



# 基于真实情境的探究性教学

## ——以“如何确定肉桂酸分子的结构”一课的教学为例

冯霞

(张家口市宣化第一中学 河北 张家口 075100)

**摘要:**以中药材肉桂中肉桂酸的分子结构的确定,为学生创设真实的探究情境,布置学习任务,开展学习活动,让学生亲历科学家确定有机物结构的一般过程,建立研究有机物结构的方法的认知模型,从有机物结构的视角认识以肉桂酸或其合成物为主要成分的产品,实现化学课堂的育人价值。

**关键词:**肉桂的提取物;课堂教学;肉桂酸;防晒霜

文章编号:1008-0546(2022)04x-0045-03

中图分类号:G632.41

文献标识码:B

doi:10.3969/j.issn.1008-0546.2022.04x.013

2021年6月在我校举办张家口市中学化学实验教学观摩研讨会,笔者作“如何确定肉桂酸分子的结构”实验探究示范课。接下来笔者将从五个方面说明这节课的教学设计与实践过程。

### 一、教学内容的选取背景

有机化学以它特有的物质分离、结构测定、人工合成等手段,成为人类认识自然、改造自然具有非凡能动性和创造力的武器。药物化学是有机化学中一个重要的分支。药物研究中包括中医药的研究,积淀了几千年的中医药是老祖宗留给我们的巨大宝库,从中药青蒿中提取青蒿素就是一个典型的例子。“如何确定肉桂酸分子的结构?”涉及有机物鉴定与合成,选取肉桂为题材的原因有两个方面:一方面肉桂是常用的炖肉香料,与我们的生活联系紧密,大部分学生不陌生。另一方面肉桂也是一味中药,其药性的有效成分是什么?有什么作用?可引起学生的好奇心和求知欲,同时展现中医药的神奇魅力,让学生认识中医药文化对保障人民生命和健康、繁荣发展中华文化的重要价值。

### 二、学情分析及学习目标

“如何确定肉桂酸分子的结构”一课是在人教版

选修5《有机化学》系统学习的基础上延伸的内容。高二学生已经学习了有机物的一般研究步骤和方法,掌握了相关官能团的化学性质,同时具备了一定的实验探究能力,通过教师引导学生开展多种学习活动,使学生通过探究的过程,亲历科学家研究有机物的过程,形成严谨的科研思维方式,体会科学探究的乐趣、感受科学的魅力。

参考《普通高中化学课程标准(2017年版2020年修订)》<sup>[1]</sup>的教学要求,确定本节课的教学目标:

1. 认识肉桂中存在多种有机物,源自于肉桂的纯净有机物X需要一系列的分离提纯操作方可得到。
2. 从研究有机物的一般步骤为起点,运用元素分析、仪器分析和实验探究的方法,确定有机物X的分子式、结构式。
3. 亲历实验探究过程:包括提出问题、设计实验方案、实施实验方案、形成结论。
4. 从官能团和化学键的视角推断有机物的化学性质,分析有机合成中的反应机理,感受化学与社会的密切联系,培育科学精神,树立为祖国医药事业进一步发展做贡献的责任意识。

### 三、教学流程

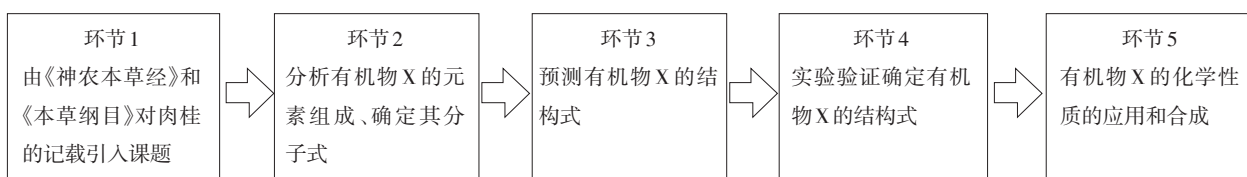


图1 教学流程



图1是“如何确定肉桂酸分子的结构”一课的教学流程,让学生激发学习兴趣,对生活中的肉桂的提取物产生好奇心,兴趣与探索指向核心内容,进行主题为“组成确定→结构预测→分子合成应用”的探究活动。

#### 四、教学实录

##### 环节一:情景引入

[教师]桂皮是炖肉时用的香料,同时也是一味中药,《神农本草经》和《本草纲目》这样记载桂皮:“味辛温,主百病,养精神,和颜色,利关节,补中益气。为诸药先聘通使,久服通神,轻身不老。面生光华,眉好常如童子。”那么桂皮有什么神秘之处呢?今天就让我们带着疑问来研究桂皮中的提取物之一“有机物X”。

[教师]如何从肉桂中提取到纯净的有机物X呢?

[学生]通过研磨成粉、溶解、过滤、萃取、蒸馏等一系列物理方法得到。

##### 环节二:确定X的分子式

[教师](出示样品)这是一瓶提纯后的X,同学们你作为科研人员该如何进行研究?要研究什么?

[学生]研究其组成、结构、性质、用途。

[教师]研究有机物的组成,通常用什么法?

[学生]元素分析法,通过燃烧有机物测定其元素组成。

[教师]燃烧有机物要确定什么信息呢?

[学生]有机物所含的元素种类以及每种元素的含量。

[教师]有机物中含碳、氢元素,其燃烧产物是什么?如何验证产物?请设计实验方案,通过实验探索有机物X的分子组成。

[学生]水和二氧化碳。用干燥的小烧杯倒扣在火焰上方看烧杯壁上是否有水雾生成;用石灰水证明二氧化碳。

[实验探究1]将有机物X放在蒸发皿里加热至熔化,再用玻璃棒蘸取熔化物放在酒精灯上点燃,并检验燃烧产物。

实验结果:倒扣在火焰上方的干烧杯壁上有水雾,向烧杯中加石灰水后变浑浊。证明有水和二氧化碳生成,说明X中含有碳、氢元素,但不能证明是否含

有氧元素,也不能得到原子个数比。

[教师]那么还需要测定哪些数据?

[学生]二氧化碳和水的质量,有机物X的质量。

图2是用燃烧法测定有机物中元素含量的常用装置。

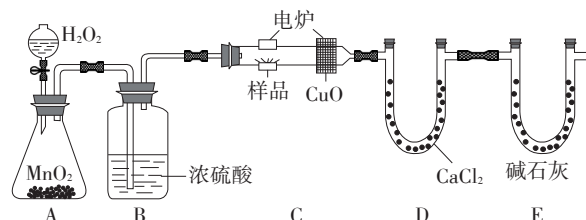


图2 燃烧法测定有机物的常用装置

准确称取14.8 g有机物X(只含C、H、O三种元素中的两种或三种),充分燃烧后,将产物通过装置D,其质量增加7.2 g,再通过装置E,其质量增加39.6 g。通过计算得出有机物X的最简式。

[学生]装置D增加的质量是水的质量,7.2 g水物质的量为0.4 mol;装置E增加的质量是二氧化碳的质量,39.6 g二氧化碳物质的量为0.9 mol;故14.8 g有机物X中含氢原子0.8 mol,碳原子为0.9 mol。可计算出有机物X中氧元素的质量为3.2 g,其物质的量为0.2 mol;所以有机物X中C、H、O原子个数比为9:8:2。它的最简式为C<sub>9</sub>H<sub>8</sub>O<sub>2</sub>。

[教师]现代元素分析仪能更快捷地得出碳、氢、氧个数比。X的最简式确定了,确定它的分子式还需要什么数据?

[学生]分子量。

[教师]可用什么方法测得分子量?

[学生]用质谱仪测定。根据X的质谱图(图3)分析,可得其分子量为148,所以X的分子式为C<sub>9</sub>H<sub>8</sub>O<sub>2</sub>。

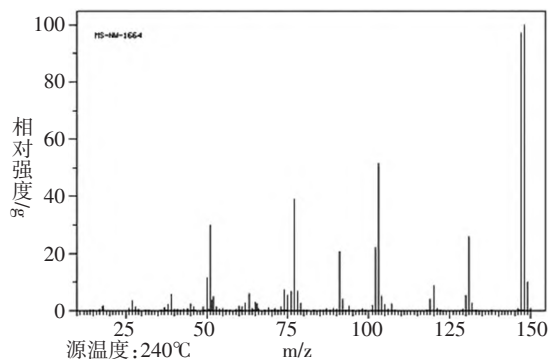


图3 有机物X的质谱图



### 环节三:确定X的结构式

[教师]X的分子式为 $C_9H_8O_2$ ,如何分析它的结构呢?先确定它的不饱和度,再猜想其中可能含有的官能团?

[学生]不饱和度为6,可能含苯环,还可能含的官能团有: $-COOH$ 、 $-CHO$ 、 $-COO-$ 、碳碳双键等。

[教师]如何确定官能团?

[学生]物理方法有:红外光谱仪和核磁共振氢谱仪。化学方法有:通过实验来确定X含有的官能团。

[实验探究2]验证X中含有的官能团。

实验药品及仪器:X的溶液、5%硫酸铜溶液、10%氢氧化钠溶液、酸性高锰酸钾溶液、石蕊试剂、溴水、试管(若干)、胶头滴管(若干)、试管夹、酒精灯、火柴。

学生自主设计实验方案,动手操作实验。根据实验结果自主分析,总结出X中所含官能团的种类及个数。

[学生]陈述实验结果:小组一的同学将X的溶液与新制氢氧化铜混合加热,发现未出现砖红色沉淀,说明不含 $-CHO$ 。小组二同学往X的溶液中加入石蕊试剂,溶液变红,说明含 $-COOH$ 。结合X分子式 $C_9H_8O_2$ ,其中含两个氧原子,故X中不含 $-CHO$ 、 $-OH$ 、 $-COO-$ (酯链)。有机物X不饱和度为6,苯环不饱和度为4,羧基不饱和度为1,推测X中含有碳碳双键,尝试加溴水验证,发现溴水褪色,说明X中含有碳碳双键。

实验结论:有机物X中含一个苯环、一个羧基、一个碳碳双键。

[教师]请同学们依据实验结论并结合分子式,写出X可能的结构简式。

[学生]写出五种符合上述条件的结构简式(图4)。

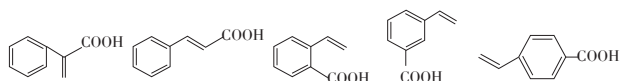


图4 有机物X的五种可能的结构简式

[教师]这些可能的结构中,到底哪一种是X呢?还需要用什么数据才能确定X?

[学生]根据X的核磁共振氢谱进行分析。

X的核磁共振氢谱图显示,有六种化学环境的氢原

子,其峰面积比为1:2:2:1:1:1。所以有机物X的结构式为: ,因其来自肉桂,故命名为“肉桂酸”。

### 环节四:以肉桂酸为基础物的有机合成和应用

1. 肉桂酸与醇生成的物质香味更浓郁、更持久。可用作食用香精,也可用作日化用品香精,香皂、洗衣粉、洗发水等就可加入这种香精。

2. 安耐晒防晒霜成分中有甲氧基肉桂酸乙基己酯(),能有效吸收280-320 nm紫外线,安全低毒,不刺激皮肤,且有抑制形成黑色酪氨酸酶的作用,能使褐斑变浅、甚至消失。

[教师]以上两个应用中利用了肉桂酸和甲氧基肉桂酸的什么性质?可以发现分子结构中肉桂酸分子中的哪个官能团发生了变化?

[学生]羧基发生酯化反应。

[教师]肉桂酸在药物合成方面有广泛的应用。图5是抗惊厥药物主要成分分子的结构简式,与肉桂酸分子的结构对比不难发现羧基变为了酰胺基。图6为这一合成药物的过程中所涉及到的二步反应。第一步反应的反应物中, $R'$ 为氢原子时为肉桂酸, $R'$ 为 $OCH_3$ 时为肉桂酸的衍生物对甲氧基肉桂酸,同学们观察图6,能否看出酰胺基是如何生成的?

[学生]第一步羧基上的 $-OH$ 被氯原子取代形成酰氯基,第二步酰氯基上的氯原子被氨基酸的

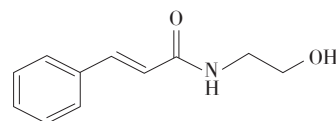
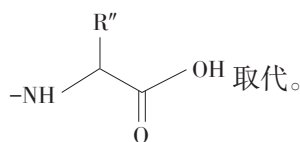
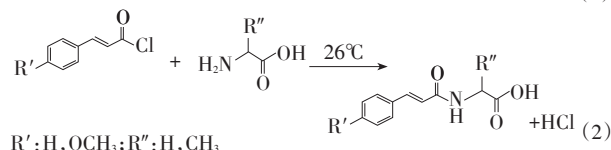
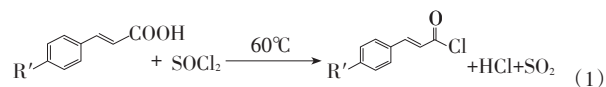


图5 抗惊厥药物的结构简式



$R': \text{H}, \text{OCH}_3; R'': \text{H}, \text{CH}_3$

图6 肉桂酰氨基酸的合成路线<sup>[2]</sup> (下转第63页)





### 3. 组织有效活动促进深度学习

组织有效的活动是帮助学生解决时事热点中学科问题的必要途径与有效方式。加德纳曾说:学科最重要的是事实背后的思维方式,学科教育最重要的目的是训练学生的学科思维。学生活动的目的不在于形式上的自主性或者热闹程度,而是在于学生是否在积极地思维,是否在按照化学学科特有的观察和理解世界的方式去思维。学生实验是化学课堂最常见的活动方式。在常态教学中,教师很难让所有课堂实验成为真正意义上的开放性探究实验。但教师可以尽可能在实验前的方案设计、实验中的操作和观察以及实验后的结论和分析等环节中引导学生以一种研究者的视角去思考,关注实验过程。

“碳和碳的化合物”复习课注重对教材实验进行二次设计,让学生根据所给药品和仪器模拟设计“产生、捕捉 CO<sub>2</sub> 并证明捕捉成功”的实验方案并完成实验,把学生的思维过程和实验过程紧密结合起来。同时,课堂上融合实验设计、实验探究、交流讨论和反思提升等活动,通过抽象、推理、建模、运算等方法,促进学生学会用化学思维解决问题,体悟科学探究的过程,建立微观、宏观和化学符号之间

的关系。

### 4. 分析时事热点培养审辩思维

审辩式思维是一种通过理性达到合理结论的过程。在课堂学习过程中,要培养学生独立进行思考,不懈质疑,学会根据自己的思考、知识、经验和理性作出独立的判断。“碳和碳的化合物”复习课通过审问、慎思、明辨、决断的过程,既让学生感受二氧化碳人类生活的不良影响,又让学生体会到二氧化碳的重要作用,既让学生看到植树造林、海洋吸收二氧化碳的积极意义,又让学生知道它们的不足之处。课堂中通过不断地让学生用化学的视角辩证地看待问题、探讨问题,从而让学生明白任何矛盾的双方既是相互对立又是相互依存的,逐渐把学生引入高阶思维。

### 参考文献

- [1] 王祖浩. 义务教育教科书·化学[M]. 上海: 上海教育出版社, 2012.
- [2] 周洁. 饕餮盛宴, 不如“食”之有道——省评优课“人类重要的营养物质”课堂实录与思考[J]. 化学教与学, 2018(5): 48-51.

(上接第 47 页)

[总结] 同学们, 我们研究了肉桂中的提取物之一肉桂酸, 从定性分析到定量分析, 到分子式的确定, 再到结构式的确定及合成应用, 实现了自主探究。在有机物的学习中, 我们要学会从已掌握的研究有机物的方法来分析未知物, 再利用未知物设计新的有机物。有机化学最大的贡献是发现和创造, 发现和利用自然界的有机物, 再创造出新的有机物来提升生命质量、促进社会发展。

### 五、教学反思

本课以探究肉桂酸分子结构为情境, 围绕认知发展、驱动性问题两方面展开教学。认知发展方面: 原有知识→探究未知有机物→运用新知。驱动性问题方面: 有机物 X 的组成分析→分子式的确定→结构式的确定→合成应用。由《神农本草经》和《本草纲目》

对肉桂的记载引入课题, 激发学生的兴趣和好奇心, 从而衍生出学习任务——研究肉桂酸的结构, 以问题驱动学习活动, 并以活动的开展和问题的解决来实现教学目标, 使学生直观体验研究有机物的一般步骤和方法, 分析未知物的组成、结构、性质及合成应用。引导学生用所学习的化学知识和学科观念分析问题、解决问题, 提升学生的学科素养, 让学生体验化学知识在解决问题中所起的重要价值。

### 参考文献

- [1] 中华人民共和国教育部. 普通高中化学课程标准(2017版 2020年修订)[S]. 北京: 人民教育出版社, 2020.
- [2] 赵从飞. 肉桂酸及其衍生物的合成研究[D]. 合肥: 合肥工业大学, 2016: 28-29.