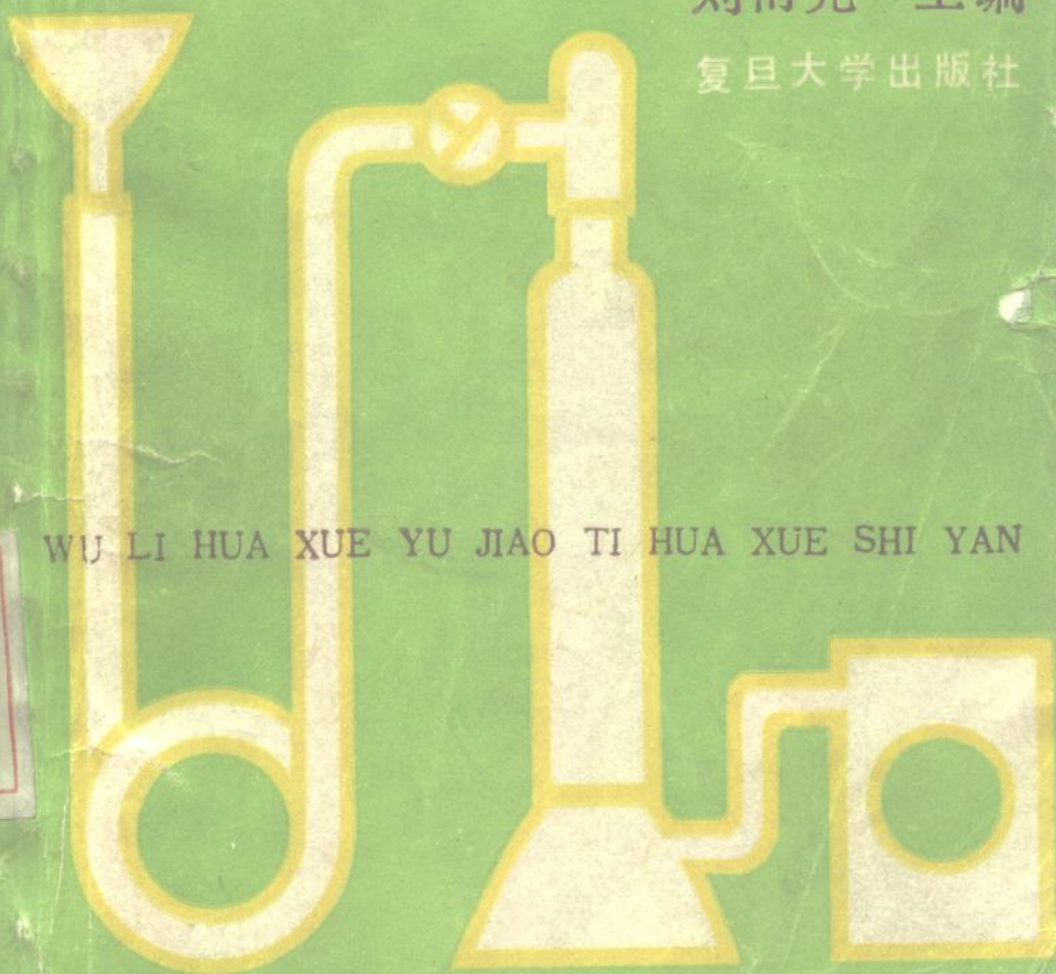


物理化学与 胶体化学实验

刘衍光 主编

复旦大学出版社

WU LI HUA XUE YU JIAO TI HUA XUE SHI YAN



物理化学与胶体化学实验

刘衍光 主编

复旦大学出版社

内 容 提 要

本书是复旦大学生物类各专业学生的基础物理化学与胶体化学实验教材,可供高等院校师生参考。

本教材以化学热力学、电化学、动力学和胶体化学为主要内容,编写了二十一个实验。每个实验按目的要求、原理、仪器与试剂、实验步骤与操作技术、数据记录及其处理、思考题等层次编写。实验中涉及到的典型仪器及其使用方法,均以附录形式编写,并列出了有关参考资料和数据表,以便读者查阅。

物理化学和胶体化学实验

刘衍光 主编

复旦大学出版社出版

(上海国权路579号)

新华书店上海发行所发行 复旦大学印刷厂印刷

开本 850×1168 1/32 印张 9 字数 256,000

1989年6月第1版 1989年6月第1次印刷

印数 1-13,600

ISBN 7-309-00253-9/O·56

定价: 2.15元

前 言

在编写本书时,我们参照了1983年以来全国综合性大学生物系物理化学教学讨论会提出的实验大纲要求;查阅了近期国内外同类教材的有关资料并吸取其优点;注意到生物类各专业的学习内容并结合我校多年来的物理化学实验教学经验,在此基础上编写了这本教材。

编者在编写此教材时,始终把重点放在对学生的基本训练方面,要求学生做到实验思路清晰、能正确使用仪器、完整记录数据、准确作图与运算,以及条理清楚地书写实验报告等。

本书编写的21个实验中多数是比较基本的,尤其是一些经典实验,如燃烧热的测定、电池电动势的测量等,当然对这些经典实验也作了不同程度的改进,这样对训练学生的基本实验技能技巧更为有利。同时在实验内容上选择了一些近代测量技术,如核磁共振、气相色谱、程序控温等,并结合生物系的特点选取了蛋白质等电点的测定、代血浆(右旋糖苷)分子量的测定、凝胶色谱法测定细胞色素C的分配系数、分光光度法测定酶的米氏常数等。另外,为了加强学生的动手能力的培养,还选取了恒温槽的组装及其性能测试、热电偶的制作和电极的制备等。对典型仪器的原理与正确使用方法则单独以附录形式加以介绍。

我们也尝试了在实验中使用微型计算机处理数据,并选了几个典型的计算程序列于附录之中。但是,我们强调笔算的重要性,这是正确理解运算过程本质的基础,正确的笔算(包括估算)是实验工作者必须具备的能力。因此,在教学过程中,有时要求学生用这两种方法同时处理数据,并将两种方法处理的结果加以比较。

有必要指出,实验教学从来就是一项集体劳动。例如所涉及的实验方案设计、设备加工和调试以及实验数据的测量与教学经验的整理等等,不是几个人在短期内所能完成的。这本教材的编写与本校物理化学实验教学组的全体同志的共同努力是分不开的。尤其是近几年来

担任过物理化学实验的主课教师项一非副教授、冯安春副教授、蔡显鄂副教授积累了很多经验,为我们编写此教材起了指导作用。书中实验六和附录(八)的内容也是冯安春副教授提供的。潘海水老师对实验七、实验十二和实验十九不仅参加了编写而且直接参加实验数据的测试。还有李民老师、吕国震老师和傅伟康同志对某些实验装置的改进,也做了很多工作。有的传统性实验,如实验二十和实验二十一是在原教材基础上编写的。朱自刚老师、金玲娣同志编写了有关实验的计算程序。金幼铭同志绘图。最后由朱京教授审阅了全书并提出了修改意见。在编写过程中,始终得到了复旦大学出版社陈国斌老师和秦金妹老师的热情帮助与大力支持。在此一并致谢。

由于编者水平有限,缺点与错误在所难免,诚恳希望读者批评指正。

编者 刘衍光

一九八八年二月

目 录

第一章 绪 论

一、学生实验须知	1
(一)实验室的安全与防护知识	1
(二)实验目的与要求	10
二、测量误差分析及数据表达	12
(一)测量误差	12
(二)数据的表达	23

第二章 实验内容和典型仪器的使用方法

实验一 恒温槽的装配及其性能测试	31
附录(一) 水银温度计的校正和使用方法	38
附录(二) 贝克曼温度计的构造特点及其使用方法	40
实验二 燃烧热的测定	43
附录(三) 减压阀的结构及使用方法	53
实验三 液体饱和蒸气压与平均摩尔气化热的测量	54
附录(四) 气压计的结构及其使用方法	59
附录(五) 真空泵	65
实验四 气相色谱法测定无限稀溶液的活度系数	67
附录(六) 102 G 型气相层析仪的结构及使用方法	76
实验五 差热分析	84
附录(七) 程序控温仪	95
实验六 核磁共振(N M R)法测定吡啶衍生物在水中 质子化作用的平衡常数	103
附录(八) JNM-PMX 60 Si 型核磁共振仪部分 操作简介	110

实验七 电池电动势的温度系数的测定	116
附录(九) UJ-25 型电位差计的工作原理及其使用	
方法	121
实验八 电位-pH 曲线的测定	125
附录(十) pHs-2型酸度计简介	130
实验九 希妥夫法测定迁移数	133
实验十 稳态法测量氢在铂电极上的过电位	139
实验十一 蔗糖水解反应速度常数的测定	145
附录(十一) 旋光仪的结构原理及其使用方法	150
实验十二 分光光度法测定蔗糖酶的米氏常数	155
实验十三 乙酸乙酯皂化反应速度常数的测定	162
附录(十二) 电导率仪	167
实验十四 复杂反应——丙酮碘化	171
附录(十三) 72 型分光光度计	177
实验十五 最大泡压法测定溶液的表面张力	181
附录(十四) 阿贝折光仪	187
实验十六 高聚物分子量的测定	191
实验十七 粘度法测定蛋白质的等电点	198
实验十八 凝胶色谱法测定细胞色素 C 的分配系数	203
实验十九 电导法测定水溶性表面活性剂的临界胶束浓度	208
实验二十 电泳	213
实验二十一 电渗	217
附录(十五) 部分实验的数据处理所采用的计算程序	222

第三章 部分物理化学常用数据表

一、法定计量及单位表	253
二、部分物理化学常用数据表	260

第一章 绪 论

一、学生实验须知

(一)实验室的安全与防护知识

实验室中的安全,除了要求实验工作人员严格遵守安全制度外,还应该在认识和重视安全的基础上,养成一种安全工作的作风,必须具备预防事故发生的措施和对事故的现场处理等方面的基础知识。

实验室的安全防护工作,涉及面广,在此仅就使用化学药品、常见电器和高压实验设备安全防护的一般知识略述如下。

1. 使用化学药品的安全防护知识

使用任何一种化学药品,要预先了解该药品的性能,并且不要将使用少量、常量化学药品的经验,任意移用于大量;不要将常温、常压下实验的经验,任意照搬到高温、高压或低温、低压条件下使用。

在具体使用化学药品时,要注意防爆、防燃、防毒和防灼伤。

1) 防爆

所谓爆炸是指伴同化学变化的激烈压力上升现象,一般都同时出现发光和爆炸声。根据爆炸的具体情况不同,大致可分为气相爆炸和凝聚相爆炸。气相爆炸包括混合气体爆炸、气体分解爆炸和粉尘爆炸。凝聚相爆炸包括混合危险引起的爆炸、爆炸性化合物的爆炸和蒸气爆炸。

混合气体爆炸是指可燃性和助燃性气体在一定比例下由着火源、发火温度引起的气体爆炸。能够使混合气体爆炸的浓度范围叫爆炸极限(分为下限和上限),一般以体积百分数 Vol% 表示;而该气体的危险度是用爆炸上限减下限之差除以下限的值,把它用 H 表示,即危险度可用

$$H = (x_2 - x_1) / x_1$$

来表示。式中 x_2 为上限, x_1 为下限。 H 值越大, 该物质的危险度越大。

表1 列出与空气混合时某些气体的爆炸极限和危险度。

由此可见, 为了防止爆炸事故发生, 应尽量防止可燃性气体散失到室内空气中, 同时保持室内通风良好, 不使它们形成能爆炸的混合气。在使用可燃性气体时, 周围应严禁明火, 严禁使用可能产生电火花电器以及因撞击产生火花的铁器。

气体分解爆炸是指在气体分子分解时, 进行放热的气体, 如遇火源

表1 与空气混合的某些气体的爆炸极限和危险度*

气体种类	发火温度/℃	爆炸极限/Vol%		危险度 (H)
		下限(x_1)	上限(x_2)	
氢	585	4.0	75	17.7
氯化氢	260	4.3	45	9.5
氨	651	15	28	0.9
一氧化碳	651	12.5	74	4.9
乙炔	335	2.5	81	31.4
甲烷	537	5.3	14	1.7
苯	538	1.4	7.1	4.1
环己烷	268	1.3	8	5.1
乙醚	180	1.9	48	24.2
乙醛	185	4.1	55	12.5
丙酮	538	3.0	11	2.7
乙醇	423	4.3	19	2.7
甲醇	464	7.3	36	3.9
醋酸	427	5.4	—	—
甲苯	430	4.9	20.7	3.2

* 摘自(日)北川徹三著《化学工程安全学》(1982)。

着火,则与混合气体同样发生气体爆炸。例如乙炔、环氧乙烷、乙烯、二氧化氯、叠氮化氢等。近年来,在聚乙烯工厂中,1000 atm 以上的高压乙烯发生分解爆炸而泄漏,在空气中再发生混合气体爆炸,这种事故是经常发生的。

粉尘爆炸是指可燃性固体的微细粉尘或可燃性液体的雾滴,在一定的浓度之上,呈分散在空气等助燃性气体中的状态时,由于着火源起火而发生的爆炸事故。

混合危险引起的爆炸是指在氧化性物质与还原性物质的混合物中,混合后由于冲击、加热而发生的爆炸事故。

爆炸性化合物的爆炸是指化学合成炸药在制造、加工或使用的过程中所发生的爆炸。

蒸气爆炸是指水,有机液体或液化气体等液体变成过热状态时,瞬间化为蒸气后呈现出的爆炸。

要针对不同情况,采取不同的防爆措施。最根本的是对危险性物质和着火源进行恰当的管理,避免由于两者交织在一起而产生爆炸的条件。如果在不能预防发生爆炸时,尽可能减少爆炸的损害,称为局限措施。局限措施首先要设置安全装置,例如在贮槽、反应釜、高压气体容器等当内压上升到某一设定压力或温度以上时,安全装置起作用后把压力释放到外部以防止容器和设备的破坏。

2) 防燃烧

燃烧通常是指可燃性物质发生剧烈的氧化反应,同时伴有发光、发热的一种现象。物质燃烧必须同时具备三个条件:可燃物质、氧化剂和一定温度(即燃点)。不论固体、液体或气体,凡能与氧化剂(或氧气)起剧烈反应的物质称为可燃物质。可燃物质受热后析出的可燃气体与氧混合后才能燃烧,一般可燃物质,在空气中的含氧量低于 14% 时就不会燃烧。要使可燃物质燃烧,还必须有足够温度和热量,如松木,一般要加热到 250℃ 以上才可能燃烧。三个条件缺一不可,一切防燃措施,都是为了防止燃烧的三个条件同时出现,这就是灭火的基本原理。如黄磷要存于水中,就是为了隔绝空气,实验室使用乙醚、丙酮、苯、乙醇等易燃物时,室内不应有明火就是为了避免着火源。

还有一类被称为自燃起火的物质。在无明火，又无外来热源的条件下，由于自身氧化，自行发热而自燃。如褐煤、原棉、木屑等是具有本身自燃起火的物质。还有一类与其他物质接触时能自燃起火的物质，如钾、钠、钙与水接触时也会自燃起火。

对于本身具有自燃能力的油脂以及遇空气自燃、遇水燃烧爆炸的物质，应采取隔绝空气、防水、防潮或通风、散热、降温等措施，以防止自燃和发生爆炸。

3) 防毒

凡少量进入人畜机体内或接触皮肤能与机体组织发生作用，破坏正常生理功能，引起机体暂时或永久病理变态，甚至死亡的物质，称为毒害物质。所以，防毒的关键是杜绝毒物进入人畜体内，尽量避免人畜直接接触毒物。由于各种毒品的毒性不同，所以防护措施也不相同。例如，操作有毒气体(H_2S 、 Cl_2 、 Br_2 、 NO_2 、 SO_2 、 P_2O_5 等)应在通风橱中进行，用移液管移取有毒或有腐蚀性液体时(如苯、氯化钡、甲酸、磷酸、乙酸等)，严禁用嘴吸，凡是运输和使用有毒物质都应严格遵守操作规则。

对一些毒害物质污染应妥善处理。清除有害物质污染的措施，主要是用一定压力的水进行喷射冲洗，或用热水冲洗或用药物进行中和、氧化或还原，以破坏或减弱其危害性。如对氰化物(氰化钠、氰化钾等)的污染可用硫代硫酸钠的水溶液浇在污染处，使其与氰化物反应生成毒性低的硫氰酸盐，然后用水冲洗干净；对汞洒漏后，可先行收集，然后在污染处用硫磺粉覆盖，因汞挥发出来的蒸气遇硫磺生成硫化汞而不致逸出，最后冲洗干净。

4) 防灼伤

灼伤或称烧伤。烧伤了的皮肤，失去调节体温和排泄的功能，并会造成病菌侵入人体内的机会。

除高温、低温可能引起灼伤外，化学药品也会引起灼伤。这些药品有：强酸、强碱、强氧化剂以及溴、磷、钾、钠、硝酸银、甲酚、水杨酸、三甲胺等等。使用时每种药品都应贴上标签，注意不要让药品接触皮肤，尤其不能进入眼内，万一灼伤应及时治疗。

凡是具有引起燃烧、爆炸、危害人体健康的物质，称为危险性物质。我们将这些危险性物质及其贮藏和处理方法分类列于表2、表3和表4。

表2 按照消防法分类表的危险物品类别

类别	消防法危险物品的名称	根据化学性质的分类
第一类	氯酸盐、过氯酸盐、硝酸盐、高锰酸盐、过氧化物	氧化性物质
第二类	黄磷、赤磷、硫黄、硫化磷、金属粉	还原性物质
第三类	金属钠、金属钾、碳化钙(电石)、磷化钙、生石灰	禁水性物质
第四类	第一类石油产品、第二类石油产品、第三类石油产品、醚、二硫化碳、丙酮、乙醚、酯类、酮类、醇类、松节油、樟脑油、松根油、动、植物油类	可燃性液体
第五类	硝酸酯类、赛璐珞类、硝基化合物	爆炸性物质
第六类	发烟硝酸、浓硝酸、发烟硫酸、硫(酸)酐、浓硫酸、氯磺酸、铬酐	混合危险性物质的一部分

表3 危险物品的危险性分类

No	危险性分类	危险性种类及程度	危险物品例
1	着火性	由于与水接触，引起着火的物品或在空气中燃点未滿40℃的物品	金属钾、金属钠、氨基化钠、磷、三乙基铝
2	易燃性	可燃性气体或闪点未滿30℃的物品	氢、丙酮、异丁烯、乙醇、乙醚、汽油
3	可燃性	闪点在30℃以上，未滿100℃的物品，但是即使闪点在100℃以上，燃点却比较低的物品	丙烯酸、乙醇胺、煤油、吡咯、糠醛、醋酸酐
4	爆炸性	用重量5kg的落锤，锤落高度未滿1m而进行分解爆炸的物品，或由加热而分解爆炸的物品	过氧酸铵、过氧化苯甲酰、硝酸胍、硝基苯
5	氧化性	由于加热，压缩或添加强酸、碱等物品而呈现强氧化性的物品	亚硝酸钠、过氯酸、过氧化钡、硝酸、碘酸钠

(續表)

No	危险分类	危险性种类及程度	危险物品例
6	禁水性	由于吸潮或与水接触而发热或着火的物品或产生有害气体的物品	三氯化磷、氢化锂、电石(碳化钙)、发烟硫酸、镁粉、硫酸二甲酯
7	强酸性	无机或有机的强酸类	盐酸、氯磺酸、氢氟酸、氯乙酸、甲酸
8	腐蚀性	接触人体时,强烈刺激皮肤、粘膜或损害人体的物品	氨水、高锰酸钾、氧化钙、硝酸钡、苯酚、水杨酸、三甲胺
9	有毒性	是吸收毒作为主体的物品。容许浓度(吸入)未滿 50 ppm 或未滿 50 mg/m ³ 的物品。或口服致死量未滿 30 mg 的物品	亚砷酸钠、氧化砷、氰化钠、丙烯酸甲酯、乙烯化氧、奎宁、尼古丁
10	有害性	是把吸收毒作为主体的物品,在容许浓度(吸入)50 ppm 以上未滿 200 ppm 或 50 mg/m ³ 以上未滿 200 mg/m ³ 的物品。或口服致死量为 30 mg 以上未滿 300 mg 的物品	铬酸铅、氧化铅、溴化镉、三氯乙烯、甲苯、五氯苯酚
11	放射性	由于原子核衰变,包括放出电离放射线的原子核素的物质。但放射性比度低于天然钾的放射性比度者除外	氧化钍、硝酸氧铀、氟化铀

表 4 危险物品的贮藏及处理方法

危险性分类	贮藏处理方法
着火性	将贮藏物品密封,使它不直接接触空气,与其它危险物品隔离贮藏。与其它危险物品隔离也有必须避免与水接触的物品。在处理过程中,要使用器具,不要直接碰到皮肤
易燃性	如有着火源,在常温就容易着火,因此严禁在靠近贮藏操作处使用烟火,应备妥在起火的场合,能立刻使用的消防设备。 贮藏时要经常保持密封,使没有气体或蒸气泄漏。因有气体爆炸的危险性,不得贮藏以防爆型之外的家庭用电冰箱内。不得把大量的废液排放到排水沟中

(续表)

危险性分类	贮藏处理方法
可燃性	未达 30℃ 的温度中不着火。不过当纤维等浸过可燃性液体后,即使温度未达闪点也容易着火而酿成火灾。如置于闪点以上的温度中就有与上述易燃性物品相同的危险性。严禁使用烟火,要备妥消防设备。 贮藏时要经常保持密封,使蒸气不致泄漏。不得将大量废液排放到排水沟中
爆性炸	做到不给予强烈的冲击及摩擦,严禁烟火。禁止贮藏或处理超过所必需的量
氧化性	避免与还原性强的物质或一切有机物接触或混合。这种混合物由于冲击、摩擦或加热而容易引起剧烈爆炸。另外,氧化性盐类,应避免与强酸混合
禁水性	禁止受潮或与水接触。因与水的反应剧烈而发热,有时由于产生可燃性气体而着火或产生有害气体。在处理过程中不得直接接触皮肤
强酸性	因有强酸性,故腐蚀性金属及其它材料。又有可燃性氢气的发生。触及人体会腐蚀皮肤、粘膜。如与水接触多的场合会放热,如与氧化性盐类接触则会游离出氧化性强的酸而发生爆炸危险
腐蚀性	如溅入眼睛就有随着剧痛而失明,因此,在操作时必须带防护眼镜。如溅入眼内时,立即用大量自来水流动的水至少冲洗 15 min 并请医生治疗。做到不直接接触皮肤,如碰到衣服则立即更换衣服
有毒性	不得吸入(有毒)气体或蒸气,大量操作时,应设置局部通风装置。因也有从皮肤吸收而引起中毒的事故,所以要做到不直接沾在皮肤上。认真洗手。勿使有毒物品入口
有害性	避免吸入及接触皮肤,做到不使入口
放射性	禁止贮藏和使用超过所需的量,做到不入口。做到勿吸入粉末及触及皮肤

2. 使用电器设备的安全防护知识

做到安全用电,是每个实验工作者必须重视的问题。如果不注意安全用电,其后果不仅会引起仪器设备的损毁,而且会导致人身伤亡事故发生,还能导致燃烧或爆炸等更大的灾害。

实验室中所用的市电一般是频率为 50 Hz 的交流电。一般人体在通过 50 Hz 的交流电时,即使只有 1 mA,人体便会有感觉,10 mA 以上会使肌肉强烈收缩,25 mA 以上则呼吸困难,而达到 100 mA 以上

便足以致命。当电压为 45 V 时亦会产生危险,故称为此值为“危险电压”。我国目前规定 36 V 50 Hz 的交流电为安全电压。

为了防止触电,在用电时,手必须干燥、清洁。因为皮肤干燥的两手之间的电阻可高达数万欧姆,而潮湿的皮肤电阻可降至数千欧姆,则触电致危更为容易。一般不要用双手同时触及电器,修理或安装电器设备时,必须首先切断电源,也不要用电笔去试高压电。如遇见有人触电时,应迅速切断电源而不能与之相接触。

为了防止电器设备烧毁事故,除注意其绝缘性是否良好外,还必须考虑电路(包括插头等)是否经得起负载,尤其是在使用大功率的电器设备时,必须事先计算最大电流量,安装严格规定好的保险丝。部分常用的保险丝的规格和应用范围见表 5。

表 5 部分常用保险丝的规格和应用范围

号 码	直径/mm	熔断电流/A	额定电流/A	220V 电路中配用电器总功率/W
25	0.508	3	2	400
22	0.712	5	3.3	660
20	0.914	7	4.8	960
18	1.219	10	7.0	1400
16	1.626	16	11	2200
14	2.032	22	15	3000
13	2.337	27	18	3600
12	2.642	32	22	4400
11	2.946	37	26	5200
10	3.251	44	30	6000

使用电器设备时,首先应仔细阅读说明书及所规定的操作规程,并且要尽可能地了解仪器的实际情况,如仪器是否干燥清洁,接触是否良好,通路有无障碍等。使用电动机一类设备时,要密切注视使用过程中有否突然受阻而造成过载,如发生这种情况应及时切断电源,检查原因。

使用电器仪表还应注意仪器设备所要求的电源是交流电还是直流电、单相电还是三相电。接线时注意正负极,实验前应仔细检查线路,然后才能开启电源。

3. 使用高压容器的安全防护知识

1) 高压容器包括高压反应釜, 高压钢瓶和一般受压的玻璃仪器。

如果使用高压容器不慎, 很容易发生爆炸事故。因此, 要求实验者必须严格遵守操作规程。下面以使用高压气体钢瓶为例说明注意事项。

常用高压气体钢瓶是由无缝碳素钢或合金钢制成的, 适用于装介质压力在 150 atm 以下的气体, 如 O_2 , H_2 , N_2 , CH_4 , 空气, 惰性气体, CO_2 , C_2H_2 , Cl_2 , CH_3Cl , NH_3 , 光气, SO_2 等。钢瓶容积一般在 40 dm^3 左右, 在灌装时要防止混气灌装和过量灌装。为此, 把高压气体容器用阀的气体灌装口的螺栓方向按可燃性气体与非可燃性气体加以区别, 即把灌装氢气, 甲烷, 丙烷, 煤气等可燃性气体的容器螺栓方向规定为左旋螺纹, 即是反扣的; 把灌装氧气, 氮气, 空气, 氯气等气体的螺栓方向规定为右旋螺纹, 即是正扣的。为了区别各种气体, 还在钢瓶外壳上漆上不同颜色和标字, 如表 6 所示。

2) 使用高压气瓶时还须注意以下几点:

- (1) 钢瓶应存放在阴凉、干燥、远离热源的地方。
- (2) 搬运钢瓶时要轻稳, 要把瓶帽旋上, 放置使用时必须固定好。
- (3) 使用时为防止高压气体冲出伤人, 要求操作者及其他人员站在出气口的另一侧, 不得以头或身体正对钢瓶阀门。
- (4) 为了防止重新灌气时发生危险, 气瓶内的气体不要用完。
- (5) 使用期间, 每隔三年至少进行一次检验, 对不合格钢瓶应报废或降级使用。
- (6) 使用氢气钢瓶最好放在远离实验室的小屋内, 用导管引入, 并安装防止回火的装置。

其他高压容器设备如高压釜、压气机等, 使用时应仔细阅读说明书, 严格遵守操作规程, 以防止发生意外事故。

表 6 各种高压钢瓶的色标

气 体 名 称	漆 色	标字内容	标字颜色	横条颜色
氮 气	黑 色	氮	黄色	棕色
氨 气	黄 色	氨	黑色	—
氯 气	灰 色	氯	白色	—
乙 炔	白 色	乙 炔	红色	—
氢 气	深绿色	氢	红色	红色
硫化氢	白 色	硫化氢	红色	红色
空 气	黑 色	压缩空气	白色	—
二氧化硫	黑 色	二氧化硫	白色	黄色
二氧化碳(气)	黑 色	二氧化碳	黄色	—
氧 气	浅蓝色	氧	黑色	—
氟 气	草绿色	氟	白色	—
其它一切非可燃性气体	黑 色	气体名称	黄色	—
其它一切可燃性气体	红 色	气体名称	白色	—

(二)实验目的与要求

物理化学实验是一门相对独立的综合性的基础实验课程。物理化学实验的主要目的是使学生初步掌握物理化学的研究方法和实验技能,了解实验的设计思想,正确选择和使用有关仪器;培养学生观察实验现象、正确记录数据和处理数据以及归纳分析实验数据的能力;加深对物理化学基本原理的理解,从而增强解决实际化学问题的独立工作能力。

本实验课程由下列三个教学环节组成:

1) 讲授物理化学实验的目的要求,数据记录、数据处理、数据表达方法和实验室的安全防护知识等。

2) 对生物类各专业学生来说,要求在一学期内完成 12 个左右的实验操作训练。