

现代物理学基础的思考之四——《广义相对论的思考》

李学生 (Li Xuesheng)

山东大学副教授, 理论物理教师, 中国管理科学院学术委员会特约研究员, 北京相对论研究联谊会会员, 中国民主同盟盟员

xiandaiwulixue@21cn.com, 1922538071@qq.com

摘要 (Abstract): 万有引力常数 G 的精确测量不仅对弄清引力相互作用的性质非常关键, 而且对于理论物理学、地球物理、天文学、宇宙学以及精确测量等具有重要的理论与现实意义, 但它的精度至今仍不理想. 自 1798 年英国科学家卡文迪许采用精密扭秤获得历史上第一个较为精确的万有引力常数 G 测量值以来, 人们虽经努力, 但迄今对 G 的测量精度仍低于万分之一. 因此, 万有引力常数 G 的精确测量作为一个热点和难点为各国科学家所关注, 并投入大量人力和物力进行研究. 目前测 G 的方法大致分三大类. 地球物理学方法引力效应明显, 但实验精度较低; 空间测量方法面临着很多新的技术难题, 目前仍在探索之中; 实验室内测量是目前获得高精度 G 值的主要方, 常用工具是精密扭秤, 但其工作艰巨而又困难, 实验精度的提高主要受到引力相互作用十分微弱的限制. 近年来出现的利用原子干涉测量 G 的方法, 测量精度也不高. 美国研究人员为此对原子干涉测量方法进行了改进, 他们将 2 个相同的原子干涉重力仪安装在不同的高度, 在两者之间固定了重 540 千克的铅垂, 铅垂对 2 个重力仪中原子所受的重力影响不同, 由于增加铅垂的引力, 上面的重力仪所受的重力很容易增加, 下面的很容易减少, 这样就可以获得仅来自于铅垂引力的差别. 由于地球的引力不会影响这种差别, 而与所处高度有关的地球引力作用可以通过多次重复实验消除. 在这一过程中, 铅垂的重量和位置的测定精度很高, 因此, 从该实验中计算万有引力常数相对容易. 研究人员指出, 虽然该实验测量 G 的精度达到了 10 万分之一, 仍比要求的低 20 倍, 但该实验证明这种方法可行. 他们已经准备进行新的实验, 新实验中对 G 精度的测量将达到百万分之一. 另外, 有关专家指出, 利用这种方法不仅可用来测量 G , 还可对在实验室中研究广义相对论有重要意义.

[李学生 (Li Xuesheng). 现代物理学基础的思考之四——《广义相对论的思考》. *Academ Arena* 2016;8(7):75-88]. ISSN 1553-992X (print); ISSN 2158-771X (online). <http://www.sciencepub.net/academia>. 11. doi:10.7537/marsaaj080716.11.

关键词 (Keywords): 万有引力常数 G ; 精确测量; 引力; 相互作用; 理论物理学; 地球物理; 天文学; 宇宙学; 相对论

广义相对论之前对于引力场的研究

1、万有引力常数的测定

美国物理学家 J.B. 福斯勒利用 2 个原子干涉重力仪, 找到了测量万有引力常数的新方法, 测量精度可达百万分之一. 该科研成果发表在近期的美国《科学》杂志上.

万有引力常数 G 的精确测量不仅对弄清引力相互作用的性质非常关键, 而且对于理论物理学、地球物理、天文学、宇宙学以及精确测量等具有重要的理论与现实意义, 但它的精度至今仍不理想. 自 1798 年英国科学家卡文迪许采用精密扭秤获得历史上第一个较为精确的万有引力常数 G 测量值以来, 人们虽经努力, 但迄今对 G 的测量精度仍低于万分之一. 因此, 万有引力常数 G 的精确测量作为一个热点和难点为各国科学家所关注, 并投入大量人力和物力进行研究. 目前测 G 的方法大致分三大类. 地球物理学方法引力效应明显, 但实验精度较低; 空间测量方法面临着很多新的技术难题, 目前仍在探索之中; 实验室内测量是目前获得高精度 G 值的

主要方, 常用工具是精密扭秤, 但其工作艰巨而又困难, 实验精度的提高主要受到引力相互作用十分微弱的限制. 近年来出现的利用原子干涉测量 G 的方法, 测量精度也不高. 美国研究人员为此对原子干涉测量方法进行了改进, 他们将 2 个相同的原子干涉重力仪安装在不同的高度, 在两者之间固定了重 540 千克的铅垂, 铅垂对 2 个重力仪中原子所受的重力影响不同, 由于增加铅垂的引力, 上面的重力仪所受的重力很容易增加, 下面的很容易减少, 这样就可以获得仅来自于铅垂引力的差别. 由于地球的引力不会影响这种差别, 而与所处高度有关的地球引力作用可以通过多次重复实验消除. 在这一过程中, 铅垂的重量和位置的测定精度很高, 因此, 从该实验中计算万有引力常数相对容易. 研究人员指出, 虽然该实验测量 G 的精度达到了 10 万分之一, 仍比要求的低 20 倍, 但该实验证明这种方法可行. 他们已经准备进行新的实验, 新实验中对 G 精度的测量将达到百万分之一. 另外, 有关专家指出,

利用这种方法不仅可用来测量 G, 还可对在实验室中研究广义相对论有重要意义.

2、引力场的数学特征

1. 引力场是客观存在的物理学事实、具有连续的数学特征. 虽然引力场不能被描述为具体的客观物质对象, 但是我们可以给出一个密度函数来描述引力场的性质, 在空间中不同地方引力场可以通过不同的密度函数表征出来.

定义 1: 假设在给定的空间区域, 引力场不随时间变化, 则我们可以引入一个变量 Φ , 将引力场在该空间区域的密度描述为: $\Phi(X, Y, Z)$. 其中 Φ 表述了引力场在该空间的引力场密度, 也描述了空间该点的势能密度, 两者描述的角度不一样, 实质上是等效的.

定义 2: 假设在给定的空间区域, 引力场不随时间变化, 则我们可以引入一个变量 T, 将引力场在该空间区域的能量张量描述为: $T(X, Y, Z)$. 能量张量 T 属于力的范畴, 是一个矢量. 其大小与空间该点的引力场密度函数 $\Phi(X, Y, Z)$ 成正比. 需要说明的是, 能量张量 T 与传统的力的性质是不一样的, 这类力平时由于对称的缘故, 并不表现出来, 而且对于给定空间的任意一点, 这样势能张量有无穷多个.

定义 3: 假设在给定的空间区域, 引力场不随时间变化, 并且空间该点以恒定的速度 V 运动 (这个速度是广义的速度, 对于该点虚拟的基元可以做直线或者曲线运动), 则我们可以引入一个变量 \mathcal{K} , 将该点的物理状态表述为 $\mathcal{K}(Q, V)$, 其中 Q 为广义坐标, V 为广义速度.

定义 4: 假设在给定的空间区域, 引力场不随时间变化, 并且空间该点以恒定的速度 V 运动, 则我们乐意定义一个广义的动量 A 来表征该点的物理状态. 与传统的理论物理学中动量不同的是, 对于一个基元而言, 传统理论物理学中的方向只能有一个, 对于变量 A 来说, 对于空间一点来说, 他的方向可能有无穷多个.

在上述 4 个基本定义的基础上, 将 4 个基本变量与我们现代物理学中所使用基本变量的对应关系以及他们之间的关系做一个简单的说明:

变量 Φ 的物理意义:

其一: 变量 Φ 类似于现代物理学势能的定义, 但是也不尽相同, 变量 Φ 是空间的函数, 对与给定的空间任意一点他在各个方向的变化可能是不一样的. 而传统的势能仅仅是一个标量, 并且也不具有什么物理意义.

其次: 对于一个具有几何对称性质构成的物体, 其惯性质量 M 和 Φ 通过下面的数学方程相互关联: $\oint \Phi(X, Y, Z) = MC^2$, 只有有待考察的对象浓缩为一个质点时, $\Phi(X, Y, Z)$ 与惯性质量 M

等效. 其他的情形我们一般可以认为两者成正比, 也就是说惯性质量不考虑其大小、形状等等因素, 他描述的物质对象的整体性质. 当用 $\Phi(X, Y, Z)$ 来表述客观物质对象时, 他不仅可以描述客观物质对象的整体性质, 也可以描述客观物质对象的局部性质. C 为光速.

变量 T 的物理意义: 变量 T 其本质就是一个能量张量, 这个能量张量的大小与该点的引力场密度函数 $\Phi(X, Y, Z)$ 成正比. 与 $\Phi(X, Y, Z)$ 函数一样, 对于空间该点, 我们可以理解 $\Phi(X, Y, Z)$ 是由无穷多个 T 矢量变量叠加而成. 一般的情形下由于满足局域对称, T 函数并不表现出来. 比如说一个平静的液体内部存在有能量张量, 这个张量的大小与液体的质量密度成正比.

变量 \mathcal{K} 的物理意义: 变量 \mathcal{K} 类似于现代物理学中动能的概念. 但是变量 \mathcal{K} 具有更加广义的意义. 通常我们指某一个系统的动能, 这个系统的动能的方向只有一个, 但是对于变量 \mathcal{K} 描述的对象其运动方向可能有多个, 或者无穷多个. 对于多个或者无穷多个运动方向的空间该点的物理状态, 我们要考虑变量 \mathcal{K} 的叠加问题. 举一个例子: 比如一个绕两个轴同时旋转的球体上的任意一点, 其状态函数就有必要考虑变量 \mathcal{K} 叠加问题.

变量 A 的物理意义: 变量 A 的物理意义. 类似于传统物理学中动量的概念. 与变量 \mathcal{K} 一样, 我们需要考虑他在空间某一点的叠加问题.

变量 Φ 、T、 \mathcal{K} 以及 A 之间的关系:

上述四个变量与现代物理学基本量的对应关系:

Φ -----势能、惯性质量

T-----无对应

\mathcal{K} -----动能

A-----动量

1: 变量 Φ 与变量 T 成正比

2: 变量 \mathcal{K} 与 Φ 关系如下: $\mathcal{K} = \Phi V^2 / C^2$ (不考虑该点虚拟基元的多方向运动)

3: 变量 A 与 Φ 的关系如下: $A = \Phi V / C^2$ (不考虑该点虚拟基元的多方向运动)

以上的 1, 2, 3 是建立在对空间某一点的描述之上, 如果该点有大小, 则上面三式未必成立.

在上述 4 个基本定义的基础上, 我们就可以对客观物质对象作出完备地描述.

比如万有引力场可以表述为: $E = \partial \Phi / \partial R$

其中 R 为矢径 (理想的球对称的万有引力场)

真空表述为: $\Phi = \text{常数}$

静电场表述为: $E = \partial \mathcal{K} / \partial R$

还有许多稳定的不含时的物理现象的细节都可以通过上述 4 个变量表述出来.

2. 局域对称和整体对称原理

局域对称: 考虑一个物理对象或者系统中空间的任意一点, 如果满足下述方程, 则这个物理对象或者系统所在的空间满足局域对称: $\Sigma TIJK(X, Y, Z) + \Sigma AIJK(X, Y, Z) = 0$

上式对空间某一点的 T 或者 A 值积分.

整体对称: 考虑一个系统中空间的全部点, 给定空间的取值区间为 $\mathcal{R}(X, Y, Z)$, $\mathcal{R}(X, Y, Z)$ 的取值空间一般满足几何上对称. 如果下述方程成立, 则该物理对象或者系统满足整体对称.

$$\Sigma TIJK(X, Y, Z) + \Sigma AIJK(X, Y, Z) = 0$$

上式对给定空间的所有点 T 或者 A 值积分.

推论 1: 如果一个系统是稳定且不含时的, 则该系统所处的空间的任意一点必满足局域对称, 该系统的全部空间必满足整体对称; 反之, 该系统所处的空间任意一点满足局域对称, 该系统所处的全部空间满足整体对称, 则该系统必然是稳定的且不含时.

{说明: 上述说法成立的前提是绝对温度为零, 既整个系统不存在热交换, 实质上我们通常所遇到的所有系统是不可能满足这个条件的, 在这里我想强调的是, 即使是系统存在热交换或者其他形式的量子现象等等, 那也是在这个“稳定的不含时的系统的背景下”发生的, 如果没有这个稳定的“背景”, 系统将瓦解.}

推论 2: 如果系统满足局域对称和整体对称, 则对于满足该局域对称或者整体对称条件的区域 (这样的区域一般在几何上是对称的, 如圆、椭圆等等) 该系统必然满足下述方程:

$\Sigma \nabla \Phi + \Sigma \nabla \mathcal{K} = 0$, 其中 $\nabla \Phi$ 是万有引力场的作用量, 实质就是万有引力场强; $\nabla \mathcal{K}$ 是电场的作用量, 实质上就是电场场强. 并且对于满足局域对称和整体对称的系统, 不存在磁场.

推论 3: 在满足局域对称和整体对称的空间区域, 有一类非常特殊的空间, 在这样的空间中函数 Φ 值为常数; 函数 \mathcal{K} 值为常矢量. 很明显, 这样的空间对应我们通常所说的各向同性的均匀的真空和介质, 其中函数 Φ 值为常数的空间对应相对于参考系静止的空间; 函数 \mathcal{K} 值为常矢量的空间对应于相对于参考系做匀速运动的空间. 并且函数 Φ 值决定了电磁波在其中传播的速度. 我们通常所说的真空光速不变与函数 Φ 值不变相对应.

推论 4: 由推论 3 可知, 在自然界不存在一无所有的空间, 我们通常所理解的真空是客观存在的物理实体. 其本质是由引力场构成. 基于以上原因, 我们对惯性系的定义就需要重新考虑. 惯性系本身是具体的客观存在的实体. 在新的惯性系的定义中, 我们要考虑两个因素. 一个惯性系本身的 Φ 值, 一个惯性系的广义速度 (相对于我们所选择的参考系的速度). 而且这样的惯性系不仅仅存在于我们通常所知

道的真空之中, 同时也存在于场和物质的空间之中. 既可以是做直线运动, 也可以做曲线运动.

3. 理想的球对称的万有引力场: 我们知道万有引力场的场强是空间的函数, 也就是说万有引力场是不含时的系统. 由此我们推断描述万有引力场的函数 Φ 值是不含时的, 又因为万有引力场是没有旋转的, 所以我们可以不考虑函数 \mathcal{K} 值的变化.

根据局域对称和整体对称原理, 对于万有引力场空间的任意一点有:

$$\Sigma TIJK(X, Y, Z) = 0$$

采用球坐标来描述上式可以改写为:

$$\Sigma TR^{\theta} \Psi(R, \theta, \Psi) = 0$$

据万有引力场是由一系列的等势能面构成, 所以对于给定的 R_0 在等势面上有:

$$TR^{\theta} \Psi(R, \theta, \Psi) = \text{常数}$$

在万有引力场的径向, 有如下的关系:

$$4\pi R^2 TR^{\theta} \Psi(R, \theta, \Psi) \text{外} = TR^{\theta} \Psi(R, \theta, \Psi) \text{内}$$

由于函数 Φ 值与能量张量 T 成正比, 则函数 Φ 值也有如下的关系:

$$4\pi R^2 \Phi R^{\theta} \Psi(R, \theta, \Psi) \text{外} = \Phi R^{\theta} \Psi(R, \theta, \Psi) \text{内}$$

由上式我们立即可以得到如下的关系:

$$\frac{\Phi}{R} = \frac{K}{R^2}$$

1

将上式与万有引力定律比较, 我们可以得到如下的关系:

$$K = GM/4\pi$$

其中 G 是万有引力常数, M 是引力质量.

与牛顿的万有引力定律比较, 我们只需要选择合适的 Φ 值的物理量单位, 就可以将 1 式与万有引力定律统一起来.

参考文献:

【1】恩格斯《自然辩证法》、1984 年, 第 141 页

3、刚体的转动惯量

1. 刚体的转动惯量的三要素

刚体对某轴的转动惯量, 是描述刚体在绕该轴的转动过程中转动惯性的物理量. 有转动惯量的定义式 $I = \sum m_i r_i^2$ 可看出, 刚体的转动惯量是与下列三个因素有关的.

(1) 与刚体的质量有关. 例如半径相同的两个圆柱体, 而它们的质量不同, 显然, 对于相应的转轴, 质量大的转动惯量也较大.

(2) 在质量一定的情况下, 与质量的分布有关. 例如质量相同、半径也相同的圆盘与圆环, 二者的质量分布不同, 圆环的质量集中分布在边缘, 而圆盘的质量分布在整个圆面上, 所以, 圆环的转

动惯量较大.

(3) 还与给定转轴的位置有关, 即同一刚体对于不同的转轴, 其转动惯量的大小也是不等的. 例如, 同一细长杆, 对通过其质心且垂直于杆的转轴和通过其一端且垂直于杆的转轴, 二者的转动惯量不相同, 且后者较大. 这是由于转轴的位置不同, 从而也就影响了转动惯量的大小. 刚体的转动惯量的三要素: 刚体的总质量、刚体的质量分布情况、转轴的位置.

2. 转动惯量的普遍公式

(1) 转动惯量的定义式

$$I = \sum m_i r_i^2 \quad \text{①}$$

可知, 对于形状规则、质量均匀分布的连续刚体, 其对特殊轴的转动惯量的计算可借助于定积分. 这是, 可设想将刚体分成许多小线元、面元、体元.

$$dm = \lambda dx$$

$$dm = \sigma dS$$

$$dm = \rho dV$$

于是

$$I = \int r^2 dm = \int_l r^2 \lambda dx$$

$$I = \int r^2 dm = \int_S r^2 \sigma dS$$

$$I = \int r^2 dm = \int_V r^2 \rho dV$$

一般说来, 这是个三重的体积分, 但对于有一定对称性的物体, 积分的重数可以减少, 甚至不需要积分.

(2) 刚体对某轴的转动惯量

刚体对 z 轴的转动惯量

$$I_z = \int (r^2 - z^2) dm = \int (x^2 + y^2) dm \quad \text{②a}$$

刚体对 x 轴的转动惯量

$$I_x = \int (r^2 - x^2) dm = \int (y^2 + z^2) dm \quad \text{②b}$$

刚体对 y 轴的转动惯量

$$I_y = \int (r^2 - y^2) dm = \int (x^2 + z^2) dm \quad \text{②c}$$

仿照刚体对某轴的转动惯量来定义刚体对于某点的转动惯量: 刚体中各质点的质量各自与其至某(参考)点的距离的平方的乘积, 所得总和称为刚体对该点的转动惯量.

(3) 刚体对某点的转动惯量

刚体对坐标原点 O 的转动惯量可表示为

$$I_O = \int (x^2 + y^2 + z^2) dm \quad \text{③}$$

由式②、③, 得

$$I_O = \frac{1}{2} (I_x + I_y + I_z) \quad \text{④}$$

即, 质点系(刚体)对于坐标原点的转动惯量(或极转动惯量), 等于它对于三个坐标轴的转动惯量之和的一半.

3. 刚体的平行轴定理(许泰乃尔定理)

$$I = I_C + md^2 \quad \text{⑤}$$

即, 刚体对于任何一轴的转动惯量, 等于刚体对于通过它的质心并与该轴平行的转动惯量, 加上刚体的质量与两轴间距离平方的乘积.

注意: 平行轴定理与刚体对质心轴的转动惯量紧密联系在一起, 应用此定理的参考点是刚体对质心轴的转动惯量.

根据平行轴定理, 可得到如下关系:

(1) 刚体绕通过质心的轴的转动惯量小于绕另一平行轴的转动惯量, 二者之差为 md^2 .

(2) 设有两条平行轴 PP' 与 QQ' 均不通过质心 C . 如果 PP' 比 QQ' 靠近 C , 则刚体绕 PP' 轴的转动惯量小于绕 QQ' 轴的转动惯量(如图所示).

平行轴定理的应用 (a) 在不同圆上; (b) 同一圆上

(3) 如果有一簇与质心 C 的距离相等的平行轴, 那么, 刚体绕这些轴的转动惯量均相等(如图 7.52(b)所示).

4. 刚体的垂直轴定理(正交轴定理、薄片定理)

设想刚体为平面薄片, 即厚度可以略去不计,

因而刚体为平面图形.

$$I_z = I_x + I_y \quad \text{⑥}$$

即, 平面图形对于图形内的两条正交轴的转动惯量之和, 等于这个图形对过二轴交点且垂直于图形平面那条转轴的转动惯量.

注意: 正交轴定理对于有限厚度的板不成立.

5. 转动惯量的叠加原理

实际上, 有些物体是由几种形状不同的刚体的组合. 它对于某轴的转动惯量, 可视为各部分对于同一转轴的转动惯量之和, 因而,

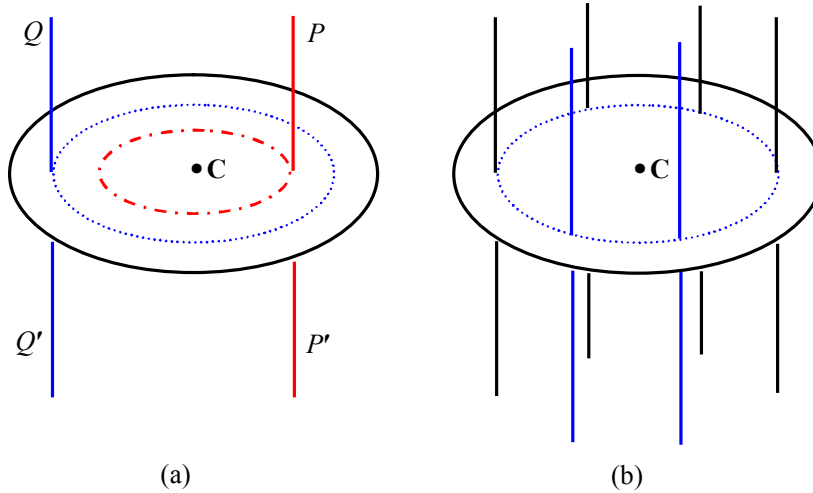
$$I = I_1 + I_2 + I_3 + \dots \quad \text{⑦}$$

即, 由几个部分组成的刚体对某轴的转动惯量, 等于各部分对同轴的转动惯量之和. 此即转动惯量的叠加原理.

叠加原理是根据加法的组合定则, 把属于各部分的项分别相加, 然后求和而得.

同理, 设有一物体挖去若干部分, 则剩余部分的转动惯量, 等于原物体的转动惯量, 减去挖去部

分的转动惯量.



4. 重力双谷现象

自然依据: 物理学家 Alis 于 1954、1959 年两次实验, 发觉日全食前后地球重力会有异常变化现象.1995 年日全食期间, 印度科学家首次观测到“食甚”前约一个小时的 12 个微加重力低谷.根据王谦新等同志在 1997 年 3 月 9 日中国漠河日食观测测量结果表明: 日食发生过程出现双引力低值, 并发现日食时大气压力增大, 这两个低于理论值的重力谷对称地发生在日食“初亏”和“复圆”之际, 有 4-5 个微加的“重力双谷”.2000 年在澳洲的日食观测中、2001 年 6 月 21 日非洲日全食, 都得到类似的结果.

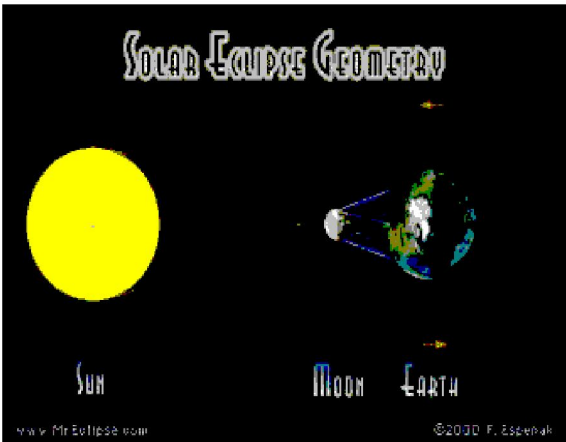


图 2 日食形成图

1、日食现象

月球在绕地球运行的过程中, 有时会走到太阳和地球的中间, 月球的影子落在地球的表面上, 在影子里的观测者就会看到太阳被月球遮蔽的现象, 叫做日食. 日食分日全食、日偏食与日环食三种.全

盘和环食的过程分初亏、食既、食甚、生光、复圆等 5 种食象, 偏食只有初亏、食甚与复圆 3 种食象.对于日全食, 从食既到生光只有三、四分钟, 有时不到一分钟.月球在地面上形成的本影区, 在地面的西边缘开始形成, 自西向东扫过的地带称为全食带, 在东边缘结束.如图 2 所示.

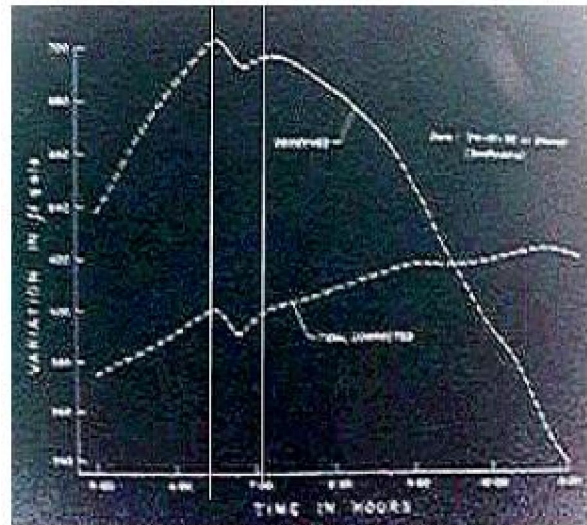


图 2 (A) 1995 年重力异常测量

1、2 1995 年重力异常低谷现象

1995 年 10 月 24 日, 日食首先在伊朗形成, 在太平洋结束.观测者在印度的 Dhoraji 镇 (22o44', 70o27'), 测量到日全食前约 1 小时的重力异常[1].如图 2 所示[1]

重力低谷对应的时间 (地方时) 上午 6: 30 到 7: 15, 日食在 1995 年 10 月 24 日新德里时间的上

午 7: 22 在伊朗最早形成, 自西向东移动, 很快进入印度 (即观测点附近), 4 个小时后在太平洋结束[1].该观测点仅看到日偏食, 偏食食分 80%.接近全食带的起点, 远离全食带的终点.

1、3 1997 年重力异常双谷

1997 年 3 月 9 日的这次全食, 全食带从亚洲北部开始, 在北冰洋结束.漠河在全食带内, 我国科学家在漠河首次发现日食期间有两个异常的重力场低谷, 这两个重力谷对称地发生在日食“初亏”和“复圆”之际, 4-7 个微加的“重力双谷”.如图 3 所示[2]:

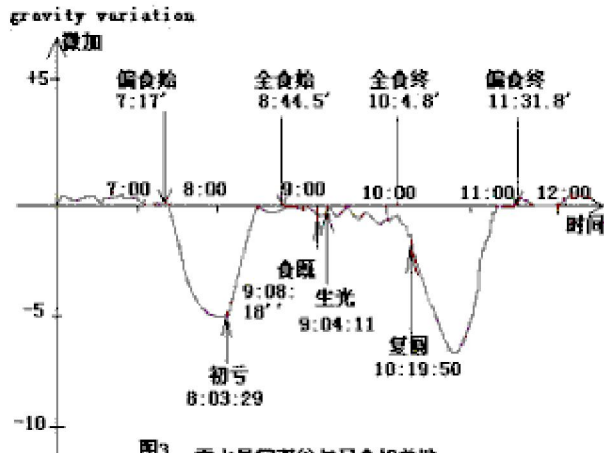


图3 重力异常双谷与日食相关性
曲线来自1997年漠河日食期间观测

在图 3 看出, 1997 年 3 月 9 号, 漠河观测到的日食时间为: 初亏时间 8: 03: 29; 食既 9: 08: 18; 生光 9: 04: 11; 复圆: 10: 19: 50.曲线为日食发生时测量到的重力变化量. 很明显重力减小双谷与漠河该点的日食[2]没有关联一致性.

1997 年天文年历给出的预报, 97 年 3 月 8、9 日的日食[3]:

食相	地方时 1997	北京时	见食 纬度	见食 经度
偏食始	3 月 8 日 23h17.7m	7h17.6m	+19° 18' "	+104° 52' "
全食始	3 月 9 日 0h44.5m	8h44.5m	+49° 27' "	+85° 54' " "
地方见 午全食	3 月 9 日 1h54.7m	9h54.7m	+70° 30' "	+154° 0' "
全食终	3 月 9 日 2h4.8m	10h4.8m	+82° 58' "	-158° 33' "
偏偏食 终	3 月 9 日 3h31.8m	11h31.8 m	+54° 09' "	-146° 34' "

重力的第一个低谷在偏食始到全食始, 第二个低谷在全食终到偏食终.

5、重力异常与天体几何位置

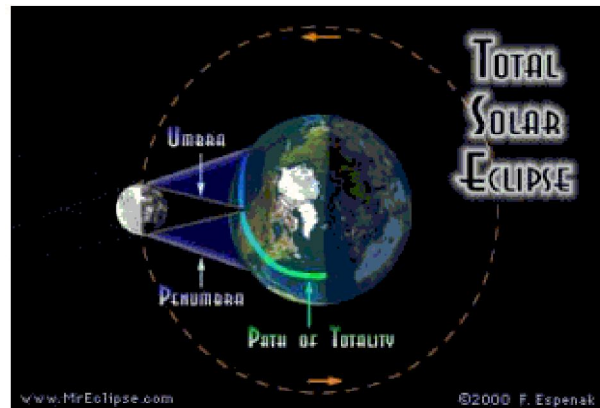
月球在绕地球运行的过程中, 有时会走到太阳和地球的中间, 月球的影子落在地球的表面上, 在影子里的观测者就会看到太阳被月球遮蔽的现象, 叫做日食.

日食开始时, 月球圆轮与地球圆面西边缘相切于 H1 点, 地球上点在当地日出时见初亏, 这也是地球上最先看到初亏的地点.故在日食图上标为偏食始.月轮继续向东移动, 在地面上开始形成本影时, 即日全食开始.月球向东移动, 本影消失, 即全食终, 到偏食终.太阳、地球、月亮三者的空间关系如图 4 所示:



图 4 日食发生、结束时, 太阳、地球及月亮的空间几何位置图

用太阳球面与地球公切面, 形成一个锥形体, 太阳一端粗, 地球一端细.月球围绕地球做公转运动, 进入或离开锥形面.当要进入时, 正好与锥形面外切, 在地面的西边缘, 形成日偏食, 即偏食始.全日食在西边缘最早形成时, 月球与圆锥面内切.这对应偏食始到全食始.表现全日食过程有全食带如下图所示:



1995 年印度测量到的重力场低谷与其对应, 1997 年测量到的重力双谷, 时间上早的那一个低谷也是与偏食始到全食始对应. 后一个重力低谷与全食终到偏食终对应.

笔者认为重力双谷现象说明引力场的时空本质, 中微子是物质与时空相互作用的结果, 物体运动速度增加时, 物质的引力质量增加, 相当于从时空中获得了中微子, 反之, 物体运动速度减少时, 物质的引力质量增加, 相当于向时空中释放了中微子, 日食期间月球在地球与太阳之间, 从而减弱了太阳形成的引力场.

6. 万有引力定律的困难

300 多年来, 物理学家们对基本常数 G 的值极感兴趣, 自光速的测量以来, 它有着最长的测量历史. In spite of the central importance of the universal gravitational constant, it is the least well defined of all the fundamental constants. 不管我们的现代科技如何发达, 几乎所有对 G 的测量都是使用了由 17 世纪的 Cavendish 设计的古典的扭秤(利用扭力测量微力的一种仪器)技术. 科学技术数据委员会 (ICSU) 于 1986 年给出的 G 值是 $G = (6.67259 \pm 0.00085) \times 10^{-11} \text{ m}^3 \text{ Kg}^{-1} \text{ s}^{-2}$, 是基于 Luther 和 Towler 在 1982 年的测定值.

1971 年, 日本东京大学教授藤伊安仪通过理论计算试图将基本粒子物理与万有引力联系起来, 他的研究得出了一个出乎意料的结论: 引力常数的大小与两个物体之间的距离有关. 在近距离内, 例如两个物体的距离缩短到 1cm~10cm, 甚至 1cm 之下时, G 值是变化的.

1976 年, 美国华盛顿大学的丹尼尔声称, 以物理学的实验为依据说明万有引力定律在近距离是错误的. 科学家们在矿井、钻孔或海水内的真空中进行地球物理实验, 来测定物体间的万有引力常数, 得出的引力常数都高于地表实验室中的测定值. 实验室测得, $G_0 = 6.67259 \times 10^{-11} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{ s}^{-2}$, 而地球物理测得的平均值为, $G = 6.730 \times 10^{-11} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{ s}^{-2}$. 科学家们一直不理解, 同样是真空中, 引力常数为什么会有区别呢? 1981 年 7 月, 澳大利亚昆士兰大学的斯特塞和图克在实验室里做了一系列实验, 也声称实验结果证明万有引力定律在近距离是失效的. 这在物理学界引起了强烈的“地震”.

1982 年, 一个研究组得到的万有引力常数精度为 0.0128%. 这一数值看起来很精确, 但与其它的物理常数的精度相比却差了足有一千倍. 更为奇怪的是, 这与最近来自德国、新西兰、俄罗斯的一些很有名的研究组的新测量值存在着显著的差异. 例如,

德国标准研究所得到的数值比公认值大了 0.6%, 德国乌培尔达尔大学 (University of Wuppertal) 得到的数值却低了 0.06%, 新西兰计量标准实验室得到的结果低 0.1%. 俄罗斯一个研究组更发现了万有引力常数值随测量时间地点的变动范围高达 0.7%. 位于法国巴黎附近原子能委员会的科学家基恩-泊尔·比勒克 (Jean-Paul Mbelek) 和马克·拉赤责-雷 (Marc Lachieze-Ray) 对此提出了他们的解释, 他们指出这是因为实验是在不同的地点进行的, 不同地点不同的地磁场与隐藏的维度相互作用造成了引力大小常数的不同. 他们研究工作的理论基础是理论物理中的弦论. 在提交给《经典和量子引力》杂志的文章和欧洲天文学会在葡萄牙波尔托市的召开的一个会议报告中, 他们给出了不同纬度万有引力常数的计算值. 计算结果表明, 磁场越强, 引力常数越大, 地球上万有引力常数在南北两磁极达到最大. 现有的万有引力常数在不同地点的测量值与他们的结论吻合, 对太阳的观测结果也与他们的理论相符. 科学家们早就发现要使太阳内部的数学模型符合实验观测, 他们不得不采用比公认数值更低的引力常数值. 引力虽然是科学家们研究的最早的相互作用, 但它同时也是科学家们了解得最少, 长期以来使科学家们最头疼的一种相互作用, 它的很多性质与其它相互作用格格不入, 与一些重要的物理理论如量子场论也不相容.)

J.P. Schwartz 和 J.E. Faller 曾作过一个尝试, 他们设计了一个实验, 用半顿的重物影响物体自由落体的轨迹. 他们使用激光干涉测量法跟踪下落中的物体. 这个实验并不用任何支撑机构悬挂测试物体, 因此可以减少很多像 Cavendish 一类的装置中悬挂机构引起的系统误差. 用上述自由落体方法测量的 G 值分布图. 错误栅线表示了标准偏差. 1997 年的数据是每天都处理的, 得到的 G 值分布在 $6.66 \cdot 10^{-11}$ 到 $6.71 \cdot 10^{-11}$ 的范围内. 每天进行大约 7200 次落体实验的测量. 尽管事实上相比于 Cavendish 的实验装置已经排除了所有可能的实验误差, 观测数据再一次显示了 G 值随着时间的不同而改变, 有超过万分之十四的不确定性. 就在几年以前, Mikhail Gershteyn, 一个在 MIT Plasma 科学与核聚变中心的访问学者, 与他的伙伴们成功的用实验证明了公知的两个测试物体间的引力随者其在空间中的方位的改变而改变, 相对于一个遥远的恒星系统. 他们的非凡的发现已经公布在一个叫“《引力作用与宇宙论》 (Gravitation and Cosmology)”的期刊上. Randolph-Macon 学院物理系主任 George Spagna 争辩认为 Mikhail 和他的伙伴必须从理论上作出令人信服证明.

“2004 年 8 月, 荷兰 Delft 技术大学的 C. Duif 发表一文, 论述了‘日蚀时单摆的神秘现象’. 众所

周知 1851 年法国物理学家 L.Foucault 曾解释单摆的运动.单摆自由摆动时,在空间的路径应相同;但由于地球自转,单摆的运动平面缓慢转动.1954 年夏天,一位法国工程师 M.Allais 发现,在日蚀时单摆的运动规律反常.原来,单摆的运动平面按顺时针缓慢转动;日蚀开始后,单摆的运动平面急剧地按反时针旋转;日蚀结束后恢复正常.著名火箭专家 W.von Braun 曾敦促 Allais 用英文发表报道文章.但 Allais 仅用法文写作并发表在刊物上,今天有人讲这是‘Allais 所犯的最大的错误’.后来(1961 年、1970 年),别的科学家也发现了这个现象;但现在我们称其为‘Allais 效应’.Allais 认为是以太(ether)的影响造成上述现象,但一直少有人同意他.他说:‘相对论学者们说我错了,但却不拿出证据来;其实他们之中大多数人并未读过我的文章’.后来逐渐有更多的人注意到此事,例如 E.Saxl 和 M.Allen(在 1970 年),重做了实验,得到的结论是‘引力理论确实需要修改’.再后的研究者有 D.C.Mishra 和 B.S.Rao(1995 年,在印度)等;在美国工作的 T.van Flandern 也曾关注此事.英国的 E.T.Goodey 现在有一系列观测计划:2005 年 4 月 8 日在南美 Bogota,2006 年 10 月 3 日在葡萄牙.另外,利用月蚀也能作类似的研究.”宇宙探测器在飞临地球、木星火星可获加速度,如伽利略号飞临木星它的速度比预想的要 5 毫米/秒,NEAR 探测器飞临地球,它的速递比预想的要快 13 毫米/秒.

2005 年 9 月 2 日《自然》杂志网络版(www.nature.com)头版头条新闻中报道了国家天文台学者关于宇宙暗物质基本问题的研究成果.由于此项研究牵涉到物理学中一些根本性问题,论文在国际上引起了极大关注.国家天文台的秦波博士与多伦多大学的 Ue-Li Pen 及牛津大学的 Joseph Silk 教授通过对天文观测所揭示的暗物质粒子的基本属性的研究,发现万有引力可能在小于一个纳米的微小尺度上开始偏离牛顿引力的平方反比率,而呈现 $1/r^5$.这暗示着我们的空间存在着三个尺度为 1 纳米的较大的额外维.这可能是人们首次找到额外维存在的证据,并对超弦理论作出实验或观测检验.

G 值的变化并不仅仅存在于 Cavendish 的实验和自由落体装置中.自然界已经用好几种我们现在已经能够了解的方式记录下了这种变化,而且我们可以据此寻找很久以来万有引力常数变化的约束条件.在天体物理学上对 G 值变化的约束条件已经通过不同的观测方法获得,这些方法包括月球的圆缺变化法(Muller et al 1991),行星和月球探测雷达法(Shapiro 1990),helioseismology 法(Guenther et al 1998),原始核合成法(Olive et al 1990),重力透镜化(Krauss & White 1992),以及白矮星发光度函数法(Garcia et al 1995)等.基于天体力学的测定证明了 G

值变化的约束为 $(dG/dt)/G_0 \leq 10E-12/\text{年}$.还有其他方法,像利用中子星质量法(Thorsett 1996),球状星团寿命法(Degl'Innocenti et al 1995),二进制计时脉冲星法(Damour & Gundlach 1991)以及日温计法(Demarque et al)等.另外一个测定 G 值长期平均变化量的方法是通过分析行星半径的变化.最好的结果来自对水星的观察,其得到的 G 值变化的限制范围是 $(dG/dt)/G \leq 8E-12/\text{年}$,这个结果来自一个事实——即水星的半径在过去的 30~40 亿年间最多改变了 1 千米.

这些新测得的数据似乎暗示某些地方搞错了,或者在我们理解 G 的过程中出现了偏差.在 1999 年底,国际委员会 CODATA 决定正式把万有引力常数 G 的误差范围由 0.0128% 提高到 0.15%.制定这个不平常的措施就是用来反映上述实验中出项的种种差异.在我的物质绝对速度理论中,我会展示所有这些实验中的变化量,不仅不是实验的误差,而且这些数值变化所具有的重要性,除了体现在我们对物理定律的理解中,还体现在我们对整个宇宙的理解中.包括 Arthur Eddington 和 Paul Dirac 在内的几位物理学家已经推测过了‘基本常数’中的一些会随时间而改变.特别是 Dirac 曾提议,宇宙万有引力常数 G 跟宇宙的年龄 T 有关系,而且这个比例系数为 $G \propto 1/T$.然后随者年龄的变化,一些常数或者它们的组合参数一定会随之改变.Dirac 认为原子常数更为稳定,所有他选定了 G 的变化是 T 的倒数,也就是说,随者宇宙的膨胀,万有引力会变弱.Richard Feynman 在他的一次演讲中说过“.....相比较于两个电子间的排斥力,引力作用是 $0.24E-42$...光线穿越质子的时间跟宇宙年龄的比值为 $0.63E-42$...这个关系并不意外(同样知名的还有 Dirac 的大数假设),在这种情况下,重力常数会随着时间的变化而变化,因为宇宙变得越来越老,宇宙的年龄跟光线穿越质子所花时间的比值会逐渐增大.”万有引力的一些现代 generalised 理论同样承认或预言 G 值是随时间而变化的.Brans-Dicke 以及相似的理论再次复兴,变化的 G 值,事实上是由超弦理论的出现而引起的,其中的 G 被认为是一个动态变量.G 值是常数的观点似乎从实验中被不断地否定,接受 G 值不是恒定不变的这个事实,将自然而然要求修正或扩充原先认为 G 是常数的广义相对论.接受一个变化的 G,无疑会导致出现新物理学的黎明.

万有引力常数异常

万有引力常数是物理学中除光速外研究得最早的物理常数.然而长期以来,万有引力常数 G 却是测量精度最差的一个物理常数.目前两组精确度最高的测量值精度虽达万分之一,但是奇怪的是,这两个数值彼此相差超过实验精度的 10 倍以上.

所以现在人们仍然不知到它到底应该是多少.据新科学家网站 9 月 22 日消息,法国科学家声称在不同地点测量到的万有引力常数G各不相同,磁场越强,引力常数越大,地球上万有引力常数在南北两磁极达到最大,是因为隐藏著的另外空间维度导致万有引力常数受到地球磁场的影响.如果这一结论被证实,将成为证实另外空间维度存在的第一个科学证据.

测量万有引力常数的最常用的方法是基于早在 300 年前英国科学家卡文迪许发明的扭摆法.1982 年,一个研究组得到的万有引力常数精度为 0.0128%.这一数值看起来很精确,但与其它的物理常数的精度相比却差了足有一千倍.更为奇怪的是,这与最近来自德国、新西兰、俄罗斯的一些很有名的研究组的新测量值存在著显著的差异.例如,德国标准研究所得到的数值比公认值大了 0.6%,德国乌培尔达尔大学(University of Wuppertal)得到的数值却低了 0.06%,新西兰计量标准实验室得到的结果低

0.1%.俄罗斯一个研究组更发现了万有引力常数随测量时间地点的变动范围高达 0.7%.位于法国巴黎附近原子能委员会的科学家基恩-波尔-比勒克(Jean-Paul Mbelek)和马克-拉-赤-雷(Marc Lachieze-Ray)对此提出了他们的解释,他们指出这是因为实验是在不同的地点进行的,不同地点不同的地磁场与隐藏的维度相互作用造成了引力大小常数的不同.他们研究工作的理论基础是理论物理中的弦论.在提交给《经典和量子引力》杂志的文章和欧洲天文学会在葡萄牙波尔托市的召开的一个会议报告中,他们给出了不同纬度万有引力常数的计算值.计算结果表明,磁场越强,引力常数越大,地球上万有引力常数在南北两磁极达到最大.现有的万有引力常数在不同地点的测量值与他们的结论吻合,对太阳的观测结果也与他们的理论相符.科学家们早就发现要使太阳内部的数学模型符合实验观测,他们不得不采用比公认数值更低的引力常数值.

下表是最近 200 年来对 G 值的测量情况:

Data Set number	Author	Year	G ($\times 10^{11} \text{ m}^3 \text{ Kg}^{-1} \text{ s}^2$)	Accuracy	% Deviation from CODATA
1	Cavendish H.	1798	6.74	± 0.05	+0.986
2	Reich F.	1838	6.63	± 0.06	-0.662
3	Baily F.	1843	6.62	± 0.07	-0.812
4	Cornu A, Baille J.	1873	6.63	± 0.017	-0.662
5	Jolly Ph.	1878	6.46	± 0.11	-3.209
6	Wilsing J.	1889	6.594	± 0.015	-1.202
7	Poynting J.H.	1891	6.70	± 0.04	+0.387
8	Boys C.V.	1895	6.658	± 0.007	-0.243
9	Eotvos R.	1896	6.657	± 0.013	-0.258
10	Brayn C.A.	1897	6.658	± 0.007	-0.243
11	Richarz F. & Krigar-Menzel O.	1898	6.683	± 0.011	+0.132
12	Burgess G.K.	1902	6.64	± 0.04	-0.512
13	Heyl P.R.	1928	6.6721	± 0.0073	-0.031
14	Heyl P.R.	1930	6.670	± 0.005	-0.063
15	Zaradnicek J.	1933	6.66	± 0.04	-0.213
16	Heyl P., Chrzanowski	1942	6.673	± 0.003	-0.018
17	Rose R.D. et al.	1969	6.674	± 0.004	-0.003
18	Facy L., Pontikis C.	1972	6.6714	± 0.0006	-0.042
19	Renner Ya.	1974	6.670	± 0.008	-0.063
20	Karagioz et al	1975	6.668	± 0.002	-0.093
21	Luther et al	1975	6.6699	± 0.0014	-0.064
22	Koldewyn W., Faller J.	1976	6.57	± 0.17	-1.561
23	Sagitov M.U. et al	1977	6.6745	± 0.0008	+0.004
24	Luther G., Towler W.	1982	6.6726	± 0.0005	-0.024
25	Karagioz et al	1985	6.6730	± 0.0005	-0.018
26	Dousse & Rheme	1986	6.6722	± 0.0051	-0.030
27	Boer H. et al	1987	6.667	± 0.0007	-0.108
28	Karagioz et al	1986	6.6730	± 0.0003	-0.018

Data Set number	Author	Year	G ($\times 10^{11} \text{ m}^3 \text{ Kg}^{-1} \text{ s}^2$)	Accuracy	% Deviation from CODATA
29	Karagioz et al	1987	6.6730	± 0.0005	-0.018
30	Karagioz et al	1988	6.6728	± 0.0003	-0.021
31	Karagioz et al	1989	6.6729	± 0.0002	-0.019
32	Saulnier M.S., Frisch D.	1989	6.65	± 0.09	-0.363
33	Karagioz et al	1990	6.6730	± 0.00009	-0.018
34	Schurr et al	1991	6.6613	± 0.0093	-0.193
35	Hubler et al	1992	6.6737	± 0.0051	-0.008
36	Izmailov et al	1992	6.6771	± 0.0004	+0.043
37	Michaelis et al	1993	6.71540	± 0.00008	+0.617
38	Hubler et al	1993	6.6698	± 0.0013	-0.066
39	Karagioz et al	1993	6.6729	± 0.0002	-0.019
40	Walesch et al	1994	6.6719	± 0.0008	-0.035
41	Fitzgerald & Armstrong	1994	6.6746	± 0.001	+0.006
42	Hubler et al	1994	6.6607	± 0.0032	-0.202
43	Hubler et al	1994	6.6779	± 0.0063	+0.055
44	Karagioz et al	1994	6.67285	± 0.00008	-0.020
45	Fitzgerald & Armstrong	1995	6.6656	± 0.0009	-0.129
46	Karagioz et al	1995	6.6729	± 0.0002	-0.019
47	Walesch et al	1995	6.6685	± 0.0011	-0.085
48	Michaelis et al	1996	6.7154	± 0.0008	+0.617
49	Karagioz et al	1996	6.6729	± 0.0005	-0.019
50	Bagley & Luther	1997	6.6740	± 0.0007	-0.003
51	Schurr, Nolting et al	1997	6.6754	± 0.0014	+0.018
52	Luo et al	1997	6.6699	± 0.0007	-0.064
53	Schwarz W. et al	1998	6.6873	± 0.0094	+0.196
54	Kleinvoss et al	1998	6.6735	± 0.0004	-0.011
55	Richman et al	1998	6.683	± 0.011	+0.132
56	Luo et al	1999	6.6699	± 0.0007	-0.064
57	Fitzgerald & Armstrong	1999	6.6742	± 0.0007	± 0.01
58	Richman S.J. et al	1999	6.6830	± 0.0011	+0.132
59	Schurr, Nolting et al	1999	6.6754	± 0.0015	+0.018
60	Gundlach & Merkowitz	1999	6.67422	± 0.00009	+0.0003
61	Quinn et al	2000	6.67559	± 0.00027	+0.021
--	PRESENT CODATA VALUE	2004	6.6742	± 0.001	± 0.0150

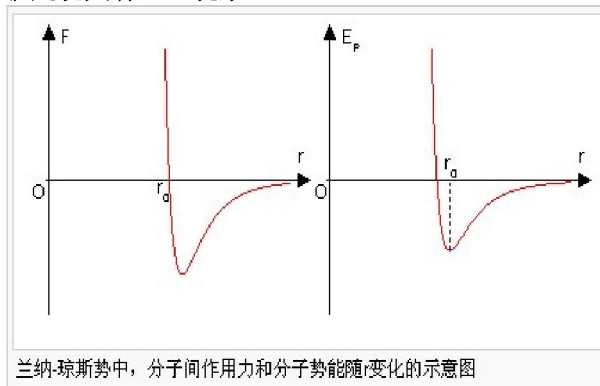
自从牛顿时代以来，虽然经过很多人的努力，还没有人能对万有引力提出圆满的机械解释，而且从爱因斯坦的研究看来，这个问题已经转移到非欧几里得几何学的领域去了。这一事实证明牛顿的小心谨慎的真正科学精神是非常明智的。牛顿在《原理》中说，“到现在为止我还不能从现象发现重力的那些性质的原因，我也不愿建立什么假说。”他仅用问题的形式，在他的《光学》书中发表了一项意见，在那里他假设行星际间有以太存在，并假设其压力离物质愈远而愈密，因而压迫物质使其互相结合。但在他对事实进行归纳研究的时候，在他从他的理论中得出数学推论的时候，猜度是没有地位的。

7、引力与斥力问题

《自然杂志》19卷4期的‘探索物理学难题的科学意义’的97个悬而未决的难题：1. 自然界是否存在五种以上的基本作用力？5. 负引力存在吗？1998年12月29日《科技日报》评选出世界十大科技新闻之一：宇宙中存在反引力，1998年美国《科学》杂志评选出世界十大科技突破之一：宇宙中存在反引力。

谈到广义相对论时，爱因斯坦说：“这理论主要吸引人的地方在于逻辑上的完备性。从它推出的许多结论中，只要有一个被证明是错误的，它就必须被抛弃；要对它进行修改而不摧毁其整个结构，那似乎是不可能的。”

笔者认为宏观世界以及宇观世界中引力与斥力的关系类似于微观世界中分子的引力与斥力的关系，也就是说具有全息现象。



分子力实际上来源于多个方面，精确的计算与各分子内部结构有很大关系，会变得十分复杂。对于无极性分子，两分子间作用力可近似用以下半经验公式表示：

$$F(r) = \frac{\lambda}{r^s} - \frac{\mu}{r^t}$$

其中正表示排斥力，负表示牵引力； r 为两分子间距， λ 、 μ 、 s 、 t 为常数，随两分子不同而不同，且 $s > t$ 。这种力的特点是

- 在某一个值 r_0 以内，分子里表现为排斥力并且随 r 减小而急剧上升；
- 在 r_0 以外表现为牵引力，分子力逐渐增大，到某最大值后减小；
- 力程短，在 r 约为 r_0 十倍时已几乎为零。

由此，对无极性分子间的相互作用势能有以下几个常用曲线。一个典型且常用的模型是兰纳-琼斯势，该势能仅与两分子间距有关，具有球对称性，其函数解析式为：

$$E_p(r) = E_{p0} \left[\left(\frac{r_0}{r} \right)^{12} - 2 \left(\frac{r_0}{r} \right)^6 \right]$$

其中， r 为两分子距离， E_{p0} 为分子势能的势阱（势能最低处的势能绝对值）， r_0 为势阱处两分子间距。 E_{p0} 与 r_0 需要对于具体分子通过实验确定。

对兰纳-琼斯势在排斥力部分简化，成为苏则朗势（Sutherland potential），即：

$$E_p(r) = \begin{cases} \infty & r \leq d \\ -E \left(\frac{d}{r} \right)^6 & r > d \end{cases}$$

其中 E 、 d 为常数，因分子而异。满足苏则朗势的气体称为范德瓦尔斯气体，分子力又称作范德瓦尔斯力，满足范德瓦尔斯方程。

对苏则朗势在引力部分再次简化，成为刚球势，即：

$$E_p(r) = \begin{cases} \infty & r \leq d \\ 0 & r > d \end{cases}$$

$d=0$ 时，分子势能完全忽略，变为质点势，这时气体称作理想气体，满足理想气体状态方程。

北京天文台胡景耀研究员讲：“在数学，天文和物理等学科高度发展的今天，理论界无法解释的天文现象还很多”。南京大学曲钦岳院士讲：目前研究主流是采用已知的物理规律去解释新的天文观测现象，很有必要弘扬由已知的天文现象综合新的物理规律的科学方法。对于公转角速度大于或等于其绕行星自转角速度的卫星或者逆向卫星就不一定成立，如火卫一公转周期，正在每周 1 毫秒的速度缩短，就无法解释。2003 年 2 月 11 日，美国太空总署公告当时探测到的宇宙学参数，证明宇宙中确实存在“反引力”，因为观测结果表明许许多多的星系正在“加速远离”，而不是在引力作用下减速。美国著名的《科学》杂志也把“宇宙反重力”的发现列为二十世纪几项重大科学发现之一。在物理学上往往因为看出了表面上互不相关的现象之间有相互一致之点而加以类推，结果竟得到很重要的进展。

(1) 经典物理对于引力和斥力的研究

牛顿在论及引力时所说：“我谈到吸引与推斥，正如有同一意义上使用加速力和运动力一样……对这些力不从物理上面而只从数学上加以考虑……把力归因于某个中心（它只不过是数学点而已）。”【1】康德（1724—1804）说：“不去钻研而满足于直接提出上帝的意志来，是一个苦恼的决断，牛顿对于斥力没有象对引力说得那么清楚，应当只用引力、斥力来说明大自然的秩序发展。”黑格尔（1770—1831）说：“‘一’的否定的自身关系就是排斥，这排斥作为多个一的建立。”黑格尔又说：牛顿“既然假定排斥为非有，对于斥力的规定也就得不到更多的结果。”马赫（1838—1916）说：吸引和排斥就是运动的根据，“当我们谈及物体的吸引和排斥时，不必想象其它更深刻的原因。”但牛顿那里没有排斥，他颇失望。康德在《宇宙发展史概论》中，用引力和斥力的观点描述天体的发展变化：构成太阳系星球的物质，在最初时都分解为基本微粒，充满整个宇宙空间。这些微粒具有促使它们相互运动的基本能力，密度较大而分散的一类微粒，凭借引力把周围密度较小的微粒聚集起来。这种情况一直继续下去，直到形成诸团块天体。在这同时，斥力使凝聚起来的团块天体发生旋转运动，并且逐渐向一个垂直于其转动轴的平面集中，最后形成行星绕太阳运行的圆盘状结构的天体系统。辩证唯物论的伟大导师恩格斯明确地指出了牛顿引力理论的缺陷，他说：“吸引和排斥就象正和负一样是不可分离的”、“只以吸引为基础的物质理论是错误的，不充分的，片面的。”

现代物理学认为引力引起的引潮力则有排斥作用。地球与月亮的吸引使月亮绕地球公转，引潮力的排斥使月亮越来越远离地球（同时地球的自转越来越慢，直到其自转与月亮的公转同步，过程再逆转），不仅引起面对月亮一面的地球水层涨潮，也同时使背向月亮一面的地球水层涨潮。所以，每个天体周围的时空流形不是单纯由引力的吸引，还有引潮力的排斥，再加电磁场的排斥作用，这种排斥类似于反引力（另外，根据我的多宇宙理论，与我们的宇宙对应的反物质宇宙对我们有反引力作用），所有这些综合效果形成各个天体时空的洛希面层层叠叠，成为疏密相间的天体集团的分层结构。笔者认为引潮力的本质就是弱相互作用。恩格斯曾有过这样的表述：“一切运动都存在于吸引与排斥的交替之中。然而运动只在每一个吸引被别处的一个之相当的排斥所抵偿时，才会发生。……所以，宇宙中的一切吸引和一切排斥，一定是互相平衡的。……宇宙中一切吸引的总和等于一切排斥的总和。”我们的天文学家所观测到的是太阳半径正在不断缩短，地球半径正在不断缩短，万有引力常数 G 随时间不断衰减，月球随时间再逐渐远离地球，存放于法国 100 多年以来国际标准 1 千克圆柱形砝码神秘减轻 50 毫克。1986 年 1 月 6 日美国人菲施巴赫等在《物理学评论快报》上发表文章，坚持认为厄阜实验已表明不同物质、不同化学结构的物体的重力加速度是不同的。更为吃惊的是，他们认为造成这种重力加速度值偏小的原因是：地球和物体之间除引力之外还存在微小的斥力，它只在两物体间距离小于 200 米时才表现出来。

(2) 宇宙飞船的轨道异常问题

科学家们发现了宇宙飞船的轨道有三种不同的异常情况：

(1). “先驱者 10”为 1972 年发射，用以探测行星际介质、木星磁层和大气，1983 年越过海王星轨道；“先驱者 11”于 1975 年发射用于探测木星；“伽利略”号探测器于 1989 年 10 月发射，1990 年 2 月飞越金星，1996 年历时 6 年，行程 3.7×10^8 公里，终于到达木星周围，2 年内绕木星 11 圈，对木星进行考查。“先驱者 10”和“先驱者 11”访问过木星和土星，两艘“旅行者号”飞船接近天王星和海王星，这四艘飞船现在都已飞抵太阳系边缘。美国反射的宇宙飞船先锋 10 号正在经历一种朝着太阳的神秘减速，这种力量很微弱：只相当于地球表面引力的一亿分之一，但事实证明了这种作用的持久性。而且它还在不断加大。如今先锋 10 号离太阳的距离是地球的 80 倍，比原定计划落后了 40 万公里，先锋 11 号在与航天局失去联系之前也在经历着同样的减速。先锋 10 号飞向金牛座，先锋 11 号飞向天鹰座，两者方向相反，受到的拉力都是太阳方向。

美国航天局科学家对宇航器提出的减速问题对牛顿万有引力定律的质疑，科学家们排除了燃料或热量的泄露外，提出了暗物质的假说与镜物质的假说，但是他们都没有圆满解释这种现象。因此后面分析弱相互作用是引力的反作用，它与万有引力的共同作用使宇宙处于相对稳定状态，它们是矛盾的两个方面。

1990 年 12 月伽利略探测器飞掠地球时第一次发现了这一异常。当时“伽利略”距离地球大约 200 万千米，正以每秒 8891 米的速度向地球靠近。科学家们预计当“伽利略”离开地球到相当的距离的时候也应该具有相同的速度。然而，测量却发现它超速了每秒 4 毫米。尽管这个值非常小，但是它实实在在就在观测数据里。观测发现，1998 年 1 月的舒梅克近地小行星探测器也存在着加速现象。它的加速效应大约是“伽利略”的 3 倍，达到了每秒 13.5 毫米。在 2005 年 3 月的罗塞塔探测器上观测到了类似的现象，这次它的反常速度为每秒 2 毫米。速度测量的精确度是 0.1 毫米/s。这些结果着实把科学家们给难住了。是什么为探测器注入了能量并且让它们加速的呢？为什么大行星的运动都符合牛顿引力定律呢？这些都是新引力理论应该作出解释的。

1. 先驱者号轨迹反常

前几年，美国航空航天局（NASA）报道先驱者 10 号、11 号和尤利西斯号等航天器的运行轨道明显偏离根据“万有引力”计算出的轨道，他们说那些航天器受到了“神秘加速度”的牵引。这些都使科学家们不得不承认：万有引力理论可能存在问题。

先驱者号轨迹反常还有一个令人不解之处，就是我们太阳系中自然存在的行星都没有发现这种反常加速度。难道“自然存在”的行星和人造的飞船的“万有引力”存在着某些不为我们所知的差异吗？或者“自然存在”的行星轨道有什么特殊之处？这不禁使人想起了原子中的电子轨道。在原子中，电子的“定态轨道”的确是一些很特殊的“轨道”，也许微观和宏观世界存在着某种还不为我们所知的相通之处。

(2). 在火星上有 3 个和飞机上所使用的非常相似的无线电应答器。这些应答器分别装载在“海盗”1 号着陆器、“海盗”2 号着陆器以及“火星探路者”探测器上。由此美国宇航局深空探测网可以测量着陆器和地球之间的距离。在分析了大量的观测数据之后，天文学家发现天文单位正在以每世纪 7 米的速度增长。换句话说地球正在以这个速度离开太阳。在考虑了所有已知的相互作用之后，目前天文学家依然无法解释这一现象。

(3). 重力异常现象

相同的物体在相同纬度、相同的海拔高度的不同的地方显示的重量不同，这就是一种重力异常现

象.早在 1953 年法国巴黎大学的科学家阿勒就发现了这样的情况,由于无法用牛顿“万有引力”和爱因斯坦的引力理论加以解释,所以一直被称为“重力异常”之谜.其实,在世界各地,有很多地理现象都可以看成是重力异常现象.

美国著名的“俄勒冈旋涡”,对人体有巨大的引力;加利福尼亚的圣塔斯镇“神秘地带”,会使树木倾斜生长,游人无法直立;中国沈阳的一处称为“怪坡”的地方,上坡省力,下坡费力;中国台湾的一段河流呈现“水向高处流”的奇观……

此外,登月宇航员还发现月球上的个别地区存在着“重力瘤”现象.特别是五十年代以来,一些国家的科研部门分别在四次日全食期间观测到了“重力异常”现象,这使人们不得不用怀疑的目光重新对待万有引力理论.这些引力反常现象是推翻“万有引力”的突破口.这些怪异现象有的被科学界解释为视觉误差,有的被解释为密度差别,这实在不能令人信服.

(4). 反重力效应

反重力这一概念最先由爱因斯坦提出,他发现宇宙中恒星间的关系无法用万有引力来解释,为此,他把后半生的大部分精力都放在这方面的研究上,并且创立了广义相对论.为了能用自己的理论合理解释恒星间彼此远离现象,他曾经给宇宙方程加了一个常数,直到“宇宙大爆炸”理论的提出,他才取消了这个常数.

1923 年一位科学家发现充电 7 万伏以上的电容器会沿正极板方向向上移动,但不明其中原理,因此没有引起科学界重视;1980 年英国的一个叫约翰·西尔的人发现,把一个圆盘形的电容器(正极在中心,负极在边沿)充电至 10 万伏时,整个电容器会快速旋转并飞向空中,这就是一直让人莫名其妙的“悬浮盘”.——两位前辈都已经发现了反重力,他们的实验装置都是强负电场对重力产生了影响.

1987 年,中国四川的刘武青先生通过实验发现,电磁力对重力有影响,他于当年向中国专利局提交了名为“建立电磁力减轻物体重量概念的教具”的发明申请,他的实验结果已被许多人的重复实验所证实.其后不久,一位在芬兰坦佩雷大学就职的俄国物理学家欧仁·波德克勒特诺夫也声称自己的一项试验表明电磁力对重力有影响.

与此同时,美国一位叫做雷宁(音译)的女科学家也在多家科学杂志发表论文,阐明可以通过实验证实电磁力能够影响物体重量.经过近两年的等待,位于美国阿拉巴马州(Alabama)杭茨维尔市(Huntsville)的 NASA 马沙尔太空飞行中心(Marshall Space Flight Center)即将迎来有希望挑战万有引力定律的仪器.

NASA 的这个实验起源于 1992 年物理杂志 C(Physica C)上俄国物理学家 Evgeny Podkletnov 的一篇文章.Podkletnov 在论文中宣布他发现了“引力屏蔽”效应.他把引力减小了 0.05-0.3%.虽然听起来不怎么样,但对于物理学界来说,却象爆炸了一颗炸弹.因为万有引力定律是现代科学最神圣的原理之一,对它的任何违背都是对现代理论框架的威胁.如果 Podkletnov 的实验被证实的话,那无疑会给它的发现者带来诺贝尔奖金.虽然仪器可能很复杂,但其基本的原理却是很简单的.它有一个直径 6 英寸、厚度转时,置于盘上的物体就开始失去重量.Podkletnov 在论文中对他的发现是这样解释的:“重量的部份减小可能与低温下超导体晶体结构内存在的某种能量态有关.这种不同寻常的能量态可能改变了固体内电磁力、核力和引力间的相互作用,从而产生了引力屏蔽效应.”在 Podkletnov 之后,有一些物理学家重复了他的实验,有的说成功,有的说失败.还有一些物理学家从理论上论证了“引力屏蔽效应”的可行性,也有的认为不行.

虽然大多数物理学家对 NASA 的实验不抱乐观的态度,但 NASA“突破推进物理项目”(Breakthrough Propulsion Physics Project)的负责人航空工程师麦克·米里斯(Marc G. Millis)说,“NASA 将会保持一个开放的思想.历史告诉我们,新的发现可能来自看起来最不可能的方向.”

牛顿的万有引力理论完全忽视了斥力的存在,他认为物质的质量产生了引力,这种引力不仅存在于物质与物质之间,而且普遍存在于宇宙各星体之间.万有引力是一个古老的话题,也是近代物理的一个理论基石.然而从最近的研究和观测结果来看宇宙天体是受到限制的,是由拮抗重力的神秘高能量所主宰的,并非象哈勃(Hubble)所提出的那样:大爆炸(Big Bang)及以后的膨胀进而产生宇宙.

附录:1999 年,美国宇航局“火星气候探测器”号发现它距离火星比科学家预测的近了 60 英里左右.这不是因为时空关系出现了问题,而是在“火星气候探测器”号开发中出现了文化冲突.美宇航局科学家在计算中采用的是公制单位(如米和厘米等),但提供导航软件的洛克希德-马丁公司的工程师在研究中采用的却是英尺、英寸等英制单位.结果,由于运行轨道总不稳定,耗资 8000 万英镑建造的“火星气候探测器”号最终撞向火星表面报销.

作者 (Author):

李学生 (Li Xuesheng), 男, 山东大学副教授, 理论物理教师, 中国管理科学院学术委员会特约研究员、北京相对论研究联谊会会员, 中国民主同盟盟员, 中国科学院高能物理所研究员. 2002 年撰写的论文《数学归纳法的推广》在《济南教育学院学报》上发表, 2004 年 8 月撰写的理论物理学论文

《引力质量与电磁质量之间的关系新探》在北京相对论研究联谊会第三届年会上发表,得到了与会专家的初步认可;2005年12月至今我撰写的论文《现代理论物理学的九个问题》、《真空不空》、《以太的发展史》在《香港新科技杂志》上发表。2007年在《格物》上发表论文《暗物质、暗能量和宇宙常数问题》;2007年12月在《新科技》(香港)杂志上发表论文《以太的发展史》;2002年在《山东师范大学学报(自然科学版)》教学科研上发表《在物理教学中注意培养科学美的观念》;多篇有关文章在学术争鸣杂志(Academia Arena, <http://www.sciencepub.net/academia>)上发表。
xiandaiwulixue@21cn.com, 1922538071@qq.com.

主要深入理解阅读的部分文献:

1. [日] 浅野四郎 浅野诚一 著 师华译.《狭义相对论的新图示法——space-time圆图法——》高等教育出版社 1992年版.
2. 《介质浮力存在的普遍性》段灿光著 本文集.
3. 《没有太阳辐射,大气将静止吗?》段灿光著 本文集.
4. 《以太浮力论》段灿光著 本文集.
5. 《再论以太浮力——关于万有引力变化的讨论》段灿光著 本文集.
6. Baidu. <http://www.baidu.com>. 2016.
7. Google. <http://www.google.com>. 2016.
8. H.C.瓦尼安, R.鲁菲尼, 引力与时空, 科学出版社, 北京, 2006, pp150-153.
9. Ma H, Cherng S. Nature of Life. Life Science Journal 2005;2(1):7 - 15.
10. Ma H. The Nature of Time and Space. Nature and science 2003;1(1):1-11. Nature and science 2007;5(1):81-96.
11. National Center for Biotechnology Information, U.S. National Library of Medicine. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed>. 2015.
12. Wikipedia. The free encyclopedia.

<http://en.wikipedia.org>. 2015.

13. 狄拉克.《现代物理学参考资料》第3集[C]. 科学出版社,1978. 38.
14. 王存臻、严春友 著.《宇宙全息统一论》山东人民出版社 1995年版.
15. 《彗星漫谈》徐登里编著 32K、P107 1975年7月科学出版社.
16. 《数学在天文学中的运用》刘步林编著 32K、P316 1979年9月科学出版社.
17. 《中国大百科全书·天文学》主编:张钰哲 1980年12月中国大百科全书出版社.
18. 《哈雷彗星今昔》张钰哲著 32K、P97 1982年3月知识出版社.
19. 《天体力学浅谈》[苏]尤·阿·里五波夫著,李五行、陈晓中译 32K、P201 1984年11月科学普及出版社.
20. 《地学基本数据手册》主编:张家诚,副主编:李文范 16K、P1377 1986年3月海洋出版社.
21. 《彗星十讲》胡中为、徐登里编著 32K、P158 1986年4月科学出版社.
22. 《中国百科年鉴·1986》1986年10月中国大百科全书出版社.
23. 《简明天文学词典》叶叔华主编 32K、P880 1986年12月上海辞书出版社.
24. 《中国百科年鉴·1987》1987年12月中国大百科全书出版社.
25. 《哈雷彗星及彗星-地球关系》天地生综合研究论文集 胡中为、阎林山 16K、P471. 1989年11月中国科学技术出版社.
26. 1995年6月21日《中国青年报》.
27. 1997年12月19日《中国科学报》.
28. Einstein 著,方在庆、韩文博、何维国译.《Einstein 晚年文集》海南出版社 2000年3月第1版.

7/2/2016