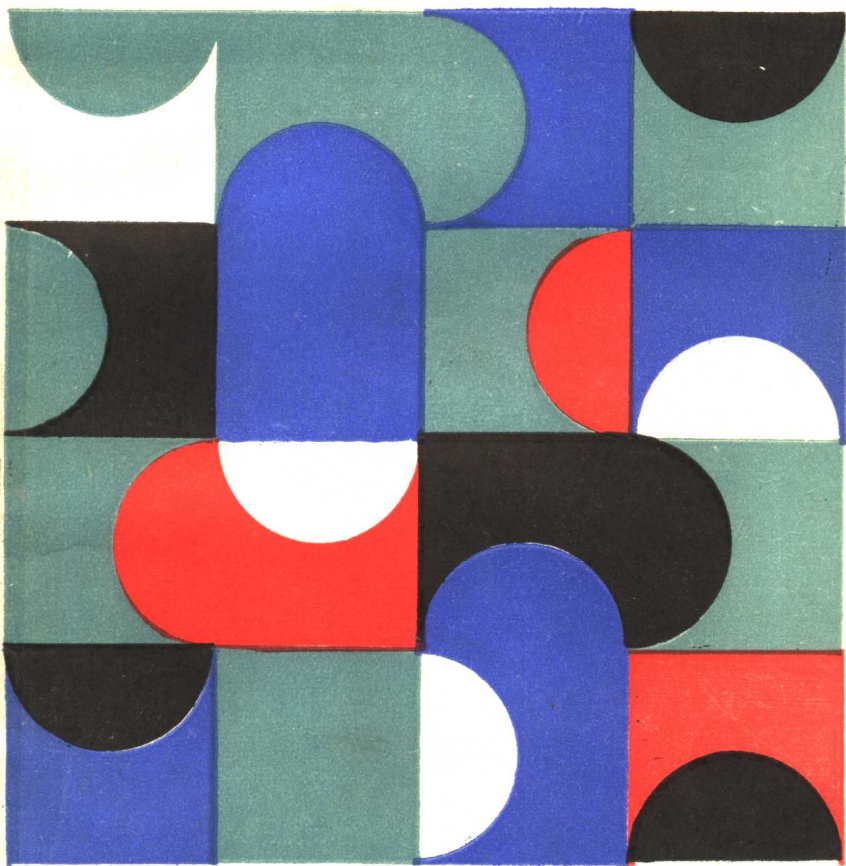


中学物理解题 方法

朱龙祥 编著
张永兴

北京师范大学出版社



中学物理解题方法

朱龙祥 张永兴 编著

北京师范大学出版社

中学物理解题方法

朱龙祥 张永兴 编著

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

天津宝坻第十印刷厂印刷

开本: 787×1092 1/32 印张: 8.875 字数: 193 千

1990年1月第1版 1990年4月第2次印刷

印数: 10 001—23 000

ISBN7-303-00682-6/G.365

定价: 2.80元

前 言

经常听到同学说：物理课听听很有趣，就是解题很怕。为什么怕解题呢？这有两方面的原因：首先是对物理的基本知识缺乏深刻的理解，其次是没有熟练地掌握解题方法，而且这两方面是相互联系的。正确的解题方法来自对知识的透彻理解和灵活的思维能力，还有赖于在解题练习中逐步探索、总结。

笔者在长期的中学物理教学实践和教学研究中，十分注意解题方法的指导和培养，积累了较为丰富的资料。经过系统整理，编著成书，奉献给广大中学生和自学青年，以期对同学们学习物理有所帮助。

本书根据现行的中学物理教学大纲的要求，在介绍中学物理解题的基本规范和常用方法的基础上，着重剖析中学物理各种题型和各章习题的解题方法，促使同学们开拓思路，提高分析问题、解决问题的能力。

在本书编写的过程中，自始至终都得到阎金铎教授的鼓励和指导。北京师范大学戴俊杰同志对全书的构思和体例给予悉心的帮助，金华教育学院王济时同志对初稿提出了宝贵意见。在此谨表谢意。

编 者

目 录

一 中学物理解题的规范化	(1)
(一) 中学物理解题的基本步骤	(1)
(二) 物理习题的审题	(6)
(三) 物理模型的建立	(20)
(四) 解题方法的选择	(31)
(五) 物理习题答案的讨论	(40)
(六) 草图、脚码和角标的运用	(48)
二 中学物理常用解题方法	(60)
(一) 假设法	(60)
(二) 等效法	(66)
(三) 反证法	(71)
(四) 筛选法	(73)
(五) 比例法	(77)
(六) 几何法	(82)
(七) 图像法	(87)
(八) 分析法	(94)
(九) 综合法	(97)
(十) 镜像法	(102)
(十一) 隔离法	(106)
三 中学物理常见题型的解法	(114)
(一) 选择题	(114)
(二) 问答题	(126)
(三) 作图题	(133)
(四) 证明题	(148)
(五) 综合题	(154)

(六) 黑盒题	(166)
(七) 实验题	(173)
(八) 极值题	(188)
四 中学物理各章习题的解法	(195)
(一) 静力学	(195)
(二) 运动学	(202)
(三) 动力学	(217)
(四) 气态方程	(236)
(五) 静电学	(244)
(六) 稳恒电流	(254)
(七) 磁场、电磁感应	(264)
(八) 几何光学	(272)

一 中学物理解题的规范化

(一) 中学物理解题的基本步骤

为了正确理解物理概念、应用物理规律，训练思维能力，在物理教学中编拟了很多习题。物理习题犹如知识的阶梯和网络，引导同学们认真看书，加强记忆，灵活应用物理知识和教学工具，并转化为分析、解决实际问题的能力。解題通常要按一定的步骤进行。

1. 仔细审题，弄清题意

仔细阅读题目，搞清题目说明怎样的问题，给出了哪些已知的条件；题目叙述怎样的一个物理过程，设想这过程是如何进行的；判定属于哪一类问题，是力学问题，还是热学问题；是电、磁学问题，还是光学问题等；是简单的物理现象，还是复杂的物理过程的连续，所有这些必须弄得一清二楚。

审题时，要找准物理规律。针对不同的物理模型，选用不同的物理定理、定律。中学阶段同学们学到的物理规律很多，如牛顿运动定律、动能定理、动量定理、阿基米德定律、电阻定律、欧姆定律、楞次定律、法拉弟电磁感应定律、光的反射定律和折射定律、气态方程、热平衡方程等等。它们是解答物理习题的主心骨。但这些规律不能张冠李戴，必须在审题中选定。

对于审题的细节要求将在“物理习题的审题”一节再谈。

2. 根据物理规律列出物理方程

在审清题意的基础上,就要选定正确的物理规律列方程。建立了有关的物理方程,就可借助数学工具解决问题。所列的物理方程数目一般要和未知量数目相等,才能保证有解。例如,在上面所举例的一些定理、定律都是我们解题时列方程的依据。

针对不同的物理习题有不同的物理模型,就得选不同的物理规律,列出不同的物理方程。

例1 如图1-1所示。细绳绕过两个定滑轮A、B,在两端各挂一重为 G 的物体。已知AB间距离为 $2h$ 。若在AB的中点C处挂一重为 P 的小球($P < 2G$)。求:小球可能达到的最大距离 h (滑轮及绳的质量不计、绳与滑轮的摩擦不计)。

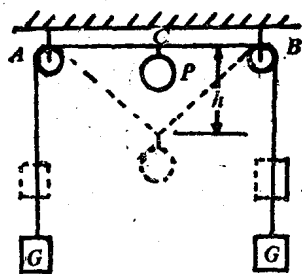


图 1-1

本题描述了重物 P 下降,而两个重物 G 上升的物理过程。要求 P 下降时可能达到的最大距离,不是求物体最后趋于平衡时 P 离 C 点的距离,所以不是静力学问题。我们把重物 P 和 G 看作一个系统,因为除了重力以外,没有其它外力做功,系统的机械能守恒。即重物 P 下降时,重力势能的减少等于两重物 G 上升的重力

势能增加。所以,根据机械能守恒定律列方程:

$$-Ph + 2Gd = 0 \quad (d \text{ 为 } G \text{ 上升的高度})$$

根据几何知识再列方程 $d = \sqrt{h^2 + L^2} - L$ 。

$$\text{由上两式解得 } h = \frac{4GPL}{4G^2 - P^2}.$$

例2 A、B、C三个球，同时以相同的速度开始运动。A、B两球相距 h ，且在一直线上，A作竖直下抛运动，B作竖直上抛运动，C球作平抛运动，如图1-2所示。若要三球能在抛出后相遇，C球开始运动时应在何处？（不计空气阻力）

这道题首先要分析三球相遇所具备的条件，然后根据相应的物理规律列方程。

设C球开始运动时，与A、B两球的水平距离为 s ，与A球的竖直距离为 h_1 ，各球的初速度均为 v ，且抛出后 t 秒相遇。

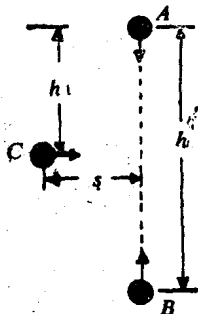


图 1-2

A、B两球异向相遇，竖直位移之和等于 h ，根据匀变速直线运动公式列方程：

$$vt + \frac{1}{2}gt^2 + vt - \frac{1}{2}gt^2 = h, \text{ 即 } 2vt = h \quad (1)$$

C球要与A、B相遇，水平位移应等于 s ，根据平抛运动特点可得方程：

$$vt = s \quad (2)$$

在竖直方向上，C球要与A、B两球相遇，它与A球竖直位移之差等于 h_1 （或与B球竖直位移之和等于 $h - h_1$ ），因此可列方程： $vt + \frac{1}{2}gt^2 - \frac{1}{2}gt^2 = h_1$ 。

$$\text{即 } vt = h_1 \quad (3)$$

$$\text{联立 (1)、(2)、(3) 式得 } h_1 = s = \frac{h}{2}.$$

其物理意义是：C球开始运动时，应该在A、B连线的中垂线上，且与AB的水平距离为 $\frac{h}{2}$ 的地方。

3. 统一单位，代入数据进行计算

将物理过程分析清楚，列出物理方程以后，就代入数据进行计算，要完成这个步骤必须做好统一单位的工作。

统一单位，解题时可采用两种做法：第一种是在运算过程中，把式中所有的物理量的单位都随同数据一并写出，根据各确定的关系进行计算，最后得出未知量的单位。这种做法优点是：逐步逐层逐项可以检查单位是否写错，不足之处是式子显得臃肿，这种方法适用于初中学生。第二种方法是将各个物理量的单位在列出方程式之前，就统一到国际单位制中，其中数量级问题全部考虑在内，最后根据题目所求的未知量确定单位。这种方法优点是：一次性处理，运算时有的量可以消去，书写显得简便，有的结论便于讨论、推广。不足之处是如果在化单位时出现数量级问题上的错误时，就会“将错就错”。这种方法适用于高中学生。

4. 验证答案，回顾解题过程

将统一单位后的各已知量代入总式，得出结果，必须对答案进行验证。如检查所用公式是否写对；演算中出现的各物理量的单位是否一致；公式是否超出了适用范围；检查答案是否正确，是否符合实际，物理意义是否明确；运算过程是否欠严密的地方，是否还有别的解法。通过验证答案，回顾解题过程，才能牢固地掌握知识，熟悉各种解题的思路和方法，提高解题能力。

例3 一个体重为50千克的人走钢丝，不慎落下，当它下落5米时，安全带被拉直。安全绳和人相互作用的时间为1秒。如图1-3所示。求安全带给人的平均作用力多大？（ g 取10米/秒²）

解：取人为研究对象，并视为质点。人下落的物理过程

为：(1) 自由下落 5 米，(2) 安全带与人相互作用 1 秒。

人自由下落时，只有重力做功，根据机械能守恒定律得： $mgh = \frac{1}{2}mv_0^2$ ， $\therefore v_0 = \sqrt{2gh}$ 向下。 v_0 为人与安全带相互作用过程的初速度，末速度 $v_t = 0$ 。

取向上为正方向，根据动量定理得：

$$(\bar{F} - mg) \Delta t = 0 - (-mv_0)$$

$$\bar{F} = mg + \frac{mv_0}{\Delta t}$$

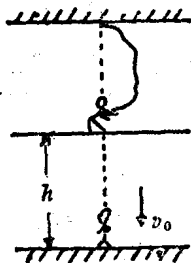


图 1-3

$$\text{代入数据得 } \bar{F} = mg + \frac{mv_0}{\Delta t} = 50 \times 10 + \frac{50 \times \sqrt{2 \times 10 \times 5}}{1}$$

$= 1000$ (牛顿)。

思考：由于人的重力较大，且人和安全带相互作用的时间较长，所以人的重力不能忽略。

例4 把一个质量为 m 的木板放在与水平成 θ 角的斜面上，二者间的静摩擦系数为 μ 。若不加支持，木板将加速下滑。问须加多大的水平力 F ，木板才恰好不下滑？此时正压力等于多大？

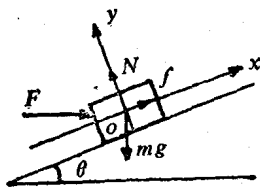


图 1-4

解：根据题意作出示意图 1-4。取木板为研究对象，看作质点。其受重力 mg 、支持力 N 、最大静摩擦力 f 、水平推力 F 。其中 N 和 F 为所求。

取沿斜面向上为 x 轴，垂

直斜面向外为 y 轴, 根据共点力作用下物体平衡条件得:

$$\Sigma F_x = F \cos \theta + \mu N - mg \sin \theta = 0 \quad (1)$$

$$\Sigma F_y = N - F \sin \theta - mg \cos \theta = 0 \quad (2)$$

解上述 (1)、(2) 两式得:

$$F = \frac{\sin \theta - \mu \cos \theta}{\cos \theta + \mu \sin \theta} mg, \quad N = \frac{mg}{\cos \theta + \mu \sin \theta}$$

讨论:

(1) 当 $\tan \theta > \mu$, F 为正, 表明一定要有支持力;

(2) 当 $\tan \theta = \mu$, $F = 0$, 表明不必支持也恰好不滑下;

(3) 当 $\tan \theta < \mu$, F 为负, 表明不必要支持力, 根本不会下滑. 必须以一水平力拉一下才能下滑, 与题意不合.

(二) 物理习题的审题

所谓审题, 就是领会题意, 弄清题设条件, 理解有关的物理过程, 并选定解题的初步方向. 无疑, 审题是解题迈出的第一步. 同学们解题时不注意审题, 只将数字记一番、题图看一遍, 导致错解是屡见不鲜的. 所以, 我们要重视审题, 使其成为准确解题的一把匙钥.

1. 抠关键字眼, 理解好题意

物理习题通常是用一定的文字、示意图等形式给予描述的. 根据表达题意的需要, 文字叙述有多有少, 含意有明有暗. 只有抠住题中关键性的字眼、句, 才能纲举目张、总揽全题不走样.

例1 在弹性限度内, 弹簧下面挂 2 千克物体时伸长了 6 厘米, 则挂 3 千克物体时弹簧伸长到几厘米? 挂 4 千克物体时伸长几厘米? (弹簧原长为 12 厘米).

分析: 本题应用胡克定律, 但题中所问的两种情况是否

相同呢？必须抠住关键字眼，(1)“在弹性限度内”，这是条件，是能否用胡克定律的前提，否则定律将不成立。(2)“伸长到”与“伸长了”的意思是不同的。前者表示弹簧的总长，后者表示比原长伸长了多少。

解：设挂3千克物体时弹簧伸长了 Δl_2 厘米，根据胡克定律得： $\frac{F_1}{F_2} = \frac{\Delta l_1}{\Delta l_2}$ ， $\therefore \Delta l_2 = \frac{F_2 \Delta l_1}{F_1} = \frac{3}{2} \times 6 = 9$ (厘米)
所以，挂3千克重物时弹簧伸长到 $l = 12 + 9 = 21$ (厘米)。

当挂4千克物体时弹簧伸长了 Δl_3 厘米，根据胡克定律得： $\Delta l_3 = \frac{F_3 \Delta l_1}{F_1} = \frac{4}{2} \times 6 = 12$ (厘米)，即挂4千克物体时，弹簧伸长12厘米。

类似的例子还有很多，如“升高到”与“高了”、“第6秒内”与“6秒内”、“阻碍”与“阻止”等，审题时都要引起注意。

例2 如图1-5所示；质量相同的两个小球A和B，用轻质弹簧连接并用细线悬在梁上。现将悬线剪断的瞬间，求A、B两球的加速度各是多少？

分析：审题时，必须抠住(1)“轻质弹簧”，(2)悬线剪

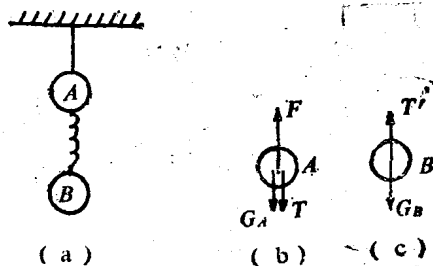


图 1-5

断的瞬间”字眼，才能理解本题所研究的弹簧是不计质量，但 A 、 B 通过弹簧的作用力是存在的。且研究的是 A 、 B 两球的瞬时加速度，这样就不会感到无从下手了。

解：隔离 A 球和 B 球；分别以 A 、 B 为研究对象进行受力分析（见图1-5(a)、(b)）。视 A 、 B 为质点，其中 F 为悬线对 A 球的拉力， T 、 T' 分别为弹簧对 A 、 B 球的作用力。因弹簧的重力不计。

根据平衡条件，对 A 球： $F = G_A + T$ ，

对 B 球： $T' = G_B = G_A$

当悬线断的瞬间， $F = 0$ ，此时 A 球所受合力 $\Sigma F = T + G_A = 2G_A$ ($T = T'$)。

所以 A 球此时加速度 $a_A = \frac{2G_A}{m_A} = 2g$ 。方向向下，但此时 B 球所受合外力仍为零，所以瞬时加速度 $a_B = 0$ 。

审题时，有时要结合题图来体会题中某些字词的意思。

例3 在图1-6所示的电路中，电阻 $R_1 = 9$ 欧， $R_2 = 15$ 欧，电源的电动势为 6 伏，内电阻为 0.5 欧，安培表读数为 0.4 安，求电阻 R_3 的阻值及其消耗的功率。

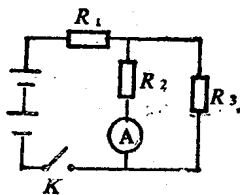


图 1-6

有的同学往往将电源的电动势 $\mathcal{E} = 6$ 伏直接代入全电路欧姆定律求解而造成错误。因为结合题图可知，本题电源是两节电池串联组成的电池组， $\mathcal{E}$ 应该是 12 伏，电源的内阻是 1 欧。

R_2 、 R_3 并联部分的电压 $U_{2,3} = I_2 R_2 = 0.4 \times 15 = 6$ (伏)

电路中的总电流 $I_A = \frac{\mathcal{E} - U_{2,3}}{R_1 + r} = \frac{2 \times 6 - 6}{9 + 1} = 0.6$ (安)

所以 R_3 的阻值

$$R_3 = \frac{U_{2.3}}{I_A - I_2} = \frac{6}{0.6 - 0.4} = 30 (\text{欧})$$

R_3 上消耗的功率

$$P_3 = \frac{U_{2.3}^2}{R_3} = \frac{6^2}{30} = 1.2 (\text{瓦})$$

2. 寻题设条件，应用好规律

物理习题总是通过题设条件渗透物理概念，反映物理过程，体现一定的物理规律，达到消化和掌握物理知识的目的。所以，要审好题就得竭力寻找题设条件。

(1) 挖掘隐含的题设条件

隐含条件是指原题明确给出已知条件（往往有具体数字）以外，要靠分析、推敲某些物理语言来获得的间接条件。

例4 一个质量为 $m = 50$ 千克的均匀圆柱体，放在台阶的旁边，台阶的高度 h 是柱体半径 r 的一半，如图1-7所示（图为其横截面）。柱与台阶接触处（图中 P 点）是粗糙的。现要在图中柱体的最上方 A 处施一最小的力，使柱体刚能开始以 P 为轴向台阶上滚，求：

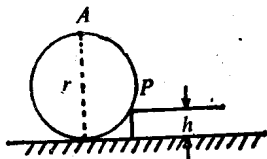


图 1-7

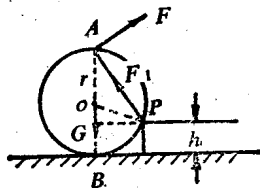


图 1-8

- ①所加的力的大小；
- ②台阶对柱体的作用力的大小。

这是一九八六年高考物理试题第六题。考生将题解错，有三种情况：（a）作用于 A 点的力的方向为水平向右；（b）

柱体刚能开始以 P 为轴向台阶上滚时，柱体与地面的作用力意识不到为零；(c) 认为作用力就是支持力。分析其原因主要是审题时没有认真抠住关键字眼，寻找题设的隐含条件。本题隐含的题设条件有：

(a) 以 P 点为固定转轴时，要使 A 处施的力最小，那末力臂应最大，从而力 F 的方向应与 AP 垂直。

(b) 要使柱体刚能绕 P 轴上滚，即意味着此时地面对柱体的支持力 $N=0$ 。

(c) 柱体与 P 点接触处是粗糙，所以沿 P 点的切线方向有静摩擦力 f ，法线方向有支持力 N_1 ，题中的“作用力”，正是隐含的这两个力的合力。

明确了以上隐含的条件，再作柱体的受力图 1-8，从而得：

$F=2.5 \times 10^2$ 牛顿，即 A 点施的最小力为 2.5×10^2 牛。

$F_1=4.3 \times 10^2$ 牛顿，即台阶对柱体的作用力为 4.3×10^2 牛。(解题过程略)

物理习题中存在着隐含条件较为普遍。审题时怎样找隐含条件呢？

(A) 通过物理现象的叙述找隐含条件。如小球沿斜面顶端滚下；小球没入水多深；子弹刚好穿过木块等，都隐含了这些物体在该时刻、该位置的即时速度为零。

带电粒子悬浮在电场中，隐含了微粒处于平衡状态，所受合外力为零。

电容器充电后撤去电源，隐含了电容器所带的电量保持不变。

地球的同步卫星，隐含了卫星运行周期和地球周期相同等等。

(B) 通过理想化模型寻找隐含条件, 如两物体光滑接触, 隐含了两者间的摩擦不计。

轻质绳子、轻质弹簧, 隐含了它们的质量不计。

理想气体, 隐含了气体分子本身的体积和分子间的作用都忽略不计, 严格遵循气体实验三定律和理想气体状态方程。

理想变压器, 隐含变压器的输出功率等于输入功率, 没有漏磁、铜损和铁损。

这些物体本身或物体所处的条件理想化, 在课本中, 习题中都有明确交代, 审题时只要有机联想便能达到目的。

(C) 用等效方法寻找隐含条件。如粗细均匀的棒, 隐含重心在棒的几何中心。

在磁场中匀速转动的铜盘, 隐含铜盘为无数根等于半径长的铜条。

电容器接在直流电路中, 隐含电路为开路。

二极管正、反向连接, 隐含为低电阻和高电阻。

(2) 注意题设的多余条件。

所谓题设多余条件, 就是指解题时若正确解剖了物理模型, 透彻分析了物理过程, 正确应用了物理规律, 建立起待求量与已知量的物理方程, 并准确地求出结果, 但题中仍有已知条件没用上, 这样的题设条件便是多余条件。如果用函数式表示的话, 若题设条件有 a 、 b 、 c 等, 待求量 x 与已知量之间的关系为 $x=f(a, b)$, 那 c 就是多余的题设条件。

解题时, 不被多余条件所迷惑, 才能保证解题准确无误。

例5 发动机功率是90马力的一辆重6吨的汽车, 从静止开始始终开足马力爬上一段坡路, 所受阻力为车重的0.03