



◎根据教育部最新《考试说明》学科标准编写

◎全国重点中学特高级教师审定

2005

高考复习

专项突破

主编 崔元如

北大 新 考 案

化学实验与化学计算



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

2005 高考复习 专项突破

主编 崔元如



NLIC2970135034

北大 新 考 案

化学实验与化学计算



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

图书在版编目 (CIP) 数据

2005 高考复习专项突破. 化学实验与化学计算/崔元如主编. —北京: 北京大学出版社, 2004. 5

(北大新考案)

ISBN 7-301-07290-2

I. 2… II. 崔… III. 化学课—高中—升学参考资料 IV. G634

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 031318 号

书 名: 2005 高考复习专项突破·化学实验与化学计算

著作责任者: 崔元如 主编

责任编辑: 刘宝军

标准书号: ISBN 7-301-07290-2/G·1160

出版发行: 北京大学出版社

地 址: 北京市海淀区中关村北京大学校内 100871

网 址: <http://www.pkubook.com.cn>

<http://cbs.pku.edu.cn>

邮购电话: (010) 65661010 800-810-2198

发 行 部: (010) 65662147 62750672

编 辑 部: (010) 65661010-8969

电子信箱: editor@pkubook.com.cn

印 刷 厂: 北京市朝阳区印刷厂

经 销 者: 全国新华书店

开本尺寸: 787mm×1092mm 16 开本

印 张: 10 印张

字 数: 200 千字

2004 年 5 月第 1 版

2004 年 5 月第 1 次印刷

定 价: 13.00 元

未经许可, 不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有, 翻版必究

盗版举报电话: (010) 65679334 62752017



前言

素质教育改革下的高考已成了能力考试,广大考生都在寻找一条备考的捷径,但困难重重。其实,能力是经过不断培养才形成的。多做一些实用性的题目,多遇到一些新的情况,摸索出好的学习方法与技巧就是高考成功的捷径。

我们这套丛书是全国重点名校的特、高级教师根据多年的教学经验并深入研究近几年高考试题精心编写而成的,符合考生的实际学习情况。丛书严格按照中学教学大纲和最新《考试说明》编写。编者本着深入细致地研究、传递高考命题最新信息的宗旨,进行精心策划和选题,旨在帮助同学们形成新的应试观念。

丛书具有如下特点:

知识整合 注重基础知识,对各考点中应掌握的知识点通过网络、图表等形式进行系统的总结,并对此考点在高考中出现的方式、频率等进行分析归纳,指出今后高考的重点和热点所在。

考题精析 精选了历年来有代表性的高考试题和典型题目,并加以详细的分析、说明。

能力训练 所选题目新颖、实用,具有典型性和开放性;既注重基础知识训练,又注重能力的培养,有很高的训练价值。

参考答案 对所有习题进行解答分析,点拨解题思路,提高解题能力。

在编写本丛书过程中,我们虽处处推敲、层层把关,但难免有疏漏和不妥之处,诚盼老师和同学们提出宝贵的意见和建议。

编者

目 录

第一部分 化学实验

知识整合	(1)
考题精析	(58)

第二部分 化学计算

知识整合	(82)
考题精析	(92)

第三部分 能力训练

实验部分	(120)
计算部分	(131)
参考答案	(136)

第一部分 化学实验

知识整合



知识网络

- 常用仪器
 - 能直接加热的: 试管、坩埚、蒸发皿、燃烧匙
 - 容器与反应器
 - 垫石棉网加热的: 烧杯、烧瓶(圆底、平底)、锥形瓶
 - 不能加热的: 集气瓶、试剂瓶(广口、细口)、启普发生器、滴瓶
 - 加热器: 酒精灯、酒精喷灯、水浴装置
 - 计量器: 温度计、天平、滴定管(酸式、碱式)、量筒、容量瓶、移液管
 - 过滤(分离)器: 普通漏斗、分液漏斗、长颈漏斗
 - 干燥仪器: 干燥管、干燥器、洗气瓶
 - 夹持(支撑)器: 试管夹、铁夹、镊子、坩埚钳、铁圈、三角架、泥三角、石棉网、试管架、漏斗架、铁架台、滴定管夹
 - 连接器: 导管(玻璃、橡胶)、胶塞、活塞、接液管(牛角管)
 - 其他: 药匙、研钵、玻璃棒、试管刷、冷凝器、滴管、表面皿、水槽、U型管
- 基本操作
 - 药品的取用、称量、量取和加热, 试纸的使用
 - 成套仪器的连接和仪器洗涤及装置气密性的检验
 - 溶液的配制: 溶质质量分数一定的溶液、一定物质的量浓度的溶液
 - 混合物分离: 过滤、蒸馏(分馏)、萃取、结晶、分液、渗析、盐析等
- 气体制法
 - 实验原理、药品选用、仪器装配、条件控制、仪器工作原理、气密性检验、气体验满、提纯干燥、性质实验、气体收集、附属实验、安全措施、操作要点、尾气处理、仪器拆卸、仪器及装置的代用、药品的代用、实验事故的处理、实验报告及实验结果分析等
- 分离鉴别
 - 分离方法及其选择、分离提纯方法的原理及操作要点、气体的干燥与净化、物质提纯方案的设计、气体的检验、常见阳离子的检验、常见阴离子的检验、常见有机物的检验、物质的鉴定、物质组的鉴别、物质的鉴别方法及其选择、物质的推断
- 定量
 - 定量原理、有关操作步骤及要点、数据的记录与处理
- 实验
 - 仪器的选用、操作注意事项、误差分析、定量实验的拓展
- 实验设计
 - 制备实验方案的设计、性质实验方案的设计、综合实验方案的设计、化学实验方案设计的基本要求、化学实验设计的基本类型、最佳化学实验条件的选择、有关实验装置的物理原理分析及应用、化学实验安全知识、实验改错

 考点分析

1. 常用仪器与基本操作

化学实验基本操作主要包括:实验仪器的洗涤与选择,实验药品的保存与取用,物质的溶解、加热、蒸发、蒸馏、结晶,萃取与分液,过滤,溶液的配制,酸碱中和滴定等。在复习中要掌握以下几方面:

(1)化学常用仪器的主要用途和使用方法;

(2)实验事故的正确处理;

(3)掌握化学实验的基本操作(仪器的洗涤、试剂的取用、气体发生装置的气密性检验,以及溶解、过滤、蒸发、结晶、萃取、分液等),既需要了解正确的操作方法,又能辨认错误的操作习惯,还要了解实验室试剂的分类、配制方法、存放方法以及实验室意外事故及其处理措施。

2. 物质的检验、分离、提纯

物质的检验是化学实验中的重要内容,也是高考的常考内容。试题可以是选择题,也有融于推断、实验、简答题之中。这部分内以离子的检验、气体的制备和检验、元素化合物性质为知识基础,以化学实验基本操作、对材料的组织水平和语言表达能力为基础进行考查,且考查的内容逐渐加深,形式渐趋多样化。

物质的分离与提纯从高考的内容和形式来看,主要特点有三个:一是选取适当的试剂及其分离的方法除去被提纯物中指定的杂质;二是确定除去被提纯物中指定含有的杂质和所需加入试剂的先后顺序;三是将分离提纯与物质制备、混合物成分的确定等内容融为一体,形成综合实验题。解答混合物分离提纯内容的试题一般应先弄清实验目的,再分析所依据的实验原理,由此去选择适宜的试剂、分离的方法,并回答相关的问题。

(1)物质的检验通常有鉴定、鉴别和推断三类,它们均需要经历方法的选择(包括物理方法和化学方法)、现象的观察及逻辑推理得出结论三个步骤,缺一不可,尽可能选择特效反应以减少干扰。

(2)物质的分离是指用化学方法把混合物中的各物质逐一分开的过程;物质的提纯是指通过化学实验除去混在物质中的杂质的过程。

物质的分离、提纯在实验操作上涉及溶解、过滤、蒸馏、蒸发、结晶、萃取、分液、升华、渗析、洗气等。化学反应原理上涉及试剂的选择、过量的判断及加入顺序的确定等。

在物质提纯的化学处理中,应在选择除杂试剂时遵循“除杂不加杂”的原则,就是所选的除杂试剂不应带人新的杂质;为了使杂质除得较彻底,所加除杂试剂应稍过量一些,最后再将过量试剂除掉;若需多步除杂质时,应注意合理设计加入试剂的步骤。

3. 思考实验顺序的选择及实验方案中注意的问题

思考实验顺序的选择:

(1)思考问题的顺序:

①围绕主要问题思考,例如:选择适当的实验路线、方法;所用药品、仪器简单易得;实验过程快速、安全;实验现象明显。

②思考有关物质的制备、净化、吸收和存放等有关问题。例如:制取在空气中易水解的物质(如 Al_2S_3 、 $AlCl_3$ 、 Mg_3N_2 等)及易受潮的物质时,往往在装置末端再接一个干燥装置,以防止空气中水蒸气进入。

③思考实验的种类及如何合理地组装仪器,并将实验与课本实验比较、联系。例如涉及气体的制取和处理,对这类实验的操作程序及装置的连接顺序大体可概括为:发生→除杂质→干燥→主体实验→尾气处理。

(2) 仪器连接的顺序:

- ① 所用仪器是否恰当, 所给仪器是全用还是选用。
- ② 仪器是否齐全。例如制有毒气体及涉及有毒气体的实验是否有尾气的吸收装置。
- ③ 安装顺序是否合理。例如: 是否遵循“自下而上, 从左到右”的原则; 气体净化装置中不应先干燥, 后又经过水溶液洗气。
- ④ 仪器间连接顺序是否正确。例如: 洗气时“进气管长, 出气管短”; 干燥管除杂质时“大进小出”等。

(3) 实验操作的顺序:

- ① 连接仪器。按气体发生→除杂质→干燥→主体实验→尾气处理顺序连接好实验仪器。
- ② 检查气密性。在整套仪器连接完毕后, 应先检查装置的气密性, 然后装入药品。检查气密性的方法要依装置而定。
- ③ 装药品, 进行实验操作。

注意的问题:

(1) 检查气体的纯度, 点燃或加热通有可燃性气体(H_2 、 CO 、 CH_4 、 C_2H_4 、 C_2H_2 等)的装置前, 必须检查气体的纯度。例如用 H_2 、 CO 等气体还原金属氧化物时, 需要加热金属氧化物, 在操作中, 不能先加热, 后通气, 应当先通入气体, 将装置内的空气排干净后, 检查气体是否纯净(验纯), 待气体纯净后, 再点燃酒精灯加热金属氧化物。

(2) 加热操作先后顺序的选择。若气体发生需加热, 应先用酒精灯加热发生气体的装置, 等产生气体后, 再给实验需要加热的固体物质加热, 目的是: 一则防止爆炸(如氢气还原氧化铜); 二则保证产品纯度, 防止反应物或生成物与空气中其他物质反应。例如用浓硫酸和甲酸共热产生 CO , 再用 CO 还原 Fe_2O_3 , 实验时应首先点燃 CO 发生装置的酒精灯, 生成的 CO 赶走空气后, 再点加热 Fe_2O_3 的酒精灯, 而熄灭酒精灯的顺序则相反, 原因是: 在还原性气体中冷却 Fe 可防止灼热的 Fe 再被空气中的 O_2 氧化, 并防止石灰水倒吸。

(3) 冷凝回流的问题。有的易挥发的液体反应物, 为了避免反应物损耗和充分利用原料, 要在发生装置中设计冷凝回流装置。如在发生装置中安装长玻璃管等。

(4) 冷却问题。有的实验为防止气体冷凝不充分而受损失, 需用冷凝管或用冷水或冰水冷凝气体(物质蒸气), 使物质蒸气冷凝为液态便于收集。

(5) 防止倒吸问题(前已述)。

(6) 具有特殊作用的实验改进装置。如为防止分液漏斗中的液体不能顺利流出, 用橡皮管连接成连通装置; 为防止气体从长颈漏斗中逸出, 可在发生装置中的漏斗末端套住一支小试管等。

(7) 拆卸时的安全性和科学性。实验仪器的拆卸要注意安全性和科学性, 有些实验为防止“爆炸”或“氧化”, 应考虑停止加热或停止通气, 如对有尾气吸收装置的实验, 必须将尾气导管提出液面后才能熄灭酒精灯, 以免造成溶液倒吸; 用氢气还原氧化铜的实验应先熄灭加热氧化铜的酒精灯, 同时继续通氢气, 待加热区冷却后才停止通氢气, 这是为了避免空气倒吸入加热区使铜氧化, 或形成易爆气体; 拆卸用排水法收集需要加热制取气体的装置时, 需先把导管从水槽中取出, 才能熄灭酒精灯, 以防止水倒吸; 拆下的仪器要清洗、干燥、归位。

4. 实验设计与综合实验

化学实验方案的设计是在实施化学实验之前, 根据化学实验的目的和要求, 综合运用相关的化学知识和技能, 渗透有关的物理原理, 对实验的药品仪器、装置、程序、方法、条件控制、安全等所进行的一种科学完整规划。

制备实验方案的设计:

元素化合物的制备实验,要求考生要有牢固的元素化合物知识和比较熟练的实验技能;有机化合物的制备实验,要求考生要理解和掌握好各类有机物之间的相互转化关系,充分利用这种关系,可以为寻找有机物制备的合理途径、正确地进行有机制备提供科学的依据和正确的方法。

设计制备实验方案的思路是:列出可能的几种制备方法和途径,从方法是否可行、装置和操作是否简单、经济与安全等方面进行分析和比较,从中选取最佳的实验方法,在制定具体的实验方案时,还应注意对实验条件进行严格、有效的控制。

性质实验方案的设计:

物质的性质决定于其结构,并决定它的用途和制法,因此在进行性质实验方案的设计时,要充分了解物质的结构、性质、用途和制法之间的相互关系。根据物质的结构特点,再设计方案来探索或验证物质所具有的一些性质。

基本程序为:研究物质结构→预测可能性质→设计实验实施方案(方法、步骤、仪器、药品、操作要点、现象及分析、结论等)→实施实验→结论。

综合实验方案的设计:

(1)完成综合实验设计须具备的素质:①阅读、挖掘题给信息的能力;②选择药品仪器的判断力;③操作能力;④分析现象结论的能力;⑤分析实验过程的能力;⑥选择、组合、修改设计实验的能力;⑦综合运用知识、类比迁移、收敛发散思维的能力;⑧准确、清楚的文字表达能力;⑨扎实的基本功和创新精神。

(2)实验组合装置的连接顺序:一般为 **气体发生** → **除杂** → **干燥** → **主体实验** → **尾气处理**。考虑干燥与除杂的顺序时,若采用溶液除杂,则先净化后干燥;若采用加热除杂,则干燥在前;若用固体吸收剂常温除杂,则据题意而定。①尾气处理:有毒气体常采用溶液(或固体)吸收或将之点燃,无毒气体直接排空。若制备的物质极易水解(如 SnCl_4 、 AlCl_3 等),则需在尾部加装干燥管,以防空气中的水蒸气进入造成水解。②接口的连接:总体上遵循装置的排列顺序,但对于吸收装置应“长”进“短”出(或“深”入“浅”出);量气装置应“短”进“长”出;洗气装置应“长”进“短”出;干燥管应“粗”进“细”出。③气体发生一般按:装置选择与连接→气密性检验→装固体药品→加液体药品→开始实验(按程序)→拆卸仪器→其他处理等。④加热操作:主体实验加热前一般应先通原料气赶走空气后再点燃酒精灯,其目的—是防止爆炸,如 H_2 还原 CuO 、 CO 还原 Fe_2O_3 ;二是保证产品纯度,如制 Mg_3N_2 、 CuCl_2 等。熄灭酒精灯时,一般是“先点的则后灭”的原则。

(3)综合的思维过程:原理→反应物→仪器装置→现象→结论→作用意义→联想。如:①实验是根据什么性质和原理?实验目的是什么?②所用反应物名称、状态、代替物(据实验目的和相关的化学反应原理,进行全面分析比较和推理,并合理选择)。③有关装置:性能、使用方法、适用范围、注意问题、是否有替代装置可使用、仪器规格。④有关操作:技能、操作顺序、注意事项或操作错误的后果。⑤实验现象:自下而上,自左至右全面观察。⑥实验结论:直接结论、导出结论。

化学实验方案设计的基本要求:

(1)化学实验设计的内容:①实验目的;②实验原理;③实验用品(药品、仪器、装置、设备)及规格;④实验装置图、实验步骤和操作方法;⑤注意事项;⑥实验现象及结论记录表和结果处理;⑦问题和讨论。

(2)设计实验方案:①根据实验目的,阐明实验原理,选择合适的仪器和药品;②根据实验的要求,设计实验装置,画出装置图;③根据实验的特点,设计可行的操作步骤和观察重点,分析实验中应注意的事项;④实验结束后应写出完整的实验报告。

在设计实验时,应在各种方案中,通过对比和归纳,选择出具有安全性好、药品易得用量少、操作简便步

骤少、装置简单而现象明显的最佳方案。

(3)设计的基本要求:①科学性——实验原理、实验操作程序和方法必须正确。②安全性——尽量避免使用有毒药品和进行具有一定危险性的实验操作,若必须使用,应在方案中详述注意事项,以防造成环境污染和人身伤害。③可行性——实验所选用的药品、仪器、设备和方法等在中学现有实验条件下能够得到满足。④简约性——方案简单易行,应采用简单的实验装置,用较少的步骤和药品,并能在较短的时间内完成实验。⑤系统误差要小。

实验设计的注意事项:

(1)药品和装置是部分或刚好给出还是有剩余。若药品和装置只部分给出,则应需要作必要的补充,若有剩余,则应进行筛选和淘汰。

(2)题目条件有无特殊要求。如采用最简单或最合理的实验步骤,这些要求对我们考虑反应原理,选择药品和装置,确定操作步骤都作了限定,必须高度重视。

(3)实验过程中的隐蔽性操作。如某些必要的干燥、除杂、冷凝等,这些都是实验中必不可少的,但容易被忽略。

(4)药品的规格。有些题目要求指出药品的名称,这类问题学生最难答准确,如有些药品的准确描述为:硫酸铜粉末、澄清的石灰水、酸性高锰酸钾溶液、浓硫酸、饱和 NaHCO_3 、 NaOH 溶液等。此外也应注意某些仪器的规格。

(5)会画简单的实验装置图。

(6)设计实验时还要考虑以下因素:①净化、吸收气体及熄灭酒精灯时要防液体倒吸;②进行某些易燃易爆实验时要防爆炸(如 H_2 还原 CuO 应先通 H_2 , 气体点燃先验纯等);③防氧化(如 H_2 还原 CuO 后要“先灭灯再停氢”,白磷切割宜在水中等);④防吸水(如实验、取用、制取易吸水、潮解、水解的物质宜采取必要措施,以保证达到实验目的)。⑤冷凝回流:有些反应中,为减少易挥发液体反应物的损耗和充分利用原料,需在反应装置上加装冷凝回流装置(如长玻璃管、竖装的干燥管及冷凝管等)。⑥易挥发液体产物(导出时可为蒸气)的及时冷却。⑦仪器拆卸的科学性与安全性(也从防污染、防氧化、防倒吸、防爆炸、防泄漏等角度考虑)。⑧其他(如实验操作顺序、试剂加入顺序、实验方法使用顺序等)。

化学实验安全知识:

(1)防中毒事故:化学药品可通过呼吸道、消化道、五官以及皮肤的伤口侵入人体而引起中毒。为防止中毒,应注意以下几点:

①应设有良好的通风设备,使空气畅通。使用、制备有毒气体和有烟雾的实验应在密闭系统或通风橱中进行,外加尾气吸收处理装置。

②禁止在实验室内饮食和存放食品,餐具不准带进实验室,实验完后要用水把手洗净。

③皮肤上有伤口时,不能接触有毒物质,否则会经伤口进入人体而造成中毒。

④不可尝药品的味道。

⑤误食重金属盐应立即服生蛋白或生牛奶。

(2)防火灾事故:

①酒精及其他易燃有机物小面积失火,应迅速用湿抹布扑盖。

②钠、磷等失火宜用沙土扑盖。

③会用干粉及泡沫灭火器。

④火警电话“119”,急救电话“120”,也可拨“110”求助。

⑤因电失火应先切断电源,再实施救火。

(3)意外事故的处理:

- ①玻璃割伤等“机械类”创伤,应先除去伤口的玻璃等,再用双氧水擦洗消毒,尔后敷药包扎。
- ②烫伤宜找医生处理。
- ③浓酸撒在实验台上,先用 Na_2CO_3 (或 NaHCO_3) 中和,后用水冲擦干净;沾在皮肤上,宜先用干抹布拭去,再用水冲净,溅在眼中应先用稀 NaHCO_3 淋洗,然后请医生处理。
- ④浓碱撒在实验台上,先用稀醋酸中和,然后用水冲擦干净;沾在皮肤上,宜先用大量水冲洗,再涂上硼酸溶液;溅在眼中,用水洗净后再用硼酸溶液淋洗。
- ⑤液溴滴到手上,要立即擦去,再用酒精或苯擦洗。
- ⑥汞洒落后,应立即撒上硫粉,并打开墙下部的排气扇。
- ⑦磷灼伤,用 CuSO_4 溶液涂抹伤处。
- ⑧苯酚灼伤,先用乙醇洗涤,再用水冲洗。

(4)常用急救方法:

- ①若吸入有毒气体,中毒较轻时,可把中毒者移到空气新鲜的地方,保持温暖和安静,必要时可输氧,但不能随便进行人工呼吸;若中毒较重者应立即送医院治疗。
- ②若误服毒物,常用的方法是引起呕吐。催吐剂有肥皂水、1%硫酸铜溶液。误服毒物的急救和治疗一般由医务人员进行。
- ③若有毒物质落在皮肤上,要立即用棉花或纱布擦掉,再用大量水冲洗。

(5)实验应该安全操作:首先应该严格遵守实验室的有关规章制度。其次在操作中应特别注意防爆炸、防暴沸、防失火、防中毒、防倒吸。另外要注意废液的处理。



基础知识

一、化学实验基本操作

1. 化学试剂(药品)的取用

(1)固体试剂(药品)的取用:一般用药匙或纸槽,取块状的药品用镊子夹。方法是:

①用托盘天平称量药品,固体药品放在干净的称量纸上,称取易潮解有腐蚀的药品时,一定要把药品放在烧杯内;

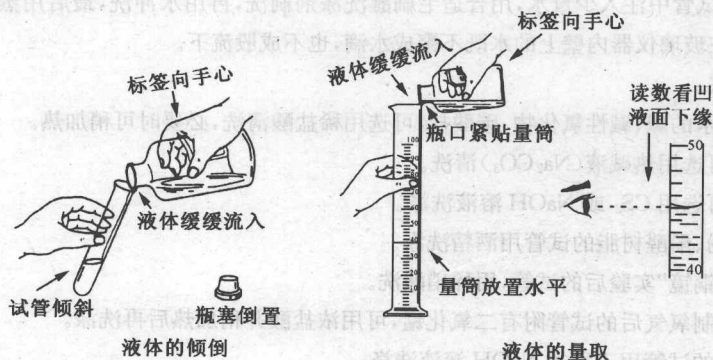
②把药品放入倾斜(或平放)的试管近底部,然后将试管直立(块状药品或密度大的金属颗粒要缓缓地滑到容器底部);

③药量:一般以盖满试管底部为宜。



往试管里送入固体粉末

(2)液体的取用:用量少时,可用胶头滴管吸取;取一定体积的液体可用移液管或滴定管;取液体量较多时,可直接用量筒量取,并倒入容器(向小口径容器倾倒液体时用玻璃棒引流)。



2. 仪器的连接和装置气密性的检验

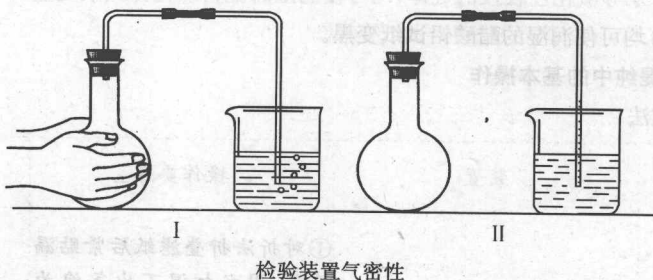
(1) 仪器和零件的连接:

在组装试验仪器时一般常用到:玻璃管、胶管、橡胶塞。在安装这些零件时,在接口处可以用清水润湿,慢慢旋转塞进接口,小心不要把玻璃管折断。



(2) 装置气密性的检验:

如图,用双手贴紧仪器,如果不漏气,里面的气体受热膨胀,导管口有气泡,手离开装置,在导管中会形成一段水柱。若无此现象说明漏气,需进行调整修理。



3. 玻璃仪器的洗涤



(1) 水洗法: 在试管中注入少量水, 用合适毛刷蘸洗涤剂刷洗, 再用水冲洗, 最后用蒸馏水清洗, 洗涤干净的标志是: 附着在玻璃仪器内壁上的水既不聚成水滴, 也不成股流下。

(2) 药剂洗涤法:

① 附有不溶于水的碱、碱性氧化物、碳酸盐, 可选用稀盐酸清洗, 必要时可稍加热。

② 附有油脂, 可选用热碱液(Na_2CO_3)清洗。

③ 附有硫磺, 可选用 CS_2 或 NaOH 溶液洗涤。

④ 附有碘、苯酚、酚醛树脂的试管用酒精洗涤。

⑤ 作“银镜”、“铜镜”实验后的试管, 用稀硝酸洗。

⑥ 用高锰酸钾制氧气后的试管附有二氧化锰, 可用浓盐酸并稍加热后再洗涤。

⑦ 盛乙酸乙酯的试管用乙醇或 NaOH 溶液洗涤。

4. 常见指示剂(或试纸)的使用

测定溶液 pH 的方法很多, 通常可用酸碱指示剂、pH 计和 pH 试纸。

(1) 酸碱指示剂一般是弱的有机酸或有机弱碱, 在一定的 pH 范围内显示一定颜色。

指示剂	变色范围(pH)		
甲基橙	<3.1 红色	3.1~4.4 橙色	>4.4 黄色
酚酞	<8.0 无色	8.0~10 浅红色	>10 红色
石蕊	<5.0 红色	5.0~8.0 紫色	>8 蓝色

(2) 常见试纸有石蕊试纸(红色或蓝色)、pH 试纸(黄色)、淀粉碘化钾试纸(白色)以及醋酸铅试纸等。用试纸测气体的酸碱性时, 应用镊子夹着试纸, 润湿后放在容器的气体出口处, 观察颜色的变化。用试纸测液体的碱性时应把试纸放在玻璃片或表面皿上, 用玻璃棒蘸取待测液涂在试纸上, 及时用比色卡比色, 读出待测液的 pH, 注意 pH 试纸不能用水润湿。

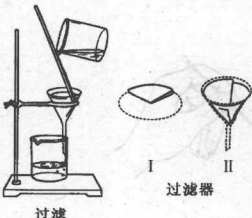
注意: ① 切不可把试纸投入到溶液中。

② Cl_2 、 Br_2 、 NO_2 、 O_2 等氧化性较强的气体, 均可使润湿的淀粉碘化钾试纸变蓝。


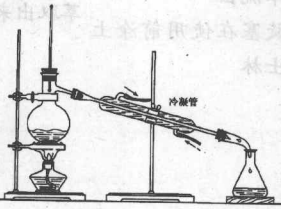
③ S^{2-} 、 HS^- 、 H_2S 均可使润湿的醋酸铅试纸变黑。

5. 物质的分离与提纯中的基本操作

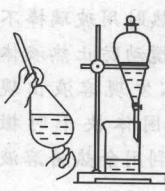

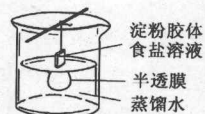


(1) 物理分离提纯法:

操作名称	适用范围和实例	装置	操作要点	举例	注意事项
过滤(沉淀液体分离, 例: 洗涤)	固体(不溶)—— 除去粗盐中的泥沙		① 对折法折叠滤纸后紧贴漏斗壁, 用水打湿不出气泡为止, 滤纸边缘低于漏斗; 过滤时加入漏斗的溶液面低于滤纸边缘, 即“一贴二低三靠” ② 过滤时: 烧杯嘴与玻璃棒接触; 玻璃棒与三层滤纸处相接触; 漏斗嘴紧靠玻璃烧杯壁 ③ 加水, 水面高于沉淀, 浸洗三次, 达到净化沉淀	粗盐提纯时, 把粗盐溶于水, 经过滤把不溶于水的固体杂质除去	① 要“一贴二低三靠” ② 必要时, 要洗涤沉淀(在过滤器中进行) ③ 定量实验的过滤要无损

续表

操作名称	适用范围和实例	装置	操作要点	举例	注意事项
蒸发结晶(重结晶)	固体—液体分离,例:食盐溶液的蒸发结晶 利用物质在同一溶剂中溶解度不同,进行固体—固体(均溶)分离。例: KNO_3 , $NaCl$ 的结晶分离	 蒸发	①蒸发皿可直接受热。固定在铁架台的铁环上 ②加热时用玻璃棒不断地搅动防止热液体溅出,发现溶液出现较多固体快干时撤火。利用余热将溶液蒸干	KNO_3 溶解度随温度变化大, $NaCl$ 溶解度随温度变化小,可用该法从 $NaCl$ 和 KNO_3 的混合物中提纯 KNO_3	①一般先配较高温度的饱和溶液,然后降温结晶 ②结晶后过滤分离出晶体
蒸馏分馏	分离沸点不同的液体混合物 例:从石油中分馏出各馏分。从乙醇、乙酸、浓 H_2SO_4 混合物中蒸馏出乙酸乙酯	 蒸馏	①蒸馏烧瓶加热要垫石棉网,温度计水银球放在支管口附近 ②冷凝管横放时头高尾低保证冷凝液自然下流,冷却水与被冷凝蒸气流向相反 ③烧瓶中放入多孔瓷片以防爆沸	制取蒸馏水,除去水中杂质;除酒精中水(加生石灰);乙醇和乙酸(先加 $NaOH$ 蒸馏,后加浓 H_2SO_4 蒸馏)分馏;石油分馏	①温度计水银球在蒸馏烧瓶支管口处 ②加沸石(碎瓷片) ③注意冷凝管水流方向应下进上出 ④不可蒸干
蒸发	分离溶于溶剂中的溶质	蒸发皿、三角架、酒精灯、玻璃棒	同蒸发结晶	从食盐水溶液中提取食盐晶体	①溶质不易分解,不易水解,不易被氧气氧化 ②蒸发过程应不断搅拌 ③近干时停止加热,余热蒸干
溶解	杂质与被提纯的物质在溶解性上有明显差异的混合物	分液装置或洗气装置或过滤装置		溴乙烷中的乙醇; Cl_2 中的 HCl ; $CaCO_3$ 中的 $NaCl$	①固体先研细 ②搅拌或振荡 ③易溶气体溶解要防倒吸 ④必要时加热 ⑤注意后续操作

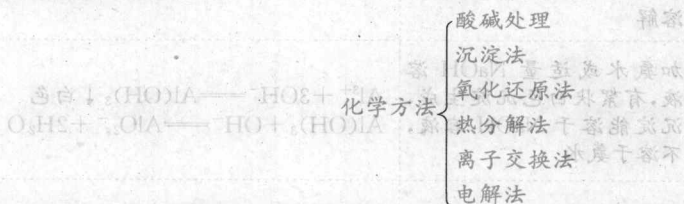
续表

操作名称	适用范围和实例	装置	操作要点	举例	注意事项
萃取分液	分液:两种互不相溶的液体的分离。萃取:利用溶质在两种互不相溶的溶剂中的溶解度不同,用一种溶剂把溶质从它与另一种溶剂所组成的溶液里提取出来	 <p>倒转分液漏斗</p>	①将溶液注入分液漏斗中,溶液总量不超过其容积的3/4,如图所示,两手握住分液漏斗,倒转分液漏斗并反复、用力振荡 ②把分液漏斗放在铁架台的铁圈中静置、分层 ③打开旋塞,使下层液体流出 ④旋塞在使用前涂上凡士林	除溴乙烷中乙醇(先水洗);水、苯的分离;除乙酸乙酯中乙酸(加饱和 Na_2CO_3 洗); CCl_4 把溶于水里的 Br_2 萃取出来	上层液体从上口倒出,下层液体从下口放出 ①萃取后再进行分液 ②对萃取剂的要求:与原溶剂互不混溶、不反应;溶质在其中的溶解度比在原溶剂中大;溶质不与萃取剂反应;两溶剂密度差别大 ③萃取后得到的仍是溶液,一般再通过分馏等方法进一步分离
洗气	气—气分离(杂质气体与试剂反应)例:用饱和食盐水除去 Cl_2 气中的 HCl 杂质,用 Br_2 水除去 CH_4 中的 C_2H_2		混合气体通入洗气瓶		
渗析	胶粒与溶液中的溶质分离。例:用渗析的方法除去淀粉胶体中的 NaCl		将要提纯的胶体装入半透膜中,将半透膜袋系好,浸入蒸馏水中,渗析的时间要充分	除 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体中的 HCl	要不断更换烧杯中的水或改用流水,以提高渗析效果
加热	杂质发生反应。例: Na_2CO_3 中含有 NaHCO_3 杂质, MnO_2 中混有炭粉杂质可用加热法除去		用玻璃棒搅拌,使受热均匀		
升华	分离易升华的物质。例:碘、茶的提纯				

续表

操作名称	适用范围和实例	装置	操作要点	举例	注意事项
盐析	胶体从混合物中分离出来。例：硬脂酸钠溶液中加入食盐细粒；鸡蛋白溶液中加入饱和 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 溶液。利用某些物质在加某些无机盐时，其溶解度降低而凝聚的性质来分离物质	烧杯、玻璃棒以及过滤仪器		从皂化液中分离肥皂、甘油；蛋白质的盐析	① 注意无机盐的选用 ② 少量盐能促进蛋白质的溶解，重金属盐使蛋白质变性 ③ 盐析后过滤
离子交换	将溶液中的离子与液体分离。例：软化硬水				

(2) 化学分离提纯法：



化学法要同时考虑到各组成成分及杂质的化学性质和特点，利用它们之间的差别加以分离提纯。一般原则是：①引入试剂一般只跟杂质反应；②后续试剂应能除去过量的前一试剂；③不引进新杂质；④杂质与试剂生成的物质易与被提纯物分离(状态类型不同)；⑤过程简单，现象明显，纯度要高；⑥尽可能将杂质转化为所需物质；⑦除去多种杂质时应考虑加入试剂的合理顺序；⑧如遇到极易溶解于水的气体时，应防止倒吸现象发生。在进行化学分离提纯时，进行完必要的化学处理后，要适时实施某些物理法操作(如过滤、分液等)。

①加热分解法。如 NaCl 中混有少量 NH_4HCO_3 ，加热使 NH_4HCO_3 分解。

②氧化还原法。利用氧化还原反应将杂质或氧化或还原，转化为易分离物质。如除去 CO_2 中的少量 O_2 ，可将气体通过热的铜网。

③沉淀法：将杂质转变为沉淀除去的方法。如除去 CO_2 中的 H_2S 气体，可将混合气体通入到 CuSO_4 溶液中。

④气化法：将杂质转变为气体使之除去的方法。如除去 NaCl 固体中的 Na_2CO_3 固体，可加入 HCl 将其中的 CO_3^{2-} 转变为 CO_2 气体。

⑤酸、碱法：利用杂质和酸或碱的反应将不溶物转变成可溶物，将气体杂质也可转入酸、碱中吸收来进行提纯。如除去 CuS 中混有 FeS 就可采用加入盐酸充分溶解，利用 FeS 和酸反应而 CuS 不反应的特点来除去 FeS。

⑥络合法：有些物质可将其转化为络合物达到分离目的。如 BaSO_4 中的 AgCl 可通过加入浓氨水，使 AgCl 转化为可溶的 $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{Cl}$ 除去。

⑦转化法:利用某些反应原理,将杂质转化为所需物质如 NaHCO_3 溶液中含 Na_2CO_3 ,可通足量 CO_2 转化; CaO 中含 CaCO_3 可加热转化等。有机物的分离一般不用此法,如除去乙酸乙酯中混有的乙酸,如果采用加入乙醇及催化剂(稀硫酸)并加热的方法,试图将乙酸转化为乙酸乙酯,这是适得其反的。其一是加入的试剂难以除去;其二是有机反应缓慢复杂,副反应多,该反应又是可逆反应,不可能反应到底将乙酸除尽。

⑧水解法:当溶液中的杂质存在水解平衡,而用其他方法难以除之,可用加入合适试剂以破坏水解平衡,使杂质转化为沉淀或气体而除去。如: MgCl_2 中的 FeCl_3 ,可用加 MgO 、 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 、 MgCO_3 等,降低 H^+ 浓度,促进 Fe^{3+} 水解为 $\text{Fe}(\text{OH})_3 \downarrow$,而不能加 NaOH 、 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 等。


⑨其他:如 AlCl_3 溶液混有 FeCl_3 ,可利用 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 的两性,先加过量氢氧化钠溶液,过滤,在滤液中通足量 CO_2 ,再过滤,在滤渣 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 中加盐酸溶解。此外还有电解法精炼铜,离子交换法软化硬水等。

多数物质的分离提纯采用物理—化学综合法。

分离提纯中一般考虑:先物理方法后化学方法,当多种物质混合物进行分离时,往往物理方法,化学方法同时综合考虑设计使用。

6. 离子的检验

(1)常见阳离子的特性及检验:

离子	检验试剂	主要实验现象	离子方程式及说明
Ba^{2+}	硫酸或硫酸盐溶液,稀硝酸	加 SO_4^{2-} 生成白色沉淀,再加稀 HNO_3 沉淀不溶解	$\text{Ba}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} = \text{BaSO}_4 \downarrow$ 白色
Mg^{2+}	NaOH 溶液	生成白色沉淀,当 NaOH 过量时,沉淀不溶解	$\text{Mg}^{2+} + 2\text{OH}^- = \text{Mg}(\text{OH})_2 \downarrow$ 白色
Al^{3+}	NaOH 溶液或氨水	加氨水或适量 NaOH 溶液,有絮状白色沉淀生成,沉淀能溶于 NaOH 溶液,不溶于氨水	$\text{Al}^{3+} + 3\text{OH}^- = \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow$ 白色 $\text{Al}(\text{OH})_3 + \text{OH}^- = \text{AlO}_2^- + 2\text{H}_2\text{O}$
Zn^{2+}	NaOH 溶液	生成白色沉淀,此沉淀可溶于过量 NaOH	$\text{Zn}^{2+} + 2\text{OH}^- = \text{Zn}(\text{OH})_2 \downarrow$ 白色 $\text{Zn}(\text{OH})_2 + 2\text{OH}^- = \text{ZnO}_2^{2-} + 2\text{H}_2\text{O}$
Fe^{3+} (黄色)	① NaOH 溶液 ② KSCN 溶液 ③ 加 OH^- 	①生成红褐色沉淀②溶液呈血红色③黑紫色	① $\text{Fe}^{3+} + 3\text{OH}^- = \text{Fe}(\text{OH})_3 \downarrow$ 红褐色 ② $\text{Fe}^{3+} + \text{SCN}^- = [\text{Fe}(\text{SCN})]^{2+}$ 血红色 ③ $\text{Fe}^{3+} + 6\text{C}_6\text{H}_5\text{OH} \rightarrow [\text{Fe}(\text{C}_6\text{H}_5\text{O})_6]^{3-} + 6\text{H}^+$