

碳酸气的行踪

TIAN SHAN QIDE XING ZONG

633.8

10

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)

上海教育出版社

内 容 提 要

本书以通俗流利的笔调，介绍有关碳酸气的各方面知识，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。本书内容密切联系生物学科及地理学科的知识，也密切联系到工农业生产，是一本综合性读物，可以开阔学生的眼界，供初高中学生课外阅读，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)

新华书店上海发行所发行 上海崇明印刷厂印刷

开本 787×1092 1/32 印张 2 字数 37,000

1960年2月第1版

1983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
錦綉山河的建筑師	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
打开农业增产的竅門	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、開頭話

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？炭粉和液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，包圍住火場，扑灭了大火。救火的人沒有受到电击，火場里沒有一点水滴。是誰

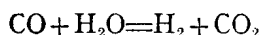
扑灭了火焰，干得这样干净利落？是特种灭火器里喷射出来的液态碳酸气。

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，所以它又叫碳酸酐。

早在太古地质年代，那时大气圈里尽是水蒸气和一氧化碳，找不到氧气（即使有也是极少）。一氧化碳在炎热的大气圈里，在比大气压大150倍的蒸气压下，和水蒸气反应生成了氩气，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！

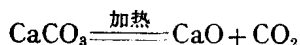
自然界經過亿万年的演化，創造出美丽的世界，其中也有二氧化碳的一份功劳。二氧化碳不但过去替人类立过功劳，今后还要永无休止地替人类工作。它跟我們的关系是十分密切的，是我們的忠实朋友。要更好地利用二氧化碳，必須了解它的特性；这儿不妨介紹一些二氧化碳的特性，当我們充分了解了它，就能够借重它的特性，叫它好好地为人民服务。

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一些，在人烟稠密的大城市里，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；但在城市里因为夜間人們睡覺了，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，有多刺的恶鬼貝，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。

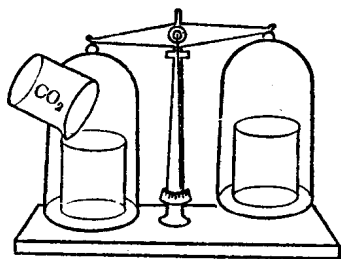


图1 天平证明二氧化碳比空气重

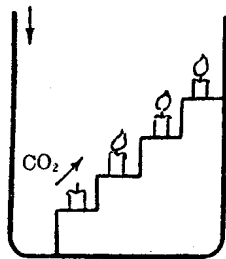


图2 二氧化碳爬上了阶梯

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。現代人类的本領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，氣態的二氧化碳还是氣態。必須同时增加壓力。在常溫下加 60 個大氣壓，才能够使它液化。同样的，单单增大壓力，不管溫度情况，也是不行的。它的临界溫度是 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，那時空氣还是一种沒有办法液化的氣體。

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样的固体。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。

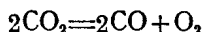
随着科学的日益发达,我们今后跟干冰打交道的机会有的是。不过要记住,别跟它太亲热了。碰它、摸它还可以,因为手接触到干冰,干冰化成的二氧化碳气体象一层隔热层似的,暂时使手免受冻伤。但跟它握手不放,就糟了;手中大量的热被吸收,冷气直刺着肌肉,跟火烧一样的灼痛!干冰的脾气是惹不得的。不能把它关死在容器里,再牢固的容器也会被炸毁的。通常把它装在纸匣里,让它随时化点气;它边化气边吸热,保持未气化部分的低温。夏天运输,一个夜晚的损失大约在 20% 左右,不消几天几夜,就要散失得一无二净。最新的方法是用泡沫塑料包装,这样就是在十分炎热的房子里,也熬得上几个星期。

化 学 性 质

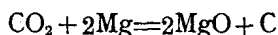
二氧化碳生平厌火。拿它来点火,点不着;本来燃着的火焰碰到它就熄灭了。把煮饭剩下的木炭放入瓦瓮,加上盖,木炭产生的二氧化碳不让木炭再燃烧,也熄了。农家酿酒,酒坛子摆在阴暗的角落里,点一枝蜡烛进坛,看看发酵是否完全,烛火一进去便熄了;这是告诉你,坛子里已充满二氧化碳。俯下一听,坛里嗤嗤喳喳地发出声响,好象螃蟹

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。

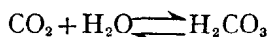
二氧化碳在常温时很稳定，到了高温，便有一部分分解成一氧化碳和氧：



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。