

北京市中学

高中物理总复习

● 教学参考书

北 京 出 版 社

北京市中学
高中物理总复习教学参考书
北京教育学院教学研究部编

*

北 京 出 版 社 出 版
(北京崇文门外东兴隆街51号)
北 京 市 新 华 书 店 发 行
北 京 印 刷 三 厂 印 刷

*

787×1092毫米 32开本 12.25印张 271,000字

1983年3月第1版 1984年4月第3次印刷

印数 273,001—830,090

书号: 7071·908 定价: 0.90元

编写说明

本书是《北京市中学高中物理总复习教学参考书》，包括了初、高中的内容。全书基本按高中物理的知识体系分章节编写，包括复习内容、内容说明、学生实验、例题、练习题五部分。

在“复习内容”中，列出了全部复习内容的有关标题，这编成的。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。

本书是《北京市中学高中物理总复习教学参考书》，包括了初、高中的内容。全书基本按高中物理的知识体系分章节编写，包括复习内容、内容说明、学生实验、例题、练习题五部分。

在“复习内容”中，列出了全部复习内容的有关标题，这些标题是按单元划分的，供复习时参照顺序进行。在“内容说明”中，着重对学生易混淆的概念、易出错的地方做了说明，并对重要概念做了深入的分析。为避免与教材重复，书中对编成的。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。

本书是《北京市中学高中物理总复习教学参考书》，包括了初、高中的内容。全书基本按高中物理的知识体系分章节编写，包括复习内容、内容说明、学生实验、例题、练习题五部分。

选择地使用。

参加本书编写工作的有吴振麟、谭国伦、王青漪、王天谔、王维翰、梁敬纯、周誉蔼同志。本书由北京教育学院教学研究部物理教研室统编，邵绪朱同志审阅。

由于我们的水平有限，加以编写时间仓促，有错误和不妥之处，欢迎批评指正。

北京教育学院教学研究部

一九八二年十一月

目 录

第一编 力 学	(1)
第一章 力 物体的平衡	(1)
第二章 运动学	(21)
第三章 运动定律	(54)
第四章 机械能	(88)
第五章 动量	(109)
第六章 机械振动和机械波	(128)
第七章 流体力学	(141)
第二编 热 学	(153)
第一章 气态方程 气体分子运动论	(153)
第二章 内能 能的转化和守恒定律	(174)
第三编 电 磁 学	(192)
第一章 电场	(192)
第二章 稳恒电流	(224)
第三章 磁场 电磁感应	(253)
第四章 交流电	(297)
第五章 电磁波和电子技术基础	(318)
第四编 光 学	(330)
第一章 几何光学	(330)

第二章 光的本性.....	(359)
第五编 原子物理学初步知识.....	(370)
练习题答案.....	(378)

第一編 力 学

第一章 力 物体的平衡

一、复习内容

(一) 力和力矩的概念, 物体的平衡, 重力和重心。

(二) 牛顿第三定律, 胡克定律, 摩擦力, 矢量及矢量的合成与分解, 共点力作用下物体的平衡条件, 具有固定转动轴的物体的平衡条件。

(三) 物体的受力分析方法, 分析求解平衡问题的方法。

二、内容说明

1. 力是一个物体对另一个物体的作用

在掌握力的概念时必须注意:

(1) 力是物体间的相互作用, 力不能离开受力物和施力物, 有受力的物体, 也必然有施力的物体。根据牛顿第三定律, 两个物体之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, 作用力与反作用力具有等值、反向、共线、同性质、同时、作用点不共物的特点。

(2) 力的效果是使受力物体的形状、体积发生改变, 和使受力物体的运动状态发生改变。

(3) 力是矢量, 合成分解时应当遵循平行四边形法则。

(4) 物体之间的相互作用力有许多形式, 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。对于这些力应掌握其产生的条件，能确定其大小、方向和作用点。

2. 力矩是使物体转动状态发生变化的原因

力矩的大小可以用下式计算：

$$M = FL.$$

力矩定义式中的力 F 是指垂直于转轴的平面内的力或某力在这一平面内的分量；力臂 L 是指转轴到力的作用线的垂直距离。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，沿顺时针方向转动的力矩为负。作用于物体上的几个力矩合成时要根据它们的正负加以计算。

力和力矩都很重要，它们分别决定了物体运动状态和转动状态是否变化和如何变化，因此应当熟练掌握它们的运算。

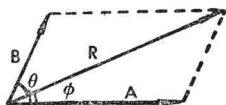
3. 矢量的合成与分解

位移、速度、加速度、力、动量、电场强度、磁感应强度等都是矢量，是需要由大小和方向共同决定的物理量。

矢量的合成与分解实质上是矢量的加减运算。

(1) 几何法：以表示两个分矢量的有向线段为邻边，作平行四边形，它的对角线就表示合矢量的大小和方向。这叫做平行四边形法则。

设分矢量 A 、 B 的合矢量是 R (见图 1-1-1)，



$$R = A + B.$$

合矢量的大小与分矢量大小的关系是：

$$R = \sqrt{A^2 + B^2 + 2AB\cos\theta},$$

图 1-1-1 合矢量 R 与分矢量 A 间的夹角 ϕ 的正切：

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

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

当 A 、 B 方向恰好相反时, $\theta = 180^\circ$, 这时 $R = A - B$.
若 $A > B$ 时, 合矢量的方向与 $\vec{A}$ 相同, $\phi = 0^\circ$; 若 $A < B$, 合矢量的方向与 B 相同, $\phi = 180^\circ$.

当 A 与 B 相互垂直, 它们之间的夹角是 90° , 这时

$$R = \sqrt{A^2 + B^2}, \quad \phi = \operatorname{tg}^{-1} \frac{B}{A}.$$

总之, 合矢量 R 的大小和方向随分矢量 A 、 B 的大小和它们之间的夹角而变化, 这一点应当熟练掌握。

由平行四边形法则还可引伸出矢量合成与分解的另一法则——三角形法则。

用三角形法则表示 $R = A + B$ 的方法是将 B 平移至如图 1-1-2 所示的位置, 使 A 与 B 首尾相接, 再用一条直线把两端连接起来, 这个线段表示合矢量 R 的大小, 其方向指向跟箭头相接的一端。

矢量分解是已知合矢量和一个分矢量, 求另一个分矢量, 实质上是矢量减法。合矢量 R 与分矢量 A 、 B 的关系是

$$R = A + B,$$

求矢量 B , 则 $B = R - A$ 。

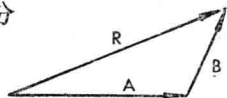


图 1-1-2

根据图 1-1-2, 将 R 、 A 的尾尾相接, 作出 R 和 A 的矢量图。再用一直线连接 R 和 A 的另外一端, 线段的长即 B 的大小, 其方向指向被减量 R 的箭头。

运用三角形法则解决矢量的合成与分解问题比较简单, 尤其是求两个以上矢量的合矢量就更加方便。

(2) 解析法：即正交分解法或坐标法，实际上是矢量的分解合成法。将要求加的每一个矢量都分解成沿两个互相垂直方向的矢量分量，如图 1-1-3 所示。矢量 A 、 B 、 C 在 x 轴的分量为 A_x 、 B_x 、 C_x ，因为它们在同一直线 (x 轴) 上，只要用简单的代数加法 (加、减) 就可求出它们的和 R_x 。同理可求出 y 轴上几个分量 A_y 、 B_y 、 C_y 的和 R_y 。

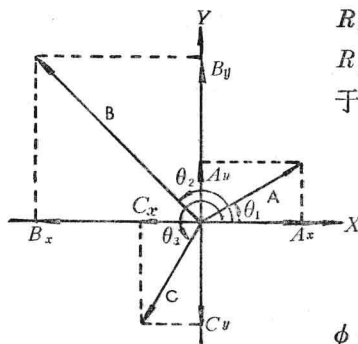


图 1-1-3

$$R_x = A \cos \theta_1 + B \cos \theta_2 + C \cos \theta_3,$$

$$R_y = A \sin \theta_1 + B \sin \theta_2 + C \sin \theta_3,$$

于是合矢量 R 的大小

$$R = \sqrt{R_x^2 + R_y^2},$$

合矢量 R 的方向可由下式判定：

$$\tan \phi = \frac{R_y}{R_x}.$$

ϕ 是合矢量与 x 轴正方向沿逆时针方向的夹角。

正交分解法避免了几何法的繁杂，用于多个矢量的合成很简便。

例如图 1-1-3 所示的 A 、 B 、 C 为三个分力，其大小分别是 2 牛顿、4 牛顿、2 牛顿，其方向可用三个力与 x 轴的正方向间的夹角 θ 表示， θ_1 、 θ_2 、 θ_3 分别为 30° 、 135° 、 240° 。求这三个力的合力。

将三个力分解在 x 轴和 y 轴上得到的分量如下：

$$\begin{aligned} A_x &= 2 \times \cos 30^\circ & A_y &= 2 \times \sin 30^\circ \\ &= \sqrt{3}, & &= 1, \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} B_x &= 4 \times \cos 135^\circ & B_y &= 4 \times \sin 135^\circ \\ &= -2\sqrt{2}, & &= 2\sqrt{2}, \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_x &= 2 \times \cos 240^\circ & C_y &= 2 \times \sin 240^\circ \\ &= -1, & &= -\sqrt{3}; \end{aligned}$$

在 x 轴上的合力大小 $F_x = A_x + B_x + C_x = \sqrt{3} - 2\sqrt{2} - 1 = -2.1$;

在 y 轴上的合力大小 $F_y = A_y + B_y + C_y = 1 + 2\sqrt{2} - \sqrt{3} = 2.1$;

合力的大小 $F = \sqrt{F_x^2 + F_y^2} \doteq 3$ 牛顿;

$$\operatorname{tg} \theta = \frac{F_y}{F_x} = \frac{2.1}{-2.1} = -1,$$

$$\theta = 135^\circ.$$

4. 物体的平衡

物体平动或转动的状态没有发生变化叫做物体处于平衡状态, 它包括静止、匀速直线运动和匀速转动。

物体的平衡条件:

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, 即 $\Sigma F = 0$ 。

具有固定转动轴的物体的平衡条件是力矩的代数和等于零, 即 $\Sigma M = 0$ 。

求解物体平衡问题的步骤:

- (1) 弄清题意, 确定好研究的对象;
- (2) 隔离研究对象, 分析物体所受的力, 画出物体受力的图示;
- (3) 建立坐标系或确定力的正方向;
- (4) 列出力或力矩的平衡方程并解方程;
- (5) 必要时对所得结果进行检验和讨论。

以上仅是解题的基本步骤, 要正确地解出物体平衡的问

题，常常还要联系其它一些知识。例如根据牛顿第三定律，由其反作用力的大小来解出作用力等等，需灵活运用。

5. 物体受力情况分析

物体受力分析不仅是解决物体平衡问题的基础，而且在物体处于非平衡状态、做变速运动时 also 具有重要的意义，它是学好力学的关键。

一个物体运动状态不变(平衡)或运动状态改变(例如做变速直线运动、匀速圆周运动)，周围物体对它的作用力须满足一定的关系。为了解决有关的力学问题，应该了解清楚这些力和物体的运动状态。

(1) 必须首先确定要研究的物体，并逐个确定它受到的每一个外力，这就是所谓的隔离物体。隔离体选得恰当可以简化问题，便于讨论，在复习中应注意总结这方面的经验。

(2) 根据已知条件从物体的受力分析中确定物体的运动状态，由物体运动状态能够知道这些力间的关系。例如运动状态不变，则作用于物体上的力或力矩之和等于零；运动状态改变，则合力或合力矩不等于零。

(3) 根据物体受到的作用力和它的运动状态之间的关系列方程，求出有关的力或其它物理量(例如加速度等)。

(4) 在力学问题中分析物体的受力情况时一般先考虑重力，其次确定物体是否受到拉力、弹力、支持力，再考虑物体是否受到牵引力，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和空气阻力。在综合性问题中还会涉及到电场力、磁场力等。

应该根据上述各项灵活掌握物体的受力分析，不能死板地硬套，否则会使问题复杂化。在光滑的平面上运动时物体

不受摩擦力。物体在水平面上运动时，竖直方向上的力总是平衡的。因此研究物体在水平方向上的运动时，可以只考虑水平方向上的受力情况。

三、学生实验

1. 实验题目

- (1) 游标卡尺的使用；
- (2) 螺旋测微器的使用；
- (3) 互成角度的两个力的合成；
- (4) 有固定转动轴物体的平衡条件。

2. “游标卡尺的使用”说明

应当了解游标卡尺的构造、原理、使用方法和一般的测量范围。

要知道具有 10 个、20 个、50 个等分格游标的游标卡尺的读数方法及测量的有效数字。会用游标卡尺测量金属管的内径、外径和金属筒的深度，会消除游标卡尺的零误差。

3. “螺旋测微器的使用”说明

应当了解螺旋测微器的构造、原理、使用方法和一般的测量范围。

要知道具有 50 个等分格可动刻度筒的螺旋测微器的读数方法及测量的有效数字。会用螺旋测微器测量小球的直径，会消除螺旋测微器的零误差。

4. “互成角度的两个力的合成”实验的说明

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。

两个分力的合力(大小与方向)只有一个,但已知合力的大小和方向,却能找出无数对分力,这是为什么?从这个情况应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。

5. “有固定转动轴物体的平衡条件”实验的几个问题

如何判断力矩盘上几个力矩的正负?通过实验得到什么结论?本实验中为什么要用一只弹簧秤弹簧的弹力使力矩盘平衡,而不全使用钩码?全部使用钩码来做这个实验有什么缺点?

四、例题

[例题 1] 一根细绳绕过定滑轮,一端系一重量 $G_1=200$ 牛顿的物体,另一端被一个重量 $G_2=500$ 牛顿的人用力 F 拉着,如图 1-1-4 所示。若不计绳的重量和摩擦阻力,试求当 (1) $F=0$ (2) $F=100$ 牛顿 (3) $F=200$ 牛顿时,物体对地的压力分别是多大?人对地面的压力分别是多大?

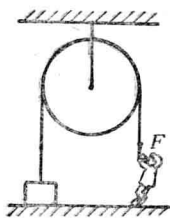


图 1-1-4

解: (1) 要解出物体和人对地面的压力,直接研究地面受力情况是不行的,因为对地球受力的情况几乎一无所知。根据牛顿第三定律,物体和人对地面的压力的大小又分别等于地面对物体和人的支持力,所以分别将物体和人隔离起来,并做受力分析,有助于解决问题。

当 $F=0$ 时,物体受到两个力的作用,重力 G_1 、地面的向上支持力 N_1 ;人受到两个力的作用,重力 G_2 、地面的

向上支持力 N_2 。因为人拉绳的力 $F=0$ ，所以绳对物体和人没有力的作用，如图 1-1-5 所示。物体和人处于静止状态，物体和人所受的合力都为零。

$$N_1 - G_1 = 0,$$

所以 $N_1 = G_1 = 200$ 牛顿。

$$N_2 - G_2 = 0,$$

所以 $N_2 = G_2 = 500$ 牛顿。

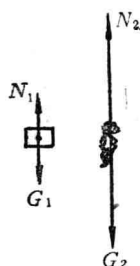


图 1-1-5

物体对地面的压力向下， $N'_1 = N_1 = 200$ 牛顿；人对地面的压力向下， $N'_2 = N_2 = 500$ 牛顿。

(2) 当 $F=100$ 牛顿时，物体受到三个力的作用，重力 G_1 、绳的拉力 F_1 、地面对物体的支持力 N_1 ；人受到三个力的作用，重力 G_2 、绳对人的拉力 F_2 、地面对人的支持力 N_2 ，如图 1-1-6 所示。

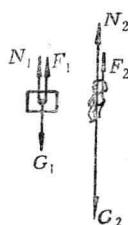


图 1-1-6

此时物体与人都处于静止状态，物体和人所受的合力都为零。

$$N_1 + F_1 - G_1 = 0,$$

所以 $N_1 = G_1 - F_1 = 100$ 牛顿。

$$N_2 + F_2 - G_2 = 0,$$

所以 $N_2 = G_2 - F_2 = 400$ 牛顿。

物体对地面的压力向下， $N'_1 = N_1 = 100$ 牛顿；

人对地面的压力向下， $N'_2 = N_2 = 400$ 牛顿。

(3) 当 $F=200$ 牛顿时，物体受到三个力的作用，重力 G_1 、绳对物体的拉力 F_1 、地面对物体的支持力 N_1 ；人受到三个力的作用，重力 G_2 、绳对人的拉力 F_2 、地面对人的支持力 N_2 。

此时由于物体受到绳的拉力已经等于物体的重力，所以

$N_1=0$ 也可使物体处于平衡状态。

$$N_1 + F_1 - G_1 = 0,$$

所以

$$N_1 = G_1 - F_1 = 0.$$

由于绳对人的拉力小于人的重力，所以人处于平衡状态。

$$N_2 + F_2 - G_2 = 0,$$

所以

$$N_2 = G_2 - F_2 = 300 \text{ 牛顿}.$$

物体对地面没有压力， $N'_1=0$ ；人对地面的压力向下， $N'_2=$
 $N_2=300$ 牛顿，如图 1-1-7 所示。

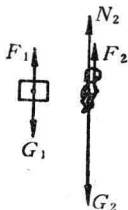


图 1-1-7

由这个例题可以看到：

应该选取那些与已知力和未知力都有联系，并且受力情况清楚，能做全面受力分析的物体做为研究对象。本题求解对地面的压力，没选地球而选物体和人做为研究对象，就是这个原因。

作用力与反作用力跟互相平衡的两个力尽管都是大小相等、方向相反，但有着根本的区别。互相平衡的两个力作用于同一个物体上，不一定是同性质的力。例如 N_1 、 G_1 都作用在物体上，一个是弹力，一个是重力。作用力和反作用力则是分别作用在两个物体上，而且是相同性质的力。例如 N_1 与 N'_1 分别作用在物体和地面上，并且都是弹力。

支承物所受的压力并不是物体的重量， N'_1 并不是 G_1 ，它们是分别作用在两个物体上的， N'_1 是弹力， G_1 则是重力。在数值上，它们也不总是相等的。当 F 等于 100 牛顿时， G_1 是 200 牛顿，这时 N'_1 仅仅是 100 牛顿；当 $F=200$ 牛顿时， G_1 仍是 200 牛顿，这时 N'_1 等于零。只有当 F 等于零时， G_1 和 N'_1 都等于 200 牛顿。可见 N'_1 和 G_1 在数值

上也不一定相等。物体放在斜面上，对斜面的压力也不等于物体的重量，而且它们的方向完全不同。

[例题 2] 图 1-1-8 所示的物体 A 重 10 牛顿、 B 重 10 牛顿，拉力 F 为 4 牛顿，物体 A 处于静止状态。试分析物体 A 受几个力？各力的大小和方向如何？

解：取物体 A 为研究对象，按重力、拉力、弹力、摩擦力的顺序进行受力分析。物体 A 受到重力 G_A 、地面给 A 的支持力 N 、绳给 A 的拉力 T 、另一物体给 A 的拉力 F ，如图 1-1-9 所示。 A 是否受到地面给的摩擦力 f ，不能简单地由

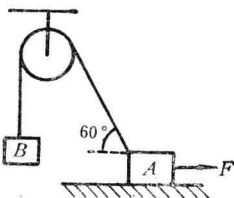


图 1-1-8

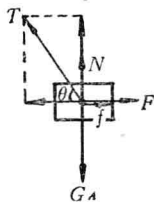


图 1-1-9

题目所给的条件判断出来，这要由物体 A 受到的力和它的运动状态来决定。 A 处于静止状态，在水平方向上这些力的分力之和应等于零，即 $\Sigma F_x = 0$ 。如果 A 只受到 T 在水平方向的分力 $T \cdot \cos 60^\circ$ 和拉力 F ，那么由于 $T \cdot \cos 60^\circ = 5$ 牛顿，比拉力 F 大， A 便不能平衡，可见 A 还要受到 1 牛顿向右的静摩擦力。

在竖直方向上 A 处于平衡状态， $\Sigma F_y = 0$ ，所以 $N = G_A - T \sin 60^\circ = 1.34$ 牛顿。

总结上面的讨论情况可以得出，物体 A 受到的作用力是：绳子对 A 的与水平成 60° 角向斜上方的 10 牛顿拉力；地面对 A 向上的 1.34 牛顿的支持力；另外一个物体对 A 的