

绪 论

一、无机及分析化学实验的目的

《无机及分析化学》是化学化工类专业学生所学的第一门专业基础课。而《无机及分析化学实验》则是一门与理论课程密切联系又相对独立的实验课程。众所周知，化学是一门实验科学。化学中的定律和学说都源于实验，同时又为实验所检验，化学实验在无机及分析化学的课程教学中占有极其重要的地位。基本原理实验与理论教材相联系，使学生的理论知识得到深化、巩固和发展；综合性实验培养学生科学的思维方式和正确的思想方法。培养独立观察现象、全面分析现象、综合得出结论的能力。设计性实验培养学生的科学精神、创新思维习惯和创新能力。化学实验是培养学生分析问题、解决问题、获取知识能力的不可缺少的重要手段。其教学目的是：

(1) 使学生获得大量物质变化的感性知识，进一步熟悉元素及其化合物的重要性质和反应，加深理解和掌握无机及分析化学基本原理和基础知识。

(2) 使学生得到基本操作训练和基本技能的培养，了解和掌握重要无机化合物的一般分离、提纯和制备方法及原理。

(3) 使学生学会正确使用无机及分析化学实验中的各种常用仪器，学会测定实验数据，正确的记录、处理和概括实验数据，正确的分析、报告实验结果。培养学生独立工作和独立思考的能力、分析实验和用文字表达实验结果的能力、实事求是的科学态度、准确、细致、整洁等良好的科学习惯。

(4) 培养学生科学的思维方法、创新思维习惯和创新能力以及一定的组织实验和研究实验的能力。初步掌握科学研究的方法。

二、无机及分析化学实验的学习方法

要做好无机及分析化学实验，学生不仅要具有正确的学习态度，而且还要有正确的学习方法。无机及分析化学实验的学习方法大致可分为以下三个方面：

1. 预习

为了使实验能获得良好的效果，实验前必须进行预习，并要求如下：

明确本实验的目的和要求。

阅读实验教材、教科书和参考资料中的有关内容，理解实验的基本原理。

了解实验的内容、步骤、操作过程和实验时应注意的问题。

在预习的基础上，参考下述实验报告格式示例，认真、简要地写好实验预习报告。根据学过的理论知识，思考实验操作可能发生的现象和结果。

2. 实验

按拟定的实验方案、步骤、试剂用量和实验操作规程来进行操作，要求做到：

既要大胆又要细心，要仔细观察实验现象，认真测定数据，并把观察到的实验现象和实验数据，如实、详细而又及时地记录在实验记录本上，原始数据不得涂改，培养自己严谨的科学

态度和实事求是的科学作风。

实验现象多种多样，化学工作者要对这些现象进行综合分析，得出确切结论。化学现象的基本特征有：反应前后颜色的变化，沉淀的生成或溶解，气体的产生或吸收，特殊气味的释放，热量的吸收或放出等。实验者要善于捕捉，深入思考。不要轻易放过“异常”现象。实验中如果发现观察到的实验现象和理论不符合，先要尊重实验事实，同时要认真分析和检查原因，并仔细地重做实验，也可以通过对照实验、空白实验，或自行设计实验进行核对，必要时应多次实验，从中得到有益的结论。

要勤于思考。实验中遇到的疑难问题和异常现象，需仔细分析，尽可能通过查资料自己解决，亦可与教师讨论，得到指导。

实验中涉及的各类仪器的性能、使用方法、操作技巧等要认真仔细地学习。要注重动手能力的培养，在实验中遇到困难或偶尔出现故障时，不要慌乱，要设法弄清原因并及时排除，以培养自主负责精神。

如实验失败，要检查原因，经实验指导教师同意，重做实验。

3. 实验报告

实验报告是实验的总结，实验后要及时分析实验现象，整理实验数据，把直接的感性认识提高到理性思维阶段。弄清实验现象发生的原因、条件和结果，解释实验现象并作出结论，或根据实验数据进行计算，完成实验报告并及时交给指导教师审阅。

实验报告要求按一定格式书写，字迹端正，叙述要简明扼要，实验记录、数据处理需使用表格形式，所作图形准确清楚，结论明确，报告整齐洁净。实验报告一般应包括下列几个部分：

实验目的。

实验原理：化学实验的理论基础。

实验内容 实验项目、实验步骤(简明)实验现象、实验结果。测定实验包括实验数据，即实验的原始记录。

结论部分 实验现象的分析、解释、结论 原始数据的处理、误差分析 结果讨论。

无机及分析化学实验报告的格式

实验报告的格式大致可分为：制备或提纯、性质验证、定性鉴定、定量测定四大类。现将四种类型的实验报告格式推荐如下，以供参考。

例 1 制备实验报告格式

硝酸钾的制备

[实验目的]

- (1) 利用钾盐、硝酸盐在不同温度时，溶解度不同的性质来制备硝酸钾。
- (2) 学习称量、溶解、冷却、过滤等无机制备的基本操作。

[实验原理]

当 KCl 和 NaNO_3 溶液混合时，溶液中同时存在 K^+ 、 Na^+ 、 Cl^- 、 NO_3^- 四种离子，由它们组成的四种盐，在不同的温度下有不同的溶解度，利用 NaCl 、 KNO_3 的溶解度随温度变化而变化的差别 高温除去 NaCl ，滤液冷却得到 KNO_3 。

[实验步骤]

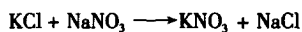
$\xrightarrow{\text{NaNO}_3 8.5 \text{ g} + \text{KCl} 7.5 \text{ g}}$
 $\xrightarrow{\text{加 } 15 \text{ cm}^3 \text{ H}_2\text{O}, \text{加热、搅拌、溶解}}$
 $\xrightarrow{\text{小火浓缩至原体积的 } 2/3}$
 $\xrightarrow{\text{趁热过滤}}$
 $\xrightarrow{\text{加沸水 } 7.5 \text{ cm}^3 \text{ 至滤液中, 同时观察晶体形状}}$
 $\xrightarrow{\text{滤液转移到烧杯}}$
 $\xrightarrow{\text{小火加热, 浓缩至原体积的 } 3/4}$
 $\xrightarrow{\text{冷却过滤}}$
 $\xrightarrow{\text{母液弃去, 观察晶体形状}}$
 $\xrightarrow{\text{称重}}$

[实验记录]

(1) 实验现象

(2) 产量 :

(3) 理论产量 :



$$\text{KNO}_3 \text{ 的质量 } m = \frac{8.5 \times 101.1}{85} = 10.11(\text{g})$$

(4) 产率: = (实际产量/理论产量) $\times$ 100 %

例 2 性质实验报告格式

碱金属、碱土金属

[实验目的]

(1) 试验并了解少数锂、钠、钾盐的微溶性。

(2) 试验碱土金属氢氧化物、盐的溶解性, 并利用它们的差异分离、鉴定 Mg^{2+} 、 Ca^{2+} 、 Ba^{2+} 离子。

(3) 学习焰色反应, 离子的分离、鉴定。

[实验步骤与记录]

项目	实验步骤	实验现象	解释和结论(方程式)
1. 碱金属氢氧化物的性质	(1) $\text{MgCl}_2 + \text{NaOH}$ $\text{CaCl}_2 + \text{NaOH}$ $\text{BaCl}_2 + \text{NaOH}$	胶状白↓ 大量白↓ ——	$\text{Mg}^{2+} + 2\text{OH}^- \longrightarrow \text{Mg}(\text{OH})_2 \downarrow$ $\text{Ca}^{2+} + 2\text{OH}^- \longrightarrow \text{Ca}(\text{OH})_2 \downarrow$
	(2) $\text{MgCl}_2 + \text{氨水}$ $\text{CaCl}_2 + \text{氨水}$ $\text{BaCl}_2 + \text{氨水}$	白↓ —— ——	$\text{Mg}^{2+} + 2\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{Mg}(\text{OH})_2 \downarrow + 2\text{NH}_4^+$ 结论: 溶解度 $\text{Mg}(\text{OH})_2 < \text{Ca}(\text{OH})_2 < \text{Ba}(\text{OH})_2$
2. 锂、钠、钾的微溶盐	(1) $\text{LiCl} + \text{NaF}$ $\text{LiCl} + \text{Na}_2\text{CO}_3$ 放置或加热 $\text{LiCl} + \text{Na}_2\text{HPO}_4$ 加热	小白晶形↓ 白↓ 白↓	$\text{Li}^+ + \text{F}^- \longrightarrow \text{LiF} \downarrow$ $2\text{Li}^+ + \text{CO}_3^{2-} \longrightarrow \text{Li}_2\text{CO}_3 \downarrow$ $3\text{Li}^+ + \text{PO}_4^{3-} \longrightarrow \text{Li}_3\text{PO}_4 \downarrow$
	(2) $\text{NaCl} + \text{KSb}(\text{OH})_6$, 摩擦管壁	出现白色晶体	$\text{Na}^+ + \text{KSb}(\text{OH})_6 \longrightarrow \text{NaSb}(\text{OH})_6 \downarrow + \text{K}^+$
	(3) $\text{KCl} + \text{NaHC}_4\text{H}_4\text{O}_6$ 放置	出现白色晶体	$\text{K}^+ + \text{NaHC}_4\text{H}_4\text{O}_6 \longrightarrow \text{KHC}_4\text{H}_4\text{O}_6 \downarrow + \text{Na}^+$

例 3 定量分析报告格式

A 摩尔气体常数 R 的测定

[实验目的]

(1) 学习使用分析天平。

(2) 练习测量气体体积的操作(量器管液面的观察, 仪器装置的检漏)。

(3) 进一步了解气体分压的概念。

[实验原理]

一定量的金属镁 $m(\text{Mg})$ 和过量的稀酸作用，产生一定量的氢气 $m(\text{H}_2)$ 在一定的温度 (T) 和压力 (p) 下，测定置换出的氢气体积 $V(\text{H}_2)$ 。根据分压定律，算出氢气的分压：

$$p(\text{H}_2) = p - p(\text{H}_2\text{O})$$

假定在实验条件下，氢气服从理想气体行为，可根据理想气体状态方程计算出摩尔气体常数 R ：

$$R = \frac{p(\text{H}_2) V(\text{H}_2)}{n(\text{H}_2) T}$$

其中

$$n(\text{H}_2) = \frac{m(\text{Mg})}{M(\text{Mg})}$$

式中 $M(\text{Mg})$ 为 Mg 的摩尔质量。所以

$$R = \frac{p(\text{H}_2) V(\text{H}_2) M(\text{Mg})}{m(\text{Mg}) T}$$

[实验步骤]

(1) 称量。用分析天平准确称取二份镁条，每份质量约 $(0.03 \pm 0.0005) \text{ g}$ 。

(2) 安装。如图装配仪器，赶气泡。

(3) 检漏。把漏斗下移一段距离，并固定。如量气管中液面稍稍下降后（约 $3 \sim 5 \text{ min}$ ）即恒定，说明装置不漏气。如装置漏气，检查原因，并改进装置，重复试验，直至不漏气为止。

(4) 装料。在反应试管内加入 $3 \sim 4 \text{ cm}^3$ 稀 H_2SO_4 ，把镁条放入洁净的小试管内，小心放入反应试管内，（勿使酸进入小试管内）调整水平球高度，使量气管内液面高度略低于“0”刻度。塞紧橡皮塞，再次试漏。

(5) 反应。手持水平球，移至量气管附近，使两者液面保持同一水平，记下量气管液面读数 然后抬高反应管 使 H_2SO_4 与镁条反应。

(6) 测量气体体积。镁条反应完后，停留 $5 \sim 6 \text{ min}$ ，使量气管内气体温度降至室温，再令水平球液面与量气管液面保持同一水平，记下刻度读数，待 $2 \sim 3 \text{ min}$ 后重读一次，如两次读数相同，表明气体温度已降至室温，记下刻度值及此时室温和大气压。

用另两份已称量的镁条重复实验。

[数据记录和结果处理]

实验序号	1	2	3
镁条质量 $m(\text{Mg})/\text{g}$			
反应后量气管液面位置/ cm^3			
反应前量气管液面位置/ cm^3			
氢气体积 $V(\text{H}_2)/\text{cm}^3$			
室温 T/K			
大气压 p/Pa			
氢气分压 $p(\text{H}_2)/\text{Pa}$			
摩尔气体常数 R			
$\bar{R}$			
准确度 $(\frac{R_{\text{理}} - R_{\text{测}}}{R_{\text{理}}}) \times 100\%$			

B 混合碱的组成及其含量的测定

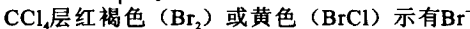
- [实验目的] 略)
[实验原理] 略)
[实验步骤] 略)
[数据记录与结果处理]
(1)称量记录(略)。
(2) 混合碱测定。

序号		1	2	3
试样取量 m/g				
$c(\text{HCl})/(\text{mol}\cdot\text{dm}^{-3})$				
V_2/cm^3	终读数			
	始读数			
	V_2			
V_1/cm^3	终读数			
	始读数			
	V_1			
$V_1 + V_2/\text{cm}^3$				
V_1 与 V_2 的差/ cm^3				
总碱度 $w(\text{Na}_2\text{O})$	测定值			
	平均值			
混合碱各组分 质量份数/%	组分 1	测定值		
		平均值		
	组分 2	测定值		
		平均值		

例 4 定性分析实验报告格式

卤素

- [实验目的] 略)
[实验步骤] 仅列部分内容示例)
 Cl^- 、 Br^- 、 I^- 混合液的分离和鉴定
(1) 分析简表。
(2) 分析步骤。
离子 : Cl^- , Br^- , I^-
颜色 无 无 无



次序	步骤	现象	结论	反应方程式
(1)	取 2~3 滴混合液,加 1 滴 $6 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ HNO_3 酸化,加 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ AgNO_3 至沉淀完全,加热 2 min,离心分离。弃去溶液	先黄色后白色沉淀	示有 X^- 离子	$\text{Ag}^+ + \text{X}^- \longrightarrow \text{AgX} \downarrow$
(2)	在沉淀中加 5~10 滴银氨溶液,剧烈搅拌,并温热 1 min,离心分离			$\text{AgCl} + 2\text{NH}_3 \longrightarrow [\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+ + \text{Cl}^-$
(3)	在(2)的溶液中,加 $6 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ HNO_3 酸化	白色沉淀又出现	示有 Cl^- 离子	$[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+ + 2\text{H}^+ + \text{Cl}^- \longrightarrow \text{AgCl} \downarrow + 2\text{NH}_4^+$
(4)	在(2)的沉淀中,加入 5~8 滴 $1 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ H_2SO_4 ,少许 Zn 粉,搅拌,加热至沉淀颗粒都变为黑色,离心分离,弃去沉淀	沉淀变黑		$2\text{AgBr} + \text{Zn} \longrightarrow \text{Zn}^{2+} + 2\text{Ag} + 2\text{Br}^-$ $2\text{AgI} + \text{Zn} \longrightarrow \text{Zn}^{2+} + 2\text{Ag} + 2\text{I}^-$
(5)	取 2 滴(4)的溶液,加 8 滴 CCl_4 ,逐滴加入氯水。继续滴加氯水	CCl_4 层显紫色, CCl_4 层紫色退后显橙色	示有 I^- 示有 Br^-	$2\text{I}^- + \text{Cl}_2 \longrightarrow 2\text{Cl}^- + \text{I}_2$ $\text{I}_2 + 5\text{Cl}_2 + 6\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{HIO}_3 + 10\text{Cl}^- + 10\text{H}^+$ $2\text{Br}^- + \text{Cl}_2 \longrightarrow 2\text{Cl}^- + \text{Br}_2$

第一部分 实验基础

主要内容

- ★ 基本知识
 - ★ 基本操作
 - ★ 基本原理和方法
 - ★ 常见仪器及使用方法

1 基本知识

1.1 实验室规则

- (1) 检查仪器及药品是否齐全、完备和良好。
- (2) 遵守实验纪律 保持安静 不得喧哗和打闹 要集中思想 认真操作 仔细观察 如实记录实验现象，不得随意涂改。
- (3) 爱护国家财产，精心使用实验室内的仪器和设备，不得随意挪动或拆卸，不得将实验室内任何物品带出实验室。仪器在使用时若有出现不正常或损坏现象时，应及时报告指导教师，以便进行必要处理。
- (4) 保持实验室及桌面整洁，废弃物应放入指定容器中，不得随意丢弃，以防堵塞下水道和污染环境。
- (5) 节约使用试剂、水、电、气及实验材料，杜绝浪费。慎重使用贵重及剧毒药品，其废弃物应倒入指定容器统一回收。
- (6) 发生意外事故时应保持镇静，及时报告指导教师。
- (7) 实验后要清洗玻璃仪器 整理仪器、药品 搞好卫生 关好水、电、气、门、窗后方可离开实验室。学生轮流值日，负责整个实验室的清扫、整理及安全检查工作。

1.2 实验室安全与紧急救护

化学实验所用试剂大多有一定毒性和腐蚀性，有些还是易燃、易爆药品，存在着潜在的不安全因素，要特别重视安全，切不可麻痹大意。实验前要了解该实验的安全注意事项，实验中要严格遵守操作规程。

1.2.1 实验室安全规则

- (1) 了解实验室内布局，熟悉水、电、气的管线走向，闸门位置，消防器材放置地点及其使用方法。
- (2) 严禁在实验室内吸烟、饮食，实验完毕应洗净双手。
- (3) 不得用湿手触摸电器设备，使用完毕应及时拔掉电源插头。
- (4) 严禁任意混合各种化学试剂，以免发生意外事故。
- (5) 钾、钠、钙应保存在煤油中，白磷应保存在水中，取用时要用镊子。一些有机溶剂，如乙醇、丙酮、乙醚等极易燃烧 使用时切记远离明火 用毕应立即盖紧瓶塞 放回原处。
- (6) 一些强氧化剂及其混合物，如 KClO_3 、 KMnO_4 、 KNO_3 或 KNO_3 和硫磺等混合物不能研磨、否则易引起爆炸。
- (7) 一些能产生有毒或有刺激性气体（如 Cl_2 、 H_2S 、 PH_3 、 NO_2 、 SO_2 、 Br_2 、 HF 等）的实验 必须在通风橱内进行。不要直接俯向容器闻气体的味道，应该用手将气体轻轻煽向鼻孔。
- (8) 浓酸、浓碱均具有强腐蚀性，使用时应格外小心。稀释浓硫酸时，应该将酸慢慢注入水中并不断搅拌，切勿将水注入浓硫酸中，以免发生意外。

(9) 对一些有毒药品, 如铊(VI)的化合物, 汞的化合物, 砷的化合物, 可溶性的钡盐、镉盐、铅盐, 特别是氰化物, 不得接触伤口, 更不得进入口内, 其废液不许随意倒入下水道, 应倒入回收瓶统一回收处理。

汞为易挥发金属, 容器中的汞要加水覆盖。汞蒸气可随入的呼吸进入体内, 使人体产生累积性中毒, 应格外小心。一旦撒落, 尽量收集起来, 然后用硫磺粉覆盖在撒落的地方, 使汞转化为不挥发的 HgS 。

银氨溶液不能久置, 因其产生的氮化银会引起爆炸。

1.2.2 实验室急救护

实验过程中, 如发生意外事故, 要保持镇静, 并且有针对性地采取如下救护措施:

(1) 触电。立即切断电源, 必要时进行人工呼吸。

(2) 玻璃割伤。先用消毒棉签把伤口清理干净, 在伤口处抹上红药水, 撒上消炎粉并进行包扎。伤口内若有玻璃碎片, 须挑出后再敷药包扎。

(3) 烫伤。一旦发生烫伤, 切勿用水冲洗。应在烫伤处涂上苦味酸溶液、烫伤膏或万花油。

(4) 白磷灼伤。用 1% AgNO_3 溶液、1% CuSO_4 溶液或浓 KMnO_4 溶液清洗伤口, 再进行包扎。

(5) 酸腐蚀致伤。先用大量水冲洗, 再用饱和 NaHCO_3 溶液或稀氨水处理, 最后再用水冲洗。若不慎溅入眼内, 冲洗方法同上, 只是将饱和 NaHCO_3 溶液改为 1% NaHCO_3 溶液。

(6) 碱溶液致伤。先用大量水冲洗, 再用 2% 醋酸溶液或硼酸溶液处理, 最后用水冲洗。若溅入眼内, 则先用硼酸溶液清洗, 再用水冲洗。

(7) 液溴腐蚀致伤。先用乙醇或 10% 的 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液冲洗干净, 再涂敷甘油。

(8) 误吸刺激性或有毒气体。对于 Cl_2 或 HCl 气体, 可吸入少量乙醇和乙醚的混合蒸气解毒。若误吸 H_2S 或 CO 气体, 立即到室外呼吸新鲜空气。

(9) 毒物入口。把 5 ~ 10 cm^3 5% CuSO_4 溶液倒入一杯温水中, 内服后, 用手指伸入咽喉部, 促使呕吐, 然后立即送医院治疗。

(10) 着火。为防止火势蔓延要立即撤去火源, 停止通风, 关闭电源, 尽可能地移走一切可燃物。小火可用湿布、石棉布或沙子覆盖在着火的物体上。火势大时, 可使用泡沫灭火器。但对电器设备只能使用 CO_2 或 CCl_4 灭火器灭火。衣服着火时, 切不可慌乱, 应立即脱下衣服, 或用湿布、石棉布压灭火焰, 面积较大时可就地打滚。火势严重时立即拨火警电话 119 请消防队灭火。

(11) 伤势严重者应立即送医院救治。

1.2.3 危险药品的分类、性质和保管

根据 2002 年 3 月 15 日起施行的《危险化学品安全管理条例》规定, 危险化学品系指爆炸品、压缩气体和液化气体、易燃液体、易燃固体、自燃物品和遇湿易燃物品、氧化剂和有机过氧化物、放射性物质、有毒害品和感染性物品以及腐蚀性物品等。实验室内常见的危险药品通常是指受光、热、水或撞击等外界因素的影响可能引起燃烧或爆炸的药品和那些强腐蚀性、剧毒的药品。应根据危险药品性质不同, 妥善保管。

(1) 易燃品：

自燃药品。如白磷或黄磷，在 307 K(34 ℃) 时可在空气中着火。应保存于水中。

遇水易燃品。如钾、钠、钙，遇水发生剧烈反应，产生 H_2 并放出大量的热，引起燃烧。故金属钾、钠、钙应保存在煤油中。

易燃固体。如硫磺、红磷、萘、硝化纤维，这些药品燃点低，受热、摩擦、撞击或遇氧化剂时，可引起剧烈燃烧或爆炸。应存放于阴凉处，远离热源和明火。

易燃液体。如乙醚、乙醇、丙酮、苯、石油醚等有机溶剂。它们的沸点低，易挥发，遇明火即燃烧，引起爆炸。同易燃固体一样，存放于阴凉处，远离热源和明火。

易燃气体。如 H_2 、 C_2H_2 、 CH_4 等，遇明火或受强热会引起燃烧，若与空气按一定比例混合会引起爆炸。使用时注意通风，远离火源。盛易燃气体钢瓶不得存放于实验室内。

(2) 易爆炸药品。如三硝基甲苯、硝酸铵、苦味酸等，受高温、摩擦、撞击时会剧烈反应，产生大量气体和热量，引起爆炸，故应存放于阴凉、低温处，注意轻拿、轻放。

(3) 腐蚀性药品。如强酸、强碱、氢氟酸、液溴、苯酚等，具有强烈腐蚀性，触及人体会引起化学灼伤，触及物品会造成腐蚀和毁坏。保存时不得与氧化剂、易燃品、易爆炸品放在一起。

(4) 氧化剂和有机过氧化物。如硝酸钾、氯酸钾、高锰酸钾、过氧化氢等，具有强氧化性，遇酸、受热或与有机物、易燃品、还原剂混合时会引起燃烧或爆炸。故不得与易燃品、易爆炸品、还原剂一起存放。有机过氧化物本身易燃易爆，极易分解，对热、震动或摩擦极为敏感。应存放于阴凉、低温处，注意轻拿、轻放。

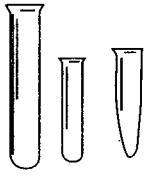
(5) 剧毒品。如氰化钾、砒霜 As_2O_3 、升汞 $(HgCl_2)$ 等，均为剧毒药品，若有少量侵入人体，误食或接触伤口，会引起中毒，甚至死亡。此类药品要专柜保管，建立双人登记签字领用制度。建立使用、消耗、废物处理等制度。皮肤有伤口时，禁止操作这类物质。

1.3 化学实验常用小件仪器简介

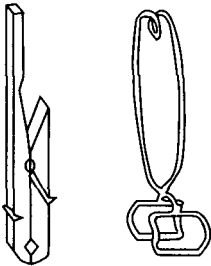
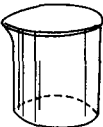
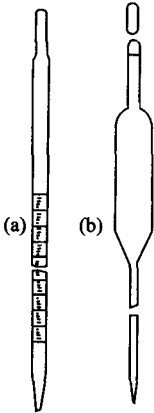
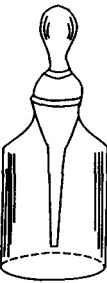
1.3.1 化学实验常用玻璃仪器

化学实验常用玻璃仪器见表 1-1 所示。

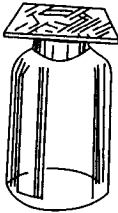
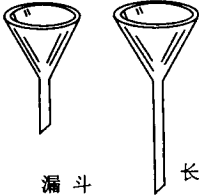
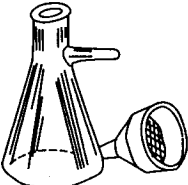
表 1-1 化学实验常用仪器

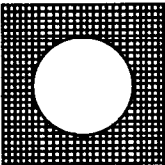
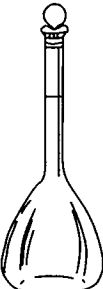
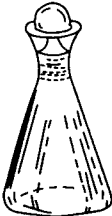
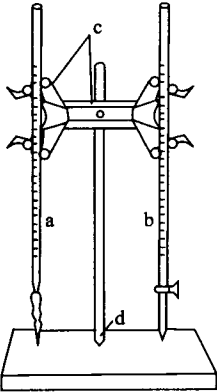
仪 器	规 格	用 途	注 意 事 项
 试 管	普通试管以管口外径 (mm)、管长 (mm) 区分；离心试管有刻度和无刻度两种，按容量 (cm^3) 区分。试管架有木质、铝质、有机玻璃质的等	1. 用做少量试剂的反应容器，便于操作和观察。 2. 用于收集少量气体 3. 离心试管用于沉淀分离 4. 试管架用于放试管	1. 反应液体积不应超过试管容积的 $1/2$ ，加热时则不应超过 $1/3$ 2. 加热时不准管口对人，试管最好与桌面成 45° 度，同时不断振荡，火焰上端应低于管内液面 3. 加热固体时管口要略向下倾斜 4. 加热后不可骤冷

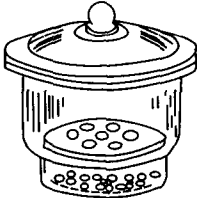
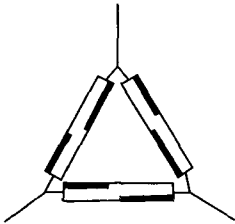
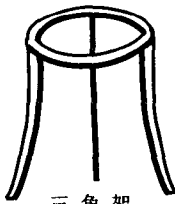
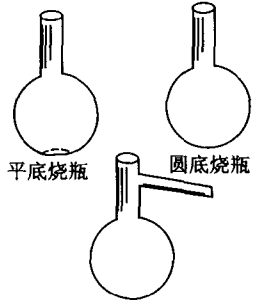
续表

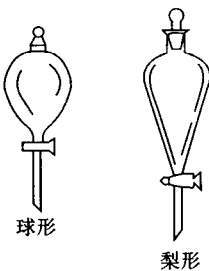
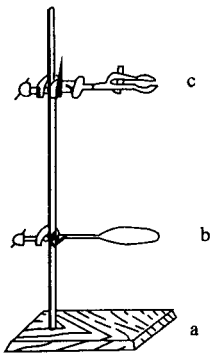
仪 器	规 格	用 途	注 意 事 项
 试 管 夹	由木料或金属丝、塑料制成。形状各有不同	用于夹试管	不能用火烧烤
 烧 杯	以容积(cm^3)表示, 一般有 50、100、150、250、400、600、1000 等规格, 此外还有 5、10 的微型烧杯	1. 用于较大量试剂的反应容器, 易于使反应物混合均匀 2. 配制溶液用 3. 代替水浴用	1. 反应液体一般不超过烧杯容积的 $\frac{1}{3} \sim \frac{1}{2}$ 2. 应放在石棉网上加热 3. 标出的体积刻度不代表该烧杯的容积
 (a) 吸量管 (b) 移液管 移 液 管	有多刻度管型和单刻度大肚型两种。按刻度最大标度(cm^3)分, 通常有 1、2、5、10、25、50 等规格, 微量的有 0.1、0.2、0.5 等规格	用于精确移取一定体积的液体	1. 使用前要用少量所移液体洗三次 2. 一般移液管内残留的最后一滴液体不要吹出(刻有“吹”字的完全流出式则要吹出)
 滴 瓶 滴 管	滴瓶分棕色、无色两种, 滴管上带有胶皮乳头。按容积(cm^3)分有 5、30、60、125 等规格	滴瓶用于盛放少量液体试剂或溶液, 便于取用 滴管用于滴加少量液体或溶液	1. 滴管不要吸得太满, 不可横置或倒置 2. 磨口滴瓶不能长时间存放碱液 3. 滴管专用, 管尖不能沾污

续表

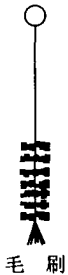
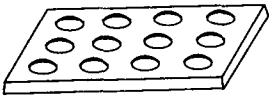
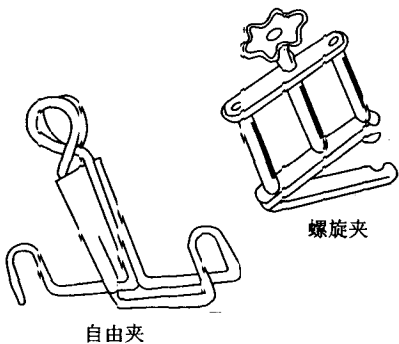
仪 器	规 格	用 途	注 意 事 项
 细口瓶 (试剂瓶)	有无色、棕色之分。 按容积 (cm^3) 分有 100、125、250、500、 1000 等规格	储存溶液和液体药品	1. 不能直接用火加热 2. 瓶塞不要互换 3. 放碱液时换用橡皮塞 4. 有磨口塞子的细口瓶不用时应洗净晾干并在磨口处垫上纸条保存
 广口瓶	有磨口、光口及无色、棕色之分。磨口有塞,若瓶口上部是磨砂的为集气瓶。按容积 (cm^3) 分有 30、60、125、250、500 等规格	1. 储存固体药品 2. 集气瓶用于收集气体	1. 不能直接加热 2. 磨口的广口瓶不能存放碱 3. 瓶塞必须保持干净
 表面皿	按直径 (mm) 分,有 45、65、75、90 等规格	盖在烧杯上,防止液体迸溅,或作其他用途	不能直接用火加热
 漏斗 长颈	有玻璃质或搪瓷质,分长颈和短颈两种,按斗径 (mm) 分 30、40、60、100、120 等规格。带有铜制夹套的热漏斗专用于热过滤	1. 过滤液体 2. 倾注液体 3. 长颈漏斗常用于定量分析或装配气体发生装置,用于加液	不能直接加热
 吸滤瓶 布氏漏斗	布氏漏斗为瓷质,规格以直径 (mm) 表示。抽滤瓶为玻璃质,规格按容积 (cm^3) 表示	两者配套使用,用于减压过滤	不能直接加热
 蒸发皿	有瓷、玻璃、石英、铂等材质,分圆底、平底两种规格,以口径 (mm) 或容积 (cm^3) 表示	用于蒸发液体或溶液	1. 按液体性质选用不同材质的蒸发皿 2. 不宜骤冷 3. 蒸发溶液时一般将它放在石棉网或电热板上,也可直接用火加热

仪 器	规 格	用 途	注 意 事 项
 石棉网	由铁丝编成,中间涂有石棉夹层,规格以铁丝网边长(cm)表示,如 16 cm × 16 cm, 23 cm × 23 cm	支撑受热器皿,使受热物体均匀受热	1. 不可与水接触 2. 不能卷折
 容量瓶	按刻度以下的容积(cm^3)分 5、10、25、50、100、150、200、250 等规格	配制准确浓度溶液时用	1. 不能受热,不能代替试剂瓶存放溶液 2. 瓶口为磨口的,用过洗净后用纸垫上保存备用
 碘量瓶	以容积(cm^3)表示,有 50、100、250、500、1000 等规格	用于碘量法实验	1. 注意塞子及瓶口的磨砂部分勿擦伤,以免产生漏隙 2. 滴定时打开塞子,用蒸馏水将瓶口及塞子上的碘液洗入瓶中
 a-碱式滴定管 b-酸式滴定管 c-滴定管架 d-滴定台	分酸式(具玻璃活塞)和碱式(具乳胶管连接的玻璃尖管)两类,有无色、棕色两种,用容积(cm^3)表示,常量的有 25、50,微量的有 1、2、3、4、5、10 等规格	1. 用于溶液的滴定 2. 用于量取准确体积的液体 3. 滴定管架用于支持滴定管	1. 酸式滴定管和碱式滴定管不能混用 2. 见光易分解的滴定液宜使用棕色滴定管

仪 器	规 格	用 途	注 意 事 项
 干燥器	玻璃质,以外径(mm)大小表示,分普通干燥器和真空干燥器两种	内装干燥剂,用于干燥或保干试剂	1. 防止盖子滑动而打碎 2. 红热的物品待稍冷后才能放入
 坩 埚	有瓷、石墨、石英、氧化锆、铁、镍、铂质的,以容积(cm^3)分,有10、15、25、50等规格	强热、煅烧固体用。随固体性质不同可选用不同质的坩埚	1. 放在泥三角上直接加强热或放入马福炉中煅烧 2. 加热或反应完毕后,用坩埚钳取下时,坩埚钳应预热,取下后应放置在石棉网上
 泥 三 角	由铁丝拧成,套有瓷管,有大小之分	灼烧坩埚时架置坩埚用	灼烧后小心取下,勿令摔落
 三 角 架	铁质,有大小、高低之分,比较牢固	放置较大或较重的加热容器	1. 放置加热容器(水浴锅、坩埚除外)时应先放石棉网 2. 加热时灯焰的位置要适当
 平底烧瓶 圆底烧瓶 蒸馏烧瓶 烧 瓶	有平底、圆底、长径、短径、细口、粗口之分,有磨口和普通两种。按容积(cm^3)分有50、100、250、500、1000等规格,此外还有微型烧瓶	圆底烧瓶、平底烧瓶可作为长时间加热的反应容器 蒸馏烧瓶用于液体蒸馏,也可用于制取少量气体	1. 盛放液体的量不能超过容积的2/3,但也不能太少 2. 不可直接加热。加热前外壁要擦干

仪 器	规 格	用 途	注 意 事 项
 球形 梨形 分液漏斗	有球形、梨形之分,按容积(cm^3)分,有 50、100、250、500 等规格	1. 用于互不相溶的溶液分离 2. 气体发生装置中加液用	1. 不能加热 2. 磨口的漏斗塞子不能互换,活塞处不能漏液
 干燥管	玻璃质,以大小表示	干燥气体及防止湿气侵入用	1. 干燥剂颗粒大小适中,不与待干燥气体反应 2. 两端用棉花团塞好 3. 干燥剂变潮后应立即更换 4. 使用时固定在铁架台上,大头进气,小头出气
 研钵	有瓷、玻璃、玛瑙、铁质的,规格以口径大小(mm)表示	1. 研碎固体用 2. 混合固体物质用	1. 按固体的性质和硬度选用不同材质的研钵 2. 放入量不宜超过研钵容积的 1/3 3. 易爆物质只可轻轻压碎,不得研磨
 a—铁架, b—铁圈; c—铁夹 铁架台	属铁制品,铁夹有铜、铝制品两种	用于固定或放置反应容器。铁圈还可以代替漏斗架使用	1. 仪器固定在铁架台上时,仪器和铁架的中心应落在铁架台底盘中部 2. 用铁夹夹持仪器时,应以仪器不能转动为宜,不能过紧或过松
 水浴锅	系铜、铝制品,有大、中、小之分,还有电热控温的	1. 用于间接加热,如水浴、油浴 2. 用于粗略控温实验	1. 加热器皿没入锅中 2/3 2. 经常加水,防止烧干 3. 用后洗净

续表

仪 器	规 格	用 途	注 意 事 项
 毛 刷	以大小和用途表示。 如试管刷、滴定管刷 等	洗刷玻璃仪器	洗涤时手持刷子的部位 要合适。注意毛刷顶部的 竖毛要完整
 点滴板	瓷质,分黑色、白色。 有二凹穴、六凹穴、九 凹穴、十二凹穴之分	用于显色反应	白色沉淀用黑板,有 色沉淀用白色板
 自由夹 螺旋夹	铁制品,自由夹又称 弹簧夹、止水夹、皮管 夹等。螺旋夹又称节 流夹	在蒸馏水储瓶、制气或 其他实验装置中关闭流 体的通路。螺旋夹还可 控制流体的流量	1. 应使胶管夹在自由 夹的中间部位 2. 在蒸馏水储瓶的装 置中,被夹持的胶管 应经常变动受夹部 位

1.3.2 石英和玛瑙仪器

1. 石英玻璃

石英玻璃的化学成分是二氧化硅,由于原料不同分为透明和半透明及不透明的熔融石英玻璃。透明石英玻璃是用天然无色透明的水晶高温熔炼而成。半透明石英是由天然纯净的脉石英或石英砂制成,因其含有许多熔炼时未排净的气泡而呈半透明状。透明石英玻璃的理化性能优于半透明石英,主要用于制造玻璃仪器及光学仪器。

石英玻璃的线膨胀系数很小 (5.5×10^{-7}) 仅为特硬玻璃的 $1/5$ 。因此它能耐急冷急热,将透明的石英玻璃烧至红热,放到冷水也不会炸裂。石英玻璃的软化温度为 $1650\text{ }^{\circ}\text{C}$ 具有耐高温性能。石英玻璃含二氧化硅量在 99.95% 以上,纯度很高,具有良好的透明度。它的耐酸性能非常好,除氢氟酸和磷酸外,任何浓度的酸甚至在高温下都极少和石英玻璃作用。但石英玻璃不能耐氢氟酸的腐蚀,磷酸在 $150\text{ }^{\circ}\text{C}$ 以上也能与其作用,强碱溶液包括碱金属碳酸盐也能腐蚀石英。石英玻璃仪器外表上与玻璃仪器相似,无色透明,比玻璃仪器价格贵。更脆、易破碎,使用时须特别小心,通常与玻璃仪器分别存放,妥加保管。

石英玻璃仪器常用于高纯物质的分析及痕量金属的分析,不会引入碱金属。常用的石英玻璃仪器有石英烧杯、蒸发皿、石英舟、石英管、石英比色皿、石英蒸馏器以及石英棱镜透镜等。

2. 玛瑙研钵

玛瑙是一种贵重的矿物，是石英的隐晶质集合体的一种，除主要成分二氧化硅外，含有少量的铝、铁、钙、镁、锰等的氧化物。它的硬度大，与很多化学试剂不起作用，主要用于研磨各种物质。

玛瑙研钵不能受热，不可放在烘箱中烘烤，也不能与氢氟酸接触。

使用玛瑙研钵时，遇到大块物料或结晶体，要轻轻压碎后再行研磨。硬度过大、粒度过粗的物质最好不要在玛瑙研钵中研磨，以免损坏其表面。使用后，研钵要用水洗净，必要时可用稀盐酸清洗或用氯化钠研磨，也可用脱脂棉蘸无水乙醇擦净。

1.3.3 化验室使用的非玻璃器皿与器材

一、瓷器皿与刚玉器皿

1. 瓷器皿

化验室所用瓷器皿，实际上是上釉的陶器，它的熔点较高（ 1410°C ），可耐高温灼烧，如瓷坩埚可以加热至 1200°C ，灼烧后其质量变化很小，故常用于灼烧沉淀与称量。

它的热膨胀系数为 $(3\sim4)\times 10^{-6}$ 。厚壁瓷器皿在高温蒸发和灼烧操作中，应避免温度的突然变化和加热不均匀现象，以防破裂。瓷器皿对酸碱等化学试剂的稳定性较玻璃器皿为好，然而同样不能和氢氟酸接触。瓷器皿机械性能较强，而且价格便宜，故应用较广。常用的瓷器皿有蒸发皿、坩埚、燃烧管、燃烧舟、研钵、点滴板、布氏漏斗等。

2. 刚玉坩埚

天然的刚玉几乎是纯的三氧化二铝。人造刚玉是由纯的三氧化二铝经高温烧结而成，它耐高温，熔点 2045°C ，硬度大，对酸碱有相当的抗腐蚀能力。刚玉坩埚可用于某些碱性熔剂的熔融和烧结，但温度不应过高，且时间要尽量短，在某些情况下可以代替镍、铂坩埚，但在测定铝和铝对测定有干扰的情况下不能使用。

二、金属器皿

1. 铂器皿

铂又称白金，价格比黄金高，由于它有许多优良的性质，尽管出现了各种代用品，但许多分析工作仍然离不开铂。铂的熔点高达 1774°C ，化学性质稳定，在空气中灼烧后不起化学变化，也不吸收水分，大多数化学试剂对它无侵蚀作用，耐氢氟酸性能好，能耐熔融的碱金属碳酸盐。因而常用于沉淀灼烧称重、氢氟酸溶样以及碳酸盐的熔融处理。铂坩埚适用于灼烧沉淀。铂制小舟、铂丝圈用于有机分析灼烧样品。铂丝、铂片常用于电化学分析中的电极，以及铂铑电热偶等。

铂器皿的使用应遵守下列规则。

(1) 铂的领取、使用、消耗和回收都要有严格的制度。

(2) 铂质软，即使含有少量铱铑的合金也软，所以拿取铂器皿时勿太用力，以免变形。不能用玻璃棒等尖锐物体从铂器皿中刮出物料，以免损伤其内壁，也不能将热的铂器皿骤然放入冷水中冷却。

(3) 铂器皿在加热时，不能与任何其他金属接触，因为在高温铂易于与其他金属生成合金。所以，铂坩埚必须放在铂三角架上或陶瓷、粘土、石英等材料的支持物上灼烧，也可放在垫