

二〇一九 ~ 二〇二〇 学年 第 I 学期

## 《理论力学》 考试试题

考试日期: 2020 年 月 日

试卷类型: A

试卷代号:

班号:

学号:

姓名:

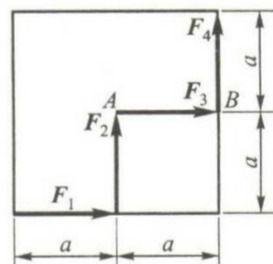
题号	一	二	三	四	五	六	总分
得分							

本题分数	30
------	----

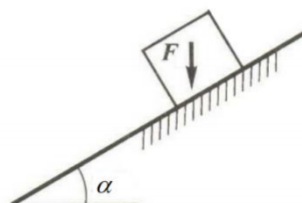
## 一、填空题

得 分	
-----	--

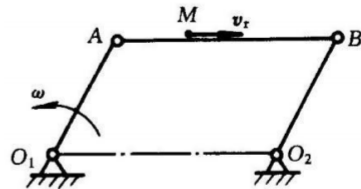
1. (6 分) 如图所示力系中,  $F_1 = F_2 = F_3 = F_4 = F$ , 此力系向点  $A$  简化, 主矢大小为\_\_\_\_\_, 方向为\_\_\_\_\_; 主矩大小为\_\_\_\_\_, 方向为\_\_\_\_\_。



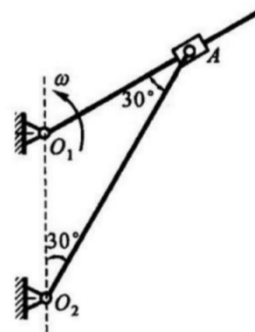
2. (4 分) 如图所示, 重量为  $G$  的物块置于静摩擦因数为  $f$  的斜面上。物块在一铅锤向下的力  $F$  作用下保持静止, 斜面倾角为  $\alpha$ , 则物体受到的摩擦力大小为\_\_\_\_\_。



3. (3分) 平行四边形机构如图。曲柄  $O_1A$  以匀角速度  $\omega$  绕轴  $O_1$  转动。动点  $M$  沿  $AB$  杆运动的相对速度为  $V_r$ 。若将动坐标系固连于  $AB$  杆, 则动点的科氏加速度的大小为\_\_\_\_\_。



4. (8分) 如图所示的机构中, 已知  $O_1O_2 = 200\text{mm}$ ,  $\omega = 3\text{rad/s}$ 。设动系建立在  $O_1A$  杆上, 选滑块  $A$  为动点, 则图示位置时动点  $A$  的牵连加速度大小为\_\_\_\_\_。在图中画出动点  $A$  的绝对速度、相对速度、牵连加速度的方向。

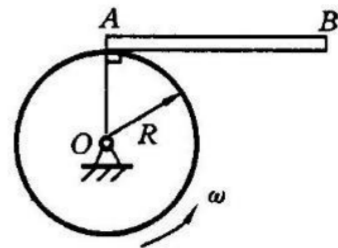


5. (9分) 质量为  $m$ , 长度为  $l = 3R$  的均质细直杆的  $A$  端固接在均质圆盘的边缘上, 如图所示圆盘的质量为  $2m$ , 半径为  $R$ , 以角速度  $\omega$  绕定轴  $O$  转动, 则:

该系统的动量大小为\_\_\_\_\_,

该系统的动能大小为\_\_\_\_\_,

对于轴  $O$  的动量矩大小为  $L_o =$ \_\_\_\_\_。



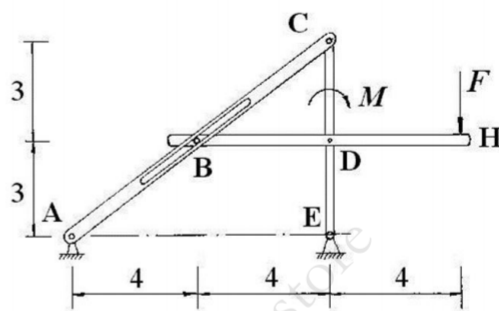
本题分数	13
得分	

## 二、计算题

如图所示，杆架由杆  $AC$ 、 $CE$  和  $BH$  铰接而成，其中  $BH$  水平，

$F = 200\text{N}$ ， $M = 2400\text{N}\cdot\text{m}$ ，尺寸如图，单位： $\text{m}$ 。求：

- (1) 求  $BH$  杆上  $B$  所受的力；
- (2) 求支座  $A$ 、 $E$  所受的力。

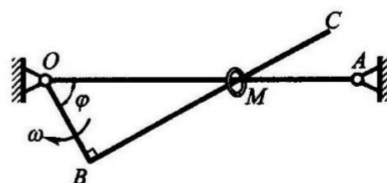


本题分数	12
得分	

## 三、计算题

图示直角曲杆  $OBC$  绕  $O$  轴转动，使套在其上的小环  $M$  沿固定直杆  $OA$  滑动。已知：  $OB = 0.1m$ ，  $OB$  与  $BC$  垂直，曲杆的角速度  $\omega = 1rad/s$ ，角加速度为零。求当  $\varphi = 45^\circ$  时：

- (1) 根据点的运动方程，求小环  $M$  的速度；
- (2) 求小环  $M$  加速度。



本资源免费共享 收集网站 nuqa.store

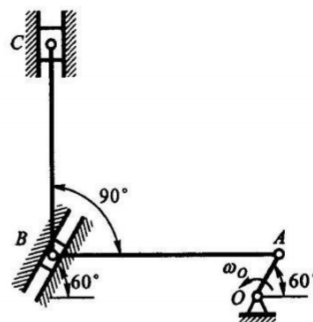
本题分数	15
得 分	

## 四、计算题

在图示机构中, 曲柄  $OA$  长为  $r$ , 绕  $O$  轴以等角速度  $\omega_0$  转动,  $AB = 6r$ ,

$BC = 3\sqrt{3}r$ 。求图示位置时,

- (1) 滑块  $C$  的速度;
- (2) 滑块  $C$  的加速度。



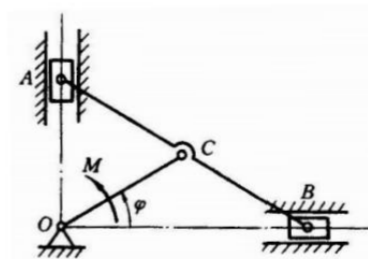
本资源免费共享 收集网站 nuua.store

本题分数	20
得 分	

## 五、计算题

椭圆规位于水平面内，由曲柄  $OC$  带动规尺  $AB$  运动，如图所示。曲柄和椭圆规尺都是均质杆，质量均为  $m_1$ ， $OC = AC = BC = l$ ，滑块  $A$  和  $B$  的质量分别为  $m_2$ 、 $2m_2$ 。如作用在曲柄上的力偶矩为  $M$ ，且  $M$  为常数。设  $\varphi = 0$  时系统静止，忽略摩擦，求：

- (1) 曲柄的角速度（结果用  $\varphi$  表示）；
- (2) 曲柄的角加速度。

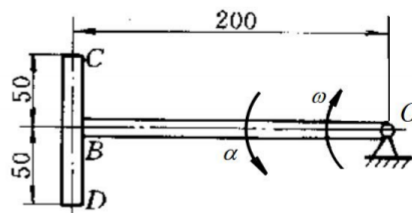


本资源免费共享 收集网站 nuua.store

本题分数	10
得 分	

## 六、计算题

两匀质杆焊成图示形状，绕水平轴  $O$  在铅垂面内转动。在图示位置时，角速度  $\omega = \sqrt{0.3} \text{ rad/s}$ 。设杆的单位长度质量为  $10 \text{ kg/m}$ ， $g$  取  $10 \text{ m/s}^2$ ，图中长度单位为  $\text{cm}$ 。试用达朗贝尔原理求轴承  $O$  的约束力。



本资源免费共享 收集网站 nuua.store

## 二〇一九 ~ 二〇二〇 学年 第2学期 《理论力学》 试题参考答案

考试日期: 试卷类型: 试卷代号: 命题人:

## 一、填空题

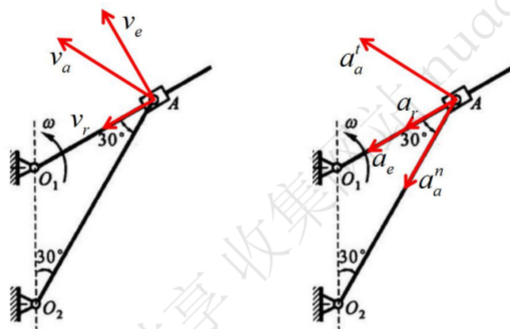
1. (6分)  $2\sqrt{2}F$ , 斜向上 $45^\circ$ ;  $2Fa$ , 垂直纸面向外

2. (4分)  $(F+G)\sin\alpha$

3. (3分) 0

【解析】 $AB$  杆平动,  $\omega=0$ , 故  $a_C=2\omega\times v_r=0$ .

4. (8分)  $1.8m/s^2$



5. (9分)  $\frac{\sqrt{13}}{2}m\omega R$ ,  $\frac{5}{2}m\omega^2 R^2$ ,  $5m\omega R^2$

【解析】①  $p=mv_C$ , 对于圆盘, 只有转动,  $v_{C1}=0$ , 故  $p_1=0$ .

对于杆,  $\overline{OC}=\frac{\sqrt{13}}{2}R$ ,  $v_{C2}=\frac{\sqrt{13}}{2}\omega R$ , 故  $p=p_2=\frac{\sqrt{13}}{2}m\omega R$ .

② 平面运动刚体的动能  $T=\frac{1}{2}J_P\omega^2=\frac{1}{2}mv_C^2+\frac{1}{2}J_C\omega^2$

对于圆盘  $T_1=\frac{1}{2}\left(\frac{1}{2}2mR^2\right)\omega^2=\frac{1}{2}mR^2\omega^2$

对于杆  $T_2=\frac{1}{2}\left[\frac{1}{12}m(3R)^2+m\left(\frac{\sqrt{13}}{2}R\right)^2\right]\omega^2=2mR^2\omega^2$

故  $T=\frac{5}{2}mR^2\omega^2$ .

③ 质点系动量矩公式  $L_O=r_C\times mv_C+L_C$  ( $L_C$  为对质心的动量矩)

对于圆盘  $L_{O1}=J_O\omega=\frac{1}{2}2mR^2\omega=mR^2\omega$



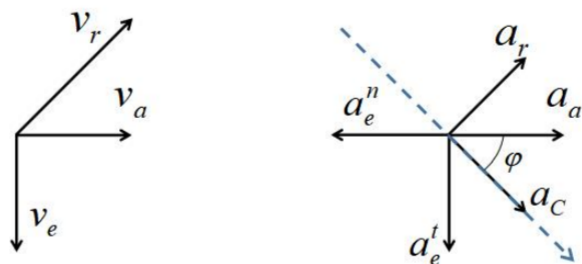


$$a_e^n = 0.1\sqrt{2}m/s^2, \quad a_e^t = 0$$

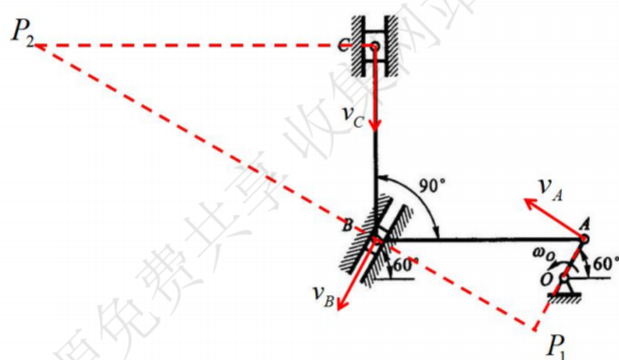
将加速度示意图向  $a_c$  方向分解:

$$a_a \cos \varphi = -a_e^n \cos \varphi + a_e^t \sin \varphi + a_c$$

$$\text{得: } a_a = 0.3\sqrt{2}m/s^2 = 0.424m/s^2$$



#### 四、计算题



$$(1) v_A = \omega_0 \cdot \overline{OA} = \omega_0 r$$

研究AB:

AB的速度瞬心为  $P_1$

$$AP_1 = 3r, \quad BP_1 = 3\sqrt{3}r$$

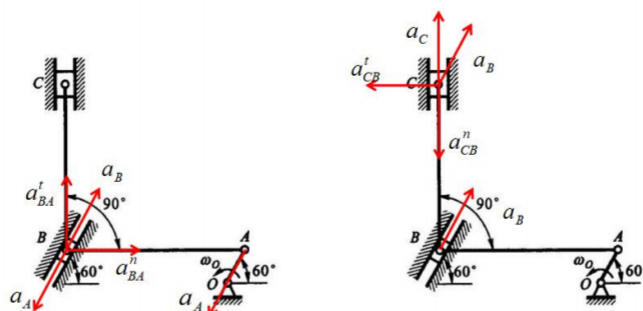
$$\omega_{AB} = \frac{v_A}{AP_1} = \frac{\omega_0}{3}, \quad v_B = \omega_{AB} \cdot BP_1 = \sqrt{3}\omega_0 r$$

研究BC:

BC的速度瞬心为  $P_2$

$$BP_2 = 2BC = 6\sqrt{3}r, \quad CP_2 = 9r$$

$$\omega_{BC} = \frac{v_B}{BP_2} = \frac{\omega_0}{6}, \quad v_C = \omega_{BC} \cdot CP_2 = \frac{3}{2}\omega_0 r$$



$$(2) v_A = \omega_0 \cdot \overline{OA} = \omega_0 r$$

研究AB:

$$a_A^t = 0, \quad a_A = a_A^n = r\omega_0^2$$

$$a_{BA}^n = \omega_{AB}^2 \cdot \overline{AB} = \frac{2}{3}\omega_0^2 r$$

做加速度矢量分析图，向AB投影:

$$a_B \cos 60^\circ = -a_A \cos 60^\circ + a_{BA}^n \Rightarrow a_B = \frac{1}{3}\omega_0^2 r$$

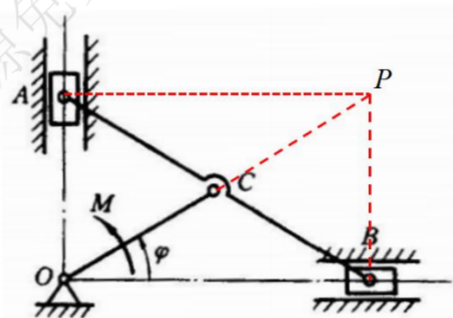
研究BC:

$$a_{CB}^n = \omega_{BC}^2 \cdot \overline{BC} = \frac{\sqrt{3}}{12}\omega_0^2 r$$

做加速度矢量分析图，向BC投影:

$$a_C = a_B \cos 30^\circ - a_{CB}^n = \frac{\sqrt{3}}{12}\omega_0^2 r$$

## 五、计算题



(1)  $\angle COB$  从0变化至  $\varphi$  的过程中:

外力做的总功为  $W = M\varphi$ .

初始时刻  $T_0 = 0$

$$T \text{ 时刻 } T = \frac{1}{2}J_{O_{OC}}\omega^2 + \frac{1}{2}m_A v_A^2 + \frac{1}{2}m_B v_B^2 + \frac{1}{2}J_{C_{AB}}\omega_{AB}^2 + \frac{1}{2}m_{AB} v_C^2$$

其中  $m_{OC} = m_{AB} = m_1$ ,  $m_A = m_2$ ,  $m_B = 2m_2$ ,

$$J_{O_{OC}} = \frac{1}{3}m_1 l^2, \quad J_{C_{AB}} = \frac{1}{12}m_1 (2l)^2 = \frac{1}{3}m_1 l^2,$$

由基点法得  $\omega_{AB} = \frac{v_C}{CP} = \omega$ ,

$$v_A = \omega_{AB} \overline{AP} = 2\omega l \cos \varphi, \quad v_B = \omega_{AB} \overline{BP} = 2\omega l \sin \varphi.$$

由动能定理  $T - T_o = W$  得:  $2M\varphi = \omega^2 l^2 \left( \frac{5}{3} m_1 + 8m_2 \sin^2 \varphi + 4m_2 \cos^2 \varphi \right) \dots \textcircled{1}$

$$\omega = \sqrt{\frac{6M\varphi}{l^2 [5m_1 + (24 \sin^2 \varphi + 12 \cos^2 \varphi) m_2]}}$$

(2) 对①式两边求导得  $2M\omega = 2\omega\alpha l^2 \left( \frac{5}{3} m_1 + 8m_2 \sin^2 \varphi + 4m_2 \cos^2 \varphi \right)$

$$\text{即 } \alpha = \frac{3M}{l^2 [5m_1 + (24 \sin^2 \varphi + 12 \cos^2 \varphi) m_2]}$$

## 六、计算题

$$r_C = \frac{m_{OB} \times 1m + m_{CD} \times 2m}{m_{OB} + m_{CD}} = \frac{20kg \times 1m + 10kg \times 2m}{20kg + 10kg} = \frac{4}{3}m$$

$$J_O = \frac{1}{3} m_{OB} \overline{OB}^2 + \frac{1}{12} m_{CD} \overline{CD}^2 + m_{CD} \overline{OB}^2 = 67.5 kg \cdot m^2$$

$$m = m_{OB} + m_{CD} = 30kg, \quad G = mg = 300N$$

$$F_I^n = mr_C \omega^2, \quad F_I^t = mr_C \alpha, \quad M_{IO} = J_O \alpha$$

$$M_O(F) = -M_{IO} + G \cdot r_C = 0 \Rightarrow \begin{cases} M_{IO} = 400 kg \cdot m^2 / s^2 \\ \alpha = \frac{M_{IO}}{J_O} = \frac{160}{27} = 5.93 rad / s^2 \end{cases}$$

$$\sum F_x = F_{Ox} - F_I^n = 0 \Rightarrow F_{Ox} = 12N$$

$$\sum F_y = -F_{Oy} + F_I^t - G = 0 \Rightarrow F_{Oy} = -\frac{1700}{27} = -62.96N$$

