

高等学校教材

机械原理作业集

赖三彦 邱银福 吴克坚 张融甫 编 赖三彦 主编

高等教育出版社

7
L

高等学校教材

机械原理作业集

赖三彦 梁银福 吴克坚 张融甫 编

赖三彦 主编

江苏工业学院图书馆
藏书章

高等教育出版社

(京) 112号

内 容 简 介

本作业集是在北京工业大学、东南大学等院校多年使用的基础上,并根据国家教委关于高等工业学校机械原理课程教学基本要求,参考当前几本通用的机械原理教材,经广泛征求意见,修改而成的。可供多数学校与现行的《机械原理》教材配套使用。

本作业集共收入《机械原理》各类型作业题约 120 题,题目选择科学、适当,编排合理。可供高等工业学校机械类专业学生完成机械原理课程作业时使用,也可供少学时机械原理或电视大学、职工大学、业余夜大等学生学习机械原理课程使用。

责任编辑:林 梅

高等学校教材

机械原理作业集

赖三彦 邱银福 吴克坚 张融甫 编

赖三彦 主编

*

高等教育出版社出版

新华书店总店科技发行所发行

国防工业出版社印刷厂印装

*

开本787×1092 1/8 印张14.5 字数170 000

1993年2月第1版 1993年5月第1次印刷

印数0 001—3 706

ISBN7-04-004193-6/TH·332

定价 2.10元

前 言

本作业集编写的目的是配合机械原理课程教学,加深学生对机构学和机械动力学的基本概念和基本理论的理解,提高进行机构分析与综合的能力,培养工程计算与解决工程实际问题的能力。

为适应全国广大使用者的需要,本作业集的题目大部分选自目前通用的几种机械原理教材(如:东南大学黄锡恺、郑文纬主编《机械原理》,西北工大孙桓、傅则绍主编《机械原理》等)以及编者根据多年教学经验编写的一些题目。全书共分12章,每一章都配有内容全面、足够数量的习题及阶段小结题。为适应科学技术的发展,配合新编教材的内容,也编入了应用解析法求解的习题。

本作业集的初稿曾在北京工业大学、东南大学及北京科技大学等院校试用,效果良好。经多次修改后定稿。

考虑到各校学时不同及学生程度的差异,本作业集收入的题目有难有易,并有一定余量,可供选择使用,题目、份量顺序搭配均从学生使用方便出发。本作业集可供各高等工业院校机械类学生选用,也可供电视大学、职工大学、业余夜大等学生学习机械原理课程使用。

本作业集由北京工业大学赖三彦、邱银福,东南大学吴克坚、张融甫编写,赖三彦任主编。在编写过程中,曾征求过东南大学郑文纬教授及北京工业大学白师贤教授的意见,并经清华大学方嘉秋副教授审阅,提出了许多宝贵意见,在此一并表示感谢。

由于水平有限,如有不足之处,欢迎各位老师及使用者提出批评及改进意见。

编者

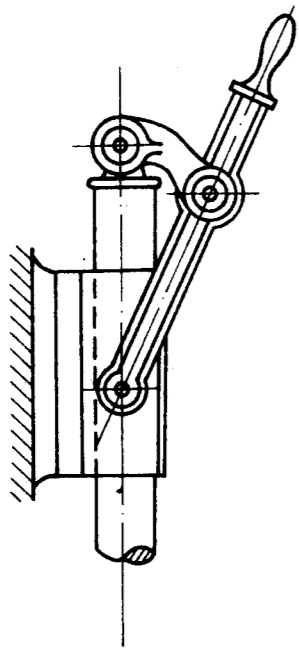
1992年于北京

目 录

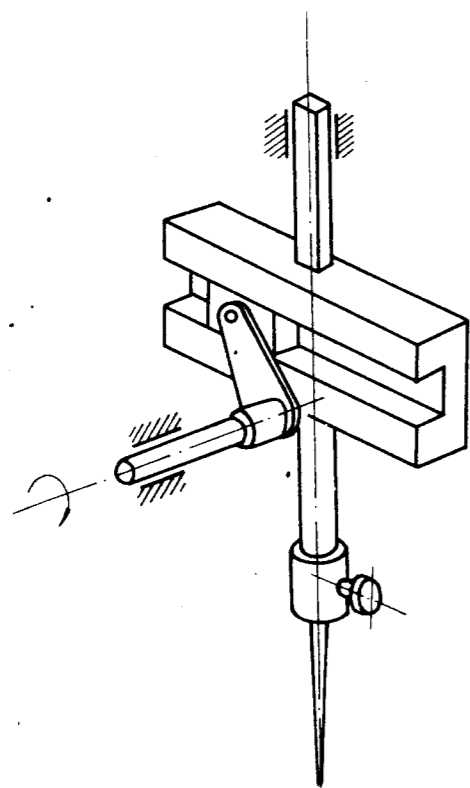
1. 机构的结构分析.....	1
2. 平面机构的运动分析.....	3
3. 平面连杆机构及其设计.....	10
4. 凸轮机构及其设计.....	18
5. 齿轮机构及其设计.....	24
6. 轮系及其设计.....	34
7. 其他常用机构.....	39
8. 机构的选型和组合应用.....	40
9. 平面机构的力分析.....	41
10. 平面机构的平衡.....	47
11. 机器的机械效率.....	49
12. 机器的运转及其速度波动的调节.....	52
参考文献	

1. 机构的结构分析

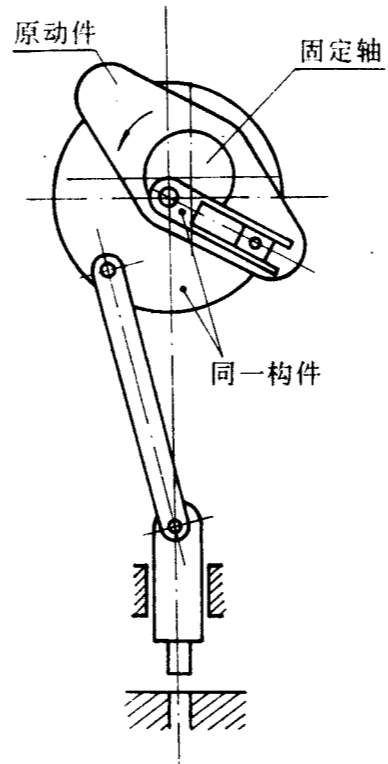
1-1 试画出唧筒机构的运动简图，并计算其自由度。



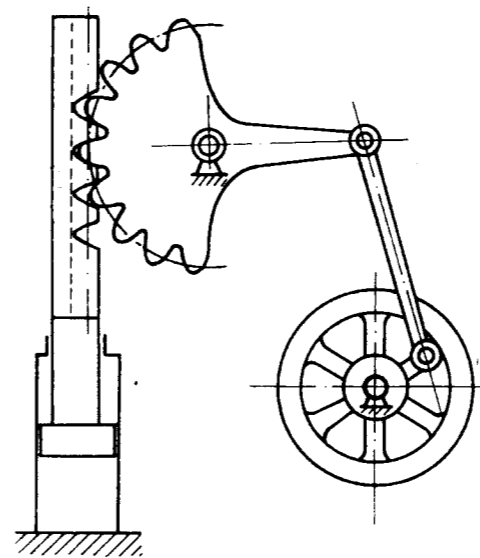
1-2 试画出缝纫机针杆机构的运动简图，并计算其自由度。



1-3 试画出简易冲床的运动简图，并计算其自由度。



1-4 试画出活塞泵机构的运动简图，并计算其自由度。

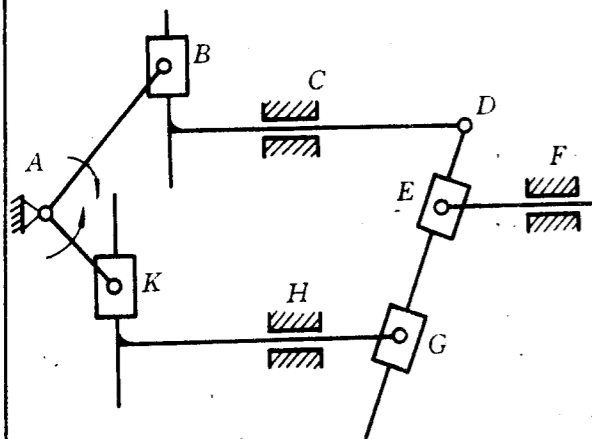


班号		成绩	
学号		教师	
姓名		编号	1

计算图示平面机构的自由度，确定机构所含杆组的数目和级别以及机构的级别。机构中的原动件用箭头表示。并标明注意事项。

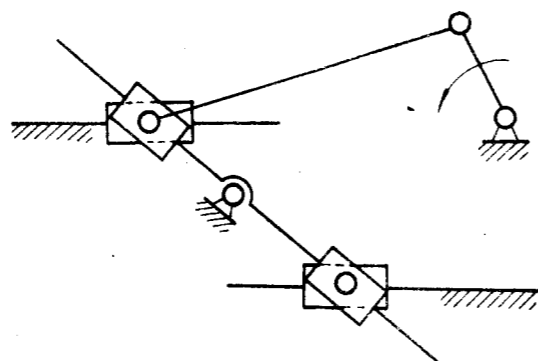
计算图示平面机构的自由度。将其中的高副用低副代替，确定机构所含杆组的数目和级别，以及机构的级别。

1-5



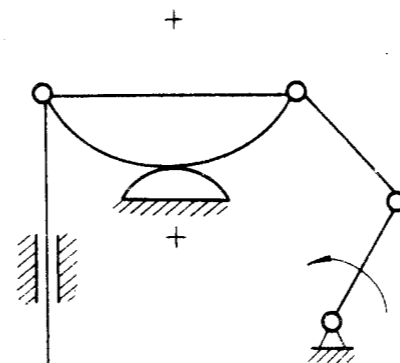
$n =$, $p_L =$, $p_H =$,
 $F =$

1-6



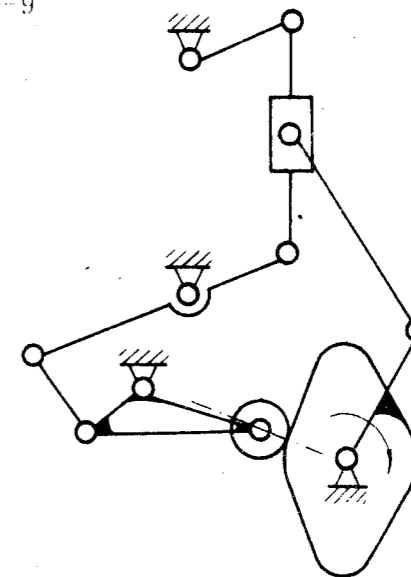
$n =$, $p_L =$, $p_H =$,
 $F =$

1-8



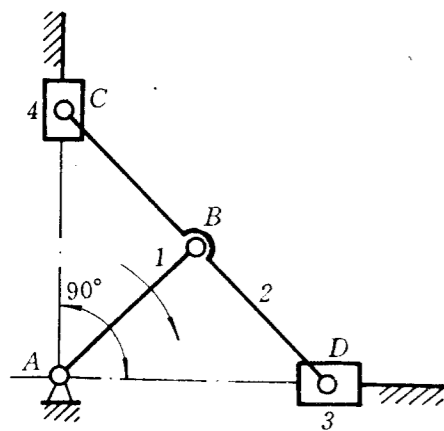
$n =$, $p_L =$, $p_H =$,
 $F =$

1-9



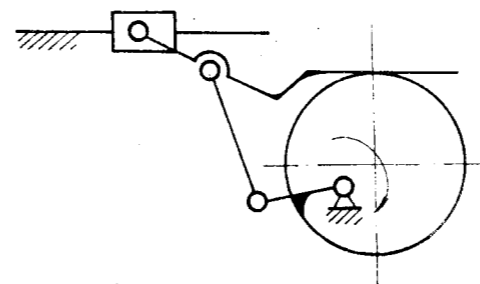
$n =$, $p_L =$, $p_H =$,
 $F =$

1-7 图示椭圆画器机构，已知 $AB=BC=BD$ ，试证滑块4对连杆CD的约束是虚约束，去掉构件4之后计算此机构的自由度。



$n =$, $p_L =$, $p_H =$,
 $F =$

1-10

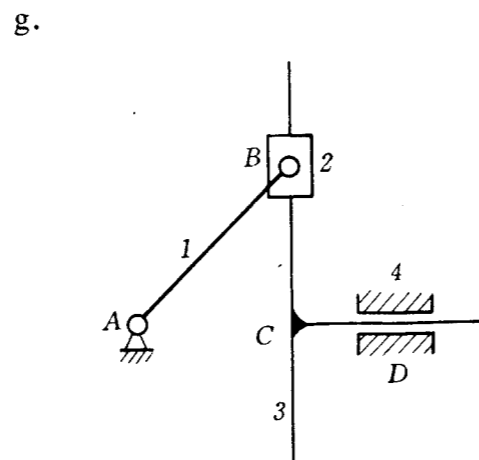
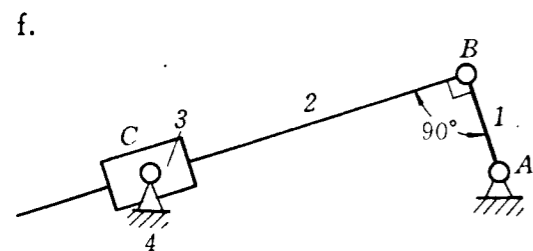
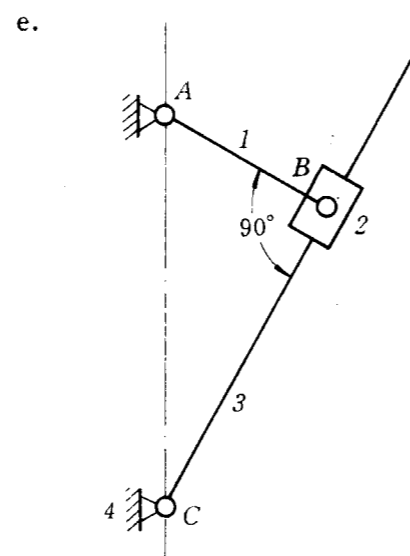
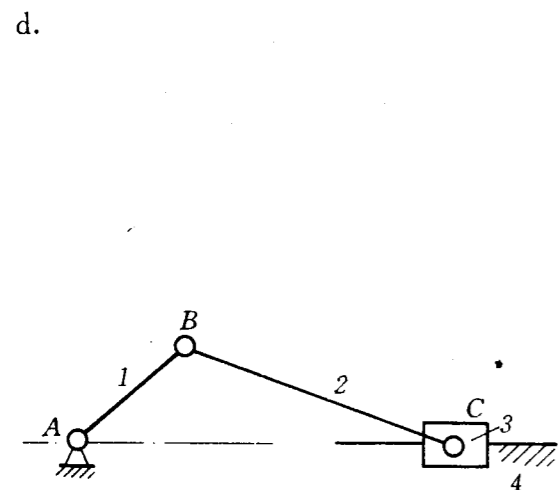
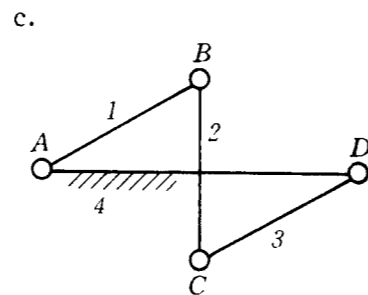
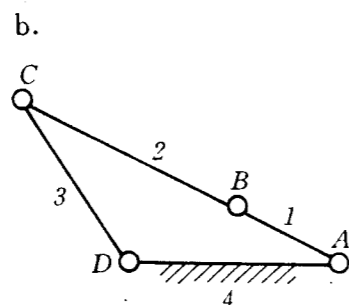
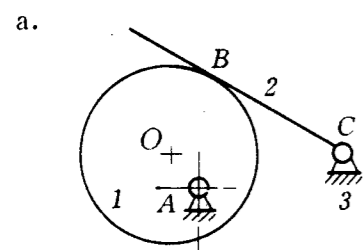


$n =$, $p_L =$,
 $F =$

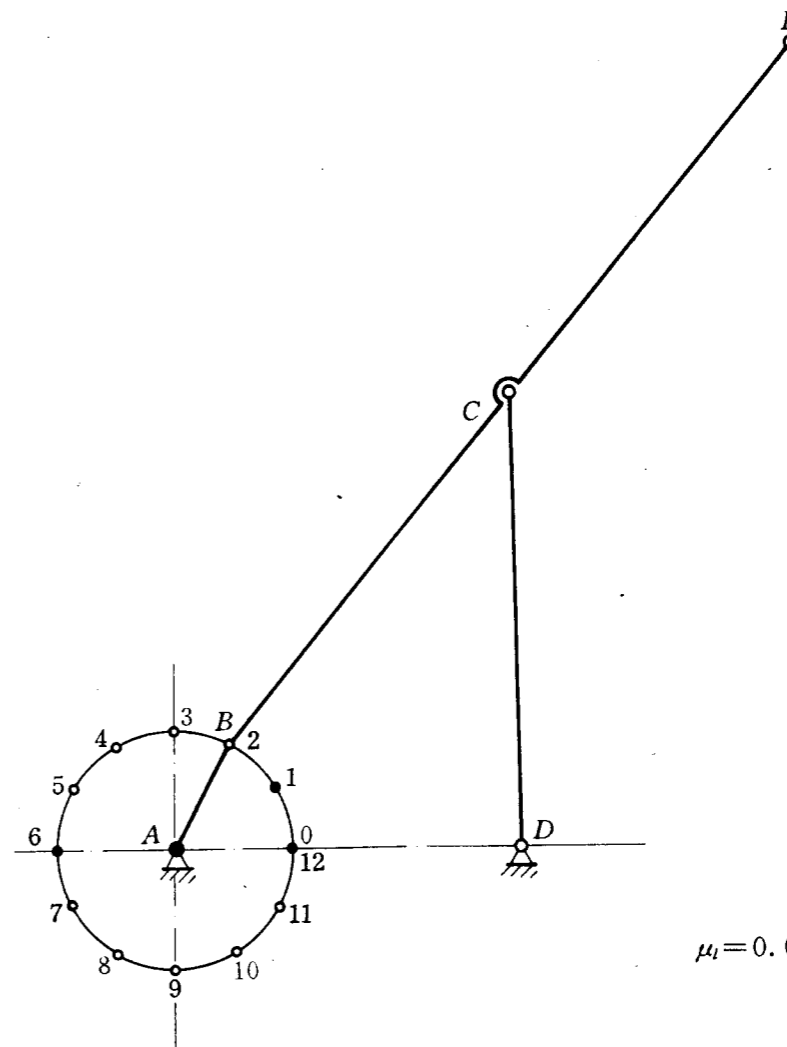
班号		成绩	
学号		教师	
姓名		编号	2

2. 平面机构的运动分析

2-1 试求出下列图示机构中的全部速度瞬心。



2-2 在图示的契贝歇夫直线运动机构中,如果 $l_{AB}=15\text{mm}$, $l_{AD}=45\text{mm}$, $l_{BC}=l_{CD}=l_{CE}=60\text{mm}$, 试画出其连杆上点 E 的轨迹。

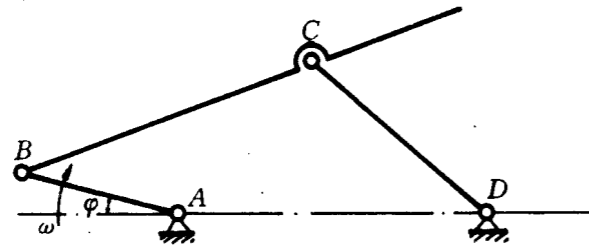


$$\mu_l = 0.001 \frac{\text{m}}{\text{mm}}$$

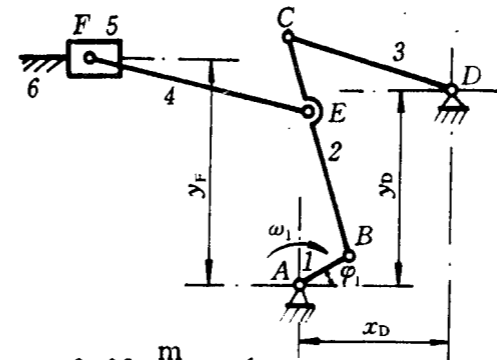
班号		成绩	
学号		教师	
姓名		编号	3

2-3 在图示的四杆机构中, $l_{AB} = 65\text{mm}$, $l_{DC} = 90\text{mm}$, $l_{AD} = l_{BC} = 125\text{mm}$, $\omega = 10\text{rad/s}$ 。试用瞬心法求:

- 1) 当 $\varphi = 15^\circ$ 时, 点 C 的速度 v_C ;
- 2) 当 $\varphi = 15^\circ$ 时, 构件 BC 上(即 BC 线上或其延长线上)速度最小的一点 E 的位置及其速度的大小;
- 3) 当 $v_C = 0$ 时, φ 角之值。



2-4 在图示干草压缩机中, 已知 $\omega_1 = 5\text{rad/s}$, $l_{AB} = 150\text{mm}$, $l_{BC} = 600\text{mm}$, $l_{CE} = 200\text{mm}$, $l_{CD} = 460\text{mm}$, $l_{EF} = 600\text{mm}$, $x_D = 400\text{mm}$, $y_D = 500\text{mm}$, $y_F = 600\text{mm}$, $\varphi_1 = 30^\circ$ 。求活塞 5 的速度和加速度, 杆 4 的角速度和角加速度。



$$\mu_l = 0.02 \frac{\text{m}}{\text{mm}}$$

$$\mu_v = 0.017 \frac{\text{m/s}}{\text{mm}} \quad \bullet p$$

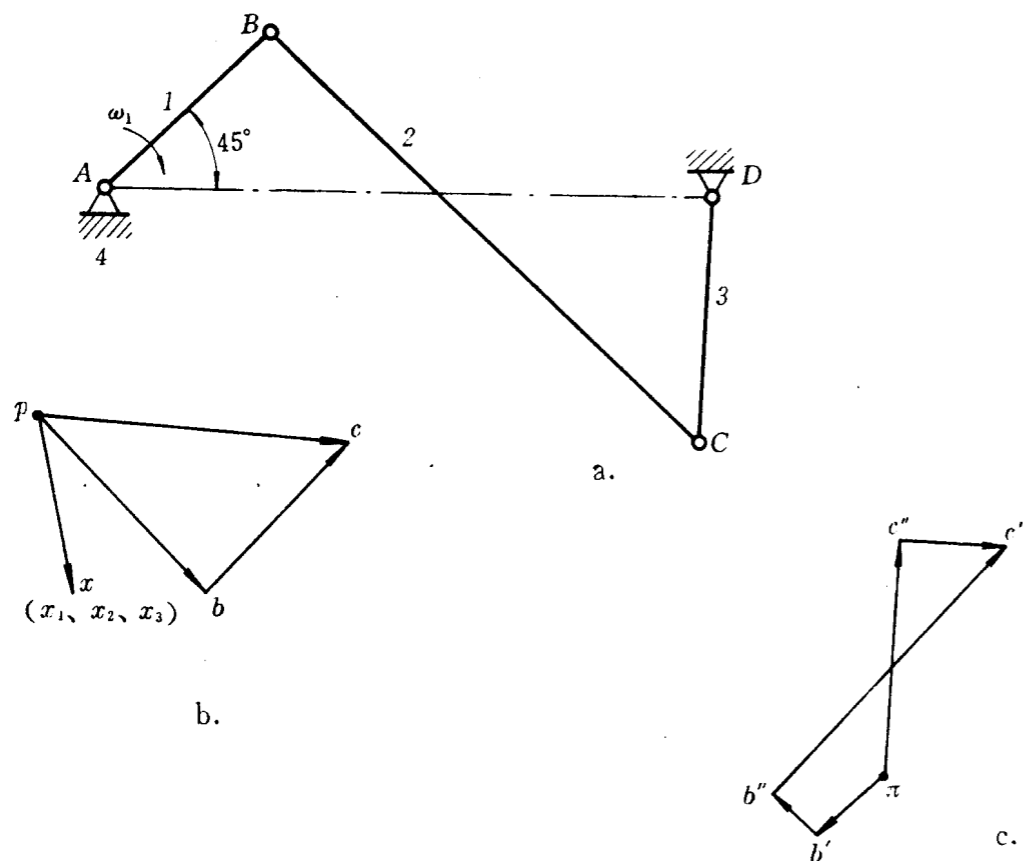
$$\mu_a = 0.09 \frac{\text{m/s}^2}{\text{mm}}$$

$\bullet \pi$

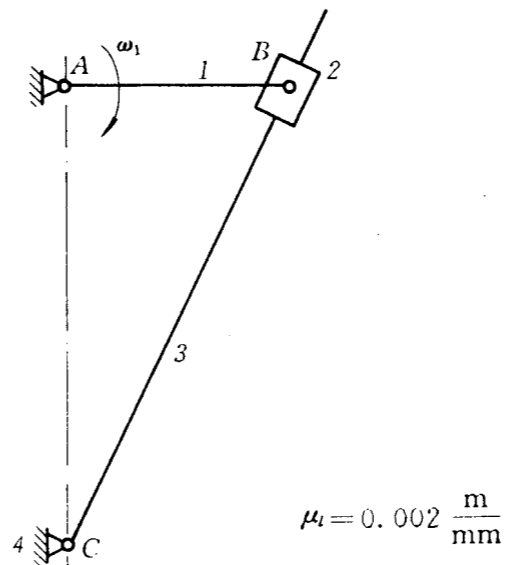
班号		成绩	
学号		教师	
姓名		编号	4

2-5 已知铰链四杆机构的位置及尺寸如图 a 所示, 现已作出其速度多边形图 b 和加速度多边形图 c。试在图中求出:

1. 构件 1、2、3 上速度为 v_x 的点 X_1 、 X_2 、 X_3 的位置;
2. 构件 2 上加速度为零的点 Q_2 的位置, 并在速度多边形图 b 上找出点 q_2 ;
3. 构件 2 上速度为零的点 M_2 的位置, 并在加速度多边形图上找出点 m_2 。



2-6 在图示摆动导杆机构中, 已知 $\angle BAC=90^\circ$, $l_{AB}=60\text{mm}$, $l_{AC}=120\text{mm}$, 曲柄 AB 的等角速度 $\omega_1=30\text{rad/s}$, 求构件 3 的角速度和角加速度。



$$\mu_l = 0.002 \frac{\text{m}}{\text{mm}}$$

p•

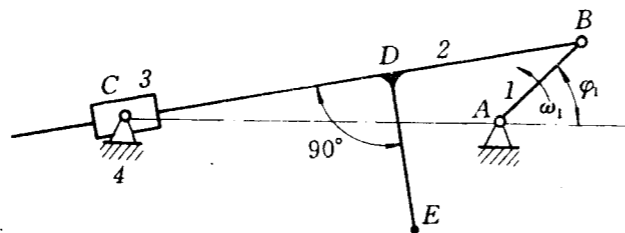
$$\mu_v = 0.04 \frac{\text{m/s}}{\text{mm}}$$

• π

$$\mu_a = 1.2 \frac{\text{m/s}^2}{\text{mm}}$$

班号		成绩	
学号		教师	
姓名		编号	5

2-7 在图示曲柄摇块机构中, 已知 $l_{AB}=30\text{mm}$, $l_{AC}=100\text{mm}$, $l_{DE}=40\text{mm}$, $l_{BD}=50\text{mm}$, $\varphi_1=45^\circ$, 等角速度 $\omega_1=10\text{rad/s}$, 求点 E 的速度和加速度以及构件 3 的角速度和角加速度。



$$\mu_l = 0.002 \frac{\text{m}}{\text{mm}}$$

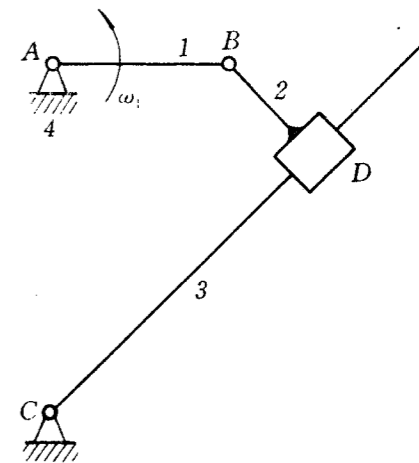
$$\mu_v = 0.0067 \frac{\text{m/s}}{\text{mm}}$$

• p

• π

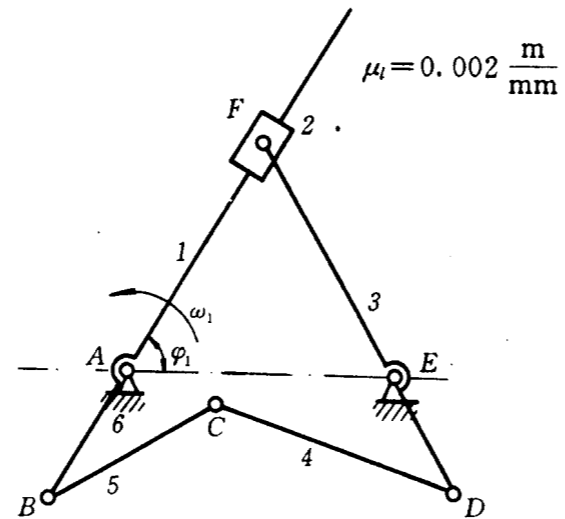
$$\mu_a = 0.033 \frac{\text{m/s}^2}{\text{mm}}$$

2-8 已知图示机构的位置及尺寸, $\omega_1 = \text{常数}$, 用相对运动图解法求 ω_3, α_3 。
(画出机构的速度、加速度多边形, 并写出必要的向量方程式及计算式。)



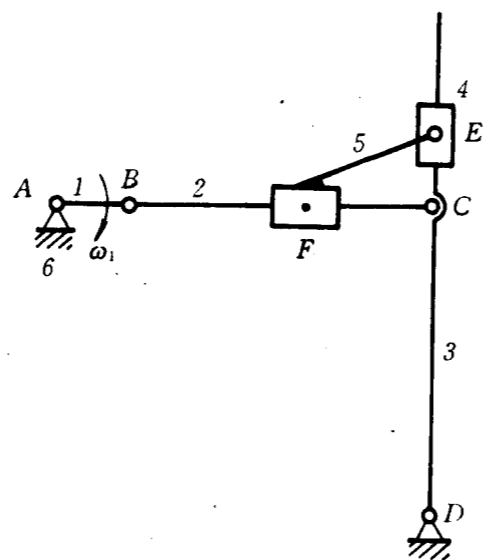
班号		成绩	
学号		教师	
姓名		编号	6

2-9 在图示机构中, 已知 $l_{AE} = 70\text{mm}$, $l_{AB} = 40\text{mm}$, $l_{EF} = 70\text{mm}$,
 $l_{DE} = 35\text{mm}$, $l_{CD} = 75\text{mm}$, $l_{BC} = 50\text{mm}$, $\varphi_1 = 60^\circ$, 原动件以
 等角速度 $\omega_1 = 10\text{rad/s}$ 回转。试以图解法求点 C 的速度 v_C 和加
 速度 a_C 。
 (建议取比例尺 $\mu_v = 0.025 \frac{\text{m/s}}{\text{mm}}$, $\mu_a = 0.5 \frac{\text{m/s}^2}{\text{mm}}$ 。)



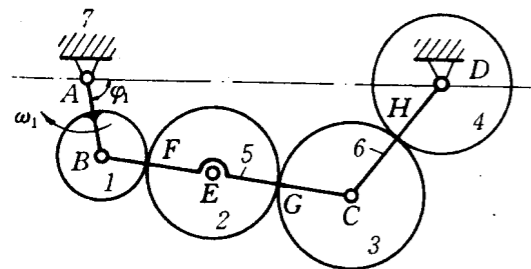
班号		成绩	
学号		教师	
姓名		编号	7

2-10 在图示机构中, 已知 $l_{AB}=100\text{mm}$, $l_{BC}=l_{CD}=400\text{mm}$, $l_{EF}=200\text{mm}$,
 $\angle BCD=90^\circ$, $\angle CFE=30^\circ$, $\omega_1=100\text{rad/s}$, 试求机构在图示位置
 时的角速度 ω_5 、速度 v_{E4} 、角加速度 α_5 和加速度 a_{E4} 。



班号		成绩	
学号		教师	
姓名		编号	8

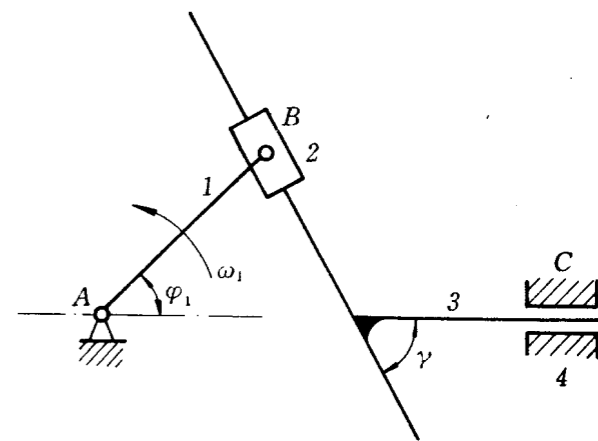
2-11 图示亚麻收割机传动机构，是由曲柄摇杆机构和四个齿轮组成。齿轮 1 与曲柄 AB 刚性相连，齿轮 2、3、4 活套在 E、C、D 三根轴上，DC 为摇杆，齿轮 4 作摆动，它正向摆动的角度比反向摆动角度大些，由此传递运动。已知 $l_{AB}=200\text{mm}$ ， $l_{BC}=658\text{mm}$ ， $l_{BE}=299\text{mm}$ ， $l_{CD}=380\text{mm}$ ， $l_{AD}=930\text{mm}$ ， $l_{BF}=130\text{mm}$ ， $\varphi_1=80^\circ$ ，等角速度 $\omega_1=10\text{rad/s}$ ，求 ω_4 和 ω_6 (F、G、H 是齿轮上两轮节圆的切点)。(用图解法。)



$$\mu_l = 0.02 \frac{\text{m}}{\text{mm}}$$

$$\mu_v = 0.1 \frac{\text{m/s}}{\text{mm}}$$

2-12 在图示机构中，已知 $\varphi_1=45^\circ$ ，等角速度 $\omega_1=100\text{rad/s}$ ，方向为逆时针方向， $l_{AB}=4\text{m}$ ， $\gamma=60^\circ$ 。求构件 2 的角速度 ω_2 和构件 3 的速度 v_3 。(用解析法。)



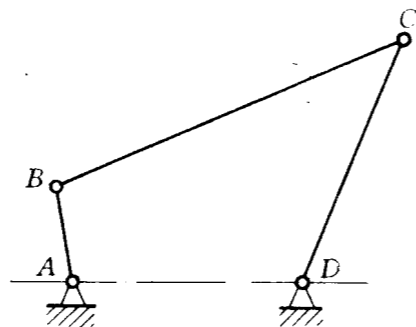
班号		成绩	
学号		教师	
姓名		编号	9

3. 平面连杆机构及其设计

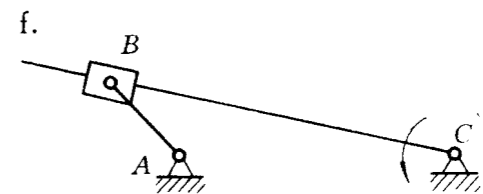
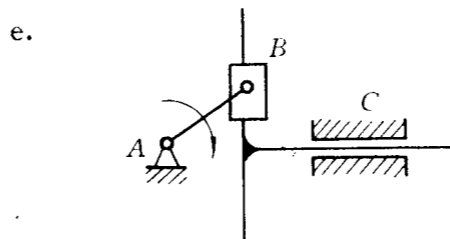
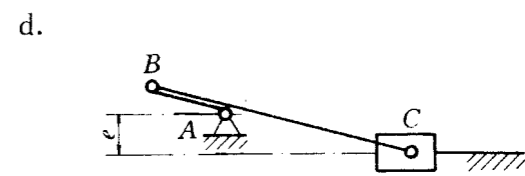
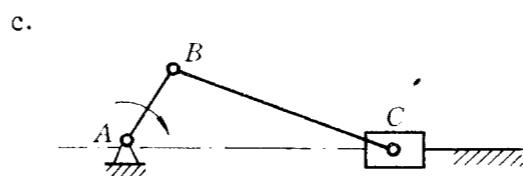
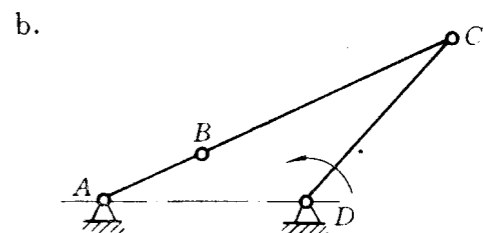
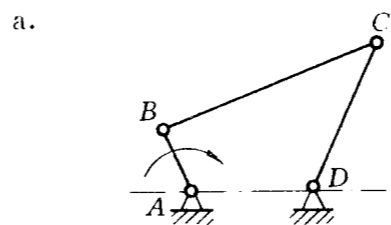
3-1 在图示铰链四杆机构中, 已知: $l_{BC}=50\text{mm}$, $l_{CD}=35\text{mm}$, $l_{AD}=30\text{mm}$, AD 为机架。

1. 若此机构为曲柄摇杆机构, 且 AB 为曲柄, 求 l_{AB} 的最大值;
2. 若此机构为双曲柄机构, 求 l_{AB} 的最小值;
3. 若此机构为双摇杆机构, 求 l_{AB} 的数值范围。

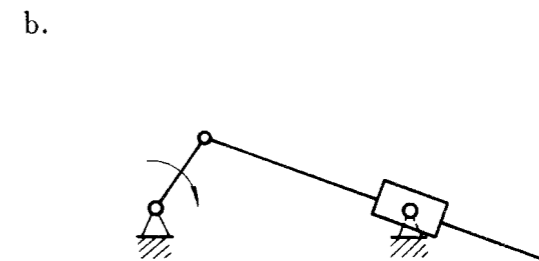
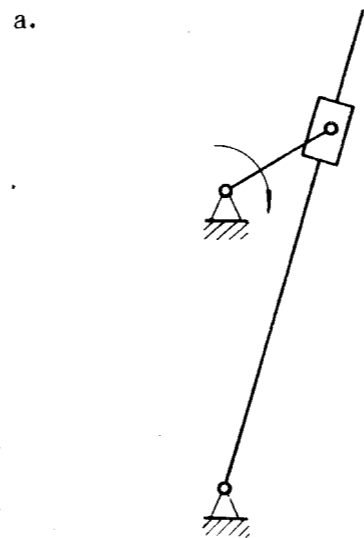
(答: $3.15\text{mm} < l_{AB} < 45\text{mm}$, $55\text{mm} < l_{AB} < 115\text{mm}$)



3-2 试分别标出下列机构图示位置时的压力角和传动角, 箭头标注的构件为主动件。

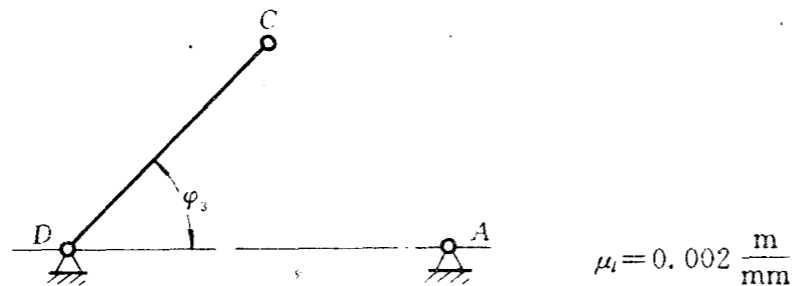


3-3 试用作图法画出下列机构的极位夹角 θ 及从动件的摆角 ψ 。

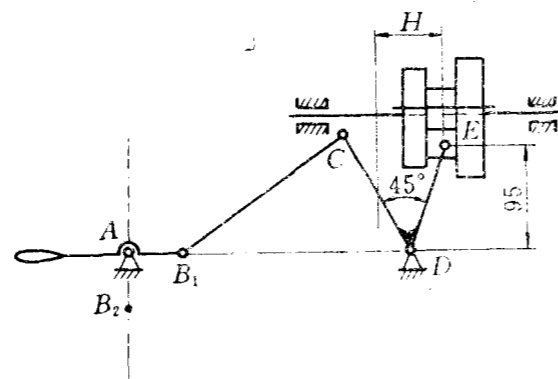


班号		成绩	
学号		教师	
姓名		编号	10

3-4 设计一铰链四杆机构。已知其摇杆 CD 的长度 $l_{CD}=75\text{mm}$ ，行程速度变化系数 $K=1.5$ ，机架 AD 的长度 $l_{AD}=100\text{mm}$ ，摇杆的一个极限位置与机架间的夹角 $\varphi_3=45^\circ$ ，求曲柄的长度 l_{AB} 和连杆的长度 l_{BC} 。

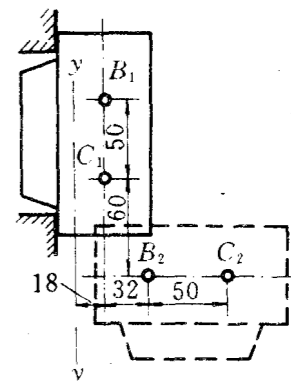


3-5 图示为机床变速箱操纵机构。已知滑动齿轮行程 $H=60\text{mm}$ ， $l_{DE}=100\text{mm}$ ， $l_{CD}=120\text{mm}$ ， $l_{AD}=250\text{mm}$ ，其相互位置如图。当滑动齿轮在行程的另一端时，操纵手柄为铅垂方向。试用图解法设计此机构，求出 l_{AB} 和 l_{BC} 的杆长。(自选比例尺)



3-6 图示为铰链四杆机构作为加热炉炉门的启闭机构。炉门上两铰链的中心距为 $BC=50\text{mm}$ ，炉门打开后成水平位置时要求炉门的外边朝上，固定铰链装在 yy 轴线上，其相互位置的尺寸如图上所示。试设计此机构，求出各杆长度。

(建议取 $\mu_l=0.001\text{m/mm}$ 。)

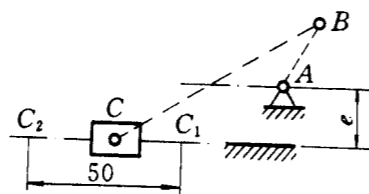


(mm)

l_{AB}	l_{CD}	l_{AD}

班号		成绩	
学号		教师	
姓名		编号	11

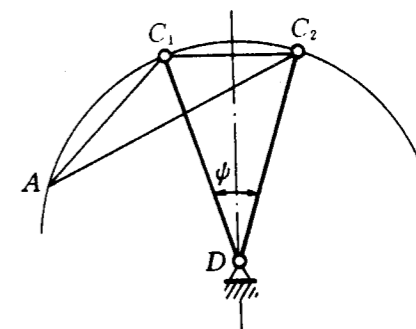
3-7 设计一偏置曲柄滑块机构。已知滑块的行程速度变化系数 $K=1.5$ ，滑块的冲程 $l_{C_1C_2}=50\text{mm}$ ，导路的偏距 $e=20\text{mm}$ ，求曲柄长度 l_{AB} 和连杆长度 l_{BC} 。



$$\mu_l = 0.001 \frac{\text{m}}{\text{mm}}$$

3-8 设计一曲柄摇杆机构。已知其摇杆 CD 的长度 $l_{CD}=290\text{mm}$ ，摇杆两极限位置间的夹角 $\psi=32^\circ$ ，行程速度变化系数 $K=1.25$ 。若曲柄的长度 $l_{AB}=75\text{mm}$ ，求连杆的长度 l_{BC} 和机架的长度 l_{AD} ，并校验 γ_{\min} 是否在允许值范围内。

(答: $l_{BC}=176\text{mm}$, $l_{AD}=278.7\text{mm}$)



班号		成绩	
学号		教师	
姓名		编号	12