

理论力学习题解答

上册

(本解答的题次全部按华东水利学院编《理论力学(上册)》，人民教育出版社78年9月一版的习题次序)

南京市职工高等院校力学教研组编

南京市职工高等院校力学教研组印

一九八〇年七月

前 言

在国务院〔1978〕44号文件下达以后，南京市的各职工大学经过了整顿、验收，79年经中央的部或江苏省批准的职工高等院校共24所，现已上报待批准的有13所。这37所职工大学的教师，已于79年10月由南京市工农教育委员会七·二一大学办公室按学科编成了各个教研组。我们工程力学教研组成立后的3个月来，根据上级指示进行了集体备课，并交流教学资料等活动。为了累积教学资料，我们组织部分同志编演了理论力学习题解答上册（按华水编理论力学课本的习题次序），作为本教研组各校互相交流以及与外地职工大学暨普通高校交流的教学参考书。编印的分工是：第一章、第二章南京机床厂工大王文久老师，第三章南京大桥二处工大栗锦蓉老师；第四章、第五章大桥四处任汉祥工程师，第六章市建工局工大吕炳侠老师，第七章、第十三章、第十四章微分电机厂工大胡留青老师，第八章、第九章20—27题金陵汽车修配厂工大周以强老师，第九章1—20题浦镇车辆厂工大陈一凡老师，第十章、第十一章南京一〇一四所王刚工程师，第十二章南京七一四厂工大陈志椿讲师。

第一、二章由煤矿机械厂工大朱春梯老师协助刻印。第四、五章与第十三、十四章由市七·二一工大办公室负责刻印。

限于我们的水平，加以编印时间仓促，解答中不可避免地会存在错误和缺点，欢迎兄弟院校同志们批评指正。

南京市职工高等院校力学教研组

一九八〇年一月

翻 印 说 明

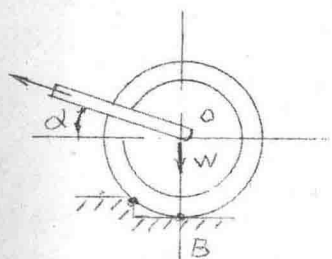
这本《理论力学习题解答（上册）》于八〇年一月作为教学参考书交流以后，相继接到不少兄弟院校来函来电索取。因原印份数有限早已发完，现经过修订翻印交流。参加这次修订工作的除上述各编者以外，还有朱泽源、王玉梅工程师、徐春华讲师。这次翻印工作由南京玻纤院工大承担。

南京市职工高等院校力学教研组

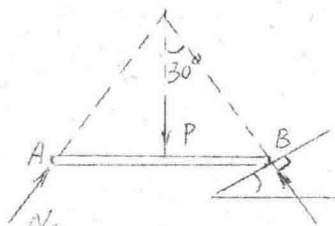
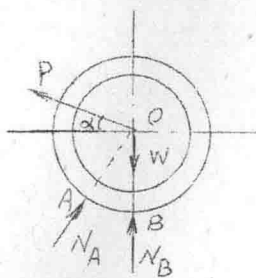
一九八〇年六月

第一章 基本概念及基本定律

1-1 作下列指定物体的示力图。物体重量，除图上已注明者外，均略去不计，假定接触处都是光滑的。

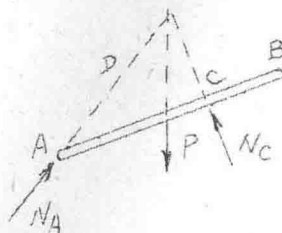
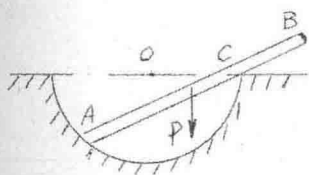


(a) 滚子

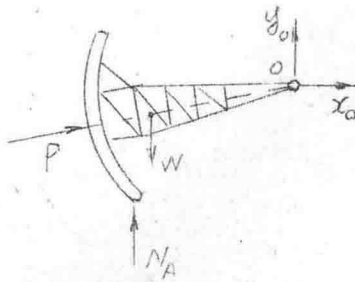
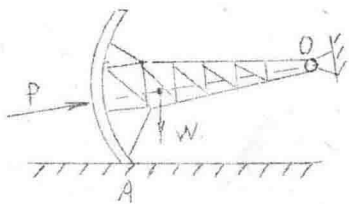


(b) 梁 AB

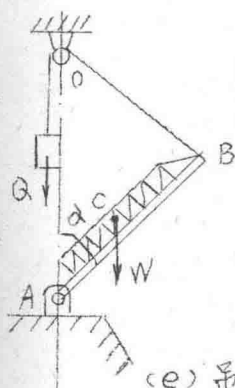
三力平衡必汇交于一点



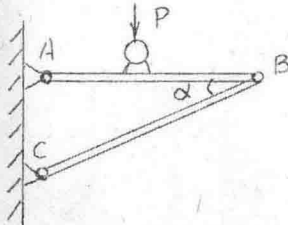
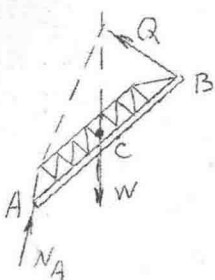
(c) 杆 AB



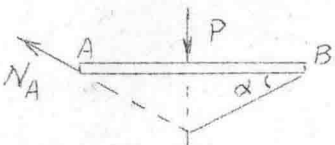
(d) 弧形闸门

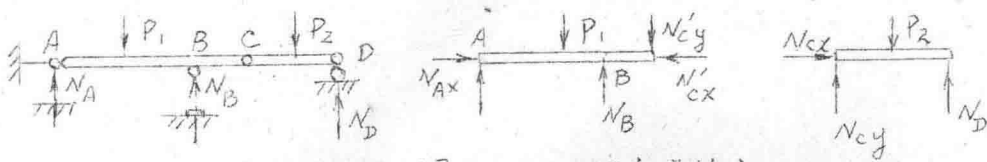


(e) 吊桥 AB

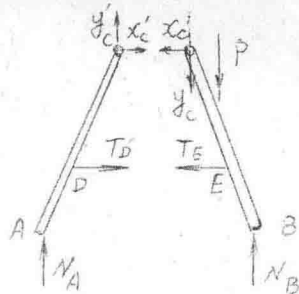
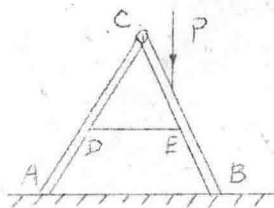


(f) 梁 AB

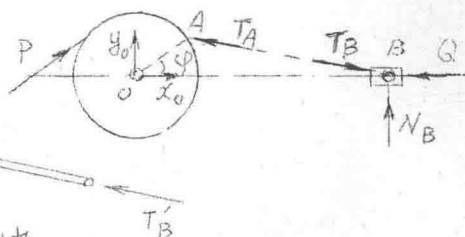
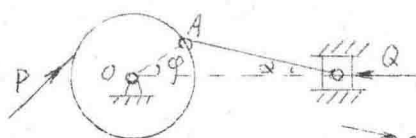




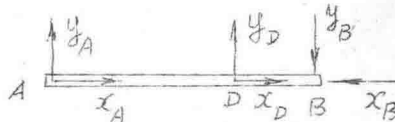
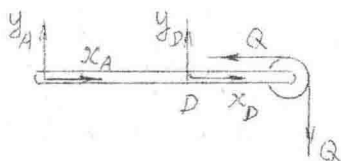
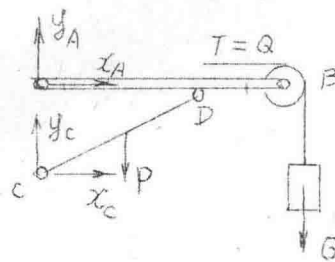
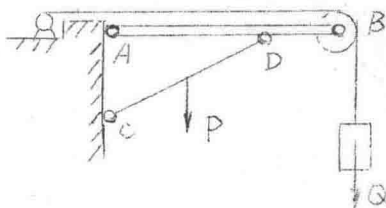
(g) 梁AC、CD及联合梁整体



(h) 人字梯整体AC及BC



(i) 轮子及滑块



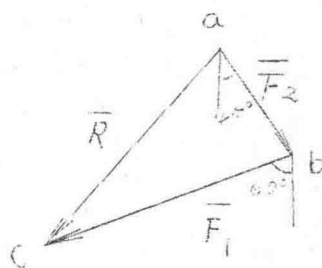
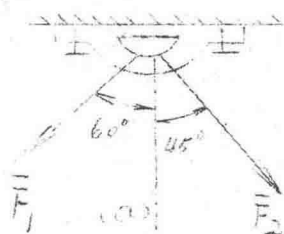
(j) 整体AB(1连滑轮, 2, 不连滑轮)

第二章

平面汇交力系

2-1. 试用几何法求图示两个力的合力的大小与方向:

(a) 已知 $F_1 = 3 \text{ kN}$, $F_2 = 1.5 \text{ kN}$.



解: 作力三角形, 则封闭边 $\overline{ac} = \overline{R}$

$$R = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 - 2F_1F_2\cos(\overline{F_1}, \overline{F_2})}$$

$$= \sqrt{3^2 + (1.5)^2 - 2 \times 3 \times 1.5 \cos 75^\circ} = 2.98 \text{ kN}$$

$$\frac{F_1}{\sin(\overline{R}, \overline{F_2})} = \frac{R}{\sin 75^\circ}$$

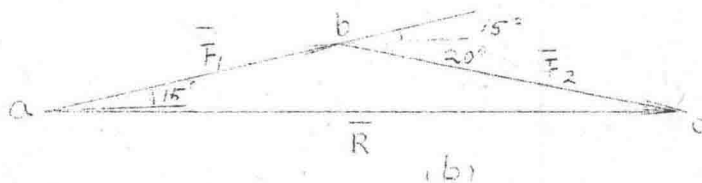
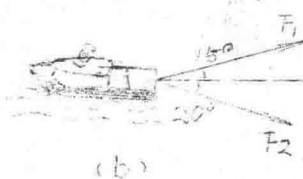
$$\angle(\overline{R}, \overline{F_2}) = \sin^{-1} \frac{F_1 \sin 75^\circ}{R}$$

$$= \sin^{-1} \frac{3 \times \sin 75^\circ}{2.98} = 76^\circ$$

$$\text{则 } \angle(\overline{R}, \overline{F_1}) = 180^\circ - 76^\circ - 75^\circ = 29^\circ$$

$$\therefore \text{合力 } R = 2.98 \text{ kN} \quad \angle(\overline{R}, \overline{F_2}) = 76^\circ \quad \angle(\overline{R}, \overline{F_1}) = 29^\circ$$

(b) 已知 $F_1 = 40 \text{ kN}$, $F_2 = 50 \text{ kN}$.



解: 作力三角形 $R = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 - 2F_1F_2\cos 135^\circ}$

$$= \sqrt{40^2 + 50^2 - 2 \times 40 \times 50 \times \cos 145^\circ} = 85.87 \text{ kN}$$

$$\frac{F_2}{\sin \angle(\bar{R}, \bar{F}_1)} = \frac{R}{\sin 145^\circ}$$

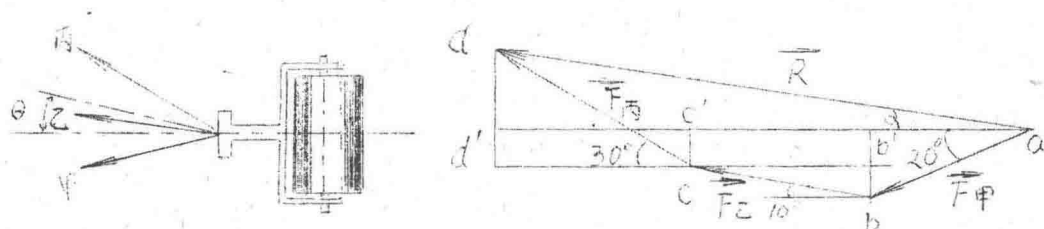
$$\angle(\bar{R}, \bar{F}_1) = \sin^{-1} \frac{F_2 \sin 145^\circ}{R} = \frac{50 \times \sin 145^\circ}{85.87} = 19^\circ 31'$$

$$\angle(\bar{R}, \bar{F}_2) = 180^\circ - (120^\circ - 35^\circ) - 19^\circ 31' = 15^\circ 29'$$

合力大小 $R = 85.87 \text{ kN}$, 方向 $\angle(\bar{R}, \bar{F}_1) = 19^\circ 31'$

$$\angle(\bar{R}, \bar{F}_2) = 15^\circ 29'$$

2—2. 甲、乙、丙三人沿水平地正拖曳一压路碾子, 每人能力 500 N, 方向如左, 求合力的大小与方向,



解: 作力多边形 $abcd$

$$\begin{aligned} \text{在 } \triangle add' \text{ 中: } dd' &= F_{\text{丙}} \sin 30^\circ - (F_{\text{甲}} \sin 20^\circ + F_{\text{乙}} \sin 10^\circ) \\ &= 500 \times \sin 30^\circ - 500 \sin 20^\circ - 500 \sin 10^\circ = 165.81 \end{aligned}$$

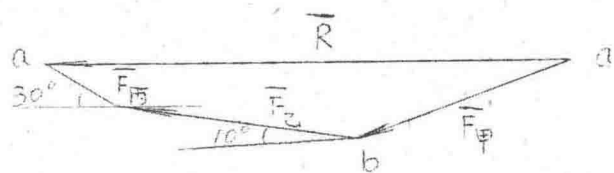
$$\begin{aligned} ad' &= F_{\text{甲}} \cos 20^\circ + F_{\text{乙}} \cos 10^\circ + F_{\text{丙}} \cos 30^\circ \\ &= 500 \cos 20^\circ + 500 \cos 10^\circ + 500 \cos 30^\circ = 1395.26 \end{aligned}$$

$$R = \sqrt{(ad')^2 + (dd')^2} = \sqrt{(1395)^2 + (166)^2} = 1405 \text{ N}$$

$$\alpha = \tan^{-1} \frac{dd'}{ad'} = \tan^{-1} \frac{166}{1395} = 6.8^\circ$$

$\therefore$ 合力大小为 1405 N 与水平线夹角为 6.8°

2—3. 上题中, 设甲、乙各用力 500 N, 如拖碾子沿 (1) $\theta = 0^\circ$ 及 (2) $\theta = 10^\circ$ 的方向前进, 问丙在两种情况下各应施力若干?

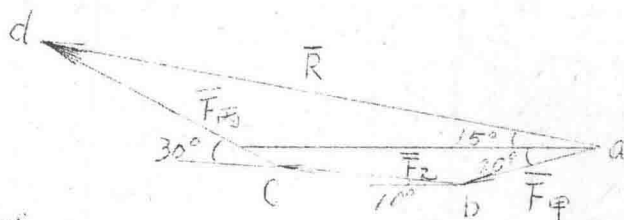


解: (1) 作力多边形, 使合力 $\bar{R}$ 沿水平

$$F_{\text{丙}} \sin 30^\circ = F_{\text{甲}} \sin 20^\circ - F_{\text{乙}} \sin 10^\circ$$

$$F_{\text{丙}} = \frac{F_{\text{甲}} \sin 20^\circ - F_{\text{乙}} \sin 10^\circ}{\sin 30^\circ} = \frac{500 \sin 20^\circ - 500 \sin 10^\circ}{\sin 30^\circ} = 168 \text{ N}$$

$\therefore$ 当 $\theta = 0$ 时 丙应施力 168 N



解: (2) 作力多边形,

使合力 $\bar{R}$ 与水平成夹角 15°

$$F_{\text{丙}} \sin 30^\circ - R \sin 15^\circ = F_{\text{甲}} \sin 20^\circ - F_{\text{乙}} \sin 10^\circ$$

$$\therefore F_{\text{丙}} \sin 30^\circ - R \sin 15^\circ = 500 \sin 20^\circ - 500 \sin 10^\circ \dots \dots (1)$$

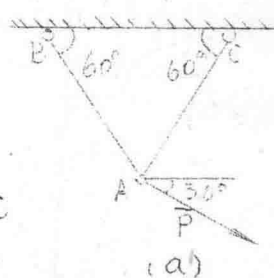
$$R \cos 15^\circ = F_{\text{甲}} \cos 20^\circ + F_{\text{乙}} \cos 10^\circ + F_{\text{丙}} \cos 30^\circ$$

$$\therefore R \cos 15^\circ = 500 \cos 20^\circ + 500 \cos 10^\circ + F_{\text{丙}} \cos 30^\circ \dots \dots (2)$$

(1)(2) 联立解得: $F_{\text{丙}} = 1276 \text{ N}$

$\therefore$ 当 $\theta = 15$ 时 丙应施力 1276 N。

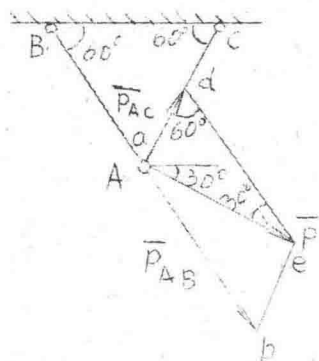
2—4. 试将力 P 分解为沿下述指定方位的两个力: (a) 沿连杆 AB 及 AC ; (b) 沿 A 、 B 支座反力作用线。已知 $P = 20 \text{ kN}$ 。



解: (a) 将力 $\bar{P}$ 沿 AB 、 AC 方向按平行四边形法则分解为 P_{AB} 、 P_{AC} 。

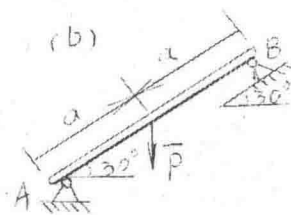
$$\text{在三角形 } aed \text{ 中: } ad = P_{AC} = P \times \tan 30^\circ = 20 \times \tan 30^\circ = 11.6 \text{ kN}.$$

$$ed = \frac{ad}{\cos 30^\circ} \therefore P_{AB} = \frac{P}{\cos 30^\circ} = \frac{20}{\cos 30^\circ} = 23.1 \text{ kN}.$$



则: $P_{AB} = 23.1 \text{ kN}$; $P_{AC} = 11.6 \text{ kN}$.

(b) 沿 A、B 支座的力作用线, 已知 $P = 20 \text{ kN}$



解: (b) 将力 $\vec{P}$ 分解为 $\vec{P}_A$ 、 $\vec{P}_B$

$$BC = \frac{Bd}{\tan 30^\circ}$$

$$\angle ACB = \tan^{-1} \frac{2a}{BC}$$

$$= \tan^{-1} \frac{2a \tan 30^\circ}{a} = \tan^{-1} (2 \times \tan 30^\circ) = 49.1^\circ$$

$$\angle FCE = \angle CED = 49.1^\circ - 30^\circ = 19.1^\circ$$

$$\angle CDE = 180^\circ - 30^\circ - 19.1^\circ = 130.9^\circ$$

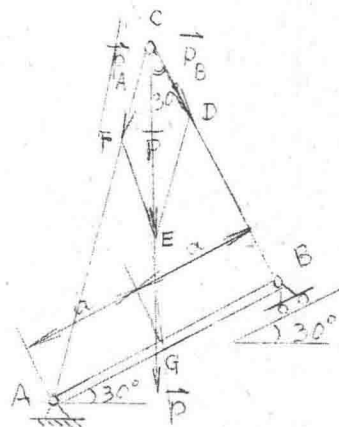
在 $\triangle CDE$ 中:

$$\frac{P_A}{\sin 30^\circ} = \frac{P_B}{\sin 19.1^\circ} = \frac{P}{\sin 130.9^\circ}$$

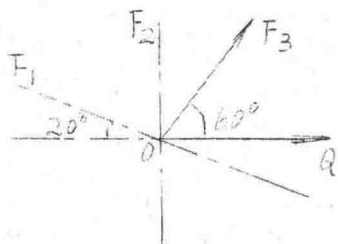
$$\therefore P_A = \frac{20 \times \sin 30^\circ}{\sin 130.9^\circ} = 13.2 \text{ kN}$$

$$P_B = \frac{20 \times \sin 19.1^\circ}{\sin 130.9^\circ} = 8.66 \text{ kN}$$

$$\text{即: } \begin{cases} P_A = 13.2 \text{ kN} \\ P_B = 8.66 \text{ kN} \end{cases}$$



2-5. 设 Q 为 F_1 、 F_2 、 F_3 三个力的合力, 已知 $Q = 1 \text{ kN}$, $F_3 = 1 \text{ kN}$, 试求分力 F_1 与 F_2 的大小及指向。



解: 作多边形 $abcd$, 则 $\vec{F}_1$ 、 $\vec{F}_2$ 方向确定

$$Q = F_3 \cos 60^\circ + F_1 \cos 20^\circ$$

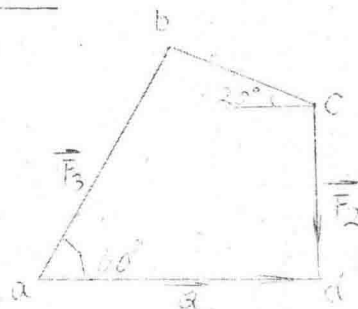
$$\therefore F_1 = \frac{Q - F_3 \cos 60^\circ}{\cos 20^\circ}$$

$$= \frac{1 - 1 \times \cos 60^\circ}{\cos 20^\circ}$$

$$= 0.532 \text{ kN}$$

$$F_3 \sin 60^\circ = F_1 \sin 20^\circ + F_2$$

$$\therefore F_2 = F_3 \sin 60^\circ - F_1 \sin 20^\circ$$

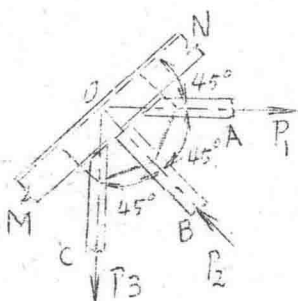


(b)

$$= 1 \times \sin 60^\circ - 0.532 \times \sin 20^\circ = 0.684 \text{ kN}.$$

则 $F_1 = 0.532 \text{ kN}$; $F_2 = 0.684 \text{ kN}$. 方向如左。

2—6. 一钢结构节点, 在沿 OA , OB , OC 的方向受到三个力的作用, 已知 $P_1 = 1 \text{ kN}$, $P_2 = 1.41 \text{ kN}$, $P_3 = 2 \text{ kN}$, 求这三个力的合力。

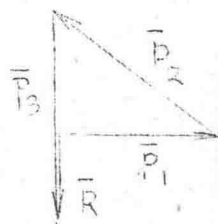
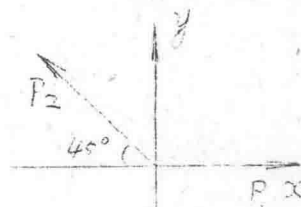


取直角坐标如左:

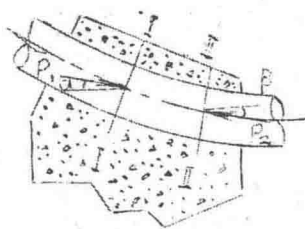
$$\begin{aligned} \text{则 } R_x &= \sum F_x \\ &= -P_2 \cos 45^\circ + P_1 = 0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R_y &= \sum F_y \\ &= P_2 \sin 45^\circ - P_3 \\ &= 1.41 \sin 45^\circ - 2 \\ &= -1 \text{ kN}. \end{aligned}$$

方向沿 y 轴负向



2—7. 系水电站镇墩内的一段输水管, 上下游轴线与水平线夹角分别为 $\alpha = 30^\circ$, $\beta = 10^\circ$, 上下游面的轴向内水压力 P_1 , P_2 的大小均为 1000 kN , 若不计管壁重量及管重, 求镇墩受到的压力。



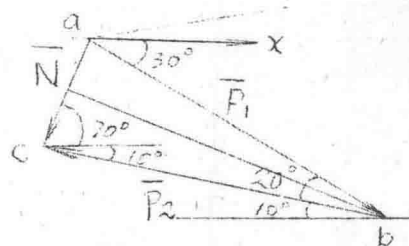
解: 作力三角形 abc

$$\therefore P_1 = P_2,$$

$$\therefore \angle acb = \angle cab$$

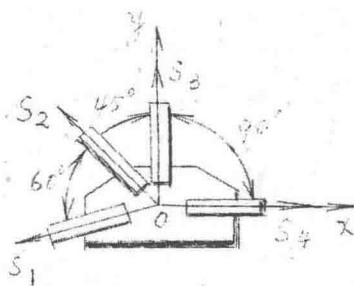
$$= \frac{1}{2} (130^\circ - 20^\circ) = 30^\circ$$

$$\text{即 } \angle (\bar{N}, x) = 20^\circ + 30^\circ = 50^\circ$$



$$N = 2 P_1 \sin 10^\circ = 2000 \times \sin 10^\circ = 347 \text{ kN}.$$

2—8. 钢结构节点, 在图示力系作用下平衡, 若已知 $S_1 = 100 \text{ kN}$, $S_2 = 200 \text{ kN}$, 试用几何法求 S_3 , S_4 的大小和指向。



解: 作力多边形 $a b c d$

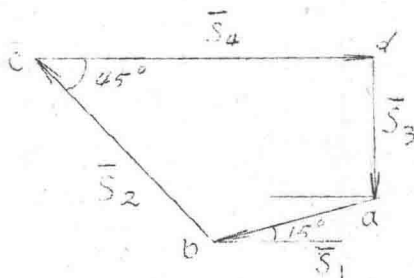
$$S_4 = S_1 \cos 15^\circ + S_2 \cos 45^\circ = 100 \cos 15^\circ + 200 \cos 45^\circ = 238 \text{ kN}$$

$$S_3 = S_2 \sin 45^\circ - S_1 \sin 15^\circ$$

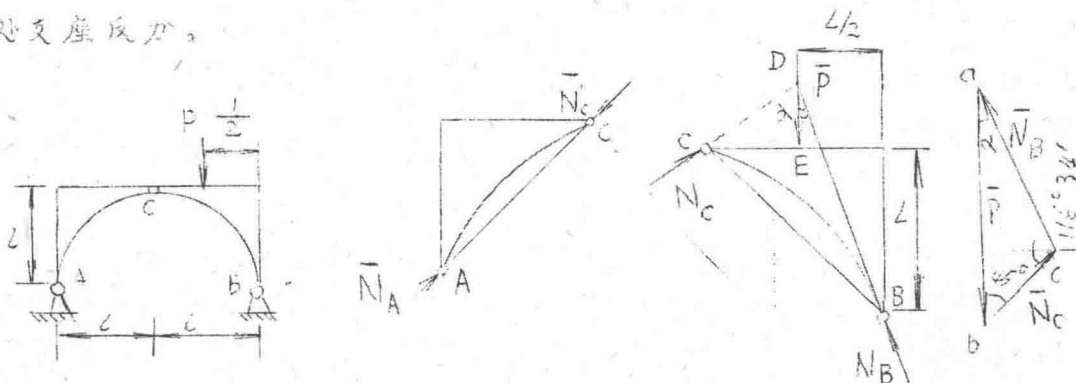
$$= 200 \sin 45^\circ - 100 \sin 15^\circ = 116 \text{ kN}$$

$\therefore S_3 = 116 \text{ kN}$, 方向与题目方向相反。

$S_4 = 238 \text{ kN}$, 方向如题。



2-9. 三铰拱受铅直力 P 作用, 如拱的重量不计, 求 A、B 处支座反力。



解: AC 半拱为二力构件, $\therefore N_C$ 沿 AC 方向。

BC 半拱为三力构件, $\therefore$ 三力必汇交于一点 D。

由几何关系可知: $BC = \sqrt{2}L$; $CD = \frac{L}{\sqrt{2}}$

$$\therefore \tan \angle CDB = \frac{BC}{CD} = \frac{\sqrt{2}L}{L/\sqrt{2}} = 2$$

$$\angle CDB = 63^\circ 26' \quad \therefore \alpha = \angle CDB - 45^\circ = 18^\circ 26'$$

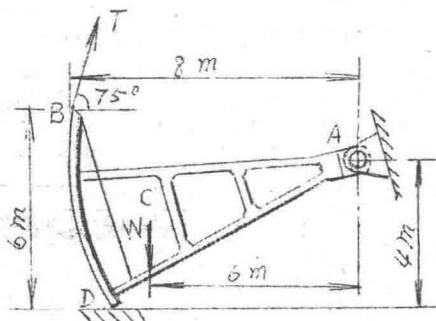
$$\frac{N_B}{\sin 45^\circ} = \frac{P}{\sin 116^\circ 34'} = \frac{N_C}{\sin 18^\circ 26'}$$

$$N_B = \frac{P \sin 45^\circ}{\sin 116^\circ 34'} = 0.79 P, \quad N_C = \frac{P \sin 13^\circ 26'}{\sin 116^\circ 34'} = 0.35 P$$

则: A 处支座反力为 $0.35 P$, B 处支座反力为 $0.79 P$ 。

2—10. 弧形闸门自重 $W=150\text{ kN}$, 试用几何法求将闸门刚刚提起所需的拉力 T 及铰座 A 处的反力。

铰



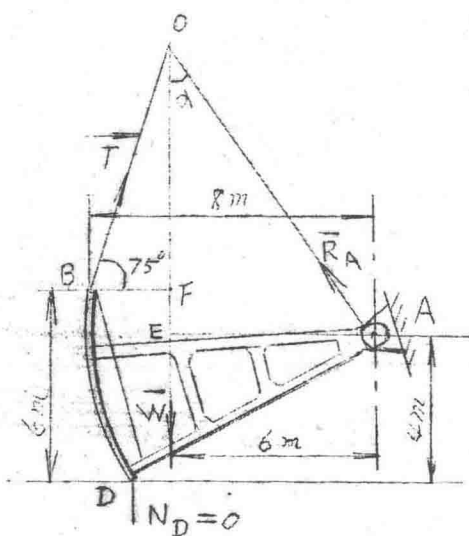
解: 闸门刚提起时, $N_D=0$.

$\bar{T}$ 、 $\bar{W}$ 、 $\bar{R}_A$ 三力交于 O 点。

在直角 $\triangle OEA$ 中:

$$\alpha = \tan^{-1} \frac{AE}{CE} = \tan^{-1} \frac{AE}{OF + FE}$$

$$= \tan^{-1} \frac{6}{(3-6) \tan 75^\circ + (6-4)} = 32.37^\circ$$



作 $\triangle abc$ (见右图)

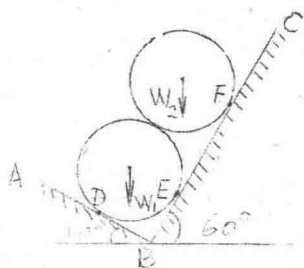
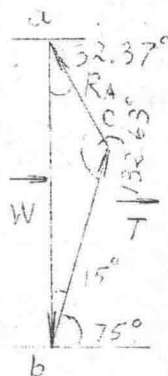
$$\frac{W}{\sin 132.63^\circ} = \frac{R_A}{\sin 15^\circ} = \frac{T}{\sin 32.37^\circ}$$

$$\therefore R_A = \frac{W \cdot \sin 15^\circ}{\sin 132.63^\circ}$$

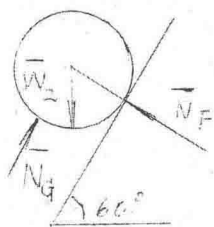
$$= \frac{150 \times \sin 15^\circ}{\sin 132.63^\circ} = 53 \text{ kN}$$

$$T = \frac{W \cdot \sin 32.37^\circ}{\sin 132.63^\circ} = \frac{150 \times \sin 32.37^\circ}{\sin 132.63^\circ} = 109 \text{ kN}$$

$\therefore$ 拉力 $T = 109 \text{ kN}$. 铰座 A 反力 $P = 53 \text{ kN}$.



2—11. 两直径相等的混凝土圆柱放在斜三角 AB 与 BC 之间, 柱重 $W_1=W_2=40\text{ kN}$. 设圆柱与斜面接触处是光滑的, 求圆柱对斜面 D 、 E 、 F 处的压力。

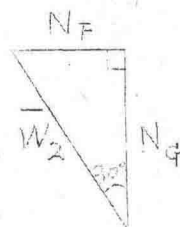


解：以 W_2 元柱为研究对象。

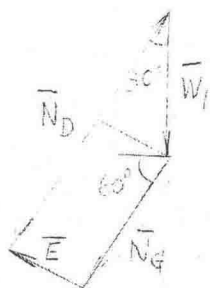
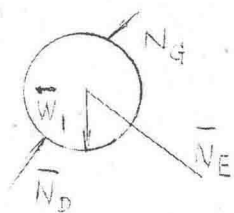
作力三角形。

$$W_F = W_2 \cdot \sin 30^\circ = 40 \times \sin 30^\circ = 20 \text{ kN}.$$

$$N_G = W_2 \cdot \cos 30^\circ = 40 \times \cos 30^\circ = 34.64 \text{ kN}.$$



以 W_1 元柱为研究对象。



作力三角形。

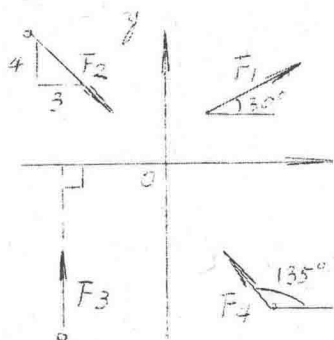
$$N_E = W_1 \cdot \sin 30^\circ = 40 \times \sin 30^\circ = 20 \text{ kN}.$$

$$N_D = N_G + W_1 \cos 30^\circ = 34.64 + 40 \cdot \cos 30^\circ = 67.3 \text{ kN}.$$

$\therefore$ 元柱对斜石 D、E、F 处的压力分别为：

$$N_D = 67.3 \text{ kN}, \quad N_E = 20 \text{ kN}, \quad N_F = 20 \text{ kN}.$$

2-12. 已知 $F_1 = 100 \text{ N}$, $F_2 = 50 \text{ N}$, $F_3 = 60 \text{ N}$, $F_4 = 80 \text{ N}$.
各力方向如图所示, 试分别求各个力在 X 轴上及 Y 轴上的投影。



$$\text{解: } x_1 = F_1 \cdot \cos 30^\circ = 100 \times \cos 30^\circ = 86.6 \text{ N},$$

$$y_1 = F_1 \cdot \sin 30^\circ = 100 \times \sin 30^\circ = 50 \text{ N}.$$

$$x_2 = F_2 \times \frac{3}{5} = 50 \times \frac{3}{5} = 30 \text{ N}.$$

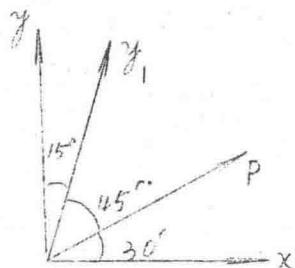
$$y_2 = -F_2 \cdot \frac{4}{5} = -50 \times \frac{4}{5} = -40 \text{ N}.$$

$$x_3 = 0 \quad y_3 = F_3 = 60 \text{ N}$$

$$x_4 = -F_4 \cdot \cos 45^\circ = -80 \times \cos 45^\circ = -56.6 \text{ N}.$$

$$y_4 = F_4 \cdot \sin 45^\circ = 80 \times \sin 45^\circ = 56.6 \text{ N}.$$

2—13. 已知 $P = 10\text{N}$, 试将 P 分解成沿 x 、 y 轴及沿 x' 、 y' 轴方向的分力, 并求 P 在 x 、 y 轴及 x' 、 y' 轴上的投影。



解: 将 P 沿 x 、 y 轴分解为 P_x 、 P_y 。

$$P_x = P \cdot \cos 30^\circ = 10 \times \cos 30^\circ = 8.66\text{N}.$$

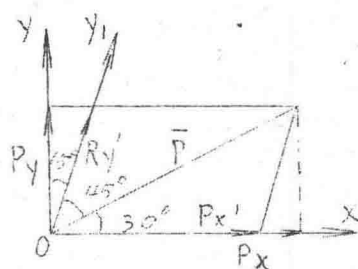
$$P_y = P \cdot \sin 30^\circ = 10 \times \sin 30^\circ = 5\text{N}.$$

将 P 沿 x' 、 y' 轴分解为 $P_{x'}$ 、 $P_{y'}$ 。

$$\frac{P}{\sin 105^\circ} = \frac{P_{y'}}{\sin 30^\circ} = \frac{P_{x'}}{\sin 45^\circ}$$

$$P_{x'} = \frac{P \cdot \sin 45^\circ}{\sin 105^\circ} = \frac{10 \times \sin 45^\circ}{\sin 105^\circ} = 7.32\text{N}.$$

$$P_{y'} = \frac{P \cdot \sin 30^\circ}{\sin 105^\circ} = \frac{10 \times \sin 30^\circ}{\sin 105^\circ} = 5.19\text{N}.$$



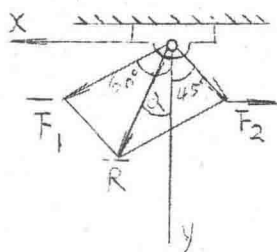
P 在 x 、 y 轴上投影: $x = P \cdot \cos 30^\circ = 10 \times \cos 30^\circ = 8.66\text{N}.$

$$y = P \cdot \sin 30^\circ = 10 \times \sin 30^\circ = 5\text{N}.$$

P 在 x' 、 y' 轴上投影: $x' = P \cdot \cos 30^\circ = 10 \times \cos 30^\circ = 8.66\text{N}.$

$$y' = P \cdot \cos 45^\circ = 10 \times \cos 45^\circ = 7.07\text{N}.$$

2—14. 试用解析法计算题 2—1。



解: (a) 设 $\vec{F}_1$ 、 $\vec{F}_2$ 合力为 $\vec{R}$:

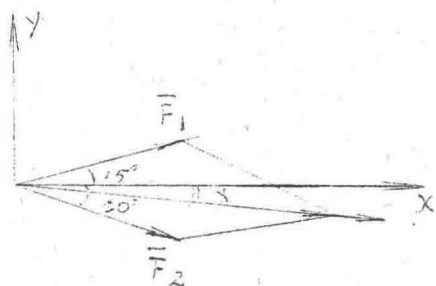
$$R_x = F_1 \cdot \sin 60^\circ - F_2 \cdot \sin 45^\circ = 3 \times \sin 60^\circ - 1.5 \times \sin 45^\circ = 1.54\text{KN}.$$

$$R_y = F_1 \cdot \cos 60^\circ + F_2 \cdot \cos 45^\circ = 3 \times \cos 60^\circ + 1.5 \times \cos 45^\circ = 2.56\text{KN}.$$

$$R = \sqrt{R_x^2 + R_y^2} = \sqrt{(1.54)^2 + (2.56)^2} = 2.92\text{KN}.$$

$$\tan \alpha = \frac{R_x}{R_y} \quad \alpha = \tan^{-1} \frac{R_x}{R_y} = \tan^{-1} \frac{1.54}{2.56} = 31^\circ$$

$$\therefore \angle(\bar{R}, \bar{F}_1) = 60^\circ - 31^\circ = 29^\circ \quad \angle(\bar{R}, \bar{F}_2) = 45^\circ + 31^\circ = 76^\circ$$



解: (b) 设 $\bar{F}_1, \bar{F}_2$ 合力为 $\bar{R}$:

$$R_x = F_1 \cdot \cos 15^\circ + F_2 \cdot \cos 20^\circ \\ = 40 \times \cos 15^\circ + 50 \times \cos 20^\circ = 85.62 \text{ kN.}$$

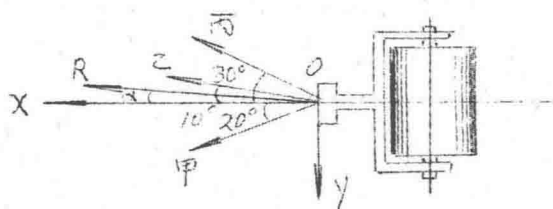
$$R_y = F_1 \cdot \sin 15^\circ - F_2 \cdot \sin 20^\circ \\ = 40 \times \sin 15^\circ - 50 \times \sin 20^\circ = -6.75 \text{ kN.}$$

$$R = \sqrt{R_x^2 + R_y^2} = \sqrt{(85.62)^2 + (-6.75)^2} = 85.8 \text{ kN.}$$

$$\alpha = \tan^{-1} \left| \frac{R_y}{R_x} \right| = \tan^{-1} \frac{6.75}{85.62} = 4^\circ 31'$$

$$\therefore \angle(\bar{R}, \bar{F}_1) = 15^\circ + 4^\circ 31' = 19^\circ 31', \quad \angle(\bar{R}, \bar{F}_2) = 20^\circ - 4^\circ 31' = 15^\circ 29'.$$

2—15. 试用解析法计算题2—2。



解: 设合力为 $\bar{R}$.

与 x 轴夹角 α .

$$R_x = F_{\text{甲}} \cdot \cos 20^\circ + F_{\text{乙}} \cdot \cos 10^\circ \\ + F_{\text{丙}} \cdot \cos 30^\circ$$

$$= 500 \times \cos 20^\circ + 500 \times \cos 10^\circ + 500 \times \cos 30^\circ = 1395 \text{ N.}$$

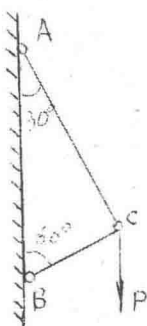
$$R_y = F_{\text{甲}} \cdot \sin 20^\circ - F_{\text{乙}} \cdot \sin 10^\circ - F_{\text{丙}} \cdot \sin 30^\circ \\ = 500 \times \sin 20^\circ - 500 \times \sin 10^\circ - 500 \times \sin 30^\circ = -166 \text{ N.}$$

$$R = \sqrt{R_x^2 + R_y^2} = \sqrt{(1395)^2 + (-166)^2} = 1405 \text{ N.}$$

$$\alpha = \tan^{-1} \left| \frac{R_x}{R_y} \right| = \tan^{-1} \frac{166}{1395} = 6.8^\circ.$$

2—16. 杆 AC 与 BC 用铰链连接于 C, 两杆的另一端分别以铰

链连接于铅直墙上，在C点作用一铅直力 $P = 10 \text{ kN}$ ，求两杆对铰链C的作用力。



解：以销钉C为研究对象。

设AC、BC杆对结点C作用力为 $\bar{N}_{AC}$ 、 $\bar{N}_{BC}$ 。

$$\text{由 } \sum x = 0 \quad N_{BC} \cdot \cos 30^\circ - N_{AC} \cdot \cos 60^\circ = 0 \dots\dots (1)$$

$$\text{由 } \sum y = 0 \quad N_{BC} \cdot \sin 30^\circ + N_{AC} \cdot \sin 60^\circ - P = 0 \dots\dots (2)$$

(1)(2) 联立解得

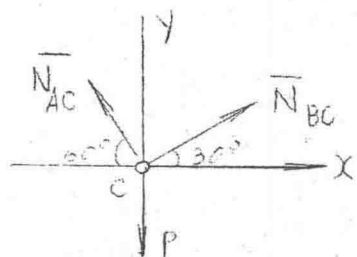
$$N_{AC} = 8.66 \text{ kN},$$

$$N_{BC} = 5 \text{ kN}.$$

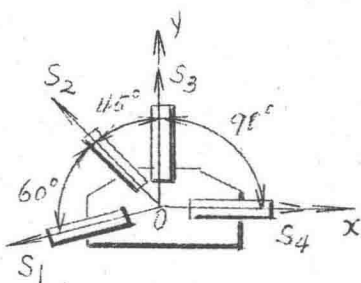
AC杆受拉，BC杆受压，

则AC杆对铰链C作用力为 8.66 kN 。

BC杆对铰链C作用力为 -5 kN 。



2—17. 试用解析法解题2—2。



解：由 $\sum x = 0$ ，

$$S_4 - S_1 \cdot \cos 15^\circ - S_2 \cdot \cos 45^\circ = 0.$$

$$\therefore S_4 = S_1 \cdot \cos 15^\circ + S_2 \cdot \cos 45^\circ \\ = 100 \times \cos 15^\circ + 200 \times \cos 45^\circ = 238 \text{ kN}.$$

由 $\sum y = 0$

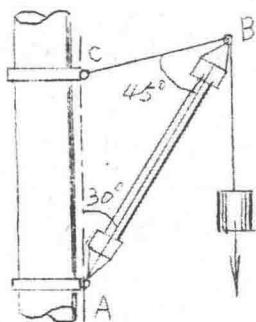
$$S_3 + S_2 \cdot \sin 45^\circ - S_1 \cdot \sin 15^\circ = 0.$$

$$\therefore S_3 = S_1 \cdot \sin 15^\circ - S_2 \cdot \sin 45^\circ \\ = 100 \times \sin 15^\circ - 200 \times \sin 45^\circ = -116 \text{ kN}.$$

$$\therefore S_3 = -116 \text{ kN}.$$

$$S_4 = 238 \text{ kN}.$$

2—18. 柱式起重机的臂AB的A端用铰链连接在柱上，B端用绳索BC拉住。已知 $P = 2 \text{ kN}$ ，若不计臂AB自重，试求绳索拉力和臂AB所受的力。



解：以 B 端为研究对象：

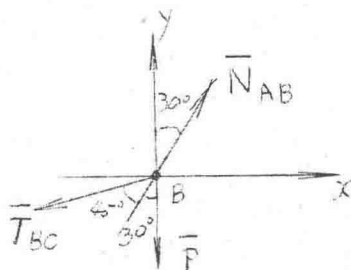
$$\text{由 } \sum x = 0, N_{AB} \cdot \sin 30^\circ - T_{BC} \cdot \cos 15^\circ = 0 \quad (1)$$

$$\text{由 } \sum y = 0, N_{AB} \cdot \cos 30^\circ - T_{BC} \cdot \sin 15^\circ - P = 0 \quad (2)$$

(1)(2) 联立得

$$N_{AB} = 2.73 \text{ kN},$$

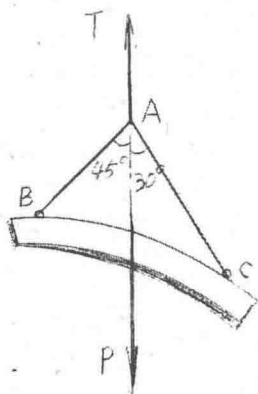
$$T_{BC} = 1.42 \text{ kN}.$$



则 绳索 BC 受拉力 $T_{BC} = 1.42 \text{ kN}$ 。

臂 AB 受压力 $N_{AB} = -2.73 \text{ kN}$ 。

2—19. 起吊双拱桥的拱脚时，在图示位置成平衡，试求钢丝绳 AB 与 AC 的拉力，已知 $P = 30 \text{ kN}$ 。



解：以 A 点为研究对象：

$$\text{由 } \sum y = 0, T - P = 0. \quad \therefore T = P$$

以 A 点为研究对象：

$$\text{由 } \sum x = 0$$

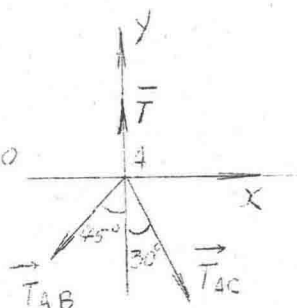
$$T_{AC} \cdot \sin 30^\circ - T_{AB} \cdot \sin 45^\circ = 0$$

..... (1)

$$\text{由 } \sum y = 0$$

$$T - T_{AC} \cdot \cos 30^\circ$$

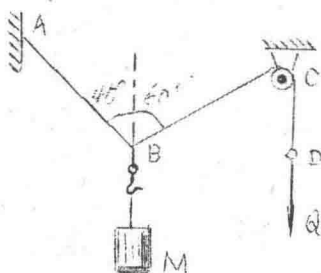
$$- T_{AB} \cdot \cos 45^\circ = 0 \quad (2)$$



(1)(2) 联立解得： $T_{AB} = 15.5 \text{ kN}$ ， $T_{AC} = 22 \text{ kN}$ 。

则：绳 AB 受拉力 15.5 kN ， 绳 AC 受拉力 22 kN 。

2—20. 一重物 M 悬挂如左，绳 BC 跨过一滑轮，且在其末端 D 施力 $F = 100 \text{ N}$ ，使重物 M 在图示位置平衡。不计滑轮摩擦，求重物 M 的重量及绳 AB 的拉力。



解：以B点为研究对象：

$$T_{BC} = Q = 100 \text{ N},$$

$$\text{由 } \Sigma x = 0$$

$$T_{BC} \cdot \sin 60^\circ - T_{AB} \cdot \sin 45^\circ = 0$$

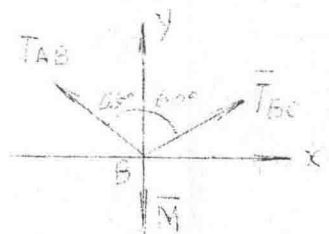
$$\therefore T_{AB} = \frac{T_{BC} \sin 60^\circ}{\sin 45^\circ} = \frac{100 \times \sin 60^\circ}{\sin 45^\circ} = 122 \text{ N}.$$

$$\text{由 } \Sigma y = 0$$

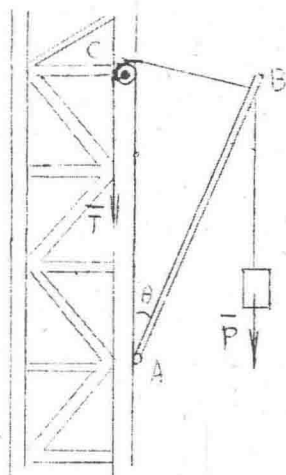
$$T_{AB} \cdot \cos 45^\circ + T_{BC} \cdot \cos 60^\circ - M = 0$$

$$\therefore M = T_{AB} \cdot \cos 45^\circ + T_{BC} \cdot \cos 60^\circ \\ = 122 \times \cos 45^\circ + 100 \times \cos 60^\circ = 137 \text{ N}.$$

$$\therefore \text{重物 } M = 137 \text{ N}, \text{ 绳 AB 拉力为 } T_{AB} = 122 \text{ N}.$$



2-21. 起重机的示意图示，已知 $AB = AC$ ，若吊臂 AB 自重、滑轮半径和摩擦，求当 $T = P/2$ 时，吊臂 AB 与铅直线所成的角 θ 。



解：以B点为研究对象选取坐标轴。

$$\Sigma x = 0$$

$$N_{AB} \cdot \sin \theta - T \cdot \cos \frac{\theta}{2} = 0$$

$$\Sigma y = 0$$

$$N_{AB} \cdot \cos \theta + T \cdot \sin \frac{\theta}{2} - P = 0$$

$$\text{以 } T = \frac{P}{2} \text{ 代入}$$

$$\text{得：} \begin{cases} N_{AB} \cdot \sin \theta - \frac{P}{2} \cdot \cos \frac{\theta}{2} = 0 \\ N_{AB} \cdot \cos \theta + \frac{P}{2} \cdot \sin \frac{\theta}{2} - P = 0 \end{cases}$$

解方程组得 $\theta = 28^\circ 58'$ 。

