



PHYSICS



走进物理世界丛书

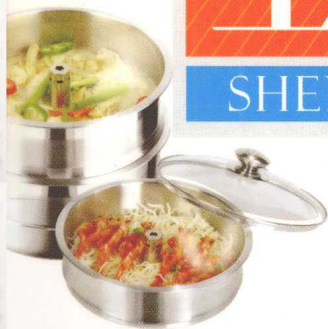


本书编写组◎编

ZOUJIN WULI SHIJIIE CONGSHU

生活中的热学

SHENGHUO ZHONG DE REXUE



这是一本以物理知识为题材的科普读物，内容新颖独特、描述精彩，以图文并茂的形式展现给读者，以激发他们学习物理的兴趣和愿望。



中国出版集团
世界图书出版公司

PHYSICS



走进物理世界丛书



本书编写组◎编

ZOUJIN WULI SHIJIE CONGSHU

生活中的热学



世界图书出版公司
广州·上海·西安·北京

图书在版编目 (CIP) 数据

生活中的热学 / 《生活中的热学》编写组编. — 广州: 广东世界图书出版公司, 2010. 4
ISBN 978 - 7 - 5100 - 2035 - 3

I. ①生… II. ①生… III. ①热学 - 青少年读物
IV. ①O551 - 49

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 049974 号

生活中的热学

责任编辑: 柯绵丽

责任技编: 刘上锦 余坤泽

出版发行: 广东世界图书出版公司

(广州市新港西路大江冲 25 号 邮编: 510300)

电 话: (020) 84451969 84453623

http: //www. gdst. com. cn

E - mail: pub@ gdst. com. cn, edksy@ sina. com

经 销: 各地新华书店

印 刷: 北京燕旭开拓印务有限公司

(北京市昌平马池口镇 邮编: 102200)

版 次: 2010 年 5 月第 1 版第 1 次印刷

开 本: 787mm × 1092mm 1/16

印 张: 13

书 号: ISBN 978 - 7 - 5100 - 2035 - 3/G · 0666

定 价: 25. 80 元

若因印装质量问题影响阅读, 请与承印厂联系退换。



前 言

在日常生活中，我们会遇到各种各样的热学问题，例如：冬天，为什么人穿棉袄会感到暖和？为什么在厨房做饭炒菜时，在远远的屋外也能闻到香味？暖气片安在屋子里哪个位置上有什么学问吗？凉凉的冰做成的屋子人住进去为什么能保暖呢？听到头顶传来隆隆的飞机声，抬头望去，往往可以看到飞机后面拖着一条白烟似的长长的尾巴，为什么这条“白烟尾巴”会渐渐地扩散、变淡、最后消失？……这些，都是我们常见的热学现象，但是，它们所包含的科学道理，并不是每个人都知道的。

你可别小看这些热学现象，它们往往能给人启发。传说大发明家瓦特，在他少年时期，有一天看见开水壶嘴冒蒸汽，就把壶嘴堵住不让蒸汽跑掉，可是蒸汽却冲开壶盖跑出来了。这使瓦特领悟到，蒸汽里蕴藏着巨大的力量，由此激起了他研究蒸汽动力的兴趣。经过多年的辛勤努力，瓦特终于制造出实用的蒸汽机，推动了当时工业革命的发展，使手工业生产过渡到采用机器的大生产。

热学现象是丰富多彩的，热学起源于人类对冷热现象的探索。人类生存季节交替、气候变幻的自然界中，冷热现象是人类最早观察和认识的自然现象之一。早在中国旧石器时代即大约 180 万年前人类就已开始使用火；约在公元前 2000 年中国已有气温反常的记载。古希腊时期，赫拉克利特提出火、水、土、气是自然界的四种独立元素。华伦海特改良水银温度计，定出华氏温标，建立了温度测量的一个共同的标准，使热学走上了实



验科学的道路。焦耳的实验以精确的数据证实了迈尔热功当量概念的正确性，为能量守恒定律奠定了实验基础。

热学的发展历程是复杂的，我们需要找到一种快捷的方式去更加深入地了解这些被无数科学家大费周折发现的原理和理论，而各种实验就为我们提供了捷径。因此从小培养青少年动手做实验的兴趣和技能，对培养青少年的科学素养很有帮助。

本书是面向青少年的课外趣味读物，通过选取日常生活中大量生动有趣的关于热学事例和现象，揭示其蕴涵的科学知识与科学原理。同时介绍了一些用日常生活中随处可以找来的材料和器物做的小实验，将科学与生活联系起来并巧妙运用，使读者轻松快乐学科学，并在学习中增长知识。全书体系完整，涉猎面广，每部分内容都能联系实际，给青少年创造了一个拓宽知识体系的方法，培养青少年的探究能力与创新能力。希望青少年能够认真阅读本书，从而对热学有一个更加深入的了解！



目录

Contents

掀起热学的面纱		爆米花时为什么有一声巨响	75
什么是热学	1	开了锅的粥不热	75
如影随形的温度	6	开水不响, 响水不开	76
能量的代名词——热能	13	开水不一定是熟水	77
热的性质与相关概念	17	油烧着了不能用水去扑灭吗	78
热学与物态变化	23	多孔的冻豆腐	79
不平坦的热学发展之路		暄松的馒头	80
艰难起步——早期发展简史	29	化冻柿子	81
积极探索——热学定律的		膨胀的金属环	82
形成	46	生命获益于反常膨胀	82
深入研究——分子运动论的		暖气片安在什么地方最暖	83
发展	61	生炉子的学问	84
进一步地探索——量热学的		棉袄能给你热量吗	85
发展	63	化雪比下雪冷对吗	86
生活中常见的热现象		冷天汽车玻璃上起雾的原因	
飞机的尾巴	67	及处理办法	90
黑和白的热效应	68	火车上要装双层玻璃窗的	
为何“十雾九晴”	69	原因	91
从茶杯谈到水表管	70	热气球运动	91
冒“汽”的冰棍	72	热水瓶保温的原理	92
饭菜飘香	73	电热毯的发明	93



冰箱为什么能制冷	96	是天火报应吗	125
“热得快”的奥秘	97	救命的水	126
拔火罐的秘密	98	“神刀断案”之谜	127
“温暖”的冰屋	99	热学小实验	
温度高结冰就快吗	101	会跳舞的水滴	129
雪球会越滚越大的奥秘	102	纸杯烧水	130
为什么脏雪比干净的雪先 融化	103	“水”瞬息结冰	130
温度计里的奥秘	103	烧不开的水	131
丢失的热量	106	放在门边的蜡烛	131
冬天，铁摸上去比木头冷 ..	107	拔水杯	132
黑色吸收热量多的奥秘	108	巧割啤酒瓶	132
从垃圾中获得能量	109	玻璃纸的怪脾气	133
热学趣闻趣事		奇妙的火焰	134
塞纳河大桥为什么 “冻短了”	111	瓶中喷泉	135
夏天穿黑袍子的贝督固人 ..	112	神秘的纸片	135
“双鹰2号”的白衣黑裙 ..	113	看见空气的办法	136
神奇的超低温世界	114	牛奶冰淇淋	137
锡 疫	116	巧化糖块	138
用煤来取冷	117	防雾玻璃	138
天外来客	118	“水下火山爆发”	139
金属的健身法—— “冷水浴”	119	灭火的实验	140
斯坎佛的探索	121	铁块粘手	141
轰动一时的疑案	122	铁圈下“蛋”	142
热释光鉴定文物	123	气垫“大力士”	142
飞雪救王子	124	黑体的本领	143
		热的影响	
		城市里的风——热岛环流 ..	144
		可恶的温室效应	148



坏脾气“婴儿”——		非常态赢得百姓爱——液晶态、	
厄尔尼诺	152	等离子体技术	182
“冷事件”——拉尼娜	155	六月流火享冰凉——节流	
热的“用武之地”		制冷	185
焊接技术	157	超导的发现和应 用	186
陶 瓷	160	拉普拉斯冰量 热器	188
火 箭	164	未来热的应用	
孔明灯	169	地热能	190
人造太阳	174	太阳能	194
不用电的加热器——太阳能		激光制冷	197
热水器	180		



掀起热学的面纱

什么是热学

热学是研究物质处于热状态时的有关性质和规律的物理学分支，它起源于人类对冷热现象的探索。人类生存在季节交替、气候变幻的自然界中，冷热现象是他们最早观察和认识的自然现象之一。

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，并形成两种截然相反的意见。一种意见是把热看成自然的特殊物质。我国殷朝时期形成的“五行说”，把热（火）看作和金、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）看作是一种独立的物质元素，赫拉克利特认为，世界就是火。

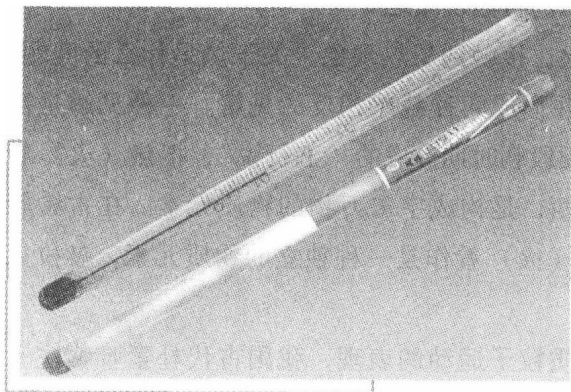
另一种意见是把热看成物质粒子运动的表现，我国古代朴素唯物主义思想家提出的“元气论”，就认为热（火）是物质元气聚散变化的表现。在古希腊和古罗马，也有一些学者，特别是原子论者，把冷热看成物质微粒（原子）在虚空中运动的一种表现。卢克莱修就曾经说过，运动可以使一切东西都变得很热，甚至燃烧起来。

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。法国的笛卡尔更把热看成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。



水银温度计

1714年，华伦海特改良水银温度计，定出华氏温标，建立了温度测量的一个共同的标准，使热学走上了实验科学的道路。经过许多科学家两百年的努力，到1912年，提出热力学第三定律后，人们对热的本质才有了正确的认识，并逐步建立起热学的科学理论。

历史上对热的认识，出现过两种对立的观点。18世纪出现热质说，把热看成一种不生不灭的流质，一个物体含有的热质多，就具有较高的温度。与此相对立的是把热看成物质的一种运动的形式观点，俄国科学家罗蒙诺索夫指出热是分子运动的表现。

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，成为热力学的正统理论后，仍旧不时受到一些新的实验事实的冲击。比如在冰熔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。然而冰熔解的时候，尽管每1千克冰吸收了80千卡（1千卡 \approx 4.18千焦）热，但冰的温度没



拉瓦锡

有升高，同样，水沸腾的时候，每1千克水虽然吸收了539千卡的热，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100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逊（后来被封为伦福德伯爵）在用钻头钻炮筒的时候发现，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，它绝不是一种



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溶解成水。大家知道，水的比热比冰的比热还要大。这个实验驳倒了“外面的热质跑进来的”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。这个引人注目的发现，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。在这一年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家学会会员。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423.9千克力/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： $J=427$ 千克力/千卡。意思是，1千卡的热量和427千克力功相当，假如功用焦耳作单位，热量用卡作单位， $J=4.18$ 焦/卡。



焦耳

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。



如影随形的温度

温度是表示物体冷热程度的物理量，微观上来讲是物体分子热运动的剧烈程度。温度只能通过物体随温度变化的某些特性来间接测量，而用来量度物体温度数值的标尺叫温标。它规定了温度的读数起点（零点）和测量温度的基本单位。目前国际上用得较多的温标有华氏温标（ $^{\circ}\text{F}$ ）、摄氏温标（ $^{\circ}\text{C}$ ）、热力学温标（ K ）和国际实用温标。

温度是用来表示物体冷热程度的物理量。从分子运动论观点看，温度是物体分子平均平动动能的标志。温度是大量分子热运动的集体表现，含有统计意义。对于个别分子来说，温度是没有意义的。

大气层中气体的温度是气温，是气象学常用名词。它直接受日射所影响：日射越多，气温越高。

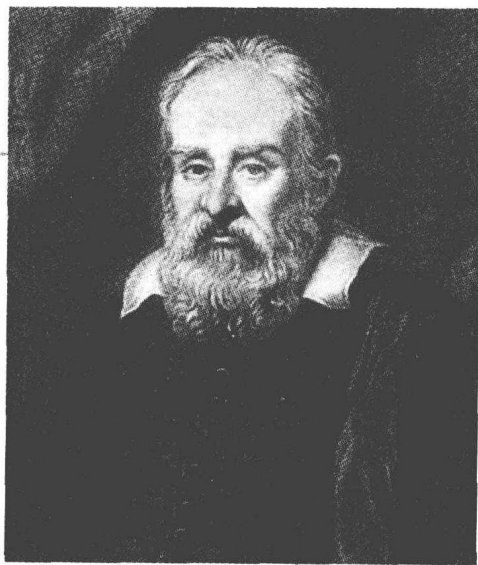
经典热力学中的温度没有最高温度的概念，只有理论最低温度“绝对零度”。热力学第三定律指出，“绝对零度”是无法通过有限次步骤达到的。在统计热力学中，温度被赋予了新的物理概念——描述体系内能随体系混乱度（即熵）变化率的强度性质热力学量。由此开创了“热力学负温度区”的全新理论领域。通常我们生存的环境和研究的体系都是拥有无限量子态的体系，在这类体系中，内能总是随混乱度的增加而增加，因而不存在负热力学温度的。而少数拥有有限量子态的体系，如激光发生晶体，当持续提高体系内能，直到体系混乱度已经不随内能变化而变化的时候，就达到了无穷大温度，此时再进一步提高体系内能，即达到所谓“粒子布居反转”的状态下，内能是随混乱度的减少而增加的，因而此时的热力学温度为负值！但是这里的负温度和正温度之间不存在经典的代数关系，负温度反而是比正温度更高的一个温度！经过量子统计力学扩充的温标概念为：无限量子态体系：正绝对零度 < 正温度 < 正无穷大温度，有限量子态体系：正绝对零度 < 正温度 < 正无穷大温度 = 负无穷大温度 < 负温度 < 负绝对零度。正、负绝对零度分别是有限量子态体系热力学温度的下限和上限，均不可通过有限次步骤达到。



温度的标尺——温标

温标是温度的“标尺”，温标就是测量一定的标准划分的温度标志，就像测量物体的长度要用长度标尺——“长标”一样，是一种人为的规定，或者叫做一种单位制。规定温标是比较复杂的，不能像确定长标那样，在温度计上随便定出刻度间隔。我们首先要确定选择什么样的物质（是水银，还是氢气或是电偶），这些物质的冷热状态必须能够明显地反映客观物体（欲测物体）的温度变化，而且这种变化有复现性（这一步叫选择“测温质”）。其次，要知道该测温质的哪些物理量随着温度的改变将产生某种预期的改变（这一步叫确定“测温特性”）。比如，水银温度计是用水银做测温质，水银的体积随温度做线性变化，这就是水银这种测温质的测温特性。第三，要选定该物理量的两个确定的数值作为参考点（也叫基准点），进而规定划分温度间隔的方法。

华伦海特（G. D. Fahrenheit）最初所制的水银温度计是在北爱尔兰最冷的某个冬日，水银柱降到最低的高度定为零度，把他妻子的体温定为 100 度，然后再把这段区间的长度均分为 100 份，每一份叫 1 度。这就是最初的华氏温标。显然，认定气温和人的体温作为测温质的标准点并在此基础上分度是不妥当的。健康人的体温在一天之中经常波动，而且他妻子如果感冒发烧了怎么办？后来，华伦海特改进了他创立的温标，把冰、水、氯化铵和氯化钠的混合物的熔点定为零度，以 0°F 表示之，把冰的熔点定为 32°F ，把水的沸点定为 212°F ，在 $32 \sim 212$ 的间隔内均分 180 等份，这样，参考点就有了较为准确的客观依据。这就是现在仍在许多国家使用的华氏温标，



华伦海特



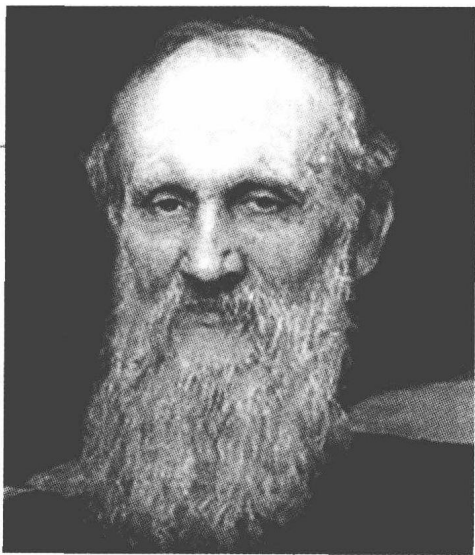
华氏温标确定之后，就有了华氏温度（指示数）。

后来摄耳修斯（A. Celsius）也用水银做测温质，以冰的熔点为零度（标以 0°C ），以水的沸点为100度（标以 100°C ）。他认定水银柱的长度随温度做线性变化，在0度和100度之间均分成100等份，每一份也就是每一个单位叫1摄氏度。这种规定办法就叫摄氏温标。

华氏温度计和摄氏温度计使用的是同种测温质（水银），利用了同样的测温特性（水银柱热胀冷缩）。但由于规定的标准点和分度单位不同，就造成了两种不同的温标，从而产生了两种不同的温度的数值。

如果选定的标准点相同，但使用了不同的测温质，那么所定出的温标也不会是完全一致的，因为它们的物理性质随温度的改变在不同的范围内可能不会相同。

不管是用什么温度计测定温度，都不过是反映了测温质的特性而且还夹杂着温度计结构的影响。例如，水银温度计的玻璃泡和毛细玻璃管都将因为是否含钠或是含钾或是同时含有钠钾而使其零点位置发生变化。因此，任何温度计都不能测定物体的真正温度。由于测温物质和测温特性的选取不同，参考点和分度方法的选择不同，故可以有各式各样的温标。



开尔文

为了结束温标上的混乱局面，开尔文——这位热力学第二定律的创始人，最受尊敬的物理学家，创立了一种不依赖任何测温质（当然也就不依赖任何测温质的任何物理性质）的绝对真实的绝对温标，也叫开氏温标或热力学温标。

开氏温标是根据卡诺循环定出来的，以卡诺循环的热量作为测定温度的工具，即热量起着测温质的作用。正因为如此，我们又把开氏温标叫做热力学温标。卡诺循环描绘了理想热机的基本图案，具有巨



大的理论意义。卡诺循环像迷雾中的灯塔，给出了热机效率的上限。

零摄氏度和绝对零度

在日常生活和生产技术中，人们常常用温度计来测量一个物体的温度。例如，医生用体温计测量病人的体温，体温计就是温度计的一种。那么，温度计上的温度是怎样确定的呢？仔细观察一下体温计就可以发现，体温计中有一根很细的水银柱，这根水银柱称为测温物质。当体温计接触病人口腔时，水银柱就会因病人口腔中的温度产生膨胀，因此，水银柱的长度就可以用来表示口腔的温度。此外，水银柱旁边还必须标有度数，才能确切地给出温度的值。有刻度，首先得有起始的位置。选定测温物质，确定起始度，标出刻度，这三个要素就组成了温度计对温度的定量表示法，这种表示法称为温标。

摄氏温标是目前较常用的一种温标，由此制作的温度计就是摄氏温度计，体温计是摄氏温度计的典型例子。在摄氏温度计中，取水的冰点作为起点，这就是零摄氏度，写作 0°C ；取水的沸点为 100°C 。再将 0°C 和 100°C 之间的水银柱高度分为 100 等份，每一格就是 1°C 。

热力学温标是一种不依赖测温物质或测温特性的国际通用温标，由它确定的温度称为热力学温度，单位用 K 表示。1990 年，国际温标规定，水的三相点温度为热力学温度 273.16K 。为什么规定这个数字而不是别的数字呢？原来，18~19 世纪时，物理学家从实验中发现，一定量的气体在体积不变时，温度每降低 1°C ，压强就减少当前温度时压强的 $1/273.16$ ；而在压强不变时，温度每降低 1°C ，体积又会减少 0°C 时压强的 $1/273.16$ ，由此可以推算出，当温度从 0°C 开始下降到 -273.15°C 时，就可以定出热力学温标的零点，即绝对零度。

在现代社会中，低温技术正在得到广泛的应用。例如人们利用家用电冰箱来贮存食物，电冰箱中的温度一般可以达到 $-20^{\circ}\text{C} \sim -15^{\circ}\text{C}$ 。在科学研究中也需要低温，而且是很低的低温，例如只有在 -200°C 的条件下，科研人员才能获得超导体。

随着低温技术的发展，人们一次又一次地向低温世界进军，向越来越