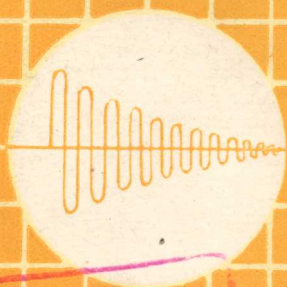


高中 物理教与学

湖南省益阳地区中学物理教学研究会
《中学物理教与学》编写组 编



湖南大学出版社

重庆师院图书馆

实行新大纲辅导材料

高中物理教与学

湖南省益阳地区中学物理教学研究会
《中学物理教与学》编写组 编

湖南大学出版社

内 容 简 介

本书是按照1987年2月重新修订的《全日制中学物理教学大纲》编目顺序编写的。每章分为：大纲内容、学习指导、典型例题、参考习题、习题参考答案五个部分。根据新大纲的要求，作者将每章的基础知识进行了系统的归纳总结；指出了值得注意的问题；精选了适量的典型例题和习题，以助读者牢固系统地掌握基础知识，突破、加深对于重点和难点知识的理解、巩固、提高。

本书可供高中学生学习物理课程和物理教师教学时参考；亦适用于师范学院物理专业、各类中专、中技广大师生教学和学习时参考。

高 中 物 理 教 与 学

湖南省益阳地区中学物理教学研究会

《中学物理教与学》编写组编



湖南大学出版社出版发行

(长沙岳麓山)

湖南省新华书店经销

长沙政治军官进修学院印刷厂印刷



787×1092 32开 12.75印张 286千字

1987年12月第一版 1987年12月第一次印刷

印数：00001—25000册

ISBN7—314—00180—4/G·26

统一书号：7412·26 定价：2.60元

前 言

国家教委于1987年2月，重新修订和颁布了《全日制中学物理教学大纲》，这是中学物理教学中的一件大事，广大师生必须认真学习，全面理解，迅速贯彻。

新修订的大纲遵循我国现阶段教育总目标的要求，立足于提高全民族的素质，体现了坚持贯彻改革、转变教育思想、改进教学方法的精神。

在物理教学目的上：在学生掌握的知识方面，阐述为“从进一步学习和从事社会主义建设两方面的需要，即中学物理教学必须使学生比较系统地掌握学习现代科学技术和从事社会主义建设需要的物理基础知识，了解这些知识的实质应用”。

在能力方面：突出物理学的特点，使得要求更为明确。阐述为“要培养学生的实验观察能力、思维能力、分析和解决实际问题的能力”。

在思想教育方面：阐述为“在教学中要注意培养学生学习物理的兴趣；要重视科学态度和科学方法的教育；要鼓励独立思考 and 创造精神。要结合物理教学进行辩证唯物主义教育和爱国主义教育”。

在物理教学内容安排上：阐述为“物理教学内容要适应社会主义现代化建设的需要；要重视对学生进行思想教育；要贯彻理论联系实际的原则；深广度应符合多数学生的接受能力。”高中物理部分内容与原大纲比较，变动较大的是：原大纲中方括号内36项知识，作为只学不考查的内容，新大纲中全部去掉方括号，其中12项改为必学内容，其它24项改为选学的内容。

我们在深入学习新大纲的基础上，为适应贯彻新大纲的需要，组织了《中学物理教与学》编写组，为高中学生与教师编写了此书，它包括高中物理全部课程。

为了便于阅读，本书按照大纲编目，即现行高中物理课本的章节顺序编排。每章分为“大纲内容”，“学习指导”，“典型例题”，“参考习题”，“习题参考答案”五个部分。现将各部分的具体内容与作用分别介绍如下：

一、大纲内容——严格按照大纲编目，原原本本抄录大纲内容，供读者学习、对照。

二、学习指导——根据大纲要求，对各章知识做了系统的归纳总结，并提出了学习中应注意的问题，帮助读者系统地掌握基础知识，辨析疑难。

三、典型例题——对各章的重点知识，难点知识，都安排和精选了不同类型的例题，帮助读者掌握重点，突破难点知识加深理解。

四、参考习题——按照大纲编排的知识点，都选编了常见类型的练习题，习题内容既突出了重点知识，也注重了基础知识的复盖面，帮助读者巩固所学基本知识和提高解题能力。为物理爱好者开拓思路的需要，也编入了少量有一定难度的习题，并在题号旁标有※号。

五、习题参考答案——给出全部习题的参考答案，供读者参考。

参加本书编写工作的人员有（按姓氏笔画排列）王锡林、朱光军、谷忠宙、肖子才、张子林、罗达明、罗迪吉、罗镜明、徐克用、黄来貽、符衍禧、戴健秋。湖南省物理学会副理事长、湖南大学何维杰副教授对全书进行了审阅。

由于我们水平有限，书中定有缺点错误，恳请读者提出宝贵意见。

编者 1987年8月

目 录

第一章	力 物体的平衡	(1)
第二章	直线运动	(29)
第三章	力和运动	(53)
第四章	物体的相互作用	(81)
第五章	曲线运动 万有引力	(104)
第六章	机械能	(129)
第七章	机械振动和机械波	(153)
第八章	分子运动论 热和功	(174)
第九章	固体和液体的性质	(186)
第十章	气体的性质	(190)
第十一章	电场	(218)
第十二章	稳恒电流	(259)
第十三章	磁场	(286)
第十四章	电磁感应	(304)
第十五章	交流电 电子技术	(339)
第十六章	光的传播	(362)
第十七章	光的本性	(378)
第十八章	原子和原子核	(389)

第一章 力 物体的平衡

一、大 纲 内 容

力的概念。

重力。

弹力。

静摩擦力，滑动摩擦力，滑动摩擦力公式和滑动摩擦

系数。

共点力的合成。平行四边形法则。矢量和标量。

力的分解。

共点力作用下物体的平衡及其平衡条件。

有固定转动轴物体的平衡及其平衡条件。

*物体平衡的种类。*稳度。

学生实验：

1. 互成角度的两个共点力的合成。

2. 有固定转动轴物体的平衡。

演 示：

1. 用悬挂法测定薄板形物体的重心。

2. 显示坚硬物体受力时发生的微小形变。

3. 物体形变时产生弹力。

4. 滑动摩擦系数的测定。

5. 力的合成的平行四边形法则。

6. 合力的大小跟分力夹角的关系。

7. 力的分解。
8. 共点力作用下物体的平衡条件。
9. 力矩的作用。
10. 有固定转动轴物体的平衡条件。
- *11. 物体平衡的种类。
- *12. 稳度跟重心高低、支面大小有关系。

说明：

1. 在静摩擦力的教学中要求学生了解最大静摩擦力的概念，不讲静摩擦系数。

2. 互成角度的力的合成和分解，主要讲作图法，使学生懂得矢量有不同于标量的运算规则。在计算方面，只要求学生掌握能用直角三角形的知识求解的问题。

3. 掌握物体受力分析的方法，能正确画出物体的受力图，要在整个力学教学过程中逐步达到。本章教学，只要求学生学会处理受力情况比较简单的问题。

4. 不讲物体的一般平衡条件，利用共点力作用下物体的平衡条件解题时，受力物体都是指可以看着质点的。利用力矩平衡求解的题目，仅限于有固定转动轴的情况。

5. 在高中，要求学生理解有效数字的意义，在实验测量中能按有效数字规则读数。但在各种计算中，不要求按有效数字规则进行运算，运算结果一般取两位或三位数字就可以了。

二、学 习 指 导

本章是高中物理的第一章，是学习力学乃至全部物理学的重要基础。对本章学习的具体要求是：

(一) 正确理解力的概念。认识：

1. 力的物质性：力的存在和传递都离不开物质，有力存在就必定有受力物体和施力物体同时存在。

2. 力的矢量性：大小、方向、作用点是力的三要素。通常用一根带有箭头的直线段表示一个力：有向线段的长短表示力的大小，箭头所指方向表示力的方向，箭头或箭尾表示力的作用点，这叫力的图示。

力的大小可以用弹簧秤（测力计）测定，也可以按一定的规律计算求得。

在国际单位制中，力的单位是牛顿。质量是1千克的物体重量是9.8牛顿，或 $1 \text{ 千克（力）} = 9.8 \text{ 牛顿}$ 。

使用弹簧秤（测力计）必须注意不超过量程，测力计的轴线在力的作用线的延长线上。

3. 力的对偶性：力总是成对出现，有作用力，必有反作用力。作用力和反作用力大小相等，方向相反，性质相同，分别作用在相互作用的物体上。二者同时存在，同时消失。

4. 力作用效果的瞬时性：力的作用既可以使物体的体积、形状发生变化，也可以使物体的运动状态发生变化。这些效果因物体受力而出现，因不受力而消失，受力与效果同时出现，没有先后之分。

5. 力的独立作用原理：一个力对物体的作用效果不因有别的力存在而发生改变。

（二）进一步认识重力、弹力、摩擦力等的产生条件，大小和方向。

（三）能正确分析物体的受力情况，画出物体的受力图。正确地分析物体受力情况，画出受力图，是解决力学问题的重要基础。通常采用“隔离法”。具体步骤是：首先确定受

力物体，把它“隔”开来，然后找全和它有直接接触的物体，即施力物体，依次找出“隔离体”所受的重力、弹力和摩擦力等作用力，画出相应的各个力。

表 1—1

力的分类		产生条件	大 小	方 向
重 力		地球的吸引	物体的重量 $G=mg$	竖直向下
弹 力		1. 物体相互接触; 2. 物体发生弹性形变。	在弹性限度内与形变成正比 即 $F=kx$ 。或与引起形变的外力大小相等。即 $F=F_{\text{外}}$ 式中 K 叫倔强系数	垂直于接触面和物体形变的方向相反。
摩 擦 力	静摩擦力	1. 物体接触且互相挤压; 2. 有相对运动趋势。	和引起相对运动趋势的力的大小相等，在 0 和 f_m 之间	平行于接触面，和相对运动趋势方向相反。
	滑动摩擦	1. 物体接触且互相挤压; 2. 相对运动。	和物体间正压力成正比， 即 $f_{\text{滑}} = \mu_{\text{滑}} N$ 。或和使物体作匀速直线运动的外力大小相等。	平行于接触面，和相对运动方向相反。

在分析物体受力情况时，要注意：

1. 任何物体都受地球的作用，因此除了已说明不计重力的情况外，一般都要考虑重力。

2. 力不能凭空产生，关于弹力和摩擦力要注意，接触是必要条件，形变、相对运动趋势或相对运动是充要条件。即遇

到物体之间相互接触,就要注意有无弹力或摩擦力存在。但是,物体之间相互接触,不一定会有弹力和摩擦力存在,还必须分析有无形变、相对运动的趋势或相对运动存在。通常可以采用先假设这个力不存在,看物体的运动状态是否发生变化,如果发生变化就必有这个力存在,如果不发生变化,就没有这个力存在。

3. 在分析物体受力情况时,是根据力的性质,而不是根据力的效果,所以分析物体受力时,所列举的力都是性质力,不是效果力。

4. 力作用在物体上有改变平动或转动状态两种不同的效果。作平动的物体可以看作质点。因此,作用在作平动,或者撤去一个力将发生平动的物体上的各个力的作用点都可以当作在物体的重心上,即它们有公共的作用点,叫共点力。否则,在作受力图时,应注意重力的作用点是重心,弹力和摩擦力的作用点,则是它们各自对应的接触点,不能任意移动。

(四) 理解合力与分力的概念,掌握力的合成与分解的法则,会图解及计算。了解矢量与标量的含意与区别,并了解力的合成与分解的法则对于其他矢量同样适用。要着重理解:

1. 合力和各个分力是一一对应的,它们之间的唯一联系就是“产生的效果相同”。力的合成和分解,实质是力的取代问题。

① 力的合成是用一个力取代同时作用在物体上的几个力,要求几个力同时作用在物体上的效果,一般就是要求出这几个力在作用效果方向上的合力。

力的分解是力的合成的逆运算,是用几个力取代某一个力。当要求某一个力在一定方向上的效果,就运用力的分解,

将这个力分解为一个在效果方向上的力和一个在与效果方向垂直的方向上的力。

② 共点力的合成法则是平行四边形法则或三角形法则。合力或分力的大小和方向都可由作图法决定，也可由解析法，运用几何原理或三角函数计算求得。

③ 分力一定，合力也一定，因此力的合成的解是唯一的。力的分解因和一个力效果相同的分力可能有无数组，因此力的分解的解是不定的。具有唯一解的条件是已知一个分力的大小和方向，或者已知两个分力的方向。

2. 矢量和标量是两类不同性质的物理量。它们的区别如表1—2所述。

表 1—2

物 理 量	矢 量	标 量
意 义	不仅有大小，而且有方向且遵循平行四边形合成法则	只有大小，（或正负）
表示方法	正、负号表示方向相反，没有大小的含义。	正、负号表示大于或小于零、增加或减少，具有大小的含义。
加减运算方法	遵循平行四边形（三角形）法则；即服从几何运算法则。	服从代数运算法则。

（五）了解物体的平衡和平衡条件的概念，正确理解力臂和力矩的概念，能根据给定的力和转轴确定力臂，求出力矩的大小，辨别力矩的正负。掌握物体平衡的条件，并能运用平衡条件解答有关问题。

1. 处于静止状态或作匀速直线运动的物体都是保持平衡

状态的物体，其最明显的特征就是运动状态不发生改变。

使物体保持平衡状态，作用在物体上的力的大小、方向和作用点必须满足物体的平衡条件。

① 在共点力作用下物体的平衡条件是合力为零，即 $\Sigma F = 0$ 。

两个共点力平衡必须大小相等，方向相反，作用在同一直线上。

三个共点力平衡必须满足：依次将三个力矢量首尾联接，构成一个封闭三角形，如图 1—1，即：

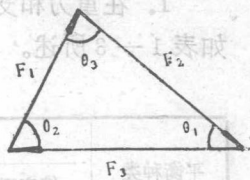


图 1—1

$$\frac{F_1}{\sin \theta_1} = \frac{F_2}{\sin \theta_2} = \frac{F_3}{\sin \theta_3}$$

几个共点力平衡，其中一个力的平衡力就是其它几个力的合力。

② 有固定转轴物体平衡的条件是作用在物体上各个力的力矩的代数和为零，即：

$$\Sigma M = 0$$

力矩是力和力臂的乘积，它是表示力对物体的转动作用的物理量，单位是“牛顿·米”。使物体沿反时针方向转动的力矩规定为正。要注意：力矩是使物体转动状态发生改变的原因，不是物体转动的原因。力矩的正、负，只涉及力矩引起的物体的转向，并不表示力的方向。

力臂是转轴到力的作用线的垂直距离。产生力矩的力的作用线一定不过转轴，也不平行于转轴。

2. 物体的平衡条件的应用：处理物体平衡问题，关键在于正确运用平衡条件。因此一般分析解题的思路是：首先确定研

研究对象，判别是质点，还是刚体。然后运用隔离法，分析受力，作好力图。是质点，则运用共点力的合成，求出合力，根据平衡条件 $\Sigma F = 0$ ，列方程，求解；是刚体，则确定转轴，列举力矩，根据平衡条件 $\Sigma M = 0$ ，列方程，求解。

(六) 了解物体平衡的种类以及决定稳度大小的因素。能正确判定物体平衡的类型。

1. 在重力和支持力作用下处于平衡的物体的分类和特点如表 1—3 所述。

表 1—3

平衡种类	特 点	
	偏离平衡位置后，重心位置变化。	偏离平衡位置后，重力和支持力的合力的方向
稳定平衡	升高	和偏离方向相反
随遇平衡	不变	为零
不稳平衡	降低	和偏离方向相同

2. 稳度：物体稳定的程度。即使物体发生倾倒的难易程度。注意不是指所需推力的大小，而是指所需推力冲量的大小。

稳度的大小和物体重心的高低、支承面的大小有关。

在本章的学习中，要注意：

(1) 重力与物体对支承物的压力的联系和区别：

① 物体对支承物有压力是因为物体受了力的作用。放置在水平支承面上，处于平衡状态的物体对支承面的压力大小和物体所受重力（物体的重量）的大小相等。如果支承面不是水平的，或物体在水平支承面上，但不是处于平衡状态时，重力和压力的大小不相等。

② 重力是地球对物体的吸引力，方向总是竖直向下；压力是由于物体发生形变而有的力，方向总是垂直指向支承面。

(2) 摩擦力是阻碍物体发生相对运动的力，它可以是运动的阻力，也可以是运动的动力。静摩擦力是一个有极大值的变力，在没有达到最大值以前，随使物体产生运动趋势的外力增大而增大，从而平衡产生运动趋势的外力，阻止相对运动发生。当产生运动趋势的外力大于静摩擦力的最大值，物体就发生滑动，此时静摩擦力转化为滑动摩擦力，由变力转化为恒力：

$$f = \mu N。$$

(牛) 在本章的学习中，要求通过实验测定滑动摩擦系数。

测定滑动摩擦系数的原理是物体处于平衡状态时合力为零。利用物体在水平板上滑动进行测量时，因为只有当物体匀速滑动时，在水平方向上才有： $F = f = \mu mg$ ，所以要做好实验必须注意长木板一定要调成水平，物体的运动一定要十分接近匀速。

(3) 本章要求通过实验研究互成角度的两个力的合成。在作互成角度的两个力的合成时，描绘两条细绳的方向一定要准确，必须根据力的大小，按相同的比例画出力的大小。

(4) 在用力矩盘研究有固定转轴物体的平衡时，其中一个力是弹簧秤的弹簧的弹力，而不是钩码的重力，这可以使这个力取任意值。

为了避免由于重力的力矩，引起实验误差，力矩盘的重心必须与转轴重合。如果不重合，可以在开始实验前，让力矩盘处于自由静止状态，通过转轴作一条竖直线，然后在每次实验中，都保持这条线在竖直方向。

三、典型例题分析

例1. 求图1—2中三个力 $F_1 = 20$ 牛, $F_2 = 50$ 牛, $F_3 = 30$ 牛的合力的大小和方向。

解法一: 运用力的合成的平行四边形法则。如图1—3, 按比例20牛/厘米作 $OF_1 = 1$ 厘米, $OF_2 = 2.5$ 厘米, $OF_3 = 1.5$ 厘米, 分别表示力 F_1 、 F_2 、 F_3 。以 OF_1 、 OF_2 为邻边作平行四边形 $OF_1F'F_2$, 画出对角线 OF' , 得 F_1 与 F_2 的合力。再以 OF' 、 OF_3 为邻边作平行四边形 $OF'FF_3$, 画出对角线 OF , 即为 F_1 、 F_2 、 F_3 的合力。量得 $OF = 3.8$ 厘米, $\angle FOF_3 \approx 54^\circ$ 。故求得 F_1 、 F_2 、 F_3 的合力 F 的大小为: $F = 20 \times 3.8 = 76$ (牛), 方向为与 F_3 的夹角 $\theta = 54^\circ$ 。

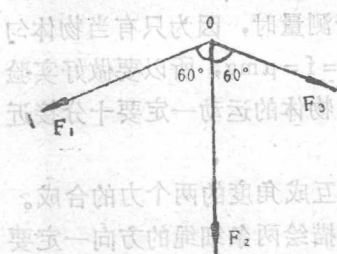


图1—2

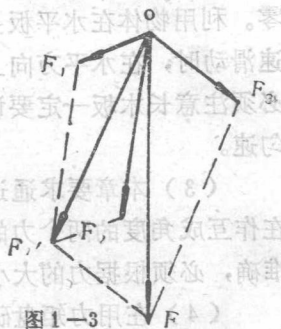


图1—3

解法二: 运用力的合成的多边形法则, 如图1—4按比例20牛/厘米, 依次首尾连接作线段 $OF_1 = 1$ 厘米, $F_1F_2 = 2.5$ 厘米, $F_2F_3 = 1.5$ 厘米, 分别表示力 F_1 、 F_2 、 F_3 。最后连接 OF_3 , 即得 F_1 、 F_2 、 F_3 的合力, 量得 $OF_3 = 3.8$ 厘米, $\angle F_1F_3O = 54^\circ$ 。
 F_1 、 F_2 、 F_3 的合力 $F = 20 \times 3.8 = 76$ (牛), F_1 、 F_2 、 F_3

的合力 F 的方向与 F_3 的夹角 $\theta = 54^\circ$ 。

解法三：利用三个互成 120° 的大小相等的力的合力为 0，在图 1—2 所示 F_1 、 F_2 、 F_3 的力图中，增加三个大小均等于 F_1 的，互成 120° 角的三个力 F_1' 、 F_2' 、 F_3' ，如图 1—5 所示。则 F_1 、 F_2 、 F_3 的合力和 F_1 、 F_2 、 F_3 、 F_1' 、 F_2' 、 F_3' 的合力相同。则可求得 F_1 、 F_2 、 F_3 的合力的大小：

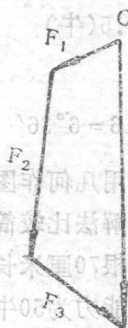


图 1—4

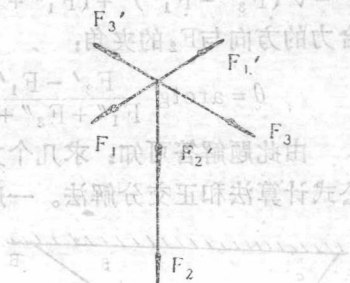


图 1—5

$$F = \left[(F_2 + F_1)^2 + (F_3 - F_1)^2 + 2(F_2 + F_1)(F_3 - F_1) \cos 60^\circ \right]^{\frac{1}{2}}$$

$$= 75.5 \text{ (牛)}$$

合力 F 的方向与 F_3 的夹角：

$$\theta = \arctg \frac{(F_2 + F_1) \sin 60^\circ}{(F_3 - F_1) + (F_2 + F_1) \cos 60^\circ} = 53^\circ$$

解法四：将 F_1 、 F_3 沿 F_2 的方向和垂直 F_2 的方向分解，如图 1—6 所示，得：

$$F_1' = F_1 \sin 60^\circ = 18.3 \text{ (牛)}$$

$$F_3' = F_3 \sin 60^\circ = 26.08 \text{ (牛)}$$