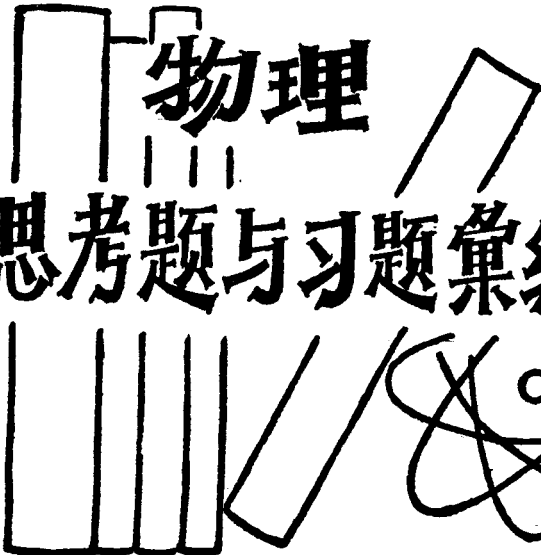
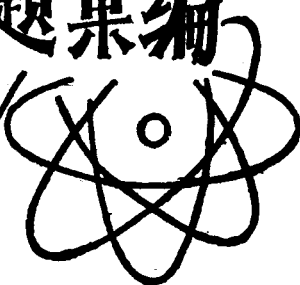




物理 思考题与习题集编



北京工业大学
应用物理系
资料室

说 明

本习题集译自Francis W. Sears • Mark W. Zemansky • Hugh D. Young “UNIVERSITY PHYSICS” SIXTH EDITION 1981。共有思考题715道，习题1596道。内容既反映近代科技进展，又不乏基本训练。思考题广泛联系实际，生动活泼；习题则多侧重基础知识、基本训练。对普物教学、习题课及命题都有极丰富的材料可供参考选用，不失为一本站在普通物理学前沿的习题集，是普物教学的一本工具书。对大学生及自学者也很有裨益。

译者：第一章至第七章，蔡峰怡；第八章至第十七章，项义龄；第十八章至第二十七章，严隽霖；第二十八章至第三十七章，王靖华；第三十八章至第四十七章及部份附录，金泽辰。由蔡峰怡总其成。

翻译中的错误，在所难免，如蒙指正，深表感谢。

1983. 6

目 录

第一章	单位制, 物理量及矢量	(1)
第二章	质点的平衡	(7)
第三章	直线运动	(20)
第四章	牛顿第二定律、引力	(34)
第五章	平面运动	(52)
第六章	功与能	(67)
第七章	冲量与动量	(83)
第八章	平衡、力矩	(99)
第九章	转动	(111)
第十章	弹性	(130)
第十一章	周期运动	(138)
第十二章	流体静力学	(149)
第十三章	流体动力学	(160)
第十四章	温度和膨胀	(169)
第十五章	热量	(178)
第十六章	热传递	(187)
第十七章	物质的热性质	(196)
第十八章	热力学第一定律	(203)
第十九章	热力学第二定律	(211)
第二十章	物质的分子性质	(217)
第二十一章	机械波	(223)
第二十二章	振动的物体	(230)

第二十三章	声学现象.....	(235)
第二十四章	库仑定律.....	(243)
第二十五章	电场、高斯定律.....	(249)
第二十六章	电位.....	(257)
第二十七章	电容, 电介质的性质.....	(267)
第二十八章	电流, 电阻和电动势.....	(276)
第二十九章	直流电路和仪表.....	(286)
第三十章	磁场.....	(301)
第三十一章	载流导体所受磁力.....	(306)
第三十二章	电流的磁场.....	(312)
第三十三章	感应电动势.....	(321)
第三十四章	电感.....	(333)
第三十五章	物质的磁性.....	(342)
第三十六章	交流电.....	(348)
第三十七章	电磁波.....	(356)
第三十八章	光的本性及其传播.....	(361)
第三十九章	单表面成象.....	(370)
第四十章	透镜与光学仪器.....	(375)
第四十一章	干涉与衍射.....	(386)
第四十二章	偏振.....	(393)
第四十三章	相对论力学.....	(399)
第四十四章	光子, 电子与原子.....	(406)
第四十五章	量子力学.....	(413)
第四十六章	原子、分子与固体.....	(418)
第四十七章	核物理.....	(422)
	附录.....	(427)

- A. 国际单位制.....(427)
- B. 有用的数学公式.....(432)
- C. 希腊字母 (略)
- D. 三角函数 (略)
- E. 元素周期表 (略)
- F. 单位换算因子.....(436)
- G. 物理常数.....(438)

第一章 单位制、物理量及矢量

思考题

- 1-1 π 的单位是什么?
- 1-2 一山路的坡度是每公里150米。如何把它表述为一个没有单位的数?
- 1-3 设若要你计算3米的余弦。这是否可能?
- 1-4 水文学家谈到河的流量时常说“呎一秒”。这个单位在技术上正确吗? 如果不正确, 正确的单位是什么?
- 1-5 一个长度为零的矢量有方向吗?
- 1-6 你的体重是多少牛顿?
- 1-7 你的身高是多少厘米?
- 1-8 什么样的(不同于摆或铯钟)物理现象可用来确定一个时间标准?
- 1-9 能用某些原子量来定义质量的单位吗? 与保存在塞佛尔的千克原器相比, 它有什么方便或不方便的地方?
- 1-10 用一把普通尺子, 你如何测量一张纸的厚度?
- 1-11 两个长度不同的矢量, 其矢量和能为零吗? 矢量为零的三个矢量, 对其长度有何限制?
- 1-12 一辆汽车从一半径为500米的园形跑道北端运动到南端, 其位移是什么? 如汽车跑了整整一圈呢?
- 1-13 体积的单位是什么? 如果一个同学告诉你, 一个半径为 r 高为 h 的园柱体体积由 $\pi r^3 h$ 给出, 试解释为何它不可

能正确。

1-14 一个角(用弧度来量)是一无单位的数,因为它
是两个长度之比。试举出其他无单位的几何量或物理量。

1-15 一个矢量能否有恒不为零的分量而其大小为零?

1-16 人们有时说“时间的方向”来表示从过去到将来
的进程。这是否意味着时间也是个矢量?

1-17 两个矢量的标量积是可交换的吗?试解释之。

1-18 一个矢量与自己的标量积是什么?矢量积呢?

习题

1-1 从 $1 \text{ 吋} = 2.54 \text{ cm}$ 定义出发, 计算一英里是多少公
里, 精确到五位有效数字。

1-2 水的密度是 $1 \text{ 克} \cdot \text{cm}^{-3}$ 。如用每立方米千克来表
示, 又是多少? 11

1-3 按要求换算下述速率:

a) $60 \text{ 英里} \cdot (\text{小时})^{-1}$ 换成每秒呎;

b) $100 \text{ 公里} \cdot (\text{小时})^{-1}$ 换成每秒米。

1-4 某人体重170磅, 他的质量是多少千克?

1-5 算一算一天有多少秒, 一年(365天)有多少秒?

1-6 下述 π 的近似值中, 百分误差各为多少?

a) $22/7$; b) $355/113$

1-7 近似地说 $1 \text{ 年} = \pi \times 10^7 \text{ 秒}$ 时, 其百分误差是多
少?

1-8 试估计下述测量中的百分误差:

a) 用米尺测量约50cm的距离;

b) 用分析天平称约一克的质量;

9) 用停表测量约四分钟的时间间隔。

1-9 地球质量为 5.98×10^{24} 千克, 半径为 6.38×10^6 米。用十的幂及正确的有效数字计算地球的密度。

1-10 一个汽车发动机, 其活塞的排出量为 2.0 升。只用 $1 \text{ 升} = 1000 \text{ cm}^3$ 及 $1 \text{ 吋} = 2.54 \text{ cm}$, 试用立方吋把此体积写出来。

1-11 由定义 $1 \text{ 吋} = 2.54 \text{ cm}$, 试计算一英里中的公里数, 并说明你的结果的精度。

1-12 用一位有效数字给出一个角, 如 5° , 意即此角的数值在 4.5° 到 5.5° 之间。试求此角余弦的相应取值范围。这是不是属于结果的有效数字比起初给定的更多的实例?

1-13 两个点 P_1 、 P_2 分别由其坐标 (x_1, y_1) 及 (x_2, y_2) 表示。试证从 P_1 到 P_2 的位移 $\mathbf{A}$ 的分量为 $A_x = x_2 - x_1$, $A_y = y_2 - y_1$ 。并导出此位移的大小及方向的表达式。

1-14 $\mathbf{A}$ 及 $\mathbf{B}$ 是从一公共点引出的两个矢量, 它们的夹角为 θ 。试证此两矢量的矢量和的大小由下式给出:

$$\sqrt{A^2 + B^2 + 2AB \cos \theta}$$

1-15 求下述由两个分量表示的矢量的大小及方向:

a) $A_x = 3 \text{ cm}$, $A_y = -4 \text{ cm}$;

b) $A_x = -5 \text{ cm}$, $A_y = -12 \text{ cm}$;

c) $A_x = -2 \text{ km}$, $A_y = 3 \text{ km}$ 。

1-16 一辆送货车向北走 1 英里, 然后向东走 2 英里, 再向西北走 3 英里。试确定其最终位移

a) 用图解的办法;

b) 用分量的办法。

1-17 一个虫子从 12 吋唱片的中心出发, 沿半径爬到边

绿。在此过程中唱片转过了 45° 。画出虫子位置的草图,并指出虫子位移的大小及方向。

1-18 一个洞穴考察者在洞穴中考察。他沿一向东的直道走了100米,然后沿正北偏西 30° 的方向走了50米,再沿正南偏西 45° 走了150米。最后经第四次没有测量的位移,他发现他回到了出发点。试用图解法定出第四次位移(大小及方向)。

1-19 用图解法求图1-14中三个力的矢量和的大小及方向。用多边形法。并用分量法检验你的结果的精度。

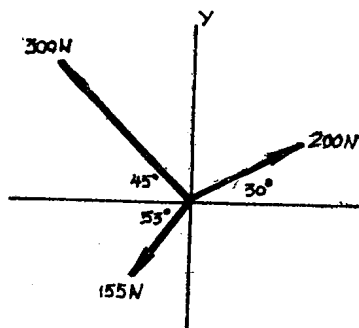


图 1-14

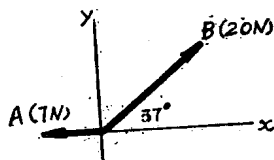


图 1-15

1-20 用图解法求图1-15两矢量的矢量和 $\mathbf{A} + \mathbf{B}$ 及矢量差 $\mathbf{A} - \mathbf{B}$ 。

1-21 用分量法求图1-15两矢量的矢量和 $\mathbf{A} + \mathbf{B}$ 及矢量差 $\mathbf{A} - \mathbf{B}$ 。

1-22 矢量 $\mathbf{A}$ 长2吋,在第一象限内与x轴成 60° 角。矢量 $\mathbf{B}$ 长2吋,在第四象限内与x轴成 60° 角。用图解法求:

a) 矢量和 $\mathbf{A} + \mathbf{B}$, 及

b) 矢量差 $\mathbf{A}-\mathbf{B}$ 及 $\mathbf{B}-\mathbf{A}$ 。

1-23 用分量法求1-22中的矢量和及矢量差。

1-24 矢量 $\mathbf{A}$ 的分量为 $A_x = 2\text{cm}$, $A_y = 3\text{cm}$, 矢量 $\mathbf{B}$ 的分量为 $B_x = 4\text{cm}$, $B_y = -2\text{cm}$ 。求

a) 矢量和 $\mathbf{A}+\mathbf{B}$ 的分量;

b) 矢量和 $\mathbf{A}+\mathbf{B}$ 的大小及方向;

c) 矢量差 $\mathbf{A}-\mathbf{B}$ 的分量;

d) 矢量差 $\mathbf{A}-\mathbf{B}$ 的大小及方向。

1-25 一汽车向东走 5 英里, 向南走 4 英里, 然后向西走 2 英里。求其总位移的大小及方向。

1-26 一帆船向东航行 2 公里, 然后向东南航行 4 公里, 然后又朝一未知方向航行了一段距离。最后的位置在出发点正东方向, 离出发点 5 公里。求第三次航程的大小及方向。

1-27 矢量 $\mathbf{M}$, 大小为 5 cm, 与 $+x$ 轴沿反时针方向成 36.9° 。把它与矢量 $\mathbf{N}$ 相加, 合矢量大小为 5 cm, 与 $+x$ 轴沿反时针方向成 53.1° 。求:

a) $\mathbf{N}$ 的分量;

b) $\mathbf{N}$ 的大小及方向。

1-28 一矢量 $\mathbf{A}$, 长是10个单位, 与一长 6 单位的矢量 $\mathbf{B}$ 成 30° 角。求矢量差 $\mathbf{A}-\mathbf{B}$ 的大小及与矢量 $\mathbf{A}$ 的夹角:

a) 用三角形法;

b) 用直角坐标解法

1-29 两矢量 $\mathbf{A}$ 、 $\mathbf{B}$ 大小相等。在什么情况下, 矢量 $\mathbf{A}+\mathbf{B}$ 的大小与 $\mathbf{A}$ 、 $\mathbf{B}$ 相等? 什么情况下矢量差 $\mathbf{A}-\mathbf{B}$ 的大小与 $\mathbf{A}$ 、 $\mathbf{B}$ 相等?

1-30 给定两矢量 $\mathbf{A} = 2\mathbf{i} + 3\mathbf{j}$, $\mathbf{B} = \mathbf{i} - 2\mathbf{j}$. 求

- a) 每一矢量的大小;
- b) 用单位矢量写出此两矢量和的表达式;
- c) 求此两矢量和的大小及方向;
- d) 用单位矢量写出矢量差 $\mathbf{A} - \mathbf{B}$ 的表达式;
- e) 求矢量差 $\mathbf{A} - \mathbf{B}$ 的大小及方向。

1-31 给定两矢量 $\mathbf{A} = 2\mathbf{i} + 3\mathbf{j} + 4\mathbf{k}$ 及 $\mathbf{B} = \mathbf{i} - 2\mathbf{j} + 3\mathbf{k}$, 求

- a) 每一矢量的大小;
- b) 用单位矢量写出矢量和的表达式;
- c) 求矢量和的大小及方向;
- d) 用单位矢量写出矢量差 $\mathbf{A} - \mathbf{B}$ 的表达式;
- e) 求矢量差 $\mathbf{A} - \mathbf{B}$ 的大小。它与 $\mathbf{B} - \mathbf{A}$ 的大小一样吗?

试解释之。

1-32 求出所有可能的单位矢量对的标量积, 如 $\mathbf{i} \cdot \mathbf{i} = ?$, $\mathbf{i} \cdot \mathbf{j} = ?$ 等等, 并列成表。

1-33 在右旋坐标系中, 求出所有可能的单位矢量对的矢量积, 如 $\mathbf{i} \times \mathbf{i} = ?$, $\mathbf{i} \times \mathbf{j} = ?$ 等等, 把结果列成表。

1-34 用与第1-8节的例子类似的方法, 求一立方体的对角线与一边的夹角。一个面的对角线与一边的夹角是否与之相同?

1-35 求1-31题里给出的两个矢量的标量积。

1-36 求1-31题中给出的两个矢量的矢量积。这一矢量积的大小是多少?

1-37 求一个单位矢量与1-31题给定的两矢量垂直。

1-38 求 $\mathbf{A} = 3\mathbf{i} + 4\mathbf{j} + 5\mathbf{k}$ 及 $\mathbf{B} = 3\mathbf{i} + 4\mathbf{j} - 5\mathbf{k}$ 两矢量间夹角。

1-39 试考虑两个重复的矢量积 $\mathbf{i} \times (\mathbf{i} \times \mathbf{j})$ 及 $(\mathbf{i} \times \mathbf{i}) \times \mathbf{j}$:

a) 这两个乘积是否相等?

b) 对这类重复的乘积, 你能否把你的结论普遍化?

1-40 试证: 对任意三个矢量 $\mathbf{A}$ 、 $\mathbf{B}$ 、 $\mathbf{C}$ 恒有: $\mathbf{A} \cdot (\mathbf{B} \times \mathbf{C}) = (\mathbf{A} \times \mathbf{B}) \cdot \mathbf{C}$ 。

第二章 质点的平衡

思考题

2-1 当一物体只受一个力作用时, 它能平衡吗?

2-2 一个氦气球在半空飘浮, 既不上升也不下降。它处在平衡状态吗? 有什么力作用在它上面?

2-3 设处于平衡的一条绳, 其两端受到大小相等, 方向相反的力拉着, 为什么此时绳中总张力不为零?

2-4 一匹马被套在一辆车前。因为车向后拉马的力量恰恰是马拉车的力量, 那么不论马用多大劲拉车, 车应处在平衡状态, 为什么不是这样?

2-5 一晒衣绳挂在两条柱子之间, 一件衣服挂在绳子中央。不论绳子拉得多么紧, 它中央总要微微有些下垂。试解释之。

2-6 一人坐在一把椅子上, 椅子由一根绳挂起。绳子通过一个滑轮挂在天花板上, 这个人把绳子另一端拉在手中。问绳中张力是多少? 椅子施于人的作用力又是多少?

2-7 为什么把自行车脚蹬子往下蹬, 就能使自行车向前走?

2-8 一汽车以恒定速率爬上一个陡峭的山坡。讨论作用在汽车上所有的力，特别是什么力推车上坡？

2-9 摩擦系数能永远大于一吗？如果能，试举一例；如果不能，试解释理由。

2-10 斜面上有一木块，由于阻止它下滑的摩擦力足够大而停在斜面上。要使木块运动起来，是沿斜面向上推它、向下推它，还是向旁边推它、那一个更容易？

2-11 把一个箱子沿斜坡向上推时，是水平地推还是平行于斜坡推更有利？

2-12 在结冰的路上要使一辆汽车停下来，是使劲踩闸把车辆停死让它滑好呢？还是轻轻踩闸让车轮继续转好？为什么？

2-13 当一个人赤脚站在一个湿的浴盆上时，他脚下站立的感觉颇觉安全，但立足不稳突然摔跤仍是十分可能的。试用两种摩擦系数来讨论这一情形。

2-14 用粉笔在黑板上写字时，粉笔与黑板的角度不对头，粉笔在黑板上时走时停，结果会发出吱吱响的可怕声音。试用两个摩擦系数来解释这一现象。你能举出这种“时滑时停”的其他例子来吗？

习题

2-1 a) 一40牛顿力，其方向向右，与水平成 50° 角，用图解法求其水平分量及垂直分量。可令 $1\text{cm} = 5$ 牛顿。

b) 计算出两个分量，核验你的结果。

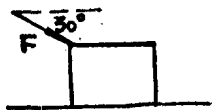


图 2-1b

2-2 一与水平成 30° 角的40牛顿的力，推动一个箱子在地板上滑动，如图2-1b。按 $1\text{cm} = 5$ 牛顿的比例用图解求该力的水平分量及垂直分量。用计算法来核验你的结果。

2-3 一木块沿仰角 20° 的斜面往上拉，拉力 F 与斜面成 30° 角。

a) 要使其平行于斜面的分量 F_x 为 16 牛顿，力 F 要多大？

b) 此时分量 F_y 是多大？可令 $1\text{cm} = 2$ 牛顿，用图解法求解。

2-4 在图 1-14 上的三个力作用在位于坐标原点处的一物体上。

a) 对每一个力求出其 x 和 y 分量；

b) 用直角坐标解法求合力；

c) 要使合力等于零，必须添加第四个力，求第四个力的大小及方向。且用图把该力表示出来。

2-5 用直角坐标解法求下述各力的合力：200牛顿，沿 x 轴向右；300牛顿，向右，在 x 轴上方与 x 轴成 60° ；100牛顿，向左，在 x 轴上方与 x 轴成 45° ；200牛顿，沿负 y 轴。

2-6 四个力的合力是1000牛顿，方向为正北偏西 30° 。三个力分别是：400牛顿，向东偏北 60° ；200牛顿，向南；400牛顿，向南偏西 53° 。求第四个力的直角坐标分量。

2-7 两个力 F_1 、 F_2 作用于一点。 F_1 的大小是8牛顿，方向是在 x 轴的上方 60° ，位于第一象限。 F_2 的大小是5牛顿，方向指向 x 轴的下方与 x 轴成 53° ，在第四象限。

a) 合力的水平及垂直分量是多少？

b) 合力的大小是多少？

c) 矢量差 $\mathbf{F}_1 - \mathbf{F}_2$ 的大小是多少？

2-8 两力 $\mathbf{F}_1$ 、 $\mathbf{F}_2$ 作用在一物体上，其合力 $\mathbf{R}$ 大小等于 $\mathbf{F}_1$ ，且与 $\mathbf{F}_1$ 成 90° 角。令 $F_1 = R = 10$ 牛顿。求第二个力的大小及方向（相对于 $\mathbf{F}_1$ ）。

2-9 两个男人和一个小孩要沿图2-15的 x 方向推一柳条箱。两个男人的推力为 $\mathbf{F}_1$ 及 $\mathbf{F}_2$ ，其大小与方向已在图上示出。求小孩较小的推力的

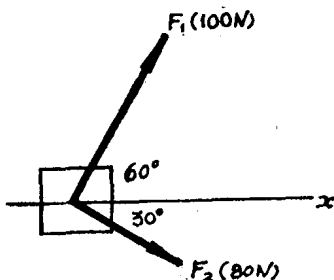


图 2-15

大小及方向。

2-10 两个男人水平地拉拴在一木桩上的两根绳，两绳夹角是 45° 。如男人 A 的作用力是 300 牛顿，男人 B 的力是 200 牛顿，求合力的大小及其与 A 拉力的夹角。解法按：

- 用比例尺图解；
- 用分量法求解析解。

在 a) 中可令 $1\text{cm} = 50$ 牛顿。

2-11 设想你正拿着一本重 4 牛顿的书，书静止在你的手中。填充下面的句子。

- 一个大小为 4 牛顿的向下的力是_____作用在书上的。
- 一个向上的，大小为_____的力是由手作用在_____上的。
- 向上的力 (b) 是向下的力 (a) 的反作用力吗？
- 力 (a) 的反作用力是大小为_____的力，是由_____作用在_____上的。其方向是_____。
- 力 (b) 的反作用力是大小为_____的力，是由_____作

用在____上的。其方向是____。

f) 力(a)与(b)等值反向, 是牛顿____定律的一个例子。

g) 力(b)和(e)等值反向, 是牛顿____定律的一个例子。

假设你现在用一个向上的, 大小为5牛顿的力作用在书上。

h) 书仍处在平衡状态吗?

i) 手作用在书上的力与地球作用在书上的力等值反向吗?

j) 地球作用在书上的力与书对地球的作用力等值反向吗?

k) 手对书的作用力与书对手的作用力等值反向吗?

最后, 假设当书本向上运动时, 你突然把手撤掉。

l) 此时有多少力作用在书上?

m) 书处在平衡态吗?

n) 什么东西与地球作用在书上的向下的力相抵销?

2-12 沿桌面推动一木板, 然后从桌边滑出。

a) 在木块从桌子到地板的下落过程中, 有什么力作用在它上面?

b) 对每一个力的反作用力是什么? 就是说, 反作用力是哪个物体作用在哪个物体上的? 忽略空气阻力。

2-13 一根绳子跨过一轻质无摩擦滑轮, 绳子两端挂两个10牛顿重的物体。滑轮装在一伸向天花板的铁链上。

a) 绳中张力是多少?

b) 铁链中的张力是多少?

2-14 在图2-16, 一个人用力 F 拉绳, 把重物 w 举起。上面的滑轮用链条固定在天花板上, 下面的滑轮用另一

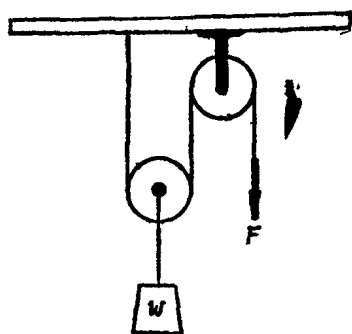


图 2-16

链条与重物连结。若 $w = 40$ 牛顿，重物被匀速提起，求出每一链条中的张力及力 F 。假定绳的重量，滑轮及链条的重量皆可忽略。

2-15 在图2-9a，令悬挂着的木块重量为 50 牛顿。

a) 求每一细绳中的张力

力；

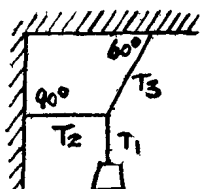


图 2-9a

b) 如果 60° 角改为 45° ，求每一细绳中的张力。

2-16 用两根绳拴住画框上面的两个角，把它挂在墙上。如果两根绳与垂直方向成相同的角度，且每根绳中张力都等于画框的重量，那么这个角度应该是多少？

2-17 图2-17所示是一种叫作双绳下降法的技术，登山者用于从笔直的岩石表面上下降。登山者坐在一个绳座上，而下降的绳则通过一个摩擦装置系

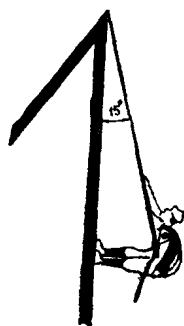


图 2-17