

2019-2020 学年第一学期《工程力学》期中考试卷

授课班号 6111251 年级专业 18 级机器人工程 学号 _____ 姓名 _____

考试时间: 90 分钟

题号	一	二	三	四	五	六	总分	审核
题分	15	15	15	15	20	20		
得分								

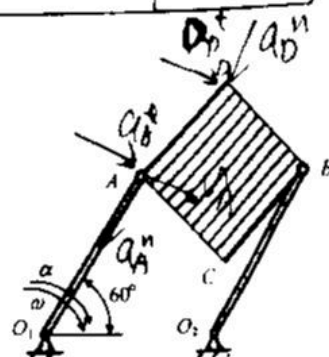
题分	15
得分	

一、计算题

如图 1 所示的机构, 杆 O_1A 和 O_2B 的长度相等均为 200mm, 且互相平行。在其上铰接一个边长为 100mm 的正方形板 ABCD。

若在图示瞬时, 曲柄 O_1A 的角速度 $\omega = 2 \text{ rad/s}$, 角加速度 $\alpha = 1 \text{ rad/s}^2$, 求:

- (1) 点 A 的速度和加速度: (10 分)
- (2) 点 D 的速度和加速度: (3 分)
- (3) 在图上标示出点 D 的切向和法向加速度的方向。 (2 分)



题 1 图

$$\begin{aligned}
 (1) \quad v_A &= \omega \cdot |O_1A| = 2 \times 0.2 = 0.4 \text{ m/s} \\
 a_A^n &= \omega^2 |O_1A| = 4 \times 0.2 = 0.8 \text{ m/s}^2 \\
 a_A^t &= \alpha |O_1A| = 1 \times 0.2 = 0.2 \text{ m/s}^2
 \end{aligned}$$

$$(2) \quad v_D = v_A = 0.4 \text{ m/s} \quad (1) \quad a_D^n = a_A^n = 0.8 \text{ m/s}^2 \quad (1) \quad a_D^t = a_A^t = 0.2 \text{ m/s}^2 \quad (1)$$

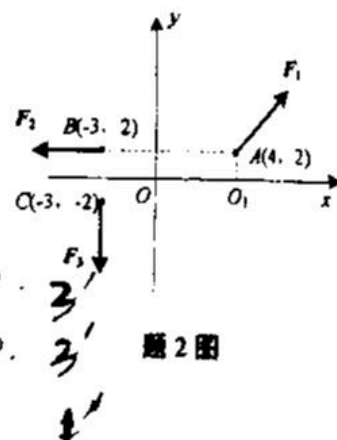
(3) 同 (2) 类似。

题分	15
得分	

二、计算题

如图所示的平面力系, 其中各力的大小分别为 $F_1 = 60\sqrt{2} \text{ kN}$, $F_2 = F_3 = 60 \text{ kN}$ 。作用位置如图所示。图中尺寸单位为 mm。

- (1) 计算力系向坐标原点 O 简化后的主矢和主矩。 (12 分)
- (2) 若力系向点 O_1 简化, 其简化结果是否会发生变化? 为什么? (3 分)



题 2 图

$$\begin{aligned}
 (1) \quad F_{Rx} &= \sum F_{ix} = F_1 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} - F_2 = 60\sqrt{2} \times \frac{\sqrt{2}}{2} - 60 = 0 \\
 F_{Ry} &= \sum F_{iy} = F_1 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} - F_3 = 60\sqrt{2} \times \frac{\sqrt{2}}{2} - 60 = 0 \\
 \text{故主矢 } F_R &= \sqrt{F_{Rx}^2 + F_{Ry}^2} = 0
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{主矩 } M_O &= \sum M_{O_i} = F_1 \times \frac{\sqrt{2}}{2} \times 4 - F_1 \times \frac{\sqrt{2}}{2} \times 2 + F_2 \times 2 + F_3 \times 3 \\
 &= 60\sqrt{2} \times \frac{\sqrt{2}}{2} \times 4 - 60\sqrt{2} \times \frac{\sqrt{2}}{2} \times 2 + 60 \times 2 + 60 \times 3 \\
 &= 240 - 120 + 300 = 420 \text{ kN} \cdot \text{mm} = 420 \text{ N} \cdot \text{m}
 \end{aligned}$$

河海大学常州校区考试试卷第 1 页 (共 4 页)

(2) 不会变化, 因为主矢为零, 故向任何点简化, 其简化结果都是主矩 420 N·m。

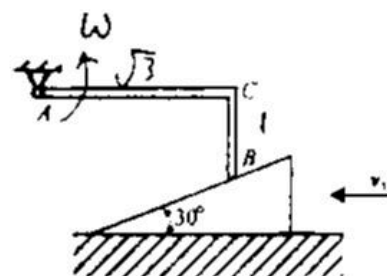
题分	15
得分	

三、计算题

如图所示的机构，折杆 ACB 置于水平放置的三角斜面上。三角斜面以 $v_1=1\text{m/s}$ 的速度向左匀速运动。图示瞬时，AC 正好处在水平位置。

折杆的 $\angle ACB=90^\circ$ ，AC 长 $\sqrt{3}\text{m}$ ，CB 长 1m 。

求此瞬时折杆 ACB 的角速度和角加速度。需画出速度合成关系图和加速度合成关系图。



题3图

$$[\vec{V}_A = \vec{V}_e + \vec{V}_r]_{3'}$$

$$V_A \cos 60^\circ = V_e \cos 60^\circ + 0 \quad V_A = V_e = 1\text{m/s}$$

$$AB = 2. \quad \omega_{ACB} = \frac{V_A}{|AB|} = \frac{1}{2} = 0.5\text{rad/s.} \quad 4'$$

$$a_A^n = \omega^2 \cdot |AB| = 0.5^2 \times 2 = 0.25 \times 2 = 0.5\text{m/s}^2$$

$$[\vec{a}_A^n + \vec{a}_A^t = \vec{a}_e + \vec{a}_r]_{3'}$$

$$a_A^n \cos 30^\circ + a_A^t \cdot \frac{1}{2} = 0.$$

$$a_A^t = -2a_A^n \cos 30^\circ = -2 \times 0.5 \times \frac{\sqrt{3}}{2} = -\frac{\sqrt{3}}{2}\text{m/s}^2 \quad 3'$$

$$\alpha = a_A^t / |AB| = -\frac{\sqrt{3}}{4}\text{rad/s}^2 = -0.433\text{rad/s}^2 \quad (2)$$

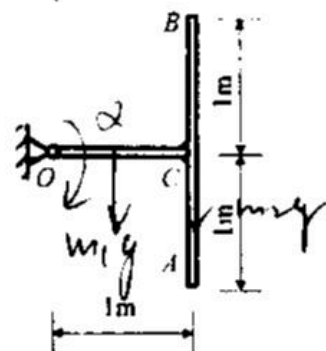
四、计算题

两均质细杆 OC 和 AB 的质量分别是 50kg 和 100kg，在点 C 相互垂直地焊接起来，若在图示铅锤位置静止释放，求

(1) 系统相对于轴 O 的转动惯量；(6分)

(2) 系统释放瞬间的角加速度；(9分)

重力加速度取 9.8m/s^2



题4图

$$\begin{aligned} J_O &= J_{OC} + J_{AB} \\ &= \frac{1}{3} m_{OC} l_{OC}^2 + \frac{1}{12} m_{AB} l_{AB}^2 + m_{AB} \cdot l_{OC}^2 \\ &= \frac{1}{3} \times 50 \times 1^2 + \frac{1}{12} \times 100 \times 4 + 100 \times 1^2 \\ &= \frac{50}{3} + \frac{100}{3} + 100 = 150 \text{ kg} \cdot \text{m}^2 \end{aligned}$$

$$J_O \alpha = \sum M(F)_i$$

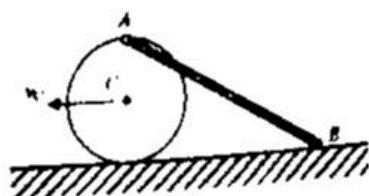
$$150 \cdot \alpha = 50 \times 9.8 \times 0.5 + 100 \times 9.8 \times 1.$$

$$\alpha = 8.17 \text{ rad/s}^2 \quad (11.3\text{分})$$

题分	20
得分	

五、计算题

如图所示的机构，半径为 R 的圆盘在水平轨道上做纯滚动，且轮心 C 的速度 $v_c = v$ 并保持不变。在

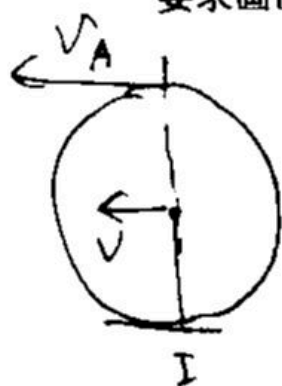


轮的顶部 A 通过铰链连接长度为 $4R$ 的杆件，杆件另一端 B 可在水平轨道上滑动。

- 求(1) 图示瞬时点 A 的速度和加速度(10分)；
(2) 图示瞬时杆 AB 的角速度和点 B 的速度(4分)；
(3) 图示瞬时点 B 的加速度(6分)。

题5图

要求画出必要的速度关系图和加速度关系图。



$$v_A = 2v$$

$$\vec{a}_A = \vec{a}_C + \vec{a}_{AC}^n + \vec{a}_{AC}^t = \vec{a}_{AC}^n + \vec{a}_{AC}^t$$

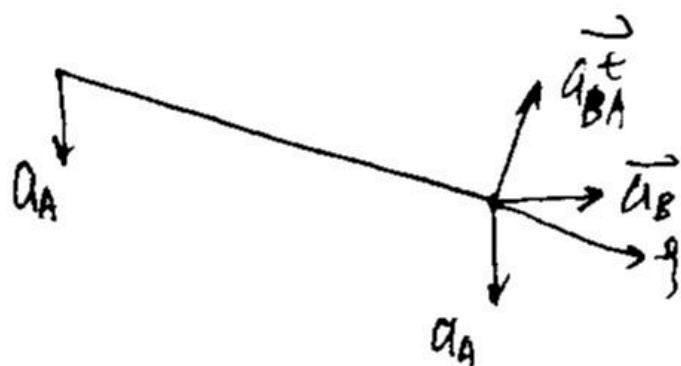
$$a_{AC}^t = \omega \cdot R \quad \omega = \frac{v_C}{R} = 0 \quad a_{AC}^t = 0$$

$$a_A = a_{AC}^n = \omega_{AC}^2 \cdot |AC| = \left(\frac{v}{R}\right)^2 \cdot R = \frac{v^2}{R}$$

AB 杆瞬时角速度 $\omega_{AB} = 0$ 。

$$v_B = v_A = 2v$$

以 A 为基点，分析 B



$$\vec{a}_B = \vec{a}_A + \vec{a}_{BA}^t + \vec{a}_{BA}^n$$

$$a_{BA}^n = 0$$

$$\left[\vec{a}_B = \vec{a}_A + \vec{a}_{BA}^t \right] \}$$

$$a_B \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = a_A \cdot \frac{1}{2}$$

$$a_B = \frac{a_A}{\sqrt{3}} = \frac{\sqrt{3}}{3} a_A = \frac{\sqrt{3}}{3} \frac{v^2}{R}$$

题分	20
得分	

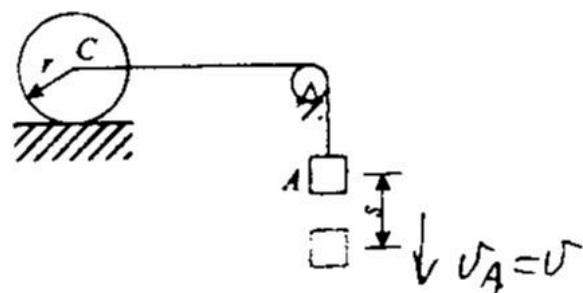
六、计算题

如图所示均质圆轮 C 的质量是 m , 半径是 r , 轮心通过细绳绕到不计质量的定滑轮 O 上, 再和质量同为 m 的

物块 A 相连。圆轮 C 沿着固定水平面只滚不滑。

系统初始状态为静止, 当物块下落 s 距离后, 求

- (1) 圆轮 C 的角速度; (10 分)
- (2) 圆轮 C 的角加速度; (5 分)
- (3) 细绳的拉力; (5 分)



题 6 图

$$E_{k1} = 0$$

$$E_{k2} = \frac{3}{4}mv_c^2 + \frac{1}{2}m_A v_A^2 = \frac{3}{4}mv^2 + \frac{1}{2}mv^2 = \frac{5}{4}mv^2$$

$$W_{12} = mg \cdot s$$

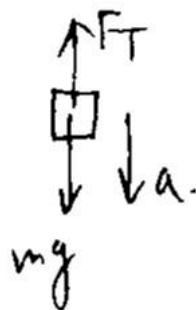
$$\Delta E_k = W_{12}$$

$$\frac{5}{4}mv^2 = mg \cdot s \quad (*) \quad v = \sqrt{\frac{4gs}{5}} \quad \omega = \frac{v}{r} = \sqrt{\frac{4gs}{5r^2}}$$

(*) 式两边对 t 求导:

$$\frac{5}{2}mv \cdot a = mg \cdot \frac{ds}{dt} \quad a = \frac{2g}{5} \quad \alpha = \frac{a}{r} = \frac{2g}{5r}$$

又对物块 A



$$mg - F_T = ma$$

$$F_T = mg - ma = mg - m \cdot \frac{2}{5}g = \frac{3}{5}mg$$