

# 大师 教师 平凡的人

——1910年诺贝尔物理学奖获得者范德瓦尔斯

韦中燊

## 一、范德瓦尔斯其人

1910年诺贝尔物理学奖授予了荷兰阿姆斯特丹大学的范德瓦尔斯 (Johannes Diderik van der Waals, 1837~1923), 以表彰他对气体和液体的状态方程所作的工作。

范德瓦尔斯 1837年11月23日出生在荷兰的莱顿。他是一个木匠的儿子, 而且还是这个家庭中10个孩子的老大。关于范德瓦尔斯童年和少年的生活, 没有文献记载。人们只知道他家境贫寒, 只接受过小学教育, 后来又到一个三年制的高级小学上过一阵子课。1856年, 19岁的范德瓦尔斯通过自学开始参加 HBS (当时荷兰的一类适合于有能力的中产阶级家庭孩子上的级别较高的中学, 有5年制和3年制两种) 职位资格申请考试。1860年10月, 在海牙通过了荷兰南方地方小学委员会为小学教育举行的考试, 获得了“教师资格”能力证书, 第二年他又获得了“主讲教师”资格证书, 从而使他成为一所小学的校长。因为不懂古典语言, 他不能参加大学入学考试(掌握古典语言为当时进入大学的必要条件), 但仍于1862年, 以非普通学生的身份注册到了莱顿大学, 并于1865年

以优异的成绩通过了所有的考试, 取得了与数学或物理学博士相同的资历。同年9月, 范德瓦尔斯被聘为代芬特尔镇 HBS 学校的物理教师。1866年, 到海牙的 HBS 学校任教。1868年, 成为迪利蒂亚物理协会的一名成员。

1871年1月新的政府上台后, 修正了管理高等教育的法案, 降低了对古典语言的要求。于是, 这一年的3月, 范德瓦尔斯参加并通过了莱顿大学的入学物理和数学考试, 正式跨进了大学学习。1873年, 他以《论气体和液体的连续性》为题取得了博士学位, 而正是这篇论文, 使得他立刻进入了第一流物理学家的行列。

1874年1月, 范德瓦尔斯成为海牙 HBS 的代理主任, 1877年5月, 正式担任主任职务。6个月之后, 他担任了新成立的阿姆斯特丹大学的第一位物理教授, 并一直到退休。1875年, 他成为荷兰皇家科学院数理所的成员, 1883年春, 成为该所的副所长, 1896年起接替退休的奥德曼斯出任所长, 直到1912年。1908年, 范德瓦尔斯正式退休。1910年获得诺贝尔物理学奖。1923年3月8日去世。

范德瓦尔斯获得许多荣誉, 他是剑桥大学的荣

爱因斯坦:“你相信上帝吗?”爱因斯坦当日就发了回电, 进行了答复。正因为爱因斯坦如此平易近人的生活作风而深得人心, 因此, 有人曾问普林斯顿的一位普通老人:“你既不理解爱因斯坦的科学理论, 又不明白爱因斯坦的抽象思想, 你为什么敬慕爱因斯坦呢?”老人回答说:“当我想到爱因斯坦的时候, 我有这样一种感觉, 仿佛我已经不是孤单单一个人了。”一位不知名的来信者或许道出了众人的心里话, 他称爱因斯坦是“上帝的使者, 人类的仆人”。

作为爱因斯坦献身社会的升华, 主要体现在他生前立下的遗嘱中: 遗体由医学界处理, 不举行公开的追悼仪式, 不要坟墓, 也不要纪念碑, 工作过的办公室一定要让别人使用, 寓所不可成为“朝圣”的纪念馆。

20世纪虽然已经悄然逝去, 但是, 20世纪产生的人类最伟大的科学家、思想家和人——爱因斯坦, 却依然活在我们心中。著名的物理学家朗之万曾经这样评价他:“在我们这一代的物理学史中, 爱因斯坦的地位将在最前列。他现在是并且将来也还是人类宇宙中有头等光辉的一颗巨星……因为他对于科学的贡献更深入到人类思想基本概念的结构中。”我们纪念爱因斯坦, 就是要学习和弘扬他的科学精神和伟大的人格。特别是在当今党和国家赋予了人才概念以新的时代内涵更应该如此, 更有其深远而巨大的现实意义。即“品德、知识、能力和业绩”是衡量人才的主要标准, “不唯学历、不唯职称、不唯资历、不唯身分, 做到不拘一格降人才”。

(安徽巢湖学院物理系 238000)



誉博士,莫斯科帝国自然科学学会名誉会员,爱尔兰皇家科学院名誉院士,美国哲学协会名誉会员,法国研究院通讯院士,伦敦化学协会外籍会员,美国国家科学院外籍院士,罗马科学院外籍院士。

## 二、分子领域结硕果

气体和液体的状态方程是范德瓦尔斯的第一项最主要的成就,这一成就使他跻身一流物理学大师的行列,也为他带来了诺贝尔物理学奖的荣誉。

1873年6月14日,范德瓦尔斯通过他的《论气体和液体的连续性》博士论文的答辩,他在这篇论文中提出了他的状态方程。他对这一课题发生兴趣的直接原因,是克劳修斯的论文中将热看成一种运动的现象,使他想对安德鲁斯1869年证明气体存在临界温度时所作的实验寻找一种解释。

19世纪下半叶,分子运动论逐步形成了一门有严密体系的精确学科。与此同时,人们却又在越来越精确的实验中发现绝大多数气体的行为并不符合理想气体的性质。早在1847年,勒尼奥(H. V. Regnault)就在实验中发现除了氢气之外,没有一种气体严格遵守玻意耳定律。1852年焦耳和W. 汤姆逊通过实验证明了分子之间有作用力存在。1869年,安德鲁斯发现了二氧化碳气体的临界温度,发现高于这个温度无论如何也无法使气体液化。1871年,J. J. 汤姆孙对气液两态问题提出了新的见解,对安德鲁斯的实验结果做了补充,但他既没有作定量计算也没有用分子理论加以解释。因此,出于对这个实验的合理解释,范德瓦尔斯在考虑了气体体积和分子间吸引力的影响的前提下,导出了著名的状态方程。

$$\left(p + \frac{a}{V^2}\right)(V-b) = RT \quad (1)$$

这就是脍炙人口的范德瓦尔斯方程,其中 $P$ 、 $V$ 、 $T$ 分别是气体的压强、体积和温度, $R$ 是气体常数, $a$ 和 $b$ 是参量,分别表示分子引力和分子大小的效果。这不同于早已建立的理想气体状态方程: $pV = RT$ 。新的方程中有两个修正项,一是 $a/V^2$ ,称为内压强,被加在可直接测量的实际压强上,这一修正项产生于分子不断运动时分子间存在的相互吸引力。二是 $b$ ,它反映了被分子所占据的整个空间并不是容许分子运动的全部空间,实际的有效体积要小于所测体积 $V$ ,后来,推导出常数 $b$ 是分子体积的4倍。

这两个修正项具有了了不起的作用,使方程能适用于从稀薄气体到粘稠液体的所有流体物质的情况。同时这一方程也圆满解释了安德鲁斯的实验结果和J. J. 汤姆孙的见解,而且能从常数 $a$ 、 $b$ 计算出临界参数。

对应态定律是范德瓦尔斯的第二项重大发现,这个定律指出:如果压强表示成临界压强的单调函数,体积表示成临界体积的单调函数,温度表示成临界温度的单调函数,即令: $P^c = a/27b^2$ , $V^c = 3b$ , $RT^c = a/27b$ ( $P^c$ , $V^c$ , $T^c$ 分别为临界的压强、体积和温度)。而:

$$P = lP^c, V = nV^c, T = mT^c$$

将这些关系式代入到原气体的状态方程(1),就可以得出适用于所有物质的状态方程:

$$(l+3n^{-2})(3n-1) = 8m$$

其中, $l$ 、 $n$ 、 $m$ 被范德瓦尔斯称为“对比变量”,方程被称为“对比等温线方程”。这个方程不包含任何关于具体物质的特征参数,诸如原来范德瓦尔斯方程中的 $a$ 、 $b$ 和 $R$ ,所以它对所有物质都同样有效。

对应态定律的出现,使得不同液体大量杂乱无章的信息形成了一个连贯和清晰的画面。用这种方法可以明确地估计无法在实验中得到的热物理特征,它对于气体液化技术的发展也是一个有力的推动。正是在这个定律的指导下,杜瓦于1898年制成了液态氢,卡末林-昂内斯于1908年制成了液态氮,并因此获得了1913年的诺贝尔物理学奖。此外,由于这一定律的发现还产生了分子物理学的新分支——热物理学。

二元溶液理论是范德瓦尔斯的另一项重要成就。1879年,范德瓦尔斯读了吉布斯的论文《非均匀物质的平衡》,并成为唯一继续这一课题研究的人。1880年1月,发表了论文《论离解时压强、体积和温度的关系》。这篇文章中引入了一个崭新的主题,即要解决平衡问题,仅有热力学方法是不够的,还需要了解混合物的 $P$ - $V$ - $T$ 关系。必须把热力学与状态方程相结合,而这一思想伴随着范德瓦尔斯整个后半生。1889年2月,范德瓦尔斯第一次公开报告了他有关二元混合物理论的研究成果。1890年,这次报告被扩展为论文以“二元溶液理论”为题发表在《荷兰年鉴》上。在这里,他把状态方程和热力学第二定律结合了起来,创造了一种图示法,并以吉布斯在《非均匀物质平衡》中提出的形式用一个面来表示他的数学公式。为了纪念吉布斯,他称这个面为“ $\psi$



面”，因为吉布斯曾用希腊字母  $\psi$  作为自由能符号，而范德瓦尔斯正认为自由能对平衡有着重大意义。二元混合物理论引起了一系列的实验，首先是库恩的实验。库恩发现，临界现象的特征完全可以预言。

此外，我们还应该提到的是范德瓦尔斯的毛细现象热力学理论，该理论最早出现在 1893 年范德瓦尔斯在科学所的《备忘录》上发表的一篇长达 56 页的论文中，这一理论认为，在液体和蒸气之间的边界层存在逐渐的但十分迅速的变化，同时分子永远做高速运动。后来在临界温度附近所做的有关这个现象的实验支持了范德瓦尔斯的观点。

范德瓦尔斯与分子结下了不解之缘，他在分子物理领域倾注了一生的绝大部分注意力和精力。

### 三、为人师表传佳话

在荷兰人的眼里范德瓦尔斯首先是一名教师，从小学教员到大学教授，执教贯穿了他整个一生。

范德瓦尔斯是一名认真负责的教师。在海牙 HBS 学校工作期间，他几乎在所有年级都有授课任务，一周下来大约要上 14~16 小时的课，但这并不妨碍他的教学热情，他总是以认真负责的态度完成每年的教学任务。在阿姆斯特丹大学时，他也是那么精力充沛、不知疲倦，经常一讲就是两个钟头，中间只休息一刻钟，还不肯坐下来。此外，他的认真负责还表现在对学生的严格要求上，在阿姆斯特丹时期，他对治学严谨的学生十分和蔼，而对那些漫不经心地对待科学的学生，则常常会粗声粗气地说一些难听的话。他对考试的要求也很严格，当时阿姆斯特丹大学每年总是物理课的不及格率最高。

范德瓦尔斯在教学过程中很注意教学方式的运用。他认为教学的目的在于启发学生，不是把他们变成“小科学家”，或是一味采取“填鸭式”的高深理论教育，而是通过各种有趣的实例来激发学生对热学、磁学、电学、光学和声学的兴趣。范德瓦尔斯的教学有方，我们可以从当年海牙市政当局的年度报告和学校学监的评价中窥见一斑。1867 年的年度报告中说：“鉴于他一流的教学水准，我们唯一能做的就是重复去年的赞扬。”而学监的评语则为：“这位教师是组织教学艺术的大师，通过一个清楚的说明就能吸引学生的注意力……”。范德瓦尔斯还根据不同的课程采取不同的教学方式。在阿姆斯特丹时，他主讲普通物理和理论物理两门课程。在讲授普通物理时，

他不厌其烦地举例、示范，条理清楚，明白易懂。在讲授理论物理时，他鼓励学生提问、质疑、反对，通过不断的相互问答来训练学生思考物理问题的能力。此外，值得一提的是他指导实验的方式。实验前，他会作引导性的讲解，然后，如果谁还有困难，他就会提出几个问题让学生回答，这样就立即缩小了困难所在的可能范围，同时也显示出了学生理解问题的程度。

范德瓦尔斯是一个具有崇高道德境界的教师。他在学生需要鼓励的时候，总是乐于相助，关怀备至。而且他总是以学生为荣，以学生发展了他的思想为荣，但他从不把自己的意思强加于学生，相反的，他常常将发展学生的能力置于首位，以超前的思维引导学生自我发展。

范德瓦尔斯崇高的师德还表现在他勇于面对错误，甚至把康斯塔姆和特麦曼斯证明他的假设不对的论文交付发表，当然，这也说明范德瓦尔斯是一个具有崇尚科学真理的学者品质的人。

作为教师的范德瓦尔斯，培养了众多的人才。人们称他为培育天才的优秀教师。

### 四、大师也是普通人

作为一个完整的人，范德瓦尔斯也有其平凡的一面。由于年轻时的艰苦生活，他在生活方面表现得很节俭乃至有些小气。在他的家庭里流传着一个很有意思的轶事。当他获得诺贝尔奖后，孙子们向他祝贺，进房后他们中的一个说：“爷爷要分钱喏！”结果，范德瓦尔斯只给他们每个人一个十分钱的硬币。

现实生活中的范德瓦尔斯是一个富有幽默感的人。他总爱在谈话中加入一些幽默词语，使人感到谈话的诚挚和愉快。夏天，他常常租一处乡间小屋住，偶尔也会去国外度假。而他所租的房子附近的景色都是非常迷人的，他非常热爱大自然，对此充满了感情。他最喜爱的运动就是散步，他在散步时，总是让大家跟随着他，而且会突然示意大家休息 5 分钟，而他自己却仍然独自站在那里。

家庭中，他对孩子要求十分严格。但不管怎样，这个家庭的气氛仍然是和谐的，并充满了快乐。因为很多时候，他往往会成为孩子们善意地捉弄的对象，当他——“一个世界名人”成为被取笑的对象并在徒劳地保护自己时，我们可以想像这样的生活是怎样的有趣了！

(北京首都师范大学物理系 100037)