

物理学中美的探讨

仲伟纲 孙国文 刘慧琴 郑海英

(泰山医学院 山东泰安 271000)

跨进物理学的门坎,就能听见美的交响.物理学作为研究物质结构和运动基本规律的学科,追求“达万物之理”,由真由善而至美.而且,在不断探索新现象、揭示新规律、提出新概念、建立新理论的过程中,按照美的构造和发展,创造了美的语言、美的方法、美的内容等一幅幅美的画卷,给人以享受不尽的美感.从科学美的角度看,物理学中具有明快简洁、均衡对称、奇异相对、和谐统一等美学的特征.欣赏物理学的美,会使你领略到物质世界奥妙无穷的内在美,会使你感到物理学更加“亲近”和美好,会激发你无边无际的遐想,会赋予你永无休止的创造欲望.

一、明快简洁美

物质世界中,各种物质的形态丰富多样,运动形式千变万化,可以说是错综复杂的.但从物理学中可以看出,自然的设计又是简单的和可以理解的.这是因为物理学中的概念、规律、方法等无一不具有简洁明快、精确概括、形象直观的科学美的内容.比如:力、功、场、光子、声强级、半衰期、半价层,以及各种物理常数等物理概念,力求用简洁的文字、深刻的含义描述复杂的物理现象,揭示简单的物理本质.牛顿的三大运动定律是从众多的物理现象中概括、提炼出的,在宏观低速领域中,清晰地勾画出物质的运动图景.爱因斯坦的相对论,将相对性原理从力学范围扩展到整个物理学领域,使物质的运动图景更加简明、和谐、完美.物理

前轮几乎不受外力矩的作用,其角动量近似守恒.当骑车人使车身向一侧斜 α 角时,前轮的角动量矢量 L_0 将向水平线下(或上)转 α 角,变成新的角动量矢量 L .为了使角动量守恒,前轮必须再产生一个近似在竖直方向的角动量矢

学中的九组方程式,是整个物理学的精髓,似乎表明所有的物理现象和物理问题,都可以靠人类的智慧,最终简化到数学公式的解释水平.那些用希腊字母和英文字母命名的物理量,以所具有的优美的形式和内容的真理性,构成简明的物理公式,使得物理学定律的科学美透露出独特美的光辉.

物理学中常用的理想模型和模拟方法,如质点、点电荷、点光源、黑体、单摆、弹簧振子、简谐振动、理想流体、原子模型、匀速圆周运动、模拟简谐振动等,富有理想化和形象化,既科学又实在,既具体又简明,使复杂的物理现象变得清晰明快,易于感受和理解.巧妙的左右手定则,操作简单、方便,更显示出物理学方法的精巧之美.还有各种物理图示给人以形象直观、简明充实之感,也就是美感.物理图示是由点、线、面、圆构成的图形,“点”本身代表着简单;带箭头的直线表示方向,且有运动的感觉;曲线是“美的线条”;圆具有圆满完美之意.物理学中的坐标系通过3条射线的精巧组合,使整个宇宙空间的任何一点都能在坐标系里确定下来,并能精确地表示物理量随时间、位置的变化规律.因此,那些能够表现物理性质、规律、方法的图形,构型突出、层次分明、虚实相映、静动生序,在物理学的艺术长廊里成为一条美丽的风景线,见图1.

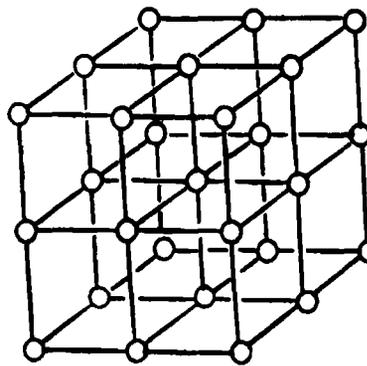
物理学是实验的科学,物理实验的设计也是相当的精巧和简洁.如迈克尔逊用巧妙的实验量 L' ,以使 $L+L'=L_0$,如图3所示.这竖直方向的 L' ,正好使前轮沿竖直轴向骑车人预想的一侧转动,从而达到不扶车把也能改变自行车行驶方向的目的.当然,这时对骑车人平衡能力的要求就更高了,为了安全,您最好不要效仿.

验准确地测出了光的速度,证实了光的传播是需要时间的;卡文迪许则用简单的扭秤测定了万有引力恒量,使牛顿的万有引力定律精确完美.总之,物理学是最最简约的科学.它那理论的高度概括、数学公式的简洁之美、模型的简明之雅、方法(包括实验方法)的精巧设计和运用、图示的形象直观表示都是物理学明快简洁美的体现.

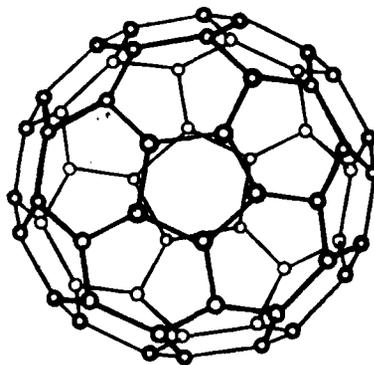
二、均衡对称美

“对称是美的化身”.物理学中的各种对称性不胜枚举.如:晶体和大型分子 C_{60} 对称、紧凑、精巧的分子结构(见图2)与其表示的物理性质,展现了物质组成和性质的均衡对称美.粒子、反粒子,正电荷、负电荷,S极、N极,也是物质构成对称美的绝好体现.万有引力定律 $F=Gm_1m_2/r^2$ 和库仑定律 $F=kq_1q_2/r^2$, 牛顿第二定律 $F=ma$ 和刚体定轴转动定律 $M=J\cdot\beta$, 欧姆定律 $I=U/R$ 和泊肃叶公式 $Q=\Delta P/R$, 声波、光波在媒质中的衰减和原子核的衰变都遵守指数衰减规律,则反映了物理定律从形式到内容的完美对称.李政道教授认为,“物理定律一定是对称的,失去的对称性应该到物理真空中去找”.这足以说明,对称性是物理学中广泛存在的一种美的属性.

现代物理学的对称性原理表现出新的重要性,那就是对称性和物理定律之间有了更完整更深刻的相互依存关系.一般来说,一个对称



(a)

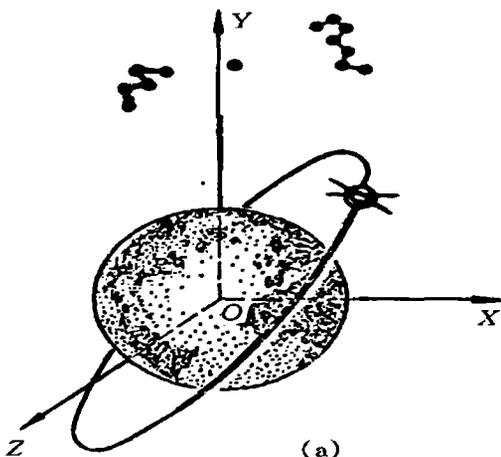


(b)

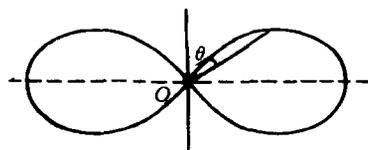
图2 (a) 氯化钠晶体结构示意图

(b) 碳-60晶体结构示意图

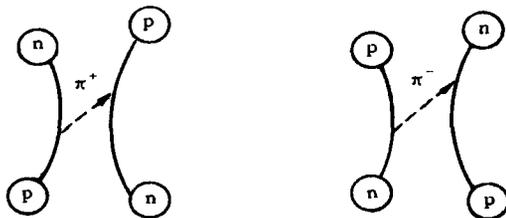
性原理(或者一个相应的不变性原理),必产生一个守恒定律与之对应.例如,空间平移不变性导致动量守恒;时间平移不变性导致能量守恒;空间转动不变性导致角动量守恒;左右对称(镜像对称、反射对称)给出宇称守恒;阿贝尔规



(a)



(b)



(c)

图1 (a) 地球卫星的运动示意(以地心为参照系) (b) 与振荡偶极子的距离 r 为定值时,辐射强度大小与 θ 的关系 (c) 质子与中子,中子与质子间的相互作用

范对称性产生电荷或超荷守恒;非阿贝尔 SU_2 规范对称导致同位旋守恒。不仅如此,物理定律具有对称性时与之相应不仅存在某种定律守恒,而且存在某种基本相互作用,如目前物理学中的4种基本相互作用都来源于定域规范对称。不难看出,物理学中的均衡对称是凝固在完美之中的,它以其自身的深厚魅力向人们展示出美的绚丽光彩。

物理学家认为,“美意味着对称,探求物质运动规律的对称性,就是对美的追求”。物理学家正是根据这一哲理,利用对称性原理简化复杂的物理问题和创建更新更美的理论。比如,反粒子(正电子、反质子、反中子)的存在是根据相对论量子力学中的狄拉克方程预言的;法拉第之所以受电生磁的启发,产生磁能生电的想法,是来自人们对大自然具有对称性的认识;基于这种认识德布罗意根据光具有波粒二象性,提出实物粒子也具有波粒二象性的大胆假设;麦克斯韦根据变化的磁场可以产生电场和变化的电场也可以产生磁场的事实,提出了电磁统一理论,从而预示了电磁波的存在。从这个意义上讲,物理学家也是艺术家,在宏观和微观世界中不断地创造着“新”与“美”,创造出一件件精美的作品。

三、奇异相对美

奇异唤起美感。自然界的奇峰怪石和奇花异草总是带给人们无限的美丽的享受。物理学中的一些奇异的物理现象也同样趣味盎然,使人赞叹惊奇。例如当观察者相对不动,声源相对媒质以一定的速度向观察者运动时,观察者所接受到的声波频率逐渐增高;反之,当观察者相对不动,声源相对于媒质以一定的速度远离观察者时,观察者所接受到的声波频率降低(多普勒效应)。还有,一般情况下光波是直线传播的,但当障碍物(狭缝)的大小与光波波长相差不多时,光波可绕过障碍物传播(或者说光波传播的几何范围扩大),发生衍射现象。衍射现象的本质是光强重新分布,在光屏上出现色彩缤纷、光彩斑斓的图样,表现出物理美的多彩性和奇异性。

任何事物的变化是绝对的,不变是相对的。但相对变化中有“限度”,一旦超出这个“限度”,量变就会引起质变。例如,水银的温度降低到4.2K以下,就完全失去了它的电阻(超导现象);五颜六色的金属,包括黄金、白金,它们是那样地光彩夺目,但当它们被切割成纳米微粒后,却变成了“黑”金(神奇的纳米技术)。另一方面,事物在相对变化的过程中,也伴随着反通常顺序和规律的奇变。如,声音从低强升到高强,声学从“线性”转变成“非线性”;以至声强不断增加时,声音将归缩到“混沌”。再如,在古典力学中,运动物体具有确定的轨道,任一时刻物体的运动状态,可用在轨道上确定的位置和动量来描述,这意味着物体可以同时具有确定的位置和动量。然而在微观世界中,由于粒子具有波粒二象性,不能用实验来同时确定微观粒子的动量和位置,即微观粒子的位置和动量都存在着不确定性(测不准关系)。综上所述,物理学中这种静中有动、变中有异、异中生奇、奥妙无穷的奇异之美,更为物理学之美增辉添彩,叫人美不胜收。

四、和谐统一美

“美在于和谐,和谐在于对立统一”(赫拉克利特)。物理学的和谐统一美,体现于不同的类型和层次。相对性原理把动与静联系在一起,对称性原理则使物质与反物质融为一体。爱因斯坦理论让质量与能量等价,时间与空间联姻。还有,电磁作用维系住了原子,支配着光和电磁波的传播;引力作用维系着行星和星系的稳定,支配着宇宙的膨胀;强相互作用维持了原子核的稳定;弱相互作用则导致了某些放射性的衰变等。这些都从不同的方面体现出物理学中的和谐统一之美,也正是这种和谐的统一维系着整个五彩缤纷的物质世界。

亚里士多德认为,“一切存在都是统一的”。认识到这种统一性,那是一种壮丽美的感受。因而人类总是从不同的方面去追求世界的统一、自然的统一、社会的统一、即多样统一,这实质上是对美的追求。物理学的发展恰好体现了物理学的多样统一之美。为了建立物理学的统

○她用物理的情趣,引我们科苑揽胜

○她用知识的力量,助我们奋起攀登

欢迎订阅《现代物理知识》

《现代物理知识》创刊于1989年元月,是一份中、高级科普杂志,侧重于介绍现代物理知识、物理学前沿的最新成果与发展动态,以及有关物理学的新技术及其应用。

《现代物理知识》由中国科学院主管,中国科学院高能物理研究所主办,科学出版社出版,国内外发行,各地邮局均可订阅。《现代物理知识》是双月刊,已出版发行53期。1998年的报刊征订工作即将开始,欢迎广大读者及时订阅《现代物理知识》,1998年全年6期邮局订价为18元,每期3元。

此外,本编辑部继续办理《现代物理知识》杂志邮购业务。由于邮资上涨等因素,从1998年起,凡向本编辑部邮购的《现代物理知识》杂

志,价格略作调整。

一理论,许多物理学家为之奋斗不息、前赴后继。牛顿力学把地上的力学与天上的力学统一起来;麦克斯韦的电磁理论,把电、磁、光统一起来;格拉肖、温伯格、萨拉姆把电磁理论和弱作用理论统一起来;1974年,乔治和格拉肖分别大胆地提出大统一理论,试图让基本相互作用中的3种相互作用达到统一。在近期所有向大统一的进军中,最雄心勃勃和富有革命性的就是约翰·舒尔茨和麦克·格林等发展的“超弦”思想,带来了大统一的希望。

物理学目前已有几十个学科分支,并与其他学科如生物科学等交叉渗透,构成庞大的知识群体和理论体系。虽然各学科分支之间在体系内容、方法和发展诸方面都有其自身的结构,但又有内在联系,它们既相互独立、又相互联系,既相互制约、又相互协调,既有严谨的逻

辑结构、又错落有致、相映成辉,交织成物理学立体、完整、和谐统一的科学美。

具体事项说明如下:

本编辑部出售的杂志种类和价格为:1992年合订本,18元/本;1993年合订本,18元/本;1994年合订本(内含1994年增刊),35元/本;1995年合订本,22元/本;1996年合订本,26元/本;1993年所庆增刊,8元/本;1994年增刊,8元/本;1996年增刊,22元/本;1997年全年6期共20元;1998年全年6期共20元。

欲邮购本刊杂志的读者,请汇款至:100039北京918信箱《现代物理知识》,收款人姓名栏请填写:“现编部”。另外,汇款人地址、姓名、邮编请书写清楚、完整。

物理学以自然为研究对象,在漫长的探索自然奥秘的进程中,与其他学科携手并进,从混沌里寻找有序,从现象上认识本质,从变化中揭示规律,呈现出多层次、多样化、多彩性、多维度的科学美。所以,物理之美是物理学家的骄傲,值得我们倾心赞赏。物理美是一座高山,够我们奋力攀登;物理美是一条大河,它雄阔壮丽,咏唱着永不休止的乐曲。愿物理学与音乐共鸣,声波为科学交响,实现物理学与美学的完美结合——物理美学。因为“美是真理的光辉”(拉丁格言),不管它是“直射”的、“折射”的、甚至是模糊的,它都能像灯塔一样,指引着我们识别和选择奋斗的方向,达到真理的彼岸。