

谈热力学教材建设的“得”与“失”

——读“《电动力学简明教程》前言”的响应

金 新

(南京大学物理系 南京 210093)

1 引言

面临 21 世纪,为培养我国高素质物理科学人材,争取在下世纪初尽早产生诺贝尔物理奖获得者^[1],物理教学的课程改革是一个关键问题,这个问题正引起我国所有教育工作者认真思考和讨论.本人从 1960 年起走上高等学校教学工作岗位以来,除少数几年教育不正常时期,几乎每学期都忙于教学和科研.因为教师的责任感,在国家号召下也在思索自己在教学岗位上怎样培养高素质人材.最近看了 2000 年第 1 期《物理》杂志刊登的俞允强教授“《电动力学简明教程》前言”(下文简称《前言》一文^[2]以及“主编的话”与“物理教育”栏的“编者按”^[3],更加促使我在这方面思索,也很高兴能找到“一个场所”与教育界同行共同讨论课程改革问题.

就从事物理学教学工作而论,我感到首先要弄清楚我们开设课程的具体目的是什么?就“热力学与统计物理”课程而论,你希望通过这门课程教学达到什么目的?笔者通过 40 年对该课程的教学实践逐步明确这样一个结论:“热力学与统计物理”课程基本目标是培养学生具有研究多体系统的物理思维能力以及掌握相应的特定数学处理方法.热力学是研究多体系统唯象理论基础.在《前言》一文中,也明确指出“这些课程不仅使学生在知识上获益,而且常在思维方法上也有很大的收益.”同样强调了培养学生物理思维能力的重要性.值得指出的是,以上目标,通过普通物理课程是达不到的,因为那里既不可能完整地介绍不同物理对象所采取研究方法相应的物理思维,更不可能详细介绍理论物理的特殊数学方法.从这个观点出发,我们不难体会“四大力学”在物理系教学中的地位.那些主张取消“四大力学”的观点,实际上等于要取消物理系.

在这篇讨论文章中,我不可能把我在热力学与

统计物理课程中的改革设想全部写出来.因为受《前言》一文影响,本文就热力学教学改革中“得”、“失”问题发表一点个人意见,参与讨论,以作为对俞允强教授《前言》一文的响应.

2 热力学教学改革中的“得”

有人认为:热力学内容简单,主要是“热工”问题,在物理系教学中可有可无.学生只要学好统计物理就可以了.按这一派人意见,热力学理论应在热力学与统计物理课程中全部砍去.笔者不同意这种观点,因为热力学是多体物理唯象理论基础^[4],你若打开超导物理、液氦物理、磁介质、材料科学以及低温物理实验技术等近代学科书籍,其中大部分都基于多体问题唯象理论.Landau 的二级相变理论,P. W. Anderson 的超导体中磁通蠕动理论在当前仍然是从事理论和实验研究的有力支柱.

基于热力学理论的重要性,这就容易找到选择热力学课程内容的尺度.它应该包括如下四点:(1)热力学理论建立的物理思维;(2)利用热力学基本规律,依靠具体系统物态方程和比热求导该系统其他热力学变化规律的解析方法^[5-7];(3)极值问题;(4)相平衡与相变.其中重点是液滴模型、Ehrenfest 相变理论、Landau 二级相变理论^[5-7],在可能时介绍超导的 Ginzburg-Landau 方程.

在热力学教学中,介绍 Landau 二级相变理论很重要.因为 Landau 二级相变理论基础仍然是热力学特征函数所描述的极值问题,Landau 所引入的序参量是典型的热力学参量.用该参量描述超导或超流态是宏观波函数.将 Landau 二级相变理论用于这两个典型的多体问题所表现的宏观量子效应,就引入了这两个学科的唯一理论.可以说,如果把传统热力学称为经典“热力学”,那么 Landau 二级相变引入的热力学可称为“量子热力学”.由此可见 Landau 二级

物理

相变在热力学理论中的重要意义。

笔者不同意在热力学教学中引入与热力学物理思维几乎无关的“实际问题”。听说某校讲液滴形成内容时,在课堂上引入大量当地气象资料,以培养学生科研能力,其效果令人怀疑。如果采用这种办法改革教材,必把教材搞成一身“浮肉”,臃肿不堪。学生学习以后哪里能解决物理学的前沿问题。这样改革不是“得”而是“失”。得到一些与物理学关系不大的“实际问题”,失去的却是物理学特有的思维、教学与实验方法。

在《前言》一文的启发下,我粗略谈了热力学课程改革的“得”。我相信,学生如果掌握这些内容,一定有助于培养其掌握前沿学科的素质,缩小攀登前沿科学的距离。物理系教授主干课程的教师,特别是知名大学的主干教师,必须是从从事科学研究的骨干。因为这类教师有亲身探索未知的经历,在课堂上才能表现出对建立学科的研究精神和活跃的物理思维。大家还记得1979年李政道教授在北京科学会堂讲授粒子物理与统计物理的情景。在课堂中一下将听讲者带进了科学的前沿阵地,他在课堂上介绍他对物理未知课题的研究精神。20年后我们还清晰地记在脑海中。李先生的课就是科研与教学相结合从事教育工作的典范。

在热力学课程建设中,有“得”必有“失”,那么现今热力学那些内容可以“失”去呢?在下一节我想发表一点意见。

3 热力学课程建设可“失”的内容

上节提到,热力学课程建立的物理思维很重要。特别工程派热力学理论建立途径,学生不易听懂。这一点在教学中必须交代清楚。但是我认为,在建立该物理体系时那些特有的物理与数学论证,应属于普通物理内容,在理论物理中不必重复。因为我们不能指望通过我们授课能培养出建立新学科世界级一流

学者,况且这些物理的论证方法在近代物理研究中应用不普遍。又如我们不必仿公理派那样从热力学第零定律数学上论证温度函数的存在;建立第一定律过程中牵涉到的热质说已成为历史;第二定律两种说法的等价性反证法,卡诺定理和克劳修斯不等式证明过程都可以从略,如此等等。因为热力学课程的基本任务是让学生掌握处理多体系统的唯象理论,而该学科建立的特殊方法已成为历史。如果我们在教学中还舍不得“失”去这些内容,而近代学科发展很快,我们的包袱就会愈背愈重,而且会干扰我们教学的主要目标。

另外,化学热力学在物理学研究领域用的机会很少,也该删除,以保证近代物理内容的引入。

以上是个人不成熟意见,只能表达我响应《物理》编辑部号召参与《物理教育》栏目讨论的热情。所发表内容一定问题很多,欢迎指正。日后我也争取一些时间,对一些具体问题作详细叙述。

参 考 文 献

- [1] 周光召. 物理, 2000, 29: 1 [ZHOU Guang-Zhao. Physics, 2000, 29: 1 (in Chinese)]
- [2] 俞允强. 物理, 2000, 29: 50 [YU Yun-Qiang. Physics, 2000, 29: 50 (in Chinese)]
- [3] 主编的话. 物理, 2000, 29: 1 [Announcement of the Chief Editor, Physics, 2000, 29: 1 (in Chinese)]
- [4] 冯瑞, 冯步云. 熵. 北京: 科学出版社, 1992. 1 [FENG Duan, FENG Bu-Yun. Entropy. Beijing: Science Press, 1992. 1 (in Chinese)]
- [5] Reichl L E. A Modern Course in Statistical Physics. Texas: University of Texas Press, 1980. 106—109
- [6] 单磊, 王亚芳, 沙荣钧等. 低温物理学报, 1998, 20: 279 [SHAN Lei, WANG Ya-Fang, SHA Rong-Jun *et al.* Chinese Journal of Low Temperature Physics, 1998, 20: 279 (in Chinese)]
- [7] 龚昌德. 热力学与统计物理. 北京: 人民教育出版社, 1982. 115—125 [GONG Chang-De. Thermal Dynamics and Statistical Physics. Beijing: People's Education Press, 1982. 115—125 (in Chinese)]