



高职高专基础课辅导教材

工程力学辅导

韩淑洁 傅进 姚军 主编

ENGINEERING MECHANICS

- 内容提要
- 基本要求
- 典型例题分析
- 习题解答
- 自测题



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



高职高专基础课辅导教材

工程力学辅导

内容提要·基本要求·典型例题分析·习题解答·自测题

主 编	韩淑洁	傅 进	姚 军
参 编	高晓芳	王 莺	孟蕾青
主 审	孟庆东		



机械工业出版社

本书是根据教育部制定的《工程力学教学基本要求》和《工程力学函授教学大纲》，为配合编者所编的《工程力学简明教程》一书而编写的辅助教材。同时，本书又有其完整性、独立性和通用性，因而也可与其他同类型教材配合使用。

本书在编排上按照《工程力学简明教程》的章节顺序，每章包括：(1)内容提要；(2)基本要求；(3)典型例题分析；(4)习题解答；(5)自测题。

本书可作为高职高专学生的学习辅导用书，也可作为参加“专升本”的学生及相关教师的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

工程力学辅导/韩淑洁等主编. —北京:机械工业出版社, 2010.3

高职高专基础课辅导教材

ISBN 978-7-111-29844-1

I. 工… II. 韩… III. 工程力学—高等学校: 技术学校—教学参考教材 IV. TB12

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 030423 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑:李大国 责任编辑:李大国 封面设计:王伟光

责任校对:张晓蓉 责任印制:李妍

北京铭成印刷有限公司印刷

2010 年 3 月第 1 版第 1 次印刷

140mm×203mm·7.75 印张·256 千字

0001—3000 册

标准书号:ISBN 978-7-111-29844-1

定价:17.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心:(010)88361066

门户网:<http://www.cmpbook.com>

销售一部:(010)68326294

教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售二部:(010)88379649

读者服务部:(010)68993821

封面无防伪标均为盗版

前 言

本书是根据教育部制定的《工程力学教学基本要求》和《工程力学函授教学大纲》，为配合编者所编的《工程力学简明教程》(以下简称《教程》)一书而编写的辅助教材。同时，本书又有其完整性、独立性和通用性，因而也可与其他同类型教材配合使用。为便于自学，编写时力求重点突出、条理清楚、通俗易懂、例题解析详细。

工程力学课程的特点是系统性强，章节间环环相扣。如果前面的内容不能较好地掌握，那么后面的内容将难于学懂，更谈不上掌握。因此，本书在编排上按照《教程》的章节顺序，每章包括：(1)内容提要；(2)基本要求；(3)典型例题分析；(4)习题解答；(5)自测题。

如何独立地、正确地解题始终是初学工程力学的学员普遍感到困惑的问题，特别是对于参加成人教育的学员(如业余、函授、夜大、自学、职大、远程等教育的学生)，平时一般很少有与授课老师直接接触的机会，从而不能及时得到辅导与答疑。因此，在本书的编写过程中，将重点放在典型例题分析(选择了约50个例题)和习题解答(对《教程》中的全部习题进行了解答或对解题思路进行了提示)。

为了培养学员独立思考与独立解题的能力，在每章的后面均配有自测题，可供习题课或课堂讨论，亦可作为对每章习题的补充。

为了配合学员做好本门课结束后的总复习和应试环节，本书还以附录的形式编写了考试题库，不仅对高职高专学生，而且对考“专升本”的学生以及任课教师，都具有参考作用。

本书由韩淑洁、傅进、姚军主编。参加编写的老师还有王莺、孟蕾青、高晓芳。另外，褚惠萍、姜振华和夏培伟进行了题解的校核、校对工作，在此表示衷心的感谢。

本书由孟庆东、王长连审核，孟庆东担任主审。

限于编者的水平，书中难免存在疏漏、错误之处，敬请读者批评指正。

编 者

目 录

前言

第一篇 静 力 学

第一章 静力学基础	1
一、内容提要	1
二、基本要求	2
三、典型例题分析	2
四、习题解答	4
五、自测题	7
第二章 平面基本力系	10
一、内容提要	10
二、基本要求	11
三、典型例题分析	12
四、习题解答	15
五、自测题	24
第三章 平面任意力系	26
一、内容提要	26
二、基本要求	27
三、典型例题分析	27
四、习题解答	30
五、自测题	43
第四章 空间力系	45
一、内容提要	45
二、基本要求	46
三、典型例题分析	46
四、习题解答	48
五、自测题	53

第二篇 运 动 学

第五章 运动学基础	55
一、内容提要	55
二、基本要求	56
三、典型例题分析	56
四、习题解答	61
五、自测题	65
第六章 点的合成运动及刚体的平面运动	67
一、内容提要	67
二、基本要求	68
三、典型例题分析	68
四、习题解答	72
五、自测题	86

第三篇 动 力 学

第七章 动力学基础	88
一、内容提要	88
二、基本要求	89
三、典型例题分析	89
四、习题解答	92
五、自测题	102
第八章 动静法(达朗贝尔原理)	104
一、内容提要	104
二、基本要求	105
三、典型例题分析	105
四、习题解答	107
五、自测题	115

第四篇 材 料 力 学

第九章 拉伸与压缩	117
一、内容提要	117

二、基本要求	121
三、典型例题分析	121
四、习题解答	125
五、自测题	133
第十章 剪切与挤压	136
一、内容提要	136
二、基本要求	137
三、典型例题分析	137
四、习题解答	138
五、自测题	143
第十一章 圆轴的扭转	145
一、内容提要	145
二、基本要求	146
三、典型例题分析	146
四、习题解答	149
五、自测题	154
第十二章 直梁的弯曲	156
一、内容提要	156
二、基本要求	160
三、典型例题分析	161
四、习题解答	164
五、自测题	177
第十三章 组合变形的强度计算	181
一、内容提要	181
二、基本要求	182
三、典型例题分析	182
四、习题解答	184
五、自测题	192
第十四章 压杆稳定	195
一、内容提要	195
二、基本要求	196
三、典型例题分析	196

四、习题解答	198
五、自测题	203
*第十五章 应力状态分析及强度理论	204
一、内容提要	204
二、基本要求	207
三、典型例题分析	207
四、习题解答	209
五、自测题	211
*第十六章 动荷应力与交变应力的简介	212
一、内容提要	212
二、基本要求	214
三、典型例题分析	214
四、习题解答	215
五、自测题	219
附录 考试题库	220
参考文献	237

第一篇 静 力 学

第一章 静力学基础

一、内 容 提 要

1. 静力学公理

公理一(二力平衡公理) 作用在刚体上的两个力,使刚体处于平衡状态的必要和充分条件是:这两个力的大小相等、方向相反并作用在同一直线上。

公理二(加、减平衡力系公理) 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。

推论(力的可传性) 作用在刚体上的任何一个力,可以沿其作用线移到刚体内任意一点,而不改变该力对刚体的作用。

公理三(力的平行四边形公理) 作用在物体上同一点的两个力的合力仍作用在该点,合力的大小和方向由以这两个力的力矢为邻边的平行四边形对角线矢量来表示。

公理四(作用和反作用公理) 两个物体间相互作用的一对力总是大小相等,作用线相同而指向相反,并同时分别作用在这两个物体上。

2. 约束和约束力

约束是由周围物体所构成的限制研究对象位移的条件。习惯上,把构成约束条件的周围物体称为约束。约束阻挡了研究对象沿某些方向的运动,因而承受研究对象沿这些方向传来的力;与此同时,约束也对研究对象产生大小相等、方向相反的作用力,这种力称为约束力。工程中一些常见的约束力基本类型如下。

(1) 柔体的约束力是沿柔体中心线而背离所系物体的拉力。

(2) 光滑支承面的约束力是沿支承面与研究对象接触处公法线方向的压力。

(3) 光滑圆柱铰链约束力的作用线通过铰链中心,其大小和方向与被约束物体(即研究对象)的受力情况有关,不能预先加以确定,常用两个正交分力表示。其中

- a) 固定铰链支座的约束力与情形(3)的分析相同。
- b) 活动铰链支座的约束力垂直于支承面并通过铰链中心。

3. 物体受力分析——画受力图

将研究对象上所有的已知力和未知力全部画出来,这个图称为受力图。画受力图的过程就是受力分析。

4. 画受力图的步骤及注意事项

(1) 确定研究对象,即明确对哪个(些)物体画受力图。画物体的受力图时,就把它(们)的轮廓单独画出,通常称为取分离体。

(2) 画出研究对象所受的全部外力——除画出已知主动力外,特别应根据约束的性质画出相应的约束力。为此,必须弄清研究对象与周围物体的联系。当需画相联系的两个(或两部分)物体的受力图时,需注意作用力与反作用力的关系,要善于判断二力杆。

(3) 画整体系统的受力图时,系统内力不必画。

二、基本要求

- (1) 理解刚体、力、平衡、约束等基本概念(重点)。
- (2) 理解并能够应用四个静力公理及其推论。
- (3) 掌握第一、第四公理及其区别。(重点)
- (4) 熟练地表示基本约束类型的约束力。(重点)
- (5) 初步学会对研究对象进行受力分析,画出受力图。(重点、难点)

三、典型例题分析

例1 如图1-1a所示,梯子 AB 重为 G ,在 C 处用绳索 CD 拉住, A 、 B 处分别放在光滑的墙及地面上。试画出梯子的受力图。

解 以梯子 AB 为研究对象,将其单独画出。作用在梯子上的主动力是已知的重力 G ,重力 G 作用在梯子的中点上,铅垂向下;光滑墙面的约束

力是 F_{NA} ，它通过接触点 A ，垂直于梯子并指向梯子；光滑地面的约束力是 F_{NB} ，它通过接触点 B ，垂直于地面并指向梯子。

绳索的约束力是 F_T ，作用于绳索与梯子的接触点 C ，沿绳索中心线，背离梯子。梯子的受力如图 1-1b 所示。

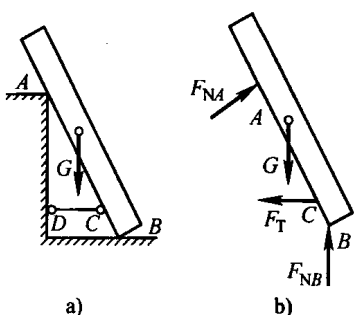


图 1-1

例 2 简易起重机如图 1-2a 所示，梁 ABC 一端用铰链固定在墙上，另一端装有滑轮并用杆 CE 支撑，梁上 B 处固定一卷扬机 D ，钢索经定滑轮 C 起吊重物 H 。不计梁、杆和滑轮的自重，试画出重物 H 、杆 CE 、滑轮 C 、销钉 C 、横梁 ABC 、横梁与滑轮整体的受力图。

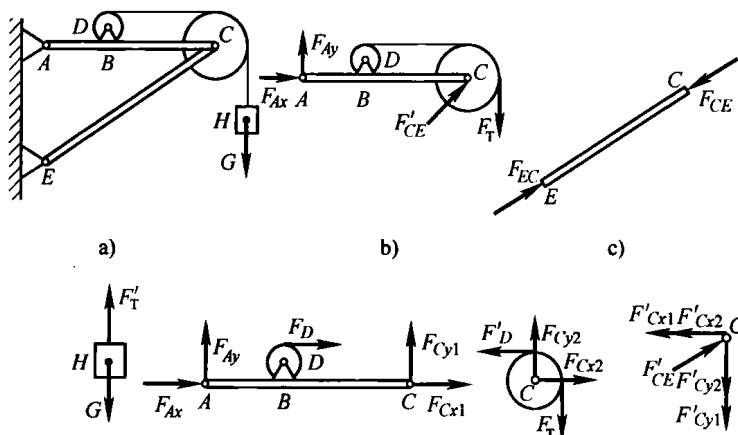


图 1-2

解 分别以重物 H 、杆 CE 、滑轮 C 、销钉 C 、横梁 ABC 、横梁与滑轮整体为研究对象，解除各自的约束，画出分离体简图。

对本题，应首先判断出 CE 杆为二力杆。其次， C 处为用销钉联接三个物体的中间铰链约束。对 CE 杆，画上约束力 F_{EC} 和 F_{CE} ；重物受到重力 G 和拉力 F'_T 作用；滑轮上画上柔索拉力 F_T 和 F'_D ，铰链销钉对滑轮的约束力 F_{Cx2} ， F_{Cy2} ；在横梁 ABC 上有固定铰链支座约束力 F_{Ax} ， F_{Ay} ，卷扬机 D 钢索的拉力 F_D ， C 处为铰链销钉的约束力 F_{Cx1} ， F_{Cy1} ；对横梁与滑轮整体，除 F_{Ax} ， F_{Ay} ， F_T 外，尚有 C 处铰链销钉的约束力 F'_{CE} ；对于铰链内销钉 C ，它

分别受到横梁 ABC 的约束力 F'_{Cx1} 和 F'_{Cy1} ，二力杆 CE 的约束力 F'_{CE} 以及滑轮的约束力 F'_{Cx2} 和 F'_{Cy2} 。

显然， F_{Cx1} 和 F'_{Cx1} ， F_{Cy1} 和 F'_{Cy1} ， F_{CE} 和 F'_{CE} ， F_{Cx2} 和 F'_{Cx2} ， F_{Cy2} 和 F'_{Cy2} 互为作用力与反作用力。

正确地画出物体的受力图，是分析、解决力学问题的基础。画受力图时必须注意以下几点：

(1) 必须明确研究对象。根据求解需要，可以取单个物体为研究对象，也可以取由几个物体组成的系统为研究对象。不同的研究对象的受力图是不同的。

(2) 正确确定研究对象受力的数目。对每一个力都应明确它的施力物体，不能凭空产生。同时，也不可漏掉一个力。一般可先画已知的主动动力，再画约束力。

(3) 正确画出约束力。一个物体往往同时受到几个约束的作用，这时应分别根据每个约束本身的特性来确定其约束力的方向，而不能凭主观臆测。

(4) 当分析两物体间相互的作用力时，应遵循作用、反作用关系。若作用力的方向已经假定，则其反作用力的方向应与之相反。当画整个系统的受力图时，由于内力成对出现，组成平衡力系，因此不必画出，只需画出全部外力。

四、习 题 解 答

1-1 根据图 1-3 所示各物体单件所受约束的特点，分析约束并画出它们的受力图。设各接触面均为光滑面，未画重力的物体表示重力不计。

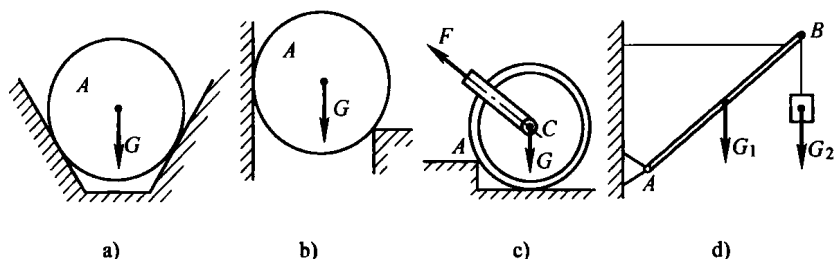


图 1-3

解 各物体的受力图分别如图 1-4a ~ d 所示。

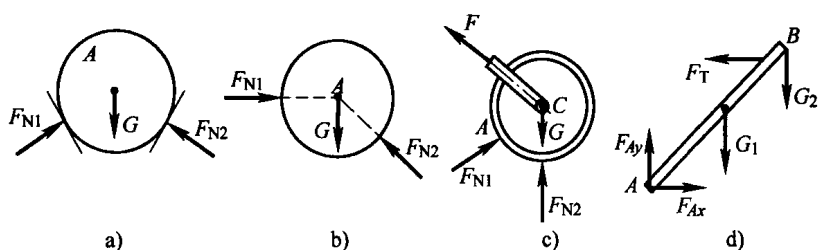


图 1-4

1-2 画出图 1-5 所示各物体系统的单件及整体受力图。设各接触面均为光滑面，未画重力的物体表示重力不计。

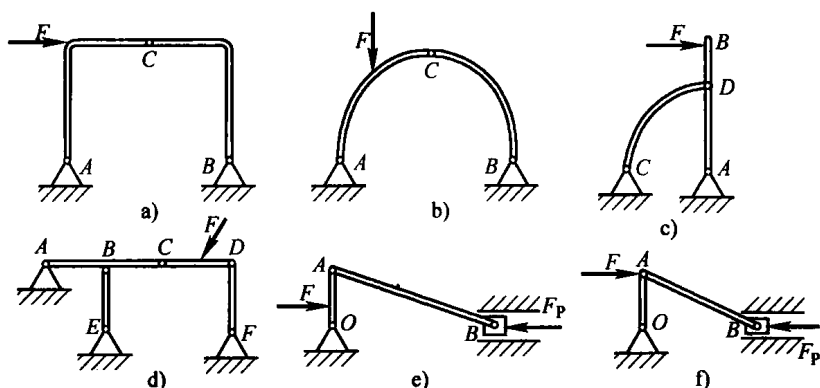


图 1-5

解 各物体系统的整体受力图分别如图 1-6a ~ f 所示，单件受力图略。

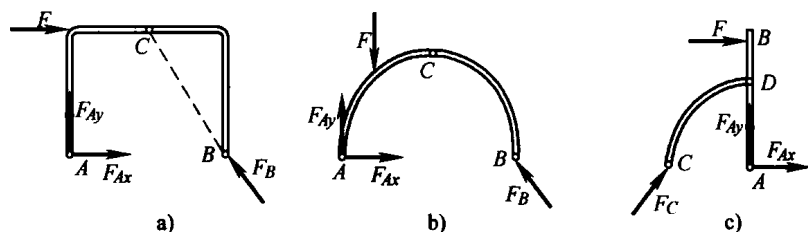


图 1-6

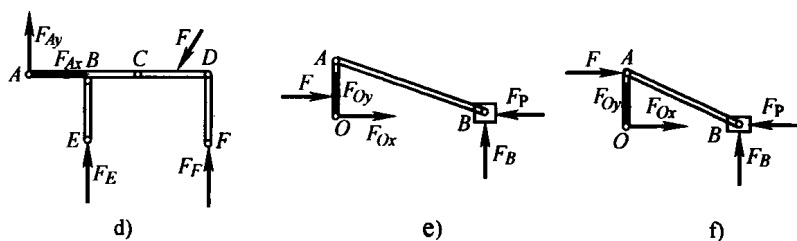


图 1-6(续)

1-3 如图 1-7 所示, 画出下列各物体系统的单件及整体受力图。设各接触面均为光滑面, 各物体重量不计。

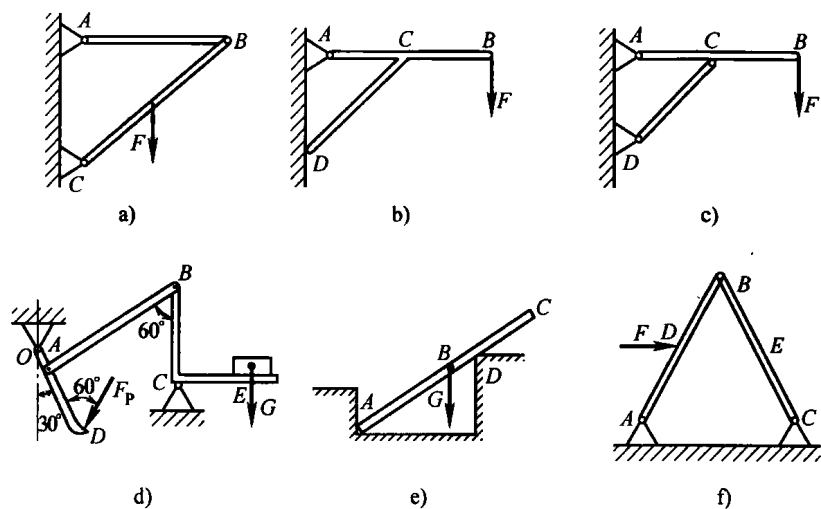


图 1-7

解 各单件及整体的受力图分别如图 1-8a ~ f 所示。

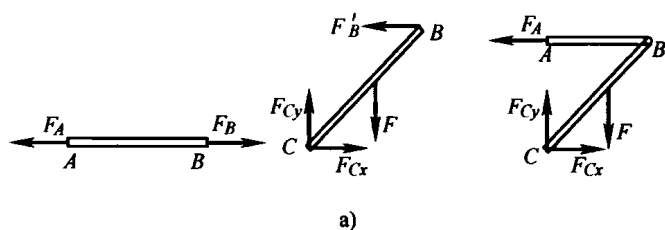


图 1-8

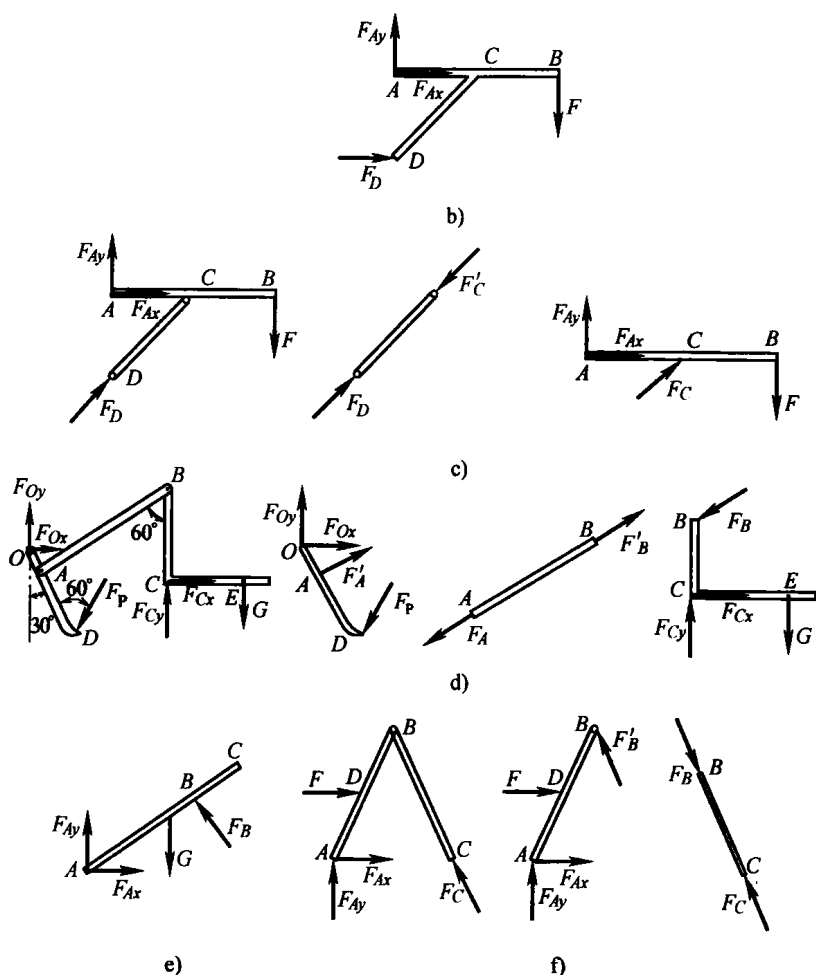


图 1-8(续)

五、自 测 题

1. 填空题

(1) 力是物体间的_____作用, 这种作用是使物体的_____或_____发生改变的原因。力是矢量, 在图上用一带箭头的_____表示, 线段的长度(按一定的比例)表示力的_____, 线段的方位和箭头指向表示力的_____和_____, 线段的起点或终点表示力的_____。

(2) 在两个力作用下处于平衡的构件称为_____，此两力的作用线必过这两力作用点的_____。二力平衡中的两个力是作用在_____物体上的；作用力与反作用力是分别作用在_____的物体上的。

(3) 图 1-9 所示为托架各构件及销钉 C 的受力图，力_____与_____、_____与_____是二力平衡；力_____与_____、_____与_____是作用与反作用力。

(4) 若一个力对物体的作用效果与一个力系等效，则_____为_____的合力；_____是_____的分力。

(5) 平衡力系是合力等于_____的力系；物体在平衡力系作用下总是保持_____或_____运动状态；_____是最简单的平衡力系。

(6) 凡是对物体的_____起阻碍作用的_____称为约束。它作用在_____上的力称为约束力。其方向总是与约束本身所能阻碍的_____方向_____。

(7) 工程中常见的约束类型有_____约束，_____约束，_____约束和_____约束。

(8) 柔体约束的约束力的作用线沿柔体的_____，方向_____受力物体，用符号_____表示。

(9) 光滑面约束的约束力方向沿接触面的_____，方向_____受力物体，用符号_____表示。

(10) 铰链约束可分为_____铰链、_____铰支座和_____铰支座。

1) 圆柱铰链约束限制了两构件之间的相对移动，其约束力的作用线通过铰链的_____，方向_____，通常用正交分力_____、_____表示。

2) 固定铰链支座约束限制了构件的随意移动，其约束力的作用线通过铰链的_____，方向_____，通常用正交分力_____、_____表示。

3) 活动铰链支座约束力的作用线过铰链的_____，垂直于_____，

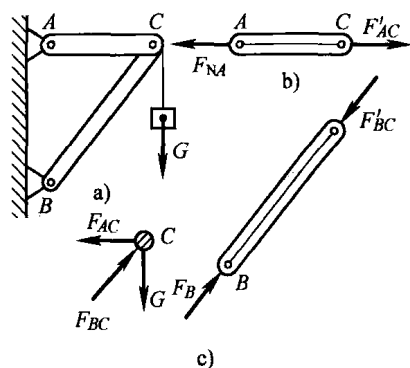


图 1-9

用符号_____表示。

2. 如图 1-10 所示, 分别画出各结构中指定构件的受力图。

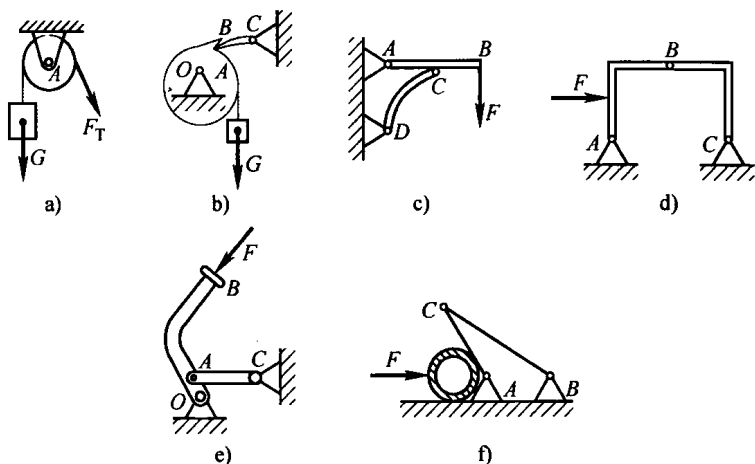


图 1-10

3. 如图 1-11 所示, 梯子的两部分 AB 和 AC 在点 A 铰接, 又在 D, E 两点用水平绳连接。梯子放在光滑水平面上, 若其自重不计, 但在 AB 的中点 H 处作用一铅直载荷 F 。试分别画出绳子 DE 和梯子的 AB, AC 部分以及整个系统的受力图。

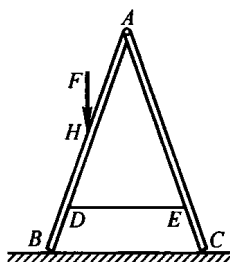


图 1-11