

碳酸气的行踪

TIAN SHAN QIDE XING ZONG



上海教育出版社

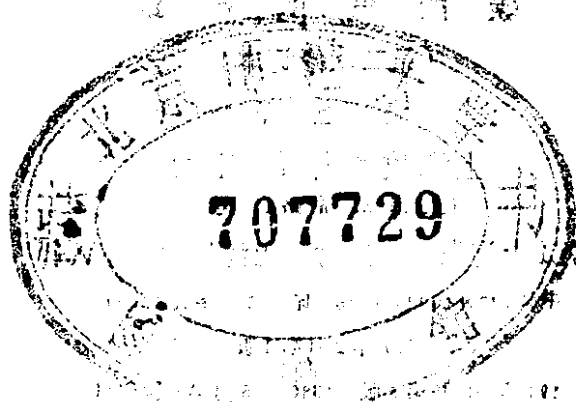
中学生化学课外读物

碳酸气的行踪

陈道章

(第二次修订本)

Jy1/96/01



上海教育出版社

內 容 提 要

本书以通俗流利的笔調，介紹有关碳酸气的各方面知識，例如碳酸气的存在，碳酸气的性质，碳酸气对地球表面岩石及动植物的作用，碳酸气和人类的关系，及其在现代工农业生产中的应用，等等。本书內容密切联系生物學科及地理学科的知識，也密切联系到工农业生产，是一本綜合性讀物，可以開闊学生的眼界，供初高中学生課外閱讀，也可供中学教师参考。

中学生化学课外读物

碳 酸 气 的 行 踪

(第二次修订本)

陈 道 章

上海教育出版社出版

(上海永福路123号)

本书全在上海发行所发行 上海崇明印刷厂印刷

开本 787×1092 1/36 印张 2 字数 37,000

1960年2月第1版

1965年12月第3版 1980年5月第5次印刷

印数 58,001—108,000本

统一书号: 7150·803 定价: 0.16元

目 录

一、开头話	1
二、二氧化碳的存在	3
三、二氧化碳的性情	7
物理性质	7
化学性质	11
四、二氧化碳的制造	16
五、移山倒海	22
初出茅庐第一功	22
錦綉山河的建筑师	23
巧夺天工	28
六、光合作用中的二氧化碳	30
植物食粮的发现	30
光合作用和叶綠素	31
打开农业增产的窍门	35
七、呼吸作用中的二氧化碳	39
植物的呼吸	39
动物的呼吸	42

• • •

二氧化碳和身体健康	45
八、工业战线上的二氧化碳	48
朋友和敌人	48
支援农业	51
九、日常生活里的二氧化碳	53
开山炸土	53
呼风唤雨	54
建筑能手	57
巧手炊事员	58
忠实的保管员	59
模范的救火员	61
十、展望	64

一、开 头 話

一望无际的綠色原野里，有一片庄稼长得特別茂盛。每逢晴朗的早晨，有个农民来到这片地里，瞧一下地里纵横交錯的小管道，然后打开了管道的活門。他巡視了許多管道的小噴口，最后关上了活門，愉快地走开了。他是在給庄稼进一頓丰盛的早餐，这早餐不是什么珍饈美味，而是从管道的噴口里噴出来的碳酸气。

干旱威胁着庄稼地，庄稼渴得要命，叶子变得枯黃。沒有雨水，庄稼有复灭的危險。一架飞机从机場起飞，赶到灾区上空，撒下了冰粒似的“抗旱部队”，天空突然烏黑，下了一场豪雨。那“部队”是固态的碳酸气——干冰。

一座高山擋住交通孔道，爆破手把炭粉和液态氧装进山石的钻孔里，按一下电鈕，接通了电流，发出了热量，使炭粉燃起了火花，一声巨响炸得巨石紛飞，打开了缺口。誰具有这般的威力？炭粉和被氧結合而生成的碳酸气。

住宅里走电失火，警鈴尖銳地叫喊，消防队及时赶到，特种的灭火机噴出的液体立即化气，包围住火場，扑灭了大火。救火的人沒有受到电击，火場里沒有一点水漬。是誰

扑灭了火焰，干得这样干净利落？是特种灭火器里喷射出来的液态碳酸气。

厨房里制造馒头糕饼，用上一些酵母，制成的食品被一个看不见的助手撑得松松软软的，特别好吃。这助手就是发酵过程里产生的碳酸气。

从高山到海洋，从农村到工厂，从矿场到厨房，到处有碳酸气的行踪。千万年来，碳酸气替人类干了不少好事。到底它是个怎么样的“人物”呢？

碳酸气的正式名字是二氧化碳（ CO_2 ），是碳和氧的化合物。17世纪初，人们在燃烧木头时发现了它，因此被叫做“木气”。“木气”一直默默无闻。百多年以后，布拉格（1728—1799）从白垩里找到了它，由于它被固定在白垩里，于是叫它做“固定空气”。后来研究它的人多了，它的性情慢慢地被人所了解。尝尝它的味道，有一点点酸，把它溶到水里，这样的水能使蓝色石蕊纸变成红色。1787年拉瓦锡（1743—1794）把它命名为碳酸气。这个名字，一直流传到今天。可是二氧化碳本身并不具酸性，溶解于水成为碳酸以后才具酸性，所以它又叫碳酐。

早在太古地质年代，那时大气圈里尽是水蒸气和一些氧化碳，找不到氧气（即使有也是极少）。二氧化碳在炎热的大气圈里，在比大气压大1100倍的蒸气压力下，和水蒸气反应生成了氢气，同时诞生了本书的主人翁——二氧化碳！



二氧化碳自从出生以至今日数十亿年里，已替人类立下了不少功劳。它生来就和水結了不解之緣，在太阳和风力的协助之下，它們俩把岩石风化，制造出土壤。于是地上长出植物，无数的飞禽走兽来到人間；草綠山青，花香鳥語，把大地装点成錦綉河山！

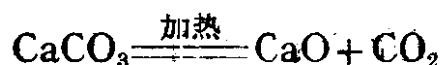
自然界經過亿万年的演化，創造出美丽的世界，其中也有二氧化碳的一份功劳。二氧化碳不但过去替人类立过功劳，今后还要永无休止地替人类工作。它跟我們的关系是十分密切的，是我們的忠实朋友。要更好地利用二氧化碳，必須了解它的特性；这儿不妨介紹一些二氧化碳的特性，当我們充分了解了它，就能够借重它的特性，叫它好好地为人民服务。

二、二氧化碳的存在

二氧化碳在我們的地球上到处都有，空气里二氧化碳占万分之三，一万升空气里就有三升二氧化碳。以重量来算，一万斤空气里却有五斤二氧化碳。这比例各地都如此，没有什么重大变化；但由于昼夜、季节和自然环境等的不同，一些小变化却是有的。例如，城市里就比农村里多，在人烟稠密的木棚里，空气中二氧化碳的含量达到万

分之五至万分之七；公共場所比較多些；室內比室外多些。一般說來，夜間放出的二氧化碳多；但在城市里因為夜間人們睡覺了，街道上冷清清的，二氧化碳經過流動的空氣洗滌以後，反會少一些。二氧化碳比空氣顯得笨重，所以低地的含量比高处多，它集積在土里、水里和地面（平流層），十公里以上的高空已經找不到它的踪跡。它在土里和水里的數量遠遠超過在空氣里的數量。它能夠溶解在水里。溶解在地表水里的游離二氧化碳很多。地下水雖然不容易直接吸收空氣里的二氧化碳，但卻容易吸收土壤里微生物所放出的二氧化碳，吸收的數量也不少。在一升地下水里，含有游離二氧化碳 15—40 毫克，最多達到 150 毫克。

二氧化碳喜歡逛礦坑，游岩洞，往往在這些地方流連不去。煤礦里因為煤的緩慢氧化，不斷產生二氧化碳。舊礦坑里這種氣體集積得更多，礦工們把它叫做“窒息之氣”，人在這種氣體里會窒息而死。岩洞里這種氣體也不少，特別是石灰岩地區，因為岩石一熱，有一部分分解，放出二氧化碳：



某些火山地區源源噴出二氧化碳。活火山如維蘇威火山、埃特納火山和卡特邁火山等噴出的氣體主要是二氧化碳。有時二氧化碳氣流涌出太猛，壓力太大，氣態的二氧化碳變成了液態或固態，噴火口四周煙霧紛紛，有時還紛飛着

冰霰般的固态二氧化碳。不但活的火山如此，就是已经死了的火山，在它未被堵塞的裂缝地区，也随时逸出二氧化碳。它在这些地区还常常跟别的气体结伴同行，一起从地下喷出。

二氧化碳似乎很爱清洁，在好些地下热水里，常发现它“沐浴”其中。这样的碳酸泉，常是过饱和的，溶解在里面的二氧化碳的体积，比水还要大上好几倍。很深的地下水里，每升含量有时高达6—8克；一出地面，压强减低，水里的二氧化碳气泡就汹涌上升，飞出水面便看不见了。杭州西湖清涟寺后有一个泉水，用力在泉水里一搅，过量的二氧化碳气体象珍珠般涌了上来，游人送给它一个漂亮的名称，叫做珍珠泉。山东济南和西南许多地区都有珍珠泉。

岩石受到很高温度分解释放出二氧化碳气体；被释放的二氧化碳溶解在地下水里成为碳酸水，常在地层断裂地带出现，我国台湾就有很多这样的碳酸水。在这种地区钻井取水，常常会碰到间歇泉：泉水断断续续，一会儿喷涌而出，一会儿潜伏不动。当碳酸水沿着钻孔流出时，压强减小，二氧化碳乘机逸出，来势凶猛，水被挟持着喷射出来。气体跑得快，先溜走了，剩下的水里气体少了，水就流不出孔口，反而落下了一点。以后，当下面的水赶了上来，水面重新上升，水和气体又喷了出来。工程技术人员为了反对间歇泉这样任意挥霍二氧化碳，把钻井作成上端小下端大

的圓管，不让二氧化碳逃跑太快；貯藏碳酸水时，还使用密封的池子，这就保藏了較多的二氧化碳，供作碳酸水浴医疗之用。

以上是以游离状态存在的二氧化碳，至于束縛在各种物质里的二氧化碳那就更多了。它通过綠色植物的叶子时，給叶綠素留住了，轉化为树木、花卉等有机物质。森林經過地质年代，被埋葬在地壳里，經受高压高温，变成了灿烂夺目的金剛石，和漆黑坚硬的煤炭。

你到过海濱嗎？海里的二氧化碳比空气里的多得多哩。退潮时海边魚鱗般的沙滩露出水面，沙滩上出現了大大小小的貝壳：有花儿般簇拥在一起的海花石，有多刺的惡鬼貝，有小珍珠水壶般的海胆骨胳。各式各样美丽的貝壳，化学成分大部分是碳酸鈣，一加热，二氧化碳就跑出来了。

許多石头里也有二氧化碳，这些石头是二氧化碳和別的物质作用而成的。石灰岩、白云岩里含有各式碳酸盐，把它們加热或者加酸处理，躲在碳酸盐里的二氧化碳被“解放”出来了。石灰岩遍布在世界各个角落，如果把所有石灰岩里的二氧化碳全部解放出来，会使空气里的二氧化碳含量突然增加二万五千倍！

火成岩跟石灰岩不同，它不是由二氧化碳組成的。可是，出乎意外的，二氧化碳会钻进这些岩石的微小裂隙里，牢牢地被吸附着。有朝一日岩石风化了，二氧化碳又重見

天日，發揮它的作用。估計二氧化碳被火成岩吸附的數量比它在空氣里的總量多了五、六倍。

地球上的二氧化碳真是取之不尽，用之不竭。自空中以至海洋，自高山以至平地，到处有它的踪迹，这是一个无穷的宝藏。

三、二氧化碳的性情

物理性质

划一根火柴，燃一枝蜡烛，火光过处，二氧化碳气体就跟着誕生出来。但是誰也沒有看到它是什么样子的东西。它根本沒有顏色，看也看不到，摸也摸不着。很早的时候，人們就注意到燃燒柴草时发出的气味。燃燒柴草是有些气味的，不过这不是二氧化碳的气味，而是夹杂在燃料里的杂质的气味。純淨二氧化碳，任你嗅觉怎样灵敏，也嗅不出什么来。尝尝它的味道，略帶一些儿酸。

讓我們来檢查它的体重，看看它比空气重呢还是輕。把收集到的一瓶二氧化碳，用一块玻璃片或者一張厚紙盖住瓶口，它就跑不了，因为它比外面的空气重。普通天平就有資格替你作出证明。在天平的一端放一个空杯子，另外一端也放一个同样大小的空杯子——杯子其实不空，里面

是满满的空气。看，天平动了，两臂摇摇摆摆，最后指针在中央零点的地方停了下来，这告诉你天平两端已趋平衡，两杯空气一样重。这时随便在哪个杯子里倒入收集好的二氧化碳，托这个杯子的托盘，因为增加了负担，沉了下来。

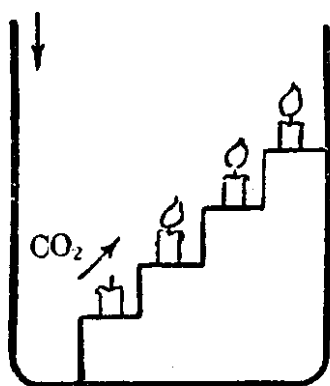
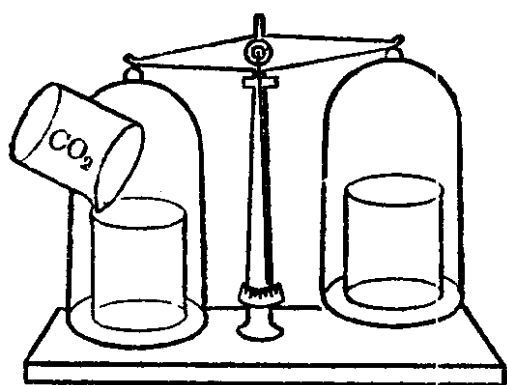


图1 天平证明二氧化碳比空气重

图2 二氧化碳爬上了阶梯

没有天平，也有办法：放一个小阶梯在桶子里，梯子上每一级都点上一根短蜡烛。把二氧化碳慢慢地倒入桶里，让它坠到桶底。来了，它一步一步爬上阶梯，爬上一级“吹”熄了一根蜡烛，蜡烛自下至上，一根一根地全熄灭了，表示二氧化碳已占领了桶内的全部空间。再吹一两个肥皂泡在桶子里。平常由于泡泡比空气重，没有风的吹送，总是下坠的；这一回不同了，它在桶子里不会上升，也不会下沉，飘飘荡荡，吊在半空。因为现在桶子里不是空气，而是比空气重的二氧化碳气体了。

二氧化碳的重量差不多是同体积空气重的一倍半。一

升二氧化碳重 1.977 克，就是說在标准状况下它的密度是每毫升 0.001977 克。

古代沒有現在这样的天平，称不来气体的体重。但是我国古代聪明的人民想出了巧妙的办法来探测气体的比重。三、四世紀时，晋代炼丹家葛洪，已經知道有些深井里有毒气（主要是二氧化碳），而且懂得利用气体比重的原理来探测井里有没有毒气。他說：

“深井多有毒气。五月五日以鸡毛試投井中，毛直下，无毒；若迴四边，不可入。”（《葛洪方》）

比空气重的二氧化碳等有毒气体，喜欢賴在矿坑、深井里不走，所以毛才不会順利地墜落井底，而在井里四边迴翔。

二氧化碳象普通气体一样，会附在别的物体上。不管是微小的尘埃，或者是大块的岩石，它都攀搭上去。特别是对疏松的物质，它还能钻进里面。一块木炭能够吸附比自身体积大上 35 倍的二氧化碳。它也喜欢钻到水里。在 0°C 时 1 体积水能够溶解 1.7 体积的二氧化碳， 20°C 时只能溶解 0.88 体积。可見二氧化碳也象别的气体那样，在水里的溶解度随着溫度的增加而减少。天气热了，它就从水里跑出一些来；冷了，从空气里补充一些进去。二氧化碳的溶解度随着压强的增加而增加。它被人们硬压在汽水里，当汽水盖一打开，压强减低了，它就带着水珠，变成泡沫，冲出

瓶口。

在普通情況下，一升二氧化碳的飽和水溶液里含有約 1.7 克的二氧化碳；把它冷卻，會得到閃亮閃亮的晶体，含有很多的結晶水 ($\text{CO}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$)，4 份重的晶体里几乎有 3 份是水。把晶体取出加熱，二氧化碳化成氣，結晶水溶融了；一個上天，一個下地，各走各的路。結晶水是純水，用這個方法可以从脏水或鹽水里取得純水。

大自然會把水凝成冰，化成氣；但对于二氧化碳就不那麼指揮如意了。現代人類的能力在這方面超过了自然力，人們有力量把二氧化碳變成各种不同的形态。把水凝成冰，降低溫度就行。但把二氧化碳氣體變成液体，单单降低溫度还不行。溫度任凭降得怎麼低，氣態的二氧化碳還是氣態。必須同時增加壓力。在常溫下加 60 個大氣壓，才能够使它液化。同樣的，单单增大壓力，不管溫度情況，也是不行的。它的臨界溫度是 31.1°C 。要得到這樣的溫度，用不着什麼特別的操作，暖和的季節，普通的气溫就跟這差不多。所以它的液化早在一百多年前就已經成功了，那時空氣還是一種沒有辦法液化的氣體。

当液態的二氧化碳在通常氣壓下氣化膨脹時，需要吸收大量的熱量，使周圍另一部分的二氧化碳冷卻成雪一樣的固体。這就是“碳酸雪”；壓成塊狀，就是“干冰”。干冰比起冰來冷得驚人，它在 -78.5°C 就迅速化成二氧化碳氣體，

吸收大量的热。把一小块干冰放在水里,它立刻化了气,消失得无影无踪;化气时由于吸收大量的热,把旁边的水冻成水晶般的硬冰块。

随着科学的日益发达,我们今后跟干冰打交道的机会有的是。不过要记住,别跟它太亲热了。碰它、摸它还可以,因为手接触到干冰,干冰化成的二氧化碳气体象一层隔热层似的,暂时使手免受冻伤。但跟它握手不放,就糟了;手中大量的热被吸收,冷气直刺着肌肉,跟火烧一样的灼痛!干冰的脾气是惹不得的。不能把它关死在容器里,再牢固的容器也会被炸毁的。通常把它装在纸匣里,让它随时化点气;它边化气边吸热,保持未气化部分的低温。夏天运输,一个夜晚的损失大约在 20% 左右,不消几天几夜,就要散失得一千二净。最新的方法是用泡沫塑料包装,这样就是在十分炎热的房子里,也熬得上几个星期。

化 学 性 质

二氧化碳生平厌火。拿它来点火,点不着;本来燃着的火焰碰到它就熄灭了。把煮饭剩下的木炭放入瓦瓮,加上盖,木炭产生的二氧化碳不让木炭再燃烧,也熄了。农家酿酒,酒坛子摆在阴暗的角落里,点一枝蜡烛进坛,看看发酵是否完全,烛火一进去便熄了;这是告诉你,坛子里已充满二氧化碳。俯下一听,坛里嗤嗤喳喳地发出声响,好象螃蟹

吐着吐沫似的，这是二氧化碳冲出酒液的声音，酒已熟了。早一些时候，发酵未完成，二氧化碳不多，烛火放进去不会马上熄灭。

二氧化碳在常温时很稳定，到了高温，便有一部分分解成一氧化碳和氧：



二氧化碳不活泼，其中的碳和氧不容易分家，只有一些化学活动性很强的金属才能够夺取其中的氧，析出游离的炭粒子。点一条镁带伸入装有二氧化碳的瓶子里，镁带顿时冒出浓烟，烧得光耀夺目，温度达到 2000°C 左右；瓶子四壁布满了黑漆漆的乌烟（炭粒子），瓶底是白色的氧化镁：



二氧化碳比氢气、氧气、氮气等都容易溶解于水，有一部分溶于水后跟水结合成碳酸，因此二氧化碳又叫碳酐。这时水里同时存在碳酸和游离的碳酐：



碳酸容易分解成二氧化碳和水，反应强烈地向左方进行，因此水里碳酸的含量总不很多。碳酸是极弱的酸：蓝色石蕊纸蘸进去，显出淡淡的红色。

二氧化碳是一种酸性氧化物，它具有酸性氧化物的共同性质，就是：与碱性氧化物或者碱类反应产生盐——碳酸盐。