解题高手

（第四版）

陆永刚　张明森　编　著



高中物理

华东师范大学出版社

需要全本请访问 www.ertongbook.com

解题高手

（第四版）

主　编　陈国声　关西彤

参编者　何　海　刘汉章　郭君蓓
张　洁　王　霞　张俊雄
唐洪亮　郭　敏　马懋祖
王　龙　张鹤峰　周富强

图书在版编目（CIP）数据

解题高手. 高中物理／陆永刚，张明森编著. —上海：华东师范大学出版社，2008. 2
ISBN 978－7－5617－3349－3

Ⅰ. **解**... Ⅱ. ①**陆**... ②**张**... Ⅲ. **物理课**-**高中**-**解题**
Ⅳ. G634

中国版本图书馆 CIP **数据核字（**2003**）第** 066329 **号**

解题高手／高中物理（第四版）

编　　著　陆永刚　张明森
策划编辑　应向阳
组稿编辑　徐　金
文字编辑　肖启荣
封面设计　卢晓红
版式设计　蒋　克

出版发行　华东师范大学出版社
社　　址　上海市中山北路 3663 **号**　**邮编** 200062
客服电话　021－62865537 **（兼传真）**
门市（邮购）电话　021－62869887
门市地址　上海市中山北路 3663 **号华东师范大学校内先锋路口**
销售业务电话　**高教分社** 021－62235021　021－62237614 **（传真）**
基教分社 021－62237610　021－62602316 **（传真）**
教辅分社 021－62221434　021－62860410 **（传真）**
综合分社 021－62238336　021－62237612 **（传真）**
北京分社 021－62235097　021－62237614 **（传真）**
010－82275258　010－82275049 **（传真）**
编辑业务电话　021－62572474
网　　址　www. ecnupress. com. cn

印 刷 者　江苏常熟市文化印刷有限公司
开　　本　890×1240　32 **开**
印　　张　6. 625
字　　数　181 **千字**
版　　次　2008 **年** 2 **月第一版**
印　　次　2008 **年** 2 **月第一次**
书　　号　ISBN 978－7－5617－3349－3/G·1778
定　　价　11. 00**元**

出 版 人　朱杰人

（如发现本版图书有印订质量问题，请寄回本社客服中心调换或电话 021－62865537 **联系）**

致 读 者 ZHIDUZHE



也许你在为某道物理题目而烦恼。那么，你就打开眼前的这本《解题高手·高中物理》，它会让你豁然开朗——书中的题解给了你解题的钥匙。

也许你对学习物理缺乏兴趣。那么，你就打开眼前的这本《解题高手·高中物理》，书中每一个巧妙的解法，会让你感受物理的奥妙，会让你享受学习物理的无限乐趣。

也许你是一个物理爱好者。那么，你更应该立即打开眼前的这本《解题高手·高中物理》，这里的每道题解都会让你学到新的思路、新的方法，使你的物理水平从此再上一个新的层次。

《解题高手·高中物理》是《解题高手》系列图书中的一种。这套《解题高手》是一批长期从事中学教学、富有教学经验的教师题海淘金、研究探索的结果。

《解题高手》力图通过练习，形成适合你自己的更科学的学习方法。

《解题高手》注重基础与提高的统一，关注技巧与知识的统一，着眼知识形成过程与结果的统一，让你在练习中得到最大的收益。

《解题高手》在编写体例上遵循学习规律，让你在练习中得到全面系统的提高。全书每个专题都有以下几个栏目：

（1）精选妙题：以精、准为原则选择每一道题目，为你奉献经典“美食”，力求以一当十。

（2）常规策略：讲解一般思路及解法，是你解题的必备基础，千

万不可轻视。

（3）巧妙点悟：详细介绍题目的巧妙解法，令你耳目一新，茅塞顿开。

（4）画龙点睛：比较常规解法和巧妙解法的不同之处，归纳要点，指出妙解适用的题目类型，予你指点捷径，定会得益匪浅。

（5）相关链接：提供类似的题目，望你举一反三，巩固提高。

在本系列图书第二版面世的时候，我们开展了“巧解共享”活动，赢得了众多读者的参与，一些读者朋友为我们提供了精巧的解法，部分解法已收录在第三版中（在各册中一一作了说明）。他们是内蒙古呼和浩特第 14 中学的冯海波、江西鄱阳县高家岭镇中学的何凌云、湖北黄石的汤明、广东佛山南海九江中学的谭毅明、江苏徐州睢宁的沈峰、湖南永州第 4 中学的王中立、广东清远高桥中学的张利云、上海青浦的张袁媛、安徽枞阳浮山中学的陈杰等。在此，我们对广大读者的鼎力支持表示由衷的感谢。

第四版出版之际，我们决定继续“巧解共享”活动，希望得到读者们一如既往的支持，将解题研究进行到底。来信请寄上海市中山北路 3663 号华东师范大学出版社教辅分社《解题高手》策划组收，邮编：200062。

愿《解题高手》成为你的好朋友，助你成为解题高手。

华东师范大学出版社
教辅分社



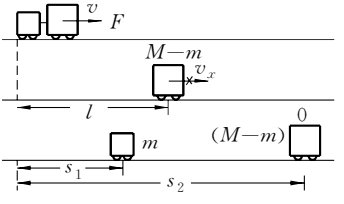
需要全本请访问 www.ertongbook.com

先睹为快　XIANDUWEIKUAI



这是一本“妙题”与“巧解”的集子，收集了许多精彩的题目，提供了很多很好的解法。这里，让你先睹为快，欣赏下面的题目和它的“巧妙解法”。

问题是这样的：总质量为 M 的列车在平直轨道上匀速前进，尾部突然有一节质量为 m 的车厢脱钩，当驾驶员发现而关闭油门时，列车已行驶距离 l，若机车牵引力不变，阻力为车重的 k 倍，试求：当列车和车厢均停止运动后，它们相距多远？



通常的解法是：由于匀速运动，$F_{牵}=kMg$。

脱钩后一节车厢只受阻力，$a_m=kg$，则 $s_1=\dfrac{v^2}{2kg}$，$v^2=2kgs_1$　①

脱钩后列车在加速过程中 $F-k(M-mg)=kmg=(M-m)a_M$，$a_M=\dfrac{m}{M-m}kg$，$v_x^2-v^2=2k\dfrac{m}{M-m}gl$　②

最终由 $v_x\to 0$，$a'_M=kg$，$v_x^2=2kg(s_2-l)$　③

将①③代入②式，$2kg(s_2-l)-2kgs_1=2k\dfrac{m}{M-m}gl$，

$$s_2 - s_1 - l = \frac{m}{M-m}l,$$

$$x = s_2 - s_1 = l\left(1 + \frac{m}{M-m}\right) = \frac{M}{M-m}l,$$

即为列车和车厢均停止后，它们相距为 $\frac{M}{M-m}l$。

巧妙解法：若脱钩同时撤去牵引力，则列车和车厢均停在 s_1 处，那么当有牵引力作用时牵引力所做的功用来抵消阻力所做的功，

$$W_f = k(M-m)gx。$$

则 $W_F = W_f$，$kMgl = k(M-m)gx$，$x = \frac{M}{M-m}l$。

看了上面的解法，是不是觉得很巧妙吧，从中是否体会到解题的乐趣。赶快去看吧，里面还有很多精彩的题目和解答。不过，在读题的时候一定细细地读，仔细地品，同时还要做“相关链接”的题目。只有这样，才能提高你的解题能力，使你成为“解题高手”。

目　录　MULU



内 容 专 题

(3) 1. 运动学问题的求解
(17) 2. 动力学问题的求解
(33) 3. 功和能问题的求解
(48) 4. 气体性质问题的求解
(61) 5. 稳恒电流问题的求解
(74) 6. 电磁场问题的求解

方 法 专 题

(89) 7. 运用整体法解力的平衡问题
(98) 8. 用平均速度求解运动学问题
(105) 9. 利用 $v-t$ 图象求解运动学问题
(113) 10. 应用正交分解法解题
(122) 11. 全电路变化的问题
(130) 12. 整体法解电场问题
(140) 13. 等效法解带电体在电场中的运动问题
(148) 14. 等效磁针法解通电线圈运动问题
(156) 15. 由能量关系求解电磁感应问题
(165) 16. 妙用楞次定律
(176) 参考答案

内 容 专 题

1. 运动学问题的求解



在直线运动中，不论作什么性质的运动，它们都遵循的规律为 $s=\overline{v}t$（$\overline{v}$ 为平均速度）。若为匀速直线运动，$s=\overline{v}t=vt$；若为匀变速直线运动，$s=\overline{v}t=\left(\frac{v_0+v_t}{2}\right)t$；若为变速直线运动，$s=\overline{v}t$。但还应注意在匀变速直线运动中有四个特殊情况：

（1）当 $v_0=0$，相等时间内所通过的位移之比：

$$s_1'：s_2'：s_3'：\cdots：s_n'=1：3：5：\cdots：(2n-1)；$$

即 $s_n'=(2n-1)s_1'$（s_1' 为第一个单位时间内的位移）。

（2）当 $v_0=0$，相等位移内所需的时间之比：

$$t_1'：t_2'：t_3'：\cdots：t_n'$$
$$=1：(\sqrt{2}-1)：(\sqrt{3}-\sqrt{2})：\cdots：(\sqrt{n}-\sqrt{n-1})；$$

即 $t_n'=(\sqrt{n}-\sqrt{n-1})t_1'$（$t_1'$ 为通过第一段位移的时间）。

（3）中间时刻的即时速度为该段的平均速度：

$$v_{\frac{t}{2}}=\frac{s}{t}=\frac{v_0+v_t}{2}。$$

（4）匀变速直线运动的加速度：

$$a=\frac{\Delta s}{T^2}=\frac{s_2'-s_1'}{T^2}=\frac{s_m'-s_n'}{(m-n)T^2}$$（T 为通过每段位移的时间）。

总之，匀变速直线运动的规律如下：

$$s=\overline{v}t\begin{cases}s=\left(\dfrac{v_0+v_t}{2}\right)t,\\ a=\dfrac{v_t-v_0}{t}。\end{cases}$$

$$\begin{cases}v_t=v_0\pm at,\\ s=v_0t\pm\dfrac{1}{2}at^2,\\ v_t^2=v_0^2\pm 2as。\end{cases}$$

$$\begin{cases}s_n'=(2n-1)s_1',\\ t_n'=(\sqrt{n}-\sqrt{n-1})t_1',\\ v_{\frac{t}{2}}=\dfrac{v_0+v_t}{2},\\ a=\dfrac{\Delta s}{T^2}。\end{cases}$$

在曲线运动中，只讨论抛体运动和匀速圆周运动。

（1）**抛体运动（平抛）**

水平方向：$x=v_0t$，

竖直方向：$y=\dfrac{1}{2}gt^2$，

则 $t=\sqrt{\dfrac{2y}{g}}$ **具有等时性，时间由高度决定。**

（2）**圆周运动**

$$\omega=\frac{\theta}{t}=\frac{2\pi}{T},\ v=\frac{s}{t}=\frac{2\pi R}{T},\ v=R\omega。$$

$$a=\omega^2R=\frac{v^2}{R},\ F_{向}=m\frac{v^2}{R}=m\omega^2R。$$

注意：在 ω **不变时，** $a\propto R$；**在** v **不变时，** $a\propto\dfrac{1}{R}$。

在曲线运动中 $F_{合}\neq 0$，**且** $F_{合}$ **与** v **互成角度。在匀速圆周运动中向心力大小不变而方向变，因而是变加速运动。**

1. **运动学问题的求解**

需要全本请访问 www.ertongbook.com

精选妙题

例 1　以初速度 $2v_0$ 由地面竖直上抛一物体 A，然后又以初速度 v_0 由地面竖直上抛另一物体 B，若要使两物体在空中相遇，试求抛出两物体的时间间隔。

常规策略

一般取特殊情况讨论。A 以 $2v_0$ 竖直上抛，则上升到最高点所需时间为 $t_{Am}=\frac{2v_0}{g}$，而 B 以 v_0 竖直上抛，上升到最高点所需时间为 $t_{Bm}=\frac{v_0}{g}$，又知 B 从抛出到落地的总时间为 $t_B=\frac{2v_0}{g}$。若 A 物正好到达最高点时，再抛 B，它们必然在地相遇。若等到 A 刚到地面，B 刚抛出，则它们在地相遇的时间为 $\frac{4v_0}{g}$，所以所求时间间隔为 $\frac{2v_0}{g}<t<\frac{4v_0}{g}$。

巧妙点悟

如图 1－1 所示，用运动物体的 $s-t$ 图线来解决该题更为直观。A 在最高点时位移 $H_A=\frac{(2v_0)^2}{2g}=2\frac{v_0^2}{g}$，$B$ 在最高点时位移为 $H_B=\frac{v_0^2}{2g}$。

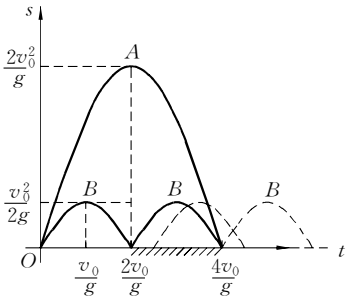


图 1－1

因而从图中很容易看出 B 与 A 在空中相遇（B 的图线与 A 的图线相交），B 抛出时间范围为 $\frac{2v_0}{g}<t<\frac{4v_0}{g}$。

画龙点睛

相遇问题用 $s-t$ 图象讨论比 $v-t$ 关系更为直观。

例 2　如图 1－2 所示，A 质点在 x_1 轴上做简谐振动，O_1 为它的平衡位置，A_1、B_1 为其所能到达的最远处（即 $A_1O_1 = O_1B_1$ 为振幅）。B 质点沿 x_2 轴从 A_2 处开始做初速为零的匀加速直线运动。已知 $A_1O_1 = A_2O_2$，并且 A、B 两质点经过 O_1、O_2 点时的速率相等。设 A 质点从 A_1 运动到 O_1 的时间为 t_1，B 质点从 A_2 运动到 O_2 的时间为 t_2，则正确的是（　　）。

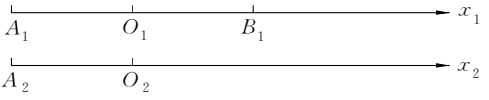


图 1－2

（A）$t_1 < t_2$　　（B）$t_1 = t_2$　　（C）$t_1 > t_2$　　（D）三者都有可能

巧妙点悟

利用 $v-t$ 图象中面积相等寻找时间关系。从题意得知 A、B 两质点所通过的位移相等。又知分别到达 O_1 和 O_2 点速度大小相等。A 质点做简谐振动是变力作用，其运动的加速度减小而速度增大，因而所对应的是凸形的曲线。而 B 质点做初速为零的匀加速运动，则所对应的是通过原点的直线。又它们位移相等，则面积相等，因此 A、B 两物体的图线如图 1－3 所示，所以 $t_1 < t_2$，正确答案为 A。

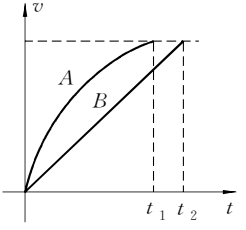


图 1－3

画龙点睛

在画图象时必须先分清条件和前提，本题条件为位移相等、速率相同；前提是 A 质点做简谐振动，B 质点做匀加速直线运动，从而决定 A 图象为曲线，B 为直线。从而得到正确答案。

例 3　物体由静止开始做匀加速直线运动，已知头 4 s 内的位移是 s，最后 4 s 内的位移为 $2s$，那么整个过程的时间和位移各为

多少？

常规策略

若最后 4 s 内的位移为 $3s$，则整个时间为 8 s。而题意是 $2s$，说明总时间少于 8 s，所以要求出重叠的时间。如图 1－4 所示，v_t' 是经过 t' 时间的速度，恰好是后一段位移的初速度。即 $2s = v_t' \times 4 + \frac{1}{2}a \times 4^2 = at' \times 4 + \frac{a}{2} \times 16$。

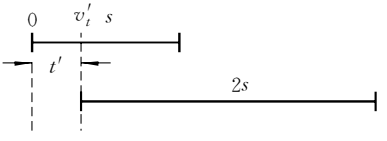


图 1－4

由于 $s = \frac{1}{2}a \times 4^2$，所以 $a = \frac{s}{8}$，因此 $2s = \frac{s}{8}t' \times 4 + \frac{1}{2}\left(\frac{s}{8}\right) \times 16$，$t' = 2$ s，因而重叠时间为 $4 - t' = 2$ s，故总时间为 $t = 6$ s。

整个位移为 $l = \frac{1}{2}at^2 = \frac{1}{2} \times \frac{s}{8} \times 36 = 2.25s$。

巧妙点悟

因为已知第 n 段位移为 $s_n' = (2n-1)s_1'$（s_1' 为第一段位移），设 4 s 为一个时间单位，所以 $2s = (2n-1)s$，$n = \frac{3}{2}$ 单位。

得到 $t = \frac{3}{2} \times 4$ s $= 6$ s，即为总时间，

总位移 $l = \frac{1}{2} \times \frac{s}{8} \times 6^2 = 2.25s$。

画龙点睛

初速为零时第 n 个单位时间内的位移为 $s_n' = (2n-1)s_1'$，因而 n 个单位时间就是所需的总时间，所以正确使用公式能简化解题过程。

例 4 从地面同时竖直上抛甲、乙两小球，甲球上升的最大高度比乙球上升的最大高度多 5.5 m，甲球落地时间比乙球迟 1 s。不计空气阻力，求甲、乙两小球抛出时的速度各是多少？（g 取 10 m/s^2）

常规策略

设甲、乙两小球抛出时的速度各为 v_1、v_2，则根据竖直上抛运动规律可列出

$$\frac{v_1^2}{2g}-\frac{v_2^2}{2g}=5.5,\ \frac{2v_1}{g}-\frac{2v_2}{g}=1,$$

由此求得

$$v_1=13.5\ \text{m/s},\ v_2=8.5\ \text{m/s}。$$

巧妙点悟

甲球在离地 5.5 m 以上的运动与乙球的运动相同。根据对称性可知，甲球以 v_1 速度上抛，到达 5.5 m 处速度变为 v_2，时间为 $\Delta t=0.5$ s。据此可列出

$$v_2=v_1-g\Delta t,\ 5.5=\frac{v_1+v_2}{2}\Delta t,$$

由此求得

$$v_1=13.5\ \text{m/s},\ v_2=8.5\ \text{m/s}。$$

画龙点睛

利用对称关系求解竖直上抛运动是常用的方法。

例 5　一质点自倾角为 α 的斜面上方的定点 P 沿光滑斜槽 PQ 从静止开始下滑，如图 1-5 所示。为使质点能在最短时间内从 P 点到达斜面，则斜槽与竖直方向的夹角 β 应为多大？

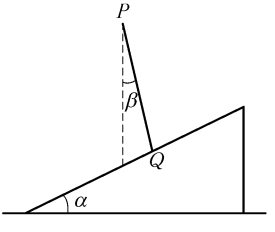


图 1-5

常规策略

设 P 点到斜面的距离为 d，质点沿斜槽下滑的加速度为 $a=g\cos\beta$，

斜槽 PQ 的长度为

$$l=\frac{d}{\cos(\alpha-\beta)},$$

根据匀变速直线运动的规律有

$$t=\sqrt{\frac{2l}{a}}=\sqrt{\frac{2d}{g\cos\beta\cos(\alpha-\beta)}},$$

利用积化和差公式，上式可表示为

$$t=\sqrt{\frac{4d}{g[\cos\alpha+\cos(2\beta-\alpha)]}},$$

当 $\cos(2\beta-\alpha)=1$，即 $\beta=\frac{\alpha}{2}$ 时，时间最短。

巧妙点悟

由于静止质点从竖直圆环顶点沿任一光滑弦到达圆环的时间等于从圆环顶点自由下落到圆环最低点的时间。因此找出圆心 O 在过 P 点的铅垂线上，以 P 点为最高点，PQ 为一条弦，直径最短的圆，则 PQ 即为满足条件的斜槽。为此可过 P 点作一圆，使该圆与斜面相切于 Q 点，则 PQ 即为满足条件的斜槽，如图 1－6 所示。由于同弧上的圆周角等于圆心角的一半，故 $\beta=\frac{\alpha}{2}$。

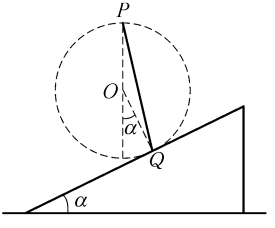


图 1－6

画龙点睛

利用熟悉的结论解题，也是常用的解题方法。

例 6 如图 1－7 所示，长为 $L=1\ \mathrm{m}$ 的木棒 A 用细绳悬挂在天花板上，同样长的木棒 B 位于 A 的下方，A 的下端与 B 的上端高度差为 $h=3\ \mathrm{m}$。当悬绳断的同时，木棒 B 以 $v=20\ \mathrm{m/s}$ 的速度竖直上抛，不计空气阻力，求两木棒在空中“交会”的时间。

常规策略

设悬绳断后经时间 t_1，A 的下端与 B 的上端处于同一高度，则

$$\frac{1}{2}gt_1^2+vt_1-\frac{1}{2}gt_1^2=h,$$

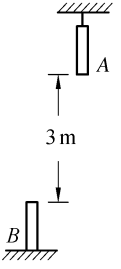


图 1-7

解得 $t_1=\frac{h}{v}=0.15\ \mathrm{s}$；

设悬绳断后经时间 t_2，A 的上端与 B 的下端处于同一高度，则

$$\frac{1}{2}gt_2^2+vt_2-\frac{1}{2}gt_2^2=2L+h,$$

解得 $t_2=\frac{2L+h}{v}=0.25\ \mathrm{s}$；

所以，两木棒在空中“交会”的时间为

$$\Delta t=t_2-t_1=0.1\ \mathrm{s}。$$

巧妙点悟

悬绳断后 A 做自由落体运动，B 的运动是以向上 $20\ \mathrm{m/s}$ 速度的匀速运动和自由落体运动的合运动。由于相同分运动不影响两物体的相对位置关系，故舍去相同自由落体运动，不影响两木棒在空中“交会”的时间。舍去相同自由落体运动后，A 静止，B 以 $20\ \mathrm{m/s}$ 速度向上做匀速运动。故所求时间为

$$\Delta t=\frac{2L}{v}=0.1\ \mathrm{s}。$$

画龙点睛

舍去相同分运动不影响两物体的相对位置关系，故舍去相同分运动是解决两物体相对位置关系常用的解题方法。

例 7　如图 1-8 所示，一足够长的固定斜面与水平面的夹角为 $37°$，物体 A 以初速度 v_1 从斜面顶端水平抛出，物体 B 在斜面上距顶

需要全本请访问 www.ertongbook.com