



●青年学习辅导丛书

高中物理学习指导

●北京四中物理编写组 编

●电子工业出版社

Abstract

高中物理学习指导



1000

青年学习辅导丛书

高中物理学习指导

北京四中物理编写组

电子工业出版社

内 容 简 介

本书是为参加高考的青年和学生进行系统地复习而编写的。全书共分五篇和一“补充内容”，共二十章。第一篇力学（第一章至第六章）；第二篇分子物理学（第七、八章）；第三篇电磁学（第九章至第十四章）；第四篇物理光学（第十五章）；第五篇原子物理（第十六、十七章）；补充内容（第十八章固体和液体的性质；第十九章物态变化；第二十章几何光学）各章均包括内容要点、例题分析和练习题。最后，附有每章练习的答案和1986年全国成人高考试题及答案。

青年学习辅导丛书 高中物理学习指导

责任编辑：轩里九

*

电子工业出版社出版（北京市万寿路）
新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售
山东电子工业印刷厂印刷（淄博市周村）

*

开本：787×1092毫米 1/32 印张：12.125 字数：293 千字

1988年12月第一版 1988年12月第一次印刷

印数：1-10750册 定价：3.10元

ISBN 7-5053-0392-9/G·55

前 言

为了在总复习中使学生能更好地掌握、运用基础知识和基本技能，提高分析问题和解决问题的能力，我们按照教育部提出的“两种教学要求”中的较高要求编写了这本复习资料。在编写中，我们力图站在教材之上，达到突出重点，指出章、节之间的内在联系，并精选了一些典型的例题进行分析。针对同学们在学习中容易出现的错误，我们编写了一些“错解分析”，帮助读者加深对知识的理解。

由于时间紧迫，水平有限，错误及不妥之处，请批评指正。

北京四中物理编写组

目 录

第一篇 力学	(1)
第一章 力 物体的平衡	(1)
第二章 变速运动	(24)
第三章 运动定律	(54)
第四章 机械能	(79)
第五章 动量	(107)
第六章 机械振动的机械波	(128)
第二篇 分子物理学	(145)
第七章 分子运动论 气态方程	(145)
第八章 内能 能的转换和守恒定律	(174)
第三篇 电磁学	(195)
第九章 电场	(195)
第十章 稳恒电流	(222)
第十一章 磁场	(245)
第十二章 电磁感应	(263)
第十三章 交流电	(278)
第十四章 电磁振荡与电子技术基础	(288)
第四篇 物理光学	(295)
第十五章 光的本性	(295)
第五篇 原子物理	(306)
第十六章 原子结构	(306)
第十七章 原子核	(313)

(补充内容)

第十八章 固体和液体的性质	(322)
第十九章 物态变化	(327)
第二十章 几何光学	(336)
附录 I 练习答案	(365)
附录 II 1986年全国成人高等学校招生 统一考试题目及答案	(377)

第一篇 力 学

第一章 力 物体的平衡

自然界中一切物体都在运动着，其中最简单的运动是机械运动(位置改变)。力学是研究机械运动及其规律的科学。

本章内容也叫做静力学。它研究物体在外力作用下，机械运动状态保持不变的条件，重点是：①在理解力的概念和牛顿第三定律的基础上，能准确的对物体进行受力分析；②掌握力的合成和分解的规律(即平行四边形法则)，已知一部分力，应用平衡条件来求解另一部分力。

一、内容要点

(一) 力的概念

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，所以，力是不能离开物体而单独存在的。由于是“相互作用”，力总是同时、成对出现。

力的作用效果是使受力物体的形状和体积以及运动状态发生变化(即产生加速度)。对一个受力物体来说，这两方面的效果一般是可以同时产生的，但在中学物理中总是分别研究其一个方面。例如用胡克定律研究形变的问题，用牛顿运动定律来研究力产生加速度的问题。

力的概念涉及到力学知识诸多方面，可以说它是个举足

轻重、能“影响一大片”的重要概念。

力是矢量。力不仅有大小，而且有方向。在分析问题
时，常用有向线段来表示力的这种特点。

力的单位。在国际单位制中，力的单位是牛顿。通常实
用单位是千克力，它们的关系是

$$1 \text{ 千克力} = 9.8 \text{ 牛顿}。$$

要注意这种换算关系是不随时间、地点而变化的。

(二) 力学中的三种力

要注意每种力的产生条件，以及如何判定力的存在和力
的方向。

1. 重力 重力的产生：由于地球的吸引而使物体受到
的力叫做重力。物体受到的地球引力与物体所受重力之间有
微小的差别。

重力的方向：总是竖直向下。当物体在地球表面不太大
的范围内，可以认为重力的方向是不变的。关于重力的方向
表述为垂直于地面向下，或者垂直向下都是不够严谨的。

决定重力大小的规律：它的大小由下式决定

$$G = mg。$$

式中， G ——物体的重力； m ——物体的质量； g ——物体
所在处的重力加速度。

物体的重心：物体所受的重力是组成物体的各部分所受
重力的合力，这个合力的作用点就叫做物体的重心。重心的
位置相对于一个具体的物体来说是一个确定的点，与物体的
所在位置和如何放置无关。物质分布均匀的、有规则形状的物
体的重心就在它的几何中心。注意：在个别情况下，物体的
重心不在物体上。

2. 弹力 弹力的产生：由于物体在相互接触处发生形变所引起的力叫做弹力。决定弹力存在的条件是既相互接触又发生形变。

弹力的方向：总是与使物体发生形变的外力的方向相反，或者说与物体形变的方向相反。

决定弹力大小的规律：在弹性限度内，弹簧的弹力 f 和弹簧伸长（或缩短）的长度 x 成正比，这个规律叫做胡克定律。用公式可表示为

$$f = Kx。$$

式中， x ——是弹簧没有形变时的长度与形变后的长度之差的绝对值（叫做弹簧的形变大小）； K ——比例常量，叫做弹簧的倔强系数，它的物理意义是：使弹簧伸长（或缩短）单位长度时的弹力。在国际单位制中， K 的单位是牛顿/米，常用单位有牛顿/厘米和千克力/厘米。

关于弹力要注意理解几点：

(1) 形变和弹力是同时产生，同时变化，同时消失。切不可认为先产生形变，尔后才产生弹力。

(2) 通常所说的压力、推力、张力、拉力、支持力、浮力等，都是从实际效果出发为研究问题方便起见而命名的，实质上它们都是弹力。

(3) 虽然任意微小的力都能使任何坚硬的物体发生形变，但微小的形变难以观察，也难以在实物图上表示。因此多数情况下，分析物体间是否存在弹力，主要根据物体的运动状态和受力情况做出判断。一般情况下也是根据平衡条件和运动定律等规律计算弹力的大小。中学物理只用胡克定律来计算弹簧在伸长或缩短时产生的弹力。

8. 摩擦力 摩擦力的产生：当两个相互接触的物体做

相对滑动或者有相对滑动的趋势时，在接触面上可能出现的与滑动方向或滑动趋势方向相反的力叫做摩擦力。前者叫滑动摩擦力，后者叫静摩擦力。

摩擦力的方向：总是沿着接触面的切线方向，阻碍物体间的相对滑动。注意它只阻碍相对运动，不一定是阻力。

决定摩擦力大小的规律：

(1) 滑动摩擦力 f 的大小跟两个物体间的正压力 N 的大小成正比，即

$$f = \mu N.$$

式中 μ ——摩擦系数，它的大小决定于接触面的材料、光洁程度、干湿程度等。与两个物体是否运动及正压力的大小无关。并且 μ 永远小于 1。

(2) 静摩擦力的大小：两个物体间的静摩擦力有个取值范围，它小于或等于摩擦系数乘以正压力，用公式可表示为

$$0 \leq f \leq \mu N.$$

其中，当 $f = \mu N$ 时，是物体恰好要开始相对滑动（还没有动起来）时的摩擦力，叫做最大静摩擦力。最大静摩擦力略大于滑动摩擦力，但在实际计算时，忽略这个微小的差别，认为二者相等，都等于摩擦系数乘以正压力。

当静摩擦力小于最大静摩擦力时，则静摩擦力的大小和方向总是随着外力的大小和方向的变化而变化。在这种情况下切不可用 $f = \mu N$ 来计算静摩擦力。

(三) 牛顿第三定律

两个物体间的作用力和反作用力总是大小相等，方向相反。这就是牛顿第三定律。可用公式表示为

$$F = -F'.$$

对于牛顿第三定律要注意理解几点：

(1) 作用力和反作用力总是同时产生、同时变化、同时消失。并且作用力和反作用力是同种性质的力。

(2) 一对作用力和反作用力分别作用在两个物体上(是两个物体同时分别受到的力)，所以作用力和反作用力不能互相抵消。并且各产生各的效果。

(3) 牛顿第三定律中的作用力和反作用力与相互作用的物体的运动状态无关。即不论物体是处于静止，还是作匀速运动或者是作加速运动，牛顿第三定律总是成立的。

(4) 一对作用力和反作用力跟一对平衡力是根本不同的，要注意区别。一对平衡力指的是一个物体上同时受到的大小相等、方向相反的两个力。这两个力可以相互抵消。

(四) 力的合成和分解

中学物理，只研究平面共点力系的合成和分解。所谓平面共点力系是指一个物体所受的几个力的作用线都在同一平面内，并且这几个力的作用线能相交于一点。力的合成和分解，就是指力矢量的加减运算。

1. 合力和分力 一个力作用在物体上，它产生的效果跟几个力共同产生的效果相同，那么这一个力就叫做那几个力的合力，而那几个力就叫做这一个力的分力。求几个已知力的合力叫做力的合成，求一个已知力的分力叫做力的分解。力的合成和分解实际上是一种等效替换。

2. 平行四边形法则 力的合成和分解，遵守平行四边形法则。一切矢量的合成和分解都遵守平行四边形法则。

求两个互成角度的共点力的

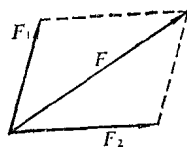


图 1-1

合力，用表示这两个力的有向线段作邻边，作平行四边形，它的对角线就表示合力的大小和方向。这叫做力的平行四边形法则。如图1-1所示。

F 是 F_1 和 F_2 的合矢量，也可以用矢量式表示为

$$\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2。$$

由图1-1可知，合力 F 的大小和方向完全决定于分力 F_1 和 F_2 的大小和它们的方向。当 F_1 和 F_2 的大小一定，它们间的夹角 α 变化时， F 的大小和方向也随着变化。合力 F 大小的取值范围是

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

式中 F_1 、 F_2 、 F 表示力的大小。

合力的方向，可用它和某个分力间的夹角 Φ 来表示，一般用 $\text{tg } \Phi$ 的形式表述。

3. 三种常见的特殊情况

(1) 当 F_1 和 F_2 同方向时，即二者夹角 $\alpha = 0$ ，这时合力的大小为 $F = F_1 + F_2$ 。合力方向和分力相同。

(2) 当 F_1 和 F_2 反方向时，即二者夹角 $\alpha = 180^\circ$ ，这时合力的大小为 $F = |F_1 - F_2|$ 。合力的方向与两个分力中较大的一个相同。

(3) 当 F_1 和 F_2 互相垂直时，即二者夹角 $\alpha = 90^\circ$ ，这时平行四边形变成矩形，如图 1-2 所示。只需解直角三角形即可求出合力 F 的大小： $F = \sqrt{F_1^2 + F_2^2}$ 。 F 的方向可由 Φ 来决定，用 $\text{tg } \Phi = \frac{F_1}{F_2}$ 表述。

4. 力的分解

(1) 力的分解是合成的逆运算，也是根据平行四边形法则，通过作图法求解。

将两个已知力（大小、方向均知）求合力，求得的合力大小和方向都是一个确定的值。若将一个已知力 F （大小、方向均知），

分解为两个分力，还必须知道两个附加条件，才能根据平行四边形法则用作图法求出分力。否则得不出确定的解。即使这样，在个别情况中，还有两种解的可能性。

例如：将一个大小是20牛顿，方向竖直向下的力 F ，分解为一个分力 F_1 和 F 成 45° 夹角，使第二个分力 F_2 大小为17牛顿。用作图法求第一个分力 F_1 的大小和第二个分力 F_2 的方向。

如图1-3所示，用有向线段 OA 表示已知力 F （20牛顿，竖直向下），过 O 点作和 OA 成 45° 角的直线 OB ，再以 A 为圆心，以表示 $F_2 = 17$ 牛顿的长度为半径划弧和 OB 直线交于 B 、 D 两点。能分别得到两个平行四边形 $\square ABOC$ 和 $\square ADOE$ 。据此可分别求出 F_1 大小和 F_2 方向的两组解。

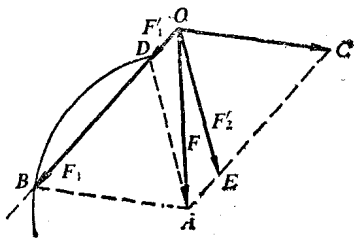


图 1-3

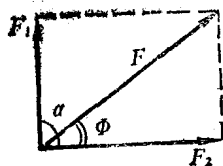


图 1-2

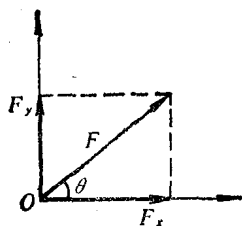


图 1-4

这两组解都符合题目要求。

(2) 正交分解法 把力沿两个互相垂直的方向分解，叫做力的正交分解法。它是平行四边形法则的一个特例。

如图1-4所示， F_x 和 F_y 是 F 在 x 轴和 y 轴方向的分力，并且大小为

$$F_x = F \cos \theta; \quad F_y = F \sin \theta。$$

由于坐标轴的方向已经确定，分力的方向可用正、负号表示，这样就可将矢量转化为标量，从而将矢量运算转化成代数运算。这样一种方法对我们研究物理学中的许多问题极为有用。

以上所述关于力的合成和分解的法则和特点，是对任何矢量都适用的普遍法则，应当熟练掌握。

(五) 物体受力情况分析

准确地对研究对象进行受力分析，是学好力学的关键，也往往是力学解题成败的关键所在，这是一种“能力”，要给予足够的重视。

受力分析的内容主要有两方面：

(1) 先要明确分析什么？分析研究对象受力的个数和各力的方向。要防止“漏力”或“添力”。

(2) 怎么分析？采用“隔离”分析法，也就是只分析研究对象受到的作用力。力图上只画研究对象受的力，它施于别的物体的作用力一般不画在同一力图上，以免造成混乱。

(3) 此外应注意受力分析的顺序，这是防止“漏力”或“添力”的有效措施。一般是按重力、弹力、摩擦力的顺序进行受力分析。

(六) 平衡状态

物体处于平衡状态，指的是物体在力作用下保持静止或

作匀速直线运动，或者匀速转动。

(七) 物体的平衡条件

物体处于平衡状态是有条件的，可分两种情况。

1. 共点力作用下物体的平衡条件是：物体所受各个力的合力为零。即

$$\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \cdots = 0$$

或 $\Sigma \vec{F} = 0$ 。

也可用正交分解法表述为

$$\Sigma F_x = 0;$$

$$\Sigma F_y = 0。$$

这种平衡也叫做物体的平动平衡。

2. 有固定转动轴的物体的平衡

(1) 力臂和力矩 描述力使物体发生转动效果的物理量是力矩。从转动轴到力的作用线的距离(注意其中的垂直关系)，叫做力臂，用字母 L 表示。

力和力臂的乘积叫做力对转动轴的力矩，用字母 M 表示，即

$$M = FL。$$

在国际单位制中，力矩的单位是牛顿·米，与功的单位焦耳本质上一致，但要注意区别表示。

规定使物体作逆时针方向转动的力矩为正力矩；使物体作顺时针方向转动的力矩为负力矩。

(2) 有固定转动轴物体的平衡条件是：各个力矩的代数和等于零。即

$$\Sigma M = 0。$$

共点力作用下物体的平衡是平动平衡。这种情况下，物

体一般都可当作质点来进行受力分析、画受力图。静止或匀速转动的物体是处于转动平衡状态，一般在考虑物体是否转动的问题时，物体不能当作质点，画受力图时要准确画出力的作用线和作用点。在计算力矩时，关键是找准力臂，要注意它是一段“垂直距离”，所以力臂不一定在物体上。

二、例题分析

本章解题的一般步骤是：

(1) 正确选择研究对象，准确进行受力分析，并画受力图。

(2) 应用平衡条件，建立解题方程。

(3) 解方程。必要时对所得结果进行检验和分析讨论。

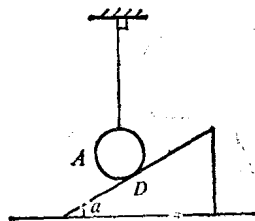


图 1-5

〔例一〕如图 1-5 所示，斜面上有一个质量分布均匀的光滑球，用细线竖直悬挂起来，试分析球受几个力，各什么方向？

解：球受两个力。重力，竖直向下；线的拉力，竖直向上。

不少人会认为：球和斜面在 D 点接触，球还受到一个来自斜面的支持力。其实球和斜面间在这种情况下没有相互作用力，考虑到球是处于静止状态，受力平衡，便可得知，重力竖直向下，细线施加的拉力只能是沿线竖直向上，如果球还受到一个垂直于斜面向上的支持力，那么球在水平方向受力就不平衡了，这与题意不符，所以球和斜面间的作用力是不存在的。相互接触是产生弹力和摩擦力的必要条件，但不充分。象上述问题，还须结合运动状态来分析受力情况才能准