

二〇二一~二〇二二学年 第一学期 《理论力学 III》 考试

考试日期: 2022年1月5日

试卷类型: B卷

试卷代号

		班号		学号			姓名	
题号	一	二	三	四	五	六	七	
得分								
本题分数	20							
得分								

一、基本概念题(共4小题, 每小题5分)

1. 三力平衡汇交原理
2. 自锁现象 (可画图辅助解释)
3. 牵连运动为定轴转动时点的加速度合成定理 (用公式或语言描述均可)
4. 质点系相对质心的动量矩定理的微分形式

本资源免费共享 收集网站 nuaa.store

二、填空题(共4小题, 每小题5分)

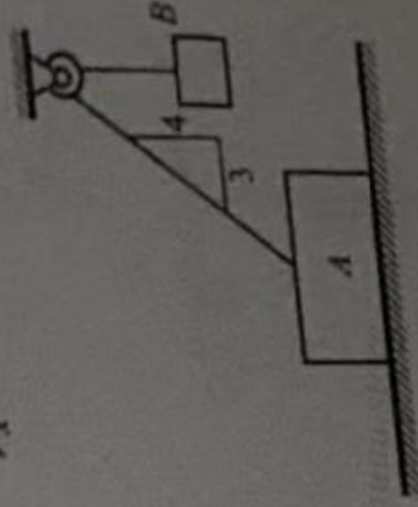
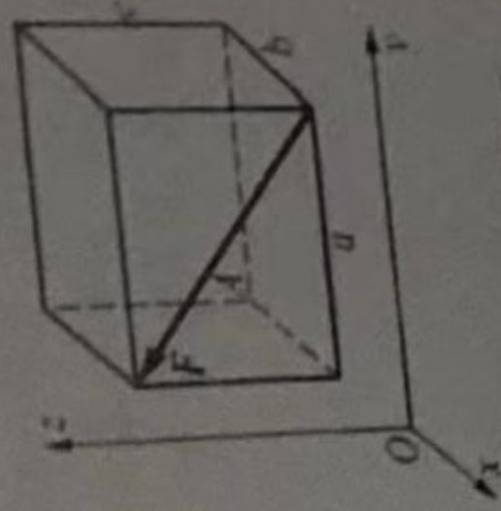
20

1. (5分) 已知长方体的边长为

a, b, c, 顶点A的坐标为(1,

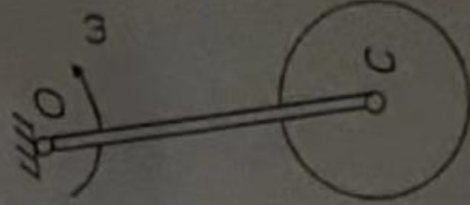
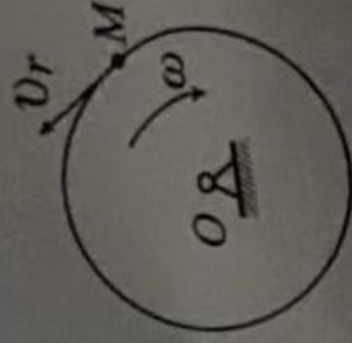
F对z轴的矩 $M_z(F)$

图所示。



(5分) 如图所示, 物体A重为100kN, 物体B重25kN, A与地面间的静摩擦因数为0.2, 滑轮不计, 则物体A与地面间的静摩擦力的大小

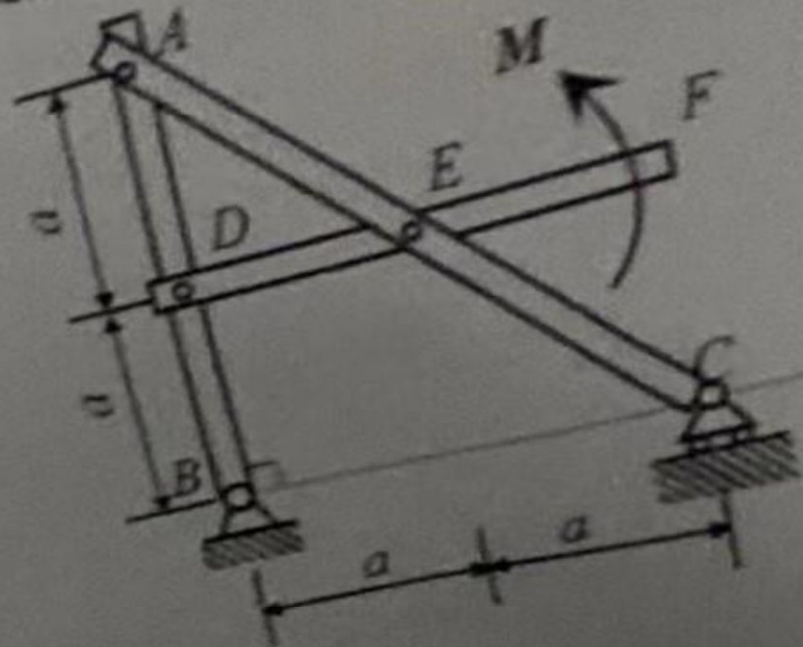
(5分) 图中圆盘半径为0.1 m, 绕其中心O作定轴转动, 角速度 $\omega=3.0 \text{ rad/s}$, 有球M可沿圆盘边缘滑动。某瞬时, 小球的绝对速度等于零(图中 v_r 为小球相对盘的速度)。如以圆盘为动系, 则该瞬时小球M的科氏加速度的大小等于



(5分) 均质杆OC绕定轴O以匀角速度 ω 转动, 其C端与一均质圆盘的中心相铰接, 圆盘的角速度为零。杆OC长为l, 圆盘半径为r, 杆和圆盘的质量均为m。研究杆和圆盘组成的系统, 则系统对点O的动量矩大小等于

三、计算题

结构由杆 AB 、 AC 和 DF 铰接而成，其中 $AD=DB=DE=EF=a$ ， DEF 杆上作用一力偶矩为 M 的力偶，如图所示。不计各杆的重量。试求：光滑铰链 A 、 D 以及支座 B 的约束力。

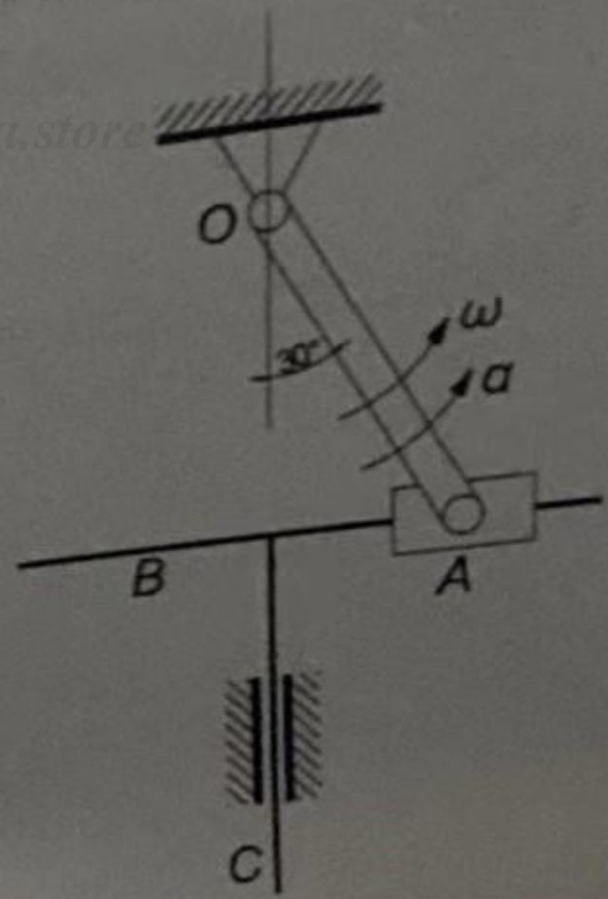


本题分数	12
得分	

题分数	12
得分	

四、计算题

如图所示曲柄滑道机构中，曲柄绕轴 O 转动， $OA=100\text{mm}$ ，在图示瞬时，角速度 $\omega=1\text{rad/s}$ ，角加速度 $\alpha=1\text{rad/s}^2$ 。试求：导杆 BC 的速度、加速度和滑块 A 相对导杆 BC 的速度、加速度。



本资源免费共享 收集网站 www.store

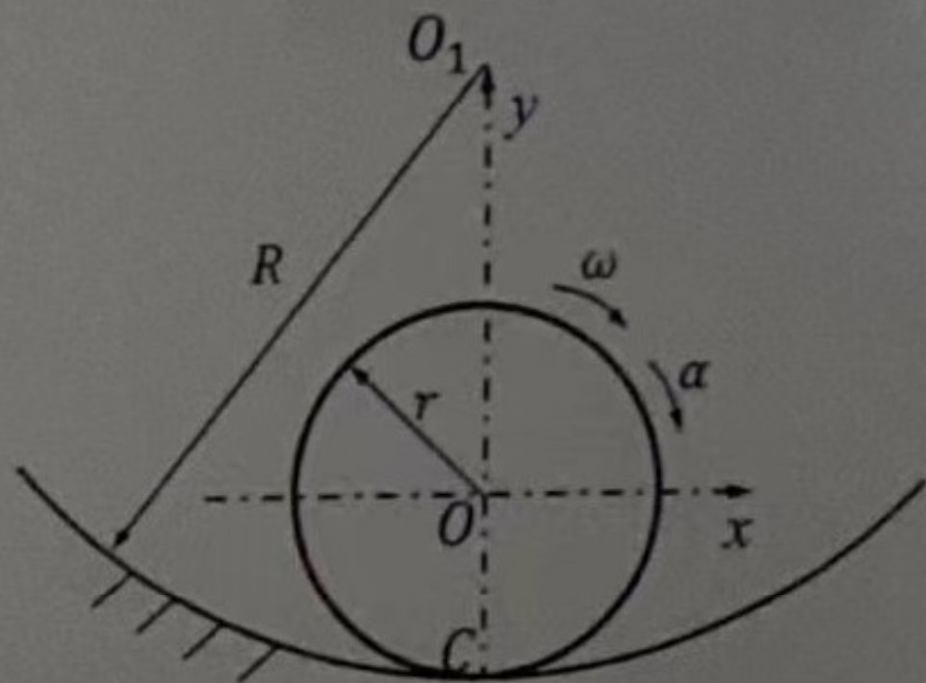
五、计算题

本题分数	12
得分	

半径为 r 的圆轮在半径为 R 的圆弧面上作纯滚动，圆弧面中心为 O_1 ，圆轮中心为 O 。圆轮的角速度为 ω ，角加速度为 α ，图示瞬时均沿顺时针方向。

试求：(1) 轮中心 O 的速度 v_O 、 x 方向加速度 a_{Ox} 和 y 方向加速度 a_{Oy} ；(注：图中 Oxy 坐标系的原点固连在圆轮中心 O ， y 轴始终从 O 指向 O_1 ， x 轴垂直于 y 轴指向点 O 的运动方向。) (2) 圆轮上与圆弧面相接触的点 C 的加速度。

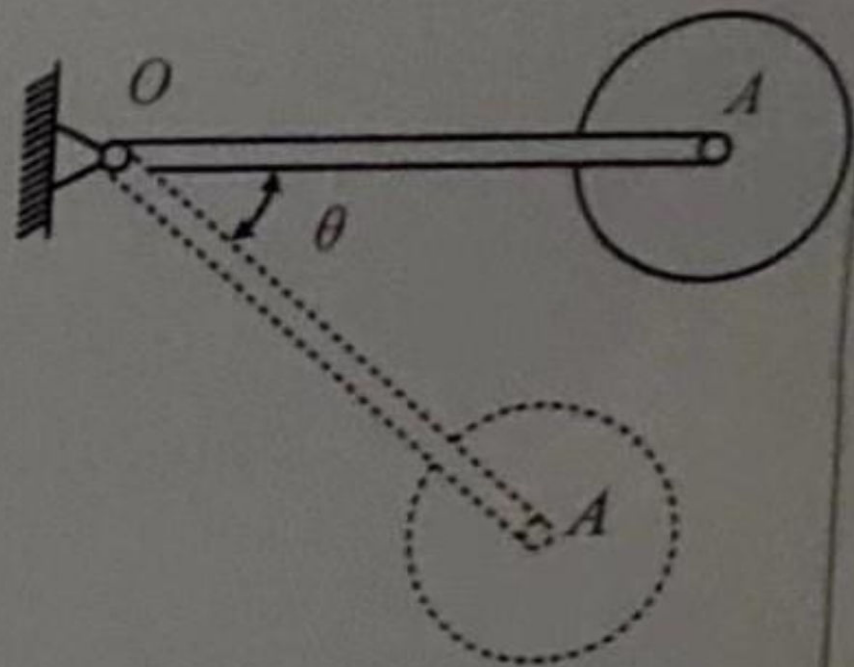
本资源免费共享 收集网站 nuaa.store



本题分数	15
得分	

六、计算题

均质细杆 OA 可绕水平轴 O 转动, 另一端铰接一均质圆盘, 可绕轴 A 转动, 如图所示。已知, 杆 OA 长 l , 质量为 m_1 ; 圆盘半径为 R , 质量为 m_2 , 不计摩擦。初始时杆 OA 水平, 杆和圆盘静止。试求: (1) 当杆与水平线成 θ 角时, 杆的角速度和角加速度; (2) 该瞬时光滑铰链 A 处的约束力。



本题分数	9
得分	

七、计算题

质量为 m 、边长为 a 的正方形均质薄板由固定铰支座 A 和 B 支撑, 位于铅垂平面内, AB 连线处于水平位置, 如图所示。在突然撤去支座 B 的瞬间, 试用达朗贝尔原理求板的角加速度和支座 A 的约束力。(已知正方形均质板对通过其质心并与板垂直的轴的转动惯量 $J_C = ma^2/6$)。

内, AB 连线处于水平位置, 如图所示。在突然撤去支座 B 的瞬间, 试用达朗贝尔原理求板的角加速度和支座 A 的约束力。(已知正方形均质板对通过其质心并与板垂直的轴的转动惯量 $J_C = ma^2/6$)。

—1 当物体受到同平面内不平行的三力作用而平衡时，三力的作用线必汇交于一点。

本资源免费共享 收集网站 nuaa.store

—2自锁现象是一种力学物理现象，如果作用于物体的主动力的合力 Q 的作用线在摩擦角之内，则无论这个力怎样大，总有一个全反力 R 与之平衡，物体保持静止；反之，如果主动力的合力 Q 的作用线在摩擦角之外，则无论这个力多么小，物体也不可能保持平衡。这种与力大小无关而与摩擦角有关的平衡条件称为自锁条件。物体在这种条件下的平衡现象称之为自锁现象。

$$- 3 \quad a_a = a_r + a_e + a_c$$

本资源免费共享 收集网站 nuaa.store

$$- 4 \quad \frac{d\bar{L}_0}{dt} = \sum \bar{M}_0 (\bar{F}_i^{(e)})$$

$$1 \quad \frac{a(1+b)}{\sqrt{a^2+c^2}} F$$

$$2 \quad 15 \text{ kN}$$

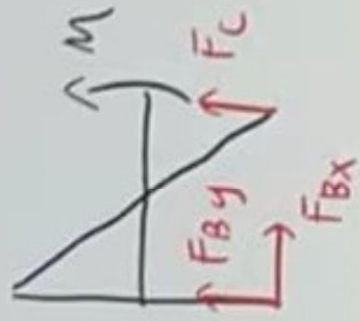
本资源免费共享 收集网站 nuaa.store

$$3 \quad 1.8$$

$$4 \quad \frac{4}{3} \text{ ml}^2 \omega, \quad \frac{2}{3} \text{ ml}^2 \omega^2$$

三

整体



$$M_B(F_i) = 0$$

$$M + 2aF_C = 0$$

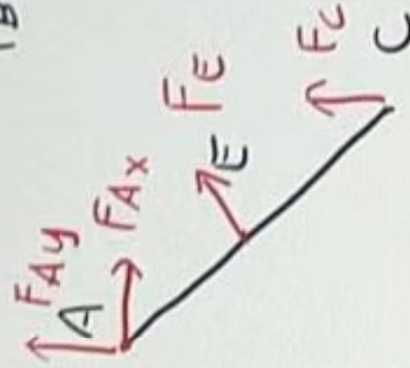
$$F_C = -\frac{M}{2a} \quad (\downarrow)$$

$$\sum F_{iy} = 0 \quad F_{By} = \frac{M}{2a} \quad (\uparrow)$$

$$\sum F_{ix} = 0$$

$$F_{Bx} = 0$$

AEC 杆



$$M_A(F_i) = 0 \quad \sqrt{2}aF_E - \frac{M}{2a} \cdot 2a = 0 \quad F_E = \frac{\sqrt{2}M}{2a}$$

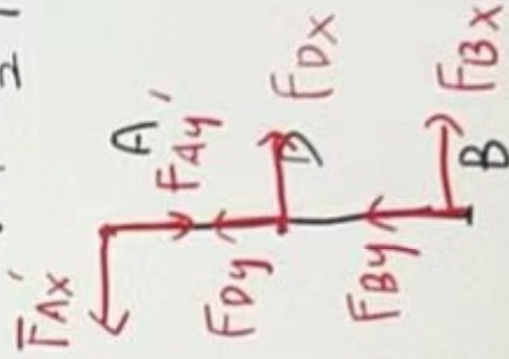
$$\sum F_{ix} = 0$$

$$F_{Ax} + \frac{\sqrt{2}}{2}F_E = 0 \quad F_{Ax} = -\frac{M}{2a} \quad (\leftarrow)$$

$$\sum F_{iy} = 0$$

$$F_{Ay} + \frac{\sqrt{2}}{2}F_E - \frac{M}{2a} = 0 \quad F_{Ay} = 0$$

APB 杆



$$\sum F_{ix} = 0$$

$$F_{Dx} = \frac{M}{2a} \quad (\leftarrow)$$

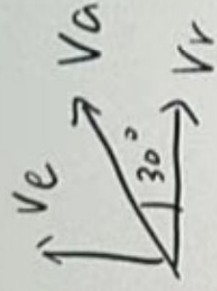
$$\sum F_{iy} = 0$$

$$\frac{M}{2a} + F_{Dy} = 0$$

$$F_{Dy} = -\frac{M}{2a} \quad (\downarrow)$$

四 OAE 为动点,

BC 为定轴



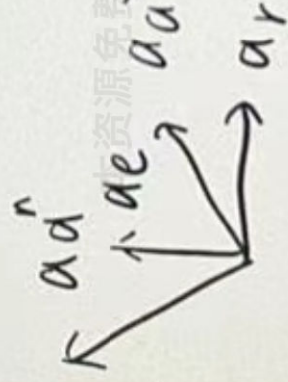
$$V_a = \omega \cdot OA = 0.1 \text{ m/s}$$

$$V_a = V_r + V_e$$

大小 \checkmark ? ?

方向 \checkmark \checkmark \checkmark

$$V_e = V_a \cos 60^\circ = 0.05 \text{ m/s} (\uparrow) = V_{BC}$$



$$a_{a^t} = \omega^2 \cdot OA = 0.1 \text{ m/s}^2$$

$$a_{a^t} = \alpha \cdot OA = \alpha \text{ m/s}^2$$

$$a_{a^t} + a_{a^t} = a_e + a_r$$

大小 \checkmark \checkmark ? ?

方向 \checkmark \checkmark \checkmark \checkmark

$$a_e = \frac{\sqrt{3}}{2} a_{a^t} + \frac{1}{2} a_{a^t}$$

$$= (0.05\sqrt{3} + 0.05) \text{ m/s}^2 (\uparrow)$$

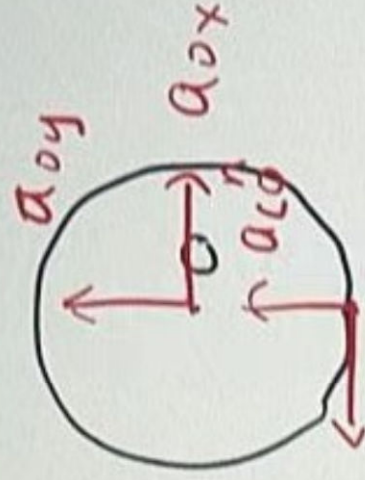
五

(1) $V_0 = \omega r$

$$a_{0x} = \omega r$$

$$a_{0y} = \frac{V_0^2}{R-r} = \frac{\omega^2 r^2}{R-r}$$

(2)



$$a_{co}^t = \omega r$$

$$a_{co}^n = \omega^2 r$$

本资源免费下载 收集网站 nuuaa.store

$$a_c = a_{0x} + a_{0y} + a_{co}^t + a_{co}^n$$

大小 ?

✓ ✓ ✓ ✓ ✓

方向 ?

✓ ✓ ✓ ✓ ✓

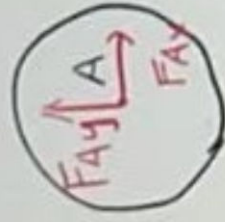
$$a_{cx} = \omega r - \omega r = 0$$

$$a_c = a_{cy} = \frac{\omega^2 r^2}{R-r} + \omega^2 r \quad (\uparrow)$$

六 (1) 圆盘 A

$$M_A(F_i) = 0 = J \alpha$$

$$\alpha = 0$$



$$W = \frac{1}{2} \sin \theta m_1 g + m_2 g \cos \theta$$

$$T = \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{3} m_1 l^2 \omega^2 + \frac{1}{2} m_2 (\omega l)^2$$

$$= \left(\frac{1}{6} m_1 + \frac{1}{2} m_2 \right) \omega^2 l^2 = \underbrace{\left(\frac{1}{2} m_1 g \sin \theta + m_2 g \sin \theta \right)}_W l^2$$

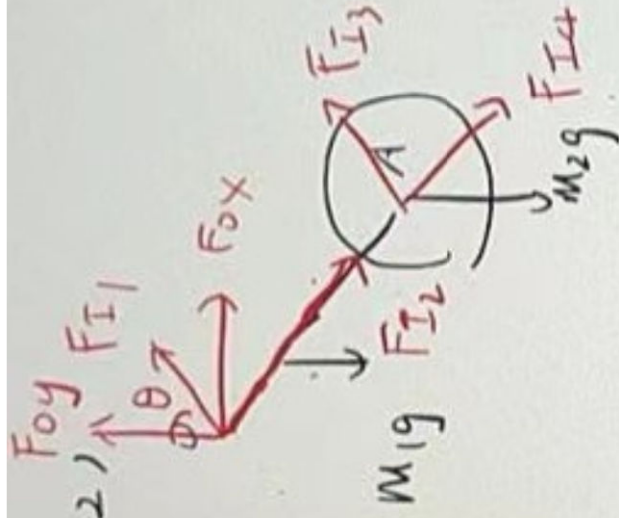
$$\omega = \frac{\frac{1}{2} m_1 g \sin \theta + m_2 g \sin \theta}{\left(\frac{1}{6} m_1 + \frac{1}{2} m_2 \right) l}$$

$$\dot{T} = \dot{w}$$

$$\left(\frac{1}{3} m_1 + m_2 \right) \omega l^2 \dot{\alpha} = \left(\frac{1}{2} m_1 g + m_2 g \right) \cos \theta \omega$$

$$\dot{\alpha} = \frac{3g(2m_2 + m_1)}{2(m_1 + 3m_2)} \cos \theta$$

六 (2)



施加外力 $F_{I1}, F_{I2}, F_{I3}, F_{I4}$

$$F_{I1} = \frac{1}{2} m_1 \alpha L$$

$$F_{I2} = \frac{1}{2} m_1 \omega^2 L$$

$$F_{I3} = m_2 \alpha L$$

$$F_{I4} = m_2 \omega^2 L$$

$$\sum F_{ix} = 0$$

$$F_{Ox} + F_{I1} \sin \theta + F_{I3} \sin \theta + F_{I2} \cos \theta + F_{I4} \cos \theta = 0$$

$$F_{Ox} = - \left(\frac{1}{2} m_1 + m_2 \right) \alpha L \sin \theta - \left(\frac{1}{2} m_1 + m_2 \right) \omega^2 L \cos \theta$$

$$\sum F_{iy} = 0$$

$$F_{Oy} + F_{I1} \cos \theta + F_{I3} \cos \theta - F_{I2} \sin \theta - F_{I4} \sin \theta$$

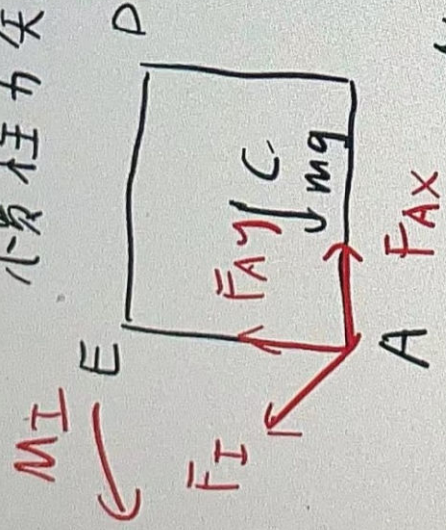
$$- m_1 g - m_2 g = 0$$

$$F_{Oy} = (m_1 + m_2) g - \left(\frac{1}{2} m_1 + m_2 \right) \alpha L \cos \theta + \left(\frac{1}{2} m_1 + m_2 \right) \omega^2 L \sin \theta$$

七

施加惯性力 F_I

小惯性力矩 M_I



$$J_A = J_C + m \left(\frac{\sqrt{2}}{2} a \right)^2 = \frac{2}{3} m a^2$$

$$M_A(F_I) = 0$$

$$\frac{2}{3} m a^2 a - m g \cdot \frac{1}{2} a = 0$$

$$a = \frac{3}{4} \frac{g}{a}$$

$$F_I = \frac{\sqrt{2}}{2} a \cdot \frac{3}{4} \frac{g}{a} \cdot m = \frac{3\sqrt{2}}{8} m g$$

$$\Sigma F_{ix} = 0 \quad F_{Ax} - \frac{\sqrt{2}}{2} F_I = 0$$

$$F_{Ax} = \frac{3}{8} m g \quad (\rightarrow)$$

$$\Sigma F_{iy} = 0 \quad F_{Ay} - m g + \frac{\sqrt{2}}{2} F_I = 0$$

$$F_{Ay} = \frac{5}{8} m g \quad (\uparrow)$$