



理论力学

【理论力学·第六版】

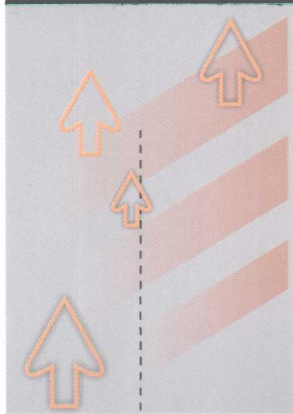
主编 张天军

- 基本要求
- 主要内容
- 重点及难点
- 学习方法及解题指导
- 思考题解答
- 典型例题分析
- 习题解答

西北工业大学出版社



全析 精解



全析丛书

理论力学

(理论力学·第六版)

全析精解

主 编 张天军
副主编 邹彩凤 宁民霞
编 者 张天军 邹彩凤 宁民霞
 锁要红 阎 明 朱向会

西北工业大学出版社

【内容简介】 本书是普通高等学校本、专科学生学习理论力学的辅导性参考书。全书共 15 章,包含了静力学、运动学、动力学三大基本定律,达朗贝尔原理,虚位移原理等理论力学的基本内容。

本书各章由七部分组成:基本要求、主要内容、重点及难点、学习方法及解题指导、思考题解答、典型例题分析、习题解答。附录部分是理论力学自测题和研究生入学考试试题及答案。

本书可供使用哈尔滨工业大学理论力学教研室编的《理论力学 I》(第六版)教材的学生和教师参考,也可供使用其他教材学习理论力学课程的学生和考研者参考。

图书在版编目(CIP)数据

理论力学全析精解/张天军主编. —西安:西北工业大学出版社, 2008. 8

ISBN 978 - 7 - 5612 - 2445 - 8

I. 理… II. 张… III. 理论力学—教学参考资料 IV. O31

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 124434 号

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.nwpu.com

印 刷 者:陕西宝石兰印务有限责任公司

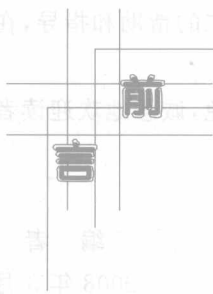
开 本:850 mm×1 168 mm 1/32

印 张:14.25

字 数:466 千字

版 次:2008 年 8 月第 1 版 2008 年 8 月第 1 次印刷

定 价:21.00 元



近年来,普通高等院校理论力学课程的教学时数普遍压缩和减少。在理论力学教学实践中,我们发现学生对基本概念、基本理论的掌握不够扎实,运用所学知识分析问题、解决问题的能力比较薄弱,因此有必要加强其对基本概念、基本理论的理解和对解题方法的指导。本书是为配合哈尔滨工业大学理论力学教研室编的《理论力学 I》(第六版)而编写的学习参考书。各章一般由七部分组成,分别为基本要求、主要内容、重点及难点、学习方法及解题指导、思考题解答、典型例题分析和习题解答。本书给出了教材思考题的全部解答,旨在使学生深入理解基本概念,掌握基本知识。典型例题分析之后撰写了要点及讨论,这对更好掌握解题方法和技巧,提高解题能力及应试水平有较大帮助。习题解答部分所选的习题均具有典型性,可供学生进行强化训练。书后附有理论力学课程自测题和研究生入学考试试题及答案,供读者自测使用。

参加本书编写的有:宁民霞(第 1,2,11 章)、阎明(第 3,15 章)、邹彩凤(第 4,5,12 章)、张天军(第 7,13,14 章)、锁要红(第 6,8,9,10 章),朱向会(附录)。全书由张天军统稿并任主编,邹彩凤、宁民霞任副主编。

本书在编写过程中引用了国内同类辅导教材中的

部分内容,并得到了西安科技大学力学教研室同仁的帮助和指导,在此一并表示衷心感谢。

由于编者水平有限,错误和不妥之处在所难免,诚恳地欢迎读者批评指正!

编者

2008年3月

目
录

第 1 章 静力学公理和物体的受力分析	1
1.1 基本要求	1
1.2 主要内容	1
1.3 重点及难点	3
1.4 学习方法及解题指导	3
1.5 思考题解答	4
1.6 典型例题分析	9
1.7 习题解答	13
第 2 章 平面汇交力系与平面力偶系	22
2.1 基本要求	22
2.2 主要内容	22
2.3 重点及难点	24
2.4 学习方法及解题指导	24
2.5 思考题解答	25
2.6 典型例题分析	29
2.7 习题解答	34
第 3 章 平面任意力系	44
3.1 基本要求	44
3.2 主要内容	44
3.3 重点及难点	46
3.4 学习方法及解题指导	46
3.5 思考题解答	47

3.6	典型例题分析	53
3.7	习题解答	60
第4章	空间力系	87
4.1	基本要求	87
4.2	主要内容	87
4.3	重点及难点	89
4.4	学习方法及解题指导	89
4.5	思考题解答	90
4.6	典型例题分析	94
4.7	习题解答	103
第5章	摩擦	116
5.1	基本要求	116
5.2	主要内容	116
5.3	重点及难点	117
5.4	学习方法及解题指导	117
5.5	思考题解答	118
5.6	典型例题分析	122
5.7	习题解答	127
第6章	点的运动学	139
6.1	基本要求	139
6.2	主要内容	139
6.3	重点及难点	141
6.4	学习方法及解题指导	141
6.5	思考题解答	141
6.6	典型例题分析	144
6.7	习题解答	149
第7章	刚体的简单运动	157
7.1	基本要求	157
7.2	主要内容	157

7.3	重点及难点	159
7.4	学习方法及解题指导	159
7.5	思考题解答	159
7.6	典型例题分析	162
7.7	习题解答	169
第 8 章	点的合成运动	177
8.1	基本要求	177
8.2	主要内容	177
8.3	重点及难点	179
8.4	学习方法及解题指导	179
8.5	思考题解答	180
8.6	典型例题分析	185
8.7	习题解答	196
第 9 章	刚体的平面运动	213
9.1	基本要求	213
9.2	主要内容	213
9.3	重点及难点	216
9.4	学习方法及解题指导	216
9.5	思考题解答	217
9.6	典型例题分析	225
9.7	习题解答	240
第 10 章	质点动力学的基本方程	265
10.1	基本要求	265
10.2	主要内容	265
10.3	重点及难点	267
10.4	学习方法及解题指导	267
10.5	思考题解答	268
10.6	典型例题分析	269
10.7	习题解答	275

第 11 章 动量定理	282
11.1 基本要求	282
11.2 主要内容	282
11.3 重点及难点	284
11.4 学习方法及解题指导	284
11.5 思考题解答	284
11.6 典型例题分析	286
11.7 习题解答	296
第 12 章 动量矩定理	303
12.1 基本要求	303
12.2 主要内容	303
12.3 重点及难点	305
12.4 学习方法及解题指导	305
12.5 思考题解答	307
12.6 典型例题分析	311
12.7 习题解答	320
第 13 章 动能定理	335
13.1 基本要求	335
13.2 主要内容	335
13.3 重点及难点	337
13.4 学习方法及解题指导	337
13.5 思考题解答	338
13.6 典型例题分析	342
13.7 习题解答	350
第 14 章 达朗贝尔原理	373
14.1 基本要求	373
14.2 主要内容	373
14.3 重点及难点	374
14.4 学习方法及解题指导	374

14.5	思考题解答	375
14.6	典型例题分析	377
14.7	习题解答	378
第 15 章	虚位移原理	388
15.1	基本要求	388
15.2	主要内容	388
15.3	重点及难点	389
15.4	学习方法及解题指导	389
15.5	思考题解答	390
15.6	典型例题分析	394
15.7	习题解答	396
附录		404
	自测题一	404
	自测题二	411
	自测题三	418
	西安科技大学 2008 年硕士研究生入学考试试题	424
	西安科技大学 2007 年硕士研究生入学考试试题	427
	西安科技大学 2006 年硕士研究生入学考试试题	433
	自测题一答案	436
	自测题二答案	437
	自测题三答案	437
	西安科技大学 2008 年硕士研究生入学考试试题答案	438
	西安科技大学 2007 年硕士研究生入学考试试题答案	439
	西安科技大学 2006 年硕士研究生入学考试试题答案	439
参考文献		441

第 1 章

静力学公理和物体的受力分析

1.1 基本要求

- (1) 深入理解力、刚体、平衡和约束等重要概念。
- (2) 深入理解静力学公理。
- (3) 掌握各种常见约束的类型和性质。
- (4) 熟练掌握物体的受力分析方法,正确画出分离体的受力图。

1.2 主要内容

1. 基本概念

力:物体之间的相互机械作用,其作用效果使物体的机械运动状态发生改变或者使物体产生变形。

力的三要素:对变形体为力的大小、方向、作用点,力矢是定位矢量;对刚体为力的大小、方向、作用线,力矢是滑移矢量。

支反力系:作用于物体上的一群力。

力系的分类按作用位置分,有空间力系和平面力系。平面力系包括平面汇交力系、平面平行力系、平面力偶系、平面任意力系;空间力系包括空间汇交力系、空间平行力系、空间力偶系、空间任意力系。

平衡:物体相对于惯性参考系保持静止或作匀速直线运动。

刚体:是指物体在力的作用下,其内部任意两点之间的距离始终保持不变。

2. 静力学公理

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,由这两个力为邻边构成的平行四边形的对角线确定。

公理 2 二力平衡条件 作用在刚体上的两个力,使刚体保持平衡的充要

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。

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,并不改变原力系对刚体的作用。

推理 1 力的可传性 作用在刚体上某点的力,可以沿着它的作用线移到刚体内任意一点,并不改变该力对刚体的作用。

推理 2 三力平衡汇交定理 作用于刚体上三个相互平衡的力,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,且第三个力的作用线通过汇交点。

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。

公理 5 刚化原理 变形体在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。

3. 约束和约束反力

约束:限制物体某些位移的周围物体。

约束反力:约束反力是约束作用在被约束物体上的力,其方向与该约束阻碍物体位移的方向相反。

约束可分为以下几种:

(1) 光滑接触约束。该类约束常见的接触形式有点、线、面。其特点是:约束力沿着接触线的公法线,一般指向被约束的物体。

(2) 柔索约束。该类约束常见的有绳索、链条、胶(皮)带。其特点是:约束力沿着柔索方向,背离物体,只能为拉力。

(3) 光滑铰链约束。该类约束常见的有向心轴承、圆柱形铰链和固定铰支座。其特点是:当主动力尚未确定时,约束反力的作用线不能确定,但它必垂直于轴线并通过圆柱销中心。

(4) 其他约束。

1) 滚动支座。该类约束的特点是:约束性质与光滑面约束相同,约束力必垂直于支承面,且通过铰链中心。

2) 球铰链。该类约束的特点是:约束力通过接触点与球心,但方向不能预先确定,可用三个正交分力表示。

3) 止推轴承。该类约束的特点是:约束反力比向心轴承多了一个沿轴向的力。也可用三个正交分力表示。

4. 物体的受力分析和受力图

将所要研究的物体或物体系统从周围物体中隔离出来,称为分离体或研究对象。确定研究对象受到哪些力的作用,每个力的作用方向和作用位置,称为受力分析。表示研究对象所受到所有外力(包括主动力和约束反力)的简图称为受力图。

1.3 重点及难点

重点:力、刚体、平衡和约束及约束反力等基本概念,静力学公理,受力分析和受力图。

难点:约束的概念,光滑铰链约束的性质,物体系的受力分析。

1.4 学习方法及解题指导

应正确理解三个概念,五个公理,两个推论,掌握常见约束的类型及约束反力。

解题步骤如下:

(1) 确定研究对象。根据求解需要,研究对象可以是单个或者是由几个物体组成的系统,将研究对象从周围物体中分离出来,画出简图。

(2) 画出全部已知的主动力。

(3) 画出全部约束反力。根据约束类型,分别画出相应的约束反力,其方向不能单凭主观臆测。

需要注意的事项:

(1) 会判断二力构件,应用三力平衡汇交定理。画受力图时,往往可以先根据二力平衡公理、三力平衡汇交定理确定约束反力的方向。

(2) 数清约束个数,一定要按照约束性质确定约束反力,不能多画和漏画。

(3) 不能丢掉主动力;主动力一般是已知的,比如物体的重力、风力、气体压力等。

(4) 注意研究对象之间的作用力和反作用力之间的关系。二者遵循作用与反作用定律,大小相等,方向相反。在研究整体或由几个物体组合时,受力图上只画外部对研究对象的作用力,不画成对出现的内力。

1.5 思考题解答

1-1 说明下列式子的意义和区别:

(1) $F_1 = F_2$; (2) $F_1 = F_2$; (3) 力 F_1 等效于 F_2 。

解 (1) 式表示两个矢量相等, 即两个力的大小相等, 方向相同。

(2) 式表示两个力的大小相等。

(3) 式表示两个力的大小相等, 方向和作用线相同。

1-2 为什么说二力平衡条件、加减平衡力系原理和力的可传性等只能适用于刚体?

解 因为非刚体在力的作用下会产生变形。比如对于绳子, 当对其施加等值、反向、共线的压力时, 将产生变形就不能平衡。

1-3 试区别 $F_R = F_1 + F_2$ 和 $F_R = F_1 + F_2$ 等式代表的意义。

解 前式表示两个矢量相加, 后式表示两个代数量相加。

1-4 什么叫二力构件? 分析二力构件受力时与构件的形状有无关系。

解 只在两个力作用下平衡的构件称为二力构件。分析二力构件受力时与构件的形状无关。

1-5 如图 1-1 至图 1-6 所示各物体的受力图是否有错误? 如何改正?

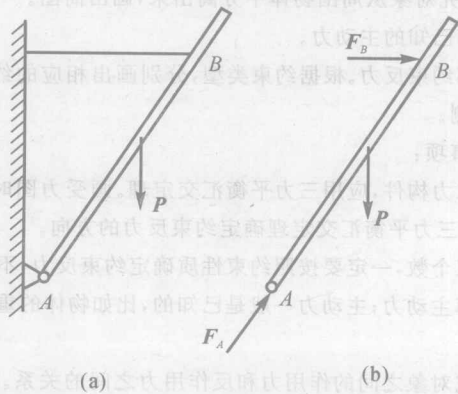


图 1-1

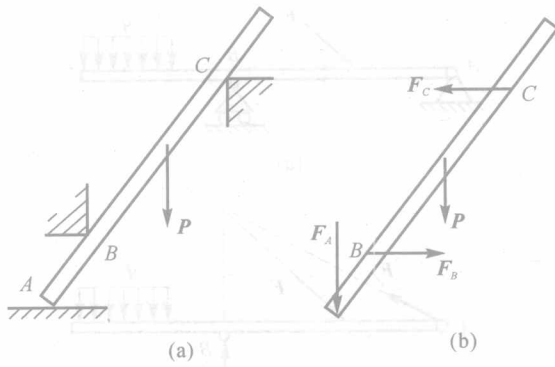


图 1-2

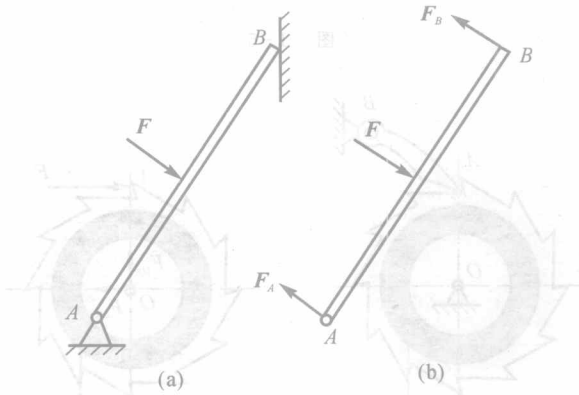


图 1-3

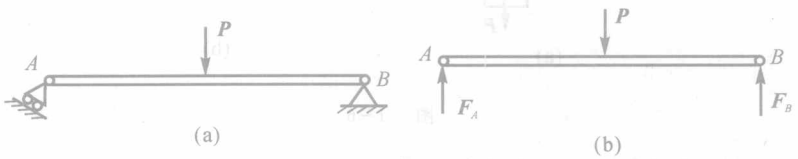


图 1-4

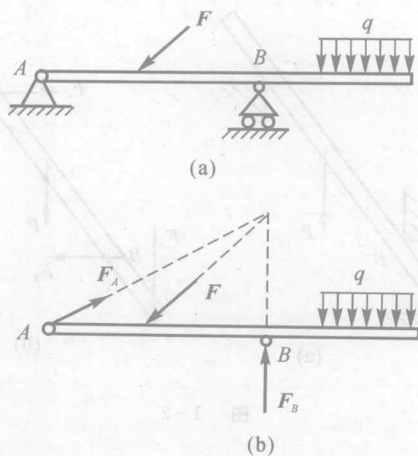


图 1-5

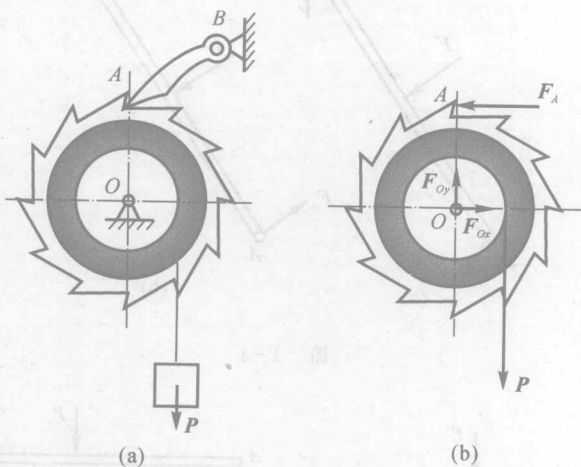


图 1-6

解 都有错误,改正后受力图分别如图 1-7 至图 1-12 所示。

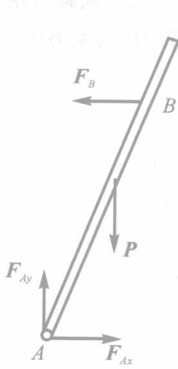


图 1-7

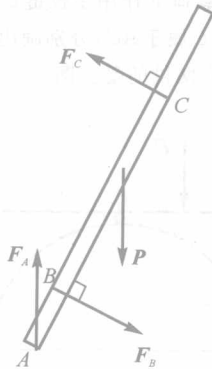


图 1-8

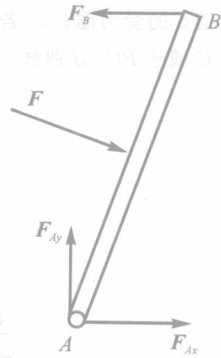


图 1-9

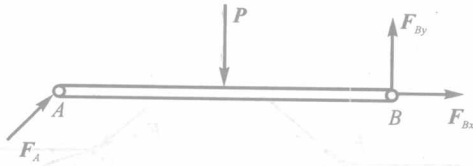


图 1-10

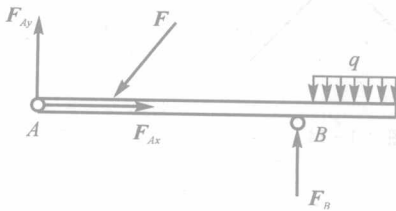


图 1-11

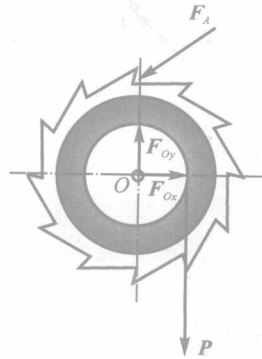


图 1-12