

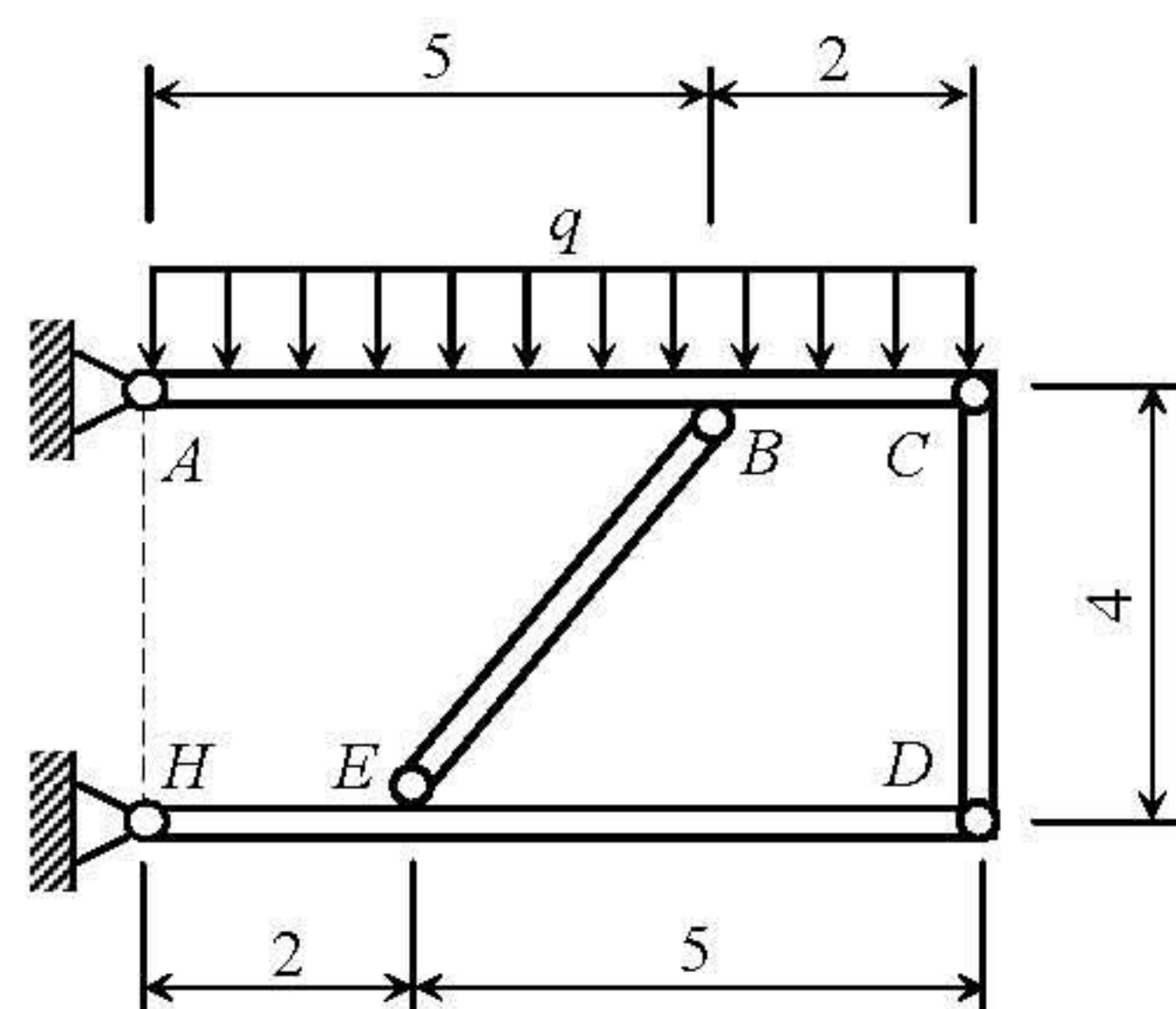
# 南京航空航天大学 二〇〇八年硕士研究生入学考试试题

考试科目: 理论力学

说 明: 答案一律写在答题纸上, 写在试卷上无效。

## 第 1 题 (25 分)

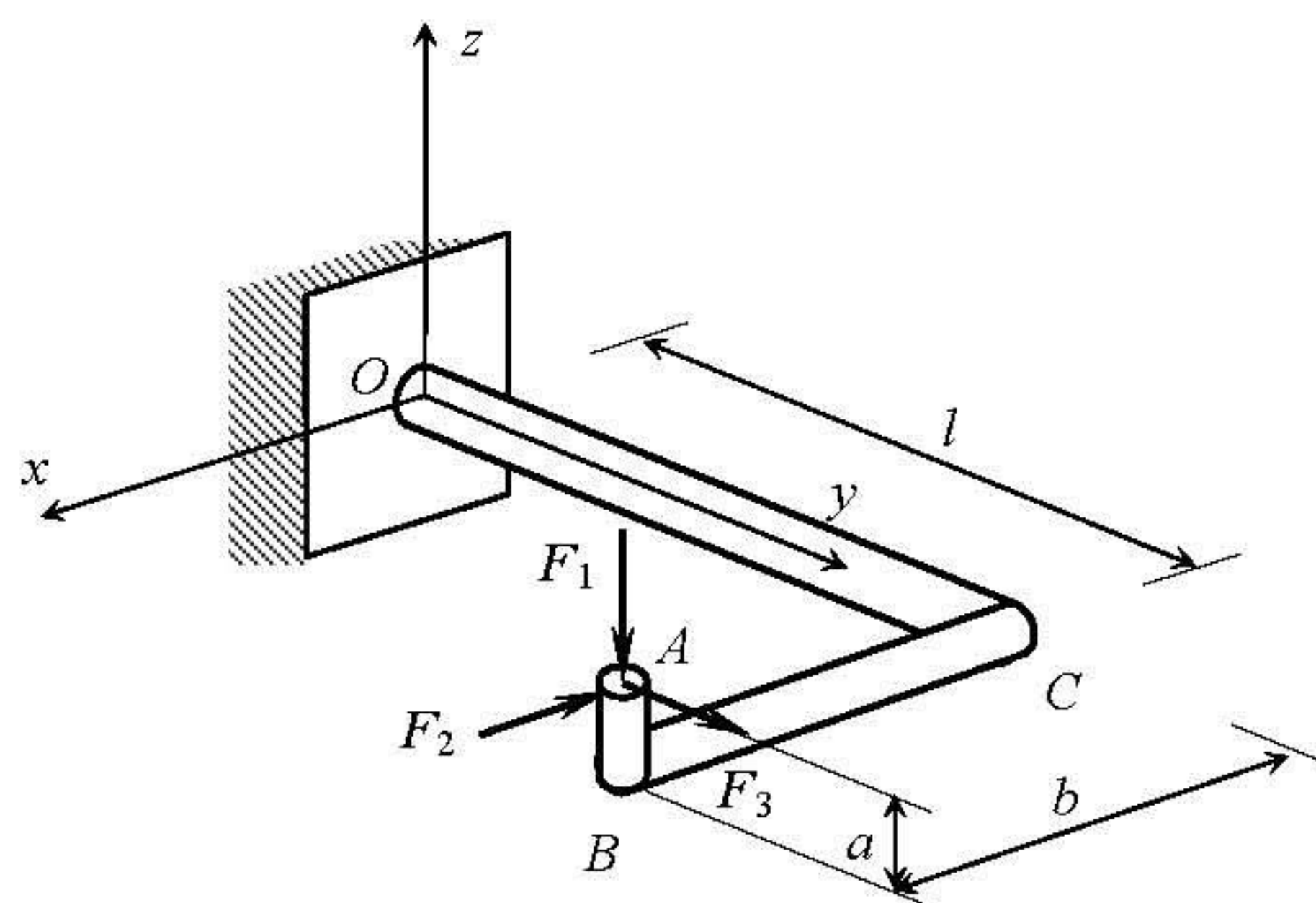
图示平面结构由  $ABC$ 、 $CD$ 、 $BE$  和  $HED$  四根杆件组成, 尺寸如图, 单位为  $m$ 。在  $ABC$  杆上受到均布载荷作用,  $q=2kN/m$ , 各杆自重不计。试求:  $ABC$  杆在  $A$ 、 $B$ 、 $C$  处的受力。



第 1 题图

## 第 2 题 (15 分)

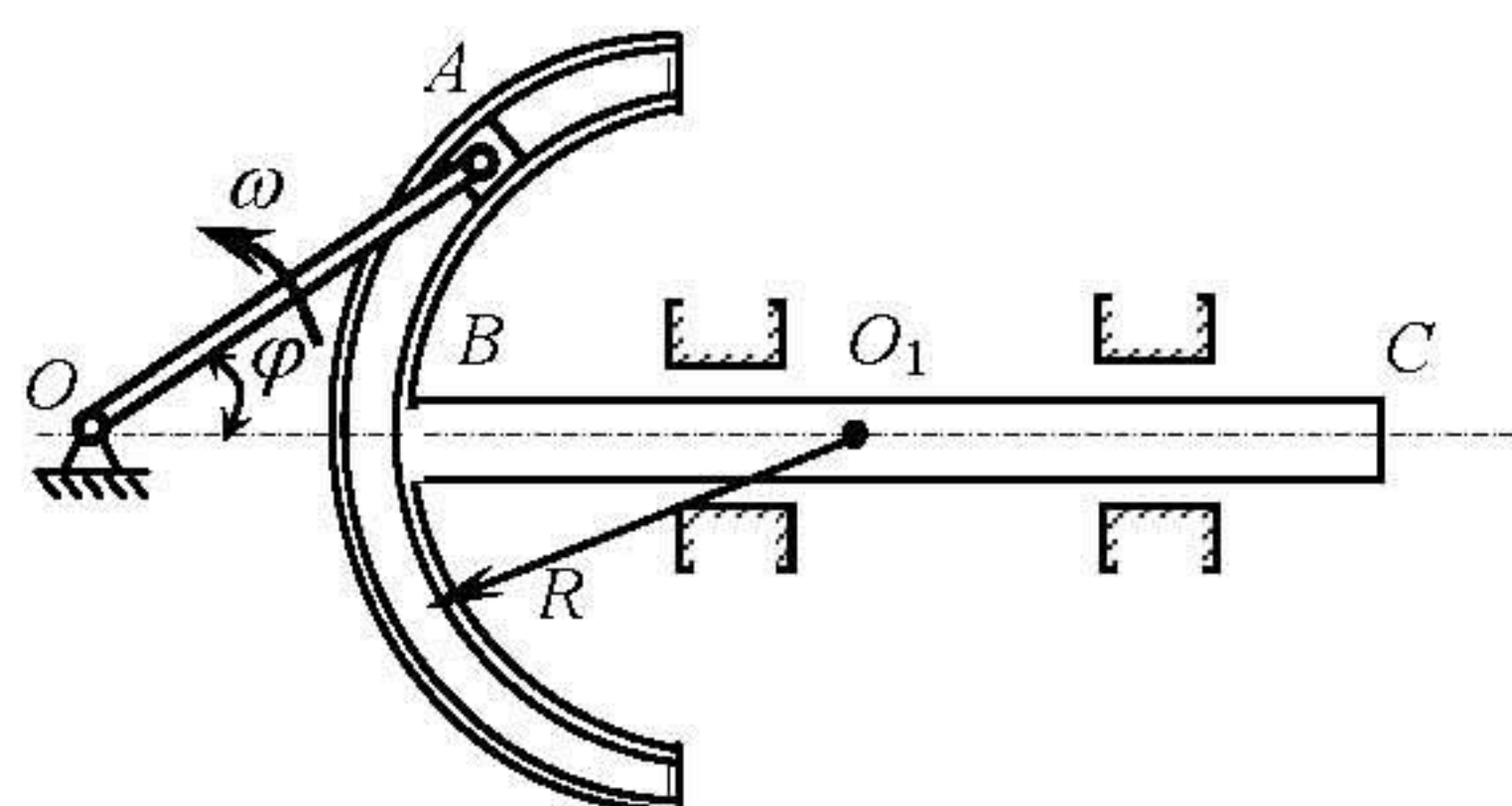
构件  $ABCO$  如图, 其中  $AB$  段与  $z$  轴平行,  $BC$  段与  $x$  轴平行,  $CO$  段与  $y$  轴重合,  $AB=a$ ,  $BC=b$ ,  $OC=l$ , 力  $F_1$ 、 $F_2$  和  $F_3$  作用在  $A$  点,  $F_1$  与  $z$  轴平行,  $F_2$  与  $x$  轴平行,  $F_3$  与  $y$  轴平行,  $F_1=F_2=F_3=F$ 。试求: 该力系对图示坐标系的  $x$ 、 $y$  和  $z$  轴的矩。



第 2 题图

## 第 3 题 (25 分)

图示曲柄滑杆机构中, 滑杆上有圆弧滑道, 其半径为  $R$ , 圆心  $O_1$  在导杆  $BC$  上, 曲柄  $OA$  以匀角速  $\omega$  绕  $O$  轴转动,  $OA=R$ 。当机构运动到图示位置时, 曲柄与水平线间的夹角为  $\varphi=30^\circ$ 。试用点的合成运动方法求此瞬时滑杆  $BC$  的速度和加速度。

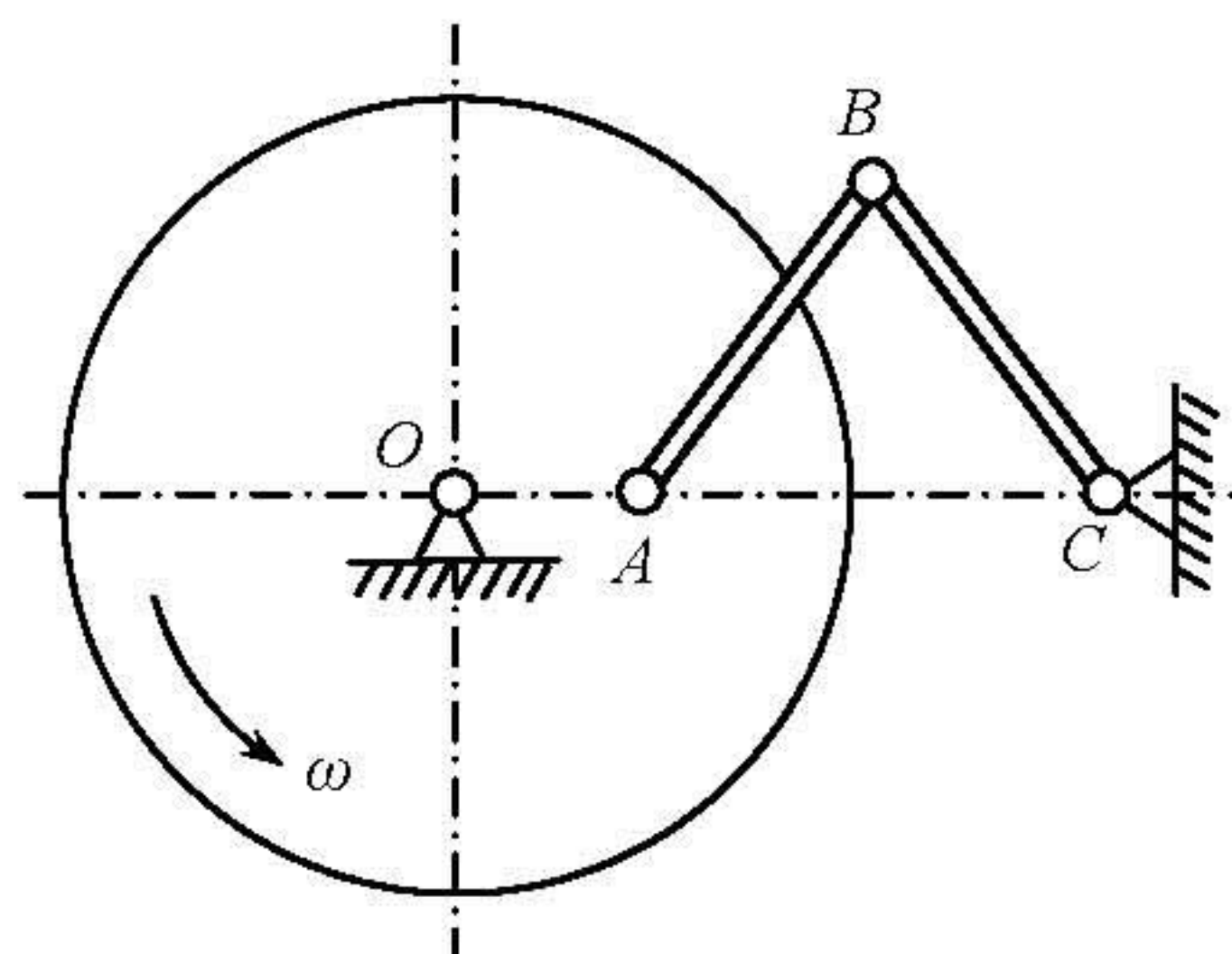


第 3 题图



#### 第 4 题 (25 分)

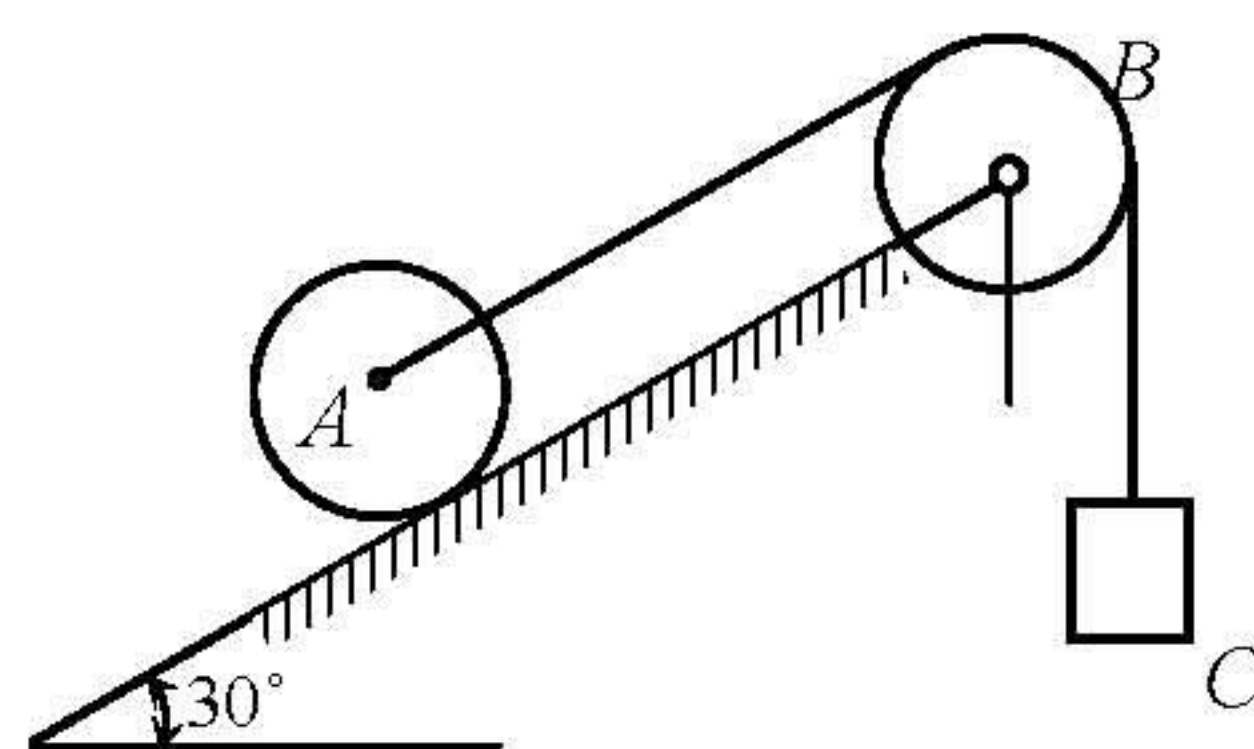
如图所示, 飞轮以匀角速度  $\omega = 10 \text{ rad/s}$  绕  $O$  轴转动, 并通过与之铰接的连杆  $AB$  带动杆  $BC$  运动, 已知:  $OA = 1 \text{ m}$ 、 $OC = 3 \text{ m}$ 、 $AB = BC = 2 \text{ m}$ 。在图示位置,  $O$ 、 $A$ 、 $C$  三点在同一水平线上, 试求此瞬时杆  $BC$  的角速度  $\omega_{BC}$  和角加速度  $\alpha_{BC}$ 。



第 4 题图

#### 第 5 题 (25 分)

如图所示, 滚子  $A$  沿倾角为  $30^\circ$  的斜面作纯滚动, 滑轮  $B$  绕通过轮心的轴作定轴转动, 系在滚子  $A$  的中心的细绳跨过定滑轮  $B$  后与物块  $C$  相连。设滚子  $A$  和定滑轮  $B$  的质量均为  $m$ , 半径均为  $r$ , 且均为均质圆盘, 物块  $C$  的质量也为  $m$ , 系统初始静止, 不计细绳的质量。试求当物块  $C$  下降  $h$  时: (1) 物块  $C$  的速度和加速度; (2) 滚子  $A$  与滑轮  $B$  之间的细绳的张力; (3) 斜面作用于滚子  $A$  的摩擦力。

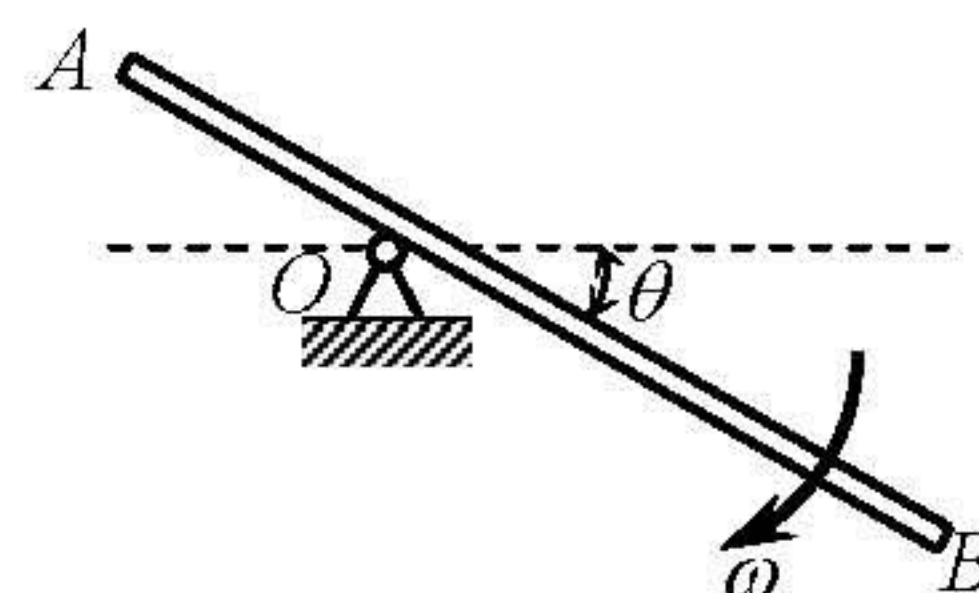


第 5 题图

#### 第 6 题 (20 分)

图示均质杆  $AB$  可绕轴  $O$  转动, 质量为  $m$ , 长度为  $L$ , 且  $OA = \frac{L}{3}$ 。

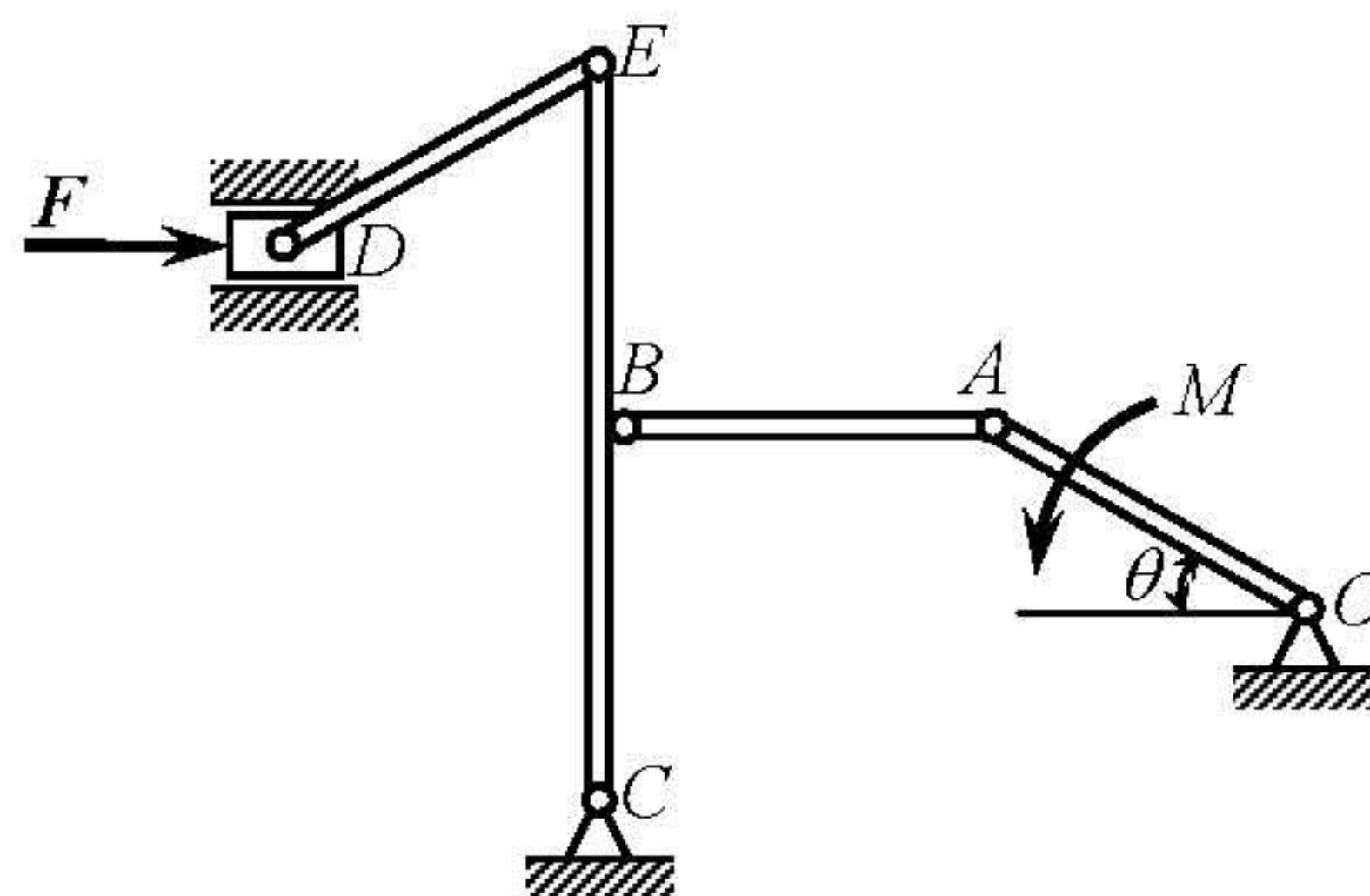
若在图示位置时  $\theta = 30^\circ$ , 杆  $AB$  的角速度为  $\omega$ 。试用达朗贝尔原理求该瞬时: (1) 杆  $AB$  的角加速度; (2)  $O$  处的约束反力。



第 6 题图

#### 第 7 题 (15 分)

图示机构中, 曲柄  $OA$  上作用一力偶  $M$ , 在水平槽中运动的滑块  $D$  上作用一水平力  $F$ , 已知  $OA = AB = BC = BE = ED = l$ , 不计摩擦与各构件自重。在图示位置, 杆  $AB$  水平, 杆  $EC$  铅直,  $\theta = 30^\circ$ 。试用虚位移原理求机构在图示位置平衡时, 力偶矩  $M$  与力  $F$  之间的关系。



第 7 题图



# 研究生入学考试试题答案纸

试题编号 415 考试科目名称 理论力学

共 4 页 第 1 页

## 第 1 题 (25 分)

解:

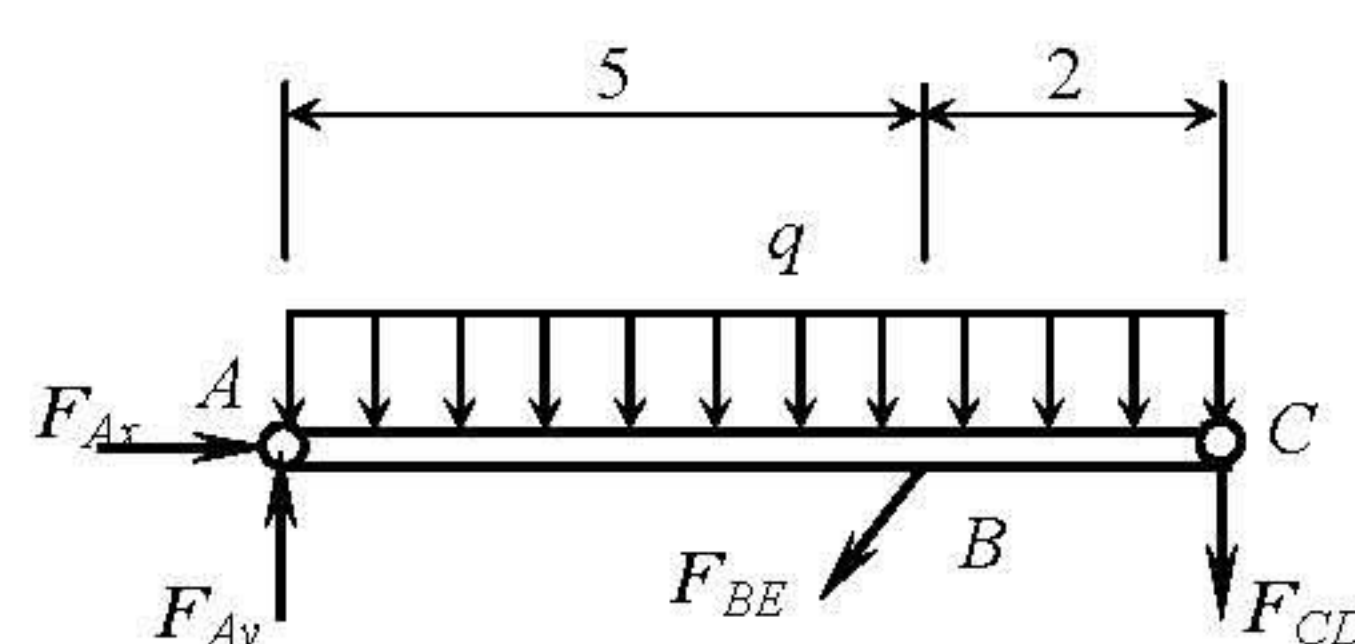
取  $ABC$  杆, 受力如图。

$$\sum M_A(F) = 0 \quad q \cdot 7 \cdot 3.5 + F_{BE} \cdot 4/5 \cdot 5 + F_{CD} \cdot 7 = 0 \quad (1)$$

$$\sum F_x = 0 \quad F_{Ax} = F_{BE} \cdot 3/5 \quad (2)$$

$$\sum F_y = 0 \quad F_{Ay} = q \cdot 7 + 4/5 \cdot F_{BE} + F_{CD} \quad (3)$$

(15 分)



取  $HED$ , 受力如图。

$$\sum M_H(F) = 0 \quad 4/5 \cdot F_{BE} \cdot 2 + F_{CD} \cdot 7 = 0 \quad (4)$$

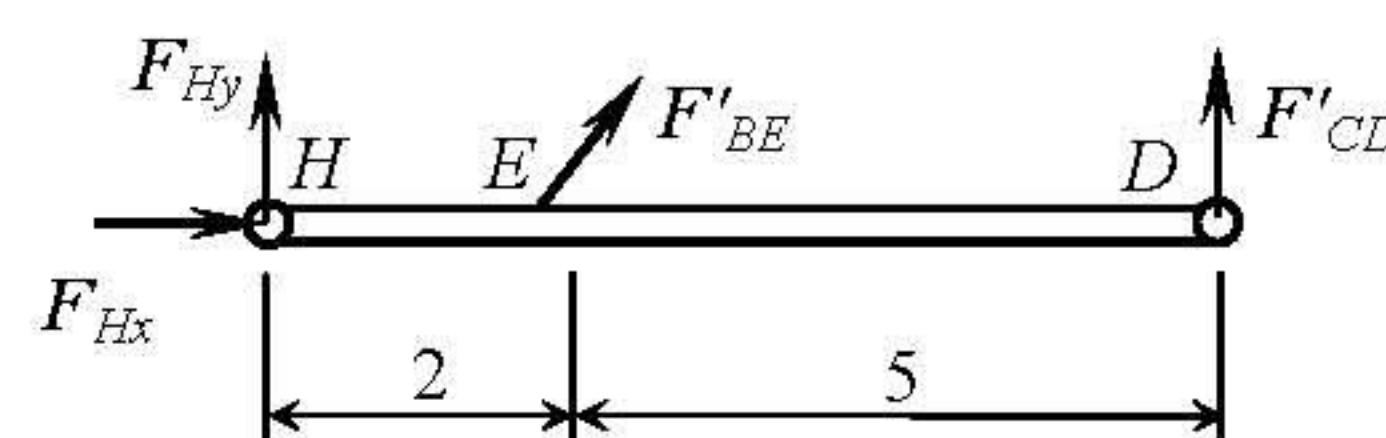
由式 (1) 和 (4), 解得:  $F_{BE} = -245/12 \text{ (kN)}$

$$F_{CD} = 14/3 \text{ (kN)}$$

由式 (2), 得:  $F_{Ax} = -49/4 \text{ (kN)}$

由式 (3), 得:  $F_{Ay} = 7/3 \text{ (kN)}$

(10 分)



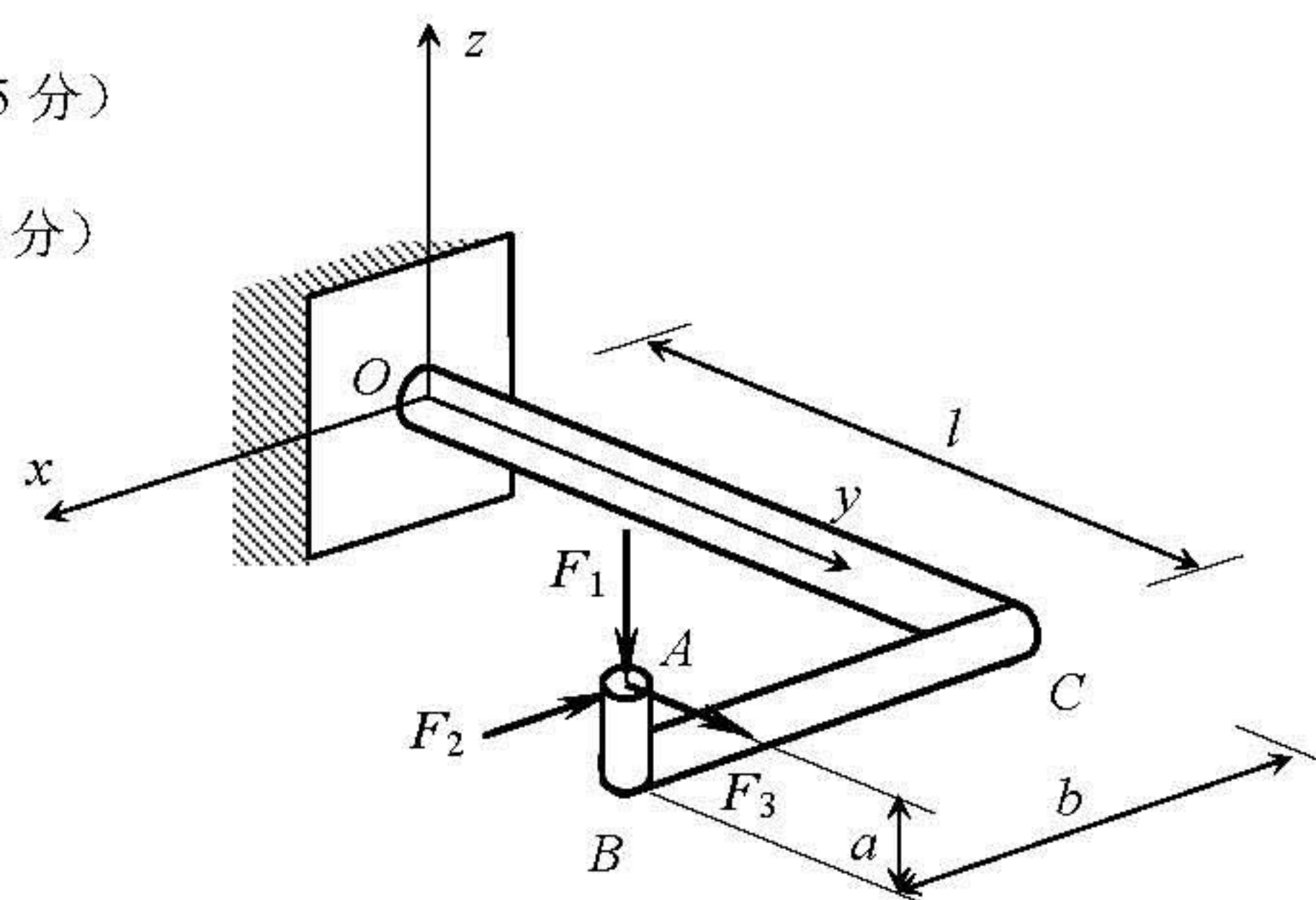
## 第 2 题 (15 分)

解:

$$M_x(F) = -F_1 \cdot l - F_3 \cdot a = -F(l+a) \quad (5 \text{ 分})$$

$$M_y(F) = F_1 \cdot b - F_2 a = F(b-a) \quad (5 \text{ 分})$$

$$M_z(F) = F_2 \cdot l + F_3 \cdot b = F(l+b) \quad (5 \text{ 分})$$





# 研究生入学考试试题答案纸

试题编号 415 考试科目名称 理论力学

共 4 页 第 2 页

## 第 3 题 (25 分)

解：取动点：滑块  $A$

动系：滑杆  $BC$

$$\text{由 } \mathbf{v}_a = \mathbf{v}_e + \mathbf{v}_r$$

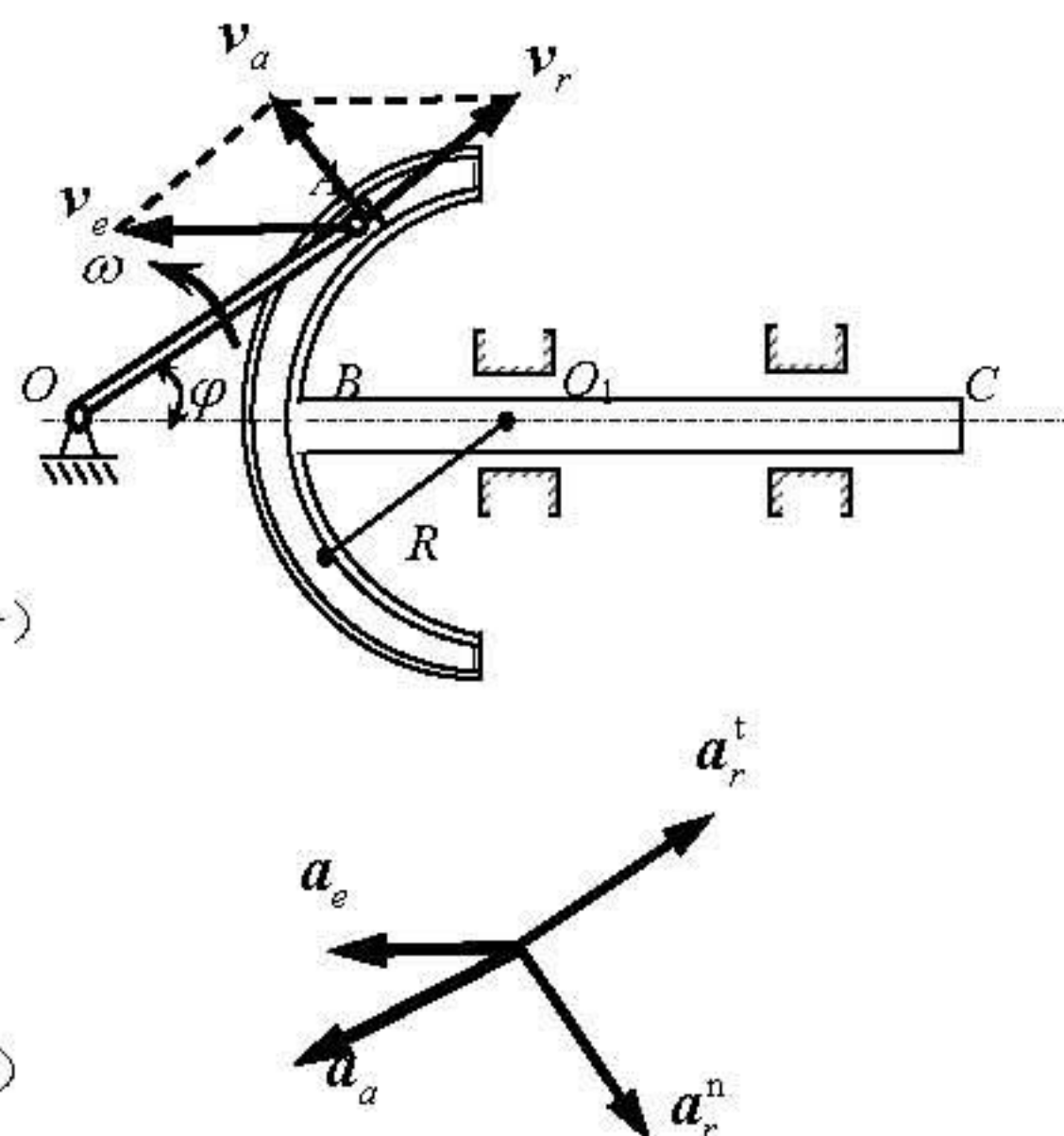
作速度平行四边形，解得

$$\mathbf{v}_{BC} = \mathbf{v}_e = \mathbf{v}_a = \mathbf{v}_r = \omega R \quad (\leftarrow) \quad (12 \text{ 分})$$

$$\text{由 } \mathbf{a}_a = \mathbf{a}_e + \mathbf{a}_r^t + \mathbf{a}_r^n$$

作加速度矢量图，投影得

$$\mathbf{a}_{BC} = \mathbf{a}_e = \sqrt{3}\omega^2 R \quad (\leftarrow) \quad (13 \text{ 分})$$



## 第 4 题 (25 分)

解：速度分析：

$$\mathbf{v}_A = OA \cdot \omega = 1 \times 10 = 10 \quad (\text{m/s})$$

取  $AB$  杆，在图示瞬时， $C$  为  $AB$  的速度瞬心，则

$$\omega_{AB} = v_A / AC = 10 / 2 = 5 \quad (\text{rad/s}) \quad (\text{顺时针})$$

$$\mathbf{v}_B = BC \cdot \omega_{AB} = 2 \times 5 = 10 \quad (\text{m/s})$$

$$\omega_{BC} = v_B / BC = 10 / 2 = 5 \quad (\text{rad/s}) \quad (\text{顺时针}) \quad (12 \text{ 分})$$

加速度分析：

取  $AB$  杆，以  $A$  为基点，则

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

$$\mathbf{a}_A = OA \cdot \omega^2 = 1 \times 10^2 = 100 \quad (\text{m/s}^2)$$

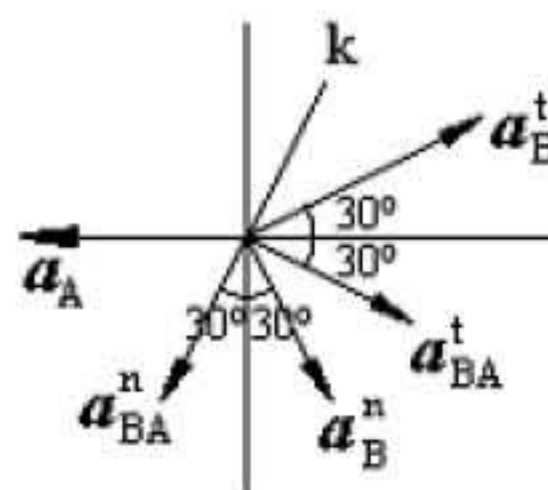
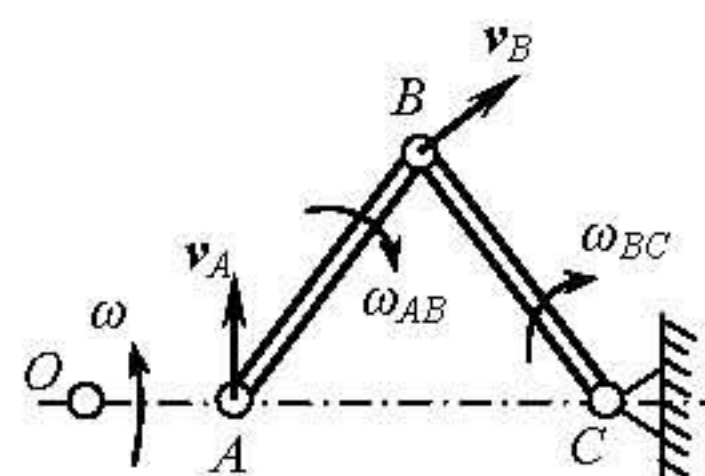
$$\mathbf{a}_B^n = BC \cdot \omega_{BC}^2 = 2 \times 5^2 = 50 \quad (\text{m/s}^2), \quad \mathbf{a}_{BA}^n = AB \cdot \omega_{AB}^2 = 2 \times 5^2 = 50 \quad (\text{m/s}^2)$$

做出加速度矢量图，将上式向  $k$  轴投影得：

$$\mathbf{a}_B^t \cos 30^\circ - \mathbf{a}_B^n \cos 60^\circ = -\mathbf{a}_A \cos 60^\circ - \mathbf{a}_{BA}^n$$

$$\mathbf{a}_B^t = (-\mathbf{a}_A \cos 60^\circ - \mathbf{a}_{BA}^n + \mathbf{a}_B^n \cos 60^\circ) / \cos 30^\circ = -86.6 \quad (\text{m/s}^2)$$

$$\alpha_{BC} = \mathbf{a}_B^t / BC = -43.3 \quad (\text{rad/s}^2) \quad (\text{逆时针}) \quad (13 \text{ 分})$$





# 研究生入学考试试题答案纸

试题编号 415 考试科目名称 理论力学

共 4 页 第 3 页

## 第 5 题 (25 分)

解: (1) 取整体系统

$$T_0 = 0$$

$$T = \left[ \frac{1}{2} m v_C^2 + \frac{1}{2} \left( \frac{1}{2} m r^2 \right) \left( \frac{v_C}{r} \right)^2 \right] + \frac{1}{2} \left( \frac{1}{2} m r^2 \right) \left( \frac{v_C}{r} \right)^2 + \frac{1}{2} m v_C^2 = \frac{3}{2} m v_C^2$$

$$W = mgh - mgh \sin 30^\circ = \frac{1}{2} mgh$$

由动能定理, 有

$$\frac{3}{2} m v_C^2 - 0 = \frac{1}{2} mgh$$

解得  $v_C = \sqrt{\frac{gh}{3}}$

对时间求导得  $a_C = \frac{1}{6} g$  (13 分)

(2) 取滚子 A, 受力如图示。

由平面运动微分方程, 有

$$m a_A = F_T - F_s - mg \sin 30^\circ$$

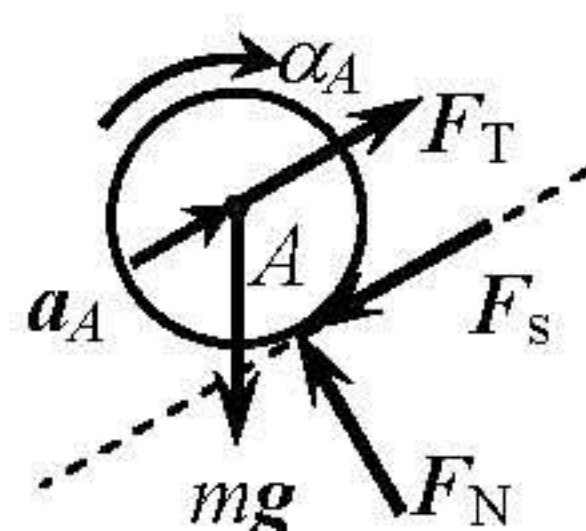
$$\frac{1}{2} m r^2 \cdot \alpha_A = F_s \cdot r$$

其中  $a_A = a_C$ ,  $\alpha_A = \frac{a_A}{r}$

代入解得

$$F_T = \frac{3}{4} mg$$

$$F_s = \frac{1}{12} mg$$
 (12 分)





# 研究生入学考试试题答案纸

试题编号 415      考试科目名称 理论力学

共 4 页 第 4 页

## 第 6 题 (20 分)

解：取杆  $AB$ ，其受力并虚加惯性力如图示。

$$F_{IO}^t = ma_C^t = \frac{1}{6}mL\alpha$$

$$F_{IO}^n = ma_C^n = \frac{1}{6}mL\omega^2$$

$$M_{IO} = J_O\alpha = \frac{1}{9}mL^2\alpha \quad (8 \text{ 分})$$

由达朗贝尔原理，列方程

$$\sum X = 0: F_{Ox} + F_{IO}^t \sin \theta + F_{IO}^n \cos \theta = 0$$

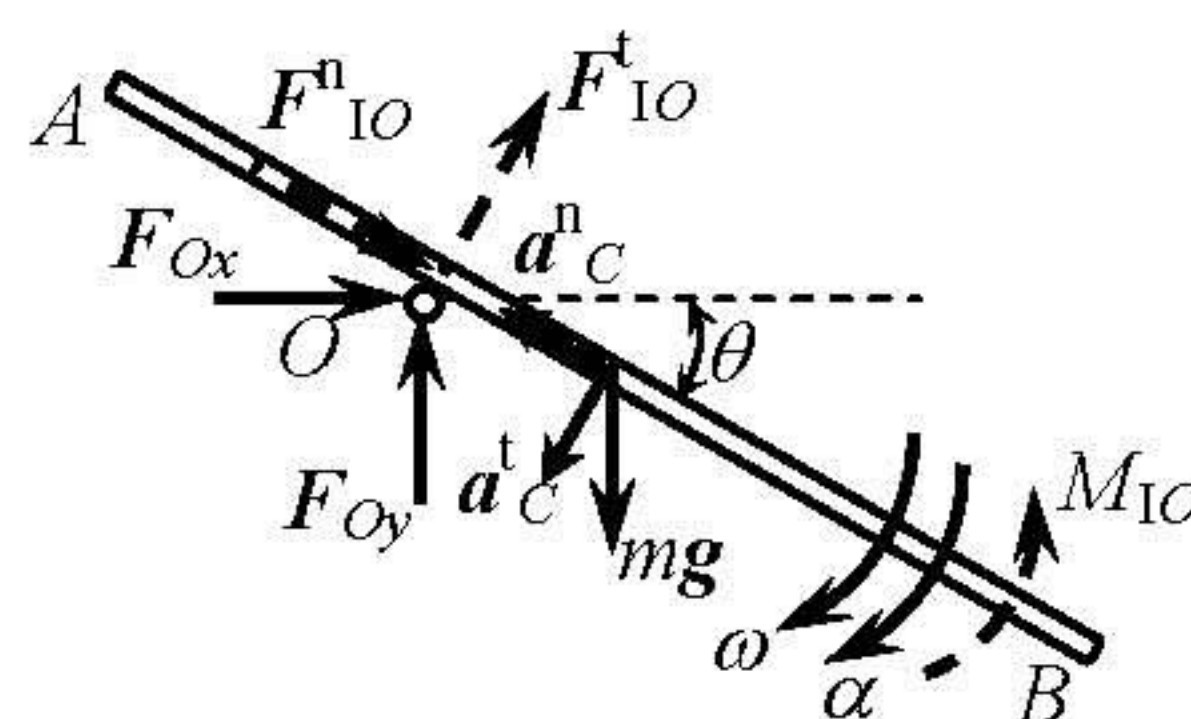
$$\sum Y = 0: F_{Oy} + F_{IO}^t \cos \theta - F_{IO}^n \sin \theta - mg = 0$$

$$\sum M_O(F) = 0: M_{IO} - mg \cdot \frac{L}{6} \cos \theta = 0 \quad (6 \text{ 分})$$

解得：  $\alpha = \frac{3\sqrt{3}}{4}g/L$

$$F_{Ox} = -\frac{\sqrt{3}}{16}mg - \frac{\sqrt{3}}{12}m\omega^2 L (\leftarrow)$$

$$F_{Oy} = \frac{13}{16}mg + \frac{1}{12}m\omega^2 L (\uparrow) \quad (6 \text{ 分})$$



## 第 7 题 (15 分)

解：给定  $\delta\theta$ ，则虚位移  $\delta r_A$ ， $\delta r_B$ ， $\delta r_E$  和  $\delta r_D$  如图所示。

列虚功方程：  $M\delta\theta - F \cdot \delta r_D = 0 \quad (5 \text{ 分})$

由图中虚位移关系

$$\delta r_D = \delta r_E = 2\delta r_B$$

$$\delta r_B = \delta r_A \sin \theta$$

有  $\delta r_D = 2\delta r_A \sin \theta = l\delta\theta \quad (7 \text{ 分})$

代入虚功方程，解得

$$M = Fl \quad (3 \text{ 分})$$

