

期末考试

日期：2019年01月10日（周四）

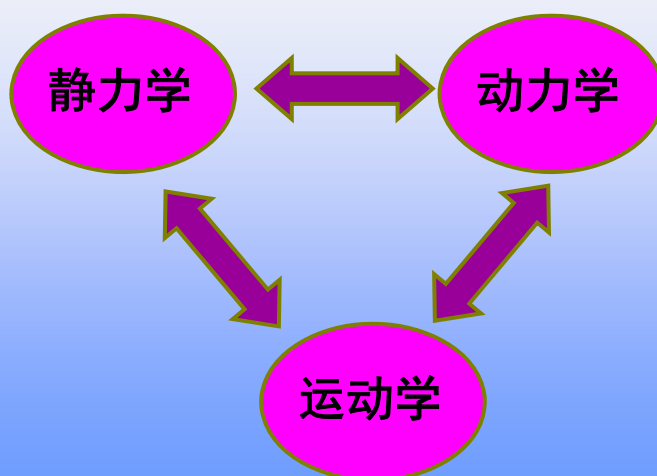
地点：东上院 307, 308, 309, 311

时间：13:10—15:10



2018年12月14日
理论力学CAI 静力学

1



2018年12月14日
理论力学CAI 静力学

2

静力学

力系等效,
力系简化

力

刚体（系）平衡

受力图



2018年12月14日
理论力学CAI 静力学

3

静力学

刚体（系）平衡

平衡条件
平衡方程

或

虚功原理
虚功率原理

运动学分析



2018年12月14日
理论力学CAI 静力学

4

静力学的困难点

- 受力图
 - 二力杆
 - **2.0**版圆柱铰
- 刚体系的平衡问题
 - 如何正确列出**未知数最少**的平衡方程
 - 如何用虚功（率）原理求解**多自由度**刚体系平衡问题
- 考虑摩擦的平衡问题
 - 单点摩擦
 - 多点摩擦



2018年12月14日
理论力学CAI 静力学

5

运动学

速 度

加 速 度

- 三种方法
 - **矢量瞬时分析法**：定点公式、动点公式
 - **速度瞬心法**
 - **解析法**：运动方程求导法



2018年12月14日
理论力学CAI 静力学

6

动点公式

$$\vec{v}_P = \vec{v}_{tP}^e + \vec{v}_{\omega P}^e + \vec{v}_P^r$$

$$\vec{a}_P = \vec{a}_{tP}^e + \vec{a}_{\omega P}^e + \vec{a}_{\alpha P}^e + \vec{a}_P^r + \vec{a}_P^C$$



2018年12月14日
理论力学CAI 静力学

7

定点公式

$$\vec{v}_P = \vec{v}_{tP}^e + \vec{v}_{\omega P}^e$$

$$\vec{a}_P = \vec{a}_{tP}^e + \vec{a}_{\omega P}^e + \vec{a}_{\alpha P}^e$$



2018年12月14日
理论力学CAI 静力学

8

重点难点

- 连体基的建立
 - 基点：已知信息最多，运动最简单
 - 每个刚体上只需建立1个连体基
- 兴趣点的选择
 - 已知信息最多
 - 定点：能用定点公式就不用动点公式
 - 动点：动点、动基在不同的刚体上
 - 动点：相对运动轨迹易于确定（不能动系反取）
- 什么时候用运动方程求导法
 - 刚体（系）一般位置的位形坐标易得



2018年12月14日
理论力学CAI 静力学

9

动力学

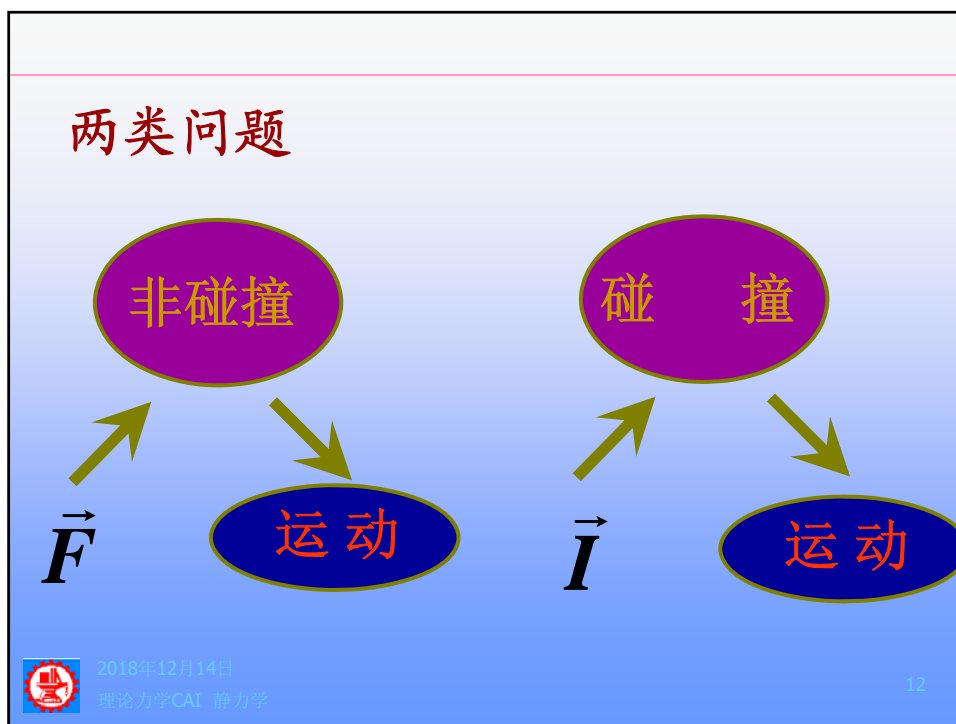
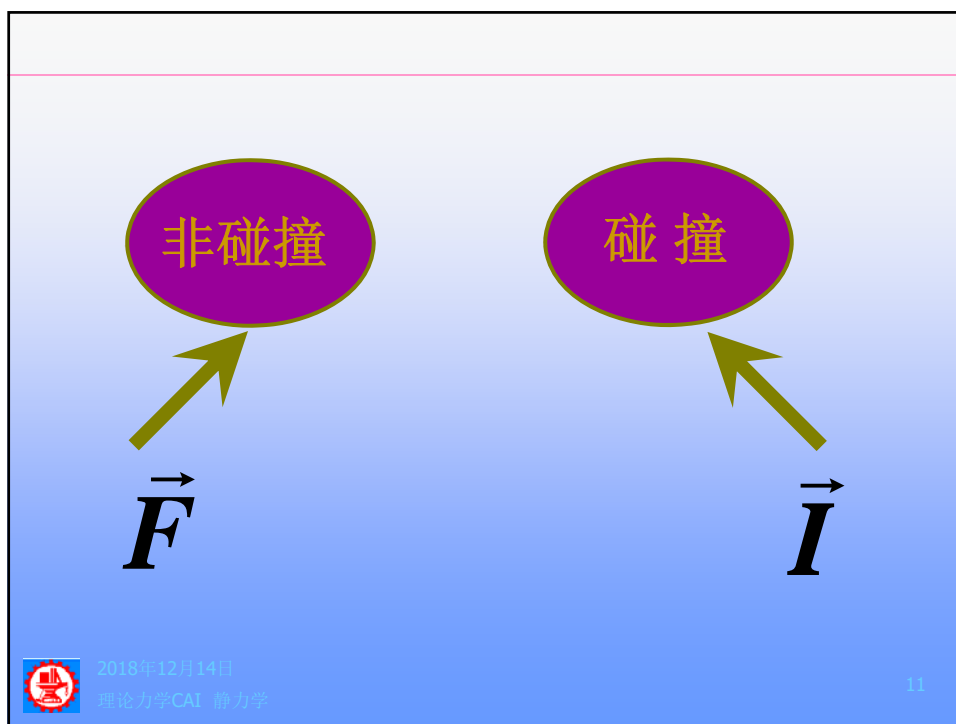
非碰撞

碰撞

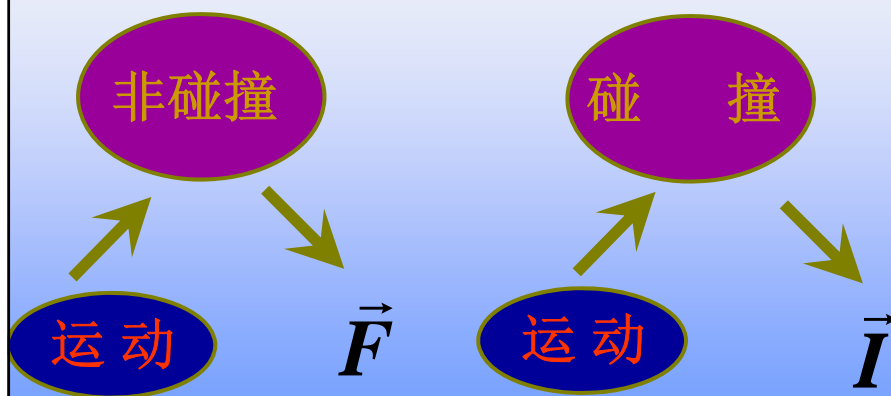


2018年12月14日
理论力学CAI 静力学

10

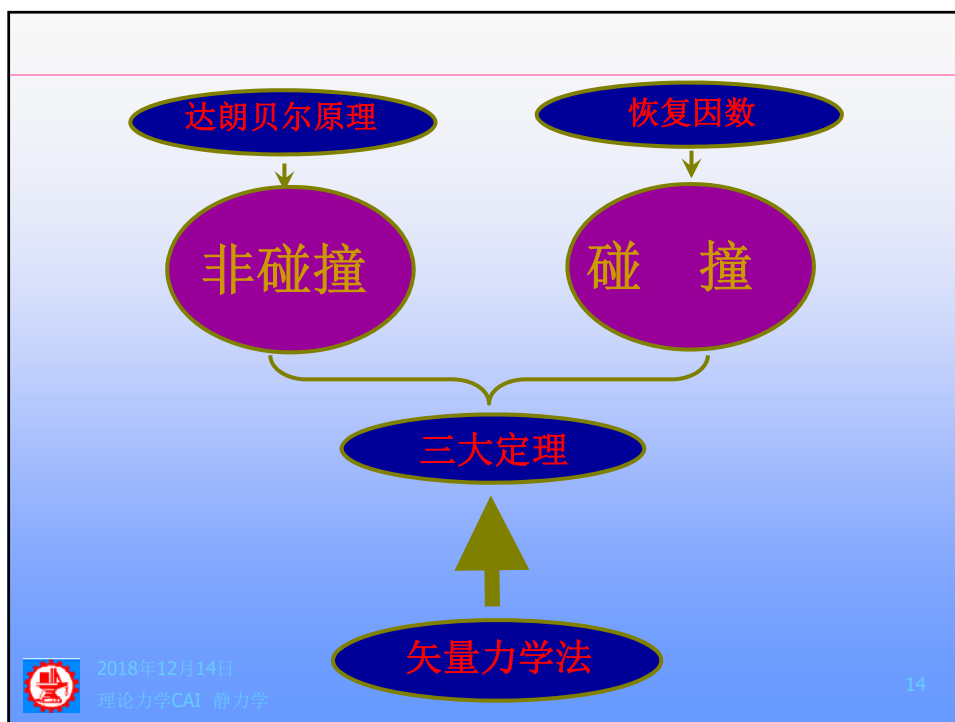


两类问题



2018年12月14日
理论力学CAI 静力学

13



2018年12月14日
理论力学CAI 静力学

14

动力学重要概念

- 动量的计算
 - 刚体（系）绝对动量
- 转动惯量
- 动量矩的计算
 - 对质心的绝对动量矩
 - 刚体（系）对任意动/定点的绝对动量矩
- 动能的计算
 - 定轴转动刚体、平面运动刚体、平移刚体的动能
- 达朗贝尔惯性力系的简化
 - 定轴转动刚体、平面运动刚体、平移刚体（有质量对称面）



2018年12月14日
理论力学CAI 静力学

15

难点：应用动力学定理解题

- 解题基本原则
 - （角）速度问题：动能定理、机械能守恒定律、动力学方程积分（非碰撞）
 - （角）加速度、约束力：质心运动定理、动量矩定理、动能定理求导、达朗贝尔原理（非碰撞）
 - 求（角）速度、约束冲量问题用质心运动定理和动量矩定理（碰撞）



2018年12月14日
理论力学CAI 静力学

16

难点：应用动力学定理解题

解题思路（N个刚体）（动力学方程法）（非碰撞）

- 独立坐标法
 - 确定独立坐标
 - 运动分析：整体自由度、每个刚体角速度、角加速度、质心速度、质心加速度
 - 确定研究对象，受力分析
 - 利用四大定理（动量、动量矩、动能定理求时间导数、达朗贝尔原理）写出动力学微分方程
- 一般方法：对每个刚体进行分析
 - 单个刚体受力分析、运动分析
 - 利用三大定理求解：定轴刚体、平面运动刚体（总共可列出独立动力学方程的数目 $n=3N$ ）
 - 约束刚体，补充运动学量之间的关系：速度、加速度层面（求导法、运动学矢量瞬时分析法）
 - 消去未知约束力，得到仅含独立位形坐标的动力学微分方程



2018年12月14日
理论力学CAI 静力学

17

难点：应用动力学定理解题

解题思路（N个刚体）（瞬时动力学问题）（非碰撞）

- 动量定理、动量矩定理法
 - 单个刚体受力分析、运动分析
 - 利用质心运动定理、对质心（或定轴）的动量矩定理对单个刚体列方程：定轴刚体、平面运动刚体
 - 约束刚体，补充运动学关系：速度、加速度层面（运动学矢量瞬时分析法）
 - 得到未知数最少的封闭方程组
 - 求出未知量
- 达朗贝尔原理法
 - 运动学分析，引入独立的未知速度、加速度，每个刚体添加达朗贝尔惯性力
 - 列平衡方程，求出未知量



2018年12月14日
理论力学CAI 静力学

18

难点：应用动力学定理解题

- 解题思路（单个刚体）（碰撞）
 - 冲量分析
 - 运动分析：碰撞前后刚体的角速度、质心速度
 - 约束刚体，补充运动学关系：速度层面
 - 对点的动量矩定理：如何计算碰撞前后的动量矩
 - 动量定理：分析质心在碰撞前后的速度
 - 恢复因数
 - 方程组封闭



2018年12月14日
理论力学CAI 静力学

19

难点：应用动力学定理解题

- 解题思路（多个刚体）（碰撞）
 - 每个刚体的冲量分析
 - 运动分析：碰撞前后每个刚体的角速度、质心速度
 - 约束刚体，补充运动学关系：速度层面
 - 确定独立的未知（角）速度
 - 合理选取研究对象（单个或多个刚体）
 - 对点的动量矩定理：如何计算碰撞前后的动量矩
 - 动量定理：分析质心在碰撞前后的速度
 - 恢复因数
 - 列出独立未知（角）速度或冲量的个数最少的封闭方程组



2018年12月14日
理论力学CAI 静力学

20