



IN THE KNOWN WORLD OF CONSERVATION OF INFORMATION,
SECRETS ARE NEVER SECRETS.

A PIECE OF PAPER IS BURNED, THEN ITS SMOKE AND ASHES ARE
ENOUGH TO EXTRAPOLATE ALL THE WORDS.

INFORMATION IS BORN, TRANSFORMED, AND CONCEALED
BUT NEVER WILL DISAPPEAR

REGARDLESS OF FORWARD AND BACKWARD
EACH INITIAL STATE CORRESPONDS TO A UNIQUE TERMINATION
STATE

THE CALCULATION IS ALSO UNIQUE AND CONCLUSIVE
OUR WORLD IS SOMEWHAT FATALISTIC
MAYBE IN THE FUTURE, THE REVERSE OF INFORMATION WILL BE
EASY
ALL SECRETS ARE NOT SECRET

BUT THERE IS STILL A PLACE
ONLY ONE PLACE
CAN MAKE INFORMATION IRREVERSIBLE
THAT IS THE BLACK HOLE

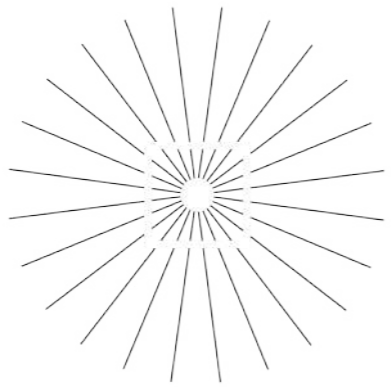
"ONCE YOU CROSS THE HORIZON
THINGS SWALLOWED BY BLACK HOLES WILL BE INFINITELY
SPIRALED TO SINGULARITIES
ALWAYS OUTSIDE OUR UNIVERSE"

BLACK HOLES WILL GRADUALLY EVAPORATE
REMNANTS OF PERMANENT PLANCK SIZE
INTERNAL INFORMATION WILL DISAPPEAR FOREVER

THE BLACK HOLE IS THE ONLY PLACE WHERE THE SECRET REALLY
DISAPPEARS.

I THINK
MAYBE EVERYONE
EVERY CITY
EVERY SLEEPLESS NIGHT
THE NATION AND HISTORY OF EACH COUNTRY...
NEED A BLACK HOLE
TO THROW THE SECRET INTO IT
THROW IN ALL!





black hole information paradox

QUANTUM DETERMINISM MEANS THAT GIVEN A PRESENT WAVE FUNCTION, ITS FUTURE CHANGES ARE UNIQUELY DETERMINED BY THE EVOLUTION OPERATOR. REVERSIBILITY REFERS TO THE FACT THAT THE EVOLUTION OPERATOR HAS AN INVERSE

RELEVANT PRINCIPLES
/2

THE BLACK HOLE INFORMATION PARADOX[1] IS A PUZZLE RESULTING FROM THE COMBINATION OF QUANTUM MECHANICS AND GENERAL RELATIVITY. CALCULATIONS SUGGEST THAT PHYSICAL INFORMATION COULD PERMANENTLY DISAPPEAR IN A BLACK HOLE, ALLOWING MANY PHYSICAL STATES TO DEVOLVE INTO THE SAME STATE. THIS IS CONTROVERSIAL BECAUSE IT VIOLATES A CORE PRECEPT OF MODERN PHYSICS—THAT IN PRINCIPLE THE VALUE OF A WAVE FUNCTION OF A PHYSICAL SYSTEM AT ONE POINT IN TIME SHOULD DETERMINE ITS VALUE AT ANY OTHER TIME.[2][3] A FUNDAMENTAL POSTULATE OF THE COPENHAGEN INTERPRETATION OF QUANTUM MECHANICS IS THAT COMPLETE INFORMATION ABOUT A SYSTEM IS ENCODED IN ITS WAVE FUNCTION UP TO WHEN THE WAVE FUNCTION COLLAPSES. THE EVOLUTION OF THE WAVE FUNCTION IS DETERMINED BY A UNITARY OPERATOR, AND UNITARITY IMPLIES THAT INFORMATION IS CONSERVED IN THE QUANTUM SENSE.

FROM WIKIPEDIA

black hole information paradox

STARTING IN THE MID-1970S, STEPHEN HAWKING AND JACOB BEKENSTEIN PUT FORWARD THEORETICAL ARGUMENTS BASED ON GENERAL RELATIVITY AND QUANTUM FIELD THEORY THAT NOT ONLY APPEARED TO BE INCONSISTENT WITH INFORMATION CONSERVATION

RELEVANT PRINCIPLES
/2

HAWKING'S CALCULATIONS[4] INDICATED THAT BLACK HOLE EVAPORATION VIA HAWKING RADIATION DOES NOT PRESERVE INFORMATION.

TODAY, MANY PHYSICISTS BELIEVE THAT THE HOLOGRAPHIC PRINCIPLE (SPECIFICALLY THE ADS/CFT DUALITY)

DEMONSTRATES THAT HAWKING'S CONCLUSION WAS INCORRECT, AND THAT INFORMATION IS IN FACT PRESERVED.[5] IN 2004

HAWKING HIMSELF CONCEDED A BET HE HAD MADE, AGREEING THAT BLACK HOLE EVAPORATION

DOES IN FACT PRESERVE INFORMATION.

POSTULATED SOLUTIONS
/7

Advantage: Seems to be a direct consequence of relatively non-controversial calculation based on semiclassical gravity.

Advantage: A significant deviation from classical and semiclassical gravity is needed only in the regime in which the effects of quantum gravity are expected to dominate.

Advantage: Intuitively appealing because it qualitatively resembles information recovery in a classical process of burning.

/INFORMATION IS STORED IN A PLANCK-SIZED REMNANT

/INFORMATION IS IRRETRIEVABLY LOST/INFORMATION SUDDENLY ESCAPES OUT DURING THE FINAL STAGE OF BLACK-HOLE EVAPORATION

Theoretical text

001.

理论上说万物都能成黑洞：黑洞和我们的太阳之间的唯一区别是，黑洞中央由超致密的物质组成，这些物质赋予黑洞强大

的引力场。正是这一引力场吞噬一切事物，包括光在内，这也是为什么我们无法看见黑洞的原因。从理论上来说，你能将

万事万物变成一个黑洞。例如，如果你将我们的太阳缩小到大约 6 千米宽，那么，你其实已经将太阳系内所有质量压缩到

一个非常小的空间内，这就使太阳变得非常致密，因此，也制造出一个黑洞。你能将同样的理论应用到我们身处的地球甚

至你的身体。但其实，人们公认的一种制造黑洞的方式是：一个质量为太阳质量 20 倍到 30 倍的超大质量恒星的引力塌缩

形成黑洞。当一颗恒星衰老时，它的热核反应已经耗尽了中心的燃料，由中心产生的能量再也无力对抗外壳巨大的重量。

所以，在外壳的重压之下，核心开始坍缩，直到最后形成体积小、密度大的星体。质量小一些的恒星主要演化成白矮星；

质量比较大的恒星则有可能形成中子星；而质量更大的则塌缩形成一个致密的黑洞。/ 黑洞可能并非无底洞，有些能量或许

会从其“魔掌”中逃脱出来。1974 年，英国著名物理学家斯蒂芬·霍金提出了所谓的“霍金辐射”理论，即黑洞因为辐射

而逐渐萎缩变小直至消失。“霍金辐射”理论认为，黑洞应该有能力产生热量并释放亚原子粒子，直到它们能量完全耗尽，

这一过程就是所谓的“霍金辐射”。在 1974 年的声明中，霍金解释了黑洞周围强大引力场如何影响粒子与反粒子之间配

对的形成。就像量子理论中真空中时时发生的情形那样，如果粒子恰好形成于黑洞表面外侧，那么粒子对中正粒子就有可能

逃离。在观测中，它们可能是以热辐射的形式从黑洞发射出来。同时，反粒子则跌入黑洞之中。通过这种方式，黑洞逐

002.

渐损失质量。但由于逃离黑洞的辐射过于捉摸不定，因此“霍金辐射”很难得以证实。据国外媒体今年 4 月底报道，来自

美国和以色列的两个独立研究团队发现了足以支持“霍金辐射”理论的明确证据，认为黑洞蒸发末期，黑洞内部的能量和

信息逐渐泄漏消失。去年，以色列理工学院物理学家杰夫·斯坦豪尔在实验室中再造了黑洞环境，用于研究粒子在黑洞边界

的行为。这个边界其实就相当于黑洞表面。在实验中，斯坦豪尔发现，形成声波的能量确实会从黑洞中泄露出来。这与霍

金的预言相一致。而今年 4 月份，美国密歇根州大学物理学和天文学教授克里斯·阿达米和加拿大渥太华大学的凯米尔·布

拉德勒提出了一个新理论。他们认为，黑洞中的信息和任何事物并非完全湮灭，在黑洞蒸发末期会缓慢地泄漏出来。他们

将霍金辐射理论同数学工具结合，采用高性能计算机建立了一个模拟模型，显示了信息进入和离开黑洞的时间 / 如果把宇

宙时空比作一块拥有纵横交错的时空线木板，当你在其上放物体时，物体周围的区域因为引力作用会下沉一点点。你在板

上放置的物体质量越大，木板下沉得越严重。这种下沉效应会让时空线不再是平的，而是弯曲的。因此，你在太空中制造

的下沉“井”越深，空间弯曲和扭曲的程度就越高。最深的“井”由黑洞制造而成，即使光也无法爬出来。/ 宇宙从黑洞中

诞生；天文学家在 2010 年 4 月宣布，我们的宇宙就像是俄罗斯套娃的一部分，可能栖身于一个黑洞内，意即黑洞是宇宙的

“妈妈”，而这个黑洞本身又是一个更大宇宙的一部分。黑洞可能孵化了新宇宙这一点或许听起来很疯狂，很不可思议

——尤其是我们现在还并不确定有其他宇宙的存在，但这一想法背后的理论——多重宇宙理论如今广受关注。今年 4 月下旬

004.

005.

Theoretical text

001.

来自《今日宇宙》网站的弗莱舍·凯恩表示，我们的宇宙或许只是一个巨大的“多重宇宙”中的一个。他说：“每个宇宙都

像是巨大多重宇宙空间内的一个肥皂泡，从各自的大爆炸事件中诞生并不断膨胀。”这一理论认为，在每一个这样 的宇宙

中，基本的物理学参数是不同的。我们所身处宇宙中的各项参数刚好适合生命的创生。在绝大部分的其他宇宙中，生命都

无法出现。但如果你将骰子投出无数次，其中必然会有至少一次出现一个各项参数恰好允许生命存在的宇宙。尽管这听上

去似乎有些牵强附会，但实际上天文学家们已经有办法对宇宙进行测量并验证这一理论的正确性。美国北卡罗来纳州大学

教堂山分校的理论物理学家劳拉·莫希尼 - 霍夫顿和卡耐基—梅隆大学的理查德·霍尔曼教授早在 2005 年就预测称，宇宙微

波背景辐射的不规则分布，由来自其他宇宙的引力拖拽导致。据英国《星期日泰晤士报》报道，2015 年，在对普朗克望远

镜获取的数据进行分析之后，霍夫顿认为她们的假设已得到证明。/ 黑洞并非只有吞噬：它是在时间和空间中形成的

“洞”， 不断吸积着周围的物质，增加自己的质量；还是光子的“牢笼”；它贪得无厌，永不停息地吞噬着周围的一切，

这是世人绘制的黑洞的经典图像。黑洞总是给人一种恐怖色彩的感觉，在很多新闻报道中，我们可以看到黑洞无情吞噬周

围物质甚至伴星的残忍画面。看起来黑洞好像将其周围的物质全部吸收，但这是一个常见的谬误。真实的情况是：伴星以

恒星风的形式流出部分质量，恒星风中的物质接着落入其饥渴的邻居—— 黑洞的口中。其实，如果你在黑洞的安全范围之

外就会发现，黑洞并非那么可怕。把太阳替换成相等质量的“黑洞”，地球并不会被这个“黑洞”吞入其庞大的“身躯”

002.

内，它将继续围绕黑洞旋转，就像它围绕太阳旋 转一样。黑洞让时间变慢当人们到达事件视界时，时间会变慢，黑洞是大

质量恒星坍塌后形成的，本身质量非常大，对时空的扭曲程度也很大。当你到达黑洞的事件视界时，其时空曲率非常高，

这意味着，它附近的时空被压缩了，就是说，光线在经过黑洞附近时，它所行走的路程会变得很长，但光速是不变的，所

以也就意味着经历的时间增加了（相对地变慢了）。霍金曾在微博上表示：“有人说，现实有的时候比小 说更离奇，用这

句话来形容黑洞是再贴切不过了。真正的黑洞比任何科幻小说家想象的都更怪异。黑洞无法直接观测，但可以借由间接方

式得知其存在与质量，并且观测到它对其他事物的影响。借由物体被吸入之前的因高热而放出和 γ 射线的“边缘讯息”，可

以获取黑洞存在的讯息。推测出黑洞的存在也可借由间接观测恒星或星际云气团绕行轨迹取得位置以及质量。北京时间2019

年4月10日21时，人类首张黑洞照片面世。该黑洞位于室女座一个巨椭圆星系M87的中心，距离地球5500万光年，质量约

为太阳的65亿倍。它的核心区域存在一个阴影，周围环绕一个新月状光环。爱因斯坦广义相对论被证明在极端条件下仍然

成立。此前据英国《新科学家》杂志在线版消息称，“地球大小”的望远镜准备“穿透星系的心脏”。望远镜目标最终指

向距离地球25000光年的人马座A*黑洞以及M87星系黑洞。前者是位于银河系中心一个亮度极高且致密的无线电波源，属

于人马座A星系的一部分。它由全球各地的8个射电观测台组成，模拟出一台具有行星规模的天文设备。这组巨大的天文设

备名为“事件视界望远镜”（EHT），其囊括了位于西班牙、美国和南极等地的射电望远镜。

004.

005.

HuanZhe Hu