



GAODENG ZHIYE JIAOYU ZHIYAO / SHENGWU ZHIYAO LEI ZHUANYE XILIE JIAOCAI

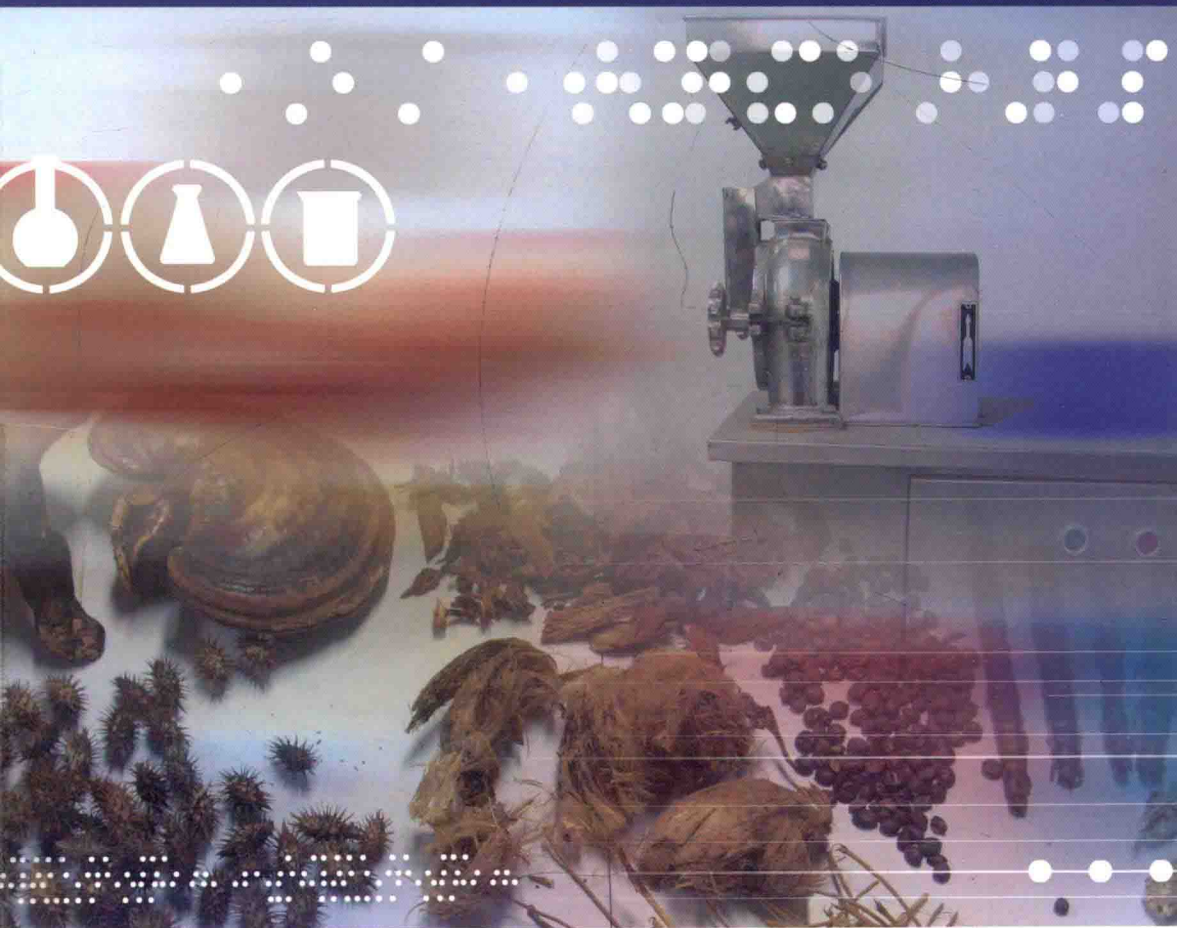
• 高等职业教育制药 / 生物制药类专业系列教材 •

中药制药技术 专业技能实训教程

ZHONGYAO ZHIYAO JISHU ZHUANYE JINENG SHIXUN JIAOCHENG

秦枫 主编

于生兰 李勇军 主审



高等职业教育制药/生物制药类专业系列教材

中药制药技术专业技能 实训教程

秦 枫 主编

于生兰 李勇军 主审

 中国轻工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

中药制药技术专业技能培训教程/秦枫主编. —北京: 中国轻工业出版社, 2010. 4

高等职业教育制药/生物制药类专业系列教材

ISBN 978-7-5019-7512-9

I. ①中… II. ①秦… III. ①中成药—制造—高等学校: 技术学校—教学参考资料 IV. ①TQ461

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 026462 号

责任编辑: 江 娟 石 悦

策划编辑: 江 娟 责任终审: 唐是雯 封面设计: 锋尚设计

版式设计: 王培燕 责任校对: 李 靖 责任监印: 马金路

出版发行: 中国轻工业出版社 (北京东长安街 6 号, 邮编: 100740)

印 刷: 河北高碑店市德裕顺印刷有限责任公司

经 销: 各地新华书店

版 次: 2010 年 4 月第 1 版第 1 次印刷

开 本: 720 × 1000 1/16 印张: 13.75

字 数: 277 千字

书 号: ISBN 978-7-5019-7512-9

定价: 22.00 元

邮购电话: 010-65241695 传真: 65128352

发行电话: 010-85119835 85119793 传真: 85113293

网 址: <http://www.chlip.com.cn>

Email: club@chlip.com.cn

如发现图书残缺请直接与我社邮购联系调换

90356JZX101ZBW

编写人员

主 编 秦 枫 (江苏畜牧兽医职业技术学院)

副主编 李 永 (江苏畜牧兽医职业技术学院)

陈 毓 (江苏畜牧兽医职业技术学院)

主 审 于生兰 (江苏畜牧兽医职业技术学院)

李勇军 (江苏倍康药业有限公司)

参编人员 (按姓氏笔画排序)

李 永 (江苏畜牧兽医职业技术学院)

李锋涛 (江苏畜牧兽医职业技术学院)

陈 毓 (江苏畜牧兽医职业技术学院)

段琼辉 (江苏畜牧兽医职业技术学院)

秦 枫 (江苏畜牧兽医职业技术学院)

梁 勇 (江苏畜牧兽医职业技术学院)

傅求平 (江苏畜牧兽医职业技术学院)

前 言

专业技术的应用及职业能力的培养是职业教育的根本,为了达到这一目标必须加强实践教学,并大力开发实践教材。《中药制药技术专业技能培训教程》正是为了体现高职教育的特点及要求,结合实践教学实际情况、项目课程、工学结合等人才培养模式改革,进一步完善以能力为主线的实践教学体系而推出的。

本书分为中药制药技术基本技能、专业技能和综合技能三个模块。重点介绍中药生产和制备过程中的基本操作技术、检验方法及要求,使本书更加贴近工作实际。主要任务是通过中药生产和制备过程中的各环节、各类型的检测项目、检测内容、检测方法及要求的训练,使读者能够按照标准操作规程完成中药常规制剂的生产与质量检测工作。

本书以《中药饮片加工技术》、《中药制剂技术》、《中药检验技术》、《中药药理》、《新药研制技术》等多门课程为基础,融合了中药提取技术、中药制剂技术、中药分析技术等多个技术领域,体现了多门课程、多技术领域的交叉渗透与复合,具有综合性、技术实践性、实用性和可操作性的特点。本书可作为中药相关专业、药品检验相关专业等相关岗位的岗前培训和继续教育的参考书,也可作为从事药物相关工作技术人员的技术指导用书等。

本书由江苏畜牧兽医职业技术学院秦枫担任主编,李永、陈毓担任副主编,由江苏畜牧兽医职业技术学院于生兰副教授和江苏倍康药业有限公司李勇军副总经理审定。参与本书编写的人员有江苏畜牧兽医职业技术学院李永、李锋涛、陈毓、段琼辉、秦枫、梁勇、傅求平。具体分工如下:李永(综合技能一至综合技能三)、李锋涛(专业技能一、专业技能二、专业技能三)、陈毓(专业技能七、专业技能八)、段琼辉(专业技能四、专业技能六)、秦枫(基本技能五、专业技能五)、梁勇(基本技能二项目六和项目七、基本技能三)、傅求平(基本技能一、基本技能二项目一至五、基本技能四)。

由于作者水平有限,书中不妥之处在所难免,敬请读者批评指正。

编者

2009年8月

目 录

上篇 基本技能

基本技能一 中药实训安全知识	1
基本技能二 中药实训常用标准溶液的配制与标定	4
项目一 盐酸标准溶液的配制和标定	4
项目二 氢氧化钠标准溶液的配制和标定	5
项目三 高锰酸钾标准溶液的配制和标定	7
项目四 硫代硫酸钠标准溶液的配制与标定	9
项目五 乙二胺四乙酸二钠标准溶液的配制和标定	10
项目六 一般溶液的配制	12
项目七 中药常用化学试剂和试液的配制	13
基本技能三 中药实训基本操作	17
项目一 粉碎、筛析与混合操作技术	17
项目二 浸提、浓缩操作技术	18
项目三 过滤操作技术	19
项目四 重结晶操作技术	23
项目五 减压蒸馏操作技术	25
项目六 萃取操作技术	28
项目七 灭菌、无菌操作技术	32
项目八 薄层色谱技术	37
项目九 层析柱装柱技术	40
基本技能四 常规仪器的使用	42
项目一 玻璃仪器的洗涤、干燥和保管	42
项目二 分析天平的使用和称量练习	43
项目三 生物显微镜的使用	46
项目四 灭菌锅的使用	50
项目五 酸度计的使用	52
项目六 紫外-可见分光光度计的使用	54
基本技能五 大型仪器的使用	56
项目一 气相色谱仪的使用	56
项目二 高效液相色谱仪的使用	58
项目三 红外分光光度计的使用	60

项目四 原子吸收分光光度计的使用	64
------------------------	----

中篇 专业技能

专业技能一 中药鉴定基本操作	69
专业技能二 各类中药材的鉴定	73
项目一 根及根茎类中药的鉴定	73
项目二 皮类中药的鉴定	76
项目三 叶类中药的鉴定	78
项目四 花类中药的鉴定	79
项目五 果实和种子类中药的鉴定	81
项目六 茎木类中药的鉴定	83
项目七 全草类中药的鉴定	84
项目八 动物类中药的鉴定	86
项目九 矿物类中药的鉴定	87
专业技能三 中药成方制剂的鉴定	89
项目一 六味地黄散的鉴定	89
项目二 补中益气丸的鉴定	90
项目三 抗骨增生胶囊的鉴定	92
项目四 鼻炎片的鉴定	94
专业技能四 中药炮制基本操作	97
项目一 净制	97
项目二 饮片切制	98
项目三 清炒法	99
项目四 加固体辅料炒法	101
项目五 炙法	103
项目六 煨法	105
项目七 蒸煮法	107
项目八 复制法	109
项目九 发酵法	110
项目十 发芽法	110
项目十一 制霜法	111
项目十二 烘焙法	112
项目十三 煨法	113
项目十四 提净法	113
项目十五 水飞法	114
项目十六 干馏法	115

专业技能五 中药有效成分的提取分离	116
项目一 麻黄中麻黄碱的提取与分离	116
项目二 大黄中醌类化合物的提取与分离	117
项目三 黄芩中黄芩苷的提取与分离	119
项目四 甘草酸的提取与甘草酸铵盐的制备	120
项目五 薄荷中挥发油的提取	122
专业技能六 各类中药制剂的制备	124
项目一 散剂的制备	124
项目二 丸剂的制备	125
项目三 颗粒剂的制备	127
项目四 片剂的制备	129
项目五 胶囊剂的制备	131
项目六 软膏剂的制备	132
项目七 浸出药剂的制备	134
项目八 口服液的制备	137
项目九 注射剂的制备	138
项目十 微囊的制备	141
项目十一 β -环糊精包合物的制备	143
专业技能七 中药的质量控制技术	146
项目一 高效液相色谱法测定葛根及葛根芩连丸中葛根素的含量	146
项目二 高效液相色谱法测定玉屏风口服液中黄芪甲苷的含量	147
项目三 气相色谱法测定藿香正气水中乙醇的含量	148
项目四 分光光度法测定益母草口服液中盐酸水苏碱的含量	150
项目五 双黄连口服液的质量分析	151
项目六 珍视明滴眼液的质量分析	154
项目七 甘草药材中有机氯类农药残留量的检查	155
专业技能八 中药药理试验	158
项目一 生草乌、制草乌的急性毒性实验	158
项目二 麻黄配桂枝对大白鼠足跖汗液分泌的影响	159
项目三 鱼腥草对发热家兔的解热作用	160
项目四 黄连的抗菌作用	161
项目五 生大黄、制大黄和大承气汤对小白鼠排便时间和数量的影响	162
项目六 秦艽对蛋清致大鼠足肿胀的影响	164
项目七 秦艽的抗炎作用	165
项目八 茵陈蒿汤对家兔胆汁分泌的影响	166
项目九 金钱草对家兔的利尿作用	168

项目十	四逆汤对大白鼠低血压状态的升压作用	169
项目十一	青皮和四逆散对家兔离体肠平滑肌的影响	170
项目十二	小蓟炭对小鼠凝血时间的影响	171
项目十三	天麻、钩藤对小鼠的镇静作用	172
项目十四	黄芪对小鼠游泳时间的影响	173
项目十五	人参对小鼠耐常压缺氧的影响	174

下篇 综合技能

综合技能一	中药的常规测定	176
项目一	水分的测定	176
项目二	灰分的测定	180
项目三	浸出物的测定	181
综合技能二	制药用水的制备及质量检查	183
综合技能三	常用中药制剂的制备、质量分析及药理作用	188
项目一	九分散的制备、质量分析及镇痛作用	188
项目二	复方丹参片的制备、质量分析及抗心肌缺血作用	191
项目三	六味地黄丸的制备、质量分析及免疫作用	193
项目四	双黄连口服液的制备、质量分析及平喘作用	196
项目五	灯盏细辛注射液的制备、质量分析及抗心肌缺血作用	200
参考文献		204

上篇 基本技能

基本技能一 中药实训安全知识

一、实训目标

学会实训室安全知识，强化安全意识，规范实验操作，学会事故的应急处理。

二、实训内容与步骤

1. 实训安全规则

在中药化学实验中，常使用甲醇、乙醇、乙醚、石油醚等易挥发、易燃烧，有毒的有机溶剂，不用手接触有腐蚀或有毒害的药品，不品尝任何药品的味道，闻气体要用手在瓶口挥动使之入鼻，千万不可直接把鼻孔凑到容器口去闻气味。因此使用时要保证安全，遵守有关规程和操作，若操作不慎，很容易发生事故，常见事故有“火灾”、“爆炸”、“外伤”、“中毒”等。为防止事故的发生，必须随时注意以下几点：

(1) 实验开始时应检查仪器是否完整无损，装置是否符合要求。回流、蒸馏时，冷凝水是否通畅，干燥管是否阻塞。若在常压下进行蒸馏或回流，仪器装置必须与大气相通，不能密闭（如密闭加热而导致的容器内压力增加，会引起装置爆裂，特别是使用明火时，装置中的可燃液体就会着火）。

(2) 回流或蒸馏低沸点易燃液体时，瓶内的液体不能超过其容积的三分之二，不能使用明火加热，应使用水浴或电热套。液体内要放几片沸石，防止过热冲瓶或暴沸。若在加热后发现未加入沸石，绝不能立即揭开瓶盖补放，而应停止加热，待液体冷却后才能加入，加热途中也不得加入活性炭脱色，否则也会发生暴沸。减压蒸馏使用玻璃仪器，质量要好，最好用圆底烧瓶，防止因机械强度不够，引起爆炸。

(3) 蒸馏、回流易燃，易挥发，有毒液体时，仪器装置切勿漏气。

(4) 试管加热一定不能集中加热，试管口不得对准人，严防液体过热而冲出。严禁所有的有机溶剂在烧瓶内直火加热，这是最危险的，如果有溶剂外露或者瓶底破裂，周围的操作人员处境非常危险。

(5) 可燃性气体使用时要特别注意安全，点燃前一定要检验气体的纯度。

(6) 氯仿（三氯甲烷）、四氯化碳、甲醇以及苯等高危溶剂，或者盐酸、氨水等强刺激性气体使用时注意排气通风。

(7) 加压柱层析时，层析柱及储液瓶机械性能要高、连接处要牢，并注意控制压力，以防装置炸裂。

(8) 使用电气设备（如电烘箱、电冰箱、真空泵、离心机等）及各种分析仪器时一定要弄清电路及操作规程，不懂就问，切勿自作主张。不能用湿手去开启电闸，以防触电。

(9) 实训室内严禁做与实训无关的事情。

2. 火灾事故处理

实训室一旦发生火灾事故时，应保持镇静，立即采取相应措施，以减少事故损失。首先，要立即断绝火源（如电源、煤油炉、煤气等），并移开附近的易燃物质。少量溶剂（如容积为 mL 级）着火，可任其烧完。三角瓶内溶剂着火可用石棉网或湿布盖熄。小火可用湿布或黄沙盖熄。火苗较大时应根据具体情况采用下列灭火器材。

泡沫灭火器：手提式化学泡沫灭火器由筒体、筒盖、喷嘴及瓶胆等组成。平时，瓶胆内装的是硫酸铝溶液，筒体内装的是碳酸氢钠溶液。当灭火器颠倒时，两种溶液混合，产生化学反应，喷射出泡沫。在喷射泡沫过程中，灭火器应一直保持颠倒的垂直状态，不能横置或直立过来，否则喷射会中断。如扑救可燃固体物质火灾，应把喷嘴对准燃烧最猛烈处喷射；如扑救容器内的油品火灾，应将泡沫喷射在容器壁上，从而使得泡沫沿器壁流下；如扑救流动油品火灾，操作者应站在上风方向，并尽量减少泡沫射流与地面的夹角，使泡沫由近而远地逐渐覆盖整个油面。该灭火器主要适用于扑救各种油类火灾，木材、纤维、橡胶等固体可燃物火灾。

干粉灭火器：使用前，首先要上下颠倒数次，使干粉预先松动，离火源 3 ~ 4m 时，拔出保险销，一手握住喷嘴，对准火源，另一只手的大拇指按下压把，干粉即刻喷出。带喷射软管的灭火器或储压式灭火器在使用时，一手应始终压下压把，不能放开，否则会中断喷射。干粉灭火器扑救可燃、易燃液体火灾时，应对准火焰根部扫射，如果被扑救的液体火灾呈流淌燃烧时，应对准火焰根部由近而远，要平射，并左右扫射，快速推进，直至把火焰全部扑灭。如果可燃液体在容器内燃烧，使用者应对准火焰根部左右晃动扫射，使喷射出的干粉流覆盖整个容器开口表面；当火焰被赶出容器时，使用者仍应继续喷射，直至将火焰全部扑灭。在扑救容器内可燃液体火灾时，应注意不能将喷嘴直接对准液面喷射，防止喷流的冲击力使可燃液体溅出而扩大火势，造成灭火困难。该灭火器主要适用于扑救各种易燃、可燃液体和易燃、可燃气体火灾以及电器设备火灾。

二氧化碳灭火器：是实训室中最常用的一种灭火器，灭火时只要将灭火器提到或扛到火场，在距燃烧物 5m 左右，放下灭火器拔出保险销，一手握住喇叭筒

根部的手柄，另一只手紧握启闭阀的压把。对不带喷射软管的二氧化碳灭火器，应把喇叭筒往上扳 $70^{\circ} \sim 90^{\circ}$ 。使用时，不能直接用手抓住喇叭筒外壁或金属连线管，防止手被烫伤。灭火时，当可燃液体呈流淌状燃烧时，使用者将二氧化碳灭火器的喷流由近而远向火焰喷射。如果可燃液体在容器内燃烧时，使用者应将喇叭筒提起，从容器的上部向容器中喷射。但不能将二氧化碳射流直接冲击可燃液面，以防止将可燃液体冲出容器而扩大火势，造成灭火困难。二氧化碳灭火器在室外使用时，应选择在上风方向喷射。在室内窄小空间使用时，灭火后操作者应迅速离开，以防窒息。该灭火器主要适用于各种易燃、可燃液体、可燃气体的火灾，还可扑救仪器仪表、图书档案、工艺器和低压电器设备等的初起火灾。

无论用何种灭火器，皆应从火的四周开始向中心扑灭。油浴和有机溶剂着火时绝不能用水浇，因为这样反而会使火焰蔓延开来。

若衣服着火，切勿奔跑，赶快脱下衣服。较严重者应躺在地上（以免火焰烧向头部）用防火毯紧紧包住，直至火熄，或打开附近的自来水开关用水冲淋熄灭。

若火势较大无法控制时，应迅速离开现场，并拨打火警救助电话 119 或报警服务电话 110。

3. 急救常识

（1）玻璃割伤 玻璃割伤是常见的事故，如为一般轻伤，应及时挤出污血，用消毒过的镊子取出玻璃碎片，用蒸馏水洗涤伤口，涂上红药水或碘酒后包扎好。如为大伤口，应立即用绷带扎紧伤口上部，使伤口停止出血，立即送医院。

（2）火伤 轻伤涂甘油或硼酸凡士林，重伤送医院。

（3）试剂灼伤 酸液或碱液灼伤皮肤时，伤处首先用大量水冲洗。若为浓硫酸灼伤，再用 5% 碳酸氢钠溶液洗涤；若为碱液灼伤，再用 1% 醋酸洗，最后用水洗，再涂上油膏凡士林。

酸液或碱液溅入眼睛中时，抹去溅在眼睛外面的酸液或碱液，立即用大量水冲洗（切不可揉眼睛）。若为酸液，再用 1% 碳酸氢钠溶液冲洗；若为碱液，再用 1% 硼酸溶液冲洗，最后用水冲洗，滴入蓖麻油。

酸液或碱液洒在衣服上，先用水冲洗。若为酸液再用稀氨水洗。若为碱液，再用 1% 醋酸溶液洗涤，然后用氢氧化铵中和多余的醋酸，最后用水洗涤。

酸液洒在地板上，先撒石灰粉，再用水冲洗。

上述各种急救法，仅为暂时减轻疼痛的措施。若伤势过重，在急救之后应速送医院。

基本技能二 中药实训常用标准溶液的配制与标定

项目一 盐酸标准溶液的配制和标定

一、实训目标

- (1) 学会分析天平的使用方法和称量技术。
- (2) 学会滴定操作的基本技能。
- (3) 学习间接法配制标准溶液的方法。
- (4) 学习用无水 Na_2CO_3 标定盐酸溶液的方法。

二、实训原理



在化学计量点时，由于生成的碳酸是弱酸，因此可用甲基红作指示剂。但为了使滴定终点变化敏锐，本实验采用甲基红 - 溴甲酚绿作指示剂，根据 Na_2CO_3 的质量和滴定所用盐酸溶液的体积，可以求出盐酸溶液的准确浓度。

三、主要仪器及试剂

仪器：量筒、烧杯、分析天平、称量瓶、酸式滴定管、锥形瓶。

试剂：0.1mol/L HCl 溶液、 Na_2CO_3 、甲基红 - 溴甲酚绿等。

四、实训内容与步骤

1. 盐酸标准溶液 (0.1mol/L) 的配制

用量筒量取计算所需体积的浓盐酸，倒入事先盛有少量蒸馏水的量筒中，加蒸馏水稀释至 1000mL。将配制的溶液转入洁净的试剂瓶中，摇匀，贴好标签，待标定。

2. 盐酸标准溶液的标定

用差减法准确称取干燥至恒重的 Na_2CO_3 0.15g，置于锥形瓶中，加 50mL 蒸馏水使之溶解，滴入甲基红 - 溴甲酚绿指示剂 8 滴，用 0.1mol/L 盐酸溶液滴定至溶液由绿色变为紫红色，停止滴定，加热煮沸 2min，溶液再转变到绿色，冷却至室温，继续滴定至溶液恰变到暗紫色为止，记下消耗的总体积，平行测定 3 份。

3. 实验记录与数据处理见表 1-1

表 1-1

盐酸标准溶液的标定结果

平行滴定编号	1	2	3
(称量瓶 + 无水 Na_2CO_3) 的质量 (倾倒前) m_1/g			
(称量瓶 + 无水 Na_2CO_3) 的质量 (倾倒后) m_2/g			

续表

平行滴定编号	1	2	3
倾倒出无水 Na_2CO_3 的质量 $m_{\text{Na}_2\text{CO}_3}/\text{g}$			
滴定管中盐酸标准溶液的初读数/mL			
滴定管中盐酸标准溶液的终读数/mL			
滴定消耗的盐酸 V_{HCl}/mL			
盐酸标准溶液的浓度 $c_{\text{HCl}}/(\text{mol/L})$			
c_{HCl} 平均值/ (mol/L)			
相对平均偏差/%			

盐酸标准溶液的浓度计算式为:

$$c_{\text{HCl}} = \frac{2m_{\text{Na}_2\text{CO}_3} \times 1000}{M_{\text{Na}_2\text{CO}_3} \times V_{\text{HCl}}}$$

式中 c_{HCl} ——盐酸标准溶液浓度, mol/L

$m_{\text{Na}_2\text{CO}_3}$ —— Na_2CO_3 质量, g

V_{HCl} ——滴定消耗的 HCl 体积, mL

$M_{\text{Na}_2\text{CO}_3}$ —— Na_2CO_3 的摩尔质量, g/mol

五、注意事项

(1) Na_2CO_3 溶解时振荡不要太剧烈。

(2) 煮沸 2min 后冷却至室温, 继续滴定, 终点要求能控制二分之一滴和四分之一滴加入。

六、考核标准

优秀: 能准确、熟练地完成操作环节, 操作总体正确率在 90% 以上。笔试和回答问题准确率高, 思路清晰。总体答对率在 90% 以上。

合格: 能完成操作环节, 操作基本规范, 操作正确率在 60% 以上。笔试和回答问题准确率尚可, 思路较清晰。总体答对率在 60% 以上。

不合格: 操作不规范出现差错, 达不到合格的要求。笔试和回答问题不准确。总体答对率在 60% 以下。

项目二 氢氧化钠标准溶液的配制和标定

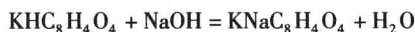
一、实训目标

- (1) 学会碱式滴定管的操作技术。
- (2) 学习间接法配制标准溶液的方法。
- (3) 学习用邻苯二甲酸氢钾标定氢氧化钠的方法。

二、实训原理

氢氧化钠标准溶液常用草酸和邻苯二甲酸氢钾等基准物质进行标定。本实验

采用邻苯二甲酸氢钾标定，它与氢氧化钠的反应为：



三、主要仪器及试剂

仪器：分析天平、称量瓶、烧杯、碱式滴定管、锥形瓶等。

试剂：0.1mol/L NaOH 溶液、邻苯二甲酸氢钾（优级纯）、酚酞指示剂（0.1% 的 60% 乙醇溶液）等。

四、实训内容与步骤

1. 氢氧化钠标准溶液（0.1mol/L）的配制

取澄清的氢氧化钠饱和溶液 5.6mL，加新沸过冷却后的水至 1000mL，摇匀。将配制的溶液转入洁净的试剂瓶中，贴好标签，待标定。

2. 氢氧化钠标准溶液的标定

用差减法称取邻苯二甲酸氢钾 0.4 ~ 0.5g，置于 250mL 锥形瓶中，加 50mL 蒸馏水溶解，再滴入 2 滴酚酞指示剂，用欲标定的氢氧化钠溶液滴定至溶液呈粉红色，在 30s 内不褪色为止。记录读数，平行测定 3 份。

3. 实验记录与数据处理见表 1-2

表 1-2 氢氧化钠标准溶液的标定结果

平行滴定编号	1	2	3
（称量瓶 + $\text{KHC}_8\text{H}_4\text{O}_4$ ）的质量（倾倒前） m_1/g			
（称量瓶 + $\text{KHC}_8\text{H}_4\text{O}_4$ ）的质量（倾倒后） m_2/g			
倾倒出 $\text{KHC}_8\text{H}_4\text{O}_4$ 的质量 $m_{\text{KHC}_8\text{H}_4\text{O}_4}/\text{g}$			
滴定管中氢氧化钠标准溶液的初读数/mL			
滴定管中氢氧化钠标准溶液的终读数/mL			
滴定消耗的氢氧化钠 $V_{\text{NaOH}}/\text{mL}$			
氢氧化钠标准溶液的浓度 $c_{\text{NaOH}}/(\text{mol/L})$			
c_{NaOH} 平均值/ (mol/L)			
相对平均偏差/%			

氢氧化钠标准溶液的浓度计算式为：

$$c_{\text{NaOH}} = \frac{m_{\text{KHC}_8\text{H}_4\text{O}_4} \times 1000}{M_{\text{KHC}_8\text{H}_4\text{O}_4} \times V_{\text{NaOH}}}$$

式中 c_{NaOH} ——氢氧化钠标准溶液浓度，mol/L

$m_{\text{KHC}_8\text{H}_4\text{O}_4}$ —— $\text{KHC}_8\text{H}_4\text{O}_4$ 质量，g

V_{NaOH} ——滴定消耗的 NaOH 体积，mL

$M_{\text{KHC}_8\text{H}_4\text{O}_4}$ —— $\text{KHC}_8\text{H}_4\text{O}_4$ 的摩尔质量，g/mol

五、注意事项

（1）在配制氢氧化钠标准溶液时采用新沸过冷却后的蒸馏水，可避免二氧化

碳的混入。

(2) 氢氧化钠标准溶液有效期 2 个月。

(3) 使用碱式滴定管时, 不能使玻璃珠上下移动, 更不能捏玻璃珠下部的乳胶管。

六、考核标准

优秀: 能准确、熟练地完成操作环节, 操作总体正确率在 90% 以上。笔试和回答问题准确率高, 思路清晰。总体答对率在 90% 以上。

合格: 能完成操作环节, 操作基本规范, 操作正确率在 60% 以上。笔试和回答问题准确率尚可, 思路较清晰。总体答对率在 60% 以上。

不合格: 操作不规范出现差错, 达不到合格的要求。笔试和回答问题不准确。总体答对率在 60% 以下。

项目三 高锰酸钾标准溶液的配制和标定

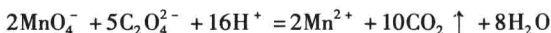
一、实训目标

(1) 学会高锰酸钾标准溶液的配制及标定方法。

(2) 加深对氧化还原滴定法理论的理解。

二、实训原理

在热的酸性溶液中, KMnO_4 和 $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 的反应如下:



三、主要仪器及试剂

仪器: 托盘天平、分析天平、酸式滴定管、锥形瓶、移液管、烧杯、称量瓶、量筒、棕色试剂瓶等。

试剂: 基准 KMnO_4 (固体)、基准 $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 。

四、实训内容与步骤

1. KMnO_4 标准溶液 (0.02mol/L) 的配制

称取配制 1000mL 0.1mol/L KMnO_4 溶液所需的固体 KMnO_4 , 置于 1000mL 烧杯中, 加入 200 ~ 250mL 蒸馏水, 加热煮沸使固体溶解。冷却后, 将溶液倒入棕色试剂瓶中 (注意烧杯底部不要残留 KMnO_4 固体), 稀释至约 1000mL, 充分振荡, 在暗处存放 7d 后, 用玻璃砂漏斗过滤, 除去 MnO_2 沉淀。滤液贮存于棕色试剂瓶中, 摇匀后即可标定和使用。

2. KMnO_4 标准溶液的标定

精密称取 105 ~ 110℃ 干燥至恒重的基准 $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 0.2g, 置于 250mL 锥形瓶中, 加入 50mL 蒸馏水, 3mol/L H_2SO_4 15mL, 小心加热到 70 ~ 85℃ (溶液刚好冒出蒸汽)。趁热用标准 KMnO_4 溶液滴定。开始时, 因反应速度很慢, 滴定速度要慢, 待前一滴溶液褪色后再加入第二滴。以后反应速度逐渐加快, 滴定速度也

要加快。近终点时滴定速度又要减慢，一直滴定至溶液出现稳定的粉红色（在30s内不褪色）为止，记下消耗的 KMnO_4 溶液的体积，平行测定3份。

3. 实验记录与数据处理见表1-3

表1-3 高锰酸钾标准溶液的标定记录

平行滴定编号	1	2	3
（称量瓶 + $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ ）的质量（倾倒前） m_1/g			
（称量瓶 + $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ ）的质量（倾倒后） m_2/g			
倾倒出 $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 的质量 $m_{\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4}/\text{g}$			
滴定管中高锰酸钾标准溶液的初读数/mL			
滴定管中高锰酸钾标准溶液的终读数/mL			
滴定消耗的高锰酸钾 $V_{\text{KMnO}_4}/\text{mL}$			
高锰酸钾标准溶液的浓度 $c_{\text{KMnO}_4}/(\text{mol/L})$			
c_{KMnO_4} 平均值/ (mol/L)			
相对平均偏差/%			

高锰酸钾标准溶液的浓度计算式为：

$$c_{\text{KMnO}_4} = \frac{2 \times m_{\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4} \times 1000}{5 \times M_{\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4} \times V_{\text{KMnO}_4}}$$

式中 c_{KMnO_4} ——高锰酸钾标准溶液浓度， mol/L

$m_{\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4}$ —— $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 质量，g

V_{KMnO_4} ——滴定消耗的高锰酸钾体积，mL

$M_{\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4}$ —— $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 的摩尔质量，g/mol

五、注意事项

(1) 标定 KMnO_4 溶液用的基准物质有 $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 和纯铁丝等。实训室中常用 $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 和 $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 。 $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 不含结晶水，容易提纯。

(2) 反应开始较慢，待溶液中产生 Mn^{2+} 后，由于 Mn^{2+} 的催化作用，反应越来越快。

(3) 滴定温度不应低于 60°C ，如果温度太低，开始的反应速度太慢；但不能过高，温度高于 90°C ，草酸会分解。

六、考核标准

优秀：能准确、熟练地完成操作环节，操作总体正确率在90%以上。笔试和回答问题准确率高，思路清晰。总体答对率在90%以上。

合格：能完成操作环节，操作基本规范，操作正确率在60%以上。笔试和回答问题准确率尚可，思路较清晰。总体答对率在60%以上。

不合格：操作不规范出现差错，达不到合格的要求。笔试和回答问题不准确。总体答对率在60%以下。