

中学无机化学演示实验 参 考 资 料

北 京 人 民 出 版 社

中学无机化学演示实验参考资料

北京市教育局教材编写组编

*

北京人民教育出版社出版

北京市新华书店发行

北京第二新华印刷厂印刷

*

1978年1月第1版 1978年1月第1次印刷

书号: K7071·510 定价: 0.16 元

说 明

为了配合化学第一册和第二册的教学,我们选印了这份无机化学演示实验参考资料,这是在北京师范大学化学系短训组,给本市中学化学教师搞“无机化学演示实验讲座”的基础上,又请了短训组的同志们加以整理编写的,编写的过程中,征求了部分教师的意见。此资料供初三和高一的化学教师参考使用。

市教育局教材编写组化学组

77.8

目 录

一、实验室工作概述.....	1
二、基本操作.....	3
(一) 称量和量取	
(二) 倾注	
(三) 加热	
三、常用试液的配制和稀释.....	6
(一) 溶液的浓度	
(二) 溶液的稀释	
(三) 浓酸和浓碱的使用与易水解盐溶液的配制	
(四) 酸碱指示剂及其配制	
四、实验用灯.....	17
(一) 酒精灯	
(二) 酒精喷灯	
(三) 鼓风煤油灯	
五、试管反应.....	22
(一) 固体受热	
(二) 固液反应	
(三) 液液反应	
六、气体的制备和性质.....	29
(一) 氧气的制取和性质	
(二) 氢气的制取和性质	
(三) 氯气的制取和性质	

(四) 氨的制取和“喷泉”试验	
(五) 一氧化碳的制取及其还原性	
(六) 制气装置和集气方法小结	
七、电离和电解	53
(一) 溶液和熔盐的导电性	
(二) 电解水 铝整流器	
(三) 电解饱和食盐水	
(四) 无氰镀锌	
八、阴极射线演示实验	67
(一) 低压电源	
(二) 感应圈	
(三) 阴极射线管	
九、铝热剂	72
附录 常用的化学器皿	

化学是研究物质化学运动形式的一门科学。伟大导师恩格斯指出：“化学可以称为研究物体由于量的构成的变化而发生的质变的科学。”

化学实验是我们研究物质化学运动形式、变革原子的情况的一种手段，是培养学生分析问题和解决问题的能力的一种方法。

一、实验室工作概述

化学实验室是进行化学实验的重要场所，是培养无产阶级革命接班人的一个阵地。要重视实验室工作。

实验室工作包括很多方面，大如实验室的建造、布局、设备安装和安全保卫，小如器皿试剂的采购、保管和合理使用，都需要过细地做工作。

要管好、用好实验室，达到安全节约、使用方便和制度健全，需要教师与管理人员密切配合，通力合作。

实验室应当建立：器物登录制度（仪器与试剂分开；低值易耗品与贵重器物分开）；贵重仪器使用办法；一般器物领用办法；破损登记和报损办法；药品使用规则（毒品要专人管理，严加控制）；防火防爆规则等。

为了充分发挥实验室的作用，要编排实验室课表。实验准备工作也要有计划地进行。

实验室管理人员和教师要熟悉实验室工作常规，保证安全，搞好工作。要了解常用器皿的规格和性能（见附录）；了解常用试剂的级别、性能和保管方法；掌握常用试液的配制方法，并尽可能解决选用代用品和一物多用、“修旧利废”等

问题。

化学试剂按所含杂质的多少分为不同级别：

一级，也叫保证试剂，简写符号 G. R.

二级，也叫分析试剂，简写符号 A. R.

三级，也叫化学纯，简写符号 C. P.

四级，也叫实验试剂，简写符号 L. R.

一级试剂主要用于精密的科学研究和分析鉴定；二级试剂主要用于一般的科研和分析鉴定；三级试剂用途与二级者相同；四级试剂主要用于一般普通的实验或研究上，有时也用于要求较高的生产上。

中学实验除离子鉴定等需用少量二级和三级试剂外，多数实验均可选用四级或工业品。不要选购高级试剂，以免造成浪费。如锌粒只购工业品，不购试剂；用量较大的酸碱，尤应尽可能使用工业品。

试剂要管好、用好。主要是充分了解试剂的物理、化学性质，防毒、防火、防爆、防挥发变质。

试剂要存放有序，防止混杂。无机物与有机物分开，氧化剂与还原剂分开。

实验后的残渣、废液要尽量回收利用，节省开支，防止“三废”污染。

要学习大庆工人阶级“两论起家”“有条件要上；没有条件创造条件也要上”的革命精神，自力更生，艰苦奋斗，精益求精，搞好工作。

二、基本操作

化学实验基本操作是保证实验安全和实验结果准确性的重要措施。重视基本操作从一定意义上讲也是尊重客观规律的一种表现。作为教师还有“言传身教”的示范作用。

伟大的领袖和导师毛主席指出：“人们要想得到工作的胜利即得到预想的结果，一定要使自己的思想合于客观外界的规律性，如果不合，就会在实践中失败。”进行化学实验，不尊重实验的规律性，不重视基本操作，甚至麻痹大意，违反操作规程，往往酿成事故，造成很大损失。

化学实验的类型很多，但可大致区分为：物质制备实验、物质性质及其相互关系的实验、阐发或验证理论与概念的实验以及揭示生产过程的实质的实验等。

无论哪种类型的实验，都需要反复运用基本操作。

基本操作包括的内容很广，小如研磨、搅拌、振荡、溶解，大如仪器的连接安装、精密仪器的调试和使用。这里仅简略介绍几项，其他内容可查阅专书。

（一）称量和量取

常用托盘天平（受皿天平）称量物重；用量筒量取液体的体积。它们的准确度是相应配套的，如载重 100 克的托盘天平，其灵敏度（感量）为 0.1 克；100 毫升的量筒，量取液体的体积也可准到 ± 0.1 毫升。欲准确称量，例如称取 1.2350 克某试样，则需要使用灵敏度为万分之一克的分析天平，与此相对应，量取溶液的体积时，则必须使用移液管、容量瓶或滴定管。

使用托盘天平时，要面对天平正中，先检查天平的零点

(不载重时的平衡点)是否恰好指在标尺的“0”上,否则应小心转动调节螺旋加以调整。

称量时根据试剂的性质,分别选用洁净称量纸、表面皿或小烧杯来盛受。如一般不易潮解、没有腐蚀性的固体试剂(包括绝大多数金属及其氧化物和大部分盐类),可直接加在称量纸上;固碱(氢氧化钠、氢氧化钾)有强腐蚀性,又易吸水和吸二氧化碳,称量时必须用干洁的表面皿或小烧杯,于称好后尽快处理,不要暴露在空气中。

称量时,天平左盘放重物,右盘放砝码。取用砝码要用镊子夹取,由大到小顺次添换,用毕应及时将砝码按位还盒。砝码还盒时要校验所称重量有无差错。

称量完毕,一定要使天平复原。长期不用时,托盘天平的双盘可罗在一边,以防止空盘摆动磨损刀口。

使用量筒读取体积时,液体的液面(弯月面下缘切线)要和自己的视线在同一水平上。量筒不能受热,用后要及时洗净,晾干。

(二) 倾注

取用液体试剂常用倾注法。倾注时,为防止洒落,可用干洁的玻璃棒(或通过漏斗)疏导,并在停止倾注时,将试剂瓶口贴紧玻璃棒,轻轻上移,蹭掉残留在瓶口上的液滴。

倾注或转移液体时,手心要护住瓶签。瓶塞不得乱放,防止沾污。原瓶塞要及时还瓶,防止错盖。

倾注浓硫酸及其他强腐蚀性液体时,要把盛受容器放稳,原瓶要把牢,防止滑落。为安全计,可在平稳的地面上操作。

(三) 加热

加热操作是一项重要的基本操作。加热除用于加速反应

外,还用于使液体蒸发、浓缩或蒸馏等。

加热操作因受热器皿不同,操作要求各异,但不外乎直接加热(如用酒精灯直接加热试管、蒸发皿和坩埚等)和间接加热(隔石棉网或借助水浴、空气浴等)。

加热时要会利用热源。要利用灯焰温度最高部位(外焰与中焰之间)。

现将加热试管、烧杯和烧瓶的操作要求列出,供参考。

1. 试管加热 少量试剂的反应一般多在试管里进行。加热试管时的操作规程如下:

(1) 用试管夹夹持后再加热,夹持部位应在管口下2~3厘米处。右手握住试管夹长柄。如无试管夹,可用结实的硬纸条套住管口上部,右手捏紧纸套基部。

(2) 试管里的液体量一般不得超过容积的三分之一,否则,液体受热会溢出管外。试管内液体过多也不便摇动。

(3) 试管外壁不要有水,否则,易因受热不均而破裂。

(4) 应使液体各部分均匀受热,即先加热液体的中上部,再慢慢往下移动,然后不时地上下移动;或者在均匀受热后,加热液体的中上部,并在灯焰中使试管按圆圈振摇。不要固定加热某一部位,特别是不要固定加热试管底部,防止液体喷出。

(5) 试管应与台面保持约45度角(管口向上倾斜)。这样,液体有较大的受热面积,管内液体也有较大的蒸发表面,液体沸腾时也比较均匀。

(6) 不要把试管口对人,以免液体喷溅造成伤害。

(7) 加热完毕,从试管底部取下试管夹,把试管插在试管架的插孔内。试管架专供放置试管用,要经常保持干燥洁净。

凡待用的试管均套在木棒上，便于空干，又可防止灰尘落入；正在使用或用过的试管，则应插在孔内，便于观察或集中洗刷。

(8) 在试管里加热固体试剂时，操作要求与上述者相同，但应注意不要使冷凝水回流到灼热的管底，以免试管破裂。

2. 烧杯加热 较多量的液体需要加热时，常常使用烧杯。

烧杯里盛放的液体以不超过容积的三分之二为限。揩干烧杯外壁，隔石棉网(或铁丝网)加热(把烧杯固定在铁三脚架或铁架环上)。

加热多量的固体试剂时，可把固体放在蒸发皿里。加热过程中应不时搅动，防止局部过热。

需要高温灼烧时，则需在坩埚里进行。把坩埚稳在瓷三角上灼烧。

3. 烧瓶加热 需要加热、煮沸或蒸馏液体时，往往需用圆底烧瓶或蒸馏烧瓶。

烧瓶里盛放试剂的总量不得超过容积的三分之一。把烧瓶固定在铁架台上，单爪夹(或称烧瓶夹)要缠石棉绳，夹在离开烧瓶口1~2厘米处，松紧要适度，防止夹裂。

烧瓶外壁要揩干。隔石棉网加热；硬质烧瓶可直接加热。

三、常用试液的配制和稀释

在实验室里，经常要使用指示剂和不同浓度的各种溶液，并进行溶液的稀释。

(一) 溶液的浓度

常用的浓度表示法除课本介绍的几种以外, 还有以下几种。

1. 体积百分浓度 以溶质在溶液中所占的体积百分比来表示的浓度, 称为体积百分浓度。例如, 1% HCl, 取浓盐酸(比重 1.19) 1 毫升, 加水配成 100 毫升溶液。

这种浓度表示法适用于液体试剂的配制。

2. 重量体积百分浓度 以 100 毫升溶剂所溶解溶质的克数来表示的浓度, 称为重量体积百分浓度。例如, 2% 硼酸溶液, 称取 2 克硼酸溶于 100 毫升水中; 又如 0.1% 酚酞酒精溶液, 称取 0.1 克酚酞溶于 100 毫升 70% 的酒精中。

这种浓度表示法, 在配制固体试剂溶液时最为常用。

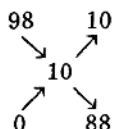
3. 比例浓度 以溶质与溶剂的重量比或体积比来表示的浓度, 称为比例浓度。例如 1:9 催化剂 (1 克硫酸铜与 9 克硫酸钾研细混匀, 用于土壤或腐植酸全量氮测定) 和经常使用的 1:1 HCl 或写作 HCl(1:1)、1:5 H₂SO₄ 或写作 H₂SO₄(1:5) 等。体积比浓度的应用较为广泛。比例数值中, 前一数值代表溶质(如浓酸)的体积数, 后一数值代表溶剂(如水)的体积数。

(二) 溶液的稀释

在工农业生产和实验室工作中经常要配制不同浓度的溶液, 或者把浓溶液冲稀成稀溶液。掌握并熟练溶液稀释的技能是很重要的。如把 98 酸(98% 的浓硫酸)稀释成 10% 的 H₂SO₄ 供酸洗用; 把 18% 的浓氨水稀释成 0.5% 的稀氨水供施肥等。

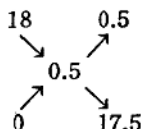
为了简捷, 多采用“十字交叉法”进行计算, 然后按比例配

制。如把 98% H_2SO_4 稀释成 10%:



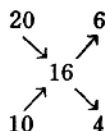
即每取 10 份重的 98 酸与 88 份重的水混和, 即按 5:44 (重量比)混和, 配制出的 49 份重的稀酸, 重量百分浓度为 10%。

又如, 把 18% 的浓氨水稀释成 0.5% 的稀氨水:



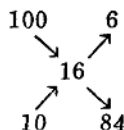
即每取 0.5 份重 18% 的浓氨水, 与 17.5 份重的水混和, 即按 1:35(重量比)混和, 得到的 36 份重的溶液, 其重量百分浓度为 0.5%。

又如, 用 20% 的食盐水与 10% 的食盐水混和配制 16% 的食盐水:



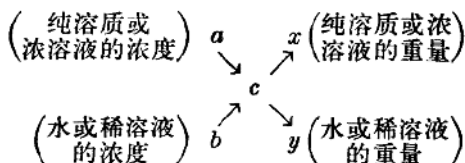
即每取 6 份重的 20% 食盐水与 4 份重的 10% 食盐水混和, 即按 3:2(重量比)混和, 得到的 5 份重的溶液, 其重量百分浓度为 16%。

如用 10% 食盐水加固体食盐 (100%), 配制 16% 的食盐水:



即每取 6 份重的固体食盐与 84 份重的 10% 食盐水混和, 使之溶解, 得到的 90 份重的溶液, 其重量百分浓度为 16%。

“十字交叉法”的计算图式可普遍化为:



实际操作时, 液体试剂称重不如量取体积方便, 可利用该液体的密度将重量(克或公斤)换算成体积(毫升或升)。如 98 酸的密度为 1.84 克/毫升, 按上例, 即每取 $\frac{5}{1.84} = 2.72$ 份体积的 98 酸与 44 份体积的水(水的密度按 1 克/毫升计算)混和, 即按 5:81(体积比)混和, 配得的溶液, 重量百分浓度为 10%。

“十字交叉法”计算的根据是, 稀释前和稀释后溶质的总量必相等。计算图式的导来如下:

设 a 为浓溶液的浓度, b 为稀溶液的浓度, c 为混和溶液的浓度, x 为浓溶液所取的重量, y 为稀溶液所取的重量。则得:

$$\begin{aligned}
 ax + by &= c(x + y) \\
 \left(\begin{array}{c} \text{混和前溶} \\ \text{质总量} \end{array} \right) & \left(\begin{array}{c} \text{混和后溶} \\ \text{质总量} \end{array} \right) \\
 ax + by &= cx + cy \\
 ax - cx &= cy - by
 \end{aligned}$$

$$(a-c)x = (c-b)y$$

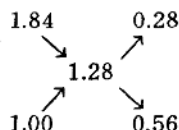
$$\frac{x}{y} = \frac{c-b}{a-c}$$

上式表明, $c-b$ 相当于 x , $a-c$ 相当于 y , 即

$$\frac{\text{浓溶液所取的重量}}{\text{稀溶液所取的重量}} = \frac{\text{混和溶液的浓度} - \text{稀溶液的浓度}}{\text{浓溶液的浓度} - \text{混和溶液的浓度}}$$

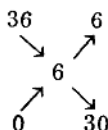
为便于记忆和运算, 把上述关系列成十字交叉图式(见前)。

以上运算也可用于具有“加合性”的其他浓度。如用比重为 1.84 的浓硫酸配制成 1.28 的电瓶水(铅蓄电池用酸):



即每取 28 份体积的浓硫酸与 56 份体积的蒸馏水混和, 即按 1:2(体积比)混和配制。

又如, 把 36N 的工业硫酸, 稀释成 6N:



即每取 6 份体积的 36N 的浓硫酸, 与 30 份体积的水混和, 即按 1:5(体积比)混和配制。例如, 需配制 250 毫升 6N H_2SO_4 , 则需量取(假定混和后溶液体积等于溶质与溶剂体积之和): $\frac{250}{1+5} = 41.7$ (毫升) 浓硫酸, 倾入 $\frac{250}{1+5} \times 5 = 208.3$ (毫升) 水中, 混匀。

(三) 浓酸和浓碱的使用与易水解盐溶液的配制

使用浓酸和浓碱,应当遵守以下规则:

(1) 取用大块固碱时,必须用镊子或竹夹子夹取。棒状固碱不可随意敲击,如需砸碎,应用干洁布或厚塑料布包好,再轻轻敲碎,并应戴上防护眼镜。取用小块固碱要用角匙,切勿接触皮肤。

(2) 使用浓酸或浓碱时,要特别小心,勿洒落在皮肤或衣物上。万一不慎洒落,要立即用大量清水冲洗。皮肤被浓碱烧伤,在用大量水冲洗后,再用 1% 的稀醋酸蘸在棉花上轻轻搽洗,然后再用水洗。揩干后,敷上硼酸软膏。如被酸烧伤,则改用 3% 碳酸氢钠溶液洗,其余的处理与碱烧伤相同。如误溅入眼内,要立即用大量蒸馏水冲洗,并就医治疗。

浓碱液或浓酸洒落在桌面上,量少时可用湿抹布小心擦去,并洗净抹布;量大时,应先撒上细砂或石灰,除去细砂或石灰后,再用湿抹布擦净。

(3) 稀释浓酸时,必须慢慢倾酸入水,并不断搅动,防止喷溅。

浓氨水开瓶时,要防止氨气突然冲出。暑天开瓶时,必须先将氨水瓶在冷水里浸泡一些时候。开瓶时,使瓶口向外倾斜。勿对任何人,小心把瓶塞慢慢开启。如处理不当,氨水冲出易薰坏眼睛。

(4) 浓酸和浓碱液不要放在高位架上,要稳放在平坦的地面上和阴凉处。

实验室里常使用各种盐类的溶液。配制时应了解这些盐是否易于水解。易水解者,要加酸抑制水解。如氯化亚锡、氯化铁等易于水解,在加水溶解前,必须先加少量浓盐酸,在固体溶完(往往需要加热)后,再按配制浓度要求,加水或加用同

种酸酸化了的的水稀释。又如配制硫酸铝、硫酸锌和硫酸铜的溶液时,要先加少量浓硫酸,再加水使溶质溶解。又如配制硫酸亚铁溶液,直接加浓硫酸易使亚铁离子氧化,可加稀硫酸(1:50)使之溶解。

总之,配制溶液时要充分了解溶质的特性(溶解性、水解性和稳定性等),如无把握,手头又无资料,应取少量试剂,按配制比例进行小样试验,不要贸然行事,以免造成浪费。

(四) 酸碱指示剂及其配制

常用的酸碱指示剂,如甲基橙、石蕊、酚酞等是一种有机弱酸(以 HIn 表示)或有机弱碱(以 InOH 表示)。它们的离子和分子(或另一种离子)具有不同的颜色,在水溶液中存在下列电离平衡:



在 H^+ 或 OH^- 离子作用下,可以引起平衡移动,同时发生了结构的变化,这样就可使溶液呈现不同的颜色。

1. 酚酞

酚酞是一种很弱的有机酸($K_{\text{HIn}} = 10^{-9}$,另说为 6×10^{-10}) 在它的溶液中存在下列平衡:

