

理工科课程系列——

《理论力学》作业集

西北工业大学网络教育学院 组编

朱西平 支希哲 刘永春 编

图书在版编目(CIP)数据

理工科课程作业集/西北工业大学网络教育学院组编. —西安:西北工业大学出版社, 2005. 7

ISBN 7 - 5612 - 1935 - 0

I. 理… II. 西… III. 理工类—高等教育—习题 IV. O · 270

出版发行:西北工业大学出版社

通信地址:西安市友谊西路 127 号 邮编:710072

电 话: 029 - 88493844 88491757

网 址: www.nwpup.com

印 刷 者: 陕西向阳印务有限公司

开 本: 787 mm×1 092 mm 1/ 16

印 张: 6 .25

字 数: 152 千字

版 次: 2005 年 8 月第 1 次印刷

定 价: 9 .00 元

前 言

本作业集是按高等工业学校机械、土建类各专业适用（中、少学时）的理论力学教学大纲的要求编写的。大部分习题都是基本的和各类专业通用的。

为了培养学生更好地掌握分析与解决理论力学问题的基本方法，又能指导广大读者自学，各章都写有基本要求、重点难点。对一些较难的题，给出了提示或解答。解答中详细说明解题思路和方法，有的解答给出了一题多解。

本作业集由朱西平编写，由西北工业大学网络教育学院负责组稿和审定。

本作业集可作为高等学校工科各类专业师生的教学参考书，也可供有关工程技术人员及自学者参考。

编 者

2005 年 4 月

编 委 会

主 任：魏生民

副 主 任：冷国伟 黄建森

编 委：邓修瑾 田 英 艾 兵

李 琳 李伟华 杨云霞

庞小宁 周 炯 殷俊杰

高宝营 黄 英 朱西平

支希哲 刘永春

目 录

第 1 章	静力学基本概念和公理	1
第 2 章	基本力系	6
第 3 章	平面力系	10
第 4 章	摩擦	16
第 5 章	空间力系	19
第 6 章	点的运动	23
第 7 章	刚体的基本运动	26
第 8 章	点的复合运动	29
第 9 章	刚体的平面运动	34
第 10 章	质点动力学基础	39
第 11 章	动能定理	42
第 12 章	动量定理	47
第 13 章	动量矩定理	51
第 14 章	达朗贝尔原理和动静法	57
模拟考试题 (一)		61
模拟考试题 (二)		64
习题与模拟考试题参考答案		67

第 1 章 静力学基本概念和公理

基本要求:

1. 掌握平衡、刚体和力的基本概念以及力的性质。
2. 掌握静力学基本公理和推论。
3. 掌握约束的概念以及常见约束的约束力的特点。
4. 能熟练地取出分离体并正确画出其受力图。

本章重点:

1. 力、刚体、平衡和约束等概念。
2. 静力学公理。
3. 柔性约束、光滑接触表面约束、光滑铰链约束的特征及约束反力的画法。
4. 单个物体及物体系受力分析和受力图。

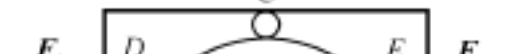
本章难点:

1. 约束的概念,光滑铰链约束的特征。
2. 物体系的受力分析。

一、填空题

1. 作用在刚体上的力可沿其作用线任意移动,而不改变力对刚体的作用效果,所以,在静力学中,力是_____矢量。
2. 力对物体的作用效应一般分为_____效应和_____效应。
3. 对非自由体的运动所预加的限制条件称为_____;约束反力的方向总是与约束所能阻止的物体的运动趋势的方向_____;约束反力由_____引起,且随_____改变而改变。

二、选择题

1. 力沿其作用线由 D 点滑移到 E 点(见图 1.1), 则 A, B, C 三铰处的约束反力()。
- A. 都不变
- B. 都改变
- C. 只有 C 铰反力不变
- D. 只有 C 铰反力改变
- 

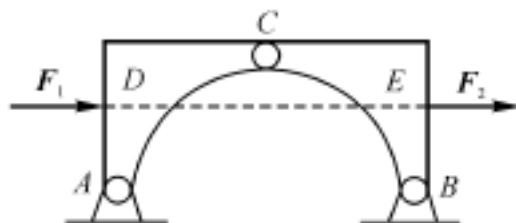


图 1.1

- 2 .如图 1.2 所示各力三角形中,表示力 F 是 F_1 和 F_2 两个力的合力的正确图形应是()。
- A .图(a) B .图(b)
- C .图(c) D .图(d)

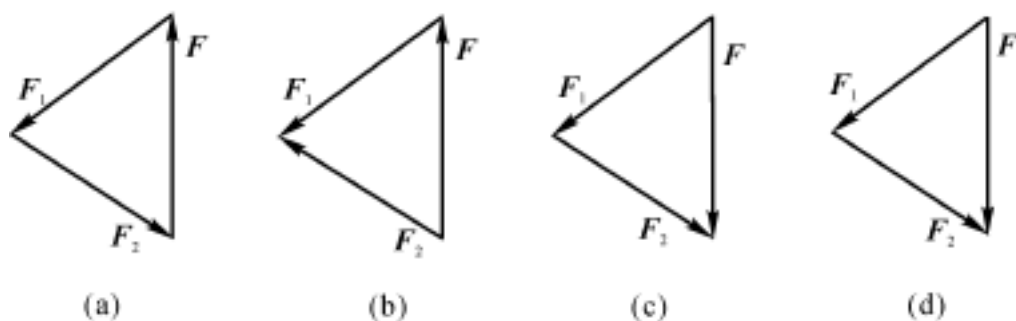


图 1.2

3. 在如图 1.3 所示结构中,各构件重量不计,杆 AB 上作用有力 F , 则()。

- A. AB 杆为二力杆
- B. BC 构件为二力构件
- C. 没有二力构件
- D. 系统不可能平衡

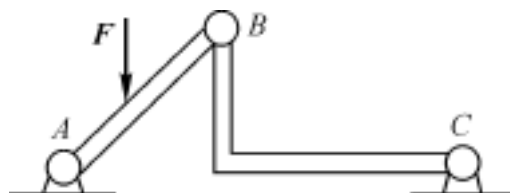


图 1.3

三、画受力图

假设所有接触均为光滑,图中未标出重量的物体自重均不考虑。可以应用二力平衡及三力汇交确定力线的,按确定力线画出受力图。

1. 如图 1.4 所示,把各球的受力图画于对应的图 1.5 中。

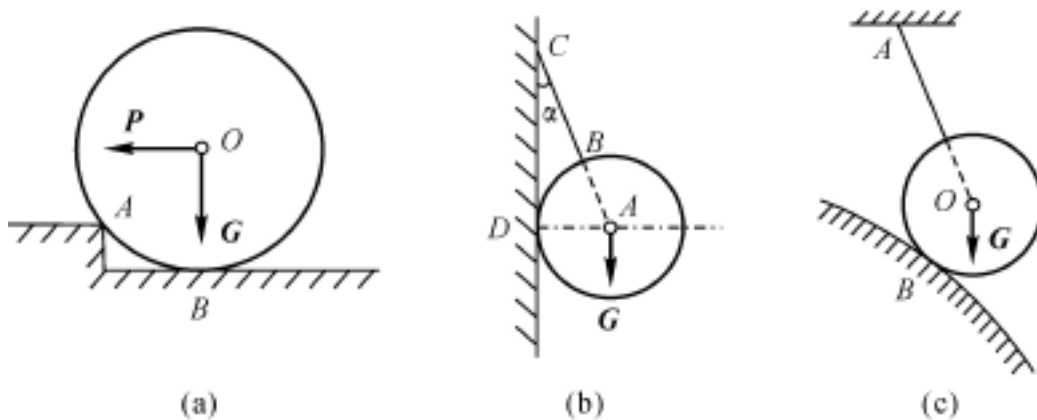


图 1.4

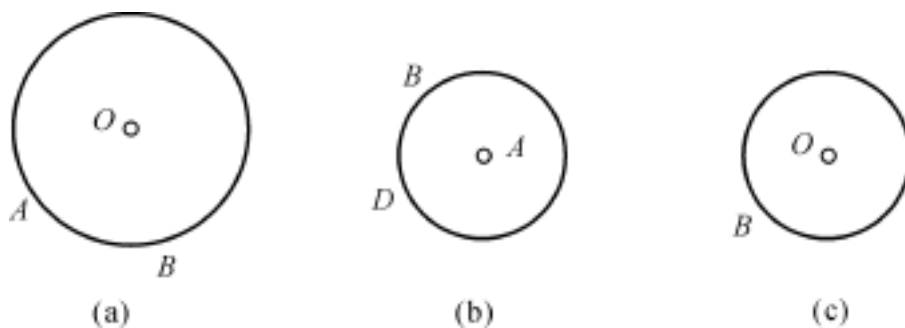


图 1.5

2. 如图 1.6 所示,把各杆的受力图画于对应的图 1.7 中。

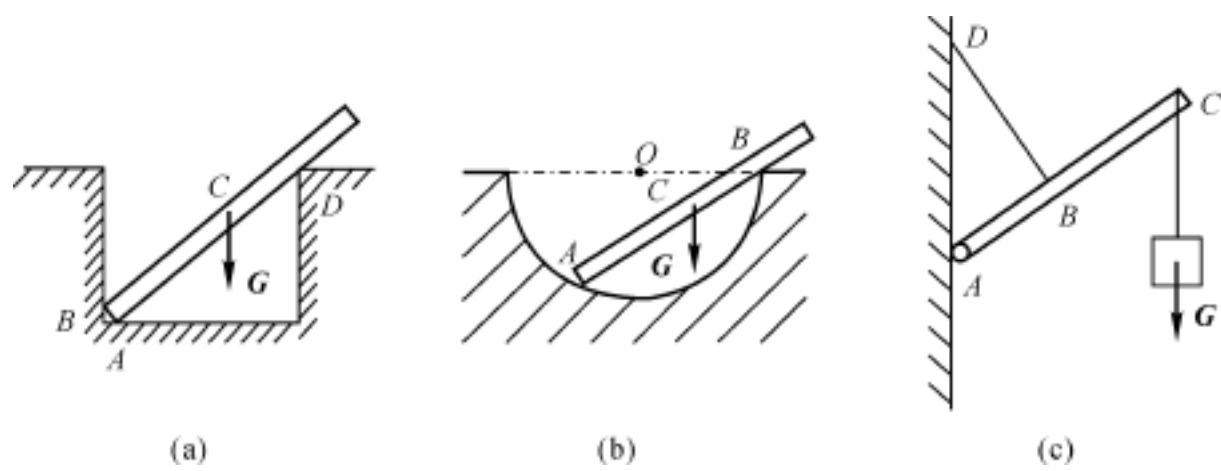


图 1.6

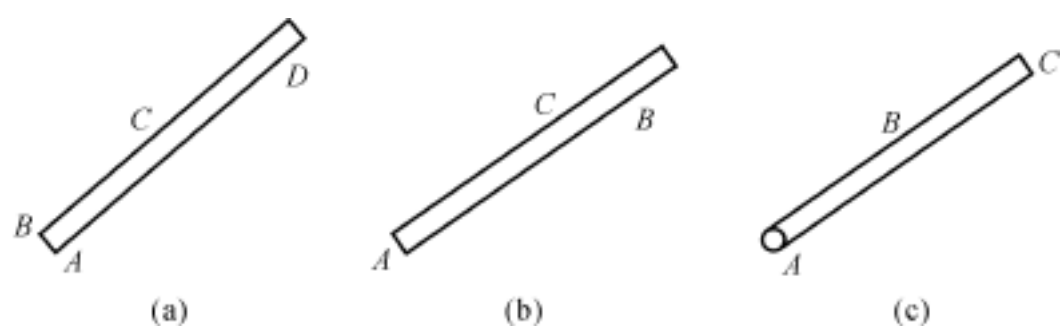


图 1.7

3. 如图 1.8 所示,把各梁 AB 的受力图画于对应的图 1.9 中。

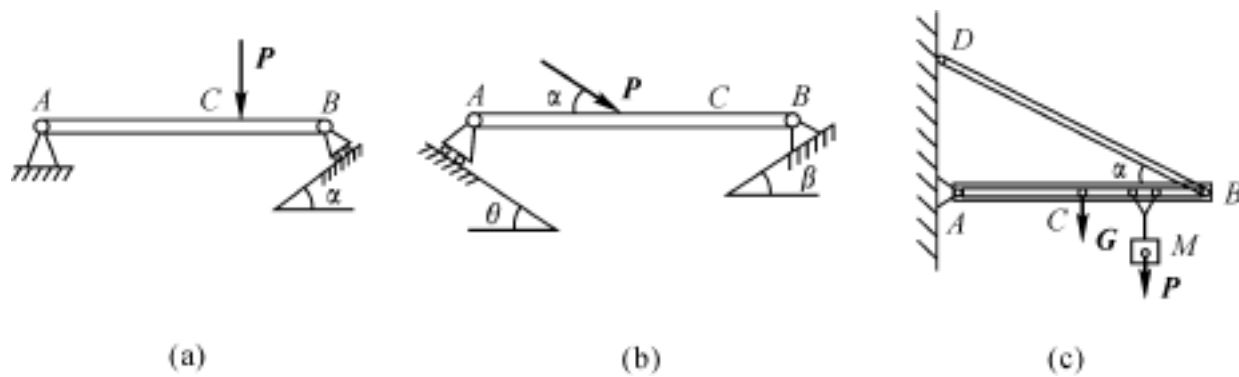


图 1.8

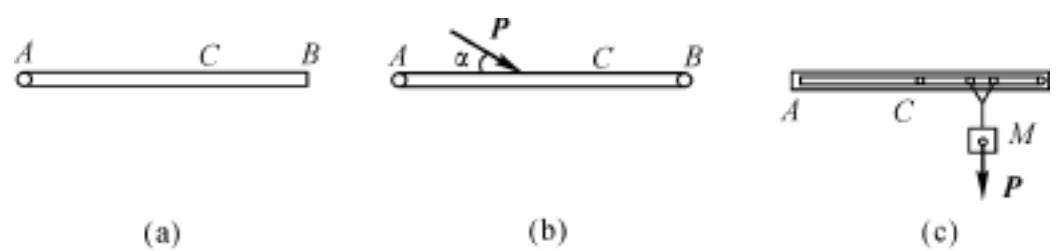


图 1.9

4. 如图 1.10 所示,把各构件中杆件 AB, BC(或 CD) 的受力图画于对应的图 1.11 中(图 (a) 中假定 P 力作用在销钉 B 上;图(c) 中 AB 杆和 CD 杆在 B 处铰接)。
5. 如图 1.12 所示,把各组合梁中 AB, BC(或 BC) 梁的受力图画于对应的图 1.13 中(图 (b) 中 AB 杆和 CD 杆在 D 处铰接, CD 杆杆端 C 靠在光滑墙壁上)。

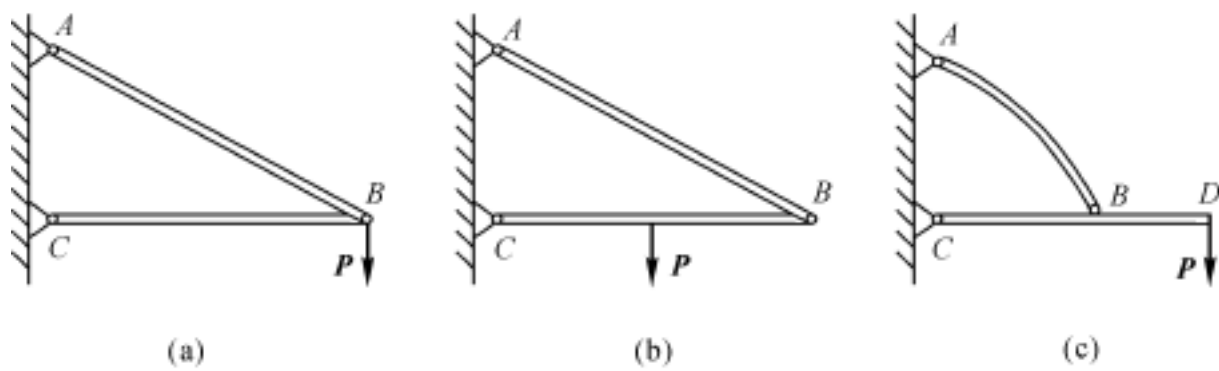


图 1.10

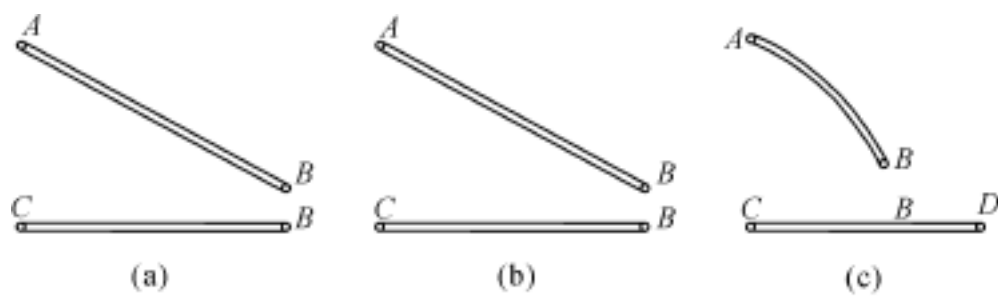


图 1.11

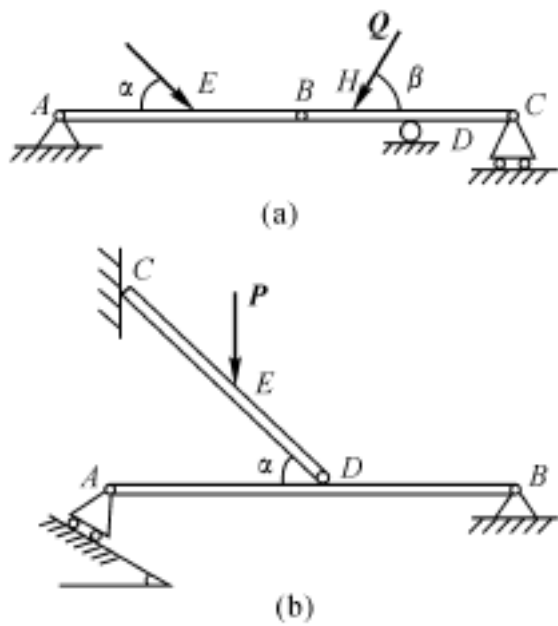


图 1.12

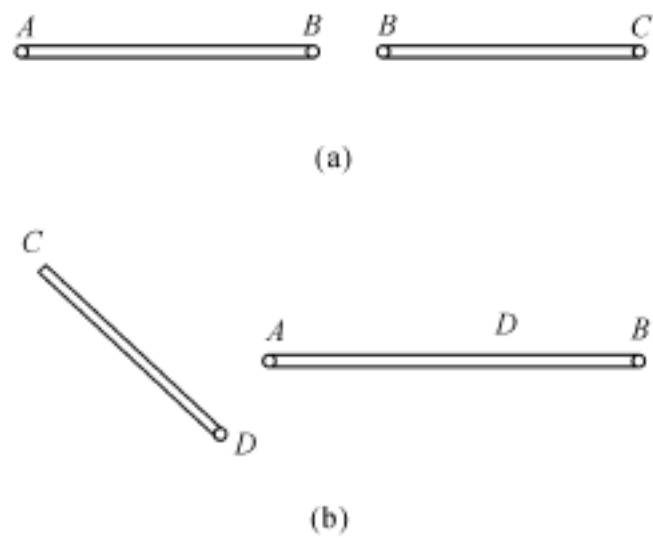


图 1.13

6. 如图 1.14 所示, 把刚架 $ABCD$ 的受力图画于对应的图 1.15 中。

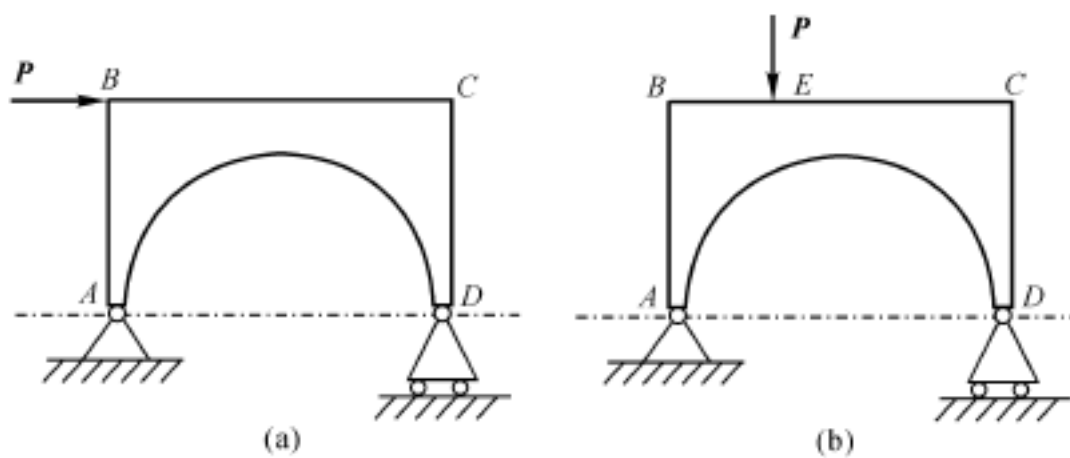


图 1.14

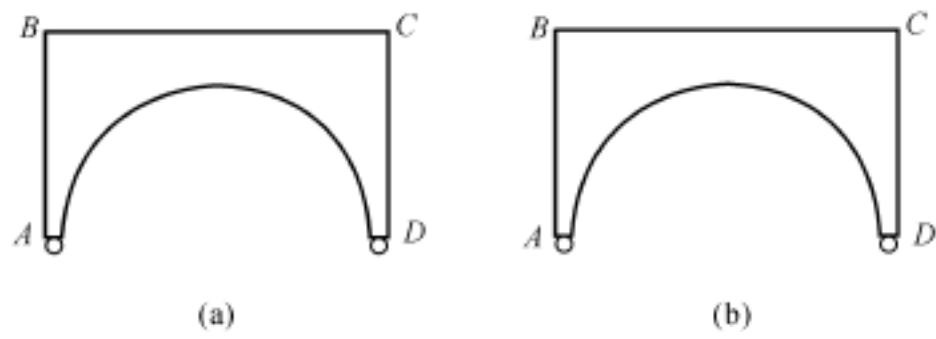


图 1.15

7 . 画出图 1.16 中棘轮 O 和棘爪 AB 的受力图。

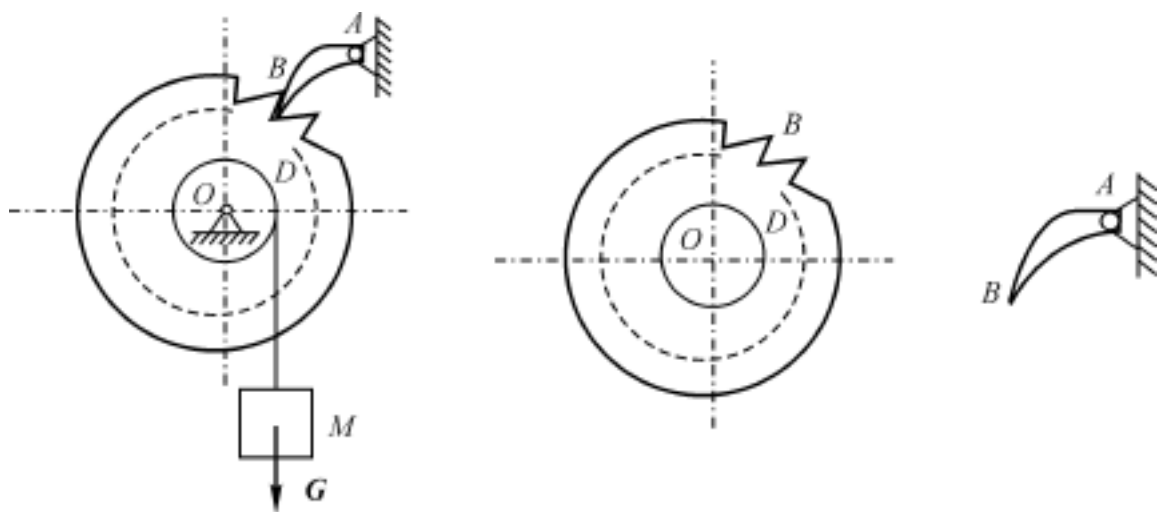


图 1.16

8 . 画出图 1.17 中铰拱桥左右两部分 ADC 和 BC 的受力图。

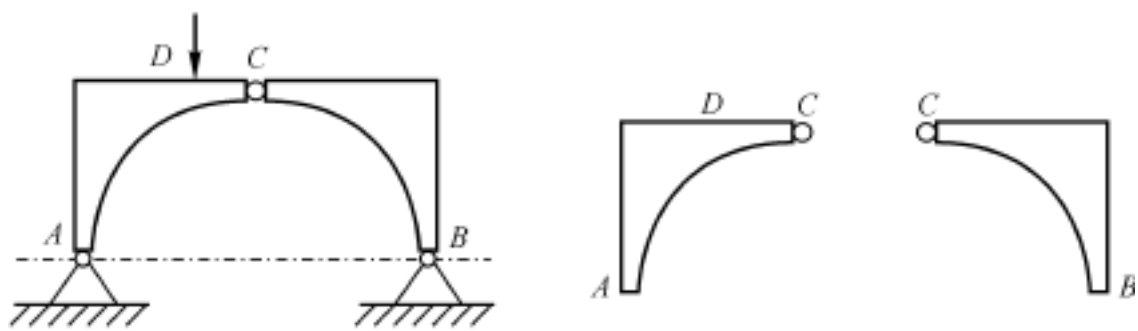


图 1.17

第 2 章 基本力系

基本要求:

1. 掌握力偶和力偶矩的概念及其性质。
2. 能熟练计算力在轴上的投影。
3. 掌握合力投影定理、力偶的等效条件。
4. 掌握共点力系和力偶系的合成方法和合成结果。
5. 会应用共点力系和力偶系的平衡方程求解相应的平衡问题。

本章重点:

1. 力在坐标轴上的投影,合力投影定理。
2. 汇交力系的平衡条件及求解平衡问题的解析法。
3. 力偶矩的概念,力偶性质和力偶等效条件。

本章难点:

1. 力的投影计算中的二次投影法。
2. 空间结构的几何关系与立体图形的识别。

一、填空题

1. 平面汇交力系平衡的几何条件是_____；平面汇交力系平衡的解析条件是_____。
2. 空间力偶的三要素是_____。
3. 某刚体仅在两个力偶的作用下保持平衡,则这两个力偶应满足的条件是_____。

二、选择题

1. 一刚体受如图 2.1(a) 和(b) 所示两个力系作用,它们的三个力均汇交于一点,且各力都不等于零,图(a) 中力 F_1 与 F_2 共线,由此可知()。
A. 仅图(a) 力系可能平衡
B. 仅图(b) 力系可能平衡
C. 图(a) 与图(b) 力系都可能平衡
D. 图(a) 与图(b) 力系都不可能平衡
2. 已知 F_1, F_2, F_3, F_4 一平面汇交力系,而且这四个力矢有如图 2.2 所示关系,则()。
A. 该力系平衡
B. 该力系的合力为 F_4
C. 该力系的合力为 F_3
D. 该力系合力为零
3. 力偶可在其作用面内任意搬移,而不改变它的作用效应,这一结论适应于()。
A. 任何物体
B. 刚体系统
C. 单个刚体
D. 任何物体系统

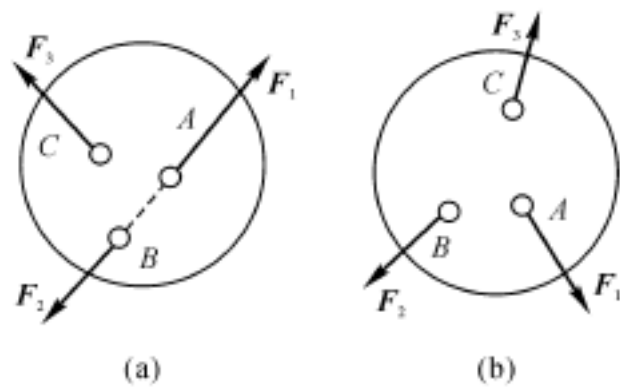


图 2.1

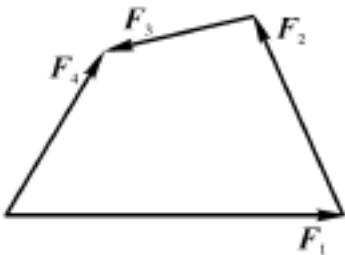


图 2.2

三、计算题

1. 结构的节点 O 上作用着四个共面力, 各力的大小分别为: $F_1 = 150\text{ N}$, $F_2 = 80\text{ N}$, $F_3 = 140\text{ N}$, $F_4 = 50\text{ N}$, 方向如图 2.3 所示. 求各力在轴 x 和 y 上的投影, 以及这四个力的合力。

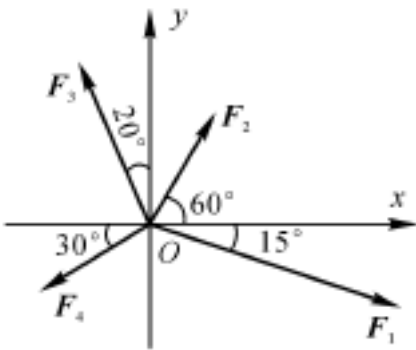


图 2.3

2. 图 2.4 所示系统中, 在绳索 AB , BC 的节点 C 处作用有力 P 和 Q , 方向如图所示. 已知 $Q = 534\text{ N}$, 求欲使该两根绳索始终保持张紧, 力 P 的取值范围。

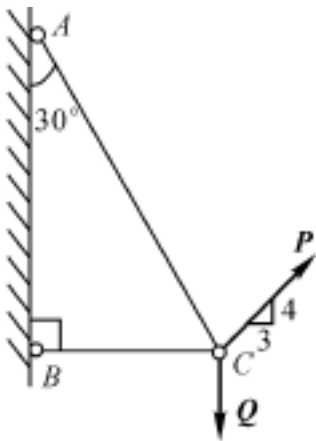


图 2.4

3. 图 2.5 所示构架由 AB 与 BC 组成, A , B , C 三处均为铰接. B 点悬挂重物的重量为 G , 杆重忽略不计. 试求杆 AB , BC 所受的力。

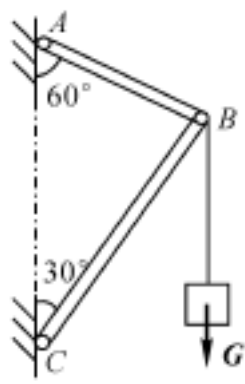


图 2.5

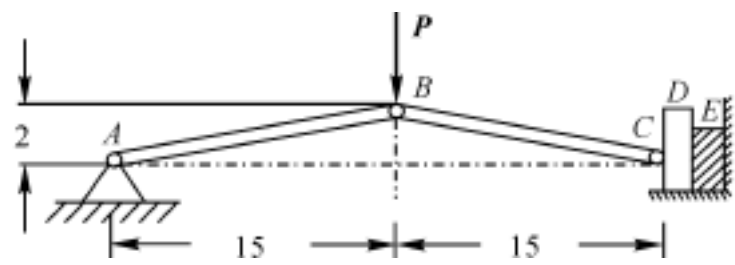


图 2.6

4 . 压榨机构如图 2.6 所示, A 为固定铰链支座。当在铰链 B 处作用一个铅直力 P 时, 可通过压块 D 挤压物体 E 。如果 $P = 300\text{ N}$, 不计摩擦和自重, 求杆 AB 和 BC 所受的力以及物体 E 所受的侧向压力。图中长度单位为 cm 。

5 . 一力偶矩为 L 的力偶作用在直角曲杆 ADB 上(见图 2.7)。如此曲杆作用两种不同方式支承, 求每种支承的约束反力。

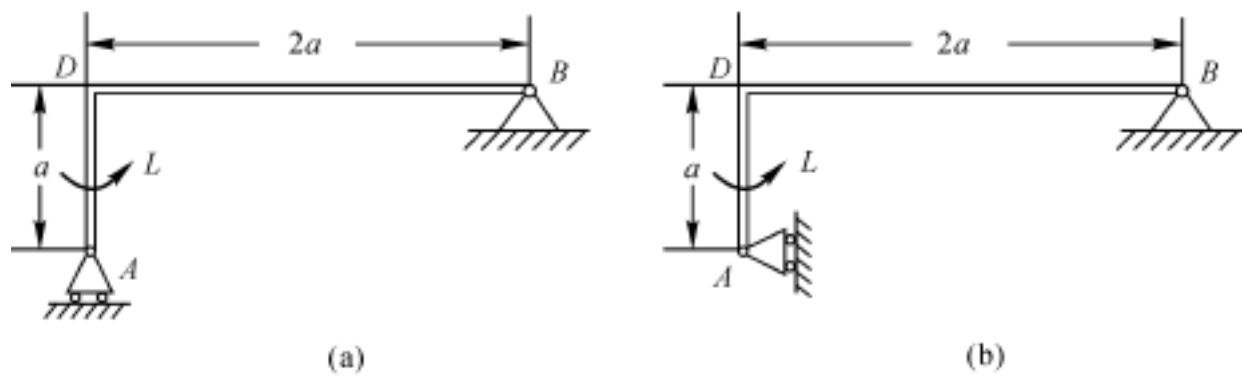


图 2.7

6 . 立方体的各边和作用在该物体上各力的方向如图 2.8 所示, 各力的大小分别是: $F_1 = 100\text{ N}$, $F_2 = 50\text{ N}$, $OA = 4\text{ cm}$, $OB = 5\text{ cm}$, $OC = 3\text{ cm}$ 。求力 F_1 , F_2 分别在轴 x , y , z 上的投影。

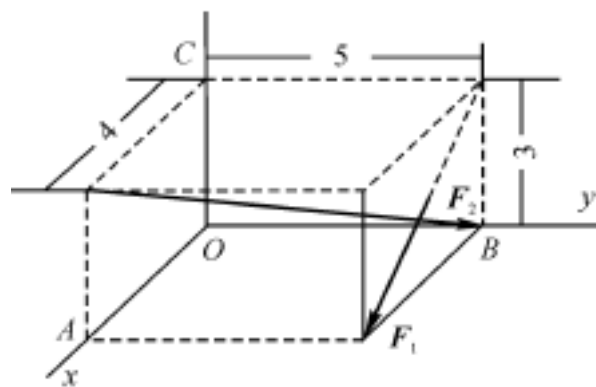


图 2.8

7. 一物体由 3 个圆盘 A, B, C 和轴组成 (见图 2.9)。圆盘半径分别是 $r_A = 15 \text{ cm}$, $r_B = 10 \text{ cm}$, $r_C = 5 \text{ cm}$ 。轴 OA, OB 和 OC 在同一平面内, 且 $\angle BOA = 90^\circ$ 。在这 3 个圆盘的边缘上各自作用力偶 (P_1, P_1') 、 (P_2, P_2') 和 (P_3, P_3') 而使物体保持平衡, 已知 $P_1 = 100 \text{ N}$, $P_2 = 200 \text{ N}$, 不计自重, 求力 P_3 和角 α 。

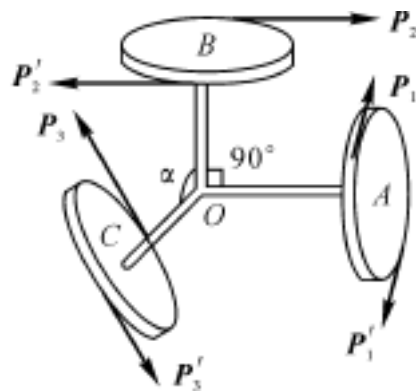


图 2.9

8. 挂物架的 O 点为一球形铰链 (见图 2.10), 不计杆重。 OBC 为一水平面, 且 $OB = OC$ 。若在 O 点挂一重物重 $P = 1 \text{ kN}$, 试求三根直杆的内力。

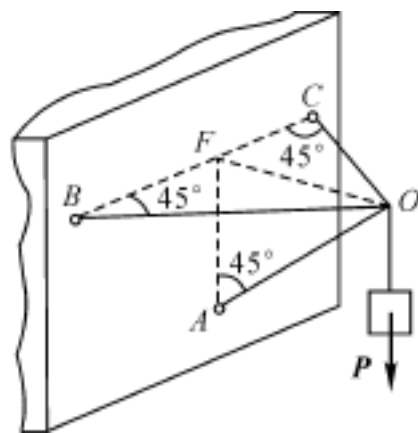


图 2.10

第 3 章 平面力系

基本要求:

1. 掌握力矩的概念及其性质,能熟练计算力对点的矩。
2. 掌握合力矩定理。
3. 掌握平面任意力系的合成方法和合成结果,以及平面任意力系的简化方法和简化结果。会计算主矢和主矩。
4. 会应用平面任意力系的平衡条件和平衡方程求解单个物体和简单物体系统的平衡问题。
5. 对平面任意力系的平衡问题,能够判断结构的静定性,并能熟练地取分离体和应用各种形式的平衡方程求解。
6. 了解桁架的概念,以及计算简单桁架内力的节点法与截面法。

本章重点:

1. 力对点之矩的计算。
2. 平面任意力系向作用面内一点的简化,力系的简化结果。
3. 平面任意力系平衡的解析条件,平衡方程的各种形式。
4. 物体及物体系平衡问题的解法。

本章难点:

1. 平面任意力系的简化,主矢与主矩的概念。
2. 物体系平衡问题的求解。

一、填空题

1. 力 F 作用线向 O 点平移时,为不改变它对刚体的作用效果,这时应该_____。
2. 平面任意力系向其作用平面内不同两点简化,所得主矢间的关系是_____,所得主矩间的关系是_____。
3. 平面任意力系平衡方程的二矩式应满足的附加条件是_____。

二、选择题

1. 一平面任意力系向点 A 简化后,得到如图 3.1 所示的主矢和主矩,则该力系的最后合成结果应是()。
A. 作用在点 A 左边的一个合力 B. 作用在点 A 右边的一个合力
C. 作用在点 A 的一个合力 D. 一个合力偶
2. 在刚体同一平面内 A, B, C 三点上分别作用 F_1, F_2, F_3 三个力,并构成封闭三角形,如图 3.2 所示,此力系是属于什么情况()。
A. 力系平衡 B. 力系可简化为合力
C. 力系可简化为合力偶

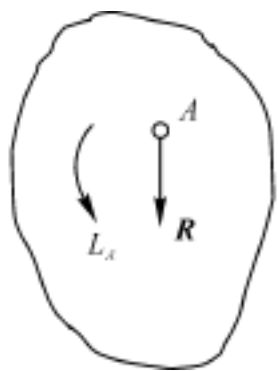


图 3.1

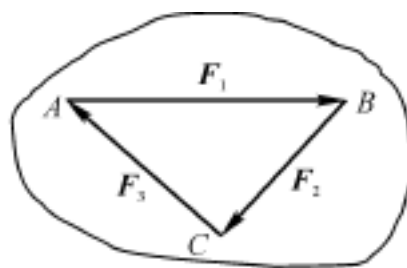


图 3.2

3. 均质杆长为 l , 重为 W , 在 D 处用一绳将杆吊于光滑槽内, 则槽壁在 A, B 处对杆产生的反力 F_A, F_B 有关系()。

A. $F_A > F_B$

B. $F_A < F_B$

C. $F_A = F_B = 0$

D. $F_A = F_B \neq 0$

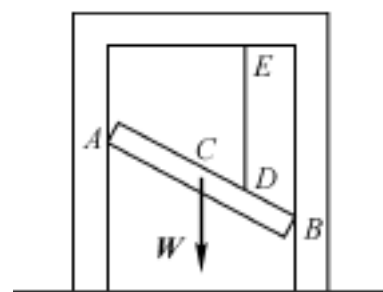
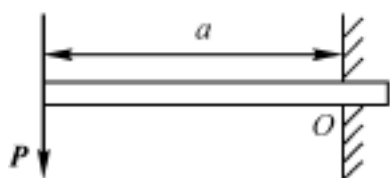


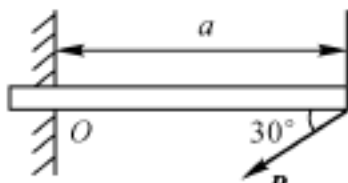
图 3.3

三、计算题

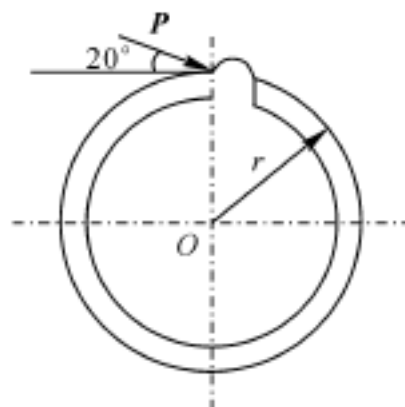
1. 试求图 3.4 中力 P 对点 O 的矩, 已知 $a = 60 \text{ cm}$, $b = 20 \text{ cm}$, $r = 3 \text{ cm}$, $P = 400 \text{ N}$ 。



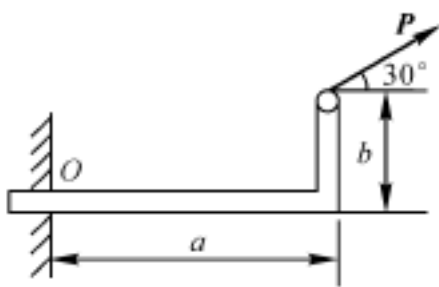
(a)



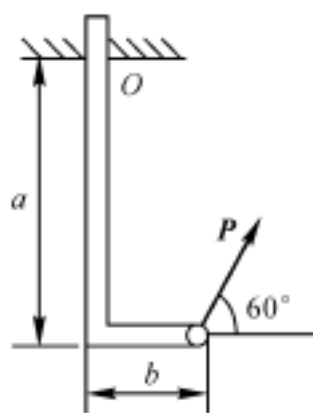
(b)



(c)



(d)



(e)

图 3.4

2. 如图 3.5 所示, 在边长 $a = 2 \text{ m}$ 的正方形平板 $OABC$ 的 A, B, C 三点上作用四个力: $F_1 = 3 \text{ kN}$, $F_2 = 5 \text{ kN}$, $F_3 = 6 \text{ kN}$, $F_4 = 4 \text{ kN}$ 。求这四个力组成的力系向点 O 的简化结果和最后合成结果。

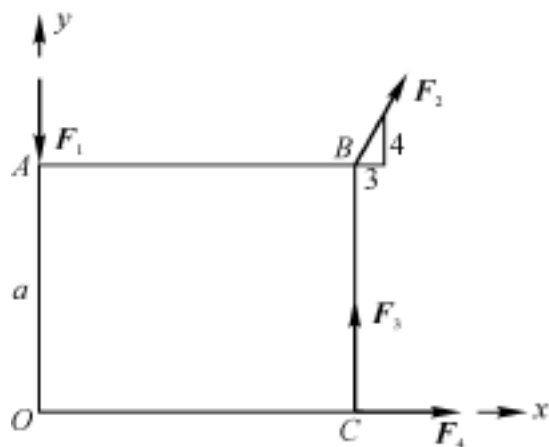


图 3.5

3. 如图 3.6 所示, 梁 AB 上受两个力的作用, $P_1 = P_2 = 20 \text{ kN}$, 图中长度单位为 m , 不计梁的自重, 求支座 A, B 的反力。

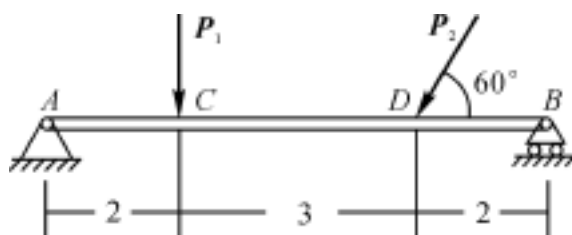


图 3.6

4. 简支梁 AB 的支承和受力情况如图 3.7 所示。已知分布载荷的集度 $q = 20 \text{ kN/m}$, 力偶矩的大小 $M = 20 \text{ kN} \cdot \text{m}$, 梁的跨度 $l = 4 \text{ m}$ 。不计梁的自重, 求支座 A, B 的反力。

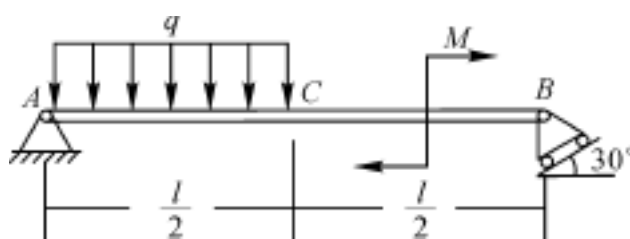


图 3.7

5. 求图 3.8 所示悬臂梁的固定端的约束反力和反力偶。已知 $M = qa^2$ 。

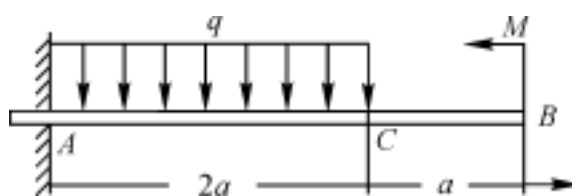


图 3.8