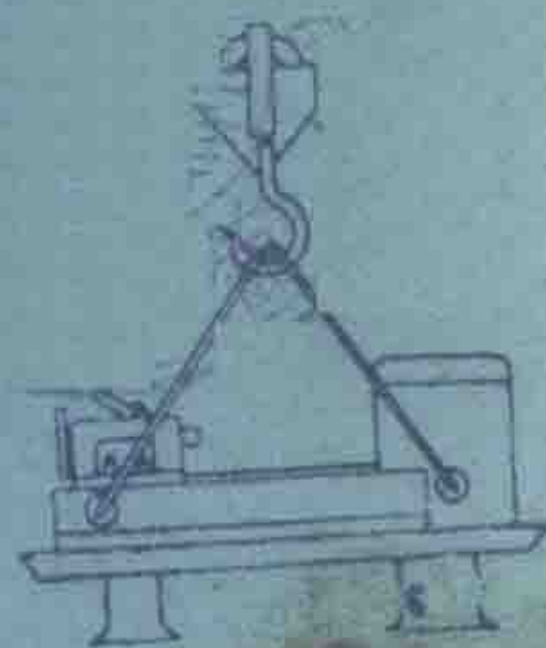


設備安裝工人技術教材

設備起重

建筑工程部劳动工資司审定



建筑工程出版社

設備安裝工人技術教材

設 備 起 重

建筑工程部劳动工資司审定

建筑工程部第二工程局

工业設備安裝公司

編

建筑工程出版社出版

· 1960 ·

设备安装工人技术教材

设 备 起 重

建筑工程部劳动工资司审定

建筑工程部第二工程局

工业设备安装公司

編

1960年1月第1版

1960年1月第1次印刷

6.070册

850×1168 • $1/32$ • 76千字 • 印張 $3\frac{1}{16}$ • 插頁4 • 定价 (8) 0.46元

建筑工程出版社印刷厂印刷 • 新华書店发行 • 統一書号: 15040·1808

建筑工程出版社出版 (北京市西郊百万庄)

(北京市書刊出版业营业許可証出字第052号)

写在前面

随着我国社会主义建设事业的飞跃发展，各项建设的规模日益扩大，相应的设备安装技术也越来越繁杂和精密。因此，建筑业各方面，尤其是设备安装方面，迫切需要培养大批技术工人。

为了配合安装技工的培训工作，我们共同组织了浙江省工业设备安装公司、建筑工程部第二工程局工业设备安装公司和山东省工业设备安装公司等单位，统一编成一套安装工人技术教材，计有安装钳工、设备起重、焊接、配管、铆接、电气安装、筑炉、通风……等。

这套教材的编写，是本着理论知识与操作技术相结合、基本技术和先进经验相结合的精神，文字力求通俗，内容安排循序渐近，对象是高小毕业的学徒工和低级技工，适合于培训讲课之用，同时也可以作为安装技工的自修读物。

编写单位在较短的时间内，抽调了相当多的人力，参考了必要的资料，编成这套教材，为各地培训工作提供了有利的条件，我们表示感谢。但由于大家编写经验不多，所参考的资料也并非都很理想，因而各册之中难免有或多或少的缺点。希望采用单位及应用同志，在教学或阅读当中，提出意见，以便修订改进。

建筑工程部劳动工资司

建筑工程出版社

1959年11月

目 录

第一章 起重运输中的简单原理	(1)
第一节 摩擦	(1)
第二节 杠杆原理	(2)
第三节 力的合成和力的分解	(5)
第四节 重心和稳定条件	(8)
第五节 应力强度与安全系数	(8)
第二章 常用设备和工具	(11)
第一节 麻绳和钢丝绳	(11)
第二节 滑轮和滑轮组	(13)
第三节 千斤不落	(18)
第四节 千斤顶	(20)
第五节 卷扬机和绞磨	(23)
第六节 桅杆	(26)
第七节 人字架	(33)
第八节 龙门架	(34)
第九节 锚	(36)
第三章 各种绳扣和使用方法	(41)
第一节 各种绳结的结法和应用	(41)
第二节 绳套	(51)
第三节 被吊物体的刚性问题	(55)
第四章 运搬方法	(57)
第一节 肩抬方法	(57)
第二节 滚动摩擦运输法	(59)
第三节 静摩擦运输法	(61)
第四节 大型设备的装卸	(63)
第五章 起重机具的装置	(66)

第一节	桅杆的立法	(66)
第二节	人字架和走线滑子的立法	(68)
第三节	卷扬机和绞磨的固定法	(70)
第六章	吊装方法	(72)
第一节	机械化的吊装方法	(73)
第二节	半机械化的吊装方法	(79)
第三节	机械化和半机械化吊装方法的联合使用	(91)
第四节	整体吊装和组合预制	(97)
第七章	安全知识	(105)
第一节	吊装工作中的指挥工作	(105)
第二节	安全知识	(106)
附录	物体的体积和重量	(109)

第一章 起重运输中的简单原理

第一节 摩 擦

一、滑动摩擦和滚动摩擦

一物体沿另一静止物体运动时，这两个物体接触面之间所产生的现象叫做摩擦。如果运动物体沿静止物体滑动时，就产生滑动摩擦（图1-1）；如运动物体沿静止物体滚动时，就产生滚动摩擦（图1-2）。



图 1-1

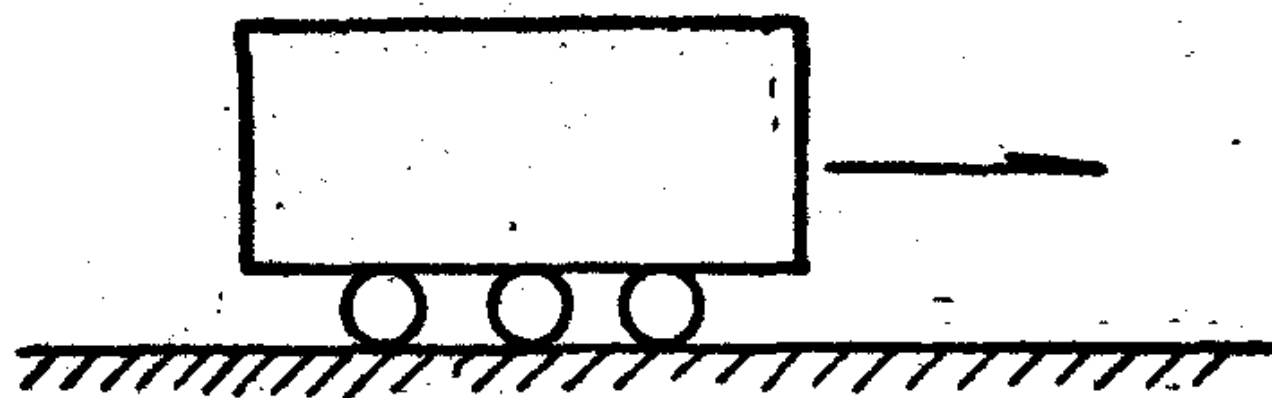


图 1-2

滑动摩擦主要是由于二个摩擦表面不平滑产生的，甚至被磨得十分光滑的表面，也不会没有粗糙不平的地方。两个相接触的物体就以这些不平滑的地方互相勾搭在一起。而当一物体沿另一个物体滑动时其中有一部分不平的地方发生变形，有一部分甚至被损坏，这样就产生运动时的阻力，这种阻力通常就叫做摩擦力。

滚动摩擦也是由于支承滚子的表面和滚子本身的表面不平滑所造成。

在表面的性质相同的时候，滚动摩擦比滑动摩擦小。因为，

滚动时，滚子没有破坏表面不平滑的地方，而是在不平滑的上面滚过去。搬运重物时，常常在重物下面放些滚子，就是为了以滚动摩擦代替滑动摩擦。

摩擦在速度大的情况下阻力就小，这是因为在大的速度下，不是不平滑面的所有凸出部分都能够互相勾搭在一起，而且它们也来不及勾搭得很牢固。

第二节 杠杆原理

每个人都知道，一块很重的石头，重到难以用手推动，可是利用杠杆便可以使石头离开原地。这就是说，用杠杆可以使我们省一些力，使小的力量变成大的力量。这种现象就是运用了杠杆原理的结果。

一、杠杆原理

杠杆有三个点：重点、支点和力点。重点是在杠杆上负重的点；支点是杠杆上的支承点。支点只会转动而不移动；力点是在杠杆上用力的点。用杠杆撬石头省力的原因是由于力臂大于重臂。力臂是力点到支点的距离；重臂是重点到支点的距离。如图1-3。

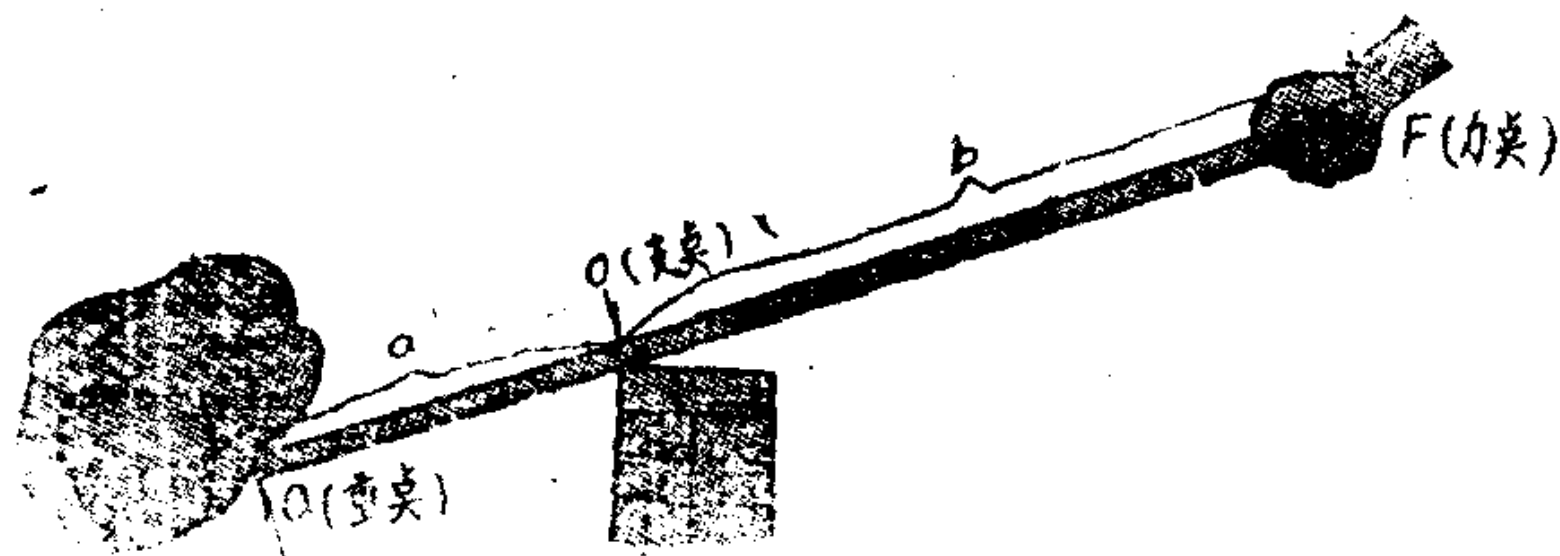


图 1-3

上图 a 段就是重臂， b 段就是力臂，假若力臂大于重臂一倍，则省力一半，力臂大于重臂 5 倍即省力 5 倍。杠杆原理可用下列公式表示之：

$$Q \cdot a = F \cdot b \quad \text{即：物重} \times \text{重臂} = \text{力} \times \text{力臂。}$$

根据重点、支点、力点相互位置的不同，杠杆可分为三类：

1. 第一类杠杆：重点和力点分别在支点的两边（见上图）。

2. 第二类杠杆：支点和力点分别在重点的两边（见图1-4）。

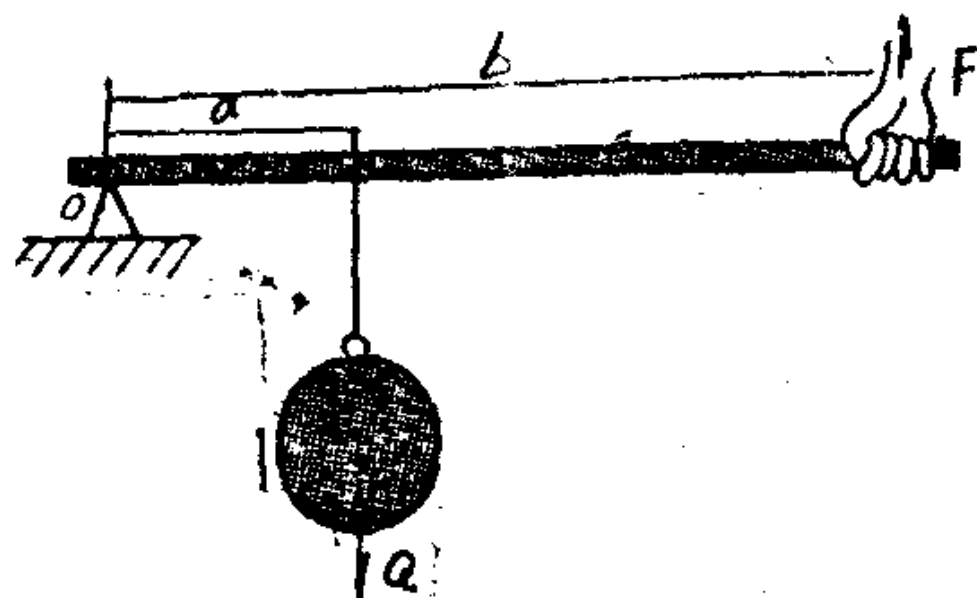


图 1-4

3. 第三类杠杆：重点和支点分别在力点的两边（图1-5）。

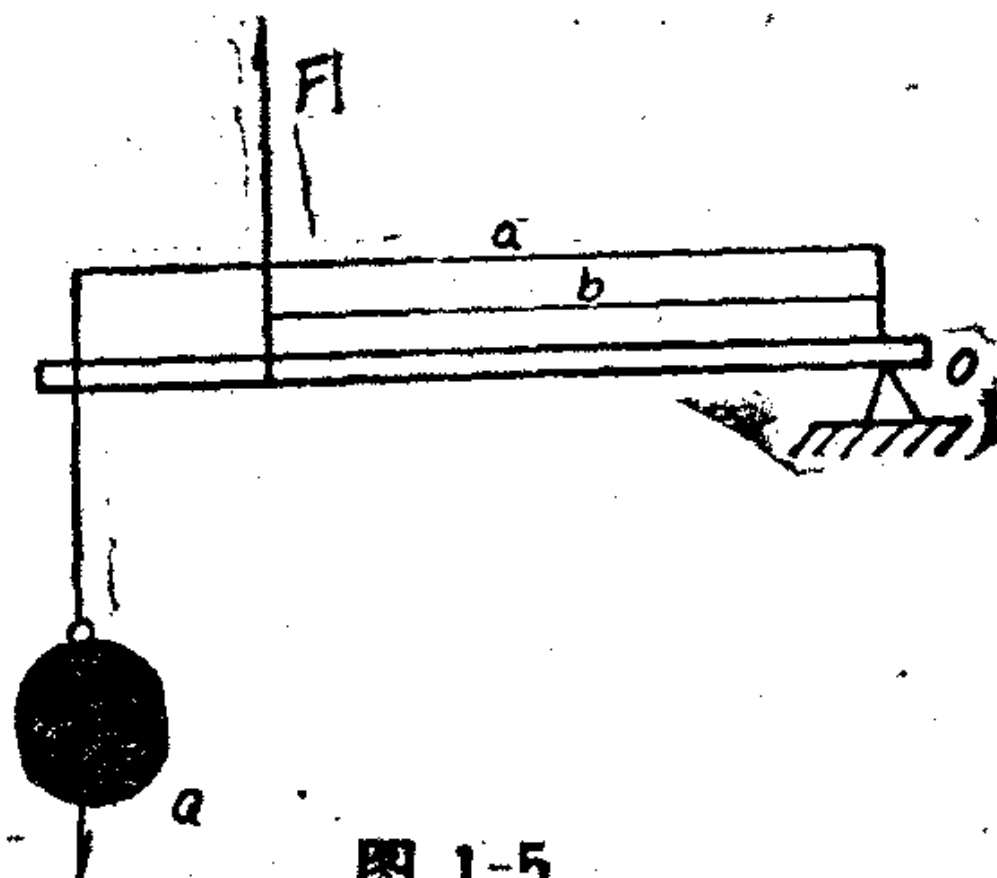


图 1-5

現在，我們用杠杆平衡条件分析上面所講的三类杠杆：在第一类杠杆中，当重臂比力臂大时，这时我們使的力量要比重物的重量大，在这种情况下是很費力的。如果要想达到省力的目的，便一定得使重物靠近支点，也就是說尽量使重臂比力臂小。第二类杠杆与第一类杠杆的不同点，就是当重物在支点和力点之間的任何位置时，都是省力的，当然重物愈靠近支点也就愈省力。第三类杠杆和第二类杠杆恰相反，那就是，力点在重点和支点間的任何位置都不省力，甚至力点靠近重点，比較力点远离重点时省力，因此第三类杠杆是不能作为省力的工具的，通常很少用它，只有需要减小力的效用时才用得上它，不过这种需要是很少的。

二、滑輪和絞車

滑輪基本上分为两种，一种是动滑輪，一种是定滑輪，动滑輪

和定滑輪联合运用称为复滑輪。下面我們用杠杆原理来研究它們。

利用定滑輪来提高重物 Q (图1-6), 根据杠杆平衡条件, 就必须使作用在滑輪上的力 F 和 Q 相等, 因为这两个力的臂都相等, 都等于滑輪的半徑 r , 那么平衡条件可写为下式:

$$F \cdot r = Q \cdot r$$

或

$$F = Q$$

也就是說定滑輪不能够使我們省力, 但是我們能够利用定滑輪用向下拉的力而使重物向上提升, 这种改变力的方向在很多情况下是必需的。

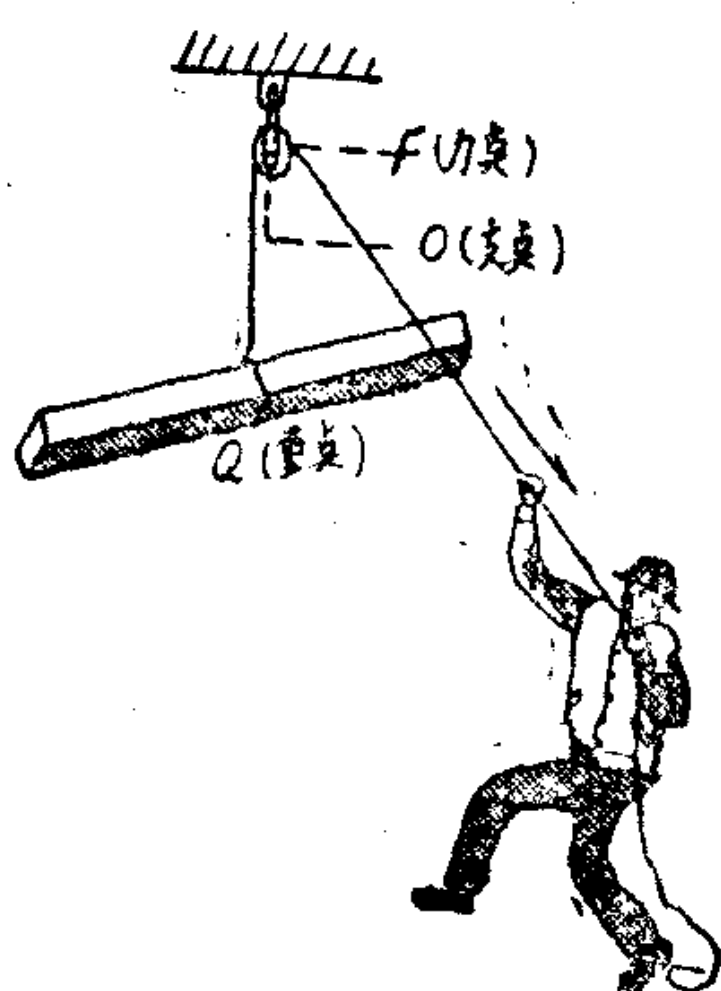


图 1-6 用定滑輪提升重物
(改变重物方向)

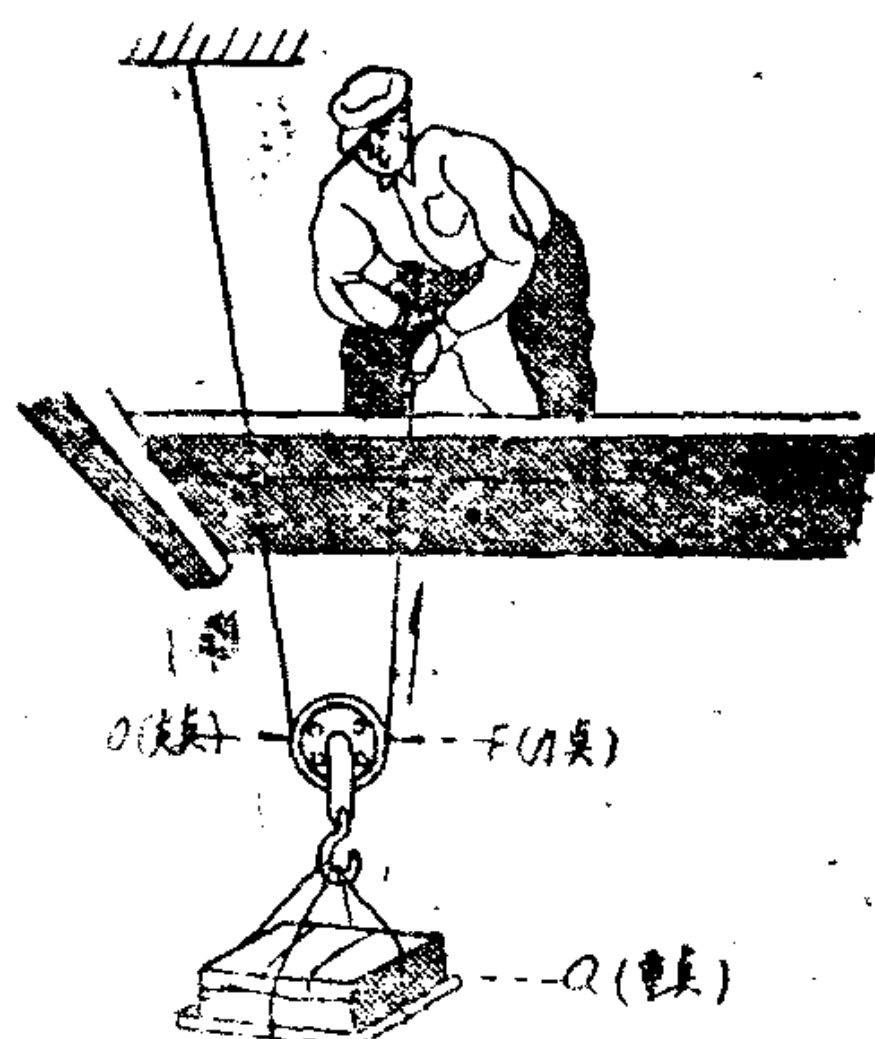


图 1-7 用动滑輪提升重物
(省力一半)

利用动滑輪吊运重物可以省力。設 O 为支点, 这样力臂为滑輪之直徑, 重臂为滑輪之半徑 (图1-7), 其公式如下:

$$F \cdot 2r = Q \cdot r$$

由此得

$$F = \frac{Q}{2}$$

这一公式說明动滑輪可以使我們省一半力。

对于絞車可以認為軸是支点 (图1-8), 重臂則是絞車的半徑, 从軸中心到手柄头上是力臂, 所以利用絞車吊絞重物也省力。为了使吊絞重物平衡, 必須使:

$$F \cdot R = Q \cdot r$$

或

$$\frac{Q}{F} = \frac{R}{r}$$

式中： r ——絞車半徑；

R ——力臂。

也就是說利用絞車可能得到的省力倍數就是軸半徑小于絞車手柄長度的倍數。在起重工作中絞車是常用的工具。

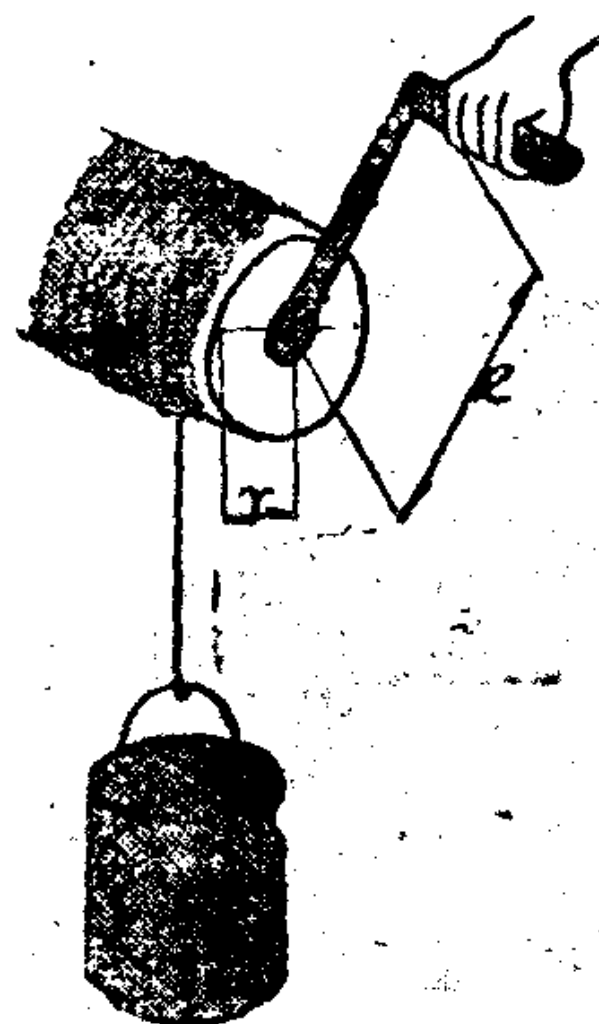


图 1-8

第三节 力的合成和力的分解

一、在同一直線上作用力的合成

有三人在同一方向以繩拉重物時，如第一力 $F_1=15$ 公斤，第二力 $F_2=18$ 公斤，第三力 $F_3=16$ 公斤，那麼這三個力可以用同方向另一力 $R=49$ 公斤來代替。 $R=49$ 公斤，這就是 F_1 、 F_2 、 F_3 的合力（如下圖）。可見，作用於一點的同方向的幾種作用力的合

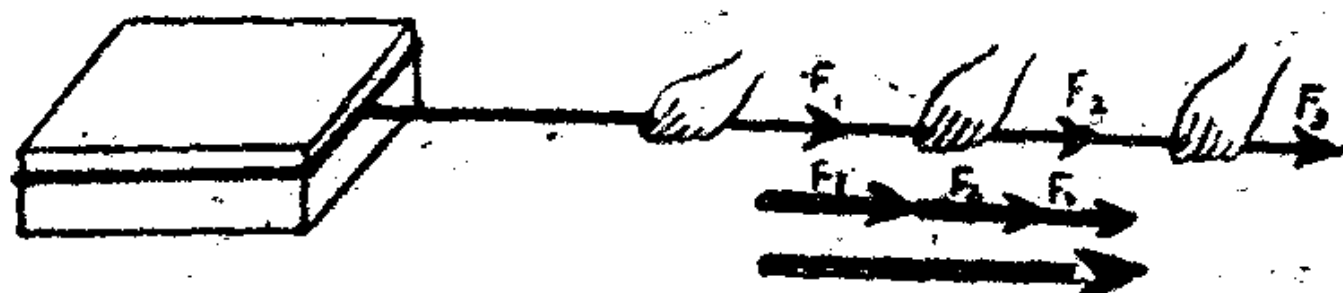


图 1-9

力，其大小等於各個力相加，方向和各個力的方向相同。

第二種情形也不需要特別解釋（如圖1-10），就是二力在同一直線上作用於一點而方向相反。這時合力的大小等於兩力相減，它作用於同一直線上，方向和比較大的力的方向相同。在特殊情況下二力相等時，那麼這二力互相平衡。

二、作用於一點而互成一角度的力的合成

作用於一點而互成角度的兩個力（ F_1 和 F_2 ）合力的大小和方向，可以用這兩個力 F_1 和 F_2 為鄰邊綫段所構成的平行四邊形的對

角綫表示（图1-11）。这个法則叫做力的平行四边形定則。这个合力大于 F_1 、 F_2 二力之差，小于二力之和，方向是在二力之間。因此力按平行四边形定則的合成并不是簡單的二力相加。



图 1-10

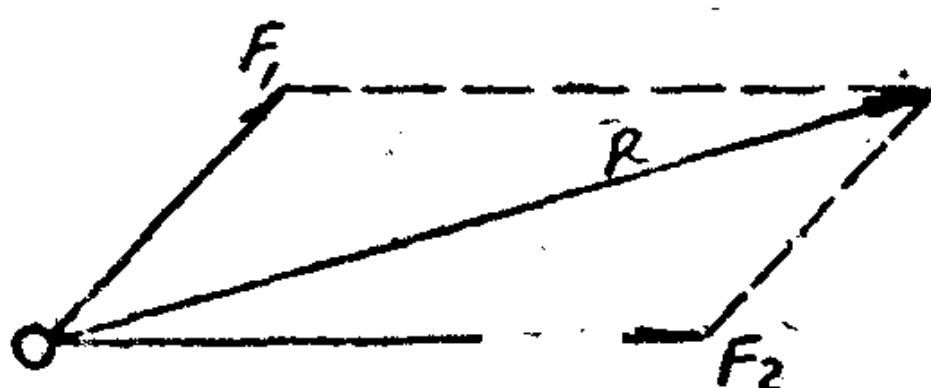


图 1-11

三、一力分解为作用于一点的二分力

力的分解与力的合成正是相反。在很多問題求解計算时，常常必須找出两个或几个同时作用的力来代替一个已知力，这叫做力的分解。显然，这些由一已知力所分解的力又可以重新合成。在力的分解时，找出二个或二个以上的，它們之和一定大于这个已知力。現在举一个力的分解的例子。

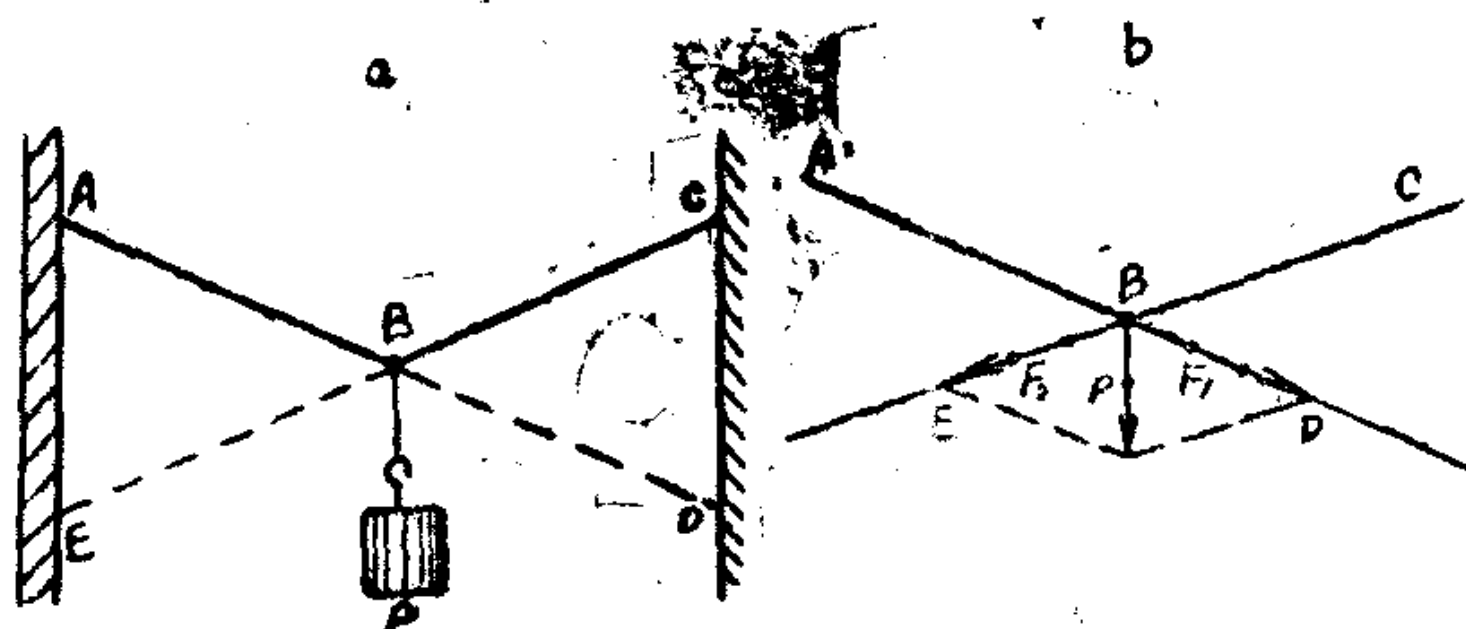


图 1-12

在鋼繩綫 $A B C$ 的中点（图1-12 a） B 处掛一重物 $P = 20$ 公斤，求鋼繩 $A B$ 及 $B C$ 两部分的引力。

另作一等于 $A B C$ 角的角（图1-12 b），并取一厘米表示10公斤重为比例給出力 P 。鋼繩 $A B$ 段的未知力其方向是 $B D$ （在 $A B$ 延長綫上）。鋼繩 $C B$ 段的力是沿 $B E$ 方向（在 $C B$ 延長綫上）。作一平行四边形，使其对角綫为重力 P ，而其边的方向是 $B D$ 与 $B E$ 。力 $P = 20$ 公斤重就是这平行四边形两边所代表的 F_1 、 F_2 二未知力的合力，即 F_1 和 F_2 二力可以代替重力 P ，而 F_1 和

F_2 也正是待求的力。現在只需找出 F_1 和 F_2 力的大小，這需要知道代表二力的綫段中共包含了几个我們所規定的比例單位長。結果我們得到： $F_1=30$ 公斤， $F_2=30$ 公斤。

如果要将一力分解为二个作用于同一点的二分力，必須要求下列三个条件中的任何一个条件为已知（不然将会得到无数个不同的解答），见图1-13。

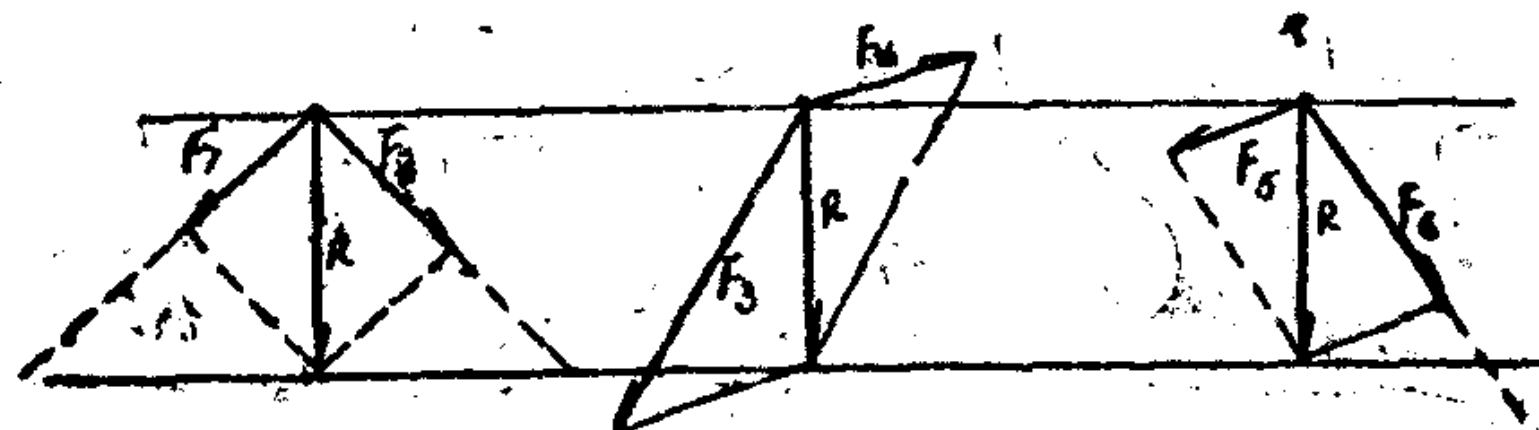


图 1-13

1.二分力的方向。图1-13中虛綫表示为作平行四边形及求出二分力的大小所需要的綫（如前已解的例題）。

2.分力中一力的大小及方向。图1-14中虛綫的号碼代表其作平行四边形的先后次序。

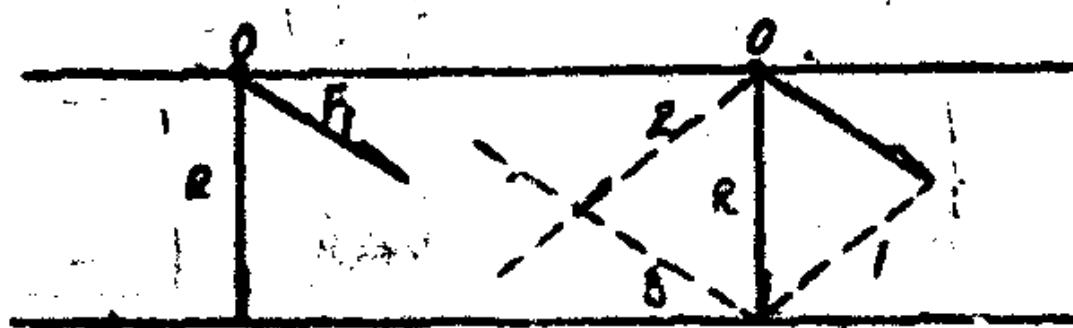


图 1-14

3.二分力的大小（需求其方向）。如图1-15，解此題時可用三边代表 F_1 、 F_2 、 R 的綫段作出三角形 OAB ，再补足成平行四边形， OB 和 OC 就是所求分力的方向。

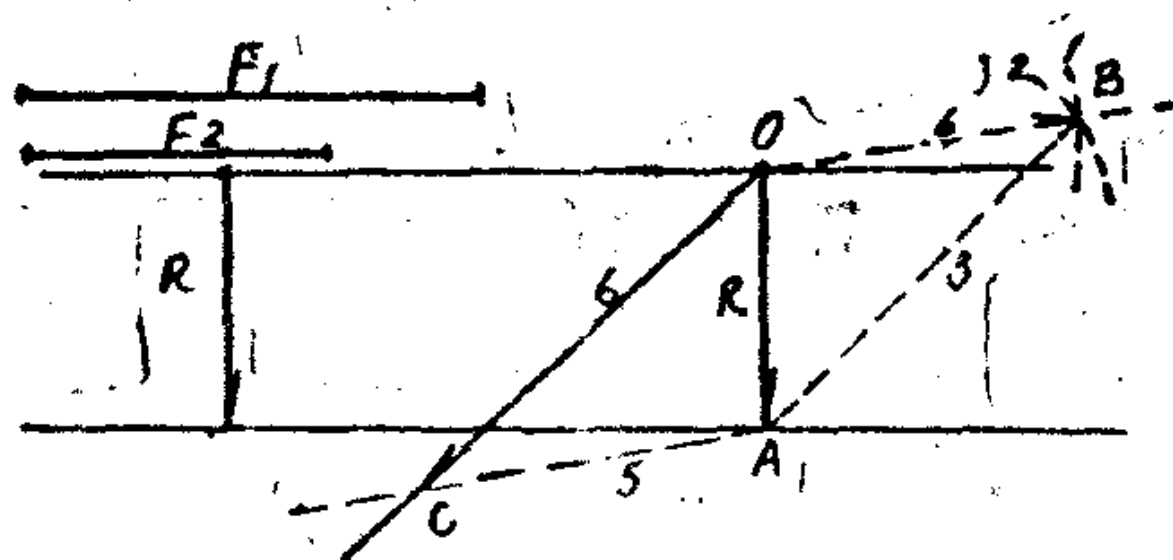


图 1-15

第四节 重心和稳定条件

我們知道任何物体都被地球吸引，而这个吸引力就叫做物体的重量。重量是一个力，要完全了解一个力，就必须知道它的大小、方向和着力点。重量的大小可以用秤或计算确定，重力的方向也永远是垂直而向下的，而关于重力的作用点，問題就比较复杂了。重力作用点就是物体的重心。

在很多情形下物体重心可以用数字方法求得。譬如：匀直的直圆杆，它的重心位于杆的中段；圆的中心，就是它的重心；三角形的重心，是三角形三个中綫的交点；一个正方形铁块，它的重心正好在铁块高度一半，平面中心对角綫交点上。

我們常碰見底面比較大的物件不容易倒，底面比較小的物件容易倒，如：酒瓶倒过来放，就容易倒下来，其原因这是由于底小物件重心容易出底面积（图1-16），重心高了，重心一出底面积，物件就倒下来了。我們要記住，重心越低越接近支承面的物件，愈不容易倒，重心越高的物件越容易倒；底面积大的不易倒，底面积小的容易倒。

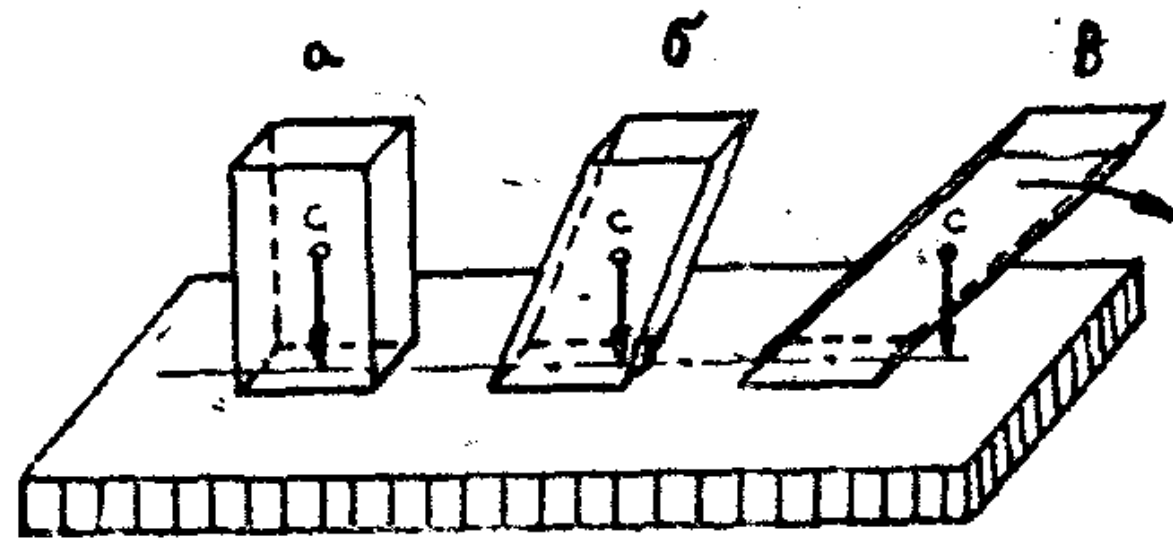


图 1-16

a、b—物体保持于平衡状态；c—物体的重心在底面积之外，要朝箭头的方向倾倒

第五节 应力强度与安全系数

一、应 力

外力加于任何一种物体上，多少均有破坏这物体的倾向，而每种物体本身，均能产生一种阻止破坏的力量，这种力量叫做应

力。如一根鉄棒，下面吊1,000公斤重物，則棒的下端受向下拉力，上端受向上拉力，棒本身的任何一个截面，都受1,000公斤拉力，同时也产生1,000公斤力阻止鉄棒被拉断，那么这鉄棒任一横截面上，承受1,000公斤应力。应力大小与截面大小无关系，应力單位在公制中常用公斤表示。

二、应力的种类

外力加于一物体（如繩或棒）有拉开的傾向，則其截面积产生的应力，叫做抗張力。

外力加于一物体（如磚或混凝土块）有压破的傾向，則其与外力相垂直的截面上，所发生的力，称抗压力。

外力加于一物体（如桥梁上之鉚釘）有切断或裁剪的傾向，此被切剪之物，所产生的应力叫抗剪力；說应力时，不仅要說明加于截面的全部应力，更要說明加于單位面积（如平方厘米）的应力，單位面积所承受应力，称为單位应力。

單位应力等于截面积除全部应力，假如鉄棒横截面2平方厘米，下面所悬之物重量为1,000公斤。

$$\text{应力} = \frac{1000 \text{ 公斤}}{2 \text{ 平方厘米}} = 500 \text{ 公斤/平方厘米}$$

三、变形和彈性

物体受外力后，使形状发生变化，这叫变形。有多数固体物質变形后，若將外力解除，則能复原，这种复原的性質叫做彈性。根据彈性程度，物体可分为不完全彈性体、完全彈性体和非彈性体。

完全彈性体：不管外力如何大，只要沒到破坏程度，外力消除后都能恢复，如橡皮等是。

不完全彈性体：在外力不太大时，外力取消后变形可完全复原；有时外力虽大，但未到破坏程度，也几乎可以完全复原，如彈簧、鋼材等是。

非彈性體：所加外力解除后，其變形不能復原，如泥塊等是。

四、極限強度

凡一物體所能承受的最大單位：抗張應力、抗壓應力或抗剪應力即為該物體之極限強度。若物體所承受的外力超過極限強度，物體即要破裂。極限強度求法：

$$\text{極限強度} = \frac{\text{最大負荷}}{\text{截面積}}$$

一般常用材料極限強度表

材料名稱	極限強度	材料名稱	極限強度
鋼軌鋼	70公斤/平方毫米	鋼 4	42~52公斤/平方毫米
高炭鋼08	32公斤/平方毫米	鋼 5	50~52公斤/平方毫米
高炭鋼20	40公斤/平方毫米	鋼 6	60~72公斤/平方毫米
高炭鋼40	57公斤/平方毫米	黃銅	30~50公斤/平方毫米
高炭鋼60	65公斤/平方毫米	標準硬鉛	18~42公斤/平方毫米
鋼 0	32~47公斤/平方毫米	灰口鑄鐵	14~18公斤/平方毫米
鋼 2	34~42公斤/平方毫米	松木含水量 15%	8 公斤/平方毫米
鋼 3	38~47公斤/平方毫米		

五、安全應力及安全係數

物體所能安全負擔的最大單位應力，叫作安全應力。安全應力的選擇，應在極限強度內。

安全係數是物體的極限強度與安全應力之比，其式如下：

$$\text{安全係數} = \frac{\text{極限強度}}{\text{安全應力}}$$

例如一根鋼絲的極限強度是3,000公斤/平方厘米，但使用時規定它的安全應力是2,000公斤/平方厘米，則這根鋼絲的安全係

$$\text{数} = \frac{3000}{2000} = 1.5。$$

复 习 题

1. 什么叫做摩擦、滑动摩擦、滚动摩擦？
2. 杠杆为什么能省力？
3. 滑轮可分哪几种？为什么有的能省力，有的只能改变力的方向？
4. 什么叫做力的合成？作用在同一点而方向不同的二个力如何合成？
5. 什么叫做力的分解？
6. 什么是重心？
7. 什么是应力？它可分为哪几种？
8. 什么是变形、弹性、极限强度？
9. 什么是安全应力和安全系数？

第二章 常用设备和工具

第一节 麻绳和钢丝绳

一、麻 绳

麻绳的强度不太高，一般仅用在手动的起升机构和临时性的工作上。

麻绳一般以三股捻绕（图2-1），并用专门机械制成。每股纤维捻绕方向应与全绳各股的捻绕方向相反。

麻绳有油麻绳和白麻绳两种：油麻绳由涂焦油的麻绳股制成；白麻绳由未涂焦油的麻绳股制成。油麻绳比白麻绳耐潮湿，但是强度要比白麻绳减低15~20%。

下表是全苏国定标准483-41规定的麻绳数据，可供参考。

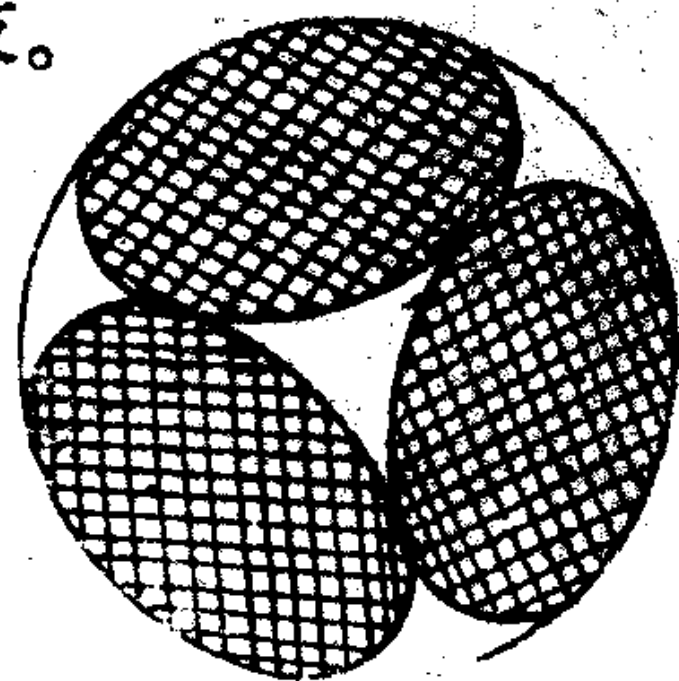


图 2-1 麻绳的断面