

188 白矮星系列文章 1：是压强平衡还是力平衡？

主题

“经典粒子的运动不足以平衡万有引力。”

“在主序星中，所有电子已经被剥离的原子核的热能 $E_{kin} = (3/2)kT$ 产生与引力压强平衡的压强。”

“由退化电子气产生的压强 p ($p=dE/dV$) 与引力压强平衡。”

“陷阱电子向外施加的力与万有引力平衡。”

缺点

也许，大家都知道上面所引用的文字的意思。然而，当学生试图将它们与力学中所学的知识联系起来时，就会感到它们难以理解。下面我们逐个来讨论上面所引用的内容。

“运动与引力平衡”是什么意思？无论在热平衡中还是在力平衡或化学平衡中，在两个子系统内的某一物理量的值总是相等的：它们的温度相等，或力相等，……

然而，在这句话中指的是哪个物理量的值是相等的？

另外，运动是一个过程，而万有引力（gravity）在这里指的是一种现象。它们怎么平衡？如果 gravity 指的是力这个物理量，那么这个力作用在哪个物体上？

我们来讨论所引用的第二句话。“热能产生压强”是什么意思？一个物理量能产生出另一个物理量？速度能产生出温度、能量或动量？还有，所产生的压强是怎样与引力压强平衡的？它们具有相等的值，或引力压强是负值？最后我们要问，引力压强是什么意思？

在所引用的第三句话中，由退化电子气产生的压强与引力压强平衡（哎呀！气体会产生自己的压强？空气能产生空气压强？它会产生自己的温度？也许，这句话指的是退化电子气的压强）。是的，这句话似乎指的不是力的平衡，而是压强的平衡。

在所引用的第四句话中，我们发现它确实指的是力的相互平衡。然而，在这里问题并没有这么简单：电子向外施加力，即每个电子向外施加一个力？真的吗？“向外”意味着向右、向左、向上、向下、向前、向后。这样，就不止一个力了，至少有六个力。对于万有引力，我们似乎更加清楚，它来自星体内部，并

向下拉着电子。剩下的问题是，电子的这六个力是怎样作用在它上面的？

那么，使用这些教材的人会作出什么反应？非常清楚，在需要时（在考试时），他们会直接重复这些错误。他们已经听任对物理学不理解的事实。

历史

力学是难学的。显然，这不仅仅是对学生来说的。

建议

关于压强平衡，我们来看一个密闭气缸（图 1）。在这个气缸中，活塞可以前后移动。如果不固定活塞，它能自动调节自己的位置，直到两边压强相等为止。在左右两边建立起了压强平衡。

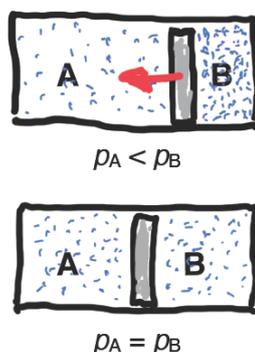


图 1. 在子系统 A 和 B 之间建立了压强平衡。

在讨论压强平衡问题时，学生至少要知道上述知识。然而，问题出来了：体积可以变化的两个容器指什么？因此，我们最好不要去讨论压强平衡问题。

关于力的平衡，如果作用在一个物体上的两个（或更多个）力的和为零，那么这些力平衡。在现在所讨论的情况中，我们所考虑的物体上的力作用在一个小的空间区域。在这些力当中，其中一个力是万有引力，另一个是通过物体上下表面的压强差计算出来的，类似于学生所熟悉的浮力。也许学生已经知道了这些。

那么，我们的建议是什么？当然，我们可以正确地处理这一问题，但是，我们必须考虑到处理这一问题是否值得。别忘了，对于地球内部也有同样的问题；当然，没有人去讨论过它。

Friedrich Herrmann

（陈敏华，2020年4月12日译于浙江省绍兴市柯桥区鉴湖中学）