解题高手

陆永刚　张明森　编　著



需要全本请访问 www.ertongbook.

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, 2003.7
ISBN 7-5617-3349-6

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

编　　著　**陆永刚　张明森**
责任编辑　**郑国雄**
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**
市场部 电话 021-62865537
传真 021-62860410
门市(邮购)电话 021-62869887
门市地址　华东师大校内先锋路口
http://w　.ecnupress.com.cn
社　　址　**上海市中山北路** 3663 **号**
邮编 200062

印 刷 者　**苏州永新印刷包装有限公司**
开　　本　890×1240　32 **开**
印　　张　7.5
字　　数　181 **千字**
版　　次　2003 **年** 7 **月第一版**
印　　次　2003 **年** 7 **月第一次**
书　　号　ISBN 7-5617-3349-6/G·1778
定　　价　10.00 **元**

出 版 人　**朱杰人**

(**如发现本版图书有印订质量问题,请寄回本社市场部调换或电话** 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》，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》，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》，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》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）巧妙解法：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。

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

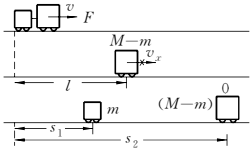
2003 年 6 月

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，$F_{牵}=kMg$。

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

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

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

需要全本请访问 www.ertongbook.

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

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：若脱钩同时撤去外力，则列车和车厢均停在 s_1 处，那么当有外力作用时外力所作的功用来抵消阻力所作的功，

$$W_f = k(M-m)gx。$$

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
(18)　2. 动力学问题的求解
(35)　3. 功和能问题的求解
(50)　4. 气体性质问题的求解
(63)　5. 稳恒电流问题的求解
(76)　6. 电磁场问题的求解

方法专题

(91)　7. 运用整体法解力的平衡问题
(101)　8. 用平均速度求解运动学问题
(108)　9. 利用 $v-t$ 图象求解运动学问题
(116)　10. 应用正交分解法解题
(124)　11. 全电路变化的问题
(132)　12. 整体法解电场问题
(142)　13. 等效法解带电体在电场中的运动问题
(150)　14. 等效磁针法解通电线圈运动问题
(158)　15. 由能量关系求解电磁感应问题
(167)　16. 妙用楞次定律
(178)　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：

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

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：

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

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**

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

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

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 $\sum F\neq 0$，**且** F **与** v **互成角度，在做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。**

精选妙题

例 1　以初速度为 $2v_0$ 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。

常用策略

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 $t_{Am}=\dfrac{2v_0}{g}$，而 B 以 v_0 竖直上抛，上升到最高点所需时间为 $t_{Bm}=\dfrac{v_0}{g}$，又知 B 从抛出到落地的总时间为 $t_B=\dfrac{2v_0}{g}$，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 $\dfrac{4v_0}{g}$，所以所求时间间隔为 $\dfrac{2v_0}{g}<t<\dfrac{4v_0}{g}$。

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 $H_A=\dfrac{(2v_0)^2}{2g}=2\dfrac{v_0^2}{g}$，$B$ 在最高点时位移为 $H_B=\dfrac{v_0^2}{2g}$。

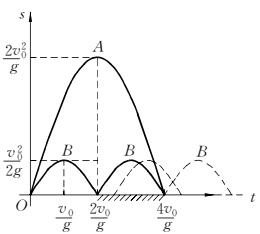


图 1－1

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 $\dfrac{2v_0}{g}<t<\dfrac{4v_0}{g}$。

画龙点睛

相遇问题用 $s-t$ 图象讨论比 $v-t$ 关系更为直观。

需要全本请访问 www.ertongbook.

例 2 如图 1－2 所示，A 质点在 x_1 轴上作简谐振动，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（　　）。

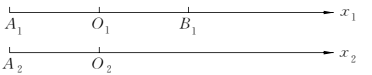


图 1－2

（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 $v-t$ 图象中面积大小寻找时间关系。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 质点作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 质点作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。

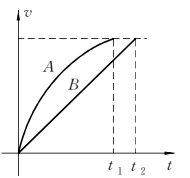


图 1－3

画龙点睛

在画图象时必须先分清条件和前提，就是条件为位移相等、速率相同。前提是 A 质点作简谐振动，B 质点作匀加速直线运动，从而决定图象 A 为曲线，B 为直线。这样理所当然得到正确答案。

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

多少？

常规策略

若最后 4 秒内的位移为 $3s$，则整个时间为 8 秒。而题意是 $2s$，说明总时间少于 8 秒，所以要求出重叠的时间。如图 1－4 所示，v_t' 是第一段经过 t' 时间的速度，恰好是第二段位移的初速度。

即：$2s = v_t' \times 4 + \frac{1}{2}a \times 4^2 = at' \times 4 + \frac{a}{2} \times 16$。

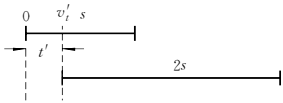


图 1－4

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

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

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便正确解题，而不需讨论过程。

例 4 当一列火车由车站出发，已知第一节车厢通过的时间为 2 s，若列车全部通过所需时间为 8 s，试求：

(1) 该列车共有多少节车厢。

（2）最后一节通过所需的时间。

常规策略

相同位移所通过时间为 $t'_n=(\sqrt{n}-\sqrt{n-1})t'_1$，所以把每节车厢通过的时间相加则得到通过的总时间

$$t'_1+t'_2+\cdots+t'_n=t,$$

$$[1+(\sqrt{2}-1)+(\sqrt{3}-\sqrt{2})+\cdots+(\sqrt{n}-\sqrt{n-1})]t'_1=t。$$

得 $\sqrt{n}t'_1=t$，$\sqrt{n}\times 2=8$，$n=4^2=16$ 节，即该列车共 16 节车厢。

第 16 节车厢所通过的时间为 $t'_{16}=(\sqrt{16}-\sqrt{15})t'_1=0.254\ \mathrm{s}$。

巧妙点悟

初速为零的匀变速直线运动中，$v\propto t$，$v\propto\sqrt{2ans}$，故$\sqrt{n}\propto t$，$\frac{\sqrt{1}}{2}=\frac{\sqrt{n}}{8}$，所以$\sqrt{n}=4$，$n=16$ 节。



画龙点睛

正确处理好比例关系，是简解这类题的关键。

例 5 如图 1-5 所示，在一光滑的绝缘水平面上，静止放置两个质量均为 m，相距 l 的小球，其中 A 球带正电，B 球不带电。若在水平面上加一向右的匀强电场 E，则 A 球在电场力的作用下与 B 球碰撞（碰撞无机械能损失）发生速度交换（在碰撞过程中两球间无电荷转移），试求：

（1）A、B 两球第 n 次碰撞和第 $n+1$ 次碰撞之间所需时间。

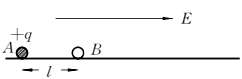


图 1-5

（2）在第 n 次碰撞过程中所通过的路程。

巧妙点悟

该类题可以应用归纳法来求解，若同时以图象配合，则可更直观地得到结论。

$v_1 = at_1$，第一次碰撞后速度交换，因而 A 球速度为零，而 B 球速度为 v_1，所以 B 球以 v_1 作匀速直线运动，此时 A 球在电场力作用下从静止开始作匀加速直线运动，第二次与 B 球相碰时，B 球位移 $l_2 = v_1 t_2$，A 球位移 $l'_2 = \left(\frac{0+v_2}{2}\right)t_2$，$v_1 t_2 = \left(\frac{0+v_2}{2}\right)t_2$，则 $v_2 = 2v_1$。

碰后速度交换，A 球为 v_1，B 球为 v_2，B 球以 v_2 作匀速直线运动 $l_3 = v_2 t_3$，而 A 球以初速为 v_1 作匀加速直线运动，$l'_3 = \left(\frac{v_1+v_3}{2}\right)t_3$，由于相遇，$v_2 = \frac{v_1+v_3}{2}$，$2v_2 = v_1 + v_3 = 4v_1$，$v_3 = 3v_1$。这样依次类推第 n 次碰撞后 $v_n = nv_1$，此时 B 球速度为 v_n，而 A 球的速度为 v_{n-1}（第 $n+1$）相遇时，B 球速度为 v_n，A 球速度为 $\frac{v_{n-1}+v_{n+1}}{2}$，由于 $v_{n+1} - v_{n-1} = at'_n = (n+1)v_1 - (n-1)v_1 = 2v_1 = 2at_1$，第 n 次和第 $n+1$ 次之间的时间为 $t'_n = 2t_1$（每次碰撞间隔的时间均相等为 $2t_1$），在第 n 次碰撞过程中所通过的路程为 $l_n = v_n t'_n = nv_1 2t_1 = 2nv_1 t_1 = 4nl$（每次碰撞位移为 $4l$ 的 n 倍，因为 $l = \frac{0+v}{2}t$，$v_1 t_1 = 2l$）。

如图 1-6 所示，将此过程表示在 $v-t$ 图象中，第一次碰后 B 球为 v_1 作匀速，A 球作匀速为零的匀加速，它们相遇，$l_2 = v_1 \times 2t_1 = 2v_1 t_1 = 4l$。

第二次碰，速度交换，B 球以 $2v_1$，而 A 球以 v_1 初速做匀速运动，到第三次相碰时 A 球为 $3v_1$，B 球为 $2v_1$，速度再次交换，B 球为 $3v_1$ 作匀速，而 A 球以 $2v_1$ 为初速作匀加速运动。从图中非常清楚看出每次碰撞的时间间隔均为 $t'_n = 2t_1$，每个时间间隔通过的位移为 $4l$ 的 n 倍，即 $l'_n = 4nl$。

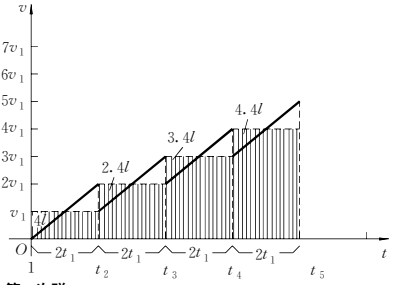


图 1－6

画龙点睛

作为归纳法，必须证明到 $n=3$ 即可类推，决不能证明到 $n=2$ 就推出一般式。

其次运用图象更为直观。

例 6 在高 H、离墙水平距离 s 处，向竖直墙面平抛一小球，如图 1－7 所示。若与 $\frac{H}{2}$ 处的墙面发生弹性碰撞，则小球落地点离墙面距离为(　　)。

(A) s　　(B) $(\sqrt{2}-1)s$

(C) $\frac{\sqrt{2}}{2}s$　　(D) $\frac{s}{2}$

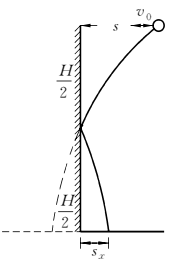


图 1－7

巧妙点悟

利用“镜面”对称，以 v_0 水平抛出的小球在 $\frac{H}{2}$ 处的时间为 $t_{\frac{H}{2}}=\sqrt{2\dfrac{\frac{H}{2}}{g}}$，在 H 处的时间为 $t_H=\sqrt{\dfrac{2H}{g}}$。

由于 $s=v_0t$，故 $s_H:s_{\frac{H}{2}}=t_H:t_{\frac{H}{2}}=\sqrt{2}:1$。

$s_H=\sqrt{2}s_{\frac{H}{2}}=\sqrt{2}s$，$s_x=s_H-s=\sqrt{2}s-s=(\sqrt{2}-1)s$，正确答案为 B。

画龙点睛

根据平抛运动的规律，运用此例方法，即可得出正确结论。

例 7 在一个竖直支架上固定两个水平的弹簧枪 A 和 B，弹簧枪 A、B 在同一竖直平面内，如图 1－8 所示。A 比 B 高 h，弹簧枪 B 的出口距水平面高 $\frac{h}{3}$，弹簧枪 A、B 射出的子弹的水平射程之比为 $s_A:s_B=1:2$，设弹簧枪 A、B 的高度差 h 不变，且射出子弹的初速不变，要使两个弹簧枪射出的子弹落到水平面上同一点，则(　　)。

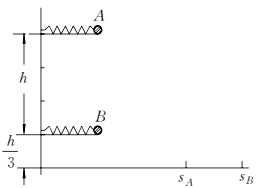


图 1－8

(A) 竖直支架向上移动，移动的距离为 $\sqrt{2}h$

(B) 竖直支架向下移动，移动的距离为 $\frac{4}{15}h$

(C) 竖直支架向下移动，移动的距离为 $\sqrt{2}h$

(D) 竖直支架向上移动，移动的距离为 $\frac{4}{15}h$

巧妙点悟

$s=v_0t$，$t=\sqrt{\frac{2h}{g}}$，故 $t\propto\sqrt{h}$，$\frac{t_A}{t_B}=\sqrt{\frac{\frac{4}{3}h}{\frac{h}{3}}}=\frac{2}{1}$，$v_0=\frac{s}{t}$，$\frac{v_{A_0}}{v_{B_0}}=\frac{s_A}{s_B}\frac{t_B}{t_A}=\frac{1}{2}\times\frac{1}{2}=\frac{1}{4}$，$v_{B_0}=4v_{A_0}$。

需要全本请访问 www.ertongbook.