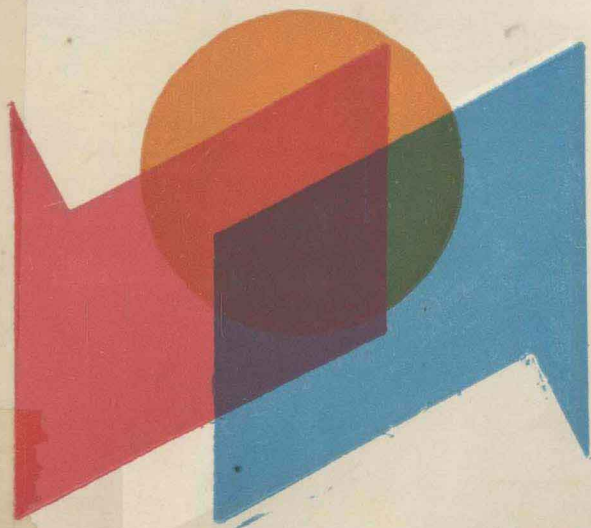


学生常见
典型错例辨析

高中物理



学生常见典型错例辨析

高中物理

曹 葵 白 岚 编
张士国 孙玉甫

吉林文史出版社

主 编 张翼健

副主编 顾秀章 申和平 鲁东阳

(吉)新登字 07 号

GAO ZHONG WU LI

高 中 物 理

曹 葵 等 编

责任编辑:康迈伦

封面设计:曲 刚

吉林文史出版社出版 787×1092 毫米 32 开本 8.375 印张 160 千字

(长春市斯大林大街副 136 号) 1994 年 4 月第 1 版 1994 年 4 月第 1 次印刷

长春新华印刷厂印刷 印数:1—10 260

定价:4.40 元

吉林省新华书店发行 • ISBN 7-80528-833-X/G • 245

前 言

一些教育先进、发达的国家，针对学生错误辨析能力不强，辩证思维尚未得到充分锻炼的弱点，在进行基础授课、正面教学的同时，还采用“典型错例辨析”的教学方法，即从学生常见的、典型错例入手进行辨析，从基本原理、基本技能以及思维方式上找出学生“典型问题”的错误所在，收到了极好的效果。近年来，这种“典型错例辨析”的教学方式，在国内也开始受到了重视，逐步得到开展。一些中小学有步骤地进行了这方面的教学实验，逐步打破了学生单一的顺向思维方式，锻炼、培养了学生的逆向思维方式，使学生在学习中逐渐培养双向思维的习惯。

为使这一先进的教学方法得到正确的普及运用，真正地提高教学质量，省教育学院组织我省重点中小学的部分特级教师，编写了这套“学生常见典型错例辨析”（共九种），供学生、教师使用。

由于编写时间较紧，缺乏经验，体例还有不少不尽人意之处；错误也在所难免，尚祈广大教师、学生指正，以便再版时修订。

编者

一九九三年七月

目 录

第一章	力、物体的平衡	1
第二章	直线运动	16
第三章	运动和力	36
第四章	物体的相互作用	55
第五章	曲线运动 万有引力	72
第六章	机械能	85
第七章	机械振动 机械波	104
第八章	热学	123
第九章	电场	145
第十章	稳恒电流	163
第十一章	磁场	187
第十二章	电磁感应	205
第十三章	交流电 电磁振荡	223
第十四章	几何光学	235
第十五章	光的本性 原子物理	250

第一章、力、物体的平衡

基础知识

1. 力的概念：力是物体之间的相互作用。

(1) 两物体间的作用力总是大小相等，方向相反，分别作用在两个不同的物体上。(以上为牛顿第三定律的内容)。

(2) 力的作用效果是使物体产生形变或使其运动状态发生变化。

(3) 力是矢量。力的大小、方向、作用点是力的三要素。力的合成分解遵守平行四边形法则。

2. 力学中常见的几种力：

(1) 重力：由于地球的吸引而使物体受到的力。方向竖直向下，大小 $G = mg$ ，作用在物体的重心上。

① 重力是物体与地球间的相互作用，物体对地球也有吸引作用。

② 质量：物体所含物质的多少。

(2) 弹力：由于物体的形变而产生。

① 弹力出现在两个物体的接触处，物体与几个物体相接触就可能有几个弹力。

② 物体间有无因相互挤压而产生的形变，有形变才有弹力。

③ 弹力的方向总是垂直于两个物体的接触面。如果两个相接触的物体的接触面都为平面，则弹力方向垂直于平

面。如果其中一个为平面，另一个是点，则弹力方向垂直于平面；如果其中一个为曲面，另一个是点，则弹力方向垂直于曲面在该点的切线方向；如果是绳或杆形变时产生的弹力，一般来说弹力的方向总是沿着绳或杆的方向的。

③ 弹力作用在使物体发生形变的那个物体上。

④ 弹力的大小与物体形变的程度有关（一般情况下我们无法从物体形变的角度来计算弹力，但可根据物体所处的状态及弹力与其它力间的关系来计算弹力）。弹簧形变时所产生的弹力的大小可根据胡克定律计算， $F = -kx$ ，其中 k 为弹簧的倔强系数， x 为弹簧的形变。

(3) 摩擦力：由于物体表面不光滑而产生。

① 出现在两个物体的接触处，一物体与另外几个物体相接触就可能有几个摩擦力产生。

② 接触处应该是粗糙的。

③ 两接触的物体间是否有弹力，只有当有弹力时，才可能有摩擦力。

④ 两相触的物体间有无相对运动或相对运动趋势。

只有当同时满足上述四个方面时，才有摩擦力产生。

⑤ 摩擦力的方向总是沿着接触面且与物体间的相对运动或相对运动趋势的方向相反。

⑥ 摩擦力的大小因其种类的不同而计算方法不同。静摩擦力，其大小在 $0 \sim f_m$ 之间，总与使它产生运动趋势的外力大小相等。滑动摩擦力： $f = \mu N$ 。

3. 力的合成与分解。

(1) 力的合成。

两个共点力合成遵从平行四边形法则

$$F = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 + 2F_1F_2\cos\theta}.$$

(2) 力的分解.

一个力可以分解成无数对大小和方向不同的力,实际中要根据力所产生的效果来分解,这样就可以得到唯一的一对分力了.

4. 物体的平衡.

(1) 共点力作用下物体的平衡,平衡条件为: $\Sigma F = 0$.

(2) 有固定转动轴物体的平衡.

① 力矩: 使物体产生运动效果的物理量,大小为 $M = F \cdot L$, 其中 L 为 F 力的力臂. 力矩单位是牛·米.

② 平衡条件为: $\Sigma M = 0$.

(3) 一般物体的平衡.

这里的一般物体是指即可以平动又可以转动的物体.

平衡条件为: $\Sigma F_x = 0$, $\Sigma F_y = 0$, $\Sigma M = 0$.

典型错例解析

1. 一个物块在倾角为 θ 的斜面上刚好匀速下滑, 若在物块上再叠放一物块, 则它们的运动状态是

- (A) 加速下滑 (B) 减速下滑
(C) 一定静止 (D) 继续匀速下滑

错误解法: 物体原来是做匀速直线运动, 是因为物体重力沿斜面的分量与它所受到的滑动摩擦力大小相等方向相反. 现在物体上面再放上一物体, 则后来总的重力增加, 总的重力在沿斜面的分量增加, 而物体与斜面间的滑动摩擦力没变, 所以整个物体要沿斜面加速下滑, (A) 答案正确. 另一种做法认为, 当在物体上角放一物体时, 总重力增加, 总重力在垂直斜面方向上的分力增加, 即对斜面压力增加, 所以物体

与斜面间摩擦力增加，物体要做减速运动甚至停下来，答案(B)、(C)对。

正确解法：刚开始物块匀速下滑说明其处于平衡状态，即物块所受摩擦力的大小 $\mu mg \cos\theta$ 与其重力在沿斜面方向的分量 $mg \sin\theta$ 大小相等，列成等式将质量约掉，可得到滑动摩擦系数 $\mu = \tan\theta$ 。物理意义

是：如果物体和斜面间的摩擦系数相同，不管物体的质量如何，它都将沿斜匀速下滑。当在原来匀速下滑的物块上再放一物体如图1—1所示，这时两物体间不

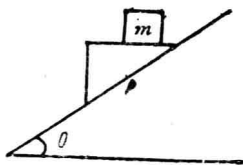


图 1—1

会发生相对运动，可以把它们理解为一个质量较大的物体，但 μ 与斜面间摩擦系数没有变化所以整体一定仍匀速下滑。

另外，也可以通过计算来证明在 m 上再加一个物体时 m 在沿斜面方向所受合力仍然为零。设上面物体对 m 的压力为 N ，方向垂直向下是已知的，这时 m 受到竖直向下的力为 $N + mg$ ，此合力在沿斜面的分量为 $(N + mg)\sin\theta = N\sin\theta + mg\sin\theta$ 。在沿垂直斜面的分量为 $(N + mg)\cos\theta$ ，此时 m 受到的滑动摩擦力为 $\mu(N + mg)\cos\theta = \mu N\cos\theta + \mu mg\cos\theta$ ，根据 $\mu = \tan\theta$ 和 $\mu mg\cos\theta = mg\sin\theta$ ，可以得到 $(N + mg)\sin\theta = \mu(N + mg)\cos\theta$ 。所以 m 仍然沿斜面作匀速运动。

2. 如图1—2所示，传送带、木箱一起匀速运动，判断木箱受到的摩擦力的方向。

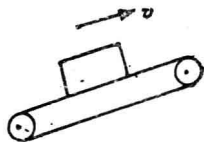


图 1—2

错误解法：摩擦力的方向与物体运动的方向相反，当物体与

传送带向上运动时，其所受摩擦力方向与运动方向相反，所以摩擦力的方向是沿斜面向下的。

正确解法：木箱与传送带间的摩擦力是静摩擦力，静摩擦力的方向总是与两个相接触的物体间的相对运动趋势的方向相反。木箱相对传送带是要向下滑的，所以木箱所受摩擦力的方向应是沿斜面向上。

有的同学在分析此题时，错误地认为木箱沿斜面向上运动，摩擦力的方向与运动方向相反，应是沿斜面向下。产生错误的原因是没有搞清本问题中的摩擦力是哪一种摩擦力，另外也没有理解“摩擦力的方向总是和相对运动或相对运动趋势的方向相反”此话的含义是指两个相接触的物体之间。

3. 如图1-3所示，木箱与传送带一起匀速运动，判断木箱所受摩擦力的方向。

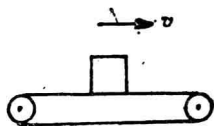
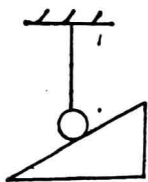


图 1-3

错误解法：摩擦力的方向与其运动的方向相反，该题中木箱是向右运动的，所以摩擦力的方向是向左的。另有一些同学认为是摩擦力使物体运动的，所以摩擦力的方向应该向右。

正确解法：解此题时首先应该分析木箱的运动状态，然后再从木箱的状态入手来分析木箱的受力情况。当木箱与传送带一起匀速直线运动时，木箱是处在平衡状态（或者说水平方向是处在平衡状态），所以，木箱在水平方向如果受力的话，就应该是平衡力，也就是说，如果木箱受到摩擦力就还应该有一个力与摩擦力大小相等，方向相反，但这力无法找到，所以木箱在水平方向上根本没受力，摩擦力为零。（这里要注意，做匀速直线运动的物体，如果受力的作用，就一定合力为零，要么就不受力）。



4. 如图1—4所示，一小球用绳吊在天花板上，然后与一光滑斜面接触，试分析小球的受力情况。

正确解法及注意问题：小球受到的力有重力，方向竖直向下，绳的弹力，沿着绳的方向向上。这道题要注意分析的是斜

面对小球是否有弹力。根据弹力的性质我们知道，如果斜面对小球有弹力，则弹力的方向应垂直斜面向左上方，要是小球只受到上述三个力，小球不可能静止，为了说清楚这个问题我们可以把假设存在的斜面对小球的弹力分解为竖直向上的分量和水平向左的分量，根据竖直方向的受力情况，各力的合力有可能为零，而水平方向小球受到的力只有一个，即斜面对小球弹力的水平分量（这里我们无法找到其它的力），如果真是这样小球就不可能静止。而小球静止的事实说明斜面对小球的弹力不存在。

5. 如图1—5所示，小球放在光滑斜面上，被甲、乙、丙三种情况的光滑挡板挡住而处于静止状态。试分析三种情况下小球对挡板的弹力哪种最小？

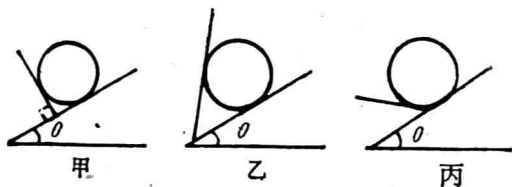


图 1—5

错误解法：在甲图和乙图中小球要压在挡板和斜面上，而乙图小球主要压斜面上，所以乙图中挡板所受压力最小。小球对挡板的压力本质上是弹力，即乙图中小球对挡板的弹

力最小。

正确解法：选择小球为研究对象，对它进行受力分析，有重力、斜面对它的弹力方向垂直斜面，挡板对它的弹力，方向垂直挡板，该力与小球对挡板的弹力是作用力和反作用力的关系。这里我们搞清楚三种情况下挡板对小球作用力大小之间的关系，也就清楚了三种情况下挡板所受小球弹力大小间的关系。

为了研究问题方便我们将小球重力分解为沿斜面的分量和垂直斜面的分量。同时也将挡板对小球的弹力分解成沿斜面的分量和垂直斜面的分量，因为小球是静止的，所以在沿斜面方向所受合力为零。乙、丙两种情况是挡板对小球的弹力在沿斜面方向的分量等于小球重力沿斜面方向的分量，甲图是板对小球的弹力就等于小球重力沿斜面方向的分力。见图1—6，所以甲图情况板对小球的弹力最小，即甲图情况小球对挡板弹力最小。

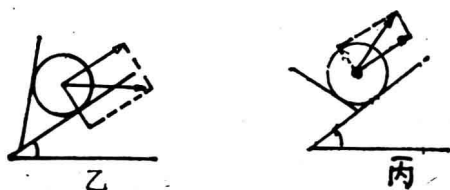


图 1—6

6. 如图1—7所示，小球用绳吊在天花板上，然后与一光滑斜面相接触，开始时绳与竖直方向夹角接近零度，然后用一力 F 缓慢推斜面，使小球的位置逐渐升高，绳的方向逐渐接近水平，试分析在此过程中绳的弹力，斜面对小球的支

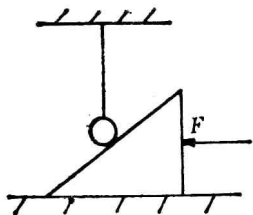


图 1—7

持力如何变化。

错误解法：当小球放在斜面上时对斜面有压力，数值上等于小球的重力在垂直斜面上的分量，逐渐向左推斜面，小球逐渐升高，小球重力在垂直斜面上的分力却不发生变化，所以小球对

斜面的压力不变。

另外一些同学认为，当小球逐渐升高时，绝对小球拉力的方向逐渐接近水平，绳的拉力在竖直方向上的分量逐渐变小，这样小球对斜面压力将逐渐增大。

正确解法：选小球为研究对象，首先对它进行受力分析，如图1—8，因为是缓慢地推斜面，每一瞬间小球都是处在平衡状态，即每一瞬间小球所受合力都为零，或者说在任意瞬间绳对小球的弹力与斜面对小球的弹力的合力大小总等于小球重力的大小。合力的方向总与小球重力的方向相反，即上述二力

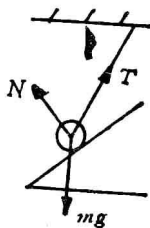


图 1—8

的合力为一恒量。对任一瞬间小球的受力情况分析还可以看出，斜面对小球弹力的方向总垂直斜面不变，这样在缓慢推小球的过程也可以说成是小球所受斜面的弹力方向不变，绳的弹力方向不断变化，两力的合力为恒量的过程。当两个力的合力为恒量，其中一个分力的方向不变，另一个分力的方向不断变化时，这两个分力的大小怎样变化呢？这一问题实际上就是本题要问的问题。为了说清这一问题，我们可以利用三角形法画出两个分力及它们的合力。如图1—9所示。图

中 oa 的长度表示斜面对小球弹力 N 的大小, ab 的长度表示绳所产生弹力 T 的大小, ob 表示 N 与 T 的合力。不管 ab 的方向怎样, ao 的方向总不变, ob 的长度, 方向总不变, 三个边总要构成三角形, 当绳的方向逐渐变为水平时, oa 的长度由 oa_1 逐渐变成 oa_2 , 可

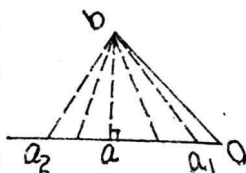


图 1-9

见是逐渐变长的, 即斜面对小球弹力逐渐增大。绳产生弹力的变化可由图中虚线反映, 开始时绳的方向由接近竖直方向逐渐倾斜, 虚线的长度逐渐变短, 绳产生弹力逐渐变小, 当虚线与 oa_2 边垂直时最短, 即这时绳的弹力最小。绳的方向再接近水平, 虚线长度又开始逐渐增加, 也就是绳的弹力又开始逐渐增大。归纳起来, 绳的张力开始逐渐减小, 当绳的方向垂直斜面对小球弹力的方向时(也是沿斜面方向时)最小,

然后又逐渐增大。

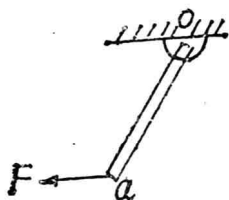


图 1-10

7. 如图1-10所示, ao 为一均匀木棒, 用胶链将其吊在天花板上, 在 a 端施加一方向总是水平的力 F , 使木棒缓慢转动, 试分析在转动过程中力 F 的大小如何变化? 力 F 的力矩如何变化?

错误解法: 在杆转动过程中杆的重力产生的力矩是一定的, 而 F 力的力矩总是与杆重力的力矩相等, 所以是不变的。但转动过程中 F 力的力臂不断减小, 根据力矩等于力乘以力臂可以算出力 F 是逐渐增大的。(上述答案虽然正确但分析过程有错误)

正确解法: 在杆缓慢转动的过程中力 F 所产生的力矩在

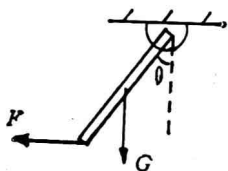


图 1—11

大小上总是等于木棒重力所产生的力矩。设木棒长为 l ，在某一位置时木棒与竖直方向夹角为 θ ，如图1—11所示，这时 F 力的力矩为 $M_F = F \cdot l \cdot \cos \theta$ ，木棒重力的力矩 $M_G = G \cdot \frac{l}{2} \cdot \sin \theta$ ， M_F

$= M_G$ ，当 θ 角逐渐增大时，木棒重力所产生力矩逐渐增大，所以 F 力的力矩逐渐增大。由 $M_F = F \cdot l \cdot \cos \theta$ 看出，当 θ 角逐渐增大时 $\cos \theta$ 变小，而 M_F 增大（ l 不变），这就要求 F 逐渐增大。

8. 如图1—12所示，用水平力通过绳子牵引小船，使小船匀速靠岸，设小船所受阻力不变，在此过程中

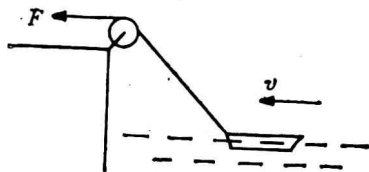


图 1—12

- (A) 拉力 F 不断增大 (B) 拉力 F 不变
(C) 船所受浮力减小 (D) 船所受浮力不变

错误解法：小船在匀速靠岸的过程中是处于平衡状态，即绳的拉力总与小船所受阻力大小相等，而小船所受阻力是一定的，所以绳的拉力就应该是一定的。答案(B)正确。另外小船受到的浮力总应等于小船重力，所以浮力总是不会变的。答案(D)正确。

正确解法：对船在经过某一位置时的受力情况进行分析，船受到的外力有，重力 G 、浮力 F 绳对船的拉力 T ，阻

力 f , 设此时绳与水平方向夹角为 θ , 根据物体的平衡条件:

$$G - F - T \sin \theta = 0$$

$$T \cos \theta - f = 0$$

$$\Rightarrow T = \frac{f}{\cos \theta},$$

$$F = G - f \tan \theta.$$

当船逐渐靠岸时, 绳与水平方向夹角逐渐增大, 余弦值逐渐减小, 由 $T = f / \cos \theta$ 可以看出 T 是逐渐增大的。当 θ 增大时 $\tan \theta$ 增大, 由 $F = G - f \tan \theta$ 看出 F 是逐渐变小的。答案 (A)、(C) 正确。

9. 如图1—13所示, 一个杠杆, 其两端分别用质量不计的轻绳挂上重物 A 和 B , 杠杆保持平衡, 现用水平力缓慢向右拉 B , 使 B 的悬线偏离竖直方向 θ 角, 则杠杆的状态变化情况是

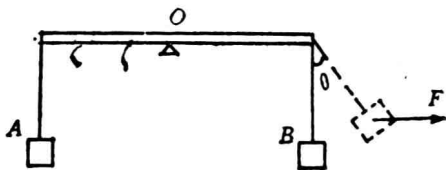


图 1—13

- (A) 杠杆左端将下降
- (B) 杠杆右端下降
- (C) 杠杆仍保持原来静止状态
- (D) 无法确定杠杆的最后状态

错误解法: 刚开始杠杆之所以能够平衡是因为 A 对杆拉力产生的力矩等于 B 对杆拉力产生的力矩, 而 A 对杆拉力大小等于 A 的重力, B 对杆拉力大小等于 B 的重力。当再给 B 施加一个力 F 时, 此力也要产生力矩, 而该力力矩的方向与

B 对杆拉力的力矩方向相同，所以杠杆的右端将下降。(B) 答案正确。

正确解法：本题的研究对象应是杆（不包括 A 、 B 两物体），要想清楚前后两种情况杆是否转动，可以去分析两种情况 B 通过绳对杆的拉力所产生的力矩是否相等。该杆的右端为 b 点，开始时 B 物体通过绳对杆的拉力的力矩大小为 $G_B \cdot \overline{ob}$ 。为清楚第二种情况下绳拉力的力矩，我们首先选 B 物体为研究对象，并设它处在平衡状态，然后求出杆通过绳对 B 的拉力（从而知道 B 对杆的拉力）。此时 B 物体一共受到三个力作用：重力 G_B 、绳的拉力 T 、力 F 。在这三个力作用下处在平衡状态则有：

$$T \cos \theta = G_B,$$

$$\Rightarrow T = \frac{G_B}{\cos \theta}.$$

根据作用力和反作用力的关系知道， B 物体通过绳对杆的拉力大小也为 T ，方向与竖直方向夹角为 θ 。为了计算该力对杆产生的力矩，可以把该力分解成竖直向下的分量和水平向右的分量，水平向右分量的作用线通过转轴 o ，不产生转动的效果，竖直向下的分量产生的力矩为 $T \cdot \cos \theta \cdot \overline{ob}$ ，

将 T 代入，该力的力矩为 $M = \frac{G_B}{\cos \theta} \cdot \cos \theta \cdot \overline{ob} = G_B \cdot \overline{ob}$ ，

与不施加 F 力时绳对杆的拉力产生的力矩相等，说明杆不可能转动。(C) 答案正确。

习 题

1. 如图1—14所示，人向右匀速推动水平桌面上的长