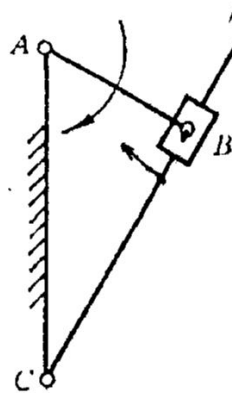


题号	一	二	三	四	总分	审核
题分	20	24	46	10		
得分	15	19	46	7	87	

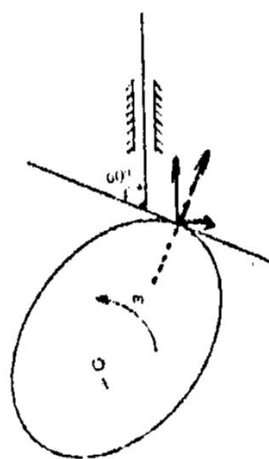
题分	得分
20	15

一、填空选择题(每空 1 分 共 20 分)

1. 机构具有确定运动的条件为 运动链自由度 = 原动件个数。
2. 若四杆机构的杆长依次为: $l_1=55\text{mm}$, $l_2=40\text{mm}$, $l_3=50\text{mm}$, $l_4=25\text{mm}$, 则连杆机构中是否存在整转副 存在。若以 l_2 为机架, 该四杆机构为 双摇杆 机构; 若以 l_4 为机架, 该四杆机构为 双曲柄 机构。
3. 凸轮机构中, 凸轮基圆半径愈 大 压力角愈 小, 机构传动性能愈好。
4. 在模数、齿数、压力角相同的情况下, 正变位齿轮与标准齿轮相比较, 其分度圆齿厚 更大, 基圆半径 相同。
5. 按标准中心距安装的渐开线标准直齿圆柱齿轮, 节圆与 分度圆 重合, 啮合角在数值上等于 啮合轮齿 上的压力角。
6. 在周转轮系中, 轴线固定的齿轮称为 定轴轮; 兼有自转和公转的齿轮称为 行星轮。
7. 在图示 (a) 导杆机构中, 该机构传动角的值为 90° ; 在图示 (b) 凸轮机构中, 该机构传动角的值为 30° 。

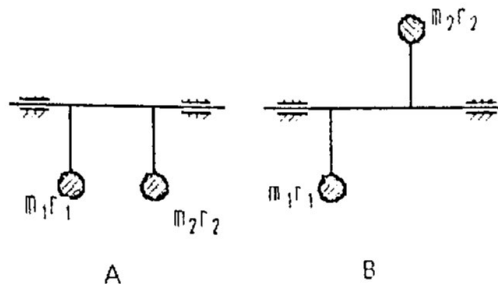


(a)



(b)

- 8、下图所示的两个转子，已知 $m_1 r_1 = m_2 r_2$ ，转子 A 是 静 不平衡的；转子 B 是 动 不平衡的。



- 9、用飞轮进行调速时，若其它条件不变，则要求的速度不均匀系数越小，飞轮的转动惯量将越 大，在满足同样的速度不均匀系数条件下，为了减小飞轮的转动惯量，应将飞轮安装在 高 速轴上。 $J_F = \frac{[W]}{\omega^2 [s]}$
- 10、风力发电机中的叶轮受到流动空气的作用力，此力在机械中属于 B。
- A. 驱动力 B. 生产阻力 C. 有害阻力 D. 惯性力
- 11、根据机械效率 η 来判别机械自锁的条件是 C。
- A. $\eta > 1$ B. η 为无穷大 C. $\eta \leq 0$ D. $0 < \eta < 1$

题分	得分
24	19

二、设计分析题(24 分)

1. 用图解法设计铰链四杆机构。已知摇杆长 $l_{CD} = 75\text{mm}$ ，机架长 $l_{AD} = 100\text{mm}$ ，行程速度变化系数 $K=1$ ，摇杆的一个极限位置与机架的夹角 $\psi = 30^\circ$ ，求：
- 1) 连杆 l_{BC} 和另一连架杆 l_{AB} 的长度；(长度比例尺 $u_l = 2\text{mm/mm}$)
 - 2) 判断该四杆机构最小传动角的位置及大小。(12 分)

解：(1) $K=1$

$$\theta = 180^\circ \times \frac{K-1}{K+1} = 0^\circ$$

图见后页

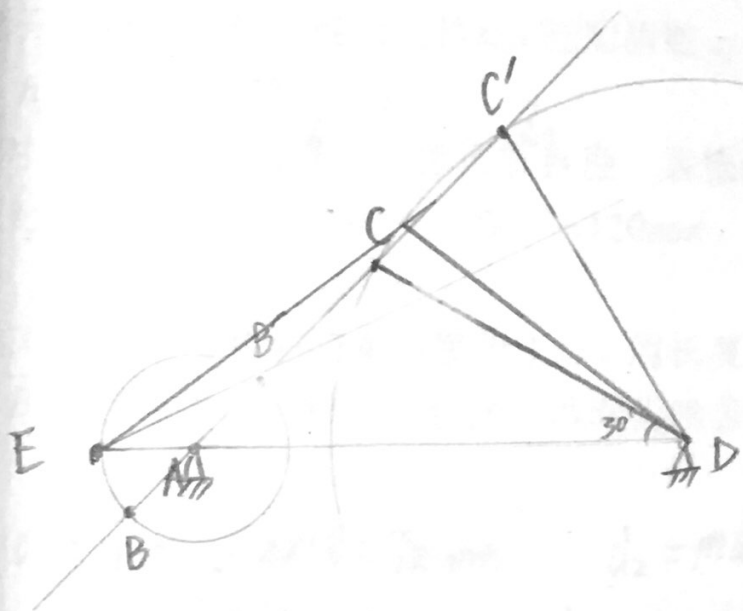
$$(2) \gamma = \arccos \frac{b^2 + c^2 - (d+a)^2}{2bc}$$

B 最小位置 E 点

由图可知 B' 、 B 共线， B 在 B' 下方

$$\begin{cases} l_{BC} + l_{AB} = 45 \times 2 \\ l_{BC} - l_{AB} = 26.5 \times 2 \end{cases}$$

$$\begin{aligned} l_{BC} &= 71.5 \text{ mm} \\ l_{AB} &= 18.5 \text{ mm} \end{aligned}$$



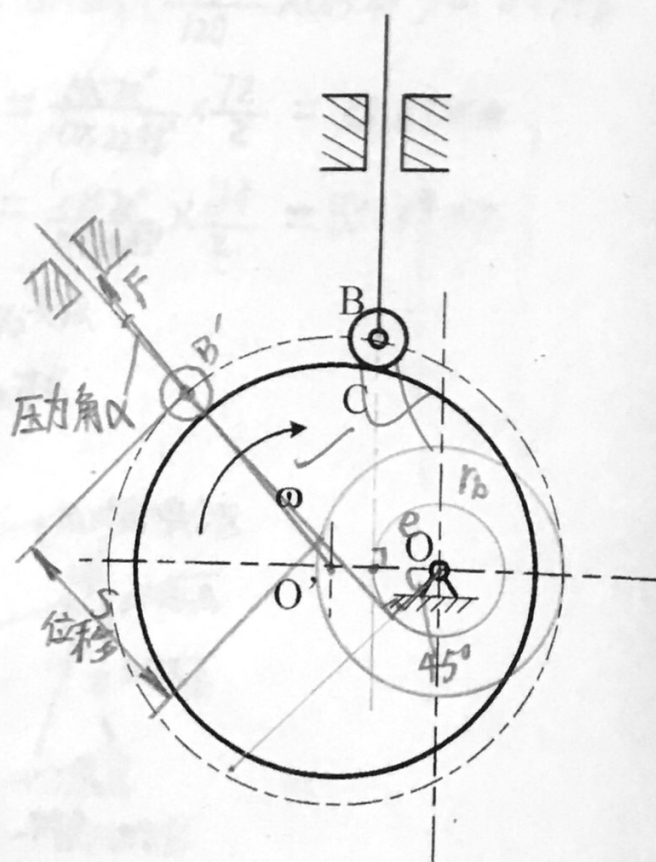
下图所示为凸轮机构的起始位置，其中 O 为凸轮的旋转中心， O' 为凸轮的几何中心，试求：

- 1) 在图上画出凸轮的基圆 r_b 和偏距 e ；
- 2) 在图上标出当凸轮按 ω 方向转过 45° 时从动件的位移；
- 3) 在图上标出凸轮按 ω 方向转过 45° 时凸轮机构的压力角。（12 分）

解：(1) $r_b = 12.5 \text{ mm}$

$e = 7 \text{ mm}$

(2) (3)



三、计算题(46 分)

题分	得分
46	46

1. 计算下图所示机构的自由度，若原动件数目为 1 时，判断图

示机构是否有确定的运动。如有局部自由度、复合铰链和虚约束请予以指出。

(10 分)

解：B 处滚子为局部自由度

~~主点~~ F 点处为复合铰链

无虚约束

构件数 $n = 6$

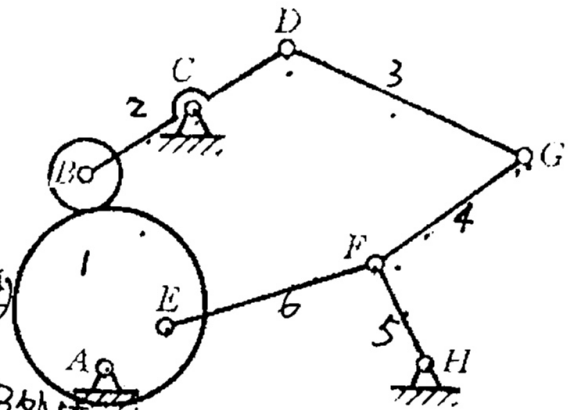
低副 $P_L = 8$ (计 ~~X~~ 复合铰链)

高副 $P_H = 1$

凸轮与 B 处滚子

自由度 $F = 3n - 2P_L - P_H = 1 = \text{原动件数}$

\therefore 有确定运动



2. 一对渐开线直齿圆柱标准齿轮传动, 已知齿数 $z_1 = 18$, $z_2 = 41$, 模数 $m = 4 \text{ mm}$, $\alpha = 20^\circ$, $h_a^* = 1$, $c^* = 0.25$ 。试求:

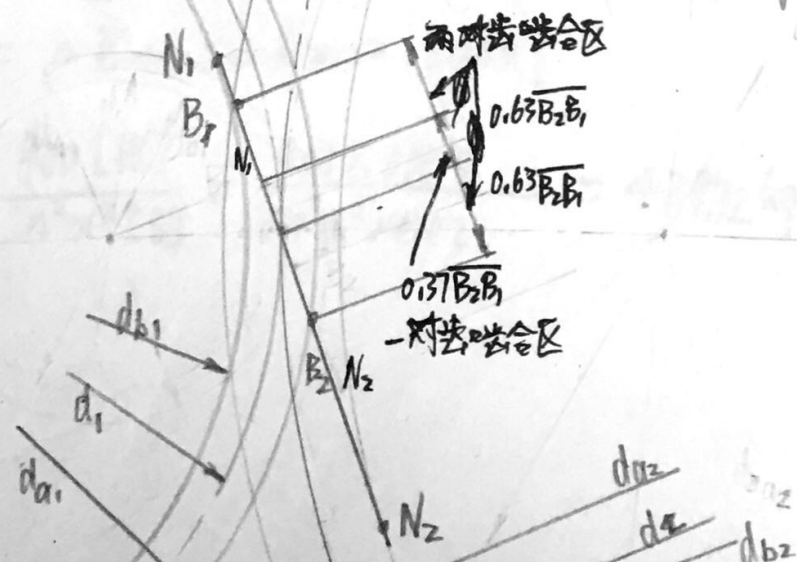
- 1) 计算这对齿轮的分度圆直径、齿顶圆直径、齿根圆直径、基圆直径;
- 2) 如果这对齿轮安装后的实际中心距 $a' = 120 \text{ mm}$, 求啮合角 α' 和两轮节圆半径 r_1' 、 r_2' ;
- 3) 如果这对齿轮啮合传动的重合度为 1.63, 用长度比例尺 $u_l = 0.5 \text{ mm/mm}$ 画出实际啮合线 B_2B_1 , 并标出一对齿啮合区、两对齿啮合区。

(16 分)

解: (1) $d_1 = mz_1 = 4 \times 18 = 72 \text{ mm}$ $d_2 = mz_2 = 4 \times 41 = 164 \text{ mm}$
 $h_a = m h_a^* = 4 \times 1 = 4 \text{ mm}$ $h_f = m(h_a^* + c^*) = 4 \times (1 + 0.25) = 5 \text{ mm}$
 $d_{a1} = d_1 + 2h_a = 80 \text{ mm}$ $d_{a2} = d_2 + 2h_a = 172 \text{ mm}$
 $d_{f1} = d_1 - 2h_f = 62 \text{ mm}$ $d_{f2} = d_2 - 2h_f = 154 \text{ mm}$
 $d_{b1} = d_1 \cos \alpha = 72 \times \cos 20^\circ = 67.66 \text{ mm}$ $d_{b2} = d_2 \cos \alpha = 164 \times \cos 20^\circ = 154.11 \text{ mm}$

(2) $\because a \cos \alpha = a' \cos \alpha'$ $a = \frac{m}{2}(z_1 + z_2) = \frac{4}{2} \times (18 + 41) = 118 \text{ mm}$
 $\Rightarrow \cos \alpha' = \frac{a}{a'} \cos \alpha = \frac{118}{120} \cos 20^\circ$
 $\Rightarrow \alpha' = \arccos\left(\frac{a}{a'} \cos \alpha\right) = \arccos\left(\frac{118}{120} \times \cos 20^\circ\right) = 22.48^\circ$
 $\begin{cases} r_1' = \frac{\cos \alpha}{\cos \alpha'} r_1 = \frac{\cos \alpha}{\cos \alpha'} \frac{d_1}{2} = \frac{\cos 20^\circ}{\cos 22.48^\circ} \times \frac{72}{2} = 36.61 \text{ mm} \\ r_2' = \frac{\cos \alpha}{\cos \alpha'} r_2 = \frac{\cos \alpha}{\cos \alpha'} \frac{d_2}{2} = \frac{\cos 20^\circ}{\cos 22.48^\circ} \times \frac{164}{2} = 83.39 \text{ mm} \end{cases}$

- (3) B_1 为啮合线 N_1N_2 与齿顶圆 d_{a2} 交点
 B_2 为啮合线 N_1N_2 与齿顶圆 d_{a1} 交点



3. 在图示轮系中, 单头右旋蜗杆 1 的回转方向如图, 各轮齿数分别为 $z_2=37, z_2'=15, z_3=25, z_3'=20, z_4=60$, $n_1=1450\text{r/min}$, 方向如图。试求轴 B 的转速 n_B 的大小及方向。(10 分)

解: $\Sigma_1 = 1$

$$i_{12} = \frac{n_1}{n_2} = \frac{z_2}{z_1} = \frac{37}{1} = 37 \Rightarrow n_2 = \frac{n_1}{37}$$

$$i_{24}^H = \frac{n_2 - n_H}{n_4 - n_H} = -\frac{z_3 z_4}{z_2' z_3'} = -\frac{25 \times 60}{15 \times 20} = -5$$

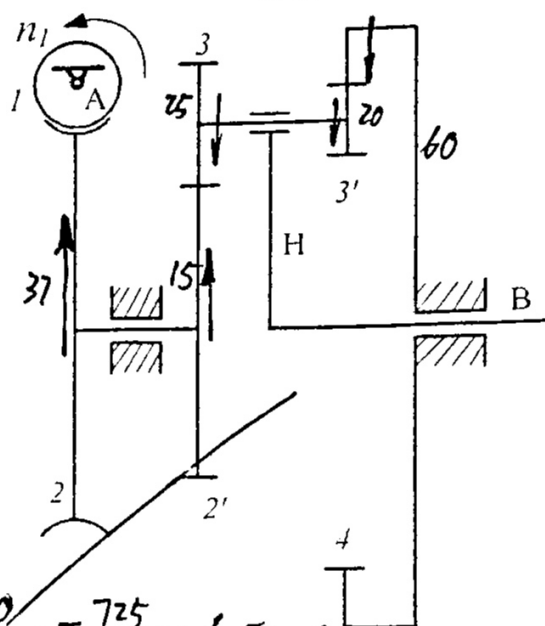
$$\Rightarrow \frac{n_2 - n_H}{0 - n_H} = -5$$

$$\Rightarrow 1 - \frac{n_2}{n_H} = -5$$

$$\Rightarrow \frac{n_2}{n_H} = 6$$

$$\therefore n_B = n_H = \frac{n_2}{i_{24}^H} = \frac{n_1}{i_{12} \cdot i_{24}^H} = \frac{1450}{37 \times 6} = \frac{725}{11} = 6.53 \text{ r/min}$$

方向与轮 2 同向, 向上



4. 某机器一个运动循环对应于等效构件转一周。已知等效阻力矩 M_r 的变化曲线如图示，等效驱动力矩 M_d 为常数，等效构件的平均转速为 100r/min，其运转速度不均匀系数不超过 0.02。忽略除飞轮以外的构件质量和转动惯量。试求：

(+10)

- 1) 等效驱动力矩 M_d ;
- 2) 等效构件最大角速度 ω_{\max} 和最小角速度 ω_{\min} 的位置;
- 3) 最大盈亏功 ΔW_{\max} ;
- 4) 装在等效构件上的飞轮转动惯量 J_F 。(10 分)

一周内

解: (1) $W_d = W_r$

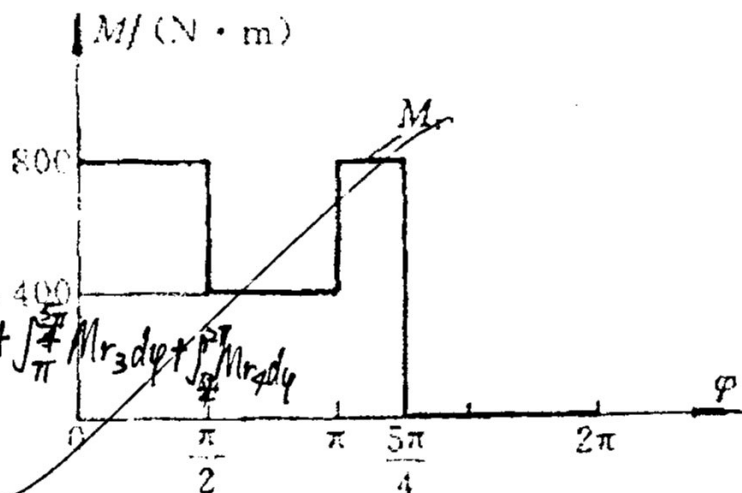
~~$\Rightarrow \int W_d \cdot \omega dt$~~

$W_d = W_r = \int M_r d\varphi$

$M_d \cdot 2\pi = \int_0^{\frac{\pi}{2}} M_{r1} d\varphi + \int_{\frac{\pi}{2}}^{\pi} M_{r2} d\varphi + \int_{\pi}^{\frac{5\pi}{4}} M_{r3} d\varphi + \int_{\frac{5\pi}{4}}^{2\pi} M_{r4} d\varphi$

$M_d \cdot 2\pi = 800\pi$

$M_d = 400 \text{ N} \cdot \text{m}$



(2) $\delta = \frac{W_{\max} - W_{\min}}{W_m} = 0.02 \quad W_m = \frac{W_{\max} + W_{\min}}{2} = 100$

$\Rightarrow \begin{cases} W_{\max} - W_{\min} = 2 \\ W_{\max} + W_{\min} = 200 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} W_{\max} = 101 \text{ r/min} \\ W_{\min} = 99 \text{ r/min} \end{cases}$

(3) $0 \sim \frac{\pi}{2}, \Delta W_1 = (M_d - M_{r1}) \cdot \frac{\pi}{2} = (400 - 800) \cdot \frac{\pi}{2} = -200\pi \text{ J}$

$\frac{\pi}{2} \sim \pi, \Delta W_2 = (M_d - M_{r2}) \cdot \frac{\pi}{2} + \Delta W_1 = -200\pi \text{ J}$

$\pi \sim \frac{5\pi}{4}, \Delta W_3 = (M_d - M_{r3}) \cdot \frac{\pi}{4} + \Delta W_2 = -300\pi \text{ J}$

$\frac{5\pi}{4} \sim 2\pi, \Delta W_4 = (M_d - M_{r4}) \cdot \frac{3\pi}{4} + \Delta W_3 = 0 \text{ J}$

$\therefore \Delta W_{\max} = 0 \text{ J} \quad \Delta W_{\min} = \Delta W_3 = -300\pi \text{ J}$

(4) $[W] = \Delta W_{\max} - \Delta W_{\min} = 300\pi \text{ J}$

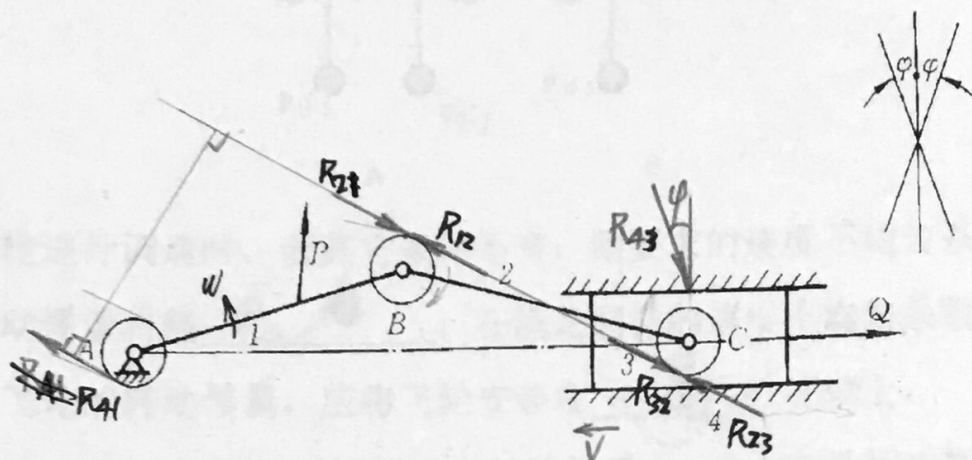
$J_F = \frac{900 [W]}{n^2 \pi^2 [\delta]} = \frac{900 \times 300\pi}{100^2 \pi^2 \times 0.02} = 429.72 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$

四、综合分析题(10 分)

图示四杆机构中， P 为驱动力， Q 为阻力。摩擦圆如图所示，摩擦角为 ϕ ，试在图中画出各运动副中的总反力的作用线和方向。

题分	得分
10	7

杆2受拉力



- R_{12} 为杆1对杆2反力
- R_{21} 为杆2对杆1反力
- R_{41} 为固定点A对杆1反力
- R_{43} 为滑轨4对滑块3反力
- R_{32} 为滑块3对杆2反力
- R_{23} 为杆2对滑块3反力