



会发光发热的太阳

假如没有太阳，世界就会变成一片黑暗，还会快速陷入永恒的寒冷。从这里我们可以明确知道，太阳对于我们太重要了，因为它是我们生存的必然条件，也是光和热的重要来源。

在晴朗的晚上，地面会将白天从太阳吸收来的热量原散发回空中，温度就降下来了。如果没有白天的输入，热量就会逐渐地消失。这样，我们开始觉得有点冷了，这仅仅是开始，我们再也等不到黎明，气温还在继续下降，就如生活在两极一样寒冷。



太 阳

没有了阳光，光合作用就会停止，植物也不能生长了，持续降低的温度很快就会把所有的生物冻死，所有的大洋都将变成一个大冰坨子。当温度继续下降，大气就开始液化，我们生存的地球会变成银白色的死寂星球。这样说明，我们就能很快地理解太阳的重要性了，别沮丧，让思维回到现



实中，好好看看带给我们温暖的太阳的奥秘吧！

为了解开这个难题，我们必须要知道太阳辐射的能量是怎么来的。直觉告诉我们，是由太阳内部的光球来的。会不会还有新的能量源源不断地到达光球，来维持不断的辐射呢？这种内在的供给来源到底是什么？是什么能使太阳一天一天照耀，而且一直这样照耀下去？

能量从来都不会是无中生有的，这是能量不灭的定律。能量可以从这种形态转化到另一种形态，如果太阳无法不断地从外面接收能量，它的储藏总会有耗尽的那一天，然而，宇宙间能量的总量是不能增加的。但是，太阳如此一百年又一百年地照耀下去，光耀依然，没有逐渐暗淡下去，这是为什么呢，很好奇吧？

在一百多年前，德国生物物理学家亥姆霍兹（Helmholtz），独创了太阳热的收缩学说，这个学说靠不靠谱，没人考证，反正以后的科学家都当真了。他的收缩学是这样说的：如果太阳半径每年收缩 43 米，就足够产生一年中由辐射而失去的热量。如果按照亥姆霍兹说的，以前的太阳是稀薄而且巨大的，为了产生热量而不停收缩才形成了我们现在所测量到的大小，太阳最终将会紧密得不能收缩，也不能很好地适应因辐射而带来的热量的损失。按照这样的学说，几百万年以后，收缩到极限的太阳因为无法产生热量，它将会冷得不能再维持地球上的生命，想想多么可怕啊！

亥姆霍兹的收缩学说可不好玩，如果一切如他推断的话，生物世界的末日仿佛近在咫尺。但是不要因此而担忧绝望，小朋友，希望总是会在真相面前放出它应有的光彩。20 世纪初，终于有人对收缩说进行了强烈的反驳。论证是这样的：如果太阳的体积收缩成现在这样的发光率，得到充分的热量只要两千万年多一点，依照这样的比率，照得比这时期要长得多，这样的辩证使得收缩说不能严谨地解释太阳在过去怎样维持辐射。

进入 20 世纪初，随着核物理学以及相对论的快速发展，科学家终于认识到恒星的能源竟然来自于核能的释放。光谱观测的结果显示，原来恒星



内部氢的含量相当丰富，氢还是很好的产能原料，当氢在高压、高温下聚变成氦时，会释放巨大的核能，这样巨大的核能足以维持太阳向外辐射达数十亿年之久。这样的结果是不是让我们都松了一口气？

著名的哈佛天文学教授亚瑟·斯坦利·爱丁顿爵士 (A. Eddington) 在 1926 年出版了《恒星内部结构》，这本书对说明恒星物理特性以及内部情况做出了卓越贡献。他认为，太阳是通过重力把物质聚集在一起并拉向中心，由于太阳内部的高温气体产生的压力与重力方向相反并将物体向外推出。这两个力互相平衡，如果达到这个平衡点，根据热力学原理和经典力学原理，我们就可以算出恒星的中心温度将达到 4000 万℃左右。在这样的温度下，氢核自然会发生聚变，为恒星和太阳提供强大的辐射能量。

其实，科学是要经过辩证的，爱丁顿的想法就遭到了物理学家们的竭力反对。物理学家们认为温度要达到几万亿摄氏度才行，而 4000 万℃太低了，不能克服原子核之间强大的电磁力而产生氢核聚变。辩证的人又来了，来自乌克兰的核物理学家和宇宙学家乔治·伽莫夫 (G. Gamow) 在工作中证明了物理学家们的猜测是错误的。所以，科学仅仅靠猜测是不靠谱的，一定要有严谨的论证。

伽莫夫是这样认为的，即使镭核内的粒子受到核力的约束，按照现代量子理论，这样说有点枯燥，它们即有可能分裂出 α 粒子来，虽然发生这种过程的概率极小。也可以这样比喻，镭核中的粒子被核力束缚了，就像我们建的堡垒从外界将敌人包围住一样，粒子的能量不能越过这座堡垒偷跑到外边去。这样说又太绝对了，量子力学专家出来说话了，他们认为核内的粒子可以不从堡垒的上面越过去，却可以在堡垒的一条隧道中通过。这种穿行有个动听的名字“量子隧穿”。伽莫夫还指出，假设粒子能够从里面穿过堡垒，粒子也可以从外部进入原子核内。

来自德国的核物理学家弗里茨·豪特曼斯 (F. Houtermans) 和来自英国的天文学家罗伯特·阿特金森 (R. Atkinson) 合作发表了一篇题为《关



于恒星内部元素结构的可能性问题》的文章。他们是这样认为的：恒星内部的质子和质子链通过“隧道”越过势垒很高的堡垒，接近到可以发生聚变的距离之内，进行轻核聚变而释放出巨大的能量。于是，他们成功地解决了低温度下使氢聚变为氦来实现太阳能量的需求。他们把这种反应称为“热核反应”，因为这种反应是在数千万摄氏度下进行的，所以这样称呼。

小朋友，经过很多科学家严谨的论证，我们终于知道了太阳是如何发光发热的，也不用担心太阳会离我们而去，是不是很有趣啊！

2

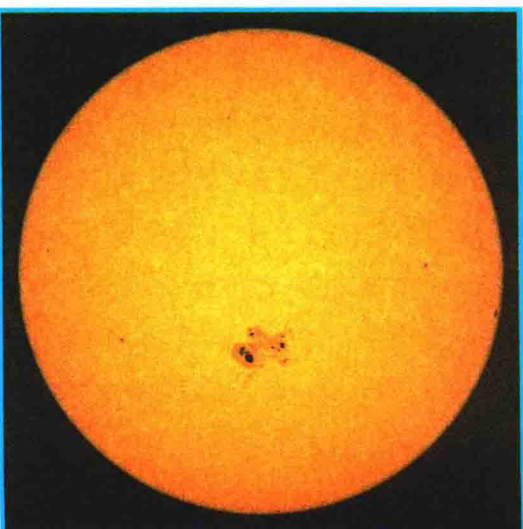
太阳长出了“雀斑”

小孩子长到六七岁，鼻翼两边或者脸蛋上会长出不规则的褐色斑块，医学上俗称雀斑，那些可爱的小雀斑会陪伴孩子一起长大。人的脸上长雀斑不稀奇，但太阳也有雀斑，这就稀罕了吧！

如果我们用望远镜观测太阳，就能看到太阳的表面有一些黑色的斑点，这就是太阳的“雀斑”——科学家称为太阳黑子。这些“雀斑”长在了太阳的脸上，自然就会跟着太阳自转。我们利用这些“雀斑”很容易定出它的自转周期——在中央出现的太阳“雀斑”6天以后就会移到西部边上消失不见；两周以后，如果“雀斑”还在，它就会在东面边上出现。

太阳雀斑和人脸上的雀斑一样，有大有小。如果用最好的望远镜才看得见的微点，就是小的太阳雀斑。没有望远镜的孩子们也可以用黑的玻璃，透过黑玻璃观测到的大块也是太阳的“雀斑”，不过就是大的出奇。太阳“雀斑”也有集体意识哦，它们喜欢成群出现，表示团结友爱，这样我们用肉眼就可以看见它们了。

其实，单个的太阳雀斑可比人脸上的大多了，有的直径达8万千米，如果是人，可以在这个雀斑上打滚翻跟头外加跑马了。太阳最大的一群雀斑能遮住太阳表面圆盘的1/6，恐怖吧！领头的大哥大雀斑不但体积大，



太阳黑子

寿命也长，别的都消失了以后，大哥大还存在，这样大哥大就落单了，孤苦伶仃地随太阳自转。

一群太阳“雀斑”经过不断成长，最后也能华丽丽地转身成为“雀斑”中的又一大哥大。

为了便于讲述太阳的“雀斑”故事，我还是引用科学家的太阳“黑子”称呼。在黑子中央

还有一团更暗的部分叫作“本影（umbra）”，边上较亮的部分叫作“半影（penumbra）”。太阳黑子不是一成不变的，它们会逐渐分散，其中的一些黑子会分裂成很不规则的碎片。太阳黑子的频数周期约为11年一次，有一定规律的。有些特殊的年份，太阳上面有很少的“雀斑”，甚至没有讨厌的“雀斑”成了光洁美人，比如1912年、1923年。没有太阳黑子的年份，第二年出现的黑子数目就会增多；一年比一年多，5年后达到顶峰，之后又一年一年逐渐减少，太阳脸上的雀斑就是这样不知疲倦地反复循环着。

而且，太阳黑子不是全部散布在太阳的表面上，而是在太阳纬度上的某些部分才有，这真是一条有意思的规律。在太阳的赤道上也不容易见到这些可爱的雀斑。沿着赤道向南或向北就逐渐多了起来，南、北纬15度到20度是黑子出现最多的地方，再远又开始逐渐减少，30度以上几乎没有了。这个分布图是不是和孩子们脸上的雀斑分布图相同呢？沿着鼻子两翼排列开去，越过脸颊就不见了。我们也可以把脸上长雀斑的孩子称为太阳的孩



子，只有他们和太阳经历这么相似，这么亲密无间。

其实啊，黑子的出现是有意义的，它们可不是出来玩玩的，黑子来了表示太阳上起了很大的风暴。就像我们地球上刮起了飓风——但太阳上的风暴比飓风大了许多倍。

飓风刮起炽热的气体在太阳旋涡中向上飞腾，抵达比内部压力小得多的光球之后，这些气体就喷发出来迅速冲出了表面。这样迅速膨胀的结果就使得周围的温度稍微降低了一点，减弱了这一区域的光辉——这就是太阳黑子的形成，也是地面源源不断接收光热的源泉。这样说，它们一黑一白就是可爱调皮的孩子了，不停地折腾出光和热散布在我们的地球之上。

太阳黑子与地上的包括飓风在内的所有旋涡由于地球的自转，在南半球是顺时针旋转，在北半球逆时针方向旋转。在太阳赤道南的太阳黑子与赤道北的太阳黑子的旋转方向刚好相反。

太阳上风暴的运动可比地球上风暴运动复杂多了，因为领头的大哥大黑子带着它的小弟们朝相反的旋转方向，更后出生的大哥大黑子一心想摆脱这种旋向的影响，因此它的旋转方向更为复杂难测。

太阳黑子的漩涡中心压力较低，吸引了附近的气体，在下降时也还是旋转着的。这样看起来就是完整的运动体。

我们知道了太阳的“雀斑”就是太阳飓风引起的温度变化，心里有什么想法呢？现在的科学家已经发明了很多仪器还有卫星用来对太阳进行多角度、全方位的研究，其中就包括研究观察黑子周期现象，并已经获得了出色的成果。有了卫星这个助手，我们就可以准确地预报太阳黑子和耀斑的爆发，避免磁暴对电子设备的损害。



3

曾经失踪了的太阳中微子

在太阳中有一个调皮的孩子，它会玩失踪，一转眼就不见了，消失得无影无踪，无处寻觅。科学家面对这个捣蛋鬼无能为力，直到进入二十世纪，才寻觅到它跑到了哪里。原来，它华丽地变身了，求知欲强的孩子们，跟着我开启探秘之旅吧！

美国物理学家莱尼斯，1956年在萨瓦纳河工厂的反应堆第一次探测到中微子。实验反应堆产生强大的中子流并伴有大量的 β 衰变，同时放射出反中微子和电子，反中微子又轰击水中的质子，产生正电子和中子，当正电子和中子进入到探测器中的靶液时，正电子与负电子湮灭，中子被吸收，并产生高能 γ 射线，这样就判定了反应的产生。虽然反中微子通量高达每秒每平方厘米 5×10^{13} 个，那时的探测记数每小时还不到3个。这个实验中得知中微子的探测部分主要以反中微子轰击质子，产生了强烈的反弹。产生正电子和中子的方式被探测到实际上只有电子反中微子，其他的还没有被发现。

当时的理论中，科学家认为中微子是一种没有质量的粒子。下面的论述有点枯燥乏味，还是慢慢适应吧，科学探索不会很幽默的。继续话题，同时期科学家还发现了三种中微子，分别是 μ 子中微子、 τ 子中微子和



电子中微子。中微子只参与弱相互作用， τ 子中微子只参与有 τ 子参与的弱相互作用， μ 子中微子只参与有 μ 子参与的弱相互作用，电子中微子只参与有电子参与的弱相互作用。因为弱相互作用极其弱，中微子与物质的反应截面也很小，探测起来难度非常大。由于中微子反应截面小，又没有质量，还没有任何一种机器能让中微子从太阳到地球在空间的传播过程中消失掉。20 世纪 70 年代科学家就开始测量抵达地球的中微子了，这个测量结果不尽如人意，好像来自太阳的大量中微子“失踪”了。这就是人们谈论的“太阳中微子失踪之谜”，这也意味着当时的中微子理论在太阳活动理论中至少有一个存在问题。

为了解开这个谜团，1999 年，来自美国、加拿大、英国的科学家在加拿大萨德伯里附近一座镍矿中建成了萨德伯里中微子观测站。这座位于地下 6800 英尺的观测设备有 10 层楼高，内置了一个直径 12 米，内有 1000 吨重水，还安装了 1 万多个传感器的庞大球形容器。

观测终于有了突破，2001 年，萨德伯里中微子观测站的科学家向世界宣布，他们找到了“太阳中微子失踪之谜”的原因，这一发现引起科学界的轰动。不要高兴得太早，奇迹不会这么快就降临的，说白了，那时的重大发现只是他们偷懒，把现在观测到的数据与其他观测站以前的数据相比较之后得出的结论，这样相互比较是不严谨的。随后科学家对他们的观测数据又进行了深入分析，终于找到了直接观测中微子的方法：我们可以把这个方法形象化，可以把中微子当成一条小鱼游进装有重水的容器后，碰到重水的原子核，也就是另一条比较大一点的鱼后会被弹开；然后这条鱼不甘心继续前行，碰到另一个重水的原子核，也就是另一条鱼后产生了感情，并与之发生反应，变成氘的原子核，可以称之为同体鱼，它们结合后同时释放出一些 γ 射线，科学家只需要通过测量 γ 射线的数量，就能知道有多少中微子存在了，因为所有的中微子都会引起这样的反应。



奇迹又一次眷顾了勇于探索的人，2002 年来自日本和美国的科学家开展了反应堆中微子探测，并于 2 月 6 日在各自国家、在相约定的时间宣布，发现了核反应堆中微子产生的电子反中微子消失的现象，终于揭开了“太阳中微子丢失”的秘密，人类对宇宙的探索向前又迈了一大步。

结果就是这样简单，对于只能探测电子中微子的实验设备来说，中微子确实好像消失了一样，只不过它们在这个过程中互相调皮地互换了而已。



4

“刮风”的太阳

我们生活在地球上，每天总能感受到来自各个方向的风：有微风徐徐吹来的时候，我们会感觉特别舒服，尤其是在闷热的中午，太阳光直射的时候；还有中级的风，让人身体不那么舒服，要穿厚点来抵挡风的威力；飓风和龙卷风来了，那就完蛋了，赶快躲在安全的地方等它们过去吧。我们享受了地球上的各种风，再去体验一下太阳上的风吧！什么？你说太阳怎么刮风？小儿科了吧，太阳上一直在刮风，有时候还刮到地球上呢。

太阳最外面的那层叫日冕，日冕上有一小部分看不见的被称作“粒子”的东西，它们可是捣蛋鬼，不断地想挣脱太阳引力的束缚，到外面的世界称王称霸，它们就这样努力地奔向四面八方，形成了太阳风。好玩吧，没有挣扎和反抗就没有动力，也就没有了太阳风。

太阳风不是由气体的分子组成的，而是由更简单的比原子还小一个层次的基本粒子——电子和质子等组成。和地球上的风截然不同，它们流动时所产生的效应与空气流动基本相同。太阳风刮起来远远胜过地球上的风，异常猛烈，估计小朋友到了太阳风里，还没站稳就刮不见了。太阳风还会刮到地球上，地球上美丽的极光就是它们制造的，看来，它们很有艺术细胞哦。它们制造极光不算什么，一用力一高兴还能刮到八大行星之外呢！



人们总爱说彗星拖着长长的尾巴来了，大家也留意了，这个长尾巴始终背向太阳的方向，有人猜想这应该是从太阳“吹”出来的某种物质造成的。人造卫星上的粒子探测器在 1958 年探测到了太阳微粒流射出，美国物理学家帕克根据这一探测给它命名为“太阳风”。

太阳风的形成和太阳大气最外层的日冕有直接的关系，日冕向空间不断抛射物质粒子流，这种微粒流再从日冕的冕洞中喷射出来，形成了强劲的风。

经过科学观察，我们发现太阳风的主要成分是电子、质子和氦原子核，其中氦核约占 8%，质子约占 91%，另外还含有微量的铁元素、电离氧等元素。它们的密度不是固定的，随时发生变化。

太阳风也不都是强劲的，有一种“宁静太阳风”，号称太阳风中的淑女，婉约迷人。它是粒子持续不断地被辐射出来。因为是辐射，有些许不情愿的意思，速度也就慢慢腾腾的。当这样的太阳风刮到地球附近时，因为粒子含量比较少，每立方厘米含质子数不超过 10 个，所以它的平均速度只能达到 450 千米 / 秒。

另一种太阳风可不好惹了，名字叫“扰动太阳风”，一看名字就知道它不会安静地待在一个地方。“扰动太阳风”是在太阳活动剧烈时辐射出来的，速度比较猛烈。因为粒子含量比较多，每立方厘米含质子数约为几十个，当它们刮到地球附近时，速度可达 2000 千米 / 秒。这样的太阳风对地球的影响很大，当它火速抵达地球时，往往引起强烈的极光与很大的磁暴。

来自日冕的离子和由微粒携带的磁场是太阳风中包含的主要微粒。太阳的自转周期大约为 27 天，磁场也会紧随着太阳风缠绕成螺旋线，不旋转不行啊，一切目标向老大看齐，宇宙中的磁场也不能例外。

太阳风吹入星际物质（由银河系渗入的氢和氦）的空间中造成的气泡就是我们看到的太阳圈。虽然中性原子也可以渗入这个气泡，太阳圈中主要的物质都是来自太阳本身的，但来自星际空间的中性原子不是主要的物质。



太阳风和星际空间风决定了太阳圈的外围结构，太阳风刹不住车从太阳的表面向四面疯狂蔓延。假如能在远离太阳的某个距离设个点，这个距离会超越过海王星的轨道。它们在地球附近的速度就像超级猎豹一样，大约是每秒数百千米（时速大约是 100 万英里），这股超音速的气流还会减速并遭遇到星际介质。

在太阳系内，还有亚音速存在，它是太阳风以超音速的速度向外传送的过程中产生终端激波时出现的。这是一种停滞的激波，这时太阳风的速度就会降低至音速（大约 340 米 / 秒）之下。

低至亚音速时，周围星际介质的流体会影响到太阳风，就会形成像彗星的尾巴一样的流星，这是压力导致太阳风在太阳后方形成的，称为日鞘（heliosheath）。这样我们就可以清楚地知道了彗星为什么会背向太阳拖着长长的尾巴，呼啸而过了。



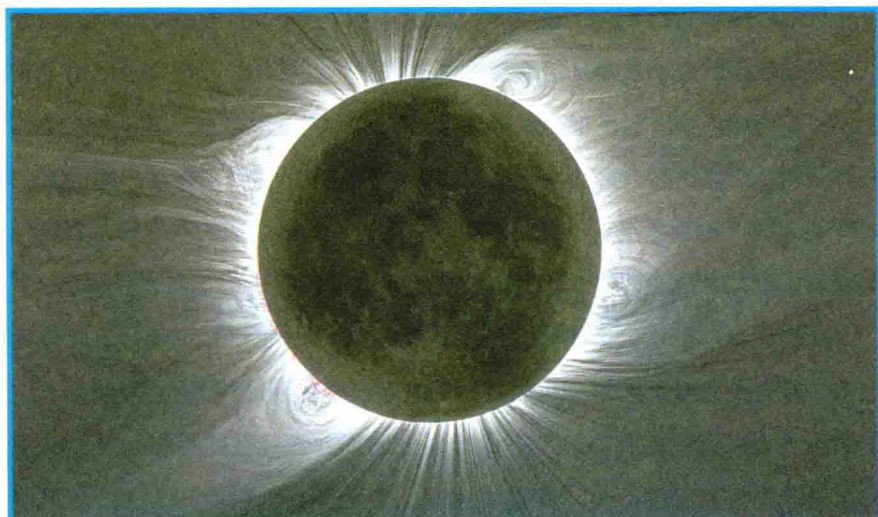
比太阳还热的日冕

现在我们谈谈日冕，从红色的色球也就是我们俗称的太阳里喷发出同样红的火焰叫作日珥，包围外部一圈的是日冕。

日冕在日全食的时候可以直接观测到，那时太阳被月亮掩盖，日冕便是它周围明亮的、像神像顶上的圆光。看到这种美丽又神秘的现象，很多人都忍不住赞美甚至勾起极大的兴趣想致力于研究这一神秘现象。可惜，我们见它一面很难。日冕的外面部分带有天穹的蓝色，这样它就好比太阳本身更白。因为日冕外围的稀薄物质是透明的，才形成这样的奇观。日冕的形状不是一成不变的，它时刻在变化中。

日冕是由小颗粒的尘埃漫射日冕的光线所形成的。这些尘埃形状似透镜，组成没有结构的云，太阳赤道附近的平面上是其最长的部分。在距离太阳稍远的地方，尘埃的密度便迅速地稀薄，这可能是由于太阳的引力使它们密集在下层。

当太阳落下以后，我们可以清楚地看到，沿着黄道有一条明亮的带子从地平线上日落之处直达到至少高出地面 90° 的天空，这就是黄道光，也是日



日 冕

冕伸长最远的部分。按照现在流行的看法，黄道光是由集中在黄道附近又散布在整个太阳系里异常稀薄的尘埃所构成的，这些尘埃超出地球的轨道之外。

还有些观测者认为黄道光是由于太阳所发射的电子云漫射日光而成的，所以黄道光不是由F日冕而来，而是由K日冕而来的。其实这两种理论不是彼此排斥的，尘埃和电子互相合作形成日冕，也能形成黄道光。日冕光只在全食，离开日轮两三度（经纬度）远的地方才被人适当地研究过，至于黄道光，却已达到离日轮 30° 远的地方。

有些科学家为了研究日冕便创造了“氪”这个名词，用来代表发射日冕特殊谱线的假想元素。希望借助氦的发现历史，让氪这个元素在地球上被人发现。1941年，瑞典物理学家埃德伦（B. Edlen）解决了这个难题。德国天文学家格罗特里安（Grotrian）给了他很好的建议，格罗特里安认为日冕谱线是由于常见金属原子在“高度肢解”的情形下发出的，这个比喻有趣也很直观，易于人理解接受。原子在受了质点的碰撞之后或者吸收了光子，常会失掉它的一个电子。有时，另外一次不小心的“灾祸”可以再剥夺掉另外一个或者几个电子。就这样发出日冕谱线的原子，不断地失掉它们的电子，最

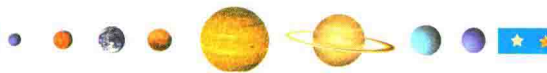


多能有 10 ~ 15 个之多！日冕的绿色谱线是由 13 次电离的铁原子组成，还有一条在红色区的强谱线是来自 9 次电离的铁原子。这样“残废”了的原子只能存在压力相当小、温度很高的环境里，电离了的原子才不能捕获到它所失掉的电子。根据高度电离而来的日冕谱线的强度，可以证明内层日冕的温度大约是 70 万℃的数量级。日冕的密度低于实验室所能造成的最好的“真空”，实际上，我们可以用五个以上独立的论证说明日冕的温度约达 100 万℃。

这样就可以证明，太阳大气的温度从光球顶上的 4500℃升到低层日冕的 100 万℃是完全正确的。我们曾经在色球层里找到这种温度极高的迹象。正是由于太阳大气的高温，它不像行星上的冷大气只有薄薄的一层，只有它才能达到特别远的距离。高温度也保证了日冕气体有足够的压力，即使压力很稀薄，也不会因引力而发生一丁点破坏。说白了，日冕最大的秘密便是它 100 万℃的高温来源。

有许多人提出假设，有人以为热量来自下面：在光球深层的湍流区域里有可能存在声波，因为声波不能在稀薄的日冕气里传播，声波在湍流区被吸收且变形为热，使气体的温度增高。这样日冕就是被光球里的“音乐”弄热起来的，天天被音乐搅腾，不热也不行啊。别的理论家可不认同声波理论，他们提出了超声波，还有人提出磁性流体动力波去解释这个现象。不管怎么假设，剑桥大学的一派物理学家并不买账，他们有另外一种看法：太阳在空间的行程里，因引力而搜集星际的尘埃，这些尘埃因为受太阳的引力增加速度，但在太阳大气里却受到阻止，这样这层大气增加了热量。在这种情况下，他们论证了日冕的高温是由星际物质的摩擦而来的。

因为不能亲自到太阳上做实验，光按照自己的思维模式推测，不能说服别人和体现科学的严谨性，所以最合理的结论并没有解决，日冕的温度依然高于太阳，日冕的存在依然是一个谜，这些对于我们来说还是一个难题。孩子们，这个难题可以留给你们去研究发现，因为科学是要一代一代传承的，有很多科学家已经为你们铺好了路。



6

太阳不会从西方升起吗？

我们经常听人打赌说，要想让我怎么怎么了，除非太阳从西面出来。那么问题来了，我们习惯看到太阳从东方出来，从西方落下。在什么情况下我们可以看到太阳从西方升起，或者有可能从西方升起吗？

如果通过精确、细致的观测我们可以发现，太阳跟地球一样也以通过其中心的一根轴为中心自西向东旋转。同地球的情形一样，我们把在两极中间的那个最大的圈叫作太阳的“赤道”，把转轴与表面相交的两点叫作太阳的两“极”。太阳赤道的长度是地球赤道的 110 倍，自转周期是 25.4 天，太阳赤道的自转速度约为每秒 2 千米，是地球的 4 倍以上。这种自转的有趣之处是离赤道愈远的地方自转周期也愈长。假如太阳也同地球一样是固体，它的各部分的自转速度就要一致的，在太阳的南北极附近，自转周期约为 36 天。

因为太阳赤道与地球轨道平面的夹角是 7° ，它的方向在我们看来，圆面中心约在太阳赤道南边约 7° ，春天它的北极背离我们 7° ，夏天、秋天就与此相反 7° 。

如果选择一条更长的基线，能更好地观测更远的恒星方向的变动，结果会发现一个问题：地球是否会把我们带到环绕太阳以外的某一地方去呢？