


## 理论力学 AI (2006—2007)

一、填空题（每空 3 分，共 45 分。请将计算结果或分析结果填入下面的各空格中，方向可以用图表示，例如用 “  $30^\circ$ ” 表示矢量的方向与水平线的夹角为  $30^\circ$ 。）

1. 已知不平衡的平面汇交力系的汇交点为  $A$ ，且满足方程  $\sum M_B(\vec{F}) = 0$  ( $B$  为力系平面内的另一点)，则此力系可简化为 过  $A$ 、 $B$  两点的合力。

又已知不平衡的平面平行力系的诸力与轴  $y$  不垂直，且满足方程  $\sum F_y = 0$ ，则此力系可简化为 一力偶。

2.  $Oxyz$  为直角坐标系，已知一空间任意力系满足

$$\sum F_x \neq 0, \sum F_y = 0, \sum F_z = 0, \sum M_x(\vec{F}) \neq 0, \sum M_y(\vec{F}) = 0, \sum M_z(\vec{F}) = 0;$$

则该力系的最后简化结果是 力螺旋。

又已知一空间任意力系满足

$$\sum F_x \neq 0, \sum F_y = 0, \sum F_z = 0, \sum M_x(\vec{F}) = 0, \sum M_y(\vec{F}) \neq 0, \sum M_z(\vec{F}) \neq 0;$$

则该力系的最后简化结果是 一合力。

3. 平面构架由四杆铰接而成，各杆自重不计，杆  $AB$  和  $CD$  水平，在杆  $AB$  作用一铅垂力  $F$ ，杆  $AB$  的  $B$  端和杆  $CD$  的  $C$  端分别靠在粗糙的铅垂墙面上，如图 1 所示。若要系统在图示位置平衡，则  $B$  处的摩擦因数至少为  $\frac{1}{\sqrt{3}}$ ； $C$  处的摩擦因数至少为

$$\frac{1}{2\sqrt{3}}.$$

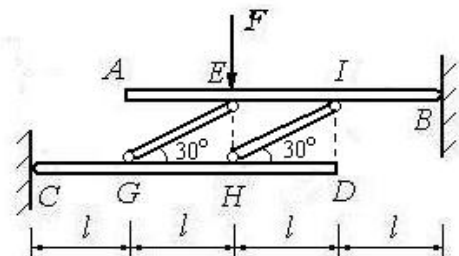



图1

4. 如图 2 示结构的各构件自重不计，杆  $AC$  与构件  $CD$  在  $C$  处铰接，构件  $CD$  上作用一水平力  $F$ ，则支座  $A$  的约束力大小为  $\sqrt{2}F$ ；方向为   $45^\circ$ 。

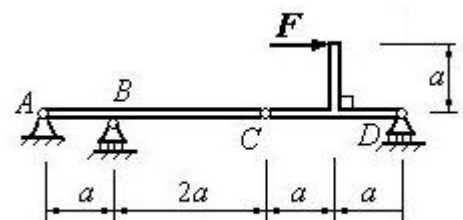
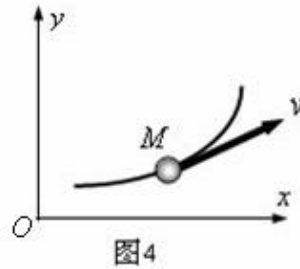
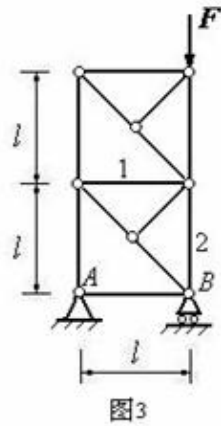


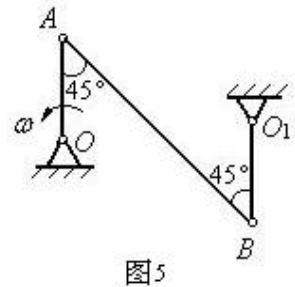
图2

5. 图3所示平面桁架中，杆1的内力为0；杆2的内力为 $-F$ 。

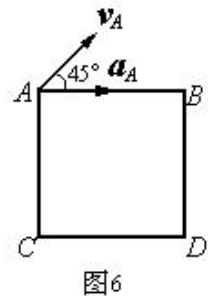


6. 动点 $M$ 作平面曲线运动（如图4所示），其速度在 $y$ 轴上的投影为常量 $v_y = C$ ，若已知动点 $M$ 运动到图示位置时，速度的大小为 $v$ ，曲线在 $M$ 点处的曲率半径为 $\rho$ ，则该瞬时动点 $M$ 全加速度 $a$ 的大小为 $\frac{v^3}{C\rho}$ ；方向为←。

7. 图5示平面机构中 $OA = O_1B = l$ ，杆 $OA$ 以匀角速度 $\omega$ 绕轴 $O$ 转动，则图示瞬时点 $B$ 的法向加速度和切向加速度的大小分别为 $l\omega^2$ 和 $2l\omega^2$ 。



8. 边长为 $10\sqrt{2}$  cm的正方形板 $ABCD$ 作定轴转动，转轴垂直于板面，已知点 $A$ 的速度 $v_A = 10$  cm/s，加速度 $a_A = 10\sqrt{2}$  cm/s<sup>2</sup>，方向如图6所示。则点 $B$ 的加速度大小 $a_B = \underline{10\sqrt{2} \text{ cm/s}^2}$ 。



## 二、计算题（10 分）

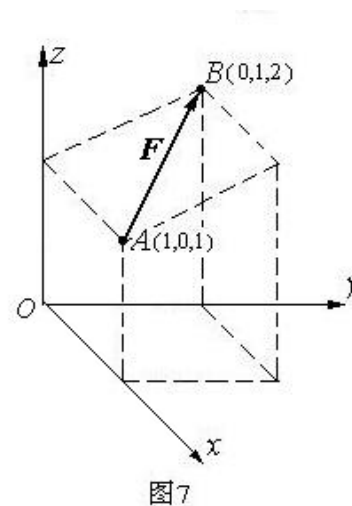
如图 7 所示，力  $F = \sqrt{3}$  kN，其作用线过  $A$ 、 $B$  两点。  
已知  $A$  和  $B$  的坐标为  $(1, 0, 1)$  和  $(0, 1, 2)$ （长度单位为米）。求力  $F$  对轴  $x$ 、 $y$ 、 $z$  的矩。

答案：

$$M_x(\vec{F}) = -1 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_y(\vec{F}) = -2 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_z(\vec{F}) = 1 \text{ kN} \cdot \text{m}$$



### 三、计算题（15 分）

结构如图 8 所示,其中铰链  $E$  为  $BC$  杆和  $AD$  杆的中点,受力及几何尺寸如图,不计杆件自重和所有摩擦。已知  $l$ ,

$F_2 = 2F_1 = 2F$ 。求  $A$ 、 $B$  处的约束力。

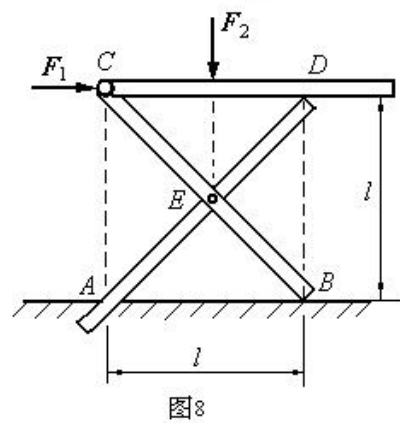
答案:

$$F_B = 0$$

$$F_{Ax} = F \quad (\leftarrow)$$

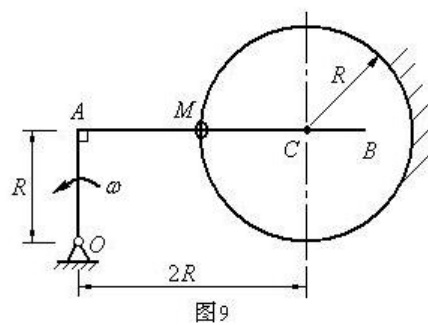
$$F_{Ay} = 2F \quad (\uparrow)$$

$$M_A = 2lF \quad \text{逆时针}$$



#### 四、计算题（15 分）

已知直角弯杆  $OAB$  绕轴  $O$  以匀角速度  $\omega$  转动，小环  $M$  同时套在半径为  $R$  的固定圆环和直角弯杆  $OAB$  上（圆环与直角弯杆在同一平面内），几何尺寸如图 9。在图示瞬时， $AB$  水平且通过圆环中心  $C$ 。求该瞬时小环  $M$  的绝对速度和绝对加速度。



答案:

$$v_M = v_a = R\omega \ (\uparrow)$$

$$a_M = a_a = \sqrt{2}R\omega^2 \quad \text{方向与水平向右轴 } x \text{ 的夹角为 } 45^\circ$$

### 五、计算题（15 分）

已知两啮合齿轮的半径均为  $R$ ，齿轮  $A$  在曲柄  $OA$  的带动下，在固定齿轮  $O$  上运动，并通过铰接在轮缘上的连杆  $BC$  带动滑块  $C$  沿铅垂滑道运动。已知曲柄  $OA$  的角速度为  $\omega$ ，角加速度为零， $BC = 3R$ ，在图 10 所示瞬时， $O$ 、 $A$ 、 $B$  三点位于同一水平线上， $BC$  铅垂。求该瞬时滑块  $C$  的速度和加速度，以及连杆  $BC$  的角速度和角加速度。

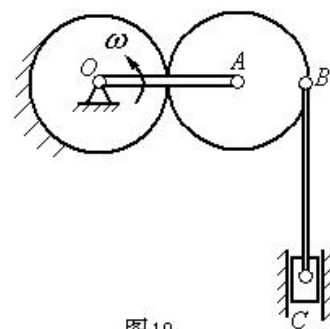


图10

答案:

$$v_C = v_B = 4R\omega \ (\uparrow)$$

$$\omega_{BC} = 0$$

$$a_C = 0$$

$$\alpha_{BC} = 2\omega^2 \ (\text{逆时针})$$