

匀速圆周运动可以这样分解吗

黄尚波

(南安市侨光中学 福建 泉州 362314)

(收稿日期:2015-09-07)

《物理教师》2015年第5期刊登了“三个宇宙速度的多种推导及教学启示”一文。文中作者分别介绍了3个宇宙速度的多种推导方法,其中关于第一宇宙速度的推导方法3作者将匀速圆周运动视为沿切线方向的匀速直线运动和沿半径方向的匀加速直线运动的合运动,并据此推出第一宇宙速度的计算式,笔者认为该方法值得商榷,特在此提出并作如下分析,若有不当之处敬请同行批评指正。

原文的推导方法:应用运动的合成与分解规律

推导。众所周知,按照第一宇宙速度稳定运行的卫星,其运动轨迹基本上与地球大圆重合。如图1所示。

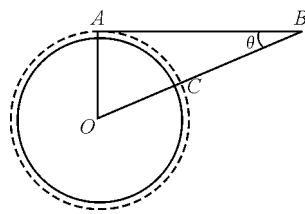


图1

发中心. 物理·必修1. 北京:人民教育出版社,2010

9 赵凯华. 概念的形成是首要的,然后才是名称——谈“重力”的定义. 物理教学,2011(1):9~10

10 F. Herrmann and G. Job 著. 德国卡尔斯鲁厄物理课程—物理(高中精编版)第一册. 陈敏华译. 上海:上海

教育出版社,2007:3-35

11 陈敏华. 重力的新定义:动量流的视觉. 物理通报,2013(2):94~97

12 A. P. French. On Weightlessness. Am. J. Phys., 63, 105(Feb. 1995)

Talking about Gravity Definition from the Perspective of Momentum Flow

Zhao Xueqin Huang Yongshun Zhou Xiaofang

(College of Physics and Information Engineering, Minnan Normal University, Zhangzhou, Fujian 363000)

Abstract: Weight is a very important physical concept. There are differences around the concept of weight. Force is the abstract concept of the Newton era. The weight is a kind of effect force that reflects the effect of gravity, which is not conducive to students to master the concept of virtual force. Force can also be considered as the momentum current intensity. The literature [11] gives a definition of weight from the momentum current perspective. This definition has some problems, which are questioned, and the weight is redefined using the concept of momentum current. The reasonableness and validity of the new definition of weight is explained through the interpretation of the relevant experiments.

Key words: weight; momentum current; overweight; weightlessness

当卫星从A点运动到C点,可以看成是沿切线AB方向的匀速直线运动和BC方向的自由落体运动的合运动,这是由于卫星沿切线方向不受力、沿径向只受重力所决定的.有 $AB = v_1 t$ (v_1 为第一宇宙速度), $BC = \frac{1}{2}gt^2$,地球半径为 R ,由于卫星高度可以忽略不计,根据几何关系可得

$$\left(R + \frac{1}{2}gt^2\right)^2 = R^2 + (v_1 t)^2 \quad (1)$$

$$\cos \theta = \frac{v_1 t}{R + \frac{1}{2}gt^2} = \frac{gt}{v_1} \quad (2)$$

式(1)、(2)联立得

$$\frac{v_1^4}{g^2} - \frac{2R}{g}v_1^2 + R = 0$$

解得

$$v_1 = \sqrt{gR} = 7.9 \text{ km/s}$$

对以上原文推导中需要补充说明的是:作者认为卫星运动到C点的径向分速度 v_n ,切线AB方向的分速度 v_1 和合速度 v_c 三者的矢量关系,如图2所示.

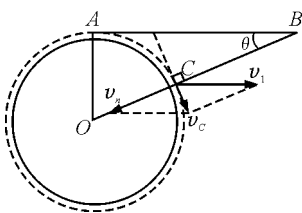


图2

根据图2得到关系式

$$\cos \theta = \frac{v_n}{v_1} = \frac{gt}{v_1}$$

只有(1)、(2)两式对任意给定的时间 $t(t \geq 0)$ 都成立,才有物理意义.

笔者认为原文的推导方法中存在以下几个问题:

(1) 原文式(1)、(2)经变形后分别得到

$$\frac{v_1^2}{R} = g + \frac{g^2 t^2}{4R} \quad (3)$$

$$\frac{v_1^2}{R} = g + \frac{g^2 t^2}{2R} \quad (4)$$

对比(3)、(4)两式可知,两式均成立则时间 t 只

能为零,这与原文(1)、(2)两式时间 t 取任意值都成立的原则相违背.

(2) 近地卫星绕地球做匀速圆周运动由重力提供向心力,有

$$mg = m \frac{v_1^2}{R}$$

化简得

$$g = \frac{v_1^2}{R} \quad (5)$$

将式(5)与式(3)或式(4)比较可知这些等式要成立时间 t 同样只能为零,这同样与原文(1)、(2)两式时间 t 取任意值都成立的原则相违背.

(3) 由于卫星做匀速圆周运动,卫星运动到C点的合速度 v_c 与切线AB方向的分速度 v_1 大小应相等,而由图2可知 v_1 大于 v_c (即直角三角形的斜边大于直角边),这显然与卫星做匀速圆周运动速度的大小保持不变相矛盾.

(4) 笔者联立(1)、(2)两式无法推算得到式(3),不理解文中作者是如何推算出来的.

基于以上的分析,笔者认为原文的推导方法是错误的,究其原因原文作者错误地将匀速圆周运动分解为沿切线方向的匀速直线运动和径向的匀加速直线运动.那么,为什么匀速圆周运动不可以这样分解呢?

我们知道,匀速圆周运动的物体所需的向心力虽然大小保持不变,方向一直沿半径方向指向圆心,但其方向是一直在随时间变化,显然向心力不是恒力,故不能认为匀速圆周运动的物体沿径向做匀加速直线运动.

另外,从力做功的角度来看,如果我们将匀速圆周运动分解为沿切线方向的匀速直线运动和径向的匀加速直线运动,则向心力会对物体做正功,这就与向心力不做功相矛盾.

可见,在分析和求解物理问题时,应注意物理规律的适用条件和适用范围,恰当地运用物理规律,否则将得出错误的结论.

参考文献

- 1 李兴. 三个宇宙速度的多种推导及教学启示. 物理教师, 2015(5):20