

中学物理题解

上册

株洲市科协物理学会编

650

前 言

本书是我会组织部分教师集体编写的。共编拟和解答了各类问题 650 道。

选编的题目中，我们注意收集了一些传统的、具有代表性的问题；也有一些国内外最近出现的内容较新颖的题目；还有一些来自我们教学实践的题目，以提高读者解决问题的能力。

我们在选题时尽量做到有深有浅、有简有繁，以便于初学者和有一定基础的读者“各取所需”，也可作为教师教学中参考。

本书分为上、下两册，上册为力学部分，下册为热学、电学、光学、原子物理部分。

由于水平所限，加上时间仓促，可能有不少错漏，望读者多提宝贵意见。

株洲市物理学会

1979年2月

目 录

第一篇	力 学	(1)
第一章	静力学	(1)
第二章	运动学	(44)
第三章	动力学	(77)
第四章	功和能	(129)
第五章	动 量	(168)
第六章	曲线运动 万有引力	(194)
第七章	振动与波	(235)
第八章	流体力学	(251)

第一篇 力学

第一章 静力学

1. 在下图的各种情况中，试作出A物体的受力情况图，并指出各是些什么力？

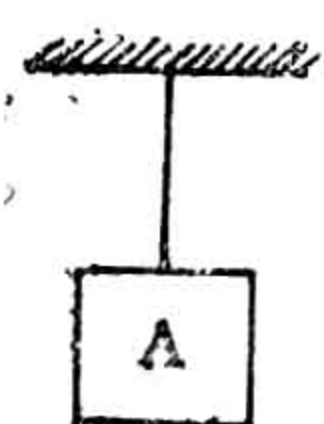


图 (1)

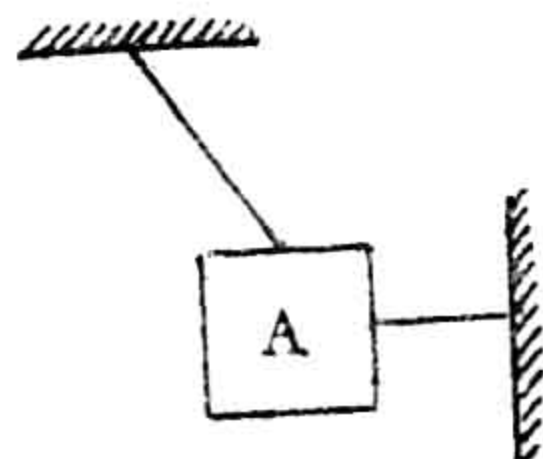


图 (2)

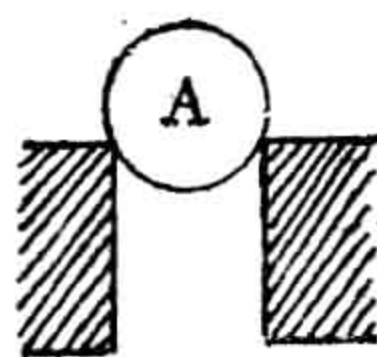


图 (3)

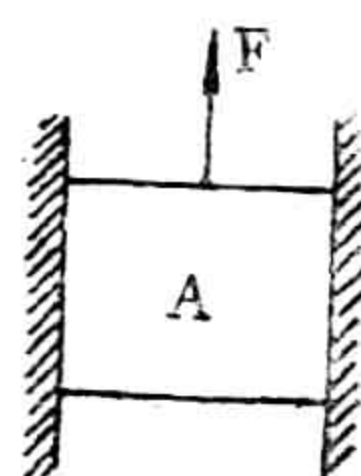


图 (4)

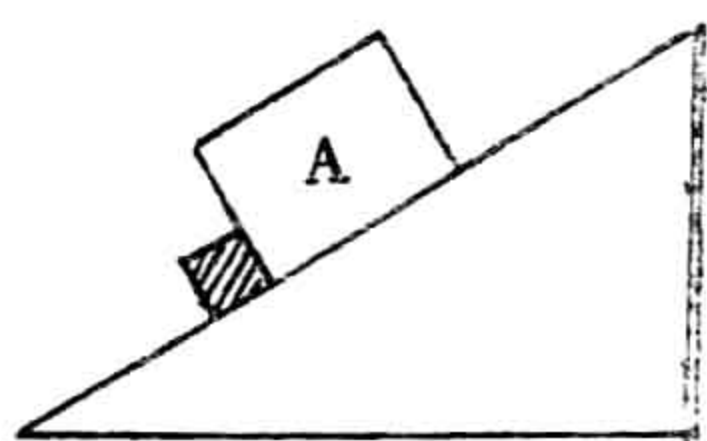


图 (5)

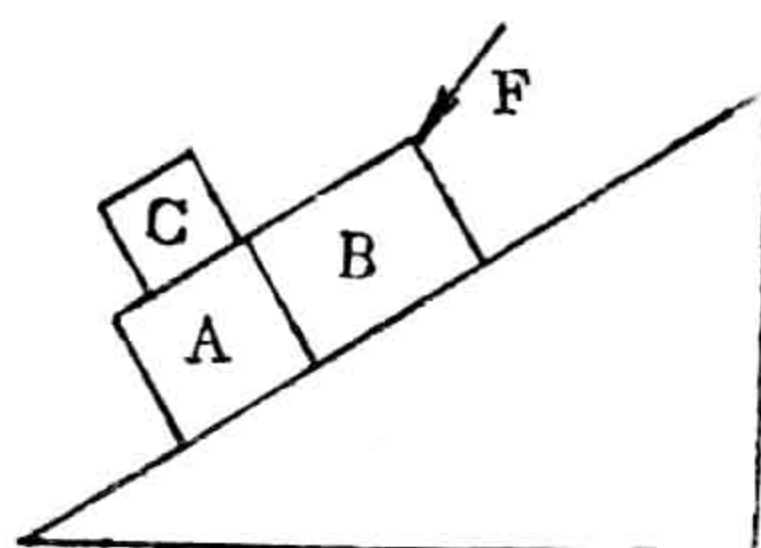


图 (6)

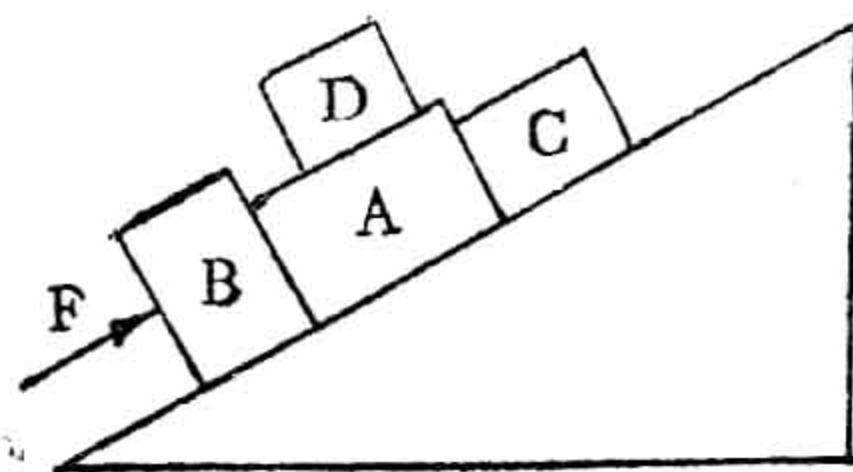
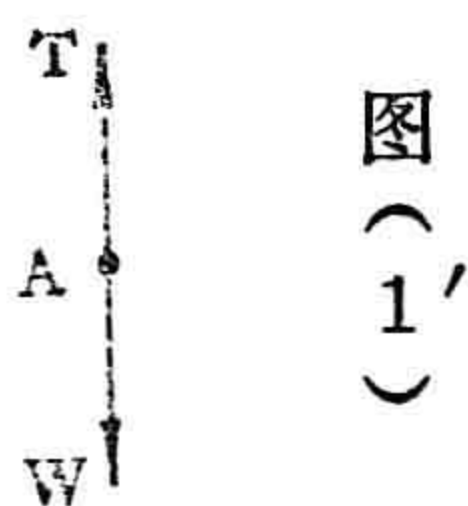


图 (7)

【解】 (1) A 受两个力:

W ——重力,

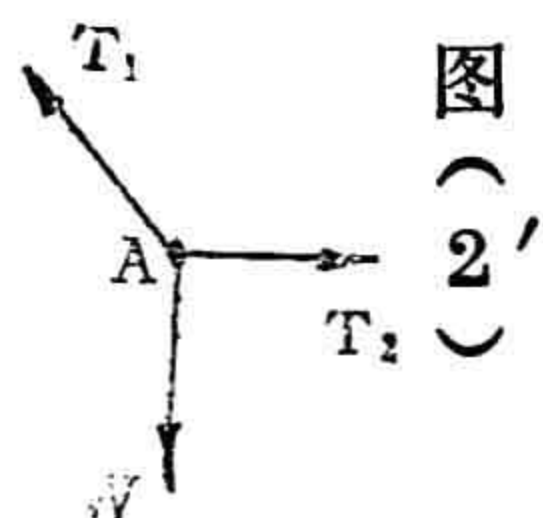
T ——绳子的拉力。



(2) A 受三个力:

W ——重力,

T_1 ——拉力, T_2 ——拉力。

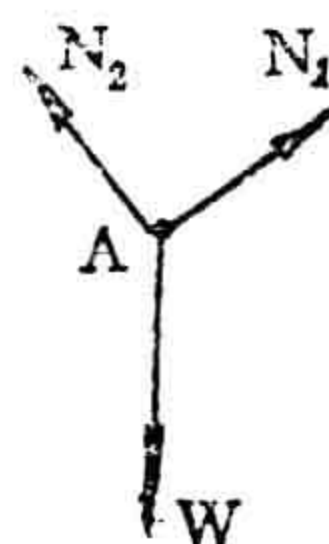


(3) A 受三个力:

W ——重力,

N_1 ——砖墙的托力,

N_2 ——砖墙的托力。



(4) A 受四个力:

W ——重力,

F ——外力,

f_1 ——摩擦力,

f_2 ——摩擦力。

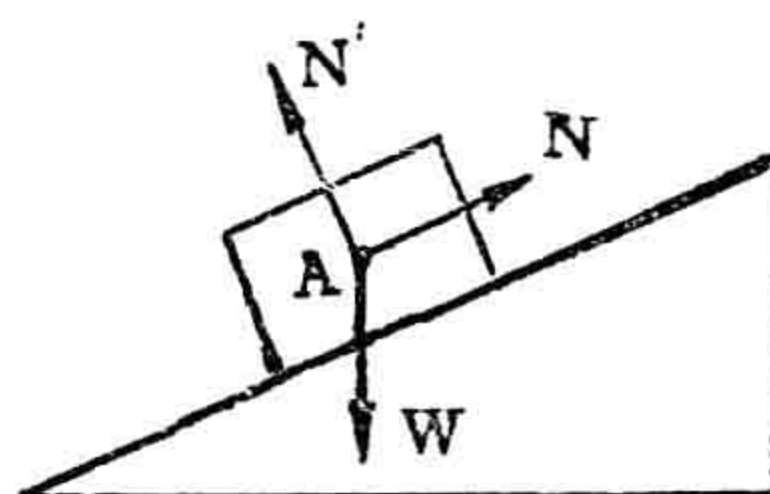


(5) A 受三个力:

W ——重力,

N ——木桩对它的托力,

N' ——斜面对它的托力,



(6) A 受六个力:

W ——重力,

P_c ——C 对它的压力,

T_b ——B 对它的压力,

N ——斜面对它的托力,

f_c ——C 给它的摩擦力,

f_a ——斜面给它的摩擦力。

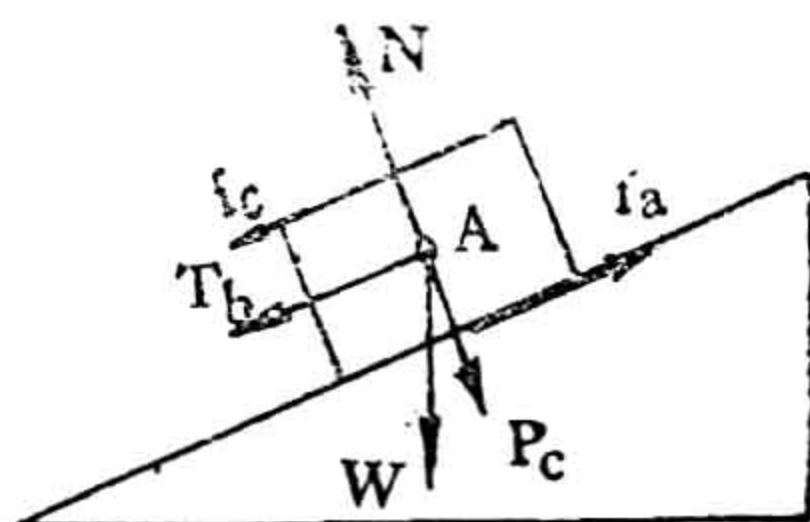


图 (6')

(7) A 受七个力:

W ——重力,

T_b ——B 对它的压力,

T_c ——C 对它的压力,

N ——斜面对它的支持力,

P_d ——D 对它的压力,

f_a ——斜面给它的摩擦力,

f_d ——D 给它的摩擦力

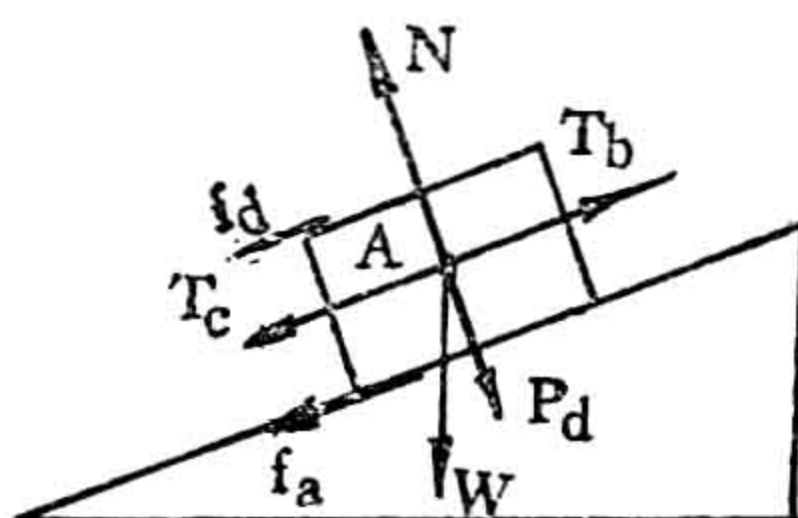
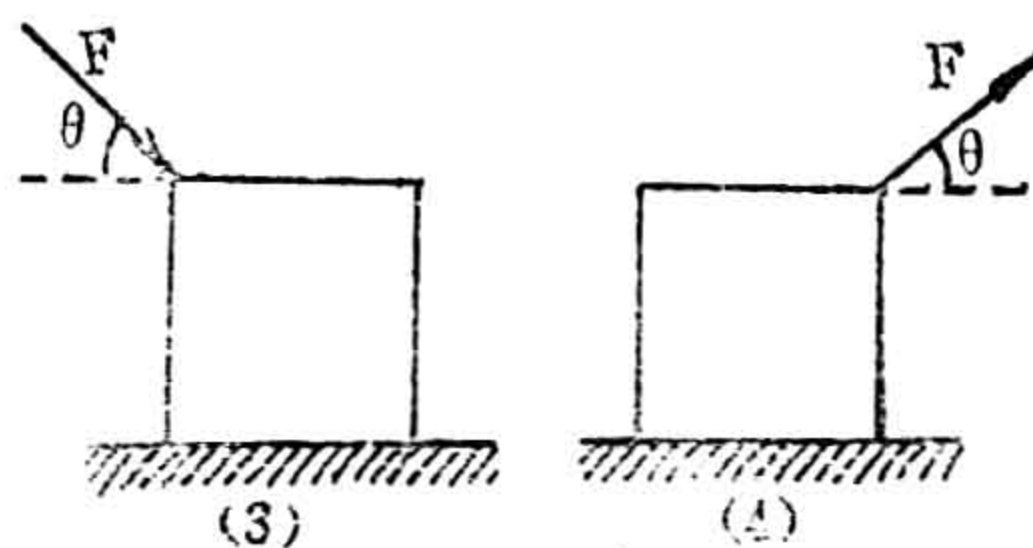
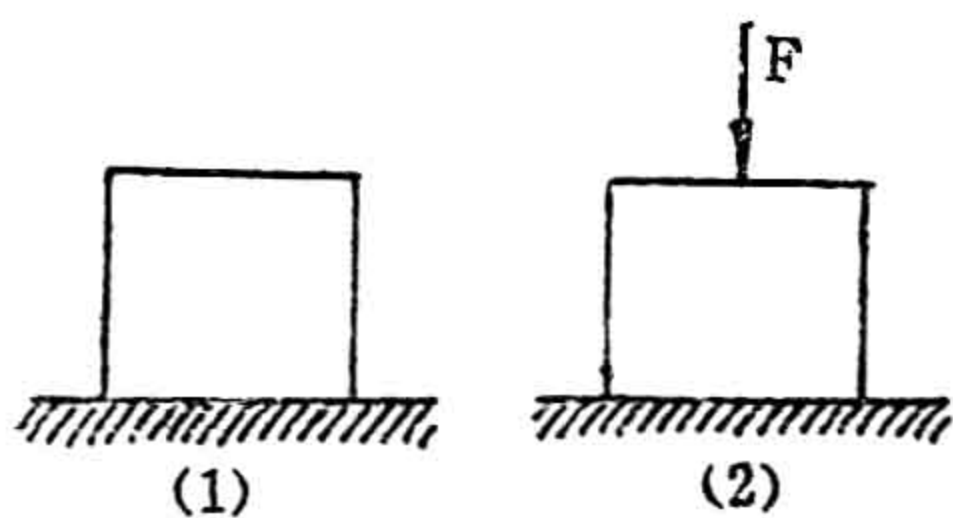
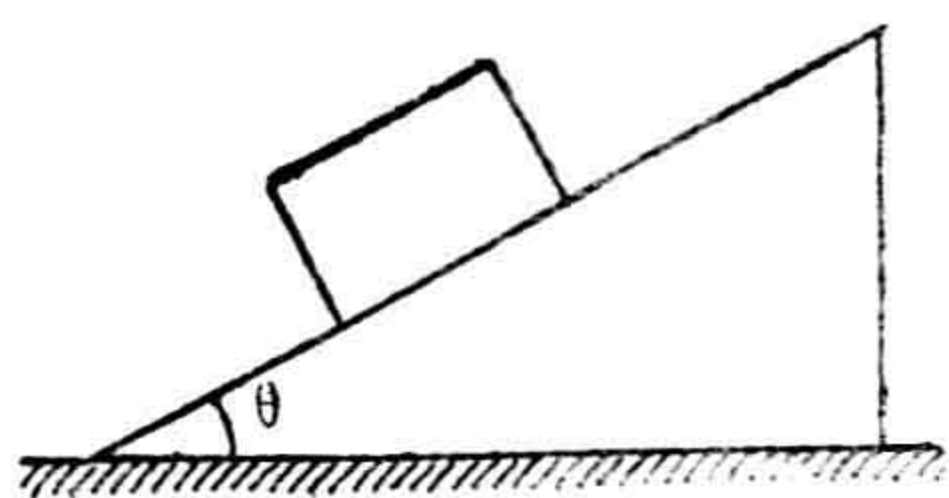


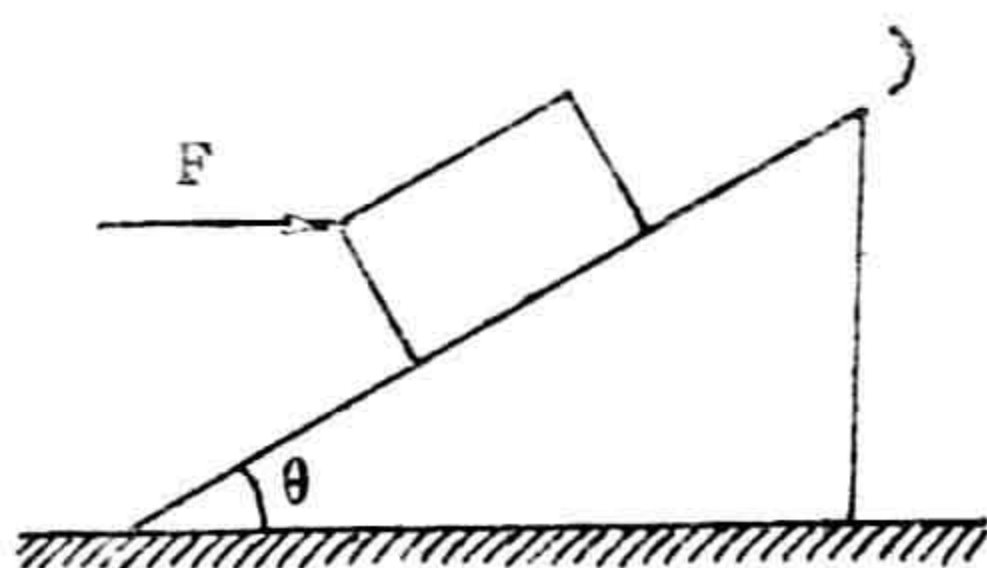
图 (7')

2. 在下列各图所示的情况下, 正压力的大小各等于什么? 与物体重量 P 有何关系?

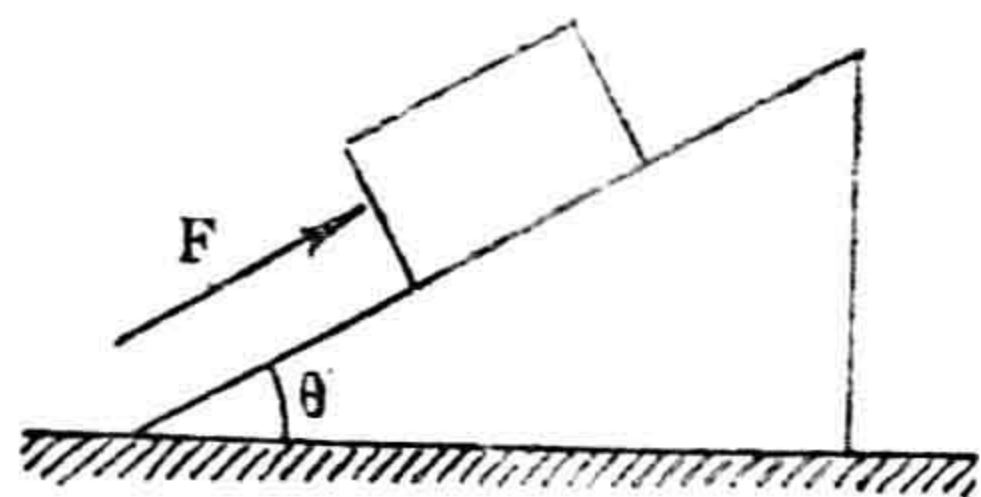




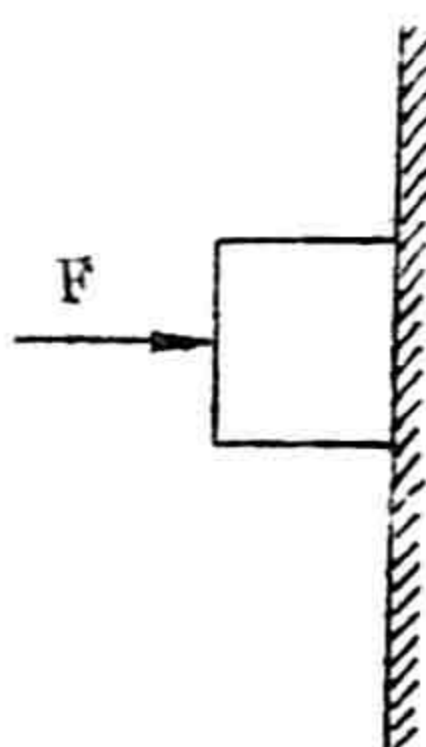
(5)



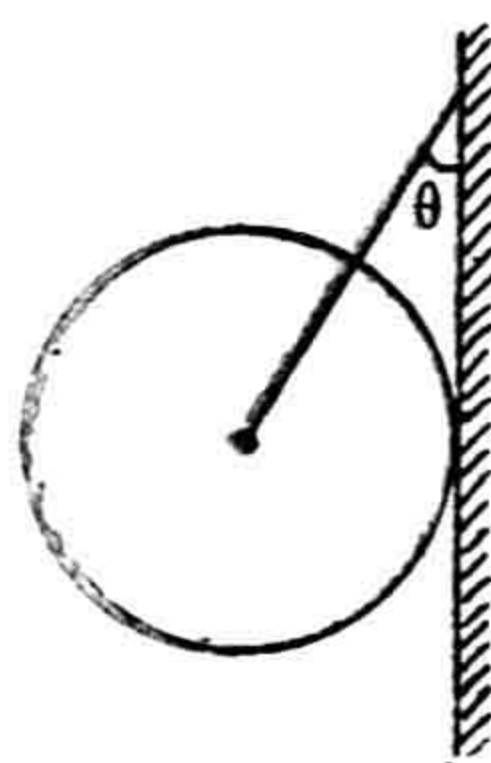
(6)



(7)



(8)



(9)

【解】 (1) $N = P$

(2) $N = P + F$

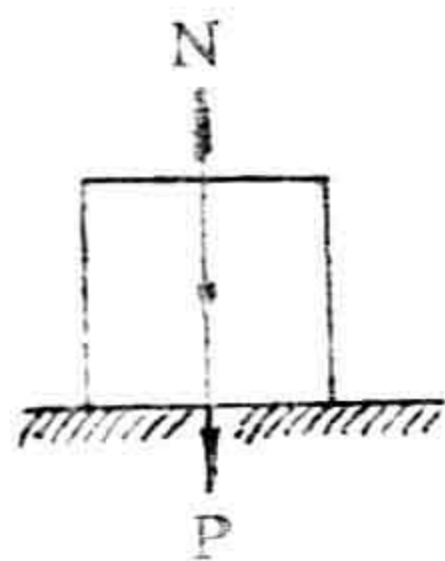


图 (1')

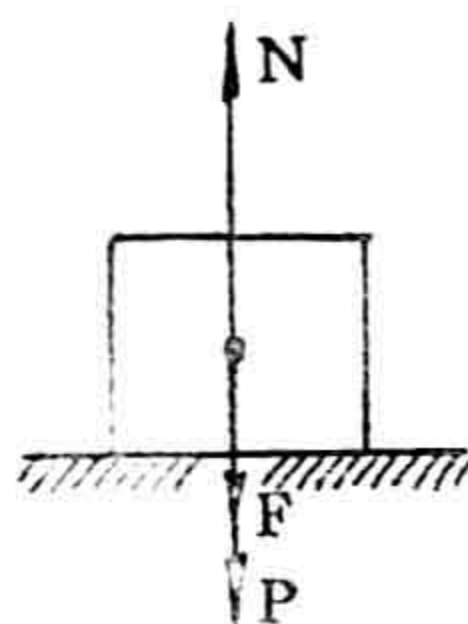


图 (2')

(3) $N = P + F \sin \theta$

(4) $N = P - F \sin \theta$

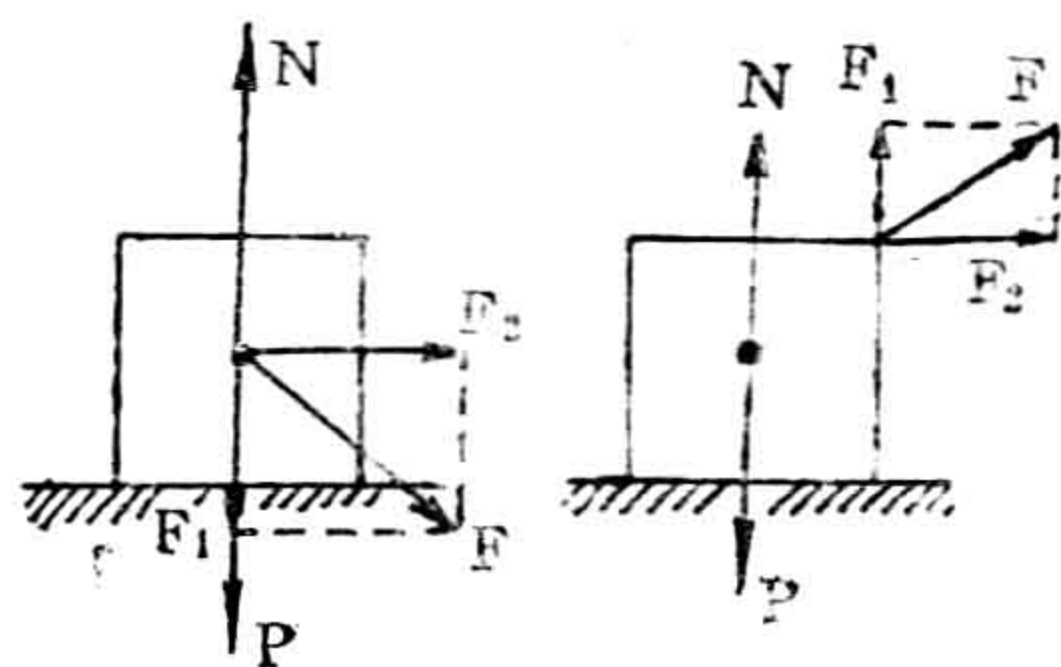


图 (3')

图 (4')

$$(5) \because F_1 = P \cdot \cos \theta ,$$

$$\therefore N = F_1 = P \cdot \cos \theta ,$$

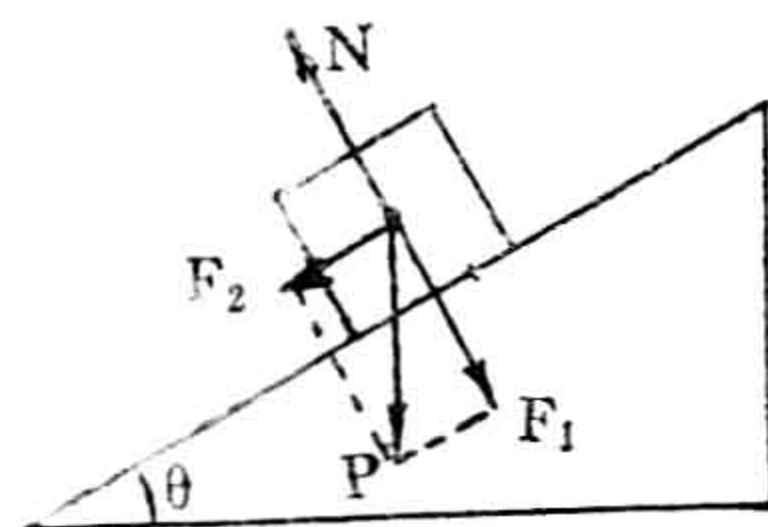


图 (5')

$$(6) \because F_1 = P \cdot \cos \theta ,$$

$$F_3 = F \cdot \sin \theta$$

$$\therefore N = F_3 + F_1$$

$$= F \sin \theta + P \cos \theta ,$$

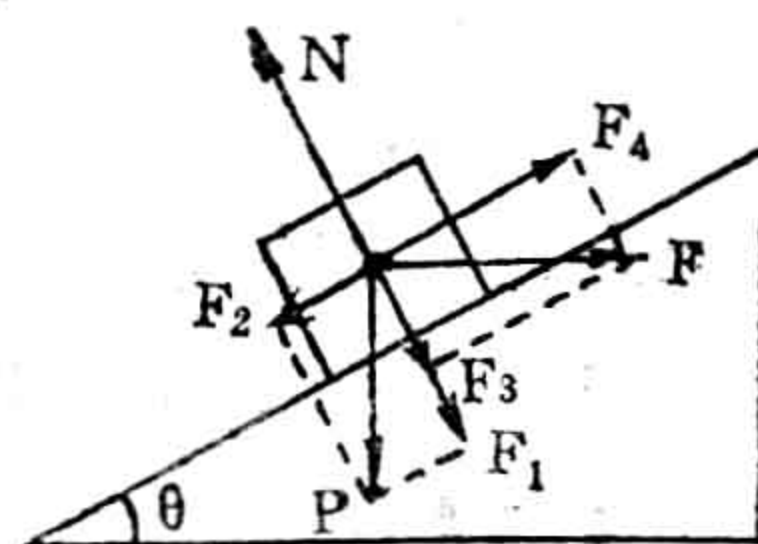


图 (6')

$$(7) \because F_1 = P \cdot \cos \theta ,$$

$$\therefore N = F_1 = P \cdot \cos \theta .$$

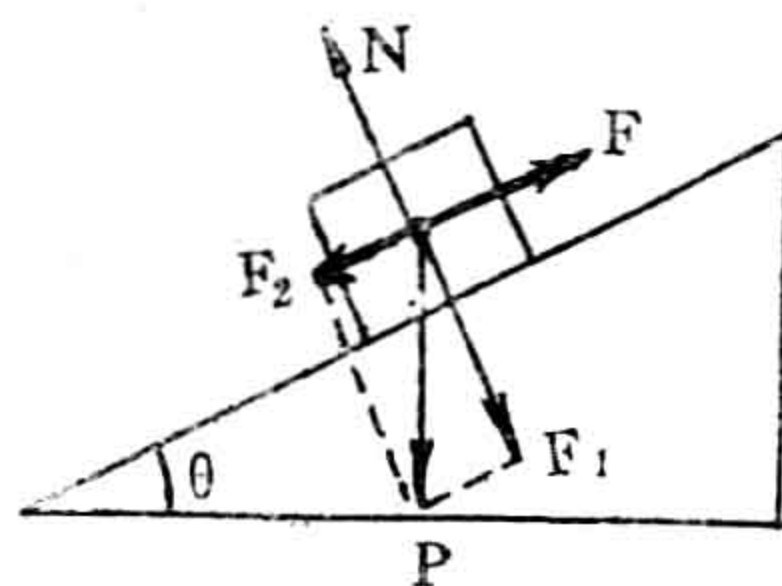
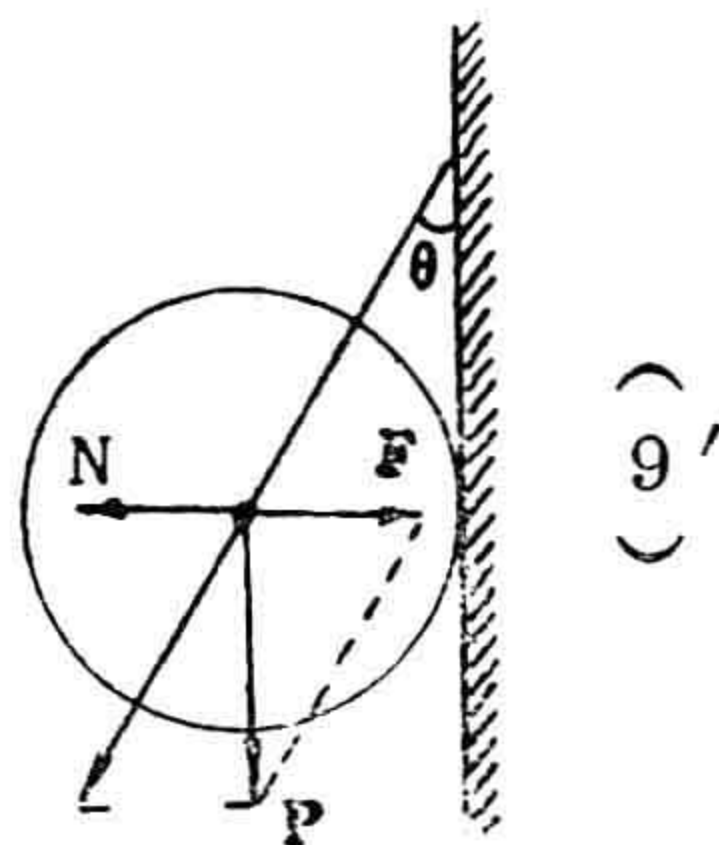
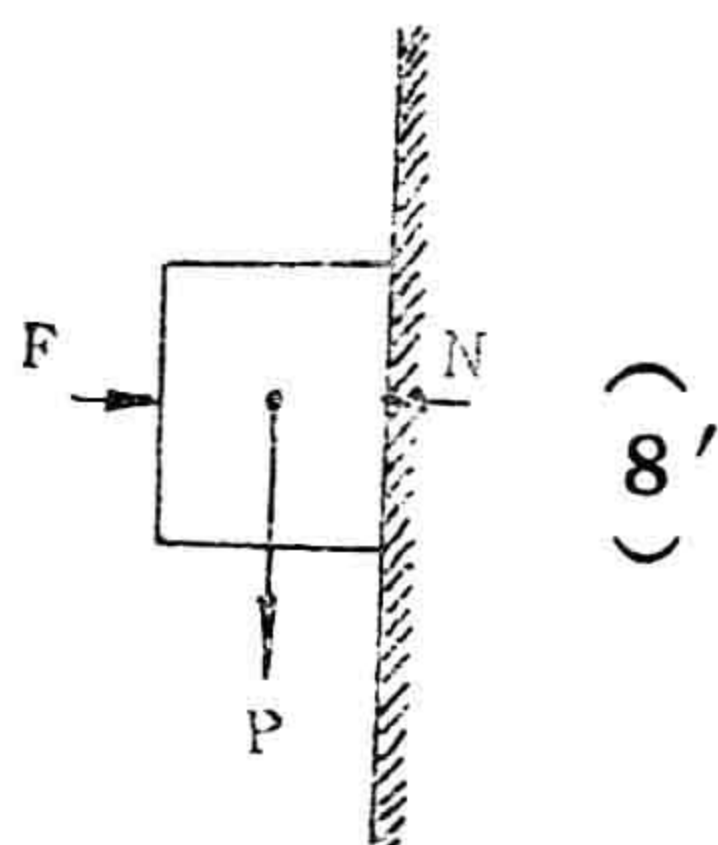


图 (7')

$$(8) \quad N = F \quad \left(\begin{array}{l} \text{与重量无关} \\ \text{因 } P \text{ 向下。} \end{array} \right)$$

$$(9) \quad \because F = P \cdot \operatorname{tg} \theta$$

$$\therefore N = F = P \cdot \operatorname{tg} \theta$$



3. 在木板与地板之间夹着一个木块A，如图(1)木块重8千克，木板重量不计，木块与地板、木板之间的摩擦系数都是0.2，当木板受到4千克的压力时，如果用水平方向的力拉动木块，问至少要用多大的力？

【解】依题意作出A的受力分析图，如(图2)

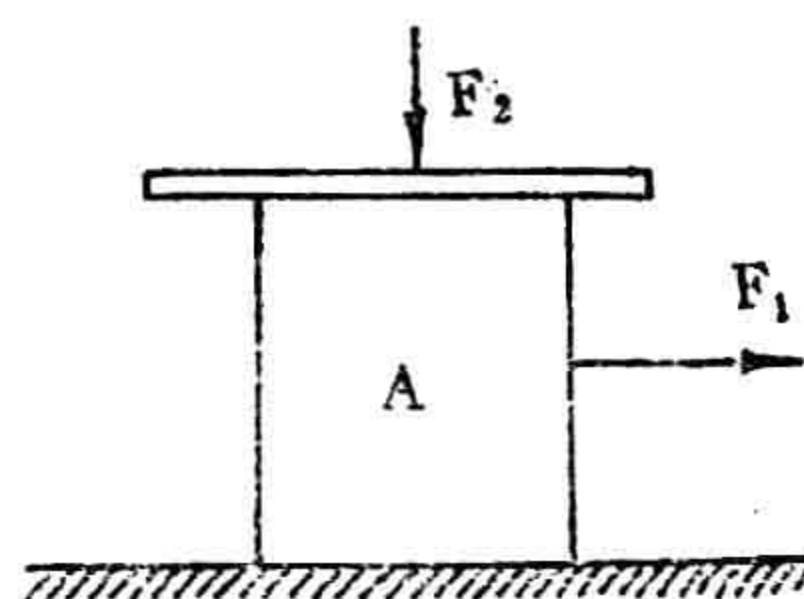
$$\therefore f_1 = \mu F_2,$$

$$f_2 = \mu (F_2 + P).$$

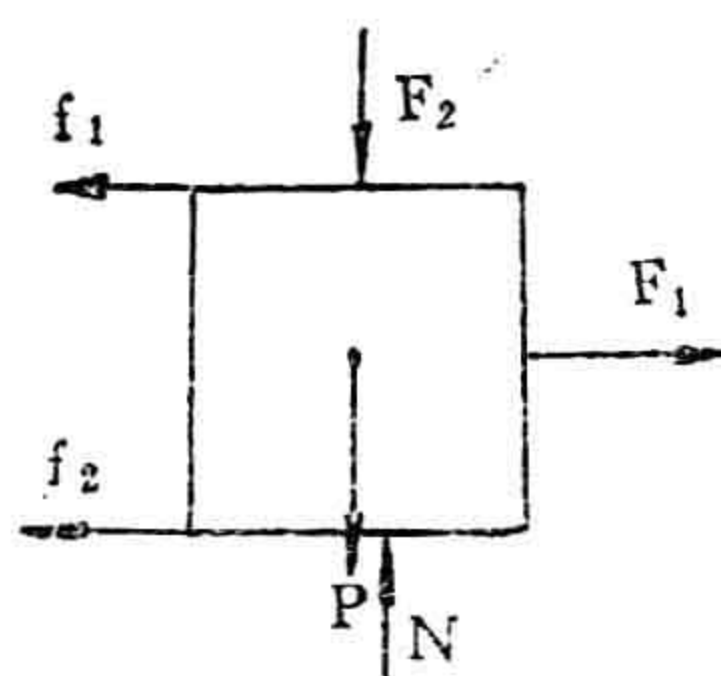
故要使木块水平移动，至少要用 $F = f_1 + f_2$ 的力。

$$\begin{aligned} \therefore F &= \mu F_2 + \mu (F_1 + P) \\ &= 0.2 \times 4 + 0.2 (8 + 4) \\ &= 3.2 \text{ (公斤)} \end{aligned}$$

答：至少要用3.2公斤的力。



图(1)



图(2)

4. 如图所示：用四个测力计， a 、 b 、 c 、 d ，每两个连在一起，并在 b 和 d 的下面分别拴上两个各重1.5公斤的物体，问：

(1) 如果不考虑测力计本身的重量，那么这四个测力计的示数分别是多少？

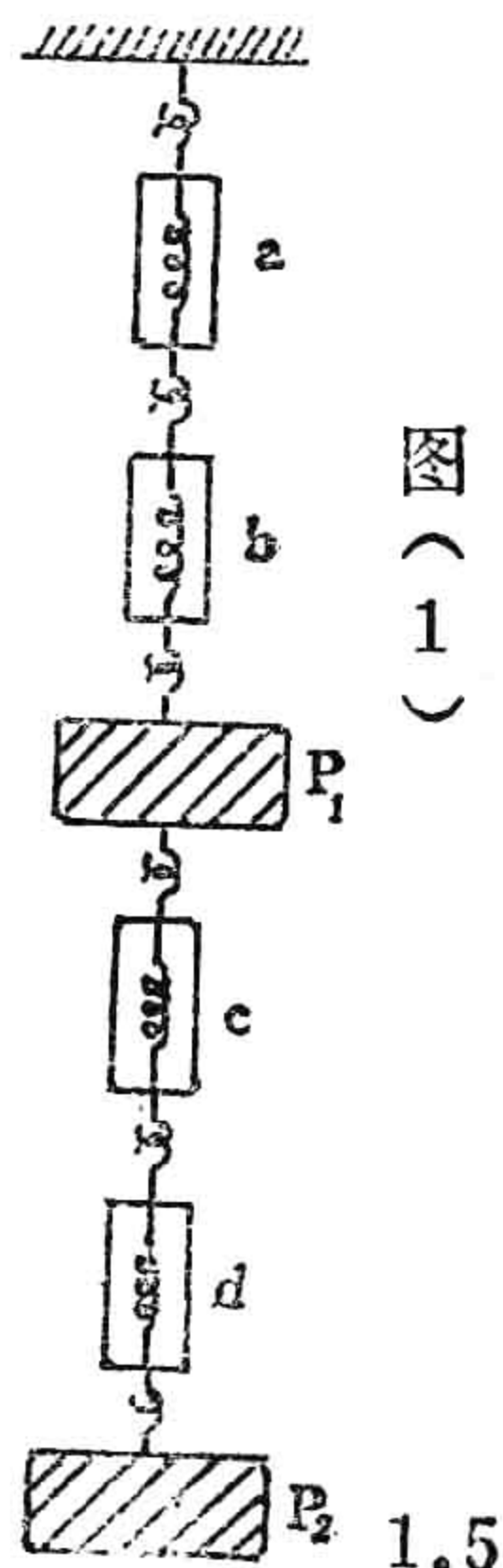
(2) 如测力计重量为0.1公斤，情况又是怎样？

【解】 (1) 将 a 隔离，受力如图(2)，因 b 、 c 、 d 的重量不计，故测力计 a 只受到重物 p_1 ， p_2 对它向下的拉力， $p_a = p_1 + p_2 = 3$ 公斤，和挂钩向上的支持力 N_a ，当测力计 a 处于平衡状态时， $N_a = P_a$ 故测力计 a 的读数为3公斤。

同理，测力计 b 的读数也为3公斤。

将 c 隔离受力如图(3)所示，由于 d 的重量不计，故 c 只受到向下的拉力 $p_c = p_2 = 1.5$ 公斤及上面对它的向上的拉力 N_c ，当 c 处于平衡状态时， $N_c = p_c$ 故测力计 c 的读数为1.5公斤。

同理， d 的读数也为1.5公斤。



图(1)



图(2)

$$P_a = N_a$$



图(3)

$$\begin{aligned} N_c &= p_c \\ P_c &= P_2 \end{aligned}$$

(2) 当考虑测力计重量时, 与前面道理等同, 则测力计 a 的读数 $P_a = p_1 + p_2 + p_b + p_c + p_d = 3.3$ 公斤。

测力计 b 的读数 $P_b = p_1 + p_2 + p_c + p_d = 3.2$ 公斤。

测力计 C 的读数 $P_c = p_2 + p_d = 1.6$ 公斤。

测力计 d 的读数 $P_d = p_2 = 1.5$ 公斤

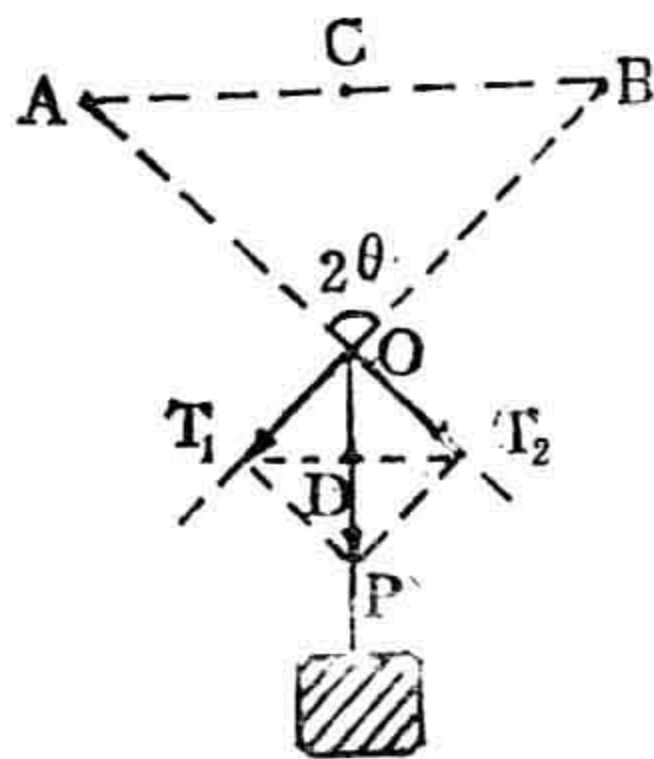
答: (1) a 、 b 两测力计的读数均为 3 公斤, c 、 d 两测力计的读数均为 1.5 公斤。

(2) a 测力计的读数为 3.3 公斤, b 为 3.2 公斤, c 为 1.6 公斤, d 为 1.5 公斤。

5. 用一根绳子, 在其中点挂一重物, 两绳之间夹角改变时, 绳子所承受的张力如何变化?

【解】挂上重物时, 设两绳子的夹角为 2θ

由于重物挂在中点 O , 故: $AO = BO$, 依题意作出重物对绳子拉力 T_1 和 T_2 的力图。



$$\because \triangle BOC \sim \triangle T_1OD$$

$$\therefore \frac{\frac{P}{2}}{T_1} = \cos \theta$$

$$T_1 = \frac{P}{2\cos \theta}$$

讨论: 当 $\theta = 0^\circ$ 时, 绳子所承受的拉力

$$\text{最小, 且 } T_1 = \frac{P}{2}$$

当 θ 增大时, $\cos \theta$ 变小, T_1 就增大, 当 T_1 增大到等于绳子承受的最大拉力时, 2θ 角就是两绳夹角的最大值.

6. 电灯重0.5公斤, 电线从天花板上挂下, 绳子BC将电灯拉向墙壁, 若电线和绳子的质量都可以忽略不计, 而且 $\alpha = 60^\circ$, $\beta = 135^\circ$, 求电线AB的张力 T_1 和绳子BC的张力 T_2 .

【解】根据题意画出力示图, 由图可知:

$$\angle ABD = \frac{\pi}{2} + \alpha = 150^\circ$$

$$\angle CBD = \beta = 135^\circ$$

$$\begin{aligned} \angle ABC &= 2\pi - \left(\frac{\pi}{2} + \alpha + \beta \right) \\ &= \frac{3\pi}{2} - \alpha - \beta = 75^\circ \end{aligned}$$

由拉密尔原理可知:

$$\frac{T_1}{\sin \angle CBD} = \frac{T_2}{\sin \angle ABD} = \frac{P}{\sin \angle ABC},$$

$$\therefore T_1 = \frac{P}{\sin \angle ABC} \cdot \sin \angle CBD$$

$$= \frac{0.5}{\sin 75^\circ} \cdot \sin 135^\circ = 0.366 \text{ (公斤)},$$

$$T_2 = \frac{P}{\sin \angle ABC} \cdot \sin \angle ABD.$$

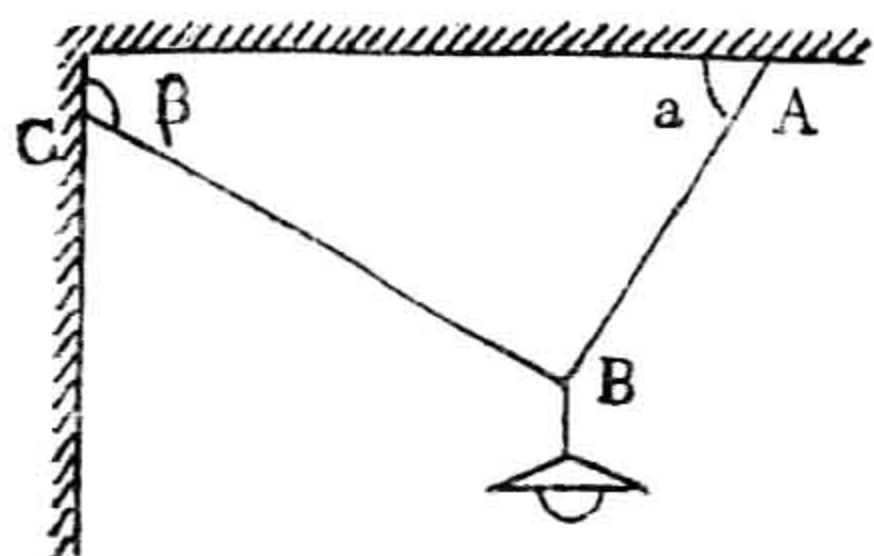


图 (1)

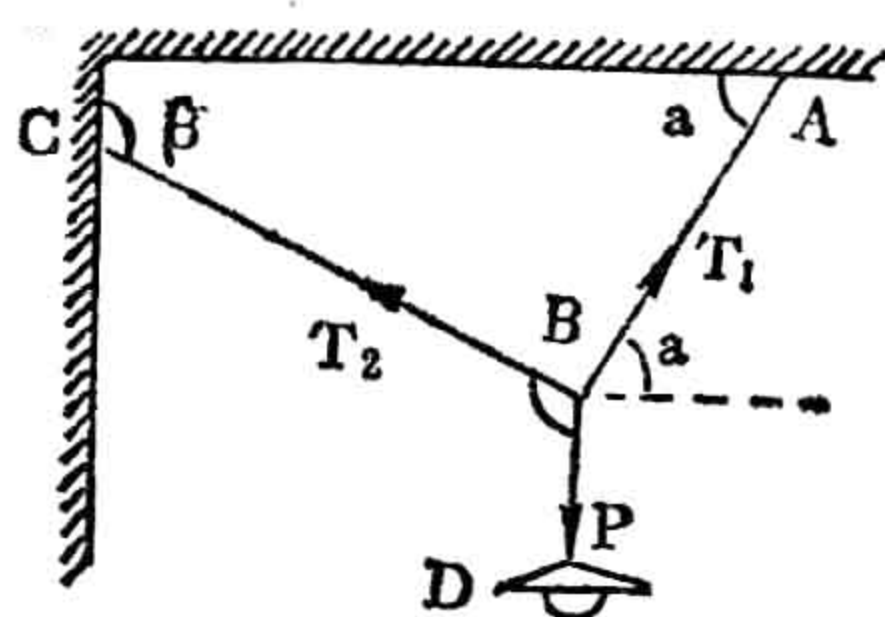


图 (2)

$$= \frac{0.5}{\sin 75^\circ} \times \sin 150^\circ = 0.259 \text{ (公斤)}$$

7. 三个平衡共点力 F_1 、 F_2 、 F_3 ，其角关系恰巧可用相对折射率为 n ($n > 1$) 的两种媒质的反射光线 OB 、折射光线 OC 表达出来 (如图所示)， F_1 的方向恰是入射线 AO 的反方向，已知入射角 $\angle AOM = \angle i = 60^\circ$ ，求 $F_1 : F_2 : F_3$ 。

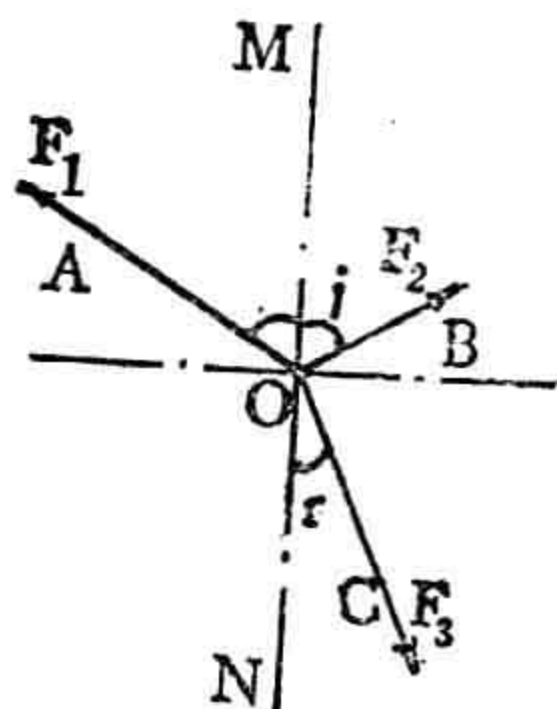
【解】依反射定律知：

$$\angle BOM = \angle AOM = \angle i$$

依折射定律知：

$$\sin i = n \sin r$$

根据拉密尔原理知：三个共点力平衡，每个力的大小和其他二力夹角的正弦之比相等，并由图中几何关系得：



$$\frac{F_1}{\sin(\pi - i - r)} = \frac{F_2}{\sin\left(\frac{\pi}{2} + \frac{\pi}{2} - i + r\right)} = \frac{F_3}{\sin 2i},$$

$$\text{即: } \frac{F_1}{\sin(i + r)} = \frac{F_2}{\sin(i - r)} = \frac{F_3}{\sin 2i},$$

$$\begin{aligned} \text{即: } \frac{F_1}{\sin i \cos r + \cos i \sin r} &= \frac{F_2}{\sin i \cos r - \cos i \sin r} \\ &= \frac{F_3}{2 \sin i \cos i} \end{aligned}$$

$$\therefore \frac{\frac{F_1}{\cos r} + \frac{\sin r}{\sin i}}{\cos i} = \frac{\frac{F_2}{\cos r} - \frac{\sin r}{\sin i}}{\cos i} = \frac{F_3}{2},$$

$$\text{又} \because \frac{\sin r}{\sin i} = \frac{1}{n}$$

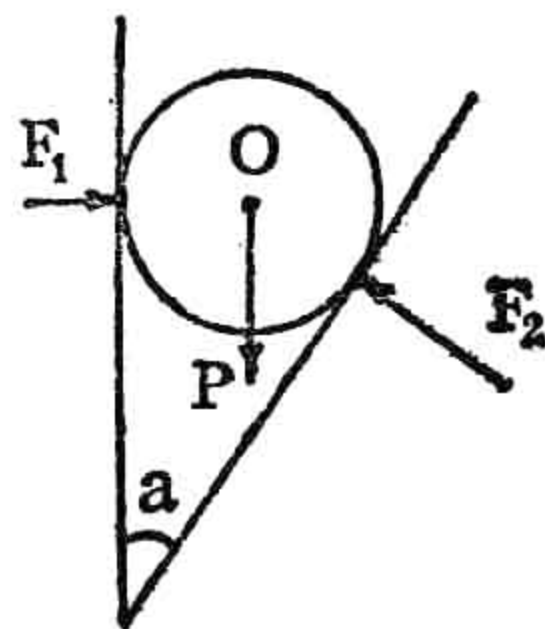
$$\begin{aligned} \frac{\cos r}{\cos i} &= \frac{\sqrt{1 - \sin^2 r}}{\sqrt{1 - \sin^2 i}} = \frac{\sqrt{1 - \frac{1}{n^2} \sin^2 60^\circ}}{\sqrt{1 - \sin^2 60^\circ}} \\ &= \frac{\sqrt{4n^2 - 3}}{n} \end{aligned}$$

$$\therefore F_1 : F_2 : F_3 = \frac{\sqrt{4n^2 - 3} + 1}{n} : \frac{\sqrt{4n^2 - 3} - 1}{n} : 2$$

$$\text{答: } F_1 : F_2 : F_3 = \frac{\sqrt{4n^2 - 3} + 1}{n} : \frac{\sqrt{4n^2 - 3} - 1}{n} : 2$$

8. 一球重 W ，置于二光滑板（一垂直，一与垂直线成 α 角）之间，求板对球的作用力？

【解】设竖直板对球的作用力为 F_1 ，斜板对球的作用力为 F_2 。因为球的重心在球心 O ，球受 P 、 F_1 、 F_2 三个力的作用而处于平衡，则三个力的作用线必通过球心。所以 F_1 沿水平方向， F_2 与 P 成 α 角。



根据在同一平面内的共点力平衡条件：竖直方向合力为零，

$$\therefore F_2 \cdot \cos(90^\circ - \alpha) - P = 0,$$

$$\therefore F_2 = \frac{P}{\sin \alpha}$$

水平方向合力为零，

$$\therefore F_1 - F_2 \cos \alpha = 0,$$

$$\therefore F_1 = F_2 \cos \alpha = P \cdot \operatorname{ctg} \alpha$$

答：垂直板对球的作用力为 $P \operatorname{ctg} \alpha$ ，斜板对球的作用力为 $\frac{P}{\sin \alpha}$

9. 半径为 R 的空心圆柱体，其内面光滑， A 与 B 为相同而光滑的球（如图）， A 、 B 各重 P ，半径为 r ，求二球之间的压力。

【解】按题意画出受力示意图。设两球之间的压力为 F ， A 球所受压力 F 与重力 P 之间夹角为 θ 。 A 球处于平衡：

竖直方向合力矩 $\Sigma F = 0$ ，

$$\therefore F \cdot \cos \theta - P = 0,$$

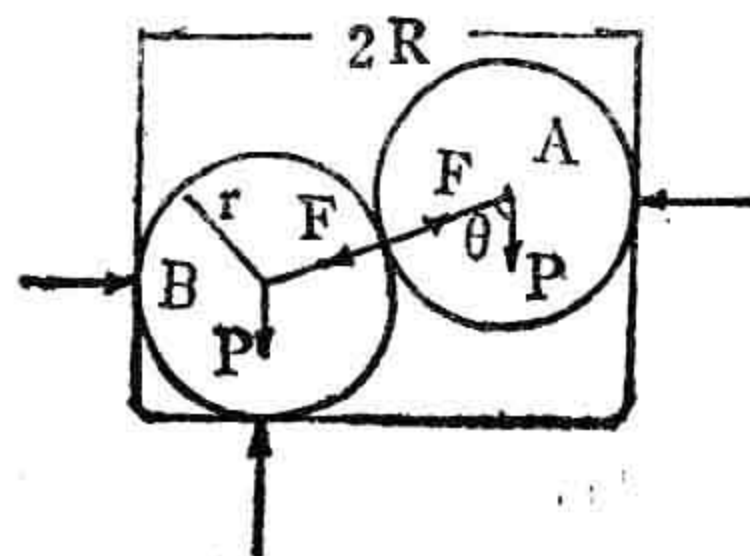
由图可知：

$$\sin \theta = \frac{2R - 2r}{2r} = \frac{R - r}{r}$$

$$\begin{aligned} \therefore \cos \theta &= \sqrt{1 - \sin^2 \theta} = \sqrt{1 - \left(\frac{R - r}{r}\right)^2} \\ &= \frac{\sqrt{R(2r - R)}}{r}, \end{aligned}$$

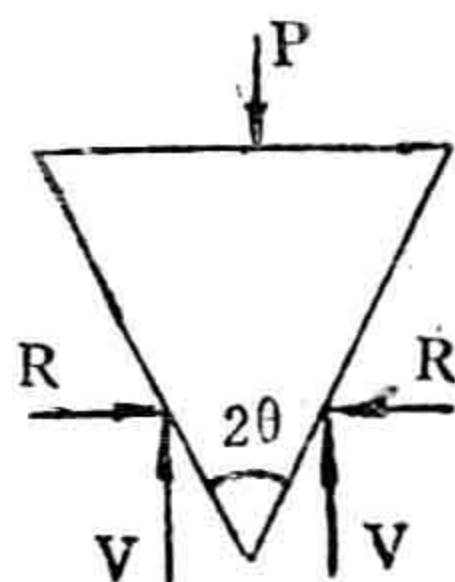
$$\therefore F = \frac{P}{\cos \theta} = \frac{r}{\sqrt{R(2r - R)}} \cdot P$$

答：二球之间的压力为 $\frac{r}{\sqrt{R(2r - R)}} P$

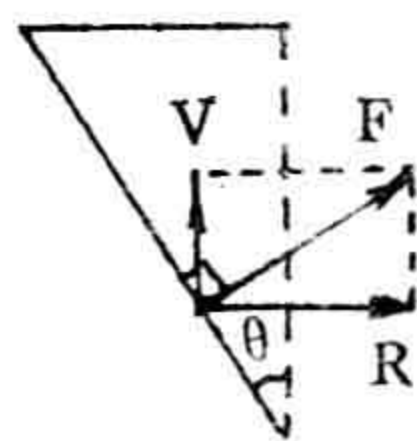


10. 如图(1)所示, 劈尖夹角为 2θ , 设加于劈上的力为 P , R 和 V 是与 P 垂直和平行的二抵抗力, 若不计摩擦, 求 R 和 V 合力的大小?

【解】按题意画出 V 和 R 合力 F 的力示图。 R 和 V 是劈斜面的垂直及水平方向的抵抗力, 其效果可以是其合力 F 对斜面的压力, 故 F 垂直斜面如图。由图可知, R 和 F 的夹角为 θ , $\therefore V = F \cdot \sin \theta$,



图(1)



图(2)

劈的两斜面都受有同样的阻力, 并和力 P 构成平衡力, 故在水平方向有:

$$R - R = 0,$$

在竖直方向有:

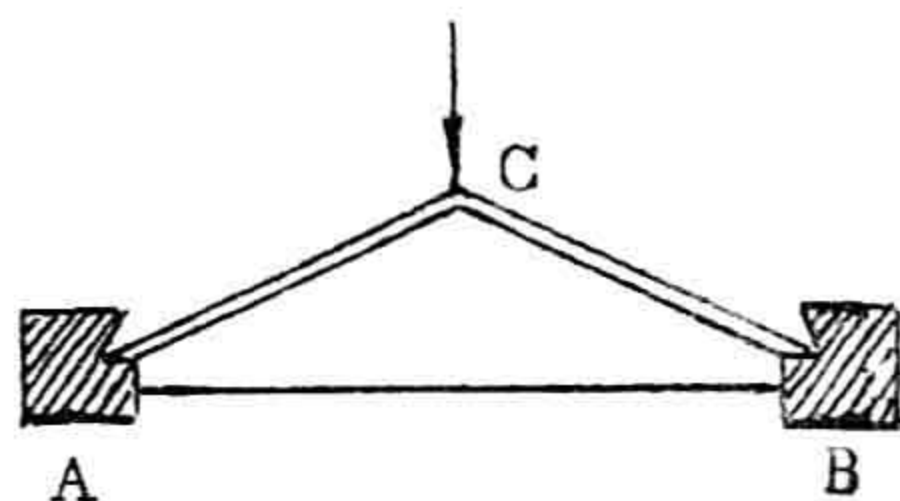
$$P - 2V = 0,$$

$$\therefore P = 2V = 2F \sin \theta,$$

$$\therefore F = \frac{P}{2 \cdot \sin \theta}$$

答: R 和 V 的合力大小为 $\frac{P}{2 \cdot \sin \theta}$.

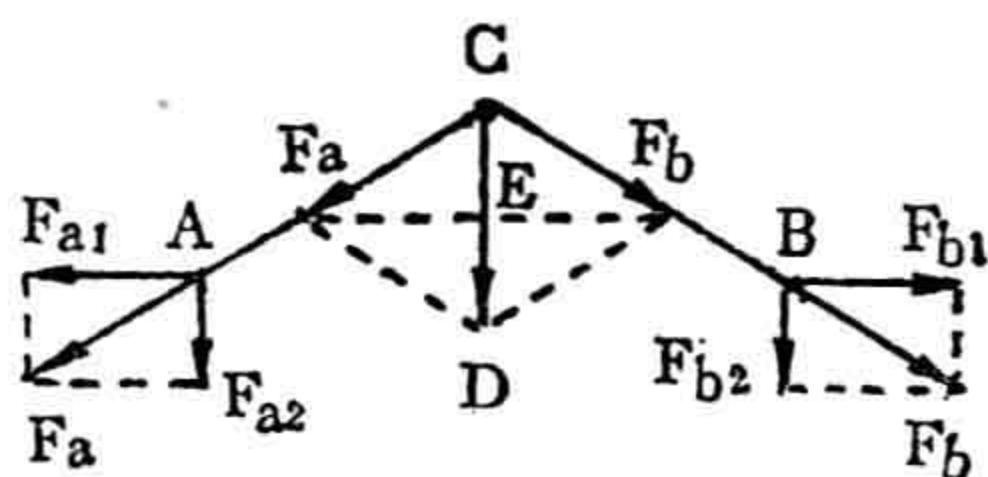
11. 在“一指断铁丝”游戏的装置中如图(1)所示, AB 是一长为 49.6 厘米能承受 50 公斤拉力的铁丝, ACB 为压力杆, 且 $AC = BC = 25$ 厘米, 问指头至少用多大压力压 C 点时, 可将铁丝拉断? (不考虑



图(1)

铁丝伸长)。

【解】根据题意画出力示图，如图(2)。指头用力 F 压 C 处，在 CA 和 CB 方向有分力 $F_a = F_b$ ， F_a 和 F_b 又可分



图(2)

别分解为水平方向和竖直方向的分力 F_{a1} 、 F_{a2} 和 F_{b1} 、 F_{b2} 。使铁丝拉断的张力其大小等于 F_{a1} 和 F_{b1} ，因此 F_{a1} 和 F_{b1} 至少应等于50公斤。

根据 $\triangle CAD \sim \triangle AF_a F_{a2} \sim \triangle CF_b E$

$$\therefore \frac{F}{2} : F_a = \overline{CD} : \overline{AC}$$

$$F_{a1} : F_a = \overline{AD} : \overline{AC}$$

已知： $\overline{AC} = 25$ 厘米，

$$\overline{AD} = 24.8 \text{ 厘米，}$$

$$AD = \sqrt{\overline{AC}^2 - \overline{CD}^2} = 3.2 \text{ 厘米}$$

$$F_{a1} = 50 \text{ 公斤}$$

代入上式得：

$$F = \frac{2 \times 3.2 \times 50}{24.8} = 12.9 \text{ (公斤)}$$

答：当指头对 C 点的压力达到12.9公斤时，便可将铁丝拉断。