

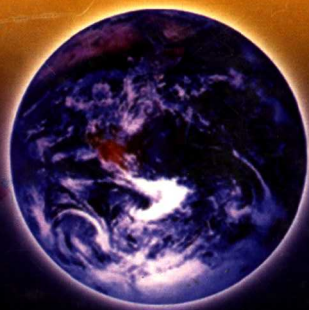
QIANWANGEKEXUEGUSHI

千万个

林力主编

科学故事

新世纪版



时代文艺出版社

千万个科学故事

(物 理 故 事)

下

编著 杨丹

时代文艺出版社

目 录

“力”字探源.....	(1)
四种基本自然力	(4)
第五种自然力	(27)
牛顿力学三大定律	(33)
惯性力	(42)
摩擦力	(45)
弹性力	(49)
浮 力	(52)
万有引力定律	(61)
弹性碰撞	(76)
动量守恒定律	(83)
机械能守恒定律	(91)
力学的应用	(98)
古代电磁学	(107)
神奇的磁现象	(112)
静 电	(121)
电荷守恒定律	(130)
库仑定律	(133)
起电机的改进	(136)
电传导现象	(138)
二元电液理论	(140)

定性实验	(142)
风筝与富兰克林	(146)
避雷针的原理	(150)
电流与伽伐尼	(153)
电灯与爱迪生	(155)
伏打与电池	(158)
欧姆与电阻	(161)
奥斯特的电磁效应	(164)
安培定律	(167)
法拉第与电磁旋转器	(171)
电磁感应现象	(173)
自感现象	(176)
楞次定律	(179)
电解定律	(182)
焦耳定律与基尔霍夫定律	(185)
法拉第和他的磁力线	(187)
麦克斯韦的功绩	(190)
赫兹的实验	(197)
发电机和电动机	(200)
交流电和直流电	(203)
电话的发明	(207)
古代的光学	(209)
五彩缤纷的光源	(212)
针孔成像	(216)
影子的用途	(219)
反射定律	(223)
平面镜	(225)

反射镜	(230)
全反射	(233)
蓬莱仙境	(238)
费马原理	(243)
人眼的沿伸	(248)
赤橙黄绿青蓝紫	(253)
奇特的冰洲石	(256)
干涉、衍射及偏振	(261)
光的干涉原理	(266)
惠更斯-菲涅耳原理	(271)
波与粒的争论	(276)
光速的测量	(281)
“以太”	(287)
电磁波动理论	(292)
探索太阳光谱	(296)
光谱分析	(301)
什么是热?	(308)
分子组成物质	(313)
分子的热运动	(315)
热与冷的对象与环境	(317)
热与冷的量度	(320)
热与冷的尺度	(322)
热与冷的测量	(324)
热与冷的感觉	(328)
热的传递	(331)
混合量热问题	(335)
潜热的发现	(340)



拉普拉斯冰量热器	(343)
是谁撑起了世界	(345)
流动的世界	(348)
摸不着的世界	(351)
蒸汽机的革命	(354)
永动机的骗局	(358)
“活力守恒”原理	(362)
热功当量的测定	(367)
热力学第一定律	(372)
卡诺第二定理	(376)
自然界的不可逆过程	(383)
宇宙的“热寂”	(390)
姆潘巴问题	(395)
超导现象	(398)
加热器	(402)
压强的起伏	(404)
热望远镜	(405)
圆盘的扩大	(406)
热带气候	(407)
压强的升高	(408)
流星的轨迹	(409)
黑白金属	(411)
无需燃料的船	(413)
热能的转化	(414)
超值热能	(416)
吸收体是黑色	(417)
金属环的膨胀	(418)

空气压缩	(419)
微型“太阳系”	(420)
电子的发现	(425)
质子的发现	(428)
中子的发现	(430)
介子理论	(432)
中微子	(435)
黑体辐射	(440)
光电效应	(444)
普朗克的突破	(449)
德布罗意的联想	(454)
爱因斯坦的发展	(463)
卢瑟福模型	(480)
玻尔模型	(486)
矩阵力学	(499)
波动力学	(503)
测不准原理	(506)
玻尔与爱因斯坦之争	(513)
天圆地方	(522)
宇宙的中心是地球吗	(527)
从哥白尼到牛顿	(530)
地 球	(537)
月 球	(539)
地球和月亮的运动	(541)
光辉的太阳	(545)
大行星和它们的卫星	(553)
类地行星	(556)



巨行星	(563)
远日行星	(567)
波得法则、小行星和彗星	(570)
太阳系里的其他物质	(573)
银河与银河系	(575)
星际物质和旋臂	(579)
银盘和星族 I	(584)
银晕、银冕和星族 II	(587)
核球与银核	(590)
星 系	(592)
射电天文学	(602)
演化着的宇宙	(618)
热大爆炸宇宙模型	(621)
开宇宙和闭宇宙	(628)

分子组成物质

2000 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”的推论。“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。

譬如你“日取其半”地分割一尺长的木棍，分割到第 29 天，剩下的长度大概是五亿分之一尺，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，每个环节差不多是五亿分之一尺，和第 29 天分割之后剩下的长度相当。但是经过第 30 天分割后，剩下的长度仅有十亿分之一尺，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，虽然物质还能够无止境地分下去，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。自然界里姿态万千的物质，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，可以扩散很大面积，油层能够薄到只有百万分之一厘米；延展性很好的金子，可以加工成厚度仅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，这样薄的金箔竟然有几百



个金分子厚。

精确的实验告诉我们，普通物质分子的直径，大约只有亿分之几厘米。在物理学中，经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。这是一个极小的数字，把2500万个水分子一字排开，总长度才是1厘米。蛋白质分子的直径也仅有几十埃。

常见物质里含有的分子不计其数。譬如 1cm^3 的水里含有335万亿亿个水分子，如果把它们平均分给全世界所有的人，每个可以分到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 的水最小也要用10万年以上的时间！

分子的质量也非常微小， 1cm^3 水的质量是1克，所含有的水分子是335万亿亿个，所以一个水分子的质量只有 2.99×10^{-23} 。分子里最轻的是氢分子，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相比较，大约相当于这个苹果质量和地球质量之比。

分子的热运动

组成气体的分子都非常活泼。比如你种的茉莉花，一旦开了花，全家甚至邻居都能够闻到扑鼻香气；鱼、肉坏了，会弄得四周臭气熏天。组成液体的分子也很活泼。你在一杯清水里滴入一滴墨水，墨水就会渐渐散开，和水完全混合。这表明一种液体的分子进入到另一种液体里去了。也可以说液体分子在不停地运动。固体分子，也不安分守己。比如把表面非常光滑洁净的铅板紧紧压在金板上，几个月以后就能发现，铅分子跑到了金板里，金分子也跑到了铅板里，有些地方甚至进入1毫米深处。如放5年，金和铅就会连在一起，它们的分子互相进入大约1厘米。又如长期存放煤的墙角和地面，有相当厚的一层都变成了黑色，就是煤分子进入的结果。

证明液体、气体分子做毫无规则运动的最著名的实验，是英国植物学家布朗发现的布朗运动。

1827年，布朗把藤黄粉放入水中，然后取出一滴这种悬浮液放在显微镜下观察，他奇怪地发现，藤黄的小颗粒在水中像着了魔似的不停运动，而且每个颗粒的运动方向和速度大小都改变得很快，好像在跳一种杂乱无章的舞蹈。就是把藤黄粉的悬浮液密闭起来，无论是白天黑夜，夏天冬天，随时都可以看到布朗运动，无论观察多长时间，这种运动也不会停止。在空气中同样可以观察到布朗运动，悬浮在空气里的微粒（如尘埃），也在跳着一种乱七八糟的舞蹈。



发生布朗运动的原因是组成液体或者气体的分子本性好动。比如在常温常压下，空气分子的平均速度是 500 米/秒，在 1 秒钟里，每个分子要和其他分子相撞 500 亿次。好动又杂乱无章的分子从四面八方撞击着悬浮的小颗粒，综合起来，有时这个方向大些，有时那个方向大些，结果小颗粒就被迫做起杂乱无章的运动来了。

你倒一杯热水和一杯冷水，然后向每个杯里滴进一滴红墨水，热水杯里的红墨水要比冷水杯里的扩散得快些。这说明温度高，分子运动的速度大，并且随着物体温度的增高而增大，因此分子的运动也做热运动。

热与冷的对象与环境

当我们拿着一块冰，说它冰冷彻骨的时候，实际上已经不由自主地把这块冰当作了我们所讨论的对象。对于这块特定的冰，它有一定的外观形状，一定的体积和重量，如果说得更准确一些，它是由大量的水分子微粒组成的，在空间内由若干宏观的几何界面限制在一定的范围之内，像这块冰这样，有了一定的已知的宏观的约束与限制，还是由大量的微观粒子组成，这种形式的我们所描述的对象，热学中便称为体系，或者热力学体系。值得重视的是，组成热力学体系的虽然能是原子、分子、离子乃至电子、光子以及其他粒子等等，但必须是大量的，且在一定的能够描述的宏观界面约束之内。少数几个粒子不能构成一个热力学的体系，几个水分子不能被称之为冰冷的冰块，因为这数量极少的粒子，我们已经无从谈起它的冷与热，无法用热力学性质去描绘它们，因而它们也就超出了热力学的范围，是非热力学体系。只有当一块冰，就算是很小的一块冰，但我们只取那其中的极小的部分，那一小部分仍能表达出冰的热力学性质，我们才能说它达到了热力极限条件，这块冰才能称为一个热力学体系。在我们宏观的日常生活之中，各种冷与热的对象均具有 10^{23} 数量级的粒子数，体积线度也达到了厘米乃至米。比原子分子本身的尺度大得多，都是满足热力学条件的，因而均可称为热力学体系。

冷与热的物体，作为我们所描述的对象，通常是我们所不



会忽视的。不过我们常常容易忽视所描述体系所处的周围环境。正如在力学中施力物对于受力物的研究是重要、必不可少的。热学中的环境对于体系也是特别重要，尤其是“热源”这个特殊环境，体系与环境之间总有特定的相互作用的，譬如环境规定了体系的宏观约束如界面、体积等，环境还可能与体系进行物质和能量的交换，从体系中吸走热量，或者给体系增加能量，从体系中分走一些物质，或者增加体系中的物质等等。按照相互作用的不同，体系可分为三种类型：

1. 开放体系。体系与环境的边界能够进行物质和能量的交换，尤其是物质交换。

2. 封闭体系。体系与环境的边界有效隔离，虽然能够传递能量，但不能交换物质。

3. 孤立体系。体系与环境的边界完全隔离，既不能交换物质，也不能交换能量，即体系与环境之间没有任何相互作用。实际上这仅是一种理想化体系，由于任何体系与环境之间总是有相互作用的，像在地球上，任何一个体系都免不了受地球这个大环境的重力场作用，只是我们在研究体系的某些性质时，把与这种性质相关性不大的与环境相互作用能忽略不计，从而抽象出理想化的孤立体系来。

体系的各部分之间，体系与环境之间不停地存在着复杂的相互作用，每个时刻的体系的相关性质，都能够用某些量参数来表达，这些参数便是这个时刻下特定状态的状态参数。一个体系，当在一定的情况下，它的若干宏观性质都不再随时间的变化而变化时，即它的状态参数不再因时间而不停地变化时，我们说这个体系达到了平衡，处于一种平衡态，平衡态的状态参数是非常有实际意义的，它表现的性质常常是我们研究的对象，如一块冰的体积、热与冷、形状等等。这里之所以要强调

它的若干的宏观性质而不是全部性质，是由于处于平衡态的体系内部仍处在运动变化的过程中，微观性质可能随时间的不同而不同，因而这种宏观上的平衡态，仅是一种动态平衡。



热与冷的量度

我们在生活中所说的冷与热，在观念上只是一种人体神经系统的感觉，有一定的相对性。不过在热学理论中，冷与热的程度却是定量的能用数值来量度，人们也都知道那便是温度。

两个具有不同的冷热程度数值的物体，当它们通过一定的壁而相互接触时，都会发生不同程度的相互作用。假如它们之间的壁透热程度好，是透热壁，则它们之间的相互作用比较快，极易达到平衡态——热平衡；就是透热性差的壁，乃至理想化的绝热壁，也是有一定程度的相互作用。人们在研究两个或多个物体通过一定程度的透热壁而相互作用的过程中，结合大量热平衡实验的结果，提出了一个十分重要的定律，这就是热力学第零定律：

“分别与第三个物体达到热平衡的两个物体，它们彼此也一定互呈热平衡”。

热力学第零定律也称为热平衡传递原理。物体 A 与物体 B 互呈热平衡，物体 B 又与物体 C 互呈热平衡，那么物体 A 就与物体 C 互呈热平衡，热平衡这种性质便通过 B 而由物体 A 传到了物体 C ，就像接力一样。这个定律是来源于实践的，但在某种意义上又高于实践，具有普遍性的品格。它揭示出均相体系存在着一个新的平衡性质，那就是冷热程度的数值的表示——温度。于是第零定律的内容也能够用温度定理来表述：“任一个热力学的均相体系，在平衡态各自都存在一个状态函

数，称之为温度；它具有这样的特性，对于一切互呈热平衡的均相体系其温度彼此相等。”

温度定理揭露出温度是热力学体系的一个宏观的状态参数，是体系自身热运动性质的反应；这个状态是通过什么途径来达到的，例如一瓶水的水温是由冷水加热达到还是由热水降温达到，或是由冷水与热水混合达到，都与它这个状态参数——温度并没有必然的因果关系。另外，一块冰分成不同大小和形态的两块，它们仍然将具有原来的热平衡状态，仍然具有原来的温度，从而也表明了温度是一个具有特殊性质的物理量，它不像重量、体积、微粒数量等物理量那样具有加和的性质。