

197 太阳内部是怎样运行的

主题

在关于太阳的物理学专著中，会引入和讨论诸如发光度、辐射本领、光球层、夫琅和费谱线、较差自转、米粒组织、色球、日冕、光斑、太阳风、太阳活动、太阳黑子、日珥、色球爆发、电子、 μ 中微子和 τ 中微子、全氯乙烯、CNO 循环、p-p 链、Bethe-Weizsäcker 循环、中心区、辐射转移区和氢对流区等其他区域和现象。并且，不仅仅只有这些。在中学物理教科书中，我也找到了这些内容。实际上，我还找到了其他一些类似的内容。

负担

在上面所提到的书中，提到了太多不重要的内容，却很少提到太阳内部怎样运行的内容。

我在选择讲课内容时，总试图遵循这样的原则：假如学生把 50%或 90%甚至 99%的所讲内容遗忘掉，我希望学生记住哪些内容呢？当你考虑这一问题时，你也同时回答了下面这个问题：当我不能超过一节或两节课去讲一个主题时，我应该为这个主题讲些什么呢？

例如，在实际中我们会希望学生去背诵 Bethe-Weizsäcker 循环和 CNO 循环吗？或者说，学生们是否至少需要知道这两种反应的名称吗？与化学比较一下也许有点帮助：没有人会想到把烃类燃烧（如辛烷或苯的燃烧）分解为一连串 x 次中间反应。

我也注意到，在这里也讨论了与太阳有关的现象，或甚至只作了类似于在地球表面或内部所发生的情况相同的描述，但没有作出强调。另一方面，这里只字没有提到地球发电机 (geodynamo) 的作用。这里描述了传递到太阳表面的能量：在内部靠光子的散射来传递，在外部靠对流来传递。发生在地球大气层中相同的现象也可以进行讨论，并且这是一个值得讨论的主题。

我有一个印象，出版社所卖出去的教材更象是参考书。这样，又有问题出来了：每 10 位或 15 位作者是否都知道其他 9 位或 14 位作者所写的所有内容？最后，是否需要怀疑物理教材(化学教材也同样)比法语或英语教材有更多的作者？

我的观点是，关于太阳的内容，教材中不但说得太多，也说得太少。对于

对太阳这一主题有兴趣的人来说，他们肯定会提这样两个问题：

●既然太阳中所发生的反应与氢弹中所发生的反应是相同的，那么为什么太阳没有爆炸？

●既然太阳主要由氢和氦组成，那么为什么它的光谱不是氢-氦谱线？

历史

通常，对于不大基本的主题，其内容随着时间的推移积累在技术文献中，然后被倾倒在课堂中。当然，核反应循环的发现是重要的。核能是能量的主要来源的观点被证明是正确的。在大约 100 年前，这是一个大问题。但是现在我们知道，我们只需这样说就够了：是的，氢转变为氦时会释放能量。

建议

这里不大合适谈这一主题的课程教材。我们在这里仅仅提出一些有趣的话题，以示强调。

1. 一些关于太阳的数据。这些数据包括太阳的质量密度与到太阳中心之间的距离之间的函数关系（90%的太阳质量分布在半径为太阳半径一半的球内）。

2. 太阳释放出来的能量来自氢转化为氦的反应（净反应）。

3. 当把热提供给太阳后，它会变大和变冷（而不是变热）。正是由于这个负反馈导致太阳中的核反应进行得很缓慢和很稳定。（建议讨论这一负反馈产生的原因）

4. 在太阳内部的能量是通过传导的方式传递的（携带者是光子），在外表层部是对流的方式传递的。在太阳内部的能量传递可类比于地球大气层的稳定分层，能量通过红外光的向外扩散而传递。在太阳外表层的能量传递可类比于地球大气层的不稳定分层。

5. 如果厚度足够大，所有物质都会变得不透明（建议讨论其原因）。在太阳外层区域的厚度大约为 500km。这一厚度与太阳直径相比非常小。因此，在地球上看来，太阳是一个边界清晰的物体，象一个在向外辐射的黑体一样。

Friedrich Herrmann

（陈敏华，2021 年 3 月 31 日译毕于浙江省绍兴市柯桥区鉴湖中学）