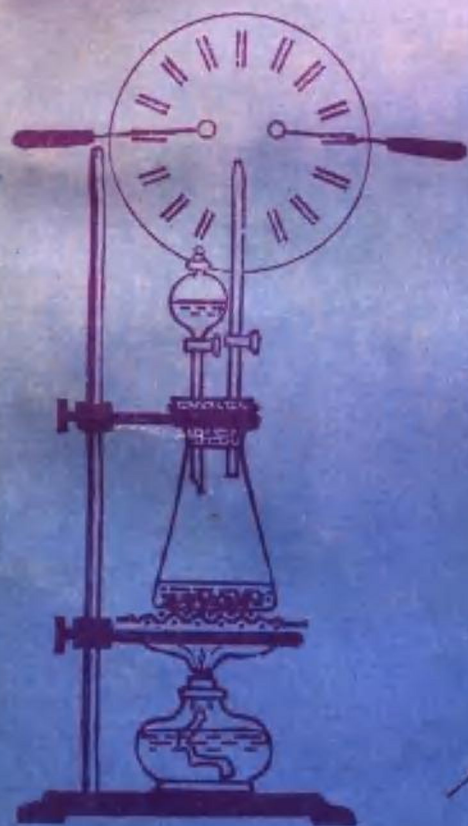


高等学校教学参考书

无机化学演示实验

《无机化学演示实验》编写组



人民教育出版社

高等学校教学参考书

无机化学演示实验

《无机化学演示实验》编写组

人民教育出版社

前 言

本书是综合大学和高等师范院校无机化学演示实验的参考书。

无机化学演示实验教学是教师利用直观的教学手段,使学生加深对化学基本概念的理解,熟悉化学元素的性质。演示实验形象生动、费时不多,对于提高化学课堂教学效果起着积极作用。

国内外的杂志和书刊上发表的演示实验的内容比较丰富。1958年程有庆教授编著的《普通化学课堂演示实验》一书受到各院校的欢迎和采用。近年来,各院校对无机化学演示实验都做了不少工作,积累了很多经验。为了更好地总结和推广这些经验,北京大学、北京师范大学和江苏师范学院三校化学系受人民教育出版社委托,组织编写这本《无机化学演示实验》。

本书系参照现行无机化学教科书进行选材,内容着重化学基本原理和化学元素的性质。全书共分二十七章,包括二百多个实验,读者可以根据各自的教学要求和具体条件进行选取。最后一章还介绍了利用投影的方法进行演示的实验,它强化了大班上课时的课堂演示效果,在观察化学变化方面也比较细致入微。这种方法同样适用于一些试管反应。投影演示实验工作刚刚开始,希望引起各院校的重视,使它尽快地充实和发展。

本书的编写经过选题,撰写和审选,并对每个实验进行了复做和核实,凡参加本书编写工作的同志都付出了辛勤的劳动。

本书初稿完成后,于1979年5月在广西省南宁市召开了审选会议。最后于1979年11月由主编单位和主审单位在北京定稿。

本书的主编单位是北京大学、北京师范大学和江苏师范学院三校化学系。参加单位有上海师范大学、南开大学、吉林师范大

学、广西大学、吉林大学、兰州大学、中山大学、西南师范学院八校的化学系。参加编写工作的主要人员有北京大学华彤文、应礼文、胡学复，北京师范大学陈伯涛、董玉民，江苏师范学院程有庆、李淮珍、朱慧天同志。最后由应礼文和胡学复同志负责修改和统编。书中示意图主要由吕云阳同志绘制。

本书承上海师范大学化学系于振炎和韩玉莲同志，南京大学化学系甘兰若同志审阅，特此志谢。

由于我们水平有限，而且成书的时间仓促，本书一定存在着不少缺点和错误，希望读者予以批评指正。

《无机化学演示实验》编写组 1979年11月

目 录

前 言	1
第一章 气体和空气	
气体的发生	1
盖吕萨克定律	3
阿佛加德罗定律	6
气体扩散	8
溴在空气、氢气和真空中的扩散速度	9
乙醚的分压	12
气体的传热性	13
液态空气	15
第二章 水和溶液	
水的电解和合成	24
水在减压下沸腾	26
潮解	27
风化	29
水是导热性能不良的物质	30
溶解过程的热效应	30
氯化氢的溶解热	34
反应热	36
液体互溶时溶液体积的变化	37
过饱和现象	38
过冷现象	41
两种液体完全互溶	42
两种液体部分互溶	43
溶液的蒸气压下降、沸点升高和凝固点降低	44
渗透现象	50
高锰酸钾溶于饱和氯化钠溶液中	51

第三章 胶体溶液和色层分析

氢氧化铁溶胶的制备和性质	53
硫化亚砷溶胶的制备	54
三硫化二锑溶胶的制备	55
氯化银胶体溶液的制备	56
金溶胶的制备	57
银溶胶的制备	58
胶体溶液的聚沉	59
胶体的电泳	60
透析现象	62
丁铎尔效应	64
物质在胶冻中的扩散	65
静电除尘	68
纸上分配层析法	70
色层分析法	72

第四章 化学反应速度和化学平衡

浓度对化学反应速度的影响	74
温度对化学反应速度的影响	81
催化剂对化学反应速度的影响	84
接触面积对化学反应速度的影响	95
可逆反应	99
硫氰化钾与氯化铁的反应	102
浓度对化学平衡位置移动的影响	104
• 温度对化学平衡的影响	105
压力对平衡位置移动的影响	107

第五章 原子、分子结构

阴极射线的性质	109
水分子和二氧化氮分子的极性	112
物质溶解度与化学键性质的关系	114
两种极性相似的物质互相溶解	115
焰色反应	116

第六章 电 离

强、弱电解质和非电解质溶液的导电性	118
强酸和弱酸的电离度	123
浓度对弱电解质电离度的影响	125
溶剂对电解质电离的影响	126
硝酸钾熔融体的导电性	128
离子迁移	129
溴化汞和碘化钾反应	130
第七章 弱酸弱碱的电离平衡	
指示剂的变色范围	132
溶液 pH 值的测定	135
同离子效应	136
盐类的水解	137
缓冲作用和缓冲溶液	138
第八章 沉淀的生成和溶解	
沉淀平衡的移动	142
沉淀的溶解	143
沉淀的转化	144
盐效应	145
第九章 氧化还原电化学	
氧化剂和还原剂强弱的比较	147
酸度对氧化还原反应的影响	150
原电池	153
动态氢电极 (氢-锌原电池)	156
浓差电池	158
电解食盐溶液	162
金属钛阳极-离子交换膜法电解氯化钠溶液	164
无氰电镀 (NS 镀银)	170
金属的电化腐蚀	172
第十章 络合物	
络合物的组成	175
水合异构现象	176
钴络离子的颜色变化	176

酒石酸络盐的生成·····	178
络离子的稳定性·····	179
EDTA 络合剂·····	180
第十一章 氢	
氢气的密度·····	183
铂黑点燃氢气·····	186
氢与氧的化合·····	188
氢在氯中燃烧·····	191
第十二章 过氧化物和臭氧	
氢燃烧时生成过氧化氢·····	194
过氧化氢的氧化还原性·····	195
过氧化钠与水的反应·····	197
过氧化钠与二氧化碳的反应·····	198
过氧化钠与碘反应·····	199
臭氧的生成和性质·····	200
第十三章 卤素	
氯气的液化·····	205
卤素的相对活泼性·····	206
在光照下氯与氢的化学反应·····	209
二氧化氯·····	211
次氯酸的漂白作用·····	212
氯酸钾的氧化性·····	215
氯化银见光分解·····	215
五氧化二碘的热分解·····	217
碘化氢的稳定性——碘化氢的热分解·····	217
第十四章 硫和硒	
硫的同素异形体·····	219
弹性硫·····	221
胶体硫·····	223
硫化氢的性质·····	224
难溶硫化物的生成和颜色·····	226
多硫化钠的氧化性·····	228

二氧化硫的性质	229
浓硫酸的吸水性和氧化性	234
水加入浓硫酸中错误操作的“示范”实验	235
比较硫(IV)和硒(IV)的氧化还原性	237
硫代硫酸钠的络合性	238
硒的光电效应	239
第十五章 氮族	
氨在水中的溶解——喷泉试验	243
氨的液化和液氨的性质	244
氨在氧中燃烧和氧在氨中燃烧	247
接触法制一氧化氮	249
电弧法制一氧化氮	250
一氧化氮的性质	252
亚硝酸的氧化还原性	254
氨的催化氧化制硝酸	255
碳和硫在熔融的硝酸钾中燃烧	257
黑火药的燃烧	258
熔化的硝酸银对滤纸的作用	260
黄蛋白反应	261
磷的同素异形体	262
白磷在水中燃烧	263
白磷的自燃引起爆炸	264
白磷和氯酸钾的爆炸	265
磷的氢化物——白色烟雾环	266
氯与磷的反应	268
磷和溴的化合	270
砷化氢的生成	271
砷、锑、铋盐的氧化还原性	273
砷、锑、铋盐的水解	275
砷、锑、铋的硫化物和硫代酸盐	276
三硫化二锑在氧中燃烧	277
第十六章 碳族	
活性炭的吸附作用	279

一氧化碳的制备	281
干冰的冷却作用	283
干冰的升华	285
“泡沫灭火器”	287
几种难溶的碳酸盐	288
硅与碱的反应	289
硅酸的性质	291
难溶硅酸盐的生成	292
玻璃的性质	293
锡的变体	295
氯化亚锡的还原性	296
二氯化锡的水解性	297
电解熔融的氯化亚锡	297
锡的检验	299
铅管的腐蚀	300
铅蓄电池	301
氢氧化铅的两性	302
碘化铅晶体的制备	303
铅丹中铅的化合价	304
二氧化铅的氧化性	305
铅的检验	307

第十七章 硼和铝

硼与碱液的反应	309
硼的火焰试验	310
玻璃状硼酐的制取	310
四硼酸钠的性质	311
铝箔飞机	312
铝在空气中氧化	313
铝的钝态	315
铝热法	316
氢氧化铝的两性	320
氢氧化铝的选择性吸附	321

铝的检验	322
第十八章 金属的性质	
金属的熔点	324
金属的活泼顺序	325
合金的性质	327
低熔合金	328
缓蚀剂减缓金属的腐蚀	331
第十九章 碱金属	
锂、钠、钾和水的反应	333
钾钠合金的制取	334
钠在氯气中燃烧	335
氧化钠的制取	337
第二十章 碱土金属	
金属镁的活泼性	339
木石的生成	344
钙与氧化铜的反应	345
石膏模型的制作	346
焰火	346
第二十一章 铜分族	
碱金属与铜分族的性质的比较	349
氢氧化铜溶于过量的碱中	351
铜离子的颜色	352
铜与浓盐酸的反应	353
H_2CuCl_4 的生成	354
银镜	355
难溶性银盐	357
银器的除垢	358
金在“王水”中的溶解	359
第二十二章 锌分族	
锌的同素异形体	361
锌与水蒸气的反应	361
锌汞齐与锡汞齐	363

氢氧化锌是两性氢氧化物·····	364
碘化镉的自络合反应·····	365
汞的制取·····	366
汞与浓硫酸的反应·····	367
硫与汞的相互反应·····	368
钠汞齐与水的反应·····	369
二种不同颜色的碘化汞·····	370
Hg^{2+} 和 Hg_2^{2+} 与氨生成的化合物·····	371
$\text{K}_2[\text{HgI}_4]$ 的生成·····	374
硫氰酸汞的燃烧·····	375

第二十三章 钒、钛、铈

钛(III)的生成及其还原性·····	377
四氯化钛的水解·····	378
过氧钛酸盐和过氧钒酸盐的生成·····	378
钒的氧化态·····	380
聚钒酸根的生成·····	382
铈(IV)化合物的生成·····	384

第二十四章 铬、钼、钨

铬的钝态·····	386
三氧化二铬的制取·····	387
三氧化二铬的催化作用·····	388
氢氧化铬的两性·····	389
铬酸根的检验·····	390
铬的过氧化物·····	391
三氧化铬的氧化性·····	392
重铬酸铵的热分解·····	393
重铬酸钠的热分解·····	394
钼蓝和钨蓝的生成·····	394
钼(VI)和钨(VI)的硫代酸盐和硫化物的生成·····	395
钼和钨的过氧化物·····	397
杂多酸盐——磷钼酸铵的生成·····	398

第二十五章 锰

锰酸钾的电解氧化	400
高锰酸钾的氧化性	402
没有空气存在时的燃烧	403

第二十六章 铁、钴、镍

铁的钝态	405
铁付族元素的氢氧化物	406
高铁酸钾的制备	408
氯化钴水合物颜色的变化	409
钴氨络合物的生成和性质	411
钴络离子的形成和解离	412
检验 Co^{2+} 时 Fe^{3+} 的干扰和 F^- 对 Fe^{3+} 的掩蔽	413
用离子交换树脂分离铁、钴、镍	414
硝酸镍的热分解	417

第二十七章 投影实验

投影装置的简单介绍	419
水的电解	419
过饱和溶液	421
铅的电沉积	422
硅酸盐的生长	423
胶体的电泳	424

附录

表一、国际原子量表(1979 年)	426
表二、实验室常用酸、碱的浓度	427
表三、普通有机溶剂的性质	427
表四、酸碱在水溶液中的离解常数	427
表五、常用酸碱指示剂	428
表六、溶度积常数	428
表七、重要无机化合物的溶解度	429
表八、气体在水中的溶解度	431

第一章 气体和空气

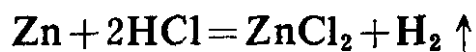
气体的发生

在无机化学演示实验中常用到气体，这里介绍了几种常用气体的制备方法，供参考。在以后的实验内容中不再一一具体介绍。

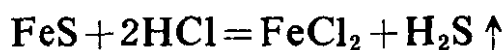
一、氢气、硫化氢和二氧化碳的发生

氢气、硫化氢和二氧化碳都可以用气普发生器产生。

氢气用锌粒(工业纯)与 6M 盐酸反应产生：



硫化氢可以用 FeS 与 6M 盐酸反应产生：



二氧化碳用块状 CaCO_3 (如大理石或方解石) 与 6M 盐酸反应产生：

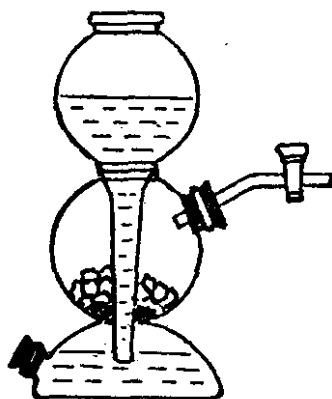


图 1-1 气普发生器

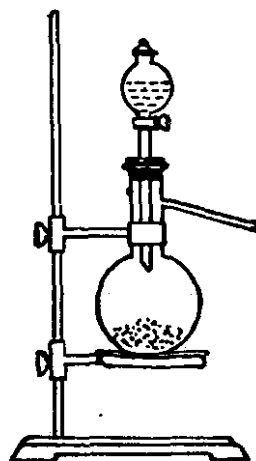


图 1-2 气体发生装置

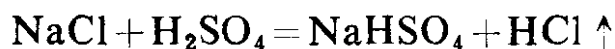
二、氯、氯化氢、二氧化硫、氨、一氧化氮的发生

与酸起反应的固体试剂, 如果颗粒很小, 或者是粉末, 或者需要加热, 在这些情况下都不能用气普发生器产生气体, 如发生氯、氯化氢、二氧化硫、氨、一氧化氮等气体, 可采用图 1-2 的仪器装置。按图 1-2 所示把仪器连接起来, 将固体装在蒸馏瓶内, 酸(或其它液体)加到分液漏斗中。使用时, 打开分液漏斗下部的活栓, 使酸(或其它液体)均匀地滴加在固体上(注意酸不宜加得太快, 太多)以产生气体。如果反应缓慢, 可以微微加热。如果加热后, 酸仍不与固体反应, 则需要更换药品(如果需要制备的气体量大, 药品用量较少, 也可以用带支管的试管代替蒸馏瓶, 其它装置相同)。

氯气可以用 MnO_2 固体与浓盐酸反应来发生, 反应时必须加热。也可以不加热, 直接用 KMnO_4 固体与浓盐酸反应产生:



氯化氢气体可以用 NaCl 固体与浓硫酸反应产生:



二氧化硫可以用 Na_2SO_3 固体或 NaHSO_3 固体与浓硫酸反应产生:



氨可以用 NaOH 固体与浓氨水的反应产生, 这是一个强碱(NaOH)置换可挥发的弱碱(NH_3)的反应。

一氧化氮可以用铜与 6M 硝酸的反应产生, 也可以用 NaNO_2 固体与浓硫酸的反应产生:



在上述反应产生的 NO 气体中往往含有 NO₂ 气体(部分是反应中产生的, 另外有部分是 NO 与仪器装置内部空气中的氧化合成的), 在排水集气法收集一氧化氮时, 这些二氧化氮可被水吸收(或者在装置中加装有 NaOH 溶液的洗气瓶来吸收)。

三、氧气、氨、二氧化氮的发生

照图 1-3 那样, 把仪器装好。在试管中加入干燥的 KClO₃ 固体和已灼烧过的 MnO₂ 固体 (灼烧的目的是除去其中的有机物, 避免有机物与 KClO₃ 反应引起爆炸)的混合物, 加热后即产生氧气:



装置仪器时应注意使试管口略微向下倾斜。

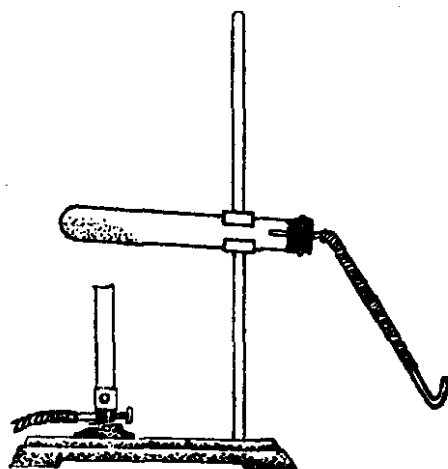


图 1-3 气体发生装置

氨可以用 NH₄Cl 固体与 CaO 固体的反应产生:



二氧化氮可以用 Pb(NO₃)₂ 固体的热分解反应制备(Pb(NO₃)₂ 固体中要加入等量的砂子):



盖吕萨克定律

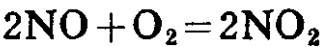
目的要求

观察 NO 与 O₂ 的反应, 了解盖吕萨克定律。

简单原理

盖吕萨克定律说明: “参加化学反应的各种气体体积之比, 以

及它们与生成的气体体积之比，都是简单的整数比”。NO 与 O₂ 完全反应生成 NO₂:



NO 与 O₂ 的体积比为 2:1。

仪器和材料

500 毫升平底烧瓶	1 只	铁架和附件	4 套
1 升平底烧瓶	1 只	煤气灯	1 个
2 升平底烧瓶	1 只	火柴	1 盒
50 毫升分液漏斗	2 只	洗耳球	1 个
硬质试管(20×200 毫米)	1 支	NaNO ₂ 固体	
带支管的试管(20×200 毫米)	1 支	KClO ₃ 固体	
250 毫升洗气瓶	2 只	MnO ₂ 固体	
50 毫升量筒	1 只	2M NaOH 溶液	
水槽	1 个	3M 硫酸	
螺旋夹	6 个		

准备工作

1. NO 的制取 按图 1-4 装置仪器, 在带支管的试管中加 10 克 NaNO₂ 固体, 分液漏斗内加 20 毫升 3M 硫酸, 洗气瓶 中加入 NaOH 溶液 (用来吸收反应中产生的 NO₂ 气体)。然后用排水集

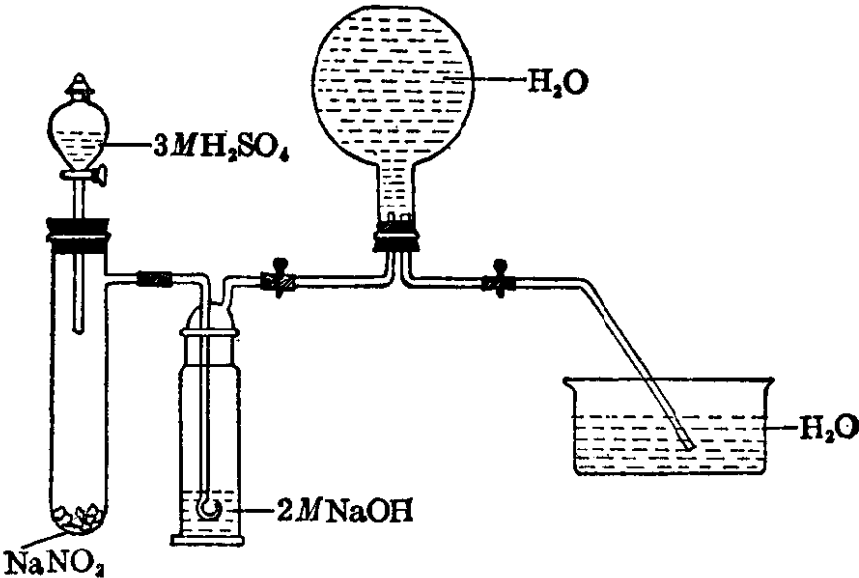


图 1-4 制取 NO 的装置