

中学化学

实验原理和技术



中学化学实验原理和技术

汪成范 编

•

湖北教育出版社出版 湖北省新华书店发行
潜江县印刷厂印刷

787×1092毫米 32开本 8.75印张 1插页 198,000字
1983年9月第1版 1983年9月第1次印刷
印数: 1—20,500

统一书号: 7306·16 定价: 0.77元

目 录

前 言	1
第一部分 中学化学实验的一般知识 和基本技术	4
一、试剂的处理	4
二、仪器的洗涤、干燥和养护	9
三、仪器的安装	12
四、加热的方法	15
五、干燥和干燥剂的使用	17
六、气体的制取和收集	21
七、投影演示技术的应用	25
八、实验在安全方面的一般知识	29
第二部分 中学化学实验	36
实验 1 镁带在空气中燃烧	36
实验 2 碳酸氢铵的加热分解	37
实验 3 氧化汞受热分解	38
实验 4 用氯酸钾制取氧气	39
实验 5 各种物质在氧气里燃烧	41
实验 6 证明质量守恒定律的实验	44
实验 7 电解水	48

实验 8	金属和酸反应制取氢气	52
实验 9	氢气在空气里燃烧	54
实验 10	氢气跟空气混合点燃发生爆炸	55
实验 11	氢还原氧化铜	58
实验 12	硝酸铵溶解时的吸热现象	60
实验 13	稀释浓硫酸的放热现象	62
实验 14	氢氧化钠固体溶解时的放热现象	65
实验 15	温度对硝酸钾溶解度的影响	67
实验 16	硫酸铜晶体受热分解	69
实验 17	纸上层析	70
实验 18	用四氯化碳萃取碘	74
实验 19	硝酸钾的结晶	76
实验 20	氯气的实验室制法	77
实验 21	氢气在氯气里燃烧	80
实验 22	氢、氯混和气体见光爆炸	81
实验 23	钠在氯气里燃烧	84
实验 24	氯的漂白作用	87
实验 25	氯化氢的制取	88
实验 26	氯化氢的溶解度—喷泉实验	89
实验 27	氯化氢的溶解热	91
实验 28	氯离子的检验	92
实验 29	碘的升华	95
实验 30	碘和淀粉的反应	96
实验 31	氯、溴、碘活动性的比较	98
实验 32	金属钾、钠跟水作用	99
实验 33	氢氧化钠溶液跟硫酸铜溶液反应	101
实验 34	碳酸钠和碳酸氢钠的热稳定性	103

实验 35	钾离子、钠离子的焰色反应	104
实验 36	熔融硝酸钾的导电性	106
实验 37	比较钠与镁的活泼性	108
实验 38	比较铝和镁的活泼性	109
实验 39	铜在硫蒸气里燃烧	111
实验 40	硫和铁的反应	112
实验 41	硫化氢的实验室制法	113
实验 42	硫化氢在空气中燃烧	116
实验 43	二氧化硫的制取	117
实验 44	二氧化硫在水中的溶解性	117
实验 45	二氧化硫的漂白作用	118
实验 46	铜跟浓硫酸的反应	120
实验 47	硫酸根离子的检验	122
实验 48	用单分子膜法测定阿佛加德罗常数	124
实验 49	中和热的演示	127
实验 50	氨与酸作用	129
实验 51	用铵盐与碱作用制氨	131
实验 52	氨的催化氧化	133
实验 53	氯化铵的热分解	135
实验 54	铜与硝酸的作用	137
实验 55	硝酸盐的加热分解	138
实验 56	硝酸根离子的检验	141
实验 57	白磷与红磷着火点的比较	142
实验 58	浓度对化学反应速度的影响	144
实验 59	温度对化学反应速度的影响	146
实验 60	催化剂对化学反应速度的影响	147
实验 61	浓度对化学平衡的影响	149

实验 62	压强对化学平衡的影响	150
实验 63	温度对化学平衡的影响	152
实验 64	碳还原氧化铜	154
实验 65	二氧化碳的实验室制法	155
实验 66	镁在二氧化碳里燃烧	156
实验 67	硅酸凝胶的生成	157
实验 68	氢氧化铁胶体溶液的制备	158
实验 69	碘化银胶体的制备	159
实验 70	丁达尔现象	160
实验 71	溶液的渗透现象	162
实验 72	胶体溶液的电泳	164
实验 73	电解质使胶体聚沉	169
实验 74	电解质溶液的导电性	170
实验 75	盐类水解	172
实验 76	酸碱中和滴定	175
实验 77	原电池	178
实验 78	电解氯化铜溶液	182
实验 79	电解饱和食盐水	184
实验 80	电镀锌	187
实验 81	铝热剂	188
实验 82	氧化铝薄膜的保护作用	190
实验 83	氢氧化铝的两性	192
实验 84	铜氨络合物	193
实验 85	络合物的电离平衡	194
实验 86	一氧化碳还原氧化铁	195
实验 87	甲烷的实验室制法	198
实验 88	甲烷的氯化反应	200

实验 89	甲烷的燃烧	203
实验 90	乙烯的制取	204
实验 91	乙炔的制取	207
实验 92	溴水与乙烯及乙炔的反应	209
实验 93	乙烯和乙炔在空气中燃烧	210
实验 94	高锰酸钾与乙烯及乙炔的反应	211
实验 95	苯的溴化	212
实验 96	苯、甲苯和二甲苯与高锰酸钾的反应	215
实验 97	石油的分馏	216
实验 98	石油的催化裂化	219
实验 99	乙醇跟钠的反应	221
实验 100	苯酚的溶解性和酸性	223
实验 101	苯酚跟溴水反应	225
实验 102	苯酚与三氯化铁的作用	226
实验 103	银镜反应	227
实验 104	醛还原氢氧化铜	229
实验 105	醛和酮与高锰酸钾作用	231
实验 106	乙炔水化制乙醛	232
实验 107	乙酸乙酯的制备	234
实验 108	酯的水解	236
实验 109	硝基苯的制取	238
实验 110	苯胺跟酸作用	240
实验 111	淀粉的水解	242
实验 112	纤维素水解	243
实验 113	用唾液水解淀粉	245
实验 114	纤维素硝酸酯的制备	246
实验 115	蛋白质的盐析作用	247

实验 116	蛋白质的变性作用·····	248
实验 117	蛋白质的黄色反应·····	249
实验 118	蛋白质的缩二脲反应·····	250
实验 119	高分子材料在有机溶剂中的溶解性·····	251
实验 120	线型高分子材料的受热软化·····	253
实验 121	酚醛塑料的制取·····	254
附 录	·····	261
附录一	常用酸碱指示剂的配制方法·····	261
附录二	一些常用试剂的配制·····	261
附录三	常用酸碱溶液的配制·····	263
附录四	一些酸、碱和盐的电离度·····	264
附录五	一些盐的热分解温度·····	264
附录六	几种易燃气体的爆炸极限·····	265
附录七	各种气体在水中的溶解度·····	265
附录八	某些无机化合物在水中的溶解度·····	266
附录九	难溶化合物的溶度积·····	267
附录十	不同温度下水的饱和蒸气压·····	267
附录十一	常用有机溶剂的沸点及密度·····	268
附录十二	常见弱电解质的电离常数·····	268
附录十三	一些金属氢氧化物沉淀的 pH 值·····	269
附录十四	中学化学实验中可能遇到的有毒物质·····	270
参考书目	·····	271

前 言

化学是一门实验科学，加强实验教学是提高中学化学教学质量的重要环节之一。鉴于当前中学化学实验参考资料比较缺乏，为了使许多参加工作时间不久的教师能适应中学化学实验教学的要求，特根据中学化学教学大纲的精神及中学化学通用教材所规定的课堂实验写成此书。同时，希望本书对师范院校化学专业的学生及中等程度的自学青年，在扩大知识面，加强“双基”和培养能力方面，亦能有所帮助。

本书共分两部分。第一部分是中学化学实验的一般知识和基本技术。考虑到中学化学教师对实验的一般知识和技能已有一定基础，这部分内容的详细叙述是不必要的；但从另一角度看，化学实验中的一些基本知识和必须遵守的操作规程等，是实验教学的一个重要方面，结合中学化学实际，对这些内容加以概括而扼要的说明是必要的，希望对读者有所裨益。

本书第二部分包括中学化学实验 121 个，其中绝大部分是中学化学课本里规定的演示实验，也有少数学生实验。有些传统的实验由于各种原因（或者是装置较复杂，或者是需时较长等），不合课堂演示要求，化学课本未列入演示实验范围的，编者认为其中有些在课外活动过程中还有其作用，因此也适当地编选了一些。全部实验的编排大体上与中学化学课本的安排顺序相一致，个别的作了一些调动。

中学化学课堂演示实验，绝大多数是验证性的。这些实验虽然各有它本身的特点，但要做好这些实验，都必须符合于下述

要求：(1) 目的明确，能正确地揭示所研究的化学现象的本质；(2) 现象明显，能使全班学生观察清楚；(3) 操作简便，讲课教师能独自进行而无须助手的帮助；(4) 需时较短，不影响课堂教学的进度；(5) 效果可靠，做得准确而又安全；(6) 操作规范化，能给学生以良好的示范作用。要做到以上各点，教师就必须讲究实验的教学法，并具备一定的化学理论知识和实验技术。鉴于以上要求，本书对每一个实验包括了以下内容：

1. 在每一实验的引论中，对所涉及的反应过程做了较详细的阐述。中学化学实验因需服从于课堂教学的要求，装置和操作都比较简单，但要把实验做成功，首先要弄清有关反应原理。只有这样，才能在实验过程中，把装置、操作和试剂处理等技能上的问题，都正确地加以解决和安排，以提高实验效果；即使试做失败，也比较容易找出原因而加以改进。若是依葫芦画瓢，不弄清反应原理，不明了实验装置和操作的来龙去脉，实验做得不成功或不符合要求而又找不出原因，那就会影响教学工作的进行。因此本书用较大篇幅阐释了每个实验的反应原理；这些叙述在深广度上有些超过了中学化学的范围，但由于这些说明是扣紧实验的操作步骤，是合理而有效地完成实验工作必要的知识，相信对中学化学教师来说，仍然是有用的。作为一个教师，需要知识面广一些，这是无可置疑的。

2. 每个实验都列举了必要的试剂和材料；对实验的准备，安装及操作步骤做了较详细的说明，力求重点突出，条理清楚。有的附了插图。关于实验手续，着重指明了应如何做以及为什么要这样做的道理，连那些看来无关紧要而实际有重要意义的细节也同时包括在内，使读者从根本了解各项操作技术的特点和要求，以便在实验过程中更自觉地按照应有的操作规程去做。

有的实验列举了几种不同的做法,便于教师根据具体情况去选择。所引用的这些不同做法,有的吸收了各地教师的经验,有的在编者指导下曾在师范学院学生中实践过,有的是编者自己设计并经过验证的。

3. 有的实验在注意事项中提出了实验成败的关键及有关安全措施,使读者能抓住实验关键去解决实验中可能遇到的困难,解释实验中可能发生的异常现象,并注意安全,保证实验的顺利进行。

4. 有的实验从教学法的角度提出了编者的一些看法与建议。

本书在附录中收入了一些与中学化学实验有关的数据和资料。

本书在编写过程中,游畏三同志协助整理了稿件,齐年同志描绘了全部插图,特别要提到李成文、叶盛雷、项本承等同志,他们对本书的编写给予了鼓励和关怀,谨此一并致谢。

由于编者水平所限,编写时间又较仓促,书中定有不少缺点和错误,衷心希望读者批评指正。

第一部分 中学化学实验的一般知识和基本技术

这里叙述的是中学化学实验的一般知识和基本操作技能。考虑到本书读者多是已有一定程度实验技能的中学化学教师及师范院校化学系的学生，故对这部分内容的叙述尽可能简略一些，但读一读这些扼要而概括的叙述，对某些读者来说，还是有益的。

一、试剂的处理

1. 化学试剂的等级 按所含杂质的多寡，化学试剂可分为以下各种级别。（见第5页图表）

中学化学实验一般可用四级实验试剂，只有少数情况需用三级化学纯试剂，有些实验可以使用工业品。

2. 试剂的保管 化学试剂应根据其性质，以不同方式妥善贮藏。不论固体或液体试剂，一般都用玻璃瓶贮存。有些袋装的试剂也最好移装在玻璃瓶中，不但取用较方便，且可减少潮解、风化及挥发等因素对试剂所造成的不良影响。

每个试剂瓶上都应贴有标签，标明试剂名称及规格或浓度等。凡没有标签的试剂，在确实证明它属于何种试剂以前，绝不可随意使用，以防发生意外事故。

见光易分解的试剂应贮存于棕色瓶中，并放在暗处。

化 学 试 剂 等 级

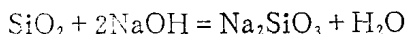
等 级	代号	用 途
一 级 品 (保证试剂或 优 级 纯)	G. R.	纯度高, 杂质含量低, 可用作基准物质。主要用于精密分析及科学研究的分析鉴定。
二 级 品 (分 析 纯)	A. R.	纯度也较高, 杂质含量较低, 仅次于一级品。主要用于一般科研及分析工作。
三 级 品 (化 学 纯)	C. P.	纯度低于二级品, 适用于一般分析及要求较高的无机或有机制备。
四 级 品 (实验试剂)	L. R.	纯度较差, 但较工业品高, 适用于普遍实验。
工业纯试剂	T. P.	纯度次于四级品, 适用于要求不甚高的一般实验。
光 谱 纯 (超纯试剂)	S. P.	纯度比保证试剂还高, 用于准确度要求极高的精密分析和科研工作。

易挥发及易受潮或风化的物质, 要用石蜡封口。

对具有爆炸性、强氧化性、易燃或自燃性和有毒品、腐蚀品等应分开专柜存放, 务须注意安全。

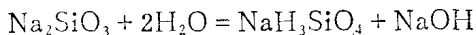
对氢氧化钠等碱性物质须装在带有橡皮塞的玻璃瓶中, 不可用玻璃塞。因普通玻璃的主要成份是 Na_2O 、 CaO 、 6SiO_2 。其

中 SiO_2 占很大比重，它很容易与强碱作用而被部分地溶解生成硅酸盐：

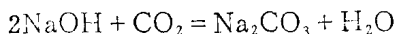


偏硅酸钠能溶于水，会使玻璃塞被粘住而不能启开。

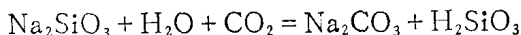
水玻璃的主要成份是偏硅酸钠，它易水解。



空气中的二氧化碳与氢氧化钠作用生成碳酸钠。



二氧化碳也对水玻璃溶液发生作用而析出硅胶。



这会使水玻璃逐渐发生变质而结成硬块，故水玻璃应在密闭器中保存，并不宜用玻璃塞，以免粘住。

3. 试剂的取用 固体试剂一般用药勺取用。药勺须保持清洁，用过后要洗净擦干，方可用于取用另一种试剂。每次取用时估计用量，不可多取；若有多余，不可倒回原瓶。取出试剂后应将原瓶盖紧，不可弄错盖，“张冠李戴”。

液体试剂可用滴管或倾注法取用。滴管不能触及所使用的仪器器壁，以免沾污。倾注液体时，应将试剂瓶的标签朝上，使液体沿清洁的玻璃棒注入烧杯或试管。取出所需量后，应让试剂瓶口上剩余的液滴流到烧杯或试管中去，免其沿瓶子外壁流下。瓶盖也不能盖错。定量使用时宜用量筒或移液管取用。

有些中学实验无须十分准确地量取试剂时，可学会用估计的办法用滴管移取。例如一毫升溶液有多少滴，某一型号的试管的体积的 $\frac{1}{3}$ 是多少毫升等，平时多练，就可做到大致不差，符合一般实验的要求。

4. 试剂的研磨和溶解 为了使固体物质易于溶解或易于

进行反应,须先把它进行研磨。这一操作一般在清洁和干燥的研钵中进行。研磨时所盛固体物质的量不要超过研钵容量的 $\frac{1}{3}$,以

免操作中把研磨的物质抛出钵外。在用磨杵研磨时,不可用磨杵去敲击固态物质,而要用左手按稳研钵,右手持磨杵以压碎的方式把大块压碎,再用磨杵在钵内作不断的圆圈式的转动将固体研细。

有些物质研细后须混合使用的,宜分开各自磨碎,再行混合。有的物质在研磨时易发生爆炸的更应十分小心,例如氯酸钾若混有还原性物质,则研磨时易发生爆炸,因此只能轻轻地压碎而不能敲击。

固体试剂的溶解通常是将其放在烧杯内,加水用玻璃棒搅拌,以加速溶解。搅拌时应手持玻璃棒,利用手腕转动之力,以使玻璃棒在液体中均匀地转动,并要防止玻璃棒碰到器壁上。若物质不会因加热而分解,也可用不同方法加热使之加速溶解。但在加热时,切不可用细口容器,以免液体受热从瓶口冲出。在试管中溶解固体时,若进行搅拌,更不可用力过猛,一般以用振荡的方式为好。

5. 溶液的配制和稀释 表示溶液浓度的方法最常用的是重量百分比浓度,有时也用摩尔浓度或当量浓度。

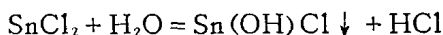
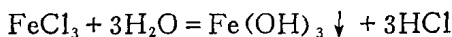
配制水溶液以用蒸馏水或去离子水为宜。自来水中含有钙、镁、铁、氯等多种离子,不适于配制化学试液之用。

要配制一定浓度的固体试剂溶液,应先计算并称量出所需固体试剂的重量,再用容量瓶配制。先把称量好的固体试剂用少量水溶解于烧杯中,再将其转到容量瓶中去。盛溶液的烧杯应加以洗涤,洗涤液也要移入容量瓶。然后缓缓地加水稀释,到接近标线时须十分仔细地用滴管把水逐滴加入,以防过量。

到溶液凹面最下一点与标线重合时，盖好瓶塞，将容量瓶倒转数次，使瓶中溶液混合均匀。

在配制含有结晶水的物质的溶液时，应将所含结晶水的量计算进去。如配制一升 0.1M 硫酸铜溶液，需用无水硫酸铜的量为 16 克，若用含有五个结晶水的胆矾，则需用量为 25 克。

对易水解盐如氯化铁，氯化亚锡等一旦遇水，立即水解成氢氧化物或碱式盐：



配制这些物质的溶液时，为防止水解，通常先将其溶于较浓的盐酸中，然后用水稀释到所需的浓度。注意不可先加水后加酸，否则水解产物很难溶解。

在中学化学实验中，固体试剂如盐类一般配成 0.5N 的，也有用 10% 重量百分浓度的。有少数盐溶液，只能用稀的而不能用浓的，如硝酸银溶液可用 0.1N，高锰酸钾溶液用 0.01M，氯化铁溶液用 0.1% 等。有时需用更浓的溶液则可配饱和溶液：先从手册中查出在室温时该试剂的溶解度数据，算出配制时所需试剂的重量及水的体积，称量出比计算稍多的固体试剂，将其跟所需的水加入烧杯中，用搅拌及加热的方法以加速溶解，待加热到一定温度而少许固体残留不再溶解，冷却后又析出一些固体，即成饱和溶液。

稀释液体试剂时，应先标出所需浓溶液的体积，再用移液管吸取一定体积的溶液放入容量瓶中，然后稀释至标线。

在中学实验里，有时对溶液浓度的要求不需十分准确，可用近似方法稀释。例如对三酸的稀释，用 1 体积比重为 1.84 的浓硫酸溶解在 5 体积水里，所得稀硫酸的浓度接近 6N；用比重为 1.42 的浓硝酸与水按 1:2 的体积比混溶，用比重为 1.19 的浓

盐酸与水按1:1的体积比混溶,所得溶液的浓度也大致都为6N。氨水的浓度习惯上用百分浓度表示,市售氨水的浓度约为25%,将氨水与水按2:3的体积比稀释,所得稀氨水的浓度接近10%;若以1:9的体积比稀释,则得到的是约为2.4%的稀氨水。

对于气体物质饱和溶液如氯水,硫化氢等,可在常温下将此类气体通入蒸馏水中至饱和即可。

二、仪器的洗涤、干燥和养护

做化学试验,必须使用清洁和干燥的仪器;仪器如不清洁,可能产生不正确的结果;有些实验使用不干燥的仪器,也会对实验产生不良影响。

1. 仪器的洗涤 洗涤仪器最简便的方法是用毛刷(试管刷、烧瓶刷等)就水刷洗。若有油污,可加去污粉洗涤。去污粉是碳酸钠、白土、细砂等混合而成,碳酸钠是一种碱性物质,有很强的除去油污的能力,而白土有吸附作用,细砂能起摩擦作用,因而可以增强洗涤效果。仪器经用去污粉擦洗后,要用清水将白色颗粒粉末洗去,再用蒸馏水或去离子水洗去自来水中的 Ca^{2+} , Mg^{2+} , Fe^{3+} , Cl^- 等离子。用蒸馏水洗涤时,宜按“多次少量”的原则,每次用少量蒸馏水,洗涤两三次。

有时仪器附有焦油状物质或碳化残渣,用刷的方法不能洗净,用去污粉或酸、碱等溶液洗涤也难以奏效,则需用铬酸洗液清洗。这种洗液由等体积的浓硫酸与饱和的重铬酸钾(钠)溶液配制而成(见附录二),具有很强的氧化性。这是由于重铬酸盐与浓硫酸作用产生铬酐的结果。