

本试卷适用范围
材控、农机、交
运 13 级期末考
试

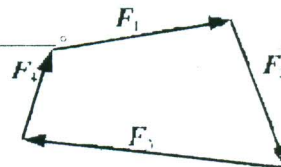
南京农业大学试题纸

14-15 学年一学期 课程类型：必修 (√)、选修 试卷类型：
A (√)、B

课程 理论力学 班级 学号 姓名 成绩

一、填空题 (12 分)

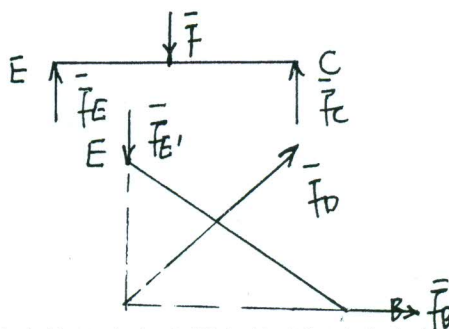
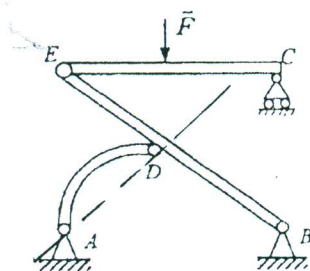
- 1、写出任意三种常见的约束类型：固定端；柔性；光滑铰链。
- 2、写出力偶的任意两个性质：在任意轴上的投影均为零、矩与矩心位置无关。
- 3、二力杆的受力特征是两点受力，等值反向共线。
- 4、如图所示的平面汇交力系的力多边形表示力系的合力为 0



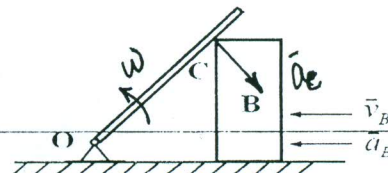
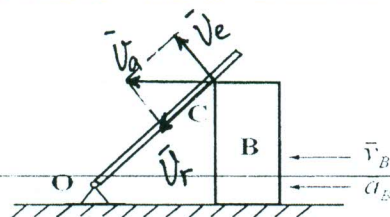
- 5、已知某刚体的质量为 m ，该刚体对某轴的惯性半径为 ρ ，则该刚体对该轴的转动惯量为 $m\rho^2$ 。
- 6、平面运动可取任意基点而分解为平移和转动，其中平移的速度和加速度与基点的选择有关，平面图形绕基点转动的角速度和角加速度与基点的选择无关。(填写有关或无关)
- 7、一般情况，在每一瞬时，平面图形上都唯一地存在一个速度为零的点，该点称为速度瞬心。
- 8、一刚度系数为 k 的弹簧，从原长释放，伸长 δ ，弹性力的功为 $-\frac{k}{2}\delta^2$ 。

二、作图题 (16 分)

- 1、画出图示结构中 BE 构件的受力图，明确受力方向。各构件自重不计，摩擦不计。(5 分)

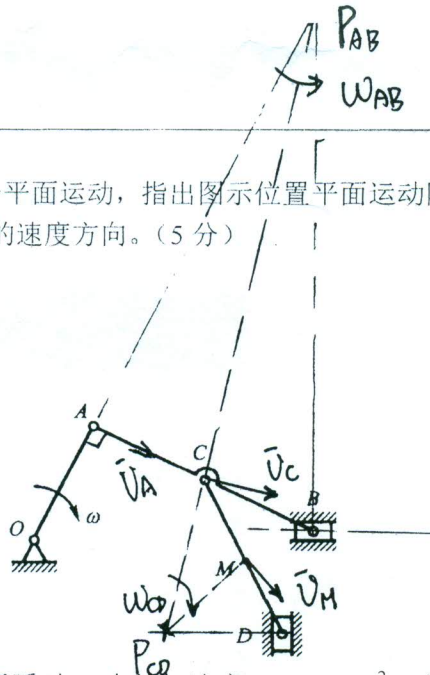


- 2、已知物块 B 的速度和加速度，画出图示瞬时动点的速度合成图和科氏加速度方向。(6 分)



1/5

- 3、图示各平面机构的构件均在同一平面运动，指出图示位置平面运动刚体的速度瞬心，且画出角速度转向，并画出 M 点的速度方向。(5 分)



三、简算题 (24 分)

- 1、双直角曲杆可绕 O 轴转动，图示瞬时 A 点的加速度 $a_A = 30 \text{ cm/s}^2$ ，方向如图，则 B 点加速度大小为多少？(6 分)

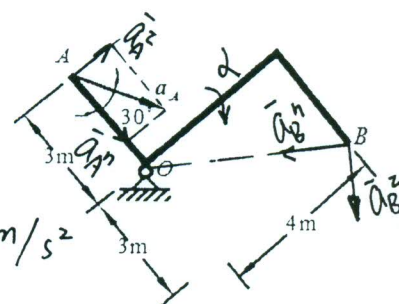
$$a_A^t = \alpha R = \alpha \cdot 3 = a_A \cdot \sin 30^\circ = 15 \text{ cm/s}^2$$

$$a_A^n = \omega^2 R = \omega^2 \cdot 3 = a_A \cos 30^\circ = 15\sqrt{3}$$

$$\alpha = 5 \quad \omega^2 = 5\sqrt{3}$$

$$a_B^n = \omega^2 \cdot R' = 5\sqrt{3} \times 5 = 25\sqrt{3} \text{ cm/s}^2$$

$$a_B^t = \alpha \cdot R' = 5 \times 5 = 25 \text{ cm/s}^2$$



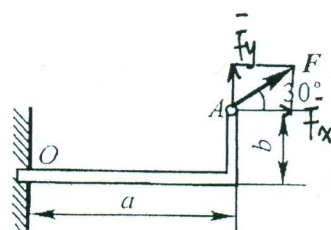
- 2、求图中力 F 对点 O 的矩。已知 $a = 60 \text{ cm}$, $b = 20 \text{ cm}$, $F = 400 \text{ N}$ 。(4 分)

$$M_O(\vec{F}) = M_O(\vec{F}_x) + M_O(\vec{F}_y)$$

$$= -F \cos 30^\circ \cdot b + F \cdot \sin 30^\circ \cdot a$$

$$= 120 - 40\sqrt{3} \text{ N.m.}$$

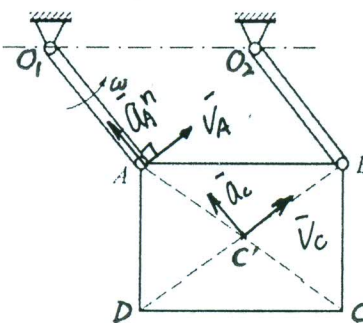
$$= 50.72$$



- 3、平面机构如图所示。已知 $AB \parallel O_1O_2$ ，且 $AB = O_1O_2 = l$ ， $O_1A = O_2B = r$ ，ABCD 是矩形板， $AD = BC = b$ ， O_1A 杆以匀角速度 ω 绕转动，试写出矩形板中心点 C' 的速度和加速度，并在图上标出方向。(4 分)

$$v_C = v_A = \omega \cdot r$$

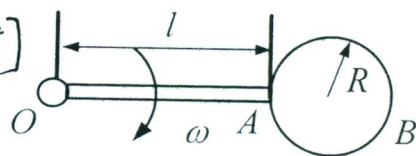
$$a_C = a_A^n = \omega^2 \cdot r$$



4、图示摆由摆杆 OA 和摆锤 B 组成，其中摆杆视为重 P_1 、长为 l 的匀质细长杆，摆锤视为重 P_2 、半径为 R 的均质等厚圆盘。求摆对于轴 O 的转动惯量。(4 分)

$$J_O = J_{O杆} + J_{O盘}$$

$$= \frac{1}{3} \frac{P_1}{g} l^2 + \left[\frac{1}{2} \frac{P_2}{g} R^2 + \frac{P_2}{g} (R+l)^2 \right]$$



5、机构某瞬时位置如图，每个物体均为匀质，质量均为 m ，设 $OA = 2r$ ，半径为 r 的圆轮作纯滚动，OA 的角速度为 ω ，求该瞬时机构的动量，在图上表示方向，OA 杆对轴 O 的动量矩及圆轮的动能。(6 分)

$$\bar{P} = \bar{P}_{OA} + \bar{P}_{AB} + \bar{P}_B$$

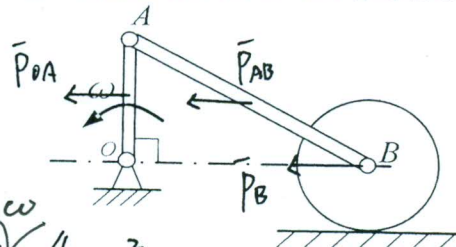
$$P = P_{OA} + P_{AB} + P_B$$

$$= m\omega \cdot r + m\omega \cdot 2r + m\omega \cdot 2r$$

$$= 5m\omega r (\leftarrow)$$

$$L_O = \frac{1}{3} m (2r)^2 \omega = \frac{4}{3} m r^2 \omega$$

$$= 3m\omega^2 r^2$$



四、计算题 (48 分)

$$T_B = \frac{1}{2} m v_B^2 + \frac{1}{2} J_B \omega_B^2 = \frac{1}{2} m (\omega \cdot 2r)^2 + \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} m r^2 \omega^2$$

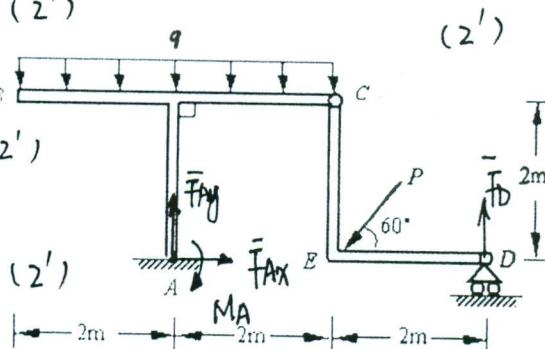
1、图示组合结构由 T 形杆 ABC 和直角杆 DEC 铰接而成，BC 和 DE 线均与地面平行，已知： $P=20\text{KN}$ ， $q=6\text{KN/m}$ ，不计杆重。求固定端 A 及支座 D 处的约束力。(12 分)

$$\sum F_{ix} = 0 \quad F_{Ax} - P \cos 60^\circ = 0 \quad (2')$$

$$\sum F_{iy} = 0 \quad F_{Ay} - 4q - P \sin 60^\circ + F_D = 0 \quad (2')$$

$$\sum M_A(\bar{F}_i) = 0$$

$$-M_A - P \sin 60^\circ \cdot 2 + F_D \cdot 4 = 0 \quad (2')$$



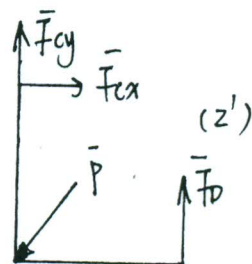
$$\sum M_C(\bar{F}_i) = 0 \quad -P \cos 60^\circ \cdot 2 + F_D \cdot 2 = 0 \quad (2')$$

$$F_D = \frac{P}{2} = 10 \text{ kN} \quad (\uparrow)$$

$$F_{Ax} = 10 \text{ kN} \quad (\rightarrow)$$

$$F_{Ay} = 14 + 10\sqrt{3} \text{ kN} \quad (\uparrow)$$

$$M_A = 40 - 20\sqrt{3} \text{ kN} \cdot \text{m} \quad (2)$$



2、图示平面机构中，杆 O_1A 绕 O_1 轴转动，设 $O_2B=l$ ，在图示位置 $\phi=30^\circ$ ，杆 O_1A 的角速度为 ω ，角加速度为零。试求该瞬时杆 O_2B 转动的角速度和角加速度。（12 分）

动点：B

动系： O_1A (1')

$$\bar{v}_A = \bar{v}_e + \bar{v}_r \quad (1')$$

$$v_A = v_e / \sin \phi = 2v_e = 2\omega \cdot l \cdot \sin \phi = \omega l \quad (1')$$

$$\omega_{O_2B} = v_A / O_2B = \omega \quad (1')$$

$$v_r = v_A \cdot \cos \phi = \frac{\sqrt{3}}{2} \omega l \quad (1')$$

$$\bar{a}_A^n + \bar{a}_A^z = \bar{a}_e^n + \bar{a}_r + \bar{a}_c \quad (1')$$

$$(2') \quad \omega^2 l \quad ? \quad \omega^2 \frac{l}{2} \quad ? \quad \frac{2\omega \cdot \sqrt{3}\omega l}{2} \quad (1')$$

$$(1') \quad x: a_A^n \cos \phi + a_A^z \sin \phi = a_c \quad a_A^z = \sqrt{3}\omega^2 l \quad (1')$$

3、如图所示，OA 杆长 l ，两端分别用铰链连接一圆轮 O 和一物块 A，轮 O 的半径为 r ，沿

水平面作纯滚动；已知在图示位置时的角度 θ ，物块 A 的速度为 v_A ，求 OA 杆的角速度和角加速度。（12 分）

$$(1') \quad \omega_{OA} = \frac{v_A}{AC} = \frac{v_A}{l \cos \theta} \quad (2')$$

$$(1') \quad \bar{a}_O = \bar{a}_A + \bar{a}_{OA}^n + \bar{a}_{OA}^z \quad (1')$$

$$? \quad (1') \quad \omega_{OA}^2 \cdot OA \quad ?$$

$$(2') \quad y: 0 = a_A + a_{OA}^n \sin \theta + a_{OA}^z \cos \theta \quad (2')$$

$$a_{OA}^z \cos \theta = -a_A - \frac{v_A^2}{l^2 \cos^3 \theta} \cdot \sin \theta \cdot l$$

$$a_{OA}^z = -\frac{a_A}{\cos \theta} - \frac{v_A^2}{l^2 \cos^3 \theta} \cdot \sin \theta \quad (2')$$

$$\alpha_{OA} = \frac{a_{OA}^z}{l} = -\frac{a_A}{l \cos \theta} - \frac{v_A^2}{l^3 \cos^3 \theta} \cdot \sin \theta \quad (2)$$

(2')

4、如图所示为一半径为 R ，质量为 m_1 的均质圆轮，其轮心 C 处系一细绳绕过滑轮 O ，绳的另一端系一重为 P 的重物，轮子在水平面上只滚不滑，均质滑轮质量为 m_2 ，半径为 r 。求：
(1) 轮心 C 的加速度；(2) 轮子与地面的摩擦力。(12 分)

$$d) T_2 - T_1 = \Sigma W_i \quad (1')$$

$$T_1 = 0 \quad (1')$$

$$T_2 = \frac{1}{2} \frac{P}{g} v^2 + \frac{1}{2} J_O \omega_o^2$$

$$+ \left(\frac{1}{2} m_1 v_c^2 + \frac{1}{2} J_C \omega_c^2 \right) \quad (1')$$

$$J_O = \frac{1}{2} m_2 r^2, \quad J_C = \frac{1}{2} m_1 R^2, \quad v_c = v, \quad \omega_c = \frac{v_c}{R}, \quad \omega_o = \frac{v_c}{r}$$

$$T_2 = \left(\frac{1}{2} \frac{P}{g} + \frac{1}{4} m_2 + \frac{3}{4} m_1 \right) v_c^2 \quad (1')$$

$$\Sigma W_i = Ph$$

$$\therefore \left(\frac{1}{2} \frac{P}{g} + \frac{1}{4} m_2 + \frac{3}{4} m_1 \right) v_c^2 = Ph \quad (1')$$

$$\left(\frac{1}{2} \frac{P}{g} + \frac{1}{4} m_2 + \frac{3}{4} m_1 \right) \cdot 2v_c \cdot a_c = P \cdot v_c$$

$$\therefore a_c = \frac{2Pg}{2P + m_2g + 3m_1g} \quad (\rightarrow) \quad (1')$$

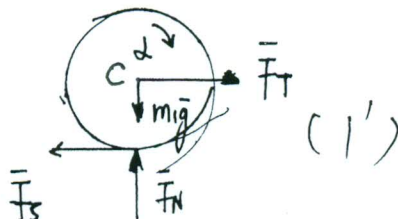
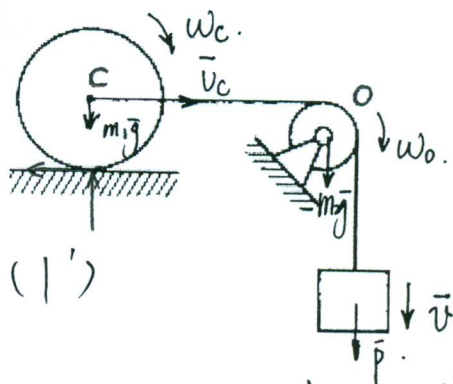
$$12) \quad \alpha = \frac{a_c}{R} \quad (1')$$

$$J_C \alpha = \Sigma M_C (\vec{F}_i^{(e)}) \quad (1')$$

$$\frac{1}{2} m_1 R^2 \cdot \alpha = F_s \cdot R \quad (1')$$

$$F_s = \frac{m_1 a_c}{2}$$

$$(1')$$



教研室主任

(Signature)

出卷人 机械设计教研室