



化学实验与思考 ·1·

中学化学课外读物

陈富玉
王云生

福建教育出版社

化学实验与思考

陈富玉 王云生 编著

福建教育出版社

化 学 实 验 与 思 考

陈富玉 王云生

出 版：福建教育出版社

发 行：福建省新华书店

印 刷：福州第二印刷厂

787×1092毫米 32开本 2.25印张 81千字

1982年7月第一版 1982年7月第一次印刷

印数：1——11,106

书号：7159·745 定价：0.20元

编 者 的 话

为了帮助青少年学生在课余时间培养自己的化学实验能力，我们编写了这本小册子。它通过一些简单的化学实验，引导读者去观察事物的变化，分析思考所观察到的各种现象，从中获得一定的化学知识，增长科学实验的技能和才干。

这本小册子所涉及的内容，大都和现行中学化学教材相吻合。其中有许多是生活、生产实际中遇到的有趣的化学现象，还有一些是十分值得深入分析、探讨的化学问题。这些内容在安排上遵循认识规律，由简到繁。实验内容所使用的仪器、药品都是常见常用的，便于读者自己动手做。有些可以在自己家里做，有些可以请老师协助，利用课外活动时间在学校实验室中进行。本书对这些实验的具体做法、装置和所观察到的现象，大多做了介绍。一些实验读者暂时无法进行，也可以连贯读下去，对理解问题无多大妨碍。因此，这本小册子既能为青少年提供一些课外化学实验活动资料，也是青少年饶有趣味的课外读物。

限于我们的水平，谬误之处，恳请读者批评指正。

编 者

1981年8月于福州

目 录

一、能“捕捉”到空气吗.....	(1)
二、手帕为什么烧不着.....	(3)
三、烧掉的物质能找回来吗.....	(6)
四、没有空气就不能燃烧吗.....	(11)
五、铁钉生锈的原因是什么.....	(13)
六、你想培养一颗漂亮的晶体吗.....	(15)
七、状态多变的硫.....	(16)
八、催化剂和阻化剂.....	(21)
九、怎样观察气体的扩散.....	(26)
十、能观察到离子的移动吗.....	(29)
十一、怎样测定水的组成.....	(32)
十二、剖析干电池.....	(35)
十三、蛋里的化学秘密.....	(40)
十四、用蛋壳做隔膜的电解槽.....	(43)
十五、怎样给铝制品染上颜色.....	(45)
十六、有趣的纸上层析实验.....	(48)
十七、钢铁制品的发蓝.....	(52)
十八、能这样去除结晶水吗.....	(54)
十九、溶解中的种种奇特变化.....	(58)

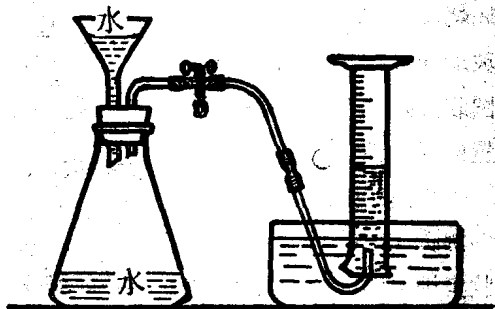
一、能“捕捉”到空气吗

一只空瓶子看起来它是空的，其实它并不空——里边盛满了空气。这是大家都清楚的。

你可以拿一只杯子，把一张纸揉成团，放进杯子，杯子倒过来时，纸团“卡”在杯壁上，掉不出来。把倒置的杯子慢慢地按进盛满水的水槽里。杯子垂直往下按时，你将会发现水并不会涌入杯子，杯子里的纸团一点也没有被沾湿。因为杯子里满是空气，它阻止水进入整个杯子。如果把一只空瓶子斜着插入水中，在水进入瓶子的同时，从瓶口总往外“骨突”“骨突”地冒气泡，水把瓶里的空气赶出来，取而代之。

空瓶子里满是空气，要“捕捉”它，似乎不容易，用手握不住，用勺子掏不出，倒也倒不出……。真的没法“捕捉”住空瓶子里的空气吗？不，办法总是有的！让我们试一试吧。

取一只锥形瓶和一只橡皮塞，塞子的圆径必须能恰好塞紧锥形瓶口。在塞子上钻两个孔，装入一只漏斗，一支直角弯玻璃管。准备一个装了水的水槽，拿一只量筒也装满水，倒立在水槽里。如右图把整个装置连接起来。现在只要你往漏斗里不断注入水，打开簧夹，漏



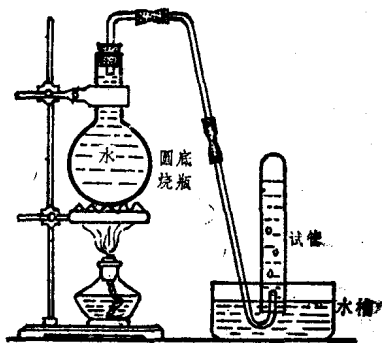
斗中的水就会把锥形瓶内空气排出。这些气体通过导管把量筒中的水排出，并填充了量筒内的空间。这样你就把锥形瓶内的空气都“捕捉”住了。读出量筒上的刻度，就可以知道被“捕捉”的空气体积多大。把它的体积数乘上当时条件下的空气密度，还可以知道它的质量大小。

除这个方法之外，还可以有别的办法来收集空气吗？

空气不仅充满了空间，还会溶解在水中，吸附在各种物体的表面上，空隙里。鱼能生活在水中，就因为水中有溶解的空气，鱼可以在水中获得它所需要的氧气。水受热，空气就溶解得少些，烧开水，空气几乎全部被排出来了，用新鲜的凉开水养鱼，鱼常常死掉，原因就在这里。那么，能否从水中“捕捉”到空气呢？当然可以。在 20°C 时，1体积水可以溶解氧气0.031体积，而氮气在同样条件下只能溶解0.015体积。由于空气中的氧气比氮气在水中溶解得更多一点，我们从水中“捕捉”到的空气，其中含氧气量要比氮气多1倍。下边的实验可以帮助我们证实这一点。

取一只1000毫升的大圆底烧瓶，装满水，塞上带有玻璃导气管的塞子，按右图装置好（不要忘记检查装置的气密性）。

用酒精灯加热（不要使它沸腾），并用一只小试管收集排出的气体。然后用带余烬的木条检验小试管中收



给水加热，使溶解的空气排出

集到的气体。你将看到什么现象？这实验是否证实上述的结论？

如果你用的烧瓶容积是100毫升，把水从20℃加热到70℃，能收集到多少毫升空气呢？其中氮气、氧气又各占多少毫升呢？已知70℃时氧气、氮气在水中溶解度分别为0.018、0.0098。若运用溶解度知识，我们不难进行这一计算。

20℃时1000毫升水溶解的氧气、氮气分别是：

氧气 $1000 \times 0.031 = 31$ （毫升）

氮气 $1000 \times 0.015 = 15$ （毫升）

70℃时1000毫升水溶解的氧气、氮气分别是：

氧气 $1000 \text{ 毫升} \times 0.018 = 18$ （毫升）

氮气 $1000 \text{ 毫升} \times 0.0098 = 9.8$ （毫升）

所以把20℃的水加热到70℃时，可以收集到：

氧气 $31 - 18 = 13$ （毫升）
氮气 $15 - 9.8 = 5.2$ （毫升）

} 总体积18.2毫升

你的实验结果和这个计算结果相近吗？

二、手帕为什么烧不着

在一只烧杯里倒入小半杯酒精。用玻棒沾一些，在酒精灯上点着。玻棒上火苗飘忽。再取一条手帕，在这杯酒精中浸湿。拿出来，挂在一条长玻棒上，点着手帕上的酒精，同时挥动玻棒，使手帕一边燃烧一边在玻棒上飞扬开来。人们正担心手帕烧着时，火却熄灭了。瞧一瞧手帕干燥、洁净，一点烧焦的痕迹也没有，好象根本没有着过火，也没有被液体沾湿过似

的。

奥妙在哪里呢？要揭开这个谜，我们得先做些补充实验。

取一支干燥试管，倒一些上述实验用的酒精，加入一小勺白色的无水硫酸铜（制法：用蓝色硫酸铜晶体在蒸发皿上，一边搅动一边加热，直到成为白色粉末止），你马上看到白色粉末转变为蓝色。这证明实验中用的酒精是含水分的。硫酸铜粉末吸收了酒精中的水分，变成蓝色的五水硫酸铜：



那么用含水酒精浸透手帕来烧，手帕就一定不会着火吗？那可不一定。

你可以取一些95%酒精，分成相等几份，在各份中分别加入0.1倍、0.3倍、0.5倍、1倍、1.5倍、2倍……量的水（以体积计）。然后各浸入一小块布条，取出后点燃。你将发现：酒精中水掺少的，易着火，布条上出现焦痕，甚至也烧着了。酒精中水掺多的，不易点着，即使能着火，火熄了之后，布条上还留有水分，不能干透。只有酒精和水体积比例适当（酒精：水 $\approx 2:1$ ），能着火，火熄了的布条也干了。这样表演起来才一点破绽也没有，使人觉得你真有什么魔法。这是为什么呢？因为酒精着火点低，布手帕着火点较高，而水是烧不着的。因此布手帕浸透了含水酒精，点燃时只有酒精先烧着。酒精燃烧要放出热量，这些热除耗散到四周空间外，还使手帕上未烧着的酒精，不能燃烧的水分受热气化，蒸发。如果燃烧着的酒精发出的热量恰好和这些损耗的热相等，这时，手帕并未达到着火点，就烧不着。如果酒精含量太大，酒精燃烧发出的热量大大超过耗散的热量，手帕一旦被加热到着火点以上，就

会被烧焦。当然，如果酒精含量太少，它就烧不着，或者即使烧着了，发出的热也不足以使手帕上水分全部蒸发，那么火熄了之后，手帕就不能干透。

找到了酒精和水的适当比例，问题都解决了吗？没有。你可曾想过，表演时为什么要挥动长玻棒，使着火的手帕飞扬开来？如果你用一条和手帕大小相同的破布，浸透比例已配适当的酒精之后，点着但不挥动，也不扬起它，会有什么后果呢？我们可以看到，手帕上叠合在一块的地方，因为热量不能很好散发出去，水、酒精又难以挥发，从而引起局部过热而被烤焦。

如果你有一些热化学的知识，就会知道，酒精有一定的燃烧热（327.6千卡/摩尔），也就是说每一摩尔（46克）纯酒精，在通常状况下燃烧时，转变为液态水和气态二氧化碳，将放出327.6千卡热。这些热足以使将近532克水从室温（25℃）加热到全部气化。当然，由于热量不可避免地要散失于四周空气，还要消耗于加热盛水容器等等，实际所能气化的水量要少好多倍。如果进行简单的热化学计算，并把热量的散失和部分酒精的气化、损失忽略，你可以从理论上估计“烧不着的手帕”中水和酒精的混和比例：

设每毫升纯酒精应和V毫升水混和。

$$1 \text{ 毫升酒精质量} = 1 \times 0.79 (\text{酒精密度}) = 0.79 (\text{克})$$

$$0.79 \text{ 克酒精燃烧放出热量为: } 0.79 \text{ 克} \times 327.6 \text{ 千卡} / 46 \text{ 克}$$

$$0.79 \text{ 克} \times 327 \text{ 千卡} / 46 \text{ 克} = 5.620 \text{ 千卡}$$

1 毫升水从室温（25℃）加热到气化吸收热量为：

$$1 \text{ 克} \times 1 \text{ 卡} / \text{克} \cdot \text{度} (\text{水比热}) \times (100 - 25) ^\circ \text{C} + 539 \text{ 卡} / \text{克}$$

(水气化热) $\times$ 1 克 = 614 卡

5.620 千卡应使 V 毫升水加热到气化:

$$5620 \text{ 卡} = V \text{ 毫升} \times 614 \text{ 卡} / \text{毫升}$$

求得: $V = 9.15$ 毫升

可见, 如果没有热量散失和酒精的挥发损失, 每毫升酒精可以和 9.15 毫升水相混和。实际上, 这办不到, 掺这么大比例的水, 酒精即使燃着, 放出的热也不能使水都气化。热效率太低了。

把实验中所找到的实际比例和这种粗略估计结果相比较, 它们相差之大, 会使你吃惊吧? 从这里你会深刻的认识到什么才是全面的分析, 认识到片面性和实际有多大的距离。

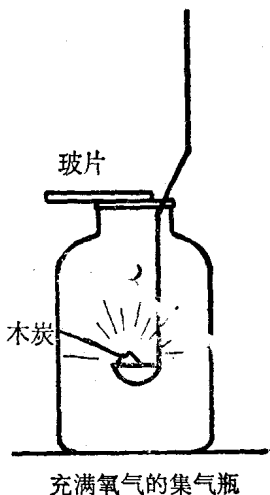
三、烧掉的物质能找回来吗

看到这个题目, 你也许觉得奇怪。这也用得着问吗? 当然是找不回来了。

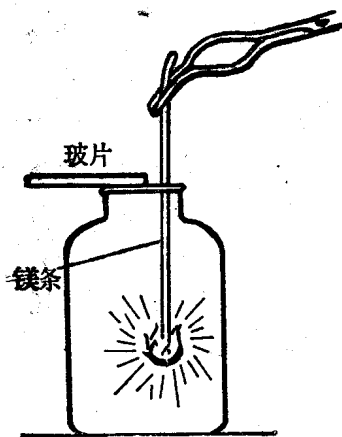
不, 事情并不都是这样!

碳燃烧了, 变成了二氧化碳气体, 只要能把这些气体收集起来, 就可以把它还原为碳。这你相信吗?

如右图, 收集一瓶氧气, 用燃烧匙盛一小块木炭, 在火上烧红, 伸进氧气瓶里。木炭发出红光, 剧烈燃烧, 生成二氧化碳。当木炭熄



灰时，说明瓶内氧气已消耗完了，留下二氧化碳气体。取出燃烧匙，用玻片盖好集气瓶。再取一支镁条，砂纸擦光后用坩埚钳



夹住，在酒精灯上点燃后，马上伸进贮满 CO_2 的集气瓶中（注意，不要碰到瓶壁，以免瓶子破裂），你看到了什么现象？镁条在 CO_2 中剧烈燃烧发出白光，还有黑灰色的烟灰产生，粘附在瓶底、瓶壁。由于瓶内 CO_2 气体量有限，析出的烟灰少。如果你能用一个简易气体发生器或启普发生器，让盐酸和石灰石反应，不断给集气瓶补充 CO_2 气体，那么现象就更加明显。在这里，烟灰就是碳。烧掉的碳不是就找回来了吗？可见碳燃烧时

充满 CO_2 气体的集气瓶

氧化为二

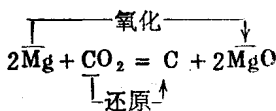
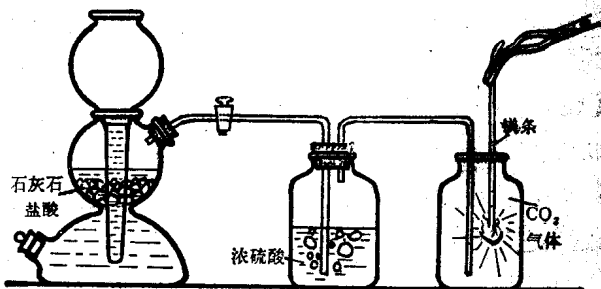
氧化碳，

二氧化碳

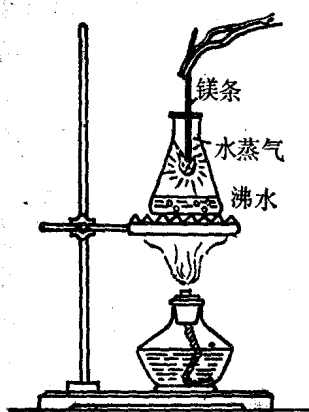
又被镁条

还原为碳

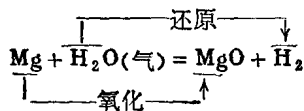
了。



镁条的还原本领是较大的，它不仅能还原 CO_2 为 C ，也能



还原水蒸气为氢。如左图，在锥形瓶中加入100毫升水，加热沸腾，便不断产生大量水蒸气。因坩埚钳夹一条用砂纸擦光的镁条，点燃后，马上伸进锥形瓶水面上的蒸气中（勿插入水中）。你可以看到镁条继续燃烧，发出耀眼的白光。镁条燃烧要消耗氧气，然而沸水面上只有浓厚的水蒸气，可见镁条是靠还原水蒸气来取得氧的：

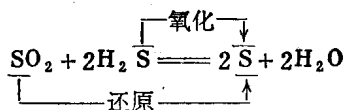
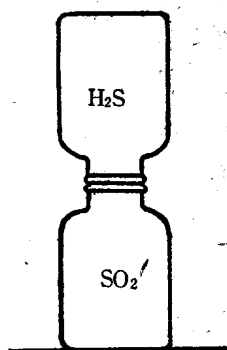


也许大家会问，还原水为氢，用电解方法不更好吗？对。电解是强有力的还原手段（当然也是强有力的氧化手段），但它需要消耗大量电能。现在科学家们在研究利用太阳能使水还原（分解）为氢气的办法。若实现了利用廉价的太阳能从水中制取氢气的设想，就不愁发生“能源危机”了。氢气烧起来，很干净，生成的水蒸气既无任何污染之害，又可再还原为氢，永远用之不尽，取之不竭。

上面谈到的是把燃烧掉的碳、氢找回来。烧掉的硫和烧掉的金属也可以找回来。

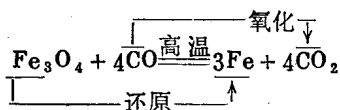
取二只集气瓶，一只集满硫化氢气体（用启普发生器，使用稀盐酸和硫化亚铁反应制得）。另一只收集满氧气。用燃烧匙盛满一勺硫粉，点燃后伸进氧气瓶中。硫在氧气中燃烧，发

出明亮蓝紫色火焰，生成有刺激性气味的二氧化硫气体。待硫不再燃烧，取出燃烧匙。把充满 SO_2 的集气瓶和充满 H_2S 的集气瓶口对口重叠，抽去盖在瓶口上的玻片，上下翻转叠在一起的集气瓶，使两种气体充分混和。不久，在瓶壁上可以看到有一层黄色固体粉末。这一反应，不仅二氧化硫中的硫被还原出来，而且硫化氢气体也转化为硫。



现在，我们再来看看“烧掉”的金属是怎样被还原的吧！

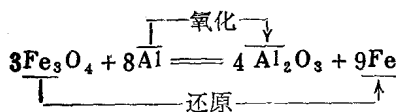
大家知道，铁燃烧时转化为四氧化三铁（ Fe_3O_4 ）。在地壳中的四氧化三铁就是一种铁矿石——磁铁矿的主要成分。铁矿石可以炼铁。在高炉里，焦炭转化为一氧化碳气体，在高温下一氧化碳气体可以把 Fe_3O_4 还原为 Fe 。



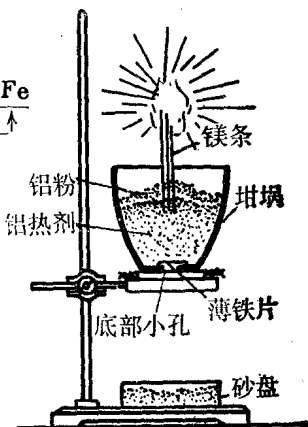
我们还可以用铝粉代替一氧化碳，把四氧化三铁还原为铁。

取一个坩埚，底部最好穿一个洞，再用一小块铁片掩盖好。取10克铝粉和30克研细的四氧化三铁，放在纸上充分混匀后倒入坩埚，稍稍压实，面上再撒一薄层铝粉，在中央多放一

点。把坩埚放在铁架台泥三角上。下面放一个砂盘。取两三根镁条，用砂纸擦光，点燃后，把烧着的一头缓缓插入坩埚内的铝粉混和物中央，使燃着的镁条，引燃铝粉，产生高温引发铝粉和四氧化三铁粉的反应。反应放出大量热，使整个坩埚灼热发红，坩埚底部的铁片被烧熔，通红的铁水从坩埚孔洞滴落下来。



这个反应被广泛应用于铝热焊法，用以焊接钢轨。也可以用相似方法利用铝粉来还原其它的金属氧化物，制得相应的金属单质。



从以上这些例子。我们可以知道，许多金属、非金属单质燃烧，转化为氧化物（如C、S、H₂、Fe，

燃烧时生成的氧化物为CO₂、SO₂、H₂O、Fe₃O₄），这氧化物都可以重新还原为相应的单质。那么，组成比较复杂的物质，比如纸、木头，在空气中燃烧之后，能还原吗？当然不可能。但是，我们把眼光放远点，想深点，其实也是可能的。因为纸和木头燃烧后生成的二氧化碳气体、水、灰分进入空中、土壤之后，被树木重新吸收，不又重新转化为木头吗？再经过加工，木头不就转化为纸张吗？从这点来看，可以说，由于物质变化中遵循质量守恒定律，被烧掉的物质，经过种种变化，最终总是可以“还原”的。当然这个“还原”和我们上文中各实验里

的还原，并不是同一回事的。你同意这种看法吗？

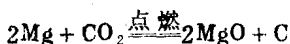
四、没有空气就不能燃烧吗

谁都知道，可燃的物质象木头、汽油、蜡烛，要是没有空气存在，是烧不起来的。

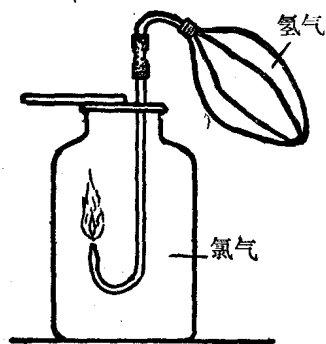
空气中的氧气可以助燃，没有空气，可燃物就不能燃烧。正因为如此，才可以用水、沙土来给木料等可燃物灭火。沙土、水和水气把可燃物和空气隔开了，水又降低了可燃物的温度，使它难以燃烧。这么说，一切物质，离开了氧气都不会燃烧吗？有不需氧气的燃烧吗？

下面，让我们来做几个可燃物燃烧的实验：

1. 用集气瓶收集满一瓶二氧化碳气体，用一只燃着的木条伸进瓶口，木条熄灭了。二氧化碳不会支持木条的燃烧。再拿一条镁带，点燃后，迅速伸进集气瓶（注意：不要让燃着的镁条碰到集气瓶内壁），镁条熄灭了吗？没有！它还在燃烧，发白光，同时还可在瓶壁看到黑色的细小碳颗粒。可见，镁条的燃烧和木条不同，它并不一定要在空气或氧气中进行！在二氧化碳气体中，燃着的镁条可以夺取二氧化碳中的氧，化合成氧化镁。这是个发光、发热的反应，镁条也就继续燃烧了。



2. 收集一瓶氯气，和一小球胆纯净氢气。通过一个尖咀玻璃管，点燃氢气，然后把燃着的氢气导管伸入装满氯气的集气瓶中。瞧！氢气仍然在氯气中继续燃烧，发出苍白色的火焰。随着氢气的燃烧，黄绿色的氯气也渐渐耗尽。如果用燃着的蜡烛代



氢气在氯气中燃烧

替氢气实验，你会发现蜡烛也可以在氯气中燃烧。如果你有兴趣，还可以找一束细铜丝，在火焰上灼烧发红后，伸进氯气瓶，同样会看到细铜丝在氯气中燃烧的现象。（做这个实验时，最好预先在收集氯气的瓶子中加点水或细砂，防止实验时燃着的金属屑落入瓶底使集气瓶爆裂。）

3. 在一支大试管中注入浓硫酸约10克，再注入无水酒精10克，混匀。投入高锰酸钾晶体4~5小粒，人迅速离开，在远处可以看到液体内闪闪发光，还有晶体的爆裂声。酒精在硫酸中燃烧了！由于浓硫酸和高锰酸钾的作用，供给酒精燃烧所必要的热量和氧。

通过这些实验，你该明白了，燃烧并不一定非要在空气或氧气中进行不可！所谓“燃烧”，就是发光发热的剧烈的化学反应。许多物质在一定温度下可以在空气中或氧气里和氧发生发光发热的剧烈的化学反应。因而它们可以在空气（或氧气）中燃烧。但也有不少物质，在一定温度下可以在其它物质中，发生发光发热的剧烈的化学反应，也就是发生燃烧。

这样的例子还多得很，如：

（1）铜丝在硫蒸气中燃烧；（2）硫粉和过氧化钠混和，滴1—2滴水，硫粉即猛烈燃烧；（3）碳粒和硫粉在熔化硝酸钾中燃烧；（4）钠或磷在氯气中燃烧。