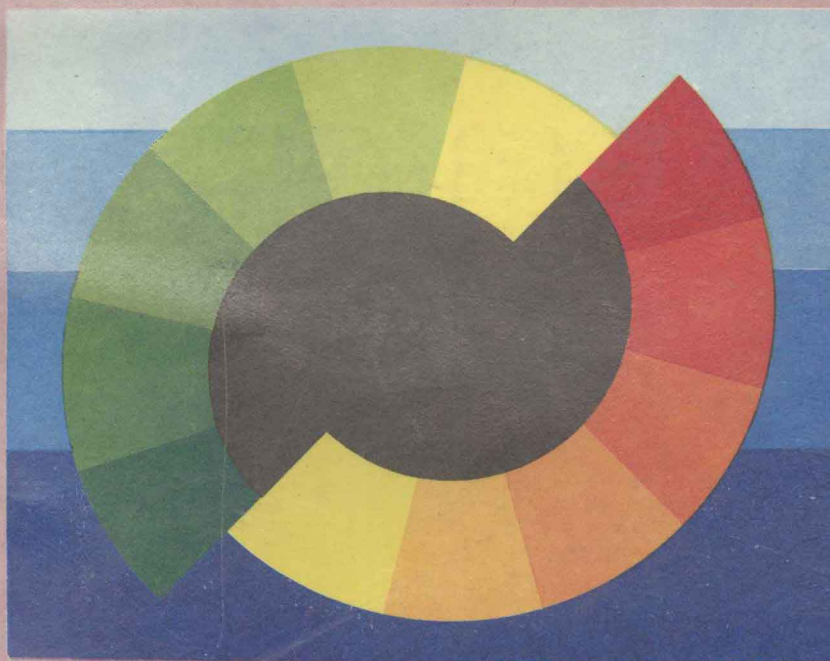


GAOZHONG WULI QUAN CHENG ZHI DAO

高中物理全程指导

上海科技教育出版社



高中物理全程指导

王祖善 谭玉美等 编

上海科技教育出版社

(沪)新登字 116 号

高中物理全程指导

王祖善 谭玉美等 编

上海科技教育出版社出版发行

(上海冠生园路393号)

各地新华书店经销 商务印书馆上海印刷厂印刷

开本 787×1092 1/32 印张 18 字数 400000

1994年11月第1版 1994年11月第1次印刷

印数 1—3200

ISBN 7-5428-0975-X

O · 44

定价: 12.10 元

前 言

《高中物理全程指导》一书是以高中物理会考要求为基础，高考要求为第一目标，物理竞赛为第二目标的全程指导书，可供高中学生作为课外学习提高的参考读物，也可作为参加物理竞赛的辅导教材。学生阅读此书，可以现行教科书的知识水平乘阶梯达到高考要求；如要参加物理竞赛，可再读后面部分（竞赛指导）以达到竞赛水平。因此，本书是广大爱好物理的中学生的好朋友，值得一读。

本书第一部分是依据高考要求为依据，在现行教材与高考大纲之间搭一阶梯，使选考物理的学生能很快适应高考要求。这部分内容共分十八章，每章均有内容提要、问题探讨、例题分析、练习题四个部分组成，并且书后附有练习题的参考答案。练习题的选择着眼于培养独立思考、分析推理、运用理论知识解决实际问题的能力，坚决摒弃题海战。第二部分是竞赛指导，不再重复知识体系，按力学、电磁学、其他（热学、光学等）编序，重点阐述研究物理问题的思想方法，并有典型例题分析等，内容丰富翔实。

本书编写阵容强大，编写者均为上海市有丰富教学经验、资深的特级教师或高级教师。成员除王祖善、谭玉美外，按照编写章节顺序，还有施纯、张静甫、周祖方、张茂昌、张越、向

大国、王通钦、袁哲成、李昌群、王若安、濮思源、张甫楠等。

由于撰稿时间紧促，有疏漏之处，恳请读者指正。

编者

1993年10月

目 录

第一部分 基 本 内 容

第一章	静力学	3
第二章	运动学	40
第三章	动力学	62
第四章	圆周运动 万有引力	81
第五章	机械能	95
第六章	动量	123
第七章	机械振动和机械波	153
第八章	分子运动论 热力学第一定律	191
第九章	气体性质	206
第十章	液体性质 固体性质 物态变化	232
第十一章	静电场	252
第十二章	直流电路	285
第十三章	磁场	321
第十四章	电磁感应	342
第十五章	交流电 电磁振荡和电磁波	361
第十六章	几何光学	381
第十七章	物理光学	411
第十八章	原子和原子核	496

第二部分 竞赛指导

一、力学.....	459
二、电磁学.....	494
三、热学 光学.....	539
练习题参考答案.....	554

第一部分 基本内容

第一章 静力学

一、内容提要

本章分为两大部分，第一部分是介绍一些常遇到的力，以及研究这些力的方法；第二部分是研究几个力作用在一个物体上，当这个物体处在静止状态(或匀速运动状态)时，这些力之间的关系。

1. 力的基本概念

力是物体对物体的作用。力是有大小、有方向的物理量，是矢量。力的大小可用弹簧秤来称，单位是牛顿，简称牛(N)。力作用在物体上不同的位置所产生的效果有时也不一样。通常把力的大小、方向和作用点叫作力的三要素。在力学中经常遇到的有以下三种力：

(1) 重力 在地面附近的物体，由于地球的吸引而产生的力叫重力。重力的方向总是竖直向下的，并且作用在物体的重心上。物体重力的大小和它的质量成正比，以 G 表示重力， m 表示质量，则

$$G = mg.$$

其中比值 g 常取 9.8 米/秒²。

(2) 弹力 当弹性物体发生形变时，由于要恢复原状，就会对与它接触的物体产生力的作用，这种力叫作弹力。弹力的大小与物体的材料及形变的大小有关，弹力的方向总是与

形变的方向相反，弹力总是作用在使物体产生形变的施力物体上。

支持力是支持物对被支持物的弹力，方向总是垂直于支持面而指向被支持物。

弹簧的弹力和形变的关系可用胡克定律表示，即

$$f = kx.$$

式中 f 为弹力的大小， x 为形变长度， k 称为弹簧的倔强系数（劲度系数）。

(3) 摩擦力 两个相互接触的物体，当相互间有相对运动，或者有相对运动趋势时，在接触面间产生阻碍相对运动的力叫摩擦力。摩擦力作用在接触面上，方向总是与相对运动的方向或相对运动趋势的方向相反。摩擦力分滑动摩擦力和静摩擦力两类。滑动摩擦力 f 的大小与表面间的正压力 N 成正比，即

$$f = \mu N.$$

式中 μ 为滑动摩擦系数，它和接触面的材料有关。静摩擦力 f_0 的大小是随物体所受外力的合力大小变化而变化的，它总是等于外力的合力，但方向相反。静摩擦力有一个最大值，当合外力大于这个值时，物体就开始有相对运动。静摩擦力的最大值叫作最大静摩擦力，用 $f_{\max}$ 来表示，它的大小与正压力 N 成正比，即

$$f_{\max} = \mu_0 N.$$

式中 μ_0 为最大静摩擦系数，一般要比滑动摩擦系数大些。

2. 力的合成和分解

(1) 共点力的合成和分解 两个成夹角为 θ 的共点力 F_1 、 F_2 ，它们的合力 F 是以 F_1 、 F_2 为相邻两条边的平行四边形的对角线，公式为

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

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

式中 ϕ 是合力 F 与分力 F_1 之间的夹角。

力的分解是力的合成的反过程。但是两个力或几个力的合力是唯一的，而一个力分解成两个或几个力，原则上是可以任意的，运用时可根据具体情况进行分解。如已知一个分力的大小和方向求另一个分力，或已知两个分力的方向求这两个分力的大小等等。

(2) 平行力的合成和分解 设 F_1 、 F_2 是两个平行力，分别作用在 O_1 、 O_2 两点上，它们的合力是 F ，作用点是 O ，则它们之间有以下关系：

① 合力的量值等于分力的代数和，即

$$F = F_1 + F_2.$$

② 取任意一点为支点(如 O 点)，则合力的力矩等于各分力力矩的代数和，即

$$F \times OC = F_1 \times O_1C + F_2 \times O_2C.$$

根据以上两个关系可以求出平行力的合力，或者把一个力分解成几个平行力。

3. 共点力作用下物体的平衡

几个共点力作用在一个物体上，当物体平衡时，这些力的合力一定为零，即

$$\sum F = 0.$$

如果使用正交分解法，则

$$\sum F_x = 0, \sum F_y = 0.$$

4. 有固定转动轴的物体的平衡

有固定转动轴的物体，在受力平衡时，这些力对于转动轴

的合力矩一定为零, 即

$$\Sigma M = 0.$$

5. 流体静力学

(1) 流体内部的压强 由于流体有重力, 因而会在流体内部产生压强. 显然这压强的大小与流体的密度、深度有关. 液体有很明显的表面, 因而在液体内部的压强较易计算, 其公式为

$$p = \rho gh.$$

式中 p 为液体表面下 h 深处的压强, ρ 为该液体的密度. 由于气体没有明确的表面, 而且在不同高度的地方密度不同, 所以不能用液体内部的压强公式来计算, 而是要运用分子运动论中的一些原理来计算, 它比较复杂, 在中学里一般不作要求. 对于有限高度的一段密封气体, 如在瓶子中的气体、封闭玻璃管中的气体, 由于它的重力很小, 所以由重力而产生的压强都不予考虑.

无论是液体还是气体, 外界对它们的压强传递规律都是相同的, 这就是帕斯卡定律, 其内容是: 加在密闭液体或气体上的压强, 能够按照它原来的大小, 由液体或气体向各个方向传递.

(2) 流体的浮力 浸在流体中的物体, 一般都要受到流体对它向上的浮力, 这个浮力的大小用阿基米德定律来计算, 其内容是: 浮力的大小在数值上等于物体排开流体的重力, 但方向向上.

6. 物体重心的求法

(1) 质量均匀、形状规则物体的重心位置, 在其几何中心.

有些物体看似形状不规则, 但能分割成几个形状规则的

物体,则可以用平行力合成的方法来求得其重心位置。

(2) 质量不均匀物体重心的位置求法,从理论上说用两次悬挂法,即作两根通过悬点的垂线,它们的交点即为重心位置。但实际意义不大,因为只能大致知道重心在什么地方。如求一张写字台的重心,两根垂线就无法画。

7. 一般受力物体的平衡条件

物体在共点力作用下的平衡条件是所受合力为零,物体在平行力作用下的平衡条件是合力和合力矩分别为零。但在一般情况下,物体所受到的力中,往往既有平行力又有共点力。如果这些力在同一平面内,则这些力叫共面力。一个原来静止的物体,在共面力的作用下,如果合力不为零,就会由静止发生平动;如果合力矩不为零,就会由静止发生转动。因此,物体受力平衡的一般条件是:合力等于零,合力矩等于零,即

$$\Sigma F=0, \Sigma M=0.$$

8. 平衡物体的稳定性

物体平衡时,合力和合力矩都应等于零。因此,只有当物体的重力作用线通过支点、支轴或支面时才能取得平衡。一般平衡可以分为三类:

(1) 稳定平衡 用力稍使平衡物体移动,这时物体重心升高,去掉外力,物体在重力的作用下又回到原来位置,这种平衡叫稳定平衡。

物体的重力越大、重心越低、支面越大,其稳定程度越好。

(2) 不稳定平衡 用力稍使平衡物体移动,这时物体重心降低,去掉外力,物体不能回到原来位置,这种平衡叫不稳定平衡。

(3) 随遇平衡 用力稍使平衡物体移动, 这时物体重心的高度不变, 去掉外力, 物体又在新的位置上平衡, 这种平衡叫随遇平衡。

二、问题探讨

1. 两个基本公理

(1) 作用在一个物体上的两个力, 使物体产生平衡的充要条件是: 两个力的大小相等、方向相反、作用在同一条直线上。这样, 这两个力的作用效果就可以相互抵消, 受力物体就能保持它原来的运动状态。这一对力叫平衡力。

(2) 在一个原来受力的物体上, 再施加一对平衡力, 或者从它上面移去一对平衡力, 这个物体将保持它原来受力时的运动状态。

(注意: 上述两个公理中的物体是不考虑形变的, 不考虑形变的物体叫作刚体)

2. 力的可传性

加在刚体上的作用力 F , 它的作用点可以沿它的作用线前后移动, 而不改变它原来的作用效果。

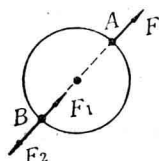


图 1-1

力的可传性可以用基本公理来证明。如图 1-1 所示, 力 F 原来作用在物体上的 A 点, 在 F 作用线上任取一点 B , 在 B 点加一对平衡力 F_1 、 F_2 , 大小和 F 一样, 方向沿 F 作用线。根据公理 (2), F_1 、 F_2 这

对平衡力不影响物体的运动情况。这时再去掉 F 和 F_2 这对平衡力, 也不影响物体的运动情况, 而这时作用在物体上的力就只剩下 F_1 了, 即相当于将力 F 从 A 点移到了 B 点。

3. $f=kx$ 与 $f=-k\Delta x$

$f=kx$ 、 $f=-k\Delta x$ 这两个式子，在不同的书里都表示胡克定律，它们之间有什么不同呢？

$f=kx$ 这个式子中的 f 表示弹力的大小，并没有表示出它的方向，其中的 x 表示弹簧的伸长或缩短。

$f=-k\Delta x$ 这个式子中的 Δx 表示弹簧的形变，即弹簧的伸长或缩短，它不会和弹簧的原长 x_0 相混淆，其中的 f 表示弹力，负号表示弹力的方向总是与形变 Δx 的方向相反。因此用这个式子表示胡克定律比较确切。

4. 摩擦力画在哪里

摩擦力 f 存在于两个物体的接触面上，方向和相对运动的方向相反。由于两个物体的接触面上都受到摩擦力，所以正确的画法应如图 1-2(a) 所示。但是这样画不能表示出摩擦力作用在哪个表面上，所以往往画成图 1-2(b) 所示。如果只研究物体的平动，而不研究转动，也可以把摩擦力的作用当作集中在重心上，如图 1-2(c) 所示。

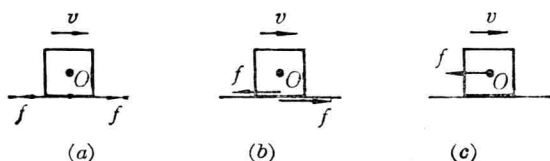


图 1-2

5. 摩擦力是否总是阻力

根据摩擦力的定义，从原则上讲，摩擦力总是阻力。但是在某些情况下，也有将摩擦力作为动力的。如图 1-3 所示，物体 A 叠在 B 上，再将 B 放在光滑水平面 C 上，原来 A 、 B 、 C 都是静止的。现用一力 F 水平向右拉 A ，则 A 相对于 B 要向右运动或有向右运动的趋势，所以 B 对 A 产生的摩擦力 f

向左, f 阻碍 A 相对于 B 的运动. 我们再来分析 B , 当 F 拉 A 使之向右运动时, 由于惯性, B 相对于 A 要向左运动或有向左运动的趋势, 所以 A 对 B 产生的摩擦力 f' 向右, f' 阻碍 B 相对于 A 的运动. 可见, 如果研究的是 A 和 B , 则 f 和 f' 都是阻力, 即阻碍 A 和 B 间的相对运动. 但是, 如果研究 B 和 C 的运动, B 在水平方向只受到 f' 的作用, f' 使 B 相对于 C 从静止开始向右运动, 所以相对于 C 来说, f' 是物体 B 的动力.

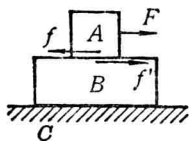


图 1-3

6. 怎样确定物体间有无相对运动的趋势

两个相互接触的物体间, 有无相对运动的趋势, 是决定有无静摩擦力的先决条件. 确定物体间有无相对运动趋势的一般方法是: 假定两个相对静止的物体间没有摩擦, 看这两个物体是否会从相对静止变为相对运动, 如果会, 则原来状态时两个物体间有相对运动的趋势, 也就有静摩擦力存在; 如果不会, 则原来状态时两个物体间没有相对运动的趋势, 也就没有静摩擦力存在. 如图 1-4 所示, 物体 A 静止在斜面上, 在 (a) 图中, 假定斜面光滑, 则 A 会下滑, 所以 A 与斜面间有相对运动的趋势, 也就有静摩擦力存在. 在 (b) 图中, 在 A 的前面钉有一根钉, 如果斜面光滑 A 也无法向下滑动, 所以 A 与斜面间没有相对滑动的趋势, 也就没有静摩擦力存在.

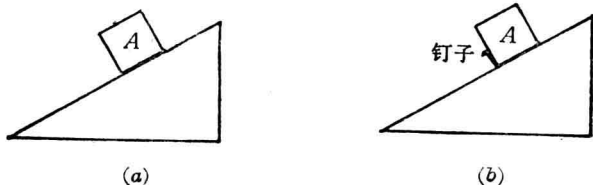


图 1-4