



大学课程学习与考研
全程辅导系列丛书

考研 大串讲

理论力学

程 靳 主编

程燕平 张 莉 袁家欣 编



科学出版社

www.sciencep.com

内 容 简 介

本书由首届省级教学名师、哈尔滨工业大学“理论力学”教研组负责人——程靳教授精心主编而成。

本书主要针对大学生考研或期末复习而编写。每章均有名师辅导(含本章主要内容、考研点、注意点等)、考研真题详解(尽量覆盖各种题型、各种方法)、考研试题精选等。目的是使学生用尽量少的的时间理解、消化和掌握理论力学的理论、概念和方法,熟练地求解理论力学试题。

书中还附有若干学校的考研试卷及其详尽解答,方便学生复习应考。

图书在版编目(CIP)数据

理论力学考研大串讲/程靳主编;程燕平,张莉,袁家欣编. —北京:科学出版社, 2007

(大学课程学习与考研全程辅导系列丛书)

ISBN 978-7-03-020097-6

I. 理… II. ①程… ②程… ③张… ④袁… III. 理论力学-研究生-入学考试-自学考试资料 IV. 031

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 149064 号

责任编辑:段博原 潘继敏 / 责任校对:桂伟利
责任印制:张克忠 / 封面设计:耕者设计工作室

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

信浩彩色印装有限公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2007 年 10 月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2007 年 10 月第一次印刷 印张:16 1/2

印数:1—4 000 字数:385 000

定价:25.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈环伟〉)

《大学课程学习与考研全程辅导系列丛书》编委会

编委(按姓氏笔画排列):

于 枫 (吉林大学)

于洪珍 (中国矿业大学)

孙立山 (哈尔滨工业大学)

陈乔夫 (华中科技大学)

胡华强 (科学出版社)

徐家恺 (南京大学)

唐竞新 (清华大学)

梅晓榕 (哈尔滨工业大学)

程 靳 (哈尔滨工业大学)

焦其祥 (北京邮电大学)

责任编辑:

段博原 (科学出版社)

《大学课程学习与考研全程辅导系列丛书》出版说明

2006 年教育部公布的最新数字显示：目前全国拥有普通高等学校 1550 余所；全国各级各类高等院校在校生总数超过 2000 万；高等教育已基本实现了由精英化向大众化的转变。

高等院校扩大招生，一方面极大地满足了我国社会主义建设对高素质人才的迫切需求，为当代青年的成才和发展提供了更高更好的平台；另一方面，其造成的最直接的矛盾就是招生与就业的矛盾。如何提高学习效果、培养科学的思维方法和解题能力、增强自身就业竞争力是广大学子面临的最为迫切的问题。为此，我们在北京地区的高校中进行了大量设计严密的，包括对教师、学生、课程、教材等各方面信息的调研，结果发现：名师的指点和加强自修练习成为解决上述问题最重要的选项。

基于上述原因，我们组织策划了本套丛书，同时面向全国重点高校遴选并约请长期在教学第一线的优秀教师，尤其是国家级教学名师和省级教学名师，来参与本套丛书的编写工作。一方面希望能使广大学子们受益于这些名师丰富的教学经验并掌握学习技巧，同时也给在教学第一线工作的青年教师们以示范和启发。

本套丛书将针对大学本科课程的学习与考研对学生进行全程辅导，考虑到学生在学习的不同阶段、不同层次的不同需要，该套丛书将分成如下两个系列：

第一层次：“名师大课堂”系列——辅助课程学习，应对各种考试。

第二层次：“考研大串讲”系列——针对考研复习，帮助考生备考。

本套丛书的编写主要具有以下特点：

【定位明确，针对性强】本丛书针对不同的读者定位对课程学习的全程进行了科学的安排，分为课程学习和考研辅导两个层次。课程学习的指导部分重在帮助学生掌握知识要点，增强分析问题及解决问题的能力；考研辅导部分重在帮助参加研究生入学考试的学生掌握课程考点，迅速提高应试能力。

【名师开讲，经验丰富】本丛书充分挖掘优秀的教师资源，从全国各重点高校中约请经验丰富的任课教师参加编写，从基本知识到重点、难点进行全程讲解，对学生容易出错的地方进行分析，指导效果显著。

【源于基础，构建网络】本丛书在深入挖掘学科知识点的基础上，梳理各部分知识间的内在联系，把零散、孤立的知识交汇，编制成具有系统性、条理性的网络结构，使学生能够在解决问题时迅速地检索、提取和应用。

【全程优化，科学设计】本丛书根据学生学习的特点和要求，设计了不同的单元和模块，从知识点的归纳到理解再到运用，层层加深学生理解的程度，最终使学生能够达到熟练掌握所学知识并能灵活应用的目的。

【循序渐进，逐级提升】本丛书遵循由浅入深、由易到难、由简到繁的原则，例题

和习题都设置了科学、合理的梯度与坡度，能够兼顾不同层次和水平的学生，使之成为学生们十分有用而必备的学习工具。

我们相信，本套丛书的出版一定能够为提高我国高等教育的教学质量做出应有的贡献。

科学出版社高等教育出版中心

2006年5月

前 言

本书是专门为报考研究生的同学复习“理论力学”而编写的。我们出理论力学考研试题已经 20 多年了,同时我们还与国内很多学校出考研试题的教师进行了多次交流,并收集了很多学校的考研试卷。我们分析了这些试卷的题目、范围和主要考核知识点等,又分析了考生在答题中常见的问题,总结出了一些经验,最后编写了此书。

本书内容是按教学指导委员会制定的“理论力学课程基本要求”编写的,因此涵盖了各高校的考研范围。书中介绍了各章重要内容以及考研考点,各高校考研试题基本都在考研考点之内。每章均有考研真题详解,主要是由各高校考研真题中选出的典型题目组成。这些题目基本上覆盖了考研试题中可能出现的各种题型、各主要知识点及主要求解方法。每章还附有考研试题精选,这是从各高校考研真题中精选出来的,并尽量覆盖各种题型。书后附有若干学校的考研试卷,并附有答案及解题思路、提示等。

近些年来,各高校的考研试题难度几乎都低于 20 世纪 80 年代,而与期末考试难度相当。实际上各高校期末考试的范围、考核知识点与考研试题是一致的,因此本书也适于作为期末考试复习用书。本书的目的是使大学生在考试前能用尽量少的时间理解、消化和掌握理论力学的理论、概念和方法,熟练地求解各种类型的理论力学试题。

本书由程靳教授主编,参加编写的有程燕平(第 1~5 章、9* 章、16~18 章)、程靳(第 10~15 章)、袁家欣(第 6~9 章)、张莉(十套研究生试题筛选及解答)。全书由程燕平教授统稿。

本书适用于工科研究生入学考试及本科生期末考试复习使用。

编 者

2007 年 8 月

于哈尔滨工业大学

目 录

前言

第 1 章 静力学公理和物体的受力分析	1
1.1 名师辅导	1
1.2 考研真题详解	1
1.3 考研试题精选	2
第 2 章 平面汇交力系与平面力偶系	4
2.1 名师辅导	4
2.2 考研真题详解	4
2.3 考研试题精选	6
第 3 章 平面任意力系	8
3.1 名师辅导	8
3.2 考研真题详解	8
3.3 考研试题精选.....	19
第 4 章 空间力系	23
4.1 名师辅导.....	23
4.2 考研真题详解.....	23
4.3 考研试题精选.....	26
第 5 章 摩擦	28
5.1 名师辅导.....	28
5.2 考研真题详解.....	28
5.3 考研试题精选.....	32
第 6 章 点的运动学	35
6.1 名师辅导.....	35
6.2 考研真题详解.....	36
6.3 考研试题精选.....	38
第 7 章 刚体的简单运动	39
7.1 名师辅导.....	39
7.2 考研真题详解.....	40

7.3 考研试题精选	42
第8章 点的合成运动	44
8.1 名师辅导	44
8.2 考研真题详解	45
8.3 考研试题精选	49
第9章 刚体的平面运动	52
9.1 名师辅导	52
9.2 考研真题详解	53
9.3 考研试题精选	58
第9*章 运动学综合应用	61
9*1 名师辅导	61
9*2 考研真题详解	62
9*3 考研试题精选	74
第10章 质点动力学的基本方程	78
10.1 名师辅导	78
10.2 考研真题详解	78
第11章 动量定理	80
11.1 名师辅导	80
11.2 考研真题详解	82
第12章 动量矩定理	85
12.1 名师辅导	85
12.2 考研真题详解	87
12.3 考研试题精选	96
第13章 动能定理	98
13.1 名师辅导	98
13.2 考研真题详解	100
13.3 考研试题精选	108
第13*章 动力学普遍定理综合应用	111
13*1 名师辅导	111
13*2 考研真题详解	112
13*3 考研试题精选	127
第14章 达朗贝尔原理	131
14.1 名师辅导	131

14.2 考研真题详解·····	132
14.3 考研试题精选·····	138
第15章 虚位移原理 ·····	141
15.1 名师辅导·····	141
15.2 考研真题详解·····	142
15.3 考研试题精选·····	149
第16章 碰撞 ·····	152
16.1 名师辅导·····	152
16.2 考研真题详解·····	152
16.3 考研试题精选·····	156
第17章 分析力学基础(第二类拉格朗日方程) ·····	158
17.1 名师辅导·····	158
17.2 考研真题详解·····	158
17.3 考研试题精选·····	163
第18章 机械振动基础 ·····	165
18.1 名师辅导·····	165
18.2 考研真题详解·····	166
18.3 考研试题精选·····	171
附录A ·····	174
北京交通大学2004年硕士研究生入学考试试题 ·····	174
北京交通大学2005年硕士研究生入学考试试题 ·····	175
北京理工大学2004年硕士研究生入学考试试题 ·····	177
北京理工大学2005年硕士研究生入学考试试题 ·····	179
上海交通大学2004年硕士研究生入学考试试题 ·····	180
上海交通大学2005年硕士研究生入学考试试题 ·····	182
哈尔滨工程大学2004年硕士研究生入学考试试题 ·····	184
哈尔滨工程大学2005年硕士研究生入学考试试题 ·····	187
哈尔滨工业大学2006年硕士研究生入学考试试题 ·····	189
哈尔滨工业大学2007年硕士研究生入学考试试题 ·····	192
附录B 考研试题精选答案与提示 ·····	197
附录C ·····	215
北京交通大学2004年硕士研究生入学考试理论力学试题解答 ·····	215
北京交通大学2005年硕士研究生入学考试理论力学试题解答 ·····	218

北京理工大学 2004 年硕士研究生入学考试理论力学试题解答	222
北京理工大学 2005 年硕士研究生入学考试理论力学试题解答	226
上海交通大学 2004 年硕士研究生入学考试理论力学试题解答	229
上海交通大学 2005 年硕士研究生入学考试理论力学试题解答	233
哈尔滨工程大学 2004 年硕士研究生入学考试理论力学试题解答	237
哈尔滨工程大学 2005 年硕士研究生入学考试理论力学试题解答	240
哈尔滨工业大学 2006 年硕士研究生入学考试理论力学试题解答	243
哈尔滨工业大学 2007 年硕士研究生入学考试理论力学试题解答	246

第1章 静力学公理和物体的受力分析

1.1 名师辅导

本章讲述了静力学5条公理(含两个推论),几种常见的约束类型与其约束力,最后归结到画物体的受力图上。这些都是很基本的内容,一般考研时,分值较大的题目很少在这一章出现。对5条公理(含两个推论),一般可能出量很少分值很小的概念性题目(如填空题、选择题和简答题等)。对受力图改错(故意给出错误受力图而让改正)的题目,基本不曾出现,对单独要求画受力图的题目,也很少出现。但这一章涉及很多基本概念与知识,虽然考研时这方面的题目很少出现,但在后面应用时,一些概念与知识则常常用到,所以读者可根据自己的情况,归纳总结一下本章的概念与知识,做较少的练习即可。

对本章的练习应重点放在概念性题目(类似于思考题)上,对多数考研者,练习量不用很多。

1.2 考研真题详解

例1 已知力 F 的矢量表达式 $F = F_x i + F_y j + F_z k$, 则可完整地表达出力的三要素, 对吗? 为什么?

名师提示 这是对力的三要素如何理解的一个题目。考虑此表达式能否表示出力的作用点或作用线。

解 不能。此表达式只能表示出力的大小和方向,不能表示出力的作用点或作用线。

例2 物体在某个力系作用下平衡,由加减平衡力系公理,在此物体上加上一个平衡力系,该物体一定还处于平衡状态,对吗? 为什么?

名师提示 这是对加减平衡力系公理如何理解的一个题目。注意加减平衡力系公理指的是刚体,而不是笼统的物体。

解 不对。若对刚体则对,对变形体则不对。

例3 图1.1所示刚体,根据力的可传性,能否把力 F 由点 A 移到点 B ? 能否移到刚体外一点 C ? 为什么?

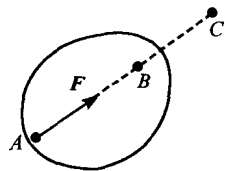


图1.1 例3图

名师提示 这是对力的可传性如何理解的一个题目。注意,力的可传性只适用于刚体,同一个刚体,或者刚性化后的物体系。

解 可移到点 B ,但一般不能移到点 C 。因不能保证点 C 是此刚体上的一点。

例4 不计图1.2所示三铰拱各构件重量,系统在点 B 受一平面汇交力系作用,构件 AB, BC 是不是二力构件? 为什么?

名师提示 这是对二力构件(二力杆)如何理解的一个题目。不要看表面现象,要看其实质,在一点或两点有多个力作用,在此一点或两点只要其合力是一个力且此构件平衡

就是二力构件(二力杆)。

解 构件 AB, BC 是二力构件。因为其实质是在两点各受一个力作用且构件平衡。

例 5 不计图 1.3 所示各构件自重, 力 F 作用在点 B , 系统能否平衡? 若力 F 仍作用在点 B , 但可改变其作用线, 系统能否平衡?

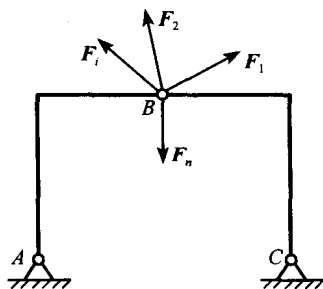


图 1.2 例 4 图

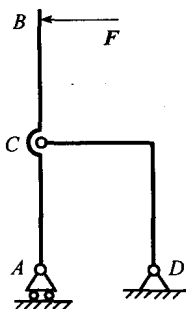


图 1.3 例 5 图

名师提示 这是一个对约束类型与三力平衡汇交定理考核的题目。A 处为滚(可)动铰支座约束, 其约束力作用线已知, 构件 CD 为二力构件, 据此可判断是否平衡。

解 不能平衡。力 F 仍作用在点 B , 只有其作用线沿着 BCA , 系统才可能平衡。

1.3 考研试题精选

1. 不计图 1.4 所示构件自重, 力 F 垂直于其端面作用, 此构件是不是二力构件?
2. 不计自重楔形块 A, B 放在光滑水平面上, 接触面 mm', nn' 光滑, 沿其轴线作用两个等值、反向、共线的力 F, F' , 系统能否平衡(见图 1.5)?

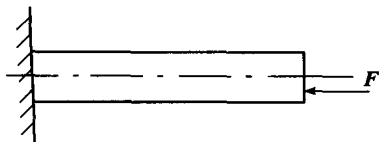


图 1.4 试题 1 图

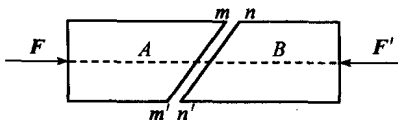
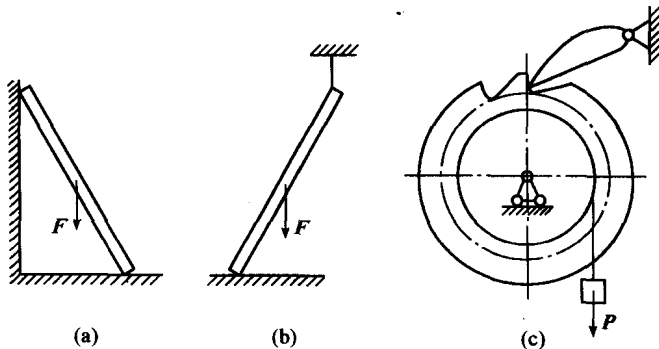


图 1.5 试题 2 图

3. 图 1.6 所示无摩擦的情况下, 不计未画力的构件的重量, 各物体是否平衡?



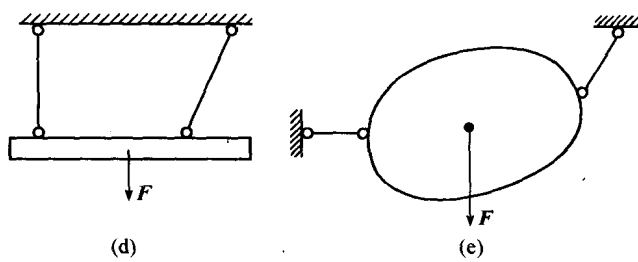


图 1.6 试题 3 图

第2章 平面汇交力系与平面力偶系

2.1 名师辅导

本章对平面汇交力系与力偶系进行了讨论。对平面汇交力系,用几何法与解析法讨论了力系的合成与平衡;对平面力偶系,讲了力偶的概念、力偶矩的概念与计算、力偶的性质、力偶系的合成与平衡;同时还讲了平面力对点的矩的概念与计算。

本章的内容都是很基本的,考研时,很少在这一章出分值较大的题目,而且实际上也无很难的题目。但此章涉及的多是基本的概念与计算,在后面的考研计算中经常用到,各位考研者可酌情掌握。但一般说来,对这一章的练习量不用太大且重点不必放在计算题上。

对本章的练习应重点放在概念性题目(类似于思考题)上,对多数考研者,练习量不用很多。

2.2 考研真题详解

例1 不计图2.1所示各构件自重,系统受主动力 F 作用,且此力铅直,则 D 处约束力的方位和指向如何?

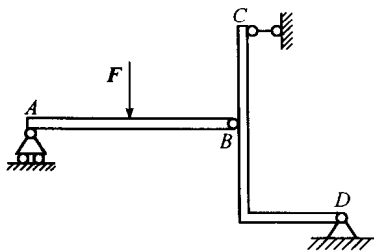


图2.1 例1图

力的方位和指向如何?

名师提示 对构件 AB 由 A 处约束,可知构件 CBD 在 B 处受铅直向下力作用,构件 CBD 在汇交于点 C 的3个力作用下平衡,画封闭力三角形可知题目所求。此题是对约束类型、平行力系、三力平衡汇交定理和平衡问题几何解法的一个考核。

解 D 处约束力的方位沿 DC 连线,指向为由点 D 指向点 C 。

例2 不计图2.2所示各构件自重,系统受主动力 F 或力偶矩 M 作用,不用计算,判断 A, B 两处约束力的方位和指向。

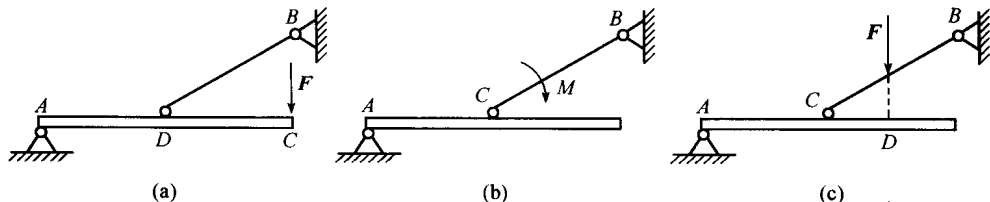


图2.2 例2图

名师提示 图 2.2(a)中,斜杆为二力杆,按三力平衡汇交定理画受力图,由封闭力三角形确定指向;图 2.2(b)中,水平杆为二力杆,由力偶只能由力偶平衡的性质确定方位和指向;图 2.2(c)中,水平杆为二力杆,由三力平衡汇交定理和封闭力三角形确定方位和指向。

解 (a) 杆 BD 为二力杆,三力平衡汇交于点 B ,由封闭力三角形可知 A 处约束力作用线沿 AB ,且由 B 指向 A ;而 B 处约束力沿 BD ,由 D 指向 B 。

(b) 杆 AC 为二力杆,由力偶只能由力偶平衡的性质,可知 A 处约束力作用线沿 AC ,且由 A 指向 C , B 处约束力平行于 AC ,和 A 处约束力反向。

(c) 杆 AC 为二力杆,由三力平衡汇交定理,三力汇交于点 D ,由封闭力三角形可知 A 处约束力作用线沿 AC ,且由 C 指向 A , B 处约束力作用线沿 BD ,且由 D 指向 B 。

例 3 图 2.3 所示两齿轮为外啮合,轮 I 为主动轮,其上作用有主动力偶矩 M_1 ,不计两齿轮重量,或考虑两轮重量但两轮为均质轮,问为使系统匀速转动(或力矩平衡),加在被动轮 II 上的力偶矩 M_2 应为图示的顺时针方向,还是应为逆时针方向?

名师提示 初看起来,主动轮上的主动力偶矩为顺时针,则被动轮上的力偶矩应为逆时针,系统才可匀速转动或平衡,但只要拆开两轮进行受力分析便可知正误。

解 不管是否考虑两齿轮重量,只要使系统匀速转动(或力矩平衡),被动轮上的力偶矩应为顺时针方向,即和主动轮上的力偶矩同向。

例 4 不计图 2.4 所示两矩形块的重量,其分别受矩为 M 的力偶作用, A, B, C 处为铰链连接,不用计算,确定出 A, B 处约束力的作用线和指向。

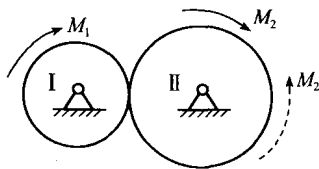


图 2.3 例 3 图

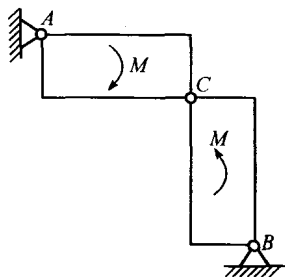


图 2.4 例 4 图

名师提示 对点 A (或点 B)取矩,可看出 B 处约束力对点 A 的力矩和必须为零,因此其作用线必通过 AB 两点。再任意取出一矩形块,由力偶的性质则可得所求。

解 A 处约束力作用线沿 AB 连线,且由 A 指向 B ; B 处约束力作用线沿 AB 连线,且由 B 指向 A 。

例 5 不计图 2.5 所示机构中各构件重量, $O_1A \parallel O_2B$ 且 $O_1A = O_2B$,受图示的力偶作用,不用计算,判断哪些机构是平衡的? 哪些机构是不平衡的?

名师提示 各机构中均存在二力杆,用二力杆的概念和力偶只能由力偶来平衡的性质来判断。

解 图(a)、(d)所示机构是平衡的,图(b)、(c)、(e)、(f)所示机构是不平衡的。

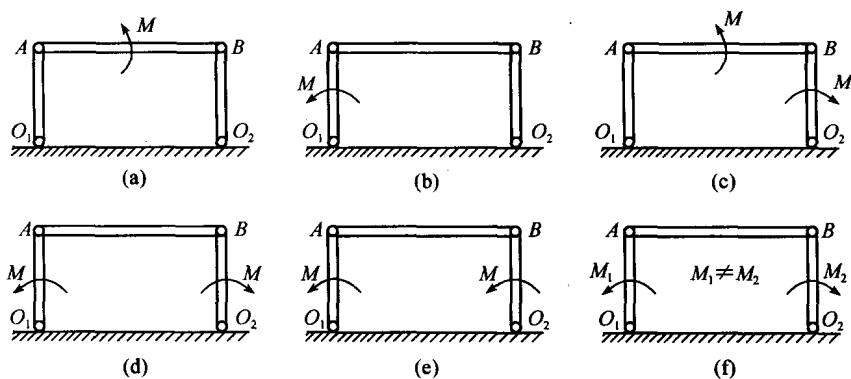


图 2.5 例 5 图

2.3 考研试题精选

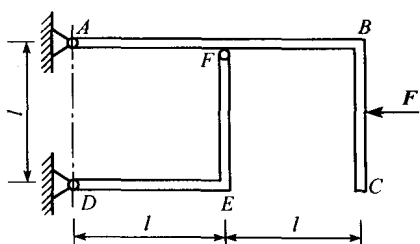


图 2.6 试题 1 图

1. 不计图 2.6 所示两直弯杆重量, 垂直于 BC 的力 F 由 B 移到 C 的过程中, 问 D 处约束力的变化范围如何?

2. 不计图 2.7 所示各构件重量, 在杆 AF 上作用有力偶 (F, F') , 则支座 A 处约束力的作用线方位和指向如何?

3. 带有不平行二槽的矩形平板, 放在光滑桌面上, 并在槽内插入两个固定在桌面的光滑销钉, 现在在矩形平板上作用一力偶 M , 如图 2.8 所示, 问平板能否保持平衡?

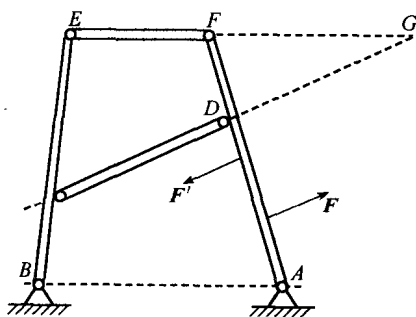


图 2.7 试题 2 图

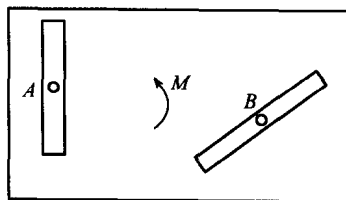


图 2.8 试题 3 图

4. 带有两两平行光滑槽的矩形平板, 放在光滑桌面上, 在其上作用一矩为 M 的力偶, 如图 2.9 所示欲使矩形平板平衡, 可用两个固定销钉插入槽内, 应插入哪两个槽内? 且如何插更好?

5. 不计图 2.10 所示结构各构件自重, 受矩为 M 的力偶作用如图 2.10 所示, 不用计算, 给出支座 E 的约束力方位和指向。

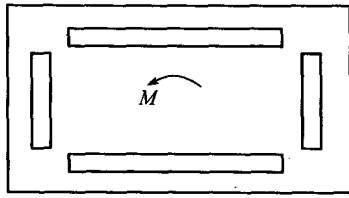


图 2.9 试题 4 图

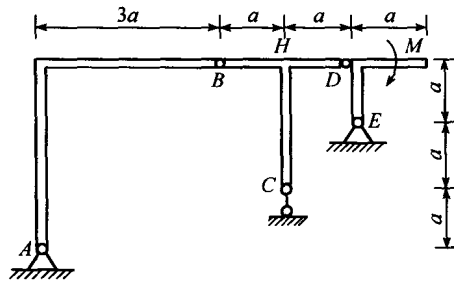


图 2.10 试题 5 图

6. 图 2.11 所示两种情况, 不计各构件自重, 已知作用于构件上的力偶矩 M 或力 F , F' , 两力 F, F' 形成一力偶。确定 A, B 处约束力的方位和指向。

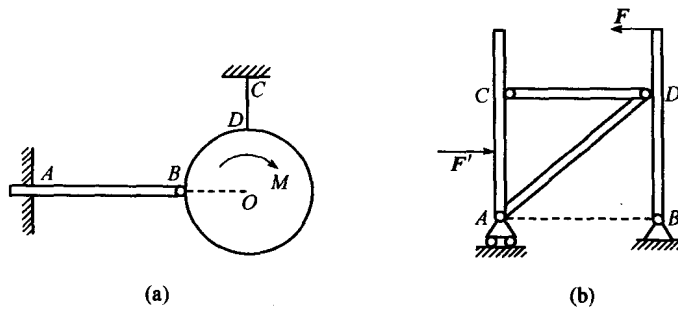


图 2.11 试题 6 图