



辽宁理工职业大学

教 案

(2024-2025 学年 第 1 学期)

课程名称： 机械原理与机械设计

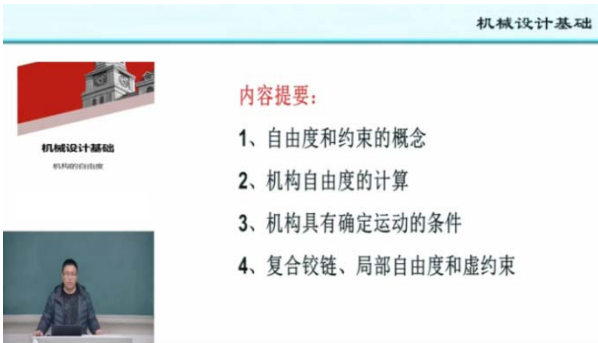
课程类别（总学时）： 专业基础课（80 学时）

主讲教师： 王迪

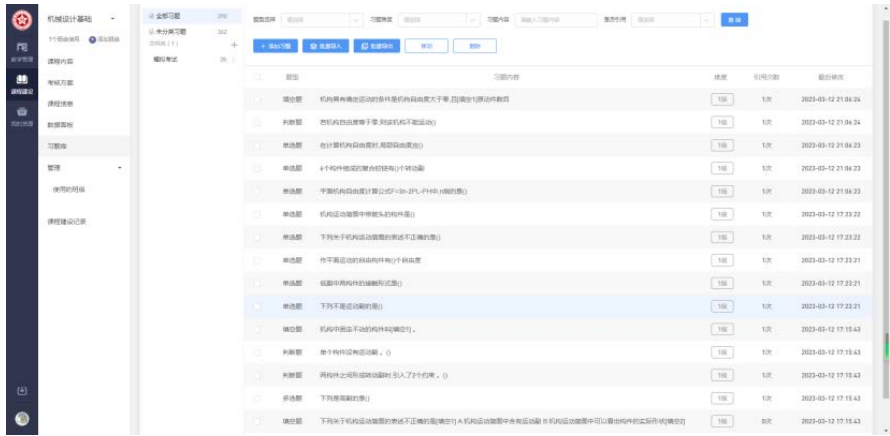
开课单位： 智能制造学院

授课班级： 2022 级机械设计制造及自动化五班

2022 级机械设计制造及自动化六班

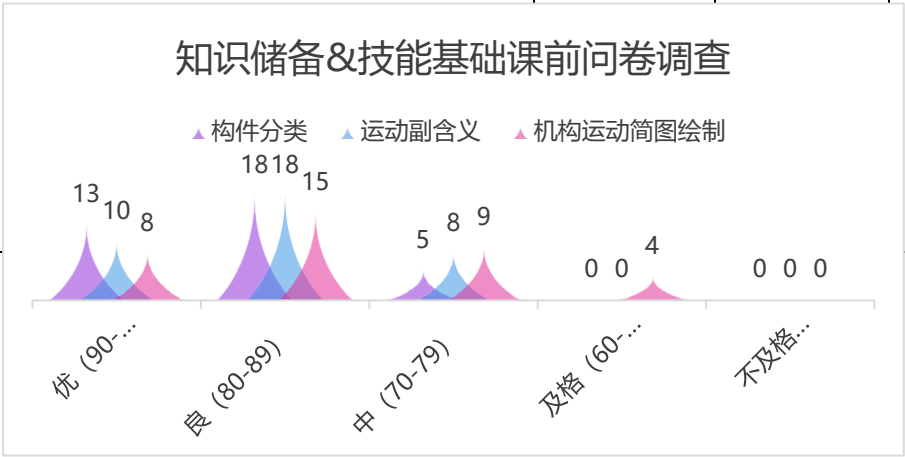
授课题目		3.3 平面机构的自由度。	
学时		2	授课顺序 5-6
授课地点		主楼 303	授课形式 线上线下融合
参考文献	机械设计基础-大连理工大学出版社（职业教育国家规划教材）		
数字教学资源	校级精品课 雨课堂“线上学习”部分“3 机构的自由度”视频内容。  https://lndhdx.yuketang.cn/pro/cms/16491742/video/7706501/32249418/0 https://lndhdx.yuketang.cn/pro/coursedev/coursecontent/7634380		
教 学 目 标	知识目标	1.掌握机构具有确定运动的条件； 2.掌握平面机构的自由度计算； 3.掌握复合铰链、局部自由度和虚约束对机构自由度计算的影响。	
	能力目标	1.能够准确判定机构是否具有确定运动； 2.能够判断机构中是否存在复合铰链、局部自由度，虚约束； 3.能够准确计算平面机构的自由度。	
	素质目标	1.培养学生独立思考的行为习惯和动手操作的能力； 2.培养学生团队协作、创新意识，职业道德和规范。	
教学重点	1、机构具有确定运动的条件； 2、平面机构自由度计算方法。 解决策略 任务驱动，以常见机构为例组织学生分组讨论，理解自由度含义； 以导为主，带着学生一同推导自由度计算公式。		

教学难点	准确判断机构中的复合铰链、局部自由度和虚约束。 解决策略 实战演练，鼓励学生在练习过程中发现问题、提出问题，引出局部自由度、虚约束和复合铰链概念，启发学生思考，提出解决方案。		
教法	任务驱动，分组讨论 布置任务：分析曲柄摇杆、凸轮机构，差动轮系和内燃机四种机构的自由度，学生分组讨论。 案例法 以圆盘锯机构、滚子从动件凸轮机构，火车轮机构为例，引导同学们思考复合铰链、局部自由度，虚约束的含义及在自由度计算过程中应注意的问题。	学法 自主预习、小组讨论，实战演练。课前雨课堂线上资源自主预习，课中小组讨论，并进行实战演练。	
教学准备	教具资源     曲柄摇杆机构教具 凸轮机构教具 差动轮系教具 内燃机教具		

教材处理及数字化资源情况	教材：芦书荣. 机械设计基础. 西北工业大学出版社. 2023； 数字化资源：《机械设计基础》校级在线精品课程相关资源； 雨课堂题库： 学生在课后登录雨课堂”线上学习”，完成课后作业。 
--------------	---

教学实施

课前活动

教学环节	教学内容	教师活动	学生活动	设计意图 (含课程思政元素)
自主学测、反馈学情（30分钟）	同学们在前面学习了平面机构的组成，运动副的概念、分类，平面机构运动简图的绘制。在课前就本节学习可能涉及到的知识进行问卷调查。主要包括构件分类、运动副含义、机构运动简图绘制等能力水平自查。调查结果如下： 	发布线上资源，组织问卷调查，归纳总结，及时调整。	课前预习，积极完成老师布置的任务。	在设计意图列出的思政元素中，滚子从动件凸轮机构自由度计算过程中，滚子位置存在局部自由度，滚子局部运动对机构其他构件运动没有影响，但可将

	在课程之前组织学生进行本节课课前预习，并提交预习结果。反馈知识点掌握情况，学生主要问题集中在计算自由度过程中，存在复合铰链、局部自由度和虚约束的情况。课堂上将针对该类问题多举例，引发同学思考，归纳总结常见易错点，多练习。 <table><tr><th>问题类型</th><th>占比</th></tr><tr><td>虚约束</td><td>42%</td></tr><tr><td>局部自由度</td><td>30%</td></tr><tr><td>复合铰链</td><td>15%</td></tr><tr><td>理解公式中各参数含义</td><td>13%</td></tr></table>	问题类型	占比	虚约束	42%	局部自由度	30%	复合铰链	15%	理解公式中各参数含义	13%		构件滑动摩擦转化为滚动摩擦，改善机构受力及强度。滚子从动件凸轮机构每一个构件都有其不可替代的作用，就像我们每一个团队一样，每个人都是团队的一部分，不可或缺，我们每一个人都需要发挥优势，积极努力，我们的团队才会越来越强大。
问题类型	占比												
虚约束	42%												
局部自由度	30%												
复合铰链	15%												
理解公式中各参数含义	13%												
课堂实施													
教学环节	教学内容												

一、导入新课（5分钟）

二、新课教学（70分钟）

一、导入新课（5分钟）

二、新课教学（70分钟）

1. 机构自由度、机构具有确定运动的判断方法。（15分钟）

2. 平面机构自由度计算公式（10分钟）

一、导入新课（5分钟）

二、新课教学（70分钟）

1. 机构自由度、机构具有确定运动的判断方法。（15分钟）

2. 平面机构自由度计算公式（10分钟）

一、导入新课（5分钟）

二、新课教学（70分钟）

1. 机构自由度、机构具有确定运动的判断方法。（15分钟）

2. 平面机构自由度计算公式（10分钟）

一、导入新课（5分钟）

二、新课教学（70分钟）

1. 机构自由度、机构具有确定运动的判断方法。（15分钟）

2. 平面机构自由度计算公式（10分钟）

一、导入新课（5分钟）

二、新课教学（70分钟）

1. 机构自由度、机构具有确定运动的判断方法。（15分钟）

2. 平面机构自由度计算公式（10分钟）

一、导入新课（5分钟）

二、新课教学（70分钟）

1. 机构自由度、机构具有确定运动的判断方法。（15分钟）

2. 平面机构自由度计算公式（10分钟）

一、导入新课（5分钟）

二、新课教学（70分钟）

1. 机构自由度、机构具有确定运动的判断方法。（15分钟）

2. 平面机构自由度计算公式（10分钟）

一、导入新课（5分钟）

二、新课教学（70分钟）

1. 机构自由度、机构具有确定运动的判断方法。（15分钟）

2. 平面机构自由度计算公式（10分钟）

一、导入新课（5分钟）

二、新课教学（70分钟）

1. 机构自由度、机构具有确定运动的判断方法。（15分钟）

2. 平面机构自由度计算公式（10分钟）

一、导入新课（5分钟）

二、新课教学（70分钟）

1. 机构自由度、机构具有确定运动的判断方法。（15分钟）

2. 平面机构自由度计算公式（10分钟）

一、导入新课（5分钟）

二、新课教学（70分钟）

1. 机构自由度、机构具有确定运动的判断方法。（15分钟）

2. 平面机构自由度计算公式（10分钟）

一、导入新课（5分钟）

二、新课教学（70分钟）

1. 机构自由度、机构具有确定运动的判断方法。（15分钟）

2. 平面机构自由度计算公式（10分钟）

一、导入新课（5分钟）

二、新课教学（70分钟）

1. 机构自由度、机构具有确定运动的判断方法。（15分钟）

2. 平面机构自由度计算公式（10分钟）

一、导入新课（5分钟）

二、新课教学（70分钟）

1. 机构自由度、机构具有确定运动的判断方法。（15分钟）

2. 平面机构自由度计算公式（10分钟）

一、导入新课（5分钟）

二、新课教学（70分钟）

1. 机构自由度、机构具有确定运动的判断方法。（15分钟）

2. 平面机构自由度计算公式（10分钟）

一、导入新课（5分钟）

二、新课教学（70分钟）

1. 机构自由度、机构具有确定运动的判断方法。（15分钟）

2. 平面机构自由度计算公式（10分钟）

一、导入新课（5分钟）

二、新课教学（70分钟）

1. 机构自由度、机构具有确定运动的判断方法。（15分钟）

2. 平面机构自由度计算公式（10分钟）

一、导入新课（5分钟）

二、新课教学（70分钟）

1. 机构自由度、机构具有确定运动的判断方法。（15分钟）

2. 平面机构自由度计算公式（10分钟）

一、导入新课（5分钟）

二、新课教学（70分钟）

1. 机构自由度、机构具有确定运动的判断方法。（15分钟）

2. 平面机构自由度计算公式（10分钟）

一、导入新课（5分钟）

二、新课教学（70分钟）

1. 机构自由度、机构具有确定运动的判断方法。（15分钟）

2. 平面机构自由度计算公式（10分钟）

一、导入新课（5分钟）

二、新课教学（70分钟）

1. 机构自由度、机构具有确定运动的判断方法。（15分钟）

2. 平面机构自由度计算公式（10分钟）

一、导入新课（5分钟）

二、新课教学（70分钟）

1. 机构自由度、机构具有确定运动的判断方法。（15分钟）

2. 平面机构自由度计算公式（10分钟）

一、导入新课（5分钟）

二、新课教学（70分钟）

1. 机构自由度、机构具有确定运动的判断方法。（15分钟）

2. 平面机构自由度计算公式（10分钟）

一、导入新课（5分钟）

二、新课教学（70分钟）

1. 机构自由度、机构具有确定运动的判断方法。（15分钟）

2. 平面机构自由度计算公式（10分钟）

一、导入新课（5分钟）

二、新课教学（70分钟）

1. 机构自由度、机构具有确定运动的判断方法。（15分钟）

2. 平面机构自由度计算公式（10分钟）

一、导入新课（5分钟）

二、新课教学（70分钟）

1. 机构自由度、机构具有确定运动的判断方法。（15分钟）

2. 平面机构自由度计算公式（10分钟）

一、导入新课（5分钟）

二、新课教学（70分钟）

1. 机构自由度、机构具有确定运动的判断方法。（15分钟）

2. 平面机构自由度计算公式（10分钟）

一、导入新课（5分钟）

二、新课教学（70分钟）

1. 机构自由度、机构具有确定运动的判断方法。（15分钟）

2. 平面机构自由度计算公式（10分钟）

一、导入新课（5分钟）

二、新课教学（70分钟）

1. 机构自由度、机构具有确定运动的判断方法。（15分钟）

2. 平面机构自由度计算公式（10分钟）

一、导入新课（5分钟）

二、新课教学（70分钟）

1. 机构自由度、机构具有确定运动的判断方法。（15分钟）

2. 平面机构自由度计算公式（10分钟）

一、导入新课（5分钟）

二、新课教学（70分钟）

1. 机构自由度、机构具有确定运动的判断方法。（15分钟）

2. 平面机构自由度计算公式（10分钟）

一、导入新课（5分钟）

二、新课教学（70分钟）

1. 机构自由度、机构具有确定运动的判断方法。（15分钟）

2. 平面机构自由度计算公式（10分钟）

一、导入新课（5分钟）

二、新课教学（70分钟）

1. 机构自由度、机构具有确定运动的判断方法。（15分钟）

2. 平面机构自由度计算公式（10分钟）

一、导入新课（5分钟）

二、新课教学（70分钟）

1. 机构自由度、机构具有确定运动的判断方法。（15分钟）

2. 平面机构自由度计算公式（10分钟）

一、导入新课（5分钟）

二、新课教学（70分钟）

1. 机构自由度、机构具有确定运动的判断方法。（15分钟）

2. 平面机构自由度计算公式（10分钟）

一、导入新课（5分钟）

二、新课教学（70分钟）

1. 机构自由度、机构具有确定运动的判断方法。（15分钟）

2. 平面机构自由度计算公式（10分钟）

一、导入新课（5分钟）

二、新课教学（70分钟）

1. 机构自由度、机构具有确定运动的判断方法。（15分钟）

2. 平面机构自由度计算公式（10分钟）

一、导入新课（5分钟）

二、新课教学（70分钟）

1. 机构自由度、机构具有确定运动的判断方法。（15分钟）

2. 平面机构自由度计算公式（10分钟）

一、导入新课（5分钟）

二、新课教学（70分钟）

1. 机构自由度、机构具有确定运动的判断方法。（15分钟）

2. 平面机构自由度计算公式（10分钟）

一、导入新课（5分钟）

二、新课教学（70分钟）

1. 机构自由度、机构具有确定运动的判断方法。（15分钟）

2. 平面机构自由度计算公式（10分钟）

一、导入新课（5分钟）

二、新课教学（70分钟）

1. 机构自由度、机构具有确定运动的判断方法。（15分钟）

2. 平面机构自由度计算公式（10分钟）

一、导入新课（5分钟）

二、新课教学（70分钟）

1. 机构自由度、机构具有确定运动的判断方法。（15分钟）

2. 平面机构自由度计算公式（10分钟）

一、导入新课（5分钟）

二、新课教学（70分钟）

1. 机构自由度、机构具有确定运动的判断方法。（15分钟）

2. 平面机构自由度计算公式（10分钟）

一、导入新课（5分钟）

二、新课教学（70分钟）

1. 机构自由度、机构具有确定运动的判断方法。（15分钟）

2. 平面机构自由度计算公式（10分钟）

一、导入新课（5分钟）

二、新课教学（70分钟）

1. 机构自由度、机构具有确定运动的判断方法。（15分钟）

2. 平面机构自由度计算公式（10分钟）

一、导入新课（5分钟）

二、新课教学（70分钟）

1. 机构自由度、机构具有确定运动的判断方法。（15分钟）

2. 平面机构自由度计算公式（10分钟）

一、导入新课（5分钟）

二、新课教学（70分钟）

1. 机构自由度、机构具有确定运动的判断方法。（15分钟）

2. 平面机构自由度计算公式（10分钟）

一、导入新课（5分钟）

二、新课教学（70分钟）

1. 机构自由度、机构具有确定运动的判断方法。（15分钟）

2. 平面机构自由度计算公式（10分钟）

一、导入新课（5分钟）

二、新课教学（70分钟）

1. 机构自由度、机构具有确定运动的判断方法。（15分钟）

2. 平面机构自由度计算公式（10分钟）

一、导入新课（5分钟）

二、新课教学（70分钟）

1. 机构自由度、机构具有确定运动的判断方法。（15分钟）

2. 平面机构自由度计算公式（10分钟）

一、导入新课（5分钟）

二、新课教学（70分钟）

1. 机构自由度、机构具有确定运动的判断方法。（15分钟）

2. 平面机构自由度计算公式（10分钟）

一、导入新课（5分钟）

二、新课教学（70分钟）

1. 机构自由度、机构具有确定运动的判断方法。（15分钟）

2. 平面机构自由度计算公式（10分钟）

一、导入新课（5分钟）

二、新课教学（70分钟）

1. 机构自由度、机构具有确定运动的判断方法。（15分钟）

2. 平面机构自由度计算公式（10分钟）

一、导入新课（5分钟）

二、新课教学（70分钟）

1. 机构自由度、机构具有确定运动的判断方法。（15分钟）

2. 平面机构自由度计算公式（10分钟）

一、导入新课（5分钟）

二、新课教学（70分钟）

1. 机构自由度、机构具有确定运动的判断方法。（15分钟）

2. 平面机构自由度计算公式（10分钟）

一、导入新课（5分钟）

二、新课教学（70分钟）

1. 机构自由度、机构具有确定运动的判断方法。（15分钟）

2. 平面机构自由度计算公式（10分钟）

一、导入新课（5分钟）

二、新课教学（70分钟）

1. 机构自由度、机构具有确定运动的判断方法。（15分钟）

2. 平面机构自由度计算公式（10分钟）

一、导入新课（5分钟）

二、新课教学（70分钟）

1. 机构自由度、机构具有确定运动的判断方法。（15分钟）

2. 平面机构自由度计算公式（10分钟）

一、导入新课（5分钟）

二、新课教学（70分钟）

1. 机构自由度、机构具有确定运动的判断方法。（15分钟）

2. 平面机构自由度计算公式（10分钟）

一、导入新课（5分钟）

二、新课教学（70分钟）

1. 机构自由度、机构具有确定运动的判断方法。（15分钟）

2. 平面机构自由度计算公式（10分钟）

一、导入新课（5分钟）

二、新课教学（70分钟）

1. 机构自由度、机构具有确定运动的判断方法。（15分钟）

2. 平面机构自由度计算公式（10分钟）

一、导入新课（5分钟）

二、新课教学（70分钟）

1. 机构自由度、机构具有确定运动的判断方法。（15分钟）

2. 平面机构自由度计算公式（10分钟）

一、导入新课（5分钟）

二、新课教学（70分钟）

1. 机构自由度、机构具有确定运动的判断方法。（15分钟）

2. 平面机构自由度计算公式（10分钟）

一、导入新课（5分钟）

二、新课教学（70分钟）

1. 机构自由度、机构具有确定运动的判断方法。（15分钟）

2. 平面机构自由度计算公式（10分钟）

一、导入新课（5分钟）

二、新课教学（70分钟）

1. 机构自由度、机构具有确定运动的判断方法。（15分钟）

2. 平面机构自由度计算公式（10分钟）

一、导入新课（5分钟）

二、新课教学（70分钟）

1. 机构自由度、机构具有确定运动的判断方法。（15分钟）

2. 平面机构自由度计算公式（10分钟）

一、导入新课（5分钟）

二、新课教学（70分钟）

1. 机构自由度、机构具有确定运动的判断方法。（15分钟）

2. 平面机构自由度计算公式（10分钟）

一、导入新课（5分钟）

二、新课教学（70分钟）

1. 机构自由度、机构具有确定运动的判断方法。（15分钟）

2. 平面机构自由度计算公式（10分钟）

一、导入新课（5分钟）

二、新课教学（70分钟）

1. 机构自由度、机构具有确定运动的判断方法。（15分钟）

2. 平面机构自由度计算公式（10分钟）

一、导入新课（5分钟）

二、新课教学（70分钟）

1. 机构自由度、机构具有确定运动的判断方法。（15分钟）

2. 平面机构自由度计算公式（10分钟）

一、导入新课（5分钟）

二、新课教学（70分钟）

1. 机构自由度、机构具有确定运动的判断方法。（15分钟）

2. 平面机构自由度计算公式（10分钟）

一、导入新课（5分钟）

二、新课教学（70分钟）

1. 机构自由度、机构具有确定运动的判断方法。（15分钟）

2. 平面机构自由度计算公式（10分钟）

一、导入新课（5分钟）

二、新课教学（70分钟）

1. 机构自由度、机构具有确定运动的判断方法。（15分钟）

2. 平面机构自由度计算公式（10分钟）

一、导入新课（5分钟）

二、新课教学（70分钟）

1. 机构自由度、机构具有确定运动的判断方法。（15分钟）

2. 平面机构自由度计算公式（10分钟）

一、导入新课（5分钟）

二、新课教学（70分钟）

1. 机构自由度、机构具有确定运动的判断方法。（15分钟）

2. 平面机构自由度计算公式（10分钟）

一、导入新课（5分钟）

二、新课教学（70分钟）

1. 机构自由度、机构具有确定运动的判断方法。（15分钟）

2. 平面机构自由度计算公式（10分钟）

一、导入新课（5分钟）

二、新课教学（70分钟）

1. 机构自由度、机构具有确定运动的判断方法。（15分钟）

2. 平面机构自由度计算公式（10分钟）

一、导入新课（5分钟）

二、新课教学（70分钟）

1. 机构自由度、机构具有确定运动的判断方法。（15分钟）

2. 平面机构自由度计算公式（10分钟）

一、导入新课（5分钟）

二、新课教学（70分钟）

1. 机构自由度、机构具有确定运动的判断方法。（15分钟）

2. 平面机构自由度计算公式（10分钟）

一、导入新课（5分钟）

二、新课教学（70分钟）

1. 机构自由度、机构具有确定运动的判断方法。（15分钟）

2. 平面机构自由度计算公式（10分钟）

一、导入新课（5分钟）

二、新课教学（70分钟）

1. 机构自由度、机构具有确定运动的判断方法。（15分钟）

2. 平面机构自由度计算公式（10分钟）

一、导入新课（5分钟）

二、新课教学（70分钟）

1. 机构自由度、机构具有确定运动的判断方法。（15分钟）

2. 平面机构自由度计算公式（10分钟）

一、导入新课（5分钟）

二、新课教学（70分钟）

1. 机构自由度、机构具有确定运动的判断方法。（15分钟）

2. 平面机构自由度计算公式（10分钟）

一、导入新课（5分钟）

二、新课教学（70分钟）

1. 机构自由度、机构具有确定运动的判断方法。（15分钟）

2. 平面机构自由度计算公式（10分钟）

一、导入新课（5分钟）

二、新课教学（70分钟）

1. 机构自由度、机构具有确定运动的判断方法。（15分钟）

2. 平面机构自由度计算公式（10分钟）

一、导入新课（5分钟）

二、新课教学（70分钟）

1. 机构自由度、机构具有确定运动的判断方法。（15分钟）

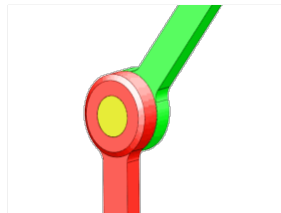
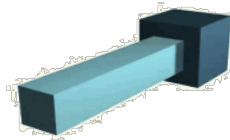
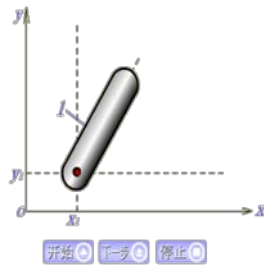
2. 平面机构自由度计算公式（10分钟）

一、导入新课（5分钟）

二、新课教学（70分钟）

1. 机构自由度、机构具有确定运动的判断方法。（15分钟）

2. 平面机构自由度计算公式（10分钟）



约束：当两构件组成运动副后，它们之间的某些相对运动受到的限制。

两构件低副连接带来两个约束，保留一个自由度，两构件高副连接带来一个约束，保留两个自由度。

一个构件自由度=3-约束数。

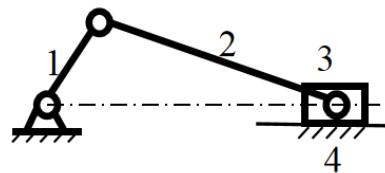
推广到平面机构：

$$F = 3n - 2P_L - P_H$$

n ：活动构件数；

P_L ：机构中低副数；

P_H ：机构中高副数。

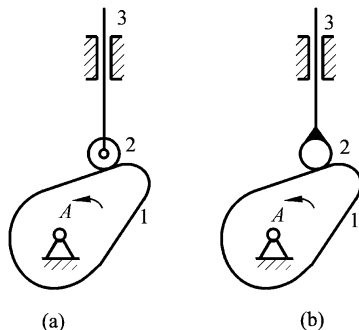


计算曲柄滑块机构的自由度： $F = 3n - 2P_L - P_H = 3 \times 3 - 2 \times 4 - 0 = 1$

计算平面机构自由度时，有三种特殊结构需要注意：

3. 含有局部自由度机构自由度计算过程（10 分钟）

以滚子从动件凸轮机构为例，计算其自由度 $F=2$ ，教具演示需要一个独立运动参数即可具有确定的相对运动，说明其自由度等于 1，那是什么原因呢？哪里计算错了？引发学生思考，介绍局部自由度的概念。



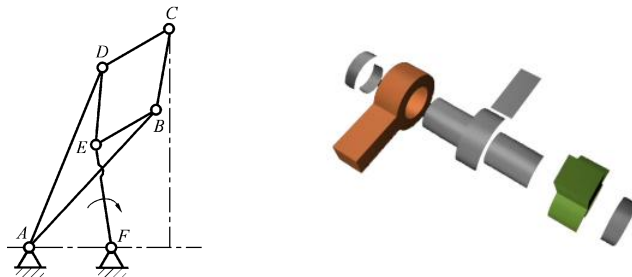
局部自由度：机构中某些构件所产生的不影响其他构件运动的局部运动的自由度。在计算机构自由度时，局部自由度应略去不计。典型案例：滚子从动件的凸轮机构。

所以滚子从动件凸轮机构的自由度为：

$$F=3n-2P_L-P_H=3\times 2-2\times 2-1=1$$

4. 含有复合铰链机构自由度计算过程（15 分钟）

以盘形锯机构为例，计算其自动度 $F=9$ ，那就需要 9 个原动件才能具有确定的运动，显而易见计算结果有问题，那是什么原因呢？哪里计算错了？引发学生思考，介绍复合铰链的概念。



两个以上的构件在同一处以同轴线的转动副相连，形成复合铰链。

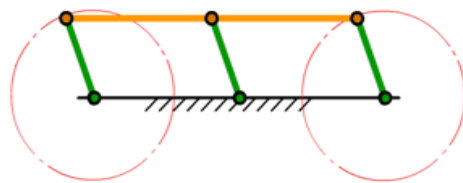
k 个构件形成复合铰链应具有 $(k-1)$ 个转动副。

所以盘形锯机构的自由度为：

$$F=3n-2P_L-P_H=3\times 7-2\times 10-0=1$$

5. 机构含有虚约束，其自由度计算过程（20 分钟）

以火车轮机构为例，计算其自动度 $F=0$ ，机构不能运动，演示火车轮机构动画，机构是可以运动的，显而易见计算结果有问题，那是什么原因呢？哪里计算错了？引发学生思考，介绍虚约束的概念。

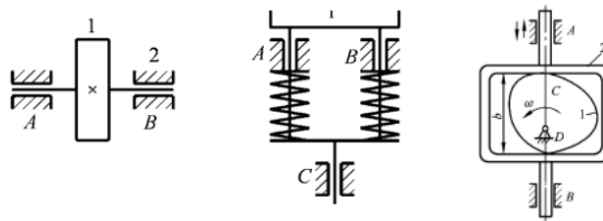


虚约束：起重复限制作用的约束。

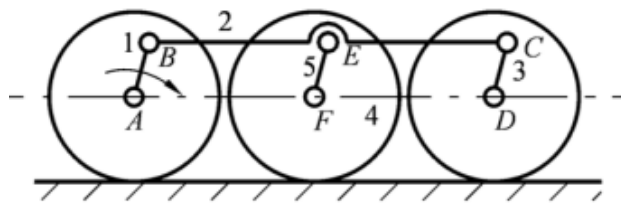
计算机构自由度时，应除去不计。常见情况如下：

a. 两构件间形成多个具有相同作用的运动副：

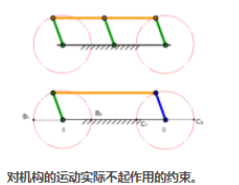
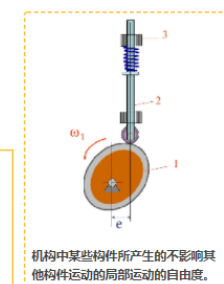
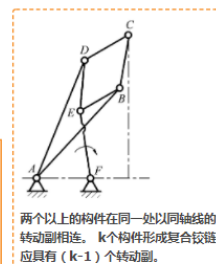
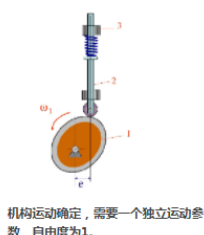
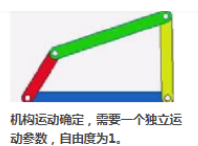
- ①两构件在同一轴线上组成多个转动副；
- ②两构件组成多个导路平行或重合的移动副；
- ③两构件组成多处接触点公法线重合的高副。



b. 两构件上连接点的运动轨迹互相重合。



c. 机构中传递运动不起独立作用的对称部分。



平面机构自由度计算公式

$$F=3n-2PL-PH$$

$$F=3n-2PL-PH$$

三、课程小结（5 分钟）

三、课程小结 (5 分钟)

1. 机构自由度的计算公式。

$$F = 3n - 2P_L - P_h$$

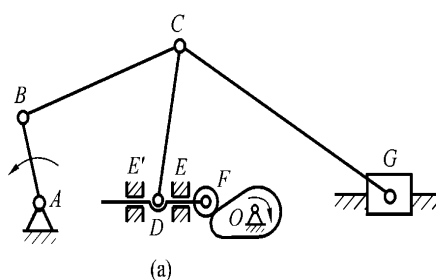
自由度计算中注意的问题：

- (1) 局部自由度；
- (2) 复合铰链；
- (3) 虚约束。

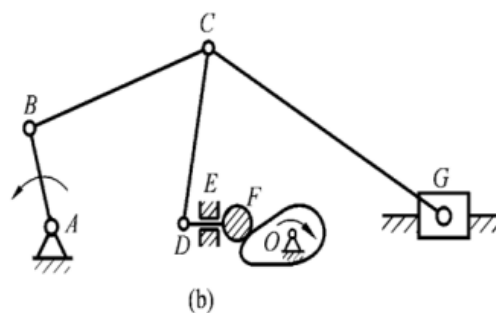
四、练习与作业 (10 分钟)

计算图示筛料机构的自由度，并判断其是否具有确定的相对运动。

四、练习与作业 (10 分钟)



带学生们找到机构中的复合铰链，局部自由度和虚约束，从而对机构进行简化，如下图：

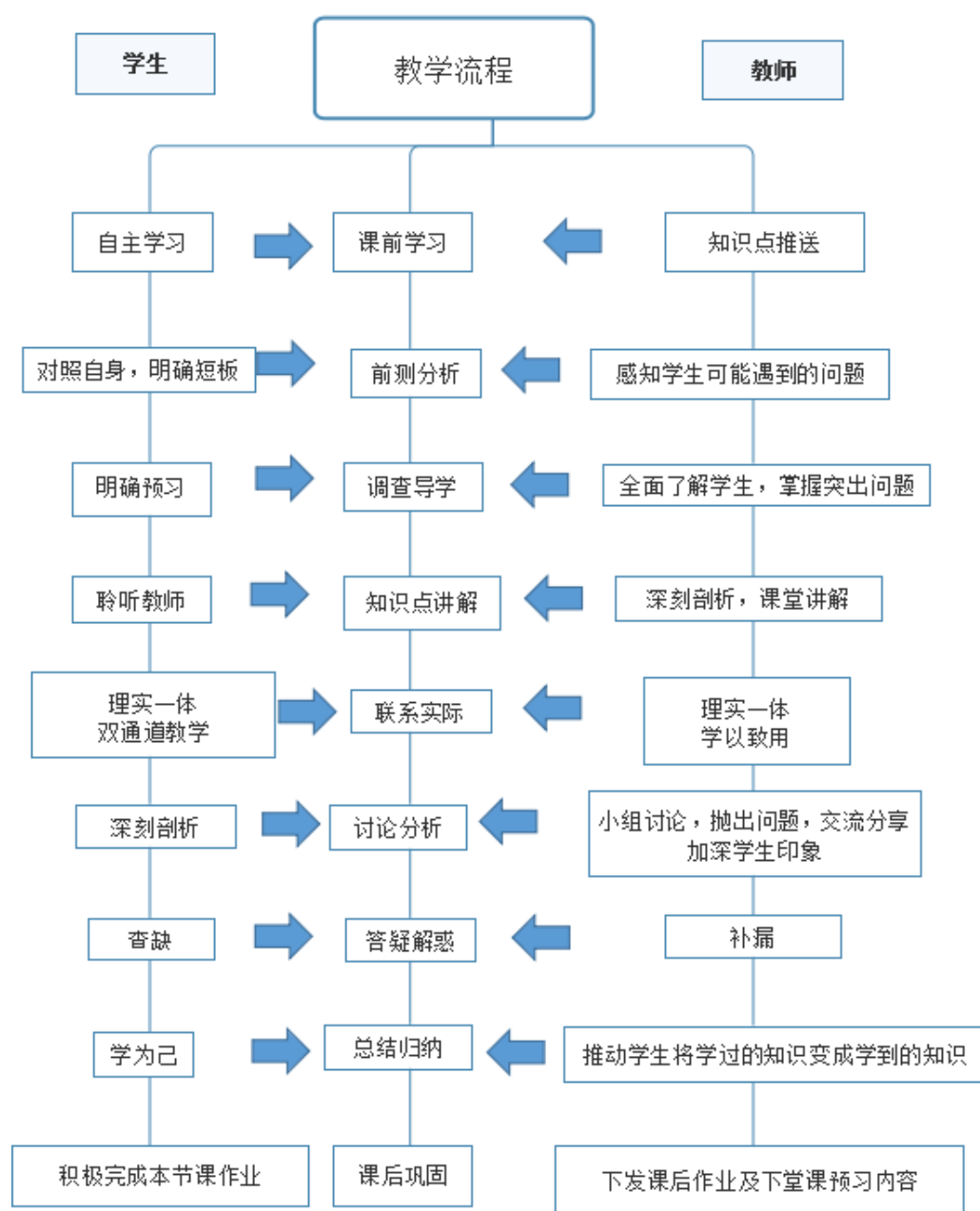


计算其自由度：

$$F = 3n - 2P_L - P_H = 3 \times 7 - 2 \times 9 - 1 = 2$$

分析结论：

自由度数等于 2，大于零，且等于原动件数 (2)，机构具有确定的相对运动。



板书设计

平面机构的自由度		
举例	一个构件自由度=3-约束数	3.虚约束
曲柄摇杆机构: $F=1$	$F=3n-2P_L-P_H$	(1)两构件间形成多个具有
$F=3r-2P_L-P_H=3 \times 3-2 \times 4-0=1$	n : 活动构件数;	相同作用的运动副;
凸轮机构: $F=1$	P_L : 机构中低副数;	(2)两构件上连接点的运动
$F=3r-2P_L-P_H=3 \times 2-2 \times 2-1=1$	P_H : 机构中高副数。	轨迹互相重合;
差速器: $F=2$	1. 局部自由度: 应略去不计;	(3)机构中传递运动不起独
$F=3r-2P_L-P_H=3 \times 4-2 \times 4-2=2$	$F=3r-2P_L-P_H=3 \times 2-2 \times 2-1=1$	立作用的对称部分。
内燃机: $F=1$	2. 复合铰链:	
$F=3r-2P_L-P_H=3 \times 7-2 \times 8-4=1$	k 个构件形成复合铰链, 有	
	$(k-1)$ 个转动副;	

教学效果

不足：机构中虚约束应用情况较多，同学们不好区分，容易出错。

教学不足	整改措施
------	------

以生产实践中典型案例，常见机构（教具模型）为例，布置任务，小组讨论，激发学生学习兴趣，培养学生独立思考，发现问题和解决问题的能力，将课程理论知识点和生产实践案例紧密结合，拓展学生思维。

教学
评价
