

四

怎样解题

— 中学物理解题思路和方法

安徽教育出版社

怎样解题

中 学 物 理

解题思路和方法

何 国 平 编 著

安 徽 教 育 出 版 社

责任编辑：王宏金

怎样解题

——中学物理解题思路和方法

何国平 编著

安徽教育出版社出版

(合肥市跃进路1号)

安徽省新华书店发行 六安新华印刷厂印刷

*

开本：787×1092 1/32 印张：9.25 字数：200,000

1987年9月第1版 1987年9月第1次印刷

印数：47,000

统一书号：7276.699 定价：1.60元

ISBN7-5336-0068-1/G·699

前 言

解题是中学生学习物理学的重要手段之一，它能集中反映学生对物理基础的掌握程度和解决问题的能力。或者说，只有准确地把握住物理基本概念、基础知识的内涵和外延，才能正确解题。

笔者在长期的中学教学实践中，注意积累有关中学物理解题方法、思路、技巧等方面的知识，并系统地总结、整理成资料。现将这些资料汇编成书，奉献给广大中学生，希望对同学们学习物理有所帮助。

本书兼顾高中物理的两种教学要求，遵循学生的认识规律，启迪学生的解题思维。本书还就中学物理题的各种题型，进行分类剖析，总结各自的解题特点。

本书在编写过程中，得到许多同志的帮助，汪昭义、邵亨凤、姚静规等同志还对书稿提出了宝贵的意见，在此致谢。

作 者

1987年2月

目 录

第一章 物理解题中的科学思维方法

第一节 比较与鉴别的方法	[1]
1. 形同、质异的比较	(2)
2. 形异、质同的比较	(6)
3. 多种解法的比较	(9)
4. 综合性比较	(13)
第二节 分析和综合的方法	[15]
1. 分析解题法	(16)
2. 综合解题法	(19)
3. 先分析后综合解题法	(25)
第三节 归纳和演绎的方法	[29]
1. 归纳法解题	(30)
2. 演绎法解题	(39)
第四节 形象思维和抽象思维的方法	[44]
1. 等效方法	(45)
2. 理想化方法	(52)

第二章 物理解题的环节和规律

第一节 读审	[60]
--------	--------

1. 读题明意·····	(61)
2. 审清条件·····	(66)
第二节 构思·····	[75]
1. 分层解析·····	(75)
2. 展开思路·····	(85)
第三节 解答·····	[91]
1. 精选解法·····	(91)
2. 规范解题·····	(101)
第四节 验讨·····	[107]
1. 检验结果·····	(107)
2. 解后讨论·····	(116)

第三章 解题思路的形成和拓宽

第一节 解题思路是解题的中心·····	[124]
1. 解题过程是思维的过程·····	(125)
2. 思路混乱必然导致错解·····	(130)
3. 注意加强解题思路的训练·····	(135)
第二节 形成解题思路的途径·····	[139]
1. 再生性思路途径·····	(141)
2. 逻辑性思路途径·····	(145)
3. 探索性思路途径·····	(151)
第三节 拓宽解题思路的方法·····	[156]
1. 一题多思·····	(157)
2. 一题多变·····	(161)
3. 多题一解·····	(165)
4. 一题多议·····	(169)

第四章 解题关键和突破口

第一节 揭示解题关键的技巧·····	[174]
1. 物理技巧·····	(174)
2. 数学技巧·····	(187)
第二节 怎样找到解题关键的突破口·····	[203]
1. 科学思维为寻找突破口导向·····	(203)
2. 题中关键词句暗示着突破口·····	(207)
3. 题中过程关联量是寻找突破口的航标··	(211)

第五章 中学物理问题分类例析

第一节 标准化题·····	[216]
1. 物理标准化的题型·····	(217)
2. 选择题的求解·····	(230)
第二节 综合题·····	[240]
1. 综合题的特点·····	(241)
2. 综合题的解题关键·····	(245)
第三节 实验题·····	[258]
1. 实验题的类型·····	(259)
2. 实验题的解题特点·····	(270)

第一章

物理解题中的科学思维方法

思维有使感性认识上升到理性认识的作用，它可帮助人们预见事物的进程和结果。可以说，没有科学的思维就没有科学技术的现在和未来。

在中学物理中，科学的思维不仅在建立物理概念、掌握物理规律方面起着重要作用，而且在解答物理习题中，也起着重要的引导作用。

物理解题中运用最多的科学思维方法有：比较与鉴别、分析与综合、归纳与演绎、形象与抽象等。如果在解题时能灵活运用这些科学思维方法，既会使你的解题思路准确清晰，又可灵活运用所学知识选取最佳解题方法，使学习效率得以提高。

第一节 比较与鉴别的方法

所谓比较，是确定事物同异关系的思维过程和方法；所谓鉴别，是通过比较识别事物的共同点和差异点。人们认识事物往往是根据一定的标准，把与此有联系的事物加以对照

比较，从而区别它们的本质特征。因此，要鉴别就得比较，有比较才能鉴别。

比较和鉴别的方法是中学物理中经常应用的一种科学思维方法，在解答物理习题时广泛运用。比较和鉴别，通常是进行事物特征的比较，即比较其物理概念和物理规律的不同特点，比较题目所给物理条件的差异，比较题目阐述物理过程在不同阶段的特殊性等等。通过这些比较，进而确定正确的解题思路。归纳起来，比较与鉴别的科学思维在解题运用中，有下列几个方面。

一、形同、质异的比较

这类比较是将两个或几个貌似相同或相近而物理过程却根本不同的问题进行比较，在比较中揭示它们的共性和特征，消除和澄清易混淆的模糊概念。例如，速度图线和位移图线是易混淆的两个问题。从物理概念和数学表达形式上加以比较，即可从相近的两图线中鉴别出它们不同的物理过程，找出两种图线的本质区别，然后根据题意回答问题。

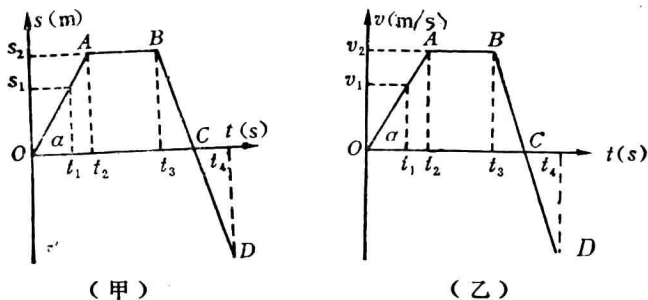


图 1-1

图 1—1 (甲)、(乙) 分别表示位移图线和速度图线, 这两种图线放在一起比较、对照, 即可找出两者形同质异的区别。

位移图线与速度图线比较表

相应问题	位移图线	速度图线
1. 图线表达的含义是什么?	位移与时间的关系	速度与时间的关系
2. 图线的斜率指的是什么?	$\operatorname{tg} \alpha = \frac{s_2 - s_1}{t_2 - t_1} = \frac{\Delta s}{\Delta t}$ $= v (\text{速度})$	$\operatorname{tg} \alpha = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1} = \frac{\Delta v}{\Delta t}$ $= a (\text{加速度})$
3. OA 线段表示什么?	物体作匀速直线运动	物体作匀加速直线运动
4. AB 线段表示什么?	物体处于静止 ($v=0$)	物体作匀速直线运动 ($a=0$)
5. BC 线段表示什么?	物体作反方向匀速直线运动 (回头)	物体作匀减速直线运动 (物体运动方向未变)
6. C 点表示什么?	物体回到出发点 (仍在前进)	物体已停下来 ($v=0$)
7. CD 线段表示什么?	物体继续反方向匀速直线前进	物体反方向作匀加速直线运动
8. t_3 和 t_4 秒末运动的特点	t_3 、 t_4 秒末, 物体离原点 O 等距离, 但位移方向相反	t_3 和 t_4 秒末物体速度大小相等、方向相反, t_3 和 t_4 秒内位移相等

上表抓住了 $s-t$ 图和 $v-t$ 图的根本特征, 进行比较, 直观明了。象这类涉及的概念相近而实质不同的习题, 在中学物理中为数不少, 如磁偏转和电偏转、动能和动量、电势差和电动势等等。解题分析时必须注意区别, 以免导致解题和

错误。

如图 1—2 (甲) 所示电路, R_1 为定值电阻, R_2 为可变电阻, 电源电动势和内阻分别为 ε 、 r 。问 R_2 为何值时, R_2 上消耗的功率最大? 最大功率为多少?

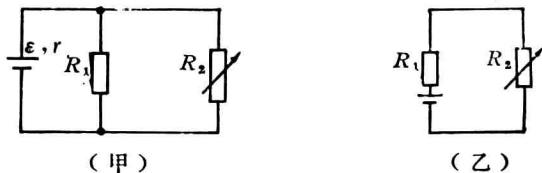


图 1—2

解答这道题时会使我们联想起, 若 R_1 、 R_2 串联 (如图 1—2 乙所示), 当求该电路 R_2 上最大功率消耗时, 可把 R_1 看成是电源内电阻的一部分, 利用电源最大输出功率条件和电源最大输出功率的结论来求解。参照 (乙) 图, 将 (甲) 图中 R_1 看作电源内阻的一部分, 当 $R_2 = \frac{R_1 r}{R_1 + r}$ 时, R_2 上消耗功率最大, 且最大功率为

$$P_m = \frac{\varepsilon^2}{4r_{\text{内}}} = \frac{\varepsilon^2}{4R_2} = \frac{\varepsilon^2 (R_1 + r)}{4R_1 \cdot r}。$$

P_m 的值对吗? 错了。错在没有比较出 (甲)、(乙) 两图质异所在, 即 (甲) 图的等效电源的电动势不再是 ε , 而应该是当 R_2 开路时, R_1 两端的电压

$$\varepsilon' = \frac{\varepsilon}{R_1 + r} \cdot R_1。$$

$$\text{当 } R_2 = \frac{R_1 \cdot r}{R_1 + r} \text{ 时,}$$

R_2 上消耗的最大功率为

$$P_m = \frac{\epsilon'^2}{4R_2} = \frac{\epsilon^2 R_1}{4(R_1+r)r}.$$

例 1 一根不可伸长的轻质绳，长为 $2l$ ，将它的一端固定于 A ，另一端固定于 B （如图 1—3 所示）， $AB=l$ 。一质量为 m 的光滑圆环套在绳上，并以 A 为圆心，沿水平轨道作匀速圆周运动，求：

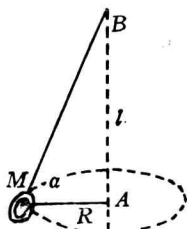


图 1—3

- (1) 绳所受张力？
- (2) 圆环运动的线速度？

分析 初学者常列下列方程

$$\begin{cases} T_1 \cdot \sin\alpha = mg \\ T_1 \cdot \cos\alpha + T_2 = mv^2/R \end{cases}$$

式中 T_1 为 MB 段绳子张力， T_2 为 MA 段绳子张力。结果两个方程组，三个未知量： T_1 、 T_2 和 v ，无法寻找第三个方程，思路阻塞。

原因何在呢？在于将圆环当圆球。若是圆球，绳 MA 和 MB 则为两段单独系绳，而光滑圆环，却是一根细绳（即 MB 与 MA 是整体），于是张力 $T_1 = T_2 = T$ 。如果不认真比较，难以鉴别出各自的特点，一旦点破圆环作圆周运动时绳子张力的特点，解题就轻而易举了。这样，前面的方程组可简单列为

$$\begin{cases} T \sin\alpha = mg \\ T \cos\alpha + T = mv^2/R \end{cases}$$

由几何知识可得

$$R^2 + l^2 = (2l - R)^2$$

解得 $R = 3l/4$

$$\text{又 } \sin \alpha = \frac{l}{2l - 3l/4} = \frac{l}{5l/4} = \frac{4}{5}$$

$$\cos \alpha = \frac{3l/4}{5l/4} = \frac{3}{5}$$

所以绳子张力

$$T = \frac{mg}{\sin \alpha} = \frac{mg}{4/5} = \frac{5}{4} mg$$

圆环运动线速度

$$\begin{aligned} v &= \sqrt{\frac{T(\cos \alpha + 1)R}{m}} \\ &= \sqrt{\frac{\frac{5}{4} mg \left(\frac{3}{5} + 1\right) \cdot \frac{3}{4} l}{m}} \\ &= \sqrt{1.5gl} \end{aligned}$$

可见，通过形同、质异的比较，既澄清了一些模糊概念，又进一步理解了题意，根据题目所给已知条件，鉴别出题设所符合的物理过程，从而可选取解题方法。

二、形异、质同的比较

这类比较是貌似不同，即物理条件不同，而其物理规律却相同的问题。解题中，要运用有关的物理知识透过现象看本质，寻找相同的处理方法。

例 2 摆长相等的四个铜球单摆，带电量均为 $-q$ ，分别在重力场以及附加场强为 E 的电场或磁感应强度为 B 的磁场中摆动，若摆角很小，分别求其振动周期（如图 1—4 所示）。

分析 四个铜球单摆分别在不同情况下摆动，因而回复

力各不相同。但它们的实质点都是单摆振动，因此都可用周期公式 $T = 2\pi \sqrt{L/g}$ 来描述。图（甲）是最基本情况，可以直接套用公式，即 $T_{甲} = T$ 。

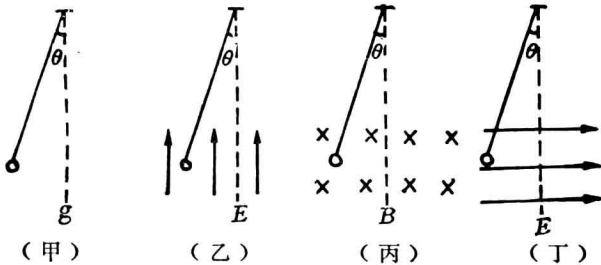


图 1-4

对于后面三种情况，只要根据所给不同条件，分析其加速度如何变化，问题就解决了。对于图（乙）

$$g' = g + a = g + \frac{qE}{m}$$

$$\therefore T_{乙} = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g'}} = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g + qE/m}}$$

图（丙）中，摆球受洛伦兹力，其方向始终与运动方向垂直，不影响振动周期，因此

$$T_{丙} = T_{甲} = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}$$

图（丁）中，摆球受一水平方向的电场力，此时， $g' = \sqrt{g^2 + a^2} = \sqrt{g^2 + (qE/m)^2}$ ，因而

$$T_{丁} = 2\pi \sqrt{\frac{L}{\{g^2 + (qE/m)^2\}^{1/2}}}$$

将此题再延伸下去，单摆还可放在处于重力场的加速系统中，或匀质液体中。这些情况的处理方法都是相同的。

这类物理条件不同而物理规律相同的问题，在中学物理中是屡见不鲜的，我们在比较中，应着重于灵活运用和巩固基本概念，找出此类问题的解答方法。

比如，带电粒子以某一初速度垂直场强方向射入均匀电场的运动，与物体在重力场中的平抛运动相类似，俗称类似平抛运动。在解答此类问题时，便可采用平抛运动的计算方法来处理。

例3 如图 1—5 所示，一个密度为 $\rho_{\text{木}} = 0.5 \times 10^3$ 千克/米³ 的木球，从斜面顶端由静止无摩擦地沿斜面下滑，至斜面中点 O 时，开始进入水中。设水对球除浮力外无其它阻力，试问木球进入水后能否碰到池底？

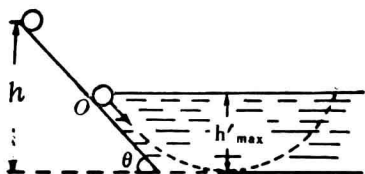


图 1—5

分析 解题的关键在于弄清球进入水后的运动状况。根据受力分析可知，木球进入水后，在合力作用下得到的加速度为

$$a = \frac{F_{\text{合}}}{m} = \frac{F_{\text{浮}} - G}{m} = \frac{\rho_{\text{水}} \cdot gm / \rho_{\text{木}} - mg}{m} = g$$

其方向是竖直向上的，另外，球入水时的速度

$$v = \sqrt{2gh/2} = \sqrt{gh}$$

方向与水面成 θ 角。

与斜抛运动比较，木球作的是类似斜抛的曲线运动，于是，可将木球能否碰及池底的问题，归结为求斜抛运动物体的最大高度的问题，使问题化难为易。这里加速度方向竖直

向上，最大深度即是斜抛最大高度。利用斜抛运动规律可列出函数式，即

$$h'_{\max} = \frac{v^2 \sin^2 \theta}{2g} = \frac{(\sqrt{gh})^2}{2g} \cdot \sin^2 \theta = \frac{h}{2} \sin^2 \theta$$

木球能否碰及池底，关键要看 h'_{\max} 是否等于或大于 $h/2$ ，而表达式中 h'_{\max} 由 $\sin^2 \theta$ 决定，当 $\theta = 90^\circ$ 时 $h'_{\max} = \frac{h}{2}$ ，但由题目得知 $\theta < 90^\circ$ ，所以 $\sin \theta < 1$ ， $\sin^2 \theta < 1$ 。

因此， $h'_{\max} < h/2$ ，木球不会碰到池底。

三、多种解法的比较

一道题目往往有多种解法，解题中将几种方法进行比较和鉴别，不仅有助于巩固基础知识，掌握基本解法，而且可以鉴别出最优的解法，获取解题规律。如下例：

一个物体从高10米的A点沿斜面滑下，经ABC到C点停止，如图1—6所示。

若DC长为50米，试求物体和路面的摩擦系数（不考虑物体到达B点碰撞时能量的损耗；ABC段路面均为同一种材料）。

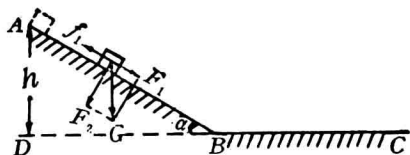


图 1—6

一般说来，力学问题都有三种基本解题方法：一种是运用牛顿运动定律和运动学规律；另一种是运用动能定理或能量守恒定律；还有一种是运用动量定理或动量守恒定律。那么这道题用什么方法来解较为简便呢？我们通过几种渠道来比较。

首先，从牛顿运动定律和运动学规律来考虑。

设 $DB=l$, $DC=s$,

则 $AB=\sqrt{h^2+l^2}$

$$\text{又 } \sin\alpha = \frac{h}{\sqrt{h^2+l^2}}$$

$$\cos\alpha = \frac{l}{\sqrt{h^2+l^2}}$$

物体在 AB 段的受力情况分析如图1—6。设运动的加速度为 a_1 ，根据牛顿第二定律

$$F_1 - f_1 = ma_1$$

$$\text{即 } mgs\sin\alpha - \mu mg\cos\alpha = ma_1$$

$$a_1 = g\sin\alpha - \mu g\cos\alpha$$

物体抵达底端 B 时的即时速度为 v_B ，则

$$\begin{aligned} v_B^2 &= 2a_1 \cdot \sqrt{h^2+l^2} \\ &= 2\left(g \frac{h}{\sqrt{h^2+l^2}} - \mu g \frac{l}{\sqrt{h^2+l^2}}\right) \cdot \sqrt{h^2+l^2} \\ &= 2g(h - \mu l) \end{aligned} \quad (1)$$

物体在 BC 段作匀减速运动，其加速度为 a_2 , $v_C=0$ ，所以

$$-v_B^2 = 2a_2(s-l)$$

$$\text{又 } f_2 = -\mu mg = ma_2$$

得 $a_2 = -\mu g$ (负号表明加速度方向与运动方向相反)

$$\begin{aligned} \text{于是 } v_B^2 &= -2 \cdot (-\mu g)(s-l) \\ &= 2\mu g(s-l) \end{aligned} \quad (2)$$

由(1)、(2)两式得

$$2g(h - \mu l) = 2\mu g(s-l)$$

$$\therefore \mu = \frac{h}{s} = \frac{10}{50} = 0.2$$