

中学化学 实验

张文朴 孟宗五 编



北京师范大学出版社

中学化学实验

张文朴 孟宗五 编

*

北京师范大学出版社出版

新华书店北京发行所发行

北京德外印刷厂印刷

*

开本, 787×1092 1/32 印张, 5.125字数, 103千

1986年6月第1版 1987年6月第1次印刷

印数, 1—11,000

统一书号: 7243·400 定价: 0.75元

编者说明

一、实验教学是中学化学教学一个重要的组成部分，为了适应加强实验教学的需要，我们计划通过本书提供某些有关中学化学实验资料，为我国中学化学教学尽一点力量。

二、本书所选实验仅限于中学化学范围，但并不局限于现行中学化学教学大纲和教科书的内容。例如，现行中学化学课本没讲臭氧，但本书仍然介绍了几个有关臭氧的实验。至于趣味化学实验，则着重于启发学生思考，引起学习兴趣，故在内容上更不考虑其原理是否超出中学化学大纲的要求。

三、本书主要取材于国外有关书刊，同时也选入一部分国内书刊中的材料。此外，还有我们编者做过的一些工作。应该说明，实验在选入本书之前，一般都在文字和表达方式上作了适当改写。本书的主要资料来源，已列入书末的参考书目，可供读者查阅。

四、我们认为，本书所选实验都是实际可行的。但是，按照本书内容进行实验时，最好根据具体条件再做某些调整或修改，以便收到预期的效果。

对于化学实验的安全，读者应予以认真对待。在实验时必须切实遵守化学实验的安全操作注意事项；学生应该在教师指导下进行实验。

五、本书不仅可供中学和中专化学教师、学生，在课堂教学和课外活动中使用，而且也可供师范专科学校、高等师范院校的化学专业师生在研究中学化学实验时参考。

本书在编写过程中，得到北京西城区教育局中学教研室张德山同志的热情帮助；北京师范学院分院化学系赵克平同志的协助，并提供资料，在此致以衷心感谢。

最后，诚恳希望广大读者对本书所存在的缺点、错误提出批评、指正。

编者

1985年3月16日

目 录

第一部分 教学实验

实验一	气体扩散·····	1
实验二	氢的扩散·····	2
实验三	离子扩散·····	3
实验四	溶解时的体积变化·····	4
实验五	甘油水溶液的冰点·····	5
实验六	冰盐寒剂·····	5
实验七	物质的沸点、熔点测定·····	6
实验八	分子量的测定·····	8
实验九	原子量的测定·····	10
实验十	氧气摩尔体积的测定·····	12
实验十一	阿佛加德罗常数的测定·····	14
实验十二	氢气的还原性·····	20
实验十三	氢气燃烧产物——水的检验·····	22
实验十四	氢在空气中燃烧生成过氧化氢·····	23
实验十五	过氧化氢的氧化性·····	24
实验十六	水与金属的作用·····	25
实验十七	臭氧的制备和性质·····	28
实验十八	常压下合成氨·····	33
实验十九	氨的氧化·····	35
实验二十	氧化钴催化剂的制备·····	41

实验二十一	白磷的制备	43
实验二十二	磷的燃烧	44
实验二十三	五氧化二磷的制备	45
实验二十四	二氧化硫的液化	45
实验二十五	二氧化硫水溶液氧化制硫酸	47
实验二十六	三氧化硫的制备和性质	48
实验二十七	硫与锌的反应	51
实验二十八	氯水的脱色作用	51
实验二十九	卤素间的置换反应	53
实验三十	五氧化二碘的制备	53
实验三十一	铝与碘的反应	55
实验三十二	用碳还原金属氧化物	56
实验三十三	用石墨还原三氧化二铁	57
实验三十四	用镁还原二氧化硅	58
实验三十五	水中碳酸盐硬度的测定	59
实验三十六	钴络离子的还原性	60
实验三十七	水化钴离子的脱水	61
实验三十八	金属与盐的水溶液相作用	62
实验三十九	醋酸钠的水解	62
实验四十	镁与水的反应	63
实验四十一	氯化铵促进镁在水中的溶解	63
实验四十二	三氯化铋的水解	64
实验四十三	电解质的电离及离子的性质	65
实验四十四	电极上的氧化还原反应	67
实验四十五	金属的化学腐蚀与防锈	69
实验四十六	钢铁的电化腐蚀	70
实验四十七	锌锰电池	72

实验四十八	镀铜和镀锌	74
实验四十九	电解法制锡	76
实验五十	化学平衡的移动	77
实验五十一	接触面积与反应速度的关系	78
实验五十二	反应物浓度对反应速度的影响	79
实验五十三	用氯化铁与硫代硫酸钠的反应研究反应速度	80
实验五十四	活性炭的吸附性	83
实验五十五	二氧化碳的性质	84
实验五十六	用三氯甲烷制甲烷	86
实验五十七	四氯化碳的灭火	87
实验五十八	甲烷氧化制甲醛	88
实验五十九	乙醇氧化制乙醛	90

第二部分 课外实验

实验六十	二氧化碳气球	94
实验六十一	玻璃会溶解吗?	95
实验六十二	玻璃上的“冰花”	96
实验六十三	瑰丽的晶体字	96
实验六十四	“金雨”	97
实验六十五	变色沉淀	97
实验六十六	“霜”	99
实验六十七	喷“水”成画	100
实验六十八	奇怪的手绢	101
实验六十九	化学谱	102
实验七十	奇妙的“化学钟”	103
实验七十一	自食其果	105

实验七十二	神出鬼没	106
实验七十三	会飞的鸭子	107
实验七十四	弱不经风与麻醉之后	108
实验七十五	“神笔”	109
实验七十六	新颖的点火法	110
实验七十七	“魔棍”	110
实验七十八	自动点燃的蜡烛	111
实验七十九	“火山”	112
实验八十	“钢花”四射	113
实验八十一	液体中的“烟火”	114
实验八十二	“蛇”	114
实验八十三	合成孔雀石	116
实验八十四	“宝石”——有色玻璃的制取	116
实验八十五	由草木灰制碳酸钾	117
实验八十六	苛化法制烧碱	119
实验八十七	硝酸钾的制备	121
实验八十八	食盐提纯及其组成测定	122
实验八十九	制镜	124
实验九十	铁的自燃	125
实验九十一	金属的刻蚀	126
实验九十二	铝的阳极氧化及着色	127
实验九十三	简易原电池的制作	129
实验九十四	金属“树”	132
实验九十五	石膏注塑与电镀	136
实验九十六	吸烟的害处	137
实验九十七	磺化煤的制作	140
实验九十八	自制指示剂	141

实验九十九	自制香水	143
实验一〇〇	相片调色	143
实验一〇一	稻草造纸	148
	参考文献	151

第一部分 教学实验

实验一 气体扩散

实验用品 玻璃管（直径30~50毫米）、浓盐酸、浓氨水、碘、蓝色石蕊试纸、淀粉试纸、酚酞试纸、橡皮塞、铁架台。

实验内容 把三支玻璃管水平地固定在铁架台上（图1-1）。每支玻璃管都从左端插入一条硬纸片。在此硬纸片上每隔一定距离（如5毫米）贴有一小条试纸。第一支玻璃管中的试纸是用水润湿的石蕊试纸；第二支玻璃管中的试纸是湿润的酚酞试纸；第三支玻璃管中用润湿的淀粉试纸。在第

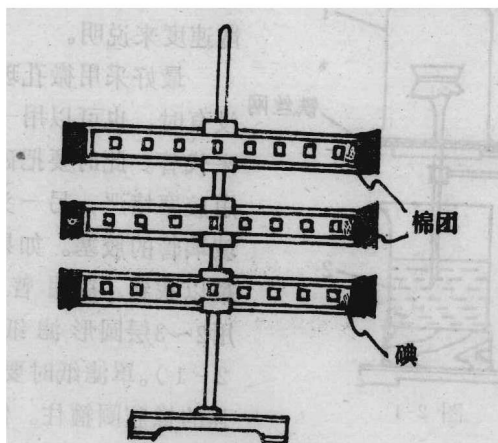


图 1-1

一支玻璃管的右端放入一个蘸有浓盐酸的棉花团；在第二支管的右端放入蘸有浓氨水的棉花团；在第三支管的右端放入几粒碘的晶体，并在管外轻微加热使碘气化。三支玻璃管各端都用橡胶塞塞住。过一段时间之后，试纸条逐次由右端到左端改变颜色。

本实验结果说明，气体物质分子向它的浓度降低的方向进行扩散，且不同物质的扩散速度不同：分子量越小，扩散速度越快。因此，上述实验第二支玻璃管里的试纸变色最快。

实验二 氢的扩散

实验用品 制氢启普发生器、微孔玻璃漏斗或素烧磁筒、烧杯、玻璃管、玻璃钟罩或大烧杯。

实验内容 在所有气体中，以氢气的扩散速度最快。本

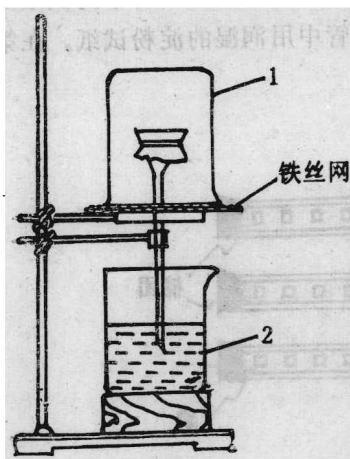


图 2-1

实验用氢气通过微孔材料具有较快（与 O_2 、 N_2 相比）的扩散速度来说明。

最好采用微孔玻璃漏斗。没有时，也可以用一段素磁管来代替。此时要把磁管的一头用胶塞堵严，另一头塞上带有玻璃管的胶塞。如果素瓷管也难以找到，就用普通漏斗，用2~3层圆形滤纸罩上（图2-1）。罩滤纸时要用弹性较强的橡胶圈箍住。使滤纸与玻

璃漏斗紧密接触。一般说，微孔材料的面积越大，实验效果

越好。

把准备好的微孔扩散漏斗垂直固定在一个铁架台上(图2-1)，而后罩上玻璃钟罩或大烧杯，平稳地支撑在铁架台上。将玻璃漏斗的导管插入下面烧杯的水内(不要太深)。

按照图2-1装好的装置，在钟罩或大烧杯内没通入氢气时，漏斗管下部也不排出气泡。当将钟罩或大烧杯用排气法充满氢气时，就可看到在烧杯内有气泡发生。这是为什么呢？原来氢气、氮气、氧气分子都能穿过微孔材料向其浓度低的方向扩散。氢的分子量小，跑得快，单位时间内扩散进入漏斗内的氢分子数多于自漏斗扩散出来的氮、氧分子总数。于是，在漏斗内部气体量增多，气压随之增大，插入水中的导管便有气体冒出。因为气体压强的增加是有限的，所以导管插入水中不能太深，否则现象就不明显了。

经过一段时间，水中不再冒出气泡，这说明扩散已达到平衡，可以去掉钟罩或大烧杯。这时会发生相反的过程，水沿玻璃管上升(为了明显起见，可在水中加几滴红墨水)。这进一步说明：氢分子能迅速通过微孔材料扩散回到大气，它比大气中的氮、氧通过微孔材料向漏斗内扩散的速度快得多。

实验三 离子扩散

实验用品 大量筒或大烧杯三个、滤纸、水玻璃、高锰酸钾、硫酸铜、重铬酸钾。

实验内容 将三个大量筒内部倒满水，把高锰酸钾、硫酸铜和重铬酸钾的晶粒都拴上线，而且涂上水玻璃。涂好后烘干。

将准备好的晶粒，都用线分别放入量筒的底部。在水玻璃溶解之后，盐的晶粒开始溶解。带色的离子由底部逐渐向上扩散，最后使全部水着色。

对于放入高锰酸钾的量筒，最好向水中加入少量硫酸或盐酸，以便使离子的颜色保持不变。此外，在实验完毕之后，量筒也容易洗涤。

本实验也可以在大烧杯中进行。这时，在水的表面上放一块与烧杯直径大小相同的圆形滤纸，在它上面撒上少量盐的结晶。过一段时间就可在滤纸下面看到向下扩散的现象，直到整个液体内的颜色（浓度）均匀为止。

实验四 溶解时的体积变化

实验用品 滴定管或量筒、乙醇、甘油、醋酸、丙酮。

实验内容 为了使测定更精确，应使用滴定管测量液体体积。在演示时可以使用量筒，以便易于观察。这时应在量筒上做个记号。例如，取两个量筒，一个在50毫升处套上胶圈，另一个在100毫升处也套上胶圈。这样就可以同时取两种液体，各50毫升，倒在一起溶解，观测所得溶液是不是100毫升。

用这样的方法可以测出，当丙酮或醋酸溶解在水中时，总体积并不改变；乙醇溶于水则体积减少。50毫升乙醇溶于50毫升水，所得溶液的体积不是预想的100毫升，而是97~98毫升，即1个体积加1个体积得到的是1.98体积。

本实验说明：在乙醇与水的混和液中，乙醇分子与水分子之间的距离小于原来乙醇与乙醇分子之间的距离，也小于纯水分子之间的距离。

通过本实验还可以启发学生思考这样的问题：如果相同质量的乙醇和水混和，是否在总质量上也会发生变化呢？

甘油溶于水，也可以发现类似的体积减少现象。将45毫升甘油与43毫升水相混和，可以得到最明显的实验效果。

实验五 甘油水溶液的冰点

实验用品 甘油、冰盐寒剂、结晶皿、试管。

实验内容 在一支试管中加3毫升甘油和3毫升水，摇匀；另一支试管加6毫升蒸馏水。将两支试管同时放入冰盐寒剂中，经一段时间取出观察。可以看到：水在试管中冻结；而甘油水溶液仍为液体。这说明，水的冰点因溶解甘油而降低。如果要使甘油水溶液冻结，就需要更低的温度；在实际上，甘油水溶液浓度越高，所需的温度越低。因此，甘油可用作防冻剂。

一般讲，在溶剂（如水）中有溶质（如甘油、食盐）存在时，都会使溶剂的凝固点降低，即溶液的凝固点常低于纯溶剂的凝固点。

实验六 冰盐寒剂

实验用品 烧杯（500毫升）、温度计（量程下限至 -20°C ）、冰、粗食盐。

实验内容

1. 在500毫升的烧杯中倒入200毫升水，加入几块碎冰块，小心插入温度计，观察温度下降的最低限度。此时温度应降至接近 0°C 。如果冰已全部熔化，则应再加入几块。

另取半烧杯冰块，把温度计小心插入冰层里，观察温度降低情况。此时冰不断缓慢熔化，但温度始终维持在 0°C 。

以上实验说明：冰水共存的温度是 0°C ，高于这个温度冰就熔化，低于这个温度水就要结冰，而且冰水共存的温度与二者的数量比例无关。由此可见：用冰做冷冻剂，只能获得接近 0°C 的低温。

2. 取半烧杯冰块，加入40—50克粗盐，小心插入温度计，观察温度下降的最低限度。此时应能看到冰的熔化速度比未加食盐时要快，同时，温度急剧下降，如果操作适当，温度可降至 -21°C 才停止下来。这说明冰、食盐、水三者的共存温度是 -21°C 。低于这个温度，盐水就要凝固；高于这个温度，冰就要熔化，在熔化过程中吸收热量，使温度不断降低，直至 -21°C 为止。由此可见，用冰盐混和物可以获得零度以下的低温。冰盐混和物叫做冰盐寒剂，是实验室里常用的冷冻剂。

冬季用雪代替冰做这个实验，效果很好。

用硫酸铵代替食盐来做这个实验，温度可能下降到 -19°C 。如果用氯化钙做实验，则可能得到 -55°C 的低温。

这些盐溶液的凝固点都远远低于水的凝固点，再次说明溶液的凝固点低于纯溶剂的凝固点是一个普遍性的规律。

实验七 物质的沸点、熔点测定

实验用品：大试管、天平、温度计、酒精灯、秒表、烧杯、玻璃棒、石棉网、铁架台、对二氯苯、食盐、葡萄糖。

实验内容

1. 纯溶剂的沸点测定 向大试管内倒入20毫升蒸馏水，

管上配以双孔橡胶塞，其一孔插入温度计；另一孔插入长玻璃管，用以和大气相通。将装好的试管夹于铁架台上（见图7-1），用酒精灯缓缓加热，直到沸腾记录其沸点温度，同时观察在沸腾时该温度是否保持不变。

2. 溶液的沸点上升 将以上试验所用大试管的水倒出，装入5克葡萄糖和20毫升蒸馏水，不断振荡促使溶解。溶解后，重新固定在铁架台上，徐徐加热直到沸腾。记录此时温度，并与水的沸点相比较。

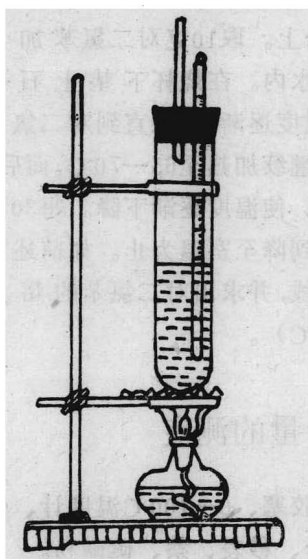


图 7-1

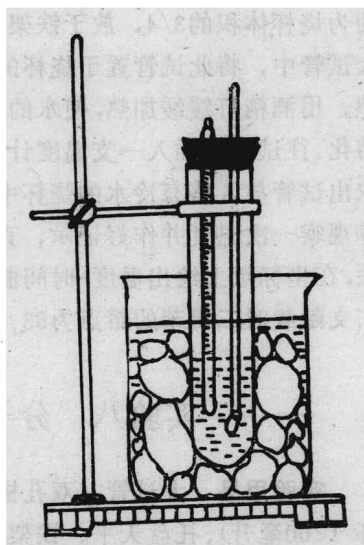


图 7-2

3. 溶液的凝固点下降 取葡萄糖5克放于大试管内的20毫升蒸馏水中，并配以双孔橡胶塞，一孔插入温度计，另一孔插入搅拌器。在搅拌器与橡胶塞孔间留有空隙，以便通气。

搅拌器是一根细玻璃棒。在其一端熔制一个不大的扁

头，并弯成 90° 角。

如图7-2所示，把上述装好的试管放入烧杯内的冰盐寒剂中，并固定在铁架台上。不断上下移动搅拌器，每隔30秒记录一次温度，至温度不再变动为止。

将实验数据绘于坐标纸上，横坐标表示时间，纵坐标表示温度，把实验所得各点数据连成一条曲线。由该曲线考察开始凝固时的温度与水的冰点是否相同，并计算其凝固点比水的冰点降低了几度。

4. 纯固体物质的熔点测定 在400毫升的烧杯里加水约为烧杯体积的 $\frac{3}{4}$ ，放于铁架台上。取10克对二氯苯加入大试管中，将此试管置于烧杯的水内。在烧杯下垫上石棉垫，用酒精灯缓缓加热，使水的温度逐渐升高，直到对二氯苯熔化。往试管里插入一支温度计，继续加热至 $65-70^\circ\text{C}$ 。而后，取出试管放入盛有冷水的烧杯中，使温度逐渐下降。每30秒钟观察一次温度并作好记录，直到降至室温为止。如前述方法，在坐标纸上绘出温度-时间曲线，并求出对二氯苯的熔点（文献载对二氯苯的熔点为 53.1°C ）。

实验八 分子量的测定

实验用品 大试管、双孔橡胶塞、 $0-100^\circ\text{C}$ 温度计、烧杯（200毫升）、托盘天平、铁架台、秒表、萘、硫磺粉。

实验内容 任何纯物质都有一定的凝固点。如果在一种纯物质中加入少量不挥发性的物质作溶质形成溶液，则凝固点随之降低。若加入的溶质，在溶液中不解离，而且形成的是稀溶液，其凝固点下降的度数只与溶质的摩尔数有关，与该溶质的种类无关。