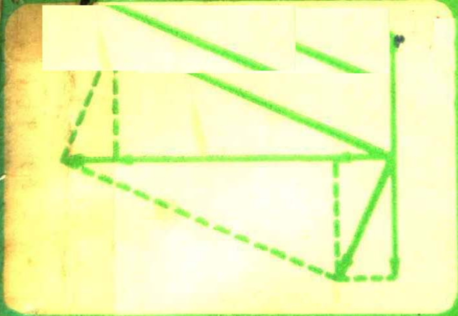
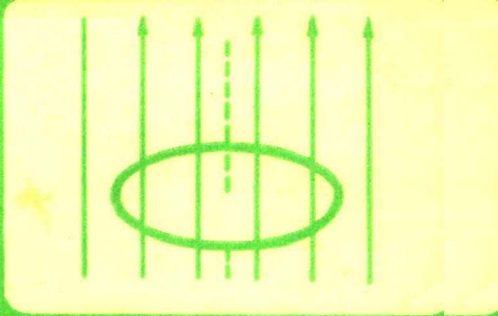
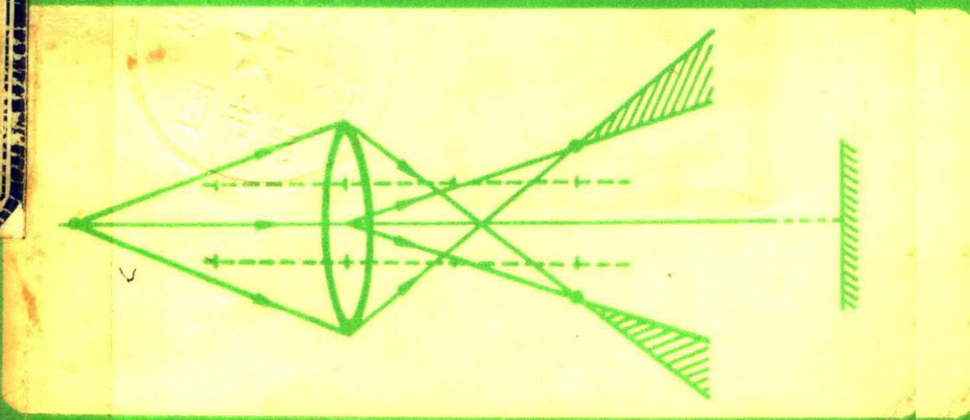



中学物理常见错误分析

凌瑞良 茅春灏 陈柏符 等 编

北京师范大学出版社



中学物理常见错误分析

凌瑞良　茅春灏　陈柏符等　编

北京师范大学出版社

中学物理常见错误分析

凌瑞良　茅春灏　陈柏符　等编

*

北京师范大学出版社出版

新华书店北京发行所发行

北京师范大学印刷厂印刷

开本：787×1092 1/32　印张：7.125　字数：148 千

1988 年 1 月　第 1 版　　1988 年 1 月　第 1 次印刷

印数：1—25 000

ISBN7-303-00034-8/G·32

统一书号：7243·566　定价：1.50元

前　　言

在物理教学中，教师通过讲课、剖析例题以及作习题，使学生的思考方法牢牢立足于基本概念和基本规律之上，并能自觉、灵活、正确地应用是十分重要的。我们根据多年的教学积累编写了“中学物理常见错误分析”一书，旨在有效地启发学生，使学生能自觉地把学习物理知识的主要精力放在牢固掌握基本概念和基本规律上，从而尽快地从“题海”中解脱出来。

本书的写法是先结合典型题例的解答，给出典型错误，然后对典型错误作详细分析，分析产生错误的原因，指出防止和杜绝发生类似错误的有效措施，最后给出正确解答。本书的题材大部分是我们多年来在“中学物理教材教法与研究”课中的“典型例题剖析”内容，故可供中学物理教师和学生在教与学时参考。

参加本书编写工作的还有：张金良、陶敏力、杜长进、张二刚同志。

本书在编写过程中，曾得到北京师范大学物理系阎金铎教授、北京师范大学出版社戴俊杰同志的热情支持和真诚帮助，在此一并表示感谢。

限于编者水平，书中缺点、错误在所难免，恳请读者批评、指正。

编　者

目　　录

第一章　力学 ………………………………………………（1）
第二章　电磁学 ……………………………………………（85）
第三章　热学 ………………………………………………（162）
第四章　光学 ………………………………………………（189）

第一章 力　　学

1．某一长电杆，如图1－1所示，若把其一端抬起时用力是F_1，抬起角为α；把另一端抬起时用力是F_2，抬起角也为α，如图1－2所示，试求长电杆的重力。

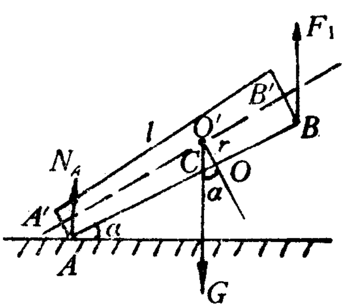
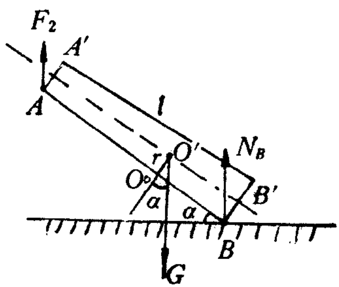


图　1-1



1-2

［错误解法］ 由生产实践知道，长杆(物)的重力（不管均匀不均匀）就等于抬起长杆左、右两端所需力之和，且两力之和与抬起的倾角α无关。所以，本题长电杆重力$G=F_1+F_2$。

［错解分析］ 长杆（物）的重力等于单独抬起杆（物）两端所需力之和是个传统观念，是否正确，值得讨论研究。

为使问题简化，我们可以设两次抬起的角度相同。电杆侧长等于杆中心线长l，电杆重心处半径为r，直径为d。第一次抬B端，抬起角度为α。此时电杆受力为：重力G，地面支持力N_A，抬B端的力为F_1如图1－1所示。

由平衡条件$\sum M_A = 0$得

$$F_1 \cdot AB\cos\alpha = G(AO - CO)\cos\alpha,$$

不难证明，$\angle CO'O = \alpha$，

$$\therefore F_1 AB = G(AO - r\mathrm{tg}\,\alpha),$$

第二次抬起A端，若抬起角度仍为α，则同理

有

$$F_2 AB = G(BO - r\mathrm{tg}\,\alpha) \qquad (2)$$

由(1)、(2)两式得

$$F_1 + F_2 = G\left(1 - \frac{d}{l}\ \mathrm{tg}\,\alpha\right)$$

从上式可知：两次用力之和要比电杆重力少，抬起角度α越大，则误差越大。当$\alpha = 90°$时，此题失去意义，当$\alpha \to 0°$时，才有$F_1 + F_2 = G$的结论。一般情况下，当抬起角度不大，并$d \ll l$时，可以认为$G = F_1 + F_2$。

［正确解法］ 见［错解分析］。

2．在水平面上相靠的两个相同的物体，它们之间是否有弹力作用？

［错误解法］ 因为弹力是一种接触力，现两物保持“相靠”接触，所以，它们之间有弹力作用。

［错解分析］上述解法是错误的。两物彼此接触只是产生弹力的一个必要条件，不是充要条件，充要条件是两物彼此接触并发生弹性形变。

至于本题，两物间有无弹力作用要作具体分析才能确定。

因为在两物相靠的过程中，一般需要有水平方向的外力作用在物体的外侧，如图1－3所示。这时，两物体相向的

面发生接触，从而产生形变，就有弹力产生。当外力撤去后就会出现多种情况。

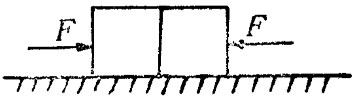


图 1-3

（1）假设桌面是粗糙的，外力撤去时，物体显然各受到一个水平方向的弹力Q和静摩擦f。一是弹力Q小于或等于最大静摩擦力f_{max}，此时物体不能恢复原状，仍有挤压趋势，对这种情况，相靠物体间有弹力作用，且其大小等于撤去的外力或物体受到的静摩擦力。二是$Q>f_{max}$，则当外力撤去时，物体即作背向运动。这里又可能出现以下三种情况：①运动的结果，物体仍形变只得到部分恢复，两物体"相靠"，弹力依然存在，且$Q=f$；②形变得到完全恢复，但两物体仍"相靠"，似离非离，无挤压趋势，$Q=0$；③物体脱离接触，当然也就无弹力了。

（2）假定水平面是一个理想的光滑平面，也可能会有两种情况：一是如果外力突然撤去，那么在此瞬时，物体在Q的作用下，将作背向运动而脱离接触，不会保持"相靠"的情况。二是外力撤去的过程是由大到小逐渐缓慢变化，在此过程中，物体的形变随之逐渐恢复，直至原状，使之既不产生宏观速度，又不相互挤压，则也可出现"相靠"而无弹力作用的情况。

〔正确解法〕 不一定，要看两物"相靠"的情况和水平面是否光滑等因素而定。详细见〔错解分析〕。

3．在水平桌面上放置一质量$M=10$千克的物体A，如

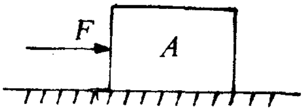


图 1-4

图1-4所示。A与桌面间的静摩擦系数$\mu_0=0.2$。今有一大小为15牛顿的恒力F沿水平方向作用在A上，A对桌面保持静止。问桌面施于A的摩擦力为多大？

[错误解法] $f=\mu_0 N=\mu_0 mg=0.2\times10\times9.8=19.6$（牛顿）。

[错解分析] 错误在于没有分清最大静摩擦力f_{max}与静摩擦力这两个概念，没有掌握物体保持静止时，所受的合力一定为零这个规律。$\mu_0 N=19.6$牛顿是最大静摩擦力f_{max}。在作用力$F\leqslant f_{max}$的情况下物体均保持静止，而物体保持静止时，其所受的合力一定为零。

[正确解法] 物体静止，则一定有

$$F+f=0$$

所以

$$f=-F=-15\text{牛顿}.$$

“－”表示桌面施于物体A的静摩擦力f的方向与F的方向相反。

4．用手直握一个瓶子，为什么瓶子越重，手需握得越紧？

[错误解法] 手握瓶子，瓶子所以不掉下来，是靠了手与瓶子之间的静摩擦力。当手对瓶子所产生的最大静摩擦力大于瓶子的重力时，瓶子才不掉下来。所以瓶子越重，手需握得越紧，以增大最大静摩擦力（$f_{max}=\mu_0 N$）

[错解分析] 手握瓶子使它不掉下来，这时瓶子所受的向下的重力一定和向上的静摩擦力相等；这个静摩擦力可能

是最大静摩擦力$f_{max}=\mu_0 N$，也可能小于f_{max}。这就是说手握瓶子不使它掉下来，最大静摩擦力至少应等于瓶子的重力；但并不要求最大静摩擦力一定要大于瓶子的重力。如果手握瓶子并使它向上作加速运动，则这时的静摩擦力一定大于瓶子的重力。同样，这个静摩擦力可能等于f_{max}，也可以小于f_{max}。也就是说手握瓶子并使其向上作加速运动而不掉下来，则最大静摩擦力f_{max}一定要大于瓶子的重力。

这里应当注意的是：在μ_0一定的情况下，增大正压力N，由公式$f_{max}=\mu_0 N$可知，最大静摩擦力f_{max}也增大了；但f_{max}只是可能产生的最大静摩擦力，并不是一定产生了，实际是否产生了，由具体运动情况确定。比如我们手握瓶子使其不动（即瓶子处于平衡状态），不管我们的手握得如何的紧，静摩擦力总是等于瓶子的重力；手握得越紧只是表明可能产生的f_{max}越大而已。

[正确解法] 手握瓶子不使其掉下来（瓶子处于平衡状态），一定是手对瓶子所产生的静摩擦力等于瓶子的重力。这个静摩擦力可能是最大静摩擦力$f_{max}=\mu_0 N$，也可以小于f_{max}。这就是说最大静摩擦力至少应等于瓶子的重力。如果手握瓶子并使其向上作加速运动，则静摩擦力一定要大于瓶子的重力，在此情况下最大静摩擦力一定要大于瓶子的重力。所以手握瓶子，瓶子越重，手要握得越紧，以使可能产生的（实际上不一定产生）最大静摩擦力等于或大于瓶子的重力，才不使瓶子掉下来。

5。重10牛顿的均匀木棒AB，B端搁在地上，A端用竖直绳子吊起。求绳子对木棒的拉力。

[错误解法] 设棒长为l，则根据力矩平衡条件

$\sum M_B = 0$ 可得

$$M_B = T\,l - G \cdot \frac{l}{2} = 0$$

$$T = \frac{1}{2}G = \frac{1}{2} \times 10 = 5 \text{（牛顿）}$$

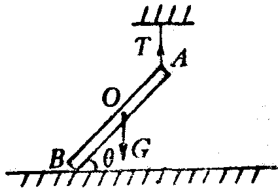


图 1-5

[错解分析] 上述答题的结果虽然对，但解法是错误的。错误在于把转动轴到力的作用点的距离当作力臂代入力矩平衡的式子中（因为从列式可以看出，式子并不是中间运算的化简过程式）。这是一种概念性的错误。

[正确解法] 设棒长为 l，棒与水平地面夹角为 θ，如图 1－5所示，则根据力矩平衡条件 $\sum M_B = 0$ 可得

$$M_B = Tl\cos\theta - G \cdot \frac{l}{2} \cdot \cos\theta = 0$$

解之得

$$T = \frac{1}{2}G = \frac{1}{2} \times 10 = 5 \text{（牛顿）}$$

6．两个人抬一只箱子上楼梯，一个人在上方，一个人在下方。问哪一个人用力大些？

[错误解法] 站在下面的人用力大些。

[错解分析] 这个回答是不全面的，也可以说是错误的。一般认为两个人抬物上楼梯，物体的重力向下，要向下运动，因此站在下面的人用力大些。其实这是误解，如果真的物体要下滑，站在上面的人用力拉住，同样可用力大些。现在是两人抬箱子，是抬，托着箱子上楼梯，究竟是谁用力大，应看两个人怎样抬法，看他们的把手离开通过物体重心的铅直线的距离之大小，根据力矩平衡的条件来判断。

〔正确解法〕 如图1-6所示，箱子的重心C在两人把手的连线AB之上，A到通过重心C的铅直线的距离比B到此线的距离短。箱子并不转动，所受力矩平衡。设站在下面的人所用的力为F_A，上面的人所用的力为F_B，箱子重力G与AB直线交于O点，如图1-7所示。选通过O点垂直纸面的轴为转动轴，则有

$$F_A \cdot AD = F_B \cdot BE$$

AD、BE分别为F_A、F_B到通过O点的铅直线的距离。于是得

$$\frac{F_A}{F_B} = \frac{BE}{AD}$$

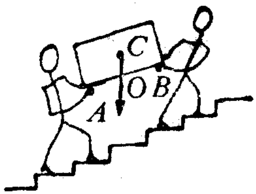


图 1-6

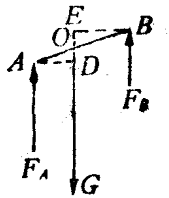


图 1-7

因$BE > AD$，所以$F_A > F_B$，即站在下面的人用力大。

如选用通过A点或B点垂直纸面的轴作为转动轴，也会得出相同的结论。

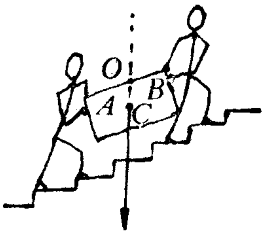


图 1-8

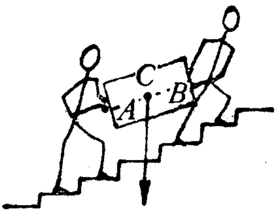


图 1-9

如图1-8所示情况中，箱子的重心C在把手连线AB

之下，则由此图可见，A到通过重心C的铅直线的距离比B到此线的距离大。应用上述力矩平衡的条件可知，站在上面的人用力大。

在图1-9所示情况中，重心C在把手连线AB上，运用同样的方法可知，在此情况下两个人所用的力相等。

7．应用“斜面”是否一定省力？

[错误解法] 因为斜面上物体沿斜面的向下分力总是小于物体的重力，所以，应用“斜面”一定能省力。

[错解分析] 以上结论只是在没有摩擦的情况下才成立。如有摩擦存在，应用斜面不一定省力。如有这样一例：为了使100克的重物沿着倾角等于60°的斜面匀速向上滑动，需要沿斜面方向向上加一个多大的力？假定重物与该斜面的滑动摩擦系数$\mu=\frac{\sqrt{3}}{3}$。

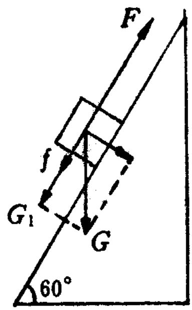


图 1-10

解：如图1-10所示，重物在斜面方向受到三个力：重力在斜面方向的分力G_1，滑动摩擦力f和外力F。因为此物体作匀速滑动，所以，上述三力互相平衡。即

$$F=G_1+f=50\sqrt{3}+\left(\frac{\sqrt{3}}{3}\times 50\right)\approx 115\text{克}$$

可见，在有摩擦的情况下，应用斜面不一定省力，有时甚至费力。

[正确解法] 应用斜面不一定省力，省力是有条件的。那么斜面能够省力的条件是什么？下面让我们来讨论一般的

如图1-11所示，外力F能使重为G的物体沿着倾角是θ的斜面向上匀速滑动或缓慢地滑动，重物G与斜面间的滑动摩擦系数μ是确定的。根据物体处于平衡状态的条件可知，外力F满足下列方程：

$$F = G_1 + f$$

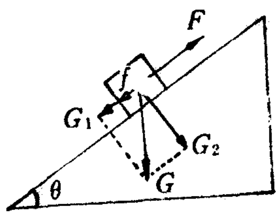


图 1-11

其中G_1为G沿斜面方向的一个分力。由图1-11得知，

$G_1 = G\sin\theta$，f为滑动摩擦力，且$f = \mu G\cos\theta$。

所以，

$$F = G(\sin\theta + \mu\cos\theta) \qquad (1)$$

从上式可得

$$\frac{G}{F} = \frac{1}{\sin\theta + \mu\cos\theta}$$

显然，如果斜面能够省力，则$\frac{G}{F} > 1$，即

$$\sin\theta + \mu\cos\theta < 1$$

为了讨论方便，让我们应用$\mu = \mathrm{tg}\,\alpha$（$\alpha$是滑动摩擦角）*，代入（2）式得

$$\sin\theta + \mathrm{tg}\,\alpha \cdot \cos\theta < 1 \qquad (2)$$

解之得

$$\sin\theta + \frac{\sin\alpha}{\cos\alpha} \cdot \cos\theta < 1$$

$$\sin\theta\cos\alpha + \cos\theta \cdot \sin\alpha < \cos\alpha$$

$$\sin(\theta + \alpha) < \cos\alpha = \sin\left(\frac{\pi}{2} - \alpha\right)$$

$$\theta + \alpha < \frac{\pi}{2} - \alpha$$

$$\theta < \frac{\pi}{2} - 2\alpha$$

这就是存在摩擦时，斜面能够省力所必须满足的条件。

* 滑动摩擦系数μ也可以象测量静摩擦系数μ_0一样用倾斜方法来测量。轻轻地敲动斜面，使物体开始下滑并保持匀速滑动，这时的倾角α的正切就是物体与斜面间的滑动摩擦系数。即

$$\mu = \mathrm{tg}\,\alpha$$

α称为滑动摩擦角，一般地讲，滑动摩擦角小于静摩擦角，即$\mu < \mu_0$。

8．一标准的时钟的摆的周期$T_{标} = 2$秒。今有一快钟的摆的周期$T = 1.5$秒，试问该快钟在1小时内走快的时间t等于多少？

［错误解法］　该快钟在1小时内走快的时间

$$t = \frac{3600}{T_{标}}(T_{标} - T) = 900(秒) = 15(分钟)$$

［错解分析］　众所周知，标准钟的摆每振动1次，需时间2秒（即$T_{标}$），表盘上亦指示2秒（即$T_{标}$）；而快钟的摆每振动1次，表盘上所指为2秒（数值上等于$T_{标}$），但实际上是1.5秒（即T）。因此，当标准钟振动1次时，快钟的摆振动了$\frac{2}{1.5} = \frac{T_{标}}{T}$次，虽然实际上只是经过了$T_{标}$秒，而快钟的表盘上却指示出经过了$\frac{T_{标}}{T}T_{标}$秒。可见，标

准钟的摆每振动1次，快钟走快了（$T_{标}\times\frac{T_{标}}{T}-T_{标}$）秒。所以，在1小时内，标准钟振动了$\frac{3600}{T_{标}}$次，从而在1小时内快钟走快了：

$$t=\frac{3600}{T_{标}}\times(T_{标}\times\frac{T_{标}}{T}-T_{标})$$

$$=\frac{3600}{T}(T_{标}-T)\text{秒}$$

从另一角度考虑，同样可得到上述结果。快钟的摆每振动1次，标准钟的摆并没有振动1次，而是振动了$\frac{T}{T_{标}}$次，因此，虽然快钟的表盘上指示出2秒（在数值上等于$T_{标}$），但实际上快了（$T_{标}-T$）秒。所以，在1小时内，快钟振动了$\frac{3600}{T}$次，共走快了

$$t=\frac{3600}{T}(T_{标}-T)(\text{秒})$$

〔正确解法〕 根据以上分析，本题正确的解应当是

$$t=\frac{3600}{T}(T_{标}-T)=1200(\text{秒})=20(\text{分})$$

9．一物体沿直线从甲运动到乙。已知第一个三分之一路程物体以5千米/小时完成，第二个三分之一路程物体以6千米/小时完成，第三个三分之一路程物体以4千米/小时完成，求该物体在全路程上的平均速度。

〔错误解法〕 物体的平均速度为

$$\bar{v}=\frac{v_1+v_2+v_3}{3}=\frac{5+6+4}{3}=5\text{ 千米/小时}$$

[错解分析] 错解中

公式$\bar{v}=\frac{v_1+v_2+v_3}{3}$求的只是三个速度值的算术平均值，不是物体在全路程上的平均速度。求物体的平均速度应根据物体作变速运动的平均速度定义来求。

作变速直线运动的物体其平均速度是物体的位移和发生这个位移所用时间的比，即

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

[正确解法] 设甲、乙两地相距s千米，物体通过第一、第二、第三个三分之一路程（本题中就是位移）所用的时间分别为t_1、t_2、t_3，显然，总时间为

$$t=t_1+t_2+t_3$$

于是，

$$t_1=\frac{\frac{s}{3}}{v_1}=\frac{s}{3v_1}$$

$$t_2=\frac{\frac{s}{3}}{v_2}=\frac{s}{3v_2}$$

$$t_3=\frac{\frac{s}{3}}{v_3}=\frac{s}{3v_3}$$

因此，全路程上的平均速度为

$$\bar{v}=\frac{s}{t}=\frac{s}{t_1+t_2+t_3}$$