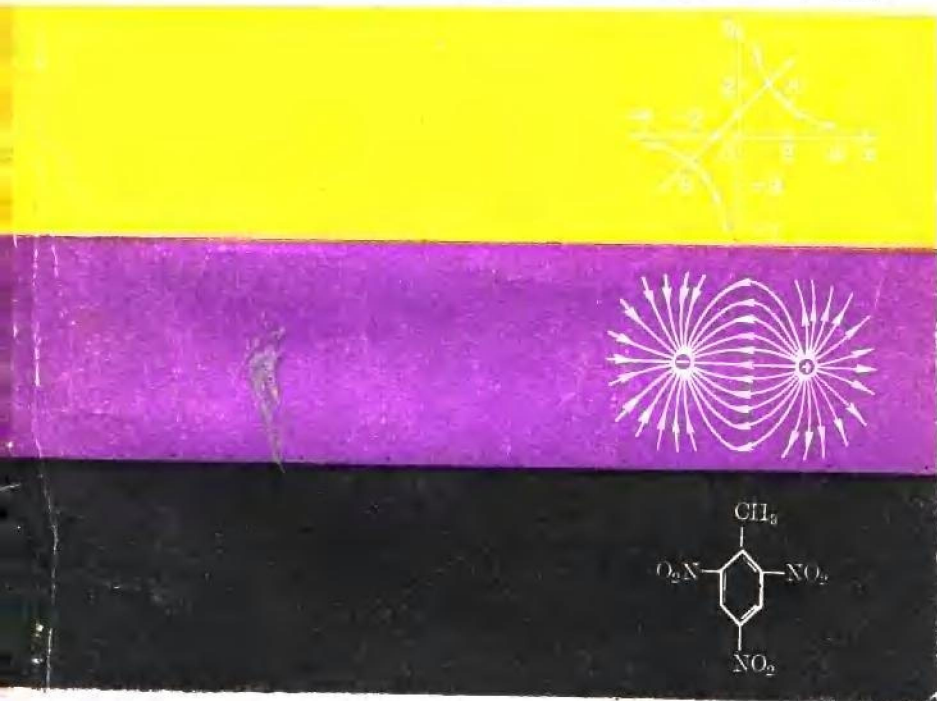


· 中学生课外读物丛书 ·

化学世界

(原子的“建筑术”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

(原子的“建筑术”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

(原子的“建筑术”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 江苏扬中印刷厂印刷

开本 787×1092 1/32 印张 4.25 字数 88,000

1990 年 9 月第 1 版 1990 年 9 月第 1 次印刷

印数 1—5,000

ISBN7-5323-1952-0/G·313

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。目的是为了引导学生开展思维,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,在此表示衷心致谢。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。

本书适合具有高中一年级文化程度的读者阅读。

一、活泼金属的一家——碱金属

1. 钠露置在空气中会发生什么变化 [1]
2. 从钠跟水的反应中可以观察到什么 [3]
3. 过氧化钠是碱性氧化物吗 [4]
4. 过氧化钠中氧元素的化合价是多少 [6]
5. 钠跟硫酸铜溶液反应会置换出铜吗 [7]
6. 用电制服的元素 [8]
7. 食盐趣谈 [11]
8. 食盐的用途只是食用吗 [13]
9. 试一试: 自制松花蛋 [14]
10. 谈谈碳酸、碳酸氢钠和碳酸钠的热稳定性 [16]
11. “ $\text{NaNO}_3 + \text{KCl} \rightleftharpoons \text{KNO}_3 + \text{NaCl}$ ”的反应能趋于完
成吗 [19]
12. 侯德榜与“侯氏制碱法” [20]
13. 小苏打与灭火 [23]
14. 怎样才能做好焰色反应 [25]
15. 华阳真人与焰色反应 [26]
16. 五彩缤纷的焰火 [28]
17. 分光镜里发现的“彩色”元素 [29]
18. 不用焰色反应怎样检验 Na^+ 和 K^+ [31]
19. 奇怪的置换反应 [33]
20. 神奇的稀有金属——锂 [35]
21. 尖端金属元素——铯 [36]
22. 怎样掌握混和物计算题的解题方法 [38]

23. 什么叫“离子共存” [41]
 思考题(一) [43]

二、探索原子王国的奥秘

1. 人类是怎样发现电子的 [45]
2. 元素的放射性 [46]
3. 变革原子,质子和中子的发现 [48]
4. 原子有多大?原子核有多大 [50]
5. “中子不带电,电子带一个单位负电荷”的说法对吗 [52]
6. 什么叫核素、同位素和同量素 [53]
7. 放射性原子钟表 [55]
8. 怎样区分原子质量和原子量 [57]
9. 原子弹和氢弹 [59]
10. 电子云是怎样描述核外电子运动的 [61]
11. 怎么知道核外电子是分层排布的 [62]
12. 为什么原子最外层电子不超过 8 个,次外层不超过 18 个 [65]
13. 表示核外电子排布的几种化学用语 [67]
 思考题(二) [68]

三、元素大家庭中的规律——元素周期律

1. 元素周期律是怎样发现的 [70]
2. 门捷列夫的预见被证实了 [74]
3. 周期表中元素原子量排布为什么出现例外 [76]
4. 元素周期表中的化学元素之最 [78]
5. 元素周期表的妙用——寻找氟里昂 [79]
6. 元素周期表的妙用——寻找汽油添加剂 [82]
7. 元素周期表中的原子结构分区 [84]
8. 氢在元素周期表里的特殊位置 [87]

9. 在同一周期中惰性气体的原子半径是最大的吗 [88]
10. 惰性气体能否形成化合物 [90]
11. 人造的越铀元素 [92]
12. 元素周期表会结束吗 [94]
- 思考题(三) [96]

四、原子的“建筑术”——化学键与晶体结构

1. 柯塞尔的离子键理论 [98]
2. 判断原子与离子大小的几条规律 [100]
3. 路易斯和朗缪尔的共价键理论 [102]
4. 形成共价键时，都是惰性气体型 8 电子稳定结构吗 [104]
5. 谈谈最简式、分子式、电子式与结构式 [106]
6. 水分子的键角为什么不是 90° 而是 104.5° [107]
7. 金属与非金属所形成的盐都是离子化合物吗 [109]
8. 键的极性与分子的极性 [110]
9. 范德华力的实质是什么 [112]
10. 为什么 HF、 H_2O 和 NH_3 的沸点反常 [113]
11. 食盐、冰和玻璃都是晶体吗 [115]
12. 晶体有哪几种类型？它们的结构、性质有何区别 [116]
- 思考题(四) [117]

附录 参考答案和提示

活泼金属的一家——碱金属

1 钠露置在空气中会发生什么变化

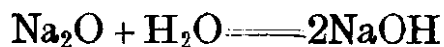
人类利用海盐,可以追溯到史前,但是认识到食盐是由氯化钠组成的,却还不到 200 年。英国化学家戴维 (H. Davy, 1778~1829 年) 第一次制取金属钠,则是 1807 年。其原因就是金属钠的性质非常活泼,自然界中只存在化合态的钠,而没有游离态的金属钠。

如果把从熔融氯化钠中电解制取的金属钠,露置在空气中将发生一系列的化学变化。

当我们用镊子小心地从煤油中取出一小块金属钠,用滤纸吸干钠表面的煤油,然后在玻璃片上用小刀削去灰色的表层,钠露出“庐山真面目”,呈银白色,具有美丽的光泽。在空气中,它光亮的金属表面很快地变得“暗淡无光”,成为灰色。这是因为钠性质活泼,立即与氧气反应生成了一薄层氧化物。



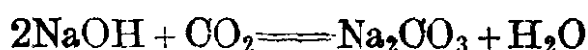
生成的氧化钠是碱性氧化物,极易跟水反应。它很快就吸收空气中的水蒸汽生成氢氧化钠。



我们都知道氢氧化钠固体是干燥剂,容易吸收空气中的

水蒸汽而潮解。此时可观察到发暗的金属钠表面变得潮湿起来,这是氢氧化钠的溶液。

再过一段时间,原先潮湿的表面,最后变成白色固体。这是氢氧化钠溶液吸收空气中的二氧化碳生成碳酸钠。在干燥的空气中,水分蒸发产生纯碱($\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$)固体,然后纯碱晶体发生风化,失去结晶水而变成白色的碳酸钠粉末。这些变化是:

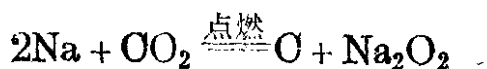


如果把金属钠最后变成的白色粉末,取少量于试管中加水溶解,滴入盐酸可见气泡产生,把这气体通入澄清石灰水中,可看到石灰水变混浊,这证明此白色粉末是钠的碳酸盐。

金属钾比钠更活泼,因此保存钠和钾时必须隔绝氧气、水和二氧化碳,一般把钠和钾浸没在无水分的煤油里,并保存在密闭的容器中。整个容器要放置在干燥的地方或埋置在沙坑中。放置钠和钾的地方要注意防水、防潮、防明火。

取用金属钠或钾时,用镊子夹取,在玻片上切割,切下的钠、钾残屑,不能随意乱丢,更不能投入水槽中(为什么?),而应该用纸包起来,然后用火烧掉。

钠和钾着火时,不可用水扑灭,也不可用泡沫灭火器扑灭,因为钠、钾与水作用产生可燃性的氢气,危险性更大。即使是二氧化碳(干冰)灭火器也不能用来扑灭钠或钾的火灾,因为钠或钾会在二氧化碳中继续燃烧。



难道就没有方法制服它吗?有的,是用黄砂来扑灭。

2 从钠跟水的反应中可以观察到什么

似乎人人都会观察，实际上并非人人都能从一个实验中获得所有有意义有价值的信息。学会观察，就是学会揭露大自然奥秘的一项基本功。著名的生理学家巴甫洛夫在自己的实验室中写着“观察、观察、再观察”，告诫自己和自己的学生学会观察是跨入科学殿堂的第一步。

钠跟水的反应，教师做过演示实验，学生又亲自做过实验。那你能从钠跟水的反应中可以观察到些什么？

向一个盛有水的烧杯里，滴入几滴酚酞溶液。然后把黄豆大的一小块钠投入烧杯。仔细观察，可看到：

- (1) 钠投入水中后，浮在水面上；
- (2) 钠跟水发生激烈反应，并有气体产生；
- (3) 钠熔化成一个闪亮的小圆球；
- (4) 小圆球在水面上向各个方向迅速游动；
- (5) 小圆球游动时发出嘶嘶的声音，并放出白雾；
- (6) 反应激烈时，甚至看到黄色火花；
- (7) 小圆球迅速变小，最后完全消失；
- (8) 烧杯里的水溶液由无色变为红色。
- (9) 收集产生的气体，点火检验可发生爆鸣。

观察是为了理解和认识。从以上现象的观察中，可以认识钠的哪些性质呢？

(1) 金属钠比煤油重，比水轻，它的密度介于煤油与水之间。经测定钠的密度是 0.97 克/厘米^3 。

(2) 钠是活泼金属，易于水发生激烈反应，产生气体。



(3) 钠与水的反应是放热的,放出的热使金属钠熔融,可见钠的熔点较低。经测定熔点为 97.81°C 。“闪亮”的小圆球,这是熔融的金属钠,呈银白色金属光泽。

(4) 钠与水反应在各个方向上不均匀,放出氢气多少不一样,熔化的钠球受到氢气的反作用力,在水面上向各个方向作不规则游动。

(5) 气体从钠与水的接触面放出,发出嘶嘶声。反应放出的热使水分蒸发,故钠的小圆球周围有白雾生成。

(6) 反应激烈时,反应放出的热可以使产生的氢气燃烧,也可引起金属钠燃烧起来。黄色火焰是钠的焰色反应。

(7) 钠与水反应激烈放热,再加上生成物氢气易逸出,氢氧化钠易溶于水,不断地使金属钠与水加快反应,小圆球迅速缩小,直至消失。

(8) 生成的氢氧化钠溶液呈碱性,使酚酞呈红色。

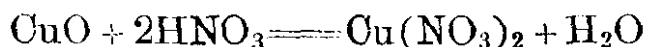
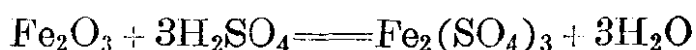
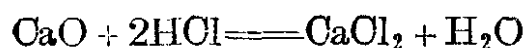
(9) 用点火爆鸣法检验生成的气体是氢气。

感觉到了的东西不能立刻理解它,而理解了的东西才更深刻地感觉它。学习化学,探索自然奥秘,就应养成认真观察的好习惯,动脑筋多思考才能悟出一些道理来。

3 过氧化钠是碱性氧化物吗

在初中时,已经学过碱性氧化物了,例如氧化钙(CaO)、氧化铁(Fe_2O_3)、氧化铜(CuO)等都属于碱性氧化物。凡是与酸反应生成盐和水的氧化物都叫碱性氧化物。上述这些氧化物都具有这一本质特性。

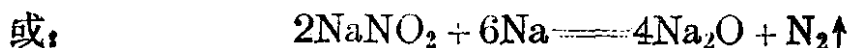
[4]



钠的性质活泼，常温下即与氧气反应。刚切开的金属钠的光亮断面，很快变暗，就是因为生成一薄层氧化物的缘故。生成的氧化钠不稳定，易于水蒸汽和氧气继续反应。如果把氧化钠放在干燥的、无二氧化碳的空气中，它会被氧气继续氧化成过氧化钠。钠在空气或氧气中燃烧的生成物是过氧化钠。过氧化钠是淡黄色粉末。



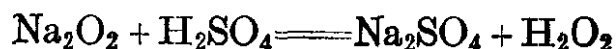
要制取氧化钠常采用间接方法：



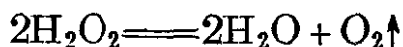
氧化钠与过氧化钠都属于氧化物，它们是否都属于碱性氧化物？这需要看它们与酸反应的情况而定。



氧化钠与酸反应生成盐和水，它属于碱性氧化物。而过氧化钠与酸却不同了：



H_2O_2 叫过氧化氢，又名双氧水。它易于分解，是一种强氧化剂。



因此不能把过氧化钠归属于碱性氧化物，它是氧化物中的又一特殊类别。钾、铷、铯与钠同属碱金属，但它们燃烧时生成超氧化物，即超氧化钾 KO_2 、超氧化铷 RbO_2 和超氧化铯 CsO_2 。当超氧化钾与酸反应时：



其中 O_3 是臭氧,它是 O_2 的同素异形体。可见超氧化物也不属于碱性氧化物。

4

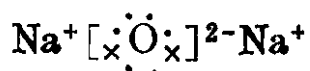
过氧化钠中氧元素的化合价是多少

氧元素的化合价一般是 -2 价,那么在过氧化钠 (Na_2O_2) 中氧元素的化合价是否仍是 -2 价呢?

在 Na_2O_2 中钠呈 $+1$ 价,根据化合物中各元素正负化合价的代数和为零的原则,推算 Na_2O_2 中钠的化合价为 $+1$ 价,则氧的化合价应为 -1 价,这是什么原因?

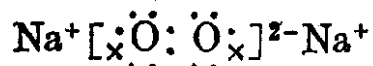
约在本世纪 20 年代以前,化学界公认的化合价概念是指某元素一个原子与一定数目的其他元素的原子相结合的个数。随着化学理论的发展,人们知道必须从物质的内部结构来阐明化合价的本质。但我们已经知道,化合价的实质是:元素显正价表示原子形成离子化合物时失去电子的数目,或形成共价化合物时偏离它的共用电子对数目;元素显负价表示原子形成离子化合物时得到电子的数目,或形成共价化合物时偏近它的共用电子对数目。

氧化钠的结构若用电子式表示为:



氧化钠中氧元素呈负 2 价。

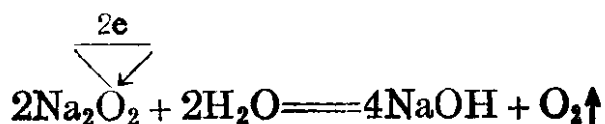
过氧化钠的结构若用电子式表示为:



过氧化钠中每一个氧原子得到一个电子,另外是氧原子

间形成没有偏移的一对共用电子对，因此这里的氧原子的化合价为 -1 价。

当过氧化钠与水反应时，其电子转移则发生在氧原子之间，属于自身氧化还原反应中的歧化反应，过氧化钠既是氧化剂又是还原剂：



5 钠跟硫酸铜溶液反应会置换出铜吗

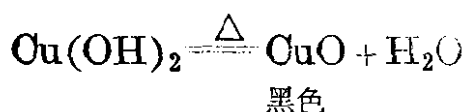
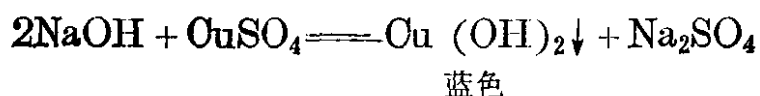
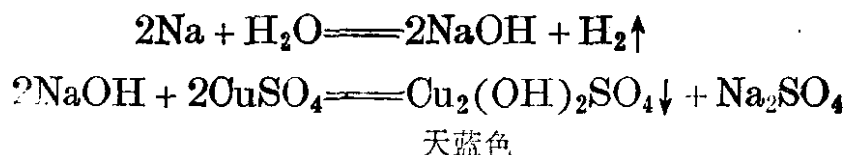
大家都知道，在金属活动性顺序中，钠远比铜活泼，那么在盛有硫酸铜溶液的容器中，投入一块钠会置换出金属铜吗？让我们先实验，通过观察现象再作出正确的结论。

在一支盛有 5 毫升硫酸铜的稀溶液中，放进绿豆大小的一块钠。看到的现象是：钠与溶液发生激烈反应，钠熔化成一个小闪亮的小球，浮在液面上作不规则游动，偶而有噼拍声和亮黄色火焰；产生的气体在试管口燃烧并发生爆鸣声，火焰呈淡蓝色，并慢慢下移至距液面几厘米处平静燃烧；同时溶液中出现蓝色沉淀，其中还出现少量黑色固体物质。

怎样解释上述现象呢？

钠的密度为 0.97 克/厘米³，浮在水面上，它首先和溶液中大量的水反应产生氢氧化钠与氢气。此反应放热，使低熔点的钠熔化成小球在水面上游动。极少部分钠燃烧产生黄色火焰。产生的氢气先与空气混和被点燃爆鸣，然后是纯净的氢气发生燃烧。生成的氢氧化钠和硫酸铜溶液反应，先是生成碱式

硫酸铜 $[\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{SO}_4]$ 沉淀。当氢氧化钠溶液浓度增大时，则生成氢氧化铜沉淀。反应放出的热使氢氧化铜沉淀部分分解，变成黑色的氧化铜。反应的化学方程式如下：



为什么不是发生 $2\text{Na} + \text{Cu}^{2+} \longrightarrow 2\text{Na}^+ + \text{Cu}\downarrow$ 的反应呢？

首先是钠性质活泼，溶液中水分子比 Cu^{2+} 多得多；其次是铜离子在溶液中是以水合铜离子的形式存在，在铜离子外面包围了一层水分子，钠先接触到水分子，所以钠主要是跟水分子发生反应。

如果把较多的钠投入 CuSO_4 的浓溶液中，除了观察到上面的现象激烈发生以外，还可看到沉淀中夹着细小紫红色颗粒，这紫红色颗粒就是铜。可见，当金属钠与硫酸铜浓溶液反应时，除了发生上面的一系列反应外，同时还发生了少量钠置换出铜的反应：



6 用电制服的元素

在地壳中存在的金属元素共有 60 多种。但是，一直到 18 世纪末，人类用各种方法获取的金属单质只有 17 种。因

为在 19 世纪以前,人们从矿石中提取金属的方法几乎只能依靠木炭或煤炭。很多金属比碳与氧的结合更牢固,当然就不能依赖木炭或煤炭从矿石中提取出这些金属。长时间中,不少金属元素的氧化物或其他化合物,都被人们误以为不能分解的“元素”。当时,苛性钾(KOH)和苛性钠(NaOH)已经是化学家手中经常使用的药品,却没有一个人知道其中含有钾元素与钠元素。

1800 年,历史上第一个电池——伏打电池诞生了,它是能提供稳定连续电流的电源。电流是比碳强得多的还原剂。化学家把它当作先进武器,对那些一直认为难以分解的物质进攻了。1800 年就有人利用伏打电池进行电解水获得成功,这一消息立即轰动了科学界。随后科学家们纷纷利用电流对金属盐类水溶液进行一系列成功的试验。

1807 年英国化学家戴维(Davy, H.1778~1829 年)着手研究苛性钾和苛性钠的化学组成。最初戴维曾试验电解苛性钾和苛性钠的水溶液,在两个电极上得到的却是氢气和氧气,可见水分解了。戴维想:既然水妨碍苛性钾的电解,那就用干燥的试试。可是干燥的苛性钾并不导电。于是他把盛有苛性钾的白金勺放在火上使它熔化,然后通以电流,熔融物中立即冒出一些小气泡,在阴极附近则出现燃烧得很旺的火苗。

戴维意识到,苛性钾被分解了,应当把在阴极附近产生的某种物质收集起来加以研究。戴维认为:“我的目标是要电作为一般手段,进行熔化和分解。”

新的设想在不断产生,新的实验在不断地进行。戴维在 1807 年 10 月 6 日的实验记录本上写着:“用火把(苛性)钾碱完全烤干后,它是个非导体,然后稍加一点水进去,但不使其

聚集状态有可以看得出的改变,它就变成了一个导电体。”“把一小块纯粹的(苛性)钾碱先放在大气中暴露几分钟,使其表面有导电能力,然后放在绝缘的白金盘上,把盘和处于高度活性状态的 250 个伏打电堆组(每一组是 6 英寸×4 英寸的锌板和铜板对)的负极连接起来,同时用白金丝把电堆的正极连到苛性钾的上表面。整个装置暴露在空气中。在这样的情况下,苛性钾开始在与电极相接触的两端熔化,上表面与正极接触的地方剧烈地产生气泡;在下面与白金盘负极接触的地方并没有弹性流体(即气体)放出,但看到富有金属光泽,很象水银的珠子出现。有的一经生成,立即燃烧,并伴随着爆炸声,冒出明亮的火焰;有的飞散成十几个小颗粒坠落到地面上,好象细小的陨石。燃烧以后,剩余下来的东西光泽失掉了,成为一小撮白色粉末。”戴维终于用电解法发现并制备了钾。

看了上面这段生动、形象的实验记录,你就好象回到了 1807 年,就在戴维手旁做苛性钾的电解实验一样,小心地摆弄着伏打电堆的两极、屏心静气,睁大双眼,无限惊喜地观察着白金盘上苛性钾所发生的前未所见的奇妙变化。实验的成功使戴维狂喜不已。戴维的弟弟曾这样描写他:“看到苛性钾的里面爆出的小钾珠同空气一经接触立即就着火时,简直抑制不住自己的高兴,在屋子里狂喜地跳起舞来,经过半天后才安静下来继续作实验。”

3 天后,戴维又以同样的方法从苛性钠中电解出了金属钠。这是元素发现史上间隔时间最短的两种元素。惊人的发现震动了全世界。这年的 12 月,虽然英法正进行着战争,但是法国皇帝拿破仑却宣布:“有鉴于英国科学家汉弗莱·戴维在电学研究方面的卓越功绩,特颁发勋章一枚以示嘉奖。”英国皇家学会的会员们向他表示祝贺:“我们感到自豪,因为连敌