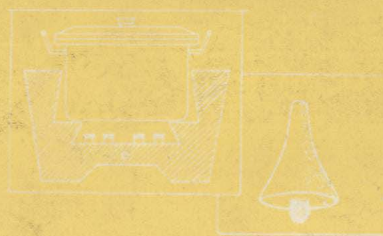


学生科技活动丛书



小沼气池

吴觉生、李英杰、陈 龙合编

广东人民出版社

中学生科技活动丛书

小沼气池

吴觉生、李英杰、陈 龙合编

广东人民出版社

小沼气池

吴觉生、李英杰、陈 龙合编

*

广东人民出版社出版

广东省新华书店发行

广东惠阳印刷厂印刷

787×1092毫米 32开本 3印张 62,900字

1976年9月第1版 1976年9月第1次印刷

印数 1—12,000册

书号 13111·34 定价 0.21元

毛主席语录

路线是个纲，纲举目张。

农业学大寨

人们为着要在自然界里得到自由，就要用自然科学来了解自然，克服自然和改造自然，从自然里得到自由。

人民群众有无限的创造力。他们可以组织起来，向一切可以发挥自己力量的地方和部门进军，向生产的深度和广度进军，替自己创造日益增多的福利事业。

前 言

在毛主席的无产阶级革命路线指引下，我国广大农村，群众性大办沼气的热潮正在兴起。这是搞好环境卫生，改善人民生活，解决农村燃料问题的一项好措施。它有利于缩小城乡差别，应当大力推广。

人工制取沼气并加以利用，是一九五八年大跃进中涌现出来的新生事物，伟大领袖毛主席对此曾作了“**这要好好地推广**”的指示，极大地鼓舞了人民群众大办沼气的革命热情，但后来由于刘少奇反革命的修正主义路线的干扰和破坏，人工制取和利用沼气的工作未能得到发展。

无产阶级文化大革命以来，广大群众狠批修正主义路线，以阶级斗争为纲，认真总结了一九五八年大办沼气的经验，继续开展群众性办沼气的活动，取得了显著成绩。目前，全国已有三分之二以上的省、市、自治区成功地进行了这项工作，建池总数达四十多万个。广东省各地农村也和全国一样，大办沼气的活动正在蓬勃开展。

沼气发酵，原料容易获得，设备简单，而且在制取和利用沼气的过程中，不仅涉及物理、化学、生物、数学和土木工程等多方面的知识，还要深入农村调查研究，认真向贫下中农学习，因此，这项科学实验很适合青年学生在开门办学或业余科研活动中进行。通过大办沼气，青年们不但可以掌握多方面的科技知识，还可以培养理论联系实际的作风，坚定走与工农相结合道路的决心。

本书简单介绍了沼气的特性、制取沼气的原理，利用沼气烧饭、点灯等的做法。限于编者水平，内容难免有缺点、错误，谨请读者批评指正。

这本小册子初稿完成后，曾得到广东省卫生防疫站、广东省地下热能研究室有关同志的审阅和校正，在此表示感谢。

编 者

一九七六年三月

目 录

一、让我们认识沼气	(1)
(一) 池塘里的气泡	(1)
(二) 庞大的“家族”	(5)
(三) 漫长的历史	(7)
二、人工也能制沼气	(12)
(一) 让细菌来帮忙	(12)
(二) 给细菌创造一个良好的环境	(16)
1. 严密地隔绝空气	(16)
2. 浓度适中的发酵液	(17)
3. 不高不低的温度	(19)
4. 中性范围的酸碱度	(20)
5. 注意经常搅拌	(22)
三、大家动手大办沼气	(23)
(一) 从小型试验开始	(23)
1. 玻璃瓶发酵试验	(23)
2. 瓦缸发酵试验	(25)
3. 土坑小沼气池	(32)
(二) 多式多样的沼气池	(34)
1. 气袋式沼气池	(35)
2. 气罩式沼气池	(37)
3. 反水式沼气池	(42)

(三) 自己动手设计和施工…………… (47)

1. 选择建池地点…………… (47)

2. 确定建池的型式和规模…………… (47)

3. 池基工程…………… (49)

4. 砌池墙…………… (50)

5. 池顶盖…………… (50)

6. 池内批荡…………… (52)

7. 三合土沼气池的建造…………… (53)

8. 沼气池的验收…………… (55)

(四) 做好管理工作…………… (57)

1. 首次投料…………… (57)

2. 经常搅拌…………… (57)

3. 注意漏气…………… (59)

4. 添加新料…………… (60)

5. 冬天保温…………… (60)

6. 清除沉渣…………… (61)

7. 注意安全…………… (62)

8. 应用设备…………… (66)

四、让沼气为人民服务…………… (71)

(一) 农村的燃料变革…………… (71)

(二) 让山村更加明亮…………… (78)

(三) 为农业机械化出力…………… (80)

(四) 又一优质肥料…………… (81)

(五) 改善环境卫生…………… (82)

(六) 工业“三废”及城市垃圾变成“宝”…………… (82)

(七) 化工原料的新来源…………… (83)

一、让我们认识沼气

(一) 池塘里的气泡

我们用脚踩进池塘底的污泥中，立刻会有一串大大小小的气泡在你的脚边升起，然后窜出水面，在空气中消失得无影无踪。如果不下水，站在岸边用竹竿触动水底的污泥，也会同样升起一串小气泡。在夏天天气很热的时候，池塘里还不时会有气泡自动冒出来。这些气泡是什么呢？我们可以把这些气体“捉住”，看看它到底是什么东西。

拿一个大口玻璃瓶，和一块比瓶口稍大的玻璃片，再找一根竹竿，就可以捕捉池塘中的气泡了。首先把瓶子放进池塘中灌满水，并在水中把瓶子倒转过来，让瓶口向下。这时只要瓶口不离开水面，瓶中的水是不会流出来的。左手握紧瓶子，右手用竹竿插入水底，搅动水底的污泥或杂草，让气泡上升，并进入玻璃瓶中。不断改变搅动位置使气泡连续放



图1 池塘里的气泡

出，进入玻璃瓶中气体越来越多，瓶中的水便越来越少，这种收集气体的方法，叫排水集气法。到一定时候，瓶中的水全部被排出来，也就是装满了一瓶气体了。可是别急着把瓶子拿出水面来，否则气体会跑掉的。应该拿玻璃片在水中把瓶口盖住，用手按牢，然后把玻璃瓶拿出水面来。再把玻璃瓶口向上，放在地面，打开玻璃片，马上用点燃的火柴枝接近瓶口，瓶中立刻升起一股美丽的、淡蓝色的火焰，火苗窜得高高的。啊！原来这气体可以燃烧，显然不是空气，它是什么呢？——沼气！



图2 池塘集气



图3 沼气燃烧

沼气在化学上是甲烷的俗称。实际上，沼气并不全等于甲烷，甲烷在沼气中约占60~70%，二氧化碳占30~35%，其余还有少量的氢、氮、硫化氢等气体。所以，应该说，沼气的主要成分是甲烷。由于这种气体首先在池沼中被发现，因而它的名字就被称作“沼气”。

甲烷又是什么东西呢？甲烷是一种有机物（有机物就是含碳的化合物），在甲烷的每一个分子里，含有一个碳原子和四个氢原子。由于沼气的主要成分是甲烷，所以，沼气的性质就可以用甲烷的性质来作代表了。

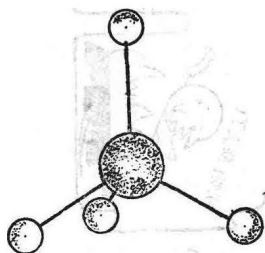


图4 甲烷分子结构模型

甲烷是一种性质稳定的气体。它不轻易跟别的物质起化

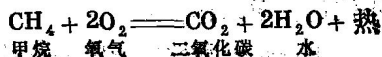


图 5 甲烷的性质

学反应，它本身也不容易分解成其它物质，在酸性很强的硫酸、硝酸或碱性很强的苛性钾作用下，甲烷也“岿然不动”。强氧化剂或强还原剂也不能使甲烷起变化。但是和任何事物一样，稳定只是相对的。只要条件适宜，例如加热、加压或催化剂作用下，甲烷还是可以分解和起化学反应的，如分解为碳和氢，与氯气作用生成氯代甲烷，与硝酸作用生成硝基甲烷等，所以甲烷是一种有机合成原料。

甲烷微溶于水，在20℃和一大气压下，每1升水只溶甲烷9毫升。所以，甲烷能长时间潜伏在水底而不会被溶解掉。甲烷比空气轻，又是无色、无味的，所以，池塘中的沼气离开水面就跑得无影无踪。甲烷既无毒又无臭，但在池塘中收集的沼气却带有一股霉臭味，这是因为在沼气中含有硫化氢和混有池塘底的枯枝败叶气味的缘故。

甲烷可以燃烧，燃烧时产生淡蓝色的火焰。在化学上，用如下的化学方程式来表示：



燃烧，就是物质和氧气起剧烈反应。甲烷燃烧后生成二氧化碳和水，并且放出大量的热。这就是沼气可以作气体燃料的依据。

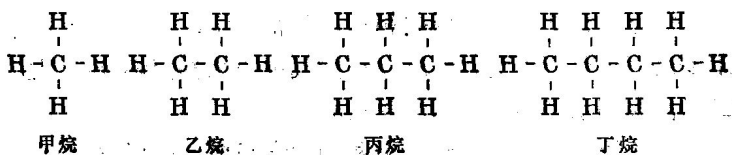
(二) 庞大的“家族”

在有机化学上，和甲烷的组成、分子结构、物理性质、化学性质相似的物质很多，而且互相之间有非常密切的关系，这些类似的物质组成了一个庞大的“家族”，家族的名称叫作“烷烃”，而甲烷只是这个家族的一个最小的成员。

烷烃中，分子含一个碳原子的叫甲烷 (CH_4)，含二个碳原子的叫乙烷 (C_2H_6)，含三个碳原子的叫丙烷 (C_3H_8)，……含十八个碳原子的叫十八烷 ($\text{C}_{18}\text{H}_{38}$) 等等。它们的分子组成可以用共同的式子 $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$ 来表示， n 表示分子中碳原子个数。它们的分子结构可用结构式表示如下：



图6 庞大的“家族”



随着碳原子的增加，烷烃的数目不断增多，结构也更加复杂，它们的物理性质呈规律性的变化。如随分子量增大，烷烃的状态由气态变为液态，再变为固态，熔点和沸点也随分子量增大而升高。表1介绍了烷烃的一些物理常数，可以看出上述的变化规律。

表 1 烷烃的物理常数

名 称	分 子 式	熔 点	沸 点	状 态 (常 温)
甲烷	CH_4	-182.6	-161.6	气
乙烷	C_2H_6	-182.0	-88.6	气
丙烷	C_3H_8	-187.1	-42.2	气
丁烷	C_4H_{10}	-138.0	-0.5	气
戊烷	C_5H_{12}	-129.7	+36.1	液
己烷	C_6H_{14}	-95.3	+68.8	液
庚烷	C_7H_{16}	-90.5	98.4	液
辛烷	C_8H_{18}	-56.8	125.6	液
壬烷	C_9H_{20}	-53.7	150.7	液
癸烷	$\text{C}_{10}\text{H}_{22}$	-29.7	175.0	液
十一烷	$\text{C}_{11}\text{H}_{24}$	-25.6	195.8	液
十二烷	$\text{C}_{12}\text{H}_{26}$	-9.7	216.2	液
十三烷	$\text{C}_{13}\text{H}_{28}$	-6.0	235.5	液
十七烷	$\text{C}_{17}\text{H}_{36}$	+22.0	303	固
十八烷	$\text{C}_{18}\text{H}_{38}$	+28.0	308	固

烷烃的化学性质和甲烷相似，都很稳定，一般情况下与许多化学物质都不发生反应，在空气中遇火都能燃烧，产生二氧化碳和水，同时放出大量的热。

烷烃的分子都只由碳和氢两种元素组成，所以它是一种

碳氢化合物。碳氢化合物简称为烃。但是碳氢化合物不仅是烷烃。有一类碳氢化合物，它的分子组成是 C_nH_{2n} ，叫烯烃（包括乙烯、丙烯等）；另有一类碳氢化合物，它的分子组成是 C_nH_{2n-2} ，叫炔烃（包括乙炔、丙炔、丁炔等）；最后，还有一类性质和结构都比较特殊的碳氢化合物，叫做芳香烃。所以烷烃这个“家族”其实还不是最庞大的，它还仅仅是碳氢化合物这个更庞大的“家族”的一个分支呢！

沼气、天然气、石油的主要成分都是各种烃类物质。含单一甲烷（99%）的天然气叫干气，除甲烷外还含有乙烷、丙烷、丁烷等的天然气称为湿气。石油则是多种烃的大杂烩。由于各种烃都能燃烧，都能在一定条件下起化学反应制成各种有机物，所以沼气、天然气和石油，都是燃料和化工原料的重要来源。

（三）漫长的历史

池塘、沼泽、沟渠、粪坑中的沼气，煤矿中的坑气，地层深处的天然气，主要成分都是甲烷。天然气和石油往往是共生的，而石油的主要成分又是各种烃，这一切使人们有理由认为，自然界中这些碳氢化合物都有着共同的来源。

事实果然是这样。死去的动植物残体，在缺氧的环境下受细菌作用，经过一系列复杂的变化，最后形成了碳氢化合物。分子量小的甲烷是气体，就组成了天然气。分子量大的各种烃是液体或固体，它们混合起来就组成了石油。

但是从形成的时间来看差别却很大。沼气在地球表面，是短时间内形成的。天然气和石油深藏地下，是很久很久以前就形成的，它们有一段漫长的历史。

在古代，由于生存条件的变化，生物大批死亡，特别是海、湖盆地的生物大量死亡后，连同泥沙沉落海底、湖底，与陆生植物遗体汇集在一起，日积月累，成为很厚的有机质层。随着地壳的变动，这些有机质在隔绝空气，温度及压力升高的条件下，慢慢被细菌分解，最后成为各种烃类，也就逐渐形成石油和天然气。地壳多次变动的结果，石油和天然气被上下不透水层封闭起来，成为地下油层和天然气层。煤也是由于古代树木埋于地下逐渐形成的，所以，在成煤过程中也产生少量甲烷，这些甲烷被包裹在煤矿中，采煤时，甲烷就会跑进坑道里，又称为“坑气”，也就是煤矿中的“瓦斯”。

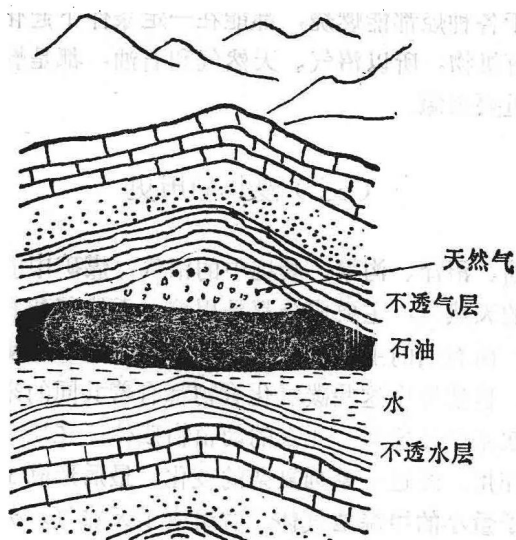


图7 天然气层

自然界中的沼气和坑气，由于量少和分散难以应用。天然气储存量大而且集中，往往从岩层裂缝冒出地面而为人所

利用，因此，天然气的利用已有很长的历史。我们祖国地大物博，蕴藏着丰富的天然气，其中又以四川的天然气最为著名，台湾省的天然气也十分丰富。

“中国是世界文明发达最早的国家之一”。我国劳动人民勤劳、聪明的祖先很早就懂得利用天然气了。据记载，公元前300年，四川人民已能辨泉、凿井煮盐了。公元200年前后的东汉末年，邛崃地方发现天然气并用以照明和煎盐。我国古代的科学书籍，明朝人宋应星写的《天工开物》，其中就有一段这样的描写：

“西川有火井，事奇甚。其井居然冷水，绝无火气。但以长竹剖开去节，合缝漆布，一头插入井底，其上曲接，以口紧对釜脐，注卤水釜中，只见火意烘烘，水即滚沸。启竹而视之，绝无半点焦炎意，未见火形而用火神，此世间大奇事也！”



图8 四川的盐井，四川的火井
(采自《天工开物》)