



全球知名的青少年科普经典 · 中小学图书馆最佳馆配图书

空气和水

[德]雷纳·克鲁门勒 / 文

[德]吉尔德·欧内索格 / 图



湖北教育出版社
湖北教育出版社

图书在版编目(CIP)数据

空气和水 / [德] 雷纳·克鲁门勒文; [德] 吉尔德·欧内索格图; 王勋华译. — 武汉: 湖北教育出版社, 2009.4
(是什么是什么)
ISBN 978-7-5351-5478-1

I. 空… II. ①雷…②吉…③王… III. ①空气—青少年读物②水—青少年读物 IV. P42-49 P33-49

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第050667号
著作权合同登记号: 图字17-2008-120

空气和水

[德] 雷纳·克鲁门勒 / 文 [德] 吉尔德·欧内索格 / 图
王勋华 / 译 责任编辑 / 赵晖 覃杨
装帧设计 / 王中 美术编辑 / 雷霆
出版发行 / 湖北教育出版社 经销 / 全国新华书店
印刷 / 上海中华商务联合印刷有限公司
开本 / 889 × 1194 1/16 3印张
版次 / 2009年6月第2版第1次印刷
书号 / ISBN 978-7-5351-5478-1
定价 / 15.00元

Luft und Wasser

By Rainer Crummenerl
Illustrated by Gerd Ohnesorge

© 2006 Tessloff Verlag, Nuremberg, Germany, www.tessloff.com
© WAS IST WAS by Tessloff Verlag, Nuremberg, Germany
© 2009 Dolphin Media Ltd.

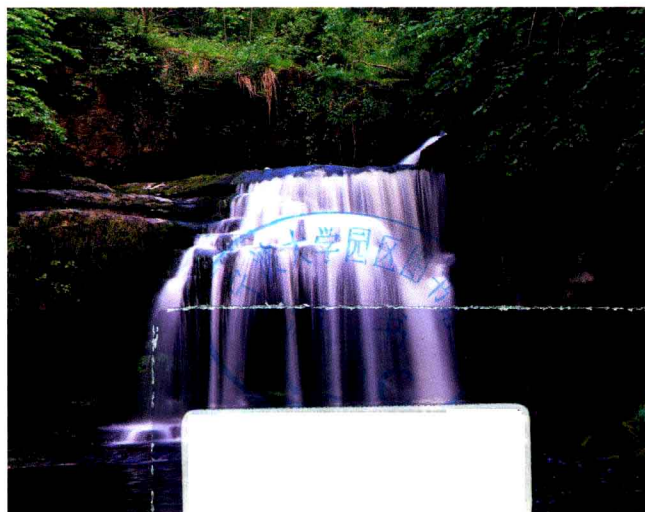
for this edition in the simplified Chinese language
本书中文简体字版权经德国Tessloff出版社授予海豚传媒股份有限公司，
由湖北教育出版社独家出版发行。
版权所有，侵权必究。

策划 / 海豚传媒股份有限公司 网址 / www.dolphinmedia.cn 邮箱 / dolphinmedia@vip.163.com
咨询热线 / 027-87398305 销售热线 / 027-87396822
海豚传媒常年法律顾问 / 湖北立丰律师事务所 王清博士 邮箱 / wangq007_65@sina.com



空气和水

[德]雷纳·克鲁门勒/文
[德]吉尔德·欧内索格/图
王勋华/译



湖北长江出版集团
湖北教育出版社

前言

在我们的日常生活中，空气和水看起来是那么的平常：拧开水龙头就会有水哗哗地流出来，而空气更是无处不在。因此很多人就会问：对水和空气进行大量的研究值得吗？

空气和水的确很常见，但这并不意味着它们不重要。酷热的夏天，如果几个星期不下雨，城市的空气中就会弥漫着一股难闻的气味，人们会感到不舒服，这时，大家就会意识到空气和水对地球上的生命有多重要了。没有食物人类大约可以生存一个星期，可是如果没有水，人类只能支撑几天。而

如果没有空气，人类会在15分钟内死亡！

数百年前，许多学者就对这两种物质充满了好奇，并试图弄清它们的基本构成及其性质。为了让读者对空气和水有深入的了解，本书讲述了有关这两种物质很多新鲜有趣的知识。另外，还向我们展示了空气与水在自然界不同领域中的作用，并描述了空气和水与人类生活的密切联系。

此外，这本书还告诉我们，人类是如何利用空气和水所产生的能量，给生活带来了便利，以及如何不折不扣地探索、寻求充分利用它们的新方法。



图片来源明细表

照片：Focus图片公司/科学图片库(汉堡)：4右，5中上(2)，7下(2)，13右，14右，24右上(高层云)，25右上(卷云)，32左上；Tessloff出版社档案馆(纽伦堡)：1，2/3，4左，5左，5下，6上，10右下，15，24右中，25上中(积云)，25下中(2)，29，31右上，31中左，36上，37，38(2)，40右，41(2)；考比斯公司(杜塞尔多夫)：7上，8(4)，9(2)，10左下，10左上，11，13左，14左，16上，17(2)，18(2)，19(2)，20下(2)，22，23(2)，24左上，26(3)，27，28，28/29，31右下，32右中，32右下(孩子)，34，35(上)，39(2)，43(中)，48；同盟图片(法兰克福)：12，16(下)，20(上)，21，33，36(下)，40(左)，42，43(上)，44，45，46，47(2)；封面照片：Tessloff出版社档案馆(纽伦堡)(鱼)；考比斯公司(杜塞尔多夫)(冰山，树木)；Digital Vision(慕尼黑)(水滴)；华盖创意(慕尼黑)(飞机)；插图：吉尔德·欧内索格(哈雷)；设计：约翰·布勒丁格(纽伦堡)

目 录

回顾历史

地球诞生时就有了空气吗？
地球上的水是从哪里来的？
地球上最早的生命诞生于水中吗？
没有了空气和水，还会有生命吗？
在古代，空气和水意味着什么？

空气和水的重要特性

空气由哪些物质构成？
空气有重量吗？
空气可以被压缩吗？
世界上第一台抽气泵
水是由什么组成的？

水的物态

为什么湖水不会从底部开始结冰？
冬天水管为什么会破裂？
水有膜吗？

漂浮的回形针

肥皂是怎样起作用的？

自然界中的空气与水

宇宙中也有空气吗？

4	致命的臭氧空洞	19
4	什么是气压？	19
6	其他星球上的空气和水	20
6	我们能感受到气压吗？	21
7	怎样测量气压？	21
9	为什么湿衣服会变干？	22
	空气、水与天气的关系	24
	酸雨是怎样形成的？	26
	我们为什么要节约用水？	26

日常生活中的空气与水

13	我们为什么需要呼吸氧气？	28
13	植物也要呼吸吗？	29
14	植物的呼吸	29
15	树木如何吸收水分？	30
16	什么是富营养化？	31
16	水滴中的生命	32
17	怎样净化污水？	32
17	有液态空气存在吗？	34
	怎样将空气中的氮转化成植物可吸收的肥料？	35
	氢气将会取代汽油吗？	36
	根瘤菌	36
	什么是蒸馏水？	37

水力和风力

	谁发明了帆船？	38
	水轮是怎样工作的？	39
	飞翔，漂浮，潜水	40
	什么是风力发电站？	40
	风筝为什么能飞起来？	41
	阿基米德是谁？	42
	潜艇为什么能下潜上浮？	44
	气球可以飞多高？	44
	什么是帕斯卡定律？	45
	蒸汽机是怎样运行的？	46

名词索引

48

回顾历史

我们时刻都呼吸着新鲜空气，

地球诞生时就 有了空气吗？

但我们看不到，摸不到，也闻不到空气，只有在刮风的时候我们才能感觉到空气

40 亿年前地球上的海洋中就已经有单细胞生物存在了，但那时大气层中的氧气含量还非常低。

的存在。在地球引力的作用下，大量的空气聚集在地球周围，形成了地球外面的气体层，我们称之为大气层（大气层“*Atmosphäre*”一词在希腊语中是由“*atmos*”即蒸汽和“*sphaira*”即球体两个词复合而成的）。

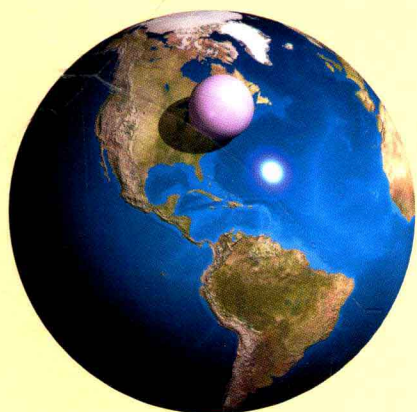
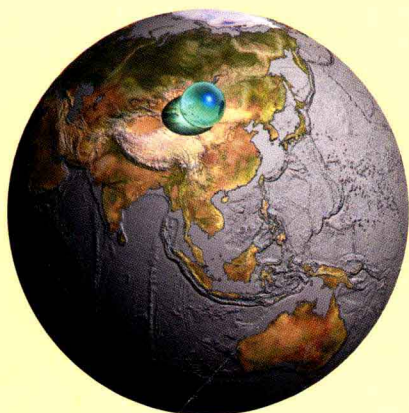


由于地球表面的大部分都被水覆盖着，所以地球又被称为“蓝色星球”。

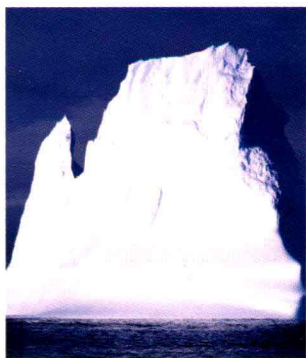
地球上空气和水的含量

水源丰富的星球

地球上水的总储量大约是138.6亿立方米，相当于博登湖水量的近2800万倍。富含盐分的海水覆盖了地球表面的四分之三，而淡水却极少。这些淡水以冰山、冰川的形式存在，也存在于湖泊、河流和地下水中。太阳系中除了地球，再没有其他星球有如此丰富的水资源，因为它们与太阳的距离总是不合适：要么距离太阳太远，其表面温度过低，水被永远冻结了，以冰的形式存在；要么离太阳太近，水完全蒸发掉了。



如果将地球上所有的水和空气聚集成球形来描述，那么人们就可以清楚地发现，地球上的水储量（蓝色球体，直径1390千米）和空气储量（粉红色球体，直径1999千米）是多么的有限。



地球上淡水资源的四分之三以冰的形式存在于南极地区。

现在我们知道，很久以前大气层并不是今天的这个样子。地球大气层演化过程大致可分为三个阶段。四五十亿年前，在地球凝聚诞生时，氢、氦、氮和碳形成的一些较轻的气体，比如碳和氢化合生成

的甲烷，氮和氢化合生成的氨，氢和氧构成的水蒸气，构成了早期的原始大气层。那个时候氧在大气中的含量还非常少。

当大气层发展到第二阶段时，地球上已经有原始生命存在了，比如能“呼吸”甲烷和其他气体的原始细菌。这些细菌生活在岩石中，它们在呼吸的同时也在“生产”碳化合物。

大约在20亿年前，由于太阳光中紫外线的照射，碳元素和氧元素发生化学反应生成了二氧化碳，而氮元素保持游离状态，以氮气的形式存在于大气中。这样便形成了大气层的第三阶段。

若不是地球上生命的影响，即使到今天，大气层都有可能还停留在第三阶段。众所周知，绿色植物能进行光合作用，即在阳光和叶绿素（一种绿色的色素）的作用下，将二氧化碳和水转化为糖类，并释放出氧气的过程，也就是把无机物（二氧化碳和水）转化为有机物（糖类）和氧气。正是由于植物的光合作用，大气层才逐渐发展成今天这样。也就是说，植物进行光合作用生成大量的氧气，使大气层中的氧气含量逐渐上升，呼吸氧气的动物才得以生存和繁衍。

通过绿色植物的光合作用，大气层中的氧气含量逐渐上升。



地球上的水是从哪里来的？

当大气层发展到第二阶段时，

氢和氧化合生成水，这些水以水蒸气的形式在大气层中越聚越多，最后变成滂

沱大雨，呼啸着扑向炙热的地面。也有一些科学家持不同观点，他们认为这些水是以大冰块的形式落到地面上的。最初，由于地表温度高，这些水或冰被蒸发掉了，以水蒸气的形式返回到大气层中。但随着地表温度的不断下降，数百万年后，落到地面上的水不再蒸发，而是在地表聚集，逐渐形成深海，原始海洋就这样形成了。

由于雨水不断地冲刷、侵蚀，使地球表层岩石中的盐分慢慢溶解，那时的海水中就已经含有盐分了。每年约有一米多深的海水（每

升含盐35克）从海洋中蒸发变成水蒸气，而其中含有的盐分却继续留在了海洋里。

今天许多研究者都认为，正是

地球上最早的生命诞生于水中吗？

因为有了水，植物和动物才能得以生存和繁衍。大约在40亿年前，也

就是大气层形成的第二阶段、水刚刚出现的时候，地球上可能就有了生命。那时候，在原始海洋平坦的海湾中出现了许多化合物，经过长期积累，相互作用，形成了新的物质。这些最先出现的化合物是构成生命体最重要的基石。而在炽热的云层运动时所形成的暴风雨释放出了巨大的能量，它和太阳光一起为生

由于最初地表温度持续下降，便出现了原始海洋。



一些科学家猜测，生命起源于深海热泉喷口附近。图为美国黄石公园内的一处温泉。

另一些科学家猜测，原始的生命应该起源于海底温度较高的水域附近。因为那里有很多含硫的矿物碎块，在其周围积聚了许多可以促进物质代谢的分子，而硫化氢的燃烧为还原二氧化碳而制造有机物提供了能量。自从十几年前海洋学家在炽热的深海火山喷口附近发现细菌以来，越来越多的科学家支持这种猜测。而发现的这些细菌属于原始细菌，它们获得能量的方式仍和以前一

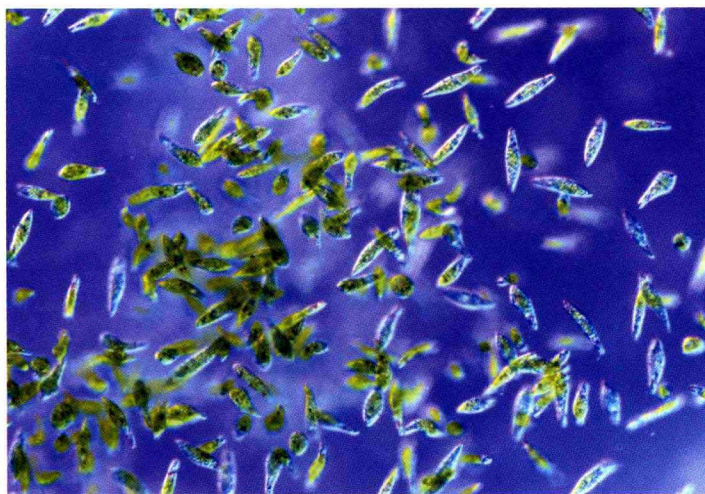
样。高温、缺氧、含硫和偏酸的环境，不仅有利于生命的出现，还有利于生命的延续。

生命形成的初期大约持续了二三十亿年。那时只有一些低等生物出现，比如单细胞生物、蓝藻和原始细菌。通过现存的化石我们可以推测，直到5亿7000万年前的古生代才出现较高等的生物，如海藻和海洋动物。在这之后又过了很久，大约3亿5000万年前，才出现了陆生植物和最初的脊椎动物。这些脊椎动物依靠四肢爬上陆地，离开了海洋。但是所有的植物和动物仍然依赖着水才能生存。

没有了空气和水，还会有生命吗？

除了一些微生物以外，其他所有的生物都要依靠呼吸空气中的氧气来生存。有些微生物可以在缺氧的环境下，利用无氧呼吸的方式继续生存，我们把这个过程称为发酵。这种生存方式源于史前生物，

最早的单细胞生物出现在水中。左图为放射虫，右图是一大群鞭毛虫，它们可以进行光合作用。





鲸要时常浮出水面换气。它们是通过背部的气孔来呼吸的。

因为当时地球上还没有氧气，它们必须依靠这种呼吸方式来维持生命。但有些微生物是完全厌氧的，比如沼气菌，即使一点点氧气对它们来说也是致命的。

与此相反，我们人类和其他所有高等动植物都要通过呼吸空气来获得能量。所以我们可以这样理解，从生理机能和新陈代谢的角度来说，空气比食物和水更重要。

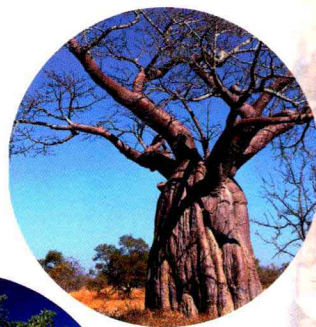
设想一下，如果有一天地球周围的大气层突然脱离地球而飘向宇宙空间，那么包括我们人类在内的所有地球上的生物都将不复存在。如果没有空气，人类和其他动物都会在15分钟内死亡，就连植物也会窒息而死。

人类最多可以2~3天不喝水，如果时间再长，就会对身体造成伤害。由此可见，水对我们来说是除空气之外最重要的物质。和其

他生物体一样，水在人体内也占有相当大的比例，它是身体必须的物质。我们日常生活中流泪、出汗或者对某物“垂涎欲滴”时都与身体内的水有着直接的联系。当然植物也离不开水，因为只有在水的作用下细胞才能吸收利用营养成分。

没有空气和水就不存在气候与天气，也不会有森林、耕地和花园。河流和海洋将会干涸，取而代之的是巨大的盆地。空气和水就意味着生命！如果没有它们，地球将会和月球一样，毫无生机，一片死寂。

通过一根进气管我们就可以一直在水下畅游，不必像鲸鱼那样浮出水面换气。



上图是干旱时期的猴面包树，左图是水量充沛时的景象。

耐旱植物

如果长时间不下雨，许多植物就要缺水而死。但是，有的植物可以在雨量充沛时储存水分，以备不时之需，仙人掌和猴面包树就是这样的植物。一棵成熟的猴面包树最多可以储存5000升水。不仅如此，当遇到干旱时，它还可以主动脱去叶片，以减少水分的蒸发，使自己能顺利度过旱季。另外，对于植物的种子来说，水也是必不可少的，因为种子必须经过浸水泡涨后才能发芽。





图为印度的洗身仪式。许多宗教都相信水有洁净和治病的作用。

原始的空气理论

古代科学家认为，万物的本原是有限的空气。空气的膨胀和浓缩使世间万物得以形成。稀薄的空气变成火，浓缩的空气会形成风，再进一步浓缩就形成云、水、土壤，最浓密时形成岩石。

在古代， 空气和水意味着什么？

几乎在所有民族的神话和传说中，水都扮演着重要的角色。水可以疗伤止痛，甚至起死回生。它还可以使弱者重新振作起来，强者更加强大。在大多数宗教和文明中，水不仅仅具有神奇的魔力，人们更是把它看成是生命之源。

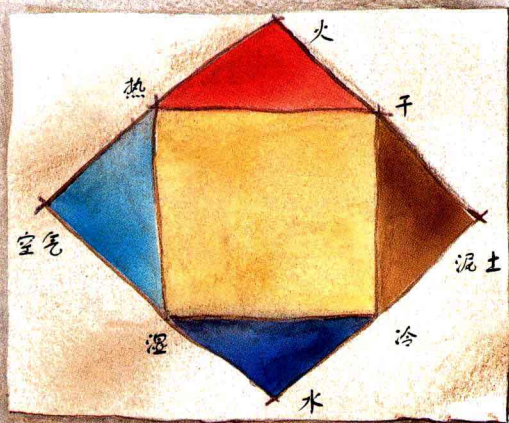
公元前8世纪，诗人荷马（公元前750-650）在他的叙事诗《伊利亚特》中写道：“正是这浩瀚的海洋缓缓退去的波浪，赋予了万物以生命。”而古希腊七位贤人之一的泰勒斯（公元前625-574）也认为，水为万物之源。与此相反，泰勒斯的继任者阿那克西曼尼（公

元前585-525）首先提出，空气才是万物的起源。在这之后，哲学家恩培多克勒综合了以前哲学家们的见解，提出宇宙万物是由火、水、空气和泥土这四种基础物质（也叫四元素）构成的。古代著名的思想家亚里士多德（公元前384-322）研究了这些基础物质之间的相互关系，以及由于它们基本性质的不同而相互转化的原因，并提出了“原性学说”。这四种物质转化关系及条件如下图中的四边形所示。

在这之后的2000多年里，人们一直认为亚里士多德的相关理论是正确的。直到17世纪，伽利略、格里克、托里拆利和其他科学家发现了现代自然科学的基本规律后，人们才知道亚里士多德的理论是错误的，并真正了解了空气和水的内在联系。



亚里士多德
(公元前 384-322)



亚里士多德用“原性学说”解释这四种物质之间的关系。

空气和水的重要特性



我们周围的空气中有无数的灰尘。一个只有在显微镜下才能看到的小泥球里，就可能包含着霉菌、胡子茬、花粉和植物碎屑等。

空气由哪些物质构成？

空气是由许多无色、无味的气体混合而成的。和地球上的其他物质一样，这些气体也是由无数极小的原子、分子构成的。固体的分子之间结合的较为紧密，而气体的分子不受约束，它们十分活跃，不停地进行着无规则的运动。

远古时代，空气曾被认为是一种简单的物质，随着人们对空气的逐渐了解才发现它的组成十分复杂。空气主要组成成分是氮气、氧气和二氧化碳。除此之外，空气中还包含1600多种微量气体，这其中最重要的是稀有气体——氦气、氖气、氩

气、氪气和氙气。另外，空气中还有大量的水蒸气 and 无数的尘埃，仅仅1立方米的干燥空气中就有15万个小尘埃！

氮气是空气中含量最高的气体，约占78%，将近4/5，而氧气在空气中只占21%，还不足1/4。但地球上的生物能直接从空气中吸收氧气，而不是含量高的氮气。

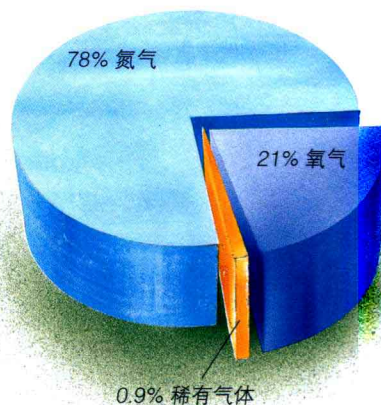
虽然二氧化碳在空气中只占0.03%，但却十分重要，绿色植物需要它来进行光合作用。在进行光合作用时，植物将空气中二氧化碳和水转化为葡萄糖并释放出氧气。所以说，如果没有二氧化碳，地球上连一棵草、一片树叶都不会存在。

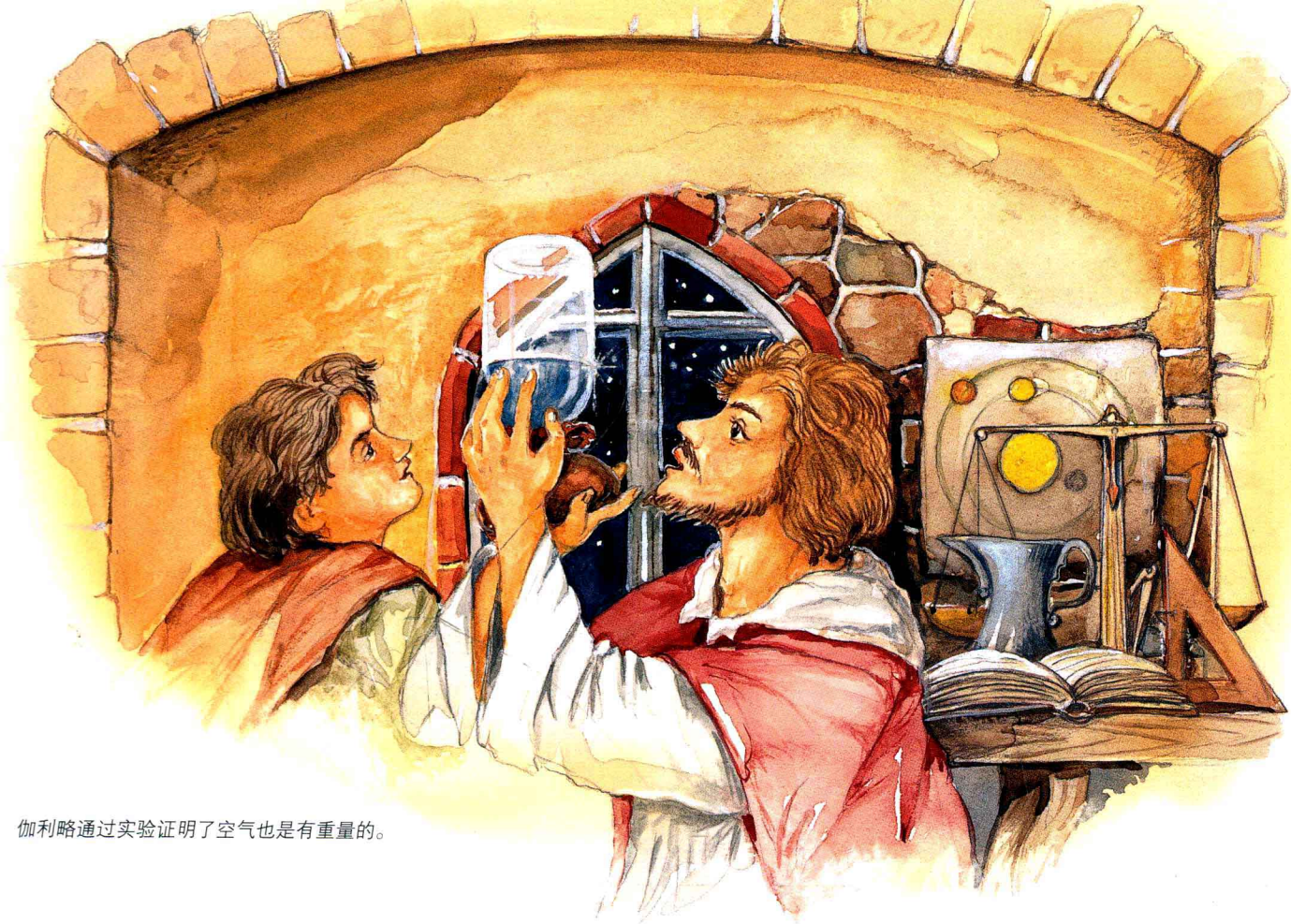
我们在呼吸时吸入氧气，呼出二氧化碳。植物就利用二氧化碳进行光合作用。

氮 气

“氮气”一词在德语中有“窒息的气体”的意思。法国化学家拉瓦锡称之为“无生命的物质”，因为它对生物的呼吸没有帮助。但很久以来，科学家们就认为这种表述不准确，因为氮元素构成了一种重要的连接物质——氨基酸。因此氮气也是构成生命体必不可少的物质之一。

空气中主要成分及其比例：





伽利略通过实验证明了空气也是有重量的。

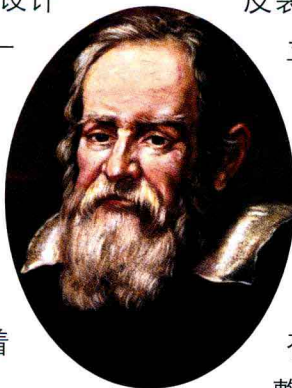
空气有重量吗？

有重量的空气

1立方米空气的重量大约为1.29千克。我们很难相信，有的时候一个房间内的空气竟有40~50千克，甚至60千克，和我们的体重差不多。每人每天至少需要6立方米空气，大约有7千克的重量。

三百多年前，意大利科学家伽利略（1564—1642）就开始探索空气是否也有重量。为此他设计

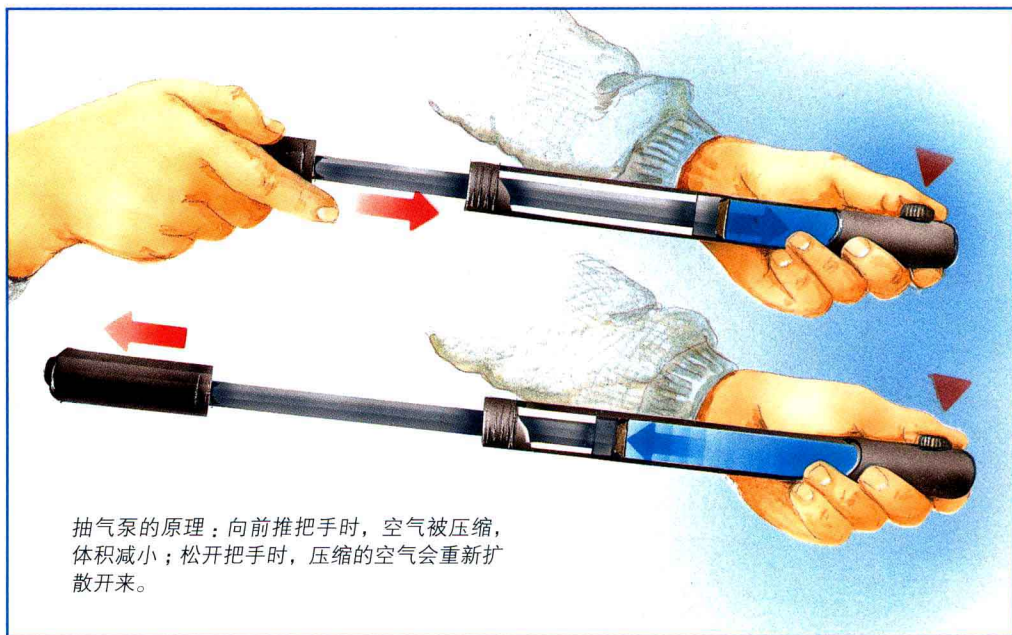
了一个实验：首先他把一个防水、不透气的皮袋灌满水，然后把它和一个结实的空瓶子嘴对嘴地连在一起。皮袋的形状和瓶子差不多，但容积只有瓶子的3/4。接着伽利略把皮袋的口喷湿，皮袋口就会收缩，并紧紧地包裹住瓶口。这时伽利略把皮袋里的水挤进瓶里，然后他把空皮



伽利略
(1564—1642)

袋卷起来绑在瓶口上。原来满是空气的瓶子里现在3/4是水，空气都被挤在瓶子上部，占总体积的1/4（注：此时的空气是压缩空气）。伽利略称了一下总重量，然后取下皮袋。这时，被压缩的空气

立刻恢复原状，部分逃离出瓶子。也就是说，此时瓶中的空气是正常压力下的空气，而不再是压缩空气。随后伽利略又重新把空皮袋固定在瓶口上，再一次地称了整体的重量。实验结果让伽利略非常惊讶：第一次的重量比第二次的要大。由此伽利略得出结论：空气也是有重量的。



人们把没有空气的状态称为**真空**。难道真空真的什么都没有吗？科学家已经证明，真空中存在着特殊的粒子，它们不间断的出现，但在一万亿分之几秒后又消失了。真空的确存在，但并不是什么都没有。如果没有真空，我们多彩的世界将会单调许多。白炽灯、电视屏幕和暖水瓶，它们的制作都利用了真空的原理。

抽气泵的原理：向前推把手时，空气被压缩，体积减小；松开把手时，压缩的空气会重新扩散开来。

几十年后，马德堡市市长、自然科学家奥托·格里克(1602-1686)也证实了空气是有重量的。他解释说：“如果空气没有重量，大气层就会马上脱离地球。”这样解释比较合理，因为凡是有质量的物体，都受地球引力的作用。从那时起人们才认识到空气与液体、固体一样，都是客观存在的物质。

消除时，它又会马上扩散开来。据考证，希腊建筑师克特西比乌斯·亚历山大是世界上第一个认识到这一点的人。2000多年前，亚历山大做过这样一个小实验：把空气装入一个封闭的汽缸里，并用活塞进行挤压，空气在外力的作用下体积就会变小，可一旦外力消失，空气会马上恢复原样。

通过自行车的打气筒，我们可以很直观地验证空气的这种性质。当我们把打气筒的把手向上提起时，空气就从下部的开口处进入打气筒内，然后把排气阀堵住，并使出全力向下压把手，这时，打气筒内的空气就被压缩了。随后突然松开把手，我们可以看到，把手被弹了回来。这是因为打气筒内的空气在没有压力的情况下，又重新扩散开来。

空气可以被压缩吗？

空气是由无数气体分子组成的，而且这些分子不断地进行着无规则的运动，所以分子间经常相互碰撞又弹开。固体和液体中的分子是相互吸引的，与之相反，空气中的分子却相互排斥。也恰恰是由于这个原因，空气才会四处飘散，并均匀的分布，所以即使是很小的空间也会被空气填满。但在外力的作用下空气也是可以被压缩的，当外力



1795 年时的抽气泵



潜水员要随身携带一个储气筒，里面装着用来呼吸的压缩气体。

世界上第一台抽气泵

为了验证是否存在真空，1650年，科学家奥托·格里克设计了一个抽气泵，用它可以把圆桶中的空气抽出。这个抽气泵有一个连在圆桶上的汽缸，汽缸内有一个可以手动控制的活塞，当把活塞向上拔起时，圆桶内的部分空气就会通过汽缸与圆桶之间的阀门，进入到汽缸中。然后向下压活塞，先前进入到汽缸内的空气会通过排气口排出。再打开汽缸与圆桶之间的阀门，重复上述过程，直到逐渐把圆桶内的空气抽干净。但是格里克发现，在抽气时总是有空气从接缝处渗入圆桶，所以他采用铜球代替桶来进行实验。虽然奥托·格里克并没有把圆桶和铜球中的空气完全抽出来，但他证实了真空的存在，并发现了如何制造真空的方法。

水是由什么组成的？

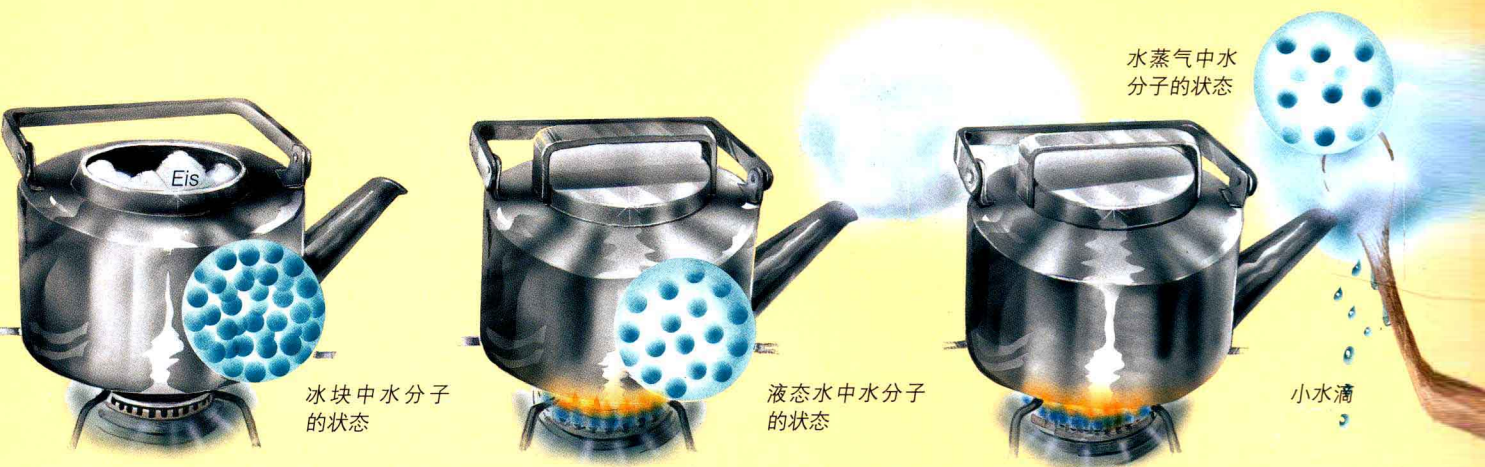
和世界上所有其他的物质一样，每一滴水都是由数百万个微小的分子组成的，而分子又是由更小的原子组成，其直径大约是一亿分之一厘米。水分子由两个氢原子（化学符号是H）和一个氧原子（化学符号是O）组成，这个数量比也可以从水的化学分子式 H_2O 中



化学家安托万·拉瓦锡(1743–1794)通过气体发生器，用氧气和氢气制成了水。

看出来。另外，在空气中也能找到水的组成成分，因为空气中含有大量的水蒸气。

水分子之间的结合并不是很紧密，它们很活跃，可以在一定范围内自由运动，这也是水可以流动的一个原因。固体物质的分子就不同，它们在狭窄空间里形成了某种形状，占据着自己的位置，不愿意挪动。而气体分子可以自由的、无拘无束的运动，就像空气分子，可以随处扩散。



水的物态



水蒸气在玻璃上凝结

我们日常生活中接触到的水都是液态的，比如饮用水、洗澡水和雨水。但水也能够以固体或者气体的形式存在。水在自然界中共有三种状态：固态，也就是冰；液态，即液态水；气态，即水蒸气。

在自然界中，很少有物质像水一样，在不同的状态下有专属的名称。当物态发生变化时，物质本身并没有改变，改变的仅仅是其存在的形式。水的物态变化有6种，分别为：汽化和液化，熔化和凝固，升华和凝华。

当水温低于 0°C 时，淡水开始凝固

固态的水

结冰，水分子的活动也随之减少，直到互相紧密地结合在一起。冰川、冰山、雪花、冰雹和霜都是淡水的固体形式。由于海水中含有盐分，所以只有当水温低于零下 1.9°C 时，海水才开始结冰。利用这个原理，人们可以在结冰的路面上撒盐，加速冰的融化。

水由液态变为气态是一种汽

气态的水

化现象。当水温达到 100°C ，也就是水的沸点时，液态水就会变成水蒸气。举个简单的例子，当水壶中的水达到沸点并开始沸腾时，我们会听到刺耳的哨声，这是水变成水蒸气后，从壶嘴处冒出来时发出的声音。水蒸气扩散开来，混入空气中，我们就看不见了。可是房屋内的温度要比水壶里的低得多，所以部分水蒸气会在壶嘴处又重新变成液态。由不可见的水蒸气变为可见的、由许多小水滴构成的水雾，这个过程叫做冷凝。

水的状态不仅与温度有关，

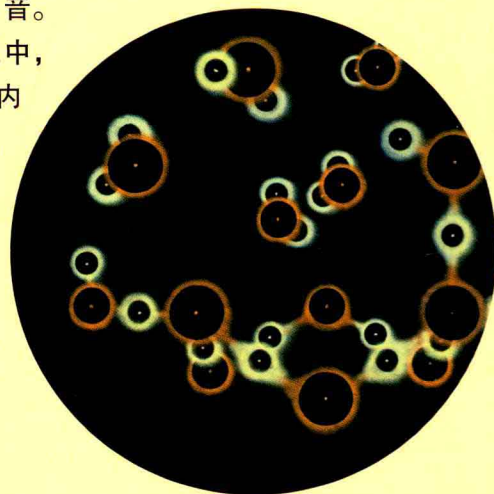
温度与压力

还与压力有关。

比如在近 9000 米高的珠穆朗玛峰峰顶，那里的气压只有地面的 $1/3$ ，水在 70°C 时就沸腾了，因为水的沸点会随着压力的增加而升高。相反，随着压力的增加，冰的熔点会随之降低，这就是压力与冰的熔点之间奇妙的关系。

比如滑冰运动员在冰上滑行时，对冰面施加了压力，冰就会在低于 0°C 的情况下开始融化。其实，滑冰运动员是在一层水膜上快速滑行。

当水由固态变为液态时，水分子（红色代表氧原子，黄色代表氢原子）之间的相互作用力会减小。



为什么湖水不会从底部开始结冰？

冻融风化

一般在寒冷的高山上，岩石缝中的水在冻结成冰时，体积会增大约9%，对它周围的岩石裂缝产生压力，把坚固的岩石涨裂，使岩缝加深加宽。当冰融化时，水沿裂缝渗入到岩石内部，并再次结冰。这样反复冻结、融化，使岩缝不断涨裂的过程，我们叫做冻融风化或冰劈作用。

温度下降时，大多数液体的体积会缩小，同时密度（物质每立方厘米的质量）会变大。但水却是个例外。在 4°C 时，水的密度最大，体积最小，因此， 4°C 的水是最重的。人们把这种偏离常理的变化看做水的异常现象。如果水温继续下降，其密度又会变小。所以 4°C 的水比 6°C 和 2°C 的水都要重，这也就不难理解，为什么 4°C 的水会沉在湖底，而高于或低于 4°C 的水会上升。由于最冷的水会向上运动，所以总是湖面最先结冰。在任何情况下，水的密度都比冰的密度大，冰能漂浮在水面上就是由于这个原因。

我们可以设想一下，如果水不具备这种反常的特性（ 4°C 时最



结冰后的海水（小块的碎冰会聚集在一起形成巨大的浮冰）

重），那么 0°C 的水将会沉到湖底，湖水就会从底部开始结冰。在这样的湖里，所有的鱼、蜗牛、贝类、青蛙和水生植物都可能活不过那个冬天。春天时，湖底的冰融化的过程也会缓慢得多，即使是到了夏天，湖底深处的冰恐怕也不会融化。正是由于水有这个异常的特性，在寒冷的冬季，湖底的水温也不会降到 4°C 以下。

不流动的水会由上至下逐渐结冰。随着深度的增加，水温会逐渐提高，所以冬天即便湖面结冰，水下生物也不会被冻死。

