中学物理

解题方法与技巧

陈来义　王秉钧　王绍符

河北教育出版社

中学物理解题方法与技巧

王秉钧　王绍符

河 北 教 育 出 版 社

冀新登字006号

中学物理解题方法与技巧

陈来义　王秉钧　王绍符

河北教育出版社出版（石家庄市城乡街44号）
河北新华印刷一厂印刷　河北省新华书店发行

787×1092毫米　1/32　14.25印张　305,000字　1992年5月第1版
1992年5月第1次印刷　印数：1—4494　定价：4.25元

ISBN 7-5434-1116-4/G·915

前　言

解答物理问题是学好物理学的重要环节．通过做题可以巩固、加深和扩大所学的理论知识，帮助我们牢固地、系统地掌握知识，培养分析问题解决问题的能力。然而，解答物理题是个复杂的认识过程．不仅需要熟悉运用物理知识的一般规律和方法，还必须善于发现那些独特的、实际的、巧设埋伏的问题，运用创造性的思维给予正确解答．为了帮助高中学生掌握多变的解题思路、方法和技巧，我们编写了《中学物理解题方法与技巧》这本书．

本书由三个部分组成．第一部分有两章，通过大量的具体问题深入浅出地阐述物理解题的一般理论、方法和规律，帮助学生顺利完成物理问题和数学问题的双转化任务，树立变化的、正确的解题思路和方法．在选择例题时，注意到学生在学习中遇到的困难，力争通过最少的文字使读者受到启发，切中迷处．第三章为第二部分，根据近年来各级各类物理考试的情况，对物理试题分成九类，概述了解题方法、解题要点与解题技巧，并对每一类问题的注意事项和失分的原因作了分析．第四章为第三部分，是典型例题巧解．按力学、热学、电磁学、光学和原子物理学次序研究巧解问题．这一部分至少要完成三方面的任务：某些主观性试题的设计很容易使读者陷于复杂的笨拙的解题过程，而巧解的方法则在于使人开扩思路，寻求解题捷径；另一些主观性试题的设计则是使人

找不到解题的头绪，用常规方法解题得不出正确结果，而巧解则使读者打破常规另辟蹊径；在用于各种目的的试题中，客观性试题的比重有逐年增加的趋势。这一类试题不要求解题过程，但必须首先作出正确估计、简单计算。而巧解的方法在这方面则有特殊的意义，它能帮助读者简单、迅速、准确地求解作答。

书中有针对性地给出了许多练习，并把答案和提示附于书后，供读者参考。

本书的三个组成部分，在思想方法上互相渗透，内容上互相联系又不重复。例题形式新颖，变化多样，论及的多数问题均在现行物理教学大纲范围之内。也有少量大纲界限上的问题，属于物理考试后争论不休的问题。这一类问题，我们在解题方法上做了巧妙处理，对于提高读者的解题能力不无裨益。

第一、二章由陈来义执笔，第三章由王秉钧执笔，第四章由王绍符执笔。

本书讨论的问题尽管是作者多年潜心研究和积累的结果，但由于水平有限，书中难免有错，恳请读者和同行不吝指正。

目　录

第一章　物理问题和数学问题的转化……………………（1）

§1　物理问题的量化　………………………………（1）

§2　物理量和物理规律的表述方法　………………（15）

§3　物理量正负号的意义及其运算　………………（37）

第二章　物理解题方法概述……………………………（49）

§1　你必须学会正确的判断　………………………（50）

§2　审题的意义　……………………………………（61）

§3　解题的基本思路　………………………………（75）

§4　揭开难题设计之谜　巧列物理方程式　………（94）

§5　要认真分析计算结果　…………………………（119）

第三章　物理题的类型及其解题要点…………………（126）

§1　唯一正确答案选择题　…………………………（126）

练习（一）………………………………………（131）

§2　多重正确答案选择题　…………………………（136）

练习（二）………………………………………（143）

§3　填空题　…………………………………………（150）

练习（三）………………………………………（159）

§4　问答题　…………………………………………（164）

练习（四）………………………………………（169）

§5　计算题　…………………………………………（172）

练习（五）………………………………………（183）

§6 估算题 ……………………………………(191)
练习（六）……………………………………(198)
§7 实验题 ……………………………………(201)
练习（七）……………………………………(213)
§8 黑盒题 ……………………………………(219)
练习（八）……………………………………(225)
§9 证明题 ……………………………………(232)
练习（九）……………………………………(242)
第三章练习题参考答案 ……………………………(249)
第四章 典型例题巧解……………………………(263)
§1 力学部分 …………………………………(264)
练习（一）……………………………………(293)
练习（二）……………………………………(322)
§2 热学部分 …………………………………(328)
练习（三）……………………………………(355)
§3 电磁部分 …………………………………(360)
练习（四）……………………………………(370)
练习（五）……………………………………(394)
练习（六）……………………………………(412)
§4 光 原子物理部分 …………………………(415)
练习（七）……………………………………(433)
练习（八）……………………………………(444)
第四章练习题参考答案 ……………………………(445)

第一章　物理问题和数学问题的转化

物理学是一门以实验为基础的科学，又是一门需要量度的科学。数学方法在物理学中的应用，使得物理概念、规律由定性的描述上升为定量的描述。这样，物理规律才有可能通过实验的定量验证使人信服。在物理学的学习和研究中，不论是观测实验，还是理论探讨；不论是从感性认识上升到理性认识，还是运用物理知识指导实践，数学方法都是极端重要的。

解答一切定量的物理问题，首先要把物理问题转化为数学问题；在求解的过程中或者是在有了数学结果之后，又必须把数学问题转化成物理问题，赋予它确切的物理意义，这样，数学方法才是有效的。因此，学好物理问题和数学问题的"双转化"本领，是对物理问题进行计算和推理论证的首要问题，也是学好中学物理的中心问题之一。

§1　物理问题的量化

所谓物理问题的量化，就是给物理量以数字的表示，或者是把描述物理概念、物理规律、物理事实和物理过程的语言用数学符号表示出来。数学符号的作用，它在物理问题中的重要性，我们往往不会过高估计。如果将这个问题处理得

当，数学符号就是非常简练、明了而准确的物理语言。譬如，要把几个物理量的关系用方程式的方式表示出来，就是把物理语言和普通语言翻译成数学符号。像 $F=ma$ 就是用数学语言描述加速度、力和质量三者关系的一例。这个简单的例子可能使你豁然开朗，甚至使你觉得数学符号与物理语言之间的对译早已是习以为常了。如果确有这种认识，并不是一个好兆头，而是我们学习物理、解释物理问题的一个困难。

一般的物理计算题，从它的叙述中就明确给定了所需要的一切数据，设法运用这些数据，往往成为思考的起点。但也有为数不少的物理问题，物理量之间的定量关系并不是直接用数词表达的，而是把数量关系隐藏在物理过程和物理意义之中；还有，实际中的物理问题，一般不告知物理量的名称和大小，其数据全凭自己拟定的观测和实验得来。要测哪些量，不测哪些量，以及测量的方法是可以因人而异自作主张的。一个巧妙的测量设计，会使问题得到简捷的解答；相反，一个笨拙的设计，会使问题失去解答的头绪。

例如，两个人抬一根木棒上楼梯，为什么高处的人比低处的人占便宜？

不用说，这是一个力矩平衡问题。但题目中没有给出任何一个物理量，也没有指出哪是被测量的量。就这个问题，曾在一个班中进行了一次测试。有趣的是，所有有能力解答这个题目的学生都做了如下类似的设计和解答。如图 1-1 所示。

设木棒长为 l，重心在 O 点。

以 B 为支点，则有

$F_1 l\cos\theta = G\cdot\overline{OB}\cos\theta$

$\therefore \quad F_1 l = G\cdot\overline{OB} \qquad (1)$

以A为支点，则有

$F_2 l\cos\theta = G\cdot\overline{OA}\cos\theta$

$\therefore \quad F_2 l = G\cdot\overline{OA} \qquad (2)$

(1)式+(2)式，得

$(F_1+F_2)l =$

$G(\overline{OB}+\overline{OA})$

$\therefore \quad F_1+F_2=G.$

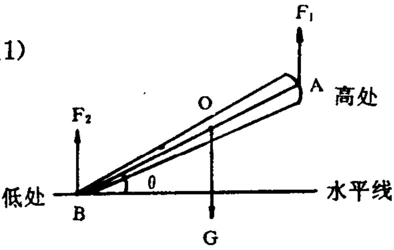


图 1-1

从这个计算结果看不出哪个人占便宜。但可以说，是否占便宜跟是否在高处无关。显然这是一个不符合实际情况的计算结果，因为尽管A者抬粗端，只要θ足够大，压在B者的力就会大于压在A者的力。而且，随着θ的增大（小于$90°$），木棒的重就会越来越多地压在B者上。

为什么他们不约而同地选择了笨拙的甚至是错误的解答呢？不难理解，原因是如何根据实际情况确定被研究的物理量，又如何用数字或符号表示出来，这是一般人所不熟悉的。

善于把物理语言翻译成数学语言，从没有数词的叙述中找到可以表达数量关系的数据或符号，这是解决物理问题的一种能力。这种能力属于“把物理问题转化为数学问题”的一种本领。怎样尽快地练就这种本领呢？这不是本节能够完美解决的。解决这个问题，还有赖于其他章节的内容互相配合。本节的任务是，就这方面的问题结合典型实例进行具体分析，从而使读者领悟其中的思考方法。现就如下的三个问题进行分析。希望读者看过题目之后，首先自己试答，然后

再看本文的分析。

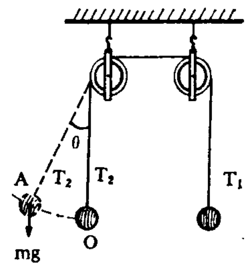


图 1-2

【例题1】 一条绳子通过两个定滑轮，在两边分别挂着两个完全相同的物体。最初，它们处在同一高度。如果使左边的物体在平衡位置附近来回摆动，那么，右边的物体将怎样运动（如图 1-2 所示）？

在这个问题中没有给出数据，当然我们可以用直观推理的办法给以解答，但要创造条件，给以定量的表达，做出使人更为信服的判断。

第一步：对两个物体受力分析，可设物体受到的重力为 mg，绳子的拉力为 T_1 和 T_2。在静止时有

$$T_1 = T_2;$$

第二步：由左边物体摆动，可想到

$$F = m\frac{v^2}{R};$$

第三步：当左边物体摆到平衡位置 O 时，$v_0 \neq 0$，则有

$$T_2 - mg = m\frac{v_0^2}{R},$$

$$T_2 = mg + m\frac{v_0^2}{R},$$

故 $T_2 > mg$，$T_1 > mg$。

此时右边物体向上加速运动；

第四步：左边物体摆到最高位置 A 时，$v_A = 0$，则有

$$T_2 - mg\cos\theta = m\frac{v_A^2}{R} = 0.$$

$\because$ $\cos\theta < 1$

$$\therefore \qquad T_2 = mg\cos\theta < mg, \ T_1 < mg.$$

此时右边物体向下加速运动。

由以上分析可知，左边物体在平衡位置摆动时，右边的物体将上下振动。

从这一例可以看出，把物理问题转化为数学问题，首先是根据题意发掘题目中可用数学符号表达的物理量和物理关系；其次是根据物理概念和规律列出方程式，进一步把方程式变为不等式(或解方程式)；最后，把不等式(或数学结果)翻译成物理语言，给出问题的解答。或者说，把计算得到的最后的数据或数学表示形式赋予物理意义。

【例题 2】 让铁球浮在水银里，往水银上倒水，直到把铁球全部淹没。问铁球是下沉了、升高了、还是保持原来在水银中的深度不变？

这是一个定性的物理问题。我们可以不采用数学的方法，由推理作出解答，还可以用数学方法作出定量的解答。

(1) 用推理的方法解答

设想浮在水银上的铁球浸没在这样一种特殊的液体中，液体的密度从零连续增大，增大到空气的密度，进而变到水的密度，再继续增加下去。当想象的液体的密度达到了铁的密度时，铁球必然会从水银中浮起来。如果液体的密度再增大，哪怕是增加一点点，铁球就会瞬间脱离水银面而在这种特殊的液体中加速上升。由此可以得出结论：当铁球周围的空气变成水时，铁球将稍有上升。

这种密度可以连续变化的特殊液体，在实际生活中是没有的，它仅仅是一种数学模型。建立这种模型的目的是为了设计一条思路，把人们引向正确的思考结果。因为它可以给

出考虑问题的一种极限情况，而这种极限情况又正好是液体密度连续变化的必然结果，所以，由这个模型推理而来的答案是容易被人接受的。

(2) 定量的解答

第一步，首先发掘数量的表示。三种物质的密度表示为

水 $\rho_1 = 1.00 \times 10^3$，水银 $\rho_2 = 13.6 \times 10^3$

铁 $\rho_3 = 7.84 \times 10^3$。

密度的单位是千克/米^3。

设球的体积是 V，球在液体分界面上下的体积分别为 x 和 y。其中 V 应看做是给定的数值，x 和 y 是变量。

第二步，寻求关系式。根据事实，有

$$x + y = V. \tag{1}$$

再根据阿基米德定律，可知：

球排开水的重量为 $\rho_1 x g$；

球排开水银的重量为 $\rho_2 y g$；

球受到两种液体的总浮力为 $\rho_1 x g + \rho_2 y g$。又知道球受到的重力为 $\rho_3 V g$。

根据力的平衡知识(浮力与重力平衡)，可列出方程

$$\rho_1 x g + \rho_2 y g = \rho_3 v g. \tag{2}$$

第三步，解(1)式和(2)式，得

$$x = \frac{\rho_2 - \rho_3}{\rho_2 - \rho_1} V, \tag{3}$$

$$y = \frac{\rho_3 - \rho_1}{\rho_2 - \rho_1} V. \tag{4}$$

第四步，回到原来的问题，代入数值，则有：

水银面上是空气时，

$$\rho_1 = 0 \text{（近似）},$$
$$x_1 = 0.423V;$$

水银面上是水时，

$$\rho_1 = 1.00\times 10^3,$$
$$x_2 = 0.457V.$$

由 $x_2 > x_1$ 可知，水银面上是水时，铁球是上升了. 这个结论和我们用推理的方法得到的结论是一致的. 但是，显然定量的描述更准确、更有说服力. 甚至能够计算出上升了 $x_2 - x_1 = 0.034V$.

我们还可以用（3）式和（4）式对这个问题进行讨论. 式中 ρ_2、ρ_3 和 V 是不变的，而让 ρ_1（上层液体的密度）从 $\rho_1 = 0$ 逐渐增加到 $\rho_1 = \rho_3$，则分母 $(\rho_2 - \rho_1)$ 逐渐下降，球在水银面上的部分

$$x = \frac{\rho_2 - \rho_3}{\rho_2 - \rho_1}V$$

逐渐增大，即铁球逐渐上升，当 $\rho_1 = \rho_3$ 时，

$$x = V, \quad y = 0.$$

即是说，当水银上面的液体的密度增加到铁的密度时，铁球全部浮出水银面上.

由以上两例可以看出，把物理问题转化为数学问题是个有实际意义的重要问题. 这不仅是分析解答物理问题的一种重要手段，而且对将来从事科学研究工作或把物理知识用于实际的一切工作也是很重要的，我们都应该具备这方面的修养或严格的训练.

实际中的物理问题是非常复杂的，以致使我们感到无从下手解决. 这也正是我们需要进行训练的关键. 如何进行训

练呢?我想通过下面三例关于杠件的称量问题,把解决问题的思考方法概括为四个方面:一、简化复杂的问题,建立数学模型;二、根据物理规律建立方程式;三、在解方程式的过程中,要注意数学符号的物理意义;四、对计算结果给予物理的解释。

【例题3】 用杆秤称量檩木之类的杆件时,人们常用的方法是:使杆件的一端支地,另一端用杆秤提起.这样称量两次,分别称出两端的重量,然后相加即得杆件的重量.运用这种称量方法的条件是什么?

这是一个杠杆平衡问题.借此研究一下杠杆简化的问题、天平问题和杆秤问题,将对理解上述四个思考方法大有裨益.

一、杠杆的简化

杠杆的简化,即建立杠杆模型.前面谈到二人抬东西上楼梯的问题,也属于杠杆的简化问题.研究杆件称量问题,仍然会犯同种错误.人们总是把杠杆简化成一条直线段.并在这条直线段上给出两次称量时的支点、力的作用点和力的符号表示,如图1-3所示.

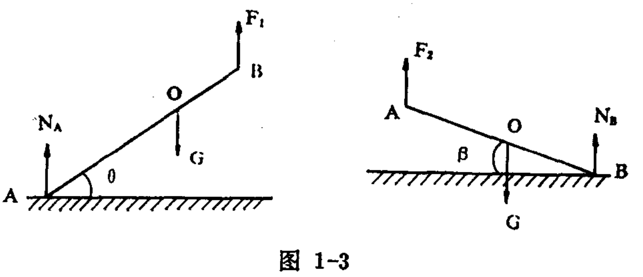


图 1-3

根据 $\Sigma M_A=0$，可得

$$F_1\cdot\overline{AB}\cdot\cos\theta-G\cdot\overline{OA}\cdot\cos\theta=0$$

$$\therefore\quad F_1\cdot\overline{AB}=G\cdot\overline{OA}\tag{1}$$

又根据 $\Sigma M_B=0$，得

$$G\cdot\overline{OB}\cdot\cos\beta-F_2\cdot\overline{AB}\cdot\cos\beta=0$$

$$\therefore\quad F_2\cdot\overline{AB}=G\cdot\overline{OB}\tag{2}$$

(1)式和(2)式相加，得

$$(F_1+F_2)\cdot\overline{AB}=G\cdot(\overline{OA}+\overline{OB})$$
$$=G\cdot\overline{AB}$$

$$\therefore\quad F_1+F_2=G.\tag{3}$$

由 (3) 式可得出结论：称量结果与两次称量时抬起的角度大小无关，只是角度不允许 0° 或 90°。

这是一个错误的结论。发生错误的主要原因就在于，把杆件抽象为一种特殊情况下的杠杆。两个力的作用点和支点在同一条线段上。这是一个脱离了物理实际的数学模型，因为实际中的杆件在进行称量时，提秤的作用点、支点和重心，一般不在同一直线上。这就是说，我们建立一种数学模型，使问题得到简化，必须遵守一条原则：一切被简化了的物理事实或所建立的数学模型，必须符合被研究对象的实际。现在，我们按照实际情况分析如下。

正确的杆件模型如图 1-4 所示。$\overline{AB}$线段表示杆件的长，重心在O点。$\overline{OC}\perp\overline{AB}$，一般情况$\overline{AC}\neq\overline{CB}$。在特殊情况下$O$跟$C$重合。在实际问题中，重心$O$可能在$\overline{AB}$之下，也可能在$\overline{AB}$之

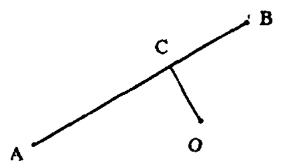
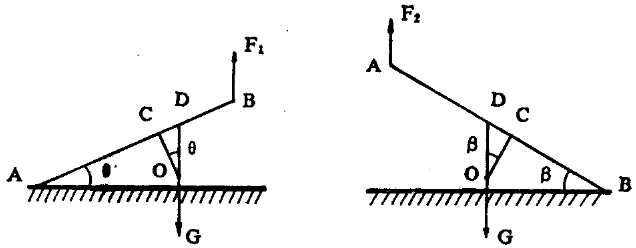


图 1-4

上。下面分两种情况进行讨论。

1．重心 O 在 $\overline{AB}$ 之下



(1)　　　　　　　　(2)

图 1-5

如图 1-5 所示，延长重力 G 的作用线交 $\overline{AB}$ 于 D。根据杠杆的平衡条件，第一次称量如图 1-5(1) 所示，有

$$G\cdot(\overline{AC}+\overline{CD})\cdot\cos\theta=F_1\cdot\overline{AB}\cdot\cos\theta$$

$$G\cdot(\overline{AC}+OC\cdot\mathrm{tg}\,\theta)=F_1\cdot\overline{AB}$$

$$\therefore\qquad F_1=\frac{\overline{AC}+\overline{OC}\cdot\mathrm{tg}\,\theta}{\overline{AB}}G。$$

第二次称量，如图 1-5(2) 所示，同理有

$$F_2=\frac{\overline{BC}+\overline{OC}\cdot\mathrm{tg}\,\beta}{\overline{AB}}G$$

$$\therefore\qquad F_1+F_2=G+\frac{\overline{OC}(\mathrm{tg}\theta+\mathrm{tg}\beta)}{\overline{AB}}G\qquad(4)$$

2．重心 O 在 $\overline{AB}$ 之上

如图 1-6 所示，第一次称量如图(1)，有