

XI RENMIN CHUBANSHE



高考复习资料



物 理

江西人民出版社

高考复习资料

物 理

江西人民出版社

一九八〇年十月南昌

目 录

第一编 力学	1
第一章 力 物体的平衡	1
第二章 变速运动	46
第三章 运动定律	77
第四章 圆周运动 万有引力	106
第五章 机械能	127
第六章 动量	153
第七章 机械振动和机械波	173
第八章 流体力学	197
第二编 热学	212
第一章 热量 物态变化	212
第二章 气态方程 气体分子运动论	229
第三章 热力学第一定律	249
第三编 电磁学	264
第一章 电场	264
第二章 稳恒电流	305
第三章 磁场	347
第四章 电磁感应	374
第五章 交流电	401
第六章 电磁振荡和电磁波 电子技术基础	417
第四编 光学	434
第一章 几何光学	434
第二章 物理光学	367

第五编	原子物理	480
第一章	原子结构	480
第二章	原子核和原子能	489
第六编	物理实验	503
第一章	基本测量仪器	503
第二章	基本物理实验	514
第七编	总复习题	535
附录一	常用的物理恒量	560
附录二	国际制基本单位	560
附录三	常用的力学量的国际制单位	561
附录四	常用的电磁学量的国际制单位	562
附录五	习题答案	563

第一编 力 学

第一章 力 物体的平衡

一、力

(一) 力的概念：力是物体对物体的作用。一个物体受到力的作用，一定有另一个物体对它施加这种作用。力是不能离开物体而独立存在的。

力的作用效果是使受力物体的运动状态发生变化和使受力物体的形状和体积发生变化。

力是矢量，具有大小、方向和作用点等三个要素。力通常用一有向线段表示。图 1—1—1 的有向线段表示一个作用在小车上的 100 牛顿的力。在力的图示中必须定单位，有起点、划标度，加箭头。

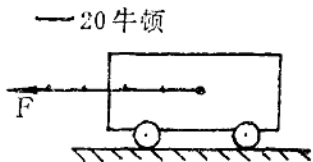


图 1—1—1

在国际单位制中，力的单位用牛顿，与千克(力)的关系是：

$$1 \text{ 千克(力)} = 9.8 \text{ 牛顿.}$$

(二) 重力、弹力、摩擦力：

1. 重力：重力是由于地球的吸引而使物体受到的力。重力的大小就是物体的重量，等于当物体静止时，它拉紧竖直悬线的力或压在水平支持物上的力。重力的方向竖直向下。重力的作用点，可认为是物体的重心。

2. 弹力：物体发生弹性形变时，它就对使它发生形变的物体产生力的作用，这种力叫做弹力。弹力的方向总与引起形变

的外力相反，反抗着形变的发生。

胡克定律：在弹性限度内，弹簧的弹力 f ，和弹簧的伸长量（或缩短量） x 成正比，即

$$f = -kx$$

k 称为弹簧的倔强系数。

弹力产生在直接接触而产生形变的物体之间。支持力、压力、拉力都是弹力。张力也是弹力，它是被拉紧的绳子上的一部分对相邻的另一部分产生的弹力。

【思考题】

1. 桌上的书本所受的支持力和桌面受到的压力是怎样产生的？如何判定力的方向？

2. 绳子一端固定，另一端用手把它拉紧，这时，拉力、张力各出现在哪些地方？方向如何？

3. 在图1—1—2中，标出物体A所受的弹力的方向。

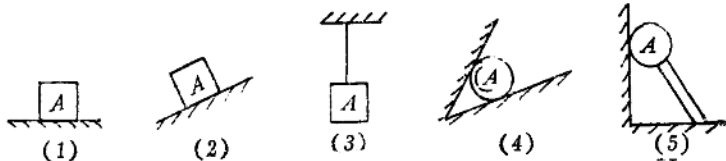


图 1—1—2

3. 摩擦力：

摩擦力是在相互接触的物体做相对运动或者有相对运动趋势时产生的。摩擦力的方向永远沿接触面的切线方向，跟相对运动或相对运动趋势相反，阻碍物体间的相对运动。摩擦力有以下三种：

（一）静摩擦力：

1. 大小：在物体开始运动之前，随着外界推力（或拉力）

的增大而增大。总跟沿接触面切线方向的外力大小相等，方向相反。

最大静摩擦力的大小为：

$$f_m = \mu_0 N$$

式中 μ_0 为静摩擦系数， N 为正压力，即垂直作用于接触面的力。

2. 方向：与受力物体相对于施力物体的运动趋势方向相反。

“相对运动趋势”的方向，通常可以按下述方法判断：假设接触面间突然变得光滑，想象受力物体应沿着施力物体的表面向何方向运动。

例如，图 1—1—3 中，物体 A 静止于粗糙的斜面 B 上。设想 A 、 B 接触面间突然变得光滑，则 A 相对于 B 将沿斜面向下滑动，说明有向下作相对运动的趋势，因此， A 受到如图中 f_A 所示方向的静摩擦力。同时，斜面 B 相对 A 却有沿斜面向上的相对运动趋势，因此，斜面 B 受到 f_B 方向的静摩擦力。可见，静摩擦力也是成对出现的。

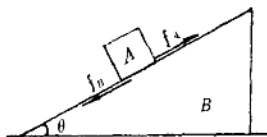


图 1—1—3

【思考题】

1. 图 1—1—3 中，如沿斜面给物体 A 一向上的推力 F ，但未把 A 推动，试分析 A 、 B 各受到的静摩擦力的方向，想一想，可能出现哪几种情况？

2. 有人说：“静摩擦力的方向总与物体运动方向相反”。这句话对吗？试举例说明。

【例 1】图 1—1—4 中，在下列两种情况下，物体 A 受几个静摩擦力？方向如何？(1) 拉力 F 未能拉动 A 、 B ；(2) 在

F 的拉动下, A 、 B 一起作加速运动。

解: (1) 设想 A 与桌面突然变得光滑, 则 A 相对桌面沿水平向右滑动, 故 A 相对桌面有向右滑动的趋势, 将受到如图1—1—4(1)

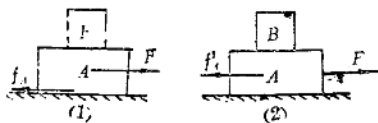


图 1—1—4

中 f_s 所示的静摩擦力。设想 B 与 A 之间突然变得光滑, 由于 A 不动, 故 B 不可能在 A 表面上滑动, 表明 B 相对 A 没有相对运动的趋势, 不存在静摩擦力。

(2) 当 A 、 B 一起加速运动时, A 与桌面间的摩擦力属于滑动摩擦力。设想 A 、 B 间突然变得光滑, B 将沿 A 的表面向左滑动, 说明 A 相对 B 有向右运动的趋势, 因而, A 受到图1—1—4(2)中 f_s 所示的静摩擦力。

【思考题】

如图1—1—5所示, 在粗糙桌面上, 迭放着几块表面粗糙的木块 A 、 B 、 C 、 D , 外力 F 拉 B , 而未把整组木块拉动, 那么, 在哪些表面间存在静摩擦力? 哪些表面间没有静摩擦力?

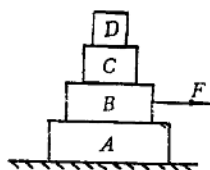


图 1—1—5

(二) 滑动摩擦力:

1. 方向: 总与受力物体相对于施力物体的滑动方向相反。

2. 大小:

$$f = \mu N$$

式中 μ 为滑动摩擦系数, N 为正压力, 即两接触物体间的弹力。正压力大小有时等于重量, 有时等于重力的一个分力, 有时则与重量完全没有关系。

【思考题】

1.有人说：“滑动摩擦力总与物体实际运动方向相反”，这句话对吗？试举例说明。

2.试在图 1—1—6 所示各图中，标出正压力的方向，并写出它们的大小。

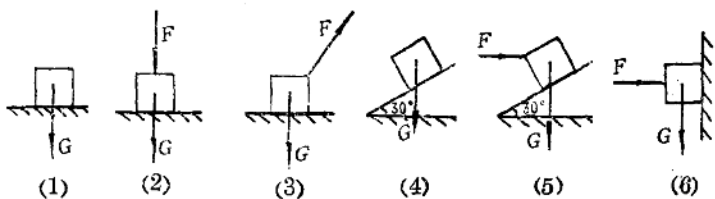


图 1—1—6

二、牛顿第三定律 物体受力分析

(一) 牛顿第三定律：

1.内容：两个物体之间的作用力和反作用力总是大小相等，方向相反，作用在同一直线上。

在掌握牛顿第三定律时，应着重理解：

(1) 如果作用力是 B 物体给 A 物体的作用，则反作用力就是 A 物体给 B 物体的反作用。两力分别作用在不同物体上。因此，它们不是一对平衡力，绝不能认为它们的合力为零。

(2) 作用力与反作用力总是成对出现，同时存在，同时消失。

(3) 作用力与反作用力是同性质的力，例如当作用力是摩擦力时，反作用力也只能是摩擦力。

2.求反作用力的方法：先弄清楚作用力是“谁对谁的作用”，“作用在谁上”，从而确定反作用力的作用对象。再由第三定律确定它的大小和方向。例如，图 1—1—7 中，要确定小球重力 G 的反作用力时，要先弄清，G 是地球对小球的吸引，

作用于小球上，因此它的反作用力必是“小球对地的吸引，作用于地球”，即 G' 。根据牛顿第三定律， $G' = G$ ，与 G 作用于同一直线，但方向相反。

【思考题】

1. 图1—1—7中，与小球有关的有哪几对作用力和反作用力？哪几对平衡力？

2. 重 $G = 3$ 牛顿的木块，被测力计沿水平桌面匀速拉动，测力计读数 $F = 1$ 牛顿，试确定木块的重力、所受的拉力、摩擦力等三个力的反作用力的大小、方向和作用对象。此时，手受怎样的力？这个力的反作用力又是哪个力？

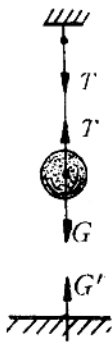


图 1—1—7

(二) 物体的受力分析：

1. 目的：在受力的物体上，确定它共受几个力？什么力？并根据各个力的大小、方向和作用点，画出物体的受力图。

2. 要求：受力分析是学习力学的基本功，分析时必须准确无误。做到不多、不漏、不错。

3. 受力分析的常见错误及原因：

(1) “多力”：即分析得出的力的个数多于应有的数目。主要原因有：①把对象对其他物体的反作用力也作为对象的受力。②分力和合力重复计算，例如：放在斜面上的物体，认为既受重力，又受到下滑力。又如加速前进的列车，认为既受到牵引力和摩擦力，还受产生加速度的 $F = ma$ ；③把物体惯性表现，也误认为在运动方向上一定受到一个力的作用。

(2) “少力”：有时得出受力的个数少于应有的数目，这通常是由于没有按一定的顺序进行受力分析而造成力的遗漏。其中尤以弹力和静摩擦力的遗漏最常见，这是由于没有周密地分析受力对象与周围物体接触情况及相对运动状态而造成的。

(3) “错力”：分析受力时，还会出现力的性质和方向的错误，尤以静摩擦力最常见，主要是没有对力的作用方式和特点进行认真的分析造成的。

4. 正确进行受力分析应注意的事项：

(1) 分析某个物体受力时，首先要把这个物体从周围物体中隔离出来，单独考虑它受到别的物体的作用力，而不去考虑它对别的物体的作用。

(2) 分析受力时要始终扣紧“力是一个物体对另一个物体的作用”的概念，应搞清：①受力对象是什么？②受力对象与哪几个外界物体发生相互作用？③这些作用是以什么方式进行的？搞清了这三个基本问题，就能使我们不把反作用力误认为作用力，就能不漏力或凭空臆想出一些力来；不把力的性质搞错，从而比较有效地防止“多”、“漏”、“错”的弊病。

(3) 要养成按重力、弹力、摩擦力的顺序进行分析的习惯，把力逐个地找出来。要牢记：凡需考虑重量的物体，必定受到一个竖直向下的重力；凡是对象与外界物体相接触，并有引起形变效果的相互作用，在接触处必定受弹力，弹力一般产生在接触处，方向与接触面垂直。有几处接触，就可能出现几个弹力；凡是对象在另一物体粗糙表面上运动或有运动趋势时，必受到阻碍作相对运动的摩擦力。养成按顺序分析的习惯，就能有效地防止“漏力”。

下面通过一些例题来实践上述的这些原则。

【例 2】 图 1—1—8 中，(1) 分析灯泡 A 的受力情况，并画受力图；(2) 分析绳的结点 O 的受力情况，并画受力图。

解：(1) 灯泡的重量必须考虑，故受重力 G ，方向竖直向下；灯只与电线 OA 一处接触并相互拉伸，故受电线的拉力 T ，方向竖直向上，受力图如图 1—1—8 右下图所示。

(2) 结点 O 共与三处接触，并相互拉伸，故受三个弹力：

即AO的拉力 T_1 、BO的拉力 T_2 、CO的拉力 T_3 。受力图如图1—1—8右上图所示。

【例3】一辆载着一货箱的卡车，减速地开上一斜坡。试分析卡车和货箱的受力情况。并画出受力图

解：图1—1—9为示意图，A为卡车，B为货箱。

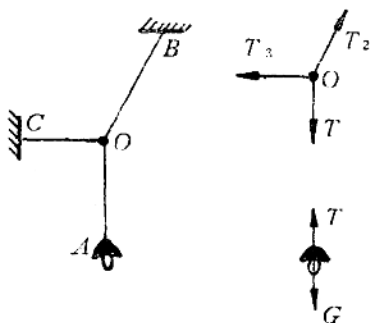


图 1—1—8

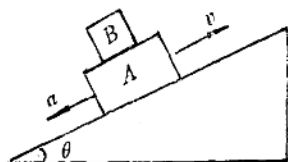
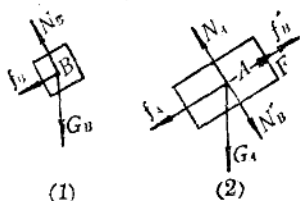


图 1—1—9



(1)

(2)

因卡车是减速上坡，故获得沿斜坡向下的加速度 a 。B、A间保持相对静止。

(1) 以货箱B为对象。B受重力 G_B 作用，其次，由于货箱B与车箱接触并压向车箱，因而B受 N_B 方向的弹力。最后，设由于卡车减速致使B相对于A具有沿车箱底板向前运动的趋势的情况下，就可断定B受到静摩擦力 f_B 。货箱共受三个力，如图1—1—9(1)所示。

(2) 以卡车A为对象。A受重力 G_A 。其次，由于卡车分别与坡面、货箱两者接触，因而受 N_A 方向的支持力和 N_B 方向的压力。再次，卡车受牵引力 F 。最后，由于车相对坡面向上运动，故受摩擦力 f_A 。又因卡车减速上坡相对货箱有向后运动的趋势，故又受静摩擦力 f_B 。所以卡车共受六个力，如图1—1—9(2)所示。

【思考题】

在图1—1—10所示的各图中，试分析物体A所受的力，并作出力图。(1) A静止于斜面上；(2) A球夹在光滑板C、D间；(3) A向右滑动；(4) A自动加速下滑，B、A间相对静止。

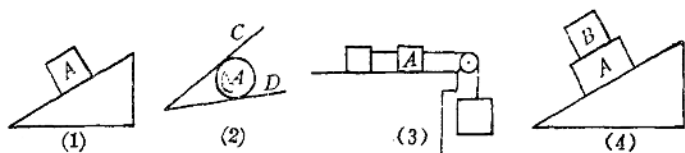


图 1—1—10

三、共点力的合成、分解和平衡

(一) 共点力的合成：

1. 合力和分力，力的合成：如果一个力作用在物体上，它产生的效果跟几个力共同作用的效果相同，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。

已知分力求合力，就叫做力的合成。

2. 共点力的合成方法：力是矢量，应按矢量加法求合力；即

$$F = F_1 + F_2 + F_3 + \dots + F_n = \sum F_i$$

(1) 互成角度的两个力的合成——力的平行四边形法则：互成角度的两个力的合力，可以用表示这两个力的有向线段为邻边，作平行四边形，它的对角线就表示合力的大小和方向。

运用这一法则求合力时，有图解法和计算法：

①图解法：定好单位线段表示多大的力，再按给定的两分力，作平行四边形，用已知单位线段，量度对角线，长度表示合力大小，方向由夹角 θ 表示，如图1—1—11(1)。

根据平行四边形的对边平行且相等的性质，图解法还可简

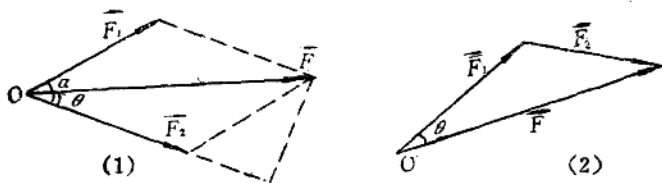


图 1-1-11

化为三角形法。求 $\mathbf{F}=\mathbf{F}_1+\mathbf{F}_2$ 时，可从力的作用点 O 起，作代表 \mathbf{F}_1 的有向线段，再以 \mathbf{F}_1 末端为起点作 \mathbf{F}_2 ，连接从 \mathbf{F}_1 的始端，指向 \mathbf{F}_2 末端的有向线段就表示合力 \mathbf{F} 的大小和方向。这种图解法，叫做力的三角形法。如图1-1-11(2)所示。

【注意】 矢量图中，凡表示力的线段，都必须用实线，并画箭头、标度，表示力的三要素。不表示力的线段，只能画虚线。

②计算法：由图1-1-11(1)中可求得计算合力的公式：

合力的大小： $F=\sqrt{F_1^2+F_2^2+2F_1F_2\cos\alpha}$ (α 为两分力的夹角)

合力的方向：以合力和其中一个分力 F_2 的夹角 θ 表示：

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

对于同直线的两个力的合力，由于 $\alpha=0^\circ$ 或 $\alpha=180^\circ$ ，故

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

$$\operatorname{tg}\theta=0^\circ$$

表明同直线的两分力的合力，其大小等于两分力的代数和，方向与分力共线，并与大的分力同向。

(2) 多个力的合成方法：求多个力的合力，通常用逐个合成的方法：先把任意两力合成，再把这个合力与第三个力合成，以此类推，直至找出最终合力 \mathbf{F} ，如图1-1-12。合成时

每个力必须用一次，也只能用一次。

(二) 共点力的分解：已知合力的大小和方向（力的平行四边形的对角线）求分力（两邻接边），叫做力的分解。必须根据力的实际的效果来分解，即除了已知合力外，还要知道分力的一些附加条件，分解才有确定的解答。这些附加条件必须从分析力的作用效果中得到。下面通过几个题目，来具体说明这些附加条件。

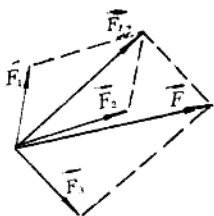


图 1—1—12

1. 一根竖直电杆，水平电线对它的拉力是30千克，为使它不倾斜，并对地面增加40千克的压力，则应沿哪个方向给它一个拉力。

这个题目，除已知合力的大小和方向（对地面的压力），还知道其中一个分力（水平电线的拉力）的大小和方向，求另一个分力的大小和方向（图1—1—13）。这类题目具有确定的解，图解时，以 F_1 为一边，连接 F_1 和 F 的末端为另一边，作平行四边形，就可找出另一个拉力。

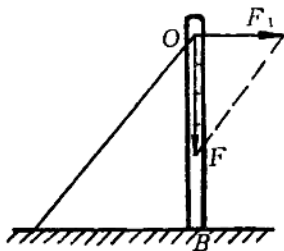


图 1—1—13

2. 一根最大能承担2吨拉力的钢绳，中间挂个1吨重的物体（图1—1—14），当钢绳间夹角为多大时，钢绳便会断裂？

这个题目，除已知合力（即物体的重力）的大小和方向，还知道两个分力的大小（即每根钢绳所能承受的最大拉力），求两个分力的方向。这类题目也具有确定的解。图解时，只需以三个力 G 、 F_1 、 F_2 的大小为边作三角形 OF_1G ，再由此作平行四边形，定出两个邻边的夹角。

3. 图1—1—15表示起重机起吊预制板，已知预制板重 $G = 2$ 吨，钢绳间的夹角为 40° 。求两钢绳所受的拉力。

这个题目，除已知合力（预制板的重量）的大小和方向，还知道两分力的方向

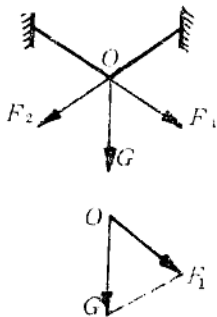


图 1—1—14

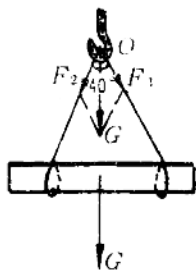


图 1—1—15

（两钢绳间的夹角），求两分力的大小（钢绳所受的拉力）。这类题目的解也是确定的。图解时，只需由合力的端点，作两个分力的平行线，便能构成平行四边形 OF_1GF_2 ，定出两分力的大小。这类题目在实际中遇到最多。

（三）正交分解法：

1. 正交分解法：把力沿着两个互相垂直的方向分解，叫作力的正交分解法。由于两轴正交，因此，力与它的两个正交分量的关系是：

$$\begin{cases} F_x = F \cos \theta, \\ F_y = F \sin \theta, \end{cases} \quad F = \sqrt{F_x^2 + F_y^2}, \quad \operatorname{tg} \theta = \frac{F_y}{F_x}$$

2. 正交轴的选取：利用正交分解法，能否简化计算，与正交轴的选取关系很大。要根据具体问题合理选取。例如，研究在斜面上平衡的物体，既可选取与地面平行和垂直的正交轴；也可以选取与斜面平行和垂直的正交轴进行计算。

3. 正交分解法的用途：

（1）求共点力的合力：在图1—1—16中，以 F_1 、 F_2 、 F_3 三个力作用于 O 点为例，以 O 点为原点，取直角坐标，选 x 轴与 F_1 重合，作正交分解：

$$F_{1x} = F_1, \quad F_{2x} = F_2 \cos \alpha, \quad F_{3x} = F_3 \cos \beta$$

$$F_{1y} = 0, \quad F_{2y} = F_2 \sin \alpha, \quad F_{3y} = F_3 \sin \beta$$

合力的两个分量:

$$F_x = \sum F_{ix} = F_{1x} + F_{2x} + F_{3x}$$

$$F_y = \sum F_{iy} = F_{1y} + F_{2y} + F_{3y}$$

得合力的大小: $F = \sqrt{F_x^2 + F_y^2}$

合力的方向: $\operatorname{tg} \varphi = F_y / F_x$

(2) 解决物体在共点力作用下的平衡和运动问题: 把平衡条件 $\sum \mathbf{F} = 0$, 或牛顿第二定律方程 $\sum \mathbf{F} = m\mathbf{a}$ 这样一些矢量方程, 经过正交分解, 变为两个 (对于平面力系来说) 或三个 (对于空间力系来说) 标量方程, 使解题大为简化。

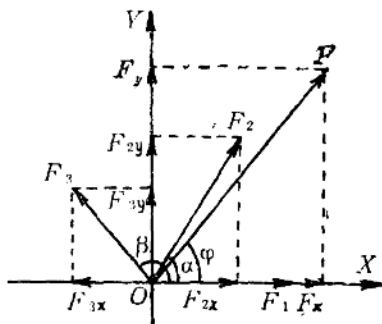


图 1-1-16

(四) 共点力的平衡:

1. 平衡状态和平衡条件: 物体处于静止或做匀速直线运动的状态, 称该物体处于平衡状态。此时, 作用在物体上的力必须满足一定的条件, 这个条件称为平衡条件。

2. 共点力的平衡条件: 合力等于零, 即

$$\sum \mathbf{F} = \mathbf{F}_1 + \mathbf{F}_2 + \dots + \mathbf{F}_n = 0$$

(2) 两个力互相平衡, 则必须是两力的大小相等, 方向相反, 作用在同一直线上。

(2) 三个力互相平衡, 则必任意两力的合力与第三个力大小相等、方向相反, 作用在同一直线上。