

解题方法 中学物理

高 英

宁夏人民出版社

中学物理解题方法

高 英 编著

宁夏人民出版社

中学物理解题方法

高 英 编著

宁夏人民出版社出版发行 新华书店经销
(银川市解放西街105号) 宁夏新华印刷厂印刷

开本: 787×1092 1/32 印张: 13.25 字数: 285千
印数: 1—5,400册

1988年12月第1版 1988年12月第1次印刷

责任编辑: 勉树人 责任校对: 徐 婧
封面设计: 项玉杰 版式设计: 杨 力

ISBN7-227-00196-2/G·27 定价: 3.00元

前 言

物理习题的解答，是依据物理学知识，按一定的思维方式
式进行思考，运用适当的方法，遵循一定的过程而进行的。本
书的目的，是介绍中学物理力学部分习题的一般解题过程和
常用的解题方法，在提高学生分析问题和解决问题的能力方
面，给予帮助。

本书谈到的几种解题方法，不是研究方法的分类和次
序，而是根据中学物理的教学内容以及教材中习题的内容、
性质，由易到难，介绍常用的几种解题方法。

解题时究竟用哪一种方法，要视习题的内容、性质和难
易程度而定。除特定的内容用特殊的方法外（如“隔离体
法”多用于解动力学习题），较为经常和普遍应用的是“分
析法”和“综合法”，这是我们应该掌握的基本而主要的方
法。

但是，无论用什么方法解题，都必须首先掌握好物理概
念、定律，看懂物理公式和公式中各量的物理意义、应用范
围和条件，这是解题的依据。

本书所介绍的“分析法”和“综合法”是作为一种解题
方法来介绍的，不是指思维方法中的分析与综合，不能把二
者等同起来。另外，书中提到的几种数学方法，如算术法、
代数法、几何法，这是从思维推理和解题的特征上取名的。

应用数学方法解题，是把数学作为解题工具，是受物理概念和物理定律的制约的。比如算术法中等量关系的建立，代数法中方程的建立等，都是以物理过程的分析、物理概念和物理定律及其应用范围为根据的。

编 者

1986年5月

目 录

第一部分 解题过程	(1)
§1 审题.....	(1)
§2 分析.....	(8)
§3 解题.....	(15)
§4 检查、讨论和总结.....	(18)
一、检查.....	(18)
二、讨论.....	(28)
三、总结.....	(29)
例题解析.....	(35)
第二部分 解题方法	(101)
§1 叙述法	(102)
例题解析	(103)
§2 数学方法	(113)
一、算术法.....	(114)
例题解析.....	(115)
二、代数法.....	(122)
例题解析.....	(124)
三、比例法.....	(174)
例题解析.....	(175)
四、几何法.....	(197)

例题解析	(197)
五、图解法	(212)
例题解析	(213)
§3 分析物体受力情况的方法	(226)
例题解析	(229)
§4 正交分解法	(238)
例题解析	(240)
§5 平衡法	(250)
一、共点力平衡法	(250)
例题解析	(251)
二、力矩平衡法	(264)
例题解析	(264)
§6 隔离体法	(279)
例题解析	(281)
§7 分析法	(326)
例题解析	(328)
§8 综合法	(372)
例题解析	(372)

第一部分 解 题 过 程

解题要遵循一定的过程，这样才能使解题紧扣题意，思维合乎逻辑，步骤条理清楚，结果正确，从而通过解题达到巩固知识和提高能力的目的。

解题过程一般可分以下几步：审题、分析、解题、检查讨论和总结。

§1 审 题

拿到一个习题后，首先要默读，仔细认真地审题，看懂题意，明确所解的题目是个什么问题，题目要求的是什么，给了哪些条件，以便对所要解答的问题的轮廓有个较清楚的认识，这是正确解答习题的前提和基础。好比一个工人师傅要做一个器件一样，他首先应搞清楚，要做的器件是个什么样的器件，要求什么规格，给了哪些原材料等，然后再考虑使用什么工具和怎样去做。

物理审题审些什么呢？

一是要分析题目中所叙述的是什麼物理现象，所述的物理现象包含有哪几个物理过程，在头脑中形成一幅生动的物理图像。

比如，首先分清是运动学现象，还是动力学现象，或者

是热现象、电现象、光现象等。假如是运动学现象，再看是匀速直线运动过程，还是匀变速直线运动过程、曲线运动过程；还是既有匀速直线运动过程，又有匀变速直线运动过程和曲线运动过程。同时，还应搞清这几个过程是怎样联系的等等。这样就使得在解题的下一步骤中，选用什么运动规律、物理概念和物理定律有了可靠的出发点和依据。

在分析物理过程时，最好按题意做出示意图（草图），使题目形象化，通过示意图来想象物理过程和强化自己的思维，帮助我们建立起各物理过程之间的联系。

例1 小钢球由静止从斜面上滚下，加速度为30厘米/秒²，2秒末开始在与斜面紧接着的光滑平面上运动，走了3秒，又滚上另一斜面，再经过3秒钟后到达最高点。求小球在这8秒钟内通过的路程。

【审题】 题目描述的是一个小钢球先从一个斜面上滚下，紧接着在光滑平面上运动，后又滚上另一个斜面的物理现象如图1所示。

所述的物理现象显然包含着三个物理过程：

1°从斜面上滚下，这是初速度为零的匀加速直线运动，经过的路程为 S_1 。

2°在平面上的运动。因为是紧接着前面的运动，所以具有初速度 V_B ；又因为平面是光滑的，在前进的方向上没有受到阻力的作用（空气阻力不计），所以在平面上的运动是匀

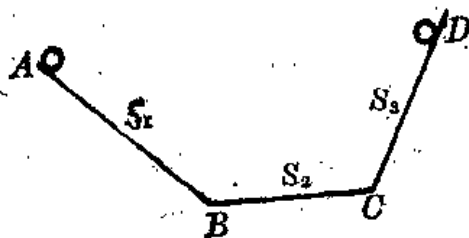


图1

速直线运动。

3° 在后一个斜面上的运动。因为是小球滚上斜面，所以小球做匀减速直线运动，经过的路程是 S_3 。

这三个过程间的联系是：第一个过程的末速度 V_2 就是第二个过程匀速运动的速度，第三个过程的初速度 V_0 就是第二个过程的速度，即 $V_0 = V_2$ 。说明第一个过程的末速度、第二个过程的速度、第三个过程的初速度是同一个数值。

经过这样的分析，我们很清楚了。于是，根据这三个阶段各自的运动规律，采用相应的运动公式，在求出 S_1 、 S_2 、 S_3 后，就会很容易地求出题目所要求的全路程了。

有的题目，物理过程是不明显的，这就需要我们认真审题，仔细分析，把物理过程找出来，如下例：

例2 气球以10米/秒的速度匀速竖直上升，其间从气球上掉下一个物体，经过17秒到达地面。求物体刚脱离气球时气球距离地面的高度。

【审题】 题目叙述的物理现象是：物体随气球匀速上升，然后在某一高度处脱离气球面运动。

因为气球在从地面开始运动到物体脱离气球这一段过程中，它的运动时间不知道，所以由气球的运动不能将题目解出，这样，我们只好从物体的运动来解题了。那么物体脱离气球后做什么运动呢？

如果认为物体脱离气球后，掉下来了，做自由落体运动，那就错了。因为物体是随着气球上升的，它在脱离气球的瞬间，仍处于运动状态，由于惯性的缘故，它此时应以原来的速度继续上升，上升过程中它只受到重力的作用（空气

阻力不计)，具有向下的加速度，所以物体脱离气球后做竖直上抛运动，而不是做自由落体运动（图2）。

这样，我们就可以根据竖直上抛运动的位移公式求出 h ，这就是物体脱离气球时，气球离地的高度。

一些学生在解题时，往往不注意通过审题去正确地分析出物理过程，却是拿到习题后，一目过之，自以为把题目读懂了，用一些错误的想象来代替审题分析，致使解题发生错误。

二是要明确题目所求的是什么，哪些条件是已知的，要用到哪些常数。并在图上用符号标出。



图 2

最后要审视题目中各物理量和一些术语的意义，特别要弄清有些词语或术语的涵义。

题目中有些词语或术语包含着某种意义，隐蔽地给出了条件，这就要求我们推敲这部分词语或术语的意义，搞清它们的内涵和外延，看看它们间接地说明了什么问题。如题目中的“最大”、“最小”、“平衡”、“两个物体没有发生相对运动”、“接触面是光滑的”、“完全弹性碰撞”，沿竖直平面内的圆周运动的物体“在顶点不至掉下”、在某处“脱离圆周”，在气体状态发生变化的题目中的“一个与大气相通的容器”、“一摩尔分子的气体在标准状况下”，“断路时电源两极间伏特计的读数”、“电灯的正常发光”、“交流电表的读数”、“光屏上成象”等，就是这类词语或术语中最常见的。

例3 如图3所示，一小球沿着轨道无摩擦地滑下，如果要使小球在滑动中不出轨，问小球至少应从多高的地方滑下？圆环半径为 R 。

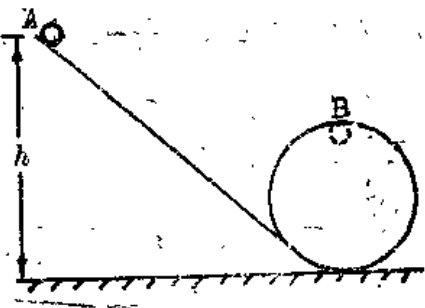


图 3

【审题】 这个题中“如果要使小球在滑动中不出轨”一句话是

很重要的，它不仅告诉我们小球沿圆形轨道做圆周运动，而且告诉了一个条件，即小球在圆形轨道最高点B处也不脱离轨道，它受到的向心力至少等于小球的重力。即

$$mg \leq m \frac{V^2}{R} .$$

为什么呢？我们知道，物体的运动状态与它受力的情况有直接关系，因此，小球在最高点B处不脱离轨道，是由小球在B处的受力特点决定的。

在B处，小球受力一般为重力 mg ，轨道的弹力 N ，它们的合力就是小球做圆周运动的向心力，则

$$mg + N = m \frac{V^2}{R} , \quad (1)$$

故
$$N = m \frac{V^2}{R} - mg . \quad (2)$$

在竖直面内做圆周运动的小球的速度 v ，在到达B处的过程中是逐渐减小的，在B处最小。为使小球在B点不脱离轨道， v 只能小到一定值，此值称为临界速度。当 v 等于临界速

度时, 所需的向心力 $m \frac{V^2}{R}$ 最小, $N = 0$ 。故要使小球在B点不脱离轨道, 须 $N \geq 0$, 这就是此时小球在B点的受力特点。因此由(2)式知,

$$mg \leq m \frac{V^2}{R}.$$

有了这个条件, 就可解得 $h \geq \frac{2}{3}R$ 。

例4 如图4所示, 在半径为 R 的水平圆板中心正上方 h 高处, 水平抛出一球, 且使球只与板碰撞一次, 求抛出速度的量值范围。设小球与板面碰撞后, 水平方向的分速度不变, 竖直方向的分速度量值是碰撞前的 $\frac{1}{2}$ 。

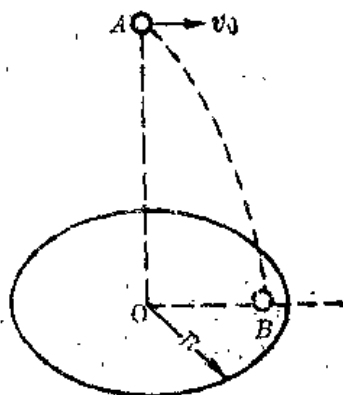


图 4

【审题】 “球只与板碰撞一次”这一句话说明两点:

1° 球的第一次落点必须在圆板内, 也就是球第一次落下时的水平位移小于或等于圆板的半径, 即 $S_1 \leq R$;

2° 球的第二次落点不在圆板内, 也就是球第一次落下时的水平位移与球被板弹出后做斜上抛运动的水平位移之和大于圆板的半径, 即 $R < S_1 + S_2$ 。

总之, “球只与板碰撞一次”一句给出了条件 $S_1 \leq R <$

$S_1 + S_2$ 。我们可依据这个条件来求出球抛出速度的量值范围。

例5 图5中的金属框架 $abcd$ 竖直地放在匀强磁场中，可动导线 MN 的质量为 m ，框的长度 ac 为 l ， MN 的电阻为 R ，框架 $abcd$ 电阻不计，磁感应强度为 B ，导线 MN 沿框架无摩擦地运动时保持水平，求 MN 下落的最大速度。

【审题】 题目最后一句

“求 MN 下落的最大速度”，既是题目的所求，又是一个条件。这个条件是什么呢？我们来分析一下这个题的物理过程。开始，导线 MN 在重力作用下，向下做匀加速直线运动，其因切割磁力线而产生了自左向右的感生电流。此电流的存在使 MN 受到磁场力的作用，因磁场力 F 的方向竖直向上，故 MN 受到的合力减小，其向下的加速度也减小，但是 MN 的速度 V 却是逐渐增大的，随着 v 的增大，由 $I = \frac{\varepsilon}{R} = \frac{Blv}{R}$ 知，感生电流 I 也逐渐增大，据 $F = BIl$ 知，磁场力 F 也逐渐增大，直到 $F = mg$ 为止。此时 MN 的加速度为零，速度不再增大，却达到了最大值。因此当速度达到最大值时，提供了条件

$$F = mg.$$

例6 有一支粗细均匀的蜡烛，长为20厘米，蜡烛的密度为 0.9×10^3 千克/米³，在蜡烛的下端底面上贴附一块一定

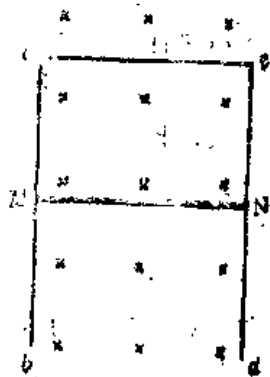


图 5

重量的薄金属片，恰能使蜡烛直立地浮在水中，上端露出水面1厘米。将蜡烛点燃，假定蜡烛燃烧时烛油不滴下来。问当蜡烛燃烧掉多长时，烛焰将被水淹没（蜡烛灯芯不考虑）。

【审题】：这个题下面的几句话是包含着一定意义的，

“粗细均匀的蜡烛”说明蜡烛的横截面积处处相等；

“在蜡烛的下端底面上贴附一块一定重量的薄金属片”是说金属片的体积不计，而要考虑它的重量；

“蜡烛直立地浮在水中”告诉我们一个条件，即蜡烛浮在水中所受到的浮力 F 与蜡烛及金属片所受的重力 G ，是一对平衡力，即 $F = G$ ；

“蜡烛燃烧时蜡油不滴下来”说明水的体积和密度不变；

“蜡烛被淹没”说明蜡烛未燃烧掉的部分全部浸没在水中，且蜡烛未燃掉的部分及金属片的重力 G' 与此情况下的浮力 F' 平衡，即 $F' = G'$ 。

审题的具体作法是，通览全题，正确地分析出题目所述的物理过程，再对题目的每句话进行分析考虑，搞清它们的意义和其内涵及外延，把全部条件找到，然后进入解题过程的下一个步骤——分析。

§ 2 分 析

根据审题的结果，在我们所学过的知识中，找出能表示题目所描绘的物理过程的那些物理概念、物理定律和公式，把已知条件和所求量的关系建立起来，列出方程，作为解答问题的依据。比如，若题目所叙述的物理过程是匀加速直线运

运动过程，那我们就应想到表示匀加速直线运动规律的一套公式，然后根据已知条件，从这一套公式中，确定哪一个或哪两个公式，把题目的所求用已知量表示出来，即列出方程。

当用到几个方程解题时，就应确定先求什么，后求什么，以及用什么方法才能将题解出，这就需要在列出方程的基础上，疏通思路，设计出解题的程序来。

例题11 如图8所示，质量为 $m = 200$ 千克的重物挂在弹簧秤下，弹簧秤固定在电梯上。如果电梯匀加速向上运动，在两个连续相等的距离 $S = 50$ 米内，所用时间分别为 $t_1 = 24$ 秒、 $t_2 = 12$ 秒，求弹簧秤所示的读数。

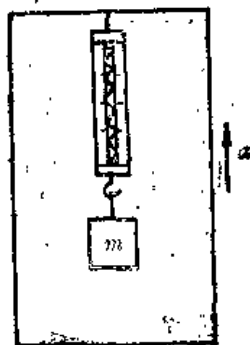


图 8

【审题】 题目叙述的物理现象是：挂着重物的弹簧秤随电梯一起向上做匀加速直线运动。这是已知它们的运动情况而求受力大小的问题。

物理过程有运动学过程和动力学过程。运动学过程是匀加速直线运动，且分两个阶段。动力学与运动学过程是以加速度 a 相联系的。运动学过程的两个阶段是以相同的加速度、第一阶段的末速度即第二个阶段的初速度以及两个阶段具有相同的位移相联系的。

求弹簧秤的读数就是求重物对弹簧的拉力，但直接求此力，因条件不足而不好求出。根据牛顿第三定律可知，弹簧秤对重物的拉力就等于重物对弹簧秤的拉力，因此改为求弹簧秤对重物的拉力。这样，重物就成为研究对象了。

题目中已知的是重物的质量 m ，运动学过程的两段连续

且相等的位移 S_1 和 S_2 ，以及前质通过这两段位移所用的时间 t_1 和 t_2 。

【分析】 从动力学角度来看，研究对象重物 m 受到的力为重力 mg ，弹簧的拉力 F （图7）。应用牛顿第二定律可列方程

$$F - mg = ma. \quad (1)$$

式中 F 为所求的量， a 为未知量。我们知道，动力学过程与运动学过程是以 a 相联系的，因此可根据匀加速运动规律来求 a 。因为已知 s_1, s_2, t_1, t_2 ，所以可根据公式 $S = V_0 t + \frac{1}{2} at^2$ 建立下述两个方程：



图 7

$$S_1 = V_0 t_1 + \frac{1}{2} at_1^2, \quad (2)$$

$$S_2 = V_1 t_2 + \frac{1}{2} at_2^2. \quad (3)$$

此二式中， V_0, V_1 是未知量，因为 S_1 和 S_2 是连续的两段位移，所以有

$$V_1 = V_0 + at_1. \quad (4)$$

用（2）、（3）、（4）式先求出 a ，再将 a 代入（1）式解出 F 。

由于一般的物理现象不是孤立的，所以描述现象的方法也不是单一的，总结出的物理规律也不是单一的，因此，解答物理习题的方法也是多样的。我们在进行分析时，就要考虑有哪些解题方法，在什么情况下，用哪一种方法简便。比如，在经典力学范围内，凡是用牛顿定律与运动学知识来解