

短文荟萃

例举“滑块滑板模型”谈创编三字经

熊锦明

(广州市真光中学 广东 广州 500300)

(收稿日期:2018-01-05)

摘要:滑块滑板模型是中学物理中一个常见的模型,也是较难的模型,笔者以其为例从破常规、变维度;挖临界、寻突变;写函数、画图像;顺生成、逆思维等方面谈谈自己对创编试题的体会。

关键词:常规 维度 临界 突变 函数 图像

【题目】如图1所示,一质量为 m 的小物块静止在一质量为 M 的薄板上,薄板位于足够大的水平桌面.已知物块与薄板间的动摩擦因数为 μ_1 ,薄板与桌面间动摩擦因数为 μ_2 .现要使物块与薄板分离,作用在薄板上的水平拉力 F 应满足条件是什么?



图1 题图

解析:设物块的加速度为 a_1 ,薄板的加速度为

a_2 ,

对物块

$$\mu_1 mg = ma_1$$

对薄板

$$F - \mu_1 mg - \mu_2 (m + M)g = Ma_2$$

分离条件是

$$a_2 > a_1$$

解得 F 满足的条件是

$$F > (\mu_1 + \mu_2)(m + M)g$$

下面笔者从以下4个方面来谈谈自己创编的三字经。

1 破常规 变维度

“破常规、变维度”就是打破常规思维,把一维的运动空间改成二维或三维的运动空间.这样创编后的题目,学生会感觉似曾相识,但又极易考虑不全。

【例1】如图2所示,一质量 m 小物块静止在边长为 d 的正方形水平薄板的正中央上,薄板放于足够大的桌面上.已知物块与薄板间的动摩擦因数为 μ .现以水平面方向的恒力作用在薄板上使其以加速度 a_0 将薄板与物块分离,求分离的时间(已知重力加速为 g).

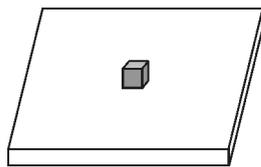


图2 例1题图

解析:设物块的加速度为 a ,由

$$\mu mg = ma$$

得

$$a = \mu g$$

如图3所示,按照常规思维,同学们只会考虑物块沿 OA 的方向分离,不容易考虑还可能沿 OB 的方向分离,这就是“破常规、变维度”带来的效果。

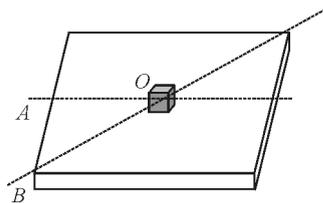


图3 变维度的分析

物块沿中线 OA 方向分离时间最短,由

$$\frac{1}{2}a_0 t_1^2 - \frac{1}{2}at_1^2 = \frac{d}{2}$$

解得

$$t_1 = \sqrt{\frac{d}{a_0 - \mu g}}$$

物块沿对角线 OB 方向分离的时间最长,由

$$\frac{1}{2}a_0 t_2^2 - \frac{1}{2}at_2^2 = \frac{\sqrt{2}d}{2}$$

解得

$$t_2 = \sqrt{\frac{\sqrt{2}d}{a_0 - \mu g}}$$

故分离时间是

$$\sqrt{\frac{d}{a_0 - \mu g}} \leq t \leq \sqrt{\frac{\sqrt{2}d}{a_0 - \mu g}}$$

其中 $a_0 > \mu g$.

2 挖临界 寻突变

“挖临界、寻突变”就是物体运动过程中,在某一时刻会发生突然的变化,比如摩擦力由静摩擦变成滑动摩擦,或摩擦力从有突然消失,或物体的运动从匀变速运动在某一时刻突然变为匀速运动等.我们可以从突变中挖掘临界条件来进行原创.

【例2】放于光滑地面上的滑板在外力作用下保持速度恒为 v ,质量为 m 的物块与薄板间的动摩擦因数为 μ ,物块从静止开始放在薄板上,薄板足够长.试计算时间 t 内系统产生的热量.

解析:此题突变就是物块的运动从匀变速运动突变为匀速运动.

设物块的加速度为 a ,则由牛顿第二定律有

$$\mu mg = ma$$

物块的速度达到 v 所用时间

$$t_0 = \frac{v}{a} = \frac{v}{\mu g}$$

讨论:(1) 当 $t_0 > t$,即 $t < \frac{v}{\mu g}$ 时,物块一直加速.

速.

物块相对薄板的距离

$$\Delta s_1 = vt - \frac{1}{2}at^2$$

产生的热量为

$$Q_1 = f\Delta s = \frac{\mu mg(2vt - at^2)}{2}$$

(2) 当 $t_0 \leq t$,即 $t \geq \frac{v}{\mu g}$ 时,物块速度达到 v 后

匀速运动.

物块相对薄板的距离

$$\Delta s_2 = vt - \frac{vt}{2} = \frac{vt}{2}$$

产生的热量为

$$Q_2 = f\Delta s = \frac{\mu mgvt}{2}$$

3 写函数 画图像

物理试题中有一类题属于图像题,我们可以根据函数来画图像,也可以根据图像来写出对应的数学函数关系式.

【例3】如图4所示,一质量为 $m=2\text{ kg}$ 的小物块静止在一质量为 $M=1\text{ kg}$ 的薄板上,足够长的薄板位于足够大的水平桌面.已知物块与薄板间的动摩擦因数为 $\mu_1=0.2$,薄板与桌面间动摩擦因数为 $\mu_2=0.1$.已知 $F=2t$,已知最大静摩擦力等于滑动摩擦力.试画出物块与薄板间的摩擦力随时间变化的图像.

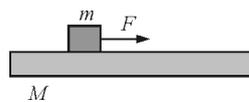


图4 例3题图

解析:当 $2t \leq \mu_2(m+M)g$

即 $t \leq 1.5\text{ s}$,整体处于静止状态,之间的摩擦力为

$$f = F = 2t$$

物块与薄板要发生相对运动,对物块有

$$F - \mu_1 mg = ma_1$$

对薄板有

$$\mu_1 mg - \mu_2(m+M)g = Ma_2$$

发生相对运动的条件是 $a_1 > a_2$,解得

$$t > 3\text{ s}$$

所以在 $1.5\text{ s} < t \leq 3\text{ s}$ 内,物块与薄板一起加速运动,由

$$F - \mu_2(m+M)g = (m+M)a$$

得

$$F - f = ma$$

解得

$$f = \left(\frac{2}{3}t + 2\right)\text{ N}$$

在 $t > 3\text{ s}$,物块与薄板之间为滑动摩擦力, $f = \mu_1 mg = 4\text{ N}$ 不变.图像如图5所示.

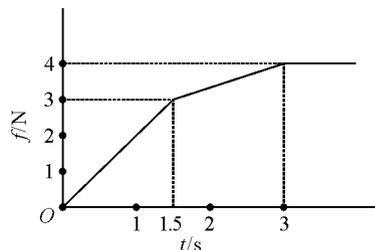


图5 摩擦力随时间变化图像

4 顺生成 逆思维

现实生活中,我们往往都是先知道事件的结果,但事件发生的原因往往需要我们去深入研究.其实这就是逆向思维.“顺生成、逆思维”就是已知物理事件的结果,设问物理事件发生的成因.这样创编出的题目新颖,也能很好地培养学生的推理能力.

【例4】如图6所示,将小物块置于桌面上的边长为 $2d$ 的薄板的正中央上,薄板底边刚好与桌面边缘重合.已知物块和薄板的质量分别为 $2m$ 和 m ,物块与薄板及桌面间的动摩擦因数均为 μ .现用水平向右的拉力 $F=7\mu mg$ 将纸板迅速抽出,物块恰没掉下桌面,求薄板与桌面间的动摩擦因数.

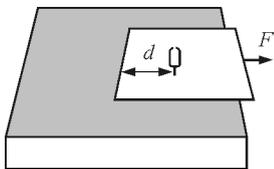


图6 例4题图

解析:物块与薄板及桌面间的加速度 a 大小相等,设加速后的末速度为 v ,所用时间为 t ,则有

$$2\mu mg = 2ma \quad v = at$$

则有

$$\frac{v^2}{2\mu g} + \frac{v^2}{2\mu g} = d$$

解得

$$v = \sqrt{\mu g d}$$

时间

$$t = \frac{v}{\mu g} = \frac{\sqrt{\mu g d}}{\mu g}$$

设薄板与桌面间的动摩擦因数为 μ' ,薄板的加速度为 a' ,有

$$F - 2\mu mg - 3\mu' mg = ma'$$

物块离开薄板的相对距离为 d ,由

$$\frac{1}{2}a't^2 - \frac{v^2}{2\mu g} = d$$

解得

$$\mu' = \frac{2}{3}\mu$$

(上接第123页)

Investigation of the Maximum Content of Sr Vacancy in Double Perovskites $\text{SrFe}_{0.5}\text{Nb}_{0.5}\text{O}_3$

Wu Qing Ji Denghui

(Liupanshui Normal University, Couege of Physics and Information Engineering, Liupanshui, Guizhou 553004; The Key Laboratory of Opt - electrical Information Technology of Liupanshui City, Liupanshui, Guizhou 553004)

Abstract: Based on the the effective ionic radius calculated by the weighted averages method, the maximum content of Sr vacancy in double perovskites $\text{SrFe}_{0.5}\text{Nb}_{0.5}\text{O}_3$ were obtained by two methods including the tolerance factor extremum method and the balancing valences method. The results indicated that the maximum content of Sr vacancy in double perovskites $\text{SrFe}_{0.5}\text{Nb}_{0.5}\text{O}_3$ obtained by the tolerant factor extremum method was 0.283 6, but the value correct by the balancing valences method was 0.25, the maximum content of Sr vacancy helps us to understand the maximum degree of physical properties controlled by Sr vacancies.

Key words: $\text{SrFe}_{0.5}\text{Nb}_{0.5}\text{O}_3$; the maximum content of vacancy; the tolerance factor; the balancing valences