

单向旋转的陀螺

王珍妮 译

(北京航空航天大学 100191)

Kenneth Brecher利用数学常数设计了旋转陀螺,其中运用了费恩海姆常数(Feigenbaum constant),它能产生一个具有优先旋转方向的陀螺。

旋转陀螺是一个经典的儿童玩具,它的旋转和摆动可以娱乐几个小时。但对Kenneth Brecher来说,陀螺不仅仅是玩具:它是一种用实际行动展示物理和数学的方式。在过去的六年里,这位退休的波士顿大学天体物理学家一直在优化旋转陀螺的设计,使其旋转的时间更长,他的方法是将数学常数纳入陀螺的维度中。在最近的2021年布里奇斯会议(Bridges conference)上,Brecher展示了他的最新的研究——一种名为回旋陀螺的单向旋转装置,这是一个数学启发艺术的会议。(参见《数学和艺术会议上的物理学》)

Brecher对旋转陀螺的兴趣源于他对中子星旋转运动的理解,他是第一个证明中子星摆动或进动的人。Brecher一直在教室演示中使用陀螺,但直到2015年因膝盖手术瘫痪后,他才决定自己制作陀螺。他说:“在我恢复的时候,我的女儿凯伦建议我对我的课堂演示做点什么。”他们通过众筹平台Kickstarter发起了一场小型融资活动,三天之内就



图1 当顺时针旋转时,这款由肯尼斯·布雷彻设计的旋转陀螺会在摆动前短暂旋转一下,然后逆转旋转方向

获得了足够的本金,创办一家名为Sirius Enigmas的顶级制造企业。

这次Kickstarter上的活动是为Brecher的Phi-TOP设计的,这是一种鸡蛋形状的金属陀螺,当从水平位置旋转时,它会突然竖立起来,并在其狭窄的一端开始旋转。虽然还没有完全理解,但这种过渡来自于顶部和底层平台之间的摩擦,该摩擦对顶部的质心施加一个向上的力。Lord Kelvin在19世纪首次研究了这一现象。Brecher说:“物理学家们一直以来都有玩弄陀螺的传统。”

Brecher的模型的高宽比为1.618(称为黄金比例,或phi),这是受到了他在课堂上用真鸡蛋做演示的启发。他说:“如果你旋转一个煮熟的鸡蛋,它会站起来;如果鸡蛋是生的就不能站起来”。在制作复制品的过程中,Brecher发现,高宽比为1.6的鸡蛋旋转时间最长,约为6分钟。但为了更有趣,他决定用phi作为高宽比。

Brecher后来制作了包含其他常数的陀螺,包括硬币形状的PiTOP,它的半径与厚度之比为 π ,以及卵石形状的eTOP,它的半径与厚度之比为 e^2 。这些设计使得陀螺可以尽可能长时间地旋转,可以顺时针和逆时针方向旋转。但他的最新发明——DeltaCELT,一种独木舟形状的回旋陀螺,表面雕刻



图2 PhiTOP是Brecher结合物理和数学常数制作的第一个旋转陀螺

着两个椭圆形凹坑,与之前的不同,它只喜欢朝一个方向旋转。

这种特殊的回转陀螺被设计为长轴与短轴的比值等于Feigenbaum常数 δ ,其值约为4.669。这个常数决定了混沌系统中混沌发展的速率,例如紊流。一开始,Brecher想做一个混沌的顶部,但结果证明这是困难的,所以他转向了下一个最好的东西,一个带有一些古怪的动力学的顶部。

如果逆时针旋转,DeltaCELT就会像其他陀螺一样自由旋转,直到由于摩擦而最终减速。但如果顺时针旋转,就会发生奇怪的事情:顶部短暂旋转、减速、停止,然后改变旋转方向。Brecher说,这种行为来自于顶部的非对称形状,它产生了一个力矩,该力矩反对顺时针旋转,并将摇摆运动转换为逆时针旋转。

Brecher说,他想到要利用Feigenbaum常数来制作陀螺是在他的老朋友、物理学家米切尔·费根鲍姆(Mitchell Feigenbaum) 2019年去世后。他们两人成为朋友已经50年了,从第一次在麻省理工学院读研究生时见面开始。他说:“两年前,我在他的追悼会上演讲回来,我想,我应该对Feigenbaum常数



图3 不像其他旋转的陀螺,回旋陀螺有一个优先的旋转方向,这是由于它的非对称形状。当顺时针旋转时,陀螺会迅速减速到停止,并开始来回摆动(或发出咔嗒声)。然后,它将这种摇摆运动转换成逆时针方向的旋转

做点什么。”一个陀螺似乎是正确的选择。

原文出处: Wright, Katherine. “One-Way Spinning Top.” *Physics 14* (2021): 148.

DOI: 10.1103/Physics.14.148

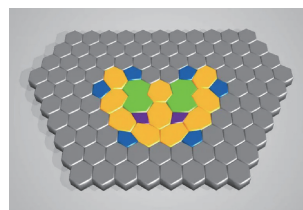


科苑快讯

物理学家解开准晶体形成之谜

在高温下,加入钽后,二氧化钛的结构会分解,形成4个、7个和10个原子的环,而不是典型的六边形。这种原子的非周期性排列是由德国哈雷威滕伯格大学(Martin Luther University Halle-Wittenberg)、法国格勒诺布尔大学马克斯·普朗克微结构物理研究所(Max Planck Institute for Microstructure Physics, Université Grenoble Alpes)和美国盖瑟斯堡国家标准与技术研究所(National Institute of Standards and Technology in Gaithersburg, USA)的研究人员,合作发现的。他们的研究解决了由金属氧化物形成二维准晶体的谜团,并于最近发表在《自然通讯》(*Nature Communications*)期刊上。

准晶体的形成机制自发现以来,一直令人费解。通过精细的实验、高能计算和高分辨率显微镜,他们已经证明了高温和钽的存在创造了一个分别有4个、7



一个由不同大小的环组成的子结构无缝地嵌入一个六边形结构中

个和10个原子的钛和氧环网络。通过对原子水平上的形成机制有了更好的了解,研究人员可以尝试在其他应用相关材料(如金属氧化物或石墨烯)中按需制造这种二维准晶体。

(高凌云编译自2023年2月22日SciTechDaily网站)