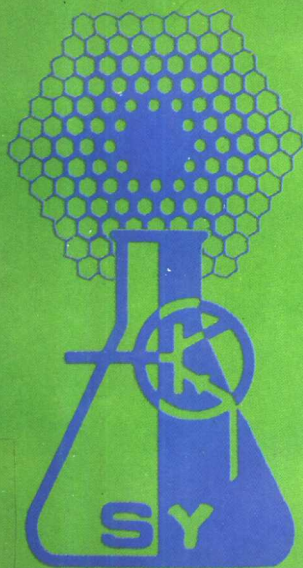


高中化学实验必备

张海峰
史定海 主编
韩汝超

高中 化学 实验 必备

GAO ZHONG HUA XUE SHI YAN BI BEI



知识出版社

GAO ZHONG HUA XUE SHI YAN BI BEI

高中化学实验必备

张海峰
史定海 主 编
韩汝超

知 识 出 版 社

(京)新登字 188 号

高中化学实验必备

主 编:张海峰 史定海 韩汝超

技术设计:张新民

封面设计:郑文娟

出版发行:知识出版社

(北京阜成门北大街 17 号 邮编 100037)

经销者:新华书店

印刷者:世界知识印刷厂印刷

开 本:787×1092 毫米 1/32

印 张:10

字 数:213 千字

版 次:1993 年 9 月第 1 版

印 次:1993 年 9 月第 1 次印刷

印 数:1—10000

书 号:ISBN7-5015-1040-7/G·397

定 价:5.50

主编 审编
主副主 编委
编

徐竹霓	张海峰	史定海	韩汝超
张陈汉	邱争城	张家兴	吕伯杨
李洪光	邱争城	韩兴旺	雷成生
李洪益	李洪益	张祖荣	朱召儿
胡国栋	胡国栋	邵守灿	陈洪发
金黎萍	金黎萍	朱元波	何鉴波
谢贤君	谢贤君	范定帮	刘军成
张骥	张骥	刘亚明	陈小毅
周德泉	周德泉	倪承和	游国金
熊光发	熊光发	徐谷米	刘巧兰
劳天超	劳天超	李克生	

目 录

第一部分 实验问题解答

第一章 卤素实验问题解答	(1)
第二章 摩尔反应热实验问题解答	(14)
第三章 硫、硫酸实验问题解答	(17)
第四章 碱金属实验问题解答	(31)
第五章 物质结构、元素周期律实验问题解答	(41)
第六章 氮、磷实验问题解答	(47)
第七章 镁、铝实验问题解答	(63)
第八章 铁实验问题解答	(71)
第九章 烃实验问题解答	(78)
第十章 烃的衍生物实验问题解答	(98)
第十一章 化学反应速度、化学平衡实验 问题解答	(116)
第十二章 电解质溶液实验问题解答	(125)
第十三章 糖类、蛋白质实验问题解答	(145)

第二部分 实验题解技巧

第一章 分离提纯题	(151)
第二章 物质推断题	(162)
第三章 物质鉴别题	(179)
第四章 物质鉴定题	(191)
第五章 物质制取题	(194)

第六章 物质合成题.....	(210)
第七章 定量实验题.....	(219)
第八章 实验设计题.....	(225)
第九章 实验信息题.....	(232)
第十章 综合实验题.....	(237)
第十一章 高考实验选择题分类例析.....	(247)
第三部分 实验习题测试	
一、分离除杂题自测练习.....	(257)
二、物质判断题自测练习.....	(261)
三、物质鉴别题自测练习.....	(269)
四、物质制取题自测练习.....	(272)
五、物质合成题自测练习.....	(277)
六、定量实验题自测练习.....	(282)
七、实验设计题自测练习.....	(288)
八、实验信息题自测练习.....	(293)
九、综合实验题自测练习.....	(296)
十、基本实验综合题测试.....	(302)

第一部分 实验问题解答

第一章 卤素实验问题解答

一、钠与氯气反应

1. 为什么燃烧匙里要预铺石棉或细砂？

因为一般燃烧匙都是用铜或铁制成的，当放有钠的燃烧匙插入盛氯气的集气瓶中时，钠发生剧烈燃烧，反应所产生的高温使燃烧匙也同时发生燃烧，这样既损坏燃烧匙，又会将钠燃烧后产生的白烟掩盖起来。所以在燃烧匙中预放细砂或石棉的目的①保护燃烧匙；②排除其它实验现象的干扰。

2. 为什么钠与氯气反应需要点燃？

钠很活泼，实验中取出的钠一接触空气就与氧反应，在其表面形成一层氧化膜，这样的钠在常温下与氯气作用就显得不剧烈了。同时氯与钠作用后也会形成一层覆盖物(NaCl)附在钠表面，氯化钠熔点及沸点都很高（分别为 801°C ， 1413°C ），不流动，也不挥发，它们会阻碍内层的钠与氯气进一步反应。将钠预先点燃的目的①将钠熔化，破坏氧化膜；②增大氯气与钠的接触面积，加速反应；③在较高温度下反应使产物氯化钠不断挥发，这样就能不断地剧烈燃烧下去。

3. 为什么实验中会有少量黑烟出现?

钠露置在空气中易被氧化, 所以一般将钠密闭保存, 少量的钠则放在煤油中保存。实验时若将取出的钠表面的氧化物及煤油未用滤纸清除干净, 会阻碍钠与氯气的充分接触, 同时使钠在燃烧时出现少量黑烟现象。这种现象的发生是因为表面的煤油与氯气发生反应, 结果有炭游离出来, 黑烟即为游离态的炭。

二、铜与氯气反应

1. 为什么实验前在集气瓶底要预先放些细砂?

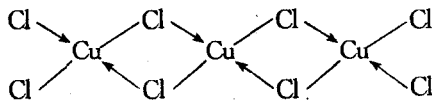
氯气与铜剧烈反应, 生成棕黄色烟的同时有较高温度的大颗粒氯化铜晶体形成。其一旦与集气瓶底接触, 可能会导致集气瓶底破裂。瓶底细砂的存在可阻止氯化铜晶体与瓶底的接触, 防止集气瓶破裂。(注意: 细砂尽量干净, 否则加水后会影晌溶液颜色的观察)

2. 为什么会形成大量棕黄色的烟?

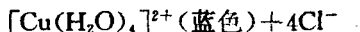
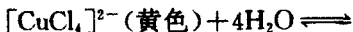
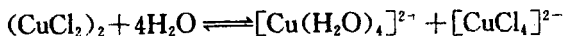
铜与氯气反应后的生成物是共价型化合物, 其沸点相对较低, 具有挥发性。剧烈反应后放出大量的热能使产物挥发成细小的固体颗粒, 这些固体颗粒分散在空气中, 就形成棕黄色的烟。

3. 为什么生成物的水溶液有时呈绿色? 有时则呈蓝色?

氯化铜晶体是以 $(\text{CuCl}_2)_n$ 形式存在的, 结构如下:



该化合物在水溶液中可形成以下几种离子:



当浓度大时, $[\text{CuCl}_4]^{2-}$ (黄色) 与 $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_4]^{2+}$ (蓝色) 共存于一体, 溶液的实际颜色是这两种离子的复合色——绿色。浓度稀时, 由于水量的相对增加, 使上述平衡向右移动, 蓝色离子大量增加, 这样观察到的颜色就是蓝色。

4. 为什么生成物是氯化铜而不是氯化亚铜?

单质氯气的氧化性极强, 在不很高的温度下, 一般将铜氧化成氯化铜 (CuCl_2), 使铜失去最外层的 1 个电子和次外层的 1 个电子成为 +2 价的 Cu^{2+} , 所以在点燃条件下, 铜与氯反应的产物是 CuCl_2 而不是 CuCl 。

如果将形成的 CuCl_2 高温加热, 则可生成 CuCl :

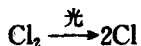


这一转变的原因是: Cu^{2+} 化合物在高温条件下会变得不稳定易转变成 Cu^+ 化合物。主要是 Cu^+ 离子的极化作用强于 Cu^{2+} 离子。以结构来看也是 Cu^+ ($3d^{10}$) 的稳定性强于 Cu^{2+} ($3d^9$)。

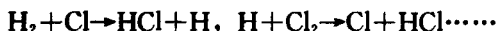
三、氢氯光化反应

1. 为什么氢氯混合气体光照会发生爆炸?

氢氯混合气体光照后, 氯气吸收了光能并分解成活性很强的氯原子:



该原子与 H_2 作用又生成了活性很强的 H 原子，H 原子与 Cl_2 作用又重新生成了活性很强的 Cl 原子：



如此重复下去，引起一连串链锁反应并在极短的时间内完成。由于反应放出大量的热，使产生的气体在一个有限的密闭空间受热急剧膨胀，从而产生很大的气压，发生猛烈爆炸。

2. 为什么爆炸后会形成大量的白雾？

H_2 与 Cl_2 反应后生成的 HCl 极易溶于水，反应后看到的白雾其实是氯化氢分子与空气中水分子所形成的大量细小的盐酸液滴。

3. 为什么一般日光照射难发生反应？

氯气光化反应是一个由光量子引发的链式反应。反应的关键在于链的引发，光的作用就是实现链的引发，链的引发实质是断裂 Cl—Cl 键。经计算要链引发，光的波长必须小于 $4930 \text{ \AA}$ ，但有一定波长的光，还不一定能引发爆炸，因爆炸是在极短时间内发生的，所以必须在短时间内引发足够数量的链。显然，只有足够大的光强度，才能满足这一要求。一般日光强度不够大，用镁条点燃作光源可以达到要求。

四、磷与氯气反应

为什么反应后会产生大量白色烟雾？

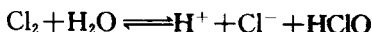
磷在氯气中燃烧首先生成 PCl_3 ， PCl_3 进一步与过量的氯气反应生成 PCl_5 。其中生成的 PCl_5 在常温下呈固态 (110°C 升

华), 而 PCl_3 在常温下是一种低沸点的液体。因此看到的白雾是 PCl_3 细小的液滴分散在空气中的结果, 而白烟则是 PCl_5 小颗粒分散在空气中形成的。

五、氯水的分解实验

1. 为什么新制的氯水呈浅黄绿色?

氯气溶于水后所形成的水溶液即为氯水。在标准状况下, 氯气的溶解度约为 2, 溶解的氯只有 $1/3$ 左右与水发生了反应并达到下列平衡:



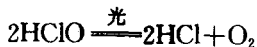
所以新制的氯水中还有游离态的氯存在, 故使溶液呈浅黄绿色。

2. 为什么久置的氯水颜色会逐渐褪去? 并有无色气体从溶液中逸出?

氯水中存在着下列溶解平衡:



平衡生成的 HClO 在光照或受热情况下发生分解, 从而使 HClO 浓度减小, 平衡不断向右移动, 使氯不断溶解:



久置后的氯水, 在溶液中无游离态氯存在, 只存在 H^+ 、 Cl^- 等离子, 所以溶液呈无色。逸出的气体是 HClO 的分解产物氧气。

3. 实验用的饱和氯水如何制取?

氯水见光或久置均易变质，故实验用的氯水一般是随用随制。制取氯水最好利用烧瓶来进行。把盛有冷蒸馏水的烧瓶倾斜地固定在铁架台的铁夹里，使氯气沿着略微弯曲的导管缓缓地通入烧瓶的蒸馏水中，没有溶解的氯气会聚集在水面上，摇动烧瓶，使聚集在水面上的氯尽量溶解，最后就可以得到呈浅黄绿色的饱和氯水溶液。

4. 新制的氯水应如何保存？

氯水一般随用随制，新制的氯水如要暂时保存一段时间，就必须注意避光避热。因氯水见光易分解，应将它放在棕色试剂瓶中，并贮存在阴凉的地方。

六、次氯酸的漂白作用

1. 次氯酸为什么具有漂白性？

次氯酸的稳定性极差，通常可分解出活性极强的氧原子，氧原子可将有机色素氧化成无色物质或者是次氯酸分子与有机色素的烯属官能团起加成反应而使有机色素褪色，褪色过程是不可逆的，因此次氯酸是一种极强的漂白剂。

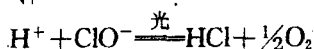
2. 为什么氯气不使干燥色布褪色，却能使湿润色布褪色？

一般情况下，干燥的氯气与有机色素不直接发生作用。所以氯气通过干燥的色布就没有发生漂白现象。当氯气通过湿润色布后，湿润色布中的水分子与氯作用就会生成氧化性很强的次氯酸，从而将有机色素氧化使其褪色。其实氯气漂白湿色布的实质是次氯酸氧化作用的结果。

3. 为什么久置后的氯水无漂白性？

氯水久置后溶液中的次氯酸会不断分解，使氯水中的溶

解平衡发生移动:



最终成为稀盐酸, 氯水的漂白性实质是其中的次氯酸氧化有机色素的结果。久置后由于无次氯酸存在, 所以就失去了漂白性。

4. 为什么实验后的余氯应用碱液吸收?

氯气是一种有毒的气体, 余氯不及时处理就会造成严重的空气污染。少量吸入后, 它会溶解在鼻和喉头粘膜的水里, 并生成盐酸与次氯酸, 次氯酸使皮肤组织受到强烈的氧化, 引起胸部疼痛和咳嗽; 严重时发生肺水肿, 使循环作用困难而死亡。因此余氯必须及时吸收除去, 因氯可与碱溶液反应, 故一般用氢氧化钠溶液作吸收剂。

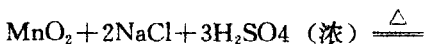
七、实验室制取氯气

1. 为什么实验室用浓盐酸与二氧化锰来制取氯气?

因制氯气实质是用氧化剂将盐酸中的 Cl^- 氧化为 Cl_2 。而二氧化锰的氧化能力受溶液的酸度影响, 酸度越大氧化能力越强。另一方面 Cl^- 的还原能力由于浓度的增大而增强, 故一般采用浓盐酸 (浓度 37%、密度 1.19 克/厘米³) 而不用稀盐酸。

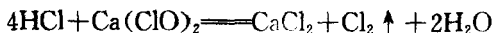
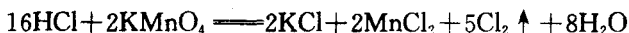
2. 实验室无浓 HCl 或 MnO_2 , 怎样制取 Cl_2 ?

如果实验室无浓 HCl, 可以用食盐和浓 H_2SO_4 来代替跟 MnO_2 共热:





如果没有氧化剂二氧化锰，则可以用 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 、 KMnO_4 、 KClO_3 、 $\text{Ca}(\text{ClO})_2$ 等氧化剂来代替二氧化锰与浓 HCl 反应。由于上述氧化剂氧化能力强，故一般不需要加热。



3. 为什么浓硫酸和氯化钠跟二氧化锰的反应产物是硫酸氢钠，而不是硫酸钠？

这个问题应该以二氧化锰跟 Cl^- 之间的反应必须在强酸性条件下才能反应来认识。

如果加入的浓硫酸跟氯化钠完全反应生成硫酸钠与氯化氢，则反应后的体系不利于 Cl_2 的生成。为了创造强酸性的环境，给二氧化锰氧化盐酸产生适宜的条件，加入的浓硫酸必须是过量的。因此用这三种物质为原料制取 Cl_2 时，反应产物应是硫酸氢钠，而不是硫酸钠。

4. 为什么用 KMnO_4 或 KClO_3 代替 MnO_2 与浓 HCl 反应时，要注意缓慢滴加浓 HCl ，而且反应不能加热？

实验室用 KMnO_4 或 KClO_3 与浓 HCl 反应，操作比较方便，但必须注意，当用 KMnO_4 与浓 HCl 反应制取 Cl_2 时不需要加热，加入盐酸的速度不能太快，也不宜过多，否则反应过于激烈，会有极易分解而引起爆炸的七氧化二氯 (Cl_2O_7) 生成。用 KClO_3 制 Cl_2 时也不需要加热，反应中会产生有爆炸性

的二氧化氯 (ClO_2)。所以实验时都应特别小心,要慢慢滴加盐酸,反应剧烈时要暂停加入,等反应减慢后再加入。

5. 为什么实验加热时温度不超过 90°C ?

因制 Cl_2 所用的浓盐酸极易挥发出 HCl , 故在反应时, 应小心地不停地移动酒精灯的火焰, 使温度不至于过高, 控制在 90°C 以下。如果温度超过 90°C 以上, 就会使浓盐酸中的 HCl 大量挥发出来, 这样制得的氯气不纯而且还会影响实验效果。

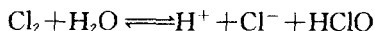
6. 为什么收集氯气时导管应插入集气瓶的底部?

氯气的密度比空气大, 用向上排空气法收集氯气时, 导管应插入集气瓶的底部, 这样能使瓶内的空气逐渐由下而上排出瓶外, 使收集的氯气相对纯度较高。

7. 为什么收集氯气时不宜用排水集气法, 但可用排饱和食盐水法?

因为氯气能溶于水(常温下, 1 体积水能溶解约 2 体积的氯), 因此不能用排水集气法收集。但可用排饱和食盐水法收集, 这是由于食盐水中已溶有大量的 Cl^- , Cl^- 离子的存在对氯气在水中的溶解有很大的影响。

大量 Cl^- 离子的存在可使下列平衡向左移动:



这样就减少了氯气在溶液中的溶解度。

8. 如何检验氯气是否收集满?

氯气是一种黄绿色气体, 通过对集气瓶中气体颜色观察可知道是否收集满。也可取一湿润碘化钾淀粉试纸放在集气瓶口上方试验, 如试纸立即变蓝, 则证明集气瓶里已收集满

氯气。

9. 为什么制氯气的实验装置中的分液漏斗下端不宜插得过低？

因反应用的二氧化锰粉末较细，反应时会产生大量的泡沫，分液漏斗的下端如插得太低，有可能使在加热时泛起的泡沫堵塞漏斗管。为防止这一现象的发生，分液漏斗的下端应离二氧化锰高一些。若能事先将 MnO_2 细末除去选用颗粒较大的则可减少反应时产生的强烈泡沫。

10. 实验中如何制得干燥而较纯的氯气？

要制得干燥和较纯净的氯气，可将发生装置制得的氯气进行净化。因用浓 HCl 和 MnO_2 制得的 Cl_2 主要含有 HCl 和 H_2O ，因此可将氯气分别通过盛有饱和食盐水和浓硫酸的洗气装置，这样就会将 HCl 和 H_2O 除去而得到比较纯净而干燥的氯气了。

八、氯化氢气体的制取

1. 为什么实验中用浓 H_2SO_4 而不用稀 H_2SO_4 ？

制 HCl 的反应原理是利用高沸点酸与低沸点酸盐的反应，生成低沸点酸。浓 H_2SO_4 是难挥发的高沸点酸可与固体 NaCl 共热制 HCl 气体。如用稀 H_2SO_4 ，其中因有大量水分子，一是加热温度不易提高；二是生成的 HCl 极易溶于水而不易及时逸出。同理应采用固体 NaCl 而不能用饱和食盐水。

2. 为什么发生装置的容器不必干燥，而收集装置的容器必须干燥？

制 HCl 气体的发生装置不必干燥，烧瓶内壁的少量水分有利于不加热时氯化氢气体的逸出。少量水分的存在一是可

使氯化钠部分发生电离；二是当浓 H_2SO_4 加入后遇水发生稀释，放出大量热促使在未加热时不断逸出 HCl 气体。

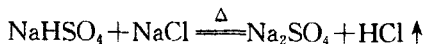
收集装置的容器必须干燥。因为通常情况下 HCl 气体极易溶于水，1 体积水中大约能溶解 500 体积的氯化氢气体。因此收集用的容器必须干燥。同理收集 HCl 气体时也不能用排水集气法。

3. 为什么不加热反应也会进行，但通常实验室制取 HCl 气体时都需要加热？

固体食盐与浓 H_2SO_4 反应不加热或稍加热就有 HCl 气体生成：



因此反应开始不需要加热，但生成物却是 NaHSO_4 ，并且反应速度会逐渐减慢。为了使实验中平稳持续地制得 HCl ，并有效地提高浓 H_2SO_4 的利用率，实验时应该加热，使生成的 NaHSO_4 继续与食盐作用生成 HCl 气体：



4. 如何检验 HCl 气体已收集满了？

HCl 是一种无色有刺激性气味的气体，通常用向上排空气法收集，通过观察集气瓶口是否冒白雾或用蘸有浓 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 的玻璃棒放在集气瓶口试验，如有大量白烟生成，则证明已收集满了。也可用湿润蓝色石蕊试纸变红来检验。

5. 为什么用水吸收 HCl 时，不能将导管直接插入水中较深部位？

因 HCl 极易溶于水，如直接将导管插入水中较深部位，