

浅谈高中物理变力做功的定向分析

戴永新

(贵州省毕节市赫章县第一中学 贵州 毕节 551700)

[摘要]物理学在自然科学中,占据重要地位。物理学是一门定量的学科,对于物理学范畴的问题都可以转化为定量分析问题,只有这样才能更好了解各种物理,以及将其可视化,学习物理,一定要养成定量分析的习惯,只有这样才能真正做到“悟理”。功在高中物理阶段占据重要地位,对于恒力做功,我们参照计算公式 $W=FS\cos\alpha$,对于变力做功缺乏固定的参考公式,随着教育改革的深度化进行,对于学生的培养应该注重多元化,全面化,因此对于变力做功的系统化分析显得尤其重要。本文从多种角度分析变力做功以及具体分析方法。经过定量分析,我们才能更进一步感受物理学的奥秘。

[关键词]高中;物理;变力做功;定量分析

[DOI] 10.12252/j.issn.2096-6261.2021.03.550

1. 引言

计算力所做的功是高中物理学中重要的学习内容,也属于高考复习的重难点。力分为恒力和变力,如果一个力在方向和大小上保持不变,我们称之为恒力。在高中物理教材中,恒力在直线运动中做功可以直接应用公式 $W=FS\cos\alpha$ 进行计算,F表示力的方向和大小, α 表示力F与x轴正方向的夹角。但是以上公示在实际运用中存在缺陷,无法解决变力做功的问题。

2. 变力做功问题分析

2.1 转化为恒力做功

在一些情况下,可以将变力做功转化为恒力做功,即等效变换,此时可以用 $W=FS\cos\alpha$ 进行计算。

例1.如图1所示,一个人用恒力F拉着平面上的物体(平面为光滑平面)。初始状态,与物体相连的轻绳与水平面的夹角为 α ,拉力F作用一段时间以后,与物体相连的轻绳与水平面的夹角为 β 。已知物体垂直距离滑轮的距离为h,且绳与滑轮间的摩擦忽略不计,求绳拉力FT对物体所做的功。

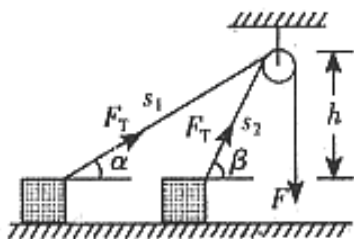


图 1

分析:在整个运动过程中,拉力 F_T 的大小保持不变,方向时刻在变,所以这是一个变力做功的问题求解。由题意可知,人对绳做的功与拉力 F_T 对物体做的功是相等的,且拉力 F_T 是恒力,于是问题可以转换为求解恒力做功。

由图1可知,在绳与水平面的夹角由 α 变到 β 的过程中,拉力F的作用点的位移为:

$$\Delta s = s_1 - s_2 = h \left(\frac{1}{\sin\alpha} - \frac{1}{\sin\beta} \right)$$

所以绳对物体做功:

$$W_T = W_F = F \cdot \Delta s = Fh \left(\frac{1}{\sin\alpha} - \frac{1}{\sin\beta} \right)$$

2.2 用动能定理

动能定理(kinetic energy theorem)描述的是物体动能的变化量与合外力所做的功的关系,具体内容为:合外力对物体所做的功,等于物体动能的变化量。所谓动能,简单的说就是指物体因运动而具有的能量。 $W_{\text{合}} = \Delta E_k$,数值上等于 $(1/2)mv^2$ 。

例2.如图2所示,一物体,质量为 $m=1\text{kg}$,从某轨道的A点以速度为0开始下滑,轨道AB有一定弯曲度,A点与B点的垂直水平距离 $h=0.8\text{m}$ 。到达B点时,物体的速度为 2m/s ,求在这个过程中,物体克服摩擦力做的功为多少?

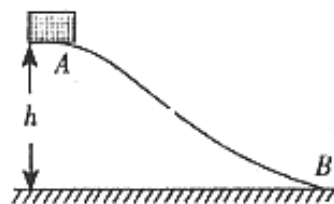


图 2

分析:在整个运动过程中,物体受到3个力的作用,分别是重力G、轨道对物体的支持力 F_N 和摩擦力 F_f 。由于轨道有弯曲度,所以支持力 F_N 和摩擦力 F_f 均为变力。轨道对物体的支持力 F_N 始终与物体运动的方向是垂直的,因而支持力 F_N 不做功,所以经过分析,只有重力G和摩擦力 F_f 做功。

由动能定理 $W_{\text{合}} = \Delta E_k$,其中

$$W_{\text{合}} = W_G + W_f$$

$$\Delta E_k = \frac{1}{2}mv_B^2 - \frac{1}{2}mv_A^2$$

$$\text{所以 } mgh + W_f = \frac{1}{2}mv_B^2$$

代入数据解得 $W_f = -584\text{J}$

2.3 用 $W=Pt$

在各种变力运动过程中,功率保持不变的运动,可以用 $W=Pt$ 求变力做功。

例3.质量为 5t 的汽车以恒定功率 75kW 在笔直的公路上行驶,汽车的初始速度为0,经过加速 10s 后,汽车的速度达到 10m/s ,摩擦阻力在这个过程中做的功为多少?

分析:汽车的功率保持不变,由公式 $P=FV$ 可知,随着速度的增大,汽车的牵引力不断变小,因此,不能用 $W=FL$ 求解,功率保持不变的运动,可以用 $W=Pt$ 求变力做功。

$$W_F = Pt = 75 \times 10^3 \times 10\text{J}$$

$$= 7.5 \times 10^5\text{J}$$

再由动能定理得:

$$W_f + W_F = \frac{1}{2}mv^2 - 0$$

$$\text{所以 } W_f = \frac{1}{2}mv^2 - W_F = -5 \times 10^5\text{J}$$

3. 总结

在实际生活中,变力做功的情况比较多见,变力做功没有固定参考的公式,所以为了让学生更好的掌握,及其理解变力做功的情况,本文结合具体例子进行了详细说明,便于拓展学生思维,为以后的学习打下坚实的物理思想。

参考文献

- [1]人民教育出版社等.普通高中课程标准实验教科书《物理》(必修二)[M].北京:人民教育出版社,2020.
- [2]朱海燕.基于深度学习的习题设计——以“动能定理”为例[J].新课程导学,2020(34):91-92.