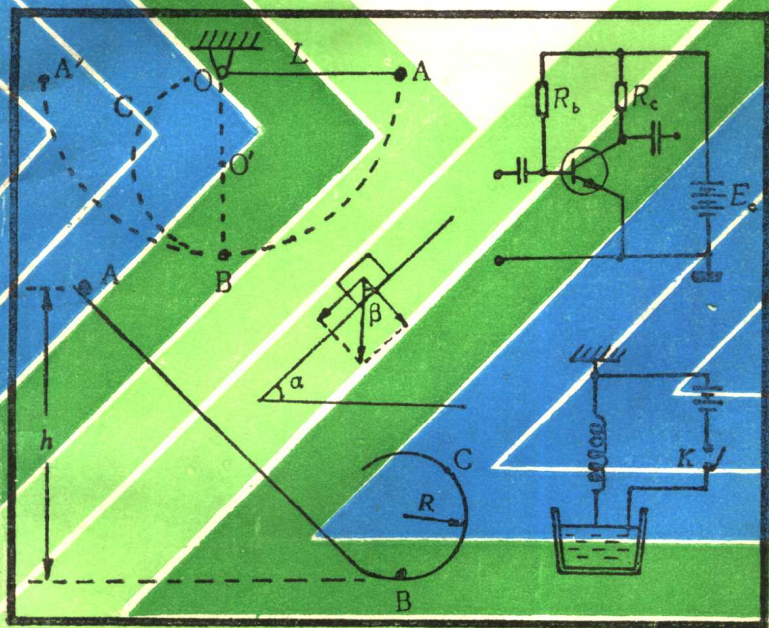


中学物理

解题方法与技巧

谭文智



中学物理解题方法与技巧

谭文智

广东人民出版社

中学物理解题方法与技巧

谭文智

*

广东人民出版社出版

广东省新华书店发行

湛江人民印刷厂印刷

787×1092毫米32开本 8.5印张 165,000字

1984年6月第1版 1984年6月第1次印刷

印数1--115,300册

书号7111·1346 定价0.80元

前 言

物理是中学的一门主课。为了帮助高中学生学好这门课程，掌握解答物理习题的方法与技巧，提高学习物理的兴趣，笔者编写了这本书。

本书分两个部分：第一部分介绍中学物理习题的基本类型、解答物理习题的常用方法与一般技巧，并分析了学生在解题过程中常出现的错误；第二部分结合中学物理课程各章的内容，介绍各类习题的解题方法。在每章中，首先扼要地指出本章习题的解题注意点，然后通过对典型例题的解题示范，说明如何灵活运用各种解题方法与技巧。

书中的例题与习题都是精选过的。选择这些题目除了有代表性这一点以外，还考虑到有一定的趣味性，以培养读者的学习兴趣。此外，鉴于有关微积分基础知识的内容已下放到中学数学课程中，所以本书也介绍了应用微积分来解答物理习题的技巧，并选入了一些有关这方面的习题。本书适合高中学生以及具有高中文化程度的读者使用。

编著者

1982年12月

目 录

第一部分 解答物理习题的常用方法

与一般技巧 1

第一章 中学物理习题的基本类型

及其常用的解题方法 2

第二章 学生解题中的常见错误分析 20

第三章 解答物理习题的一般技巧 43

第二部分 中学物理解题指导 74

第一章 运动学 74

第二章 静力学 91

第三章 动力学 103

第四章 流体力学 125

第五章 机械振动与机械波 139

第六章 热量与物态变化 153

第七章 气态方程与热力学第一定律 166

第八章 静电学 180

第九章 电路分析 203

第十章 电磁感应 218

第十一章 电磁波与电子技术基础 235

第十二章 几何光学 241

第十三章 物理光学与原子结构 258

第一部分 解答物理习题的常用 方法与一般技巧

在学习物理的过程中，解答一定数量的物理习题是很有必要的。它有助于我们对物理概念、原理、定律等基本知识的理解和巩固，有助于扩大我们的知识范围，有助于培养我们解决实际问题的能力。解答物理习题的过程，也是创造性的学习过程。通过解答一些富于启发性的习题，能提高我们学习物理的兴趣，培养我们克服困难的意志。这正是我们学好物理这门学科的重要条件。

解答物理习题也和做其它工作一样，需要有一定的方法和技巧，才能达到预期的效果。掌握一定的解题技巧可以使我们少走弯路，提高学习的效率，增强我们解决疑难问题的本领。当然，解题技巧的掌握也必须经过反复的解题实践，并在实践中不断提高。不可指望有这样的一种灵丹妙药，使人既能迅速掌握各种解题技巧而又不必下苦功夫。然而，在解题实践的过程中，接受必要的指导和采用科学的学习方法却是很有成效的。下面我们就来谈一谈解答物理习题的常用方法与一般技巧。

第一章 中学物理习题的基本类型

及其常用的解题方法

中学物理习题常见的有以下几种类型：问答题、计算题、选择题、实验题与作图题等。这种划分不一定很准确，因为各类习题之间本来就没有严格的分界线，并且还可以有不同的划分方法。例如还可以划分为概念题、计算题、证明题，等等。对于不同类型的习题，一般来说，有不同的解答方法与步骤。解题方法可分为：叙述法、代数法、几何法与图解法等。

a. 叙述法 叙述法是根据问题的要求，把说明这些问题的论据有条理地、符合逻辑地叙述出来。这种方法多用于解答问答题、概念题、实验题等。

b. 代数法 代数法是以字母或符号表示物理量，用各种定律、公式等建立方程（组），然后解方程（组）求出所要求的物理量。这种方法多用于解答计算题、证明题等。

c. 几何法 几何法是以几何元素代替物理量，借助于分析这些几何元素之间的关系推得物理量之间的关系，从而求出所要求的量或使问题的结论得以说明。这种方法多用于解答计算题、证明题等。

d. 图解法 图解法是按照准确的比例关系作出图形或各种图线，借助于对这些图形与图线的分析来定性地说明问

题或近似定量地求出结果。这种方法多用于解作图题、计算题与实验题等。

几何法与图解法的区别在于：几何法一般只要求画出几何示意图，以助于分析、表明各量之间的几何关系；而图解法则要求较严格地按比例进行作图，所求结果的精确度将较大程度地取决于作图的准确度。

解题法还可以根据推理的顺序分为解析法与综合法。解析法的推理过程就是从问题的结论向着已知条件的逆推过程：先假定结论成立，再分析使其成立的必要条件。若这些“必要条件”与题目所给的“已知条件”符合，问题就算解决了。否则，就再用同样的方法逆推，使“必要条件”向着“已知条件”靠拢，直至所有的“必要条件”都被“已知条件”所满足为止。而综合法的推理过程则与解析法的相反：它是从问题的已知条件出发，按照正常的顺序逐步地推出结论来。这两种解题法都各有长处，它们都是我们解题时的常用方法。在后面谈到解题技巧时，我们再来进一步学习它们。

对于各种具体问题，还可能有一些特定的解题法。例如在分析物体受力时有“隔离法”，求共点力的合成时有“平行四边形法”、“多边形法”、“正交分解法”等。

解答物理习题的一般步骤为：

a. 审题 认真阅读题目，在头脑中建立有关的物理图象，确定已知条件和待求的结论。

b. 分析与综合 认真分析各已知量与待求结论之间的

关系，找出解题的关键，确定解题方案，利用各种原理、定律、公式（包括数学公式）建立有关方程或方程组。

c. 统一单位制 根据各物理定律、公式等对单位制的要求选定合理的单位制，并进行单位换算。在确定单位制时，应尽量采用国际单位制。

d. 求解 对已建立的各种方程、关系式进行化简求解。在解方程组时，应该把精力集中于求解题目中需要求出的未知量，只要这些未知量已求出就行，不必硬将方程组解完。对于需要求出数值答案的习题，在解题时一般还是应该先解文字方程，最后才代入数据求出数值解。这样，既可以尽量减少那些不必要的数值运算，减少差错和误差，又便于利用量纲式来检验结果。

e. 检验结果 检查结果是否合理。对于正确的结果，一般可以不加说明；对于所得到的不合理的结果，一般要加以说明，有时还要进行讨论。需要指出的是：“检验结果”的这一步骤，由于并不是每一道题都要求写出来的，因而往往容易被忽视，但它却是很重要的一步。养成检查结果的习惯，不但能避免因计算错误而给工作带来的损失，而且通过对结果的分析，可以使进一步地明了各物理量之间的内在联系，增加许多我们意想不到的收获。

以上所谈的解题步骤，主要适用于解答计算题，对于其它类型的习题，其中有些步骤是不必要的。

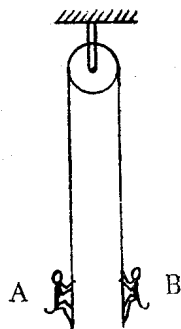
下面举例说明各类习题的特点及其解法。

一、问 答 题

问答题的特点是只需用语言文字直接说明而不必进行计算，或者说解答时，只需要作定性的分析而不必作定量的计算。这类习题常常用以考查学生对基本概念、原理等的掌握情况，以及运用已学过的知识来分析、说明实际问题的能力。根据其内容的不同，问答题还可以分为概念问答题和分析物理现象的问答题两种。问答题一般用叙述法解答。解答时，首先要准确理解习题内容所涉及的物理实质，然后从已掌握的知识中选出足以说明这些物理现象的原理、定律、定理等作为论据，并把这些论据组织成自己的语言，有条理地、符合逻辑地阐述出来，最后指明问题的结论。

下面让我们来看一些问答题的例子。

【例 1】 如图 1.1 所示，一根不可伸长的，重量可以忽略的绳子绕过一定滑轮。定滑轮的质量和轴心的摩擦力也可以忽略。今有两只重量相等的猴子 A、B 分别在绳子的两端从同一高度同时向上爬。设它们的初速度都为零，并且 A 猴爬绳的速率（指猴子相对于绳子的速率）是 B 猴的两倍。问哪只猴子先到达顶部？为什么？



分析：显然，这是属于运动学和牛顿

图 1.1

运动定律的问题。两只猴子都在作初速为零的变速直线运动。要判断哪只猴子先到达顶部，就要知道谁的速度（相对于定滑轮的速度）较快，而速度与加速度有关，加速度又与受力有关，所以本题的关键在于弄清它们的受力情况。在题设的条件下，绳子的张力是处处相等的。分析两猴子的受力，再根据牛顿第二运动定律得知在任何时刻这两只猴子都有相同的加速度，由此就不难求得本题的解答。

解答：因题设滑轮和绳子的质量可以忽略，滑轮轴的摩擦也可以忽略，故由牛顿第二运动定律可知绳子的张力处处相等（否则绳子的加速度将为无穷大）。又已知两只猴子的重量也相等，因此在任一时刻，这两只猴子的受力都相同。根据牛顿第二运动定律，它们在任一时刻都有相同的加速度。又因为它们具有相同的初速度，这样它们在同一时刻将有相同的瞬时速度。又由于它们是从同一高度同时向上爬的，所以两只猴子必将同时到达顶部。

说明：本题的结论似乎出于一些人的意料之外，但从我们的分析过程可以看出这一结论却是必然的。事实上，哪一只猴子先到达顶部与它们各自爬绳的快慢无关。即使其中一只猴子只是抓住绳子而根本没有爬，或者说把其中一只猴子换成一块重量与之相等的石块，只要滑轮轴的摩擦力以及绳子与滑轮的质量可以忽略，则结论仍然是两者同时到达顶部。不过在这种情况下两者所做的功是不一样的。在本题的条件下A猴所做的功是B猴的两倍。请读者自己分析。

【例2】 试说明：为什么在向远距离输送大功率的电

力系统中要采用高压线路？

分析：这是一道涉及如何正确理解电功率计算公式的题目。采用高压线路馈送电力可以减少线路的电能损失，这是一般的学生都能回答出来的，但要是再进一步问个“为什么”，却就不一定都能回答得上来了。根据电功率的计算公式 $P = \frac{V^2}{R}$ ，似乎在线路电阻一定的情况下，加大电压将使损耗急剧地增大，这不是事与愿违了吗？产生这种误解是由于滥用电功率计算公式的结果。通过回答这样一道题，可以加深我们对电功率计算公式 $P = \frac{V^2}{R} = VI = I^2R$ 的理解。实际上，如果用公式 $P = \frac{V^2}{R}$ 来计算线路的损耗功率，则这里的V并不是高压线路馈送端的电压，而应该是线路上的电压降。正确的解答应该是：

解答：在馈送的总功率 $P_{\text{总}}$ 一定的情况下，根据 $P_{\text{总}} = VI$ 可知提高送端电压V可以减少馈送电流I。另一方面在线路电阻 $R_{\text{线}}$ 一定的情况下，根据 $P_{\text{损}} = I^2R_{\text{线}}$ 知道减少线路电流I可以使线路损失的功率 $P_{\text{损}}$ 迅速地减少。如果不考虑其它因素的影响，则将送端电压提高10倍，可使线路损失减少到原来的 $\frac{1}{100}$ 。这就是人们采用高压线路来向远距离馈送大功率电能的原因。当然，要使线路匹配还需要使用升压变压器和降压变压器。

【例3】 桌面上有一个上窄下宽的开口容器，里面盛

有一块体积和形状都与容器内部完全一致的冰块，如图 1.2 中的实线所示。若使冰块融化成水，试说明在冰块融化前后，冰（或水）对图中 A 面的压力和桌面对

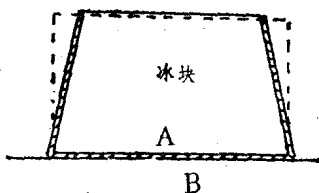


图 1.2

B 面的压力 是否有变化？是变大了还是变小了？（A、B 分别是容器底的上、下表面）

分析：这是一道关于流体压强性质的习题。为了作出正确的解答，首先要辨明这两个压力是由什么决定的？B 表面的受力取决于整个容器的重量（包括内盛物重量）。这涉及到冰融成水后是否有溢出？而 A 表面的受力取决于冰的重量或水的压强，这与液体的性质有关。根据冰融成水后体积减小和液体内部的压强只与该点到液面的垂直距离有关的原理，我们得到如下的解答。

解答：因为冰融成水后体积略微减小，水不会溢出，故在冰融化前后，整个容器的总重量没有改变。容器作用在桌面上的力就没有变化，由牛顿第三定律得知，桌面对容器底的 B 面的压力也没有变化。

冰融化前对 A 表面的压力等于冰的重量。冰融成水后对 A 表面的压力等于水底的压强与 A 表面面积的乘积，这相当于图中虚线所示的一个水柱的重量。水柱的横截面积与 A 的面积相等，而水柱的高度等于液面的高度。由于容器底的面积大于容器口的面积，也就是说，这个水柱的重量大于容器内实际的水的重量，所以，冰融成水后，A 表面的受力增大

了。

说明：冰融成水后对A面的压力增加了，而桌面对B面的压力没有改变，这并不矛盾。因为在A面的压力的增量只是一种内力，液体在向A面施加这一压力的同时也向容器的侧面施加了压力，并且，它施于侧面的压力的合力是向上的，进一步的计算还表明这个合力正好能抵消它对A面压力的增量。

二、计 算 题

计算题是中学物理中最常见的一类习题。解答这类习题时往往需要利用一些与之有关的物理定律和公式，使已知的物理数据与待求的物理量之间建立起关系，并通过一定的计算，进而求得定量的结果。因此，解答这类习题有助于加深对物理定律、公式等的理解和加强以理论解决实际问题的能力。并且，通过解答一定数量的综合计算题还能扩大学生的知识范围和提高综合运用各类知识、技巧的本领。

下面我们举一些例子来说明计算题的解答方法。

【例4】一物体自 $h = 45$ 米的高度自由下落。分别求出它在下落的后半段时间内的平均速度 $\overline{v}_1$ 和后半段路程内的平均速度 $\overline{v}_2$ 。

分析：这是一个运动学的问题。根据平均速度的定义式 $\overline{v} = \frac{\Delta s}{\Delta t}$ ，要求后半段时间内的平均速度，关键是要求出后

半段时间内所通过的路程，这个路程是两段时间所通过的路程之差。要求后半段路程内的平均速度，关键是要求出物体走完后半段路程所需要的时间，这个时间等于走完全路程所需时间与走完前半路程所需时间之差。

解答：根据自由落体的位移公式 $h = \frac{1}{2}gt^2$ ，求得物体落到地面所需时间为

$$t_1 = \sqrt{\frac{2h}{g}}。$$

而物体下落到 $\frac{h}{2}$ 高度所需时间为

$$t_2 = \sqrt{\frac{h}{g}}。$$

在 $\frac{t_1}{2}$ 时刻下落的高度为

$$h_1 = \frac{1}{2}g\left(\frac{t_1}{2}\right)^2 = \frac{h}{4}。$$

$$\text{于是得 } \overline{v}_1 = \frac{h - h_1}{t_1/2} = \frac{3h}{2t_1} = \frac{3}{4}\sqrt{2gh}，$$

$$\overline{v}_2 = \frac{h/2}{t_1 - t_2} = \frac{\sqrt{2} + 1}{2}\sqrt{gh}。$$

以 $g = 9.8 \text{ 米/秒}^2$ 、 $h = 45 \text{ 米}$ 代入后得到

$$\overline{v}_1 = 22.3 \text{ 米/秒}，\overline{v}_2 = 25.3 \text{ 米/秒}。$$

【例 5】质量为 m 的子弹，射到放在光滑桌面上的一个质量为 M 的木立方体上，并射穿了它。设子弹穿过立方体的中心，从立方体中飞出的速度为 v_2 ，射中立方体前的速度为 v_1 ，求变为热的能量 W 。

分析：题目中给出了“光滑桌面”和“质量为M的立方体”这两个已知条件，这意味着在子弹击中立方体后，立方体将获得动能而运动。也就是说立方体从子弹处获得的能量不可忽略。因此，我们在利用能量守恒定律公式来求变为热量的那一部分能量时，必须考虑立方体所获得的那一部分动能。并且，这一部分动能的大小是不能再利用能量守恒定律求得的，因为利用一个关系式不能同时求得两个未知量。要求出立方体所获得的那一部分动能，一般可以借助于动量守恒定律。

解答：设子弹从立方体穿出后，立方体的速度为 v ，则由动量守恒定律得到

$$mv_1 = mv_2 + Mv,$$

解之得 $v = \frac{m(v_1 - v_2)}{M}$ 。

又根据能量守恒定律得到

$$\frac{1}{2}mv_1^2 = \frac{1}{2}mv_2^2 + \frac{1}{2}Mv^2 + W,$$

所以
$$W = \frac{1}{2}m(v_1^2 - v_2^2) - \frac{1}{2}Mv^2$$

$$= \frac{m}{2} \left[v_1^2 - v_2^2 - \frac{M}{m}(v_1 - v_2)^2 \right].$$

【例6】 电茶炊的加热器里有两根电热丝。如果将第一根电热丝接上电源，茶炊里的水经过 $t_1 = 10$ 分钟时间便沸腾起来；如果将第二根电热丝接上电源，需经过 $t_2 = 40$ 分钟才能将水烧开。问如果将两根电热丝并联或串联起来，同时

接到电源上，则需要经过多少时间才能把水烧开？在上述各种情况下，加热的条件是一样的。

分析：这是一道与计算电功有关的习题。根据电功的计算公式 $Q = \frac{V^2}{R}t$ 可以看出，若热量 Q 和电压 V 不变（在题设的情况下，这两个量确实不变），则加热时间将与热丝的电阻成正比。今既已知道两热丝分别加热所需的时间，只要求得串、并联情况下的总电阻与各分电阻的关系（这个关系是我们所熟知的），则其所需要的加热时间就不难求出。

这里虽然题目中没有给出各电热丝的电阻，但我们不妨先假设它们是已知的，然后再设法将它们消去。在已知量（ t_1 、 t_2 ）和所求的量（ $t_{串}$ 、 $t_{并}$ ）是同类量的情况下，这种方法往往是行得通的，这也是我们解题时常用的一种方法与技巧。

解答：在题设的条件下，使水烧开所需要的热量 Q 和电源电压 V 都是恒量。由电功的计算公式

$$Q = \frac{V^2}{R}t$$

可知时间 t 和热丝的总电阻 R 成正比。设比例系数为

$$k = \frac{Q}{V^2},$$

则有 $t = kR$ 和 $R = \frac{1}{k}t$ 。

又设两热丝的电阻分别为 R_1 和 R_2 ，亦即

$$t_1 = kR_1 \quad \text{和} \quad t_2 = kR_2。$$

因而串联时的总电阻为