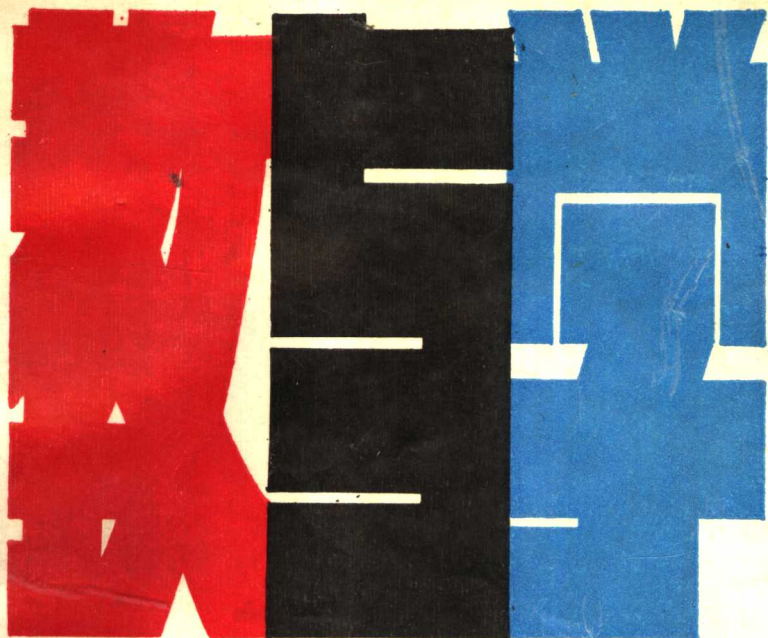


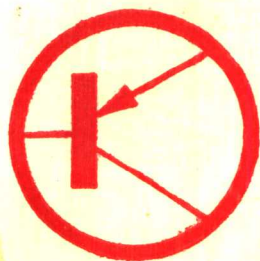


配合新颁中学教学大纲使用

高中物理

华跃义 主编

北京师范学院出版社



顾问 鲍 霁

主编 蔡健光

副主编 张国栋 高建军

编委 (以姓氏笔划为序)

马 明 王立根 王绍宗 刘玉贞 华跃义
孟学军 张国栋 胡炯涛 高建军 董凤举
鲍 霁 蔡健光

配合新颁中学教学大纲使用

高中物理教与学

华跃义 主编

*

北京师范学院出版社出版

(北京阜成门外花园村)

新华书店首都发行所发行 北京三二〇九厂印刷

*

开本: 787×1092 1/32 印张: 12·125 字数: 267千

1988年1月北京第2版 1988年1月北京第1次印刷

印数: 1—150,000册

ISBN 7—81014—140—6/G·135

统一书号: 7427·245 定价: 3.00元

丛 书 小 引

鲍 霁

在《全日制中小学各科教学大纲修订说明》的《前言》里，国家教委中小学教材审定委员会办公室指出：“最近经国家教委批准正式颁发的18个学科教学大纲，是修订现行教学大纲”而成的，是“今后一段时期过渡性教学大纲”。同时又指出：“这个教学大纲在新的教学计划和教学大纲全面实施前，将作为中小学教学的依据，考试的依据，教学质量评估的依据和编写教材的依据。”因此，这个教学大纲理所当然地受到全国中小学教师的普遍关注，而如何更快更好地把它贯彻到自己从事的教学实践中去，则成为大家集中思虑的问题。

向来以推动我国中小学教育事业发展为己任的北京师范学院出版社，闻讯后，随即会同《北京科技报》编辑部，共同邀请全国十四所著名中学（北大附中，人大附中，北师大二附中，北京师院附中，天津南开中学，华东师大一附中和二附中，上海师大附中，南京师大附中，福州一中和三中，东北师大附中，苏州中学，杭州学军中学）和北京教育学院二部的一些教学经验丰富且成绩显著的教师，针对大家所集中思虑的这个问题进行了深入讨论，并最后商定分工合作，各扬所长，以改革的精神为指导，编写一套配合中学语文、数学、英

语、物理、化学各科教学使用的参考性读物；每科初中和高中总的各编写一册。这套丛书每册均题名为“教与学”。

有人可能会问，编写这套丛书既然是为了解决教师所思虑的问题，那为什么在“教”之外还要冠名以“学”呢？这是因为，教与学是构成整个教学过程的基本矛盾的两方面，对立统一，不可分割。况且，教是为了学，教好是为了学好。不以学生学好为出发点的教师，很难教好；不了解教师的教学目的、内容和方法的学生，也不易学好。引申而言，这套丛书固然可供各科教师参阅，同时也可供学生参阅。正是基于这样的认识，我们期望这套丛书能成为中学师生的益友良师。

我们知道，任何期望的实现都是要付出代价的，而我们这个期望的实现，更要经过切实的努力。为此，我们早在一年前就着手准备，延请名师，组织队伍，深入研讨，认真编写，并成立编委会，分头把关，务求系统完整，科学实用。至于我们的期望能否实现，还有待实践检验，而中学师生是最权威的检验员。

1987年10月于北京花园村

目 录

第一章	力 物体的平衡	(1)
第二章	直线运动	(24)
第三章	力和运动	(42)
第四章	曲线运动 万有引力	(61)
第五章	机械能	(80)
第六章	物体的相互作用	(100)
第七章	机械振动和机械波	(118)
第八章	热学	(140)
第九章	电场	(180)
第十章	稳恒电流	(210)
第十一章	磁场	(250)
第十二章	电磁感应	(275)
第十三章	交流电	(299)
第十四章	电磁振荡和电子技术	(312)
第十五章	光学	(323)
第十六章	原子和原子核	(340)
第十七章	物理实验	(357)
综合练习题一		(362)
综合练习题二		(369)
综合练习题三		(377)

第一章 力 物体的平衡

力学是物理学的重要组成部分，它是整个物理学的基础。而研究物体受力并正确进行受力分析又是力学的基础。离开对物体正确的受力分析，求解力学问题就成了无本之木。

本章的复习应抓住受力分析和物体的平衡条件，建议如下安排复习：

一、知识要点分析

(一) 基本概念

1. 关于力的概念

(1) 力是一个物体对另一物体的作用。应强调①作用的相互性，有作用力必有反作用力。②力的物质性，即力不能脱离施力物和受力物而独立存在。

(2) 力的作用效果 ①使物体运动状态发生改变，即加速度效果。②使物体发生形变。③所谓合力和分力都是依作用效果相同为原则进行的互相替换的方法。

(3) 力的三要素 力的大小、方向、作用点。共点力就是指力的作用点相同的力。当然力的作用线相交于一点，也可称共点力。力是矢量，用图示法可以形象地表示力的三要素。应使学生注意：力的图示要有标度、刻度、箭头。如图

1-1所示。

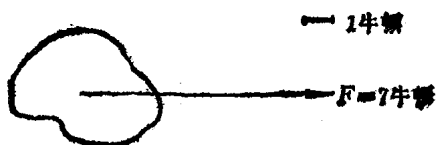


图 1-1

(4) 力的单位 在国际单位制，即SI制中，力的单位是牛顿(N)。日常生活中常用单位是千克(力)，1千克(力) = 9.8牛顿。

2. 关于常见的三种力：

(1) 重力(G) ①重力是由于地球对物体的吸引而产生的，重力的方向总是竖直向下。其反作用力应作用于地球的球心。②重力的作用点称为重心，均匀对称物体的重心在它的几何中心。不均匀物体的重心可用悬挂法判定。③重力的大小等于静止时(平衡态)物体对竖直悬绳的拉力或对水平支持物的压力。其量值可用弹簧秤测定。应使学生注意：上述弹簧秤示数，只有在平衡状态时才与重力量值相等。但它们既不是同一个力，也不作用于同一物体。④比重(ν)是物体的物理属性，反映单位体积某物质的重量。

$$\nu = \frac{G}{V}$$

(2) 弹力 ①产生条件：弹力是在相互接触且发生形变的两物体间产生的相互作用力。弹力应作用在使之形变的物体上，与接触面垂直，并指向形变前位置。如图1-2所示。②压力、拉力、推力、支持力、张力及浮力等都是按作用效果命名的弹力。③在弹性限度内，弹力的大小遵循胡克定律并

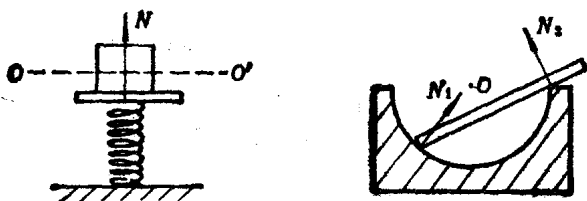


图 1-2

表示为:

$$F=kx$$

(k 为弹簧倔强系数,其大小因弹簧而异, x 为形变长度)

④压强(p):压力与受力面积之比称之为压强。即

$$p = \frac{F}{S}$$

(3) 摩擦力 ①当相互接触并有形变的两个物体沿接触面有相对运动(或相对运动趋势)时,产生的阻碍物体间相对运动(或趋势)的力称为摩擦力。②物体所受摩擦力的方向与它相对另一个和它发生摩擦作用物体运动方向相反。③摩擦力有静摩擦力和滑动摩擦力之分。静摩擦力的大小总是与使它具有运动趋势的外力大小相等,其大小是随外力变化的,但又不能超过某一极限——最大静摩擦力。关于这点在复习中应特别提醒学生注意。滑动摩擦力的大小可以表示为:

$$f = \mu N$$

(μ 表示滑动摩擦系数, N 表示物体间正压力)

3. 关于平衡概念

应讲清以下三点

(1) 平衡 中学所涉及的平衡,可分为两类:共点力作用下物体的平衡和有固定转轴物体的平衡。应使学生注意。

匀速转动也属于平衡之列，这里所说“平衡”与匀速圆周运动是“非平衡”状态是两回事，并无矛盾。

(2) 力矩 (M) ①力臂是指转动轴到力的作用线的垂直距离，而不是轴到力的作用点的距离。②作用在有固定转动轴的物体上的力所产生的转动效果是由力与力臂的乘积决定的，称之为力矩。

$$M = FL$$

(L 表示力臂)

规定使物体逆时针转动的力矩为正，反之为负。这里的正与负，只是讲转动效果，并不是力矩的真正方向。

在SI制中力矩单位是牛顿·米。

(3) 平衡条件 ①共点力作用下物体的平衡条件是物体所受合外力为零，即 $\sum F = 0$ 。②有固定转轴物体的平衡条件是作用在物体上所有力的力矩的代数和等于零，即 $\sum M = 0$ 。

(二) 基本规律

1. 关于牛顿第三定律

该定律又称为作用及反作用定律。其内容是：两物体之间相互作用力，总是等大、反向、并沿同一直线。这里应强调两点：①作用力和反作用力分别作用在两个物体上，彼此不会平衡。②总是同时出现、同时消失、同种性质，没有先后之分。

2. 力的合成法则

力是矢量，共点力的合成应满足矢量合成的基本法则——平行四边形法则。

平行四边形法则体现了在作用效果相同的前提下，合力与分力之间所遵循的规律。作用于物体上互成角度的两个共点力 (F_1 和 F_2) 的合力 R ，可以用表示这两个力的线段为邻

边所画的平行四边形的对角线来表示，如图1-3。

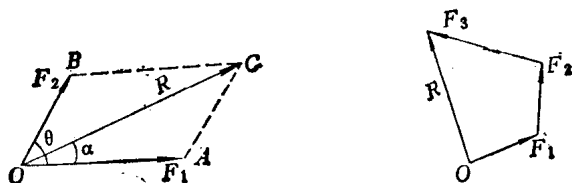


图 1-3

$R = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 + 2F_1F_2\cos\theta}$ 。其方向可表示为

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

应使学生注意下面几点：①关于上述关系式的推导过程。②所谓三角形法或多边形法只不过是上述法则的变形。③力的分解是力的合成的逆运算，仍遵循平行四边形法则。④平行四边形法则适用于一切矢量的计算，今后在速度、动量的计算中同样成立。⑤平行四边形法则已将各分力的作用用合力替代，故不能将合力与分力看成并存的对物体的作用力。

二、知识疑难辨析

(一) 正确地对物体进行受力分析：

这个问题是本章的重点也是难点。受力分析是指将物体受到的作用力一个不多、一个不少、一个不错地找出，作出受力图则是受力分析的最终成果。分析时应按照先重力后弹力，最后分析摩擦力的顺序进行。应注意帮助学生纠正以下

两个错误:

1. 分不清施力物体和受力物体, 错误地将A物对B物作用力, 视为B物对A物的力, 这种错误可称为张冠李戴.

2. 不会按照各种性质的力的产生的条件确定力是否存在, 受力图上常有画蛇添足及丢三拉四之类的错误.

(1) 关于弹力 常有学生将物体的重力与物体对支持面的压力相混淆, 甚至认为压力等弹力是由重力产生的. 必须跟学生讲清, 这是没有根据的. 重力和弹力之间并没有必然联系, 重力对物体而言是定值, 而弹力却与物体受力情况、运动状态有关. 为深刻理解之, 可安排下面一组练习:

试分析下面四图中A物对支持面M的压力, 并与重力比较. (由同学自己完成)

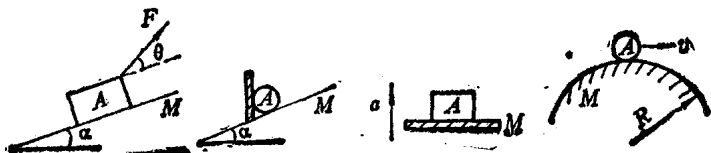


图 1-4

弹力分析中另一常见错误是认为只要接触就有弹力. 例如: 图1-5甲中, 已知物体A与地面之间最大静摩擦力 $f_m > F$, 试对A物受力进行分析. 常有学生画出图1-5乙所示的受力图.

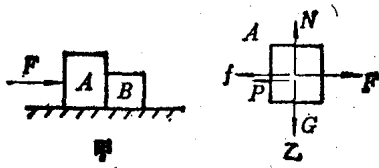


图 1-5

这里应向学生指出：B物体对A物体的弹力P，只有在A对B产生挤压作用时，才会产生。而该例中A自身所受静摩擦力 f ，完全可以平衡推力，所以AB间虽接触，并无挤压作用，不会产生弹力。这类例子还可举出下面一些，如图1-6所示：

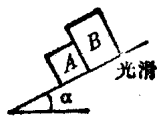


图 1-6

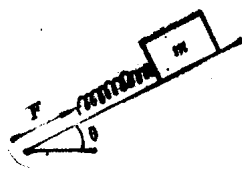


图 1-7

(2) 关于摩擦力 主要问题是静摩擦力。应明确静摩擦力只有在两物体间出现“相对运动趋势时”，即若去掉静摩擦力，物体将发生运动状态改变的情况下才会出现。它的存在完全是为使物体仍能处于平衡状态。换言之：只要没有静摩擦力物体也能平衡，静摩擦力就不会出现。从这个意义上讲，静摩擦力的产生具有被动性。

如图1-7所示，当沿斜向上对质量为 m 的物体施以推力 F 时，物体静止，试分析斜面与物体间的静摩擦力。

该题依物体平衡条件可讨论如下：

①当 $F = mg \sin \theta$ 时，无静摩擦力作用；②当 $F > mg \sin \theta$ 时，静摩擦力方向沿斜面向下，且满足 $F = mg \sin \theta + f$ ；③当 $F < mg \sin \theta$ 时，静摩擦力方向沿斜面向上，且满足 $F = mg \sin \theta - f$ 。显然用这种方法，不仅可以分析物体间是否存在静摩擦力；而且可以正确判定其方向。那种认为摩擦力总是阻力的说法是不对的。

(二) 关于合力与分力的量值关系

这也是常出错误的问题。对此必须使学生明确：对于互

成角度的共点力绝对没有合力一定大于分力的关系，它们的量值关系应由平行四边形法则确定。当分力 F_1 、 F_2 的量值一定时，改变其夹角 θ ，合力变化范围应为

$$|F_1 - F_2| \leq F \leq F_1 + F_2.$$

例如：两共点力，大小分别为10牛和5牛其合力大小可能是 ①14牛；②25牛；③6牛；④2牛。

依上述关系此题正确结果应是：①和③。反之在已知某力求其两个分力时也应注意上述关系。

例如：在下述说法中，选出正确说法 ①2牛的力能分解为6牛和3牛的分力；②2牛的力能分解为6牛和5牛的分力；③10牛的力能分解为两个10牛的分力；④10牛的力能分解为16牛和5牛的分力。

其中正确的只有②和③，而①和④违背上述关系，不能成立。

（三）力矩的平衡和力的平衡

任何物体的平衡，首先都要满足受力的平衡，即 $\sum F = 0$ 。只有这样物体才能不产生平动状态的改变。这个结论不仅用于可视为质点的物体，有固定轴的物体同样适用。只是由于有固定轴的物体受到轴的约束，不可能平动，所以我们只研究其转动中力矩的平衡。

任何物体的平衡又都应满足力矩的平衡，即 $\sum M = 0$ 。只有这样物体才不会发生转动状态的改变。有固定轴物体是这样，视为质点的物体也是这样。只是由于视为质点的物体受力为共点力，而共点力平衡时，力矩的平衡自不待言。总之力矩平衡与力的平衡是两类不同性质的平衡，要注意它们的区别，同时也要看到这两种平衡可从不同侧面反映物体的平衡，它们之间存在着有机联系，所以在求解同一问题时，

常可采用两种不同解法。(参看例题3)

(四) 分解的唯一性

在已知分力求合力时,可按平行四边形法,唯一地求出平行四边形对角线所对应的合力。而在已知某力,将它分解为两个分力时,按平行四边形法则却可以有无数组解,但这并不意味着它可以随意地分解。

应使学生注意:分力与合力是在相同作用效果的前提下的互相替换,也就是说在解实际问题时,某力的各个分力,必须有各自实际效果,如形变效果、加速效果等,在此意义上讲力的分解具有唯一性。

例 试分析图1-8甲中拉力 F 的分力及图1-8乙中重力 G 的分力。又当图1-8乙中绳OA被剪断瞬时,重力 G 的分力又如何?

图1-8甲中拉力 F 应按图1-9分解:

其中 $F_1 = F \cos \alpha$ 产生加速度效果;

$F_2 = F \sin \alpha$ 减小物体对平面的压力

图1-8乙中重力 G 可按图1-10甲分解。

其中 $F_1 = G / \cos \alpha$ 对OB绳产生拉力;

$F_2 = G \cdot \tan \alpha$ 对OA绳产生拉力。

当OA绳剪断瞬时, G 的分力也立即相应改变,其分力 F_1 、 F_2 如图1-10乙所示

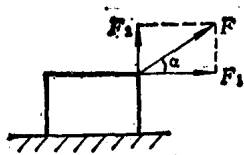
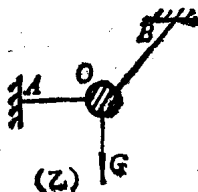
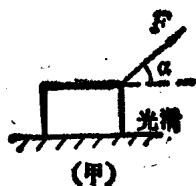


图 1-8

图 1-9

$F_1 = G \cos \alpha$ 对OB绳产生拉力；

$F_2 = G \sin \alpha$ 产生加速度效果。

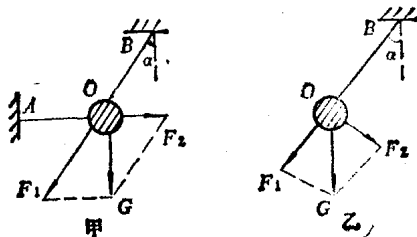


图 1-10

三、例题分析

例1 用力F把A、B两物体压紧在墙上，见图1-11。物体A、B之间及B与墙面之间均无相对移动，试分析物体A和B所受的力。

分析

(1) 分别确立A、B为研究对象，把它们从相互联系的物体系统中“隔离”出来；

(2) 按照先重力后弹力最后分析摩擦力的顺序并依据平衡条件，确定物体受力；

(3) 画出受力分析图：

在上述分析中应使学生注意两点：①区别平衡力与作用力反作用力。②隔离物体之间的相关性，例如：A给B的摩擦力的方向，必须依据A物体受力平衡时，摩擦力的方向才能判定。

例2 试分析图1-12中，绳OA所受拉力F，在下述过程中应如何变化？

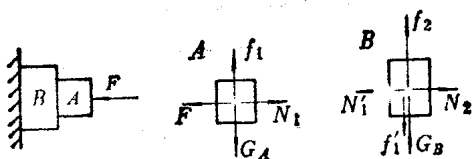


图 1-11

(1) 图甲中，保持O点位置不变，将绳的A端沿墙面向上移动。

(2) 乙图中，保持OA绳方向不变，缓慢地将均匀重棒拉起。

分析 甲图中以O点为研究对象是一共点力平衡问题。

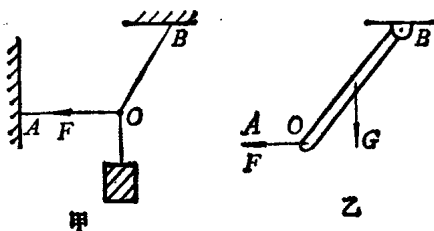


图 1-12

在A端上移过程中，拉力F与OB绳拉力 F_{OB} 的合力始终不变，而且 F_{OB} 方向也不改变。所以依平行四边形法，从图1-13可看出F首先应变小，直至OA与OB垂直时变为最小；随后又将增大。

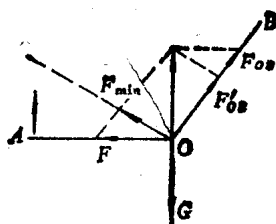


图 1-13

乙图为有固定转轴物体平衡问题，其平衡条件为：重力的力矩 M_G 与拉力的力矩 M_F 相平衡，即始终保持 $M_G = M_F$ 。

所以在缓慢拉起过程中：

$$L_G \text{ (重力的力臂)} \rightarrow M_G = M_F \rightarrow F$$

$$L_F \text{ (拉力的力臂)} \xrightarrow{\quad \uparrow \quad}$$

例3 在图 1-14 中，CB 是一根重量可以忽略的横梁，一端安在轴 C 上，另一端用钢索 AB 拉着；如果 B 点挂一个 40 公斤的重物 G，求钢索对 A 的拉力。

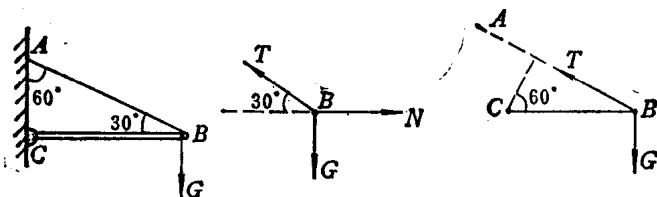


图 1-14

分析和解 对于横梁 CB 的 B 点而言，共受到三个力的作用：重物对 B 点向下的拉力 G，横梁对 B 点推力 N，悬绳 AB 对 B 点的拉力 T，B 点就是在这三个共点力作用下平衡的。如果以横梁为研究对象则是在重物对它的拉力 G 与悬绳对它的拉力 T，这两力对轴 C 的力矩作用下的平衡问题。总之该题可以用多种方法求解。

本题并不难，只要讲清上述问题，求解可由学生自己完成。还可进一步讨论：此题若考虑横梁重量或者重物并不挂在端点的情况，此时就不能按共点力平衡，而只能按力矩平衡处理。

例4 图 1-15 为我国使用的杆秤，O 处为提纽，A 处为挂钩，G 为秤杆的重心。设秤杆自重 $G = 1$ 斤， $OG = C = 2$ 厘米， $OA = a = 8$ 厘米，秤砣重 $G_1 = 2$ 斤，为使杆秤在不称物体