

教 案

系 部： 建筑工程系

课 程： 土木工程力学基础

班 级： 建筑工程技术

教 师： 武可娟

教 案

授课题目	章	绪 论	授课时间	1
	节		检查签字	
授课时数	2	授课方法	讲 授	
教学目标	掌握： 土木工程力学基础的任务			
	了解： 土木工程力学基础的研究对象、研究内容、意义			
教学重点	土木工程力学基础的任务			
教学难点	土木工程力学基础的任务			
教学内容、方法及过程				附记
<p>导入新课：土木工程是一门比较古老的学科，从古代的洞穴建筑到现代的高层、超高层建筑，经历了成百上千年的演变，从中人们不断的积累了丰富的实际经验和理论方法，这种经验和理论方法可以指导我们能够在以后的土木建筑中更好、更快、更安全的发展，那么土木工程力学基础就是人们从实际经验中提炼出来，又可以指导人们日常工作的一门理论基础科学，可以说，土木工程力学基础是建筑工程中最基础的，最具理论指导意义的科学，为我们后续课程的开展提供了必备的理论基础知识，所以大家要认真学好这门课程。</p>				<p style="font-size: 1.2em;">举 例 讲 解</p>
教学内容、方法及过程				附记

绪 论

一、土木工程力学基础的任务（掌握） 35 分钟

1 荷载定义及其分类

荷载: 主动作用在房屋上的力。(自重、风压力)

分类:

按作用时间分: 恒荷载和活荷载

按分布情况分: 分布荷载和集中荷载

按性质分: 静力荷载和动力荷载

2 结构定义及其分类

结构:是在建筑物或构筑物中起骨架(承受和传递荷载)作用的主要物体。

结构体系: 框架结构体系

剪力墙结构体系

框架—剪力墙结构体系

筒结构体系

巨型框架体系

3 平衡状态定义

平衡状态: 结构及其组成结构的各构件相对于地面保持着静止状态。

4 构件正常工作的三个基本要求

强度: 结构抵抗破坏的能力。

刚度: 结构(构件)抵抗变形的能力。

稳定性: 构件保持原有平衡状态的能力。

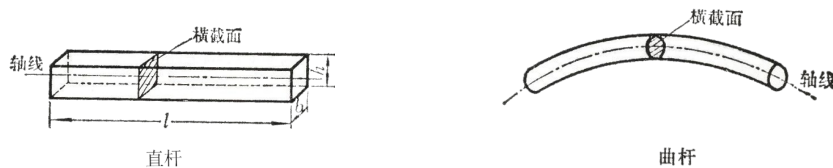
5 由上述四个方面总结出土木工程力学基础的任务

土木工程力学基础的任务:是通过研究结构的强度、刚度、稳定性;材料的力学性能;结构的几何组成规则,在保证结构既安全可靠又经济节约的前提下,为构件选择合适的材料、确定合理的截面形状和尺寸提供计算理论及计算方法。

二、土木工程力学基础的研究对象(了解) 15 分钟

研究对象按几何特征分类:

1、杆:它的几何特征是细而长,即 $l \gg h$, $l \gg b$ 。杆又可分为直杆和曲杆。



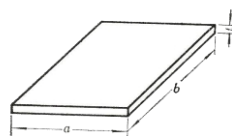
2、板、壳:它的几何特征是宽而薄,即 $a \gg t$, $b \gg t$ 。

平面形状的称为板,曲面形状称为壳。

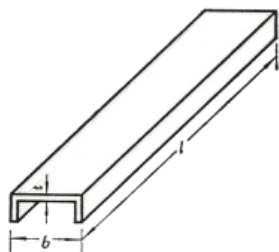
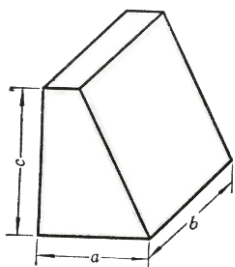
举
例
讲
解

教学内容、方法及过程

附记



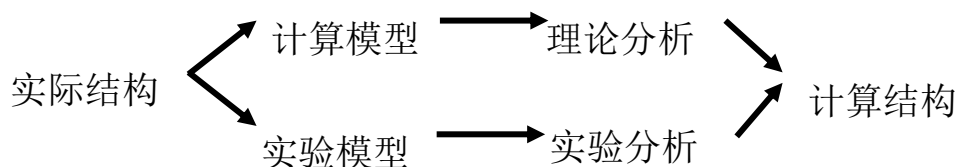
3 块体：它的几何特征是三个方向的尺寸都是同量级的。



4 薄壁杆：它的几何特征是长、宽、厚三个尺寸都相差很悬殊，即 $l \gg b \gg t$ 。

三、土木工程力学基础的分析方法（了解）

建筑结构分析方法：包括理论分析、实验分析和数值分析三个方面。



四、土木工程力学基础的意义（了解）

- 1、基础学科，为后续建筑结构、施工技术、地基与基础等课程奠定理论基础。
- 2、结构设计，正确的对结构受力和力学计算，保证结构安全、经济合理。
- 3 建筑施工，理解图纸（读图）、组织施工、制定安全质量措施。


小结：

本次课重点掌握 土木工程力学基础的任务
了解土木工程力学基础的对象、方法、意义

后记：

教 案

授课题目	章	第一章 静力学的基本概念	授课时间	2
------	---	--------------	------	---

	节	第一节力和平衡 第二节基本公理	检查签字	
授课时数	2	授课方法	讲 授	
教学目标	掌握：静力学公理 公理1 力的平行四边形法则 公理2 二力平衡公理 公理3 加减平衡力系公理 公理4 作用力和反作用力公理 公理5 刚化原理			
	了解： 力的定义及分类、力系的定义及分类、静力学的研究问题			
教学重点	静力学的基本公理			
教学难点	静力学的基本公理			
教学内容、方法及过程			附记	
<p>新课导入：在平时生活中，力是无时无刻的存在我们身边的！那么，什么是力那？我们下面来学习第一章，从中我们就可以了解到！</p> <p style="text-align: center;">第一节力和平衡的概念</p> <p>一、力的定义及分类（了解）15分钟</p> <p>力：是物体间相互的机械作用</p> <p>力对物体作用效应：</p> <p>一是使物体的机械运动状态发生改变，叫做力的运动效应或外效应。</p> <p>二是使物体的形状发生改变，叫做力的变形效应或内效应。</p> <p>力的三要素：力的大小、力的方向、力的作用点。</p> <p>力具有大小和方向，所以说力是矢量。可以用一带箭头的直</p> <p>线段将力的三要素表示出来。</p>			<p>举 例 讲 解</p>	
<p style="text-align: center;">  </p>				
教学内容、方法及过程			附记	

二、力系的定义及其分类（了解）15 分钟

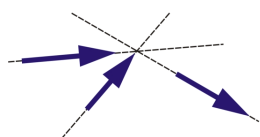
力系：是指作用在物体上的一群力。

力系的分类：

各力的作用线都在同一平面内的力系称为平面力系；

各力的作用线不在同一平面内的力系称为空间力系。

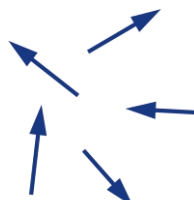
平面汇交力系：各力作用线都汇交于同一点的力系。



平面汇交力系



平面平行力系



平面一般力系

平面平行力系：各力作用线平行的力系。

平面一般力系：各力作用线既不汇交又不平行的平面力系。

三、静力学的研究对象（了解）15 分钟

刚体：在任何外力的作用下，大小和形状始终保持不变的物体。

静力学的研究问题：

- 1、 物体的受力分析
- 2、 力系的等效替换（简化）
- 3、 建立力系的平衡条件

合力：凡一个力与一个力系等效，则称此力为该力系的合力。

等效力系：使同一物体具有相同效应的力系。

平衡：是指物体相对于惯性参考系（如地面）保持静止或作匀速直线运动。

平衡力系：使物体处于平衡状态的力系（满足平衡条件的力系）

第二节 静力学基本公理（掌握）45 分钟

公理 1 力的平行四边形法则

作用在物体上同一点的两个力，可以合成为一个合力。合力的作用点也在该点，合力的大小和方向，由这两个力为边构成的平行四边形对角线确定。

公理 2 二力平衡公理

作用在刚体上的两个力，使刚体处于平衡的必要和充分条件是：这两个力的大小相等，方向相反，且作用在同一直线上。

二力杆(二力体，二力构件)：仅在两点受力而处于平衡的物体或构件。用途：已知两力的作用点，确定其作用线。

公理 3 加减平衡力系原理

在已知力系上加上或减去任意的平衡力系，不改变原力系对刚体的作用效果。推论 1 力的可传性

作用于刚体上某点的力，可以沿着它的作用线移到刚体内任一点，不改变该力对刚体的作用。

举例讲解

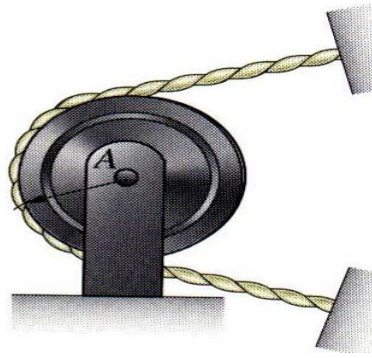
举例讲解

教学内容、方法及过程

附记

<p>推论 2 三力平衡汇交定 作用于刚体上的三个相互平衡的力,若其中两个力的作用线汇交于一点,则此三力必在同一平面内,且第三力的作用线通过汇交点。</p> <p>公理 4 作用和反作用定律 作用力和反作用力总是同时存在,两力的大小相等,方向相反,沿着同一直线,分别作用在两个相互作用的物体上。</p> <p>公理 5 刚化原理 变形体再某一力系作用下处于平衡,如将此变形体刚化为刚体,其平衡状态保持不变。</p> <p>思考题: 1、合力一定大于分力。 2、力的可传性适用于刚体和变形体 3、静力学将研究对象抽象为_____。</p>	<p>举 例 讲 解</p>
<p>小结: 静力学是研究物体在力系作用下的平衡条件的科学。</p> <p>静力学公理: 公理 1 力的平行四边形法则 公理 2 二力平衡公理 公理 3 加减平衡力系原理 公理 4 作用和反作用定律 公理 5 刚化原理</p>	
<p>后记:</p>	

授课题目	章	第一章 静力学的基本概念		授课时间	3
	节	第三节 约束反力 第四节受力分析		检查签字	
授课时数	2	授课方法	讲 授		
教学目标	掌握： 各种常见约束特点及约束反力的形式				
	了解： 对物体系统进行受力分析				
教学重点	常见约束特点及约束反力				
教学难点	常见约束特点及约束反力				
教学内容、方法及过程					附记
<p>新课导入：前面我们学习了力的基本概念，那么力的存在就要受到约束，那么什么是约束呀？我们来学习下面的内容！</p> <p>第三节 约束与约束反力的概念（掌握） 45 分钟</p> <p>自由体：空间运动不受限制的物体。</p> <p>非自由体：运动受到某些限制的物体。</p> <p>约束：对非自由体运动起限制作用的周围物体称约束。</p> <p>约束力：约束作用在被约束物体上的力。</p> <p>确定约束力方向的基本原则：约束力的方向恒与约束所限制的运动方向相反。</p> <p>常见约束特点及约束反力：</p> <p>一、柔体约束：绳索、链条、胶带等</p> <p>柔索只承受拉力</p> <p>约束力—F_N</p> <p>作用点—接触点 方向—沿柔索背离被约束物体</p>					举例讲解
教学内容、方法及过程					附记



二、光滑面约束:支持面、啮合齿轮的齿面、机床中的导轨

约束力—法向约束力 F_N

作用点—接触点

方向—垂直于接触面，指向被约束物体。

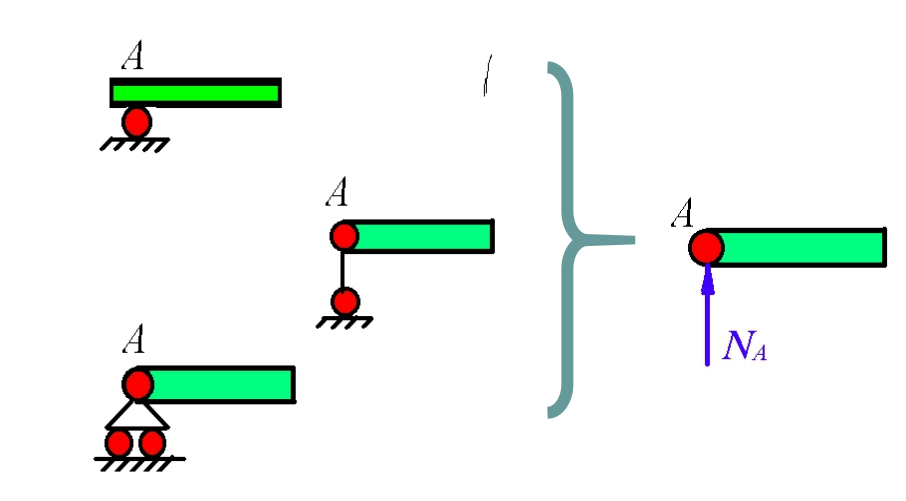
三、光滑圆柱铰链约束

光滑圆柱铰链约束的约束性质是限制物体平面移动(不限制转动),其约束反力是互相垂直的两个力(本质上是一个力),指向任意假设。


四、固定铰链支座

五、滚轴支座

约束力 :沿着支承面的公法线方向

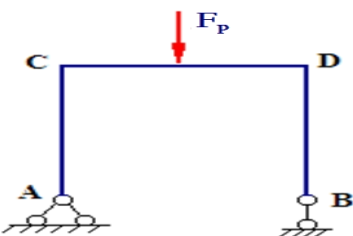
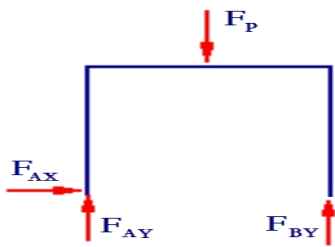


六、固定端支座

 <p>(b)</p> <p>第四节 物体的受力和受力图（了解）30 分钟</p> <p>受力分析基础</p> <ol style="list-style-type: none"> 1、根据约束性质确定约束力； 2、取隔离体； 3、画受力图。 <p>物体受力分析的依据</p> <ol style="list-style-type: none"> 1、根据约束的性质 2、注意二力杆的判断 3、三力平衡汇交定理的应用 	<p>举 例 讲 解</p>
<p>小结：</p> <p>约束：对非自由体运动起限制作用的周围物体称约束。</p> <p>约束力：约束作用在被约束物体上的力。</p> <p>约束力的方向恒与约束所限制的运动方向相反。</p> <p>受力分析 1、根据约束性质确定约束力； 2、取隔离体； 3、画受力图</p>	
<p>后记：</p>	

教 案

授课题目	章	习 题 课	授课时间	4
------	---	-------	------	---

	节	复习物体的受力分析	检查签字	
授课时数	2	授课方法	讲授	
教学目标	掌握： 受力分析 1、根据约束性质确定约束力； 2、取隔离体； 3、画受力图 约束力的方向恒与约束所限制的运动方向相反			
	了解： 物体受力分析的依据			
教学重点	物体的受力分析以及约束力的判断			
教学难点	物体的受力分析以及约束力的判断			
教学内容、方法及过程				附记
<p>1、画图 (a) 所示结构 ACDB 的受力图。(掌握) 25 分钟</p> <p>(1) 取结构 ACDB 为研究对象。</p> <p>(2) 画出主动力：主动力为 F_P。</p> <p>(3) 画出约束反力：约束为固定铰支座和可动铰支座，画出它们的约束反力，如图 (b) 所示</p>				举例讲解
 <p>图 (a)</p>  <p>图 (b)</p>				
教学内容、方法及过程				附记

2、重量为的小球，按图 1.23(a)所示放置，试画出小球的受力图。（掌握）
25 分钟

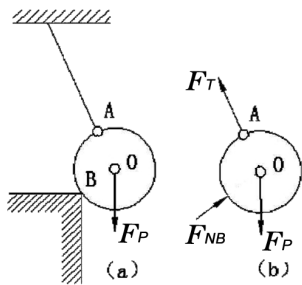


图 1.23

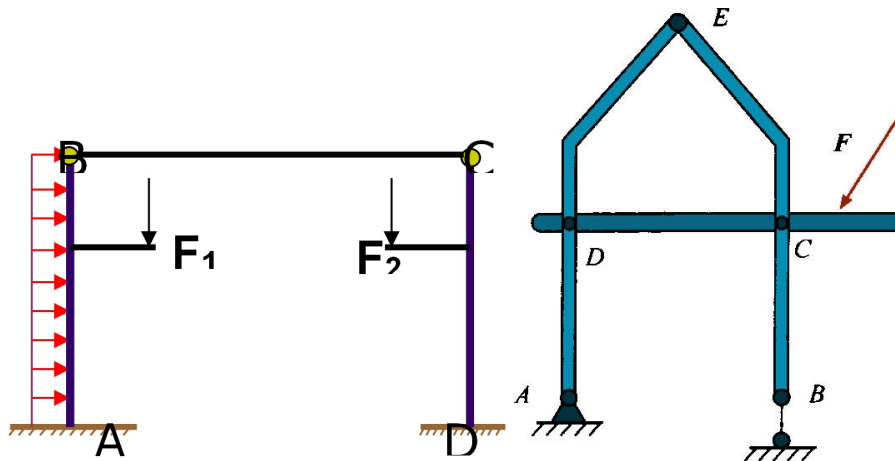
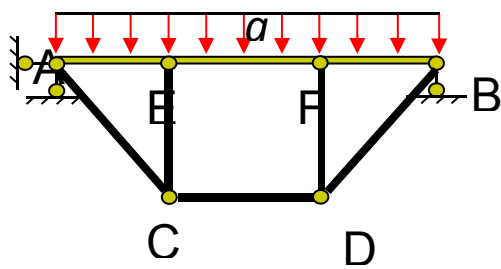
(1) 根据题意取小球为研究对象。

(2) 画出主动力：主动力为小球所受重力。

(3) 画出约束反力：约束反力为绳子的约束反力以及光滑面的约束反力。

小球的受力图如图 1.23(b)所示。

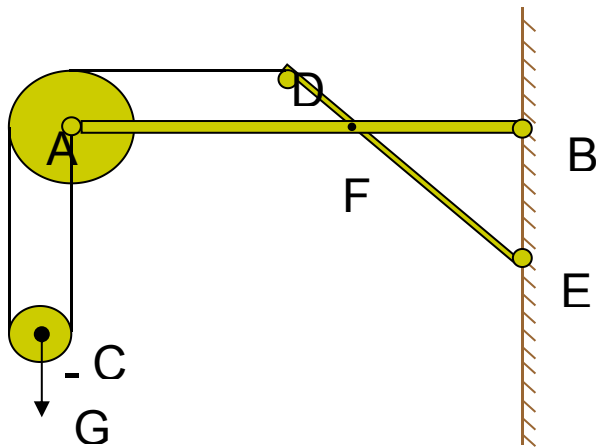
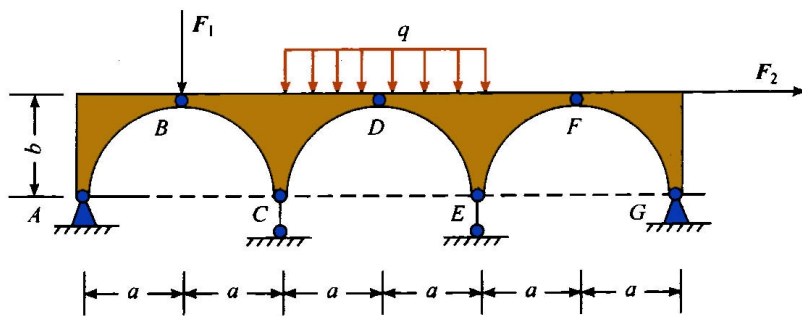
3、对下列图形进行受力分析（掌握）35 分钟



举
例
讲
解

教学内容、方法及过程

附记



作业：P 1-2 (a) (b)

举例讲解

小结：

受力分析 1、根据约束性质确定约束力；2、取隔离体；3、画受力图
约束力的方向恒与约束所限制的运动方向相反

后记：

教 案

授课题目	章	第二章 力的投影与平面汇交力系	授课时间	5
------	---	-----------------	------	---

	节	第一节 力的投影 第二节 平面汇交力系的合成	检查签字	
授课时数	2	授课方法	讲授	
教学目标	掌握:	力在直角坐标轴上的投影 平面汇交力系的合成与平衡 平衡条件求解未知力的步骤		
	了解:			
教学重点	力在直角坐标轴上的投影 平面汇交力系的合成与平衡 平衡条件求解未知力的步骤			
教学难点	力在直角坐标轴上的投影 平面汇交力系的合成与平衡 平衡条件求解未知力的步骤			
教学内容、方法及过程			附记	
<p>新课导入：前面一章我们学习了力和约束的关系，在这章我们将继续学习由多个力组成的力系，在力系中的受力情况！</p> <p>第一节 力在直角坐标轴上的投影（掌握）25 分钟</p> <p>力在坐标轴上的投影</p> $F_x = F \cos \alpha \quad F_y = F \sin \alpha$ $F = \sqrt{F_x^2 + F_y^2} \quad \operatorname{tg} \alpha = \left \frac{F_y}{F_x} \right $ <p>第二节 平面汇交力系的合成（掌握）25 分钟</p> <p>平面汇交力系：是指作用于物体上的各力的作用线位于同一平面内且汇交于一点的力系。</p> <p>一、几何法</p> <p>(一) 两个共点力的合成</p> <p>力三角形的矢序规则：分力矢 F_1、F_2 沿三角形某一边界的某一方向首尾</p>			<p>举 例 讲 解</p>	
教学内容、方法及过程			附记	

相接，而合力 F_R 则沿相反方向，从起点指向最后一个分力矢的末端。

汇交力系平衡的几何条件：力多边形自行封闭

合力 F_R 为力多边形的封闭边

平面汇交力系的合成与平衡（几何法）

对于由 n 个力 F_1 、 F_2 、 F_n 组成的平面汇交力系，

可得：
$$F_{Rx} = F_{1x} + F_{2x} + F_{3x} + \dots + F_{nx} = \sum F_x$$

$$F_{Ry} = F_{1y} + F_{2y} + F_{3y} + \dots + F_{ny} = \sum F_y$$

从而，平面汇交力系的合力 R 的计算式为：

$$F_R = \sqrt{F_{Rx}^2 + F_{Ry}^2} = \sqrt{(\sum F_x)^2 + (\sum F_y)^2}$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \left| \frac{\sum F_y}{\sum F_x} \right|$$

运用平衡条件求解未知力的步骤为：（掌握）15 分钟

- 1、合理确定研究对象并画该研究对象的受力图；
- 2、由平衡条件建立平衡方程；
- 3、由平衡方程求解未知力。

实际计算时，通常规定与坐标轴正向一致的力为正。即水平力向右为正，垂直力向上为正。

二、合成的解析法 （掌握）15 分钟

$$F_{Rx} = \sum X$$

$$F_{Ry} = \sum Y$$

$$F_R = \sqrt{F_{Rx}^2 + F_{Ry}^2} = \sqrt{(\sum X)^2 + (\sum Y)^2}$$

$$\alpha = \operatorname{arctg} \left| \frac{\sum Y}{\sum X} \right|$$

例 1 图示三角支架，求两杆所受的力

取 B 节点为研究对象，画受力图

由 $\sum F_y = 0$ ，建立平衡方程：

$$-F_{NBC} \sin 30^\circ - F = 0$$

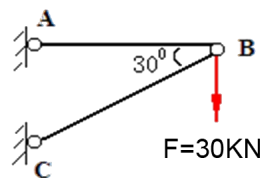
$$F_{NBC} = -2F = -60\text{KN}$$

负号表示假设的指向

与真实指向相反。

由 $\sum F_x = 0$ ，建立平衡方程：

$$-F_{NBC} \cos 30^\circ - F_{NBA} = 0$$

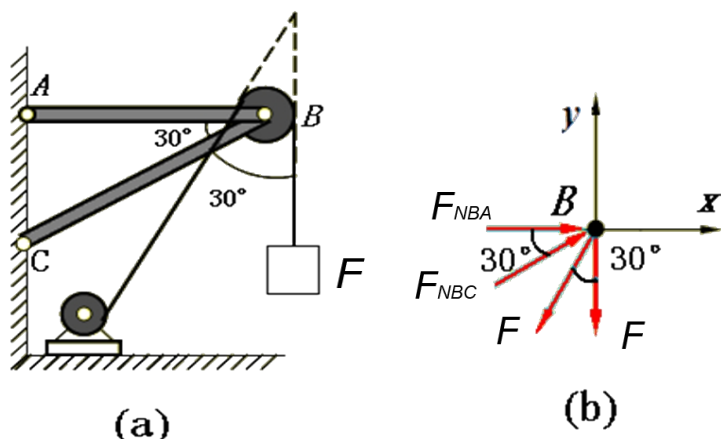


教学内容、方法及过程

附记

$$F_{NBA} = -F_{NBC} \frac{\sqrt{3}}{2} = -(-60) \times 0.866 = 52 \text{ kN}$$

例 2 图(a)所示体系，物块重 $F = 20 \text{ kN}$ ，不计滑轮的自重和半径，试求杆 AB 和 BC 所受的力。



举
例
讲
解

1. 取滑轮 B 的轴销作为研究对象，画出其受力图。
2. 列出平衡方程：由 $\sum F_Y = 0$ ，建立平衡方程：

$$F_{NBC} \cos 60^\circ - F - F \cos 30^\circ = 0$$

$$F_{NBC} = 74.5 \text{ kN}$$

- 由 $\sum F_X = 0$ ，建立平衡方程： $F_{NBC} \cos 30^\circ + F_{NBA} - F \sin 30^\circ = 0$

$$F_{NBA} = -54.5 \text{ kN}$$

反力 F_{NBA} 为负值，说明该力实际指向与图上假定指向相反。即杆 AB 实际上受拉力。

小结：

平衡条件求解未知力的步骤为：

- 1、合理确定研究对象并画该研究对象的受力图；
- 2、由平衡条件建立平衡方程；
- 3、由平衡方程求解未知力

后记：

教 案

授课题目	章	第二章力的投影与平面汇交力系	授课时间	6
------	---	----------------	------	---

	节	第三节 平面汇交力系的平衡	检查签字	
授课时数	2	授课方法	讲授	
教学目标	掌握： 平面汇交力系的平衡			
	了解：			
教学重点	平面汇交力系的平衡			
教学难点	平面汇交力系的平衡			
教学内容、方法及过程				附记
<p>第三节 平面汇交力系的平衡 （掌握）80 分钟</p> <p>一、 平面汇交力系平衡的几何条件 汇交力系平衡的几何条件：力多边形自行封闭</p> $\sum_{i=1}^n F_i = 0$ <p>二、 平面汇交力系平衡的平衡方程 当物体处于平衡状态时，平面汇交力系的合力 F_R 为零，即：</p> $F_R = \sqrt{F_{Rx}^2 + F_{Ry}^2} = \sqrt{(\sum F_x)^2 + (\sum F_y)^2} = 0$				举例讲解
教学内容、方法及过程				附记

$$\sum_{i=1}^n F_{ix} = 0$$

$$\sum_{i=1}^n F_{iy} = 0$$

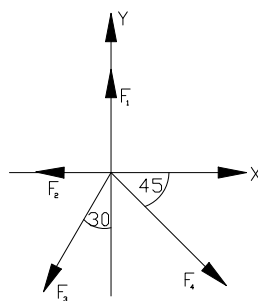
四个力作用于 o 点，设 $F_1 = 50N, F_2 = 30N, F_3 = 60N, F_4 = 100N$ ，求其合力（解析法）

$$\sum F_x = 0$$

$$F_x = -30 - 60 \sin 30 + 100 \sin 45 = -60 + 50\sqrt{2}$$

$$\sum F_y = 0$$

$$F_y = 50 - 60 \cos 30 + 100 \cos 45 = 50 - 30\sqrt{3} - 50\sqrt{2}$$



支架由杆 AB、AC 构成，三处都是铰链约束。在点 A 作用有铅垂力，用解析法分析两种情况下杆所受的力，并说明所受的力是拉力还是压力。

(1) AB 杆：

$$Y = W \sin 30 = W / 2$$

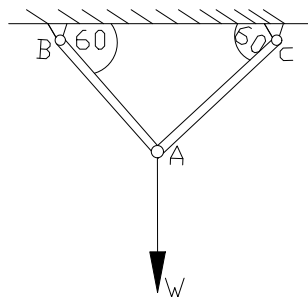
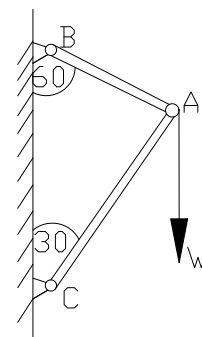
为拉力

AC 杆：

$$X = -W \cos 30$$

为压力

(2) AB 杆 (BC)： $F = \frac{W}{2 \cos 30} = \frac{W\sqrt{3}}{3}$ 为拉力。



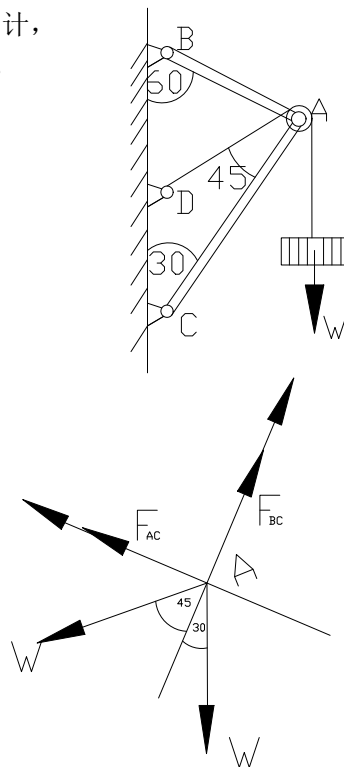
重物 $W=100\text{N}$, 设各杆、滑轮、钢丝绳自重不计, 摩擦不计, A、B、C 三处均为铰接连接。求杆件 AB、AC 受到的力。
以 AB 杆和 AC 杆建立直角坐标系 A 点为原点

$$\sum Y = 0 \quad W \sin 45 + F_{AB} - W \sin 30 = 0$$

$$F_{AB} = 50(1 - \sqrt{2}) \text{ kN}$$

$$\sum X = 0 \quad -W \cos 45 + F_{AC} - W \cos 60 = 0$$

$$F_{AC} = -50(\sqrt{2} + \sqrt{3}) \text{ kN}$$



举例讲解

小结:

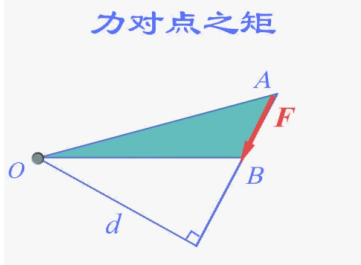
$$\sum_{i=1}^n F_{ix} = 0$$

$$\sum_{i=1}^n F_{iy} = 0$$

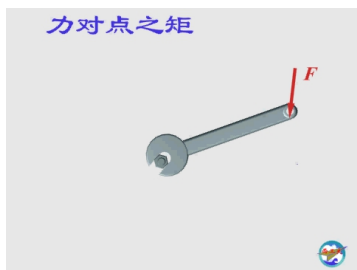
后记:

教 案

授课题目	章	第三章 平面一般力系	授课时间	7
------	---	------------	------	---

	节	第一节力矩及合力矩定理 第二节力偶及性质	检查签字		
授课时数	2	授课方法	讲 授		
教学目标	掌握:	合力矩定理 力偶的基本性质			
	了解:	力矩的概念 力偶的定义			
教学重点	合力矩定理 力偶的基本性质				
教学难点	合力矩定理 力偶的基本性质				
教学内容、方法及过程				附记	
量	<p>新课导入：基本力系我们在前面已经学习过了！这章我们来学习转动的度量力矩！</p> <p>第一节 力矩的概念及合力矩定理（了解）25 分钟</p> <p>一、 平面力对点之矩（力矩）</p> <p>力对点的矩简称为 力 矩</p> <p>力矩是度量力对刚体转动效应的物理量</p> <p>$M_o(F) = \pm Fd = \pm 2A_{OAB}$</p> <p>$O$ —— 矩心</p> <p>d —— 力臂</p> <p>力对点的矩是代数量。</p> <p>力矩的单位： $N \cdot m$ $kN \cdot m$</p>			 <p style="text-align: center;">力对点之矩</p>	举例讲解
教学内容、方法及过程				附记	

符号规定：力 F 使物体绕矩心作逆时针方向转动时为正，顺时针转动时为负。



力矩的性质：

- 1 力对 O 点的矩不仅仅取决于力 F 的大小，同时与矩心的位置有关。
- 2 力 F 对 O 点的矩不会因为 F 在其作用线上移动而改变。
- 3 如果力 F 通过矩心 O，则 $M_o(F)=0$ ，此时力对物体的作用效应为移动。
- 4 互成平衡的二力对同一点之矩的代数和等于零。

二、合力矩定理与力矩的解析表达式（掌握）25 分钟

合力矩定理：平面汇交力系的合力 对于平面内任一点之矩等于所有各分力(F_i) 对同一点之矩的代数和。

$$M_o(F_R) = M_o(F_1) + M_o(F_2) + \dots + M_o(F_n) = \sum_{i=1}^n M_o(F_i)$$

力矩的解析表达式：

已知力 F, 作用点 A(x,y) 及其夹角 θ ，求力 F 对坐标原点之矩，通过分力 F_x 与 F_y 对点之矩来得到：

$$M_o(F) = M_o(F_x) + M_o(F_y) = xF \sin \theta - yF \cos \theta$$

或
$$M_o(F) = xF_y - yF_x$$

合力 F_R 对坐标原点之矩的解析表达式

$$M_o(F_R) = \sum_{i=1}^n (x_i F_{iy} - y_i F_{ix})$$

第二节 力偶及其基本性质（掌握）25 分钟

一、力偶与力偶矩

1、力偶的定义：作用在同一刚体上的大小相等、方向相反、作用线又不重和的两个平行力所组成的力系称为力偶。(F，F')

2、力偶对物体的作用效果：

力偶的作用是使物体转动，力偶使物体转动的效应，不仅与力 F 的大小有关，还与两个力作用线之间的垂直距离 d （力偶臂）有关。

举
例
讲
解

教学内容、方法及过程

附记

3、力偶矩：

力偶中力的大小与两力间的垂直距离的乘积定义为该力偶的力偶矩。

$$M = \pm F d = \pm 2A_{OAB}$$

d——是力偶臂 力偶矩是代数量

符号规定： 力偶逆时针转为正、顺时针转为负

力偶矩是力偶对刚体转动效应的度量，与转动中心无关。

三、力偶的基本性质与同一平面内力偶的等效定理

定理：在同一平面内的两个力偶，如果力偶矩相等，则两力偶彼此等效。

基本性质：（掌握）15 分钟

I、力偶没有合力，不能与一个力平衡；不是平衡力系。

II、力偶对其平面内任一点的力矩为定值，就等于力偶矩。

III、力偶可在其平面内任意移动，而不改变它对刚体的转动效应。

IV、在保持力偶矩大小和转向不变的条件下，可以任意改变力偶中力与力偶的数值，而不改变它对刚体的转动效应。

力偶性质的推论：

1、只要保持力偶矩不变，力偶可在作用面内任意移动，其对刚体的作用效果不变

2、保持力偶矩不变，分别改变力和力偶臂大小，其作用效果不变

作业：P 40 3-1 (b) (c)

举
例
讲
解

小结：力偶是由等值、反向、不共线的两个平行力组成的特殊力系。

力偶没有合力，不能与一个力平衡

平面力偶对物体的作用效应决定于力偶矩 M 的大小和转向，即

$$M = \pm F \cdot d$$

正负号表示力偶的转向，一般以逆时针转向为正，反之为负。

力偶对平面内任一点的矩等于力偶矩，力偶矩与矩心的位置无关。

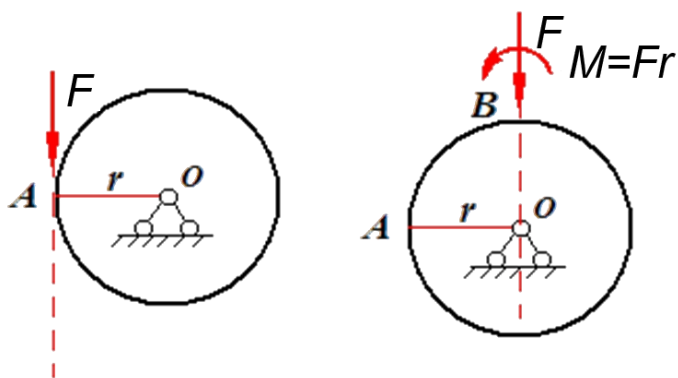
等效定理：在同一平面内的两个力偶，如果力偶矩相等，则两力偶彼此等效。

后记：

教 案

授课题目	章	第三章 平面一般力系	授课时间	8
------	---	------------	------	---

	节	第三节力的平移 第四节力偶系的合成与平衡	检查签字
授课时数	2	授课方法	讲授
教学目标	掌握:	力的平移定理 平面力偶系的合成与平衡条件	
	了解:	力的平移定理的推导过程	
教学重点	力的平移定理 平面力偶系的合成与平衡条件		
教学难点	力的平移定理 平面力偶系的合成与平衡条件		
教学内容、方法及过程			附记
<p>新课导入：前面我们了解力偶的基本性质，我们来学习一下力应如何平移？</p> <p>第三节 力的平移 35 分钟（掌握）</p> <p>一、 力的平移定理：作用于刚体上的力，可以平移到力的作用平面内的任一点，但同时必须附加一个力偶，该力偶的矩等于原作用力对新作用点之矩。</p> $M = Fd = M_o(F)$ <p>设圆盘 A 点处作用一个 F 力，讨论 F 力的等效平移问题。</p>			举例讲解
教学内容、方法及过程			附记

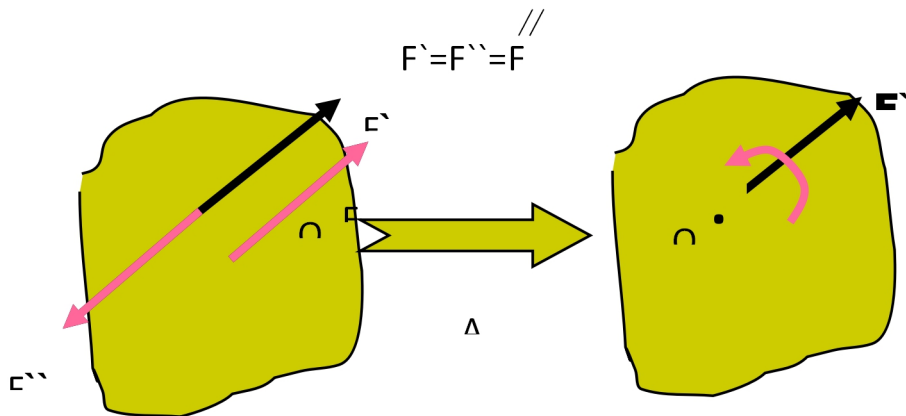


等效平移一个力，必须附加一个力偶，其力偶矩等于原来的力对新作用点之矩。

力系向任意一点 O 的简化

应用力的等效平移定理，将平面一般力系中的各个力（以三个力为例）全部平行移到作用面内某一给定点 O 。从而这力系被分解为一个平面汇交力系和一个平面力偶系。这种等效变换的方法称为力系向给定点 O 的简化。点 O 称为简化中心。

推导过程：15 分钟（了解）



结论：力的作用线可以平行移动，移动后必须附加一个力偶，附加力偶的力偶矩等于原来的力对所移动点的力矩

举例讲解

教学内容、方法及过程

附记

<p>第四节 平面力偶系的合成与平衡条件 30 分钟（掌握）</p> <p>平面力偶系：作用在同一个面内的若干个力偶组成的力系</p> <p>1、平面力偶系的合成</p> <p>在同平面内的任意个力偶可合成为一个合力偶，合力偶矩等于各个力偶矩的代数和，即</p> $M = \sum_{i=1}^n M_i$ <p>2、平面力偶系的平衡条件</p> <p>力偶系平衡时，其合力偶的矩等于零。</p> <p>平面力偶系平衡的必要和充分条件是：所有各个力偶矩的代数和等于零，即</p> $\sum_{i=1}^n M_i = 0$ <p>作业：P 41 3-3</p>	<p>举 例 讲 解</p>
<p>小结：</p> <p style="text-align: center;">力的平移定理</p> <p style="text-align: center;">合力偶矩等于各个分力偶矩的代数和，即 $M = \sum_{i=1}^n M_i$</p> <p style="text-align: center;">平面力偶系的平衡条件为 $\sum_{i=1}^n M_i = 0$</p>	
<p>后记：</p>	

教 案

授课题目	章	第三章 平面一般力系	授课时间	9
------	---	------------	------	---

	节	第五节 平面一般力系简化平衡条件	检查签字	
授课时数	2	授课方法	讲 授	
教学目标	掌握:	主矢和主矩的概念 平面一般力系的简化结果 合力矩定理		
	了解:	力系主矢的解析表达式 力系主矩的解析表达式		
教学重点	主矢和主矩的概念 平面一般力系的简化结果 合力矩定理			
教学难点	主矢和主矩的概念 平面一般力系的简化结果 合力矩定理			
教学内容、方法及过程			附记	
新课导入:平面一般力系是如何简化那? 我们来一起学习一下! 第五节 平面一般力系的简化与平衡条件 20 分钟 (了解) 一、平面任意力系向作用面内一点的简化: 平面一般力系 (平面任意力系): 各力的作用线都在同一平面内分布, 且既不完全相交于一点, 也不完全相互平行, 则该力系称为平面任意力系。 平面一般力系等效为两个简单力系:平面汇交力系和平面力偶系。 平面汇交力系可合成作用线通过点 O 的一个力 F'_R $F'_R = F'_1 + F'_2 + \dots + F'_n = \sum_{i=1}^n F'_i$ 力矢 F'_R 等于原来各力的矢量和。			举 例 讲 解	
教学内容、方法及过程			附记	

平面力偶系可合成为一个力偶，其力偶矩等于各附加力偶矩的代数和，又等于原来各力对点的矩的代数和，即

$$M_o = M_1 + M_2 + \dots + M_n = \sum_{i=1}^n M_o(F_i)$$

平面任意力系向已知点简化，可以得到一个力和一个力偶。该力称为原力系的主矢，作用在简化中心。该力偶的矩称为主矩，它等于原力系中的各力对已知点的力矩的代数和。

R ——主矢 $R = \sum F_i$ 与简化中心无关

M_o ——主矩 $M_o = \sum m_o(F_i)$ 与简化中心有关

力系主矢的解析表达式为：

$$F'_R = F'_{Rx} + F'_{Ry} = \sum F_x i + \sum F_y j$$

主矢 F'_R 的大小和方向余弦为

$$F'_R = \sqrt{(\sum F_x)^2 + (\sum F_y)^2}$$

$$\cos(F'_R, i) = \frac{\sum F_x}{F'_R}, \quad \cos(F'_R, j) = \frac{\sum F_y}{F'_R}$$

力系对点 O 的主矩的解析表达式为：

$$M_o = \sum_{i=1}^n M_o(F_i) = \sum_{i=1}^n M_o(x_i F_{iy} - y_i F_{ix})$$

二、平面一般力系的简化结果分析 30 分钟（掌握）

①. $R=0, M_o \neq 0$ 原力系为一力偶系,与简化中心位置无关;

②. $R \neq 0, M_o = 0$ 原力系为一作用在简化中心的合力,与简化中心位置有关;

③. $R \neq 0, M_o \neq 0$ 为普遍情形,还可继续简化为一作用在点的合力,即为原力系的合力;

$$d = \frac{M_o}{R} = \frac{M_o}{R'}$$

$$R'd = m_o(\mathbf{R}') = M_o = \sum m = \sum m_o(\mathbf{F}_i)$$

$$m_o(\mathbf{R}') = \sum m_o(\mathbf{F}_i)$$

合力矩定理：当平面一般力系具有合力时，合力对平面内任一点的矩就等于该力系的各分力对同一点的矩的代数和。

④. $R=0, M_o = 0$ ，原力系为一平衡力系。

三、平面一般力系的平衡方程及其应用 40 分钟（掌握）

举例讲解

教学内容、方法及过程

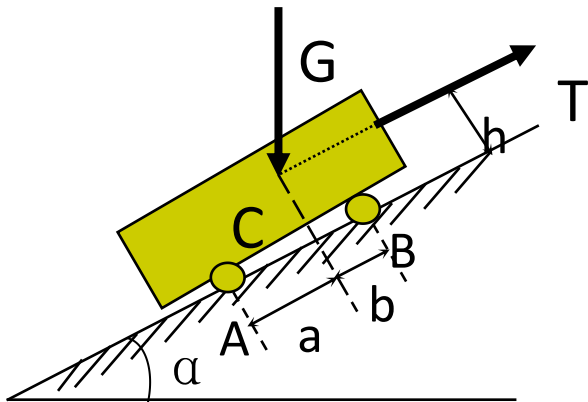
附记

平衡方程的基本形式：平面一般力系平衡 等效于 $R=0, M_O=0$

平面一般力系的平衡方程：

$$\begin{cases} \sum X = 0 \\ \sum Y = 0 \\ \sum m_o = 0 \end{cases}$$

应用：求 A、B 两处的约束反力及绳子的拉力



$$\begin{aligned} T - G \sin \alpha &= 0 \\ N_A + N_B - G \cos \alpha &= 0 \\ N_B \cdot b - N_A \cdot a &= 0 \end{aligned}$$

解：①.取研究对象——小车

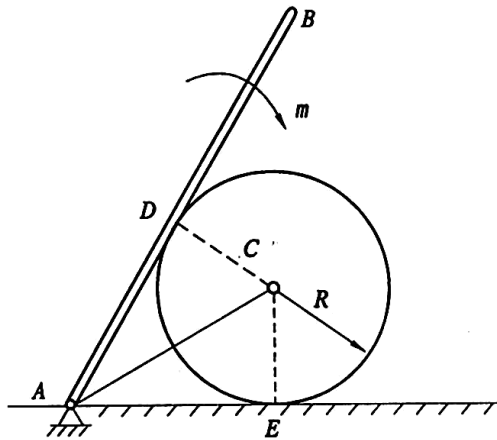
- ②.做受力图
- ③.建立适当的坐标轴
- ④.判断力系类型，列出对应的平衡方程
- ⑤.解方程

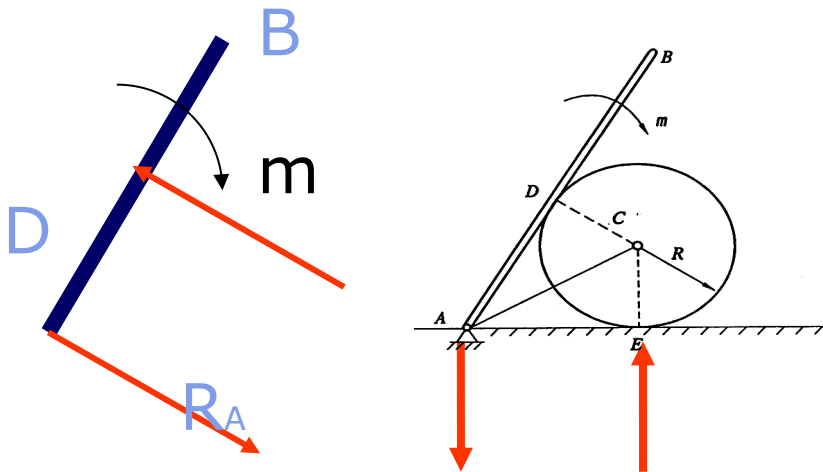
作业：

小结：①. $R=0, M_O \neq 0$ 原力系为一力偶系,与简化中心位置无关;
 ②. $R \neq 0, M_O = 0$ 原力系为一作用在简化中心的合力,与简化中心位置有关;
 ③. $R \neq 0, M_O \neq 0$ 为普遍情形,还可继续简化为一作用在点的合力,即为原力系的合力;
 . 合力矩定理：当平面一般力系具有合力时，合力对平面内任一点的矩就等于该力系的各分力对同一点的矩的代数和。
 ④ $R=0, M_O = 0$, 原力系为一平衡力系。

后记：

举例讲解

授课题目	章	习题课		授课时间	10
	节			检查签字	
授课时数	2	授课方法	讲授		
教学目标	掌握:	应用平面一般力系的知识			
	了解:	主矢和主矩的概念 平面一般力系的简化结果			
教学重点	合力矩定理 力偶的基本性质				
教学难点	合力矩定理 力偶的基本性质				
教学内容、方法及过程					附记
<p>习题：已知杆 AB、轮 C 和绳子 AC 组成的物体系统如图所示。作用在杆上的力偶，其力偶矩为 m，设 $AC=2R$，R 为轮 C 的半径，各物体重量均忽略不计，各接触处均为光滑的，试求铰链 A 对 AB 杆的约束反力及地面对轮 C 的反力。</p> 					举例讲解
教学内容、方法及过程					附记

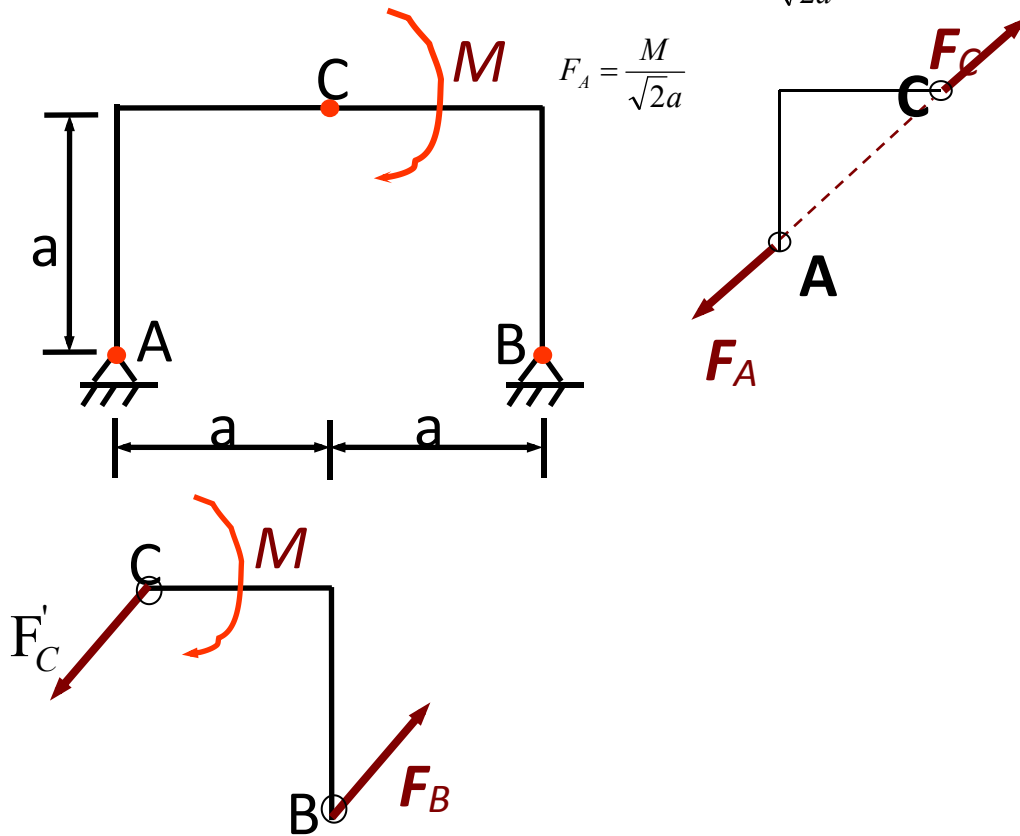


求图示刚架支座 A、B 的约束反力 1.AC 为二力杆，受力如图。

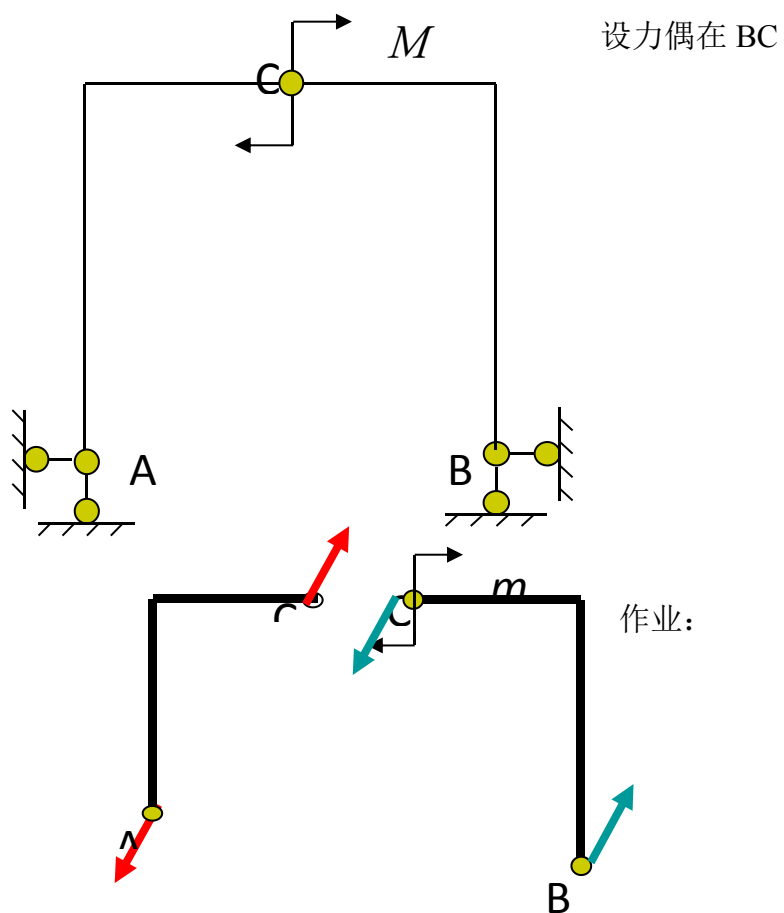
2.因为力偶只能用力偶来平衡，所以 BC 杆受力图如下：

对 BC 杆

$$\sum M = 0 \Rightarrow F_B \cdot \sqrt{2}a - M = 0 \Rightarrow F_B = \frac{M}{\sqrt{2}a}$$



求图示刚架支座 A、B 的约束反力。



举例讲解

小结:

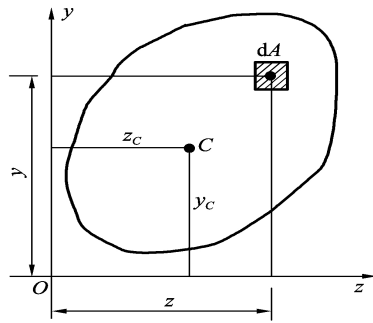
力的平移定理

合力偶矩等于各个分力偶矩的代数和，即 $M = \sum_{i=1}^n M_i$

平面力偶系的平衡条件为 $\sum_{i=1}^n M_i = 0$

后记:

授课题目	章	第四章 平面图形的几何性质	授课时间	11
	节	第一节静矩和形心第二节惯性矩、惯性积、惯性半径	检查签字	
授课时数	2	授课方法	讲 授	
教学目标	掌握:	平面图形的形心确定方法 静矩、惯性矩、惯性积的概念		
	了解:	矩形等简单图形对其形心轴的惯性矩计算公式		
教学重点	平面图形的形心确定方法 静矩、惯性矩、惯性积的概念			
教学难点	平面图形的形心确定方法 静矩、惯性矩、惯性积的概念			
教学内容、方法及过程				附记
<p>导入：前面我们已经学习过静力学的一些知识，下面几章是材料力学的知识，学好材料力学首先要研究一下平面图形的一些性质，所以从这章开始我们一同学习一下平面图形的一些规律。</p> <p>第四章 平面图形的几何性质 25 分钟（掌握） 第一节 静矩和形心</p> <p>一、静矩的概念</p> $y dA$ <p style="text-align: center;">——dA 对 z 轴的静矩</p> $z dA$ <p style="text-align: center;">——dA 对 y 轴的静矩</p>				举例讲解
教学内容、方法及过程				附记



$$S_z = \int_A y dA \quad \text{——图形对 } z \text{ 轴的静矩}$$

$$S_y = \int_A z dA \quad \text{——图形对 } y \text{ 轴的静矩}$$

单位: cm^3 、 mm^3 。可为“+”、“-”、“0”。

2. 静矩与形心坐标的关系 25 分钟 (掌握)

$$y_c = \frac{\int_A y dA}{A} = \frac{S_z}{A}$$

$$z_c = \frac{\int_A z dA}{A} = \frac{S_y}{A}$$

$$S_z = y_c A, S_y = z_c A$$

若截面对某一轴的静矩为零, 则该轴必通过截面的形心; 反之, 若某一轴通过截面形心, 则截面对该轴的静矩为零。

组合图形 静矩

$$\left. \begin{aligned} S_z &= \sum_{i=1}^n S_{zi} = \sum_{i=1}^n A_i y_{Ci} \\ S_y &= \sum_{i=1}^n S_{yi} = \sum_{i=1}^n A_i z_{Ci} \end{aligned} \right\}$$

形心坐标

$$\left. \begin{aligned} z_c &= \frac{S_y}{A} = \frac{\sum_{i=1}^n A_i z_{Ci}}{\sum_{i=1}^n A_i} \\ y_c &= \frac{S_z}{A} = \frac{\sum_{i=1}^n A_i y_{Ci}}{\sum_{i=1}^n A_i} \end{aligned} \right\}$$

举
例
讲
解

教学内容、方法及过程

附记

第二节 惯性矩、惯性积、惯性半径 35 分钟（掌握）

1. 惯性矩

$$y^2 dA : dA \text{ 对 } z \text{ 轴的惯性矩}$$

$$z^2 dA : dA \text{ 对 } y \text{ 轴的惯性矩}$$

$$I_z = \int_A y^2 dA \quad \text{——图形对 } z \text{ 轴的惯性矩}$$

$$I_y = \int_A z^2 dA \quad \text{——图形对 } y \text{ 轴的惯性矩}$$

单位: cm^4 、 mm^4 。均为“+”。

2、惯性积 $zydA$: dA 对 z 轴, y 轴的惯性积。整个平面图形对 z 轴, y 轴的惯性积为 $I_{xy} = \int_A zy dA$ 可为“+”、“-”、“0”

若 z, y 两坐标轴中有一个为平面图形的对称轴, 则其惯性积 I_{xy} 恒等于零

3、惯性半径

工程中常把惯性矩表示为平面图形的面积与某一长度平方的乘积, 即

$$I_y = Ai_y^2 \quad \text{或} \quad i_y = \sqrt{\frac{I_y}{A}}$$

$$I_z = Ai_z^2 \quad \text{或} \quad i_z = \sqrt{\frac{I_z}{A}}$$

i_y 、 i_z 分别称为平面图形对 y 轴和 z 轴的惯性半径

作业: P 50 4.1 4.5 (a)

举
例
讲
解

小结:

$$\text{截面的静矩} \quad S_z = \int_A y dA \quad S_y = \int_A z dA$$

对某一轴的静矩为零, 则该轴必通过截面的形心; 反之, 若某一轴通过截面形心, 则截面对该轴的静矩为零。

$$\text{惯性矩} \quad I_z = \int_A y^2 dA \quad I_y = \int_A z^2 dA \quad \text{惯性积} \quad I_{xy} = \int_A zy dA$$

$$\text{惯性半径} \quad I_y = Ai_y^2 \quad \text{或} \quad i_y = \sqrt{\frac{I_y}{A}} \quad I_z = Ai_z^2 \quad \text{或} \quad i_z = \sqrt{\frac{I_z}{A}}$$

后记:

教 案

授课题目	章	第四章平面图形的几何性质	授课时间	12
------	---	--------------	------	----

	节	第三节 组合图形的惯性矩 第四节 主惯性轴 主惯性矩	检查签字
授课时数	2	授课方法	讲授
教学目标	掌握:	平行移轴公式 应用平行移轴公式计算组合截面的惯性矩	
	了解:	主惯性轴和主惯性矩的概念	
教学重点	平行移轴公式 应用平行移轴公式计算组合截面的惯性矩		
教学难点	平行移轴公式 应用平行移轴公式计算组合截面的惯性矩		
教学内容、方法及过程			附记
导入: 我们这节课接着学图形性质! 第三节组合图形的惯性矩 25 分钟 (掌握) 1. 平行移轴公式			举例讲解
$\left. \begin{aligned} y_1 &= y + a \\ z_1 &= z + b \end{aligned} \right\}$ $\left. \begin{aligned} I_z &= \int_A y^2 dA \\ I_y &= \int_A z^2 dA \end{aligned} \right\}$ $\left. \begin{aligned} I_{z_1} &= \int_A y_1^2 dA \\ I_{y_1} &= \int_A z_1^2 dA \end{aligned} \right\}$			
教学内容、方法及过程			附记

$$I_{z_1} = \int_A (y+a)^2 dA = \int_A (y^2 + 2ya + a^2) dA$$

$$= \int_A y^2 dA + 2a \int_A y dA + a^2 \int_A dA$$

$$I_{z_1} = I_z + a^2 A \quad I_{y_1} = I_y + b^2 A$$

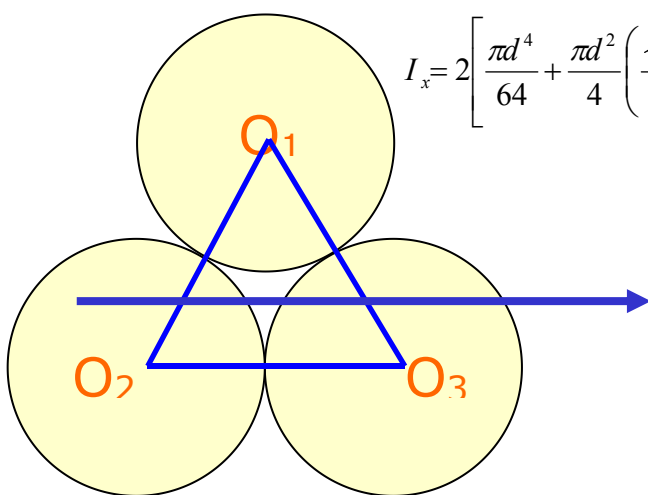
注意： I_z ， I_y 是平面图形对其形心轴的惯性矩。

2. 组合图形的惯性矩 35 分钟（掌握）

$$\left. \begin{aligned} I_z &= \sum_{i=1}^n I_{zi} \\ I_y &= \sum_{i=1}^n I_{yi} \end{aligned} \right\}$$

图示为三个等直径圆相切的组合问题,求对形心轴 x 的惯性矩.

O2、O3 到 xc 轴的距离: $\frac{1}{3} \frac{\sqrt{3}}{2} d = \frac{\sqrt{3}}{6} d$



$$I_x = 2 \left[\frac{\pi d^4}{64} + \frac{\pi d^2}{4} \left(\frac{\sqrt{3}}{6} d \right)^2 \right] + \left[\frac{\pi d^4}{64} + \frac{\pi d^2}{4} \left(\frac{\sqrt{3}}{3} d \right)^2 \right]$$

$$= \frac{11\pi d^4}{64}$$

$$\frac{2}{3} \frac{\sqrt{3}}{2} d = \frac{\sqrt{3}}{3} d$$

O1 到 xc 轴的距离:

在下列关于平面图形的结论中, (D) 是错误的。

- A. 图形的对称轴必定通过形心; B. 图形两个对称轴的交点必为形心;
C. 图形对对称轴的静矩为零; D. 使静矩为零的轴必为对称轴。

举
例
讲
解

教学内容、方法及过程

附记

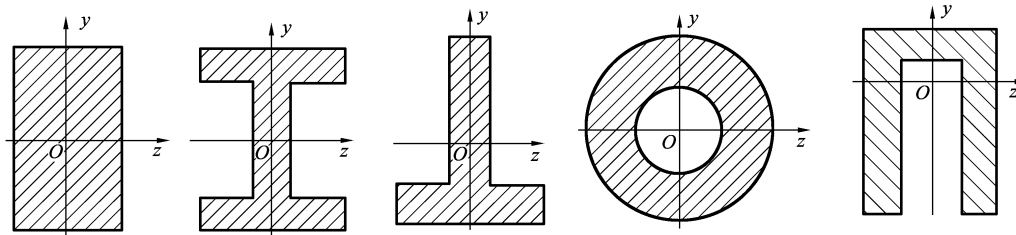
第四节 主惯性轴和主惯性矩的概念 25 分钟（了解）

主惯性轴（主轴）： $I_{zy} = 0$,z、y 轴为主惯性轴。

形心主惯性轴：主惯性轴通过平面图形的形心。

形心主惯性矩：平面图形对形心主惯性轴的惯性矩。

下图各截面的 y 轴均为截面的对称轴，O 点为截面的形心，y 轴和 z 轴均通过截面形心，因此 y 轴和 z 轴均为形心主惯性轴。



举例讲解

思考题：在平面图形的几何性质中，（ D ）的值可正、可负、也可为零。

A.静矩和惯性矩； B.极惯性矩和惯性矩

C.惯性矩和惯性积； D.静矩和惯性积。

作业：P 50 4.4

小结：

平行移轴公式： $I_{z_1} = I_z + a^2 A$ $I_{y_1} = I_y + b^2 A$

主惯性轴（主轴）： $I_{zy} = 0$,z、y 轴为主惯性轴。

形心主惯性轴：主惯性轴通过平面图形的形心。

形心主惯性矩：平面图形对形心主惯性轴的惯性矩。

后记：

授课题目	章	第五章 轴向拉伸和压缩		授课时间	13
	节	第一节变形固体及其基本假设 第二节 内力 截面法、应力		检查签字	
授课时数	2	授课方法	讲 授		
教学目标	掌握： 截面法求内力的步骤				
	了解： 变形固体及其基本假设 内力 截面法、应力的概念				
教学重点	截面法求内力的步骤				
教学难点	截面法求内力的步骤				
教学内容、方法及过程					附记
<p>导入新课：在前面的课程里我们学习图形的几何性质，这为我们更好的学习下面的课程做好了准备，那么这节课那我们来继续学习材料力学的一些基本假设和基本概念。</p> <p>第一节 变形固体及其基本假设（了解）25 分钟</p> <p>1、变形固体的概念</p> <p>工程中的构件都是由固体材料制成的，如钢、铸铁、木材、混凝土等。这些固体材在外力作用下会产生变形，称为变形固体。当研究物体受力后的变形与破坏时，不能把它当做刚体看待，而应当按实际的变形体进行研究。</p> <p>2、变形固体的基本假设</p> <p>1) 均匀连续假设</p> <p>假设变形固体在其整个体积内连续不断地充满着物质，并且在各点处的材料性质完全相同。</p>					举例讲解
教学内容、方法及过程					附记

(2) 各向同性假设

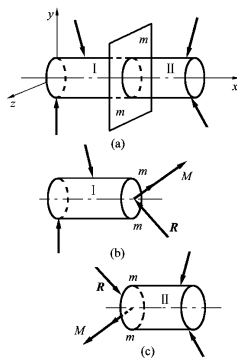
认为材料在各个方向上具有相同的性质。

第二节 内力、截面法、应力 (掌握) 55 分钟

1、内力

物体在未受外力时，它的分子间本来就有相互作用着的力，正是由于存在这些力，物体才保持固定的形状。当物体在外力作用下，它将发生变形，物体内部各质点间相互作用的力也发生了改变。这种力的改变量，就是材料力学所要研究的内力。严格的讲，它是由外力的作用而引起的附加内力，通常简称为内力。

内力是研究构件的强度、刚度及稳定性问题时，首先要计算的力。由于内力存在于构件内部，所以只有把它暴露出来才能做进一步的分析。为了显示内力可以采用截面法。



运用截面法求内力，可以归纳为下列三个步骤：

第一，假想用一横截面将物体截为两部分，研究其中一部分，弃去另一部分。

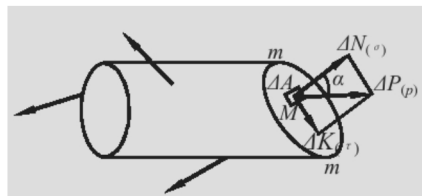
第二，用作用于截面上的内力代替弃去部分对研究部分的作用。

第三，建立研究部分的平衡条件，确定未知的内力。

2、应力

在受力杆件中沿任意一点 M 取一块微面积 ΔA ，如果作用在这一微面积上的内力为 Δp ，那么 Δp 对 ΔA 的比值，称为这块微面积上的平均应力，即

$$P_m = \frac{\Delta P}{\Delta A}$$



举例讲解

教学内容、方法及过程

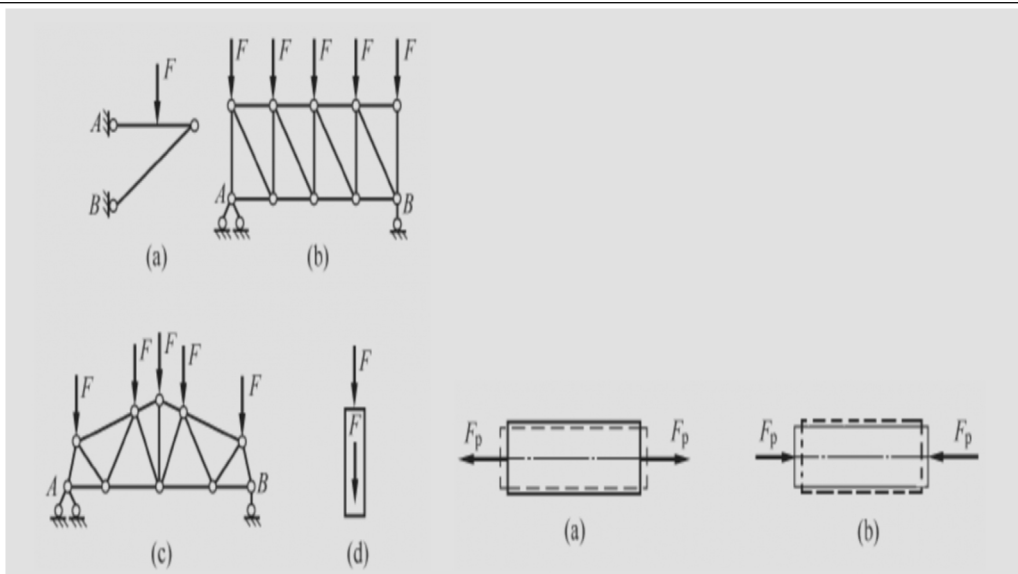
附记

<p>一般说 $m-m$ 截面上的内力并不是均匀分布的，因此平均应力 p_m 随所取 ΔA 的大小而不同。所以它并不能真实的表明内力在 M 点的强弱程度。随着 ΔA 的逐渐缩小，分布于 ΔA 内的力也逐渐均匀。当 ΔA 趋近零时，极限值：</p> $p = \lim_{\Delta A \rightarrow 0} \frac{\Delta p}{\Delta A} = \frac{dp}{dA}$ <p>称为 M 点处的内力集度，也称 M 点处的总应力。p 是一个矢量，一般说不与截面垂直，也不与截面相切。通常将 p 分解为垂直截面的分量 σ 和切于截面的分量 τ (图 5-2)。σ 称为正应力。τ 称为剪应力。</p> <p>在国际单位制中，应力的单位是 N/m^2，称为帕斯卡或简称为帕 (Pa)。由于这个单位太小，使用不便，通常使用 MN/m^2 (MPa)。$MPa = 10^6 N/m^2 = N/mm^2$。</p> <p>思考题：截面法求内力的步骤是什么？ 截面法求内力步骤：截开、代替、平衡</p>	<p>举 例 讲 解</p>
<p>小结：</p> <p>变形固体的基本假设 1、均匀连续假设 2、各向同性假设 截面法求内力步骤：截开、代替、平衡</p>	
<p>后记：</p>	

教 案

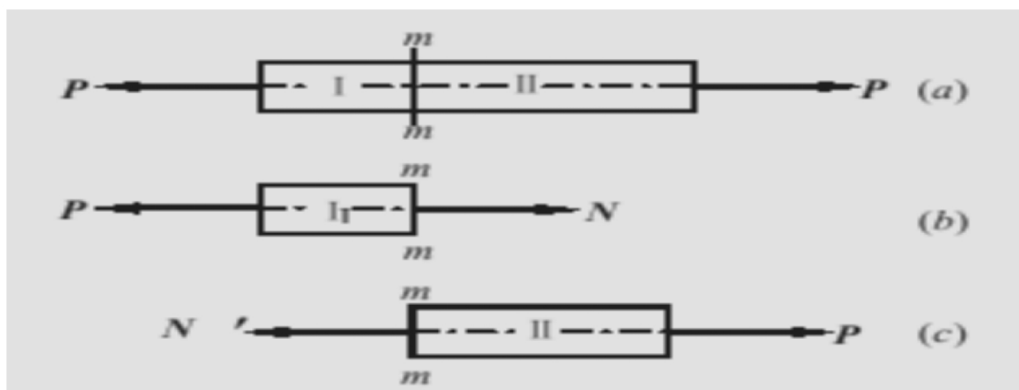
授课题目	章	第五章 轴向拉伸和压缩	授课时间	14
------	---	-------------	------	----

	节	第三节轴向拉伸与压缩的概念第五节 轴向拉伸或压缩时横截面上的内力及 应力	检查签字	
授课时数	2	授课方法	讲 授	
教学目标	掌握:	轴向拉伸或压缩时横截面上的内力及应力 应用截面法求解轴向拉压杆件的应力		
	了解:	轴向拉伸与压缩的概念		
教学重点	轴向拉伸或压缩时横截面上的内力及应力 应用截面法求解轴向拉压杆件的应力			
教学难点	轴向拉伸或压缩时横截面上的内力及应力 应用截面法求解轴向拉压杆件的应力			
教学内容、方法及过程				附记
<p>新课导入：在前面的两节课上我们学习了用截面法求内力的步骤，大家回忆一下步骤是截开、代替、平衡，那么这节课我们通过截面法求解截面的应力。</p> <p>第三节 轴向拉伸与压缩的概念（了解）30 分钟</p> <p>轴向拉伸变形和轴向压缩变形是杆件的基本变形之一，在工程中经常见到如图所示的杆件受力情况，</p> <p>这些杆件受力的共同特点是：作用在杆件上的外力的作用线与杆轴线重合，杆件的主要变形是轴向伸长或缩短。这类构件称为拉(压)杆。相应的变形分别称为轴向拉伸变形和轴向压缩变形。</p>				举 例 讲 解
教学内容、方法及过程				附记



第四节 轴向拉伸或压缩时横截面上的内力及应力（掌握）45分钟

为了求出拉（压）杆横截面上的应力，先要研究拉（压）杆的内力。对直杆受轴向拉力 P 的作用，我们应用截面法，求 $m-m$ 截面的内力，如图 5-5 所示



$$F_N = P$$

$$F'_N = P$$

拉（压）杆横截面上的应力：

$$\sigma = \frac{F}{A}$$

例 5-1 试画出图 5-6 (a) 所示直杆的轴力图。

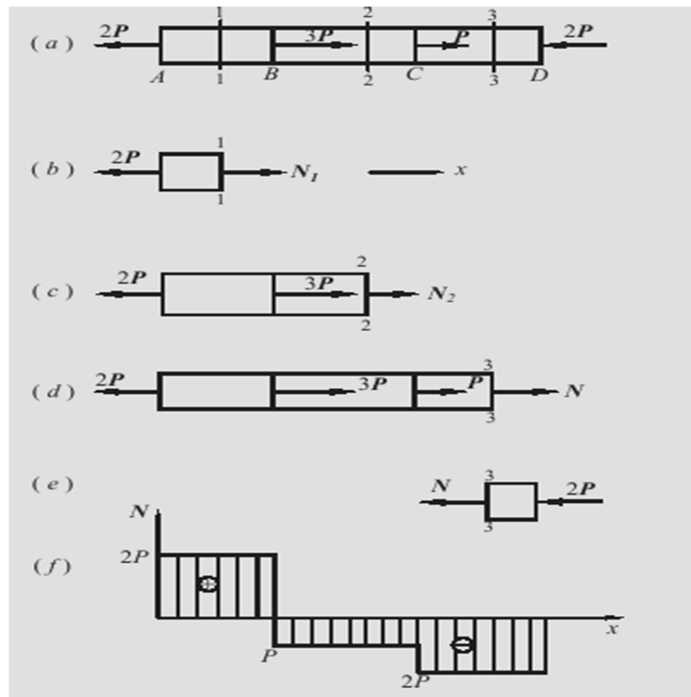


图 5-6

$$F_{N1} - 2P = 0, F_{N1} = 2P \quad F_{N2} + 3P - 2P = 0, F_{N2} = -P(\text{压力})$$

$$F_{N3} + P + 3P - 2P = 0, F_{N3} = -2P, \quad F_{N3} + 2P = 0, F_{N3} = -2P(\text{压力})$$

思考题：轴力是作用于杆件轴线上的荷载？轴力的大小与杆件横截面面积有关
作业：P70 5-1,5-2

小结：

截面法求内力的步骤是截开、代替、平衡

拉（压）杆横截面上的应力：
$$\sigma = \frac{F}{A}$$

后记：

举
例
讲
解