

难题解

中学物理

计算难题解200选

〔日〕安部 愈 小竹康之 编

杨 治 译 赵希普 校

陕西科学技术出版社

中学物理计算难题解200选

〔日〕安部 愈 小竹康之 编

杨 洽 译 赵希普 校

陕西科学技术出版社

中学物理计算难题解200选

〔日〕安部 愈 小竹康之 编

杨 洽 译 赵希普 校

陕西科学技术出版社出版

（西安北大街131号）

陕西省新华书店发行 西安市第二印刷厂印刷

开本787×1092 1/32 印张19 插页4 字数468,000

1983年6月第1版 1986年元月第2次印刷

印数42,001—57,000

统一书号：7202·63 定价：2.95元

GDX 5/7/76

前 言

目前以高中毕业生和大学报考生为对象的物理习题集出版很多，其内容和程度各有特色。其中有不少是好的：包括了很好的习题，加了详细的解说等。但是，多数是以普通的习题为主，很少包括难题。无论谁，一旦掌握了一般的高中物理基础知识，大概都想多接触些范围更广、难度更大的题目，以便深化基础知识，全面提高应用能力。在这种情况下，从已出版的大量习题集中，选择哪本合适呢？在有限的时间内，要提高学习效果，选择哪些习题好呢？每当大家考虑到这些，恐怕不会没有问题吧！

本书是物理计算难题集。物理，就其学科性质而言，带有计算的题目是很多的，虽然本书称作计算难题集，但并不是只包含数值计算题，它还包括这样的问题：解决它们需要正确地掌握题中所述现象，并要能恰当地运用合适的定律和原理；在解题过程中，还需要有高度灵活的应用能力。

本书编辑过程中，特别注意了下列几点：

1. 通过独立解题，既能加深物理各领域的知识，又能培养正确分析问题和应用基本知识的能力。因此，本书是以对物理的基本原理、定律以及其他知识有一定理解的学生为对象的。
2. 本书是从已出版的大学入学试题中专门选来的难

题，虽然某些方面集中了较多的难题，但其中多数题目也包含了其他方面的内容，所以对原题未加改动。

3. 为了填补某些方面的空白，选加了一些普通的考题，以尽量避免选题上的偏向，因此本书不能说全是难题，而应该说是以难题为主的。书中对难度特别大的问题加了“*”号。
4. 为了尽量减少学生开始解题的困难，在本书开头介绍了难题的特点、解法、步骤和例题。希望读者使用本书取得良好的效果。

安部 愈

小康竹之

译 者 的 话

这本《中学物理难题解 200 选》是根据日本学生社出版的《物理 I、II 计算难问集》翻译的。它对高中师生是一本难得的好书，对于大学生学习普通物理也有一定的参考价值。

作者安部 愈和小竹康之是日本两位经验丰富的物理教师，在物理学方面有较深的造诣。近年来，他们收集了日本各大学的入学试题，从中精选了二百个计算难题，分力学、热、波、电磁学、原子和原子核五部分加以整理，编纂成本书。书中各题前面注明了 I 与 II。I 是根据日本中学物理第 I 类型教育计划拟题的，II 是根据第 II 类型教育计划拟题的。一般而言，I 是基础的，II 比较深入一些，专业方向更强些。

本书具有许多特点：其一是每个题目都立意明确，重点突出；其二是每个题都附有答案及必要的解说，便于读者和自己的解题思路对照，从而提升自己灵活运用所学物理知识的能力；其三，本书开头加了很好的例题，这些例题思路明确，解题步骤清晰，便于读者掌握解难题的方法。

书中大部分题目符合我国高中物理的内容，但是部分内容（刚体运动、气体分子运动、波动、光学）中的一些题目超出了我国现行高中物理教学大纲的要求，读者可以有选择地去做。在解这些题时，读者不要依赖于后面的答案，最好先自己独立做，然后再与答案对照，这样会收到更好的效果。

为了便于读者了解国外物理教学情况及拟题动向，译文中保留了原命题的学校名称及评分标准。因日本各学校是独立命题的，故在某些汇集题目中，解释就显得有些重复，为了忠实于原文，我们还是把它译过来了。

书中各题由译者和张德骧同志分别逐一作了验算和核对。原书个别地方有错误，我们作了订正。

赵希普同志也参加了部分内容的翻译。贾凤贤、崔秀茹同志协助译者完成了图稿及部分译稿工作。在翻译过程中，曾得到领导及有关同志的支持，译者表示深切的感谢。由于译者水平有限，不妥之处在所难免，欢迎广大读者批评指正。

译 者

1982年10月于西北电讯工程学院

目 录

难题的特点及其解法举例	1
§ 1 难题的特点	1
§ 2 难题的解题步骤和例题	2
I 力 学	28
§ 1 速度、加速度	28
§ 2 运动定律与质点运动	31
§ 3 圆运动	42
§ 4 功与能	48
§ 5 简谐振动	56
§ 6 动量与冲量	66
§ 7 重心的运动	86
§ 8 力的平衡	90
§ 9 刚体的运动	96
II 热	111
§ 1 温度与热	111
§ 2 气体的状态变化	114
§ 3 热与功	127
§ 4 分子运动	135
III 波	138
§ 1 波动	138

§ 2 声波.....	144
§ 3 光波.....	159
IV 电磁学.....	184
§ 1 静电学.....	184
§ 2 电容器.....	191
§ 3 含有电容器的直流电路.....	200
§ 4 带电粒子的运动.....	204
§ 5 电流与磁场.....	219
§ 6 交流电.....	232
§ 7 电磁感应.....	235
V 原子、原子核.....	243
§ 1 光子与物质波.....	243
§ 2 原 子.....	251
§ 3 放射线、核反应.....	257
解说与答案.....	267
物理公式一览表.....	589

难题的特点及其解法举例

§ 1 难题的特点

所谓难题，就是需要相当深入思考的问题。这些问题光靠记住公式和定律很难解决，还要在深刻理解基本原理、定律的基础上有敏锐的洞察和分析问题的能力以及应用基本知识的能力。多数难题都或多或少地有共同性。其特点主要如下：

1. 问题的文字长。
2. 包含有若干个不同条件。条件大多用符号和数字给出，但有时也用简单的语言表达。
3. 要处理涉及范围很广的多种现象。有的问题跨越不同领域，同时包含几个基本原理与定律。
4. 有时不能直接运用公式。
5. 要求有几种不同的考虑方法。
6. 答案的文字大都很长。

下面讲讲物理学各部分，什么地方会出现难题。

〈力学〉与碰撞有关的问题：在大多数场合中，这种题都以滑轮和弹簧为题材，但在相对运动、惯性和简谐振动方面也能碰到难题。其中，特别是在以弹簧为题材的问题中有相当多的难题。

〈热〉与气体的状态变化、功及内能有关的问题。

特别是在求解气体状态变化的问题时，除推导过程复杂

外，有时还要求把考虑的多种条件绘制成图，于是使问题变得相当难。

在关于功与内能的问题中，要求用符号表示状态量和能量等物理量，并列式子，或者在推导过程中采用近似式，这样一来就使问题变得难了。

对气体，从微观（分子运动）方面观察问题的现象，再与宏观现象作比较，并推导出结果，也构成难题。

〈波动、声波、光波〉运用波动方程解决问题也是高难度的问题。

〈光波〉以光干涉为中心的问题多，难题也不少。

〈电磁学〉与电容器有关的问题多，并且难题也多。例如：① 关于电容器和电介质，从静电角度问它们的特性与电现象的变化问题；② 对含有电容器的直流电路，需考虑电阻及电流等之间的关系问题；③ 在交流电路方面，问电容器给电路带来的电气现象的变化（如电流、电压的相位移动）等。

〈原子〉表示光的粒子性的光电效应问题很多。这些问题本身就是非常难的。

§ 2 难题的解题步骤和例题

① 把问题的内容用图描述出来。

用很短的时间把题目全文看一遍，抓住题目的大意；然后，把题目再细读一遍，一面将问题的内容用图描述出来，一面理解题意。此时把未知的物理量用符号表示出来，把已知的物理量也用符号表示出来，在最后结果中把数值代入就

可以了。这些物理量也要写到图上去，使图中的物理现象具体化；如果纠集在一个图中不易看懂的话，则可分为两个或两个以上的图。再者，如果能把图画得具体化且合乎逻辑，就容易抓住现象和推导数式。

② 弄清待求的物理量，并且把它们用符号表示出来。

③ 对题意的现象进行分析。

要弄清基本原理与定律在物理变化过程中是以什么样的现象依次出现的。并要考虑这些基本原理与定律是怎样配合起来转变为所述现象的，还要考虑在问题中怎样恰当地运用这些基本原理和定律。

④ 对所给的条件再次深入地思考。

有时难题中所给定的条件高或者复杂，这时弄清条件使用场合是困难的。由于条件不同，最后结果也要发生变化，所以当分析完了时，对给定的条件还要再作深入的思考。

⑤ 整理内容，并适当地运用公式，检查数值及单位。

对分析过的内容进行必要的整理，然后恰当地运用定律和公式，把物理概念用数式表达出来。此时，要检查式子中所包含的未知数的数目和式子的数目是否相同。然后推导出结果，最后检查单位是否正确。

⑥ 有时使用近似式。

在第⑤步当中，由于物理式和计算式复杂，有时使用近似式，或者采用简便的方法。

〈关于近似式〉

① 在给出近似式的场合，最好考虑采用近似式解题。

② 在有些场合,把使用近似式包含在问题所给的条件中。也有时把它用语言、符号或数值表示出来。

③ 还有些场合,即使问题中没有给出使用近似式的条件,使用近似式也能简炼地得出问题的解。

下面举出若干例题,作为解题步骤示例。

〈例题1 弹簧上的板与物体的碰撞〉

有一倔强系数为 k 的弹簧铅直竖立着。设弹簧的质量可忽略,重力加速度为 g ,试回答下列问题。

(1) 如图所示,把质量为 M 的板平稳地放在弹簧上,在某个位置静止下来。

(a) 试求此时弹簧的压缩量 x_0 。

(b) 再求弹簧所贮存的能量(弹性势能) W_0 。

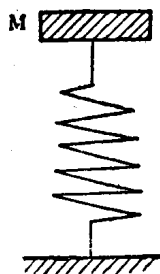
(2) 然后,使质量 m ($m < M$) 的物体以初速度 0 从板的上方 h_0 的高处落下。物体与板的碰撞为完全弹性碰撞(恢复系数 $= 1$) 时,问:

(a) 第一次碰撞后,物体从碰撞前板的静止位置弹跳上升的高度为多少?

(b) 第一次碰撞后,板比碰撞前的位置下降了多少? 试求出它的距离 x_1 。

(3) 在第(2)问中,若物体为粘土,考虑碰撞后与板一起运动的情况。

(a) 这时,板从碰撞前位置最大下降了多少? 把这个距离 x_2 求出来。

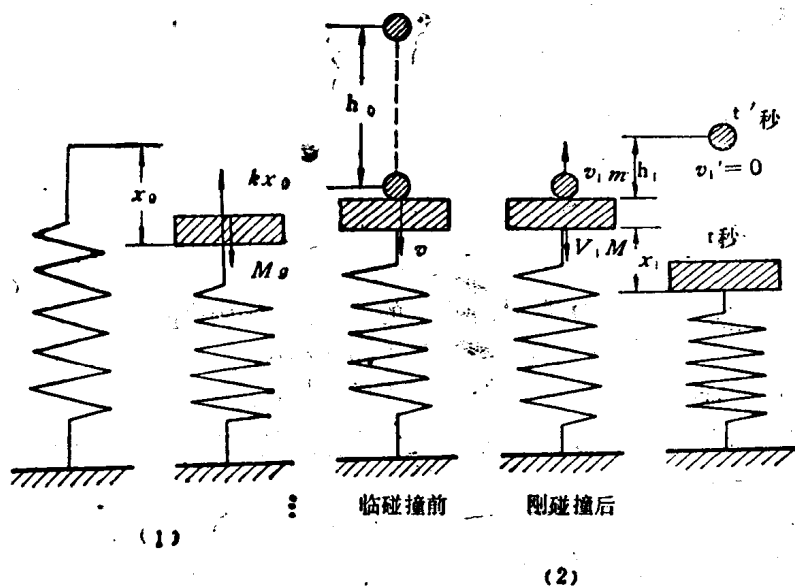


(b) 另外, 在 $m = \frac{1}{2}M$ 时, 刚碰撞后板及物体所具有的动能之和是物体临碰撞前的百分之几?

(东京工大)

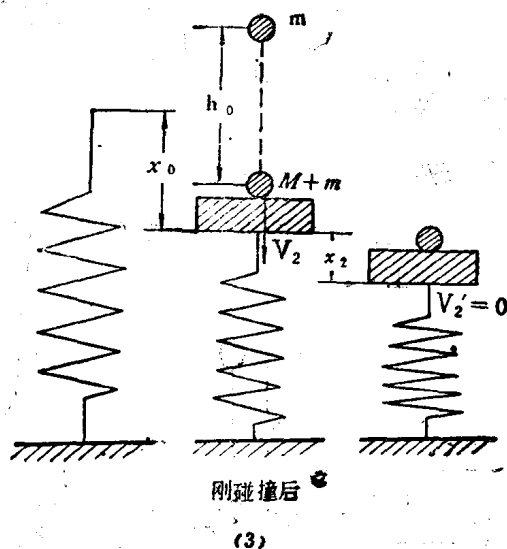
〈解题步骤〉

1. 把问题的内容用图表示出来 (必要的条件及物理量等用文字写在图上)。



2. 弄清“求什么” (如有必要则用文字表示出来)。

- (1) (a) 弹簧的压缩量…… x_0 。
- (b) 弹簧的弹性势能…… W_0 。



- (2) (a) 物体弹上去的最高高度…… h_1
 (b) 板下降的最大距离…… x_1
- (3) (a) 板下降的最大距离…… x_2
 (b) 碰撞前后板与物体所具有的动能之和的比

$$\dots\dots \frac{E_2}{E}$$

3. 分析题意的现象

- ① 照什么样的思考路线进行的
 ② 采用什么样的公式与定律
- (1) (a) 弹簧的压缩量 x_0 。

弹簧的压缩量 $\rightarrow$ 弹簧受到力 $\rightarrow$ 板受到的力

→板的平衡

→平衡方程式 $[Mg + (-kx_0) = 0]$

(b) 弹簧的弹性势能 W_0 .

弹簧受到力 → 弹簧的变形量 x_0 .

→ 弹簧的弹性势能

$$\rightarrow [W_0 = \frac{1}{2} kx_0^2]$$

(2) (a) 物体上升的高度 h_1

物体自由下落 → 碰撞前的速度 v →

$$\rightarrow \text{公式} [v^2 - 0^2 = 2gh]$$

→ 碰撞 → 物体的速度 v_1 → 高度 h_1

→ 板的速度 V_1

$$\downarrow \text{公式} [0^2 - v_1^2 = 2gh_1]$$

→ 动量守恒定律 $[mv = -mv_1 + MV_1]$

$$\rightarrow \text{恢复系数} \left[\frac{-v_1 - V_1}{v - 0} = 1 \right]$$

(b) 板下降的最大距离 x_1

碰撞 → 板的速度 V_1 → 板的动能 $\left[\frac{1}{2} MV_1^2 \right]$ }
弹簧的弹性势能 $[W_0]$ }

板下降 → { 板的位能减少 $[-Mgx_1]$
弹簧的弹性势能 $\left[\frac{1}{2} k(x_0 + x_1)^2 \right]$

→ 机械能守恒定律

$$\left[\frac{1}{2} MV_1^2 + W_0 = -Mgx_1 + \frac{1}{2} k(x_0 + x_1)^2 \right]$$

(3) (a) 板下降的最大距离 x_2

临碰撞前粘土的速度 $v \rightarrow$ 碰撞 $\rightarrow$

$\rightarrow$ 刚碰撞后粘土和板的速度 V_2

$\rightarrow$ 动量守恒定律 $[mv = (M + m)V_2]$

$\rightarrow$ 粘土和板的动能 $\left[\frac{1}{2} (M + m)V_2^2 \right]$ $\left. \begin{array}{l} \text{弹簧的弹性势能} [W_0] \end{array} \right\} \rightarrow$

板的下降 $\rightarrow \left\{ \begin{array}{l} \text{粘土和板减少的势能} [-(M + m)gx_2] \\ \text{弹簧的弹性势能} \left[\frac{1}{2} k(x_0 + x_2)^2 \right] \end{array} \right.$

$\rightarrow$ 机械能守恒定律

$$\left[\frac{1}{2} (M + m)V_2^2 + W_0 = -(M + m)gx_2 + \frac{1}{2} k(x_0 + x_2)^2 \right]$$

(b) 碰撞前后的动能比 $\frac{E_2}{E}$

粘土自由下落 $\rightarrow$ 临碰撞前的粘土速度 v

$\rightarrow \left\{ \begin{array}{l} \text{粘土的动能} \\ \text{板的动能 } 0 \end{array} \right\} \left[E = \frac{1}{2} mv^2 \right]$

$\rightarrow$ 碰撞 $\rightarrow$ 刚碰撞后粘土和板的速度 V_2

$\rightarrow$ 动量守恒定律 $[mv = (M + m)V_2]$

$\rightarrow$ 粘土和板的动能之和 $E_2 \left[E_2 = \frac{1}{2} (M + m)V_2^2 \right]$

$\rightarrow$ 碰撞前后的动能比 $\frac{E_2}{E}$

4. 对条件等再仔细考虑