

理论力学练习册

张 娟 张烈霞◎主编

西北工业大学出版社

LILUN LIXUE LIANXICE

理论力学练习册

张 娟 张烈霞 主编

班级	
学号	
姓名	

西北工业大学出版社

【内容简介】 本书是西北工业大学出版社出版的《理论力学》教材的配套练习册,是理论力学课程的学习辅导书。

本书由内容导学、同步练习、模拟题及答案四个板块组成。内容导学指出了每章的主要知识点、学习重点以及难点和考点;同步练习包括丰富的填空题、判断题、选择题及计算题;模拟试题给出了三份西北工业大学考试模拟题,以便学生检验知识学习情况;书后附有同步练习及模拟题的答案。

本书既可作为高等院校、远程教育相关专业本、专科学生理论力学课程的学习辅导书和课外自学参考书,也可作为教师参考书,或作为理论力学题库一部分使用,还可作为力学、机械、航空、航天、航海、材料、土建、电子等相关专业工程技术人员的自学参考书。

图书在版编目 (CIP) 数据

理论力学练习册/张娟,张烈霞主编. —西安:西北工业大学出版社,2016.1
ISBN 978-7-5612-4676-4

I. ①理… II. ①张…②张… III. ①理论力学—高等学校—习题集 IV. ①O31-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 304900 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:<http://www.nwpup.com>

印 刷 者:陕西宝石兰印务有限责任公司

开 本:787 mm×1 092 mm 1/16

印 张:8.125

字 数:192 千字

版 次:2016 年 1 月第 1 版

2016 年 1 月第 1 次印刷

定 价:18.00 元

前 言

理论力学是理工科大学生必修的一门专业技术基础课,理论力学的学习必须伴随大量的练习。本书是西北工业大学出版社出版的《理论力学》教材的配套练习册,可以作为理论力学多学时的配套练习。

本书由内容导学、同步练习、模拟题及答案四个板块组成。内容导学列出了每章的主要知识点、学习重点以及难点和考点,提纲挈领,以便学生在做题之前系统地回顾本章所学知识。每章都有同步练习,其中填空题、判断题和选择题,可以帮助学生加深对本章的基本概念、基本理论的理解,巩固所学知识;作图题和计算题以便学生对所学知识进行分析运用。书后附有答案。

本书特点如下:

(1)习题类型多样,既有对基本概念、公理、基本知识的考察,又有综合提高题目。因此,可以满足不同层次学生的学习需求。另外,本书还可以作为教师出考试题的参考。

(2)本书附有三套西北工业大学理论力学考试模拟题,分别对应中少学时和多学时,以便学生进行自我检测。本书配有这三套模拟题的详细解答,学生可参考答案学习计算题的解题方法和解题步骤。

(3)本书适合多种学时教学需要,教师可根据学时安排,灵活选择学生要做的题目。

本书是为高等院校理论力学课程所编的辅导书,可以作为学生课后习题册,也可作为力学、机械、航空、航天、航海、材料、电子等相关专业工程技术人员的自学参考书。

本书由西北工业大学网络教育学院组织策划,由西北工业大学张娟和陕西理工大学张烈霞编写。书中内容延续了西北工业大学理论力学教材的传统特色,章节安排和《理论力学》基本一致。

在本书编写过程中,得到了西北工业大学力学与土木建筑学院各位老师的关心、支持和帮助,在此一并表示感谢。本书也是在工程力学系多年积累的教学经验和教材编写经验上完成的。编写本书曾参阅了相关文献资料,在此,谨向其作者表示感谢。

由于笔者水平有限,难免存在错误或不足之处,恳请广大读者批评指正。

编 者

2015年3月

目 录

第一章 静力学的基本概念和公理	1
第二章 平面基本力系	5
第三章 平面任意力系	9
第四章 摩擦	17
第五章 空间力系	22
第六章 转动惯量	31
第七章 点的运动	33
第八章 刚体的基本运动	36
第九章 点的复合运动	40
第十章 刚体的平面运动	49
第十一章 质点动力学	55
第十二章 动能定理	58
第十三章 动量定理	64
第十四章 动量矩定理·动力学普遍定理综合应用	68
第十五章 碰撞	76
第十六章 达朗贝尔原理和动静法	80
第十七章 虚位移原理	83
第十八章 动力学普遍方程和拉格朗日方程	87
第十九章 振动	90
理论力学中少学时模拟试题	92
理论力学多学时模拟试题(上)	95
理论力学多学时模拟试题(下)	98
习题及模拟题答案	101
参考文献	123

第一章 静力学的基本概念和公理

内容导学

主要知识点:

(1)基本概念:刚体,力,等效力系,平衡力系,约束,约束力。

(2)静力学公理:二力平衡公理,加减平衡力系公理,力在刚体上的可传性,力的平行四边形公理,三力平衡时的汇交定理,作用与反作用公理,刚化公理。

(3)物体和物体体系的受力分析及受力图的画法。

学习重点、难点和考点:

(1)约束力的方向的判断。

(2)受力分析和受力图的画法。

同步练习

一、填空题

1. 理论力学是研究物体_____一般规律的科学。

2. 刚体是指在外界的任何作用下_____的物体。或者说,刚体内任意两点间的距离_____。

3. 力是物体相互间的_____。

4. 力对物体的作用效果取决于_____,力是一个_____量。

5. 作用在刚体上的力可沿其作用线任意移动,而不改变力对刚体的作用效果,所以,在静力学中,力是_____矢量。

6. 力对物体的作用效应一般分为_____效应和_____效应。

7. 若一个力可以和一个力系等效,则这个力就称为该力系的_____。而该力系中的各个力就叫作这个合力的_____。

8. 能使刚体维持平衡的力系称为_____。

9. 仅受两个力作用而平衡的物体称为_____。

10. 对非自由体的运动所预加的限制条件称为_____;约束反力的方向总是与约束所能阻止的物体的运动趋势的方向_____。

11. 绳缆约束施加给被约束物体的约束力只能是_____,其方向必定沿_____。

12. 光滑表面约束的约束力方向沿着_____。

二、选择题

1. 二力平衡公理适用于()。

A. 刚体 B. 变形体 C. 刚体和变形体

2. 作用力与反作用力定律适用于()。

A. 刚体 B. 变形体 C. 刚体和变形体

3. 如图 1-1 所示,楔形块 A, B 自重不计,并在光滑的 $m-m, n-n$ 平面相接触。若其上分别作用有大小相等、方向相反、作用线相同的二力 P, P' , 则此二刚体的平衡情况是()。

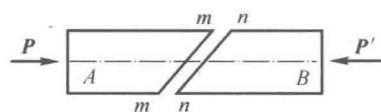


图 1-1

A. 二物体都不平衡 B. 二物体都能平衡
C. A 平衡, B 不平衡 D. B 平衡, A 不平衡

三、请画出下列刚体受力图(假设所有接触均为光滑,图中未标出重量的物体自重均不考虑。可以应用二力平衡及三力汇交确定力线的,按确定力线画出受力图。)

1. 画出图 1-2 所示各球的受力图。

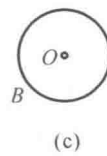
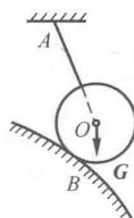
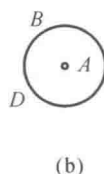
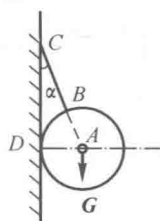
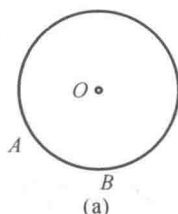
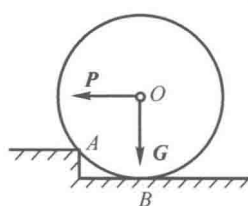


图 1-2

2. 画出图 1-3 所示各杆的受力图。

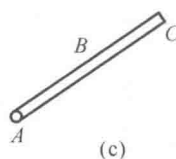
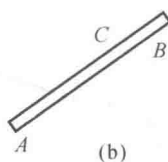
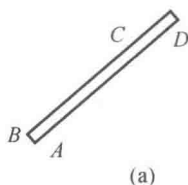
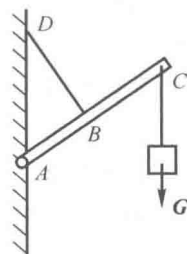
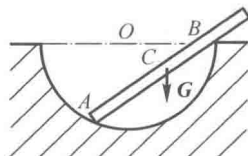
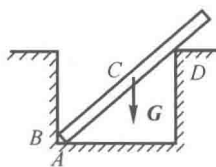


图 1-3

3. 画出图 1-4 所示各梁 AB 的受力图。

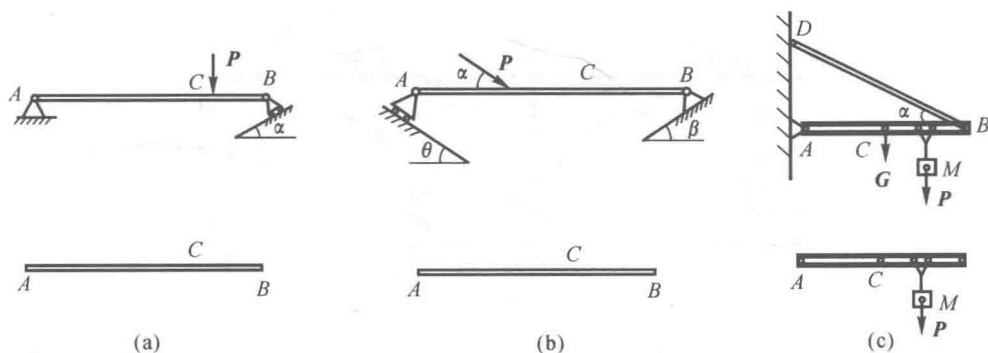


图 1-4

4. 画出图 1-5 各构件中杆件 AB, BC (或 CD) 的受力图 (图 1-5(a) 中假定 P 力作用在销钉 B 上; 图 1-5(c) 中 AB 杆和 CD 杆在 B 处铰接)。

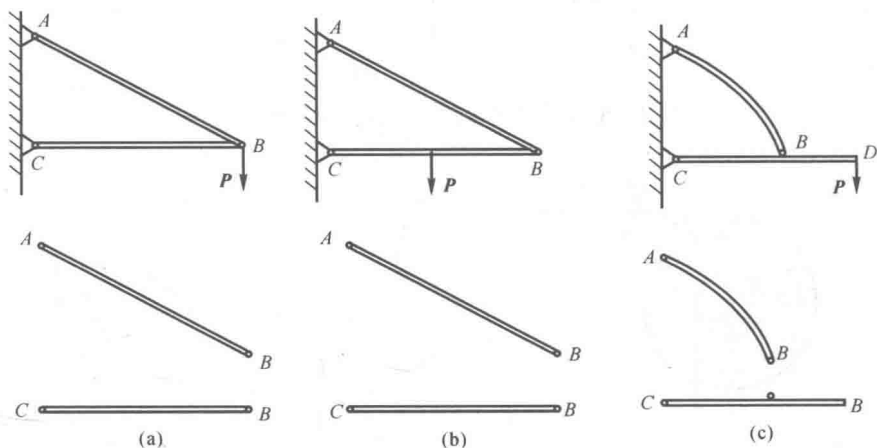


图 1-5

5. 画出图 1-6 各组合梁中 AB, BC (或 CD) 梁的受力图 (图 1-6(b) 中 AB 杆和 CD 杆在 D 处铰接)。

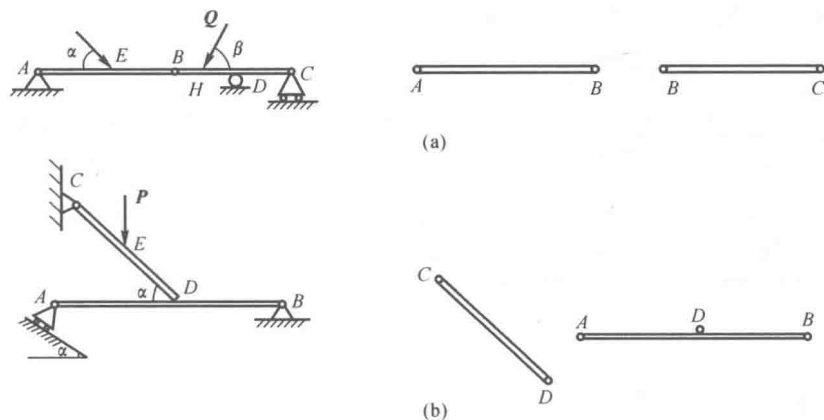


图 1-6

6. 画出图 1-7 所示刚架 $ABCD$ 的受力图。

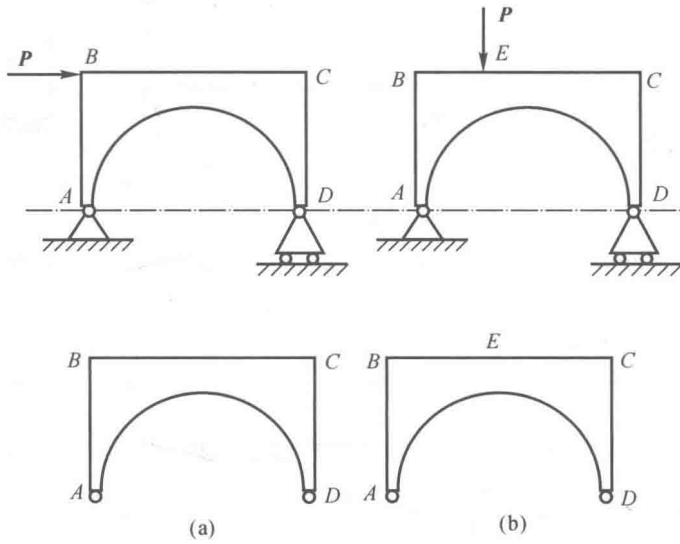


图 1-7

7. 画出图 1-8 所示棘轮 O 和棘爪 AB 的受力图。

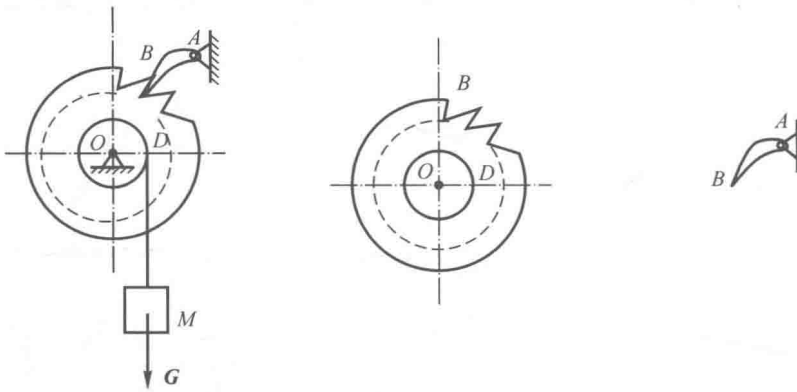


图 1-8

8. 画出图 1-9 所示铰拱桥左右两部分 ADC 和 BC 的受力图。

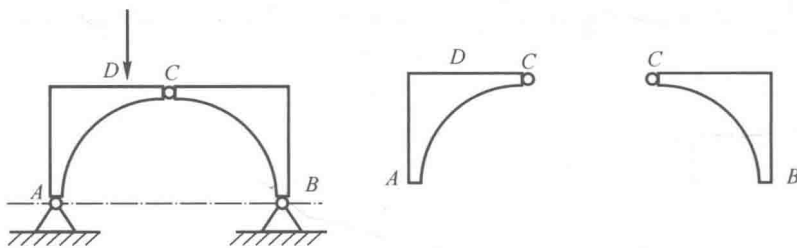


图 1-9

第二章 平面基本力系

内容导学

主要知识点:

(1) 力的多边形规则, 平面共点力系合成与平衡的几何法。

(2) 力在坐标轴上的投影, 合力投影定理, 平面共点力系的合成解析法, 平面共点力系平衡的解析条件。

(3) 两个平行力的合成, 力偶, 力偶矩, 共面力偶的等效条件, 平面力偶系的合成和平衡条件。

学习重点、难点和考点:

(1) 用解析法求解平面共点力系的平衡问题, 列平衡方程, 画受力图。

(2) 平面力偶系的合成与平衡。

同步练习

一、填空题

1. 平面共点力系可以合成为_____个合力。
2. 平面共点力系的合力作用线通过_____, 其大小和方向可用力多边形的_____边表示。
3. 平面汇交力系可以列_____个平衡方程, 可求解_____个未知量。
4. 力在坐标轴上的投影是_____量, 而力在坐标轴上的分量是_____量。
5. 作用在刚体上不共线的三个力, 要使刚体平衡的充要几何条件是_____。
6. 两个大小相等, 方向相反的力 F_1 与 F' _____ (能 / 不能) 合成为一个力。 F_1 与 F'_1 唯一决定力作用效果的是_____。
7. 如图 2-1 所示, 图(a) 中力偶 1 和图(b) 中力偶 2 等效, 其中 $F_1 = 30\text{ N}$, $d_1 = 4\text{ cm}$, $F_2 = 40\text{ N}$, 则图(b) 中力偶 2 的力偶臂 d_2 为_____。

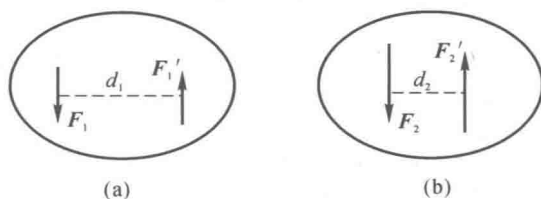


图 2-1

二、判断题(对的画√,错的画×)

1. 力偶无合力,就是说力偶的合力等于零。 ()
2. 任意两个力都可以简化为一个合力。 ()
3. 平面汇交力系可简化为一个合力。 ()
4. 平面力偶系可简化为一个合力偶。 ()
5. 力偶各力在其作用平面上任意轴上投影的代数和都等于零。 ()
6. 力偶对其作用平面上任一点之矩都等于力偶矩。 ()
7. 图 2-2 所示为一矩形钢板,长为 a ,短边为 b 。为使钢板转一角度,须加力偶,沿短边加力最省力。 ()
8. 图 2-3 为作用在同一平面内的四个力,它们首尾相接自身构成封闭的平行四边形。物体在此力系作用下一定是平衡的。 ()

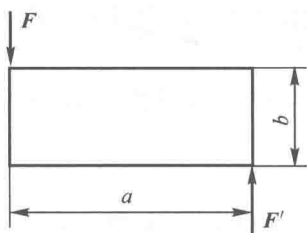


图 2-2

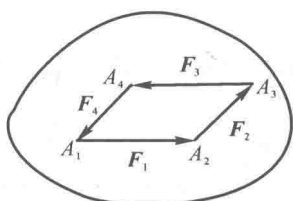


图 2-3

三、选择题

1. 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 2-4 所示,由此可知()。
 - A. 力系的合力 $R=0$
 - B. 力系平衡
 - C. 力系的合力 $R \neq 0, R=2F_2$
 - D. 力系不平衡
 - E. 力系可简化为一合力,其合力 R 的作用线通过力系的汇交点,且 $R=2F_2$
2. 已知 F_1, F_2, F_3, F_4 为作用于刚体上的平面汇交力系,其力系关系如图 2-5 所示。由此可知()。
 - A. 力系的合力 $R=0$
 - B. 力系平衡
 - C. 力系的合力 $R \neq 0, R=F_4$
 - D. 力系不平衡
 - E. 力系可简化为一合力,其合力 R 的作用线通过力系的汇交点,且 $R=2F_4$
3. 已知 F_1, F_2 为作用于刚体同一直线上的两个力,且 $F_1=2F_2$,其方向相反,如图 2-6 所示。因此合力 R 可表为()。

A. $R=F_1-F_2$	B. $R=F_2-F_1$	C. $R=F_1+F_2$
D. $R=\frac{1}{2}F_1$	E. $R=-F_2$	F. $R=-\frac{1}{2}F_1$

$$G, R = -F_2$$

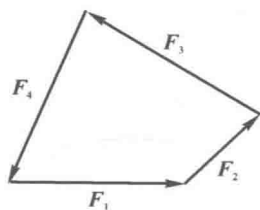


图 2-4

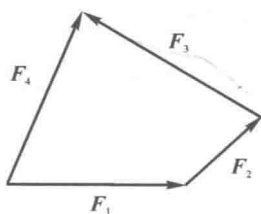


图 2-5



图 2-6

四、计算题

1. 如图 2-7 所示, 结构的节点 O 上作用着四个共面力, 各力的大小分别为: $F_1 = 150 \text{ N}$, $F_2 = 80 \text{ N}$, $F_3 = 140 \text{ N}$, $F_4 = 50 \text{ N}$, 方向如图所示。求各力在轴 x 和 y 上的投影, 以及这四个力的合力。

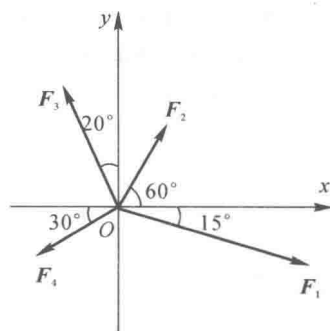


图 2-7

2. 图 2-8 所示系统中, 在绳索 AB, BC 的节点 C 处作用有力 P 和 Q , 方向如图所示。已知 $Q = 534 \text{ N}$, 求欲使该两根绳索始终保持张紧, 力 P 的取值范围。

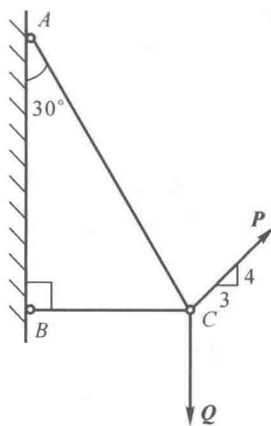


图 2-8

3. 图 2-9 所示构架由 AB 与 BC 组成, A, B, C 三处均为铰接。 B 点悬挂重物的重量为 G , 杆重忽略不计。试求杆 AB, BC 所受的力。

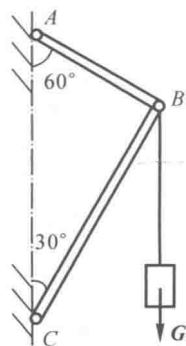


图 2-9

4. 压榨机构如图 2-10 所示, A 为固定铰链支座。当在铰链 B 处作用一个铅直力 P 时, 可通过压块 D 挤压物体 E 。如果 $P=300\text{ N}$, 不计摩擦和自重, 求杆 AB 和 BC 所受的力以及物体 E 所受的侧向压力。图中长度单位为 cm 。

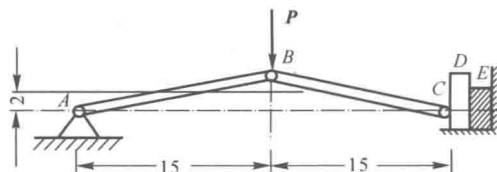


图 2-10

5. 求图 2-11 所示外伸梁的支座受力。

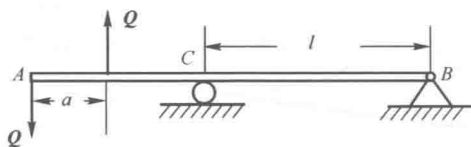


图 2-11

6. 如图 2-12 所示, 一力偶矩为 L 的力偶作用在直角曲杆 ADB 上。如此曲杆作用两种不同方式支承, 求每种支承的约束反力。

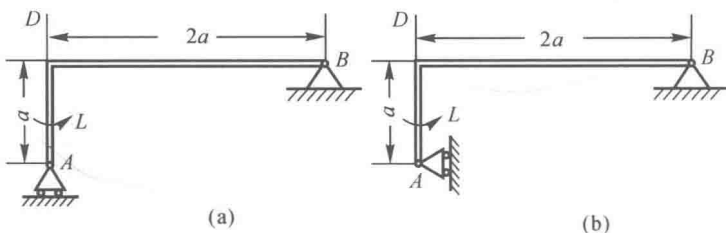


图 2-12

第三章 平面任意力系

内容导学

主要知识点:

- (1)基本概念:力对点的矩。
- (2)基本原理:力线平移定理;合力矩定理。
- (3)平面任意力系向作用面内任一点的简化,力系的主矢和主矩。
- (4)平面任意力系的平衡。
- (5)简单平面桁架的内力计算,节点法和截面法。

学习重点、难点和考点:

- (1)力对点的矩。
- (2)物体系的平衡。
- (3)简单平面桁架的内力计算。

同步练习

一、填空题

1. 平面力偶系有_____个独立平衡方程;平面平行力系有_____个独立平衡方程。
2. 平面任意力系二矩式平衡方程的限制条件是_____。
3. 平面任意力系向作用平面内指定点简化的结果,可能有_____种情况,这些情况是_____。
4. 平面力偶等效的充分与必要条件是_____。
5. 力偶中的两个力对任一点的矩之和等于_____。
6. 当把力 F 作用线向某点 O 平移时,须附加一个力偶,此附加力偶的矩等于_____。
7. 平面任意力系对简化中心 O 的主矩在数值上等于原力系中_____。

二、判断题(对的画√,错的画×)

1. 平面汇交力系平衡的必要与充分条件是:力系的合力等于零。 ()
2. 平面力偶系平衡的必要与充分的条件是:力偶系的合力偶等于零。 ()
3. 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。 ()
4. 作用在刚体上的力,沿力作用线滑动或任意平移改变力作用线,都不会改变力对刚体的作用效应。 ()
5. 力和力偶都能使物体产生转动效应,如图3-1中力 P 和矩 $M = Pr$ 的力偶,对圆盘绕转轴的转动效应,分别以 $m_O(P) = Pr, M = Pr$ 度量,因 $Pr = Pr$,则力 P 与力偶 M 等效。 ()

6. 作用在刚体上的平面任意力系的主矢量是个自由矢量, 而该力系的合力(若有合力)是滑动矢量。但这两个矢量大小相等、方向相同。 ()

7. 当某一平面任意力系的主矢量 $\mathbf{R}' = \sum \mathbf{F} = \mathbf{0}$ 时, 则合力系一定有一合力偶。 ()

8. 若某一平面任意力系对其作用面内某一点之矩的代数和等于零, 即 $\sum m_A(\mathbf{F}) = 0$ 时, 则该力系就不可能简化为合力偶。 ()

9. 平面平行力系平衡, 可写出三个独立平衡方程。 ()

三、选择题

1. 一平面任意力系向点 A 简化后, 得到如图 3-2 所示的主矢 $\mathbf{R}'$ 和主矩 L_A , 则该力系的最合成结果应是 ()。

A. 作用在点 A 左边的一个合力

B. 作用在点 A 右边的一个合力

C. 作用在点 A 的一个合力

D. 一个合力偶

2. 某一平面平行力系各力的大小, 方向和作用线的位置如图 3-3 所示。试问此力系简化的结果与简化中心的位置是否有关? ()

A. 无关

B. 有关

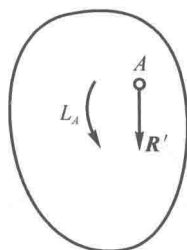


图 3-2

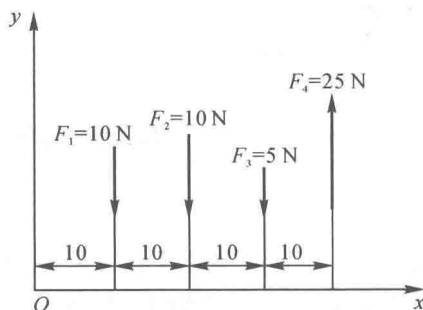


图 3-3

3. 在刚体同一平面内 A, B, C 三点上分别作用 $\mathbf{F}_1, \mathbf{F}_2, \mathbf{F}_3$ 三个力, 并构成封闭三角形, 如图 3-4 所示, 此力系是属于什么情况? ()

A. 力系平衡

B. 力系可简化为合力

C. 力系简化为一个力偶

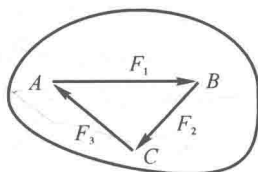


图 3-4

四、计算题

1. 试求下列各图 3-5 中力 P 对点 O 的矩, 已知 $a=60\text{ cm}$, $b=20\text{ cm}$, $r=3\text{ cm}$, $P=400\text{ N}$ 。

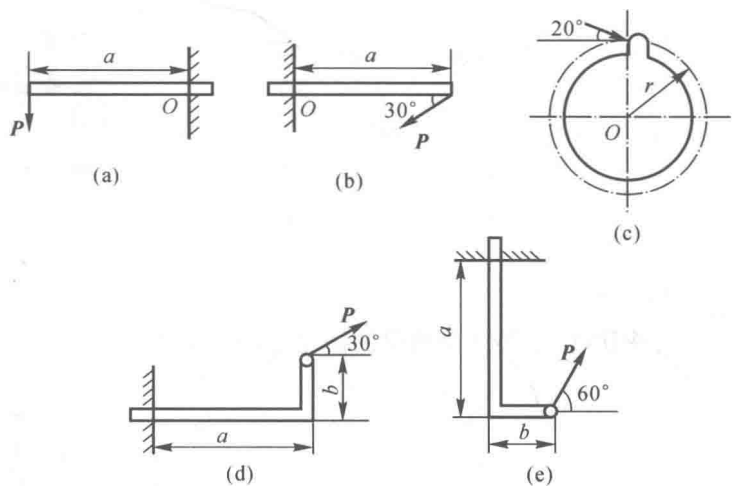


图 3-5

2. 如图 3-6 所示。在边长 $a=2\text{ m}$ 的正方形平板 $OABC$ 的 A, B, C 三点上作用四个力: $F_1=3\text{ kN}$, $F_2=5\text{ kN}$, $F_3=6\text{ kN}$, $F_4=4\text{ kN}$ 。求这四个力组成的力系向点 O 的简化结果和最后合成结果。

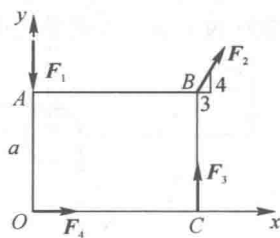


图 3-6

3. 如图 3-7 所示梁 AB 上受两个力的作用, $P_1=P_2=20\text{ kN}$, 图中长度单位为 m , 不计梁的自重, 求支座 A, B 的约束力。

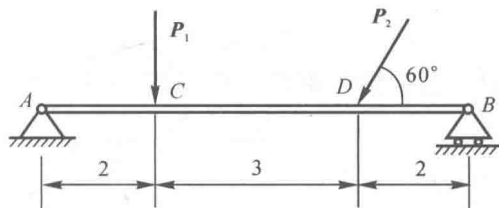


图 3-7

4. 简支梁 AB 的支承和受力情况如图 3-8 所示。已知分布载荷的集度 $q=20 \text{ kN/m}$, 力偶矩的大小 $M=20 \text{ kN} \cdot \text{m}$, 梁的跨度 $l=4 \text{ m}$ 。不计梁的自重, 求支座 A, B 的约束力。

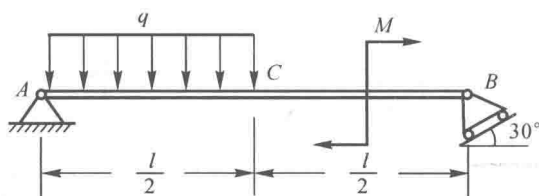


图 3-8

5. 求图 3-9 所示悬臂梁的固定端的约束反力和反力偶。已知 $M=qa^2$ 。

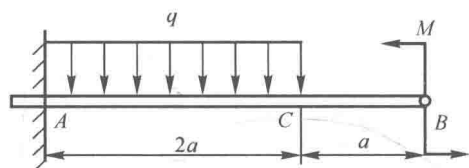


图 3-9

6. 水平组合梁的支承情况和载荷如图 3-10 所示。已知 $P=500 \text{ N}$, $q=250 \text{ N/m}$, $m=500 \text{ N} \cdot \text{m}$ 。求梁平衡时支座 A, B, E 处反力。

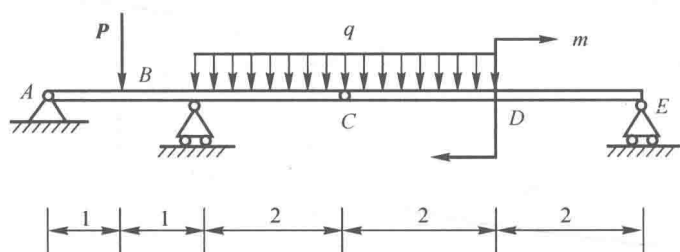


图 3-10

7. 图 3-11 所示支架中, $AB=AC=CD=1 \text{ m}$, 滑轮半径 $r=0.3 \text{ m}$ 。滑轮和各杆自重不计。若重物 E 重 $P=100 \text{ kN}$, 求支架平衡时支座 A, B 处的约束反力。

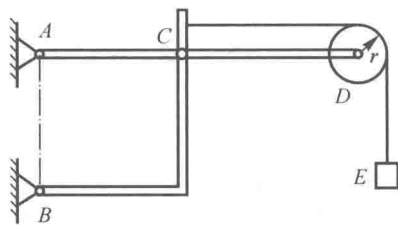


图 3-11