



中学化学的 鉴定和鉴别

温元凯 许居湘



安徽教育出版社

中学化学的鉴定和鉴别

· 温元凯 许居湘

安徽教育出版社

封面设计：蒋万景

插图：方衡

中学化学的鉴定和鉴别

温元凯 许居湘

安徽教育出版社出版

（合肥市跃进路1号）

安徽省新华书店发行 六安新华印刷厂印刷

开本：787×1092 1/32 印张：7.375 字数：140,000

1982年10月第1版 1982年10月第1次印刷

印数：1—4,000

统一书号：7276·42 定价：0.56元

前 言

物质的鉴定和鉴别是化学的一个重要组成部分，也是化学实验的重要内容之一。它在工业、农业、医学、公安、国防和科研等领域中都具有重要意义。中学化学教学大纲对此也提出了具体要求。为了掌握这部分基础知识和实验技能，我们结合中学化学教材的教学内容和国内外中学化学教学中有关物质检验的最新资料，编写了《中学化学的鉴定和鉴别》一书。

本书针对学习难点，把分散在课本各个章节中有关鉴定和鉴别的问题，加以分析、概括和综合，使之系统化，便于学生在学习过程中掌握检验物质的一般规律和某些特殊反应。同时，在理论和实验方面适当作了引申，列举了许多实例，帮助学生理解和掌握物质检验习题的解题方法，以提高学生分析问题、解决问题的能力。

本书承蒙安徽大学倪诗圣副教授和中国科学技术大学倪其道讲师审阅，并给予指导，又承蒙安徽省教育厅教材编审室郑玉林同志审定，并得到安徽省科协，六安地、市科委、科协教育局和六安四中等单位大力支持，在此一并表示深切的谢意。

本书可供高中学生、知识青年、参加高考和化学竞赛的学生自学和复习之用，也可供中学化学教师在教学中参考。由于我们水平有限，缺点和错误在所难免，敬请读者批评指正。

编 者

1981年8月修改于合肥

目 录

前 言

绪 论

第一章 鉴定和鉴别中的常用仪器及几种简易检验方法(6)

(一) 常用仪器及使用法.....(6)

试剂瓶 试管 滴管 点滴板 玻璃片 蒸发皿 坩埚 搅拌棒
铂丝玻璃棒 表面玻璃 烧杯 烧瓶 锥形瓶 洗瓶 研钵 滤纸

(二) 几种简易的检验方法.....(14)

1. 焰色反应
2. 点滴板上的反应
3. 玻片上的反应
4. 表面玻璃上的反应
5. 纸上点滴法
6. 纸上层析法

第二章 常见物质的检验.....(21)

第一节 常见阳离子的主要性质和检验.....(21)

- | | |
|-----------------------|------------------------|
| 【一】 钾离子 (K^+) | 【二】 钠离子 (Na^+) |
| 【三】 镁离子 (Mg^{2+}) | 【四】 钙离子 (Ca^{2+}) |
| 【五】 钡离子 (Ba^{2+}) | 【六】 铝离子 (Al^{3+}) |
| 【七】 铁离子 (Fe^{3+}) | 【八】 亚铁离子 (Fe^{2+}) |
| 【九】 铜离子 (Cu^{2+}) | 【十】 银离子 (Ag^+) |
| 【十一】 铵离子 (NH_4^+) | |

第二节 常见阴离子的主要性质和检验.....(45)

- | | |
|--------------------|--------------------|
| 【一】 氟离子 (F^-) | 【二】 氯离子 (Cl^-) |
| 【三】 溴离子 (Br^-) | 【四】 碘离子 (I^-) |

- 【五】硫离子 (S^{2-}) 【六】硫酸根离子 (SO_4^{2-})
 【七】亚硫酸根离子 (SO_3^{2-}) 【八】磷酸根离子 (PO_4^{3-})
 【九】碳酸根离子 (CO_3^{2-}) 【十】硝酸根离子 (NO_3^-)
 【十一】醋酸根离子 (CH_3COO^-)

第三节 常见气体的检验.....(67)

- 【一】氢气 (H_2) 【二】氧气 (O_2)
 【三】氯气 (Cl_2) 【四】溴蒸气 (Br_2)
 【五】氮气 (N_2) 【六】硫化氢 (H_2S)
 【七】二氧化硫 (SO_2) 【八】氯化氢 (HCl)
 【九】氨气 (NH_3) 【十】一氧化碳 (CO)
 【十一】二氧化碳 (CO_2) 【十二】一氧化氮 (NO)
 【十三】二氧化氮 (NO_2)

第四节 常见有机物的检验.....(86)

- 【一】甲烷 (CH_4) 【二】乙烯 (C_2H_4)
 【三】乙炔 (C_2H_2) 【四】乙醇 (CH_3CH_2OH)
 【五】乙醛 (CH_3CHO) 【六】丙酮 (CH_3COCH_3)
 【七】乙酸 (CH_3COOH) 【八】蛋白质
 【九】丙三醇 ($C_3H_8(OH)_3$) 【十】苯酚 (C_6H_5OH)
 【十一】苯胺 ($C_6H_5NH_2$) 【十二】葡萄糖 ($C_6H_{12}O_6$)
 【十三】蔗糖 ($C_{12}H_{22}O_{11}$) 【十四】淀粉 ($(C_6H_{10}O_5)_n$)
 【十五】纤维素 ($(C_6H_{10}O_5)_n$)

第五节 物质检验简表(103)

(一) 初步试验

表 I 一般加热试验

表 II 加热时生成升华物

表 III 用浓硫酸处理某些固体时的反应

表 IV 用稀硫酸处理一般酸根的反应

- (二) 硼砂球试验
- (三) 焰色反应
- (四) 阳、阴离子各别反应
 - I、阳离子各别反应
 - II、阴离子各别反应
- (五) 常见气体的简易检验
- (六) 常见有机物的检验简表

第三章 土壤的简易分析 化肥、农药的检验(131)

第一节 土壤的简易分析(131)

- (一) 试剂的配制
- (二) 土壤浸出液的制备
- (三) 硝态氮(NO_3^--N)的测定
- (四) 铵态氮(NH_4^+-N)的测定
- (五) 有效磷(P)的测定
- (六) 有效钾(K)的测定

第二节 常用化学肥料的检验(140)

(一) 氮肥

1. 氨水; 2. 碳酸氢铵; 3. 硫酸铵; 4. 硝酸铵
5. 尿素;

(二) 磷肥

过磷酸钙

(三) 钾肥

硫酸钾

(四) 几种常见化学肥料的简易检验

第三节 农药的检验(148)

(一) 有机磷杀虫剂的检验

1. 1605

2. 1059

(二) 有机氯杀虫剂的检验

1. DDT

2. 六六六

(三) 杀菌剂的检验

1. 石灰硫磺合剂

2. 波尔多液

第四章 物质检验的例题与习题(155)

(一) 例题(157)

I、基础练习

II、综合练习

(二) 习题(199)

附录(208)

(一) 试液的配制

(二) 试剂的配制

(三) 几种常用试纸的制备

(四) 常见有色化合物和离子的颜色

(五) 溶解性表

(六) 几种常见酸、碱和盐的溶解性表

(七) 主要干燥剂与可用来干燥的气体

绪 论

一、物质鉴定和鉴别的意义

物质的鉴定和鉴别，一般是根据物质的特征性质，通过一定的化学反应，对物质的成分进行定性的判断，这也就是所谓的定性分析。

鉴定（也叫确定）一般是指对于一种物质的定性检验，它要求把待测物质的各个成分（元素、阳离子和阴离子或有机化合物的官能团等）根据特征反应把它们检验出来；**鉴别**（也叫区别、识别、辨别、辨认、区分）一般是指对分别存放的物质（两种或两种以上）的定性辨认。例如，要鉴别甲、乙两种物质，只要用化学方法检验出甲，剩下的另一种物质不用检验便是乙。当然，有时也可根据被检物质的物理性质（如颜色、状态、特殊气味等）来定性辨认。但是，多数情况下，凡能用化学方法检验的，都以用化学方法鉴别为好。

分析化学是专门研究物质鉴定和鉴别的一门科学。中学化学课程中有关鉴定、鉴别的知识是学习和运用分析化学的初步知识，也是中学化学的重要教学内容。它的实践性很强，可直接为工业、农业、医学、国防和科研等各个领域服务。因此，它在四化建设中具有重要意义。

二、物质鉴定和鉴别的方法

物质鉴定和鉴别可以采用化学分析或仪器分析的方法。根据中学教学的内容，本书仅对化学分析方法作简要介绍。

化学分析主要分干法和湿法两种。

1. 比较简单的方法是干法分析

干法分析的具体作法是取适量的固体试样与固体试剂，并把它们加热到高温，以促使分析反应的实现，由此进行定性鉴定。

例如“焰色反应”和“熔珠试验”皆属干法。

焰色反应就是某些金属或它们的化合物放在无色的火焰中灼烧时使火焰呈现特殊颜色的反应。例如，钠盐呈现深黄色。

熔珠试验是用硼砂（四硼酸钠）或磷酸氢钠等熔剂与试料共同加热熔融使生成熔珠，根据熔珠的颜色可以初步判断试料中含有某些元素。^{*}

干法操作简单、反应快、效果明显，在检查矿物和试样的初步试验时能广泛使用。但适用范围较窄，并非所有试样均可采用此法，而且往往只作为辅助试验，还需要进一步通过湿法分析，才能作出正确判断。

2. 最常应用的方法是湿法分析

湿法分析是利用试样和试剂在溶液中的相互作用来进行定性鉴定的。因此，必须预先用各种适当的试剂（例如，水或酸），使试样溶解成溶液，然后加入适当的试剂，使之产生容易辨认的化学反应：沉淀反应、颜色反应或产生特征气体的反应等。根据这些容易辨认的化学反应，来鉴定试样中是否含有某些离子。

这些容易辨认的化学反应，一般包括下面三种：

（1）沉淀的生成或溶解：例如，鉴别下列没有任何标记

^{*} 参见第106页“硼砂球试验”表

的五种酸：硫酸、盐酸、硝酸、磷酸和高氯酸。由于这是在一定范围内进行的鉴别，因此，只需抓住主要特征，就可以办到。方法如下：

a. 分别取少量酸液，用水稀释数倍（注意浓硫酸和水混合发生大量的热），作为试液。

b. 取试液加硝酸银（ AgNO_3 ）溶液，发生黄色磷酸银（ Ag_3PO_4 ）沉淀的是磷酸（ H_3PO_4 ）；发生白色沉淀，用日光照射颜色变深的是盐酸（ HCl ），也可以向白色沉淀中加入氨水（ $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ），如果沉淀溶解，则证明有 AgCl 存在，从而也证明原液是盐酸。硫酸浓度大时，会发生白色硫酸银（ Ag_2SO_4 ）沉淀，但不会感光变色。

c. 取试液加入硝酸钾（ KNO_3 ）溶液，发生白色高氯酸钾（ KClO_4 ）沉淀的是高氯酸（ HClO_4 ）。

d. 取试液加入氯化钡（ BaCl_2 ）溶液，发生白色硫酸钡（ BaSO_4 ）沉淀的是硫酸（ H_2SO_4 ）。

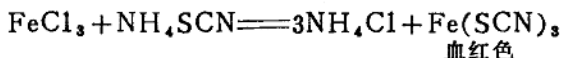
e. 磷酸、盐酸、硫酸、高氯酸已鉴定，剩下的便是硝酸。

(2) 颜色反应：颜色反应包括生成特定颜色的沉淀或溶液颜色的改变。例如，已知下列两种无色液体分别是氯化钾溶液和碘化钾溶液，如何鉴别？

我们可以各取少量试液，分别滴加硝酸银（ AgNO_3 ）溶液，根据反应生成白色氯化银（ AgCl ）沉淀和黄色碘化银（ AgI ）沉淀的颜色不同，来确定原试液是氯化物还是碘化物溶液。由题目指定的范围，根据上述试验，可以判定产生白色沉淀的溶液原为氯化钾溶液，而产生黄色沉淀的溶液原为碘化钾溶液。

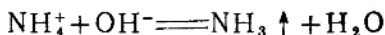
又如，在三价铁盐溶液中加入硫氰化铵时，溶液立即生

成血红色的硫氰化铁($\text{Fe}(\text{SCN})_3$)。



根据溶液颜色的改变，可以确定三价铁离子的存在。

(3) 产生特征气体：例如，铵盐遇碱可以产生具有特殊刺激性气味的氨气(NH_3)。



这种气体(氨)可以使湿润的红色石蕊试纸变蓝。根据上述性质，可以断定铵盐的存在。

在特定情况下，也可以根据物质的物理性质(颜色、状态、气味、比重、熔点、沸点和溶解度等)来断定某些物质的存在。例如，鉴别二氧化氮(NO_2)和氧气(O_2)两种气体时，就可根据二氧化氮气体的红棕色或它的刺激性气味，把它和氧气区分开来，因为氧气是无色无臭的气体。

在特定情况下，我们还可以直接用某些指示剂来鉴别酸、碱和某些因水解而呈酸性或碱性的盐。例如，鉴定一种无色晶体是不是碳酸钠就是采取这种方法。因为碳酸钠是强碱弱酸盐，在水溶液中会发生水解，水解后溶液呈碱性，能使红色石蕊试纸变蓝。因此，利用上述现象就可确定这种晶体是碳酸钠。

通常定性反应必需控制在一定条件下才能进行。这些条件包括：溶液的酸度，反应物质的浓度、温度以及干扰物质是否存在等。

为了避免误差，除了要校准所用仪器(如砝码的重量等)外，还可以通过空白试验或对照试验来消除误差。

空白试验：就是在不加试样的情况下(例如，就用蒸馏水)，按照试样分析同样的操作手续和同样条件进行分析，

由此得出由于试剂（不纯）或所用仪器（不干净）带进杂质所造成的误差。

对照试验：是用已知结果的试样（如标准试样）进行对照或用其它分析方法进行对照，也可以由不同的实验人员进行分析来对照，以此来检验和校正误差。

随着科学技术的迅速发展，物质鉴定和鉴别的方法有了很大的改进，出现了许多更灵敏、更精确的分析方法，如吸光光度法、发射光谱法、原子吸收分光光度法、电化学分析法、气相色谱法、红外光谱法、极谱分析法和质谱分析法等，但它们都需要特殊的仪器和较高的操作技术。这些均属于仪器分析，不是本书所述的化学分析的范围。

第一章

鉴定和鉴别中的常用仪器 及几种简易检验方法

(一) 常用的仪器及使用法

在进行鉴定或鉴别的过程中，往往只须取用很少量的物质来进行反应，就能达到鉴定或鉴别的目的。因此，我们可以不必用普通的仪器来进行反应(因为它耗损的试剂、药品较多)，而使用一些小巧的仪器。下面就介绍一些在鉴定或鉴别中常用的仪器及其简单的使用方法。

1. 试剂瓶(图1)

试剂瓶一般使用容积为30毫升或60毫升的滴瓶，它由玻璃制成，具有玻璃磨口并附有橡皮滴头的滴管。试剂瓶里面盛放一定浓度的试剂溶液，每一个试剂瓶都应该贴好标签，标签上应写好瓶里所盛溶液或液体的中文名称、分子式，如果是溶液，必须要注明溶液的浓度。标签应贴在离瓶口约三分之一的地方，贴好后最好用一薄层石蜡封住标签。试剂瓶应放在一



图 1

定的试剂架上，每一个试剂瓶都应放在固定的位置上，不应当随手乱放，以免拿错。使用后应立即将滴管插向原试剂瓶，

以免相互插错。见光易分解的试剂要用棕色试剂瓶盛放。

2. 试管 (图2)

鉴定和鉴别的反应大部分是在小试管里进行的, 因为试管小, 试样或试液的用量就少。这样一则可以节省药品, 再则量少则反应充分, 现象明显, 便于观察。通常我们使用5—10毫升的小试管。试管一般放置在木制的或金属制的试管架上 (图3)。

一般情况下, 装溶液不超过试管容积的 $\frac{1}{2}$, 如需加热, 则不应超过试管容积的 $\frac{1}{3}$ (鉴定和鉴别的用量则更少)。加热时用试管夹夹住, 使试管与桌面成 45° 角。同时, 应先均匀预热, 然后再集中火力在试管底部加热, 且不断振摇。若加热固体, 试管则应横放, 管口略略向下倾斜, 未冷却前切勿使试管直立。小试管一般用水浴加热。

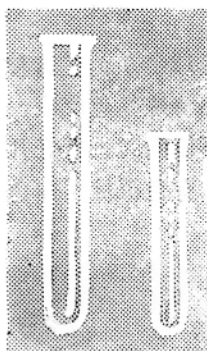


图 2

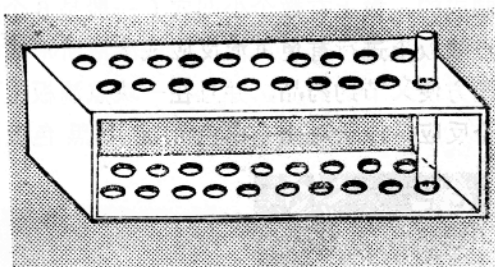


图 3

3. 滴管 (图4)

滴管是一根玻璃制的管子, 它的下端细而长, 上端附有橡皮或乳胶的滴头。滴管主要用于吸取或滴加少量 (数滴或1—2毫升) 试剂, 或者用于吸取沉淀的上层清液以分离沉

淀。在使用滴管的时候，要注意下列几点：第一，滴管不可随便放在桌上，应当放在盛有蒸馏水的烧杯中（图5）或放在自制的铁丝滴管架上（图6），以免沾污滴管。第二，从试剂瓶中取用试剂时，滴管应拿正（保持垂直），不能平放或倒转，在用滴管把试剂滴于反应溶液中的时候，不能使滴管的尖端和反应溶液或容器壁相接触，免得沾污了滴管尖端；第三，在用滴管取用了一种溶液以后，决不可不加洗涤就又去吸取另一种不相同的溶液，以免沾污了另一种试液。

4. 点滴板（图7）

点滴板是由上了釉的白（黑或蓝）瓷板制成的，板上有数个小凹穴（一般是6个或12个）。在这种点滴板上进行有色沉淀反应或溶液所形成的特殊颜色反应，既方便又节约药品，并且在一块点滴板上可以同时进行好几个反应，便于对比（白色沉淀用黑色板，有色沉淀用白色

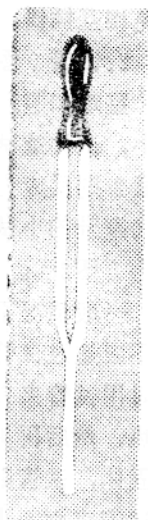


图4

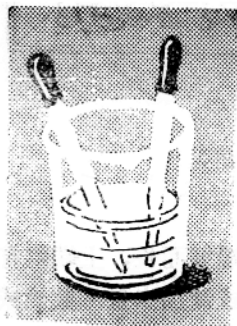


图5

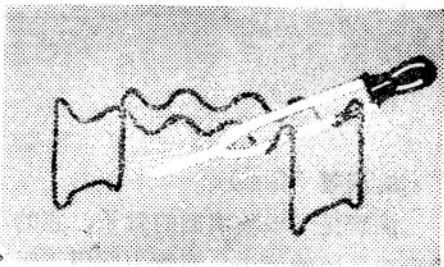


图6

板)。因此，点滴板反应是在鉴定和鉴别中值得推广的一个方法。

5. 玻璃片 (图8)

取一些大小适中的玻璃片用来代替点滴板。对一些用量不大的有色沉淀反应或特殊颜色溶液的反应可以在这种玻璃片上进行，现象同样明显。

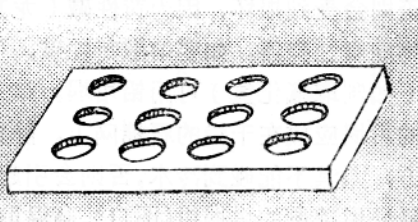


图 7

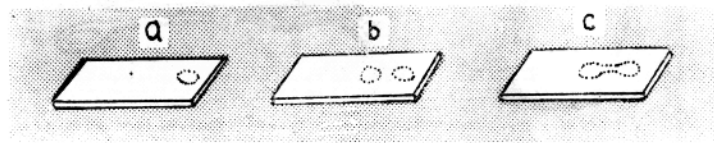


图 8

6. 蒸发皿 (图9)

蒸发皿一般是瓷质的，也有少数用玻璃或金属制成。蒸发皿常用于液体或溶液的加热或蒸发，浓缩和结晶。在加热的时候，溶液不得超过蒸发皿容积的 $\frac{2}{3}$ 。还要避免骤冷骤热的情况，以免引起蒸发皿爆裂。加热蒸发皿时，最好垫一块石棉网。

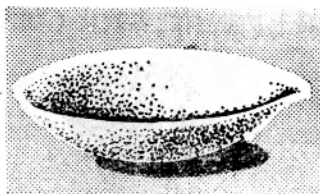


图 9

7. 坩埚 (图10)

坩埚一般由瓷制成，也有少数用铂、镍、铁、铅、石英等材料制成。坩埚是用来灼烧或熔融固体物质的。一般条件下，不必使用铂坩埚，一则它价格昂贵，二来它比较容易损坏。在使用坩埚时，应注意以下几点：第一，瓷坩埚不可用来加热或熔融苛性碱或氟化物，