

2016-2017 学年第二学期《机械原理》课内考试卷 (A 卷)

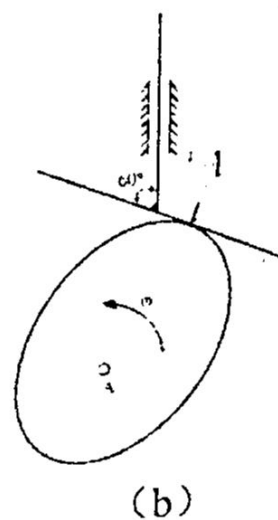
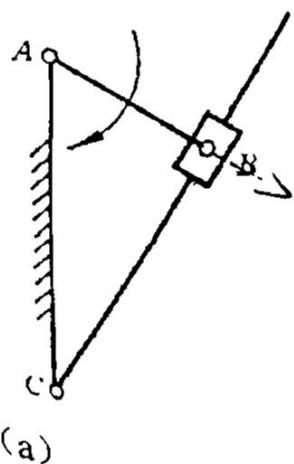
课程号 60107902 年级专业 2015 机械 学号 1561010604 姓名 白瑞

题号	一	二	三	四	总分	审核
题分	20	24	46	10		
得分	19	22	44	7	94	签名 <u>白瑞</u>

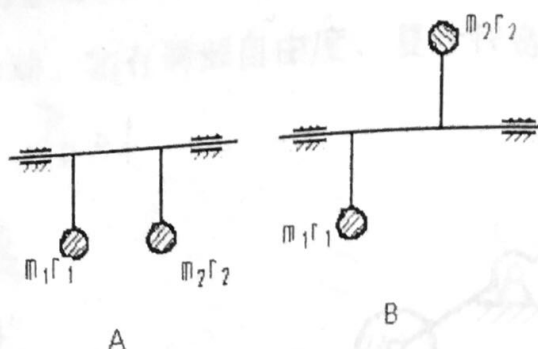
题分	得分
20	19

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 机构自由度等于原动件数目。
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 是。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 不同。
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 分度圆 上的压力角。
6. 在周转轮系中, 轴线固定的齿轮称为 行星轮; 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 80°; 在图示 (b) 凸轮机构中, 该机构传动角的值为 60°。



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。

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 力。

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 $\eta \leq 0$ 。

A. $\eta > 1$ B. η 为无穷大 C. $\eta \leq 0$ D. $0 < \eta < 1$

题分	得分
24	24

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：

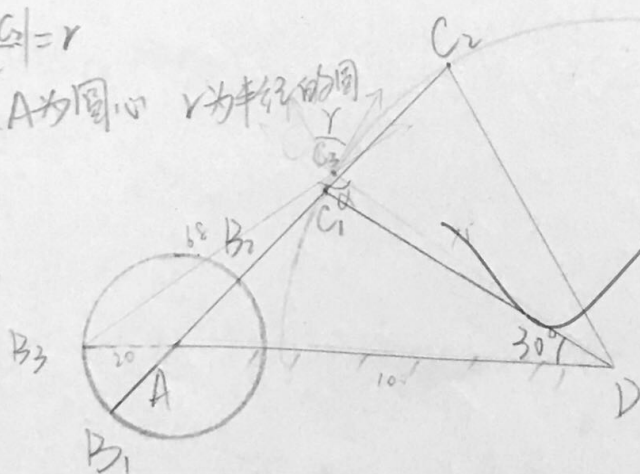
1) 连杆 l_{BC} 和另一连架杆 l_{AB} 的长度; (长度比例尺 $u_l = 2\text{mm/mm}$)

2) 判断该四杆机构最小传动角的位置及大小。(12分)

$$\theta = 180^\circ \cdot \frac{k-1}{k+1} = 0^\circ$$

$$\text{取 } \left| \frac{C_1 C_2}{2} \right| = r$$

作以A为圆心 r 为半径的圆


$$LBC = BrCr = \frac{B_1 C_1}{A_1 + A_2}$$

量出/既 $\approx 68\text{mm}$

$LAB \approx 20 \text{ mm}$

当AB杆与AD共线时,即B点位于B₃点时,该四杆机构AB₃C₂D存在最小

传动轴

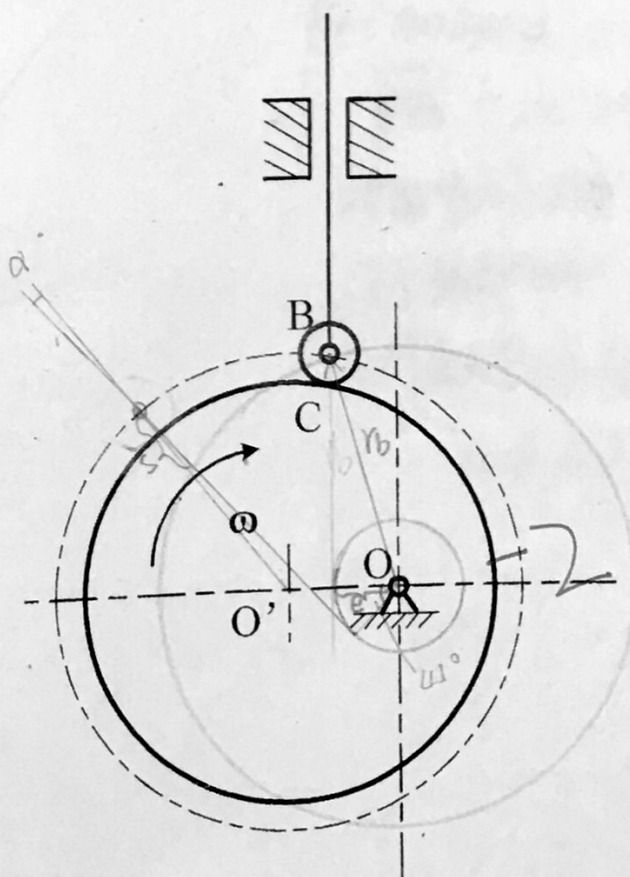
$$\cos \alpha = \frac{(\vec{B_2 C_3})^2 + |\vec{C_3 D}|^2 - (\vec{B_3 D})^2}{2 \cdot |\vec{B_2 C_3}| \cdot |\vec{C_3 D}|}$$

$$= 0.048827529$$

$$\alpha \approx 72.8^\circ$$

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 s ；
- 3) 在图上标出凸轮按 ω 方向转过 45° 时凸轮机构的压力角 α (12 分)



三、计算题(46 分)

题分	得分
46	44

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)

$n=6 \quad P_5=8 \quad P_4=1$

该处含局部自由度
该处含复合铰链

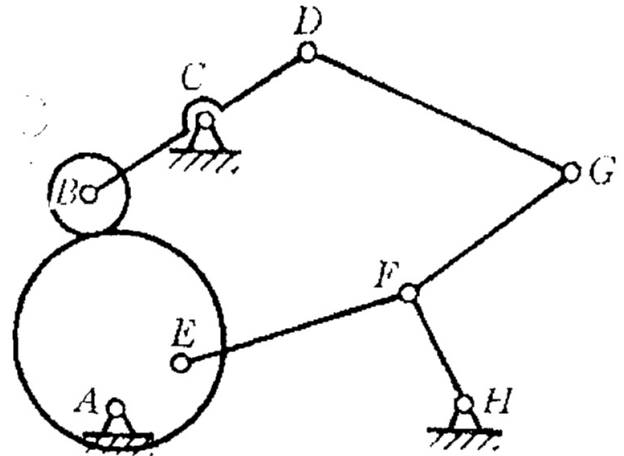
$$F = 3n - 2P_5 - P_4$$

$$= 3 \times 6 - 2 \times 8 - 1$$

$$= 1$$

F = 原动件数目

因此，图示机构有确定的运动



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
- 3) 如果这对齿轮啮合传动的重合度为 ϵ_α ⁶² 1.63, 用长度比例尺 $u_l = 0.5 \text{ mm/mm}$ 画出实际啮合线 $\overline{B_2 B_1}$, 并标出一对齿啮合区、两对齿啮合区。

(1) $d_1 = m z_1 = 72 \text{ mm}$ $d_2 = m z_2 = 164 \text{ mm}$ (16分)

$d_{a1} = d_1 + 2 h_a^* m = 72 + 8 \times 1 = 80 \text{ mm}$ $d_{a2} = d_2 + 2 h_a^* m = 172 \text{ mm}$

$d_{f1} = d_1 - 2(h_a^* + c^*)m = 62 \text{ mm}$ $d_{f2} = d_2 - 2(h_a^* + c^*)m = 154 \text{ mm}$

$d_{b1} = d_1 \cdot \cos \alpha \approx 67.458 \text{ mm}$

$d_{b2} = d_2 \cdot \cos \alpha \approx 154.11 \text{ mm}$

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

$r_2' \cos \alpha' = r_2 \cos \alpha$

$\frac{d_1 + d_2}{2} \cdot \cos 20^\circ = 120 \cdot \cos \alpha'$

$r_2 \approx 83.390 \text{ mm}$

$\alpha' \approx 22.677^\circ$

$r_1' \cos \alpha' = r_1 \cdot \cos \alpha$

$r_1' \approx 36.61 \text{ mm}$

$\epsilon_\alpha = \frac{\overline{B_1 B_2}}{P_n} \approx 1.63$

$P_n = \pi m \cos \alpha \approx 15.035$

$\overline{B_1 B_2} \approx 24.507 \text{ mm}$

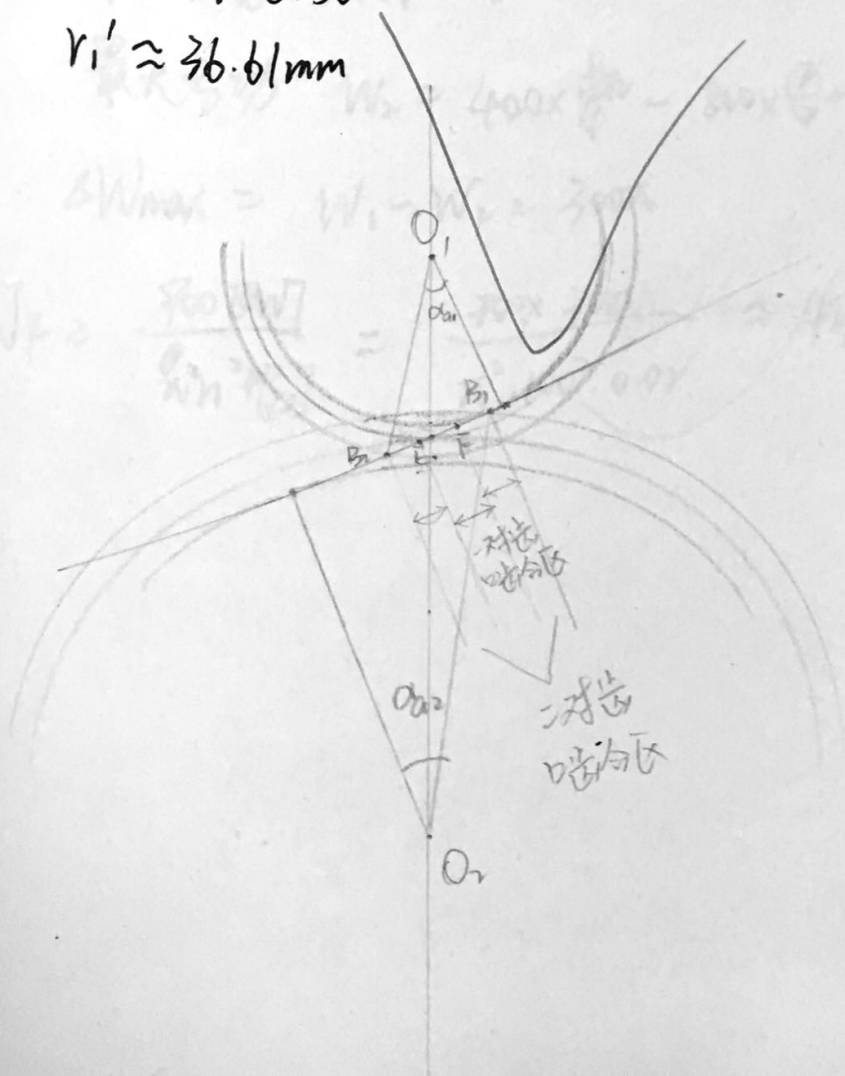
一对齿啮合区长度 = ~~0.53~~ $0.53 P_n$

$\overline{EF} \approx 7.97 \text{ mm}$

二对齿啮合区长度 = $0.47 P_n$

$B_2 E = B_1 F \approx 7.06645 \text{ mm}$

取 $\mu = 1:2$



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)

$$i_{34}^H = \frac{n_3 - n_H}{n_4 - n_H} = \frac{z_4}{z_3} \cdot \frac{z_2'}{z_2} = \frac{15}{3} = 3$$

将 $n_4=0$ 代入 得 $n_3 = \frac{1}{3}n_H - 2n_H$

$$i_{23} = -\frac{z_3}{z_2} = -\frac{25}{37}$$

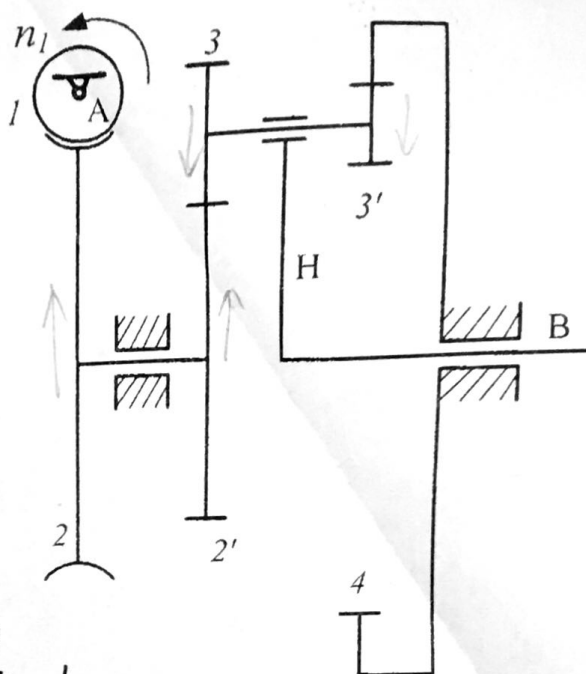
$$i_{12} = \frac{z_2}{z_1} = 37$$

$$i_{13} = i_{12} \cdot i_{23} = -\frac{185}{3}$$

$$n_1 = 1450\text{r/min} \quad n_3 = -\frac{185}{37} \text{r/min}$$

$$n_H = -\frac{1}{3}n_3 = \frac{1}{3} \times \frac{185}{37} \approx 1.75\text{r/min}$$

方向与 n_3 相反 正面向上



$$i_{2'4}^H = \frac{n_2' - n_H}{n_4 - n_H} = -\frac{z_4}{z_3} \cdot \frac{z_2'}{z_2} = -\frac{25 \times 60}{15 \times 20} = -5$$

$n_4=0$ 代入 得 $n_2' = 6n_H$

$$i_{12} = 37$$

$$n_2 = 1450 + 37 \approx 37.189\text{r/min}$$

$$n_2' = n_2 = 6n_H$$

$$n_H = 37.189 \div 6 \approx 6.198\text{r/min}$$

方向与 2 轮相同 正面向上
 $n_B = n_H = 6.198\text{r/min}$

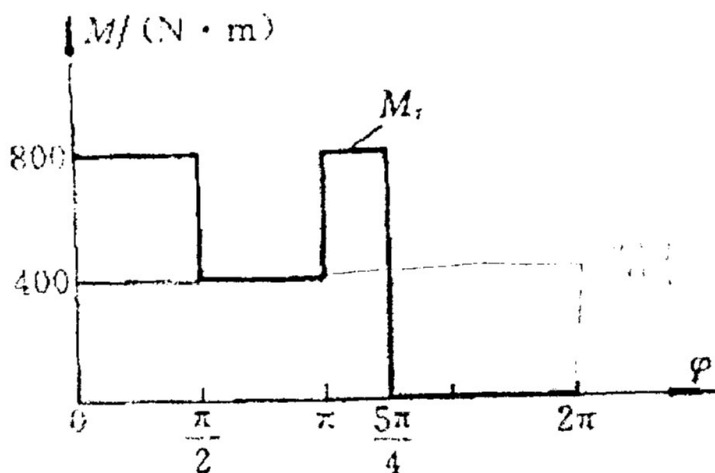
4. 某机器一个运动循环对应于等效构件转一周。已知等效阻力矩 M_r 的变化曲线如图示，等效驱动力矩 M_d 为常数，等效构件的平均转速为 100r/min ，其运转速度不均匀系数不超过 0.02 。忽略除飞轮以外的构件质量和转动惯量。试求：

- 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)

(1) $M_r \cdot \varphi = M_d \cdot \varphi$

$$800 \cdot \frac{\pi}{2} + 400 \times \frac{\pi}{2} + 800 \times \frac{\pi}{4} = M_d \cdot 2\pi$$

$$M_d = 600 \text{ N} \cdot \text{m}$$



(2) M_r, M_d 相差最大时有 ω_{\max}

$0 \sim \frac{\pi}{2}$ 及 $\pi \sim \frac{5\pi}{4}$ 时有 ω_{\max}

$\frac{\pi}{2} \sim \pi$ 及 $\frac{5\pi}{4} \sim 2\pi$ 时有 ω_{\min}

(3) 最大盈功 $W_1 = 0$

$$\text{最大亏功 } W_2 = 400 \times \frac{\pi}{2} - 800 \times (\frac{\pi}{2} + \frac{\pi}{4}) - 400 \times \frac{\pi}{2} = -300\pi$$

$$\Delta W_{\max} = W_1 - W_2 = 300\pi$$

(4) $J_F \geq \frac{900 \text{ [N} \cdot \text{m]}}{\frac{0.2}{\pi^2} \cdot 100^2 \cdot 0.02} = \frac{700 \times 300\pi}{\pi^2 \cdot 100^2 \cdot 0.02} \approx 429.72 \text{ (kg} \cdot \text{m}^2)$

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

