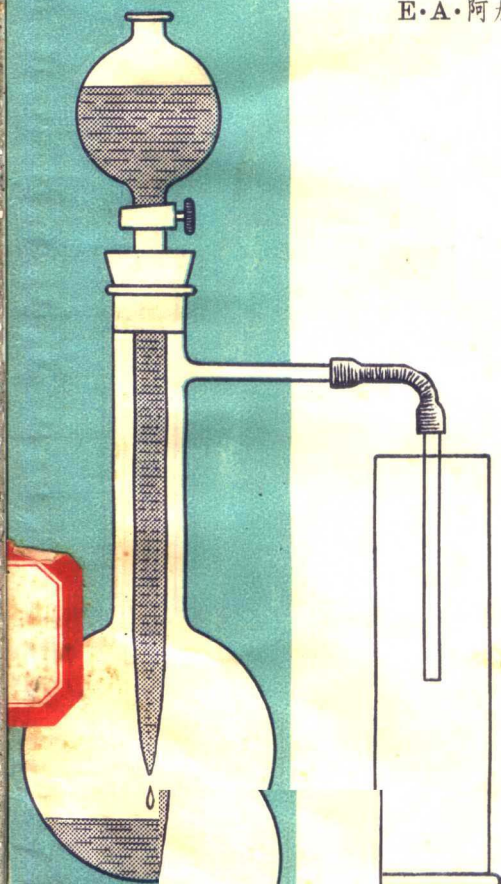


中学化学“金属”课题 实验技术和方法

Е·А·阿加哈宁茨 B·А·阿加哈宁茨著



上海教育出版社

中学化学“金属”课题实验技术和方法

E·A·阿加哈寧茨 著

B·A·阿加哈寧茨

楊 开 漲 譯

上海教育出版社

一九五八年·上海

Е. А. АГАХАНИЯНЦ И В. А. АГАХАНИЯНЦ

**ТЕХНИКА И МЕТОДИКА ХИМИЧЕСКОГО
ЭКСПЕРИМЕНТА
ПО ТЕМЕ «МЕТАЛЛЫ»
В СРЕДНЕЙ ШКОЛЕ**

ИЗДАТЕЛЬСТВО УЧПЕДГИЗ РСФСР

МОСКВА—1956

根据俄罗斯苏维埃联邦社会主义共和国教育出版社 1956 年版译出

中学化学 金属”课题实验技术和方法

Е. А. Агаханянц 著
В. А. Агаханянц

楊 开 源 譯

上海教育出版社出版

(上海湖南路9号)

上海市书刊出版业营业许可証出 090 号

大东集成联合厂印刷 新华书店上海发行所总經售

开本: 787×1092 1/32 印張: 2 字數: 44,000

1958年8月第1版 1958年8月第1次印刷

印數: 1—3,500本

統一書号: 7150·42

定 价: (7) 0.19 元

序 言

这本参考书是叙述《金属》课题的实验的，它主要是供教师指导学生进行课外活动之用。本书所叙述的实验比教科书要广泛、深入，并且作了解释。

所以要编写这本参考书，是因为中学《金属》这个课题，在十年级虽然增加了教学时数，但还是注意得不够。事实证明，中学毕业生对《金属》这一篇的知识最不具体。而对金属所以要更加注意，其理由如下：

1. 在周期表中金属比非金属多两倍，所以有关金属的实际教材分量也要多一些。

2. 研究金属的化学并不比研究非金属的化学简单，而是要复杂一些（在周期表外另加的二个横列里都是金属元素，这就使金属元素的性质更加复杂）。

3. 金属有很大的实际用途，所以应当很好地进行研究。

4. 日常生活中经常遇到金属，因而在生活实践中就能更好地认识它，这就能使学生更有兴趣地研究金属。

5. 深入地研究《金属》这一课题是符合综合技术教育任务的。

6. 特别要注意金属锈蚀的问题，因为它具有深刻的理论价值，还具有很大的实践意义。

加强金属这一课题的课外活动，尤其是实验部分的工作，就可以弥补教学大纲中不够的地方。为了解释实验，我们认为可以提出几个比中学教学大纲要广泛一些的理论问题，例如：

1. 更深入地研究周期系；
2. 氧化还原过程；
3. 热化学的初步概念。

我們觉得可以在化学小組或少年化学家学会的工作中提出和解决这类問題。少年化学家学会是由对化学更有兴趣的高年級学生組成的。为了选择学生能够理解和中学实驗室条件可以做得到的实驗，我們参考了有关的化学文献，并从文献中挑选出一百多个能在中学化学实驗室进行的实驗。我們还选择五十个新的实驗，这些实驗是化学文献中沒有敘述的。

所有这些实驗都在課堂上和学生小組作业中經過檢驗。

目 录

金属的实验	1
作业 1 金属的物理性质	1
作业 2 金属跟氧的化合	4
作业 3 金属跟卤素的化合	7
作业 4 金属跟硫的化合	9
作业 5 氧化还原过程	12
作业 6 金属的活动性顺序	20
作业 7 提取金属的方法	24
作业 8 碱金属	28
作业 9 碱土金属	34
作业 10 铝	38
作业 11 铁	41
关于实验的一些教学法提示	45
附录	53
参考文献	58

金屬的實驗

作業 1 金屬的物理性質

器皿和儀器 帶導線的电灯泡、試管、研鉢、酒精灯、氯化鈣干燥管、石棉板或瓷皿、坩堝鉗。

試劑和材料 金屬的成套样品、金屬鈉和金屬鉀、水、細木条、銅絲、鐵絲、鋁絲、鎂条、石蜡或蜡、汞、銅片、鉄片、鋁片、鋅片和鉛片、伍德合金(銻鉛錫鎢合金)、銀汞齊。

这个作業里你們要研究金屬的下列物理性質:金屬光澤、硬度、導熱性和導電性;你們還要制备合金。

1. 仔細觀看金屬的成套样品,并根据外形确定金屬的名称。你怎样辨認这些金屬?它們呈什么顏色?它們的比重是否一样?这些金屬之間共同点是什么?(如果学校里沒有現成的金屬成套样品,可以在班級或小組里蒐集制作)。

2. 容器里放的是金屬鈉(鉀)。金屬鈉(鉀)是保存在液体里。你們一定知道这是什么液体,也知道鈉为什么要保存在这个液体里。这个液体是煤油。在煤油的分子組成里沒有氧化剂,所以煤油能防止鈉和鉀受氧化作用。煤油的比重为0.8,而鈉和鉀可看到是沉在煤油下面,可見鈉和鉀的比重大于0.8。

取一小块鈉或鉀(去除外皮后其体积要有小麥那样大),放在一張紙上;然后把它投入水里。鈉(鉀)比水重呢还是比水輕?

在这个實驗的基础上作出鈉(鉀)比重的結論。

3. 大部分金屬的金屬光澤可以很清楚地看出来，所以不必加以論証。由于碱金屬表面复盖着氧化物薄层，所以碱金屬的金屬光澤不容易看出来。

为了观察碱金屬的金屬光澤，在試管里注入煤油滿 $\frac{1}{2}$ 管，投进一块体积約为 $\frac{1}{4}$ 立方厘米的鈉，并加热。随时搖动試管，使金屬鈉的外皮脫落下来。你观察到什么現象？鈉有沒有金屬光澤？

同样进行金屬鉀的實驗。

4. 按照作业 1 實驗 3 的指示，把金屬鈉和金屬鉀分別在試管的煤油里熔融。把过多的煤油倒出来。将內盛金屬鉀的試管放在盛熱水的燒杯里，小心地把熔化的金屬鈉倒进試管里。振盪試管，使金屬的熔融物混和。可以用长玻璃棒进行混和。冷却以后的合金处在怎样的聚集状态？

5. 取銅絲、鐵絲、鋁絲(尽可能取直徑一样的)和鎂条，在它們的一端塗上蜡，将沒有塗蜡的另一端放进熱水里，注意观察蜡开始熔化的順序。

作出結論：哪一种金屬导热性較强，哪一种較弱？

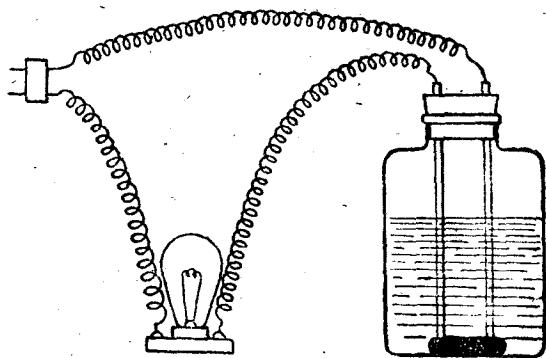


图 1

6. 將連接电源的導線放进內盛煤油和金屬鈉(鉀)的容器里,先不要跟金屬鈉(鉀)相接觸。電燈泡亮起來嗎?(見圖1)。把導線的末端跟去除氧化物外皮的金屬鈉塊相接觸。現在電燈泡亮起來嗎?碱金屬能導電嗎?

7. 取鐵片、銅片、鋁片、鋅片和鉛片。起先試用鐵片刮劃其余的金屬片,然后試用銅片刮劃其余的金屬片,类推下去,最后作出結論:哪一種金屬的硬度最大,哪一種最小?

8. 取兩三滴汞,放在研鉢里,再放进一塊去除外皮的金屬鈉(鉀)(豌豆那樣大),用研杆小心地研磨。你觀察到什麼現象?把得到的物質跟鈉和汞進行比較。鈉和汞跟所得到的物質有沒有不同的地方?

9. 在飽和的氫氧化銨溶液里放进一小塊鈉汞齊,觀察發生什麼變化(建議在燒杯里進行這實驗)。

10. 試管里注入水滿 $\frac{3}{4}$ 管,投进一塊伍德合金,并加熱。這塊合金發生什麼變化?作出伍德合金近似熔點的結論。

11. 伍德合金應用在消防設備上。下面的實驗說明它的應用原理。

取一個中間膨大的玻璃管(可利用干燥管),從它的細小的一端(直徑約為 $\frac{1}{4}$ 厘米)灌進熔融的伍德合金,让它冷卻。向干燥管里倒進水,檢查它的末端是不是焊得很好,有沒有漏水(圖2)。

把細木條撕成小碎片,捆成一束,放在石棉板或瓷皿中,然后點火燃燒。把裝水的干燥管支撐在火焰上,让它焊合金的一端向下,此時發生什麼現象?

這種自動消防設備是裝置在建築物的牆壁和閣樓上。凡是用這種方法來撲滅火災的系統,叫做滅火洒水裝置。



圖2

你們可以在苏联大百科全书中找到关于灭火洒水装置的一般知識。

12. 用坩埚鉗取一块銀汞齐，在酒精灯上微微加热到出現「汞露」，把它倒进氫氧化鉍溶液里；过一些時間，再从溶液里拿出来，用手指搓揉。让一块汞齐靜置几小时，不要去摸它。然后再用手指試試搓揉这块汞齐。

用銀合金补牙就是根据这个原理。

复 习 題

1. 金属有哪些通性？
2. 举出比重小于1的金属。
3. 怎样可以观察到碱金属的金属光澤？
4. 哪些金属是热的良好导体？你怎样証明这一点？
5. 汞齐是什么？怎样制取汞齐？
6. 合金的性质是合金各个組成部分性质的平均数嗎？

作业 2 金属跟氧的化合

器皿和仪器 瓷研鉢、小刀、燃燒匙、广口瓶、試管、酒精灯、濾紙、帶塞子的試管。

試剂 金属鈉或金属鉀、鎂条、鋼絲、氯酸鉀、二氧化錳、銅絲、硫酸、盐酸、砂土、水、石蕊溶液或酚酞溶液。

1. 在煤油中切取一块金属鈉(豌豆那样大)，从煤油里取出来，用濾紙擦干，注意观察金属鈉表面的光澤如何快地发暗。把这块金属鈉放在燃燒匙里，在酒精灯上加热到出現黄色火焰时，立刻把燃燒匙插进装满氧气的广口瓶里（广口瓶的体积为500毫升）（图3）。鈉在空气里和在氧气里怎样燃燒？写出鈉燃燒反应的化学方程式。在广口瓶里倒进少量紅色石蕊溶液。石

蕊溶液的顏色怎样改变？你制得了什么物质？写出水跟鈉燃燒后的产物进行反应的化学方程式。

2. 把鎂条点火，很快地放进装满氧气的广口瓶里。鎂在氧气里和在空气里怎样燃燒？写出鎂燃燒反应的化学方程式。用紅色石蕊溶液檢驗所得到的物质。石蕊溶液的顏色怎样改变？所得到的物质叫做什么？写出制取这个物质的化学方程式。



图3

3. 取一根細鋼絲或三絃琴的絃線，一端纏着一块細木条，另一端纏在金屬棒上。把纏在金屬絲末端的細木条点火，并很快地插进装满氧气的广口瓶里。广口瓶底要預先撒一些砂土，以防止广口瓶受熾热的火花作用而破裂(图4)。金属絲在氧气里燃燒嗎？怎样燃燒？进行这个反应时，得到了磁性氧化鉄 Fe_3O_4 。写出鉄在氧气里燃燒反应的化学方程式。

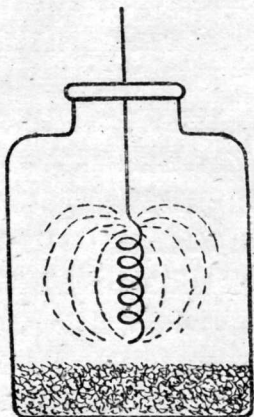


图4

4. 在酒精灯上加热銅絲，把灼热的銅絲插进充滿氧气的广口瓶里。銅在氧气里燃燒嗎？

銅在酒精灯上加热时，表面就被氧化。把这根被氧化的銅絲放进內盛稀硫酸溶液的試管里，并微微加热。溶液变成什么顏色？銅氧化的产物在硫酸里进行溶解时得到什么物质？写出下列反应

的化学方程式:(1)銅的氧化作用;(2)氧化銅在硫酸中的溶解作用。

复 习 題

1. 什么叫做燃燒作用?
2. 哪些金属能在氧气里燃燒,哪些金属不能在氧气里燃燒?
3. 燃燒作用和氧化作用有什么相同点和不同点?

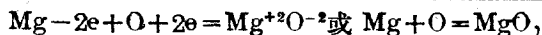
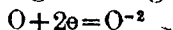
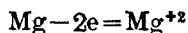
氧化还原过程

在七年級学习化学时,你們把氧化作用理解为物质跟氧化合的反应,而把还原作用理解为物质去氧的反应。在《原子结构》和《分子的形成》課題里,你們得到了关于原子结构和分子形成的机构的一些知識。从这些課題里可以知道:任何原子都是由带正电荷的原子核和带负电荷的电子所构成的,电子是繞着原子核排列在一定的能級上。原子中正电荷数和负电荷数相等,所以原子不显电性。你們也知道,最外电子层的电子数是表示元素的化合价^①。根据所談的这些,一般就能够从原子的电子层结构发生改变的观点,来写出任何反应的化学方程式。現在拿你們都熟識的鎂在氧气里燃燒的反应作为例子。在氧化鎂分子形成的过程中,有一个鎂原子和一个氧原子参加反应。我們来看一看这时候发生了什么变化。从鎂原子的结构,你們知道鎂的最外电子层有两个电子,在一定条件下,它很容易失去这两个电子;你們也知道氧的最外电子层有六个电子,在一定的条件下,氧的最外电子层还可以結合两个电子。鎂失去两个电子

① 这个原則并不是在所有的情况下都正确,例如硫原子的最外电子层有6个电子,而它除了表現+6价以外,还表現+4和-2价;鉻的最外电子层有1个电子,但+1价不是鉻的特征化合价,——譯者

而帶正電荷，氧結合兩個電子而帶負電荷。

由於電荷相反，得到的離子就相互吸引而形成氧化鎂分子。这个过程可以用下列圖式表示：



其中 e 表示電子。

這是鎂被氧氣氧化的反應。要記住：在這個反應里，鎂失去電子而轉變為帶正電荷的離子。這不僅在上面這個情況是如此，凡是任何金屬跟氧作用時，所進行的過程都使金屬原子把電子交給氧原子。這都是使金屬氧化的反應。現在我們可以給出另一個氧化反應的定義：失去電子的過程叫做氧化作用。顯然，我們應當把逆過程叫做還原作用。

結合電子的過程，叫做還原作用。在氧跟金屬化合的反應里，氧奪取金屬的電子，而自身被還原。這樣的反應都叫做氧化還原反應。

作業 3 金屬跟鹵素的化合

器皿和儀器 試管、軟木塞、酒精燈、研鉢、鐵片、水槽。

試劑 氯酸鉀、濃鹽酸、金屬鈉或金屬鉀、鎂條、新還原鐵、銅絲、水、溴、碘晶体、鎂粉或鋁粉末、鋁屑、錫箔、連二亞硫酸鹽溶液。

取一個水槽，內盛連二亞硫酸鹽 $\text{M}_2\text{S}_2\text{O}_4$ 溶液，把實驗要用的試管浸沒在溶液里。

1. 取五個試管，各個試管都配上塞子，然後在每個試管里放進少量氯酸鉀晶体，再加入 3—5 滴濃鹽酸（比重 1.19），並微微加熱；用塞子塞住試管，並把每個試管作上記號。

寫出用上述方法制取氯氣的化學方程式。

把金屬鈉放在自制的燃燒匙里，加熱到燃燒時，把燃燒匙插進第一個試管里。你觀察到什麼現象？寫出鈉在氯氣里燃燒的化學方程式。用塞子塞住試管。

把熾燃的鎂放進第二個試管里。鎂在氯氣里燃燒嗎？寫出鎂在氯氣里燃燒的化學方程式。

在第三個試管里撒進灼熱的鐵粉（新還原鐵粉）。你觀察到什麼現象？進行實驗以後，用塞子塞住試管。寫出鐵在氯氣里燃燒的化學方程式。

向第四個試管里投入一塊錫箔。你觀察到什麼現象？寫出錫在氯氣里燃燒的化學方程式。立刻用塞子塞住試管。

在第五個試管里插進一束燒紅的銅絲。銅在氯氣里燃燒嗎？怎樣燃燒？寫出銅在氯氣里燃燒的化學方程式。用塞子塞住試管。

2. 這個實驗应当在通风橱里进行。

在試管里倒入溴1.5—2厘米高，並投入鋁屑。微微加熱，當溴蒸汽剛從試管里逸出時，就停止加熱。再等一些時間，觀察作用進行的經過。寫出溴跟鋁作用的化學方程式。

3. 將鋁粉末和碘粉末放在石棉板上，小心混和，把混和物集成一堆，並加進兩三滴水。你觀察到什麼現象？在這個反應里水是催化劑。這個實驗可以在濾紙上進行。把混和物放在濾紙中央，再用水浸濕濾紙邊緣。當水沿着濾紙滲到混和物時，混和物就立刻爆燃起來。寫出相應的化學方程式。

4. 在容積為250毫升的燒瓶里放進一些碘晶體。加熱到出現紫色蒸汽時，立刻把燃燒匙里燃着的金屬鈉放進去。你觀察到什麼現象？寫出鈉跟碘相互作用的化學方程式。這個實驗可以在研鉢里進行。為此，應當把碘預先仔細研磨，再加進一塊體積為半顆豌豆大的金屬鈉，並在研鉢里小心地把金屬鈉和碘粉

末一起研磨。此时发生强烈的爆燃。

5. 可以用金属钾进行这些实验。这时反应比上一实验还要猛烈。写出钾跟碘相互作用的化学方程式。

作业 4 金属跟硫的化合

器皿和仪器 玻璃管、试管、金属薄片、研钵、揩布、启普发生器。

试剂 金属——钾、钠、镁、锌、铝、铁(后四种金属取粉末状态);硫粉末、硫酸或盐酸、铜粉末、汞、银薄片、铅丹,氧化铅、硫化氢的水溶液、氧化汞、硝酸铅、二氧化铅。

1. 取一根玻璃管(长10厘米,直径0.5厘米),在离玻璃管末端1厘米的地方,放一块金属钠,在钠的上面盖一层硫黄华(硫粉末);加热玻璃管里放金属钠的地方。进行反应时发生燃烧现象,但如果取小块金属钠(黍米那样大),实验是不会发生危险的。写出硫跟金属钠反应的化学方程式。

2. 钠跟硫相互作用的实验可以在研钵里进行,这时不需要加热。用小刀尖端取一些硫粉末,放在研钵里,再放进一块去除外皮的金属钠(半颗豌豆那样大),并小心地研磨。你观察到什么现象?

3. 同样进行金属钾跟硫作用的实验,但要更小心。指出硫跟哪一种金属反应最猛烈。写出钾跟硫反应的化学方程式。

4. 用一滴硫酸(或盐酸)跟实验1所得到的物质相作用,闻一闻,有什么气味产生?写出硫化钠跟硫酸(或盐酸)反应的化学方程式。

5. 取重量比为3:4的镁粉末和硫粉末,仔细地混和,把混和物放在一块洋铁片上,并用一根燃着的细木条点火。发生什么现象?写出相应的化学方程式。

6. 用硫酸(或盐酸)跟实验5所得到的产物相作用, 闻一闻, 这是什么气味? 写出硫化镁跟硫酸(或盐酸)反应的化学方程式。

7. 制备重量比为2:1的锌粉和硫粉的混和物, 并仔细混和。把这个混和物放在一块洋铁片上。混和物的体积应为1立方厘米。燃点长细木条, 将火焰移近混和物。发生什么现象? 写出锌跟硫反应的化学方程式。

8. 以硫酸(或盐酸)跟所得到的产物相作用。写出硫酸或盐酸跟硫化锌反应的化学方程式。

9. 取重量比为2:1的硫粉和铝粉, 照实验5的指示进行硫跟铝粉作用的实验。写出相应的化学方程式。

10. 用硫酸(或盐酸)跟硫化铝作用, 并写出相应的化学方程式。

11. 制备重量比为7:4的还原铁粉和硫粉的混和物(总重量0.11克), 按照实验1的指示把它放在玻璃管里。加热装混和物的管子, 到出现第一颗火花时, 就停止加热。注意观察反应的过程。让管子冷却, 然后把管子打碎, 并进行试验: 所得到的物质能不能被磁铁吸引。写出铁跟硫反应的化学方程式。

12. 取少量制得的硫化亚铁, 放在试管里, 并用硫酸(或盐酸)作用。闻一闻。有什么气味产生? 这种气味象什么? 写出硫化亚铁跟硫酸(或盐酸)反应的化学方程式。

13. 在试管里熔融硫到沸腾。把一块薄铜片放进沸腾硫的蒸汽里。观察到什么现象? 铜片烧红表明发生什么变化? 取出铜片, 注意观察铜片颜色的改变。写出铜跟硫反应的化学方程式。

如果把铜粉和硫黄华的混和物放在试管里或放在玻璃管里加热, 反应就进行得特别好。这里所用的铜粉, 可以用锉刀锉任意铜片或用氢气还原 CuO 而得到。

14. 在瓷研鉢里放一滴汞,再撒进少量硫粉,并用研杵仔细地研磨。汞和硫发生什么变化?得到的物质呈什么颜色?写出汞跟硫反应的化学方程式。

15. 用湿揩布蘸取硫黄华,在银块上用力擦磨。银的颜色怎样改变?写出硫跟银反应的化学方程式。

制取金属硫化物的其他方法。

金属硫化物可以从硫跟金属直接化合以及用复分解反应的方法而制得。

16. 在硝酸铅溶液里倒进硫化氢水溶液。得到什么物质。写出相应的化学方程式。

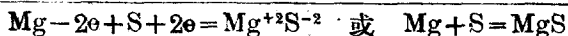
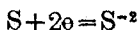
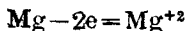
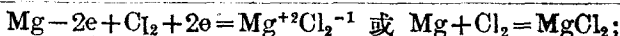
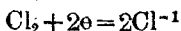
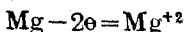
17. 取少量密陀僧(一氧化铅),放进试管里,用硫化氢水溶液跟它作用。密陀僧的颜色怎样改变?写出反应的化学方程式。

金属硫化物也可从金属氧化物跟硫化氢气体作用而制得。

氧化还原过程

结合电子和失去电子的过程不仅在金属跟氧化合的反应里,而且在其他反应里,例如当金属在氯气里或在硫蒸汽里燃烧时,也发生着这种过程。

我们以镁为例子来研究这个过程。



从所列举的例子里,你们可以看到,在这些过程中镁是失去电子的。我们可以作出结论:氧化还原过程,即是电子从一个原