

热学知识漫谈

北京未来新世纪教育科学发展中心 编

探索未知

新疆青少年出版社
喀什维吾尔文出版社

探索未知

热学知识漫谈

北京未来新世纪教育科学发展中心 编

新疆青少年出版社
喀什维吾尔文出版社

图书在版编目(CIP)数据

探索未知/王卫国主编. —乌鲁木齐:新疆青少年出版社;喀什:喀什维吾尔文出版社, 2006. 8

ISBN 7-5373-1464-0

I. 探... II. 王... III. 自然科学—青少年读物 IV. N49

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 097778 号

探索未知

热学知识漫谈

北京未来新世纪教育科学发展中心 编

新疆青少年出版社 出版
喀什维吾尔文出版社

(乌鲁木齐市胜利路 100 号 邮编:830001)

北京市朝教印刷厂印刷

开本:787mm×1092mm 32 开

印张:300 字数:3600 千

2006 年 8 月第 1 版 2006 年 8 月第 1 次印刷

印数:1-3000

ISBN 7-5373-1464-0 总定价:840.00 元(共 100 册)

如有印装质量问题请直接同承印厂调换

前 言

在半年之前,本编辑部曾推出过一套科普丛书,叫做《科学目击者》,读者反应良好。然而,区区一部丛书怎能将各种科学新知囊括其中?所未涉及者仍多。编辑部的同仁们也有余兴未尽之意,于是就有了这套《探索未知》丛书。

《科学目击者》和《探索未知》可以说是姊妹关系,也可以说是父子关系。说它们是姊妹,是因为它们在方向设定、内容选择上不分彼此,同是孕育于科学,同为中国基础科普而诞生。说它们是父子,则是从它们的出版过程考虑的。《科学目击者》的出版为我们编辑本套丛书提供了丰富的经验,让我们能够更好的把握读者们的需求与兴趣,得以将一套更为优秀的丛书呈献给读者。从这个层面上讲,《科学目击者》的出版成就了《探索未知》的诞生。

如果说《科学目击者》只是我们的第一个试验品,那么《探索未知》就是第一个正式成品了。它文字精彩,选

题科学,内容上囊括了数学、物理、化学、地理以及生物五个部分的科学知识,涵盖面广,深度适中。对于对科学新知有着浓厚兴趣的读者来说,在这里将找到最为满意的答复。

有了《科学目击者》的成功经验,让我们得以取其优、去其短,一直朝着尽善尽美的目标而努力。但如此繁杂的知识门类,让我们实感知识面的狭窄,实非少数几人所能完成。我们在编稿之时,尽可能地多汲取众多专家学者的意见。然而,百密尚有一疏,纰漏难免,如果给读者您的阅读带来不便,敬请批评指正。

编 者

目 录

热现象与热运动	1
热本质的认识	1
物质的分子组成	8
分子的热“运动说”	10
热与冷的奥秘	13
热与冷的对象	14
热与冷的量度	17
热与冷的尺度	19
热与冷的测量	22
热与冷的感觉	28
量热学的发展	32
热的传递	32
潜热的发现	37
拉普拉斯冰量热器	41

世界与物态	43
世界中不同的物态形式	44
水内部的流动世界	48
神秘的气体分子	52
热力学定律	56
热力学第一定律的建立	56
热力学第二定律的建立	79
热力学第三定律的建立	84



热现象与热运动

热本质的认识

人类在原始时代就学会用火,接触到了热现象。关于热是什么的问题,很早就成为人们探讨的对象,形成两种截然相反的见解。

一种见解把热看成是自然界的特殊物质。我国殷朝形成的“五行说”,把热(火)看做和金、木、水、土一样的东西,是构成宇宙万物的物质元素。在古希腊产生的物质元素论中,也把热(火)看做是一种独立的物质元素,赫拉克利特认为,世界就是火。

另一种见解把热看成是物质粒子运动的表现,我国古代朴素唯物主义思想家提出的“元气论”,就认为热



探索未知

(火)是物质元气聚散变化的表现。在古希腊和古罗马,也有一些学者,特别是原子论者,把冷热看成是物质微粒(原子)在虚空中运动的一种表现。卢克莱修就曾经说过,运动可以使一切东西都变得很热,甚至燃烧起来。

不过,在科学不发达的古代,这两种见解都只是直觉的猜测。在漫长的中世纪,热学几乎毫无进展。直到 17 世纪以后,一些著名科学家根据摩擦生热的现象,恢复了古人关于热是物质粒子的特殊运动的猜测,比如,英国的培根就曾说过,热是一种运动。法国的笛卡儿更把热看成是物质粒子的一种旋转运动。当时,牛顿、胡克、罗蒙诺索夫等人都相信和支持热是运动的观点。但是由于没有充分可靠的实验依据,这种正确的观点还没有形成系统的理论,更没有赢得学术界的普遍承认。

到了 18 世纪,人们对热的本质的认识,奇怪地走上了一条弯曲的道路,复活了古人把热看成是特殊物质的错误猜测。英国的布拉克提出了系统的“热质说”,又叫做“热素说”。他认为热是一种看不见、没有重量的流质,叫做热质。热质可以渗透在一切物体之中,物体的冷热取决于它所含热质的多少。热质可以从比较热的物体流



到比较冷的物体,就像水从高处流向低处一样。自然界存在的热质数量是一定的,它既不能创造,也不会消灭。

“热质说”能够顺利地解释许多人所共知的热现象。比如,说物体受热膨胀是热质流入物体的结果,热传导是热质的流动,对流是载有热质的物质的流动,太阳光经过凸透镜聚焦生热是热质集中的结果,等等。因此它压倒了热是运动的观点,获得了广泛的承认。1789年,法国的拉瓦锡把热列入他的化学元素表里,用 T 表示,属于气体元素类,物理学中常用的热量概念和它的单位卡路里(简称卡),也是在“热质说”的基础上建立的。当时,热量就表示热质的多少。

“热质说”取得胜利,成为热学的正统理论后,仍旧不时受到一些新的实验事实的冲击。比如在冰溶解成水和水沸腾变成蒸汽的过程中,只吸收热量,温度并不升高的事实,就向“热质说”提出挑战,按照“热质说”,物质含的热质越多,温度应该越高。给冰加热,就是把热质注入到冰里去,所以冰的温度应该逐渐升高。然而冰溶解的时候,尽管每1千克冰吸收了80千卡热,冰的温度没有升高,同样,水沸腾的时候,每1千克水虽然吸收了539千



探索未知

卡的热,水的温度也没有升高,冰或者水吸收的热质跑到哪里去了呢?

还是布拉克提出了一种“巧妙”的解释,说这些热质“束缚”到物质内部去了,或者说“潜伏”起来了。他把这部分热质叫做“潜热”。虽然这种解释不能叫人满意,但是也能搪塞过去。就这样,“热质说”在热学中称雄了近一百年。

“热质说”究竟是不是真理呢?只有科学实验才能做出权威的判断。

1798年,从美国移居欧洲的科学家汤姆生,后来被封为伦福德伯爵,在用钻头钻炮筒的时候看到,钻头、炮筒和铁屑的温度都升高了,而且产生的热量和钻磨量或多或少成反比。他发现,钝钻头比锐利的钻头能够给出更多的热,但是切削反而少了。这和“热质说”的观点是矛盾的。根据“热质说”,锐利的钻头应当更有效地磨削炮筒的金属,放出更多的和金属结合的热质。伦福德还用一只几乎不能切削的钝钻头,在2小时45分钟里使大约8千克的水达到了沸点。实验使伦福德得到了“热是由运动产生的,它决不是一种物质”的正确结论。



“热质说”的维护者人多势众，对伦福德地发现进行了种种刁难和歪曲，讥笑他违反“常识”。他们说，钻炮时候的热是其他化学变化产生出来的。伦福德经过仔细检查，没有发现在钻孔过程中有任何东西发生了化学变化。“热质说”的维护者们又声称，热是由于钻头把组成炮筒的金属中的“潜热”钻出来了。伦福德又经过反复检验，没有发现金属发生了从液态到固态或者从气态到液态的转变。因此“钻出了潜热”的说法纯属胡扯。极力维护“热质说”的人又说什么这是由于金属的比热发生了变化。在激烈的唇枪舌剑中，虽然“热质说”理屈词穷，但仍不甘失败，最后宣称热是由“外面的热质跑进来的”，千方百计把新发现纳入自己的框框。

为了驳倒“热质说”，1799年，戴维做了冰的摩擦实验。他在真空中用一只钟表机件使两块冰相互摩擦，整个实验仪器的温度正好是冰的冰点温度。实验结果，两块冰在摩擦的地方不断熔解成水。大家知道，水的比热比冰的比热还要大。这个实验驳倒了“外边的热质跑进来的”谬论，也证明了所谓热质不生不灭的守恒定律是错误的。根据确凿的实验事实，戴维大胆否定了热质的存



探索未知

在,认为热是一种特殊的运动,可能是各个物体的许多粒子的一种振动。

做功能够产生热,消耗热也能做功,功和热之间有没有确定的关系呢?为了寻找这个关系,就是测定所谓热功当量,英国酿酒匠出身的物理学家焦耳,从22岁开始,花了近40年时间,一共做了400多次实验,他历尽艰难,遭受过压制,终于创建了辉煌业绩。

在19世纪40年代头几年,默默无闻的焦耳埋头实验,用不同的方法初步测出了热和功之间的数量关系,指出只要做了一定数量的机械功,总能得到和这个功相应的热。这个新人耳目的发现,在科学界引起轰动,有的赞同,但更多的是遭到怀疑和反对,甚至无理地拒绝他在皇家学会宣读实验论文。焦耳不畏困难,决心继续实验,用更精确的实验来驳倒反对派。1847年,他精心设计了一个迄今认为是最好的实验,就是在下降重物的作用下,使转动着的叶片和水发生摩擦而产生热。焦耳坚信,自己的实验结论是正确的。

在1847年6月举行的英国学术会议上,焦耳要求宣读论文,又遭到阻拦,他费了一番口舌,才被同意做简要



介绍。然而，他的介绍遭到信奉“热质说”的科学权威汤姆生等的强烈反对，连法拉第也表示怀疑。

直到 19 世纪 50 年代，由于其他国家的科学家从不同角度也得出了热功当量的数量，焦耳的成就才得到普遍承认，他本人也被选为英国皇学会会员。

1878 年，年已花甲的焦耳对热功当量做了最后一次测定，得到的结果是 423.9 千克米/千卡，和 30 年前的测定结果相差极小。为了纪念他，人们用他名字的第一个大写母 J 来表示热功当量， $J = 427$ 千克米/千卡。意思是，1 千卡的热量和 427 千克米的功相当，假如功用焦耳做单位，热量用卡做单位。（ $J = 4.18$ 焦/卡）

热功当量的测得，标志着“热质说”被彻底摧毁，热的“运动说”取得完全胜利，也导致了自然界的一条普遍规律——能量守恒和转化定律的建立。

通过长期反复较量，在实践中经受了考验的热的“运动说”终于赢得了胜利。

热的“运动说”指出，热量是物质运动的一种表现。它的本质就是物质内部大量实物粒子——分子、原子、电子等的杂乱无规则运动。这种热运动越剧烈，由这些粒



探索未知

子组成的物体就越热,它的温度也越高。物质的运动总是和能量联系在一起的。实物粒子的热运动所具有的能量,叫做热能。热运动越剧烈,它所具有的热能也越大。所以,温度其实就是无数粒子的热运动平均能量的量度。

19 世纪中叶以后,热学的理论和实践都取得了突飞猛进的发展。

物质的分子组成

两千多年以前,我国古代的学者提出了“一尺之棰,日取其半,万世不竭”的论断。“棰”是一种策马鞭上的短木棍。意思是,一尺长的短木棍,每天分割一半,就是亿万年也分割不完。它朴素地说出了物质无限可分的思想。但是,对于木棍这样的具体物质进行机械分割,是不可能“万世不竭”的。

比如你“日取其半”地分割一尺长的木棍,分割到第 29 天,剩下的长度大约是五亿分之一尺,它还具有木头的性质。因为木头是由一种纤维素的单元构成的,这是一种很长的链,每个环节大约是五亿分之一尺,和第 29



天分割以后剩下的长度相当。但是经过第 30 天分割；剩下的长度只有十亿分之一尺，变成了比组成木头的纤维素单元更小的东西。在第 30 天以后，虽然物质还可以无止境地分下去，但是分出来的小粒子已经不再具有木头的性质了。可见，具体物质的分割是有限度的。

在物理学中，能够保留某种物质性质的最小粒子，叫做这种物质的分子。自然界里千姿百态的物质，都是由各种各样不同的分子组成的。

分子的尺寸和重量都小得惊人。一滴油滴到水面上，可以散成很大面积，油层可以薄到只有百万分之一厘米；延展性很好的金子，可以加工成厚度只有十万分之一厘米的金箔。但是这样薄的油层还有几十个油分子厚，这样薄的金箔竟有几百个金分子厚。

精确的实验告诉我们，一般物质分子的直径，大约只有亿分之几厘米。在物理学中，常把亿分之一厘米叫做 1 埃。像水分子的直径是亿分之四厘米，就是 4 埃。这是一个很小的数字，把 2500 万个水分子肩并肩地排列起来，总长度才是 1 厘米。蛋白质分子它的直径也只有几十埃。



探索未知

常见物质里含有的分子数目庞大无比。比如 1cm^3 的水里含有 335 万亿亿个水分子,把它们分给全世界所有的人,平均每人能够分到 8 万亿个。假想有一种极小的动物喝水,每 1 秒钟喝进 100 亿个水分子,喝完 1cm^3 的水至少要用 10 万年以上的的时间。

分子的质量也极其微小, 1cm^3 水的质量是 1 克,含有的水分子是 335 万亿亿个,所以一个水分子的质量只有 2.99×10^{-23} 克。分子里最轻的成员是氢分子,质量小到只有 3.35×10^{-24} 克,拿一个氢分子质量和一个中等大小的苹果质量之比,大约相当于这个苹果质量和地球质量之比。

分子的热“运动说”

组成气体的分子都十分好动。比如你种的茉莉花,一旦开了花,全家甚至邻居都可以闻到扑鼻香气;鱼、肉腐烂了,会弄得周围臭气熏天。组成液体的分子也很好动。你在一杯清水里滴入一滴墨水,墨水就会慢慢散开,和水完全混合。这表明一种液体的分子进入到另一种液