

毛主席语录

改革旧的教育制度，改革旧的教学方针和方法，是这场无产阶级文化大革命的一个极其重要的任务。

华东纺织工学院机织试点班
试用教材

力学

LIXUE

119711 · 110

前 言

力学是客观规律的一种反映。它来源于劳动人民的长期生产实践。但长期以来力学被那些资产阶级及其知识分子所垄断。他们用形而上学和唯心主义世界观把力学与实践割裂开来。构造了一整套所谓“公理化体系”。他们颠倒了人们认识过程，即由特殊到一般，由一般到特殊的两个认识过程，不从生产实例出发引出概念，而是从抽象的定义出发，热衷于数学推导，故弄玄虚的吹嘘力学的严密性、普遍运用性，严重脱离生产实践。旧大学中就有许多学生因为过不了力学关而被迫留级或退学。资产阶级就是把力学变成了对劳动人民实行思想统治和文化专制的工具。

波澜壮阔的无产阶级文化大革命粉碎了以叛徒、内奸、工贼刘少奇为代表的资产阶级司令部，夺回了被一小撮叛徒、特务、死不悔改的走资派所窃取的那一部分领导权。伟大领袖毛主席教导我们：“无产阶级必须在上层建筑其中包括各个文化领域中对资产阶级实行全面专政。”林副主席在九大报告中亦指出：“无产阶级能不能把文化教育阵地牢固地占领下来，用毛泽东思想把它改造过来，是能不能把无产阶级文化大革命进行到底的关键问题。”我们一定要在工人阶级领导下，彻底批判修正主义教育路线，投入三大革命实践，接受工农兵再教育，彻底改造世界观。

“世界观的转变是一个根本的转变”我们主观上是想以毛主席的“实践论”“矛盾论”为武器，揭露矛盾，分析矛盾，注意从实践经验中抽象出力学的概念和规律，努力使力学成为我们认识世界和改造世界的工具之一。但由于我们活学活用毛泽东思想不够，教改实践很少很少，长期脱离生产实践，所以在编写教材中一定存在不少缺点和错误。我们热忱希望工农兵学员和革命同志对我们提出批评和意见。毛主席指示我们：“教材要彻底改革”我们决心高举毛泽东思想伟大红旗，把力学教材的彻底改革进行到底，夺取无产阶级教育革命的更大胜利。

第一章 物体的受力分析

§1. 静力学的基本概念

1. 力 力的图示 矢量

“不论是简单的运动形式、或是复杂的运动形式……，矛盾是普遍地存在着，矛盾存在于一切过程中。”“没有什么事物是不包含矛盾的，没有矛盾就没有世界。”力学就是研究力作用于物体的矛盾运动。

我们在日常生活中和生产实际中经常碰到力的问题。如手提东西，肩挑担子都是由于我们的肌肉张紧而使用力。在工厂里，机器上的每一只零件也都要受到各种不同的力的作用（如拉力、压力、扭力等）。因此，力的现象到处存在。下面我们先来认识关于力的（基本）概念。

假设我们用绳拉，或用棒推，使一箱子在地面上滑移，如图1-1所示。

箱的运动是由于受到拉力或推力的结果所致。说得具体些，假定拉或推的力是10公斤。仅仅在简明图上写上“10公斤”还不能把那个力完全说明，因为没有把力所作用的方向表明出来。可以写成“10公斤，与水平面成 30° 仰角向右”或“10公斤，与水平面成 30° 方向向左”等。为了更简洁地表明上述情况，我们可以采用箭形来表示力，选择适当的比例尺，用箭的长度表示力的大小，而箭头所指的方向就表示出力的方向。图1-2就是相当于图1-1的简明力图（选定0.5公分=1公斤作为比例尺）。

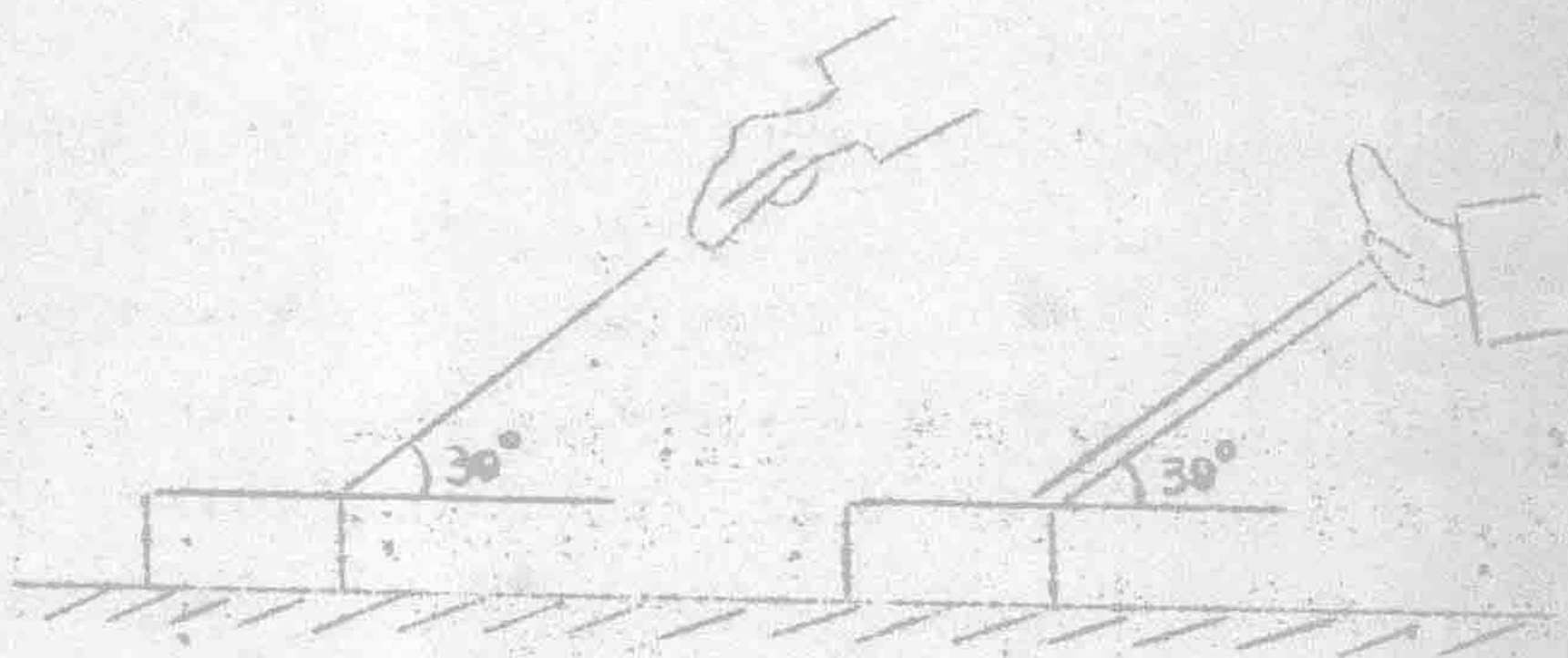


图1-1

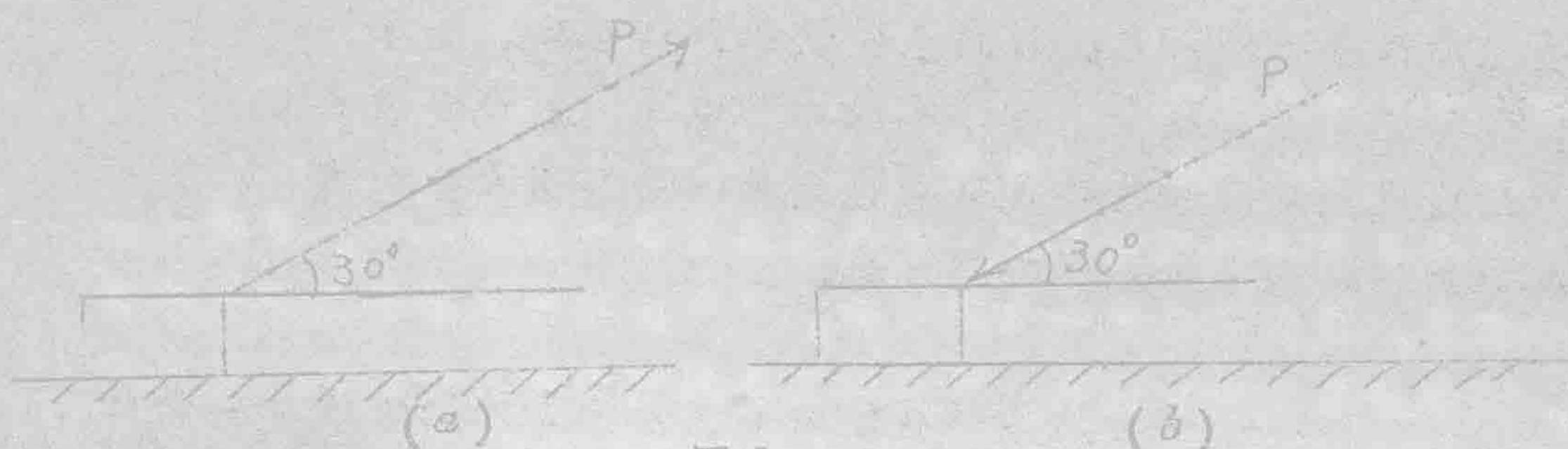


图 1 - 2

很显然，图 1 - 2 (a) 中力 P 要使物体向右运动，图 1 - 2 (b) 中力 P 要使物体向左运动，而且 P 力愈大，则物体移动得愈快。因此力的作用既有大小的概念，又有方向的概念。

我们再看有一物体放在台面上，如果力 P 分别作用在该物体的不同位置 A 和 B ，如图 1 - 3 (a)(b)，我们将看到图 1 - 3 (a) 中物体将沿着力 P 的方向移动，而图 1 - 3 (b) 的物体，力 P 首先使物体转动，当转到图 1 - 3 (c) 的位置以后，物体再沿力 P 的方向前进。可见，力对物体的作用不仅决定于力的大小和方向，还决定于力的作用点。

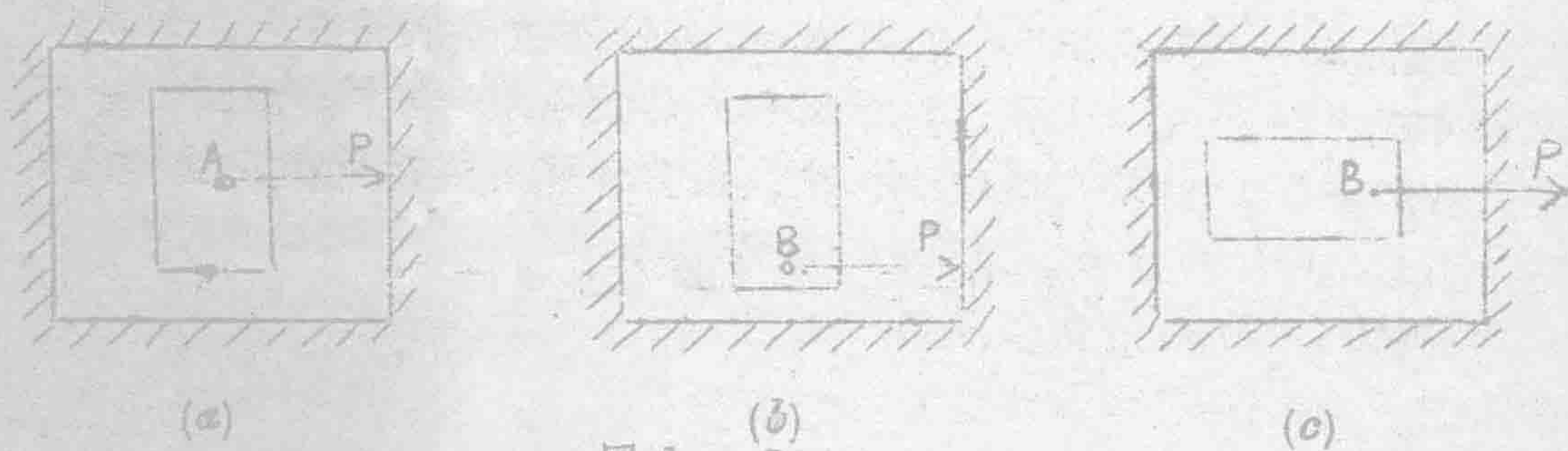


图 1 - 3

力的大小，方向和作用点，我们称它们为力的三要素。力可用带箭头的线段来表示，线段的长度表示力的大小，箭头的方向表示力的方向，线段的起点或箭头的顶点为力的作用点。

在力学中，要区别两种量，标量和矢量；如果在一个量的性质中没有方向的意义，那末这种量叫做标量。物体的体积，密度，温度，时间等等都是标量。如果一个量的性质不仅要考虑它的数值，同时还要考虑它的方向，那末这种量叫做矢量（或向量），力就是矢量。

2. 静力学的实践基础

毛主席教导我们：“无论何人要认识什么事物，除了同那个事物接触，即生活于（实践于）那个事物的环境中，是没有法子解决的。”“实践的观点是辩证唯物论的认识论之第一的和基本的观点。”下面我们就通过实验来逐步认识力的性质。

实验一 取一个重物放在平滑的台面上。上面系两根绳子。并分别在绳子中间连接一个弹簧秤 如图 1-4。我们在不同位置拉动绳子。可以发现，重物在绳子的拉力下处于平衡时，两条绳子总是在一条直线上。而且在弹簧秤上指明着同样大小的力。实验说明了一个很重要的结论：物体在二个力的作用下平衡，则这两个力必在一条直线上，力的大小相等，方向相反。



图 1-4

实验二 一根绳子系一重物 $W = 10$ 公斤挂在天花板上，如果在绳子中间串连一只弹簧秤，则弹簧秤的读数是 10 公斤，如图 1-5。很容易体会到，如果不用绳子拉住，则重物就要落到地面，假如绳子吃不住 10 公斤的拉力，则绳子也会断掉。

现在我们来分析重物与绳子之间的受力情况。重物由于本身重量（ $W = 10$ 公斤）以力 P 向下拉绳子，而绳子为了不使物体落下，以力 P_1 向上拉住重物，且 $P = P_1 = W = 10$ 公斤。力 P 和 P_1 是力学中的一对基本矛盾，我们称 P 为作用力， P_1 为反作用力。它们是一对矛盾的两个方面，“各以和它对立着的方面为自己存在的前提，双方共处于一个统一体中。”它们同时产生，同时消失，并且作用力和反作用力总是大小相等，方向相反，作用在同一直线上。然而究竟那一个是作用力，那一个是

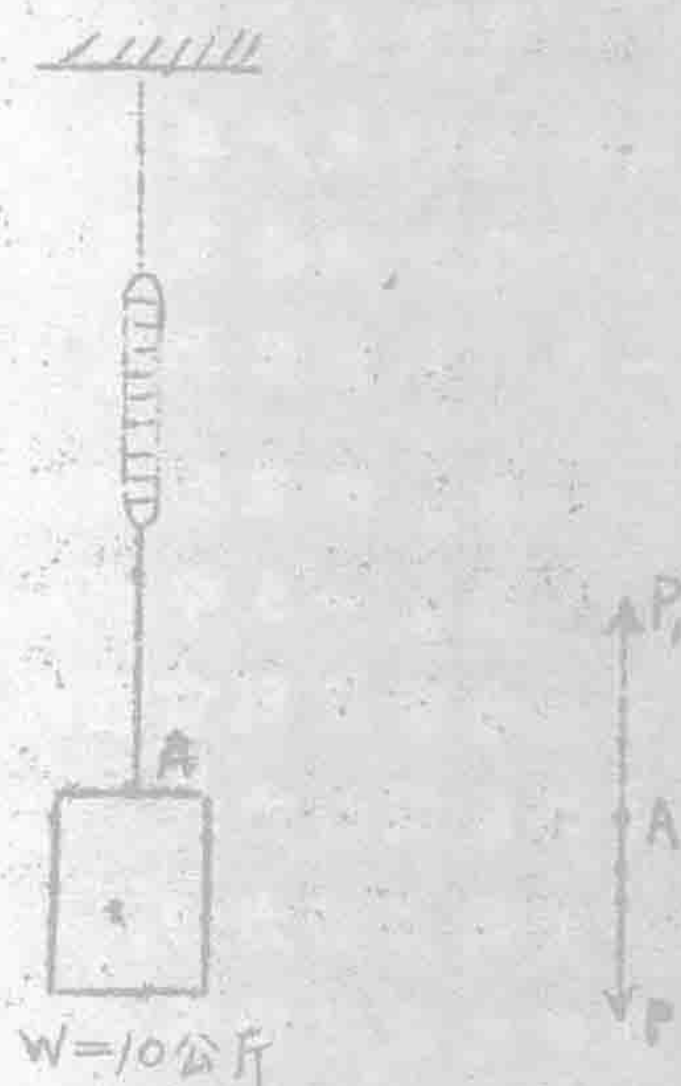


图 1-5

反作用力，要看它在具体问题中的地位而定。如起重机吊起一重物时，绳子提升重物，则力 P_1 为作用力，而力 P_2 是重物对绳子的反作用力，即“矛盾着的双方，依据一定的条件各向着其相反的方面转化。”

我们再看另外一种情况，将一重物放在台面上。我们知道重物本身的重量作用在台面上，而台面上将有一个反作用力与之平衡。如图 1-5 所示，作用力 Q 和反作用力 R 大小相等，方向相反。



图 1-5

由此得出结论：凡一物体作用一力于另一物体，此另一物体必以一大小相等，方向相反的力作用于原物体。此二力通常称为作用力和反作用力。作用力和反作用力总是大小相等，沿同一直线指向相反。并且作用和反作用永远是作用在不同物体上的两个力。

实验三 将一重物放在光滑台面上，系上三根绳子，与实验一同样做实验，可以发现，重物在三个力的作用下平衡时，这三个力必然相交于一点。

毛主席教导我们：“人的正确思想，只能从社会实践中来。只能从社会的生产斗争、阶级斗争和科学实验这三项实践中来。”上面三个实验的结论就是客观世界规律性的反映。我们掌握了这些规律对进一步认识世界和能动地改造世界都有很大的帮助。

3. 约束和约束反作用力

图 1-5 中用绳子挂的重物和图 1-6 中台面上的重物分别由绳子和台面限制重物的运动。力学中把这种限制叫做约束。即绳子和台面都是重物的约束。假如使物体产生运动趋势的力称为主动力。而物体受到主动力作用后，由于约束的限制，就不可能有某种方向的移动。这时约束对物体产生反作用力。我们知道，作用力和反作用力大小相等，方向相反，并作用在不同物体上。

静力学的问题主要是研究非自由体的平衡问题。根据物体被固定的性质或其支承物的形式，可以列出以下几种类型的基本约束：

(1). 光滑面约束:

假定物体表面是绝对光滑的, 在这种情况下, 物体沿约束表面切线方向运动。物体的运动将不受任何限制, 所以此种约束反力只能沿约束表面接触点的法线方向, 如图 1-7 所示。

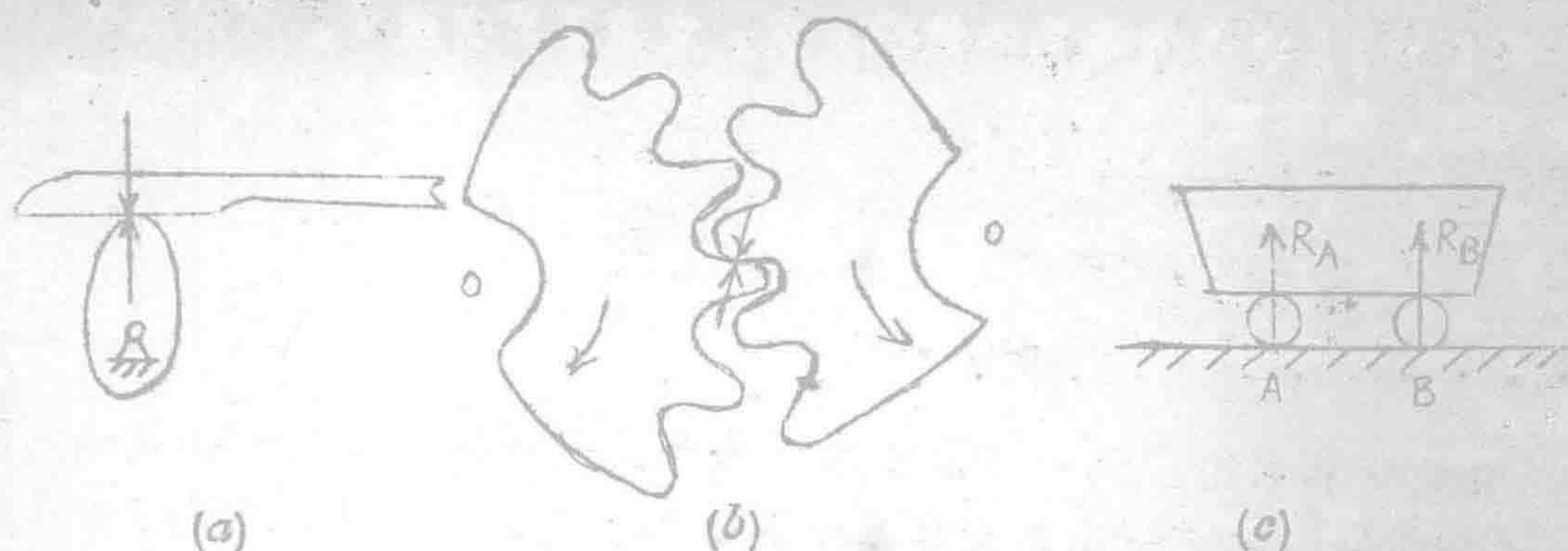


图 1-7

当物体放置在固定点或固定线, 如图 1-8 及图 1-9 所示。假定物体表面绝对光滑, 则约束反作用力的方向就是物体表面接触点的法线方向。

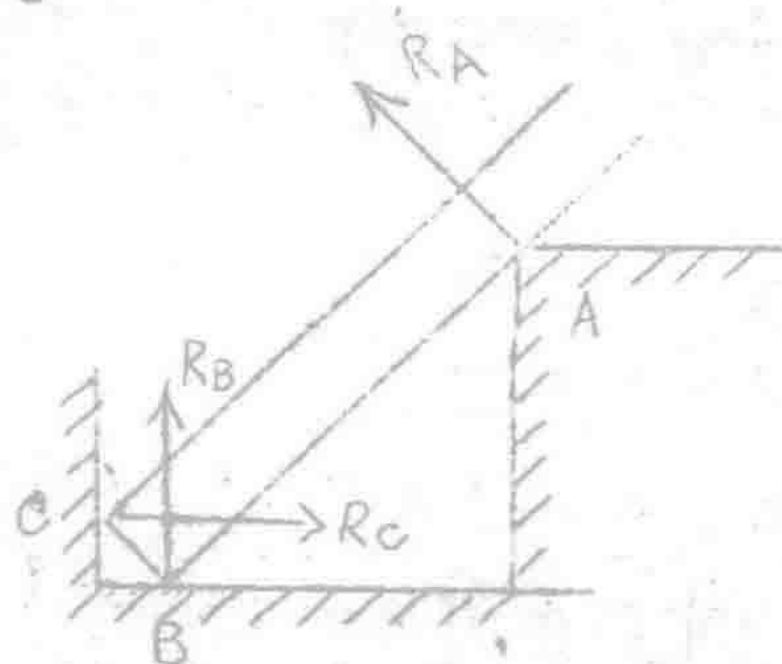


图 1-8

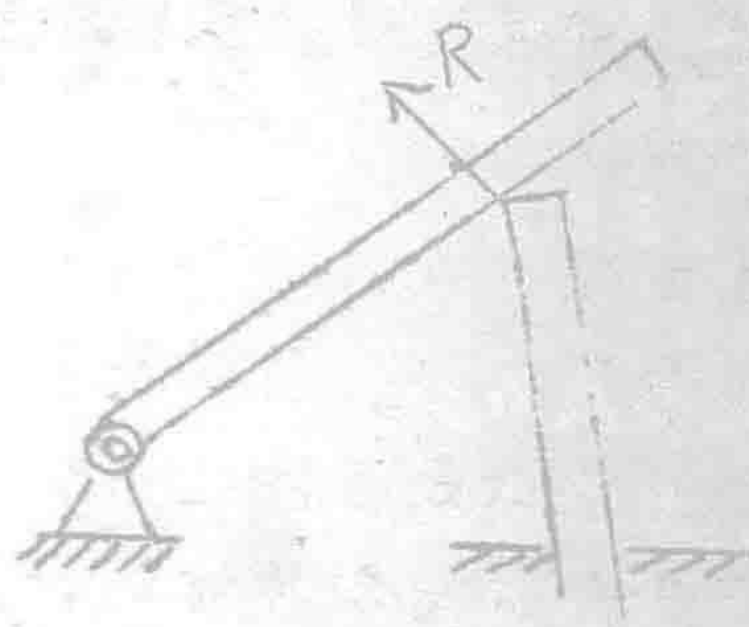
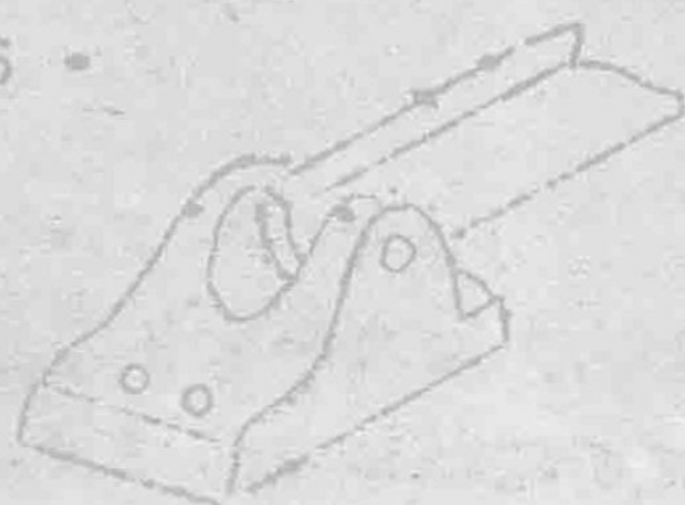


图 1-9

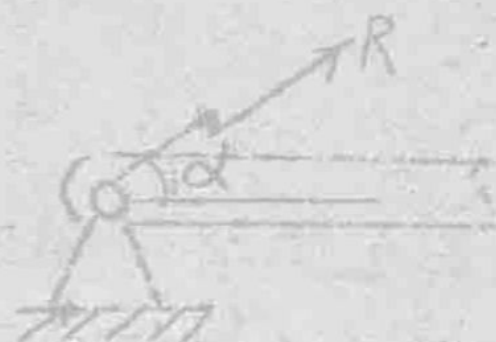
(2). 铰链约束:

铰链是构件与构件的一种连接形式。构件与构件可以作相对的转动。如图 1-10(a) 所示的铰链, 一个构件与机架相连接, 称为固定铰链支座。这时约束反力的方向与轴线有一个夹角 α , 如图 1-10(b), α 值的大小决定构件上其他力的情况。

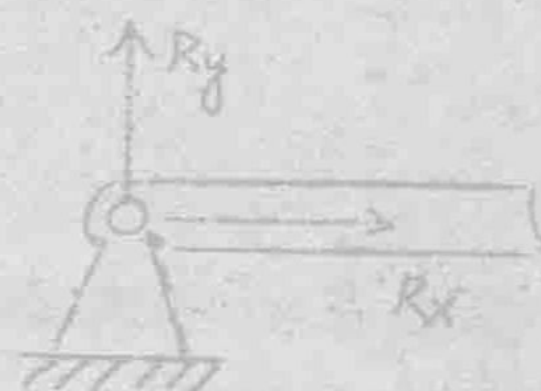
为了计算方便, 一般把约束反力分解成互相垂直的两个力 R_x 与 R_y 。如图 1-10(c) (理由详见力的分解一节)。



(a)



(b)



(c)

图 1 - 10

图 1 - 11 中亦为常见的铰链支座。支座下面有滚子，可沿水平方向运动，但不能上下运动，故其反力的方向应为接触面的法线方向。

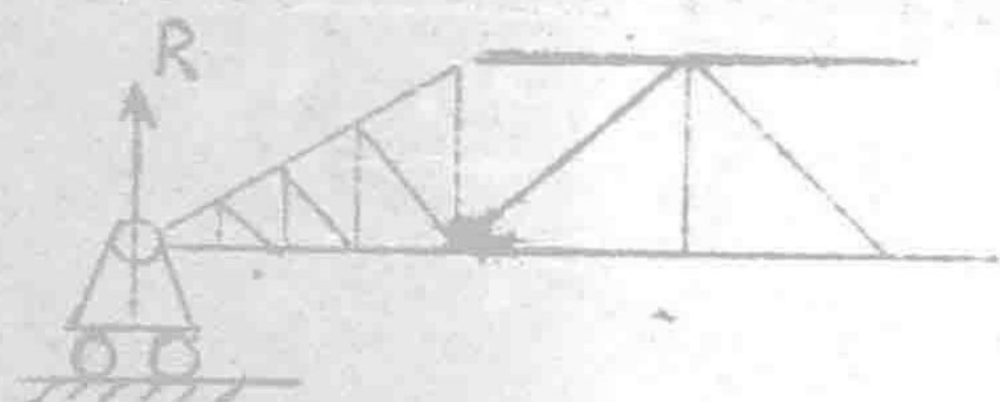
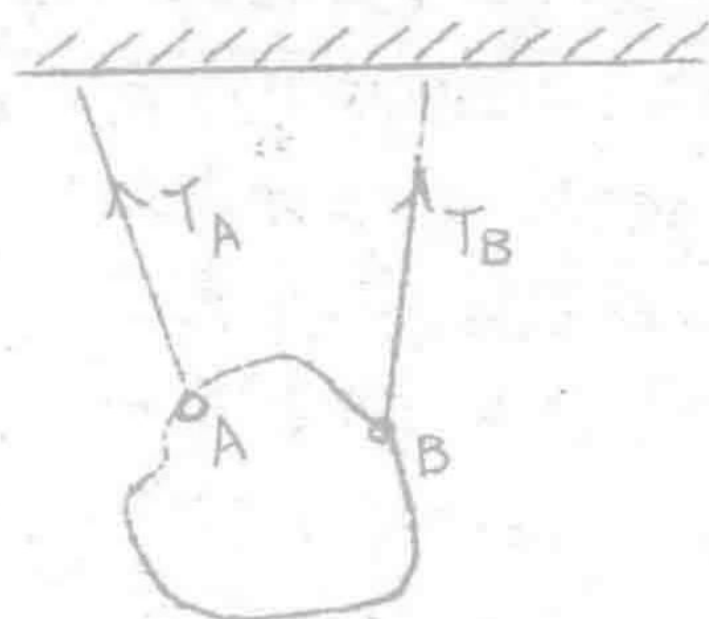


图 1 - 11



(a) 图 1 - 12



(b)

(3) 柔性约束：

绳索、钢丝、链条等称为柔性约束，其约束反作用力作用于被约束物体与绳索的联结点上，而力的方向则沿绳索，而且它只能是拉力，如图 1 - 12 所示。

§2. 力的合成与分介

1. 力的分介：

毛主席教导我们：“人们在社会实践中从事各项斗争，有了丰富的经验，……这种感性认识的材料积累多了，就产生一个飞跃，变成理性认识。”

如果用一倾斜的力来拉箱或推箱在地板上移动，象图 1 - 1 中的情形，很显然，使箱在地板上移动的力，它的有效度是和力作用的方向有关的。人人从经验可知，任何一个力，它的方向愈接近于水平的方向，动起箱来就愈加容易。我们还可在实践中感觉到，倘使所用的力是和水平方向成一角度，象图 1 - 1 那样，那末，力使箱前进之外，

还发生另一种效应，即用绳拉箱有提箱离地之势，用棒推箱有压箱陷地之势。在长期的实践中“使人们在实践中引起感觉和印象的东西反复了多次，于是在人们的脑子里生起了一个认识过程中的突变（即飞跃），产生了概念。”这就是力的概念。

一力在任一方面的分力，用两种方法来求得：(1)图示法：假设在图 1-13 中，若所加的力是 10 公斤的拉力与水平方向成 30° 仰角斜上，我们要知道可供使箱滑动的力究竟有多少，在图 1-13 中选用适当的比例尺以 OA 表示力的方向和大小，OX 线就是所求分力的方向，从 A 点作垂线至 OX 相交于 B 点。那么力 OB（按所用的同一比例尺）就代表 OA 在 OX 方向的分力。在图上用尺一量就知道，倘使 OA 代表 10 公斤的力，OB 就代表约 8.7 公斤。换句话说，和水平向成 30° 仰角斜上的 10 公斤力发生向前运动的有效值只有 8.7 公斤。

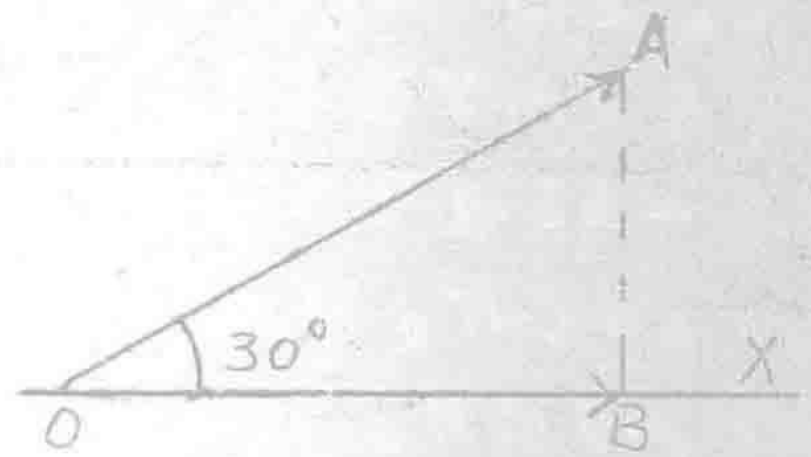


图 1-13

力 OB 是力 OA 在 OX 向的部分

(2) 介析计算法：因 OAB 是一直角三角形，就推出

$$\cos 30^\circ = \frac{OB}{OA}$$

$$OB = OA \cos 30^\circ$$

$$\begin{aligned} \because OA = 10 \text{ 公斤}, \quad \therefore OB &= 10 \text{ 公斤} \times \cos 30^\circ \\ &= 10 \text{ 公斤} \times 0.866 \\ &= 8.66 \text{ 公斤} \end{aligned}$$

这个结果是和在图上用尺量的结果一致的，不过用三角计算的方法精确，它不受作图和量图准确度的影响。

图 1-13 中的 OX 线叫做 OX 轴。以上所作的分析就可以推广如下。设一力 P 与 X 轴成 θ 角（图 1-14）它沿 X 轴的分力 P_x 就是：

$$P_x = P \cos \theta \dots\dots\dots (1-1)$$

由此可知，若力 P 是和 X 轴成直角，它沿 X 轴的分力就是零（因为 $\cos 90^\circ = 0$ ），而且倘使 P 与 X 轴相重合，它的分力就是它本身（因为 $\cos 0^\circ = 1$ ）。

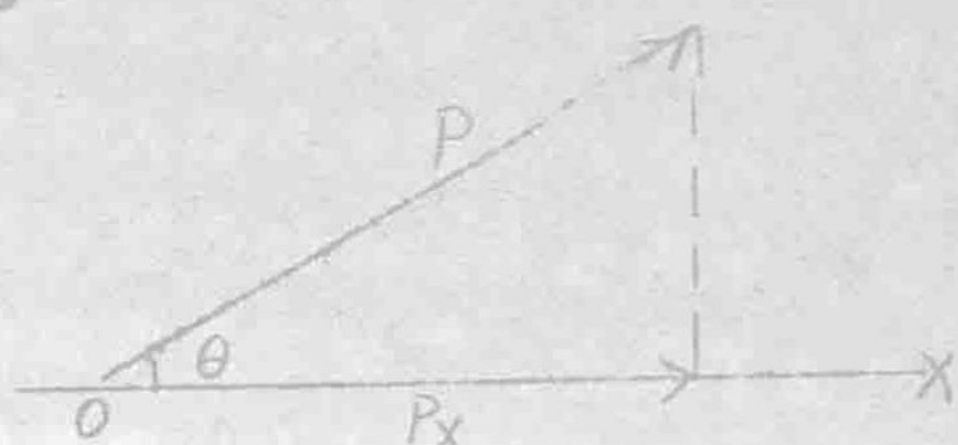


图 1-14

力 P 向上提的分力可照图 1-15 求出。OY 线叫做 Y 轴，是通过 O 点沿垂直方向作的，并由 P 的箭头作一直线和 Y 轴正交，显然 $P_y = P \cos \varphi$

式中 φ 是 P 和 Y 轴之间的夹角

从图 1-15 也可以看出 $P_y = P \sin \theta$

若 $P = 10$ 公斤，而 $\theta = 30^\circ$ $\therefore \varphi = 60^\circ$ 而且 $\cos \varphi = \sin \theta = 0.5$

所以 $P_y = 5$ 公斤。

因 OX 和 OY 两轴互成直角， P_x 和 P_y 就叫作力 P 的正交分力。任一力都可由它的正交分力来代替。图 1-16 中的力 P 就由它的分力 P_x 和 P_y 来代替。

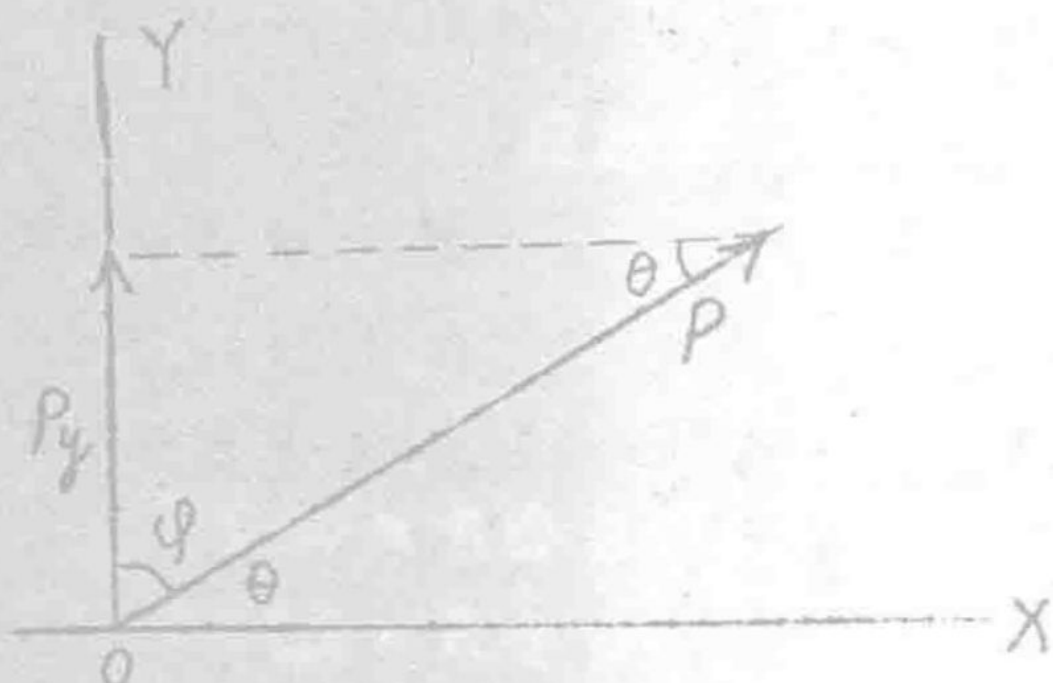


图 1-15

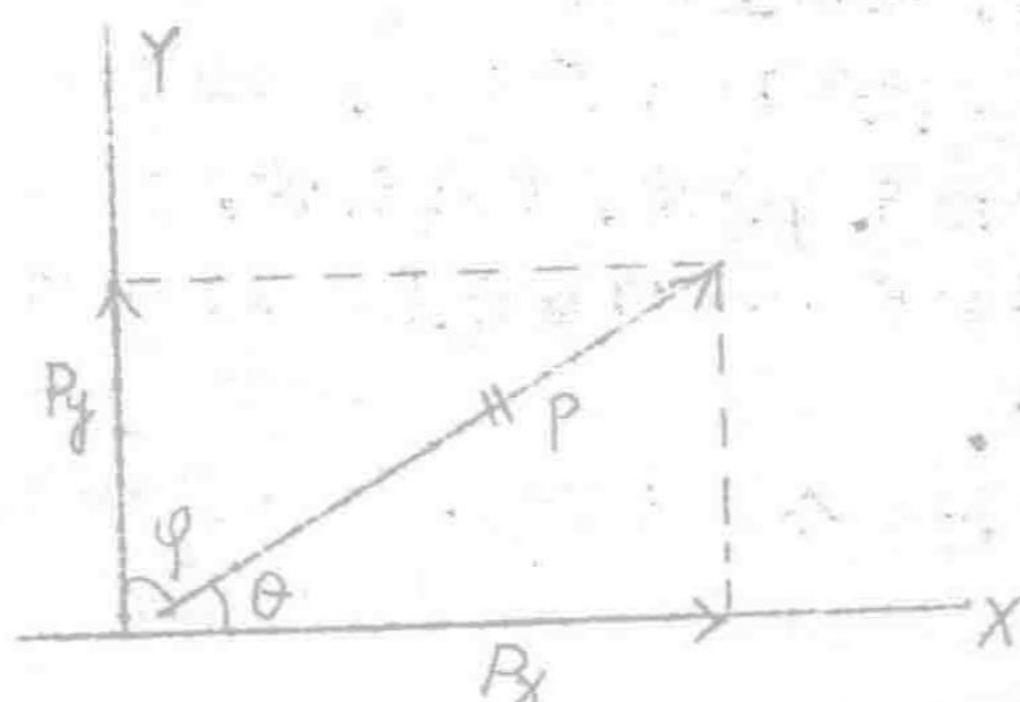


图 1-16 力 P 可由它的正交分力 P_x 和 P_y 代替

“认识从实践始，经过实践得到了理论的认识，还须再回到实践去。”理论是否符合客观真理？“要完全地介决这个问题，只有把理性的认识再回到社会实践中去，应用理论于实践，看它是否能够达到预想的目的。”要证实一力由它的正交分力来代替，可以作一实验，如图 1-17 所示：

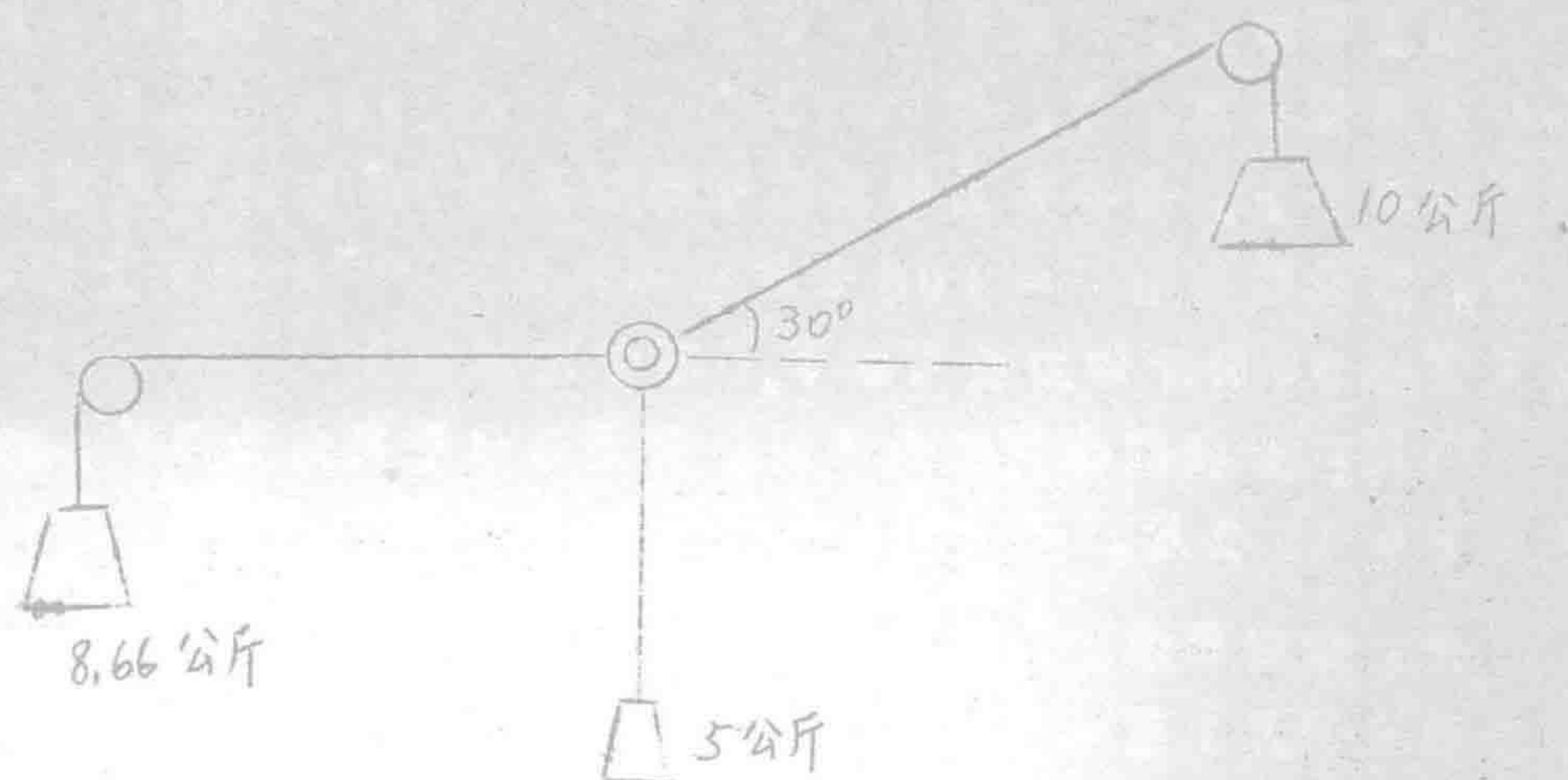


图 1 - 17

拿个小圆环，上面扣三条绳，把环放在一垂直板上钉牢的木栓上，两条绳各绕过一个滑轮。倘若把重 8.66，5 和 10 公斤的砝码挂在三条绳上，使挂 10 公斤砝码的绳和水平面成 30° 的仰角，就会发现木栓可以抽去，而圆环在三条绳拉的联合作用下依然不动。这就表明和水平成 30° 仰角的 10 公斤力是与一 8 公斤的向右水平力和一 5 公斤的向上垂直力等效的，上述实验证实了我们由经验得到的理论——力的分介是符合客观实际的。

“卑贱者最聪明！高贵者最愚蠢。”劳动人民早就把力的分介原理应用于生产实践了。如搬运重物到卡车上，或把重物由低的地方搬到高的地方，采用斜面把重物推上去要比把重物垂直提起来省力得多。如图 1 - 18。

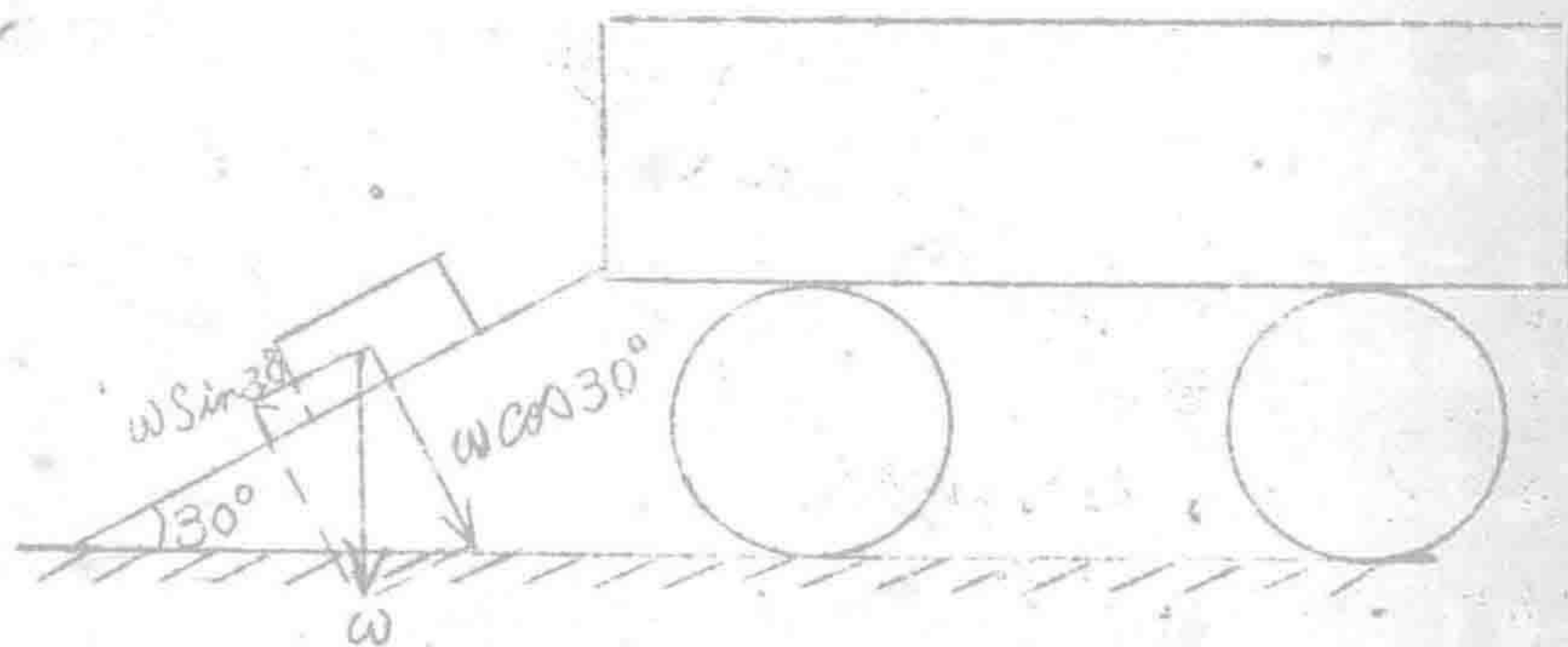


图 1 - 18

由上图看出，将重物 W 的重力可以分解成为二个互相垂直的分力，一是与斜面垂直的力，即 $W \cos 30^\circ = 100 \times 0.866 = 86.6$ 公斤，它垂直压在斜面上，另一分力与斜面平行即 $W \sin 30^\circ = 100 \text{ 公斤} \times 0.5 = 50$ 公斤，因此将重物 $W = 100$ 公斤在倾斜角为 30° 的斜面上推到卡车上只需用 50 公斤的力就可以了。（不考虑摩擦）

例题：如我们在使用凿子时，凿子与水平夹角为 30° ，榔头敲击力为 $P = 15$ 公斤，求铲削力和压紧力。

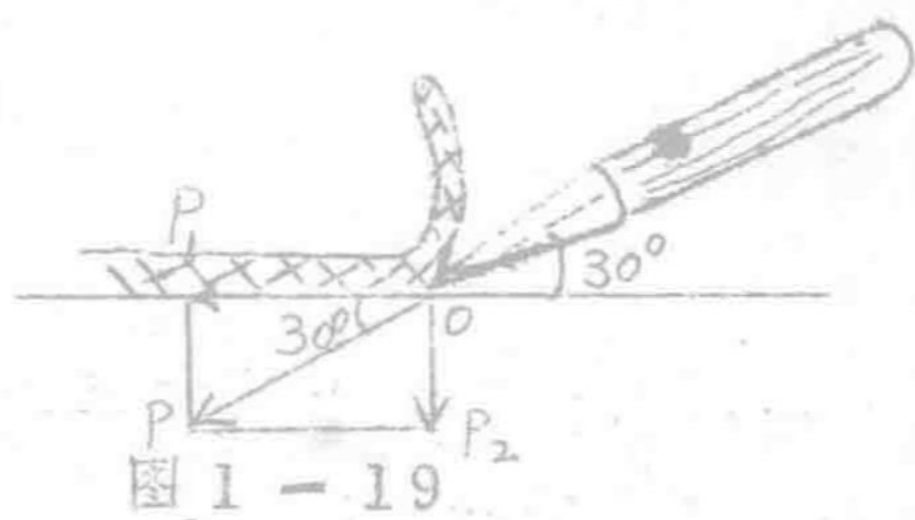
介：如图所示， $P = 15$ 公斤，我们选取比例尺 1 厘米代表 10 公斤，

量得 $OP_1 = 1.3$ 厘米

所以 $P_1 = 1.3 \times 10 = 13$ 公斤

量得 $OP_2 = 0.75$ 厘米

所以 $P_2 = 0.75 \times 10 = 7.5$ 公斤



或用介析方法进行计算：

$$\text{因 } \frac{P_1}{P} = \cos 30^\circ$$

$$\therefore P_1 = P \cdot \cos 30^\circ \\ = 15 \times 0.866 = 12.99 \text{ 公斤}$$

$$\frac{P_2}{P} = \sin 30^\circ$$

$$\therefore P_2 = P \cdot \sin 30^\circ \\ = 15 \times 0.5 = 7.5 \text{ 公斤}$$

2. 力的合成

如有若干个力作用于一点，我们要求与这些力能产生同一效应的单力（合力）叫力的合成。显然这是力的分解的倒问题，如图 1-16 中，力 P 就可以看作是 P_x 和 P_y 的合力。

力是矢量，从实践可以证明矢量的合成遵从平行四边形法则。

设 A 、 B 代表两个矢量，将它们相加时，可自同一点画 A 、 B 两个矢量（图 1-20），以 A 、 B 为两邻边，完成平行四边形，自两矢量的交点划出对角线，即代表 A 、 B 两矢量的和。以下式表示：

$$\vec{C} = \vec{A} + \vec{B} \quad (\text{符号 } \vec{C} \text{ 表示矢量，以示与标量加法相区别})$$

$\vec{C}$ 叫做合矢量（合力），而 $\vec{A}$ 、 $\vec{B}$ 叫做 $\vec{C}$ 的分矢量（分力）。

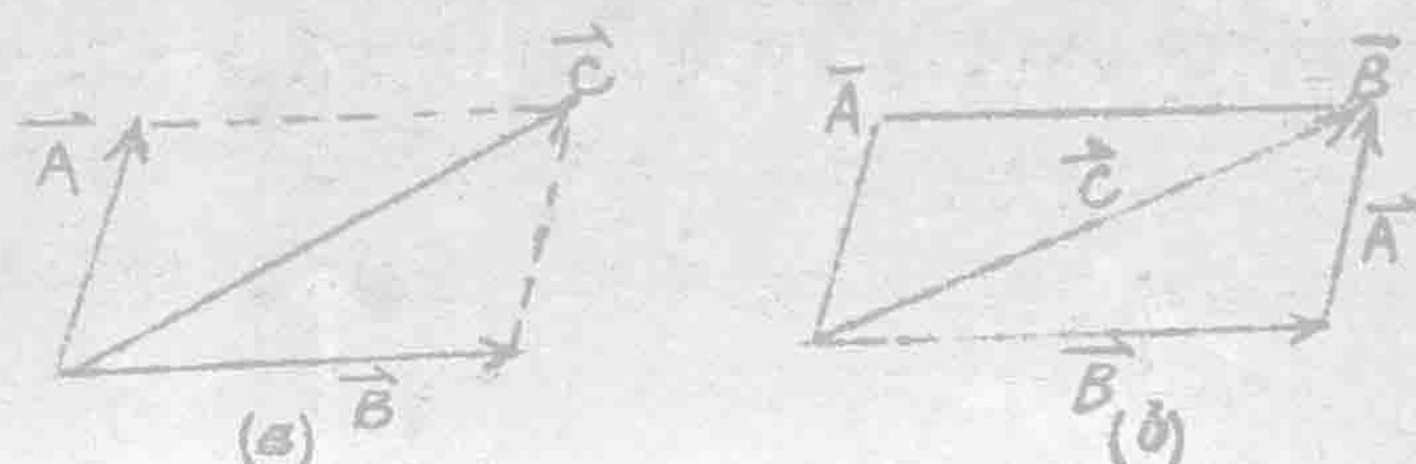


图 1-20

合矢量(合力)的大小和方向可以由作图法量出,或者用正弦定理或余弦定理求出。因为平行四边形的对边平行相等,所以矢量的加法也可以这样进行;即以矢量 $\vec{A}$ 的末端为始点,画矢量 $\vec{B}$,这不难看出,由 $\vec{A}$ 的始点画到 $\vec{B}$ 的末端的矢量即为矢量 $\vec{C}$,图1-20(b),这称为三角形法则。

现举例说明力合成规则的应用。

例1. 取三条线联结于一点C(图1-21);令其中两条线绕过滑车A和B,在这两条线的线头上各挂重物 $P_1=3$ 公斤,和 $P_2=5$ 公斤。在第三条线的线头上挂重物 P_3 ,且 $\angle ACB=60^\circ$ 。设这个系统处于平衡状态,试求 P_3 的大小。

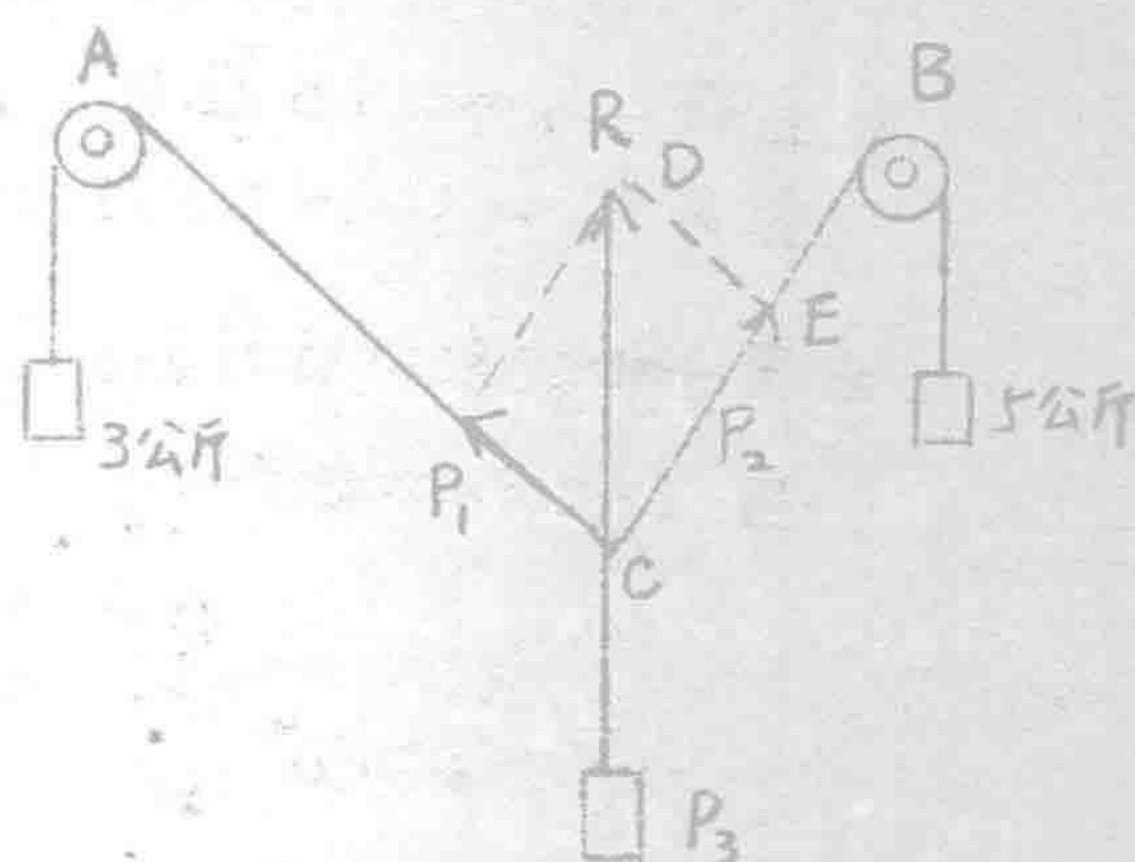


图 1-21

介:在点C点共作用三个力:力 P_1 沿CA,力 P_2 沿CB,又力 P_3 铅垂向下。把前两个力相加,求出两者的合力R。

首先以 P_1, P_2 为两边完成平行四边形,因平行四边形对边相等,∴在 $\triangle CDE$ 中, $CE=P_2, DE=P_1, \angle CED=180^\circ-60^\circ=120^\circ$
∴根据余弦定理:

$$\begin{aligned} R &= \sqrt{P_1^2 + P_2^2 - 2P_1P_2 \cos(180^\circ - 60^\circ)} \\ &= \sqrt{3^2 + 5^2 + 2 \times 3 \times 5 \cos 60^\circ} \\ &= \sqrt{9 + 25 + 15} = 7 \text{ 公斤} \end{aligned}$$

因为这力R为力 P_3 所平衡,所以 $P_3=R=7$ 公斤。

例 2. 一综框如图 1-22 所示连于多臂提综杆的 B 点。如果提综杆必须向上加一 10 公斤的力以支持综框，那么作用在吊综绳 AD 和 AC 中的力有多大？

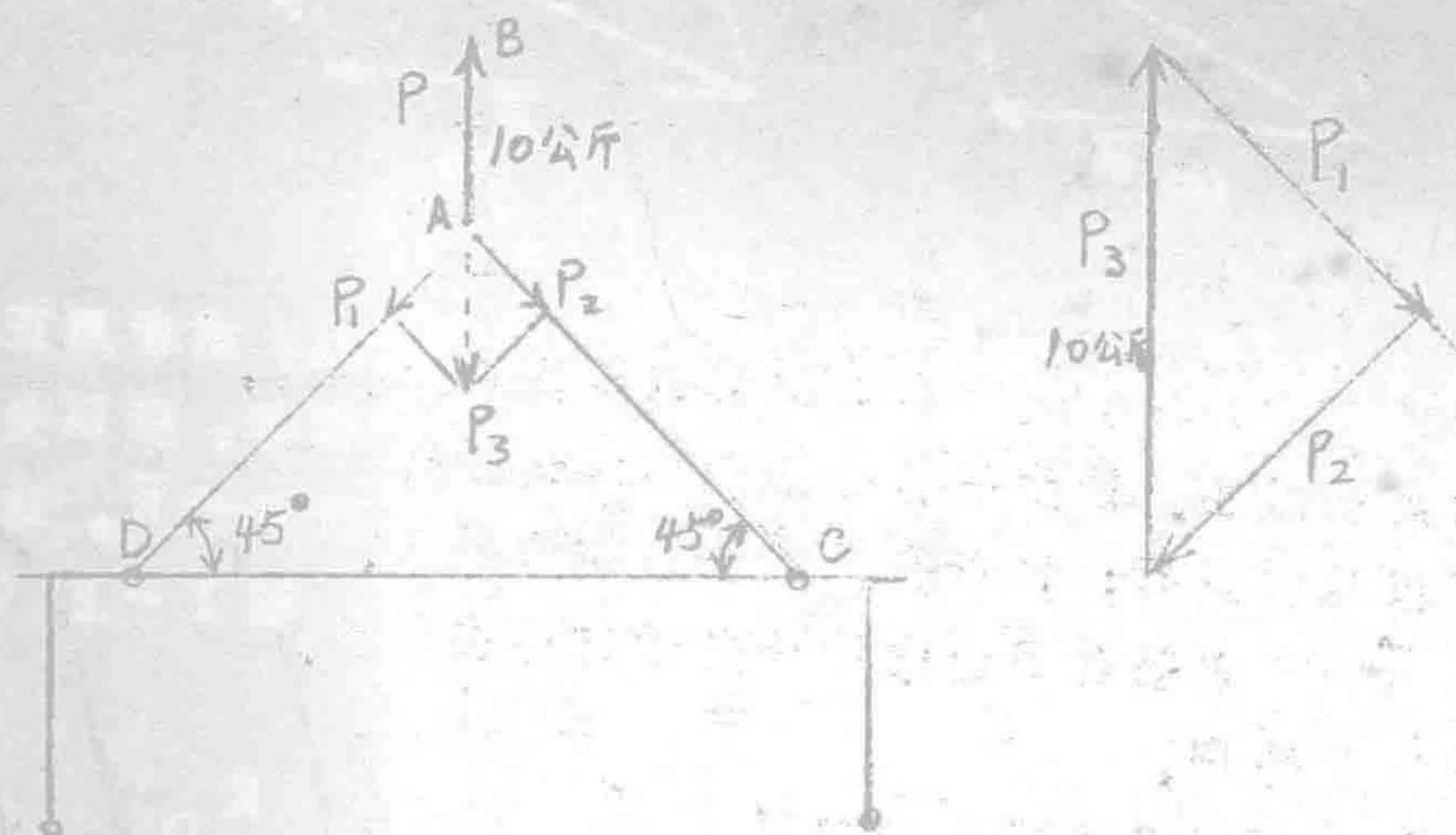


图 1-22

介：作用于 A 点有三个力，向上的拉力 $P = 10$ 公斤，和吊综绳 AD 和 AC 中的拉力 P_1 和 P_2 。此三力处于平衡状态，即可以看作 P_1 和 P_2 的合力 P_3 与力 P 等值，反向。

$$P_1 = P_2 = P \cdot \sin 45^\circ = 10 \times 0.7071 = 7.071 \text{ 公斤}$$

也可以根据力三角形法则，用作图法量得 $P_1 = P_2$ 的量值。如我们选 4 厘米长度代表 10 公斤，如图可以量得 $P_1 = P_2 = 2.8$ 厘米

$$\therefore P_1 = P_2 = 2.8 \times \frac{10}{4} = 0.7 \times 10 = 7 \text{ 公斤}$$

例 3. 一支无线电杆，借二根索 AB 和 BC 维持平衡（图 1-23）

索中的拉力分别是 P_2 和 P_1 。已知 $AD = 9$ 公尺， $DC = 5$ 公尺，又 $DB = 12$ 公尺。问欲使电杆不致弯曲，这两力大小的比值应怎样？

介：欲使电杆不弯曲，显而易见力 P_1 和 P_2 的合力 R 必须是沿杆的方向，即沿 BD 线的方向。

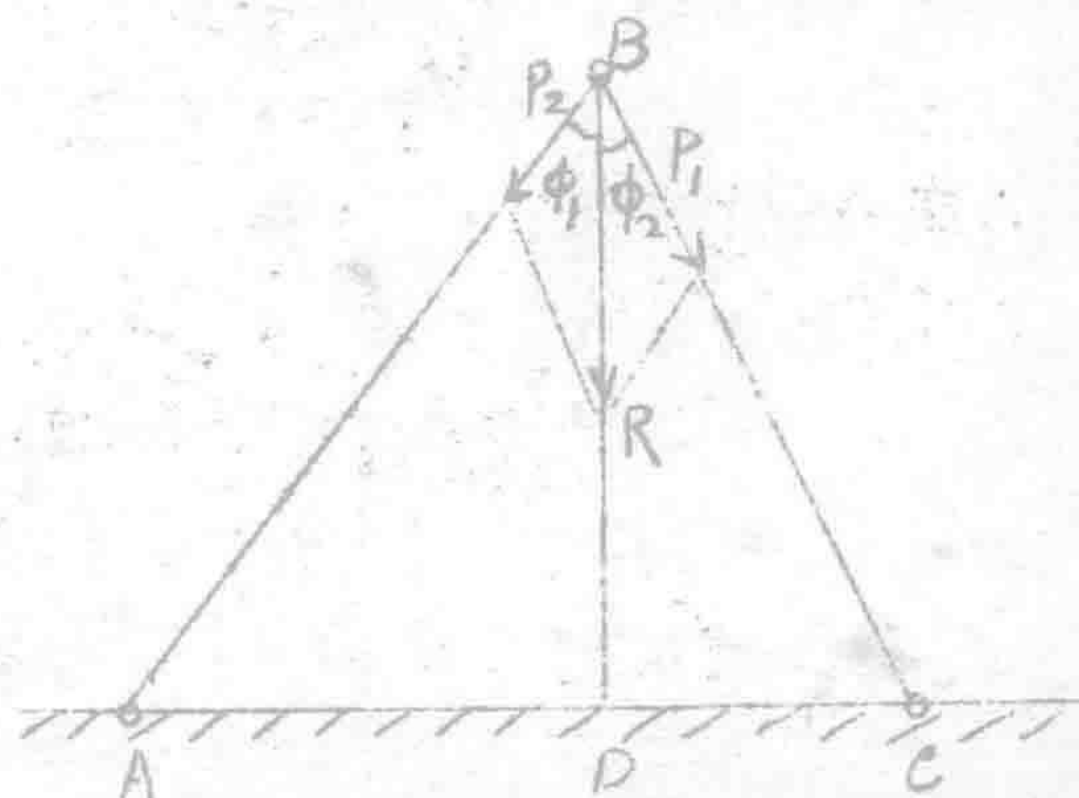


图 1-23

用 φ_1 和 φ_2 分别代表 $\angle ABD$ 和 $\angle DBC$ ，那么由正弦定理得：

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{\sin \varphi_2}{\sin \varphi_1}$$

从直角三角形 ABD 得：

$$AB = \sqrt{AD^2 + DB^2} = \sqrt{81 + 144} = 15 \text{ 公尺}$$

$$\sin \varphi_1 = \frac{AD}{AB} = \frac{9}{15} = \frac{3}{5}$$

同样从三角形 DBC 有：

$$BC = \sqrt{DC^2 + DB^2} = \sqrt{25 + 144} = 13 \text{ 公尺}$$

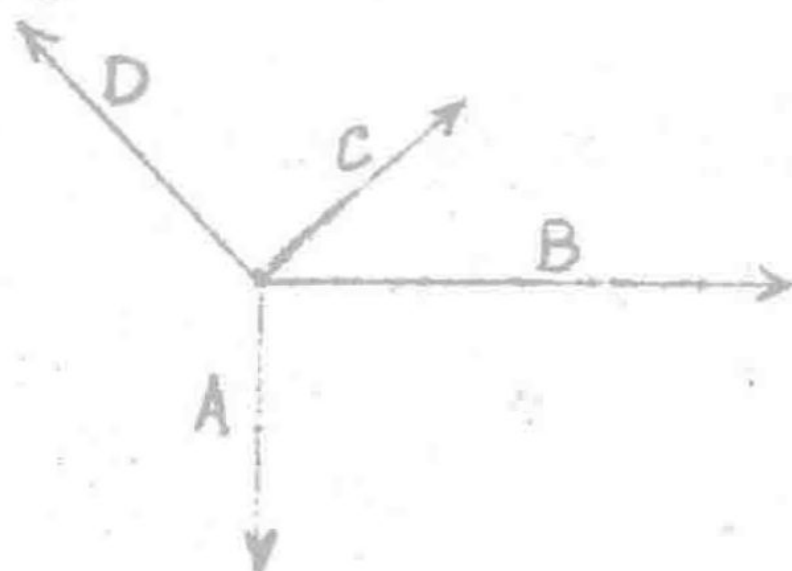
$$\sin \varphi_2 = \frac{DC}{BC} = \frac{5}{13}$$

$$\text{因而 } \frac{P_1}{P_2} = \frac{\sin \varphi_2}{\sin \varphi_1} = 3/5 : 5/13 = \frac{39}{25} = 1.56$$

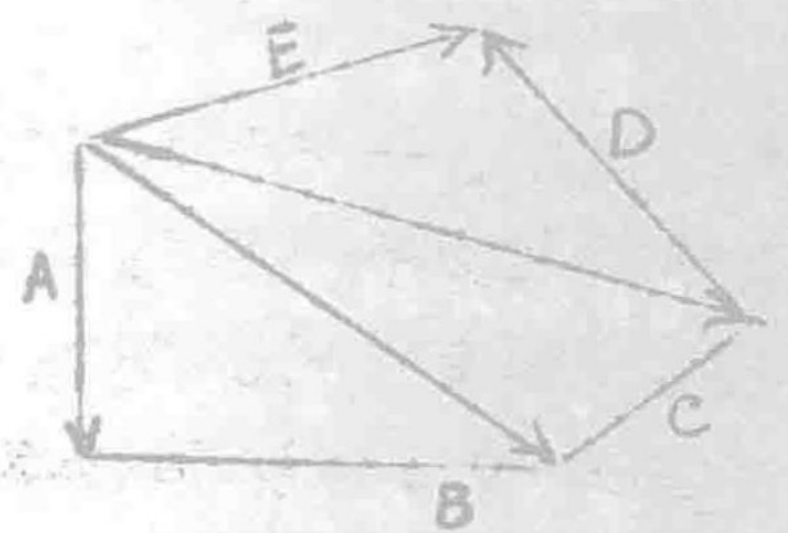
即力 P_1 应大约等于力 P_2 的一倍半。

如果将两个以上的矢量相加，例如求矢量 $\vec{A}$ 、 $\vec{B}$ 、 $\vec{C}$ 、 $\vec{D}$ 的合矢量，则可按平行四边形法则，先求 $\vec{A}$ 、 $\vec{B}$ 的合矢量，然后再求此合矢量与 $\vec{C}$ 的合矢量，依此类推。也可用三角形法则，在 $\vec{A}$ 的末端画 $\vec{B}$ ，再在 $\vec{B}$ 的末端画 $\vec{C}$ ，等等（图 1-24），最后由 $\vec{A}$ 画到 $\vec{D}$ 的末端的矢量 $\vec{E}$ ，即为 $\vec{A}$ 、 $\vec{B}$ 、 $\vec{C}$ 、 $\vec{D}$ 的合矢量，以下式表示： $\vec{E} = \vec{A} + \vec{B} + \vec{C} + \vec{D}$

这叫做矢量合成的多边形法则，运用这种方法我们可以将任意多个矢量相加。



(a)



(b)

图 1-24

3. 用正交分介法求力的合成

“我们不但要提出任务，而且要介决完成任务的方法问题。”

用多边形法则求若干个力的合力虽然迅速。但要作计算时，一般要处理钝角三角形，就很麻烦。“凡事应该用脑筋好好想一想，——多想出智慧。”为了介决这个矛盾，我们可以采用正交分介法。这个方法的具体步骤是：第一步，把所有的力沿任一对正交的轴线各各分介为正交分力；第二步，分别求出所有X分力和所有Y分力的代数和；第三步，联合这两项代数和来得出最后的合力。这样，我们就只须处理直角三角形了。

举一个例子。我们计算图 1 - 25 中四力的合力。

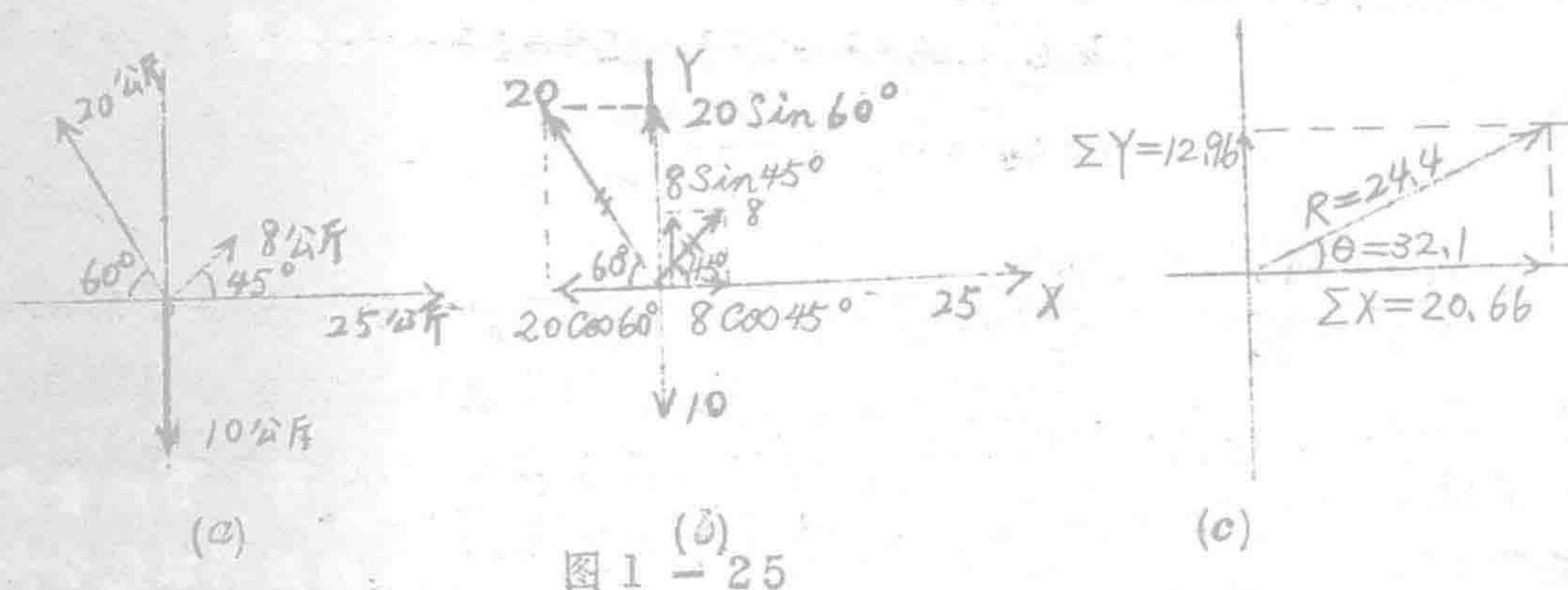


图 1 - 25 (b) 表明这些力分介为 X 向和 Y 向分力，25 公斤和 10 公斤的力本身就是沿轴向，不须分介。在习惯上，凡 X 向分力指向右方为正，指向左方为负。依同理，凡 Y 向分力指向上方为正，指向下方为负。但是，正负号规定并非恒定，一般的说，正负向的选用总求尽可能避免负号。

8 公斤的 X 向分力是 $+8 \cos 45^\circ = +5.66$ 公斤

Y 向分力是 $+8 \sin 45^\circ = +5.66$ 公斤

20 公斤的 X 向分力是 $-20 \cos 60^\circ = -10$ 公斤

Y 向分力是 $+20 \sin 60^\circ = +17.3$ 公斤

各 X 向分力的代数和为 $+25 + 5.66 - 10 = +20.66$ 公斤

各 Y 向分力的代数和为 $+17.3 + 5.66 - 10 = +12.96$ 公斤

求出这两项合量的平方的和，再取平方根，就等于最后的合力。

参看图 1 - 25 (c)。

合力 $R = \sqrt{20.66^2 + 12.96^2} = 24.4$ 公斤

合力 R 与 X 轴所成的角度可由这角的正切求出，

$$\operatorname{tg} \theta = \frac{12.96}{20.66} = 0.627 \quad \theta = 32.1^\circ$$

为了清楚起见，我们把图 1-25 列成三个分图，实际不需分成三分图，只要一个图就可以了。

X 方向和 Y 方向分力的代数和的数学符号是 ΣX 和 ΣY 。因此一般的说，我们可以写出以下式子：

$$R = \sqrt{(\Sigma X)^2 + (\Sigma Y)^2} \quad \dots\dots\dots (1-2)$$

$$\operatorname{tg} \theta = \frac{\Sigma Y}{\Sigma X} \quad \dots\dots\dots (1-3)$$

§3. 共点力系的平衡

“马克思主义的哲学认为十分重要的问题，不在于懂得了客观世界的规律性，因而能够解释世界，而在于拿了这种对于客观规律性的认识去能动地改造世界。”上面我们认识了力的合成与分介法则，现在我们就可以利用它来研究物体的平衡的问题。

所谓平衡，是指物体在外力作用下运动状态不变（物体处于静止或匀速直线运动状态）。所谓平衡与不平衡它与任何事物存在着的矛盾运动一样，不平衡是绝对的，平衡是相对的；物体的静止和运动，运动是绝对的，静止是相对的，地面上的房子，教室里的桌子、黑板看起来是静止的，但是地球是在运动着，它围绕太阳转，房子、桌子对地球来说是静止的，对太阳来说是运动的。

伟大领袖毛主席教导我们：“就人类认识运动的秩序说来，总是由认识个别的和特殊的事物，逐步扩大到认识一般的事物。”现在我们先讨论关于共点力系的平衡问题。所谓共点力系，是指作用在物体上的各个力的作用线汇交于一点的力系。

从经验知道，如果一个物体放在光滑的桌面上，我们加上一个力，则物体就要产生运动；如果加上几个力则物体将在合力的作用下产生运动，因此物体要保持相对平衡，作用在该物体上的合力必须等于零，由式 $R = \sqrt{\Sigma X^2 + \Sigma Y^2}$ 可知

$$\sqrt{\Sigma X^2 + \Sigma Y^2} = 0 \quad \text{即} \quad \begin{cases} \Sigma X = 0 \\ \Sigma Y = 0 \end{cases} \quad \dots\dots\dots (1-4)$$