

从物质、运动不灭思想到守恒定律(连载十三)

陈青华

姜水根

(浙江省宁波市效实中学 浙江省宁波市效实中学 宁波华茂外国语学校)

宇宙中的一切物体,小到原子内部的质子、中子和电子,大到遥远的恒星和星系,都在不停地运动着。物质的运动是这样地普遍和常见,但我们人类对物质及其运动的研究却是曲折而漫长的,人类对物质及其运动的认识有一个辩证发展的过程。

一、从物质不灭思想到质量守恒定律

当人们开始用理性的方式考察我们这个世界的时候,有一些关于物质及其运动的朴素观念产生了。早期的哲学家们提出物质不灭的理论。在古希腊,当泰勒斯提出“水是万物的本原”这样的命题时,哲学就诞生了。世界是变化的,万物都有生成和毁灭,但泰勒斯猜想,在这生与灭的背后应该存在着一个本原,万物由此而生,毁灭后又复归于它,万物的性质虽然多变,但作为万物本原的东西,它是不变的。泰勒斯认为这个本原是水,这在现在看来当然是幼稚的,但如果我们认识到这一命题后面深藏着的关于物质不灭的思想,崇敬之情便油然而生。后继的自然哲学家继承了泰勒斯的这个思想,只是对万物的本原认为是其他物质。赫拉克利特认为世界的本原是一团永不熄灭的火,亚里士多德认为构成世界的元素应该有四种,即土、水、气、火。留基伯和德谟克利特认为,世间万物都是由原子和虚空组成的,原子本身是不变的,世间万物的变化只是原子的组合发生变化。在留基伯和德谟克利特原子论中,物质不灭的思想体现为作为万物始基的原子不生不灭。

卢克莱修继承了德谟克利特的原子论,并在《物性论》中用原子论的观点明确地阐述了物质永恒的思想,他说“事物不能从无中产生,当产生之后也不能归之于无,……,我们的眼睛不能看见事物的始基,……没有人看见湿气如何进入衣裳,也没有人瞧见它如何被阳光赶走,……自然就这样永远用看不见的物体来工作。”这看不见的物体就是原子,在卢克莱修看来原子是坚实而永恒的,因此物质的总量不会发生变化。

随着科学与哲学发生分离,化学也从17世纪开始逐步走向独立发展之路。玻义耳继承了古希腊哲学家的思想,提出了元素的概念,他重视化学实验,区分了化合物与混合物。玻义耳正确地指出化学的工作方向

是考察自然界是如何被化合出来的。

早期的化学与火密不可分,燃烧问题一直是化学研究的一个核心问题。人们注意到木柴燃尽后的灰烬总比原先的木柴轻许多,于是推测在燃烧过程中有某种可燃物脱离了木柴,而剩下的灰烬由于不再有可燃物,所以不能再燃烧,这种可燃物后来被称为燃素,这就是燃烧的燃素说。燃素说统一了当时许多化学现象,为化学从炼金术中分离出来做出了巨大的贡献。然而,燃素显然不是古希腊人所探求的物质的本原,并且也不同于玻义耳所提出的元素,而只是可燃物所拥有的一种特殊的物质。燃素说明显偏离了玻义耳所指出的化学研究的方向,在后来的发展中遇到了困难。人们发现不但有机物能燃烧,而且金属也能燃烧,并且金属生锈与燃烧是同一化学过程。燃素说随之而来的问题是燃素有没有重量呢?有机物燃烧完后重量一般是大大减少,而金属生锈后重量却往往增加,燃素说无法解决这一困难,陷入了不能自拔的泥潭。

拉瓦锡一开始他的化学研究生涯,就深刻意识到定量测量的重要性,他重复了前人关于燃烧的一些实验,在实验中,他发现燃烧磷或硫之后所得的物质,比原来的磷或硫的重量要重。他断定一定是空气中的某种东西加入了反应,才使反应物变重。1774年,拉瓦锡在一个密闭的容器里加热锡和铅,两种金属表面均起了一层金属灰。从前的实验都表明,带有金属灰的金属比原来的要重。但拉瓦锡却发现,整个容器在加热后并不比从前更重。这就是说,如果金属增加了重量,那么空气必定失去了重量,果然,当他打开容器,空气马上涌了进来。这个实验证明了金属燃烧的结果是与部分空气相化合。这就是燃烧的氧化说。1781年,普利斯特列发现易燃空气在燃烧后形成小露珠,拉瓦锡重做了这个实验,发现可燃空气与氧气化合后生成的水的重量正好等于两种气体的重量。经过一系列的实验研究和探索,拉瓦锡最后于1789年出版了《化学纲要》,在书中展开了以氧化理论为核心的新的燃烧学说。在该书中,拉瓦锡重新确立了玻义耳所提出的化学研究的方向,提出化学的任务是将自然界的物质分解成基本

的元素,他还阐述了反应过程中物质守恒的思想,即反应前后反应物的质量之和等于生成物的质量之和。有人称拉瓦锡是化学中的牛顿,拉瓦锡确实开创了近代化学的新纪元。

18世纪的化学家道尔顿秉承了古希腊原子论思想,并在实验的基础上建立了近代化学意义上的原子论。道尔顿的原子论为当时化学上的质量守恒定律及定组成定律提供了简明解释。(一)在化学反应中,如果原子守恒,则质量也必定守恒。(二)定组成定律指出:不论来源或制备方法如何,一种化合物永远以相同的质量比含有相同的元素。

从物质不灭思想发展到质量守恒定律,从朴素的原子论到科学的原子论的建立,恩格斯在《自然辩证法》一书中总结说:“如果理论自然科学想要追溯自己今天的一般原理发生和发展的历史,它也不得不回到希腊人那里去。而这种见解愈来愈为自己开拓道路。”

二、从运动不灭思想到动量、能量守恒定律

虽然亚里士多德关于运动有很多错误的论述,但是他指出“运动必然永远存在而无中断”。他是这样得出结论的:如果没有时间,怎能有先后呢,如果没有运动又怎能有时间呢?如果说时间是运动的数或者本身就是一种运动,那么既然时间是永存的,运动必然也是永存的。

卢克莱修在他的《物性论》中分析物体的运动时指出,“每样东西虽然重量不相等,却必定以同等的速度冲下,通过静寂的虚空在运动。”并解释了我们实际上看到的物体以不同的速度下落的原因“乃是由于水和稀薄空气两者的物体绝不能相等地延阻每一物”。卢克莱修正确地意识到,如果不受空气的影响,重的物体和轻的物体下落是一样快的。关于运动的永恒性,他在书中写道:“一切的运动永远是互相联系的,并且新的运动总是从旧的运动中按一定不变的秩序产生出来。……运动的总量,正像是物质的总量一样是不变的。”

笛卡儿提出了运动量守恒的思想。他认为整个宇宙是由物质及其运动组成,碰撞是物体改变运动的惟一原因。显然,笛卡儿继承了卢克莱修的思想,认为世界的本质可以用组成世界的粒子的运动和不断的相互作用来说明。他把碰撞问题视为新物理学的首要问题。他提出解决问题的思路是运动量守恒原理,因为在他看来,宇宙是上帝创造的一台机器,对万能的上帝而言,这台机器是一旦启动就永无休止地运动,而这需要运动量守恒作保证。

质量的度量很简单地用天平就可以解决了,而对运动的度量却是一个问题。笛卡儿提出动量守恒原理,他将动量定义为质量与速率的乘积。但是这样的一个定义在解决碰撞的问题时,除了很有限的几种情形外,在一般的情况下,既不能确定两个物体碰撞之后的速度的大小,也不能确定碰撞后的物体运动的方向。不仅

如此,这一定义还使他自己神圣的宇宙机器遇到了麻烦,两个完全没有弹性的物体相撞后会粘在一起,如果它们原来的质量相等,速度大小相等而方向相反,那么粘在一起后的速度为零。这个结果意味着,笛卡儿意义上的动量会越来越小,除非所有的碰撞都是完全弹性碰撞,才能保持笛卡儿的宇宙机器理想。

虽然笛卡儿没有解决碰撞的问题,但是他的工作为后人提供了思路。惠更斯将动量定义为质量和速度的乘积,在考虑了动量的方向性后,在任何碰撞过程中,物体的动量的确是守恒的,从而得到了正确的动量守恒原理。惠更斯在做完全弹性碰撞的实验时发现,除了动量守恒外,还有一个量是守恒的,即质量与速度平方的乘积。

和笛卡儿一样,莱布尼兹也相信宇宙中运动的总量必须保持不变,不过和笛卡儿不同,他认为应该用质量与速度平方的乘积来表示这个量(他把这个量称之为活力)。对非弹性碰撞,动量是守恒的,活力是减少的。但莱布尼兹仍坚信活力是守恒的,为了说明在非弹性碰撞中活力并没有减少,他提出了一个巧妙的解释,即认为碰撞物体在整体上所减少的活力并未消失,而只是被物体内部的微小粒子吸收了,微粒的活力增加了。当时还没有现代的分分子原子概念,莱布尼兹的这种解释纯属哲学上的猜想。

莱布尼兹还把他的活力守恒思想推广到碰撞以外的问题中,他认为“力必须由它所产生的效果来衡量,例如它能将一个重物举起的高度来衡量”,他把物体的重量和上升的高度的乘积作为运动的量度,这相当于我们现在所定义的功。他根据伽利略落体定律计算出物体下落的高度和它下落此高度所获得的速度的平方成正比,由此得出应以质量与速度平方的乘积作为运动的真正量度,即活力。对应这种量度,物体在上抛过程中活力显然减少,莱布尼兹又坚持认为活力并未消失,而是以某种形式被储存起来了,当物体回落时这储存的活力又被释放了出来。他的这种活力被储存起来的想法是后来势能的先声。显然,莱布尼兹已察觉到机械能守恒了。

热学的定量研究是随测温技术的发展而发展的。伽利略造出了第一个温度计,后来人们改进了温度计,华伦海制作了水银温度计,摄尔修斯将水的沸点和冰的熔点作为温度的固定点,从而使得人们可以精密测温。后来人们区分了温度和热量这两个概念,并发现在众多的热现象中,热量是守恒的,于是人们提出热质说。热质说有许多优点,一方面它能很好地解释很多的热现象,另一方面他还遵守物质守恒的思想,即热质说认为,在所有热现象中,热质在不同的物体间流动,热质的总量是保持不变的。

热质说碰到的最大困难是对摩擦生热现象的解释。18世纪90年代,伦福德伯爵在慕尼黑指导军工生

产时发现:给铜炮钻孔时,用不了多长的时间,炮筒的温度就升得很高,而且只要钻孔继续进行,就会不断地产生出大量的热来。伦福德对此感到十分惊奇。这么多的热是从哪里来的呢?他觉得用热质说是很难解释的。经过大量的实验,伦福德最终得出了热是一种运动的结论。1799年,英国科学家戴维在冰点以下的环境里,让两块冰相互摩擦,结果冰融化了。戴维由此认识到“热质守恒”是不成立的,热质也是不存在的,他认为热的本质是“摩擦引起物质微粒的振动,而这种振动就是热。”对热质说的否定,使人们重新走到莱布尼兹所指出的正确道路上来。

18世纪末和19世纪初,各种自然现象之间的联系相继被发现。伦福德、戴维的摩擦生热实验否定了热质说,把物体的内能的变化与机械运动联系起来。1800年发明伏打电池后不久,又发现了电流的热效应、磁效应和其他一些电磁现象。在生物学界,证明了动物维持体温和进行活动的能量跟它摄取的食物化学能有很大关系。

焦耳用定量的实验来证明热是一种运动,他设计精密的实验测定了热功当量的数值,热功当量的测定是对热的唯动理论的有力支持,它的测定具有决定性的意义。机械功可以转化为热,同样热也可以转化为机械功,卡诺的热机就是把热转化为机械功的机器。焦耳做了大量的实验以验证能量守恒,他在研究使机械功转化为电流、电流再转化为热时发现,这一过程和直接把机械功转化为热的过程,两者生成的热是一样多的。在化学中,拉瓦锡和拉普拉斯发现在化学正反应中放出的热正好等于逆反应中吸收的热,后来又发现在一组物质转化为另一组物质时,不管反应分几步进行,释放的热是恒定的。在此期间,迈尔发现赤道上的居民静脉的血要比其他地区的更红些,他从“无不生有,有不变无”的哲学观念出发,表达了能量守恒的思想。赫尔姆霍兹则系统严密地阐述了能量守恒原理。他把能量的概念推广到各个领域,提出能量的各种形式相互转化和守恒的思想,并指出永动机是不可能被造出来的。就这样,不同的科学家通过不同的途径都得出能量守恒这一共同的结果。

能量转化和守恒定律是科学发展的必然结果,它揭示了自然科学各个分支间的普遍联系,并提醒着人们,我们的自然是统一的。恩格斯曾经把这一定律称为“伟大的运动基本定律”,是19世纪自然科学的三大发现之一。

三、诺特定理

科学的发展是开放式的,当新理论推翻旧理论时,我们并不认为这是科学的失败,而认为这是科学的胜利。科学是在不断的修正和改进中获得发展的。在这种情况下,实验在科学发展中的重要性是不言而喻的。但是人们在建立新的科学理论的时候,一方面固然要考

虑到实验事实,另一方面也必然受一些哲学思想的引导。比如伽利略和牛顿都非常强调简单性原则,爱因斯坦相信世界内在的和谐。在完成广义相对论后,当人们准备对日全食进行观测以检验爱因斯坦的理论是否正确的时候,别人问他是否担心他的相对论可能错了,他答道:“如果观测与理论不符,那一定是上帝错了”。因为相对论是一个非常优美的理论,以至于爱因斯坦认为它不可能是错的。我们对守恒定律也有类似的想法。

守恒定律是建立在物质及其运动不可创生也不会消失的思想的基础上的,除质量守恒定律、动量守恒定律和能量守恒定律外,还有角动量守恒定律,电荷守恒定律等。一系列的守恒定律的得出,其实是哲学思想的科学化。作为科学规律,守恒定律与其它的科学规律有所不同。我们知道牛顿运动定律在理论和实践上都取得了非凡的成就,但在高速和宇观的世界里,相对论是更好的理论;在微观世界里,量子力学才是正确的。一般的科学理论,当实践与之相冲突的时候,我们已经习惯于修正我们的理论。比如玻尔对卢瑟福原子模型的改造,后来玻尔的理论又得到进一步的改进,科学理论的发展一般是这样进行的。但是守恒定律自从它被发现以来,从不需要修正,如果一个实验与它不符,人们并不认为是守恒定律出错,而是认为我们对实验的认识还不够,我们的考查还不够全面,原先的科学理论不够完备,有新的理论尚待发现。可见,守恒定律是科学规律的规律。

美国科学家富兰克林首先提出了正电和负电的概念。他认为电的本性是某种电液体,它不均匀地渗透在一切物体中。当某物体内的电液体与其外界的电液体处于平衡时,该物体便呈现电中性,当内部的电液体多于外界时,呈正电性,相反则呈负电性。由于电液体的总量保持不变,因此电荷总量保持不变,这就是电荷守恒定律。后来人们发现电荷有两种,即原子核所带的正电荷和电子所带的负电荷,等量的正负电荷均匀分布的时候,物体就呈电中性状态,起电的过程只是电荷的转移。富兰克林的电液体的假说被证明是不对的,但他的守恒思想依然是正确的。

1922年,在研究原子核的 β 衰变时发现能量莫名其妙地消失了。为此玻尔曾一度猜想能量守恒定律是否在微观领域不再适用。但大多数物理学家不同意玻尔的意见。1931年,玻尔的学生、奥地利物理学家泡利提出中微子假说,认为在衰变中放出了一种静止质量为零、呈电中性、与光子有所不同的粒子,所以出现了能量亏损。由于这种新粒子质量为零,又不带电,所以很难被观测到。泡利的中微子假说曾被认为是为了挽救能量守恒定律而提出的一种特设性假说。但到了50年代,中微子终于被观测到了,泡利的假说最终得到了证实。中微子的发现又一次说明能量守恒定律

WaveCN 软件在声学实验中的应用

安永锋

(甘肃省成县第一中学 742500)

偶得一款软件 WaveCN, 它是一个 32 位的音频编辑软件, 能运行于 WINDOWS 95 + IE4 / 98 / ME / NT 4.0 / 2000 / XP, DirectX 等版本的操作平台。通过本软件可对音频数据进行编辑修改并能创造出特殊的效果。WaveCN 为全中文界面, 直观的多文档操作, 无穷步的撤销和恢复撤销, 支持完全内存编辑, 在具备足够大内存的情况下可以达到最大速度等。程序本身需要大约 6MB 的硬盘空间。至少使用 16 位的 PCI 声卡。该程序可以在没有声卡的环境下工作, 但听不到声音。使用 800 * 600 的屏幕分辨率。(WaveCN 1.55 版为共享软件, 版权所有: 苏信东。E-Mail 地址: webmaster@wavecn.com。可在 www.wavecn.com 下载最新免费 WaveCN1.9 正式版)。下载后直接运行即可。

可用该软件代替音叉做声学实验, 增强了声学实

验的演示效果, 还可代替示波器, 电压表, 信号发生器。将演示内容保存为文件后, 实验还具有能重复使用、拷贝复制的优点。现介绍用 WaveCN 进行的几个声学演示实验。

一、乐音和噪音

演示前, 先要录制乐音和噪音。录乐音时, 打开“效果”、“产生”、“简单频率发生器”、“左声道有效”, 频率取 1 000 Hz (频率可以任意选取, 像按电话号码一样键入), 波形取“正弦波”, 持续时间为 10 s。录制噪音时, 可用钢锉锉铁皮, 把摩擦撞击声录入, 录 10 s。方法是在声卡上连接上话筒, 然后, 用鼠标点击菜单栏上的录音标记红点, 通道选“单声道”、“CD 音质”、“开始”录制。以 20 s 为周期, 用“复制和粘贴”的方法, 把乐音和噪音相互交错, 中间插入 3 s 的静音 (静音的录制方

是普遍适用的。

数学家欧拉曾说过: 因为宇宙的结构是最完善的而且是最明智的上帝创造的, 因此, 如果在宇宙里没有一种极大或极小的法则, 那就根本不会发生任何事情。在对物理实在 (现象) 的观察中, 科学家们相信, 对于不同的观察者物理实在可以不同, 但物理实在的结构 (规律) 必定是相同的。物理学中描述物理实在结构的方法之一就是作用量方法。这种方法从功能角度去考察和比较客体一切可能的运动 (经历), 认为客体的实际运动 (经历) 可以由作用量求极值得出, 是其中作用量最小的那个。这个原理称为最小作用量原理。德国女数学家诺特指出, 作用量的每一种连续对称性都有一个守恒量与之对应。人们把这种对称与守恒的联系称为诺特定理。

根据诺特定理, 物理学中存在着许多守恒定律, 如能量守恒、动量守恒、角动量守恒、电荷守恒……等。这些守恒定律的存在并不是偶然的, 它们是自然规律具有各种对称性的结果。能量守恒定律与物理规律随时间平移不变相联系, 动量守恒与物理规律的空间平移不变相联系, 角动量守恒是物理规律具有空间旋转对称的结果, 电荷守恒定律是带电粒子与中性粒子的

相对相位在电荷规范变换下具有不变性的结果。

世界在变化中有不变, 转化中有守恒, 守恒定律是变与不变的统一。在所有变化中, 物质的存在是最根本的, 也就是说物质的不灭性是最根本的。恩格斯在《自然辩证法》的导言中最后一段话表述了这样一种哲学信仰: “不论这个循环在时间和空间中如何经常地和如何无情地完成着, 不论有多少百万个太阳和地球产生和灭亡, 不论要经历多长时间才能在一个太阳系内而且只在一个行星上造成有机生命的条件, 不论有无数的有机物一定产生和灭亡, 然后具有能思维的脑子的动物才从它们中间发展出来, 在一个短时间内找到适于生活的条件, 然后又残酷地被消灭, 我们还是确信: 物质在它的一切变化中永远是同一的, 它的任何一个属性都永远不会丧失, 因此, 它虽然在某个时候一定以铁的必然性毁灭自己在地球上最美丽的花朵——思维着的精神, 而在另外的某个地方和某个时候一定又以同样的铁的必然性把它重新产生出来。”

参考文献

- 1 吴国盛. 科学的历程. 北京: 北京大学出版社, 2002
- 2 黑格尔. 小逻辑. 北京: 商务印书馆, 1996
- 3 卢克莱修. 物性论. 北京: 商务印书馆, 1981