

《中学各科解难》丛书

高中物理解难手册

丛书主编 张盛如

分册主编 张景林 张凤清



中国社会科学出版社

《中学各科解难》丛书

高中物理解难手册

丛书主编	张盛如	
丛书副主编	张光勤	
分册主编	张景林	张凤清
编 著	万行义	王云方
	刘正己	郑人凯
	凌毓儒	徐冠荣
	桑士毅	张景林
	张凤清	

中国 社会 出版 社

《中学各科解难》丛书

高中物理解难手册

丛书主编 张盛如

分册主编 张景林 张凤清

中国社会出版社出版

北京北河沿147号 邮政编码100006

地质出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

开本: 787×1092毫米1/32 印张: 12.5 字数 279千字

1990年10月第一版 1990年10月第一次印刷

印数: 1—31,500册 定价: 4.65元

ISBN 7-80088-118-0/G·50

编委会名单

丛书主编 张盛如

丛书副主编 张光勤

编委	时雁行	祁乃成	温才鉴	康锦屏
	方金秋	张盛如	孟广恒	郭正权
	黄儒兰	张光勤	张永昌	张景林
	陶麟	高敬东	冯琦琳	张凤清
	林镜仁	唐兆钰		

《中学各科解难手册》

前 言

目前，关于提高中学教学质量的议论颇多，方法也百花齐放，但我们认为：要提高中学教学水平和学习质量，关键还在有针对地探索如何加强基础知识的教学和基本能力的培养这个根本问题上。要解决好这个问题，首先便要把着眼点放在帮助学生正确理解和灵活运用基础知识上。这个问题不解决，不论多么好的“系列训练”、“标准题型”、“自学指导”都不过是“空中楼阁”，可望而不可即，无济于事。于是，我们产生了要编一套帮助中学师生，进行基础知识教学和学习使用的《中学各科解难》丛书的想法。

在编写中，我们严格以现行中学各科教学大纲为纲，紧紧围绕中学各门课程教学的重点、难点，密切联系学生平时学习和在考试中暴露出来的问题，对知识进行分类梳理，针对问题进行具体指导，并努力把重点放在总结学习方法、学习规律和解难能力的培养上。为达此目的，《丛书》在内容层次的结构上，除根据学科特点名目有异外，一般按以下思路安排。

《丛书》各分册的每一章（或单元），一般由“知识要点”、“重点、难点提示”、“典型问题解析”、“自测练习”等四个内容层次组成。在“知识要点”部分，主要对本章内容作概括性的提示、介绍，以从整体上帮助学生了解本章的知识框

架及知识间的内在联系；在“重点、难点提示”部分，主要对本章难以理解的重点问题，分别阐释、论证、疏导，以从局部上帮助学生深入理解知识的特质、深层结构及相互关系，从而能牢固地掌握重点知识；在“典型问题解析”部分，主要从正反两面选择能够举一反三、解难释疑的例题，从各种角度用各种方法对其进行解析、论证，以帮助学生增强综合运用知识解决问题的能力，并开拓他们的思路；在“自测练习”部分，则本着“少而精”的原则，编设了一些与学习和掌握本章内容有关的练习，目的在于加深学生对本章知识的理解，提高实际运用的能力。

由此可见，本丛书的显著特点是：一、它是以讲述问题，解难释疑为出发点的；二、它的能力培养是建立在对基础知识的理解和运用之上的；三、它有以《大纲》为“纲”，以教材为“本”，以考试情况为验证方法的编写体系。由于这样，《丛书》就能比较全面地贯彻《大纲》精神，体现教学内容与要求，做到有目的、有重点地突出能力培养，从而有利于从实处提高教学质量。

然而，在理论与实际之间，始终是有距离的。虽有好的设想，也不一定能完全达到预期的目的；要达到预期的目的，是要经过很多人的不懈努力的。可是，要走新路，就得有人先迈第一步。现在，我和我的新老朋友们，已大胆地迈出了这一步，尽管步伐并不整齐，速度有快有慢，步幅有大有小，但总比原地不动要好。

在《丛书》即将付梓之际，写上这段近乎“老话”的“新话”，权当前言，不当之处，敬请专家、读者赐教。

张盛如

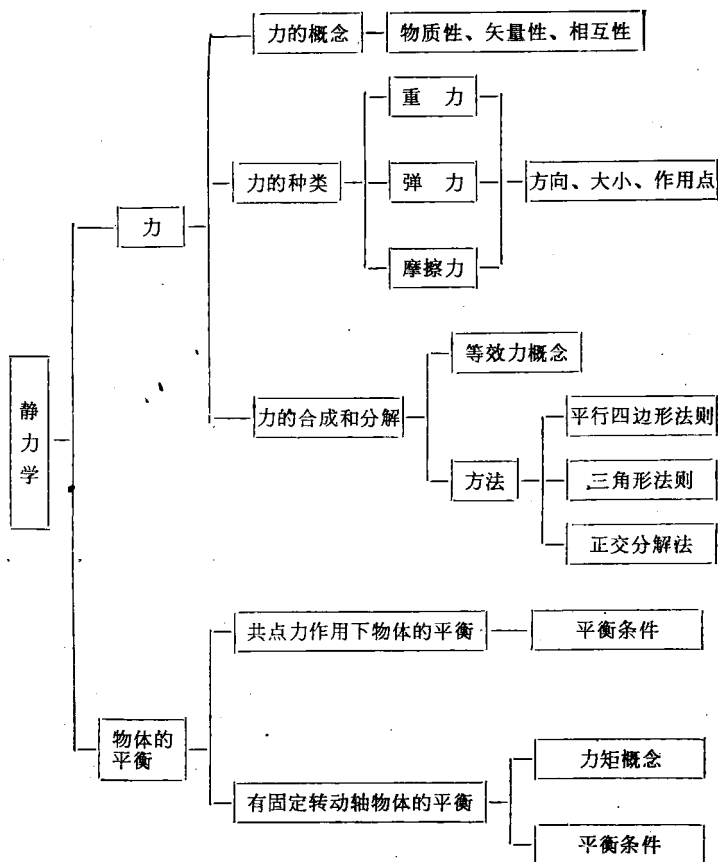
1990年7月于北京阳照寓所

目 录

第一单元	静力学.....	1
第二单元	运动学.....	32
第三单元	动力学.....	56
第四单元	功和能.....	103
第五单元	振动和波.....	141
第六单元	热学.....	159
第七单元	电场.....	197
第八单元	稳恒电流.....	230
第九单元	磁场、电磁感应.....	269
第十单元	交流电、电磁振荡和电磁波、电子 技术基础.....	318
第十一单元	光学.....	342
第十二单元	原子物理.....	381

第一单元 静力学

一、知识结构



二、难点解析

1. 怎样理解力的概念?

(1) 力是物体间的相互作用。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。受力的物体叫受力体, 施力的物体叫施力体。力不能脱离物体而单独存在, 这即是力的物质性和相互性。正在空中飞行的子弹, 受到重力和空气的阻力, 地球和空气是施力体, 子弹是受力体。有人说, 因为子弹正向前飞行, 所以它还受到一个向前的推力作用, 这是不对的。因为找不出推力的施力体。因此在分析物体受力时, 一定要找出施力的物体, 没有施力体, 这个力就不存在。

(2) 力是矢量。力不但有大小, 而且有方向, 力的计算要用矢量运算法则, 这即是力的矢量性。大小相同而方向不同的两个力 F_1 和 F_2 分别作用在物体 A 上, 如图1—1所示, 物体 A 的运动状态变化就不同。

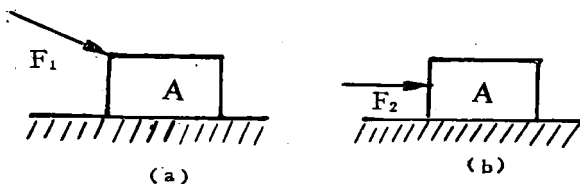


图 1—1

(3) 力的作用效果。它使受力的物体发生运动状态变化或形状、体积的变化。

(4) 力的三要素。力的大小, 方向、作用点称为力的三要素, 将力的三要素在图上表示出来叫力的图示。力对物

体产生的效果和力的三个要素都有关。力的作用点可以沿着力的作用线移动，而不影响力的作用效果。例如用弹簧秤测量一个物体的重力时，挂物体的细线长一点或短一点都不影响测量的结果。再例如图1—2， F_1 、 F_2 和重力 G 对物体 m 的作用点分别为 A 、 B 、 O ，这三个力是非共点的，将 F_1 和 F_2 的作用点沿作用线移动到 O 点，就成为共点的力了。

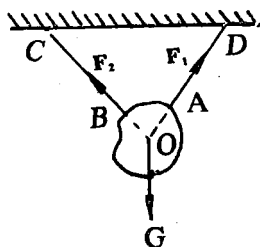


图 1—2

(5) 力的单位。在国际单位制中，力的单位是牛顿。作用在质量为1千克的物体上，使物体产生1米/秒²的加速度的力为1牛顿。国际符号为 N 。在日常生活或生产上常用的力的单位是千克力，1千克力等于9.8牛顿。如果以千克力为单位，物体的质量是多少千克，它的重力就是多少千克力。

(6) 力的种类。力可以用两种方法分类，按性质分，有重力、弹力、摩擦力、分子力、电磁力等。按效果分有拉力、压力、支持力、张力等。

2. 重力的特点是什么？

(1) 重力是地球表面附近的物体受到地球的吸引而产生的。是地球对物体引力的一个分力。引力的另一个分力是使物体绕地轴作圆周运动的向心力。

(2) 重力的大小可以用公式 $G=mg$ 计算。观察或测量出来的物体的重力叫“视重”。视重有时和物体重力大小相同，有时则不同。

(3) 重力的方向竖直向下。严格地讲，重力的方向不指向地心。而地球对物体的引力的方向是指向地心的。

(4) 重力的作用点叫物体的重心。重心可能在物体上，也可能在物体外。

(5) 地面上同一物体的重力，随地理的纬度和地面的高度变化而变化。纬度越高，重力越大；物体距地面越高，重力越小。

3. 如何确定弹力的方向和大小？

(1) 弹力是相互接触的物体由于形变，而产生的使物体恢复原来形状的力。产生弹力需要有一定条件，一是相互接触，二是发生形变。在实际问题中，有时要根据物体运动性质，和运动状态的变化来分析物体是否受到弹力。

如图1—3(a) 中物体沿和墙壁平行的方向下落时，它与墙之间并未挤压产生形变，所以它与墙之间没有弹力作用。图(b) 中两个物体 A、B 作自由落体运动，AB 之间没有挤压产生形变，所以也没有弹力作用。图(c) 中物体 A、

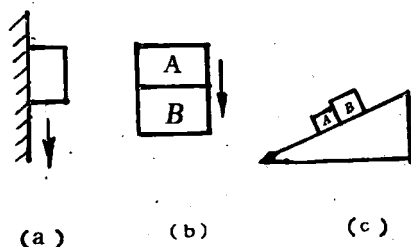


图 1—3

B 靠在一起，放在光滑的斜面上，若两物体一起沿斜面下滑，物体 B 对物体 A 的推力是零。如果推着 A 使两物体一起匀速上滑， A 对 B 的推力不为零。

(2) 弹力的方向。当两个物体互相挤压时，在接触处出现的弹力的方向和接触面垂直。例如斜面对物体的支持力作用于物体与斜面的接触处，方向垂直斜面向上，物体对斜面的压力作用于斜面与物体接触处，方向垂直斜面向下。

当绳子受到拉伸时，绳子的弹力方向沿绳长方向。

细杆受到拉伸或压缩时会出现弹性压力或拉力，拉力或压力的方向沿细杆方向。因为这时细杆只有两端受力，它在两个力的作用下平衡，那么这两个力必共线，即沿着杆的方向。如图1—4(a)所示。如果杆不只是两端受力，比如杆中间还受一个力，例如图1—4(b)所示，若杆平衡，那么这三个力不会共线，即不可能沿杆的方向，但三个力的作用线会相交于一点。

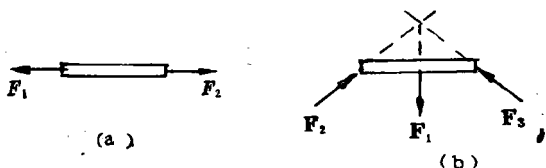


图 1—4

(3) 弹力的大小。对能发生弹性形变的物体，例如弹簧，可根据胡克定律计算。即弹簧的弹力 F 和弹簧的伸长（或压缩）的长度 Δx 成正比。即 $F = -K\Delta x$ 。在实际有些问题中，弹力大小的计算要根据牛顿定律和物体运动状态变化来计算。弹力是被动力。当物体的运动状态变化时，物体受到的弹力有时也发生变化。例如图1—5所示，小车静止在

桥面上，桥面对小车的支持力等于小车的重力，当小车以速度 $v = \sqrt{Rg}$ 在凸形桥上运动时，桥面给小车的支持力为零，当小车运动的速度 $v < \sqrt{Rg}$ 时，桥面对小车的支持力 $N = mg - m\frac{v^2}{R}$ 。

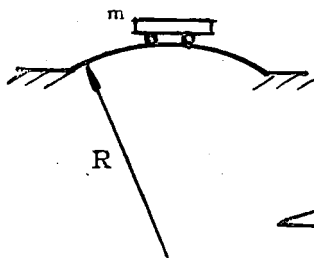


图 1—5



图 1—6

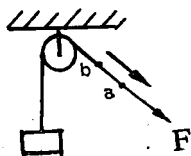


图 1—7

再例如如图1—6所示，斜面上物体所受的弹力是多大呢？若斜面静止或做匀速运动时，物体受到斜面的弹力 $N = mg \cos \alpha$ 。如果 m 与斜面一起沿水平地面加速运动，则 N 也随着加速度的不同而不同。如果物体与斜面间无摩擦，且物体相对斜面静止，那么 $N = \frac{mg}{\cos \alpha}$ 。

(4) 张力。物体发生形变时，物体内部产生的弹力叫张力。当不计绳子的质量时，一根绳子的张力处处相等，这是为什么呢？例如图1—7所示，在 F 力作用下，绳子和物体做加速运动，加速度为 a ，绳子中 ab 段受到张力为 T_a 和 T_b ，根据牛顿第二定律， $T_a - T_b = ma$ ，因 $m_{ab} = 0$ ，所以 $T_a = T_b$ ，所以绳子中张力处处相等。所以有些练习题中常写“不计滑轮、绳子的质量及滑轮处摩擦”正是满足这个条件。

4. 如何判定摩擦力的方向和大小？

发生在两个物体的接触面上阻碍它们之间相对运动，或相对运动趋势的力叫摩擦力。两个物体间的摩擦力总是成对出现的。

(1) 产生条件。两个物体相互接触，且相互挤压，接触面不光滑，并有相对运动或相对运动趋势时，产生摩擦力。如有相对运动，则产生滑动摩擦力。如只有相对运动趋势，则产生静摩擦力。不能简单地一看物体在运动，则认为一定有滑动摩擦力，也不能只看物体不动，就一定有静摩擦力。摩擦力是被动力，有时要根据物体运动规律来判断。

例如图1—3(a)，是一条水平运动的传送带，带上有一物体，若物体随带匀速运动，则物体与带之间无滑动摩擦力，也无静摩擦力。若将传送带斜放，如图1—8(b)所示，若物体仍随传送带匀速向上运动，则物体和斜面间有静摩擦力。

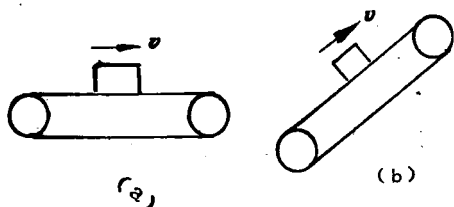


图 1—8

再如图1—9(a)中物体 M 沿竖直墙下落， M 与墙之间没有压力作用，所以 M 与墙间没有摩擦力。图(b)中， A 随 B 一起在水平面上做匀速运动，虽然 AB 间 B 和地面间都是粗糙的接触面， AB 之间也没有摩擦力，因为 A 若受摩擦力作用，根据牛顿第二定律，它就有加速度，这和题给条件不符。 B 和地面间有摩擦力。若 A 随 B 一起做加速运动，那么， A 受到 B 给它的静摩擦力，正是这个力，对 A 产生加速度和

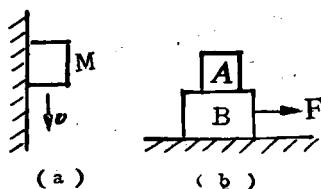


图 1—9

B 一起做加速运动。

(2) 摩擦力的方向，平行于接触面，与相对运动或相对运动趋势的方向相反。静摩擦力的方向判断比较困难。可以用反证法，假设摩擦力不存在，判断物体会向哪个方向滑动，那么静摩擦力的方向就和上述滑动方向相反。也可以用牛顿第二定律，根据加速度的方向，判断静摩擦力的方向。

例如图1—10所示，用力 F 拉物体 B 沿斜面匀速上升， A 和 B 一起运动， A 受到的静摩擦力是什么方向呢？可先假设 AB 间无摩擦力，这样 A 在平行斜面的方向上只受到重力的分力作用， A 与 B 发生相对运动，不能随 B 匀速上升，所以 A 受到 B 给它的静摩擦力，方向沿斜面向上。

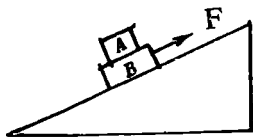


图 1—10

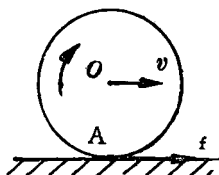


图 1—11

再如图1—11，为自行车前进时后轮与地面接触情况。后轮与地面接触部分 A 和地面相对静止，后轮是主动轮，所以 A 有向左运动趋势，地面给车轮有方向向右的静摩擦力。若没有静摩擦力，车轮会出现原地空转（俗称“打滑”）现

象。

(3) 摩擦力大小的计算。对滑动摩擦力，按公式 $f = \mu N$ 计算， μ 为滑动摩擦系数。静摩擦力的大小在零与最大静摩擦力之间。最大静摩擦力可按公式 $f_0 = \mu_0 N$ 计算， μ_0 为最大静摩擦系数。

例如手握住瓶子，使瓶子竖直静止。当握力变为原来 2 倍时，手与瓶间的摩擦力变为原来的几倍？有人认为，根据公式 $f = \mu N$ ，瓶受的摩擦力也增大 2 倍，这是不对的。瓶处于平衡状态，瓶受到的是静摩擦力，它的大小等于瓶子的重力，不随握力变化而改变。若瓶内装满水，瓶受到的静摩擦力就增加了，它的大小等于瓶和水的重力。若此时瓶和水的重力超过瓶和手之间最大静摩擦力，瓶子就会掉下来，为了不使瓶子落下，可以增大握力，根据 $f_0 = \mu_0 N$ ，最大静摩擦力会增大，使瓶子不会落下。所以用力握瓶子只是增大了瓶与手之间的最大静摩擦。

再如水平地面上放置一个重 20 千克力的木箱，木箱和地面间的最大静摩擦力是 9 千克力，滑动摩擦系数是 0.4，一个人以沿水平方向的力来推木箱，当推力为① 5 千克力；② 10 千克力；③ 15 千克力时，地面对木箱的摩擦力各为多大？

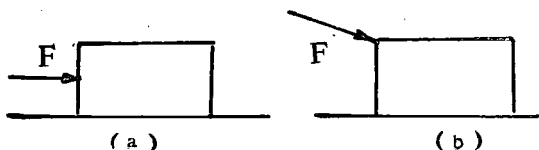


图 1-12

当推力为 5 千克力时，推力小于最大静摩擦力，木箱仍静止，这时地面对木箱的静摩擦力等于推力即 5 千克力。当

推力为10千克力和15千克力时，大于最大静摩擦力，木箱沿地面运动，地面给木箱一滑动摩擦力，其大小由公式 $f = \mu N$ 计算，数值为8千克力。不随推力大小变化而变化。若推力方向如图1—12(b)所示，地面对箱的支持力 N 发生变化，因而摩擦力也要改变。

又如图1—13，物体 A 静止在粗糙的斜面上，现用水平力 F 推 A ，当 F 由0增加而物体 A 仍静止时，讨论 A 受到斜面的静摩擦力。

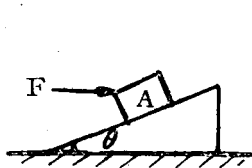


图 1—13

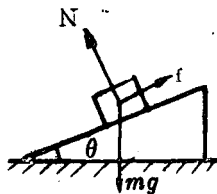


图 1—14

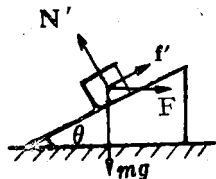


图 1—15

讨论：当 $F = 0$ 时， A 的受力图如图 1—14，因 A 处于静止状态，所以

$$mg \cdot \cos \theta = N \quad mg \cdot \sin \theta = f$$

此时摩擦力方向沿斜面向上。当 F 增大时， A 仍保持静止，此时 A 的受力图如图 1—15 所示。

$$\text{则：} \quad F \cdot \sin \theta + mg \cdot \cos \theta = N' \quad (1)$$

$$mg \cdot \sin \theta = f' + F \cdot \cos \theta \quad (2)$$

由②式中，可以看出，静摩擦力 f' 随 F 增大而减小，方向沿斜面向上。当 $F \cdot \cos \theta = mg \cdot \sin \theta$ 时静摩擦力 f' 变为零。当 F 继续增大时， f' 变为负值，说明此时 f' 方向沿斜面向下。 F 大到一定数值，使 f' 等于物体 A 与斜面间最大静摩擦力时，物体 A 就有可能在斜面上运动。