

高中物理 总复习

教学参考书

北京出版社



高中物理总复习 教学参考书

北京市教育局教学研究部 编

北 京 出 版 社

**高中物理总复习
教学参考书**

GAOZHONG WULI ZONGFUXI

JIAOXUECANKAOSHU

北京市教育局教学研究部 编

*

北 京 出 版 社 出 版

(北京北三环中路6号)

新华书店北京发行所发行

北京第二新华印刷厂印刷

*

787×1092毫米 32开本 17印张 377,000字

1983年3月第1版 1989年11月第2版第10次印刷

印数 1,530,001—1,533,000

ISBN 7-200-00423-5/G·101

定 价: 5.65 元

修订再版编写说明

为了做好初、高中中学毕业生的总复习工作，我部在1983年约请了北京市部分有经验的中学教师，共同编写了中学语文、政治、历史、地理、数学、物理、化学、生物、英语、俄语等学科的总复习教学参考书。经过中学几年使用，这套总复习教学参考书符合教学大纲要求，能起到使学生牢固地掌握知识的作用。为了适应目前的教学要求，我部根据1987年国家教委制订的全日制中学各学科的教学大纲，按现行的使用课本，对原出版的中学各学科总复习教学参考书进行了全面的修订，加强了基本内容的系统性、综合性，有些学科增加了标准化试题和练习。为了在总复习中使学生更好地掌握、运用基础知识和基本技能，提高分析问题、解决问题的能力，书中精选了一定数量的例题、练习和习题，供复习时使用。

本书基本上按照高中物理课本的章节顺序编写，适当地插入需要复习和加深的初中物理知识。每章包括复习内容、内容说明、学生实验、例题、练习题五个部分。国家教委1987年大纲的教学要求是基本要求，各地可从教学实际出发，适当高于或低于大纲的基本要求。根据这一精神，本书除加强基本练习外，适当增加了部分难度较大的例题和少量习题。上述内容，在教学时可根据学生情况，有选择地使用。

参加本书编写的有王青漪、王维翰、吴振麟、王天谔、梁敬纯、周誉蔼等同志。本书由北京市教育局教学研究部物理教研室统编。

AA275/14

由于水平有限，编写时间短促，有错误和不妥之处，欢迎批评指正。

北京市教育局教学研究部

1988年7月

目 录

第一编 力学	(1)
第一章 力 物体的平衡	(1)
第二章 运动学	(37)
第三章 运动定律	(78)
第四章 机械能	(129)
第五章 动量	(158)
第六章 机械振动和机械波	(183)
第二编 热学	(200)
第一章 分子运动论 热和功	(200)
第二章 气体的性质	(218)
第三编 电磁学	(248)
第一章 电场	(248)
第二章 稳恒电流	(304)
第三章 磁场 电磁感应	(336)
第四章 交流电	(408)
第五章 电磁波和电子技术基础	(435)
第四编 光学	(449)
第一章 光的反射和折射	(449)
第二章 光的本性	(494)
第五编 原子和原子核	(509)
练习题答案	(523)

第一编 力 学

第一章 力 物体的平衡

一、复习内容

- (1) 力的概念。
- (2) 重力。
- (3) 弹力。
- (4) 静摩擦力。滑动摩擦力，滑动摩擦力公式和滑动摩擦系数。
- (5) 共点力的合成。平行四边形法则。矢量和标量。
- (6) 力的分解。
- (7) 共点力作用下物体的平衡及其平衡条件。
- (8) 力矩。有固定转动轴物体的平衡及其平衡条件。
- (9) *物体平衡的种类。*稳度。

二、内容说明

1. 力的概念

力在物理学中是一个非常重要的概念，在物理学的各个部分都会遇到它。例如万有引力（包括重力）、弹力、摩擦力、电场力、磁场对电流的作用力（包括洛伦兹力）等都是中学里常见的力。应掌握好力的概念和各种力的性质、产生的条件，能确定它的大小、方向、作用点（或作用线）。要深入体会：

- (1) 力是物体间的相互作用。一个物体受到力的作用，一定是另一个物体对它施加的，力不能离开施力物体和受力

物体而单独存在。有作用力必有反作用力，两个物体间的作用力和反作用力总是大小相等、方向相反的。所以，力总是成对出现的。作用力和反作用力具有等值、反向、共线、同性质、同时，但作用点不共物的特点。

(2) 力的作用效果是使受力物体的运动状态发生变化和使受力物体的形状、体积发生变化。

(3) 力是矢量。力的合成和分解应遵循平行四边形法则。

2. 重力

(1) 重力是由于地球的吸引而使物体受到的力。地球对物体的引力是万有引力的一个特例。重力的大小 $G = mg$ 。重力的方向就是物体自由下落的方向，总是竖直向下的。重力的作用点是物体的重心。

(2) 实践中人们对物体所受重力的认识是通过物体拉紧竖直悬绳的拉力或压在水平支承物的压力来了解的。物体对竖直悬绳的拉力或对水平支承物的压力大小等于重力，这样观察、测量出来的重力大小叫做物体的“视重”。我们把物体由于地球吸引受到的重力叫做“实重”。

当物体静止或作匀速直线运动时，视重等于实重。物体运动时如果加速度向上，则视重大于实重，这种现象叫做“超重”。例如人乘电梯在加速上升或减速下降时会出现超重。物体运动时如果加速度向下，则视重小于实重，这种现象叫“失重”。例如人乘电梯在加速下降或减速上升时会出现失重。又如物体在自由下落时，加速度等于重力加速度，物体的视重为零。

(3) 物体所受重力的大小与它本身的质量和它所在的高

度及纬度等有关。一般说，由地面向上，距地面越高重力越小；由地面向下，越接近地心重力也越小。物体所处的纬度越低重力越小。

3.弹力

(1) 发生弹性形变的物体对使它变形的其他物体的作用力叫弹力。弹力的产生条件有两个：物体之间相互接触和物体发生弹性形变。物理学中常说到的拉力、推力、压力、支持力、打击力、碰撞力以及气体和液体对物体的浮力等都是弹力。

(2) 两个物体互相挤压时，在接触处产生弹性挤压形变出现的压力、支持力的方向总和接触面垂直，这种弹力称为法向力。例如：斜面对物体的支持力作用于物体与斜面的接触处、方向垂直斜面斜向上，物体对斜面的压力作用于斜面与物体接触处、方向垂直于斜面斜向下。

当绳子受到拉伸时会出现弹性拉力，拉力的方向沿绳长方向。

当细杆受到拉伸或压缩时会出现弹性拉力或压力，拉力或压力的方向沿细杆的方向。

(3) 弹力的大小与形变有关，物体形变越大弹力也越大。

弹簧弹力的大小与弹簧伸长或缩短的长度成正比（胡克定律），即 $f=kx$ 。式中 k 叫做弹簧的倔强系数，倔强系数与弹簧的材料、长度、大小等有关，不同弹簧的倔强系数一般是不相同的。

4.摩擦力

(1) 滑动摩擦力: 如图 1-1-1 所示, 物体 A 在物体 B 上向右运动, 速度是 v , B 对地面相对静止。由于 AB 之间发生相对运动, 物体 A 的运动受到阻碍, 这种因滑动而使物体受到的摩擦力叫做滑动摩擦力。滑动摩擦力的方向是跟接触物体的相对运动方向相反的。所以 A 受到滑动摩擦力 f_a 是 B 给予的, 方向向左; B 也受到 A 给予的滑动摩擦力 f_b , 方向向右 (因 B 相对于 A 是向左运动的)。滑动摩擦力的大小跟两个物体接触面间的压力 (与接触面垂直) 的大小成正比, 即

$$f = \mu N.$$

式中的 μ 叫做滑动摩擦系数。在中学阶段, 可以认为摩擦力的大小与物体运动速度无关。正压力 N 的大小不一定等于物体的重量, 对于每一个问题 N 的大小都要做具体分析。

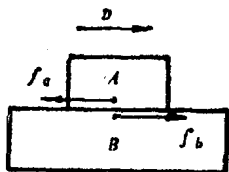


图 1-1-1

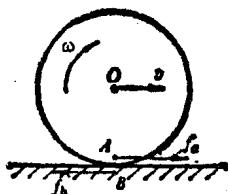


图 1-1-2

(2) 静摩擦力: 相互接触的两个物体, 没有相对运动但有相对运动趋势时, 存在于两物体接触面上的摩擦力叫做静摩擦力。静摩擦力的方向沿接触面的切线方向, 与相对运动趋势的方向相反。相对运动趋势是指: 设想接触面间没有摩擦, 则物体在其他外力作用下将发生相对运动, 有相对加速度。例如自行车前进时, 后轮与地面接触部分的 A 与地面之间相对静止, 但后轮是主动轮, 所以车轮的 A 处有向左方运动的趋势, 与 A 相接触的地面上的 B 处, 对车轮来说

有向右运动的趋势，如图 1-1-2 所示。因此，车轮与地面接触部分有静摩擦力。车轮受到的静摩擦力 f_a 向右；地面受到的静摩擦力 f_b 向左。

静摩擦力的大小可为零与最大静摩擦力之间的任一值。当物体所受其他外力的方向平行接触面时，静摩擦力随外力的增大而增大，在数值上总等于外力的大小。当外力增大到最大静摩擦力以后，物体开始滑动，于是静摩擦力消失，开始出现了滑动摩擦力。

静摩擦力的大小和方向可以根据物体的运动状况和受力情况，用物体的平衡条件或牛顿运动定律求出。

(3) 在判断物体是否受到摩擦力的作用时应特别注意产生摩擦力的条件，即相互接触的物体沿接触面存在相对运动或相对运动趋势时才有摩擦力。如有相对运动则存在滑动摩擦力，如无相对运动，但有相对运动趋势，则存在静摩擦力。

我们不能简单地一看物体运动就认为有滑动摩擦力，也不能一看物体不动就认为一定有静摩擦力。例如一条水平传送带上的工件，虽然随传送带匀速向前运动，但工件与传送带间无相对运动，所以工件没有受到滑动摩擦力的作用。工件与传送带虽然相对静止，但它们之间没有相对运动趋势，它们一齐向前匀速运动，所以工件也没有受到静摩擦力的作用。

5. 矢量的合成与分解

(1) 力、位移、速度、加速度、动量、电场强度、磁感应强度等都是矢量，它们需要由大小和方向共同决定。

矢量的运算与标量的运算遵从不同的法则。矢量的合成遵从平行四边形法则。矢量的分解是矢量合成的逆运算，也遵从平行四边形法则。以表示两个分矢量的有向线段为邻

边，作平行四边形，两有向线段所夹的对角线就表示合矢量的大小和方向。设 R 为分矢量 A 和 B 的合矢量，它们间的关系见图 1-1-3。

根据余弦定理可以得到

$$\begin{aligned} R^2 &= A^2 + B^2 - 2AB\cos(180^\circ - \alpha) \\ &= A^2 + B^2 + 2AB\cos\alpha. \end{aligned}$$

合矢量的大小

$$R = \sqrt{A^2 + B^2 + 2AB\cos\alpha}.$$

合矢量 R 与分矢量 A 间夹角 θ 的正切

$$\operatorname{tg}\theta = \frac{B\sin\alpha}{A + B\cos\alpha}.$$

由两个公式可以看出， R 的大小和方向完全决定于分矢量 A 、 B 的大小和它们的方向。当 A 、 B 的大小一定，它们间的夹角 α 变化时， R 的大小和方向也随着变化。

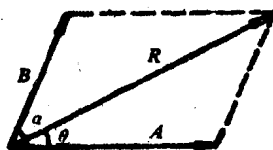


图 1-1-3

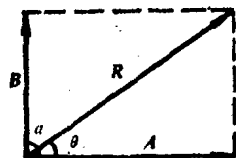


图 1-1-4

当 A 、 B 同方向时， $\alpha = 0^\circ$ ，这时 $R = A + B$ ， $\theta = 0^\circ$ 。

当 A 、 B 方向相反时， $\alpha = 180^\circ$ ，若 $A > B$ 则 $R = A - B$ ，若 $A < B$ 则 $R = B - A$ 。 R 的方向与 A 、 B 两矢量较大的一个相同，即 $\theta = 0^\circ$ 或 $\theta = 180^\circ$ 。

当 A 、 B 互相垂直时， $\alpha = 90^\circ$ 。平行四边形变成矩形，如图 1-1-4 所示。运用公式可以求出 $R = \sqrt{A^2 + B^2}$ ， R 的方向可由 θ 来决定， $\operatorname{tg}\theta = \frac{B}{A}$ 。

以上三种情况在矢量的合成与分解中用的最多，应当熟练掌握。在 A 、 B 之间的夹角 α 等于其他值时，可用作图法求出合矢量或分矢量。

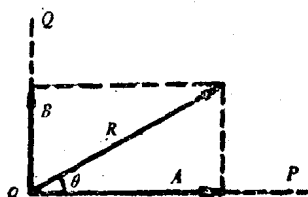


图 1-1-5

(2) 将一个矢量分解为两个分矢量，除了必须知道合矢量的大小与方向外，还要知道附加条件，即知道两个分矢量的方向或一个分矢量的大小和方向，否则得不出确定的解。例如将合矢量 R 分解在水平方向 OP 和竖直方向 OQ 上，求分矢量 A 和 B 的大小。解这个题目时可先做出 R ，在 R 的末端作水平方向 OP 和竖直方向 OQ 的垂线，如图 1-1-5 所示。 O 点到两垂足的线段就是 A 、 B 的大小。由于 OP 与 OQ 垂直，可以计算出 $A = R\cos\theta$ ， $B = R\sin\theta$ 。这种将合矢量分解在相互垂直的两个方向上（例如水平和竖直方向或与接触面平行和垂直方向等）的情况，对于我们十分重要，应当熟练地掌握其分解方法。

6. 共点力作用下物体的平衡

(1) 共点力作用下物体的平衡状态是指物体处于静止或匀速直线运动的状态，这时物体的运动状态没有变化。我们要注意物体的平衡状态有两种：一种是静平衡，另一种是动平衡。物体作匀速直线运动时处于动平衡状态容易被忽略。

(2) 物体在共点力作用下的平衡条件是物体所受的合外力等于零。

7. 有固定转动轴的物体的平衡

(1) 力矩：力矩是使物体转动状态发生变化的原因，其大小等于力与力臂的乘积。 M 为力矩、 L 为转动轴到力 F 的作用线的距离，则

$$M = FL.$$

力矩也有正负，通常规定使物体沿逆时针方向转动的力矩为正，使物体沿顺时针方向转动的力矩为负。作用于转动物体上的几个力矩合成时要求它们的代数和。

(2) 有固定转动轴的物体的平衡。

具有固定转动轴的物体处于静止或匀速转动的状态叫平衡状态。平衡条件是使物体向顺时针方向转动的力矩之和，等于使物体向逆时针方向转动的力矩之和。

8. 物体受力情况分析

物体受力分析是解决物体平衡问题的基础，而且在研究物体处于非平衡状态（例如作变速直线运动或曲线运动）时，也具有重要的意义，它是学好用好力学知识的关键。

物体运动状态不变（平衡）或运动状态改变（例如做变速直线运动或匀速圆周运动），周围物体对它的作用力须满足一定的关系。为了解决有关力学的问题，应该了解清楚这些力和物体的运动状态。

(1) 首先应当确定好要研究的物体，并逐个确定它受到的每一个外力，这就是所谓的“隔离体”法。隔离体选择的恰当，能使问题简化便于求解，在复习中应注意总结这方面的经验。

(2) 可以根据已知条件从物体受力情况确定物体的运动状态，也可以由已知的物体运动状态确定这些力间的关系。例如已知作用于物体上的合力等于零，则物体一定处于静止

或匀速直线运动状态；若已知物体做变速运动（运动状态改变），则作用于物体上的合力不等于零。

(3) 根据物体受到的作用力，由牛顿第二定律给出力与其它物理量例如加速度等的关系。

(4) 在力学问题中，分析物体受力情况时一般先考虑重力，其次确定物体是否受到弹力（包括拉力、推力、压力、支持力等），最后根据物体间是否有相对运动或相对运动的趋势来确定物体是否受到摩擦力。在电磁学中还会涉及到电场力、磁场力等。应当注意，这些力有不同的性质和特点，由有关的定律，例如胡克定律、摩擦力定律、万有引力定律、库仑定律等可以了解该力的性质，大小、方向和作用点。

进行物体受力情况的分析时应灵活掌握上述各项，不能死板地硬套，否则会使问题复杂化。例如已知物体在水平面上运动时，就能立即断定在竖直方向上的力总是平衡的，决定物体运动状况的只是水平方向上的作用力。同理，已知物体沿竖直方向运动时，就能立即断定在水平方向上的力总是平衡的，决定物体运动状况的只是竖直方向的作用力。此外还应注意，有时某个力只能通过它的反作用力，根据牛顿第三定律求出。例如桌子对地面的压力，常常是通过它的反作用力，地面对桌子的支持力求出的。

三、学生实验

1. 实验题目

- (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。

2. “互成角度的两个力的合成”实验说明

应当了解力的合成的意义，通过实验掌握合力与分力的关系，会用作图法表示这种关系。

在合力的大小、方向、作用点一定的情况下，能找出无数对分力，这是为什么？从这个情况应当认识到，矢量分解时要根据已知条件或实际需要选择一种结果。

3. “有固定转动轴物体的平衡”实验说明

应当了解固定转动轴在哪里？怎样才算平衡？如何判断力矩的正负？通过实验得到什么结论？本实验中为什么要用一只弹簧秤使力矩盘平衡，而不是全部使用钩码？全部使用钩码来做这个实验有什么缺点？

四、例题

[例题 1] 一物体在 $F=10$ 牛顿的外力作用下，刚好靠

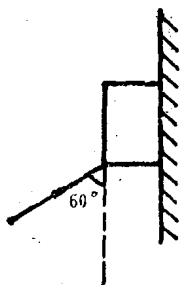


图 1-1-6

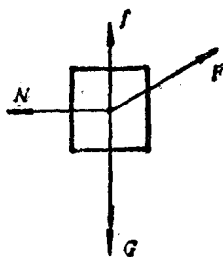


图 1-1-7

在墙上不滑下，因而处于静止状态，见图 1-1-6。已知力 F 与竖直面的夹角 $\theta=60^\circ$ ，最大静摩擦力为 2.4 牛顿。若使物体沿墙面匀速上滑，已知物体与墙面间的滑动摩擦系数 $\mu=0.2$ ，求力 F 应变为多大？

分析：第一种情况是物体处于静止状态，在竖直方向上

物体受到的合力一定等于零，在水平方向上物体受到的合力也等于零。把外力 F 分解在竖直和水平两个方向上，分别得到 $F_1 = F\cos\theta$ ， $F_2 = F\sin\theta$ 。在竖直方向上物体所受的作用力为重力 G 方向向下，外力在竖直方向的分力 F_1 方向向上，重力 G 比 F_1 要大，而物体刚好不滑下，显然还有一个方向向上的静摩擦力。这三个力的合力应等于零，见图 1-1-7。

第二种情况是物体匀速上升，所以除重力 G 和外力向上的分力 F_1 外，由于相对运动还应有一个向下的滑动摩擦力。这三个力的合力也应等于零，见图 1-1-8。

解：根据第一种情况，在竖直方向上合力等于零，列出方程

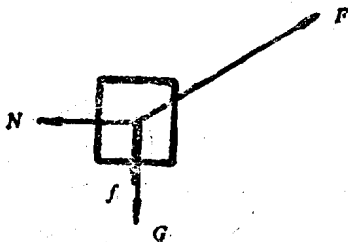


图 1-1-8

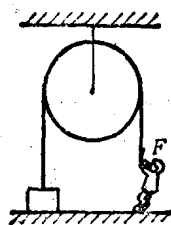


图 1-1-9

$$G = f_1 + F\cos\theta$$

$$= (2.4 + 10 \times \frac{1}{2}) \text{ 牛顿} = 7.4 \text{ 牛顿}.$$

再根据第二种情况，在竖直方向上合力也等于零，列出方程

$$F\cos\theta = G + \mu F\sin\theta$$