

中央教育科学研究所专家推荐  
素质教育与能力培养丛书



# 新概念化学

## (高中第一册)

■ 素质教育与能力培养研究组



**G** 高材生  
Gao Cai Sheng

**G** 高能  
Gao Neng

**G** 高分  
Gao Fen

中国人民大学出版社

素质教育与能力培养丛书  
新概念学材系列

# 新概念化学

(高中第一册)

素质教育与能力培养研究组  
撰稿人 李慧珍 杨丽娜

中国人民大学出版社

**图书在版编目 (CIP) 数据**

新概念化学·高中第一册/素质教育与能力培养研究组编

北京: 中国人民大学出版社, 2001

(素质教育与能力培养丛书·新概念学材系列)

ISBN 7-300-03797-6/G·794

I. 新…

II. 素…

III. 化学课-高中-教学参考资料

IV. G634.83

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2001) 第 030409 号

素质教育与能力培养丛书

新概念学材系列

新概念化学

(高中第一册)

素质教育与能力培养研究组

---

出版发行: 中国人民大学出版社

(北京中关村大街 31 号 邮编 100080)

邮购部: 62515351 门市部: 62514148

总编室: 62511242 出版部: 62511239

E-mail: rendafx@public3.bta.net.cn

经 销: 新华书店

印 刷: 三河市新世纪印刷厂

---

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 9.75

2001 年 6 月第 1 版 2001 年 6 月第 1 次印刷

字数: 214 000

---

定价: 14.00 元

(图书出现印装问题, 本社负责调换)

## 素质教育与能力培养丛书·新概念学材系列

### 学术委员会

**主任：**江山野（中央教育科学研究所研究员）

**委员：**吕 达（博士，编审，人民教育出版社副社长）

俞启定（博士，教授，北京师范大学教师培训中心主任）

劳凯声（博士，教授，北京师范大学教育系主任）

田慧生（博士，研究员，中央教育科学研究所所长助理）

**总策划：**甘华鸣

### 编辑委员会

**主 编：**滕 纯（研究员，中央教育科学研究所原副所长，中国教育  
学研究会副理事长）

程方平（博士，中央教育科学研究所研究员）

**编 委：**（按姓氏笔画排列）

刘录正 刘诚岭 李超源 李 红 李 颖

陆 维 段伟文 唐德春

## 编者的话

根据全国教育工作会议推进素质教育的原则精神以及国务院基础教育工作会议指出的教育发展方向，在总结前一段“减负”和教改经验的同时，在阶段性、区域性实验探索的基础上，我们编写了这套蕴涵创新精神和思路的高效学习用书——《素质教育与能力培养丛书》，从多方面适应了不同类型和不同水平学生的学习需求。

《素质教育与能力培养丛书》分为三个系列，即新概念学材系列、知识网络图系列、能力开发系列。

新概念学材系列包括中学各年级数学、物理、化学、生物四科。具体包括：《新概念数学》共六册，初中一至三册、高中一至三册；《新概念物理》共四册，初中一至二册、高中一至二册；《新概念化学》共四册，初中一册、高中一至三册；《新概念生物》高中一册。

所谓“学材”是相对于“教材”而言的。“学材”是以学习者为中心的助学读物，主要用来自学，也可用来教授。新概念学材系列以中学教学大纲为依据，用发现法、探究法、自主学习法介绍教学大纲所规定的学科知识。这是该系列各书区别于一般教材、教参、教辅以及其他课外读物的显著特点和重大优点。

用发现法、探究法、自主学习法介绍教学大纲所规定的学科知识，可以取得培养素质和准备应试的双重好处。

一个好处是培养素质，引导学生用自己的头脑发现知识，逐渐学会探索和研究，掌握思维和认识的方法，形成提出问题和解决问题的能力，锻炼创新能力；在发展理智的同时发展情感，树立怀疑意识和批判态度，构建创新精神和创新个性，提高自主性和独立性。

另一个好处是准备应试，促使学生对要考试的知识充分关注，多侧面、多层次、大视野、大纵深地把握学科知识，从而加深理解，吃得透，化得开，巩固记忆，记得住，想得起，促进应用，用得上，用得活，解题稳、准、快，对付考试得心应手，游刃有余。

书中“动手空间”、“你知道吗”、“想一想”、“考考你”、“思考与实践”、“科学前沿”、“数学家的故事”、“化学史”、“小资料”、“生活小常识”等小栏目，可以锻炼学生的动手能力，开阔视野，拓展思路，把知识、生活、实践联系起来，把科学、技术、社会联系起来。

书中点缀着科技发展史上的真实故事以及日常生活现象，可以极大地调动学生的求知热情和学习兴趣。精心挑选的大量插图，使各书更加形象、生动、轻松、活泼。

该系列各书是体现素质教育要求的助学读物，是新型的“教材”、“教参”、“教辅”，适合广大中学生、教师、家长阅读。

《素质教育与能力培养丛书》以教育部制定的教学大纲为依据，因此适用于全国各个地区，而不受不同版本教材的限制。

# 目 录

<b>第一章 卤素</b> .....	(1)
<b>第一节 消毒的毒气——氯气</b> .....	(1)
一、初识毒气 .....	(1)
二、氯的“个性”及其用武之地 .....	(3)
三、氯的发现历程 .....	(8)
<b>第二节 氯化氢</b> .....	(10)
一、怪事,多乎哉 .....	(10)
二、瞧这一家子——金属氯化物.....	(12)
三、神秘的胃.....	(14)
<b>第三节 氧化还原反应</b> .....	(16)
<b>第四节 卤族元素</b> .....	(18)
一、最活泼的“死亡”元素——氟.....	(21)
二、氟的发现历程.....	(24)
三、一枝红杏——溴.....	(26)
四、变化多端的“智慧元素”——碘.....	(32)
五、碘的发现历程.....	(36)
六、地球上最少的元素——碳.....	(38)
<b>第二章 摩尔反应热</b> .....	(40)
<b>第一节 摩 尔</b> .....	(40)
一、化学家的“打”——摩尔.....	(40)
二、摩尔质量.....	(43)
<b>第二节 气体摩尔体积</b> .....	(44)
一、气体摩尔体积.....	(44)
二、阿伏加德罗定律.....	(45)
<b>第三节 物质的量浓度</b> .....	(48)
<b>第四节 反应热</b> .....	(50)
<b>第三章 硫、硫酸和氧族元素</b> .....	(54)
<b>第一节 硫</b> .....	(54)
一、单身贵族.....	(54)
二、其美名曰——硫化物.....	(56)
三、数风流人物.....	(59)
四、橡胶的革命——来自“垃圾”的发明.....	(61)

第二节	硫的氢化物和氧化物 .....	(64)
一、大名鼎鼎的臭气——硫化氢 .....	(64)	
二、硫氧化物二兄弟 .....	(67)	
三、大气污染的元凶和令人担忧的酸雨 .....	(69)	
第三节	硫酸的工业生产 .....	(74)
第四节	硫酸 硫酸盐 .....	(76)
一、强中更有强中手 .....	(76)	
二、硫酸盐 .....	(78)	
第五节	离子反应 离子方程式 .....	(80)
一、离子方程式 .....	(80)	
二、怎样书写离子方程式 .....	(81)	
第六节	氧族元素 .....	(82)
一、生命的卫士——臭氧 .....	(82)	
二、“月亮”元素——硒 .....	(85)	
三、“地球”元素——碲 .....	(88)	
<b>第四章</b>	<b>碱金属</b> .....	(89)
第一节	钠 .....	(89)
一、钠的制取 .....	(89)	
二、钠的性质 .....	(90)	
三、钠的用途 .....	(91)	
第二节	钠的化合物 .....	(93)
第三节	碱金属元素 .....	(97)
一、碱金属元素的发现 .....	(97)	
二、碱金属元素——锂 .....	(98)	
三、碱金属元素——钾 .....	(99)	
四、碱金属元素——铷 .....	(101)	
五、最软的金属——铯 .....	(102)	
六、碱金属的氧化物和过氧化物、超氧化物 .....	(102)	
<b>第五章</b>	<b>物质结构 元素周期律</b> .....	(104)
第一节	原子核及其核外电子排布 .....	(104)
一、原子模型 .....	(104)	
二、原子核外电子的排布 .....	(107)	
第二节	元素周期律 .....	(107)
一、氧化物的酸性或碱性的周期性 .....	(107)	
二、原子半径、离子半径的周期性 .....	(108)	
三、化合价的周期性 .....	(111)	
第三节	元素周期表 .....	(112)
一、周期表的实验基础 .....	(112)	

二、周期表的其他形式 .....	(115)
三、17种孪生的化学元素 .....	(116)
第四节 离子键 .....	(117)
第五节 共价键 .....	(118)
一、八隅学说 .....	(118)
二、键参数和分子性质 .....	(119)
三、极性分子和非极性分子 .....	(120)
第六节 离子晶体、分子晶体、原子晶体 .....	(120)
第六章 氮和磷 .....	(124)
第一节 氮族元素 .....	(124)
一、毒药中的元素砷 .....	(124)
二、热缩冷胀的元素镓 .....	(124)
第二节 氮 气 .....	(125)
一、植物的好朋友 .....	(125)
二、笑气为什么使人发笑 .....	(126)
第三节 氨 铵盐 .....	(127)
一、氨 .....	(127)
二、铵 盐 .....	(130)
第四节 硝 酸 .....	(135)
一、制取硝酸 .....	(135)
二、硝酸盐分解 .....	(136)
三、硝酸的浓度及其氧化能力 .....	(136)
第五节 磷 磷酸 .....	(138)
一、磷 .....	(138)
二、火柴发展史 .....	(138)
三、鬼火是怎么回事? .....	(139)
四、植物所需要的元素 .....	(140)
五、磷的作用 .....	(141)





那波涛起伏的资源宝库中,每一滴水都含有相当高浓度的氯化物。每立方千米的海水中含氯化钠 4 000 万吨,此外,还有氯化钙、氯化镁等。在地球表面  $3.6 \text{ 亿 km}^2$  面积的海水中,含氯总量约为 3 亿 t。其他的矿物如光卤石( $\text{MgCl}_2 \cdot \text{KCl} \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ , 含氯量 38.3%)、角银矿( $\text{AgCl}$ , 含氯 24.7%)等中也有大量的氯。

氯元素居于元素周期表的第 17 号位置。在通常状况下(室温,压强为  $101\ 325\text{Pa}$ ),呈黄绿色的气态状。它比空气的密度大,用导管可将氯气从一个贮气设备(如钢瓶)充到一个集气瓶里。充气时,可以看见氯气从集气瓶底挤走了空气,在那里慢慢地积聚起来。如图 1-2 所示,在集气瓶底的那种黄绿色气体就是我们说的氯气。氯气上部肉眼看不见的气体是空气。再等几分钟,这些绿色的气体会升到瓶口,表示充满,此时应迅速拿一片玻璃盖住瓶口。

在瓶口未盖住以前,会有少量的气体散逸在空气中,你或许会闻到;或者你小心地用手在瓶口轻轻扇动,仅使少量的氯气飘进鼻孔。这时,就会在脑子里留下一个永不磨灭的关于氯气的印象。氯气有一股呛人的、令人空息的刺激性气味。如果不小心闻到了稍微多一点的氯气,你的鼻子和喉头黏膜会受到刺激,严重的话,还会引起胸部疼痛和咳嗽,即使你不停地拍着胸部,也会咳嗽不止。出现这种情况不要怕,咳嗽不久就会停止,因为你所闻到的氯气的量还不至

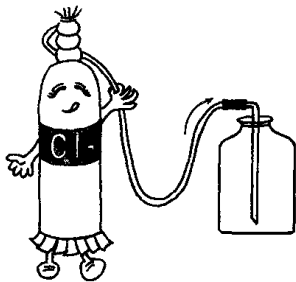


图 1-2

至于引起中毒致死,其中还混合着许多空气。喝一杯冷开水,咽喉就干净了。闻着少量的稀薄的氯气,并没有什么妨碍,对于生活在大城市中呼吸受到严重污染的含有腐败物质的污浊空气的人,也许反而有益。但空气中若含有万分之一的氯气时,就会危害人体健康,最可怕的情形是把纯净的氯气大量地吸入肺内。若是如此,则会毙命。

## 考考你

氯气的毒性是其物理性质还是应归属于其化学性质?

提示:氯气也可以像氢气一样通过外界条件(温度,压强)的变化,使其存在状态发生变化。例如,压强为  $1.01 \times 10^5 \text{ Pa}$  时,冷却到  $-34.6^\circ\text{C}$  氯气变成液氯,液氯继续冷却到  $-101^\circ\text{C}$  就变成固态氯。干燥的氯气或液氯常储存在圆柱形钢瓶中。这是因为氯气很活泼,但必须有水或加热条件才能使其跟所有金属和大部分非金属反应。但在常温下,干燥的氯气及液态氯却不会与金、铂、铁、铅等金属反应。

## 二、氯的“个性”及其用武之地

氯原子最外电子层再加一个电子即可达到稳定状态。得一个电子是很容易的事,所以氯有很强的夺取电子的能力——氧化性,即它特别活泼。其活泼性在所有非金属中仅次于氟和氧。

氯气与氢气一见面,经不起点燃或光照条件的“挑拨离间”,就会打起架来(爆炸),而不愿和平交流——安静地燃烧,这是为什么呢?

化学反应引起爆炸,一般需要具备反应快、放出大量的热、生成气体产物等条件。若把在空气中点燃的氢气导管伸进盛有氯气的集气瓶里,可以看到氢气在氯气中安静地燃烧,火焰是苍白色的。这是由于此刻氢气与氯气仅在导管口反应,大量的氢气与氯气并没有接触,自然无法迅速反应,而且反应放出的热量与生成的气体不停地向外扩散,因而不会发生爆炸。

当氢气和氯气混合后,情况就大不一样了。氢气与氯气充分接触,达到一定比例(5%~85%含氢量)时,在点燃或光照条件下,便会发生连锁反应,而且是以极快的速度,几乎在瞬间反应就完成了。反应放出的大量的热,聚集在有限的空间里,使产生的气体体积急速膨胀,并产生巨大的压力,引起氯化氢爆炸。

氯气与水的反应也很有个性!当向水中通入少量氯气时,它会溶解在水中,得到氯水。通常状况下,1体积水大约能溶解2体积氯气,其中约有39%的氯气与水发生反应,生成一种很不安分守己的次氯酸(HClO)。次氯酸是一个“胆小鬼”,一见光就分解,放出具有很强氧化作用的原子态氧[O],一般的物质遇见它都难逃劫难。细菌、病毒要是碰到了原子态氧,可就倒了霉了。原子态氧会死死抓住细菌、病毒不放,直到把它的系统全部破坏,直至死亡。这是因为细菌、病毒等微生物细胞的许多酶中都含有-SH(巯基),-SH巯基能被氧化成-S-S-硫键,使酶失去活性的缘故。原子态的氧还可以氧化细胞里的其他物质,使细菌的正常代谢作用失调。例如蛋白质中-SH(巯基)和-NH<sub>2</sub>(氨基)都可被原子态氧氧化。当它们被氧化后,蛋白质的性质就发生改变(即我们常说的蛋白质的变性),从而失去活性和其他方面的作用,导致微生物死亡。这种利用化学药品来杀死全部或部分微生物的作用叫消毒。当你用自来水洗脸时,常常会闻到有股刺鼻的气味,那就是自来水厂用氯气消毒留下来的“痕迹”。在日常生活中,你见过瓶装的漂白水吗(图1-3)?



图1-3  
漂白水

另外,次氯酸也可以起到漂白作用,但这不是次氯酸分解放出的原子态氧的功劳,而是次氯酸根(ClO<sup>-</sup>)中的正一价氯做的贡献。因为正一价的氯很容易被还原成负一价的氯离子(HClO + H<sup>+</sup> + 2e<sup>-</sup> → Cl<sup>-</sup> + H<sub>2</sub>O),从而具有很强的氧化作用,使某些染料和许多有色物质的分子被氧化而褪色。

在充有氯气的集气瓶里,注入一些蓝黑墨水,然后把瓶子振荡一下,使氯和蓝黑墨水相互作用,不久就见此深蓝色的墨水渐渐转成淡黄色,看上去像是浑浊的水。这就是因为氯已将墨水的蓝黑色破坏了,起到了漂白的作用。不信?你试一试!

若没有水的帮助,也就没有了起漂白作用的次氯酸或它分解后放出的原子态氧,氯气也就没有如此神通了。氯气非十全十美之物,在某些情况下,即使有水的帮助也只能“望

色兴叹”。

下面一个对比实验,一定会使你觉得很有趣。分别将干燥的纸、湿润的纸、干燥的旧报纸、湿润的旧报纸按图 1-4 的要求放在相应的集气瓶里,通入氯气观察发生的现象。

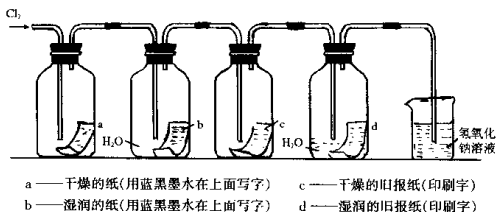


图 1-4 次氯酸使字褪色

你会看到 a(干燥的纸)和 c(干燥的上报纸)没有褪色,而 d(湿润的旧报纸)不但没有褪色,反而显得更加清楚,简直与新印出来的报纸一样,只有 b(湿润的纸)褪了色。

a(干燥的纸)和 c(干燥的旧报纸)因没有水的帮助不褪色可以理解,可 d(湿润的报纸)为什么也那么顽固呢?

这是因为氯水的漂白能力虽然很强,可使染料和有机物质褪色,不过对于几种染料却不能漂白。实验中报纸上的印刷字所用的油墨的原料是油烟(或称烟墨)和蓖麻子油。油烟是燃烧油类时所生的烟炱,是碳的一种变形,极难氧化,即使与次氯酸分解所放出的原子态的氧也不发生作用,所以仍呈黑色。而纸上写字用的蓝黑墨水和油烟不同,它有好几种成分,通常是用硫酸亚铁和没食子酸来制成的,没食子酸能够被原子态的氧所氧化,生成一种无色的化合物,所以它的颜色即行消失。

基于氯水的这一特性,很多工业生产尤其是造纸和纺织工业都用氯气作为漂白剂。

氯气作漂白剂,可帮了纺织工业的大忙。现代化学工业的建立是 18 世纪产业革命的成果。纺织业的机械化,生产出大量的纱和布,但怎样尽快对它们深度加工,很快成为整个纺织生产工业的关键环节,而漂白、染色是深度加工的瓶颈工序。

照传统工艺的做法,漂白布很浪费时间。先用加热近沸腾的木灰汁来浸泡布匹,6~7 个小时以后才能用肥皂水洗涤,然后还必须在太阳下晾晒。晾晒后再用酸牛奶的酸性溶液浸泡,以除去布中的杂质,然后再清洗、再晾晒。有时,一遍不行,这一过程还得反复多遍,仅仅晾晒一个环节就要占去整个的夏季时间。

工序费时且不说,当时酸牛奶的生产也难以保证。后来,硫酸制取成功,其生产工艺的日臻完善,暂时缓解了漂白难题。随后又研究设计出了在木灰汁里加石灰水制成碱性溶液(KOH)来漂白,但由于强碱腐蚀布匹而最终被禁止使用。

1785 年,负责纺织品加工的监督官,法国化学家贝托雷发现了氯气溶于水可得到具有漂白作用的物质,使漂白难题又有了转机。

但氯水不易保存,且在使用过程中它的毒性也很难控制,给生产工人带来很大危险。

不久,这一难题由从事漂白工作的工人解决了,他们将氯气通入木灰汁中减轻其毒性。

后来,格拉斯哥(地名)的一个漂白工厂主坦南特对上述方法进行了大规模的实验,发现氯气漂白所用时间较短,仅需几小时。进一步实验发现将氯气通入石灰水中制成漂白液,既经济又实用。为了便于运输,坦南特的助手把漂白液变成安全而又使用便利的漂白粉——即我们现在所称的漂白粉(图1-5)。它由氯气通入潮湿的消石灰制成,主要成分是次氯酸钙。市售漂白粉中往往含有  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 、 $\text{CaCl}_2$  和  $\text{Cl}_2$  等杂质,含有效氯约为 25%。漂白的时候,次氯酸钙与稀酸或空气里的二氧化碳和水反应,生成次氯酸,起到漂白作用。反应如下:

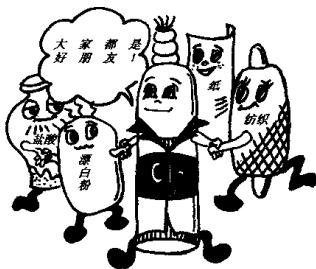
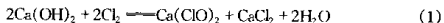


图 1-5 漂白粉

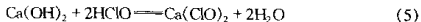
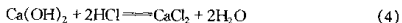


氯气与消石灰的反应,可理解为分两步进行:

①氯气与水反应:



②酸碱中和反应:



将化学反应方程式(3)、(4)、(5),相加即得(1)。

前面也曾提到,并不是所有的物质都可以用漂白粉进行漂白。这是因为漂白粉的氧化能力可以破坏动物纤维组织(由氨基酸组成),但它对植物纤维(由葡萄糖组成)则无能为力。所以,它适宜于漂白植物纤维,如棉、麻、纸浆等,而对纺织品、丝织品有损坏和褪色作用,因为生产纺织或丝织品的原料是动物性纤维。漂白粉在改变附着在这上面的色质的同时,把纺织品或丝织品本身的动物纤维也破坏了。

漂白和消毒,都是次氯酸在显身手,所以漂白粉也可用于消毒。例如,消毒食具就可以用漂白粉,而且用量少、操作简便。配制 2/1 000~3/1 000 浓度的漂白粉溶液,把食具放在其中浸泡 5min~10min,就达到消毒的目的了。

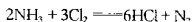
漂白粉与水(1:1)混合,配成乳状液,也可用于地面、道路、木质、橡胶、粗糙金属、墙壁等的消毒。澄清液适于室内及空气消毒,其粉末也可用于土壤消毒。

漂白粉最好现配现用,放久了,会因次氯酸分解而失去漂白或消毒功能。或者把配好的漂白粉保存在密闭的深色玻璃瓶中,并放在阴凉干燥处。因为它在光照、受潮或受热的条件下都会分解而失效。另外值得注意的一点是,漂白粉中含有少量的盐酸,具有一些腐

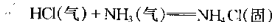
蚀性,在使用过程中,应尽量避免跟皮肤接触。

氯气不仅能夺取氢气、水中的氢,而且能从氨( $\text{NH}_3$ )、乙炔( $\text{C}_2\text{H}_2$ )、松节油( $\text{C}_{10}\text{H}_{16}$ )、蜡烛等物质中夺取氢(H),本身被还原成氯化氢(HCl)。

例如,浓氨水滴入盛有氯气的集气瓶时,氯便从中夺取氢:



反应放出的热可引起氨燃烧,而与生成的氯化氢作用生成固体氯化铵:



将两个方程式合并,得到:



氯气与金属的反应也比较剧烈(图1-6),且生成的金属氯化物多数还有颜色。氯化铜呈棕黄色烟状,但其溶液随溶液浓度的不同颜色略有变化。这是因为在氯化铜溶液中存在着

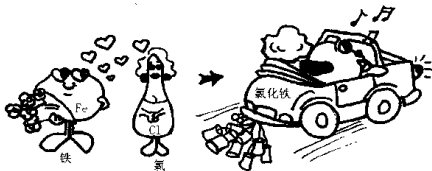


图1-6 氯气与铁反应

两种复杂离子,有黄色的 $[\text{CuCl}_4]^{2-}$ 和蓝色的 $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_4]^{2+}$ 水合铜离子。在 $\text{CuCl}_2$ 浓溶液中, $\text{Cl}^-$ 浓度大, $\text{Cu}^{2+}$ 主要以黄色 $[\text{CuCl}_4]^{2-}$ 的形式存在,蓝色的 $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_4]^{2+}$ 则较少,因而浓 $\text{CuCl}_2$ 溶液呈黄色。在 $\text{CuCl}_2$ 稀溶液中, $\text{Cl}^-$ 浓度较小, $\text{Cu}^{2+}$ 主要以 $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_4]^{2+}$ 的形式存在,因此溶液呈蓝色。在中等浓度的 $\text{CuCl}_2$ 溶液中, $\text{Cu}^{2+}$ 以两种复杂离子的形式存在于溶液中,因此溶液呈现出黄色和蓝色的混合色——绿色。

### 动手空间

### 水的氯化净化

**实验用品:**显微镜、培养皿、简易的氯气发生器、酒精灯、铁架台、尖嘴玻璃管、量筒、药匙、污水(含浮游生物)、二氧化锰、浓盐酸、氢氧化钠溶液。

#### 实验步骤:

- (1)将培养皿置于显微镜的载物台上,然后注入2/3体积的含浮游生物的污水。在显微镜下观察浮游生物在水中的活动情况。
- (2)另取一些含有浮游生物的污水放入另一培养皿中,作为对照放置一旁备用。
- (3)制取氯气(自己组装一套氯气发生装置),把生成的氯气通过尖嘴玻璃导管通入污水中。
- (4)通氯气2分钟后,移出尖嘴玻璃导管,撤去酒精灯,并进行尾气处理,以减少氯气在空气中的逸散。

(5)在显微镜下再次观察培养皿污水中浮游生物的活动情况,并与对照物进行比较。将会发现,有生命的浮游生物因通入氯气而被杀死了。

### 你知道吗

### 烟、雾、气

氯气与其他物质反应,一会儿是冒烟,一会儿又看见雾,有的既有烟又有雾。那么,烟、雾与气有何区别呢?

烟的形成是由于固体小颗粒分散在气体中形成了混合物。如,金属钠在氯气中燃烧生成氯化钠固体,分散开产生白烟;铜在氯气中燃烧产生棕黄色的烟,是氯化铜固体小颗粒。

雾是大量细小液滴分散在气中形成的混合物。如打开盛有浓盐酸的试剂瓶,瓶口就会出现雾,这是因为挥发出来的氯化氢气体吸收了空气中的水蒸气,形成细小的盐酸小液滴,分散在空气中形成的。氢气与氯气爆炸反应后也有大量白雾出现。

烟雾是大量的细小液滴和固体小颗粒同时分散在气体中形成的混合物。如磷在氯气中燃烧,生成液态三氯化磷( $\text{PCl}_3$ )、固态五氯化磷( $\text{PCl}_5$ ),二者共同分散在氯气中形成烟雾。

气就是我们常说的气态物质,无色气体常见,但常看不见,有色气体如黄绿色的氯气比较少,但可观察到。

氯气作为一种用途广泛的化工原料,不仅用于消毒、漂白工业,使纸张、布匹变得更加洁白可爱,还用于工业上生产化学工业、冶金工业的栋梁之材——盐酸。氯元素在农药、医药、炸药、无机颜料、有机染料、溶剂、化学试剂等化学合成中也大显身手。多种多样的氯化物在物质百花园中争奇斗艳,竞相怒放。

氯的含氧酸——高氯酸是无机酸中最强的酸,可作为很好的溶剂。高氯酸盐溶解度比较小,可用于钠、钾离子的分离,而高氯酸镁和高氯酸钡则是优良的脱水剂。

氯的化合物三氯甲烷,俗名氯仿,是工业上常用的有机溶剂。它还具有强烈的麻醉作用,吸入它的蒸气会让人失去知觉。氯仿的这一特性是科学家冒着生命危险换来的。

1847年,英国医生辛普逊和他的助手正致力于研究为病人动手术时解除痛苦的麻醉药。他们千方百计地对大量的化学药物进行制作麻醉药的实验,结果都没有取得成功。

有一天晚上,辛普逊和他的两位助手正用法国化学家杜马寄来的药水进行实验。他们边实验边聊,每个人还都嗅着药水的气味,不一会儿,他们说话渐渐不利索了,还像喝醉了酒似地昏昏沉沉,又过了一会儿便不动弹了——都失去了知觉。

当他们醒来的时候,高兴得像哥伦布发现了新大陆一样,大喊大叫,并激动地相互拥抱。就这样,一种比较理想的麻醉剂诞生了。

但是,现在发现氯仿做麻醉剂对人体有伤害(图1-7),所以现在已经不再使用了。然而科学家的这种献身精神很值得我们敬佩。

氯的氧化物不稳定,对它已研究得很多,其中有些氧化物(像 $\text{Cl}_2\text{O}$ ,尤其是 $\text{ClO}_2$ )已发



图 1-7

现有广泛的工业应用。在高层大气研究中,由于同温层的臭氧易受到氟碳化合物光解产物的破坏,所以人们认为其中氯的氧化物是相当重要的。下面列举几种已有研究历史的氯氧化物:

$\text{Cl}_2\text{O}$ :1834年发现,室温时是淡棕黄色气体(在较低温度为红棕色液体和固体),当加热或遇电火花时会发生爆炸,用于制次氯酸盐,漂白剂(用于漂白白浆和纺织品)。

$\text{Cl}_2\text{O}_3$ :1967年发现,暗棕红色固体,0℃以下也会爆炸。

$\text{ClO}_2$ :1811年由H.Davy发现,是一种黄色气体(液体和固体是深红色)。液体在-40℃以上爆炸,液体在室温,压力大于6666.1Pa时,也可能爆炸。尽管如此,全世界已进行规模性生产,仅美国每年就制备 $10^5\text{t}$ ,并应用于工业中(用于漂白白浆和处理水等)。

$\text{Cl}_2\text{O}_4$ :1970年发现,浅黄色液体( $\text{ClOClO}_3$ ),室温时易分解成 $\text{Cl}_2$ 、 $\text{O}_2$ 、 $\text{ClO}_2$ 和 $\text{Cl}_2\text{O}_6$ 。

$\text{Cl}_2\text{O}_6$ :1843年发现,暗红色液体,气体易分解成 $\text{ClO}_2$ 和 $\text{O}_2$ 。

$\text{Cl}_2\text{O}_7$ :1900年发现,无色油状液体,减压下可以蒸馏。

许多氟化物都具有毒性,使用不当会给人类带来灾害。在第一次世界大战期间,氯就曾经被用于制造毒气武器和光气、芥子气等,残害人类。

大家都知道,农药在提高农作物产量、保护苗木及森林资源、农产品储藏中的防霉防蛀方面都起着重要的作用,在我们常见的一二百种农药中,有机氯农药就有40多种。在我国,目前有机氯农药占农药总量的60%以上,仅仅“六六六”一个品种就超过了50%。

还有,有机氯农药在环境中不易分解。它可以通过皮肤、呼吸道进入人体。另外,它还可以在食物链中富集,对人体有积累性毒性——人吃了被农药轻微污染的食物会引起慢性中毒,若误食了被农药严重污染的食品就会引起急性农药中毒事故。因此,我们要提高警惕,谨防农药从口中通过消化道进入人体。另外,农药残体通过渗入水体、飘入云海、潜入生物体等方式,散布于环境中,致使有些动物濒于灭绝或丧失繁殖能力,对人类造成极大危害。

1976年7月,在意大利米兰北部就发生过一起氯化物中毒事件。有一家化工厂不慎逸出三氯苯酚,其中含有剧毒分解物四氯二苯并二恶英,使当地受到严重污染,许多人都中了毒。在8.5公顷范围内所有居民被迫搬迁,污染地面达几厘米厚。

鉴于此,我们应致力于开发高效、低毒、低残毒或无公害的农药,以代替剧毒、高残毒农药。在喷药时,合理选择农药品种,选择适当的药液浓度及喷洒方法,尽力在提高药剂杀虫效率的基础上,最大限度地减少农药对环境的污染。有条件的话,要深入研究并推广综合防治病虫害的方法,即综合利用化学、物理、生物及其他等一系列生态学方法,联合或交替使用,这样做既能有效防止病虫害,又防止或减小了对环境的污染。另外,要加强农药管理,对有关人员进行专门训练,让他们掌握农药的性质、毒性程度、应用范围、施用方法及安全防护等方面的基本知识,避免事故发生。

### 三、氯的发现历程

氯元素的发现,经过了很长时间的探索。

最早发现氯的是瑞典化学家舍勒,当时是18世纪,采矿业正值高峰。在1771—1794

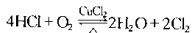


年间,舍勒研究软锰矿(主要成分是二氧化锰)时,把盐酸和软锰矿混合在一起加热,意外地发现生成了一种令人窒息的黄绿色气体。这种气体立即引起了舍勒的兴趣,并对它进行了研究。

经研究发现,这种气体能溶于水,但在水中溶解度不大且水溶液略呈酸性。该气体还具有“魔术师”的本领,如果把五颜六色的花朵或翠绿的叶子往气体中一放,其美丽的色彩马上就褪掉了。这样奇妙的褪色本领使化学家们很惊异。这就是舍勒发现的不太纯的氯气。

但不幸的是,氯气在当时竟被误认为是含氧盐酸而受了30多年“委屈”。直到18世纪初,科学家拉瓦锡、戴维制得了氯气,并详细地测定了它的性质之后,氯气才被恢复了名誉,证明它不是含氧盐酸,而是一种元素,并命名为氯。

历史上曾用“地康法”制氯气,这一方法是用氯化铜( $\text{CuCl}_2$ )作催化剂,在450℃时,利用空气中氧气与氯化氢反应制取氯气。这一反应的化学方程式是:



现在,人们在工业上制取氯气时大都采用电解海水产物——食盐的方法(图1-8)。电解盐水时可得到氯气、氢氧化钠和氢气。以此为工业称为“氯碱工业”,它是化学工业的一个重要支柱。

不过,世界各国氯碱工业刚一兴起的时候,烧碱是主要产品,氯气只不过是副产物,而且往往还由于氯气处理不掉而影响苛性碱的发展。但随着工业的发展,人们对氯和氯产品的需求与日俱增,氯碱工业发展中出现了“反客为主”的现象:“废物”氯气成了主要产品,名噪一时的烧碱反而“退居二线”。甚至在有些国家由于烧碱过剩而影响了氯的发展。由此可以看出氯元素在工业中的重要地位。



图1-8 电解食盐水

### 生活提示

#### 勿喝自来水

自来水一般用氯气消毒。原理就是利用氯气与水作用生成次氯酸,次氯酸分解放出的原子态氧的强氧化性。虽然,细菌能在5分钟之内几乎全部被杀死,但这种方法也带有一定的副作用。

作为自来水水源的天然水中一般都含有少量的甲烷。在日光照射的条件下,氯气便会与甲烷作用,产生有毒的氯代甲烷。

自来水中还含有60多种有机物。水的酸碱度、温度及氯气在水中存在的时间,都会促成许多有毒的有机氯化物的形成。喝了自来水后,虽然这些物质含量很少,不至于会引