



受力分析中简单事例在复杂问题中的应用

■ 吴旭春

高中物理问题只要研究对象是物体,而又涉及过程,受力分析是少不了的,而且在这几年自主命题的各省市高考卷的选择题部分,出现了很多纯受力分析的题可是重视了不一定就等于有能力,在教学实践中,特别是在高三的教学中,感觉到部分学生受力分析的能力比较一般,特别是物体的受力情况比较复杂的时候。本文从立足简单的事例,拓展到一般的,复杂的问题这个视角出发,对受力分析中简单事例在复杂问题中的应用做一个专题的研究。

例1 一质量为 m 的物块恰好静止在倾角为 θ 的斜面上。现对物块施加一个竖直向下的恒力 F ,如图1所示。则物块()

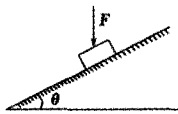


图1

- (A) 仍处于静止状态
(B) 沿斜面加速下滑
(C) 受到的摩擦力不变 (D) 受到的合外力增大

分析:题中的 F 对学生有很大的干扰性,学生觉得 F 力有沿斜面向下的分量,所以物体必将沿斜面加速加滑,误选答案(B),学生这样的想法直觉性比较强,也比较片面性。

搭建思维台阶:原先物块静止在斜面上,其受力平衡,对物块施加一个竖直向下的恒力 F ,可以理解成物块变重了,弹力和摩擦力会跟着等比例地增大,物块所受的合力仍然为零,继续保持静止。正确答案选(A)。

拓展:如图2,物体 P 静止于固定的斜面上, P 的上表面水平,现把物体 Q 轻轻地叠放在 P 上,则()

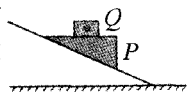


图2

- (A) P 向下滑动 (B) P 静止不动
(C) P 所受的合外力增大
(D) P 与斜面间的静摩擦力增大

分析:把物体 Q 轻轻地叠放在 P 上使问题变得复杂。

搭建思维台阶:与例1类似,如果把结果看成是 P 物变重了,会得到 P 和 Q 做为一个整体,一起静止在斜面上,所受的合力也为零。因为变重而又继续静止,所以 P 与斜面间的静摩擦力增大了,正确答案选(B)(D)。

例2 如图3情景1所示,斜面固定在水平地面上,先让物体 A 沿斜面下滑,恰能匀速。后给 A 一个沿斜面向下的力 F ,让其加速下滑,如图3情景2所示。

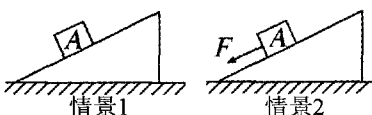


图3

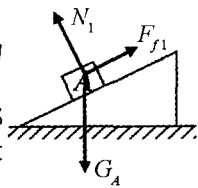
设前后两次 A 与斜面间的摩擦力分别为 F_{f1} 、 F_{f2} ,地面对斜面的支持力分别为 F_{N1} 、 F_{N2} ,则()

- (A) $F_{f1} = F_{f2}$, $F_{N1} = F_{N2}$ (B) $F_{f1} = F_{f2}$, $F_{N1} < F_{N2}$
(C) $F_{f1} < F_{f2}$, $F_{N1} < F_{N2}$ (D) $F_{f1} > F_{f2}$, $F_{N1} > F_{N2}$

分析:此题对学生相当有杀伤力,问题主要出在,情景2中力 F 斜向下拉 A 物体,学生凭直觉得出,物块所受的摩擦力 F_f 及地面对斜面的支持力 F_N 均变大。所以误选(C)项的学生很多。

搭建思维台阶:其实情景1的出现就是为了给情景2作参考,在情景1中, A 物体匀速向下,说明 A 物受三力平衡,受力分

析如图4情景1力所示。有滑动摩擦力 $F_{f1} = \mu N_1$,力 F 既然沿着斜面向下,不会改变 A 物体对斜面的压力,即 $N_2 = N_1$,由 $F_f = \mu F_N$,得 $F_{f2} = F_{f1}$,所以 A 物体对斜面的作用力都没有改变,可见地面对斜面的作用力也没变, $F_{N2} = F_{N1}$,正确答案选(A)。



拓展1:求情景2中,地面对斜面的摩擦力。图4情景1力

分析:学生觉得 F 力有一个向左的效果,斜面应该受到一个水平向右的摩擦力,然后陷入求摩擦力的泥潭之中。对于这种迷局的出现,说明学生还是跟着直觉走,或者也是对复杂问题的一种本能回避,这是不能带来任何好处的。

搭建思维台阶:情景1同样可以成为拓展1的思维台阶,在情景1中,假设物块相对斜面静止,物块和斜面可以看成是一个整体,静止在地面上,地面对斜面是没有摩擦力作用的。当物块沿斜面匀速下滑,物块与斜面的受力情况,相比物块相对斜面静止时,物块与斜面的受力情况是相同的,所以情景1中,地面对斜面是没有摩擦力作用的。那么在情景2中, F 力作用在物块 A 上后,物块 A 与斜面之间的作用力弹力 N 与摩擦力 F_f ,相比与情景1毫无区别,也就是说,情景2与情景1中斜面的受力是完全一样的,可以得出情景2中斜面并不受地面的摩擦力。

拓展2:如图5拓展2所示,让物体 A 沿斜面下滑,恰能匀速,如果在下滑程中,给物块 A 一个如图5所示的 F 力,求地面对斜面的摩擦力。(斜面倾角为 θ)

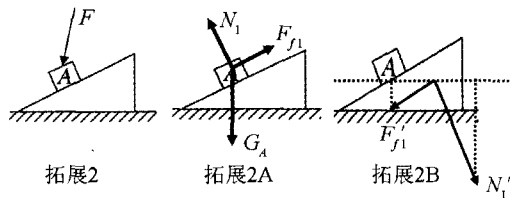


图5

搭建思维台阶:对于情景1,斜面不受地面摩擦力可以如下具体分析,物块 A 的受力如图拓展2A所示,其中斜面对物体 A 的作用力: $N_1 = m_A g \cdot \cos\theta$, $F_{f1} = m g \cdot \sin\theta$,斜面受到物体 A 对它的反作用力 $N_1' = N_1 = m_A g \cdot \cos\theta$, $F_{f1}' = F_{f1} = m g \cdot \sin\theta$,如图拓展2B所示,它们在水平方向的分量分别是: $B_{1x}' = m_A g \cdot \cos\theta \sin\theta$, $F_{f1}' = m g \cdot \sin\theta \cdot \cos\theta$,两个水平分量是相等的,所以斜面不受地面的摩擦力。在此情景中,物体 A 与斜面的滑动摩擦系数 $\mu = F_{f1}/N_1 = \tan\theta$ 。回到拓展2, F 力作用在 A 物体上,会导致物块对斜面的压力和摩擦力都发生变化,但滑动摩擦力与弹力的比例关系不会变: $F_{f1} = \mu N_1$,也就是说滑动摩擦力与弹力是等比例变大,那么它们的反作用力的水平分量继续相等抵消,所以地面对斜面没有摩擦力。如果非要讨论拓展2中 F 力作用效果的话,一方面,使 A 物体沿斜面加速加滑,二方面,斜面对地面的压力是会变大的,有兴趣的同学可以继续研究,我们这里不再就这一问题深入展开。

[浙江省乐清市乐清中学(325600)]