

在课堂教学中提升学生思维能力的教学设计

——“有机合成设计与评价”高三专题复习

程遇玲

(北虹高级中学, 上海 200434)

摘要: 提升高三化学复习的实效, 核心在于提升学生的思维能力。以“有机合成设计与评价”专题复习为例, 选取学生作业中的有机合成片段进行评价, 总结有机合成评价思路。改编有思维层次的有机合成设计, 开展学生自编有机合成题, 以学生的思维为主线, 在层层递进的挑战中开展教学, 引导学生寻找设计思路, 找到最佳合成路线, 在讨论中提升思维能力。

关键词: 有机合成设计思路; 有机合成评价思路; 思维能力; 信息迁移; 正逆向分析法

文章编号: 1005-6629(2017)1-0052-06

中图分类号: G633.8

文献标识码: B

1 设计背景

从2013年开始, 上海高考有机推断题出现让学生自己设计有机合成路线图; 2015年, 上海高考有机推断题出现让学生评价不同的合成路线, 有机合成设计与评价的考查相对传统的有机推断题对学生的逻辑思维能力以及信息的迁移能力要求更高。在高三一轮复习中虽然已经系统复习有机化学基础知识, 但学生在有机知识综合应用能力、信息迁移能力和逻辑思维能力等方面还比较薄弱。通常具体表现为: (1) 官能团的引入与转化生搬硬套, 不能灵活应用; (2) 题给信息不能很好地吸收应用, 对题给信息解读不够, 审题也不严密; (3) 步骤先后随心所欲, 没有很好理解有关官能团的引入次序及基团间的相互影响等知识; (4) 合成“绕圈子”, 没有理解条件对反应进行的影响, 合成步骤较多^[1]; (5) 合成思路狭隘, 表达不规范;

(6) 对有机合成路线没有评价思路, 不知道从哪些角度去评价。为了提升学生思维能力, 笔者设计了高三二轮“有机合成设计与评价”专题复习课。

2 教学设计

在上这节课前笔者做了三个准备。第一, 在高三教学中笔者批改作业时不仅会写批语指出学生的错误症结, 还会用手机拍下学生的典型错误, 截取图片保存。在上这节课前笔者从积累的图片中选取四个有代表性的错误合成路线, 用于有机合成评价环节教学。第二, 开展学霸自编有机合成设计题活动。经过一周的收集, 全班都上交了自己设计的题, 积极性非常高, 笔者选取和修改两道较好的题。第三, 设计课前复习学案, 让学生整理常见有机官能团的转化知识点^[2]。

以下就是课前复习学案的内容:

(1) 常见官能团的引入(或转化)方法

成“物质结构与性质”模块绪言课的教学目标。

4 总结与反思

在实际教学中, 忽视或轻视绪言课特别是选修模块绪言课教学的现象比较普遍, 这多是由于中学教师对绪言课的重要性认识不足造成的。本研究通过梳理“物质结构与性质”模块绪言课的目标定位, 呈现教学案例, 旨在引起中学教师对绪言课的重视, 启迪中学教师创造性地展开绪言课教学, 提高教学成效。

参考文献:

- [1] 中华人民共和国教育部制定. 普通高中化学课程标准(实验)[S]. 北京: 人民教育出版社, 2003.
- [2] 王秉珍. 章节绪言的意义及教学策略[J]. 中学化学教学参考, 2009, (9): 37.
- [3] 王磊等. 高中化学选修模块教材《物质结构与性质》对学生认识发展的影响研究[J]. 化学教育, 2008, (1): 16.
- [4][5] 程厚军. 问题驱动课堂教学的理论、模式、实践探索、反思[J]. 中学数学(高中版), 2012, (4): 18.

引入的官能团	引入官能团的方法
-OH	
-X	
>C=C<	
-CHO	
-COOH	
-COO-	
Ar-NO ₂	
Ar-NH ₂	

(2) 官能团的消除

①消除双键: _____

②消除羟基: _____

③消除醛基: _____

具体教学过程如下:

[引入] 有机合成之父——伍德·沃德先后合成了胆固醇、维生素 B12、叶绿素、可的松、利血平和奎宁等一系列复杂有机分子。他曾说过这样一句话: 在上帝创造的自然界的旁边化学家又创造了另一个世界。

[展示] 1. 人工合成最复杂的有机物——海葵毒素。

2. 合成的具有几何结构的有机分子。

(有机合成已经从科学进入到了科学-艺术的殿堂。)

[活动一] 今天我们也创造一个属于我们自己的有机合成世界。首先我们进行一个有机合成“大家来找茬”活动。以下是近期同学作业中的小合成(图略), 大家来评价一下。

- 苯环取代和侧链取代条件混淆
- 引入溴原子和硝基顺序颠倒, 不能实现间位取代
- 苯环上卤原子难水解, 需高温高压催化剂浓碱反应
- 碳碳双键易被氧化
- 碱性条件下羧基形成钠盐, 需酸化
- 合成步骤太多, R-OH 可以直接与 HX 取代反应
- H 既有羟基又有羧基, 在浓硫酸作用下发生消去反应时, 会生成酯类副产物

总结:

有机合成
评价思路

- (1) 反应条件是否正确
- (2) 反应先后顺序是否最佳
- (3) 官能团保护问题
- (4) 成盐与酸化问题
- (5) 合成步骤是否少, 产率是否高
- (6) 有无副产物

[应用] 评价 2015 年上海高考有机合成三条设计路线(见图 1)。

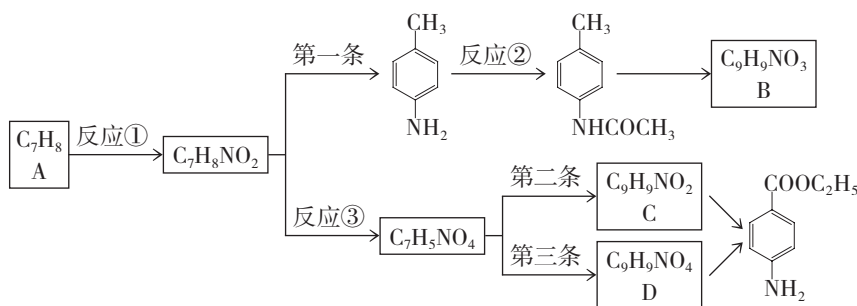


图 1 2015 年上海高考有机合成的三条设计路线

[活动一] 设计意图: 本环节设计成“大家来找茬”游戏, 让学生评价班级同学的有机合成设计流程, 学生会比较兴奋, 没有压力, 跃跃欲试, 有利于激起思维的火花, 在轻松愉悦的气氛中归纳出有机合成评价思路。

[讲解] 有机合成从基础原料到目标产物要经过一系列中间体, 还要添加辅助原料, 可能产生副产物(见图 2), 如何更合理设计有机合成路线呢?

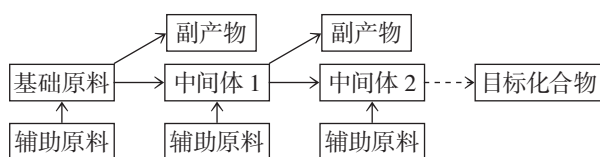
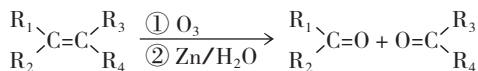


图 2 有机合成

[活动二] 小合成挑战 1

已知: 反应 I $\text{CH}_2=\text{CHCH}_3 \xrightarrow[\Delta]{\text{Cl}_2} \text{CH}_2=\text{CHCH}_2\text{Cl}$

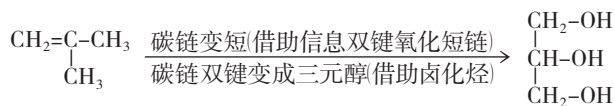
反应II



(R₁、R₂、R₃、R₄表示不同或相同烷基或氢原子)。

设计从 2-甲基丙烯制取甘油的流程图(用反应流程图表示并注明反应条件,无机试剂任选)。

讨论思路: 对比原料和产物



正合成分分析法

[展示]展示学生设计结果(见图3),对典型的两种思路进行评价。

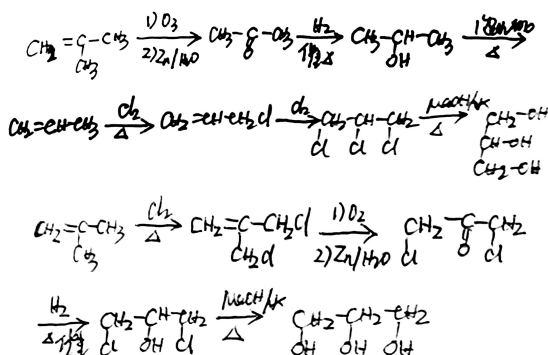
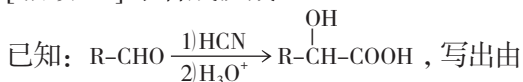


图3 学生的设计

第一种方案先碳链变短再卤代, 共 6 步实现目标合成; 第二种方案先巧妙地加工信息并进行二元应用引入两个卤原子再氧化短链, 共 4 步实现目标合成。

[活动二] 设计意图: 通过这个小合成设计的挑战, 让学生学会从碳架变化、官能团变化两个角度对比原料与目标产物, 进而从碳链的改造和官能团的转化两个角度入手合成目标产物。学生设计了两种都可行的方案, 其中第二种方案体现了思维的灵活性, 需要学生善于利用和加工信息。在有机合成中经常会碰到信息的再加工应用, 如多元应用、环状应用、聚合应用等。这个环节的讨论, 让学生切身感悟到信息的灵活应用, 提高学生思维的灵活性。

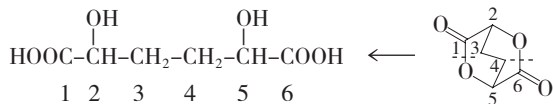
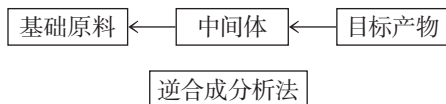
[活动三] 小合成挑战 2



1,3-丁二烯制备化合物  的合成路线流

程图(无机试剂任选)。

引导学生分析:



注：先给目标产物碳原子编号，然后开环推理中间体，中间体与目标产物的碳原子编号对应。

[讲解] 化学家科里于 1967 年提出了“逆合成分析原理”(见图 4), 他利用电子计算机来设计有机合成路线, 开创了计算机辅助有机合成的新纪元, 因而获得了 1990 年诺贝尔化学奖。

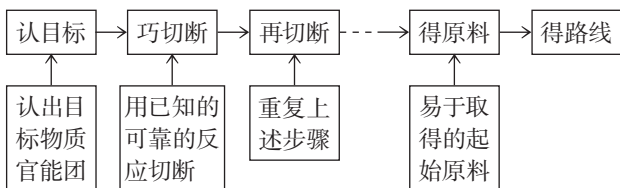


图 4 逆合成分析

由原料 1,3-丁二烯如何合理设计步骤合成

中间体 $\begin{array}{c} \text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2 \\ | \qquad \qquad \qquad | \\ \text{OH} \qquad \qquad \qquad \text{OH} \end{array}$ 。

[展示]展示学生设计的几个途径并评价讨论(见图5)。

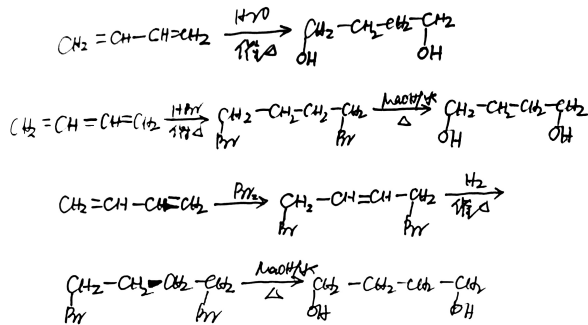


图 5 学生的设计

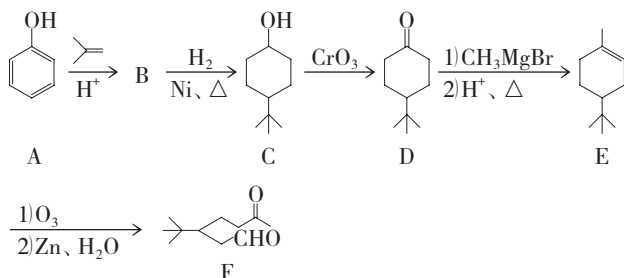
前两个途径中不对称加成副产物多; 第三个途径尽管步骤多, 但是 1、4 加成定位副产物少。

回顾已做过的题：(2015 年虹口二模) 写出用苯甲醇的一种同分异构体为 $\text{HO}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CH}_3$ 原料合成的合成路线。此题采用酚羟基与溴的邻位取代定位。

〔活动三〕设计意图：该活动是成环与开环设

计,合成复杂环状化合物路线,分析和对比原料和目标产物的碳链和官能团,并给复杂环状有机物的碳链进行编号,可以找到合成突破口,切断目标产物,确定有把握的中间体。通过有机物逆合成分析法的推理,进一步培养学生逻辑思维能力以及信息的迁移能力,同时加深学生对各类有机物的相互转化关系以及重要官能团的引入等基础知识认识。逆向性思维是进行有机合成设计重要的思维方法^[3]。

[课堂练习] 化合物F是一种重要的有机合成中间体,它的合成路线如下:

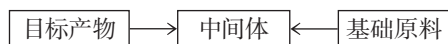


请根据已有知识并结合相关信息,写出以苯

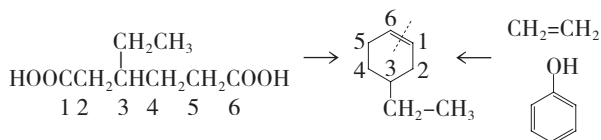
酚()和 $\text{CH}_2=\text{CH}_2$ 为原料制备有机物

$\text{HOOCCH}_2\text{CH}(\text{CH}_2\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$ 的合成路线流程图(无机试剂任用)。

[课堂练习] 设计意图:合成一考察正向分析法,碳链变短、链状的合成;合成二考察逆向分析法,碳链增长、成环的合成;课堂练习设计考察正逆结合分析法,碳链变长、开环的合成,检验学生课堂学习效果,检测学生思维的应变能力。



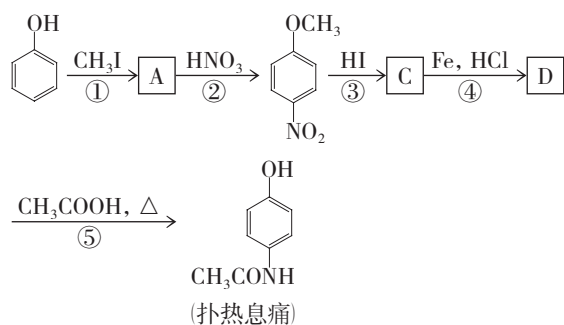
正逆结合分析法



注:先给目标产物碳原子编号,然后成环推理中间体,中间体与目标产物的碳原子编号对应。

[活动四] 小合成挑战 3

对乙酰氨基酚俗称扑热息痛,具有很强的解热镇痛作用,工业上通过下列方法合成:



结合流程信息,写出以对甲基苯酚和上述流

程中的物质为原料,制备 $\text{H}-\text{O}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{C}(=\text{O})-\text{OH}$ 的合成路线流程图(无机试剂任用)。

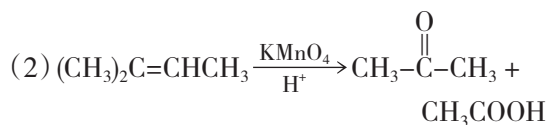
[学生交流] 保护酚羟基防止在引入氧化甲基时被高锰酸钾氧化。

[活动四] 设计意图:阅读信息流程,挖掘信息中隐含的酚羟基保护问题,在自己的设计中注意应用信息中的方法保护羟基。目的是培养学生敏锐地捕捉提示信息,仔细挖掘信息中隐含的解题线索,形成解题思路。

[展示与挑战]

学霸自编合成题 1:

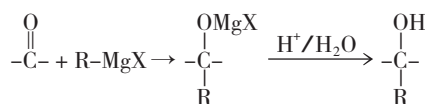
已知:(1) 不饱和碳上的氢可与 1,3-丁二烯发生 1,4 加成。如:



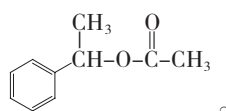
请以分子式均为 C_4H_6 互为同分异构体的两种链烃为原料合成 3-羟基丁酸。

学霸自编合成题 2:

格氏试剂在有机合成方面用途广泛,可用卤代烃和镁在醚类溶剂中反应制得。设 R 为烃基,已知:

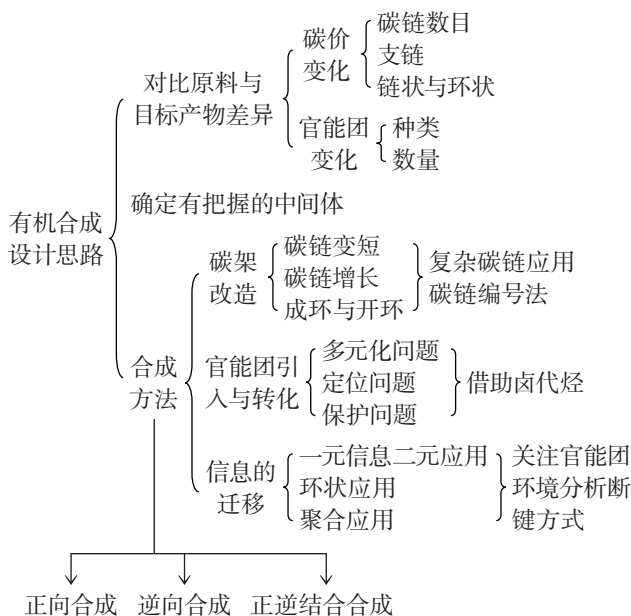


请以 $\text{CH}\equiv\text{CH}$ 、 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ 为原料合成



设计意图:开展学霸自编有机合成设计题活动,学生主动研究有机化学学习资料,学习积极性提高,学生思维由局限变开放,创造性思维能力的提高。

[总结]在几个合成挑战环节中同步总结思维方法进行板书如下:



3 教学反思

许多科学家的研究证明:“人的大脑就像一个沉睡的巨人,它比世界上最强大的电脑还要强几千倍。”如何让学生大脑积极运转、激发出学生的思维火花呢?怎样让学生对核心概念和科学思想达到深刻的领悟呢?我们需要给学生一个支点,那么这个支点就是思维的切入点。教学的起点是呈现有较大包容性的、由浅入深有层次的引导材料,这些材料就是思维的切入点、知识迁移和知识应用的起点^[4]。本节课思维的切入点就是课堂需要的有机合成设计和评价材料,材料包括学生作业中的有机合成片段、笔者改编的有思维层次的小合成题,以及学生自编的有机合成题。教学过程以学生的思维为主线,在层层递进的挑战中开展教学,提高了课堂效果,达到了教学目标,让学生在思维过程中提高理解的层次,在思维过程中构建知识网络,在思维过程中,思维的品质得到有效的培养和发展。

优良的思维品质包括思维的广阔性、深刻性、灵活性、批判性四要素,它们都是在实践过程中内化而形成的^[5]。有机合成设计与评价是一个培养这四要素最好的平台。有机合成设计要根据已有原料、信息和有关规律,找到官能团引入、转化、

保护的方法,找出合成目标有机物的关键点和突破口,尽可能合理地把目标有机物分解成若干片断、根据信息提示将各片断合理地拼接和衍变,并采用正向思维和逆向思维以及综合分析相结合的方法,最终设计出最佳的合成路线,这个过程正是体现学生思维的广阔性。合成挑战一两种合成方案都可行,但思维不同。合成挑战二由原料 1,3-丁二烯合成中间体 1,4-丁二醇,关于两个羟基定位问题,学生思考难免不够全面甚至出错,让学生反思出现错误的原因,并找到正确答案。在一错一对之间,培养了学生思维的深刻性。有机合成设计在解决碳链增长与变短、成环与开环、官能团一元与多元、官能团定位与保护等问题时都需要学生不受思维定势和固定模式的束缚,善于发现新的条件和新的因素,随机应变,及时调整思路,找出符合实际的解决问题的最佳方案,这就是化学思维的灵活性。“大家来找茬”活动和合成挑战中都有评价环节,批判性思维得到了锻炼。

让学生暴露思维过程,在思维的冲突碰撞过程中,学生既体验到活动探究的乐趣,也体会到已有知识的概括总结、融会提升、迁移应用的意义,同时在倾听他人意见的过程中,真切感受到合作与交流的必要性。在这节课上,师生关系民主、平等,教学环境宽松、和谐,学生主动参与活动、主动展示合成方案,各抒己见,达成思维共振与情感共鸣。学生在交流中通过自主纠错,发现合成过程中要考虑官能团转化条件、定位、保护、顺序等一系列问题,加深对知识的理解。学会用正向分析法和逆向分析法以及综合分析的方法对有原料和目标产物进行分析研究,学生各展所长,各取所需,优势互补,从而激活学生的思维,实现知识复习与能力提升的双赢。

参考文献:

- [1] 魏崇启,牛永香.例谈高考题中有机物合成路线的设计方法[J].化学教学,2012,(8):56~59.
- [2] 杨大强.选修模块“有机合成”辅学课案设计的探索[J].化学教学,2014,(11):35~37.
- [3] 蔡秀忠.“有机合成”单元教学的设计与思考[J].化学教学,2010,(7):27~30.
- [4] 闫翠芬.提高学生思维品质是提高课堂教学效率的核心[J].考试周刊,2012,(16).
- [5] 陈娜娜.高中化学教学中如何提高学生的思维品质[J].

酸性环境下铁的电化学腐蚀实验的研究

陈荣静, 丁 伟

(华东师范大学化学与分子工程学院, 上海 200241)

摘要: 通过实验探究发现, 在酸性环境下盐酸体积、盐酸浓度、铁炭质量比、环境温度和振荡操作五个因素对铁的电化学腐蚀实验均有影响。根据探究结果提出了实验方案, 旨在为中学教师有效控制实验条件、成功进行金属的电化学腐蚀的实验教学以及帮助学生厘清析氢腐蚀和吸氧腐蚀的发生条件提供实用的信息。

关键词: 酸性环境; 铁的电化学腐蚀; 吸氧腐蚀; 析氢腐蚀; 实验优化

文章编号: 1005-6629(2017)1-0057-05

中图分类号: G633.8

文献标识码: B

1 研究背景

高中选修阶段, 金属的电化学腐蚀的学习内容包括析氢腐蚀和吸氧腐蚀两种类型。人教版教材^[1]用食盐水中的铁钉演示吸氧腐蚀, 不过需要较长时间才能观察到明显现象; 苏教版教材^[2]则设计了铁炭混合粉分别在中性(食盐水)、酸性(稀醋酸)环境下发生腐蚀的实验。实际操作中, 铁炭粉在食盐水中的倒吸现象快速而明显, 而在稀醋酸的酸性环境下往往较难观察到析氢腐蚀的液注外排现象, 反而出现速率较大的倒吸。显然, 这样的实验现象与中学阶段“金属在较强酸性的环境下发生析氢腐蚀, 在弱酸性、中性和碱性环境下发生吸氧腐蚀”的认知不符, 易造成学生的困惑。这一方面是由于教材所给的实验条件不明确, 同时也反映出教师对金属电化学腐蚀的认识以及实验条件控制还不够到位。

已有研究表明, 两种电化学腐蚀并非对立, 而是共存、竞争的关系^[3], 有研究者借助传感器证实, 不论电解质溶液的酸碱度如何, 吸氧腐蚀都可能发生^[4]。酸液中的电化学腐蚀过程大致如下, 起初 H^+ 浓度高而溶解氧含量低, 因此析氢腐蚀占主导, 吸氧腐蚀相对较弱, 体系内部压强增大; 而随着液膜酸度减弱和氧气渗入, 吸氧腐蚀逐渐增

强、析氢腐蚀减弱, 吸氧腐蚀后来居上, 表现为内部压强减小。酸性环境下, 我们观察到的体系压强变化常常是析氢腐蚀和吸氧腐蚀的总效果, 故相对复杂^[5]。本研究通过探究酸性环境下不同条件对铁的电化学腐蚀的影响, 进而优化实验方案, 以期为中学教师的实验教学提供借鉴或参考。

2 实验部分

2.1 实验药品与器材

药品: 还原铁粉(AR)、活性炭粉(200目, AR)、盐酸(AR)、蒸馏水、红墨水

器材: 容量瓶、量筒、烧杯、玻璃棒、分析天平、研钵、移液管、100mL 锥形瓶、胶头滴管、阀门、三孔塞、铁架台、U形管(15cm×0.8cm)、导管、橡胶管、秒表、刻度尺

部分药品与器材的使用意图见表1。

表1 部分药品与器材的使用意图

材料	使用意图
还原铁粉	粉末反应时接触充分, 现象快速且明显; 此外, 方便控制质量和比例
活性炭粉	同上
盐酸	方便较准确地配制多种浓度的酸液
锥形瓶	不需固定, 比试管方便操作; 较大的底面积保证药品铺平铺匀, 增大反应接触面积

素质教育论坛月刊, 2011, (7): 61~62.

[6] 张宗仁, 刘益良. 浅谈高中化学教学中学生良好思维品质培养途径[J]. 新课程·下旬, 2015, (12): 28~29.

[7] 蒋小钢. 基于提升学生思维品质的高考复习习题讲评课的教学优化[J]. 化学教学, 2014, (6): 60~63.

[8] 顾晔, 马明祥. 浅谈有机合成题的解题思路[J]. 化学教学, 2006, (5): 56~57.

[9] 顾晔. 充分发挥有机合成题的综合考查作用——从合成路线选择的开放性说起[J]. 中学化学教学参考, 2012, (11): 56~57.