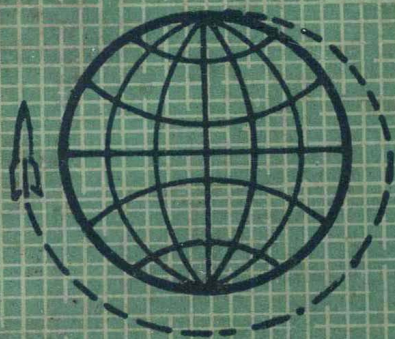




中学物理习题解法

江西人民出版社

物理小丛书

中学物理习题解法

《中学物理习题解法编写组》编



江西人民出版社

一九七八·二·南昌

中学物理习题解法

《中学物理习题解法编写组》编

江西人民出版社出版

(南昌百花洲3号)

江西省新华书店发行 江西印刷公司印刷

开本 $787 \times 1092 \frac{1}{32}$ 印张 $14 \frac{3}{8}$ 字数30.6万

1978年2月第1版 1978年2月江西第1次印刷

印数: 1—100,000

统一书号: 7110.170 定价: 1.15元

前 言

在以华主席为首的党中央抓纲治国的伟大战略决策指引下，砸碎了“四人帮”泡制的“两个估计”的精神枷锁，教育战线和全国其他战线一样，形势一派大好。广大青年学生、青年工人和上山下乡知识青年，正在努力钻研科学技术，为实现毛主席和周总理等老一代无产阶级革命家为我们描绘的四个现代化的宏伟目标而奋斗！

为了帮助青年同志学好物理学，我们编写了这本《中学物理习题解法》。这本书主要依据《中学物理教学大纲（征求意见稿）》的基本要求，以高中物理内容为主，兼顾了初中内容中的某些难点。同时，也有适当提高，即选编了一些可以用中学物理和数学知识来解的普通物理习题。本书可作为中学生，主要是高中学生的课外补充读物，也可作为青年工人和上山下乡知识青年的自学读物。对于中学物理教师、师范院校物理专业的学生和其它物理工作者，我们也希望能有一定的参考作用。

本书由娄溥仁同志主编，参加编写工作的还有李湘如、李佛铨和杨千里等同志。在编写过程中，蒙承刘运来、周绍森、龚生松、钟采池和胡海等同志认真审阅，在此表示衷心的感谢。

由于水平所限，加以时间匆促，缺点和错误在所难免，请读者随时批评指正。

《中学物理习题解法》编写组

一九七八年一月

目 录

第一篇 一般原理	(1)
一、物理习题的作用	(1)
二、怎样解计算题	(6)
(一) 解计算题的一般步骤	(7)
(二) 算术法	(16)
(三) 代数法	(22)
(四) 图解法	(34)
(五) 隔离法	(42)
三、怎样解问答题	(48)
四、怎样解实验题	(55)
第二篇 分类题解	(57)
一、力 学	(57)
(一) 静力学	(57)
(二) 运动学	(90)
(三) 动力学	(124)
(四) 曲线运动	(161)
(五) 守恒定律	(189)
(六) 万有引力	(217)
(七) 振动和波	(230)

二、分子物理学和热学	(247)
(一) 物体的热膨胀	(247)
(二) 气体的性质	(255)
(三) 液体和固体的性质	(270)
(四) 热平衡方程 物态变化 热机	(279)
三、电 学	(289)
(一) 电场	(289)
(二) 直流电路	(309)
(三) 磁场 电流感应	(334)
(四) 交流电路	(355)
(五) 无线电技术基础	(376)
四、光 学	(388)
(一) 几何光学	(388)
(二) 物理光学	(408)
五、原子和原子核物理	(420)
附录一 中学常用物理公式汇集	(430)
附录二 应该记忆的部分物理量数字	(451)
附录三 计算中常用的部分数学数字	(452)

第一篇 一般原理

一 物理习题的作用

物理学的任务是认识我们周围物质世界的基本性质，研究物质的最基本、最普遍的运动形态的规律，这些规律在工农业生产和国防事业中有广泛的应用，对发展现代科学技术也有极其重要的作用。

物理学的研究方法是在观察和实验所获得的大量事实的基础上，经过分析、概括、判断和推理，揭露事物的本质和内在联系，并且抽象到更一般的形式，形成各种物理概念、定律、公式和法则，以至较完整的科学理论。然后，再把这些理论在实践中加以检验、修正、补充和发展。这样反复不已，就使人们对周围物质世界的认识不断加深，逐步形成了今天我们所学习的系统的物理学理论。

学习物理学，必须根据物理学的任务和研究方法来进行。这就是说，要很好掌握理论和实践相结合的原则：通过实践，学习理论；掌握理论，指导实践。在中学阶段，我们主要是学习前人经过实践积累起来的知识，并不断练习运用这些知识来解决实际问题。这种练习的过程，同时也是巩固、扩大和加深我们所学知识的过程，发展我们思维能力的过程。

解物理习题，正是帮助我们牢固地掌握基础知识，并能运

用所学知识，解决实际问题的重要环节。各种各样的习题，把生产技术、科学研究和日常生活中的有关问题，加以集中、简化和抽象，要求我们运用理论知识来加以解决。

因此，解物理习题，就有下面几个作用：

1.可以帮助我们更确切地、更透彻地和更巩固地掌握所学知识。例如，我们学习了运动学的几个基本公式，但具体分析运动物体的初速度、末速度、加速度和时间的关系，却往往还会有些困难，只有在做了一些题目之后，对这几个公式的物理意义才能有较深刻的了解；又如在电学中，学了左手定则和右手定则以后，也必须经过反复的练习，才能较牢固地掌握而不至互相混淆。

2.可以扩大和加深我们的知识。有许多问题，在课本里不可能一一讲到，或者提了一点，但很简单，通过解习题，我们就可以进一步掌握这些课本上所没有的知识。例如，学习万有引力后，通过习题可以学到计算地球的平均密度和太阳的质量的方法；学习气态方程之后，通过习题，可以学到在一定条件下，计算气体质量变化的方法；又如有关汽车、蒸汽机、发电机、变压器等的习题，也使我们学到许多课文内没有讲到的关于生产技术上的知识。

3.可以培养我们逻辑思维能力和独立工作能力，培养我们的耐心细致和坚韧顽强克服困难的精神。解习题的过程是一个逻辑推理的过程，根据题目所提出的已知条件和物理现象间相互联系的规律，逐步分析，得出结论，回答问题。在解题时，除了极简单的题目外，一般不容易从课本上找到直接的答案，而需要我们独立地来解决问题。在解题时，一个条件的忽

略，一个单位的混乱，一个小数点的错误，往往都会把整个题目的解答引入歧途，甚至造成全题的错误，这都要求我们细致耐心地来进行工作，并且要有不达目的决不休止的顽强精神。

为了使物理习题真正发挥它的作用，对待物理习题就必须有正确的态度。

首先，要认真学习物理学的基础知识。做物理习题，实际上就是运用已知的物理规律去解决习题中所提出的一些具体问题。如果我们对这些基础理论知识还不够了解，当然就很难应用这些知识。中学物理学的基础知识包括基本的物理概念、物理定律、物理公式等方面。对于物理概念，我们必须认真掌握它的定义、它所表示的物理本质、它所包含的范围、这一概念和其他有关概念在本质上和数量上的关系，等等；对于物理定律和公式，必须认真掌握它的文字和数学的表述形式，成立的根据和条件，适用的范围，以及公式中每一符号和每一项的具体的物理意义等等。有些同学在解题时造成的错误，常常是由于概念不清或对定律和公式的应用范围了解不够而造成的。例如，在回答“人为什么能跳起来”这一问题时，有些同学的回答是：“当人在地面站着不动时，人对地面的作用力和地面对人的反作用力大小相等方向相反，所以人不能跳起；当人用腿向下弯曲蹬地时，人对地面的作用力大于地面对人的反作用力，因此人就能跳起来”。显然，这是对牛顿第三定律中作用和反作用的概念理解不清，对物体受力的情况分析不够而造成的错误。又如在计算“利用冲击摆测定子弹的速度”的问题时，有些同学利用机械能守恒定律，认为子弹的动能全部变成了子弹和冲击摆的共同重心升高而增加的势能。显然，这些同

学没有考虑到机械能转变和守恒定律的应用条件。因为，在关于冲击摆的问题里，子弹的动能有一部分要变成热而散失，机械能不能守恒。

为了很好掌握物理学的基础知识，应该上课时认真听讲，复习时先阅读课本和听课笔记，掌握基础知识，再离开课本，独立完成作业。有些同学上课时既没有很好听讲，课后也不看书，拿起习题就做，做不出时再翻书查公式，把数字代进公式计算，就算完成了任务。这样做，既不能起到复习巩固的作用，也不能扩大和加深知识，更谈不上发展思维。有些同学，做完了习题自己也不知道对不对，或者在当时做对了，下次再做时却又搞错了，这都是因为没有确切地掌握住基础知识的缘故。

其次，要深入思考，独立工作。把理论知识用于实际是有一个过程的。基础知识掌握了，还不能说在应用时就不会有任何困难。因为生产和生活中的现象是错综复杂的，它们的原因又是多种多样的。要解决习题中提出的问题，往往需要从多方面来考虑，而不能引用书上现成的结论。例如，在解释“坐在汽车上的人，当车开动时，人向后倒，当车骤停时，人向前倾”的原因时，如果简单地回答“因为有惯性”，那显然是不够的。必须具体分析人体各部分受力的情况和运动的情况，才能找出前倾、后倒的确切的原因。又如计算物体在液体内部所受的压强时，有时必须考虑大气对液面的压强，有时又可不必考虑；在计算人造卫星的速度时，有时可以近似地认为 $g=9.8$ 米/秒²，有时又不能取这个数值，而要考虑重力加速度随高度的变化。所有这些问题，都要经过独立思考认真分析，才能得

出结论。也只有这样，我们才能更牢固更深刻地掌握知识。

但是，有些同学稍一遇到困难，或一时找不到着手的 地方，就马上去请教老师或同学，甚至拿起别人的练习本来参考。当然，自己不懂去请教别人是完全必要的，但如果不先经过自己一翻思索就去问别人，受益则很小。如果仅仅是问一问某题怎样做，而不去深究为什么要这样做，那受益就更小了。对于教师批改发回的作业本，也应该认真钻研，看看自己做的是否错了，错在哪里，一定要把问题想通为止。有些同学拿到发回的作业本后，不再细看就收起来，这种做法也是不好的。

第三，要认真细致，严格要求。在解题时严肃认真地、耐心细致地进行工作，不但对培养我们的意志和性格有积极的作用，就是对解题和今后的学习和工作也有好处。例如，画图正确，对我们分析题目就很有帮助；列式整齐，就不容易造成差错。但有些同学解题时很不严格，画矢量图不按一定的比例，还常常漏掉箭头；计算时不愿做繁杂演算，甚至不计算完毕，写成假分数的形式或连乘积的形式就完了，看不出计算结果的真正意义；有些同学书写很潦草，这样做，不但有害于当前的学习，而且这种马虎的习惯一经养成，对今后的工作也是很不利，我们应该经常严格要求自己，培养认真细致、踏踏实实的科学工作作风。

除了解答习题外，我们还可以练习自编习题。自编习题就是把生产中和生活中所遇到的问题，按照它们的物理本质加以分析归纳，找出已知条件和求解的问题，并把它们组成文字。自编习题不仅可以帮助我们更透彻地掌握物理知识，发展我们

的思维能力，而且可以使我们的书本知识和生产实际更紧密地结合起来。

根据习题的性质和回答习题的方法，中学物理习题一般可分为计算题、问答题和实验题三大类。下面我们就分别讨论它们的特点和解法。

二 怎样解计算题

计算题要求通过数学推导或计算来得出结论。计算题可分为练习题和混合题两种。练习题是一种简单的计算题，题内只包括一两个物理现象，解题时也只要应用一两个物理定律或公式，例如：“一辆作匀加速直线运动的汽车，它的速度在30秒内从14公里/小时增加到50公里/小时，求它的加速度”。练习题虽然简单，但通过解练习题，可以帮助我们掌握物理学的基本概念、定律和公式，熟练各种单位的换算，掌握解题的初步方法和技能。所以，解练习题是解题中的基本功，应该十分重视。混合题一般比较复杂，它涉及的物理现象比较广，解题时，往往需要考虑几种性质不同的物理过程，利用好几个物理定律或公式。例如：“质量为 m 克，带有电量为 e 静电系单位电量的点电荷，在通过电势差为 V 伏特的两点后，速度增加了多少？”解这类习题可以帮助我们扩大和加深所学知识，熟悉各部分知识的联系，掌握通过比较与分析来独立选择和应用定律或公式的方法。在学习告一段落时，应该做些混合题，来巩固和发展我们所学的知识。

(一) 解计算题的一般步骤

根据习题的性质、内容和我们的数学知识基础的不同，在解习题时，可以采取不同的方法。通常，按照我们所使用的数学方法来分类，可以分为算术法、代数法和图解法。此外，在解力学问题时，我们常把受力物体与周围的物体隔离开来讨论，这就是所谓隔离法。

不管采用哪种方法，一般都包括两种基本的思维方法——分析法和综合法。这两种方法是彼此密切联系的。当我们综合归纳时，总要进行些分析；当我们分析演绎时，总要进行些归纳。不过，在解题时，我们可以只采取这两种方法中的一种来叙述解题的过程。如果我们首先找出直接回答习题里问话的定律或公式，然后逐步上溯，把这个定律或公式和已知条件联系起来，得出问题的解答，我们就是遵循着分析的道路来叙述解题过程的，这种解题法就叫分析法。如果我们首先从已知条件开始，运用定律或公式逐步归纳得出习题里所求的结果，我们就是遵循着综合的道路来叙述解题过程的，这种解题法就叫综合法。

无论采用哪种方法，解计算题一般可分为审题、列式、计算、检验四个步骤。

1. 审解：解题前，先把题目仔细看一两遍，弄清习题中所用的全部概念和名词的意义。如果有些概念和名词不够了解，就要重新回忆，或复习课本，把题意搞懂。然后，分析习题的内容，了解它的物理本质。具体地说，就是要弄清：（1）习

题中提出了哪些现象，它们的本质是什么，这些现象之间有什么内在的联系，说明这些现象的定律或公式是什么；（2）习题中给了哪些已知条件和已知的物理量；（3）所求的物理量是什么；（4）所求量和已知量间有什么联系，是不是全部需要的量都已给了，还要补充什么物理恒量。

为了帮助我们更形象地掌握各物理量之间的关系，以便更好地了解和分析题意，应该画出草图或示意图。特别是在力学和电学中，画出力图 and 电路图，对分析问题很有帮助。

分析问题时要注意找出问题的本质，不要被表面文字所迷惑。例如，已知飞机离开地面起飞时的速度和它在跑道上滑行的路程，要求它滑行的加速度。这时，不要把起飞时的速度看作初速度，而应该注意到，飞机起飞正是滑行结束，所以起飞时的速度就是滑行过程中的末速度。

分析问题时，还要注意找出题内暗示的已知条件。例如，题给“有一并联电路……，”这就表示这电路两端的电压相等，各分路上电流强度与分路的电阻成反比，各分路上电流强度之和等于干路上的电流强度，等等。在解题时，应根据需要把这些暗示的条件找出来。

2. 列式：对题意了解清楚后，就可列式解题。首先，根据题意写出习题的已知条件，并补充必要的物理恒量和题内暗示的物理条件，再写出要求的量。所有的量都要用通用的文字符号来表示，并注明数值和单位名称。在同一个习题里，最好采用同一种单位制，以免引起混乱（这一点在有关力学和电学的习题中特别重要）。至于究竟采用哪种单位制，一般可任意选择，主要要便于计算。不过，有些公式由于物理恒量的限制，只能使用

规定的单位制。如万有引力定律公式中选用 $f = \frac{1}{15,000,000}$,

这个式中各物理量都要用厘米·克·秒制。

其次,找出全部跟解题有关的物理定律和公式,并组成相应的方程式。在列式前要注意弄清习题的物理内容和各量间的关系,弄清所用定律或公式的物理意义,要防止机械地写出公式和生搬硬套地代入数据。例如,在求液面下某规则的竖直面面积上所受的压强时,就要先求这面积上所受的 平均 压强,这时,要利用公式 $P=hd$, 应该注意式内的 h 是这面积的中心到液面的高度。

在解包含几个公式的复杂的习题时,最好先利用代数变换把几个公式结合起来,得出用文字符号来表示的综合公式,然后再代入数字计算。这样做,可以明显地看出所求量和已知量间的关系,便于检验;同时,也可减少数字计算的次数,使计算变得简单。当然,在有些习题中,逐步算出中间量也是有好处的。

在写公式时,要注意逻辑上的正确性。这就是说,在各量的排列次序上,要根据物理意义来写。例如,用 c 表物质的比热, m 表物质的质量,当温度由 t_1 升到 t_2 时,物质吸收的热量 $Q=cm(t_2-t_1)$, 如果把这个式子写成 $Q=(t_2-t_1)mc$, 从数学的角度来看,算出的结果也是相同的。但从推理的过程来看就不正确。因为,前面的写法,实际上表示这样一个逻辑推理过程:

质量 1 克升高 1°C 所吸收的热为 c 卡;

质量 m 克升高 1°C 所吸收的热为 cm 卡;

质量 m 克升高 $(t_2 - t_1)$ 所吸收的热为 $cm(t_2 - t_1)$ 卡。

同样的道理,我们写 $s = vt$, 而不写 $s = tv$; $s = \frac{1}{2}at^2$, 而不写

$s = \frac{1}{2}t^2a$ 等等。

3. 计算: 在计算中, 常常会碰到算几位数字、取几位小数的问题。所以, 这里首先着重讲讲关于有效数字的计算问题。

物理习题中的数字一般可分为两种。一种叫正确数, 如公式中的常数 ($S = \frac{1}{2}at_2$ 中的 $\frac{1}{2}$), 单位换算的比值 (1 马力 = 75

公斤·米/秒中的 75) 等, 它们毫无差错地表明一定的量值。另一种叫近似数。大部分的物理量都是由仪器直接测量出来的, 或在测量的基础上计算出来的。由于仪器的精密程度、外界条件和测量者本身感觉的限制, 测量或计算的结果与真实值之间总存在一定的误差。例如, 用卡钳和带毫米的刻度尺量度钢轴的直径, 观察的结果在 37 毫米跟 38 毫米之间, 目测估计的结果为 37.4 毫米, 这个数字, 只能近似地代表钢轴的真实直径, 所以叫近似数。通常我们取从仪器上读出的完全准确的数字 (如 37 毫米) 再加上一位估计的数字 (如 0.4 毫米), 来表示近似数, 这几个数字叫做有效数字。有效数字的个数叫有效数字的位数, 上例中的 37.4 是三位有效数字。由于有效数字最后一位是估计的, 所以经过计算后的结果中有些数字是没有意义的, 如计算上例中钢轴的横截面积 S ,

$$S = \pi R^2 = 3.14 \times \left(\frac{37.4}{2} \text{ 毫米} \right)^2 = 58.718 [\text{毫米}]^2$$

在这个计算结果中，最后两位数字是没有意义的。如不清楚这一点，一方面在计算时就会浪费很多时间去算那些毫无意义的数，另一方面会把不可靠的数当作是可靠的，在实际应用中可能造成技术上的错误。

应用有效数字时，要注意以下几点。

(1) “0”在数字中间或在数字后面都是有效数字。但在数字前面就不是有效数字。例如“105”、“500”都是三位有效数字，“0.05”只是一位有效数字。“1.50”和“1.5”虽然数值相同，但意义不同。前者表示1.5都是准确的，只有百分位是估计的；后者表示1是准确的，而十分位的“5”是估计的。

(2) 有效数字的位数与小数点的位置无关，例如“2.35”和“235”都是三位有效数字。

(3) 有效数字与单位无关。如23.4毫米和2.34厘米都是三位有效数字。10毫米化作以厘米为单位时，应写作1.0厘米，而不应写作1厘米。

(4) 某些很大或很小的数字，可用10的乘幂来表示。例如，光在真空中的传播速度是 2.99776×10^{10} 厘米/秒。这表示是六位有效数字，它前面五位数字是准确的，第六位数字“6”是可疑的。如果写作29,977,600,000厘米/秒，意义就不一样了。这是个十一位有效数字，只有最末一位是可疑的。又如氧原子的半径为0.0000000060厘米，通常写作 6.0×10^{-9} 厘米，不写作 6×10^{-9} 厘米。

在计算有效数字时，须注意以下两个原则：

(1) 每一个数据只要保留一位估计的数字。习题中给的