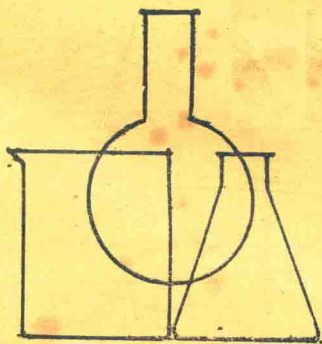


无机化学实验



山东省《无机化学实验》编写组

目 录

前言

| | |
|-----------------------|----|
| 学生实验守则 | 1 |
| 实验室安全知识 | 1 |
| 《无机化学实验课》的学习方法 | 4 |
| 无机化学实验常用仪器介绍 | 9 |
| 无机化学实验常用器皿及实验装置平面图的画法 | 9 |
| 无机化学实验基本操作 | 16 |
| 一、常用玻璃仪器的洗涤和干燥 | 16 |
| 二、基本度量仪器及其使用方法 | 19 |
| 三、加热的方法 | 36 |
| 四、试剂的取用 | 42 |
| 五、气体的发生、净化、干燥和收集 | 44 |
| 六、物质的分离 | 47 |
| 七、溶解和结晶 | 53 |
| 八、试纸的使用 | 53 |
| 九、其他 | 55 |
| 误差与数据处理 | 58 |
| 水的纯度 | 62 |
| 实验一、仪器的认领和洗涤 | 64 |
| 实验二、玻璃加工和塞子打孔 | 65 |
| 实验三、称量练习 | 70 |
| 实验四、溶液的配制 | 72 |
| 实验五、强酸强碱的中和滴定 | 74 |
| 实验六、胶体溶液 | 79 |

| | |
|---------------------|-----|
| 实验七、置换法测定镁的当量 | 83 |
| 实验八、气体密度法测定二氧化碳的分子量 | 88 |
| 实验九、化学反应速度与化学平衡 | 91 |
| 实验十、硫酸铜的制备 | 100 |
| 实验十一、电离平衡和盐类水解 | 103 |
| 实验十二、醋酸电离度和电离常数的测定 | 109 |
| 实验十三、沉淀反应 | 112 |
| 实验十四、氯化钠的提纯 | 115 |
| 实验十五、离子交换法测定氯化铅的溶度积 | 118 |
| 实验十六、元素周期律与分子结构 | 124 |
| 实验十七、氧化还原与电化学 | 130 |
| 实验十八、电解法测定阿佛加德罗常数 | 136 |
| 实验十九、卤素(一) | 140 |
| 实验二十、卤素(二) | 144 |
| 实验二十一、氢、氧、过氧化氢 | 148 |
| 实验二十二、硫的化合物 | 152 |
| 实验二十三、氮和磷 | 156 |
| 实验二十四、磷酸一、二钠盐的制备 | 160 |
| 实验二十五、碳和硅 | 163 |
| 实验二十六、未知液的分析 | 166 |
| 实验二十七、锡和铅 | 171 |
| 实验二十八、硼和铝 | 174 |
| 实验二十九、碱金属和碱土金属 | 178 |
| 实验三十、络合物的生成及性质 | 181 |
| 实验三十一、银氨络离子配位数的测定 | 185 |
| 实验三十二、铜和银 | 190 |

| | |
|------------------------|-----------------|
| 实验三十三、锌、镉、汞..... | 192 |
| 实验三十四、铬和锰..... | 195 |
| 实验三十五、铁、钴、镍..... | 199 |
| 实验三十六、硫酸亚铁铵的制备..... | 203 |
| 实验三十七、印相..... | 205 |
| 实验习题一..... | 211 |
| 实验习题二..... | 212 |
| 实验习题三..... | 213 |
| 实验习题四..... | 214 |
| 实验习题五..... | 215 |
| 附录一、雷磁25型酸度计使用说明..... | 215 |
| 附录二、某些无机试剂的保存..... | 21 ⁹ |
| 附录三、化学实验室常用数据表..... | 222 |
| 表一、实验室常用酸碱的浓度..... | 222 |
| 表二、弱酸和氨在水溶液中的电离常数..... | 223 |
| 表三、不同温度下的饱和水蒸气压..... | 224 |
| 表四、溶度积常数..... | 227 |
| 表五、标准电极电位表..... | 231 |
| 表六、络离子的不稳定常数..... | 240 |
| 表七、元素原子量表..... | 241 |

学生实验守则

一、实验前要认真预习，明确目的要求，了解实验步骤、方法和基本原理。

二、实验时严格遵守操作步骤和规程，注意安全，实验过程中要仔细观察，认真记录、独立思考。

三、遵守实验室各项规章制度，爱护仪器，节约药品，水电。并保持室内安静和整洁。

四、实验完毕，立即洗净仪器，把药品、仪器整理好，把地面打扫干净。离开实验室前，必须检查电源插头或闸刀是否拉开，水龙头是否关闭等。实验室的药品、仪器等一律不准带出实验室。

五、根据记录，认真写出实验报告，按时交给指导教师。

六、不经教师允许，不得擅自更改实验操作步骤和规程。

实验室安全知识

一、实验室的一般安全守则

1、使用电器时谨防触电，不要用湿的手或物去接触插销。实验完毕，要切断电源，如果实验过程停电，应拉开电闸；发现漏电要停止实验，报告指导教师。

2、在实验室内严禁药品入口，更不能吃东西。实验完毕要洗手。

3、用完煤气后，应把气门关闭。用完酒精喷灯（挂式）后，要把酒精管路关闭，并把剩余的酒精倒回原瓶。

4、实验过程中，药品不要弄在自己或别人的皮肤或衣服上。

二、易燃的、具有腐蚀性的药品及毒品的使用规则。

1、不允许把各种药品任意混合，以免发生意外事故。

2、氢气与空气混合遇火要发生爆炸，所以制氢气要远离明火，点燃氢气前一定要检验纯度。

3、浓酸、浓碱具有强腐蚀性，注意不要洒在衣服或皮肤上，废酸倒入酸缸，但不要把碱液倒入酸缸，以免中和产生大量热，发生危险。稀释它们（特别是浓硫酸）应将酸慢慢倒入水中，以免迸溅。

4、钾、钠有腐蚀性，白磷有毒，所以不能与皮肤接触，取用时应用镊子，而白磷在空气中又易自燃，所以，钾、钠保存在煤油中，白磷保存在水中。

5、有毒药品（如重铬酸钾钡盐、铅盐、砷的化合物、汞的化合物，特别是氧化物）不能进入口内或接触伤口，废液也不能随便倒入下水道。

6、强氧化剂（如氯酸钾）和某些物质混和时（如氯酸钾和碳、硫、磷的混和）易发生爆炸，保存及使用时要注意安全。

7、有机溶剂如乙醇、乙醚、苯、丙酮等易燃，使用时要远离明火。

8、汞易挥发，在人体内会积累起来，引起慢性中毒。注意不要洒落在桌上、地上。洒落时应立即尽量全部收集起来，并在洒落的地方覆盖硫磺粉，使残余的汞转变为硫化汞。

9、产生有刺激性或毒性气体的实验应在通风橱内进行。如有 H_2S 、 Cl_2 、 CO 、 SO_2 、 NO_2 、 Br_2 、 HF 的生成或加热盐酸、硝酸等。要在通风橱内进行实验。

三、实验室中一般伤害的救护

1、烫伤：在伤口涂以獾油或万花油或烫伤膏。

2、酸腐蚀：先用大量清水冲洗，然后用饱和碳酸氢钠或 1% 的氨水洗伤处，最后用水冲洗。若溅入眼内也用此法。氢氟酸灼烧、立即用水及上法冲洗伤口至苍白，并涂以甘油与氧化镁糊（2：1）。

3、碱腐蚀：用大量水冲洗，然后用 2% 的硼酸或 3% 的醋酸冲洗。

4、溴腐蚀：用 1 体积氨水（25%），1 体积松节油和 10 体积酒精（95%）混合液，洗涤色扎。

5、汞化合物入口：用炭粉洗胃，服用大量牛奶（1 升）或鸡蛋解毒。

6、吸入刺激性气体：可吸入少量酒精和乙醚的混合蒸气，然后到室外呼吸新鲜空气。

7、割伤：应先将伤口内的玻璃碎片取出，在伤口抹红药水或紫药水，撒些消炎粉包扎。

四、灭火常识

实验室起火时，不要惊慌，可根据不同的起火原因进行灭火，首先切断电源，关掉煤气开关，搬走易燃易爆的物品，一般可采取以下措施：

1、自燃品：如黄磷、硝酸纤维等在空气中能剧烈氧化而自燃。由自燃品引起火灾时，用砂土泡沫灭火器或二氧化碳灭火器灭火。

2、遇水燃烧品，如钾钠及碳化钙等，因遇水而引起火灾时，可用干砂土、小苏打粉扑灭。

3、易挥发液体引起的燃烧，可用砂土或二氧化碳灭火器灭火。

4、电器设备引起的火灾，不能用水或泡沫灭火器灭火，应立即切断电源，只能用四氯化碳灭火器或二氧化碳灭火器来扑灭。

5、一般小火，可用湿布、石棉布或沙土复盖在燃烧物体上即可灭火（实验室应备有砂箱、石棉布等放在固定位置）。

“无机化学实验课”的学习方法

为完成实验目的任务，必须有正确的学习态度和方**法**，学习方法大致分为下列三个步骤：

一、预习。为**做好实验**，课前必须预习，预习中应达到下列要求：

1、阅读实验教材和教科书中有关内容，查阅有关数据。

2、明确实验目的。

3、了解实验内容、步骤、实验原理和应注意的问题。

4、拟订出实验提纲，写出实验报告前半部分。

二、实验。在实验过程中要求做到以下几点：

1、认真操作，细心观察，把观察到的实验现象详细地记录在实验报告中。

2、发现实验现象与理论不符时，在认真找出原因后，

再重做。

3、实验中迁到疑难问题，要思考分析问题，以求解决。若自己解决有困难，可请教师解答。

实验过程要遵守实验室规章制度。

三、实验报告

做完实验后，根据记录的现象得出结论，或根据实验数据整理出实验结果，交指导教师批阅。

实验报告要求语言简练，结论明确，书写正规整齐，报告一般包括下列三个部分：

1、实验步骤：步骤要求简要，尽量用简图、表格表示，不要照抄教材内容。（予习时完成）

2、现象或数据记录。（实验过程中填写）

3、解释、结论和数据计算：根据实验现象得出正确结论，要写出化学方程式。根据数据计算得出结果，如有误差，应分析其原因。

实验报告要求简明扼要，一般有表格式和文字叙述两种，下面举两例供参考。

实验报告

实验名称 实验 × × 氧化还原与电化学

日期 _____

姓名 _____

班级 _____

成绩 _____

目的要求： 一、掌握电极电势、介质和反应物浓度对氧化还原反应的影响。
二、定性观察并了解氧化态或还原态浓度的变化对电极电势的影响。

实验内容及装置图

一、电极电势与氧化还原反应的关系
1、向试管中加入 0.5 ml 0.1 M KI 和 2 滴 0.1 M $\text{Fe}\alpha_3$ 溶液，5 滴 CCl_4 液颜色变浅。
用 0.1 M KBr 代替 KI 溶液做同样实验， CCl_4 层无变化。
2、向两支试管分别加入 5 滴饱和的碘水和溴水，各加 0.5 ml 0.1 M FeSO_4 溴水褪色，碘水无变化。

观察到的现象

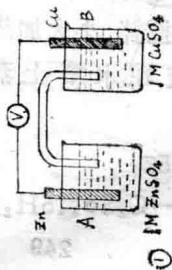
试管底部的 CCl_4 层呈紫红色。
液颜色变浅。
 CCl_4 层无变化。
溴水褪色，碘水无变化。

结论解释和化学方程式

Fe^{3+} 能氧化 I^-
 $2\text{Fe}^{3+} + 2\text{I}^- = \text{I}_2 + 2\text{Fe}^{2+}$
 I_2 溶于 CCl_4 呈紫红色。
 Fe^{3+} 不能氧化 Br^- 。
 $\text{Br}_2 + 2\text{Fe}^{2+} = 2\text{Br}^- + 2\text{Fe}^{3+}$
由实验知 $E^\ominus_{\text{Br}_2/\text{Br}^-} > E^\ominus_{\text{I}_2/\text{I}^-}$
其中 Br_2 是最强的氧化剂， I^- 是最强的还原剂。

续表

二、原电池



在烧杯B中滴加 NH_3 、 H_2O 至沉淀溶解

在烧杯A中也同样滴加 NH_3 、 H_2O

伏特计读数:

0.8V

读数:

读数:

电池反应: $\text{Zn} + \text{Cu}^{2+} \rightleftharpoons \text{Zn}^{2+} + \text{Cu}$
 ∴ 用伏特计测的是端电压, ∴ 读数小于标准电动势1.1V。

降低 $[\text{Cu}^{2+}]$ 使 $E_{\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}}$ 减小, ϵ 减小

降低 $[\text{Zn}^{2+}]$ 使 $E_{\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}}$ 减小, ϵ 增大。

实验报告

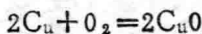
实验名称 实验×× 硫酸铜的制备 日期

姓名 级 班 成绩

目的要求 一、练习并掌握水浴加热，蒸发浓缩、常压、减压及热过滤等基本操作。

二、了解用金属，酸为原料制备盐的方法。

原理： 纯铜为不活泼金属，不能溶于非氧化性的酸中。单质铜在高温下灼烧，被空气中的 O_2 氧化为 Cu_2O 。



趁热过滤除去不溶性杂质，蒸发浓缩、结晶、抽滤即得胆矾。

操作步骤 一、称取3g铜末，在坩埚中灼烧，并不断翻动，约40分钟左右待铜末几乎全部氧化为黑色氧化铜为止。

二、将灼烧所得 Cu_2O ，冷却，移至蒸发皿中慢慢加入20ml $1:4 H_2SO_4$ ，边加边搅拌，小火加热溶解。

三、上边所得溶液在水浴上蒸发浓缩，冷却结晶后抽滤、称重。

产率计算 硫酸铜晶体重10.5g

理论计算产量 $Cu \rightarrow CuSO_4 \cdot 5H_2O$

$$\begin{array}{r} 63.5 \\ 3 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 249 \\ X \end{array}$$

$$3$$

$$X \quad X = 11.8(g)$$

$$\text{产率} = \frac{10.5}{11.8} \times 100\% = 89.0\%$$

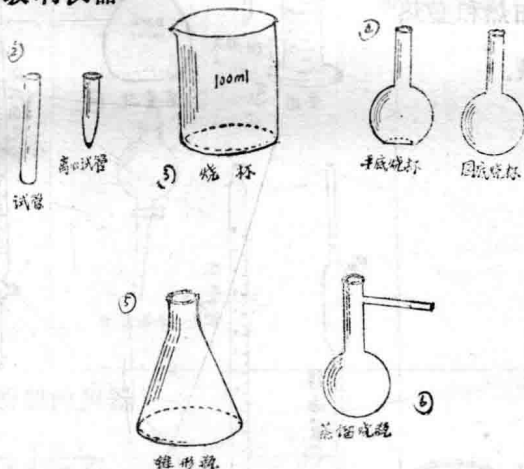
无机化学实验常用器皿 及实验装置平面图的画法

一、无机化学实验常用器皿介绍

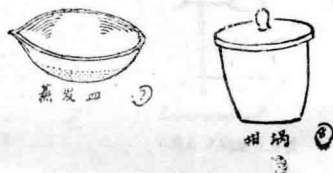
主要用于化学反应的仪器

规格：以容
积表示大小
注意事项：
可用火直接
加热除试管
外，其他玻
璃仪器要垫
石棉网。
瓷质仪器可
耐高温。

玻璃仪器



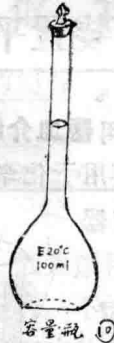
瓷质仪器



量度液体的仪器

规格：以容积
表示

注意事项：不
能加热和盛热
溶液。



分离仪器

分离仪器

规格：分液

漏斗和吸滤

瓶以容积

表示

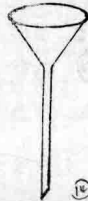
漏斗以口径表示

注意事项：

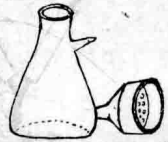
不能加热。



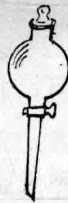
漏斗



长颈漏斗



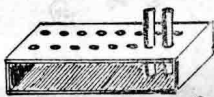
吸滤瓶 布氏漏斗



分液漏斗



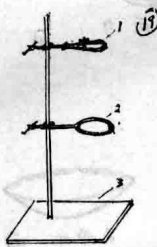
固定和放置器皿的仪器



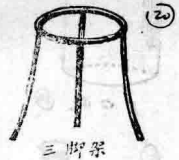
试管架



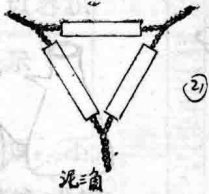
试管夹



1. 铁夹 2. 铁环 3. 铁架

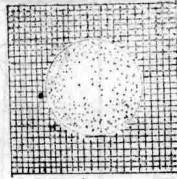


三脚架



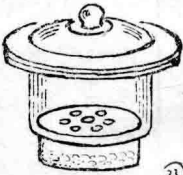
(21)

泥三角



石棉网

(22)



(23)

干燥器

其他



广口瓶 (24)



药勺 (25)



毛刷 (26)



滴瓶



细口瓶 (27)



表面皿 (28)



研钵 (29)