



指向核心素养的高中有机化学教学研究

麦达勤 陈博殷 郭虹燕

(广州市第七中学 广东 广州 510080)

摘要:针对有机化学,基于新课标的定位、高考的考核要求、学生学习的思维障碍、有机化学的核心素养发展内涵,以人教版化学选修5有机化学基础为教材,对高中有机化学的教学进行系统思考、整体规划,根据具体案例内容特点,侧重发展学生某类素养。列举“有机物的结构特点”“研究有机物的一般方法步骤”“脂肪烃”“卤代烃”“酚”“羧酸酯”“有机合成”八个案例中的典型教学片段,阐述在教学中发展学生核心素养的具体措施。

关键词:有机化学;核心素养;教学案例;线上教学

文章编号:1008-0546(2021)02-0002-09

中图分类号:G632.41

文献标识码:B

doi:10.3969/j.issn.1008-0546.2022.02.001

一、问题提出

有机化学作为一门基础科学,与其他学科交叉渗透,与人类衣食住行息息相关;其目标之一是将分子的结构与其能发生的反应联系起来,研究每类反应发生的步骤,并通过应用这些过程构建新的分子^[1]。学习有机化学对学生发展学科核心素养具有重要意义,其重点发展学生“宏观辨识与微观探析”的素养,也承担了“变化观念与平衡思想”“证据推理与模型认知”“科学探究与创新意识”“科学态度与社会责任”的发展功能^[2]。

1.新课标对有机化学模块的定位

《普通高中化学课程标准(2017年版)》将有机化学设置为“必修+选择性必修”模式,必修阶段的有机化学教学旨在引导学生对有机化学世界有初步的认识和了解,包括认识有机物的结构特点,典型有机物的性质、有机化学研究的价值。选择性必修将有机化学基础课程设置为3个主题,依次为有机化合物的组成与结构,烃及其衍生物的性质与应用、生物大分子及合成高分子^[3]。其中,主题1从分子结构、官能团、化学键3个层次逐渐深入,帮助学生建立认识有机物的组成与结构的基本思路,一方面外显了“基于原子间的连接顺序、成键方式和空间排布认识有机物分子结构”的基本角度,另一方面,明确了“从官能团的视角认识有机物的分类,从化学键(类型、极性)的视角认识官能团与有机物的转化”的基本思路;主题2、3具体分类探讨常见有机物的结构、性质和应用,关注从官能团转化和成断键角度概括反应特征与规律,说明预测化合物的性质^[4]。

2.高考对有机化学的考核要求

高考综合改革启动后,化学成为学业水平考试等级考选考科目之一。化学科以高考评价体系为指导,基于学科特点、高中化学课程标准和高校人才选拔要求,确定考查的必备知识、学科素养和关键能力,提出具有基础性、综合性、应用性、创新性的情境化考查思路^[5]。其中,具体到对有机化学的考核,考题中经常会呈现与陌生有机物、陌生化学反应相关的真实情境,要求学生提取题目关键信息,整合已有基础知识进行解答。以2020高考化学全国卷Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ为例,试题以中药材提取的前列胡醇和金丝桃苷为情境,考查有机物的结构和性质;以有机超强碱、维生素E、[4+2]环加成反应制备的多官能团化合物的合成路线为情境,考查有机化合物的命名、结构简式、常见有机反应类型、同分异构体等^[6]。而解题的关键信息在题干中直接呈现或蕴含在分子结构、反应流程中,需要学生准确筛选、加工、应用。总体而言,高考对有机化学的考核,体现了对学生发展核心素养的具体要求,即通过有机物结构、反应、性质和应用的具体知识经验的学习,在面对不同情境下的有机物性质探究、结构测定、有机合成和推断等问题时,能自主调用有机物的核心角度,具备宏微结合解决问题的关键能力^[2]。

3.学生学习有机化学的思维障碍

根据文献分析和笔者多年循环教学经验总结,有机化学学困生和中等生主要障碍在于不能基于化学键水平分析化学反应与物质性质的关系。譬如分析一个陌生有机物性质时,中等生主要基于官能团和物质类别,学困生则基于典型代表物的性质;对于一个



化学反应,中等生能判断反应类型,但缺乏基于成键键的视角对该反应进行迁移应用,学困生对各物质认知孤立,没有理清物质分子结构变化与其性质的内在联系,凭感觉答题。因此,有机化学的教学应帮助学生形成结构化知识以及认识有机物的有序思维^[7],将学科核心素养的发展贯穿整个有机化学课程。

二、基于有机化学的核心素养发展内涵

王磊等学者聚焦有机化合物主题,揭示该主题特定的学科核心素养发展要求及内涵实质(表1),进而构建该主题的学业质量水平模型(图3),对后续教学具有指导意义。

表1 有机化合物主题的学科核心素养发展内涵^[8]

素养维度	素养发展内涵
宏观辨识与微观探析	对有机化合物的认识角度的丰富,发展了结构(分子组成、碳骨架、官能团、基团间相互影响、化学键、空间结构)角度;对有机化合物认识方式的转变,基于官能团和化学键认识有机化合物及其性质,分析结构,精准预测物质性质,从宏观和微观相结合的视角分析与解决实际问题
变化观念与平衡思想	对有机反应的认识角度的丰富,建立从反应类型、反应物、生成物、试剂条件、现象等角度,能够多角度、动态地分析生产生活现象,进行合成路线的设计
证据推理与模型认知	建构有机化合物分子的结构分析模型(图1)和多角度认识有机反应的思路模型(图2) 单双三键 (键的饱和性) 极性键、非极性键 (键的极性) 基团间的相互影响 (键的极性) 官能团及相邻基团中的化学键 官能团和碳骨架 有机物的分子结构 反应物的活性部位、 反应类型…… 有机物的性质 图1 有机化合物分子结构分析模型 认识水平 化学键变化水平 官能团转化水平 有机反应 反应类型(取代、加成、消去、氧化、还原) 反应物 生成物 试剂 条件 现象 认识角度 图2 多角度认识有机反应思路模型
科学探究与创新意识	建立常见有机化合物鉴别、检验、保存、分离、除杂的基本思路;建立有机化合物性质探究和结构测定的基本思路
科学态度与社会责任	建立化学视角,从有机化合物组成、结构、性质和转化等的相关知识分析解决相关问题,形成正确的价值观念

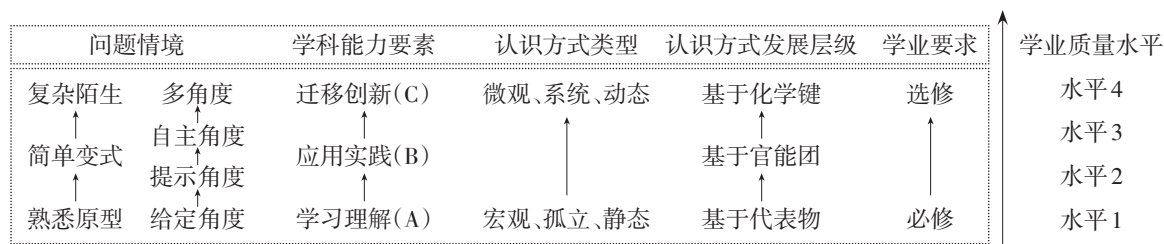


图3 有机化合物主题学业质量水平划分维度^[8]

三、指向化学核心素养的有机化学教学研究

基于上述分析,我校高二备课组以人教版化学选修5有机化学基础为教材,同时参考其他版本教材,根据教学内容、教学要求、本校学生整体水平和教学时间安排等,对高中有机化学的教学进行系统思考、整体规划,根据具体案例内容特点,侧重发展学生某类素养。现列举表2案例中的典型教学片段,阐述在教学中发展学生核心素养的具体措施。

1. 案例1“有机物结构特点”线上教学

【教学片段】有机化合物中碳原子的成键特点及典型有机物的结构

【片段概述】2020年由于新冠疫情的原因,本节课的内容以线上教学形式开展,教师依托钉钉平台进行直播授课,课堂上学生通过文字、拍照上传、连麦回答等形式参与实时互动。针对有机化合物中碳原子成键特点的学习,从碳原子最外层电子数,引出碳原子形成的共价键数目,进一步引出碳原子间的共价键结合方式(碳碳单键、碳碳双键、碳碳三键);之后让学生书写常见原子H、N、O、F、S、Cl的最外层电子数,引出该原子乃至对应同主族ⅣA族、ⅤA族、ⅥA族、ⅦA族非金属原子常见的共价键数目,进一步引出原子间的共价键结合方式;之后介绍甲烷、乙烯、乙炔的分子



表2 有机化学教学案例

所属主题	案例名称	教学片段	侧重发展的素养
有机化合物的组成与结构	有机物的结构特点	有机化合物中碳原子成键特点 典型有机物的结构	宏观辨识与微观探析
	研究有机物的一般方法步骤	元素分析法+仪器分析法	证据推理,科学态度与社会责任
烃及其衍生物的性质与应用	脂肪烃	烷烃烯烃炔烃的结构及性质	宏观辨识与微观探析
	卤代烃	溴乙烷的消去反应	科学探究与创新意识
	酚	苯酚的结构与性质预测	宏观辨识与微观探析,证据推理与模型认知
	羧酸 酯	乙酸乙酯的水解	科学探究与创新意识
	有机合成复习课	有机合成信息迁移题训练	宏观辨识与微观探析,变化观念与平衡思想
生物大分子及合成高分子	合成高分子化合物的基本方法	课前引入——施陶丁格的故事	科学态度与社会责任

结构,三个物质的结构是有机物中的核心结构,可以为学生认识其他有机物分子空间构型铺垫。

【课堂呈现】教学过程中,为实现线上实物投影,教师借助 ivcam 软件,将手机屏幕或手机摄像头拍摄到的画面呈现到电脑屏幕,边讲边板书(图4);为帮助学生更加直观地认识分子结构,教师投影实物模型,也借助 ChemDraw 展示分子立体、动态的球棍和比例模型;同时建议学生课下购买分子模型进行拼装,安装 KingDraw 软件自行体会不同分子的立体结构。其中 KingDraw 是国内专业型化学结构式编辑器,可应用于电脑或手机端,软件下载方便,操作简单,具有根据结构式快速呈现其球棍、比例模型,对物质的化学属性进行分析,将名称和结构式互换等优点,适合学生有机化学学习使用(图5)。

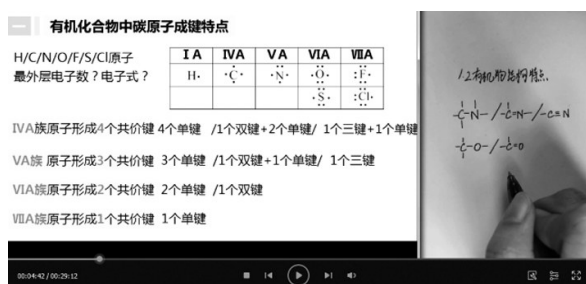


图4 线上课录

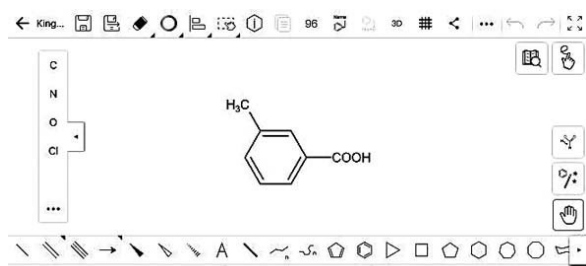


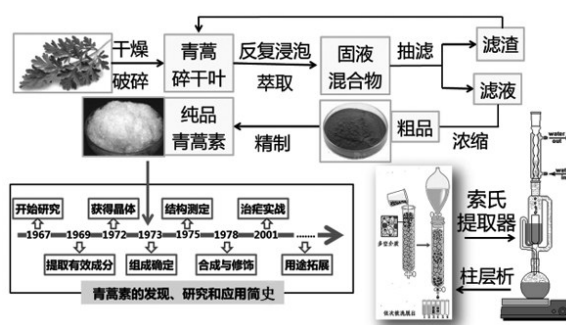
图5 KingDraw 手机版界面

【素养发展】有机物的结构特点是学生认识有机物的关键点,本案例将信息技术与课堂教学有机整合,重点发展学生“宏观辨识与微观探析”的核心素养,即促进学生建立认识有机物的方法,包括从微观的角度理解有机分子中原子的连接顺序、成键方式。

2. 案例2“研究有机物的一般方法步骤”

【教学片段】元素分析法+仪器分析法

【片段概述】以屠呦呦团队发现研究青蒿素过程为主线,先通过青蒿素提取过程回顾上节课物质分离提纯知识(图6),再引出元素分析法确定实验式、质谱(MS)法测定相对分子质量、红外光谱(IR)和核磁共振氢谱($^1\text{H-NMR}$) 鉴定分子结构;由于根据这些信息仍无法确定青蒿素的分子结构,再拓展介绍当时使用到的X射线衍射法(图7)。

图6 青蒿素提取工艺流程^[9]

【课堂呈现】教学过程中,将化学知识融入青蒿素的发现故事中,带领学生感受当年科学家细致严谨、克服诸多困难的科学探究过程,学生普遍兴趣盎然。其中,对青蒿素的实验式,设置一组数据让学生体会运算过程“已知青蒿素分子中只含C、H、O三种元素,将28.2 g青蒿素样品放在硬质玻璃管中,缓慢通入氧



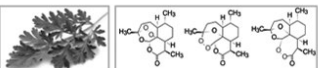
		
目的	测定方法	获取信息
推断实验式	元素分析	C63.72%、H7.86%
测定分子量	质谱仪	282
获取官能团信息	红外光谱	含六元环内酯键、过氧基、无双键、苯环
获取H/C与原子信息	核磁共振氢/碳谱	含3个甲基、多环
1973年北京中药所开始对青蒿素Ⅱ进行结构测定,屠呦呦小组确定了青蒿素Ⅱ的外观、熔点、旋光 $[\alpha]_{17D}$,经化学反应确定无氮元素无双键,通过元素分析和四大光谱测定,明确分子式为 $C_{15}H_{22}O_5$,相对分子质量为282,推断青蒿素Ⅱ可能是一种倍半萜内酯。 根据这些信息仍无法确定青蒿素的分子结构 ↓ X射线衍射(XRD)		

图7 仪器分析法鉴定青蒿素分子结构^[10]

气流数分钟,用酒精喷灯持续加热样品,将生成物先后通过无水氯化钙和碱石灰,两者分别增重19.8 g和66 g,生成物完全被吸收,且排除外界物质对反应体系的影响”,学生能较快算出青蒿素的实验式 $C_{15}H_{22}O_5$ 。而对于X射线衍射法,为学生讲述不同机构不同学科的协助过程“屠呦呦及其同事与中国科学院生物物理所取得联系,用当时国内先进的X衍射方法测定青蒿素的化学结构。生物物理所在化学结构推断的基础上,利用四圆X射线衍射仪,测得了一组青蒿素晶体的衍射强度数据,利用北京计算中心计算机进行计算,得到了青蒿素晶体结构^[10]”,引导学生感悟科研过程是一个多学科融合的过程。最后播放展示质谱仪、红外光谱仪、核磁共振氢谱仪内部构造及原理三段视频,让学生切实感受这三种现代化学仪器,使科学可视化。该视频来源火花学院,制作精美,学生能够透视仪器内部立体结构,感受现代科学技术的发展。

【素养发展】本案例中教师通过青蒿素的发现这一真实情境,将科学本质设计在教学环节中并外显落实。其一,教学旨在发展学生“证据推理”素养——能定性与定量结合收集证据,不同视角结合推测出合理结论;其二,发展学生“科学态度与社会责任”素养——包括严谨求实的科学态度,探索未知、崇尚真理的意识,赞赏化学对社会发展的重大贡献^[2]。

3.案例3“脂肪烃”

【教学片段】烷烃、烯烃、炔烃的结构及化学性质预测

【片段概述】选取烷烃、烯烃、炔烃的代表物乙烷、乙烯、乙炔三种链烃进行对比教学,展示其结构式,引导学生关注化学键的特点(表3),考虑键与化学性质的关系。明确化学键的分析角度包括键的饱和性和键的极性:根据键的饱和性,双键或三键有部分键易断裂,两端C原子可结合其他原子或原子团(展示键能、键长、性质,拓展其 σ 键和 π 键的组成本质,表4);

而根据键的极性,可以判断有机物分子的反应活性部位(反应断键部位),极性强弱的判断可以根据两元素的电负性差大小(展示常见元素的电负性数值);受分子中邻近基团或外界环境影响,键极性和强弱程度可能发生变化。以此为基础,引出对上述物质氧化反应、取代反应、加成反应、加聚反应的分析。

表3 乙烷、乙烯、乙炔的结构特点

	乙烷	乙烯	乙炔
结构式	$\begin{array}{c} \text{H} & & \text{H} \\ & \diagdown & / \\ & \text{C} - \text{C} & \\ & / & \diagdown \\ \text{H} & & \text{H} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{H} & & \text{H} \\ & \diagdown & / \\ & \text{C} = \text{C} & \\ & / & \diagdown \\ \text{H} & & \text{H} \end{array}$	$\text{H} - \text{C} \equiv \text{C} - \text{H}$
键特点	C-C	C=C	C≡C
是否饱和	C原子饱和	C原子不饱和	C原子不饱和
&极性	C-H 极性键	C-H 极性键	C-H 极性键

表4 乙烷、乙烯、乙炔中的碳碳键属性^[11]

	C-C	C=C	C≡C
键长(nm)	0.154	0.134	0.120
键能(kJ/mol)	345.6	610	835
性质	很稳定	1个键易断裂	2个键易断裂
说明	C=C不是C-C的两倍,比2倍要小;C≡C不是C-C的三倍,也不是C=C和C-C的简单相加,比加和值要小		
(拓展)本质	1个碳碳 σ 键	1个碳碳 σ 键, 1个碳碳 π 键	1个碳碳 σ 键, 2个碳碳 π 键

【课堂呈现】根据所展示的三种烃结构式,引导学生思考两个问题“Q1:如何分析物质组成结构与性质的关系?”,“Q2:预测乙烷、乙烯、乙炔三种物质存在哪些共同性质?”。学生能够答出烷烃、烯烃、炔烃都含有C-H键,但碳碳键的种类不同。根据其均为有机物,预测能够燃烧(氧化反应);根据 $\text{C}\equiv\text{C}$ 和 $\text{C}=\text{C}$ 均为不饱和键,预测其能发生加成反应;而根据其都含有C-H键,部分学生大胆预测都能发生取代反应,如与氯气取代。教师进一步引导,乙烯、乙炔非常难与氯气发生取代,原因是乙烯中 $\text{C}=\text{C}$ 键其中一个键更活泼,与 Cl_2 更易发生加成反应(乙炔类似);但丙烯,在低温下与氯气发生加成反应,而高温或光照条件下,与 $\text{C}=\text{C}$ 键相连C上的氢易被取代,体现了烷烃相似的性质。综上,化学键相同,性质相似;但物质的性质,除了考虑化学键饱和性和极性,还有考虑化学键之间的相互影响,如双键、三键对碳氢单键的影响,以及外界环境(反应条件)的影响。

【素养发展】本案例没有孤立学习链烃的知识,而



是把其放在一起对比分析,启发学生学习新知时学会合理迁移;重点发展学生“宏观辨识与微观探析”的核心素养——即能根据有机物分子的组成和结构特点,尤其是化学键的性质分析其性质,乃至预测陌生物质的性质。

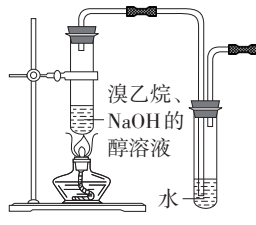
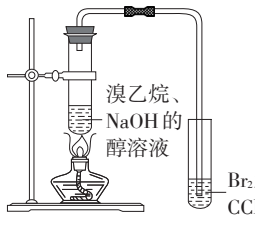
4.案例4“卤代烃”

【教学片段】溴乙烷的消去反应

【片段概述】通过展示溴乙烷在氢氧化钠乙醇溶液混合加热后生成物中有机物的核磁共振氢谱(显示只有一种等效氢),推导该物质为乙烯,介绍消去反应的定义,引导学生设计实验证明产物为乙烯,强调实验方案设计思路——先分析存在的核心反应,再分析目标检验物中含有的杂质(包括沸点低的反应物、其他产物或者副反应的产物),再分析各种成分常见的化学性质,之后再筛选出合适的方案,开展实验得出结论。

【课堂呈现】根据核磁共振氢谱,学生能很快推导出有机产物为乙烯,凸显了仪器分析法的作用,教师随后从微观角度解释该反应——溴乙烷在氢氧化钠乙醇溶液中混合加热, C-Br 键和β位的 C-H 键活性极大被诱发,使 C-Br 键和β位上的 C-H 键容易断裂,从而脱去溴化氢小分子,生成含不饱和键的化合物乙烯。教师进一步追问“如何设计实验证明产物有乙烯”,很多学生根据双键的特点,想到将生成物直接通入高锰酸钾、溴水或溴的四氯化碳溶液中,观察溶液是否褪色加以判断,教师提示“考虑待检验物中是否有干扰成分,是否有鉴别试剂发生反应”,要求学生设计两种以上实验方案,绘制实验装置图并用流程表示反应过程,与小组同学交流实验方案(表5为参考答案)。其中,大部分学生能考虑到使用高锰酸钾检验需要排除乙醇的干扰,但少部分学生能想到通过水洗这种简单而环保的方法除杂。

表5 溴乙烷与氢氧化钠乙醇溶液混合加热有机产物鉴别实验

	成分分析	乙烯	乙醇	水
性质分析 (能否与鉴别试剂反应,是√否×)	鉴别试剂			
	酸性高锰酸钾	√	√	×
	溴水	√	×	×
	溴的四氯化碳	√	×	×
实验方案 实验装置图 + 实验流程	 CH₂=CH₂ (乙醇水) $\xrightarrow{\text{水}}$ CH₂=CH₂ (水) $\xrightarrow{\text{KMnO}_4}$ KMnO₄ 褪色  CH₂=CH₂ (乙醇水) $\xrightarrow{\text{Br}_2 \text{水} / \text{Br}_2 \text{四氯化碳溶液}}$ 溶液褪色			

【素养发展】本案例通过让学生设计溴乙烷消去反应后产物的检验方案,关注含杂质的待测物的检验思路,侧重发展学生“科学探究与创新意识”素养——即能从问题出发,确定实验目的,设计实验方案,开展实验探究,基于现象或数据进行分析,得出结论,交流成果。

5.案例5“芳香烃”^[12]

【教学片段】苯酚的结构与性质

【片段概述】通过观察苯酚样品及溶解性的实验,有序说出苯酚的主要物理性质;通过分析苯酚的结构特点,并与乙醇、苯进行比较,同时类比甲苯中甲基和苯环之间的相互影响,预测苯酚化学反应中断键位置

和断键的难易程度,进一步预测其化学性质;通过实验或信息呈现的宏观现象,验证预测,分析化学反应对应的成断键位置,判断反应类型,书写反应方程式。最后以苯酚的学习为例,归纳有机物学习的一般方法。

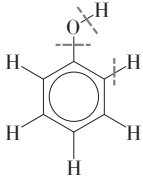
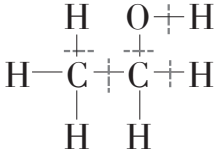
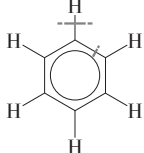
【课堂呈现】①苯酚物理性质:通过观察样品,学生能够讲出苯酚是一种无色有特殊气味固体,常温在水中微溶,升高温度与水混溶,教师进一步归纳物理性质的认识角度。

②苯酚结构及性质预测:学生观察苯酚的球棍模型,类比乙醇和苯的结构特点(表6),结合键的饱和性和极性,苯可以断 C-H、苯环上的 C-C 键(依据苯可跟



氢气加成,断大 π 键),乙醇可断开C-O和O-H键,推测苯酚也可以断C-H、O-H、C-O、C-C键。

表6 苯酚、乙醇、苯的结构比较

苯酚球棍模型观察	苯酚	乙醇	苯
			
预测苯酚在化学反应中的断键位置:C-H、O-H、C-O、C-C			

③认识苯酚的酸性,了解苯环对羟基的影响——教师引导“对比甲苯和苯,苯环使甲基更活泼,甲基更容易发生反应,那苯酚的羟基和苯环是否会互相影响?”学生进行苯酚乳浊液与氢氧化钠溶液反应的实验,通过液体变澄清的现象,证明苯酚具有酸性;教师追问“如何设计实验比较盐酸和苯酚溶液酸性的强弱?”学生依据强酸制弱酸的原理,设计将上一步生成的苯酚钠溶液与盐酸反应,通过反应后溶液变浑浊的现象,证明盐酸酸性比苯酚强。教师进一步追问“如何设计实验比较苯酚和碳酸酸性的强弱?”,学生可以答出向盛有苯酚钠溶液的试管中通入二氧化碳的实验,但对两者反应后生成的是碳酸钠还是碳酸氢钠存在疑问。教师给出问题解答关键点“往苯酚的乳浊液中加入碳酸钠溶液,乳浊液变澄清”,学生由此理解苯酚和碳酸钠不能大量共存,所以苯酚钠溶液与二氧化碳反应产物为碳酸氢钠。

④认识苯酚的取代反应,了解羟基对苯环的影响。

教师引导“苯环对羟基的影响使羟基的共价键更容易断开,那么羟基对苯环是否有影响”,回顾苯与液溴的反应条件后,学生进行苯酚与浓溴水的反应,通过观察两者产生的白色沉淀,结合反应试剂和条件,得出结论苯酚分子中苯环的氢原子容易被溴原子取代。

⑤了解苯酚的特性:学生进行苯酚与氯化铁反应实验,得出苯酚定性检测的方法。

【素养发展】本节课是比较典型的元素化合物课,教学过程中引导学生分析碳骨架、官能团、化学键的特点,结合已学过的物质进行类比迁移,有依据地推断陌生物质的化学性质,并进一步设计实施实验、观察宏观现象验证推测,说明分子的微观变化,在教学推进过程中总结完善认识有机物的角度、思路,逐步建构起有机物认知模型(图8);以此发展学生“宏观辨识与微观探析”“证据推理与模型认知”的核心素养。

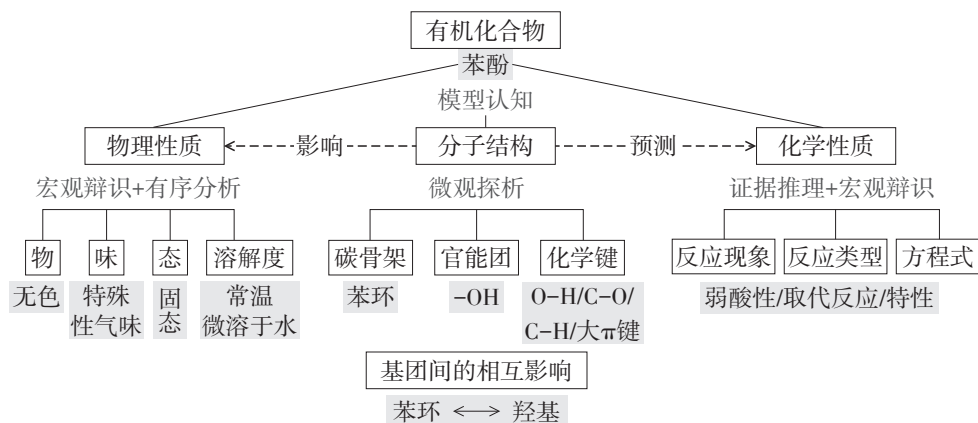


图8 有机物认知模型(以苯酚为例)

6.案例6“羧酸 酯”

【教学片段】探究乙酸乙酯在不同条件下的水解速率

【片段概述】以探究乙酸乙酯在中性、酸性、碱性溶液以及不同温度下的水解速率为实验目的,引导学生设计实验方案;强调关注两个方面:其一,如何判断



乙酸乙酯在不同条件下水解速率的大小?其二,注意控制变量,即除了要观察的变量外,其余变量都应该始终保持相同,因此探究酸碱度对反应速率的影响,需要控制哪些条件不变?探究温度对反应速率的影响,需要控制哪些条件不变?之后分小组讨论设计实验,进行实验记录数据和现象,得出结论并从速率、平衡等角度分析原因。

【课堂呈现】课堂提供可选择的试剂:乙酸乙酯、0.1 mol/L 稀硫酸、0.1 mol/L 含酚酞的 NaOH 溶液,蒸馏水,提醒学生用较少的实验步骤解决问题,设计实验记录在表 7,较多学生能写出与表 7 参考答案类似的步骤,而关于如何判断乙酸乙酯在不同条件下水解速率的大小,教师引导关注物质的溶解性,部分学生能够回答出来观察相同时间酯层消失速度,教师进一步提示实验过程可以给乙酸乙酯染色以更好观察酯层变化。随后学生开展实验,并在表 8 进行水解反应的小结。根据实验结论,学生能够从升温有利于加快反应速率促进平衡正向移动(水解是吸热反应),氢氧化钠能消耗乙酸促进反应正向进行的角度进行分析,最后书写对应的化学反应方程式。

表 7 乙酸乙酯在不同条件下的水解速率探究实验设计&记录表
(括号内为参考答案)

组号	乙酸乙酯 用量 /mL	加入促水解试剂 的名称、用量	反应温 度/°C	相同时间酯 层消失速度
1	(2)	(5mL 蒸馏水)	(70)	
2	(2)	(5mL 0.1mol/稀硫酸)	(70)	
3	(2)	(5mL 0.1mol/L 含酚 酞的 NaOH 溶液)	(70)	
4	(2)	(5mL 0.1mol/L 含酚 酞的 NaOH 溶液)	(50)	
5	(2)	(5mL 0.1mol/L 含酚 酞的 NaOH 溶液)	(30)	

表 8 水解反应小结

环境	中性		酸性		碱性	
温度	常温	加热	常温	加热	常温	加热
相同时间内酯 层消失速度						
结论						

【素养发展】本案例旨在发展学生的“科学探究与创新意识”素养,引导学生关注实验设计对变量的有序控制、实验隐含的多变量、实验结果的表征。

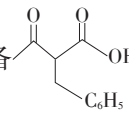
7. 案例 7“有机合成复习课”

【教学片段】有机合成信息迁移题训练

【片段概述】选取四组有机合成相关材料,分别为 2019、2018、2015 年的全国 I 卷的有机合成路线和磷酸氯喹的合成路线,这四道题目的特点都是让学生直接在流程里分析后续反应所需的原理。教学过程引导学生先分析陌生物质反应前后没有变化的基团以及碳骨架的变化,重点关注变化部分的成断键情况。教学过程,教师先举例讲解明确分析思路 and 角度,之后学生独立完成练习后组内合作交流,最后小组代表上台展示解题过程,师生共同突破合成路线的疑难点,系统有序设计有机合成的路线。

【课堂呈现】

(材料一 2019 全国 I 卷)化合物 G 是一种药物合成中间体,其合成路线如图 9。Q1:写出反应②的机理,用符号表示断键和成键的位置(用虚线表示断键位置,用箭头表示成键的位置);Q2:写出反应⑤的机理,用符号表示断键和成键的位置(用虚线表示断键位置,用箭头表示成键的位置);Q3:设计由甲苯和乙酰

乙酸乙酯($\text{CH}_3\text{COCH}_2\text{COOC}_2\text{H}_5$)制备  的合成路线____(无机试剂任选)。

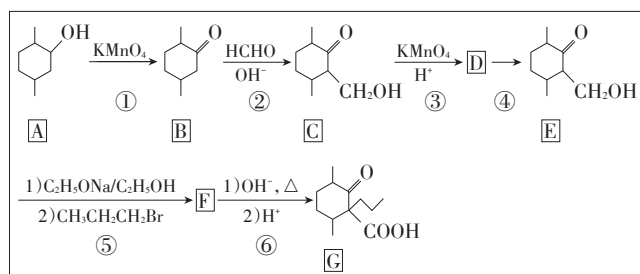


图 9 化合物 G 的合成路线

(材料二 2018 全国 I 卷)化合物 W 可用作高分子膨胀剂,一种合成路线如图 10。Q1:写出反应⑤的机理,用符号表示断键和成键的位置(用虚线表示断键位置,用箭头表示成键的位置);Q2:写出反应⑦的机理,用符号表示断键和成键的位置(用虚线表示断键位置,用箭头表示成键的位置)。

(材料三 2015 全国 I 卷)A(C_2H_2)是基本有机化工原料。由 A 制备聚乙烯醇缩丁醛和顺式聚异戊二烯的合成路线(部分反应条件略去)如图 11 所示。Q1:写出反应④的机理,用符号表示断键和成键位置(用虚线表示断键位置,用箭头表示成键的位置);Q2:参照异戊二烯的上述合成路线,设计一条由 A 和乙醛为

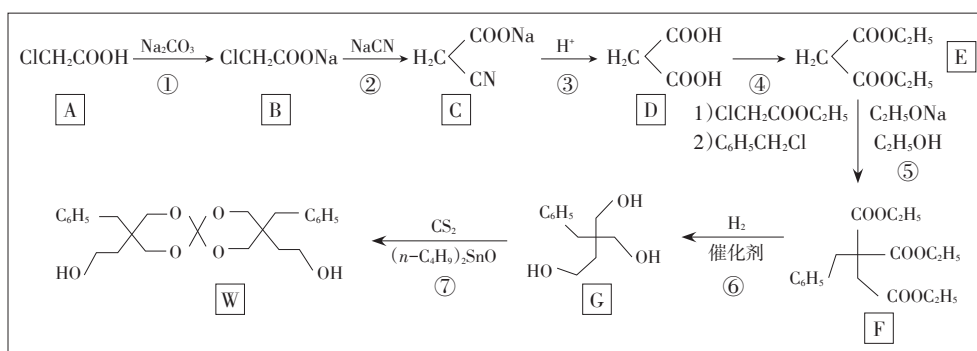
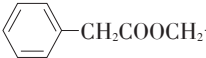


图10 化合物W的合成路线

起始原料制备1,3-丁二烯的合成路线。Q3: 苯乙酸苄酯()是花香型香料,设计由

苯甲醇为起始原料制备苯乙酸苄酯的合成路线(无机试剂任选)。

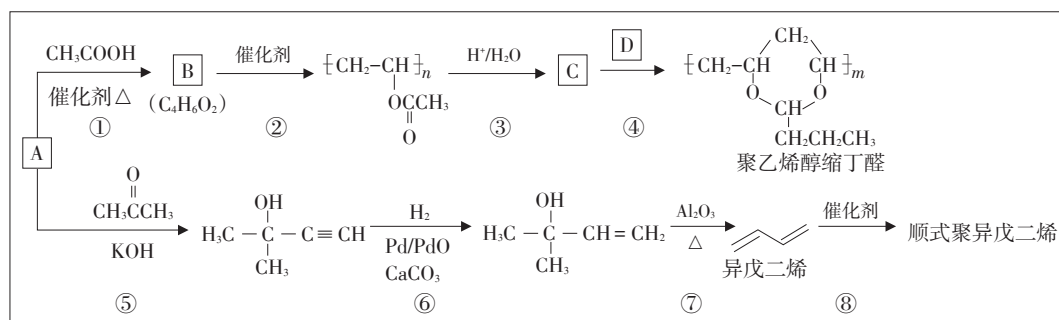


图11 合成路线

(材料四)2020年2月17日下午,在国务院联防联控机制发布会上,科技部生物中心副主任孙燕荣告诉记者:磷酸氯喹对“COVID-19”的治疗有明确的疗效,该药是上市多年的老药,用于广泛人群治疗的安全性

是可控的。其合成路线如图12所示(已知:醛基在一定条件下可以还原成甲基)。Q:以2-丙醇和必要的试剂合成2-丙胺 $\text{CH}_3\text{CH}(\text{NH}_2)\text{CH}_3$ 。

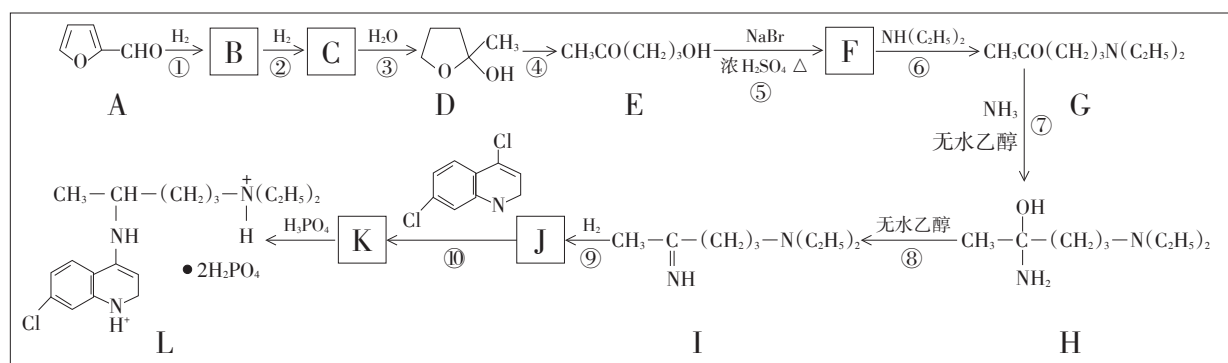


图12 磷酸氯喹的合成路线

本节课教师重点分析了(材料一:2019全国I卷)合成路线,引导学生对比反应物和生成物结构的相似点和不同点,将相同的地方圈出来,再关注变化部分化学键的改变,从化学键角度理解反应机理及对应的反应类型。通过类比的方法设计合成路线,找到已知

物质和待合成物质的结构不同点,再根据题干流程已有的信息迁移到合成流程中。在后续练习中,由学生自主作答,小组讨论,学生代表讲解,可以看到学生基本能把这个方法运用到陌生的情景中,解题效率比较高。



【素养发展】“根据信息能设计有机化合物的合成路线”是高考考核的重难点,对设计路线的考查是考查学生独立思考能力的重要方式,其基本思路是要求学生独立地获取试题中提供的陌生反应信息,将已学过的知识内容进行整合,形成相对完整的有机反应的知识体系,进而设计有机合成路线^[13]。本案例基于此,重点帮助学生突破合成题干中给出的陌生物质的反应机理,让学生能比较从容看待陌生物质,做到心中有思路,解题心不慌,发展“宏观辨识与微观探析”“变化观念与平衡思想”的核心素养,其中后者具体指能从不同视角认识有机反应,概括不同类型反应在反应物结构变化、试剂、条件、反应类型等方面的特征,找出有机反应的规律,揭示变化的本质特征,设计有机物的合成路线。

8.案例8“合成高分子化合物的基本方法”

【教学片段】课前引入——高分子之父施陶丁格的故事

【片段概述】教师讲述德国化学家施陶丁格在分子学科上的故事,展示科学家探索未知、崇尚真理的意识。其一,施陶丁格提出高分子是由长链大分子构成的观点,动摇了传统胶体理论的基础,当观点遭到胶体论者激烈反对时,他没有退却,认真开展课题研究,坚定地维护和推广自己的学说;其二,施陶丁格总结理论,出版了划时代的巨著《高分子有机化合物》,成为高分子科学诞生的标志,为合成高分子的研究指明方向,高分子合成工业获得迅速发展。其三,参加了大分子理论与胶体理论论战的科学家没有止于口头辩论,而是投入了缜密的实验研究,当许多实验逐渐证明大分子理论更符合事实时,支持施陶丁格的队伍也随之壮大,包括原先大分子理论的两两位主要反对者,晶胞学说的权威马克和迈那也公开承认自己的错误,且具体地帮助施陶丁格完善和发展了大分子理论。

【课堂呈现】教师以时间为线索、结合真实历史图片讲述这段化学史,同时鼓励学生课后有兴趣再查阅资料进一步了解,学生对合成高分子化合物的结构有了初步认识,顺利推进了后续高分子化合物合成的教学。

【素养发展】教学中穿插化学史,能提高学生的科学和人文素养,科学家们追求真理的事迹对学生“科学态度与社会责任”素养的发展也有潜移默化的影响。

四、结语

化学核心素养的落地需要教师们仔细分析每节课内容背后所蕴含的素养,结合学生认知发展,选择合适的教学形式,如教学载体情境化,问题设计梯度化,化学知识结构化,解题路径思路化,共同推动高中化学的育人功能。

参考文献

- [1] K. 彼得·C.福尔哈特, 尼尔·E.肖尔. 有机化学: 结构与功能[M]. 戴立信等, 译. 北京: 化学工业出版社, 2020.
- [2] 王磊等. 基于学生核心素养的化学学科能力研究[M]. 北京: 北京师范大学出版社, 2017.
- [3] 中华人民共和国教育部. 普通高中化学课程标准(2017年版2020年修订)[S]. 北京: 人民教育出版社, 2020.
- [4] 房喻, 徐端钧. 普通高中化学课程标准(2017年版)解读[M]. 北京: 高等教育出版社, 2018.
- [5] 单旭峰. 基于高考评价体系的化学学科考试内容改革实施路径[J]. 中国考试, 2019(12): 45-52.
- [6] 教育部考试中心. 贯彻高考评价体系深化高考内容改革[J]. 中国考试, 2020(8): 43-46.
- [7] 彭丹, 孙霞, 明欣等. 突破学生学习有机化学思维障碍的教学实践研究[J]. 化学教育(中英文), 2019(5): 30-36.
- [8] 周冬冬, 王磊, 陈颖. 基于核心素养的有机化合物主题学业质量水平模型构建及评价研究[J]. 化学教育(中英文), 2018, 39(19): 1-7.
- [9] 江合佩. 走向真实情境的项目化教学[D]. 济南: 山东科学技术出版社, 2020.
- [10] 黎润红, 饶毅, 张大庆. “523任务”与青蒿素发现的历史探究[J]. 自然辩证法通讯, 2013, 35(1): 107-121, 93.
- [11] 李景宁. 有机化学(第5版)上册[M]. 北京: 高等教育出版社, 2011.
- [12] 麦达勤. 基于证据推理和模型认知的《酚》教学案例[J]. 师道, 2019(10): 145-146.
- [13] 单旭峰. 对高考中有机合成考查的分析与思考[J]. 化学教学, 2017(10): 72-77.

