

# Optimization Study on a Home Experiment for Producing Hydrogen by Reacting Bleach with Aluminum-Based Materials

Suyi Zhao

Wujiaqu No.1 Middle School, Sixth Division, Xinjiang Production and Construction Corps, Wujiaqu, Xinjiang, 831300, China

## Abstract

Junior high school chemistry home experiments are an extension of classroom teaching and play a crucial role in implementing core competencies. In the "Metals and Metal Materials" unit of the People's Education Edition's Grade 9 textbook, the experiment of preparing hydrogen gas by reacting toilet cleaner with aluminum materials, due to the availability of the required equipment and the intuitive principle, has become an important carrier for connecting the chemical properties of metals with practical life. However, this experiment, when conducted in a home setting, has issues such as improper operation and insufficient safety. This paper, based on the home experiment environment, provides a complete set of operation procedures for the experiment and proposes corresponding optimization strategies. Through research, it has been found that a standardized operation process and scientific optimization methods can enhance the safety and inquiry nature of the experiment, providing a practical model for the effective implementation of junior high school chemistry home experiments, and helping students achieve the advancement of their competencies from knowledge acquisition to practical application.

## Keywords

Junior High School Chemistry; Family Science Experiments; Hydrogen Production; Experiment Optimization

## 洁厕灵与铝制材料反应制备氢气的家庭实验优化研究

赵素奕

新疆生产建设兵团第六师五家渠第一中学, 中国·新疆 五家渠 831300

## 摘要

初中化学家庭实验是课堂教学的延伸,对落实核心素养起着重要的作用。人教版九年级下册“金属和金属材料”单元中,洁厕灵与铝制材料反应制备氢气实验,由于器材容易获得、原理直观,成为联系金属化学性质与生活实践的重要载体,但是该实验在家庭场景中,存在操作不规范、安全性不足等问题。本文以家庭实验环境为依托,给出实验操作的全流程规范,并提出相应的优化策略。经过研究发现,规范的操作流程以及科学的优化方法,可以提高实验的安全性、探究性,为初中化学家庭实验的有效开展提供实践范式,帮助学生实现从知识认知到实践应用的素养进阶。

## 关键词

初中化学; 家庭小实验; 氢气制备; 实验优化

## 1 引言

“家庭小实验”活动的开发设计可以帮助学生将课内所学到的知识有效延伸到课外。一方面可以丰富化学实验的内涵,提高学习化学课程的连续性;另一方面有助于学生亲身体验到化学实验的乐趣和作用,为学生提供更多参与、体验、动手操作、展示的空间和机会,加强他们对化学概念和原理的理解,更重要的是对学生的实验操作能力、观察力、思维力的发展具有不容小觑的作用。洁厕灵和铝制材料反应

制备氢气实验由于试剂、材料容易从生活中获得,是连接课内知识和生活实践的良好载体。确定科学规范的操作流程,探究适合家庭场景的优化策略,能够促进家庭实验教学价值的充分发挥。

## 2 洁厕灵与铝制材料反应制备氢气的家庭实验操作流程

家庭实验的核心特点为器材生活化、操作简易化、安全可控化,根据人教版九年级下册“金属和金属材料”单元金属化学性质探究教学要求,洁厕灵与铝制材料反应制备氢气的家庭实验操作流程,应遵循“准备—操作—收尾”的逻辑链条,兼顾科学性和实践性,保证学生在安全的前提下完

【作者简介】赵素奕(1987-),女,中国新疆人,本科,中教一级,从事化学实验实践课应用研究。

成实验探究<sup>[1]</sup>。

## 2.1 实验准备阶段

实验准备是保证实验顺利进行的前提，家庭环境开展实验应兼顾器材替代合理性、试剂选择安全性、防护措施完备性。器材准备阶段，学生经常因操作失误出现问题，比如选用500mL透明矿泉水瓶作为反应容器时，部分学生只简单冲洗，没有完全干燥，残留的水分会直接影响反应进程，或者使用气体收集装置时，学生应该选择普通气球，但有的学生为了方便选择薄一点的气球，在实验过程中受热破裂，还有的学生选择厚一点的气球，无法膨胀，造成气体收集失败。利用保鲜膜代替单孔橡胶塞密封时，很多学生缠绕过松，漏气。辅助器材中剪刀裁剪铝制材料容易打滑，砂纸打磨铝片时力度不够，并未彻底去除表面氧化膜，也会影响实验效果。

试剂的选择既要有反应的效率又要保证家庭安全。洁厕灵应选用正规品牌的酸性洁厕灵（主要成分为盐酸，不能选用表面活性剂含量过多的复合型洁厕灵，防止杂质影响反应），优先选择浓度较低的产品（家庭常见的洁厕灵盐酸浓度多为5%~10%，既能保证反应速率适中，又可以降低腐蚀性风险）；铝制材料应选用纯度较高的铝制品，如食品级铝箔、铝制易拉罐内壁（需要裁剪成1cm×3cm的条状，去除表面的印刷涂层或污渍），不能选用铝合金材料（合金中其他金属会和洁厕灵发生副反应，或者降低反应速率）。

安全防护准备是家庭实验中不可缺少的一个环节。学生在家长陪同下开展实验，实验场地选在通风良好的厨房或者阳台（远离火源、热源、食品存放处，氢气易燃易爆，避免明火接触）；个人防护要佩戴橡胶手套（防止洁厕灵腐蚀皮肤）、护目镜（避免反应过程中液体飞溅损伤眼睛）；同时准备好清水（用于冲洗不慎沾染试剂的皮肤或衣物）、抹布（及时清理洒落的试剂）等应急物品。

## 2.2 核心操作步骤

核心操作要严格按照安全优先、分步实施的原则进行，每一步操作都要标明操作者以及操作规范，使实验现象直观、反应过程可控。

第一步器材预处理，是实验成功的基础，也是初中和高中化学实验能力衔接的关键。学生用砂纸单向轻磨铝材表面，直到露出均匀银白色光泽，初中侧重操作规范，高中需要理解原理，铝表面天然形成致密的氧化铝薄膜，会阻碍铝和盐酸的复分解反应，这是高中化学中金属氧化物和酸反应的前置知识点。打磨时沿同一方向用力均匀，不能来回摩擦产生铝粉，高中进阶认知中，铝粉因表面积大，与酸液接触会加快反应速率，甚至引发剧烈放热，存在安全隐患。同时对矿泉水瓶和气球的密封性进行检测，按规定套牢、按压、挤压瓶身，观察气球的膨胀、回缩情况。初中要求掌握密封检查的方法，高中则重视其对气体收集纯度的影响，为定量实验打下了基础。漏气时检查是否破损、调位置、换气球的

顺序排查，培养初高中衔接所必需的实验严谨性以及问题排查能力。

第二步是试剂添加，学生需要在家长的指导下完成操作，整个过程应保持操作动作的缓慢、平稳，先手持矿泉水瓶倾斜45°角，沿瓶壁缓慢向瓶内加入适量的洁厕灵，避免液体直接冲击瓶底产生飞溅<sup>[2]</sup>。添加量严格控制在瓶容积的1/5（约100mL，该用量经过家庭场景适配性验证，既能保证反应生成足量氢气使气球明显膨胀，满足观察需求，又不会因为反应体系内压力过大导致液体溢出），待洁厕灵静置稳定后，再用镊子夹取预处理过的铝制材料缓慢放入瓶中，放置时要让铝制材料沿瓶壁滑落至液体中，严禁直接撞击瓶底，防止液体飞溅。添加完成后，在3秒内将气球快速且紧密地套在矿泉水瓶瓶口，保证气球完全覆盖瓶口边缘无缝隙，然后用拇指和食指沿接口处环形按压3—5秒，进一步加强密封性，防止反应产生的氢气泄漏。

第三步为反应过程观察与记录，学生在距离实验装置30cm左右的安全位置半蹲观察，不能头部正对瓶口，做好观察记录准备。主要研究三个现象的变化情况，一是铝制材料表面气泡的生成情况，记录气泡出现的时间、气泡大小、产生速率的变化（气泡产生速率与反应剧烈程度正相关，可以直观反映铝和盐酸的反应进程）；二是气球的膨胀状态，观察气球膨胀的初始时间、膨胀速率和最终体积，判断氢气生成量；三是反应容器外壁温度的变化，待反应进行2分钟之后，用手背轻轻触碰瓶壁非反应区域，感知温度变化并记录（该反应为放热反应，温度升高是反应发生的证明）；观察过程中不得晃动实验装置，防止气球脱落或液体飞溅，按时间顺序记录实验现象的先后顺序及变化规律，结合课内所学金属活动性顺序及置换反应本质，分析实验现象与化学原理的内在联系，形成“现象—原理”的认知闭环。

## 2.3 实验收尾与清理

实验收尾应兼顾安全性和环保性，防止实验废弃物造成污染或者安全隐患。待反应完全结束后（判断标准为铝制材料不再产生气泡、气球停止膨胀，一般反应时间为5~10分钟），学生在家长的指导下进行后续操作，先轻轻挤压矿泉水瓶，将气球内氢气缓慢释放（释放时远离火源，氢气完全释放后再进行后续操作，防止氢气聚集引发危险），再将瓶内反应废液倒入卫生间下水道，倒入过程中用大量清水冲洗，防止废液残留腐蚀管道，最后用清水清洗实验器材，晾干后分类存放（铝制材料残渣放入垃圾桶，不可随意丢弃），清理实验场地，保证无试剂残留。

## 2.4 家庭实验操作注意事项

操作过程中要明确禁止性规范，严禁在密闭空间进行实验，防止氢气积聚引起爆炸；严禁用手直接接触未稀释的洁厕灵或者反应后的废液，如果不慎接触，立即用大量清水冲洗皮肤至少5分钟；严禁将铝制材料一次性大量加入洁厕灵中，避免反应过于剧烈造成液体飞溅或者气球破裂；

实验过程中,不得随意离开,应全程观察反应状态,发现异常(如气球过度膨胀、试剂大量飞溅)立即停止实验,在家长指导下进行应急处理<sup>[3]</sup>。实验要以探究学习为根本目的,学生需要结合课内所学的“金属活动性顺序”“置换反应原理”,分析反应现象与化学原理之间的联系,提高实验探究的深度。

### 3 洁厕灵与铝制材料反应制备氢气的家庭实验优化策略

#### 3.1 适配家庭场景,优化试剂选取参数

家庭实验试剂的选择要兼顾反应效果与安全风险,其核心是利用试剂参数的改良,加强实验的稳定性和安全性。例如,某学生选用食品级铝箔(纯度99.5%)1g,搭配1:1稀释后的洁厕灵(原浓度8%,稀释后4%),反应时间7分钟,气球均匀膨胀到直径20cm,没有剧烈放热现象;使用铝合金易拉罐(含镁1.5%)时,反应中有黄色沉淀产生,气球膨胀速率慢,最终体积只有食品级铝箔的60%;还有学生用未稀释的高浓度洁厕灵(12%),反应剧烈,瓶壁温度达到50℃,气球3分钟内就过度膨胀险些破裂,改为稀释后的试剂后,反应趋于平稳。经过实践证明,学生应该选择标注为食品级的铝制材料,未用过的铝箔、铝制饭盒内壁等,纯度较高,可以减少杂质对反应的影响,也可以避免工业铝制品表面有害物质的残留。洁厕灵选择时不能用含氟、含氯氧化剂的产品,因为这些成分会和铝发生副反应生成有毒气体,建议查看产品说明书确认主要成分只有盐酸。对于浓度过高的洁厕灵可以采用洁厕灵和清水1:1稀释的方法来调节浓度,减少反应的剧烈程度,防止液体飞溅,保证反应能持续产生氢气供观察。试剂用量要严格控制,铝制材料用量以1-2g为宜,洁厕灵用量不超过反应容器容积的1/5,通过控制试剂参数来保证实验在家庭环境下可控。

#### 3.2 简化操作流程,改良实验装置设计

对家庭实验操作繁琐、装置密封性差的问题,经过装置改良来简化操作步骤,提高实验效率。例如,某学生采用“一体化反应收集装置”:选取带盖的500mL透明塑料瓶,在瓶盖中心用剪刀钻一个直径略小于气球口的小孔,将气球

口穿过小孔并用橡皮筋固定在瓶盖内侧,保证密封。实验时直接将预处理过的铝制材料放入瓶中,加入洁厕灵后迅速拧紧瓶盖,气球就能自然收集氢气,无需额外密封操作,较传统装置操作耗时缩短50%,3次重复实验都没有出现漏气现象;而使用传统“矿泉水瓶+保鲜膜+气球”装置的学生,3组实验中有2组出现不同程度漏气。另外,在反应容器外面贴上刻度标签后,某学生清楚地看到反应中液体体积由100mL减少到85mL,结合气球最终体积,初步估计氢气生成量约为15mL(忽略液体体积变化误差),提高了实验的探究性。动手能力较强的同学可以在气球下面连接一根吸管,用吸管将氢气通入装有清水的杯子中,观察到稳定的气泡产生来证明氢气的生成,使实验探究的内容更加丰富,同学通过比较气泡产生的速度和气球膨胀的速度,发现两者的变化是一致的,加深对反应过程的理解。

### 4 结论

洁厕灵与铝制材料反应制备氢气的家庭实验优化,以初中化学教学需求和家庭场景特点为出发点,通过规范操作流程、优化实验策略,解决了该实验在家庭开展中安全性、操作性的问题。经过优化的实验既保持了化学原理的科学性,又加强了生活实践的关联性,为学生搭建起课内知识与课外探究之间的桥梁。生活化实验的优化探索,提升了家庭实验的教学价值,使化学核心素养在实践中落地,为初中化学家庭实验的常态化开展提供了一条可行的途径。

#### 参考文献

- [1] 李琦.初中化学家庭小实验对学生科学素养提升的影响[J].当代家庭教育,2025,(17):99-101.
- [2] 田娇.初中化学家庭小实验对学生实验素养的培养[J].天津教育,2025,(21):65-67.
- [3] 王伟.浅析家庭小实验如何辅助初中化学课堂教学[J].名师在线,2024,(29):28-30.
- [4] 李美燕.利用家庭小实验提高学生化学实验能力的研究[J].中学课程辅导,2024,(29):18-20.
- [5] 赵培培.初中化学“家庭小实验”开发原则及实施对策[J].新课程教学(电子版),2023,(15):126-127.