

受力分析中易错的问题及策略

陈吉利 黄克斌 杨斌

(黄冈师范学院教育科学与技术学院 湖北 黄冈 438000)

经常听到一些学文科的学生说,之所以选择学文科,就是因为物理这门课程学不好,最怕的就是受力分析.受力分析时,这种相互作用只能凭着各力的产生条件和方向要求,再加上抽象的思维想象去画,不象实物那么明显,这对于刚升入高中的学生来说,多习惯于直观形象,缺乏抽象的逻辑思维,所以形成了难点.

受力分析是中学物理力学的一个重点.物体受力分析是力学的基础内容,也是高考一重点考查的内容,很多学生在考试中因对物体的受力分析不正确而失分.那么在受力分析中存在哪些问题,如何克服这些问题,正确进行物体的受力分析呢?

1 受力分析中易错的问题

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.但学生在进行受力分析时,存在各种各样的易错问题.

1.1 混淆施力物体与受力物体

力是物体对物体的作用.离开了物体,就不存在力的作用,即对一个给定的力,必定能找到施力物体和受力物体.物体之间的作用力是相互的,甲物体受到乙物体作用力的时候,甲物体一定同时对乙物体施加力的作用.即,施力物体同时也是受力物体.有些学生在进行受力分析时,混淆施力物体与受力物体,将受力物体所受的力与它对其他物体的作用力相混淆.

例1 静止放在水平桌面上的书,受到的作用力有

- A. 重力、桌面对书的支持力
- B. 重力、书对桌面的压力
- C. 桌面对书的支持力、书对桌面的压力
- D. 重力、桌面对书的支持力、书对桌面的压力

解 认为选项B或C或D正确,是混淆了施力物体与受力物体,现在的研究对象(受力物体)是书,而书对桌面的压力,此时书是施力物体,而不是受力物体.

由以上分析可知,A选项是正确的.

1.2 认为只要有接触就存在弹力

弹力是物体在发生弹性形变时,由于要恢复原状,对跟它接触的物体产生的作用力.弹力是接触力,弹力只能存在于物体的相互接触处,但相互接触的物体之间,并不一定有弹力的作用.因为弹力的产生不仅要接触,还要有相互作用.弹力产生在直接接触而发生弹性形变的物体之间.通常所说的压力、支持力、拉力都是弹力.弹力的方向总是与物体形变的方向相反.压力或支持力的方向总是垂直于支持面而指向被压或被支持的物体.

弹力虽然发生在接触处,但在接触的地方是否存在力、方向如何却难以把握.有些学生在进行受力分析时,认为只要有接触面就存在弹力.

例2 如图1所示,静止放在光滑水平面上的球,受到的作用力有

- A. 重力、斜面对球的支持力
- B. 重力、水平面对球的支持力
- C. 重力、球对水平面的压力、斜面对球的支持力
- D. 重力、水平面对球的支持力、斜面对球的支持力

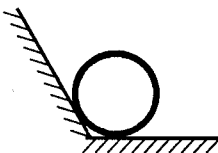


图1

解 若认为选项A或C或D正确,是认为只要有接触就存在弹力.从图1可以看出,斜面与球有接触,满足弹力的第一个条件,由于球是静止放在光滑水平面上的,斜面与球之间没有发生弹性形变,它们之间没有弹力.

由以上分析可知,B选项是正确的.

1.3 认为摩擦力的方向总是与物体的运动方向相反

摩擦力也是接触力.在判断物体之间是否存在摩擦力及其方向时,应能正确理解相互接触的物体之间的两个方面的关系:在判断物体间是否存在相对运动或相对运动的趋势时,要明确研究对象和参照物;在已经判断出存在摩擦力的情况下要明确摩擦力的受力物体与施力物体.

例3 一个物体在一条作加速运动的水平传送带上,跟着传送带向同一个方向运动,关于物体的摩擦力的方向是

- A. 摩擦力的方向与物体运动方向相反
- B. 摩擦力的方向与物体运动方向相同

解 若认为选项A正确,是认为摩擦力的方向总是与物体的运动方向相反.由于物体在一条作加速运动的水平传送带上,跟着传送带向同一个方向运动,这时物体受到的摩擦力就是它的合外力,摩擦力的方向就是与物体运动方向相同.

由以上分析可知,B选项是正确的.

例4 一个物体随圆盘一起作的匀速圆周运动,物体相对圆盘是静止,关于物体的摩擦力的方向是

- A. 摩擦力的方向与物体运动方向相反
- B. 摩擦力的方向与物体运动方向相同
- C. 摩擦力的方向指向圆盘的中心
- D. 摩擦力的方向背向圆盘的中心

解 若认为选项A或B或D正确,是没有理解摩擦力的定义,将运动与相对运动混淆了.由于物体随圆盘一起作的匀速圆周运动,物体的摩擦力方向却是指向圆心的,提供物体作匀速圆周运动的向心力.而物体的运动方向是圆周的切

线方向,很明显摩擦力方向与运动方向既不是相同的,也不是相反的.

由以上分析可知,C选项是正确的.

2 受力分析的应对策略

受力分析时,有些力的方向比较好判断,如重力、电场力、磁场力等,但有些力的方向难以确定.如弹力、摩擦力等.所以受力分析时要熟练掌握各力的产生条件、方向的判断方法等.

2.1 对受力物体所作出的每一个力都应该能够找到施力物体

在分析被研究对象的受力情况时,要把它从周围物体中隔离出来,分析周围有哪些物体对它施加力的作用,对受力物体所作出的每一个力都能够找到施力物体,如果某一个力找不到施力物体,是凭空想像的,该力是不存在的.这样就可以分清楚受力物体与施力物体,避免在物体的受力图上多画力.如竖直上抛的物体并不受向上的“推力”,而刹车后靠惯性滑行的汽车也不受向前的“冲力”.

例5 一个物体M放在如图2所示的光滑斜面上,物体的受力情况是

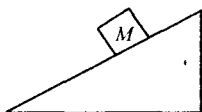


图2

- A. 重力、斜面对物体的支承力
- B. 重力、物体对斜面的压力
- C. 重力、斜面对物体的支承力、沿斜面向下的下滑力
- D. 重力、物体对斜面的压力、沿斜面向下的下滑力

解 若认为选项B正确,没有弄清楚研究对象,物体对斜面的压力的施力物体是物体M,而它是要分析的受力物体.同时还漏了一个支承力.

认为选项C正确,将按力的效果命名的“下滑力”当成是物体M受到的力.沿斜面向下的下滑力找不到施力物体,这个力是不存在的.

认为选项D正确,原因同B和C.

由以上分析可知,A选项是正确的.

2.2 用“拆除法”判断相互接触的物体是否有弹力

弹力产生的条件:一是物体直接相互接触;二是物体发生弹性形变.如果弹力产生的条件比较明显,可直接利用弹力产生的条件来判断.如水平面上放置的物体.如果弹力产生的条件不明显,可用“拆除法”判断相互接触的物体是否有弹力.“拆除法”就是去掉与受力物体相接触的物体,看受力物体能否保持原来的状态,能保持状态不变的,则说明此处弹力不存在,若改变了原来的状态,则说明弹力存在.

如上例2中,将斜面拆除,球还是静止在光滑的水平面上,此斜面对球没有弹力.

例6 如图3所示,小球用线系住挂在天花板上并与墙面接触,画出小球的受力示意图.

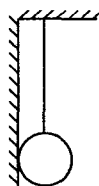


图3

解 对小球进行受力分析:以小球为研究对象,首先分析小球所受的重力G作用.经观察跟小球接触的物体有两个——线、竖直墙壁.将线拆除,小球向下运动,原来的静止状态发生改变,

线对小球有弹力作用,即线的拉力T.将墙面拆除,小球保持原来的状态不变,墙面对小球没有弹力.最后经分析确定,小球只受重力G,线的拉力T.它的受力示意图如图4所示.



图4

2.3 物体的受力分析应与运动情况相符合

加强对“力是物体运动状态发生变化的原因”的理解,利用“力”与“物体运动状态变化”的关系来分析物体的受力情况.力是使物体运动状态发生变化的原因,而不是物体产生运动的原因;运动是物体的一种属性,不是由于力的作用而产生的.运动状态的变化是指速度的大小变化或方向发生变化.如果从力与物体运动状态变化的关系去分析,即假设此力存在,物体所受合力与其对应的运动状态是否符合题中物体所处状态.这样就可以检查和判断物体的受力分析是否正确.

如上例3中,假如物体的摩擦力的方向与物体运动方向相反,此时物体就不能跟着传送带作加速运动,这与题意不相符合.如上例4中,摩擦力的方向为A或B或D,则物体不可能随圆盘一起作匀速圆周运动.

例7 如图5所示,物体A放在水平地面上,在两个水平力 F_1 和 F_2 的作用下保持静止.已知 $F_1 = 10\text{ N}$, $F_2 = 2\text{ N}$,则下列选项正确的是



图5

- A. 若去掉 F_1 ,物体A向左运动;若去掉 F_2 ,物体A向右运动
- B. 若去掉 F_1 ,物体A仍保持静止,且所受的摩擦力 $f = 2\text{ N}$,方向水平向右
- C. 若去掉 F_2 ,物体A仍保持静止,且所受的摩擦力 $f = 10\text{ N}$,方向水平向左
- D. 由于不知道物体与地面之间的最大静摩擦力,所以去掉 F_1 或 F_2 之后,物体A是静止还是运动无法确定

解 对物体A进行受力分析:A受重力G,水平外力 F_1 、 F_2 ,地对A竖直向上的弹力N和地对A的静摩擦力f.

由于 $F_1 = 10\text{ N}$, $F_2 = 2\text{ N}$,合力为 $F_{12} = 8\text{ N}$,方向水平向右.而物体处于静止状态,水平合外力应为零,说明地对A存在水平向左的静摩擦力 $f = 8\text{ N}$.同时也说明A与地面之间的最大静摩擦力 f_0 大于 8 N .

若去掉 F_1 ,水平方向在外力 $F_2 = 2\text{ N}$ 的作用下,因 F_2 小于 f_0 ,则物体A仍处于静止状态,静摩擦力 f 与 F_2 平衡, $f = 2\text{ N}$,方向水平向右.

若去掉 F_2 ,水平方向在外力 $F_1 = 10\text{ N}$ 作用下, F_1 可能大于最大静摩擦力 f_0 ,物体A所受合力不为零,运动状态发生变化,由静止开始向右运动; F_1 也可能小于最大静摩擦力 f_0 ,物体A仍处于静止状态,此时地对A的静摩擦力 f 与 F_1 平衡, $f = 10\text{ N}$,方向水平向左.

由以上分析可知,B选项是正确的.

3 受力分析应注意的问题

·思维训练·

创设发散条件 拓展单摆模型

王猛良

(诸暨市第二高级中学 浙江 诸暨 311800)

单摆是高中物理中最基本的模型之一,学生能够比较准确地把握其基本特征,但在解决实际问题的过程中正确还原模型仍有很大的困惑,这是由于学生的思维往往集中在模型的表象上,在脑海中所构建的是一个“死”模型.鉴于这样的情况,需要优化单摆条件来扩展模型,真正地掌握单摆模型的本质,使单摆模型的运用变“活”.下面笔者从六个方面创设单摆的发散条件进行模型的拓展延伸.

1 “变一变”摆线

在常见情形中,单摆装置中的摆线为单线,悬点是固定的,比较容易确定,若摆线变为多线情形时,悬点的位置发生了变化,需要寻找等效悬点,套用单线摆模型.经过这样的改变,使单摆在外形上得以拓宽.

案例1 如图1所示,三根等长的绳(绳长为 L)于 O 点处打结, A 、 B 两端相距 L ,固定在同一水平面上,绳的下端系一个密度均匀、直径为 d 的小球,若小球在垂直于纸面方向做小角度的摆动,求其振动周期.

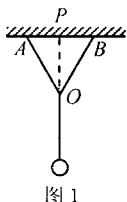


图1

解析 小球在垂直于纸面方向做简谐运动,它的受力情况与单摆是一致的,它的振动是沿着一个圆弧运动,摆动圆弧的圆心并不在 O 点,而是在下端绳子的反向延长线与 AB 的交点 P 点,因此小球的运动类似于单摆的运动,可以“套用”单摆模型.那么此装置的等效悬点在 P 点,其等效摆长为 $L\sin 60^\circ + L + \frac{d}{2}$,所以小球做简谐运动的周期

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{L\sin 60^\circ + L + \frac{d}{2}}{g}} = 2\pi\sqrt{\frac{(2+\sqrt{3})L + d}{2g}}$$

受力分析时首先要确定研究对象,即据题意弄清楚哪一个受力物体.然后采用“隔离法”分析其他物体对研究对象的作用力.再按照先重力,然后环绕物体一周找出跟研究对象接触的物体,并逐个分析这些物体对研究对象的弹力和摩擦力,最后分析其他场力(如电场力,磁场力等).画物体受力图,如果没有特殊要求,画示意图即可.但在受力分析时应注意以下的问题.

(1) 深刻理解“确定研究对象”的含义.只分析研究对象所受的力,研究对象对其他物体的力就不是该物体所受的力,即要明确任务.

(2) 防止“漏力”和“添力”.按正确顺序进行受力分析可防止“漏力”,注意寻找施力物体可防止“添力”,找不出施力物体的力是不存在的.

(3) 不要把物体的受力分析和力的合成与分解相混淆,“合力”是物体实际所受各力的“等效力”,“分力”是从一个

2 “换一换”平面

一般情形下,单摆的运动发生在竖直平面内,若将整个单摆装置移到光滑斜面上,由于它的受力情况与竖直平面相似,没有发生根本的变化,仍然可用单摆模型进行处理.经过这样的变换,使单摆在空间方位上得以扩展.

案例2 如图2所示,一小球用长为 L 的细线系于与水平面成 α 角的光滑斜面内,小球呈平衡状态.若使细线偏离平衡位置且偏角 $\theta < 5^\circ$,然后将小球由静止释放,求小球第一次到达最低点所需的时间.

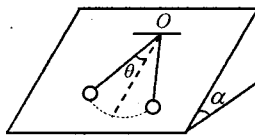


图2

解析 小球在光滑斜面上做简谐运动,受重力、斜面的支持力、细线的拉力这三个力的作用.垂直于斜面方向上的支持力与重力沿斜面方向的分力 $mg\cos\alpha$ 相平衡,相当于小球只受细线的拉力和重力沿斜面方向的分力 $mg\sin\alpha$ 作用,它与单摆模型是相似的.那么这个“类”单摆系统的等效重力为 $mg\sin\alpha$,等效重力加速度 $g' = g\sin\alpha$,小球的周期

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g'}} = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g\sin\alpha}}$$

所以小球第一次回到最低点的时间

$$t = \frac{T}{4} = \frac{T}{2}\sqrt{\frac{L}{g\sin\alpha}}$$

3 “加一加”电场

通常情况下,单摆装置中的摆球是不带电荷的,若给摆球带上电荷,整个装置处于外加电场当中,摆球运动时所需的回复力发生了变化,但单摆运动的本质原因没有发生变

力的作用效果“等效”出来.“合力”、“分力”都不是物体受到的真实力,因此在分析物体受力时,不要画出“合力”、“分力”的图示.

(4) 只分析根据力的性质命名的力(如重力、弹力、摩擦力等),不分析根据效果命名的力(如下滑力、离心力等).

(5) 物体受力情况与运动情况必须相符.所以分析物体受力时,可以通过分析受力情况与运动情况是否相符,来粗略地判断此分析是否正确.

(6) 为了使问题简化,常要忽略某些次要的因素,如物体运动速度不大时的空气阻力及水的阻力,轻杆、轻绳、轻滑轮等轻质物体的重力可以不考虑等.

(7) 要灵活运用整体法和隔离法.

(8) 画力的示意图时,力的作用点可沿力的作用线移动,即在高中阶段物体受到的多个力的作用点可以平移到同一点上,一般为重心处.