

中学生自学丛书



物理例题

河南人民出版社

中学生自学丛书

物理例题

郑达山

河南人民出版社

中学生自学丛书
物 理 例 题

郑 达 山

河南人民出版社出版
南阳地区印刷厂印刷
河南省新华书店发行

787×1092毫米32开本 10印张 212千字
1979年6月第1版 1980年6月第2次印刷

统一书号7105.90 定价0.69元

编 者 的 话

物理学是研究物质的最普遍的运动形式和物质的基本结构的基础科学，它对发展现代科学技术起着重要的作用。为了巩固中学所学物理知识，培养学生的思维能力和解决物理问题的能力，我们编辑出版了这本《物理例题》。

本书共分力学、分子物理学和热学、电学、光学、原子物理学五编。每章前边的《内容简摘》，扼要介绍本章的基本概念、定律、公式；后边的《例题》，是为了提高学生分析问题和解决问题的能力、巩固基础知识而选编的。阅读时，宜和课本结合起来使用。

由于水平和能力所限，错误之处敬请读者指正。

编 者

一九七九年四月

目 录

第一编 力 学	(1)
第一章 静力学	(1)
第二章 运动学	(26)
第三章 动力学	(58)
第四章 振动和波	(116)
第五章 流体静力学	(122)
第二编 分子物理学和热学	(131)
第六章 热和功	(131)
第七章 气体、液体和固体的性质	(148)
第八章 物态变化	(167)
第三编 电 学	(178)
第九章 静电学	(178)
第十章 稳恒电流 (直流电)	(197)
第十一章 电磁现象	(244)
第十二章 交流电	(267)
第四编 光 学	(276)
第十三章 几何光学	(276)
第十四章 光度学	(304)
第十五章 物理光学	(309)
第五编 原子物理学	(312)

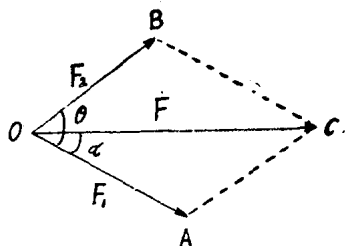
第一编 力 学

第一章 静力学

〔内容简摘〕

一 共点力的合成

设 F_1 、 F_2 为作用在某物体上的两个力，二者的夹角为 θ ，如图(1—1)所示。这两个力的合力可用平行四边形法则求出：



图(1—1)

以表示这两个力的有向线段 OA 和 OB 为邻边作一平行四边形，那么，对角线 OC 就表示这两个力的合力。

用直尺量出对角线 OC 的长度，就可以按照原定比例求出合力 F 的大小。用量角器量出对角线 OC 与 OA (或 OB)的夹角 α ，就可以确定合力的方向。

求 F 的大小以及 F 与 F_1 (或 F_2)的夹角 α 也可以用公式：

$$F = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 + 2F_1F_2\cos\theta}, \quad (1-1)$$

$$\operatorname{tg}\alpha = \frac{F_2\sin\theta}{F_1 + F_2\cos\theta}. \quad (1-2)$$

如果 F_1 和 F_2 在同一直线上且方向相同, 即 $\theta=0^\circ$, 那么

$$F = F_1 + F_2, \quad (1-3)$$

合力的方向与二力的方向相同。

如果 F_1 与 F_2 在同一直线上, 但方向相反, 即 $\theta=180^\circ$, 那么

$$F = F_1 - F_2 \text{ (或 } F = F_2 - F_1 \text{)}, \quad (1-4)$$

合力的方向跟二分力中较大的力的方向相同。

如果 $\theta=90^\circ$, 那么

$$F = \sqrt{F_1^2 + F_2^2}; \quad (1-5)$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{F_2}{F_1}. \quad (1-6)$$

当有两个以上的力作用在物体的同一点上时, 求它们的合力的方法是: 先求出其中任意两个力的合力, 再求出这个合力和另外一个力的合力, 一直到把每一个力都加上了, 最后得到的合力就是这些力的合力。

二 同向平行力的合成

1. 合力的大小: 等于二分力之和, 即

$$F = F_1 + F_2. \quad (1-7)$$

2. 合力的方向: 与 F_1 和 F_2 的方向相同。

3. 合力的作用点: 在两个分力作用点的连线上。从这个作用点到两个分力的作用点的距离, 跟两个力的大小成反比, 即

$$\frac{L_1}{L_2} = \frac{F_2}{F_1}. \quad (1-8)$$

式中 L_1 是合力的作用点到 F_1 的作用点的距离, L_2 是合力的作用点到 F_2 的作用点的距离。

两个以上同向平行力的合成方法: 依次用两两合成的方

法，一直到把每一个力都加进去以后，最后得到的合力就是所有这些平行力的合力。

三 在共点力的作用下物体的平衡

条件是：这些力的合力等于零。

四 有固定转轴的物体的平衡

条件是：所有正力矩之和等于所有负力矩之和。

五 在平行力的作用下物体的平衡

条件是：

1. 各个力的合力为零；

2. 各个力对于通过任何一点的与这些力所在的平面垂直的转动轴的正力矩之和，等于负力矩之和。

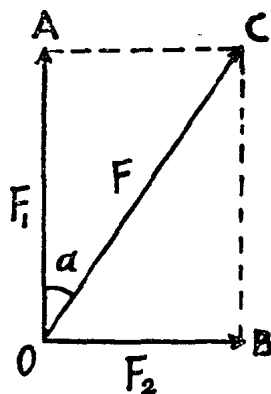
〔例题〕

1. 前进公社有一只送化肥的船，它在渡河时受到450公斤的牵引力，同时又受到跟牵引力垂直的240公斤水的冲击力。求船所受这两个力的合力。

已知 $F_1 = 450$ 公斤，
 $F_2 = 240$ 公斤， $\angle AOB = 90^\circ$ 。求 F 、 α 。

解 根据平行四边形法则，这两个力的合成如图（1—2）所示。根据式（1—5）得

$$F = \sqrt{F_1^2 + F_2^2}$$



图（1—2）

$$= \sqrt{450^2 + 240^2} = 510 (\text{公斤}).$$

根据式(1-6)得

$$\alpha = \operatorname{tg}^{-1} \frac{F_2}{F_1} = \operatorname{tg}^{-1} \frac{240}{450} = 28^\circ 3'.$$

合力与河岸的夹角为 $90^\circ - 28^\circ 3' = 61^\circ 57'.$

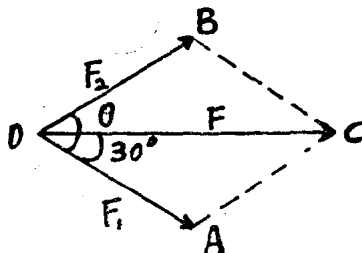
答：合力的大小是510公斤，合力的方向跟河岸的夹角是 $61^\circ 57'.$

2. 两个人以同样大小的力用绳拉车前进，力在水平面内，每个力与路的夹角各为 30° ，大小是20千克。求合力的大小与方向。

已知 $F_1 = F_2 = 20$ 千克， $\theta = 30^\circ + 30^\circ = 60^\circ.$

求 $F, \alpha.$

解法 1 根据平行四边形法则，这两个力的合成如图(1-3)所示，由图可见 $\frac{F}{2} = F_1 \cdot \cos 30^\circ.$



图(1-3)

所以 $F = 2 \times F_1 \cdot \cos 30^\circ$

$$= 2 \times 20 \times \frac{\sqrt{3}}{2} \approx 34.6 (\text{千克}).$$

合力 F 与 F_1 的夹角是 30° ，即沿车前进的方向。

解法 2 根据求合力大小的公式(1-1)，

$$\begin{aligned} F &= \sqrt{F_1^2 + F_2^2 + 2F_1F_2\cos\theta} \\ &= \sqrt{20^2 + 20^2 + 2 \times 20 \times 20 \times \cos 60^\circ} \\ &\approx 34.6 (\text{千克}). \end{aligned}$$

根据式(1-2)

$$\begin{aligned}\alpha &= \operatorname{tg}^{-1} \frac{F_2 \sin \theta}{F_1 + F_2 \cos \theta} = \operatorname{tg}^{-1} \frac{20 \sin 60^\circ}{20 + 20 \cos 60^\circ} \\ &= \operatorname{tg}^{-1} \frac{\frac{\sqrt{3}}{2}}{1 + \frac{1}{2}} = 30^\circ.\end{aligned}$$

答：合力的大小是34.6千克，合力与 F_1 的夹角是 30° ，即沿车前进的方向。

3. 两个共点力： F_1 是3千克、 F_2 是5千克，二者的夹角是 60° 。如果要用一个力来代替这两个力的作用而效果不变，问这个力的量值是多大？方向如何？

已知 $F_1 = 3$ 千克， $F_2 = 5$ 千克， $\theta = 60^\circ$ 。求 F 、 α 。

解 根据式(1-1)

$$\begin{aligned}F &= \sqrt{F_1^2 + F_2^2 + 2F_1F_2\cos\theta} \\ &= \sqrt{3^2 + 5^2 + 2 \times 3 \times 5 \times \cos 60^\circ} \\ &= 7 \text{ (千克)}.\end{aligned}$$

根据式(1-2)

$$\begin{aligned}\alpha &= \operatorname{tg}^{-1} \frac{F_2 \sin \theta}{F_1 + F_2 \cos \theta} = \operatorname{tg}^{-1} \frac{5 \times \sin 60^\circ}{3 + 5 \times \cos 60^\circ} \\ &= \operatorname{tg}^{-1} \frac{5 \times \frac{\sqrt{3}}{2}}{3 + 5 \times \frac{1}{2}} = 38^\circ 11' .\end{aligned}$$

答：这个力的量值是7千克，它和 F_1 的夹角是 $38^\circ 11'$ 。

4. 图(1-4)是一个机械零件的毛坯示意图。它由两个粗细

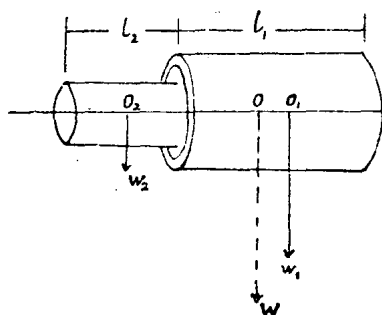
不同的圆柱体组成，粗端长20厘米，细端长12厘米，重量分别为1404克和468克，求毛坯的重心。

已知 $W_1=1404$ 克， $W_2=468$ 克， $L_1=20$ 厘米， $L_2=12$ 厘米。求重心 O 。

解 粗、细两个圆柱都是均匀的，它们各自的重心 O_1 、 O_2 分别在它们的轴线的中点， O_1O_2

$$= \frac{L_1}{2} + \frac{L_2}{2} = 10 + 6$$

$= 16$ (厘米)。



图(1-4)

设毛坯的重心 O 与 O_1 的距离是 x 。根据式(1-8)有

$$\frac{x}{O_1O_2 - x} = \frac{W_2}{W_1}.$$

由此得

$$\begin{aligned} x &= \frac{W_2}{W_1 + W_2} \cdot O_1O_2 \\ &= \frac{468}{1404 + 468} \times 16 = 4 \text{ (厘米)}. \end{aligned}$$

答：毛坯的重心在轴线上，距粗端的重心 4 厘米处。

5. 在图(1-5)(a)中，拴在电杆上的水平天线对电杆的作用力是20千克。为了使电杆不致偏斜，同时还要使它受到15千克的竖直向下的力，那么，在电杆另一旁的牵绳应该与电杆成多大的夹角？牵绳的拉力是多大？

已知 $F = 15$ 千克,
 $F_2 = 20$ 千克。求 F_1 、 θ 。

解 牵绳对电杆的拉力
 F_1 、水平天线对电杆的拉
力 F_2 和电杆受的力 F 之
间的关系如图 (1—5) (b)
所示。

由图可见

$$\theta = \operatorname{tg}^{-1} \frac{F_2}{F} = \operatorname{tg}^{-1} \frac{20}{15}$$

$$= 53^\circ 3'.$$

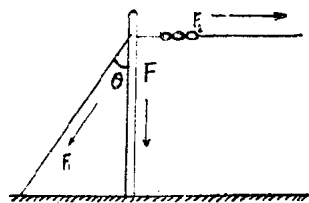
$$F_1 = \frac{F}{\cos \theta}$$

$$= \frac{15}{\cos 53^\circ 3'} = 25 \text{ (千克)}.$$

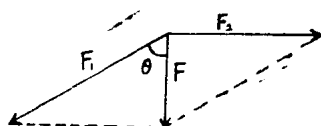
$$[\text{或者 } F_1 = \sqrt{F^2 + F_2^2} = \sqrt{15^2 + 20^2} = 25 \text{ (千克)}]$$

答：牵绳与电杆的夹
角是 $53^\circ 3'$ ；牵线的拉力
是 25 千克。

6. 图 (1—6) (a)
中，两个斜梁 CA 和 CB
同横梁 AB 之间的夹角都
是 30° 。在顶点 C 处挂着一
个 $W = 10000$ 公斤的重物。
求横梁 AB 所受的张力 W_1 。

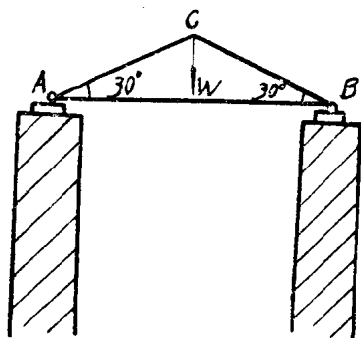


(a)



(b)

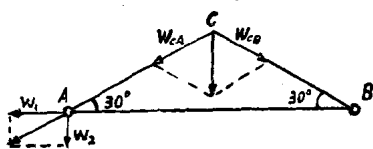
图 (1—5)



(a)

和墙壁所受的压力 W_2 。

解 重力 W 可以分解为沿 CA 方向和沿 CB 方向的两个分力 W_{CA} 和 W_{CB} ，如图(1—6)(b)所示。由图显见



(b)
图(1—6)

$$W_{CA} = W_{CB} = \frac{\frac{1}{2}W}{\sin 30^\circ}$$

$$= W = 10000 \text{ (公斤)}.$$

W_{CA} 在 A 点又可以分解为两个分力 W_1 和 W_2 。

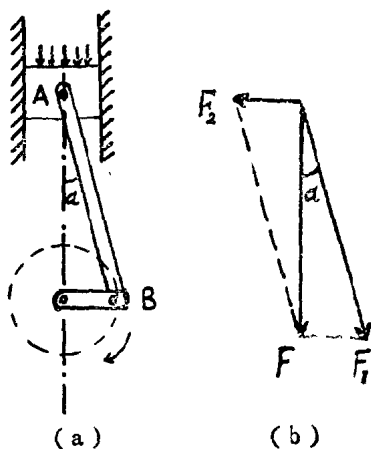
由图(1—6)(b)显见

$$W_1 = W_{CA} \cos 30^\circ = 10000 \times \frac{\sqrt{3}}{2} = 8650 \text{ (公斤)};$$

$$W_2 = W_{CA} \sin 30^\circ = 10000 \times \frac{1}{2} = 5000 \text{ (公斤)}.$$

答：横梁 AB 所受的张力为8650公斤；墙壁所受的壓力为5000公斤。

7. 内燃机汽缸内的可燃气体，点然后膨胀。当燃气对活塞的推力 $F=110$ 公斤时，连杆 AB 与竖直方向的夹角 $\alpha=30^\circ$ ，如图(1—7)(a)。这时活塞对连杆的推力和对汽缸壁的压



(a) (b)
图(1—7)

力各是多大？

已知 $F=110$ 公斤, $\alpha=30^\circ$. 求 F_1 和 F_2 .

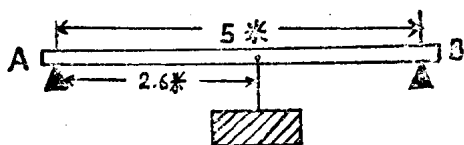
解 根据平行四边形法则, 将燃气对活塞的推力分解为对连杆的推力 F_1 和对汽缸壁的压力 F_2 , 如图 (1-7) (b). 由图可见

$$F_1 = \frac{F}{\cos \alpha} = \frac{110}{\cos 30^\circ} = 127 \text{ (公斤)},$$

$$F_2 = F \cdot \operatorname{tg} \alpha = 110 \cdot \operatorname{tg} 30^\circ = 63.5 \text{ (公斤)}.$$

答: 这时活塞对连杆的推力是127公斤, 对汽缸壁的压力是63.5公斤.

8. 图(1-8)所示的是支持在两个支点A和B上的一根横梁, 梁长 $L=5$ 米, 这根梁上挂一个重 $W=4$ 吨的物体. 如果悬点和A点的距离 $L_1=2.6$ 米, 不考虑梁本身的重量, 求作用在这两个支点上的力各是多少?



(图 1-8)

解 设作用在A点的力是 F_A , 作用在B点的力是 F_B , 根据式(1-7)和式(1-8)有

$$F_A + F_B = W;$$

$$\frac{F_A}{F_B} = \frac{L - L_1}{L_1}$$

解此方程组得

$$F_A = \frac{L - L_1}{L} W = \frac{5 - 2.6}{5} \times 4$$

$$=1.92(\text{吨}),$$

$$F_B = W - F_A = 4 - 1.92 = 2.08(\text{吨}).$$

答：作用在支点 A 上的力是1.92吨，作用在支点 B 上的力是2.08吨。

9. 一根横梁放在相距7米的两个支点 A 、 B 上。在梁上挂一个1400公斤的重物。支点 A 由于悬挂重物受到的作用力是500公斤。求重物悬挂在梁上离支点 A 多远的地方？

已知 $L = 7$ 米, $W = 1400$ 公斤, $F_A = 500$ 公斤。

解 设重物悬挂在梁上离支点 A 的距离为 x 米处。根据式(1-7)和式(1-8)有

$$F_A + F_B = W;$$

$$\frac{F_A}{F_B} = \frac{L-x}{x}.$$

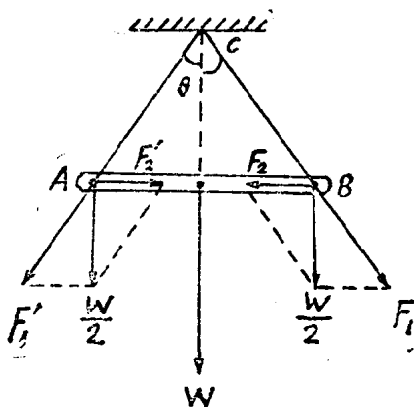
解此方程组得

$$x = \frac{W - F_A}{W} L = \frac{1400 - 500}{1400} \times 7$$

$$= 4.5(\text{米}).$$

答：重物悬在梁上离支点 A 为4.5米远处。

10. 均匀的棒 AB 重16千克，长1.2米，用两条等长的绳子 AC 和 BC 挂在 C 点上，如图(1-9)。绳子长各为1米。求绳子所受的拉力和作用在棒上的压力。



图(1-9)

已知 $AB=1.2$ 米, $W=16$ 千克, 求 F_1 、 F_2 、 F_1' 和 F_2' 。

解 先将棒的重力 W 分解为作用于 A 、 B 两点的两个分力 $\frac{W}{2}$ 和 $\frac{W}{2}$ 。然后将每一个分力再分解为沿绳子方向的作用力 (F_1 、 F_1') 和沿棒方向的作用力 (F_2 、 F_2')。沿绳子方向的作用力

$$\begin{aligned} F_1 = F_1' &= \frac{\frac{W}{2}}{\cos\theta} = \frac{\frac{W}{2}}{CO/AC} = \frac{\frac{W}{2}}{(\sqrt{AC^2 - AO^2})/AC} \\ &= \frac{\frac{16}{2}}{(\sqrt{1 - 0.6^2})/1} = 10 \text{ (千克)}. \end{aligned}$$

沿棒方向的作用力

$$\begin{aligned} F_2 = F_2' &= \sqrt{F_1^2 - \left(\frac{W}{2}\right)^2} = \sqrt{10^2 - \left(\frac{16}{2}\right)^2} \\ &= 6 \text{ (千克)} \end{aligned}$$

答: 绳子受的拉力为 10 千克, 作用在棒上的压力为 6 千克。

11. 一米尺可绕端点 O 转动, 如图 (1—10) 所示, 在米尺的另一端作用一力 $F=2$ 公斤、力的方向与尺杆夹角 $\alpha=30^\circ$, 求力 F 对 O 点的力矩。

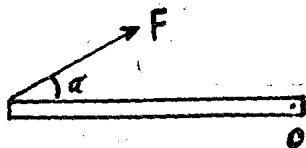


图 (1—10)

解 O 点到力的作用线的距离

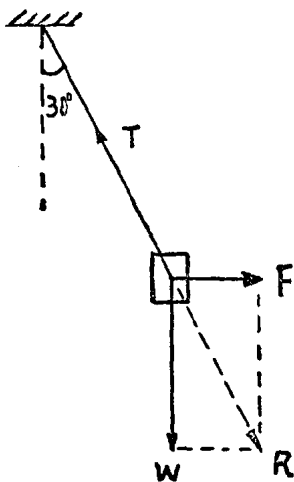
$$L = 1 \times \sin\alpha = 1 \times \sin 30^\circ = \frac{1}{2} \text{ (米)}.$$

根据力矩的意义

$$M = F \cdot L = 2 \times \frac{1}{2} = 1 \text{ (公斤} \cdot \text{米)}.$$

答：力 F 对 O 点的力矩是1公斤·米。

12. 用绳子把一个物体挂在固定点上，给物体加一个10公斤的水平方向的力，使绳子和竖直向下的方向成 30° 夹角而平衡。求物体的重量和绳子对物体的拉力。



解 题中所述情况如图(1—11)所示，物体在重力 W 、绳子的拉力 T 以及水平方向的拉力 F 的作用下处于平衡。根据共点力平衡的条件， W 、 T 和 F 三者的合力等于零。这就是说，其中任两个力（例如 W 和 F ）的合力 R 必定与第三力大小相等、方向相反。

图(1—11)

由图(1—11)显见

$$W = \frac{F}{\operatorname{tg} 30^\circ} = \frac{10}{\frac{1}{\sqrt{3}}} = 17.3 \text{ (公斤)},$$

$$T = R = \frac{F}{\sin 30^\circ} = \frac{10}{\frac{1}{2}} = 20 \text{ (公斤)}.$$

答：物体重17.3公斤；绳子对物体的拉力为20公斤。