



对“探究动能定理”实验中是否需要平衡摩擦力的讨论

张 婷

(重庆市育才中学校 重庆 400050)

(收稿日期:2022-12-27)

在“探究动能定理”的力学实验中,如图1所示,当小车的初速度为零时,作 $W-v^2$ 图像,想要得到一条过原点的倾斜直线,通常需要学生判断“是否需要平衡摩擦力”这一条件,而通常教师在授课过程中给出的解释是:在小车初速度为零的条件下,若想要得到一条过原点的倾斜直线,则绳子拉力对小车做的功等于小车动能的增加量,即小车所受合外力需要等于绳子的拉力,所以需要平衡摩擦力。

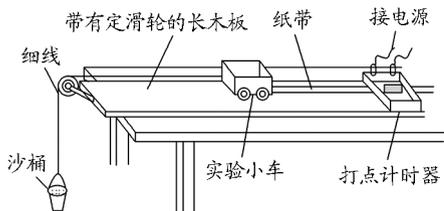


图1 探究动能定理实验示意图

以上论述看似逻辑严密,但仔细思考题目中的条件,会发现有一些问题.设小车的质量为 M ,细线的拉力为 T ,小车运动的距离为 x ,如果平衡摩擦力之后,则绳子拉力对小车做的功就等于小车动能的增加量

$$Tx = \frac{1}{2} Mv^2$$

即

$$W = \frac{1}{2} Mv^2$$

那么在同一条纸带上得到的 $W-v^2$ 图像,确实是一条过原点的倾斜直线,其斜率 $k = \frac{1}{2}M$.

当未平衡摩擦力时,小车受到的阻力恒为 f ,运用动能定理可得等式

$$Tx - fx = \frac{1}{2} Mv^2$$

则

$$Tx \left(1 - \frac{f}{T}\right) = \frac{1}{2} Mv^2$$

$$\text{即 } W \left(1 - \frac{f}{T}\right) = \frac{1}{2} Mv^2$$

可得到 W 与 v^2 的函数关系式为

$$W = \frac{M}{2 \left(1 - \frac{f}{T}\right)} v^2$$

可知在细线拉力和阻力不变时, $W-v^2$ 图像也可以是一条过原点的倾斜直线,其斜率

$$k = \frac{M}{2 \left(1 - \frac{f}{T}\right)}$$

“探究动能定理”是高中物理常见的力学实验,命题教师也经常把这类实验作为考查学生是否已经熟练掌握动能定理的本质.出题者在命制题目时为了保证答案的合理性,应该适当设置一些补充条件,如设置 W 为小车受到的所有力对小车做的总功时,为了 $W-v^2$ 图像是一条过原点的倾斜直线,即为了符合动能定理中总功等于物体动能的改变量 $W_{\text{总}} = \Delta E_k$,则需要平衡摩擦力,若设置 W 表示为细线拉力做的功时,那么想要 $W-v^2$ 图像是一条过原点的倾斜直线则不需要平衡摩擦力。

综上所述,教师在命题过程中第一要严谨,命题时应尽量避免学术上的争议和物理概念理解上的歧义;第二要恰当根据需要,补充合适的条件,给出的条件必须符合物理规律,同时也需要探究所涉实验背后蕴藏的更深层次的物理过程,提升自己的命题水平;第三也要提醒学生在遇到此类问题的时候不能照搬照抄,死记结论,而是要根据所学知识和具体物理情景,结合数学计算,推出对应图像的函数表达式,才能得出正确的结论.题设条件合理、情境创设巧妙的试题可以培养学生的质疑精神和创新精神,这也是目前提高学生物理核心素养能力的关键。