

无机化学实验指导

西南林学院无机及分析化学教研室

一九九八年一月

前言

化学实验在化学教学中占有十分重要的地位,无机化学实验是学习无机化学的重要环节,通过实验可以巩固课堂中所获得的知识,为理论联系实际提供了具体的条件,实验课不仅是为了训练操作技术,并要通过实验来培养独立思考,独立工作的能力,通过实验还可以培养学生具有实事求是的科学态度。

本实验指导书根据一九九一年9月林业部教育司 召开会议由十三所林业院校共同制定无机化学教学基本要求及实验要求而制定。每个实验要两个学时完成。

实验一般分为目的、原理、实验操作和思考题等四个项目，通过第一个项目能使同学明确每一实验的目的所在，在原理中简述每一实验的有关理论，以便于同学在掌握理论的基础上深入地掌握实验的内容。对于实验操作选材力求简明，通过思考题来了解同学在实验操作上与理论上是否联系透彻，指导教师也可以根据思考题来了解同学的预习情况。

在编写过程中结合我教研室现有仪器设备条件的具体情况，适当地加宽了实验内容，限于时间和能力，书中错误和不妥之处，望使用本实验教材的同志提出意见以便于及时修正。

无机分析化学教研室

目 录

前言	(1)
实验规则和注意事项	(2)
实验一 基本操作	(3)
实验二 物质的提纯	(7)
实验三 化学反应速度与化学平衡	(9)
实验四 电解质溶液	(12)
实验五 醋酸电离常数的测定	(15)
实验六 氧化还原	(17)
实验七 络合物	(20)
实验八 元素及其化合物的性质	(22)
实验九 阴阳离子个别鉴定	(31)
实验十 胶体溶液	(35)

前言

化学实验在化学教学中占有十分重要的地位,无机化学实验是学习无机化学的重要环节,通过实验可以巩固课堂中所获得的知识,为理论联系实际提供了具体的条件,实验课不仅是为了训练操作技术,并要通过实验来培养独立思考,独立工作的能力,通过实验还可以培养学生具有实事求是的科学态度。

本实验指导书根据一九九一年9月林业部教育司 召开会议由十三所林业院校共同制定无机化学教学基本要求及实验要求而制定, 每个实验要两个学时完成。

实验一般分为目的、原理、实验操作和思考题等四个项目，通过第一个项目能使同学明确每一实验的目的所在，在原理中简述每一实验的有关理论，以便于同学在掌握理论的基础上深入地掌握实验的内容。对于实验操作选材力求简明，通过思考题来了解同学在实验操作上与理论上是否联系透彻，指导教师也可以根据思考题来了解同学的预习情况。

在编写过程中结合我教研室现有仪器设备条件的具体情况，适当地加宽了实验内容，限于时间和能力，书中错误和不妥之处，望使用本实验教材的同志提出意见以便于及时修正。

无机分析化学教研室

实验规则和注意事项

一、实验规则：

- 1、实验前必须做好预习，明确目的要求，了解实验步骤、方法和基本原理。
- 2、要按实验所指定的内容和操作方法进行实验、未经教师允许不得做指定以外的实验。
- 3、要在实验前检查所需用的仪器，一切都准备好了以后再进行实验。
- 4、遵守纪律，不迟到、不早退、保持室内安静，不要大声谈笑。
- 5、实验过程中，随时注意工作地区的整洁，火柴、纸张、废品等只能丢入废物缸内，不能丢入水槽、以免水槽堵塞。
- 6、实验过程中要仔细观察，将实验中的一切现象和数据都如实记在报告本上，根据原始记录，认真地分析问题，处理数据，写出实验报告。
- 7、实验后，要将实验台和所用仪器清理好。
- 8、要爱护实验台和仪器，不浪费水、电和药品。

二、注意事项：

- 1、关于安全问题：
 - (1) 倾注药剂或加热液体时，勿在容器上俯视。
 - (2) 在试管内加热液体时，不要将管口向着自己或向着旁人。
 - (3) 不得任意尝嗅任何东西，指定要嗅的气体也必须用手把气体轻轻地煽向自己后再嗅。
 - (4) 稀释浓酸时，应将酸注入水内，切勿把水注入酸内。
 - (5) 挥发性的易燃物质的实验，应在离火较远的地方进行。
 - (6) 如有试剂落在皮肤上，必须立即用水洗净，如果是强酸或强碱，要用多量的水冲洗。
 - (7) 遇有烫伤、玻璃割伤、中毒等事故时，应立即报告教师。
 - (8) 要注意实验室内砂箱的位置，酒精、苯、醚等着火时要用砂子扑灭。
 - (9) 在离开实验室前要检查水、电、门窗是否关好。
- 2、关于使用试剂问题：
 - (1) 指定药量的按量取药，未指定药量的，尽可能用小量。
 - (2) 从药瓶中倒液体试剂时，要把标签朝向手掌，以均标签被浸蚀。
 - (3) 用移液管吸取一种试剂后，必须洗净后才能用它吸取另一种试剂。
 - (4) 固体试药要用勺取，不能用一个勺取不同试剂。
 - (5) 从药瓶中取药后，要立即盖好瓶盖，把药瓶放回原处，如果是用滴瓶盛装液体试

剂时，则必须用滴管取试；，不要移动滴瓶。

(6) 一切废试剂，指定收回的，要倒入回收瓶中，未指定收回的，都要倒入瓦缸中，不得倒入水槽中。

3、关于使用仪器问题：

(1) 收到仪器后要进行检查，如果有破损的，要及时退换。

(2) 加热试剂时，不要用厚玻璃仪器盛装。

(3) 加热时要把仪器外面擦干。

(4) 在试管中加热液体时，要在液体部份均匀加热，不要在管底或液面以上部份加热。

(5) 冷的仪器(玻璃的或磁的)不能放在热的物体上，热的仪器(玻璃的或磁的)不能放在冷物体上，不要用冷的夹子夹热的坩埚，要防止冷的液滴落到灼热的试管，坩埚或蒸发皿上。

(6) 刷洗试管时，要防止试管底部被试管刷碰破。

实验一 基本操作

一、目的：

- 1、检查和认识实验仪器。
- 2、了解酒精灯的使用方法。
- 3、练习使用粗天平。
- 4、学会玻璃仪器的洗涤和加热方法。
- 5、学会试剂的取用法。

二、实验内容：

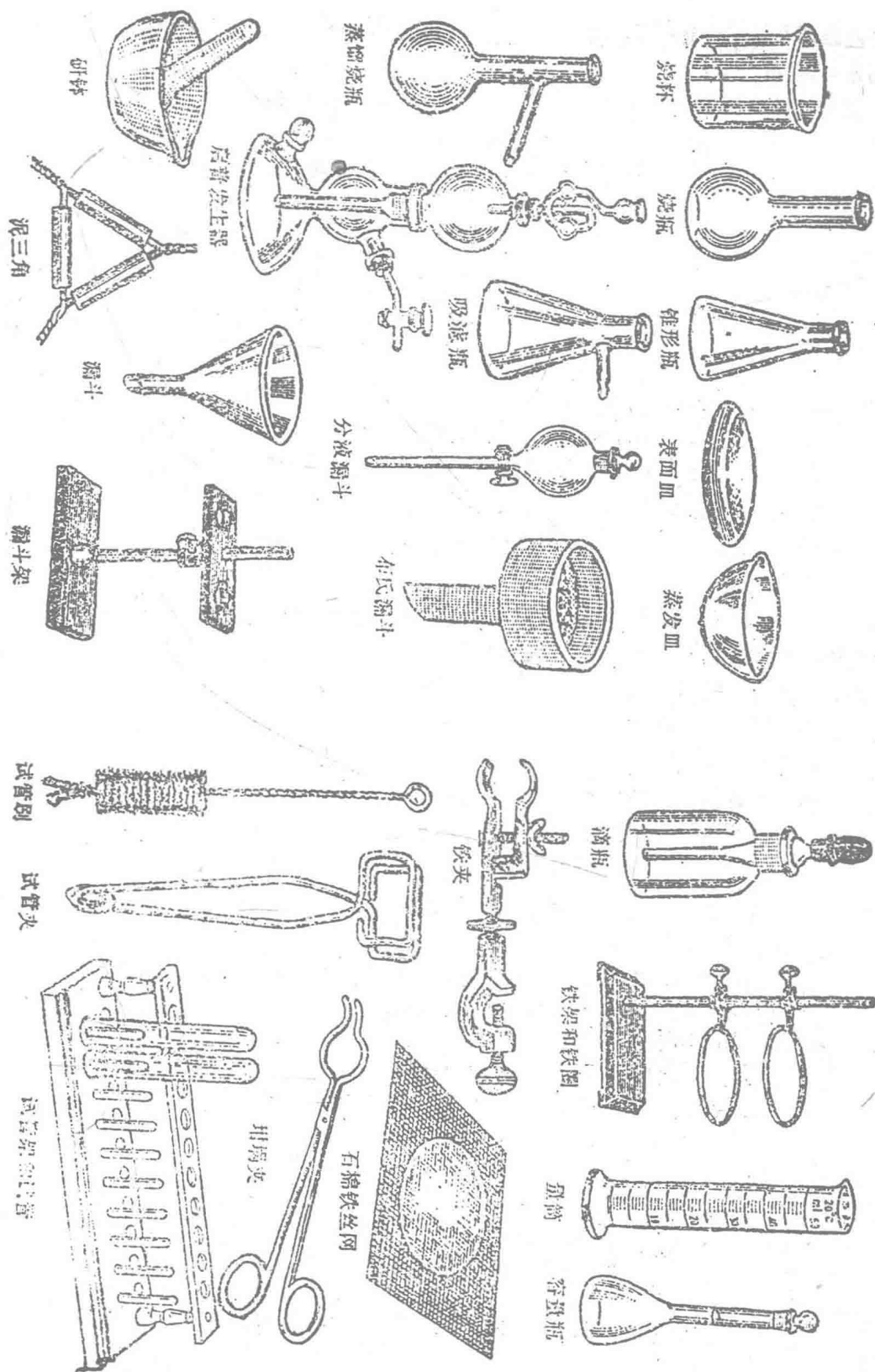
1、检查和认识仪器。

将自己所用的仪器按仪器单逐一检查并熟记每件仪器的名称，如发现有遗漏或破损一起记下报告指导教师换发，注意仪器的排列顺序以后每次实验前后都需清点仪器是否完整，养成爱整洁的良好习惯。

附：无机化学实验常用的仪器。

2、酒精灯和酒精喷灯的使用：

无机化学实验中的基本仪器



在实验室通常使用酒精灯或酒精喷灯进行加热，酒精灯的温度通常可达 $400-500^{\circ}\text{C}$ ，酒精喷灯通常可达 $700-1000^{\circ}\text{C}$ 。

①、酒精灯的使用法：酒精灯一般是玻璃制的，其灯罩带有磨口，不用时必须将灯罩罩上，以免酒精挥发，酒精易燃使用时必须注意安全。

点燃时应该用火柴点燃，切不可用点燃的酒精灯直接去点燃，否则灯内酒精会洒出，引起燃烧而发生火灾。

酒精灯内需要添加酒精时，需把火焰熄灭，然后利用漏斗把酒精加入灯内，但应注意灯内酒精不能装得太满，一般不超过其总量的 $2/3$ 为宜。

熄灭酒精灯的火焰时，只要将灯罩盖上即可，使火焰熄灭，切勿用嘴去吹。

②、酒精喷灯的使用法：酒精喷灯是金属制的，使用前先在预热盆上注入酒精至满，然后点燃盆内的酒精以加热铜质灯管，待盆内酒精将近燃完时，开动开关，这时由于酒精在灼热灯管内汽化，并与来自气孔的空气混合，用火柴在管口点燃，即可得到温度很高的火焰，调节开关螺丝，可以控制火焰的大小，用毕向右旋紧开关，可使灯焰熄灭。

2、应注意在开动开关点燃以前，灯管必须充分灼烧，否则酒精在灯管内不会全部汽化，会使液态酒精由管口喷出，形成“火雨”甚至引起火灾。

3、粗天平的使用：

使用前的检查：使用粗天平时应注意它的部件和砝码是否完整，然后检查指针的摆动是否灵敏及指针的位置是否恰在零点，如不在零点可调整两端游轮，使指针摆动后恰停在零点或指针向二摆动的刻度相等。

使用方法：将被称量物品放于天平左盘上而砝码放于右盘上进行称量，欲得准确的重量必须耐心仔细进行增减砝码，增减砝码可先按10克、15克、20克……逐次增加，当超重时，取下最后放置的5克砝码，换以2克，而后逐次选用0.5克、0.2克、0.1克等直至天平指针摆动平衡为止。总之增减砝码的原则是按逐渐缩小砝码与被称量物品间的重量范围来进行的。

取表皿一只按上述方法称量。得重_____克。

4、玻璃仪器的洗涤及加热：

整齐清洁的习惯是每个实验者都应该养成的，没有这种习惯往往达不到预期的准确实验效果，仪器的洗涤是简单而细致的工作，每件仪器必须先用试管刷刷洗，再用普通水冲净，然后用少量蒸馏水洗一二次后才可使用，（有时做一般的实验，只是看看现象，对仪器洗净的要求并不是十分严格的，可以不用蒸馏水洗）。实验前和实验后都应将所用仪器刷洗干净。

一般洗法如下：

①在试管（或量筒）内倒入约占试管总容量 $1/2$ 的自来水，振摇片刻，倾出，倒入同量的自来水再振摇片刻后，倒掉，然后用少量蒸馏水漂洗一次（必要时可增加冲洗次数）此试管即可用来做实验。

②试管用水冲洗不能洗干净时，可用试管刷刷洗，每次刷洗用的自来水不必太多，洗净后再用少量蒸馏水漂洗一二次。

③试管烧杯或其它玻璃仪器如沾有油污，需先用去污粉或肥皂粉擦洗，再用自来水洗干净最后用蒸馏水漂洗一二次才可使用。

洗涤其它仪器一般与上述方法相同。

玻璃仪器的加热：

实验室中常用玻璃仪器，这些仪器能承受一定温度但不能骤冷或骤热。因此在加热前必须将器皿外面的水擦干，加热后不能立即与潮湿的物体接触。

当加热液体时，液体一般不宜超过容器总容量的一半。

①加热烧杯，烧瓶等玻璃仪器中的液体时，玻璃仪器必须放在石棉网上，否则容易受热不均而破裂。

②加热试管中的液体一般可直接在火焰上加热但应注意以下几点：

a、应用试管夹夹持试管中上部（微热时可用姆指食指和中指持试管）。

b、试管应稍微倾斜，管口向上以免烧坏试管夹烤痛手指。

c、应使液体各部份受热均匀，先加热液体的中上部再慢慢往下移动，同时不停地上下移动，不要集中加热某一部份，否则将使液体局部受热骤然产生蒸气，液体被冲出管外。

d、不要将试管口对着别人或自己，以免溶液溅出时把人烫伤。

③加热试管中的固体，必须使试管口稍微向下倾斜，以免凝结在试管上的水珠流到灼热的试管底而使试管炸破。试管可用试管夹夹持起来加热，有时也可用铁夹固定起来加热。

5、试剂及其取用法：

化学试剂是纯度较高的化学制品，按杂质含量的多少通常分成四个等级，我国化学试剂的等级见下表：

我国化学试剂的等级

等 级	一 级 试 剂 (保 证 试 剂)	二 级 试 剂 (分 析 试 剂)	三 级 试 剂 (化 学 纯 试 剂)	四 级 试 剂 (实 验 试 剂)
表示的符号	G、R	A、R	C、P	L、P
标签的颜色	绿 色	红 色	兰 色	黄 色
应用 范 围	精 密 分 析 及 科 学 研 究	一 般 分 析 及 科 学 研 究	一 般 定 性 及 化 学 制 备	一 般 的 化 学 制 备

我们应根据节约的原则，按照实验的具体要求来选用试剂，不要以为试剂越纯越好，级别不同的试剂价格相差很大，在要求不是很高的实验中使用很纯的试剂就会造成很大的浪费。

固体试剂应装在广口瓶内，液体试剂盛放在细口瓶或滴瓶内，见光易分解的试剂装在棕色瓶内，盛碱液的试剂瓶要用橡皮塞，每个试剂瓶上都要贴上标签，标明试剂的名称，浓度和纯度。

在取用液体试剂时，瓶盖要倒放在桌上，右手握住瓶子，使试剂瓶标签握在手心里，瓶

口靠容器壁，缓缓倾出所需液体，让液体沿器壁往下流，用完后即将瓶塞盖上。

在取用固体药品时，不要用手接触药品，应用干净的药匙用。

实验二 基本操作 物质的提纯

一、实验目的

- 1、学习化学实验的基本操作（洗涤仪器、溶解、搅拌、加热、过滤、蒸发结晶等）；
- 2、了解用重结晶法提纯物质的原理。

二、原理

利用物质与所含杂质的某种性质上的差别，使之分离，以达到提纯的目的。本实验中介绍一种最常用的提纯的方法：

重结晶法，根据物质溶解度的不同，一般可先用溶解、过滤的方法，除去易溶于水的物质中所含难溶于水的杂质；然后再用重结晶法使与少量易溶于水的杂质分离。后者的原理是由于物质的溶解度一般随温度的降低而减小，当热的饱和溶液冷却时，欲提纯的物质首先以结晶析出，而少量杂质由于尚未达到饱和，仍留在溶液（母液）中。

三、仪器和药品

1、仪器

烧杯、洗瓶、酒精灯、量筒、玻棒、漏斗、漏斗架、蒸发皿、滤纸、吸水纸、石棉铁丝网、台天平（公用）试管、硫酸铜回收瓶（公用）研钵。

2、药品

硫酸铜 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ （粗）。

四、实验内容

1、重结晶法提纯硫酸铜晶体

（1）溶解 用台天平称取粗硫酸铜 5 克，放入 50 毫升或 100 毫升已洗涤清洁的烧杯中，

用量筒量取15毫升水，将水加入上述烧杯中。为了促使溶解，将烧杯放在石棉铁丝网上加热并用玻棒搅拌。当硫酸铜完全溶解时，立即停止加热。如果充分加热后尚有硫酸铜未溶解，可再加入1~2毫升水使其溶解。

〔注〕大块的硫酸铜固体应先用研钵研细。每次研磨的量不宜多。研磨时，不得用研棒敲击，应慢慢转动研棒。碾压固体使成细粉。

〔2〕过滤 将折好的滤纸放入漏斗中，用洗瓶吹入少量水湿润滤纸，使之紧贴在漏斗上。将漏斗放在漏斗架上，趁热过滤硫酸铜溶液。滤液承受在清洁了蒸发皿中。从洗瓶中吹出少量水（尽可能少！因水大多将增加以后的蒸发时间）洗涤一次。将过滤后的滤纸及难溶杂质投入废液缸中（切勿投入水槽）。

〔3〕蒸发 将盛有滤液的蒸发皿放在石棉铁丝网上加热，使水分蒸发（勿加热过猛，以免液体溅失），直到溶液表面刚出现薄层的结晶时，立即停止加热（注意：不可蒸干），让蒸发皿冷却。

〔4〕结晶 待蒸发皿冷却至室温后，用玻棒在结晶〔注1〕面上穿一孔，将下层母液（母液中含有过溶性杂质）倒入硫酸铜回收瓶中。然后借玻棒将结晶取出，摊在一张干净的吸水纸上，上面再盖一张同样的吸水纸；用手指在纸上轻压，使母液释出。如此进行数次，直到母液吸干为止〔注〕。

将制得的干燥，纯净的硫酸铜结晶用台天平称量后，用纸包好，在纸上写上班级，姓名和硫酸铜的重量，交给指导教师。

〔注1〕在蒸发的过程中，有时结晶表面会出现一些白色的固态物质，这时由于部分硫酸铜蒸发过快，失去结晶水而形成无水硫酸铜，如果将这些白色固态物质浸入母液中，过些时间，仍能变成兰色的 $\text{Cu} \cdot \text{SO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 。

〔注2〕用过的吸水纸不要丢弃，可放在公共桌上，以便烘干后再使用。

五. 思考题

- 1、实验中常用哪些方法来提纯晶态物质及液态物质？这些方法为什么能除去其中的杂质？
- 2、溶解固体时，加热和搅拌起什么作用？
- 3、过滤操作中应注意哪些事项？
- 4、用重结晶法提纯物质而蒸发滤液时，为什么加热不可太猛？为什么不可将滤液蒸干？

实验三 化学反应速度与化学平衡

一、目的：

- 1、了解反应物的浓度、温度对化学反应速度的影响；
- 2、了解浓度、温度对化学平衡的影响。

二、原理：

1、化学反应速度与反应物浓度的关系，物质的相互化学作用。只有当它们的分子互相碰撞时才能发生。分子碰撞的次数越多，则反应速度越大。碰撞的次数与单位体积内反应物的分子数有关。亦即反应物的浓度影响着化学反应速度。

本实验系利用硫代硫酸钠与硫酸作用来证实反应速度与反应物浓度的关系，硫代硫酸钠反应方程式如下：



反应中由于生成单质硫而使溶液变成乳白色。根据生成乳白色的时间即可判断反应速度的快慢。所以我们可用不同浓度的硫代硫酸钠与相同浓度的硫酸作用，根据准确测定生成乳白色所需的时间即可决定速度与反应物浓度的关系。

2、化学反应速度与温度的关系：改变反应物的温度时，则化学反应速度发生很大变化，一般情形，温度每升高 10°C ，反应速度增加到两三倍。

3、化学平衡与浓度：

在可逆反应中，当正反应速度与逆反应速度相等时的状态叫化学平衡。平衡时虽然反应物与生成物的浓度保持不变，但反应仍在进行，所以化学平衡本质上是动的平衡，因而若发生了影响平衡体系的外界作用（如改变平衡体系的浓度、压力、温度）会使平衡发生移动，直至新平衡建立为止。关于平衡移动的方向可根据吕·查德里原理来决定。吕·查德里原理为：假若发生了影响平衡体系的外界作用，则平衡向减弱该作用的方向移动。

本实验是用上面几个可逆反应来说明平衡移动原理：

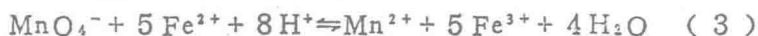


血红色



红色

兰色



在(1)式的平衡体系中，因有 $\text{Fe}(\text{CNS})_3$ 存在而使溶液呈现红色，向体系中加入 FeCl_3 ， NH_4Cl 或 NH_4CNS 若能使平衡移动，就会使 $\text{Fe}(\text{CNS})_3$ 的浓度增加或减少，这样溶液的血红色也随着变深或变浅，所以我们可由溶液颜色的改变来判断平衡移动的方向。

同样在(2)式中，若改变浓度或温度平衡移动的方向也可由颜色的改变来决定。

(3)式中,由于加入了 KNO_3 作催化剂,因此,反应速度加快,高锰酸根的紫红色消失得快。

三、仪器和药品:

仪器:移液管(10毫升)、电钟、三角瓶、温度计、铁架台(带环),石棉网。

药品: $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$, 3% H_2SO_4 , 0.05M FeCl_3 , 0.1M NH_4CNS , 0.1M NH_4Cl (固), $\text{COCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, H_2SO_4 , 3M KNO_3 , 10% Fe 粉。

四、实验内容:

1、化学反应速度与反应物浓度的关系:

(1)利用移液管向一试管中加入5毫升 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液向另一试管中加入5毫升 H_2SO_4 溶液,然后将二支试管中的溶液混合,混合后立即看电钟计时并将试管摇动数下,此时注意观察溶液颜色的变化,当发现溶液变成乳白色时立即记下时间。

(2)用移液管向三支试管中各注入 H_2SO_4 5毫升,另取容量为50毫升的三角瓶三个,用移液管在第一个三角瓶中加入5毫升 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液和15毫升 H_2O ,等二个三角瓶中加入10毫升 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液和10毫升 H_2O ,第三个三角瓶中加入20毫升 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液。

将第一试管中的硫酸倾入第一个三角瓶中,同时看电钟计时并将三角瓶摇动三五下,当发现有乳白色出现时立即看电钟,将所得时间记录在下表中,同法将第二和第三支试管中硫酸的分别倾入第二和第三个三角瓶中,分别记下呈现乳白色的时间,填入表中:

三角瓶号	$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ (ml)	H_2O (ml)	H_2SO_4 (ml)	呈现乳白色的 时间(秒)
1	5	15	5	
2	10	10	5	
3	20	0	5	

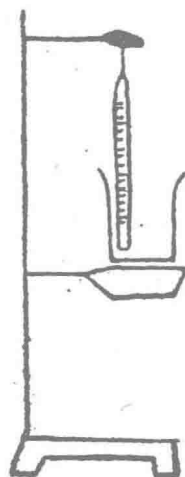
根据此实验结果能看出反应速度与反应物浓度有何关系?是否理论相符合?

2、反应速度与温度的关系:

取二支试管,在其中各注入 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液4毫升,另取二支试管各注入 H_2SO_4 溶液4毫升。将此四支试管分为二组(每二支为一组,一支为 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液,一支为 H_2SO_4 溶液)。

(1)将第一组试管放入装有冷水的烧杯中,烧杯中置一温度计如图:一分钟后将试管中的溶液混合,同时看电钟记录反应的时间,将水的温度及反应的时间记入表内。

(2)将第二组试管放入装有水的烧杯中,将烧杯中的水加热增加 10°C (如冷水为 15°C 则加热至 23°C)



时即可将灯移开，后温度会慢慢升高到 25°C)此时将两支试管中的溶液混合，同时记时、并将时间、温度记入表中。

试 管 组	$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ (ml)	H_2SO_4 (ml)	温 度 ($^{\circ}\text{C}$)	呈现乳白色的 时间(秒)
1	4	4		
2	4	4		

根据实验结果写出反应速度与温度关系的结论。

3、催化剂对反应速度的影响：

注 0.05% KMnO_4 溶液2毫升于试管中，加2毫升水稀释，再加入 H_2SO_4 6 M 10滴，混合均匀后分装于2个试管，在第一支试管内加入10滴 10% KNO_3 溶液，在第二支试管内加10滴水，然后同时在二支试管中各加一小勺铁粉，立即记录时间，使溶液颜色全部退去后，再记录时间，求出每次试管内完全后应为需要的时间。

根据实验结果，说明催化剂(KNO_3)对反应速度的影响。

4、浓度对化学平衡的影响：

(1) 于盛水10毫升的小烧杯中加入 0.1M FeCl_3 溶液4滴，于另一盛水10毫升的小烧杯中加入 0.1M NH_4CNS 溶液4滴，将此二烧杯的溶液混合即得血红色溶液。将所得血红色溶液分盛于3个试管中，第一试管作比色的标准，于第二试管中加入 FeCl_3 ，溶液3—4滴，观察溶液颜色的变化并以第一试管比较，于第三试管中加入 NH_4CNS 溶液3—4滴，与第一试管比较其颜色。

将实验结果填入下表：

试 管	1	2	3
溶 液	比较溶液	加 FeCl_3	加 NH_4CNS
颜色变化	比较颜色		
平衡移动方向	_____		

(2) a、取干燥试管一支加入红色 $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 晶体小粒，将此试管用小火加热并观察氯化钴颜色的变化(红色的 $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 因失去晶体水而变成兰色 CoCl_2)。

b、平烧试管将管壁上的水赶出，待试管冷却后，向试管中加入无水酒精2—3毫升(酒精作为溶剂)，当 CoCl_2 完全溶解后记下溶液颜色。

c、然后向此酒精溶液中慢慢滴入蒸馏水至溶液变色为止(注意水量不要过多)。

d、取无水 CaCl_2 二小粒加入此试管中，摇动试管并观察颜色的变化(无水 CaCl_2 有吸水作用)。

e、将溶液倾注于另一干燥试管中使与固体 CaCl_2 分离，然后再于溶液中加入水数滴，观察有无颜色变化（此溶液保留一下实验用）。

解释a、b、c、d、e各实验中所发生的现象。

5、温度对化学平衡的影响：

将上一实验e的加水后的酒精溶液加热，观察其颜色变化待其冷却后再观察其颜色的变化。

根据实验结果指出： $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CoCl}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$ 平衡系中温度改变时平衡移动的方向，并判断正反应是吸热反应还是放热反应。

五、思考题：

1、根据原理中 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 与 H_2SO_4 反应方程式写出反应速度式。某浓度时 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 与 H_2SO_4 反应需100秒完成，若将 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 浓度增加一倍则反应需要多少时间完成？

2、实验1的表中的三个三角瓶中 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 的浓度有何关系？

3、什么叫化学平衡，它是如何建立的？平衡时反应物浓度与生成物浓度有何关系？

实验四 电解质溶液

一、目的：

- 1、了解盐类的水解反应及其水解平衡的移动。
- 2、了解缓冲溶液的配制及其性质。
- 3、了解难溶电解质的多相离子平衡及浓度积规则。

二、原理：

1、盐类水解反应是由于组成盐的离子与水中 H^+ 或 OH^- 离子作用生成弱酸或弱碱使水的电离平衡发生移动因而 H^+ 和 OH^- 离子的浓度产生变化所引起的。所以盐类水解后的溶液呈酸性或碱性也可呈中性，通常水解后生成的酸或碱越弱则盐的水解度越大。水解是吸热反应，加热能促进水解作用。

2、弱酸及其盐（如 HAC 和 NaAC ）或弱碱及其盐（如氨水和 NH_4Cl ）的混合溶液，能在一定程度上对外来的酸或碱起缓冲作用，即当另外加入少量酸、碱或稀释时，此混合溶液的PH值变化不大，这种溶液叫缓冲溶液。

3、在难溶电解质饱和溶液中，未溶解的固体和溶解后形成的离子间存在多相离子平衡。例如在含有过量 PbI_2 的饱和溶液中，存在有下列平衡：



（固相） （液相）

$$[\text{Pb}^{2+}][\text{I}^-]^2 = K_{\text{sp}}\text{PbI}_2$$

根据溶度积规则可以判断沉淀的生成和溶解，例如：

$[Pb^{2+}][I^{-}]^2 > K_{sp}$ 有↓析出或溶液过饱和

$[Pb^{2+}][I^{-}]^2 = K_{sp}$ 溶液正好饱和

$[Pb^{2+}][I^{-}]^2 < K_{sp}$ 溶液未饱和无↓析出

如果设法降低含有难溶电解质沉淀的饱和溶液中某一离子浓度，使离子浓度乘积小于其溶度积，则沉淀即溶解。

如果溶液中含有二种或二种以上的离子都能与加入的某试剂反应生成难溶电解质时，沉淀的先后次序决定于所需沉淀剂离子浓度的大小，需要沉淀剂离子浓度较小先沉淀，需要沉淀剂浓度较大的后沉淀。这种先后沉淀的现象叫分步沉淀。

使一种难溶电解质转化为另一种难溶电解质，即把一种沉淀转化为另一种沉淀的过程叫沉淀的转化。一般来说溶度积较大的难溶电解质容易转化为溶度积较小的难溶电解质。

三、仪器和药品：

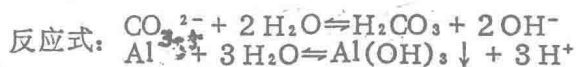
研钵、玻璃：

$Al_2(SO_4)_3$ (固)、 Na_2CO_3 (固)、石蕊试纸、 $NaAC$ (固)、酚酞、 $1M Pb(NO_3)_2$ 、 $1M KCl$ 、 $0.1M KCl$ 、 $0.1M AgNO_3$ 、 $0.1M K_2CrO_4$ 、 $0.1M NaCl$ 、 $0.1M MgCl_2$ 、 $2M$ 氨水、 NH_4Cl (固)、 $0.1M Pb(NO_3)_2$ 、 $1M NaCl$ 、 $0.1M KI$ 、 PH 试纸、 $0.1M NaOH$ 、 $0.1M HCl$ 、 $1M HAC$ 、 $1M NaAC$ 、 $0.1M SbCl_3$ 、浓 HCl 。

四、实验内容、

1、盐类的水解：

(1) 于盛有约3毫升蒸馏水的试管中加固体 $Al_2(SO_4)_3$ 一小勺，然后用石蕊试纸检验此溶液的酸碱性，于另一盛有蒸馏水(约3毫升)的试管中加入固体 Na_2CO_3 一小勺，亦用石蕊试纸检验此溶液的酸碱性。



(2) 将上面的 $Al_2(SO_4)_3$ 溶液和 Na_2CO_3 溶液混合观察是否有沉淀和气体产生。

写出硫酸铝和碳酸钠的水解方程式，并根据它们解释二溶液混合后所发生的现象。

(3) 取碎玻璃少许于研钵中和水少许磨细，然后加入酚酞数滴，观察其现象，此现象如何解释？试用水解方程式说明之。



2、影响盐类水解因素：

(1) 往一支试管中加入少许 $NaAC$ 固体及约4毫升水，摇荡试管使 $NaAC$ 溶解，再滴入1酚酞溶液，然后将溶液分盛于2支试管中，将一支试管中溶液加热至沸、比较此二试管中溶液的颜色，并简单解释之。



(2) 在一支干燥的试管中加入3滴 $0.1M SbCl_3$ 溶液，再逐滴加水并摇动试管，观察有白色沉淀 $SbOCl$ (氯化锑氧)析出，若接着再加入数滴浓 HCl 并摇动试管，观察沉淀溶解，写出反应式并解释之。

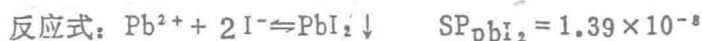


3、沉淀的生成和溶度积原理:

(1) 取试管二支各加入蒸馏水2毫升, 再加入1 MPb(NO₃)₂溶液3滴, 然后在第一支试管中加入1 MKCl溶液6—7滴, 观察有无白色PbCl₂↓生成, 于第二支试管中加入0.1 MKCl溶液6—7滴, 观察有无白色PbCl₂产生? (第二支试管中的溶液保留下一实验之用) 用溶度积原理对实验结果加以解释。



(2) 向上一实验第二支试管中留下的溶液里慢慢滴入0.1MKI溶液, 观察有无黄色PbI₂沉淀产生。



为什么溶液中加入0.1MKCl溶液不发生PbCl₂沉淀而加入1 MKI溶液则发生PbI₂↓? 对此实验现象加以解释。

4、沉淀的生成和分步沉淀:

(1) 往试管中加入10滴0.1MAgNO₃溶液再逐滴加入10滴0.1MK₂CrO₄溶液, 观察生成沉淀的颜色。



同上操作用0.1MNaCl代替0.1MK₂CrO₄溶液、观察沉淀的生成和颜色。

根据溶度积规则说明沉淀产生的原因、

(2) 往离心试管中加入9滴0.1MNaCl溶液和2滴K₂CrO₄溶液, 稀释至2ml, 摇匀后逐滴加入6—8滴0.1MAgNO₃溶液, (边滴边摇)。离心沉降后, 观察生成沉淀的颜色(注意沉淀和溶液颜色的差别), 再往清液中滴加数滴0.1MAgNO₃溶液, 会出现什么颜色的沉淀, 试根据沉淀颜色的变化(并通过有关溶度积的计算)判断哪一种难溶物先沉淀。

5、沉淀的溶解和转化、

(1) 往试管中加入2毫升0.1MMgCl₂溶液, 并滴入数滴2 M氨水, 观察沉淀的生成, 再向此溶液中加入少量NH₄Cl固体, 摇荡, 观察原有沉淀是否溶解, 用离子平衡移动观点解释上述现象。



(2) 取一支离心试管, 加入Pb(NO₃)₂ 0.1M和1 MNaCl溶液各10滴, 离心分离, 弃去清液, 往沉淀中滴加KI溶液并剧烈搅拌、观察沉淀颜色的变化, 说明原因, 并写出有关反应式。



6、缓冲溶液的配制和性质:

(1) 往二支试管中各加入3毫升水, 用PH试纸测定其PH值, 再分别加入5滴0.1HCl M或0.1MNaOH溶液, 测定它们的PH值。

(2) 往一支小烧杯中加入1 MHAC和1 MNaAC溶液各5毫升(尽可能准确量取)用玻璃棒搅匀, 配制完HAC—NaAC缓冲溶液, 用PH试纸测定该溶液的PH值、并与计算值比较。