

中學物理解題方法

吳新健編著



商務印書館

G. 548
W. 548

中學物理解題方法

吳新建編著

商務印書館

中學物理解題方法

吳新建編著

出版者 商務印書館香港分館
香港皇后大道中三五號

印刷者 商務印書館香港印刷廠
香港英皇道芬尼街二號D
版權所有

1971年3月版

1975年2月重印

写在前面

有些同学常常这样说：“物理概念还容易懂，物理习题却很难做，难在不知怎样着手，从何处想起。”究其原因有两种情况：一种是沒有真正懂得物理概念，只是形式主义地接受了一些，对物理概念的理解，不深入，不透彻，甚至只会背誦条文，根本不了解物理意义，这样自然不会解答习题；另一种是不会逻辑思维，不掌握正确的解题步骤和解题方法，因此也感到习题难做。为了阐明正确的解题步骤和解题方法，解决解物理习题怎样着手，从何处想起等问题，我将几年来在教学中积累下来的有关解答物理习题的资料，加以整理，并根据中学物理教学大纲的要求和教学改革的精神，编写了这本小册子，目的是想对中学同学在学习物理上有所帮助，特别是高一同学因刚从初中升到高中，由于教材内容的加深、加广，学习上的困难比较大。因此在这本小册子里，高一物理的习题举得比较多，使高一同学能够边学习边参考，及时掌握解题方法，提高解题能力，为学好高中阶段的物理打好基础。同时也为了能够帮助高三同学作系统复习时参考之用，插入了一些热学电学方面的习题。

本书内容共分六个部分：一是“解答物理习题的意义”，讨论了解答物理习题跟理论联系实际与学好物理学的关系。二是“解题的步骤”，着重讨论解题应遵循的步骤，并举出同学在解题过程中所常犯的一些错误，进行分析，并加以纠正。三是“解题的方法”，提出五种解题的主要方法：分析法和综合法、算术法、代数法、图解法、隔离法；每一种解题方法都举出几个例子来说

明这一解题法的要点及其特征。四是“在中学物理中正负号的应用”，主要讨论在中学物理中怎样正确使用正负号。五是“中学物理中单位的使用及其换算”，提出一些在运用单位及其换算时的错误，进行分析，并加以纠正。六是“近似计算”，讨论计算中的误差问题，及有效数字的取舍。

为了说明解题时思路的来龙去脉，启发同学怎样逻辑思维起见，对题的分析采用问答方式，以便同学在解题过程中，对题的分析有正确的思维途径，当然在做作业时不必把问答过程写上去。

至于采用哪一种解题方法好，这要根据题目内容和自己的知识水平来决定。在初中基本的解题方法是算术法，在高中基本的解题方法是代数法。图解法和隔离法能够使解题来得简单清楚，是值得多加学习的。不论用哪种方法解题都包含着分析与综合的成份，可以说它是最基本的解题方法，尤其在解比较复杂的混合题时，分析法是值得推荐的。

编写这本小册子时，参考了“物理通报”、“物理教学”及有关书报，在这里说明一下，并向原作者致谢。

由于编者水平有限，错误之处在所难免，请读者批评指正。

编 者

再版序言

本书自出版以来,得到讀者的爱护和支持,对本书提出了許多宝贵的意見和建議,深为感謝。

这次再版,除改正排印錯誤外,在原书第五部分后面,插入两部分新內容,即第六部分“中学物理中的比例常数”和第七部分“作图、制表在学习物理中的作用”,并把原来的第六部分“近似計算”改为第八部分。

再版本一定还存在着缺点和錯誤,希望讀者繼續批評指正。

編 者

1962年1月

目 录

一 解答物理习题的意义	1
二 解题的步骤	8
三 解题的方法	26
1. 分析法和综合法(26) 2. 算术法(75) 3. 代数法(78)	
4. 图解法(87) 5. 隔离法(117)	
四 在中学物理中正负号的应用	126
五 中学物理中单位的使用及其换算	131
六 中学物理中的比例常数	143
1. 比和比例(145) 2. 比例常数(146) 3. 比例常数的物理意义(147)	
4. 比例常数的量值(149) 5. 比例常数的单位(151)	
6. 在学习过程中怎样正确对待比例常数(151)	
七 作图、制表在学习物理中的作用	152
1. 作图的意义和作用(155) 2. 怎样作图(158) 3. 制表的作用和意义(159)	
八 近似计算	161
1. 正确数和近似数(161) 2. 近似数的精确度(163) 3. 有效数字(164)	
4. 近似数的运算(165)	
附录 应该记忆的常数	170

一 解答物理习题的意义

物理学是人类了解自然、认识自然和改造自然的重要工具，它的研究成果对许多科学部门、现代生产技术和人们的日常生活有着密切关系。可以说物理学是一切技术的基础，不需要物理学的生产部门是没有的。当前，在我国的技术革命运动中，人民群众的许多创造发明，就是物理学在生产上的应用。

如果没有物理知识，就很难了解生产过程中所发生的许多现象，就很难掌握自然规律，进而改造自然。所以，学好物理学对实现技术革命的任务，加速国家的建设有着重大意义，对培养自己成为有高度觉悟的有文化的劳动者也是不可缺少的。

物理学来自生产实践，它是人类生产经验的结晶。学习物理学的目的就是要为人民群众服务，为生产服务。学习物理学的方法应该通过生产实践，通过观察和实验，以及学习前辈所总结出来的理论、法则、定律等等。在学习物理学过程中，解答习题是不可缺少的，它对学好物理学起着多方面的作用，兹分述于下。

1. 解答习题可以使理论与实际密切地结合起来。通过解题能够帮助我们把所学到的知识应用到生产实践中去。

我们知道物理学是从生产劳动中产生和发展起来的，并服务于生产的一门科学。物理习题就是为了根据生产的需要而进行的计算，并不是为解习题而解习题，下面的例题都可证明这一点。

例 1 图 1 是某校机械工场中车床皮带传动装置的示意图。电动机 A 的转速是 1000 转/分, B 轮的直径是 30 厘米, 塔轮的直径分别是 30、24、18 厘米, 用皮带把皮带轮 A 、 B 和塔轮 C 、 F 连起来。要使从动轴 MN 的最高转速达到 120 转/分, 应配制直径多大的电动机皮带轮 A ? 这时 MN 轴还可以获得几种转速?

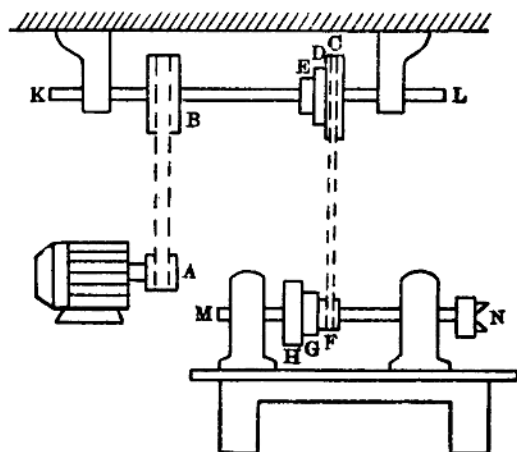


图 1

解这个例题的目的就是为了配制电动机的皮带轮, 这也就是我们参加生产实践所必须掌握的一个基本知识。

例 2 按照一般的规定, 铁路上钢轨间的最大空隙是 11 厘米, 因此过去铁路上钢轨的长度不超过 12 米, 为什么? 现在铁路上应用新技术, 改用长钢轨, 并利用枕木上的扣件(防爬器)把钢轨扣紧。设钢轨的长是 500 米, 截面积是 64 [厘米]^2 , 温度变化以 80°C 计算, 那么, 钢轨两端由于温度变化而产生的应力是多大?

解答这种例题, 可以扩大我们的眼界, 进一步体会到物理知

識为生产服务的意义。

我們也可以从工人群众学了物理后，进行技术革新所取得的成就来说明这一問題。例如，过去在車制汽缸的鋼套时，不敢开快車切削，恐怕快速切削后，物体因摩擦受热而膨胀，量不准，会出廢品，因此規定每分钟轉速不超过45轉，进刀量不超过0.2厘米。后来工人群众学到热脹冷縮的規律后，懂得了有关热膨胀的計算，就改用快速切削，每分钟轉数加快到550轉，使产量提高了約12倍。

以上例子說明物理习题实质上是为了根据生产上的需要而进行的計算，并不是为解題而解題。当然，有些习题看起来好像不是解决生产上的問題，如概念題，但它能帮助我們弄清概念，更好地理解公式和定律的物理意义，解答这些习题同样是有益的。由此可知，通过解題不但培养了我們把理論知識应用于生产实际，同时也扩大了我們的眼界，巩固和加深了物理知識。

2. 通过解題能培养我們邏輯思維能力、独立工作能力和克服困难的坚强意志，学会一套解决問題的方法，如分析、綜合、演繹、归納、抽象、概括等等。

因为物理学研究自然界中最普遍的現象，而一切自然現象总是不断变化的，同时又是相互依存和相互联系的，要去認識这样复杂的自然現象，必須要有正确的邏輯思維方法，也就是應該学会从整体到部分、从部分到整体的邏輯思維方法，这就是我們通常所說分析和綜合，这个方法同样貫穿在解題过程中（詳細討論見解題方法中的分析法和綜合法）。

在解題过程中会遇到許多困难，只要我們不怕困难，有克服困难的决心，頑強地学习，每克服一次困难就使我們的知識增长一次，技能、技巧得到鍛炼和提高。

3. 通过解題能够扩大我們知識領域，加深对自然現象、自

然规律的理解,消除我们学习过程中形式主义的偏向,特别是对混合题的解答在这方面帮助更大。

例 观察抛体运动的实验仪器,是用一根 1 米长的直尺,尺

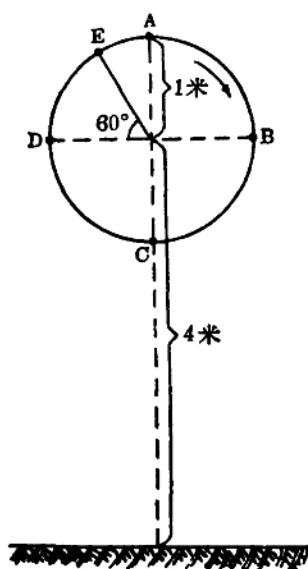


图 2

端固定着一个电磁铁,电磁铁上吸着一个小铁球,尺的另一端固定在离心转台的轴上,使直尺能跟着转台一起作圆周运动(图2),在直尺的轴上装着一个碰撞开关,能根据需要自动控制电磁铁的磁性。设直尺在转动轴离地面 4 米高的竖直平面上以 5 弧度/秒的角速度匀速转动,那么,

(1) 铁球的线速度是多少? 向心加速度是多少? (2) 当铁球转到 A 点时,碰撞开关自动把电流切断,电磁铁失去磁性,铁球将做什么运动? 经过多少时间落地? (3) 当铁球转到 B 点时,碰撞开关自动把电流切断,电磁铁失去磁性,铁球将做什么运动? 经过多少时间落地? (4) 当铁球转到 D 点时,碰撞开关自动把电流切断,电磁铁失去磁性,铁球将做什么运动? 经过多少时间落地? (5) 当铁球转到 E 点时,碰撞开关自动把电流切断,电磁铁失去磁性,铁球将做什么运动? 经过多少时间落地?

通过这个例题的解答,可以把平抛、斜抛、竖直上抛、竖直下抛、匀速圆周运动等中学阶段学到的所有的曲线运动的知识有机地联系起来,使知识得到巩固,并可从对比中更清楚地看出

各种曲线运动的特点,及其相互之间的关系,从而体会到一切抛体运动可以看作是斜抛运动的特例,使知识得到加深。它的理由简述如下:

为了讨论问题的方便,不考虑空气的阻力。

设有一物体以初速 v_0 与水平方向成一 θ 角射出,假使没有重力对物体的作用,那么物体将因惯性以初速 v_0 作匀速直线运动。但实际上抛射出去的物体始终受到重力的作用,重力作用的方向与物体飞行速度始终成一个角度,因此,物体运动的轨迹是一个抛物线(图3)。

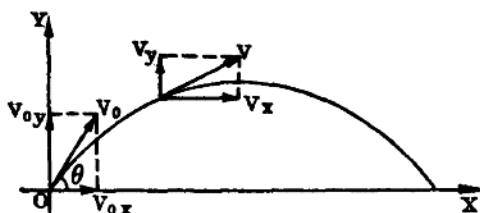


图 3

以 O 为原点,取一直角坐标,使 v_0 与 x 轴所成的角为 θ , 将 v_0 分解成水平方向的分量 $v_{0x} = v_0 \cos \theta$ 与竖直方向的分量 $v_{0y} = v_0 \sin \theta$, 即把物体的运动看作是水平方向和竖直方向两个各自独立的运动迭合而成。这种运动的规律是物体在水平方向的运动是匀速直线运动,在竖直方向的运动是匀变速直线运动,重力加速度的方向竖直向下。根据匀速和匀变速运动方程,可知物体

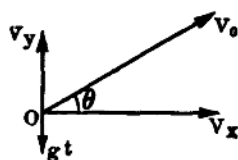


图 4

在时刻 t 时,水平方向和竖直方向的速度分量(图4)是

$$v_x = v_0 \cos \theta, \quad v_y = v_0 \sin \theta - gt.$$

当 θ 的值不同时,出现不同的抛体运动,讨论如下。

(1) 当 $\theta=0$ 时, $v_x=v_0$, $v_y=-gt$ (負号表示 v_y 的方向向下)。这时物体在水平方向上作匀速直线运动,在竖直方向上作自由落体运动,这两种运动的合运动即平抛运动。题目中小铁球自 A 点飞出所作的运动就是这种运动。

(2) 当 $\theta=90^\circ$ 时, $v_x=0$, $v_y=v_0-gt$ 。这时物体在水平方向上的速度为零,在竖直方向上作匀变速运动,即竖直向上的匀速直线运动和竖直向下的自由落体运动的合运动,这个合运动就是竖直上抛运动。题目中小铁球从 D 点飞出所作的运动就是这种运动。

(3) 当 $\theta=-90^\circ$ 时, $v_x=0$, $v_y=-v_0-gt=-(v_0+gt)$ (負号表示 v_y 的方向向下)。这时物体在水平方向的速度为零,在竖直方向上作匀变速运动,即物体作竖直向下的匀速直线运动和竖直向下的自由落体运动的合运动,这个合运动就是竖直下抛运动。题目中小铁球自 B 点飞出所作的运动就是这种运动。

(4) 当 $v_0=0$ 时, $v_x=0$, $v_y=-gt$ (負号表示 v_y 方向向下)。这时物体在水平方向的速度为零,在竖直方向上受重力作用作自由落体运动。

(5) 当 θ 为任意值时,这时物体在水平方向上以 v_x 的速度作匀速运动,在竖直方向上以 v_y 的速度作匀变速运动,这就是斜抛运动。题目中小铁球自 E 点飞出所作的运动就是这种运动。

(6) 当物体受到的作用力跟 v_0 的方向恒为垂直,这时物体作匀速圆周运动。

4. 通过解题能使物理与数学之间的有机联系更加密切起来,有助于弄清物理量间的函数关系。

数学是学习物理的工具,尤其是在解题时要用到多方面的数学知识,但不能用纯数学的观念来对待物理问题。例如,

$D = \frac{M}{V}$ (D 表示密度, M 表示质量, V 表示体积), 我們不能說密度与质量成正比与体积成反比; 因为密度是物质的属性, 它不随质量和体积而改变。又如庫倫定律的数学表达式是 $F = K \frac{q_1 q_2}{r^2}$, 如果从純数学观念来讲, 当 $r \rightarrow 0$ 时, $F \rightarrow \infty$, 这样的討論在物理上是毫无意义的, 因为当 $r \rightarrow 0$ 时, q_1 、 q_2 已失去作为点电荷存在的条件, 这时 q_1 、 q_2 两电荷間的相互作用是很复杂的, 庫倫定律描述不了它們之間的相互作用。又如 $R = \frac{V}{I}$ 和 $R = \rho \frac{l}{S}$ 这两个式子, 我們不能說电阻是电压和电流强度的函数, 因为电阻是导体的属性, 不随电压和电流强度的变化而变化, 他們之間的关系只不过是根據欧姆定律, 在数值上一段导体的电阻等于加在这段导体两端間的电压与通过这导体的电流强度的比值。而 $R = \rho \frac{l}{S}$ 这式子我們却可以說 R 是 l 和 S 的函数, 因为 R 、 l 和 S 都是导体本身中的一个属性, $R = \rho \frac{l}{S}$ 正反映了导体这些属性間的相互关系。

所以說, 通过解題能訓練我們运算的技能技巧, 把物理与数学的知識有机地联系起来。

二 解題的步驟

在解題過程中，一般應遵循下列步驟。

1. 在解題前應先復習好教材，牢固地掌握物理概念，然後着手分析題目中所描述的物理現象，弄清楚題目中各物理量的涵義，各量之間的聯繫，已知條件是什麼，要求的是什麼。把已知量和所求量都用通用的字母表示出來。已知量的數值和單位也要寫出來。例如：

一個從靜止開始做勻加速運動的物體，在第1秒末的速度是1米/秒，它在5秒鐘內所通過的路程是多少？它在第5秒末的速度是多少？它在第5秒內通過的路程是多少？5秒鐘內的平均速度是多少？

在解這個題時首先要明確：勻加速運動和平均速度的涵義，以及勻加速運動的規律。

這個題目所描述的物理現象是：物體從靜止開始做勻加速運動。物體做勻加速運動時，它的速度隨着時間的增加而增加，並且在任何相等的时间內速度的增加都相等。

還應注意“5秒鐘內”和“第5秒內”兩段時間的區別。5秒鐘內表示：時間從開始計算起到第5秒末止這一段時間，即5個單位時間。第5秒內表示：第4秒末到第5秒末這一段時間，即一個單位時間。

2. 找出哪些物理定律能說明題中所描述的物理現象或過程，哪些公式給出了題目里的已知量和所求量之間的關係。可以用圖來表達題意的，應按照題意作出簡圖，以幫助理解；定律

或公式找到后,还要回过来审查一下,題設中各量是否符合于公式中所描述的量。例如,应用 $E = \frac{Q}{r^2}$ 求电场强度时,就要看題設的电荷是否是激发电场的点电荷。

3. 选定单位制,把不同的单位制化成同一种单位制,然后代入公式进行演算。演算结果所用的单位应当是常用的单位,例如电压的单位用伏特表示,不要用焦耳/库仑来表示。

4. 演算时一般先用字母列出算式,把所列的算式化为总式后,再代入数字进行计算。这样,可使计算简化,并得出更准确的答数。但有时分步列式计算也有好处:(1)可能会使运算来得更方便,见分析法中例7和例9;(2)能从这些数字中看出物理意义,见分析法中例8。计算时要注意有效数字的运算和答数的是否合理。答数要写成最简单的形式。

例题 在技术革新运动中,农民群众在建筑水库时,用滑轮组与杠杆组合起来,创造了一种打夯机(图5)。石夯的重量是

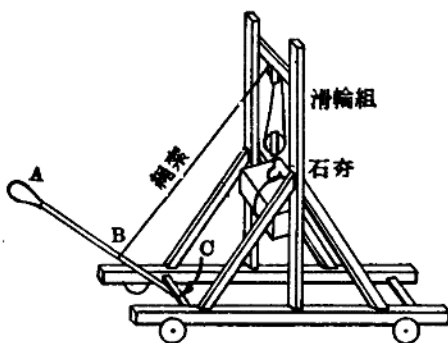


图 5

60 公斤,拉柄长 2 米, B 点到柄端 A 的长度是 1.5 米。如果摩擦不计,在 A 点用多少力,就能把石夯吊起? 把石夯举高 50 厘

米,所需时间为1秒;然后让它自由落下,打在地基上,现在要在每处打5次,共需多少时间?石夯落地时的动能是多少?(g 取10米/秒²)

不正确的解法:

用滑轮组可以省力,这里有三段绳子,故可省力 $\frac{1}{3}$ 。

$$60 \text{ 公斤} \times \frac{1}{3} = 20 \text{ 公斤}。$$

力臂是1.5米,重臂是0.5米。根据力 $\times$ 力臂=重 $\times$ 重臂,
 $\therefore F \times 1.5 = 20 \times 0.5, F = 6.6 \text{ 公斤}。$

根据
$$h = \frac{1}{2} g t^2,$$

$$50 = \frac{1}{2} \times 10 \cdot t^2, \quad t^2 = 10, \quad \therefore t = \sqrt{10} = 3.3 \text{ 秒}。$$

每处打5次所需时间为 $5 \times (1 + 3.3) = 21.5 \text{ 秒}。$

根据
$$v_t^2 = 2gh \text{ 和 } E = \frac{1}{2} m v^2,$$

所以
$$E_{\text{击}} = \frac{1}{2} m v^2 = \frac{1}{2} m (2gh)^2 = 2mg^2 h^2$$

$$= 2 \times 60 \times 10^2 \times 50^2 = 3 \times 10^7 \text{ 焦耳}。$$

这题的解答,所以会发生错误,有以下几点原因。

(1) 没有细致地分析题目中所描述的物理现象,从解题过程中可看出思维很混乱。

(2) 没有弄清楚题目中各已知量和所求量的含义,没有真正理解物理公式,如哪里是支点,哪里是重点,没有弄清楚。对滑轮组省力多少的计算,只是形式主义地看绳子的股数,没有作详细的分析。

(3) 没有化为同一单位制就进行运算。

(4) 粗枝大叶,非常潦草,如把10的开方当作 $10 \div 3$ 来运算。