

中学生课外读物丛书

化 学 世 界

(“ $100 + 100 = 200?$ ”等篇)

朱云祖 编

上海科学技术出版社

中学生课外读物丛书

化 学 世 界

(“ $100+100=200?$ ”等篇)

朱云祖 编

上海科学技术出版社出版

(上海瑞金二路 450 号)

新华书店上海发行所发行 江苏如东印刷厂印刷

开本 787×1092 1/32 印张 4.25 字数 91,000

1990 年 9 月第 1 版 1990 年 9 月第 1 次印刷

印数: 1-5,500

ISBN 7-5323-1141-4/G · 152

定价: 1.35 元

编辑出版说明

本《丛书》是一套为广大中学生提供的课外读物。第一批先编辑出版数学、物理、化学三门学科的分册。目的为了引导学生开发思维,拓广知识视野,充实数、理、化各门学科本身的知识及这些知识在实际中的应用。但所涉及的基本知识不超过全日制中学数、理、化教学大纲所规定的范围。

本《丛书》的特点是知识性与趣味性相结合,注意揭示数、理、化知识本身内在的联系与规律;重视联系实际应用,联系邻近学科,使学生学到的知识能融会贯通;同时适当介绍学科领域里的新进展,以帮助学生开阔眼界。

本《丛书》的体例不拘泥于章节编排,而以专题篇目的面貌出现。各篇内容既有相对联系的系统性,又有相对的独立性,既体现生动活泼,又注意科学严谨。适合于广大初、高中学生阅读。

在组织编写本《丛书》的过程中,得到上海市教育局教研室有关同志的热忱指教和协助,在此表示衷心感谢。

由于编写出版时间仓促,《丛书》中的缺点及不当之处在所难免,欢迎广大读者提出批评指正。

本书适合高中一年级文化程度的读者阅读。

目 录

一、成盐的元素——卤素

- | | |
|--------------------------------------|------|
| 1. 学好《卤素》的方法和诀窍 | [1] |
| 2. 战争中最先使用的毒气——氯气 | [3] |
| 3. 氯气是怎样发现的? | [4] |
| 4. 如何观察和描述燃烧的现象? | [7] |
| 5. 为什么氯化铜会呈现多种颜色? | [9] |
| 6. 漂白粉、漂白精的漂白与消毒 | [10] |
| 7. 自制褪色灵 | [12] |
| 8. 化学实验装置的一般装配顺序 | [13] |
| 9. 实验完毕,拆卸仪器装置时应注意什么? | [15] |
| 10. 气体的性质和气体的收集方法 | [16] |
| 11. 怎样为某种气体设计实验室制取的装置? | [19] |
| 12. 工业上怎样制取盐酸? | [21] |
| 13. 盐酸是现代工业的宠儿 | [23] |
| 14. 我国古代制盐技术的成就 | [25] |
| 15. 这些氧化-还原反应的化学方程式错在哪里? | [26] |
| 16. 怎样分清氧化与还原、氧化剂与还原剂、氧化产物
与还原产物? | [28] |
| 17. 氧化-还原反应中电子得失的两种表示方法 | [30] |
| 18. 氧化-还原反应可分哪几种类型? | [32] |
| 19. 氧化-还原反应与基本反应类型之间的关系 | [33] |
| 20. 摩瓦桑披荆斩棘制氟气 | [35] |
| 21. 在玻璃上刻花 | [37] |

- | | |
|----------------------|------|
| 22. 溴和碘在不同情况下的各种颜色 | [39] |
| 23. 巧取指纹和密写药水 | [40] |
| 24. 为什么有的牙膏中放氟化物? | [41] |
| 25. 怎样鉴定海带中含有碘? | [42] |
| 26. 服用加碘化物的食盐能防治甲状腺肿 | [44] |
| 27. 碘酒和红药水为什么不能同时使用? | [45] |
| 28. 碘化银为什么能用来人工降雨? | [46] |
| 29. 大海是溴的宝库 | [46] |
| 30. 掌握氯水化学性质的诀窍是什么? | [48] |
| 31. 变色镜为什么会变色? | [50] |
| 32. 怎样解化学计算中的过量计算题? | [50] |
| 思考题(一) | [53] |

二、微观世界和宏观世界的桥梁——摩尔

- | | |
|----------------------------|------|
| 1. 什么是国际单位制? | [55] |
| 2. 科学中引进“摩尔”有什么优点? | [58] |
| 3. 物质的量、摩尔和摩尔质量之间的关系 | [60] |
| 4. 阿佛加德罗常数是怎样测定的? | [61] |
| 5. 物质三态中,为什么只有气体摩尔体积是常数? | [63] |
| 6. 阿佛加德罗定律是怎样发现的? | [64] |
| 7. 如何应用阿佛加德罗定律测定气体的分子量? | [65] |
| 8. 平均分子量在化学计算中的应用 | [68] |
| 9. 摩尔浓度与质量百分比浓度的比较 | [69] |
| 10. 配制摩尔溶液时要注意什么? | [70] |
| 11. “ $100 + 100 = 200$ ”? | [72] |
| 12. 摩尔溶液配制、稀释、浓度换算中的关键 | [74] |
| 13. 怎样才能正确书写热化学方程式? | [76] |
| 思考题(二) | [78] |

三、无机化学工业之母——硫、硫酸

1. 将硫粉加热到沸腾中的现象和变化	[79]
2. 实验室中打碎了水银温度计怎么办?	[80]
3. 怎样证明氯的非金属性比硫强?	[81]
4. 从“仙丹”到“黑火药”	[83]
5. 启普发生器的使用方法	[85]
6. 自己设计简易气体发生器	[86]
7. 硫化氢中毒后的症状和急救方法	[88]
8. 二氧化硫、氯气和活性炭使品红褪色的不同原理	[89]
9. 实验室制取各种气体怎样选择适宜的酸?	[90]
10. 酸的氧化性与氧化性酸	[92]
11. 怎样选择气体的干燥剂?	[94]
12. 硫酸工业制法中的吸收剂	[95]
13. 硫酸工业制法中的化工原理	[97]
14. 无机化学工业之母——硫酸	[99]
15. 污染大气的元凶——二氧化硫	[101]
16. 浓硫酸特性的系列实验	[102]
17. 做一根历史上最早的火柴	[104]
18. 硫酸与单质反应规律	[105]
19. 铜跟浓硫酸共热时生成的黑色物质是氧化铜吗?	[107]
20. 硫及其化合物的氧化-还原规律	[108]
21. 矾是一类什么物质?	[111]
22. 动手做:粗硫酸铜的提纯	[112]
23. 动手做:制石膏像	[113]
24. 怎样正确书写离子方程式?	[115]
25. 从废渣中发现的“月亮”元素——硒	[117]
思考题(三)	[118]

附录:

答案及提示

成盐的元素——卤素

1 学好《卤素》的方法和诀窍

我们在初中化学里,已经学习过氧、氢、碳等元素和它们一些化合物的知识。这类内容在化学中属于元素化合物的知识。它是化学学科的基础和骨干。从高中的《卤素》开始,我们将系统地学习元素化合物的知识。

怎样才能学好包括《卤素》在内的很多元素化合物的知识呢?有什么学习规律可循呢?

人们已知的元素已有109种,由它们组成的化合物超过五百万种。随着化学的发展,这个数字还在与日俱增,每年约增加几十万种。如果把这些元素及其化合物的知识编成一本《化学大辞典》的话,按每页介绍10种物质计算,需要约50万页,25万张。这本词典的厚度有20多米厚,叠起来就有七层楼那么高。更何况每页上还写不了10种物质的性质、制法和用途等等。

看来要学好元素化合物知识是件很困难的事,如果不分轻重、不找规律地一一学下去,那就会沉没在知识的海洋中。假如你想在知识的海洋中遨游,在知识的宝藏中挖掘珍宝,就得学会学习。正如古希腊喜剧家米南德所说:“学会学习的

人,是非常幸福的人。”

现以《卤素》为例,说明如何学好元素化合物的知识,科学家在研究为数众多的元素及其化合物时,发现有些元素的性质、结构相似。例如氟、氯、溴、碘和砷,它们具有相似的原子结构,即它们的最外电子层都有7个电子。它们的性质也有很多相似之处,都是典型的非金属元素,容易和金属结合生成盐,化合价都为负一价等。因此科学家把它们归成一个元素族,称为卤族元素。以后我们将把元素按“族”进行学习。

学习元素族中,首先是学好一个性质最典型、与人们关系最密切的元素及其化合物。卤族中重点学习氯(包括氯气、氯化氢和氯化物)。在认识氯的基础上,由此及彼学习氟、溴、碘。找它们的相似之处,举一反三;比较它们的不同点,寻找变化规律和各自的特点。这种由个别到一般的学习方法,可以取得事半功倍的效果。

其二,学习元素化合物知识中,令人感到特别困难的是,需要记忆的材料很多,如何攻破这个难关呢?在学习中应重视实验(包括学生实验和演示实验),认真观察实验现象,注意反应条件如何影响反应的发生和产物的生成,掌握好反映实验事实的化学方程式。

其三,在理解物质的性质时,从物质结构内部去找原因。因为物质的结构是决定物质性质的内在依据,物质的性质是物质内部结构的外部表现。例如卤素都是典型的非金属元素,它们的单质都具有强的氧化性,最低化合价都是 -1 价,最高化合价为 $+7$ 价。这些性质都是因为卤素原子最外层电子为7个,在反应中容易得到1个电子形成稳定结构所决定的。

其四,要注意物质的性质决定物质的用途。因为氯水中的次氯酸具有强氧化性,因此可用氯气给自来水消毒,制漂白粉

等。物质的性质与物质的存在及制法也密切相关。例如氯气性质很活泼,所以氯在自然界中都以化合态存在。考虑到氯气能溶于水,比空气重及有毒等性质,实验室中就选用适当的方法和装置制取氯气。

总之,学习元素化合物知识的核心,是元素及其化合物的性质,以此来带动物质的结构、制法、存在、检验和用途的学习。学透一个典型元素,从而找出同族元素的相似性和性质变化的规律,起到触类旁通的效果。

2 战争中最先使用的毒气——氯气

第一次世界大战期间,德军和英法联军正在激烈的交战,而战局处在相持不下的拉锯战的僵局之中。德军司令部正密谋打开僵局的新的作战计划。

1915年4月22日,天气阴冷,突然有一大片黄绿色的气体,随风从德军阵地飘向英法联军的战壕,看上去好象一阵妖雾向英法联军扑来,猝不及防的英军顿时大乱,战壕里到处是咳嗽声、叫骂声。这是现代战争中第一次使用化学毒气。当时德军共向英法联军施放氯气18万公斤。英法士兵当场死了五千,受伤达一万五千。德军不费一枪一弹,轻易地夺去了英法联军的阵地。从此揭开了化学战的序幕。

氯气是通过呼吸道侵入人体。氯气会溶解在上呼吸道粘膜中的水里,生成次氯酸和盐酸。次氯酸强烈氧化呼吸道的组织;盐酸刺激粘膜发生炎性肿胀,使呼吸道浮肿,大量分泌粘液。氯气中毒的症状是发生难以自制的咳嗽;呼吸困难,严重时肺部水肿,使人呼吸严重困难而死亡。由食道进入人体

的氯气使人恶心、呕吐和腹泻。

每升空气里最多允许0.001毫克氯气,超过这个浓度就会引起人体中毒。对中毒的病员可采取急救:首先让病员立刻离开有氯气的地方,解开领口衣服,同时注意保暖。其次是对中毒严重的病员应施行人工呼吸,并迅速送医院急救。

因为氯气有毒,做有关氯气的实验时,应注意以下几点:

(1)使用氯气的量尽可能少些,以足以完成实验为限。

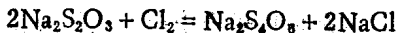
(2)实验室制取氯气时,一般应在通风橱中操作,避免散失在实验室里。

(3)实验室里制取氯气时,收集氯气后的余氯应该用氢氧化钠溶液吸收。



(4)闻氯气的时候,必须十分小心,应该用手轻轻在盛氯气的瓶口扇动,仅使少量的氯气飘进鼻孔。

(5)如果遇到意外,在空气中氯气浓度超过安全量时,简易的防毒方法是,在普通的口罩里(或用手帕)垫上一层用硫代硫酸钠($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$)溶液或碳酸钠溶液浸过的棉花。这两种溶液都能和氯气反应,变成无毒物质:



当年科学家就是提出用这种方法来防御战场上敌军释放的氯气,后来改用防毒面具来对付各种毒气了。

3 氯气是怎样发现的?

舍勒(C.W.Scheele, 1742—1786)是一位瑞典化学家。他

出身贫寒，但爱好学习。15岁开始曾在哥德堡、马尔默、斯德哥尔摩等地的药房里当学徒、做药剂师。整天工作的劳累并没有削弱他对化学的兴趣。他利用工作的余暇，用极简陋的仪器，作出了大量的第一流的化学上的新发现。

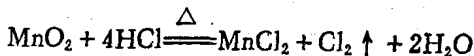
舍勒曾经说过：“世界上最大的快乐，莫过于发现世人从未见过的新物质。”

1774年的某一天，舍勒在研究软锰矿（主要成分是二氧化锰）的性质时，想把不溶解于水中的软锰矿溶于盐酸中。当他把软锰矿和浓盐酸的混和物加热时，突然在烧瓶中产生一股刺鼻的黄绿色的气体。舍勒闻这种气体时，呛得咳嗽不止，咽喉干燥疼痛，肺部感到很难受，但心情却激动不已，一刻也舍不得离开这种气体。舍勒已经意识到，自己已经制得一种从未有人发现过的新的气体。

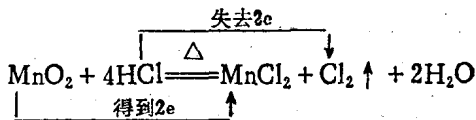
当舍勒试验这种气体的性质时，还发现一些奇特的现象。它溶于水后，水味变酸。蓝色石蕊试纸碰到它的水溶液时，并没有变红，而是褪色了。

1810年，英国皇家学会根据化学家戴维的建议，正式命名这种气体为氯气。氯的希腊文原意是“绿色的”。

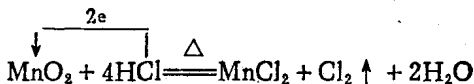
舍勒制取氯气的方法，一直沿用到今天。现在实验室中制取氯气一般仍用二氧化锰和浓盐酸共热：



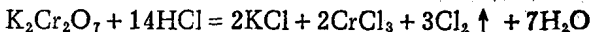
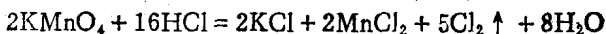
这个反应中，二氧化锰是氧化剂，盐酸是还原剂，生成的氧化产物是氯气。该反应中电子转移的方向和数目可以表示如下：



或者表示如下：



实验室里还可以用其他氧化剂来氧化盐酸，制取氯气。例如用高锰酸钾(KMnO_4)或重铬酸钾($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$)和盐酸反应制取氯气。这两个反应都比上述反应激烈，在常温下就能产生氯气：



1986年夏天，上海某化工厂按惯例装运了一车“次氯酸钠”浓溶液，送到某织布厂作漂白剂。谁知将这一车“次氯酸钠”溶液倒入厂内的“次氯酸钠”溶液的储液罐时，一场可怕的事件发生了，储液罐内的液体“沸腾”起来了，从罐口向外喷出一股黄绿色的气体，顿时在场的工人有的中毒而昏迷，有的咳嗽不止，不得不迅速撤离现场。

对该事件调查的结果如下：装运次氯酸钠的工作人员疏忽大意，装了一车浓盐酸到纺织厂，倒入了装有次氯酸钠的储液罐。次氯酸钠是强氧化剂，氧化了盐酸，所以产生了氯气。你能完成这个反应的化学方程式么？



4 如何观察和描述燃烧的现象?

燃烧是中学化学实验中最常见的一种现象。初中化学中我们学习过铁丝在氧气中的燃烧,红磷、硫黄、氢气等在空气或氧气中的燃烧。高中化学的第一章,就学习铜丝、磷在氯气中的燃烧。以后还要学习到很多有关燃烧的化学知识。

不少同学都觉得,要说清楚某种物质在某种气体里燃烧,究竟发生了哪些现象,很难讲清楚,更难讲全面,当然也很难记了。如果我们对燃烧现象作一些分析,找出其中的规律,问题就可迎刃而解了。

我们知道,红热的铜丝在氯气里燃烧起来,产生棕色的烟。点燃的磷在氯气继续燃烧,看到淡黄色的火焰,产生白色的烟雾。

观察和描述燃烧现象,一般从以下三方面进行:

(1) 要弄清燃烧时有没有火焰

火焰是气体燃烧时产生的现象。因此,氢气、一氧化碳等气体燃烧时有火焰的现象。液体燃烧时,化为蒸气,因而也有火焰,例如酒精的燃烧。某些熔点、沸点低的固体物质如硫、磷、钠等,也是化为蒸气燃烧,因而都有火焰产生。而那些燃烧时不能挥发为蒸气的物质(如铁、铜、木炭),只能灼热发光,并没有火焰。

(2) 要看清火焰的颜色和亮度

当固体燃烧时,由于灼烧的高温一般能发生明亮的光。而氢气、一氧化碳等气体燃烧时,火焰都不太明亮。含碳物质如甲烷(CH_4)、乙烯(C_2H_4)、乙炔(C_2H_2)等气体燃烧时,随着这

些物质中含碳量的增高,火焰越来越明亮。

(3) 要搞清生成物产生的现象

生成物是固态或有未反应的固体微粒,则可观察到“烟”。例如生成五氧化二磷固体是白烟,氯化铜固体是棕烟,炭黑是黑烟等。如生成液体(如三氯化磷)或易和水蒸气结合成液态物质的(如氯化氢易和水蒸气结合生成盐酸液滴),可观察到有“雾”。如生成不易溶于水的气体,则无明显现象,例如硫在空气中燃烧,只观察到蓝色火焰,并无烟和雾,仅可嗅到刺激性气味。

现将初中和高一化学中接触到的燃烧实验整理如下:

燃烧实验现象

燃 烧 实 验	火 焰 颜 色	烟 或 雾	其 他
(1)木炭在氧气中燃烧	无火焰,发白光	无烟雾	生成无色气体
(2)硫在氧气中燃烧	明亮的蓝紫色火焰	无烟雾	生成无色刺激性气体
(3)磷在氧气中燃烧	明亮的火焰	浓厚的白烟	
(4)镁带在空气中燃烧	无火焰,耀眼的白光	少量的白烟	生成白色固体
(5)铁丝在氧气中燃烧	铁丝红热,火星四射	无烟雾	生成黑色固体
(6)氢气在空气中燃烧	淡蓝色火焰	无烟雾	遇冷生成水珠
(7)氢气在氯气中燃烧	苍白色火焰	白色的雾	刺激性气味
(8)钠在氯气中燃烧	黄色火焰	白 烟	
(9)一氧化碳在空气中燃烧	淡蓝色火焰	无烟雾	生成无色气体
(10)甲烷在空气中燃烧	淡蓝色火焰	无烟雾	遇冷生成水珠
(11)磷在氯气中燃烧	黄色火焰	浓厚的白色烟 雾	

(续表)

燃 烧 实 验	火 焰 颜 色	烟 或 雾	其 他
(12)铜丝在氯气中燃烧	铜丝红热, 无火焰	棕色的烟	溶于水成绿色
(13)铜丝在硫蒸气中燃烧	铜丝红热, 无火焰	无烟雾	生成黑色固体
(14)硫化氢在空气中燃烧	淡蓝色火焰	无烟雾	生成黄色固体 (不完全燃烧) 或无色刺激性 气体 (完全燃 烧)

其他燃烧实验的现象请同学们自己整理, 从而提高自己的观察能力和表达能力。

5 为什么氯化铜会呈现多种颜色?

实验室中见到的氯化铜晶体是绿色的, 氯化铜的稀溶液却是蓝色的。当铜丝在氯气中燃烧时, 集气瓶里充满棕色的烟, 这烟是氯化铜晶体颗粒的颜色。把它溶解于少量水中时, 又得到绿色的氯化铜溶液。为什么氯化铜会呈现上述各种颜色呢? 你对这些问题想过吗? 爱因斯坦曾经说过: “学习知识要善于思考、思考、再思考, 我就是靠这个学习方法成为科学家的。”

铜丝在氯气中燃烧时, 生成的是无水氯化铜的细小晶体颗粒, 氯化铜属于共价化合物 (只有典型的金属元素与典型的非金属元素结合才生成离子化合物), 具有一定的挥发性。它呈现棕色。

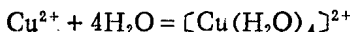
无水氯化铜具有很强的吸湿性, 吸收水份后变成水合氯

化铜,它的分子式是 $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 。水合氯化铜晶体呈现绿色。

当无水氯化铜溶于大量水中配成稀溶液时,氯化铜发生电离:



生成的 Cu^{2+} 离子和水分子结合形成复杂离子(又称络离子):

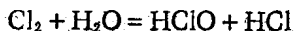


$[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_4]^{2+}$ 呈现蓝色,其他铜盐的稀溶液(例如硫酸铜、硝酸铜和醋酸铜)中都含有 $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_4]^{2+}$ 离子,所以都显蓝色。

将氯化铜溶解于少量水中配成氯化铜的浓溶液时,溶液中不仅有蓝色的 $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_4]^{2+}$ 离子,还有黄色的 $[\text{CuCl}_4]^{2-}$ 复杂离子,当它们共存时,溶液就显蓝与黄的混和色——绿色。如果将溶液加水冲稀后,则 $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_4]^{2+}$ 离子增多,而 $[\text{CuCl}_4]^{2-}$ 减小,溶液从绿色变为蓝色。如果在氯化铜的稀溶液中增加 Cl^- 的浓度(加入氯化钠或盐酸),就可以使 $[\text{CuCl}_4]^{2-}$ 离子增多,而 $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_4]^{2+}$ 则减少,溶液又会呈现绿色。

6 漂白粉、漂白精的漂白与消毒

1774年舍勒发现氯气时,就发现氯气的水溶液能漂白蔬菜的颜色。这是因为:

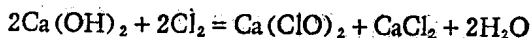


氯气和水反应生成的次氯酸是强氧化剂,具有强的氧化性,它能使有机色素破坏而褪色。但是次氯酸容易分解,很难保存;其次是氯水浓度很稀,这给运输带来困难;更重要的一点是直接氯气漂白,对人体有毒。这些缺点影响到氯气的漂

白。1789年坦能脱发现把氯气溶解在石灰乳 $[\text{Ca}(\text{OH})_2]$ 的悬浊液)中,用来作漂白剂,使用就方便得多了。

现在工业上制取漂白粉的方法,是将氯气通入消石灰,消石灰要含略少于1%的水,使反应容易发生。如果把干燥的氯气通入干燥的消石灰中反应很难进行。

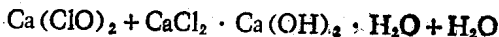
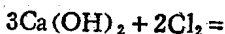
制取漂白粉的反应可以简单表示如下:



(次氯酸钙) (氯化钙)

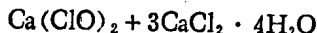
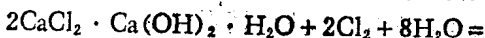
漂白粉是一种混和物,其有效成分是次氯酸钙。

实际上生产漂白粉的反应较复杂:



其中 $\text{CaCl}_2 \cdot \text{Ca}(\text{OH})_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 是碱式氯化钙的水合物。

当生产较高级的漂白粉时,通氯气继续反应:



将氯气跟石灰乳反应,从溶液中析出微细的次氯酸钙晶体,过滤可制得漂白精(较纯的次氯酸钙)。漂白精比漂白粉中所含的有效成分多,而吸湿性很强的氯化钙远低于漂白粉中的含量,所以比较稳定。漂白精的分解率仅为普通漂白粉的二十分之一。因此,漂白精存放时间比漂白粉长,便于运输和保存,目前工业上漂白精将逐步淘汰漂白粉。

漂白粉和漂白精与氯水相比,有如下优点:

- (1) 漂白粉和漂白精是固态物质,容易保存和运输;
- (2) 漂白粉和漂白精中的次氯酸钙比氯水中的次氯酸稳定,较难分解,使用时可加酸逐步释放出次氯酸;
- (3) 漂白粉和漂白精的漂白作用比氯水强得多,而且容