



新世纪高等学校规划教材·化学系列

化学测量实验

(第2版)

祖莉莉 胡劲波◎主编

北京师范大学化学实验教学中心◎组编

HUAXUE
CELIANG SHIYAN



北京师范大学出版集团

BEIJING NORMAL UNIVERSITY PUBLISHING GROUP

北京师范大学出版社



新世纪高等学校规划教材·化学系列

化学测量实验

常州大学图书馆
藏书章

(第2版)

祖莉莉 胡劲波◎主编
北京师范大学化学实验教学中心◎组编

HUAXUE
CELIANG SHIYAN



北京师范大学出版集团
BEIJING NORMAL UNIVERSITY PUBLISHING GROUP
北京师范大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

化学测量实验/祖莉莉, 胡劲波主编. —2 版. —北京: 北京师范大学出版社, 2017. 3

新世纪高等学校规划教材. 化学系列

ISBN 978-7-303-21891-2

I. ①化… II. ①祖… ②胡… III. ①化学实验—高等学校—教材 IV. ①O6-3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 013780 号

营销中心电话 010-62978190 62979006
北师大出版社科技与经管分社 www.jswsbook.com
电子信箱 jswsbook@163.com

出版发行: 北京师范大学出版社 www.bnup.com
北京市海淀区新街口外大街 19 号
邮政编码: 100875

印刷: 北京京师印务有限公司
经销: 全国新华书店
开本: 787 mm×1092 mm 1/16
印张: 13.75
字数: 300 千字
版次: 2017 年 3 月第 2 版
印次: 2017 年 3 月第 2 次印刷
定 价: 28.00 元

策划编辑: 范 林 雷晓玲 责任编辑: 范 林 雷晓玲
美术编辑: 刘 超 装帧设计: 刘 超
责任校对: 赵非非 责任印制: 赵非非

版权所有 侵权必究

反盗版、侵权举报电话: 010-62978190

北京读者服务部电话: 010-62979006-8021

外埠邮购电话: 010-62978190

本书如有印装质量问题, 请与印制管理部联系调换。

印制管理部电话: 010-62979006-8006

新世纪高等学校规划教材·化学系列

教材编写指导委员会

(按姓氏音序排列)

顾 问 刘伯里 刘若庄 刘知新

委 员 陈光巨 成 莹 方维海

黄元河 刘正平 欧阳津

王科志 王 磊 朱 霖

化学实验系列教材编写委员会

(按姓氏音序排列)

胡劲波 蒋福宾 贾志谦 李华民 李 君

李 奇 马思渝 申秀民 祖莉莉 张站斌

北京师范大学化学实验教学中心简介

北京师范大学化学实验教学中心成立于 1998 年，主要承担化学学院、生命科学学院、环境学院、资源学院、材料科学与工程系五个院系本科生的化学实验教学。“中心”成立以来，对化学实验教学进行大胆改革，本着“厚基础、宽口径、求创新”的实验教改原则，将原来依附于四大化学理论课的实验融会贯通，实验独立授课，构建了“一体化、多层次、多模式”的化学实验教学新体系。“中心”有雄厚的师资和现代化的实验教学设施，实验教学课程由“中心”统一安排，每年担任实验教学的教师超过 50 人，其中三分之一以上为教授，三分之二以上具有博士学位。教学资源统一管理，实现了科学高效的基础化学实验教学管理系统。“中心”于 2006 年被评为“北京市实验教学示范中心”，2007 年被批准为“国家级实验教学示范中心建设单位”，2012 年 11 月“中心”以优异的成绩通过国家级示范中心建设单位的验收，2014 年被评为国家级虚拟仿真实验教学中心。

序

北京师范大学化学学院从 1998 年成立化学实验教学中心开始,对实验教学体系进行全面改革,在一级学科平台上建立了实验教学的新体系。本着“厚基础、宽口径、求创新”的原则,按照“一体化、三层次”的实验教学模式,对实验课程独立设课,将原来依附于四大化学理论课的实验,融会贯通,设为三个层次的实验课程。第一层次为“化学基础实验”,以基本操作训练为主;第二层次为“化学合成实验”和“化学测量与计算实验”,是在第一层次基础上的提高;第三层次为“化学综合设计实验”,以研究性和设计性实验为主,教学重点进入到初步了解化学研究前沿领域以及与化学密切相关学科交叉领域,学习科学研究的基本思路和方法,熟练掌握各种实验技能,应用多种大型仪器进行实验结果测试分析,全面提高学生的综合素质。新的实验教学体系为培养学生的创新意识和创新能力搭建了一个广阔的平台。

实验教学改革过程中,教材建设是不可缺少的重要组成部分。北京师范大学化学实验教学中心在参编了普通高等教育“十五”国家级规划教材《化学基础实验》和《化学合成实验》之后,又组织编写了北京师范大学化学专业实验系列教材:《化学综合实验》《基础化学实验操作规范》《计算化学实验》《化学测量实验》《化学合成实验》《有机波谱分析及实验》《化学工程基础实验》。

该化学专业实验系列教材由北京师范大学化学学院一批长期承担化学实验教学的教师累积多年实验教学经验编写而成,较全面地涵盖了化学专业的学生在大学四年学习期间所必须掌握的化学实验相关知识和实验技能,同时还涉及部分当今化学研究的前沿领域和与化学密切相关的交叉学科的内容。这套系列教材不仅适合于综合性大学和高等师范院校类的化学专业本科生和研究生使用,也可供从事化学科学研究的人员以及与化学密切相关的交叉学科的研究人员参考。

该化学实验系列教材是实验教学改革的成果,改革是一个不断完善的过程。自 2007 年陆续出版以来,实验仪器和方法都有了更新。此次再版是以现行实验为基础,对部分实验内容进行了修改和补充。希望通过实验教学的改革、实验教材的建设,进一步提高高等院校的实验教学水平,培养更多的综合素质好、实验技能高的化学专业人才。

方维海

2016.12

前 言

本书是北京师范大学化学学院自 1998 年新的实验教学体系开始实施后使用的实验教材。为适应教学的需要，在第一版的基础上，对内容作了一些改动和删补。

本书是在北京师范大学化学学院化学测量实验讲义的基础上，参考了国内外相关实验教材编写而成的。内容包括两个部分，共 55 个实验。第 1 部分：物理化学实验，包括热化学实验、化学平衡和相平衡实验、化学动力学实验、界面化学实验、电化学实验和结构化学实验；第 2 部分：仪器分析实验，包括原子发射光谱法、原子吸收光谱法、分光光度法、红外吸收光谱法、电位分析法、伏安分析法、库仑分析法、气相色谱法和高效液相色谱法。附录部分介绍了化学测量实验常用的温度、压力、光学及电学基本测量仪器和使用方法。

参加本书编写和实验工作的有：丁万见、王艳、方维海、刘红云、刘亚军、邵久书、李运超、李奇、李晓宏、陈雪波、赵孔双、欧阳津、范楼珍、胡乃非、胡劲波、祖莉莉、秦卫东、晋卫军等。由祖莉莉、胡劲波通读全书，并修改、定稿。另外，北京师范大学出版社为本书的编写和出版做了许多工作，在此，表示衷心的感谢。

本教材可作为高等师范院校和综合性大学的化学实验课教材，也可供中学化学教师、化学化工类研究生和其他化学工作者参考。

由于编者的水平有限，书中缺点和错误在所难免，恳请读者给予批评指正。

编 者
2016.12

目 录

第 1 部分 物理化学实验

第 1 章 热化学实验	3
实验 1 燃烧热的测定——氧弹式热量计的使用	3
实验 2 恒温槽灵敏度曲线的绘制	7
实验 3 差热分析	11
第 2 章 化学平衡和相平衡实验	16
实验 4 液体饱和蒸气压的测定	16
实验 5 电导法测定醋酸离解度和离解常数	18
实验 6 凝固点降低法测相对分子质量	22
实验 7 双液系气液平衡相图	25
实验 8 二组分合金相图的绘制	28
第 3 章 化学动力学实验	31
实验 9 一级反应——蔗糖的转化	31
实验 10 乙酸乙酯皂化反应速率常数的测定	34
实验 11 复杂反应——丙酮碘化反应	37
实验 12 B-Z 化学振荡反应	41
实验 13 酶催化蔗糖转化反应	45
第 4 章 界面化学实验	50
实验 14 黏度法测高聚物相对分子质量的平均值	50
实验 15 胶体电泳速度的测定	54
实验 16 比表面测定——BET 容量法	58
第 5 章 电化学实验	65
实验 17 原电池电动势的测定	65
实验 18 离子迁移数的测定	69
第 6 章 结构化学实验	76
实验 19 溶液法测定极性分子的偶极矩	76
实验 20 磁化率测定	82
实验 21 X 射线粉末衍射法物相定性分析	85

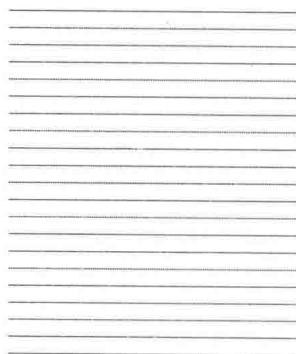
第2部分 仪器分析实验

第7章 原子发射光谱法	95
实验 22 原子发射光谱的摄谱方法	95
实验 23 原子发射光谱定性分析	102
实验 24 光谱半定量分析	106
实验 25 原子发射光谱法——测定粗盐中铁钙镁的含量(ICP-AES)	107
第8章 原子吸收光谱法	110
实验 26 原子吸收光谱法——自来水中镁的测定	110
实验 27 原子吸收光谱法——人发中锌的测定	113
实验 28 石墨炉原子吸收光谱法——痕量镉的测定	115
第9章 分光光度法	117
实验 29 邻二氮菲分光光度法——微量铁的测定	117
实验 30 光度法——混合液中 Co^{2+} 和 Cr^{3+} 双组分的测定	119
实验 31 分光光度差示法——样品中高含量镍的测定	121
实验 32 紫外吸收光谱定性分析的应用	123
实验 33 分光光度法——甲基橙离解常数的测定	124
第10章 红外吸收光谱法	127
实验 34 荧光分析法测定邻-羟基苯甲酸和间-羟基苯甲酸	127
实验 35 傅里叶变换红外光谱法——未知物的鉴定	128
实验 36 苯甲酸的红外光谱测定	129
实验 37 正丁醇-环己烷溶液中正丁醇含量的测定	131
第11章 电位分析法	133
实验 38 酸度计的性能检验	133
实验 39 电位滴定法——未知液中 I^- 的测定	137
实验 40 电位滴定法——酱油中氨基酸总量的测定	139
实验 41 直接电位法——配合物稳定常数的测定	140
第12章 伏安分析法	144
实验 42 单扫描示波极谱法——水样中镉的测定	144
实验 43 循环伏安法——电极过程的判断	145
实验 44 循环伏安法——电极机理的研究及药物的测定	147
实验 45 铁(Ⅲ)-三乙醇胺-过氧化氢体系中催化反应速率常数的测定	150
实验 46 极谱平行催化波——水中痕量钼的测定	151
实验 47 配位吸附波性质研究及茶叶中铜的测定	152
第13章 库仑分析法	156
实验 48 恒电流库仑滴定法——痕量砷的测定	156

实验 49 微库仑法—— $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 浓度的测定	158
第 14 章 气相色谱法	160
实验 50 气相色谱柱性能的测定	160
实验 51 气相色谱法——混合物的测定	162
实验 52 酒精饮料中各成分的分离和测定	165
第 15 章 高效液相色谱法	167
实验 53 高效液相色谱法测定苹果醋中有机酸含量	167
实验 54 高效液相色谱法——茶叶中儿茶素的测定	169
实验 55 硝基苯甲酸异构体的分离与对硝基苯甲酸纯度的测定	170
附录 仪器装置	173
附录 A 温度的测量与控制	173
附录 B 压力的测量与控制	181
附录 C 光学测量及仪器	188
附录 D 电学与电化学测量基础	196

物理化学实验

第1部分



第1章 热化学实验

实验1 燃烧热的测定——氧弹式热量计的使用

实验目的

1. 通过萘的燃烧热测定了解氧弹式热量计各主要部件的作用, 掌握燃烧热的测定技术。
2. 了解等压热效应与等容热效应的差别与联系及 $\Delta_c H_m^\ominus$ 的求法。
3. 学会用雷诺图解法校正所测温度的改变值。

实验原理

化合物的燃烧焓 $\Delta_c H_m^\ominus$ 是指 1 mol 物质在标准压力($p^\ominus$)时完全燃烧所放出的热量, 通常称为燃烧热。物质在燃烧时放出的热效应可用 Q_p (等压燃烧热) 和 Q_v (等容燃烧热) 来量度。二者的关系是

$$Q_p = Q_v + \Delta nRT \quad (1-1)$$

式中, Δn 为产物与反应物中气体物质的量之差; R 为摩尔气体常数; T 为反应的热力学温度。

测量化学反应热的仪器称为热量计(卡计)(见图 1-1)。本实验采用氧弹式热量计测量萘的燃烧热。氧弹(见图 1-2)是一个特制的不锈钢容器, 用氧弹式热量计测量物质的燃烧热是在等容的条件下进行的, 测得的是等容燃烧热(Q_v)。测量的基本原理是将一定量待测物质试样在氧弹中完全燃烧, 燃烧时放出的热量使卡计本身及氧弹周围介质(本实验用水)的温度升高。通过测定燃烧前后卡计(包括氧弹周围介质)温度的变化值, 就可以求出该试样的燃烧热。

其热量平衡方程为

$$\frac{m}{M_r} Q_r = W_{\text{卡}} \Delta T - Q_{\text{点火丝}} \cdot m_{\text{点火丝}} \quad (1-2)$$

式中, m 为待测物质的质量(g); M_r 为待测物质的相对分子质量; Q_r 为待测物质摩尔燃烧热的相反值($Q_v = -Q_r$); $W_{\text{卡}}$ 为热量计(包括热量计中的水)的水当量, 它表示热量计(包括介质)每升高 1 K 所需要吸收的热量, 热量计的水当量可以通过已知燃烧热的标准物(如苯甲酸, 它的等容燃烧热 $Q_v = -3228.60 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$)来标定; $m_{\text{点火丝}}$ 为点火丝(镍丝)的质量, 它应为燃烧前后两次称量之差值; $Q_{\text{点火丝}}$ 为点火丝的燃烧热, 若为镍丝, 其 $Q_{\text{点火丝}} = -3.243 \text{ kJ} \cdot \text{g}^{-1}$; ΔT 为试样燃烧前后热量计温度的变化值。求出热量计的水当量后, 就可用式(1-2)通过实验测定其他物质的燃烧热。

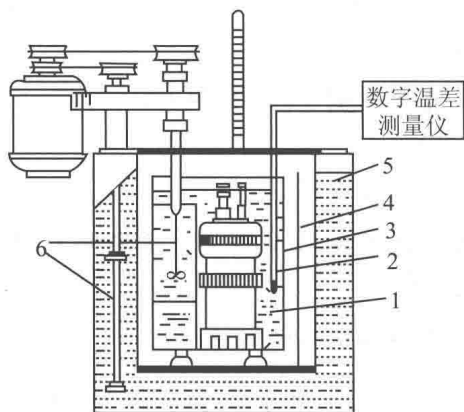


图 1-1 环境恒温式氧弹热量计

1—氧弹；2—温度传感器；3—内筒；
4—空气隔层；5—外筒；6—搅拌器

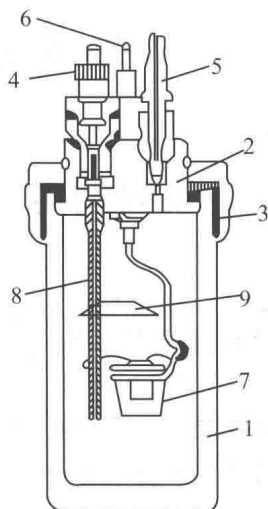


图 1-2 氧弹的构造

1—厚壁圆筒；2—弹盖；3—螺帽；4—进
气孔；5—排气孔；6—电极；7—燃烧皿；
8—电极(同时也是进气管)；9—火焰遮板

本实验成功的关键是试样必须完全燃烧，且无热量散失，尽量将燃烧后放出的热量全部传递给热量计本身和其中的水(2 500 mL)。因此氧弹中应充以高压氧气(或者其他氧化剂)；还要求氧弹密封、耐高压、抗腐蚀。为此，在热量计外面设置一个套壳。采用恒温套壳的称为外壳恒温热量计；采用绝热套壳的称为绝热热量计。本实验采用外壳恒温热量计。另外，为了减少辐射，热量计壁高度抛光。热量计与套壳之间还有挡板，以减少空气对流引起的热量散失。

但是，氧弹式热量计与环境之间的热交换是无法完全避免的，这可以是由于环境向热量计辐射进热量使其温度升高，也可以是热量计向环境辐射热量使其温度降低。因此燃烧前后引起的温度变化值(ΔT)不能直接准确测量，必须经过雷诺图解法进行校正。

校正的方法是：根据适量待测物燃烧前后观察到的水的温度值为纵坐标，时间为横坐标，作出温度-时间图，连成 $abcd$ 曲线(见图 1-3)，图中 b 点对应于开始燃烧之点， c 点为观测到的最高温度读数点。由于热量计与环境的热交换， ab 段及 cd 段不是水平线。取 b 点对应的温度 T_1 及 c 点所对应的温度 T_2 的平均值 $\frac{T_1 + T_2}{2}$ 为 T ，经过 T 点作横坐标的平行线 TO 与曲线 $abcd$ 交于 O 点，再过 O 点作纵坐标的平行线 AB 与 ab 及 cd 的延长线分别交于 E 、 F 两点，与 T_1b 的延长线交于 E' ，与 T_2c 线交于 F' 。 EE' 是环境辐射(或者搅拌)引起热量计的温度升高，必须扣除。 FF' 是热量计向环境辐射热量造成的温度下降，故必须补上。可见，经过这样校正后的温度差才能表示试样燃烧使热量计温度发生变化的值(ΔT)。

有时热量计绝热情况良好，热量散失少，搅拌器功率比较大时，又会不断地引进少量热量，使得燃烧后的温度最高点不明显出现。在这种情况下，仍可采用上述的作图法(见图 1-4)进行校正，求 ΔT 。

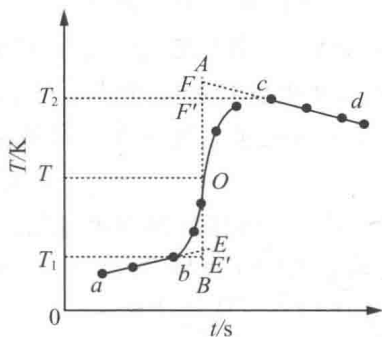


图 1-3 绝热较差时的温度校正图

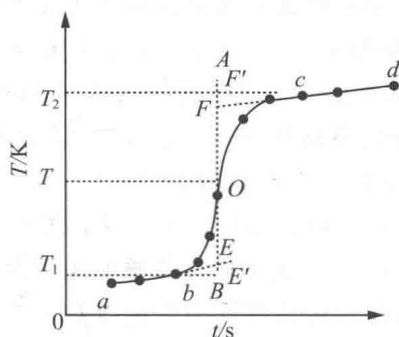


图 1-4 绝热良好时的温度校正图

必须指出, 此作图法不适用于校正时热量计的温度和环境温度相差太大的情况(最好不超过 $2\sim 3\text{ }^{\circ}\text{C}$), 否则会引起误差。

实验用品

1. 仪器: ZR-3R 燃烧热实验装置, 容量瓶, 压片机, 氧气钢瓶及减压阀, 电子分析天平, 温度计($0\sim 50\text{ }^{\circ}\text{C}$), 万用电表, 台秤。
2. 试剂: 萘(AR), 苯甲酸(AR), 镍丝(AR, 点火丝)。
3. 工具: 尺子, 大头针, 剪刀。

实验步骤

(一) 热量计的水当量($W_{\text{卡}}$)测定

1. 试样压片

为了保证试样在氧弹中完全燃烧, 防止粉末状的试样在燃烧时飞散以及在充氧时被冲散造成误差, 必须压成片状。压片前, 先检查压片用钢模, 如发现钢模有铁锈、污物等, 必须擦净后才能进行压片。取约 10 cm 长的镍丝在中段绕 $5\sim 6$ 圈, 放在分析天平上准确称量。另用台秤称取约 0.6 g 苯甲酸, 把镍丝放在苯甲酸中, 在压片机中压成片状, 除去碎屑, 在分析天平上准确称量。将氧弹的弹头放在氧弹架上, 把镍丝的两端分别固定在氧弹帽下方的两个电极上, 注意镍丝不要碰到燃烧皿壁上。把氧弹盖放在弹体上, 旋紧氧弹盖。

2. 严格按操作规程使用高压氧瓶充氧

用高压铜线管与氧气进气管连接。打开氧气钢瓶上端氧气出口阀(钢瓶的使用参阅本实验附注), 同时打开氧弹的放气管, 以排除氧弹内的空气(使用见附注第1项)。使氧弹内空气排除后, 随即拧紧氧弹放气管。使氧弹中约充有 1.5 MPa 大气压的氧气, 关闭减压阀。取下氧弹, 关闭氧气钢瓶上端的阀门, 打开减压阀, 放掉管道和氧气表中的余气。

本实验采用 WGR-I 型微电脑热量计的充氧装置(使用见附注第2项), 开始先充少量氧气(0.5 MPa), 然后开启出口, 赶出氧弹中的空气, 再充入 1.0 MPa 的氧气。

3. 燃烧和测量温度

取 2500 mL 的自来水倒入内桶中。将电极安装在氧弹上, 用万用表检查氧弹的电极是否是通路。若不是通路, 必须重新装氧弹。若是通路, 则将氧弹放入内桶中, 盖上盖

子,装好搅拌器,将温差测量仪的探头插入水中。打开仪器开关,按下“显示切换”,调节“时间设定”到 30 s,同时按下“显示切换”和“时间设定”。待温度稳定后,打开搅拌开关,每隔 30 s 读取水温一次直至连续五次水温有规律微小变化(约 10 个点)。按下点火按钮,当数字显示开始明显升温时,表示样品已燃烧,每 30 s 记录温度一次,当温度升至最高点,再记录 10 次,停止实验。

实验停止后,取出温度温差探头,取出氧弹。用放气阀将氧弹内余气放出,最后旋下氧弹盖,检查样品燃烧结果。若弹中无未燃尽的剩余物(Ni 丝除外),表示燃烧完全,称取剩余镍丝质量。若留有黑色残渣,表示燃烧不完全,实验失败。

把氧弹和燃烧皿擦净,倒去内桶中的水,把物件用毛巾擦干,待用。

(二)萘的燃烧热测定

称取约 0.5 g 的萘,按上述方法进行压片、燃烧等实验操作,重复上述实验。

(三)结果处理

1. 用图解法求出苯甲酸、萘燃烧引起热量计温度的变化值(ΔT)。
2. 计算热量计的水当量(W_K)。
3. 计算萘的等容燃烧热(Q_V)。
4. 由萘的 Q_V , 计算萘在实验温度下的 Q_p 。
5. 由有关手册查出萘在标准状态下的恒压燃烧热($\Delta_c H_m^\ominus$), 并与本实验测定值(Q_p)比较, 计算其相对误差。

思考与讨论

1. 简述装置氧弹和拆开氧弹的操作过程中应注意些什么问题, 保证试样充分燃烧需采取哪些措施。
2. 讨论等容热效应(Q_V)与等压热效应(Q_p)之间的差别与联系。
3. 完成数据记录和处理结果, 计算误差并分析误差产生的原因。
4. 根据有关热力学数据计算萘在标准状态下的燃烧热($\Delta_c H_m^\ominus$)。
5. 为什么实验测量得到的温度差值要经过作图法校正?

参考文献

1. 东北师范大学, 等. 物理化学实验. 第 2 版. 北京: 高等教育出版社, 1989.
2. 崔献英, 等. 物理化学实验. 合肥: 中国科学技术大学出版社, 2000.
3. 古风才, 等. 基础化学实验教程. 北京: 科学出版社, 2000.
4. 北京师范大学, 等. 化学基础实验. 北京: 高等教育出版社, 2004.

附 注

1. 从气体厂刚充满氧的钢瓶压力可达 15.0 MPa(150 atm), 氧气瓶需使用氧气压力表, 表的构造如图 1-5 所示。

氧弹充氧程序(在燃烧热实验中):

- (1) 将氧气瓶摆稳固定(直立缚牢), 取下瓶上钢帽, 将氧气表与钢瓶接上。
- (2) 将氧弹盖旋紧, 关紧出气阀, 将进气阀上盖除去, 将紫铜管接上。
- (3) 将供气阀门 f 关上, 将阀门 a 打开, 总压力表 c 指出钢瓶内总气压, 旋紧调压阀门 d

(向上顶)一直至压力表 e 指示实验所需压力(2.0 MPa, 约为 20 atm)。

(4) 打开供气阀门 f, 氧气就灌入氧弹内(有些表没有供气阀门, 可直接灌入), 压力表 e 稍降又复回升, 至压力表指针稳定为止(约 1 min), 这时氧气就已充好。

(5) 关紧阀门 f, 再关阀门 a, 松开紫铜管与氧弹接头, 放开阀门 f 放去余气, 松开阀门 d, 恢复原状。

(6) 氧弹充气后, 需检查不漏气, 才能点火燃烧。

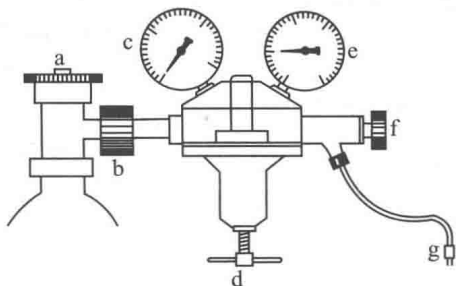


图 1-5 氧气表

a—总阀门; b—氧气表和钢瓶连接螺旋; c—总压力表; d—调压阀门;
e—分压力表; f—供气阀门; g—接氧弹进气口螺旋

2. WGR-I 型微电脑热量计所附充氧装置使用说明。

将本装置置于水平工作台上。用扳手将进气导管上的连接螺母拧紧在氧气瓶的减压阀上, 然后旋开氧气瓶上的总阀, 细心调节氧气瓶上的减压阀调节装置, 使减压阀上压力表指示在 2.5 MPa 左右, 将氧弹置于底板或垫板上, 氧弹的进气阀对正气嘴, 压下手柄杆, 此时, 氧弹进气阀塞与气嘴内阀塞互相顶起, 氧气便可由气嘴充入氧弹。观察装置上压力表指示针在 2.5 MPa; 继续压住手柄, 直至指针稳定在该压力值上, 在此位置保持 10 s 左右, 再抬起手柄, 使气嘴与氧弹进气阀体脱开, 至此, 充氧工作完毕。

实验 2 恒温槽灵敏度曲线的绘制

实验目的

1. 组装一个恒温槽, 并绘制该恒温槽的灵敏度曲线。
2. 仔细观察接点温度计的结构, 正确使用温度计。

实验原理

物质的物理和化学性质, 如折射率、蒸气压、密度、表面张力及动力学中速率常数等的测定都与温度有关, 所以许多物理化学实验都需要在恒温条件下进行才有意义。恒温槽就是实验中常用的恒温装置。

由于恒温槽的温度控制装置属于二位置通断类型, 升降温时都会出现温度传递的滞后现象。因此恒温槽的控温有一个波动范围, 而且搅拌效果的优劣也会影响到槽内各部位温度的均匀性。灵敏度是衡量恒温槽好坏的重要标志。控制温度的波动范围越小, 槽内各处