

“受力分析”教学难点成因及对策

武敬伟

(江苏省溧水高级中学 江苏 南京 211200)

1 问题的提出

所谓受力分析就是把研究对象在给定物理环境中所受到的力全部找出来,并画出相应的受力示意图。受力分析是高中物理学习的基础,更是高中物理教学中的重中之重,然而在教学过程中,我们发现相当数量的学生对受力分析茫然无措。

受力分析不完全或者受力分析错误常常是造成解题错误的诱因,学生因为这一基本功掌握不好而导致学习困难,进而对物理学习产生畏难情绪。

受力分析是学生进入高中遇到的第一个难点,因此,克服这一难点是顺利衔接初高中物理教学的关键。

2 问题的分析

为什么这么多同学感到受力分析很吃力,没思路,笔者认为造成学生学习困难的原因主要有以下几点:

2.1 受力分析的综合性

受力分析涉及的不是一两个知识点,而是若干知识群。例如,在受力分析是可能既要考虑重力、弹力、摩擦力以及电磁力,又要与运动状态、加速度等联系起来;是既需要较全面的知识体系掌握,又需要综合考虑的问题。学生在初学这些知识点时已经很吃力,这么多知识揉合在一起考虑,难度自然很大。

2.2 物理概念本身的高难度

高中物理教学对知识点理解要求较高,与初中要求不可同日而语。以弹力为例:在初中对弹力的要求仅限于能计算弹簧弹力大小,知道弹力可分为压力、支持力、拉力即可,对其产生的原因和条件并不涉及;在高中物理中,不仅要求学生理解弹力的种类、各类弹力产生的原因条件以及弹力大小方向,还要求学生据此判断弹力有无、有几种弹力、大小方向如何等等。

再比如在摩擦力教学中,初中主要要求掌握滑动摩擦力的计算,知道产生摩擦的原因是压力和粗糙;而在高中物理教学中不仅要求滑动摩擦力,更要掌握静摩擦力;不仅要会求力的大小,更要会找力的方向;不仅要理解运动,更要理解相对运动(趋势)学生在处理这些问题时,稍有疏漏,就会造成漏力、错力等错误。

2.3 受力分析的复杂过程是造成困难的原因之一

受力分析不是找物体或者系统受到的某一个力,而是要把物体受到的所有的力按照正确的大小方向用力的示意图标注出来。做到不多力、不漏力、不错力。这就要求学生不仅能熟练分析每个力的成因、三要素、施受力物体,还要求学生把这些分散的知识板块综合考虑,经过一个完整的分析、检索、判断、检验的过程,得出正确的结论。这个过程对于一些刚从初中升入高中的学生来说是很具有挑战性的。

3 问题解决的设想与实践

受力分析问题的难度决定了解决它绝非一日之功。在受力分析的教学中,我们要掌握一个长期的循序渐进的策略,

降低难度,放缓坡度。经过一个反复矫正不断巩固的过程,着力构建学生完善的知识结构,在培养学生的思维能力上下功夫。只要能掌握正确的方法,培养好的解题习惯,学生在受力分析这个难题上是可以少走弯路的。

根据笔者多年的教学体会,我认为可以从以下几点突破受力分析教学难点:

3.1 完善知识结构,夯实解题基础

高中物理的各个知识点、知识板块是以概念的逻辑性为主线,严密且准确相互联系的体系。而学生获得的知识点则是以累积的方式逐渐形成的知识点的集合。随着教学的不断推进,学生脑海中的知识越积越多,遗忘越来越频繁。教材上的知识点、知识板块不一定都能很有效地纳入每一个学生的认知结构中去。容易形成一定的缺陷和漏洞,某些难懂的知识点,甚至可以在一个较长的时期里,在学生的认知结构中呈现模糊的状态。

在受力分析这样综合的问题中,如果学生不能准确把握依据各力的产生条件和性质特点,在解题中就不可避免的得出错误的结果,例如多力、漏力、错力等。因此,突破受力分析的第一个要求就是要确保知识结构的完善。

例1 如图1所示,物体A重40 N,物体B重20 N,A与B、B与地的动摩擦因数相同,物体B用细绳系住,当水平力 $F = 32$ N时,才能将A匀速拉出,求接触面间的动摩擦因数。

常见错解 因为A受到的上下两摩擦力与拉力 F 相等,且上、下表面摩擦力分别为

$$f_1 = \mu m_B g, f_2 = \mu m_A g,$$

所以 $\mu = 0.53$ 。

在上述错解中,学生想当然地认为滑动摩擦力大小等于 μmg ,错误地理解了摩擦力产生的原因,把重力当压力。

正确解法如下: $f_1 = \mu F_{NA}$,

$$f_2 = \mu F_{NB} = \mu m_B g,$$

$$F_{NA} = m_A g + F_{NB} = (m_A g + m_B g),$$

所以 $\mu = 0.32$ 。

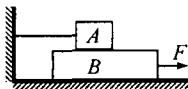


图1

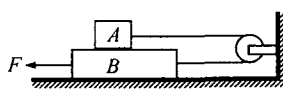


图2

例2 如图2, $M_A = M_B = 5$ kg, A与B、B与地面间的动摩擦因数均为 $\mu = 0.2$,绳和滑轮的质量均不计,求水平拉力 F 为多大时,才能将B匀速拉出。

常见错解 不少同学在解题过程中以为只需要拉力 F 克服AB两物体所受摩擦力 f_{AB} 和 f_B 即可,于是得出如下结果:

$$F = f_{AB} + f_B = \mu m_A g + \mu (m_A g + m_B g) = 30 \text{ N}.$$

错解分析及正解

错解原因1:错误的选取了研究对象, F 的受力物体为B木块,应以B木块为研究对象。

错解原因2:根据各力有无及方向的判断, B 木块受到向左的拉力 F 、向右的摩擦力 f_{AB} 和 f_B 以及向右的拉力 T . 所以正确的结果下:

$$T = \mu m_A g;$$

$$F = f_{AB} + f_B + T = \mu m_A g + \mu(m_A g + m_B g) + T = 40 \text{ N}.$$

3.2 按部就班找力, 养成解题习惯

受力分析涉及多种力, 过程较复杂. 为避免出现多力、漏力、错力等情况, 在分析过程中就尤其需要一个清晰的思路. 通常在受力分析时要先后经历以下过程:

(1) 明确研究对象: 确定我们要分析哪个物体的受力.

(2) 隔离物体分析: 将所确定的研究对象从周围问题中隔离出来, 进而分析周围有哪些物体对它施加力的作用, 方向如何, 并将这些力一一画在受力图上.

(3) 受力分析的顺序: 先重力, 后弹力然后摩擦力, 最后再找其他力(比如电磁力等)

对于弹力、摩擦力应逐个在接触面(或点)去找, 先判断有无, 再判断方向.

(4) 进行定性检验: 画出受力示意图后要定性检验, 看一看根据你画的示意图, 物体能否处于题目中所给的运动状态.

例3 如图3所示的对 A 物体的四幅受力图中, 正确的有

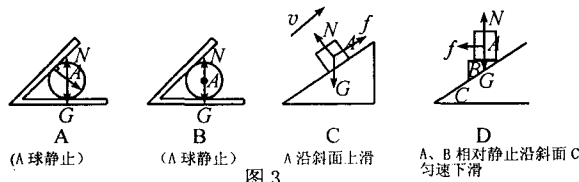


图3

解析 按照“先重力, 后弹力再找摩擦力, 最后再找其他力”的顺序对每个研究对象进行分析, 重力必定存在且方向固定; 弹力须首先通过假设法假设判断其有无, 可知 A、B 选项只选 B. 斜面上滑的物体通过假设法判断其支持存在, 再依据弹力方向规律判定其方向; 摩擦力同样只能产生于接触面上, 先判断其有无, 再判断其方向故 C 项错误. 同理 D 选项摩擦力存在条件不完全故错误.

例4 L 型木板 P (上表面光滑) 放在固定斜面上, 轻质弹簧一端固定在木板上, 另一端与置于木板上表面的滑块 Q 相连, 如图4所示. 若 P 、 Q 一起沿斜面匀速下滑, 不计空气阻力. 则木板 P 的受力个数为

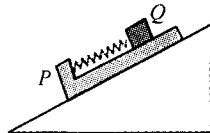


图4

A. 3 B. 4 C. 5 D. 6

解析 隔离木板 P 为研究对象, 木板 P 必受到竖直向下的重力, 通过弹力有无及方向的规律判断: 在上下表面和弹簧接触点等接触处分别存在垂直向下压力、斜面对木板 P 的垂直向上支持力和弹簧平行斜面的弹力; 根据摩擦力有无及方向的规律判断: 下表面存在沿斜面向上静摩擦力, 故选项 C 正确.

解答此题要注意, P 、 Q 一起沿斜面匀速下滑, 斜面对木板 P 一定有摩擦力, 轻弹簧中一定有弹力; 若题述中给出斜面上表面光滑, 则斜面对木板 P 没有摩擦力, 轻弹簧中弹力为零.

3.3 综合归纳分类, 提升解题能力

在对物体受力分析时除了根据一些性质力产生的条件

来分析外, 有时还需要和其他外部条件结合起来判断受力情况. 受力分析常常要将整体和隔离相结合; 与运动状态相结合; 要与牛顿第三定律相结合.

(1) 整体和隔离相结合

遇到两个或两个以上物体的连接体问题, 在受力分析时有时要先整体后隔离, 有时要先隔离后整体:

例5 如图5所示: 恒力 F 作用在 B 上, A 、 B 、 C 三个物体静止不动, 求 A 、 B 之间, B 、 C 之间, C 与地面之间的摩擦力.

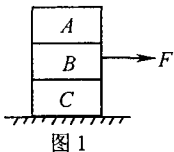


图5

此题如果把 A 、 B 、 C 作为一个整体, 立刻就知道了地面对 C 的摩擦力大小为 F , 方向水平向左, 再把 AB 看成一个整体, C 对 B 的摩擦力大小为 F , 方向水平向左, 再隔离 A , 可知 A 不受摩擦力, 这样的题目很多, 在这里就不再举例了.

(2) 要与运动状态相结合

物体处于何种运动状态是由它的受力情况决定的, 反过来如果我们知道了何种运动状态, 可以帮助我们弄清物体的受力情况. 比如, 我们知道一个物体处于平衡状态, 则合外力一定为零; 我们知道了加速度方向就知道了合外力方向等等.

例6 如图6 M 静止, 倾角为 θ , 小物体 m 在光滑的斜面上匀加速下滑, 求支持力 F_N . 如图7所示, m 与 M 接触面光滑, 两者保持相对静止, 以加速度 a 向右加速运动, 求支持力 F_N .

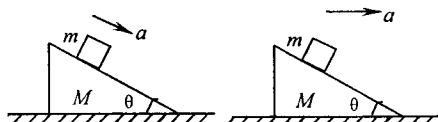


图6

图7

我们对小物体隔离受力分析后, 如图8处理, 为什么受力情况相同, 而合力不一样呢? 这显然是根据加速度方向反过来确定的.

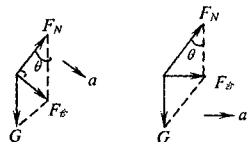


图8

(3) 与牛顿第三定律相结合

当我们采用隔离法分析出其中一个物体的受力后, 利用牛顿第三定律可以很方便确定另一个物体的受力情况, 这样不至于漏掉力. 例2中我们分析了 A 物体的受力, 要分析 B 物体的受力, 由牛顿第三定律可知, A 对 B 有一个向下的压力和向左的摩擦力.

例7 如图9, 半圆形凹槽表面光滑, 固定在地面上, 半径为 R ; 质量为 m 的小球, 从 A 点静止释放, 求小球滑到最低点 B 时对轨道的压力.

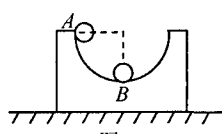


图9

此题直接求压力有困难, 我们可以借助牛顿第三定律先求出轨道对小球的支持力, 问题就迎刃而解了.

总之, 在对物体受力分析的时候, 只要抓住各个力的特点, 依据合理的解题顺序, 那么物体受力分析这一难点肯定会有所突破.