



机械原理习题 及作业汇编

E. C. 別茲魏謝尔尼著

张世民译

人民教育出版社



机械原理习题及作业汇编

E. C. 別茲魏謝尔尼著

张世民译

人民教育出版社

本书系根据苏联国立哈尔科夫大学出版社 (Издательство Харьковского государственного университета) 出版的 Е. С. 別茲魏謝尔尼 (Е. С. Безвесельный) 著“机械原理习题及作业汇编”(Сборник задач и заданий по теории механизмов и машин) 1958 年版译出。原书經乌克兰苏維埃社会主义共和国高等教育部推荐作为高等工业学校教学参考书。

书中引用了很多从农业机械、紡織机械、矿山机械、鍛压机械等制造业中收集来的机构簡图, 还引用了机床、起重机、食品机械、印刷机械、时計、留声机、鑄造机械、电影机、照像机等机构簡图。

书中有些内容是譯者根据我国的具体情况而加以增删的, 但为了尽量少牵动原文及由于資料的不足, 更动的地方并不很多。

本书可供高等工业学校(包括业余及函授学校)学生和工程技术人员参考之用。

机械原理习题及作业汇编

Е. С. 別茲魏謝尔尼著

張世民譯

北京市书刊出版业营业許可証出字第2号

人民教育出版社出版(北京景山东街)

京华印书局印装

新华书店北京发行所发行

各地新华书店經售

统一书号 K15010·815 开本 787×1092 $\frac{1}{16}$ 印张 20 $\frac{1}{4}$

字数 181,000 印数 5,001—6,500 定价 (7) ¥1.90

1959 年10月第1版 1963 年11月北京第3次印刷

序

机械原理課程对于高等学校的学生來說,正如經驗所表明的那样,是最难的課程之一。教学过程的直觀性和理論接近实际,有助于引起学生对課程的兴趣,从而能帮助学生很好地掌握这門課程。

学习机械原理課程的基本目的,是教会未来的工程师能独立解决那些将会在生产中遇見的問題,这可以通过在习题課上和課外独立解题的办法来达到。解题能够巩固理論知識,能帮助学生很好地掌握課程并能把理論运用到实际中去。

这本机械原理习题及作业汇编,基本上符合于苏联高等教育部面授与函授的高等工业学校机器制造专业、力学专业以及其他专业所用的教学大綱。

由于作者考虑到本书不仅可供学生学习之用,而且也可供广大的工程技术人员独立提高自己知識之用,所以很多习题在分量上和复杂程度上都稍微超出了高等学校教学大綱的范围和学生的知識。因此,在本书中收集了一些生产人員也感兴趣的习题。

教学計劃和教学大綱除了規定听課之外,还規定有习题課、計算制图作业、課程設計和考試。在习题課上,通常是解一些不需要很多图解作图的題目。而需要进行大量图解作图的題目,則以計算制图作业或檢查性作业和課程設計的形式給学生。本习题作业汇编中給出:典型习题求解的例子和进行計算制图作业的样張;推荐給学生供自我檢查准备考試用的整套习题;以及在考查或考試时必须能回答出来的机械原理課程方面的問題。

本习题作业汇编选用了机器制造业各个不同部門中的很多机构,这类机构的数目是非常多的。本书沒有詳細叙述各种机构的結構和工作情况,这是因为学生应该学会不用教本就能独立地認識机构簡图。

用来作为题目的相当大一部分机构和資料,是从工厂、学校的資料中以及从有关书刊中引用来的。

本习题作业汇编中所列的各种机构是多样的,这将会使学生——未来的工程师,以及主持习题課的教师的学識得到提高。

大多数的习题和作业題都是以完整的插图來說明的,这样就增强了教学过程的直觀性和有助于很好地理解題目,同时这对还没具备专业知識的二、三年級学生來說,尤其重要。

教师在指定学生解一些規定的項目后,可酌情减少题目的分量。

本习题作业汇编中沒有包括課程設計的題目,因为作者愿以单行本的形式来出

版。但是在进行課程設計时,本书也能广泛地加以利用。

作者曾得到技术科学副博士 Д. И. 柯斯秋克 (Костюк) 副教授的支持和宝贵的意見, 并曾征得以下几位評閱者的宝贵指示: 技术科学博士 В. Т. 賽列达 (Середа) 教授、技术科学副博士 Г. И. 李特文 (Литвин) 和責任編輯的技术科学副博士 А. П. 柯斯秋克 (Костюк) 副教授, 謹向他們表示感謝, 并致以深刻的敬意。

作者很高兴地希望能得到有关改善本习题作业汇编的各种批評性意見, 并請按下列地址寄交作者: Харьков, 20, Липовая Роща, Лысенко, 47, Е. С. Безвесельному.

应用的符号

序 号	字 母 符 号	因 次	量 的 意 义
机 构 结 构 学			
1	W	—	活动度
2	n	—	活动构件的数目
3	k	—	构件的总数目
4	$p_1, p_2, p_3, \dots$	—	1、2等级的运动付的数目
5	H	—	运动链的自由度数
6	$1, 2, 3, \dots, k, n$	—	构件号碼
7	$(1, 2), (2, 3)$	—	运动付
8	A, B, C	—	构件的点
9	L_{AB}, l_{AB}	—	构件上点A和点B之间的间隔
10	L_2, l_2	—	号碼为2的构件的长度
11	XX, YY, ZZ	—	XX, YY, ZZ 方向的直綫
12	X, Y	—	点的坐标
机 构 运 动 学			
1	e	公尺, 公厘	偏心距(偏移)
2	$r, r_1, r_2, \dots$	” ”	曲柄(构件)的半径
3	S	” ”	位移(距离)
4	V	公尺/秒	速度
5	W	公尺/秒 ²	加速度
6	φ	弧度, 度	轉角
7	ω	弧度/秒	角速度
8	ϵ	弧度/秒 ²	角加速度
9	w^n	公尺/秒 ²	法向加速度
10	w^t	”	切向加速度
11	μ_s	公尺/公厘	位移比例尺
12	μ_v	公尺秒 ⁻¹ /公厘	速度比例尺
13	μ_w	公尺秒 ⁻² /公厘	加速度比例尺
14	μ_l	公尺/公厘	长度比例尺
15	n	轉/分	每分鐘的轉数
16	ρ_K	公厘	曲綫上K点的曲率半径
17	T	秒	机构的运动周期
18	$\overline{T}$	公厘	机构运动周期的比例量
19	$\overline{S}, \overline{V}, \overline{W}$	”	位移、速度、加速度的比例量
20	$h_1, h_2(k_1, k_2)$	”	极距
21	V_a, V_A	公尺/秒	点A的速度
22	W_a, W_A	公尺/秒 ²	点A的加速度
23	H	公厘	滑块行程
机构的动态静力学和动力学			
1	f	—	滑动摩擦系数
2	k	公分	滚动摩擦系数
3	G_1, G_2	公斤	构件1、2的重量
4	I_s	公斤公尺·秒 ²	对通过点S(构件重心)的軸的构件轉动惯量

序 号	字 母 符 号	因 次	量 的 意 义
5	I_H	公斤公尺·秒 ²	等效转动惯量
6	m_H	公斤·秒 ² /公尺	等效质量
7	M_H	公斤公尺	惯性力矩
8	M_δ	”	驱动力矩
9	M_H	”	等效力矩
10	M_0	”	阻力矩
11	M_Y	”	平衡力偶(或力)矩
12	N	馬力, 瓩	功率
13	P_δ	公斤	驱动力
14	P_H	”	惯性力
15	P_{H1}, P_{H2}	”	号码为 1、2 的构件的惯性力
16	$P_1, P_2, \dots$	”	作用在号码为 1、2 的构件上的力
17	R_{12}, P_{12}	”	构件 1 作用在构件 2 上的反力
18	P_H	”	等效力
19	P_0, Q	”	阻力
20	P_Y	”	平衡力
21	E	公斤公尺	动能
22	γ	度	传动角
23	δ	—	机组运转的不均匀系数
24	η	—	效率
25	μ_p	公斤/公厘	力的比例尺
26	μ_A	公斤公尺/公厘	功的比例尺
27	μ_m	公斤公尺 ⁻¹ 秒 ² /公厘	质量比例尺
28	λ	度	螺旋的升角
29	K	—	螺旋的头数
齿 輪 机 构			
1	P		啮合极点
2	A	公厘	中心距
3	c	”	径向间隙
4	D_e	”	顶圆直径
5	D_t	”	根圆直径
6	d	”	节圆直径
7	d_δ	”	分度圆直径
8	d_0	”	基圆直径
9	R_e	”	顶圆半径
10	R_t	”	根圆半径
11	r	”	节圆半径
12	r_δ	”	分度圆半径
13	r_0	”	基圆半径
14	s	”	分度圆弧上的齿厚
15	s_e	”	分度圆弧上的齿间宽
16	t	”	啮合周节
17	$t_n(t_s)$	”	法面(端面)周节
18	f	—	齿高系数
19	h	公厘	齿高

序 号	字 母 符 号	因 次	量 的 意 义
20	h'	公厘	齿顶高
21	h''	”	齿根高
22	h_3	”	工作深度
23	i	—	传动比
24	m	公厘	啮合模数
25	k	—	行星轮数目
26	p	—	径节
27	$m_n(m_g)$	公厘	法面(端面)模数
28	z	—	齿数
29	$\alpha_n(\alpha_g)$	度	法面(端面)啮合角
30	$\alpha(\alpha_0)$	”	刀具啮合角
31	β	”	节圆柱(或分度圆柱)上的齿的倾斜角
32	ξ	—	修正(移距)系数
33	λ	—	中心距的相对变化
34	δ	度	锥体齿轮传动的轴间夹角
35	H	—	行星或差动机构的系杆(轮架)
36	γ	度	齿轮的角距
37	σ	—	齿廓的比滑
凸 輪 机 构			
1	δ	度	压力角
2	γ	”	传动角
3	$\gamma_{\min}$	”	最小传动角
4	φ_y, φ_1	”	远离(上升)角
5	φ_{np}, φ_3	”	接近(下降)角
6	$\varphi_{\text{вп}}, \varphi_2$	”	上停角
7	$\varphi_{\text{нп}}, \varphi_4$	”	下停角
8	r_o	公厘	凸轮的基圆半径
9	$r_{\min}$	”	凸轮的最小基圆半径
10	e	”	挺杆或推杆轴线的偏距
11	h	”	挺杆或推杆的行程

表示机构简图时所用的符号

转动副	移动副	螺旋副
具有两个运动副元素的构件	具有三个运动副元素的构件	高副
		空间运动副 3 级空间副 4 级空间副
齿轮与传动	锥体齿轮与传动	蜗轮传动
装配在滑键上的齿轮 	虎克节 	
齿轮	带传动	链传动
刚连接在轴上的齿轮 	浮套在轴上的齿轮 	制动器
		弹簧

目 录

序.....	v
应用的符号	vii

第一部分 机构的结构和运动学

第一篇 机构的结构研究

§ 1. 运动副。用低副代替高副。机构分类.....	2
----------------------------	---

第二篇 机构的运动研究

§ 2. 机构位置的确定和轨迹的绘制。运动链图的绘制, 瞬时转动中心的寻求.....	42
§ 3. 速度多边形和加速度多边形的绘制。速度和加速度瞬时中心的寻求	52
§ 4. 齿轮机构和凸轮机构的运动研究	60

第三篇 机构的运动设计

§ 5. 齿轮机构、凸轮机构和低副机构的设计.....	75
-----------------------------	----

第二部分 机构和机器的动力学

第一篇 机构的动态静力学

§ 6. 惯性力、运动副中作用力和平衡力矩的确定.....	93
§ 7. 运动副中的摩擦、机器外壳紧固螺钉中应力的确定	111

第二篇 机器动力学

§ 8. 力和质量的转化。机组飞轮质量的确定。机组在已知力作用下的运动。机构在基础上的平衡和转动副中动反力的平衡	133
§ 9. 确定机构的效率、力矩和功率	148

第三部分 计算制图作业题

第 一 篇

§ 10. 机构运动学作业题.....	173
---------------------	-----

第 二 篇

§ 11. 机构动力学作业题.....	213
---------------------	-----

第 三 篇

§ 12. 作业题的格式.....	230
-------------------	-----

第四部分 典型习题的求解和作业题的完成

第一篇 典型习题的求解

§ 13. 机构运动学习题的求解.....	235
§ 14. 机构动力学习题的求解.....	256

第二篇 计算制图作业题的完成

§ 15. 计算制图作业题的完成.....	285
-----------------------	-----

附 录

1. 机械原理和理论力学课程中的公式.....	315
2. 一次习题课的习题组.....	319

3. 推荐给机械制造专业学生用以准备考试的齿轮机构组.....	321
4. 推荐给机械原理课程考查用的习题.....	322
5. 机械原理问题.....	325
6. 机械原理课程的图表.....	329
7. 移距系数表和渐开线函数表.....	336
8. 确定外啮合圆柱齿轮传动的齿轮几何尺寸的公式.....	347
参考书目	348

第一部分 机构的結構和运动学

第一篇 机构的結構研究

在这一篇中,除了給出一般用途的机构之外,还給出特种机器制造的机构,如:內燃发动机(航空发动机、拖拉机发动机等)的机构,機車、金属切削机床、鍛錘、冲床、农业机械和起重机械、輸送机和搖篩机、矿山机械、紡織机械和鑄造机械、摄影机和电影机等机构。既給出了含有低副和高副的平面机构,也給出了含有低副和高副的空間机构。

在习题課上,应该对于由实物(根据机构模型)繪制机构运动簡图給以很大的注意。但是需要指出:未来的工程师,尤其是設計師,常常不得不根据机构的簡图来設計机器,所以应该善于很好地識讀机构簡图。

在解其他篇中的題目,特别是在繪制速度多边形和加速度多边形时,也可以应用本篇所給出的机构。

在大多数情况下,每頁的开头都列有机械制造部門的名称,用来进行結構分析的机构就是从这些部門中引用来的。

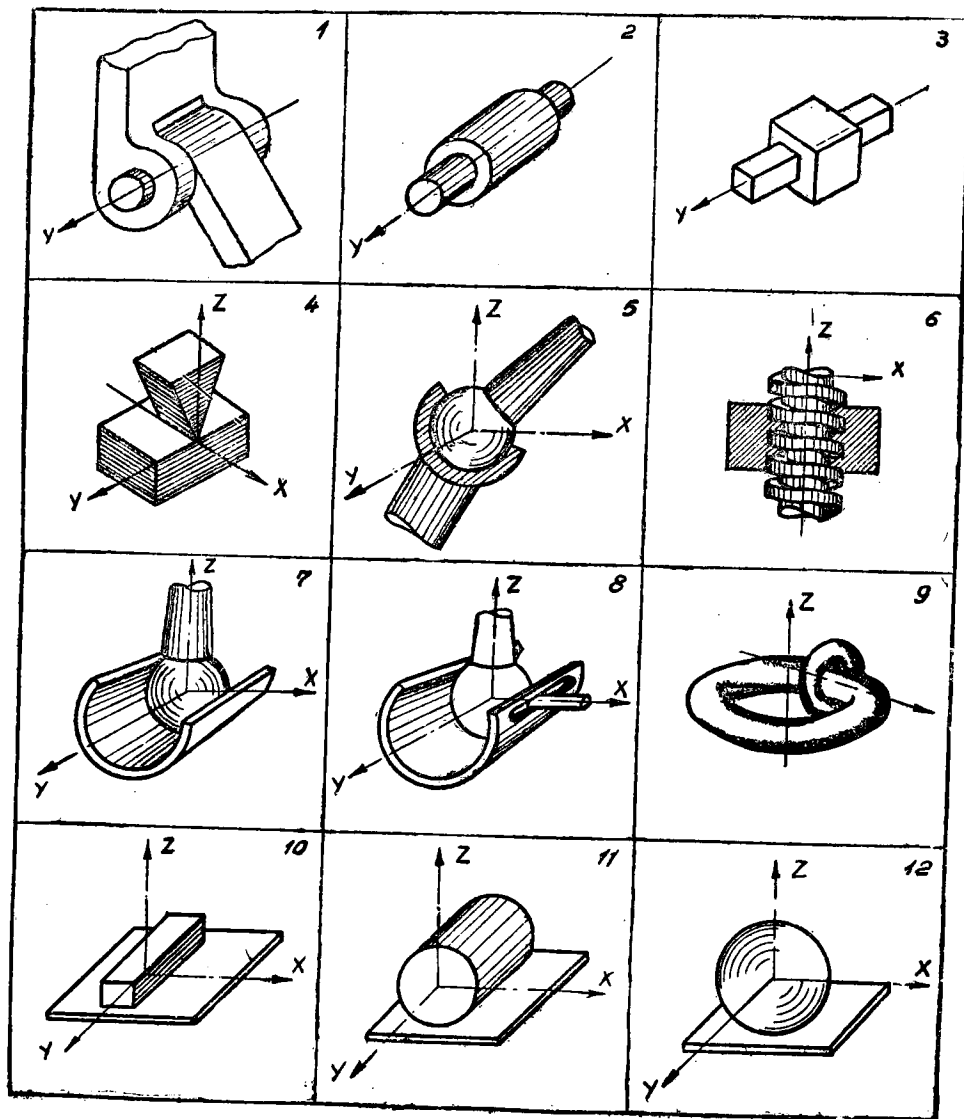
每頁所列出的标题是属于全組題目的。

在24、28、29、30、31、32、36、38、40、41、42、43、44、47、48、55等頁的題目中,标题“进行結構分析”应理解为包括有如下的內容: a)确定机构的活动度; 6)分解成結構組; B)确定机构的級和阶。

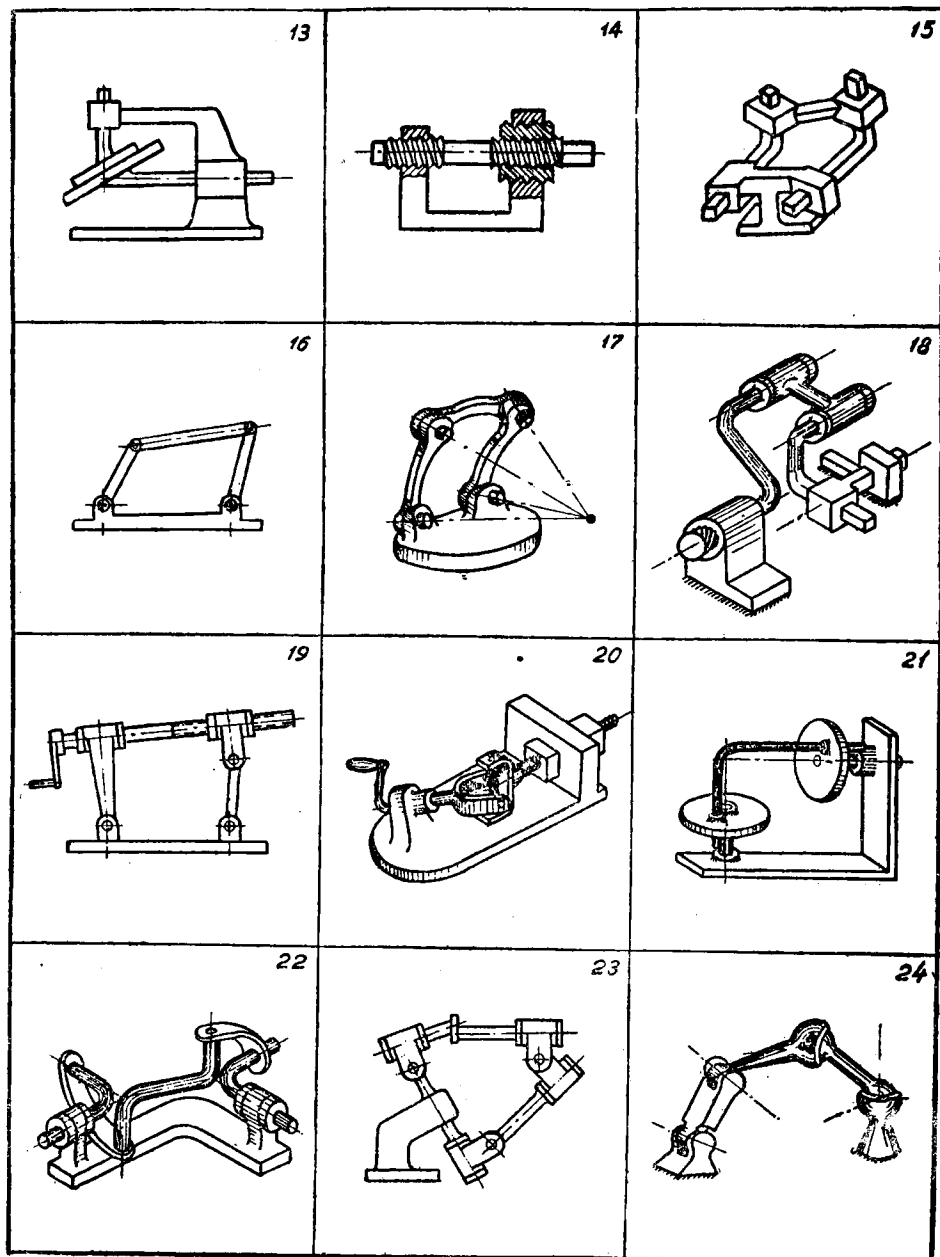
所謂机构的运动簡图,应理解成按一定比例尺描繪的条件图形。所謂机构簡图,应理解成不按比例描繪的条件图形。所謂机构的結構簡图,系指以轉动副(五級副)代替移动副和高副时未按比例描繪的机构的条件图形。

§ 1. 运动副。用低副代替高副。机构分类

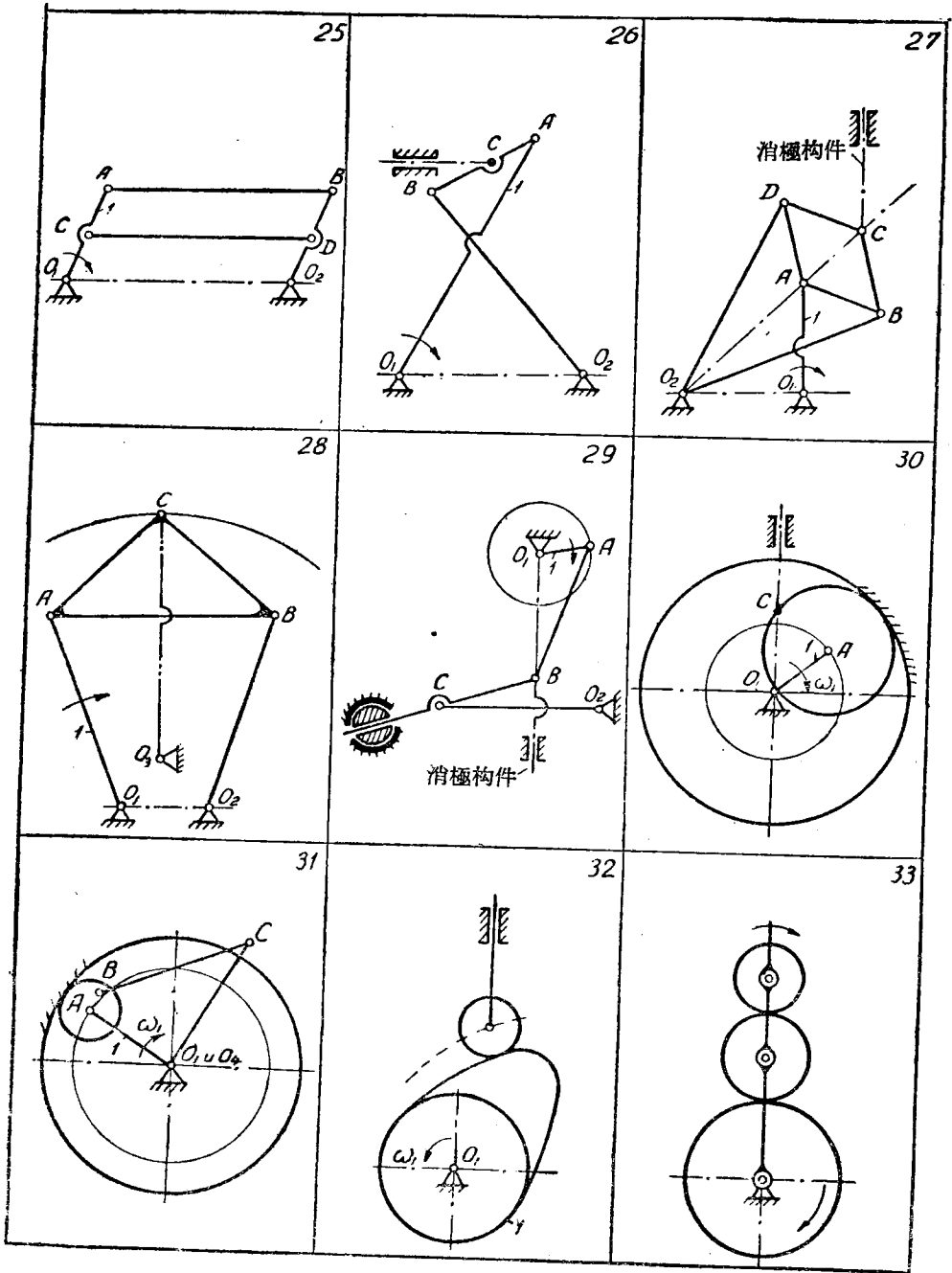
习题 1—12. 确定运动副的级。



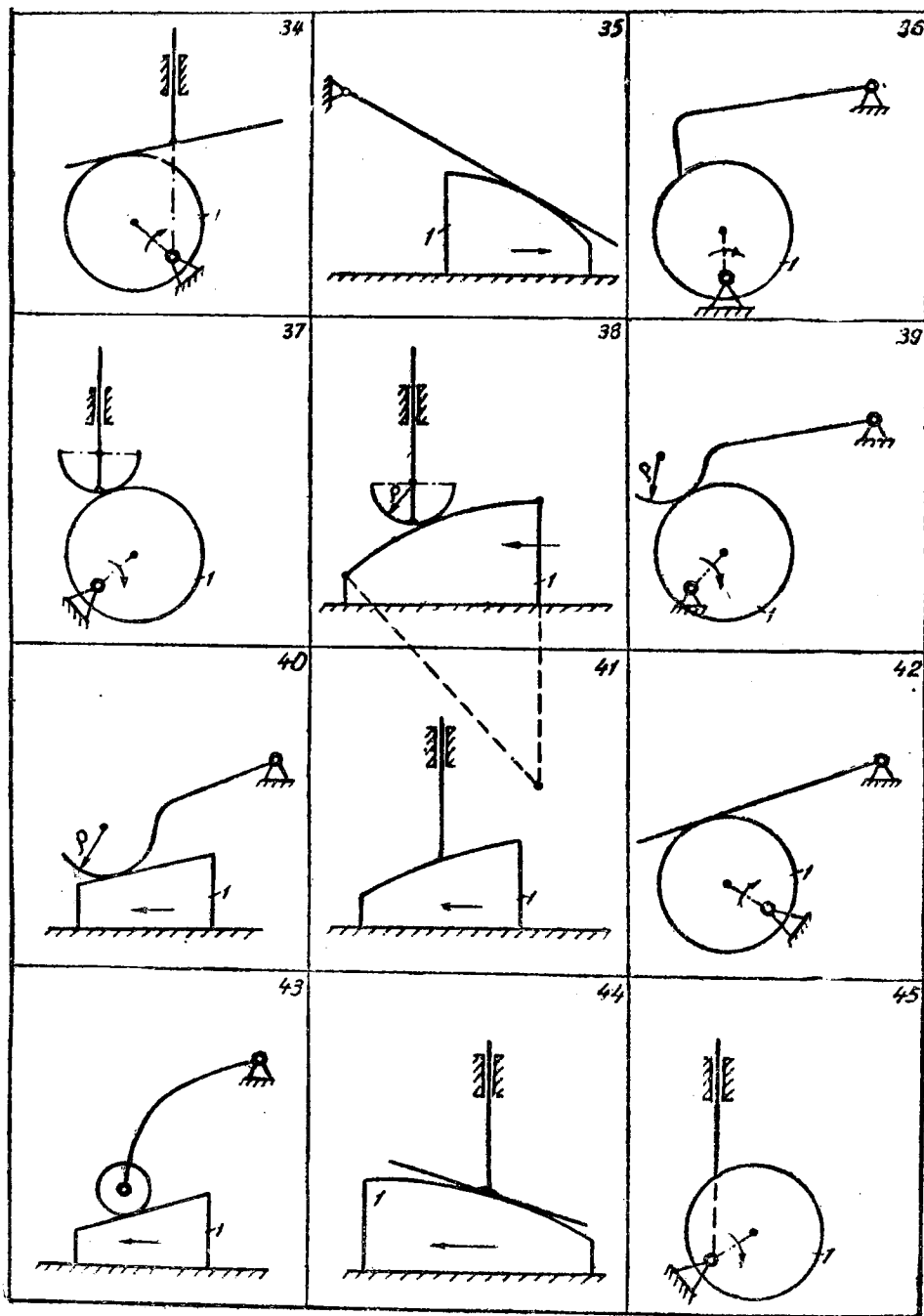
习题 13—24. 确定机构的族和活动度。



习题 25—33. 先把机构分解为结构组, 然后确定机构的活动度、级和阶。



习题 34—45. 用低副代替高副；绘制替代机构。



习题 46—69. 繪制結構簡圖。

确定运动副的級。

确定組和組的变形物的級和阶。

指出重迭点。

确定活动度。

确定机构的級和阶。

