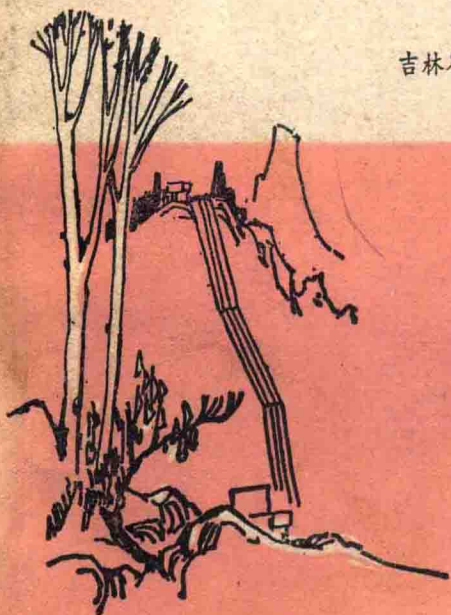


高中复习资料

物理

上册

吉林省教育学院 编



目

第一编 力 学	1
第一章 力 物体的平衡	1
一、力	1
二、力的合成和分解	4
三、力的平衡	6
例题	7
习题一	18
第二章 变速运动	25
一、匀变速直线运动	25
二、抛体运动	28
例题	30
习题二	50
第三章 运动定律	58
一、牛顿第一定律	58
二、牛顿第二定律	58
三、质量和重量的区别和联系	69
四、牛顿第三定律	59
例题	60
习题三	78
第四章 圆周运动 万有引力定律	87
一、匀速圆周运动	87
二、万有引力定律	89
例题	92
习题四	99
第五章 机械能	106

一、功和功的原理	106
二、机械能和机械能守恒定律	107
三、功和能的区别和联系	108
例题	110
习题五	124
第六章 动量	131
一、动量定理	131
二、动量守恒定律	131
三、碰撞	132
例题	132
习题六	141
第七章 振动和波	146
一、振动	146
二、表示振动特性的几个物理量	146
三、简谐振动	146
四、单摆振动定律	147
五、阻尼振动和受迫振动	147
六、波	148
例题	149
习题七	152
第八章 流体力学	155
一、压力和压强	155
二、帕斯卡定律	155
三、阿基米德定律及应用	155
四、大气压强	156
例题	156
习题八	162
第二编 热 学	166
第一章 热量和热膨胀	166

一、分子运动论要点	166
二、温度 热量 热容量 比热 燃烧值	167
三、热平衡方程	169
四、物体的热膨胀	169
例题	170
习题一	175
第二章 物态变化	179
一、熔解和凝固	179
二、汽化和液化	180
例题	182
习题二	190
第三章 热和功	193
一、物体的内能	193
二、物体内能的改变	193
三、热功当量	194
四、能的转换和守恒定律	194
五、热力学第一定律	195
六、热机的效率和功率	196
例题	197
习题三	205
第四章 气态方程	209
一、气态方程	209
二、气体三定律	211
例题	213
习题四	224
习题解答	230
第一编 力学	230
习题一	230
习题二	242

习题三	255
习题四	267
习题五	274
习题六	285
习题七	290
习题八	295

第二编 热学 300

习题一	300
习题二	307
习题三	314
习题四	322

第一编 力 学

第一章 力 物体的平衡

这一章复习静力学知识。其主要内容是研究力的概念，力的合成和分解，物体的平衡等问题。

一、力

1. 力的概念

力是物体间的相互作用。是使物体产生加速度或使物体产生形变的原因。

力是矢量，有大小、方向和作用点三个要素。

在力学中常见的力有万有引力（重力）、弹力（张力或拉力、压力）、摩擦力（静摩擦力和滑动摩擦力）三种。这三种力的特性见下表。

	产 生	大 小	方 向	作用点
重 力	由于地球对物体的引力而产生	$W = mg$	竖直向下	作用在物体的重心

弹 力	由于物 体的形变 而产生	在弹性限度内 $F = K \Delta L$	跟外力 方向相 反	作用在 相互作 用物体 的接触 点上
摩 擦 力	滑动摩 擦力	由于物 体表面 光滑而 产生 $f = \mu N$	阻碍物 体相对 滑动的 方向	作用在 相互作 用物体 的接触 面上
	静摩 擦力	由于物 体表面 光滑而 产生 最大静摩擦力 $f_{max} = \mu_0 N$. 在一般情况下, 介于 0 与 f_{max} 之 间	与物体 相对滑 动趋势 的方向 相反	作用在 相互作 用物体 的接触 面上

2. 物体受力分析方法

(1) 选定所要研究的物体。

(2) 找出物体所受的每一个力。

首先考虑重力，每个物体都受重力。其次看周围都和哪些物体相接触，当接触的物体有形变产生时就要考虑弹力。当与相接触的物体之间有相对运动和相对运动趋势时就要考虑摩擦力。

关于弹力注意下述情况：

物体和绳索或链条的作用力。因绳索只能拉伸，不能压缩，所以把这种弹力又叫拉力或张力，其方向必沿绳索中心线，指向物体外部，如图 1—1—1 所示。

在这种情况下一般绳索本身的质量忽略不计，所以绳索本身受的张力处处相等。

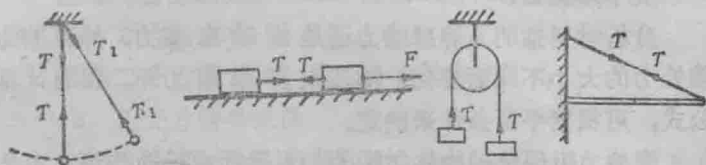


图 1-1-1

物体和杆件之间的作用力。一般认为杆件是刚性的，只可拉伸和压缩（微小的），不能弯曲，受力方向不能预先确定，决定于力的平衡条件。如图 1-1-2。

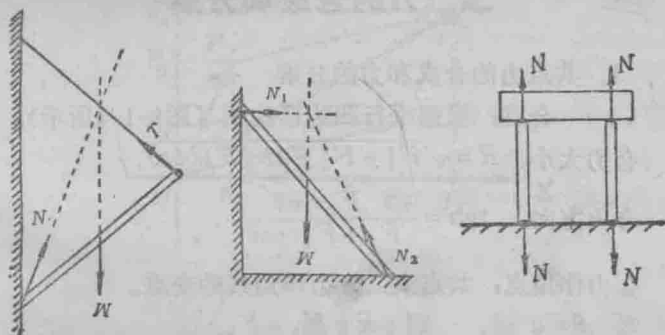


图 1-1-2

物体和支持面之间的作用力。这种情况一般只考虑压缩形变，弹力的方向沿接触面或切面的法线，支持面对物体作用的弹力，指向物体内部，如图 1-1-3 所示。

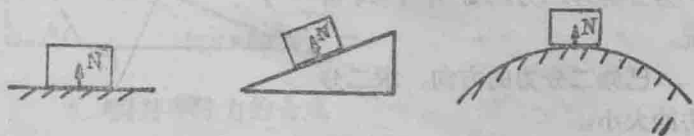


图 1-1-3

关于摩擦力：

分析时要指明是静摩擦力还是滑动摩擦力。静摩擦力随外力的大小不同而变化，除最大静摩擦力外，没有计算公式，可根据平衡条件来确定。

摩擦力阻碍接触物体之间的相对运动或运动趋势，不是阻碍物体的一般运动。有时摩擦力可以是带动物体前进的动力。

(3) 画出受力图。

二、力的合成和分解

1. 共点力的合成和力的分解

(1) 合成：根据平行四边形法则（图1-1-4所示）。

合力大小： $R = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 + 2F_1F_2\cos\theta}$ 。

合力方向： $\operatorname{tg}\alpha = \frac{F_2\sin\theta}{F_1 + F_2\cos\theta}$ 。

合力作用点：共点或二分力作用线的交点。

当 $\theta = 0^\circ$ 时，则 $R = F_1 + F_2$ 。

当 $\theta = 90^\circ$ 时，则 $R = \sqrt{F_1^2 + F_2^2}$ 。

当 $\theta = 180^\circ$ 时，则 $R = F_1 - F_2$ 。

(2) 分解：是合成的逆过程，仍遵循平行四边形法则。把一力分解为二力，可有下列情况。

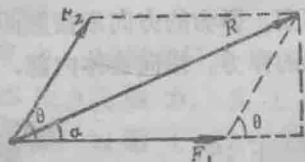


图 1-1-4

已知二分力的方向，求二分力的大小；

已知一分力的大小、方向，求另一分力的大小、方向；

已知一分力的大小、另一分力的方向，求这分力的方向、另一分力的大小；

已知二分力的大小，求二分力的方向。

2. 正交分解合成法

(1) 选定一个直角坐标。

(2) 把各个力分别向 X 轴和 Y 轴上分解，求出两轴方向上的合力，如图1-1-5所示。

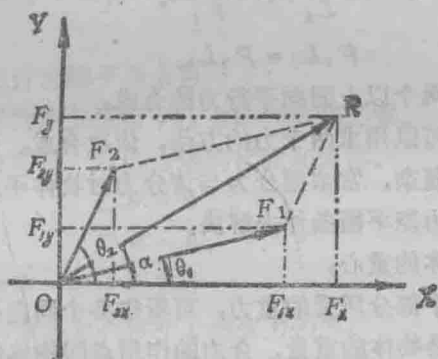


图 1-1-5

$$F_x = F_{1x} + F_{2x} = F_1 \cos \theta_1 + F_2 \cos \theta_2,$$

$$F_y = F_{1y} + F_{2y} = F_1 \sin \theta_1 + F_2 \sin \theta_2.$$

(3) 再求出 F_x 和 F_y 的合力

$$R = \sqrt{F_x^2 + F_y^2}.$$

$$\tan \alpha = \frac{F_y}{F_x}.$$

3. 同向平行力的合成

(1) 两个同向平行力的合成，如图1-1-6所示。

合力的大小: $R = F_1 + F_2$.

合力的方向: 跟二分力方向相同。

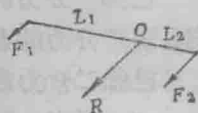


图 1-1-6

合力作用点: 在两分力作用点的连线上, 合力的作用点到两分力作用点的距离, 跟两个分力大小成反比。

$$\frac{L_1}{L_2} = \frac{F_2}{F_1}.$$

$$F_1 L_1 = F_2 L_2.$$

(2) 两个以上同向平行力的合成:

原则上可以用求两个力的方法, 依次合成, 但合力作用点的确定较复杂, 常依据合力与诸分力对物体平动和转动的等效, 利用力矩平衡条件去解决。

(3) 物体的重心:

物体各个部分所受的重力, 可看作多个同向平行力, 它们的合力就是物体的重量, 合力的作用点即物体的重心。

重心的位置与物体的形状和质量分布有关, 与物体怎样放置无关。

三、力的平衡

1. 共点力的平衡条件

合外力为零 $\Sigma \vec{F} = 0$, 或 $\begin{cases} \Sigma F_x = 0 \\ \Sigma F_y = 0 \end{cases}$.

二力平衡时, 两个力必等值反向。

三力平衡时, 任何两个力的合力, 必与第三个力等值反向。

2. 力矩的平衡条件

作用在物体上的所有力的力矩的代数和等于零。

$$\Sigma M = M_1 + M_2 + \dots + M_n = 0.$$

$$\Sigma FL = F_1 L_1 + F_2 L_2 + \dots + F_n L_n = 0.$$

式中规定逆时针力矩为(+), 顺时针力矩为(-)。

$$\text{或 } \Sigma M_{\text{顺}} = \Sigma M_{\text{逆}}.$$

注意: 从转轴到力的作用线的垂直距离是这个力的力臂, 防止把力臂认为“从转轴到力的作用点的距离”的错误。

3. 平行力的平衡条件

作用在物体上所有平行力的代数和为零。

所有力对任一点的力矩的代数和为零。

$$\Sigma F = 0.$$

$$\Sigma M = 0.$$

4. 物体一般平衡条件

作用在物体上所有外力的合力为零。

所有力对任一点的力矩的代数和为零。

$$\Sigma \vec{F} = 0.$$

$$\Sigma M = 0.$$

注意: 运用力的平衡条件解题时, 关键是

- (1) 正确分析研究对象所受的力和力矩;
- (2) 转轴尽可能选定在某一未知力的作用线上;
- (3) 根据平衡条件列出同未知量相同个数的独立方程。

例 题

〔例1〕如图 1-1-7 甲所示, 试分析 AB 杆 (重力不

计) 的受力情况, 并指出它们的反作用力。

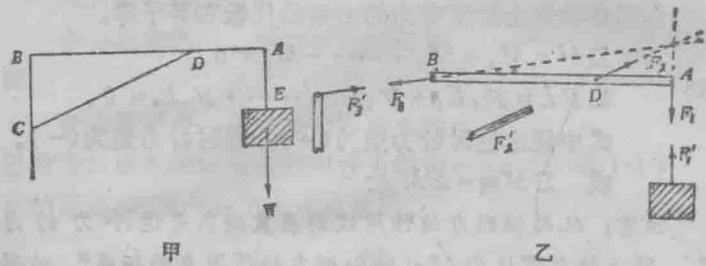


图 1-1-7

解答: 如图1-1-7 乙所示, AB 杆受三个力作用: (1) 绳 AE 对杆的拉力 F_1 , 它的反作用力是杆对绳的拉力 F_1' ; (2) CD 杆对它的支撑力 F_2 , 它的反作用力是 D 点对斜杆 CD 的压力 F_2' ; (3) 立柱对它的拉力 F_3 , 它的反作用力是 B 点对立柱的拉力 F_3' 。

〔例 2〕两个重量分别为 W_1 和 W_2 的木箱 A 和 B , 放在倾斜角为 α 的斜面上 (如图1-1-8甲)。今加力 F , 使两个木箱都向上运动, A 与 B 无相对运动。试分析木箱 A 和 B 的受力情况。

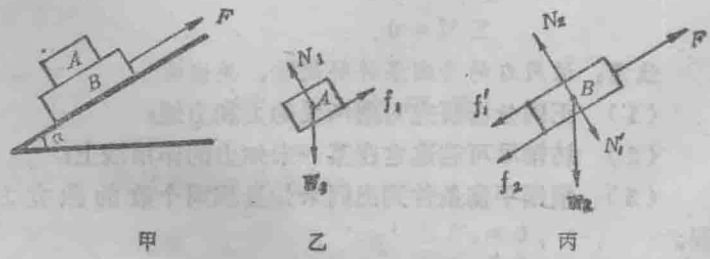


图 1-1-8

解答: 木箱 A 受三个力作用 (如图1-1-8 乙), (1) A 本身的重力 W_1 , (2) B 对它的弹力 N_1 , (3) B 作用在它

上面的静摩擦力 f_1 ；木箱 B 受六个力作用（如图 1-1-8 丙），（1） B 本身的重力 W_2 ，（2）斜面对它的弹力 N_2 ，（3） A 对它的压力 N_1' ，（4） A 作用在它上面的静摩擦力 f_1' ，（5）斜面作用在它上面的摩擦力 f_2 ，（6）外加的力 F 。

〔例 3〕如图 1-1-9 所示，绳 AC 和水平横杆的夹角 $\alpha = 30^\circ$ ，在 A 点挂一重 300 千克的物体，如不计杆的重量，求 AC 对 A 点的拉力？

解法一（合成法）：如图 1-1-9 所示

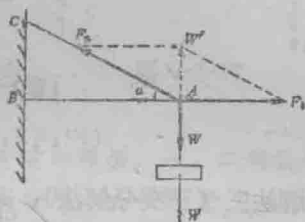


图 1-1-9

绳 AC 对 A 点拉力 F_2 ，杆 AB 对 A 点支撑力 F_1 ，重物对 A 点（通过竖直绳）的拉力 W 。上述三个力，满足共点力的平衡条件。

即任意两个力的合力必与第三个力平衡。

$$W - W' = 0, \quad (1)$$

$$F_2 \sin \alpha = W'. \quad (2)$$

$$\therefore F_2 = \frac{W}{\sin 30^\circ} = 2W = 2 \times 300 \text{ 千克} = 600 \text{ 千克}.$$

答：绳对 A 点拉力为 600 千克。

解法二（分解法）：

把 W 沿 AC 和 AB 方向分解为 F_2 和 F_1 ，如图 1-1-10 所示。依题条件：

$$F_2 \sin \alpha = W. \quad (1)$$

$$F'_2 = F_2. \quad (2)$$

$$\therefore F'_2 = \frac{W}{\sin 30^\circ} = 2W = 2 \times 300 \text{ 千克} = 600 \text{ 千克}.$$

答：绳对 A 点的拉力为600千克。

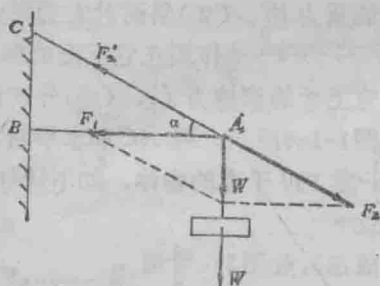


图1-1-10

(F'_2 与 F_2 等值反向)

解法三 (正交分解法):

以 A 为原点, 以水平杆上 F_1 方向为 X 轴正方向, 以通过 A 点的竖直线向上为 Y 轴正方向, 将 F_2 向 X 、 Y 轴分解, 如图 1-1-11 所示。根据力的平衡条件:

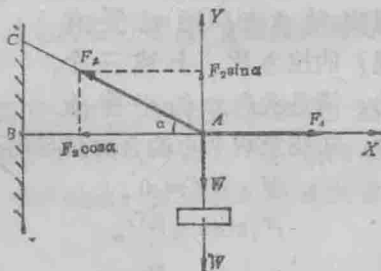


图 1-1-11

$$\sum F_x = F_1 - F_2 \cos \alpha = 0 \quad (1)$$

$$\sum F_y = F_2 \sin \alpha - W = 0 \quad (2)$$

$$\therefore F_2 = \frac{W}{\sin 30^\circ} = 2W = 2 \times 300 \text{ 千克} = 600 \text{ 千克}.$$

答：绳对 A 点的拉力为600千克。

解法四 (力矩平衡法):

选 B 点为轴, 则 F_2 和 W 对 B 点的力矩的代数和为零。(力矩的平衡条件), 如图 1-1-12 所示。

$$\Sigma M_B = F_2 AB \sin \alpha$$

$$-WAB = 0.$$

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

$$= \frac{300}{\sin 30^\circ} \text{ 千克}$$

$$= 2 \times 300 \text{ 千克}$$

$$= 600 \text{ 千克}.$$

答：绳对A点的拉力为
600千克。

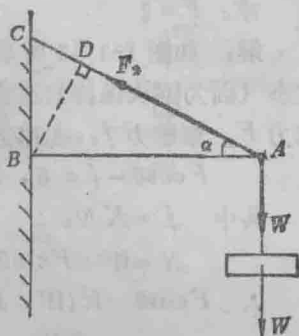


图 1-1-12

注意：上述四种方法，各有它的根据，一、二两法是着眼于共点力的平衡和力的合成与分解，去分析受力情况。四法是考虑诸力对某一点的力矩平衡，就本题而言，只要选好假定转轴（如选B点），则求解十分简明方便。三法是基于诸力和它们在两个坐标轴方向的所有分力的合力之间的等效，可依据力的独立作用原理，在X轴和Y轴方向分别建立平衡方程。尤其是在多力的情况下更显得此法的优越性，解题时对此法一定要特别加以重视。

〔例4〕一重为500千克的钢块在一水平面上移动，钢块与水平面间的摩擦系数为0.2，为了使钢块保持匀速直线运动，在钢块上加一与水平面成 30° 角的力。求此力的大小。

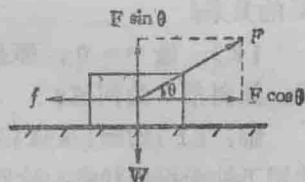


图 1-1-13

已知： $W = 500$ 千克，

$$K = 0.2,$$

$$\theta = 30^\circ.$$

求: $F = ?$

解: 如图 1-1-13 所示, 钢块在四个力作用下处于平衡状态 (因为钢块保持匀速直线运动), 这四个力是: 重力 W , 拉力 F , 摩擦力 f , 支撑力 N 。根据平衡条件得:

$$F \cos \theta - f = 0,$$

其中 $f = KN$,

$$N = W - F \sin \theta,$$

$$\therefore F \cos \theta - K(W - F \sin \theta) = 0,$$

$$\therefore F = \frac{KW}{\cos \theta + K \sin \theta}$$

$$\begin{aligned} &= \frac{0.2 \times 500}{\frac{\sqrt{3}}{2} + 0.2 \times \frac{1}{2}} \text{ 千克} \\ &= 103.1 \text{ 千克.} \end{aligned}$$

答: 此力的大小为 103.1 千克。

〔例 5〕在倾斜角为 θ 的斜面上放一个质量为 M 的物体, 用细绳跨过定滑轮与质量为 m 的砝码连结, 如图 1-1-14 甲, 物体 M 与斜面之间的摩擦系数为 K (细绳和定滑轮的质量和它们之间的摩擦忽略不计)。

(1) 要使物体 A 沿斜面向上作匀速运动, 求 m, M, θ 和 K 的关系;

(2) 设 $m = 0$, 那么要使物体 M 沿斜面向下作匀速运动, 倾斜角 θ 为何值?

解: (1) 如图 1-1-14 乙所示, 质量为 M 的物体在四个力作用下处于平衡状态, 这四个力是: 重力 W , 绳的拉力 T , 斜面的支撑力 N , 摩擦力 f 。根据平衡条件得:

$$T - Mg \sin \theta - f = 0,$$

其中 $f = KN$,