



## 正反物质不对等的数学证明 ----论自旋与非自旋产生正反粒子的不对称性

叶眺新

**摘要:** 如果把正反物质的粒子,按超弦理论看作是由从“弦线”起源的,那么这中间只有“2”维的平面,联系正反物质起源的变化是不对等的。而在“1”维的直线上,两端可以无限变长,也可以无限变短,即类似数学中“0”的算术及代数运算,  $0 = \pm 1$ ,  $0 = \pm 2$ ,  $0 = \pm 3 \dots 0 = \pm n$ ;  $0 = \pm 1i$ ,  $0 = \pm 2i$ ,  $0 = \pm 3i \dots 0 = \pm ni$ ; 仍是可以联系正反物质起源的变化是对等的。同理,从“3”维到无穷多“n”维的时空,也仍是可以联系正反物质起源的变化是对等的。

[叶眺新. 正反物质不对等的数学证明 ---- 论自旋与非自旋产生正反粒子的不对称性. *Academia Arena* 2023;15(10):1-14. ISSN1553-992X(print); ISSN2158-771X(online) <http://www.sciencepub.net/academia>. 01.doi:[10.7537/marsaaj151023.01](https://doi.org/10.7537/marsaaj151023.01).

**关键词:** 磁力线、磁重联、弦虚数、粒子自旋、二维平面

### 【0、引言】

2023年9月28日上海“观察者”网记者陈思佳,发表的《“反物质苹果也会坠落吗?”欧核中心首次观测到反氢原子自由下落》一文中报道:欧洲核子研究组织(CERN)首次在实验室中观测到反氢原子在重力作用下自由下落。这一结果表明,在当前实验的精度范围内,反物质与普通物质受到的引力相同。根据爱因斯坦的广义相对论,所有物质不论内部结构有何差异,都会受到相同的引力作用。

因此,由反质子和正电子组成的反原子应该和普通原子一样,在引力作用下以相同方式下落。但这次实验尽管广义相对论再次得到验证,却依然没有解决有关反物质的诸多谜团。现代宇宙大爆炸理论认为,大爆炸初期产生了等量的物质和反物质。它们本应该相互湮灭,但如今的宇宙中却充满了物质,反物质则极为罕见。

对于“正反物质不对等疑难”,用二维平面作数学证明,我们在写《磁场不跟随圆柱磁铁绕轴共转数学证明----磁场磁力线联系任意量子比特核聚变应用》论文时,就想到过。但怕文章写得太长,没有进行下去。这里是我们的最新研究,请指正。

### 【1、正反物质不对等疑难】

正反物质不对等的数学证明,首先要认识数量的有限和无限。有限才能比较大小,无限的大小比较与此无联系。以时空的维数为例,在“0”维空间,“0”量子起伏,类似数学中“0”的算术及代数运算,零点能是无限多正负量子对的随机的涨落:

$0 = \pm 1$ ,  $0 = \pm 2$ ,  $0 = \pm 3 \dots 0 = \pm n$ ;  $0 = \pm 1i$ ,  $0 = \pm 2i$ ,  $0 = \pm 3i \dots 0 = \pm ni$ ; 近似于“ $1 \rightarrow 1$ ”、“ $0 \rightarrow 1$ ”、“ $1 \rightarrow 0$ ”。

而  $1 = 1$ ;  $1 = 1 \dots 1$ ;  $1 + (-1) = 0$ ;  $0 + 0 = 0$ ;  $0 + 0 + \dots + 0 = 0$ , 以及零点能是无限多正负自然数、实数、虚数、复数对的加法计算原理,对应无限多的正负量子对的随机的涨落,都证明正反物质是对等的。

由此涉及到量子起伏、真空起伏等类似卡西米尔效应收缩效应的检测和霍金黑洞辐射、暗能量包含类似虚数能量效应等现象的观察。这是它真实的证明。这里如果把正反物质的粒子,按超弦理论看作是由从“弦线段”起源的,即看作弦理论的振动、能量守恒起源等的纯数学“数论”,那么弦理论即有无穷多的对称;即有无穷多的无穷大对称,也有无穷多的无穷小对称;还有无穷多的无穷大与无穷小对称,而包括从“0”维到无穷多“n”维的所有时空。

但这中间只有“2”维的平面,联系正反物质起源的变化是不对等的。例如在“1”维的直线上,直线的两端可以无限变长,也可以无限变短,即类似数学中“0”的算术及代数运算,  $0 = \pm 1$ ,  $0 = \pm 2$ ,  $0 = \pm 3 \dots 0 = \pm n$ ;  $0 = \pm 1i$ ,  $0 = \pm 2i$ ,  $0 = \pm 3i \dots 0 = \pm ni$ ; 仍是可以联系正反物质起源的变化是对等的。同理,从“3”维到无穷多“n”维的所有时空,也仍是可以联系正反物质起源的变化是对等的。

正反物质不对称疑难最来自1927年狄拉克,在研究狄拉克方程时意外的发现正解中竟然出现了负能量结果,从而提出了反物质的概念。那么“正反物质不对称疑难”是什么?它说的是从物理学的角

度来看,宇宙中的正反粒子应该是相对等量的,但是人类并没有在地球周围发现反物质组成的天体,这代表宇宙中可能并不存在大量反粒子组成的反物质,更别提是反物质组成的星球了。

反物质是正常物质的相反状态,不过反物质并不是暗物质,它们是正常存在的,也会和光线发生反应,不过当正反物质相遇时双方就会相互抵消掉,然后全部的质量转化为能量释放出来。

宇宙是怎么从早期正反物质对称,过渡到如今全都是正物质的状态是困扰理论物理学家一个很大的难题:无法解释为什么反物质这么少;目前人类对反物质的研究还不够深入,毫无疑问,反物质和暗物质一样,都会在未来给我们造成巨大的影响。

因为之后的科学家发现,如果将正物质和反物质放到一起,那么它们就会发生湮灭反应,产生极为巨大的能量,并且散发出耀眼的光芒。其实不论是通过“狄拉克方程”推导,还是以人类正常思维思考,反物质的地位和正物质的地位都应该是相同的,并不存在谁比谁高级,或者谁比谁优先的说法。即正物质和反物质不论是数量还是其中蕴含的能量,都应该是相等和平衡的。也就意味着,若宇宙最初产生的正反物质相等,即便过了 130 多亿年,两者的应该还是相等的。

然而现实却并不是这样。根据科学家的研究和计算,宇宙中正物质的数量和反物质的数量悬殊极大,甚至只见正物质不见反物质。会不会是反物质全部聚集在宇宙某处,从而导致人类没有发现呢?这种可能性在发现问题之初就被排除了,因为正反物质在一起会湮灭,放出巨大能量和耀眼光芒,但是宇宙中并没有发现这样的区域。

迄今为止,正反物质不对称之谜还在困扰绕着整个科学界,虽然不少科学家提出各种猜想,但这些猜想统统有难以自洽的地方。例如,有人提出 ( $K_0-K_0'$ ) 和 ( $n-n'$ ) 振荡机制的新理论,作对正反物质的不对称性和暗物质之谜的解释,说  $K_0$  介子和中子是普通和镜像这两个世界的最重要的相互交流的使徒,在这种新理论的导游下,能揭示其更多的奥秘。其实这也只能算作,是一种局部不对称的解释罢了。

## 【2、二维平面的厚度到底是多少】

### 1、预备性知识之一

从纯数学理论说,二维平面是没有厚度的,即为 0;只有长度和宽度,可以是无限大的。即在纯数学理论上,只有在二维平面中的物体,在正负对称成立上,它们是可能破缺的,包括曲面。虽然曲面的表面在空间伸展中,可以有三维,但厚度仍为 0。

例如,之前的“0”维,在实数和虚数空间,正负对称的实数和虚数对也是一样多。之前的“1”维,在长度的一个方向上,是可以有长有短的,但由此在“1”维的长度各自的情形上,映射物质的正负实数和虚

数对,各自也都是一样对等的。而在“2”维以上的 3 维、4 维……,也同之前的 0 维、1 维一样,映射物质的正负实数和虚数对,各自也都是一样对等的。

所以即使在 2 维以外的所有维度中,物质反应产生的正反物质都相等,而对等可湮灭。但在 2 维中物质反应产生的正反物质,都有可能是不相等的,而且虚数物质多余实数物质:即使 2 维中物质反应产生的正反物质,对等湮灭了,也还有多出的反物质。

这就奇怪了,破坏二维平面中的物体正反对称是什么?是“超弦理论”说的弦线振动吗?不是。因为随弦线振动的表面,物体即使可以在空间伸展中表现出三个的维度,它的厚度仍然是不变的。即在厚度方向,仍类似 0 维、1 维一样,映射的正负实数和虚数对,各自也都是一样对等的;对等湮灭也存在。那么破坏二维平面中的物体正负对称不是“振动”,又是什么?

是“量子”物质的“自旋”,这不是宏观物质说的那个自旋。为啥微观和宏观的物质的“自旋”不能统一?因为 20 世纪以来的自然科学和之前不同,出现有“数学政治”的区别。

例如我们常说:青藏高原是“世界屋脊”、“亚洲水塔”、“地球第三极”,是我国乃至亚洲、全球重要的生态安全变化的关键区、敏感区。其实,毛主席早在 1935 年 10 月长征快结束的路上,就把此论发展为类似的“珠峰映射原理”——如毛主席在他写的诗词《昆仑》中说:“莽昆仑,阅尽人间春色……把汝裁为三截:一截遗欧,一截赠美,一截还东国。太平世界,环球同此凉热”——“把汝裁为三截,太平世界,环球同此凉热”,就可定义为“珠峰映射原理”;而“一截还东国”,就是要把科技用中文写在祖国大地上。

与珠峰映射原理形成第三极未来相反,是目前压在中国人头上有“三座大山”: nature (《自然》杂志)、science (《科学》杂志)、arXiv (预印本网站): 在国内外被宣传为,要想在行业里形成学术地位,一定要到这些国际期刊上去发表文章,才算是功成名就。

当然这类功成名就不是根本的,早在 1900 年德国科学家普朗克首先提出“量子论”,1905 年爱因斯坦又完善“量子论”,加上“相对论”,再到 1953 年西方提出基因“双螺旋”……科学理论开辟出生产力大发展。相比 20 世纪前“巴黎公社革命”推进到 1917 年俄国的“十月革命”,武装革命改变世界带来穷人翻身的新时代,“革命”与“科学”,本来类似“双螺旋”的 DNA 和 RNA 两条生命链,可以连接。

但“以苏解马”和多极霸权之争,只信现代工业化中机械化、电气化、人工智能化;农药、化肥、种子会高产化;不信磁力线、化学键中间类似量子纠缠、弦线、任意子、轴子,也类似数论中虚数的“正虚数”和“负虚数”存在。物质在微观和“点内空间”存在类似

数论中虚数的“正虚数”和“负虚数”，你能讲吗？

即使有毛主席讲物质无限可分，实际也指向有可分的间隙---这中间就包含有暗物质和暗信息类似的“正虚数”和“负虚数”。这是毛主席集中古今中外争议的哲学大智慧，作科学第三极建模探索---这衔接战国先贤的“分柝定律”，分“端”到“顶”，会不会也像真空量子起伏，是“点内空间”零点能的内外的翻转？但涉政不能讲。即使西方信奉唯心，能讲虚数物质存在，但那里的科学家知道要作类似“柯猜”的第三极基础理论建模吗？

“第三极”基础科学初建，是 1904 年庞加莱提出被列为七大“数学世纪难题”之一的庞加莱猜想，与空心圆球内外表面所包围的时空映射点内和点外共形循环翻转的外猜想，对映“科学是生产力”是一种不“撕破”翻转；对映“革命抓生产力”，是一种要“炸开”翻转。

《环球科学》杂志 2012 年第 7 期发表陈超教授整理的《量子引力研究简史》一文中说：“1904 年，法国科学家庞加莱提出庞加莱猜想，奠定了当代前沿科学的数学基础。即正猜想的收缩或扩散，涉及点、线、平面和球面；逆猜想的收缩或扩散，涉及圈线、管子和环面；外猜想的空心圆球内外表面及翻转，涉及正、反膜面，和点内、外时空。这标志着传统科学的结束，革命科学的开始”。陈超教授还说：“2006 年，借助于俄罗斯数学家佩雷尔曼证明的庞加莱猜想外定理的---空心圆球内外表面翻转熵流，人们把时间和热力学、量子论、相对论、超弦论等联系起来，点燃了第三次超弦革命”。

这中间说的“庞加莱猜想外定理”，就是解放后四川省内提到的“柯召-赵华明-魏时珍-张圣英猜想”：“不撕破和不跳跃粘贴，能把空心圆球内表面翻转成外表面”。毛主席 1955 年讲过：“政治是统帅，是灵魂”；“没有正确的政治观点，就等于没有灵魂”。非常精辟。

“川大学派”领会这里的“灵魂”，自然不是迷信，而能等价延伸及苏联数学家定义的灵魂猜想、灵魂定理；而作为封闭空间内外翻转，也有“灵魂出窍”说法---早在 20 世纪 40 年代苏联数学家亚历山德罗夫定义“灵魂”为：“针对某类特定的数学对象，可从这类数学对象的一些小区域，将性质推广到整体。这些小区域，称之为数学对象的灵魂”；以后苏俄又发展为灵魂定理证明。

但“政治是灵魂”话中的“灵魂”，你能大讲特讲？因为它还涉及“唯物”和“唯心”的区别，20 世纪人类命运共同体分化为“姓资”和“姓社”、“左”和“右”两个斗争阵营。属于第三极基础理论建模不同，如上海“观察者”网 2023 年 10 月 8 日发表清华大学周波教授的《周波：金砖组织和 G20 会陷入“争斗”吗？》一文后，有跟帖说：“尽管中国和俄罗斯共同呼吁多

极化，但两国的世界观并不一定相同。俄罗斯怀念过去的辉煌，认为自己是国际秩序的受害者，并对当前国际秩序深恶痛绝。中国则是全球化的最大受益者，比任何国家都更拥护全球化”。“中国既是受益者，也是受害者，只有建立没有霸权的全球化，才是中国最希望看到的全球化”。

第三极基础理论建模，与单级多极化或全球化基础理论建模不同，在 20 世纪以来的自然科学上也一样，杨振宁和李政道之争、丘成桐和田刚之争、潘建伟与郭光灿之争.....即使他们都是华人中著名的科学家、中科院院士，他们都爱中国，但在纯基础理论类似包含的数学政治上，却发生了分歧---第三极基础理论建模，与单级的多极化或全球化建模不同，在 20 世纪以来的自然科学上也一样。他们知道吗？

如 2023 年 1 月 23 日科学网个人博客专栏，湖南大学刘全慧教授发表的《声子实在性和物理学》一文中，涉及介绍在微观和宏观的物质的“自旋”不能统一，科学家之间争论仍然很大。

如刘全慧教授说：“有两种完全不同的世界观。一派，粒子必须只有在还原论意义上，才有定义。另一派，即层展论者认为，世界皆层展，当然也包含基本粒子”。香港城市大学张哲东教授说：“接近普朗克能标时的粒子性质，现在仍然不清楚，是未解之谜，因为没实验”。

又如华盛顿大学钱纮教授说：“什么是‘粒子’？原子，是作为这个世界的‘古典基本粒子’，是我们对这个世界的认知的基础，我把这个称之为‘化学的世界观’”。

其实中国人撬开压在头上“三座大山”，早有建树的是从目前国内外专家争论到“自旋”对统一“基本粒子”的解释，三旋为进入基本粒子自旋曲线法丛结构的拆分，已对自旋作过语境分析，是用对称概念，对自旋、自转、转动作的语义学定义：

(1) 自旋：在转轴或转点两边存在同时对称的动点，且轨迹是重叠的圆圈并能同时组织起旋转面的旋转。如地球的自转和地球的磁场北极出南极进的磁力线转动。

(2) 自转：在转轴或转点的两边可以有或没有同时对称的动点，但其轨迹都不是能同时重叠的圆圈组织起旋转面的旋转。如转轴偏离沿垂线的地陀螺或迴转仪，一端或中点不动，另一端或两端作圆圈运动的进动，以及吊着的物体一端不动，另一端连同整体作圆锥面转动。

(3) 转动：可以有或没有转轴或转点，没有同时存在对称的动点和组织起的旋转面，但动点的轨迹是封闭曲线的旋转。如地球公转。

宏观世界的物体，例如，陀螺或汽车，不具有自旋的性质。虽然这些物体也可以环绕本征轴旋转，但是这种旋转不是它们的必不可少的性质；特别是，我

们能够加强它们的旋转运动，也能停止它们的旋转运动，而基本粒子的自旋，既不能加强，也不可以减弱---粒子自旋不能理解为它环绕某一本征轴的旋转运动，只能说自旋粒子的表现与陀螺相似。那么如果提出基本粒子的结构不是通常认为的是球量子而是环量子的图像拟设，就此如果仍然站在球量子的观点，把它设想成陀螺状，它就只有一类旋转的两种运动。我们设为 A、a。大写 A 代表左旋，小写 a 代表右旋。但站在环量子的观点，类似圈态的客体我们定义为类圈体，我们把它设想成轮胎状“自旋液体”，那么类圈体应存在三类自旋，现给予定义：

(1) 面旋：指类圈体绕垂直于圈面中心的轴线作旋转。如车轮绕轴的旋转。

(2) 体旋：指类圈体绕圈面内的轴线作旋转。如拨浪鼓绕手柄的旋转。

(3) 线旋：指类圈体绕圈体内中心圈线作旋转。如地球磁场北极出南极进的磁力线转动。线旋一般不常见，如固体的表面肉眼不能看见分子、原子、电子等微粒粒子的运动。其次，线旋还要分平凡线旋和不平凡线旋。不平凡线旋是指绕线旋轴圈至少存在一个环绕数的涡线旋转，如莫比乌斯带或莫比乌斯带形状。同时不平凡线旋还要分左斜、右斜。因此不平凡线旋和平凡线旋又统称不分明自旋。

反之，面旋和体旋称为分明自旋。如果作为一种圈态编码练习，设面旋、体旋、平凡线旋、不平凡线旋它们为 A、a，B、b 和 G、g、E、e、H、h。其中大写代表左旋，小写代表右旋。现在我们来考一个圈态自旋密码具有多少不同结合状态？

单动态---一个圈子只作一种自旋的动作，是 10 种。

双动态---一个圈子同时作两种自旋动作，但要排除两种动作左旋和右旋是同一类型的情况，是 28 种。

三动态（多动态）---一个圈子同时作三种自旋动作，但要排除其中两种动作是同一类型的情况，是 24 种。一个圈子同时作四种自旋动作，其中必有两种动作左旋和右旋是属于同一类型，这是被作为“禁止”的情况。所以我们也把三种动态叫做多动态。环量子的自旋是共计 62 种，比球量子的自旋的 8 种多 54 种。

在上世纪 60 年代到 90 年代，我们研究环量子三旋规范夸克立方周期全表时就发现，物质与暗物质的量子编码，可定义物质为宇宙量子避错码；暗物质为宇宙量子冗余码。自旋作为量子色动力学，被看成编码，是一种量子符号动力学的“任意子”。而彭罗斯推证牛顿和爱因斯坦引力公式统一说：“在物理学中，如何针对具体问题构造引力张量效应泛函，在物理、力学问题有不同的数学信息学编辑技术”。更为奇特的是，量子比特指一个量子比特与经典计

算机中一个比特有两个基本态一样，也具有两个基本态，但它可以同时处于这两个状态。可能态数为  $2^n$ ，n 为量子比特的数量。

三个量子比特就有  $2^3=8$  个可能态。“三缝实验”涉及“量子众特”高维量子计算机的优势，是能摆脱二进制代码---比如一场足球赛，通常只想到两个结果：“赢”或者“输”，这可以用两个量子态来表示，因此在量子世界中使用一个量子比特就够了。但是如果再加两个结果，比如“弃权”和“平局”，那么一个量子比特就不足以描述所有的结果，而需要两个量子比特。但在四态系统中，一个量子就够了---在量子计算机中被称为“量子囚特”。对于相同的数据量，高维量子比特又称为“量子多特”、“量子众特”、“量子囚特”、和“高维量子比特”等最新概念，这正是自旋曲线法从结构拆分提供的思路。

但回到钱纮教授说的：“什么是‘粒子’？原子，称之为‘化学的世界观’”，是张哲东教授说的：“接近普朗克能标是未解之谜，因为没实验”，化学的世界观是有实验可寻的。例如，科学家通过实验证明，电子形状是完美对称圆形的带负电荷的球形云状。

## 2、电子的圆形实验证明说与二维厚度的关系

证明正、反物质组成的不对称，是说物质，而与二维平面有关系，那么物质放在二维平面中，当然二维平面就应该有厚度，而不是维度趋于“0”。但对这个最初物质的大小，是限制的。

2023 年的诺贝尔化学奖，是授予发现的“量子点”及纳米微晶体技术的贡献。这里的“量子点”应该说也属于最小的物质类似。但实际科学家们说的“量子点”，通常是由数千个原子组成的纳米微晶体，即比化学的世界观的“原子”大得多。

那么反之，我们用“原子”形状的大小，来限制二维平面的厚度也是可以。其次，我们还可以用比“原子”形状更小的“基本粒子”来限制二维平面的厚度。但众所周知，“基本粒子”中目前能明确的 6 中夸克的质量大小的测定，都非常困难，花了很多年才大约搞定，那么比夸克更容易听到、数量也最多的基本粒子“电子”，来作为二维平面的厚度的参考大小，总是可以的吧。

难能可贵的是，2023 年《世界科学》杂志 6 月号发表的《电子太圆了，排除了潜在的新粒子》一文介绍，测定基本粒子的电子的形状又已经搞定，而且这种办法是联系磁场，而磁力线可以看成是一种与实数物质相对称的虚数物质，对此也能联系“弦线”阶段的物质，是如何生成“基本粒子”的正反物质。但这里我们首先还是来看，“电子太圆”是如何搞定？因为把一个电子想象成一朵带负电荷的球形云，如果这个球稍微有些隆起或凹陷，也就是不那么圆，或许对二维平面证明正反物质组成的不对称，帮助就不大。

在过去的几十年里，一小群物理学家一直在执着地寻找电子形状的任何不对称性。现在的实验仪器非常灵敏，而且最新的测量结果出来了：“电子比这还要圆”。这就奇怪了，我国从 1957 年起，北京人民出版社编辑出版的第一版高中《物理学》第三册，就讲法国物理学家安培（1775-1836）的“安培的磁性起源假说”。安培认为，在在原子、分子或分子团等物质微粒内部，存在着一种环形电流。这种环形电流使每一个物质微粒都是一个微小的磁体。

即安培电流的“环形电流”的“环形”，是分子电流，也是每一个“电子”的形状。那么怎来的“电子形状是完美对称圆形”呢？这就是“自旋”，即前面“三旋理论”中说的“体旋”。而其中的“面旋”，就是指的安培电流的“环形电流”的运动；其中的“线旋”，就是“环形电流”对外显示的磁性---类似地球磁场北极出南极进的磁力线转动。但通常情况下，磁体分子的电流取向是杂乱无章的，产生的磁场会互相抵消，对外不显磁性；但当有外界磁场作用后，分子电流取向才会大致相同，内部分子间相邻的电流作用会相互抵消，而表面未抵消的部分就显示出磁性来。但这里还是先说电子球形的测量。

《电子太圆了，排除了潜在的新粒子》一文开篇就说：“标准模型预言，电子的电偶极矩非常小，大概是目前实验技术探测极限的百万分之一。因此，如果研究人员现在通过实验手段探测到电子的电荷分布更接近长方形，那无疑就打开了一扇通往新物理学的大门，并能指出标准模型缺失的内容”。即科学家开始，并不赞成电子是球形的。

但为了寻找电子的电偶极矩，科学家研究粒子自旋的变化---自旋是粒子的一种内禀属性，可以借自旋定义粒子的方向。磁场可以轻易扭转电子的自旋方向，因此他们可以把电子的磁矩看作某种手柄，而实验人员的目标则是用电场来扭转电子自旋方向，也就是把电偶极矩用作电手柄。如果电子是完美的球形，就没有手柄可以让他们扭转电子的自旋方向。但如果电子的电偶极矩相当大，电场就可以利用这点改变电子自旋方向。2011 年英国伦敦帝国理工学院的研究人员通过实验证明，将电子锚定在重分子上，就可以放大这种电手柄效应。

自那之后，世界上有两支研究电子电荷分布的主要团队，测量结果每隔几年就会得到精确度大大提升，他们你追我赶交替领先。如目前美国的西北大学正在开展一项名为“先进冷分子电子电偶极矩”（ACME）的实验，他们的竞争对手则是美国的科罗拉多大学实验天体物理研究所的一支团队。在过去的十年里，这两支相互竞争的实验团队测量精度提高了 200 倍，但仍然没有探测到电子的电偶极矩。

这有点像赛跑---2018 年 ACME 团队率先创造实验测量精度纪录，他们的研究方法优先考虑的是

测量次数---在实验室中发射一束中性分子，每秒探测数千万个中性分子，但每次只持续几毫秒。而科罗拉多团队测量的分子数量较少，但时间更长：他们一次捕获几百个分子，然后测量它们，时间长达 3 秒---科罗拉多大学开发的是离子捕获技术；这个突破是计划制造一束充满离子的光束来增加他们测量的粒子数目；而 ACME 团队则希望通过延长光束以增加他们的测量时间。

双方目标位置汇合最新的测量结果显示，电子的电荷分布的确接近完美的圆球形。其实早在 1967 年苏联物理学家安德烈·萨哈罗夫，为这个特殊的难题曾提出一个可能的解决方案。他推测，在自然界中一定存在着某种不一样的微观过程，它的逆向过程无法完全抵消正过程：这样，物质就可以生长到支配反物质的地位。后来物理学家就在 K 介子的衰变过程中发现了这类现象，但仅凭这一点还不足以解释不对称性。因此电子的圆度，就成为一个潜在的新物理学印迹。

因为量子力学表明，在电子这朵带负电荷的云中，其他粒子不断涌现又消失。不在标准模型中的某些“虚”粒子的存在---这类粒子有助于解释正物质（相对于反物质）为什么会占据主导地位---会使电子云看起来更像鸡蛋（没有那么圆），一端带更多的正电荷，另一端带更多的负电荷，就像条形磁铁的两端一样。这种电荷分离的现象叫做电偶极矩（EDM）。电子的形状会告诉我们有关自然基本定律的全新知识。一座巨大的物理学宝库正等待我们去发现。

### 【3、自旋重要并不等于自旋是绝对性】

由此电子的形状分布，接近完美的圆球形等待我们去发现了什么呢？发现“量子点”的自旋与非自旋，对产生正反粒子的不对称性非常奇特---在二维平面中“量子点”的粒子物质，如果像安培电流说像微小“环形”救生圈，那么自旋的量子色动力学“三旋”表现中，其中的“面旋”运动，就仍然类似像微小“环形”救生圈。

即二维平面的厚度，就只是像“环形”救生圈的圈环线环杆切面圆的直径那么大。只有自旋的量子色动力学“三旋”表现，其中的“体旋”运动，二维平面的厚度，才是像“环形”救生圈的整个环圈外围圆的直径那么大。这个增加的厚度方向的维数尺寸，意义重大，是因为自旋的量子色动力学“三旋”表现，其中的“线旋”运动，类似虚数物质的磁力线旋转运动，类似磁能释放的有效机制---磁重联，其中正是从超弦理论的“弦段”生成粒子物质的产生，需要活动空间。这是后话。那么近 60 年来自旋的量子色动力学“三旋理论”，在国内为啥出了那么多中文科技书，发表了那么多中文科技论文书，仍然反响不大呢？“三旋理论”的基本粒子等的数字编码和计算，太复杂了，不如 1925 年乌仑贝克等的量子理论自旋理解来得明

快。

但这种像电子只有上下两个方向倾倒的“体旋”运动，并不是连续的循环旋转运动。如安培电流的像微小“环形”救生圈的电子，一旦倾倒停止，那么它仍然像微小“环形”救生圈的电子，而不是像接近完美的圆球形。所以与安培同时期的德国物理学家塞贝克，就曾反对安培分子电流假说，他认为，磁是更为本质的东西，电流则是磁作用的结果。今天在国内学者在传统量子自旋理论上的发展，疑难更多。

如中国科技大学理学院何维教授，在 2008 年第 2 期《大学科普》杂志发表的《浅析旋转体假说》，以及广州毅昌科技研究院司今教授，在 2020 年“个人图书馆”网发表的《物质自旋与力的形成——关于万有引力与磁荷力本质与统一问题的探讨》等论文，讨论从现代物理学角度，看安培电流假说致命弱点，证明塞贝克的“反对”有一定科学道理，但他们发展出的物质自旋假说，都是站在传统的 1925 年乌仑贝克与古兹米特联合发表关于电子自旋假设的论文基础上出发的。

乌仑贝克与古兹米特 1925 年的论文认为，电子自旋会产生自旋磁矩、自旋磁场，这被物理学认为是物质磁性的第二个起源。但量子力学的自旋磁矩假说的致命弱点，因对于点粒子而言，是没有内部组成结构的最基本粒子，如电子、光子等。所以近 60 年来自旋的量子色动力学、量子色动化学“三旋理论”之外的国内外发展，只是朝向研究物质自旋问题上所谓的缺失——如牛顿力学和经典电磁学遗留下的问题，将安培电流观与量子力学自旋磁矩理论相结合去探讨。

如《浅析旋转体假说》认为：在电磁感应效应中，通导体产生的磁场强度与电流强度成正比，即与导体内“定向移动”的自由电子数目成正比；而每个电子的自旋角动量又是恒定的，所以磁场强度实际上是所有电子的自旋角动量之和成正比。同理，宏观物体产生的磁场强度，也应与旋转质量场的角动量成正比，即与物体的质量和自旋角速度成正比，与质量场的旋转半径（观测点到物质心的距离）成反比。于是有了用公式表示的量子自旋假设与公式。

这是假设考虑到自旋具有角动量特征，自旋的三个分量满足与轨道角动量相同的对易关系的三个分量，是三个分量算符。而这三个分量算符的本征值，都是分量平方算符的本征。而分量平方算符的本征值，因正负实数开平方，会出现正负实数和正负虚数，或者两者结合的复数。于是联系现代物理学，认为这已经证明：大到银河系、太阳、地球，小到原子、电子、光子，都有自旋和自旋磁矩存在，而且它们都可以被视作一个自旋磁陀螺，通过自旋磁场的相互作用，可以形成各种其他形式的曲线运动。在经典和现代物理学发展史中，因物体自旋及其物理效应问

题，有被遗漏或忽视；但如果将地球、电子、光子等可看作是实实在在的“自旋磁粒子”，那么它们的磁场，都是其自旋运动效应的体现，而且这些“粒子”运动所表现的曲线性和波动性，都是它们在宇宙或物质磁场空间做“磁陀螺运动”所表现出的“假象”。

于是他们把打击的矛头指向爱因斯坦引力的广义相对论方程。他们说现代物理学已证明，微观粒子都有自旋，同时也都有自旋磁矩存在；宏观天体也都有自旋，同时也应有磁场存在。1936 年美国科学家尼古拉·特斯拉完成的《引力的动态理论》，特斯拉认旋转是万物的共性，旋转从小到大是无止尽的，每一个引力的诞生都会归附到旋转之上，成为重力场；物质运动只有旋转概念，没有速度，速度的参数必须被销毁，不存在速度；对于个体系统的“引力段”才有速度概念，且它们有大段和小段之分，但最小引力段的速度也必定略快于光速，直到衔入重力场成为新旋转，引力段才消失，速度也就随之消失。

总之，特斯拉的动态场描述的就是一种旋转场，而且场与场之间的力效应会使它们产生平动；也就是说，平动是建立在旋转（自旋）概念之上的一种特殊运动方式。但现代物理学又也认为，特斯拉的引力理论并没有真正给出的旋转“引力公式”，及给出旋转是力产生的根本原因。如果用旋转概念来重新定义出力概念，这种力概念，是建立在物质旋转或自旋场基础之上的，它也就不再是平动速度之上的力概念，而且能给出描述刚体或质点自旋的客观物理量的公式。

同理如果将物质自旋角度与时间结合，也可以得出自旋力的定义。将这种力概念运用到天体运行中也可以得出，物质自旋引力公式，如与牛顿万有引力相类似的自旋场力的数学描述公式。因为诺特认为，在物质运动中，一个守恒量的存在并非理所当然，而是宇宙规律对称性的体现。无论任何物理理论，只要符合某种对称性，那么这个理论中就一定有一个对应的守恒量，这个量不会随着系统的演化而变化。

如果物理定律在时间长河中的每一个时刻都相同，它就有着所谓的“时间平移不变性”，对应的守恒量就是能量；如果绕着茫茫宇宙任何一个方向旋转，物理定律仍然不变，那么它就有“旋转不变性”，则对应的守恒量就是旋转角动量。即无论什么宇宙，无论什么规律，只有有一个对称性，则就有一个守恒量；角动量，不过是旋转不变性所对应守恒量罢了。从诺特定理的物理内涵中可以看出，旋转、对称、守恒是一一对应的。但爱因斯坦在引入诺特定理，建立他的广义相对论方程时，倒是没有体现旋转性（包括自旋）。

由此而论，广义相对论方程的缺陷，不仅是引入了一个万有引力常量  $G$  的问题，而且还有缺失了一个宇宙运动共性的参量，即旋转（包括自旋）参量，

因此广义相对论“失灵”了。广义相对论是建构在黎曼几何之上的，但在黎曼几何中要求里奇曲率张量必须是对称，因此里奇曲率张量论也“失灵”了。广义相对论中常用来表示能量--动量张量的  $T$ ，在爱因斯坦--嘉当理论留给了仿射扭率，也无法适当地为自旋轨道耦合，建构出一个合理的物理模型。这对吗？

《环球科学》杂志 2018 年 10 号弗兰克·维尔切克教授发表的《陀螺里的天文、时空与量子理论》一文中说：在自然界尺度的另一端---微观物质世界中，我们也发现了陀螺运动。电子、光子和其他的基本粒子都具有内秉的“自旋”。旋转就和这些粒子的质量一样，是它们的基本特性之一。由于这些小东西们完全不受摩擦的干扰，它们可以说是完美的陀螺。利用激光、磁场和一些基于量子纠缠的新技巧，我们正学着如何掌握和改变这些基本粒子的自旋方向。随着我们操控光子和电子（还有原子核）自旋的技术水平日新月异，一场量子技术革命正在形成。但维尔切克、霍金和彭罗斯等著名科学家，并没有把矛头指向爱因斯坦引力的广义相对论方程。这其中不解该方程之谜是：

$$R_{uv} - (1/2)g_{uv}R = -8\pi GT_{uv} \quad (3-1)$$

式(3-1)就是爱因斯坦引力的广义相对论方程，该式左边第一项  $R_{uv}$  是里奇张量，针对的是圆周运动：在两个物体中当一个物体有被绕着的物体作圆周运动时，该物体整体体积有同时协变向内产生加速类似的向心力的收缩或缩并、缩约作用。那么针对牛顿万有引力的圆周运动的计算方法是什么呢？是韦尔张量和韦尔曲率。可见里奇张量和韦尔张量的新解释，才是今天世界科学新的制高点。

彭罗斯在《皇帝新脑》、《时空本性》和《通往实在之路》等书中，非常直观明白作的标准统一解释是：a) 韦尔(Weyl)张量，是囊括类似平移运动的相对加速度，在单向的对球面客体的拉长或压扁作用。这与直线或不封闭曲线运动的牛顿力学和韦尔曲率的潮汐形变等对应。即量子韦尔(Weyl)张量引力效应，是对应牛顿的万有引力定律方程的，虽然牛顿描述的是两个物体之间作圆周运动的引力计算，但这并非是非物质作自旋的引力计算，而是非自旋的直线间的作用计算。

只有 b) 量子里奇(Ricci)张量引力效应，才是描述的两个物体之间物质作自旋的引力计算。即是当球面客体有被绕着的物体作圆周运动时，整体体积有同时向内产生加速类似向心力的收缩或缩并、缩约作用；即里奇曲率有体积减少效应。这里也可以理解为：里奇张量使体积减少是一种协变效应，这种奇妙似乎也包含了韦尔张量。即在只对应一处时，也类似牛顿引力在地球的潮汐效应。

而能说明射影里奇张量整体效应的，是麦克斯

韦的电磁场方程：变化的电场产生变化的磁场；变化的磁场产生变化的电场。所以彭罗斯的解释是：“黎曼=韦尔+里奇”。韦尔张量的韦尔是测量类似自由下落的球面的潮汐畸变，即形状的初始变形，而非尺度的变化。

里奇张量的里奇是测量类似球面的初始体积改变，这与牛顿引力理论要求下落球面所围绕的质量，和这初始体积的减少成正比相合。即物体的质量密度，或等效的能量密度 ( $E = mc^2$ )，应该和里奇张量相等。1915 年 11 月 25 日爱因斯坦写的广义相对论引力的方程式是： $R_{uv} - (1/2)g_{uv}R = -8\pi GT_{uv}$ ，已经是里奇张量和韦尔张量的结合。这说明自旋与非自旋之间，自旋虽然重要，并不等于自旋是绝对性的。但要把方程(3-1)作为量子引力公式来计算运用，并不是一件容易的事情。很多讲广义相对论方程的书和论文，都不具体讲其中  $R_{uv}$  里奇张量如何计算运用。

方程(3-1)是爱因斯坦 1912 年，就已经正式推出的广义相对论数学方程的结果。但 2005 年上海译文出版社出版[美]D·阿克塞尔教授写的《上帝的方程式》书上说：早在 1880 年德国数学家福斯已推导而得满足曲率张量的重要的特殊条件，只是当时没有引起注意；后被意大利数学家比安基重新发现。这个缩并的比安基恒等式，实际是和体缩的里奇张量相关。然而爱因斯坦早在 1895 年自学完微积分后，就已经懂得；到 1905 年创立狭义相对论，已经能进行里奇张量计算。

原因是两条路线：一条是物理的尺缩效应，1873 年麦克斯韦从电磁场方程得出光速常数，1887 年迈克尔逊-莫雷实验揭示光速不变，1895 年洛伦兹用公式变换证明尺缩效应。另一条是纯数学，1857 年德国数学家黎曼创立黎曼张量，1880 年福斯接手研究，1877-1878 年意大利数学家里奇在德国作学术访问认识福斯；1880 年在大学当数学物理教授的里奇，知道福斯对曲率张量缩并推导后，就着手研究，在 1884-1894 年建立了里奇张量概念。两路的合拢，是 1894 年爱因斯坦的父母移居意大利，1895 年爱因斯坦第一次考大学失败，到意大利探望父母期间认识里奇，由此接触里奇张量。

1896 年爱因斯坦正式考入大学就读，围绕里奇张量的体缩数学开始广泛地自学，特别是关注黎曼和洛伦兹的数学成果。爱因斯坦对里奇张量应用的探讨，到 1905 年他一连发表五篇重要的论文。这之后，爱因斯坦希望用实验证明自己的想法更强烈，由此最早选定用里奇张量参与对水星近日点进动等的计算竞争，后才有方程(3-1)的完善。《上帝的方程式》一书认为爱因斯坦不懂里奇张量，理由是爱因斯坦 1912-1915 年间才向朋友、同学格罗斯曼和同事皮克教授等请教里奇张量，其实这都是爱因斯坦先

主动提起研究里奇张量的。

历史事实最后证明，正因为爱因斯坦追求的是里奇张量的严格证明和具体应用，皮克与格罗斯曼等很多人，又都先后跟爱因斯坦分道扬镳。因为很多人是华而不实，是在表皮上对里奇张量津津乐道。

纽约州立大学石溪分校终身教授、清华大学丘成桐数学科学中心访问教授、计算共形几何创始人顾险峰教授有一段精辟论述，他类似说：里奇张量与庞加莱猜想，本身异常抽象而枯燥，如单连通的闭 3-流形是三维球面，似乎没有任何实用价值。但是为了证明庞加莱猜想，人类发展了瑟斯顿几何化纲领，发明了哈密顿的里奇曲率流，深刻地理解了三维流形的拓扑和几何，将奇点的形成过程纳入了数学的视野。这些基础数学上的进展，必将引起物理数学信息学实用技术领域的“雪崩”。比如里奇曲率流技术实际上给出了一种强有力的方法，使得可以用曲率来构造黎曼度量。

里奇曲率流属于非线性几何偏微分方程，里奇流的方法实际上是典型的几何分析方法，即用偏微分方程的技术来证明几何问题。庞加莱猜想的证明是几何分析的又一巨大胜利。当年瑟斯顿提倡用相对传统的拓扑和几何方法，如泰西米勒理论和双曲几何理论来证明，也有数学家主张用相对组合的方法来证明，最终还是几何分析的方法拔得头筹。哈密顿的里奇流是定义在光滑流形上的，在计算机的表示中，所有的流形都被离散化。因此，需要建立一套离散里奇流理论来发展相应的计算方法。顾险峰教授等建立的离散曲面的里奇曲率流理论，证明离散解的存在性和唯一性。因为几乎所有曲面微分几何的重要问题，都无法绕过单值化定理。离散曲率流的计算方法，显示离散里奇流算出的封闭曲面和带边界曲面的单值化。你懂吗？

#### 【4、物质在二维平面的存在的显著例子】

自旋与非自旋产生正反粒子的不对称性的数学证明，需要物质存在显著的二维平面结构组成的情况，那么单个原子或多个原子组成分子的量子点层，真有对应的物质例子吗？有。而且像富勒烯、石墨烯等物质仍在研究的热潮中，而且仍有相当基础的核心问题尚待解决。

如最新型的转角二碲化钼 ( $\text{MoTe}_2$ ) 莫尔超晶格器件，通过开展电学输运实验，直接观测到分数量子反常霍尔效应存在的确凿证据。

该研究开启了零磁场条件下研究分数电荷激发、任意子统计等新奇物性的大门，为拓扑量子计算等研究提供了新的可能，也为后续一系列围绕分数量子反常霍尔效应的研究铺平了道路。有人介绍，凝聚态物理领域的量子霍尔效应相关研究曾三次获得诺贝尔奖的例子：

1879 年美国科学家霍尔，在研究金属的导电机

制时发现，给一块导体施加电流和一个垂直于电流方向的磁场，导体中电子的运动轨迹将发生偏转，从而会在垂直于电流和磁场方向的导体两端产生电压，该效应被称为霍尔效应。1980 年初德国物理学家 K. von Klitzing 在研究二维电子系统的霍尔电阻时，发现在低温和强磁场条件下，样品的霍尔电阻出现了一系列量子化的平台，并且纵向电阻呈现零电阻态。

这一现象与二维电子系统，在磁场下形成的朗道能级相关，而量子化的霍尔平台也恰发生在朗道能级填充为整数的时候，该现象被称之为整数量子霍尔效应。K. von Klitzing 也因此，获得 1985 年的诺贝尔物理学奖。1982 年利用更为纯净的砷化镓量子阱二维电子样品，在更低的温度下，美国贝尔实验室的崔琦、H. Stormer 发现了更加惊人的分数量子霍尔效应。他们发现在朗道能级填充因子为分数的时候，也出现了量子化的霍尔平台，这说明系统中出现了分数电荷激发。

真空中的电子是不可能出现分数电荷的，但当大量的电子在固体材料中进行复杂的相互作用时，就可以演生出分数电荷激发，这正是凝聚态物理的分数量子霍尔效应，本质上不同于整数量子霍尔效应的强关联量子物态，具有电子关联形成的拓扑序，呈现出长程量子纠缠和分数电荷激发。一些分数量子霍尔态的准粒子激发，还可能满足非阿贝尔统计，是拓扑量子计算的重要候选方案之一。分数量子霍尔效应的实验发现及理论解释，也获得 1998 年诺贝尔物理学奖。

在整数量子霍尔效应中，量子化的霍尔电阻平台与材料细节无关，其数值仅由基本物理学常数决定，且量子化程度又极其精确。后来，以 D. Thouless 为代表的理论物理学家意识到，必须要利用数学中的拓扑理论才能完整的理解整数量子霍尔效应，由此开启了拓扑物理研究的时代。整数量子霍尔效应是人类发现的第一种拓扑量子物态，D. Thouless 也由于凝聚态拓扑理论方面的开创性贡献，获得了 2016 年诺贝尔物理学奖。整数和分数量子霍尔效应的产生，都依赖于磁场下二维电子系统形成的朗道能级结构，这需要强磁场和极低温条件，那么是否存在不需要磁场的量子霍尔效应呢？

1988 年美国理论物理学家 D. Haldane，在给石墨烯施加一种奇特的磁通结构，在净磁场为零情况下，出现零磁场下的整数量子霍尔效应，后来被称作量子反常霍尔效应。Haldane 模型要求的磁通结构在真实材料中几乎是不可能实现的，因此量子反常霍尔效应在之后 20 余年的时间里面，一直未能获得实验实现。直到 2013 年才由中国科学家薛其坤院士实验团队，在磁性掺杂的拓扑绝缘体薄膜当中，首次观察到整数量子反常霍尔效应，这研究成果也荣获了 2018 年国家自然科学一等奖。基于以上研究，2011



年先后 5 篇独立的理论研究从不同角度肯定了分数量子反常霍尔效应存在的可能性。

而且二维材料莫尔超晶格的出现,也为自然界这一类具有天然的层状结构的材料带来新的机遇---自然界有一类材料具有天然的层状结构,层间由相对较弱的分子间作用力范德瓦尔斯力连接,故而可以比较容易地将材料解理开,这类材料被称为二维材料。2004 年英国科学家 A. Geim 和 K. Novoselov,首次得到单原子层的石墨烯。

当把两层石墨烯放在一起并旋转一个特定角度(又称魔角),便出现新的周期性结构---莫尔超晶格。莫尔超晶格能极大地改变材料的能带结构及物理性质,因此魔角石墨烯,在零磁场下展现出许多普通石墨烯不存在的性质,这引发了利用莫尔超晶格研究二维材料新奇物性的热潮。很快人们发现魔角石墨烯的能带,具有拓扑结构并观测到整数量子反常霍尔效应。二维材料家族,现在包括数百种性质各异的材料。2021 年美国康奈尔大学科学家和上海交通大学李昕昕、姜生伟研究团队合作,基于二维半导体材料莫尔超晶格系统,实现了拓扑性质高度可调的能带结构并观测到整数量子反常霍尔效应。

这为在二维材料莫尔超晶格系统中,寻找分数量子反常霍尔效应奠定了基础---在大多数情况下,材料会表现出单一的“铁性”,如铁电性或铁磁性,但这两种性质很少同时存在于同一材料中。

所谓“多铁材料”,指的是既具有铁电性又具有铁磁性,且这两种铁性存在某种形式耦合的材料。多铁有序性可存在于二维材料中,这也是构建纳米级多铁存储位的理想维度。姜昱丞和合作伙伴逐渐证实了这一猜测:过往所观察到的光学信号响应,不一定与铁电相关,很可能是单一磁序引起的误导性现象。这一发现澄清了多铁领域 20 余年的验证性误区,并通过理论模型构建结合实验验证,提出了光学方法用于判定二维多铁特性的全新标准。

### 【5、正反物质粒子如何从量子弦旋产生的】

前面【3、自旋重要并不等于自旋是绝对性】中开头提到:二维平面的厚度,如果只像“环形”救生圈的圈线环杆切面圆的直径大,那么只有自旋的量子色动力学“三旋”表现其中的“体旋”运动,二维平面的厚度,才是像“环形”救生圈的整个环圈外围圆的直径那么大。这个增加的厚度方向的维数尺寸,意义重大,是因为自旋的量子色动力学“三旋”表现其中的“线旋”运动,类似虚数物质的磁力线旋转运动,类似磁能释放的有效机制---磁重联,其中正是从超弦理论的“弦段”生成粒子物质的产生,需要活动空间。这里具体说明。

南京大学陈鹏飞教授,在科学出版社 2009 年出版的《10000 个科学难题---物理学卷》书中 291-294 页,发表的《磁能释放的有效机制---磁重联》一文,

对我们的研究启发很大。

### 1、超弦理论产生正反物质粒子对称机制

超弦理论是一种非自旋理论,不可能解答正反物质粒子不对称难题---超弦理论认为,粒子并不存在,存在的只是弦在空间运动;各种不同的粒子只不过是弦的不同振动模式而已。

弦本身很简单,只是一根极微小的线,弦可以闭合成圈(闭弦),也可以打开像头发(开弦)。一根开弦可以分裂成两根小的开弦;也可以形成一根开弦和一根闭弦;一根闭弦可以分裂成两个小的闭弦;两根弦碰撞可以产生两个新的弦。弦理论的一个基本观点就是自然界的基本单元不是像电子、光子、中微子和夸克等等这样的粒子,这些看起来像粒子的东西实际上都是很小的弦的闭合圈(称为闭合弦或闭弦),闭弦的不同振动和运动就给出这些不同的基本粒子,但没有像三旋量子色动力学那样讲闭弦具有的自旋拓扑序。

超弦理论属于弦理论的一种,也指狭义的弦理论,但它们都只讲弦的振动,越剧烈粒子的能量就越大;振动越轻柔,粒子的能量就越小。如用力拨动琴弦时,振动会很剧烈;轻轻拨动它时,振动会很轻柔。再依据爱因斯坦的质能原理,能量和质量像一枚硬币的两面,是同一事物的不同表现:大能量意味着大质量,小能量意味着小质量。因此,振动较剧烈的粒子质量较大,反之,振动较轻柔的粒子则质量较小,就像一支伟大的交响曲。也像量子理论中,每一个粒子还具有波的特性,这就是波粒二象性,粒子的波动性就是由弦的振动产生的。

一根弦所携带的电磁力、弱力和强力也完全由它的振动模式决定。自然界中所发生的一切相互作用,所有的物质和能量,都可以用弦的分裂和结合来解释。由此他们抛弃了基本粒子是点粒子的假设,而代之以基本粒子是一维弦的假设;与以往量子场论和规范理论不同的是,超弦理论要求引力存在,也要求规范原理和超对称。超弦理论第一次将二十世纪的两大基础理论---广义相对论和量子力学---结合到一个数学上自洽的框架里。这里的“超”有超对称性的意思,为了将玻色子和费米子统一,科学家预言了这种粒子。但由于实验条件的限制,人们很难找到这种能够证明弦理论的粒子。

### 2、大爆炸理论产生正反物质粒子对称机制

大爆炸理论是一种非自旋理论,也不可能解答正反物质粒子不对称难题---宇宙大爆炸理论认为,我们身处的宇宙源于 138 亿年前的一次大爆炸,但这一理论也认为,大爆炸时产生了等量的物质和反物质,而正反物质相遇时会彼此湮灭,使一切烟消云散。

但实际上,现在我们身处的宇宙中满天繁星,充满了各种物质,这就与上述理论产生了矛盾。因此为

使宇宙得以存在，必须要有少量反物质转化为物质，使正反物质数量不平衡。科学家认为，物质的数量只需比反物质多十亿分之一就可以让宇宙存在。但正反物质之间这种不平衡是何时以及如何出现的？目前这个问题很难回答。

一种认为，正物质终究怎样击败反物质的原因之一，是中微子打破了这种对称性，即鉴于物质和反物质电荷相反，因此除非它们呈电中性，否则它们不会相互转化。中微子就是迄今已知唯一呈电中性的物质粒子，目前已知存在3种中微子：电子中微子、缪子中微子和陶子中微子；可能存在第四种中微子：惰性中微子。宇宙暴胀后经历了一个相变，使早期宇宙中产生的惰性中微子衰变出更多粒子（数量比反粒子多），让物质和反物质的数量得以“重新洗牌”。

其次是用引力波“曲线救国”——如何探测到这些惰性中微子呢？因为通过实验制造出惰性中微子，需要一个比大型强子对撞机强大许多的粒子加速器，所以只能通过间接方法，探测宇宙弦产生的引力波或是一种“曲线救国”之法。早期宇宙的这次相变可能创造出了宇宙弦，这些宇宙弦实质上是时空的拓扑缺陷。相变在我们日常生活中比比皆是，例如水冻成冰、铁磁体变成顺磁体等。我们的宇宙所经历的历史就是一个不断发生相变的热膨胀历史，在这个过程中有基本粒子的产生，基本粒子凝合成元素，元素最后结合出我们见到的熟悉的物质结构。相变过程伴随着能量释放，宇宙弦就是宇宙经历相变时释放能量形成的一根根与当时的宇宙尺度相当的绳子一样的能量结构。

随着这些宇宙弦不断演化，会产生引力波，且产生引力波的频谱与黑洞并和等天体物理源产生引力波的频谱截然不同。找到这些宇宙弦产生的引力波还有其他用途，例如找到宇宙弦产生的高能中微子，更精确确定已知中微子的质量等。但即便探测到宇宙弦，宇宙弦的产生机制也并非唯一，还需要确认背后的相变过程才能证实上述观点。

也有认为，宇宙形成之初，物质与反物质的量是相同的，但后来因为弱作用的宇称不守恒效应或者其他对称性破缺机制导致了反物质的量比物质略少，二者湮灭后就只留下少量的物质了，这就是今天对物质的量的观测的结果。作为整体，宇宙似乎具有正的重子数密度而非零——宇宙里基本上是物质，而非反物质——这里要排除在大爆炸之后由其他作用生成的反物质。

宇宙中为什么没有那么多反物质？现在科学上认为，中微子跟反物质之谜之间有深刻的联系。由此推测，诞生之初的宇宙，曾处于一个极高温高密度的状态，均匀并别各向同性的纯能量状态，这个状态被称为奇点。在如今大多数常见的宇宙大爆炸的模型中，早期的宇宙曾经历了一次暴胀的过程，在

这个暴胀的过程中，基本粒子被创造了出来，纯能量转化成了大量高速运动的粒子--反粒子对，而粒子--反粒子对在此期间也通过碰撞不断地创生和湮灭，因此宇宙中此时的粒子和反粒子的数量相等。

这时的宇宙就像是一锅充满了夸克和胶子以及其他基本粒子的汤。此时某一种机制导致了夸克和反夸克的数量出现了细微的差异，随着宇宙进一步的膨胀和冷却，夸克和胶子逐渐组成了像是质子和中子这样的粒子。由于此时宇宙的温度已经降低到不足以产生新的质子--反质子对或中子--反中子对，原先产生的正反粒子对大量的湮灭，只有大约占原先数量十亿分之一的正物质质子和中子被留了下来，而对应的反物质粒子则全部湮灭殆尽。电子和正电子稍后经历了类似的过程，同样，只有那细微差异下多出来的那部分电子被留了下来。

后来的宇宙经过了漫长的演化，合成了原子，诞生了恒星，星系，乃至生命。而这一切的一切，都只不过是那十亿分之一残留的正物质。然而，究竟是什么导致了正粒子和反粒子之间最初的那细微的差异？在1956年美籍华人物理学家李政道和杨振宁一起发现了“宇称不守恒原理”，随后即被另一位美籍华人物理学家吴健雄所证明。应用该原理，发现最初的希格斯玻色子自发对称破缺时，生成的正反粒子的数量并不相等，正粒子比反粒子的数量多出10亿分之一。

宇称的守恒对应的对称性是“左”和“右”的对称，李政道和杨振宁的推测也就是说在微观世界中，“左”和“右”的物理规律并不完全相等。为了解释电荷-宇称对称性的破缺，1973年在意大利物理学家尼古拉·卡比博的研究的基础上，日本科学家小林诚和益川敏英建立了卡比博--小林--益川矩阵，给出了电荷--宇称对称性的破缺存在的必要条件，并在当时只发现了三个夸克的情况下预言了六个夸克的存在。底夸克与顶夸克分别于1977年和1995年在加速器中被发现。至此，夸克的六种“味道”被全部发现。六种夸克，以及轻子和相互作用的传播媒介一起，组成了如今粒子物理学的标准模型。

宇宙中正反物质的不对称是否还有其他根源？电荷--宇称--时间（CPT）三者的联合是否才具有完美的对称性？这一切仍然都是留给物理学家们的待探索的谜题。如果“宇称不守恒原理”是“放之四海而皆准”的，那么存在由反物质构成的宇宙的可能性不大。至少在我们目前的可观察宇宙中，不存在由反物质构成的星系。

### 3、磁重联论产生正反物质粒子不对称机制

自旋与非自旋产生正反粒子的不对称性的数学证明，自旋重要并不等于自旋是绝对性，例如，特定自旋中“线旋”类似虚数的“弦--旋线”重联，产生类似虚数粒子物质的解释，是自旋的量子色动力学“三旋”

中的“面旋”和“体旋”不能做到的。

“弦--旋线”重联类似磁能释放的有效机制，已被广泛用在解释太阳及其他天体物理、空间物理、实验室等离子体中的各种爆发或加热现象例子很多。这在陈鹏飞教授发表的《磁能释放的有效机制---磁重联》一文中，有详细的说明。为了类比，我们来认识磁重联。

这里的道理首先是，磁场拥有一个与生俱来的方向。例如在一块条形磁铁周围，磁力线会从北磁极指向南磁极（自旋类似线旋）。如果两个平行但方向相反的磁场在等离子体中被放置在一起，电流就会在它们之间形成，形状就像一块平板。大多数人习惯于把电流想象成一维空间，比如一根电线中流动的电荷。但在太阳上，整个大气层都是导电的，没有什么能阻止电荷在二维平面中流动。由于电阻消耗了平面中的电流，这些反向磁场中蕴含的能量就会随着时间流逝而减少。

所谓磁重联，或磁力线重联，又称磁场重联湮灭，是天体物理中一种非常重要的快速能量释放过程，也是磁能转化为粒子的动能、热能和辐射能的过程。普遍认为太阳上的能量释放就是磁重联导致的。

磁重联，取描述磁力线“断开”再“重新连接”的物理过程的意思。磁重联是科学家迄今知之甚少的神秘领域之一，如美国国家航空航天局的一项日地探测任务---磁层多尺度任务，就是对此进行的深入研究，以便增进对这一现象的了解。而且2016年6月21日我国的天文学家，也首次观测到了太阳上磁重联可以释放磁组缠的这种全新的物理现象---发现在暗条细丝和周围的色球纤维之间，发生磁重联，观测到通过磁重联把暗条的磁组缠快速释放出去的物理过程。

这种组缠的磁结构，可以形象地比喻成非常缠绕的绳子，如果从绳子两头向相反的方向使劲拧绳子，绳子就会越来越缠绕，达到一定程度发生形变，最终导致断裂，这跟太阳上组缠磁结构的爆发有点类似。当太阳上磁结构的组缠达到一定程度时，就会不稳定，开始爆发并释放出能量。爆发过程，就是通过磁重联把暗条中磁组缠释放出去。

由此磁场重联就是在有限电阻率的磁化等离子体中，电流片中的磁力线自发或者被强迫断开和重新联接的过程，伴随磁能的突然释放并转化为等离子体的动能和热能，引起带电粒子的加速和加热。

陈鹏飞教授的文章中用图来描述磁场重联的基本过程，有两张图。图1(a)是真空中反向平行的磁力线相互靠近时磁场的演化；(b)是等离子体反向平行的磁力线相互靠近时磁场的演化。图2(a)是斯卫特--帕克磁重联模型，其中矩形所示的电流片很长；(b)是佩切克磁重联模型，其中矩形所示的电流片很短，粗线表示入流和出流之间的慢激波。陈

鹏飞教授的文章中还介绍了“磁重联”思想的起源，和斯卫特--帕克磁重联模型及佩切克磁重联模型。

“磁重联”思想起源于1946年科学家提出太阳耀斑，是由于在磁零点附近加速的电子轰击太阳色球产生。之后，相似的模型被用来解释地球磁层亚暴。1953年唐吉求解等离子体的磁流体力学方程组，发现X型磁场属不稳定结构，任何小扰动，都能是坍塌形成电流片。于是唐吉首次提出，磁流体中的磁力线可以“断开并重新连接”。

斯卫特--帕克磁重联模型是，1956年在英国伦敦大学天文台的斯卫特教授提出，如图1和图2(a)所示，方向相反的磁力线确实断裂开来，再在它们之间的电流片中重新连接起来，磁场中能量的下降就会迅速得多。结果两个相反的磁场就会在一场能量爆发中相互抵消，就好像物质与反物质的湮灭。相邻的磁场和其中包含的等离子体就会从两侧涌入电流片。这种现象的物理过程就是：由先前断开的磁力线连接而成的新磁场，将和等离子体一起，被抛出电流片的两端。

美国芝加哥大学的帕克教授是太阳风理论的提出者，他听了斯卫特教授的报告，凭作深厚的数学功底，创造了“磁力线重联”及“磁场并合”等概念框架，而被后人称为“磁重联斯卫特--帕克机制”。

佩切克磁重联模型是，美国马萨诸塞州埃弗雷特市艾弗寇--埃弗雷特研究实验室的佩切克教授，1964年提出磁能的转换主要是通过慢激波，而不是耗散区；如图2(b)所示。他导出的计算公式，与太阳耀斑的观测非常接近，故“佩切克重联”被称为“快重联”。相对地“磁重联斯卫特--帕克机制”最先描述的现象，被称为“慢重联”。

将“快重联”和“慢重联”模型，引进到二维平面的厚度证明量子自旋中的“线旋”，才是产生类似虚数的粒子物质及正反粒子不对称性的研究，数学证明是如果只像“环形”救生圈的圈线环杆切面圆的直径大，那么只有自旋的量子色动力学“三旋”表现其中的“体旋”运动，二维平面的厚度，才是像“环形”救生圈的整个环圈外围圆的直径那么大。这个增加的厚度方向的维数尺寸，意义重大是因为自旋的量子色动力学“三旋”表现其中的“线旋”运动，类似虚数物质的磁力线旋转运动，因像“环形”救生圈类似安培电流环产生的磁场磁力线，每根磁力线可以成类似压扁的椭圆形，分布在增加厚度方向维数尺寸的二维平面长宽高四周的空间中。

另外“快重联”和“矩形所示的电流片很短”的地方，集中只是在像“环形”救生圈类似安培电流环的环圈内圆心周围，以及安培电流环的环圈最外面，而与它周围另外分布的像“环形”救生圈类似安培电流环环圈最外面靠近的地方才有；产生释放类似虚数的粒子物质最多。相反是二维平面层物质重叠，层与

层之间各层内电流环磁力线旋转运动，因是在每根磁力线类似压扁椭圆形的长边方向，每根磁力线汇聚集中靠近，也是“慢重联”和“矩形所示的电流片很长”的地方，产生释放类似虚数的粒子物质最少或为零。

这里，这种“线旋”的位置、速度、质量……这些物理学上最本质的参数都是由实数表示的，虽然现代科学经常涉及虚数的计算，但这只是为方便而引入数学工具，杂乱无章的情况很少，其“线旋”进内或出外的方向只有两种：同方向进出，或反方向进出。而在2维以上维度的空间，杂乱无章的情况则很多；由此在二维平面产生释放类似虚数物质正反物质粒子不对称的情况也最大。而大多数人的出生，各自所处的家庭、婚姻、国家、年代一生不变，类似二维平面；有些机遇、概率的产生类似“神”一样。由上综合，不对称得证。

### 【6、量子世界虚数不虚】

自旋与非自旋产生正反粒子的不对称性的数学证明，涉及类似的“数学政治”，这正是“科技圈内外”人物的难处。

例如用百度搜索“超弦理论”条目，“百度百科”解释中的“弦理论在中国”讲：“在超弦的第一、第二次革命，以及随后的快速发展中，中国都未能在国际上起到应有的作用。我们在研究的整体水平上，与国际与周边国家如印度、日本、韩国，甚至和我国台湾地区相比都有一定的差距。一些有影响的物理学家公开地发表‘弦理论不是物理’的观点，因而在某种程度上制约了弦理论在中国的研究和发展。我国的世界一流大学如北大、清华，在相当长的一个时期内都严重缺乏主要从事弦理论研究的人才。值得庆幸的是，在丘成桐教授的直接推动下，伴随每年举办的多次高水平专业会议，并邀请像斯特罗明格这样一流水平的学者到中心工作，中国的超弦理论研究在平静的外表下，正积蓄着旺盛的爆发潜力，也期待着她的早日到来”。

造成不承认有类似虚数的物质，是长期的“以苏解马”宣传，像以黄志洵、杨新铁等教授为代表的一批左中右学者，同声认为“超光速”只能是“实数”，才是“唯物论”和“辩证法”。第三极基础理论建模被认为涉政，不能发表。然而在2023年9月号《环球科学》发表的论文《量子世界虚数不虚》却讲：“在量子世界中，虚数似乎已经脱离了工具的范畴，成为了物理本质的一部分”。

有人想用实数替代薛定谔方程中的虚数单位，但《量子世界虚数不虚》一文的三位作者却给出了实验方法，能证明量子力学不能由纯实数的理论来描述。更可贵的是，这些实验已经被本文翻译和审校团队实现了。这篇文章的三位作者都是量子物理学家，翻译是中科大的两位博士，审校是中科大的教授。

大家熟悉的复数，-1的平方根虚数( $i=\sqrt{-1}$ )是一个神奇的数字。复数的波函数和真实的量子世界是什么关系？复数到底在里面扮演何种角色呢？复数究竟是一种数学技巧，还是客观实在？一直没有答案：如果不用复数，而只用实数来描述量子世界，是可行的吗？复数在量子力学里，是非用不可的吗？复数由实部和虚部组成，其中虚部那个令人困惑的尽管你知道它代表了-1的平方根，但是它究竟有什么意义、对应现实世界的什么场景，可能大部分人都说不上来。

量子力学建立之初，薛定谔在1926年建立波动方程的时候，最初参照波动光学的模型，写下了机械粒子的微分方程，将虚数引入方程，用来描述微观粒子的奇特行为。但这个方程没有任何物理上的意义，然而当他将负1的平方根放入到方程里时，复数形式的波函数瞬间变得有意义了，能够帮助我们准确描述粒子的量子行为：

薛定谔的猫既是死的又是活的，光既是波又是粒子，量子既在此又在彼（迭加态）、既相隔千里又合二为一（纠缠态），粒子的速度与位置既测得准又测不准（两种测量相互对立），真空既“空”又“不空”……微观世界里只有粒子（或能量、波）而无意识可言。但普遍存在的虚数，使意识的萌生成为可能——当微观粒子结合成宏观物质，从那样一种关系里便涌现出了意识，以及与意识互为表里的生命。

有人说：在实数范畴内，任何负数都不能开平方根。-1是负数，它的平方根*i*是对“ $\sqrt{-1}$ 无定义（实数范畴内）”这个命题的否定。即宏观世界里，见不到虚数( $i=\sqrt{-1}$ )这样的关系，有就是有，没有就是没有。如“有珠穆朗玛峰”跟“没有珠穆朗玛峰”，就是出于对宏观世界的观察和理解。从经典物理学到相对论再到实数量子理论，都是这样操作的。但在微观世界里，事物与自身对立面之间的关系比比皆是，不要以为把实数与虚数结合起来，再套上一个复数的壳就自证和谐了。除非承认我们的世界一团混沌，秩序来自且仅来自于意识。

2021年3月中国科技大学潘建伟、陆朝阳、朱晓波等组成的研究团队基于自主研发的超导量子体系，首次对量子力学中复数的必要性进行了实验检验。后来国内外还有量子研究院的研究团队加入，分别从超导量子体系和量子光学体系两个完全不同的实验体系上向世界揭示：最终参与各方根据联合测量结果，以超过判据4.5个标准差的实验精度，得出了相同的结论：实验验证了虚数不只是一个工具，而是一个必不可少的存在。复数的更深刻意义，还有待进一步探究。

### 【7、结束语】

最后来谈一点感受：一生选择钻研纯科学难题的人并不多，终生坚持的更少；获得成功的人除专业

科学家之外，科学圈之外几乎微乎其微。即选择钻研纯科学难题，纯粹是个人的爱好；当然创新型人才所必需的最重要特质，不应只是单纯的“兴趣”，而应是“使命+兴趣”。但因生存的困难很大，而并不是绝大多数人的兴趣，也对。

所以我们赞同类似著名科幻作家刘慈欣教授说的话：“年轻作家们把自己的眼光，跳出自己生活有限的范围，看到更广阔的时间和空间。同时，现实一点，尽量不要专职写科幻。‘不然你的生活可能会面临巨大的困难。现在的科幻市场，也能养活作家，但可能让你生活变得吃力。这样反而会把你创作热情会熄灭。最好作为一种业余爱好，等你发展到一定程度，能维持自己生活，再变成专业’”。

2023年10月18日世界科幻2023大会在成都开幕，刘慈欣教授接受媒体专访。由此我们看到《中国科学报》10月18日，发表记者杨晨采访文章《刘慈欣：中国科幻发展的最大机遇就是中国发展本身》，也就有此类似联想。而复杂超过功利、现实，还因数学政治，并不全如世界著名数学力学家石根华教授所说：“科研中什么最难？创新最难，而灵感是创新的一把钥匙。要找出自己学过的各个知识点的内在联系，这样的知识才是自己的知识，活的知识，才能灵活运用”。

石根华教授，1939年生，河北唐山乐亭县人。1963年毕业于北大数学本科，1968年毕业于北大数学硕士研究生。1980年赴美国留学，1988年毕业于美国加州伯克利大学获博士学位，现为伯克利大学教授。他在数学上的成功成果，仍是兑现到工程实数对象上的。

2023年10月22日《中国科学报》，发表同济大学教授樊秀娣主任的文章《得诺奖的“三无”人员，在国内能拿到科学大奖吗？》，说得很好。她说：国庆期间，2023年诺贝尔生理学或医学奖正式揭晓。获奖人之一、美国科学家考里科引起了很多人关注。主要因如考里科这样“无单位推荐、无职称、无科研团队”的“三无”人员，在国内可能被授予科学大奖吗？该问题背后，反映希望科研成果评价，不唯成果主人的年龄、性别、职务职称、学术头衔、学历资历、“帽子”和“门派”等因素，而唯成果质量和贡献本身的心声。

樊秀娣教授说，更糟糕的是，由各种人才计划项目而来的“帽子”，人才被“概念偷换”，成为优质、拔尖人才的代表，并在客观上几乎通吃了各种学术资源和奖项。说白了能否借鉴诺贝尔自然科学奖的提名制评价方式，由评奖主办方组织权威专家筛选并最终确定获奖人员？这样既可免去申报人为准备材料而耗费的时间和精力，又能让各种虚假包装以及因评选而起的拉帮结派、行贿受贿等伎俩无用武之地，还可以强化评价主体的责任意识，选拔出已产生

重大影响并获得同行广泛认可的研究成果，为优秀科研成果和人才脱颖而出创造条件。

樊秀娣教授的说法是可行的，但“各种人才计划项目”评奖，仍是以兑现到工程实数对象上的成功成果为主的。诺贝尔科学奖项项目也如此。“磁力线”这类像“虚数物质”的东西，国内外学者，至今有人发文承认它是“物质”吗？当然2020年诺贝尔物理学奖，也授予过89岁的英国数学家彭罗斯，是因他“由于发现黑洞的形成是广义相对论的一个有力预测”而被授予了诺贝尔物理学奖的——这是一件众望所归的大喜事——彭罗斯研究过量子里奇张量引力效应的作用线，也类似“磁力线”这类像“虚数物质”的东西；并且彭罗斯说大尺度圆周旋转运动中，里奇张量引力速度有分为“光速”和虚数“超光速”两部分的，分别对应旋转物体映射不动星球的对面和背面。

彭罗斯作为一个数学家，能获诺贝尔物理学奖，并不奇怪。虽然他是1965年1月在爱因斯坦去世10年后，为了证明黑洞的形成是一个稳定的过程，彭罗斯用数学“奇点”证明了黑洞确实可以形成，指出广义相对论导致了黑洞的形成，并进行详细描述——这篇开创性的文章至今被视作爱因斯坦之后对广义相对论的最重要贡献，而且他也称为新黑洞物理学的开创人物之一，但这种人在全世界是极少数。

把对写科幻小说的爱好，类比选择钻研纯科学难题的人爱好，虽然科幻中也包含有许多类似虚数的事物，但这类“虚数的事物”不懂高深科学理论知识的普通人，仍然是容易懂得的。而钻研纯科学难题所作出的基础理论推导，普通人几乎听不懂，也不感兴趣。而且成功解答难题，不是几天、几月的功夫，而是数年、数十年的功夫。其次科技圈外人很难在单位和国家立项，没有科研资金来源，出差考察、买书订杂志、写作实验等花费，要个人想法。

因为我们钻研自旋与非自旋产生正反粒子不对称性难题的兴趣，是从上世纪60年代初开始的，60多年来的坚持，深切感受创新发展科学的机遇，并不取决于纯科学难题本身，也不取决于有兴趣的人、出版人、出版方；第三极基础理论建模发展的最大机遇，是中国发展本身；发展到现在，需要有一些重大的变革，才能恢复它自己的活力。

至于这种变革是什么样的？正如刘慈欣教授说：“我觉得只能等时代来回答，我真的不知道”。第三极基础理论建模不像人工智能题材，有国家、种族、文化、信仰的区分。尽管它也有这些因素，但总的来说，第三极基础理论建模里，人类是作为一个整体出现的。

钻研纯科学难题的人只是宇宙中的一粒尘埃，我们都是一个整体，都生活在这个尘埃上的。但第三极基础理论建模是最能够引起不同文化、不同种族、国家的人们共鸣的一种人类命运共同体题材，因为

它所描写的类似“柯猜”----是 1904 年庞加莱提出被列为七大“数学世纪难题”之一庞加莱猜想的“庞加莱外猜想”：与空心圆球内外表面所包围的时空映射点内和点外，共形循环翻转，对映“科学是生产力”是一种不“撕破”翻转，是全人类共同的梦想；描写的噩梦、危机也是人类要共同面对的噩梦和危机，而成为连接全世界不同文化的桥梁。

### 参考文献

- [1]陈鹏飞, 磁能释放的有效机制----磁重联, 《10000 个科学难题----物理学卷》, 科学出版社, 2009 年 5 月, 291-294 页;
- [2]陈思佳, “反物质苹果也会坠落吗?” 欧核中心首次观测到反氢原子自由下落, “观察者”网, 2023 年 9 月 28 日;
- [3]马克·奥利维尔·勒努等三人, 量子世界虚数不虚, 刘丰铭等翻译, 环球科学, 2023 年 9 月号;
- [4]赵修竹, 操纵“巨人”激子, 环球科学, 2023 年 9 月号;
- [5]王德奎, 自旋曲线过所有基本粒子质量点证明---复杂曲线拆分成易理解计算的基本曲线方法, 金琅学术出版社, 2023 年 4 月;
- [6]王德奎, 三旋理论初探, 四川科学技术出版社, 2002 年 5 月;
- [7]孔少峰、王德奎, 求衡论----庞加莱猜想应用, 四川科学技术出版社, 2007 年 9 月;
- [8]王德奎、林艺彬、孙双喜, 中医药多体自然叩问, 独家出版社, 2020 年 1 月;
- [9]王德奎, 解读《时间简史》, 天津古籍出版社, 2003 年 9 月;
- [10]叶眺新, 中国气功思维学, 延边大学出版社, 1990 年 5 月;
- [11]王德奎, 中国层子模型六十年分析回顾, *Academ Arena*, April 25, 2023; 金琅学术出版社, 2022 年 11 月;
- [12]李威, 电子太圆了, 排除了潜在的新粒子, 科学世界, 2023 年 6 月号;
- [13]王德奎, 聊天手机本质上是人工智能拓扑序----中文智能聊天手机模型数学初探宣言, *Academ Arena*, September 25, 2023; 金琅学术出版社, 2023 年 9 月。

10/6/2023