



新课程百科知识



地理类



探索宇宙中的恒星



秋枫◎主编



远方出版社





新课程百科知识

地理类
探索宇宙中的恒星

主编 秋 枫

远方出版社

责任编辑:李 燕
封面设计:艾 伦

新课程百科知识
地 理 类
探索宇宙中的恒星

编 著 者 秋 枫
出 版 社 远方出版社
社 址 呼和浩特市乌兰察布东路 666 号
邮 编 010010
发 行 新华书店
印 刷 邯郸新华印刷厂
开 本 787×1092 1/32
字 数 4600 千
版 次 2004 年 11 月第 1 版
印 次 2004 年 11 月第 1 次印刷
印 数 1—3000 册
标准书号 ISBN 7—80595—954—4/G·324
总 定 价 984.00 元(本系列共 100 册)
本册定价 9.84 元

远方版图书,版权所有,侵权必究。
远方版图书,印装错误请与印刷厂退换。

前 言

“以学生发展为本”是新一轮课改所倡导的主导理念。以学生的发展为本,即以学生的发展为本、以学生的发展为主、以学生的发展为中心以及以学生的发展为基础的综合含义。以学生的发展为本,就是要使学生享有对教育的“参与性”和“选择性”,注重学生的全员发展、全面发展、全程发展和个性发展。在现在的教学体制中,每个班级学生数目较多,学生的基础与能力良莠不齐,在课堂教学中,往往能力强的学生思维敏捷,积极发言,更为自信、乐观、积极进取,更能在课堂上展现自我,而另一部分学生则做课堂上的旁观者,对学习缺乏兴趣,知识面窄、技能较差,难以跟得上整体学习的步伐,发言不积极,学习被动,在教室中表现的较为低调。

新课程改革是教育改革的深化,是“应试教育”向“素质教育”的转型期。素质教育培养的是适应 21 世纪需要的新人,这种新人是具有坚强的人格与自我发展意识、能够不断学习与实践,善于沟通及与他人协作。而小组活动有利于学生的自我发展意识、协作能力的培养、自学能力的提高。所以教师

要充分的利用这一点去培养学生的兴趣。在新课程推进的今天,新课程的推进与开展是一个探索的过程,是一个循序渐进的过程,在这个过程中需要教师不断去总结与学习。而我们也不难看出学生能力得到提高,情感得到培养,对学习也越来越喜欢。但是我们也看出了学生的彷徨,即在学习的过程中还没有摆脱应试教育的影响。在学习过程中仍然担心所教学的内容是否是考试的内容,要求教师多强调知识点,对知识更为细化,以求在每次的期中与期末考试中取得好成绩。这也要求我们在推进改革的过程中对学生学习评价制度也应该实行改革,实行一种动态的评价机制,注重评价学生解决问题的能力 and 过程,注重评价学生科学方法的掌握状况和探索性活动的水平,评价学生在学习中所形成的情感与价值观,这样才能在教学中树立良好的导向作用。

编 者

目 录

- 恒星的漫长生命** (1)
- 太阳的能量是从哪里来的 (2)
- 太阳和恒星里的核能 (5)
- 恒星的衰老 (7)
- 天狼星的伴星 (9)
- 御夫座的超巨星 (10)
- 天体物理学家最有用的关系图** (14)
- 测量恒星的两种特性和恒星的归类 (14)
- 赫罗图 (16)
- 邻近太阳的恒星 (19)
- 星团——恒星的“年级” (22)
- 星团的年龄 (27)
- 恒星——天上的核电站** (30)
- 原子的组成部分 (31)
- 阿瑟·爱丁顿与恒星的能源 (34)

- 、乔治·伽莫夫和他的“隧道效应” (37)
- 恒星内部的隧道效应 (39)
- 碳循环 (42)
- 质子—质子链 (45)
- 重元素的诞生 (46)
- 恒星和恒星模型** (49)
- 重力和气体压强 (50)
- 能量的产生和能量的转移 (52)
- 沸腾的恒星物质 (53)
- 计算机中的恒星 (55)
- 原始太阳模型 (56)
- 原始主序的发现 (58)
- 角宿一的内部 (60)
- 天鹅座中的红矮星 (61)
- 原始主序的性质 (63)
- 太阳的演化史** (67)
- 从原始太阳演变到今天的太阳 (67)
- 太阳的重氢在何处? (70)
- 关于锂的问题 (71)
- 太阳的未来 (75)
- 太阳的中微子 (78)
- 雷蒙德·戴维斯的太阳中微子实验 (81)
- 镓实验 (84)

较大质量恒星的演化史	(87)
路易斯·亨耶和亨耶方法	(88)
一颗 7 个太阳质量的恒星的演化史	(91)
演化程与星团的赫罗图	(94)
脉动星	(97)
造父变星的箱式模型	(99)
热瓦金对旧概念的新研究	(103)

恒星的漫长生命

地球以每秒 30 公里的速度围绕着太阳运动。它的运行轨道接近于一个直径为 3 亿公里的圆。地球绕太阳运动时,朝向太阳的面(称为日面)受太阳照射,所接受的能量与它转到背向太阳时(处于夜面时)辐射出去的能量几乎相等。

由于接受和发出交替进行,使地球表面能维持一定的温度,因而使这颗行星变成我们可以居住的。严格地说,并不是所有入射的太阳能量又全部被辐射出去,有一部分以化学能方式贮存于植物之中,人类和动物就是依靠贮存在植物中的能量来生活的。当我们用煤和石油取暖时,我们就是利用了植物在地球早期阶段所吸收的能量。同样,水电站的涡轮机也是由太阳能所驱动,因为太阳的辐射蒸发了大洋中的水,通过下雨而存贮在河流之中。朝向太阳的地球表面每平方米接受太阳能的功率为 1.36 千瓦,整个地球表面所接受的辐射功率接近于 200 万亿千瓦,但是,如此巨大的能量与太阳每秒向

各个方向辐射出去的能量相比,却仍然是十分微小的。采用千瓦为单位来计算太阳的辐射功率,则需要一个 24 位的数字。但在这个能量中只有极微小的一部分被地球所接收。

太阳的能量是从哪里来的

太阳年复一年地以巨大功率向宇宙中发出光和热,即辐射出能量。它已辐射了多久,并且还能辐射多长时间? 它会不会随着时间消逝而不断减小辐射,使地球上的生命被冻僵? 或者它会慢慢地增大它的辐射,使地球上的大洋沸腾而生命告终? 自从人们对太阳进行有目的地观测以来,即使采用最精密的仪器,至今也没有测出太阳的辐射强度有缓慢变化的现象。根据在地壳最古老的沉积层中所发现的有机生命痕迹,也可看出太阳自很久以来就以不变的光度进行辐射。太阳长时期以来就这样强烈地辐射着,才使地球上存在生命。在南非的特兰斯瓦尔,人们在翁弗瓦赫特地层的硅化岩中发现了和今天的蓝藻有相同复杂结构的,相当进化的单细胞组织。这证明了早在 35 亿年以前地球上就有生命存在,那时的太阳也必定具有和今天大致相同的光度。

太阳内不可能贮藏无限多的能量,因为它是一个有限的物体,由有限的质量所组成。我们可以测定它的质量,因为质

量可以通过引力来显示。地球和众行星围绕着太阳运动，由于受太阳质量的引力作用而被约束在一定的轨道上。根据每一瞬时离心力和引力相等的原理，可以算出太阳引力的强度，进而计算出太阳的质量。若以吨为单位来计算太阳的质量，就需要一个 28 位的数字。维持我们生命的太阳辐射功率就是来自这些太阳质量。计算表明，每克太阳物质在 1 年内必须辐射出大约 6 焦耳的能量。乍看上去它似乎不算太大，因为人体每克物质所发出的热量还比这个数字要大 1000 倍以上。但不同的是，人们为了补偿这个能量损失，必须每天吃东西，而太阳几十亿年以来却是靠自身来维持辐射。

太阳在长时期内以很大功率辐射出去的能量是从哪里来的？是不是主要来源于化学变化？我们研究一种最简单的释能化学过程——燃烧。如果太阳由烟煤组成，它的燃料只能补偿 5000 年的辐射，然而太阳早在几十亿年以前就在向外辐射了。因此如果碳是太阳的燃料，那么太阳炉早就熄灭了。所有其他化学过程，也和燃烧一样产能都太少，不能作为太阳的能源。上世纪末人们曾经进行过很多尝试，以寻求太阳的能源。由于太阳内部的化学过程所产生的能量都太少，导致人们联想太阳是否可能从外部吸热。在我们太阳系内充满了很多小的固态物体，它们运动于行星之间，被称为流星。流星

现象是我们所熟悉的。当一颗流星闯入地球大气时,它被加热烧毁,在天空中发出亮光。某些流星在大气中不能完全烧尽,残余部分会落到地球上,这就是现在我们在博物馆中看到的陨石。太阳巨大的引力也必定能吸引很多在太阳系中运动的流星,它们将以很大的速度撞击太阳,碰撞时它们的动能转变为热能,是否这样产生的热可以补偿太阳的向外辐射?撞击太阳的流星物质,每克可以提供大约 1.9 亿焦耳的能量。为了补偿太阳的辐射,每年必须有大约为百分之一地球质量的流星物质落到太阳上。太阳质量的增加可以通过太阳的引力变强而被觉察到。它能使地球绕太阳的运动发生变化,例如最近 2000 年地球轨道长轴要明显缩短。但是根据古代关于日食和月食的记载,没有发现太阳系运动状态有能测量到的变化,因此“流星假说”是不成立的。太阳不是由撞击它的流星所加热。假若太阳可以将自身的引力能释放出来,这也是一种可能的能源。早在上个世纪,赫尔曼·冯·黑尔姆霍茨(Hermann von Helmholtz)——一位多才多艺的物理学家和医生,就已注意到这个可能性。如果太阳没有某些能量的输入,它将会随着时间的推移收缩,它的半径将会变小。每克太阳物质会缓慢地向太阳中心靠近,即以较大的减速度下落。正如流星物体下落一样,这里也释放出能量。和流星假说不

同,在这里是太阳物质自身的“下落”,但保持太阳的质量以及它对地球的引力不变。这个过程只能维持大约 1000 万年的太阳光度,仅仅是太阳已辐射几十亿年的百分之一。结论是太阳自身的引力能释放不能补偿太阳的辐射。

太阳和恒星里的核能

今天我们知道,核能是已知产能率最大的能源。我们使用的电有一部分是由核电站所提供。在核电站内,重的铀核被分裂为轻的原子核,原子核分裂时会释放出能量。假如能使轻原子核聚变为重核,并获得有用的能量,那么这样的核电站会产能更多,特别是氢核聚变的产能率最大。

太阳像大多数恒星一样,主要是由氢组成。因此我们要问,太阳的辐射是否可能由氢聚变来补偿?以后我们将会看到,氢的聚变确实是太阳的能源。在第 3 章里我们将要详细讲述在恒星内进行的核过程。不过在证明核反应维持了太阳的生命,从而也维持了我们的生命以前,我们应假想一下,假如在太阳和恒星内氢原子不断地聚变为氦原子,并释放出核能来维持恒星的辐射,其后果是什么。

当 1 克氢原子核聚变为氦核时,可以从这 1 克物质中释放出 6300 亿焦耳的能量,这相当于燃烧相同质量的烟煤所获

取的能量的 2000 万倍。因此核能可以使太阳的寿命延长 2000 万倍,达到 1000 亿年的寿命。这样我们终于找到了一种可以维持太阳辐射达数 10 亿年的能源,即氢转变为氦时所释放出的核能。据估计太阳中的氢所能提供的核能可以维持太阳辐射 1000 亿年,实际上这有点过于乐观了。因为太阳只有 70% 是由氢组成,所以它的核“燃料”要小于估计值。正如以后我们将会看到的,如果在一颗恒星内有 10% 到 20% 的氢被燃烧掉,它就会明显地呈现出核能被耗尽的种种现象。所以我们认为,太阳可以均匀辐射约 70 亿年,这个时间显然比地球上生命存在的时间长得多。

正像我们用肉眼所看到的 7000 颗恒星或是用望远镜所看到的数目更多的恒星一样,太阳也是一颗恒星。除少数例外,它们主要是由氢组成。假若它们的辐射完全是由氢聚变为氦所提供,那么可以计算出它们所贮存的核能可以维持多长时间,对于太阳是 70 亿年。不过还有更早就把氢消耗尽的恒星,例如室女座中最亮的一颗恒星——角宿一。由于有一颗伴星围绕着它运动,所以我们能测定它的质量(见附录 C),它的质量大约是太阳质量的 10 倍。我们还知道它的辐射比太阳强 10000 倍。由于质量大,它所贮存的核燃料约为太阳的 10 倍,因此它的辐射比太阳大得多,使得它把氢耗尽的时

间比太阳短 1000 倍。这样角宿一只能辐射几百万年。相对宇宙历史长河来说,这样的时间间隔确实很短。我们只要想一想,早在 100 万年以前地球上就已经有像爪哇森林中的猿人那样的高级哺乳动物了。

恒星的衰老

太阳和其他恒星的核能储备量虽然很大,但是随着时间的流逝它终将耗尽,恒星必然会变老。我们能否成为恒星生命史的直接见证者? 我们能 篇文章,但是他还需要有照片。问我是否知道,从哪里可以得到一张爪哇猿人的照片。我指出,我实际上是在讲恒星,只是在一个附带的例子中提到猿人。如果给出几张爪哇猿人的照片,会使人对我们的题目产生错误的印象。他考虑了一下说:“我明白了,那么我们就用一张您的照片吧!”够跟踪天空中的某颗恒星,看着它是怎样逐渐把能源耗尽而最后消失掉吗? 以太阳和角宿一为例,如果以人的生命历史来衡量,它们的变化进行得如此之慢,以至现在用肉眼所能看到的恒星的性质,和公元前 150 年希腊天文学家喜帕恰斯(Hipparchus)所看到的没有差别。在我们这颗行星上出现懂科学的智慧人类以来的时间很短,人类至今还不能直接记录恒星随时间的演化过程。虽然我们也发现一

些恒星的亮度会随时间的变化而变化,但这只是一些起伏现象,和恒星的演化效应不是一回事。可以把它们比作蜡烛中的火花。火花和蜡烛中存储的能量全部耗尽,即与蜡烛烧尽没有直接的关系。我们没有直接观测到恒星的老化现象。假如我们能足够长的时间等待,那么应该能够觉察到恒星的衰老。

一个想要知道恒星随时间演化规律的天文学家,可以和一只想在短暂生命中了解人类衰老过程的果蝇相比拟。我们置身于它的地位来想想:如果它从早到晚总在观察一个人,那么它不会发现这个人有明显的衰老。人变老远比果蝇变老要慢得多。果蝇可以观看到各种类型的人:女人和男人,矮个子的和高个子的,浅色皮肤的和深色皮肤的。它并不知道,它所看到的是不同类型的人,还是同一类型而处于不同老化阶段的人。它只是在它的生命中看到人类的一个瞬时的情形。它不知道,一个矮人是不是永远是矮的,浅色皮肤的人会不会演变成深色皮肤的,男人会不会变为女人。当我们观测恒星时,我们也处于同样境地。我们只看到恒星总体的一个瞬间图形,看到有各种类型的恒星,例如看到有一颗奇怪的星围绕着天狼星转动。

天狼星的伴星

天狼星是夜空中最亮的恒星。1844年柯尼斯堡天文台的台长弗里德里希·威廉·贝塞尔(Friedrich Wilhelm Bessel)观察到天狼星在天空中进行很小而规则的周期运动(见图1-1)。贝塞尔由此得出结论,天狼星肯定有一颗伴星,它和伴星一起围绕着共同的重心以50年为周期进行运动。因为当时不曾看到这颗伴星,这个推测曾经遭到怀疑。1862年美国剑桥港的一位有名的望远镜制造者阿尔万·乔治·克拉克(Alvan George Clark)检验他给芝加哥天文台制造的一台折射望远镜的光学系统。当他把望远镜对准天狼星时,他发现在紧靠亮星的地方有一颗很暗的,勉强能观察到的小星,它就是贝塞尔推测的天狼星的伴星。

今天我们对这两颗星有了更多的了解。它们每隔49.9年绕共同的重心运动一周。通过对这个双星系统的运动情况的研究,可以知道它们是由引力而联系着的双星。主星称为天狼A,是由2.3个太阳质量组成。长期测不到的第二颗星称为天狼B,它的质量比较小,大约只有1个太阳质量。

这两颗星完全不同。天狼A相当于太阳的两倍,在它内