

化学演示

[美]李·阿·萨默林 小詹姆斯·尔·厄莱 著

刘尚仪 卢雪弟 译

王福康 校

纺织工业出版社



内 容 提 要

本书汇集了颜色变化、气体逸出、沉淀、烟、火的生成以及其它显著化学变化等方面的62个化学实验。对于每个实验，以实验现象、实验步骤、反应原理、溶液配制、教学提示、对学生提问的编排方式介绍给读者。本书的目的是向化学教师提供一种把化学演示，与教科书共同作为教学手段奉献给学生的方法。

本书可作为化学教师、大、中专学校（尤其师范学校）师生化学实验用参考教材，也可作为青少年科技活动站开展趣味化学活动的参考书。

责任编辑，刘东欣

Chemical Demonstrations

Lee R. Sumerlin and James L. Ealy, Jr.

化学演示

[美]李·阿·萨默林

著

小詹姆斯·尔·厄莱

刘尚仪 卢雷弟 译

王福康 校

纺织工业出版社出版

（北京东长安街12号）

纺织工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

787×1092毫米 1/32 印张：3 16/32 字数：76千字

1989年4月 第一版第一次印刷

印数：1—3 000 定价：1.90元

ISBN 7-5064-0256-4/TS·0251

序 言

本书包括100多个适合于普通化学教学大纲中使用的演示实验。选用这些实验是由于它们简单、安全、效果明显和饶有趣味。此外，还可由此引出许多化学的基本概念。

我们选取这些实验的目的，不仅是为化学教师提供制定教学方案的参考资料，而且使化学演示与黑板、教科书、实验室一起作为一种教学手段来使用。在课堂里进行有效的演示，能使化学更通俗易懂，并给学生和教师带来乐趣。

对于这些演示实验，我们建议教师注意下列几点：

(1) 演示实验不可代替实验室的工作。没有任何东西能代替来自实验室的动手经验。演示实验应看作为是实验室的延伸——为使学生成为更敏锐的观察者提供另一个机会。

(2) 演示实验应该发挥学生积极性。化学实验不是看游戏，虽然演示实际上是由教师完成的，但尽可能让学生作为助手参加。

(3) 演示实验应简单易懂。我们浏览了很多有效的演示实验，看来都是简单的。在本书中的演示实验不需再另找化学药品或其他复杂的设备，所引出的概念也不超出普通化学大纲的范围。

(4) 演示实验应引起学生的兴趣，时间要短而又有吸引力。为能达到后者的目的，在本书的演示实验中包括颜色的变化；气体的逸出；生成沉淀、烟、火以及其它显著的化学变化。这些演示实验是故意设计得使学生们感兴趣。

(5) 在上课之前，应做演示实验的准备。即使一个演示实验已进行过数十次，还应检查所有的溶液是否完好，需牢记实验意味着试试看，而演示意味着示范。

这些演示实验是以便于参考的简单编排形式作介绍的。告诉你演示什么，如何进行，发生些什么反应，以及如何制备溶液。此外，我们提供了一些教学提示，包括适用于演示实验的注解和问题。

要采取必要的措施，以保证自身和学生的安全。虽然在本书中的演示实验通常是安全的。我们已在少数几个需要附加安全措施的演示中专门列出一节，虽然这些演示实验会产生戏剧性的效果，但在准备溶液和进行演示时却不可大意。参加这些演示的学生最好少一些。某些反应如铝热剂反应，考虑到有危险性，就没有列入本书。

希望按你自己的要求勇于改进这些演示，把它们补充到你的教学资料中，在你的班级中进行，如有机会，可为学生家长和其他教师表演。

因为多数演示已经历了很长时间，并已作了多次改进，其中包括我们在内。要确认谁是创始者就困难了。不论是过去和现在的化学家们，对他们为演示实验向更有趣和更易懂的方向发展所作的努力，都将致以谢意。我们还感谢美国化学协会编辑鲍勃·约翰逊。

李·阿·萨默林

(阿拉帕默大学，伯明翰)

小詹姆斯·尔·厄莱

(希尔学校，波兹镇)

译者序

由Lee R. Summerlin和James L. Ealy, Jr.撰写的《化学演示》是由美国化学协会出版的实验教学参考书，它不同于学生用的实验教材，而是为教师在课堂上作演示而编写的实验参考书。

本书汇集的实验都来自于教学实践，并经过精心挑选，具有效果鲜明，通俗易懂，饶有趣味，有启发性，操作安全和实验材料易得等优点。演示实验内容涉及许多基本的化学原理，它能较好地配合基础理论教学来引导学生对学习化学产生浓厚的兴趣。每个实验均包括实验步骤、反应的简单原理、教学提示和对学提问。本书可提供给大学普通化学教师、中学化学教师作为课堂教学演示实验用书。由于本书大部分的实验具有较浓厚的趣味性，可供大学生（特别是师范院校大学生）和中学师生开辟化学第二课堂所用，也可作为青少年科技活动站等开展趣味化学活动的参考书。它是一本能提高学生学习化学兴趣和培养化学实验能力的良好参考书。

原书共有108个实验，我们删去了一些很普通或太简单的实验，选择了其中的62个实验译出，这样可使译本更为简练和更具有特色。我们希望本书的出版，能有助于我国普通化学和中学化学教学中演示实验的开展和提高化学教学质量。

本书由刘尚仪和卢雪弟合译，由刘尚仪选择内容和对全书统稿，其中15个实验由卢雪弟翻译。全书由王福赓校阅。在翻译过程中我们尽可能体现著者的原意，对原文中某些不

够明确之处加了译注。由于我们水平有限，不当之处请读者批评指正。

柴欣生、王一川、程桐荪和朱文祥等同志对本书的翻译工作给予了帮助和支持，在此一并致谢。

译 者

1988年2月

目 录

气体.....	(1)
1. 气体密度.....	(1)
2. 用洗衣漂白水制取氧气.....	(2)
3. 用洗衣漂白水制取氯气.....	(3)
4. 用气体打火机测定气体的分子量.....	(4)
5. 压力对沸点的影响.....	(6)
溶解度和溶液.....	(8)
6. 白色沉淀的形成.....	(8)
7. 黑色和白色沉淀的形成.....	(9)
8. 温度对溶解度的影响.....	(10)
9. 醋酸钙溶解度的负温度系数.....	(12)
10. 硅酸盐的“花园”.....	(13)
11. 温度对水合物的影响: 粉红色变蓝色.....	(14)
12. 钴的络合物: 配位数的变化.....	(15)
13. 极性和溶解度.....	(17)
酸和碱.....	(19)
14. 酸碱广泛指示剂.....	(19)
15. 酸-碱指示剂: 一种用声音活化的化学反应.....	(20)
能量变化.....	(22)
16. 两种固体之间的吸热反应.....	(22)
17. 吸热反应: 亚硫酸二氯和硫酸钴.....	(23)
18. 亚硫酸钠和洗衣漂白液的放热反应.....	(24)
化学平衡.....	(26)
19. 浓度和温度对平衡的影响: 铜络合物.....	(26)

1972.11.16.18

20. 浓度对平衡的影响: 钴络合物	(27)
21. 铬酸盐-重铬酸盐体系的化学平衡	(29)
22. 压力对平衡的影响	(32)
动力学	(34)
23. 炭作为催化剂	(34)
24. 药片动力学实验	(34)
25. 过氧化氢的催化分解: 泡沫的生成	(36)
26. 催化作用	(37)
27. 自动催化	(39)
28. 淀粉-碘的定时反应	(41)
29. 老纳什 (Old Nassau) 定时反应	(43)
30. 橙色的出现和消失	(44)
31. 振荡反应: 无色→棕色	(45)
32. 振荡反应: 黄色→蓝色	(46)
33. 振荡反应: 红色→蓝色	(48)
34. 用高锰酸钾氧化甘油	(49)
35. 蓝瓶子反应	(50)
36. 火和烟: 锌的氧化作用	(52)
37. 汞心脏般地跳动	(53)
38. 普鲁士蓝反应	(55)
39. 炼金术士的幻想: 铜变成金	(57)
40. 用 Mn_2O_7 氧化乙醇	(58)
41. 钒的氧化态: V^{5+} 还原成 V^{2+}	(60)
42. 钒的氧化态: V^{2+} 重新氧化成 V^{5+}	(62)
43. 光还原作用: 晒蓝图反应	(63)
电化学	(66)
44. 制备简易电池: 吉布 (Gerber) 电池	(66)

45. 锌置换锡	(68)
其他反应	(70)
46. 蛇和烟雾: 对硝基苯胺的脱水反应	(70)
47. 尼龙的合成	(71)
48. 人造丝的合成	(73)
49. 合成橡胶	(74)
50. 化学日落	(77)
51. 萤火虫反应: 化学发光	(78)
52. 黄色反应	(80)
53. 书写魔术	(82)
54. 活蛇	(83)
55. 化学气枪	(85)
56. 彩色火焰	(86)
57. 金属树	(88)
烟、火和爆炸	(90)
58. 瞬时产生的火	(90)
59. 乙炔的制备和自燃	(91)
60. 一团烟雾	(92)
61. 烟环	(93)
62. 简单的爆炸: 三碘化氮	(95)
附录1 实验室常用酸和碱的性质及配制	(97)
附录2 安全和处理	(98)

气 体

1. 气体密度

将实验室燃气通过肥皂水, 形成一些大的气泡, 当这些气泡上升到空气中时, 用一把米尺缚着一支点燃的蜡烛, 去点燃这些气泡。这种景象十分壮观。

实验步骤

(1) 取一小瓶从玩具商店购得的吹泡液或准备一些洗涤剂溶液。把它倒入一个大烧杯中。

(2) 用一根软管连接在甲烷气的出口处, 软管的另一端连接着一个小漏斗(或长颈漏斗作为吹泡的管子更为合适), 然后小心地用甲烷气体在大烧杯的液体中吹泡。

(3) 在米尺的末端缚一支点燃着的生日蜡烛作为辅助用具。

(4) 当气泡升到空气中时, 用点燃的蜡烛去点着这些气泡。

教学提示

(1) 这个演示实验说明了甲烷的密度比空气小。

(2) 欲获得良好的气泡, 操作需稍熟练, 当气泡形成时, 轻轻地摇动漏斗, 让这些气泡向上漂浮。

对学生提问

(1) 这个演示实验用甲烷气最为合适, 能用丙烷、乙烷来做这种演示实验吗?

(2) 能用氢气来做这种演示实验吗? 请试验一下。

2. 用洗衣漂液制取氧气

以洗衣漂液的催化分解制取氧气，气体由排水集气法收集。

实验步骤

(1) 装置气体收集器。取一个大号吸滤瓶，将其支管与软管通入盛有适量水的浅水槽中。用几支试管以排水集气法收集这种气体。

(2) 在吸滤瓶中放入100mL新鲜的洗衣漂液。

(3) 在吸滤瓶中加入约5g氯化钴(II) (量的多少是无关紧要的)。

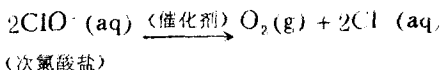
(4) 迅速塞住吸滤瓶的塞子，并不时地转动，直到充分混匀为止。

(5) 这样氧气就可制得。在收集氧气之前，要排出在吸滤瓶及各试管中的所有空气。

(6) 以余烬的木条复燃法证实氧气的存在。

(7) 灼烧细钢丝，并把它放入其中的一个试管里。

反应原理



教学提示

(1) 漂液中含有的活性成分是次氯酸钠。

(2) 黑色沉淀可能是一种不稳定的氧化物，如 Co_3O_4 ，它分解而形成氧气，然后再与次氯酸根离子重新结合。

(3) 由于反应的速率随温度变化而变化，可以用它作为化学动力学的例证。

①在15mL漂液中加入3mL 0.2mol的硝酸钴。

②变化温度并比较该反应的速率。

对学生提问

- (1) 记录你所观察到的现象。
- (2) 写出这反应的化学方程式。
- (3) 为什么用排水集气法来收集氧气?
- (4) 为什么余烬的木条会复燃?
- (5) 为什么该反应速率可随温度而变化?

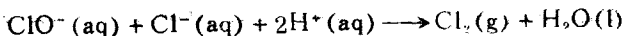
3. 用洗衣漂液制取氯气

用洗衣漂液与盐酸反应制取氯气和氯水, 演示氯气的漂白性能。

实验步骤

- (1) 在一个大号的蒸馏烧瓶的支管上接一根软的橡皮管, 作为发生气体的装置。
- (2) 在蒸馏烧瓶中加入30mL洗衣漂液。
- (3) 加入5mL盐酸, 塞好瓶塞, 并迅速地摇动。
- (4) 用几只试管, 管口向上, 用排气收集法收集氯气。
- (5) 用常用的方法 (如漂白色泽不坚牢的织物或染料) 来试验氯气的存在。

反应原理



(次氯酸盐)

溶液配制

盐酸浓度是1.0mol/L (见附录1), 为了较快地制得氯气, 要使用较浓的盐酸。

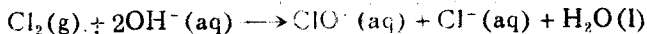
教学提示

- (1) 这个演示实验应在通风橱或在通风良好的地方进

行，要避免直接吸入氯气。

(2) 这个方法是制取氯水的简便方法。

(3) 由于工业用漂白液是氯气通入氢氧化钠溶液而制得的，所以这个演示实验实质上是上述反应的逆反应：



(4) 在收集氯的一支试管中，小心地放入一块用松节油浸过的布条。小心！

对学生提问

(1) 为什么收集氯气时不用排水集气法收集？

(2) 按照氯气的哪一个性质，我们采用试管口向上的排气收集法来收集？

(3) 写出制备氯气的反应方程式。

(4) 氯气为什么具有漂白性能？

(5) 松节油与氯气发生了什么反应？这是一个自发的反应吗？

4. 用气体打火机测定气体的分子量

把一只大的量筒装满了水，倒置在盛有水的槽中。从袖珍式打火机上引出一小段橡皮管放置于量筒内。当打火机上的放气开关按下时，释放出正丁烷并排出量筒里的水。通过测量排出水的体积和气体的重量，可以计算出正丁烷的分子量。

实验步骤

(1) 选一个可任意拆卸的新打火机，拆去打火装置(打火石、小轮子和弹簧)。

(2) 将打火机在天平上称重，如果你打算用排水量很少的小量筒时，应该用分析天平称重。如果用的是大量筒(500mL)，可以用工业天平称重。把重量记录下来。

(3) 在打火机的气体喷嘴处装一段细橡皮管。

(4) 用一只尽量大的量筒，装满水后倒置在盛有一半水的水槽中，要确保量筒内没有气泡。

(5) 把橡皮管的一端伸入量筒的底部，按下打火机上的放气按钮。

(6) 收集足够量的气体，使排出300~400mL或尽可能多的水。

(7) 仔细测量筒内剩下的水量，从而确定所收集气体的体积。

(8) 把打火机上的橡皮管拆掉，再把打火机称重一下。

(9) 用这些数据计算正丁烷的分子量（记住要扣除水的蒸汽压，并记录温度和压力）。

计算

(1) $PV = nRT$ 。式中的 n 是克每摩尔质量。

(2) 摩尔质量 = W (克数) RT/PV ，这里 R 是气体常数 $62400 \text{ mL} \cdot \text{Torr} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ ； T 是开氏温度 ($273 \text{ K} = 0^\circ \text{C}$)； P 是压力，单位为托 ($1 \text{ Torr} = 101325/760 \text{ Pa}$)，校正水的蒸汽压； V 是气体的体积，单位为毫升。

教学提示

(1) 正丁烷的分子量是58。

(2) 用这个实验来讨论实验误差是非常合适的。

(3) 如果打火机的橡皮管漏气，测得的结果将会有误差。试把打火机直接放在装满水的量筒底下，释放气体①。

(4) 在最后称量前，打火机用头发吹风机吹干②是很方便的。

① 这样操作的目的是可以避免橡皮管漏气造成的误差。——译者注

② 宜用冷风吹干。——译者注

对学生提问

(1) 如何解释正丁烷在打火机里是液体，而收集到的是气体？

(2) 如果你只有工业用天平，为什么实验时必须收集大量的气体。

(3) 为什么在计算正丁烷分子量时必须减去水的蒸汽压？

(4) 为何水的蒸汽压随温度改变而变化的？

水的蒸汽压		水的蒸汽压	
温度 (°C)	压力 (Torr)	温度 (°C)	压力 (Torr)
15	12.8	23	21.0
16	13.6	24	22.4
17	14.5	25	23.7
18	15.5	26	25.2
19	16.5	27	26.7
20	17.5	28	28.3
21	18.6	29	30.0
22	19.8	30	31.8

5. 压力对沸点的影响

在注射器中装入一半低于沸点温度的水。封闭住注射器的末端。当拉动活塞时，降低了注射器内部的压力，水就沸腾了。

实验步骤

(1) 把烧杯中的水加热到80°C左右，该水的温度要明显低于水的沸点。

(2) 用一支大的玻璃（或塑料）注射器，注射口上套一根短的橡皮管，吸取40~50mL左右的热 水。

(3) 垂直握住注射器，推动活塞 赶尽 注射器内的空气。

(4) 用螺旋管夹紧紧地夹住橡皮管。

(5) 握住注射器，使活塞向上，小心而慢慢地拉动活塞。

(6) 由于活塞被拉开，使热水承受的压力降低，水就沸腾了。

反应原理

液体的沸点是液体的蒸汽压等于大气压时的温度，对于水，其沸点是100℃。如果大气压降低，液体蒸汽压等于大气压时的温度将会降低，那么水会在一个较低的温度下沸腾。

对学生提问

(1) 温度、压力和沸点之间的关系是什么？

(2) 为什么达到或接近沸点时，液体才会冒出气泡？

(3) 能采用另一种液体（如酒精）来做此演示实验吗（假如要试验这个方法，酒精要用热的金属板加热^①）？

① 酒精严禁用明火加热。——译者注

溶解度和溶液

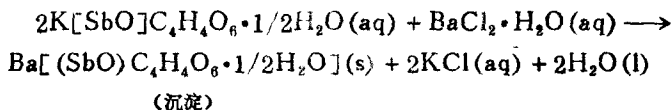
6. 白色沉淀的形成

混合两种无色透明的溶液，1~2min（分）之后，会形成大量的片状白色沉淀。

实验步骤

- (1) 在大烧杯中加入180mL溶液B。
- (2) 加入40mL溶液A，不可搅拌。
- (3) 几分钟以后，有大量的沉淀形成。
- (4) 把烧杯放在演示桌上，并注意以后的5~10min内沉淀的继续形成。

反应原理



溶液配制

- (1) 溶液A（氯化钡）：在40mL蒸馏水中溶解10g BaCl_2 。
- (2) 溶液B（酒石酸氧锑钾）：在180mL蒸馏水中溶解27g $\text{K}[\text{SbO}]\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_6$ 。
- (3) 溶解这两种溶液时，可稍微加热。

教学提示

- (1) 酒石酸氧锑钾也称吐酒石。