

理力 期中试题

二手市场QQ群
731429909

海量资料库尽在**纸张记忆!**

每天都在更新中!!

(打印文件可以提前发到QQ, 到店直接取走~~~~省去了排对拥挤的麻烦)

本店地址: ①篮球场入口对面纸张记忆

②建设银行旁纸张记忆

③二公寓旁小红楼纸张记忆

电话: 13633665841 (同微信) 加微信团购更优惠!!!

理论力学期中考试试题(闭卷)

班号	
学号	
姓名	

题号	一	二	三	四	五	六	七	八	九	十	总分
分数											

一、计算题 (20分)

图示平面系统中, 不计各构件自重, C, D 处为铰链连接, 尺寸 $l=1\text{m}$, 力偶矩 $M=16\text{kN}\cdot\text{m}$, 均布载荷 $q=10\text{kN/m}$, 水平力 $F=20\text{kN}$ 。

求: 支座 A, B, E 处的约束力。

解: 受力分析如图示。

对 DE 受力分析

$$\sum M_D = M - F_z \times l = 0$$

$$F_z = \frac{M}{l} = \frac{16}{2} \text{ kN} = 8 \text{ kN}$$

$$\sum F_x = F_{Dx} = 0$$

$$\sum F_y = 0 \quad F_{Dy} + F_z = 0 \quad F_{Dy} = -F_z = -8 \text{ kN}$$

$$\sum M_C = 0 \quad BD \times F_B + F_{Dx} \times CD + F_{Dy} \times l = 0$$

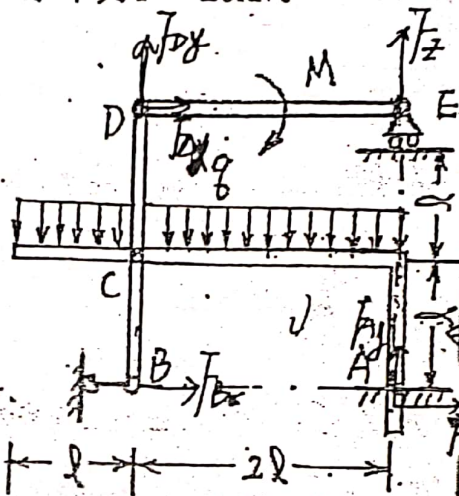
$$F_B = 0$$

整体:

$$F_{Ax} = 0$$

$$F_{Ay} = q \times 3l = 30 \text{ kN}$$

$$F_{Ay} = M_A = 10 \times 1.5 - F_{Dy} \cdot 2 = 15 - (-8) = 23 \text{ kN}$$



二、计算题 (20分)

图示均质杆重为 P , 长为 l , 与水平地面和铅直墙间的静摩擦因数分别为 f_{sA} 与 f_{sB} 。

求: 杆平衡时的最小角 θ 。

$$\begin{cases} F_{Ay} + F_{Bx} = P \\ F_{Ax} - F_{By} = 0 \end{cases}$$

$$F_{Ax} - F_{By} = 0$$

$$P \times \frac{l}{2} \cos \theta + F_{Ay} l \sin \theta = F_{Bx} l \cos \theta$$

分别讨论

$$\text{① } F_{Ay} = F_{Bx} f_{sA}$$

$$\text{② } F_{Ay} = F_{Bx} f_{sB}$$

\Rightarrow 求 θ_{\min}

$$\text{① } \begin{cases} F_{Bx} f_{sB} + F_{Ax} = P \\ F_{Bx} - F_{Ay} = 0 \end{cases}$$

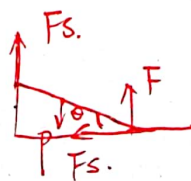
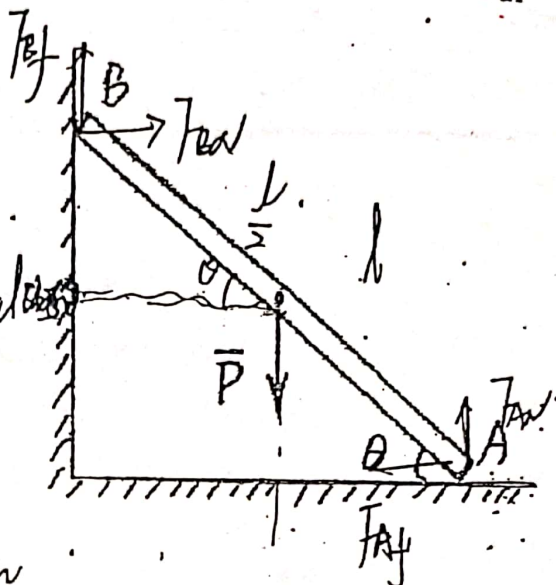
$$F_{Bx} - F_{Ay} = 0$$

$$P \times \frac{l}{2} \cos \theta + F_{Ay} l \sin \theta = F_{Bx} l \cos \theta$$

$$F_{Bx} = \frac{P \cos \theta + \frac{P}{f_{sB}} \sin \theta}{2}$$

$$F_{Ax} = \frac{\sin \theta}{f_{sB}} + \frac{P \sin \theta}{2}$$

同理求 ② 情况



$$\Rightarrow F_{Ax} = \frac{P \cos \theta}{2 \sin \theta}$$

$$F_{Ax} = 0 \quad \tan \theta = \frac{f_{sB}}{2}$$

三、计算题 (20 分)

不计图示直角曲轴 ABC 的自重, 曲轴 ABC 位于平面 Axy 平面内, 各载荷与尺寸如图所示, A, B, C 处均为径向轴承。

求: 径向轴承 A, B, C 处的约束力。

解: 受力分析如图示

$$\left. \begin{aligned} \sum F_x = 0 \\ \sum F_y = 0 \\ \sum F_z = 0 \end{aligned} \right\} \begin{aligned} F_{Ax} - 600 &= 0 \\ F_{By} - 450 + F_{Cy} &= 0 \\ F_{Az} - 600 - 900 + F_{Cz} &= 0 \end{aligned}$$

$$\sum M_A = 0 \quad -600 \times 0.9 + F_{Bz} \times 0.9 \times 2 + 450 \times 0.6 = 0$$

$$\sum M_B = 0 \quad 600 \times 0.6 - 900 \times 0.9 + F_{Cz} \times 0.9 \times 2 = 0$$

$$\sum M_C = 0 \quad 0.9 \times 600 + 450 \times 0.9 - F_{By} \times 0.9 \times 2 = 0$$

$$\left. \begin{aligned} \sum F_x = 0 \\ \sum F_y = 0 \\ \sum F_z = 0 \end{aligned} \right\} \begin{aligned} F_{Ax} &= 600 \text{ N} \\ F_{Bz} &= 1200 \text{ N} \\ F_{By} &= -75 \text{ N} \\ F_{Cz} &= 1500 \text{ N} \\ F_{Cy} &= 475 \text{ N} \\ F_{Az} &= 2100 \text{ N} \end{aligned}$$

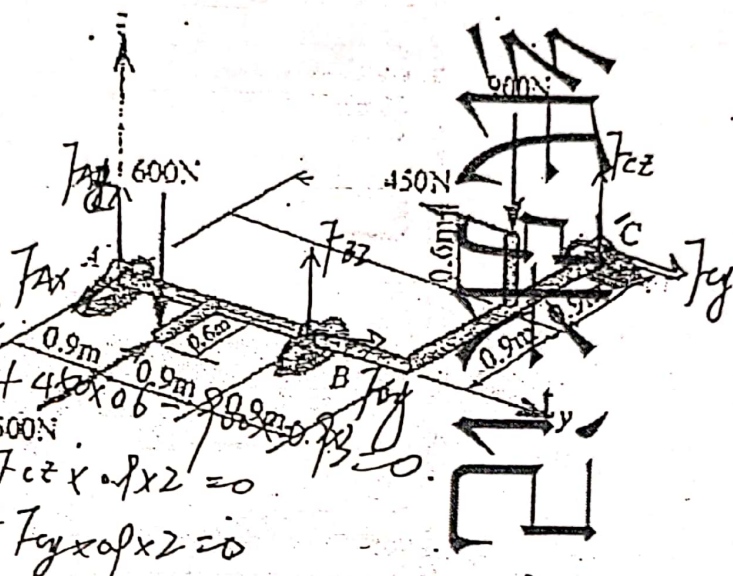
$$\left. \begin{aligned} \sum F_x = 0 \\ \sum F_y = 0 \\ \sum F_z = 0 \end{aligned} \right\} \begin{aligned} F_{Ax} &= 600 \text{ N} \\ F_{Bz} &= 1200 \text{ N} \\ F_{By} &= -75 \text{ N} \\ F_{Cz} &= 1500 \text{ N} \\ F_{Cy} &= 475 \text{ N} \\ F_{Az} &= 2100 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\left. \begin{aligned} \sum F_x = 0 \\ \sum F_y = 0 \\ \sum F_z = 0 \end{aligned} \right\} \begin{aligned} F_{Ax} &= 600 \text{ N} \\ F_{Bz} &= 1200 \text{ N} \\ F_{By} &= -75 \text{ N} \\ F_{Cz} &= 1500 \text{ N} \\ F_{Cy} &= 475 \text{ N} \\ F_{Az} &= 2100 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\left. \begin{aligned} \sum F_x = 0 \\ \sum F_y = 0 \\ \sum F_z = 0 \end{aligned} \right\} \begin{aligned} F_{Ax} &= 600 \text{ N} \\ F_{Bz} &= 1200 \text{ N} \\ F_{By} &= -75 \text{ N} \\ F_{Cz} &= 1500 \text{ N} \\ F_{Cy} &= 475 \text{ N} \\ F_{Az} &= 2100 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\left. \begin{aligned} \sum F_x = 0 \\ \sum F_y = 0 \\ \sum F_z = 0 \end{aligned} \right\} \begin{aligned} F_{Ax} &= 600 \text{ N} \\ F_{Bz} &= 1200 \text{ N} \\ F_{By} &= -75 \text{ N} \\ F_{Cz} &= 1500 \text{ N} \\ F_{Cy} &= 475 \text{ N} \\ F_{Az} &= 2100 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\left. \begin{aligned} \sum F_x = 0 \\ \sum F_y = 0 \\ \sum F_z = 0 \end{aligned} \right\} \begin{aligned} F_{Ax} &= 600 \text{ N} \\ F_{Bz} &= 1200 \text{ N} \\ F_{By} &= -75 \text{ N} \\ F_{Cz} &= 1500 \text{ N} \\ F_{Cy} &= 475 \text{ N} \\ F_{Az} &= 2100 \text{ N} \end{aligned}$$



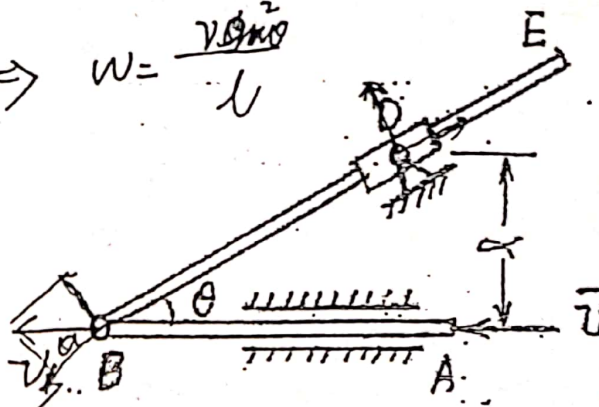
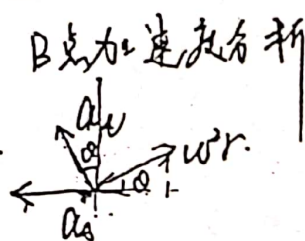
记忆复印

四、计算题 (20 分)

图示平面机构中, AB 杆以匀速 v 向左运动, 杆 BE 可在套筒 D 内任意滑动, 图示瞬时, 角 $\theta = 30^\circ$ 。

求: 此瞬时 BE 杆的角速度、角加速度与套筒 D 的角速度、角加速度。

$$\left. \begin{aligned} v_B \cos \theta &= v_D \\ v_B \sin \theta &= \omega \cdot l \sin \theta \end{aligned} \right\} \Rightarrow \omega = \frac{v \sin \theta}{l}$$



$$\begin{cases} \omega^2 r \cos \theta = a_B \sin \theta + a_A \\ a_B \cos \theta + \omega^2 r \sin \theta = 0 \end{cases} \quad \text{其中 } a_A = 0$$

四六级A群
741109221

解 $a_B = \frac{\omega^2 r \cos \theta}{\sin \theta} = \frac{\omega^2 r}{\tan \theta}$

由此得 $\alpha_D = \frac{\omega^2 r}{\frac{1}{\sin \theta}} \times \frac{1}{\frac{\sin \theta}{\cos \theta}} = \frac{\omega^2 r}{v} \cdot \sin \theta \cdot \frac{\cos \theta}{\sin \theta} = \frac{\omega^2 r \cos \theta}{v}$

试题:

班号:

姓名:

、计算题 (20分)

图示平面机构, 主动件 OA 杆以匀角速度 ω 绕轴 O 转动, 杆长 $OA = AB = r$, 半径为 R 圆轮沿水平面纯滚动, 并通过轮上的销子 E 带动 O_2G 杆运动。图示瞬时, $\varphi = \beta = 60^\circ$, $BE = DE = \sqrt{3}R$, 为一圆内接正三角形, A, B, E 三点位于同一水平线上。

求: 图示瞬时, AB 杆、轮与 O_2G 杆的角速度; 圆轮的角加速度。

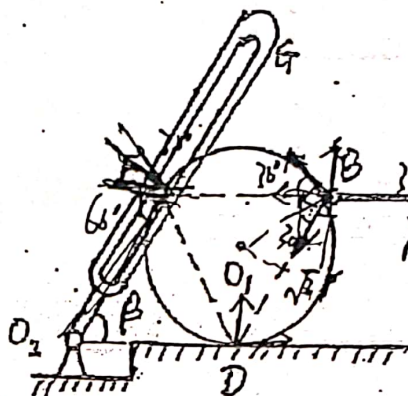
解: $\omega_{AO} = \frac{\omega r}{\sqrt{3}r} = \frac{\sqrt{3}}{3} \omega$

$\omega_{AB} = \omega_{BO} = \frac{\sqrt{3}}{3} \omega$

$\omega_{O_2B} \cdot r = \omega_{BO} \cdot \sqrt{3}r$

$\omega_{O_2B} = \sqrt{3} \omega_{BO} = \omega$

$\omega_{AB} \frac{\omega r \sin 30^\circ}{r} = \frac{1}{2} \omega$



$\omega_{AB} = \omega_{BO} = \frac{\sqrt{3}}{3} \omega$

$\alpha_{ABx} = \omega^2 r \sin 30^\circ$
 $\alpha_{ABy} = \omega^2 r \cos 30^\circ$

则圆轮的角加速度: $\frac{\alpha_{O_2B}}{\sqrt{3}r} = \frac{\omega^2 \sin 30^\circ r^2}{\sqrt{3}r} = \frac{\sqrt{3}}{3} \times \frac{1}{2} \omega^2$

大物实验群
290028380

纸张记忆复印

主管
领导
审核
签字

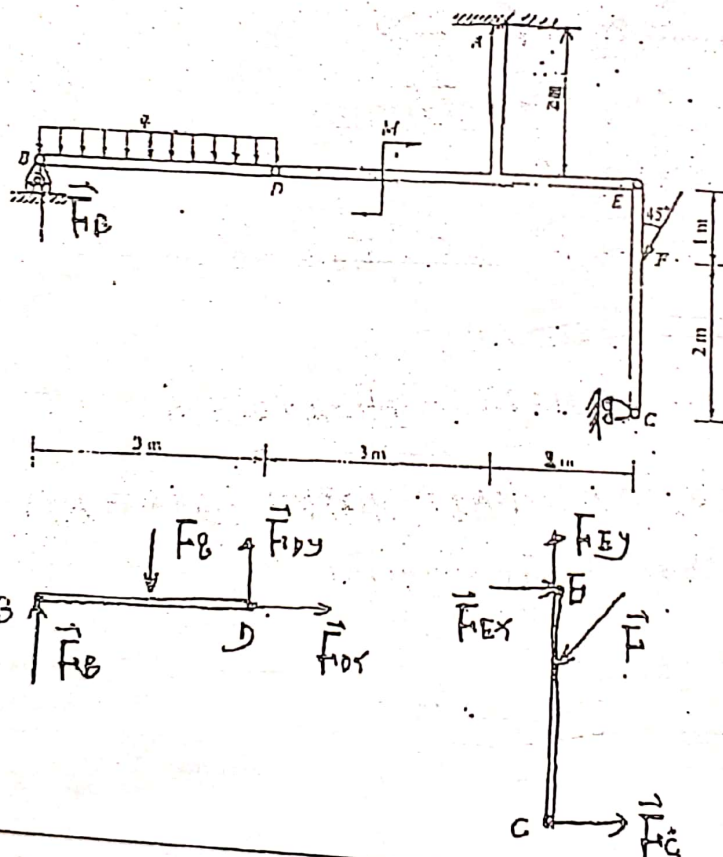
哈尔滨工业大学 2013-2014 学年秋季学期

理论力学 期中考试题

题号	一	二	三	四	五	六	七	八	九	十	总分
得分											

计算题 (20 分)

不计图示平面结构各构件自重，均布载荷 $q = 4\text{kN/m}$ ，力偶矩 $M = 4\text{kN}\cdot\text{m}$ ，集
载荷 $F = 6\sqrt{2}\text{kN}$ ，尺寸如图所示。求 B ， C 支座处与固定端 A 处的约束力。



分析 BD 受力如图所示

$$\sum M_D(\vec{F}) = 0$$

$$F_B \cdot 3 - F \cdot \frac{3}{2} = 0$$

$$\Rightarrow F_B = 6\text{kN}$$

分析 CE 受力如图所示

$$\sum M_E(\vec{F}) = 0$$

$$F_C \cdot 3 - F \cdot \sin 45^\circ \cdot 1 = 0$$

$$\Rightarrow F_C = 2\text{kN}$$

分析整体受力如图
所示

图: 5分

$$\sum F_x = 0 \quad F_{AX} + F_C - F \cdot \sin 45^\circ = 0$$

$$\sum F_y = 0 \quad F_{AY} + F_B - F \cdot \cos 45^\circ \cdot 0.8 \cdot 3 = 0$$

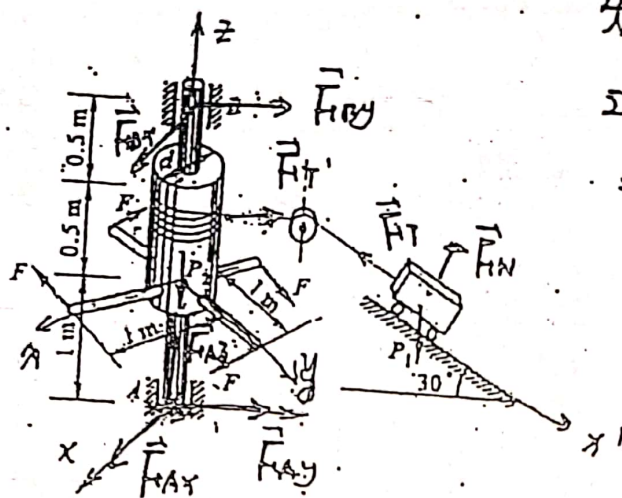
$$\sum M_A(\vec{F}) = 0 \quad F_C \cdot 5 - F \cdot \sin 45^\circ \cdot 3 - F \cdot \cos 45^\circ \cdot 2 + M - M + 0.8 \cdot 3 \cdot 4.5 - F_B \cdot 6 = 0$$

第1页 (共6页)

题: 10分

解: 5分

重为 $P_1 = 10\text{kN}$ 的载货小车由图示的装置沿斜面匀速上升，整个绞盘装置重为 $P_2 = 1\text{kN}$ ，绞盘直径 $d = 24\text{cm}$ ，四根杠杆臂长均为 1m ，且垂直于铅直轴，不计各处摩擦，其他尺寸如图所示。求加在每根杠杆上的力 F 的大小与支座 A 、 B 处的约束力。



分析小车，受力如图所示。

$$\sum F_{x'} = 0 \quad F_T - P_1 \sin 30^\circ = 0$$

$$\Rightarrow F_T = 5\text{kN} \quad (1)$$

同，图

分析：绞盘

分析：绞盘

分析绞盘，受力如图所示。

$$\sum F_x = 0 \quad F_{Ax} + F_{Bx} = 0$$

$$\sum F_y = 0 \quad F_{Ay} + F_T + F_{By} = 0$$

$$\sum F_z = 0 \quad F_{Az} - P_2 = 0$$

$$\sum M_x(\vec{F}) = 0 \quad -F_T \cdot 1.5 - F_{By} \cdot 2 = 0$$

$$\sum M_y(\vec{F}) = 0 \quad F_{Bx} = 0$$

$$\sum M_z(\vec{F}) = 0 \quad F_T \cdot 12 - 2F \cdot 200 = 0$$

$$\Rightarrow F_{Ax} = F_{Bx} = 0 \quad F_{Ay} = -1.25\text{kN} \quad F_{By} = -3.75\text{kN}$$

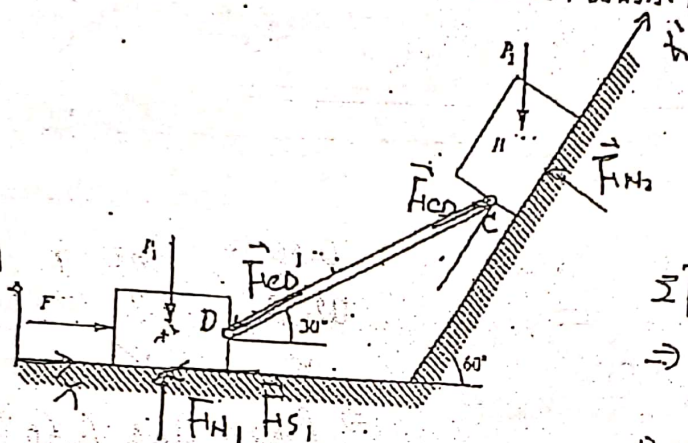
$$F_{Az} = 1\text{kN} \quad F = 0.15\text{kN}$$

大物实验群

290028380

三、计算题 (10 分)

图示两物块用无重杆 CD 连接，物块 A 重为 $P_1 = 500\text{N}$ ，物块 B 重为 $P_2 = 1000\text{N}$ ，物块 A 与水平面间的静滑动摩擦因数为 $f_s = 0.2$ ，不计物块 B 与斜面间的摩擦，角度如图所示。求维持系统平衡的水平力 F 的大小。



分析重物 B 受力
如图所示

$$\sum F_x = 0 \quad F_{CD} \cos 30^\circ - P_2 \sin 60^\circ = 0$$

$$\Rightarrow F_{CD} = P_2 \quad (1)$$

分析重物 A 向右滑动趋势

受力如图所示

$$\sum F_x = 0 \quad F - F_{CD} \cos 30^\circ - F_{S1} = 0$$

$$\sum F_y = 0 \quad P_1 + F_{CD} \sin 30^\circ - F_{N1} = 0$$

$$F_{S1} = F_{N1} f_s \quad (2)$$

$$\Rightarrow F = 500\sqrt{3} + 200 = 1066\text{N}$$

分析重物 A 向左滑动趋势

方程①变为：

$$\sum F_x = 0 \quad F - F_{CD} \cos 30^\circ + F_{S1} = 0$$

其他方程不变

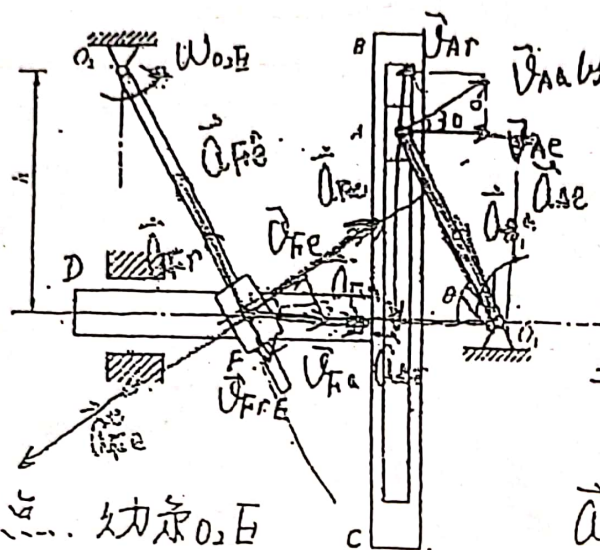
$$\Rightarrow F = 500\sqrt{3} - 200 = 666\text{N}$$

第3页 (共6页)

所以 $666\text{N} \leq F \leq 1066\text{N}$

软件分享群
626648181

图示平面机构中, O_1A 杆长为 R , 以匀角速度 ω_1 绕轴 O_1 转动。套筒 F 铰接于 T 形杆 BCD 上, 可沿 O_2E 杆自由滑动。图示瞬时, 角 $\theta = 60^\circ$, 且 $O_1A \parallel O_2E$, 尺寸 $h = R$ 。求图示瞬时杆 O_2E 的角速度和角加速度。



\vec{v}_{AA} 以 A 为动点。杠杆 BCD :

$$\vec{v}_{AA} = \vec{v}_{AE} + \vec{v}_{Ar}$$

$$\omega_1 \cdot R \quad ? \quad ?$$

$$\Rightarrow v_{AE} = v_{AA} \cdot \cos 30^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2} \omega_1 R$$

$$\vec{a}_{AA} = \vec{a}_{AE} + \vec{a}_{Ar}$$

$$\omega_1^2 R \quad ? \quad ?$$

$$\Rightarrow a_{AE} = a_{AA} \cdot \cos 60^\circ = \frac{1}{2} \omega_1^2 R$$

以 F 为动点。杠杆 O_2E

$$\vec{v}_{FA} = \vec{v}_{FE} + \vec{v}_{Fr}$$

$$v_{AE} \quad ? \quad ? \quad (5)$$

$$\Rightarrow v_{FE} = v_{FA} \cdot \cos 30^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2} \omega_1 R \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = \frac{3}{4} \omega_1 R \Rightarrow \omega_{O_2E} = \frac{v_{FE}}{O_2F} = \frac{3\sqrt{3}}{8} \omega_1$$

$$v_{Fr} = v_{FA} \cdot \sin 30^\circ = \frac{\sqrt{3}}{4} \omega_1 R$$

$$\vec{a}_{FA} = \vec{a}_{FE}^n + \vec{a}_{FE}^t + \vec{a}_{Fr}^t + \vec{a}_{Fc}$$

$$\frac{a_{AE}}{\checkmark} \quad \omega_{O_2E}^2 \cdot O_2F \quad \alpha_{O_2E} \cdot O_2F \quad ? \quad 2\omega_{O_2E} \cdot v_{Fr} \quad (5)$$

向 O_2E 投影: $-a_{FA} \cdot \cos 30^\circ = a_{FE}^t - a_{Fc}$

$$\Rightarrow \alpha_{O_2E} = \frac{a_{FE}^t}{O_2F} = \frac{\frac{195}{24} \omega_1^2}{\frac{16\sqrt{3}}{24}} = \left(-\frac{3}{8} + \frac{9\sqrt{3}}{16 \times 2} \right) \omega_1^2$$

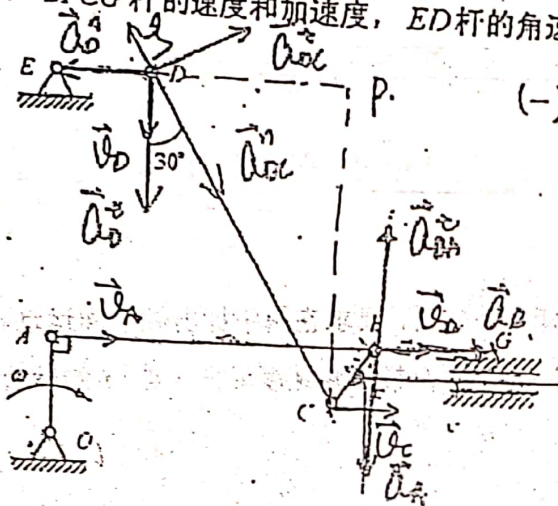
$$= 0.112 \omega_1^2$$

读书支统群
735695322

纸张记忆复印店

五、计算题 (20 分)

图示平面机构中, OA 杆长为 R , 以匀角速度 ω 绕轴 O 转动, $BFCG$ 杆为一斜 T 形杆, 可在水平滑道中滑动。杆 CD 长为 $6R$, ED 杆长也为 R 。求在图示瞬时, $BFCG$ 杆的速度和加速度, ED 杆的角速度和角加速度。



(一) 速度分析

分析 AB . AB 杆瞬时平移

$$v_B = v_C = v_A = \omega \cdot R \quad (1)$$

分析 CD . 瞬心为 P . (1)

$$v_C = \omega_{CD} \cdot PC \Rightarrow \omega_{CD} = \frac{v_C}{PC}$$

$$v_D = \omega_{CD} \cdot PD = \frac{v_C}{PC} \cdot PD = \frac{\sqrt{3}}{3} \omega R$$

$$\Rightarrow \omega_{ED} = \frac{v_D}{R} = \frac{\sqrt{3}}{3} \omega$$

(二) 加速度分析

分析 AB . 以 A 为基点

$$(1) \quad \vec{a}_B = \vec{a}_A + \vec{a}_{BA}^t$$

$$\quad \quad \quad \checkmark \quad \quad \quad \checkmark \quad \quad \quad \checkmark \quad \quad \quad \checkmark \quad \quad \quad \checkmark \quad \quad \quad \checkmark$$

$$\Rightarrow a_{BA}^t = a_A = \omega^2 R$$

$$a_B = 0 \Rightarrow a_C = 0$$

分析 CD . 以 C 为基点

$$(2) \quad \vec{a}_D^n + \vec{a}_D^t = \vec{a}_{DC}^n + \vec{a}_{DC}^t$$

$$\quad \quad \quad \checkmark \quad \quad \quad \checkmark \quad \quad \quad \checkmark \quad \quad \quad \checkmark$$

$$\omega_{ED}^2 \cdot R \quad \alpha_{ED} \cdot R \quad \omega_{CD}^2 \cdot CD \quad \alpha_{CD} \cdot CD$$

向子轴投影: $a_D^n \cdot \cos 60^\circ - a_D^t \cdot \sin 30^\circ = -a_{DC}^n$

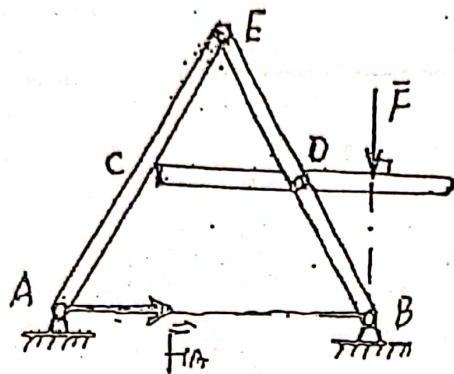
$$\Rightarrow \alpha_{ED} = \frac{a_D^t}{R} = +\frac{7\sqrt{3}}{27} \omega^2$$

电影协会

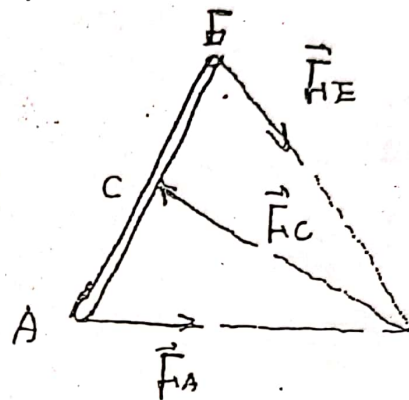
QQ 725682926

六、画图题 (15 分)

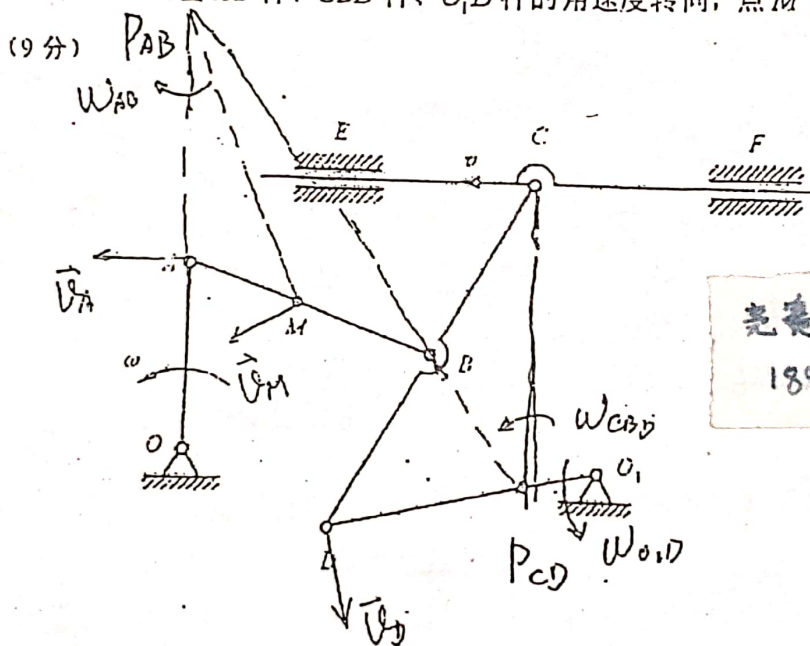
1、不计图示各构件自重，C处为光滑接触。要求画出构件ACE的受力图，A、C、E处力不允许用分力表示，且要画出正确方向（即不能假设）。（6分）



分析整体: A处力如图所示
分析ACE. 受力如图所示.



2、图示平面机构中，已知条件如图。要求在图中标出做平面运动构件的速度瞬心，画出 AB 杆、 CBD 杆、 O_1D 杆的角速度转向，点 M 的速度方向。



光复交流群
189868951

哈工大资源分享

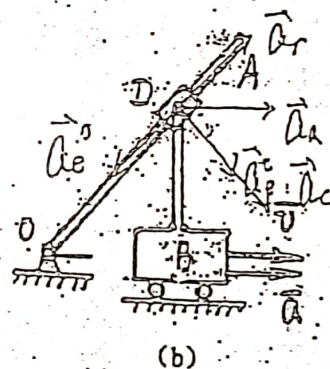
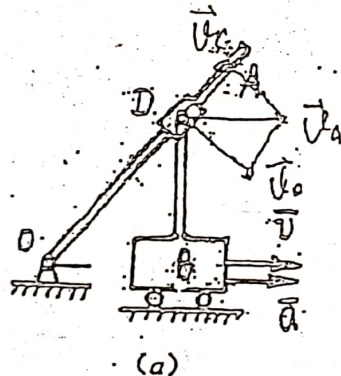
QQ 2842305604

哈尔滨工业大学 2014 学年春季学期 理论力学期中试题

题号	一	二	三	四	五	六	七	八	九	十	总分
得分											

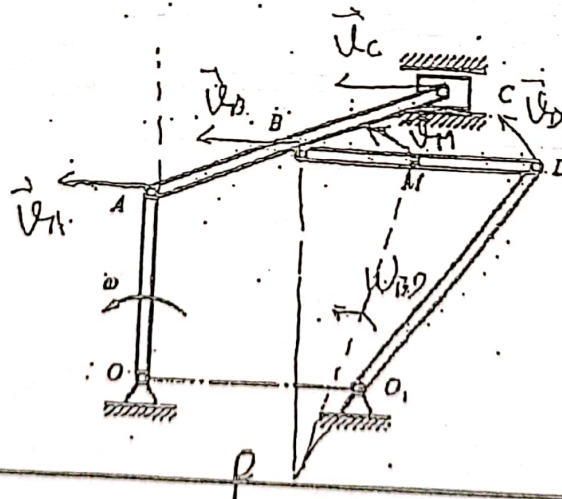
一、画图题 (共 12 分)

1、图示平面机构中，刚体 BD 以速度 \vec{v} 、加速度 \vec{a} 沿水平面平移，通过滑块 D 带动 OA 杆使其绕轴 O 转动，用点的合成运动的方法，选择动点和动系，在图 (a) 中画出速度图，在图 (b) 中画出加速度图。(8 分)



动点: D
动系: OA

2、图示平面机构中，主动件为 OA 杆，其角速度 ω 为已知。在图中说明或画出各平面运动构件的速度瞬心，角速度转向，点 M 的速度方向。(4 分)

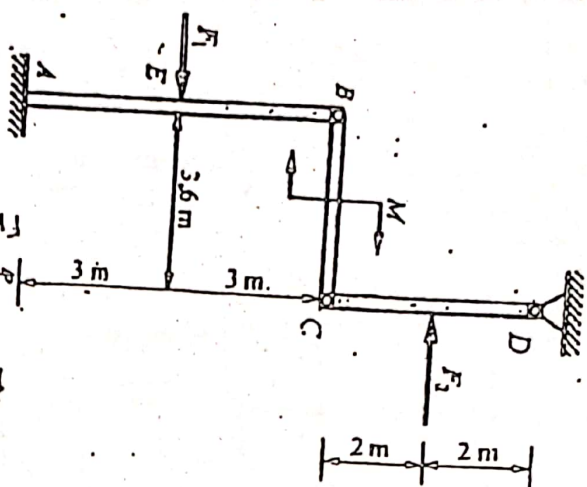


AC : 随时平移

$\omega_{AC} = 0$

BD 杆瞬心: P

平面结构如图所示，不计各构件自重，尺寸如图所示，水平力 $F_1 = 80\text{kN}$ ， $F_2 = 30\text{kN}$ ，力偶矩 $M = 72\text{kN}\cdot\text{m}$ ，求固定端 A 处的约束力。



分析 BCD 段力如图所示。

$$\sum M_D(\vec{F}) = 0$$

$$F_{By} \cdot 4 - F_{By} \cdot 3.6 - M - F_2 \cdot 2 = 0$$

分析 BC 段力如图所示。

$$\sum M_C(\vec{F}) = 0$$

$$-F_{By} \cdot 3.6 - M = 0$$

$$\Rightarrow F_{By} = 15\text{kN} \quad F_{By} = -20\text{kN}$$

分析 AB 段力如图所示。

$$\sum F_y = 0 \quad -F_{By} + F_{Ay} = 0$$

$$\sum F_y = 0 \quad F_{Ay} - F_{By} = 0$$

$$\sum M_A(\vec{F}) = 0 \quad F_{By} \cdot 3 + M_A = 0$$

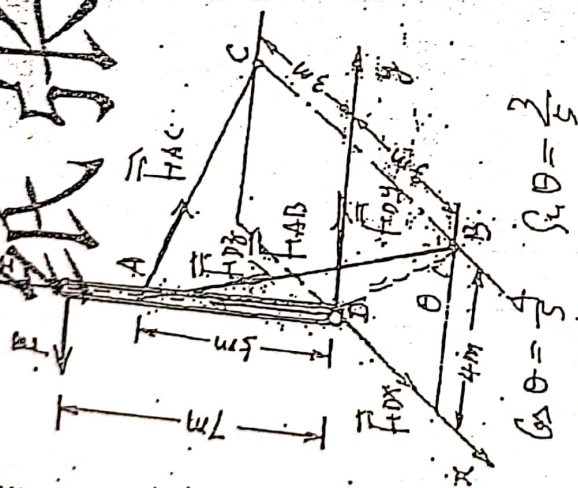
$$\Rightarrow F_{Ay} = -65\text{kN} \quad F_{Ay} = -20\text{kN} \quad M_A = 150\text{kN}\cdot\text{m}$$

网盘计划
QQ 953062322

结果 1 x 3 = 3 分

AB和AC拉住, 杆的顶部和y轴平行作用一拉力 $F = 10\text{kN}$, 各尺寸如图所示。
求钢丝绳受力和球铰链受力。

纸张记忆复印店



$$\sum F_x = 0$$

$$F_{Dx} + F_{AB} \cos 45^\circ \sin \theta - F_{AC} \cos 45^\circ \sin \theta = 0$$

$$\sum F_y = 0$$

$$F_{AB} \cos 45^\circ \cos \theta + F_{AC} \cos 45^\circ \cos \theta - F + F_{Dy} = 0$$

$$\sum F_z = 0$$

$$F_{Dz} - F_{AB} \sin 45^\circ - F_{AC} \sin 45^\circ = 0$$

$$\cos \theta = \frac{4}{5} \quad \sin \theta = \frac{3}{5}$$

$$\sum M_x = 0$$

$$F \cdot 7 - F_{AB} \cos 45^\circ \cos \theta \cdot 5 - F_{AC} \cos 45^\circ \cos \theta \cdot 5 = 0$$

$$\sum M_y = 0$$

$$F_{AB} \cos 45^\circ \sin \theta \cdot 5 - F_{AC} \cos 45^\circ \sin \theta \cdot 5 = 0$$

$$\Rightarrow F_{AB} = F_{AC} = \frac{25}{4} \sqrt{2} \text{ kN} = 12.37 \text{ kN}$$

$$F_{Dx} = 0 \quad F_{Dy} = -4 \text{ kN} \quad F_{Dz} = \frac{35}{2} \text{ kN}$$

白牙分:

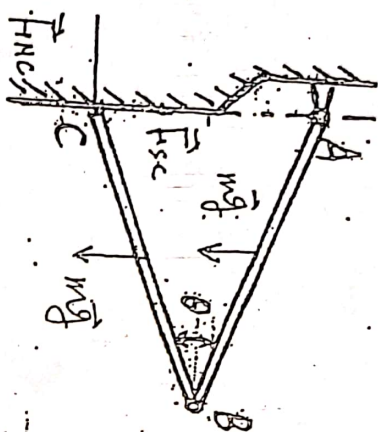
2x5=10分

发力图 5分

计算 1分

图示两同长同重均质杆 AB 和 BC 在 A 端铰接，而 A 端铰接于墙上， C 端靠在粗糙墙上， A, C 位于同一铅直线上，杆 C 端与墙之间的摩擦因数为

$f_s = 0.5$ ，求平衡时的最大角 θ 。



受力如图所示。

分析 B, C

$$\sum M_B(\vec{F}) = 0$$

$$F_{NC} \cdot BC \cdot \sin \frac{\theta}{2} - F_{sc} \cdot BC \cdot \cos \frac{\theta}{2} + mg \cdot \frac{BC}{2} \cdot \cos \frac{\theta}{2} = 0$$

分析整体。

$$\sum M_A(\vec{F}) = 0$$

$$F_{NC} \cdot 2BC \cdot \sin \frac{\theta}{2} - 2mg \cdot \frac{BC}{2} \cdot \cos \frac{\theta}{2} = 0$$

方程组： $4 \times 2 = 8$ 分

得分： 2 分

$$\therefore F_{NC} \cdot \frac{1}{2} = F_{sc} \quad \text{①}$$

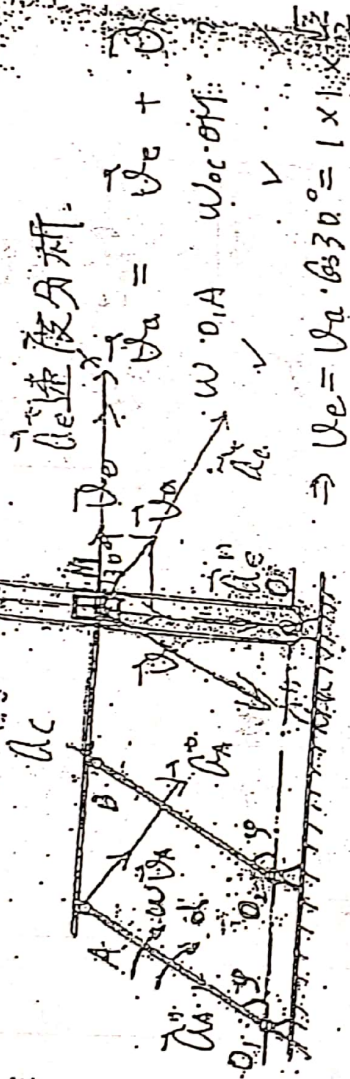
得分： 1 分

$$\Rightarrow \tan \frac{\theta}{2} = \frac{1}{4} \Rightarrow \theta = 28.1^\circ$$

$\varphi = 60^\circ$, O_1A 杆的角速度 $\omega = 1 \text{ rad/s}$, 角加速度 $\alpha = 1 \text{ rad/s}^2$ 通过 AB 杆带动滑

块 C 在滑槽 OC 中自由滑动, 图示瞬时, 滑槽 OC 处于铅直位置, 求此时滑槽 C 的

纸张记忆店



速度分析

$$\vec{v}_A = \vec{v}_C + \vec{v}_{OC} \quad (1)$$

$$\omega \cdot O_1A = \omega_{OC} \cdot OC$$

$$\Rightarrow v_C = v_A \cdot \sin 30^\circ = 1 \times \frac{1}{2} = \frac{\sqrt{3}}{2} \text{ m/s} \quad (4)$$

$$v_C = v_A \cdot \sin 30^\circ = \frac{1}{2} \text{ m/s}$$

$$\omega_{OC} = \frac{v_C}{OC} = \frac{v_C}{1.5860} = 1 \text{ rad/s} \quad (1)$$

加速度分析

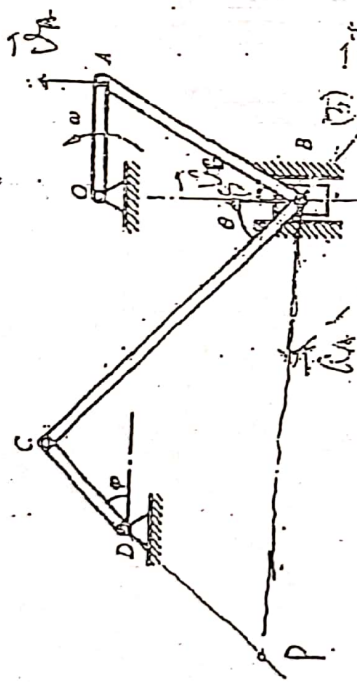
$$\vec{a}_A + \vec{a}_A^t = \vec{a}_C + \vec{a}_C^t + \vec{a}_r + \vec{a}_c$$

$$\omega^2 \cdot O_1A \quad \alpha \cdot O_1A \quad \omega_{OC}^2 \cdot OC \quad \alpha_{OC} \cdot OC \quad ? \quad \omega_{OC} \cdot \omega_{OC} \cdot OC$$

向心加速度 $-a_A^t \cdot \cos 60^\circ + a_A^t \cdot \sin 30^\circ = a_C^t = a_C$

$$\Rightarrow a_C^t = \frac{1 + \sqrt{3}}{2} \cdot \alpha_{OC} = \frac{a_C^t}{OC} = \frac{3 + \sqrt{3}}{3} = 1.58 \text{ rad/s}^2 \quad (1)$$

时, OA 杆水平, 角速度 $\omega = 4 \text{ rad/s}$, 角加速度 $\alpha = 0$, 角 $\theta = \varphi = 45^\circ$. 求该瞬时 AB 杆、 BC 杆、 CD 杆的角速度, 滑块 B 的加速度, AB 杆的角加速度.



速度分析

AB 杆瞬时平动

$$v_A = v_B \quad v_{AD} = 0 \quad (1)$$

BC 杆瞬时转动

$$\omega_{BC} = \frac{v_B}{BP} = \frac{4 \times 10}{30 \times \sqrt{2}} = \frac{2\sqrt{2}}{3} \text{ rad/s} \quad (2)$$

$$v_C = \omega_{BC} \cdot CP = \frac{2}{3} \sqrt{2} \times 30 = 20\sqrt{2} \text{ m/s} \quad (3)$$

$$\omega_{CD} = \frac{v_C}{CD} = \frac{20\sqrt{2}}{10} = 2\sqrt{2} \text{ rad/s} \quad (4)$$

加速度分析

以 A 为基点

$$\vec{a}_B = \vec{a}_A + \vec{a}_{BA} \quad (5)$$

$\vec{a}_A = 0$

$$\vec{a}_{BA} = \omega^2 \cdot AB \quad (6)$$

$$a_B = a_A \cdot \tan \beta = \omega^2 \cdot AB \cdot \frac{1}{\sqrt{2}} = \frac{160}{3} \sqrt{2} \text{ cm/s}^2 \quad (7)$$

$$\omega_{AB}^t = 2a_B = \frac{320}{3} \sqrt{2} \text{ cm/s}^2$$

$$\alpha_{AD} = \frac{a_{BA}^t}{AB} = \frac{16}{3} \sqrt{2} \text{ rad/s}^2 \quad (8)$$

资源分享 QQ1D

HGDZYFXZ

哈工大 2012 年秋季学期

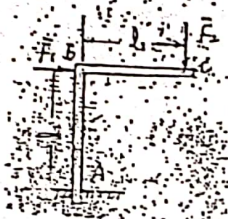
理论力学期中考试试题(闭卷)

班号	
学号	
姓名	

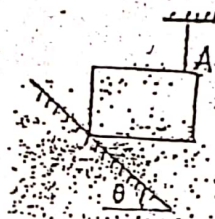
题号	一	二	三	四	五	六	七	八	九	十	总分
分数											

一、填空题 (共 14 分)

- 1、不计图示结构自重, 在 B 处作用一水平力 F_1 , 在 C 处作用一铅直力 F_2 , 尺寸如图, 在常规坐标系下, 支座 A 处的约束力 $F_{Ax} = (-F_1)$, $F_{Ay} = (F_2)$, $M_A = (F_1 l_1 + F_2 l_2)$. (3 分)



1 题图



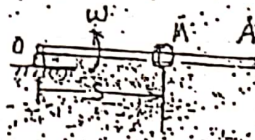
2 题图

- 2、图示均质或非均质矩形板重为 G , 放在倾角为 θ 的非光滑斜面上, 在 A 处用铅直绳吊起, 矩形板处于平衡状态. 则板与斜面间静滑动摩擦因数的最小值 $f_{min} = (\tan \theta, 0)$. (3 分)

- 3、图示杆长为 $2m$, 图示 45° 瞬时, 杆中心 C 点的速度沿杆方向, 如图所示, 其大小为 $v_C = 10m/s$. 则杆上 A 点的速度 $v_A = (10\sqrt{2}m/s)$, B 点的速度 $v_B = (10\sqrt{2}m/s)$, 杆的角速度 $\omega = (10/s)$. (4 分)



3 题图



4 题图

- 4、图示杆 OA 绕轴 O 以匀角速度 $\omega = 3rad/s$ 转动, 小环 M 沿杆运动的规律为 $s = 10t^2$, s 以米计, t 以秒计. 则当 $t = 1$ 秒时, 相对速度大小 $v_r = (20m/s)$, 牵连速度大小 $v_e = (30m/s)$, 牵连加速度大小 $a_e = (90m/s^2)$, 科氏加速度大小 $a_c = (120m/s^2)$. (4 分)

纸张记忆复印店

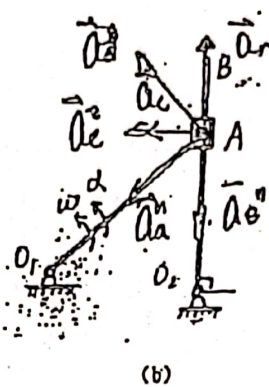
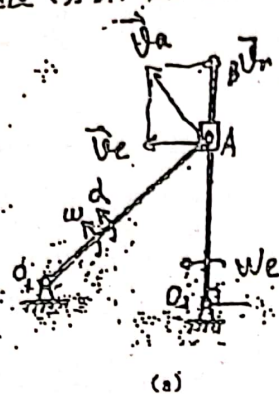
注意行为规范

遵守考场纪律

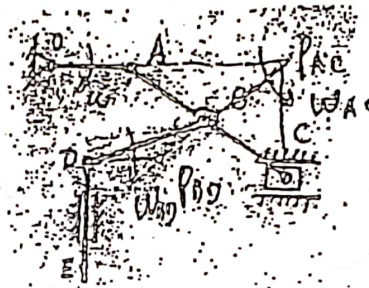
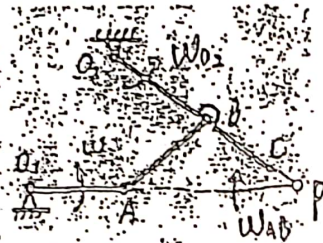
主管领导审核签字

二、画图题 (共17分)

- 1、图示 O_1A 杆转动的角速度和角加速度如图所示，选择合适的动点和动系，在图 (a) 中画出速度 (分析) 图，在图 (b) 中画出加速度分析图。(9分)



- 2、已知平面机构如图所示，找出并在图中画出做平面运动杆件的速度瞬心，并在图中表出各杆件 (平移的除外) 的角速度转动方向。(8分)



HIT 联系

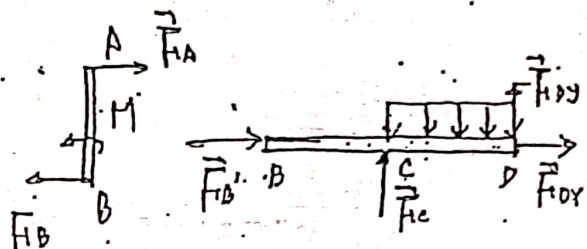
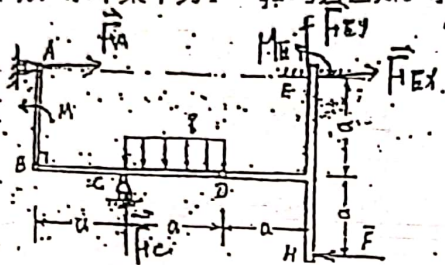
QQ 302753320

试题:

班号:

姓名:

三、计算题 不计图示平面结构中各构件自重, 尺寸 a , 均布载荷 q , 力偶矩 $M = qa^2$, 逆时针转动, 水平集中力 $F = qa$ 均为已知。求 A, C, E 处的约束力。(20 分)



分析 AB: $F_A = F_B$ $\sum M = 0$ $-F_A \cdot a + M = 0$

$$F_A = \frac{M}{a} = qa$$

分析 BD: $\sum M_D(\vec{F}) = 0$ $-F_C \cdot a + \frac{1}{2}qa^2 = 0$ $F_C = \frac{1}{2}qa$

分析整体: $\sum F_x = 0$ $F_A + F_{Ex} - F = 0 \Rightarrow F_{Ex} = 0$

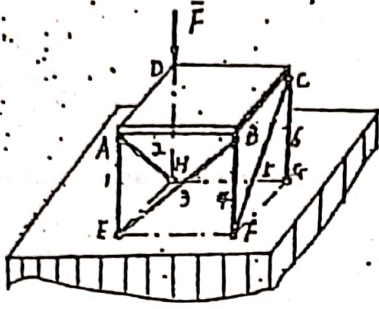
$$\sum F_y = 0 \quad F_{Ay} = qa + F_C = 0 \Rightarrow F_{Ay} = \frac{1}{2}qa$$

$$\sum M_E(\vec{F}) = 0 \quad +M - F_C \cdot 2a - F \cdot 2a + M_E = qa \cdot \frac{3}{2}a = 0$$

$$\Rightarrow M_E = \frac{1}{2}qa^2$$

四、计算题 不计图示空间结构各构件自重, 在边长为 a 的正方形板的 D 处作用一铅直力 F , 板平面和地面平行, 其高度也为 a , 各连接处均为球铰链连接。求各杆受力。

(12分)



$$\sum M_{EA}(\vec{F}) = 0$$

$$F_5 \cdot a \cdot 45^\circ = 0 \Rightarrow F_5 = 0$$

$$\sum M_{FB}(\vec{F}) = 0$$

$$F_2 \cdot a \cdot 45^\circ = 0 \Rightarrow F_2 = 0$$

$$\sum M_{GC}(\vec{F}) = 0$$

$$-F_3 \cdot a \cdot 45^\circ = 0 \Rightarrow F_3 = 0$$

$$\sum M_{AB}(\vec{F}) = 0$$

$$-F_6 \cdot a - F \cdot a = 0 \Rightarrow F_6 = -F$$

$$\sum M_{DA}(\vec{F}) = 0$$

$$-F_4 \cdot a - F_6 \cdot a = 0 \Rightarrow F_4 = +F$$

$$\sum M_{CB} = 0$$

$$F_1 \cdot a + F \cdot a = 0 \Rightarrow F_1 = -F$$

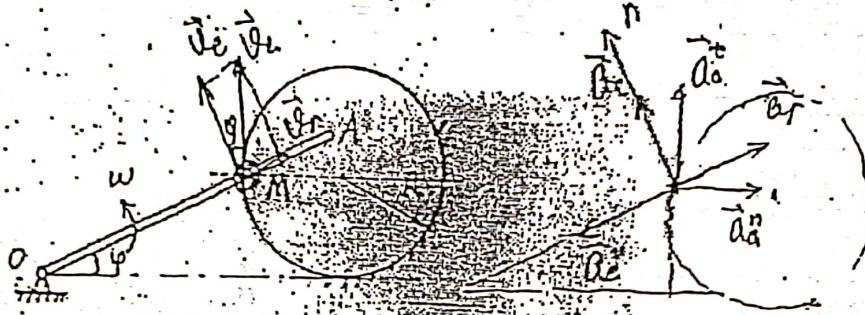
纸张记忆复印店

· 试题:

班号:

姓名:

五、计算题 图示固定大圆环半径为 R ，杆 OA 以匀角速度 ω 绕轴 O 转动，在杆与大圆环上套一小圆环 M ，当 $\varphi = 30^\circ$ 时 $OM = 2R$ ，求 $\varphi = 30^\circ$ 时，小圆环的绝对速度和绝对加速度。(17分)



以 M 为动点，动系 OA

$$\vec{v}_a = \vec{v}_e + \vec{v}_r \Rightarrow v_a = \frac{v_e}{\cos 30^\circ} = \frac{2\omega R}{\frac{\sqrt{3}}{2}} = \frac{4\sqrt{3}}{3}\omega R$$

$\begin{matrix} ? & \checkmark & ? & \checkmark & \checkmark \end{matrix}$
 $\quad \quad \quad v_r = \frac{1}{2}v_a = \frac{2\sqrt{3}}{3}\omega R$

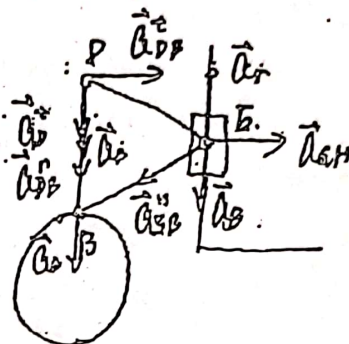
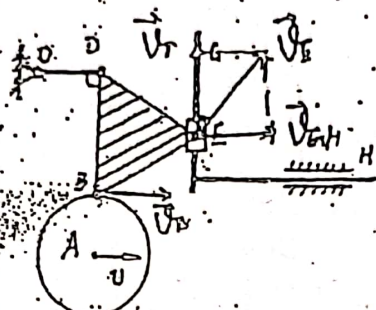
$$\vec{a}_a + \vec{a}_a^t = \vec{a}_e + \vec{a}_r + \vec{a}_c$$

$\begin{matrix} \frac{v_a^2}{R} & ? & \omega^2 \cdot 2R & ? & 2\omega \cdot v_r \\ \checkmark & \checkmark & \checkmark & \checkmark & \checkmark \end{matrix}$

向 n 方向投影 $-a_a^n \cdot \cos 60^\circ + a_a^t \cdot \cos 30^\circ = -a_e \cdot \cos 30^\circ$

$$\Rightarrow a_a^t = \left(\frac{8}{3} + \frac{16}{9}\sqrt{3} \right) \omega^2 R = 6.745 \omega^2 R$$

六、计算题 图示平面机构，轮的半径为 R ，其轮心速度 v 为常量，沿水平面做纯滚动。等边三角形板的边长为 $2R$ ， OD 杆的长度也为 R 。图示瞬时， A, B, D 三点处于同一铅直线上；求此时等边三角形板的角速度和角加速度， GH 杆的速度和加速度。(20分)



一、速度分析

取板为研究对象，瞬心为 D 。 $\Rightarrow v_B = 2v = \omega_{BDE} \cdot 2R$

$$\Rightarrow \omega_{BDE} = \frac{v}{R}$$

点 E 、杆 GH 。

$$\vec{v}_E = \vec{v}_{GH} + \vec{v}_r \Rightarrow v_{GH} = v_E \cdot \cos 60^\circ = \omega_{BDE} \cdot 2R \cdot \cos 60^\circ = v$$

二、加速度分析

以 A 为基点：

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

$$\Rightarrow a_B = \omega^2 R = \frac{v^2}{R}$$

以 B 为基点：

$$\vec{a}_D = \vec{a}_B + \vec{a}_{DB}^t + \vec{a}_{DB}^n$$

$$0 \quad ? \quad \frac{v^2}{R} \quad \frac{v^2}{R} \quad ?$$

因水平轴转动： $a_{DB}^t = 0 \Rightarrow \alpha_{BDE} = 0$

以 B 为基点： $\vec{a}_E = \vec{a}_B + \vec{a}_{EB}^n$

哈工大 2012 年秋季学期

理论力学期中考试试题(开卷)

班号: 11218202

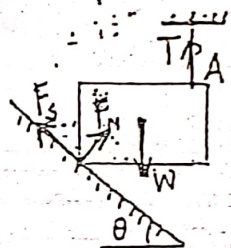
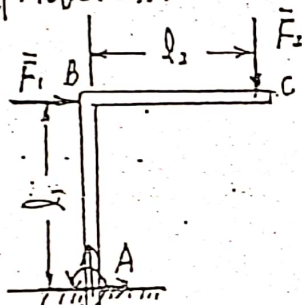
学号: 1121820225

姓名: 罗振东

题号	一	二	三	四	五	六	七	八	九	十	总分
分数											

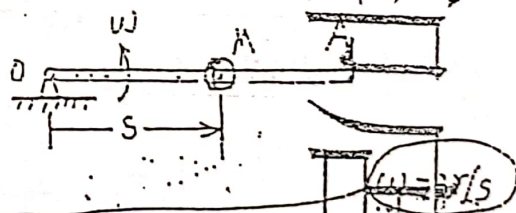
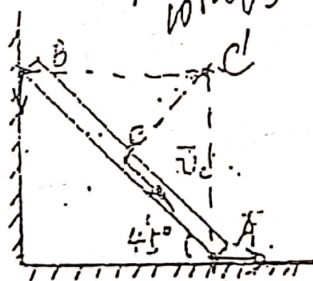
一、填空题 (共 14 分)

- 1、不计图示结构自重, 在 D 处作用一水平力 \bar{F}_1 , 在 C 处作用一铅直力 \bar{F}_2 , 尺寸如图, 在常规坐标系下, 支座 A 处的约束力 $F_{Ax} = (-F_1)$, $F_{Ay} = (F_2)$, $M_A = (F_1 l_1 + F_2 l_2)$ (3 分)



- 2、图示均质或非均质矩形板重为 W , 放在倾角为 θ 的非光滑斜面上, 在 A 处用铅直绳吊起, 矩形板处于平衡状态, 则板与斜面间静滑动摩擦因数的最小值 $f_{\min} = (\tan \theta)$. (3 分)

- 3、图示杆长为 2m , 图示 45° 瞬时, 杆正中间的速度沿杆如图所示, 其大小为 $v_c = 10\text{m/s}$, 则杆上 A 点的速度 $v_A = (10\sqrt{2}\text{m/s})$, B 点的速度 $v_B = (10\sqrt{2}\text{m/s})$, 杆的角速度 $\omega = (4\sqrt{2}\text{rad/s})$ (4 分)



- 4、图示杆 OA 绕轴 O 以匀角速度 ω 转动, 小环 M 沿杆运动的规律为 $s = 10t^2$, s 以米计, t 以秒计, 则当 $t = 1$ 秒时, 相对速度大小 $v_r = (20\text{m/s})$, 牵连速度大小 $v_e = (60)$, 牵连加速度大小 $a_e = (360\text{m/s}^2)$, 科氏加速度大小 $a_c = (120\text{m/s}^2)$ (4 分)

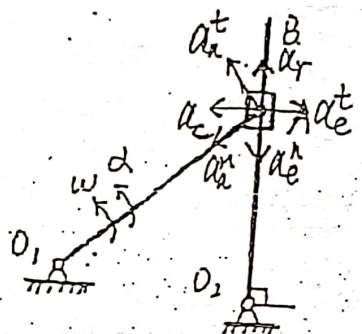
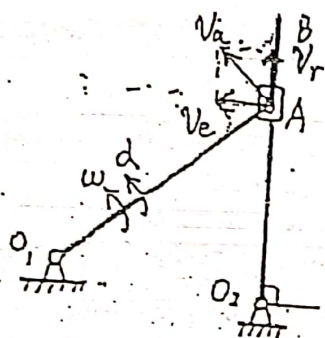
试题:

班号:

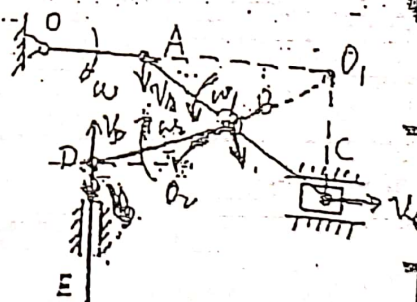
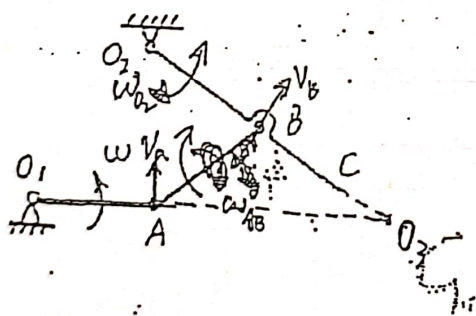
姓名:

二、画图题 (共17分)

- 1、图示 O_1A 杆转动的角速度和角加速度如图所示, 选择合适的动点和动系, 在图 (a) 中画出速度 (分析) 图, 在图 (b) 中画出加速度分析图。 (9 分)



- 2、已知平面机构如图所示, 找出并在图中画出做平面运动杆件的速度瞬心, 并在图中标出各杆件 (平移的除外) 的角速度转动方向。 (8 分)

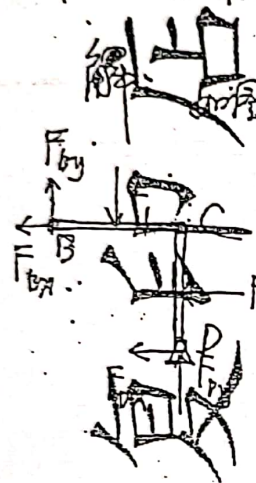


试题:

班号:

姓名:

三、计算题 不计图示平面结构中各构件自重, 尺寸 a , 力偶矩 $M = Fa$, 铅直集中力 F_1 , 水平集中力 F_2 均为已知, 且 $F_1 = F_2 = F$. 求 A, D 处的约束力. (20 分)



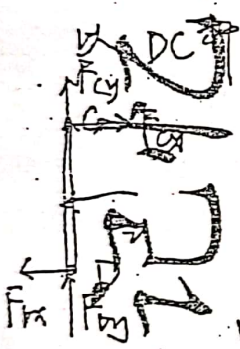
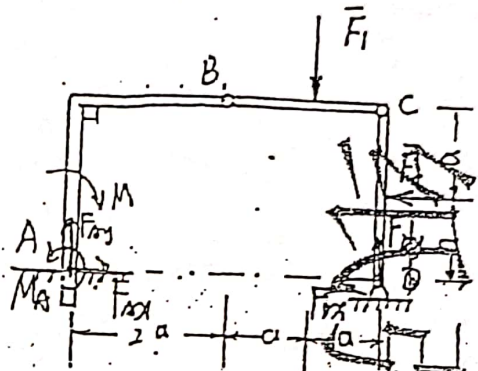
解: 以 BC 杆与 CD 杆为研究对象,

则有 $M_B(F) = 0$, 即

$$F_2 a + F_1 a + F_{Bx} \cdot 2a + F_{By} \cdot 2a = 0$$

$$F_2 + F_{Bx} + F_{By} = 0$$

$$F_1 = F_{By} + F_{By}$$



以 DC 杆为研究对象, 有

$$M_C(F) = 0, \text{ 得 } F_2 a + F_{Bx} \cdot 2a = 0, \text{ 即 } F_{Bx} = -\frac{F}{2}$$

$$\text{代入上式得, } F_{Bx} = -\frac{F}{2}, F_{By} = \frac{F}{2}, F_{By} = \frac{F}{2}$$

以 AB 杆为研究对象, 有

$$M_A(F) = 0, \text{ 即 } M_A - M - F_{By} \cdot 2a - F_{Bx} \cdot 2a = 0$$

$$F'_{Bx} = F_{Bx} = -\frac{F}{2}, F'_{By} = F_{By} = \frac{F}{2}$$

$$\text{有 } M_A = M$$

$$\text{又 } \sum F_x = 0, \sum F_y = 0, \text{ 得 } F_{Ay} = F'_{By} = \frac{F}{2}, F_{Ax} = -\frac{F}{2}$$

综上, A 处约束力为 $M_A = M, F_{Ax} = \frac{F}{2}, F_{Ay} = \frac{F}{2}$

D 处约束力为 $F_{Dx} = -\frac{F}{2}, F_{Dy} = \frac{F}{2}$

试题:

班号:

姓名:

四、计算题 不计图示空间结构各构件自重, 在边长为 a 的正方形板的水平面内作用一力偶 M , 其矩为 $M = Fa$, 板平面和地面平行, 其高度也为 a , 各连接处均为球铰链连接。求各杆受力。(12 分)

解: 对 1 杆求矩, 得

$$M = F_5 \cos 45^\circ \cdot a = Fa$$

$$\text{则 } F_5 = \sqrt{2}F$$

对 4 杆求矩, 得

$$M = F_2 \cos 45^\circ \cdot a = Fa$$

$$\text{则 } F_2 = \sqrt{2}F$$

对 3 杆求矩, 得 $M = F_5 \cos 45^\circ \cdot a + F_4 \cos 45^\circ \cdot a$, 即 $F_4 = 0$.

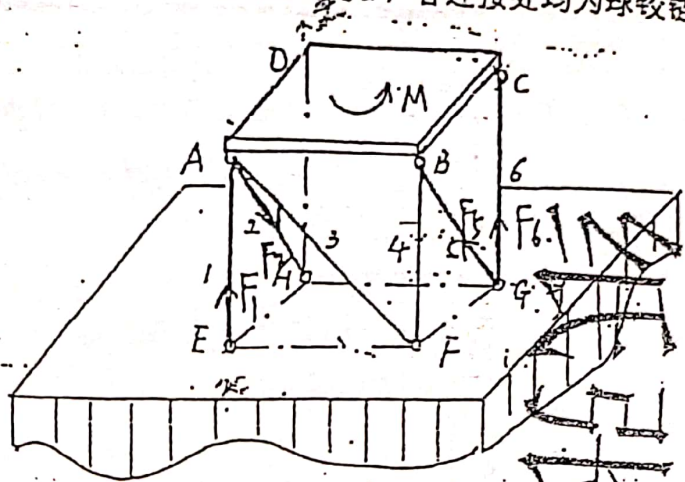
对 6 杆求矩, 得 $M = F_2 \cos 45^\circ \cdot a + F_3 \cos 45^\circ \cdot a$, 即 $F_3 = 0$.

对 BC 边求矩, 有

$$F_1 a = F_2 \cos 45^\circ \cdot a, \text{ 则 } F_1 = \frac{\sqrt{2}}{2} F_2 = F$$

对 AD 边求矩, 有 $F_6 a + F_5 \cos 45^\circ \cdot a = 0$, 则 $F_6 = -F$.

综上, 各杆受力为 $F_1 = F, F_2 = \sqrt{2}F, F_3 = 0, F_4 = 0, F_5 = \sqrt{2}F, F_6 = -F$.



张记之

试题:

班号:

姓名:

五、计算题 图示固定大圆环半径为 R ，杆 OA 以匀角速度 ω 绕轴 O 转动，在杆与大圆环上套一小圆环 M ，当 $\varphi = 30^\circ$ 时， $OM = 2R$ ，求此时小圆环的绝对速度和绝对加速度。

(17分)

解：以小圆环 M 为动点，动系固定在 OA 上，在图上

作速度分析，有

$$\vec{v}_a = \vec{v}_r + \vec{v}_e,$$

$$\omega \cdot \overline{OM}$$

$$\varphi = 30^\circ \text{ 时, } v_a = \frac{v_e}{\sqrt{3}} \cdot 2, v_r = \frac{1}{\sqrt{3}} v_e$$

由几何知识得， $\varphi = 30^\circ$ 时， $\overline{OM} = 2R$ ，则 $v_e = 2\omega R$

$$v_a = \frac{2\sqrt{3}}{3} \omega R$$

$$= \frac{4\sqrt{3}}{3} \omega R$$

对小圆环作加速度分析，有

$$\vec{a}_a^n + \vec{a}_a^t = \vec{a}_r + \vec{a}_e^n + \vec{a}_e^t + \vec{a}_c$$

$$\text{又 } a_c = 2\omega v_r, \varphi = 30^\circ \text{ 时, } v_r = \frac{1}{\sqrt{3}} v_e = \frac{2}{\sqrt{3}} \omega R = \frac{2\sqrt{3}}{3} \omega R$$

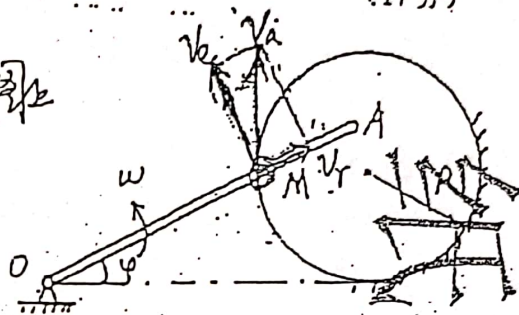
$$\text{杆 } OA \text{ 以角速度 } \omega \text{ 匀速转动, 则 } a_e^t = 0, a_e^n = \frac{v_e^2}{2R} = \frac{4\omega^2 R^2}{2R} = 2\omega^2 R$$

$$a_a^t + a_e^n \sin 30^\circ = a_c \cos 30^\circ + a_r \sin 30^\circ$$

$$a_a^n + a_r \cos 30^\circ = a_c \sin 30^\circ + a_e^n \cos 30^\circ$$

$$\text{且 } a_a^n = \frac{v_a^2}{R} = \frac{16\omega^2 R^2}{3}$$

$$\text{解得 } a_a^t = -\frac{\sqrt{3}\omega^2 R}{9}$$



试题:

班号:

姓名:

六、计算题 图示平面机构，轮的半径为 R ，其轮心速度 v 为常量，沿水平面做纯滚动。等边三角形板的边长为 $2R$ ， OD 杆的长度也为 R 。图示瞬时， A, B, D 三点处于同一铅直线上。求此时三角板的角速度和角加速度， OD 杆的角速度和角加速度， GH 杆的速度和加速度。(20分)

解：设轮与地面接触点为 C ，此时
速度瞬心，则由 $V_A = v$ ，得
轮的转动角速度为

$$\omega_1 = \frac{V_A}{R} = \frac{v}{R}, \text{ 由 } V_A \text{ 为常量}$$

为常量，对 B, D 点作分析

则 $V_B = 2R\omega_1 = 2v$ ，作图知三角板的速度瞬心为 D 点，

$$\text{OD 杆角速度 } \omega_2 = \frac{V_B}{R} = 0,$$

三角板角速度 $\omega_2 = \frac{V_B}{PB} = \frac{v}{R}$ ，对 B 点速度分析，有 $\vec{V} = \vec{V}_e + \vec{V}_r$ ，

$$V_E = \omega_2 \cdot PE = v, \text{ 则 GH 杆的速度 } V_e = V_E$$

对 A 点， $\vec{a}_B = \vec{a}_B^n + \vec{a}_B^t$ ，又 $V_B = 2v$ 为常量，则 $\vec{a}_B^t = 0$

对 D 点加速， $\vec{a}_D^n = \vec{a}_D^n + \vec{a}_D^t$ ，又 $\omega_{OD} = 0$ ，则 $\vec{a}_D^n = 0$ ，故 $\vec{a}_D^t = \vec{a}_B^t$

以 D 为基点，有 $\vec{a}_B^n = \vec{a}_D^n + \vec{a}_{DB}^t + \vec{a}_{DB}^n = \vec{a}_B^n$ ，则有 $\vec{a}_{DB}^t = 0$ ， $\vec{a}_B^t = \vec{a}_B^n - \vec{a}_{DB}^n$

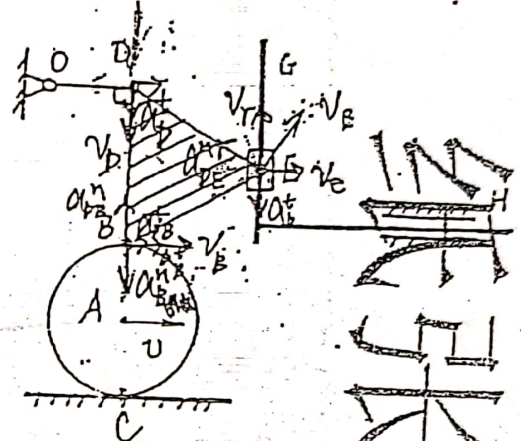
$$\vec{a}_B^n = \frac{V_B^2}{R} = \frac{4v^2}{R}, \vec{a}_{DB}^n = \omega_2^2 \cdot 2R = \frac{2v^2}{R}, \text{ 则 } \vec{a}_B^t = \frac{2v^2}{R}$$

得 OD 杆角加速度 $\alpha_1 = \frac{\vec{a}_B^t}{R} = \frac{2v^2}{R^2}$ ，三角板角加速度

以 D 为基点，分析 E 点加速度，有 $\vec{a}_{PE}^n + \vec{a}_{DE}^t + \vec{a}_{DE}^n = \vec{a}_e + \vec{a}_r$ ，

$$\text{因 } \alpha_2 = 0, \text{ 则 } \vec{a}_{DE}^t = 0, \text{ 得 } \vec{a}_e = -\vec{a}_{PE}^n \cos 30^\circ = -\omega_2^2 \cdot 2R \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = -\sqrt{3}R \cdot \frac{v^2}{R^2} = -\frac{\sqrt{3}v^2}{R}$$

即 GH 杆的加速度为 $a_{GH} = a_e = -\frac{\sqrt{3}v^2}{R}$



理论力学期末考试试题(闭卷)
(64 学时)

班号	
学号	
姓名	

题号	一	二	三	四	五	六	七	八	九	十	总分
分数											

一、是非判断题 (10 分)

- 1、任意力系向某点简化, 因主矢等于每一分力的矢量和, 所以主矢一定是该力系的合力。 (X)
- 2、两接触面粗糙且存在正压力, 则摩擦力必定不等于零。 (X)
- 3、列汇交力系的平衡方程时, 所选坐标轴必须互相垂直。 (X)
- 4、刚体定轴转动不是刚体的平面运动。 (X)
- 5、刚体平移时, 其各点的轨迹是空间曲线, 此刚体的运动是刚体的平面运动。 (X)
- 6、速度瞬心的速度为零, 其加速度可能为零, 也可能不为零。 (X)
- 7、因可以对任意点 O 计算动量矩 L_O , 所以也可以对任意点 O 使用动量矩定理 $\frac{dL_O}{dt} = \sum M_O(F_i^e)$ 。 (X)
- 8、虚位移原理说的是, 对处于平衡状态的任意质点系, 其平衡条件是 $\sum \vec{F}_i \cdot \vec{\varepsilon}_i = 0$, 即所有主动力在所给虚位移中所做虚功之和等于零。 (X)
- 9、包含刚体, 对任意质点系, 其惯性力系简化的主矢均为 $\vec{F}_{in} = -m\vec{a}_C$, 其作用点与简化中心的位置有关。 (✓)
- 10、任意刚体上的任意一点都存在有惯性主轴。 (✓)

网盘计划

QQ 953062322

纸张记忆复印店

注意行为规范

遵守考场纪律

主管
领导
审核
签字

二、计算题 (20 分)

不计图示各构件自重，铅直集中力 $F_1 = 300\sqrt{2}\text{ kN}$, $F_2 = 500\sqrt{2}\text{ kN}$, 尺寸如图。
求：支座 A、D、E 处约束力。



(4)

分析: ABC

$$\sum M_C(\vec{F}) = 0$$

$$F_A \cdot 0.45^\circ \cdot 1.5 - F_B \cdot 0.45^\circ \cdot 5 - F_2 \cdot 3 = 0 \quad (3)$$

$$\Rightarrow F_A = 600\text{ kN}$$

(1)

分析: 整体:

$$\sum F_x = 0$$

$$F_{EX} - F_A \cdot 0.45^\circ + F_D = 0$$

(3)

$$\sum F_y = 0$$

$$F_{EY} + F_B \cdot 0.45^\circ - F_1 - F_2 = 0$$

(3)

$$\sum M_E(\vec{F}) = 0$$

$$F_A \cdot 0.45^\circ \cdot 1.5 - F_2 \cdot 8 - F_1 \cdot 2 - F_D \cdot 5 = 0$$

(3)

$$F_D = -200\sqrt{2}\text{ kN}$$

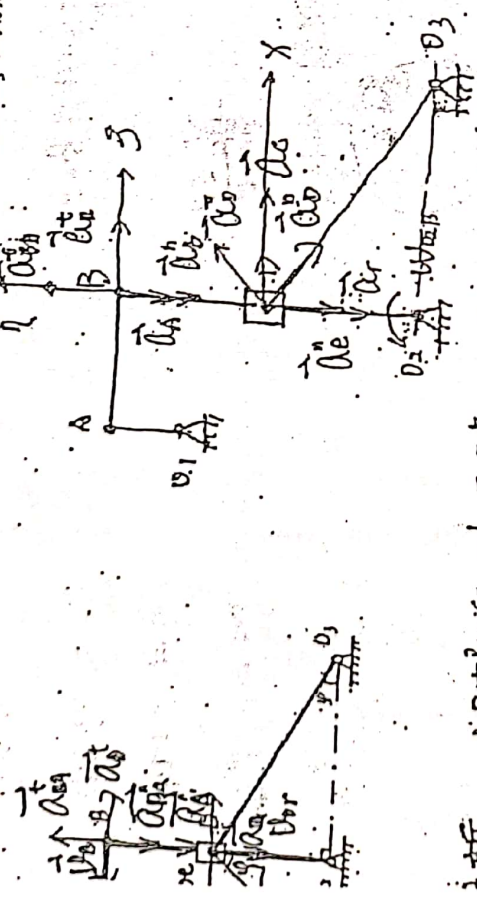
$$F_{EX} = 320\sqrt{2}\text{ kN}$$

$$F_{EY} = 500\sqrt{2}\text{ kN}$$

(3)

(20分)

曲柄 \$O_1A\$ 以匀角速度 \$\omega\$ 绕轴 \$O_1\$ 转动，杆长为 \$R\$，套筒 \$D\$ 可在 \$O_2B\$ 杆上滑动，在图示位置，\$BD = O_2D = 2R\$，角 \$\alpha = 60^\circ\$。求此时 \$AB\$ 杆的角速度 \$\omega_{AB}\$ 和角加速度 \$\alpha_{AB}\$；\$O_3D\$ 杆的角速度 \$\omega_3\$ 和角加速度 \$\alpha_3\$。



分析：\$AB\$ 杆瞬时瞬心在 \$O_4\$，\$O_4B = 0\$，\$\vec{v}_B = \vec{v}_A = \omega R\$

$$\frac{v_B}{O_2B} = \frac{\omega}{4} \Rightarrow v_{De} = \omega_{AB} \cdot 2R = \frac{\omega}{2} R$$

力点：\$O_2B\$ 杆 \$O_2B\$，\$\vec{v}_{Da} = \vec{v}_{De} + \vec{v}_{Dr} \Rightarrow v_{Da} = v_{De} / \sin \varphi\$

$$\frac{v_{Da}}{O_3D} = \frac{v_{De}}{2R \sin 60^\circ} = \frac{\omega}{4}$$

分析：以 \$A\$ 为基点 \$\vec{a}_B = \vec{a}_A + \vec{a}_{BA}\$

$$4R \cdot \alpha_{AB} = \omega_{AB} \cdot 4R \Rightarrow \omega_{AB} = \omega$$

$$\alpha_{AB} = 0 \Rightarrow \alpha_{AB} = 0$$

分析：\$-\alpha_{AB} = -\alpha_A + \alpha_{AB} \Rightarrow \alpha_{AB} = \alpha_A = \alpha_{AB} = -\frac{3}{4} \omega^2 R\$

$$\alpha_{AB} = \frac{3}{8} \omega^2$$

以 \$D\$ 为基点，\$O_2B\$ 杆

$$\vec{a}_B = \vec{a}_D + \vec{a}_{BD}$$

$$\omega_{O_2B} \cdot 2R = \omega_{O_2B} \cdot 4R + \omega_{AB} \cdot 2R$$

同时平动投影：\$\vec{a}_B \cdot \vec{e}_y + \vec{a}_{BD} \cdot \vec{e}_y = \vec{a}_D \cdot \vec{e}_y\$

$$\Rightarrow \vec{a}_B = \frac{\sqrt{3}}{4} \omega^2 R \Rightarrow \alpha_{O_2B} = \frac{\sqrt{3}}{16} \omega^2$$

$$\omega_{O_2B} \cdot 4R = \omega \cdot R + \alpha_{AB} \cdot 2R$$

$$\omega R + \omega R$$

$$2\omega R$$

$$\frac{3}{4} \omega R = \alpha_{AB} \cdot 2R$$

$$\alpha_{AB} = \frac{3}{8} \omega$$

$$\alpha_D = \frac{\omega^2}{16} \cdot 2R = \frac{\omega R}{8}$$

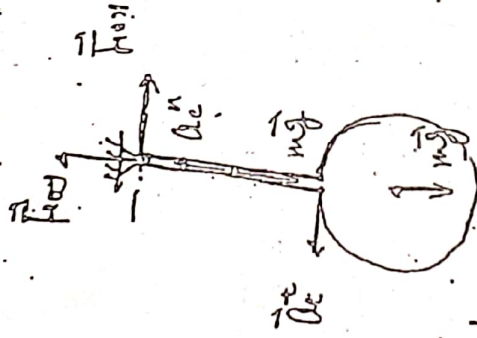
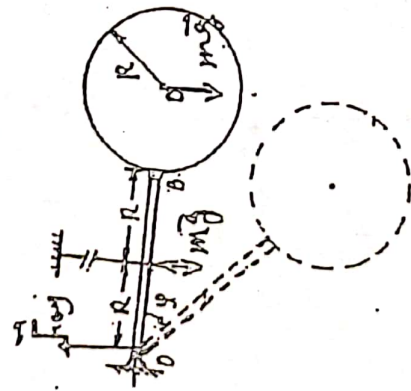
$$\alpha_D = \alpha_{De} + \alpha_{Dr} + \alpha_e$$

$$\frac{\omega^2}{16} \cdot \frac{\omega R}{\varphi}$$

计算题 (25分)

均质杆 OB 长为 $2R$, 质量为 m , 均质圆盘半径为 R , 质量也为 m , 与杆固接在点 A 用一绳悬挂。

- 1、突然剪断绳子时, 此刚体的角速度 ω_1 和角加速度 α_1 ; 轴 O 处的约束力;
- 2、运动至图示任意 φ 角时, 此刚体的角速度 ω_2 和角加速度 α_2 ;
- 3、当此刚体运动至铅直位置时, 刚体的角速度 ω_3 和角加速度 α_3 , 轴 O 处的约



$$\omega_1 = 0. \quad J_O = \frac{1}{3} m (2R)^2 + \frac{1}{2} m R^2 + m \cdot (3R)^2 = \frac{65}{8} m R^2 \quad (1)$$

$$\text{由 } J_O \alpha_1 = m g R + 3 m g R \Rightarrow \alpha_1 = \frac{24}{65} \frac{g}{R} \quad (2)$$

$$-2m a_{O'} = F_{Oy} \Rightarrow F_{Oy} = 0. \quad (3)$$

$$-2m a_{O'} = F_{Oy} - 2mg \Rightarrow F_{Oy} = 2mg - 2m \cdot \frac{24}{65} \frac{g}{R} \cdot 2R = \frac{34}{65} mg. \quad (4)$$

$$T_1 = 0. \quad T_2 = \frac{1}{2} J_O \omega^2. \quad W = mg \cdot R \sin \varphi + 3mgR \sin \varphi.$$

$$\text{由 } T_2 - T_1 = W \Rightarrow \frac{1}{2} \times \frac{65}{8} m R^2 \omega^2 = 4mgR \sin \varphi. \quad (5)$$

$$\Rightarrow \omega = \sqrt{\frac{48gR \sin \varphi}{65R}} \quad (6)$$

$$3. \quad T_1 = 0. \quad T_2 = \frac{1}{2} J_O \omega^2 = \frac{1}{2} \times \frac{65}{8} m R^2 \omega^2$$

$$\text{由 } T_2 - T_1 = W \Rightarrow \frac{65}{12} m R^2 \omega^2 = 4mgR$$

$$\alpha_1 = 0. \Rightarrow a_{O'} = 0.$$

$$a_{O'} = \omega^2 R$$

$$2m a_{O'} = F_{Oy} - 2mg \Rightarrow F_{Oy} = 2mg$$

$$(4)$$

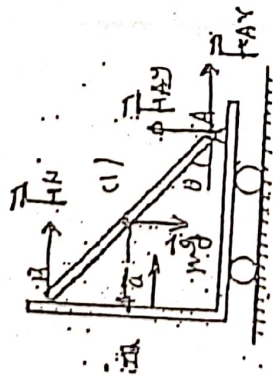
$$F_{Oy} = 0$$

$$\omega_1 = 0.$$

$$(1)$$

计算题 (10分)

示小车沿水平直线行驶。均质细杆 A 端铰接在小车上，B 端铰接在小车的右端铅直杆的质量为 20kg，长度为 1m，角 $\theta = 45^\circ$ 。若测得杆 B 端受到的约束力为 1000N，求小车的加速度和 A 处的约束力。(用其他方法做不给分)



分析 AB 杆 $F_z = ma$ (1)

$$\sum M_B(\vec{F}) = 0$$

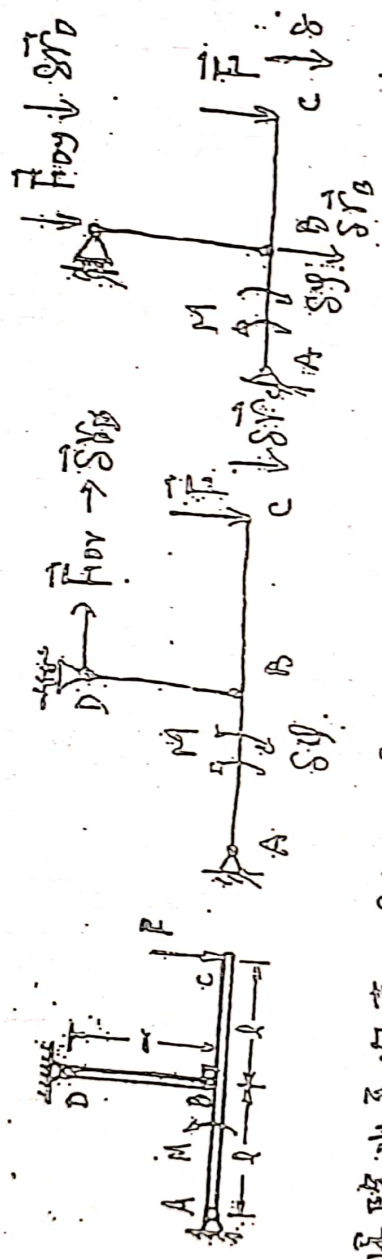
$$mg \cdot \frac{l}{2} \cos \theta + F_z \cdot l \sin \theta - F_{Ay} \cdot l \sin \theta = 0 \quad (2)$$

$$\Rightarrow a = 0.2 \text{ m/s}^2 \quad (1)$$

$$\sum F_x = 0 \quad F_{Ax} - F_z + F_N = 0 \Rightarrow F_{Ax} = -9.6 \text{ N} \quad (2)$$

$$\sum F_y = 0 \quad F_{Ay} - mg = 0 \Rightarrow F_{Ay} = 19.6 \text{ N} \quad (2)$$

不计图示结构中各构件自重，长度 $l = 1\text{m}$ ，力偶矩 $M = 100\text{N} \cdot \text{m}$ ，铅直力 $F = 100\text{N}$ 。
用虚位移原理求 D 处的约束力。（用其他方法做不给分）



解除水平约束 $\delta r_c = \delta y = 0$

虚功方程: $F_{DB} \cdot \delta r_D = 0 \Rightarrow F_{DB} = 0$ (5)

解除铰链约束

虚功方程: $-M \cdot \delta \theta + F_{DB} \cdot \delta r_D + F \cdot \delta r_C = 0$ (5)

$\times: \delta r_D = \delta r_C = \frac{1}{2} \delta r_C = \delta y \cdot l$ (14)

$\Rightarrow F_{DB} = -100\text{N}$ (11)

班号	学号	姓名	总分
		张子斌	九十一

(40) 國語科

(X)

○

٢٨

己

3

5

2

١٠٠

○

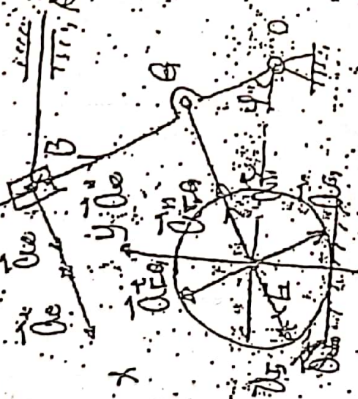
100

100

运动, 其半径 $R = \frac{\sqrt{3}}{3}$

运动, 其半径 $R = \frac{\sqrt{3}}{3}$

OD 杆、EC 杆的角加速度:



$$\frac{6}{9} \times \frac{11}{16}$$

$$\alpha = \frac{32}{191} = \frac{1}{6}$$

۱۰۰

$$\Rightarrow \vec{v}_e = v_0 \cdot \vec{e}_3 \Rightarrow \vec{v}_e = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot \vec{v} \Rightarrow v_e = \frac{v}{2} \Rightarrow \frac{v_e}{v} = \frac{1}{2}$$

$$V_{\alpha} = -\frac{1}{2} \alpha R_{\alpha}^2 = -\frac{1}{2} \alpha$$

$$\frac{y}{4x} = \frac{1.77 \times 10^{-2}}{4 \times 1.5} = 2.95 \times 10^{-3}$$

$$E = \frac{U}{4h} \times \sqrt{3} \times \frac{8P}{7} = \frac{2\sqrt{3}U}{7} \quad (5)$$

১৯

$$v_{\frac{1}{2}} = 2 \frac{7}{16}$$

$$\Rightarrow \frac{dW}{dt} = \frac{dW}{dV} \cdot \frac{dV}{dt} = \frac{2W \cdot V}{V^2} = \frac{2W}{V}$$

以所為記

11
 13

$\omega_{\text{com}}^2 \approx \omega_{\text{eg}}^2 - \omega_{\text{eg}}^2$ ✓
 $\omega_{\text{eg}}^2 + \omega_{\text{eg}}^2$ ✓
 ω_{eg}^2 ✓

同于平田投影

$$0 = -0G_7 \cdot 0.30 + 0G_8 \cdot 0.60 + A = 0$$

$$\Rightarrow \frac{0.7}{0.2} = \frac{0.93}{0.368} \Rightarrow \frac{0.7}{0.93} = \frac{0.2}{0.368} = \frac{1310}{368} = \frac{59}{16}$$

试题:

班号:

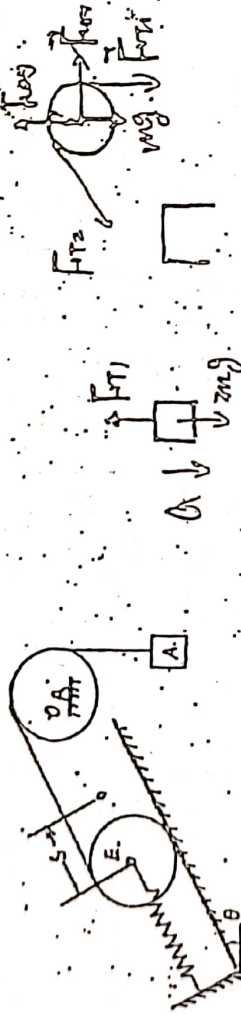
姓名:

四、计算题 (25 分)

图示机构中, 两轮均为均质轮, 半径均为 R , 质量均为 m , 物块 A 质量为 $2m$, 弹簧刚度为 k , 系统在弹簧处于原长处由静止开始运动, 轮 D 做纯滚动, 斜面倾角 $\theta = 30^\circ$.

求: 1、轮心 E 上升距离 s 时, 物块 A 的速度和加速度;

2、运动过程中轮 O 处的约束力。(以加速度或绳的拉力表示即可, 不必整理)



$$T_1 = 0, \quad T_2 = \frac{1}{2} \times 2m v^2 + \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} m R^2 \cdot \omega_0^2 + \frac{1}{2} \times m \left(v^2 + \frac{1}{2} m R^2 \right) \omega_0^2 \quad (8)$$

$$\text{其中: } \omega_0 = \frac{v}{R}, \quad \omega_E = \frac{v}{R}, \quad \omega_E = \frac{v}{R}$$

$$\Rightarrow T_2 = \frac{7}{16} m v^2 \quad (2)$$

$$\pi W = 2mg \cdot 2s + \frac{k}{2} s^2 - mg s \sin 30^\circ \quad (3)$$

$$\text{由动能定理: } T_2 - T_1 = W \Rightarrow \frac{7}{16} m v^2 = 2mg s - \frac{k}{2} s^2 \quad (4)$$

$$\Rightarrow v = \sqrt{\frac{2}{7} (7mg s - k s^2)} \quad (2)$$

$$\text{对两质点求导: } \frac{7}{8} m v \cdot a = (7mg - ks) v$$

$$\Rightarrow a = \frac{8}{23m} (7mg - ks) = \frac{8}{23} g - \frac{8ks}{23m} \quad (2)$$

$$\text{为求绳的拉力 } A: 2mg - T_1 = 2ma \Rightarrow T_1 = 2m(2g - a) \quad (2)$$

$$\sum F_x = 0, \quad F_{Ox} - F_{T2} - 0.50^\circ \cdot F_{Ox} =$$

$$\sum F_y = 0, \quad F_{Oy} - mg - F_{T1} - F_{T2} \cdot \sin 30^\circ$$

$$\Rightarrow F_{Oy} = mg + F_{T1} + \frac{1}{2} F_{T2}$$

哈工大 2011 年春季学期

理论力学期中考试试题

班号	
姓名	

题号	一	二	三	四	五	六	七	八	九	十	总分
分数											

填空题 (共 6 题, 每题 5 分)

把答案填入括号内; 解题过程最好写在卷右演草纸上。

1. 半径为 R 的均质圆盘由两根不计自重的杆 AB , CD 支撑如图所示, 力 F_1 作用在圆盘边缘, 沿水平方向, 为 F_2 沿铅直方向作用, 也如图所示。

若系统平衡时, 力 $F_1 = (\frac{\sqrt{2}}{2}) F_2$ 。

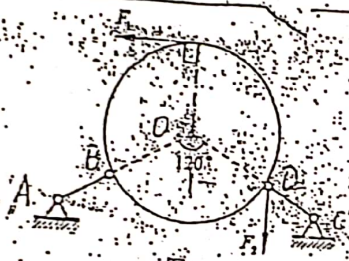


图 1

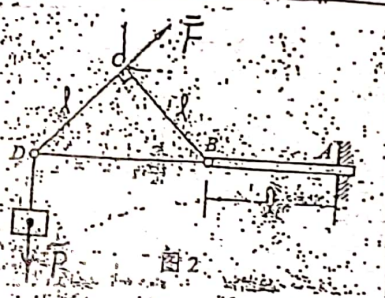


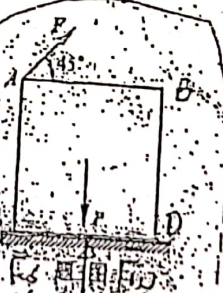
图 2

2. 图示平面结构中, 物块重量为 P , 不计其他各构件自重, 在等腰直角三角形 C 处作用一沿着 CD 边的力 F , 尺寸 l 也为已知。

若系统平衡时, A 处的约束力偶矩 $M_A = (\frac{2+\sqrt{2}}{2}) Fl$ 。

3. 图示处于铅垂平面内的均质正方形薄板重为 P , 其与地面间的静摩擦因数 $f_s = 0.5$, 在点 A 处作用一力 F 。

若使薄板静止不动, 力 F 的最大值为 $F_{max} = (\frac{\sqrt{2}}{8} P)$ 。



$\sum F_x = 0: F \cos 45^\circ - F_s = 0$
 $\sum F_y = 0: F \sin 45^\circ - P + F_n = 0$
 $F_n = \frac{1}{2} F \sqrt{2}$
 $F_s = \frac{1}{2} F \sqrt{2}$
 $F_{max} = \frac{2}{\sqrt{2}} P$

$\sum M_C(F) = 0$
 $P \cdot \frac{l}{2} - \frac{\sqrt{2}}{2} F \cdot l = 0$
 $F_{max} = \frac{\sqrt{2}}{8} P$

主管
领导
审核
签字

12345678910

12345678910

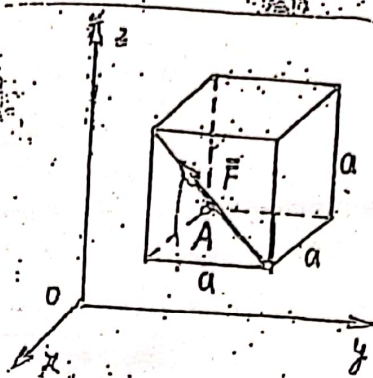
图示正方体边长为 a ，点 A 的坐标为 $(1, 1, 1)$ ，单位也为 a 。沿前面对角线作用一力 \vec{F} ，其大小为 $F = \sqrt{2}kN$ 。

则力 \vec{F} 对 x, y, z 轴的矩为

$$M_x(\vec{F}) = (-3kNm)$$

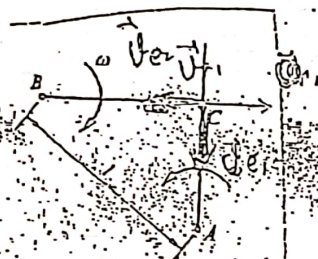
$$M_y(\vec{F}) = (-2kNm)$$

$$M_z(\vec{F}) = (-2kNm)$$

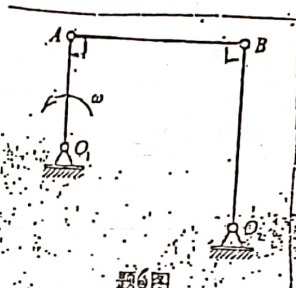


题4图

5、平面上两根射线各自绕其端点 A, B 旋转，角速度大小均为 ω ，转向相反， A, B 两点间的距离为 l ，在图示瞬时，两根射线刚好垂直相交于点 C 。则在此时刻，交点 C 的绝对速度大小为 $v_C = (\omega \cdot l)$ 。



题5图



题6图

6、图示四连杆机构中， O_1A 杆以匀角速度 ω 转动，当此机构运动到图示位置时， $O_1A \parallel O_2B$ ， $O_1A \perp AB$ 。则此瞬时， v_A (\neq) v_B ， a_A (\neq) a_B ， ω_{AB} (\neq) 0 ， α_{AB} (\neq) 0 ， ω_{O_1A} (\neq) ω_{O_2B} 。
(填写“=”或“≠”)

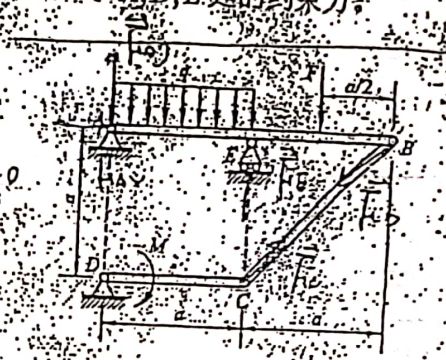
三、计算题 (20分)

图示平面结构由 AB 、 BC 与 CD 杆组成，均布载荷 $q = 8 \text{ kN/m}$ ，集中力 $F = 20 \text{ kN}$ ，力偶矩 $M = 10 \text{ kN} \cdot \text{m}$ ，尺寸 $a = 1 \text{ m}$ ，不计各构件自重，求 D 、 E 处的约束力。

解 取杆 CD 为研究对象

$$\sum \mathcal{M}_C(F) = 0 \quad F_C \cdot a \cdot 45^\circ - M = 0$$

$$F_C = \frac{M}{a \cdot 45^\circ} = \frac{10}{1 \cdot 45^\circ} = 22.22 \text{ kN}$$



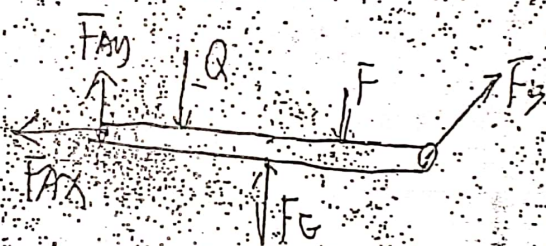
分析 AB 为研究对象

$$\sum F_x = 0 \quad F_{Ax} - F_D = 0 \quad a \cdot 45^\circ = 0$$

$$\sum F_y = 0 \quad F_{Ay} + F_E - q \cdot a - F - F_C \cdot \sin 45^\circ = 0$$

$$\sum \mathcal{M}_A(F) = 0 \quad -F_C \cdot a \cdot 45^\circ - q \cdot a \cdot \frac{a}{2} - F \cdot \frac{3}{2}a + F_E \cdot a - q \cdot a \cdot \frac{a}{2} = 0$$

F_{Ax} F_{Ay} F_E



$$F_{Ay} + F_E = F + q \cdot a$$

正方形薄板边长为 $a=1\text{m}$ ，自重为 $P=5\text{kN}$ ，此板与铅直轴 AB 焊接在一起，板面与 z 轴垂直， z 轴通过板的质心 C ， $AC=CB=1\text{m}$ ，铅直力 $F_1=10\text{kN}$ ，沿 y 轴方向作用的水平力 $F_2=8\text{kN}$ 。求系统平衡时，轴承 A, B 处的约束力与绕 z 轴的力偶矩 M_z 。

解：分析轴。受力如图所示。

$$\sum F_x = 0, \quad F_{Ax} + F_{Bx} = 0$$

$$\sum F_y = 0, \quad F_{Ay} + F_{By} + F_2 = 0$$

$$\sum F_z = 0, \quad F_{Az} - F_1 = 0$$

$$\sum M_x(\vec{F}) = 0, \quad -F_{By} \cdot AB - F_2 \cdot AC = 0$$

$$\sum M_y(\vec{F}) = 0, \quad F_{Bx} \cdot AB - F_1 \cdot \frac{a}{2} = 0$$

$$\sum M_z(\vec{F}) = 0, \quad F_2 \cdot \frac{a}{2} - M_z = 0$$

$$\sum F_x = 0, \quad F_{Ax} + F_{Bx} = 0$$

$$\sum F_y = 0, \quad F_{Ay} + F_{By} + F_2 = 0$$

$$\sum F_z = 0, \quad F_{Az} = P + F_1 = 10$$

$$\sum M_{(A)} x = 0 \Rightarrow -F_{By} \cdot 2 + F_2 \cdot 0.5 - F_1 \cdot 1 = 0$$

$$\sum M_{(A)} y = 0 \Rightarrow F_{Bx} \cdot 2 - F_1 \cdot 0.5 = 0$$

$$\sum M_{(A)} z = 0 \Rightarrow F_2 \cdot 0.5 = M_z$$

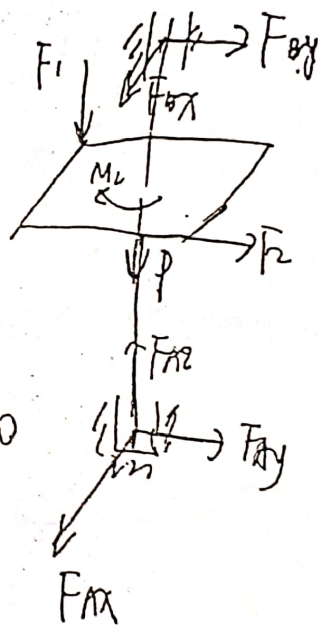
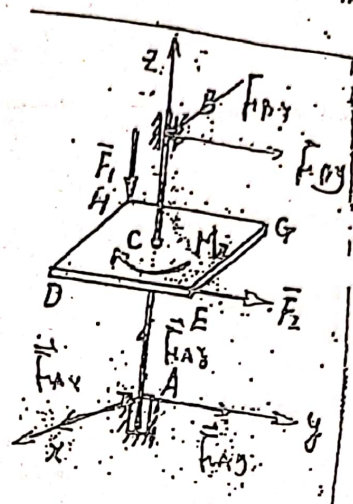
$$\Rightarrow M_z = 4\text{kN}\cdot\text{m}$$

$$F_{Ax} = -2.5\text{kN}$$

$$F_{Ay} = -1.5\text{kN}$$

$$F_{Bx} = 2.5\text{kN}$$

$$F_{By} = 6.5\text{kN}$$



$$F_{Az} = 10\text{kN} \quad \text{第4页 (共6页)}$$

班号

姓名

计算题 (15分)

图示直角弯杆 OAB 绕轴 O 以匀角速度 $\omega = 0.5 \text{ rad/s}$ 定轴转动，小圆环 M 套在杆 AB 与固定直杆 CD 上， $OA = 1 \text{ m}$ ，图示瞬时 $OA \parallel CD$ ， $AM = \sqrt{3} \text{ m}$ 。求此时小圆环 M 的绝对速度与绝对加速度。

运动分析

$$\vec{v}_e = \omega \times \vec{r}_{Oe}$$

$$\vec{v}_a = \vec{v}_e + \vec{v}_r$$

$$\vec{v}_a = \omega \times \vec{r}_{Om}$$

$$\Rightarrow v_a = v_e \cos 30^\circ \quad v_r = v_e \sin 30^\circ$$

加速度分析

$$\vec{a}_a = \vec{a}_e + \vec{a}_r + \vec{a}_c$$

$$\vec{a}_e = \omega^2 \times \vec{r}_{Oe} \quad \vec{a}_c = 2\omega \times \vec{v}_r$$

$$\Rightarrow \text{内积投影: } a_a = a_e \cos 60^\circ + a_c \Rightarrow a_a$$

以 M 为研究对象，OAB 为研究对象

$$\vec{v}_{ma} = \vec{v}_{me} + \vec{v}_{mr}$$

$$\omega = 0.5 \text{ rad/s}$$

$$\vec{v}_{me} = \omega \times \vec{r}_{Om} = \frac{\sqrt{3}}{2} \text{ m/s}$$

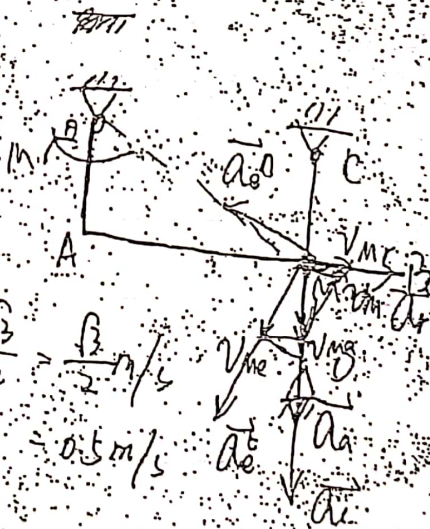
$$\vec{v}_{mr} = \vec{v}_{me} \cdot \frac{1}{2} = 0.5 \text{ m/s}$$

$$\vec{a}_e = \vec{a}_e^t + \vec{a}_e^n + \vec{a}_r + \vec{a}_c$$

$$\omega = 0.5 \quad \Rightarrow \quad 2\omega \times v_r = 0.5$$

$$\text{X 轴: } a_e^n \cdot \cos 30^\circ = a_r$$

$$\Rightarrow a_r = 0.25\sqrt{3} \text{ m/s}^2$$



图示平面机构，OA杆以匀角速度 ω 绕轴O转动，OA = R, AB = BE = 2R, 套筒C沿杆BE滑动，在图示瞬时，BC = CE. 求此瞬时，杆BE的角速度和角加速度，杆CD的速度和加速度。

解：速度分析

分析AB 速度瞬心为P
图所示

$$V_A = \omega \cdot OA = \omega_{AB} \cdot AP$$

$$\Rightarrow \omega_{AB}$$

$$\Rightarrow V_P = \omega_{AB} \cdot BP$$

$$\Rightarrow \omega_{BE} = \frac{V_B}{BE}$$

以C为动点，动系BE

$$\vec{V}_A = \vec{V}_C + \vec{V}_r \Rightarrow V_A = \frac{V_C}{\cos 30^\circ}$$

$$V_r = V_A \cdot \sin 30^\circ$$

加速度分析

以A为动点

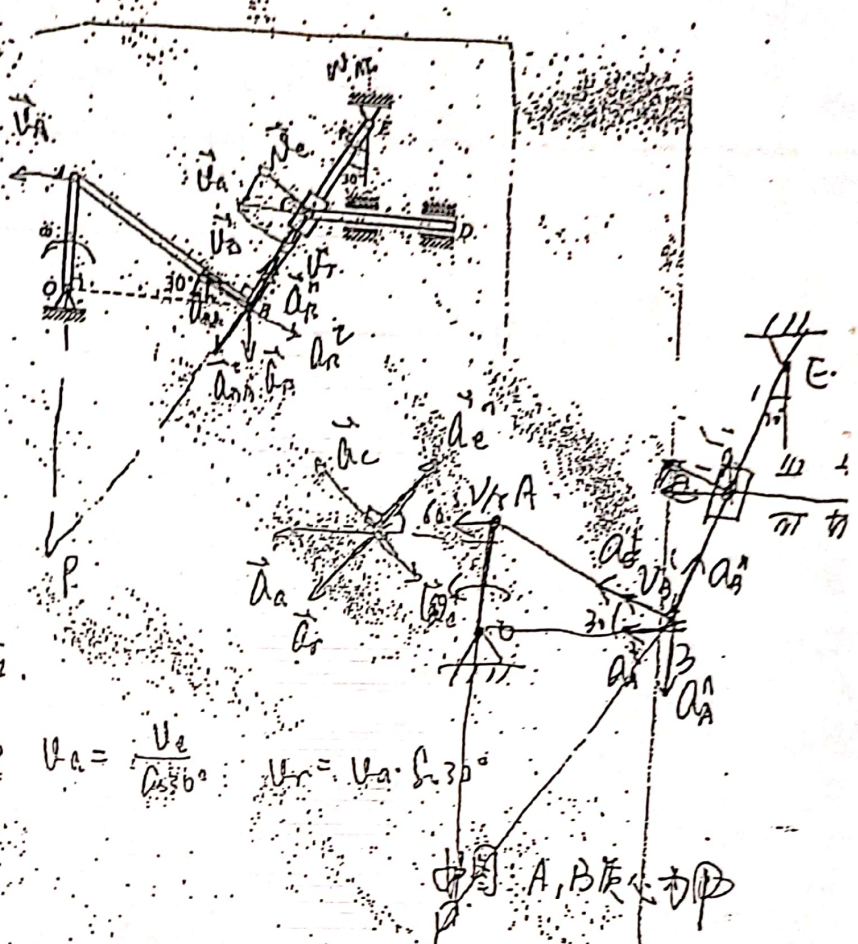
$$\vec{a}_A = \vec{a}_C + \vec{a}_r$$

$$a_A = a_C + a_r$$

$$\omega_{AB} \cdot AB = \omega_{BE} \cdot BE + \omega_{AB}^2 \cdot AB$$

以C为动点，动系BE

$$\vec{a}_A + \vec{a}_B =$$



$$\omega_{AB} = \frac{V_A}{AP} = \frac{\omega}{4}$$

$$V_B = \omega_{AB} \cdot 2\sqrt{3}R$$

$$= \frac{\sqrt{3}}{2} \omega$$

$$\Rightarrow \omega_{BE} = \frac{V_B}{BE} = \frac{\sqrt{3}\omega}{4R}$$

$$V_C = V_{CA} \cos 30^\circ$$

$$= \frac{\sqrt{3}\omega}{4R} \cdot R \cdot \cos 30^\circ$$

$$= \frac{\sqrt{3}\omega}{4} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = \frac{3\omega}{8}$$

理论力学期末考试试题 (A 卷)

班号	
姓名	

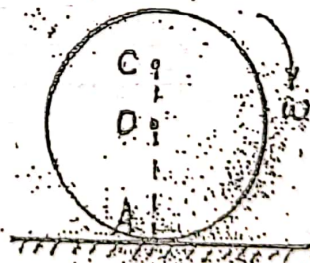
题号	一	二	三	四	五	六	七	八	九	十	总分
分数											

一、是非判断题 (把答案填入括号内, 共 9 题, 每题 1 分)

1. 力沿某坐标轴的分力大小一定等于此力在该轴上的投影大小。 (X)
2. 平面汇交力系的平衡方程, 选择的两个投影轴必须相互垂直。 (X)
3. 平面任意力系有 3 个独立的平衡方程, 可列为三矩式 (三个力矩方程), 也可列为三个投影方程 (即, 三个方程全为力的投影方程)。 (X)
4. 摩擦角为全约束力和其约束处法线间的夹角。 (X)
5. 刚体上各点均做圆周运动, 则此刚体必定为定轴转动。 (X)
6. 科氏加速度的大小在任何时刻、任意位置, 都等于其牵连角速度大小与相对速度大小乘积的 2 倍。 (X)
7. 质点系的动量矩定理为 $\frac{dL_A}{dt} = \sum M_A(F_i)$ 式中的点 A 只能是固定点或者是质心 (质心可动)。 (X)
8. 质点系的虚位移与系统所受的力和时间有关。 (X)
9. 刚体定轴转动时, 消除轴承附加动约束力的条件是, 转轴为惯性主轴。 (X)

二、填空题 (把答案填入括号内, 共 3 题, 共 16 分)

1. 图示偏心圆轮质量为 m , 半径为 R , 圆心为 O , 偏心距为 $OC = \frac{R}{2}$, 对质心 C 的回转半径 $\rho = \sqrt{\frac{3}{2}}R$ 。圆轮沿水平面纯滚动, 角速度为 ω 。图示瞬时,

 C, O, A 位于同一铅直线上。则此瞬时,圆轮的动量大小为 $p = (\frac{3}{2}m\omega R)$;圆轮对质心的动量矩大小为 $L_C = (\frac{3}{2}mR^2\omega)$;圆轮的动能为 $T = (\frac{15}{8}mR^2\omega^2)$ 。
(每空 2 分)

题 1 图

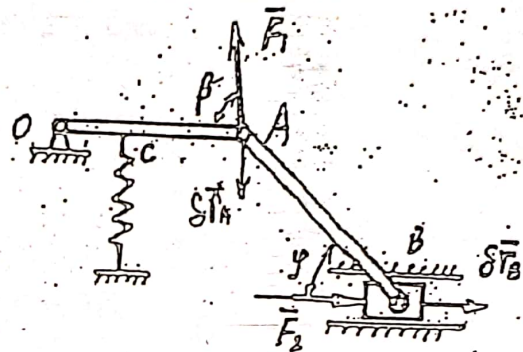
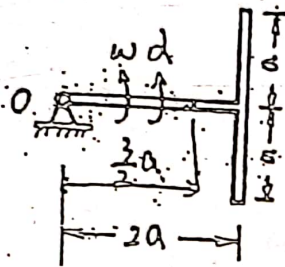
2、图示均质 T 型杆质量为 m ，其角速度为 ω ，角加速度为 α ，尺寸 a 均如图所示。将其惯性力向点 O 处简化，则其

切向惯性力大小为 $F_{IR}^t = (\frac{3}{2} m a \alpha)$;

法向惯性力大小为 $F_{IR}^n = (\frac{3}{2} m \omega^2 a)$;

惯性力矩大小为 $M_{IO} = (\frac{1}{6} m a^2 \alpha)$ 。

(每空 2 分)



题 2 图

题 3 图

3、图示平面机构处于静平衡状态，其上作用有主动力 F_1 ， F_2 ， C 处为一铅直弹簧。OA 杆长为 l_1 ，且 $OC = \frac{1}{3} OA$ ，AB 杆长为 l_2 。若给出如图所示 B 处的虚位移 δr_B ，则

A 点的虚位移大小为 $\delta r_A = (\delta r_B \cdot \frac{Oy}{By})$ ； (2 分)

C 点的虚位移大小为 $\delta r_C = (\frac{\delta r_B}{3} \cdot \frac{Oy}{By})$ ； (1 分)

OA 杆的虚转角大小为 $\delta \theta = (\frac{\delta r_B}{l_1} \cdot \frac{Oy}{By})$ 。 (1 分)

试题

班号

姓名

三、计算题 (20分)

图示平面结构由三根无重杆 AB, CB, BD 组成, B 处用销钉连接三根杆, 分布力 $q = 4 \text{ kN/m}$, 为偶矩 $M = 8 \text{ kN} \cdot \text{m}$, 铅直集中力 $F = 4 \text{ kN}$, 尺寸 $l = 2 \text{ m}$. 求 C, D 处约束力和 A 处的约束力.

分析 BC 受力如图

$$\sum M_B(\vec{F}) = 0: F_C \cdot l - q \cdot \frac{l}{2} = 0$$

$$\Rightarrow F_C = \frac{q \cdot l}{2} = 2 \text{ kN}$$

分析 BD 受力如图

$$\sum M_D(\vec{F}) = 0: F_D \cdot l - M = 0$$

$$\Rightarrow F_D = \frac{M}{l} = 4 \text{ kN}$$

分析整体受力如图

$$\sum F_x = 0: F_{Ax} = 0$$

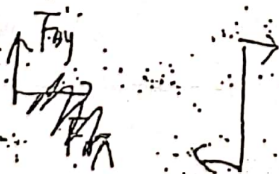
$$\sum F_y = 0: F_C + F_D - F - q \cdot l + F_{Ay} = 0$$

$$\Rightarrow F_{Ay} = 6 \text{ kN}$$

$$\sum M_A(\vec{F}) = 0: F_D \cdot 2l - M - F \cdot \frac{l}{2} - \frac{1}{2}l \cdot q \cdot l + M_A = 0$$

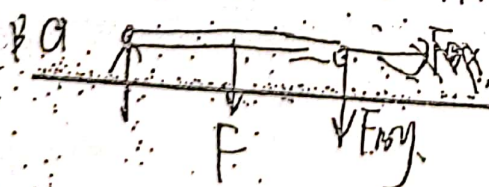
$$\Rightarrow M_A = 4 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

B D



$$F_{Cy} + F_D = 0 \quad F_{Cy} = -4 \text{ kN}$$

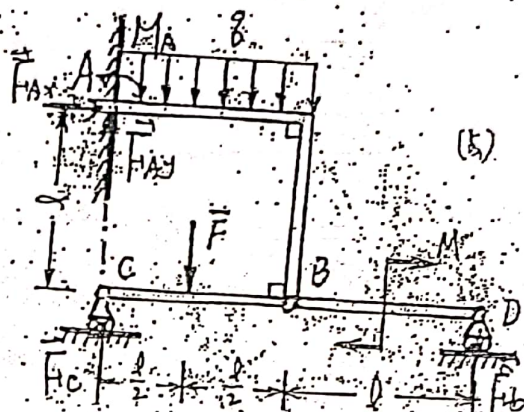
$$F_D \cdot l - M = 0 \Rightarrow F_D = 4 \text{ kN}$$



$$F + F_{Cy} = F_C$$



$$F_{Bx} = 0$$



静定: 10分

计算: 5分

$$F_D = \frac{M}{l} = \frac{8}{2} = 4 \text{ kN}$$

$$F_C = \frac{q \cdot l}{2} = \frac{4 \cdot 2}{2} = 4 \text{ kN}$$

$$F_{Ay} = 6 \text{ kN}$$

$$M_A = 4 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

班号:

姓名:

四、计算题 (20分)

图示平面机构, 曲柄 O_1A 长为 10cm , 以匀角速度 $\omega_1 = 10\text{rad/s}$ 转动。 EA 杆长为 20cm 。
图示瞬时 $O_1E = EC = 20\text{cm}$, $\theta = 30^\circ$ 。滑块 C 套在摇杆 O_2B 上, 滑杆 CD 处于铅直导槽中。

求此瞬时, 摇杆 O_2B 的角速度和角加速度, 滑杆 CD 的速度和加速度。

解 (1) 速度分析 (10分)

$$v_A = v_E \cdot \sin \theta \Rightarrow v_E = \frac{v_A}{\sin \theta} = \frac{\omega_1 \cdot O_1A}{\sin \theta} = 20\text{m/s}$$

$$(15) \omega_{O_2B} = \frac{v_E}{O_2E} = \frac{v_E}{2O_1A} = \omega_1 = 10\text{rad/s}$$

分析 C 点, 杆系 O_2B 。

$$v_C = \omega_{O_2B} \cdot O_2C = 4\text{m/s}$$

$$(5) v_A = \frac{v_C}{\cos 30^\circ} = \frac{4}{\frac{\sqrt{3}}{2}} \text{m/s} \Rightarrow v_C = \frac{2\sqrt{3}}{3} \text{m/s}$$

$$v_D = \frac{1}{2} v_C = \frac{2\sqrt{3}}{3} \text{m/s}$$

$$(2) \text{加速度分析 (10分)} a_{EA} = v_E \cdot \cos 30^\circ \Rightarrow \omega_{EA} = \frac{v_{EA}}{EA} = \frac{v_E \cdot \cos 30^\circ}{0.2} = \frac{5\sqrt{3}}{2} \text{rad/s}$$

以 A 为基点, 分析 E 。

$$\vec{a}_E = \vec{a}_A + \vec{a}_{EA} + \vec{a}_{EA}^t$$

$$\omega_{O_2B} \cdot O_2E \cdot \cos 30^\circ = \omega_1 \cdot O_1A \cdot \omega_{EA} \cdot EA \cdot v_{EA} \cdot EA$$

$$\text{向 } \vec{a}_E \text{ 方向投影: } a_E^t \cdot \cos \theta + a_E^t \cdot \sin \theta = -a_{EA}^t \Rightarrow a_E^t = -30 - 20\sqrt{3}$$

$$\Rightarrow \alpha_{O_2B} = \frac{a_E^t}{O_2E} = \frac{-30 - 20\sqrt{3}}{0.2} = -150 - 100\sqrt{3} \text{ (rad/s}^2\text{)}$$

分析 C 点, 杆系 O_2B 。

$$(15) \vec{a}_C = \vec{a}_{CE} + \vec{a}_{CE}^t + \vec{a}_{CD} + \vec{a}_{CD}^t$$

$$\omega_{O_2B} \cdot O_2C \cdot \cos 30^\circ \cdot \omega_{O_2B} \cdot O_2C \cdot \sin 30^\circ \cdot 2\omega_{O_2B} \cdot v_C$$

$$\text{向 } \vec{a}_C \text{ 方向投影: } -a_C \cdot \cos \theta = -a_{CE}^t - a_{CD}$$

$$\Rightarrow a_C = \frac{30\sqrt{3}}{3} = \frac{20\sqrt{3}}{3} = \frac{80}{3} \text{m/s}^2$$

... (20分)

纸张记临复印

五、计算题 (20分)
均质轮 I 质量为 m ，半径为 R ，均质轮 II 质量为 $2m$ ，半径为 $2R$ ，杆 AB 长为 $6R$ ，自重不计。系统由静止沿倾角 $\theta = 30^\circ$ 的粗糙斜面开始运动，两轮均做纯滚动，不计滚动摩擦阻。
求轮 II 轮心 B 运动距离为 s 时，轮 II 轮心 B 的速度和加速度，杆 AB 的内力，斜面对轮 II 的约束力。

解: $T_1 = 0$

$$T_2 = \frac{1}{2} \cdot 2m \cdot v_B^2 + \frac{1}{2} \cdot (\frac{1}{2} \cdot 2m \cdot (2R)^2) \cdot \omega_B^2 + \frac{1}{2} \cdot m \cdot v_A^2 + \frac{1}{2} (\frac{1}{2} \cdot m R^2) \cdot \omega_A^2$$

其中 $\omega_B = \frac{v_B}{2R}$
 $\omega_A = \frac{v_A}{R}$

$$\Rightarrow T_2 = \frac{9}{4} m v_B^2$$

$$\Delta W = 3mg s \sin \theta$$

由: $T_2 - T_1 = W$ 得: $\frac{9}{4} m v_B^2 = 3mg s \sin \theta$ (1)

解得: $v_B = \sqrt{\frac{4}{3} g s \sin \theta} = \sqrt{\frac{2}{3} g s}$

对 (1) 式两端求导: $a_B = \frac{2}{3} g \sin \theta = \frac{1}{3} g$

分析轮 II: $-F_s + 2mg \sin \theta - F_{AB} = 2m a_B$

$$F_s \cdot 2R = \frac{1}{2} (2m \cdot (2R)^2) \cdot \alpha_B$$

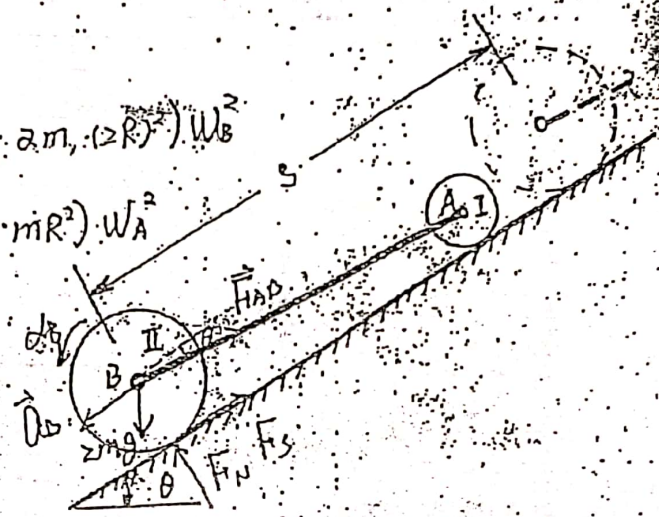
$$\alpha_B = \frac{a_B}{2R}$$

$$F_H = 2mg \cos \theta + F_{AB} \cdot \frac{3R}{6}$$

$$F_s = \frac{2}{3} mg \sin \theta = \frac{1}{3} mg$$

$$F_{AB} = \frac{2}{3} mg \sin \theta = \frac{1}{3} mg$$

$$F_H = \frac{13}{6} mg$$



题号:

姓名:

姓名:

六、计算题 (15分)

注意: 只有理论力学II (64学时) 的同学做此题, 不做七题, 其他同学不做此题。

注意: 要求虚位移原理做此题, 用其他方法做不给分。

不计图示平面三铰拱自重, C处作用水平力 \vec{F}_1 , E处作用铅直力 \vec{F}_2 , 尺寸 a 如图。

用虚位移原理求支座A处的约束力。

解: 解除水平约束。

$$\delta r_A = 2\delta r_1$$

虚功方程:

$$F_{Ax} \cdot \delta r_A + F_1 \cdot \delta r_1 = 0$$

$$\Rightarrow F_{Ax} = -\frac{F_1}{2}$$

解除铅直方向约束。

取心为B。

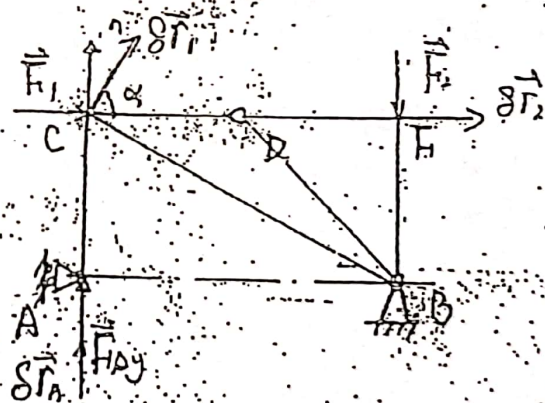
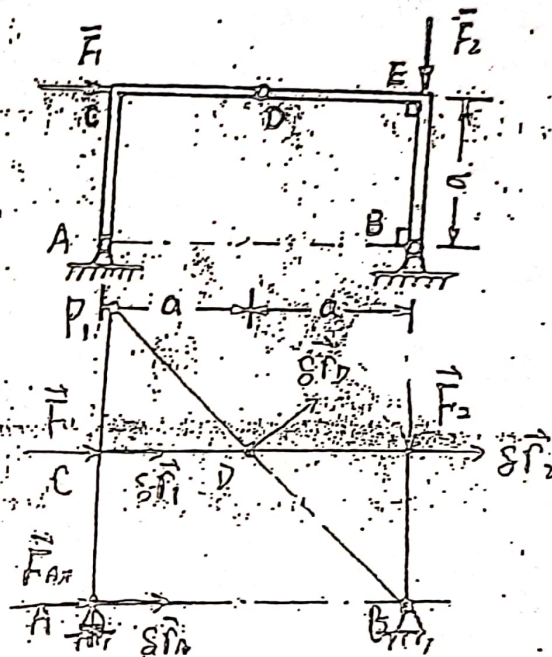
$$\frac{\delta r_1}{BC} = \frac{\delta r_A}{AB} \Rightarrow \delta r_1 = \frac{\sqrt{5}}{2} \delta r_A$$

虚功方程:

$$F_{Ay} \cdot \delta r_A + F_1 \cdot \delta r_1 \cos \alpha = 0$$

$$\cos \alpha = \frac{A}{\sqrt{5}}$$

$$\Rightarrow F_{Ay} = -\frac{1}{2} F_1$$



纸张记忆复印

班号

姓名

计算题 (15分)

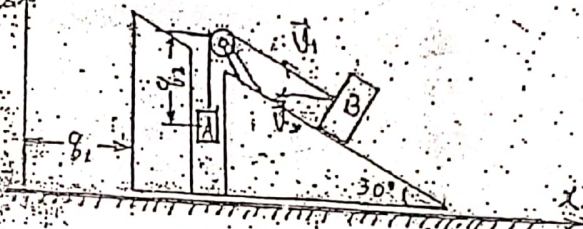
注意：理论力学Ⅲ (64学时) 的同学不做此题，其他同学做此题。
注意：要求用拉格朗日方程做此题，用其他方法做不给分。

图示三角块质量为 $3m$ ，物块 A 、 B 的质量均为 m ，斜面倾角为 30° ，各接触处光滑，不计定滑轮的质量，系统由静止开始运动，绳索不可伸长。以图示的 q_1 、 q_2 为广义坐标，用拉格朗日方程求三角块和物块 A 的运动方程。

解： $T = \frac{1}{2} 3m \dot{q}_1^2 + \frac{1}{2} m (\dot{q}_1^2 + \dot{q}_2^2) + \frac{1}{2} m (\dot{q}_1^2 + \dot{q}_2^2 - 2\dot{q}_1\dot{q}_2 \cos 30^\circ)$
 $= \frac{5}{2} \dot{q}_1^2 + m \dot{q}_2^2 - \dot{q}_1\dot{q}_2 m \cos 30^\circ$

以滑轮处为重力势能零点

$$V = -\frac{1}{2} mg q_2$$



动力学方程 $L = T - V = \frac{5}{2} \dot{q}_1^2 + m \dot{q}_2^2 - \dot{q}_1\dot{q}_2 m \cos 30^\circ + \frac{1}{2} mg q_2$

因 $\frac{d}{dt} \left(\frac{\partial L}{\partial \dot{q}_1} \right) - \frac{\partial L}{\partial q_1} = 0$

得 $\begin{cases} \frac{5}{2} \ddot{q}_1 - \frac{1}{2} \ddot{q}_2 = 0 \\ \ddot{q}_2 = \frac{1}{2} g = 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \ddot{q}_1 = \frac{\sqrt{3}}{37} g \\ \ddot{q}_2 = \frac{10}{37} g \end{cases}$

$\Rightarrow q_1 = \frac{\sqrt{3}}{74} g t^2 \quad q_2 = \frac{5}{37} g t^2$

理论力学期末考试试题 (B 卷)

班号	
姓名	

题号	一	二	三	四	五	六	七	八	九	十	总分
分数											

注意行为规范

遵守考场纪律

主管领导审核签字

一、是非判断题 (把答案填入括号内, 共 9 题, 每题 1 分)

- 1、力沿某坐标轴的分力大小不一定等于此力在该轴上的投影大小。 (✓)
- 2、平面汇交力系的平衡方程, 选择的两个投影轴不一定相互垂直。 (✓)
- 3、平面任意力系有 3 个独立的平衡方程, 可列为三矩式 (三个力矩方程), 不可列为三个投影方程 (即, 三个方程全为力的投影方程)。 (✓)
- 4、摩擦角为物体处于临界平衡状态时, 全约束力和其约束处法线间的夹角。 (✓)
- 5、刚体上各点均做圆周运动, 则此刚体不一定为定轴转动。 (✓)
- 6、科氏加速度的大小在某时刻、某位置, 等于其牵连角速度大小与相对速度大小乘积的 2 倍。 (X)

7、质点系的动量矩定理为 $\frac{dL_A}{dt} = \sum M_A(\vec{F}_i')$, 式中的点 A 可以是固定点或者是质心 (质心可动)。 (X)

8、质点系的虚位移与系统所受的力和时间无关。 (✓)

9、刚体定轴转动时, 消除轴承附加动约束力的条件是, 转轴为中心惯性主轴。 (✓)

二、填空题 (把答案填入括号内, 共 3 题, 共 16 分)

1、图示均质杆质量为 m , 长度为 $4R$; 其端点焊接一质量为 m 、半径为 R 的均质圆轮, 杆的角速度为 ω 。则图示瞬时,

系统的动量大小为 $p = (7mR\omega)$;

系统对点 O 的动量矩大小为 $L_O = (\frac{185}{6}mR^2\omega)$;

系统的动能为 $T = (\frac{185}{12}mR^2\omega^2)$ 。
(每空 2 分)



题 1 图

试题:

班号:

姓名:

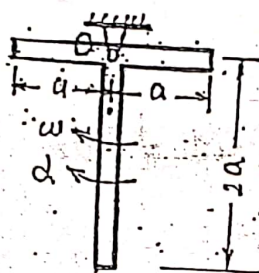
2、图示均质 T 型杆质量为 m ，其角速度为 ω ，角加速度为 α ，尺寸 a 均如图所示。将其惯性力向点 O 处简化，则其

切向惯性力大小为 $F_{tr}^O = (\frac{1}{2} m a \alpha)$;

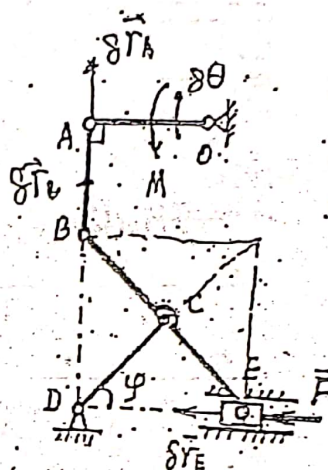
法向惯性力大小为 $F_{fn}^O = (\frac{1}{2} m a \omega^2)$;

惯性力矩大小为 $M_O = (\frac{7}{6} m a^2 \alpha)$ 。

(每空 2 分)



题 2 图



题 3 图

3、图示平面机构处于静止平衡状态，其上作用有主动力偶矩 M 和主动力 F ，杆长 $OA = AB = BC = CE = CD = l$ ， $\varphi = 45^\circ$ 。若给出如图所示 E 处的虚位移 δr_E ，则

B 点的虚位移大小为 $\delta r_B = (\delta r_E)$;

(2 分)

A 点的虚位移大小为 $\delta r_A = (\delta r_E)$;

(1 分)

OA 杆的虚转角大小为 $\delta \theta = (\delta r_E / l)$ 。

(1 分)

图示平面结构由三根无重杆 AB , BC , CD 组成, 三角形分布力 $q = 6 \text{ kN/m}$, 力偶矩 $M = 8 \text{ kN} \cdot \text{m}$, 尺寸 $l = 4 \text{ m}$.
求 A , D 处的约束力.

解: 分析 ABC . 受力如图 (1) 所示.

$$\sum M_C(\vec{F}) = 0 \quad F_A \cdot 2l - M - \frac{1}{3} \left(\frac{1}{2} q l \right) l = 0$$

$$\Rightarrow F_A = 2 \text{ kN}.$$

分析整体. 受力如图 (2) 所示.

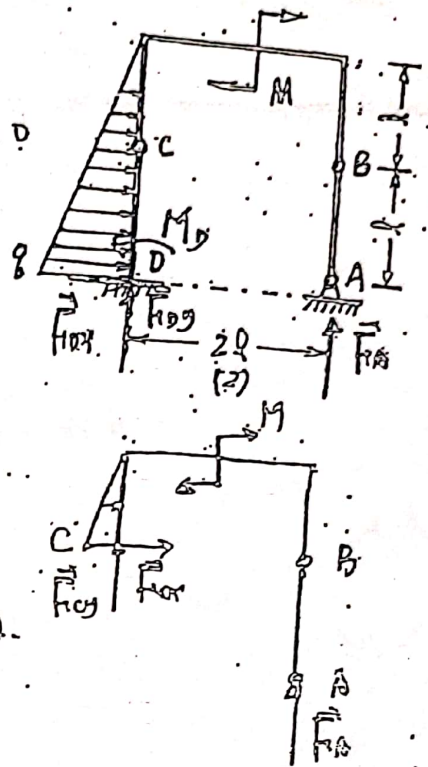
$$\sum F_x = 0. \quad F_{Dx} + \frac{1}{2} \times q \times 2l = 0$$

$$\sum F_y = 0. \quad F_{Dy} + F_A = 0.$$

$$\sum M_D(\vec{F}) = 0. \quad F_A \cdot 2l - M - \frac{1}{2} q \cdot (2l) \cdot \frac{2}{3} l + M_D = 0$$

$$\Rightarrow F_{Dx} = -24 \text{ kN}. \quad F_{Dy} = -2 \text{ kN}.$$

$$M_D = 56 \text{ kN} \cdot \text{m}.$$



(1)

总评: 4

步骤: $4 \times 3 = 12$

图: 4

试题:

班号:

姓名:

四、计算题 (20分)

图示平面机构, 杆 O_1A 和 O_2B 的长度均为 R , 等边三角形板 ABC 的边长为 $2R$, 直角弯杆 EDF 穿过套筒 C , DF 段置于水平槽内。杆 O_1A 水平, 杆 O_2B 铅直, 且 A, B, O_2 在同一铅直线上。杆 O_2B 以匀角速度 ω 转动。

求此瞬时, 杆 EDF 的速度和加速度。

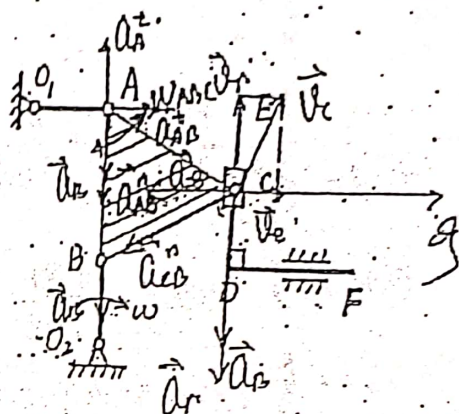
解: 1. 速度分析。

分析 ABC 板。以 B 为基点。

$$\text{由: } v_B = \omega \cdot R = v_{ABC} \cdot 2R$$

$$\text{得: } \omega_{ABC} = \frac{\omega}{2}$$

$$v_C = \omega_{ABC} \cdot AC = \omega R$$



分析 C 点。杆 EDF 。速度合成如图所标。

$$v_E = v_C \cdot \cos 60^\circ = \frac{1}{2} \omega R \Rightarrow v_{EDF} = \frac{1}{2} \omega R \quad (15)$$

2. 加速度分析。分析 ABC 板。以 B 为基点。

$$\vec{a}_A + \vec{a}_B = \vec{a}_B + \vec{a}_{AB} + \vec{a}_{AB}^t \Rightarrow \text{点 } A \text{ 相对 } B \text{ 的运动所标。}$$

$$\Rightarrow a_{AB}^t = 0 \Rightarrow \alpha_{ABC} = 0$$

$$\vec{a}_C = \vec{a}_B + \vec{a}_{CB} \quad (1)$$

以 C 为基点, 杆 EDF 。

$$\vec{a}_C = \vec{a}_E + \vec{a}_r \quad (2)$$

$$\text{由 (1) (2) 得: } \vec{a}_B + \vec{a}_{CB} = \vec{a}_E + \vec{a}_r \quad (15)$$

$$\text{向 } x \text{ 轴投影: } -a_E = -a_{CB} \cdot \cos 30^\circ = -\omega_{ABC}^2 \cdot 2R = -\frac{\omega^2}{2} R$$

$$\Rightarrow a_{EDF} = a_E = \frac{\omega^2}{2} R$$

式题:

班号:

姓名:

五、计算题 (20分)

图示均质杆 OA 质量为 m , 长度为 $2R$, 在 A 端焊接一质量为 m , 半径为 R 的均质轮, 在 $OC = \frac{3}{2}R$ 处用一绳悬挂处于水平平衡位置. 系统位于铅垂面内, 现突然剪断绳子,

- 求: (1) 杆在水平位置时, OA 杆的角速度、角加速度、 O 处的约束力;
(2) 杆在铅垂位置时, OA 杆的角速度、角加速度、 O 处的约束力.

解: (1) 水平位置. $\omega = 0$.

定轴转动微分方程:

$$J_O \cdot \alpha = m g \cdot R + m g \cdot 3R$$

$$\text{其中: } J_O = \frac{1}{3} m (2R)^2 + \frac{1}{2} m R^2 + m (3R)^2 = \frac{65}{6} m R^2$$

$$\Rightarrow \alpha = \frac{24g}{65R} \quad (5)$$

$$\text{质心位置: } x_c = \frac{m \cdot R + m \cdot 3R}{2m} = \frac{3}{2} R$$

$$\Rightarrow a_c^n = 0, \quad a_c^t = \alpha \cdot x_c = \frac{36}{65} g$$

$$\Rightarrow F_2 = 2m \cdot a_c^t = \frac{72}{65} m g, \quad M_{20} = J_O \alpha = 4m g R \quad (6)$$

$$\sum F_x = 0, \quad F_{Ox} = 0, \quad \sum F_y = 0, \quad F_{Oy} - 2m g + F_2 = 0 \Rightarrow F_{Oy} = \frac{58}{65} m g$$

(2) 铅垂位置.

$$T_1 = 0, \quad T_2 = \frac{1}{2} J_O \omega^2 = \frac{65}{12} m R^2 \omega^2, \quad W = m g \cdot R + m g \cdot 3R = 4m g R$$

$$\text{由 } T_2 - T_1 = W \Rightarrow \frac{65}{12} m R^2 \omega^2 = 4m g R \Rightarrow \omega^2 = \frac{48}{65} \frac{g}{R} \quad (5)$$

定轴转动微分方程: $J_O \alpha = 0 \Rightarrow \alpha = 0$.

$$F_2 = 2m \cdot a_c^n = \frac{144}{65} m g$$

$$\sum F_x = 0, \quad F_{Ox} = 0, \quad \sum F_y = 0, \quad F_{Oy} - F_2 - 2m g = 0 \Rightarrow F_{Oy} = \frac{274}{65} m g \quad (5)$$

试题:

班号:

姓名:

六、计算题 (15分)

注意: 只有理论力学III (64学时) 的同学做此题, 不做七题。其他同学不做此题。
注意: 要求虚位移原理做此题, 用其他方法做不给分。

不计图示平面结构自重, B处作用一铅直力 F , CD杆上作用一矩为 M 的力偶, 尺寸 a 如图。用虚位移原理求支座C处的水平方向约束力。

解: 解除支座C处的水平约束力 F_{Cx} 。

分析CD: 绕点A转动。

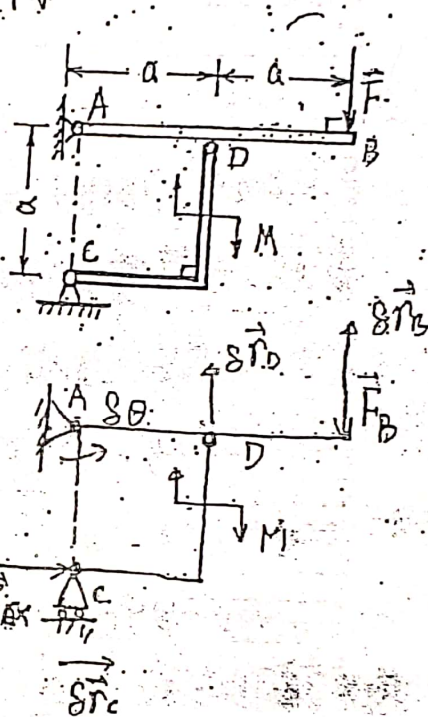
$$\delta\theta = \frac{\delta r_c}{a} \quad \delta r_D = \delta\theta \cdot a = \delta r_c$$

$$\delta r_B = 2\delta r_D = 2\delta r_c \quad (1)$$

虚功方程为:

$$-M \cdot \delta\theta + F_{Ax} \cdot \delta r_c - F \cdot \delta r_B = 0 \quad (2)$$

$$\Rightarrow F_{Ax} = \frac{M}{a} + 2F \quad (1)$$



七、计算题 (15分)

注意: 理论力学 III (64 学时) 的同学不做此题, 其他同学做此题。
注意: 要求用拉格朗日方程做此题, 用其他方法做不给分。

图示均质圆柱 B 的质量为 $3m$, 半径为 R , 物块 A 的质量为 m , 斜面倾角为 30° , 各接触处光滑, 不计定滑轮的质量, 绳索不可伸长。以图示的 y, φ 为广义坐标, 用拉格朗日方程求圆柱 B 的角加速度和物块 A 的加速度。

解: 设重物 A 初始位置为 y_2 , 圆柱 B 的初始位置为 y_1

系统的动能:

$$T = \frac{1}{2} m \dot{y}^2 + \frac{1}{2} \cdot 3m (\dot{y} - \dot{\varphi} R)^2 + \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} \cdot 3m R^2 \dot{\varphi}^2$$

$$= 2m \dot{y}^2 - 3m \dot{y} \dot{\varphi} R + \frac{9}{4} m R^2 \dot{\varphi}^2 \quad (3)$$

设 0 点为零势能位置, 则系统的势能:

$$V = -mgy - 3mg(y_1 - (y - y_2) - \varphi R) \cdot \sin 30^\circ$$

$$= \frac{1}{2} mgy - \frac{3}{2} mgyR - 3mgy_1 + \frac{3}{2} mgy_2 \quad (3)$$

$$\Rightarrow L = T - V = 2m \dot{y}^2 - 3m \dot{y} \dot{\varphi} R + \frac{9}{4} m R^2 \dot{\varphi}^2 - \frac{1}{2} mgy + \frac{3}{2} mgyR + 3mgy_1 - \frac{3}{2} mgy_2 \quad (3)$$

拉格朗日方程: $\frac{d}{dt} \left(\frac{\partial L}{\partial \dot{q}} \right) - \frac{\partial L}{\partial q} = 0$ 得: (4)

$$\begin{cases} 4m\ddot{y} - 3m\ddot{\varphi}R - \frac{1}{2}mg = 0 \\ 2m\ddot{y} - 3m\ddot{\varphi} + mg = 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \ddot{y} = \frac{3}{4}g \\ \ddot{\varphi} = -\frac{5g}{6R} \end{cases} \quad (2)$$

纸张记忆复印店

班号:

姓名:

(15分)

质量为 m ，长度为 l ，以细绳悬挂如图，角 $\varphi = 45^\circ$ 。
绳瞬时，求的角加速度、轴 O 处的约束力。

（要求用动静法求解，用其他方法做不给分）

$$\omega = 0, \alpha \neq 0$$

$$M_{k0} = \frac{1}{3} m l^2 \cdot \alpha \quad F_{Ix} = m a_{Cx} = m l \cdot \frac{\alpha}{2}$$

$$\sum F_{Ix} = 0, \quad F_{Ox} = F_{Ix} \cdot \cos 45^\circ = 0$$

$$\sum F_{Iy} = 0, \quad F_{Oy} - mg + F_{Ix} \cdot \sin 45^\circ = 0 \quad (1)$$

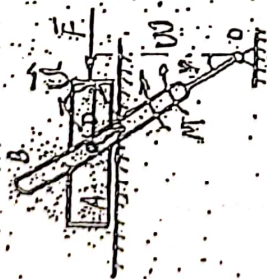
$$\sum M_{O(C)} = 0, \quad mg \cdot \frac{l}{2} \cdot \cos 45^\circ - M_{k0} = 0$$

$$\Rightarrow \alpha = \frac{3\sqrt{3} \cdot g}{4 l} \quad F_{Ox} = \frac{3}{8} mg, \quad F_{Oy} = \frac{5}{8} mg \quad (3)$$



六、计算题 (10 分)

不计图示构件自重，各接触处光滑，在物块 A 上固结一销钉 D，此销钉套在杆 OB 的狭长槽中，滑块 C 上作用一水平力 F，杆 OB 上作用一大小未知的力偶 M，系统在图示位置平衡，角 $\varphi = 30^\circ$ ， $QD = R$ ，用虚位移原理求平衡时的力偶矩 M。



(用其他方法做不给分)

$$W \cdot \sin \varphi = U \cdot \cos 30^\circ \Rightarrow W = \frac{\sqrt{3} U}{2} \quad (1)$$

$$\text{由 } -F \cdot U + M W = 0 \quad (2)$$

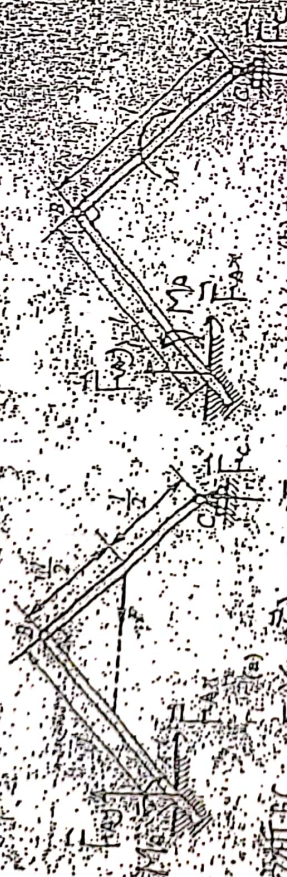
$$\Rightarrow M = \frac{2\sqrt{3}}{3} F R \quad (3)$$

号	一	二	三	四	五	六	七	八	九	十
姓名										

亿复印店

第 10 页

在如图示机构中, 已知 BC 杆上作用有力 F , 试求铰链 A 处的约束力。(10 分)



分析 BC: $\sum M_C(\vec{F}) = 0$ $F_C \cdot 0.75 - F \cdot 1 = 0$ $\Rightarrow F_C = \frac{4}{3}F$

分析 AB: $\sum F_x = 0$ $F_{Ax} = F_C = \frac{4}{3}F$ $\Rightarrow F_{Ax} = \frac{4}{3}F$

$\sum M_A(\vec{F}) = 0$ $F_C \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} - F_{Ay} \cdot \frac{1}{2} = 0$ $\Rightarrow F_{Ay} = \frac{\sqrt{3}}{2}F$

$\Rightarrow M_A = \frac{1}{2} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot \frac{4}{3}F \cdot \frac{1}{2} = \frac{\sqrt{3}}{6}F$

图示系统仅在铰 OA 与小手接触点 A 处存在摩擦, 在保持系统平衡的逐步增加力 F , 则在此过程中, A 处的法向约束力将如何变化?

分析 OA 杆



因小手缓慢移动 $F_{SA} = F$

$\sum M_O(\vec{F}) = 0$ $F_{SA} \cdot 0.4 - F_{fA} \cdot 0.4 = 0$ $\Rightarrow F_{fA} = F_{SA} = F$

则 F_{fA} 增大 F_{SA} 不变

(b) 分析 AC: $\sum M(C)(\vec{F}) = 0$ $F_C \cdot 0.8 \sin 30^\circ - M = 0$

$\Rightarrow F_C = \frac{M}{0.4}$

分析整体: $\sum F_x = 0$ $F_{Ax} = 0$ $\sum F_y = 0$ $F_{Ay} = 0$ $F_{By} = -F_C = -\frac{M}{0.4}$

$\sum M_A(\vec{F}) = 0$ $F_C \cdot \sqrt{2} \cdot 0.4 - M + M_A = 0$

$\Rightarrow M_A = 0$

(c)

$\sum M_O(\vec{F}) = 0$ $F_{NA} \cdot 0.4 \sin 30^\circ - F \cdot 0.4 \sin 30^\circ = 0$ (14)

$\Rightarrow F_{NA} \sin 30^\circ = F \sin 30^\circ$ (15)

F_1, F_2 , 长方体三条棱边长分别为 a, b, c , 问: (1) 若 $F_1 = F_2 = F_3$, 如何选择棱边的长度, 使力系合成为一个合力? (2) $b=c \neq 0, F_1 = F_2 = F_3 \neq 0$, 力系简化的最终结果是什么? (10分)



(1) 问: 0 是简化

$$\vec{F}_R = F_1 \vec{i} + F_2 \vec{j} + F_3 \vec{k}$$

$$\vec{M}_O = F_1(b\vec{j} - c\vec{k}) + F_2(-a\vec{k}) + F_3(a\vec{j})$$

当 $\vec{M}_O \perp \vec{F}_R$ 时, 力系合成为一个力

$$\text{即 } \vec{F}_R \cdot \vec{M}_O = F_1(b\vec{j} - c\vec{k}) \cdot F_3(a\vec{j}) = 0$$

$$\Rightarrow b - c = 0$$

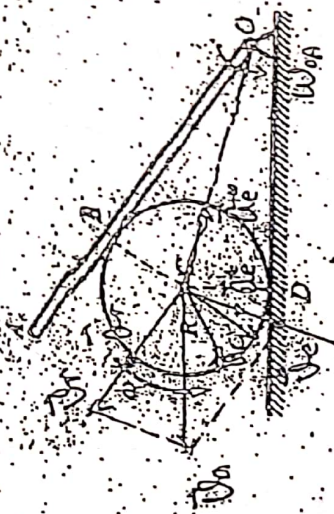
$$(2) \text{问: 0 是简化 } \vec{F}_R = F_1 \vec{i} + F_2 \vec{j} + F_3 \vec{k} \quad \vec{M}_O = -F_3 a \vec{j} \quad (3)$$

F_1 与 F_2 的合力简化结果为加力矩

(2)

4. 半径为 R 的圆轮以匀角速度 ω 沿水平轨道作纯滚动, 杆 OA 作定轴转动, 如何正确地选取动点和动参考系, 并画出速度合成图和加速度合成图. (10分)

动点: C 动系: $O'A'$ (2)



(8)

某结构的如图示, 已知 $AD=EB=CD=CF=CG=1\text{m}$, 各杆皆以铰链相连接。在水平杆 AB 的 B 端挂一重物, 重量为 $P_0=500\text{N}$, 如不计各杆重量, 求斜杆 DE 和 EG 的内力以及 C 支座的约束力。



分析 AB 受力如图所示



$$\begin{aligned} \sum F_H = 0 \quad & F_{Ax} + F_E \cos 45^\circ = 0 \\ \sum F_V = 0 \quad & F_E \sin 45^\circ + F_{Ay} - P_0 = 0 \\ \sum M_C = 0 \quad & -F_E \cdot 2 + F_E \cos 45^\circ \cdot 1 = 0 \end{aligned}$$

$$\Rightarrow F_E = 1000\sqrt{2}\text{N} \quad F_{Ax} = 1000\text{N}$$

$$F_{Ay} = 500\text{N}$$

分析 AC 受力如图示

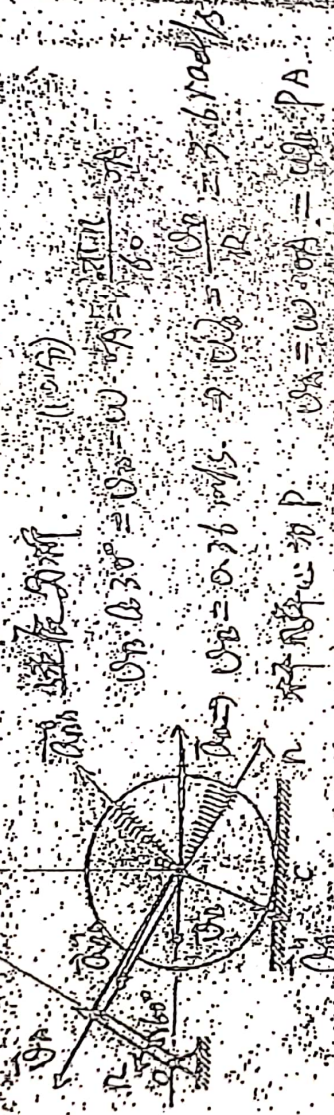


$$\begin{aligned} F_D = F_E = 1000\sqrt{2}\text{N} \quad & \text{斜杆} \\ \sum M_C = 0 \quad & F_{Ax} \cdot 1 - F_E \cos 45^\circ \cdot 1 = 0 \\ \sum F_H = 0 \quad & F_{Ax} + F_E \cos 45^\circ = 0 \\ \sum F_V = 0 \quad & F_{Ay} + F_E \sin 45^\circ - F_{Cy} = 0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sum M_C = 0 \quad & -F_E \cdot 2 + F_E \cos 45^\circ \cdot 1 = 0 \\ \Rightarrow F_E = 1000\sqrt{2}\text{N} \quad & F_{Ax} = 1000\text{N} \\ F_{Ay} = 500\text{N} \end{aligned}$$

三、计算题 (20分)

图示滚压机构的滚子沿水平面滚动而不滑动。曲线 O_1A 的半径 $r = 0.1 \text{ m}$ ，以角速度 $\omega = 30 \text{ rad/min}$ 绕 O 轴转动。如滚子半径 $R = 0.1 \text{ m}$ ，连杆 AB 的长为 0.173 m 。求当曲柄与水平线交角为 60° 时，滚子的角速度和角加速度。



由速度分析 (瞬时中心法) $\Rightarrow \omega_B = \frac{v_B}{R} \text{ rad/s}$

$$\vec{v}_B = \vec{v}_A + \vec{\omega}_{AB} \times \vec{AB}$$

$$\downarrow \quad \downarrow \quad \downarrow$$

$$\omega \cdot r \quad \omega \cdot R \cdot \sin 60^\circ \quad \omega \cdot R \cdot \cos 60^\circ$$

几何关系投影 $\omega \cdot R \cdot \sin 30^\circ = -\omega_{AB} \cdot R$

$$\Rightarrow \omega_{AB} = -0.5 \omega$$

$$\Rightarrow \omega_B = \frac{\omega}{2} = 15 \text{ rad/s}$$

某机构由三根杆件组成，曲柄OA与摇杆AB铰接于A点，固结在导杆CD上的销钉B可以在摇杆AB的滑槽中滑动。在如图所示瞬时，曲柄OA的角速度为 ω ，角加速度为零，导杆CD的速度 $v_{CD} = 1.0$ ，加速度为零，求此瞬时摇杆AB的角速度和角加速度。

速度分析 (瞬时)

以A为基点

$$\vec{v}_B = \vec{v}_A + \vec{v}_{BA}$$

对定轴转动AB

$$\vec{v}_A = \vec{v}_C + \vec{v}_{AC} = \vec{v}_C + \vec{v}_{AB} + \vec{v}_B$$

$v_{CD} = 1.0$

瞬时角速度

$$\omega_{AB} \cdot 45^\circ = \omega_A \cdot 45^\circ \Rightarrow \omega_{AB} = \omega_A$$

$$\Rightarrow \omega_{AB} = \sqrt{2} \omega \Rightarrow \omega_{AB} = \omega$$

加速/度分析 (瞬时)

以A为基点

以B为基点 AB为动系

$$\vec{a}_B = \vec{a}_C + \vec{a}_r + \vec{a}_t = \vec{a}_C + \vec{a}_{BA} + \vec{a}_{AB}$$

$v_{CD} = 1.0$

瞬时角速度

$$\Rightarrow \omega_{AB} = \sqrt{2} \omega \Rightarrow \omega_{AB} = \omega$$

哈工大彩虹墙
3609217933

瞬时角速度

$$\omega_{AB} \cdot 45^\circ = \omega_A \cdot 45^\circ \Rightarrow \omega_{AB} = \omega_A = \omega$$

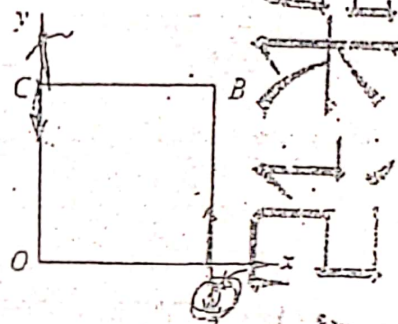
$$\Rightarrow \omega_{AB} = \sqrt{2} \omega$$

理论力学 期中考试 试 题

题号	一	二	三	四	五	六	七	八	九	十	总分
分数											

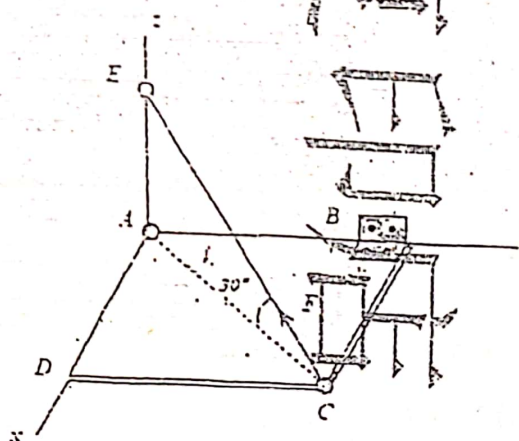
一、如图所示, $OABC$ 为正方形, 边长为 a , 建立坐标系如图。若在 xy 平面内的平面任意力系满足 $\sum F_x = 0$, $\sum M_A = 0$, 且该力系向点 C 简化的主矩大小为 M_C , 转向为逆时针, 则该力系向点 B 简化的主矢大小为 $\frac{M_C}{a}$, 方向沿 y 轴负方向, 主矩大小为 0 (5 分)。

数值分析 0.04
926420643



二、如图, 正方形薄板边长为 a , 受绳子 CE 的拉力 F 作用, CE 与 CA 之间的夹角为 30° , 则该力在 x 轴的投影为 $-\frac{\sqrt{3}}{4}F$;

对 x 轴的力矩为 $\frac{1}{2}Fa$; (5 分)



试题:

三、如图, 已知 $BK=KC$, $\alpha=90^\circ$, $KL=a$, $LD=b$, $DE=c$. 梁 BC 平行于轴 DE , 在 K 点与另一构件光滑接触, 在 DE 轴端部固连的圆盘上作用有力偶 M , 其力偶矩矢量与 DE 轴平行. 略去结构的自重, 求系统平衡时, B 端绳子处和轴承 D, E 处的约束力 (15 分).

解: 如图, 对 B, C, D, E 处约束作受力分析,

紫丁香影院
QQ 1689929593

先研究 $KLDE$ 杆,
对 L 点取矩, 有

$$F_K a = M$$

$$\text{则 } F_K = \frac{M}{a}$$

再研究 BKC 杆,

$$F'_K = F_K = \frac{M}{a},$$

$$\text{有 } M_C(F) = 0, \text{ 得 } F_B = \frac{1}{2} F'_K = \frac{M}{2a}$$

以 $KLDE$ 为研究对象, 对 K 取矩, 有

$$F_{Dy} b + F_{Ey} (b+c) = 0.$$

$$\text{又 } F_K + F_{Dy} + F_{Ey} = 0, \text{ 解得 } \begin{cases} F_{Dy} = \frac{-M(b+c)}{ac} \\ F_{Ey} = \frac{Mb}{ac} \end{cases}$$

以整体为研究对象,

$$\text{对 } B \text{ 取矩, } F_{Dx} \cdot h_1 + F_{Ex} \cdot h_2 = 0, \quad h_1 < h_2$$

$$\text{又 } \sum F_x = 0, \text{ 即 } F_{Dx} = -F_{Ex}, \text{ 得 } F_{Dx} = F_{Ex}$$

四、图示结构，已知悬挂重物重量为 P ， A 、 B 、 E 、 F 为铰链连接，销钉 C 可以在 EF 杆滑槽内滑动。各构件尺寸如图所示，自重忽略不计。试求铰链 A 、 B 处的约束力 (20 分)

解：先研究 EF 杆与滑轮，

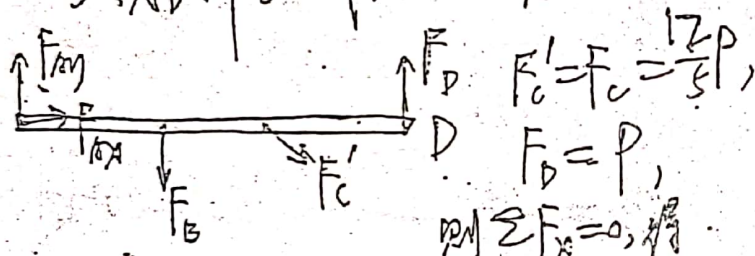
有 $M_E(F) = 0$ ，由几何关系知 $EC = 5a$ ，则有

$$F_C \cdot 5a = P(3a + 3a + a) + F_T(3a + 2a), F_T = P$$

$$\text{得 } F_C = \frac{12}{5}P$$

注意到 BE 为二力杆，

以 AD 杆为研究对象有



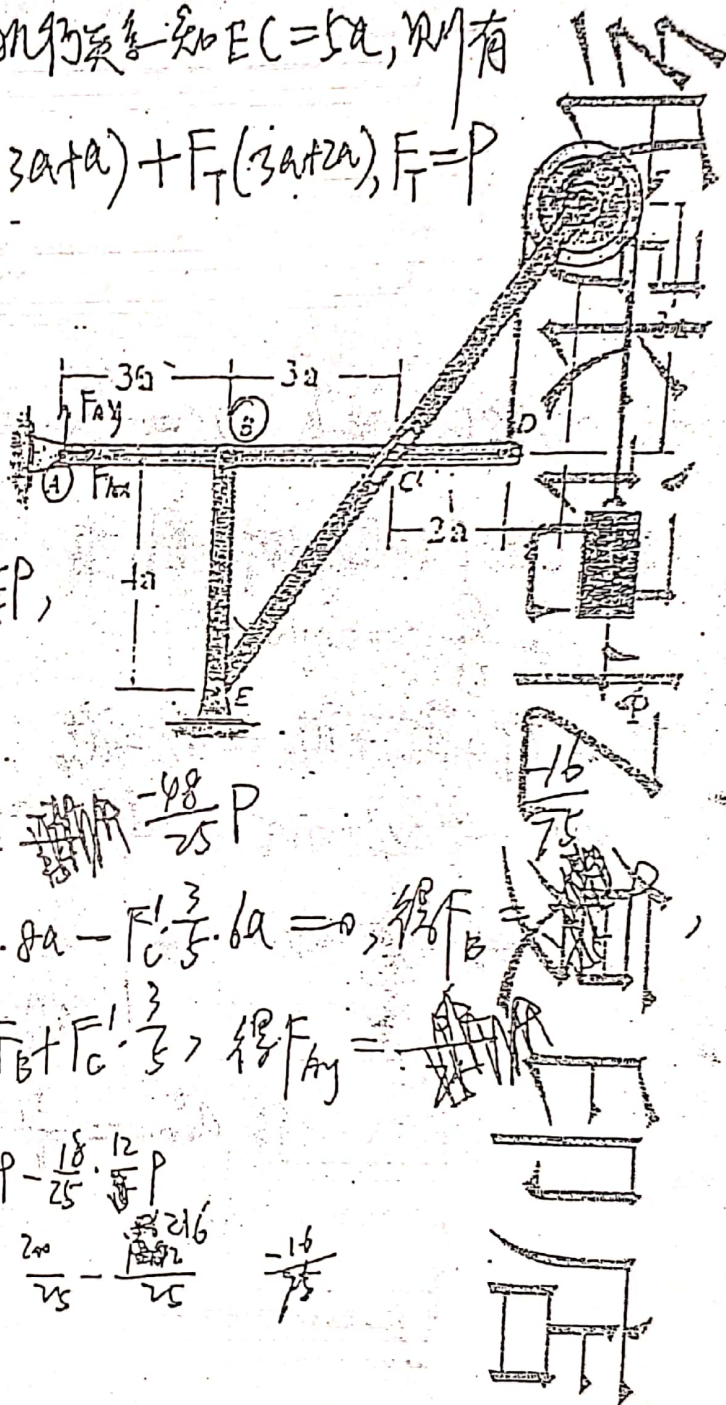
则 $\sum F_x = 0$ ，得

$$F_{Ax} = -F'_C \cdot \frac{4}{5} = -\frac{48}{25}P$$

$$M_A(F) = 0, \text{ 有 } -F_B \cdot 3a + F_D \cdot 8a - F'_C \cdot \frac{3}{5} \cdot 6a = 0, \text{ 得 } F_B$$

$$\sum F_y = 0, \text{ 有 } F_{Ay} + F_D = F_B + F'_C \cdot \frac{3}{5}, \text{ 得 } F_{Ay} =$$

$$8P - \frac{18}{25} \cdot \frac{12}{5}P = \frac{20}{25}P - \frac{216}{25}P = -\frac{16}{25}P$$



试题:

五、如图, 已知 AB 杆匀速转动, 角速度为 ω , 在图示位置 AB 杆水平, CD 杆铅直, 试求该瞬时 CD 杆的角速度和角加速度 (15 分)。

解: 以 B 、 C 点为基点, 求出杆 BC 的角速度 ω_{BC} , 以 O 为 CD 中点

$$v_B = \omega \cdot AB = \frac{3}{2}\omega r$$

$$\text{则 } \omega_{BC} = \frac{v_B}{r} = \frac{3}{2}\omega$$

$$\text{则 } v_C = \frac{3}{2}\omega r$$

$$\text{故 } CD \text{ 杆的角速度 } \omega_{CD} = \frac{v_C}{2r} = \frac{3}{4}\omega$$

对 B 、 C 点作加速度分析如图, 有

$$a_B = \frac{v_B^2}{r} = \frac{3}{2}\omega^2 r$$

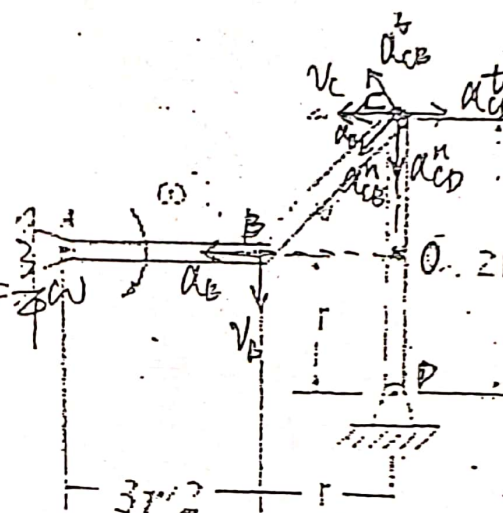
$$\vec{a}_C = \vec{a}_B + \vec{a}_{CB}^n + \vec{a}_{CB}^t = \vec{a}_{CO}^n + \vec{a}_{CO}^t, \quad a_{CO}^n = \frac{v_C^2}{2r} = \frac{9}{8}\omega^2 r$$

$$a_{CB}^n = \omega_{BC}^2 \cdot \sqrt{2}r = \frac{9\sqrt{2}}{4}\omega^2 r$$

$$\text{有 } \begin{cases} a_{CO}^t = a_{CB}^n \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} + a_B + a_{CB}^t \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \\ a_{CO}^n + a_{CB}^n \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} = a_{CO}^t \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \end{cases}$$

$$\text{得 } a_{CO}^t = \frac{57}{8}\omega^2 r$$

$$\text{得 } \alpha_{CD} = \frac{a_{CO}^t}{2r} = \frac{57}{16}\omega^2$$



试题:

六、平行四边形铰链机构如图所示, $O_1A = O_2B = 2r$ 。在机构平面内, 杆 AB 中间固定一半径为 r 的圆环形管, 设曲柄 O_2B 绕 O_2 轴按规律 $\varphi = \frac{\pi}{4}t$ 运动, 管内动点 M 相对于圆环形管以弧长 $CM = s = r\pi t^2$ 运动, 求当 $t = 2s$ 时动点 M 的绝对加速度 (20 分)

解:

由于 $CM = s = r\pi t^2$, 则 M 相对于圆

环的角速度为 $\omega_0 = \frac{d}{dt}(\pi t^2) = 2\pi t$,

角加速度为 $\alpha_0 = \frac{d\omega_0}{dt} = 2\pi$, 则

$$a_{M0}^n = \omega_0^2 r = 4\pi^2 t^2 r,$$

$$a_{M0}^t = \alpha_0 r = 2\pi r.$$

由于 A 点作平动, 则 O_1 点加速度与 A 点相同,

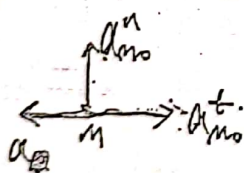
又 $\varphi = \frac{\pi}{4}t$, 故 O_2B 作匀变速转动, $\omega_{O_2B} = \frac{\pi}{4}$,

则 B 点加速度 $a_B = \omega_{O_2B}^2 \cdot 2r = \frac{\pi^2}{8}r$,

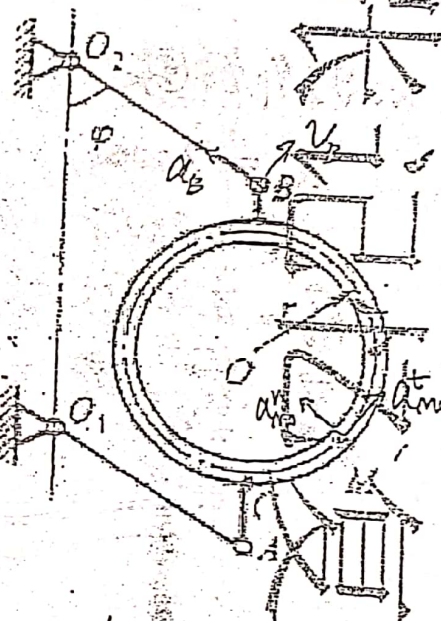
$$\text{即 } a_0 = a_B = \frac{\pi^2}{8}r$$

故 $a_M = \vec{a}_0 + \vec{a}_{M0}^t + \vec{a}_{M0}^n$, $t = 2s$ 时, $a_{M0}^t = 2\pi r$, $a_{M0}^n = 16\pi^2 r$,

当 $\varphi = \frac{\pi}{2}$, $s = 4\pi r$, 故此时 M 点位于圆环管的最低点,



$$\text{则 } \vec{a}_M = \frac{17}{8}\pi^2 r \vec{i} + 2\pi r \vec{j}$$



试题:

七、如图所示, 绕 A 轴转动的 AB 杆通过销钉 O 带动圆轮在圆弧轨道上作纯滚动。圆轮的半径为 r , 圆弧轨道的半径 $R=3r$, $AO=2r$, 杆 AB 以等角速度 ω 绕 A 轴转动, 在图示瞬时, 圆轮处于圆弧轨道的最低点, AB 杆与铅垂线的夹角为 30° , 求此时圆轮速度瞬心的加速度 (20 分)。

解: 此时圆轮的瞬心为 C 点, 则 $v_o = \omega_{co} r$
 $\vec{v}_o = \vec{v}_e + \vec{v}_r$, $v_e = \omega \cdot 2r$, 由几何关系, $v_r = \omega r$
 $v_o = \frac{2\omega r}{\sqrt{3}}$, 故 $\omega_{co} = \frac{2\omega}{\sqrt{3}}$

对 O 点作加速度分析,

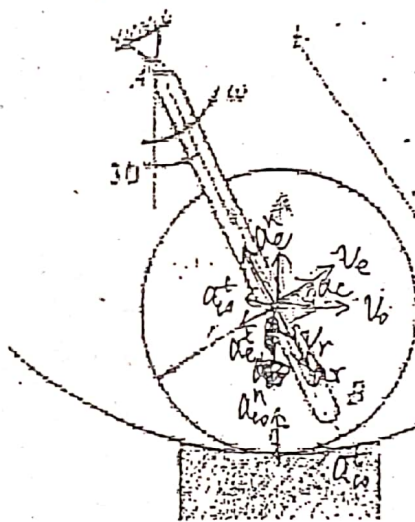
$$a_c = 2\omega_{co}^2 r = 2\omega^2 r,$$

$$a_e^n = 2\omega^2 r, a_e^t = 0,$$

$$\vec{a}_o = \vec{a}_c + \vec{a}_e^n + \vec{a}_e^t$$

$$\vec{a}_o = \vec{a}_{co} + \vec{a}_{co}^n + \vec{a}_{co}^t$$

$$a_{co}^n = \omega_{co}^2 r,$$



世纪记点复印店

装订线内

不得答题

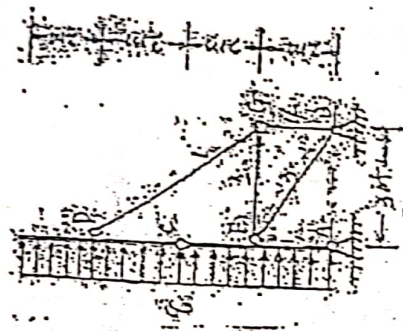
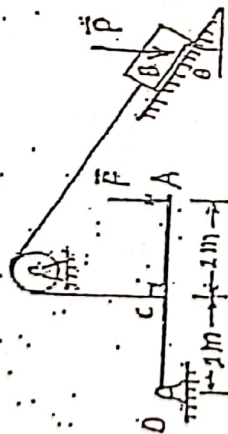
理论力学期中考试试题(闭卷)

题号	一	二	三	四	五	六	七	八	九	十	总分
分数											
姓名											
学号											
班号											

一、计算题 (20分)

图示系统中, 物块B重为 \bar{P} , 与 $O=30^\circ$ 的斜面间的静摩擦系数为 $f=0.4$, 不计杆和滑轮重量, 在杆的A端作用一铅垂力 $F=10\text{kN}$.

求: OA杆在水平位置平衡时, 物块B的重量 P 的范围.



求: A 拟杆所受力与 A 校处聚力。

张 记 水 食 印 店

姓名:

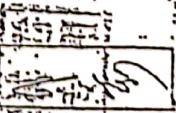
班号:

二、计算题 (20分)

图示为一高为8m的广告牌由AC与CD两块平板组成, 并由4根杆支撑, 不计各构件自重, 作用在广告牌的风载为均匀分布, 且垂直于广告牌, $q=3\text{kN/m}$.

张 记 水 食 印 店

主管 领导 审核 签字



试 题

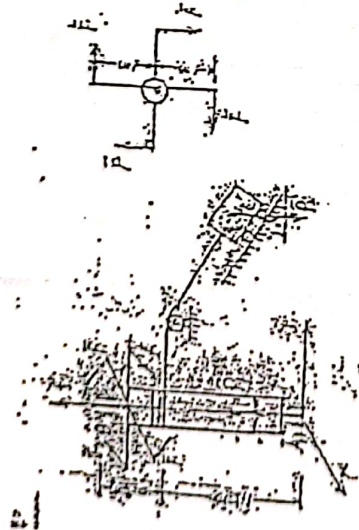
班 号

姓 名

三、计算题 (50分)

图示鼓轮重 $P_1 = 1kN$, 直径 $d = 24cm$; 由 4 个人用同样大小的力 F , 作用在 4 根长为 $1m$ 的杆上, 鼓轮重 $P_2 = 10kN$ 的料车沿倾角为 $\theta = 30^\circ$ 的斜面匀速上升。

求: 忽略各处摩擦, 加在每根杆上的力 F 的大小与轴承 A, B 处的约束力。



试 题

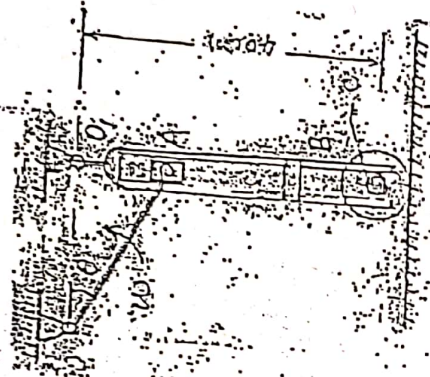
班 号

姓 名

四、计算题 (20分)

图示平面机构中, OA 杆长为 $20cm$, 以匀角速度 $\omega = 1rad/s$ 绕轴 O 转动, 通过滑块 A 使摇杆 O_1B 转动, 摇杆 O_1B 又通过固结在圆轮中心的销钉 C 使圆轮沿水平面纯滚动, 圆轮半径 $r = 5cm$ 。图示瞬时, 角 $\theta = 30^\circ$, O_1C 处于铅直位置, $O_1C = 40cm$ 。

求: 此时摇杆的角速度、角加速度和圆轮的角速度、角加速度。



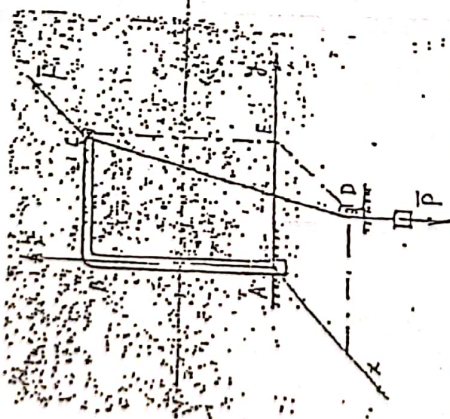
纸张记忆复印店

纸张记忆复印店

第3页 (共5页)

四、计算题 (15分)

不计图示滑轮自重, A 处为固定端约束, C, D 处各安装有一不计大小和自重的定滑轮, 通过定滑轮匀速拉动一重 $P = 1020\text{N}$ 的重物, 水平拉力 P 和 x 轴平行, $AB = 45\text{cm}$, $BC = 45\text{cm}$, $AE = 20\text{cm}$, 定滑轮 D 所处的坐标为 $(24, 20, 0)\text{cm}$, 求固定端 A 处的约束力。



草 纸

(草纸内不得答题)

纸张记忆复印店

第4页 (共5页)

五、计算题 (20分)

图示平面机构，主动件 Q_1A 杆的角速度为 ω_1 ，角加速度为 α_1 ，长度为 l ，尺寸 $Q_1D = Q_1C = l$ 。在杆 Q_1C 上有两个铰，滑块 A 可在槽内自由滑动。在滑块 B 上连接一圆柱型销钉，也用 B 表示，滑块 B 可沿水平长槽滑动。求杆 Q_1A 在水平位置时，杆 Q_1C 的角速度和角加速度，滑块 B 的速度和加速度。



草 纸

(草纸内不得答题)

姓名

学号

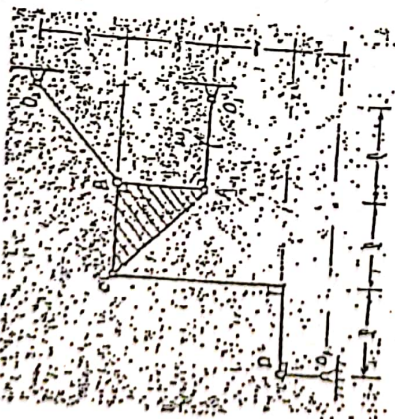
院名

纸张记忆复印店

第 5 页 (共 5 页)

六、计算题 (20 分)

图示平面机构中, 主动件 Q_1 杆以匀角速度 ω_1 定轴转动, 长度为 l 。图形 ABC 为一直角三角板, 尺寸如图所示。图示位置时, 杆 Q_1A 水平, 杆 Q_1D 垂直, 求此时杆 Q_2B 、三角板 ABC 、杆件 CD 、 Q_3D 的角速度, 杆 Q_2B 、三角板 ABC 的角加速度。



草 纸

(草纸内不得答题)

姓名

学号

日期

主审
领导
审核
签字

哈尔滨工业大学 2014 学年秋季学期

理论力学 期中考试

试卷
说明

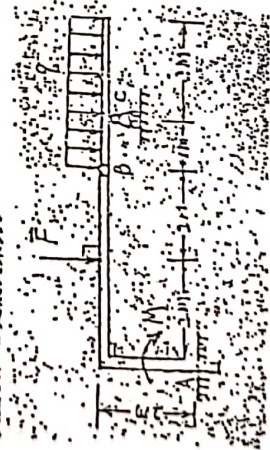
题号	一	二	三	四	五	六	七	八	九	十	十一	十二	总分
得分													
阅卷人													

一、是非判断题 (10 分)

1. 约束力的方向一定与约束所能阻止的位移方向相反。 ()
2. 一个力不可能分解为一个力偶, 一个力偶也不可能合成一个力。 ()
3. 一平面任意力系向某点简化, 其主矢、主矩均不等于零, 则一个力偶一定可以与该力系等效。 ()
4. 两刚用光滑铰链连接的, 不计自重的杆件必是二力杆。 ()
5. 汇交力系的力多边形自行封闭, 此力系必为平衡力系。 ()
6. 一任意力系的力多边形自行封闭, 此力系必为平衡力系。 ()
7. 在弧 (自然) 坐标系中, 点的速度大小为常数, 其加速度必定为零。 ()
8. 在直角坐标系中, 点的速度在 x 、 y 、 z 轴的投影为常数, 其加速度必定为零。 ()
9. 刚体平移 (平行移动), 其上各点的轨迹形状、速度、加速度均相同。 ()
10. 刚体平移时, 其角速度为零, 角加速度也为零。 ()

二、计算题 (15 分)

不计图示平面结构各构件自重, 铰支座中力 $F = 40\text{kN}$, 均布荷载 $q = 20\text{kN/m}$, 力偶矩 $M = 40\text{kN}\cdot\text{m}$, 尺寸如图。求支座 A、C 处的约束力。

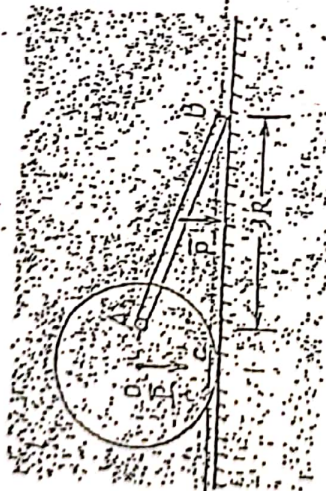


纸张复印店
草纸
(草纸内不得答题)

纸张记忆复印店

三、计算题 (20分)

图示均质圆轮重为 $\frac{P}{2}$ ，半径为 R ，均质杆重为 \bar{P} ，圆轮铰接，水平距离 $OA = \frac{R}{2}$ ，其他尺寸如图所示，轮、杆和地面接触处的静滑动摩擦因数 f 相同，不计滚动摩擦，求使系统处于静止平衡状态时，静滑动摩擦因数 f 的取值范围。



草 纸

(草纸内不得答题)

纸张记忆复印店