

引力是如何产生的？

——引力线在偏转物体的运动方向

陈军利

西北工业大学电子信息学院, 陕西 西安

收稿日期: 2023年3月20日; 录用日期: 2023年4月20日; 发布日期: 2023年4月28日

摘要

电磁波是同相振荡且互相垂直的电场与磁场在空间中衍生发射的振荡粒子波, 由惠更斯-菲涅尔原理知道, 电磁波上的每一点都是一个次波源, 其振动会向空间各个方向以球形波传播, 这个振动的强度(振幅)随传播距离衰减, 两列光线 p 和 q 相交时, 光线 p 上次波源的振幅有效值会对光线 q 的传播基线产生影响。光线 p 的振幅方向和光线 p 的传播方向是垂直的, 光线 p 的振幅对光线 q 的传播基线形成的影响会和光线 q 的传播基线形成一定的夹角, 而光线 q 的基线在某一时刻的偏移是由垂直于光线 q 本身传播基线的正向偏移量和负向偏移量的差值决定, 这个正向偏移量和负向偏移量是由光线 p 上不同时刻的次波源振幅的影响形成, 不同时刻的次波源传播到 q 基线的距离不一样, 对光线 q 基线的影响程度不一样, 也就会使光线在同一时刻的正向偏移量和负向偏移量存在一个差值, 光线 q 的传播基线会发生偏折, 一般光线的振幅是很小的, 光线的传播速度为光速, 光线 p 对光线 q 传播基线的偏折量微乎其微。星球发出引力子形成引力线, 物质在星球引力线形成的引力场中运行, 会受到引力线振幅的影响, 引力线振幅对运动速度不为光速的有质量物质的影响是不能忽略的, 再加上在引力场中受到许许多多引力线的影响, 原来匀速直线运动的物质, 其方向会向中心物质偏转, 对于大多数情况, 物质最终会被中心物质吸收汇聚, 形成更大的物质-星球, 对于少部分起始夹角比较大的物质, 它的运动方向即使受引力线的偏转, 物质的运动方向与引力线垂直时, 也还与星球有一段距离, 此后对于下一条引力线, 物质的运动方向与引力线的夹角将大于 90° , 物质受引力线的作用, 将向偏离中心物质的方向运行, 这时引力线对物质的作用相当于一个推力, 将加速物质远离中心物质(星球), 对于这两种情况中间的一种特殊情况, 物质绕星球会作圆周运动。引力线对处在引力场中的物质影响, 除了对方向的影响, 对速度也会产生影响, 对速度的影响会使本该是作圆周运动的物质, 最终作椭圆运动, 这便形成了卫星和行星。最后概括一下, 引力就是引力场中运动物质的速度矢量和不同时刻引力线振幅矢量差的叠加, 使物质运动方向向中心物质(星球)发生偏转的必然结果。

关键词

电磁波, 引力, 引力子, 引力场

How Gravity Is Produced?

—Lines of Gravitation Are Deflecting the Direction of Motion of an Object

Junli Chen

School of Electronic Information, Northwestern Polytechnical University, Xi'an Shaanxi

Received: Mar. 20th, 2023; accepted: Apr. 20th, 2023; published: Apr. 28th, 2023

Abstract

Electromagnetic waves are oscillating particle waves that oscillate in phase and are perpendicular to each other in electric and magnetic fields. According to the Huygens-Fresnel principle, every point on the electromagnetic wave is a secondary wave source, and its vibration will go to all directions in space. Propagated as a spherical wave, the intensity (amplitude) of this vibration attenuates with the propagation distance. When two columns of rays p and q intersect, the effective value of the amplitude of the last wave source of ray p will affect the propagation baseline of ray q. The amplitude direction of light p is perpendicular to the propagation direction of light p, the influence of the amplitude of light p on the propagation baseline of light q will form a certain angle with the propagation baseline of light q, and the baseline of light q at a certain moment is determined by the difference between the positive offset and the negative offset perpendicular to the ray q itself. The positive offset and negative offset are formed by the influence of the amplitude of the wave source at different moments on the light p. The distance from the secondary wave source to the q baseline at different times is different, and the degree of influence on the ray q baseline is different, which will make a difference between the positive and negative offsets of the light at the same time, the propagation baseline of light q will be deflected, generally the amplitude of light is very small, the propagation speed of light is the speed of light, and the deflection of light p to the propagation baseline of light q is very small. The planet emits gravitons to form gravitational lines, and matter running in the gravitational field formed by the planetary gravitational lines will be affected by the amplitude of the gravitational lines. Influenced by many gravitational lines in the gravitational field, the direction of the matter moving in a straight line at a uniform speed will be deflected toward the central matter. In most cases, the matter will eventually be absorbed and converged by the central matter to form a larger matter-planet, for a small amount of matter with a relatively large initial angle, even if its motion direction is deflected by the gravitational line, when the motion direction of the matter is perpendicular to the gravitational line, there is still a certain distance from the planet. After that, for the next gravitational line, the angle between the direction of motion and the gravitational line will be greater than 90°, and the matter will move in the direction away from the central matter under the action of the gravitational line. At this time, the action of the gravitational line on the matter is equivalent to a thrust, which will accelerate the matter away from the central matter (planet), and for a special case between these two cases, the matter moves in a circle around the planet. The influence of the gravitational line on the matter in the gravitational field, besides the influence on the direction, will also have an influence on the velocity, and the influence on the velocity will cause the matter that should be moving in a circle to finally move in an ellipse. This forms moons and planets. Finally, to summarize, gravity is the superposition of the velocity vector of the moving matter in the gravitational field and the amplitude vector difference of the gravitational line at different moments, which deflects the direction of matter movement to the central matter (planet).

KeywordsElectromagnetic Waves, Gravity, Gravitons, Gravitational Field

Copyright © 2022 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. 电磁波

电磁波[1]是由同相振荡且互相垂直的电场与磁场在空间中衍生发射的振荡粒子波(图 1),是以波动的形式传播的电磁场,电磁波具有波粒二象性,其粒子形态称为光子。电磁波的传播方向垂直于电场与磁场构成的平面。在量子力学角度下,电磁波的能量以一份份的光子呈现,光子本质上来说就是波包,即以局域性能量呈现的波。电磁波的能量是量子化的,光子属于玻色子。一定频率范围的电磁波可以被肉眼所看见,为可见光,其频率在 380~750 THz,波长在 780~400 nm 之间。太阳光是电磁波的一种可见的辐射形态。

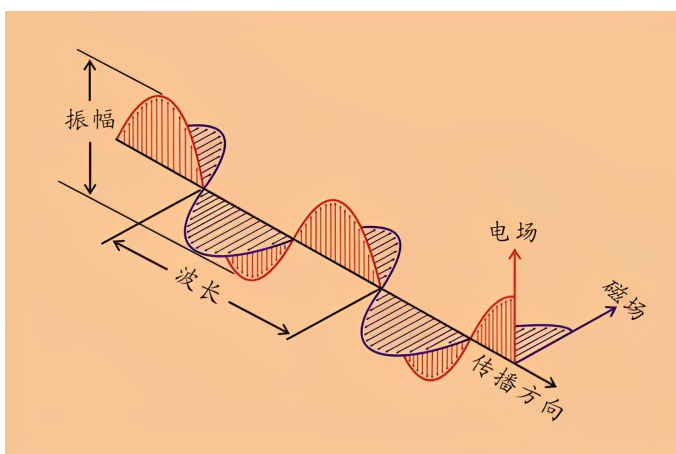


Figure 1. Electromagnetic waves
图 1. 电磁波

电磁波在真空中速率固定,速度为光速 $c = 299792458 \text{ m/s} \approx 3 \times 10^8 \text{ m/s}$ 。电磁波的行进还伴随着功率的输送。

对于单一频率的电磁波而言,其波形为正弦曲线(余弦曲线)。

电磁波的能量大小由坡印廷矢量决定,电磁波的电场强度 E 和磁场强度 H 所能达到的最大绝对值称作电磁波的最大值或振幅,一般用电场强度作为电磁波振幅的表示方法,把电场强度与之功率等价的直流分量强度来表示,称之为电场分量的有效值,电场强度的有效值为其最大值(振幅)的 $1/\sqrt{2}$ 倍。

本文中涉及到的电磁波振幅均为电场强度的有效值。

2. 惠更斯 - 菲涅尔原理

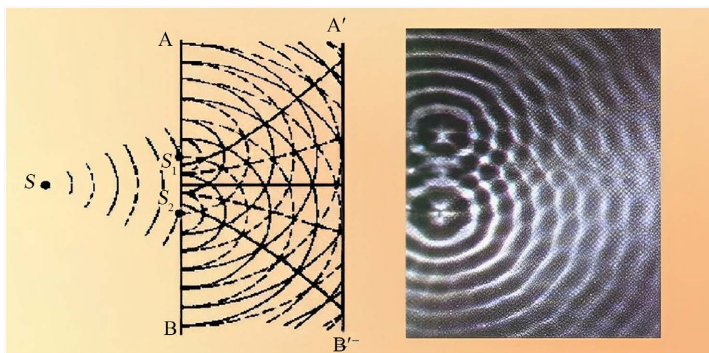


Figure 2. The secondary wave source and the intensity attenuation of the secondary wave source
图 2. 次波源和次波源的强度衰减

光具有反射、折射、衍射、干涉等性能，光的传播符合惠更斯 - 菲涅尔原理[2]。惠更斯 - 菲涅尔原理指出：波前的每一点可以认为是产生球面次波的点波源，其后任意时刻这些子波的波迹，就是该时刻新的波阵面，次级波源的波速与频率等于初级波的波速与频率。根据惠更斯 - 菲涅尔原理，次波源以球面波的形式向空间传播振动，其振幅按照球面波的规律随距离衰减，当遇到同频的波时，便会产生干涉，其强度按球面波的衰减规律衰减后叠加(图 2、图 3)。

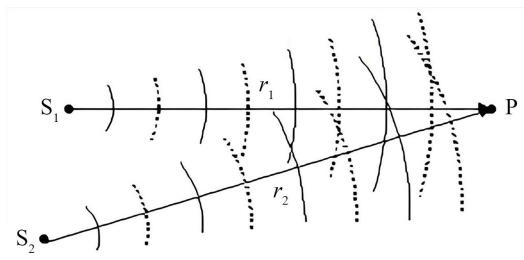


Figure 3. Superposition and interference of electromagnetic waves
图 3. 电磁波的叠加和干涉

3. 斜交电磁波的方向偏折

图 4 中，光线 p 和 q 叠加生成新的幅度更大的叠加波，我们也可以这样考虑，光线 p 与 q 的传播基线叠加，使 q 的传播基线发生变化，然后 q 的基线再与 q 叠加，生成新的叠加波。进一步，我们只考虑 p 的有效值，电磁波 p 对电磁波 q 基线的影响，可以认为是电磁波 p 的有效值和电磁波 q 传播基线的叠加，当电磁波 p 的有效值平行时，叠加后电磁波 q 的传播基线平行，当电磁波 p 的有效值倾斜时，叠加后电磁波 q 的传播基线倾斜。下面我们讨论时，都只考虑电磁波 p 的有效值对电磁波 q 传播基线的影响。

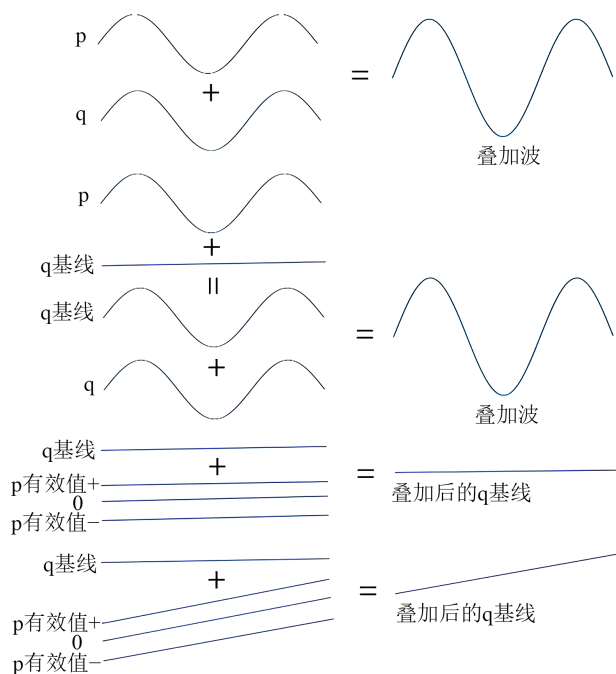


Figure 4. Superposition of electromagnetic waves
图 4. 电磁波的叠加

图 5 中, 电磁波 p 和电磁波 q 相交于 O , 电磁波 p 按正弦波规律变化, 其上半周和下半周的振幅有效值均为 A_p , 把电磁波 p 上每一点都作为电磁波 q 的次波源, 这个次波源对电磁波 q 都会产生影响, 电磁波强度表现在振幅上, 振幅垂直于电磁波的传播方向, 因此, 电磁波 p 对电磁波 q 的影响, 表现在与电磁波 p 传播方向垂直的振幅方向上。

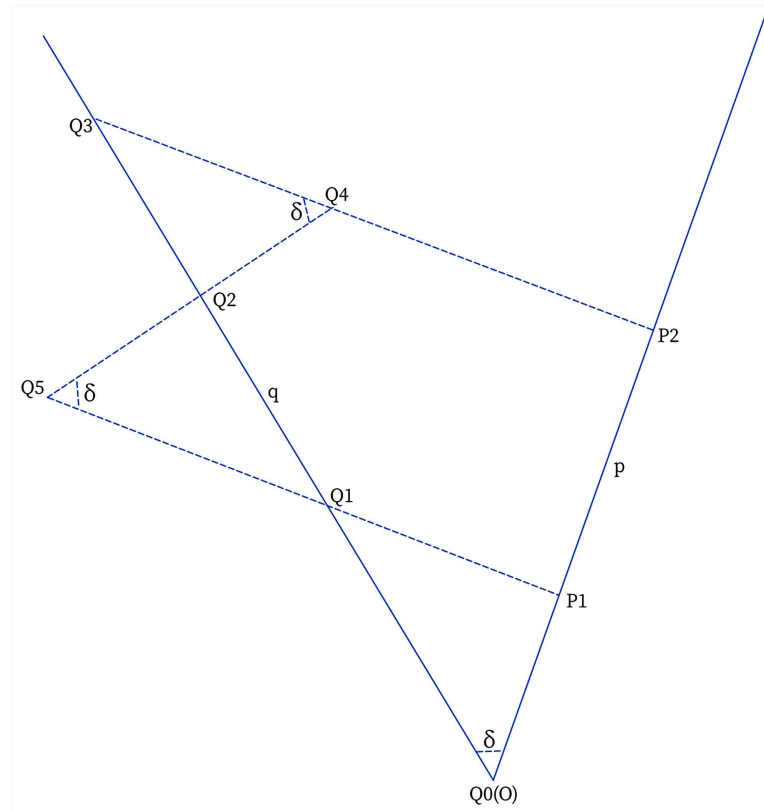


Figure 5. The deflection of electromagnetic waves
图 5. 电磁波的偏折

电磁波 q 按正弦波规律变化, 这里不考虑电磁波 q 的波形叠加, 只讨论电磁波 p 的有效值对电磁波 q 传播基线的影响, 电磁波 q 在 Q_2 点的基线偏移由垂直于电磁波 q 传播方向的正向偏移量和负向偏移量差值决定, 图中由 Q_5Q_2 和 Q_2Q_4 的差值决定, 由于电磁波 p 和电磁波 q 存在一定夹角, 电磁波 p 的振幅对 Q_2 点的影响垂直于电磁波 p , 所以电磁波 q 在 Q_2 点的偏移量并不是电磁波 p 的振幅对电磁波 q 上 Q_2 点的影响造成, 而是由电磁波 p 对电磁波 q 上 Q_3, Q_1 点的影响造成的, 根据惠更斯-菲涅尔原理, 电磁波的强度随距离的增加而衰减, 这里基准长度不能取 1, 设为 r_{\min} , 我们定义次波源传播的距离的倒数为干涉系数:

$$k = \frac{r_{\min}}{r} \quad (1)$$

电磁波 p 对电磁波 q 上 Q_3 点的影响幅度:

$$Q_3Q_4 = \frac{r_{\min}}{Q_3P_2} A_p \quad (2)$$

Q_3Q_4 在垂直于电磁波 q 的分量为:

$$Q_2 Q_4 = Q_3 Q_4 \cos \delta = \frac{r_{\min}}{Q_3 P_2} A_p \cos \delta \quad (3)$$

把 $Q_3 P_2$ 换算成电磁波 q 上的传播距离:

$$\begin{aligned} Q_2 Q_4 &= \frac{r_{\min}}{Q_3 Q_0 \sin \delta} A_p \cos \delta \\ &= \frac{r_{\min}}{Q_3 Q_0} A_p \cot \delta \end{aligned} \quad (4)$$

同样的, 电磁波在 Q_2 点的负向偏移量 $Q_5 Q_2$ 由电磁波 p 在 P_1 点的次波源振幅 A_p 对电磁波 q 上 Q_1 的影响 $Q_5 Q_1$ 造成,

$$Q_5 Q_2 = Q_5 Q_1 \cos \delta = \frac{r_{\min}}{Q_1 P_1} A_p \cos \delta = \frac{r_{\min}}{Q_1 Q_0} A_p \cot \delta \quad (5)$$

电磁波 q 基线的偏移量:

$$\Delta q_2 = Q_5 Q_2 - Q_2 Q_4 = \frac{r_{\min}}{Q_1 Q_0} A_p \cot \delta - \frac{r_{\min}}{Q_3 Q_0} A_p \cot \delta \quad (6)$$

电磁波以光速 c 传播, 换算成时间:

$$\Delta t_2 = \frac{r_{\min}}{c t_1} A_p \cot \delta - \frac{r_{\min}}{c t_3} A_p \cot \delta = \left(\frac{1}{t_1} - \frac{1}{t_3} \right) \frac{r_{\min} A_p \cot \delta}{c} \quad (7)$$

上式中, t_1 、 t_3 分别为从光线相交点到光线 q 上受到光线 p 振幅影响的对应时间, 由于 $t_1 < t_3$, 电磁波 p 对电磁波 q 传播基线的偏移影响总是存在的, 但由于电磁波的振幅远远小于光速, 这个偏移量是及其微小的, 一般情况下根本观察不到, 只有光线经过大质量发光星球, 受到大质量星球发出的连续光线影响, 才会观察到小小的偏移, 这就是“大质量发光星球弯曲光线”的原因。

4. 引力、引力子和引力场

宇宙中的星球由物质构成, 物质由分子构成, 分子由原子构成, 原子由原子核和围绕原子核旋转的电子构成, 原子的质量主要由原子核构成, 原子核由质子和中子组成, 质子和中子质量相等, 不同的原子质量不同, 但原子的质量基本上与质子和中子数之和成正比, 这样星球的质量基本与中子和质子的数量之和成正比, 可以认为质子和中子是星球和物质的最小质量单位, 这里我们将质子和中子统称为核子(下同), 其质量为 $1.67 \times 10^{-27} \text{ kg}$, 直径为 $1.6 \times 10^{-15} \text{ m}$, 星球的质量与核子数量成正比。

引力具有波的特性, 引力场具有类似电磁场的特性, 为了和传统意义上的引力波加以区别, 这里把引力这种波特性称作引力能量波[3]。从共振的原理出发, 核子与引力发生共振, 核子吸收引力子, 因此引力的波长应该与核子的直径相等为 $\lambda_0 = 1.6 \times 10^{-15} \text{ m}$, 引力能量波的传输速度与光速相等, 则频率为 $f_0 = 1.875 \times 10^{23} \text{ hz}$, 周期为 $T_0 = 5.33 \times 10^{-24} \text{ s}$, 可以看出, 它的频率高于已知 γ 射线的频率。由于自然界无法人为制造这样高频率的测试设备, 我们无法观测到这么高频率的能量波。频率越高穿透力越强, γ 射线可以穿透部分物体, 比 γ 射线更高的引力能量波可以穿透任何物质。由引力能量波的波长为 $\lambda_0 = 1.6 \times 10^{-15} \text{ m}$, 可以估计它的振幅在 $1.6 \times 10^{-17} \text{ m}$ 左右。

至于引力能量波的频率, 波长和振幅可以作进一步讨论, 这里只是估计一下引力能量波的振幅大小, 但是毋庸置疑的是引力能量波总会存在一个频率, 波长和振幅。

德布罗意物质波: 1924年, 德布罗意提出了物质波[4]的概念, 即认为一切宏观粒子都具有与本身能量相对应的波动频率或波长, 后来, G·P·汤姆逊等人从电子衍射证明电子具有波动性。事实上, 一切

物质都具有波的特征。物质由核子构成，物质的振动频率应该与核子的振动频率相同。一切物质都具有波的特征，核子的振动频率与引力线的传播频率相同，可以认为一切物质表现的波的特性的频率与引力线的频率相同。

5. 引力场中的物质

任何有质量的物质都不可能出现位置的跳跃，外部施加的作用，只能给它一个向着施加力方向的加速度，加速度的大小与物质的质量成反比，处在引力场中的物质，受到引力线次波源的影响，只是给物质一个加速度，其大小为：

$$a = \frac{F}{m} \quad (8)$$

物质的位移为：

$$S = v_0 t + 1/2 a t^2 \quad (9)$$

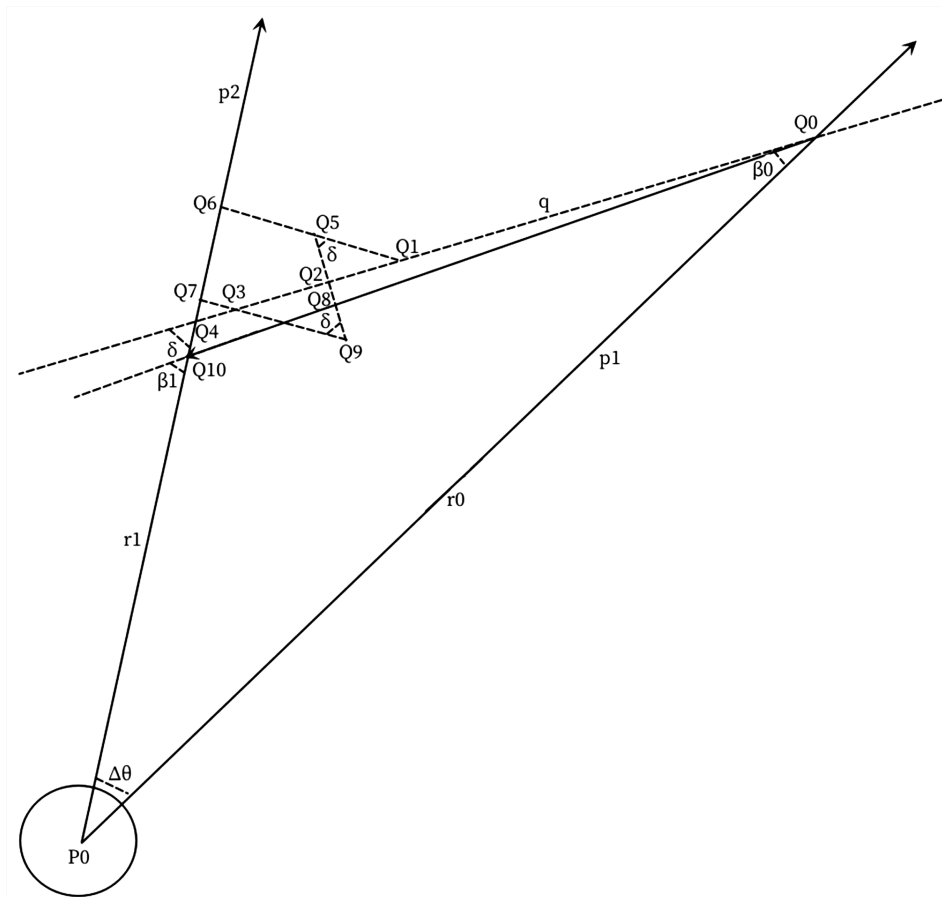


Figure 6. The deflection of the motion direction of matter in the gravitational field
图 6. 引力场中物质运动方向的偏转

图 6 中，当物体沿 q 方向运动时，受到引力线 p_1 和引力线 p_2 次波源的影响(也就是振幅的叠加)，运动物体会出现纵向运动趋势，对于有质量的物体，不会出现位置上的跳跃，实际上这个影响只是给运动物体施加了一个力，在这个力的作用下，会出现一个小小的位置偏移，这个偏移量与时间的关系如下：

$$S = v_0 t + 1/2 \frac{F}{m} t^2 \quad (10)$$

把 Q_0 作为起始点, 运动物体 q 的偏移量由 Q_0Q_4 上每一点的偏移量积分形成, 但是对于靠近 p_1 的偏移量, 由于物体与起始点的时间太短, 实际运动物体产生的位移很小, 可以认为, 运动物体的纵向位移主要由靠近引力线 p_2 的振幅影响差值形成。下面讨论中, 我们只考虑物体受到引力子线 p_2 相交前最后一个周期的影响。

运动物体 q 处在靠近引力子线 p_2 的位置时, 此时运动物体 q 会受到引力线 p_1 和引力线 p_2 的共同影响, 但是 p_1 上的次波源要比 p_2 上的次波源距离远的多, 次波源的强度随距离衰减, 引力线 p_1 对靠近引力子线 p_2 的运动物体 q 的影响比 p_2 上的次波源对运动物体 q 的影响小得多, 因此可以认为运动物体运动方向的偏移, 主要由引力线 p_2 上的次波源的振幅引起。下面讨论中, 我们只考虑物体受到引力线 p_2 相交前最后一个周期引力线 p_2 的影响。

平面极坐标系图 6 中, 中心物质(星球)从 P_0 向四周发出引力子, 空间有一个物质 q 从 Q_0 开始, 与 P_0 的初始距离为 r_0 , 其初速度为 v_0 , 物质运动方向与星球 P_0 发出的引力线夹角为 β_0 , 星球 p 从 P_0 发出的引力子传播速度为光速 c , 设星球 p 发出的引力线振幅的有效值为 A_p 。设 r_{\min} 为振幅对比的最小单位:

$$Q_7Q_3 = r_{\min} = k_{\min} A_p \quad (11)$$

式中 k_{\min} 为距离最小值与引力线振幅的比例系数。

$$Q_4Q_3 = \frac{Q_7Q_3}{\sin \delta_0} = \frac{r_{\min}}{\sin \delta_0} \quad (12)$$

$$k_{03} = \frac{r_{\min}}{Q_7P_3} = 1 \quad (13)$$

式 k_{03} 为 Q_3 点引力线 p_2 的振幅对运动物体 q 的干涉系数, 以下类似。引力线 p_2 上 Q_7 点的次波源对运动物体 q 的影响为:

$$Q_3Q_9 = k_3 A_p = A_p \quad (14)$$

$$Q_2Q_9 = Q_3Q_9 \cos \delta_0 = A_p \cos \delta_0 \quad (15)$$

$$Q_3Q_2 = Q_3Q_9 \sin \delta_0 = A_p \sin \delta_0 \quad (16)$$

设:

$$h_0 = \frac{Q_3Q_2}{Q_2Q_9} \quad (17)$$

$$Q_5Q_2 = h_0 Q_2Q_9 = h_0 A_p \cos \delta_0 \quad (18)$$

$$Q_2Q_1 = Q_5Q_2 \tan \delta_0 = h_0 A_p \cos \delta_0 \tan \delta_0 = h_0 A_p \sin \delta_0 \quad (19)$$

$$Q_5Q_1 = \frac{Q_5Q_2}{\cos \delta_0} = \frac{h_0 A_p \cos \delta_0}{\cos \delta_0} = h_0 A_p \quad (20)$$

$$Q_4Q_1 = Q_4Q_3 + Q_3Q_2 + Q_2Q_1 \quad (21)$$

$$Q_4Q_1 = \frac{r_{\min}}{\sin \delta_0} + A_p \sin \delta_0 + h_0 A_p \sin \delta_0 \quad (22)$$

$$Q_6Q_1 = Q_4Q_1 \sin \delta_0 = \left(\frac{r_{\min}}{\sin \delta_0} + A_p \sin \delta_0 + h_0 A_p \sin \delta_0 \right) \sin \delta_0 \quad (23)$$

$$k_{01} = \frac{r_{\min}}{Q_6 Q_1} = \frac{r_{\min}}{\left(\frac{r_{\min}}{\sin \delta_0} + A_p \sin \delta_0 + h_0 A_p \sin \delta_0 \right) \sin \delta_0} \quad (24)$$

$$k_{01} = \frac{k_{\min}}{\left(\frac{k_{\min}}{\sin \delta_0} + \sin \delta_0 + h_0 \sin \delta_0 \right) \sin \delta_0} \quad (25)$$

引力线 p_2 上 Q_6 点的次波源对运动物体 q 的影响为:

$$Q_5 Q_1 = k_{01} A_p \quad (26)$$

$$h_0 A_p = \frac{k_{\min}}{\left(\frac{k_{\min}}{\sin \delta_0} + \sin \delta_0 + h_0 \sin \delta_0 \right) \sin \delta_0} A_p \quad (27)$$

$$h_0^2 + \left(\frac{k_{\min}}{\sin^2 \delta_0} + 1 \right) h_0 - \frac{k_{\min}}{\sin^2 \delta_0} = 0 \quad (28)$$

设:

$$d_0 = \frac{k_{\min}}{\sin^2 \delta_0} \quad (29)$$

$$h_0^2 + (d_0 + 1)h_0 - d_0 = 0 \quad (30)$$

$$h_0 = \frac{-(d_0 + 1) \pm \sqrt{(d_0 + 1)^2 + 4d_0}}{2} \quad (31)$$

h_0 取正值:

$$h_0 = \frac{1}{2} \sqrt{(d_0 + 1)^2 + 4d_0} - \frac{1}{2} (d_0 + 1) \quad (32)$$

q 基线的偏转量:

$$\Delta q_0 = Q_2 Q_9 - Q_5 Q_2 = A_p \cos \delta_0 - h_0 A_p \cos \delta_0 \quad (33)$$

$$\Delta q_0 = (1 - h_0) A_p \cos \delta_0 \quad (34)$$

q 基线的偏转角:

$$\tan \gamma_0 = \frac{\Delta q_0}{Q_2 Q_0} \approx \frac{\Delta q_0}{Q_4 Q_0} \quad (35)$$

$$\tan \gamma_0 = \frac{(1 - h_0) A_p \cos \delta_0}{\Delta r} \quad (36)$$

引力线 p_2 的振幅对运动物体 q 的影响振幅平行于物质运动方向的分量对物质的运动速度造成影响, 当分量的合力与物质运动方向同向时, 加速了物质运行, 当分量的合力与物体运动方向反向时, 减缓了物体运行。

对移动距离的影响:

$$\Delta r_0 = v_0 \Delta t + Q_3 Q_2 - Q_2 Q_1 = v_0 \Delta t + (1 - h_0) A_p \sin \delta_0 \quad (37)$$

式中 Δr 为两引力线中间物体 q 运行的距离, Δt 为两引力线中间物体 q 运行的时间。对物质移动速度的

影响:

$$v_1 = \frac{\Delta r_0}{\Delta t} = \frac{v_0 \Delta t + (1-h_0) A_p \sin \delta_0}{\Delta t} = v_0 + \frac{(1-h_0) A_p \sin \delta_0}{\Delta t} \quad (38)$$

物质 q 运行距离 Δr , 对应偏转角 $\Delta \theta$ 的计算:

$$r_0 \sin \Delta \theta_0 = \Delta r \sin \delta_0 \quad (39)$$

$$\delta_0 = \beta_0 + \Delta \theta_0 \quad (40)$$

$$r_0 \sin \Delta \theta_0 = \Delta r \sin (\Delta \theta_0 + \beta_0) \quad (41)$$

$$\cot \Delta \theta_0 = \frac{r_0}{\Delta r \sin \beta_0} - \cot \beta_0 \quad (42)$$

物质 q 运动距离 Δr 后, 与中心物质(星球)新的夹角和距离:

$$\beta_1 = \Delta \theta_0 + \beta_0 - \gamma_0 \quad (43)$$

$$r_1 = r_0 \cos \Delta \theta_0 - \Delta r \cos \beta_1 \quad (44)$$

不考虑引力线振幅对物质运动速度的影响, 总距离的变化为:

$$\begin{aligned} r_n &= r_{n-1} \cos \Delta \theta_{n-1} - \Delta r \cos \beta_n \\ &= (r_{n-2} \cos \Delta \theta_{n-2} - \Delta r \cos \beta_{n-1}) \cos \Delta \theta_{n-1} - \Delta r \cos \beta_n \\ &= [(r_0 \cos \Delta \theta_0 - \Delta r \cos \beta_1) \cdots \cos \Delta \theta_{n-2} - \Delta r \cos \beta_{n-1}] \cos \Delta \theta_{n-1} - \Delta r \cos \beta_n \end{aligned} \quad (45)$$

用矢量表示:

$$\mathbf{r} = \mathbf{r}_0 + \int_0^t \mathbf{v} + (\mathbf{A}_+ - \mathbf{A}_-) dt \quad (46)$$

$$r = \int_0^t v^2(t) + [1-h(t)]^2 A_p^2 + 2v(t)[1-h(t)] A_p \cos \left[\frac{\pi}{2} - \delta(t) \right] dt \quad (47)$$

公式中 \mathbf{v} 为物体的速度矢量, \mathbf{A}_+ 引力线上远离中心物体的振幅矢量, \mathbf{A}_- 引力线上靠近中心物体的振幅矢量, 也就是说: 处在引力场中的运动物体和引力场中引力线振幅的矢量叠加形成新的运动矢量带括号 t 的是变量。

6. 数值模拟

引力能量波的波长 $\lambda_0 = 1.6 \times 10^{-15}$ m, 引力能量波的振幅估计为 $A_p = 1.6 \times 10^{-17}$ m, 这里无法进行实际参数模拟, 只能进行原理性模拟。图 7 是模拟表的部分截图, 表中参数 $\Delta r = 0.2$, $A_p = 0.004$, $k_{\min} = 0.02$, $\beta = 3^\circ \sim 87^\circ$, 间隔 3° , 距离 $10 \sim 200$, 间隔 10 , 这里表的行数已经超过 2000 行, 图 7 只是部分截图。

图 8 是引力模拟效果统计表, 模拟条件: $\Delta r = 0.2$, $A_p = 0.004$, $k_{\min} = 0.02$, $\beta = 3^\circ \sim 87^\circ$, 间隔 3° , 距离 $10 \sim 200$, 间隔 10 , 黄色为引力发散, 最后物质未与中心物质(星球)汇聚; 绿色为引力收敛, 最后物质与中心物质(星球)汇聚成更大的物质(更大的星球), 距离超过 200 的需要将夹角和距离细化, 此表收敛率 87.24%, 说明在星系形成初期, 大部分星际物质由中心物质(星球)汇聚成更大的星球。

图 9 是引力典型收敛图, 模拟条件: $\Delta r = 0.2$, $A_p = 0.004$, $k_{\min} = 0.02$, $\beta = 84^\circ$, 距离 110。由图看出, 物体在引力线振幅影响下, 运行方向逐渐偏转, 当运行方向朝向星球时, 最后与星球汇聚成更大的星球。

图 10 是另一个典型引力收敛图, 模拟条件: $\Delta r = 0.2$, $A_p = 0.004$, $k_{\min} = 0.02$, $\beta = 45^\circ$, 距离 20。

图 11 是引力典型发散图, 模拟条件: $\Delta r = 0.2$, $A_p = 0.004$, $k_{\min} = 0.02$, $\beta = 84^\circ$, 距离 100。从图中

可以看出，物体运动方向和物体与中心物体夹角为 90° 时，物体与中心物体未到达收敛距离，等夹角超过 90° 后，引力线的作用将使物体向外偏离，当偏离到一定程度时，物体将飞离中心物体，出现发散，此时引力线对物体的作用不是引力，而表现为斥力，引力会加速物体远离。2017 年 10 月 19 日闯入太阳系的奥陌陌就是这种情况。

图 12 是典型发散图，模拟条件： $\Delta r = 0.2$, $A_p = 0.004$, $k_{\min} = 0.02$, $\beta = 84^\circ$, 距离 100.03901613762。

图 13 是典型收敛图，模拟条件： $\Delta r = 0.2$, $A_p = 0.004$, $k_{\min} = 0.02$, $\beta = 83.9999999999997^\circ$, 距离 100.039016137621。

对于处在发散和收敛中间的情况，总会存在一个既不发散也不收敛的特殊情况，这个特殊情况就形成了卫星和行星，这个情况需要在精度更高的大型计算机上进行模拟。物质运行速度恒定的情况下，这个特殊情况会使物质运行轨迹形成一个标准圆环，但是引力线的振幅对物质运行方向形成垂直影响的同时，也会对物质运行方向形成同方向的影响，因而使得物质运行轨迹最后一定形成一个椭圆。这个情况需要在精度更高的大型计算机上进行模拟。

对于大质量中心物质(星球)，可以同时发出多条引力线，引力线数量可以引起处在引力线中物质多个核子发生偏转，使得总的偏转量增大，对于大量的引力线，运行物质质量越大，受引力线扰动的核子数量越大，因此，引力线的偏移量与中心物质和处在引力线中的物质质量成正比。

	β	r0	$\cot \Delta \theta$	$\Delta \theta$	d	h	$\tan \gamma$	γ	θ	x	y
Δr	0.78539816	100	706.1067812	0.001416215	0.039887023	0.037037887	0.013599041	0.013598202	0.001416215	99.99989972	0.141621497
0.2	0.773216176	99.8567661	713.8304815	0.001400892	0.040881425	0.037896608	0.013752101	0.013751234	0.002817107	99.85636987	0.281306858
A_p	0.760865835	99.71182027	721.9719332	0.001385095	0.04194094	0.038807317	0.013904295	0.0139034	0.004202202	99.71093989	0.419007964
0.004	0.74834753	99.56516177	730.5584971	0.001368815	0.043071102	0.0397758	0.01405542	0.014054494	0.005571017	99.56361671	0.554676319
k_{\min}	0.73566185	99.41679114	739.6198008	0.001352045	0.044278037	0.040806087	0.014205254	0.014204299	0.006923062	99.41440869	0.688263109
0.02	0.722809596	99.26671024	749.1879719	0.001334778	0.045568538	0.041903193	0.014353565	0.01435258	0.00825784	99.26332567	0.819719263
	0.709791794	99.1149223	759.2979009	0.001317005	0.046950157	0.043072638	0.014500103	0.014499087	0.009574845	99.11037902	0.948995525
	0.696609713	98.96143197	769.9875355	0.001298722	0.048431305	0.044320498	0.014644602	0.014643555	0.010673567	98.9555817	1.076042523
	0.683264879	98.80624538	781.2982135	0.00127992	0.050021368	0.045653479	0.014786778	0.0147857	0.012153487	98.79894827	1.200810854
	0.669759099	98.6493702	793.2750388	0.001260596	0.051730851	0.047078984	0.014925219	0.014925219	0.013414083	98.64049497	1.323251169
	0.656094477	98.49081567	805.9673062	0.001240744	0.053571528	0.048605207	0.015062925	0.015061786	0.014654828	98.48023972	1.443314262
	0.642273436	98.33059266	819.4289841	0.001220361	0.055556639	0.050241225	0.015196224	0.015195054	0.015875189	98.3182022	1.560951178
	0.628298743	98.16871371	833.7192622	0.001199444	0.057701099	0.051997109	0.015325852	0.015324652	0.017074633	98.15440386	1.676113309
	0.614173535	98.0051931	848.9031759	0.00117799	0.060021176	0.053884053	0.015451409	0.015450179	0.018252623	97.98886793	1.788752521
	0.599901345	97.84004683	865.0523182	0.001155999	0.062537715	0.055914516	0.015572466	0.015571207	0.019408622	97.8216195	1.898821267
	0.585486137	97.67329275	882.245654	0.001133471	0.065270651	0.058102383	0.01568856	0.015687273	0.020542093	97.65268551	2.006272723
	0.570932334	97.50495051	900.5704534	0.001110407	0.068245273	0.060463156	0.015799193	0.015797879	0.0216525	97.48209474	2.111060928
	0.556244862	97.33504164	920.123363	0.00108861	0.071489816	0.063014161	0.015903826	0.015902485	0.02273931	97.3098779	2.213140934
	0.541429188	97.16358955	941.0116386	0.001062686	0.075036638	0.065774795	0.016001874	0.016000508	0.023801996	97.13606756	2.312468965
	0.526491365	96.99061959	963.3545672	0.001038039	0.07892295	0.068766799	0.016092704	0.016091315	0.024840035	96.9606982	2.409002593
	0.511438089	96.81615902	987.2851089	0.001012878	0.083191683	0.072014571	0.016174218	0.016174218	0.025852913	96.78380617	2.502700915
	0.49627675	96.64023706	1012.951798	0.000987213	0.087892536	0.075545523	0.016249894	0.016248464	0.026840126	96.6054297	2.593524758
	0.481015499	96.46288486	1040.520948	0.000961057	0.093083253	0.07939048	0.016314682	0.016313235	0.027801183	96.4256089	2.681436882
	0.465663321	96.28413553	1070.179212	0.000934423	0.098831165	0.083584139	0.016369093	0.016367631	0.028735606	96.24438567	2.766402209
	0.450230112	96.1040241	1102.136564	0.000907328	0.105215087	0.088165571	0.01641214	0.016410667	0.029642934	96.06180372	2.848388066
	0.434726774	95.92258751	1136.629764	0.000879794	0.112327631	0.093178791	0.016442741	0.016441259	0.030522728	95.87790847	2.927364446
	0.419165308	95.73986459	1173.926413	0.000851842	0.120278065	0.098673384	0.016459701	0.016458215	0.03137457	95.69274703	3.003304285
	0.403558935	95.555896	1214.329666	0.000823499	0.129195835	0.104705185	0.016461706	0.016460219	0.032198069	95.50636814	3.07618377
	0.387922215	95.3707242	1258.183746	0.000794796	0.139234943	0.111337011	0.016447305	0.016445822	0.032992866	95.318822	3.145982658
	0.37227119	95.18439335	1305.880364	0.000765767	0.15057939	0.118639424	0.016414897	0.016413423	0.033758632	95.13016028	3.212684636
	0.356623533	94.99694926	1357.8662	0.000736449	0.163449976	0.126691512	0.01636272	0.016361259	0.034495082	94.94043592	3.276277696
	0.340998723	94.80843927	1414.651587	0.000706888	0.178112825	0.135581623	0.016288832	0.016287391	0.035201969	94.74970304	3.336754548
	0.325418219	94.61891216	1476.820568	0.00067713	0.194890087	0.145408015	0.016191107	0.016189692	0.0358791	94.55801677	3.394113063
	0.309905658	94.428418	1545.042455	0.000647231	0.214173422	0.15627932	0.016067222	0.01606584	0.036526331	94.36543309	3.448356752
	0.294487049	94.23700799	1620.08502	0.000617251	0.236441	0.168314678	0.015914661	0.015913318	0.037143583	94.17200862	3.499495275
	0.279190983	94.0447343	1702.829367	0.000587258	0.262278947	0.181643389	0.015730724	0.015729427	0.03773084	93.97300843	3.547544992
	0.264048814	93.85164984	1794.286423	0.000557325	0.292408397	0.196403814	0.01551255	0.015511306	0.038288165	93.78286576	3.592529531
	0.249094833	93.65780807	1895.614784	0.000527533	0.327719515	0.212741231	0.015257166	0.015255982	0.038815698	93.58726177	3.634480399
	0.234366384	93.46326271	2008.139354	0.000497973	0.369314121	0.23080425	0.014961564	0.014960447	0.039313672	93.39104525	3.673437587
	0.21990391	93.26806743	2133.369748	0.000468742	0.418558717	0.250739352	0.014622811	0.014621769	0.039782414	93.19427226	3.709450193
	0.205750882	93.07227562	2273.016781	0.000439944	0.477149738	0.272683048	0.014238217	0.014237255	0.040222357	92.99699783	3.742577002
	0.191953572	92.87593993	2429.004492	0.000411691	0.547192647	0.296751245	0.013805544	0.013804667	0.040634049	92.79927554	3.772887017

Figure 7. Schematic simulation of gravity formation

图 7. 引力形成原理性模拟

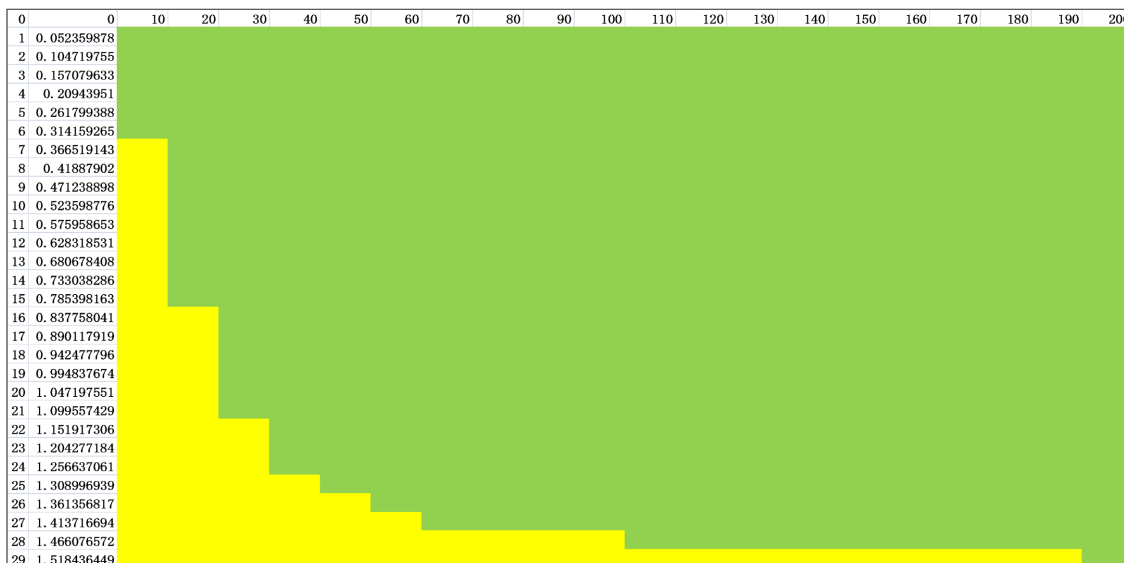


Figure 8. Statistics of gravity simulation effect
图 8. 引力模拟效果统计

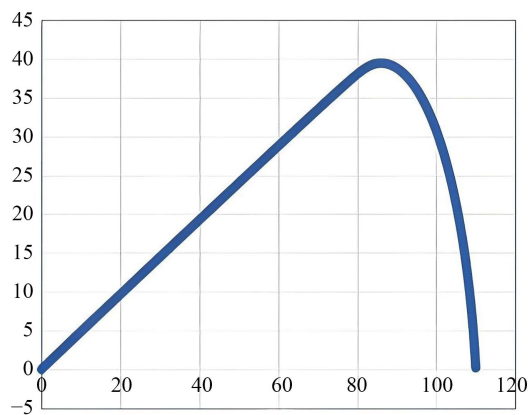


Figure 9. Typical convergence diagram of gravity a
图 9. 引力典型收敛图 a

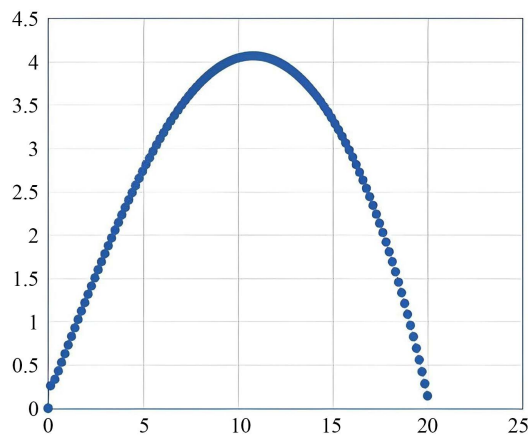


Figure 10. Typical convergence diagram of gravity b
图 10. 引力典型收敛图 b

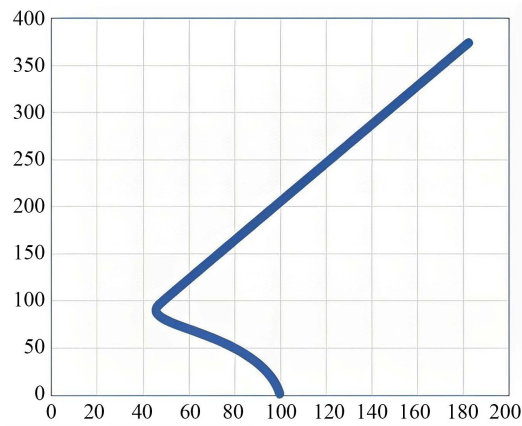


Figure 11. Typical divergence diagram of gravity a
图 11. 引力典型发散图 a

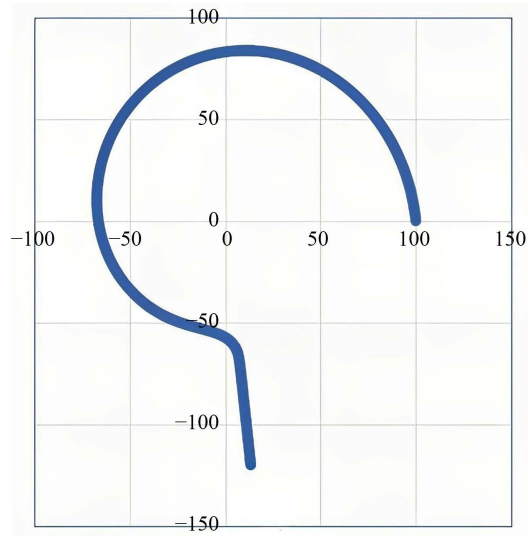


Figure 12. Typical divergence diagram of gravity b
图 12. 引力典型发散图 b

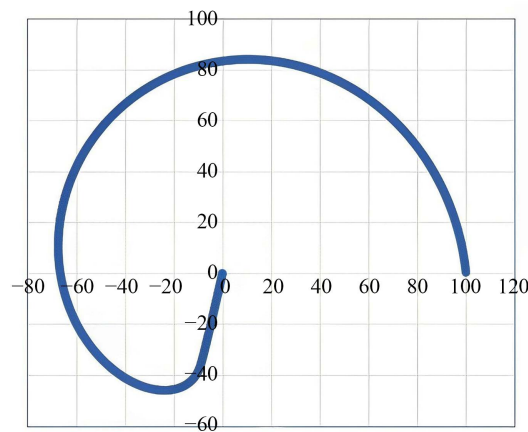


Figure 13. Typical convergence diagram of gravity c
图 13. 引力典型收敛图 c

两个质量差不多相等的物质，分别处在对方的引力场中，运行方向将互相向对方偏移，最后汇聚成更大的物质(星球)，在距离和运行角度都合适的特殊情况下，两个物质会互相绕行，形成双星系统。

在大质量星球表面的物质，处在大质量星球许多引力线的共同作用下，其结果将使物质运动方向向大质量星球偏移，形成大质量星球对物质的引力。

7. 讨论

从引力线的振幅会对处在引力场的物质运行方向和速度形成影响的角度出发，本文分析中还有许多地方需要加以细化，星球发出的引力线的疏密程度随着与星球的距离发生很大变化，处在星球引力场中的物质所选取的每小段运行长度也应该随引力线的间距变化，随着引力线与星球距离的变化，各个引力线的振幅是否也会发生变化，中心物质(星球)受到引力场中的物质影响也需要考虑，以及等质量星球之间的作用，核子之间的相互作用，需要做的工作还有许许多多。

8. 结论

本文从相交光线振幅的互相影响出发，说明相交光线互相影响会出现极其微小的方向偏折。对于处在引力场中的物质，说明物质的运行方向会受到引力线振幅的影响向发出引力线的中心物质偏移，形成引力，处在引力场中的物质绝大多数会汇聚到中心物质，形成更大的物质(星球)，部分物质会飞离引力场，特殊情况下，物质会绕中心物质绕行形成卫星和行星。通过本文的分析，可以说引力就是引力场中运动物质的速度矢量和不同时刻引力线振幅矢量差的叠加，使物质运动方向向中心物质(星球)发生偏转的必然结果。

致 谢

感谢西安电子科技大学郑会利教授，西北工业大学郭陈江教授，中国电科五十五所康耀辉的仔细审阅和讨论。

参考文献

- [1] 电磁波. 百度百科[EB/OL]. https://baike.baidu.com/link?url=oVEjxyhyM1K-nSArVO-OMhAD0kyaWEZMf6Eba82Yj0r9GNWSrbHwX5dMjv7ZPOwdrhTc7GdaEQxImm0MZbLsnyVKzHHN1mei3QKJTtgwJCVEjcbvWlaRBAvZa_HEumg9, 2023-02-25.
- [2] 王莉, 崔占涛, 朱浩. 大学物理教程[M]. 北京: 清华大学出版社, 2016: 152-153.
- [3] 陈军利, 康耀辉. 引力、引力场和引力子[J]. 天文与天体物理, 2022, 10(1): 1-10.
- [4] 王莉, 崔占涛, 朱浩. 大学物理教程[M]. 北京: 清华大学出版社, 2016: 227-232.