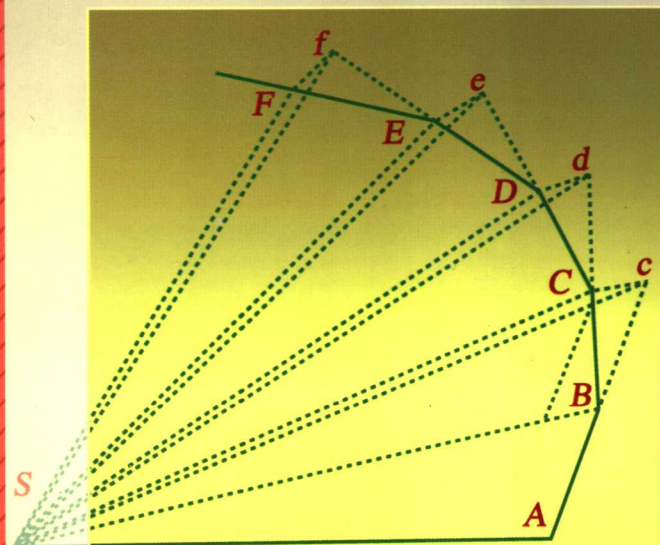


研究生入学考试辅导
本科生过关测试必备
高等院校教材同步辅导

<http://www.phei.com.cn>



理论概要
例题详解
习题自测
考研真题

理论力学

考研辅导

海欣 主编
凌桂龙 张向东 编著
丁金滨



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

理论力学考研辅导

海 欣 主编

丁金滨 凌桂龙 张向东 编著



电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 • BEIJING

内 容 简 介

理论力学是高等院校开设的专业基础课程,同时也是全国高校相关专业的硕士入学考试必考课程。为了帮助广大的考研学生进行系统复习,我们根据国家教育部颁布的高等工科院校《理论力学课程教学基本要求》编写了本书。

全书共分为 18 章,每一章均由知识要点、本章内容总结、典型例题解析、习题四部分组成。本书首先通过知识要点和内容总结对本章内容作了高度概括和叙述。典型例题解析中例题大都选自国内重点高校和科研院所历年考研真题,并作了详细分析和解答。习题均有参考答案,可通过练习以检测学习效果,进一步提高解题能力。本书最后还给出了各大高校的硕士研究生入学考试试题,并给出了部分答案,其余问题可以到 www.haixin.org 上求助。

本书可作为相关专业学生报考硕士学位研究生学习用参考书及复习指导书,也适合于高等院校相关专业的学生自学使用,同时可作为高等院校青年教师的教学参考书。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

理论力学考研辅导/海欣主编.—北京:电子工业出版社,2008.1

ISBN 978-7-121-05174-6

I. 理… II. 海… III. 理论力学—研究生—入学考试—自学参考资料 IV. O31

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 157261 号

责任编辑:钟永刚

印 刷: 北京牛山世兴印刷厂

装 订:

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本: 787×1092 1/16 印张: 18 字数: 443 千字

印 次: 2008 年 1 月第 1 次印刷

印 数: 5 000 册 定价: 32.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线:(010) 88258888。

前 言

理论力学是高等院校相关专业开设的技术基础课程,它是所有相关后续专业课程的基础,同时也是全国高校相关专业硕士研究生入学考试课程。为了帮助广大的考研学生学习和提高,特别是进行系统复习,我们根据国家教育部(原国家教委)颁布的高等工科院校《理论力学课程教学基本要求》编写了本书。

由于高校众多,水平不同,要在有限的篇幅内完成对各类专业课程有针对性的指导是相当困难的。为了解决这方面的问题,我们经过反复讨论,并征求了大量一线教师的意见,将一些通用原则和方法的指导放在首位,并结合大量相关实例进行了讲解。

本书共分 18 章,附录 A 提供了部分高校的近几年真题,并对部分真题进行了附有较为详细的讲解,其他真题及复习过程遇到的问题可到海欣考研论坛(www.haixin.org)进行求助下载。对于全书而言,每章内容包括:

(1) 知识要点 对于每章的重要知识,尤其是在历年真题中经常出现的重要考点作了总结和提示,读者可以根据提示对本章内容在复习时有所侧重。

(2) 本章内容总结 结合知识要点提示,再对每一章的知识要点进行详细地讲解,使得读者可以快速地把握知识要点,更加快速地提高复习效率。在总结部分还添加了一些解题技巧,更加有利于读者复习。

(3) 典型例题解析 在该部分我们针对典型考研真题分析中提出的相应考点帮助读者筛选出相关真题,结合高校理论力学历年真题进行全面地讲解,并在最后给出规律性的总结,更加方便读者去把握考点,更好地应对考研,成为考研必不可少的一本书。

(4) 习题 在每一章节的后面给出了部分自我测试题,并在本书后面附有参考答案,读者可通过练习以检测学习效果,进一步提高解题能力。

(5) 在本书的附录 A 提供部分高校 2006—2007 年理论力学硕士研究生入学考试真题,对于报考硕士研究生的考生来说,这无疑是最宝贵的资源。

理论力学考题的具体类型并不是很多,因此在选择例题和习题的过程中,我们主要针对典型题型和一些具有代表性的真题进行了总结,并选择了一些高等工科院校的最新试题。目的是使读者了解和掌握不同类型题目的解题方法和技巧,以便扩大解题思路,培养分析和解决实际问题的能力。

本书力求科学性、先进性、指导性,既能促进高等工科类院校学生的理论力学学习,又不脱离大多数一般院校的实际,提供切实可行的参考实例。本书可作为相关专业学生报考硕士学位研究生学习用参考书及复习指导书,也适合于高等院校相关专业的学生自学使用,同时可作为高等院校青年教师的教学参考书。

在收集和整理往年考研真题和笔记的过程中,得到了清华大学、上海交通大学、东南大学、同济大学、西安交通大学、西北工业大学、浙江大学、北京航空航天大学、哈尔滨工业大学、天津大学、中国科学技术大学、华中科技大学、华南理工大学、中科院等高校和科研院所的老师及研究生的热情帮助,在此向他们表示衷心感谢。

本书由海欣主编,丁金滨、凌桂龙、张向东编著,另外张樱枝、王菁、吴晖、夏金玉、何嘉扬、石良臣、刘志明、温正、刘正华等也参与了部分章节的编写工作。同时北京航空航天大学一线授课教师对该书进行了认真仔细的审阅,并提出了许多极为宝贵的修改意见,对

提高本书质量起了很大的作用，对此致以衷心的感谢！

由于作者水平有限，编写时间较短，书中欠妥错误之处在所难免，希望读者和同仁能够及时指出，共同促进本书质量的提高。

用户在使用本书时，出现相关疑问以及碰到难以解答的题目，可到为本书专门提供的海欣考研论坛中提问，编者会尽快给予解答，另外该论坛还提供了部分真题的答案，读者可以到相关栏目下载。论坛网址为：www.haixin.org/kybbs。

编 者

2007 年 6 月于北京

反侵权盗版声明

电子工业出版社依法对本作品享有专有出版权。任何未经权利人书面许可，复制、销售或通过信息网络传播本作品的行为；歪曲、篡改、剽窃本作品的行为，均违反《中华人民共和国著作权法》，其行为人应承担相应的民事责任和行政责任，构成犯罪的，将被依法追究刑事责任。

为了维护市场秩序，保护权利人的合法权益，我社将依法查处和打击侵权盗版的单位和个人。欢迎社会各界人士积极举报侵权盗版行为，本社将奖励举报有功人员，并保证举报人的信息不被泄露。

举报电话：(010) 88254396; (010) 88258888

传 真：(010) 88254397

E-mail: dbqq@phei.com.cn

通信地址：北京市万寿路 173 信箱

电子工业出版社总编办公室

邮 编：100036

《理论力学考研辅导》读者意见反馈表

尊敬的读者:

感谢您购买本书。为了能为您提供更优秀的教材,请您抽出宝贵的时间,将您的意见以下表的方式(可从 <http://www.hxedu.com.cn> 下载本调查表)及时告知我们,以改进我们的服务。对采用您的意见进行修订的教材,我们将在该书的前言中进行说明并赠送您样书。

姓名: _____ 电话: _____

职业: _____ E-mail: _____

邮编: _____ 通信地址: _____

1. 您对本书的总体看法是:

☐ 很满意 ☐ 比较满意 ☐ 尚可 ☐ 不太满意 ☐ 不满意

2. 您对本书的结构(章节): ☐ 满意 ☐ 不满意 改进意见 _____

3. 您对本书的例题: ☐ 满意 ☐ 不满意 改进意见 _____

4. 您对本书的习题: ☐ 满意 ☐ 不满意 改进意见 _____

5. 您对本书的实训: ☐ 满意 ☐ 不满意 改进意见 _____

6. 您对本书其他的改进意见:

7. 您感兴趣或希望增加的教材选题是:

请寄: 100036 北京万寿路 173 信箱机电与交通分社 钟永刚收

电话: 010-88254484 E-mail: zyg@phei.com.cn

目 录

第 1 章 静力学公理和物体的受力分析	(1)
第一节 本章内容总结	(1)
第二节 典型例题解析	(3)
第三节 习题	(5)
第 2 章 平面汇交力系与平面力偶系	(7)
第一节 本章内容总结	(7)
第二节 典型例题解析	(9)
第三节 习题	(15)
第 3 章 平面任意力系	(17)
第一节 本章内容总结	(17)
第二节 典型例题解析	(20)
第三节 习题	(28)
第 4 章 空间力系	(30)
第一节 本章内容总结	(30)
第二节 典型例题解析	(33)
第三节 习题	(37)
第 5 章 摩擦	(39)
第一节 本章内容总结	(39)
第二节 典型例题解析	(41)
第三节 习题	(45)
第 6 章 点的运动学	(48)
第一节 本章内容总结	(48)
第二节 典型例题解析	(51)
第三节 习题	(53)
第 7 章 刚体的简单运动	(55)
第一节 本章内容总结	(55)
第二节 典型例题解析	(58)
第三节 习题	(67)
第 8 章 点的合成运动	(70)
第一节 本章内容总结	(70)
第二节 典型例题解析	(72)
第三节 习题	(79)
第 9 章 刚体的平面运动	(83)
第一节 本章内容总结	(83)
第二节 典型例题解析	(85)
第三节 习题	(100)

第 10 章 质点动力学的基本方程	(103)
第一节 本章内容总结	(103)
第二节 典型例题解析	(105)
第三节 习题	(117)
第 11 章 动量定理	(120)
第一节 本章内容总结	(120)
第二节 典型例题解析	(122)
第三节 习题	(128)
第 12 章 动量矩定理	(130)
第一节 本章内容总结	(130)
第二节 典型例题解析	(133)
第三节 习题	(139)
第 13 章 动能定理	(142)
第一节 本章内容总结	(142)
第二节 典型例题解析	(145)
第三节 习题	(157)
第 14 章 碰撞	(160)
第一节 本章内容总结	(160)
第二节 典型例题解析	(162)
第三节 习题	(166)
第 15 章 达朗伯原理	(168)
第一节 本章内容总结	(168)
第二节 典型例题解析	(169)
第三节 习题	(179)
第 16 章 虚位移原理	(182)
第一节 本章内容总结	(182)
第二节 典型例题解析	(184)
第三节 习题	(190)
第 17 章 动力学普遍方程和拉氏方程	(193)
第一节 本章内容总结	(193)
第二节 典型例题解析	(195)
第三节 习题	(210)
第 18 章 机械振动基础	(213)
第一节 本章内容总结	(213)
第二节 典型例题解析	(216)
第三节 习题	(224)
附录 A	(226)
北京理工大学 2006 年硕士研究生入学考试试题	(226)
华中科技大学 2006 年硕士研究生入学考试试题	(228)

西安交通大学 2006 年硕士研究生入学考试试题	(231)
浙江大学 2006 年硕士学位研究生入学考试试题	(233)
北京航空航天大学 2006 年硕士研究生入学考试试题	(235)
南京航空航天大学 2006 年硕士研究生入学考试试题	(238)
上海交通大学 2006 年硕士研究生入学考试试题	(241)
中山大学 2006 年硕士研究生入学考试试题	(243)
北京航空航天大学 2007 年硕士研究生入学考试试题	(245)
北京理工大学 2007 年硕士研究生入学考试试题	(248)
中国科学院研究生院 2007 年招收攻读硕士学位研究生入学统一考试试题	(250)
参考答案	(252)
参考文献	(277)

第1章 静力学公理和物体的受力分析

知识要点

本章主要介绍了静力学受力分析的相关知识，主要内容包括：

1. 刚体和力的概念；
2. 静力学公理；
3. 约束和约束反力；
4. 物体的受力分析和受力图。

第一节 本章内容总结

1. 基本概念

1) 平衡：指物体相对于地面惯性参考系保持静止或匀速直线运动的状态，平衡是机械运动的一种特殊形式。

2) 刚体：物体受力作用后大小和形状保持不变的物体，特征是刚体内任意两点的距离始终保持不变。

3) 力：物体间的相互机械作用，这种作用可使物体的运动状态和形状发生改变。改变物体运动状态的效应叫外效应，也叫运动效应，改变物体形状状态的效应叫内效应，也叫变形效应。

4) 力系：作用在物体上的一群力，记为 $(F_1, F_2, \dots, F_n)$

等效力系：若两个力系对物体的效应完全相同，则称这两个力系为等效力系。记为 $(F_1, F_2, \dots, F_n) \equiv (G_1, G_2, \dots, G_m)$ ，等效的两个力系可以相互代替，称为力系的等效替换。

5) 合力：一个力的作用效应同一个力系的作用效应相同，即： $(F) \equiv (F_1, F_2, \dots, F_n)$

6) 自由体：可以在空间不受限制地任意运动的物体。

非自由体：运动受到了预先给定条件的限制的物体。

约束：事先对物体的运动所加的限制条件。

7) 约束力：约束对被约束物体的作用力，它是一种被动力（主动力：使物体运动或有运动趋势的力）。

常见约束有如下几种：

(1) 柔性约束：像由链条、绳索等柔软的、不可伸长的、不计质量的柔性连接物体构成的约束。柔性约束限制物体沿着柔性伸长的方向运动。约束力方向沿着绳索，背离物体，是拉力。

(2) 光滑接触面约束：两物体直接接触，不计接触处摩擦而构成的约束。限制了物体沿过接触点的公法线而趋向接触面方向的运动。约束力方向沿过接触点的公法线而指向物体是压力。

(3) 光滑铰链约束 (包括活动铰支座, 固定铰支座): 两个构件钻有同样大小的圆孔, 并用与圆孔直径相同的光滑销钉连接而构成的约束。该约束限制物体沿圆柱销的任意径向移动, 而不能限制绕圆柱销轴线的转动和平行圆柱销轴线方向的移动。

(4) 辊轴支座: 铰支座用几个辊轴支撑在光滑的支撑上, 它是光滑接触面约束和光滑铰链约束的复合。辊轴支座限制了沿支撑面法线方向的运动。约束力方向垂直于支撑面, 指向未知。

(5) 链杆约束 (二力构件): 其约束反力沿链杆两端端点的连线。

(6) 固定端约束: 在平面情况下, 通常用两正交分力和一力偶表示; 在空间情况下, 通常用空间的三个正交分力和空间的三个正交力偶表示。

2. 静力学公理

1) 二力平衡公理: 作用在不计自重刚体上的二力使刚体平衡的充要条件是: 大小相等、方向相反、作用在同一条直线上。

应用此公理, 可进行简单的受力分析。构件 AB 在 A 、 B 各受一力而平衡, 则此二力的作用线必定在 AB 的连线上, 像这种受两力而平衡的构件, 称为二力构件 (二力杆)。

2) 加减平衡力系公理: 在作用于刚体的已知力系中加上或减去任何平衡力系, 并不改变原力系对刚体的效应。

推论 1 力的可传性: 作用于刚体上的力可沿其作用线移至同一刚体内任意一点, 并不改变其对于刚体的效应。

3) 力的平行四边形法则: 作用于物体上某一点的两力, 可以合成为一个合力, 合力亦作用于该点上, 合力的大小和方向可由这两个力为邻边所构成的平行四边形的对角线确定, 如图 1-1 所示。

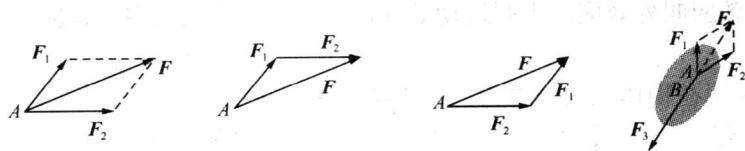


图 1-1

推论 2 三力平衡正交定理: 当刚体受三力作用而平衡时, 若其中两力作用线相交于一点, 则第三力作用线必通过两力作用线的交点, 且三力的作用线在同一平面内。

4) 作用力与反作用力定律: 两物体间的相互作用力总是大小相等、方向相反, 沿同一直线, 分别作用在两个物体上。

5) 刚化原理: 若将处于平衡状态的变形体刚化为刚体, 则平衡状态保持不变。此公理说明, 刚体的平衡条件是变形体平衡的必要条件。

3. 物体的受力分析

1) 解除约束原理: 当受约束的物体在某些主动力的作用下处于平衡, 若将其部分或全部的约束除去, 代之以相应的约束力, 则物体的平衡不受影响。

2) 画受力图步骤如下:

(1) 根据题意, 恰当的选取研究对象, 画出研究对象的分离体图;

(2) 在分离体图上, 画出它所受的主动动力, 如重力、风力、已知力等。并标注上各主动力的名称;

(3) 根据约束的类型, 画出分离体所受的约束反力, 并标注上各约束反力的名称;

(4) 为了计算方便, 在受力图上标上有关的尺寸、角度和坐标, 并写上各力作用点的名称。

画受力图不仅在静力学, 而且在动力学中都是进行力学计算的重要步骤。错误的受力图必将导致错误的结果, 只有正确的受力图才能得出正确的解答。因此必须正确熟练的掌握受力图的画法。

3) 画受力图应注意的事项:

(1) 必须明确研究对象。根据求解需要, 可以取单个物体为研究对象, 也可以取由几个物体组成的系统为研究对象。不同的研究对象受力图不同。

(2) 凡是去掉约束的地方, 都要画上约束反力, 并要根据约束类型和其他条件定出(或假定)约束反力的方向或作用线方位。

(3) 若有二力构件, 一定要根据二力平衡公理, 确定其约束的方向或作用线的方位。若研究对象受三个不平行的力作用而平衡时, 则可根据三力平衡汇交定理, 确定某一约束力的指向或作用线的方位。

(4) 每画一个力都要追问其他施力物体, 既不要多画力, 也不要漏画力。在画几个物体组合的受力图时, 研究对象内各部分间相互作用的力(内力)不画, 研究对象施与周围物体的力也不画。

(5) 若将由几个物体组成的物体系统拆开, 画其中某个物体或某些物体组成的新物体的受力图时, 拆开出的约束反力都应满足作用力与反作用力定律。

第二节 典型例题解析

重要考点提示:

1. 相关公理的概念考查;
2. 复杂受力体的受力图;
3. 各种约束的特征考查。

【例 1】 试对如图 1-2 所示结构的主要构件进行受力分析, 并画出受力图。

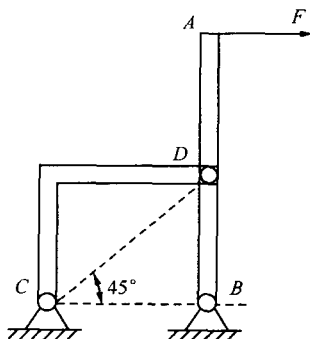


图 1-2

解：受力分析如图 1-2a 所示：

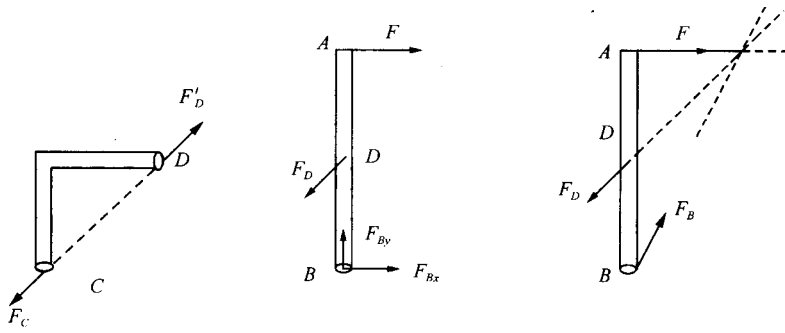


图 1-2a

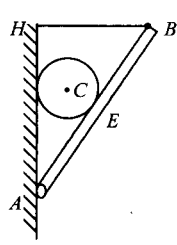


图 1-3

【例 2】 如图 1-3 所示球 C 重 P , A 处是固定铰链支座, 杆 B 和绳 BH 的质量都忽略不计。试分别画出球 C 和杆 AB 的受力图。

解：分别取球与杆作为研究对象, 其受力分析如图 1-3a 所示：

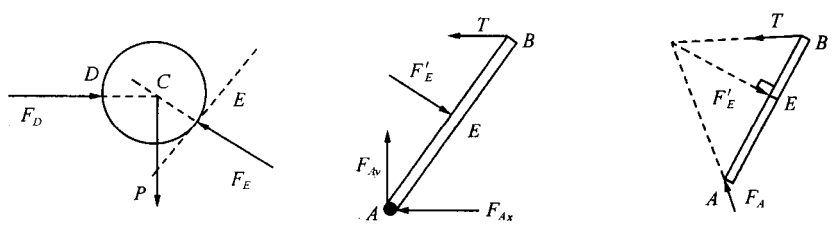


图 1-3a

【例 3】 如图 1-4 所示, 重 P 的均质球半径为 a , 放在墙与 AB 杆之间。杆的 A 端铰支, B 端用水平绳 BC 拉住, 杆长为 L , 其与墙的夹角是 α , 如不计杆重, 求绳的拉力。(中山大学, 2003 年)

解：方法一：几何法。

对均质球进行受力分析如图 1-4a 所示：

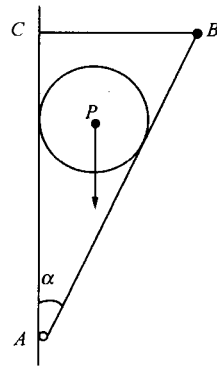


图 1-4

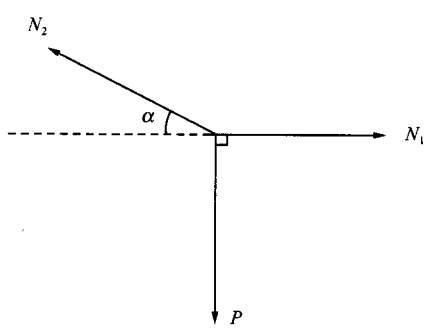


图 1-4a

由共点力平衡条件 $\sum F=0$, 得到 $N_2 \sin \alpha - P=0$ 或 $N_2 = \frac{P}{\sin \alpha}$

对杆 AB 进行受力分析如图 1-4b 所示, 由三力平衡汇交定理可知, 固定铰链支座 A 的约

束力 F_A 的作用线必定通过点 A 和 O 的连线。

根据共点力系平衡的几何条件, 上述 3 个力组成自行封闭的力三角形如图 1-4c 所示。

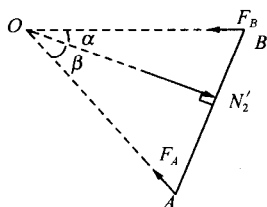


图 1-4b

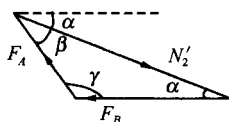


图 1-4c

在力三角形中, 应用正弦定理: $\frac{F_B}{\sin \beta} = \frac{N'_2}{\sin \gamma} = \frac{N'_2}{\sin(\alpha + \beta)}$

其中: $N'_2 = N_2 = \frac{P}{\sin \alpha}$

$$\begin{aligned} F_B &= \frac{\sin \beta}{\sin(\alpha + \beta)} \cdot N'_2 = \frac{\sin \beta}{\sin \alpha \cos \beta + \cos \alpha \sin \beta} \cdot N'_2 = \frac{1}{\sin \alpha \cdot \cot \beta + \cos \alpha} \cdot N'_2 \\ &= \frac{a}{L \cdot \cos \alpha \cdot \tan \frac{\alpha}{2}} \cdot N'_2 = \frac{Pa}{L \cos \alpha (1 - \cos \alpha)} \end{aligned}$$

方法二: 解析法。

对均质球受力分析同方法一。对 AB 杆受力分析同方法一 图 1-4b 所示, 利用平衡条件 $\Sigma M_A = 0$, 得到

$$\begin{aligned} F_B \cdot L \cos \alpha &= N'_2 \cdot a \cdot \cot \frac{\alpha}{2} \\ F_B &= \frac{Pa \cot \frac{\alpha}{2}}{L \sin \alpha \cos \alpha} = \frac{Pa}{L \cos \alpha (1 - \cos \alpha)} \end{aligned}$$

评注: 读者应按照下列步骤解题: (1) 声明所取研究对象画出受力图; (2) 列平衡方程; (3) 解方程或力三角形 (多边形)。

第三节 习 题

一、简答题

1. 简要说明什么是刚体。
2. 简要说明工程中常见的几种简单的约束类型。

二、填空题

1. 二力平衡公理与作用反作用公理都是指大小相等、方向相反、在同一作用线上的两个力。两个公理的最大区别在于_____。
2. 力的三要素是: _____、_____、_____。

三、选择题

1. 确定内力的一般方法为 ()。
A. 节点法 B. 截面法 C. 静力分析 D. 动能法
2. 只适用于刚体的公理是 ()。
A. 二力平衡公理 B. 力的平行四边形公理
C. 作用与反作用公理 D. 加减平衡力系公理

四、判断题

1. 刚体在三个力的作用下平衡，这三个力不一定在同一个平面内。()
2. 若作用在刚体上的三个力的作用线汇交于同一点，则刚体处于平衡状态。()
3. 受两个力作用的刚体都是二力构件。()
4. 力是滑移矢量，力沿其作用线滑移不会改变对物体的作用效果。()

五、计算题

1. 如图 1-5 所示，若将载荷 P 作用于铰链 C 处。(1) 试分别画出左、右两拱及销 C 的受力图；(2) 若销钉 C 属于 AC ，分别画出左、右两拱的受力图；(3) 若销钉 C 属于 BC ，分别画出左、右两拱的受力图。

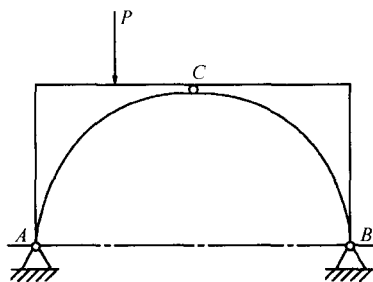


图 1-5

2. 如图 1-6 所示，在筒内放两个相同的球 A 和 B ，重均为 P ，筒 D 重 W ，放在光滑的地面上，试画出下列物体的受力图：(1) 球 A 及 B ，(2) 球 A 和 B 一起，(3) 筒 D 。

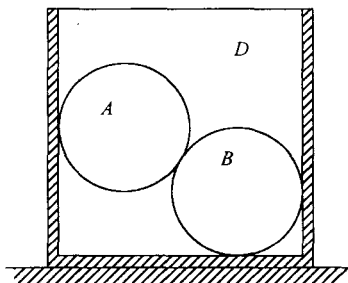


图 1-6

第2章 平面汇交力系与平面力偶系

知识要点

本章主要介绍了平面汇交力系与平面力偶系的相关知识, 包括:

1. 平面汇交力系合成与平衡的几何法;
2. 平面汇交力系合成与平衡的解析法;
3. 平面力对点之矩的概念与计算;
4. 平面力偶的概念, 力偶矩的计算, 力偶的性质;
5. 平面力偶系的合成与平衡计算。

第一节 本章内容总结

1. 汇交力系合成与平衡的几何法(力的多边形法则)

汇交力系: 是指各力的作用线汇交于同一点的力系。若汇交力系中各力的作用线位于同一平面内时, 称为平面汇交力系, 否则称为空间汇交力系。

1) 平面汇交力系的合成

对于如图 2-1 所示 3 个汇交力系 F_1, F_2, F_3 汇交于 O , 由力的平行四边形法则(力的三角形)作图, 即 $(F_1, F_2, F_3) = (F)$, 其中 $F = F_1 + F_2 + F_3$ 。

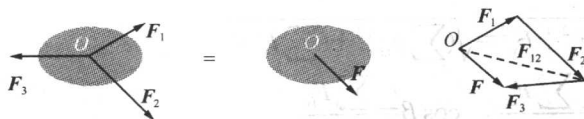


图 2-1

(1) 中间过程 F_{12} 可不必求, 去掉 F_{12} 的图称为力多边形, 由力多边形求合力大小和方向的方法称为合力多边形法则。

(2) 力多边形法则: 各分力矢依一定次序首尾相接, 形成一力矢折线链, 合力矢是封闭边, 合力矢的方向是从第一个力矢的起点指向最后一个力矢的终点。

(3) 上述求合力矢的方法可推广到几个汇交力系的情况。

结论: 汇交力系合成的结果是一个合力, 合力作用线通过汇交点, 合力的大小和方向, 即:

$$F = \sum F_i$$

这种用力多边形法则求合力的大小和方向的方法称为力合成的几何法。

2) 平面汇交力系的平衡

作用在如图 2-2 所示刚体上的汇交力系(F_1, F_2, F_n)为平衡力系, 即: