

Z HONGXUESHENGKEWAI DUWU

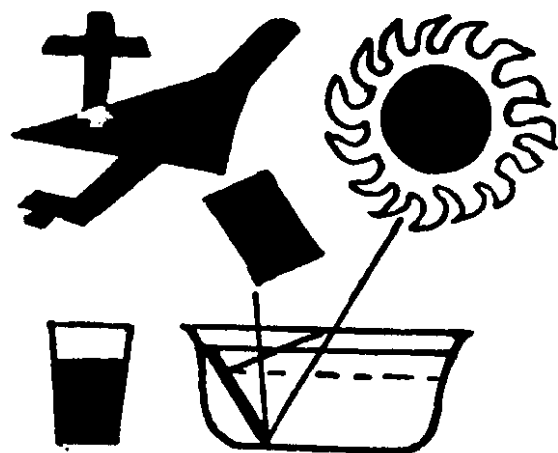


提高物理解题能力的途径

王沛清 编著



中学生课外读物



提高物理解题能力的途径

王沛清 编著

湖南教育出版社

提高物理解题能力的途径

王沛清 编著

责任编辑：董树岩

*

湖南教育出版社出版

(长沙市展览馆路14号)

湖南省新华书店发行 湖南省新华印刷二厂印刷

*

1982年8月第1版第1次印刷

字数：145,000 印张：7.125 印数：1——71,400

统一书号：7284·17 定价：0.56元

501/196/03

前 言

这本书不是一本物理习题集，它借助大量典型的例题，阐述了解答中学物理习题的基本方法。

解答物理习题是学好物理的重要一环，它有如下几方面的作用：1. 帮助理解、巩固并深化所学的物理概念、规律与理论。2. 培养灵活运用物理知识，解决实际问题的能力。3. 培养逻辑思维能力、想象能力和运用数学工具解决物理问题的能力。由于解答物理习题具有重要作用，所以在物理教科书中都编有不少的练习题，仅就全日制十年制学校高中物理课本上、下册（1980年版）来看，其中有练习92个，一共包括541道习题，习题分为计算题、问答题、实验题、证明题、选择题和图解题等六种类型。可以这样说，如果不能按照教材的要求正确地解答物理习题，那就是没有学好物理。

不过，目前在物理教学中出现了一种偏向，习题贪多、求难，使学生陷入“题海”之中。这样做不仅不能发挥物理习题应用的作用，反而增加了学生的负担。怎样才能使学生从“题海”中解脱出来呢？不解题或少解题既然不行，那么唯一正确的途径就是：加强解题指导，把解题与掌握知识、深化知识、发展智能有机地结合起来，明确解题目的，掌握规律，做到举一反三，触类旁通。为此，本书针对物理解题，提出一些参考性的意见，指出了正确解题所必须具备的八项基本功，阐述了数

学工具和物理模型在解物理题中的作用，论述了各种类型物理题的特点。读者在学好物理知识的基础上，按照本书所指引的途径，就不难掌握解题的基本规律和要领，养成良好的解题习惯，达到做好一个题，掌握一类题的目的，有效地提高解题能力。

目 录

第一章 练好解题的基本功 (1)

第一节 准确掌握物理基础知识..... (1)

第二节 具有较强的实验能力..... (8)

第三节 具有一定的语文水平..... (10)

第四节 能熟练地分析物体受力情况..... (13)

第五节 学会矢量的正交分解法..... (22)

第六节 熟悉电路变换..... (29)

第七节 了解国际单位制..... (34)

第八节 按规范进行书写..... (42)

第二章 数学在解物理题中的作用 (48)

第一节 数学工具的作用..... (48)

第二节 掌握好数学工具..... (52)

第三节 防止两种不良倾向..... (56)

第四节 解物理题常用的数学方法..... (58)

第三章 物理模型与解题 (88)

第一节 建立模型是物理学的一种研究方法..... (88)

第二节 物理模型与物理习题..... (90)

第三节	解答物理习题的正确步骤.....	(97)
第四节	解题通病分析.....	(118)
第四章	各种类型物理题的特点	(140)
第一节	选择题.....	(140)
第二节	实验题.....	(150)
第三节	证明题.....	(153)
第四节	问答题.....	(158)
第五节	图解题.....	(162)
第六节	计算题.....	(168)
第五章	解答物理题的要领	(179)
第一节	怎样解答力学题.....	(179)
第二节	怎样解答热学题.....	(202)
第三节	怎样解答电学题.....	(206)
第四节	怎样解答光学题.....	(216)
第五节	怎样解答原子物理题.....	(219)

第一章 练好解题的基本功

物理习题是千变万化的，解题者必须具有扎实的基础知识和多种能力，才能将题迅速而准确地解出。据了解，目前很多同学解答物理习题都不能达到要求。解题时，想得不清楚，说得不明白，写得不干净。当然，原因是多方面的，其中忽视解题的基本功却是一个十分重要的原因。归纳起来，解答中学物理习题应该具备八项基本功，这就是：准确掌握物理基础知识；较强的实验能力；一定的语文水平；熟练地分析物体受力情况；掌握矢量的正交分解法；熟悉电路变换；了解国际单位制；书写能按一定的规范。

第一节 准确掌握物理基础知识

各种各样的物理概念和物理规律(包括定律、法则和原理)就构成了我们所说的物理基础知识,其中物理概念更显得重要。因为概念是建立理性认识的第一步,从某种意义上来看,所谓物理规律,它们就是概念之间的联系。

解答物理习题的过程其实就是灵活运用物理基础知识来分析解决实际问题的过程。所以,牢固地掌握物理基础知识,是正确解答物理题的前提。从解答物理习题的要求出发,对于物理

基础知识，我们应当着重抓住以下几点。

一 分清重点知识和一般知识，熟练掌握重点知识

物理学中的基础知识虽然包括很多内容，但是可以分为重点知识、一般知识和次要知识三类。所谓重点知识是构成物理学科基础的最主要的物理概念和规律，以及和它们相关联的重要原理、定律、定则和公式，在物理学中重点知识并不多。就力学而论，归纳起来，主要是三大关系和五个定律（三大关系是力和运动的关系、功和能的关系、冲量和动量的关系，五个定律是牛顿运动定律、机械能守恒定律、动量守恒定律、万有引力定律和阿基米德定律）。就电学而论，主要是欧姆定律及电磁现象三个规律（电流的磁效应、磁场对电流的作用、电磁感应）。此外，热学、光学、原子物理部分也有一些重点知识。这些知识是整个物理基础知识的核心。例如，掌握了牛顿运动定律，静力学的知识就不难掌握了，它可以看作是牛顿第二定律在 $a=0$ 时的一个特例；动能定理和动量定理也是牛顿第二定律的两个发展（动能定理是反映力的空间累积效应的规律，动量定理是反映力的时间累积效应的规律，它们的导出都要依赖于牛顿第二定律）；至于圆周运动的公式 $F = m\frac{v^2}{R}$ 则是牛顿第二定律

在圆周运动中的应用。由此可知，只要牢固地掌握了牛顿运动定律及其在各种运动情况中的应用，又明确如何从牛顿运动定律发展到动能定理和动量定理，那么整个力学知识就能融汇贯通了，运用这些知识来分析物理问题就会比较顺利。相反，在学习物理基础知识时，不分主次，不抓关键，对知识理不出头

绪，脑子里乱糟糟的，运用起来就不会得心应手，只能给解题带来各种障碍，甚至引起各种错误。所以对基础知识中的重点知识，一定要在中学水平许可的范围内把它们真正弄懂，并在弄懂的基础上熟练掌握，达到懂、会、熟的程度。真正理解它们是怎样在实践的基础上被抽象概括出来，并且是怎样被用来分析解决实际问题的。

二 掌握知识的要领和特点

解答物理习题，要具体地用到某些基础知识。这时，我们应该注重知识的要领和特点，不能丢掉知识的具体内容而生搬硬套。例如，很多力学问题都离不开分析某个物体所受的力。对分析中提到的任何一个力都要联系力的概念想想，明确该力的施力者和受力者分别是谁？属于哪种力？这样，做题时即使错了，也容易被发现，能够避免随意添加某些实际上并不存在的力。要防止“想当然”，把生活中形成的那些“非物理意识”当作定律，比如认为有运动（速度）就必然有力，因此分析物体受力时就想当然地添上一个“产生速度的力”等等。

对于某些物理量的重要特点，要认真领会。例如，速度和加速度是物理学中两个重要的物理量，它们具有矢量性、相对性、瞬时性和独立性等特殊性质，很多与速度、加速度有关的物理习题都涉及到它们的这些特点。忽略了这些特点，就会妨碍对题目的正确解答。

在掌握物理知识中，要区分某些容易混淆的地方。例如，很多同学对一对平衡力和一对作用力与反作用力常常搞不清楚，因为两者都有大小相等、方向相反、作用在同一直线上的特点。

对于这类问题，我们都应当从个别特点上把它们区别开来：前者是两个力作用在同一物体上，后者是两个力分别作用在两个物体上；前者的两个力不一定是同种性质的力，后者的两个力一定是同种性质的力；前者中一个力消失或变化并不影响另一个力，后者中一个力消失或变化，另一个力就同时消失或变化；前者中的每个力都有它的反作用力，后者中的每个力不一定有它的平衡力。

此外，有些物理概念的意义相近，本质不同，在掌握上也要注意它们的特点。例如，动量与动能除有矢量和标量、计算公式不同等区别外，它们还存在本质上的区别，这就是：动量只是在机械运动范围内，对机械运动的量度；而动能则是在机械运动与其它运动形式相互转化时，对机械运动的量度，它们在本质上并不相同。

针对解题的需要，对于某一概念我们还要反复进行从具体到抽象，从抽象到具体的翻译工作。例如，某习题中提到：“汽车在离站50米远处刹车，作匀减速运动而停在该站”，可以翻译为：“某运动物体在离A点S米处开始受一阻力作用而作匀减速运动，至B点停止。”反过来，习题中提到：“某导体的电阻率为 ρ ”，又要能翻译为：“铜的电阻率为 $0.0175\text{欧}\cdot\text{毫米}^2/\text{米}$ ”等等。多做这样的翻译工作，对解题是有好处的。久而久之，就会懂得概念的来源，在解题中能灵活地运用概念进行思维。

总之，只有掌握了基础知识要领和特点，在解题时才能准确地运用基础知识，避免由于乱套乱用，张冠李戴，而闹出笑话来。

三 明确物理规律的适用范围

物理规律虽然在一定程度上反映了客观世界的特性，但是它们都只能在某种条件下成立，有着一定的适用范围。如：牛顿第二定律只对惯性参考系适用，对非惯性参考系就不适用了；部分电路欧姆定律对金属导体成立，但并不适用于气体导电；气体定律只能适用于温度比较高、压强比较低的实际气体，对于温度比较低、压强比较高的实际气体，就不适用了；摩擦定律 $f = \mu N$ 是实验定律，定律指出滑动摩擦力与接触面的面积无关，与物体相对运动的速度无关，这都只能与实际情况近似地相符，在接触面之间的压强增大或物体相对运动的速度加快时，摩擦力的大小就不一定符合这条规律了。即使对于应用范围很广的动量守恒定律和机械能守恒定律而言，也有它们的适用范围：只有当外力的矢量和为零时，系统的动量才守恒；而系统的机械能是否守恒，又取决于是否有外力和耗散内力对系统做功。

弄清物理规律的适用范围是非常重要的。在解答物理习题时，我们只能根据题目所给的条件，恰当地选用在此条件许可范围内成立的物理规律，才能保证正确地进行解答。不问题目的条件，不考虑物理规律的适用范围，乱搬物理规律而引起解题错误的例子是很多的，特举例如下：

【例一】质量为 2 千克的炮弹，沿水平方向飞行，其动能为 900 焦耳，爆炸成质量相等的两块。一块与原方向相反的方向飞行，动能是 800 焦耳，求另一块的动能是多少？

很多读者往往运用机械能守恒定律，求出另一块的动能为

900焦耳 - 800焦耳 = 100焦耳。其实在这种场合下,由于火药爆炸产生的爆炸力对弹块做功,系统的机械能不守恒,所以解答是错误的。在此,我们只能运用动量守恒定律求出另一块的速度(答案为100米/秒),从而得到它的动能为5000焦耳。

【例二】在水平方向发射炮弹时,如果摩擦力不计,系统在水平方向又不受其它外力,则可运用动量守恒定律,求出炮身的反冲速度。如果斜向上方发射炮弹,这时炮弹、炮身系统所受的合外力不为零,就不能再沿发射方向运用动量守恒定律了。但经过分析可以看出,系统在水平方向所受的合外力仍然为零。所以能在水平方向上运用动量守恒定律,求得炮身反冲的水平速度的大小。

【例三】直流发电机给蓄电池充电(如图1—1所示)。蓄电池的电动势 $\varepsilon = 12$ 伏特,内电阻 $r = 0.1$ 欧姆,伏特计的读数是12.4伏特。求发电机的输出功率。

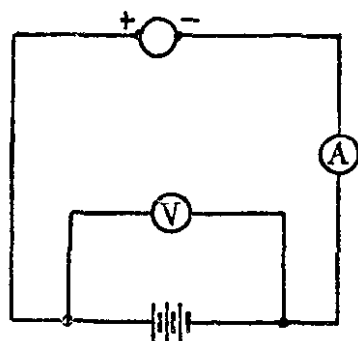


图 1—1

很多读者是这样来考虑和计算的:

$$\text{电路中的电流强度 } I = \frac{U - \varepsilon}{r} = \frac{12.4 - 12}{0.1} = 4 \text{ (安培)}$$

发电机的输出功率 $P = I^2 r = 4^2 \times 0.1 = 1.6$ (瓦特)。另有一部分人运用公式 $P = \frac{U^2}{r}$, 求出发电机的输出功率 $P = \frac{12.4^2}{0.1} = 1537.6$ (瓦特)。哪种答案对呢? 两种答案都不对。因为公式 $P = I^2 r$ 和 $P = \frac{U^2}{r}$ 计算电功率,只能用于不含电动势的纯电阻电路,而蓄电池的一段电路中含有电动势,已超出了上述两

个公式的适用范围,得出的结果当然是错误的。在此只能用公式 $P = IU$, 算出发电机的输出功率为 $P = 12.4 \times 4 = 49.6$ (瓦特)。

四 重视物理公式在表达概念和规律上的作用

所谓物理公式就是物理定律或物理量之间函数关系的数学表达式。公式的作用在于用简明的数学式将物理概念、规律在量的方面的相互依存和制约的关系表达出来,一看到公式就知道哪些物理量之间存在着怎样的关系了。

在解题中,运用物理公式,应该注意以下几点:

1. 弄清公式中每个物理量的确切意义及整个公式的物理意义。对于某个物理公式,除了解各个物理量的代表符号和意义外,还要掌握各个量之间的函数关系。明确谁是谁的函数?哪个是函数的决定因素?哪个是影响因素?例如,欧姆定律公式 $I = \frac{U}{R}$ 中, U 是电路两端的电压, R 是这段电路的总电阻, I 是通过这段电路中的总电流强度;当电流强度,电路两端电压以及导体的电阻尚未确定时,即 I 、 U 和 R 都是变量时, I 是 U 和 R 的函数, U 是产生电流的决定因素, R 只是电流的影响因素。如果导体已经确定,即 R 是常量,利用公式 $R = \frac{U}{I}$ 来测定这个常量时,那么只能把这个公式看作是电阻的量度公式,便不能说 R 是 U 和 I 的函数了。因为对于某一个确定的导体来说, R 是由导体本身条件决定的,它与电压及电流的存在与否无关。

2. 明确每个公式的成立条件和适用范围。例如,液体内部压强公式 $p = h\gamma$ 只能在比重 γ 不变的条件下适用;功的公式 $W = FS$ 只能在恒力作用下,并且力的方向与物体位移方向在

同一直线上时才适用，对于变力做功就不适用了； $P = \frac{W}{t}$ 只适用于匀功率或平均功率的计算，对于即时功率的计算就不适用了； $F = G\frac{m_1 m_2}{r^2}$ 只适用质点之间的引力计算； $F = K\frac{q_1 q_2}{r^2}$ 只适用点电荷在真空中静电力的计算； $P = I^2 R$ 只适用于纯电阻电路等等。

3. 理解公式变形后，公式的性质是如何改变的。例如，由匀速圆周运动物体所需向心力的公式 $F = m\frac{v^2}{R}$ 变形为公式 $F = m\omega^2 R$ 后，公式的性质就不同了。第一公式表明，线速度不变时， F 与 R 成反比；第二个公式表明，角速度不变时， F 与 R 成正比。如果问：在匀速圆周运动中， F 与 R 是成正比，还是成反比？这就不能随便作答。正比、反比有先决条件，不讲前提，仅仅提正比或反比是错误的。

4. 明确公式中各物理量应采用的单位。同一公式的单位要统一，各项量纲应相同。

第二节 具有较强的实验能力

物理学是一门实验科学，物理概念和规律一般是在实验的基础上抽象出来的。所以，实验在物理学习中占有举足轻重的地位。

从解答物理习题的角度来考虑，具备较强的实验能力也是十分重要的。这可以从以下两方面反映出来：

第一，物理习题中有一类就是与物理实验直接关联着的实验题。例如，1980年高考物理试题中的第五题是这样的：“图1—2表示用惠斯登电桥来测量未知电阻 R_x 。图中 R 是已知电阻； K 是电键； G 是电流计； AC 是一条粗细均匀的长直电阻

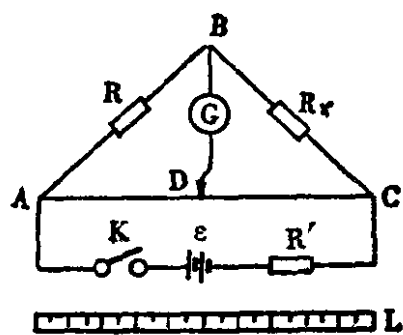


图1—2

丝； D 是滑动触头，按下时就使电流计的一端与电阻丝接通； L 是米尺。(1)简要说明测量 R_x 的实验步骤（其中要写出计算 R_x 的公式）。(2)如果滑动触头 D 在从 A 向 C 移动的整个过程中，每次按下 D 时，流过 G 的电流总是比前一次增大，已知 AC 间的电阻丝是导通的，那么，电路可能在什么地方断路了？说明理由（分析时忽略电池内电阻和电阻 R' ）。同年高考物理副题中的第三题：“我们知道，单摆在摆角不大的时候，它的振动周期跟摆角的大小无关，跟摆球的质量无关，跟摆长的平方根成正比。试设计一个实验来检验上述结论。实验设备：一段长约1米的细线，两个质量不同的小铁球（都有穿过中心的小孔），铁架台，秒表或停表，米尺。”这是两个很典型的物理实验题，它们分别代表着物理实验题的两种主要类型：前一题是先提出某一个实验，然后要求指出实验步骤、实验原理和解释实验中所发生的现象。后一题是先提出某个物理规律，然后要求设计一个实验来验证这条规律。显然，如果不具备比较强的实验能力，碰到这类实验题就会束手无策了。

第二，物理习题的拟出总是根据一定的物理模型，而物理

模型总是与物理实验有着直接或间接的联系。具有较强的实验能力，就能更好地理解题意，想象题中所涉及的物理过程。在以往的考试中，由于实验能力差而招致解题失败的例子是屡见不鲜的。例如，有的学生能够很熟练地运算有关阿基米德定律的问题，但碰到题目中出现一支比重计却愣住了，他们怎么也不能把简单的比重计和阿基米德定律联系起来：有的学生算出显微镜物镜的焦距为几十厘米，也不知道答案错了；有的碰到题目中有一个双刀双掷开关也不知道是一个什么玩意儿。这些同学在解题中，往往卡在一些简单的实验仪器上。由此可以看出，具有较强的实验能力对解题是很有帮助的。

为了使自己具备较强的实验能力，对于教材上规定的实验应从实验原理、实验仪器的特性、实验装置、实验操作步骤、实验结果分析、实验结论等方面去认真领会，并且养成从实验方面来研究物理问题的好习惯。

第三节 具有一定的语文水平

要能准确地理解题意，明确题目中所涉及的物理过程，分清已知条件和所求的物理量，解题者必须具备有一定的语文水平。由于语文水平太低，不能准确理解题意而引起解题错误的事例是相当多的。例如，在电磁感应现象中，电路中感生电动势的大小，跟穿过这一电路的磁通量的变化率成正比。将“磁通量的变化率”错误地理解为“磁通量的大小”或“磁通量的变化量”，则事必引起解题上的失误。在判别摩擦力的方向时，