

分运动可以应用动能定理

孔晓燕

(玉环县玉城中学 浙江台州 317600)

(收稿日期:2016-06-27)

摘要:学生学完动能定理后,经常会对分运动应用动能定理求解,有些文章将学生的这种解法称为“动能定理的分量式”。有的文献认为动能定理没有分量式;有的文献认为在正交系中,动能定理可以有分量式,而笔者则认为,无论两个分运动的方向是否垂直,都可以在分运动中应用动能定理,只是称之为“动能定理的分量式”不太恰当。

关键词:动能定理 分运动 分量式

1 学生对分运动用动能定理对吗

学生学完动能定理后,经常会对分运动列动能定理求解,在某些题目中这种解法甚至比正统的解法更简便,但一般我们都把这种解法评为典型错解。真的错了吗?一般我们认为动能是标量,不能分解,但仔细想想,标量就不能分解吗?把苹果分成两半,这不就是标量分解吗?而且笔者认为学生只是在分运动中使用动能定理,并没有把动能分解到两个方向,不涉及动能分解的问题,退一步讲,就算我们认为动能不可以分解,但运动是可以分解的,能将 $\frac{1}{2}mv^2$ 理解为某方向分运动所具有的动能吗?带着这样的疑问,笔者查阅了文献,有些文献认为动能定理没有分量式;有的文献认为在正交系中,动能定理可以有分量式,这些不同的观点激发了笔者的思维,促使笔者产生了新的想法:无论两个分运动的方向是否垂直,都可以在分运动中使用动能定理。

由于矢量分解的任意性,我们可以把合运动往任意的两个方向分解,那么这3个运动都是可能在真实世界中发生的(当然,事实上只有合运动真实发生了。)假设分运动真实发生了,对它应用动能定理就可以求解末速度的大小(末速度的方向需要结合情境判断),所以笔者以为,对分运动应用动能定理并没有问题,应当被认可,以下通过两个例子说明分方向上可以使用动能定理。

【例1】光滑水平面上,某质量为 m 的物体在两个等大的互成 60° 角的恒力 F 作用下由静止向前运

动了距离 s 。

解法一:如图1所示。

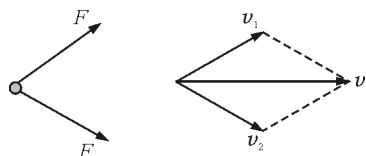


图1 例1题图

对分运动应用动能定理,则分方向1

$$F \cdot \frac{s}{\sqrt{3}} = \frac{1}{2}mv_1^2 \quad v_1 = \sqrt{\frac{2Fs}{\sqrt{3}m}}$$

分方向2

$$F \cdot \frac{s}{\sqrt{3}} = \frac{1}{2}mv_2^2 \quad v_2 = \sqrt{\frac{2Fs}{\sqrt{3}m}}$$

再利用合速度与分速度的关系

$$v = \sqrt{3}v_1 = \sqrt{3}v_2$$

$$v = \sqrt{\frac{2\sqrt{3}Fs}{m}}$$

解法二:对合运动应用定能定理,则

$$\sqrt{3}Fs = \frac{1}{2}mv^2 \quad v = \sqrt{\frac{2\sqrt{3}Fs}{m}}$$

解法一和解法二的答案是一致的。

例1是恒力作用下的直线运动,我们来看一下恒力作用下的曲线运动是否仍然可以应用分运动的动能定理吧,以斜抛为例,如下题。

【例2】将 $m=1$ kg 的小球从 $h=4.2$ m 处以初速度 $v_0=5$ m/s 与竖直方向成 37° 斜向上抛出,用以

上两种方法分别求解落地速度(当然这道题使用分运动动能定理来求解是舍近求远了,在此只是做个验证).

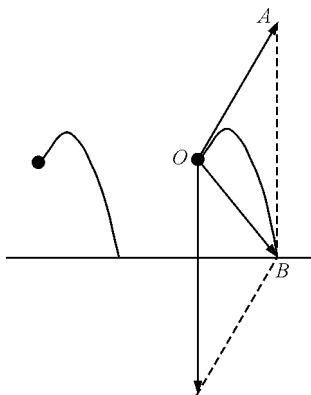


图2 例2题图

解法一:沿竖直和水平建立正交系.

水平方向

$v_x = 3 \text{ m/s}$ 的匀速直线运动

竖直方向

$v_y = 4 \text{ m/s}$ 的竖直上抛运动

经过 $t = 0.4 \text{ s} + 1.0 \text{ s} = 1.4 \text{ s}$ 落地,即落地时

$$v_y = 10 \text{ m/s}$$

由运动的合成分解得 $v = \sqrt{109} \text{ m/s}$

解法二:沿初速度方向和重力方向分解.

初速度方向为 $v_1 = 5 \text{ m/s}$ 的匀速直线运动,竖直方向为自由落体运动,则

$$OA = v_1 t = 5 \times 1.4 \text{ m} = 7 \text{ m}$$

$$OB = 4.2\sqrt{2} \text{ m}$$

由余弦定理先求出下落的竖直距离

$$H = 9.8 \text{ m}$$

竖直方向应用动能定理

$$mgH = \frac{1}{2}mv_2^2$$

解得

$$v_2 = 14 \text{ m/s}$$

由余弦定理求得

$$v = \sqrt{109} \text{ m/s}$$

可见两种解法仍是一致的.

那么变力作用下的运动,是否也可以应用分运动的动能定理呢?从微元求和的角度也可以证明.

2 将“分运动应用动能定理”这种方法称为“动能定理的分量式”合适吗

“动能定理的分量式”这种提法暗示了某种守恒关系,即分运动的动能之和应当等于合运动的动能.只有两个方向互相垂直时,分运动的动能和恰好等于合运动的动能.因此有的人提出,在正交系的基础上,动能定理的分量式是正确的.但正因只有正交系才成立,有的人认为这是巧合,这种解法缺乏物理意义,进而认为这是错解,否定了学生的这种解法.

我们是不是进入了这样一个误区:分运动的动能的代数和一定要等于合运动的动能吗?

回顾学生的解法,仅仅在分运动中应用动能定理来求分速度的大小,再通过矢量合成求合速度,并不是把总动能分解到两个分方向,并不涉及到动能分解的问题,不需要满足合运动与分运动动能守恒的关系.由于矢量分解的任意性,分速度可以大于合速度,那么分运动的动能之和完全有可能大于合运动的动能.只是由于分运动的动能和不一定等于合运动的动能,所以把这种方法称为“动能定理的分量式”似乎不是很恰当,但不能以此来认定学生的这种解法是错解.

3 “分运动的动能和不一定等于合运动的动能”与能量守恒矛盾吗

回到例1这个例子:光滑水平面上,某质量为 m 的物体在两个等大的互成 60° 角的恒力 F 作用下由静止向前运动了距离 s .

解法一:对分运动应用动能定理,如图2所示.则

分方向1

$$F \cdot \frac{s}{\sqrt{3}} = \frac{1}{2}mv_1^2 \quad v_1 = \sqrt{\frac{2Fs}{\sqrt{3}m}}$$

分方向2

$$F \cdot \frac{s}{\sqrt{3}} = \frac{1}{2}mv_2^2 \quad v_2 = \sqrt{\frac{2Fs}{\sqrt{3}m}}$$

再利用合速度与分速度的关系

$$v = \sqrt{3}v_1 = \sqrt{3}v_2 \quad v = \sqrt{\frac{2\sqrt{3}Fs}{m}}$$

中学物理若干教学困境探讨

沈 杨 潘苏东

(华东师范大学物理与材料科学学院 上海 200062)

(收稿日期:2016-09-13)



摘 要:着重探讨中学物理教学存在的一些普遍困境,分析其产生的原因,以及对应改进课堂的教学决策。

关键词:中学 物理 教学 困境

时至今日,我们的物理教师还是依照过去陈旧的方法来培养教学行为能力,比较少从方法论角度来思考。这一缺少教学理论引导的探索是缓慢且艰难的,很难形成抽象的理论模式来解释所有的实际情况,以致产生一些教学困境。

下面就中学物理若干教学困境做些探讨,以期

走出教学困境,开创教学良好局面。

1 常见物理教学困境

在学习活动中,学生以及教师本人都可能只关注了是否获取了所要学习的定律的知识内容,而往往忽视了学生在认识的过程中所内涵的策略要求。笔者通过阅读相关文献资料及实际课堂经验,总结

解法二:对合运动应用动能定理

$$\sqrt{3}F \cdot s = \frac{1}{2}mv^2 \quad v = \sqrt{\frac{2\sqrt{3}Fs}{m}}$$

可能大家和笔者一样还有一点疑问:用分运动的动能定理求速度似乎没有问题,但解法一中外力做功与动能增加量似乎不匹配。表面上看解法一中似乎每个分力都只做了 $F \cdot \frac{s}{\sqrt{3}}$ 的功,则总功 $\frac{2Fs}{\sqrt{3}}$,而动能增加量是 $\sqrt{3}Fs$,两者并不相等。这种解法是不是与能量守恒矛盾了呢?但其实分方向1的分力 F

在分方向2上也做功了。所以如果要算每个分力实际做的功应该是 $F \cdot \frac{s}{\sqrt{3}} + F \cdot \frac{s}{\sqrt{3}} \cos 60^\circ = \frac{\sqrt{3}Fs}{2}$,两个分力做的总功 $\sqrt{3}Fs$,与动能增加量还是相等。也就是说,分运动的动能的代数和并不一定等于合运动的动能,这与能量守恒并不矛盾。

所以笔者认为,沿任意方向分解的分运动都可以应用动能定理,只是把这种方法称为“动能定理的分量式”的说法不太恰当而已。当学生使用这种方法解题时,应当被认可。

The Kinetic Energy Theorem can be Applied in the Decomposed Motion

Kong Xiaoyan

(Yucheng high school, yuhuan county, Taizhou, Zhejiang 317600)

Abstract: After students learn the kinetic energy theorem, they often use the kinetic energy theorem to solve the problem in the decomposed motion. This method is called “component form of the kinetic energy theorem” by some articles. This thesis insists that the kinetic energy theorem can be applied in the decomposed motion whether Orthogonal system or not, but it is not appropriate to name it “component form of the kinetic energy theorem”.

Key words: the kinetic energy theorem; decomposed motion; component form