

《有机化学》

课堂 教学 设计

课 程 名 称： 有机化学

开 课 单 位 名 称： 化学与土木工程学院

授 课 教 师： 姜业鹏 (签名)

授 课 班 级： 24 食品科学与工程 1-2

授 课 学 年 学 期： 2024-2025 学年第二学期

一、教学目标	
价值目标	<p>1.通过观看《苯的两百年战争》，学生能理解科学发展的规律，并形成不畏权威，敢于批判的创新精神。</p> <p>2.通过教师课中穿插讲授物理化学家休克尔对芳香烃的电子特性的理论贡献、傅列德尔和克拉夫茨两位化学家在芳烃傅-克反应中的贡献，学生能够树立科学的思维方式，培养严谨的科学态度和创新精神，增强对有机化学学习的兴趣和热情。</p> <p>3.通过教师讲解芳香烃类化合物毒害的真实事件，学生能树立职业安全和生产安全的基本认识。</p>
知识目标	<p>1.通过教师课前推送视频学习+在线测试，学生能够引起兴趣，自主学习释疑基本问题（芳烃的分类及命名、芳烃的物理性质），并对重点问题（芳香烃的结构与芳香性）、难点问题（苯的化学性质、取代苯的定位规律）有初步认识。</p> <p>2.通过教师演示与具体案例分析，理解芳香性的内涵，掌握通过化合物结构判断其芳香性的方法；（重点）</p> <p>3.通过教师讲解，理解苯环上亲电取代反应历程；并掌握苯及其同系物的化学性质；（难点）</p> <p>4.通过教师讲解与具体案例分析，掌握取代苯的定位规律（难点）。</p>
能力目标	<p>1.通过教师指导，学生能够综合考虑合成路线涉及的反应类型、取代基的定位效应、电子效应等因素，从而分析得出取代苯最优设计路线。</p>
二、教学指导思想	
<p>本课程基于问题导向学习（PBL）教学理念，构建“目标问题导向式”的混合式教学模式。重点围绕“五类目标问题”阶次性重构教学内容、创新思政融入路径，并建立多元化评估机制，通过数字化平台与传统课堂的有机衔接，实现课内外教学环节的系统整合。具体教学理念思路如图 1 所示。</p>	
<p>围绕“五类目标问题”科学设置形成性评价体系。扩展评价广度，给教与学提供进阶动力。</p> <p>全面构筑前沿与实际相融合、线上与线下相融合的多阶立体化学习资源。</p> <p>基于“问题导向学习”教学模式，围绕“五类目标问题”阶次性重构教学内容。</p> <p>探索基于“问题导向学习”的混合式教学改革创新，合理运用现代教学方法手段。围绕“五类目标问题”，延伸学生能力拓展区。</p> <p>深入挖掘典型反应背后科学家的事迹，力求利用AI技术让其走入课堂讲学、劝学。利用有机化学贴近生活的特点，借助时事热点进阶迭代思政案例库。</p>	
<p>图 1 以学生为中心的教学理念及思路</p>	

三、	教学内容分析与重构
内容选择分析	<p>1.本章逻辑结构分析</p> <p>本章主要讲述以苯为代表的芳香烃的独特结构与化学性质，与前后章节的联系紧密。芳香烃独特的环状共轭结构是对前文共轭体系的知识延伸。同时，芳香烃化学性质的研究对于理解分子结构与性质的关系具有重要意义，也为后续的有机合成和药物设计提供了理论支持。</p> <p>2.本节内容及知识要点分析</p> <p>(1) 苯的分类与命名（基本问题）</p> <p>芳香族化合物的核心特征（含苯环结构及类似性质的环状化合物），并通过与脂肪族化合物的对比，强调其特殊稳定性和易取代反应性。</p> <p>(2) 苯的结构特点与芳香性（重点问题）</p> <p>采用现代分子轨道理论说明苯环中 6 个 sp^2 杂化碳的 p 轨道形成离域大 π 键，电子云均匀分布是芳香性的本质。关键点：通过结构判断芳香性的休克尔规则（$4n+2$ 电子判据）。</p> <p>(3) 苯的物理性质（基本问题）</p> <p>苯环具有闭合的 $\pi-\pi$ 共轭体系及较高 π 电子云密度对芳香烃熔沸点、密度以及折光率等化学性质的影响。</p> <p>(4) 苯的化学性质（难点问题）</p> <p>系统性分析卤化、硝化、磺化、F-C 反应的机理、条件及特点（如 $FeCl_3$ 催化卤化），与烯烃的亲电加成形成鲜明对比。关键点：分析亲芳香烃电取代历程与烯烃亲电加成历程的异同。</p> <p>(5) 取代苯的定位规律（难点问题）</p> <p>结合电子效应（诱导/共轭）分类取代基，分析两类取代基对苯环亲电取代的影响，并通过实例说明。关键点：分析与判断取代基的电子效应。</p> <p>(6) 取代苯化合物合成路线的设计（实践问题）</p> <p>利用所学知识，综合考虑合成路线涉及的反应类型、取代基的定位效应、电子效应等因素，从而分析得出最优设计路线。关键点：多个知识点的综合运用。</p> <p>3..思政元素分析</p> <p>本章节主题涉及芳香烃，针对性地选择了《苯的两百年战争》视频案例，旨在引导学生理解科学发展的规律，并形成不畏权威，敢于批判的创新精神；通过物理化学家休克尔对芳香烃的电子特性的理论贡献、傅列德尔和克拉夫茨两位化学家在芳烃傅-克反应中的贡献等科学事迹，引导学生树立科学的思维方式，培养严谨的科学态度和创新精神；结合芳香烃毒性及主讲教师经历的真实生产事故，引导学生树立职业安全和生产安全的基本认识。</p> <p>4.AI 融入形式分析</p> <p>(1) 鼓励学生利用 AI 工具+Xmind 绘制思维导图，引导学生掌握基本问题，熟悉重点问题和难点问题，从而建立知识框架。鼓励学生利用 AI 工具辅助完成实践问题。</p> <p>(2) 制作本章涉及的化学家的 AI 数字人形象，利用化学家形象的 AI 数字人讲学、劝学，提高学生的兴趣，实现知识点讲解和思政融入的有机结合。</p> <p>5.教学资源</p> <p>(1) 《有机化学》第四章 II.芳香烃，汪小兰主编，高等教育出版社（第五版）；</p> <p>(2) 超星学习通平台；</p> <p>(3) 教学 PPT 课件；</p>

基于“PBL (problem-based learning)”教学理念,围绕“五类目标问题”,阶次性重构教学内容。有效衔接中学有机化学与大学有机化学,要让学生“跳一跳”才能够得着,注重内容的高阶性和挑战度,提升学生的高阶能力。对应具体的教学内容重构如下:

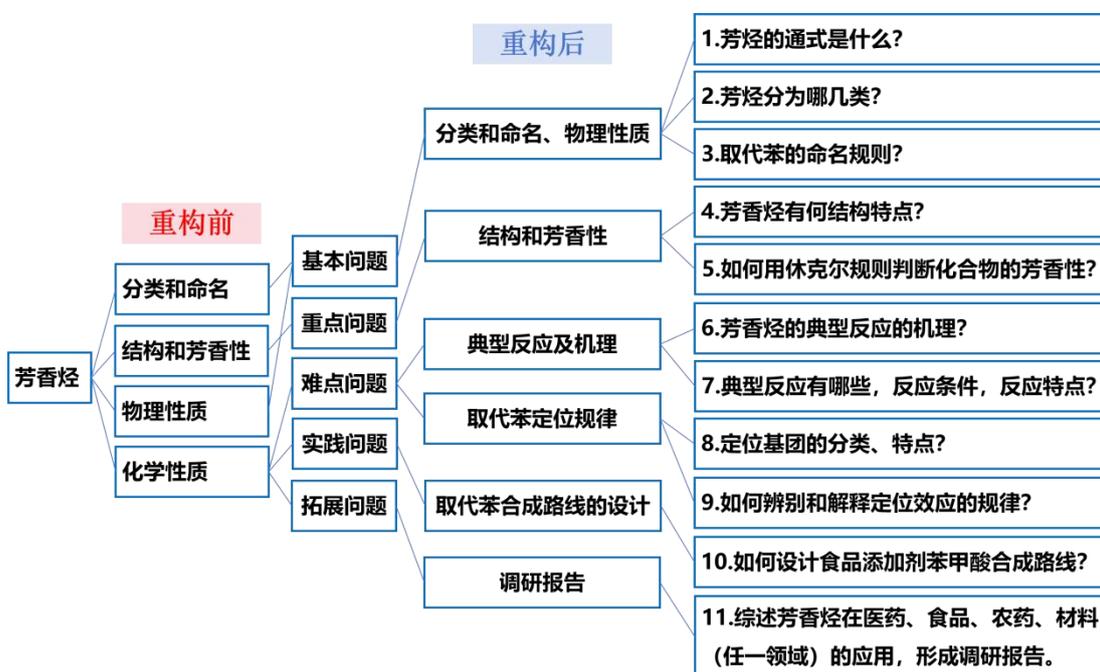
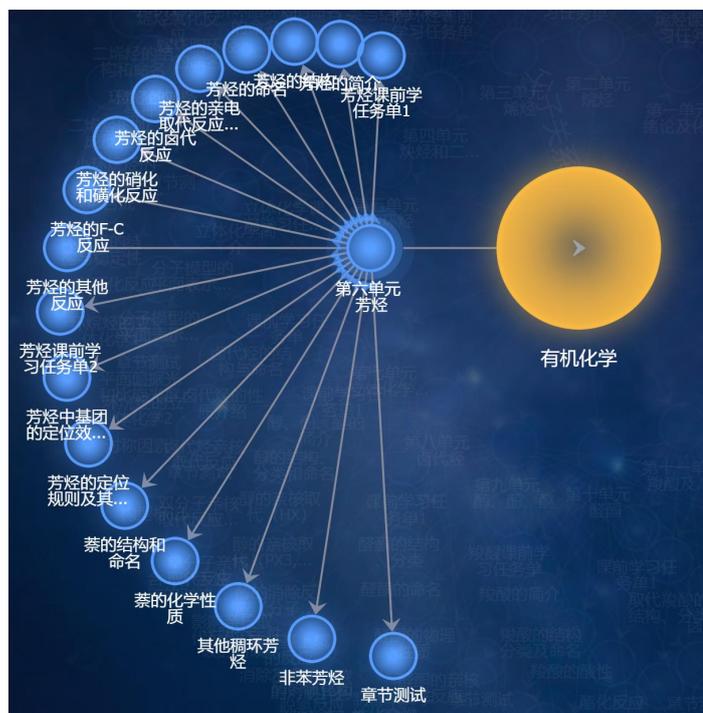


图2 绕“五类目标问题”阶次性重构“芳香烃”教学内容

内容
重
构

(1) **基本问题:** 芳烃的分类和命名方法、芳烃的物理性质。

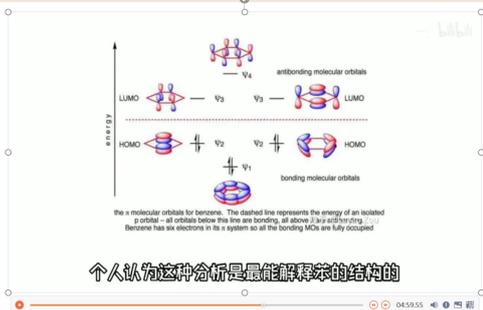
基本问题应知应会,学生课前根据知识图谱自学基本问题,厘清本章节基本框架,教师课中不讲,仅做总结。



(2) 重点问题：苯的结构和芳香性（休克尔规则）

学生课前预习，教师课中通过案例、讨论等形式引导学生学习。

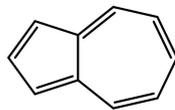
4.2 苯的结构和芳香性 (P63)



通过观看《苯的两百年战争》，了解人们对苯结构的认识与探讨。思考科学认识和科学发现的规律。

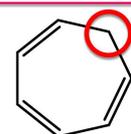
4.2 苯的结构和芳香性 (P64)

◆ 不带电荷，则计算环上的双键碳原子个数即为π电子数；



π 电子数 = $10 = 4n + 2 \rightarrow n = 2$

环上每一个C原子都是 sp^2 杂化
有芳香性



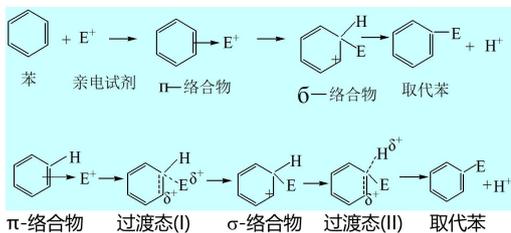
π 电子数 = $6 = 4n + 2 \rightarrow n = 1$

环上不是每一个C原子 sp^2 杂化
没有芳香性

(3) 难点问题 1：苯环上的亲电取代反应机理及类型。

学生课前预习，教师课中通过案例、讨论等形式引导学生学习。

4.4 单环芳烃的化学性质—4.4.1亲电取代反应概述(P66)



Step 1: 类似烯烃，亲电试剂进攻苯环的π-键，形成碳正离子。

Step 2: 这一步与烯烃不同，不是发生亲核试剂对苯环进行加成，而是脱去一个质子，恢复到稳定的芳香性苯环结构，结果发生取代反应。

4.4 单环芳烃的化学性质

总结苯的化学性质

取代反应	硝化	混酸 (浓硝酸和浓硫酸)
	卤化	$X_2 + FeX_3$ (或Fe)
	磺化	浓硫酸
	烷基化	R-X (无水 $AlCl_3$)
加成反应	酰基化	酰氯或酸酐 (无水 $AlCl_3$)
	氧化反应	烷基侧链的卤代

(4) 难点问题 2：取代苯的定位规律。

学生课前预习，教师课中通过案例、讨论和练习等形式引导学生学习。

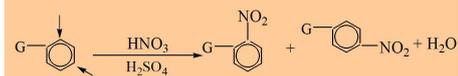
4.4 单环芳烃的化学性质—4.4.3取代苯亲电取代反应定位规律(P72)

(1) 两类定位基

① 第一类定位基——邻对位定位基

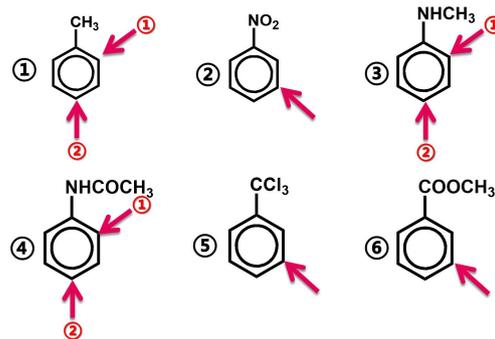
使苯环活化，邻位 (o-) 和对位 (p-) 产物的含量大于等于60%。

- 1、强活化基 $-O^-$ $-N(CH_3)_2$ $-NH_2$ $-NHCH_3$ $-OH$
- 2、中等活化基 $-OCH_3$ $-NHCOCH_3$ $-OCOCH_3$
- 3、较弱活化基 $-CH_3$ $-CH_2CH_3$ $-C_6H_5$
- 4、较弱钝化基 $-CH_2Cl$ $-I$ $-Cl$ $-Br$ $-F$



4.4 单环芳烃的化学性质—4.4.3取代苯亲电取代反应定位规律

练习：预测下列一取代苯，发生硝化反应的主要产物



(5) 实践问题：取代苯合成路线的设计。

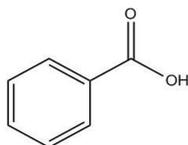
教师引导，组内讨论，学生综合运用所学知识在 AI 工具的辅助下自主设计路线。

课间问题

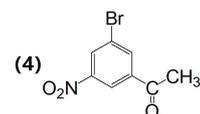
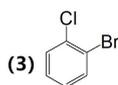
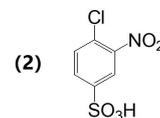
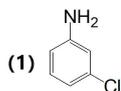
4.4 单环芳烃的化学性质

苯甲酸，别名安息香酸、苯酸、苯蚁酸。苯甲酸或苯甲酸钠是常用的食品防腐剂。苯甲酸为具有苯或甲醛的气味的鳞片状或针状结晶，化学式 C_6H_5COOH 。熔点 $122.13^{\circ}C$ ，沸点 $249^{\circ}C$ ，相对密度 $1.2659(15/4^{\circ}C)$ 。在 $100^{\circ}C$ 时迅速升华，它的蒸气有很强的刺激性，吸入后易引起咳嗽。微溶于水，易溶于乙醇、乙醚等有机溶剂。具有弱酸性，比脂肪酸强。

请以苯为原料，设计苯甲酸的合成路线。



以苯为原料，合成以下取代苯：



(6) 拓展问题（大作业）：综述芳香烃在医药、材料等领域的应用，形成调研报告。

内容
重
构

学 情 分 析	<p>1. 基础知识层面</p> <p>本课程面向 24 级食品科学与工程专业的学生，学生已经具备一定的有机化学基础知识，但对旋光异构的概念和应用还不够熟悉。学生具有较强的求知欲和好奇心，但空间想象能力和逻辑思维能力有待提高。因此，在教学过程中，应大力推进现代技术与教学深度融合，如强化 MOOC 课程学习，应用化合物三维绘图软件 MolView 辅助学生降低学习门槛，积极引导學生进行探究式学习、个性化学习、深度学习，推行线上线下、课内课外一体化的混合式教学。</p> <p>2. 学习能力层面</p> <p>学生处于大学第 2 学期阶段的学生仍习惯于中学阶段被动式的“学习孤岛”模式，具体表现如下：（1）偏向死记硬背，缺乏多样化的知识获取渠道；（2）学习环境相对封闭，缺乏与他人进行知识交流和互动，难以从他人的经验和见解中获得启发和帮助；（3）注重刷题，缺乏主动探究意识与能力，问题描述和交流能力比较欠缺。造成了《有机化学》教学过程中存在着“理论抽象难理解”、“高阶能力难建立”、“学习动力难持续”的教学痛点。因此，在教学过程中，应重点打造“学习共同体”。除了讲授法外，课程有机穿插小组合作探究、问题驱动、课堂研讨、模拟教学等多种教学方法，促进师生之间、生生之间的交流互动，集科学性、趣味性和思政教育于一体。</p>
教 学 重 点 难 点 分 析	<p>1. 教学重点</p> <p>（1）苯的结构和芳香性（休克尔规则）。</p> <p>（2）亲电取代反应的机理及类型。</p> <p>2. 教学难点</p> <p>（1）苯环上的亲电取代反应机理（需要学生具备较强的空间想象能力）。</p> <p>（2）取代苯的定位规律及其应用（需要学生掌握定位基的分类和作用）。</p>

四、教学策略设计

基于“PBL (problem-based learning)”教学理念，围绕“五类目标问题”，阶次性重构教学内容。“五类目标问题”的设计原则见图 2 所示。教学过程引入学科前沿、企业生产的实际案例，确保内容的前沿性和时代性。有效衔接中学有机化学与大学有机化学，要让学生“跳一跳”才能够得着，注重内容的高阶性和挑战度，提升学生的高阶能力。



图 2 “五类目标问题”的设计原则

五、教学过程设计（第1学时）

课前任务由教师在学习通 APP 推送，学生需根据章节任务自学并完成线上测验，鼓励学生利用 AI 工具+Xmind 绘制思维导图，引导学生掌握基本问题，熟悉重点问题和难点问题，从而建立知识框架。

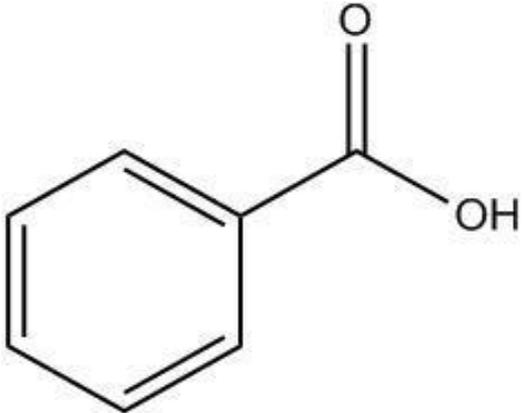
课前要求



	教学环节	教学内容	时间分配	教师活动	学生活动	思政/AI融入点	预期效果	设计意图
课堂实施	导学环节	课程回顾+导入新课	3分钟	1. 回顾有机化合物的分类。 2. 介绍本章节的学习目标。	1. 观察知识图谱。 2. 认真听讲，做好笔记。 		1. 学生巩固课前自学的基本问题。 2. 建立本章节基本知识框架。	激发学生的学习兴趣和学习动机。引导学生进入学习状态，为后续教学内容的展开做好铺垫。

导学环节	基本问题： 苯的分类与命名	2分钟	<p>强调芳香族化合物的核心特征，并通过与脂肪族化合物的对比，强调其特殊稳定性和易取代反应性。引出对芳香性的探讨。</p>	<p>认真听讲，应知应会。</p> 		<p>1. 学生能够对简单芳香烃进行命名。 2. 学生能够区分苯及其共同系物、联苯、稠环芳香烃等区别。</p>	<p>巩固基础知识，帮助学生归纳总结苯的分类与命名。</p>
	重点问题： 苯的结构特点与芳香性	3分钟	<p>1. 演示苯及类似结构有机化合物氢化热的实验数据。 2. 演示现代分子轨道理论对苯结构的解释。</p>	<p>1. 认真听讲，回顾轭体系相关知识。 2. 观察苯的分子结构示意图。</p> 		<p>学生能解释苯芳香性与其共轭结构的关系。</p>	<p>通过实验数据和前沿分子轨道理论讲解，帮助学生掌握苯的共轭结构。</p>

演示环节	重点问题： 苯的结构特点与芳香性	7分钟	播放关于苯结构发展历史的视频案例——“苯的两百年战争”。	认真观看视频,并了解人们对苯结构的认识与探讨,思考科学认识和科学发现的规律。 	创新精神： “苯的两百年战争”视频案例。	学生能通过案例视频中苯结构的发展历史能理解科学发展的规律,并形成不畏权威,敢于批判的创新精神。	巩固学生对苯结构的理解。
互动环节	重点问题： 苯的结构特点与芳香性	10分钟	1.演示休克尔规则的特征。 2.案例教学,设置投票互动。	1.认真听讲,做好笔记。 2.认真审题,投票互动。 	科学精神： 物理化学家休克尔对芳香烃的电子特性的理论贡献。 AI融入： 制作化学家休克尔的数字人形象,让该数字人讲学、劝学。	学生能够通过休克尔规则判断有机化合物是否具备芳香性。	1.通过案例加深学生对休克尔规则的理解。 2.通过休克尔大师的事迹,学生能感受到科学精神。
案例环节	基本问题： 苯的物理性质	2分钟	讲授发生在身边的芳香烃类化合物的生产安全事故。	认真听讲,应知应会。 	安全意识： 芳香烃类化合物的生产安全事故。	学生能够认识苯及芳香烃对人和环境的毒性。	通过教师讲解芳香烃类化合物毒害的真实事件,学生能树立职业安全 and 生产安全的基本认识。

<p>导学环节</p>	<p>难点问题： 苯的化学性质</p>	<p>13分钟</p>	<p>演示苯亲电取代的反应机理、苯的典型反应及特点。</p>	<p>认真听讲,做好笔记。</p> 	<p>科学精神： 傅列德尔和克拉夫茨两位化学家在芳烃傅-克反应中的贡献。 AI融入： 制作化学家傅列德尔的数字人形象，让该数字人讲学、劝学。</p>	<p>学生能写出苯典型亲电取代反应及其反应条件和特点。</p>	<p>1.精讲难点问题,为后续取代苯合成路线设计奠定基础。 2.树立榜样,增强学生对有机化学学习的兴趣和热情。</p>
<p>总结环节</p>	<p>内容小结+实践问题</p>	<p>5分钟</p>	<p>1.对本学时内容进行小结。 2.布置实践问题(见课后提升)</p>	<p>1.认真听讲,做好笔记。 2.小组讨论,互相交流和学习。</p> 		<p>学生能够根据本节所学知识设计出苯甲酸的合成路线。</p>	<p>巩固学生对知识点的掌握,通过食品添加剂的合成激发学生有机化学学习的兴趣和热情。</p>
<p>课后提升</p>	<p>实践问题(课间思考)：</p> <p>苯甲酸,别名安息香酸、苯酸、苯蚁酸。苯甲酸或苯甲酸钠是常用的食品防腐剂。苯甲酸为具有苯或甲醛的气味的鳞片状或针状结晶,化学式 C_6H_5COOH。熔点 $122.13^\circ C$,沸点 $249^\circ C$,相对密度 $1.2659(15/4^\circ C)$。在 $100^\circ C$时迅速升华,它的蒸气有很强的刺激性,吸入后易引起咳嗽。微溶于水,易溶于乙醇、乙醚等有机溶剂。具有弱酸性,比脂肪酸强。</p> <p>请以苯为原料,设计苯甲酸的合成路线。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">  <div style="text-align: center;">  </div> </div>						