

动态平衡问题的分析方法归类与剖析*

郑行军

(福鼎市第一中学 福建 宁德 355200)

(收稿日期:2015-10-10)

摘要:本文针对动态平衡问题,归纳了一些题目的特点及处理方法,使得学生在分析此类问题时,能提供有效的解题思路,培养学生系统分析物理问题的能力.

关键词:力的动态分析 动态三角形法 平行四边形法 相似三角形法 正交分解法

在有关物体平衡的问题中,存在着大量的动态平衡问题.所谓动态平衡问题,就是通过控制某一物理量,使物体的状态发生缓慢变化.分析动态平衡问题通常有两种方法.

(1) 解析法^[1]:对研究对象的任一状态进行受力分析,建立平衡方程,求出应变参量与自变参量的一般函数式,然后根据自变参量的变化确定应变参量的变化,具体采用方法:正交分解法.

(2) 图解法^[2]:对研究对象进行受力分析,再根据平行四边形定则或三角形定则画出不同状态下的力的矢量图(画在同一个图中),然后根据有向线段(表示力)的长度变化判断各个力的变化情况,具体采用方法:平行四边形法、动态三角形法^[3]、相似三角形法.

动态平衡的特点:

(1) 当物体受力发生变化时,由于物体始终处于静止或匀速直线运动状态,所以所受合外力始终为零.

(2) 当物体缓慢运动时,可近似认为物体处于平衡状态,由平衡条件进行处理.

方法一:利用动态三角形法解决动态平衡问题

题目特点:

- (1) 物体受到3个力作用且始终处于平衡状态.
- (2) 作用过程中,其中某个力始终不变(包括力的大小和方向),比较典型的有:重力.
- (3) 作用过程中,另一个力方向始终不变.

例题赏析:

【例1】如图1(a)所示,有一质量不计的杆 AO ,长为 R ,可绕 A 自由转动.用绳在 O 点悬挂一个重为 G 的物体,另一根绳一端系在 O 点,另一端系在以 O 点为圆心的圆弧形墙壁上的 C 点.当点 C 由图示位置逐渐向上沿圆弧 CB 移动过程中(保持 OA 与地面夹角 θ 不变), OC 绳所受拉力的大小变化情况是

- A. 逐渐减小 B. 逐渐增大
C. 先减小后增大 D. 先增大后减小

解析:对物体进行分析,受力平衡,则拉力大小等于重力大小;故竖直绳的拉力不变;再对 O 点进行分析, O 受绳子的拉力、 OA 的支持力及 OC 的拉力而处于平衡;受力分析如图1(b)所示;3个力构成闭合三角形,则根据三角形定则,在 OC 上移的过程中,拉力对应的边保持不变, OC 绳的拉力发生图中所示变化,则由图可知 OC 的拉力先减小后增大,图中 D 点时拉力最小;故选C.

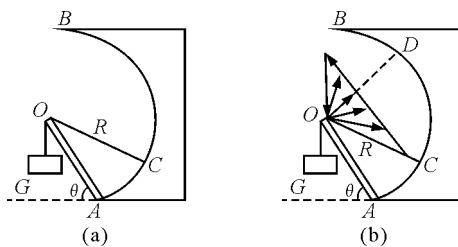


图1

方法二:利用平行四边形法解决动态平衡问题

- 题目特点:**
- (1) 物体受到3个力作用且始终处于平衡状态.
 - (2) 作用过程中,其中两个力始终关于某对称

* 系福建省宁德市基础教育改革立项课题“中学物理模型化教学实践探究”阶段性研究成果,课题编号:150157

轴对称(即两个力的大小始终相等)。

例题赏析:

【例2】两个质量相等的物块通过轻绳绕过两个光滑的定滑轮处于如图2(a)所示的静止状态,AB与水平方向成 45° 角,过A的水平线与过B的竖直线交于C点,现给AB的中点O施加一外力F,使O点缓慢地向C点做直线运动,则运动过程中下列说法正确的是

- A. F的方向总是指向C
- B. 绳子上的拉力大小不改变
- C. F在不断地增大
- D. F先增大后减小

解析:点O受两侧绳子的拉力和拉力F而平衡,两个物体重力大小相等,故两侧绳子的拉力等大;直线OC是线段AB的垂直平分线,两侧绳子的拉力等大,合力在角平分线上,即从C点指向O点,根据平衡条件,拉力F的方向总是指向C,故A正确;绳子上的拉力大小等于物体的重力,不改变,故B正确;两侧绳子的拉力等大,夹角减小,由平行四边形定则,两侧绳子的拉力合力变大,根据平衡条件,拉力F与两侧绳子的拉力的合力平衡,故也变大,故C正确,D错误;故选:A,B,C。

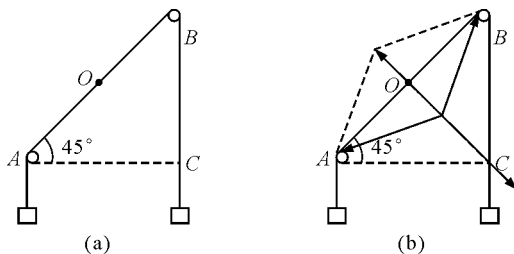


图2

方法3:利用相似三角形法解决动态平衡问题

题目特点:

- (1) 物体受到3个力作用且始终处于平衡状态。
- (2) 3个力可以构成闭合矢量三角形。
- (3) 题目中所给装置可构成一个三角形且与力矢量三角形始终相似。

例题赏析:

【例3】如图3(a)所示,质量为 m 的小球套在竖起固定的光滑圆环上,在圆环的最高点有一个光滑小孔,一根轻绳的下端系着小球,上端穿过小孔用力拉住,开始时绳与竖直方向夹角为 θ 小球处于静止

状态,现缓慢拉动轻绳,使小球沿光滑圆环上升一小段距离,则下列关系正确的是

- A. 绳与竖直方向的夹角为 θ 时, $F=2mg\cos\theta$
- B. 小球沿光滑圆环上升过程中,轻绳拉力逐渐增大
- C. 小球沿光滑圆环上升过程中,小球所受支持力逐渐增大
- D. 小球沿光滑圆环上升过程中,小球所受支持力大小不变

解析:对小球受力分析,小球受到重力 mg ,轻绳的拉力 F 和圆环的弹力 N ,如图3(b),根据平衡条件可知: mg 和 N 的合力与 F 大小相等、方向相反,根据几何知识得知 $N=mg$,且有 $F=2mg\cos\theta$,故A正确;小球沿圆环缓慢上移,处于动态平衡状态,对小球进行受力分析,小球受重力 G , F , N 3个力.满足受力平衡.作出受力分析图如图5,由图可知 $\triangle OAB \sim \triangle GFA$,即

$$\frac{mg}{R} = \frac{F}{AB} = \frac{N}{R}$$

则得

$$F = \frac{AB}{R}mg \quad N = mg$$

当A点上移时,半径 R 不变,AB减小,故 F 减小, N 不变,故D正确,B,C错误;故选:A,D。

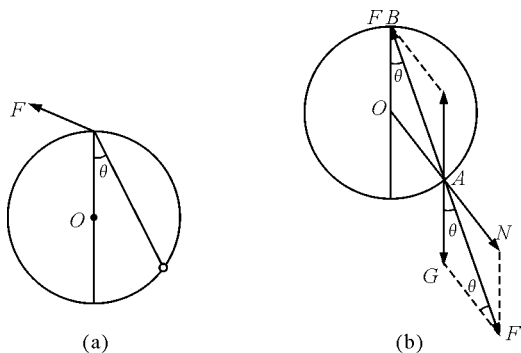


图3

方法四:利用解析法(正交分解法)解决动态平衡问题

正交分解法在动态分析中最为广泛,若题目中前3种方法不符合时,即可采用正交分解法进行处理,具体的分析思路如下:

- (1) 对研究对象进行受力分析,设定自变量(一般设角度)建立平衡方程。
- (2) 利用平衡方程找出应变变量与自变量的函数

让分析运动更直观更简洁

——利用运动图像解题

刘月荣

(无锡辅仁高级中学 江苏 无锡 214000)

(收稿日期:2015-09-09)

物理学中,运动图像是一种特殊且简洁、直观、形象的语言和工具.它将数、形巧妙地结合在一起,恰当地表达了各种现象的物理过程和物理规律.在《考试说明》能力要求中明确指出,“要求学生具有阅读图像、描述图像、运用图像解决问题的能力”.在2015年各地高考试题和各地的模拟试题中有均所体现.本文选取一些高考试卷中一些典型题,我们利

用运动图像对这些典型题进行分析,体会运动图像在分析物理运动过程中的简洁、直观、形象的特点.

1 利用运动图像的视觉作用 使抽象的概念直观形象

位移-时间图像的斜率表示物体运动的速度,速度-时间图像的斜率能直观地表示物体运动的加速

关系.

(3) 根据自变量的变化确定应变量的变化.

例题赏析:

【例 4】如图 4 所示,水平地面上固定着一根竖直立柱,某人用绳子通过柱顶的定滑轮将重物拉住,不计滑轮摩擦.则在人拉着绳子的一端缓慢向右移动的过程中

- A. 地面对人的摩擦力逐渐增大,绳对滑轮的压力逐渐减小
- B. 地面对人的摩擦力逐渐减小,绳对滑轮的压力保持不变
- C. 地面对人的摩擦力逐渐减小,绳对滑轮的压力逐渐增大
- D. 地面对人的摩擦力逐渐增大,绳对滑轮的压力保持不变

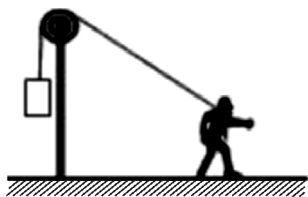


图 4

解析:设重物质量为 m_1 ,对重物分析可知二力平衡, $F_T = m_1 g$,设两绳的夹角为 α ,如图 5 所示.

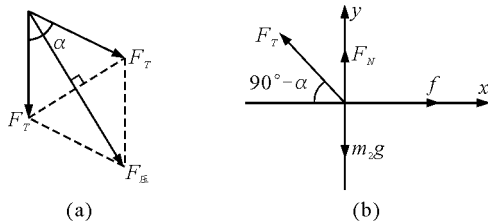


图 5

则绳对滑轮的压力为 $F_{\text{压}} = 2F_T \cos \frac{\alpha}{2}$,当人缓慢向右移动时,两绳的夹角为 α 增大,故 $F_{\text{压}}$ 减小.人缓慢移动时处于平衡状态,受力分析如图 5(a),知 $f = F_T \cos(90^\circ - \alpha) = m_1 g \sin \alpha$,则地面对人的摩擦力增大,选项 A 正确,选项 B,C,D 均错误.故选 A.

由以上例题分析可知,解决此类问题的关键是根据研究对象受力分析的特点寻找相应的解题方法,以分析方法做为突破口,那么关于平衡条件下力的动态分析问题都可以得到解决.

参考文献

- 1 杨文彬. 600 分考点 700 考法. 北京: 外语教学与研究出版社, 2014. 25
- 2 薛金星. 高中物理解题方法与技巧. 北京: 北京教育出版社, 2014. 56
- 3 汪雷. 利用“动态三角形法”求解共点力平衡问题. 中学物理教学参考, 2015(10): 23 ~ 24