

# 论原子结构和基本力的关系

陈军利

西北工业大学电子信息学院, 陕西 西安

收稿日期: 2024年9月28日; 录用日期: 2024年10月21日; 发布日期: 2024年10月29日

## 摘要

本文从原子结构出发, 分析了核子和电子之间存在的传播子和作用力, 本文认为核子发出引力子, 引力子在空间以引力能量波传播, 引力能量波遇到其它核子与其作用形成核力(引力), 核力使所有中子和质子紧密结合成原子核; 引力能量波遇到电子与其作用形成弱力, 弱力吸引电子使其围绕原子核旋转; 本文认为电子发出光子, 光子在空间以电磁波传播, 电磁波遇到中子, 与其作用的概率极低; 电磁波遇到质子与其作用形成电磁引力, 电磁引力使原子核中中子聚中, 质子在壳层缓慢运动, 电磁引力会引起物质放射性衰变; 电磁波遇到其它电子与其作用形成电磁斥力, 电磁斥力等于电子绕核运行的向心力之差, 电磁斥力使电子之间互不相容。

## 关键词

原子结构, 基本作用力

# On the Relationship between Atomic Structure and Fundamental Forces

Junli Chen

School of Electronics and Information, Northwestern Polytechnical University, Xi'an Shaanxi

Received: Sep. 28<sup>th</sup>, 2024; accepted: Oct. 21<sup>st</sup>, 2024; published: Oct. 29<sup>th</sup>, 2024

## Abstract

Starting from the atomic structure, this article analyzes the propagators and forces between nucleons and electrons. This article believes that nucleons emit gravitons, which propagate in space as gravitational energy waves. When gravitational energy waves encounter other nucleons, they interact with them to form nuclear force (gravity). The nuclear force makes all neutrons and protons tightly bind into atomic nuclei; when gravitational energy waves encounter electrons and interact with them, they form weak forces. The weak forces attract electrons and make them revolve around

the atomic nucleus; this article believes that electrons emit photons, which propagate in space as electromagnetic waves. When electromagnetic waves encounter neutrons, the probability of interacting with them is extremely low; when electromagnetic waves encounter protons and interact with them, they form electromagnetic gravity. The electromagnetic gravity makes the neutrons in the atomic nucleus gather and the protons move slowly in the shell. The electromagnetic gravity will cause the radioactive decay of matter; when electromagnetic waves encounter other electrons and interact with them, they form electromagnetic repulsion. The electromagnetic repulsion is equal to the difference in the centripetal force of electrons orbiting the nucleus. The electromagnetic repulsion makes electrons incompatible with each other.

## Keywords

Atomic Structure, Fundamental Forces

Copyright © 2024 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 原子结构的回顾

原子由原子核和绕核运动的电子组成，如图 1。原子核[1]由中子和质子组成。中子不带电，质量为  $1.6929 \times 10^{-27}$  kg，半径为  $0.8 \times 10^{-15}$  m。质子带  $1.6 \times 10^{19}$  库仑(C)正电荷，质量  $1.6726 \times 10^{-27}$  kg，直径约  $1.6 \sim 1.7 \times 10^{-15}$  m。原子核由中子和质子共同组成，原子核的半径约等于  $1.07 \times A^{1/3}$  fm (飞米，1 fm =  $1 \times 10^{-15}$  m)，其中 A 是核子的总数。原子半径的数量级大约是  $10^5$  fm。电子带负电荷，电量为  $1.6 \times 10^{-19}$  库仑，是电量的最小单元，质量为  $9.11 \times 10^{-31}$  kg。“关于物质粒子都是微子云的推断”[2]认为，中子是  $1.1358 \times 10^{23}$  个微子互绕形成半径为  $0.8 \times 10^{-15}$  m 的微子云；质子是  $1.13436571 \times 10^{23}$  个微子沿半径  $0.80104 \times 10^{-15}$  m 的球层运行形成的微子云；电子是  $6.178 \times 10^{19}$  个微子沿半径  $1.47 \times 10^{-12}$  m 的球层运行形成的微子云；中子、质子、电子都是微子数量与半径匹配的长寿命稳定粒子。一般的，简单的光谱现象符合玻尔原子结构模型，玻尔原子结构模型认为原子核中的核外电子是分层分布的。其原则为：1) 电子是在原子核外距核由近及远、能量由低至高的不同电子分层上排布。2) 第一层最多可有 2 个电子。第二层最多可以有 8 个，第 n 层最多可容纳  $2n^2$  个电子，最外层最多容纳 8 个电子。3) 在不同轨道上运动的电子具有不同的能量，且能量是量子化的。4) 最后一层的电子数量决定物质的化学性质是否活泼。5) 电子一般总是尽先排在能量最低的电子层里，6) 当且仅当电子从一个轨道跃迁到另一个轨道时，才会辐射或吸收能量。对于更加复杂的光谱现象可以用现代量子力学模型解释：现代量子力学模型引入了① 主量子数，② 角量子数，③ 磁量子数，④ 自旋磁量子数等更多的量子数。在玻尔的原子模型中，氢原子中电子轨道半径[3]为  $r_1 = 0.053$  nm ( $1 \text{ nm} = 10^{-9}$  m)， $r_2 = 4r_1 = 0.212$  nm， $r_3 = 9r_1 = 0.477$  nm，对于其他轨道，其半径可以通过公式  $r_n = n^2 r_1$  计算得出。事实上微观粒子都是概率粒子，电子云是电子在原子核外空间概率密度分布的形象描述，它是二阶偏微分薛定谔方程的解，如果用三维坐标以图形表示的话，就是电子云。中子、质子、电子都是亚原子粒子，他们都具有量子化特征和波粒二象性，公式表述为： $\lambda = h/p = h/mv$ ，式中  $\lambda$  为波长， $p$  为动量， $h$  为普朗克常数( $6.626 \times 10^{-34}$  J·S)。

## 2. 引力和核力

引力是指具有质量的物体之间加速靠近的趋势，1687 年牛顿提出万有引力定律，指出任何物体之间

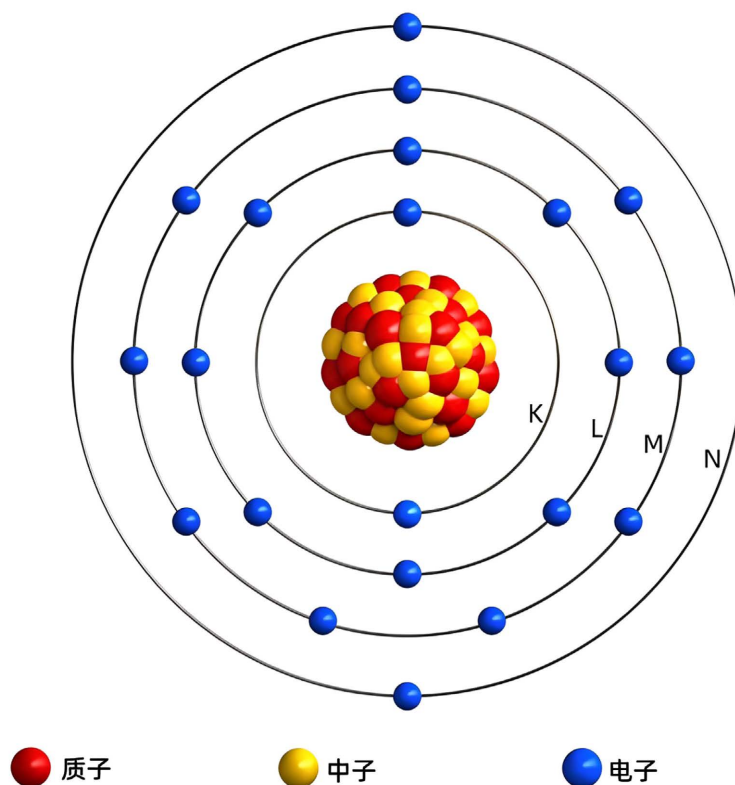


Figure 1. Schematic diagram of atomic structure  
图 1. 原子结构示意图

都有相互吸引力，这个力的大小与各个物体的质量成正比例，而与它们之间的距离的平方成反比。如果用  $m_1 \cdot m_2$  表示两个物体的质量， $R$  表示它们间的距离，则物体间相互吸引力为

$$F = G \frac{m_1 m_2}{R^2} \quad (1)$$

公式中， $G$  称为万有引力常数。1915 爱因斯坦在广义相对论中把引力场等效成时空的弯曲。量子力学认为，引力是由于两个粒子交换引力子导致的。“引力、引力场和引力子——关于引力能量波频率的推断” [4] 认为质量的基本单位是核子(质子和中子的统称)，每个核子都发出引力子，引力子在空间以引力能量波传播，引力能量波遇到其它核子，与其共振，产生能量转移，形成引力。引力能量波的波长为：

$$\lambda_0 = 1.6 \times 10^{-15} \text{ m} \quad (2)$$

引力能量波的传播速度为光速，则引力能量波的频率为：

$$f_0 = 1.875 \times 10^{23} \text{ Hz} \quad (3)$$

周期为：

$$T_0 = 5.33 \times 10^{-24} \text{ s} \quad (4)$$

偏转引力理论中的引力子为引力能量波的一个波包，每个引力子携带能量为普朗克常数  $h$ ，其波形与光子波形一样，如图 2。引力子的另一层意思是指引力能量波中沿波峰传播的微引力子，这是基本粒子中的引力子概念。携带能量为普朗克常数  $h$  的引力子的质量全部转换成以光速传播中的动能，则引力子的质量为：

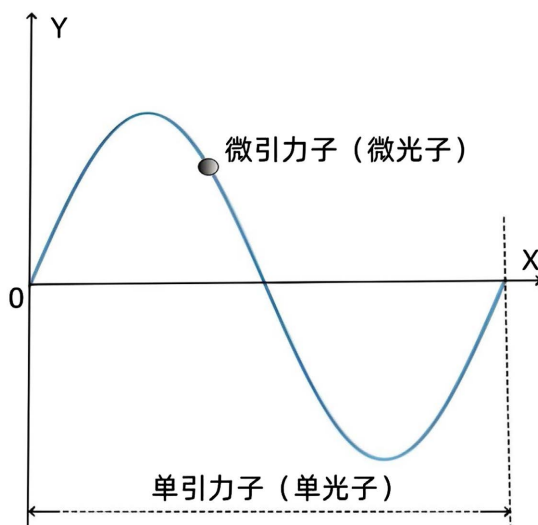


Figure 2. Gravitons and photons  
图 2. 引力子和光子

$$m_g = 1.473 \times 10^{-50} \text{ kg} \quad (5)$$

传统的观点认为原子核中的质子之间存在电磁力和引力，电磁力比万有引力强  $10^{35}$  倍，核子要形成稳定的原子核，核子之间应该有第三种相互作用 - 核力存在。“论核力是引力在微观距离上的表现” [5] 一文通过对光子性质和核子性质的分析，认为光子是在电子跃迁中产生的，它是一种带有负电荷的微粒子。任何不接触的相互作用都是通过场的作用实现的，有电子跃迁的地方可以发出光子，形成电磁场，没有电子跃迁的地方，不会发出光子，也不会形成电磁场。任何粒子同时只能发出一种传播子，在它周围形成一种场。原子核中的质子发出的是引力子，它不会发出光子，不会互相处在质子形成的电磁场中，就像半导体中失去电子的空穴之间不会产生斥力一样，质子之间也不会产生相互的斥力。

图 3 为引力能量波与核子的共振曲线，引力能量波的波长  $\lambda$  为  $1.6 \times 10^{-15} \text{ m}$ ，在原子核内部，核子与核子之间的距离与引力能量波的波长在同一数量级，核子之间的距离对引力能量波与核子的共振影响不能忽略。核子之间的距离小于  $1.6 \times 10^{-15} \text{ m}$  时，核子之间产生能量交换的概率不大，设想核子为弹性球，此时随着距离的减小，核子之间的斥力会明显增加；当核子之间的距离等于  $1.6 \times 10^{-15} \text{ m}$  时，核子本身的弹性斥力消失，引力能量波与核子的共振达到最强，引力能量波与核子交换能量最大，表现的引力也最大；当核子之间的距离大于  $1.6 \times 10^{-15} \text{ m}$  时，核子本身的弹性斥不存在，核子之间产生能量交换的概率迅速下降，表现为引力也明显下降；当核子之间的距离为  $1.5 \times 1.6 \times 10^{-15} \text{ m}$  时，核子之间能量交换接近于 0，引力也接近于 0；随后随着第二个周期的到来，引力子能量交换的概率会逐步增加，当核子之间的距离为  $2 \times 1.6 \times 10^{-15} \text{ m}$  时，达到第二个高峰，但是此时引力子交换的能量已经下降到第一个高峰的十分之一，以后随着距离的增加，引力会迅速下降。“论小尺度上的引力大小和黑洞的关系” [6] 认为，核子之间的距离小于  $1.6 \times 10^{-15} \text{ m}$  时，核子之间传递的能量会迅速下降，两核子之间的引力会迅速下降，当核子之间的距离接近 0 时，核子之间传递的能量接近 0，两核子之间的引力会接近 0。因此在无限小的距离上不存在引力，相应的物质密度最大为中子星密度。

一个核子，单位时间 1 s 内可以发出很多引力子，设核子单位时间发出的引力子数量为  $n_{ng}$ ，核子的半径为  $r_0$ ，核子与核子的距离为  $R = 2r_0$ ，穿过核子的引力子数量如图 4。图中， $n_1$  为发射引力子的核子， $n_2$  为接收引力子的核子， $n_1A$  为核子  $n_2$  的切线，在直角三角形  $n_1An_2$  中，

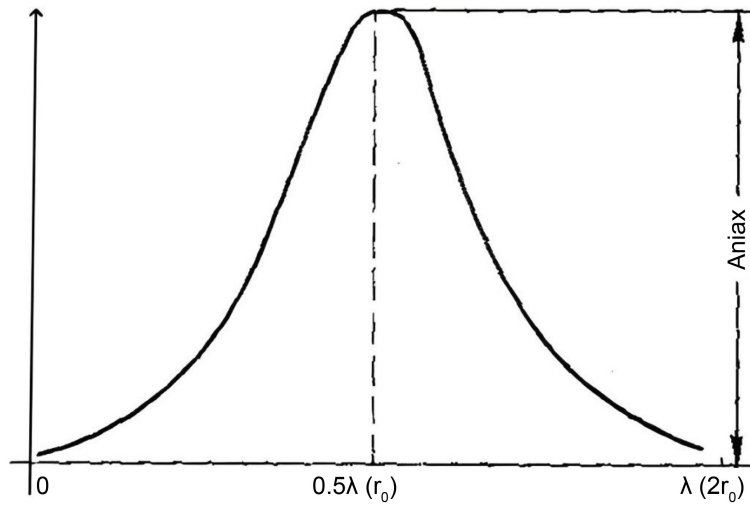


Figure 3. Resonance curve  
图 3. 共振曲线

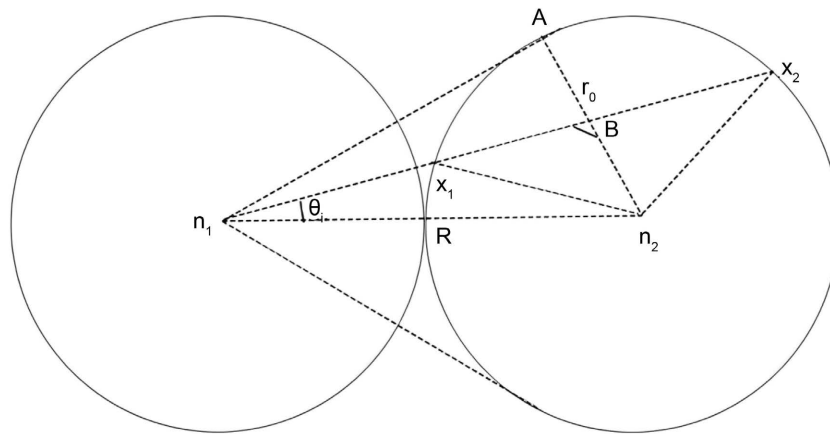


Figure 4. Nuclear transfer energy analysis  
图 4. 核子传递能量分析

$$\sin \angle An_1n_2 = \frac{r_0}{2r_0} = \frac{1}{2} \tag{6}$$

$$\angle An_1n_2 = \frac{\pi}{6} \tag{7}$$

$$\angle n_1Bn_2 = \angle An_1B + \frac{\pi}{2} = \angle \frac{\pi}{6} - \theta_i + \frac{\pi}{2} = \angle \frac{2\pi}{3} - \theta_i \tag{8}$$

根据正弦定律:

$$\frac{n_2B}{\sin \theta_i} = \frac{r_i}{\sin \theta_i} = \frac{2r_0}{\sin \angle n_1Bn_2} = \frac{2r_0}{\sin \left( \frac{2\pi}{3} - \theta_i \right)} \tag{9}$$

$$\frac{r_i}{\sin \theta_i} = \frac{2r_0}{\sin \frac{2\pi}{3} \cos \theta_i - \cos \frac{2\pi}{3} \sin \theta_i} \tag{10}$$

$$r_i \sin \frac{2\pi}{3} \cos \theta_i - r_i \cos \frac{2\pi}{3} \sin \theta_i = 2r_0 \sin \theta_i \quad (11)$$

$$2r_0 \sin \theta_i + r_i \cos \frac{2\pi}{3} \sin \theta_i = r_i \sin \frac{2\pi}{3} \cos \theta_i \quad (12)$$

$$\tan \theta_i = \frac{r_i \sin \frac{2\pi}{3}}{2r_0 + r_i \cos \frac{2\pi}{3}} \quad (13)$$

设穿过核子 2 的引力线长度为  $x$ ,

$$r_0^2 = x^2 + (2r_0)^2 - 2x \cdot 2r_0 \cos \theta_i \quad (14)$$

$$x^2 - 4r_0 \cos \theta_i \cdot x + 3r_0^2 = 0 \quad (15)$$

$$x = \frac{4r_0 \cos \theta_i \pm \sqrt{(4r_0 \cos \theta_i)^2 - 4 \times 3r_0^2}}{2} \quad (16)$$

$$x = 2r_0 \cos \theta_i \pm \sqrt{(2r_0 \cos \theta_i)^2 - 3r_0^2} \quad (17)$$

$$x_2 - x_1 = 2r_0 \cos \theta_i + \sqrt{(2r_0 \cos \theta_i)^2 - 3r_0^2} - 2r_0 \cos \theta_i + \sqrt{(2r_0 \cos \theta_i)^2 - 3r_0^2} = 2r_0 \sqrt{(2 \cos \theta_i)^2 - 3} \quad (18)$$

$x_2 - x_1$  为引力线穿过核子的长度, 对于核子 2, 穿过核子的引力线长度与核子直径产生共振, 其作用概率符合正态分布, 正态分布的横坐标为引力能量波的波长,  $y$  坐标为相应波长的概率, 这里核子的直径为  $2r_0$ , 正态分布的期望(均数)  $\mu = 2r_0$ , 取  $3\sigma$  (标准差)覆盖 99.7% 的概率,  $3\sigma = r_0$ , 则

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} \exp\left[-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}\right] = \frac{1}{\sqrt{2\pi} \frac{r_0}{3}} \exp\left[-\frac{(x-2r_0)^2}{2\left(\frac{r_0}{3}\right)^2}\right] \quad (19)$$

设  $x = 2r_0$  时  $f(2r_0) = 1$ , 则穿过核子的引力能量波与核子共振的概率为:

$$k_{gi} = \frac{1}{\sqrt{2\pi} \frac{r_0}{3}} e^{-\frac{(\Delta x - 2r_0)^2}{2\left(\frac{r_0}{3}\right)^2}} / \frac{1}{\sqrt{2\pi} \frac{r_0}{3}} e^{-\frac{(2r_0 - 2r_0)^2}{2\left(\frac{r_0}{3}\right)^2}} = e^{-\frac{(2r_0 - \Delta x)^2}{2\left(\frac{r_0}{3}\right)^2}} = e^{-4.5\left(\frac{2r_0 - \Delta x}{r_0}\right)^2} \quad (20)$$

表 1 是核子发射引力子数量计算表。

表中最后一列是常用常数,  $r_0$  为核子半径,  $h$  为普朗克常数, MeV-J 是能量换算比例,  $e$  是自然常熟。

$n$  是图 4 中核子半径  $An_2$  的分段数, 这里为 10,000, 也就是核子 2 被核子 1 引力线分层的层数,  $\Delta r$  是  $An_2$  分段的长度, 序号为核子 2 分层的编号,  $r$  为核子每层的半径,  $\theta_i$  为核子分层对应的角度,  $x_2 - x_1$  为引力线穿过核子 2 的长度,  $k_i$  为每层引力线与核子作用的概率, 第 8 列为每层引力线数量与单条引力线与核子作用概率的乘积, 将第 8 列 10,000 行求和为  $1.187 \times 10^8$ ,  $1.187 \times 10^8$  就是所有穿过核子 2 的总概率, 假如概率 1 传递的能量为普朗克常量  $h$ , 则总概率可以传递的能量为  $7.864 \times 10^{-26}$  焦耳/秒,  ${}^2_1\text{H}$  的结合能为 2.224 MeV, 折合  $2.563 \times 10^{-13}$  焦耳, 上表中概率 1 代表  $4.531 \times 10^{12}$  条引力线, 由此得出核子与核子作用的引力线条数为  $3.14 \times 10000^2 \times 4.531 \times 10^{12} = 1.423 \times 10^{21}$ , 单个核子每秒发出引力子数量为:

$$n_{ng} = 1.423 \times 10^{21} \times \frac{4\pi(2r_0)^2}{\pi r_0^2} = 1.423 \times 10^{21} \times 16 = 2.227 \times 10^{22} \quad (21)$$

**Table 1.** Calculation table of nuclear emission of gravitons  
**表 1.** 核子发射引力子计算表

序号	$r$	分层引力 线数	$\tan\theta_i$	$\theta_i$	$x_2 - x_1$	$k_i$	引力线* $k_i$	$r_0$ (m)
0	0.000E+00	1.000E+00	0.00000000	0.00000000	1.600E-15	1.000E+00	1.000E+00	8.000E-16
1	8.000E-20	6.283E+00	0.00004330	0.00004330	1.600E-15	1.000E+00	6.283E+00	$h$
2	1.600E-19	1.257E+01	0.00008661	0.00008661	1.600E-15	1.000E+00	1.257E+01	6.626E-34
3	2.400E-19	1.885E+01	0.00012991	0.00012991	1.600E-15	1.000E+00	1.885E+01	MeV-J
4	3.200E-19	2.513E+01	0.00017322	0.00017322	1.600E-15	1.000E+00	2.513E+01	1.602E-13
5	4.000E-19	3.142E+01	0.00021653	0.00021653	1.600E-15	1.000E+00	3.142E+01	e
6	4.800E-19	3.770E+01	0.00025985	0.00025985	1.600E-15	1.000E+00	3.770E+01	2.718E+00
7	5.600E-19	4.398E+01	0.00030316	0.00030316	1.600E-15	1.000E+00	4.398E+01	$n$
8	6.400E-19	5.027E+01	0.00034648	0.00034648	1.600E-15	1.000E+00	5.027E+01	10,000
9	7.200E-19	5.655E+01	0.00038980	0.00038980	1.600E-15	1.000E+00	5.655E+01	$\Delta r$
10	8.000E-19	6.283E+01	0.00043312	0.00043312	1.600E-15	1.000E+00	6.283E+01	8.000E-20
11	8.800E-19	6.912E+01	0.00047644	0.00047644	1.600E-15	1.000E+00	6.912E+01	
12	9.600E-19	7.540E+01	0.00051977	0.00051977	1.600E-15	1.000E+00	7.540E+01	
13	1.040E-18	8.168E+01	0.00056310	0.00056310	1.600E-15	1.000E+00	8.168E+01	
14	1.120E-18	8.796E+01	0.00060643	0.00060643	1.600E-15	1.000E+00	8.796E+01	
15	1.200E-18	9.425E+01	0.00064976	0.00064976	1.600E-15	1.000E+00	9.425E+01	
16	1.280E-18	1.005E+02	0.00069310	0.00069310	1.600E-15	1.000E+00	1.005E+02	
17	1.360E-18	1.068E+02	0.00073643	0.00073643	1.600E-15	1.000E+00	1.068E+02	
18	1.440E-18	1.131E+02	0.00077977	0.00077977	1.600E-15	1.000E+00	1.131E+02	
19	1.520E-18	1.194E+02	0.00082312	0.00082311	1.600E-15	1.000E+00	1.194E+02	
20	1.600E-18	1.257E+02	0.00086646	0.00086646	1.600E-15	1.000E+00	1.257E+02	
21	1.680E-18	1.319E+02	0.00090980	0.00090980	1.600E-15	1.000E+00	1.319E+02	

这个数据比“论核力是引力在微观距离上的表现”中用正弦函数计算的结果更准确一些。“论核力是引力在微观距离上的表现”分析表明引力在微观距离上的表现，完全符合核力的表现，引力传输的能量完全可以覆盖核结合能，由此可以推断核子之间的结合力就是引力，核子之间的结合能就是核子之间交换引力子的能量。

核子传播到  $R$  处的引力子数量为：

$$n_{Rg} = n_{ng} \frac{\pi r_0^2}{4\pi R^2} = n_{ng} \frac{r_0^2}{4R^2} \quad (22)$$

可以将核子发出的引力子传播到  $R$  处，引力子数量为 1 作为核力和引力的分界，此时引力能量波与核子的作用概率为 1，这个距离为：

$$R = \frac{r_0}{2} \sqrt{\frac{n_{ng}}{n_{Rg}}} = \frac{0.8 \times 10^{-15}}{2} \sqrt{\frac{2.227 \times 10^{22}}{1}} = 5.969 \times 10^{-5} \text{ m} \quad (23)$$

可以认为距离在  $5.969 \times 10^{-5}$  (59.69 um) 以内时, 引力表现为核力。卡西米尔效应在 10 纳米间隙上表现的真空零点能实际上应该是核力的表现。

对于有多个核子的原子核, 可以将其看成一个整体的球体, 按照核子发射到球外的引力子数量统一计算引力子传递的能量, 也可以按每一对核子传递的能量之和减去所有核子之间的结合能计算原子核形成的引力场的能量。

对于星球, 根据星球密度可以计算单个核子所占体积作为核子的等效体积, 根据核子等效体积可以将星球分层。“由星球发射到球外引力子的比例修正万有引力公式的尝试” [7] 认为: 星球中心部分核子发出的引力子, 会被星球内部其它核子吸收, 形成星球内部的凝聚力, 星球靠近外层的核子发出的引力子, 会有一部分发射到球外, 以引力能量波的形式传播形成引力线, 四面八方的引力线形成星球的引力场。星球发射到球外的引力子数量为:

$$n_{go} = 2.514 \times 10^{54} \left[ r_s^2 - 1.53 \times 10^4 \frac{r_s}{\rho_s} + 8.783 \times 10^7 \frac{1}{\rho_s^2} \right] \quad (24)$$

除特别小的球体外, 上式可以简化为:

$$n_{go} \approx k_{gr} r_s^2 = 2.514 \times 10^{54} r_s^2 \quad (25)$$

星球可向球外发射引力子的外层厚度为:

$$r_{so} = \frac{k_{s\rho}}{\rho_s} = \frac{22956}{\rho_s} \quad (26)$$

这里  $n_{go}$  为核子发射到球外的引力子数量,  $r_s$  为星球半径,  $\rho_s$  为星球壳层密度,  $r_{so}$  为可向球外发射引力子的星球外层厚度, 太阳系各大星球的这个厚度不到星球半径的千分之一。

相应的星球吸收球外引力子数量和可以吸收球外引力子的星球壳层厚度与  $n_{go}$ ,  $r_{so}$  相同。

偏转引力理论认为运行在星球引力场中的物体, 会受到星球引力线上引力子的作用, 产生一个垂直于星球引力线的力。物体的作用力为:

$$F = G_r \frac{r_1^2 r_2^2}{R^2} \quad (27)$$

$r^2$  代表了星球的表面积, 用面积表示物体 2 受到的作用力

$$F = G_s \frac{S_1 S_2}{R^2} \quad (28)$$

偏转引力从引力作用的原理出发分析星球之间的作用力, 偏转引力垂直于星球的引力线。万有引力是从引力作用的效果出发分析星球之间的作用力形成的经验公式。偏转引力理论中, 物体吸收引力子的能量转换为垂直于星球引力线方向的位移, 这个位移提供了物体的速度, 在物体做圆周运动时, 这个速度提供了物体的向心力。

万有引力理论中, 万有引力直接提供了物体的向心力。万有引力只适用作圆周运动的物体。偏转引力适合更广泛的情况。在物体作圆周运动情况下, 偏转引力和万有引力方向是互相垂直的, 大小是相等的。由以上分析可以看出, 万有引力公式中, 引力与星球质量成正比只是一个近似。

通过以上分析可以看出, 核子通过引力子传递的能量在短距离时表现为核力, 在长距离时表现为引力。

### 3. 弱力

弱相互作用力, 简称弱力 [8]。传统的观点认为: 弱力只作用于电子、夸克、中微子等费米子, 它与原子的放射性衰变有关, 而对光子、引力子等玻色子不起作用。弱力比电磁力要弱很多, 强度约相当于



电磁力的十亿分之一。1933年泡利提出了 $\beta$ 放射性衰变中的中微子猜想：中子 $\rightarrow$ 质子 + 电子 + 中微子，费米认为 $\beta$ 衰变是由弱力引起的。50年代末，李政道、费曼和盖尔曼等人提出了荷电中间玻色子理论。新的观点认为：弱相互作用力是电荷群内部演变产生的电磁作用力。

从图1原子的结构模型看，原子由中子、质子和核外电子组成，核子发出引力子，引力子在空间以引力能量波传播，引力能量波遇到其它核子与其作用形成核力(引力)，引力能量波遇到电子与其作用形成弱力，电子发出光子，光子在空间以电磁波传播，电磁波遇到质子与起作用形成电磁引力，电磁波遇到其它电子与其作用形成电磁斥力。这里弱力有2种情况，下面我们分别进行讨论。

### 3.1. 核子对电子的作用力

核子发出引力子，引力子在空间以引力能量波传播，引力能量波遇到电子与其作用，产生能量转移，形成弱力。这种情况最简单的是氢原子模型，如图5。氢原子核为一个质子，质子每秒发出的引力子数量为： $2.227 \times 10^{22}$ 。

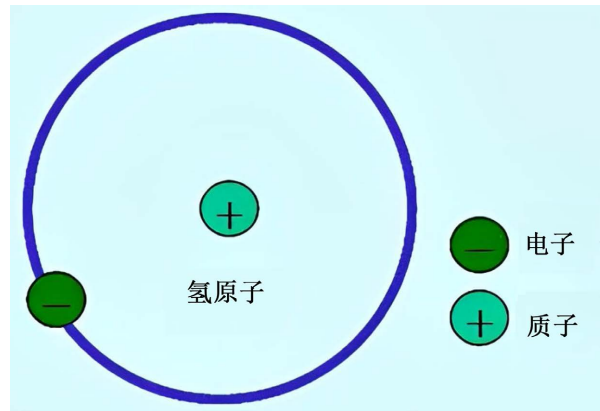


Figure 5. Schematic diagram of the hydrogen atom structure  
图5. 氢原子结构示意图

氢原子核外有一个电子，电子的半径为  $1.47 \times 10^{-12}$  m。氢原子基态的电子轨道半径  $r_1 = 0.528 \times 10^{-10}$  m。质子发出引力子穿过电子的数量为：

$$n_{ge1} = n_{ng} \frac{\pi r_e^2}{4\pi R_1^2} = 2.227 \times 10^{22} \times \frac{(1.47 \times 10^{-12})^2}{4 \times (0.528 \times 10^{-10})^2} = 4.315 \times 10^{18} \quad (29)$$

假如引力子与电子的作用概率符合正太分布，则引力子与电子的作用概率为：

$$k_{ge1} = e^{-\frac{(2r_e - 2r_0)^2}{2\left(\frac{r_e}{3}\right)^2}} = e^{-18\left(1 - \frac{r_0}{r_e}\right)^2} = e^{-18 \times \left(1 - \frac{0.8 \times 10^{-15}}{1.47 \times 10^{-12}}\right)^2} = 1.553 \times 10^{-8} \quad (30)$$

将引力子看成长度为  $2r_0$  的一段波，引力子进入电子后，引力子在第一段有可能与电子作用，也可能第一段并未与电子发生作用，而在第二段，第三段与电子发生作用，因此，引力子与电子的作用概率为：

$$k_{ge} = k_{ge1} \frac{r_e}{r_0} = 2.854 \times 10^{-5} \quad (31)$$

引力能量波的波长远远小于电子的直径，在上面计算中把穿过电子的引力子的长度都近似于引力能量波的波长，将穿过电子的引力子折合有效引力子数量，这个数量为：

$$n_{\text{gvl}} = n_{\text{ge1}} k_{\text{ge1}} = 4.315 \times 10^{18} \times 2.854 \times 10^{-5} = 1.232 \times 10^{14} \quad (32)$$

引力能量波与电子传递的总能量为:

$$E_{\text{ge1}} = 1.232 \times 10^{14} \times 6.626 \times 10^{-34} = 8.160 \times 10^{-20} \text{ 焦耳/秒} \quad (33)$$

氢原子中, 第二电子轨道半径为  $r_2 = 4r_1 = 0.212 \text{ nm}$ , 引力子穿过电子的有效数量为:

$$n_{\text{ge2}} = n_{\text{ng}} \frac{\pi r_e^2}{4\pi R_{\text{ge2}}^2} k_{\text{ge}} \frac{r_e}{r_0} = 2.227 \times 10^{22} \times \frac{(1.47 \times 10^{-12})^2}{4 \times (0.212 \times 10^{-9})^2} \times 2.854 \times 10^{-5} = 7.639 \times 10^{12} \quad (34)$$

传递的能量为:

$$E_{\text{ge2}} = n_{\text{ge2}} h = 7.639 \times 10^{12} \times 6.626 \times 10^{-34} = 5.062 \times 10^{-21} \quad (35)$$

氢原子中, 第三电子轨道半径为:  $r_3 = 9r_1 = 0.477 \text{ nm}$ , 引力子穿过电子的有效数量为:

$$n_{\text{ge3}} = n_{\text{ng}} \frac{\pi r_e^2}{4\pi R_3^2} k_{\text{ge}} \frac{r_e}{r_0} = 2.227 \times 10^{22} \times \frac{(1.47 \times 10^{-12})^2}{4 \times (0.477 \times 10^{-9})^2} \times 2.854 \times 10^{-5} = 1.509 \times 10^{12} \quad (36)$$

传递的能量为:

$$E_{\text{ge3}} = n_{\text{ge3}} h = 1.509 \times 10^{12} \times 6.626 \times 10^{-34} = 9.999 \times 10^{-22} \quad (37)$$

核子与电子的作用距离也可以传递的更远, 只是随着距离的增加, 传递的能量会很快下降。将传递引力子数量为 1 时作为弱力传递的最远距离  $R_{\text{max}}$ , 这时的距离为:

$$n_{\text{ge3}} = n_{\text{ng}} \frac{\pi r_e^2}{4\pi R_{\text{max}}^2} k_{\text{ge}} \frac{r_e}{r_0} = n_{\text{ng}} \frac{r_e^2}{4R_{\text{max}}^2} k_{\text{ge}} \frac{r_e}{r_0} = 1 \quad (38)$$

$$R_{\text{max}} = \frac{r_e}{2} \sqrt{n_{\text{ng}} k_{\text{ge}} \frac{r_e}{r_0}} = \frac{1.47 \times 10^{-12}}{2} \sqrt{2.227 \times 10^{22} \times 2.854 \times 10^{-5}} = 5.860 \times 10^{-4} \text{ m} \quad (39)$$

在原子中, 核子发出引力子, 引力子在空间按引力能量波传播, 引力能量波遇到电子与其作用, 产生能量转移, 形成弱力(核子对电子的作用力), 这个力吸引电子围绕原子核旋转。

对于具有多个核子的原子核, 和前面一样, 可以将其看成一个整体的球体, 按照核子发射到球外的引力子数量统一计算引力子传递的能量, 也可以按每一对核子传递的能量之和减去所有核子之间的结合能计算原子核形成的引力场的能量。

对于星球, 核子传播的距离要远一些, 可以说只要有引力子传播的地方, 就会有引力子与电子作用的可能, 只是这个概率比核子与核子作用的概率小得多, 也就是说, 有引力存在的地方就有弱力, 只是弱力比引力小得多。

### 3.2. 电子对中子的作用力

电子发出光子, 光子在空间以电磁波传播, 电磁波遇到中子的情况: 电子的半径为  $1.47 \times 10^{-12} \text{ m}$ , 中子的半径为  $0.8 \times 10^{-15} \text{ m}$ , 电子在不同的能级上运行, 电子吸收光子的能量到激发态, 电子放出光子回到基态, 电子发出的光子可以传到原子核, 与原子核中的中子和质子相遇, 电子发出的光子与中子的作用应该符合正太分布, 电子发出的光子与中子的作用概率为:

$$k_{pn} = e^{-\frac{(2r_e - 2r_0)^2}{2\left(\frac{r_0}{3}\right)^2}} = e^{-18\left(\frac{r_e}{r_0} - 1\right)^2} = e^{-18 \times \left(\frac{1.470 \times 10^{-12}}{0.8 \times 10^{-15}} - 1\right)^2} \approx 0 \quad (40)$$

电子发出的光子与中子的作用概率为0，可以认为光子与中子不发生作用。同样的，光子与质子之间也不会发生类似引力的作用。

## 4. 电磁力

电磁力又称静电力。一般地，带电荷粒子或具有磁矩粒子通过发射光子可以形成电场、磁场、电磁场，电场、磁场、电磁场中的光子遇到其它带电粒子交换能量，形成的作用力为电磁力。带电体可看作是由许多点电荷构成的，每一对静止点电荷之间的相互作用力遵循库仑定律。在化学中，静电力是一种分子间作用力。极性分子有偶极矩，偶极分子之间存在静电相互作用，这种分子间的相互作用是静电力。在电动力学里，电磁力称为洛伦兹力。在日常生活中超过原子尺度以外的现象(除了重力以外)，其他都是因为电磁力而造成。传统的观点认为：光子没有质量，属于规范玻色子。“电场、磁场、电磁场中光子的性质和传播形式”[9]一文认为：光子是一种带有负电荷的微粒子(微光子)。微光子的直线传播形成电场，微光子的环形传播形成磁场，微光子的圆柱螺旋线传播形成电磁场。电场和磁场是微光子的不同运动形式的表现。电场、磁场、电磁场统一的对外作用是对处于场中的带电粒子有力的作用，带电粒子带负电时，这个力的方向与微光子的运行方向相反，带电粒子失去电子带正电时，这个力的方向与微光子的运行方向相同，力的大小与微光子与带电粒子相遇处，微光子的电量、场中带电粒子电量的乘积成正比。

由原子结构图可以看出，电子发出光子，光子在空间以电磁波传播，电磁波与电子作用形成电磁斥力，电磁波与质子作用形成电磁引力，下面分2种情况讨论。

### 4.1. 电子对电子的作用力

电子发出光子，光子在空间按电磁波传播，电磁波遇到其它电子与其作用，产生能量转移，形成电磁斥力。图6氢原子光谱谱线示意图[10]，图中横线表示能级，竖线代表电子跃迁及波长，由图中数据可以看出，两能级之间的差值等于频率和普朗克常数  $h$  的乘积，也就是说电子跃迁的能量为频率和普朗克常数的乘积，把电磁波的一个波包作为一个光子，每个光子的能量就为普朗克常数  $h$  携带的能量。

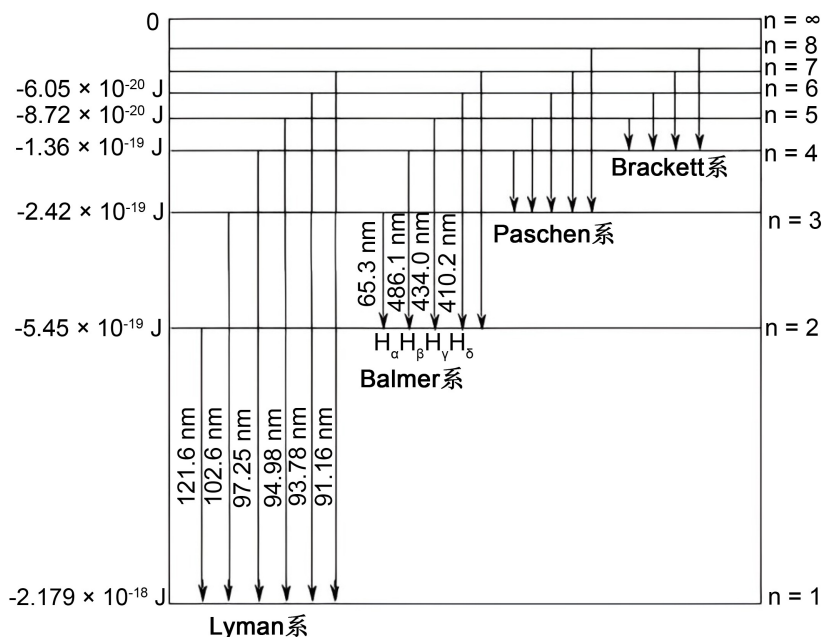


Figure 6. Hydrogen spectral line series

图6. 氢原子光谱线系

电荷的最小单位为一个电子所带的电荷，电子和电子之间通过光子传递的能量就是电荷之间的最小作用力。这个力符合库伦定律：

$$F = k \frac{q_1 q_2}{R^2} \tag{41}$$

图 7 是电子通过光子传播能量示意图。图中 E10 为电子 E1 的中心，电子发出的光子都可以看作由 E10 电子 1 发出光子，电子 2 吸收光子，电子的半径为  $r_e$ ，两电子之间的距离为  $R$ ， $\theta_{max}$  为 E1 发出光线能够覆盖电子 2 的最大夹角，和计算核子之间的引力子数量类似，可以计算电子之间传播光子的数量。由图可以看出：

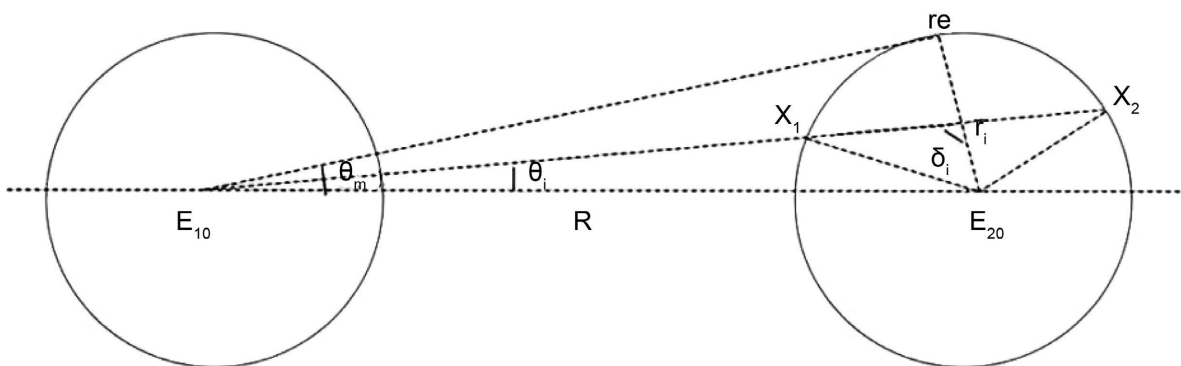


Figure 7. Schematic diagram of energy transmission between electrons through photons  
图 7. 电子之间通过光子传播能量示意图

$$\sin \angle \theta_m = \frac{r_e}{R} \tag{42}$$

$$\angle \delta_i = \angle \theta_m - \theta_i + \frac{\pi}{2} \tag{43}$$

根据正弦定律：

$$\frac{r_i}{\sin \theta_i} = \frac{R}{\sin \left( \angle \theta_m - \theta_i + \frac{\pi}{2} \right)} \tag{44}$$

$$\tan \theta_i = \frac{r_i \cos \theta_m}{R - r_i \sin \theta_m} \tag{45}$$

设穿过电子 2 的电磁线长度为  $x$ ，

$$r_e^2 = x^2 + R^2 - 2xR \cos \theta_i \tag{46}$$

$$x_2 - x_1 = 2\sqrt{r_e^2 - R^2 \sin^2 \theta_i} \tag{47}$$

穿过电子的光子与电子的作用概率符合正太分布，其作用概率为：

$$k_{ep} = e^{-4.5 \times \left( 2 \frac{x}{r_e} \right)^2} \tag{48}$$

库仑定律中，通过扭称实验确定了库伦常数，在这个实验中，两带点粒子的距离为 9 英寸，18 英寸，24 英寸，取  $R$  为电子直径的整数倍，分别 0.2999 m、0.4998 m，通过库仑定律和类似表 1 的表格，可以

计算电子单位时间发射光子的数量为：

$$n_{ep} = 1.781 \times 10^{30} \text{ (个)} \quad (49)$$

反复调整距离  $R$  可以看出，电子发射光子的数量与距离无关。“关于物质粒子都是微子云的推断”认为，电子是  $6.178 \times 10^{19}$  个微子(光子)沿半径  $1.47 \times 10^{-12} \text{ m}$  的球层运行形成稳定的微子云。在原子中，电子沿不同的能级运行，因此由电子发出的光子沿电子本身的直径和电子能级的直径形成的螺旋线运行，不考虑电子沿能级运行对光子的影响，光子沿螺旋线运行的螺旋线直径(波长)为  $2 \times 1.47 \times 10^{-12} = 2.94 \times 10^{-12} \text{ m}$ ，光子以光速  $299,792,458 \text{ m/s}$  运行，光子每秒旋转的次数为， $299,792,458 / 2.94 \times 10^{-12} = 1.020 \times 10^{20}$ 。每个波包作为一个光子看待，每个波包的时长为  $9.807 \times 10^{-21} \text{ s}$ (周期)，电子单位时间  $1 \text{ s}$  发射  $1.781 \times 10^{30}$  个光子，电子第一个周期吸收光子，第二个周期发射光子，电子每个周期需要发射  $1.781 \times 10^{30} / (1.020 \times 10^{20} / 2) = 3.492 \times 10^{10}$  个光子，电子含  $6.17807 \times 10^{19}$  个微子，每个周期发射光子占比为  $3.492 \times 10^{10} / 6.17807 \times 10^{19} = 5.652 \times 10^{-10}$ 。电子一个旋转周期会接收多个光子，下一个周期会发出多个光子，电子总体保持含光子数量的平衡，也保持大小的平衡。

两电子交换单光子数量为 1 的距离为：

$$n_{\max} = n_{ep} \frac{\pi r_e^2}{4\pi R_{\max}^2} = 1 \quad (50)$$

$$R_{\max} = 0.5 r_e \sqrt{n_{ep}} = 0.5 \times 1.47 \times 10^{-12} \sqrt{1.781 \times 10^{30}} = 981 \text{ m} \quad (51)$$

电子单位时间发射光子的数量  $n_{ep}$  比核子单位时间发射引力子的数量  $n_{ng}$  多很多。

$$\frac{n_{ep}}{n_{ng}} = \frac{1.781 \times 10^{30}}{2.227 \times 10^{22}} = 7.999 \times 10^7 \quad (52)$$

原子中存在多个电子时，不同电子会在不同能级上运行，形成半径不同的球层，不同球层上的电子，发出光子，光子在空间以电磁波传播，电磁波遇到其它电子与其作用，形成电磁斥力。库伦定律是描述静止电荷之间的斥力，也就是说距离远大于原子直径，原子可以看成点电荷时才是适用的，因此计算原子内部电子之间的斥力，库伦定律只能作为一个参考。从效果上看，电子绕核运行，存在一个向心力，不同的球层，向心力不同，不同球层的向心力差值应该等于两球层的库伦力。

对于电子能级的能量涉及到动能和势能，波尔理论已经做了详细的论述和计算。对具有多个电子的原子，可以将原子核作为一个整体处理。

## 4.2. 电子对质子的作用力

电子发出光子，光子在空间以电磁波传播，电磁波遇到质子与其作用，产生能量转移，形成电磁引力。质子可以看成丢失一个电子的中子，因此电子发出光子，光子在空间按电磁波传播，电磁波遇到质子与其作用，可以理解为电子发出的传播子 - 光子具有负电荷的性质，因此这时的传播子 - 光子就填充了质子中传播子的空缺，这一个周期质子吸收光子成激发态，下一个周期质子发出引力子恢复到基态，这里质子发出引力子的周期短于质子吸收光子的周期，质子吸收光子和发出引力子的前后 2 个周期，保持质子质量不变，能量不变，与质子吸收引力子不同的是，质子吸收光子是填充了传播子的空缺，质子吸收引力子是直接增加了传播子的数量，质子发出引力子在前一周期的情况下为增加了一个空穴，在前一周期吸收引力子的情况下质子减少了一个引力子。对于质子吸收光子的周期，这个周期比吸收引力子的周期长的多，因此这个周期可以吸收多个光子，对于质子吸收引力子的周期，每个周期只吸收或者一个引力子。对于质子发射引力子的周期，质子只发射一个引力子。对于氢原子，电子在第一轨

道层时，电子与质子的库伦力为：

$$F_1 = k \frac{e^2}{r_1^2} = 9.0 \times 10^9 \times \frac{(1.602 \times 10^{-19})^2}{(5.280 \times 10^{-11})^2} = 8.285 \times 10^{-8} \text{ N} \quad (53)$$

${}^2_1\text{H}$  的结合能为 2.224 MeV，质子中子的结合能：

$$E_2 = 2.224 \times 1.602 \times 10^{-13} = 3.563 \times 10^{-13} \text{ J} \quad (54)$$

把力看成单位时间作用力方向上能量的变化，质子中子之间的作用力为：

$$F_2 = \frac{E_2}{t} = 3.563 \times 10^{-13} \text{ N} \quad (55)$$

可以看出电子对质子的库仑力远远大于中子对质子的作用力，那么为什么电子对质子的库仑力没有拉散中子和质子组成的原子核呢？这里应该注意到随着电子在轨道上旋转，电子对质子的库仑力也围绕质子在旋转，这个力不是单一方向上的力，对于质子来说，质子受到四面八方来自电子的库仑力，相对方向上的库仑力互相抵消，最终质子相当于不受力。把这个作用过程分成很小的时间段来看，运动的电子可以看成在带电子轨道上的一个点处，这时质子受到电子的库仑力，质子会向电子方向运动，由于这个时间段很短，质子运动的距离很小，下一个时间段，电子处在电子轨道上的另外一点，质子又会超新的电子位置运动，这样，随着电子绕核运行，质子也会在原子核内绕中心运动。这时电子绕核运行的向心力与质子绕核运行的向心力之差应该等于电子与质子之间的库仑力：

$$m_e \frac{v_e^2}{r_1} - m_p \frac{v_p^2}{2r_0} = k \frac{e^2}{(r_1 - 2r_0)^2} \quad (56)$$

质子绕原子核中心运行的速度为：

$$v_p = \sqrt{\frac{2r_0}{m_p} \left[ m_e \frac{v_e^2}{r_1} - k \frac{e^2}{(r_1 - 2r_0)^2} \right]} \quad (57)$$

根据玻尔理论，氢原子核外电子第一轨道的半径为  $r_1 = 0.53 \times 10^{-10}$  米，电子在第一能级上的运动速度为  $v_e = 2.2 \times 10^6$  米/秒，对于氘(氢 2)，质子中子的距离为 2 个核子半径，把核子质量，电子质量，电子电荷等值带入，可以计算质子的运行速度为 25 米/每秒，相对于电子的运行速度，这个速度是比较慢的。

对于氘(氢 1)，氢原子核应该存在自旋，对于氘(氢 2)，质子应该绕原子核中心的中子旋转，对于多核子的原子核，由于电子对质子的库仑力存在，中子应该聚集于原子核的中心，质子聚集于原子核的壳层，而且质子应该在壳层中缓慢旋转。

## 5. 结论

表 2 是力的简述，一般地，单个核子、电子单位时间 1 秒内会发出多个传播子，这些传播子按球面向空间辐射，随着距离的增加，辐射密度会减小，当辐射的传播子穿过粒子 2 只剩 1 个传播子时的距离为单传播子作用距离。两粒子距离小于单传播子作用距离时，计算粒子之间交换的能量要考虑每一个传播子与粒子 2 的作用概率，当两粒子距离大于单传播子作用距离时，计算粒子之间交换的能量只考虑整体粒子 1 与粒子 2 的作用概率就行。

本文从原子结构出发，分析了核子和电子之间存在的传播子和作用力，本文认为核子发出引力子，引力子在空间以引力能量波传播，引力能量波遇到其它核子与其作用形成核力(引力)，核力使中子和质子紧密结合成原子核，引力能量波遇到电子与其作用形成弱力，此弱力吸引电子使其绕原子核旋转，本文

**Table 2.** Summary of the properties of nucleons, electrons and forces**表 2.** 核子、电子与力的性质汇总简表

作用粒子	传播子	力的性质	简述
核子 - 核子	引力子	核力(引力)	距离 $1.6 \times 10^{-15}$ 米, 核力最大, 传播能量为 $3.563 \times 10^{-13}$ 焦耳/秒 (2.224 MeV), 核力使中子质子结合成紧密的原子核, 距离趋于 0 时, 核力趋于 0, 单传播子作用距离 $5.969 \times 10^{-5}$ m。
核子 - 电子	引力子	弱力	交换能量典型值 $8.160 \times 10^{-20}$ 焦耳/秒, 单传播子作用距离 $5.860 \times 10^{-4}$ 米。此弱力吸引电子绕原子核旋转。
电子 - 中子	光子	弱力	交换能量近似为 0。
电子 - 质子	光子	电磁引力	电磁引力典型值 $8.285 \times 10^{-8}$ N, 电磁引力使原子核中中子聚中, 质子在壳层缓慢运动, 电磁引力与物质放射性有关。
电子 - 电子	光子	电磁斥力	电子单位时间 1 s 发射光子 $1.781 \times 10^{30}$ 个, 电磁斥力使电子分轨道运行, 电子绕核运行的向心力只差等于电子之间的电磁斥力。

认为电子发出光子, 光子在空间以电磁波传播, 电磁波与中子作用概率很小, 电磁波遇到质子与其作用形成电磁引力, 电磁引力使原子核中中子聚中, 质子在壳层缓慢运动, 传统的观点认为弱力引起物质放射性衰变, 本文认为电磁引力会引起物质放射性衰变, 电磁波遇到其它电子与其作用形成电磁斥力, 电磁斥力与电子绕核运行的向心力之差有关, 这个斥力使电子分布在不同的电子轨道上不能相容。电子每秒发出光子  $1.781 \times 10^{30}$  个光子。

## 参考文献

- [1] 王莉, 崔占涛, 朱浩. 大学物理教程(下册) [M]. 北京: 清华大学出版社, 2016: 265-266.
- [2] 陈军利. 偏转引力理论[M]. 汉斯出版社, 2024: 273-282.
- [3] 鲁俊生. 氢原子系统轨道半径的计算[J]. 浙江万里学院学报, 1999, 12(4): 35, 50.
- [4] 陈军利, 康耀辉. 引力, 引力场和引力子——关于引力能量波频率的推断[J]. 天文与天体物理, 2022, 10(1): 1-10. <https://doi.org/10.12677/aas.2022.101001>
- [5] 陈军利. 论核力是引力在微观距离上的表现[J]. 现代物理, 2023, 13(5): 113-124. <https://doi.org/10.12677/mp.2023.135012>
- [6] 陈军利. 论小尺度上的引力大小和黑洞的关系[J]. 天文与天体物理, 2024, 12(1): 1-7. <https://doi.org/10.12677/aas.2024.121001>
- [7] 陈军利, 康耀辉. 由星球发射到球外引力子的比例修正万有引力公式的尝试——偏转引力理论之球外引力子比例[J]. 天文与天体物理, 2023, 11(3): 27-39. <https://doi.org/10.12677/aas.2023.113003>
- [8] 杨晓艳. 谈四种基本相互作用力[J]. 沧州师范学院学报, 2002, 18(3): 94.
- [9] 陈军利. 电场, 磁场, 电磁场中光子的性质和传播形式[J]. 汉斯预印本, 2023, 8(1): 1-11.
- [10] 王国平. 氢原子能级图和线系图[J]. 物理教师, 1992(10): 18.