

高等学校教材

机械原理作业集

西北工业大学机械原理及机械零件教研室 编

葛文杰 主编

高等教育出版社

高等学校教材

机械原理作业集

西北工业大学机械原理及机械零件教研室 编

葛文杰 主编

高等教育出版社

(京) 112 号

内 容 提 要

本作业集是西北工业大学机械原理及机械零件教研室编, 孙桓、陈作模主编《机械原理》(第五版)的配套教材, 也可与其它机械原理教材配套使用。全书收入 106 道题, 包括分析、计算、设计和改错等几种题型。除绪论外, 每章都配有题目, 书后还附有平面连杆机构的运动分析和凸轮机构设计两个大作业。

本作业集可供高等院校机械类专业学生完成机械原理课程作业时使用, 也可供普通高等专科学校、电视大学、职工大学或业余夜大学等校学生参考。

图书在版编目(CIP)数据

机械原理作业集/西北工业大学机械原理及机械零件教研室编; 葛文杰主编. —北京: 高等教育出版社, 1996
高等学校教材
ISBN 7-04-005670-4

I. 机… II. ①西… ②葛… III. 机构学-高等学校-习题
IV. TH111-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字(96)第 01168 号

*

高等教育出版社出版

北京沙滩后街 55 号

邮政编码: 100009 传真: 4014048 电话: 4054588

新华书店总店北京发行所发行

河北省衡水地区印刷厂印装

*

开本 787×1092 1/16 印张 6.5 字数 160 000

1996 年 3 月第 1 版 1996 年 3 月第 1 次印刷

印数 0001—6 160

定价 5.70 元

凡购买高等教育出版社的图书, 如有缺页、倒页、脱页等
质量问题者, 请与当地图书销售部门联系调换。

版权所有, 不得翻印

•

TH111
25-2A

前 言

机械原理课程是高等工业学校机械类专业普遍开设的一门重要的技术基础课程。学好这门课程,不仅为同学们学习有关的后续课程和掌握专业知识打好基础,而且也为将来掌握新的科学技术为祖国四化建设服务创造条件。为了学好这门课程,掌握有关机械原理的一些基本概念、基本理论和机构分析与综合的基本方法,除了在课堂上一定要悉心听讲,课后必须认真复习之外,课外完成一定数量的作业练习是必不可少的。

本作业集所给出的题目,一般都是紧密结合课堂讲授内容选取的,目的在于使同学们通过完成这些作业,消化巩固所学的知识和方法,培养自己分析问题和解决问题的能力。为了很好地达到这一目的,题目的选择着重于对机械原理有关基本概念和基本理论的理解,和对一些基本解题方法的训练,而对于一些单纯的繁琐的数字运算则尽可能减少,以节省同学们做题和老师改作业的时间。

同学们在做作业之前,必须先对所学的内容进行全面深入地复习,力求把课堂讲授的内容真正搞懂。不要在尚未完全搞懂讲课内容的情况下,匆忙完成作业。否则,反而会欲速不达,白白浪费时间。

在做作业时,首先一定要仔细审题,了解题意,把已知条件和要求解决的问题搞清楚。再看一看各个题目所附的思考题“想一想”,把解题的思路搞明确,然后再去做题,这样才会得心应手,更有收获。题目做完后,有些题目的“想一想”中还提出了一些需进一步思考的问题,一定要认真思考,以达到深化理解的目的。

在本作业集所给出的题目中,有一些是要求从头做到底的,有一些是已做好了一部分,要求补充的,还有一些是要改错的,不论是哪一类题目,都希望按上述步骤去做。本作业集共有106道题,除个别题可以选做外,多数题应列为必做。另外,本作业集还附有平面连杆机构的运动分析和凸轮机构设计两个大作业,是供在有关章学完后全面复习用的,而且希望运用计算机进行运算,以培养运用计算机解题的能力。这要根据教学进程和客观条件,由任课老师具体安排进行。

参加本作业集编写工作的有葛文杰、舒约文、武聪、李树军和苏华同志,并由葛文杰同志负责主编,又经孙恒和陈作模两位同志审阅。

由于是第一次编写这类形式的作业集,可能会存在一些不足和不当之处,敬希不吝指正。

西北工业大学机械原理及机械零件教研室

1995年5月

责任编辑 杨宪玲
封面设计 王 雎
责任绘图 陈淑芳
责任印制 孔 源

目 录

第二章	平面机构的结构分析(共 10 题)	1
第三章	平面机构的运动分析(共 14 题)	8
第四章	平面机构的力分析(共 5 题)	21
第五章	机械中的摩擦和机械效率(共 9 题)	26
第六章	平面连杆机构及其设计(共 17 题)	32
第七章	凸轮机构及其设计(共 7 题)	43
第八章	齿轮机构及其设计(共 14 题)	49
第九章	齿轮系及其设计(共 13 题)	61
第十章	其他常用机构、组合机构及其设计(共 6 题)	69
第十一章	机械的运转及其速度波动的调节(共 6 题)	74
第十二章	机械的平衡(共 5 题)	79

大作业(一) 平面连杆机构的运动分析

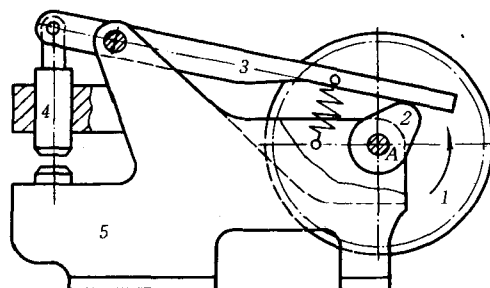
大作业(二) 凸轮机构设计

第二章 平面机构的结构分析

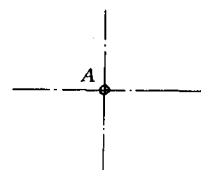
2-1 图 a 所示为一简易冲床的初拟设计方案。设计者的思路是：动力由齿轮 1 输入，使轴 A 连续回转；而固装在轴 A 上的凸轮 2 与杠杆 3 组成的凸轮机构使冲头 4 上下运动，以达到冲压的目的。试绘出其机构运动简图（各尺寸由图上量取），分析是否能实现设计意图，并提出修改方案。

解 1) 取比例尺 μ_l 绘制机构运动简图(图 b)

2) 分析是否能实现设计意图



a)



b) μ_l

3) 提出修改方案(图 c)

c)

想一想：

1. 通过本题，你对在设计新的机械或分析现有机械时，首先要绘制机构的运动简图有什么体会？
2. 计算机构自由度的目的是什么？
3. 当机构的自由度小于 1 时，可通过哪些途径来增加自由度？本题中还可列出哪些简单而又适用的修改方案？

评语

任课教师

批改日期

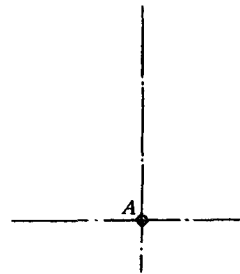
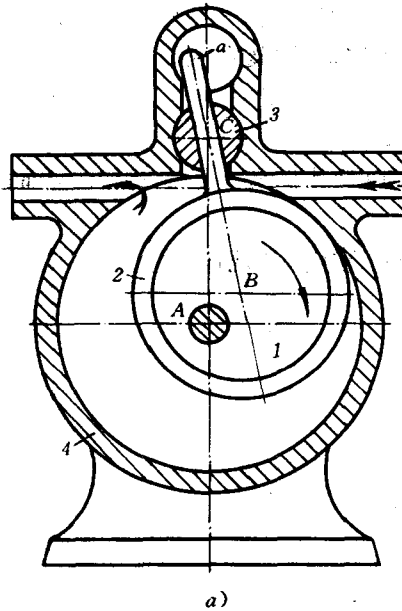
班级

姓名

编号

2-2 试绘出图 *a* 所示偏心回转油泵机构的运动简图(各部分尺寸由图中直接量取)。图中偏心轮 1 绕固定轴心 *A* 转动,外环 2 上的叶片 *a* 在可绕轴心 *C* 转动的圆柱 3 中滑动,将低压油从右端吸入,高压油从左端排出。

解 取比例尺 μ_l 作机构运动简图(图 *b*),并判断该机构是否具有确定运动。



想一想:

通过对本油泵机构运动简图的绘制,你对机构运动简图的作用和优点有何进一步的认识?

评语

任课教师

批改日期

2-3 图 a 所示为一小型压力机。图中, 齿轮 1 与偏心轮 1' 为同一构件, 绕固定轴心 O 连续转动。在齿轮 5 上开有凸轮凹槽, 摆杆 4 上的滚子 6 嵌在凹槽中, 从而使摆杆 4 绕 C 轴上下摆动。同时, 又通过偏心轮 1'、连杆 2、滑杆 3 使 C 轴上下移动。最后通过在摆杆 4 的叉槽中的滑块 7 和铰链 G 使冲头 8 实现冲压运动。试绘制其机构运动简图, 并计算自由度。

解 1) 取比例尺 μ_l 作机构运动简图(图 b)

2) 计算该机构的自由度

$$n =$$

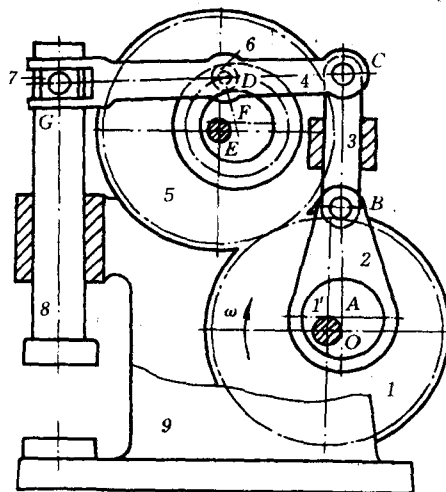
$$p_1 =$$

$$p_h =$$

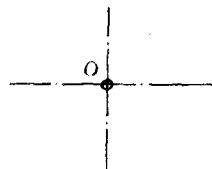
$$p' =$$

$$F' =$$

$$F =$$



a)



b) μ_l

想一想:

1. 齿轮 5 上凸轮凹槽的形状对机构的运动有影响吗? 你是怎样画的? 正确的画法应该怎样?
2. 既然偏心轮 1' 与齿轮 1 为同一构件, 那末不用偏心轮 1' 可以吗? 为什么要用偏心轮?

评语

任课教师

批改日期

2-4 图 a 所示为一具有急回作用的冲床。图中绕固定轴心 A 转动的菱形盘 1 为原动件，其与滑块 2 在 B 点铰接，通过滑块 2 推动拨叉 3 绕固定轴心 C 转动，而拨叉 3 与圆盘 4 为同一构件。当圆盘 4 转动时，通过连杆 5 使冲头 6 实现冲压运动。试绘制其机构运动简图，并计算自由度。

解 1) 取比例尺 μ_l 作机构运动简图(图 b)

2) 计算机构的自由度

$$n =$$

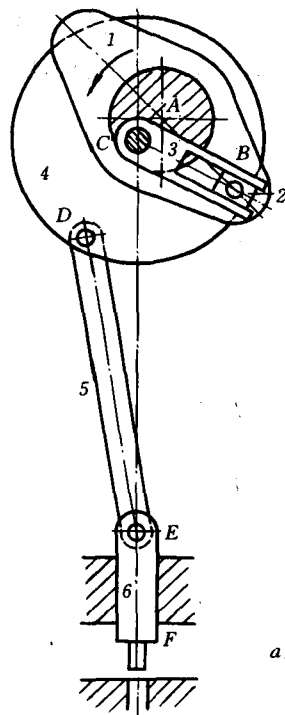
$$p_1 =$$

$$p_h =$$

$$p' =$$

$$F' =$$

$$F =$$



a)



b)

想一想

1. 如何判断菱形盘 1 和滑块 2 是否为同一构件？它们能为同一构件吗？

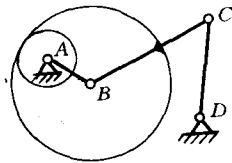
2. 为了使冲头 6 得到上下运动，只要有机件 CDE 就可以了，为什么还要引入机构 ABC？（若暂时不能回答，学过第六章后再回过头来想想。）

评语

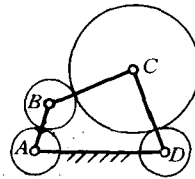
任课教师

批改日期

2-5 试计算图示齿轮-连杆组合机构的自由度。



a)



b)

解

$$n =$$

$$p_1 =$$

$$p_h =$$

$$p' =$$

$$F' =$$

$$F =$$

$$=$$

想一想：

1. 你能看懂这些机构运动简图吗？它们是如何传动的？你不妨再另绘出机构的几个位置，以帮助你观察理解。
2. 在这些机构中有复合铰链、局部自由度和虚约束吗？

$$n =$$

$$p_1 =$$

$$p_h =$$

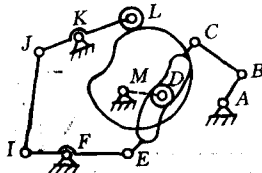
$$p' =$$

$$F' =$$

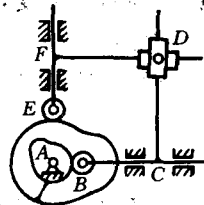
$$F =$$

$$=$$

2-6 试计算图示凸轮-连杆组合机构的自由度。图 a 中铰接在凸轮上 D 处的滚子可在 CE 杆上的曲线槽中滚动；图 b 中 D 处为铰接在一起的两个滑块。



a)



b)

解

$$n =$$

$$p_1 =$$

$$p_h =$$

$$p' =$$

$$F' =$$

$$F =$$

$$=$$

想一想：

1. 在这些机构中有复合铰链、局部自由度和虚约束吗？
2. 图 b 中在 D 处铰接的两个滑块有相对运动吗？如把它们视为一个构件，你能正确计算该机构的自由度吗？

$$n =$$

$$p_1 =$$

$$p_h =$$

$$p' =$$

$$F' =$$

$$F =$$

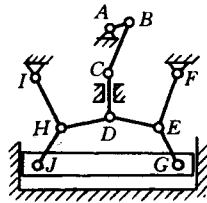
$$=$$

评语

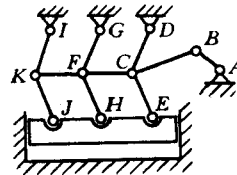
任课教师

批改日期

2-7 试计算图示精压机的自由度。



a)



b)

解

$$n =$$

$$p_1 =$$

$$p_h =$$

$$p' =$$

$$F' =$$

$$F =$$

$$=$$

$$n =$$

$$p_1 =$$

$$p_h =$$

$$p' =$$

$$F' =$$

$$F =$$

$$=$$

想一想：

1. 根据判断机构中是否存在虚约束的知识,你认为这些机构中是否可能存在虚约束?哪些部分会有虚约束?共有几个虚约束?

2. 既然机构中某些部分提供的约束为虚约束,那末这些部分在该机构中起什么作用?

3. 确定机构中虚约束数目的多少有何重要意义?

2-8 图示为一刹车机构。刹车时,操作杆 1 向右拉,通过构件 2、3、4、5、6 使两闸瓦刹住车轮。试计算机机构的自由度,并就刹车过程说明此机构自由度的变化情况。(注:车轮不属于刹车机构中的构件。)

解 1) 未刹车时,刹车机构的自由度

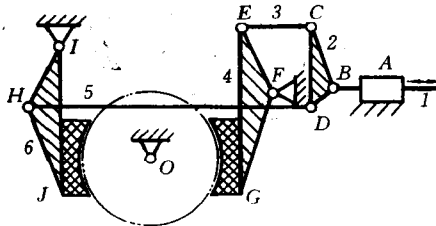
$$F =$$

2) 闸瓦 G、J 之一刹紧车轮时,刹车机构的自由度

$$F =$$

3) 闸瓦 G、J 同时刹紧车轮时,刹车机构的自由度

$$F =$$



想一想：

1. 当机构的自由度为 2,而原动件数为 1 时,机构能有确定的运动吗?它的运动将是怎样的?

2. 为什么刹车机构一般为多自由度机构?

评语

任课教师

批改日期

2-9 试绘制图 a 所示仿人手型机械手的食指机构的机构运动简图(以手掌 8 作为相对固定的机架),并计算自由度。

解 1) 取比例尺 μ_l 作机构运动简图(图 b)

2) 计算自由度

$$n =$$

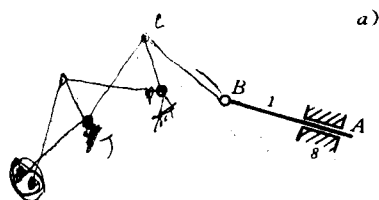
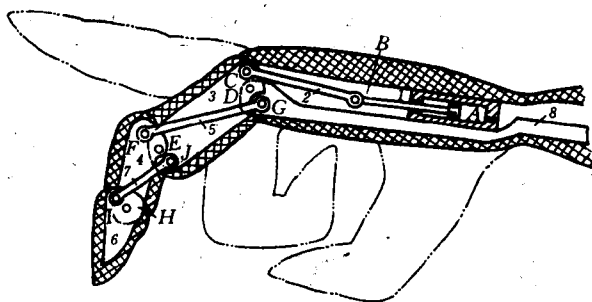
$$p_l =$$

$$p_h =$$

$$p' =$$

$$F' =$$

$$F =$$



想一想:

你能画出食指伸直时的机构运动简图吗?

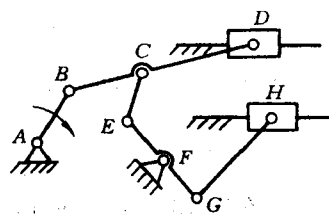
2-10 图示为一内燃机的机构运动简图,试计算自由度,并分析组成此机构的基本杆组。如在该机构中改选 EG 为原动件,试问组成此机构的基本杆组是否与前者有所不同。

解 1) 计算此机构的自由度

$$F =$$

2) 取构件 AB 为原动件时机构的基本杆组组图为

3) 取构件 EG 为原动件时机构的基本杆组组图为



此机构为 _____ 级机构

此机构为 _____ 级机构

想一想:

1. 设已知机构各构件尺寸及原动件的位置,当分别以 AB 为原动件和以 EG 为原动件时,机构运动简图的作图过程有何不同?

2. 由解题结果可以看到,同一机构如取不同的构件为原动件,有可能成为不同级别的机构。这就是说,一个高一级的机构,如取合适的构件为原动件,则有可能降低为低一级的机构,是这样吗? 这在机构运动和力分析方面有什么意义?

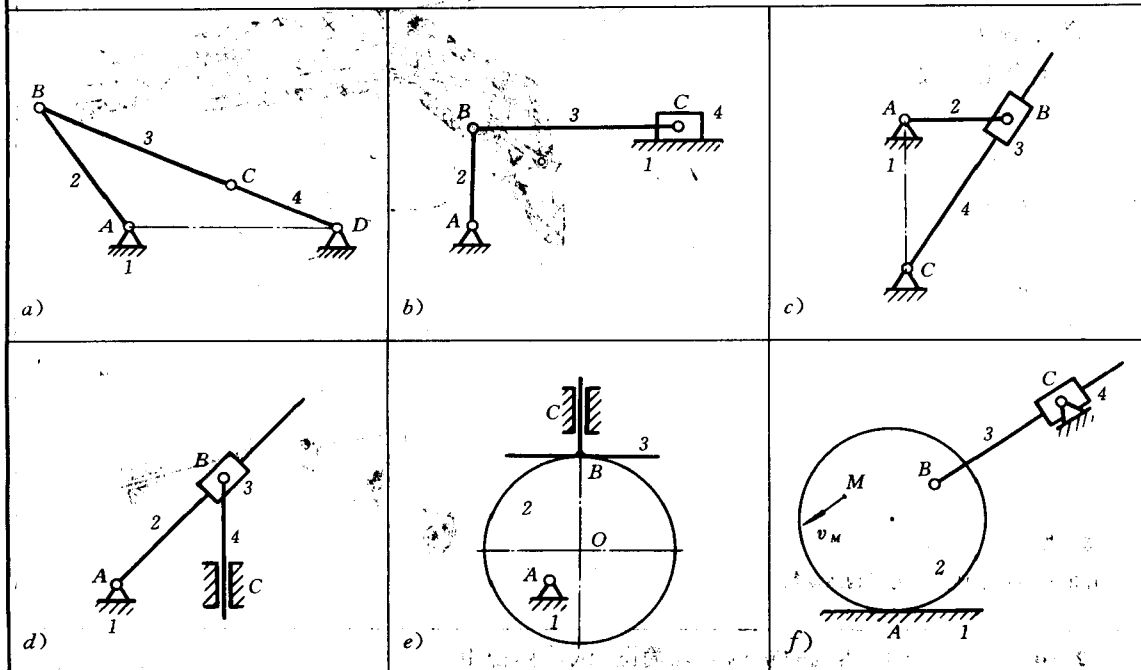
评语

任课教师

批改日期

第三章 平面机构的运动分析

3-1 试求图示各机构在图示位置时全部瞬心的位置(用符号 P_{ij} 直接标注在图上)。



想一想:

1. 在图 e 及 f 所示的机构中,两高副元素之间是否为纯滚动? 它们的瞬心应位于何处?
2. 利用“三心定理”确定待求瞬心的位置时,三个瞬心代表符号的下角标有何关系? 从这种关系中能否找出一种确定待求瞬心位置的简明方法?

3-2 在图示的齿轮-连杆组合机构中,试用瞬心法求齿轮 1 与齿轮 3 的传动比 ω_1/ω_3 。

解 1) 计算此机构所有瞬心的数目

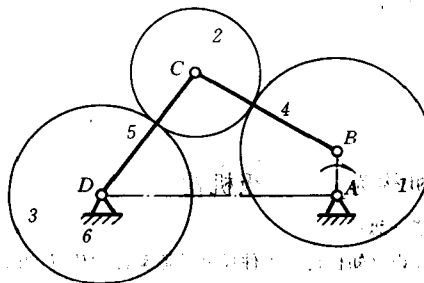
$$K =$$

2) 为了求传动比 ω_1/ω_3 需求出如下三个瞬心(填出下角标)

$$P_{\quad\quad}, P_{\quad\quad}, P_{\quad\quad}.$$

3) 传动比 ω_1/ω_3 计算公式是

$$\frac{\omega_1}{\omega_3} =$$



想一想:

1. 为了满足此题的解题要求,是否需要把此机构的所有瞬心都求出来?
2. 如何建立两构件间的角速度关系? 如何确定两构件角速度方向的关系(如齿轮 1、3 的转向关系)?

评语

任课教师

批改日期

3-3 在图 a 所示的四杆机构中, $l_{AB} = 60\text{mm}$, $l_{CD} = 90\text{mm}$, $l_{AD} = l_{BC} = 120\text{mm}$, $\omega_2 = 10\text{ rad/s}$, 试用瞬心法求:

- 1) 当 $\varphi = 165^\circ$ 时, 点 C 的速度 $\vec{v}_C$;
- 2) 当 $\varphi = 165^\circ$ 时, 构件 3 的 BC 线上速度最小的一点 E 的位置及速度的大小;
- 3) 当 $\vec{v}_C = 0$ 时, φ 角之值(有两个解)。

解 1) 以选定的比例尺 μ_l 作机构运动简图(图 b)。

- 2) 求 $\vec{v}_C$, 定出瞬心 P_{13} 的位置(图 b)

$v_C =$

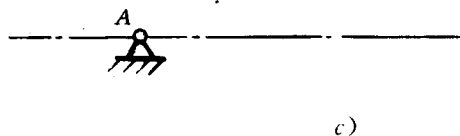
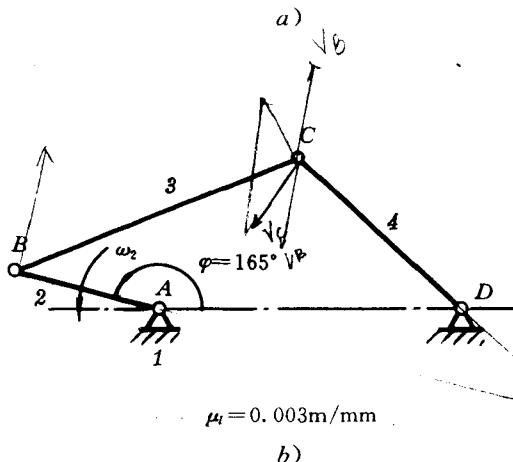
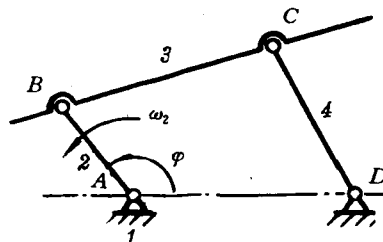
- 3) 定出构件 3 的 BC 线上速度最小的一点 E 的位置

$v_E =$

- 4) 定出 $v_C = 0$ 时机构的两个位置(作于图 c), 量出

$\varphi_1 =$

$\varphi_2 =$



想一想:

1. 要用瞬心法求解某构件(如构件 3)上点的速度, 首先需要定出该构件的何种瞬心?
2. 构件(如构件 3)上某点的速度为零, 则该点一定就是它的什么瞬心?

评语

任课教师

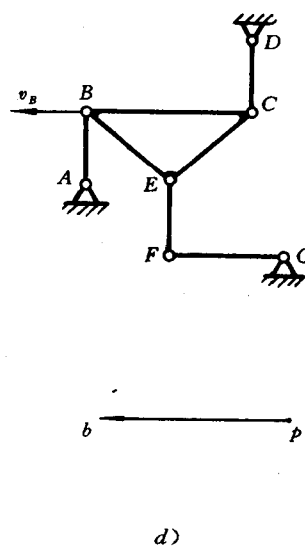
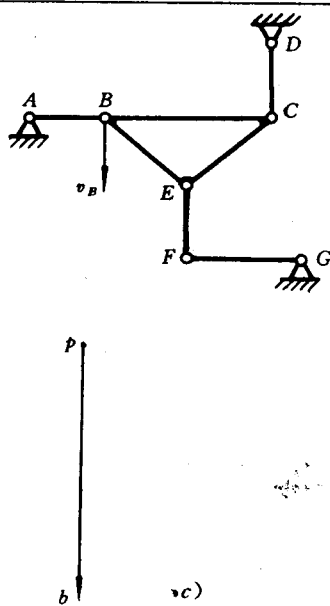
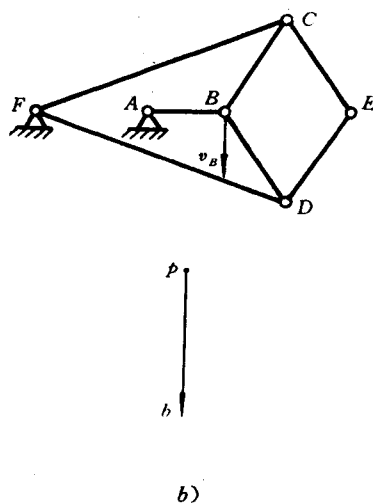
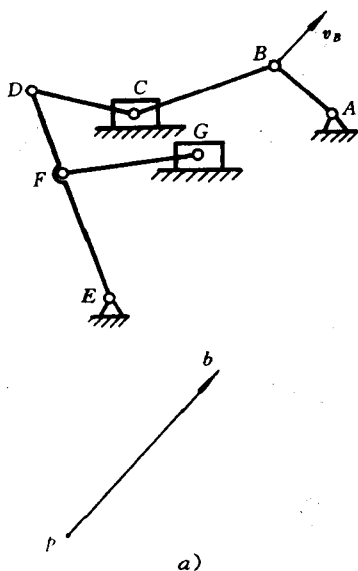
批改日期

班级

姓名

编号

3-4 在图示的各机构中,设已知构件的尺寸及点 B 的速度 $\vec{v}_B$ (即速度矢量 $\vec{pb}$),试作出各机构在图示位置时的速度多边形。



想一想:

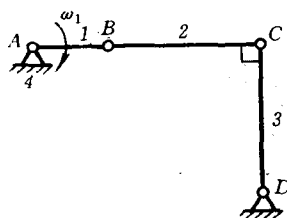
1. 在完成的速多边形中,各机构的每个构件的速度影像各为何? 机架也有影像吗?
2. 上述各机构中,有的机构在图示位置时的速度多边形与该机构的图形有相似之处,是否可以说其速度多边形是该机构的影像?

评语

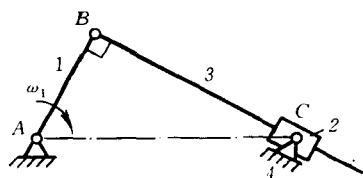
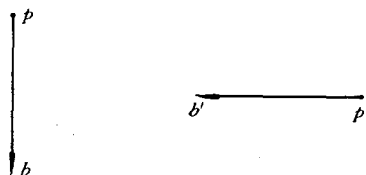
任课教师

批改日期

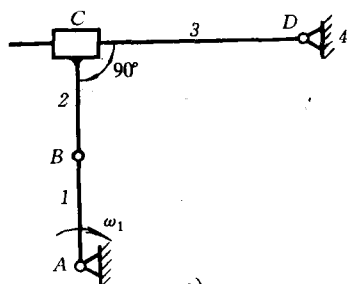
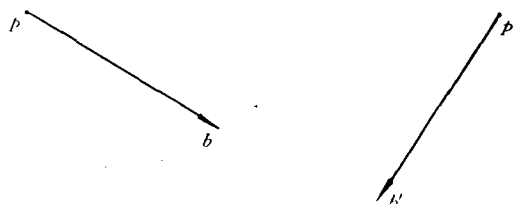
3-5 在图示的各机构中,设已知各构件的尺寸,原动件 1 以等角速度 ω_1 顺时针方向转动。试用图解法求机构在图示位置时构件 3 上 C 点的速度及加速度。



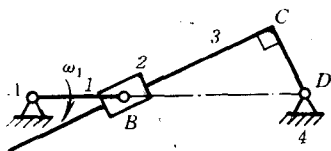
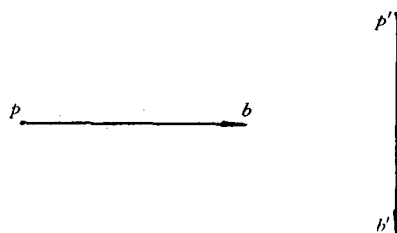
a)



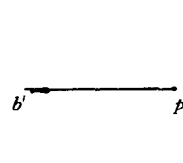
b)



c)



d)



想一想:

1. 在给出的这些机构中,哪些机构中有哥氏加速度?为什么?
2. 在你作出的加速度多边形中,有代表哥氏加速度的矢量吗?如果没有,那末原因何在?

评语

任课教师

批改日期