

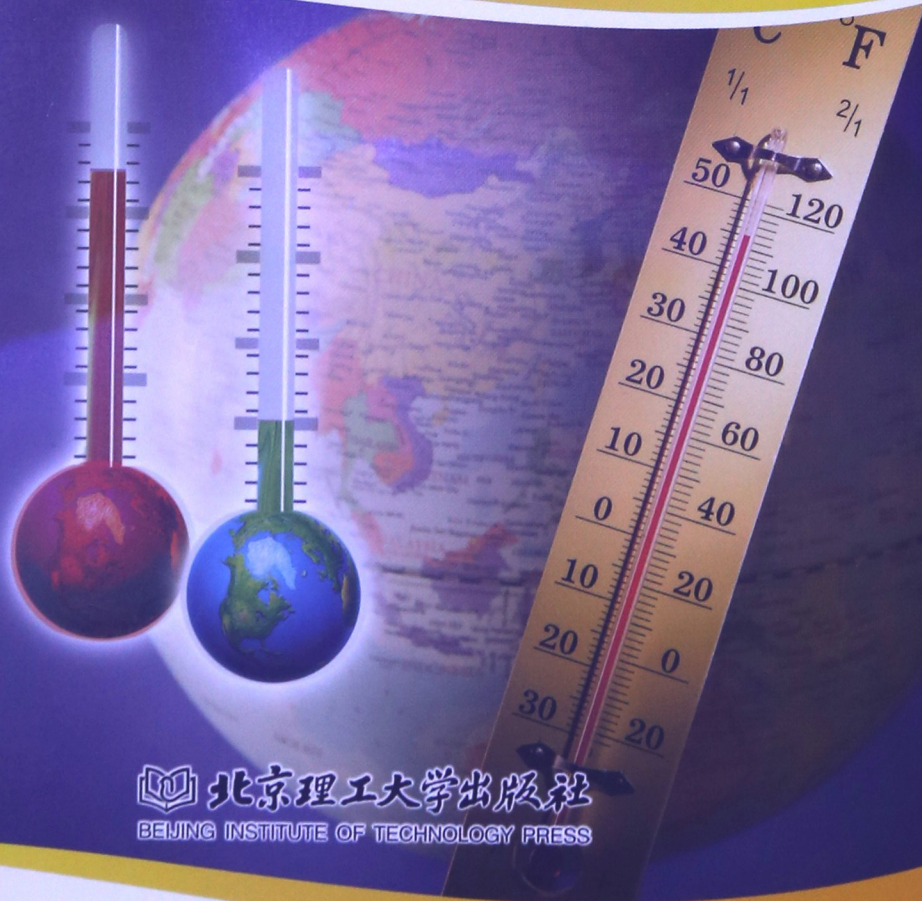
SHULIANG ZHONGDE KEXUE CONGSHU (CAITUBAN)

数量中的科学丛书 · (彩图版)

奇妙的温度

主编 / 张九庆

(第2版)



 北京理工大学出版社
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

015013269

数量中的科学丛书 (彩图版)

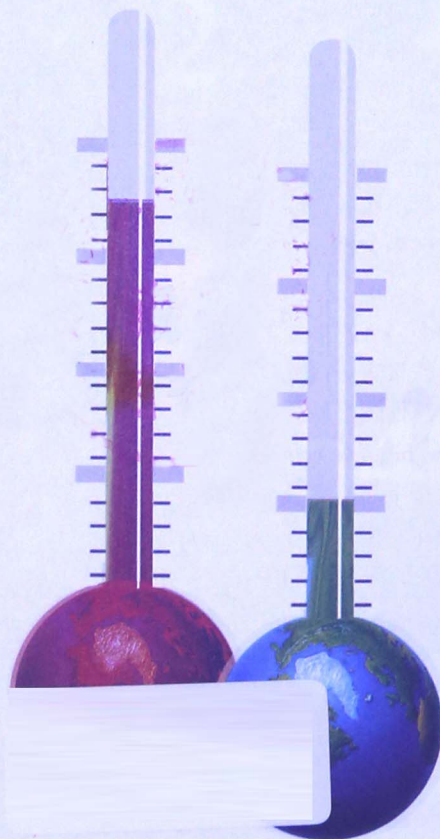
0551.2

01-2

奇妙温度

(第2版)

主编 张九庆
撰稿 赵庚新 朱 宇
袁崇焕 王士泉



 北京理工大学出版社
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

0551.2

01-2

版权专有 侵权必究

图书在版编目 (CIP) 数据

奇妙的温度/张九庆主编. —2 版. —北京: 北京理工大学出版社,
2014. 10

(数量中的科学丛书: 彩图版)

ISBN 978-7-5640-9543-7

I. ①奇… II. ①张… III. ①温度-普及读物 IV. ①O551.2-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 179543 号

出版发行 / 北京理工大学出版社有限责任公司

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编 / 100081

电 话 / (010) 68914775 (总编室)

82562903 (教材售后服务热线)

68948351 (其他图书服务热线)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 北京恒石彩印有限公司

开 本 / 710 毫米×1000 毫米 1/16

印 张 / 12.75

字 数 / 169 千字

版 次 / 2014 年 10 月第 2 版 2014 年 10 月第 1 次印刷

定 价 / 32.00 元

责任编辑 / 王佳蕾

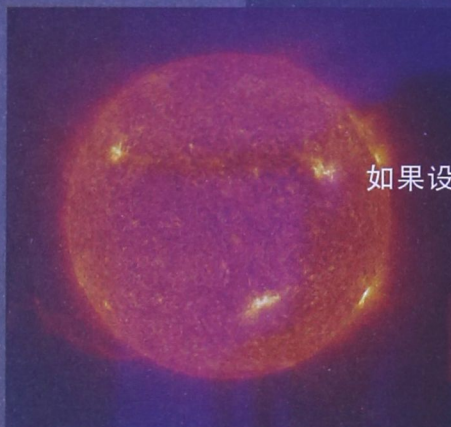
范春萍

文案编辑 / 王佳蕾

责任校对 / 周瑞红

责任印制 / 王美丽

图书出现印装质量问题, 请拨打售后服务热线, 本社负责调换



如果设太阳表面温度为 $5\,500\text{ }^{\circ}\text{C}$

1

那么,天狼星表面温度约为 $10\,000\text{ }^{\circ}\text{C}$



2



原子弹爆炸温度约为 $300\,000\text{ }^{\circ}\text{C}$

540

氢弹爆炸温度约为 $100\,000\,000\text{ }^{\circ}\text{C}$



2 000

中温区

水的冰点

0 °C



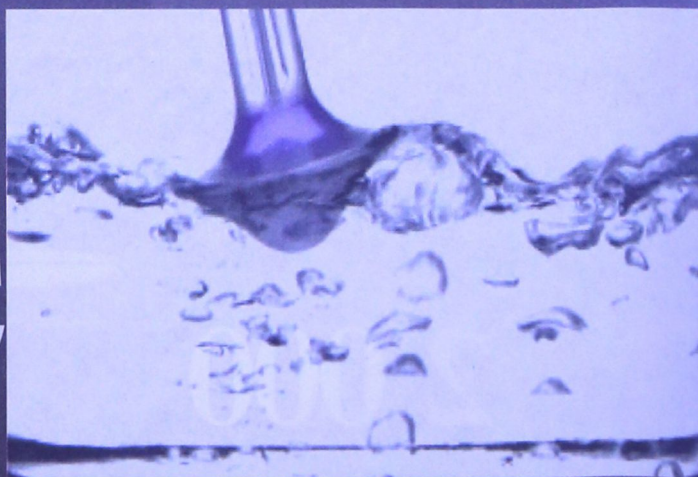
鸟的体温

42 °C



水的沸点

100 °C





酒精灯火焰温度

500℃



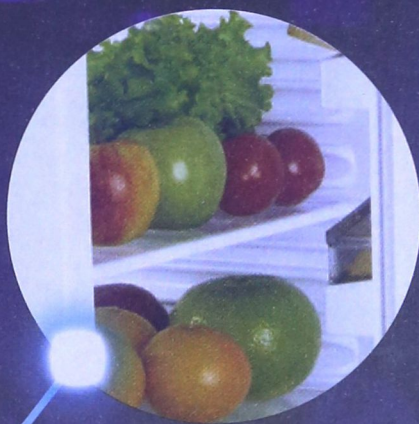
钢铁冶炼温度

1500℃

低温区

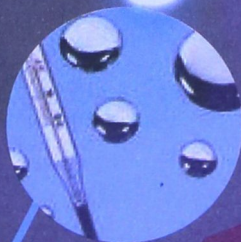
家用冰箱冷冻室温度

-18°C



水银凝固点

-38.9°C



酒精凝固点

-115°C



最低温度（绝对零度）

-273.15°C



奇妙的数量 (代总序)

很小的时候，我们就习惯于通过数量来认识和比较身边的事物，如几辆玩具车的大小和它们运动的快慢；我们几岁了；热不热、冷不冷，等等。我们甚至不曾设想过离开数量的世界会是个什么样子。其实，世界就是世界，它客观地存在着，数量是我们的祖先为了认识、比较和描述世界，为了交流而采用的方法。然

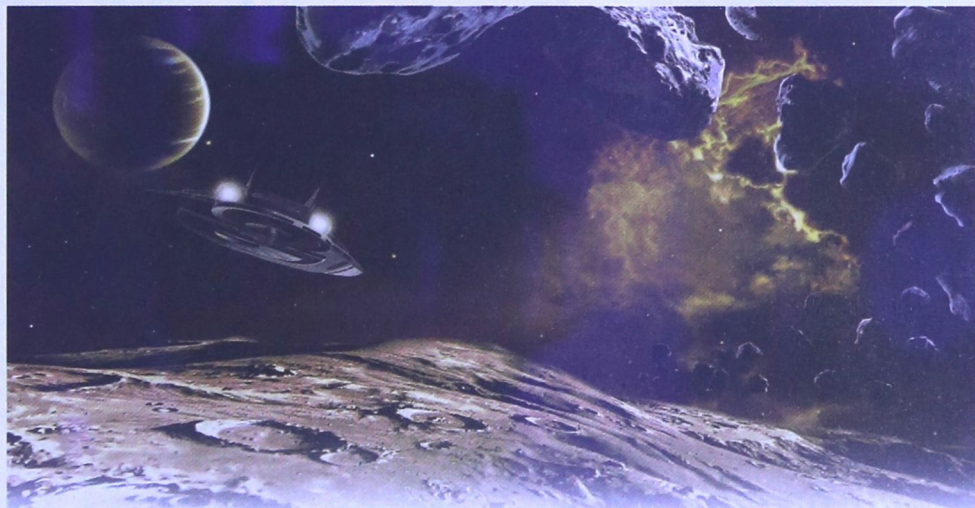
而，数量却真的很神奇，没有数量的世界连在一起，难解难拆；一用上数量，世界便清晰起来了，好像我们学会使用的数量越多，世界便越清晰了。科学家们也通过数量来描述自然界中的各种物质的性质和状态，如宇宙的尺度、元素的半衰期、电子的质量、大气的温度……

在这里，我们先以人体为例，来粗略地浏

览一下科学中的各种奇妙的数量。

我们的生命来自于父亲的精子与母亲的卵子结合而成的受精卵。受精卵到8周之后，胎儿性别确定；24周后，胎儿长成人形；280天后，胎儿成熟，来到这个世界。孔子曾用时间描述自己一生的经历与感悟：“吾十有五而志于学，三十而立，四十而不惑，五十而知天命，





六十而耳顺，七十而从心所欲不逾矩。”

刚出生时，我们的平均身高是 50 cm，平均体重是 3.5 kg。随着生命的成长，男性的平均身高大约为 175 cm，平均体重约为 75 kg；女性的相应数值要比男性的数值小一些。有些个头很高的人身高可能超过 2.3 m，个头矮的人身高可能不到 1.3 m；肥胖的人体重可能超过 300 kg，瘦削的人体重可能只有 30 kg。在科学上，人的身体过高、

过矮或过重、过轻都可能是某种病变或基因功能紊乱所致。

一生中，我们每个人的体温都基本保持在 $36\text{ }^{\circ}\text{C} \sim 37\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，因为我们是恒温动物，这既区别于两栖、爬行类动物越冬时的低体温，也区别于禽类的高体温，除非我们得了病，例如高烧时体温会达到 $42\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

日常生活中，平均每人每天身体所需要的水量为 2 500 ml，即 139 mol，平均每天大约消耗 8 000 J 的热量。

如果每天摄入的热量过多，会导致肥胖。除了水分和热量，我们的身体还需要补充足够数量的维生素和微量元素。

晚上，如果我们使用 40 W 的白炽灯照明，流过这只灯泡的电流不到 0.2 A，所产生的光通量为每平方米 2 600 cd。到了深夜，我们安然入睡，周围的声音不超过 30 分贝。令人担忧的是，过分炫目的光和嘈杂的声音已成为新的污染，干扰着我们的正常生活。

在自然科学中,量度物质的属性或描述物质的运动状态的各种数量值,叫作物理量,如长度、质量、时间、温度、速度、密度等。在很长一段时间里,计量这些物理量的标准是区域性的,而且以我们直接接触到的事物为依据。例如,长度用人的手臂或者脚步来丈量,时间根据日月星辰的变化来计算,重量用人或动物的载重来测量。随着生产和科学技术的发展及人与人之间交流的增加,物理量及其计量标准的统一得以实现。

然而,数量的使用真的是越多越好吗?过多使用数量真的使我们的科学更清晰了吗?不是。数量太多了也不行,会使各种计量发生混乱,而且也不利于我们对规律的发现。目前,国际上确定了7个基本

物理量和它们的基本单位,这就是长度(米, m)、质量(千克, kg)、时间(秒, s)、电流(安培, A)、热力学温度(开尔文, K)、物质的量(摩尔, mol)、发光强度(坎德拉, cd)。每一个物理量都有科学上的标准定义。其他的物理量都是按照它们的定义由基本物理量组合而成的,称为导出量,例如,速度(米/秒, m/s)、体积(立方米, m^3)、密度(千克/立方米, kg/m^3)、力(牛顿, $N=kg \cdot m/s^2$)、压强(帕, N/m^2)、能量(焦耳, $J=N \cdot m$)、功率($W=J/s$)、电势(伏特, W/A)……

“数量中的科学”这套丛书,以与我们普通人关系密切、在日常生活中常用和体会到,或靠日常经验能够比较好地理解为标准,选择四个基本量——长度、

质量、时间、温度为主题,通过对自然科学中大到宇宙星系,小到亚原子粒子的各种事物所涉及的数量及其相关知识进行描述,形成了《奇妙的长度》《奇妙的质量》《奇妙的时间》《奇妙的温度》四本书。

大千世界,如果不加选择,我们就会淹没在数量的海洋中。本套丛书对所纳入的数量的选择,首先考虑的是这个数量的典型性或特殊性,关注这个数量所能涵盖的科学知识及所涉及的科学事件、人物和最新的科学进展。这样,对一个数量的描述便拓展到整个科技领域;不仅关注独立的量值,而且涉及与这个数量相关的一系列知识,一个数值有时是一个数值群。这样,我们对科学的介绍就不再只是枯燥的数据和单调的知识,而是

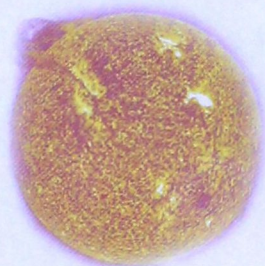


使科学有了历史的烙印和动态的色彩，使数量具有了故事性和趣味性。不仅如此，我们在关注科学层面的量值的同时，也会适当地介绍一些社会、经济等层面的相关知识，而且辅以相应的插图（照片、图画和表格），使这些科学数量变得丰富、生动和简洁。在我们这个读图的时代，恰当和精美的插图能够提供媲美文字的信息量。

美国诗人布莱克有诗云：“一沙一世界，

一花一天堂；掌中握无限，瞬间成永恒。”说的是从一个具体的事物出发，我们就可以把握变化无穷的时空。但是，对事物的全面认识还是需要系统的科学知识的。

这套丛书力图为读者认识自然界、认识科学提供一条路径、一种方法或者一个视角。如果在阅读完相关数量的知识和故事之后，能激发起读者进一步探索世界，甚至投身科学研究，编者的目的也就达到了。



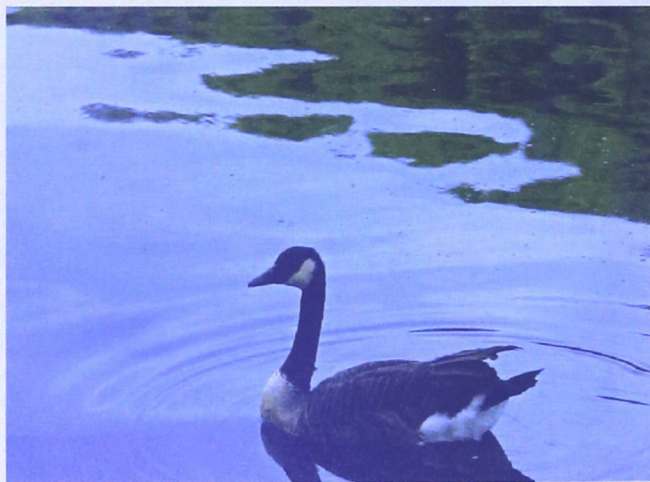
1 天文单位
即 1.5 亿 km



什么是温度？（本书序）

温度是物体冷热的标志，我们每天都生活在温度的包围之中。不同的环境温度，决定着我们的生命的存在与否和舒适程度。

人体的正常体温约为 37°C ，但气象预报员告知我们，当气温到达 37°C 时，就进入了酷暑。夏天，我们感觉最舒适的气温在 25°C 左右，尽管我们能够承受的温度上限可达到 52°C 之高。气温升高时，我们会通过大量排汗来散发身体的热量。冬天，我们感觉最舒适的温度在 18°C 左右，尽管我们能够忍受的低温可以



游禽能感知水的温度



雾凇的形成需要低温



到 $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ 以下。气温降低时，我们通过保暖的衣服来阻止身体热量散发。当然，影响我们身体舒适度的不单是气温，还包括空气湿度、风速等。当湿度高达 80%、风速极低、气温达到 $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时，人就会感到闷热难耐，甚至中

暑。当湿度低到 20%、风速达到 3 m/s 以上、气温为 $15\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时，人会觉得凉飕飕的。“春江水暖鸭先知”，说的是鸭子和我们人类一样，对温度的变化也很敏感。

温度是国际标准中七个基本物理量之一。

温度的计量标准简称为温标，目前国际上用得较多的温标有华氏温标、摄氏温标和热力学温标。华氏温标规定：在标准大气压下，冰的熔点为 $32\text{ }^{\circ}\text{F}$ ^①，水的沸点为 $212\text{ }^{\circ}\text{F}$ ，中间划分 180 等份，每等份为 $1\text{ }^{\circ}\text{F}$ ，符号为 $^{\circ}\text{F}$ 。



温度升高会导致冰山融化

^① $1\text{ }^{\circ}\text{F} = \frac{9}{5}\text{ }^{\circ}\text{C} + 32$ 。



星球内部的高温熔融状物质

摄氏温标规定：在标准大气压下，冰的融点为 $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，水的沸点为 $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，中间划分 100 等份，每等份为 $1\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，符号为 $^{\circ}\text{C}$ 。热力学温标又称开尔文温标或绝对温标，它规定分子运动停止时的温度为绝对零度，符号为 K。在热力学温标中，水的冰点为 273.15 K ，水的三相点为 273.16 K 。摄氏温度

与华氏温度的换算公式为 $1\text{ }^{\circ}\text{F} = (1\text{ }^{\circ}\text{C} \times 9/5) + 32$ ； $1\text{ }^{\circ}\text{C} = (1\text{ }^{\circ}\text{F} - 32) \times 5/9$ ；摄氏温度与开尔文温度（绝对温度）的换算公式为 $1\text{ K} = 1\text{ }^{\circ}\text{C} + 273.15$ ，每 1 个单位的摄氏温度和每一个单位的热力学温度是等价的，计量时，常使用摄氏温标计量日常温度和高温，常使用热力学温度计量较低温

度。

在科学体系中，温度是分子运动能量的标志。温度越低，分子运动能量越小，物质呈现为固态；温度升高，分子运动能量加大，分子间距离增加，物质呈现为液态。随着温度的进一步增加，分子运动更加剧烈，物质成了气体。世界的精彩便源于不同温度下分子的多种变



化。

先来看一下关于熔点的例子。黄金和铜在颜色上难以区分，古人用高温将金属熔化，以检验其真假。其实这是行不通的，因为纯金的熔点为 $1\,064\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，纯铜的熔点为 $1\,083\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，两者相差无几。纯铜加入一些锡、铅等密度大的金属，会大大降低其熔点，所以使用“真金不怕火炼”分辨纯金与铜合金便成为科学方法。

我们知道的温度，起始于绝对零度，也就

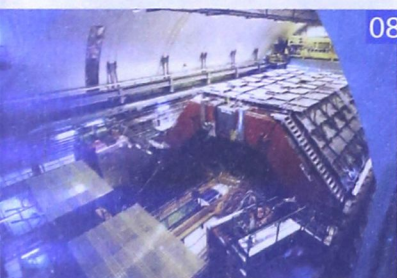
是 $-273.15\text{ }^{\circ}\text{C}$ ——这是最低温度的极限，此时物体的一切分子运动停止；结束于宇宙大爆炸起始瞬间的无穷高温，而宇宙大爆炸后 3 s 温度迅速降到 $10\text{ 亿}^{\circ}\text{C}$ 。

本书描述的就是在 $-273.15\text{ }^{\circ}\text{C}$ 和 $10\text{ 亿}^{\circ}\text{C}$ 两个极限温度之间的不同温度、在每个温度下物体呈现的不同属性以及与其相关的故事。例如， $-270.15\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，宇宙大爆炸后所遗留的热辐射； $-170\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，简单微生物如大肠杆菌能够存活

的低温极限； $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，水的冰点； $37\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，人体的平均温度； $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，水的沸点； $800\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，火山爆发喷出的熔岩温度； $1\,000\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，钻石形成的温度； $4\,000\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，太阳黑子的中心温度； $6\,000\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，太阳的表面温度； $100\text{ 万}^{\circ}\text{C}$ ，太阳的日冕温度。

本书还将描述科学家获取不同温度，特别是极低和极高温度的各种努力，例如，目前科学家所能得到的最低温度为 10^{-9} K 。

目 录



08

10³² °C 1
宇宙大爆炸时的初始温度

1.5 万亿 °C 4
欧洲大型正负电子对撞机的最大能量

1 万亿 °C 7
科学家制造“夸克—胶子等离子体”物质时的温度

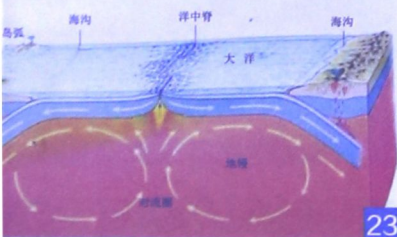


13

5.1 亿 °C 10
托卡马克装置的加热温度

1 亿 °C 13
美国国家点火装置激光加热的温度

1 500 万 °C 16
太阳中心的温度

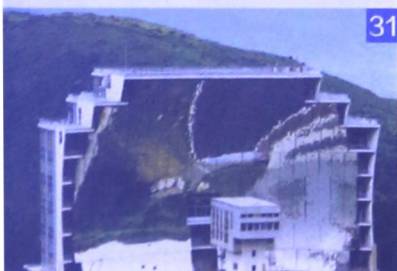


23

7 000 °C 19
世界上第一台激光器达到的温度

6 600 °C 22
地核中心的温度

6 000 °C 25
光学高温计测温上限



31

3 500 °C 28
地球外核与地幔交界处的温度

3 500 °C 31
世界第一座超大型太阳炉达到的温度



3 000 °C	34
磁流体发电机工质温度	
2 700 °C	36
宇宙“大爆炸”后氢原子形成时的温度	
2 500 °C	39
充气白炽灯的工作温度	
2 000 °C	42
美国“深度撞击”号飞船撞击“坦普尔 1 号”彗星时的瞬间温度	
1 728 °C	45
氧化硅高温陶瓷熔点	
1 150 °C	48
炼铁温度	
1 000 °C	51
火山喷发熔岩的平均温度	
900 °C	54
流化床燃烧温度	
760 °C	57
磁铁失掉磁性的居里温度	
700 °C	60
新石器时代早期陶器的烧成温度	
600 °C	63
生物质快速分解温度	
500 °C	66
合成氨反应温度	
485 °C	69
金星表面温度	



36



43



60



72