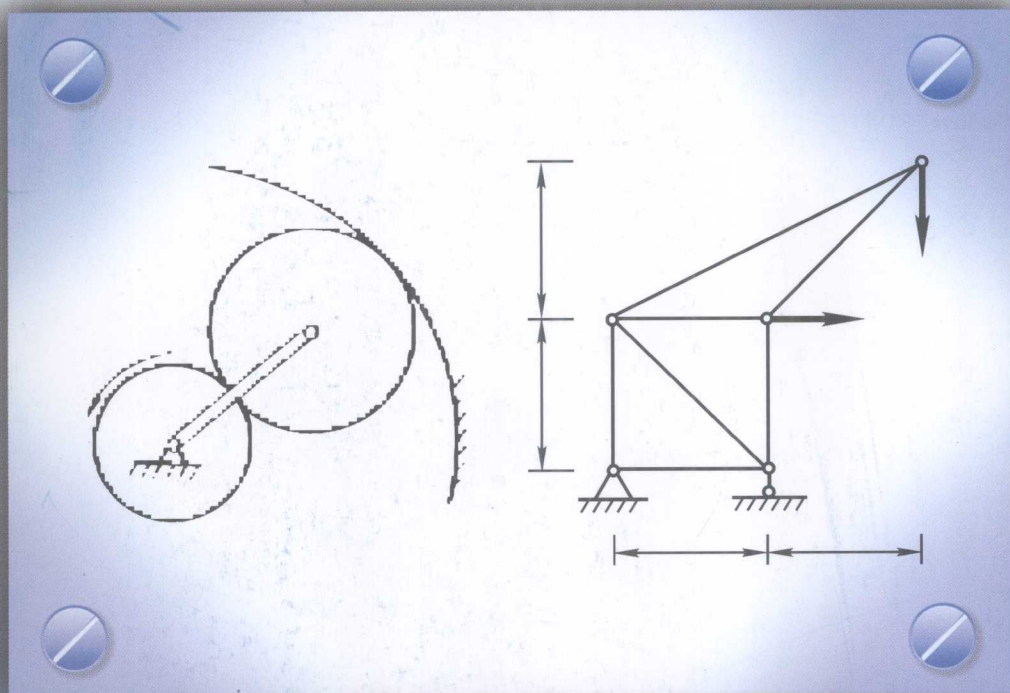


基础力学课程规范化练习丛书

理论力学规范化练习

(第2版)

冯立富 主编



西安交通大学出版社

基础力学课程规范化练习丛书

理论力学规范化练习

(第2版)

冯立富 主编

西安交通大学出版社

· 西安 ·

内容简介

本书是根据工科院校理论力学课程教学的实际需要编写的,旨在规范课程练习,帮助学生深刻理解课程内容,熟练掌握理论力学解题的基本方法,方便学生完成作业和教师批改作业。

本书的主要内容包括:理论力学的基本概念,受力图,平面力系和空间力系的简化与平衡,摩擦;点的运动学,刚体的基本运动,点的合成运动,刚体的平面运动,刚体转动的合成;质点动力学,动力学普遍定理,动静法,虚位移原理,动力学普遍原理和拉格朗日方程。

本书可供高等院校工科本科各类专业的学生学习理论力学课程时使用,也可供力学教师参考。

图书在版编目(CIP)数据

理论力学规范化练习/冯立富主编. —2版. —西安:西安交通大学出版社,2009.8

ISBN 978-7-5605-3159-5

I. 理… II. 冯… III. 理论力学-高等学校-习题 IV. O31-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 139555 号

书 名 理论力学规范化练习(第2版)
主 编 冯立富
责任编辑 吴杰

出版发行 西安交通大学出版社
(西安市兴庆南路10号 邮政编码 710049)

网 址 <http://www.xjupress.com>
电 话 (029)82668357 82667874(发行部)
(029)82668315 82669096(总编办)

传 真 (029)82668280
印 刷 陕西宝石兰印务有限责任公司

开 本 787mm×1 092mm 1/16 印张 8.25 字数 195 千字
版次/印次 2009年8月第2版 2009年8月第1次印刷
书 号 ISBN 978-7-5605-3159-5/O·297
定 价 12.00 元

读者购书、书店添货、如发现印装质量问题,请与本社发行中心联系、调换。

订购热线:(029)82665248 (029)82665249

投稿热线:(029)82664954

读者信箱:jdly@yahoo.cn

版权所有 侵权必究

再版前言

2002年9月出版的本书第1版是在广泛征求高等理工科学校力学教师意见的基础上,由陕西省力学学会教育工作委员会组织编写的。本书第1版出版7年来,对帮助学生全面深刻地理解理论力学的基本概念、基本理论,熟练掌握应用基本理论分析求解力学问题的基本思路和方法,节省学生抄题和画图的时间;对方便教师给学生选留作业题和批改作业,规范学生完成综合练习题的程式、最低数量和题型,保证理论力学的教学质量,发挥了较好的作用,受到了广大师生的欢迎。

在总结第1版使用经验的基础上,根据教育部高等学校力学教学指导委员会力学基础课程教学指导分委员会2008年10月印发的《理工科非力学专业力学基础课程教学基本要求(试行)》,我们对本书的第1版进行了修订,现作为第2版出版。

在这次修订过程中,考虑到多数使用本书第1版的有关院校的实际情况,删去了第1版中的“碰撞”和“振动理论基础”两部分内容;按照全国高等学校教学研究中心印发的《力学量符号用法规范》的要求,对有关的力学量符号作了进一步的规范;并将供学生选作的部分偏难的综合练习题用“*”号标注出来。

参加本次修订工作的有(按姓氏笔画为序):王芳林(西安电子科技大学)、冯立富(空军工程大学)、刘百来(西安工业大学)、陈兮(空军工程大学)、岳成章(西安思源学院)、郭志勇(西安科技大学)、贾坤荣(西安工程科技大学)和黎明安(西安理工大学),由冯立富任主编并统稿。

由于我们水平有限,书中难免还会有疏误和不妥之处,恳请广大读者批评指正。

编 者

2009年6月

第 1 版前言

根据教育部“深化教学改革,提高教学质量”的精神和工科院校基础力学课程教学的实际需要,为了帮助学生全面深刻地理解基础力学课程的基本概念、基本理论,熟练掌握应用基本理论分析求解力学问题的基本思路与方法,节省学生抄题和画图的时间;为了方便教师给学生选留作业题和批改作业,规范学生完成综合练习题的程式、最低数量和题型,保证基础力学课程的教学质量,在反复征求广大力学教师意见的基础上,经过陕西省力学学会教育工作委员会研究决定,组织编写一套“基础力学课程规范化练习”丛书,本书是其中的一本。

本书内容不仅涵盖了理论力学课程的所有知识点,而且特别注意突出理论力学课程教学基本要求的重点和难点,因此也是一本学生进行系统复习的理想参考书。

为了满足教学需要,我们为本书编写了详细题解,另行出版。愿该题解能对读者的学习有较大的帮助。

参加本书编写工作的有(按姓氏笔画排序):王芳林(西安电子科技大学)、王爱勤(长安大学)、朱西平(西北工业大学)、刘俊卿(西安建筑科技大学)、陈飞(二炮工程学院)、赵雁(武警工程学院)、胡桂梅(西安工业学院)、郭书祥(空军工程大学)、韩省亮(西安交通大学)、黎明安(西安理工大学)。由冯立富(空军工程大学)任主编并统稿。

由于我们水平有限,加之时间仓促,书中一定会有不少缺点和错误,恳请广大读者批评指正。

陕西省力学学会教育工作委员会

2002 年 8 月

目 录

1 静力学公理·受力图	(1)
2 平面力系	(4)
3 物系平衡问题	(10)
4 空间基本力系	(18)
5 空间任意力系	(21)
6 摩擦	(28)
7 点的运动学	(34)
8 刚体的基本运动	(36)
9 点的合成运动	(39)
10 刚体的平面运动	(47)
11 刚体转动的合成	(58)
12 质点动力学	(63)
13 转动惯量	(66)
14 动量定理	(69)
15 动量矩定理	(75)
16 刚体平面运动微分方程	(79)
17 动能定理	(83)
18 动力学普遍定理的综合应用	(86)
19 动静法	(92)
20 虚位移原理	(97)
21 动力学普遍方程和拉格朗日方程	(106)
附录 参考答案	(113)

1 静力学公理·受力图

1.1 【是非题】作用在同一刚体上的两个力,使刚体处于平衡的必要和充分条件是:这两个力大小相等、方向相反、沿同一条直线。()

1.2 【是非题】静力学公理中,二力平衡公理和加减平衡力系公理适用于刚体。()

1.3 【是非题】静力学公理中,作用力与反作用力公理和力的平行四边形公理适用于任何物体。()

1.4 【是非题】二力构件是指两端用铰链连接并且只受两个力作用的构件。()

1.5 【选择题】刚体受三力作用而处于平衡状态,则此三力的作用线()。

A. 必汇交于一点

B. 必互相平行

C. 必不在同一平面内

D. 必位于同一平面内

1.6 【选择题】如果力 F_R 是 F_1 、 F_2 两力的合力,用矢量方程表示为 $F_R = F_1 + F_2$,则三力大小之间的关系为()。

A. 必有 $F_R = F_1 + F_2$

B. 不可能有 $F_R = F_1 + F_2$

C. 必有 $F_R > F_1, F_R > F_2$

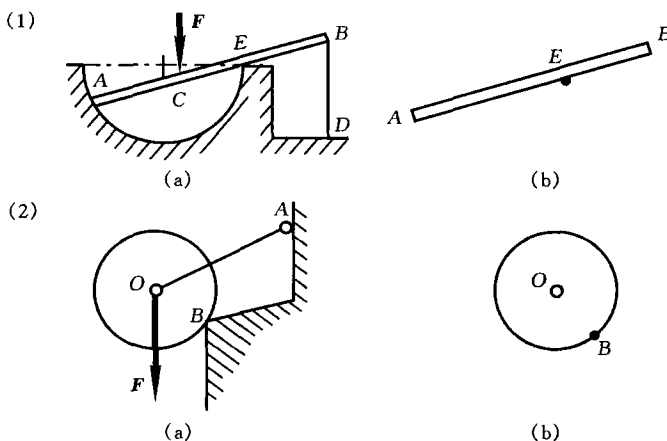
D. 可能有 $F_R < F_1, F_R < F_2$

1.7 【填空题】作用在刚体上的力,可沿其作用线任意移动作用点,而不改变力对刚体的作用效果。所以,在刚体静力学中,力是_____矢量。

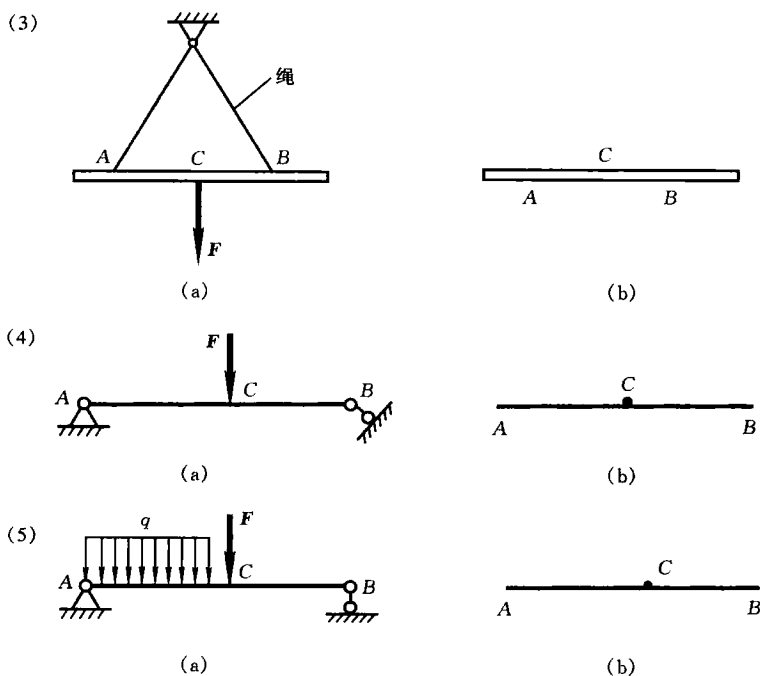
1.8 【填空题】力对物体的作用效应一般分为_____效应和_____效应。

1.9 【填空题】对非自由体的运动所预加的限制条件称为_____;约束力的方向总是与约束所能阻止的物体的运动趋势的方向_____;约束力由_____力引起,且随其改变而改变。

1.10 画出下列各物体的受力图。凡未特别注明者,物体的自重均不计,且所有的接触面都是光滑的。

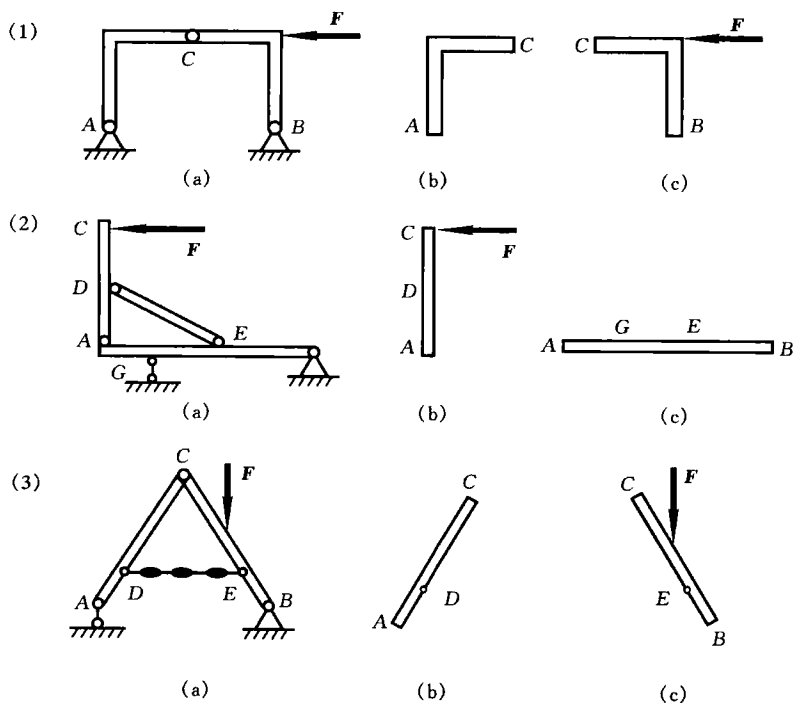


题 1.10 图

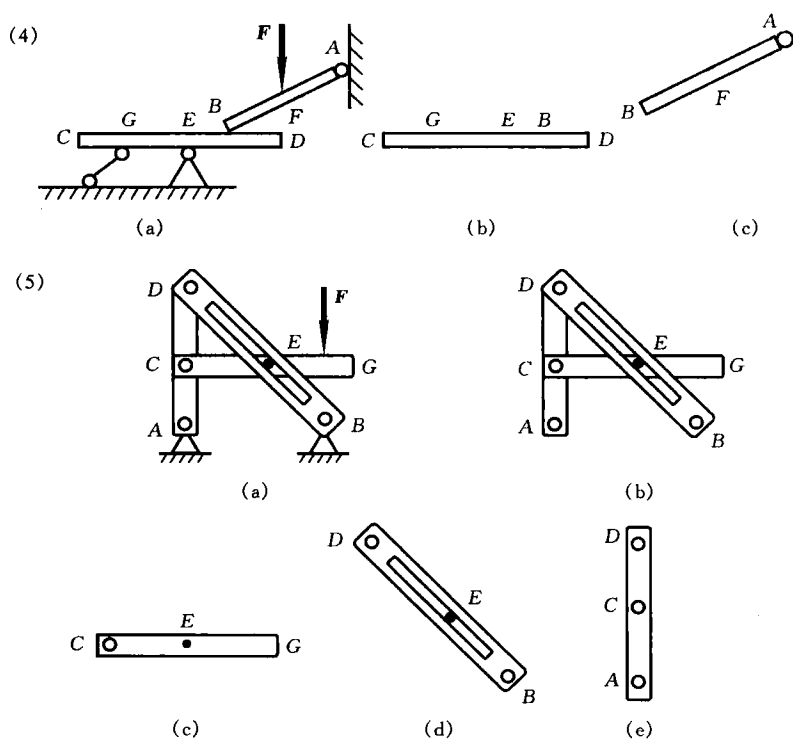


题 1.10 图(续)

1.11 画出下列各图中指定物体的受力图。凡未特别注明者,物体的自重均不计,且所有的接触面都是光滑的。



题 1.11 图

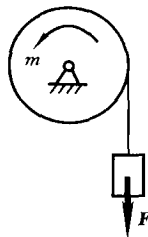


题 1.11 图(续)

2 平面力系

2.1 【是非题】图示平面平衡系统中,若不计定滑轮和细绳的重量,且忽略摩擦,则可以说作用在轮上的矩为 m 的力偶与重物的重力 F 相平衡。

()



2.2 【是非题】已知一刚体在 5 个力作用下处于平衡,若其中 4 个力的作用线汇交于 O 点,则第 5 个力的作用线必过 O 点。

()

2.3 【是非题】当平面任意力系对某点的主矩为零时,该力系向任一点简化的结果必为一个合力。

()

2.4 【是非题】平面任意力系如果平衡,则该力系在任意选取的投影轴上投影的代数和必为零。

()

题 2.1 图

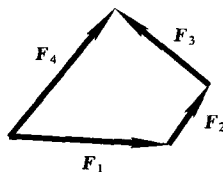
2.5 【是非题】平面任意力系向任一点简化,得到的主矢就是该力系的合力。

()

2.6 【选择题】作用在刚体上的力是(),力偶矩矢是(),力系的主矢是()。

A. 滑动矢量 B. 固定矢量 C. 自由矢量

2.7 【选择题】已知 F_1 、 F_2 、 F_3 、 F_4 为作用于刚体上的平面汇交力系,其力矢关系如图所示,由此可知()。



题 2.7 图

A. 该力系的主矢 $F_R' = 0$

B. 该力系的合力 $F_R = F_4$

C. 该力系的合力 $F_R = 2F_4$

D. 该力系平衡

2.8 【选择题】某平面内由一非平衡共点力系和一非平衡力偶系构成的力系最后可能()。

A. 合成为一合力偶

B. 合成为一合力

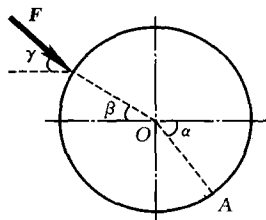
C. 相平衡

D. 合成为一力螺旋

2.9 【填空题】平面内两个力偶等效的条件是这两个力偶的 _____;平面力偶系平衡的充要条件是 _____。

2.10 【填空题】平面任意力系平衡方程的二矩式是 _____,应满足的附加条件是 _____。平面任意力系平衡方程的三矩式是 _____,应满足的附加条件是 _____。

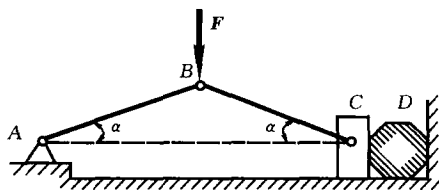
2.11 【填空题】平面汇交力系平衡的几何条件是 _____;平衡的解析条件是 _____。



题 2.12 图

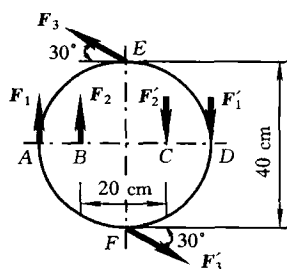
2.12 如图所示,圆的半径为 r ,角 α 、 β 、 γ 均为已知,力 F 与圆共面,试求力 F 对点 A 的矩。

2.13 压榨机构由 AB 、 BC 两杆和压块用铰链连接组成, A 、 C 两铰链位于同一水平线上。当在 B 处作用有铅垂力 $F=0.3\text{ kN}$, 且 $\alpha=8^\circ$ 时, 求被压榨物 D 所受的压榨力。不计压块与支撑面间的摩擦及杆的自重。



题 2.13 图

2.14 水平圆轮的直径 AD 上作用有垂直于 AD 且大小均为 100 N 的 4 个力 F_1 、 F_2 、 F'_2 、 F'_1 ，这 4 个力与 F_3 、 F'_3 平衡， F_3 与 F'_3 分别作用于 E 、 F 点，且 $F_3 = -F'_3$ 。试求力 F_3 的大小。



题 2.14 图

2.15 【引导题】平面任意力系各力作用线位置如图所示，已知 $F_1 = 130\text{ N}$ ， $F_2 = 100\sqrt{2}\text{ N}$ ， $F_3 = 50\text{ N}$ ， $M = 500\text{ N} \cdot \text{m}$ 。图中尺寸单位为 m 。试求该力系的合成结果。

解 力系的主矢在 x 、 y 轴上投影

$$F'_{Rx} = \sum F_x = \underline{\hspace{2cm}}$$

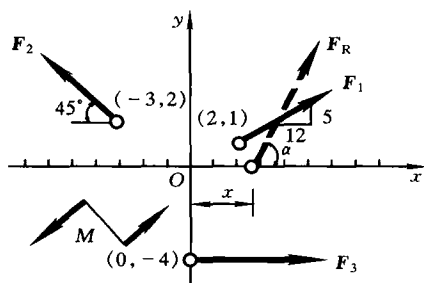
$$F'_{Ry} = \sum F_y = \underline{\hspace{2cm}}$$

力系对坐标原点 O 的主矩

$$M_O = \sum M_O(F) = \underline{\hspace{2cm}}$$

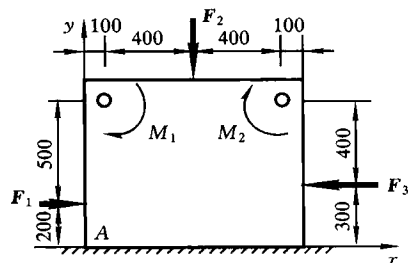
合力的大小为 $F_R = \underline{\hspace{2cm}}$

由 $xF'_{Ry} - yF'_{Rx} = M_O$ ，可得合力的作用线方程为 $\underline{\hspace{2cm}}$ 。



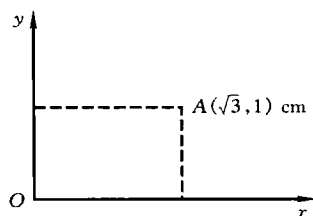
题 2.15 图

2.16 平面力系由 3 个力与 2 个力偶组成, 已知 $F_1 = 1.5 \text{ kN}$, $F_2 = 2 \text{ kN}$, $F_3 = 3 \text{ kN}$, $M_1 = 100 \text{ N} \cdot \text{m}$, $M_2 = 80 \text{ N} \cdot \text{m}$, 图中尺寸的单位为 mm。求此力系简化的最后结果。



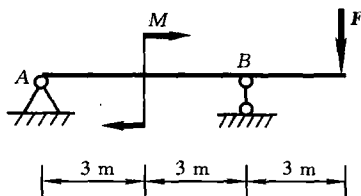
题 2.16 图

2.17 如图所示, 平面任意力系向 O 点简化的主矩 $M_O = 0$, 如向 A 点简化的主矩 $M_A = 2000 \text{ N} \cdot \text{cm}$, 又知该力系简化后的主矢在 x 轴上的投影为 $F'_{Rx} = 500 \text{ N}$ 。试求该力系的合成结果。

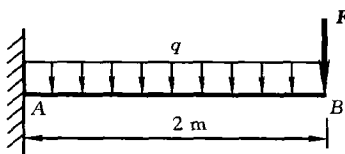


题 2.17 图

2.18 求下列图中各梁的支座约束力。已知图(a)中, $M=150 \text{ kN} \cdot \text{m}$, $F=40 \text{ kN}$; 图(b)中, $F=20 \text{ kN}$, $q=10 \text{ kN/m}$ 。



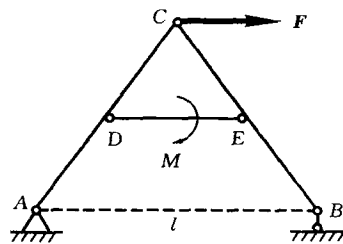
(a)



(b)

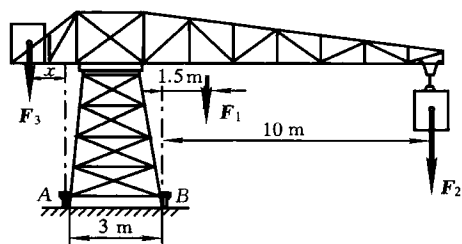
题 2.18 图

2.19 图示结构由 AC 、 BC 及 DE 三根无重杆铰接而成, 其中 $\overline{AB} = \overline{BC} = \overline{AC} = l$, D 、 E 分别是 AC 和 BC 的中点。 C 点作用有水平力 F , DE 杆上作用一矩为 M 的力偶。试求支座 A 、 B 的约束力。



题 2.19 图

2.20 行动式起重机(不计平衡锤)的重量 $F_1 = 500 \text{ kN}$, 其重力作用线距右轨 1.5 m 。起重机的起重重量 $F_2 = 250 \text{ kN}$, 起重臂伸出离右轨 10 m 。要使跑车满载和空载时在任何位置起重机都不会翻倒, 求平衡锤的最小重量 F_3 以及平衡锤到左轨的最大距离 x , 跑车重量略去不计。



题 2.20 图

3 物系平衡问题

3.1 【是非题】作用在刚体上平面任意力系的主矢是自由矢量,而该力系的合力(若有合力)是滑动矢量。这两个矢量大小相等、方向相同。 ()

3.2 【是非题】若某一平面任意力系的主矢 $F_{R'} = \sum F_i = 0$, 则该力系一定有一合力偶。 ()

3.3 【是非题】若一平面力系对某点之主矩为零,且主矢亦为零,则该力系为一平衡力系。 ()

3.4 【是非题】平面任意力系平衡的必要与充分条件是:力系的合力等于零。 ()

3.5 【是非题】桁架中内力为零的杆称为零力杆。零力杆仅在特定载荷下才不受力,如果载荷改变,该杆则可能受力。 ()

3.6 【选择题】某一平面平行力系各力的大小、方向和作用线的位置如图所示。此力系的简化结果与简化中心的位置 ()。

A. 无关 B. 有关

3.7 【选择题】关于平面力系与其平衡方程式,下列的表述中正确的是 ()。

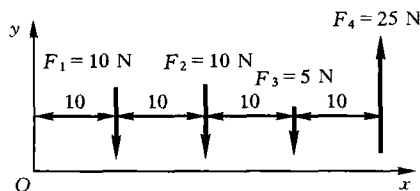
A. 任何平面力系都具有三个独立的平衡方程式

B. 任何平面力系只能列出三个平衡方程式

C. 在平面力系的平衡方程的基本形式中,两个投影轴必须相互垂直

D. 平面力系如果平衡,则该力系在任意选取的投影轴上投影的代数和必为零

3.8 【填空题】填写下表。

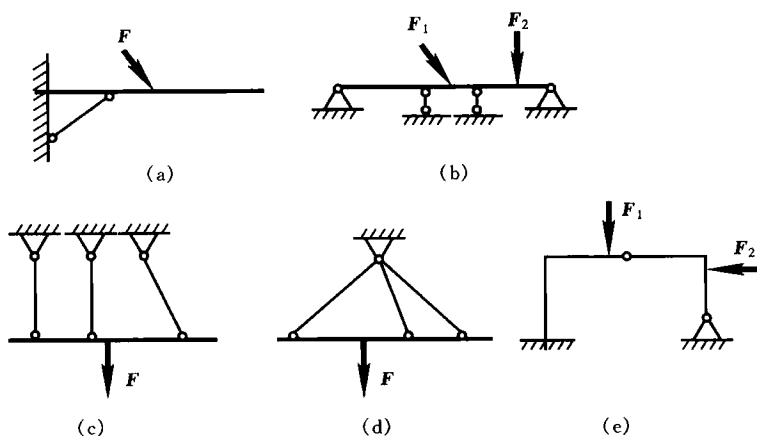


题 3.6 图

力系名称		平衡方程的基本形式	独立方程数目
空间力系	任意力系		
	平行力系		
	汇交力系		
	力偶系		
平面力系	任意力系		
	平行力系		
	汇交力系		
	共线力系		
	力偶系		

3.9 【填空题】判断图示各平衡结构是静定的,还是超静定的,并确定超静定次数。

图(a) _____,



题 3.9 图

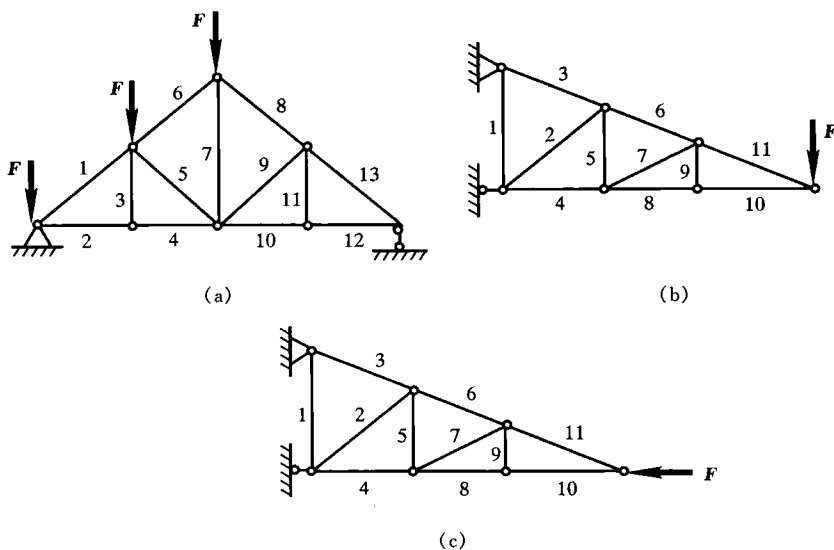
图(b) _____ ,
 图(c) _____ ,
 图(d) _____ ,
 图(e) _____ .

3.10 【填空题】不经计算,试判定图示各桁架中的零力杆。

图(a)中的()号杆是零力杆,

图(b)中的()号杆是零力杆,

图(c)中的()号杆是零力杆。



题 3.10 图