

关于温度计的几个问题

胥 龙 军

(农垦通什中学 海南五指山 572219)

温度计是测量温度的仪器,测量温度是通过观察随着温度变化的某种客观物理量来实现的。所选取的物理量可以是各种各样的,如固体的线度、液体的饱和气压、半导体的电阻率、被测对象的热辐射。中学物理教学中常用的温度计是玻璃液体温度计,它利用液体(测温工质)的体膨胀测量温度。但是贮存液体的玻璃泡也会膨胀,因而测温工质与玻璃的体胀系数 β 差别越大,温度计就越灵敏。比如水银温度计,体胀系数 $\beta = 0.182 \times 10^{-3} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ 。玻璃的体胀系数 β 的范围是 $(8 \sim 10) \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ 。可见,我们使用水银温度计时,系统误差很小,测量就精确。学生和教师在使用温度计的过程中,有些问题需要理清。现举常遇到的几个问题加以解析。

液体温度计上方空气是否与大气相通?是否真空?

1623年法国的物理学家让·雷伊(1582~1630)把玻璃泡内注满水作为测温物质,这就是制造液体温度计的第一个尝试,管中的空气与外界空气连通,由于水的蒸发经常出现误差。在雷伊革新后25年,托斯卡纳大公费迪南二世把测温物质改用酒精,并用石蜡将管口封闭,从而解决了液体蒸发和大气压的影响。所以现在的液体温度计上面的空间是与大气隔离的。水银的优点是比热小、热传导快,能够较快地和被测的系统达到热平衡,对被测系统的影响也较小。水银的凝固点是 -38.87°C ,在一个大气压下的沸点是 356.7°C 。为了防止水银被氧化和提高水银的沸点,从而提高水银的测温上限,制造时将温度计中的空气抽出,充以惰性气体,如氩气、氮气或氦气等。若充入氮气的压强为 $2.5 \times 10^6 \text{ Pa}$,则测温上限是 550°C ;若充入氮气的压强为 $7 \times 10^6 \text{ Pa}$,则测温上限是 750°C 。

液体选用酒精,在常温下,酒精的沸点只有 78.4°C 。为什么酒精温度计还能测量到 100°C ?原来仪表厂制造酒精温度计时,设法在测温液柱上增压 $3 \times 10^5 \text{ Pa}$ 左右,提高酒精的沸点,酒精温度计的测量范围是 $-100^\circ\text{C} \sim 100^\circ\text{C}$ 。

温度计在真空中有读数吗?如果有,是什么温度?

真空,在不同的研究领域和研究范围有不同的定义。主要有技术真空、物理真空、简单真空和熔融

真空。中学阶段提到的真空是技术真空。从一个范围内抽出空气所得到的真空,叫做“技术真空”。现阶段,除了气体分子外,那里还有电磁波、光子以及各种粒子流,他们都是客观存在的物质。茫茫宇宙充满背景辐射,哪里都找不到绝对的“空”。笔者在中学现有的条件下做了以下实验:温度计(酒精温度计)放在大试管内,温度计和大试管绝热。开始试管内有空气,待热平衡后,温度计的读数就是室内大气的温度。这是由于空气中的分子撞击温度计,传递能量所致。用红外灯照射,液柱上升,待加热到 40°C 时,移开红外灯,液柱下降到 30°C ,用时间约9秒;使用单相交流抽气机把试管内的空气抽掉,用红外灯照射,液柱仍上升,待上升到 40°C 时,移开红外灯,液柱下降到 30°C ,用时间约9.5秒。换用热水和冰水做以上实验,观测的结果大致相同。说明真空中,热辐射对温度计中的液柱有影响,温度计和周围的热辐射达到平衡时,温度计是有读数的。

体温计(水银温度计的一种)离开人体后,

水银变冷收缩,为什么水银柱退不回玻璃泡内呢?

水银柱上升是由于水银受热膨胀,水银内部的分子力克服了水银柱上方的气体压力和水银的重力。体温计离开人体后,水银变冷收缩,在“缩口”处断开,此处就出现真空。由于水银的表面张力系数 α 很大, α 范围 $(467 \sim 487) \times 10^{-3} \text{ N/m}$ 。常温且接触气体为真空时,取 $\alpha = 470 \times 10^{-3} \text{ N/m}$,缩口处的曲率半径 $R \approx 0.70 \text{ mm}$ 。则由表面张力产生的附加压强 $p = 2\alpha/R$,根据流体静力学原理 $p = \rho gh + p_0$ (p_0 是水银柱上方压强, h 是水银柱的高度),对体温计而言,水银柱上方的压强几乎为零,代入数据可知, h 最大值约 0.09 m 。 h 值较大,能使水银柱不退回到玻璃泡内。下次使用体温计时,要先把水银甩到玻璃泡内。

在使用温度计的过程中,还有个个别问题,如刻度为什么有些均匀,有些不均匀?测温时,超出测温上限或下限时,会出现哪些现象?这些问题需要我们多思考,多查找资料,也可由学生实际操作,再分析原因,教师做好引导,可作为研究性学习的课题研究。相信教师和学生能从中获得很多启发。