的因素,由式(3),一个原子内所有各个层次粒子运动贡献的引力势增量为

$$\delta\Phi_a = - \sum_i v_i^2 r_{ai} \alpha_i \frac{\sqrt{1 - \frac{r_{ai}^2}{r^2}}}{r} - \sum_i \sum_j v_{ij}^2 r_{aij} \alpha_{ij} \frac{\sqrt{1 - \frac{r_{aij}^2}{|\mathbf{r} - \mathbf{r}_{0ij}|^2}}}{|\mathbf{r} - \mathbf{r}_{0ij}|} - \dots$$

由上式可知,原子核 m_a 周围有一个球壳状势阱. 核子 m_i 的周围也有一个形式上相同的球壳状势阱. 由于 m_i 的尺寸比 m_a 小,因而就径向尺度而言 m_i 周围的球壳状势阱比 m_a 周围的球壳状势阱小. 但是由于 m_i 中的下一层次粒子 m_{ij} 的速度比 m_i 的速度快得多,所以 m_i 周围的球壳状势阱比 m_a 周围的球壳状势阱要深得多,如图2所示. 图中只表示到 $\delta\Phi_{ij}(r)$ 这一层次. 图中所示的是在原子核中的核子的整体轨道运动产生的引力势增量 $\delta\Phi_i(r)$ (用粗线表示) 和两个相互处于对侧的核子中的下一层次 m_{ij} 和 m_{ij}' 粒子的整体轨道运动产生的引力势增量

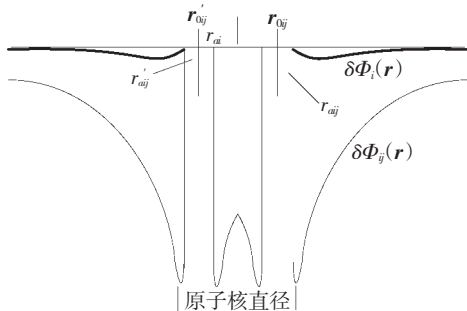


图2 原子核中的核子的整体轨道运动产生的引力势增量(粗线表示)和核子中的下一层次两个相互处于对侧粒子的整体轨道运动产生的引力势增量(细线表示)的剖面示意图

$\delta\Phi_{ij}(r)$ (用细线表示) 的剖面示意图, r_{0ij} 和 r_{0ij}' 表示它们各自的轨道中心.

形式上,由式(3)可求得原子核中相应的各层次粒子整体运动贡献的附加引力势沿径向的负梯度为

$$-\nabla\delta\Phi_a = -\nabla\sum_i\delta\Phi_i(r) - \nabla\sum_i\sum_j\delta\Phi_{ij}(r) - \dots = \sum_i v_i^2 \alpha_i r_{ai} \frac{2 \frac{r_{ai}^2}{r^2} - 1}{\sqrt{1 - \frac{r_{ai}^2}{r^2}}} \frac{\mathbf{r}}{r^3} + \sum_i \sum_j v_{ij}^2 \alpha_{ij} r_{aij} \times \frac{2 \frac{r_{aij}^2}{|\mathbf{r} - \mathbf{r}_{0ij}|^2} - 1}{\sqrt{1 - \frac{r_{aij}^2}{|\mathbf{r} - \mathbf{r}_{0ij}|^2}}} \frac{(\mathbf{r} - \mathbf{r}_{0ij})}{|\mathbf{r} - \mathbf{r}_{0ij}|^3} + \dots \quad (4)$$

∇ 为哈密顿算子. 粒子物理的有关实验结果被克里斯·奎格解释为^[2], “宏观物质的质量几乎全部来自于构成该物质的原子,质子却不同,构成质子的基本粒子总质量还不到质子质量的十分之一(实际上,质子中夸克的(静)质量之和连质子质量的2%都不到),质子的大部分质量来自于将夸克约束在很小体积中的那部分能量”. 本文的结果表明,物质的质量是物质粒子的运动与宇宙引力势之间的相互作用产生的附加引力势.

由式(4),当 $r \rightarrow r_{ai}$ 时,形式上 m_i 整体运动贡献的引力势梯度(引力场强)为

$$-\nabla\delta\Phi_i(r) \Big|_{r \rightarrow r_{ai}} \rightarrow +\infty$$

该引力场强沿半径方向,说明它是排斥作用,实际上该排斥作用是有限的,因为核子整体运动向外传播的引力势是随机的,而且在原子核中核子的整体运动速度相当低,这可以由原子核的总质量是其中的核子质量的总和来印证.

当 $r = \sqrt{2}r_{ai}$ 时,形式上 m_i 整体运动所提供的引力场强为零.

通过求极值可得,当 $r = \sqrt{\frac{12}{9 - \sqrt{33}}}r_{ai}$ 时,形式上 m_i 整体运动所提供的引力场强达到极大值.

$$-\nabla\delta\Phi_i \left(\sqrt{\frac{12}{9 - \sqrt{33}}}r_{ai} \right) = v_i^2 \alpha_i r_{ai} \frac{2 \frac{9 - \sqrt{33}}{12} - 1}{r_{ai}^2 \sqrt{1 - \frac{9 - \sqrt{33}}{12} \frac{12}{9 - \sqrt{33}}}} \mathbf{i}$$

$\mathbf{i}$ 是以原子核质心为中心的径向单位矢量. 以上结果说明,理论上原子核 m_a 的周围存在球壳状

势阱,从 m_i 整体运动的轨道半径到引力场强最大处的半径范围是 $r_{ai} < r < \sqrt{\frac{12}{9-\sqrt{33}}}r_{ai}$,考虑到核子的排斥半径 r_{ai} ,该半径范围的上下限各应有大约核子半径的拓宽. 以上是按照假设核子排列成单层的壳层模型推导的结果,实际上核物理实验早已证明中子分布半径稍大于质子分布半径,而且核的质量半径的实验结果为 $R_M = r_0 A^{1/3}$,其中: A 为核质量数, r_0 为核子质量半径,因此在原子核中核子不是简单地排列成单层的壳层结构,原子核的稳定性与壳层结构之间的立体交错结构和量子能级等因素有关. 所以,以上的推导只是粗略的近似结果,但是已经可以说明问题. 近似地其余层次的粒子可依以上的分析方法类推.

由式(3),当 $|r - r_{0ij}| \rightarrow r_{aij}$ 时,形式上 m_{ij} 整体运动所提供的引力场强为

$$-\nabla\delta\Phi_{ij}(r) \Big|_{|r-r_{0ij}| \rightarrow r_{aij}} \rightarrow +\infty$$

说明这种情况下核子之间的相互作用表现为非常强的排斥力,实际上该排斥作用是有限的,因为核子的下一层次粒子的整体运动产生的引力势作用于空间任一点是量子化的. 该排斥力使得核子之间不能相互靠得太近,这与核物理实验的结果是一致的.

当 $|r - r_{0ij}| = \sqrt{2}r_{aij}$ 时,相应的引力场强为零.

当 $|r - r_{0ij}| = \sqrt{\frac{12}{9-\sqrt{33}}}r_{aij}$ 时,相应的引力场强

达到极大值.

$$-\nabla\delta\Phi_{ij}(|r-r_{0ij}|) = v_{ij}^2 \alpha_{ij} r_{aij} \frac{2 \frac{9-\sqrt{33}}{12} - 1}{r_{aij}^2 \sqrt{1 - \frac{9-\sqrt{33}}{12} \frac{12}{9-\sqrt{33}}}} j_{ij}$$

j_{ij} 是矢量 $r - r_{0ij}$ 方向的单位矢量. 该引力使得核子之间强烈地相互吸引. 理论上核子的周围存在球壳状势阱,从 m_{ij} 整体运动的轨道半径到引力场强最大处的半径范围是 $r_{aij} < |r - r_{0ij}| < \sqrt{\frac{12}{9-\sqrt{33}}}r_{aij}$,考虑到核子的下一层次粒子的排斥半径 r_{aij} ,该半径范围的上下限各应有大约核子的下一层次粒子半径的拓宽. 由于 m_{ij} 是在核子中排列成球壳结构,而核子是在原子核中排列成球壳结构,所以核子周围的球壳状势阱同时也是原子核周围的势阱. 核子 m_i 周围的球壳状势阱的深度比核子整体运动在原子核 m_a 周围产生的球壳状势阱深得多,相对而言核子整体

运动在原子核 m_a 周围产生的那部分球壳状势阱可以忽略不计,如图2所示. 这也说明核子之间的相互作用几乎都是由核子内的粒子运动产生的附加引力势造成的,以此类推.

以上结果基本澄清了原子核之所以会有壳层结构和其中的各个层次的粒子会有集体协同运动模式的原因,可以解释强相互作用和弱相互作用如下.

粒子物理实验已经证明核力是短程力,而且具有饱和性,以上原子核中各个层次粒子的运动所产生的复合球壳状势阱结构与此相符.

由于核子 m_i 周围的空间被其中的夸克粒子发出的引力势波严重“弯曲”,而引力势波又是沿测地线传播的,核子 m_i 必然是被其中的夸克等粒子发出的引力势波所包围的,因此经过球壳状势阱结构空间向外传播的引力势波所经历的轨迹某种程度上就像毛线球中的毛线一样,以三维无规渐开线型的轨迹向外环绕传播. 反之,外来引力势波向原子核的运动也是以相应的反向的运动轨迹进行的. 越是低层次的复合粒子,周围空间“弯曲”得越严重.

由于各个层次粒子的壳层结构周围存在球壳状势阱结构,两个核子之间既不能靠得太近,又不能离得太远,处于中间势能最低处时,两个核子之间基本没有相互作用力. 当一个夸克粒子 m_{ij} 经过核子 m_i 周围的球壳状势阱向外逃逸时,随着距离稍微增大,附加局域宇宙引力势突然增大,这等效于作用在夸克粒子 m_{ij} 上的引力突然增大,这可以解释粒子物理中的原始色相互作用和渐进自由.

当一个核子 m_i 经过原子核 m_a 周围的球壳状势阱向外逃逸时,随着距离稍微增大附加局域宇宙引力势突然增大,导致作用在核子 m_i 上的引力突然增大,相应地核子 m_i 中的下一层次粒子也受到局域宇宙引力势突然增大的作用,这一结果可以解释强相互作用. 由于夸克是在核子中排列成球壳结构,所以实际上核子之间的相互作用就是夸克的剩余相互作用,依此类推.

由以上结果可知,核力与自旋有一定关系,而且有非中心力的成分,这与核物理实验的结果也是一致的.

r_{0i} 和 r_{0ij} 随着相应的粒子运动状态应有一定的变化,因为粒子的运动产生的附加引力势是量子化的,所以 $\delta\Phi_i(r)$ 和 $\delta\Phi_{ij}(r)$ 等对空间任一点的作用有某种概率,所以球壳状势阱中的等势面是任意局部都在不断剧烈起伏的球面,这意味着色禁闭存在漏洞,由于在粒子的相互作用中所产生的速度较快

的粒子可以相对容易地通过漏洞逃逸,所以会导致放射性衰变,这就是弱相互作用,不同元素的半衰期应该主要决定于元素的色禁闭漏洞,另外还应该与核子中各层次粒子的量子化能级分布及其稳定性以及物质粒子的相互作用和转化有关.涉及到原子核内的引力势,完整的理论必须考虑量子效应.核子以某种确定的能级排入球壳结构中,夸克的情况也应该如此.

原子核物理实验已证明,核力在极短程内存在斥力心,上述结果与此相符.

无论是核子还是夸克或者其它复合粒子都是有物质空间体积的(决定于由粒子运动与宇宙引力势之间相互作用关系确定的物质空间和非物质空间之间的界限),细致的分析应该详细考虑这个因素.

综上所述,原子核范围的附加引力势来源于其中各个层次微观粒子的运动,这表明建立在时空结构的相对性基础上的物质运动、能量和时空结构之间的关系与量子物理学之间存在天然的紧密联系,因此不确定性原理并不能否定“上帝不掷骰子”.

强相互作用和弱相互作用是由原子内各个层次粒子的运动所引起的附加局域宇宙引力势造成的,而物质的牛顿引力是来源于各个层次微观粒子的运动所产生的附加引力势在相对远距离的梯度.粒子的运动所产生的附加引力势改变了其外部时空结构,在这被改变的外部时空结构作用下外来宇宙引力势发生了相应的变化,反过来作用于粒子,如影随形,好像遍布整个宇宙到处都存在着“Higgs 势”似的.可以说,物质粒子是在运动中与外来引力势相互作用产生附加引力势的,物质就是这样被“赋予”了质量.

按照式(4),可由强相互作用力和牛顿引力之间的相对强度粗略估算贡献强相互作用力的粒子的半径如下:

由粒子物理学的结果可知 $r_{ai} \approx 1.2 \times 10^{-15}$ m, 所以当 $r = 2r_{ai}$ 时,有 $2r_{ai} \approx 2.4 \times 10^{-15}$ m. 而相互作用的相对强度是以两个质子相距 2.5×10^{-15} m 时的耦合常量以强相互作用为基准的相对值.

$$E_N = -\frac{Gm_i}{r^2} = -\frac{1}{r^2} \left(v_i^2 r_{ai} \alpha_i + \sum_j v_{ij}^2 r_{aij} \alpha_{ij} + \cdots + B_{mi} \right)$$

而由(4)式,相应的同一核子的强相互作用场强 E_q 为

$$E_q = v_i^2 \alpha_i r_{ai} \frac{2 \frac{r_{ai}^2}{r^2} - 1}{r^3 \sqrt{1 - \frac{r_{ai}^2}{r^2}}} + \sum_j v_{ij}^2 \alpha_{ij} r_{aij} \times \frac{2 \frac{r_{aij}^2}{|r - r_{0ij}|^2} - 1}{|r - r_{0ij}|^3 \sqrt{1 - \frac{r_{aij}^2}{|r - r_{0ij}|^2}}} (r - r_{0ij}) + \cdots$$

由于是复合壳层结构,所以在核子表面附近存在所有层次的壳层.设一个可贡献强相互作用的粒子可能给出的最大作用场强为 E_s

$$E_s = v_s^2 \alpha_s r_{as} \frac{2 \frac{9 - \sqrt{33}}{12} - 1}{r_{as}^2 \sqrt{1 - \frac{9 - \sqrt{33}}{12} \frac{12}{9 - \sqrt{33}}}}$$

其中 r_{as} 是相应的粒子半径.如果贡献强相互作用场强 E_q 的协同作用粒子数是 D ,强相互作用力和牛顿引力之间的相对强度可表示为

$$\frac{E_q}{E_N} \approx \frac{D \times E_s}{E_N} = \frac{r_{as}^2 \sqrt{1 - \frac{9 - \sqrt{33}}{12} \frac{12}{9 - \sqrt{33}}}}{\frac{1}{(2r_{ai})^2}} \times \frac{v_s^2 \alpha_s r_{as} D}{\left(v_i^2 r_{ai} \alpha_i + \sum_j v_{ij}^2 r_{aij} \alpha_{ij} + \cdots + B_{mi} \right)} = \frac{2 \frac{9 - \sqrt{33}}{12} - 1}{\sqrt{1 - \frac{9 - \sqrt{33}}{12} \frac{12}{9 - \sqrt{33}}}} \left[-\frac{(2r_{ai})^2}{r_{as}^2} \right] \beta$$

前面已经指出,核子 m_i 周围的球壳状势阱深度比核子整体运动在原子核 m_a 周围产生的球壳状势阱深得多,相对而言核子整体运动在原子核周围产生的那部分球壳状势阱可以忽略不计,依此类推.作为粗略的估计,上式分母中可近似地只保留最后层次粒子的加和项,即近似地设 $\beta \approx 1$,把上式进一步简化为

$$\frac{E_q}{E_N} \approx \frac{2 \frac{9 - \sqrt{33}}{12} - 1}{\sqrt{1 - \frac{9 - \sqrt{33}}{12} \frac{12}{9 - \sqrt{33}}}} \left[-\frac{(2r_{ai})^2}{r_{as}^2} \right] \cong \frac{2 \frac{9 - \sqrt{33}}{12} - 1}{\sqrt{1 - \frac{9 - \sqrt{33}}{12} \frac{12}{9 - \sqrt{33}}}} \left[-\frac{(2.5 \times 10^{-15})^2}{r_{as}^2} \right]$$

代入强相互作用力场强和引力场强的相对强度比值,上式约等于 $(3.93 \times 10^{-38})^{-1}$,可得 $r_s \approx 1.89 \times 10^{-34} \text{ m}$,这已接近普朗克尺度.实际上, r_{as} 越小的粒子 α_s 就越大,它们之间远远不是线性关系,所以 r_{as} 应该比上面估算的结果大得多.如果 r_{as} 就是夸克的半径,则强相互作用力和引力的相对强度可得到很好的解释.如果 r_{as} 不是夸克的半径,粒子物理已经证明,核子之间的强相互作用就是夸克的剩余相互作用,由此可以推论,夸克之间的相互作用就是夸克的下一层次粒子的剩余相互作用,依此类推,强相互作用力和引力的相对强度也可以得到较好的解释.色禁闭和渐进自由仍然可以由各个层次粒子的复合球壳结构及其连锁协同运动来解释.

粒子物理学认为,一个核子中除了三个价夸克外,还有胶子不断地产生的正反夸克对(称为海夸克),正反夸克对也会湮灭成胶子,而核子中海夸克的数目是不知道的,所以核子中夸克之间的相互作用也可能存在另外的机制(比如说胶子与正反夸克对之间的相互转化引起的某种不确定性,夸克的运动轨道可能不一定是球面等等),它当然会影响强相互作用的机理.但可以确信,物质粒子的运动与宇宙引力势之间的相互作用关系对物质结构和物质粒子之间的相互作用仍然还是起主导作用.

另外,许多粒子物理实验是由高速粒子对撞完成的,因为不了解相关的粒子物理实验中是否考虑了高速运动这个效应,所以以上推导中没有考虑粒子运动速度接近光速时的尺度收缩效应(在粒子物理实验中高速运动中的物质粒子至少不被认为是均匀收缩的).复合球壳结构的粒子在高速对撞的情况下应该是先瘪后散,而且越是较高层次的复合粒子球壳结构越容易变形,结果决定于对撞的能量.另外,在强烈的对撞中还伴随着能量和物质的转化.从这些角度也可以研究渐进自由.

在前面曾经提到,由于 $\delta\Phi_{il+}$ 和 $\delta\Phi_{il-}$ 的数学加和小于零,所以附近有物质存在的非物质空间平均相对被“拉伸”了,即由于物质粒子运动产生的附加引力势导致非物质空间“弯曲”了,“弯曲”的程度显然与物质的质量、运动状态和空间距离有关.这一使得附近非物质空间“弯曲”的效应在原子核附近显

然是非常严重的,由于本论文没有考虑这个效应,这可能会使推导结果中的个别结论误差很大,比如球壳状势阱的深度和半径范围,这是需要进一步探讨的,但这对基本原理可能不会有太大影响.

以上推导和分析显然过于粗糙,结合粒子物理学进一步的深入细致研究,完全有可能使我们更好地理解物质结构和各种微观粒子之间的相互作用.

4 结 论

根据定理1和定理2,本文阐明了原子中各个层次微观粒子的运动产生的附加引力势的基本结构和性质.由此阐明了牛顿万有引力与物质中各个层次粒子运动之间的基本关系,阐明了牛顿引力的根源和物质如何获得质量,物质的质量是由于物质粒子的运动与宇宙引力势之间的相互作用所产生的附加引力势.澄清了惯性质量等效于引力质量的物理原因.由于各个层次粒子的运动,其附加引力势在原子核周围和原子核内部的核子周围建立了非常强的球壳状势阱结构,由此可以解释色禁闭、渐进自由和强相互作用.因为 r_{0i} 和 r_{0ij} 等是动态分布的,而且 $\delta\Phi_i(r)$ 和 $\delta\Phi_{ij}(r)$ 等的作用是量子化的,导致原子核周围或核子周围由各个层次粒子的运动所形成的球壳状势阱中的等势面是一个任意局部都在不断剧烈起伏的球面,致使色禁闭存在漏洞,因此高速运动的粒子容易从漏洞逃逸,发生放射性衰变,即弱相互作用.而宏观的牛顿引力是由原子内各个层次粒子的运动所产生的附加引力势在远距离上的梯度.强相互作用力、弱相互作用力和牛顿引力都是由原子内各个层次粒子的运动与宇宙引力势之间相互作用的结果.

参 考 文 献:

- [1] 范 勇. 引力势、物质运动与时空结构—物质运动与引力势之间的基本关系 [J]. 哈尔滨理工大学学报, 2010, 15(4): 103-117.
- [2] 克里斯·奎 格. 希格斯粒子如何塑造我们的世界 [J]. 环球科学, 2008(3): 36.

(编辑: 温泽宇)