

巧用“肥皂泡”设计几种常见气体检验的分组实验方案

叶麦琪, 叶永谦*, 陈珍珠
(南安市侨光中学, 福建南安 362314)

摘要: 使用二分法配制蔗糖洗洁精、胶水甘油洗洁精, 设计了仅用烧杯、酒精灯、木棒等简单仪器就可以产生常见气体“肥皂泡”, 并对其进行检验包括钠与水反应产生氢气的检验、镁在二氧化碳中燃烧的分组实验方案, 仪器简单、操作简便、现象明显、安全环保, 使气体检验的学生分组实验的普及成为可能。

关键词: 肥皂泡; 洗洁精; 气体检验; 实验设计; 实验探究

文章编号: 1005-6629(2017)5-0069-05

中图分类号: G633.8

文献标识码: B

1 问题的提出

众所周知, 化学实验对于提高化学教学质量, 全面落实培养学生科学素养的目标, 具有其他化学课程内容和形式不可替代的特殊作用^[1], 实施有效的分组实验教学是提高学生化学核心素养的重要途径。分组实验指的是学生在实验室中, 在教师的指导下, 自主进行的实验。它不仅可以培养学生独立动手的能力, 而且能够使学生养成求实、严肃、认真、科学的良好习惯, 对学生参加各项工作将起到有益的作用^[2]。

当前普通中学特别是农村中学学生参与分组实验的情况令人担忧, 如吴素萍等在“农村中学化学实验教学现状与反思”^[3]一文中所述, 其所调查的学校从义务教育九年级到高中三年级, 学生仅做过一次分组实验。王吉霞等在“农村中学化学实验开设情况调查与分析”^[4]一文中的结果同样令人揪心, 只有 35.1% 的学生进行过分组实验。王世腾在“高中化学实验课常见气体的制备与实验设计”^[5]一文中认为: 常见气体的制备和检验是考查学生化学学科素养的重要抓手, 目前常见的气体实验教学采取的是教师讲、学生记的模式, 学生缺乏实践的

机会, 造成教育理念与教育实践相脱节的矛盾。

王吉霞等建议, 要提高学生的化学素养, 培养学生的实验意识, 必须增开学生分组实验和探究性实验, 健全中学化学实验教学的配套设施, 包括实验室的数量、实验设备的配置、专职实验人员的配备等^[6]。但是, 以上措施并不是短时间可以解决的, 需要一个长期的过程。而一届又一届的学生就这样在期待中毕业, 失去了参与分组实验所带来的体验和提高自身化学学科素养的机会。因此, 必须寻找一种快速简便的方法, 使学生有机会进入实验室, 并在动手中体验实验的乐趣。为了解决以上问题, 以中学常见气体的检验为重点, 探究有利于实施分组的实验方案, 尽可能让更多学生特别是农村地区学生有机会在简陋条件下动手体验气体检验的实验过程。

2 设计思路

实验改进、设计的过程本身就是一个探究的过程、也是培养创新能力的过程^[7]。为了让更多的学生有机会体验到探究的快乐, 必须设计实验现象明显、实验操作容易、实验危险性小、探究性强的分组实验方案。大多数人都玩过吹泡泡水, 吹

* 通讯联系人: Email: 15880968680@163.com。

育探索, 2011, (8): 97~98.

[12] 曹干林, 肖超斌. 蛋白质盐析的实验探究 [J]. 化学教育, 2008, (6): 59~68.

[13] 郑跃, 丁伟. 蛋白质盐析实验条件的探究 [J]. 化学教学, 2012, (6): 49~50.

[16] Peter Chi Keung Cheung, Bhavbhuti M. Mehta. Handbook of Food Chemistry [M]. Berlin Heidelberg: Springer, 2015: 331~363.

出来的五颜六色的泡泡总是十分讨人喜欢。可以将反应产生的气体转化为气泡,观察气泡从无到有可以证明有气体生成,再通过性质实验验证该气体。由此,可以从气体的肥皂泡入手设计常见气体的检验方案。

2.1 实验装置

往烧杯中放入固体反应物,再加入液体反应物,然后滴入洗洁精。固体与液体反应生成气体,气体在溶有洗洁精的溶液中形成气泡。再以气泡为研究对象,设计相应性质实验,验证该气体的存在。设计的装置见图1,装置中所述“洗洁精”为可形成泡沫的洗洁精、洗手液或泡泡水的总称(下同)。

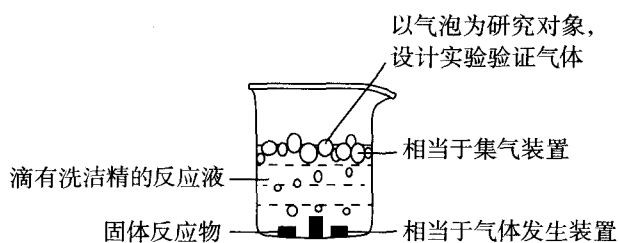


图1 实验装置图

2.2 实验原理

使用以上装置形成的气泡,每个气泡就像一个气体收集装置。与直接将气体排放检验相比,使用气体的肥皂泡进行检验有三个优点:一是可以直观体验到气体的生成,如果检验的气体无色无味,没有肥皂泡无法观察到气体的生成;二是可以减缓气体的扩散速率,由于洗洁精的存在,反应产生的气体收集在肥皂泡里,不会立即扩散,有利于分组实验时学生从容地进行检验;三是可以确保实验安全环保,如果检验的气体具有可燃性或者毒性,收集在肥皂泡里可以防止分组实验时大量气体飘散到实验室中酿成实验事故。

为了观察到明显现象,以上装置产生的肥皂泡要足够大,而肥皂泡的大小与表面张力有关。表面张力是指液面作用于单位长度分界线的张力^[8],由于上层空间气相分子对它的吸引力小于内部液相分子对它的吸引力,所以该分子所受合力不等于零。其合力方向垂直指向液体内部,结果导致液体表面具有自动缩小的趋势,这种收缩力称为表面张力。表面张力这种“收缩力”越小,越有利于产生

大的气泡。林子健在“神奇的表面张力”^[9]一文中,测得水的表面张力是常见液体中最强的,而加入表面活性剂如洗洁精等会明显降低水的表面张力。

任文辉等在“液体表面张力系数与温度、浓度的关系”^[10]一文中的研究表明:温度越高,表面张力系数越小。说明温度越高,越有利于形成大的气泡。但是,升高温度同时容易导致气泡破裂。为了防止气泡的破裂,可以通过加入大分子有机物增大液体分子之间的引力。特别是对于水分子,如果能够形成更多的氢键,分子间的作用力就更大,气泡也可以变得更大更稳定。经过试探,往洗洁精中加适量蔗糖、甘油、胶水等含多羟基的有机物,可以使气泡变大且较稳定。但在气体制备放热导致的较高温度条件下,甘油、胶水可能无法发挥最佳效果。而在该条件下往洗洁精中加入适量蔗糖效果则不受影响,这与浓硫酸与蔗糖反应产生的“黑发糕”现象^[11]具有异曲同工之妙。因此,为了简化实验过程并优化实验效果,首选蔗糖进行研究。

3 常见气体检验的分组实验方案

经过反复实验,并经过课堂可行性验证,最终设计出氧气、二氧化碳、氢气等常见气体的分组实验方案。

3.1 蔗糖洗洁精的配制及氧气检验方案

制备氧气的反应物通常为二氧化锰粉末和过氧化氢水溶液,由于反应较为剧烈且放热,要将氧气留住形成不易破裂的较大氧气气泡,需往洗洁精中加入一定量的蔗糖。如果蔗糖含量过多,会形成大量的泡沫而非气泡(见图2)。

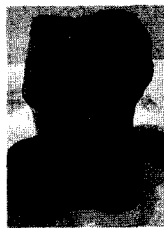


图2 使用蔗糖洗洁精产生大量泡沫

为了探究洗洁精中蔗糖的合适含量,本实验使用二分法设计对照实验方案。先固定反应物及洗涤剂,再通过改变蔗糖的质量对比实验效果。具体做法如下:准备二氧化锰2克、30%过氧化氢溶液10毫升、洗手液5毫升各若干份,先不

加蔗糖做空白实验, 然后以 1 克蔗糖和 5 克蔗糖作为二分法的两个界限分别做对照实验, 再选择效果好的一组寻找中间区间做对照实验, 以此类

推。在五次试探后, 终于寻找到可以生成稳定较大氧气气泡所需的蔗糖含量。实际操作方案如表 1。

表 1 洗洁精中蔗糖含量对氧气气泡大小及稳定性影响的探究

方案编号	二氧化锰质量	30% 过氧化氢溶液体积	欧柏丽牌洗手液体积	蔗糖质量	氧气气泡大小	氧气气泡稳定性
方案 1	2 克	10 毫升	5 毫升	0 克	较大	不稳定易破裂
方案 2	2 克	10 毫升	5 毫升	1 克	下层略大上层小	较稳定
方案 3	2 克	10 毫升	5 毫升	5 克	下层大上层小	稳定
方案 4	2 克	10 毫升	5 毫升	3 克	下层大上层小	稳定
方案 5	2 克	10 毫升	5 毫升	2 克	较大且均匀	稳定

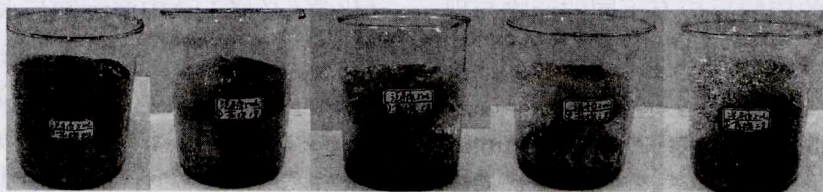


图 3 洗洁精中添加不同质量蔗糖及对应的氧气气泡比较

实验图片如图 3。从图 3 可以看出, 方案 5 生成的氧气气泡较大且均匀, 并能稳定存在, 有利于氧气的检验。

根据以上探究结果, 氧气分组实验操作方法为: 取 2 克二氧化锰粉末倒入 500 毫升烧杯中, 将 2 克蔗糖溶解在 5 毫升欧柏丽牌洗手液中配成蔗糖洗洁精并倒入烧杯中, 再倒入 10 毫升 30% 过氧化氢水溶液 (编者注: 30% 双氧水对皮肤有较强腐蚀性, 建议降低浓度使用或让学生戴上乳胶手套)。此时有较大气泡平缓产生, 且气泡大小适中, 并呈蜂窝状稳定存在。将带火星的木条靠近氧气气泡, 木条复燃, 现象非常明显 (见图 4)。此法可作为义务教育化学教材中氧气制备和检验的学生分组实验方案。

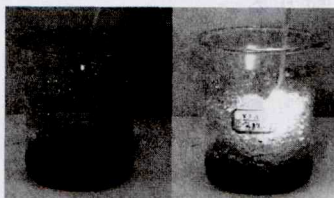


图 4 带火星的木条靠近氧气气泡, 木条复燃

3.2 二氧化碳检验方案

在二氧化碳的检验方案中, 同样以二分法探究洗洁精中蔗糖含量对气泡大小及稳定性影响问

题。以碳酸氢钠 2 克、pH 约为 1 的稀盐酸制备二氧化碳, 在 5 毫升欧柏丽牌洗手液中分别加入 0 克、1 克、5 克蔗糖进行对照实验, 再根据效果选择区间点进行探究。最终得到在该条件下加入 3 克蔗糖效果最佳。

具体分组方案如下: 往 500mL 烧杯中加入 2 克碳酸氢钠, 再加入由 5 毫升欧柏丽牌洗手液和 3 克蔗糖配制的蔗糖洗洁精, 然后倒入 10 毫升 pH 约为 1 的稀盐酸, 此时反应较快进行, 并产生较大呈蜂窝状稳定的二氧化碳气泡。用燃烧着的木条靠近气泡, 木条熄灭, 证明有二氧化碳生成。此法可作为义务教育化学教材中二氧化碳制备和检验的学生分组实验方案。

在检验二氧化碳后, 再用燃烧着的镁条插入二氧化碳气泡中, 镁条剧烈燃烧 (见图 5)。燃烧后泡沫表面有黑色物质存在, 同时可以观察到镁条变成白色粉末。此法可作为高中一年级化学教材



图 5 镁条在二氧化碳气泡中燃烧

中镁在二氧化碳中燃烧的学生分组实验方案。

3.3 氢气检验方案

氢气可以采用锌与稀盐酸或稀硫酸反应进行制备,但在具体的实验中,不论使用何种洗洁精,锌与稀盐酸反应产生的气泡都容易破裂,导致盐酸挥发出来,产生刺鼻的气味,不适合分组实验。如果不使用盐酸,由于没有氯离子的催化效应^[12],锌与稀硫酸反应不够剧烈,所产生的氢气气泡都非常小,不利于燃烧的进行。为了得到较大且稳定的氢气气泡,必须选择合适浓度的硫酸,同时必须研究相关的洗洁精添加配方。

锌与不同浓度的硫酸反应有不同的产物与现象。浓度太小,虽可以得到氢气但反应不够剧烈;浓度太大,可能出现其他气体产物且反应也不够剧烈。另外,配制硫酸溶液还要考虑温度变化导致速率变化的问题,由于浓硫酸稀释放热,稀释后的硫酸温度较高,当场用于分组实验可以确保实验成功。但如果是提前配制好的稀硫酸,待恢复到室温后反应就不够剧烈,必须在分组实验前再进行试探。因此,为了确保实验成功,必须现场配制稀硫酸,并用锌粒试探至其表面有明显连续的气泡冒出(见图6),试探后可以产生大的氢气气泡的硫酸浓度大约在40%左右。

关于洗洁精中添加物的探究,在蔗糖、甘油等效果都不明显的情况下,使用胶水、甘油按照不同比例进行对照实验,最终得到可以形成较大且稳定气泡的洗洁精配制方法:往5毫升水中加入欧柏丽牌洗手液、4毫升晨光牌胶水、2毫升甘油,充分混合,该混合液简称为胶水甘油洗洁精。

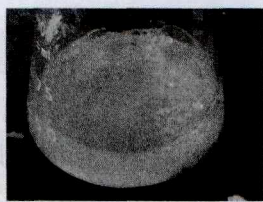


图6 锌粒与硫酸反应有大量氢气产生

具体的氢气检验分组实验方案如下:往500毫升烧杯中放入五颗黄豆大小的锌粒,加入约40%稀硫酸20毫升,锌粒与硫酸较快反应,再滴入胶水甘油洗洁精,大约30秒后,可以观察到明显的氢气大气泡。用燃烧着的木条靠近,氢气气泡

燃烧起来(见图7)。此法可作为义务教育化学教材中氢气制备和检验的学生分组实验方案。



图7 氢气气泡燃烧起来

3.4 钠与水反应产生氢气的检验方案

在设计完以上实验后,发现该思路也可以适用于钠与水反应产生的氢气的检验。高中一年级《化学(必修1)》中演示钠与水反应时,直接将绿豆大的金属钠投入水中,通过钠的四处游动说明钠与水反应有氢气放出。该实验现象虽然明显,却无法直观体验到氢气的生成。如果将钠投入到洗洁精泡沫中,会有怎样的现象呢?经过反复实验,只要洗洁精泡沫层足够高,都可以观察到明显现象。具体操作如下:

取一大烧杯,滴入适量洗洁精,将水龙头的出水量调至最大,然后用烧杯接水。让大流量的水瞬间冲击洗洁精,即可以形成高的“洗洁精”泡沫层。往泡沫中滴加几滴酚酞溶液,再投入绿豆大的金属钠。金属钠接触到洗洁精泡沫后,小范围游动,周边溶液迅速变红色;一段时间后,钠块周边气泡燃烧起来,火焰呈黄色(见图8)。通过以上的燃烧现象,可以证明钠与水反应有可燃性的气体氢气生成。为了避免学生误以为是金属钠直接燃烧起来,应该先做钠直接投入水中的对照实验,让学生体验到钠与水直接反应并没有燃烧起来,从而得出泡沫层的燃烧是由氢气生成造成的。此法可作为高中一年级化学教材中钠与水反应氢气检验的学生分组实验方案。



图8 钠与洗洁精泡沫接触产生氢气气泡燃烧起来

以上改进实验中,仅使用普通洗洁精或蔗糖洗洁精、必要的反应物和烧杯、酒精灯、小木棒等,

电解质溶液导电性实验的改进^{*}

汤 晶, 倪 刚^{**}, 吴晓红

(宁夏大学化学化工学院, 宁夏银川 750021)

摘要: 借助干电池、音乐芯片、回形针、输液管和手机测声软件, 对电解质溶液导电性实验进行了改进。通过测量音乐芯片发出声音大小的分贝值来判断电解质溶液导电性的强弱, 增加了实验的趣味性和实用性, 对培养学生化学学习兴趣和科学素养起到提升的作用。

关键词: 电解质溶液; 导电性实验; 实验改进

文章编号: 1005-6629(2017)5-0073-03

中图分类号: G633.8

文献标识码: B

1 问题的提出

高中化学课程标准^[1]提出“课程要从学生已有的经验和将要经历的社会生活实际出发”, 因此在化学课堂教学中借助生活中常见的资源, 能够加强化学与生活的联系, 帮助学生理解和深化化学知识。随着新课改的实施, 对化学实验进行生活化设计与改进的研究日益增多。电解质溶液导电性实验在初高中课本中均有出现, 在人教版《化学(九年级下册)》中有实验 10-7 试验物质的导电

性^[2], 实验借助低压电源、灯泡、电极等仪器, 对盐酸、硫酸、氢氧化钠溶液、氢氧化钙溶液、蒸馏水和乙醇的导电性进行验证。对九年级的学生来说, 实验中有较复杂的低压电源及电极等仪器装置, 且需要外接动力电源, 此外盐酸、硫酸、氢氧化钠、氢氧化钙等强酸强碱溶液均处于敞开体系中。这些对于好奇心较强的初中学生来说均有可能成为不安全的潜在因素。

对此, 很多研究者对该实验进行了改进研究。

^{*} 宁夏回族自治区研究生教育创新计划项目(YKC201608; YXW201603)。

^{**} 通讯联系人: Email: nigang@nxu.edu.cn。

即可设计出几种常见气体检验的学生分组实验方案, 包括钠与水反应生成氢气的检验、镁在二氧化碳中燃烧等实验过程, 仪器简单、操作简便、现象明显、环保安全, 适合作为条件简陋的农村中学开展常见气体检验的分组实验方案。该方案可以让更多的学生有机会参与分组实验, 从而培养学生的创新精神和实践能力, 有利于他们化学学科核心素养的提高。

参考文献:

- [1][2][7] 陆建源. 新课标下化学分组实验教学策略的研究[J]. 化学教育, 2010, (2): 21~25.
- [3] 吴素萍, 黄晓灵, 郑柳萍. 农村中学化学实验教学现状与反思[J]. 宁德师范学院学报(自然科学版), 2012, (1): 96~99.
- [4][6] 王吉霞, 方军, 方玉强. 农村中学化学实验开设情

况调查与分析[J]. 甘肃联合大学学报(自然科学版), 2013, (10): 122~128.

[5] 王世腾. 高中化学实验课常见气体的制备与实验设计[J]. 中国教育技术装备, 2016, (11): 15~16.

[8] 习岗, 李伟昌. 现代农业和生物学中的物理学[M]. 北京: 科学出版社, 2002.

[9] 林子健. 神奇的表面张力[J]. 中国科技教育, 2016, (11): 26~27.

[10] 任文辉, 林智群, 彭道临. 液体表面张力系数与温度、浓度的关系[J]. 湖南农业大学学报(自然科学版), 2004, (2): 77~79.

[11] 贾爱梅, 刘艳莉. 蔗糖与浓硫酸反应实验的改进——“雾中赏花”[J]. 化学教学, 2009, (3): 13~14.

[12] 王程杰. 关注氯离子效应在中学化学实验中的应用[J]. 化学教学, 2015, (11): 53~58.