

## 开尔文勋爵的“两朵乌云”

李 醒 民

(中国科学院自然辩证法通讯杂志社)

一些科学史和自然辩证法文章，常常提到开尔文勋爵所谓的“两朵乌云”。但是，几乎所有的叙述都是以讹传讹，与历史事实大相径庭。1981年某刊物的一篇文章就写道：“著名的物理学家开尔文在二十世纪第一个春天的‘新年贺词’中曾把黑体辐射之谜比喻为物理学晴朗天空中的远处飘浮着的‘令人不安的乌云’。”类似的议论也出现在近年来的有关出版物中，例如《爱因斯坦》(1979年)、《基础科学及其辩证法》(1980年)和《自然科学哲学问题论丛》第一辑(1981年)等。就连日本著名的科学史家广重彻在叙述这个问题时也有不确切之处，他竟然把时间也弄错了(说讲演是在1902年)<sup>[1]</sup>。

事实上，开尔文的讲演经修改补充后公开发表在1901年7月出版的《哲学杂志》<sup>[2]</sup>和《科学杂志》合刊上，后来收集在开尔文的一本讲演集中<sup>[3]</sup>。

开尔文文章的标题是“在热和光动力理论上空的十九世纪的乌云”，标题所加脚注指出，讲演是于1900年4月27日在英国皇家学会发表的。因此，“新年贺词”、“元旦祝辞”之类的传说显然只是臆想而已。

在正文之前，开尔文附加了一段说明(说明是1901年2月2日写的)。开尔文说：“这篇文章是以讲演为基础作了大量补充而成的，增加了从去年年初直至目前的十三个月的工作，大大扩展了在讲演中所阐述的问题。”

文章一开始，开尔文就开宗明义：“动力学理论断言热和光都是运动的方式，现在这种理论的优美性和明晰性被两朵乌云遮蔽得黯然失色了。第一朵乌云是随着光的波动论而开始出现的。菲涅耳和T·杨研究过这个理论，它包

物理

括这样一个问题：地球如何能够通过本质上是光以太这样的弹性固体运动呢？第二朵乌云是麦克斯韦-玻耳兹曼关于能量均分的学说。”

关于第一朵乌云(即“以太和有质体的相对运动”)，开尔文在文章中分析了物理学家对这个问题的看法，阐述了自己的观点。他认为，如果我们有一个令人满意的基本的以太和物质的关系，以代替旧的使人为难的概念——当物质原子相对于它们周围的以太运动时，原子就要排除它们前面空间中的以太——那么就可以使所有现象更快地得到充分解释。开尔文赞同菲涅耳的思想：地球是由多孔物质构成的，以太能够完全自由地通过有质体运动(他不同意T·杨提出的看法：以太在物体分子和原子间通过犹如清风吹过树丛一样，并不是完全自由的)。这样一来，如果忽略地球的自转和整个太阳系的运动，那么在平行于地球公转轨道的切线上理应存在每秒三十公里速率的以太流。“但是，哎呀！与该结论相抵触的事出现了，地球大气中的以太相对于地球并不运动。”迈克耳孙和莫雷精心完成的实验证明这一点。“该实验的结果可以保证是可靠的”，“无论在实验的设想方面或实施方面，我不能看出任何缺陷”。但是斐兹杰惹和洛伦兹“各自独立地作出的出色建议”(收缩假设)似乎已经摆脱了困境，使得“实验结果不能驳倒以太通过地球所占空间是自由运动着”的结论。但是，开尔文仍然对此持谨慎态度“恐怕我们还必须把第一朵乌云看作是很浓厚的”。

开尔文用大半篇幅论述了第二朵乌云。他简述了能量均分学说出现的历史，举例论述了该学说的内容及其面临的困难。开尔文特别指出理论上计算的双原子或多原子的 $\gamma$ 值(定压

热容量和定容热容量之比)与实验观察值的偏差(理论值比实际值要小)。开尔文写道:“与观察的明显偏离绝对足以否认玻耳兹曼-麦克斯韦学说”,“事实上,玻耳兹曼-麦克斯韦学说的偏差比上面列举的还要大”。他进而指出,当我们考虑到分子光谱的有关数据时,情况变得甚至更为严重,我们从光谱发现,每个分子的自由度比用来决定 $k$ 的数目大得多。“实际上不存在玻耳兹曼-麦克斯韦学说与气体比热真实情况相符的可能性。”显然,开尔文论述第二朵乌云时举的是气体比热的例子,也涉及到分子光谱,然而却没有提到黑体辐射问题,尽管黑体辐射问题的研究动摇了玻耳兹曼-麦克斯韦的能量均分学说,是上世纪末物理学家十分热衷的问题。开尔文在文章中连致力于黑体辐射研究的普朗克和维恩都未提及。

其实,早在此之前,开尔文就对能量均分学说提出质疑。他在文章中说:“十年前,我提出了若干判例,玻耳兹曼有礼貌地考虑了这些判例,但是他迄今没有说明,当应用它们中的任何一个时,该学说是真还是假。一年后,我提出了一个对我来说似乎是否证该学说的决定性的判例,但是我的说法迅速而理所当然地受到玻耳兹曼和彭加勒的批评。不久,瑞利十分清楚地表明,我唯一的判例完全是非决定性的。”

玻耳兹曼-麦克斯韦学说涉及到分子的平均动能。开尔文以平均动能是能量的时间积分为前提,把与该学说有关的问题分为两类,从理论上进行了讨论。第一类:粒子速度被认为是不变的或只是突然性地变化;第二类:一些粒子的速度有时逐渐变化。这一理论探讨占了全文一半篇幅。

开尔文谈到,玻耳兹曼和麦克斯韦两人都承认他们的学说与实验相矛盾,并且迫切要求解释这种矛盾。玻耳兹曼建议用分子和它们周

围的介质的相互作用来加以解释,麦克斯韦担心,如果我们求助于这种介质,那只会增大困难。在文章最后,开尔文评述了近二十年来一直是玻耳兹曼-麦克斯韦学说坚定支持者的瑞利的观点。瑞利在1900年6月发表了一篇题为“论能量均分定律”的论文,他在论文中说,能量均分定律对于实际气体比热应用的困难长期以来就存在着,这是“一个基本的困难,它不仅与气体运动论有关,而且更确切地讲,涉及到一般动力学。”对于摆脱困难的途径,瑞利是这样看待的:“似乎所希望的东西就是避免破坏[与能量均分定律有关的]一般结论的简单性。”与瑞利企图维护玻耳兹曼-麦克斯韦学说的做法针锋相对,开尔文明确宣布:“达到所期望的结果的最简单途径就是否认这一结论”。他满怀信心地预言,第二朵“对于在十九世最后四分之一时期内遮蔽了热和光分子论亮光的乌云,人们在二十世纪初就可以使其消失。”显然,一些文章说开尔文忧心忡忡地把黑体辐射比喻为:“令人不安的乌云”,这恐怕是出自毫不费力的传抄。

在世纪之交的物理学革命中,开尔文勋爵这位物理学界的元老素以保守著称,但是在1900年的讲演中,他不仅洞察到十九世纪物理学面临的两个难题,而且还指出了解决难题的明智的努力方向。这固然在于他的天才的直觉能力,恐怕也不能无视物理学革命洪流对他的冲击。

#### 参 考 文 献

- [1] 広重徹, 物理学史 I・新物理学シリーズ: 5, 培风館, (1968), 152.
- [2] Lord Kelvin, *Phil. Mag.*, 2-7 (1901), 1.
- [3] Lord Kelvin, *Baltimore Lectures on Molecular Dynamics and the Wave Theory of Light*, London, (1904).

---

### 《中国物理快报》正式发行通知

中国物理学会编辑的英文版月刊《中国物理快报》(Chinese Physics Letters), 从1985年起由科学出版社发行处发行, 请读者向该处(北京市朝内大街137号)订阅, 本刊一般不再赠送。

《中国物理快报》编辑部