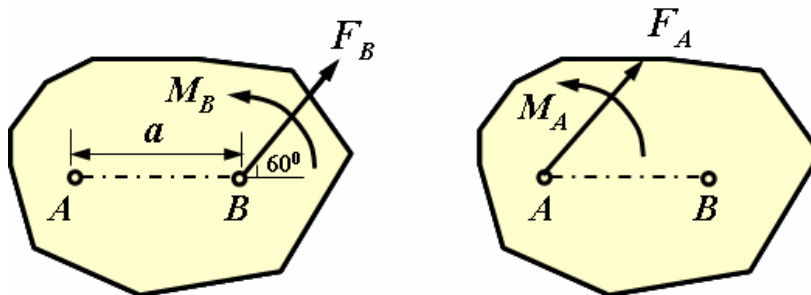


理论力学 AI(2008-2009)

一、概念题 (30 分, 每空 3 分)

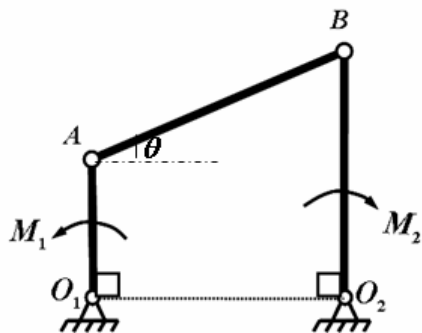
1. 某平面任意力系向 A 、 B 两点简化的结果均为一个力和一个力偶, 若已知向 B 点简化的力为 F_B 、力偶为 M_B , 且 F_B 与 AB 连线的夹角为 60° , $AB=a$, 如题图 1 所示。

则该力系向 A 点简化所得的力为 $\vec{F}_A = \vec{F}_B$, 力偶为 $M_A = M_B + \frac{\sqrt{3}}{2}aF_B$ 。

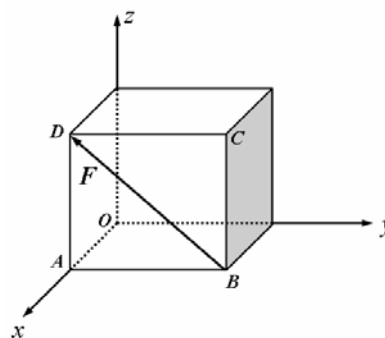


题 1 图

2. 如图所示的铰接四连杆机构 $OABD$, 在杆 O_1A 和 O_2B 上分别作用着矩为 M_1 和 M_2 的力偶, 而使机构在图示位置处于平衡。已知 $OA=r$, $O_2B=2r$, $\theta=30^\circ$, 不计各杆自重, 则 M_1 和 M_2 之间的关系为 $M_2 = 2M_1$ 。



题 2 图



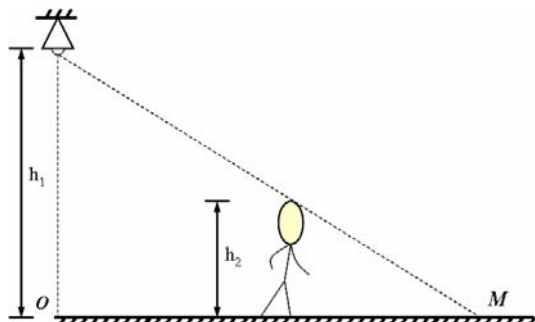
题 3 图

3. 在边长为 a 的正六面体的侧面上作用一力 F , 力 F 对 x 轴之矩为 $\frac{\sqrt{2}}{2}aF$;

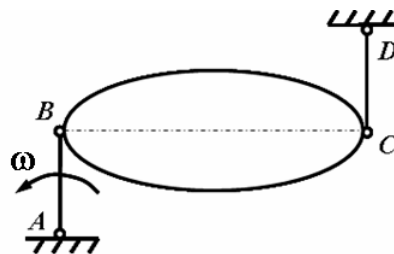
力 F 对 y 轴之矩为 $-\frac{\sqrt{2}}{2}aF$ 。

4. 一人高 h_2 ，在路灯下以匀速 v_C 行走，灯距地面的高为 h_1 ，则人影的顶端 M 沿地面

移动的速度为 $\frac{h_1 v_C}{h_1 - h_2}$ 。



题 4 图



题 5 图

5. 薄板 BC 用等长的杆 AB 、 CD 支承，如图所示。在其自身平面内运动，在图示瞬时， $AB \perp BC$ ， $BC \perp CD$ 。若杆 AB 以匀角速度 ω 转动，则 B（注：下面各速度和加速度均为矢量）。

A. $v_B = v_C$, $a_B = a_C$

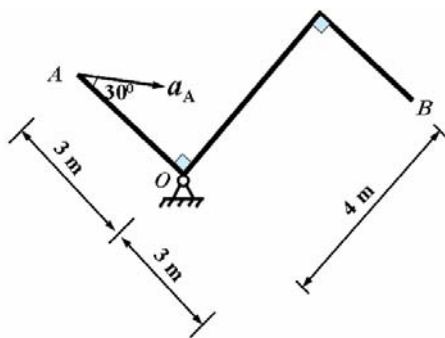
B. $v_B = v_C$, $a_B \neq a_C$

C. $\omega_{BC} = 0$, $\alpha_{BC} = 0$

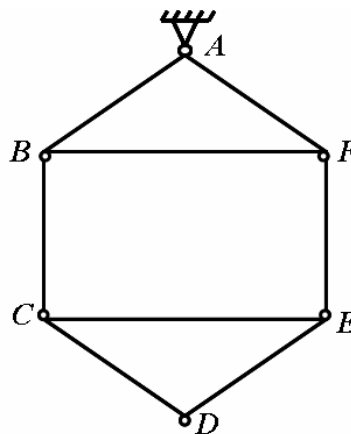
D. $\omega_{BC} \neq 0$, $\alpha_{BC} \neq 0$

6. 双直角曲杆可绕 O 轴转动，图示瞬时 A 点的加速度 $a_A = 30 \text{ cm/s}^2$ ，方向如图所示。则

B 点的加速度大小为 $a_B = 50 \text{ cm/s}^2$ ，方向与直线 OB 成 30° 角。



题 6 图

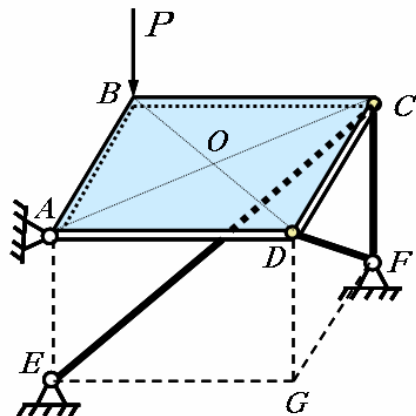


题 7 图

7. 用八根直杆铰接成正六边形，挂于 A 点，如图所示。设六边的每根匀质杆长为 l ，重 P ，

且不计 BF 、 CE 杆的重量。则 CE 杆的内力为 $-\frac{\sqrt{3}}{2}P$ （注：负号表示受压）。

二、正方形薄板由球铰链 A 以及三根连杆 CE 、 CF 、 DF 支持成水平位置，如图所示。已知 $AE=DG=CF$ ，并不计薄板和各连杆的重量，试证：（1）当铅垂力 P 作用于 B 点时，板不能平衡；（2）当铅垂力作用于板中点 O 时，则为静不定问题。（6 分）

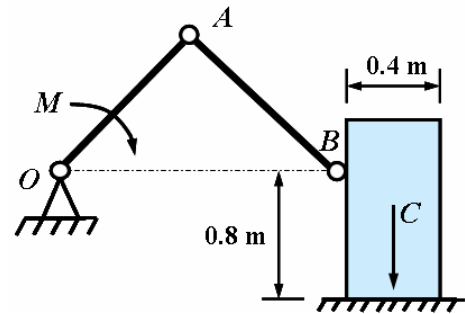


证明：取正方形薄板为研究对象

（1）由于对轴 AF 之矩 $\sum M_{AF}(\vec{F}) = BO \cdot P \neq 0$ ，故板不能平衡。

（2）由于所有力对轴 AF 之矩恒为零，则独立平衡方程数目最多只有 5 个，而未知约束力的数目为 6 个，故为静不定问题。

三、在图示机构中，杆 OA 、 AB 长度均为 $l=1\text{ m}$ ，且互相垂直，其重量不计。长方体 C 的重为 $P=500\text{ N}$ ，它与地面的摩擦系数 $f=0.35$ ， O 为固定支座， A 、 B 为铰链。在 OA 杆上作用一力偶矩为 M 的力偶。求图示位置欲使机构平衡时 M 的最大值。（15 分）

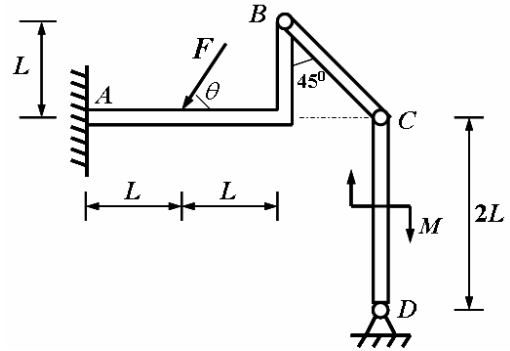


答案：

$$M_{\max} = 353.55\text{ N}$$

注：本题目需考虑翻倒和滑动两种临界情况。

四、在图示结构中，已知： $F=10\text{ kN}$ ， $M=56\text{ kN}\cdot\text{m}$ ， $\theta=60^\circ$ ， $L=2\text{ m}$ ； B 、 C 处为铰接，各杆件的自重不计。试求：（1）固定端支座 A 的反力；（2）支座 D 的约束反力。
（18 分）

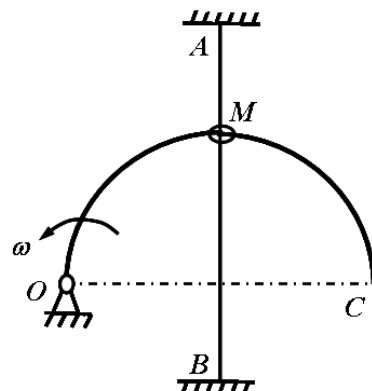


答案：

（1） $F_{Ax} = 9\text{ kN}$ (\leftarrow)； $F_{Ay} = 22.66\text{ kN}$ (\uparrow)； $M_A = 101.32\text{ kN}\cdot\text{m}$ （逆时针）。

（2） $F_D = \frac{M}{L\sqrt{2}} = 19.80\text{ kN}$ 方向 $\searrow 45^\circ$

五、如图所示平面机构中，半径为 R 的半圆环 OC 与固定竖直杆 AB 的交点处套有小环 M ，半圆环 OC 绕垂直于图面的水平轴 O 以匀角速度 ω 转动，从而带动小环 M 运动。在图示瞬时， OC 连线垂直于 AB 杆。试用点的合成运动理论求该瞬时小环 M 的绝对速度和绝对加速度的大小。（16 分）

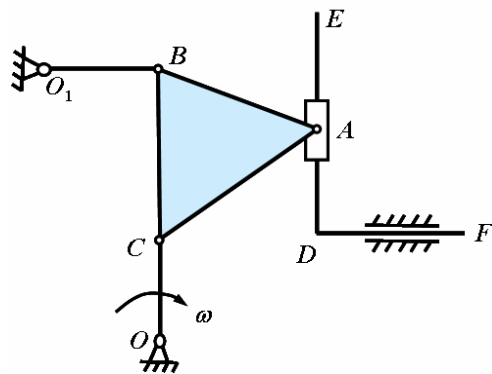


答案：

该瞬时小环 M 的绝对速度 $v_M = R\omega$ (\uparrow)

该瞬时小环 M 的绝对加速度的大小为 $a_M = 0$

六、如图所示平面机构， O_1B 和杆 OC 的长度均为 r ，等边三角形板 ABC 的边长为 $2r$ ，三个顶点分别与杆 O_1B 、 OC 及套筒铰接，直角弯杆 EDF 穿过套筒 A ，其 DF 段置于水平槽内。在图示瞬时，杆 O_1B 水平， B 、 C 、 O 三点在同一铅垂线上；杆 OC 的角速度为 ω ，角加速度为零。试求此瞬时杆 EDF 的速度和加速度。（15 分）



答案：

三角板角速度： $\omega_{ABC} = \frac{\omega}{2}$ （逆时针）；

滑块 A 的速度大小： $v_A = r\omega$

此瞬时杆 EDF 的速度： $v_{EDF} = \frac{r\omega}{2}$ (\rightarrow)

三角板角加速度： $\alpha_{ABC} = 0$ ；

滑块 A 的加速度大小： $a_A = \frac{\sqrt{7}}{2} r\omega^2$

此瞬时杆 EDF 的加速度： $a_{EDF} = \frac{\sqrt{3}r\omega^2}{4}$ (\leftarrow)