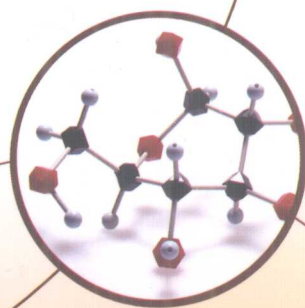


DAXUE PUTONG HUAXUE SHIYAN

高等学校基础化学实验系列教材 >>>

大学普通化学实验

王亦军 主编



化学工业出版社

高等学校基础化学实验系列教材

大学普通化学实验

王亦军 主编



化学工业出版社

北京

本书第一部分为化学实验基础知识和基本技能介绍。第二部分是实验内容,涵盖了大学普通化学理论教学的主要内容,每个实验包括实验目的、实验原理、仪器和试剂、实验步骤、注意事项、数据记录和处理、思考题等部分;还增加了综合设计性实验,供学生选择适当的题目,自行拟订实验方案和步骤完成实验。本书附录中收集了化学实验所需的常用数据表,便于查阅使用。

本书可作为高等院校非化学专业学生学习普通化学的实验教材,同时适合于高职、高专院校相关专业使用,也可供从事化学研究的人员、化学专业技术人员以及与化学密切相关的交叉学科的研究人员参考使用。

大学普通化学实验

王亦军 主编

图书在版编目(CIP)数据

大学普通化学实验/王亦军主编. —北京:化学工业出版社, 2009.3
(高等学校基础化学实验系列教材)
ISBN 978-7-122-04492-1

I. 大… II. 王… III. 化学实验-高等学校-教材
IV. O6-3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 211953 号

责任编辑:宋林青 任海蓬
责任校对:吴 静

文字编辑:杨欣欣
装帧设计:史利平

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)

印 装:化学工业出版社印刷厂

787mm×1092mm 1/16 印张10 $\frac{3}{4}$ 字数257千字 2009年3月北京第1版第1次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价:19.80 元

版权所有 违者必究

高等学校基础化学实验系列 教材编写指导委员会

主 任：黄家寅

副主任：李 悦 于先进 王亦军 董云会 曲建华

委 员：唐建国 于德爽 王培政 李 群 孙典亭

黄志刚 李月云 张 慧 赵剑英 汪学军

大学普通化学实验编写委员会

主 编：王亦军

副主编：胡艳芳 王凤云 张浴晖 黄 震 王 平

编 委：(按姓氏笔画排序)

王 蕊 王士霞 孙典亭 李志国 张 玮

张 静 张 慧 张志伟 林伯群 周丽坤

聂兆广 崔晓丽 解 蕾

前 言

本书是以青岛大学和山东理工大学等高校为主编单位合作出版的高等学校基础化学实验系列教材中的一册。该系列教材的编写目的是为普通高等院校的化学、化工类专业以及近化学、非化学类专业本科生提供一套适用性强的实验教材。

本书可作为非化学专业本科生的基础化学实验课教材,在内容上基本涵盖了大学普通化学的主要内容,主要由两部分组成。第一部分介绍化学实验基础知识,其中第1、2章介绍化学实验室基础知识,是学生进入化学实验室前必须学习的内容。第3、4章介绍化学实验的基本技能以及常用精密仪器的使用方法,目的是为了强化学生对实验基础知识的了解以及对实验规范化操作的训练。第5章介绍实验误差与数据处理。第二部分是实验内容,涵盖了大学普通化学实验教学的主要内容,共33个实验项目,每个实验包括实验目的、实验原理、仪器和试剂、实验步骤、注意事项、数据记录和处理、思考题等部分。在一些实验中还附有实验数据记录格式,可供学生参照使用。其中标注“*”号的为综合设计性实验,目的在于培养学生独立进行实验的能力,学生可以选择适当的题目,自行拟订实验方案和步骤完成实验。本书在附录中收集各类实验所需数据表,便于查阅使用。

本书的特点:

① 注重技能训练,增强教材的实用性。本书的编写宗旨是使学生加深对化学基本理论的理解、掌握化学实验的基本操作技能,养成严格、认真和实事求是的科学态度,提高观察、分析和解决问题的能力。

② 编者结合本校教学特色,在原自编校内教材的基础上,进一步精选实验内容,同时借鉴和汲取了其他实验教材中的一些经典内容,以增强教材的实用性。

③ 适用范围广,可作为综合性大学和高等师范院校类的非化学专业学生学习普通化学的实验教材,同时适合于高职、高专院校相关专业使用,也可供从事化学科学研究的人员、化学专业技术人员以及与化学密切相关的交叉学科的研究人员参考,有广泛的适用性。

本书由王亦军负责编写第一部分的第1、2、5章以及3、4章中的部分内容。胡艳芳编写第二部分的实验十八~实验二十五以及第3、4章中的部分内容;王凤云负责编写第二部分中的实验一、三、五、八、九、十一~十五等内容;张浴晖负责编写第二部分中的实验二、四、六、七、十、十六、十七等内容;黄震负责编写第二部分中的实验二十六~实验三十三等内容以及第4章中的部分内容。解蕾负责编辑附录,并在文字录入、图表制作和资料整理方面做了大量工作。全书由王亦军担任主编,负责全书的内容筹划、审核和统稿,孙典亭、张慧、周丽坤、王平、林伯群、聂兆广、李志国、张玮、王蕊、崔晓丽、王士霞、张静、张志伟等人参与了实验方法探索、资料收集整理等工作。

本教材的编写工作得到了青岛大学化学化工与环境学院和山东理工大学化工学院各位领导和同行的大力支持,在此表示衷心感谢。

由于编者水平所限,书中难免还有疏漏和不当之处,敬请读者批评指正。

编 者

2008年10月于青岛大学

目 录

第一部分 化学实验基础知识	1
第 1 章 绪论	1
1.1 化学实验的目的	1
1.2 学生实验守则	1
1.3 化学实验数据的记录、处理和实验报告格式	2
第 2 章 化学实验室基础知识	8
2.1 化学实验室安全知识	8
2.2 实验室意外事故的处理	9
2.3 实验室废液的处理	10
2.4 化学试剂的规格、存放和取用	11
2.5 实验用水	13
2.6 常用溶液的配制方法	13
2.7 普通化学实验中常用的简单仪器	15
第 3 章 化学实验的基本操作	18
3.1 简单玻璃工操作与塞子钻孔	18
3.2 玻璃仪器的洗涤和干燥	21
3.3 基本度量仪器的使用	22
3.4 加热与冷却方法	28
3.5 溶解、结晶和固、液分离	31
3.6 有机化学实验的基本操作	33
3.7 试纸的使用	44
3.8 托盘天平的使用	44
第 4 章 普通化学实验中常用精密仪器的使用	46
4.1 分析天平	46
4.2 pH 计	50
4.3 分光光度计	52
4.4 电导率仪	54
4.5 阿贝折光仪	55
4.6 旋光仪	58
4.7 旋转蒸发仪	60

第 5 章 实验误差与数据处理	61
5.1 误差	61
5.2 准确度与精密度	62
5.3 有效数字	62
5.4 实验数据记录、处理和分析结果表达	64
第二部分 实验部分	67
实验一 酒精喷灯的使用和玻璃工基本操作	67
实验二 分析天平的称量练习	69
实验三 溶液的配制	70
实验四 容量分析仪器的校准	71
实验五 酸碱溶液的配制与滴定	74
实验六 酸碱标准溶液的标定	76
实验七 缓冲溶液的配制与性质实验	77
实验八 氯化钠的提纯	79
实验九 气体常数的测定	81
实验十 醋酸电离常数的测定	83
实验十一 硝酸钾溶解度的测定	84
实验十二 硝酸钾的制备和提纯	86
实验十三 磺基水杨酸合铁配合物的组成及其稳定常数测定	88
实验十四 硫酸亚铁铵的制备及纯度分析*	90
实验十五 化学反应速率、反应级数和活化能的测定	92
实验十六 双氧水中 H_2O_2 含量的测定	94
实验十七 邻二氮杂菲分光光度法测定铁的含量	96
实验十八 蒸馏和沸点测定	98
实验十九 重结晶及过滤	101
实验二十 简单分馏	104
实验二十一 叔丁基氯的制备	106
实验二十二 乙酸乙酯的制备	107
实验二十三 乙酰水杨酸的制备	110
实验二十四 从茶叶中提咖啡因*	112
实验二十五 菠菜色素的提取和色素分离*	114
实验二十六 恒温槽性能测试及液体黏度测定	117
实验二十七 液体饱和蒸气压的测定	120
实验二十八 凝固点降低法测摩尔质量	123

实验二十九 双液系气液平衡相图	126
实验三十 电导法测定弱电解质的电离常数	128
实验三十一 黏度法测定高聚物的分子量*	130
实验三十二 蔗糖水解速率常数的测定	133
实验三十三 溶胶的制备及电泳	136
附录	139
附录 1 相对原子质量表	139
附录 2 常用化合物的相对分子质量表	140
附录 3 常用酸、碱在水中的离解常数	141
附录 4 难溶化合物的溶度积常数	147
附录 5 常用指示剂	150
附录 6 常用缓冲溶液	151
附录 7 常用基准物质	151
附录 8 市售酸碱试剂的含量及密度	152
附录 9 常用酸碱溶液的配制	152
附录 10 常用物理基本常数表	152
附录 11 一些液体的蒸气压	153
附录 12 不同温度下水和乙醇的折射率	153
附录 13 摩尔凝固点降低常数	154
附录 14 25℃时无限稀释水溶液的摩尔电导	154
附录 15 高分子化合物特性黏度与分子量关系式中的参数表	154
附录 16 常用有机化合物的物理常数	155
附录 17 常用试剂的性质与制备纯化	156
参考文献	161

第一部分 化学实验基础知识

第1章 绪 论

1.1 化学实验的目的

实验是普通化学课程不可缺少的一个重要组成部分,是培养学生独立操作、观察记录、分析归纳、撰写报告等多方面能力的重要环节。它的主要目的是:

① 使课堂中讲授的重要理论和概念得到验证、巩固、充实和提高,并适当地扩大知识面。普通化学实验不仅能使理论和知识形象化,并且能说明这些理论和规律在应用时的条件、范围和方法,较全面地反映化学现象的复杂性和多样性。

② 培养学生正确地掌握一定的实验操作技能。只有正确的操作才能得出准确的数据和结果,而后者又是正确结论的主要依据。因此,化学实验中基本操作的训练具有极其重要的意义。

③ 培养学生独立思考和独立工作的能力。学生需要结合课堂讲授的理论知识,仔细观察和分析实验现象,认真地处理数据并概括现象,从中得出结论。

④ 培养学生的科学工作态度和习惯。科学工作态度是指实事求是的作风,忠实于所观察到的客观现象。如果发现实验现象与理论不符时,应检查操作是否正确或所应用的理论是否合适等。科学工作习惯是指设计科学、安排合理、操作正确、观察细致、分析准确及推断合乎逻辑等,这些都是做好实验的必要条件。

1.2 学生实验守则

学生在进行实验时要遵守以下规则:

- ① 实验前一定要做好预习和实验准备工作,检查实验所需要的药品、仪器是否齐全。
- ② 实验时要集中精力,认真操作,仔细观察,积极思考,如实详细地做好记录。
- ③ 在实验室必须保持肃静,因故缺席未做的实验应该补做。
- ④ 爱护国家财物,小心使用仪器和实验室设备,注意节约水、电、煤气。每人应取用自己的仪器,不得挪用他人的仪器;公用仪器和临时供用的仪器用毕应洗净,并及时送回原处。如有损坏,必须及时登记补领。
- ⑤ 实验台上的仪器应整齐地放在一定的位置上,并经常保持台面的清洁。废纸、火柴梗和碎玻璃等应倒入垃圾箱内,酸性废液应倒入废液缸内,切勿倒入水槽,以防堵塞或锈蚀下水管道。碱性废液倒入水槽并用水冲洗。
- ⑥ 按规定量取用药品,注意节约。取用药品后,及时盖好原瓶盖。放在指定位置的药品不得擅自挪拿移位。

⑦ 使用精密仪器时, 必须严格遵循操作规程, 细心谨慎, 避免因粗心大意而损坏仪器。如发现仪器有故障, 应立即停止使用, 报告教师, 及时排除故障。使用后填写登记本。

⑧ 实验结束将所用仪器洗净并整齐地放回实验柜内, 柜内仪器应存放有序。注意实验台及试剂架清洁整齐, 关好电闸、水龙头和煤气。

⑨ 每次实验后由学生轮流值日, 负责打扫和整理实验室, 并检查水龙头、煤气开关、门窗是否关紧, 电闸是否关闭, 以保持实验室的整洁和安全。

⑩ 发生意外事故时应保持镇静, 不要惊慌失措; 遇有烧伤、烫伤、割伤时应立即报告教师, 及时急救和治疗。

1.3 化学实验数据的记录、处理和实验报告格式

1.3.1 实验数据的记录

学生应有专门的、预先编有页码的实验记录本, 不得撕去任何一面。绝不允许将数据记在单面纸或小纸片上, 或记在书上、手掌上等。实验记录本可与实验报告本共用, 实验后即在实验记录本上写出实验报告。

实验过程中的各种测量数据及有关现象, 应及时、准确而清楚地记录下来。记录实验数据时, 要有严谨的科学态度, 实事求是, 切忌夹杂主观因素, 决不能随意拼凑或伪造数据。在实验过程中, 如发现有数据算错、测错或读错而需要改动时, 可将该数据用一横线划去, 并在其上方写上正确的数字, 不要涂抹数据。

实验过程中测量数据时, 应注意其有效数字的位数。用分析天平称重时, 要求记录到 0.0001g ; 滴定管及吸量管的读数, 应记录至 0.01mL ; 用分光光度计测量溶液的吸光度时, 如吸光度在 0.6 以下, 应记录至 0.001 的读数, 大于 0.6 时, 则要求记录至 0.01 的读数。

实验记录上的每一个数据都是测量结果, 重复观测时, 即使数据完全相同, 也都要记录下来。

文字记录应整齐清洁; 数据记录尽可能整齐有规律地列表表示, 便于处理运算。

1.3.2 实验数据的处理

为了衡量分析结果的精密度, 一般对单次测定的一组结果 $x_1, x_2 \cdots x_n$, 计算出算术平

均值后, 应再计算单次测定偏差 $d_i = x_i - \bar{x}$ 、平均偏差 $\bar{d} = \frac{\sum_{i=1}^n |d_i|}{n}$ 、相对平均偏差 $d = \frac{\bar{d}}{\bar{x}}$ 、

单次测定结果的相对偏差 $\frac{x_i - \bar{x}}{\bar{x}}$ 。如果测定次数较多, 可用标准偏差 $s = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$ 和相

对标准偏差 $\frac{s}{\bar{x}} \times 100\%$ 等表示结果的精密度。若某一数值偏差较大时, 可以舍弃。其中相对偏差是化学实验中最常用的确定分析测定结果好坏的方法。

例如, 用 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 法五次测得铁矿石中 Fe 的质量分数分别为: 37.40% 、 37.20% 、 37.30% 、 37.50% 、 37.30% , 其数据处理如表 1-1 所示。

表 1-1 数据处理

序 号	$\omega_{\text{Fe}}/\%$	ω_{Fe} 平均值/ $\%$	绝对偏差/ $\%$	相对偏差/ $\%$
x_1	37.40	37.34	+0.06	0.16
x_2	37.20		-0.14	-0.37
x_3	37.30		-0.04	-0.11
x_4	37.50		+0.16	0.43
x_5	37.30		-0.04	-0.11

其他有关实验数据的统计学处理,例如,置信度与置信区间、是否存在显著性差异的检验及对可疑值的取舍判断等可参考有关书籍和专著。

1.3.3 实验报告的要求及撰写格式

实验结束后要写实验报告,应严格根据实验记录对实验现象作出解释,写出有关的化学反应式,或者根据实验数据进行计算,给出结果和结论。实验报告应简明扼要,字迹清楚、整洁,不得随意涂改。实验报告中记录的实验现象和实验数据都要尊重事实,养成严格的、严肃认真的科学态度。

1.3.3.1 分析测试类的实验报告

分析测试类的实验报告一般由以下六个部分组成:

- (1) 实验目的
- (2) 实验原理 简要地用文字或化学反应式进行说明。对特殊的实验装置,应画出实验装置图,对复杂设备要有简要结构示意图,复杂操作要有简要流程图等。
- (3) 仪器与试剂 列出实验所需的主要仪器和主要试剂,包括:仪器的型号、规格、生产厂家等;实验中用到的主要试剂名称和级别。
- (4) 实验步骤 尽量用简洁的语言或者用简图、表格、化学反应式和符号等来表示。
- (5) 数据记录与处理 应用文字、表格、图形等形式将测量数据和实验现象表示出来,记录数据尽可能表格化。根据实验结果要求,对测量结果进行必要的数据处理,计算出分析结果,给出实验误差大小以及精密度评价等。
- (6) 讨论 结合相关理论知识,对实验中观察到的现象、测量产生的误差以及实验结果等进行分析、讨论和评价,同时包括解答实验教材上的思考题。

适合于定量分析实验的报告示例:

实验一 EDTA 溶液的标定

一、实验目的 (略)

二、实验原理 (略)

三、实验内容

1. 准确称取纯锌 0.15~0.20g,滴加 10mL 1:1 盐酸溶液,待锌完全溶解后转移至 250mL 容量瓶定容。

2. 用移液管移取 25.00mL 锌离子溶液于锥形瓶中,加 2 滴二甲酚橙指示剂,滴加六亚甲基四胺至呈紫红色,再过量 5mL。

3. 用待标定 EDTA 溶液滴至由紫红色变为亮黄色。

四、数据记录和结果处理

记录项目	I	II	III
纯锌的质量/g			
纯锌的浓度/(mol · L ⁻¹)			
EDTA:最初读数/mL			
最后读数/mL			
净用量/mL			
c(EDTA)/(mol · L ⁻¹)			
$\bar{c}$ (EDTA)/(mol · L ⁻¹)			
相对平均偏差			

五、思考题及讨论 (略)

1.3.3.2 有机化学制备实验的报告要求

(1) 预习

有机化学实验课是一门带有综合性的理论联系实际的课程，必须在实验前认真地预习好有关实验内容，做好实验前预习，归结起来是读、查、写。

读：仔细阅读与本次实验有关的全部内容，不能有丝毫的马虎和遗漏。

查：通过查阅手册和有关资料来了解实验中要用到或可能出现的化合物的性能和物理常数。

写：在读和查的基础上认真写好预习笔记。每个学生都应准备一本实验预习和记录本。

预习笔记的具体要求是：

① 实验目的和要求，实验原理和反应式（主反应、主要副反应）；需用的仪器和装置的名称及性能、溶液浓度和配制方法；主要试剂和产物的物理常数，主要试剂的规格用量都要一一写在预习笔记本上。

② 阅读实验内容后，根据实验内容用自己的语言正确地写出简明的实验步骤（不是照抄！），关键之处应加注明。步骤中的文字可用符号简化。例如，化合物只写分子式；加热用“△”、沉淀用“↓”、气体逸出用“↑”……仪器以示意图代之。这样在实验前已形成了一个工作提纲，实验时按此提纲进行。

③ 合成实验，应列出粗产物纯化过程及原理。

④ 对于将要做的实验中可能会出现的问题（包括安全和实验结果）要写出防范措施和解决办法。

(2) 实验记录

实验时应认真操作，仔细观察，积极思考，并且应不断地将观察到的实验现象及测得的各种数据及时如实地记录在记录本上。应包括以下内容：

① 每一步操作所观察到的现象，如是否放热、颜色变化、有无气体产生、分层与否、温度、时间等。尤其是与预期相反或与教材、文献资料所述不一致的现象更应如实记载。

② 实验中测得的各种数据，如沸程、熔点、相对密度、折射率、称量数据（质量或体积）等。

③ 产品的色泽、晶形描述等。

④ 实验操作中的失误，如抽滤中的失误、粗产品或产品的意外损失等。

实验记录要求实事求是，文字简明扼要，字迹整洁。实验完毕后，将实验记录交教师审阅。

(3) 实验报告

实验报告是总结实验进行的情况、分析实验中出现的問題、整理归纳实验结果必不可少的基本环节,是把直接的感性认识提高到理性思维阶段的必要一步。主要包括以下几項:

① 理论产量及产率计算

$$\text{产率} = \frac{\text{实际产量}}{\text{理论产量}} \times 100\%$$

计算过程中应注意:

a. 参加反应的物质有两种或两种以上者,应以物质的量最少的物质为基准来计算理论产量和产率。

b. 不能用催化剂、引发剂来计算理论产量。

c. 有些反应某种产物以几种异构体形式存在时,计算产物的理论产量以各种异构体的理论产量之和,实际产量也是以各种异构体实际产量之和。

② 对实验的讨论 内容包括写出自己实验的心得体会和对实验的意见、建议。通过讨论来总结和巩固在实验中所学的理论和技术,进一步培养分析问题和解决问题的能力。

③ 书上相关的思考题

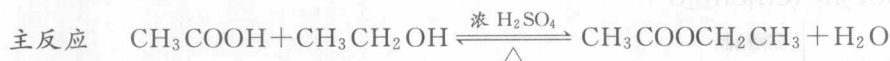
适合于有机制备实验的报告示例:

实验二 乙酸乙酯的制备

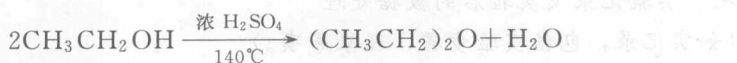
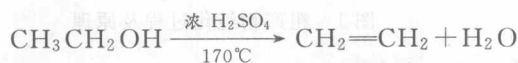
一、目的和要求

1. 掌握酯化反应原理,以及由乙酸和乙醇制备乙酸乙酯的方法;
2. 学习回流反应装置的搭建方法;复习洗涤、干燥、蒸馏等基本操作。

二、反应式



副反应



三、主要物料及产物的物理常数

名称	相对分子质量	性状	折射率	相对密度	熔点/ $^\circ\text{C}$	沸点/ $^\circ\text{C}$	溶解度/[g · (100mL 溶剂) $^{-1}$]		
							水	醇	醚
冰醋酸	60.05	无色液体	1.3698	1.049	16.6	118.1	∞	∞	∞
乙醇	46.07	无色液体	1.3614	0.780	-117	78.3	∞	∞	∞
乙酸乙酯	88.10	无色液体	1.3722	0.905	-84	77.15	8.6	∞	∞

四、主要物料用量及规格

冰醋酸 实验试剂, 15g(14.3mL, 0.25mol)

95%乙醇 实验试剂, 18.4g(23mL, 0.37mol)

浓硫酸 实验试剂, 13.8g(7.5mL, 0.14mol)

五、实验装置图(用铅笔作图并标明装置名称, 略)

六、实验过程与步骤

粗产物纯化过程及原理见图1。

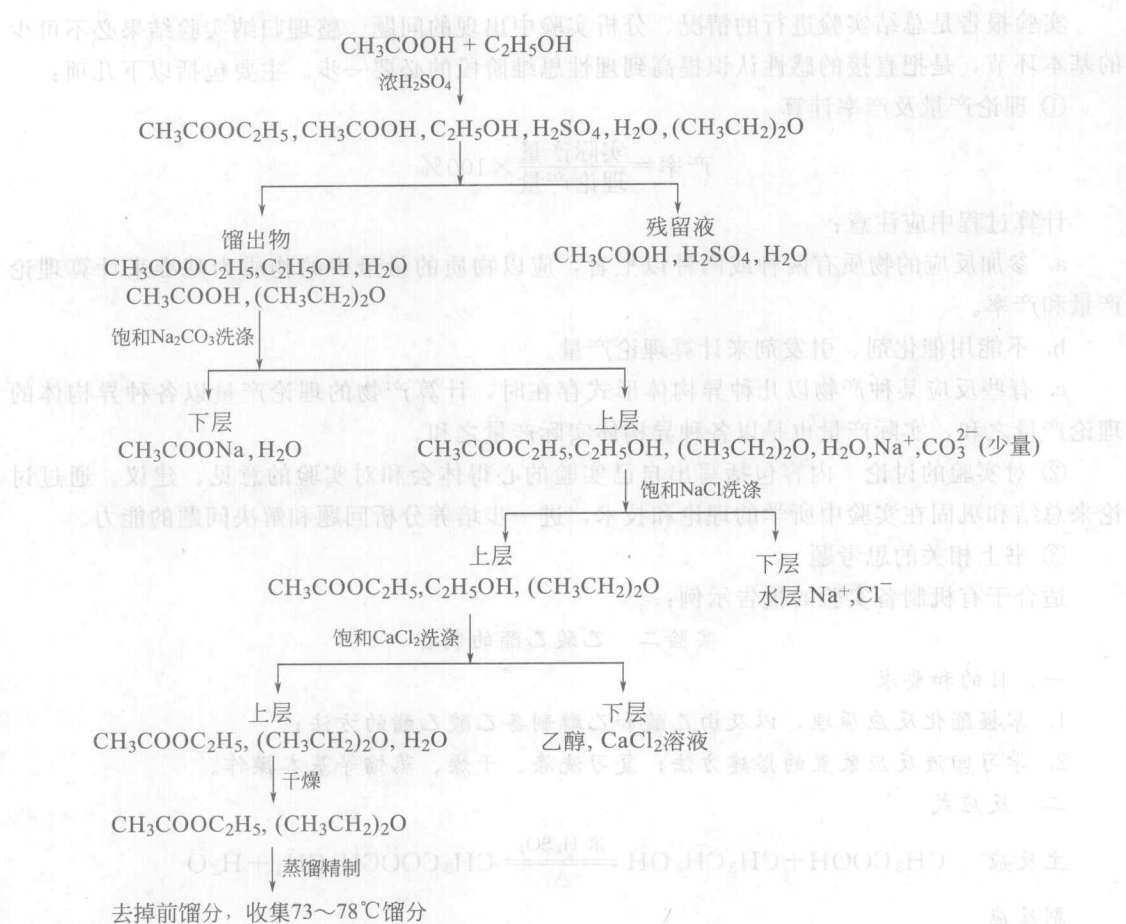


图1 粗产物纯化过程及原理

七、实验记录及实验后的数据处理

(如实记录, 包括实验步骤、现象等项。)

步 骤	现 象
合成: 圆底烧瓶中加 14.3mL 冰醋酸、23mL 95% 乙醇, 在摇动中慢慢加 7.5mL 浓硫酸, 加入几粒沸石, 装上回流冷凝管, 水浴加热	所用试剂均为无色液体, 混合后仍为无色 一段时间后, 溶液沸腾, 有无色液体回流
蒸馏: 沸腾回流 0.5h 后, 稍冷后加入沸石, 改为蒸馏装置, 水浴加热蒸馏	瓶内无色液体稍后沸腾, $t = 39.5^\circ\text{C}$, 收集第一滴液体 $t = 66.0^\circ\text{C}$, 一段时间后温度降至 62°C , 此时, 几乎不再有液体蒸出, 烧瓶内剩余液体为无色, 蒸出液体为无色透明有香味液体
洗涤: 向蒸出液体中加入饱和 Na_2CO_3 , 用 pH 试纸检验上层有机层, 转入分液漏斗分液, 取上层加入 10mL 饱和氯化钠洗涤	上下层均为无色透明液体, 用试纸检验中性 上层: 无色透明液体; 下层: 无色透明液体
取上层, 加入 10mL 饱和氯化钙洗涤	上层: 无色透明液体; 下层: 略显浑浊白色液体
取上层, 再加入 10mL 饱和氯化钙洗涤	上层: 无色透明液体; 下层: 无色透明液体
干燥: 取上层, 转入干燥的锥形瓶, 加入 2g 无水 CaCl_2 干燥 30min	粗产物无色澄清透亮, CaCl_2 沉于锥形瓶底部
精馏: 产物滤入 50mL 圆底烧瓶, 加沸石, 水浴蒸馏, 收集 $73\sim 78^\circ\text{C}$ 馏分	73°C 之前馏出液很少, 长时间稳定于 $74\sim 76^\circ\text{C}$ 左右, 后升至 78°C 后下降, 瓶中液体很少
停止蒸馏 产物外观, 质量	无色液体, 有香味, 锥形瓶重 31.5g, 共重 43.2g, 产品重为 11.7g

八、产率计算

因其他试剂过量，理论产量应按冰醋酸计算，0.25mol 冰醋酸能产生 0.25mol 乙酸乙酯。

$$\text{产率} = \frac{11.7}{0.25 \times 88} = 53.2\%$$

九、讨论（略）

十、思考题（略）

第2章 化学实验室基础知识

2.1 化学实验室安全知识

化学药品中很多是易燃、易爆、有腐蚀性和有毒的。因此,严格遵守关于水、电、煤气和各种仪器、药品的使用规定,重视安全操作,熟悉安全知识是非常必要的。

2.1.1 化学危险品分类

我国对常用危险化学品的危险性类别、危险标志及危险特性作了明确的规定(GB 13690—92)。常用危险化学品按危险特性分为8类:

第一类 爆炸品

本类化学品指在外界作用下(如受热、受压、撞击等)能发生剧烈的化学反应,瞬时产生大量的气体和热量,使周围压力急剧上升,发生爆炸,对周围环境造成破坏的物品,也包括无整体爆炸危险,但具有燃烧、抛射及较小爆炸危险的物品。

第二类 压缩气体和液化气体

本类化学品指压缩、液化或加压溶解的气体,并应符合下述两种情况之一者:

- ① 临界温度低于 50°C ,或在 50°C 时,其蒸气压力大于 294kPa 的压缩或液化气体;
- ② 温度在 21.1°C 时,气体的绝对压力大于 275kPa ,或在 54.4°C 时,气体的绝对压力大于 715kPa 的压缩气体;或在 37.8°C 时,雷德蒸气压力大于 275kPa 的液化气体或加压溶解的气体。

第三类 易燃液体

本类化学品系指易燃的液体、液体混合物或含有固体物质的液体,但不包括由于其危险性已列入其他类别的液体,其闭杯试验闪点等于或低于 61°C 。

第四类 易燃固体、自燃物品和遇湿易燃物品

易燃固体系指燃点低,对热、撞击、摩擦敏感,易被外部火源点燃,燃烧迅速,并可能散发出有毒烟雾或有毒气体的固体,但不包括已列入爆炸品的物品。

自燃物品系指自燃点低,在空气中易发生氧化反应,放出热量而自行燃烧的物品。

遇湿易燃物品系指遇水或受潮时,发生剧烈化学反应,放出大量的易燃气体和热量的物品,有的不需明火,即能燃烧或爆炸。

第五类 氧化剂和有机过氧化物

氧化剂系指处于高氧化态、具有强氧化性,易分解并放出氧和热量的物质,对热、震动或摩擦较敏感。

第六类 有毒品

本类化学品系指进入机体后,累积达一定的量,能与体液和器官组织发生生物化学作用或生物物理学作用,扰乱或破坏肌体的正常生理功能,引起某些器官和系统暂时性或持久性的病理改变,甚至危及生命的物品。

第七类 放射性物品

本类化学品系指放射性比活度大于 $7.4 \times 10^4 \text{ Bq} \cdot \text{kg}^{-1}$ 的物品。

第八类 腐蚀品

本类化学品系指能灼伤人体组织并对金属等物品造成损坏的固体或液体。

常用危险化学品的危险特性和类别都有明显的标志图形,如图 2-1 所示。

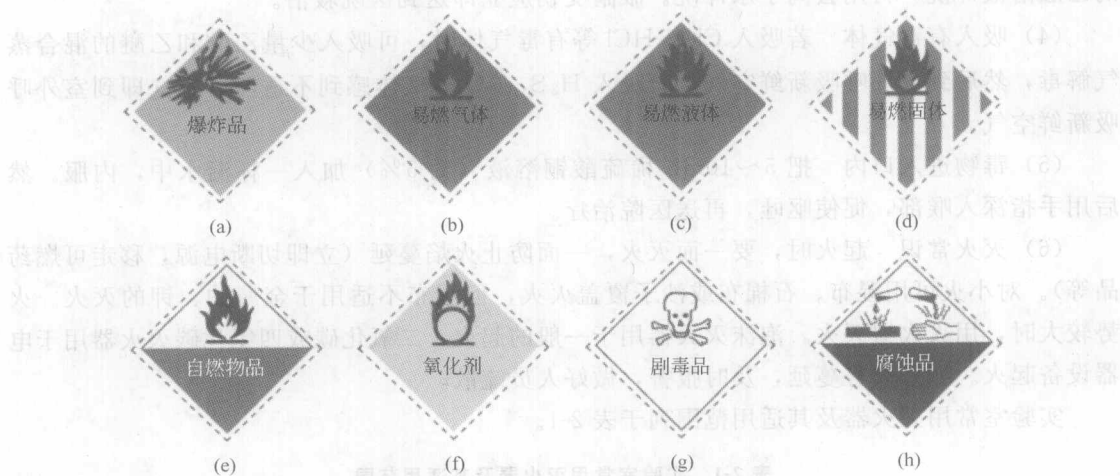


图 2-1 常用危险化学品的标志图形

2.1.2 实验室安全守则

① 不要用湿手接触电源。点燃的火柴用后应立即熄灭。

② 易燃物质如乙醇、乙醚、丙酮、苯等有机物,易分解易爆的物质如硝酸铵、氯酸钾等无机物,使用时一定要远离火源。试剂瓶用完盖紧瓶盖。使用氢气必须严禁接近明火。

③ 不要俯向容器去闻放出气体的气味。正确的做法是远离容器,将气体用手慢慢扇向自己的鼻孔。使用 H_2S 、 HF 、 Cl_2 、 CO 、 NO 、 NO_2 、 SO_2 、 Br_2 、 HCHO 等刺激性和有毒的气体或易挥发性液体,应在通风橱中进行操作。

④ 浓酸、浓碱具有强腐蚀性,使用应十分小心,切勿溅到皮肤和衣服上,特别要注意保护眼睛。稀释浓硫酸时,应将浓硫酸慢慢倒入水中,同时用玻璃棒不停地搅拌,而不能将水倒入浓硫酸中。

⑤ 有毒药品如重铬酸钾、可溶钡盐、铅盐、砷的化合物、汞的化合物和氰化物等不得进入口内或接触伤口。剩余的废液不能随便倒入下水道,应倒入指定的容器中回收处理。

⑥ 金属汞易挥发,并能通过呼吸道进入人体,逐渐积累而引起慢性中毒。如果汞洒落在桌面或地面上,应尽量收集起来,并用硫磺粉盖在洒落的地方,使之转化为不挥发的硫化汞。

⑦ 实验室内严禁饮食、吸烟。实验完毕要洗净双手。

2.2 实验室意外事故的处理

(1) 创伤 如被玻璃碎片扎伤,应先挑出伤口里的玻璃碎片,若伤口较小,可用去离子