

浙江省高中试用课本

工业基础知识

GONGYE JICHU ZHISHI

（机械部分）

目 录

第一章 热的基本知识	1
第一节 温度	1
第二节 比热	2
第三节 固体的热膨胀	4
第四节 分子的热运动	8
第五节 气态方程	10
第二章 物态的变化	14
第一节 晶体和非晶体	14
第二节 熔解和凝固	16
第三节 汽化	19
第四节 锅炉	23
第三章 物体的平衡	26
第一节 力	26
第二节 作用力和反作用力	29
第三节 物体的受力分析	31
第四节 共点力的合成	33
第五节 共点力的分解	35
第六节 物体的平衡条件	39
第四章 机械运动的基本规律	46
第一节 机械运动	46
第二节 重力加速度	50

第三节	运动第二定律·····	53
第四节	质量和重量·····	55
第五节	力学单位制·····	56
第六节	圆周运动·····	60
第七节	万有引力和人造卫星·····	63
第五章	功与能·····	68
第一节	功和功率·····	68
第二节	机械能和锻锤·····	72
第三节	能量的转换与守恒定律·····	78
第六章	金属材料的性能和切削加工·····	81
第一节	金属材料的性能·····	81
第二节	材料的基本形变·····	86
第三节	材料的许用应力和安全系数·····	90
第四节	车床·····	92

第一章 热的基本知识

在工农业生产、国防建设、科学实验和日常生活中，大量地碰到热的现象，劳动人民在长期的生产实践中，逐步掌握了热现象的基本规律，并利用它来克服自然和改造自然。

第一节 温 度

物体的冷热程度用温度的高低来表示。天气的变化、农作物的生长都跟温度有密切关系，金属的冶炼、石油的加工、塑料的合成等生产过程都必须在一定的温度范围内进行，各种材料的性质，如弹性、硬度、导热性、电阻等都随温度而变化。因此，在工农业生产中常要碰到测量温度的问题。

毛主席教导我们：“只有感觉的材料十分丰富（不是零碎不全）和合于实际（不是错觉），才能根据这样的材料造出正确的概念和论理来。”我们平时靠皮肤的感觉来粗略地判别物体的温度，但是靠皮肤的感觉有时就会发生错觉，不合于实际。例如，我们把左、右手分别放在热水和冷水里，经过一段时间后，再同时把两手插进同一盆温水中，就会得出左手水凉、右手水热的错觉。

劳动人民在长期的实践中，总结出许多测定温度的方法。如利用液体（如水银、酒精）的热胀冷缩的性质制成水银温度计或酒精温度计来测量温度。

温度的单位是“度”。不同的温标，用不同的方法规定一度

的大小。常用的温标是摄氏温标。摄氏温标中“度”用“ $^{\circ}\text{C}$ ”来表示。它规定在 1 个标准大气压下,冰水混合时的温度为零度,水的沸腾温度为一百度。在这两个温度之间分成一百等分,每一等分代表一度。

在科学研究中还用另一种温标,把 0°C 作为 273 “度”, 100°C 作为 373 “度”,在这两个温度之间分成一百等分,每一等分表示一“度”,这种温标叫绝对温标,用“ $^{\circ}\text{K}$ ”来表示。

由此可见,绝对温标和摄氏温标每一度的大小相同,只不过起点不同,绝对温标的零度(0°K)就是摄氏温标的 -273°C 。显然摄氏温度(t)跟绝对温度(T)之间的关系如下:

$$T = t + 273 \text{ 或 } t = T - 273$$

利用物质的某种电学性质随温度而变化的现象也可制成温度计,如工业上用的电阻温度计(测量范围 $-200^{\circ}\text{C} \sim 500^{\circ}\text{C}$)、温差电偶温度计(测量范围 $0^{\circ}\text{C} \sim 1600^{\circ}\text{C}$)。

在工业上还常用一种光学高温计(测量范围 $800^{\circ}\text{C} \sim 2000^{\circ}\text{C}$)，它是利用物质的某种光学性质与温度的关系而制成的。

第二节 比 热

当我们对水加热的时候,水的温度就上升。劳动人民在长期的生产和生活实践中发现,相同质量的不同物质,要升高同样的温度,所需要吸收的热量是不同的。图 1-1 的实验装置是对质量相同的水和油,用同样的酒精灯加热,可以看到油的温度升得快,这说明要使水和油升高同样的温度,水需要吸收的热要

多。

为了表示物质的这种性质，我们把单位质量的某种物质，温度升高 1°C 需要吸收的热量，叫做这种物质的比热，单位是卡/克·度或千卡/公斤·度。用这两种单位表示物质比热时，数值是相等的。

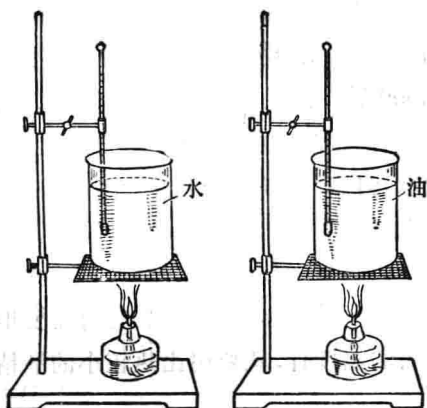


图 1-1

一些物质的比热(卡/克·度或千卡/公斤·度)

水	1	空气(压强不变)	0.24	铜	0.093
酒精	0.58	铝	0.21	银	0.055
煤油	0.51	玻璃	0.15	水银	0.033
冰	0.5	铁、钢	0.11	铅	0.031

比热是物质的特性之一。知道了比热，就可以计算某一物体在温度改变时吸收或放出的热量。如果物质的比热是 C ，物体的质量是 m ，它的温度从 $t_1^{\circ}\text{C}$ 升高到 $t_2^{\circ}\text{C}$ ，这个物体吸收的热量是 Q ，那么

$$Q = Cm(t_2 - t_1)$$

在工农业生产中常常需要考虑比热的大小，来选择合适的物质。如要降低发电机的温度，过去是用空气、氢气来冷却的，

但是它们的比热小,效果不好,改用比热最大的水来冷却发电机的定子线圈,降温效果就很好。但是,如何使水通入高速旋转(3000 转/分)的转子,西方资产阶级国家长期无法解决。我国工人阶级首先实现了发电机转子、定子都用水冷却的世界上第一台双水内冷汽轮发电机。这是毛主席革命路线的伟大胜利。农业上还利用水的比热大的特点,保护水稻秧苗。当寒潮侵袭时,傍晚向秧田多放一些水,到夜间,秧田的温度不致降低太多,保护秧苗不被冻坏。相反地,有时需要用比热较小的物质,如制造常用的温度计,就要用比热较小的酒精、水银等来制造。

练 习

1. 在工厂中,为了改变金属的性能,常常把金属加热到一定温度,然后再让它慢慢冷却,这个过程叫退火。如果把 2.5 吨铸铁从 30°C 加热到 500°C , 问铸铁总共吸收了多少热量?

2. 勤业机械厂的广大职工,坚决贯彻“勤俭建国”的方针,利用锻工车间加热炉的余热,每天烧开水 3 吨。如果用效率为 60% 的锅炉烧同样数量的开水。(水的初温为 10°C , 煤的燃烧值为 6500 千卡/公斤)问一个月能节省煤几吨?

第三节 固体的热膨胀

物体受热膨胀,遇冷收缩,这是我们常常遇到的现象。在铺设铁路轨道的时候,两根钢轨衔接的地方要留一段空隙,就是考虑到钢轨在受热时它的长度要增长。

实践表明,固体受热膨胀的时候,它的各个线度(如长方体的长、宽、高,球的直径等)都增长。温度升高的时候固体线度增

长的现象,叫做固体的线膨胀。

固体线膨胀的大小跟温度升高的多少有关系。例如一根 1 米长的铁棒,温度从 0°C 升高到 100°C , 伸长 0.0012 米,从 0°C 升高到 200°C , 伸长 0.0024 米。这就是说,温度升高几倍,固体的伸长就增大几倍。对其他固体来说也是这样。可见固体线膨胀的大小跟温度的升高成正比。

如果有几根不同长度的钢棒,都使它们从 0°C 升高到某一温度,量出它们的伸长,就可以看出,钢棒原来的长度越大,它的伸长也越多。仔细研究表明,温度变化相同的时候,固体线膨胀的大小跟 0°C 时固体的长度成正比。

如果以 l_0 表示固体 0°C 的长度, l_t 表示 $t^{\circ}\text{C}$ 的长度, t 表示温度的升高,由上面的结论,固体线膨胀的大小 $l_t - l_0 = \alpha l_0 t$, 或

$$l_t = l_0(1 + \alpha t)$$

式中 α 叫做线胀系数,它表示 0°C 的时候,单位长度的固体,温度升高 1°C 的伸长。不同物质的线胀系数是不同的。

一些物质的线胀系数(1/度)

铅	0.000029	铸铁	0.000012
锡	0.000027	钢	0.000011
铝	0.000024	铂	0.000009
黄铜	0.000018	殷钢 (铁镍合金, 含有少量碳和锰)	0.0000015
铜	0.000017	各种玻璃	0.000004~0.00001

一般情况下,我们知道的是固体在某一温度 $t_1^{\circ}\text{C}$ 的长度 l_1 , 在这种情况下,怎样来计算固体在温度 $t_2^{\circ}\text{C}$ 时的长度 l_2 呢?

因为

$$l_2 - l_1 = l_0(1 + \alpha t_2) - l_0(1 + \alpha t_1) = l_0 \alpha (t_2 - t_1)$$

即

$$l_2 = l_1 + l_0 \alpha (t_2 - t_1)$$

而固体的线胀系数非常小，固体 0°C 的长度跟它在通常温度(例如室温)下的长度相差很少。因此， l_0 可以用 l_1 来代替，这样就可以用下式计算 l_2 ：

$$l_2 = l_1 [1 + \alpha(t_2 - t_1)]$$

[例] 某铁路桥在温度 15°C 时钢梁的长为 40 米，在炎热的夏天温度为 38°C 时长为多少？

解：已知 $l_1 = 40$ 米， $t_1 = 15^\circ\text{C}$ ， $t_2 = 38^\circ\text{C}$ ，求 l_2 。

$$l_2 = l_1 [1 + \alpha(t_2 - t_1)]$$

$$= 40 [1 + 0.000011(38 - 15)]$$

$$\approx 40.01(\text{米})。$$

固体受热膨胀的时候，由于它的线度的增长，它的体积就增大。温度升高的时候固体体积增大的现象，叫做固体的体膨胀。体膨胀公式与线膨胀公式类似，如果用 V_1 表示 $t_1^\circ\text{C}$ 时的体积， V_2 表示 $t_2^\circ\text{C}$ 时的体积，则有

$$V_2 = V_1 [1 + \beta(t_2 - t_1)]$$

上式中 β 叫做体胀系数，它与线胀系数有如下关系：

$$\beta = 3\alpha$$

固体膨胀时，将会产生很大的力。如图 1-2 所示，在坚固的

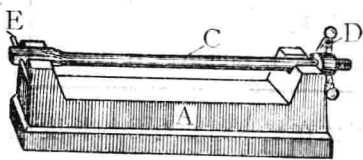


图 1-2

生铁座架 A 上放一根烧得非常热的钢棒 C 。钢棒的一头有一段生铁棒 E ，另一头用螺旋 D 拧紧在支架上。当钢棒冷却收缩时，生铁棒 E 便被折断。

毛主席教导我们：“我们必须学会全面地看问题，不但要看到事物的正面，也要看到它的反面。在一定的条件下，坏的东西可以引出好的结果，好的东西也可以引出坏的结果。”固体的热胀冷缩有有害的一面，也有有益的一面。在工农业生产中常常利用它的有益一面，例如，火车车轮的轮胎（也叫轮箍）就是利用热胀冷缩现象装在车轮上的。轮胎是用硬质钢材制成的，它的内径稍小于车轮的外径。对轮胎加热，在它膨胀后内径大于车轮的外径的时候，把车轮嵌进去。这样，轮胎冷却后就紧紧箍在车轮上。磨损了的轮胎，也可以利用热膨胀现象，把它从车轮上取下来。对于固体热胀冷缩有害的一面，知道了它的规律性我们也可以防止它，例如，有的长铁桥，它只有一端固定，另一端是支架在滚子上的（图 1-3）。这样，在温度变化时，桥梁可以自由伸缩，而不致损坏。又如，各种仪器、机器、建筑物通常都是用不同材料制成的，选择材料时，必须考虑到他们的膨胀系数。钢筋混凝土的建筑物中，钢筋和混凝土热膨胀一定要近似相同，不然建筑物就不可能坚固。

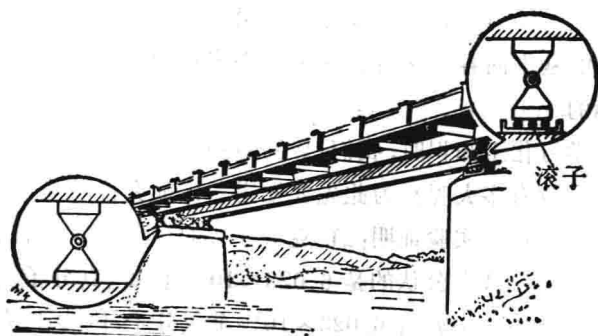


图 1-3 铁桥右端支架在滚子上

练 习

1. 工人同志把两个金属零件铆在一起时, 有的把铆钉加热, 然后再进行铆接(热铆), 热铆有什么优点(图 1-4)?

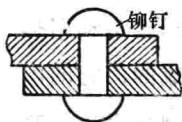


图 1-4

2. 某地冬季最低温度是 -20°C , 夏季最高温度是 40°C . 在气温是 10°C 的天气, 铺设每根长 12.5 米的钢轨, 在接头处应留多大空隙?

第四节 分子的热运动

伟大领袖毛主席教导我们: “人的认识物质, 就是认识物质的运动形式, 因为除了运动的物质以外, 世界上什么也没有, 而物质的运动则必取一定的形式。”热现象与物质的分子运动有着密切的关系, 而分子的热运动与我们已学过的物体的机械运动, 是两种不同形式的运动。

实验证明: 任何物质都是由分子构成的; 分子是永远不停地做无规则运动的; 分子之间存在着引力和斥力。这些就是分子运动论的基本内容。在自然界里有许多现象可以说明这些论点是正确的。

在学习化工知识时, 我们已经知道物质是由分子组成的。那么分子究竟有多大呢? 为此先要知道一定质量的物质中含有多少个分子数目。实验证明: 1[克分子]的任何物质, 都含有相同数目的分子, 现在公认的是 6.023×10^{23} 个/1[克分子]。例如 1[克分子]的氢中就有 6.023×10^{23} 个氢分子, 因为 1[克分子]氢的质量是 2.016 克, 所以每个氢分子的质量是:

$$m_{\text{氢分子}} = \frac{2.016}{6.023 \times 10^{23}} = 3.35 \times 10^{-24} (\text{克})$$

可见,分子的质量是极其微小的。

用同样的计算方法可以得出,氧分子的质量是 5.31×10^{-23} 克,食盐分子的质量是 9.63×10^{-23} 克。

分子的大小也是极其微小的,我们简单的认为分子是球形的,根据各种测定,分子的直径大约是一厘米的万万分之几。例如氢分子的直径是 2.5×10^{-8} 厘米,水分子的直径是 4.0×10^{-8} 厘米。由于分子很小,一般要用高倍的电子显微镜才能观察到较大的分子。

可见,物体是由极其微小的、数量又极其巨大的分子组成。这些分子从大量的事实表明它是在永远不停地作无规则的运动之中。例如把一滴墨水滴到清水里,分子的无规则运动使清水马上变色;在房间里洒一点酒精,酒精的气味就很快地传遍整个房间。

分子的无规则运动与什么有关呢?我们把墨水同时滴到一杯热开水和一杯冷水中去,可以发现,前者比后者变色快得多。这是因为温度越高,分子无规则运动的速度就越大,墨水分子迅速运动到每一个地方,因此,变色得越快。上述实验使我们了解到分子的无规则运动和温度有密切关系,因此,我们把分子的无规则运动叫做分子的热运动。

分子之间存在着引力和斥力,也有许多现象可以说明。如图 1-5 所示,两块纯净的铅压紧时,由于分子间的引力而连在一起,在它下面吊相当大的重物,也不能把它拉开。液体和固体在一般情况下,所以能保持一定的形状和体积,是由于分子之间存在着引力的缘故。相反液体和固体很难压缩,则是由于分子之



间存在着斥力的缘故。由此也可看出，分子之间的引力和斥力是同时存在的。

分子之间的引力和斥力，是一对矛盾，“事情不是矛盾双方互相依存就完了，更重要的，还在于矛盾着的事物的互相转化。”分子之间的引力和斥力是随着分子之间的距离变化而变化的。当分子之间的距离小于几个埃(1埃= 10^{-8} 厘米)的时候，斥力大于引力，表现为斥力。当分子之间的距离大于几个埃的时候，引力大于斥力，表现为引力。当分子之间的距离大于几百个埃的时候，分子之间可以认为既不存在引力，也不存在斥力。因为气体分子之间的距离是很大的，所以分子可以在空间自由移动，充满着它所能达到的空间，因此，气体既没有一定的形状，也没有一定的体积。

图 1-5 表明分子引力的实验

第五节 气 态 方 程

“世界上的事情是复杂的，是由各方面的因素决定的。”我们很容易看到气体的体积、温度、压强同时发生变化的现象。例如：柴油机在压缩冲程里，气缸内的空气体积减小，同时压强增大，温度升高。射击时，火药燃烧所生成的高温、高压气体推动子弹在枪膛内运动，随着子弹在膛内的运动，气体的体积增大，温度下降，压强降低。地面附近的热空气上升后，它的体积、温度和压强也同时发生变化。我们常常用体积、温度、压强三个物理量来描写气体的状态，对于一定量的气体，它的体积、温度、压强发生变化，我们就说它的状态改变了。研究气体的状态变化在工

业上有很大的意义。

这一节我们讨论对一定量的气体，它的温度、压强、体积三者之间的关系。我们用图 1-6 所示仪器来研究气体状态改变的规律。 U 形玻璃管的左上端是开口的，右上端是封闭的，在闭端有一段气体柱。

把 U 形管的闭端全部浸没在冷水里。用温度计测出冷水的温度 t_1 ，这也就是气体柱的温度，把它换算为绝对温度 T_1 。从刻度尺上读出气体的柱长的毫米数 V_1 ，用 1 毫米长的气柱的体积作单位，那么 V_1 就是气体柱的体积的单位数。从气压计读出实验时的大气压 H ，再从刻度尺上读出 U 形管中水银面的高度差 h_1 ，根据这两个数值就可以算出被封闭的气体的压强 $P_1 (= H \pm h_1)$ 。



图 1-6

再把 U 形管的闭端全部浸没到热水中，测出气体柱的温度 T_2 、体积 V_2 、压强 P_2 。

根据每次测得的数据算出 $\frac{PV}{T}$ 的值，会发现

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$$

这表明，一定质量的气体，在状态改变过程中，它的压强和体积的乘积被绝对温度来除，所得的商保持不变。这个关系式叫做气态方程。

[例] 柴油机汽缸内充满了压强是 1 [大气压]，温度是 27°C 的空气，在压缩冲程结束时，空气体积被压缩到气缸容积的 $\frac{1}{15}$ ，这时它的压强是 40 [大气压]，求此时空气的温度。

解：已知 $T_1 = 273 + t_1 = 273 + 27 = 300^\circ\text{K}$,

$P_1 = 1$ [大气压], $P_2 = 40$ [大气压],

$$V_2 = \frac{1}{15} V_1. \quad \text{求 } t_2.$$

由气态方程
$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$$

得
$$T_2 = \frac{T_1}{P_1 V_1} P_2 V_2 = \frac{300}{1 \times V_1} \times 40 \times \frac{1}{15} V_1$$
$$= 800 (^\circ\text{K})$$

所以 $t_2 = 800 - 273 = 527 (^\circ\text{C})$ 。

计算表明, 气体的温度升高到 527°C , 这样的高温足可以使雾状柴油点燃。

压缩气体会使气体温度升高, 因此在空气压缩机里必须有冷却装置。

现在压缩空气已被广泛应用, 有的利用压缩空气做原料, 例如制造氧气和氮气; 有的利用压缩空气推动活塞来做功, 例如采煤用的风镐和锻造用的空气锤。

为什么气体体积减小, 压强会增加呢? 因为气体的压强是由大量分子不断地碰撞器壁而产生的。体积越小, 单位体积内的分子越多, 器壁上受到的分子碰撞就越频繁, 器壁上所受的力就越大, 因而气体的压强就越大。

为什么温度越高, 压强越大呢? 因为温度越高, 分子运动速度就越大, 所以器壁上受到分子碰撞得越频繁, 而且每次碰撞的作用力也越大, 这样器壁所受的力就越大, 气体的压强就越大。

练 习

1. 有一只氧气瓶中的氧气，在 17°C 时压强计的读数是 50 公斤/厘米²，运到工地上，温度升高到 27°C ，问此时压强计的读数应为多少？

2. 为了使潜水艇浮起，必须把空气压入水箱，使水排出，压缩空气筒的容积是 20 升，压强是 120 公斤/厘米²。水箱在水面下 15 米的地方。问这筒压缩空气可以排出多少水？大气压按 1 公斤/厘米²计算。

第二章 物态的变化

第一节 晶体和非晶体

固体可分为晶体和非晶体。食盐、金刚石、云母以及钢铁等金属都是晶体；玻璃、松香、沥青、电木、塑料等是非晶体。

晶体和非晶体在外形上和物理性质上都有很大的区别。晶体具有有规则的几何形状，而非晶体则没有。晶体在各个方向上的物理性质（如导电性、导热性）是不同的，这种现象叫做晶体的各向异性。例如硫化铅(PbS)晶体只允许电流沿一个方向通过，在相反的方向上电流不能通过。矿石收音机就是利用硫化铅晶体这种性质把天线接收到的交变信号电流转变为单向脉动电流。又如，云母片各个方向上的导热性是不同的。取一云母片，上面涂一层薄的石蜡，拿一根烧红了的针触云母片，这时我们看到针跟云母片接触点周围的石蜡就熔化了，且成椭圆形的（图 2-1）。这表明云母晶体的各个方向的导热性是不相同的。

如果用玻璃代替云母重作上述实验，我们会看到，熔化了了的石蜡，在玻璃板上总是成圆形的（图 2-2）。这说明非晶体的玻

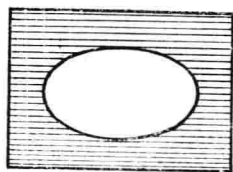


图 2-1

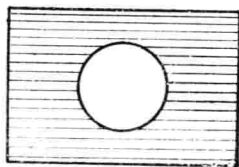


图 2-2