

· 理科教学与教研 ·

高中物理中的受力分析

赵灿清 云南省云龙县第一中学

【摘要】 物体的运动状态,是由它的受力情况和初始条件共同决定的。要解决高中物理中的动力学问题,就必需清楚研究对象的受力情况和运动情况。正确分析物体的受力情况,是解决力学乃至整个高中物理学问题的前提和关键,也是高中学生必须掌握的基本功。笔者结合自身多年的教学,谈谈对高中物理中对物体受力分析的几点经验。

【关键词】 研究对象 受力分析 作用力

【中图分类号】 G632

【文献标识码】 A

【文章编号】 1674-4810(2014)06-0129-02

一 什么叫做物体的受力分析

1. 定义

分析其他物体对研究对象的作用力的过程叫做受力分析。

2. 受力分析的三个判断依据

主要依据有:(1)从力的概念判断,寻找对应的施力物体。(2)从力的条件判断,寻找产生的原因。(3)从力的效果判断,寻找是否产生形变或改变运动状态。

二 受力分析的方法

物体受力情况的分析是否正确,直接关系到能否正确解答高中物理中的力学问题,正确分析物体的受力情况是解答力学问题的基础,分析物体受力的思维方法有以下几种:

1. 整体法

整体法是从局部到全局的思维过程,是系统论中的整体原理在力学中的应用。它的优点是:通过整体法分析物理问题,可以弄清系统的整体受力情况,从整体上揭示事物的本质和变化规律,从而避开中间环节的繁琐推算,能够灵活地解决问题。整体法就是把几个相关联的物体看成一个整体,只分析这一整体之外的物体对这一整体施加的力,不分析整体内物体之间内力的分析方法。注意:如果连接体中各部分的加速度相同,并且不涉及到物体之间的相互作用力时,优先考虑选用“整体法”。

例:如图 1 所示,质量为 M 的卡车载有质量为 m 的重物在平直的公路上以速率 v 前行,重物与车厢前壁距离为 L 。卡车紧急制动后做匀变速直线运动,车轮与地面间的动摩擦因数为 μ_1 ,重力加速度为 g 。求若重物与车厢没有相对滑动,从卡车制动开始到完全停止需要多长时间?此期间重物所受的摩擦力为多大?

受力分析:选择整体作为研究对象,受竖直向下的重力、地面的支撑力和摩擦力;根据平行四边形定则,合力等于摩擦力;再由牛顿第二定律和运动学公式求解。

解:取卡车运动方向为正,对整体有: $\mu_1(M+m)g = (M+m)a$ 。

由运动学公式有: $0 = v - at$ 。

联立可得: $a = \mu_1 g$, $t = \frac{v}{\mu_1 g}$ 。

设重物与车厢之间的摩擦力大小为 f ,由牛顿第二定律

有 $f = ma = \mu_1 mg$,与 v 方向相反。

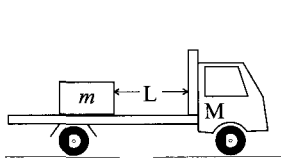


图 1

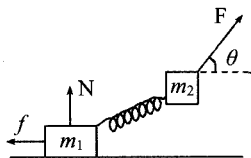


图 2

2. 隔离法

把研究对象从相关联的其他物体体系中想象地隔离出来,只分析其他物体对研究对象所施加的作用力(外力),不分析研究对象内部各部分之间的相互作用力(内力),也不分析研究对象对其他物体的作用力。“隔离”是为了更好地体现研究对象与其他物体之间的联系,绝不能认为隔离后的研究对象与其他物体就没有力的作用了。它的优点是:容易看清单个物体的受力情况,问题处理起来比较方便、简单、便于理解。

在力学中,解决动力学问题时,往往遇到这样一类情况:题目中的研究对象不是单一的一个物体,而是互相关联的几个物体组成的系统。解这一类问题,一般先尝试用隔离法:即把各个物体隔离开来,分别作受力分析,再根据各自的受力情况和运动情况,应用牛顿运动定律和运动学公式,求解。但在这类问题中,如果单独用隔离法很难求得结果,解决过程也十分繁杂,甚至用隔离法求解无从着手。这时,不妨试用整体法:即把整个系统当作一个整体作为研究对象进行受力分析,再列式求解。

例:(2010 山东高考)如图 2 所示,质量分别为 m_1 、 m_2 的两个物体通过轻弹簧连接,在力 F 的作用下一起沿水平方向做匀速直线运动(m_1 在地面, m_2 在空中),力 F 与水平方向成 θ 角。则 m_1 所受支持力 N 和摩擦力 f 正确的是 ()。

- A. $N = m_1 g + m_2 g - F \sin \theta$ B. $N = m_1 g + m_2 g - F \cos \theta$
C. $f = F \cos \theta$ D. $f = F \sin \theta$

分析:把两个物体看做一个整体,由两个物体一起沿水平方向做匀速直线运动并分析受力知:水平方向 $f = F \cos \theta$, C 正确, D 错误。设轻弹簧中弹力为 F_1 ,弹簧方向与水平方向的夹角为 α ,隔离 m_2 并分析受力,由平衡条件知,在竖直方向 $F \sin \theta = m_2 g + F_1 \sin \alpha$;隔离 m_1 并分析受力,由平衡条件

知,在竖直方向 $m_1g = N + F_1 \sin \alpha$, 联立解得, $N = m_1g + m_2g - F \sin \theta$, A 正确, B 错误。

整体法和隔离法是高中物理常用的分析方法。可以先隔离再整体,也可以先整体再部分隔离。这就是整体法与隔离法的综合应用。

其实,在一般情况下,针对不同的运动状态可以选择不同的分析方法,一般可以分为以下三种情况:(1)系统处于平衡状态。整体都处于静止状态或一起匀速运动时,或者系统内一部分处于静止状态,另一部分匀速运动。根据整体的平衡条件,就可以确定整体或某一个物体的受力特点。

(2)系统处于不平衡状态且无相对运动。由于系统内物体间没有相对运动,即整体内每个物体都具有相同的速度和加速度,这时整体所受的合力提供整体运动的加速度。这种情况利用整体法,更容易把握整体的受力情况和整体的运动特点。(3)系统内的物体部分平衡部分不平衡。这种情况由于系统内物体的运动状态不同,物体间有相对运动,通常用隔离法。若系统内两个物体一个处于平衡,另一个处于不平衡状态时,也可以利用整体法来分析,有时会使问题简化易于理解。

3. 程序法

根据力的产生条件,按照已知力→场力(含重力、电场力和磁场力)→弹力→摩擦力的顺序逐个进行受力分析的方法叫做程序法。养成程序法分析物体受力的习惯,可以避免漏力和多力,保证受力分析的正确性。

4. 假设法

根据力产生条件难于对某个力作出准确判断时,根据物体的运动状态是由它的受力情况和初始条件共同决定的结论,用假设法往往能化难为易。对于彼此接触的物体,如果不易判断接触处有无形变或有无相对运动趋势时,可以假设移去跟研究对象接触的物体。若移去后研究对象的运动状态发生变化,则被移去物体与研究对象之间存在弹力或摩擦力;若移去后研究对象的运动状态不变,则被移去物体与研究对象之间无弹力或摩擦力作用。

例:如图 3 所示,截面为三角形的木块 a 上放置一铁块 b,三角形木块竖直边靠在竖直且粗糙的竖直面上,现用竖直向上的作用力 F,推动木块与铁块一起向上匀速运动,运动过程中铁块与木块始终保持相对静止。

解:将 a、b 看做一个整体,假设木块 a 与竖直墙面间存在水平弹力,则水平方向上整体不能静止,与题意矛盾,假设不成立,木块与竖直墙面间不存在水平弹力;同理竖直方向没有摩擦力。

对于做加速运动的物体,若难于判断某一弹力或摩擦力的有无,可以假设接触处有弹力 N 或摩擦力 f,并任意假设它们的方向,然后根据运动定律列方程。若从方程解得 $N = 0$ 或 $f = 0$,则表明没有弹力或摩擦力;若从方程解得 N 或 f 的值大于零,则表明弹力或摩擦力的方向与假设的方向相同;若解得 N 或 f 的值小于零,则表明弹力或摩擦力的方向与假设的方向相反。

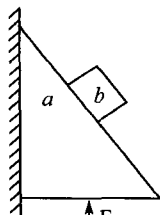


图 3

三 受力分析的思路和基本步骤

1. 灵活选择、明确研究对象

分析物体的受力,首先要选准研究对象,并把它隔离出来。根据解题的需要,研究对象可以是单个物体(质点、结点、物体),也可以是几个物体组成的系统。当所研究的问题是涉及多个物体的系统时,可以把系统分成若干部分,然后把其中某一部分从其所处的系统中想象地与其他物体隔离开来,作为研究对象,这种选取研究对象的方法叫做隔离法。把多个物体组成的系统视为整体,作为研究对象,称为整体法。解答具体问题时,应从实际情况出发,灵活选取研究对象,既可以只用隔离法研究某些部分,也可以只用整体法研究整个系统,还可以交叉应用隔离法和整体法,多次选取研究对象。

2. 按照一定的顺序进行受力分析

顺序必须是首先题目中所给的已知力;其次场力(重力、电场力、磁场力);再次接触力(弹力和摩擦力),环绕研究对象一周,看研究对象与其他物体有几个接触面(点),每个接触面对研究对象可能有两个接触力,应根据弹力和摩擦力的产生条件逐一分析,接触力中必须先弹力,后摩擦力(只有在有弹力的接触面之间才可能有摩擦力);最后其他力。

3. 画出受力示意图,并结合题中所给条件检验

受力分析中需要注意的事项:(1)只分析根据性质命名的力,如重力、弹力、摩擦力、电场力、磁场力、分子力和核力等,不分析根据效果命名的力,如下滑力、动力、阻力和向心力等。(2)只分析研究对象受到的力,不分析研究对象对其他物体所施加的力。如研究物体 A 的受力时,只分析“甲对 A”、“乙对 A”、“丙对 A”……的力,不分析“A 对甲”、“A 对乙”、“A 对丙”……的力,也不要把作用在其他物体上的力,错误地认为通过“力的传递”而作用在研究对象上。(3)每分析一个力,都应能找出施力物体。这种方法是防止“多力”的有效措施之一。在分析物体的受力时,只强调物体受到的作用力,并不意味着施力物体不存在,找不出施力物体的力是不存在的。(4)分析物体受力时,还要考虑物体所处的运动状态。分析物体受力时,要注意物体所处的运动状态,物体所处的运动状态不同,其受力情况一般也不同。如:放在水平传送带上的物体随传送带一起传动时,若传送带加速运动,物体受到的摩擦力向前;若传送带减速运动,物体受到的摩擦力向后;若传送带匀速运动,物体不受摩擦力作用。

综上所述,在分析物体的受力问题时,能掌握物体的受力分析方法和基本步骤,并灵活运用受力分析的方法应对不同的问题是解决高中物理动力学问题的关键。这不仅能在教学过程中有意识地培养学生知道物体的多种运动状态,增强整体法的思维意识,也能帮助学生能够更加全面地理解力和运动的相互关系,是帮助学生思维能力提升的好方法。

参考文献

- [1] 教育部.全日制义务教育普通高中物理新课程标准[M].北京:北京师范大学出版社,2011
- [2] 朱汉国主编.普通高中课程标准实验教科书物理(必修)第一册[M].北京:人民出版社,2007

[责任编辑:范可]