

# 机械原理

## 一、是非题（正确的画“√”，错误的画“X”）（每题 2 分，共 10 分）

（1）平面机构高副低代的条件是代替机构与原机构的自由度、瞬时速度和瞬时加速度必需完全相同。（ ）

（2）凡曲柄摇杆机构，极位夹角  $\theta$  必不等于 0，故该类机构总具有急回特征。（ ）

（3）满足动平衡条件的刚性转子也肯定同时满足了静平衡条件。（ ）

（4）一个渐开线标准直齿圆柱齿轮和一个变位直齿圆柱齿轮，若其模数和压力角分别相等，则它们能够正确啮合，而且其顶隙也是标准的。（ ）

（5）在直动从动件盘形凸轮机构中进行合理的偏置，是为了同时减小推程压力角和回程压力角。（ ）

## 二、填空题（每空 2 分，共 30 分）

（1）在平面机构中，两构件构成运动副引入的约束至少为\_\_\_\_\_，至多为\_\_\_\_\_。

（2）蜗杆蜗轮的正确啮合条件是\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_。

（3）一对标准渐开线直齿圆柱齿轮传动的实际中心距大于标准中心距时，其传动比\_\_\_\_\_，而啮合角将\_\_\_\_\_。

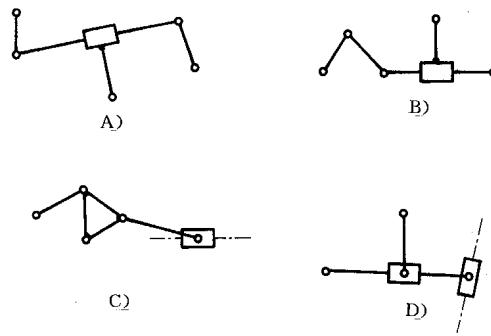
（4）周转轮系的传动比计算中； $i_{1k}$  与  $i_{1k}^H$  有区别， $i_{1k}$  是\_\_\_\_\_， $i_{1k}^H$  是\_\_\_\_\_； $i_{1k}^H$  的计算公式\_\_\_\_\_，公式中的正负号是按\_\_\_\_\_来确定的。

（5）在摆动导杆机构中，导杆摆角=30°，其行程速度变化系数 K 的值为\_\_\_\_\_。

（6）移动副的自锁条件是\_\_\_\_\_，转动副的自锁条件是\_\_\_\_\_，从效率的观点出发，机械的自锁条件是\_\_\_\_\_。

## 三、选择题（每选项 2 分，共 16 分）

（1）在图示 4 个分图中，图\_\_\_\_\_是 III 级杆组，其余都是个 II 级杆组的组合。

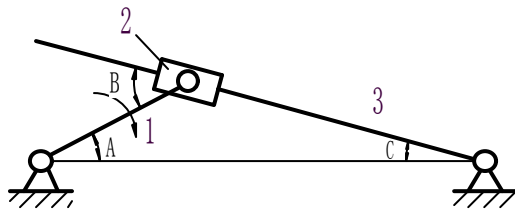


(2) 模数为 2 mm，压力角  $\alpha=20^\circ$ ，齿数  $Z=20$ ，齿顶圆直径  $d_a=43.2$  的渐开线直齿圆柱齿轮是\_\_\_\_\_齿轮。

A 标准                  B 正变位                  C 负变位

(3) 图示为摆动导杆机构，以 1 杆为主动件，则机构的传动角  $\gamma=_____$ 。

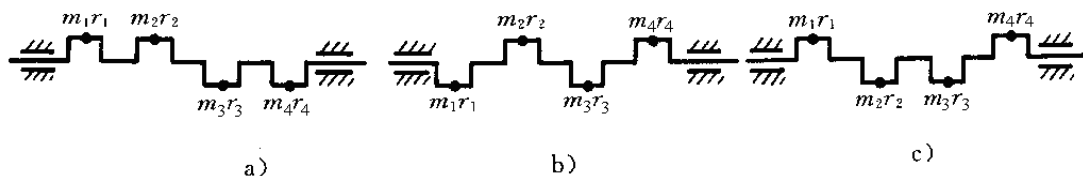
A  $\angle A$                   B  $\angle B$                   C  $\angle C$                   D  $0^\circ$                   E  $90^\circ$



(4) 斜齿圆柱齿轮的端面模数  $m_t$ \_\_\_\_\_法面模数  $m_n$ 。

A 小于                  B 大于                  C 等于

(5) 如图所示  $a$ 、 $b$ 、 $c$  三根曲轴中，已知  $m_1r_1 = m_2r_2 = m_3r_3 = m_4r_4$ ，并作轴向等间隔布置，且都在曲轴的同一含轴平面内，则其中\_\_\_\_\_轴已达静平衡，\_\_\_\_\_轴已达动平衡。



(6) 若忽略摩擦，一对渐开线齿廓从进入啮合到脱离啮合，齿廓间作用力方向\_\_\_\_\_，并且要沿着\_\_\_\_\_方向。

A 不断改变；                  B 维持不变；                  C 中心线；  
D 基圆内公切线；                  E 节圆公切线

#### 四、简答题（每题 4 分，共 16 分）

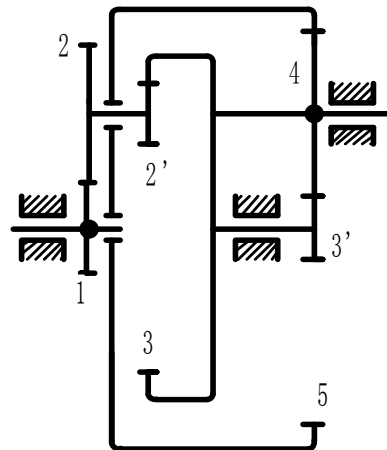
1. 简述斜齿轮在工程应用中的优缺点。

2. 什么是三心定理？如何在理论上证明其正确性。

3. 偏心曲柄滑块机构具有曲柄的条件是什么？指出该类机构最大压力角出现的位置（可以是文字说明或者图示说明）。

4. 渐开线齿廓具有什么优点而在实际中获得了最广泛的应用？

5. 试分析下图轮系的组成，并说明该轮系的类型。  
由\_\_\_\_\_组成\_\_\_\_\_轮系；  
由\_\_\_\_\_组成\_\_\_\_\_轮系；  
称整个轮系为\_\_\_\_\_轮系。



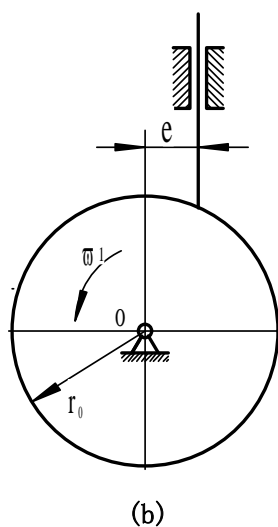
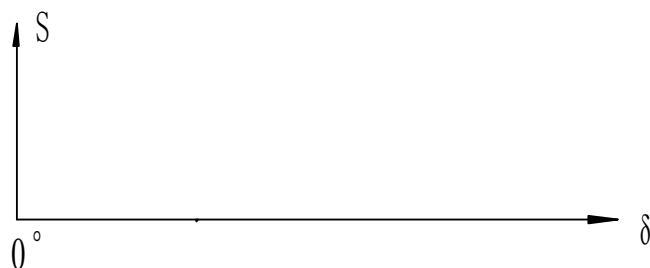
#### 五、图解题（共 20 分）

1. (10') 在偏置直动滚子从动件盘形凸轮机构中, 已知基圆半径  $r_0$ , 偏距  $e$ ,  $\omega_1$  的转向如图 (b) 所示, 滚子半径  $r_r = 5\text{mm}$ , 运动规律如下表:

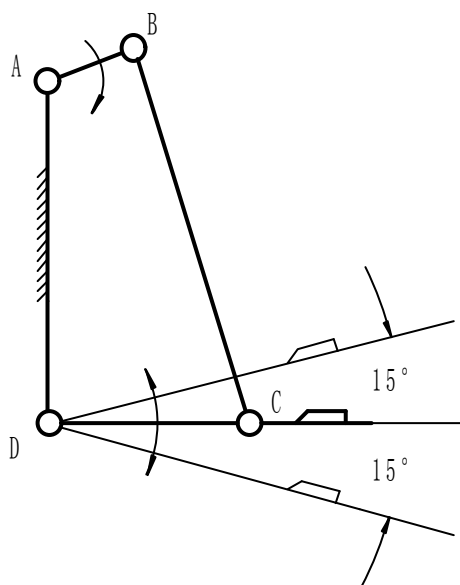
凸轮转角 $\delta$	$0^\circ \sim 90^\circ$	$90^\circ \sim 120^\circ$	$120^\circ \sim 210^\circ$	$210^\circ \sim 360^\circ$
从动件运动	等速上升 $24\text{mm}$	静止	等加等减速 回原位	静止

按下列要求作题:

- ① 在图 (a) 坐标中画出从动件位移线图  $S(\delta)$ ;
- ② 在图中绘制推杆上升阶段的凸轮实际廓线。



2. (10') 图示为一脚踏轧棉机曲柄摇杆机构的示意图, 已设定  $L_{AD} = 1.0\text{m}$ ,  $L_{CD} = 0.5\text{m}$ , 要求脚踏板  $CD$  在水平面上上下各摆动  $15^\circ$ ,  $K=1.5$ , 试用图解法确定  $AB$ 、 $BC$  两杆的长度。(取比例尺  $\mu_l = 0.01\text{m/mm}$ 。)



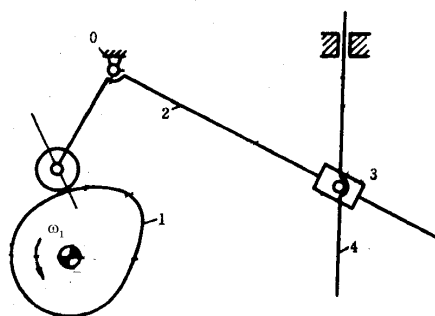
设计结果为:

$$L_{BC} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ mm}$$

$$L_{AB} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ mm}$$

## 六、计算题 (共 58 分)

1. (10') 试计算图示机构的自由度, 如有复合铰链、局部自由度和虚约束, 需在图上明确指出, 并判断该机构是否具有确定的运动。



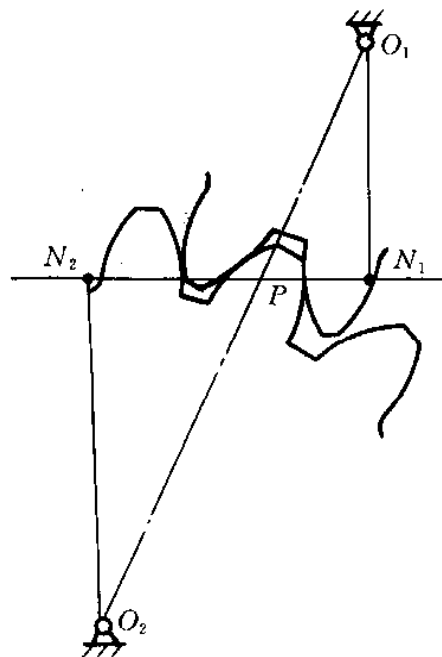
2. (18') 已知一对渐开线直齿圆柱齿轮, 其  $m = 4 \text{ mm}$ ,  $\alpha = 20^\circ$ ,  $h_a^* = 1$ ,  $c^* = 0.25$ ,

$z_1 = 20$ ,  $z_2 = 70$ , 试计算:

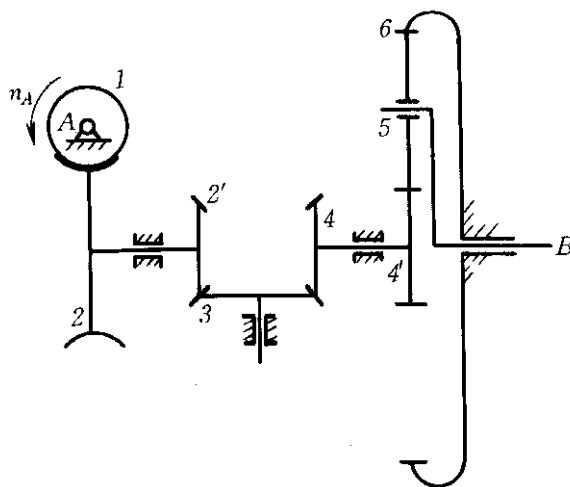
- 1) 求两个齿轮的基圆半径  $r_{b1}$ 、 $r_{b2}$  和法向齿距  $p_{n1}$ 、 $p_{n2}$ ;
- 2) 求小齿轮的齿顶圆半径  $r_{a1}$  和大齿轮的齿根圆半径  $r_{f2}$ ;
- 3) 求这对齿轮正确安装时的啮合角  $\alpha'$  和中心距  $a'$ ;
- 4) 将上述中心距  $a'$  加大 3 mm, 求此时的啮合角  $\alpha'$  及此时两轮的节圆半径  $r'_1$ 、 $r'_2$ 。

3. (8') 在图中:

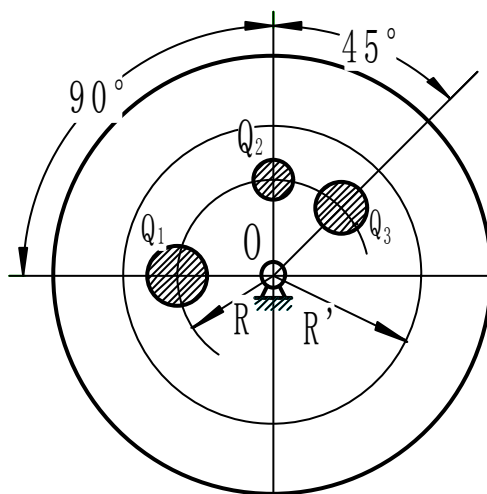
- (1) 若轮 I 为主动, 啮合线如图示, 标出各轮转向;
- (2) 画出轮齿啮合起始点  $B_2$  及啮合终止点  $B_1$ , 用图上有关线段算出重合度  $\varepsilon$  的大小;
- (3) 画出单、双齿啮合区。



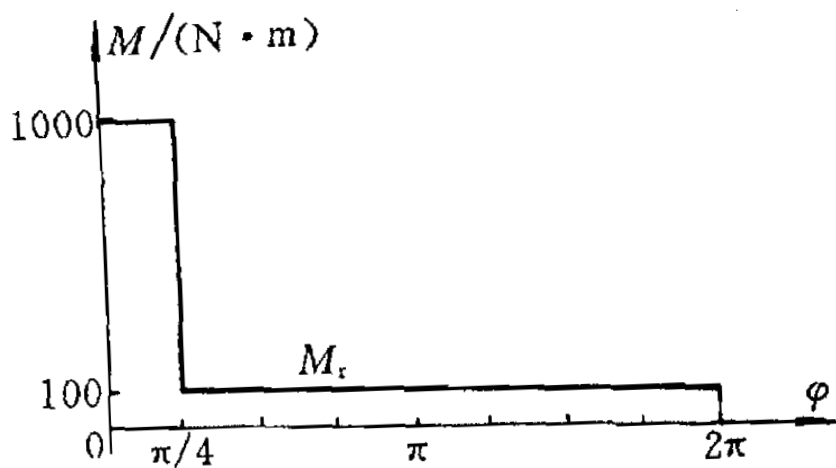
4. (15') 在图示轮系中, 已知各轮齿数分别为  $z_1=1$ (右旋),  $z_2=40$ ,  $z_2'=20$ ,  $z_3=18$ ,  $z_4=20$ ,  $z_4'=30$ ,  $z_5=20$ ,  $z_6=55$ ,  $n_1=100$  (r/min, 试求  $n_B$  的大小和方向(方向可用箭头表示)。



5. (15') 图示圆盘上有三个已知不平衡重:  $Q_1=2N$ ,  $Q_2=0.5N$ ,  $Q_3=1N$ , 它们分布在  $R=20mm$  的同一圆周上。今欲在  $R'=30mm$  的圆周上钻孔去重使它达到平衡, 试求应去重的大小, 并在图上表示出钻孔的位置。

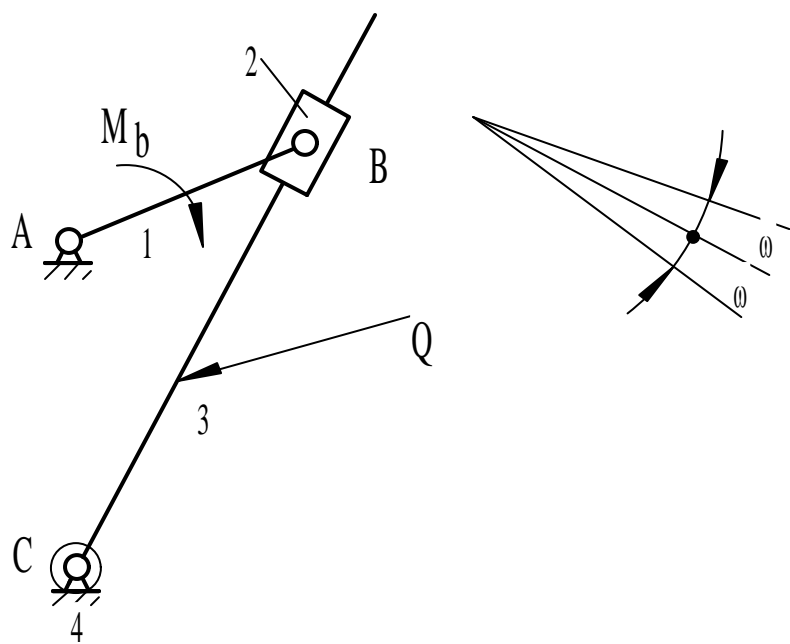


6. 已知某机械一个稳定运动循环内的等效阻力矩  $M_r$  如图所示，等效驱动力矩  $M_d$  为常数，等效构件的最大及最小角速度分别为： $\omega_{\max} = 200 \text{ rad/s}$  及  $\omega_{\min} = 180 \text{ rad/s}$ 。试求：(1) 等效驱动力矩  $M_d$  的大小； (2) 运转的速度不均匀系数  $\delta$ ； (3) 当要求  $\delta$  在 0.05 范围内，并不计其余构件的转动惯量时，应装在等效构件上的飞轮的转动惯量  $J_F$ 。





7 (10 分) 图示为曲柄导杆机构运动简图。已知生产阻力  $Q = 50N$ ，转动副 C 处的摩擦圆及 2、3 构件间移动副的摩擦角  $\varphi$  均已在图中画出，其余运动副的摩擦不计。试用图解法求机构在图示位置时构件 3 上的运动副反力  $R_{43}$ 、 $R_{23}$  及应加在构件 1 上的平衡力矩  $M_b$ （取比例尺



$$\mu_P = 1N/mm \quad \mu_L = 0.001m/mm$$