

中学物理错解例析

错在哪里？
CUOZAI NALI

错在哪里？
CUOZAI NALI

错在哪里？
CUOZAI NALI

安徽教育出版社

错在哪里？

SYMPOSIUM

——中学物理错解例析

安徽教育出版社

责任编辑：王宏金

封面设计：李向伟

错 在 哪 里？

——中学物理错解例析

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 芜湖新华印刷厂印刷

*

开本：787×1092 1/32 印张：8.5 字数：183,900

1984年6月第1版 1984年6月第1次印刷

印数：1—51,600

统一书号：7276·130 定价：0.91元

本书汇编的 160 多道例题，是从我省广大物理教师应征稿件中筛选而成。所选例题多是教材中的重点、难点内容，尤其注意选用了学生在学习容易混淆的问题和常见的错例。

每道例题都从学生的角度考虑，模拟成错误解答，并附有错解分析（简析）和正确解法，指出错误的症结和正确的思路。一误一正，观点鲜明，读者通过分析比较，必有收益。

目 录

一	力学·运动学	(1)
	错解例析	(5)
二	热学·分子物理学	(82)
	错解例析	(85)
三	电磁学	(121)
	错解例析	(124)
四	光学·原子物理学	(221)
	错解例析	(224)
五	学生实验	(247)
	错解例析	(249)
	编 后	(268)

一、力学·运动学

力学是中学物理的基础，学好力学对于掌握整个中学物理知识具有重要作用。但对于初学者，往往深感难学。原因何在？

力学概念抽象，定律、公式多。解题时，除了运用推理、分析的方法弄清所给物理过程，还要灵活运用定律、数学工具进行定量计算。同时，一进高中物理门槛，其知识的深度、宽度以及研究问题的方法，都有一个新的跃变。学生登这门槛，感到台阶高而吃力是自然的。再者，学生从生活经验中也片面积存了一些力学错觉，如速度大、加速度就大；质量就是重量；能量越大、力也越大等等。这些都给深刻理解物理概念带来困难。

本节选编的错例，不同程度的反映了这些问题。那么为了学好力学，应该注意些什么呢？

1. 全面分析力学知识结构，扎实基础知识，突出重点内容。整个中学力学部分，运动定律是重点内容之一。物体受力和运动规律的研究，是掌握运动定律所必需的预备知识。曲线运动、振动和波则是运动定律在研究“新”的运动形式上的应用。深刻理解、掌握这些知识，是学好力学的基本条件。人们常说的：只有用力的三要素分清力的种类，才能对物体的受力有明确的分辨，进而运用运动定律揭示运动规律，就是这个道理。

当然，机械能和动量也是重要的物理概念，在理解功、动能、势能、动量等基本物理量的基础上，必须牢固掌握功能关

系，机械能和动量守恒定律及其应用范围。

2. 透彻理解基本原理、定律、公式的物理意义和适用条件。物理学是揭示自然规律的一门学科，物理学理论用来反映客观规律时，必然要受到客观事物本身的内在条件的制约。因此，在运用物理学定律、公式解决实际问题时，要尊重其本身的物理含义，要明确其在什么范围内，什么条件下适用。这一点，初学者往往不易把握。不是张冠李戴，就是生搬硬套。牛顿第二定律是大家熟悉的，可是有人在使用它来解题时，还是经常错误。

例如：质量为 m 的物体放在摩擦系数为 μ 的水平桌面上，用一个与水平方向成 α 角的恒力 F 拉它（如图1—1），试求物体的加速度。

有人解得加速度大小为 $a = F/m$ ，方向与 F 相同。

显然错了。原因就在于没有理解牛顿第二定律的物理意义，机械的套用表达式 $F = ma$ 。

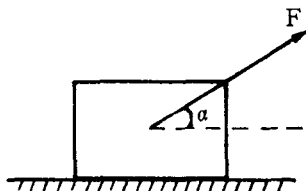


图 1—1

正确的解法应该根据题意（注意恒力与水平桌面成 α 角），进行受力分析，然后正确运用牛顿第二定律求解。解答简述如下：

（1）当 $F \sin \alpha < mg$ 时，物体在桌面上（如图1—2）。

受力分析后列方程组

$$\begin{cases} F \cos \alpha - f = ma_x \\ f = \mu N = \mu (mg - F \sin \alpha) \end{cases}$$

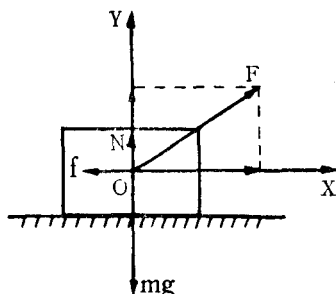


图 1—2

$$\therefore a_x = \frac{F \cos \alpha - f}{m} = \frac{F \cos \alpha - \mu (mg - F \sin \alpha)}{m}$$

可见, 当 $F \cos \alpha - f > 0$ 时, $a_x \neq 0$, 方向向右;

当 $F \cos \alpha - f \leq 0$ 时, $a_x = 0$ 。

(2) 当 $F \sin \alpha = mg$ 时, 物体处于欲离开桌面的临界状态, 对桌面无正压力 (如图 1—3)。则

$$a_x = \frac{F \cos \alpha}{m}, \text{ 方向向}$$

右。

(3) 当 $F \sin \alpha > mg$ 时, 物体已离开桌面。摩擦力消失, 则

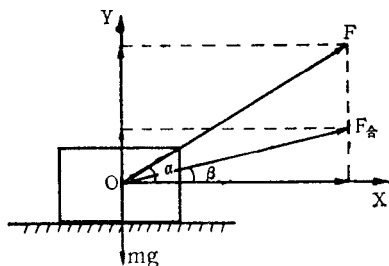


图 1—3

$$a_x = \frac{F \cos \alpha}{m}; \quad a_y = \frac{F \sin \alpha - mg}{m}$$

$$a = \sqrt{a_x^2 + a_y^2} = \frac{\sqrt{(F \cos \alpha)^2 + (F \sin \alpha - mg)^2}}{m}, \text{ 方向}$$

与 $F_{\text{合}}$ 一致, 即与水平方向的夹角为

$$\beta = \text{tg}^{-1} \frac{F_{\text{合}y}}{F_x} = \text{tg}^{-1} \frac{F \sin \alpha - mg}{F \cos \alpha}$$

3. 明确研究力学问题的一般步骤:

(1) 确定研究对象, 明确参照系, 建立适宜的坐标系。

(2) 对研究对象进行受力分析, 画受力图。

(3) 分析研究对象所发生的物理过程。若要用运动定律解题时, 必须注意物理过程中的加速度; 用能量规律解题时, 要注意前后状态的机械能和合功; 用动量解题时, 则要抓住前后状态的动量和冲量。

(4) 根据研究对象发生的物理过程的性质和特点, 采用适

当的定律、公式列方程求解。并对答案加以讨论，使数学方程的“通解”符合物理问题本身的“定解”要求。

本章选编的错误的题解，请读者仔细推敲，找出问题的症结，再与“简析”部分分析比较，从中吸取教益。

错 解 例 析

1

一辆汽车以4米/秒的速度从甲地开往乙地，当驶完一半路程时，改用6米/秒的速度行驶到乙地，则汽车在甲、乙两地间的平均速度是多大？

【错解】 已知汽车在前一半路程行驶的速度是4米/秒，在后一半路程行驶的速度是6米/秒，由于两段路程是相等的，所以利用数学上求平均值的方法，便可计算出汽车在甲、乙两地间的平均速度。

$$\text{由 } \bar{v} = (v_1 + v_2)/2$$

$$\text{得 } \bar{v} = (4 + 6)/2$$

$$= 5(\text{米/秒})$$

【简析】 上述的解答错了。原因在于解题者对变速直线运动问题的平均速度的概念认识不清，把它与数学问题中求平均值的概念混为一谈。

在变速直线运动中，某一段路程跟通过这段路程所需的时间的比，称为运动物体在这段路程中的平均速度，即

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

应当注意的是，变速直线运动中的平均速度，并不是一个恒量，即在不同的路程上，或是在不同的时间内的平均速度是不同的。因此，在解决这一类问题时，必须明确是在哪一段路程上或哪一段时间内。即应找出作变速直线运动的物体通过

的路程及与之相对应的时间，再根据变速直线运动的平均速度

公式： $\bar{v} = \frac{s}{t}$ 求出平均速度值。

【正确解法】 设甲、乙两地间的路程为 s ，先分别求出汽车在前一半路程和后一半路程行驶的时间 t_1 和 t_2 ，然后再求出甲、乙两地间的平均速度，即

$$t_1 = \frac{s_1}{v_1} = \frac{s}{2v_1}, \quad t_2 = \frac{s_2}{v_2} = \frac{s}{2v_2} \quad (\because s_1 = s_2 = \frac{1}{2}s)$$

汽车在甲、乙两地行驶的总时间 t 为

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

可见，汽车在甲、乙两地间的平均速度为

$$\begin{aligned} \bar{v} &= \frac{s}{t} = \frac{s}{t_1 + t_2} = \frac{s}{s/2v_1 + s/2v_2} \\ &= \frac{2v_1 v_2}{v_1 + v_2} = \frac{2 \times 4 \times 6}{4 + 6} = 4.8 \text{ (米/秒)}. \end{aligned}$$

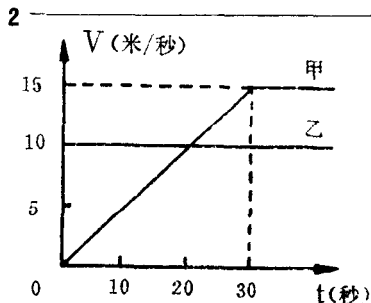
(五河县一中 唐华威)

(合肥市二中 张同)

(芜湖市十中 黄蒙)

甲、乙两车的速度—时间图象如图所示，两车从同一地点出发，从甲车开始起动算起，经过多少秒钟，甲车追上乙车？

图 1—4



【错解】 由图可知，甲车在30秒内的加速度 $a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = 0.5 \text{米/秒}^2$ ，因为甲车做初速度为零的匀加速运动，所以

$$s_{\text{甲}} = \frac{1}{2}at^2 = 0.25t^2$$

乙车做匀速运动，所以 $s_{\text{乙}} = vt = 10t$

相遇时 $s_{\text{甲}} = s_{\text{乙}}$ ，即 $0.25t^2 = 10t$

解得 $t = 40 \text{秒}$

【简析】 由图象可知，甲车在前30秒内的运动是初速度为零的匀加速运动。30秒后改做匀速运动，其运动规律不能再用公式 $s = \frac{1}{2}at^2$ 来反映了。因此错解中不加区别地把甲车在与乙车相遇前的整个时间内的运动，都看成是匀加速运动，结果当然错了。

【正确解法】 设 t 秒后两车相遇，甲车的位移

$$\begin{aligned} s_{\text{甲}} &= s_1 + s_2 = \frac{1}{2}at_1^2 + v_{\text{甲}}t_2 \\ &= \frac{1}{2} \times 0.5 \times 30^2 + 15(t - 30) \end{aligned}$$

乙车的位移

$$s_{\text{乙}} = v_{\text{乙}}t = 10t$$

相遇时 $s_{\text{甲}} = s_{\text{乙}}$

$$\text{即 } \frac{1}{2} \times 0.5 \times 30^2 + 15(t - 30) = 10t$$

解得 $t = 45 \text{(秒)}$

即两车要经过45秒钟才能相遇。

(五河县一中 唐华威)

(合肥市二中 张同)

某物体以10米/秒的初速度和 -2米/秒^2 的加速度做匀减速直线运动，分别求出该物体在3秒内和6秒内所通过的路程。

【错解】 由匀变速直线运动的公式， $s = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$ ，

将 $t_1 = 3\text{秒}$ ； $t_2 = 6\text{秒}$ 分别代入后得

$$s_1 = 10 \times 3 + \frac{1}{2} \cdot (-2) \cdot 3^2$$

$$= 21(\text{米})$$

$$s_2 = 10 \times 6 + \frac{1}{2} \cdot (-2) \cdot 6^2$$

$$= 24(\text{米})$$

【简析】 上述解答中，3秒内通过的路程 $s_1 = 21\text{米}$ 是对的，而6秒内通过的路程 $s_2 = 24\text{米}$ 则是错误的。

错误发生的原因是：

(1) 把路程与位移这两个概念混淆了。根据上面公式求出来的是位移，而不是路程。

(2) 没有认真分析匀减速运动的过程。

作匀减速直线运动的物体，若加速度始终不变，则整个运动过程应由两部分组成。若取初速度 v_0 的方向为正方向，则在 $0 < t$

$< \left| \frac{v_0}{a} \right|$ 的时间区间内，物体作匀减速直线运动，其位移与路程

的大小是一致的；当 $t = \left| \frac{v_0}{a} \right|$ 时，其速度减小到零；在 $t > \left| \frac{v_0}{a} \right|$

以后，物体从作匀减速运动变为作反方向的初速为零的匀加速运动。这时，就整个运动来说，位移与路程的大小就不相等了（路程大于位移的数值），路程随着时间的增加而增加，位移

随着时间的增加而减小。

【正确解法】 在 $t = \left| \frac{v_0}{a} \right| = 5$ 秒以前，物体作匀减速运动，路程与位移的大小相等；当 $t = 5$ 秒时，其位移达最大值，即 $s = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2 = 25$ (米)；当 $t = 6$ 秒时，物体沿反方向作匀加速直线运动，其路程为 $s' = \frac{1}{2} a (t_2 - t)^2 = 1$ (米)。所以，物体 6 秒内通过的路程应为

$$s_2 = s + s' = 25 \text{ 米} + 1 \text{ 米} = 26 \text{ 米}$$

由此可见，对于匀减速运动（如物体以一定的初速度滚上斜面、竖直上抛运动等），在解题时要注意分析其运动过程，而 $t = \left| \frac{v_0}{a} \right|$ 则是运动的转折点。要分清物体的运动是处在转折点以前，还是转折点以后，然后用相应的运动公式来解答问题。

（东至县二中 沙兆康）

4

一条平直的铁路与旁边一条公路平行。正当列车以 20 米/秒的初速度前进，并以 -0.1 米/秒² 的加速度刹车时，前方 100 米处的自行车正在公路上以 $v_0 = 4$ 米/秒的速度向同一方向运动。问：

(1) 从刹车起经多长时间列车追上自行车？

(2) 当列车刚一超过自行车时又经多长时间自行车又超过列车？

【错解】 如图 1—5 所示，设列车自开始刹车到追上自行车所需的时间为 t ，由题意得

$$s_{\text{列}} - s_{\text{自}} = 100$$

$$\text{即} \quad 20t - \frac{1}{2} \times 0.1 \times t^2 - 4t = 100$$

$$\text{化简得} \quad t^2 - 320t + 2000 = 0$$

$$\text{解得} \quad t_1 = 6.4 \text{秒} \quad t_2 = 314 \text{秒}$$

所以，列车追上自行车的时间为6.4秒，而自行车又超过列车所用的时间为

$$314 - 6.4 = 307.6$$

(秒)。

【简析】 上述解答中，第一次相遇的时间 $t_1 = 6.4$ 秒是正确的，第二次相遇所用的时间却是错误的。

现分析如下：

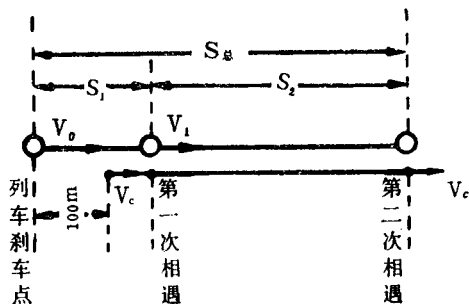


图 1—5

列车从刹车到停车所用的总时间为 $t_{\text{总}} = \frac{v_1 - v_0}{a} = \frac{0 - 20}{-0.1} = 200$ (秒)，从第一次追及到列车停车所用的时间为 $t'_2 = t_{\text{总}} - t_1 = 200 - 6.4 = 193.6$ (秒) < 307.6 秒，由此可见，刹车后列车不可能再运动307.6秒。由位移公式求得的 t_2 ，是列车停止后又“自动返回”迎接自行车所需的时间。显然，这是不符合实际的。

如果以上的分析不好理解，读者还可以检验两车的实际行程。

列车从刹车到停车的总路程为

$$s_{\text{总}} = \frac{v_1^2 - v_0^2}{2a} = \frac{0 - 20^2}{-2 \times 0.1} = 2000 \text{(米)}$$

列车自第一次追上自行车到停车的路程是

$$s_2 = s_{\text{总}} - s_1 = 2000 - (100 + 4 \times 6.4) = 1874.4 \text{ (米)}$$

而自行车在307.6秒内的行程是

$$s_{\text{自}} = 4 \times 307.6 = 1230.4 \text{ 米} < s_2$$

由此可见：自行车第二次追上列车只用307.6秒是不够的，而且能进一步说明“列车最后静止在等待自行车追来”。

$$\text{正确的答案应是： } t_2 = \frac{s_2}{v_c} = \frac{1874.4}{4} = 468.6 \text{ (秒)}$$

由于使用匀变速运动公式 $s = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$ 经常出错，特作如下说明：

1. 当 $a > 0$ 时，用位移公式求得的位移值与路程相同。

2. 当 $a < 0$ 时，要认真审题，首先要判断：你所研究的物体，在 $v_t = 0$ 时能否自动返回？不能轻易代 t 求 s 。

(休宁县海阳中学 廖世英)

5

在一段长为399.6米的坡路上，甲同学以54公里/小时的初速度和 -0.5 米/秒^2 的加速度乘摩托车上坡，乙同学从坡顶以5.4公里/小时的初速度和 0.2 米/秒^2 的加速度下坡，如果他俩都做匀变速运动，问：

(1) 经过多长时间两人相遇？

(2) 到相遇时甲、乙各走了多少路程？

【错解】 设经过时间 t 相遇，相遇时甲、乙的位移各为 s_1 和 s_2 ，则

$$s_1 = v_{01}t - \frac{1}{2}a_1t^2 \quad (1)$$

$$s_2 = v_{02}t + \frac{1}{2}a_2t^2 \quad (2)$$

由于 $s_1 + s_2 = s$

所以 $v_{01}t - \frac{1}{2}a_1t^2 + v_{02}t + \frac{1}{2}a_2t^2 = s$

代入数据得

$$15t - \frac{1}{2} \times 0.5t^2 + 1.5t + \frac{1}{2} \times 0.2t^2 = 399.6$$

整理得

$$t^2 - 110t + 2664 = 0$$

解得 $t_1 = 36$ 秒 $t_2 = 74$ 秒

取 $t_1 = 36$ 秒, 可求得

$$s_1 = 216 \text{米} \quad s_2 = 183.6 \text{米}$$

取 $t_2 = 74$ 秒, 可求得

$$s_1' = -259 \text{米} \quad s_2' = 658.6 \text{米}$$

这样, 就得到两次相遇的时间分别为36秒和74秒; 两次相遇时各自的位移为216米和-259米以及183.6米和658.6米。

【简析】 从表面上看, 以上解题过程似乎并没有错, 那末, 问题出在哪里呢?

原来甲骑摩托车上坡, 是不能自动反向运动的(即速度减为零后, 不会倒退), 所以, 在解出 t_1 和 t_2 后, 应检查此两解是否符合实际情况。

根据已知条件

$$v_t = v_{01} - at$$

当 $v_t = 0$ 时, 可解得

$$t = \left| \frac{v_{01}}{a_1} \right| = \frac{15}{0.5} = 30(\text{秒})$$

即甲骑摩托车上坡最多只能行驶30秒钟, 就停下来了。由