陈有卿 著

错在哪里

中学物理错解分析

CUO ZAI NALI

科学技术文献出版社

错在哪里 中学物理错解分析

错 在 哪 里？

——中学物理错解分析

陈有卿 著

科学技术文献出版社

1984

内 容 简 介

本书包括初高中力学、热学、电学和光学等方面共 36 个命题的错误解法。这些错误都是学生平时做习题和在大小测验考试中经常出现的错误，有的是历年高考中出现的问题，具有典型性和代表性。

本书先对每个命题给出错误解法，再分析错误的原因，指出错误的关键，最后给出正确答案。有的还对命题给出了引伸和讨论，对学生有较好的启发性。

本书是中学生、物理教师、物理爱好者、社会知识青年和广大青年工人的读物。

错 在 哪 里？
——中学物理错解分析
陈有卿 著
科学技术文献出版社出版
中国科学技术情报研究所印刷厂印刷
新华书店北京发行所发行　　各地新华书店经售
*
开本：787×1092 1/32　印张：3.375　字数：72 千字
1984年6月北京第一版第一次印刷
印数：1—147,200册
科技新书目：69—40
统一书号：13176·165　　定价：0.35元

前　　言

物理学是基础科学，它与其他各学科以及与工农业生产和国防建设有着密切的联系，因此物理学在中学课程中占有重要地位。要学好物理学就要认眞学好物理的基本概念、定律、定理和原理。为此，要做一定数量的物理习题。但是，不少学生觉得物理概念好懂，就是不曉得如何解题，有时解错了也不知道。其实他们沒有眞正理解和懂得物理概念和原理，而是处于一知半解的状态，因而对题目描述的物理过程理解不清，造成解答错误。

笔者根据多年来的教学经验，有目的地提出一些命题的错误解法，让学生进行讨论、辨别是有好处的。这种作法可以进一步帮助学生理解所学到的物理知识，同时还能发现学生的知识缺陷，以便及时给以修补。为此我在教学中收集和整理学生平时作业中、各种大小考试测验中以及近年来高考中所表现出来的各种典型错误，撰写了这本《错在哪里？》一书，供师生们参考。

全书有二十个小节，共36个命题，包括初高中的力学、热学、电学和光学等部份的內容。

本书的写法，先给命题提出错误的解法或解答，然后对错解进行分析，指出错误的关键，最后给出正确的解答，有的还对命题进行了引伸和讨论。读者在阅读本书时，最好先看错误的解法，想一想后再看解答错在哪里，自己动手找出正确的解法。最后才看后面的分析和正确的解答。这样做对

加深对物理概念的理解、提高分析和解决物理问题的能力，都是很有好处的。

本书适合在校中学生，青年物理教师，物理爱好者，社会知识青年和广大青年工人阅读。准备参加高考的应考青年和学生，阅读本书将有很大好处，它可以检查你对物理知识掌握的情况，能进一步巩固你已学过的物理知识。

北京教育学院国运之老师在百忙之中仔细审阅了本书的初稿，并提出了宝贵的意见。本书在编写过程中还得到了湘潭教师进修学院李锡蕤老师的帮助。作者在此谨向他们致以诚挚的谢意！

作　者

1982年10月

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com

目　　录

一、位 移 等 于 零？

例1 汽车原来以$v_0=12$米/秒的速度在水平公路上行驶，关闭油门后因路面摩擦产生减速运动，设摩擦系数$\mu=0.4$，求关闭油门后 6 秒内汽车所通过的位移？（$g=10$米/秒^2）

解 设汽车质量是m千克。关闭油门后，汽车在水平方向仅受摩擦力作用，由牛顿第二定律可求出汽车的加速度a：

$$F=ma,$$

即

$$\mu mg=ma。$$

所以

$$a=\mu g=0.4\times10=4\ (\text{米/秒}^2)。$$

这加速度与汽车初速度方向相反，故代入位移公式时应取负值。

由位移公式

$$S=v_0t+\frac{1}{2}at^2=12\times6+\frac{1}{2}\times(-4)\times6^2=0,$$

即关闭油门后 6 秒内汽车发生的位移是零。

分析 这道题在解答过程中所用的物理公式和计算都是正确的，但是最后所得结果是荒谬的。产生错误的原因是没有很好地分析题给的物理过程，不了解汽车在摩擦力作用下作减速运动的特点。因为汽车在摩擦力作用下，速度不断减

小，当速度减至零时汽车就静止下来不再运动。

由匀变速运动的速度公式$v_t=v_0+at$可求出汽车做匀减速运动的时间，

$$v_t=v_0+at=0,$$

所以

$$t=-\frac{v_0}{a}.$$

如果题给时间$\geqslant t$，说明汽车已经处于静止状态，就不能再使用匀变速运动的位移公式。

现在题目要求关闭油门后6秒内汽车的位移，因为

$$6>-\frac{v_0}{a}=-\frac{12}{-4}=3,$$

所以此题的上述解法是错误的。

正确解法是：在求出汽车加速度a以后，应先求出汽车运动了多少时间才停下来。可由公式

$$v_t=v_0+at=0$$

求出汽车停下来所需时间

$$t=-\frac{v_0}{a}=-\frac{12}{-4}=3\text{（秒）}.$$

所以汽车在6秒内所发生的位移即为此3秒内所发生的位移，

$$S=v_0t+\frac{1}{2}at^2=12\times3+\frac{1}{2}\times(-4)\times3^2=18\text{（米）}.$$

例2 骑自行车的人以5米/秒的初速度匀减速地上一个斜

坡，加速度大小为0.4米/秒²，斜坡长30米，骑自行车的人通过斜坡要多长时间？

解 设自行车的初速度方向为正方向，则$a=-0.4$米/秒²。

由公式

$$S=v_0t+\frac{1}{2}at^2,$$

代入已知数据并整理得

$$t^2-25t+150=0,$$

即

$$(t-10)(t-15)=0,$$

得

$$t_1=15\ (秒),\quad t_2=10\ (秒)。$$

有人认为t_1与t_2都大于零，所以此两解都是正确的。

分析 其实我们只要对这两个解进行一下检验，就可以发现其中有一个解是没有物理意义的。

若$t=15$秒，

由

$$v_t=v_0+at=5+(-0.4)\times15=5-6=-1\ (米/秒),$$

此值是不合题意的。因为实际上，当

$$t=-\frac{v_0}{a}=-\frac{5}{-0.4}=12.5\ (秒)$$

时，自行车的速度已经降为零，在第12.5秒后自行车已经处于静止状态，不再做减速运动。所以$t_1=15$秒应舍去。

若$t=10$秒，

$v_t=v_0+at=5+(-0.4)\times 10=1$（米/秒），此值是符合题意的。

所以，骑自行车的人通过斜坡要花10秒钟时间。

二、求平均值引起的错误

例1 某人从甲地步行到乙地，在前一半路程他以6千米/小时的速度步行，在后一半路程他改用4千米/小时的速度步行，问此人在全路程中平均速度是多大？

解 由平均速度公式

$$\bar{v}=\frac{v_1+v_2}{2}=\frac{6+4}{2}=5\text{（千米/小时）。}$$

例2 图2.1所示，在水平光滑桌面上静止着一质量为M的小球，其右端系一轻质弹簧，弹簧另一端固定在墙上，弹簧的倔强系数为K。现有一质量为m（$m<M$）的小球以某一初速度撞击M球，设碰撞是弹性正碰，测得弹簧最大压缩量是A，完成这个压缩所需时间为t，求小球m的原来初速度。

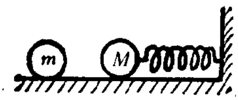

图 2.1

解 设m与M发生弹性正碰后，M球获得的速度为V。M球的动能克服弹簧平均弹力$\bar{F}$作功，由功能关系

$$\frac{1}{2}MV^2=\bar{F}\cdot A \qquad (1)$$

弹簧达到最大压缩时，M球速度降为零，M球动量发生

改变的原因是受到弹簧弹力的冲量，取水平向右为正方向，由动量定理

$$0 - MV = -\bar{F}\cdot t,$$

即

$$MV = \bar{F}t \qquad (2)$$

（1）、（2）两式相比得

$$V = \frac{2A}{t}。 \qquad (3)$$

设m球初速度为v_0，碰撞后速度为u，因弹性碰撞有动量守恒和动能守恒

$$\begin{cases} mv_0 = mu + MV, & (4) \\ \frac{\quad}{\quad} mv_0 = \frac{\quad}{\quad} mu^2 + \frac{1}{2}MV^2。 & (5) \end{cases}$$

联立（4）、（5）两式，得

$$v_0 = \frac{m+M}{2m}V。$$

由（3）式可知

$$v_0 = \frac{m+M}{2m}\cdot\frac{2A}{t} = \frac{(m+M)A}{mt}。$$

分析 上述两题的解法都是错误的。例1中公式

$$\bar{v} = \frac{v_1 + v_2}{2}$$

只适用于匀变速直线运动。现在题给条件是非匀变速直线运动，因此求全程的平均速度应根据变速直线运动的平均速度定义来求。

物体作变速直线运动其平均速度是物体的位移和发生这

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com

段位移所用时间的比，即

$$\bar{v}=\frac{s}{t},$$

所以例 1 的正确解法是：设甲、乙两地相距 s 千米，此人走完前一半路程所需时间为 t_1，走完后一半路程时间为 t_2。

所以

$$t_1=\frac{\frac{1}{2}s}{v_2}=\frac{s}{2v_1}, \tag{1}$$

$$t_2=\frac{\frac{1}{2}s}{v_2}=\frac{s}{2v_2}。 \tag{2}$$

因此，全程平均速度

$$\bar{v}=\frac{s}{t}=\frac{s}{t_1+t_2}=\frac{s}{\frac{s}{2v_1}+\frac{s}{2v_2}}=\frac{2v_1v_2}{v_1+v_2}$$

$$=\frac{2\times6\times4}{6+4}=4.8(\text{千米/小时})。$$

在例 2 中，所列各公式都是正确的，但最后算得结果是错误的。这是因为式（1）中平均力 $\bar{F}$ 与式（2）中平均力 $\bar{F}$ 的物理意义和大小是各不相同的。

式（1）中 $\bar{F}$ 应是位移 A 里的平均弹力，由于弹簧弹力遵循胡克定律，即 $F=Kx$（这里只考虑力的大小，而没有考虑方向），所以弹力是随位移 x 大小而均匀变化的。因而在本题中位移 A 里的平均弹力应是初始弹力和末位置弹力的算术平均值，即

$$\overline{F}=\frac{F_1+F_2}{2}=\frac{0+KA}{2}=\frac{1}{2}KA。$$

但是在式（2）中，$\overline{F}$应是时间t内的弹力的平均值。虽然在时间t内，物体位移是A，但这里的$\overline{F}$应是相对时间而言的。小球M压缩弹簧的过程可看作简谐振动，其位移随时间变化的规律符合

$$x=A\cdot\cos\left(\frac{2\pi}{T}t+\frac{\pi}{2}\right)。$$

所以弹力F随时间变化规律可写作

$$F=Kx=KA\cos\left(\frac{2\pi}{T}t+\frac{\pi}{2}\right)。$$

这就是说F相对位移x来说虽然是匀变的，但相对时间t来说却不是匀变的，而是按余弦规律变化的（见图2.2）。因此，在1/4周期内，F的平均值不等于$KA/2$。

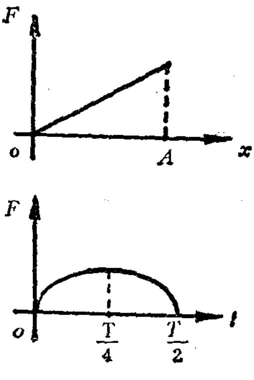

图 2.2

由于式（1）和式（2）中$\overline{F}$的物理意义不同，现采用比例法消去$\overline{F}$的求解方法显然是错误的。

由于求余弦函数的平均值要涉及高等数学知识，已超出中学数学范围。故本题正确解法可采用如下方法：

小球M压缩弹簧，小球的动能转变为弹性势能，由机械能守恒可得

$$\frac{1}{2}MV^2=\frac{1}{2}KA^2。\quad (1)$$

（此式与错解中的式①是等价的。）

小球压缩弹簧的过程，可看作简谐振动，由简谐振动周期公式可知压缩时间

$$t=\frac{1}{4}T=\frac{1}{4}\times 2\pi\sqrt{\frac{M}{K}}。\quad (2)$$

由式（1）求得

$$V=\sqrt{\frac{K}{M}}A;$$

由式（2）求得

$$\sqrt{\frac{K}{M}}=\frac{\pi}{2t},$$

代入上式，得

$$V=\frac{\pi A}{2t}。$$

由弹性正碰动量守恒和动能守恒，即错解中的（4）、（5）两式得

$$v_0=\frac{m+M}{2m}V=\frac{m+M}{2m}\cdot\frac{\pi A}{2t}=\frac{(m+M)\pi A}{4mt}。$$

通过本题分析，可使我们进一步认识到物理学中的平均值是相对的。不仅在运动学中求平均速度要根据定义指明是哪段时间或是哪段位移上的平均速度，而且象本题中的平均力也要弄清是相对哪段时间或哪段位移上的平均值。可以看出即是同一变力，在同一过程中，相对时间和相对位移的平均值可以是不同的。

应当注意在不同定律表达式中所用平均值也常是不同的。如在动能定理的表达式中$\left(FS=\frac{1}{2}mv_2{}^2-\frac{1}{2}mv_1{}^2\right)$，$F$如取平均值必须是相对位移$S$的平均值。但在动量定理表达式中（$Ft=mv_2-mv_1$），$F$如取平均值则必须是相对时间$t$的平均值。

三、铅球最佳投掷角是多少度？

例 某人以$v_0=8$米/秒的初速度投掷铅球，第一次v_0与水平方向成$\theta_1=45^\circ$角，第二次v_0与水平方向成$\theta_2=37^\circ$角。问这两次投掷哪一次投得远，这个远的距离是多少？设铅球出手时离地高度$h=2$米，g取10米/秒^2。

解 铅球运动可视为理想抛射体运动，由斜抛射程公式

$$R=\frac{v_0{}^2\sin 2\theta}{g},$$

可见，当$\theta=\theta_1=45^\circ$时，射程有极大值。

所以第一次投掷的距离较远，为

$$R=\frac{v_0{}^2\sin 2\times 45^\circ}{g}=\frac{8^2}{10}=6.4\ (\text{米})。$$

分析 上述解答是错误的。把铅球运动视为理想抛射体运动是可以的，因为铅球出手速度v_0不大，且铅球的密度又较大，因此空气阻力对铅球运动的影响就很小，铅球运动可视为理想的抛射体运动。

但是上述解法中对射程公式的意义理解不全面，公式中的射程R是指抛出点与着地点在同一水平面上的距离。在实际抛射运动中抛出点与着地点往往不在同一水平面上，例如在本题中存在着一个出手高度h。

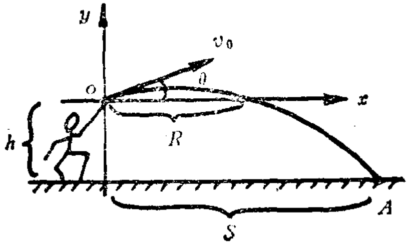

图 3.1

图3.1是投掷铅球的示意图，h为铅球出手高度，S 是实际投掷距离，可见抛出点与着地点不在同一水平面上，图中R即为公式中的射程，可见公式中的射程与实际投掷距离不是同一概念。当射程R达到最大值时，实际投掷距离 S 却不是最大。

为了求出实际投掷距离 S，先建立图示的直角坐标系，以铅球出手点为坐标原点，水平方向为 x 轴，竖直方向为y轴。由斜抛运动规律，列出铅球位移的时间参数方程

$$x = v_0\cos\theta\cdot t, \qquad (1)$$

$$y = v_0\sin\theta\cdot t - \frac{1}{2}gt^2。 \qquad (2)$$

将 $\theta=\theta_1=45^\circ$、$v_0=8$ 米/秒、$y=-h=-2$ 米代入（2）式，得

$$-2=8\times\sin45^{\circ}\cdot t-\frac{1}{2}\times10\times t^2,$$

化简，得

$$5t^2-4\sqrt{2}t-2=0。$$

解之，得

$$t=\sqrt{2}\doteq=1.41\text{（秒）}\quad\text{（取正根）。}$$

将时间 t 代入（1）式

$$x=v_0\cos\theta\cdot t=8\times\cos45^{\circ}\times1.41=8\text{（米），}$$

即第一次投掷距离 $S_1=8$ 米远。

第二次投掷，用同样方法

$$\begin{cases}x=v_0\cos\theta\cdot t,\\ y=v_0\sin\theta\cdot t-\frac{1}{2}gt;\end{cases}$$

$$\begin{cases}x=8\times\cos37^{\circ}\cdot t,\\ -2=8\times\sin37^{\circ}\cdot t-\frac{1}{2}\times10\times t^2。\end{cases}$$

解得

$$x\doteq8.15\text{ 米，}$$

即第二次投掷距离 $S_2=8.15$ 米。可见当用 37° 投掷角投掷铅球时，投掷距离要比用 45° 角还要远。

那末到底用多大角投掷铅球，可使投掷距离最远？下面我们就来求这个最佳投掷角 $\theta_{佳}$。

由图 3.1 将着地点 A 的坐标 $x=S$、$y=-h$ 代入式（1）与（2），有方程

$$S=v_0\cos\theta\cdot t,$$

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com