

物理解题分析 和思维能力训练

徐渝生 李芳莉 编

成都科技大学出版社

致 读 者 的 话

初学者在学习物理的过程中,对物理概念、定律、定理、公式以及解题基本方法都有一个由浅入深,不断自我否定的认识过程,难免会出现这样或那样的错。出现错误并不奇怪,有经验的教师可以引导学生分析错误的原因,扫清前进道路上的障碍;聪明好学的学生则能从错误中吸取教训,找到改进的办法。由此可见,分析错误是一种学习物理的好方法。我们在长期的教学实践中,记录了学生常犯的错误,并吸取了其他教师提供的一些问题,加上在近几年高考阅卷中发现考生的典型问题,选编了一百多道典型题目,给出了明确的错解剖析,通过对比的方法,帮助学生学好知识。

常有同学说:“学物理真难,上课时以为听懂了,考试却做起不起题。”存在着“读书时点点头,作业时摇摇头,考试时昏了头”的现象。这主要是由于对物理学中的基本概念、基本定律定理、基本分析方法理解不深,掌握不好的缘故。物理知识的核心是个“理”字,只要真正悟出了这个“理”,在联系实际解题中,在对错误的比较鉴别中,举一反三,触类旁通,也就必有恍然大悟的感受。这实际上是一个深入思考,反复学习,培养思维能力的训练过程。

那么,是不是要作大量习题呢?那倒不必。如果整日陷在题海中,还有走向死胡同的危险。关键的是要在老师的指导下,有计划有目的地精选一部分有代表性的习题,通过这

些题目的演算来达到巩固基础知识,提高应用能力,培养逻辑思维能力的目的。特别要强调的是在解题中出现了错误,一定要分析错在哪里?为什么错?进而从错误中吸取教训,把基础知识掌握得更牢固,运用得更加灵活自如。所以,我们提倡解题要少而精,提倡要进行错解分析。

读者阅读本书时,应先把题目独立地解一遍,再仔细研究书中的几种解法,判断正误。我们在错解剖析中提出的问题能否弥补你知识上的缺陷和纠正错误,也要认真思考,反复推敲,这样才能保证你下一次的正确和成功。

为了使两年制和三年制的高中学生都各有所得,本书所选习题采用了基本要求和较高要求两种类别。凡题号前有“*”符号的为比较复杂的题目,两年制的学生可以不看。为计算简便,在有些题的计算中取 $g \doteq 10 \text{米/秒}^2$, 1千克力 $\doteq 10 \text{牛}$,请读者注意。

限于作者的水平,不恰当和错误之处恐难避免,恳请老师和同学们指正。

编者于重庆一中

目 录

致读者的话

第一编 解题中的常见错误发生原因分析	(1)
--------------------	-------

第二编 错解分类剖析

(一) 物体的平衡	(27)
(二) 变速运动	(44)
(三) 运动定律	(64)
(四) 机械能	(89)
(五) 动量 机械振动	(102)
(六) 热和功 气体的性质	(126)
(七) 电场	(160)
(八) 稳恒电流	(179)
(九) 电磁感应	(225)
(十) 光学 原子结构和原子核	(262)

第一编 解题中的常见错误

发生原因分析

同学们在解题中常犯的错误主要有两类：一类属于掌握物理基本知识的不足而引起的，另一类是因为解题技巧差、运用数学知识能力弱而产生的。我们就大家在解题中常犯的错误分十种列出，供大家分析自己的解题错误、总结经验教训时参考。本书着重突出因上述两类错误造成的错解，并进行了一些分析。至于审题不清、抄题有错、计算有误等问题，我们就不在这里赘述了。

一、对公式没有理解

解物理题当然需要公式。是不是公式背得了就能正确解题呢？不是。如果对公式理解不深，似懂非懂，解题时生搬硬套，当然会错误百出。只有正确地理解了公式，明确了公式的适用范围和公式中各个物理量的意义，了解了公式所代表的物理规律，才能在解题时准确地运用它。

例：1984年，我国著名的运动员朱建华以2.39米的高度创造了男子跳高世界纪录。据测知他的重量为70千克，起跳时踏地的时间约为0.16秒，上升时重心的实际升高为1.6米。若他踏地时的速率等于离地时的速率，且不计空气阻力，求他对地面的平均蹬力为多大？

有的同学是这样计算的，由动量定理

$$Ft = mv' - mv$$

运动员离地后作竖直上抛运动，由机械能守恒定律

$$mgh = \frac{1}{2}mv^2$$

$$\therefore v = \sqrt{2gh} = \sqrt{2 \times 9.8 \times 1.6} = 5.66 \text{ (米/秒)}$$

$$F = \frac{mv' - mv}{t} = \frac{70 \times 5.66 - (-70 \times 5.66)}{0.16} = 4953 \text{ (牛)}$$

解题时所应用的动量定理公式 $Ft = \Delta mv$ 和机械能守恒定律公式 $E_1 = E_2$ 都没有错，但上述答案却是错的。因为在动量定理中，公式左端的 F 代表物体所受的合外力，整个公式的意义是：作用在物体上合外力的冲量等于物体动量的增量。在上述解法中没有作物体的受力分析，没有很好理解公式中各量的物理意义，从而导致了错误的。实际上

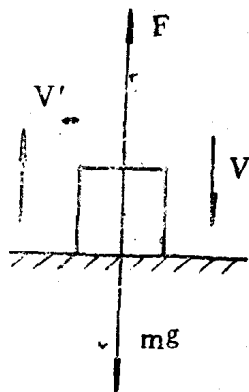


图 1-1

运动员蹬地时，受到两个力的作用，向下的重力 mg 和地面对他向上的平均冲力 $\bar{F}$ （如图1-1）。将合力代入动量定理得

$$(\bar{F} - mg)t = mv' - mv$$

$$\bar{F} = \frac{mv' - mv}{t} + mg = 5639 \text{ 牛}$$

对公式的理解不深有时还表现在仅仅从数学形式上去

认识公式，而没有深究公式所表达的实质。如有一道填空题：“一个电容器的充电电压是10伏时，极板上电量为 10^{-4} 库，则其电容量为_____，当充电电压改为20伏时，其电容量为_____”。大多数学生都能根据公式 $C = Q/U$ 正确填出第一空为 $C = 1.0 \times 10^{-5}$ 法，然而在填第二空时，有的同学认为由公式 $C = Q/U$ 可知，电容 C 与电量 Q 成正比，与充电电压 U 成反比，本题中充电电压升高一倍，则其容量减小为原来的二分之一，即 $C = 0.5 \times 10^{-5}$ 法。显然，这些同学对电容是由电容器本身的构造决定的，而与充电电压无关这一性质认识不清，只从数学形式上死套公式造成错误。

有的同学则对公式的应用条件不明确，不分析是否适用就乱套公式，当然免不了出错。例如：倾角为 30° 和 45° 的光滑斜轨道的底端相接（如图1—2），一小球从 $L = 10$ 厘米

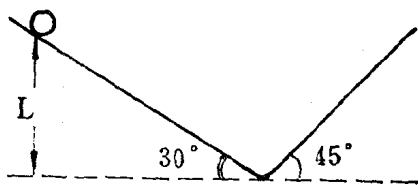


图 1—2

高处由静止开始滑下，如果在接头处小球只改变运动方向，速度大小并不改变，则小球将在轨道里振动，求它的振动周期。

$$\text{解：由 } T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}} = 2 \times 3.14\sqrt{\frac{0.1}{10}} = 0.628(\text{秒})$$

得出这个错误答案的原因是既没有明确公式的适用范围，也没有懂得公式中 L 所代表的物理量是什么。公式

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}$$

只适用于作简谐振动的单摆， L 是其摆长。

本题中小球的运动不是单摆的振动，也不属于简谐振动，只有求出了它作一个全振动所花的时间才是其周期（正确的答案是0.97秒。）

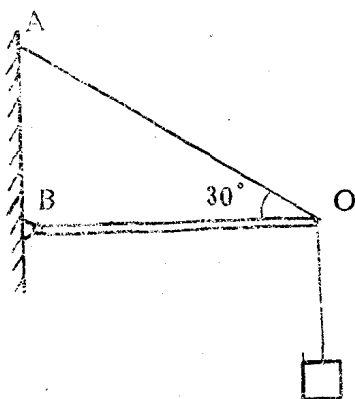
总之，物理公式都包含了丰富的物理含义，死记硬背、生搬硬套是一定要做题的。

二、已知条件分析不清，解题方向判断错误

初学物理的同学常常是边读题边计算，不愿意仔细分析题意，这种一知半解的方法容易在判断解题方向时出错。

例（高中物理课本，甲种本第一册212页第3题）：

图1—3中的 BO 是一根横梁，一端安在轴 B 上，另一端用钢绳 OA 拉着。在 O 点挂一个重物，重量是240牛。横梁是均匀的，它本身的重量是80牛，求钢绳的拉力。



解：横梁受到两个向下的拉力，其大小之和为 $(240 + 80) = 320$ 牛，在 O 点由共点力的平衡条件求得钢绳的拉力是640牛。

图 1—3

其实，本题中横梁受到四个力的作用，这四个力也不是共点力，不应该用共点力的平衡条件来计算。根据题设条件，它是一个有固定转动轴的物体，应该用有固定转动轴物体的平衡条件来计算，求得钢绳拉力是560牛。

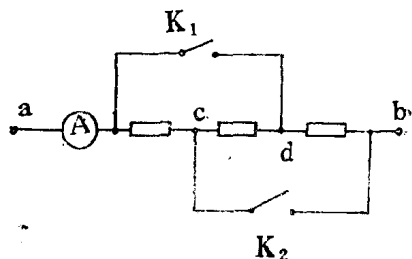


图 1—4

又例，三个阻值皆为6欧的电阻如图1—4的方式连结，当电键 k_1 和 k_2 皆闭合时，若ab两端加上2伏的电压，试计算流过安培表的电流强度是多少？

一种解法是判断三个电阻串联，总电阻是18欧，所以安培表的读数是 $\frac{1}{9}$ 安。

另一种解法根据仔细分析题意得出：虽然三个电阻是一个接一个的，但当 k_1 和 k_2 闭合后，改变了各点之间电势的高低，使得a点与d点等电势，而c点的电势等于b点，所以低于d点电势了。因此，作等效电路图如图1—5，三个电阻实际上是并联的，总电阻为2欧。安培表的读

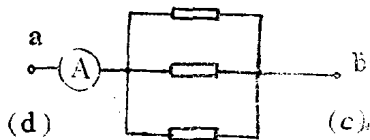


图 1—5

数是1安。由本例可知，判断失误的影响是多大呀！

解物理题与单纯的数学运算不一样，首先应对题目仔细审阅，明确题意之后根据题设条件判断解题方向，从而选取恰当的公式，才能保证解题的正确。比如力学问题，要根据已知条件判断是平衡问题或者是运动变化问题。如果属于平衡问题则要根据物体受力分析来判断，是共点力作用下物体的平衡呢，还是有固定转动轴物体的平衡，由此选取相应的平衡条件求解。如果物体在作变速运动则要进一步判断：物体作什么运动，直线呢还是曲线；匀变速呢还是变加速等，从而选用适当的运动学公式求解。如果要研究物体运动状态的变化和发生这个变化的原因——力的关系，那么还要从牛顿运动定律、动能定理或动量定理中选取最适合的公式来求解。总之，解题方向的判断决定了物理公式的选取，是解题的关键步骤，应该引起同学们高度重视。

三、物理概念不清的错误

中学生在解题时，最容易犯的就是概念不清的错误，错误的类型很多，发生在选择题、填空题、计算题，实验题中的情况都有。

例一，图中A和B均为不带电的验电器，将带电的金属圆筒C与A接触，再用导线将筒C内壁与验电器B联接在一起（如图1—6），分析验电器B的金箔会张开吗？

不少同学从金属导体的内部净电荷为零这一原理出发，得出了B中金箔不会张开的结论。其实，导线将C和B连结以后，A、B、C形成一个整体，导体内和外的界线要重新判断。由于原来A带电，B不带电，所以两者电势不等，用导

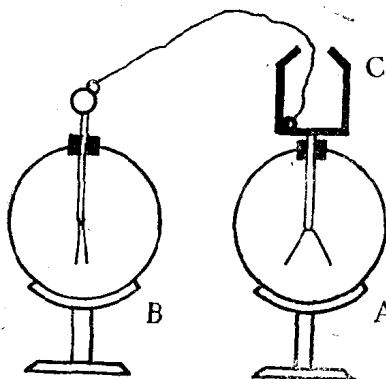


图 1-6

线连接C、B时，在电势差影响下其间有自由电荷定向移动，直到C、B电势相等为止。所以，A、B中金箔都要张开。

例二，一个带活塞的瓶子里装有空气，在 20°C 时体积是100升，求在 100°C 时空气所占的体积。

由题意分析可知气体的压强没有改变，根据盖·吕萨克定律 $V_2 = V_1 \left(1 + \frac{t_2 - t_1}{273} \right) = 129.3$ (升)。在计算中，是将物体温度的改变量 $t_2 - t_1 = 100 - 20 = 80^{\circ}\text{C}$ 代入公式的。但是，仔细分析盖·吕萨克定律的内容：“一定质量的气体，在压强不变的条件下，温度每升高（或降低） 1°C ，增加（或减小）的体积等于它在 0°C 时体积的 $\frac{1}{273}$ ”。定律中气体的体积总是与零摄氏度时的体积 V_0 相比较，上述解

法中错成 V_2 与 V_1 相比较。正确的解法是:

$$V_1 = V_0(1 + t_1/273) \quad V_2 = V_0(1 + t_2/273)$$

$$\text{两式相除得 } V_2 = \frac{273 + t_2}{273 + t_1} V_1 = 127 \text{ 升}$$

例三, 汽车在前半段路程中平均速度是20千米/小时, 后半段路程中的平均速度是30千米/小时, 求它在整段路程中的平均速度。

许多同学认为这道题目很简单

$$\bar{v} = \frac{v_1 + v_2}{2} = 25 \text{ 千米/小时}$$

但正确的解法是先求出汽车通过两段路程时间的表达式

$$t_1 = \frac{S/2}{v_1}, \quad t_2 = \frac{S/2}{v_2}$$

再由平均速度的定义 $\bar{v} = s/t$ 得

$$\begin{aligned} \bar{v} &= \frac{S}{\frac{S}{2}/v_1 + \frac{S}{2}/v_2} = \frac{2v_1 v_2}{v_1 + v_2} \\ &= 24 \text{ 千米/小时} \end{aligned}$$

上述三例中的错误, 都是概念、定理、定律掌握不好造成的。在例题一中只是死记了“在静电平衡时, 导体内部净电荷为零”这个原理, 没有考虑到题目的特殊点。在例题二中对盖·吕萨克定律理解不深, 生搬硬套造成错误。在例题三中对平均速度这一基本概念掌握不好, 只是从形式上知道了“平均”二字, 没有深刻理解概念的真正含义。

概念不清的问题危害很大, 往往做错了自己还检查不出来。希望同学们深入钻研概念、定理、定律的物理意义, 减少和消除由于概念不清造成的解题错误。

四、物理过程分析的失误

生活中的现象是千变万化的，反映生活的计算题中所描述的物理过程也往往是复杂的。同学们在解这类综合题时，觉得题目复杂，不知从何处突破。其实，只要仔细分析出研究对象所经历的过程是如何发生的？由哪些单一的过程依次组成？各个过程之间有什么联系等，题目就可以解出。因为每个单一过程的运动规律是已知的，则它们组合而成的复杂过程也是可求的了。有的同学没有将运动过程分析清楚，漏掉或颠倒了一些过程，导致了解题中的错误。

例一，质量为 1 千克的铁球悬于长为 0.8 米的轻绳一端，绳的另一端固定在墙上。将铁球拉至水平位置的 A 点，然后放手，它作四分之一圆的运动后在最低点 B 与放置在水平面上的静止木块相碰（如图 1—7）。若木块质量为 4 千克，它与水平面的摩擦系数是 0.1，小球碰后回升到 $h=0.4$ 米高处，计算木块在水平面上可以滑行多远？

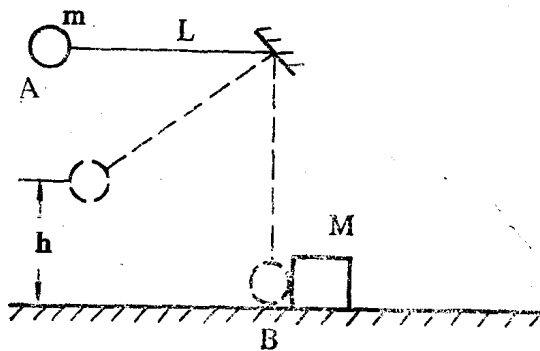


图 1—7

解：根据机械能守恒定律

$$mgL = \frac{1}{2}mV_B^2$$

$$\therefore V_B = \sqrt{2gL} = 4 \text{ 米/秒}$$

小球与木块碰撞后，木块获得了 4 米/秒的初速度，克服摩擦力前进的距离可以由动能定理求得：

$$\frac{1}{2}MV^2 - 0 = \mu Mg \cdot s$$

$$\therefore S = \frac{V^2}{2\mu g} = 8 \text{ 米}$$

这种解法的错误在于没有正确地分析出物体的运动过程。小球与木块碰撞本身就是一个单独存在的物理过程，这时，小球并不是把速度“交给”木块，而是碰撞之后速度重新“分配”，正确的计算是：

小球从 A 至 B 的过程中机械能守恒

$$V_1 = \sqrt{2gL} = 4 \text{ 米/秒}$$

小球与木块在 B 点发生碰撞，由于摩擦力远小于相互作用力，物体组的动量守恒

$$mV_1 = mV'_1 + mV'_2$$

其中，小球以 V'_1 的速度反弹回去

$$\frac{1}{2}mV'^2_1 = mgh$$

$$V'_1 = \sqrt{2gh} = 2.83 \text{ 米/秒}$$

代入动量守恒定律求出木块碰后速度

$$V_2' = \frac{mV_1 - mV_1'}{M} = 1.71 \text{ 米/秒}$$

木块获得动能以后克服阻力做功

$$\frac{1}{2} VM_2'^2 - 0 = \mu Mgs$$

$$\therefore S = \frac{V_2'^2}{2\mu g} \approx 1.5 \text{ 米}$$

有的习题中，不只是一个物体先后参加不同的运动，而且有两个（或多个）物体作相联系的运动。这时，除了要把每一个物体的运动过程分析清楚以外，还应该把几个物体运动的联系弄明白，方能建立正确的物理模型。

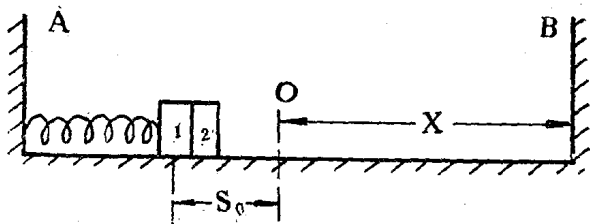


图 1—8

例二，如图 1—8，在光滑水平面的两端对立着二个竖墙 A、B。将一个倔强系数为 K 的弹簧左端固定于 A 墙上，右端系一质量为 m 的物体 1。用外力压缩弹簧，使物体 1 从平衡位置 O 点向左移动 S_0 ，紧靠物体 1 放一个等质量的物体 2，使弹簧及物体 1、2 均静止，然后撤去外力，物体开始向右滑动。

(1) 在什么位置物 2 与物 1 分离, 此时物体 2 的速率多大?

(2) 物体 2 与 1 分离后, 与 B 作完全弹性碰撞, 则 BO 之间的距离 X 应满足什么条件, 才能使物 2 在返回时恰好在 O 点与物 1 相遇?

本题是 1981 年的一道高考试题, 许多考生由于分不清物体的运动过程造成失分。如果仔细审题, 可以明了物体运动过程是: 当物体 1 和 2 在弹力作用下一起向右运动时, 作的是加速度越来越小、速度越来越大的变速运动; 到达平衡位置 O 点时, 物体速度为最大, 物体 2 将以此速度向右作匀速直线运动, 而物体 1 在弹力的作用下向右作变减速运动, 即开始作简谐振动。若物体 2 向右运动并弹回的时间 $t = 2x/V$ 恰好与物体 1 作振动的半周期相同 (或与半周期的整数倍相等), 则物体 1 与 2 在平衡位置又相遇了。

由此可见, 只要将复杂运动的过程分析清楚了, 计算起来就没有什么困难。如果过程分析的某一部分失误, 将使全题解错。

五、对物理状态的分析不清

物体运动的变化情况不但与其经历的过程有关, 而且与物体所处的各个状态有关。特别是力学中守恒定律的应用, 热学中气态方程的应用, 更与研究对象的始末状态有紧密的联系。若要解题中不犯错误, 则应把物体所处的各个状态、各个状态的特点, 各个状态参量的表达式等正确地分析出来才行。

例一, 质量为 0.5 千克的木块用长为 1 米的细绳悬于突出

的长钉O上。现有一个质量为10克的子弹从水平方向以初速度 v 射入木块并留在其中（如图1—9），若使木块恰能运动到最高的B点，子弹的初速度应是多少？

解：由动量守恒定律

$$mV = (m+M)V' \quad \dots\dots (1)$$

物体 $(m+M)$ 以初速度 V' 沿圆周向上运动，若到达B时速度为零则为恰好到达的条件，这时物体动能全部转化成势能。

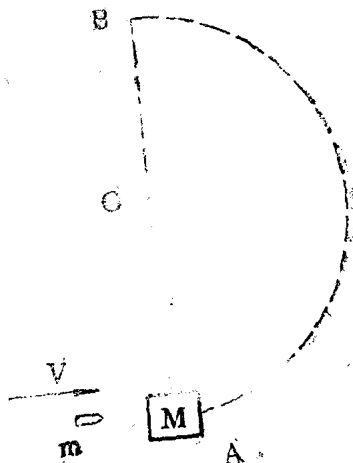


图 1—9

$$\frac{1}{2}(m+M)V'^2 = (m+M)g \cdot 2L \quad (2)$$

联解（1）、（2）式得

$$V = \frac{m+M}{m} \sqrt{4gL} = 228 \text{ 米/秒}$$

这种解法的错误在于没有正确地分析物体在最高点B时的状态。当木块运动到最高点时，是在作圆周运动，只有当它的重力等于或小于所需要的向心力时，木块才能到达此点，若重力大于木块所需要的向心力，也即是木块的运动速度太小，则根本不可能到达B点。所以，物体恰好到达B点时

$$mg = mV_B^2/L \quad V_B = \sqrt{gL}$$

再由机械能守恒定律和动量守恒定律