

GAOZHONG WULI

高中物理培优系列

高中物理培优 解题捷径

■ 王平杰 主编



ZHEJIANG UNIVERSITY PRESS

浙江大学出版社

G A O Z H O N G W U L I

高中物理培优系列

高中物理培优解题捷径

高中物理培优解题错点诊断

高中物理培优一题十问十答

ISBN 978-7-308-07029-4



9 787308 070294 >

定价: 26.00元

高中物理培优解题捷径

主 编 王平杰

副主编 雷自平

编 委 贺海军 王丽营 钮忠军 周红卫
陈定密 方 健 韩建新 庄来标
张学友 古杰一 马祖英 王海军



ZHEJIANG UNIVERSITY PRESS
浙江大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

高中物理培优解题捷径 / 王平杰主编. —杭州: 浙江大学出版社, 2009. 9

ISBN 978-7-308-07029-4

I. 高… II. 王… III. 物理课—高中—解题 IV. G634.75

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 161980 号

高中物理培优解题捷径

王平杰 主编

责任编辑 石国华

封面设计 刘依群

出版发行 浙江大学出版社

(杭州天目山路 148 号 邮政编码 310028)

(网址: <http://www.zjupress.com>)

排版 杭州求是图文制作有限公司

印刷 富阳市育才印刷有限公司

开本 787mm×960mm 1/16

印张 16.25

字数 300 千

版印次 2009 年 9 月第 1 版 2009 年 9 月第 1 次印刷

书号 ISBN 978-7-308-07029-4

定价 26.00 元

版权所有 翻印必究 印装差错 负责调换

浙江大学出版社发行部邮购电话 (0571)88925591



序 言

长期以来,我们感到传统的教辅资料过分强调知识点、覆盖面而使学生深陷题海,难以适应新课程的要求。面对大量习题,是让学生陷入茫茫“题海”之中,还是有选择地攀登“题山”;是追求做题数量,还是掌握解题规律,让学生真正做到举一反三、触类旁通?这是值得我们研究的课题。

在这种背景下,《高中物理培优解题捷径》应运而生了,它综述了高中物理中关键性的解题规律,是目前书市上从未见过的解题工具书,书中所提及的规律都是学生所渴望掌握的、一般教辅资料又少有的规律。

《高中物理培优解题捷径》一书具有如下特性:

独创性(规律新颖,经验独到) 书中的解题捷径是高层次的、高质量的,非教辅资料中一般性的知识规律,高考可用,竞赛也必不可少;书中的解题捷径大多是作者的教学研究成果和他山之玉,具有很高的创造性。

实用性(短期见效,长期受益) 书中所述的规律都是广大中学生所渴望解决和掌握的,而在一般的教辅资料中是很难找到的,大多数规律是竞赛解题规律的演绎和派生。这些规律在应用中已得到了很好的验证,对学生的同步学习、高考复习和竞赛突破都具有很大的帮助。它不但可以帮助学生在短期内掌握一些常用的解题规律,而且还能对那些貌似高深、似乎超纲(竞赛类型)的问题也能轻松、快速、准确地作出判断,抓住一点掌握一片。

工具性(有据可查,有律可循) 谁掌握了解题规律,谁就掌握了学习的关键。解题贵在快速、准确,当学生在分析一道题时,首先要有思路,即不同类型的题有不同类型的解题思路,本书称之为解题套路;其次,要有技巧、方法,本

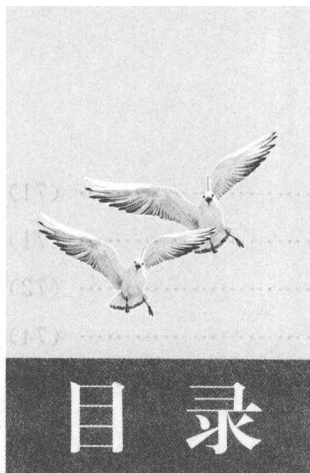


书称之为解题捷径。当学生掌握了一定的解题套路和解题捷径时,自然就能达到快速而准确的解题境界。因此,此书不愧为学生解题的工具书。

解题是训练逻辑思维能力的“思维体操”,当学生熟练地掌握了一定数量的解题捷径之后,解题对他来说就只不过是一种有趣的智力游戏!貌似高深的题目,在他面前实为浅易;貌似繁杂的题目,在他面前实为简明;貌似无序的题目,在他面前实为有序。他能达到知一反三,触类旁通,见解即知答案的解题境界。

袁湛江

2009年6月20日于甬城



第一章 运动学中的解题捷径	(1)
一、牛刀小试	(1)
二、解题捷径精粹	(2)
三、解题捷径范例精析	(5)
四、同类精练参考答案.....	(21)
第二章 静力学中的解题捷径	(29)
一、牛刀小试.....	(29)
二、解题捷径精粹.....	(30)
三、解题捷径范例精析.....	(33)
四、同类精练参考答案.....	(48)
第三章 动力学中的解题捷径	(52)
一、牛刀小试.....	(52)
二、解题捷径精粹.....	(53)
三、解题捷径范例精析.....	(55)
四、同类精练参考答案.....	(67)



第四章 曲线运动中的解题捷径	(71)
一、牛刀小试	(71)
二、解题捷径精粹	(72)
三、解题捷径范例精析	(74)
四、同类精练参考答案	(88)
第五章 能量与动量中的解题捷径	(94)
一、牛刀小试	(94)
二、解题捷径精粹	(95)
三、解题捷径范例精析	(98)
四、同类精练参考答案	(118)
第六章 静电场中的解题捷径	(125)
一、牛刀小试	(125)
二、解题捷径精粹	(126)
三、解题捷径范例精析	(128)
四、同类精练参考答案	(139)
第七章 恒定电流中的解题捷径	(143)
一、牛刀小试	(143)
二、解题捷径精粹	(144)
三、解题捷径范例精析	(146)
四、同类精练参考答案	(159)
第八章 磁场中的解题捷径	(163)
一、牛刀小试	(163)
二、解题捷径精粹	(165)
三、解题捷径范例精析	(166)
四、同类精练参考答案	(180)
第九章 光学、近代物理中的解题捷径	(186)
一、牛刀小试	(186)



二、解题捷径精粹	(187)
三、解题捷径范例精析	(189)
四、同类精练参考答案	(202)
第十章 物理方法中的解题捷径	(207)
一、牛刀小试	(207)
二、解题捷径精粹	(208)
三、解题捷径范例精析	(210)
四、同类精练参考答案	(224)
第十一章 数学在物理应用中的解题捷径	(229)
一、牛刀小试	(229)
二、解题捷径精粹	(230)
三、解题捷径范例精析	(232)
四、同类精练参考答案	(247)

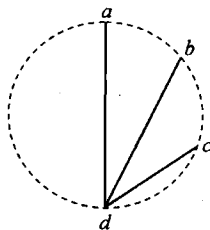


第一章 运动学中的解题捷径

一、牛刀小试

小试一：自由弦的等时性：物体从静止开始，无摩擦地由竖直圆环的最高点沿不同的弦运动到圆周上或者从圆周上沿不同的弦运动到圆环的最低点，所需时间都相同，且等于沿竖直圆环的直径自由落体的时间，即 $t = \sqrt{\frac{2d}{g}}$ (d 为圆环的直径)。

【题目】 如图一所示， ad 、 bd 、 cd 是竖直面内三根固定的光滑细杆， a 、 b 、 c 、 d 位于同一圆周上， a 为圆周的最高点， d 为最低点。每根杆上都套着一个小滑环(图中未标出)，三个滑环分别从 a 、 b 、 c 处释放(初速度都为 0)，用 t_1 、 t_2 、 t_3 依次表示各滑环到达 d 所用的时间，则()



图一

A. $t_1 < t_2 < t_3$

B. $t_1 > t_2 > t_3$

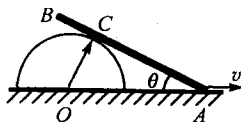
C. $t_3 > t_1 > t_2$

D. $t_1 = t_2 = t_3$

【精析】 由自由弦的等时性知，D 正确。

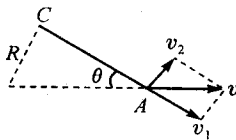
小试二：杆或绳约束物体各点速度的相关特征是：在同一时刻必须具有相同的沿杆或绳方向的分速度。

【题目】 如图二所示，杆 AB 的 A 端以速度 v 做匀速运动，在杆运动时恒与一静止的半圆周相切，半圆周的半径为 R ，当杆与水平线的交角为 θ 时，求杆的角速度 ω 及杆上与半圆相切点 C 的速度。



图二

【精析】 由于半圆静止，杆上点 C 速度的法向分量为零，故点 C 速度必沿杆的方向，以 C 点为基点，将杆上点 A 速度 v 分解成沿杆方向分量 v_1 和垂直于杆方向分量 v_2 ，如图三所示，则 v_1 是点 A 与点 C 相同的沿杆方向平动速度， v_2 是点 A 对点 C 的转动速度，故可求得点 C 的速度为 $v_C = v_1 = v \cos \theta$ 。



图三



又 $v_2 = v \cdot \sin\theta = \omega \cdot AC$,

由题给几何关系知, A 点对 C 点的转动半径为 $AC = R \cdot \cot\theta$,

代入上式中即可解得 $\omega = \frac{v \sin^2 \theta}{R \cos \theta}$ 。

二、解题捷径精粹

解题捷径 1

若质点做初速度为零的匀加速直线运动,则在时间第 $1T$ 内,第 $2T$ 内,第 $3T$ 内, ..., 第 nT 内质点的位移之比是 $1 : 3 : 5 : \dots : (2n-1)$ 。

解题捷径 2

若质点做初速度为零的匀加速直线运动,则位移在第 1 秒内,第 2 秒内,第 3 秒内, ..., 第 n 秒内所用时间之比是 $1 : (\sqrt{2}-1) : (\sqrt{3}-\sqrt{2}) : \dots : (\sqrt{n}-\sqrt{n-1})$ 。

解题捷径 3

若质点做匀变速直线运动,则它在某段时间内中间时刻的瞬时速度等于该段时间内的平均速度,且 $v_{\frac{t}{2}} = \frac{v_0 + v_t}{2}$;该段位移中点的速度 $v_{\frac{s}{2}} = \sqrt{\frac{v_0^2 + v_t^2}{2}}$,且无论加速、减速总有位移中点的速度大于时间中点的速度,即 $v_{\frac{s}{2}} > v_{\frac{t}{2}}$ 。

解题捷径 4

在加速度为 a 的匀变速运动中,任意两相邻的相等时间间隔 T 内位移之差都相等,且 $\Delta s = aT^2$ 。

解题捷径 5

在匀变速直线运动速度图象中,图象上各点的切线的斜率表示加速度;某段图线下的“面积”数值上与该段的位移相等。利用 $v-t$ 图象可将复杂问题简单化。

解题捷径 6

当物体的运动时间无法完全由运动学公式求解时,借助 $v-t$ 图象的特点来判断运动时间的长短,形象易懂。

解题捷径 7

若选一个运动的物体为新参考系,那么所有的物理量(速度、位移、加速度)都必须转



换为相对于新参考系的量,由运动学公式解出的量也都是相对于新参考系的相对物理量。

解题捷径 8

物体在做加速度随时间不断减小的变速直线运动时,当加速度减小到零时,其运动速度最终会达到一个稳定值,即所谓收尾速度。当加速度方向与速度方向相同时,收尾速度最大;当加速度方向与速度方向相反时,收尾速度最小。

解题捷径 9

在离地面高为 h 处,物体以初速度 v_0 竖直上抛,落到地面的过程中,全程满足 $-h = v_0 t - \frac{1}{2} g t^2$ 。

解题捷径 10

船渡河时,船头总是垂直对岸所用的时间最短;当船在静水中的速度 $v_{\text{船}} > v_{\text{水}}$,船头斜指向上游,与河岸成 θ 角,且 $\cos\theta = \frac{v_{\text{水}}}{v_{\text{船}}}$ 时,位移最小。

解题捷径 11

当船在静水中的速度 $v_{\text{船}} < v_{\text{水}}$,船头斜指向下游,且与河岸成 θ 角, $\cos\theta = \frac{v_{\text{船}}}{v_{\text{水}}}$ 时,被冲至下游的距离最小,位移也最小。

解题捷径 12

当沿倾角 θ 的航线渡河时,船对水的最小速度 $v_{\min}$ 等于 $v_{\text{水}}$ 垂直于航线的分量且船头垂直于船向,即 $v_{\min} = v_{\text{水}} \sin\theta$ 。

解题捷径 13

末速度为零的匀减速直线运动可等效为初速度为零的逆向匀加速直线运动。初速度为零的匀加速直线运动规律在末速度为零的匀减速直线运动中都适用。

解题捷径 14

在追及过程中,若两运动物体的相对速度为零——即两物体的速度相等时,则两运动物体间距达到极值——最大或最小。

解题捷径 15

物体相遇的条件是物体同时运动到同一点;而物体间不发生相撞的条件是物体运动到同一点时,后一物体的速度小于等于前一物体的速度。

解题捷径 16

多普勒效应:波源不动,接收者以 v_1 向着(或远离)波源运动,则接收者感觉到的频率



为 $f = \left(\frac{v \pm v_1}{v} \right) f_0$; 接收者不动, 波源以速度 v_2 向着(或远离)接收者运动, 则 $f = \left(\frac{v}{v \mp v_2} \right) f_0$ 。

解题捷径 17

把物体相对静止参考系的运动称为绝对运动, 相对运动参考系的运动称为相对运动, 而运动参考系相对静止参考系的运动称为牵连运动。三者的运动速度关系是: 绝对速度等于相对速度和牵连速度的矢量和。

解题捷径 18

在相互关联的几个物体中, 其中一个物体(研究对象)的实际运动为合运动, 对应速度为合速度。对其分解, 根据运动的实际效果确定分解方向, 再根据平行四边形定则分解。

解题捷径 19

杆或绳约束物体各点速度的相关特征是: 在同一时刻必须具有相同的沿杆或绳方向的分速度。

解题捷径 20

相互接触的物体接触点速度的相关特征是: 沿接触面法向的分速度必定相同, 沿接触面切向的分速度在无相对滑动时相同。

解题捷径 21

线状相交物体交叉点的速度是相交双方沿对方运动分速度的矢量和。

解题捷径 22

自由弦的等时性: 物体从静止开始, 无摩擦地由竖直圆环的最高点沿不同的弦运动到圆周上或者从圆周上沿不同的弦运动到圆环的最低点, 所需时间都相同, 且等于沿竖直圆环的直径自由落体的时间, 即 $t = \sqrt{\frac{2d}{g}}$ (d 为圆环的直径)。

解题捷径 23

当两物体从同地同时同向做直线运动时, 相遇时间是速度相等时间的 2 倍, 且速度相等时两物体相距最远。



三、解题捷径范例精析

解题捷径 1

若质点做初速度为零的匀加速直线运动,则在时间第 $1T$ 内,第 $2T$ 内,第 $3T$ 内, ..., 第 nT 内质点的位移之比是 $1:3:5:\dots:(2n-1)$ 。

【范例】 做自由落体运动的物体第 n 秒通过的位移比第 1 秒内通过的位移多 _____ m。($g=10\text{m/s}^2$)

【精析】 第 1 秒通过的位移为 $s=\frac{1}{2}gt^2=5\text{m}$, 根据初速度为零的匀加速直线运动, 则在时间第 $1T$ 内,第 $2T$ 内,第 $3T$ 内, ..., 第 nT 内质点的位移之比是 $1:3:5:\dots:(2n-1)$ 。知 $s_n=(2n-1)\times 5\text{m}=(10n-5)\text{m}$, 所以第 n 秒通过的位移比第 1 秒内通过的位移多 $10(n-1)\text{m}$ 。

【同类精练】 如图 1-1-1 所示,物体以一定的初速度冲上固定光滑的斜面,到达斜面最高点时速度恰为零。已知物体运动到离斜面 $\frac{3}{4}$ 处的 B 点时,所用的时间为 t ,求物体从 B 滑到 C 所用的时间。

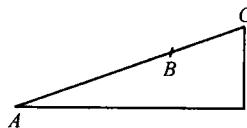


图 1-1-1

解题捷径 2

若质点做初速度为零的匀加速直线运动,则位移在第 1 秒内,第 2 秒内,第 3 秒内, ..., 第 n 秒内所用时间之比是 $1:(\sqrt{2}-1):(\sqrt{3}-\sqrt{2}):\dots:(\sqrt{n}-\sqrt{n-1})$ 。

【范例】 一列火车从静止开始做匀加速直线运动,有一人站在月台上从第一节车厢的前端观察,第一节车厢通过他历时 2s ,全部车厢通过他历时 6s ,设各车厢长度相等,不计车厢连接处间隙,试问:

- (1) 最后 2s 内有几节车厢通过他?
- (2) 最后一节车厢通过他需要多长时间?

【精析】 (1) 把 6s 分成三个 2s , 第一个 2s 通过 1 节车厢, 可见第二个 2s 内通过 3 节车厢, 最后通过 5 节车厢。



(2)由题意知最后一节车厢为第9节车厢, $t_1 : t_9 = 1 : (\sqrt{9} - \sqrt{8})$,

所以,通过的时间为 $t_9 = 2(\sqrt{9} - \sqrt{8})\text{s} = 0.34\text{s}$ 。

【同类精练】 子弹以水平速度 v_0 击中固定在水平地面上的四块完全相同的木块,刚好击穿,若假定子弹在木块中做匀减速运动,打穿第一块木块所用的时间为 t ,问:打穿第三块木块所用的时间为多少?

解题捷徑 3

若质点做匀变速直线运动,则它在某段时间内中间时刻的瞬时速度等于该段时间内的平均速度,且 $v_{\frac{t}{2}} = \frac{v_0 + v_t}{2}$;该段位移中点的速度 $v_{\frac{s}{2}} = \sqrt{\frac{v_0^2 + v_t^2}{2}}$,且无论加速、减速总有位移中点的速度大于时间中点的速度,即 $v_{\frac{s}{2}} > v_{\frac{t}{2}}$ 。

【范例】 汽车从静止开始出发,在水平路面上做匀加速直线运动,通过相距为 38.4m 的甲、乙两地需要 8s,经过乙地速度是经过甲地速度到 2 倍,求汽车的加速度和甲地离汽车出发点的距离。

【精析】 设甲、乙两地间距离为 s ,令 $t = 8\text{s}$,由平均速度公式可知

$$\frac{s}{t} = \frac{v_{\text{甲}} + v_{\text{乙}}}{2}$$

又由 $v_{\text{乙}} = 2v_{\text{甲}}$,可得

$$v_{\text{甲}} = \frac{2s}{3t} = 3.2\text{m/s}$$

$$v_{\text{乙}} = 2v_{\text{甲}} = 6.4\text{m/s}$$

$$a = \frac{v_{\text{乙}} - v_{\text{甲}}}{t} = 0.4\text{m/s}^2$$

设甲地离汽车出发点的距离为 $s_{\text{甲}}$,则 $v_{\text{甲}}^2 = 2as_{\text{甲}}$,

所以, $s_{\text{甲}} = \frac{v_{\text{甲}}^2}{2a} = 12.8\text{m}$ 。

【同类精练】 一质点做匀变速直线运动,如图 1-3-1 所示,途中依次通过 a 、 b 、 c 、 d 、 e 各点,已知 $ab = de$, $bc = cd$,若 ae 段的平均速度为 v_1 , bd 段的平均速度为 v_2 ,则()



A. $v_1 > v_2$

B. $v_1 = v_2$

C. $v_1 < v_2$

D. 条件不足,无法确定

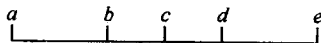


图 1-3-1

解题捷径 4

在加速度为 a 的匀变速运动中,任意两相邻的相等时间间隔 T 内位移之差都相等,且 $\Delta s = aT^2$ 。

【范例】 有一做匀变速直线运动的质点,它在连续相等的时间间隔内,所通过的位移分别是 24m 和 4m,每一时间间隔为 4s,求质点的初速度与加速度。

【精析】 根据匀变速直线运动中,相邻的连续相等的时间间隔内位移差是恒量,即

$$\Delta s = s_2 - s_1 = at^2$$

则质点的加速度为

$$a = \frac{\Delta s}{t^2} = \frac{64 - 24}{16} = 2.5 \text{ m/s}^2$$

又由 $s_1 = vt + \frac{1}{2}at^2$, 得

$$v = \frac{s_1}{t} - \frac{1}{2}at = 1 \text{ m/s}$$

【同类精练】 在研究平抛运动的实验中,用一张印有小方格的纸记录轨迹。小方格的边长 $l = 1.25 \text{ cm}$ 。若小球在平抛运动中的几个点如图 1-4-1 中 a, b, c, d 所示,求小球的初速度。($g = 10 \text{ m/s}^2$)

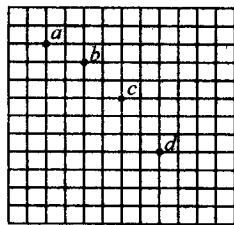


图 1-4-1

解题捷径 5

在匀变速直线运动速度图象中,图象上各点的切线的斜率表示加速度;某段图线下的“面积”数值上与该段的位移相等。利用 $v-t$ 图象可将复杂问题简单化。

【范例】 一辆汽车由静止出发从 A 地沿一条直线驶向 B 地,并正好停在 B 地。已知



A、B 两地相距为 s ，汽车做匀加速行驶的加速度为 a_1 ，做匀减速行驶的加速度的绝对值为 a_2 。试求汽车从 A 地驶向 B 地所需的最短时间。

【精析】 先用速度图象分析所需最短时间的方案。由于速度图象与时间轴所围的几何图形的面积值等于汽车在这段时间里的位移，从图 1-5-1 可看出，在位移（即面积）一定的情况下，开始应一直加速，接着马上减速行驶，使之刚好在 B 点停止，对应的时间为最小。设加速的位移为 s_1 ，减速的位移为 s_2 ，最大速度为 v_m ，则有

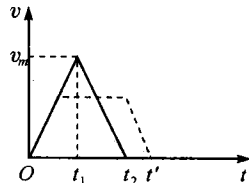


图 1-5-1

$$s = s_1 + s_2 = \frac{v_m^2}{2a_1} + \frac{v_m^2}{2a_2} \quad (1)$$

又因为

$$s = s_1 + s_2 = \frac{v_m t_1}{2} + \frac{v_m t_2}{2} = \frac{v_m t}{2} \quad (2)$$

由(2)可得 $v_m = \frac{2s}{t_{\min}}$,

代入(1)可得 A 到 B 的最短时间为

$$t_{\min} = \sqrt{\frac{2s(a_1 + a_2)}{a_1 a_2}}$$

【同类精练】 一列客车以 v_1 的速度前进，司机突然发现前面同一直线上有一列货车正以 v_2 的速度匀速前进，且 $v_2 < v_1$ ，这时货车尾部与客车头部距离为 s 。客车立即开始刹车，做匀减速运动，而货车仍保持原速不变。求客车的加速度满足什么条件，两车才不致相撞？

解题捷径 6

当物体的运动时间无法完全由运动学公式求解时，借助 $v-t$ 图象的特点来判断运动时间的长短，形象易懂。

【范例】 甲、乙两光滑斜面高度和长度都相同，但其结构不同，如图 1-6-1 所示。现将两个相同的小球从两斜面的顶端同时释放，不计拐角处的能量损失，问哪个先到达底端？