

驱动未来科普书系

刘清廷◎编著

奇妙的化学实验



中国出版集团
现代出版社

驱动未来科普书系

刘清廷◎编著

奇妙的化学实验

常州大学图书馆
藏书章

中国出版集团
现代出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

奇妙的化学实验 / 刘清廷编著. — 北京:
现代出版社, 2012. 9

(驱动未来科普书系)

ISBN 978 - 7 - 5143 - 0691 - 0

I. ①奇… II. ①刘… III. ①化学实验 - 青年读物
②化学实验 - 少年读物 IV. ①O6 - 33

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 170117 号

奇妙的化学实验

- | | |
|------|-------------------------------------|
| 编 著 | 刘清廷 |
| 责任编辑 | 吕志贵 |
| 出版发行 | 现代出版社 |
| 地 址 | 北京市安定门外安华里 504 号 |
| 邮政编码 | 100011 |
| 电 话 | 010 - 64267325 010 - 64245264 (兼传真) |
| 网 址 | www. xdcbs. com |
| 电子信箱 | xiandai@cnpite. com. cn |
| 印 刷 | 北京嘉业印刷厂 |
| 开 本 | 710mm × 1000mm 1/16 |
| 印 张 | 14. 5 |
| 版 次 | 2012 年 10 月第 1 版 2013 年 4 月第 2 次印刷 |
| 书 号 | ISBN 978 - 7 - 5143 - 0691 - 0 |
| 定 价 | 28. 80 元 |
-

版权所有, 翻印必究; 未经许可, 不得转载

前言 PREFACE

奇妙的化学实验

化学实验是化学学科赖以形成和发展的基础，是检验化学科学知识真理性的标准；是化学教学中学生获取化学经验知识和检验化学知识的重要媒体和手段，是提高学生科学素质的重要内容和途径。化学实验在化学科学发展和化学教学中的极端重要性已被人们所共识。为了使我们在理论认识上把化学实验放在适当的高度，在化学教学实践中更加自觉地运用化学实验进行教学。熟练地掌握实验操作的基本技术，正确使用化学实验中的各种常见仪器；学会测定实验数据并加以正确处理和概括；培养严谨的科学态度和良好的工作作风，以独立思考、分析问题、解决问题的能力；逐步地掌握科学研究的方法，为学习后续课程以及将来科研、生产打好基础。化学可以使天空变得更蓝，可以使河水变得更清澈，可以使物质变得更丰富，可以使生活变得更美好。生活离不开化学，化学改变了整个世界。那么，化学到底是什么呢？让大家一起来探索这绚丽多彩的化学世界吧！

CONTENTS

目录

奇妙的化学实验

QIMIAO DE HUAXUESHIXYAN

神奇的化学固体

星光灿烂 2

疯狂的面粉 6

魔棒点灯 10

冰上取火 11

揭秘火药 14

水下火山 17

在二氧化碳中燃烧的
“怪物” 19

长胡须的铝 21

透明液体的背后

这种火焰 “心太软” 26

容于火的 “水” 27

魔幻的图画 33

鸡蛋也可以游泳 36

铜锈的克星 38

气体不能承受之轻

另类气球 44

纸蝶飞舞 47

汽水 DIY 50

可以倾倒的气体 54

灭火高手——二氧化碳 56

降温它最行 59

漂白而不伤害 62

用化学诠释生活

谁在支撑姹紫嫣红的烟火 66

“鬼火” 的秘密 68

火烧不破的 “宝衣” 71

最轻的肥皂泡 75

你衣服上有盐花吗 78

$1 + 1 = 2$ 吗 81

我是发明家

喷 泉 86

人造冰 90

晴雨计 94

温度计 97

雪 景 100

水下植物园 103

变色管 105

天知地知我知

火山喷发 110

探秘奇峰异洞 112

“气笔”写字 116

无色印泥 118

茶变墨水 120

不用刀的雕刻 121

下雨了 124

化学镀 126

魔幻化学

水变牛奶 130

空瓶发烟 132

生成氨的实验 133

纸杯跳高 135

氧在氢气中燃烧 137

变气球 138

变色花 143

星星旅行 144

一起动手做

关于燃烧的实验 150

关于各种氧化现象的实验 158

关于铁的系列实验 161

关于氧气的系列实验 168

关于二氧化碳（一氧化碳）
的系列实验 172

化学实验用品面面观

试 管 180

烧 杯 181

锥形瓶 183

烧 瓶 184

漏 斗 185

冷凝管 186

移液管 188

比色管 189

量 筒 190

集气瓶 193

酒精灯 194

容量瓶 198

胶头滴管 200

研 钵 201

伟大的化学家

拉瓦锡 204

约瑟夫·普里斯特利 208

约翰·道尔顿 213

里纳斯·卡尔·鲍林 216

钱永健 217

格哈德·埃特尔 218

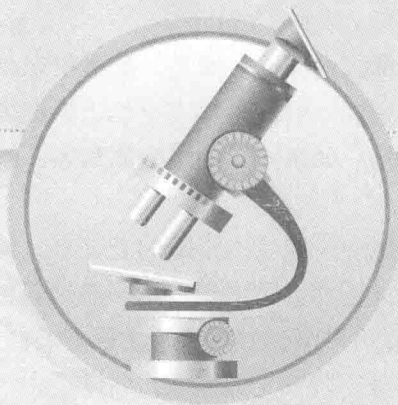
阿尔弗雷德·伯恩哈德·
诺贝尔 221

奇妙的化学实验

神奇的化学固体

QIMIAO DE HUAXUESHIXYAN

固体化学和固体物理、材料工程学等学科互相交叉渗透、互相补充配合，形成了现代固体科学和技术。固体化学着重研究实际固体物质的化学反应、合成方法、晶体生长、化学组成和结构，特别是固体中的缺陷及其对物质的物理及化学性质的影响，探索固体物质作为材料实际应用的可能性。





星光灿烂

夜晚，暮色的天空宛如黑绸缎，其间零零散散的“珍珠”熠熠生辉。这些一闪一闪的“珍珠”不用说大家也能猜到是什么。对，是星星。星星美丽的光辉，其实，我们也能拥有。

如果你在晚间，在桌子上放一支点燃的蜡烛，然后用小茶匙盛取小半匙铝粉或镁粉，把它撒在火焰上。这时，你就可以看到有夺目闪烁的白色星光出现。

它的化学原理是什么呢？

当把金属粉末撒在火焰上的时候，因为铝粉或镁粉与空气的接触面很大，而且体积很小，容易被火焰灼热，所以能和空气中的氧进行化合，生成各种粉末状的金属氧化物。

化学反应所产生的热量再使这些氧化物的温度进一步升高，达到了白

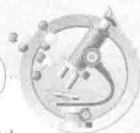
热程度，于是便出现了耀眼的亮光。但是，金属粉末在氧化时被热气流冲开了，而且金属粉末也不是同一时间内落在火焰上燃烧的，所以亮光四溅，一闪一闪，好像星光在飞舞。如果点燃的是金属镁条，就可以得到白炽的连续亮光。

正因为金属粉末在燃烧时能发出耀眼的光亮来，其中铝粉或镁粉所产生的光亮又特别夺目，所以铝和镁被广泛地用来制造各种闪光光源。例如，娱乐用的焰火等，都常常利用铝粉或镁粉来产生强烈的白光。

固体在受到强热时会灼烧发光的道理，同样适用于其他燃烧现象。常用来加强灯的亮度。例如，普通的煤油灯的火焰，是不怎么亮的，但是汽油



星光灿烂



灯就能发出极为明亮的光。这是由于在它特制的纱罩上，含有很多金属钨的化合物的小颗粒，灼烧后就能发出强烈的光。

下面给大家介绍几个实验。在这几个实验中，这些化学物质在不同的条件下，同样可以发出闪烁星光。

实验一：高锰酸钾“遭遇”硫酸

【实验用品】大试管、铁架台（带铁夹）、药匙、小漏斗、浓硫酸、酒精、高锰酸钾。

【实验步骤】

在一个大试管里，加入 $\frac{1}{3}$ 体积的浓硫酸，然后沿着试管内壁缓缓加入 $\frac{1}{3}$ 浓硫酸体积的酒精（这时，因酒精的密度比浓硫酸的密度小，可见两液体之间有一个明显的界面）。演示时，用药匙取少量高锰酸钾粉末放入试管中，很快即可观察到两液界面上断续发出耀眼的白光，并不断伴有清脆的炸裂声。为了安全，可在试管口上方夹持一个有一定角度的漏斗，以防一些具有腐蚀性的液体从试管里飞溅出来。

【实验分析】

1. 粉末状的高锰酸钾与浓硫酸相遇，立即反应生成绿色油状的高锰酸酐（ Mn_2O_7 ）。它在 273K 以下是稳定的，在常温下即会爆炸分解生成 MnO_2 、 O_2 、 Mn_2O_7 ，有极强的氧化性，一遇有机物就发生燃烧。

2. 实验很适合在暗处观察。因实验过程中发出的白光，在暗处会更明显。

3. 实验过程中，可以不时补充一些高锰酸钾粉末，持续时间可长达半小



广角镜

高锰酸钾

高锰酸钾也叫灰锰氧、PP 粉，是一种常见的强氧化剂，常温下为紫黑色片状晶体，见光易分解： $2\text{KMnO}_4(\text{s}) - h\nu \rightarrow \text{K}_2\text{MnO}_4(\text{s}) + \text{MnO}_2(\text{s}) + \text{O}_2(\text{g})$ ，故需避光存于阴凉处，严禁与易燃物及金属粉末同放。高锰酸钾以二氧化锰为原料制取，有广泛的应用，在工业上用作消毒剂、漂白剂等，在实验室，高锰酸钾因其强氧化性和溶液颜色鲜艳而被用于物质的鉴定，酸性高锰酸钾溶液是氧化还原滴定的重要试剂。在医学上，高锰酸钾可用于消毒、洗胃。



时以上。实验自始至终都应注意安全，除了装置上加放一个斜的漏斗防止废液飞溅之外，最后拆卸仪器、处理废液、洗涤试管的过程中，都应注意安全。

实验二：闪烁的白磷

【实验用品】试管（ $\phi 30$ 毫米 $\times$ 110 毫米）、500 毫升烧杯、分液漏斗、铁架台（带铁夹）、镊子、氯酸钾、白磷、浓硫酸。

【实验步骤】

1. 在一个大试管里加入 $\frac{3}{4}$ 容积的水，然后加入约 8 克固体氯酸钾，在氯酸钾层的上面，放置绿豆粒大小的两粒白磷，把试管浸入盛水的大烧杯中并固定在铁架台上。在分液漏斗里加入浓硫酸，把分液漏斗插进盛有水、氯酸钾和白磷的试管中，使漏斗的下口和白磷接触。

2. 扭开分液漏斗的活塞，使浓硫酸缓慢滴在白磷上（不要加入太快），可以观察到水下闪烁着火花，同时还可听到水下的混合物发出爆裂声。

【实验分析】

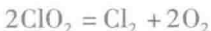
1. 这里引燃白磷所需要的氧气和热量是靠水下的氯酸钾和浓硫酸之间的反应供给的。浓硫酸与氯酸钾发生下列的化学反应：



由于溶液中有浓硫酸存在，氯酸将加速分解并放热。



生成的二氧化氯溶于硫酸使溶液呈淡黄绿色，二氧化氯不稳定易分解：



所以当浓硫酸跟氯酸钾接触时，有氧气和氯气产生，同时有热量放出，达到了白磷的燃点，导致了白磷在水中剧烈氧化而燃烧起火。

知识小链接

氯酸钾

氯酸钾为无色片状结晶或白色颗粒粉末，味咸而凉，强氧化剂。常温下稳定，在 400°C 以上则分解并放出氧气。与还原剂、有机物、易燃物如硫、磷或金属粉末等混合可形成爆炸性混合物，急剧加热时可发生爆炸。因此，氯酸钾是一种敏感度很高的炸响剂，有时候甚至会在日光照射下自爆。



2. 氯酸钾与白磷接触形成一种十分危险的爆炸物，因此必须注意安全。本实验一定要让氯酸钾在水中形成一层后再放入白磷，切不可把白磷放在氯酸钾上再加入水。

3. 实验完毕，如果取用的白磷没有全部反应完，必须用镊子小心取出，在通风橱内使它燃烧掉。禁止用手直接去取。

4. 该实验也可用大试管和移液管进行。方法是：在一个大试管里，加入4~5克氯酸钾的固体，沿试管口内壁缓缓加入约为试管体积 $\frac{1}{2}$ 的水，然后投入黄豆粒大小的一块白磷。将试管夹持在铁架台上。然后用移液管吸取浓硫酸，将浓硫酸直接移放到试管底部。当浓硫酸跟氯酸钾、白磷接触时，水下不断闪烁耀眼的火光，同时还能听到从水底发出的炸裂声。

在日常生活和工作中，“星光灿烂”的现象还是很多的，它们的化学原理都是类似的。只要大家做个用心的发现者，仔细观察，慢慢琢磨，就会发现这其中的奥妙。

实验三：钢花四溅

【实验用品】铁坩埚、铁架台、一铁圈、泥三角、酒精灯、玻璃棒、玻璃片、还原铁粉、木炭粉、高锰酸钾粉末。

【实验步骤】

1. 取等量（1~2药匙）的铁粉、木炭粉、高锰酸钾粉放在玻璃片上混合均匀，将混合物移入铁坩埚中，用酒精灯加热。

2. 加热一段时间，坩埚内开始有火花放出。这时移开酒精灯停止加热，坩埚里反应仍猛烈进行，一束束火花迸射出来。若在黑暗处进行实验，看到耀眼的火星四射，非常好看。

【实验分析】

1. 铁粉、木炭粉都能在氧气中燃烧；在加热条件下高锰酸钾分解放出氧气：



木炭粉、铁粉的燃烧反应





木炭燃烧生成的二氧化碳将炽热的铁火星带出，铁又在氧气中燃烧，形成一束束火花迸射出来。

碳和铁的燃烧都是放热反应，只要反应一旦发生，放出的热量就可使高锰酸钾不断分解，燃烧反应就可一直猛烈进行下去。

2. 木炭和高锰酸钾一定要研成细粉（研磨时两种物质必须分开，不能混在一起），铁粉要用未被氧化的还原铁粉。

3. 为提高兴趣，可在混合物中掺入少量钙、锶、铜等硝酸盐，利用它们燃烧时的焰色反应会在一束束“钢花”中夹杂着红色、绿色的火焰。

疯狂的面粉

谈起爆炸，你一定会联想到炸药和青少年所喜爱的爆竹，但是，你也许没有想到我们平时食用的面粉居然也会爆炸吧！

在一个废铁罐的底部开一个小洞，大小正好插进小漏斗颈，在漏斗颈上套一根长橡皮管，并将铁罐固定在铁架子上。然后在漏斗里放少许面粉（看铁罐的大小放 0.25 ~ 0.5 两），同时在罐内放入一支点燃的蜡烛，把罐盖好（注意，不要过紧）。如果没有漏斗，可以改用如下装置：在靠近铁罐底部的边上开一个小洞，插进橡皮管，把面粉堆在近管口的前方。

准备妥当后，就可以开始实验了。只要用嘴对着橡皮管向里一吹，刹那间可听到砰的一声，罐盖腾空飞起，甚至会冲得很高。如果在实验前把面粉烘干，效果将更好些。

但是，面粉为什么会爆炸呢？温顺的面粉为何会变得如此地疯狂呢？

原来爆炸和燃烧是有密切关系的。实际上爆炸也是燃烧，只不过更激烈、更迅速些罢了。燃烧必须具备三个条件：可燃性物质、支持燃烧的物质（如氧气）和达到着火点的温度。

面粉的爆炸是具备了这三个条件的，然而为什么吹散的面粉遇火会那么容易引起爆炸呢？

可燃性物质燃烧的难易，不仅取决于其本身的性质，而且和它所存在的状态有极大的关系。它与空气接触的表面积越大，燃烧速率也就越快。面粉



是可燃性物质，当我们向面粉吹气的时候，它就飞散开来，悬浮在罐内的空气中，这样就使面粉和空气有着极大的接触面积。靠近烛火的面粉首先受热燃烧起来，产生了大量的热。所产生的热又使附近的面粉迅速燃烧起来，产生了更多的热。这样一来，由于产生的热量越来越多，燃烧的传递也越来越快，所以整个燃烧的过程，只要极短的时间（0.1秒，或更短的时间）便完成了。同时，面粉在燃烧时，面粉中的碳、氢等元素和氧化合成二氧化碳气体和水蒸气。这些气体的体积本来就比较大会比较大，在高温的时候它们又要受热膨胀，产生的压力就更大了，以致在这一瞬间所产生的压力使罐盖腾空飞起，发生了爆炸现象。

由于悬浮在空气中的面粉受热会爆炸，因此，在面粉厂或其他有大量可燃性粉尘的地方，是绝对不允许吸烟或产生火星的，否则，会发生严重的爆炸事故。

不仅可燃性固体是如此，可燃性气体或蒸气更是如此。例如，氢气、电石气和汽油蒸气等，在空气中达到一定比例，遇火就会爆炸。所以，在加油站、塑料厂、煤气厂和酒精厂等场所，都是严禁吸烟和引入火种的。

气体遇火爆炸的威力是很大的。下面让我们通过以下实验来具体了解一下气体爆炸的化学原理。



严禁烟火

实验一：氧气与氢气混合爆炸



广角镜

二氧化锰

二氧化锰为黑色无定形粉末，或黑色斜方晶体。溶解性：难溶于水、弱酸、弱碱、硝酸、冷硫酸，溶于热浓盐酸而产生氯气。

【实验用品】启普发生器、水槽、无底玻璃瓶、大试管、铁架台（带铁夹）、酒精灯、橡皮塞、铁丝、棉花、锌粒、稀硫酸、氯酸钾、二氧化锰、酒精。

【实验步骤】

1. 把仪器安装好。
2. 具体操作。



加热试管，当产生大量氧气时，打开启普发生器的活塞（因硫酸与锌粒反应快），这时水槽水面上即有许多气泡产生，用一端缠有棉花球的铁丝，蘸着酒精并点燃，然后用它点燃水面上的气体，就会发生连珠炮式的爆炸。

【实验分析】

1. 此实验可以使人清楚地看到，水泡内是氢气和氧气的混合气体。发生连珠炮式的爆炸。

2. 所用氯酸钾的量应多一些。这样产生的氧气量比较充足，使实验成功率高。

3. 氢气和氧气混合器的出气口与水面距离不得少于4厘米，否则不安全。

4. 此实验也可以把氢气和氧气的混合气预先制好放入储气袋中，然后进行实验。但不要用氯气瓶，否则不安全。

实验二：混合气体爆炸

【实验用品】有机玻璃管或透明塑料管、橡皮塞、软木塞、铜丝、高压感应圈、铁架台、启普发生器、大试管、酒精灯、锌粒、稀硫酸、氯酸钾、二氧化锰。

知识小链接

锌粒

锌粒为银白色金属。

【实验步骤】

1. 爆炸管的准备。

把两根铜丝各磨成针形，穿过橡皮塞（间隔约10毫米），然后使针形尖端相对（间隔约2.5毫米），形成两个放电电极。把橡皮塞塞入无色有机玻璃管（内径20毫米、长200毫米）的一端，用胶黏剂粘牢。

2. 氢气和氧气收集。

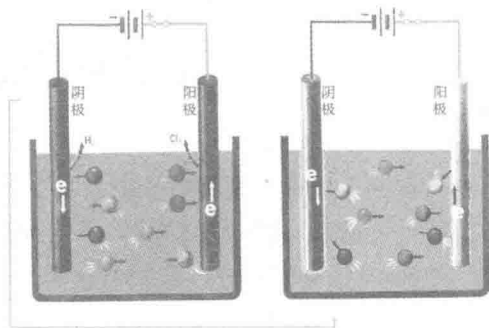
把有机玻璃管放在水槽中用排水取气法收集 $\frac{1}{3}$ 体积的氧气，然后再收集 $\frac{2}{3}$ 体积的氢气。用软木塞塞住有机玻璃管的另一端。用铁夹把试管固定在铁



架台上。

3. 混合气体引爆。

用导线把低压电源（6V ~ 12V）与高压感应圈和管内两个电极连接好，注意高压感应圈的火花距离应稍大一些。打开开关，可看到有机玻璃管内出现一团火，并将上端的软木塞像炮弹一样射出去。



电解应用图

【实验分析】

1. 此实验现象十分有趣。
2. 如果用一般玻璃管代替有机

玻璃管时，应在管外包一层塑料薄膜或其他纤维织物以确保安全。

实验三：氢气爆炸极限的简易测定方法

【实验用品】试管架、试管（7个）、启普发生器、水槽、酒精灯。

【实验步骤】

把七个大小相同的试管都用橡皮圈标出 10 等分刻度，在各试管分别装入水的体积份数为 9、8、7、5、3、1、0.5。然后倒插进水槽中，用排水法小心地分别通入氢气，直至试管内的水刚好排尽。将得到的氢气与空气的混合气体做爆鸣实验。实验过程、内容、现象须做记录。

【实验分析】

1. 以往的经验给我们留下一个错误印象，认为点燃氢气时，只要发出轻微的噗声，并能安静燃烧，这种氢气就一定是纯氢气。本实验表明，实验记录中所列的氢气都是不纯的，但当氢气在空气中的体积百分比高于 70% 时，氢气可以持续安静地燃烧而不发生爆炸。氢气的体积百分比下降到 5% 以下时，也不能发生爆鸣和燃烧。而氢气的体积在 10% ~ 70% 之间点燃时，则有爆炸的危险。特别是氢气的体积含量在 30% 时，氢气与空气中氧气的体积比大约为 2:1，恰好能反应完全，因而点燃时有猛烈爆炸的危险（发出最尖锐的爆鸣声）。这就从实验的角度揭示了氢气与空气的爆鸣和爆炸极限的概念。

2. 对于氢气在空气中的爆炸极限值，不同的书略有不同。但大体概念不变，在做实验过程中，可多做参考。

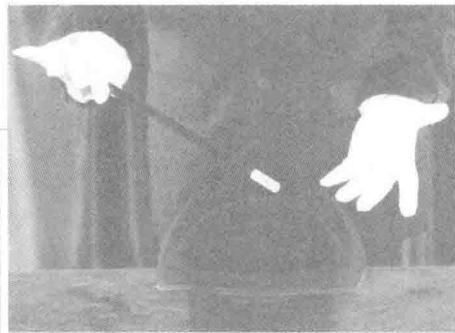


3. 一般习惯上把高于爆炸极限的氢气，能点燃而不爆炸，视为纯净氢气。

魔棒点灯

《哈利·波特》系列电影中，魔法学院里，几乎每个人都有一支无所不能的魔棒。当然，这是虚幻故事，然而现实生活中，我们通过下面这个实验，就可以拥有一支能点燃灯光的“魔棒”。

桌上先放好四五只酒精灯，并准备好一根玻璃棒。在一只表面皿里，放入一堆如扁豆大小的固体高锰酸钾（注意！不要太多），再在上面滴入2~3滴浓硫酸。然后用玻璃棒的一端蘸些上述混合物，只要依次向酒精灯灯芯一碰，灯便一只只点亮了。



魔棒

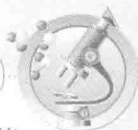
高锰酸钾和浓硫酸的混合物为什么能使酒精灯点燃呢？道理也很简单，因为高锰酸钾是一种强氧化剂，它和浓硫酸作用时，产生了原子氧，并放出热量。原子氧是一种比高锰酸钾更强的氧化剂，再加上反应时放出的热量，足以使酒精剧烈氧化而燃烧，因而灯就被点亮了。

基本 小知识

浓硫酸

浓硫酸俗称坏水。坏水指浓度大于或等于70%的硫酸溶液。浓硫酸在浓度高时具有强氧化性，这是它与普通硫酸或普通浓硫酸最大的区别之一，同时它还具有脱水性、强氧化性、难挥发性、酸性、稳定性、吸水性等。

高锰酸钾作为氧化剂来使用是很普遍的，常用作消毒剂和杀菌剂等。例



如，医药上用于医疗器械和外伤的消毒，日常生活上用于果品和公共场所茶杯的消毒等。它之所以能起消毒作用，是由于它是强氧化剂，能将某些细菌、病毒等杀死的缘故。

冰上取火

要是想用火柴去点着一块冰，这是无论如何不会成功的。但是，假如我们在冰块上动一下手脚的话，奇迹也会发生的。

先在冰上挖个小洞，并放进一小块电石（碳化钙），然后用火柴去点燃，那么，一块原来很冷的冰，转眼之间就会冒出一团烈火，好像冰块在燃烧似的。当然，着火的并不是冰，而是另外一种物质——乙炔。

当点燃的火柴靠近冰块时，它的热量能够使冰块有微小的融化，产生了少量的水。电石一遇到水，就发生激烈的化学反应，放出一种可燃的乙炔气体（俗名电石气）。

乙炔燃烧时，所产生的热进一步使冰融化，水又能与电石反应。因此，不断地产生了乙炔做补充，火焰就越烧越旺。直到电石消耗完毕，全部变成糊状的石灰浆（氢氧化钙）以后，火焰才熄灭。

由于乙炔气非常容易燃烧，在空气中的量达到一定比例时，就有燃烧、

爆炸的危险。另外，电石中常常含有杂质，当它和水作用时，会生成有毒的磷化氢，磷化氢比电石更加容易燃烧和爆炸。所以，生产和使用电石的工厂，都特别注意防水和防火，在做这个实验时也必须注意这三点。贮藏电石时，必须保持干燥，切勿把电石随便搁置在潮湿和近火的地方。

上述实验中，之所以会出现“冰上着火”的现象，主要是因



广角镜

砷化氢

砷化氢又称砷化三氢、砷烷、胂。是最简单的砷化合物，无色、剧毒、可燃气体。标准状态下， AsH_3 是一种无色，密度高于空气，可溶于水（200 mL/L）及多种有机溶剂的气体。