

通往绝对零度的道路

趣味低温科学技术史



马溥 编著

知识产权出版社
Intellectual Property Publishing House

通往绝对零度的道路

——
趣味低温科学技术史



马溥
编著

图书在版编目 (CIP) 数据

通往绝对零度的道路: 趣味低温科学技术史/ 马溥编著. —北京: 知识产权出版社, 2015.6
ISBN 978-7-5130-3361-9

I. ①通… II. ①马… III. ①低温工程—技术史—世界 IV. ①TB6-091

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第041076号

内容提要

绝对零度, -273.15°C , 0K, 低温的极点, 一个冷寂而绚丽的世界。本书讲述人类向绝对零度挺进的历史, 介绍天然冰制冷、冷冻机的发明、气体液化、磁制冷和激光制冷等获取低温方法的发展过程, 展现众多著名低温科学家、发明家的事迹。

本书内容丰富、资料翔实、生动有趣, 适合科学爱好者、大中专院校师生和制冷与低温科技工作者阅读, 也可作为相关专业学生学习低温科学技术史的辅助教材。

责任编辑: 吴晓涛

通往绝对零度的道路——趣味低温科学技术史

TONGWANG JUEDUI LINGDU DE DAOLU

马溥 编著

出版发行: 知识产权出版社有限责任公司	网 址: http://www.ipph.cn
电 话: 010-82004826	http://www.laichushu.com
社 址: 北京市海淀区马甸南村1号	邮 编: 100088
责编电话: 010-82000860转8533	责编邮箱: sherrywt@126.com
发行电话: 010-82000860转8101/8573	发行传真: 010-82000893/82003279
印 刷: 三河市国英印务有限公司	经 销: 各大网上书店、新华书店及相关专业书店
开 本: 720mm×1000mm 1/16	印 张: 16
版 次: 2015年6月第1版	印 次: 2015年6月第1次印刷
字 数: 267千字	定 价: 45.00元

ISBN 978-7-5130-3361-9

出版版权专有 侵权必究

如有印装质量问题, 本社负责调换。

前 言

绝对零度，冷的极点， -273.15°C ， 0K ，一个冷寂而绚丽的世界。几千年来，人类的文明史也是一部不断地制取更低的温度、不懈地努力向这一冷的终极目标挺进的历史。本书全景式地展现人类从被动地适应低温到能动地利用低温，制造和控制低温，逐步逼近绝对零度的科学历程。

本书以人类渐次制取不同温区的低温为主线，首先介绍了天然冰制冷。中国是古代制冷技术的发祥地之一，早在3000年前就发明了冰窖“凌阴”，冬季存冰夏季取用，开创了人造低温的第一个纪录 0°C ，并远远领先于西方世界创造了极为丰富的冷食文化。冷冻机的发明标志机械制冷登上历史舞台，本书详尽介绍了1834年帕金斯发明第一台乙醚蒸气压缩冷冻机和其后各种冷冻机械的发展。冷冻机选用不同制冷剂可以达到 -140°C ，这时的人造低温超越了地球上的最低自然温度。“永久气体”的液化揭开了人类征服低温历史新的一页，本书生动讲述了1877年凯利代特和皮克代特几乎同时液化氧、1898年杜瓦液化氢和1908年在角逐液化最后一个“永久气体”氦的科技大战中昂尼斯睿智胜出的故事。“永久气体”液化使人类制取低温由 -183°C 挺进到 -269°C 。本书进而介绍1933年吉奥克成功利用顺磁盐的磁热性质实现磁制冷和1956年西蒙利用原子核的磁性性质实现核绝热去磁制冷。现在科学家们利用这一技术可以实现样品的晶格温度达 30nK ，而核自旋温度达 100pK 。最后本书讲述了近代激光制冷技术，1985年华裔科学家朱棣文用激光冷却和陷俘原子的方法使钠原子气体达到 240mK 。科学家们用激光制冷和“重—磁阱”结合的方法已可以将钠原子气体冷却到了 0.5nK ，也就是绝对零度以上仅 $\frac{1}{2 \times 10^9}^{\circ}\text{C}$ 的低温。本书涵盖了几乎所有制冷方法的发明史和演进史，并简要介绍了低温技术的广泛应用。

在低温世界，物质呈现与常温下非常不同的一些性质。本书用大量篇幅介绍1911年昂尼斯发现超导电性，1937年卡皮查发现超流动性的历程。永不消失的电流和消失的液体黏滞性，向我们展现了奇妙的物质特性和梦幻般的世界，为读者奉献了低温世界最美丽的两朵奇葩。

本书引领读者探寻自然界的温度分布，探究地球、太阳系和宇宙深处的低温，畅想宇宙起源之时大爆炸的奇观与膨胀冷却宇宙的结局。

在讲述低温技术发展的同时，本书介绍了温度概念的形成、温度计的发明和温标体系的演变，科学家如何用理论与实验相结合的方法确定冷的极点——绝对零度，并根据热力学第三定律浅显地解释绝对零度不可到达的原理。

一部征服低温的历史，生动地记述了人类文明的进步。但人类征服低温的历程远没有结束，我们无法预料人类会用什么更新的技术制取更低的温度，也无法想象在更低的温度下物质会有什么更神奇的特性。

本书虽是一本低温科学技术史的科普读物，依然强调科技史叙述中史料的准确性。作者对史料的选取和考据非常严格，资料多直接来自于古代典籍、著名外文原版著作和权威科技期刊。早期制冷技术史料有的取自1934年出版的 *Refrigerating Engineering* 杂志，它几乎同步反映当时制冷技术的发展状况。本书从源头保证史料的真实可靠，从而能更准确地把握具体的历史事件，科学地解读低温科学技术发展的规律。

作为一本科技史书籍，不可避免地要涉及相关的科学技术知识。本书用明白晓畅的文字描述深奥的低温科学原理，用大众化的语言翻译专业技术术语，配以丰富的插图让复杂的机械变得直观形象。枯燥的科学在这里变得浅显有趣，读者只需了解一般的科学知识就完全可以读懂在许多人眼里艰深的低温科学，游历低温科学技术历史的殿堂。

本书在叙述低温科学技术发展史的同时，介绍了众多著名低温科学家、发明家的趣闻轶事，特别突出他们的科学方法论和科学道德。读者在了解低温科学技术史的同时也学习了这些低温科学先驱者的科学态度和科学作风，得到了科学精神的熏陶。

本书缘起于作者在化学工业部光明化工研究所的工作经历。那是1982年，作者大学毕业进入研究所，又恰逢中国科技的春天。光明化工研究所是一个在中国低温技术领域做出过重要贡献的研究所，作者在这里第一次接触到低温技术并对低温科学技术史产生强烈兴趣，在科研工作之余收集低温科技史资料，并在1984年的《科学实验》杂志上发表了篇名同为“通往绝对零度的道路”的科普文章。后来作者工作几经变动，但对低温科学技术史的研究热情不减，一直关注低温科学的最新进展。这里对当年引领我开始低温技术研究的老一代科技工作者表

示深深的谢意。还特别要提到的是姐姐马涟多年对作者编写本书的支持和鼓励，浓浓姐弟情融于她对促进此书出版的不懈努力之中。

本书适合科学爱好者、大中专院校师生和制冷与低温科技工作者阅读，也可作为相关专业学生学习低温科学技术史的辅助教材。

由于作者水平有限，难免有疏漏和不足之处，敬请读者批评指正。

马溥

2015年1月

目 录

第一章 踏上通往绝对零度的道路	1
第二章 确定冷的极点	4
古代人对冷热的认识	4
温度计的发明	5
阿蒙顿的空气温度计与低温极点的预言	7
温标体系	9
热力学温标与绝对零度	11
国际实用温标	13
第三章 把寒冷储存起来	15
从“凌阴”说起	15
也从《圣经》中的制冷传说说起	24
跨越冰点	29
第四章 冷冻机的发明	32
寻找新的制冷方法	33
世界上第一台冷冻机	36
格里与空气压缩式制冷机	42
吸收制冷	45
水蒸发制冷	49
各种制冷方式的竞争	51
天然冰的退却反攻	54
氟利昂制冷剂的发明	55
近代冷藏业的兴起	57
家用冰箱的普及	60
空调进入家庭	61
第五章 气体的液化	64
气液转化的古老观念	65

液化气体的早期尝试	65
迂回——出路	68
氧和氮的液化	73
空气液化装置的发明	83
氢的液化	92
氮的液化	102
第六章 磁制冷	117
绝热去磁制冷	117
核去磁制冷	126
第七章 ^3He-^4He 稀释制冷	132
^3He - ^4He 稀释制冷原理的提出	132
^3He - ^4He 稀释制冷机的诞生	133
第八章 坡密兰丘克制冷	135
第九章 激光制冷	137
光的机械效应	137
多普勒冷却	138
激光冷却和陷俘原子	140
玻色—爱因斯坦凝聚态的实现	144
激光冷却大物体	147
第十章 为落榜者立传	150
旋风分离器的启发	150
钟表匠的发现	152
利用外层空间的冷	153
声制冷	154
第十一章 超导电性	156
永不消失的电流	156
迈斯纳效应	163
第 II 类超导体	167
BCS 理论	171
约瑟夫逊效应	173

高温超导体研究的新突破	177
有机超导体	188
第十二章 没有黏滞性的液体	189
λ 反常	189
没有黏滞性的液体	191
^3He 超流新相的发现	197
第十三章 低温技术的应用	201
冷链工程	201
工业气体	203
低温在近代工业中的应用	210
低温与基础科学	212
低温与生命科学	214
超导技术的应用	218
第十四章 宇宙低温探源	222
地球上的最低温度	222
太阳系的最低温度	226
宇宙空间的最低温度	230
第十五章 一条没有尽头的路	238
回顾	238
热力学第三定律	239
参考文献	243

第一章 踏上通往绝对零度的道路

绝对零度，冷的极点， -273.15°C ， 0K ，一个冷寂而绚丽的世界。

追寻绝对零度，征服低温，人类已经走过几千年的历程。低温科学成为当今最活跃的前沿学科之一，低温技术的应用也成为我们生活中不可缺少的一部分。

人类一直面临“冷”的挑战。为了能在寒冷的气候生存，早期的人裹兽皮、居洞穴、取火御寒；现代的人穿羽绒服、建房屋、装暖气，生产活动的一项主要内容仍然是防寒。随着人抵御寒冷能力的提高，人类的活动范围也日益扩大。人的足迹不断向更寒冷的地区扩展，一直深入到终年冰天雪地的北极和南极圈内。

寒冷给人的生存造成巨大的威胁，却也给人带来福利。在漫长的岁月里，寒冷季节的冰雪无疑曾做过古人类天然的大冷库，为我们的先祖无偿储藏过捕获的猎物和采集的食物。人们由消极地抵御冷，进而有意识地利用冷、制造冷。

公元前1000年，古中国人最先采集天然冰储冰制冷，创造了人造低温的第一个纪录 0°C ，翻开了人工制冷的第一页。在数千年的历史期间，能在炎热的夏季享用凉爽的冰是身份地位甚至皇权的象征。

16世纪以前，人们已经发现掺盐的冰更冷，人造低温进而超越了 0°C ，实现了人工制冰。早期大批量生产雪糕就采用冰盐混合物快速冷冻的方法。选择适当的配比，冰盐混合物方法制冷可以达到 -55°C 的低温，已经超过了大部分人类生存的地方可以感受到的低温。

1834年，帕金斯发明第一台乙醚蒸气压缩式冷冻机，标志着机械制冷登上历史舞台。1875年林德发明氨压缩机，冷冻机开始大规模工业应用。人们终于圆了多年的梦想，实现了易腐食品的远距离运输和长时间保鲜储存。冷冻、冷藏极大地减少了农牧渔产品的损失，提高了食品的品质。在过去的一个多世纪，人类不得不面对地球上人口爆炸和城市化加剧的严重局面，冷藏业成为保证人类食品安全的重要因素。应用氨作制冷剂，它的标准蒸发温度达到 -33.4°C ，而用氟利昂14作制冷剂，其标准蒸发温度为 -128°C ，最低蒸发温度低达 -140°C ，人造低温超越了地球上的最低温度纪录—— -89.2°C 。

1877年，凯利代特和皮克代特几乎同时液化了当时认为不可能液化的“永

久气体”中的氧，取得了 -183°C 的低温，揭开了人类征服低温历史的新一页。1898年杜瓦首次制得20mL的液态氢，将人造低温推进到 -252°C 。1908年，昂尼斯攻克永久气体的最后一个堡垒，氦被液化，他得到 -269°C 的低温。1932年，基瑟姆用液氦减压蒸发的方法获得0.7K的低温。人造低温已经低于太阳系大行星的最低温度（海王星， -223°C ）、星际空间的温度（宇宙背景辐射，2.7K）和我们现在所知的宇宙中存在的最低温度（布莫让星云，1K）。20世纪，空气液化发展成空气分离和制氧工业，廉价纯氧和纯氮的制取极大地推动了钢铁、化学工业的发展，液氢和液氧则是重要的航天燃料。气体工业成为国民经济的支柱产业。

1933年，吉奥克成功利用顺磁盐的磁热性质实现磁制冷，磁冷却温度达到0.53K。磁制冷成为获取低于1K超低温的重要方法，定型的磁制冷机可以方便地得到毫开（ $1\text{mK}=10^{-3}\text{K}$ ）级的低温。1956年，西蒙进而利用原子核的磁性质实现了核绝热去磁制冷，得到核自旋系统温度为 $20\mu\text{K}$ （ $1\mu\text{K}=10^{-6}\text{K}$ ）的低温。现在科学家们利用这一技术可以实现样品的晶格温度达30nK（ $1\text{nK}=10^{-9}\text{K}$ ），而核自旋温度达100pK（ $1\text{pK}=10^{-12}\text{K}$ ）。

1964年，奥波特和塔克尼斯制成第一台 $^3\text{He}-^4\text{He}$ 稀释制冷机，他们当时只达到0.2K。现在成批生产的 $^3\text{He}-^4\text{He}$ 稀释制冷机已成为实验室获取毫开级温度的常用设备。

更低的温度是利用激光制冷取得。1985年，朱棣文用激光冷却和陷俘原子的方法使钠原子气体达到240mK。1990年，威曼和康奈尔等在磁光阱中对原子进行激光冷却，然后将原子转移到磁阱中蒸发冷却达到170nK的温度，成功地观测到玻色—爱因斯坦凝聚态，解决了困扰物理学界几十年的难题。最新的低温纪录2003年诞生在麻省理工学院，科学家们用激光制冷和“重—磁阱”结合的方法将钠原子气体冷却到了0.5nK，也就是绝对零度以上仅 $\frac{1}{2\times 10^9}$ $^{\circ}\text{C}$ 的低温，人类终于挺进到纳开以下的温度区间。

在低温世界，物质呈现与常温下非常不同的一些性质。1911年昂尼斯发现超导电性，1937年卡皮查发现超流动性，这是物质在低温条件下显示的两个最奇妙的性质。低温也成为科学家揭示物质世界本性不可替代的工具，宇称不守恒定律的实验验证、微观粒子的许多重大科学发现都是在低温条件下作出的。

一部征服低温的历史，生动地记述了人类文明的进步。

适宜于人类生存的温度范围是极其狭窄的，但今天人造低温的纪录不仅超越

了地球，也超越了宇宙。

我们就从这里开始，循着前人的足迹，踏上通往冷的极点——绝对零度的道路。

请记住我们的目的地: 0K—— -273.15°C 。

第二章 确定冷的极点

在叙述人类征服低温的历史之前，也许应该先回答一个问题：何以知道低温有极限？把冷的极点称为绝对零度，记为 0K 或 -273.15°C ，这又是如何确定的呢？

古代人对冷热的认识

我们的祖先生活在冷热寒暑不断循环的大自然中，对于温度的变化当然有切肤之感。人们早已有了冷热的观念，并用不同的词语表示对冷热的感受。中文中有“热”“温”“暖”“凉”“冷”“寒”等字，英文中也有 *cold*、*cool*、*warm*、*hot* 等单词，都是表达冷热的程度。这是非常粗浅的，但可以视为最早的温度标示。

人们也懂得利用某些标准的恒定温度点来确定温度的高低。《吕氏春秋·察今》中有这样的说法：“审堂下之阴，而知日月之行，阴阳之变；见瓶水之冰，而知天下之寒，鱼鳖之藏也。”通过观察瓶里的水结冰与否来判断环境温度的变化，这也许可以视为最原始的验温器。

生产中有时也需要确定温度。南北朝时期，北魏人贾思勰在其著作《齐民要术》的“养羊”篇中说，制酪时要使酪的温度“小暖于人体，为合适宜”；在“作豉”篇中则提到，制豉时要“大率常欲令温如腋下为佳”“以手刺豆堆中，候看如人腋下暖”。这时已经知道用体温，特别是用腋下更稳定的温度来测量冷暖。

烧制陶器和冶炼金属过程中，古代人也掌握“火候”，通过观察火焰的颜色来判断温度的高低。中国古代工程方面的典籍《考工记》记载了熔铸铜合金的过程：“凡铸金之状，金与锡，黑浊之气竭，黄、白次之；黄、白之气竭，青、白次之；青、白之气竭，青气次之；然后可铸也。”这里所说的“铸金”就是铸青铜，青铜是铜、锡、铅、锌等的合金，其中铜的熔点最高。引文中的“金与锡”，就是铜加锡，即先将铜熔化后加入锡（包括锌、铅）料。熔炼之初要加木炭，产生“黑浊之气”，即黑烟。继而观察火焰颜色变化，实际上是依据不同元素的原子在高温下发射光谱具有不同的颜色。在温度升高的过程中，锡铅原子焰色依次减弱，锡铅的“黄白之气”（黄白焰色）最终被铜的“青气”（绿焰色）所

淹没。当铜的焰色占优势，表明温度达到1200℃，这时可以浇铸了。

当然这些方法远未能定量地测定温度，是极为粗糙的。那么古代人如何猜想“冷”可到何种程度呢？我们可以发现，汉语中表示寒冷的字皆从“冫”，如冷、寒、冰、冻、凌等。冫是个象形字，意思是“水凝之形”，也就是水刚结冰时冰凌的形状，在现代汉语中演化为两点水“冫”。冰天雪地就是人们认为的极冷了，以冰为冷的观念当然超出不了人的主观感觉和经验范围。追寻冷的极点，或是对冷热的程度作定量的标定，无论在古代还是在中世纪，都是不可想象的。

温度计的发明

虽然冷热的观念古已有之，但建立温度的概念并定量地衡量冷热的程度是近几百年的事。这时人类进入一个文明发展的新阶段，蒸汽机和以蒸汽机为代表的各种热机的发明，制冷技术的发展，提出测温学的诸多课题。许多学者都致力于发明、研究和制造这种可以测定温度的仪器，而恰恰是在完善温度计的过程中，从温度计本身的测温机理推导出了低温存在极限的结论。

第一支温度计可能还要追溯到意大利物理学家伽利略（Galileo Galilei）1592年的一项发明。当时伽利略在帕多瓦大学任教，医学院的一位朋友请他发明一种能够探测病人是否发烧的仪器。那时医生们全凭个人的触觉认定病人的体温，每个医生的个体差异很大，更没有具体的数值，诊断上常出现混乱。然而这项发明对那个时代的学者来说是非常困难的，因为温度是一种看不见的物理量，每个人之间的感觉又无法比较。

正当伽利略一筹莫展时，一天教皇召见他进宫审查一种新奇的“永动机”。这是一件由玻璃吹制的复杂装置，水在密封容器中不需要任何能源，便可以周而复始地循环流动。伽利略观察了3天，告诉教皇：“这不是‘永动机’，是昼夜温差引起气体膨胀产生的压力变化在驱动水循环。”

在返回帕多瓦大学的路上，伽利略突然产生一种联想，能不能利用冷热变化引起的气体膨胀带动液位移动来测量温度呢？他让玻璃工在一根麦杆粗的玻璃管的一端吹制出一个核桃大小的玻璃泡，玻璃管开口的另一端则倒插入一个装着带有颜色水的容器中。可以利用预先将玻璃泡加热或在玻璃泡内注入一些水的方法，使玻璃管内形成一段水柱。让病人手握玻璃泡，热度高则玻璃泡中的空气膨胀厉害，玻璃管中的水位下移得越多。根据液位的变化，可以判断病人体温的高

低。世界上第一支以空气作测温介质的温度计就这样诞生了（图2-1）。



图2-1 伽利略发明第一支温度计

伽利略的这支温度计是很不完善的。由于温度的概念还不明确，所以这个仪器上没有以确定的方法刻上标度和读数，水柱的高低也还要受环境温度和大气压的影响，它的精度显然是非常粗糙的。然而这一发明有着划时代的意义，它借助于与人无关的自然现象，把人类仅凭感知的物理量变成可识别的信号，标志着科学仪器的出现。

法国医生詹·雷伊（Jean Rey）觉得伽利略的温度计不太方便。1632年他作了个简单的改动，把伽利略的温度计倒转，玻璃泡中注入水作为测温物质，利用水在管中的升降显示温度。这可视为第一支液体温度计。有记载说，1636年前，工匠们已经能选择玻璃泡和玻璃管适当的比例，使液体一年中在整个玻璃管的长度内明显升降。

温度计这种新奇的仪器甚至引起一些达官显贵的兴趣。大约在17世纪50年代，意大利的托斯卡纳大公费迪南二世（Grand Duke Ferdinand II of Tuscany）改进了雷伊的温度计，将玻璃泡内装入酒精，并将毛细管的上端用蜡密封，从而消除了液体蒸发和大气压波动的影响。酒精的热膨胀系数比水大得多，因而酒精温度计更灵敏。

1657年，伽利略的一批弟子们在佛罗伦萨成立了有名的西门图科学院（Accademia del Cimento），这个科学院只存在短短的10年，但做了许多重要的工作。在西门图科学院的研究报告中描述了一种温度计，即在费迪南创造的基础上，沿玻璃管壁挂一串小珠，作为温度的标数（图2-2）。这些学者们还最先引入了

“定两点分度法”，即为温度计先选择两个固定的温度点再将其间隔分为若干等分。遵照哲学家和医生为榜样，他们选择冬季和夏季两个温度作为固定点，把其间距分为40个或80个相等的间隔。显然他们已经认识到选择稳定的温度固定点的重要性，并已经发现冰的熔点和有些动物的体温是恒定的。为了更加准确地确定这些固定点的位置，他们将冰的熔点记为他们医学温标的 13.5°C ，再选择奶牛或鹿的体温为另一个固定点。

西门图科学院的温度计选定恒定的温度固定点并加以分度，创立了第一个温标体系，从此人们可以用一个具体的数字来表示冷热的程度。这种温度计在佛罗伦萨被用于气象观测达16年之久。200年后有人在旧的玻璃器具中发现了一些当年的西门图

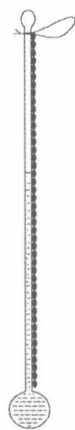


图2-2 西门图科学院温度计

科学院温度计，用它去测定冰的熔点，读出的温度就是 13.5°C 。在当时西门图院士们的气象记录中，冬季的最低气温为 12°C ，而夏季的最高气温为 40°C 。将西门图院士们的气温记录换算为现代温标，甚至可以推断出佛罗伦萨的气候两个世纪依然如故。

西门图科学院的温度计逐渐闻名。波义耳（Robert Boyle）将它们介绍到英国，费迪南大公还把它作为礼物送给波兰皇后，波兰人又将一支温度计送给了法国天文学家布利奥（Boulliau）。布利奥1659年用水银代替酒精作为测温物质，把玻璃泡缩小，并选择适当的毛细管，制造了第一个水银温度计，这样的温度计已经具有了现代温度计的雏形。布利奥还做过从1658年5月到1660年9月的气温观测和记录，这是现存的仅次于西门图科学院最古老的气候温度记录。

阿蒙顿的空气温度计与低温极点的预言

在众多尝试研制测温仪器的人中有一位法国科学家阿蒙顿，他从自己的测温实践中天才地猜测到低温存在极点。

法国科学家阿蒙顿（Guillaume Amontons）年轻时失聪，但他并没有把它视为太大的不幸，因为这使他更可能潜心于科学研究，少受外界干扰。他在巴黎政府中任职，但也热心于科学工作。1702年阿蒙顿尝试改进伽利略的空气温度

计，设想利用空气的压强测量温度。他的温度计由一个U形管组成，U形管较短的一臂连接一个空心的玻璃球，较长的一臂有45英寸（114cm），将水银注入U形管中并进入玻璃球的下部（图2-3）。测温时用水银来保持玻璃球内空气容



图2-3 阿蒙顿空气温度计

积始终不变，而通过两边水银面的高度差，也就是球内定容气体的压强与大气压强之差来量度温度。阿蒙顿将玻璃球先浸入冰水中，然后再放入沸水中，记下这两种情况下水银面的差值，并假定玻璃球内空气的压强正比于温度而变化，因而可以依据长臂中水银面的高度来确定任意温度。虽然阿蒙顿也选择了水的沸点为一个温度的固定点，但由于不了解水的沸点受大气压变化影响，所以他的温度计不

很准确，加之这种温度计使用上的不便，使其没有引起当时致力于研制更有实用价值温度计的科学家的注意。

在标定温度计时阿蒙顿发现，定量的空气在定容情况下从冰的熔点加热到水的沸点，压强增加了约1/3。阿蒙顿敏锐地意识到，从冰点的温度逆推，温度下降压强变小，在某一个温度下，空气的压强将降为零。因为压强不可能为负值，温度的降低终有一刻停止，达到冷的极点。他猜测说：“看来，这个温度计的极冷点是通过空气的弹力使空气变成为完全不受负荷的状态，在这个状态下冷的程度比认为的很冷的那个温度要冷得多。”尽管未曾使用“绝对零度”这样一个术语，阿蒙顿已经得到绝对零度的概念。从阿蒙顿的资料中可以推算出，用摄氏温度表示，他推定的绝对零度是 -239.5°C 。稍后，兰伯特（Lambert）以更高的精度重复阿蒙顿的实验，他得到的绝对零度值是 -270.3°C ，与我们现在普遍承认的绝对零度值 -273.15°C 已是非常惊人地接近。兰伯特说了这样一段话：“现在等于零的热的程度，的确可以称为绝对的冷。因为在绝对冷时空气的体积是零，或者是相当于零。这就是说，在绝对冷时，空气是如此紧密地挤在一起，以致它的各部分绝对地接触，或者说它变成为所谓不透水的东西了。”

阿蒙顿和兰伯特清晰地表述了低温极限的存在，不过这也许还是有些难以想象，他们关于存在绝对零度的推断并没有立即得到人们的重视和认可。100年