

物理 中学物理复习参考资料

内蒙古教育出版社

中学物理复习参考资料

内蒙古教育局教研室 编

内蒙古教育出版社出版

内蒙古新华书店发行

呼和浩特市印刷厂印刷

开本: 787 × 1092 毫米 1/32 印张: 9.125

1979年3月第一版

1979年3月第一次印刷

书号: K7167·746 定价: 0.67元

目 录

第一编 力学	(1)
第一章 静力学.....	(1)
第二章 运动学.....	(24)
第三章 动力学.....	(43)
第四章 机械能.....	(64)
第五章 曲线运动.....	(84)
第六章 振动和波.....	(103)
第七章 流体力学.....	(123)
第二编 热学	(133)
第一章 热和功.....	(133)
第二章 气体的性质.....	(150)
第三编 电学	(166)
第一章 电场	(166)
第二章 直流电.....	(189)
第三章 电磁感应.....	(213)
第四章 交流电.....	(231)
第五章 电子技术初步知识.....	(242)
第四编 光学	(253)
第一章 几何光学.....	(253)
第二章 物理光学.....	(266)
第五编 原子物理简介	(274)

第一篇 力 学

第一章 静 力 学

一、力

1. 力: 力是物体对物体的作用, 也就是说, 一个物体受到了力的作用, 一定有别的物体对它施加这种作用。离开了物体, 就不会有什么力的作用。力作用的效果是使物体产生加速度, 或者是使物体发生形变。

力是矢量。力的三个要素指的是力的大小、方向和作用点。力可以用一根带箭头的线段来表示, 这种表示力的方法叫做力的图示。作图的方法是, 先设一条已知长度的线段表示一定大小的力, 然后从力的作用点起, 沿着力的方向画一条线段, 使它的长度和力的大小成正比, 再在线段末端画一个箭头, 表示力的方向。

度量力的大小, 在实用单位中, 是用重量的单位来度量, 其单位为吨、千克、克等; 在国际单位制中, 是用牛顿第二定律所规定的力的单位来度量, 其单位为牛顿、达因等。它们之间的关系是 $1 \text{ 千克} = 9.8 \text{ 牛顿}$; $1 \text{ 克} = 980 \text{ 达因}$ 。又, $1 \text{ 牛顿} = 10^5 \text{ 达因}$; $1 \text{ 牛顿} = 1 \text{ 千克} \cdot \text{米} / \text{秒}^2$; $1 \text{ 达因} = 1 \text{ 克} \cdot \text{厘米} / \text{秒}^2$ 。

2. 重力: 由于地球的吸引而使物体受到的力叫做重力。重力的方向是竖直向下的, 即指向地心。重力也就是重量。

3. 重量和质量。

质量是物体本身所固有的，它表示物体所含物质的多少，是物体惯性大小的量度，它是个标量，只有大小，没有方向。一个物体不论它在什么地方，其质量的大小是一样的，不变的，是个恒量。质量的大小只能用天平来测定。

重量是物体由于地球对它的吸引而受到的力，所以它是一种力，它是使物体产生重力加速度的原因，是个矢量，既有大小又有方向。同一个物体，它的重量是随着它在地球上所处的位置不同而不同，也就是说，一个物体的重量离地心近一些就重一些；离地心远一些就轻一些。重量的大小可以用弹簧秤来测定。

重量和质量是两个完全不同的物理量，质量的国际单位和重量的实用单位，其名称虽然相同，但是它的含意是完全不同的。重量和质量又有密切的联系，它们相互之间的关系可用公式 $G=mg$ 来表示，式中 G 是重量、 m 是质量、 g 是重力加速度。从这个公式可以看出，物体的重量和质量成正比，也和重力加速度成正比。如果在地球上的同一地点，即 g 值一定时，不同物体的重量和质量就有 $\frac{G_1}{G_2} = \frac{m_1}{m_2}$ 的关系；如果在地球的不同位置上，即 g 值不同时，同一个物体的重量和质量就有 $\frac{G}{G'} = \frac{m}{m'}$ 的关系。

4. 比重和密度。

比重是物体单位体积的重量，写成公式则为 $\gamma = \frac{G}{V}$ 。式中 γ 为比重、 G 为重量、 V 为体积。

密度是物体单位体积的质量,写成公式则为 $D = \frac{m}{V}$ 。式中

D 为密度、 m 为质量、 V 为体积。

如果重量用实用单位,则比重和密度的单位相同,为克/[厘米]³、千克/[厘米]³、吨/米³等,对同一个物体、或同一种物体其比重和密度在数值上是相同的。如果重量用国际单位,则比重的单位为达因/[厘米]³、牛顿/[厘米]³、牛顿/米³等。

5. 弹力: 物体受到力的作用时都要发生形变,物体由于形变而产生的力,叫做弹力。形变消失时,弹力就跟着消失。弹力的方向,就在受力物体恢复原来形状的方向上。在弹性限度以内,物体在外力作用下发生的伸长(或缩短)的长度跟它所受的外力成正比,这个规律就叫做胡克定律。用公式表示,则为

$$F = K \Delta l \quad \text{或者是} \quad \frac{F_1}{F_2} = \frac{\Delta l_1}{\Delta l_2}$$

式中 F 为外力、 K 为比例常数,称为倔强系数,也叫弹性常数, Δl 为伸长(或缩短)的长度。

6. 摩擦力。

① **静摩擦:** 一个物体有沿着另一个物体表面运动的趋势时所产生的摩擦,叫做静摩擦。这种摩擦力叫做静摩擦力,静摩擦力的方向总是和运动趋势的方向相反。

② **滑动摩擦:** 一个物体沿着另一个物体表面滑动时产生的摩擦,叫做滑动摩擦。这种摩擦力叫做滑动摩擦力,滑动摩擦力的方向总是跟物体运动的方向相反,起阻碍物体运动的作用。滑动摩擦力跟正压力成正比,写成公式则为

$$f = \mu N$$

式中 f 为滑动摩擦力; μ 为比例常数, 叫做滑动摩擦系数; N 为正压力。

③ 滚动摩擦: 一个物体在另一个物体上滚动时产生的摩擦, 叫做滚动摩擦。

注意点: 所谓静摩擦力, 是指物体仍然处于相对静止状态时的摩擦力。所以静摩擦力是一个变量, 它随着外力的增大而增大, 当物体达到将动而未动的状态时, 这时的静摩擦力达到最大值, 叫做最大静摩擦力。当外力大于这个最大值时, 物体将开始运动。滑动摩擦力一般比最大静摩擦力小; 滚动摩擦力比滑动摩擦力小得多。所谓正压力, 是指垂直施于接触表面上的压力, 这个压力可能来自于物体的重量或外力, 或既来自于物体的重量又同时来自于外力。

7. 重心: 组成某个物体的各微粒所受重力的合力的作用点, 就叫做该物体的重心。

重心的位置, 对于一个物体来说是固定不变的。组织均匀、几何形状规则的物体的重心, 就在它的几何中心, 如均匀直棒的重心就在棒的中点; 正方形或平行四边形的重心, 就在对角线的交点上。物体的重心不一定在物体的内部, 也可能在物体的外部, 例如, 用一段铁丝围成的圆环, 它的重心就在这个环的圆心上。当知道了物体的重心的位置以后, 就可以不管物体的形状如何, 把整个物体的重量当做集中在重心这一点上来处理。

二、力的合成与分解

1. 力的合成与分解中的几个概念。

① 合力和分力: 如果有一个力对物体作用所产生的效果, 跟原来几个力对物体共同作用的效果相同。那么, 这个力

就叫做那几个力的合力。而那几个力就叫做这一个力的分力。求几个力的合力叫做力的合成。求一个力的分力叫做力的分解。

② 共点力：如果几个力都作用在物体的同一点上，或者它们的作用线都相交于一点，这几个力就叫做共点力。求共点力的合力，叫做共点力的合成。

2. 共点力的合成。

求共点力的合成可用平行四边形法则。方法是：用表示这两个力的线段作邻接边画平行四边形，平行四边形的对角线（通过此两力的交点的对角线）就表示合力的大小和方向。如图 1—1 所示， F_1 、 F_2 两力的合力就为 F 。

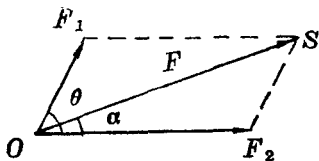


图 1-1

由三角余弦定理可知合力的大小为

$$F = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 + 2F_1F_2 \cos \theta}$$

合力的方向可由下式求得

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{F_1 \sin \theta}{F_2 + F_1 \cos \theta}$$

当 $\theta = 90^\circ$ 时 $F = \sqrt{F_1^2 + F_2^2}$

当 $\theta = 0^\circ$ 时 $F = F_1 + F_2$

当 $\theta = 180^\circ$ 时 $F = F_2 - F_1$

求两个以上的共点力的合力，仍可以用力的平行四边形法则来求，方法是：先求出任意两个力的合力，再求这个合力与第三个力的合力，依此类推，直到把所有的力都合成进去，最后得到的合力就是这几个共点力的合力。

3. 力的分解。

已知几个分力求其合力只能有一个解,但反过来,已知一个力求它的分力,如果没有一定的条件,就会有无数解。所以要求一个力的分力时一定要附加条件。求一个力的分力,常见的一般有以下几种情况:

① 已知所求两个分力的方向,从而求这两个分力的大小;

② 已知所求两个分力的大小,从而求这两个分力的方向;

③ 已知所求两个分力中的一个分力的大小和方向,从而求另一个分力的大小和方向。

在上述三种情况中一般最常见的是将一个已知力分解为两个相互垂直的分力。例如用力 F 向斜上方拉木箱,如图 1-2 所示,力 F 的效果可用其相互垂直的分力,即向上的分力 $F_1 = F \cos \alpha$ 和水平的分力 $F_2 = F \sin \alpha$ 来表示。其中 F_1 使箱子前进, F_2 则减轻了箱子对地面的压力。

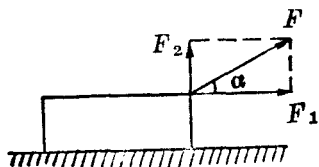


图 1-2

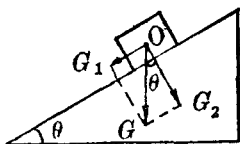


图 1-3

又例如重量为 G 的物体放在倾角为 θ 的斜面上,如图 1-3 所示,重力 G 的作用可用其两个相互垂直的分力 $G_1 = G \sin \theta$ 和 $G_2 = G \cos \theta$ 来表示,其中 G_1 使物体沿斜面下滑,而 G_2 则垂直地压在斜面上,与斜面对这物体的托力相平衡,同时这个力也是使物体与斜面产生摩擦力的正压力。

4. 同向平行力的合成。

两个平行力的合成：作用于物体上的两个同向平行力的合力，其大小等于这两个力的和，即 $F = F_1 + F_2$ 。合力的方向，跟这两个力的方向相同，即与这两个力平行。合力的作用点，在这两个力的作用点的连接线上，它离这两个力的作用点的距离，跟这两个力的大小成反比，即 $F_1 L_1 = F_2 L_2$ 。

三、力的平衡

1. 平衡的含义：如果一个物体同时受到几个力的作用，仍然保持静止或匀速直线运动的状态，那么，对这个物体来说，就叫做物体的平衡，也就是说这个物体处于平衡状态；对于这些力彼此的关系来说，就叫做力的平衡。

2. 力矩：力臂和力的乘积叫做力矩，写成公式则为

$$M = LF$$

式中 M 为力矩， L 为力臂，力臂就是从转动轴到力的作用线的距离，所以力臂和作用力的方向是相互垂直的。

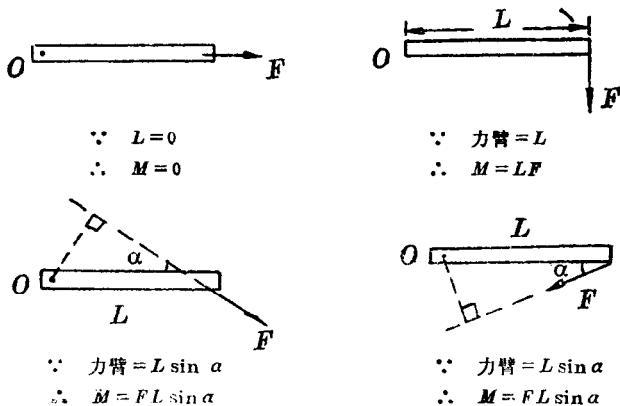


图 1-6

在计算力矩时,必须注意把力臂的大小找正确,这样才能正确地计算出力矩来。关于这个问题,请注意图 1—4 中的几种情况。

3. 力的平衡条件。

① 共点力的平衡条件: 是各力的合力等于零。

如果有两个力作用在一点上而成平衡, 如图 1—5 所示, 那么这两个力必然是大小相等, 方向相反, 作用在同一条直线上。我们可以把 F_1 叫做 F_2 的平衡力, 或者把 F_2 叫做 F_1 的平衡力。

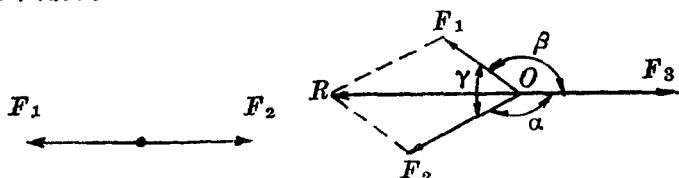


图 1-5

图 1-6

如果有三个力作用在一点上而成平衡, 如图 1—6 所示, 那么, 其中任意两个力(如 F_1 、 F_2)的合力(R), 必是第三个力(F_3)的平衡力。而且 F_1 、 F_2 、 F_3 和它们所对的角 α 、 β 、 γ 相互之间有如下关系:

$$\frac{F_1}{\sin \alpha} = \frac{F_2}{\sin \beta} = \frac{F_3}{\sin \gamma}$$

② 力矩的平衡条件, 也就是有固定转动轴的物体的平衡条件: 是各力矩的代数和等于零, 也就是所有顺时针方向的力矩的总和等于所有逆时针方向的力矩的总和。力矩朝那个方向转动为正(或为负)可以根据情况任意规定, 当确定某个方向为正时, 则另一个方向就为负。

③ 平行力的平衡条件, 也就是一个既可移动又可转动的

物体在平行力作用下的平衡条件,其条件有二:一是所有平行力的合力等于零;一是作用在物体上各个力对于任一指定的转动轴的力矩的代数和等于零。

这里应当注意:平行力平衡时,两个条件必须同时满足,缺一不可;另外,这里所研究的平行力是指在同一平面上的平行力。

4. 简单机械。

① 杠杆:在力的作用下,能够绕着固定点转动的硬棒就叫做杠杆。这个固定点叫做支点,从支点到动力作用线的垂直距离叫做动力臂,从支点到阻力作用线的垂直距离叫做阻力臂。

杠杆实际是一个能围绕着一个转动轴转动的固体,它受力后的运动情况,可用力矩进行运算。设动力为 F_A , 动力臂为 L_A , 阻力为 F_B , 阻力臂为 L_B , 当杠杆平衡时,则

$$F_A L_A = F_B L_B$$

② 轮轴:由轮(轮盘或柄)和轴(半径比较小的圆柱)组合在一起能绕一固定转动轴转动的机械叫做轮轴。它是杠杆的一种变形,它受力后的运动情况,可用力矩进行运算,或用杠杆原理进行运算。

使用轮轴时,动力作用在轮上可以省力,轮半径是轴半径的几倍,动力就是阻力的几分之一。

③ 滑轮:轴固定不动的滑轮,叫做定滑轮,使用定滑轮不能省力,但可以改变力的方向;轴跟重物一起移动的滑轮,叫做动滑轮,使用动滑轮可以省一半的力,但不能改变力的方向;动滑轮和定滑轮组合在一起,叫做滑轮组,使用滑轮组,既能改变力的方向,又可以省力,重物和动滑轮的总重量是

由几股绳子承担，提起重物所用的力就是这个总重量的几分之一。

④ 螺旋：也是一种简单机械，如千斤顶等，利用它可以省力，其计算公式为

$$F = \frac{T}{2\pi l} G$$

式中， F 为作用在螺旋手柄末端的力； T 为螺距； l 为手柄末端到轴线的距离； G 为物重。

例 题

〔例一〕 有一根细金属丝长 200 厘米，上端固定住，在弹性限度以内，在其下端挂上 1 千克的砝码时，它的长度变为 201 厘米。问：① 这根金属丝的倔强系数是多少？② 如果挂上 2 千克的砝码（仍在弹性限度内），这根金属丝的整体长度为多少？

解：金属丝原长 $l_0 = 200$ 厘米。加在金属丝上的拉力 $F_1 = 1$ 千克，这时金属丝长 $l_1 = 201$ 厘米。

① 这根金属丝的 K 值可由胡克定律的公式 $F = K\Delta l$ 求得，即

$$F_1 = K(l_1 - l_0)$$

$$K = \frac{F_1}{l_1 - l_0} = \frac{1}{201 - 200} = 1 \text{ (千克/厘米)}$$

② 当加上的拉力为 $F_2 = 2$ 千克时，金属丝的长度 l_2 可用公式 $F = K\Delta l$ 求得，即

$$F_2 = K(l_2 - l_0)$$

$$l_2 = \frac{F_2 + Kl_0}{K} = \frac{2 + 1 \times 200}{1} = 202 \text{ (厘米)}$$

也可用算式 $\frac{F_1}{F_2} = \frac{\Delta l_1}{\Delta l_2}$ 来求, 即

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{l_1 - l_0}{l_2 - l_0}$$

$$l_2 = \frac{F_2(l_1 - l_0) + F_1 l_0}{F_1} = \frac{2(201 - 200) + 1 \times 200}{1} = 202(\text{厘米})$$

〔例二〕 有一重 50 千克的木箱放在水平地面上, 木箱与地面的摩擦系数为 0.2, 最大静摩擦力为 12 千克。问: ①当用 8 千克和 20 千克的力水平拉木箱时, 所产生的摩擦力各为多少? ②至少用多大的力才能使木箱移动。

解: 如图 1—7 所示, 由于摩擦面是水平的, 而拉力又与摩擦面平行, 只有木箱的重量 G 与摩擦面垂直, 所以对摩擦面所产生的正压力仅来自于木箱的重量, 即

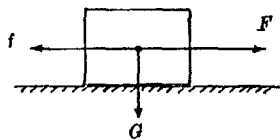


图 1-7

$$N = G = 50 \text{ 千克}$$

根据公式 $f = \mu N$, 可求得滑动摩擦力

$$f = 0.2 \times 50 = 10(\text{千克})$$

又因木箱的最大静摩擦力 $f_m = 12$ 千克, 由此可以推断:

① 当用 8 千克的力拉木箱时, 由于拉力小于 f_m (12 千克), 木箱不动, 所以产生的是静摩擦力, 其大小就为 8 千克。

当用 20 千克的力拉木箱时, 由于拉力大于 f_m (12 千克), 更大于滑动摩擦力 f (10 千克), 木箱能被拉动, 拉动后的摩擦力为滑动摩擦力, 其大小为 10 千克。

② 由于最大静摩擦力为 12 千克, 所以至少要用 12 千克

的水平拉力才能把木箱由静止状态拉动。

这里应当注意的是，如果我们用 11 千克的力水平拉木箱，虽然所用的拉力大于木箱的滑动摩擦力（10 千克），但仍不能把处于静止状态的木箱拉动。

〔例三〕如图 1—8 所示， ABC 为一支架， AB 长 2.7 米， AC 长 1.8 米， $BC=3.6$ 米，一重物挂在 B 上，其重量为 300 千克。求 AB 、 BC 两杆上受的力。

解：解这类问题，可以从两个不同的角度去考虑，一是从作用力作用到物体上的直接效果来考虑，也就是把作用力根据所设的条件分解到相应的方向，然后求出这些分力，就为其解，这种方法可称为分力法；一是从力的平衡条件来考虑，也就是根据所设条件找出有那几个力与这个作用力形成平衡，然后求出那几个力，从而得其解，这种方法可称为平衡法。

下面根据这两种方法解本题：

① 分力法：如图 1—8 所示，重物作用到 B 点上的力 G 产生两个分力，一个是作用在 AB 杆上的拉力 G_1 ，一个是作用在 BC 杆上的压力 G_2 。 G_1 、 G_2 就为所要求的两个力。

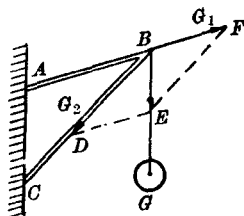


图 1-8

解法是：以 G 为对角线，以 BC 为一边，以 AB 延长线为另一边作平行四边形，则 BD 就为 G_2 ， BF 就为 G_1 。由图可以看出

$$\triangle ABC \sim \triangle EDB$$

$$\therefore \frac{ED}{AB} = \frac{BE}{AC} = \frac{BD}{BC}$$

式中 $ED=BF=G_1$ $BE=G=300$ 公斤

$$BD = G_2 \quad AB = 2.7 \text{ 米}$$

$$AC = 1.8 \text{ 米} \quad BC = 3.6 \text{ 米}$$

所以

$$\frac{G_1}{2.7} = \frac{300}{1.8} = \frac{G_2}{3.6}$$

$$G_1 = \frac{300}{1.8} \times 2.7 = 450 \text{ (千克)}$$

$$G_2 = \frac{300}{1.8} \times 3.6 = 600 \text{ (千克)}$$

② 平衡法：如图 1—9 所示，可以看出 B 点受到三个力的作用，即 AB 杆的拉力 F_1 ， CB 杆的推力 F_2 和重物的向下拉力 G 。因为 B 点处于平衡状态，所以 F_1 、 F_2 、 G 相平衡。据此，我们可以画出 G 的平衡力 R ，再以 R 为对角线，以 BA 和 CB 的延长线为边作一平行四边形，就得出 F_1 、 F_2 。由图可看出

$$\triangle ABC \sim \triangle BF_1R$$

$$\therefore \frac{F_1}{AB} = \frac{R}{AC} = \frac{F_2}{BC}$$

$$\therefore \frac{F_1}{2.7} = \frac{300}{1.8} = \frac{F_2}{3.6}$$

$$F_1 = 450 \text{ (公斤)}$$

$$F_2 = 600 \text{ (公斤)}$$

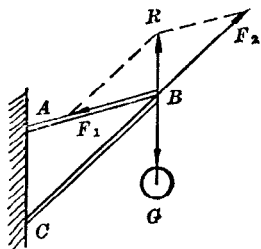


图 1-9

这里得到的 F_1 、 F_2 是 B 点所受的力，并非杆所受的力。但据牛顿第三定律，可知 AB 受的力的大小等于 F_1 ，而方向与 F_1 相反； BC 受的力的大小等于 F_2 ，而方向与 F_2 相反。

〔例四〕 在倾角为 θ 的斜面上放一物体，重量为 G ，现有一力 F 作用在它上面，并使它沿斜面作匀速滑动，问在下列几

种情况中这个作用力的大小是多少? ①摩擦不计, 作用力平行于斜面, 拉物体沿斜面向上; ②摩擦系数为 μ , 作用力平行于斜面, 拉物体沿斜面向上; ③摩擦系数为 μ , 作用力平行于斜面, 拉物体沿斜面向下; ④摩擦系数为 μ , 作用力和斜面成 α 角, 拉物体沿斜面向上。

解: 根据题意, 在四种情况下, 物体都作匀速直线运动, 所以物体受到的作用力的合力在四种情况下都等于零。

① 第一种情况: 如图 1—10 所示, 这时物体受到沿斜面的力有二, 即沿斜面向上的力 F 和沿斜面向下的力 G_2 , 物体沿斜面向上匀速运动。所以

$$F - G_2 = 0$$

$$\therefore G_2 = G \sin \theta$$

$$\therefore F = G_2 = G \sin \theta$$

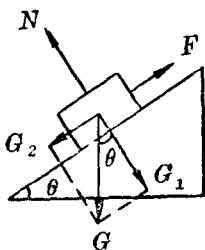


图 1-10

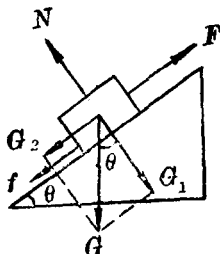


图 1-11

② 第二种情况: 如图 1—11 所示, 物体受到沿斜面的力有三, 即沿斜面向上的力 F 、沿斜面向下的力 G_2 和沿斜面向下的摩擦力 f , 物体沿斜面向上匀速运动。所以

$$F - G_2 - f = 0$$

$$\text{又} \because f = \mu N = \mu G_1 = \mu G \cos \theta$$

$$\therefore F = G_2 + f = G(\sin \theta + \mu \cos \theta)$$