



21世纪全国高等教育应用型精品课规划教材

应用力学

习题指导

Yingyong Lixue
Xiti Zhidao

◇主 编 闫 华 巴斯德 王 茜 孟凡成
◇副主编 马骊歌 张玉华
◇主 审 朱伟民

 北京理工大学出版社
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

21 世纪全国高等教育应用型精品课规划教材

应用力学习题指导

主 编 闫 华 巴斯德 王 茜 孟凡成

副主编 马骊歌 张玉华

参 编 王雨楠 吕永鹏

主 审 朱伟民

 北京理工大学出版社

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

内 容 简 介

本书是闫华主编的《应用力学》教材配套的教学辅导用,共18个章节习题,主要有思考题和习题,配合教材《应用力学》中要求学生掌握和要加强训练的知识点进行设计的,每章主要包括以下三项具体内容:本章重点知识的总结,重点问题解析和习题。

本书可作为高等院校道路桥梁专业应用力学课程的辅助教学指导书,也可以作为有关工程技术人员的参考用书。

版权专有 侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

应用力学:配习题指导/闫华等主编. —北京:北京理工大学出版社, 2010.2

ISBN 978-7-5640-2994-4

I. ①应… II. ①闫… III. ①应用力学-教材 IV. ①O39

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第010100号

出版发行/北京理工大学出版社

社 址/北京市海淀区中关村南大街5号

邮 编/100081

电 话/(010)68914775(办公室) 68944990(批销中心) 68911084(读者服务部)

网 址/http://www.bitpress.com.cn

经 销/全国各地新华书店

印 刷/保定市中华美凯印刷有限公司

开 本/787毫米×1092毫米 1/16

印 张/23.75

字 数/557千字

版 次/2010年2月第1版 2010年2月第1次印刷

印 数/1~2000册

责任校对/陈玉梅

定 价/39.00元

责任印制/边心超

图书出现印装质量问题,本社负责调换

前 言

本书是为了适应目前我国高等教育人才培养模式和基于工作过程的课程开发体系,结合道路桥梁专业工程造价、工程测量方向的学生对本课程的实际需要编写的。本书进一步强化了重点知识,突出了本课程的实践性和应用性的要求,以满足培养道桥施工、组织管理、服务第一线的高技能人才的需要。通过学习和习题训练使学生具有一定的、必备的力学知识与理论,尤其是力学知识的应用能力、力学分析方法与后续专业课结合的能力,为专业课学习打下良好的基础,使学生具备在工作后能运用相应的力学知识和力学分析方法解决工程中遇到的实际问题的能力,同时也是根据目前学生的实际情况而编写的。

本书是学生的学习用书,与教材《应用力学》配套使用。本书 18 个章节习题,主要有思考题和习题,配合教材《应用力学》中要求学生掌握和要加强训练的知识点进行设计的,每章主要包括以下三项具体内容。

(1) 本章重点知识的总结。

(2) 重点问题、有代表性问题、重点、难点。通过实例分析、计算和解答,让学生开阔视野,引导学生抓住重点知识,为专业课和以后的工作打下良好的基础。

(3) 练习题。以本书为主线、以掌握力学知识应用为主线,通过各种题型的练习和训练,强化和深化对基本理论知识、概念、基本原理和基本方法的理解和运用。

编写分工如下:吉林交通职业技术学院巴斯德老师编写第 1 章、第 2 章、第 3 章、第 4 章;张玉华老师编写第 5 章、第 6 章、第 7 章;闫华老师编写第 9 章、第 10 章;王茜老师编写第 11 章、第 12 章;陈立春老师编写第 13 章、第 14 章;吕永鹏老师编写第 15 章、第 16 章;王雨楠老师编写第 17 章、第 18 章。

由于作者水平有限,在编写的过程中难免有不妥之处,敬请广大读者多提宝贵意见。

目 录

第 1 章	应用力学概述	1
第 2 章	静力学基础	2
第 3 章	平面体系的几何组成分析	6
第 4 章	力矩和平面力偶系	9
第 5 章	平面力系的合成与平衡	13
第 6 章	空间力系与重心	18
第 7 章	轴向拉伸与压缩	21
第 8 章	剪切和圆轴扭转的实用计算	25
第 9 章	截面的几何性质	27
第 10 章	弯曲内力	31
第 11 章	弯曲应力	40
第 12 章	组合变形	48
第 13 章	压杆稳定	56
第 14 章	静定结构的内力分析	61
第 15 章	静定结构的位移计算	66
第 16 章	影响线及其应用	69
第 17 章	力法	72
第 18 章	位移法及力矩分配法	75

第1章 应用力学概述

1.1 重点内容

1. 了解应用力学的研究对象和任务
2. 理解强度、刚度和稳定性的概念
3. 掌握杆件变形的基本形式
4. 掌握结构的概念和分类

1.2 重点问题解析

如何正确理解静力荷载？

答：作用在结构上的荷载按其性质可分为静力荷载和动力荷载，它们的区别在于在荷载的作用下使结构的质体是否产生加速度（产生假想的惯性力）及其对结构的影响程度。静力荷载是指逐渐增加的或固定不动的（如自重、固定设备等），逐渐增加是指不致使结构产生明显的冲击和振动，因而可以略去惯性力的影响的荷载。

1.3 习 题

1. 思考题

- (1) 应用力学主要研究什么问题？
- (2) 实际物体没有刚体，为什么还要提出刚体这一力学模型？

2. 填空题

- (1) 杆件变形的基本形式_____、_____、_____、_____。
- (2) 荷载可分为_____、_____。
- (3) 关于材料的基本假设有_____、_____、_____。

第2章 静力学基础

2.1 重点内容

1. 掌握理解静力学的基本公理和力的概念
2. 掌握各类约束即约束反力的画法
3. 根据要求画出受力分析图

2.2 重点问题解析

画受力分析图时，应注意主动力不能忘画或画错，画约束反力是要根据约束的性质画约束反力，也要具体问题具体分析，尤其是作用力与反作用力不能少画，也要注意区别。对二力构件应掌握好。

画约束反力最重要的是约束反力的作用线。如果能找到约束反力的作用线，约束反力就可以顺利画出。

下面就一个具体问题作解析。

分析图 2-1 (a) 所示物体的受力情况，画出受力图。

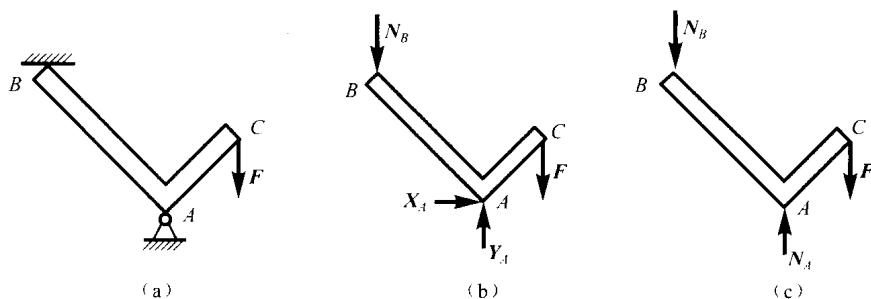


图 2-1 受力图

此题的受力图有两种画法。

(1) 根据约束反力的性质画。首先画出分离体，然后画出主动力 P ，通过分析可知 B 是光滑面约束，可根据光滑面约束反力的画法画出约束反力， A 是固定铰支座，根据约束反力的画法可以画出，如图 2-1 (b) 所示。

(2) 通过分析可知，该物体在三个力的作用下保持平衡，而其中 N_B 和 P 两个力的作用线是平衡的，那么由平衡条件可知， N_A 反力的作用线一定和二力的作用线平行，如图 2-1

(c) 所示, 这种画法也是正确的。上面的结论很重要, 也可以作定理来用。

当一个物体在三个力的作用下保持平衡, 如果其中两个力的作用线是平行的, 那么第三个力的作用线也一定和这两个力平行。

这个结论也可以推广到 n 个力的情况, 当一个物体在 n 个力的作用下保持平衡, 如果前 $n-1$ 个力的作用线是平行的, 那么第 n 个力的作用线也一定和它们平行。这个结论很重要, 尤其是对梁的受力分析。

2.3 习 题

1. 思考题

- (1) 作用力反作用力公理与二力平衡公理的区别?
- (2) 二力杆件、二力杆与形状有无关系?
- (3) 两力大小相等、两力矢相等、两力相等, 这三种说法有何区别?
- (4) 指出图 2-2 所示哪些杆是二力构件 (未画出重力的物体均不计自重)。
- (5) 受力分析画受力图时应注意什么问题?

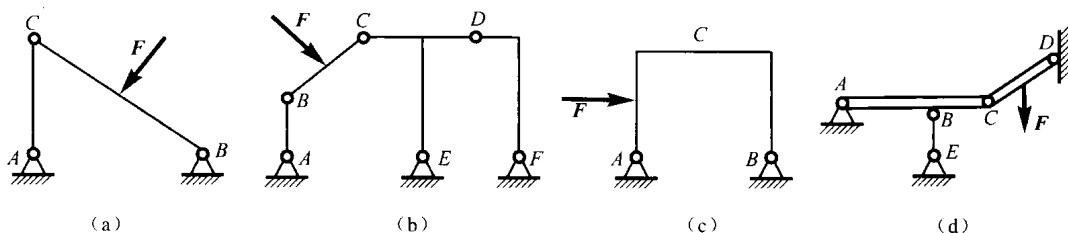


图 2-2 判断二力构件

2. 填空题

- (1) 力对物体的作用效果取决于力的_____、_____和_____三个因素。
- (2) 杆件变形的基本形式_____、_____、_____、_____。
- (3) 荷载可分为_____、_____。
- (4) 画受力分析图时的步骤_____、_____、_____。
- (5) 常见的约束有_____、_____、_____、_____、_____和_____。

3. 判断题

- () (1) 力对物体的作用效果有两种, 既可以使物体变形, 也可以使物体的运动状态发生改变。
- () (2) 凡是两端用铰链连接的杆就是二力杆。
- () (3) 作用力与反作用力公理只适用于刚体。
- () (4) 二力杆一定是直杆。
- () (5) 所有约束反力的方向都可以假设。
- () (6) 固定铰支座不仅可以限制物体的移动, 同时也限制物体的转动。
- () (7) 整体受力分析时, 不需要画出各物体间的相互作用力。
- () (8) 机械运动是高级的运动形式。

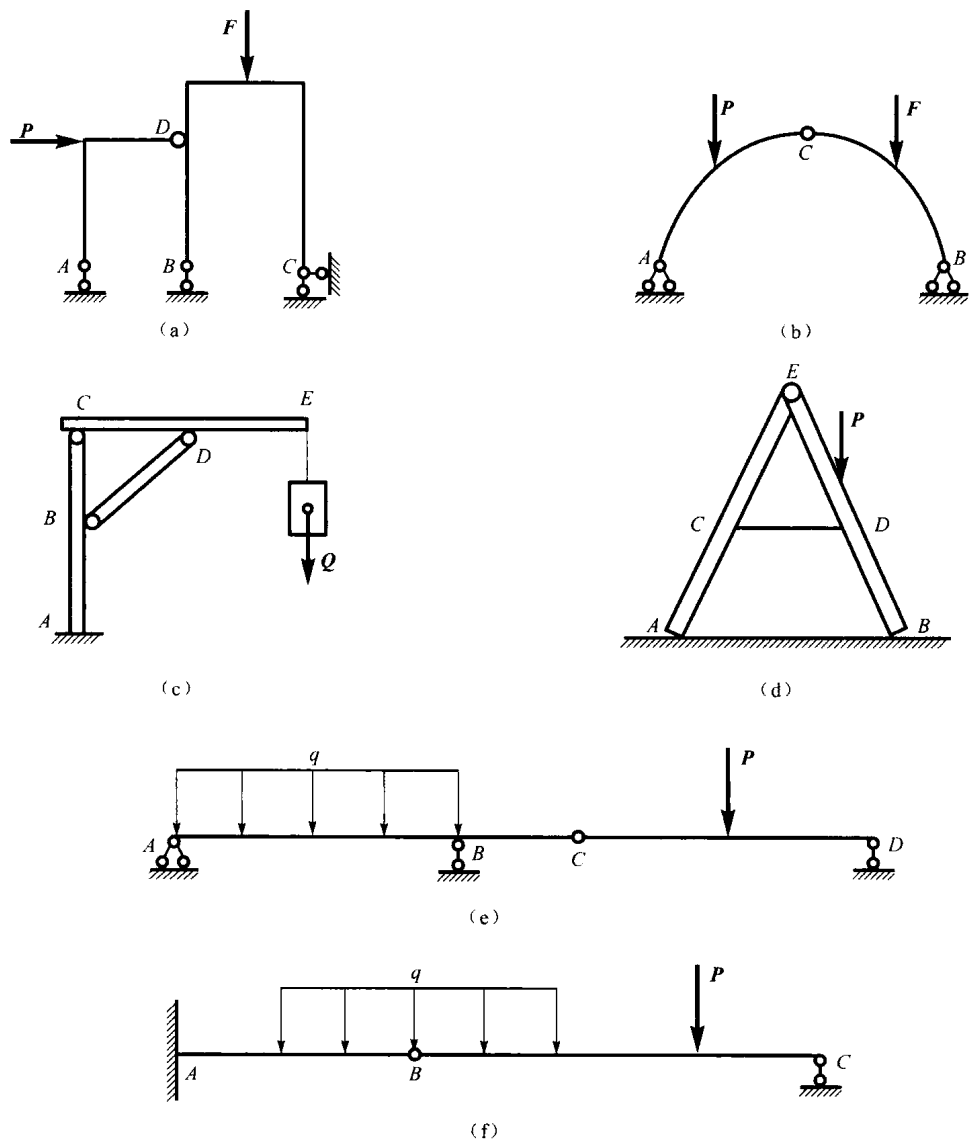


图 2-5 作出受力图

第3章 平面体系的几何组成分析

3.1 重点内容

1. 几何组成分析的目的和意义
2. 自由度的计算
3. 几何不变体系的简单组成规则
4. 体系的几何组成分析

3.2 重点问题解析

几何组成分析中，虚铰的应用与实铰一样，虚铰在无穷远处时如何下结论？

答：在几何组成的简单规则中，均可归结为分析三个刚片用三个铰（含虚铰）两两彼此相连的方式，而这些虚铰有的在有限远处，有的在无限远处，它们是否共线，有如下三点结论：

（1）三个不同方位无穷远处的虚铰 A 、 B 、 C 共线，因为无穷远处所有的点都在一条广义直线上；

（2）两个虚铰（ A 、 B ）同方位（两个平行杆形成的虚铰，其杆的方位即为虚铰的方位），则与另一铰 C 共线，如图 3-1 所示。

（3）一个虚铰（ A ）的方位与其他两铰（ B 、 C ）的连线方位相同，则此三铰共线，如图 3-2 所示。

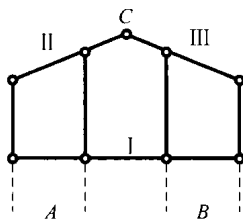


图 3-1 两铰共线

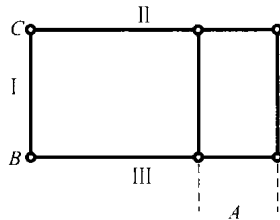


图 3-2 三铰共线

3.3 习题

1. 思考题

- （1）什么是几何不变体系、几何可变体系和瞬变体系，几何可变和瞬变体系为什么不能

用作结构。

- (2) 什么是单铰、复铰和虚铰，如何确定复铰折算成的单铰数？
- (3) 体系的实际自由度和计算自由度 W 有什么区别？
- (4) 为什么 $W \leq 0$ 是保证体系几何不变的必要条件，而不是充分条件？
- (5) 什么是多余约束，如何确定多余约束的个数？
- (6) 两刚片规则中有什么限制条件，三刚片规则中有什么限制条件？
- (7) 什么是二元体，什么情况下可视为二元体？
- (8) 什么是静定结构和超静定结构，如何确定超静定次数？

2. 试对图 3-3 所示体系进行几何组成分析。

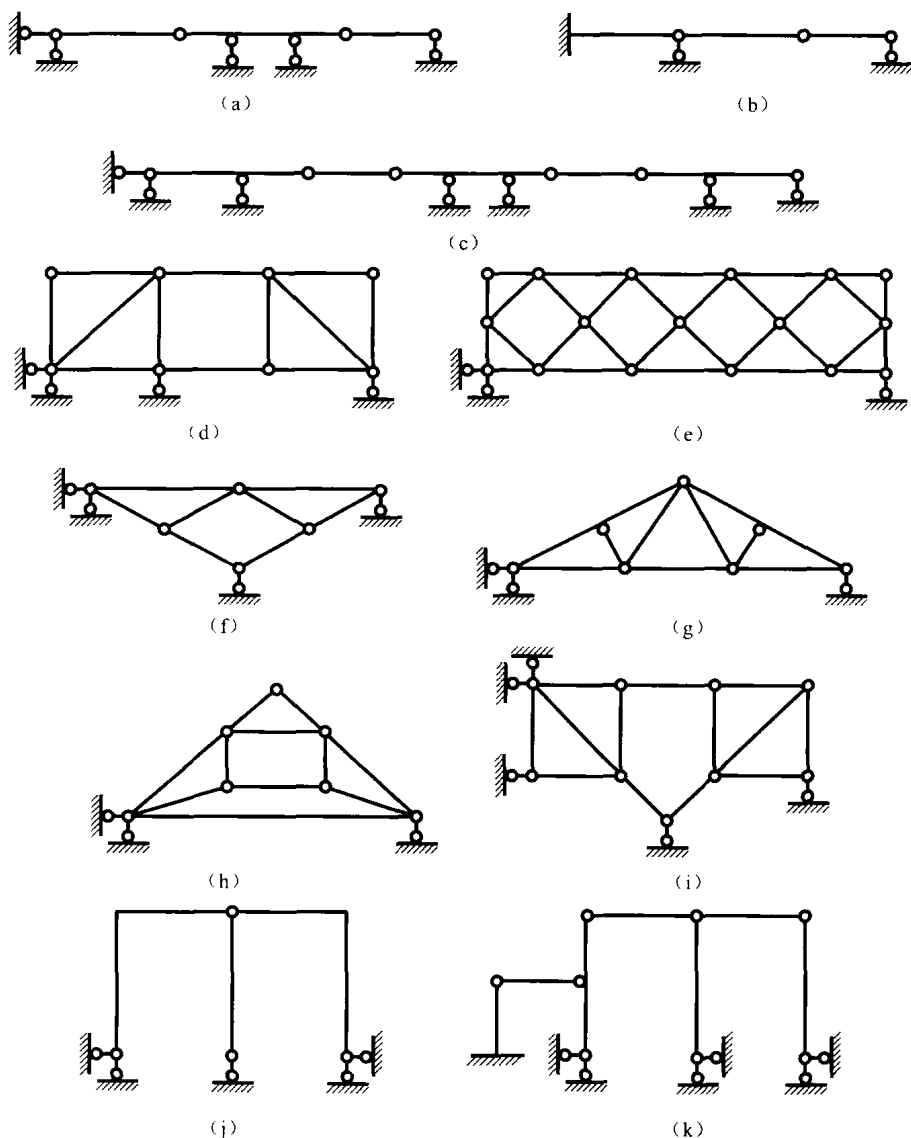


图 3-3 几何组成分析

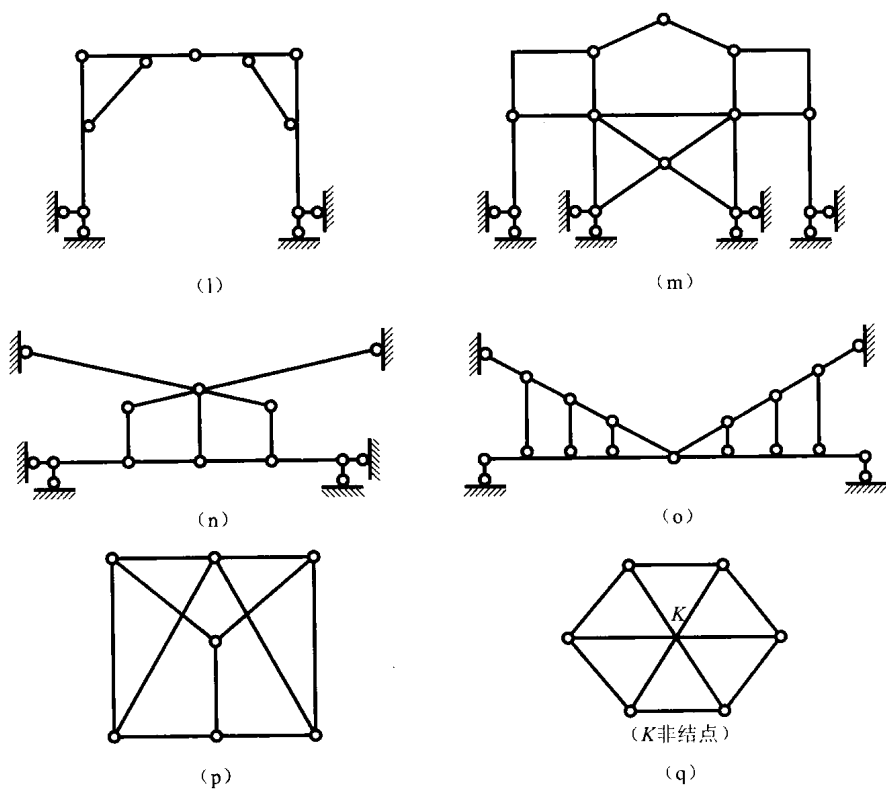


图 3-3 几何组成分析 (续)

第4章 力矩和平面力偶系

4.1 重点内容

1. 力矩的概念、公式
2. 合力矩定理及其应用
3. 力偶的概念
4. 力偶的性质
5. 平面力偶系的合成
6. 平面力偶系的平衡

4.2 重点问题解析

1. 计算力对点的矩时，若力臂比较难求时，有什么其他的办法？

答：计算力对点的矩的方法有两种。

(1) 根据力矩的定义进行计算

$$m_O(F) = \pm Fh$$

(2) 应用合力矩定理进行计算

可以将一个力分解成两个力，然后应用合力矩定理，即

$$m_O(F) = m_O(F_x) + m_O(F_y)$$

$$F = F_x + F_y$$

因此当力臂难求时，可以应用合力矩定理求解。

[例4-1] 求图4-1中力 P 对 A 点的力矩。

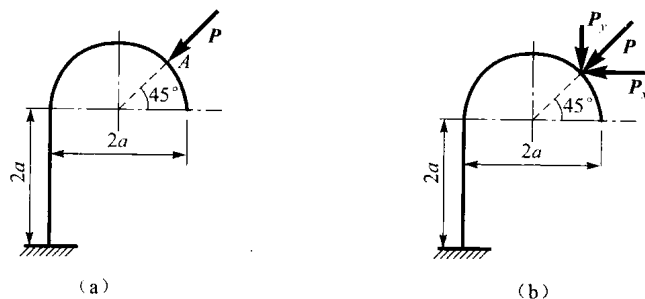


图4-1 例4-1图

解: $m_A(P) = m_A(P_x) + m_A(P_y)$

$$= P_x \left(2a + \frac{\sqrt{2}}{2}a \right) - P_y \left(a - \frac{\sqrt{2}}{2}a \right)$$

$$= \frac{\sqrt{2}}{2} Pa$$

通过计算可知, 用合力矩定理比找力臂要方便得多。

2. 在求解力偶问题时, 要注意力偶只能与力偶平衡, 这就要求在受力分析时要知道两个约束反力的方向相反, 作用线平行。

[例 4-2] 分析图 4-2 中约束反力是如何画出的。

解: 在本题中 OA 是二力杆, 所以作用在 A 点的力的作用线是 A 、 B 两点的连线, 也就是 OA 轴线, 由力偶的性质可知, B 的约束反力作用线一定和 OA 平行。

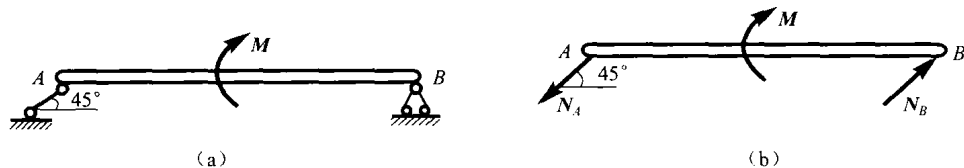


图 4-2 例 4-2 图

4.3 习 题

1. 思考题

- (1) 什么是力矩? 力矩公式中的“±”号的意义。
- (2) 合力矩定理是什么, 合力对某一点的矩与各分力对同一点的力矩有何关系?
- (3) 什么是均布荷载? 均布荷载对某一点取力矩时怎样计算?
- (4) 力偶的基本性质是什么?
- (5) 求解力偶平衡问题时, 应注意什么问题?
- (6) 平面中的力矩与力偶矩有什么异同?

2. 填空题

- (1) 度量力对物体绕某一点转动的物理量叫_____。
- (2) 力对物体矩正负号的规定是_____。
- (3) 当力的作用线通过该点时, 对该点的力矩是_____。
- (4) 力偶的三要素是_____, _____, _____。

3. 判断题

- () (1) 力对某一点的矩的正负与矩心有关。
- () (2) 力偶对一点的矩与矩心无关。
- () (3) 力偶能使物体转动, 也能使物体移动。
- () (4) 力偶是两个力组成的, 所以力偶可以合力偶平衡。

() (5) 合力矩定理说的是两个力矩求和定理。

4. 选择题

(1) 力偶对物体的作用效应为 ()。

- A. 只能使物体移动
B. 既能使物体移动, 又能使物体转动
C. 只能使物体转动
D. 不能使物体移动, 也不能使物体转动

(2) 力偶对物体的转动效应 ()。

- A. 力偶矩的大小
B. 力偶的转向
C. 力偶的作用平面
D. 以上三个都是

(3) 力偶对平面上任一点的矩 ()。

- A. 力偶矩的原值
B. 随点而变化
C. 0
D. 可以是任意值

(4) 力对平面内一点的矩取决于 ()。

- A. 力的大小
B. 力的转向
C. 力臂的大小
D. 以上都是

5. 计算题

(1) 计算下列各图中 P 对 O 点的矩。

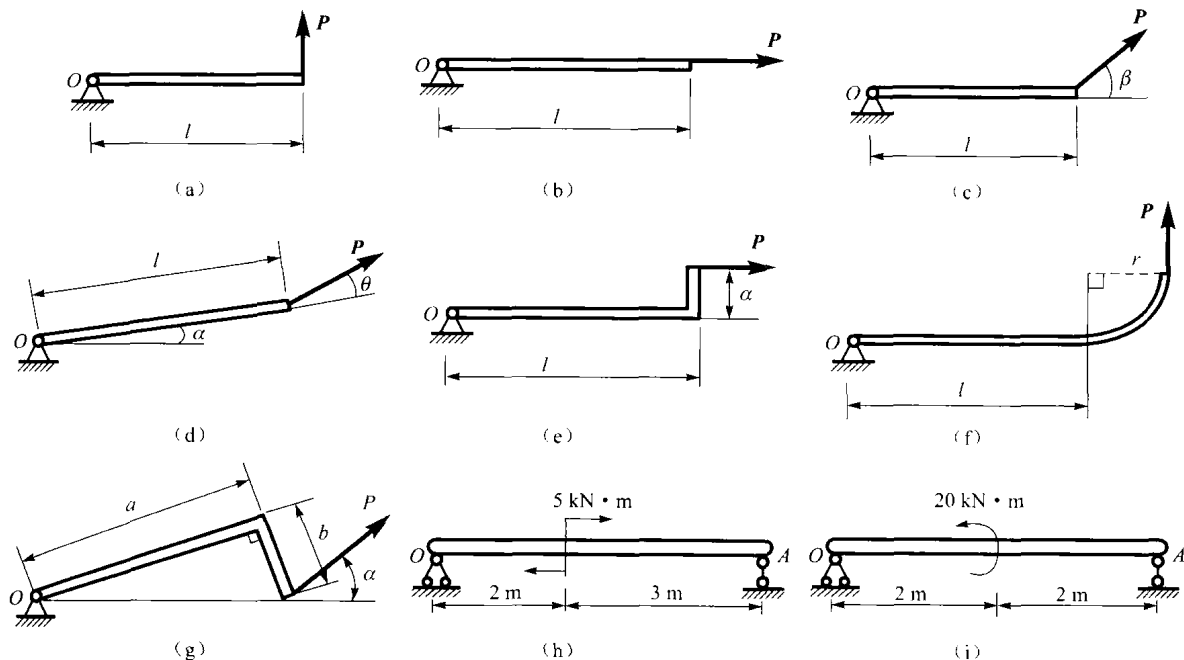


图 4-3 计算题 (1) 图

(2) 一个 400 N 的力作用在 A 点, 方向如图 4-4 所示, ① 求此力对 D 点的矩; ② 要在 C 点加一最小力得到与①相同的矩, 求最小力。

(3) 图 4-5 所示的钢架, $P=20\text{ kN}$, 求约束反力。

(4) 某物体平面内同时作用有三个力偶, $F_1=400\text{ N}$, $F_2=600\text{ N}$, $m=100\text{ N}\cdot\text{m}$, 求此三力偶的合力偶矩。

(5) 铰接四连杆机构 $ABCD$, 在图 4-7 所示位置平衡。已知 $CD=20\text{ cm}$, $AB=40\text{ cm}$, 作用在 CD 上的力偶 $m_1=2\text{ N}\cdot\text{m}$, 求力偶 m_2 的大小和杆 BC 所受的力 N_{BC} , 各杆重量不计。

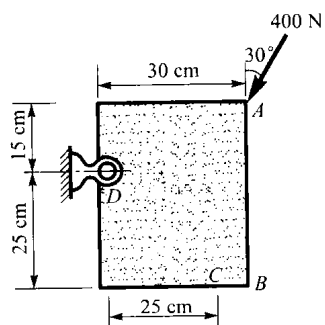


图 4-4 计算题 (2) 图

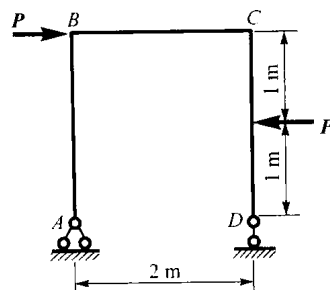


图 4-5 计算题 (3) 图

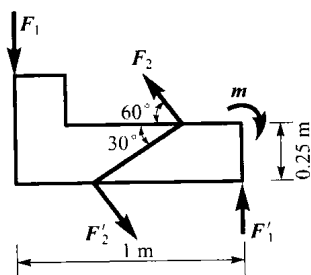


图 4-6 计算题 (4) 图

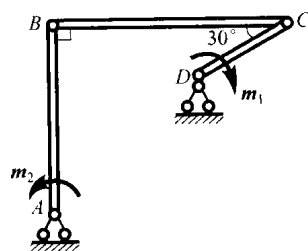


图 4-7 计算题 (5) 图