



高中物理 综合能力培养

北京市第八中学
徐志方 韩履志

主编

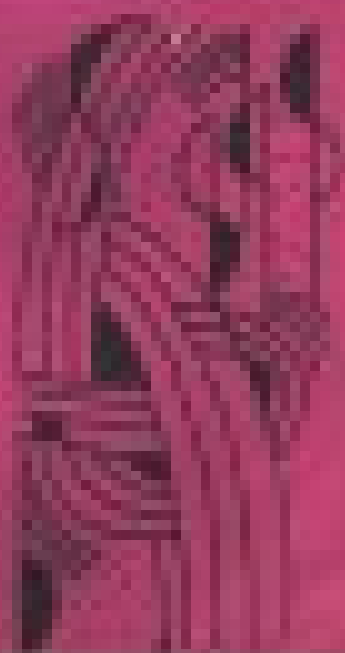




高中物理 综合能力培养

高中物理综合
能力培养

高中物理



高中物理综合能力培养

北京市第八中学

徐志方 韩履志 主编

科学技术文献出版社

1989

内 容 简 介

本书是根据国家教委1987年颁布的全日制中学物理教学大纲的要求和规定编著而成的。

全书按照力学、热学、电学、光学、原子物理学、实验等十五章内容逐章地总结概念和规律，并力求将重点概念及易发生混淆和易产生之错误剖析清楚。为使读者从题海中解脱出来，各章均搜集了各类题型，并介绍解题思路 and 不同解法，可使读者举一反三，增强应变能力。

在题型选编和习题配备上力求新颖，具有典型性、灵活性。还增加了标准化命题的比例，以适应各类考试之需。

本书可供自学青年，在职职工和高中毕业生使用。

高中物理综合能力培养

北京市第八中学

徐志方 韩履志 主编

科学技术文献出版社出版

河北永清印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

787×1092毫米 32开本 11.375印张 244千字

1989年5月北京第一版第一次印刷

印数：1—8000册

社科新书目：221—170

ISBN 7-5023-0788-5/G·283

定价：3.30元

编者的话

为了满足高中在校生复习功课和青年自学者学习高中课程的需要，北京市第八中学多年担任高中三年级教学工作的部分高级教师主编了这套辅导读物。本辅导读物包括语文、数学（上、下册）、英语、物理、化学、历史、地理七个分册。

本辅导读物以国家教委颁布的全日制中学教学大纲为依据，以“巩固知识、培养能力、开发智力”为编写宗旨，对中学新教材所涉及的基础知识、基本概念进行了系统的归纳和阐释，把纷繁丰富的知识梳理成线条清晰的“系统”，同时注意揭示教材各部分内容的内在联系，以便读者在复习和自学高中课程时“有章可循”。

本辅导读物各分册均附有知识覆盖率较高、题型灵活多样的练习题及参考答案。本辅导读物主编教师根据自己多年的教学经验及青年学生解题时易出现的问题，从思考的角度、思考的“路数”等方面，有重点地给予“点拨”。我们相信对读者是会有裨益的。

由于我们的水平有限，加之时间仓促，错误与不当之处在所难免，欢迎批评指正。

.. 1988年10月

目 录

第一章	力、物体的平衡	(1)
第二章	变速运动	(30)
第三章	运动定律	(59)
第四章	功和能	(89)
第五章	动量	(111)
第六章	振动和波	(136)
第七章	热学	(158)
第八章	电场	(187)
第九章	稳恒电流	(215)
第十章	磁场和电磁感应	(243)
第十一章	交流电、电磁振荡和电磁波	(274)
第十二章	几何光学	(290)
第十三章	光的本性	(315)
第十四章	原子物理	(331)
第十五章	实验	(343)

第一章 力、物体的平衡

本章分为三部分：力的概念，力的合成与分解，物体的两种平衡。

概念与规律

一、力

(一) 力的概念：力是物体对物体的作用。

1. 力是物体间相互作用的表现，它不能离开物体而存在，相互作用的每一方既是施力者也是受力者。

2. 力的效果：是使作用力双方，或者改变运动状态，或者产生形变。

3. 力是矢量：力的效果要由力的大小、方向、作用点三个要素来决定，它可用有向线段表示。

4. 力总是成对出现：牛顿第三定律描述了这一对力的关系——它们总是同时出现同时消失、大小相等方向相反、沿着同一条直线、属于同一性质、分别作用在相互作用的两个物体上。

(二) 三种力

1. 重力：就是物体的重量是由于地球对物体的吸引而使物体受到的力。

(1) 方向：竖直向下。

(2) 大小：地球表面上的物体或地球表面附近的物体所受重力 $G = mg$ ($g = 9.8 \text{米/秒}^2$)。

(3) 重心：物体各部分所受重力的合力的作用点，质量分布均匀并且形状规则的物体，重心在其几何中心。

(4) 重力是场力：地球上的物体都受到重力的作用。

(5) 超重和失重：物体的重量跟它的运动状态无关。超重和失重是指某一系统在竖直方向有加速度时，系统内的物体，跟它相依托的物体之间的作用力发生了变化。超重：作用力大于重力；失重：作用力小于重力。而物体所受重力大小仍等于 mg 。

2. 弹力：互相接触的物体，因发生弹性形变而产生的相互作用力。弹力是接触力。

(1) 产生条件：接触和弹性形变。

(2) 大小：一个物体所受弹力，要由物体受力情况和运动情况来决定。

(3) 方向：两个坚硬物体之间的弹力方向，垂直于接触面。悬链绳索等柔软物体跟其它物体之间的弹力方向则沿悬链绳索方向。

3. 摩擦力：互相接触的物体，因相对运动或有相对运动的趋势，而在接触面上产生的阻碍相对运动的力。摩擦力是接触力。

(1) 产生条件：接触面不光滑、存在压力、有相对运动（或相对运动的趋势）。

(2) 大小： $f_{\text{滑}} = \mu N$ (N 是正压力)， $f_{\text{静}}$ 的大小在零与 f_m 之间 (f_m 为最大静摩擦力，它是物体处于静与动的临界状态时所受的摩擦力)。

(3) 方向：跟相对运动方向（相对运动趋势的方向）相反。

(三) 几点注意

1. 关于力的概念：要将一对作用力与反作用力和一对平衡力区别开。一对平衡力是作用在一个物体上，使物体保持平衡，当一个力变化或消失时，另一个力并不一定变化或消失。

2. 关于弹力

(1) 物体之间是否有弹力，要从物体的运动状态中分析物体间是否存在挤压，如图1-1球与AB面无弹力。如图1-2物体A托着物体B一起做竖直上抛运动的过程中A与B间无弹力。

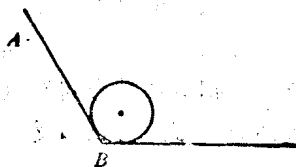


图 1-1

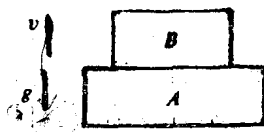


图 1-2

(2) 弹力大小由物体受力情况和运动情况来决定：图1-3中小球 m 在不同情况下，绳给球的拉力不同。

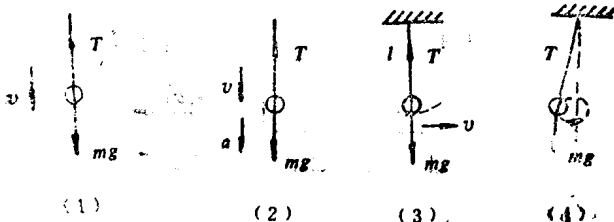


图 1-3

(1) 球栓于绳端匀速向下： $T = mg$

(2) 球栓于绳端匀加速向下： $T = mg - ma$

(3) 球栓系绳端摆动到最低点: $T = mg + m \frac{v^2}{l}$

(4) 球做圆锥摆运动时: $T = mg / \cos \alpha$

3. 关于摩擦力

(1) 静摩擦力中所说的相对运动趋势的方向, 就是假设接触面光滑的情况下, 物体相对运动方向, 该力的大小随物体受力情况和所处运动状态在 $0 - f_m$ 之间变化 (物体处于平衡时, 静摩擦力由力平衡方程求出, 物体匀变速运动时, 静摩擦力由动力学方程求出)。

(2) 要区别两个方向: 一般说的物体运动方向, 是指物体相对于地面的方向。摩擦力定义中的“物体相对运动方向” (或“物体相对运动趋势的方向”), 是指物体相对接触部分的方向, 摩擦力方向一定与“相对运动方向” (相对运动趋势的方向) 相反。但与物体运动方向可以相反, 也可以相同。图1-4、1-5、1-6

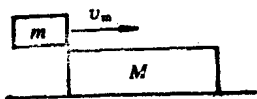


图 1-4



图 1-5

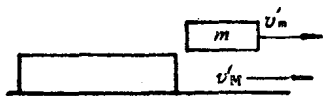


图 1-6

如图1-6中长木板 M 置于光滑的水平地面上, 一个质量为 m 的物体以水平速度 v_m 飞落在 M 上, m 在 M 表面滑动过程中, m 所受摩擦力与 m 的运动方向相反, 这个摩擦力是阻力, 对 m

做负功。 M 所受摩擦力与 M 的运动方向相同，这个摩擦力是动力，对 M 做正功。

总之，分析物体受力情况，首先要确定研究对象，再从物体运动情况和所处的环境，按照重力、弹力、摩擦力的顺序去分析。宏观物体一定受到重力的作用，至于弹力和摩擦力要根据两种力的特点加以分析判定。在隔离物体分析受力时，还要注意牛顿第三定律的应用。

二、力的合成与分解

(一) 合力与分力：一个力，它单个作用在物体上产生的效果与几个力共同作用在物体上产生的效果相同，那么这单个力叫做那几个力的合力，那几个力是这单个力的分力。

(二) 共点力的合成，求几个已知力的合力。

1. 平行四边形法则：根据力的等效性，通过实验得出合力和分力关系，遵循平行四边形法则，如图 1-7， F 是 F_1 、 F_2 的合力。

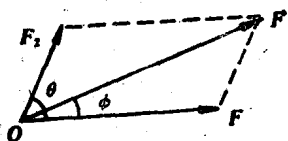


图 1-7

由法则可得：当分力大小不变时，合力将随分力的夹角的变化而变化，合力大小变化范围是 $|F_1 - F_2| \leq |F| \leq |F_1 + F_2|$

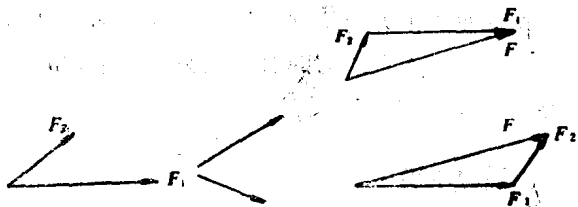


图 1-8

2. 三角形法则：由平行四边形法则的简化得到求合力的常用方法，如图1-8。

(三) 共点力的分解
解：求一个已知力的分力，力的分解同样遵循平行四边形法则，如图1-9。

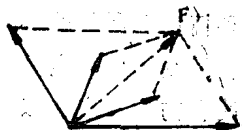


图 1-9

由图可知一个已知力可以分解为无数对大小方向不同的分力，因此力的分解一定要根据力的实际效果来分解。

(四) 几点注意

1. 力的合成与分解是根据力的等效性，在研究分力（或合力）作用时，应该认为合力（或分力）已不存在。

2. 区分两种情况：在力的合成问题中已知分力求合力时，分力夹角越大，所得的合力越小。在力的分解问题中，已知合力求分力时，分力夹角越大，所得分力越大。

3. 力的正交分解：把力沿着互相垂直的方向作分解，叫力的正交分解。解决质点受多个力作用问题，常用力的正交分解，将力分解在直角坐标轴上，可简化运算。为解题方便，一定要根据质点的受力和运动状态，确定好直角坐标的方位，应能使多个力与轴同方位，并要有助于已知角的应用，对于运动的质点，力的直角坐标，一个轴的正方向，一般应与运动方向相同。

三、两种平衡

(一) 共点力的平衡

1. 研究对象：可视为质点的物体。
2. 平衡状态：质点静止或匀速直线运动。
3. 平衡条件：质点所受合外力等于零，即 $\Sigma \vec{F} = 0$ ，在力正交分解情况下可表示为分量式：

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

(二) 有固定转轴物体的平衡：是解决共面但非共点力作用的物体平衡问题的方法。

1. 研究对象：可绕轴转动的物体（该物体不能视为质点）。
2. 平衡状态：静止或绕轴匀速转动。
3. 平衡条件：

(1) 力臂和力矩：力臂用字母 L 表示，它是从转轴到力的作用线的垂直距离；力矩用字母 M 表示，它是力和力臂的乘积，即 $M = FL$ 。

(2) 平衡条件：顺时针力矩的和等于逆时针力矩的和。即 $\Sigma M_{\text{顺}} = \Sigma M_{\text{逆}}$ 。

(三) 解决平衡问题的步骤

解质点平衡问题的步骤：1. 确定研究对象；2. 分析物体受力，画出受力图；3. 建立直角坐标，将力正交分解；4. 列出质点在两轴上的力平衡方程求解。

解决有固定转轴物体平衡问题的步骤：

1. 确定研究对象；2. 分析物体受力情况，画出受力图（不画与轴相接处的受力）；3. 确定各力对转轴的力臂，列出对转轴的力矩平衡方程求解。

题型举例

一、根据共点力的平衡条件，判定物体的运动状态

合力为零，物体处于平衡状态，若合力不为零，质点将沿合力方向出现运动状态的变化：

例 1 下面几组力，哪一组力共点作用在物体，可使物体保持平衡：

- (1) 2 牛、5 牛、9 牛；
- (2) 20 牛、9 牛、5 牛、15 牛；
- (3) 20 牛、30 牛、20 牛；
- (4) 9 牛、19 牛、8 牛。

解 哪组的力满足共点力的平衡条件，哪组就可使物体保持平衡。该题只知力的大小，不知其方向（有关角度），不能通过计算合力的方法来选择。可应用这两条力学规律，即①二力之合力有确定范围；②两个共点力（或三个共点力）平衡有特点来分析。若分析四个共点力是否平衡，可将力任意结成两对，求出每对合力的范围，若有共同值，则可使物体平衡。三个共点力是否平衡，可求出任意两个分力的合力范围，如果在此合力的范围中，包含第三个分力的值，那么这三个共点力也可使物体平衡。经分析第 2 组力和第 3 组力均能使物体保持平衡。

注：三个共点力平衡的特点：任意二个分力的合力必与第三个分力是一对平衡力。

例 2

如图 1-10 所示，斜面上放一物体 m 恰能在斜面上匀速下

滑，如果在物体 m 的水平面上再加一重物时，物体 m 将怎样运动？

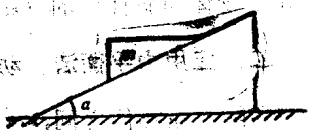


图 1-10

解³ 例题 1 中的物体，并没给出它所处的环境，是个抽象物体，本题则是一个具体的物体，解题就应从受力分析做起。分析出在 m 上放重物后，系统（ m 与重物）所受外力的关系，便可得出物体的运动情况。

解第一种情况时，取 m 为研究对象，并视其为质点。受力、坐标如图 1-11

m 匀速下滑，由平衡条件

$$\Sigma F_x = 0 \quad mgsina - f = 0$$

$$\text{即, } f = mgsina \quad (1)$$

$$\Sigma F_y = 0 \quad N - mgcosa = 0$$

$$\text{即 } N = mgcosa \quad (2)$$

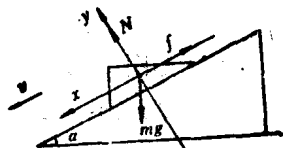


图 1-11

(1) + (2) 可得滑动摩擦系数 $\mu = tga$

第二种情况时，设重物质量为 m' ，取（ m ， m' ）整体为研究对象，并视为质点，受力图坐标如图 1-12。

$$\Sigma F_x = (m + m') g sina - \mu N$$

$$= (m + m') g sina - tga (m + m') g cosa$$

$$= 0$$

$\because \Sigma F_x = 0 \therefore$ 在 m 上加 m' 后仍沿斜面匀速下滑。

注：当物体沿斜面匀速下滑时，斜面倾角的正切在数值

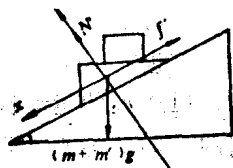


图 1-12

上等于物体与斜面间的 μ 滑。

二、应用力平衡法、动力学法，确定物体受力情况

实际上在物体之间，会有虽接触却无弹力，虽相对运动却无摩擦的情况，所以分析物体受力，就要根据物体运动状态，应用力的平衡或动力学规律，确定物体的受力。

例 3

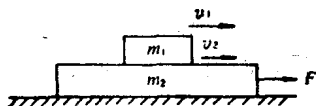


图 1-13

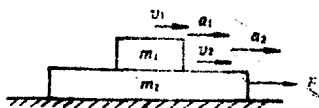


图 1-14

(1) 如图1-13中， F 作用在 m_2 上， m_1 与 m_2 均做匀速直线运动，试画出： $v_1 < v_2$ 和 $v_1 = v_2$ 两种情况， m_1 和 m_2 的受力图。

(2) 图1-14中， F 作用在 m_2 上， m_1 和 m_2 均做匀加速运动， m_2 与水平地面有摩擦，试画出：在 $a_1 < a_2$ 且 $v_1 < v_2$ 和 $a_1 = a_2$ 且 $v_1 = v_2$ 两种情况下， m_1 和 m_2 的受力图。

解 一般情况下，题目中物体的速度和加速度都是对地的。现只分析一下摩擦力的确定。

(1) m_1 是在水平方向作匀速直线运动，因此 m_1 在水平方向上受力平衡，不考虑空气的阻力， m_1 不受水平向左的力，水平向右也就不受力的作用。当 $v_1 < v_2$ 时，它们间虽有相对滑动，但从 m_1 的运动状态说明，它们之间的接触面应该是光滑的， m_1 的匀速运动是惯性的表现。所以，这两种情况，它们之间都不存在摩擦的相互作用。

m_2 在沿水平作匀速运动时，由于受到一个向右的力 F ，

根据力平衡条件，必然受到一个来自地面水平向左的滑动摩擦力 f ， f 跟 F 等大。

应用隔离法，两种情况下， m_1 、 m_2 受力如图 1-15、图 1-16。

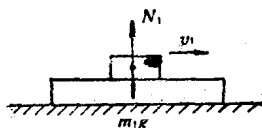


图 1-15

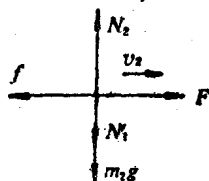


图 1-16

(2) m_1 是在水平向右方向作匀加速直线运动，它在水平向右方向合力应不为零，合力的方向应是水平向右，根据 m_1 所处的环境，合力只能由 m_1 与 m_2 之间的摩擦力来提供， $a_1 < a_2$ ， $a_1 = a_2$ 两种情况， m_1 都受到一个水平向右的摩擦力（施力物体是 m_2 ）。当 $a_1 < a_2$ 且 $v_1 < v_2$ 时， m_1 相对 m_2 向左运动， m_1 受到的是滑动摩擦力，当 $a_1 = a_2$ 且 $v_1 = v_2$ 时， m_1 相对 m_2 有向左运动的趋势， m_1 受到的是静摩擦力。对于 m_2 ：根据牛顿第三定律，受到 m_1 施加的水平向左的摩擦力，还受到地面施加的一个水平向左的摩擦力。两种情况下， m_1 、 m_2 受力如图 1-17 和图 1-18。

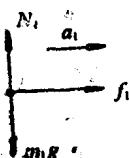


图 1-17

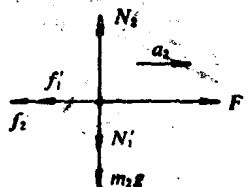


图 1-18

注： m_1 所受摩擦力不是阻力而是动力，是 m_1 产生加速