

热与引力

刘应平◎著

用流出的时间理论，
表述了引力能直接转化为热能的微观机制；
统一处理了宇宙常数、暗能量、宇宙三维空间为什么平直等问题；
预言宇宙物质当下的平均密度应该比临界密度大出一个量，
可以检验；
指出热现象给万物标记时间方向。

陕 西 出 版 集 团
陕西科学技术出版社

热与引力

刘应平 著

陕 西 出 版 集 团
陕西科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

热与引力/刘应平著. —西安:陕西科学技术出版社,
2011.4

ISBN 978 - 7 - 5369 - 5008 - 5

I. ①热… II. ①刘… III. ①引力 - 研究②热能 - 研究③能量转换 - 研究 IV. ①O314②TK

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 036390 号

出版者 陕西出版集团 陕西科学技术出版社

西安北大街 131 号 邮编 710003

电话(029)87211894 传真(029)87218236

<http://www.snstp.com>

发行者 陕西出版集团 陕西科学技术出版社

电话(029)87212206 87260001

印 刷 陕西天地印刷有限公司

规 格 850mm × 1168mm 32 开本

印 张 3.625

字 数 80 千字

版 次 2011 年 5 月第 1 版

2011 年 5 月第 1 次印刷

定 价 8.00 元

版权所有 翻印必究

(如有印装质量问题,请与我社发行部联系调换)

前 言

引力能和热能是两种形式的能量。这两种形式的能量可以相互转化吗？大家都知道，凡能量都贡献引力。如果太阳温度降低一些，引力就会减弱一些。因此，热能直接转化为引力能的机制是存在的，并且已为我们所知。那么，引力能怎样直接转化为热能呢？一个球从高处落下打击地面，地面发热。这里引力能转化为动能，动能再转化为热能，不是引力能直接转化为热能。流星发热也以动能为中介。引力造成的挤压也会发热，但是这里引力的直接后果仅是挤压。阐述引力能直接转化为热能的微观机制是本书的题目之一。

本书用流出的时间理论，很简单地统一处理了宇宙常数问题、暗能量问题、真空问题、宇宙三维空间为什么平直等几个重大问题。显得自然、顺畅，特别简洁。关键的一步是认识了空间的能量实质。使得物质、运动、时间、空间这些以往一直以为形式上相关而本性则相互独立的存在成为实质上同一的统一体。还指出了 ρ_0 比 ρ_c 应该大出一个量，可以与实验观测比较。

热与引力相生相克的对称性，一直是叙述的主要线索。指出了熵作为时间箭头的唯一性。

为什么在谈到不确定原理的时候，许多物理学家都在重复“能量不守恒”这个说法，能量真的有时候不守恒吗？

凡事都得有个起因。宇宙从大爆炸创生，没有起因的事物存在吗？还可能有的逻辑吗？古老的逻辑会随新的事实有所改变吗？为了叙述得方便，一些内容放在正文之后作为附录。

本书中所述科学假设尚待进一步验证。好奇心比知识更重要。

本书面向大中学生及理论工作者。

刘应平

2010.12.18 于 陕西科技大学

阅读向导

第1章 重述一些物理结论或认识,目的只在强调存在热与引力相生相克的普遍事实以及热的普遍性。

第2章 讲述了流出的时间理论对能量概念所作的扩大和深化。在新的意义上明确了能量守恒的确切含义。

第3章 试图通过平方反比定律认识空间是能量的特定存在形式。

第4章 利用前几章结果进一步阐明时空形式依能量的存在方式不同而不同。

第5章 阐明宇宙常数是宇宙空间自身在不断生成的表现。引力是空间能量形式转化为纤细物质而形成的。以及宇宙物质平均密度 ρ_0 非常接近临界密度 ρ_c 的机制,宇宙的大尺度三维空间平直的原因。暗能量是大尺度时空中弥散状态的纤细物质。流出的时间理论通过一条简单线索,统一说明了这些表面上似乎互不相关的问题。

第6章 阐明引力直接转化为热的机制。研究这个机制,热会给一切物理理论加上时间箭头。定义了赝真空,指出了流出的时间理论是赝真空中的物理。

要了解后边几章,第2章的内容是必需的。

已了解物理宇宙学的读者可以不看第1章,或浏览第1章注意到热与引力相生相克的普遍性关系即可。已了解参考书[5]的读者可以不看第2章或只作浏览。

为理解本书,了解空间是特定的能量形式是必要的。已了解这个观点(不一定认同)的读者可以只浏览第3章和第4章,看一看符号的用法即可。

本书的重点是第5章和第6章。

本书虽然写成了物理专著的形式,但有两个原因,使得本书并不难读。一是理论的数学形式还需要进一步发展,目前达到的数学形式还远未成为严密的体系。二是写的时候,在主观上已注意了可读性,在客观上,越是基本的东西,本来越是简单。

附录 1 建议注意两组比值的相似性,确切的数据必定反映深层的东西。

附录 2 试图探讨没有前因的逻辑和建立新逻辑的可能性。

附录 3 试图说明“独立的时间”概念可以取代。时间、空间、物质、运动现在成了统一体,而不是先前那种只有表面关系而无法统一理解的存在。

附录 4 回顾大爆炸宇宙学之前唯一认真的创世论,这个创世理论也显示了关于逻辑的需求。

附录 5 阐明不确定原理发生作用的任何时刻能量都是严格守恒的。

这 5 个附录的阅读与正文可以没有严格的顺序关系。

这里关于第 2 章特别说几句话。

什么是物质?物质就是原子,原子就是物质。什么是运动?运动就是原子的运动。物质原子在时间空间中运动。这是 18 和 19 世纪一幅完整的、严密的世界图式。几乎已尽善尽美。原子来自何处?运动来自何处?时间来自何处?空间来自何处?它们都没有来源,都没有去向,这四者的整体穷尽了当时的元存在。就是说,它们是没有原因的四种存在,人们已习惯了。万事万物都有个原因或来源,唯独四要素可以没有(见附录 3)。

原子论显得直观。虽然提出的时间早而最后证实的时间很晚(1905 年),中间经历了两千多年的岁月。但是,直观性一直是原子论生命力的一个重要支柱。事实显示,这种生命力使原子论有机会一步一步成熟并且有时间终于等到最后被证实。浪浪没有直观性的好处,浪浪是用时间的单向性整合时间、空间、能量、

序性四大要素的时候,因为逻辑推理断定必然存在某种客观实在才提出来的。物理学探索新领域,遇到新的客观存在是必然的,新概念再所难免。只要提出的时机显得自然,实验快速证实,也就习以为常。逼在门槛上的概念都不至于太抽象。然而,因为时间、空间本身的高度抽象性,就理解难易而言,浪浪比原子要抽象得多。但是,如果承认浪浪这个事实,就得到了一个提纲挈领的线索,会看到一些支离的东西之间的统一性。总的来说会省去很多脑力。

作 者

目 录

第 1 章 万有的热

- 1.1 宇宙从热开始 (1)
- 1.2 热与引力制造元素 (4)
- 1.3 热与引力是对立的两个方面 (7)

第 2 章 时间是物质的基本运动

- 2.1 基本假设的推理 (10)
- 2.2 浪浪的时间性质 (11)
- 2.3 能量的几重属性 (15)
- 2.4 真空能 (19)
- 2.5 能量 E 的两方面性质 (23)

第 3 章 空间的能量本质

- 3.1 平方反比定律 (26)
- 3.2 浪浪的空间性质 (34)
- 3.3 能量 E 的时空性质 (37)
- 3.4 作用量 (42)

第 4 章 能量 E 与时空的相互作用

- 4.1 速度和加速度与 $\{\Delta t, \Delta E\}$ 的关系 (45)
- 4.2 能量 E 对闵氏时空的影响 (47)
- 4.3 能量 E 与一般时空状态 (48)

第 5 章 宇宙常数及暗能量

- 5.1 大尺度的物质组分 (52)

5.2 宇宙常数与空间本性	(55)
5.3 宇宙常数	(58)
5.4 引力	(63)
5.5 ρ_c 临界的含义	(68)
5.6 暗能量	(70)

第 6 章 热与引力的对称性

6.1 热与引力的同一性	(72)
6.2 热的时间性质	(74)
6.3 分立性是抗拒引力的阶梯	(75)
6.4 赝真空	(82)

附录

1 大气的宇宙学遗迹	(84)
2 大数假设与元存在	(88)
3 空间概念是派生的	(93)
4 道的物理含义	(99)
5 不确定原理与“能量不守恒”	(101)

主要参考文献

第 1 章 万有的热

1.1 宇宙从热开始

我们的宇宙由热爆炸而创生是当前的主流认识,它获得的证明像它存在的问题一样坚实。热大爆炸开始即为时间的零点,至今大约有 137 亿年了。宇宙学和粒子标准模型能够把这 137 亿年的宇宙变化算准并获得实验证实。用物理学家的话讲,宇宙学已不再是一种信仰或者哲学。从爱因斯坦开始,宇宙学成了一门科学。计算繁难而准确,观测耗费而精密。但是,漫长的 137 亿年,唯独开始讲不清。S·温伯格从第百分之一秒讲起。其他作者有补充从第百分之一秒到量级为 10^{-43}s 之后的打算和工作。就是说,越接近 0 越难了解,给 0s 加上一点点(0^+)就极难。为了叙述方便,把从 $0 \sim 10^{-43}\text{s}$ 前后宇宙的这一段历史叫 0^+ 宇宙。 0^+ 宇宙的物质组分至今说不清。当初(1942 年)伽莫夫认为 0^+ 宇宙是由中子组成的。中子没有质子相伴,17min 就会衰变为一个质子和一个电子和反中微子 $\bar{\nu}$ 。然后又有了光子。后来人们认识到这个说法不合乎事实。现在有了公认的说法。从百分之一秒开始。那时温度 1 千亿摄氏度 (10^{11}℃)。密度 40 亿 t/m^3 ($4 \times 10^9\text{g/cm}^3$),组分为电子、正电子、中微子、光子(e^- , e^+ , ν , $\bar{\nu}$, γ),还有极少量的中子和质子 n, p 。“这些粒子(电子、正电子、中微子、光子等)不断地从纯能量中产生出来,经很短的寿命后又湮灭了”。^[1]什么是“纯能量”,没有任何说明,真是万事开头难。自从伽利略和牛顿以来,科学彻底消灭了创世论。热大爆炸宇宙学却给创世论招手。

从 0.01s 到第 3min,人们已有十分丰富的、非常科学的精确计算和描述。热大爆炸宇宙学认为早期宇宙十分均匀,这也为目

前的观测所证实。在“最初三分钟”结束时,温度因宇宙膨胀下降到 10 亿摄氏度(10^9℃),密度大约比水小一点。宇宙的主要组分是光子、正反中微子($\gamma, \nu, \bar{\nu}$)。稀少的电子(e^- 与 e^+ 湮灭期以后的剩余),稀少的核物质,氢核占核物质的 73%,余下的是氦核(^4He),占 27%。作为大规模的宇宙创造行为的产物,这些粒子一直存留至今。由于密度太小,温度太低,越来越低,它们再没有太大变化。当然,后文提及的暗能量与它们是什么关系还不清楚。再膨胀几十万年,温度继续下降,宇宙对光子成为透明的了。这些光子存留至今,构成宇宙的背景辐射。电子与核物质也可以结合成稳定的原子。因为宇宙不带电,宇宙中质子数与电子数相等。这些氢气和氦气组成气团并进而形成星辰和星系。星辰再制造出组成生命的元素并演化出生命。

哈勃以及后来许多人无数次关于星系的多普勒红移的观测结果以及理论计算与观测的符合;氢氦所占宇宙物质的量和关于氢氦的相互比例的理论预言值与实际测定值的符合;后来又测出古老的光子“化石”形成的背景辐射温度为 2.7°K ,伽莫夫以及后来多人多次的计算结果与此观测的符合,还有计算预言宇宙中微子温度为 2°K ,至今人们尚在等待实验证实。宇宙学还预言了轻子家族只有 3 代($e, \nu_e; \mu, \nu_\mu; \tau, \nu_\tau$)也是很成功的。这 4 件基本事实使得大爆炸宇宙学可信程度很高。因此,可以相信,热像宇宙一样古老,也像宇宙一样年轻。在热作用非常强大的时期,引力作用似乎无声无息。

40 亿 t/m^3 的密度造成的无比强大的引力也不足以禁锢热大爆炸。似乎引力与热交替占据主导地位。

现在引入无量纲质量 $M^* = \text{星体质量 } M / \text{太阳质量 } M_\odot$ 。这样太阳的质量就是 1。20 个太阳质量的恒星质量就是 20。好写,明白。无量纲半径 $R^* = \text{星体半径 } R / \text{太阳半径}$ 。无量纲密度 $P^* = \text{星体密度} / \text{水密度}$ 。星体表面引力势 $\varphi = GM/Rc^2$ 。无量纲表面引

力势, $\phi^* = \text{星体表面引力势} / \text{太阳表面引力势}$ 。

由于自引力的不稳定性,均匀的氢氦气体发生了密度起伏。如果在一定的尺度内物质的质量达到或超过临界值(金斯质量),这种起伏会被自引力以指数律迅速放大。于是宇宙物质发生结团,最后形成星系这样的层次结构。结团会因为自引力而向一些中心收缩。密度越来越大,内部压力也越来越大,温度也越来越高。要注意,这个热是引力直接提供的。如果一个结团质量大于0.1,这个结团内部的温度上升迟早会点燃氢核(H)的核聚变,这就是恒星。温度的作用,使质子有足够大的动能克服库仑静电力撞在一起。量子力学的隧道效应使得这个温度可以较低。核反应会产生氦核(^4He)。恒星的热绝大部分来源于氢聚变为氦。氢聚变为氦有两个过程,最原始的质子链或较后的碳循环,它们需要有不同的温度。我们注意到,引力作用与热的斥力作用正好是相反的。恒星收缩的能量,一半转化为热,另一半辐射掉。但引力会产生热为氢点火。氢的点火温度约 10^7K 。而起着斥力作用的热反而使得 H 合成更重的 ^4He 。核反应会进一步产生热。热的斥力抵抗引力,使得恒星不至于进一步塌缩。热斥力是恒星对抗引力造成塌缩的主要因素。

行星质量小于0.1,引力不大,也不会有核反应。抵抗引力的是电磁力,原子核外的电子起作用。电磁场作用对抗引力。

恒星的质量范围是0.1~60。恒星生命的历程和结局,会因为质量不同而大不同。

恒星在氢燃尽以前一般是稳定的。这一段相当于它寿命的99%。对太阳的研究发现,它的光辐射在几千年间没有任何变化。太阳的密度为1.4,中心区温度为1500万 $^{\circ}\text{C}$,压强为 $3 \times 10^{16}\text{Pa}$ 。依靠热斥力对抗万有引力。太阳有 1.2×10^{57} 氢核,每秒燃烧掉 3.6×10^{38} 氢核,可以维持现在的光度平静地燃烧大约1000亿年。现在太阳年龄大约45亿年,氢燃料耗去5%^[2]。太阳是典型的小恒星。太

阳的表面温度 6000°C ,表面不发生核反应。

恒星的寿命(t)与质量的立方(M^3)成反比。质量 20 的恒星寿命量级只有 100 万年(10^6 年)。地球形成 2 亿多年才有生物, 46 亿年才有人类。如果我们的太阳太强大,就不会有我们这些子民。所以说,地球人类的出现有很大的偶然性。

目前认为,恒星的结局一般有两种,热爆炸抛射部分物质到空中,散成宇宙尘埃再形成第二代恒星,或者抛出的块形成行星。一般大恒星的所留部分成为小恒星。

氢燃尽才算是恒星的结局或接近结局。典型的结局是形成致密星,即白矮星、中子星、黑洞。当然,作为发热发光恒星的结束,之后又是一翻有声有色的演化。结局一词只限于无元素可燃。作一个直观比较:太阳密度 1.4,地球密度 5.5,天狼 B 星(白矮星)密度 4×10^6 。表 1.1-1 的目的是把三种致密星作一比较(表中 R_0 是太阳的现在半径)。

表 1.1-1

天体	质量 上限	半径 R	密度	表面 引力势	中心压强 /Pa	抗拒引力 塌缩方式
白矮星	1.4	10^{-2}	$\leq 10^9$	$\sim 10^2$		电子简并压强
中子星	3~4	10^{-5}	$\leq 10^{18}$	$\sim 10^5$	3.4×10^{35}	中子简并压强
黑洞(M)	任意值	$2GM/c^2 R_0$	$\sim M/R^3$	$\sim 10^6$		?

总之,在宇宙的演化中只有热与引力一样地普遍。

1.2 热与引力制造元素

跟太阳一样,一般恒星的氢燃烧是在核心部分进行的,表面温度不足以支持聚变。当恒星核心部分氢燃尽后,因为有了抗拒引力的热斥力,引力会使整个星球向中心高速塌缩。核心温度和表面与核心之间的壳层温度都上升,核心可以达到 10^8 K,在核心点燃了氦,称为氦闪。这种核心氦燃烧、壳层氢燃烧的状态叫

水平支。

氢燃烧主要是聚成氦(^4He),只有极小量的 ^7Li 、 ^7Be 、 ^8B 。原子量再大的碳 ^{12}C 或比 ^{12}C 原子量还大的原子核就不会有。 ^{12}C 是氦燃烧才有的,碳是个关卡,只有有了碳,依靠碳的催化作用,才会有别的较重元素。其粗略顺序是氦聚变为碳、氧、氖。氖再聚变为镁、硅、硫,最后镁、硅、硫聚变为铁。列出典型的反应式子和温度便于比较:

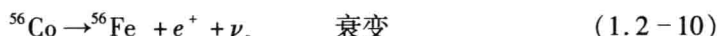
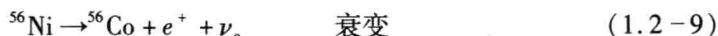
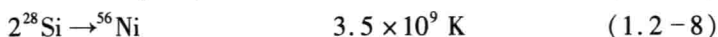
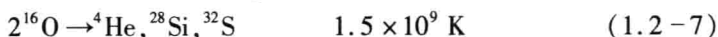
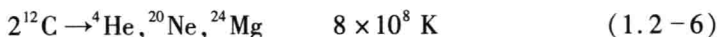
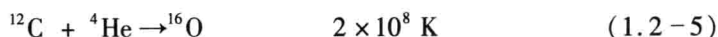
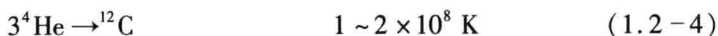
恒星中质子—质子链把氢聚变为氦($<2 \times 10^7\text{K}$):



${}^1\text{H} + {}^1\text{H}$ 到 ${}^4\text{He}$ 的中间产物有 ${}^7\text{Li}$ 、 ${}^7\text{Be}$ 、 ${}^8\text{B}$ 。

从氢到Fe的燃烧一路全是放能的。聚变放能到铁终止。

以下是恒星中 ${}^4\text{He}$ 到铁 ${}^{56}\text{Fe}$:^[3]



可以看出,原子量越来越大,温度越来越高。有人说恒星是元素的大熔炉。有人说造就我们生活的世界和我们自己的元素不过是炉渣。而这些高温都是引力引发后才产生的。

当核心部分的氢烧完之后,恒星核心部分主要是碳、氧、氖(Ne)。引力塌缩使核心部分温度升到8亿℃,点燃氖,聚变为镁、硅、硫。氖燃尽之后,引力塌缩使核心温度升到15亿℃,最后镁、硅、硫聚变为铁。每一次聚变都在恒星壳层留有一些先前已有的

元素。每一次聚变都是引力促成的。一直聚变到铁,都是放能。元素的天然丰度,反映了原子的性质和宇宙学来源。

如果恒星的质量不够大,引力塌缩不足以点燃氦,那么,就会留下由碳、氧、氦组成的白矮星。白矮星的质量不会大于 1.4(钱德拉塞卡极限)。白矮星辐射着残存的热,并经大约 100 亿年缓慢冷却成黑矮星。黑矮星是我们目前的认识。由热与引力的对称性,黑矮星一定有它自己的某种体现热的活动机制,使它不可能永远保持黑矮星。支持白矮星反抗引力的已不是原子核外的电子的电磁力。原子已被压碎,电子与原子脱离,以接近光速运动,原子核就浮动在这种电子气中。电子被压缩在极小的范围。由不确定原理,位置的不确定度变小,动量的不确定度就会放大。由电子的高速不规则运动产生的压力(电子简并压力)来支持白矮星。在这里我们也可以体会到,不确定性原理总是发散的。在引力与热的对称的大格局中,属于热的系列。

如果恒星质量较大,引力塌缩升温使得一直可以聚变到 ^{56}Fe 。聚变结束,形成一个铁核心恒星。自然还会有引力塌缩,如果恒星质量大于 1.4,电子简并压力就不足以抗衡引力。铁核猛烈塌缩,高速冲向中心,在 0.1 s 内温度猛升到 50 亿 $^{\circ}\text{C}$ 。电子会被压进铁原子核中的质子而形成中子,称为铁心灾变。释放的能量会把恒星外壳抛到宇宙之间,只剩下一个中子核。这时的恒星全由中子组成,好像一个没有原子序数的大原子核。这就是中子星。反抗恒星引力的斥力是中子的简并压力。中子星质量不会超过 3~4(奥本海默极限)。

如果恒星的质量更大,引力塌缩会进一步使恒星收缩,成为一个黑洞。还有什么斥力抗衡黑洞的引力吗?黑洞能收缩到一点吗?或者,干脆收缩到没有,可能吗?如果把太阳质量压成白矮星密度的球,直径与地球直径相同。如果进一步压成中子星密度,直径只有 10km。压成黑洞,直径不足 6km。^[21]把地球压成中

子星密度的球,直径只有大约 400m。压成黑洞,直径不足4cm。

黑洞无毛定理说明,黑洞只由质量、电荷、自旋决定。很像一个粒子,仅由质量、力荷、自旋决定。

我们已经看到,热与引力总是相伴的,就此自然有两个问题:有例外吗?有深层原因吗?

1.3 热与引力是对立的两个方面

在引力和热的共同作用之下,我们看到从氢原子核 H 到黑洞的一个系列阶梯。这个阶梯从氢开始,经过氦、碳、铁等元素,顺次包括细胞、灰尘、物体、行星、恒星,一直到白矮星、中子星、黑洞。

其特点是引力越大,温度越高,阶梯的质量一般的就越大。这些阶梯是以结团方式抗衡引力的阶梯,是由产生斥力的热凝成的结团。结成团才有分立性。引力和热在总体上收缩和发散。在所有局部两者都是产生相反的结果。如果把粒子也看成阶梯,阶梯的意义会更明确。

原子外边的电子的电磁力,抗衡引力使地球引力不会造成进一步塌缩。而形成原子,却需要热的发散力量。电子简并斥力、中子简并斥力都抗拒引力塌缩。可能形成电子、中子,也需要引力收缩和热的发散的力量。为了抗拒更严重的收缩而由热的发散力量以收缩的结果形成分立体。

引力和热是恒星物质一身兼而有之的。可见物质的本性就是自身包含着对立的東西,这种对立的東西才把物质统一成各个阶梯。

恒星生命中元素的合成,是原子核中电磁力、强力和弱力共同参与的物理过程。这三种力在引力与热的对立统一体中发挥作用,它们应该在引力和热这两个方面中各有自己的位置。

现在我们来看法梯与引力和温度的全面关系。

0^+ 宇宙的内容物到底是什么？人们只知道温度极高。后来才较确切地知道了已有 $n, p, e^+, e^-, \gamma, \nu_e, \bar{\nu}_e$ 等粒子。从 H 核到黑洞，阶梯质量越大，相应的引力越大，相应的温度也越高。是否可以设想，电子等粒子的质量很小，因此形成这些粒子阶梯的相应引力就很小，相应温度也很低。但这不符合宇宙热大爆炸的事实。因此，粒子可能是阶梯的界面。顺时间方向从粒子向大质量阶梯方向看，阶梯质量变大，相应引力变大，相应温度升高。逆时间方向，从粒子向小质量阶梯看，分立体质量变小，相应引力变大，相应温度升高。由此也可以理解宏观规律与微观规律差别如此之大有更深一层原因。由此，我们可以说，热与引力具有极大的普遍性。强力、电弱力都没有这样的普遍性。

黑洞是引力显著占主导地位的天体。但人们发现，黑洞力学的 4 条定律恰恰与热力学的 4 条定律表达了完全类似的内容，人们干脆把这 4 条定律称为黑洞热力学定律。黑洞视界面积是不减的。伯恩施坦由此看出黑洞力学定律与热力学第二定律的内在联系^[4]。如果我们仔细研究引力与热的对称性，我们就会发现，世界上的熵只有一种，这就是热力学第二定律确定的熵，任何无序都可以通过增加第二定律所指的熵而加以消除。引力具有序就像热具有熵一样是对称的。可以相信，熵是唯一的，没有第 2 种熵。

黑洞概念的起源是只进不出，连光也不能逃出。这是经典力学的结论。但是霍金在理论上证明，黑洞进行热辐射，其能谱是黑体辐射的谱，温度与黑洞视界的表面引力 K_+ 成正比：

$$T = \frac{\kappa_+}{2\pi K_B} \quad (1.3-1)$$

K_B 为波尔兹曼常量。

霍金辐射根源于量子力学的不确定原理。与实粒子满足

$$\Delta t \Delta E \geq \frac{\hbar}{2} \quad (1.3-2)$$