

# 中学物理解题指导

毛正明 李五中 陈昌文 李俊民  
廖斯特 刘梦龙 黎继昌 杨崇显  
张启绵 梁宗佑 唐慰常 合 编

贵州人民出版社

## 内 容 提 要

本书分为力学、热学、电学、光学、原子和原子核物理五章。各章首先介绍有关的基础知识，然后通过对选编的各类典型物理问题逐一进行分析、解答，把重点放在基础知识的巩固和基本技能的训练上，有助于读者理解基本概念和掌握基本规律，并应用自己所学过的知识去解决问题。本书可供高中生和知识青年阅读，也可供中学物理教师教学参考。

## 中学物理解题指导

贵州人民出版社编辑出版

(贵阳市延安中路5号)

贵州新华印刷厂印刷 贵州省新华书店发行

787×1092毫米32开本 13.375印张 284千字

1980年12月1版 1980年12月贵阳第1次印刷

印数1—20,000

书号7115·538 定价1.05元

## 目 录

解答中学物理问题的意义、方法和步骤·····	(1)
<b>第一章 力学的基础知识与解题</b> ·····	(9)
(一) 运动学·····	(18)
(二) 静力学·····	(29)
(三) 动力学·····	(46)
(四) 动量守恒和功能原理·····	(81)
(五) 力学补充题分析解答·····	(104)
<b>第二章 热学的基础知识与解题</b> ·····	(134)
(一) 热平衡方程·····	(136)
(二) 热功转换·····	(145)
(三) 固体和液体的热膨胀·····	(150)
(四) 气态方程和热力学第一定律·····	(160)
<b>第三章 电学的基础知识与解题</b> ·····	(194)
(一) 静电学·····	(194)
(二) 直流电路·····	(225)
(三) 电磁感应·····	(265)
<b>第四章 光学的基础知识与解题</b> ·····	(338)
(一) 几何光学·····	(339)
(二) 物理光学·····	(372)
<b>第五章 原子和原子核物理的基础知识与解题</b> ·····	(382)
(一) 问题分类·····	(382)

1 电子跃迁 .....	(382)
2 原子核发生转变 .....	(382)
(二) 基本概念 .....	(382)
1 原子的结构 .....	(382)
2 原子核转变和原子能 .....	(394)
(三) 问题解答 .....	(402)

## 解答中学物理问题的 意义、方法和步骤

解答中学物理问题，不仅可以帮助读者进一步巩固所学过的基本概念、基本定律、基本公式等基础知识，提高应用这些基础知识来解决物理学中的一些基本问题的能力，还可以培养读者的攻关精神、思维能力和应用数学来解决物理问题的能力，从而为进一步学习现代科学技术所必需的基础知识和基本技能打下牢固的基础。

中学物理问题按形式可分为问答题、实验题和计算题，按其性质可分为概念题和应用题，按其难易程度可分为基本题和综合题。解答不同类型的物理问题，不可能有什么一成不变的方法和步骤，更不可能强求用一种统一的格式。重要的是在解答问题之前，必须熟练掌握所学过的有关基础知识，因为这是我们分析和解答各种物理问题的主要依据。此外，对物理学中的一些基本原理、法则、学说以及常用仪器、设备的构造和原理也要有所掌握。只有在这个前提之下，去研究和讨论解答物理问题的一般方法和步骤才有价值；否则，再好的方法和步骤也是无用的。

下面，我们就来谈谈解答中学物理问题的一般方法和步骤，以供参考。

### 一、弄清题意

当我们碰到一个物理问题的时候，首先是要仔细地阅读

题目，明确问题所研究的对象，明确已知哪些条件和所要求解的是什么。要能有这样明确的认识，只有靠仔细读题，对题中的每个字、词、术语和每句话的含义都弄清楚。否则，就会因在某一个字、或者某一句话上“卡壳”而束手无策。例题：

“一质量为  $m$  千克的斜抛物体，其初速度为  $v_0$  米/秒，仰角为  $\theta$ ；抛出后受到水平方向风的阻力为  $f$  千克，求它抛出后  $t$  秒末的瞬时速度。”题中的仰角说明物体是被斜上抛的，其初速度的方向（斜上方向）与水平方向之间的夹角为  $\theta$ ；阻力是指作用在物体上且与物体水平运动的方向相反的力。如果题中说  $\theta$  是俯角，则说明物体是被斜下抛的，其初速度的方向（斜下方向）与水平方向之间的夹角为  $\theta$ ；题中说  $f$  是动力，则是指作用在物体上且与物体水平运动的方向相同的力。又如果题中笼统地说  $f$  是作用力，则是指作用在物体上且与物体水平运动的方向相同或相反的力，于是就得分两种情况来进行分析和计算。由此可见仔细读题的重要性。如果读题太马虎，一目十行，浏览而过，肯定是作不出正确的解答来的。

在弄清题意的基础上，要确定研究对象。确定研究对象的原则是：以能够把已知量和所求量联系起来的物体、或电路、或物理现象、或物理过程等作为我们的研究对象。同时还应尽可能地考虑到计算的顺序和方法如何简便的问题。

此外我们还要特别注意对同一题中所有的已知量都要使用统一的单位制，以避免发生运算上的错误。如例题中阻力  $f$  的单位给的是千克，我们在运算过程中采用国际单位制时，应把它化为牛顿，即  $f$  千克 =  $9.8f$  牛顿。

## 二、分析题意

在弄清题意之后，我们还要深入地进行分析，迅速而准

确地判断出应该运用哪些定律、公式才能将所求量和已知量联系起来.要做到这一点,首先特别重要的是作出示意图来.也就是要将题中的已知量、已知条件和所求量都用通用的字母和符号标示在图上,以便于进一步的分析.因为图示可以将题意形象化和具体化,既有利于全面地领会题意,也便于我们迅速而正确地找出解决问题的途径.可以这样讲,作图对于我们解答力学、电学、光学等方面的问题,往往是必不可少的一个重要环节.如前面所举的例题,我们可以在弄清题意的基础上,一边分析研究,一边作出示意图来,如图1.其次,必须强调指出的是,我们确定要研究的对象,可能是一个或几个物体,也可能是部分电路或全电路,还可能是一个物理现象或物理过程.如例题是研究一个斜抛物体的运动过程,情况是它被抛出后将受到一个竖直向下的地心引力的作用和一个水平方向的阻力的作用.于是我们就可迅速地确定主要是应用牛顿第二定律和速度的分解与合成的法则来求解.

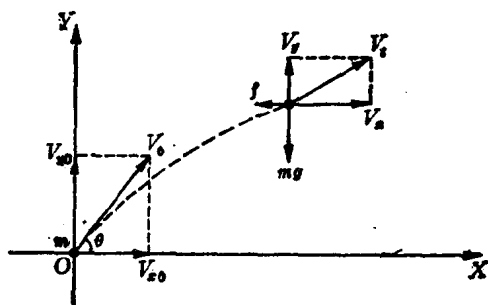


图 1

### 三、建立方程

物理定律和公式往往都是用代数方程式来体现的,根据

物理定律和公式建立方程（组）的过程也就是应用数学来解决物理问题的过程。对于简单的物理问题，一般只要根据一个物理定律或公式就可以列出未知量与已知量之间的关系式，即方程式；对于较为复杂的物理问题往往需要根据几个物理定律或公式列出两个或更多个的方程式，即方程组，才能求出解来。

在建立方程（组）时，一般是：1. 设未知量，即用字母或符号加上单位量来代替未知量。在物理学中，习惯上都是以某个物理公式中的字母或符号加上单位量来设未知量，而不去用其他的字母或符号加上单位量来设未知量。2. 由题意根据所确定应用的物理定律或公式列出足够的方程（组）。一般来说，方程（组）中应包括全部的未知量，且方程的个数必须与未知量的个数相同。这样，建立方程（组）的工作才算完成。如例题中，我们可设物体被抛出后  $t$  秒末的瞬时速度为  $V_t$  米/秒，则其在  $X$  轴和  $Y$  轴的正方向的分速度分别为  $V_x$  米/秒和  $V_y$  米/秒，由速度合成法则可得：

$$V_t = \sqrt{V_x^2 + V_y^2} \quad (1)$$

又根据物体作匀减速运动的规律可得：

$$V_x = V_{x_0} - at \quad (2)$$

$$V_y = V_{y_0} - gt \quad (3)$$

其中  $V_{x_0}$  为水平方向的初速度，即：

$$V_{x_0} = V_0 \cos \theta \quad (4)$$

$a$  为物体  $m$  在水平方向受风的阻力所产生的加速度，根据牛顿第二定律（ $f = ma$ ）可得：

$$9.8f = ma \quad (5)$$

$V_{y_0}$  为竖直向上方向的初速度，即：



$$V_{y_0} = V_0 \sin \theta \quad (6)$$

$g$  为重力加速度, 约等于  $9.8$  米/秒<sup>2</sup>.

由上面六个方程联立求解, 就可求出  $V_t$  的表达式来, 即:

$$V_t = \sqrt{\left[ \left( V_0 \cos \theta - \frac{9.8f}{m} t \right)^2 + (V_0 \sin \theta - 9.8t)^2 \right]}$$

#### 四、解算答题

对所建立起来的方程(组), 一般是先进行代数运算, 导出全部用已知量表示所求量的新式子后, 再代入已知的具体的数值(如果题中给出了具体的数值的话)进行计算, 这样不仅可以简便运算过程, 减少和避免发生演算上的差错; 同时还有利于深入研讨, 扩大知识面. 现在我们先谈简便运算过程的问题, 这个问题有两个方面要注意: 一是要尽量先进行代数运算, 因为若有某些字母或符号在运算过程中消去或约去, 就可减轻数字运算的工作量. 二是要尽量做到在求出未知量的表达式后再代入全部的已知数据, 因为若有某些数据同时消去或约去, 亦可减轻工作量. 当然这样要求也不是绝对的, 对一些问题根据具体情况也可以逐步进行数字计算而求得最后结果. 如例题中由于已知量没有一个是具体的数值, 我们就只有进行代数运算. 但假如题给已知量 ( $m$ 、 $f$ 、 $\theta$ 、 $V_0$ 、 $t$ ) 都分别有具体的数值, 那么就可以先进行数字运算, 即由(4)、(5)、(6)三式分别算出  $V_{x_0}$ 、 $V_{y_0}$  和  $a$ , 然后将  $V_{x_0}$ 、 $a$  代入(2)式,  $V_{y_0}$  代入(3)式, 便可分别求出  $V_x$  和  $V_y$  的值; 再将  $V_x$  和  $V_y$  的值代入(1)式, 即可求出物体被抛出后  $t$  秒末的瞬时速度  $V_t$  的值来.

## 五、检验讨论

得出答案之后，从形式上看，整个题的解答已算完成，但为了使解每一道题都能有较大的收获，在得出答案后，还需对解题的全过程仔细地回顾和检查一遍。看看所用的每一个定律或公式是否适合于题目所描述的物理现象和物理过程；有没有“张冠李戴”的谬误发生；有无其他新的或更好的解法；各公式中的物理量的单位制和所得结果的单位制是否前后统一；解题过程中的每一步骤以及公式的每一变换或推导是否有严密的逻辑性；答案是否合理，是否符合实际。另外，对于答案不是确定的具体数量，而是一般代数表达式的，要多方面进行讨论，如讨论例题中的时间  $t$ 。由于此斜抛物体  $m$  竖直向上方向的初速为  $V_{y_0}$ ，故其上升到最大高度所花费的时间为  $V_{y_0}/g$ ，因而其从抛出点起到落回原高度时所花费的时间则为  $2V_{y_0}/g$ ，即为  $2V_0 \sin \theta/g$ 。若抛出点的高度与地面同，则在

$$V_i = \sqrt{\left[ \left( V_0 \cos \theta - \frac{9.8f}{m} t \right)^2 + (V_0 \sin \theta - 9.8)^2 \right]}$$

中，应满足：

$$t < 2V_0 \sin \theta/g.$$

因若  $t > 2V_0 \sin \theta/g$ ，则物体  $m$  早已落在地面上了（假定是非完全弹性碰撞触地），故  $V_i = 0$ ，也就是说，在  $2V_0 \sin \theta/g$  秒的时间以后，物体  $m$  相对于地面的速度为零。由此可见，检验和讨论是很重要的。它可以加深我们对研究对象的认识，扩大知识面；也可以帮助我们较快地提高思维能力和运用数学来解决物理问题的能力。另外，需要强调指出的是，在检验中应注意到所得出的答案是否有遗漏。如例题，

我们再回头检查一下，就会发现题目要求的是物体  $m$  被抛出后  $t$  秒末的瞬时速度  $V_t$ ，而我们仅仅算出了它的大小，对它的方向却并没有求出来，所以例题并未完全获得解决，于是我们需设  $V_t$  的方向与  $X$  轴的正方向之间的夹角为  $\alpha$ ，因为：

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{V_y}{V_x},$$

故得：

$$\alpha = \operatorname{arc} \operatorname{tg} \frac{V_y}{V_x},$$

亦即：

$$\alpha = \operatorname{arc} \operatorname{tg} \frac{V_0 \sin \theta - 9.8t}{V_0 \cos \theta - \frac{9.8ft}{m}}.$$

此例题我们对其还可以进行各种变换和讨论，深入进去就可解决抛物体运动的各种类型的题目。如令  $\theta$  为  $V_0$  与  $X$  轴的正方向之间的夹角，则当  $\theta = 90^\circ$  时，就是竖直上抛运动的问题； $\theta = 0^\circ$  时，就是平抛物体运动的问题； $0^\circ < \theta < 90^\circ$  时，就是斜上抛物体运动的问题； $-90^\circ < \theta < 0^\circ$  时，就是斜下抛物体运动的问题； $\theta = -90^\circ$  时，就是竖直下抛物体运动的问题。我们这样多思考、多设想、多提问，就可以做到“解一题，懂一题，通一类题”。

总而言之，要能够正确、全面、深入地解答中学物理问题，首先要求我们牢固地掌握所学过的基础知识，然后是学会熟练地应用这些基础知识。掌握基础知识务必牢固，但决不是去死记硬背，而是要把定律和公式的推导、证明和来龙

去脉搞清楚，并经常地应用它们去思索、分析和解决物理方面的问题。只要我们有一个勇敢的攻关精神，再加上一个严格的科学态度，勤思考，勤动手，就会“功到自然成”，从不会解答中学物理问题，到能够熟练地正确地解答中学物理问题，为进一步学习现代科学技术知识打好基础。

## 第一章 力学的基础知识与解题

力学研究的是机械运动，即物体在空间的位置随时间的变动。它主要包括以下三个方面的内容：机械运动的现象（运动学）；机械运动的原因（动力学）；机械运动之间的相互传递以及机械运动与其他运动形式之间的相互转换（动量和功能关系）。

运动学是从现象上来研究机械运动的。具体说，就是要研究描述机械运动的几个物理量，如时间、时刻、位移、路程、速度、速率、角速度、加速度等等之间的相互关系。其中，主要是研究位移和时间，速度和时间的关系。

解答运动学的问题，关键在于正确地分析所研究的物体的运动情况。对于单个质点的简单运动的问题，可以直接运用相应的公式求解；对于单个质点先后做几种不同运动的问题，要注意质点各段运动的特点，特别是各段运动之间的联系；对于几个质点之间的相对运动，除了要弄清楚各质点运动的特点外，还须注意各质点运动之间的相互联系。

静力学可以看作是动力学的一种特殊情况，即加速度为零的情况。它主要是从原因上来研究物体的平衡问题。所谓平衡，从现象上来看，就是物体的运动状态不发生变化，即物体保持静止、匀速直线运动或绕固定轴匀速转动。从原因上来看，就是物体所受的合力与合力矩必须等于零。

解答静力学的问题，关键在于正确分析所研究的物体的

受力情况,然后才是应用相应的平衡条件建立平衡方程求解.

分析物体受力时,应注意以下几点.

(1) 不能多于物体实际所受的力.对于被研究物体所受的每一个力都要能够根据力的定义指明其施力物体.该物体施予其它物体的力决不能作在该物体的受力图上,也不能出现在该物体的平衡方程中.若某个力找不出施力物体,则此力必不存在.

(2) 不能少于物体实际所受的力.为了不漏力,一般按照下列顺序进行受力分析.首先考虑物体所受的重力;其次考虑物体与周围哪些物体接触,凡接触处有弹性形变的,必有弹力;再次考虑物体受弹力的表面相对与该表面接触的物体的运动情况来确定物体所受的摩擦力;最后,若物体处于电磁场中,则必须考虑它所受的电磁力,另外,牵引力可以是弹力或摩擦力,所以一般不再另外考虑.

(3) 不能重复:已根据相互作用的性质考虑了物体的受力情况,就不能又根据相互作用的效果再考虑物体所受的动力、阻力、向心力、张力、压力、支持力、浮力等等.另外,已考虑了合力的作用就不能同时又考虑分力的作用;反之,考虑了分力的作用就不能同时再考虑合力的作用.

动力学研究的是机械运动的现象和原因之间的关系.物体的运动状态以及运动状态的变化快慢是由两个方面的因素决定的:一是物体本身的性质,是内因;二是其他物体对该物体的作用,是外因.牛顿运动定律反映的正是机械运动的现象和原因之间基本关系的规律.中学阶段主要研究质点动力学.

根据牛顿第二定律，可以大致把质点动力学的问题分成以下三种情况：

- (1) 已知质点的运动情况，求解质点的受力情况。
- (2) 已知质点的受力情况，求解质点的运动情况。
- (3) 已知质点的运动情况和受力情况的某些方面，求解质点的运动情况和受力情况的未知方面。

无论是上述哪一种情况，加速度这个物理量都起着联系运动现象和运动原因的重要的桥梁作用，所以加速度是动力学中的核心。

解答动力学的问题，关键在于对所研究的对象正确地进行受力分析和运动分析。受力分析时要尽可能作出受力图，分析运动时要特别注意加速度，并在受力图旁边标明加速度的方向，以便根据牛顿第二定律建立运动方程。

动量定理和功能关系是在运动学和动力学的基础上，从动量和能量两个方面来研究机械运动。它主要研究物体之间机械运动的相互传递以及机械运动和其他运动形式之间的相互转换。

解答动量和功能关系的问题，关键在于正确地分析所研究物体或物体系的始末运动状态，物体所受各力的冲量以及各力所做的功。

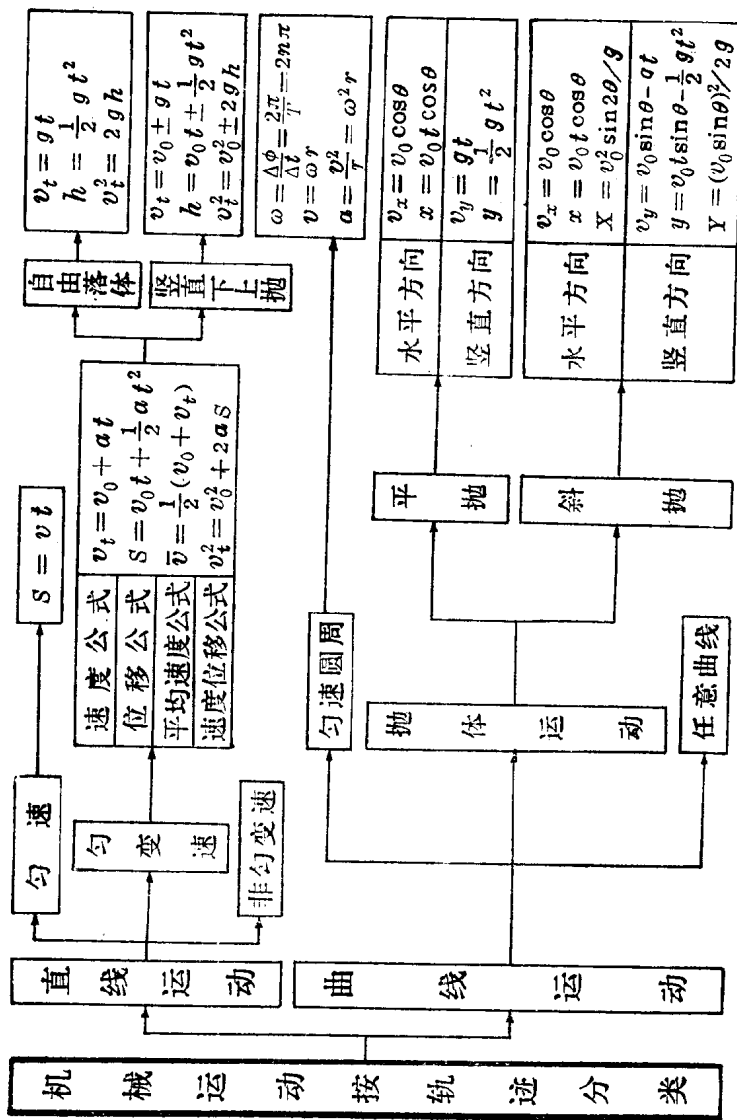
1. 质点运动学主要公式（见12页）。

2. 物体的平衡

(1) 在共点力作用下的物体的平衡条件是合力等于零，即：

$$\sum \mathbf{F} = \mathbf{F}_1 + \mathbf{F}_2 + \dots + \mathbf{F}_n = 0.$$

或者，所有力在各坐标轴上的分量的代数和等于零，即：



质点运动学主要公式



$$\sum F_x = F_{1x} + F_{2x} + \cdots + F_{nx} = 0,$$

$$\sum F_y = F_{1y} + F_{2y} + \cdots + F_{ny} = 0.$$

从受力图来看，力多边形一定封闭。

(2) 有固定转动轴的物体的平衡条件是所有力对转动轴的力矩的代数和为零，即：

$$\sum M = M_1 + M_2 + \cdots + M_n = 0.$$

(3) 共面力平衡的一般条件

(i) 所有力的矢量和为零，即：

$$\sum F = F_1 + F_2 + \cdots + F_n = 0.$$

或者，所有力在各坐标轴上的分量的代数和等于零，即：

$$\sum F_x = F_{1x} + F_{2x} + \cdots + F_{nx} = 0,$$

$$\sum F_y = F_{1y} + F_{2y} + \cdots + F_{ny} = 0.$$

(ii) 所有力对垂直于力平面的任一轴的力矩的代数和为零，即。

$$\sum M = M_1 + M_2 + \cdots + M_n = 0.$$

### 3. 质点动力学的基本定律

(1) 牛顿第一定律：任何物体，在不受外力作用时，总保持自己的静止状态或匀速直线运动状态不变，直到有外力迫使它改变这种状态为止。即：

若  $\sum F = 0$ ，则  $U = \text{常矢量}$  (包括零矢量)。

(2) 牛顿第二定律：物体的加速度跟所受合外力成正比，跟物体的质量成反比，加速度的方向与合外力的方向相同。即：

$$a = \frac{\sum F}{m}, \text{ 或 } \sum F = ma.$$

应用牛顿第二定律时，应注意以下几点：