

本题分数	15
得分	

括弧内)

1. 火车车轮在铁轨上的滚动, 属于 \_\_\_\_\_。 ( )

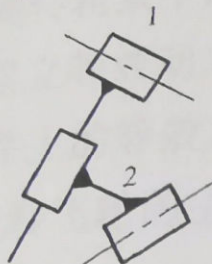
A. 移动副

B. 转动副

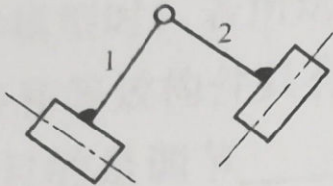
C. 高副

D. 低副

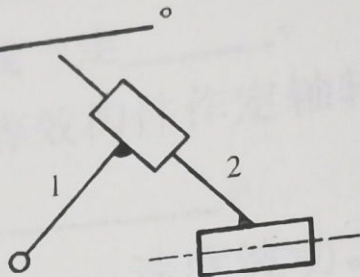
2. 以下平面运动链不是 II 级杆组的是 \_\_\_\_\_。



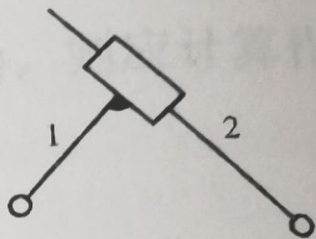
A.



B.



C.



D.

3. 以下说法正确的是 \_\_\_\_\_。

A. 任何运动副都至少限制一个转动自由度

B. 任何运动副都至少限制一个移动自由度

C. 螺旋副有一个转动自由度和一个移动自由度

D. 两构件的圆柱外表面一直保持接触且可以发生相对运动, 则它们构成转动副

4. 一个平面四杆机构共有 \_\_\_\_\_ 个瞬心。

A. 4

B. 5

C. 6

D. 9

5. 机械自锁的条件是 \_\_\_\_\_。

A. 效率大于 0

B. 效率小于 1

C. 效率小于或等于 0

D. 效率大于 0, 且小于 1

6. 下列机构中能把连续转动变换为往复摆动的是 \_\_\_\_\_。

A. 曲柄摇杆机构

B. 双曲柄机构

C. 双摇杆机构

D. 曲柄滑块机构

7. 如题 7 图示机构中, 已知各转动副处的细实线圆为摩擦圆,  $Q$  为生产阻力,  $F$  为驱动力, 原动件 1 转向如图所示。不考虑惯性力和构件自重, 则  $R_{12}$  和  $R_{32}$  的作用线为\_\_\_\_\_。

本资源免费共享 收集网站 nuaa.store

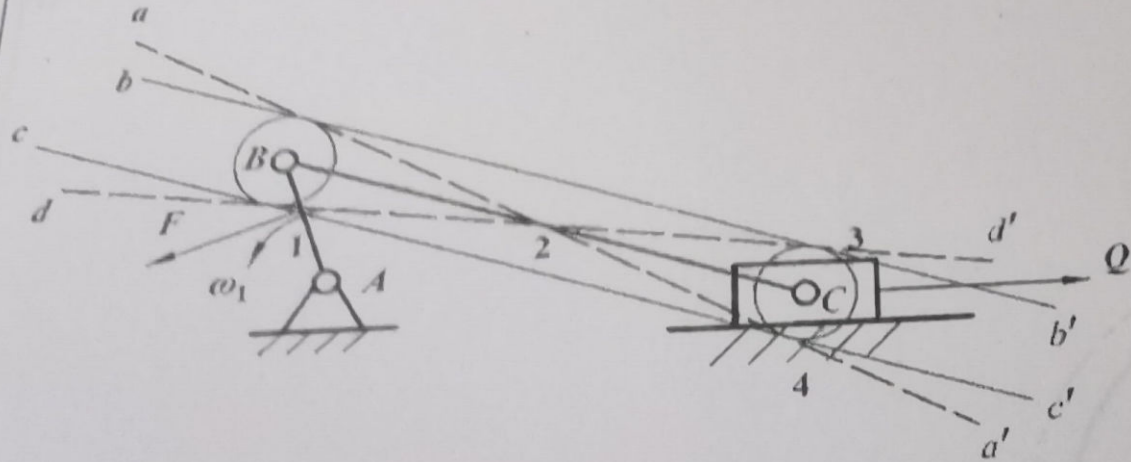
( )

A.  $a-a'$

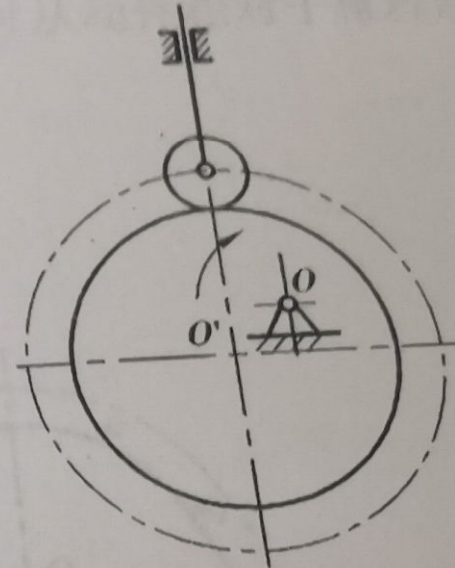
B.  $b-b'$

C.  $c-c'$

D.  $d-d'$



题7图



题8图

( ) 8. 如题8图所示的凸轮机构中, 凸轮实际轮廓为以  $O'$  为圆心的圆, 关于该机构以下说法中正确的是\_\_\_\_\_。

- A. 推程运动角 > 回程运动角
- B. 推程运动角 < 回程运动角
- C. 推程运动角 = 回程运动角
- D. 推程和回程运动角的大小与凸轮转向无关

( ) 9. 一对直齿圆柱变位齿轮传动, 若变位系数  $x_1=0.3$ ,  $x_2=-0.1$ , 则这对齿轮的实际中心距\_\_\_\_\_标准中心距。

- A. 大于                      B. 等于                      C. 小于                      D. 小于或等于

( ) 10. 一对齿轮的实际中心距略大于设计中心距时, 两齿轮的传动比\_\_\_\_\_, 理论侧隙\_\_\_\_\_。

- A. 不变                      为 0                      B. 变大                      为 0  
C. 变大                      大于 0                      D. 不变                      大于 0

( ) 11. 计算蜗杆机构传动比时, 下列公式错误的是\_\_\_\_\_。

- A.  $i=\omega_2/\omega_1$                       B.  $i=n_2/n_1$                       C.  $i=z_2/z_1$                       D.  $i=d_2/d_1$

( ) 12. 渐开线标准齿轮在\_\_\_\_\_时可能出现根切现象。

- A. 模数较大                      B. 模数较小                      C. 齿数较少                      D. 齿数较多

( ) 13. 差动轮系是指自由度\_\_\_\_\_。

- A. 为 1 的周转轮系                      B. 为 2 的定轴轮系  
C. 为 2 的周转轮系                      D. 为 1 的定轴轮系

( ) 14. 若不考虑其他因素, 在结构上允许的条件下, 为减轻飞轮重量, 飞轮应安装在\_\_\_\_\_。

- A. 高速轴上                      B. 低速轴上                      C. 中间轴上                      D. 任意轴上

( ) 15. 若某刚性转子能实现动平衡, 则该转子\_\_\_\_\_再校核静平衡。

- A. 必须                      B. 不需要  
C. 有时还要                      D. 转速特别高的时候还需要

本题分数	15
得分	

## 二、填空题 (每空1分, 共15分)

- 若两构件构成转动副, 则运动副元素是\_\_\_\_\_面。
- 平面机构中, 一个低副引入\_\_\_\_\_个约束。
- 根据三心定理, 三个构件之间共有3个瞬心, 且它们位于\_\_\_\_\_。
- 当曲柄摇杆机构以\_\_\_\_\_为原动件时, 存在死点。
- 以曲柄为原动件的铰链四杆机构, 当传动角最小时, \_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_共线。
- 设计滚子从动件盘形凸轮机构中, 为了避免外凸实际廓线变尖和失真现象, 外凸的理论廓线最小曲率半径应\_\_\_\_\_滚子半径。
- 正变位后齿轮的基圆大小\_\_\_\_\_。
- 一对平行轴斜齿圆柱外齿轮要能正确啮合, 螺旋角应\_\_\_\_\_。
- 模数和蜗杆分度圆直径不变, 蜗杆头数越少时, 蜗杆机构的效率\_\_\_\_\_。
- 某直齿圆锥齿轮, 大端模数  $m_e=2\text{mm}$ , 齿数  $z=20$ , 分锥角  $\delta=45^\circ$ , 则该锥齿轮的分度圆直径  $d_e=$ \_\_\_\_\_mm, 齿顶圆直径  $d_{ea}=$ \_\_\_\_\_mm。
- 周转轮系中, 太阳轮和行星架的轴线一定\_\_\_\_\_。
- 建立等效动力学模型时, 若所选的等效构件作定轴转动, 则应计算作用在等效构件上的等效力矩和等效构件具有的\_\_\_\_\_。
- 安装飞轮的主要目的是调节\_\_\_\_\_速度波动。

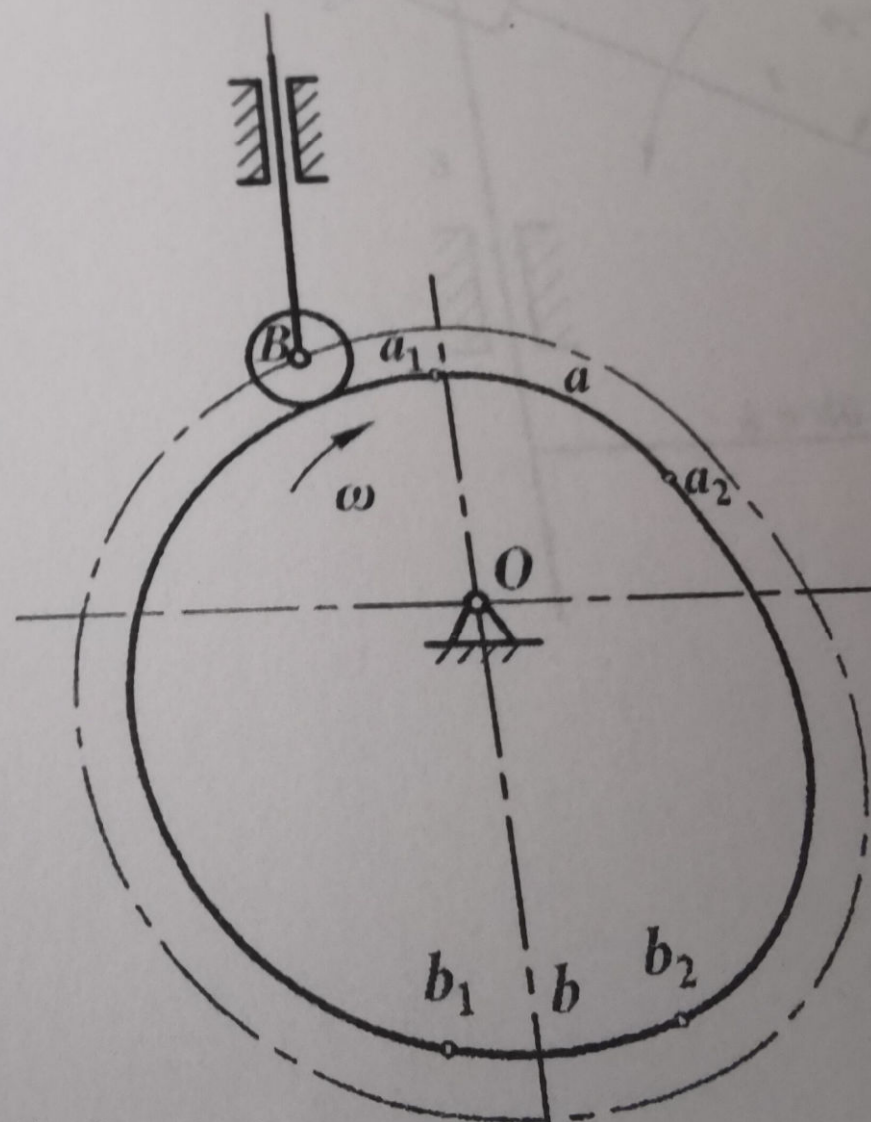
分数	20
分	

### 三、简答题（每小题 5 分，共 20 分）

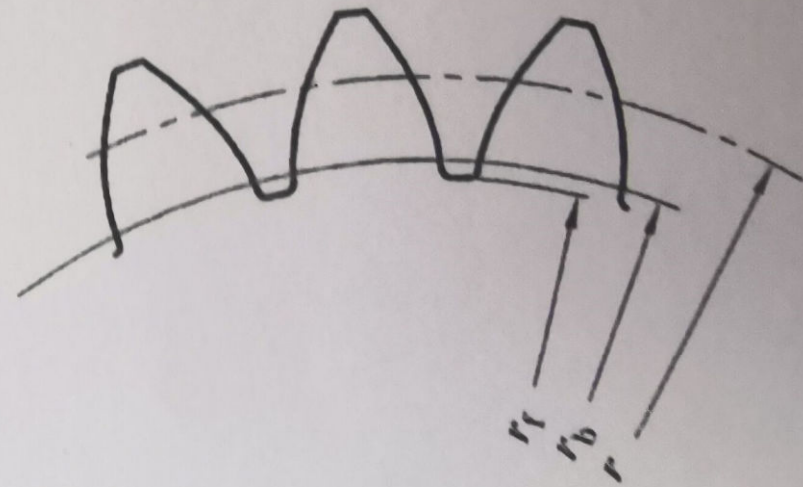
1. 画出摆动导杆机构和转动导杆机构的机构示意图，并说明杆长满足什么条件时是摆动导杆机构，满足什么条件时是转动导杆机构。

资源免费共享 收集网站 [nuaa.store](http://nuaa.store)

2. 图示凸轮机构中, 凸轮的回转中心为  $O$ , 凸轮轮廓的  $a_1-a-a_2$  段和  $b_1-b-b_2$  段为以  $O$  为圆心的圆弧。(1) 在图上作出凸轮的基圆和偏距圆; (2) 用反转法作出凸轮从图示位置顺时针转过  $90^\circ$  时, 凸轮机构的压力角  $\alpha$ , 并标出此时从动件相对于推程起点的位移。



3. 图示为某渐开线直齿圆柱齿轮的一部分， $r$ 、 $r_b$  和  $r_f$  分别为其分度圆、基圆和齿根圆的半径。(1) 请在图上作出该齿轮的法向齿距；(2) 简要说明为什么渐开线圆柱齿轮的法向齿距等于基圆齿距；(3) 简要说明为什么一对渐开线圆柱齿轮要能正确啮合，必须法向齿距要相等。



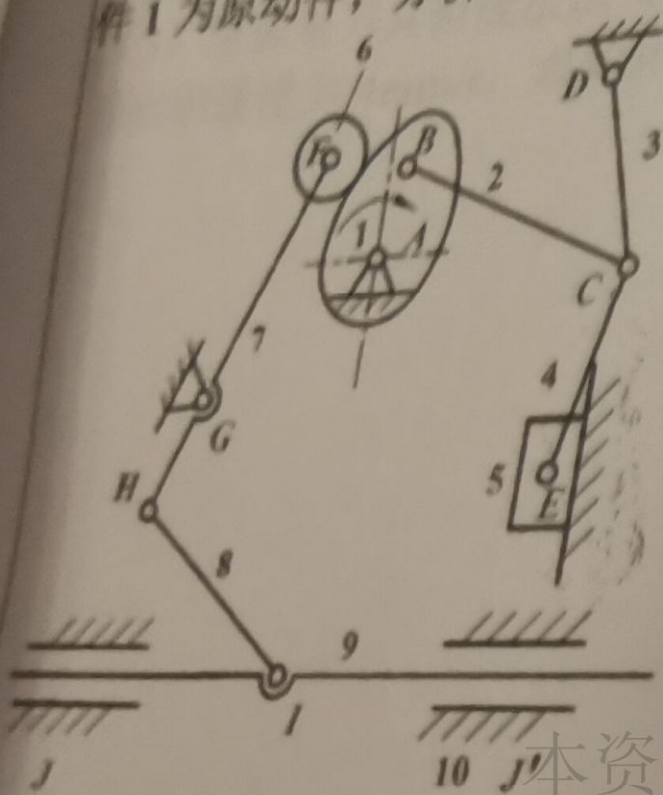
4. 刚性转子动平衡的条件是什么？什么样的刚性转子需要做动平衡？为什么？



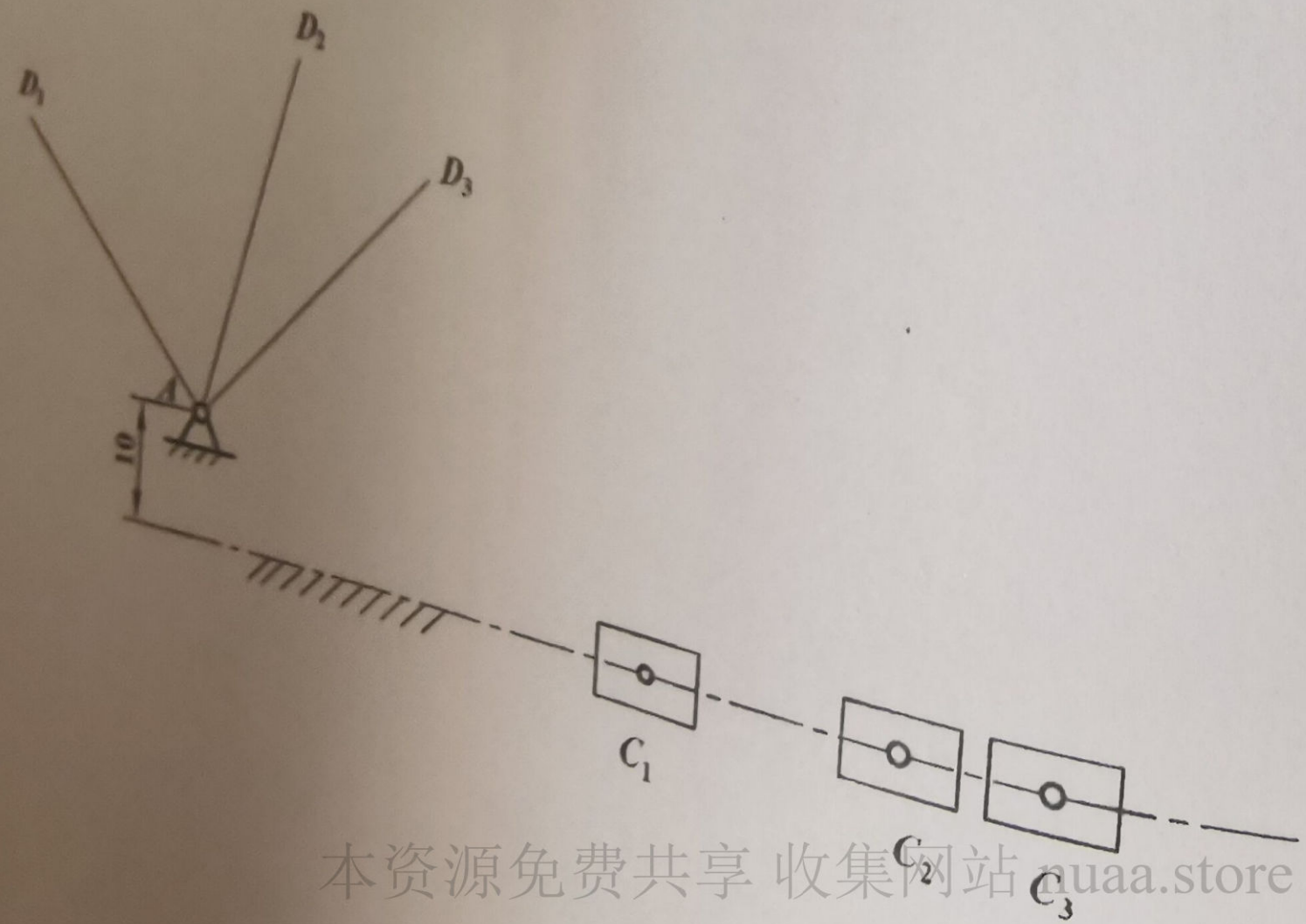
四、作图计算题 (共 50 分)

本题分数	50
得分	

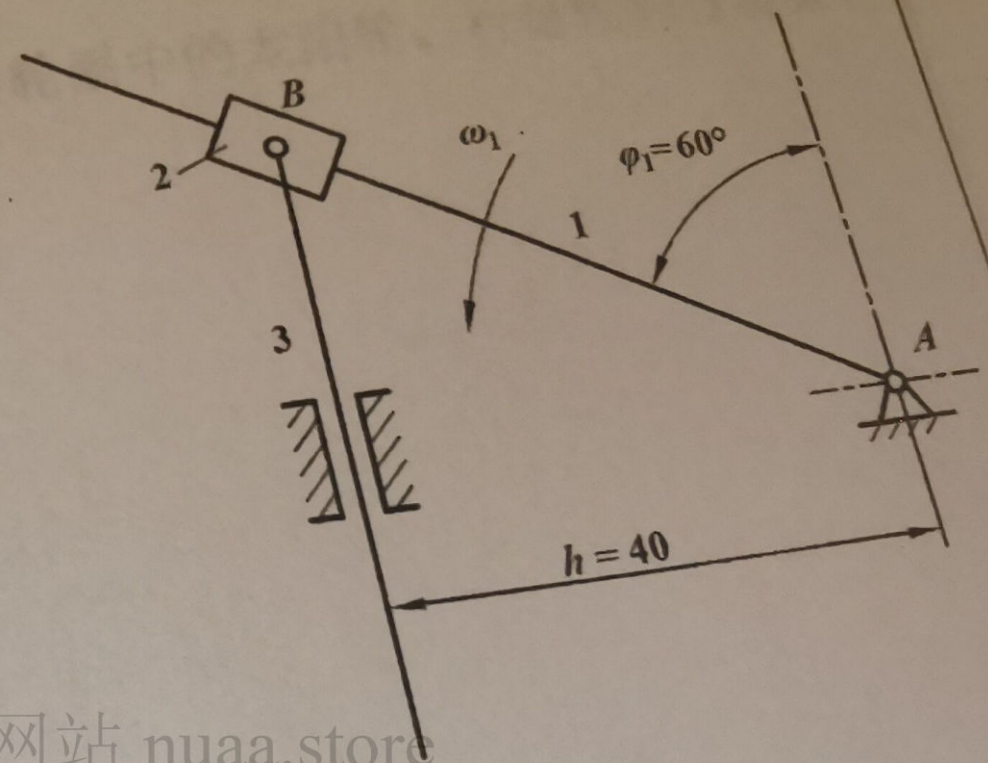
1. (10 分) 根据下面图示的机构运动简图, 求: (1) 机构的自由度, 若存在复合铰链、虚约束、局部自由度, 请指出; (2) 对原机构进行高副低代 (画在原图上); (3) 以构件 1 为原动件, 分析组成该机构的基本杆组, 确定机构级别。



2. (10分) 设计一偏置曲柄滑块机构, 要求曲柄  $AB$  上一条标线  $AD$  依次占据  $AD_1$ 、 $AD_2$  和  $AD_3$  位置时, 滑块分别处于  $C_1$ 、 $C_2$  和  $C_3$  位置。(1) 请用作图法确定  $AB$  和  $BC$  的长度; (2) 作出机构以曲柄为原动件时的极限位置, 量出极位夹角, 并计算行程速度比系数  $K$ 。



3. (10分) 图示平面四杆机构中, 已知  $h=40\text{mm}$ ,  $\varphi_1=60^\circ$ ,  $\omega_1=6\text{rad/s}$ , 试用相对运动图解法求出构件3的速度与加速度。

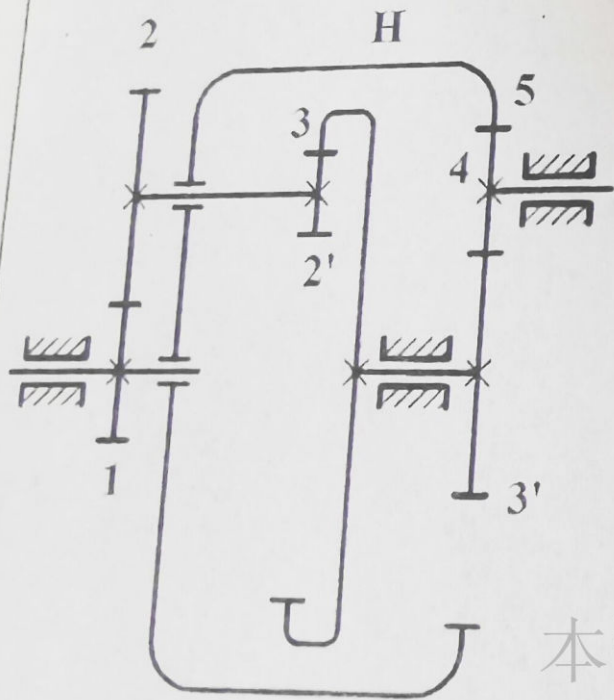


(10分) 已知一对外啮合标准直齿圆柱齿轮的标准中心距  $a=200\text{mm}$ ,  $z_1=20$ ,  $z_2=80$ ,  $h_a^*=1$ ,  $c^*=0.25$ 。

- (1) 求这对齿轮的模数  $m$ 、小齿轮的分度圆直径  $d_1$ 、齿顶圆直径  $d_{a1}$ 、基圆直径  $d_{b1}$ 、齿顶圆压力角  $\alpha_{a1}$  和齿顶圆处齿廓的曲率半径  $\rho_{a1}$ ;
- (2) 若实际中心距比标准中心距增大  $2\text{mm}$ , 求此时的啮合角  $\alpha'$ ;
- (3) 用齿条刀具范成法加工大齿轮时, 轮坯中心与刀具中线的距离是多少? 若刀具移动的速度为  $4\text{mm/s}$ , 求轮坯的角速度。

5. (10 分) 如图所示的混合轮系中, 已知  $z_1=24$ ,  $z_2=48$ ,  $z_2'=30$ ,  $z_3=60$ ,  $z_3'=20$ ,  $z_4=40$ ,  $z_5=100$ 。

- (1) 请将该轮系分解为基本轮系, 并指明周转轮系中的太阳轮、行星轮和行星架;
- (2) 求  $i_{1H}$ 。



1-5CABCC      6-10AAAAD      11-15DCCAB

二:

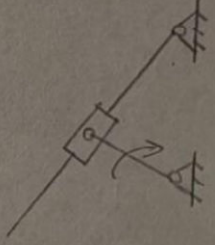
1. 圆柱
2. 2
3. 同一直线上
4. 摇杆
5. 曲柄 机架
6. 大于
7. 不变
8. 互为相反数
9. 越低
10. 40      42.83
11. 重合
12. 等效转动惯量
13. 周期性

111



转动导杆机构

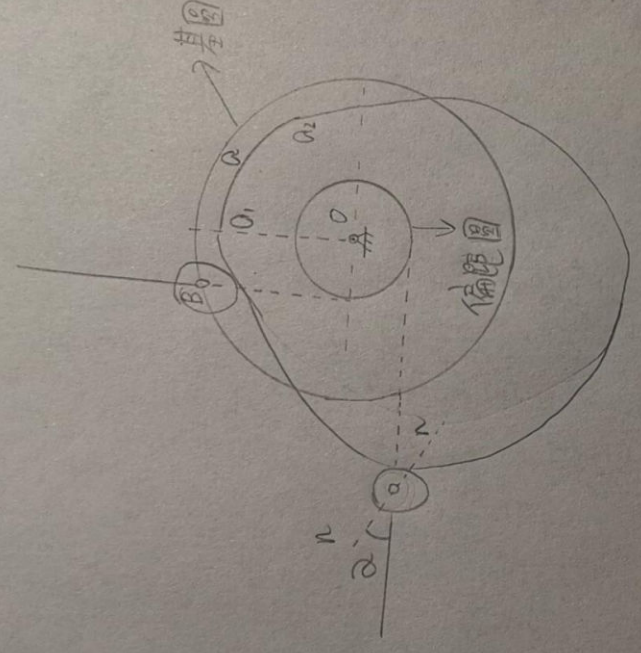
主动件杆长 > 机架长



摆动导杆机构

主动件杆长 < 机架长

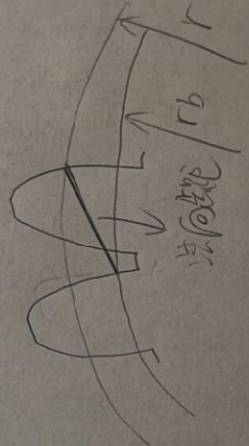
2.



3. (1)

(2) 渐开线的性质:

发生(基圆)圆了弧展开的长度等于该段圆弧的长  
因此 ...



(3) 渐开线齿轮传动时, 它们的齿廓啮合点都位于法向齿距方向上,

要使正确啮合, 应使处于啮合线上的齿对 轮齿者能同时进入啮合,  
所以两齿轮法向齿距应相等



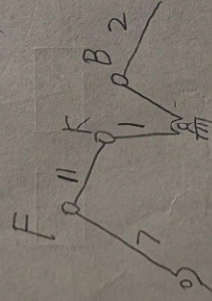
4. 动平衡的条件是偏心率产生的惯性力与惯性矩同时平衡  
 轴径过大, 即轴径与直径之比大于0.2的转子需要动平衡  
 因为偏心率往往分布在若干个不同的回转面内

四、1.11 C 题铰链 6 处引入了一个局部自由度 丁 题约束

$$n = 8 \quad P_L = 11 \quad P_H = 1$$

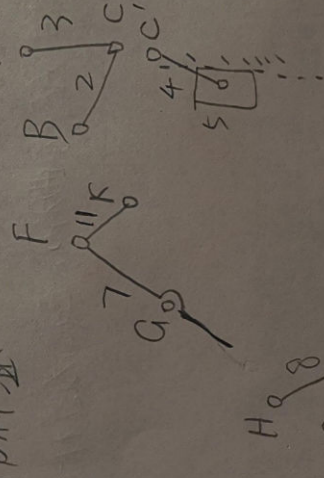
$$F = 3n - (2P_L + P_H) = 3 \times 8 - (2 \times 11 + 1 \times 1) = 1$$

(2) (对 1.6 高副低代)



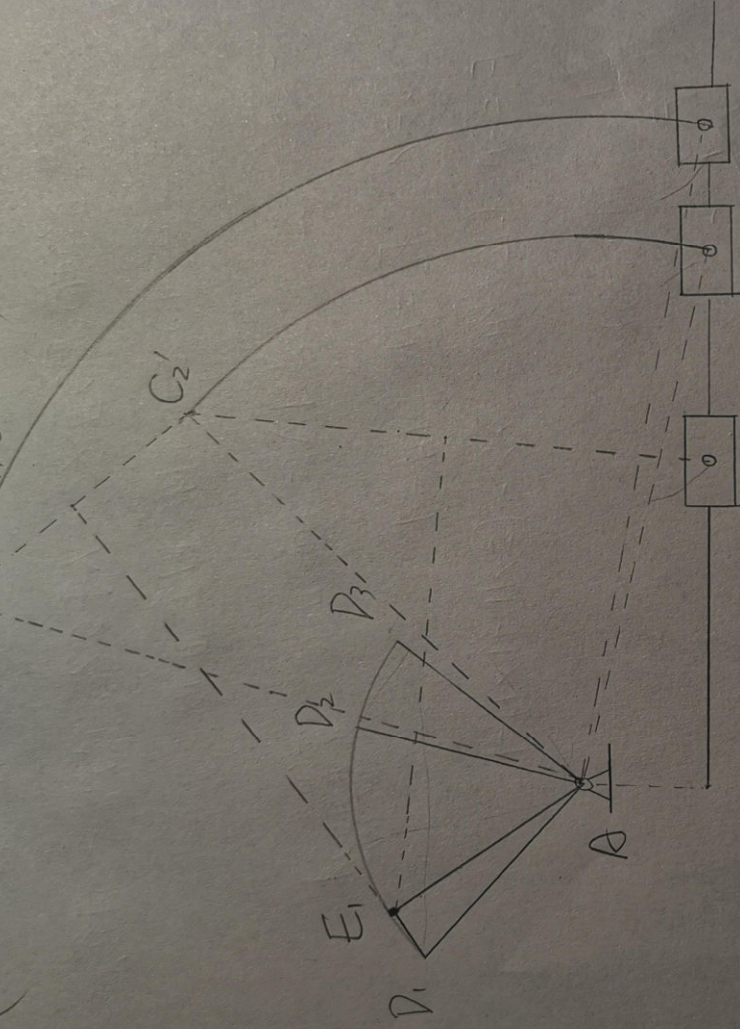
(K 点是原图摘点的曲率中心)

划拾杆组:



II 级机构

2. (这一题做图思路讲一下，具体答案画不出来)



以  $A, D_1, E_1$  为机架，利用相对运动  $C_1, C_2, C_3$

法，把另外两个位置移到  $C_2', C_3'$  点，

$C_1, C_2'$  的垂线与  $C_2', C_3'$  之垂线交于点  $E_1$

则  $A, D_1, E_1$  构件即为实际主动杆， $A, E_1$  为曲柄， $E_1, C_1$  为连杆

剩下问题可一一求解

3.

大小  
方向

$$\vec{v}_3 = \vec{v}_{B_2} = \vec{v}_{B_1} + \vec{v}_{B_2 B_1}$$

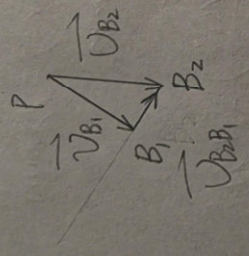
?      ?

↓      ↓

$\omega_1 l_{BA}$       ?

$\perp BA$        $\parallel AB$

4760 x 2



大小  
方向

$$R \dot{U}_3 = \frac{U_{B_1}}{\sin 60^\circ}$$

$$= \frac{6 \times \frac{40}{\sqrt{3}} \times 2}{\frac{\sqrt{3}}{2}} = 320 \text{ mm/s}$$

$$v_{B_2 B_1} = 160 \text{ mm/s}$$

大小  
方向

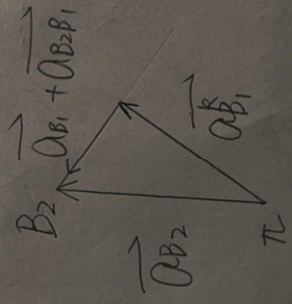
$$\vec{a}_3 = \vec{a}_{B_2} = \vec{a}_{B_1} + \vec{a}_{B_2 B_1} + \vec{a}_{B_1}^R$$

?      ?      ?

↓      ↓      ↓

$\omega_1^2 l_{BA}$       ?       $2\omega_1 \cdot v_{B_2 B_1}$

$B \rightarrow A$        $\parallel BA$        $\perp AB$



$$a_{B_1}^R = 2 \times 6 \times 320 \times \frac{1}{2}$$

$$= 3840 \times \frac{1}{2} = 1920 \text{ mm/s}^2$$

$$\vec{a}_{B_2} = \frac{a_{B_1}^R}{\cos 30^\circ} = 2217.03 \text{ mm/s}^2$$

$$4. (1) a = \frac{1}{2}m(z_1 + z_2)$$

$$m = \frac{2a}{z_1 + z_2} = \frac{2 \times 200}{20 + 80} = 4 \text{ mm}$$

$$d_1 = m z_1 = 4 \times 20 = 80 \text{ mm}$$

$$d_{a_1} = m(z_1 + 2h_a^*) = 4 \times (20 + 2 \times 1) = 88 \text{ mm}$$

$$d_{b_1} = d_1 \cos \alpha = 80 \cos 20^\circ = 75.18 \text{ mm}$$

$$2\alpha_1 = \arccos\left(\frac{d_{b_1}}{d_{a_1}}\right) = \arccos\left(\frac{75.18}{88}\right) = 31.31^\circ$$

$$r_{a_1} = r_{a_1} \cdot \sin \alpha_1 = 88 \times \frac{1}{2} \times \sin(31.31^\circ) = 22.87 \text{ mm}$$

$$(2) a \cos \alpha = a' \cos \alpha'$$

$$\alpha' = \arccos\left(\frac{a}{a'} \cos \alpha\right) = \arccos\left(\frac{200}{202} \times \cos 20^\circ\right) = 21.50^\circ$$

$$(3) L = \frac{1}{2}m z_2 = \frac{1}{2} \times 4 \times 80 = 160 \text{ mm}$$

$$v = \omega L$$

$$r_{1,2} \omega = \frac{v}{L} = \frac{4}{160} = 0.025 \text{ rad/s}$$

5.

1、2、2'、3为同轴转系 太阳轮为1,行星轮2-2' 行星架H  
3-3'-4-5为定轴系.

$$i_{13}^H = \frac{n_1^H}{n_3^H} = \frac{n_1 - n_H}{n_3 - n_H} = -\frac{z_3}{z_2} \cdot \frac{z_2}{z_1} = -\frac{60}{30} \times \frac{48}{24} = -4$$

$$i_{35}^H = \frac{n_3^H}{n_5^H} = -\frac{z_5}{z_4} \cdot \frac{z_4}{z_3} = -\frac{100}{20} = -5$$

$$\text{而 } n_H = n_5$$

$$\text{联立可有 } i_{1H} = \frac{n_1}{n_H} = 25$$