

受力分析中的干扰因素及应对策略

蔡熙永

(广西兴业县大平山高中 537814)

物体受力分析是力学的基础内容,也是高考重点考查的内容.正确分析物体的受力情况,是研究力学问题的关键,是学生学习物理必须掌握的基本功.但在教学中,笔者发现不少学生在进行受力分析时,经常会出现各种错误.究其原因,应是受生活经验、思维习惯等干扰因素的影响.下面笔者通过典型范例阐述几种受力分析中的干扰因素及应对策略,以飨读者.

一、施力干扰因素

物体之间的作用力是相互的,施力物体同时也是受力物体.许多学生在进行受力分析时,往往分不清施力物体和受力物体,经常受施力物体因素的干扰,误把施加给别的物体的力当做其受到的力.

例1 如图1所示,一个物体A受到一个瞬时冲击后,沿固定的粗糙斜面向上滑动,则物体A上滑过程中受到的力是 ()

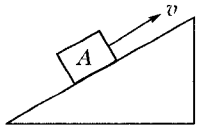


图1

- A. 重力、沿斜面向下的压力和斜面的压力
- B. 重力、沿斜面向上的冲力和沿斜面向下的滑动摩擦力
- C. 重力、沿斜面向下的滑动摩擦力和斜面的支持力
- D. 重力、沿斜面向上的冲力、沿斜面向下的滑动摩擦力和斜面的支持力

错误解法 认为选项A或B正确.

错解分析 选项A混淆了受力分析的对象,其中“压力”的施力物体是物体A,受力物体是斜面,压

力垂直于斜面向下,是弹力,此外,选项A还犯了“漏力”的错误.选项B根据物体A向上运动,臆断A受到向上的冲力,其原因是不理解力的物体性,即任何一个力既存在受力物体,也必存在施力物体.

正确解法 物体A受重力的作用,在向上运动的过程中,斜面对它产生的接触力有支持力和滑动摩擦力.其中支持力与接触斜面垂直,摩擦力与物体A相对斜面的运动方向相反,即沿斜面向下,所以选项C正确.

应对策略 避免“漏力”的方法是:可按重力、弹力、摩擦力……的顺序逐一考虑;避免“多力”的方法是:找出每一个力的施力物体,找不到施力物体的力是不存在的.

二、接触干扰因素

弹力都是在物体相互接触的前提下产生的,但是并不是所有的接触面都存在弹力,在少数特殊条件下接触面上没有弹力.有些同学因对特殊条件知之甚少,导致受力分析时出现错误.

例2 如图2所示,物体A受到几个力的作用?各是什么力?

错误解法 物体A受到三个力的作用,它们分别是重力,墙壁对物体A的弹力,绳子对物体A的拉力.

错解分析 产生弹力的条件是两物体直接接触且发生弹性形变.墙壁与物体A虽然接触,但它们之间没有发生弹性形变,故它们之间无弹力作用.

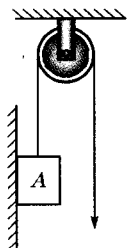


图2

三、可以推荐的做法——改进临差法

“研究匀变速直线运动”实验的数据处理总是会捉襟见肘、左右为难吗?其实不然.只要将临差法略做改进,这种状况就会达到有效改善:

$$a_1 = \frac{s_2 - s_1}{T^2}, a_2 = \frac{s_4 - s_3}{T^2}, a_3 = \frac{s_6 - s_5}{T^2}.$$

$$\text{则 } \bar{a} = \frac{a_1 + a_2 + a_3}{3} = \frac{(s_2 + s_4 + s_6) - (s_1 + s_3 + s_5)}{3T^2}.$$

上式对 $\bar{a}$ 的计算,虽然也只涉及 $(s_2 + s_4 + s_6)$ 和 $(s_1 + s_3 + s_5)$ 两个值,但对纸带每一个点的要求都很高,如果打点不准确,则会“牵一发而动全身”,最终对实验结果的影响是不可估量的.

正确解法 物体 A 受到两个力的作用,分别是重力和绳子对物体 A 的拉力.从图 2 中可以看出物体 A 与墙壁接触,满足弹力的第一个条件;对第二个条件,可用假设法验证:设弹力存在,则 A 将向右运动,与题意不符,所以墙壁对物体 A 没有弹力作用.

应对策略 在判断物体间是否有弹力时,有些学生易受接触这个干扰因素的影响而出错.为避免这类错误,我们可采取下列做法:若产生弹力的条件比较明显,可直接利用产生弹力的条件判断;若产生弹力的条件不明显,可用“假设法”或“拆除法”判断.“假设法”即假设接触面处存在弹力,作出物体的受力图,再根据平衡条件等判断是否存在弹力.“拆除法”即去掉与研究对象接触的物体,看研究对象能否保持原状态,若能,则说明此处弹力不存在;若不能,则说明弹力存在.

三、运动干扰因素

在分析受力时,学生对摩擦力的判断尤感棘手,有没有摩擦力、摩擦力是什么方向、是滑动摩擦力还是静摩擦力,都不容易确定.笔者认为,分析摩擦力的最大干扰来自于运动.

例 4 水平皮带传输装置如图 3 所示,皮带的速度保持不变,物体被轻轻地放在皮带的 A 端上.开始时物体在皮带上滑动,当它到达位置 C 后滑动停止,之后就随皮带一起匀速运动,直至传送到目的地 B 端.在传送过程中,物体受到的摩擦力 ()

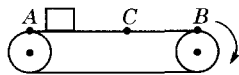


图 3

- A. 在 AC 段为水平向左的滑动摩擦力
- B. 在 AC 段为水平向右的滑动摩擦力
- C. 在 CB 段不受静摩擦力
- D. 在 CB 段受水平向右的静摩擦力

错误解法 认为选项 A 或 D 正确.

错解分析 受运动因素的影响,有些学生易把“滑动摩擦力总是阻碍物体间的相对运动”误解为“总是阻碍物体的运动”,以为物体向右运动,必受到水平向左的滑动摩擦力;并且认为“力是产生运动的原因”,物体向右运动必然需要力来维持,所以在 CB 段受水平向右的静摩擦力.

正确解法 当物体被轻轻放在皮带 A 端时,其初速度为零,物体相对皮带向左运动,其受到的滑动摩擦力应水平向右,从而使物体相对地面向右加速运动,所以选项 B 正确;当物体与皮带等速时,两者无相对运动及相对运动的趋势,它们之间无摩擦力作用,

物体受重力及皮带支持力的作用,在这一对平衡力的作用下做匀速直线运动,所以选项 C 正确.

应对策略 在分析摩擦力时,必须根据两个相互接触物体的相对运动情况或相对运动趋势,确定摩擦力是否存在及其性质.

四、经验干扰因素

成功的经验可作为认识事物的捷径,而不成熟的、片面的经验,却往容易将人们的思维引入歧途.

例 4 如图 4 所示,粗糙斜面上的物体受到沿斜面向上的拉力 F 的作用而静止,除拉力 F 外,物体还受到其他力,下列说法正确的是 ()

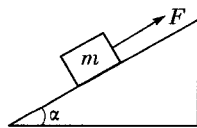


图 4

- A. 重力、垂直斜面向上的支持力,摩擦力一定沿斜面向上
- B. 重力、垂直斜面向上的支持力,摩擦力一定沿斜面向下
- C. 重力、垂直斜面向上的支持力,沿斜面向下的下滑力
- D. 重力、垂直斜面向上的支持力,可能不受摩擦力

错误解法 认为选项 A 或 B 或 C 正确.

错解分析 学生容易凭片面的经验认为物体受沿斜面向上(或向下)的摩擦力,原因是物体相对于斜面的运动趋势没有进行多角度、多方位分析;还有学生认为物体受到沿斜面向下的下滑力,原因是既按性质又按效果对物体进行受力分析,这样把重力与其效果力(在斜面上的下滑力)混在一起,造成重复.

正确解法 物体受重力、垂直斜面向上的支持力的作用,所谓“下滑力”并不是一个实际存在的力,而是重力沿斜面向下的分力.至于摩擦力,则要根据本题的具体情况分析:当拉力 F 较大 ($F > mg \sin \alpha$) 时,物体有沿斜面向上的运动趋势,所受静摩擦力沿斜面向下,其大小为 $F' = F - mg \sin \alpha$;当拉力 F 较小 ($F < mg \sin \alpha$) 时,物体有沿斜面向下的运动趋势,所受静摩擦力沿斜面向上,其大小为 $F' = mg \sin \alpha - F$;当拉力 $F = mg \sin \alpha$ 时,物体相对于斜面无运动趋势,故而不受静摩擦力的作用.由于题中所给拉力 F 的大小未知,因而上述情况均有可能,选项 D 正确.

应对策略 摒弃片面的经验,积累成功的经验.当物体受力大小或方向未确定时,物体的运动状态具有多种可能性,不可片面判断.对静摩擦力的方向,可根据它与相对运动趋势方向相反来判断;对静摩擦力的大小,可根据物体的受力情况及运动趋势来确定.