

主编 徐宏杰

分册主编 董淑梅

普通高中课程标准

实验探究报告册

高二分册

化学选修 2

化学与技术



华文出版社

普通高中课程标准

实验探究报告册

高二分册 化学 选修2

化学与技术

分册主编 董淑梅

华文出版社

图书在版编目(CIP)数据

普通高中课程标准实验探究报告册. 高二分册. 化学. 选修 2.
化学与技术: 徐宏杰主编; 董淑梅分册主编. —北京:
华文出版社, 2008. 2

ISBN 978-7-5075-2134-4/G · 386

I. 普… II. ①徐…②董… III. 化学课—高中—实验报
告 IV. G634.73

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 184218 号

华文出版社出版

(邮编 100055 北京市宣武区广安门外大街 305 号 8 区 2 号楼)

网络实名名称: 华文出版社

电子信箱: hwcbs@263.net

电话: 010-58336270 58336202

新华书店经销

大厂回族自治县彩虹印刷有限公司印刷

开本: 787 毫米×1092 毫米 1/16 印张: 61.5 字数: 900 千字

2008 年 2 月第 1 版 2008 年 2 月第 1 次印刷

定价: 67.40 元

前言

随着我国新一轮课程改革的实施,科学探究已作为科学课程的一个重要理念写入课程标准。物理、化学、生物学科是普通高中科学教育领域的重要组成部分,是科学探究的重要载体。它肩负着提高学生的科学素养、人文精神、创新意识和实践能力,促进学生的全面发展,培养符合时代需要的高素质人才的重任。

物理、化学、生物均是以实验为基础的学科,实验是教学活动的重要内容。普通高中课程标准在必修和选修模块中对实验都提出了明确要求。学生实验是探究并获取知识与应用知识过程中的一个有机组成部分。完成一个实验是对学生的能力、心理、意志品质的全面锻炼,在完成实验探究和解决问题的过程中取得的实践经验和亲身体会,包括克服困难、交流合作、预测实验结果、检验信息的科学性、反思和评估过程、总结和分析实验结论,有利于培养学生正确的物质观、宇宙观和崇尚科学、崇尚理性、崇尚实践、追求真理的辩证唯物主义世界观。

《实验探究报告册》丛书遵循新课程标准,以进一步提高学生科学素养和终身学习能力为宗旨,立足于课程内容和课程资源的创新。栏目版块设置贴近学生、贴近生活,不拘泥于必修课、选修课相关教材体系的约束,精选了富有典型性、时代性、趣味性的探究活动,有利于学生发现问题、提出问题和解决问题,并为师生留有一定的个性化开发、选择及创造的空间;凸显了学生学习方式的转变,把已有知识作为工具和手段,引导学生围绕知识资源进行实验探究、调查访问、查阅资料、交流讨论,让学生体验科学探索的曲折和艰辛,汲取前辈科学家的思维和研究方法,体验知识原创过程、感受知识生成的激动和欢欣,在真实的探究活动过程中,形成科学的价值观和实事求是的科学态度,掌握科学的研究方法,增强学生的合作精神、创新能力、实践能力和综合素质;着眼于 STS 教育的基础性、综合性、开放性、动态性、实践性以及与人文的融合特征,注重开发学生的多元智能,增强学生的社会责任感,达到学以致用的目的。

《实验探究报告册》丛书与普通高中课程标准实验教科书配套使用。各学科的编写在纵向结构上力求做到与节(课)、章(单元)、学期、学年教学同步;在横向结构上根据不同学科内容的需要安排了实验目的、实验原理、实验步骤、材料用具、活动提示、实验结论、交流与分析、活动与探究、实验习题、兴趣资料、背景知识、学以致用、探究评价、巩固与提高等栏目版块。

科学探究活动对于教师和学生来说,是一件新事物;对于编者来说也不是一件轻松的事情,它是对必修和选修课模块内容深度、广度的一个延展过程。因此本套丛书呈现给大

家的只是打开科学探究活动的一扇门，希望广大教师根据学生的具体情况和教学需要做出适当的裁剪和补充。

本套丛书编者殚精竭虑，力求完美体现上述编写初衷，但由于编写时间仓促，资料短缺，不足之处，恳请广大师生、读者使用时提出批评、建议和意见，以便修订再版时改正。

本套丛书出版过程中，得到人民教育出版社、中国人民大学附属中学、北京市一零一中学和黑龙江省牡丹江市第一高级中学、第二高级中学等单位的专家、教师的指导和帮助，谨借本套丛书出版之际深表谢意。

编者

2008年1月

《实验探究报告册》编委会

总 主 编：徐宏杰

编 委：姜 丽 黄淑丽 董淑梅

化学分册

主 编：董淑梅

编 者：刘净瑜 栗春华 苑晓牧 曲为妍 顾丽燕
徐亚坤 董淑梅 徐宏杰 孙凤英

策 划：北京中育书情文化工作室

目 录

探究活动一	酸雨的危害	(1)
探究活动二	氮的固定	(8)
探究活动三	纯碱和小苏打的实验鉴别	(15)
探究活动四	水中溶解氧的测定	(20)
探究活动五	从海带中提取碘	(24)
探究活动六	干馏煤实验的改进	(30)
探究活动七	无机非金属材料知识探究	(36)
探究活动八	怎样防止自行车棚锈蚀	(41)
探究活动九	有机高分子化合物溶解性、热塑性和热固性	(45)
探究活动十	化肥的简易鉴别	(50)
探究活动十一	食品中的农药残留的测定	(55)
探究活动十二	洗衣粉洗涤效果的比较	(58)
参考答案		(63)

探究活动一 酸雨的危害

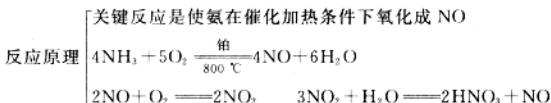
【背景知识】

硫酸的工业制法:

接触法制硫酸分三个阶段:第一阶段是二氧化硫的制取和净化,第二阶段是二氧化硫氧化成三氧化硫,第三阶段是三氧化硫的吸收和硫酸的生成。

硝酸工业制法:

氨氧化法主要原料:氨气、空气

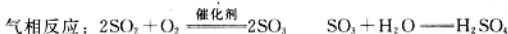


生产过程:氨的催化氧化→NO的氧化→NO₂的吸收

酸雨:

酸雨是指 pH 低于 5.6 的大气降水,包括雨、雪、雾、露、霜。是大气污染现象之一。正常雨水 pH 值约为 6~7,呈弱酸性,这是由于大气中的 CO₂ 溶于雨水中,形成碳酸,雨水的微弱酸性可使土壤的养分溶解,供生物吸收,这是有利于人类环境的。但是正常降水的 pH 不会低于 5.6,因为二氧化碳饱和溶液的 pH 为 5.6。

酸雨是由于地球上燃煤或燃油产生的二氧化硫和氮氧化物气体排放到大气中转化而产生的。这些酸性氧化物遇到空气中的水蒸气,便结合成云雾状酸,下雨时同雨水一起落下,形成酸雨。其中主要是硫酸和硝酸。酸雨的形成是一个复杂的大气化学和大气物理过程,废气 SO₂ 通过气相或液相的氧化反应产生硫酸,其化学反应过程可表示为:



大气中的烟尘、O₃ 等都是反应的催化剂, O₃ 还是氧化剂。燃烧过程产生的 NO 和空气中的 O₂ 化合为 NO₂, NO₂ 遇水则生成硝酸和亚硝酸,其反应过程可表示为: $2\text{NO} + \text{O}_2 = 2\text{NO}_2 \quad 2\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{HNO}_3 + \text{HNO}_2$

酸雨对环境有多方面的危害:使水域和土壤酸化,损害农作物和林木生长,危害渔业生产(pH 值小于 4.8,鱼类就会消失);腐蚀建筑物、工厂设备和文化古迹,也危害人类健康。因此酸雨会破坏生态平衡,造成很大经济损失。此外,酸雨可随风飘移而降落到几千里以外,导致大范围的公害。因此,酸雨已被公认为全球性的重大环境问题之一。

全球已有三大酸雨区：美国和加拿大地区、北欧地区、中国南方地区。我国因大量使用煤炭燃料，每年由于酸雨污染造成的经济损失达 200 亿元左右。我国酸雨区的降水酸度仍在升高、面积仍在扩大。

防治酸雨的主要措施是减少向大气中排放酸性化学污染物。对大功率的工业燃烧设备要安装脱硫装置。限制机动车辆排放各种酸性化学污染物。

【探究活动】 酸雨危害模拟实验

【活动目标】

知识目标：认识工业废气对环境的污染，探究酸雨的危害和防止措施。

能力目标：培养学生观察能力、实验操作技能和综合分析能力。

情感目标：培养学生用科学的方法来研究、解决一切酸雨问题。养成实事求是、科学严谨的态度，提高学生的环保意识。

【实验用品】

烧杯、试管、玻璃棒、pH 试纸、稀硫酸、稀硝酸、混凝土、石头、活鱼、水仙花、水、铁片。

【活动过程】

实验一：酸雨对小鲫鱼的危害

① 第一天将小鲫鱼分为两组（A、B），每组两条。

② 在烧杯 A 中加入久置自来水，放入 A 组鱼，用 pH 试纸测定水的 pH，A 组为对照组，并记录情况填写下表。

③ 在烧杯 B 中加入久置自来水，然后用硫酸、硝酸调节水的 pH 值为 6，放入 B 组鱼，观察小鲫鱼在 pH=6 的水中的生存状况，B 组为实验组，第二天，操作类似第一天，实验组 B 鱼缸的水 pH 值调到 5.5。第三、四、五天，分别把实验组 B 鱼缸的水 pH 值调到 4.5~5 4~4.5 3.5~4。

记录填写下表。

时间	A 组		B 组	
	pH 值	生存状况	pH 值	生存状况
第一天	7		6	
第二天	7		5.5	
第三天	7		4.5~5	
第四天	7		4~4.5	
第五天	7		3.5~4	

实验二：酸雨对水仙花生长的危害

① 第一天将水仙花分为三组（A、B、C），每组两株。

② 在烧杯 A 中加入久置自来水（pH 为 7），放入 A 组水仙花，作为参照组。

③ 在烧杯 B 中加入久置自来水，然后用硫酸，硝酸调节水的 pH 值为 6.5，放入 B 组水仙花，观察水仙花在 pH=6.5 的水中的生长状况。

④ 在烧杯 C 中加入久置自来水，然后用硫酸，硝酸调节水的 pH 值为 5.5，放入 C 组水仙花，观察水仙花在 pH=5.5 的水中的生长状况。（B、C 组为实验组）

实验记录如下：

时间	A 组		B 组		C 组	
	pH	生长状况	pH	生长状况	pH	生长状况
第一天	7		6.5		5.5	
第三天	7		6.5		5.5	
第五天	7		6.5		5.5	
第七天	7		6.5		5.5	

实验三：酸雨对金属的危害

我的设计方案：_____

实验结论：_____

实验四：酸雨对建筑物的危害

我的设计方案：_____

实验结论：_____

【结果分析与交流】

讨论：根据上述实验现象，讨论酸雨的危害。

结论：酸雨之所以是全球性的重大问题之一，被称为“空中死神”，是因为有以下危害：

- ① _____
- ② _____
- ③ _____
- ④ _____
- ⑤ _____

酸雨的防治措施：_____

【误区拨迷】

例：为了防治酸雨，减少煤燃烧时向大气排放的 SO_2 ，工业上通过生石灰和含硫的煤混合使用可以“固硫”（避免硫化物进入大气），最后生成石膏。试回答：

(1) 整个“固硫”反应所涉及到的反应类型包括：①化合 ②分解 ③置换 ④复分解 ⑤氧化还原反应 ⑥非氧化还原反应 ⑦离子反应 ⑧非离子反应（分子反应）。其中正确的是（ ）

- A. ①⑤⑥⑦ B. ①②③⑤⑧ C. ①⑤⑥⑧ D. ②④⑤⑦

(2) 第一步“固硫”反应的化学方程式中所需气态物质的化学计量数之和为（ ）

- A. 1 B. 2 C. 3 D. 4

(3) 比较此法与“石灰石粉末与含硫煤混合”法哪个更好些？为什么？

(4) 你认为减少酸雨产生可采取的措施是（ ）

①少用煤作燃料 ②把工厂的烟囱造高 ③先将燃料煤脱硫 ④在土壤中加入石灰防止酸化 ⑤开发新能源，避免含 S、N 的氧化物大量排放

- A. ①②③ B. ②③④⑤ C. ①③⑤ D. ①③④⑤

解析：(1) 在含硫的煤中加生石灰“固硫”的反应是 $\text{CaO} + \text{SO}_2 \longrightarrow \text{CaSO}_3$ 、 $2\text{CaSO}_3 + \text{O}_2 \longrightarrow 2\text{CaSO}_4$ ，可见所涉及到的反应类型有化合反应、氧化还原反应、非氧化还原反应和非离子反应。

(2) 易错选 B。主要是不清楚哪一个反应是第一步“固硫”反应。

(3) 有的学生误答“石灰石粉末与含硫煤混合”法更好。忽略了石灰石分解为 CaO 需消耗很高能量，浪费煤，使生产成本提高。

(4) 易错选 A、B 或 D。错误的原因是不能正确应用已有知识全面分析具体问题。把烟囱造高不能减少 SO_2 的排放量；在土壤中加入石灰虽可中和酸雨造成的酸性，但由于生成 CaSO_4 ，长期使用会使土壤板结，影响土质。

答案：(1) C (2) A (3) 在含硫煤中加入生石灰的方法更好，因为此法节约煤，成本低 (4) C

【巩固与提高】

1. 在接触法制硫酸中，通常用来吸收尾气的物质是（ ）

- A. 氨水 B. 水 C. 无水氯化钙 D. 硫化氢

2. 不经处理即可排放的尾气是（ ）

- A. 高炉煤气 B. 接触法制硫酸的尾气
C. 焦炉气 D. 煅烧石灰石产生的气体

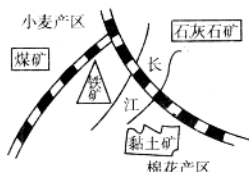
3. 酸雨的形成是由于（ ）

- A. 森林的乱砍滥伐，破坏了生态平衡 B. 工业大量燃烧含硫的燃料
C. 大气中二氧化碳的含量增多 D. 汽车排出大量尾气

4. 下列有关化工生产的叙述正确的是 ()

- A. 氯碱工业中，阳极发生的反应是： $2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \longrightarrow \text{H}_2 \uparrow$
B. 粗铜精炼电解池中，粗铜作阳极
C. 硫酸工业上，二氧化硫经接触氧化生成三氧化硫后，在吸收塔中用水吸收
D. 硅酸盐工厂中，玻璃、水泥及陶瓷的主要原料都是石灰石和黏土

5. 长江中下游某地探明有一座大型磁铁矿，磁铁矿附近有炼焦用的烟煤矿、石灰石矿，磁铁矿附近山岗上盛产黏土，如图所示：



运用有关知识回答下列问题：

(1) 根据上述资源和矿产，你认为当地的工业“龙头”是_____

- A. 能源工业 B. 钢铁工业
C. 化肥工业 D. 有机化工

(2) 如果当地发展钢铁工业，则还需要建造与之配套的工厂是_____

- A. 炼焦厂 B. 火力发电厂
C. 硫酸厂 D. 陶瓷厂

(3) 为了充分利用资源并与龙头工业密切联系，你认为在该地区还可能建造的工厂是_____

- A. 重型机械厂 B. 水泥厂
C. 化肥厂 D. 造船厂

(4) 从环境保护和各厂对资源相互利用等方面阐述你所选(3)中所建厂的理由。

6. 燃烧 1 t 含二硫化亚铁 90% 的黄铁矿，在理论上能生产多少 t 98% 的硫酸（设有 1.5% 的硫留在炉渣里）？

7. 以黄铁矿为原料，用接触法制硫酸。黄铁矿煅烧时 FeS_2 的利用率为 90%， SO_2 的转化率为 95%， SO_3 吸收为 H_2SO_4 时的损耗率为 2%。现有含 70% FeS_2 的黄铁矿 1 t，可生产 98% 的硫酸多少 t？

8. 某化工厂硫酸车间，为使硫充分燃烧，且在下一步催化氧化时不再补充空气，要求燃烧后混合气体中含氧气的体积分数为 11%。若空气中氧气的体积分数为 21%，且不考虑

各生产阶段的物料损失。问该厂生产 100 t 98% 的硫酸需要消耗标准状况下空气多少 m^3 ?

【知识拓展】

控制酸雨的国际行动与战略

欧洲和北美国家经受多年的酸雨危害之后,认识到酸雨是一个国际环境问题,单独靠一个国家解决不了问题,只有各国共同采取行动,减少二氧化硫和氮氧化物的排放量,才能控制酸雨污染及其危害。1979 年 11 月,在日内瓦举行的联合国欧洲经济委员会的环境部长会议上,通过了“控制长距离越境空气污染公约”,1983 年,欧洲各国及北美的美国、加拿大等 32 个国家在公约上签字,公约生效。1985 年,联合国欧洲经济委员会的 21 个国家签署了赫尔辛基议定书,规定到 1993 年底,各国需要将硫氧化物排放量削减到 1980 年排放量的 70%,即比 1980 年水平削减 30%。议定书于 1987 年生效。目前,日、美等国试图建立东亚空气污染监测网,开展联合监测,逐步在东亚建立区域性酸雨控制体系。

从各国情况来看,控制酸性污染物排放和酸雨污染的主要途径有:

1. 对原煤进行洗选加工,减少煤炭中的硫含量;
2. 优先开发和使用各种低硫燃料,如低硫煤和天然气;
3. 改进燃烧技术,减少燃烧过程中二氧化硫和氮氧化物的产生量;
4. 采用烟气脱硫装置,脱除烟气中的二氧化硫和氮氧化物;
5. 改进汽车发动机技术,安装尾气净化装置,减少氮氧化物的排放。

为了综合控制燃煤污染,国际社会提倡实施系列的包括煤炭加工、燃烧、转换和烟气净化各个方面技术在内的清洁煤技术。这是解决二氧化硫排放的最为有效的一个途径。美国能源部在 20 世纪 80 年代就把开发清洁能源和解决酸雨问题列为中心任务,从 1986 年开始实施了清洁煤计划,许多电站转向燃用西部的低硫煤。日本、西欧国家则比较普遍地采用了烟气脱硫技术。

控制酸雨污染是大气污染防治法律和政策的一个主要领域,它主要包括两方面的措施:一是直接管制措施,其手段有建立空气质量、燃料质量和排放标准,实行排放许可证制度;二是经济刺激措施,其手段有排污税费、产品税(包括燃料税)、排放交易和一些经济补助等。西方国家传统上比较多的采用了直接管制手段,但从 90 年代初以来,很注重经济刺激手段的应用。西欧国家较多应用了污染税(如燃料税和硫税)。美国 1990 年修订了清洁空气法,建立了一套二氧化硫排放交易制度。据估计,由于实施了交易制度,只需要酸雨控制计划原来估算费用的一半,就可以实现到 2010 年将全国电站二氧化硫排放量在 1980 年基础上削减 50% 的目标。

目前,欧洲、北美、日本等在削减二氧化硫排放方面取得了很大进展,但控制氮氧化物排放的成效尚不明显。

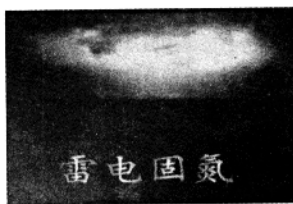
除上述问题外，国际社会关注的其他一些全球或区域性问题的还有有毒化学品污染和有害废物越境转移等。它们都是随现代工业生产、使用或废弃的各种有毒、有害物质的增长而产生的；在局部地区危害很大，治理的经济代价也十分昂贵。有毒化学品污染及其排放曾造成了世界上有名的一些公害事件，在发达国家和发展中国家的一些地区对人体健康和生态环境造成了极为严重的损害。进入 80 年代后，发达国家向非洲和拉丁美洲国家转移有害废物的事件引起了国际社会的注意。由于这些发展中国家往往没有处理有害废物的技术能力，转移来的废物对周围居民和环境构成严重的威胁，引起发展中国家的强烈抗议。在这种情况下，联合国于 1989 年通过了《控制有害废物越境转移及其处置巴塞尔公约》。

探究活动二 氮的固定

【背景知识】

氮是蛋白质的重要组成部分。动植物都需要吸收含氮的养料。空气中虽然有大量的氮气，但是不能被所属植物吸收，多数植物只能吸收氮的化合物。氮气分子中由于含有氮-氮三键，化学性质特别稳定。这种把单质氮气变为化合态的氮，叫做氮的固定。常见有三种氮的固定的方法

一、雷电固氮。在雷电的放电作用下，空气中的 N_2 和 O_2 发生反应，生成 NO ， NO 与 O_2 反应生成 NO_2 ， NO_2 与 H_2O 发生反应，生成 HNO_3 和 NO ，生成的 HNO_3 与土壤接触，生成硝酸盐，可以被植物当作氮肥吸收，所以有“雷雨发庄稼”之说。 $N_2 + O_2 \xrightarrow{\text{放电}} 2NO$ $2NO + O_2 \xrightarrow{\text{放电}} 2NO_2$ $3NO_2 + H_2O \xrightarrow{\text{放电}} 2HNO_3 + NO$



二、生物固氮。有些豆科植物的根瘤菌，可以将空气中的氮气直接吸收，变为氮的化合物。



三、化学固氮——合成氨。在高温，高压和催化剂的作用下，破坏了氮气中的化学键， H_2 和 N_2 可以直接化合，生成氨气。并放出热量。同时， NH_3 也会分解为 N_2 和 H_2 ： $N_2 + 3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3$ ，这是一个可逆反应，化合反应，正反应为吸热反应，体积缩小的反应。



【探究活动】 氮的固定

【活动目标】

知识目标：在高压放电下，氮气能跟氧气化合成一氧化氮；认识氮气和氢气在催化剂作用下能合成氨。

能力目标：培养学生观察能力、实验操作技能和综合分析能力。

情感目标：培养学生团结合作的精神。

【活动过程 1】

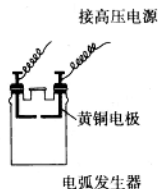
实验用品：三口瓶、黄铜电极、单孔橡皮塞、导线、电键、直流电源、感应圈、玻璃棒、试管、导管、水槽、贮气瓶、洗气瓶。

实验试剂：蓝色石蕊试纸、氯酸钾、二氧化锰、浓硫酸。

实验原理：在电弧的极高温度下，单质氮能同氧反应生成一氧化氮。化学方程式

准备：

1. 装配电弧发生器取一只 500 mL 的三口瓶，在两旁瓶口上各配一个装有黄铜电极的单孔橡皮塞。黄铜电极可用直径约 5 mm 的直角黄铜棒制成，在棒的一端制成尖头，便于发生电弧。黄铜电极也可以用直径为 2~3 mm 的黄铜丝制成。两根电极尖端的距离约为 2.5 cm (如图)。电极露在瓶外的一端用导线跟感应圈和直流电源相连接。



2. 制备氧气：将 _____ 6 g 和 _____ 2 g 混合后放入试管内加热以制取 _____，用排水法将气体收集在贮气瓶里备用。

操作：实验开始时，先往三口瓶里通入约 80 mL 干燥的氧气，排出一部分空气后，瓶里氮气跟氧气的体积比约为 2 : 1。接通 12~16 V 电源，在两根黄铜电极间产生约 2.5 cm 长的电弧。约 5 min 后，用 _____ 粘在玻璃棒上，从三口瓶中央口伸入到离电弧约 1.5 cm 处检验。

现象是 _____ 停止通电，通入少量氧气（约 20 mL），在瓶后衬一张白色纸板，可以看到瓶内有 _____，这是 _____。

注意事项：

1. 氮气和氧气在电弧的作用下会以_____体积比化合成一氧化氮，一氧化氮跟氧气又要以_____的体积比化合成二氧化氮，而空气里的氮气和氧气的体积比约为_____，所以反应一开始先要_____。
2. 二氧化氮极易跟水反应生成硝酸，故三口瓶应先烘干，通入的氧气也必须通过盛有_____的干燥塔以除去水蒸气。

【活动过程 2】

实验用品：贮气瓶、硫酸洗瓶、Y 形管、橡皮管、导管、玻璃管、三芯灯、广口瓶、双孔塞、铁研钵及药匙。

实验试剂：还原铁粉（加有少量氧化铝和氧化钾）、亚硝酸钠、氯化铵、锌粒、稀硫酸、酚酞试剂。

实验原理：氮跟氢化合成氨是一个放热的可逆反应。

化学方程式_____

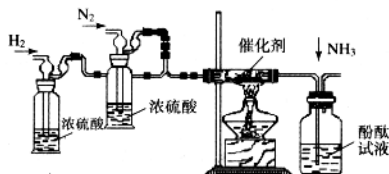
增加压力将使反应移向_____方向，提高温度会将反应移向_____方向，但温度过低又使_____。工业生产中常用的压力为_____大气压，温度为_____，用金属铁作催化剂，转化率可提高到约 8%。在实验室里一般是在较低的温度和压力下进行的，只能认识氮气和氢气在催化剂作用下能合成氨，不要求收集氨气。

准备：

1. 制备催化剂在实验室里用还原铁粉或铁钨合金粉末作为催化剂，并加少量助催化剂（2% Al 和 0.8% K_2O ），防止降低活性。将石棉绒（作载体用）4 g 和加有 Al_2O_3 和 K_2O 的还原铁粉 3 g 混合均匀后，填充在一支长约 20 cm、内径约 1.5 cm 的玻璃管里，做成一段长约 7 cm 的催化柱。两端用铁丝网夹紧，防止松散。如果用铁钨合金为催化剂，可以把打火石约 40 颗放在铁研钵里研成细小粒状后，载在石棉绒上使用。

2. 制取氮气和氢气：氮气可用加热分解亚硝酸钠和氯化铵饱和溶液的方法制取，氢气可用锌和稀硫酸反应制取。

3. 组装合成氨装置：把盛有氮气和氢气的贮气瓶分别接在两个硫酸洗气瓶上，再用 Y 形管和催化管相连接。装置如下图所示。



氮气和氢气合成氨的装置