



* 趣味化学丛书 *

揭开空气的秘密



科学普及出版社

趣味化学丛书

揭开空

程在

科学普及出版社

趣味化学丛书
揭开空气的秘密
程在里 等编译
责任编辑：刘 浏
封面设计：王 喆
插图

*

科学普及出版社出版(北京魏公村白石桥路32号)
新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售
北京四季青印刷厂印刷

*

开本: 787×1092毫米 1/32 印张: 2 1/2 字数: 51千字

1983年5月第1版 1983年5月第1次印刷

印数: 1—12,500册 定价: 0.27元

统一书号: 13051·1359 本社书号: 0669

内 容 提 要

我们天天都和空气打交道，但是一般人对它了解得并不多。它到底有些什么秘密呢？这些秘密是谁发现的？怎么发现的？《揭开空气的秘密》一书用讲故事的方式层层深入地回答了这些问题。

本书是根据日本当代著名地球化学家、日本地球化学协会理事长、海洋学会会长三宅泰雄先生所著《空气的发现》一书编译的。三宅泰雄先生一贯主张：“科学教育必须和科学史结合起来进行。仅向学生灌输科学知识，而不触及科学家的思想和生活，恐怕也就不会理解科学的真髓与实质。”他还认为：“科学教育不应采取只重视记忆的注入主义，而必须把重点放在理解科学发展的逻辑上。”《空气的发现》在某种意义上说，是作者为了实现上述想法而进行的一个尝试。因此全书无论是结构、内容，还是语言、文字，都很有特点。译文基本上保持了原书的这些特点：语言亲切，文字通俗，叙述透彻，插图生动，内容丰富。

本书特别适合高小以上程度的青少年阅读，对中小学教师亦有参考价值，并可供我国科普作者从事创作时借鉴。

前 言

为了在具有中学文化水平的青少年中普及化学知识，指导他们开展化学实验和课外活动，引导他们爱科学、学科学、用科学，进一步提高文化科学水平，更好地掌握建设四化的本领，我们编辑出版了这套“趣味化学丛书”。

当前，在我国中学化学教学中存在着死记硬背和忽视实验的倾向，加之社会上也存在一种将环境污染片面地归罪于化学科学的错误看法，致使许多学生不热爱化学，甚至少数人视学化学为畏途。实际上，我们的衣、食、住、行哪一样都离不开化学；尖端的科学技术哪一项也离不开化学。原子反应堆的材料、火箭的高能燃料、半导体的超纯物质……的出现，都是化学的贡献。可见，环境污染绝不是化学科学的罪过，恰恰相反，是轻视化学和对化学无知所造成的后果。

爱因斯坦有一句名言：“喜爱比责任感是更好的教师。”我们编辑“趣味化学丛书”的目的，也正是想通过化学故事、趣味化学实验和游戏、化学家的轶事和化学文艺活动等生动活泼的形式，培养青少年对化学的兴趣，增进他们的积极思维和动手能力。这样，既可加深他们对课堂知识的理解，又可丰富他们的课外活动内容。我们相信：只要化学知识学得活，学得主动，学起来也就会感到有趣，就会感到越学越想学。

“趣味化学丛书”编委会

1982. 8.

目 录

1. 眼睛看不到的东西.....	1
2. 空气也有重量.....	2
3. 包围着我们的大气——它的重量.....	5
4. 瓦斯(气体)的概念及这一名称的起源.....	8
5. 气体的体积随压力而变化.....	9
6. 马德堡实验.....	10
7. 燃烧的道理.....	12
8. 元素的想法.....	13
9. 一个大错误——燃素学说.....	15
10. “固定空气”——二氧化碳的发现.....	17
11. “浊气”——氮的发现.....	18
12. “脱燃素空气”——氧的发现.....	19
13. 氧的另一个发现者——舍勒.....	21
14. 化学之父拉瓦锡.....	22
15. 怪人卡文迪许.....	26
16. 物质的重量不会消失.....	28
17. 物质的原材料——元素.....	28
18. 什么叫做化合物.....	30
19. 空气是化合物吗.....	31
20. 倍比定律.....	33
21. 原子论的诞生.....	34
22. 盖·吕萨克和气球.....	36
23. 气体的膨胀系数都相等.....	39

24. 气体反应定律.....	40
25. 阿佛伽德罗的分子学说.....	41
26. 氩的发现.....	44
27. 懒惰的氩.....	46
28. 太阳的物质——氦.....	47
29. 氦和放射性元素.....	49
30. 臭氧——带味的气体.....	52
31. 臭氧和紫外线.....	53
32. 二氧化碳——生命的根本.....	56
33. 什么是有机化合物.....	58
34. 蓝色的炭火.....	59
35. 大气里的杂质.....	61
36. 空气也有颜色.....	63
37. 空气也能变成液体.....	66
38. 气压随高度变化.....	68
39. 空气的组成起变化的高度.....	69
40. 大气的温度.....	70
结束语.....	72

1. 眼睛看不到 的东西

可闻不可见，
能重复能轻，
镜前飘落粉，
琴上响余声。



这是我国南北朝时何逊作的诗，名叫咏春风。

对于我们周围的纸呀，树呀，布片呀，水呀，我们都能用眼睛看得到，用手摸得着，可以清楚地知道它的存在。风却是我们眼睛看不到，手也摸不到的。一旦到刮大风的时候，人就好象要被吹跑了似的，而在另一些时候，微风吹拂着我们的双颊，又会非常惬意。

所以，我们确实感觉到，在我们的周围有什么东西在活动着。人们给这个未知的东西起了个名字叫空气。不过空气跟桌子、墨水等可不一样，能不能明确地说它是“物”呢，人们一时还搞不清楚。因为空气的“空”字，原来就是“什么也没有”和什么都无有的“天空”的意思。而“气”字又包含一定的玄秘的意思，譬如人死就叫做没有“气”了。就是说，还不能把产生风的空气断定为与树木、石头一样的“物”，只能认为它好象是什么魂魄之类的玩意儿。

我们经常不断地呼吸，所以古时候的人就愈加认为空气和魂魄是不可分的。这类想法在哪个国家都曾有过。

你们大概都知道吧，如果用棍子捅捅沼泽和池塘的底



部，就会噗噗地冒出泡来。还有用面起子发面的时候，掺水揉出来的面团，会慢慢地发起来。有人也见过造酒的情况，那也是会冒起很多泡来的。

古时候的人，认为这些气体跟空气是一回事，因此都简单地用空气这个字眼来称呼它们。

2. 空气也有重量

我们周围的东西，一切都有重量。就是象羽毛那样轻的东西，也还是有重量的。古时候的人认为空气没有重量，所以把它看成好似魂魄。你们在从学校里学到有关空气的知识以前，大概也是这样想的吧。

最初看出来空气并不是魂魄而是有重量的人，是意大利的伽俐略（1564—1642年）。

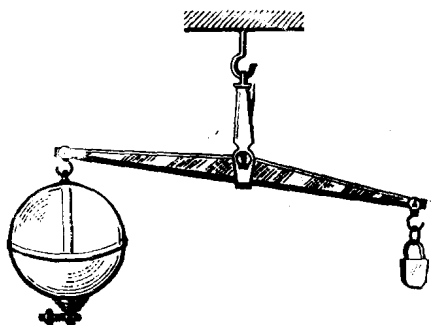
伽俐略于1564年生在比萨市。当时人们都认为地球是宇宙的中心，一切星球（包括太阳），都是围绕地球转的。第一个打破这种想法的是尼古拉·哥白尼（1473—1543年）。他根据天文学的观测，首先弄清了地球并不是宇宙的中心，相反地，应该是地球围绕太阳转动。这个学说把人类在此以前几千年来一直不抱任何怀疑而彻底相信的东西，来了个大翻个儿。所以它在当时真是奇特的学说。伽俐略为进一步弄清哥白尼的学说，对许多星球进行了观测，从而认清了那是无可怀

疑的真理。于是他勇敢地宣传了这一学说，使得当时的人大吃一惊。当时欧洲长时期处在天主教（旧教）统治之下，所以当时的人们认为伽俐略的想法冒渎了天主教，危害了社会，因此对他进行了审判，并把他投入监牢横加虐待凌辱。伽俐略不仅捍卫和宣传了哥白尼学说，还留下了各种业绩，所以直到今天被人们尊为科学之父。在他许多的业绩当中，有一个就是发现了空气是有重量的，恐怕单凭这一点，就足以使伽俐略的名字永垂不朽。

那么，伽俐略是怎样发现空气有重量的呢？

伽俐略用气泵向一个大玻璃瓶子里打足气，然后用天平称量它。他先让天平平衡以后，再把瓶口打开，于是瓶子这边变轻了，放砝码那边变重了。他认为这是因为打进去的空气跑走了一部分，瓶子减轻的重量就是跑走那部分空气的重量。这样一来他就弄清楚了空气是有重量的；接着，他就想知道空气和水比较，具有怎样的比重。伽俐略立刻又用下述方法测量了空气的比重。

他将一个装满空气的圆筒（设法不让圆筒内原有的空气跑掉），装水至容积的 $\frac{3}{4}$ ，并称量圆筒的重量。然后在圆筒上开个小孔，放出相当于容积 $\frac{3}{4}$ 的空气，再称量圆筒的重量。从两次重量的差（即跑走的空气的重量）可计算出空气的比重。假如相当于圆筒容积的 $\frac{3}{4}$ 的水的重量为 W ，放出 $\frac{3}{4}$ 的空气以



后，圆筒减少的重量为 a ，空气的比重就可以用 $\frac{a}{W}$ 求出来了。

伽俐略根据这个测量，知道了空气的重量大约是水的重量的四百分之一。当然，今天根据后来的更加精密的测量，知道空气的重量和水比较，是773分之1。换句话说，一立方厘米水（摄氏4度）的重量为1克，而在摄氏零度、一个大气压的情况下，一立方厘米的空气只不过是0.00129克（关于气压，后面再加以说明）。

那么，我们从伽俐略那里学到了什么呢？首先，几千年来人们深信空气是没有重量的，好象是魂魄似的东西，但是伽俐略对这点表示怀疑。为了搞清自己的疑问，辨明真伪，就自己动手进行了测量，于是他用天平证实了空气是有重量的。

伽俐略的这种精神，我们管它叫做“科学精神”。换句话说，所谓科学精神，就是不管多么伟大人物说过的话，哪怕是千万人自古以来就相信的东西，或者如果反对它就有坐牢的危险，一旦经过自己亲手称了它的重量，用钟表计算了它的时间，然后又进行了思考，如果证实这个考察是正确的话，那就应该坚信不移、坚持到底。根据这种精神，哥白尼和伽俐略纠正了几千年来人们的错误认识，最先告诉我们，地球是围绕着太阳转的，空气是有重量的。就因为这样，我们直到今天还把伽俐略尊做“科学之父”，对他表示极大的敬意。在那以前，人们完全没经过什么实验，只是在头脑中朦胧地认为，空气是没有重量的呀，人是神创造的呀，所以这个地球当然是宇宙的中心呀，等等，盲目地相信这些。

同学们如果认为这些都是古时候的事，现在不会再有这样的了，这种想法是不对头的。任何时候都有那么一些不合

理的事,经过很多人,甚至经过公认的伟大人物宣传,为人们所相信。我们必须学习并继承伽俐略、哥白尼的这种不屈不挠的精神,跟这种不合理的现象斗争到底,成为一个能把最正确的东西传授给人们的人。

空气,一直被认为不是物质而好似魂魄,原来也是有重量的。我们虽然用眼睛看不到空气,但是它就在我们眼前,如同其它可以用手拿的一切东西一样,它也是一种物质,这一点我们从伽俐略那里学到了。

3. 包围着我们的大气——它的重量

伽俐略于1642年,以七十八岁高龄结束了不幸的一生。

在伽俐略之后,有一个伽俐略的学生叫做托利拆里(1608—1647年),他进一步发展了伽俐略所发现的空气也有重量的事实,作出了了不起的新发现。

托利拆里用一支一端封闭的长玻璃管,装满了水银,然后让开口的一头朝下(注意不让空气进去),插入水银壶里。其结果怎么样呢?水银落下来一截,在大约76厘米的高度停下来了。因为注意到完全不让空气钻进去,水银上部应该没有空气的,并且水银柱在76厘米的高度上停着不动。这是什么缘故呢?托利拆里对于这个现象的解释是:大气的重量,也就是说整个地球周围的空气层的重量,把水银给压上来了。

假定这个玻璃管的横截面积为1厘米²,



水银的比重为 13.6克/厘米^3 ，水银柱的高度为76厘米，则它们的乘积为 1.033千克/厘米^2 ，就是这个力把水银给压上来了。按托利拆里的想法，大气的重量，即大气的压力，每一平方厘米约为1.03千克。

我们曾经认为空气是象魂魄一样的东西，甚至连重量都没有。但伽俐略告诉了我们，这东西虽然轻，还是有重量的，与水相比，它的重量是水的 $\frac{1}{773}$ 。就是这一种认识，把当时的人们都吓了一跳。而托利拆里还进一步告诉我们：在我们头上的这样轻的空气，整个堆积起来的重量，一平方厘米竟达到1.03千克。这怎能不叫人惊奇呢！当然，当时的人们并没有无条件地相信它。

假如托利拆里的想法是正确的话，那么登上高山重复同样的实验时，因为空气的密度越高越小，当然水银柱的高度也要降低下来。

法国的布雷兹·帕斯卡委托他的一个堂兄弟裴列搞了这样的实验，果然证实了上面的论断。



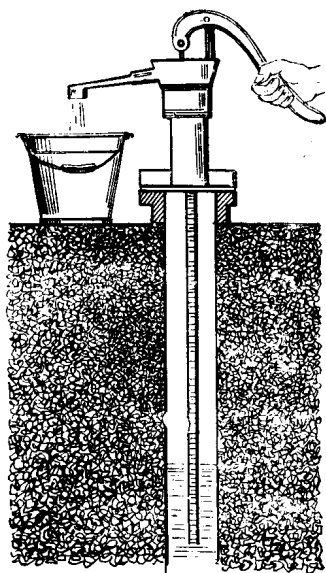
帕斯卡于1623年生于法国的克雷尔蒙。母亲在帕斯卡三岁的时候死去。他父亲对他的培育花了很大力气，没有送他进学校，而是亲自来教育他。帕斯卡从小的时候起，就只承认明显的“真”东西，当人们不能充分地向他讲清楚一事物物的时候，那么他就非要自己弄清它不可。

帕斯卡的父亲想让他先学习希腊语和拉丁语，至于数学，与其说是放在后面学，还不如说是禁止他学。可帕斯卡对数学发生了兴趣，央求他父亲给他讲了很多一点的关于什么是数学的知识。这以后，他就关在自己的屋子里，在地板上画种种图形，自己一个人研究起几何学来了。等他父亲发现的时候，帕斯卡自己原来在一个一个地推导出几何学的定理，并已推导到“三角形内角的和等于二直角”这一定理了。当看到这情形时，帕斯卡的父亲该是怎样惊讶呀！这是帕斯卡12岁时的事情。

这以后，他在数学和物理学方面，留下了很多了不起的成就。

从托利拆里的实验和帕斯卡的测量当中，我们知道了两个重要的事实，一个是整个大气以极大的重量压着我们，另一个就是可以制造没有空气的空间，也就是真空。

自希腊时代以来，人们长期相信“自然界讨厌真空”，就连伽俐略也未能跳出这一错误认识。当时已经知道用水泵汲取井水，能把水抽到离水面大约十米以上的地方。可是连伽俐略也弄不清楚这是怎么回事。自从托利拆里通过实验测出大气的压力，并且得知高10.3米的水柱的压力和大气的压力相等以后，这个问题才能够迎刃而解。



4. 瓦斯(气体)的概念

及这一名称的起源

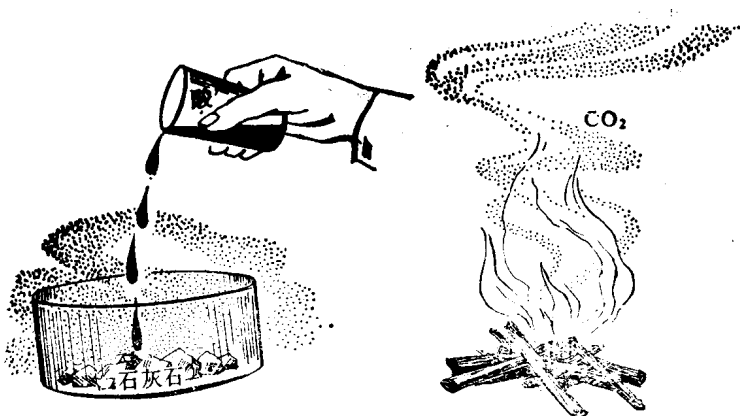
象前面说的那样，是伽俐略发现了空气与我们可以用眼睛看，用手摸的其它一切东西一样，是有重量的。因此我们知道了它也是物质。

我们把树木、石头那些具有固定形状的硬东西叫做“固体”；把象水那样具有流动性，本身虽没有固定形状，但装进一种容器之后就能定形的东西叫做“液体”；而把这个新的“物质”——空气以及和它相似的东西叫做“气体”。

最先提出“气体”这一概念，并给它定名为“瓦斯”的，是出身于贵族的荷兰人凡·赫尔蒙特。赫尔蒙特生于1557年，死于1644年。在他以前，各种气体一直未与空气做任何区分。是他最先告诉我们，气体之中有许多种类；他还给各种气体起了共同的名字叫“瓦斯”(gas)，我们译做“气体”。

赫尔蒙特特别研究了一种气体，这种气体现在我们称做二氧化碳。他弄清了在向石灰石上加酸的时候，木头燃烧的时候，造酒的时候，发生的气体就是二氧化碳。还有矿泉里，也可以产生二氧化碳。

根据凡·赫尔蒙特的这些实验和想法，我们才明白了：空气不过是气体的一种。气体象固体和液体一样，也有很多种类。它和固体、液体一样，一点也不神秘，是同样可以用



科学方法加以处理的物质。不过，凡·赫尔蒙特的想法，也没有能马上下子被人们所接受。那以后，对其它气体来说，人们往往不愿意用“气体”这一名称，而仍叫做空气，这一习惯叫法，继续了很久。

5. 气体的体积 随压力而变化

固体和液体受压之后，从表面上看起来，体积似乎是不变的，可是人们却很容易发现气体是很容易被压缩的。对于压力大小和气体体积的关系，是英国的罗伯



特·波义耳(1626—1691年)用实验加以证实的。

波义耳拿弯曲成U字形的玻璃管,把短的一边的管子的一端封住,将空气关在里面,然后往长的一边的管子里装水银。水银柱的长度达到76厘米的时候,空气的体积就只剩下一半了。这时管子里的空气就受到大气的压力加上与大气压相等的水银柱的压力,所以共计有2个气压在起着作用。等到水银柱增加到76厘米的一倍的时候,空气的体积就变成 $\frac{1}{3}$ 了。由此可知,空气的体积和压力是成反比的。

以后,法国的马略特(1620—1684年)与波义耳毫无关联地、独立地、更为全面地证实了这一点。从而使我们知道了气体体积和压力的关系,并不限于空气,其它气体也是同样的。所以至今管波义耳和马略特发现的这个规律叫做“波义耳-马略特定律”,这是关于气体的性质的基本定律之一。

波义耳时代的化学,主要是想从铅之类廉价的金属里提取金子,或者是研制“长生不老药”,这就是所谓的炼金术。波义耳主张:化学不应该总是这样单纯地为了获利,而应该在坚实的实验和观察的基础上来研究物质的成分是什么,这才是对社会最大的贡献。波义耳和牛顿等优秀人物一起,在伦敦创立了皇家学院。他是英国这一学术组织的奠基人之一。



6. 马德堡实验

由于托利拆里制造了所谓托利拆里的真空,于是打破了