

全国重点大学化学实验教学研究会会员刊

北京航空航天大学出版社



高中化学

CHINESE EDITION

创新  
教学设计

CHINESE EDITION

第 1 本



新大纲  
新理念  
新思维  
新模式  
新课型  
新方法

高中化学实验改进设计 (十一)

化学工业出版社

# 目 录

石油催化裂化实验的改进(一)	(员)
石油催化裂化实验的改进(二)	(圆)
石油催化裂化实验的改进(三)	(猿)
石油催化裂化催化剂的选择	(源)
石油催化裂化的催化剂的制取	(缘)
重油催化裂化实验的改进	(缘)
石油裂解的演示实验——管式炉裂解法	(苑)
石油蒸馏演示实验的改进(一)	(愿)
石油蒸馏演示实验的改进(二)	(怨)
减压分馏原理的演示实验	(员)
制备溴乙烷用磷酸比用硫酸好	(猿)
卤代烃水解实验的补充	(源)
卤代烃消去反应的实验	(缘)
乙醇结构式测定的方法(一)	(苑)
乙醇结构式测定的方法(二)	(愿)
乙醇分子结构测定实验的改进	(怨)
乙醇的定性检验与司机酒后开车检测仪	(圆)
验证酒精灯灯焰成份的方法	(圆)

对醇钠生成实验的改进 .....	(圆)
钠与乙醇反应的实验改进 .....	(圆)
乙醇还原氧化铜实验的改进(一) .....	(圆)
乙醇还原氧化铜实验的改进(二) .....	(圆)
甲醇还原氧化铜的演示实验 .....	(圆)
乙醇与氢溴酸反应实验的改进 .....	(猿)
乙烯水化法制乙醇的实验 .....	(猿)
乙醇氧化制乙醛实验的改进(一) .....	(猿)
乙醇氧化制乙醛实验的改进(二) .....	(猿)
乙醇氧化制乙醛实验的改进(三) .....	(猿)
乙醇氧化制乙醛实验的改进(四) .....	(猿)
乙醇氧化制乙醛实验的改进(五) .....	(猿)
乙醇氧化制乙醛实验的改进(六) .....	(源)
乙醇氧化制乙醛实验的改进(七) .....	(源)
乙醇氧化制乙醛实验的改进(八) .....	(源)
乙醇氧化制乙醛实验的改进(九) .....	(源)
乙醇催化氧化制乙醛的实验改进(一) .....	(源)
乙醇催化氧化制乙醛的实验改进(二) .....	(源)
醛、酮制备实验的改进 .....	(源)
乙醇制取乙醛的催化演示装置 .....	(源)
乙醇加热催化氧化实验的改进 .....	(源)
乙醇氧化乙醛实验中铜不是催化剂 .....	(缘)
内热竖式醇氧化装置 .....	(缘)
实验室制取乙醛的一种方法 .....	(缘)

银催化使醇氧化成醛 .....	(缘)
乙醇、乙醛氧化的串联实验 .....	(缘)
醛的实验设计与改进 .....	(缘)
乙醛的性质的实验改进 .....	(远)
乙醛与氢氧化铜悬浊液反应 .....	(远)
新制氢氧化铜与醛反应的实验 .....	(远)
乙醛还原氢氧化铜实验的改进 .....	(远)
新制氢氧化铜与乙醛的实验 .....	(远)
乙醛银镜反应实验的改进(一) .....	(远)
乙醛银镜反应实验的改进(二) .....	(远)
银镜反应的妙法 .....	(远)
银镜反应实验成败的关键 .....	(远)
铜镜实验设计 .....	(远)
用棉花破瓶胆做银镜反应实验 .....	(远)
银镜反应实验的改进(一) .....	(远)
银镜反应实验的改进(二) .....	(远)
银镜反应实验的改进(三) .....	(远)
银镜反应实验的改进(四) .....	(远)
用乙二胺作络合剂改进银(铜)镜反应的实验 .....	(远)
银镜反应实验应注意的问题 .....	(远)
影响银镜反应实验的因素 .....	(远)
银镜反应装置的改进 .....	(远)
醛类银镜反应实验的改进 .....	(远)
双镜反应实验的改进 .....	(远)

醛和酮与亚硫酸氢钠反应速度实验的改进 .....	( 189 )
制取酚醛树脂实验的改进 .....	( 191 )
乙酸乙酯水解实验的改进(一) .....	( 194 )
乙酸乙酯水解实验的改进(二) .....	( 195 )
乙酸乙酯水解实验的改进(三) .....	( 198 )
乙酸乙酯水解实验的改进(四) .....	( 199 )
酯的水解实验有改进(一) .....	( 200 )
酯的水解实验的改进(二) .....	( 201 )
酯的水解实验的改进(三) .....	( 202 )
酯的水解实验的改进(四) .....	( 203 )
酯化反应和酯的水解反应演示实验的改进 .....	( 204 )
乙酸乙酯制备实验改进(一) .....	( 205 )
乙酸乙酯制备实验改进(二) .....	( 206 )
制备乙酸乙酯的催化剂的改进 .....	( 208 )
快速制取乙酸乙酯 .....	( 209 )
乙酸乙酯演示实验的改进(一) .....	( 210 )
乙酸乙酯演示实验的改进(二) .....	( 212 )
乙酸异戊酯的合成实验 .....	( 214 )
油脂氢化、皂化反应实验的补充 .....	( 215 )
硫酸氢乙酯在不同条件下的反应 .....	( 216 )
醇、醛、酸、酯的综合实验 .....	( 218 )

## 高中化学实验改进设计 (十一)

### 第七部分

## 石油催化裂化实验的改进设计

### 石油催化裂化实验的改进 (一)

#### 改进措施

(员) 根据化工生产实际, 将催化剂改为硅酸铝, 将原教材中的液相催化裂化, 改为气相催化裂化。

(圆) 用玻璃安瓿代替试管, 以提高加热效果, 缩短加热时间。

#### 实验装置

山东邹县一中陈志祥老师的设计如下页图。

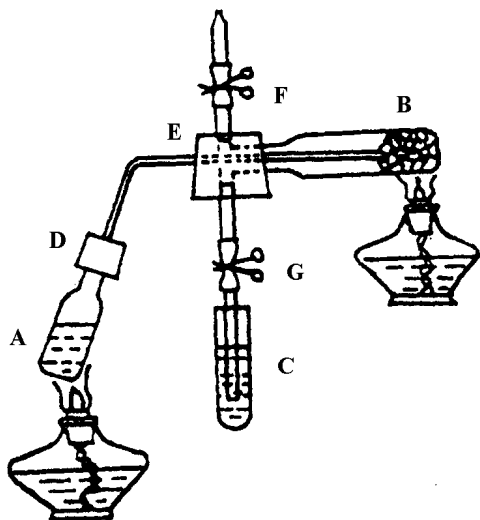
#### 操作方法

(员) 取 圆、猿橡皮塞各一个, 分别按图所示打孔。

(圆) 在 粤中装入石蜡和少量催化剂 (兼起防止暴沸的作用); 在 月中装入催化剂, 使 匀的管口埋入催化剂中; 在 悦中装入少量酸性高锰酸钾溶液。

(猿) 如图装好仪器, 并固定在铁架台上。

(源) 同时对 粤、月加热。夹好 云, 使裂化气通入 悦中, 猿—缘分



圆玻璃安瓿 (缘缘)      月玻璃安瓿 (缘缘缘)  
 悦小试管                  阅圆橡皮塞  
 耘圆橡皮塞                  云圆弹簧夹  
 匀玻璃导管

钟后可见溶液的紫色褪去，取入 悦可闻到汽油气味。夹好 郢，打开云，使裂化气从尖嘴放出，用火柴点燃，可燃烧。

### 石油催化裂化实验的改进 (二)

为了缩短课堂上的演示时间，克服部分石蜡碳化变黑的现象，宿州师专潘静波老师介绍改用无水氯化铝作为催化剂，来进行石油催化裂化实验时；需时短并克服了部分石油炭化的现象。兹介绍如下：

圆所需药品：

(员) 液体石蜡 圆克 (或用蜡烛代用)。

(圆) 无水氯化铝 员克。

(猿 稀的酸性高锰酸钾溶液 (溶液呈淡红色为宜)。

### 实验装置

见统编教材中介绍的“催化裂化实验简易装置图”。

我们把催化裂化器由试管改用 100 毫升圆底烧瓶，同时在盛高锰酸钾溶液试管上安装一个带橡皮塞的尖嘴导气管，用以点燃催化裂化反应中产生的气体。并先后用铁丝网和石棉铁丝网隔火加热。

### 操作步骤：

(员 向干燥的圆底烧瓶中放入 10 克液体石蜡，隔铁丝网加热至沸腾。此时淡红色高锰酸钾溶液不变色；点燃导气管没有可燃气体逸出。

(圆 此后向烧瓶中加入 10 克无水氯化铝，并用石棉铁丝网隔火加热。这时在沸腾的石蜡液面上产出大量蒸气。再点燃导气管时，则有淡蓝色火焰发生，证明石蜡已部分裂化产生了可燃的裂化气体。

(猿 继续加热则高锰酸钾溶液的浅红色消失，证明裂化产生的裂化气中含有不饱和烃的气体。

(源 停止加热并取出装置 (II) 中的试管，将冷凝后收集到的液体，可闻汽油气味。若把少量的液体注入盛有高锰酸钾溶液 (或溴水) 则溶液褪色。

## 石油催化裂化实验的改进 (三)

把 猿原克切碎的石蜡和 猿克新制的粒状氧化铝与二氧化硅 (比例 员员) 混和，装入干燥的大试管里加热 (酒精灯的火焰要足够大)，员分钟后有大量白色烟雾状的裂化气产生，猿-源分钟就可以使粉红色的酸性高锰酸钾溶液褪色。若用溴水代替高锰酸钾溶液，溴水褪色更快，效果亦佳。

甘肃高台三中李亚策老师作了几点说明：

- ①本法实验中，得到的液体产物极少。
- ②若用同一装置连续实验，每次开始加热的半分钟内不要将导管插入高锰酸钾溶液。
- ③被加热的试管，待实验完毕管内气体全部消失后，应立即倾出内含物，用烫冲洗圆—猿次，管壁上大部分石蜡就被洗去。

### 石油催化裂化催化剂的选择

苏州大学范正慧、徐磊老师以缘克石蜡为原料。采用几种不同的催化剂进行试验。装置仍如高三课本第 怨页的图。但酒精灯上加一个防风罩加热试管。实验前，先将催化剂都进行加热、干燥处理。实验记录如下：

催化剂 (缘)	时 间	现 象
无水 粤悦 (员)	猿乙	排出的气体能使酸性 运悦 溶液褪色，并能点燃、无烟。
水泥 悦韵	猿乙	同上
悦韵	缘乙	能褪色，不能点燃
水泥	苑乙	能褪色，能点燃、无烟。
云悦、水泥	苑乙	能褪色、不能点燃。
酝悦、水泥	苑乙	同上
悦韵、水泥	苑乙	同上
未处理过的水泥	苑乙	无现象

本实验的关键：一是催化剂，二是干燥条件，实验表明无水 粤悦 悦韵和水泥是较好的催化剂。但无水 粤悦 很易潮解，一般学校也没有。而 悦韵和水泥普通学校都具备且又较经济，现象明显。

## 石油催化裂化的催化剂的制取

石油的催化裂化的实验，根据课本要求是用氧化铝作催化剂。它没有指明用什么样的氧化铝。用实验室现存的氧化铝进行试验，起初用酒精灯加热，后来改用酒精喷灯加热；效果都不好，大部分石蜡烃气化后由导气管排出，凝结在导气管和用水冷却的试管中，使实验无法继续进行。

分析原因，关键是催化剂。河南大学附中房鸿仪老师经过试验，采取如下催化剂效果较好：

取氯化铝晶体用蒸发皿炒干制得无水氯化铝。

用粗铝条在 10% 的溶液中处理除去保护膜后置入 10% (1:1) 溶液中浸泡 1~2 分钟，取出后铝条形成“毛刷”，将铝条表面的氧化层刮下。

取大约等量的无水氯化铝和用毛刷试验制得的氧化铝均匀混和，即可作为石油催化裂化的催化剂。在应用前一、两天制得，课堂演示就会有较好的效果。实验时，取 1 克石蜡和大约 1 克催化剂置入大试管，按课本所示装置进行。

在对学生进行演示时，依照上述方法，用酒精灯加热，该实验有 1 分钟即可完成。实验时可看到，中间用水冷却的试管里能得到少量液态烃，倒出来放在蒸发皿中可以点燃，裂化气通过高锰酸钾溶液能使其溶液褪色。

## 重油催化裂化实验的改进

### 实验原理

按照教材要求进行重油催化裂化实验，需时间长、现象不明显，催化剂混在反应物中易沉降催化效率低且不易再生。为此安徽省铜陵县二中周改英老师对这一实验进行了改进。以废品易拉罐为催化剂载体，在其表面覆盖一层硅酸铝，制成块网状催化剂进行裂化反应。

实验装置 (如下图所示)

实验步骤

(一) 催化剂的载体铝网片的制作

取废品易拉罐一只, 截成 10 厘米的长方形铝片 1 块, 在其表钻无数小孔, 用热氢氧化钠溶液除去表面氧化膜, 经汞齐化后除净汞晾干。

(二) 催化剂的制备

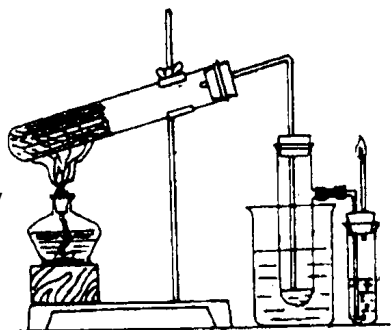
把制作的铝网片放入烧杯中, 称取硅酸钠 10 克、硫酸铝 5 克, 分别制成饱和溶液, 然后倒入烧杯, 搅拌至生成白色雪状沉淀物, 静置约 10 分钟, 过滤沉淀用蒸馏水小心洗涤两次, 将沉淀 (大部沉积铝网片上) 移入瓷坩埚中, 加入新制备的氢氧化铝 5 克, 搅拌均匀, 灼烧至 10 分钟, 铝网表面即覆盖一层多孔的硅酸铝——氧化铝 (厚度约为 0.5 厘米), 冷却待用。

(三) 进行实验

在硬质大试管中放入约 5 克重油 (石蜡或蜡烛的蜡), 在重油上层紧密堆满长方形催化剂 (催化剂层约 5 厘米高), 如上图装置。大火预热催化剂中部约 1 分钟, 然后集中加热催化剂下端部分, 使催化剂温度迅速升高到 150 左右, 这时重油熔化沸腾, 蒸气通过催化剂层, 与催化剂充分接触发生裂化反应, 在 1 分钟内可使酸性高锰酸钾溶液 (或溴水) 褪色, 在尖嘴导管口点火, 裂化气燃烧火焰明亮, 其火焰长度约为 5-10 厘米。反应进行到约 10 分钟, 可看到具支试管中约有 5-10 毫升裂化轻质液体。催化裂化结束后, 取出闻之有汽油味, 取少许加入酸性高锰酸钾溶液 (或溴水), 振荡即褪色。

注意事项

重油、催化剂中不能混有铜、铁、铅、溴等重金属, 否则



附图

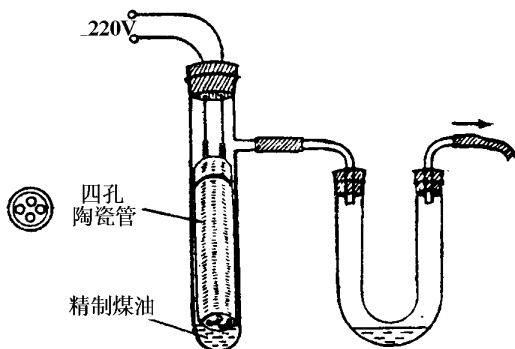
会影响催化剂的催化效率，选择性降低，使液体产品的产率下降，而增加气体和焦炭的产率。催化剂不能在铁坩锅中制备，不宜用铜丝、石棉网作载体。

反应过程中催化剂表面积焦而活性降低，反应结束取出用空气烧去积炭以恢复活性。再生温度控制在 $400^{\circ}\text{C}$ 左右为宜，过高会烧坏催化剂。

### 石油裂解的演示实验——管式炉裂解法

装置：

南京师范学院化学系孙公望老师的设计见下图。将塑料焊枪中用的四孔陶瓷管，穿以电炉丝，电炉丝的两端各和钢丝相联，钢丝再和导线相联。离四孔管上端约 $10\text{cm}$ 处，锯出一道环形的槽，系以细金属丝，把管子吊在钢丝上。



如果四孔管太粗，可以磨小，使之能放入大试管；如果不够长，可以加上一短节。

操作和现象：

向大试管中加入精制过的煤油，高度为 $1\text{cm}$ 左右。将四孔陶瓷管挂进大试管，使瓷管刚好和煤油接触，塞上塞子；然后接过

圆圈的照明电源。煤油很快地沸腾，其蒸气在四孔管中，受热裂解。裂解后的产物，沸点高于室温的部分在 哉形管中凝成液体。低于室温的是气体，用排水法进行收集。

分别用高锰酸钾的稀溶液或溴水进行检验，都可以使它们褪色。气体可以用火点燃。

全部演示实验只要 缘分钟左右。

猿几点说明：

(员) 四孔陶瓷管硬度不大，可以用钢锯锯断，可以锉少或磨小。钢丝可用自行车轮子上的钢丝。与电炉丝相连接处用细铜丝扎紧，以保证接触良好。

(圆) 煤油的精制方法：取市场上售的煤油 圆毫升加入浓硫酸 猿毫升左右，断断续续地用力振荡约 员分钟，静置片刻，分去酸层，再用水洗涤一次，再取少量高锰酸钾稀溶液进行检验，如仍褪色，则再加浓硫酸处理一次，直至不再含有不饱和烃为止。

当然也可以用混有 晕的高锰酸钾饱和溶液照上述同样方法进行处理。

如果煤油没有，那末可用石蜡来代替。

(猿) 陶瓷在这个实验中具有催化剂的作用所以反应同时发生催化裂化作用。

## 石油蒸馏演示实验的改进 (一)

圆实验装置：(如图)

圆操作步骤

大庆市三十中学孙友谊老师介绍其做法：认真检查气密以后，把 员原油注入蒸馏烧瓶，并加入碎瓷片。按装时要先下后上，先左后右，夹子一定要夹紧，固定住。按装蒸馏烧瓶的支管和冷凝管时要小心，不要用力，要留有一定的间隙，以免蒸馏烧瓶的支管断裂。用嘴式吸球，吸下水的胶管；根据虹吸原理，冷却水

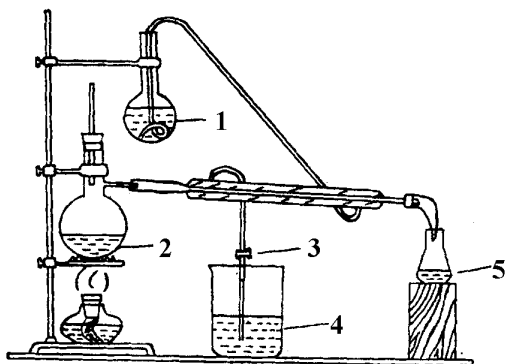


图 1 石油蒸馏实验改进装置

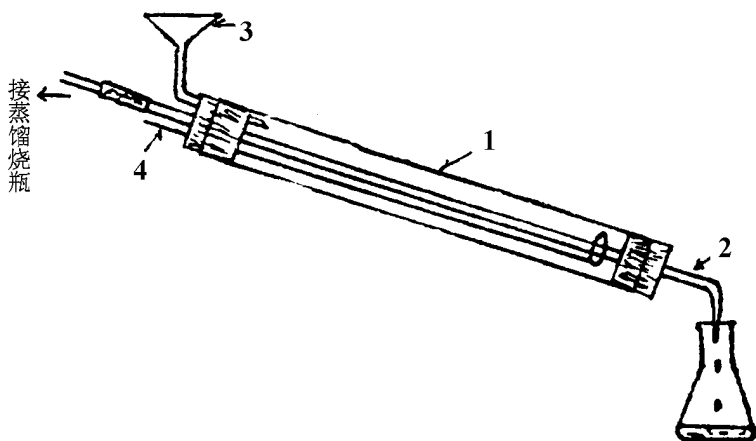
由上水的烧瓶流出，流经冷凝管（充满水后）再流入下面的大烧杯中。为了替换可以用两支烧杯接水，接满后再倒入上面的烧瓶内。水的流速不宜太急，可以用自由夹来控制，一烧瓶水可以流 1-2 分钟。本实验加一次水即可。安装完毕，即在烧瓶底部加热，就可得到所需的汽油。

### 石油蒸馏演示实验的改进 (二)

高级中学课本（乙种本）下册第 100 页〔实验 远-100〕石油蒸馏演示实验，由于冷却气态馏分需要用动态自来水，给无此设备的城市学校或农村边远地区进行演示实验带来了困难。为此，我们设计了利用硝酸铵晶体溶解吸热来代替自来水冷却，变动态为静态。经试验，方法简便，效果良好。硝酸铵的溶解热为  $-18.2$  千卡/摩尔，将硝酸铵晶体和少量水装在冷凝器的外套管中，代替动态自来水对石油的气态馏分进行冷却，使其冷凝为液态。当气态馏分温度逐渐升高时，冷却液吸收热量也增多，硝酸铵溶解速度也增大，从而吸收热量又增多，达到理想的冷却效果。

实验装置中，蒸馏烧瓶的加热部分与教材中相同，冷凝部分

介绍如下(如图)。



①冷凝管 ②溢流管 ③小漏斗 ④搅拌杆

冷凝管为一根长 源厘米, 直径 猿厘米左右的粗玻管, 配上橡皮塞, 下端橡皮塞中间穿入一根细玻管(溢流管)。上端橡皮塞仅起固定作用, 故中间孔可开大一些, 以利装配。橡皮塞上部开一小孔, 插入小漏斗, 供加水用, 下部插入铁丝搅拌杆, 实验时应不时搅拌硝酸铵晶体和水的混和物。

实验过程中实测数据如下: 室温 圆益, 水温 圆益在冷凝管中加入 员克硝酸铵晶体, 在蒸馏烧瓶中加入 员毫升原油。加热后, 原油开始沸腾时温度为 缘益, 此时通过小漏斗向冷凝管中加水, 使水几乎充满冷凝管。温度记录如下:

馏分温度益	缘	愿	员缘	员圆	圆圆	猿圆
冷却液下部温度益	员愿	员愿	员愿缘	圆愿缘	圆圆	圆源

在蒸馏过程中, 应拉动几下搅拌杆, 这样可以加快硝酸铵的溶解, 达到良好的冷却效果。整个实验过程中冷却液下端温度始终低于室温下自来水温度(圆愿缘)。

实验室中如无原油, 可用 圆毫升汽油、猿毫升煤油和 猿毫升

柴油混和后代替。

### 减压分馏原理的演示实验

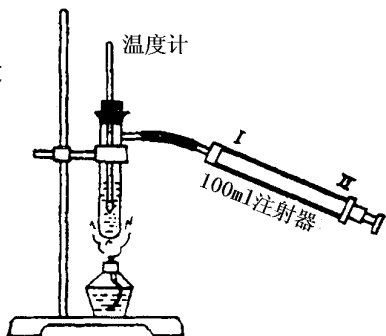
为了帮助学生更直观地理解减压分馏的原理，湖北鄂城县一中潘明先老师补充了一个简易的演示实验，现将有关仪器装置和实验方法扼要介绍如下：

#### 仪器装置

如图。

#### 实验方法

在支管试管里盛汽油（或水），把带有温度计的塞子塞好（支管试管的支管上暂不连接注射器），用酒精灯加热支管试管；使汽油保持沸腾状态，记录常压下汽油沸腾的温度，然后移去酒精灯，汽油温度迅速下降，待汽油停止沸腾，立即将注射器（先将注射器的活塞向内推至Ⅰ处）连接在支管试管的支管上，将注射器的活塞迅速从Ⅰ处向外拉至Ⅱ处，由于把注射器活塞往外拉，支管试管内压强减小了，可以清楚地观察到，汽油又剧烈地沸腾起来了，记录此时汽油沸腾的温度，该温度低于常压下汽油沸腾的温度。这个实验表明外界压强越小，物质的沸点越低。



关于外界压强越大，沸点越高的原理，也可利用上述装置进行演示。先用酒精灯加热支管试管（支管试管的支管上不连接注射器），使管内汽油保持微沸状态，记录此时汽油沸腾的温度，然后迅速将注射器（先将注射器的活塞向外拉至Ⅱ外）连接在支管试管的支管上，立即将注射器的活塞从Ⅱ处向内推至Ⅰ处，由于

把注射器的活塞往内推，支管试管内的压强增大，汽油停止沸腾，继续加热，当支管试管内汽油重新沸腾时，记录此时汽油沸腾的温度，该温度高于常压下汽油沸腾的温度。此实验清楚表明，外界压强越大，物质的沸点越高。

#### 猿几点说明

(员) 汽油是分子里含有碳原子数 悦—悦<sub>源</sub> 的烃的混和物，不是一种纯净物，因此它没有固定的沸点，只有一定的沸程。之所以选用汽油进行实验，一方面因为它是石油的产品，另一方面是因为它的沸点低，稍加热即沸腾，易于观察压强对沸点的影响。但由于汽油易燃，因此实验时应注意安全，应尽量使支管试管的支管上连接的橡皮管口远离酒精灯火焰。

(圆) 为了安全起见，不用汽油改用水进行实验也可以。