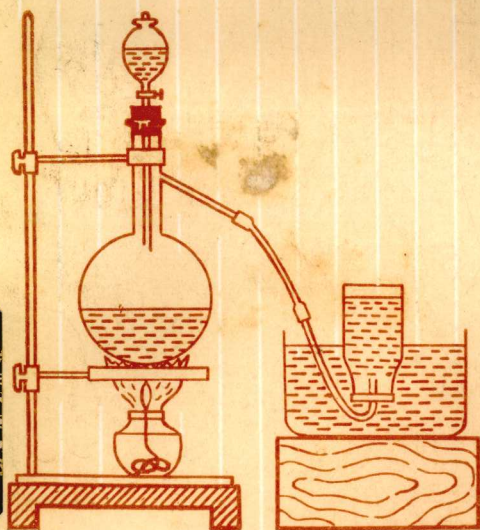


中学化学演示实验

下 册



目 录

第六章 高中化学演示实验 (有机部分)

实验一 烷烃的制法及性质	(1)
实验二 乙烯的制法及性质	(8)
实验三 乙炔的制法及性质	(14)
实验四 苯及甲苯的性质	(19)
实验五 萘的性质	(29)
实验六 石油的分馏、裂化及性质	(33)
实验七 煤的干馏	(37)
实验八 乙醇和甘油的生成及性质	(39)
实验九 苯酚的性质	(46)
实验十 乙醚的性质	(53)
实验十一 醛和酮的生成及性质	(56)
实验十二 羧酸和酯的生成及性质	(63)
实验十三 油脂的性质	(70)
实验十四 苯胺的生成及性质	(74)
实验十五 糖类的性质	(78)
实验十六 蛋白质的性质	(86)
实验十七 有机高分子化合物	(91)
附录一 常用有机化合物的一些常数和特性	(96)
附录二 高分子化合物鉴别参考表	(105)

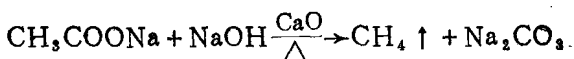
第六章 高中化学演示实验

(有机部分)

实验一 烷烃的制法及性质

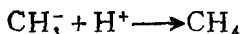
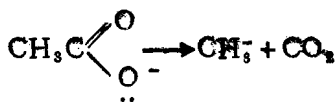
一、原理

在实验室里，常用无水醋酸钠和碱石灰混合加热的方法制取甲烷：



碱石灰是氢氧化钠和生石灰的混合物，生石灰在这里虽然不参与反应，但是它可以使生成的甲烷气体易于逸出，并且起吸湿剂的作用。

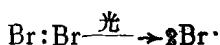
这一反应的机理，一般认为是羧酸根首先脱羧生成甲基负离子 CH_3^- ，它是一个活性很强的碱，能从弱碱中夺取氢离子生成甲烷：



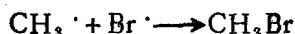
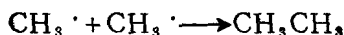
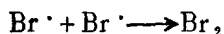
烷烃在常温下很不活泼，与强酸、强碱、强氧化剂等几乎不发生反应，但是在适当的温度、压力和催化剂的作用

下，也可以发生氧化、卤化、裂化等反应。

烷烃与卤素在光或热的作用下发生的反应是一种自由基（游离基）型的卤化反应，例如甲烷和溴在光的作用下，溴分子在吸收光能后，共价键发生均裂，生成溴的自由基（Br·）：



溴的自由基与甲烷分子之间是以连锁反应的方式，生成一溴甲烷、二溴甲烷、三溴甲烷、四溴甲烷等混合物的。反应过程中的自由基可以通过如下反应失去活性：



.....

二、仪器和药品

甲烷贮气装置，硬质试管，试管，50毫升支管试管，漏斗，分液漏斗，水槽，广口瓶，小烧杯，大烧杯，研钵，酒精灯，铁架台，玻璃导管及玻璃管，小铁盘，蒸发皿。

无水醋酸钠，碱石灰，10%氢氧化钠，0.5%高锰酸钾，饱和氢氧化钠水溶液，3%溴的四氯化碳溶液，肥皂液，蓝色石蕊试纸，煤油，浓硫酸，无水氯化钙。

三、演示方法

1. 甲烷的制取

取研细的无水醋酸钠4克和碱石灰12克，充分混合均匀后装入干燥的硬质试管1中。把硬质试管横夹在铁架台上，

使管口略低于管底，装置如图 6—1。支管试管 2 中放入 10% NaOH 至试管体积的三分之一处，用以除去生成的 CO_2 等杂质。

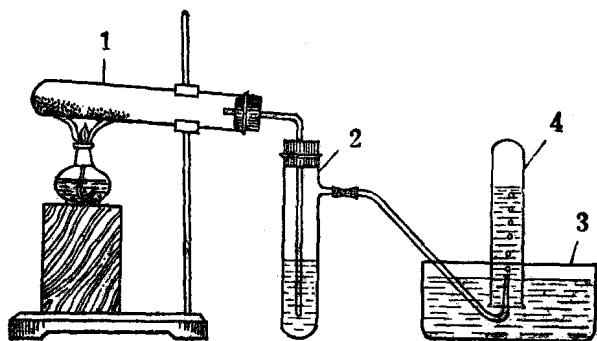


图6—1 制取甲烷装置

1. 硬质试管 2. 支管试管 3. 水槽 4. 试管（用于收集甲烷气体）

实验开始前，用手温热硬质试管 1，如果在导管口有气泡排出，说明装置已不漏气，即可开始实验（气泡的产生是由于装置内空气受热膨胀的结果）。实验开始后，用酒精灯先把硬质试管 1 整个温热一下，然后由前向后依次加热混合物，待气泡连续产生时，就可以用排水取气法收集甲烷，或直接进行以下性质实验。实验结束时，打开硬质试管 1 的塞子，再移去热源，以防倒吸。

2. 甲烷的稳定性

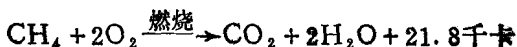
（1）高锰酸钾试验：把甲烷气体通入 5 毫升 0.5% 高锰酸钾溶液中，10—15 秒后如果不发生颜色变化，即认为没有反应进行。

(2) 溴水试验：把甲烷气体通入 5 毫升饱和溴水中，10—15 秒后，如果颜色不褪去，即可认为没有反应进行。

(3) 溴的四氯化碳溶液试验：打开预先收集满甲烷气体的广口瓶，迅速注入 5 毫升 3 % 溴的四氯化碳溶液，塞好瓶塞，振荡后溴的颜色不变。

3. 甲烷的燃烧

甲烷完全燃烧时生成二氧化碳和水，并放出大量的热。

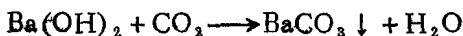


(1) 在制取甲烷气体的导管口直接点火时，应待连续产生气体后再进行，而且最好在做过稳定性试验后再点燃，以保证试管内的空气完全排尽，避免点燃时发生爆炸。

(2) 用排水取气法在分液漏斗中收集满甲烷气体，将漏斗放入水槽中，打开旋塞后用火柴在漏斗管口点燃气体，同时把漏斗继续往下浸，以便不断排出甲烷气体进行燃烧，如图 6—2。

4. 甲烷的元素组成

在甲烷燃烧的火焰上，罩上一个干燥的烧杯，片刻后可以看到杯壁上出现一层水汽。如果罩上一个用氢氧化钡润过的烧杯，可以看到杯壁上出现白色的沉淀，



根据甲烷燃烧时生成 CO_2 和 H_2O ，可以证明甲烷分子中含有

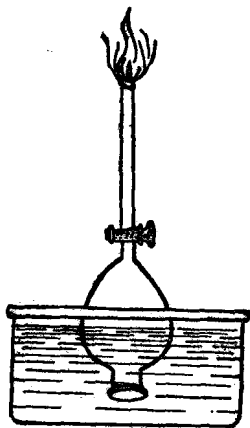


图 6—2 甲烷的燃烧

碳和氢。

5. 甲烷爆炸实验

(1) 在大试管中用排水取气法按甲烷与氧为 1:2 或甲烷与空气为 1:10 的配比收集好混合气体。把试管略向下倾斜地固定在铁架台上，并用毛巾包好，打开塞子迅速用燃着的长木条点燃，爆炸立即发生。

(2) 如图 6—3 所示，将按上述比例收集在贮气瓶 1 中的甲烷和氧或甲烷和空气的混合气体，通入盛有肥皂水的

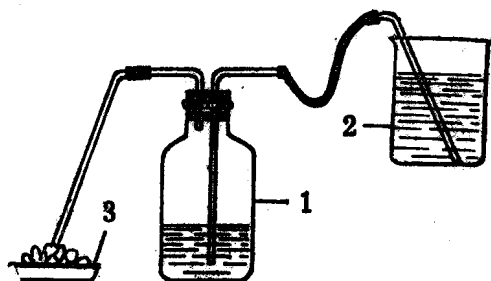


图 6—3 用肥皂泡演示甲烷的爆炸

1. 贮气瓶 2. 烧杯 3. 肥皂水盘

铁盘中，通气的方法是：抬高盛水的烧杯 2 使水流入瓶 1（连接 1 和 2 的管中应先充满水）。当盘中有许多泡沫时，移开贮气瓶，立即用木条点燃肥皂泡，即发生爆炸。混合配比不同，爆炸强弱也不同。

6. 液态饱和烃与溴的反应

(1) 从煤油中获得液态饱和烃，取需要量的灯用煤油放在大烧杯里，加入相当于煤油 1/10 体积的浓硫酸，充分搅拌并冷却后倒入分液漏斗，振荡后静置分层，放出下部酸

液。上层的煤油从分液漏斗的上口倒回大烧杯。重复上述操作，直到分出的酸层不显或微显颜色为止。酸洗完毕再用碱性高锰酸钾溶液（0.5%高锰酸钾溶液中加入1%的氢氧化钠配成的溶液）洗1—2次，最后用等量的水洗2—3次，倒入锥形瓶中，加入少量无水氯化钙进行干燥。待溶液透明后，用放有小块脱脂棉的玻璃漏斗过滤，滤液用来进行以下实验。

（2）液态饱和烃的光溴化反应：

a. 取一根长约0.5米一端封口的细玻璃管，注入 $\frac{3}{5}$ 高度的液态饱和烃和 $\frac{1}{5}$ 高度的溴的四氯化碳溶液，用手指紧压一块小塑料薄膜在玻璃管口，把玻璃管上下颠倒数次，使成均匀红色溶液。然后用黑纸将玻璃管的一部分包紧后放在直射日光下照射，当受光的部分已经褪色后，打开黑纸卷，可看到未受光照的部分红色未褪去，并有明显的界限。

b. 取两支干燥试管，各注入液态饱和烃5毫升和1毫升溴的四氯化碳溶液，振荡混匀后，一支试管放在暗处，一支试管放在直射日光下照射。片刻后，受到日光照射的试管，其中的红色逐渐褪去，并且有溴化氢气体生成（可用沾有浓氨水的玻璃棒或湿的蓝色石蕊试纸，放在试管口检验），未经照射的试管，则不改变溴的颜色。

四、讨论

1. 市售无水醋酸钠如果保存得很好，应是松散的粉末。对于已经结块、潮解或含结晶水的醋酸钠，需要去掉其中所含水分后才能使用。方法是含水醋酸钠在蒸发皿中加热，并不断用玻璃棒搅拌，约 58°C ，醋酸钠就溶解在结晶水中，

随着温度增高，水分逐渐蒸发减少， 120°C 左右得到白色固体，继续加热时固体重新熔融，并伴有气泡生成，当气泡变小时应停止加热，因为如果继续加热，将会引起分解和炭化。如果只是表面微黑，则不影响制取甲烷。

2. 市售碱石灰通常含有 $20\%\text{NaOH}$ 和 $6-8\%\text{H}_2\text{O}$ ，其余为 CaO 。有时用酚酞染成红色，用作 CO_2 吸收剂，因其中含一定水分，用前也应烘干。

自制碱石灰时，可在蒸发皿中放入2份煅烧过并研细的生石灰，再加入1份重量的饱和氢氧化钠溶液。蒸干后再烘炒一段时间，冷却后研碎待用。

3. 醋酸钠和碱石灰在制甲烷时的配比，对制取甲烷有很大影响。实验结果表明，以 $1:4$ 或 $1:6$ 的配比混匀加热时，能够连续产生甲烷，甚至这种气体不经洗涤，也可以保持溴水或高锰酸钾溶液不褪色。

4. 为了演示好甲烷的爆炸实验，应当准确地配好混合气体，为此可以用水装满贮气瓶，再将瓶中的水倒至量筒中，量出整个瓶中水的体积。然后把三分之一体积的水再倒回贮气瓶中，并用蜡笔在瓶外的水平线上划一条线，这样就可以把贮气瓶分成 $1:2$ 两个部分，以便用排水取气法收集甲烷和氧时能够得到配比准确的混合气（甲烷：氧 $=1:2$ ）。进行甲烷和空气混合的爆炸实验时，则应按上述方法，将贮气瓶分成11等份（1份甲烷10份空气）。

5. 演示爆炸性质的肥皂溶液，可以取肥皂或洗衣粉1克，溶于约30毫升水中。加入几滴甘油，还能加大泡沫的强度。

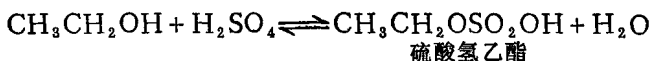
实验二 乙烯的制法及性质

一、原理

乙醇失去一分子水即生成乙烯：

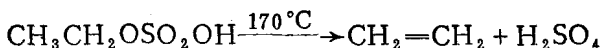


实验室中常用浓硫酸作为脱水剂来完成这一反应。浓硫酸与乙醇作用时，先形成硫酸氢乙酯：

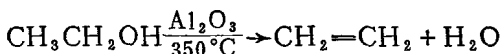


这一反应为可逆反应，为了使反应向成酯方向移动并提高乙醇的利用率，要增加硫酸的用量。

硫酸氢乙酯是一种可溶于硫酸和水的强酸，低温时稳定，在170℃左右分解为乙烯和硫酸：

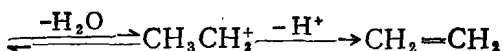


乙醇的蒸气在氧化铝催化下，于350℃时也容易失水生成乙烯：

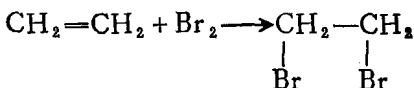


对上述反应，一般都认为是乙醇先和氧化铝形成铝酸乙酯，铝酸乙酯再与氧化铝中的酸性杂质反应生成 $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}_2^+$ ， $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}_2^+$ 再进一步脱水、脱氢生成乙烯，整个反应可表示如下：

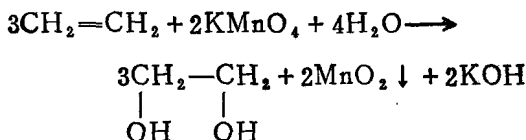




乙烯是不饱和烃，容易发生加成反应，它和溴进行加成反应后，生成液态的 1，2-二溴乙烷：



乙烯在室温下与中性或碱性高锰酸钾水溶液反应时，首先被氧化成乙二醇：



因为反应并不停留在这一阶段，故这种方法不适于用来制取乙二醇，只用于检验不饱和键的存在。

二、仪器和药品

250毫升蒸馏烧瓶，50毫升支管试管，水槽，250℃温度计，酒精灯，铁架台，石棉网，大试管，小试管，玻璃导管，橡皮塞，广口瓶，250毫升圆底烧瓶，分液漏斗，500毫升医用葡萄糖盐水瓶，大烧杯，弹性好的橡皮管（长约10公分）。

乙醇，浓硫酸，液溴，0.5%高锰酸钾水溶液，氧化铝粉末或条状活性氧化铝，铜丝（长约30公分）。

三、演示方法

1. 硫酸脱水法制乙烯

在 250 毫升的蒸馏烧瓶里，加入15毫升95%的乙醇，在

振荡和冷却下慢慢加入45毫升浓硫酸和经过酸洗并干燥的砂粒20克左右，瓶口用插有250℃温度计的橡皮塞塞紧，温度计的水银球应浸入液体中。装置如图6—4。

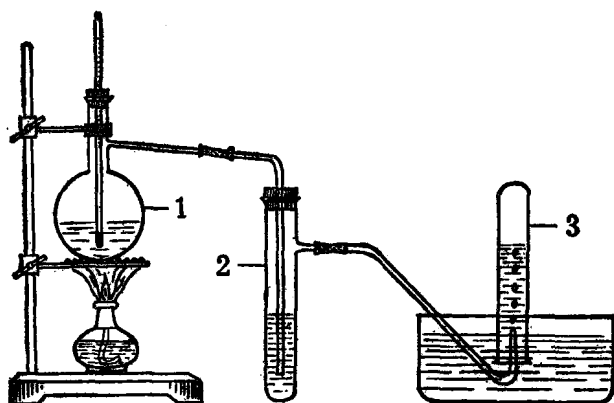


图6—4 硫酸法制乙烯装置

1. 蒸馏烧瓶（内盛乙醇硫酸混合液）
2. 支管试管（内盛10%NaOH，用于洗涤乙烯气体）
3. 试管（用于收集乙烯）

实验开始后，先用较强的火焰加热烧瓶中的混合物，使温度迅速升到170℃左右。随后调节火焰使其保持这一温度。估计瓶内的空气已经排完，并连续产生气体时，就可以用排水取气法收集气体。气体收集完毕时，应先把导管从水槽中取出，分开烧瓶与支管试管后，再停止加热。收集的气体，用塞子塞紧，备用。

2. 氧化铝催化脱水制乙烯

在一干燥的普通试管(15×150mm)中加入2毫升无水乙

醇和10克左右的三氧化二铝粉末。加入的乙醇应保持在试管的底部,上部为干燥的三氧化二铝。三氧化二铝的上面塞上一团玻璃棉球,以防反应时生成的气体把粉末吹入导管。试管口用一个连有弯曲玻璃导管的塞子塞紧,导管伸向盛有三分之二体积水的玻璃水槽中。试管以约成 45° 倾斜的方式夹在铁架台上,如图 6—5。

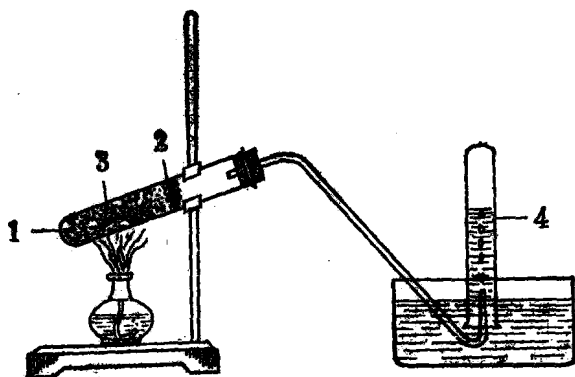


图6—5 Al_2O_3 催化脱水制乙烯装置

1. 试管
2. 玻璃棉球
3. Al_2O_3 粉末, 下部为乙醇
4. 收集乙烯气体的试管

安装好以后,即可以用较大的火焰进行加热,加热时火焰应先与催化剂的上部接触,然后再逐步向下部移动。估计催化剂的温度已经达到或者接近 350°C 时(约3分钟),即可以使试管底部的乙醇受热气化。乙醇的蒸气与催化剂接触后,迅速生成乙烯,用排水取气法收集在适当的容器中备用。

3. 乙烯与高锰酸钾的反应

在预先收集满乙烯的 250 毫升圆底烧瓶中，迅速加入 3—4 毫升 0.5% 的高锰酸钾溶液，塞好瓶塞后振荡烧瓶，高锰酸钾的紫色很快消失。如果高锰酸钾的浓度较大，则有棕色的二氧化锰沉淀生成。

4. 乙烯与溴的加成反应——喷泉实验

将盛满乙烯的 500 毫升葡萄糖盐水瓶，用一带有尖嘴玻璃

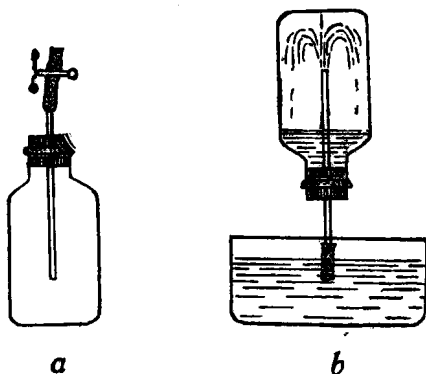


图 6—6 乙烯喷泉实验

管的塞子塞紧。管外连接一段用胶管夹夹紧的橡皮管，尖嘴玻璃管应伸入瓶内 3/5 处(如图 6—6a)。打开夹子，用滴管加入 2 毫升左右液溴后，立即夹紧夹子，振荡到溴的红色完全消失。这时可以看到

瓶内生成了油状的二溴乙烷液体。由于瓶内气压降低，把瓶子倒立在盛有着色水(红色或蓝色)的水槽上，打开夹子后，水便急速冲入瓶内形成喷泉(图 6—6b)。

5. 乙烯的燃烧试验

将充满乙烯的大试管或广口瓶的塞子打开，迅速点燃，可以看到乙烯

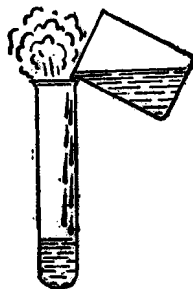
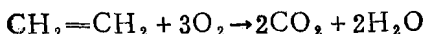


图 6—7 乙烯的燃烧

具有比甲烷燃烧时更为明亮的火焰。当火焰烧入瓶内时，应把试管或瓶横过来或向其中慢慢注水，以使乙烯能在上部燃烧（如图 6—7）。乙烯燃烧的反应用下式表示：



四、讨论

1. 硫酸法制乙烯时，由于硫酸对乙醇的强烈氧化作用，不但使反应液容易碳化变黑，而且有大量泡沫生成，反应容器太小时，常会从烧瓶的支管溢出。所以要预先加入用盐酸浸洗并干燥的砂粒，以消除这种现象。加入少量（如 1 克左右）无水硫酸铜防止溢出，效果也很好。

2. 氧化铝脱水制乙烯的实验，如果条件允许，能将氧化铝改用条状活性氧化铝（3—6mm）（上海试剂五厂产品），用坐式或挂式喷灯加热，则能收到更好的效果。

3. 为了检验乙烯溴化后生成的油状液体是否含溴，可采用拜勒斯坦方法鉴定：

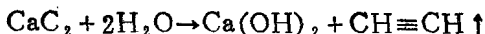
把铜丝一端弯成圆圈，在火焰上灼烧，直到火焰不显绿色为止。用烧过的铜丝圈沾上少许样品，再放在火焰边缘灼烧。有绿色火焰出现即表明有卤化物存在。这是由于有机卤化物在高温下与氧化铜作用，生成挥发性的 CuX_2 使火焰呈蓝绿色。

4. 使用液溴时要特别小心，如果不慎滴在皮肤上，应立即用大量水洗，再用酒精擦洗，并涂上一层甘油。

实验三 乙炔的制法及性质

一、原理

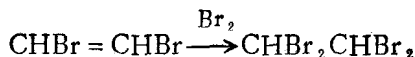
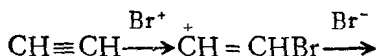
实验室里常通过电石（碳化钙）和水的作用来制取乙炔：



由于电石中含有的磷化钙、硫化钙等杂质，遇水后会生成磷化氢、硫化氢等气体，所以制成的乙炔带有特殊的臭味。

乙炔分子中含碳量很高，约为92%，在空气中点燃时由于不能完全燃烧而伴有大量的黑烟。

乙炔也容易和卤素等发生亲电加成，例如它和溴反应时，先生成二溴乙烯，再进一步生成四溴乙烷。



乙炔被高锰酸钾氧化时生成二氧化碳，溶液的紫色消失：



乙炔分子中的氢原子，由于直接和叁键碳相连，因而具有酸性，可以被某些金属取代生成金属炔化物。这种反应可用来鉴别“ $\equiv\text{CH}$ ”结构的存在。

二、仪器和药品

250毫升蒸馏烧瓶，滴液漏斗，广口瓶，圆底烧瓶，试管，漏斗，水槽，锥形瓶，煤油灯罩或长约20厘米的粗玻璃管，铁架台，酒精灯。

电石，饱和食盐水，丙酮，0.5%高锰酸钾溶液，饱和溴水，5%硝酸银，2%氨水，1:5稀硝酸，氯化亚铜，1:5稀盐酸。

三、演示方法

1. 乙炔的制取

取250毫升的蒸馏烧瓶一个，倾斜放置后，沿瓶壁小心溜入25—30克豌豆粒大小的电石块，用插有滴液漏斗的塞子塞好。漏斗中盛饱和食盐水，装置如图6—8。

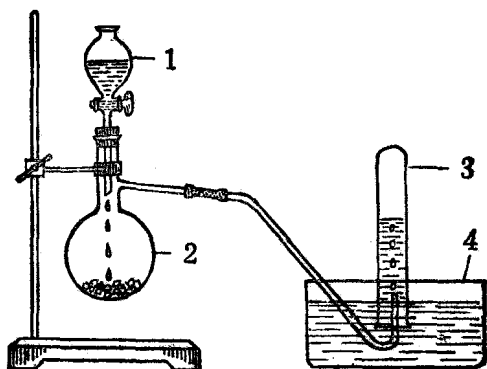


图6—8 制取乙炔装置

1. 滴液漏斗（内盛饱和食盐水） 2. 蒸馏烧瓶 3. 用于收集乙炔气体的试管 4. 水槽