

中学复习资料

物 理

(上)

徐州地区教育局教研室编

一九七八年十一月



目 录

第一章 力 学

第一节	静力学	1
第二节	运动学	33
第三节	动力学	60
第四节	功和能	86
第五节	曲线运动和万有引力	115
第六节	振动和波	130
第七节	流体力学	135

第二章 分子物理学和热学

第一节	分子运动论	142
第二节	热和功	146
第三节	物态变化	166
第四节	气体的性质	174
第五节	热机	188

第三章 电 学

第一节	静电学.....	195
第二节	直流电路.....	221
第三节	磁场和电磁感应.....	275
第四节	交流电.....	306
第五节	电子技术基础.....	330

第四章 光 学

第一节	几何光学.....	355
第二节	物理光学的基础.....	383

第五章 原子和原子核

第一节	原子结构.....	400
第二节	原子核和原子能.....	404
附 录		421

第一章 力 学

第一节 静 力 学

一、力

(一)力的概念

力的概念可以从以下几点来认识。

1. 力是物体间的相互作用。离开了物体，力是不存在的。

2. 力对物体作用的效果：

(1)使物体的运动状态发生改变，力是物体产生加速度的原因。

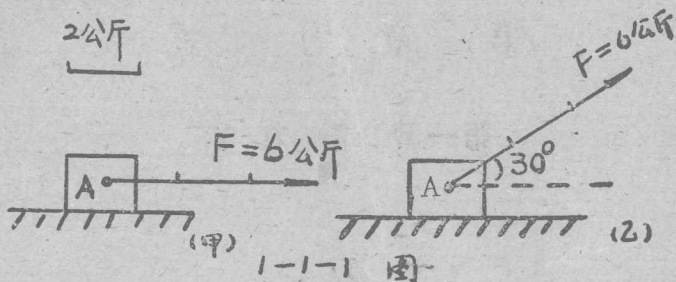
(2)使物体产生形变。

3. 力是矢量。图示力时，可以用一条带有箭头的按一定比例的线段来表示出力的大小、方向、作用点这三个要素。

【例题】绳子缚住一只木箱，用6公斤力拉它，用力的图示法分别画出下列两种情况的力图。(1)力与地面平行。(2)力与地面成 30° 角。

解：两种情况的力图见图1-1-1。作图时先画受力物体，再根据题意选择适当的单位线段作为力的标度，然后

画出它所受的力。箭头要画在线段的末端。另外，在图上还要标明力的作用点并用字母符号表示力。



(二)力的种类

由于物体间的作用方式是多样的，所以力的种类很多。如万有引力、分子力、电磁力、核力等。在力学中，经常遇到的有重力、弹力和摩擦力。

1. 重力

(1)重力的概念

重力是由于地球对物体的吸引而产生的。物体所受重力的大小叫做重量，重力的方向总是竖直向下的，重力的作用点就是物体的重心。

地球上一切物体都受到重力的作用。由于地球的自转以及地球是一个椭球体，同一物体在地球上的不同地方测得的重量是不同的。不过这个差异很小，在一般情况下可以不考虑。

重力是物体产生重力加速度的原因。

(2)比重

物质的重量与体积之比叫做物质的比重。

用 d 表示比重， p 表示重量， v 表示体积。则

$$d = \frac{p}{v}$$

比重的常用单位有：克/厘米³、公斤/分米³、吨/米³。同种物质的比重在取上述三种单位时，其数值不变。例如铁的比重。

$$d = 7.8 \text{ 克/厘米}^3 = 7.8 \text{ 公斤/分米}^3 = 7.8 \text{ 吨/米}^3$$

2. 弹力

(1) 弹力的概念

当物体由于相互作用而发生形变时，就产生弹力，它是形变着的物体作用于外界的力。拉力和压力都是弹力。

这里要明确几点：

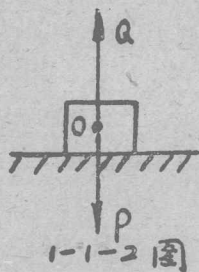
(i) 引起形变的外力与弹力是一对作用力和反作用力。外力使物体产生形变，弹力作用于施力体上抵抗它的作用。

(ii) 在弹性限度内，形变愈大，弹力也愈大；形变减小，弹力也减小；形变消失，弹力也消失。弹力的大小总是跟引起形变的外力相等。

(iii) 弹力的方向总是跟外力的方向相反。

【例 1】地面上放着一物体，分析物体和地面的受力情况。

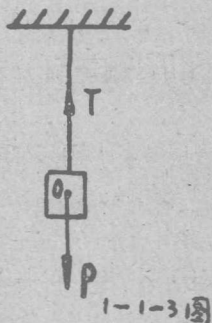
解：物体受到两个力的作用，①重力 p 。这是地球对物体的作用力，方向竖直向下。②弹力 Q 。这是地面因形变而产生的作用力，方向竖直向上。 Q 与 p 量值相等，方向相



反，是一对平衡力，使物体处于平衡状态（图1—1—2）。

地面受到物体的压力 N ，方向竖直向下， N 的数值等于物体所受的重力 P 。但是决不能认为地面就是受到重力 P 的作用，重力 P 是地球对物体的作用力，它作用在物体上。而压力 N 是物体对地面的作用力，它作用在地面上。另外压力 N 和弹力 Q 互为作用力与反作用力，作用在不同的物体上。

【例 2】绳子上悬挂一物体，分析物体的受力情况。



解：物体受到两个力的作用。

①重力 P 。是地球对物体的作用力，方向竖直向下。

②拉力 T 。是绳子在物体的作用下发生了伸长形变，因而在绳子内部产生的作用在物体上的弹力，方向竖直向上。

T 与 P 的大小相等，方向相

反，是一对平衡力，物体处

于平衡状态（图1—1—3）。

（2）胡克定律

在弹性限度以内，物体在外力作用下发生的形变跟它所受的外力成正比。这个定律叫做胡克定律。测力计、弹簧秤就是根据这个定律制成的。

胡克定律的数学表示式：

$$F = K \Delta L \quad \text{或} \quad \frac{F_1}{F_2} = \frac{\Delta L_1}{\Delta L_2}$$

这里 F 是外力, ΔL 是指形变量, 也就是弹簧伸长 (或缩短) 的长度, 不要与弹簧的长度混为一谈。

【例题】一根弹簧原长 15 厘米, 受到 2 公斤拉力时伸长 0.5 厘米, 要加多大的拉力才能使它的长度达到 20 厘米?

解: 依题意知 $F_1 = 2$ 公斤 $\Delta L_1 = 0.5$ 厘米

$$\Delta L_2 = L_2 - L_0 = 5 \text{ 厘米}$$

$$\therefore \frac{F_2}{F_1} = \frac{\Delta L_2}{\Delta L_1}$$

$$\therefore F_2 = \frac{\Delta L_2}{\Delta L_1} \cdot F_1 = \frac{5}{0.5} \times 2 = 20 \text{ (公斤)}$$

答: 要加 20 公斤的拉力才能使弹簧的长度达到 20 厘米。

3. 摩擦力

当两个相互接触的物体有相对运动或有相对运动的趋势时, 在它们的接触面之间就产生一种阻碍相对运动或抵消有相对运动趋势的力, 叫做摩擦力。摩擦力的方向总是跟运动方向或运动趋势的方向相反。摩擦可分为三种:

(1) 静摩擦

当物体受到外力作用有了运动的趋势, 但还处于相对静止状态, 这时存在于两个物体间的摩擦力叫做静摩擦力。静摩擦力是个变量, 它随外力的增大而增大, 当物体达到将动而未动状态时, 这时静摩擦力达到最大值, 叫做最大静摩擦力。静摩擦力的方向与外力的方向相反。

(2) 滑动摩擦

一个物体在另一个物体上滑动时产生的摩擦力叫做滑动摩擦力。滑动摩擦力 f 可以由下式求得:

$$f = K N$$

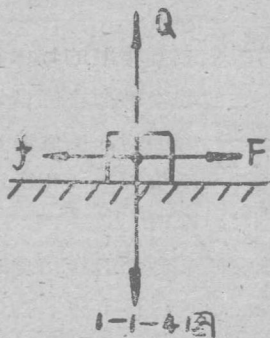
式中的 K 是滑动摩擦系数， K 的数值由接触面的材料性质和粗糙程度所决定；式中的 N 是指垂直作用于接触面的力，叫做压力。所谓“正压力”就是指这个力。在接触面情况相同和相同压力下，滑动摩擦力总小于最大静摩擦力。

(8) 滚动摩擦

一个物体在另一个物体上滚动时产生的摩擦力，叫做滚动摩擦力。在接触面情况相同和相同压力下，滚动摩擦力要比滑动摩擦力小得多。

【例题】把重10公斤的木块放在地面上，分别用4公斤和1.5公斤的力(都是水平方向)去拉它时，木块受到的摩擦阻力是否一样？各是多少？(滑动摩擦系数为0.2)

解：木块一共受到四个力的作用。其中，竖直方向上有两个力：重力 P 和弹力 Q ， P 和 Q 大小相等，方向相反；水平方向上也有两个力：水平拉力 F 和摩擦力 f ，两个力方向相反。



(图1—1—4)

由于物体放在水平地面上，物体与地面间的压力为 $N = P = 10$ 公斤。如果物体在地面上滑动，则物体受到的滑动摩擦阻力为：

$$f = K N = 0.2 \times 10 = 2(\text{公斤})$$

①当 $F = 4$ 公斤时

$\because F > f$ ，木块作加速运动，受到的滑动摩擦阻力是

2 公斤。

②当 $F = 1.5$ 公斤时

$\because F < f$ ，木块不能运动，但在外力作用下有运动的趋势，因而木块受到的阻力是静摩擦力，它与外力 F 相平衡，所以木块受到的静摩擦力是 1.5 公斤。

由此可见，在这两种情况下，木块受到的摩擦阻力是不相同的。

二、力的合成与分解

(一)力的替换概念

1. 力的合成：一个力，如果它作用在物体上所产生的效果跟原来几个力共同作用时所产生的效果相同，那么这个力就叫做那几个力的合力。求几个已知力的合力叫做力的合成。力的合成实际上就是要找一个力去代替几个已知的力，而不改变其作用效果。

2. 力的分解：力的分解是力的合成的逆运算。就是要用几个力去代替一个单独的力，而不改变其作用效果。由此可见，力的合成和分解所遵循的基本法则是一样的。

解题时，究竟哪些力要进行合成，哪些力要进行分解，不是盲目的，而是根据问题的性质和解题的需要来决定的。

(二)共点力的合成和分解

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。

1. 互成角度的两个共点力的合成

力是矢量，求共点力的合力必须按照矢量的合成法则来

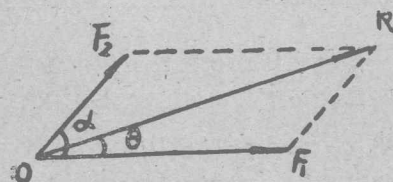
进行。

平行四边形法则是相交矢量的一种合成法则。在求两个互成角度的共点力的合力时，可以用表示这两个分力的线段为邻边作平行四边形。从两个分力作用点出发的那一条对角线就表示这两个分力的合力的大小和方向。

求合力可以用图解法，也可以用计算法。由图1—1—5可知，互成 α 角的 F_1 、 F_2 的合力为 R ，其大小

$$R = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 + 2F_1F_2\cos\alpha}$$

R 的方向用 R 与 F_1 的夹角 θ 来表示：



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

可以看到，

1-1-5 图

(1) 当 $\alpha = 0^\circ$ 时， $\cos \alpha = 1$ ， $R = F_1 + F_2$ 。

这就是两个同向共点力的合成。 R 的方向与两分力的方向相同。

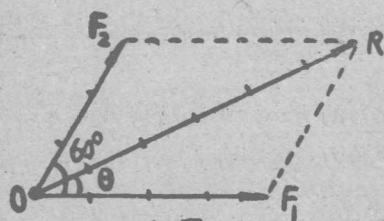
(2) 当 $\alpha = 180^\circ$ 时， $\cos \alpha = -1$ ， $R = \pm(F_1 - F_2)$ ，这就是两个方向相反的共点力的合成。 R 的方向与量值较大的分力方向相同。

(3) 当 $\alpha = 90^\circ$ 时， $\cos \alpha = 0$ ， $R = \sqrt{F_1^2 + F_2^2}$ ，

$\operatorname{tg} \theta = \frac{F_2}{F_1}$ 。这就是互相垂直的两个共点力的合成。

总之，合力的大小和方向，决定于分力的大小和方向，

5公斤



1-1-6 图

它们的数值关系是:

$$F_1 + F_2 \geq R \geq F_1 - F_2$$

【例题】有两个互成 60° 的力,大小分别为20公斤和15公斤,用图解法和计算法分别求它们的合力。

解:

① 图解法:具体作法如图1-1-6。从图中量得合力

$R \approx 30$ 公斤,合力 R 与 F_1 的夹角 $\theta \approx 25^\circ$ 。

② 计算法:

已知 $F_1 = 20$ 公斤, $F_2 = 15$ 公斤, $\alpha = 60^\circ$ 。

$$R = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 + 2F_1F_2\cos\alpha}$$

$$= \sqrt{20^2 + 15^2 + 2 \times 20 \times 15 \times \frac{1}{2}}$$

$$= \sqrt{925} \approx 30.41(\text{公斤})$$

$$\text{tg } \theta = \frac{F_2 \sin \alpha}{F_1 + F_2 \cos \alpha} = \frac{15 \times \frac{\sqrt{3}}{2}}{20 + 15 \times \frac{1}{2}}$$

$$= \frac{3\sqrt{3}}{11} \approx 0.4724$$

$$\therefore \theta \approx 25^\circ 17'$$

2. 一个力分解成两个互成角度的分力

根据平行四边形法则,已知分力求合力只能有一个解,但反过来由合力求它的分力,就会有无限多个解,为了得到

确定的答案，就一定要有附加条件。一般有下列三种情况：

(1) 已知合力和两个分力的方向，求两个分力的大小。

(这种情况最常遇到)

(2) 已知合力，一个分力的大小和方向，求另一个分力的大小和方向。

(3) 已知合力和两个分力的大小，求两个分力的方向。

【例 1】一物体放在倾角为 α 的斜面上，试将它所受的重力 P 加以分解。

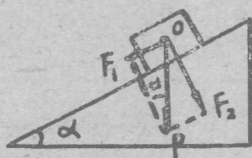
解：斜面上的物体所受的重力可分解为两个分力，其中一个分力 F_1 使物体沿斜面下滑；另一个分力 F_2 垂直于斜面对斜面产生压力。由于重力 P 是已知的，所以这个力的平行四边形也就确定了。 F_1 和 F_2 的大小就可用图解法或计算法求出。

作图法见图 1—1—7；

计算法如下：

$$F_1 = p \sin \alpha$$

$$F_2 = p \cos \alpha$$

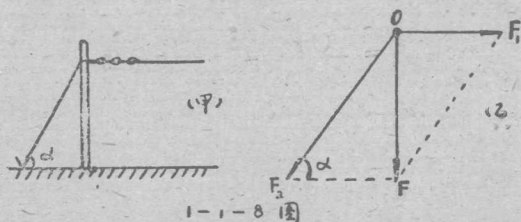


1-1-7 图

【例 2】有一根竖直的电线杆，水平电线对它的拉力是 30 公斤，另一侧用铁索拉住它，使它不发生倾斜并使电线杆受到一个竖直向下的 40 公斤力。求铁索和地面间的夹角及铁索的拉力。

解：水平电线和铁索的两个拉力的合力使电线杆受到 40 公斤竖直向下的力。合力 F 是已知的，一个分力（水平电线对电线杆的拉力 F_1 ）的大小和方向也是已知的。利用作图法先作出 F 和 F_1 ，再用虚线连接 F 和 F_1 的两端，随后完成平行四边形，则另一边 F_2 就是所求的铁索拉力。量出它的大小。

$F_2 = 50$ 公斤，与地面的夹角 $\alpha \approx 53^\circ$ 。（见图 1-1-8）



如用计算法，则

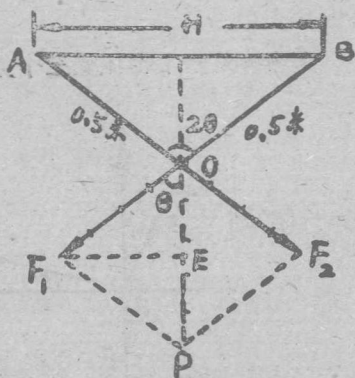
$$F_2 = \sqrt{F^2 + F_1^2} = \sqrt{40^2 + 30^2} = 50 (\text{公斤})$$

$$\tan \alpha = \frac{F}{F_1} = \frac{40}{30} \approx 1.33$$

查表得 $\alpha \approx 53^\circ 8'$

【例 3】一根长 1 米的绳子，只能承受 4 公斤的拉力，现在在绳子的中间挂一个 5 公斤的重物，用两手握住绳子的两端，使两个绳端逐渐分离，问两个绳端相距多远时，绳子就会被拉断？

解：由于重力作用，对两段绳子都有拉力，当都达到 4 公斤时，绳子就被拉断。根据平行四边形法则，可从力图中先求出两段绳子间夹角 2θ 的大小，确定绳子方向，从而



可以求出两个绳端的距离A B。

由图可知：(见图1—1—9)

$$\cos \theta = \frac{OE}{OF_1} = \frac{2.5}{4} = 0.625$$

$$\therefore \theta = 51^{\circ}42'$$

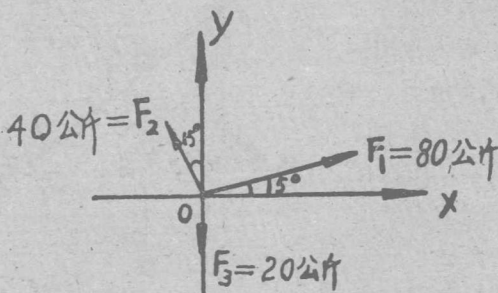
$$\frac{H}{2} = 0.5 \sin \theta$$

$$\therefore H = 2 \times 0.5 \sin 51^{\circ}42' \approx 0.78(\text{米})$$

3. 三个或三个以上共点力的合成

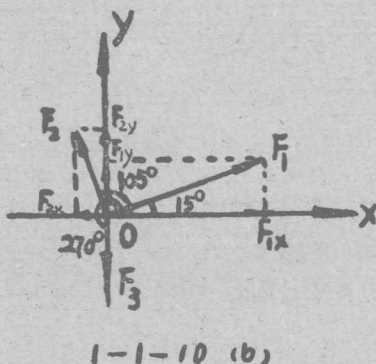
若共点力不止两个，则可连续应用平行四边形法则求出合力，即先求出任意两个共点力的合力，再求这个合力与第三个力的合力，依次下去，最后得到的合力就是所有力的合力；或者用正交分解和合成的方法求出合力，即把每一个力分解成互相垂直的沿Ox轴线和沿Oy轴线的两个分力，然后再将所有沿Ox轴线和沿Oy轴线的各个分力加以合成，最后求出合力F。

【例题】一个物体受三个力的作用其大小如图所示，试



1-1-10 (a)

求该物体受到的合力。(F₁与水平方向成15°, F₂与竖直线方向成15°, F₃竖直向下。)图1—1—10(a)



解:

通过三个力的共同作用点O作互相垂直的OX轴线和OY轴线, 将F₁, F₂和F₃分解为两轴线上的分力。

$$F_{1x} = F_1 \cos 15^\circ,$$

$$F_{1y} = F_1 \sin 15^\circ,$$

$$F_{2x} = F_2 \cos 105^\circ,$$

$$F_{2y} = F_2 \sin 105^\circ,$$

$$F_{3x} = F_3 \cos 270^\circ = 0,$$

$$F_{3y} = F_3 \sin 270^\circ \text{ [图1—1—10(b)]}$$

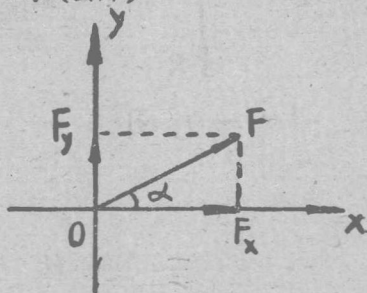
∴ 沿OX轴线的合力

$$\begin{aligned} F_x &= F_{1x} + F_{2x} + F_{3x} = 80 \cos 15^\circ + 40 \cos 105^\circ + 0 \\ &= 77.3 - 10.4 = 66.9 (\text{公斤}) \end{aligned}$$

沿OY轴线的合力

$$\begin{aligned} F_y &= F_{1y} + F_{2y} + F_{3y} \\ &= 80 \sin 15^\circ + 40 \sin 105^\circ \\ &\quad + 20 \sin 270^\circ \\ &= 20.7 + 38.6 - 20 \\ &= 39.3 (\text{公斤}) \end{aligned}$$

物体所受的合力的大小 [图1—1—10(c)]



$$F = \sqrt{F_x^2 + F_y^2} = \sqrt{(66.9)^2 + (39.3)^2}$$

$$\approx 77.6 (\text{公斤})$$

合力的方向

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{F_y}{F_x} = \frac{39.3}{66.9} = 0.587$$

$$\alpha = 30^\circ 26'$$

注意：在力的合成中，各分力的作用已为合力的作用所代替；在力的分解中，合力的作用已为各分力的作用所代替。决不能把合力与分力看成是同时共存的对物体作用的力。

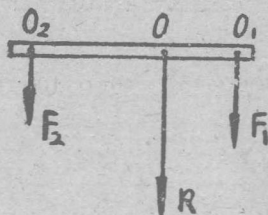
(三) 同向平行力的合成

1. 两个同向平行力的合力，它的大小等于两个分力的和，方向跟两个分力平行。即：

$$R = F_1 + F_2$$

2. 合力的作用点在两个分力作用点的连线上，合力的作用点到两个分力的作用点的距离跟两个分力的大小成反比。即：

(图1-1-11)



1-1-11 图

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{O O_2}{O O_1}$$

三、物体的平衡

(一) 力矩和力偶