



高等医药院校“十三五”规划教材

医学化学实验

YIXUE HUAXUE SHIYAN

(第二版)

冯春 张琼瑶 主编



华中科技大学出版社

<http://www.hustp.com>

医学化学实验

(第二版)

主 编	冯 春	张琼瑶			
副主编	陈小保	张爱女	校 伟	罗 伦	
参 编	郑爱华	胡扬根	徐 靖	王红梅	
	曾小华	樊 靓	高海涛	黄丽英	
	金 尧				

华中科技大学出版社
中国·武汉

内 容 提 要

本书共分为五个部分,包括:①实验总则;②实验常用仪器及操作;③实验数据记录和实验报告的撰写;④实验内容,列入了43个实验,涉及基础化学和有机化学的基本原理、有机化合物的性质验证和具有代表性的典型反应;⑤附录,提供了常用的数据表及与常用试剂配制有关的知识。

本书可作为医药院校临床医学、麻醉学、医学影像学、口腔医学、护理学、康复治疗学、全科医学等本科专业的医学化学课程的配套实验教材,也可供医学、药学类专业高职高专学生选用。

图书在版编目(CIP)数据

医学化学实验/冯春,张琼瑶主编.—2版.—武汉:华中科技大学出版社,2018.8
ISBN 978-7-5680-4551-3

I. ①医… II. ①冯… ②张… III. ①医用化学-化学实验-医学院校-教材 IV. ①R313-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 191952 号

医学化学实验(第二版)

冯 春 张琼瑶 主编

Yixue Huaxue Shiyan(Di-er Ban)

策划编辑:王新华

责任编辑:王新华

封面设计:潘 群

责任校对:刘 竣

责任监印:周治超

出版发行:华中科技大学出版社(中国·武汉)

电话:(027)81321913

武汉市东湖新技术开发区华工科技园

邮编:430223

录 排:华中科技大学惠友文印中心

印 刷:武汉科源印刷设计有限公司

开 本:710mm×1000mm 1/16

印 张:10.75

字 数:212千字

版 次:2018年8月第2版第1次印刷

定 价:28.00元



本书若有印装质量问题,请向出版社营销中心调换
全国免费服务热线:400-6679-118 竭诚为您服务
版权所有 侵权必究

前 言

医学化学实验是医学各专业的必修课程,具有较强的实践性,一般是在学生入学后第一学期开设,是培养学生严谨的学习态度、良好的实验作风、过硬的实验技能与专业素质的基础性实践环节。

本书是针对医药院校临床医学、麻醉学、医学影像学、口腔医学、护理学、康复治疗学、全科医学等本科专业开设的医学化学课程的配套实验教材,由湖北医药学院化学教研室和华中农业大学有机化学教研室合作完成。

全书共分五个部分。第一、二、三部分主要介绍医学化学实验的总则、实验常用仪器及操作、实验数据记录和实验报告的撰写。理论叙述尽量简明实用,注重实验操作方法的讨论,并强调安全操作在实验室工作中的重要性。

第四部分为实验内容,共设计了43个实验,实验一到实验十七为基础化学实验,实验十八至实验四十一为有机化学实验,实验四十二及实验四十三为设计性实验。在编写该部分时,全面考虑医学各专业的培养目标,注重培养学生的创新精神和分析问题、解决问题的能力,注重学生基本操作技能的提高。在实验内容的选择上,集中训练基本操作技术,以提高教学效率,确保学生能牢固掌握基本实验技能;在保证教学质量的前提下,摒弃了一些陈旧的、低层次重复的实验内容,精选了一些必要的经典实验,增加了一些综合性实验和设计性实验,以拓宽学生的视野。书中还编入了一些与学生实际生活较接近的实验项目,如从茶叶中提取咖啡因、乙酰水杨酸(阿司匹林)的合成等,使医学类专业的学生对化学实验也能产生浓厚的兴趣,这是本书的亮点之一。

第五部分为附录,提供了常用的数据表及与常用试剂配制有关的知识。

书中第一、二、三部分由徐靖、冯春、张琼瑶编写,基础化学实验部分由郑爱华、陈小保、张爱女、校伟、罗伦编写,有机化学实验部分由胡扬根、王红梅、樊靓、曾小华编写,附录由高海涛、金尧、黄丽英编写。华中农业大学徐胜臻、曹敏慧老师对全书进行了复核并给出了宝贵意见。

华中科技大学出版社的编辑们对本书的编写给予了热情的指导和鼓励,在此一并向他们表示衷心的感谢。

本书参考了兄弟院校某些实验内容,谨表谢意。

由于编者水平有限,书中难免会有不足之处,诚请各位同行专家、教师和学生给予批评指正。

编 者

目 录

第一部分	实验总则	(1)
第二部分	实验常用仪器及操作	(13)
第三部分	实验数据记录和实验报告的撰写	(51)
第四部分	实验内容	(56)
实验一	溶液的配制	(56)
实验二	凝固点降低法测定葡萄糖的摩尔质量	(57)
实验三	药用氯化钠的制备及杂质限度检查	(59)
实验四	乙酸解离度与解离常数的测定	(62)
实验五	缓冲溶液的配制与性质	(63)
实验六	酸碱标准溶液的配制及比较	(65)
实验七	HCl 标准溶液浓度的标定	(67)
实验八	化学反应速率与活化能的测定	(69)
实验九	氧化还原与电极电位	(72)
实验十	KMnO ₄ 标准溶液的配制及标定	(75)
实验十一	KMnO ₄ 法测定双氧水中 H ₂ O ₂ 的含量	(76)
实验十二	配位化合物的生成和性质	(77)
实验十三	邻二氮菲分光光度法测定微量铁	(80)
实验十四	溶胶的制备、净化和性质	(82)
实验十五	高锰酸钾的吸收光谱	(84)
实验十六	[Fe(SCN)] ²⁺ 稳定常数的测定	(85)
实验十七	测定溶液渗透压并观察红细胞在低渗、 等渗和高渗溶液中的不同形态	(88)
实验十八	熔点的测定	(90)
实验十九	沸点的测定	(94)
实验二十	模型作业	(96)
实验二十一	旋光度的测定	(100)
实验二十二	醇、酚、醚的化学性质	(104)
实验二十三	醛、酮的化学性质	(108)
实验二十四	羧酸、羧酸衍生物及取代羧酸的化学性质	(110)
实验二十五	有机含氮化合物的性质	(113)

实验二十六	氨基酸纸层析(纸色谱)·····	(115)
实验二十七	糖类化合物的性质·····	(118)
实验二十八	氨基酸和蛋白质的性质·····	(121)
实验二十九	乙酰水杨酸(阿司匹林)的合成·····	(124)
实验三十	对硝基苯甲酸的制备·····	(127)
实验三十一	乙酰苯胺的制备·····	(129)
实验三十二	乙酸乙酯的制备·····	(131)
实验三十三	从茶叶中提取咖啡因·····	(133)
实验三十四	减压蒸馏·····	(136)
实验三十五	薄层层析·····	(140)
实验三十六	苯甲酸和苯甲醇的制备·····	(142)
实验三十七	正丁醚的制备·····	(143)
实验三十八	萃取·····	(145)
实验三十九	透明皂的制备·····	(147)
实验四十	重结晶提纯法·····	(148)
实验四十一	从槐花米中提取芦丁·····	(149)
实验四十二	酸碱滴定实验的综合应用·····	(151)
实验四十三	醛酮性质的综合应用·····	(152)
附录	·····	(153)
附录 A	常见元素的相对原子质量·····	(153)
附录 B	常用化学试剂的配制方法·····	(154)
附录 C	常用酸碱的密度和浓度·····	(162)
主要参考文献	·····	(163)

第一部分

实验总则

一、实验室规则

(1) 实验前必须认真预习,明确实验的目的和要求,弄清与实验有关的基本原理、操作步骤、方法以及安全注意事项,做到心中有数,有计划地进行实验。

(2) 进入实验室必须穿工作服。在实验过程中应保持安静,做到认真操作,细致观察,积极思考,并及时、如实记录实验现象和实验数据。

(3) 爱护国家财产,小心使用仪器和设备,节约药品和水、电。

(4) 实验台上的仪器应整齐地放在一定的位置,并保持台面的整洁。不得将废纸、火柴梗、破损玻璃仪器等丢入水槽,以免堵塞下水道。

(5) 使用精密仪器时,必须严格按照操作规程进行操作。如发现仪器有异常,应立即停止使用并报告指导教师,及时排除故障。

(6) 做完实验后,应将所用仪器洗净并放回实验柜内摆放整齐。如有损坏,必须及时登记补领。由指导教师检查并在原始记录本上签字后,方可离开实验室。

(7) 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、电安全及门、窗是否关紧,以保持实验室的整洁和安全。

(8) 做完实验后,应根据原始记录,联系理论知识,认真处理数据,分析问题,写出实验报告,按时交给指导教师批阅。

二、实验室安全守则及事故处理

化学实验中常常会接触到易燃、易爆、有毒、有腐蚀性的化学药品,且经常使用水、电和各种加热灯具(酒精灯、酒精喷灯和煤气灯等),有的化学反应还具有危险性。因此,在进行化学实验时,必须在思想上充分重视安全问题。实验前充分了解有关注意事项,实验过程中严格遵守操作规程,以避免事故的发生。

(一) 医学化学实验基本要求

在医学化学实验中,经常要使用易燃溶剂,如乙醚、乙醇、丙酮和苯等;易燃易爆的气体和药品,如氢气、乙炔、煤气和金属有机试剂等;有毒药品,如氰化钠、硝基苯、甲醇和某些有机磷化合物等;有腐蚀性的药品,如氯磺酸、浓硫酸、浓硝酸、浓盐酸、烧碱及溴等。这些药品若使用不当,就有可能发生着火、爆炸、烧伤、中毒等事

故。此外,玻璃器皿、电器设备等使用或处理不当也会产生事故。但是,这些事故都是可以预防的。只要实验者树立安全第一的思想,认真预习和了解所做实验中用到的物品和仪器的性能、用途,可能出现的问题及预防措施,并严格执行操作规程,就能有效地维护人身和实验室的安全,确保实验的顺利进行。下列事项应引起高度重视,并予以切实执行。

(1) 实验前须做好预习,了解实验所用药品的性能及危害和注意事项。

(2) 实验开始前应检查仪器是否完整无损,装置是否正确、稳妥。蒸馏、回流和加热用仪器一定要和大气接通或在与大气相接处套一气球。

(3) 实验进行时应该经常注意仪器有无漏气、破裂,反应进行是否正常等情况。

(4) 易燃、易挥发物品,不得放在敞口容器中加热。

(5) 有可能发生危险的实验,在操作时应加置防护屏或戴防护眼镜、面具和手套等防护设备。

(6) 实验中所用药品,不得随意散失、遗弃。对反应中产生有害气体的实验,应按规定处理,以免污染环境,影响身体健康。

(7) 实验结束后要及时洗手,严禁在实验室内吸烟、饮水或进食。

(8) 将玻璃管(棒)或温度计插入塞中时,应先检查塞孔大小是否合适,然后将玻璃切口熔光,用布裹住并涂少许甘油等润滑剂后再缓缓旋转而入。握玻璃管(棒)的手应尽量靠近塞子,以防因玻璃管(棒)折断而割伤。

(9) 要熟悉安全用具(如灭火器、沙桶以及急救箱)的放置地点和使用方法,并妥加保管。安全用具及急救药品不准移作他用,或挪动存放位置。

(二) 火灾、爆炸、中毒及触电事故的预防

(1) 实验中使用的有机溶剂大多是易燃的。因此,着火是有机化学实验中容易发生的事故。防火的基本原则是使火源与溶剂尽可能离得远些,尽量不用明火直接加热。盛有易燃有机溶剂的容器不得靠近火源。数量较多的易燃有机溶剂应放在危险药品橱内,而不存放在实验室内。

回流或蒸馏液体时应放沸石,以防溶液因过热暴沸而冲出。若在加热后发现未放沸石,则应停止加热,待稍冷后再放。否则在过热溶液中加入沸石会导致液体突然沸腾,冲出瓶外而引起火灾。不要用火焰直接加热烧瓶,而应根据液体沸点高低使用石棉网、油浴、水浴或电热帽(套)。冷凝水要保持畅通,若忘记给冷凝管通水,大量蒸气来不及冷凝而逸出,也易造成火灾。在反应中添加或转移易燃有机溶剂时,应暂时熄火或远离火源。切勿用敞口容器存放、加热或蒸除有机溶剂。因事离开实验室时,一定要关闭自来水阀门和热源。

(2) 易燃有机溶剂(特别是低沸点易燃有机溶剂)在室温时即具有较大的蒸气压。空气中混杂易燃有机溶剂的蒸气达到某一极限时,遇有明火即发生燃烧爆炸。

而且有机溶剂蒸气都较空气密度大,会沿着桌面或地面飘移至较远处,或沉积在低洼处。因此,切勿将易燃有机溶剂倒入废物缸中。量取易燃有机溶剂应远离火源,最好在通风橱中进行。蒸馏易燃有机溶剂(特别是低沸点易燃有机溶剂)的装置,要防止漏气,接收器支管应与橡皮管相连,使余气通往水槽或室外。

常见易燃有机溶剂蒸气爆炸极限见表 1-1。

表 1-1 常用易燃有机溶剂蒸气爆炸极限

名 称	沸点/°C	闪燃点/°C	爆炸范围(体积分数)/(%)
甲醇	64.96	11	6.72~36.50
乙醇	78.50	12	3.28~18.95
乙醚	34.51	-450	1.85~36.50
丙酮	56.20	-17.5	2.55~12.80
苯	80.10	-110	1.41~7.100

(3) 使用易燃、易爆气体,如氢气、乙炔等时要保持室内空气畅通,严禁明火,并应防止一切火星的发生,如由于敲击、鞋钉摩擦、静电、马达炭刷或电器开关等所产生的火花。

易燃气体爆炸极限见表 1-2。

表 1-2 易燃气体爆炸极限

气 体	空气中的含量(体积分数)/(%)
氢气 (H ₂)	4~74
一氧化碳 (CO)	12.50~74.20
氨 (NH ₃)	15~27
甲烷 (CH ₄)	4.5~13.1
乙炔 (CH≡CH)	2.5~80

(4) 煤气开关应经常检查,并保持完好。煤气灯及其橡皮管在使用时也应仔细检查。发现漏气时应立即熄灭火源,打开窗户,用肥皂水检查漏气的地方。若不能自行解决,应急告指导教师,马上抢修。

(5) 常压操作时,应使全套装置有一定的地方通向大气,切勿造成密闭体系。减压蒸馏时,要用圆底烧瓶或抽滤瓶作接收器,不可用锥形瓶,否则可能发生炸裂。加压操作时(如高压釜、封管等),要有一定的防护措施,并应经常注意釜内压力有无超过安全负荷,选用封管的玻璃厚度是否适当、管壁是否均匀。

(6) 有些有机化合物遇氧化剂时会发生猛烈爆炸或燃烧,操作时应特别小心。存放药品时,应将氯酸钾、过氧化物、浓硝酸等强氧化剂和有机药品分开存放。

(7) 开启储存有挥发性液体的瓶塞和安瓿时,必须先充分冷却,然后开启(开

启安甌时需布包裹),开启时瓶口必须指向无人处,以免由于液体喷溅而导致伤害。如遇瓶塞不易开启时,必须注意瓶内储存物的性质,切不可贸然用火加热或乱敲瓶塞等。

(8) 有些实验可能生成有危险性的化合物,操作时需特别小心。有些类型的化合物具有爆炸性,如叠氮化物、干燥的重氮盐、硝酸酯、多硝基化合物等,使用时须严格遵守操作规程,防止蒸干溶剂或震动。有些有机化合物如醚或共轭烯烃,久置后会生成易爆炸的过氧化物,须经特殊处理后才能应用。

(9) 当使用有毒药品时,应认真操作,妥为保管,不许乱放,做到用多少,领多少。实验中所用的剧毒物质应由专人负责收发,并向使用者提出必须遵守的操作规程。实验后的有毒残渣,必须作妥善而有效的处理,不准乱丢。

(10) 有些有毒物质会渗入皮肤,因此在接触固体或液体有毒物质时,必须戴橡皮手套,操作后立即洗手。切勿让毒品沾及五官或伤口,例如氰化物沾及伤口后就随血液循环全身,严重时会造成中毒死亡事故。

(11) 在反应过程中可能生成有毒或有腐蚀性气体的实验,应在通风橱内进行。使用后的器皿应及时清洗。在使用通风橱时,当实验开始后,不要把头伸入橱内。

(12) 使用电器时,应防止人体与电器导电部分直接接触,不能用湿的手或手握湿物接触电插头。为了防止触电,装置和设备的金属外壳等都应连接地线。实验完后先切断电源,再将连接电源的插头拔下。

(三) 事故的处理和急救

1. 火灾

一旦发生火灾,应保持沉着镇静,不必惊慌失措,并立即采取各种相应措施,以减少事故损失。首先,应立即熄灭附近所有火源(关闭煤气),切断电源,并移开附近的易燃物质。少量溶剂(几毫升,周围无其他易燃物)着火时,可任其烧完。锥形瓶内溶剂着火时可用石棉网或湿布盖灭。小火可用湿布或黄沙盖灭。火较大时,应根据具体情况采用下列灭火器材。

(1) 四氯化碳灭火器:用以扑灭电器内或电器附近之火,但不能在狭小和通风不良的实验室中应用,因为四氯化碳在高温时生成剧毒的光气;此外,四氯化碳和金属钠接触时也会发生爆炸。

(2) 二氧化碳灭火器:这是有机化学实验室中常用的一种灭火器,它的钢筒内装有压缩的液态二氧化碳,使用时打开开关,二氧化碳气体即会喷出,用以扑灭有机物及电器设备的着火。使用时应注意,一手提灭火器,一手握在喷二氧化碳喇叭筒的把手上。因喷出的二氧化碳压力骤然降低,温度也骤降,手若直接握在喇叭筒上易被冻伤。

(3) 泡沫灭火器:内部分别装有含发泡剂的碳酸氢钠溶液和硫酸铝溶液,使用

时将筒身颠倒,两种溶液即反应生成硫酸氢钠、氢氧化铝及大量二氧化碳。灭火器筒内压力突然增大,大量二氧化碳泡沫喷出。非大火通常不用泡沫灭火器,因后续处理较麻烦。

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,绝对不能用水浇,因为这样反而会使火焰蔓延开来。

若衣服着火,切勿奔跑,用厚的外衣包裹使其熄灭。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,直至火灭,或打开附近的自来水阀门用水冲淋熄灭。烧伤严重者应急送医院治疗。

2. 割伤

取出伤口中的玻璃或固体物,用蒸馏水洗后涂上红汞,用绷带扎住或敷上创可贴药膏。如为大伤口,则应先按紧主血管以防止大量出血,急送医院治疗。

3. 烫伤

轻伤涂以玉树油或鞣酸油膏,重伤涂以烫伤油膏后送医院。

4. 试剂灼伤

(1) 酸灼伤:立即用大量水洗,再以 3%~5% 碳酸氢钠溶液洗,最后用水洗。严重时要消毒,拭干后涂烫伤油膏。

(2) 碱灼伤:立即用大量水洗,再以 1%~2% 硼酸溶液洗,最后用水洗。严重时同上处理。

(3) 溴灼伤:立即用大量水洗,再用乙醇擦至无溴液存在为止,然后涂上甘油或烫伤油膏。

(4) 钠灼伤:可见的小块用镊子移去,其余与碱灼伤处理相同。

5. 试剂或异物溅入眼内

任何情况下都要先洗涤,急救后送医院。

(1) 酸:用大量水洗,再用 1% 碳酸氢钠溶液洗。

(2) 碱:用大量水洗,再用 1% 硼酸溶液洗。

(3) 溴:用大量水洗,再用 1% 碳酸氢钠溶液洗。

(4) 玻璃:用镊子移去碎玻璃,或在盆中用水洗,切勿用手揉动。

6. 中毒

溅入口中尚未咽下者应立即吐出,再用大量水冲洗口腔。如已吞下,应根据毒物性质给以解毒剂,并立即送医院。

腐蚀性毒物:对于强酸,先饮大量水,然后服用氢氧化铝膏、鸡蛋白;对于强碱,也应先饮大量水,然后服用醋、酸果汁、鸡蛋白。不论酸或碱中毒皆再灌注牛奶,不要吃呕吐剂。

刺激剂及神经性毒物:先给牛奶或鸡蛋白使之立即冲淡和缓解,再用一大匙硫

酸镁(约 30 g)溶于一杯水中催吐。有时也可用手指伸入喉部促使呕吐,然后立即送医院。

吸入气体中毒时,将中毒者移至室外,解开衣领及纽扣。吸入少量氯气或溴蒸气者,可用碳酸氢钠溶液漱口。

7. 急救设施

为处理事故需要,实验室应有急救箱,内置有以下一些物品。

- (1) 绷带、纱布、脱脂棉花、橡皮膏、医用镊子、剪刀等。
- (2) 凡士林、创可贴、玉树油或鞣酸油膏、烫伤油膏及消毒剂等。
- (3) 乙酸溶液(2%)、硼酸溶液(1%)、碳酸氢钠溶液(1%及饱和)、医用乙醇、甘油、红汞、龙胆紫等。

三、常见危险化学品的使用与保存

所谓危险物质,专指易燃、易爆和易中毒的物质。

对危险物质的注意事项如下。

(1) 必须事先充分了解所用物质的理化性质、状态,特别是易燃、易爆及中毒的危险性,否则不允许使用。

(2) 易燃、易爆物质应避免阳光照射,储存在阴凉、通风的地方,与火源和热源隔开。

(3) 毒物及剧毒物质,还需要放于专用药品橱内,加锁保存,如需使用,必须由项目负责人签字批准。

(4) 尽可能避免使用危险物质,如必须使用,一定要严格控制使用量。

(5) 在使用危险物质之前,必须预先考虑到发生事故时的防护手段,并准备好周密的应对办法。对于有火灾或爆炸性危险的实验,应准备好防护眼镜或防护面具,以及耐热防护衣及灭火器材等物品;有中毒危险时,则要准备好防护手套、防毒面具及防毒衣物。

(6) 处理有毒试剂及含有毒物的废弃物时,必须采取避免引起水质及大气污染的方法、措施。

(一) 着火性物质

1. 强氧化性物质

强氧化性物质包括氯酸盐、高氯酸盐、无机过氧化物、有机过氧化物、硝酸盐和高锰酸盐。

1) 特点

强氧化性物质因加热、撞击而分解、放出的氧气与可燃性物质发生剧烈燃烧,有时也会发生爆炸。

2) 注意事项

(1) 此类物质易因加热、撞击而发生爆炸,故在存放或实验时,应远离火源和热源。要保存在阴凉的地方,并避免撞击。

(2) 此类物质若与还原性物质或有机物质混合,即会发生氧化放热,而引起着火。

(3) 氯酸盐与强酸作用,易产生二氧化氯(ClO_2);而高锰酸盐与强酸使用,则又会产生臭氧,有时也会发生爆炸。

(4) 过氧化物与水作用,则能产生氧气(O_2);与酸作用,又会产生过氧化氢(H_2O_2),并放出热量,有时同样会引起着火。

(5) 碱金属的过氧化物均能与水发生反应,因此,在化学实验室的工作人员,必须注意此类物质的防潮存放,否则同样会发生危险。

(6) 有机过氧化物,在化学反应中,能作为副产物生成,并且在有机物的存放过程中,同样也会生成。

3) 防护与灭火方法

(1) 凡是有爆炸危险时,必须佩戴防护眼镜或防护面具。

(2) 凡由碱金属或是过氧化物引起着火时,不宜使用水来扑灭。要用二氧化碳或是沙子扑灭。

2. 强酸性物质

强酸性物质包括浓硝酸、浓硫酸、氯磺酸、铬酐(三氧化铬)等物质。

1) 特点

若与有机物或还原性物质混合,即会发生作用而放热,有时会着火。

2) 注意事项

(1) 强酸性物质若与有机物或是还原性等物质混合,往往会发热而着火。注意:千万不要使用破裂的容器盛放,并要将它们存放在阴凉的地方。

(2) 在加热铬酐时,如果加热温度超过铬酐的熔点,它即会分解,放出氧气而引起着火。

(3) 当酸类物质洒出时,要用碳酸氢钠或纯碱将其覆盖,然后用大量水冲洗。

3) 防护与灭火方法

(1) 加热此类物质时,要戴好防护眼镜、防护手套。

(2) 对于强酸性物质引起的火灾,可用大量水喷洒来进行灭火。

3. 低温着火性物质

此类物质有P(黄磷、红磷)、 P_4S_3 、 P_2S_5 、 P_4S_7 、S(硫黄)、金属粉(Mg、Al、Zn等)、金属条(镁条)等。

1) 特点

在较低温度下着火而迅速燃烧。

2) 注意事项

(1) 因为此类物质着火点较低,所以一受热就会着火。存放时,一定要远离火源和热源。要将它们保存在阴凉的地方。

(2) 此类物质若与氧化性物质混合,即会着火。

(3) 白磷(黄磷)在空气中就能着火,故要将它保存在水中,并避免阳光直射。

(4) 硫黄粉末吸潮会发热,从而引起燃烧。

(5) 金属粉末若在空气中加热会剧烈燃烧,并且与酸、碱物质作用时产生氢气,从而有着火的危险。

3) 防护与灭火方法

(1) 处理量大时,一定要戴防护眼镜(或防护面具)和防护手套。

(2) 由此类物质引起火灾时,一般用水灭火较好,也可用二氧化碳灭火器灭火。

(3) 大量金属粉末引起着火时,最好使用沙子或干粉灭火器灭火。

4. 自燃性物质

自燃性物质包括有机金属化合物和还原性金属催化剂(Pt、Pd、Ni)等。

1) 特点

在室温下,一旦接触空气即着火燃烧。自燃性物质主要为研究用的特殊物质。

2) 注意事项

(1) 这类物质一接触空气就会着火。因此,初次使用时,必须请有经验的专业人员进行指导。

(2) 将有机金属化合物在溶剂中稀释成的物质,若其飞溅出来,就会着火。因此,一定要密封保管。并且,不要将可燃性物质放置于其附近。

3) 防护与灭火方法

(1) 处理毒性较大的自燃性物质时,一定要戴防毒面具和橡皮手套。

(2) 因此类物质引起的火灾,常用沙子或干粉灭火器进行扑灭。但数量很少时,可以用大量喷水法灭火。

5. 禁水性物质

禁水性物质包括 Na、K、CaC₂(碳化钙)、Ca₃P₂(磷化钙)、CaO(生石灰)、NaNH₂(氨基钠)、LiAlH₄(氢化锂铝)等。

1) 注意事项

(1) 金属钠或钾等物质与水发生反应时,会放出氢气而引起着火、燃烧或爆炸。因此,要切成小块、放入煤油中密封保存。其碎屑也要置于煤油中。

(2) 金属钠或钾等物质与卤化物发生反应时,往往会发生爆炸。

(3) 碳化钙与水发生反应,产生乙炔气体,同样会引起着火、爆炸。

(4) 磷化钙与水发生反应,会产生磷化氢气体(PH₃为剧毒性气体),还会同时

产生 P_2H_4 气体, P_2H_4 会自燃而着火。

(5) 金属氢化物之类物质与水(或水蒸气)作用也会着火。当将它们丢弃时,可将其分次少量投入乙酸乙酯中(不可进行相反操作)。

(6) 生石灰与水作用,虽然不能着火,但能产生大量热,往往能使其他物质着火。

2) 防护与灭火方法

(1) 在使用这类物质时,要戴橡皮手套或用镊子操作,不宜用手直接去拿。

(2) 由这类物质引起火灾时,可用干燥的沙子、食盐或纯碱把它覆盖。千万不可用水或潮湿的东西、二氧化碳灭火器来进行扑灭。

(二) 易燃物质

可燃物质的危险性可以根据其燃点进行判断。燃点越低,危险性越大。但是,即使燃点较高的物质,当加热到其燃点以上的温度时也同样是危险的。因此,必须加以注意。

1. 特别易燃物质

特别易燃物质包括乙醚、二硫化碳、乙醛、戊烷、异戊烷、氧化丙烯、二乙烯醚、羰基镍、烷基铝等物质。

1) 注意事项

(1) 因为它们有着火温度及燃点极低,所以使用时必须熄灭周围的火源。

(2) 因沸点低,爆炸浓度范围又较大,因此,要保持室内通风良好,以免其蒸气滞留在使用现场引起着火。

(3) 此类物质一旦着火,爆炸范围很大,由此引起的火灾很难扑灭。

(4) 当容器中储存的易燃物质减少时,往往容易着火爆炸,工作人员一定要加以注意。

2) 防护与灭火方法

(1) 对于有毒性的物质,要戴防毒面具和橡皮手套加以处理。

(2) 由这类物质引起火灾时,应用二氧化碳和干粉灭火器扑灭。但其周围的可燃物着火时,则用水扑灭较好。

2. 一般易燃性物质

1) 高度易燃性物质(闪点在 $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 以下)

第 1 类石油产品:石油醚、汽油、轻质汽油、挥发油、乙烷、庚烷、辛烷、戊烯、醇类($C_1\sim C_5$)、二甲醚、二氧杂环乙烷、乙缩醛、丙酮、甲乙酮、三聚乙醛、甲酸酯类、乙酸酯类、乙腈、吡啶、氯苯等。

2) 中等易燃性物质(闪点在 $20\sim 70\text{ }^{\circ}\text{C}$)

(1) 第 2 类石油产品:二甲苯、苯乙烯、烯丙醇、苯甲醛、甲酸、乙酸。

(2) 第 3 类石油产品:1,2,3,4-四氢化萘、乙二醇、二甘醇、乙酰乙酸乙酯、乙

醇胺、硝基苯、苯胺、邻甲苯胺等。

3) 注意事项

(1) 高度易燃性物质,虽不特别易燃,但其易燃性仍然很高,电火花、赤热物体、烟头残火等,都会引起着火。

(2) 中等易燃性物质,在加热时容易着火。用敞口容器加热时,一定要防止周围蒸气滞留不散。

4) 防护与灭火方法

(1) 给这类物质加热或处理量较大时,工作人员要戴上防护面具及棉纱手套。

(2) 此类物质着火,一般燃烧范围较小,用二氧化碳灭火器来进行灭火。火势较大时,可用水来扑灭。

(三) 爆炸性物质

爆炸有两种情况。一是物理爆炸,如蒸汽锅炉爆炸。二是化学爆炸,它可以分为两类:一类是可燃性气体或固体小颗粒与空气混合,达到其爆炸界限浓度时,着火而发生燃烧爆炸;另一类则是易于分解的物质,由于加热或撞击而分解,突然产生气体而爆炸。

1. 可燃性气体

1) 种类

(1) 由碳、氢两元素组成的可燃性气体。如:氢气、甲烷、乙烷、丙烷、丁烷、乙烯、丙烯、丁烯、乙炔、环丙烷、丁二烯等。

(2) 由碳、氢、氧三元素组成的可燃性气体。如:乙醚、环氧乙烷、氧化丙烯、乙醛、丙烯醛等。

(3) 由碳、氢、氮元素组成的可燃性气体。如:氨、甲胺、二甲胺、三甲胺、乙胺、氰化氢、丙烯腈等。

(4) 由碳、氢、卤素组成的可燃性气体。如:氯甲烷、氯乙烷、氯乙烯、溴甲烷等。

(5) 由碳或氢与硫元素组成的可燃性气体。如:硫化氢、二硫化碳等。

2) 注意事项

(1) 使用可燃性气体时,一定要打开窗户,保持室内通风良好。

(2) 乙炔和环氧乙烷,由于会发生分解爆炸,因此,不可将其加热或对其进行撞击。

3) 防护与灭火方法

(1) 使用时,根据需要,应戴防护眼镜或防毒面具。

(2) 此类物质着火时,可用通常的灭火方法进行灭火。

(3) 泄漏气量大时,如果情况允许,可关掉气源、扑灭火焰、打开窗户、尽快离

开现场;若情况紧急,则要立即离开现场。

2. 分解爆炸性物质

1) 等级和种类

分解爆炸性物质的危险程度,可分为下列几个等级:A表示灵敏度大,威力大;B表示灵敏度大,威力中;C表示灵敏度大,威力小;A'表示灵敏度中,威力大;B'表示灵敏度中,威力中;C'表示灵敏度中,威力小。

(1) 含 N—O 键化合物。如:硝酸酯化合物(A)、硝基化合物(A')、硝胺化合物(A')、硝酸铵(B')、亚硝基化合物(C')、雷酸盐(B)。

(2) 含 N—N 键化合物。如:重氮盐(C)、重氮含氧化合物(C)、重氮亚胺化合物(C')、重氮酸酐化物(C)、重氮氰化物(C)、重氮硫化物(C)、重氮硫醚化合物(C)、叠氮酸(B)、金属叠氮化物(B)、卤素叠氮化物(B)、有机叠氮化物(B)、有机酸叠氮化物(C')。

(3) 含 N—Z 键化合物。如:卤化氮(C)、硫化氮(C)、金属氮化物(C)、金属亚胺化合物(C)、金属氨基化物(C)。

(4) 含 O—O 键化合物。如:烷基过氧化物(B)、二烷基过氧化物(C)、有机过氧酸(C)、酯的过氧化物(C)、二酰基过氧化物(C)、臭氧化物(B)。

(5) 含 O—Z 键化合物。如:卤素氧化物(C)、高氯酸铵(B)、高氯酸酯化合物(B)、烷基氯酸化合物(B)、氯酸铵(B')、亚氯酸酯化合物(B')、亚氯酸盐(C')。

2) 注意事项

(1) 此类物质常因烟火、撞击或摩擦等外力作用而引起爆炸。因此,在运送和保存时,一定要了解其危险程度。

(2) 由于这类物质经常能作为各类反应的副产物生成,因此在实验时,很可能发生意外的爆炸事故。

(3) 当这类物质与酸、碱、金属和还原性物质接触时,同样也会发生爆炸。因此,工作人员千万不要随便将它们混合。

3) 防护与灭火方法

(1) 根据此类物爆炸而引起的延烧情况,采取相应的灭火方法。

(2) 根据需要,准备好防护眼镜或防护面具、防护手套等物品。

(四) 有毒物质

实验室中,大多数化学试剂是有毒物质。通常进行化学实验时,因为用量较少,除非严重违反使用规则,否则不会由于一般性的试剂而引起中毒事件。但是,对毒性大的物质,一旦用错,就会发生事故,甚至有生命危险。因此,在经常使用的试剂中,对其危险程度大的物质,必须严格遵守国家有关法令的规定。

1. 毒气

(1) 容许浓度在 0.11 mg/m^3 (空气) 以下的毒气:氟气、光气、臭氧、砷化氢、磷