



一颗恒星诞生了

N 新华每日电讯

1月12日,美国航空航天局(NASA)公布了哈勃太空望远镜详细记录一颗恒星被黑洞吞噬的最后时刻的视频。视频显示,一颗恒星经过位于星系中心的超大质量黑洞附近,其外部气体被黑洞的引力场所捕获,随后被黑洞强烈的潮汐力“撕碎”。最终,恒星残骸被黑洞拉入其形似“甜甜圈”的圆环轨道。这被称为“潮汐瓦解事件”。

同样作为恒星,太阳的未来会如何?从1.5亿千米远的地方看,太阳似乎是一个强大而稳定的存在。但对物理学家来说,太阳是一颗不断爆炸的核弹,这个动荡的过程释放出大量能量,仅靠太阳引力的力量控制。在这种令人难以置信的现象背后,存在一些结束它的机制。那么,这种结束会在短期内发生吗?还是说我们有数十亿年时间来计划?要了解这些,我们必须先回到它“出生”的时候。

一颗恒星的诞生

(50亿年前,太阳的年龄:0岁)

太阳并不是在某种剧烈的、戏剧性的事件中诞生的。相反,这是一个气体和尘埃逐渐积累的过程,大多数气体是原有的普通氢元素。自从宇宙存在以来,氢一直是宇宙中最常见的元素。但也有其他更重的元素:在我们的太阳即将诞生时,附近曾经出现死亡的恒星残留物。这些巨大的旋涡云团被引力慢慢聚集在一起,引力是宇宙中最弱又最持久的力量。不过,这些炽热的旋涡云团中的气体和尘埃粒子移动得太快,无法完全被引力结合在一起,它们也不会形成致密的团块。

科学家们不确定是什么最终触发了太阳的形成:可

能是磁场帮助捕获了这些粒子,并将它们紧密地束缚在一起;也可能是某些外部事件,比如来自附近超新星的冲击波,使气体粒子被紧紧地推到一起;也可能只是时间——最终气体云冷却,移动变慢的粒子开始掉向中心。

不管是什么原因,足够多的东西最终聚集在一起,一个失控过程开始了。气体和尘埃聚集在一个地方,产生更强的引力,吸引更多的气体和尘埃,然后又产生更多引力,以此类推。最终,足够的气体和尘埃聚集在一个地方,形成了恒星的开端,此时才是气体真正开始升温的时刻。一颗恒星诞生了。

聚变向外推

(49亿年前,太阳的年龄:1亿岁)

大约十万年后,引力完成了将主要由氢组成的巨大云团聚集在一起的任务。起初,单个分子会反抗,它们不喜欢太近地挤在一起,因为它们质子的正电荷会相互排斥。幸运的是,引力从未放弃。

随着时间的推移,累积的巨大质量不断将质子推到一起。如果质子靠得足够近,它们就会克服斥力,开始相互吸引,这是因为另一种力开始发挥作用:强核力。

在长距离上,强核力的威力不是很大,但在短距离上,它比使质子分开的电斥力强得多。一旦这种强力将质子聚集在一起,令人难以置信的事情就发生了:核聚变。

这两个氢原子的原子核贴在一起,再经过几步,最终会形成一种新元素:氦。

几个世纪以来,人们一直试图将一种元素转化为另一种元素(通常是铅转化为黄金),但一直失败,因此称为“炼金术”的全部努力都被认为是胡扯。结果证明,在特殊情况下还是有可能的,比如位于太阳的中心——只在质量

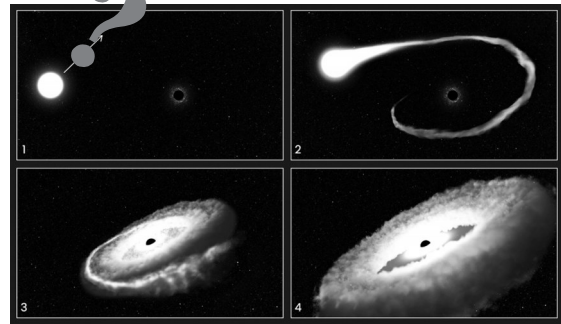
足够产生压缩质子所需的引力时,这种聚变才会发生。如果只有木星程度的质量,那么只能变成一颗行星。如果木星的质量变成它现在的一百倍,它的核心就会开始聚变,变成一颗红矮星。

氢聚变为氦的惊人之处在于,这个过程会释放出大量能量。产生的氦的质量实际比原来氢原子的质量小,所以额外的质量被转化为能量,然后被中微子和光子带走。

这个简单的机制照亮了整个宇宙,因为聚变发生在无数恒星内部,所以我们不必生活在黑暗的虚空中。引力使这一切成为可能,它将不情愿的质子推到一起,直到它们聚变。

但现在出现了强烈的反弹。聚变反应释放的能量会迅速冲出来,把一切向外推,并阻止引力进一步将质子挤压到一起。突然之间,一场史诗般的拉锯战发生在两种宇宙力量之间:一种是将一切挤压在一起的引力,另一种是聚变释放出的将引力向后推的能量。数十亿年间,这两种力量在太阳这里僵持着。

作为恒星的太阳会被黑洞吞噬吗



上述示意图展示了黑洞吞噬经过其附近的一颗恒星的过程。来源:NASA

木星发疯了

(65亿年后,太阳年龄:115亿岁 数万亿年后 太阳末日)

当所有燃料耗尽时,聚变就会逐渐停止。太阳的外壳层将抛射出来并形成星云,星云是未来形成行星的原材料。核聚变减弱时,引力继续作用于核心,将剩余的物质聚集成一个非常炽热、密度极高的天体,称为“白矮星”。这颗较小的恒星大约是原始太阳质量的一半,但已被压缩成地球大小的球

体。太阳失去了一半质量后,对木星和外行星的引力就没那么大了,这使气态巨星的轨道外移到之前距离太阳的两倍左右。

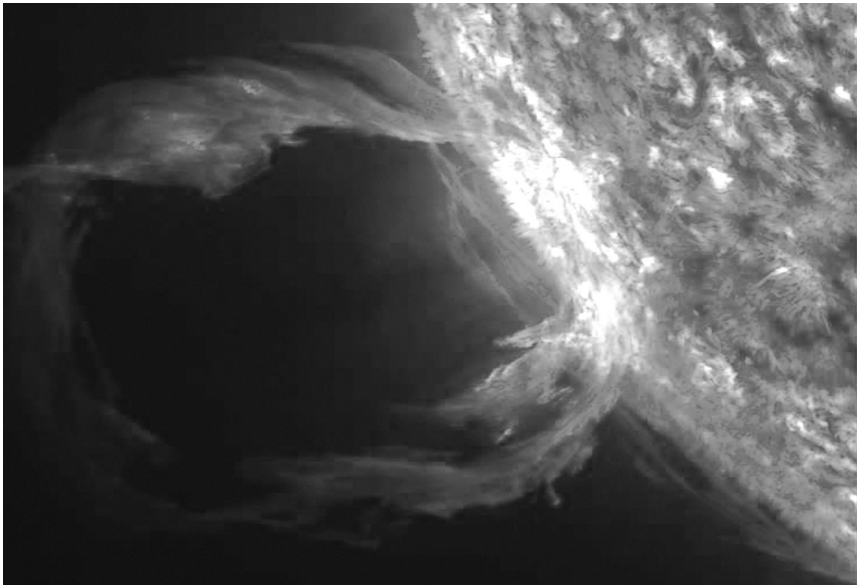
在许多情况下,木星和土星的轨道会变得更加混乱,将剩下的其他行星(海王星和天王星)弹出太阳系,直到只剩下它们两个。最终只会剩下一颗,很可能是木星,它将是唯一一颗绕太阳死核

运行的气体巨星。此刻,没有任何聚变发生,但白矮星仍然闪烁着光芒,而且会持续很长一段时间。

一颗白矮星能发光多久?我们真的不知道,因为我们从未见过这样的一颗星变暗。但遗憾的是,宇宙现在还不够古老,不足以产生任何黑矮星。这意味着我们的太阳可能以白矮星的形式存在很长一

段时间,甚至数万亿年。它可能还足够温暖,可以维持人类的生命。

当我们坐在白矮星的余烬周围时,人类也许会回想起太阳正常燃烧而我们认为这理所当然的时代,并且讲述那个时代生活的样子。我们会回忆起它内部那持续不断的爆炸,和似乎会永远继续下去的阳光灿烂的日子。



2010年4月22日,美国宇航局就通过SDO捕捉到了一组太阳风暴的画面

漫长而缓慢的燃烧

(从49亿年前到未来50亿年后,太阳年龄:1亿到100亿岁)

现在,太阳的处境依旧如此,是两种强大力量——引力和聚变的活跃“战区”。

当我们抬头仰望(不是直视)太阳时,看到的是一个同时爆炸和坍塌的巨型球体。实际上,我们很难准确了解太阳内部正在发生事情的规模。在聚变的核心之外,有一个厚度达到56万千米的炽热且在翻腾的等离子体层,核心产生的光子在这些层中不断反弹,直到大约5万年后,核心产生的能量终于自由地迸发到太空中,再过大约8分钟,它们中的一些抵达地

球,给我们带来阳光。

在过去的49亿年里,太阳一直以这种方式燃烧;在未来的50亿年里,它还将继续这样做。不过,引力和核聚变之间的平衡不会永远持续下去。悄悄地,恒星内部的时钟已经开始倒计时了。

尽管引力很弱,但它很无情,它会永远持续地吸引恒星内部的所有物质。而聚变需要燃料(氢)并产生废物(氦),这限制了核聚变的持续时间。起初,氦聚集在恒星中心,在那里慢慢积累,不会产生任何反应。但最终,核聚

变将开始改变这颗恒星。氦的密度比氢大,因此核心变得更重,增加了施加在核心区之外的氢的引力。因此,外层会发生更多聚变反应,这使太阳更热、更亮、更大。

这些反应增长缓慢:每过1亿年,太阳的亮度就增加1%。但加在一起,40亿年后的太阳亮度将比今天高出40%,这会导致我们的海洋沸腾。

聚变越来越热,太阳变得越来越大。核聚变似乎正在取胜,但它消耗燃料的速度也越来越快,最终会崩溃。

在晚年变得更大

(未来50亿到64亿年,太阳的年龄:100亿到114亿岁)

道以内的所有行星都将被太阳包裹其中。太阳的大部分将是蓬松的氢外层,相较太阳的其他部分,氢外层的温度较低,但是按照地球的标准,这将是令人无法忍受的高温。在将引力击退后,核聚变因为延展范围过大开始衰减,但在最终屈服于引力之前,聚变还留了最后一招。

到了114亿岁(64亿年后),太阳将燃烧完核心中的所有氢,为其提供动力来与引力作斗争的燃料耗尽。不过,核聚变还没有完成。当引力将氢核压缩得如此致密,原子被挤压在一起时,氦的聚变就开始做与氢相同的事情。瞬间,氦原子将聚变结合成更重的元素,主要是碳。这是一次字面意义上而非

比喻性质的“一闪”。被点燃时,氦聚变释放出的光比得上整个银河系的光。幸运的是,它发生在太阳内部,所以太阳辐射不会把人类在木星卫星的殖民地烧掉。

聚变反应产生的碳集中在核心,使我们的太阳成为一个由碳、氦、氢组成的“三明治”。在更大的恒星中,循环将继续,产生更重的元素。碳聚变为氧,氧又聚变为氦,如此继续。但在最大的恒星中,聚变会持续到产生铁为止,因为铁无法自然聚变,所以是聚变的尽头。但是,我们太阳的质量不足以聚变碳,所以氦和氢最终被耗尽,太阳则不了了之。