

中学物理解题思维能力

和特殊方法

● 张永兴 等 编
● 北京师范大学出版社



内 容 简 介

本书主要培养学生思维能力,加强思维训练,指导解题技巧入手。首先分析一题过程中有哪些思维障碍及产生的原因,其次指出克服几个方面来消除这些障碍及产生的原因,并介绍下从哪几个方面入手和训练学生思维,形成良好的思想品质的途径。且重点介绍了十几种特殊思维解题方法,并对高中物理作典型障碍,实例进行了分析与指点。相信本书对开拓学生思维思路会有很大帮助。

本书适用于高中学生及社会各界青年学习物理爱好者,也可作为物理教师的教学参考书。

(京)新登字180号

中学物理解题思维能力与特殊方法

张永兴 主编

责任编辑 李桂福

北京师范大学出版社出版发行

全国新华书店经销

北京师范大学印刷厂印刷

开本: 787×1092 1/32 印张: 13.875 字数: 296千

1991年9月第1版 1991年9月第1次印刷

印数: 1-11 000

ISBN7-308-01284-2/G·770

定价: 5.00元

编 者 的 话

继《中学物理解题方法》出版以后，我们又为广大中学生奉献《中学物理解题思维能力和特殊方法》一书。该书既不是复习资料，也不是习题集，而是培养学生思维能力，加强思维训练，指导解题技巧的极好读物。

思维能力的差异导致物理学习的难易。为此，我们首先指出那些对解题有影响的不健康的思维障碍，其次指出从哪几方面培养和训练学生思维，形成良好的思维品质的途径。特别是该书介绍了十几种特殊的解题思维方法，对开拓学生解题思路有很大帮助。我们还选取了高中物理各章典型错解实例进行剖析指点，更使学生阅后受益匪浅、爱不释手。

该书既是广大中学生及其中学物理教师教学参考用书，又可作为具有高中学历的青年的自学读物。

参加全书编写的有：（按撰文在书中排列为序）奚曾辉、王泽生、周荣鑫、邵世鑫、朱建武、朱龙祥、张伯贤、季光湘、雷作春、郭维芹、张永兴、张飞翔、穆尚礼、吴全如、汤仪征、赵忠杰、施志烨、朱剑本、常兴、丛玫、钱君怀、王欣荣、李荣高、盛寿年、曹铮、钱建清、周天钧、何世容、朱煌、张志军。

编 者

目 录

第一章 解题中的思维障碍	(1)
(一) 认知台阶对解题的影响	(1)
(二) 不正确学习方法对解题的影响	(7)
(三) 思维定势消极因素对解题的影响	(13)
(四) 相关学科水平对解题的影响	(24)
(五) 思维不严密对解题的影响	(33)
第二章 解题中的思维品质	(44)
(一) 广阔性与深刻性	(44)
(二) 有序性和灵活性	(50)
(三) 新颖性和创造性	(57)
(四) 精确性与有效性	(68)
(五) 思维品质与解题能力	(77)
第三章 解题思维特殊方法	(84)
(一) 临界值法	(84)
(二) 预测法	(94)
(三) 逆思法	(103)
(四) 递推法	(111)
(五) 虚设法	(124)
(六) 面积法	(133)
(七) 守恒法	(150)
(八) 估算法	(183)
(九) 等效法	(192)
(十) 极端法	(203)

(十一) 整体法·····	(211)
(十二) 近似法·····	(218)
(十三) 图象法·····	(228)
(十四) 微分法·····	(240)
第四章 解题中各章典型错解剖析 ·····	(244)
(一) 力 物体的平衡·····	(244)
(二) 直线运动·····	(253)
(三) 运动和力·····	(261)
(四) 曲线运动和万有引力 ·····	(273)
(五) 动能定理·····	(287)
(六) 动量定理·····	(298)
(七) 机械能守恒定律·····	(307)
(八) 动量守恒定律·····	(317)
(九) 机械振动和机械波·····	(326)
(十) 气体性质·····	(342)
(十一) 静电场·····	(350)
(十二) 稳恒电流·····	(365)
(十三) 磁场和电磁感应·····	(375)
(十四) 交流电·····	(396)
(十五) 电磁振荡 电磁波与电子技术·····	(398)
(十六) 光的反射和折射·····	(403)
(十七) 光的本性 原子结构和原子核·····	(418)
(十八) 实验·····	(426)

第一章 解题中的思维障碍

(一) 认知台阶对解题的影响

“物理难学”，“学物理难”，这似乎已成了中学生普遍存在的问题。而要克服这一问题，就需对主客观原因进行实事求是的分析，“对症下药”，排除在学习过程中的“高高的台阶”，才能收到良好的效果。

诚然，物理学是一门有其自身发展规律的科学，知识体系也有其自身的逻辑性和缜密性和阶梯性。学生对物理现象及规律的认知过程仍然有着诸多因素的台阶。

1. 日常生活中观察的现象与学习的物理知识相违背

学生的观察能力由于受主客观条件的限制都会在对自然界的认识过程中出现片面的甚至是错误的认识，象初中生在学力一章中，对“力是改变物体运动状态的原因”这句话很难理解。总认为力是“维持物体运动的原因。例如“运动的物体一定受力，受力的物体一定运动”；“静止的物体一定不受力，不受力的物体一定不运动等许多错误的认识。其主要原因是在平常的生活及观察似乎也得出“力气大，跑得快”等结论，而没有从本质上来进行分析。对于诸如此类的错觉或谬误的观念与成见，导致解答具体的物理问题时出差错。

又如在学习自由落体运动一节中，许多同学的头脑中也有象亚里斯多德那样的“落体理论”，在同一高度同时丢落

两个质量不等的物体，总认为重的物体（质量大）比轻的物体先落地，因为这是平常观察后的结论。而在学习自由落体运动时，大家又没有学习牛顿第二运动定律，因此不能对物体的运动作本质性的解答。对于这个问题我们可以通过多做几次简单的而又有趣的实验来缩小和消除错误观念与正确结论的台阶，象用一个一分钱的硬币与一个质量比一分钱重、但体积也很大的硬纸板，在同一高度同时落下，发现质量小的硬币先落地；再用质量相等的两张纸，若把其中的一张对折后再对折，在同一高度同时落下时发现对折后的一张先落地等实验来消除一些错误的观念。

再如质量是一个似乎易于接受而又难于理解的概念。因为学生在日常生活中已对“物质之量”有一定的感性认识，因此一提到质量，学生可能会和日常生产、生活用语中“安全生产、质量第一”、“保证质量、实行三包”中的质量相混。质量在物理学中有其特定的涵义，特别是对“质量是物体本身的一种属性”一语的理解，尤属困难导致研究惯性现象时出问题。另外象“摩擦力总是阻碍物体运动”、“相互之间有接触的物体之间一定有弹力产生”等学习中出现的错误，必须在实际问题进行仔细分析，才能收到良好的效果。

因此大家在学习物理规律时若碰到诸如此类的问题时，必须多问个为什么，到底是课本的错误还是自己的观察不全面，自己也可象伽利略那样，通过自己头脑的逻辑推理和缜密思维，来步入物理学的殿堂。

2. 不能对物理过程进行合理的分析

学习物理规律后必须能对具体的问题进行正确合理的分析其物理过程，必须使自己的脑子中有非常清晰的“物理图

型”，才能在实际的解题过程中不出现差错。

例1 用镍铬合金丝制成的两条电阻值相同的电阻丝，甲短而细，乙长而粗，把它们串联起来接在电源两极上，并在电阻丝上用蜡各粘上一根火柴，通电后电阻丝因变热而将使蜡熔解，则：A. 甲、乙上的火柴同时着地；B. 甲上的火柴先落地；C. 乙上的火柴先落地。D. 因条件不足，无法判断。

答：〔 〕

对于这样一道热学、电学的综合题，只有能清楚地分析其物理过程后得出要使蜡熔解，而温度越高，蜡熔解也就越快，那么其下面的火柴也就先落地。因此本题中在电阻值相同的条件下，相等时间内两电热丝产生的热量相同时，再把这些热量给了电阻丝后要使它们温度发生变化，对于学生来说确是一道比较大的台阶，但要正确地解决本题，就必须逾越这级台阶。因此在分析到产生的热量相等时，如把这些热量全部传递于电阻丝，则因两电阻丝甲是“短而细”，乙是“长而粗”，知 $m_{\text{甲}} < m_{\text{乙}}$ ，再根据热平衡方程 $Q_{\text{放}} = Q_{\text{吸}} = cm(t - t_0)$ ，知同种材料在吸收的热量相等的前提下，质量大的温度变化小，因甲电阻丝最后温度 $t_{\text{甲}} > t_{\text{乙}}$ ，因甲电阻丝下面的蜡先被熔解，因此火柴也就先掉下。

例2 一木块在水平方向上滑动，其初速度 $v_0 = 10$ 米/秒，加速度 $a = -2$ 米/秒²，该木块在6秒钟内的位移是多少？

分析 粗看起来这是一道非常容易的运动学题目，大多数同学可能会一拿到题目即代入公式： $s = v_0 t + \frac{1}{2} at^2$ 直接进行计算，得结果是 $s = 24$ 米。而实际上此结果是错误的，从题意中理解木块是作匀减速直线运动，而匀减速运动其特

点是经过一段时间后物体将停止,此时 $v_t=0$.而根据 $v_t=v_0+at$ 即可算出物体运动的时间 $t=-\frac{v_0}{a}=-10/-2s=5s$.即木块实际上是运动了5秒钟后马上停止了.因此题意尽管是求在6秒钟的位移,若用公式 $s=v_0t+\frac{1}{2}at^2$ 公式进行计算, t 只能用5秒来计算,因最后一秒是停止了,位移也就等于零了.所以正确的结果应该是25米.

从以上两例即可看出,分析物体在受力或运动的物理过程是解决物理问题的关键.这就要求我们在学习好一个物理规律后,必须选择一些典型的实例,进行有效的物理过程的分析,逐步掌握解答各类物理题的步骤及方法,才能培养自己解决实际问题的能力.

3. 数学知识的滞后性会带来解题的障碍

解决物理问题是需要一定的数学基础作为“后盾”的,否则会导致物理问题的解决束手无策.由于数、理知识并非“同步”进行(当然也不可能真正的同步),对学习物理带来了一些客观性的困难.如高中物理第二章“直线运动”中,教材对位移——时间图象(图 1-1-1)及速度——时间图象(图 1-1-2)有了一定的要求,也必须掌握根据图象来比较两物速度及加速度的大小.但在没有数学斜率概念作“后盾”时,就造成了一些意想不到的困难.又如在学生没有学习极限概念时,只能把即时速度说成是在“某一时刻(或某一位置)的速度,无法把即时速度概念讲清楚.另外在解决一些具体的物理题目时,也因学生数学知识太贫乏而作罢.

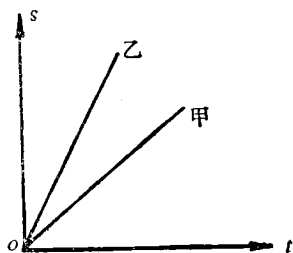


图 1-1-1

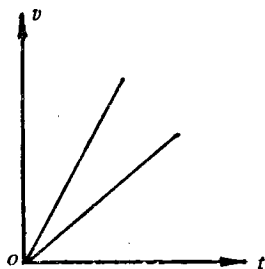


图 1-1-2

例3 放风筝时，风沿水平方向吹来，要使风筝得到最大上升力，风筝平面与水平面成多大角度。

解析 本题是包括两次力的分解过程。如图1-1-3所示，设风筝与水平面的夹角为 θ ，作用于风筝中的水平力为 F ，先将水平力 F 沿着风筝方向和垂直于风筝方向进行分解得 F_1 、 F_2 。则 $F_2 = F \sin \theta$ 。再把垂直于风筝方向的力 F_2 分解成

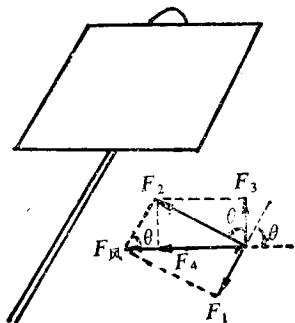


图 1-1-3

竖直向上的力 F_3 和水平方向的力 F_4 ，则其中的 F_3 即为风筝得到的向上的上升力， $F_3 = F_2 \cos \theta = F_0 \sin \theta \cos \theta$ 。若学过两倍角公式： $\sin 2\theta = 2 \sin \theta \cos \theta$ ，此最值问题即为 $F_{3\max} = \frac{1}{2} F$ ，而在高一第一学期的新课教学中，此种问题也只能“望题兴叹”了。

例4 重量为 G 的物体放在水平桌面上，物体与水平桌面间的摩擦系数为 $\mu=0.6$ ，现用力拉物体匀速前进，如图1-1-

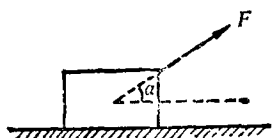


图 1-1-4

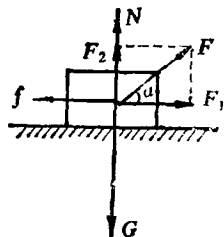


图 1-1-5

4所示，问 F 与水平面间的夹角 α 为多大时最省力？

解析 此题属一般的最值讨论题，物理过程也较简单，物理方法也仅用到正交分解法即可，但若没有数学基础，此题仍只作罢。对物体进行受力分析（见图 1-1-5）后知要使物体匀速前进，则必须：

$$\begin{cases} F\cos\alpha = f, \\ N + F\sin\alpha = G. \end{cases} \quad \text{而 } f = \mu N,$$

由上三式可解得 $F = \frac{G}{\cos\alpha + \mu\sin\alpha}$ ，而 G ， μ 为已知，则知 F 的大小即由 α 来决定的，要使拉的过程最省力，必须取 F 的最小值 $F_{\min}$ ，也即是求 $\cos\alpha + \mu\sin\alpha$ 的最大值。但在高一学生没有学习求解 $a\sin\alpha + b\cos\alpha$ 的最大值问题时，本题也只能到此为止了，而学过三角函数之后，不难知道当 $\alpha = 90^\circ -$

$\arctg \frac{1}{\mu} = 90^\circ - 30^\circ 38' = 29^\circ 22'$ 时 F 的最小值

$$F_{\min} = \frac{G}{\sqrt{1 + \mu^2}}.$$

当然，数学知识的滞后性带来的物理学习过程中的台阶，并不是学习的主观原因所造成的，也只能等学习好这一方面的数学知识后，物理的问题也就迎刃而解了。

(二) 不正确的学习方法对解题的影响

英国哲学家培根说：“跛足而不迷路，能赶上虽健步如飞，但误入歧途的人。”学习就是这样，只有看清“路”，才能少走弯路或不走弯路。

学好中学物理，不只是一个肯不肯用功的问题，它还有一个学习方法的问题。既要肯于学习，还要善于学习。后者指的就是方法。不正确的学习方法有许多表现，如死记硬背，物理问题数学化；机械模仿；“走马看花”，题海战术……

1. 死记硬背显呆板

一些中学生把学物理单纯理解为记物理、背物理，以为只要把公式、定理、规律背得滚瓜烂熟就可以把物理学好，放松了对知识点的内涵和外延，意义和过程变化的理解。解题时往往首先想到公式，用公式代替物理意义的分析，尤其是当题给条件和公式中所需物理量相映时，就抛开题意，由公式直接找答案，导致错解。

例1 如图1-2-1所示，用一水平力 F 将质量为 m 的物体压在竖直墙面上恰好处于静止。现使 F 增大，则物体与墙面间的摩擦力将：

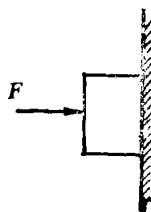


图 1-2-1

a. 增大; b. 不变; c. 减小; d. 不能确定.

解析 学生一般错选a为多, 他们认为摩擦力就是 $f = \mu \cdot N$, 式中的 N 就是题给的 F , F 增大了, 则 f 必增无疑, 却没有仔细区分滑动摩擦力和静摩擦力的特点和差异. 呆板地搬用公式. 一经提示就会恍然大悟, 该选b.

当给出的物理问题与学生记忆中某个物理过程或运动相似时, 他们即忽略对具体细节的深入分析或思考, 凭印象作出简单类比, 搬用公式、轻率求解. 这是死记硬背的另一种表现.

例2 如图1-2-2所示, 有一颗人造卫星绕地球作椭圆轨道

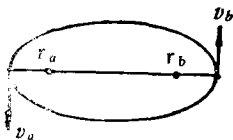


图 1-2-2

道运行时, 近地点时卫星的速度为 v_a , 离地球距离为 r_a , 远地点时卫星的速度为 v_b , 离地球距离为 r_b , 求卫星近地点速度和远地点速度之比.

解析 学生认为地球对卫星的万有引力提供卫星做圆周运动所需的向心力, 因此有 $F = G \frac{Mm}{r_a^2} = \frac{mv_a^2}{r_a}$

$$F = G \frac{Mm}{r_b^2} = \frac{mv_b^2}{r_b} \text{ 所以 } \frac{v_a}{v_b} = \sqrt{\frac{r_b}{r_a}}, \text{ 其实正确答案为}$$

$\frac{v_a}{v_b} = \frac{r_b}{r_a}$. 通常情况下, 卫星绕地球的运动是近似作圆周运动处理, 地球位于圆心, 卫星离地球的距离就是轨道半径, 此题中卫星作椭圆轨道运行, 因此有 $F = G \frac{Mm}{r_a^2} = \frac{mv_a^2}{R}$,

$$F = G \frac{Mm}{r_b^2} = \frac{mv_b^2}{R}. \text{ 式中的 } R \text{ 是椭圆轨道的曲率半径, 不}$$

等于 r_a 或 r_b 。由椭圆的对称性知近地点和远地点的曲率半径相等。学生对圆周运动和万有引力做向心力的现象比较熟悉，却没有注意到圆周运动的轨道半径和椭圆运动的曲率半径相对应，把二者简单地看作同一种运动导致错解。

还有一些学生对物理公式记的很牢，他们只重视公式中物理量的关系，忽视了公式的适用条件或范围，碰到具体问题，热衷于代公式，不注意规律适用条件导致错解。

例3 如图1-2-3电路，电源电动势为7.5伏，内电阻1欧、灯泡上标有“6V 3W”，电动机绕线电阻为2欧，当灯泡正常发光时，求电动机的输入功率。

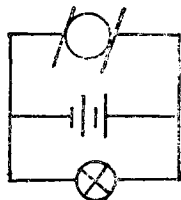


图 1-2-3

解析 此题学生错解率甚高。他们认为灯泡正常发光时路端电压为6伏，即加在电动机上的输入电压6伏，因此电

动机的输入功率 $P = \frac{U^2}{R} = \frac{6^2}{2} = 18$ 瓦。正确答案应为 $P =$

$IU = 6$ 瓦。造成错解的原因是忘记了 $P = \frac{U^2}{R}$ 只适用于纯电

阻电路，而电动机是非纯电阻电器，应该用 $P = IU$ 求解。

学物理不是单纯记公式，背规律。物理事物的道理，学物理很讲究内在的含义，死记硬背，实在是一种不可取的学习方法。

2. 物理问题数学化

把物理道理抽象成数学公式、使之简洁、明朗化，这是

一种手段，但数学公式不能取代物理意义。数学公式是一种符号语言，没有具体指称物，只有抽象的量值关系，离开具体的物理环境，单纯用数学的观点寻找物理问题的学习方法也往往影响正确解题。

例4 在讨论牛顿第二定律时，下列说法正确的是：a. 根据 $F=ma$ 作用力 F 的大小与质量 m 成正比；b. 根据 $a=F/m$ 物体的加速度与作用力成正比，与质量成反比；c. 根据 $m=F/a$ 质量与作用力成正比；d. 以上说法都对。

解析 相当多的学生认为四个答案都对，忘记了定义式和量度式的区别。从数学的角度看四个答案都对，但从物理的角度理解只有b正确。例如物体的质量是由组成物体的物质多少决定的，与受不受外力无关。若认为c正确，不防反问一下，能用力拍打一个小皮球使之变成一个大篮球吗！

从数学公式出发，撇开物理问题的实质就公式中的量值关系分析、求解物理答案，这是以数代理的学习方法。

例5 一个质量为 m 的球从地面落进很深的井底，试分析球重力的变化。

解析 学生一般都认为球重力是地球对球的吸引，因此有 $F = G \frac{Mm}{R^2} = mg$ ，球落井底， R 变小，则球重力将增大，从公式分析知答案好像有错，事实上球落井底，球重力是减小的。 $F = G \frac{Mm}{R^2}$ 适用于二个质点间的引力，球落井底，地球对球重力有贡献的那部分质量在变小，若让球落到地球心，则球重力将为零。（质量的变小大于 R^2 的减小）。

例6 卫星绕地球作椭圆轨道运行，如图1-2-4所示，则a.

从 $A \rightarrow B$ 运行时间为半个周期,

b. 从 $A \rightarrow C$ 运行时间为 $\frac{1}{4}$ 周

期, c. 从 $C \rightarrow D$ 运行时间为 $\frac{1}{2}$

周期, d. 从 $D \rightarrow A$ 运行时间可能小于 $\frac{1}{4}$ 周期。

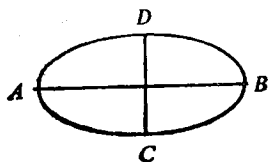


图 1-2-4

学生往往错选b, c. 他们认为上述前三个答案在数学图形上是对称的, 是同一答案的三种说法, 事实上正确答案是a, d.

数学是一种工具, 它是为解决物理问题服务的, 但必须在满足物理意义的前提下使用数学工具. 物理问题可以用数学公式来表示, 反过来, 符合数学公式量值关系的物理环境不一定都存在. 正确的学习方法应该是搞清物理环境的情况, 适当地使用数学工具, 而不能本末倒置.

3. 机械模仿不灵活

模仿是一种思维方法. 通过模仿可以将知识、能力进行迁移. 但是物理问题千变万化, 离开具体的物理问题也不利于学好物理. 一味照搬的学习方法就叫机械模仿.

例7 一块木块浮在水桶中的水面上处于静止. 水桶放

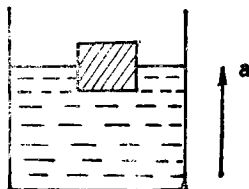


图 1-2-5

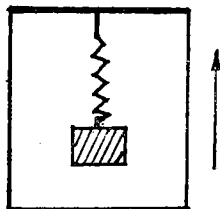


图 1-2-6

在升降机里如图1-2-5所示，当升降机加速上升时，木块将：
a. 上浮；b. 不动；c. 下沉；d. 无法确定。

解析 许多学生错选c。他们对物体的超重现象比较熟悉，认为浮在水面的木块与挂在弹簧（弹簧上端固定在升降机顶上。如图1-2-6）下的物体同属超重现象，没有想到水桶中的水也会超重。正确答案应选b。

这种给定的物理问题与另一物理问题在形式上的相似性很容易干扰学生对给定问题的深入思考，使内在的物理差异被掩盖、被忽视。反映了学生思维的粗糙性和浅表性。

当给出的物理问题所遵从的规律与某一物理原理相近时，也很容易诱导学生机械模仿，搬用原理或直接套用结论导致错解。

例8 如图1-2-7电路，电源电动势3伏、内电阻2欧，小电珠电阻为1.5欧，问：当滑线变阻器电阻 R 多大时，小电珠最亮？

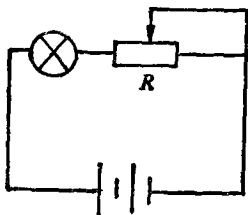


图 1-2-7

解析 许多学生不加思索地搬用电源最大输出功率的条件和结论，他们认为 $R=0.5$ 欧时，电源输出功率最大，小电珠分得的功率也最大即应最亮。正确答案应该 $R=0$ 时小电

珠最亮。这个答案有些学生始终想不明白，他们认为 $R=0$ 电源输出功率不是最大，为什么小电珠反而会最亮？把电源输出功率最大和电路负载功率最大混为一谈。

模仿能加速掌握解决同一类物理问题的思维方法和提高解题能力。但机械地模仿，不分真伪、差异的模仿，照搬不