

高中物理学习指导

全国十五所重点中学教师 编

高中课程学习指导

丛书

高中课程学习丛书

高中物理学习指导

全国十五所重点中学教师 编

天津科学技术出版社

津新登字(90)003号

高中课程学习丛书

高中物理学习指导

全国十五所重点中学教师 编

*

天津科学技术出版社出版

天津市赤峰道130号

天津新华印刷一厂印刷

新华书店天津发行所发行

*

开本787×1092毫米 1/32 印张15.375 字数339 000

1989年10月第1版

1992年10月第4次印刷

印数: 85 581—99 160

ISBN 7-5308-0725-0/G·184 定价: 6.05元

前 言

《高中课程学习丛书》，是由全国十五所重点中学部分富有教学经验的教师联合编写的。丛书是在1986年出版的《高中课程总复习丛书》的基础上，根据新教材内容和标准化考试的要求，以巩固基础知识、加强基本训练、提高灵活运用知识能力为目的，依照少而精和实用性原则修订而成。丛书包括数学、物理、化学、生物、历史、地理、语文、英语、政治9册。丛书作者所在的重点中学是：天津南开中学、北大附中、北京景山学校、北京实验中学、北京师院附中、上海师大附中、华东师大一附中、华东师大二附中、南京师大附中、苏州中学、杭州学军中学、福州三中、东北师大附中、辽宁省实验中学、人大附中等十五所。

本书为《高中物理学习指导》，由刘加林、谷明杰、华跃义、张越、王溢然、张洪潭、张令元、张世云、罗会甲编写，全书由刘加林、谷明杰统稿。本书书后附有1991、1992年物理高考试题和综合练习题及答案。

编 者

1992年7月

目 录

第一章	力 物体的平衡	(1)
第二章	直线运动	(27)
第三章	运动和力	(52)
第四章	物体的相互作用	(74)
第五章	曲线运动 万有引力	(94)
第六章	机械能	(117)
第七章	机械振动和机械波	(148)
第八章	分子运动论 热和功	(173)
第九章	固体和液体的性质	(182)
第十章	气体的性质	(182)
第十一章	电场	(210)
第十二章	稳恒电流	(236)
第十三章	磁场	(275)
第十四章	电磁感应	(304)
第十五章	交流电	(333)
第十六章	电磁振荡和电磁波	(350)
第十七章	电子技术初步知识	(360)
第十八章	几何光学	(367)
第十九章	光的本性	(388)
第二十章	原子和原子核	(395)
	习题解答	(408)
	附录 1991 1992年物理高考试题和综合练习题	(424)

第一章 力 物体的平衡

一、学习要点

(一) 力

1. 力的概念

(1) 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。力是不能离开施力和受力物体而独立存在的。

(2) 力的单位 在国际单位制中，力的单位是牛顿(牛)。日常生活和生产中常用千克力做单位。1千克力 = 9.8牛。

(3) 力的方向和力的图示 力是矢量，可以用一根带箭头的线段来表示力。如图1-1。

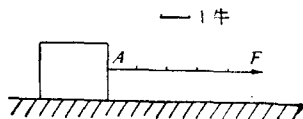


图 1-1

$F = 5$ (牛)，方向向右，A为作用点。

2. 力学中常见的三种力

(1) 重力

①地球上的物体受到的重力是由地球对物体的吸引而产生的，重力的方向总是竖直向下，重力的作用点在物体的重心上。

②重力的大小可由多种方式求得，例如可用弹簧秤直接称出；可以用公式 $G = mg$ 计算；也可以用静止时物体对竖直悬绳

的拉力或对水平支持物的压力求出等。

(2) 弹力

①弹力产生在直接接触而又发生弹性形变的物体之间，通常所说的压力、支持力、拉力等都是弹力。

②弹力的方向总是与作用在物体上使物体发生形变的外力相反。如压力总是垂直于支持面指向被支物体；拉力总是沿着绳（或杆）指向绳（或杆）的收缩方向。

③弹力的大小跟形变有关，在弹性限度内，弹簧的弹力大小 f 跟形变 x （伸长或缩短的长度）的关系可用胡克定律表示，即 $f = kx$ 。式中 k 为倔强系数，它取决于弹簧本身的性质。

(3) 摩擦力

①静摩擦力 产生于相互接触、处于相对静止状态但有相对运动趋势的两个物体之间的作用力。静摩擦力的方向总是与接触面相切，并与相对运动趋势相反。静摩擦力的大小始终与平行于接触表面的外力相等。其最大值叫最大静摩擦力。当外力大于最大静摩擦力时，物体开始运动，静摩擦力不复存在。

②滑动摩擦力 产生于相互接触且有相对运动的两个物体之间的作用力。滑动摩擦力的方向总是阻碍物体的相对运动。滑动摩擦力的大小 f 跟两个物体表面间的压力的大小 N 成正比，即 $f = \mu N$ 。式中 μ 称为滑动摩擦系数，它是 f 与 N 的比值，无单位，其大小取决于两个物体的材料性质及接触面的粗糙程度等。

(二) 力的合成与分解

1.力的合成 求 n 个已知力的合力叫力的合成。合力实际上就是通过等效方法，用一个力去代替几个力。

2.力的分解 求一个已知力的分力叫力的分解。

力的合成和分解只是一种研究问题的方法。并不存在合力

或分力相对应的施力物体。(将重力分解成两个分力,并不是将一个地球变成了两个地球)。这里只是力产生的效果的替代,而不是本质的替代。

3.力的平行四边形法则 物理学中既要由大小又要由方向来确定的量叫矢量,只有大小没有方向的量叫标量。力是矢量。因此,力的合成法则不是采用代数和,而是采用矢量和,即平行四边形法则。合力表示为以分力的线段做邻边的平行四边形的对角线。其大小和方向可以用作图法求出,也可用计算法求出。对相互垂直的两个分力 F_1 、 F_2 而言,如图 1-2, $F =$

$$\sqrt{F_1^2 + F_2^2} \quad \operatorname{tg} \alpha = \frac{F_2}{F_1}.$$

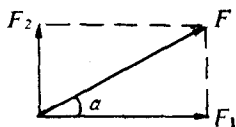


图 1-2

(三) 力的平衡

物体处在静止或匀速直线运动状态(包括匀速转动)叫做力的平衡。

1.共点力的平衡条件 作用在物体上的几个力,如果它们的作用线交于一点,就称为共点力。

共点力的平衡条件:合力等于零。 $\Sigma F = 0$ 。

2.有固定转动轴物体的平衡条件 在转动的物体中,可以找到一个固定不动的点,这个点就叫固定转动轴。从转动轴到力的作用线的垂直距离叫力臂 L ,力臂和力的乘积叫力矩 M 。 $M = F \times L$ 。力矩的单位是牛顿·米。(注意不能写成焦耳)。

有固定转动轴物体平衡条件:顺时针转动力矩之和等于逆

时针转动力矩之和.即

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

二、疑难问题（或易混）分析

（一）摩擦力的大小计算

静摩擦力与滑动摩擦力有完全不同的计算方法，如果对这一点概念理解不清，或分析不好，就极易混淆致错。

求摩擦力时首先必须分清属于哪一类摩擦，如果是静摩擦力则必须找出产生运动趋势的外力；如果属于滑动摩擦力则应确认正压力的大小，然后才能正确解题。

如图1-3所示，放在地面上，质量为 m 的木块受水平外力作用；图1-4所示，力 F 将质量为 m 的木块压在竖直墙上。若木块均处于静止状态则前者受到的摩擦力 $f = F$ ，后者受到的摩

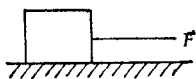


图 1-3

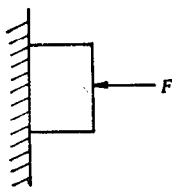


图 1-4

擦力 $f = mg$ ，若木块均处在滑动状态，则前者受到摩擦力 $f = \mu mg$ ，后者 $f = \mu F$ （ μ 为滑动摩擦系数）。

如图1-5所示，以倾角为 θ 的力 F 拉停留在水平地面上质量为 m 的木块。若木块不动则 $f_{\text{静}} = F \cos \theta$ ；若木块运动，则 $f_{\text{滑}} = \mu (mg + F \sin \theta)$ 。一般说 $F \cos \theta$ 大于 $\mu (mg - F \sin \theta)$ ，只有做匀速直线运动两者才相等。

如图1-6所示，一条跟地面倾角为 θ 做匀速直线运动的传送

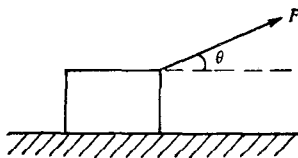


图 1-5

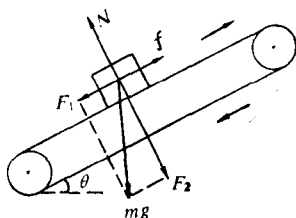


图 1-6

带，带着砖块向上运动。当砖块与传送带之间无相对滑动时，砖块受到一个向上的静摩擦力，其大小等于砖块所受重力的分力，即 $f_{\text{静}} = mg \sin \theta$ ；当砖块一边打滑一边被传送时，砖块受到向上的摩擦力是滑动摩擦力， $f_{\text{滑}} = \mu mg \cos \theta$ 。

关于摩擦还必须注意：接触表面粗糙的物体之间不一定有摩擦力（如物体放在水平地面上无运动趋势时；砖块靠在竖直墙壁上放手后让其沿墙壁下落）。有摩擦力必定有正压力，有正压力则不一定有摩擦力。摩擦力既可以作为阻力，阻碍物体运动；也可以作为动力，推动物体运动，图1-6传送带就是以摩擦力为动力的例子。

（二）力的分解的多样性和确定性

把一个力分解为两个分力，可有无数组解，如图1-7所示。但这并不意味着力可以随意分解。在解决实际问题时，力的分解都是确定的。即按力所产生的实际效果来分解。如形变效果，

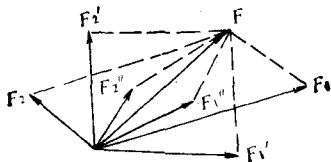


图 1-7

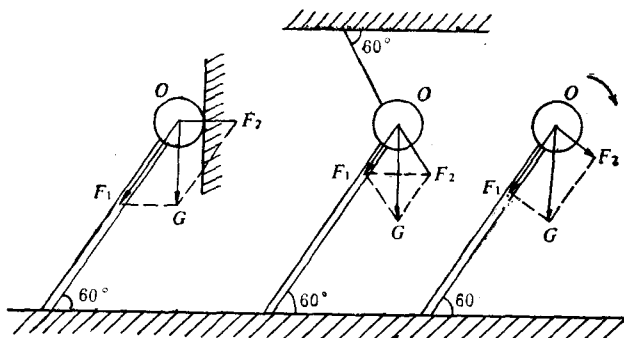


图 1-8

改变物体运动状态的效果等。

如图1-8所示，将重力为 G 的小球支撑在轻质杆的上端，棒下端与地面有铰链相连，棒与地面夹角为 60° ，在三种不同的情况下求小球对棒的作用力。

图中（1）小球靠在竖直的墙上，重力可以分解为沿着棒的分力 F_1 和垂直于墙壁的分力 F_2 ，由 $\triangle GOF_1$ 可知 $F_1 = \frac{G}{\sin 60^\circ} = \frac{2}{3}\sqrt{3}G$

图中（2）小球被一根与天花板成 60° 角的细绳系着，重力可分解为沿着棒的分力 F_1 和沿着绳的分力 F_2 ，由 $\triangle GOF_1$ 可知 $F_1 = \frac{G}{2\sin 60^\circ} = \frac{\sqrt{3}}{3}G$

图中（3）放开小球让其运动，重力可分解为沿着棒的分力 F_1 和垂直于棒的分力 F_2 ，由 $\triangle GOF_1$ 可知 $F_1 = G\sin 60^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2}G$

上述三种情况棒受到的作用力大小分别为 $\frac{2}{3}\sqrt{3}G$ ， $\frac{\sqrt{3}}{3}$

G 和 $\frac{\sqrt{3}}{2}G$, 第 (2) 种情况受的力最小。

(三) 物体受力分析的一般方法和步骤

受力分析不但在本章学习中有重要意义, 对整个高中物理学来说也是必不可少的重要基础。能不能熟练地、正确地进行受力分析是解答力学问题的关键。

受力分析的一般步骤:

1. 明确受力分析的研究对象;
2. 分析重力;
3. 分析给定的作用力 (如推力、拉力等);
4. 分析支持力、弹力或悬绳的拉力等;
5. 分析摩擦力;
6. 结合物体的运动状态, 例如静止、匀速运动、变速运动等情况, 考察力的分析是否正确, 防止多力和漏力。

如图1-9所示, 在倾斜的墙壁上用力压住一个木块, 处于静止状态。问木块受到哪些作用力?

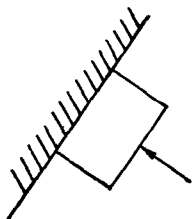


图 1-9

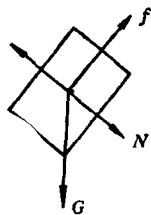


图 1-10

本题研究对象是木块, 先画出重力 G , 再画出外加的压力 F (作用点应画在物体的重心上), 可看出物体要平衡必然要受到斜向上方的摩擦力 f 的作用。有人认为受力分析现已完成, 这样就漏力了, 因为有摩擦力必定有正压力, 这里 F 不是正压力, 正压力是墙壁对木块的斜向下方的作用力 N , 木块共受四

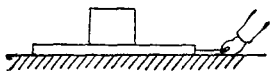


图 1-11

个力作用（如图1-10）。

又如图1-11所示，木板上放一个木块，当拉着木板向右做匀速运动时，问木块受到哪些力作用？

有人认为木块受到重力 G ，支持力 N ，以及向左的静摩擦力作用。这里摩擦力是不存在的、多画的力，否则木块将做加速运动而非做匀速运动。

（四）几种力图的选用

力图有几种不同的画法，选用力图是有一定难度的。掌握了在什么样的情况下用什么样的力图，对解题是十分有利的。

通常使用的力图有三种，第一种是受力分析图，要求画出物体实际受哪些力。例如图1-12所示挂在墙上的球，受到三个力：重力 G ，弹力 N ，绳子拉力 F 。

第二种是力的分解图，它并不要求对物体进行全面受力分析，只需把其中一个力的作用按效果分解成两个力，并直接从几何关系中得出这两力大小，这种方法常常用在受力情况比较简单的问题中，如图1-13所示。

第三种是共点力的平衡力图，它是在受力分析的基础上将其中一些力通过合成或分解处理而得。运用平衡的概念，计算在三力平衡的情况下，可以将其中任意两个合成，得到的合力大小必等于第三个力。如图1-14中，绳子拉力 F 和弹力 N 的合力大小等于重力。也可以用正交分解法：取直角坐标，将力分别沿 x 轴、 y 轴方向分解，然后在这两个方向上运用代数方法求解。如图1-15所示，将绳的拉力 F 分解为 F_x 和 F_y ， $F_x = N$ ，

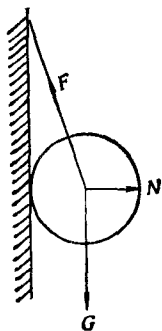


图 1-12

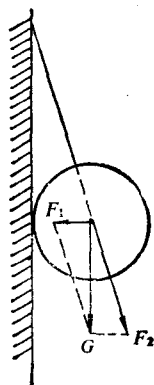


图 1-13

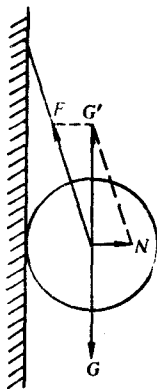


图 1-14

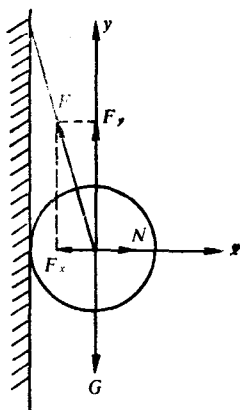


图 1-15

$F_y = G$. 正交分解法是一种使复杂问题简单化的科学思想方法。

三、解题思路举例

【例 1】 图1-16所示重物 G 悬挂在均匀杆 AB 下面，杆可

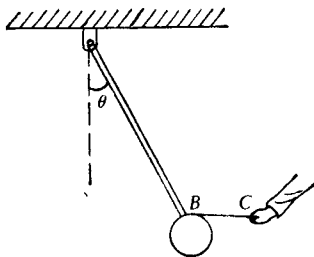


图 1-16

以绕A点自由转动，今用绳BC拉着重物使AB杆偏离竖直方向 θ 角。

(1) 若不计杆本身的重力，BC绳拉力多大？ (2) 若杆自身的重力为 G ，BC绳拉力多大？ (3) 在杆有重力的情况下要维持 θ 角不变，则BC绳最小拉力是多大？

分析和解：这是一个条件有变化的题目。(1) 中杆自身重力不计，可看作共点力问题，只要将重力分解即能求解。

(2) 中考虑杆的重力，不能看作共点力问题，应当用有固定转动轴平衡原理求解。(3) 中BC绳的方向可以改变，求什么方向有最小拉力，也属于有固定转动轴平衡问题。

(1) 如图1-17所示，将重力分解力 F_{BC} 和 F_{AB}

$$F_{BC} = G \tan \theta$$

(2) 如图1-18所示为杆的受力图，设杆长为 l ，则

$$G_0 \cdot \frac{l}{2} \sin \theta + G \cdot l \sin \theta = F_{BC} \cdot l \cos \theta$$

$$F_{BC} = \left(\frac{G_0}{2} + G \right) \tan \theta$$

(3) 由上式看出 F_{BC} 的力臂 $l \cos \theta$ 一般情况下小于 l ，改变

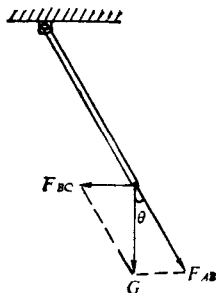


图 1-17

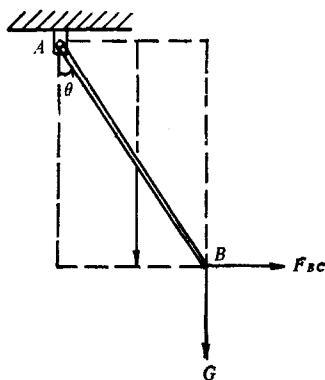


图 1-18

BC 绳方向时可以改变力臂的大小；当 F_{BC} 跟棒垂直时，力臂达到最大，等于 l ，这时 BC 绳拉力最小。即

$$F_{BC} \cdot l = \left(\frac{G_0}{2} + G \right) \sin \theta \cdot l$$

$$F_{BC} = \left(\frac{G_0}{2} + G \right) \sin \theta$$

【例 2】在竖直墙壁上用力 F 推着重为 G 的木块向下做匀

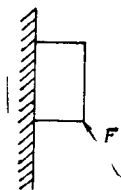


图 1-19

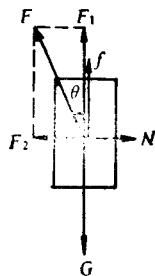


图 1-20

速运动。 F 与竖直方向的夹角为 θ ，求滑动摩擦系数。

分析和解：木块共受到重力 G ，推力 F ，支持力 N 和向上的摩擦力 f 的作用（如图1-20）。将 F 沿竖直方向和水平方向正交分解。

$$F_1 = F \cos \theta \quad F_2 = F \sin \theta$$

根据共点力平衡条件有

$$N = F \sin \theta \quad (1)$$

$$F \cos \theta + f = G \quad (2)$$

$$f = \mu N \quad (3)$$

由（1）（2）（3）解得 $\mu = \frac{G - F \cos \theta}{F \sin \theta}$

【例3】如图1-21所示，重为 G 的均匀铁棒 OA ，左端 O 为固定转动轴，右端 A 放在倾角为 θ 的斜面上， A 端与斜面之间压着一张很薄的纸，纸跟斜面、棒之间滑动摩擦系数均为 μ 。问至少要用多大的力才能将纸沿斜面匀速向上拉出？

分析和解：拉纸的力其大小等于杆端与斜面对纸的摩擦力，为了求摩擦力必须求出正压力，以杆为研究对象通过力矩平衡原理求解。

如图1-22所示，除了固定转动轴之外，杆共受到重力 G ，支持力 N 和摩擦力 f 作用而处于平衡状态， N 与斜面垂直， f 与斜面平行。设杆长为 l ，则

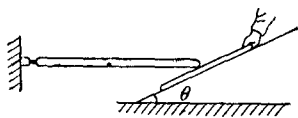


图 1-21

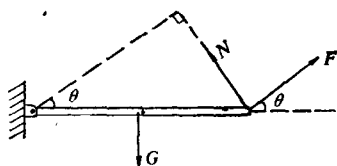


图 1-22