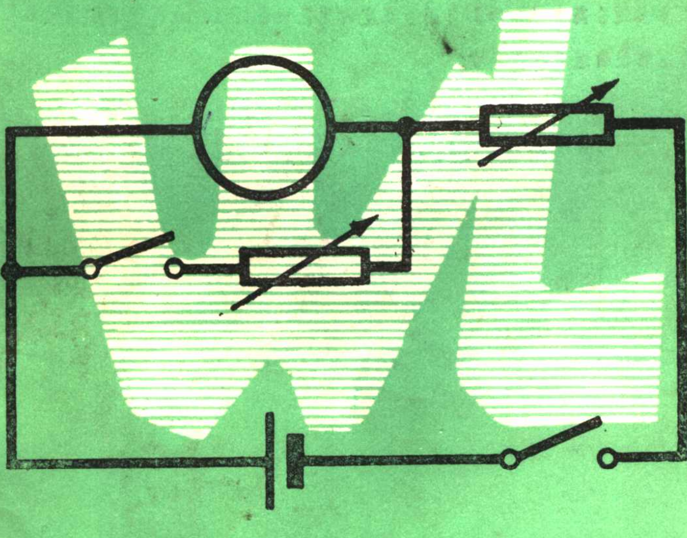
高中物理一题多解示例和指导

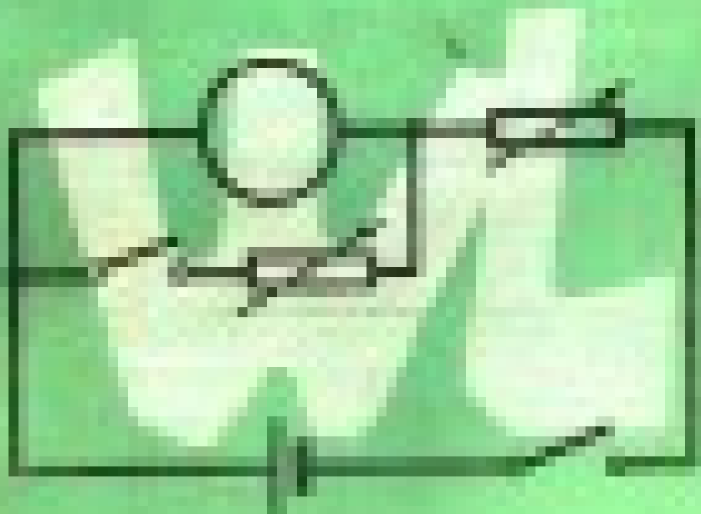
傅德君 徐渝生 编著



四川科学技术出版社

高中物理一题多解

示例和指导



高中物理一题多解
示例和指导

傅德君　徐渝生　编著

四川科学技术出版社

一九八五年·成都

高中物理一题多解示例和指导

《课堂内外》杂志编辑部　　编辑
四川科学技术出版社　　出版
新华书店重庆发行所　　发行
四川省隆昌县印刷厂　　印刷

开本787—1092 1/32　印张8.2　字数178千字
版次85年7月第一版　印次85年7月第一次印刷
书号　7298·20　　印数　23000

定价：1.30元

序　言

解答物理习题是把知识转化为能力的一条重要途径。在中学阶段，为了培养学生有独立工作能力，应不断地提高他们的解题能力。解题能力的提高，关键在于对物理问题的分析，明确剖析问题的思路，根据物理知识之间的内在联系，采取相应的数学运算关系，然后对问题加以解决。

本书作者，根据在教学中编拟的习题和国内外的有关资料，选编了一百余道典型的中学物理习题（包括力学、热学、几何光学、电磁学的内容），对每一道题进行了较全面的分析，给出了多种解法，总结了解题规律，用以指导学生打开思路、灵活地掌握知识和应用知识。

由于物理习题一般都有多种解法，本书就一题多解的有关问题加以分析和讨论，这样可以帮助学生加深对概念和规律的理解，促进学生掌握到灵活运用公式的方法，打开学生的思路，开阔他们的视野，提高他们从物理意义去分析问题的能力。

本书是以例题形式编写的，可以说是一本较好的课外读物，有助于提高学生对物理的学习兴趣，也可供教师教学参考。

重庆市中学物理教学研究会理事长

董贞熙

一九八五年二月

前　　言

众所周知，分析和解答物理习题是把知识转化为能力的一条重要途径．因此，为了造就有独立工作能力的人材，在中学阶段应培养和提高他的解题能力．要提高解题能力是否必须大量解题、搞“题海战术”呢？答案是否定的。根据我们多年来的教学实践证明：选择典型习题，有意识地进行“一题多解”的训练就能达到发展智力、培养能力的目的。

“一题多解”可以促使学生加深对概念和定律的理解；

“一题多解”可以帮助学生掌握灵活运用公式的方法；

“一题多解”是学生创造性思维的广阔天地；

“一题多解”能以少代多，是提高质量、减轻负担的良好办法。

本书就一题多解的有关问题加以分析和讨论，并根据作者在教学中编拟的习题和国内外的有关资料，选编了一百道典型的中学物理习题（包括力学、热学、几何光学和电磁学的内容），并对每一道题进行了较全面的分析，给出了多种解法，总结了解题的规律，用以指导学生打开思路、灵活地掌握知识和应用知识。

由于多数物理题都有不少解法，所以本书没有另编习题。读者在阅读本书时，可以先了解一题多解的基本方法，再试解书中的例题，比较各种解法的优缺点，从而提高自己的思维能力和解题能力，然后再去分析你所遇见的其他题目。

本书不当之处，恐难避免，欢迎读者批评指正。

作者

一九八五年二月

目　　录

一、一题多解的意义 (1)

二、物理解题方法概述 (9)

三、一题多解示例 (31)

1．力学 (31)

2．热学 (138)

3．几何光学 (167)

4．电磁学 (185)

一、一题多解的意义

所谓"一题多解"，是指采用不同的方法去对同一个题目进行求解或证明。

我们认为，对于高中学生来讲，应该大力提倡他们进行一题多解的练习。因为通过一题多解的训练，能起到如下的教育和培养作用：

1.能更加广泛地复习和应用基础知识和基本技能

学习物理的根本目的在于："打好基础，培养能力"。而能力的培养，又必须寓于掌握基础知识的过程之中。因此，关健是掌握好基础知识和基本技能。要真正地掌握好基础知识和基本技能，解答物理习题则是不可缺少的一环。特别是要运用多种方法解答同一问题，由于涉及的知识面比较宽，做题时我们就必须广泛地复习有关的物理概念、定律及公式的意义，并利用这些基础知识去解题，从而可达到深刻地理解和牢固地掌握基础知识与基本技能的目的。

2.能更加有效地培养思维能力

可供一题多解的习题，为学生提供了发展思维能力的练习

素材。因为只有充分地利用比较和分类、归纳和演绎、分析和综合、抽象和概括等思维方法，才可能找到同一问题的多种解题方法。事实表明，善于一题多解者，一般都具有较高的解题技巧，思维敏捷而灵活。无疑，这种能力的获得是和经常进行一题多解的实践所分不开的。

3.能大力提高运用数学工具解决物理问题的能力

一般说来，解答物理习题时，都要先对物理现象和过程进行分析，然后再经概括、抽象等思维活动把物理问题转化为数学问题，最后进行计算。练习一题多解的目的之一，就是着眼于训练学生这种“转化”和“计算”的能力，要求他们在概括、抽象时思路要灵活多变，尽量把同一个物理现象和过程转化为不同的数学问题，或是尽可能的用不同的数学方法去处理同一数学问题。

4.能激发兴趣，引起钻研，养成寻找最佳解题途径的习惯

要做到一题多解，必须从题目的条件出发，制订不同的方案，在已知量和待求量之间架起各种桥梁，这的确是一种创造性的劳动。正因为这种劳动带有一定的创造性，所以对学生具有很大的吸引力，能引起他们的极大兴趣，促使他们去刻苦钻研。

另外，有的同学平时解题常常只满足于能做出答案就行了，没有进一步思考一下自己的解题方法是否最简捷、最合理。当然，能求出答案是不错的，但繁琐的方法却是不可取的，因为它既浪费时间，又容易使人在冗长的计算中产生错误。通过一题多解，有利于我们对各种方法进行比较，寻找出最佳的解法，逐步培养起用最佳方法解决问题的良好习惯。应该看到，这种习惯正是从事科学实验和工程设计等工作所需要的。

既然一题多解在学习物理的过程中有着如此重要的作用，那末，我们就应当有意识地培养自己的这方面的能力。

怎样才能较熟练地进行一题多解呢？

首先，要正确地理解物理概念、公式、定律、理论的内容和意义，并能灵活地运用这些知识。其次，还要熟悉一题多解的常规类型和物理解题的一般方法。

这里，我们着重从解题的思想方法上介绍一题多解的各种类型，至于物理解题的一般方法则放在下一单元（物理解题方法概述）中专门讲述。

关于物理习题的一题多解，通常可分为下面三种类型：

1.运用不同的基本定理求解

例如有一在弹簧作用下作简谐振动的质点，已知质量、倔强系数和振幅，求它经过某位置时的速度。对此，我们可以利用“作匀速圆周运动的物体，它的投影的运动是简谐振动”的结论来解，也可以应用机械能守恒定律来解。

2. 应用同一基本定理，而使用不同的数学手段求解

在运用同一基本定理分析某一物理现象或过程时，由于选择的坐标系不同，或是参量不同，将得到该问题的不同数学表达形式。即使是同一数学表达形式，我们也可以用不同的数学方法去处理它。譬如，若某一物理问题转化成了一个求函数的极值问题之后，就有可能利用极值公式、图象、不等式的性质、配方等多种数学手段来解决它。

3. 从教材上的基本定理出发，将有关公式变形，或进行推广，再以此为根据进行求解

例如一定质量的理想气体由状态（P、V、T）变成状态为（P_1、V_1、T_1）、（P_2、V_2、T_2）、…（P_n、V_n、T_n）的若干部分，要求其中的某些状态参量。对于这个问题，我们可以直接利用理想气体的状态方程$\frac{PV}{T}$＝恒量求解，也可以用这个方程的推广$\frac{PV}{T}=\frac{P_1V_1}{T_1}+\frac{P_2V_2}{T_2}+\cdots+\frac{P_nV_n}{T_n}$求 。因为这个推广公式，是不难证明的：

先设气体在状态参量P、T不变的情况下，变成了体积分别为V_1'、V_2'、…V_n'的若干部分。

因此$\frac{PV}{T}=\frac{P}{T}(V_1'+V_2'+\cdots V_n')$ ………①

再让各部分在质量不变的情况下，其（P、T、V_1'）、（P、T、V_2'）、…（P、T、V_n'）分别变化为（P_1、T_1、V_1）、（P_2、T_2、V_2）、…（P_n、T_n、V_n）。

所以 $\frac{PV_1'}{T}=\frac{P_1V_1}{T}$、$\frac{PV_2'}{T}=\frac{P_2V_2}{T_2}$、………、$\frac{PV_n'}{T}=P_nV_n/T_n$ ……………②

将②式代入①式问题便可得证。

为了使读者熟悉这种分类，我们具体分析一个例题。

［**例题**］物体以与水平地面成θ角的初速度V_0斜向上抛，击中倾角为α的斜坡上的A点，试证明其时间

$$t=2V_0\sin(\theta-\alpha)/g\cos\alpha。$$

［**证明一**］在图 1—1 的坐标系中，根据斜抛运动的有关公式：

$$y=AB=V_0\sin\theta\cdot t-\frac{1}{2}gt^2$$

$$x=OB=V_0\cos\theta\cdot t$$

$$\therefore\frac{y}{x}=\frac{AB}{OB}=tg\alpha$$

$$=\frac{\sin\theta}{\cos\theta}-\frac{gt}{2V_0\cos\theta}$$

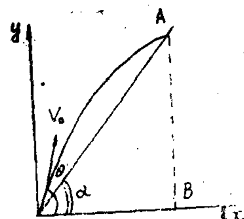


图1—1

$$gt=(tg\theta-tg\alpha)\times2V_0\cos\theta$$

$$t=\frac{2V_0\cos\theta}{g}\cdot\frac{\sin\theta\cos\alpha-\sin\alpha\cos\theta}{\cos\theta\cos\alpha}$$

$$=2V_0\sin(\theta-\alpha)/g\cos\alpha$$

［**证明二**］建立如图1-2的坐标系，将V_0与g向y轴投影，则：

$$V_{0y}=V_0\sin(\theta-\alpha)$$

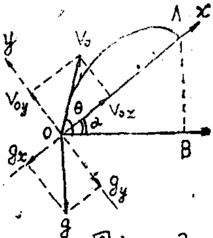


图1—2

$g_y = g\cos\alpha$

该物体的运动在y轴上的投影类似于竖直上抛运动。

$\therefore y = V_{0y}t - \frac{1}{2}g_y t^2$

$= V_0\sin(\theta-\alpha) - \frac{1}{2}g\cos\alpha t^2$

又∵A点之纵坐标$y=0$

$\therefore V_0\sin(\theta-\alpha)t - \frac{1}{2}g\cos\alpha t^2 = 0$

$t = 2v_0\sin(\theta-\alpha)/g\cos\alpha$

［**证明三**］如果把物体的运动看作V_0方向的匀速运动与竖直方向的自由落体运动的合成，那末在题设的时间t内，匀速运动将使它达到C点，而自由落体运动又将使它从C点下落到A点，如图1-3所示。

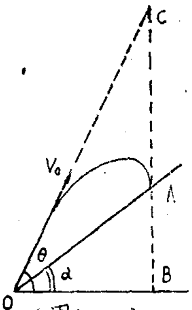


图1—3

$\therefore OC = V_0 t$

$CA = \frac{1}{2}gt^2$

$\because CA = CB - AB$

$= OB\,tg\theta - OB\,tg\alpha$

即$\frac{1}{2}gt^2 = V_0\cos\theta\cdot t\cdot\dfrac{\sin(\theta-\alpha)}{\cos\alpha\cos\theta}$

故$t = 2V_0\sin(\theta-\alpha)/g\cos\alpha$

［**证明四**］由于斜抛运动是匀变速运动，所以可用平均速度处理。

$\because OA = \dfrac{OB}{\cos\alpha} = \dfrac{V_0\cos\theta}{\cos\alpha}\cdot t = \overline{V}t$ （见图1-2）

$\therefore \overline{V} = \dfrac{V_0\cos\theta}{\cos\alpha}$，其方向沿x轴

又$\because \overline{V} = \dfrac{V_{0x}+V_{Ax}}{2}$

$$=\frac{V_0\cos(\theta-\alpha)+[V_0\cos(\theta-\alpha)-g\sin\alpha t]}{2}$$

$$\therefore \frac{V_0\cos\theta}{\cos\alpha}=\frac{2V_0\cos(\theta-\alpha)-g\sin\alpha\cdot t}{2}$$

$$g\sin\alpha\cdot t=2V_0\cos(\theta-\alpha)-\frac{2V_0\cos\theta}{\cos\alpha}$$

$$=\frac{2V_0\cos\alpha(\cos\theta\cos\alpha+\sin\alpha\sin\theta-2V_0\cos\theta)}{\cos\alpha}$$

$$t=\frac{2V_0\cos\theta\cos^2\alpha-2V_0\cos\theta+2V_0\cos\alpha\sin\alpha\sin\theta}{g\sin\alpha\cos\alpha}$$

$$=\frac{2V_0}{g}\times\frac{-\cos\theta\sin^2\alpha+\cos\alpha\sin\alpha\sin\theta}{\sin\alpha\cos\alpha}$$

$$=2V_0\sin(\theta-\alpha)/g\cos\alpha$$

[**证明五**]根据动能定理，则有$mgh=\Delta E_k$

$$\therefore \tfrac{1}{2}m(V_{0y}{}^2-V_{ay}{}^2)=mgOBtg\alpha\ \text{（见图1—1）}$$

$$V_0{}^2\sin^2\theta-(V_0\sin\theta-gt)^2=2gV_0\cos\theta\cdot t\cdot tg\alpha$$

$$\therefore 2g\cdot t\cdot V_0\sin\theta-g^2t^2=2gV_0\cos\theta\cdot t\cdot tg\alpha$$

$$gt=2v_0\sin\theta-\frac{2v_0\cos\theta\sin\alpha}{\cos\alpha}$$

$$=2V_0(\sin\theta\cos\alpha-\cos\theta\sin\alpha)/\cos\alpha$$

$$t=2V_0\sin(\theta-\alpha)/g\cos\alpha$$

[**证明六**]由动量定理$\vec{F}\Delta t=m\Delta\vec{V}$，可得

$$\frac{m\Delta\vec{V}}{\vec{F}}=\Delta t=\frac{m\Delta\vec{V}}{m\vec{g}}=\frac{\Delta\vec{V}}{\vec{g}}$$

在图1-4中过A点作出V_A，并将V_0平移至A，以V_0、V_A为邻边作平行四边形ABCD。

则BD之长代表$\Delta\vec{V}$的大小，AE之长代表$\vec{\overline{V}}$的大小（因为$\vec{\overline{V}}=\frac{\vec{V_0}+\vec{V_A}}{2}$，当然它的大小亦等于$\frac{V_0\cos\theta}{\cos\alpha}$）。

在△ABE中，$BE=\frac{\Delta V}{2}=\sqrt{V_0^2+\overline{V}^2-2V_0\overline{V}\cos(\theta-\alpha)}$

因此$t=\frac{\Delta V}{g}$，

$$=2V_0\sqrt{1+\left(\frac{\overline{V}}{V_0}\right)^2-2\times\frac{\overline{V}}{V_0}\cos(\theta-\alpha)}\bigg/g$$

$$=2V_0\sqrt{1+\left(\frac{\cos\theta}{\cos\alpha}\right)^2-\frac{2\cos\theta\cos(\theta-\alpha)}{\cos\alpha}}\bigg/g$$

化简后可得：$t=2V_0\sin(\theta-\alpha)/g\cos\alpha$

显然，证明一、证明五及证明六属第一种类型，即应用了不同的基本定理（斜抛运动规律、动能定理、动量定理）来解。证明一、证明二与证明三虽然都利用了匀速运动和自由落体运动的规律，但对运动采用了不同的分解方法，或者说运用了不同的数学方法，即属于第二种类型。证明四属于第三种类型，因为教材上只讲了匀变速直线运动的平均速度公式$\overline{V}=V_0+V_A/2$，

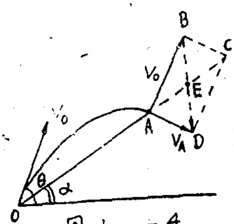


图1—4

这里却把它推广到了匀变速曲线运动的情形。

二、物理解题方法概述

由于物理习题的类型、条件和难易程度的不同，解答时，我们可能采用了不同的数学手段，或是运用了不同的思维方法，有时甚至还使用了某些带有特殊技巧的方法，这就形成了各种不同风格的解题方法。

为了便于讨论和使用，我们把这些方法归纳为九种：算术法、公式法、分析法、综合法、几何图示法、图象法、正交分解法、隔离法、等效法。

下面，结合实例来说明上述各种解法的特点和运用。

1.算术法

根据物理概念和物理规律，运用运算（加、减、乘、除、比例等）的基本法则进行分析推理，而不直接套用物理公式的解题方法，称为算术法。

使用这种方法解题时，我们必须先把有关的概念搞清楚，再把题目上的问题分解成几个简单的问题来加以逐步解决，这就把物理过程展示得一清二楚，有助于我们对物理公式的意义的深刻理解。同时，还可防止乱套公式和因公式记忆失误所带来的错误。

［例 1 ］容器的质量为200克，比热是0.2 $\frac{卡}{克\cdot度}$，其内盛有300克水 它们的温度为50℃。现将250克的－20℃的冰投入容

器内，求混合后的温度是多少度？（冰的熔解热为80卡／克）

［**分析**］如果我们不对“冰是否完全熔解”的问题作一番定量的讨论，而主观认为冰已完全熔解，套用热平衡方程：$200\times0.2\times(50-t)+300\times1\times(50-t)=250\times0.5\times(50-0)+250\times80+250\times1\times(t-0)$，解得的答案将是$t\doteq-15.7$℃。显然，这是不符合实际的。采用算术法来解此题，自然可避免这种错误。

［**解**］

①容器和水由50℃冷却到0℃，共放出的热量为：

200克×0.2卡／克·度×（50℃－0℃）＋300克×1卡/克·度×（50℃－0℃）

＝2000卡＋15000卡＝17000（卡）

②250克的冰由－20℃上升到0℃时，需吸收的热量为：

250克×0.5卡／克·度×〔0℃－（－20℃）〕

＝2500（卡）

③容器、水、冰三者的温度都是0℃时，容器和水放出的热量中还有17000卡－2500卡＝14500卡可供0℃的冰熔解。这些热量能熔解多少克冰呢？

14500卡÷80卡／克＝181.25（克）

④未熔解的冰的质量是

250克－181.25克＝68.75（克）

⑤因为冰未溶解完，冰水共存，所以混合后的温度为0℃。

［**例2**］一电流计的电阻为10欧姆，当通过电流为0.5毫安时，指针偏1格。若把它作为伏特计，欲使它偏转1格代表1伏特，应装配多大的附加电阻？

［**解**］∵通过0.5毫安电流时，电流计的指针偏转1格。