

ZHISHI YU YINGYONG

GAO ZHONG WULI JICHU



许松泉 朱逢禹 方定忠 梁书胜 主编

华中师范大学出版社



高中物理 基础知识与应用

高中物理基础知识与应用

许松泉 朱逢禹 主编
方定忠 梁书胜

华中师范大学出版社

高中物理基础知识与应用

许松泉 朱逢禹 主编
方定忠 梁书胜

*

华中师范大学出版社出版

(武昌桂子山)

新华书店湖北发行所发行

湖北省京山县印刷厂印刷

*

开本 787×1092 1/32 印张 13.875 字数 310千字

1988年8月第1版 1988年8月第1次印刷

I S B N 7—5622—0241—9/O·24

印数：1—32000 定价：2.95元
3.00

前 言

为了帮助高中学生和自学青年学好高中物理，我们根据国家教委颁发的中学物理教学纲要（过渡大纲），结合现行中学物理课本，编写了《高中物理基础知识与应用》。

本书是我们根据多年的中学物理教学经验编写的。全书安排了二十一章和物理实验，每章由知识要点、应用要点、例题和练习四部分组成。在知识要点中，对物理课本中的定律、原理以及公式的推导，尽量不复叙。但对定律、原理、公式中的要点、对概念和规律不易理解或易混、易错问题，作了简明扼要的叙述（或列表）。应用部分着眼于能力的提高，力求紧紧抓住解决各种问题的关键。通过例题着重解决问题的逻辑思维过程和方法。练习选编适当、知识覆盖面广、类型多，研究和解答这些练习，对于掌握基本概念、基本规律及建立清晰的物理图象都有很大帮助。物理实验一章分类新颖、选题灵活实际。书末附有练习参考答案。本书不仅适用于高三年级学生使用，对于高一、高二年级的教学也能跟踪配合使用，也适合于成人自学物理参考。

参加编写和审订的有夏增筑、梁翠兰、陆明凯、柳甘旺、黄光龙、李延菊、沈文达、夏述焕、王力文、熊小亮、吴风铮、杜佐尧、张叔襄、马志同、林亦卿。由许松泉、朱逢禹、方定忠、梁书胜主编。

因编者水平有限，不当之处，希望读者批评指正。

编 者

1988年5月

目 录

第一章	力 物体的平衡	(1)
第二章	直线运动	(21)
第三章	运动定律	(37)
第四章	曲线运动	(62)
第五章	万有引力定律	(74)
第六章	机械能	(80)
第七章	动量	(106)
第八章	机械振动和机械波	(130)
第九章	分子运动论 内能 能的转化 和守恒定律	(155)
第十章	气体的性质	(167)
第十一章	固体和液体的性质	(191)
第十二章	物态变化	(198)
第十三章	静电场	(207)
第十四章	稳恒电流	(237)
第十五章	磁 场	(260)
第十六章	电磁感应	(284)
第十七章	交流电	(310)
第十八章	电磁振荡和电磁波	(322)
第十九章	光的反射和折射	(330)
第二十章	光的本性	(351)
第二十一章	原子和原子核	(367)
第二十二章	物理实验	(380)
练习参考答案		(424)

第一章 力 物体的平衡

一、知识要点

正确理解力的概念，会分析物体受力，是学好力学乃至整个中学物理的重要前提和基本功。

1. 关于力，我们已经知道，它是物体间的相互作用。离开了物质，谈不上力。世界上的物体，都是相互关联、相互制约、相互作用着的。所以，孤立的物体也是不存在的。

大小、方向和作用点，是力的三要素：

力的大小，在国际单位制中，以牛顿为单位计量。其测量要用测力计（实验室常用的测力计是弹簧秤）。

力有方向，因此力是矢量。在进行力的合成和分解时，要遵循矢量的运算方法（平行四边形法或多边形法）。由几何知识知道，合力的大小不但与两分力的大小有关，还与它们之间的夹角大小有关。合力最大不超过两分力之和，最小不小于两分力之差的绝对值。

力的作用点不同，其效果往往不一样。这在研究有固定转动轴物体的平衡时，显得特别重要。

力可以产生两种效果：或使物体发生形变，或迫使物体改变运动状态。

2. 在中学物理力学中，我们要掌握三种力：重力、弹力和摩擦力。

(1) 重力是地球对位于地面及其附近的物体的吸引力。一物体所受重力的大小，与该物体的质量成正比： $G =$

mg ，重力的方向一般认为是竖直向下的，重力的作用点叫做物体的重心。形状规则且质量分布均匀的物体的重心在它的几何中心。重心可在物体内部，也可能不在物体上。

(2) 弹力是物体在发生弹性形变（以下简称形变）时，对迫使它发生形变的另一物体的反抗力。在弹性限度内弹力的大小，与迫使物体形变的外力大小相等。弹力的方向与迫使物体发生形变的外力方向相反，这是决定弹力方向的一个总原则。我们在学习中碰到最多的是绳的拉力和接触面间的压力。这两种弹力，前者的方向总是沿着绳指向绳收缩的方向；后者则总是垂直于界面指向对方。

(3) 摩擦力是互相接触的两物体，有相对运动或相对运动趋势，在接触面间产生的阻碍物体相对运动的力。“相互接触”、“相对运动”或“相对运动趋势”是产生摩擦力的必要条件，两者缺一不可。摩擦力并不一概地阻碍物体运动，不难举出摩擦力与物体运动方向一致、充当动力的例子。滑动摩擦力的大小与接触面间的正压力成正比： $f = \mu N$ 。此公式只适用于固体间的滑动摩擦力的计算，其中摩擦系数 μ 是一个由接触面材料性质、光滑程度决定的常数，与物体间相对运动的速度以及接触面积的大小无关。一般 μ 都小于1，但在特殊情况下， μ 也可以大于1。静摩擦力的大小由物体间保持相对静止所需满足的条件来确定（即静摩擦力在未达到最大值之前，随着产生运动趋势的外力的变化而变化，其大小是以平衡产生运动趋势的外力，使相对滑动不致发生）；但在接触面材料性质和正压力一定的情况下，存在一个最大值，最大静摩擦力等于使物体开始相对滑动所需的最小外力。摩擦力的方向总与接触面相切。滑动摩擦力的方向是容易看出的，静摩擦的方向可从物体保持相对于接

原
书
缺
页

原
书
缺
页

原
书
缺
页

原
书
缺
页

件。

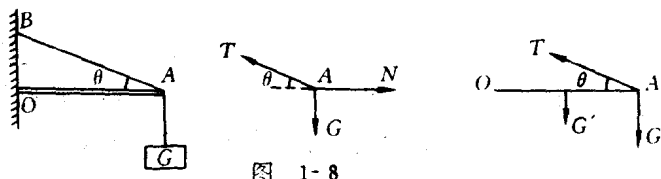


图 1-8

如图 1-8, 若不考虑杆 OA 的重力, 则是共点力平衡问题, 若考虑杆的重力, 则是力矩平衡问题。不求 O 点的作用力, 单独一个力矩平衡方程即可解决; 要求 O 点的作用力, 则需补充竖直方向和水平方向合力为零的条件。

一个物体受三个力作用而平衡, 那么这三个力的作用线必相交于一点 (共点力问题), 否则这三个力就要平行 (力矩问题)。图 1-8 中不考虑杆重,

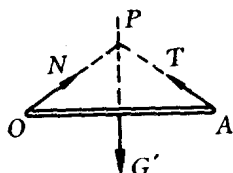


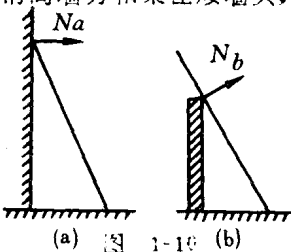
图 1-9

O 点的作用力沿杆过 A 点向外; 若去掉重物 G 而考虑杆重 G' , 仍为三力问题, 则 O 点作用力的方向, 就要指向绳的拉力 T 和杆重力 G' 作用线的交点 P (见图 1-9)。

三、例 题

【例 1】一架梯子, 靠在光滑高墙旁和架在矮墙头, 梯子受到墙的弹力方向有何不同?

【分析】梯子和墙发生相互作用, 墙支持梯, 梯压墙。墙由于受压发生形变, 产生的弹力作用于梯上。这个弹力的方向与迫使墙形变的梯对墙的压力方向相反。当梯



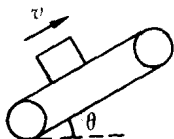
(a) 图 1-10 (b)

靠高墙时，梯的上端水平地压墙，因此墙对梯的支持力也是水平的，当梯架在矮墙头时，梯子平面斜向下压墙，所以墙头对梯的支持力斜向上且垂直于梯子平面。

【答】 靠在高墙旁的梯子，受到墙的弹力方向垂直于墙面，水平地指向墙外方向（图1-10(a)）；架在矮墙头的梯子，受到墙头弹力方向垂直于梯子面，斜向上指向墙头外（图1-10(b)）。

小结：弹力是一种接触力，产生的条件是物体要相互接触并发生形变。接触处可能是面、线或点。弹力垂直于接触处的切面，方向跟施力物体恢复原来形状的趋势一致，即是指向形变消失的方向。

【例2】 在倾角为 θ 的倾斜皮带输送机上，有重量为 G 的重物，随皮带一起向上匀速运动，如图1-11。重物受到的静摩擦力大小和方向是：



(A) 没给摩擦系数，大小无法计算，方向沿皮带向上；

(B) 大小等于 $G \sin \theta$ ，方向沿皮带向上；

(C) 没给摩擦系数，大小无法计算，方向沿皮带向下；

(D) 大小等于 $G \sin \theta$ ，方向沿皮带向下。

【分析】 静摩擦力的大小按物体保持相对静止所需满足的条件来计算。重物 G 匀速运动，处于平衡状态，可由平衡条件求出静摩擦力的大小是 $G \sin \theta$ ，静摩擦力的方向应与重力的下滑分力方向相反，所以是沿皮带向上的。要避免两种错误：一是碰到摩擦力就用公式 $f = \mu N$ 甚至 $f = \mu mg$ 来计算大小；二是以为摩擦力的方向总是与运动方向相反。

【答】 (B) .

【例 3】 重物 G 被水平力 F 紧压在墙壁上，刚好不下落（如图1-12），当增大力 F 时，随之增大的是：

- (A) 重力； (B) 摩擦力；
(C) 最大静摩擦力；
(D) 墙对重物的支持力。

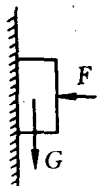


图 1-12

【分析】 (A) 错，(D) 对，是很容易判断的。

(B) 呢？(C) 呢？这就要弄清摩擦力的性质。事实上，重力不会增大，与重力相平衡的静摩擦力也就不可能增大。但最大静摩擦力与正压力大小成正比，所以最大静摩擦力增大。题中有原来是“刚好不下落”的话，说明原水平力为 F 时的最初静摩擦力就等于最大静摩擦力，且它的大小就等于 G 。增大作用力 F 以后，最大静摩擦力增大，而摩擦力未增（它的大小始终等于 G ），所以摩擦力小于最大静摩擦力了，重物的平衡更可靠。手握油瓶，捏得越紧，瓶越不容易滑落，就是这个道理。由本题可见最大静摩擦力与静摩擦力是两个不同的概念。

【答】 (C)、(D) .

【例 4】 已知合力，一分力的大小和另一分力的方向，进行力的分解，并讨论。

【分析】 如图1-13， F 为合力， F_1 、 F_2 为它的一对分力，已知 F_1 的大小和 F_2 的方向（即 F_2 与 F 之间的夹角 θ ）。

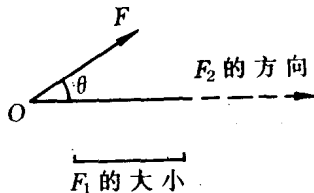


图 1-13

现要确定 F_1 的方向和 F_2 的大小。

根据平行四边形法，由几何知识知道，可以 F_1 的大小为半径，以 F 的箭头一端为圆心画弧，在表示 F_2 的方向的射线上确定交点，构成三角形或平行四边形，即可确定 F_1 的方向和 F_2 的大小。在画弧中可能出现以下几种情况：

讨论：1. 当 $F > F_1 > F \sin \theta$ ，如图1-14 (a)，有两解；

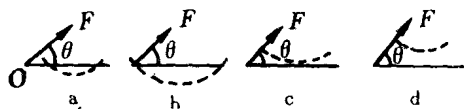


图 1-14

2. 当 $F_1 \geq F$ (图b) 或 $F_1 = F \sin \theta$ (图c) 都只有一解；

3. 当 $F_1 < F \sin \theta$ (图d)，无解。

【例5】 一个质量为 $m = 50$ 千克的均匀圆柱体，放在台阶的旁边，台阶的高度 h 是柱体半径 r 的一半，如图1-15所示（图为其横截面），柱体与台阶接触处（图中 P 点所示）是粗糙的。现要在图中柱体的最上方 A 处施一最小的力，使柱体刚能开始以 P 为轴向台阶上滚，求：

(1) 所加力的大小。

(2) 台阶对柱体的作用力的大小。

【分析】 解此题的关键是弄清以下三点：

1. 柱体要滚上台阶，必以 P 点为转轴。题中指明 P 点处是“粗糙的”，说明在此点有足够的摩

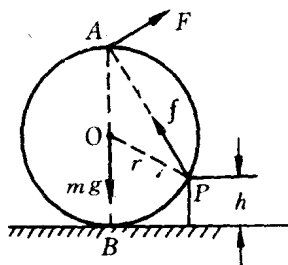


图 1-15

擦，使柱体不打滑，从而成为一个定轴转动问题。且在转动过程中， B 点必离开地面。

2. 因此，在转动过程中只有重力矩和推力矩两个力矩起作用，而重力矩在起动瞬间最大（也可认为是定值，因题目不求全过程），所以推力矩存在一最小值——等于重力矩。在此前提下，又当力臂最大时推力最小，从而可确定推力应采取的方向。

3. 台阶对柱体的作用力实际上有两种成份：一是弹力，指向柱体中心；一是静摩擦力，与圆柱表面相切，指向斜上方。题目要求当一个力求，粗心的同学往往把它当成了弹力而弄错。

【解】（1）要在 A 处施一最小的力，则力的方向应与 AP 垂直，这样力臂最大，满足所求力最小的条件。因为 $r = 2h$ ，由几何关系推知 $\angle PAO = 30^\circ$ ， $\angle POB = 60^\circ$ ，柱体绕 P 轴上滚，脱离地面，地面支持力 $N = 0$ 。

这时，推力 F 和重力 mg 对 P 轴的力矩平衡，由平衡条件可得 $mg r \sin 60^\circ = F \cdot 2r \cos 30^\circ$ ，解之，得 $F = 2.5 \times 10^2$ 牛。

（2）设台阶对柱体的作用力为 f ，因为刚能开始运动时， f 、 mg 和 F 三力平衡，它们不平行，必共点。由此可知 f 的方向是沿 PA 方向的，即力 f 的方向与 F 的方向垂直。以 F 和 f 的方向为轴，对 mg 实行正交分解，可知平衡时 f 的大小必等于 mg 在 AP 方向上的分量，即

$$f = mg \cos 30^\circ = 4.3 \times 10^2 \text{ 牛}。$$

【例6】如图1-16，一重棒上端可绕水平轴转动，下端搁在木块上（有摩擦），设地面是光滑的，且不论水平力 F 是否作用在木块上，系统始终保持静止，则重棒对木块

的压力:

(A) 不论 F 是否作用在木块上, 压力不变;

(B) 有 F 作用时, 对木块的压力较大一些;

(C) 有 F 作用时, 对木块的压力较小一些;

(D) 无法确定。

【分析】 先将重棒和木块隔离, 进行受力分析,]
如图 1-17。

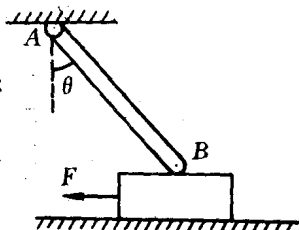


图 1-16

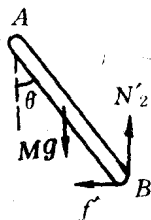
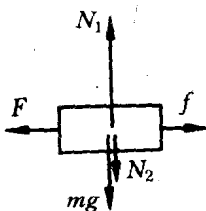


图 1-17

木块: 在未受 F 作用时, 受到重力 mg 、重棒压力 N_2 和地面支持力 N_1 三个力作用。当受到 F 作用时, 木块保持静止, 而地面又是光滑的, 摩擦力 f 必是重棒施予的。

重棒: 是一个有固定转轴的物体, 对 A 轴的力矩, 在没有 F 时, 只有重力 Mg 和木块对它的支持力 N'_2 能够产生。且重力矩和支持力矩平衡。在有 F 作用时 (注意 F 并未作用在重棒上), 由于木块受到摩擦力 f , 则重棒相应地也受到摩擦力 f' 的力矩作用。设棒长为 L , 这时棒的平衡条件是:

$$N'_2 \cdot L \sin \theta = Mg \cdot \frac{L}{2} \sin \theta + f' L \cos \theta$$