

中等专业学校工科各专业通用

物理解题指导

● 梁帼玲 屈 蒙 编

Wuli Jieti Zhidao



高等教育出版社

中等专业学校工科各专业通用

物理解题指导

梁帼玲 屈 秉 编

高等教育出版社

内 容 提 要

本书系根据 1987 年国家教育委员会审定的中等专业学校物理教学大纲和通用教材《物理》(上、下册)编写而成的。与教材相配套,本书共分十八章,每章先介绍该章教材的内容提要和要求,然后列出解题要点和思路,最后给出解题示例。书末还附有教材各章习题的答案。本书着眼于指导学生学好教材,帮助学生理解和掌握所学的基本内容,提高学生分析和解决问题的能力(包括解题的方法、技能和技巧),因而同时具有解题指导和学习指导的作用,是中专学生学好物理课程必备的参考用书。

与教材和本书配套使用的中专物理教学用书还有:《物理实验》、《物理演示实验》和《物理教学参考书》(上、下册)等,全部由高等教育出版社出版。

本书可供中等专业学校工科各专业和其它专业学生使用,也可供普通中学、职工中专的广大师生及自学青年参考。

(京)112号

中等专业学校工科各专业通用

物理解题指导

梁帼玲 屈 荣编

*

高等教育出版社出版

新华书店上海发行所发行

江 苏 海 安 印刷厂印装

*

开本 787×1092 1/32 印张 6.625 字数 135,000

1989年8月第1版 1993年9月第7次印刷

印数 65,241—71,240

ISBN 7-04-002430-6/O·818

定价 2.45元

前 言

这本《物理解题指导》是中等专业学校学生学习物理课的参考用书，它与1989年高等教育出版社出版的黄伟民主编的全国中等专业学校工科各专业通用教材《物理》（上、下册）相配套。本书的编写目的是：帮助中专学生学好新教材，提高学习效果。本书每章先介绍本章教材的主要内容、学习目的以及应该达到的要求，使学生在学之前有目标可寻，学之后检查有据。接着是解题要点和思路，即结合教材内容着重在解题思路和方法上进行启发和指导。然后是解题示例，通过对一些习题的示范性解答，一方面帮助学生解答本章教材上的习题，另一方面使学生了解运用所学知识解决实际问题的思路和方法，并加深对所学知识的理解。

本书的特点是重在“辅导”，借以提高学生分析问题和解决问题的能力，为他们学好新教材服务。本书也可作为普通中学、职工中专和技工学校学生的学习参考书。由于教材上的习题数量不少，所以这里不再补充练习题，避免增加学生的学习负担。书后附有教材各章习题的答案，以供学生参考。

本书第一至九章由轻工业部广州轻工业学校梁帼玲老师编写，第十至十八章由四川成都航空工业学校屈秉老师编写。限于我们的水平，书中难免有不妥之处，敬请读者批评指正。

编 者

1988年12月

目 录

第 一 篇 力 学

第 一 章	力	1
第 二 章	匀变速直线运动	12
第 三 章	牛顿运动定律	26
第 四 章	功与能	42
第 五 章	动量与冲量	54
第 六 章	曲线运动 万有引力定律	65
第 七 章	机械振动和机械波	76

第 二 篇 热 学

第 八 章	分子运动论 理想气体	85
第 九 章	热与功	95

第 三 篇 电 磁 学

第 十 章	静电场	101
第十一章	直流电	116
第十二章	电流的磁场	132
第十三章	电磁感应	139
第十四章	带电粒子在电场和磁场中的运动	152
第十五章	电磁振荡和电磁波	161

第 四 篇 光的基本知识

第十六章	几何光学	165
第十七章	光的本性	178

第 五 篇 原子和原子核基础知识

第十八章	原子和原子核基础知识	185
附:	《物理》(上、下册)习题答案	193

第一篇 力学

第一章 力

内容提要及要求

本章研究的问题是物体受力和力的平衡。为了解决这个问题，引出了力、力矩和平衡的概念，阐述了力学中常见的三种力，重点介绍了处理力的法则，并研究了共点力平衡和力矩平衡的条件。

学完本章，应能达到：

1. 正确理解力的概念，认识力的物质性、相互性和矢量性。
2. 知道重力、弹力、摩擦力的产生条件以及它们的大小和方向。
3. 能定义下列名词：矢量、标量、合力、分力、力的合成、力的分解、力臂、力矩。
4. 掌握力的平行四边形法则。能熟练运用作图法求两个以上共点力的合力。
5. 会求在给定条件下一力的两个分力。并会计算正交分解情况下的分力。

6. 掌握物体受共点力时的平衡条件和受力矩作用时的平衡条件.

解题要点及解题思路

1. 力是贯穿力学乃至全部物理学的重要物理量. 要掌握好力的物理意义、研究力的方法、力的三个要素、力的图示以及力的单位.

(1) 要注意力的作用是相互的, 施力者与受力者总是同时存在的, 缺少任何一方, 力也就不存在了.

(2) 必须明确用一根带箭头的线段直观表示一个力的含义. 即线段的长短表示力的大小 (为此应先规定单位长度表示多大的力), 箭头的指向表示力的方向, 箭头或箭尾表示力的作用点. 一般将物体所受各力都看作是作用在物体的重心上, 因此在画受力图时, 各力都从同一点画起.

2. 重力、弹力、摩擦力是力学中常见的三种力. 要掌握它们的产生条件、大小、方向和作用点. 其中要注意的是:

(1) 压力和重力是两个不同性质的力, 压力不一定由物体的重力产生, 在数值上压力的大小也不一定和重力的大小相等.

(2) 接触力(弹力和摩擦力)的产生是有条件的, 不能认为只要两个物体直接接触, 接触面上就一定有接触力.

(3) 正确判断弹力和摩擦力的方向. 尤其要注意的是静摩擦力的方向.

3. 力是矢量. 物体受力处理的法则是平行四边形法则或正交分解法.

(1) 图解法是运用平行四边形法则求合力的途径，是必须掌握的方法。作图要清楚、正确。最后既要量出合力的大小，又要指出合力的方向。

(2) 将一个力进行分解时，要看力产生的实际效果。必须根据已知条件先作出一个确定的平行四边形，然后再利用三角函数或直角三角形知识去计算待求的分力。

(3) 把力沿两个互相垂直方向分解，叫做力的正交分解法。这是一种很有用的方法，尤其是物体受三个或三个以上的共点力作用时，不论物体处于平衡状态或产生加速度，都可以用正交分解法来求合力或其中的分力，以及与力有关的其它物理量。用正交分解法求合力的思路是“先分后合”。为了计算方便，常使一个坐标轴和其中一个力重合。

4. 物体的平衡，是指物体保持静止或作匀速直线运动，或作匀速转动。求解平衡问题的大致步骤是：确定作为研究对象的平衡物体；对它进行受力分析；应用平衡条件列出方程求解。

在共点力的平衡问题中，若平衡物体受两个力，则这两个力一定大小相等、方向相反；若平衡物体受三个力，则其中任意两个力的合力必与第三个力大小相等、方向相反。解题时要善于运用上述具体结论。

解有固定轴的平衡问题，在计算各力的力矩时，要注意确定力臂的大小；列平衡方程时，要注意力矩的正负。

解题示例

【例1】试分析均匀圆柱体A在图 1-1 三种情况下的受力

情况.

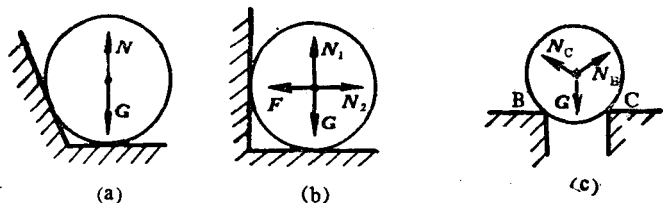


图 1-1

解: 在图(a)中, 圆柱体A受两个力作用: 重力 G 和地面支持力 N . 注意: A 不受右面墙的压力, 因 A 对墙没有挤压现象.

在图(b)中, 圆柱体A受四个力作用: 重力 G 、支持力 N_1 、人给的推力 F 、左墙给的压力 N_2 . 注意: A 不受摩擦力, 因 A 对地、对墙都没有运动趋势.

在图(c)中, 圆柱体受三个力作用: 重力 G 、B 点给的支持力 N_B 、C 点给的支持力 N_C .

【例 2】一个重 50 N 的物体放在地面上, 它与地面间的摩擦系数 $\mu=0.5$. 现用与水平方向夹角为 37° 的 10 N 的力推物体但没有推动, 如图 1-2 所示. 则物体所受的静摩擦力多大?

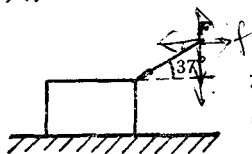


图 1-2

解: 因为物体在力 F 作用下没有运动, 故它所受的静摩擦力的大小应等于 F 在水平方向的分力. 即

$$f = F \cos 37^\circ = 8(\text{N})$$

解答本题时若不注意分析, 往往出现

以下两种错误:

错解 1: 物体所受的静摩擦力为

$$f = \mu N = 0.5 \times 50 = 25(\text{N}).$$

产生这一错误的原因是不理解静摩擦力的概念,硬套公式造成的。

错解 2: 物体所受的静摩擦力应等于物体所受的外力, 即

$$f = 10(\text{N}).$$

产生这一错误是不理解这里所指的外力的含义。

【例 3】如图 1-3 所示, 长 0.15 m 的轻质弹簧一端挂起,

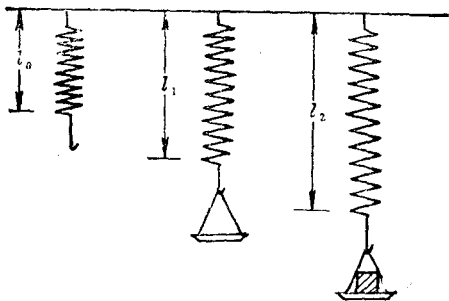


图 1-3

当另一端挂上一个重 0.60 N 的吊盘时, 弹簧长 0.18 m . 在吊盘里放入铁块, 则弹簧长度为 0.23 m . 若弹簧两次伸长均在弹性限度内, 求铁块的重量。

分析: 弹簧的伸长是由于所挂重物对弹簧施以拉力引起的。这个拉力的大小与重物所受的重力大小以及弹簧产生的弹力大小相等。依题意, 两次形变都不超过弹簧的弹性限度, 因此满足胡克定律。根据第一次形变可以求出弹簧的倔强系数, 再从第二次形变求出吊盘和铁块的总重量, 进而求铁块重量。

解法一：设铁块重量为 G_2 ，吊盘重量为 G_1 ，根据胡克定律

$$f = kx,$$

可得弹簧的倔强系数

$$k = \frac{f}{x}.$$

第一次形变时，

$$f = G_1 = 0.60(\text{N}),$$

$$x_1 = l_1 - l_0 = 0.18 - 0.15 = 0.03(\text{m}).$$

$$\therefore k = \frac{0.60}{0.03} = 20(\text{N/m}).$$

第二次形变时，

$$f = G_1 + G_2,$$

$$x_2 = l_2 - l_0 = 0.23 - 0.15.$$

$$\therefore G_1 + G_2 = kx_2,$$

$$\begin{aligned} \therefore G_2 &= kx_2 - G_1 \\ &= 20 \times (0.23 - 0.15) - 0.60 \\ &= 1.0(\text{N}). \end{aligned}$$

解法二：根据胡克定律和题目所设列方程组：

$$\begin{cases} G_1 = k(l_1 - l_0) & (1) \\ G_1 + G_2 = k(l_2 - l_0) & (2) \end{cases}$$

(2)式除以(1)式得：

$$\frac{G_1 + G_2}{G_1} = \frac{l_2 - l_0}{l_1 - l_0},$$

解得

$$\begin{aligned}
 G_2 &= \left(\frac{l_2 - l_0}{l_1 - l_0} - 1 \right) \cdot G_1 \\
 &= \left(\frac{0.23 - 0.15}{0.18 - 0.15} - 1 \right) \times 0.60 \\
 &= 1.0(\text{N}).
 \end{aligned}$$

小结: (1) 本题告诉了我们测定弹簧倔强系数的方法.
 (2) 本题的解法二比较简便. 原因是运用比的方法省略了求弹簧倔强系数这一步. 什么情况下可用比例法求解呢? 在一个问题中, 如果有两个物理过程(例如弹簧被拉伸两次)遵循同一规律(例如胡克定律), 则此时用比例法求解往往较简便.

【例 4】一个物体受四个力作用, 它们的方向分别向东、向南、向西和向北, 大小依次为 80 N、60 N、40 N 和 30 N. 求这四个力的合力.

分析: 题目未给出各力的图示, 应先确定力的标度 20 N, 然后作各力的图示, 各力的作用点均在物体的重心上.

解法一: 应用平行四边形法则, 依次合成 F_1 、 F_2 、 F_3 和 F_4 , 最后求得合力 R . 如图 1-4 (a) 所示. 利用标度量出合力 R 的大小约为 50 N. 合力的方向可用 R 与分力 F_1 的夹角 φ 表示. 量得 $\varphi = 37^\circ$.

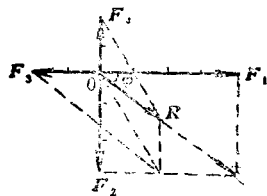


图 1-4 (a)

解法二: 先将东西方向的二力合成,

$$F_2 = F_1 - F_3 = 40 \text{ N}, \text{ 方向向东.}$$

再将南北方向的二力合成,

$$F_y = F_2 - F_4 = 30 \text{ N}, \text{ 方向向南.}$$

然后求 F_x 与 F_y 的合力 R ,

$$R \text{ 的大小: } R = \sqrt{F_x^2 + F_y^2} = \sqrt{40^2 + 30^2} = 50 \text{ (N)};$$

R 的方向: 设 R 与 F_1 的夹角为 φ ,

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{F_y}{F_x} = \frac{3}{4},$$

查表得 $\varphi = 37^\circ$.

讨论: 请你比较一下哪种方法简单些?

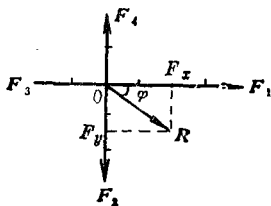


图 1-4(b)

【例 5】如图 1-5 所示. 一个重量为 G 的球用绳拴住, 并靠在光滑的墙上. 求绳对球的拉力和球对墙的压力.

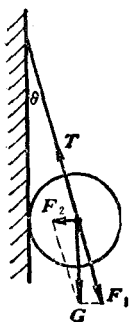


图 1-5(a)

解法一: 利用力的分解来求解此题. 取球为研究对象, 球所受的重力 G 产生两个效果: 使球拉紧绳和使球压在墙上. 因此可把重力 G 分解为拉紧绳子的力 F_1 和垂直于墙的力 F_2 . 作出力的分解图. 由图 1-5 (a) 看出:

$$F_2/G = \operatorname{tg} \theta, \quad \therefore F_2 = G \operatorname{tg} \theta.$$

此外,

$$G/F_1 = \cos \theta, \quad \therefore F_1 = G/\cos \theta.$$

显然, 绳对球的拉力 $T = F_1 = G/\cos \theta$, 方向沿绳子向上; 球对墙的压力大小为 $G \operatorname{tg} \theta$, 方向垂直于墙面指向墙内.

解法二：利用平衡条件来求。球是平衡体，它受三个力作用：重力 G 、绳的拉力 T 、墙对球的支持力 N ，如图 1-5(b) 所示。由共点力的平衡条件可知， G 和 N 的合力 F 与 T 大小相等、方向相反。由此可求出 T 和 N 。由图中看出，

$$N/G = \tan \theta, \quad \therefore N = G \tan \theta.$$

还知道，

$$G/F = \cos \theta, \quad \therefore F = G / \cos \theta.$$

$$\therefore \text{绳对球的拉力 } T = F = G / \cos \theta;$$

方向沿绳子向上。球对墙的压力与 N 大小相等，为 $G \tan \theta$ ；方向垂直墙面指向墙内。

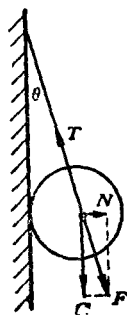


图 1-5(b)

【例 6】在图 1-6 中，重量不计的 AB 杆可绕 A 端的轴在竖直面内转动。B 端用细绳 BC 吊住。杆处于水平方向。BC 绳与杆的夹角为 30° 。在杆的 B 端挂一个重量为 100 N 的物体。求 BC 绳对杆的拉力 T 和杆的 B 端所受的合力 F 的大小。

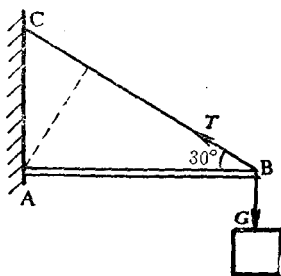


图 1-6(a)

解法一：这是有固定转动轴物体的平衡问题。取 AB 杆为研究对象，杆的受力如图 1-6(a) 所示。重物通过绳子对杆的拉力 G 的力矩为：

$G \cdot AB$ ，使杆顺时针方向转动，取负值。BC 绳对杆的拉力 T

的力矩为: $T \cdot AB \sin 30^\circ$, 使杆逆时针转动, 取正值。

根据平衡条件有

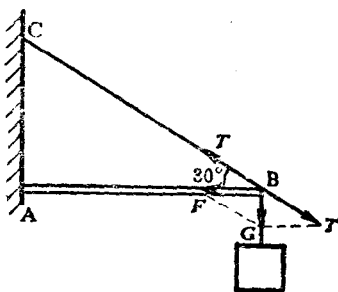
$$T \cdot AB \cdot \sin 30^\circ - G \cdot AB = 0,$$

$$\therefore T = \frac{G}{\sin 30^\circ} = \frac{100}{0.5} = 200(\text{N}).$$

杆的 B 端受到 G 和 T 的合力 F , 由平行四边形法则可知合力大小为

$$F = T \cdot \cos 30^\circ = 200 \times 0.866 \approx 173(\text{N}).$$

解法二: 根据力的分解知识可知, 物体的重力 G 可分解为对 BC 绳的拉力 T' 和对杆的压力 F , 如图 1-6 (b) 所示。由图可知, 杆的 B 端受到的压力



$$\begin{aligned} F &= G \cdot \tan 30^\circ \\ &= 100 \times 1.73 \\ &= 173(\text{N}). \end{aligned}$$

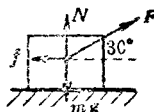
图 1-6(b)

BC 绳受到的拉力

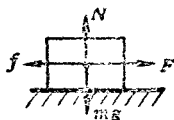
$$T' = G / \sin 30^\circ = 200(\text{N}).$$

$\therefore$ BC 绳对杆的拉力 $T = T' = 200(\text{N})$ 。

【例 7】如图 1-7 所示。用与水平方向成 30° 角的力 F 拉



(a)



(b)

图 1-7

物体时,物体匀速前进。当此力 F 沿水平方向拉该物体时,物体仍然匀速前进。求:物体与水平面间的滑动摩擦系数 μ 。

分析:两种情况下物体均受四个力作用:重力 mg 、支持力 N 、拉力 F 和摩擦力 f 。由于物体做匀速运动,所以它在水平方向和垂直方向的合外力均为零。

解:依题意有

$$\begin{cases} F \cos 30^\circ - \mu(mg - F \cdot \sin 30^\circ) = 0 \end{cases} \quad (1)$$

$$\begin{cases} F - \mu mg = 0 \end{cases} \quad (2)$$

将(2)式代入(1)式得

$$\mu = \frac{1 - \cos 30^\circ}{\sin 30^\circ} = 2 - \sqrt{3} = 0.27.$$

小结:通过本例看到,水平拉力 F 并非是使物体移动的最小作用力;(2)两种情况下摩擦系数相等,摩擦力不相等。

讨论:使该物体移动所需的最小的力 F 多大?