



对一道力学试题的质疑

黄利华

(江苏省启东中学 江苏 南通 226200)

(收稿日期:2017-04-27)

摘要:2017年常州市二模考试多选题第9题是对物块在弹力和摩擦力共同作用下进行受力分析、运动分析和能量分析的综合题.笔者对标准答案及同事的解法表示质疑,并进行了深入的研究.

关键词:力学 试题 质疑

1 原题及答案

【题目】如图1所示,一轻质弹簧左端固定,右端系一小物块,物块与水平面的最大静摩擦力和滑动摩擦力都为 f ,弹簧无形变时,物块位于 O 点.每次都把物块拉到右侧不同的位置由静止释放,释放时弹力 F 大于 f ,物块沿水平面滑动一段路程直到停止,下列说法正确的是()

- A. 释放时弹性势能等于全过程克服摩擦力做的功
- B. 每次释放后物块速度达到最大的位置保持不变
- C. 物块能返回到 O 点右侧的临界条件为 $F > 3f$
- D. 物块能返回到 O 点右侧的临界条件为 $F > 4f$

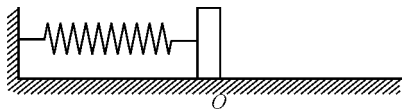


图1 题图

评分标准给出的答案是B,D,分歧在于选项D,同事们都觉得答案是对的,但笔者认为选项D欠妥.

2 同事的解答

同事的解答如下:如图2所示,设将物块拉到 O

点右侧 x 处释放物块恰能返回到 O 点,设物块向 O 点左侧运动的最大距离是 s .

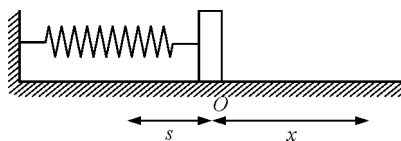


图2 运动分析

对整个运动过程满足

$$\frac{1}{2}\kappa x^2 = f(x + 2s)$$

物块向右运动过程满足

$$\frac{1}{2}\kappa s^2 = fs$$

联立以上两个方程,可得

$$x = \frac{4f}{\kappa}$$

或

$$x = -\frac{2f}{\kappa}$$

也即

$$F = 4f$$

或

$$F = -2f$$

在 x 处时的弹力就是 $4f$,在 s 处时的弹力就是 $-2f$,故符合题意的临界条件就是 $4f$,选项D正确.

3 笔者的思考

如果地面是光滑的,这就是一个以 O 为平衡位置的简谐振动.但现在是一个有摩擦的振动,而且摩擦力的方向又是变化的.这时可以看成向左运动时以 O_1 为平衡位置,向右运动时以 O_2 为平衡位置的简谐振动,如图 3 所示.

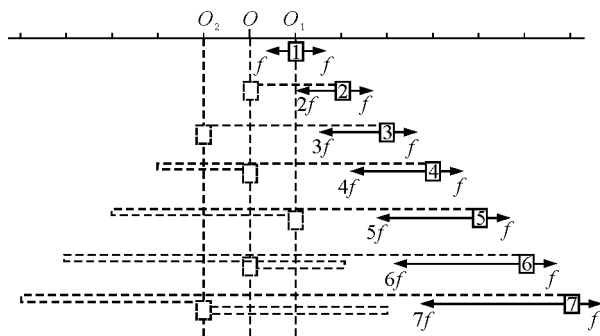


图 3 分析有摩擦的振动

图中 O 为弹簧原长位置,每一小格代表的形变量是 $x_0 = \frac{f}{\kappa}$.

量是 $x_0 = \frac{f}{\kappa}$.

(1) 若物块从位置 1 释放,弹力正好等于摩擦力,物块静止不动;

(2) 若物块从位置 2 释放,弹力是 $2f$,回复力是 f ,物块以 O_1 为平衡位置向左沿虚线运动到对称位置,此位置正好是弹簧原长位置,物块就静止在该处;

(3) 若物块从位置 3 释放,弹力是 $3f$,回复力是 $2f$,物块以 O_1 为平衡位置向左沿虚线运动到对称位置,此位置弹簧被压缩了 x_0 ,接下来弹力虽然反向,但大小为 f ,物块静止在该处;

(4) 若物块从位置 4 释放,弹力是 $4f$,回复力是 $3f$,物块以 O_1 为平衡位置向左沿虚线运动到对称位置,此位置弹簧被压缩了 $2x_0$,接下来弹力反向,大小为 $2f$,回复力为 f ,物块以 O_2 为平衡位置沿虚线向右运动到 O 处,并静止在该处;

(5) 若物块从位置 5 释放,弹力是 $5f$,回复力是 $4f$,物块以 O_1 为平衡位置向左沿虚线运动到对称

位置,此位置弹簧被压缩了 $3x_0$,接下来弹力反向,大小为 $3f$,回复力为 $2f$,物块以 O_2 为平衡位置沿虚线向右运动到 O_1 处,并静止在该处,此时就等同于情况(1)中将物块向右拉到位置 1 释放,物块是静止不动的;

(6) 若物块从位置 6 释放,弹力是 $6f$,回复力是 $5f$,物块以 O_1 为平衡位置向左沿虚线运动到对称位置,此位置弹簧被压缩了 $4x_0$,接下来弹力反向,大小为 $4f$,回复力为 $3f$,物块以 O_2 为平衡位置沿虚线向右运动到对称位置处,此时弹簧被拉长了 $2x_0$,接下来弹力向左,大小为 $2f$,回复力为 f ,物块以 O_1 为平衡位置沿虚线向左运动到对称位置处,并静止在该处,此时就等同于情况(2)中将物块向右拉到位置 2 释放,物块刚好能回到 O 点静止;

以此类推……

由于物块的运动具有周期性,所以物块最后静止的位置也具有周期性变化的特点,若想让物块最终停在 O 点的右侧,则 F 的取值范围是 $(f, 2f)$, $(4f, 6f)$, $(8f, 10f)$, $(12f, 14f)$ ……若想让物块返回到 O 点的右侧,则 F 的取值范围是 $(4f, 6f)$, $(8f, 10f)$, $(12f, 14f)$ ……仔细思考什么条件可以称为临界条件呢?如在“绳球”模型中小球速度大于等于 \sqrt{gR} 就一定能过最高点,小球能过最高点的临界条件就是 \sqrt{gR} .但本题中物块返回到 O 点右侧的初始弹力范围是不连续分布的,如 $F = 7f$ 的时候就不能回到 O 点右侧,所以试题中选项 D 的表述实在欠妥.

同事的解法是建立在物块只有一次往返的前提下得出的结果,事实上物块可以有多次往返,所以建立的模型就具有局限性,因此也得出的答案也具有局限性.

通过这样一番认真的思考,问题也彻底弄明白了.真理往往是越辩越明的,教师平时多和同事交流与讨论,对提高自身的业务水平是很有帮助的.