

浅谈 SI 制中的人文化教学

赵 毅

人文教育的目的是提高学生的品位、格调和情趣,是追求人性中的真善美。在物理实验的绪论教学中,都要提到 SI 制,其中的 7 个基本单位有 5 个是直接测量量,即米(测长度)、千克(测质量)、秒(测时间)、安培(测电流强度)、开尔文(测温度)。如果能把它们的生产与定义还原到人文历史的长河中,进而展示出当年科学工作者们的胸怀和坚韧,或许是全面提高学生素质的方法之一。

国际单位制(System of International units)是由国际计量大会通过一种单位制,国际代号是 SI,中文代号为“国际制”。国际单位制是在国际公制和米千克秒制基础上发展起来的。目前,国际单位制在世界各主要工业国家中,已进入全面普及阶段。我国国务院于 1977 年 5 月 27 日颁布《中华人民共和国计量管理条例》决定采用此制。国际制规定了 7 个基本单位,其他单位由它们导出。

计量制度的统一、计量单位的确立,标志着科学技术的进步和社会文明发展的程度。特别是在着重科学素质培养的工科大学里,只满足于让学生掌握有关学科的理论、定义、结论、公式、计算方法等特定知识的教学已显得有些苍白而匮乏。人是认识自然、掌握自然规律的主体,物理科学不仅以实验为本,而且也以人为本。人对自然界认识的深刻性和广阔性与测量基本单位的制定和统一是有一定联系的,因而通过对计量单位的人文化教学,树立科学源于人、用于人的科学态度应有所帮助。

一、与人体结构有关的三个度量单位

长度单位——米(Meter) 1 米等于氪 86 原子 $2p_{10}$ 和 $5d_5$ 能级之间跃迁所对应的辐射,在真空中的 1650763.73 个波长的长度。但是米这个单位最初却是根据人体的一般高度而确定的。大家知道伸开双臂,两中指之间的水平长度等于人的身高。而一般人正常的步履长度也在 75 厘米左右,所以用步数粗略度量实际两点之间的距离是古代常用的测量方法。英国格林威治天文台至今还陈列着一个米原器,一般人的正常步履长度刚好是它长度的 $3/4$ 。

质量单位——千克(Kilogram) 1 千克等于国际千克原器的质量。克的单位是很小的,一只蚂蚁

就能衔起几克质量的物质。迄今为止没有资料显示:千克质量单位的确定与一般人体的质量有关,但 65 千克左右质量的数值却恰巧与一般人体的质量相近。大家都知道曹冲称象的故事。那么我们不妨大胆想象一下:是否可以用人体自身的质量来粗略估计一下大象的质量呢?如果当年曹冲把大象从船上拉到岸上后,再用 20 个士兵站到船上刚好与大象在船上时的吃水深度相同,则可粗略估计出这个大象的质量在 1300 千克左右。

时间单位——秒(Second) 1 秒是铯 133 原子基态的两个超精细能级之间跃迁所对应的辐射的 9192631770 个周期的持续时间。而秒这个时间间隔的长短却与人类的心脏跳动节率十分相近。当年伽利略在教堂做礼拜时,看到教堂顶部悬挂吊灯的摆动,就用右手按住左手的脉搏,用脉搏的跳动数来粗略估计吊灯摆动周期的大小,并得出周期 T 与吊灯长度 L 之间 $T^2 \propto L$ 的定性关系。

二、两个以科学家名字命名的度量单位

电流强度单位——安培(Ampere) 恒定电流若保持在处于真空中相距 1 米的截面可忽略的两无限长而圆的平行直导线内,则在此两导线之间产生的力在每米长度上等于 2×10^{-7} 牛顿时所流经的电流强度为 1 安培。安培是法国著名电学家,他以高超的数学才能和实验技巧设计了 4 个天才的“示零实验”,即两个电流同时作用于第三个电流而产生的平衡效果,或者两个电流不发生某种力的作用,从而揭示出两个电流之间相互作用力的某种特性——安培定律。

为了建立和推导“安培定律”,安培忘我地工作着。一次他正走在大街上,突然一个计算公式从脑海中盘旋,他立刻走到眼前的一块小黑板前迅速计算起来,但一会儿小黑板却向前移动起来,安培就边走边写,可是黑板越跑越快,安培只好边跑边写。最后黑板飞驰而去,安培呆呆地站在那里,不明所以。原来那块小黑板挂在一辆四轮马车的车箱后面,马车启动后,黑板自然就跟着跑了起来。麦克斯韦曾将安培誉为“电学中的牛顿”,他借以建立电流之间机械作用定律的实验研究,是科学史上最辉煌的成

就之一。所以物理学界用安培的名字作为电流强度的单位。

热力学温度单位——开尔文(Kelvin) 开尔文是水三相点(汽、液、固三态共存的状态时)热力学温度的 $1/273.16$ 。热力学温标的建立与对“永久气体”的重新认识及“绝对零度”概念的建立是密切相关的。1863年英国科学家安德鲁斯首先提出气体液化时的“临界温度”概念:即当温度高于这个值时,无论怎样增大压力,气体也不能液化。1869年他又指出,所谓“永久气体”,都是临界温度很低的气体;只要找到获得更低温度的方法,它们也是可以被液化的。荷兰物理学家昂内斯制造了一台非常精巧的装置,先蒸发氨使氢气冷却,再利用焦耳-汤姆逊效应*使氢气液化。1908年7月10日,昂内斯成功制造出液态氮,使人类首次获得 $1.15\text{K}(-272^\circ\text{C})$ 的低温,从而消除了“永久气体”。

向愈来愈低的温度逼近,虽然愈来愈困难,但总是可能的。那么是否存在着低温的极限呢?法国科学家阿蒙顿早在1702年就提出“绝对温度”的概念:即在“绝对冷”时,空气分子将紧密地挤在一起。

1898年开尔文在确立热力学温标时,重新提出绝对温度(OK)是温度下限的观点,计算出这个温度是 -273.16°C 。德国物理化学家能斯特在研究低温条件下物质变化时提出一个新规律:当绝对温度趋于零时,凝聚系(固态和液态)的熵在等温过程中的改变趋于零。这就是后来被定义为“不可能使一个物体冷却到绝对温度的零度”的热力学第三定律。即最冷是OK,可以无限接近,但永远不可能达到。

开尔文在1892年被英国女王授予勋爵,在授勋仪式的致词中,开尔文谦虚地说:如果非让我总结一生工作的话,那我只能用两个字作为概括——失败。原来开尔文不仅是一个科学家,还是一个实业家。他曾两次与开发商一起铺设大西洋海底电缆均遭失败,之后他就每天久久地驻足于英格兰三岛的岸边,遥望着大西洋彼岸的美洲新大陆。开发商深知开尔文的内心追求,于是来到他的身边踱步,开尔文终于鼓起勇气说:朋友,能否再给我一次机会,我想有前两次的铺设教训,这次我们一定能成功的。历史证明:开发商的最终抉择是正确的。海底通讯电缆第三次终于铺设成功。

三、与英语单词相联系的两个度量单位

物质的量单位——摩尔(Mole) 摩尔是一个系

统的物质的量,该系统中所包含的基本单元数,即 $N_0 = 6.023 \times 10^{23}$ /摩尔与0.012千克碳12的原子数目相等。在使用摩尔时,基本单位应予指明,可以是原子、分子、离子、电子及其他粒子,或是这些粒子的特定组合。摩尔这个单词的英语原意为克分子量。它源于法语的 *molécules*,即分子或微小颗粒这个单词,后演绎为与英语的分子、克分子有关的系列单词的词干,如 *molecular*(分子的)、*molal*(克分子浓度)等单词。

光强度单位——坎德拉(Candela) 坎德拉是光强度单位,来源于英语单词 *candle*(烛光),几支烛光强度被定义为光强,而烛光的谐音就是坎德拉。1坎德拉是在一个大气压下,处于铂凝固温度的黑体的 $1/600000$ 平方米表面垂直方向上的光强度。

四、SI制教学所体现出的人文内涵

中国有句古话,叫做“权衡利弊”。其中“权”指中国杆称中的砣,“衡”指中国杆称中的刻度——星。秦始皇统一中国后,首先“书同文、车同轨、统一度量衡”。从汉墓出土的汉尺表明,1汉尺=0.68尺,说明身高八尺的项羽相当于1.80米左右。所以度量单位制的建立和使用本身包含着一定的科技含量和文化底蕴,同时也从一个侧面反映了一个时代的社会生产力发展水平和生活习惯。

国际单位制中有三个单位的确定推测为与人体自身结构有关,即米、千克、秒,这符合自然科学是以人为本的理念;有两个单位的命名是以科学家的名字命名的,即安培、开尔文,这体现出物理学又是一门以实验为主的科学;最后两个单位的命名则与英语单词相联系,即摩尔、坎德拉,这展示了自然科学与人文文化之间的渊源关系。

(河北省承德石油高等专科学校物理教研室 067000)

* 1852年,英国科学家焦耳和汤姆逊(开尔文勋爵)在研究气体的内能和体积变化时,发现充分预冷的高压气体通过多孔塞在低压空气绝热膨胀后,一般要发生温度变化,这就是“焦耳-汤姆逊效应”。焦耳-汤姆逊效应为获得低温提供了一个新的途径。

