

高校经典教材同步辅导丛书
配套高教版·哈工大理论力学教研室编

九章丛书



理论力学

第六版

同步辅导及习题全解

主编 刘东星 郭志梅

- 知识点窍
- 逻辑推理
- 习题全解
- 全真考题
- 名师执笔
- 题型归类



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

新版

高校经典教材同步辅导丛书

理论力学（第六版）同步辅导 及习题全解

主 编 刘东星 郭志梅

编 委（排名不分先后）

程丽园	李国哲	陈有志	苏昭平
郑利伟	罗彦辉	邢艳伟	范家畅
孙立群	李云龙	刘 岩	崔永君
高泽全	于克夫	尹泉生	林国栋
黄 河	李思琦	刘 闯	侯朝阳



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内容提要

本书是为了配合由高等教育出版社出版,由哈尔滨工业大学理论力学教研室编写的《理论力学》(第六版)教材而编写的辅导用书。

对应教材,本书共有 21 章,分别介绍静力学公理和物体的受力分析、平面汇交力系与平面力偶系、平面任意力系、空间力系、摩擦、点的运动学、刚体的简单运动、点的合成运动、刚体的平面运动、质点动力学的基本方程、动量定理、动量矩定理、动能定理、达朗贝尔原理、虚位移原理、非惯性系中的质点动力学、碰撞、分析力学基础、机械振动基础、刚体定点运动、变质量动力学等内容。每章内容针对教材中的思考题和习题给出详细的解答,旨在帮助读者掌握课程内容的重点、难点,提高分析问题、解决问题的能力。

本书可作为工科高等院校学生学习《理论力学》的辅导教材,也可作为考研人员复习备考的辅导教材,同时可供教师备课命题作为参考资料。

图书在版编目(CIP)数据

理论力学(第六版)同步辅导及习题全解 / 刘东星,
郭志梅主编. —北京:中国水利水电出版社, 2009

(高校经典教材同步辅导丛书)

ISBN 978-7-5084-5979-0

I. 理… II. ①刘…②郭… III. 理论力学—高等学校—
教学参考资料 IV. O31

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 161797 号

书 名	高校经典教材同步辅导丛书
作 者	理论力学(第六版)同步辅导及习题全解
出版 发行	主 编 刘东星 郭志梅 中国水利水电出版社(北京市三里河路 6 号 100044) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: mchannel@263.net (万水) sales@waterpub.com.cn 电话: (010) 63202266 (总机)、68367658 (营销中心)、82562819 (万水)
经 售	全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	北京万水电子信息有限公司
印 刷	北京市 梦宇印务有限公司
规 格	148mm×210mm 32 开本 10.375 印张 424 千字
版 次	2009 年 1 月第 1 版 2009 年 1 月第 1 次印刷
印 数	0001—6000 册
定 价	16.80 元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社营销中心负责调换

版权所有·侵权必究

前言

《理论力学》是一门理论性很强的技术基础课,是大多数理工类学生的必修课程。很多学生在学习中存在一定困难。不能将课上学习的理论与实际问题联系起来,出现“课上能听懂,作业不会做”的现象。本书集多位资深教授的经验于一体,针对读者的常见困惑,引导学生把理论知识与实际问题——习题紧密地联系起来,举一反三,既巩固了理论知识,又提高了解题能力。

本书对《理论力学》(哈工大第六版)中所有思考题和习题给出了详细的解答。

1. 知识要点:运用公式、定理及定义来点明知识点。
2. 解题分析:阐述习题的解题过程。
3. 解题过程:概念清晰,步骤完整,数据准确,附图齐全。

把知识要点—解题分析—解题过程联系起来,做到融会贯通,最后给出本书的习题答案。在解题思路和解题技巧上进行精练分析和引导,巩固所学知识,达到举一反三的效果。

“知识要点”和“解题分析”是本书的精华所在,是由多位著名教授根据学生在解题过程中进行分析而研究出来的一种新型的、拓展思路的解题方法。“知识要点”提纲挈领地抓住了题目的核心知识,让学生清楚地了解出题者的意图;“解题分析”则注重引导学生思维,旨在培养学生科学的思维方法,即掌握答题的思维技巧。在此基础上提供了详细的“解题过程”,使学生熟悉整个答题过程。

鉴于本书编者水平有限及时间仓促,不妥之处在所难免,希望广大读者不吝批评、指正。

编者

2008年12月

目 录

第1章 静力学公理和物体的受力分析	1
思考题	1
习题	4
第2章 平面汇交力系与平面力偶系	9
思考题	9
习题	12
第3章 平面任意力系	22
思考题	22
习题	24
第4章 空间力系	53
思考题	53
习题	56
第5章 摩擦	70
思考题	70
习题	72
第6章 点的运动学	87
思考题	87
习题	89
第7章 刚体的简单运动	98
思考题	98
习题	99
第8章 点的合成运动	106
思考题	106
习题	109
第9章 刚体的平面运动	129
思考题	129
习题	133
第10章 质点动力学的基本方程	156
思考题	156
习题	156
第11章 动量定理	163
思考题	163
习题	164

第 12 章 动量矩定理	171
思考题	171
习题	173
第 13 章 动能定理	188
思考题	188
习题	190
综合问题习题	199
第 14 章 达朗贝尔原理	216
思考题	216
习题	217
第 15 章 虚位移原理	234
思考题	234
习题	236
第 16 章 非惯性系中的质点动力学	247
思考题	247
习题	248
第 17 章 碰撞	256
思考题	256
习题	257
第 18 章 分析力学基础	268
思考题	268
习题	269
第 19 章 机械振动基础	281
思考题	281
习题	283
第 20 章 刚体定点运动、自由刚体运动、刚体运动的合成·陀螺仪近似理论	306
思考题	306
习题	307
第 21 章 变质量动力学	318
思考题	318
习题	319

第 1 章 静力学公理和物体的受力分析

思 考 题

1—1 说明下列式子与文字的意义和区别。

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

【解答】 (1) 力 F_1 和 F_2 , 大小相等, 方向相同; (2) F_1 和 F_2 大小相等; (3) F_1 和 F_2 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都能只适用于刚体?

【解答】 二力平衡条件、加减平衡力系原理是由刚体总结出来的规律, 所以只能适用于刚体。力的可传性是由二力平衡条件和加减平衡力原理得出的推论, 必然也要满足刚体条件。

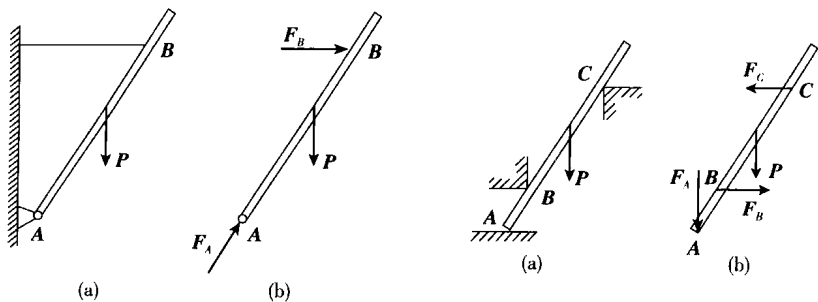
1—3 试区别 $F_R = F_1 + F_2$ 和 $F_R = F_1 + F_2$ 两个等式代表的意义。

【解答】 $F_R = F_1 + F_2$ 表示 F_R 是任意方向上两个力 F_1 和 F_2 的合力, 合力 F_R 的大小和方向由平行四边形法则确定; $F_R = F_1 + F_2$ 表示 F_R 是同方向上两个力 F_1 和 F_2 的合力, 合力 F_R 的大小为 F_1 和 F_2 的大小的和, 方向与 F_1 和 F_2 的方向相同。

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。

【解答】 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形状无关, 只与两力作用点有关, 且必定沿两力作用点的连线, 等值反向。

1—5 图 1-1(1) ~ 1-1(6) 中各物体的受力图是否正确? 如何改正?



(1)

(2)

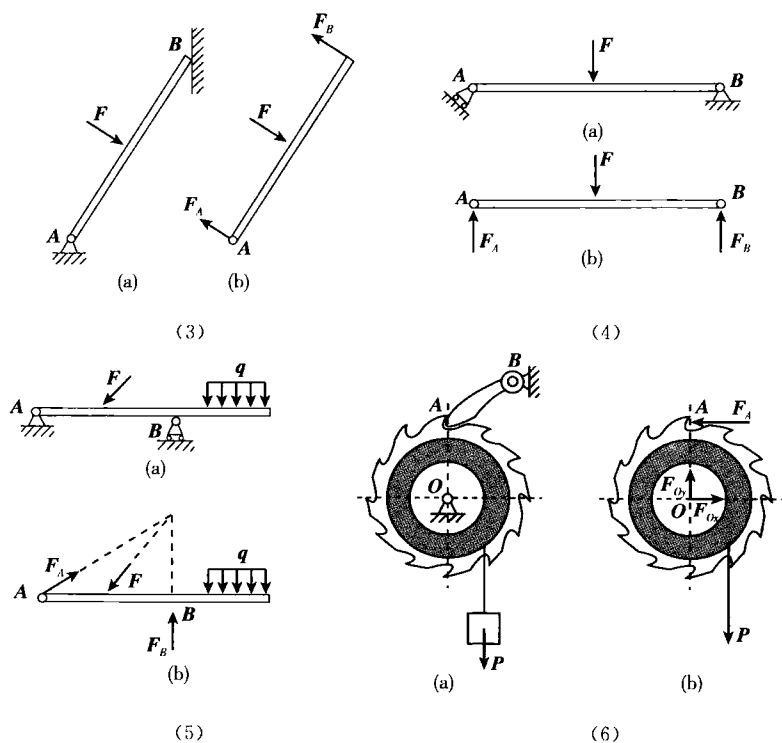
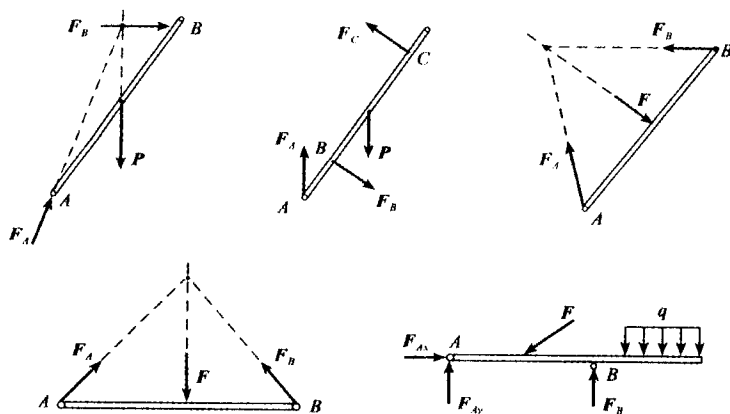
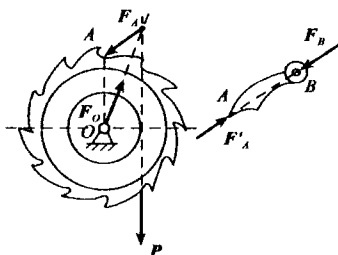


图 1-1

【解答】 均有错,正确图如图答 1-1 图。



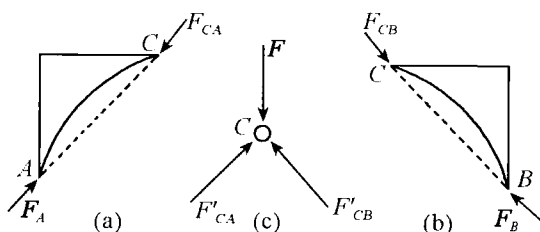


答 1-1 图

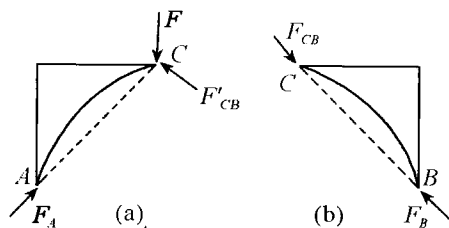
1—6 若将例 1—4(图 1—17a) 中的载荷 F 作用于铰链 C 处。(1) 试分别画出左、右两拱及销 C 的受力图;(2) 若销钉 C 属于 AC , 分别画出左、右两拱的受力图;(3) 若销钉 C 属于 BC , 分别画出左、右两拱的受力图。

【解答】如图 1—2 所示。

(1)



(2)



(3)

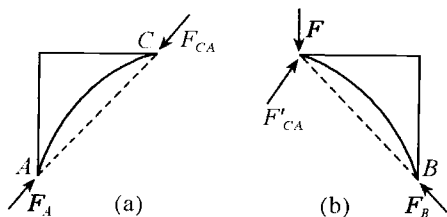


图 1—2

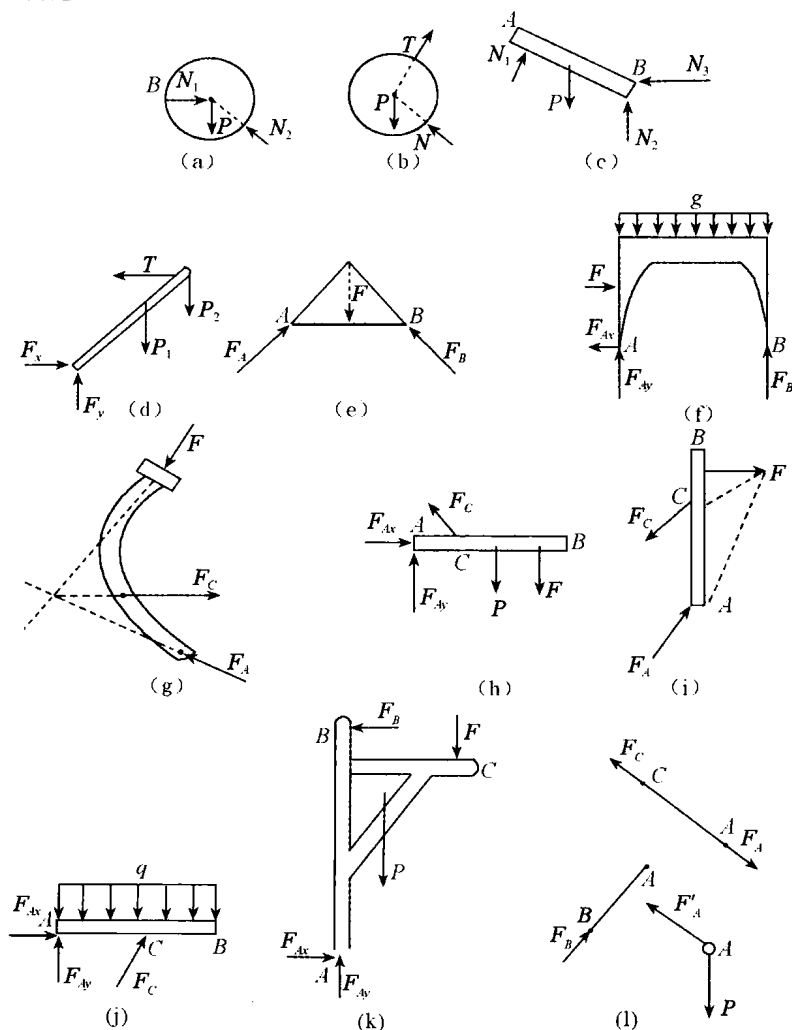
习 题

1-1 画出下列各图中物体A, ABC 或构件AB, AC 的受力图。未画重力的各物体的自重不计,所有接触处均为光滑接触。

【知识要点】 熟悉各种约束类型的受力分析方法。

【解题分析】 单个物体的受力分析。

【解答】



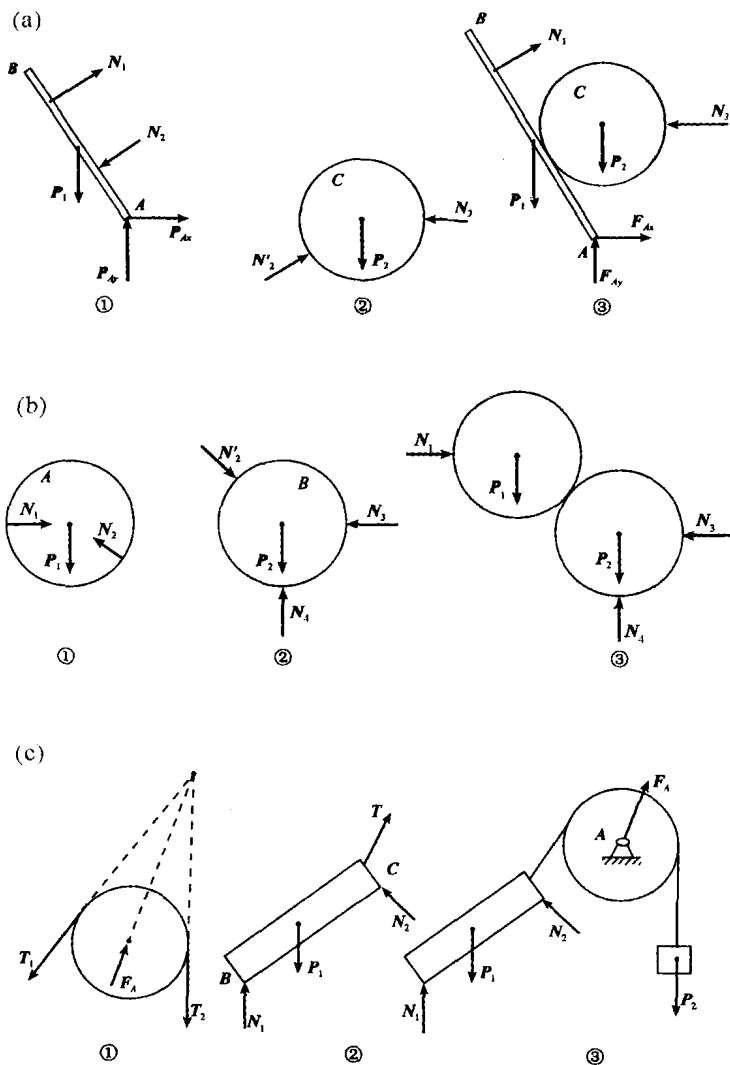
题 1-1 图

1—2 画出下列每个标注字符的物体(不包含销钉与支座)的受力图与系统整体受力图。题图中未画重力的各物体的自重不计,所有接触处均为光滑接触。

【知识要点】 熟练掌握各种约束类型的受力分析方法。

【解题分析】 物体和物体系统的受力分析。

【解答】



(e)

①

②

③

(f)

① ② ③

(g)

①

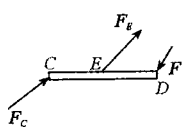
②

③

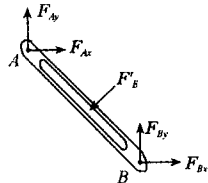
(h)

① ② ③

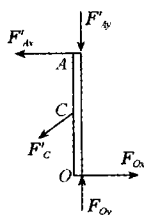
(i)



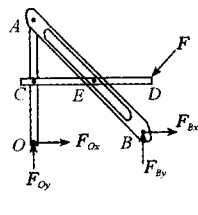
①



②

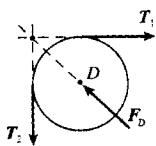


③

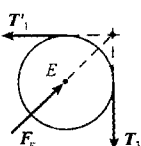


④

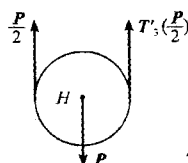
(j)



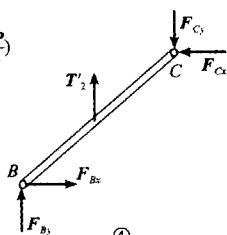
①



②

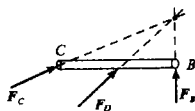


③

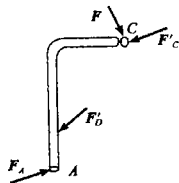


④

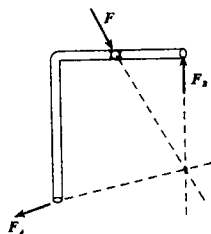
(k)



①

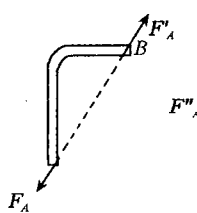


②

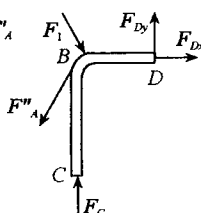


③

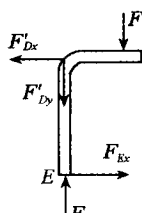
(l)



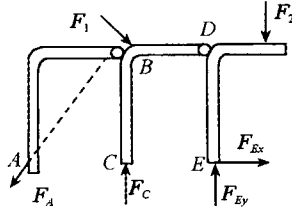
①



②

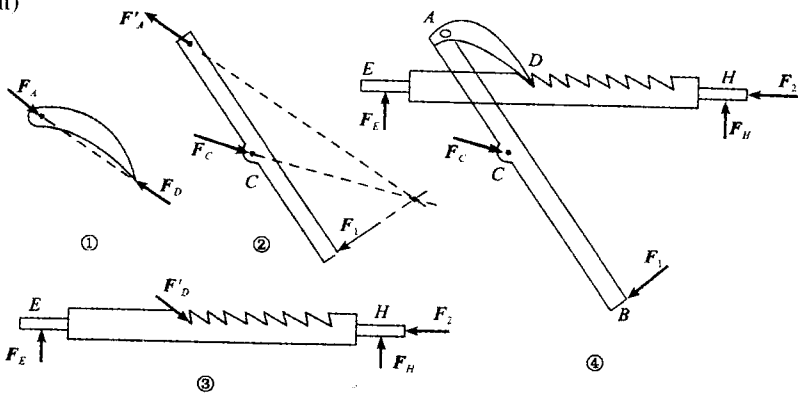


③

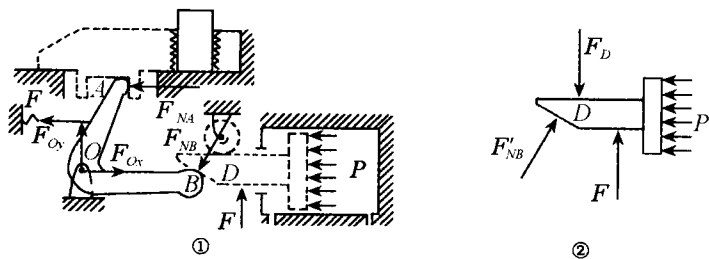


④

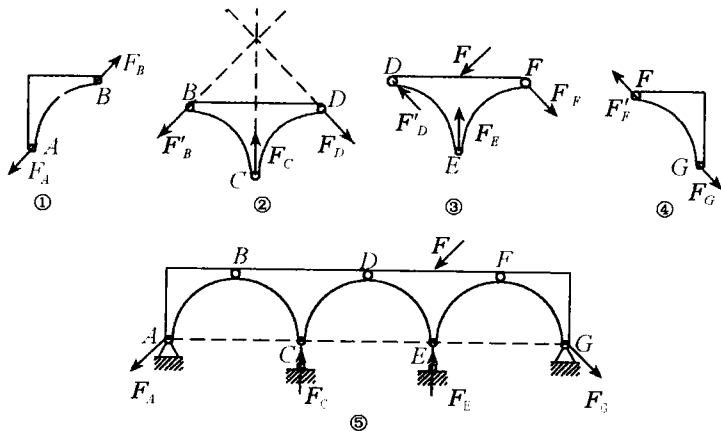
(m)



(11)



(c)



题 1-2 图

第 2 章 平面汇交力系与平面力偶系

思 考 题

2-1 图 2-1 所示两个力三角形中三个力的关系是否一样?

【解答】 不一样。图(a) 表示 $F_3 = F_1 + F_2$; 图(b) 表示 $F_1 + F_2 + F_3 = 0$ 。

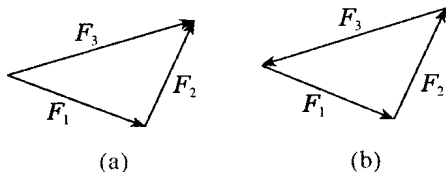


图 2-1

2-2 力 F 沿 x_1y 轴, x_1y 的分力和力在两轴上的投影有何区别? 试以图 2-2(a), (b) 两种情况为例进行分析说明。或 $F = F_x i + F_y j$ 对图(a), (b) 都成立吗?

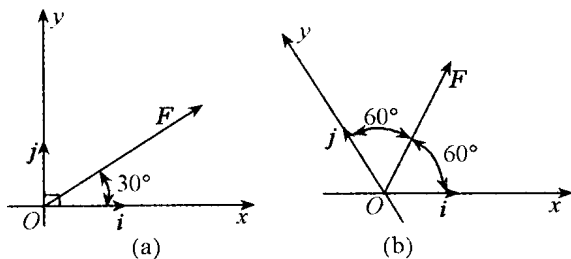


图 2-2

【解答】 投影是标量, 分力是矢量。坐标轴垂直时, 力 F 在两轴上的投影分别是沿两轴分力的大小; 坐标轴不垂直时, 则没有上述关系。图(a) 满足 $F = F_x i + F_y j$, 图(b) 不满足。

2-3 用解析法求平面汇交力系的合力时, 若取不同的直角坐标轴, 所求得的合力是否相同?

【解答】 相同, 合力与所选坐标轴无关。

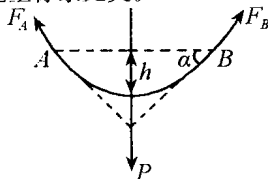


图 2-3

2-4 用解析法求解平面汇交力系的平衡问题时, x 与 y 两轴是否一定要相互垂直? 当 x 与 y 轴不垂直时, 建立的平衡方程 $\sum F_x = 0$, $\sum F_y = 0$ 能满足力系的平衡条件吗? 为什么?

【解答】 x 与 y 轴不一定要相互垂直。满足上述条件建立的平衡方程一定满足力系的平衡条件, 因为它与垂直条件下建立的平衡方程等价。

2-5 如图 2-3 所示, 输电线跨度 l 相同时, 电线下垂量 h 越小, 电线越易于拉断, 为什么?

【解答】 可得 $F_A = F_B = \frac{P}{2\sin\alpha} = \frac{GP}{4h}$, h 越小, 则 α 越小, F_A 和 F_B 越大, 所以电线更易于拉断。

2-6 图 2-4 所示的三种机构, 构件自重不计, 忽略摩擦, $\theta = 60^\circ$, 如 B 处都作用有相同的水平力 F , 问铰链 A 处的约束力是否相同。请作图表示其大小与方向。

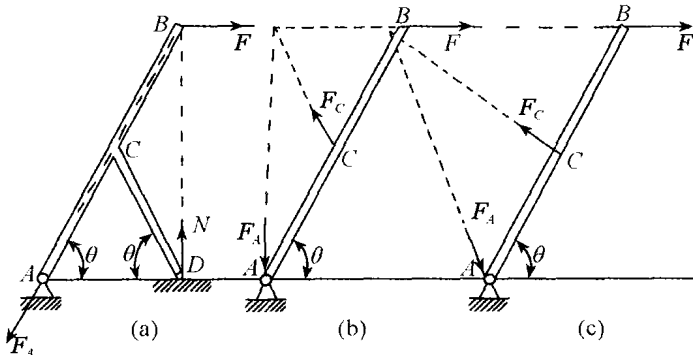


图 2-4

【解答】 铰链 A 处的约束力不相同, 受力图及 F_A 的大小方向如图 2-5。

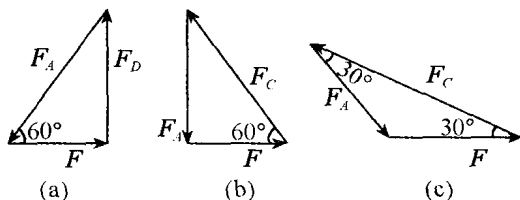


图 2-5

2-7 试比较力矩与力偶矩二者的异同。

【解答】 相同点: 量纲相同且都以逆时针转向为正。

不同点: 力矩的大小、正负与力和矩心的相对位置有关。力偶对任一点之矩均等于力偶矩。

2-8 在刚体的 A, B, C, D 四点作用有四个大小相等的力, 此四力沿四个边恰好组成封闭的多边形, 如图 2-6 所示。此刚体是否平衡? 若 F_1 和 F'_1 都改变方向, 此

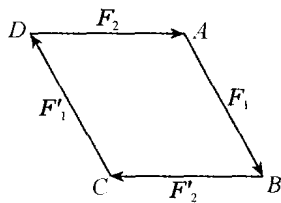


图 2-6

刚体是否平衡?

【解答】 此刚体不能平衡,因为 (F_1, F'_1) 和 (F_2, F'_2) 是两个力偶矩相同的力偶,合力偶矩不为零。若 F_1 和 F'_1 都改为相反方向,则两力偶的力偶矩绝对值相同且一正一负,合力偶矩为零,刚体能够平衡。

2-9 在图2-7各图中,力或力偶对点A的矩都相等,它们引起的支座约束力是否相同?

【解答】 支座约束力不相同,如图2-7。

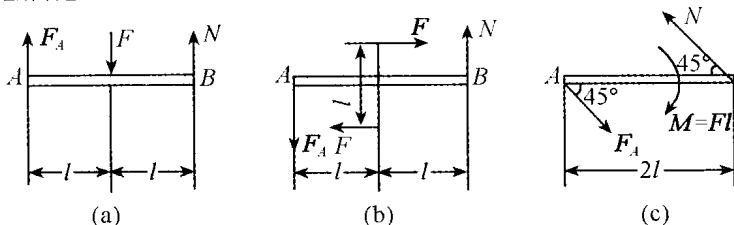


图 2-7

2-10 从力偶理论知道,一力不能与力偶平衡。但是为什么螺旋压榨机上,力偶似乎可以用被压榨物体的反力 F_N 来平衡(图2-8(a))?为什么图2-8(b)所示的轮子上的力偶 M 似乎与重物的力 P 相平衡呢?这种说法错在哪里?

【解答】 图(a)中与力偶平衡的不是 F_N ,而是螺旋上的摩擦力形成的力偶。图(b)中与力偶 M 平衡的是力 P 和O点处的反力所组成的力偶。

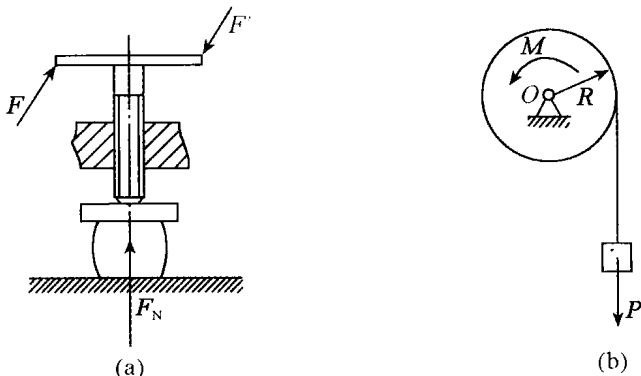


图 2-8

2-11 如图2-9所示的两种机构,图(a)中销钉E固结于杆CD而插在杆AB的滑槽中;图(b)中销钉E固结于杆AB而插在杆CD的滑槽中。不计构件自重及摩擦, $\theta = 45^\circ$,如在杆AB上作用有矩为 M_1 的力偶,上述两种情况下平衡时,A,C处的约束力和杆CD上作用的力偶是否相同?

【解答】 A,C处的约束力和杆CD上作用的力偶 M_2 均不相同。