

一个力学问题的剖析给我们的启示

邵建新 刘云虎 张子英

一、提出问题

许多大学物理教材或参考书在讲授角动量守恒定律之后会安排类似这样的例题或习题：当地球处于远日点时，到太阳的距离是 $1.52 \times 10^{11} \text{m}$ ，轨道速度为 $2.93 \times 10^4 \text{m/s}$ 。地球处于近日点，到太阳的距离为 $1.47 \times 10^{11} \text{m}$ 。求地球在近日点时的轨道速度。该问题用角动量守恒定律求解极为简单。如图 1 所示，建立如下模型：

选地球为研究对象并视为质点，认为地球在运动过程中仅受到太阳对它的引力，由于这个引力始

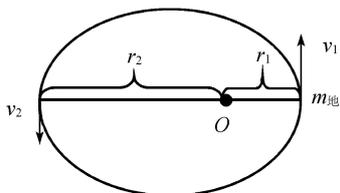


图 1

终指向太阳中心 O，因而对 O 点来说没有外力矩作用在地球上，因此地球在运动过程中对 O 点的角动量守恒。利用角动量守恒定律易得

$$mv_1 r_1 = mv_2 r_2, \quad (1)$$

$$\text{所以, } v_1 = \frac{r_2}{r_1} v_2. \quad (2)$$

将 $r_2 = 1.52 \times 10^{11} \text{m}$, $r_1 = 1.47 \times 10^{11} \text{m}$, $v_2 = 2.93 \times 10^4 \text{m/s}$ 代入式 (2) 得到

$$v_1 = 3.03 \times 10^4 \text{m/s}.$$

尽管这个问题是刻意安排在角动量守恒内容之中，但仍有许多学生不用角动量守恒定律而是用牛顿第二定律求解。能否用牛顿第二定律求解呢？答案是肯定的。但教学实践中我们发现，学生是这样用牛顿第二定律求解的：

在近日点，对地球应用牛顿第二定律，有

$$G \frac{m_{\text{日}} m_{\text{地}}}{r_1^2} = m_{\text{地}} \frac{v_1^2}{r_1}, \quad (3)$$

在远日点，对地球应用牛顿第二定律，有

$$G \frac{m_{\text{日}} m_{\text{地}}}{r_2^2} = m_{\text{地}} \frac{v_2^2}{r_2}. \quad (4)$$

由式 (3)、(4) 可得

$$v_1 = \sqrt{\frac{r_2}{r_1}} v_2. \quad (5)$$

将已知数据代入式 (5) 计算可得

$$v_1 = 2.98 \times 10^4 \text{m/s}$$

这个结果与书中给出的答案 $v_1 = 3.03 \times 10^4 \text{m/s}$ 相差很小，从单纯对答案的角度出发，如果只用牛顿第二定律求解，学生都忽略了这个结果与答案的差别。也有一部分学生认为这是两种解法的方法误差所致，因而没有再做过多的思考和分析。乍一看，似乎还说过得去。果真如此吗？

实际上，如果将两种解法放在一起进行比较，就会得到很荒诞的结果！

我们知道，不论用哪种方法求 v_2 ，它的解析表达式应该相同。由式 (2)、(5) 可得

$$\frac{r_2}{r_1} v_2 = \sqrt{\frac{r_2}{r_1}} v_2,$$

$$\text{即有} \quad r_1 = r_2 \quad (6)$$

式 (6) 代入式 (2) 或式 (5) 又可得到

$$v_1 = v_2. \quad (7)$$

显然这不是方法误差所致！那么，问题出在哪里呢？

二、问题解析

仔细分析式 (3) 和式 (4) 发现，两式中法向加速度的表达有问题。由于地球运动的轨道是一个椭圆-平面曲线，它在某点的法向加速度的大小应是 $\frac{v^2}{\rho}$ ，其中 ρ 是椭圆轨道在该处的曲率半径。式 (6)、

(7) 荒诞结果的出现，是因为把力心到运动质点的距离 r 当成了曲率半径 ρ 。这是受到在圆周运动中各处的曲率半径都等于圆的半径，也即圆心到运动质点的距离这一思维定势的影响。

设近日点、远日点处轨道的曲率半径分别是 ρ_1 、 ρ_2 ，则有

$$G \frac{m_{\text{日}} m_{\text{地}}}{r_1^2} = m_{\text{地}} \frac{v_1^2}{\rho_1}, \quad (8)$$

$$G \frac{m_{\text{日}} m_{\text{地}}}{r_2^2} = m_{\text{地}} \frac{v_2^2}{\rho_2}. \quad (9)$$

由式 (8)、(9) 可得

$$\frac{v_1^2}{v_2^2} = \frac{r_2^2 \rho_1}{r_1^2 \rho_2}. \quad (10)$$

对中学物理教材资源创造性应用的探讨

蔡稚梅

物理课程改革的实施使得课程标准教材的版本更加多样化,内容更加生动而富有特色。教材内容的选择、呈现的结构形式和其所倡导的学习方式等,都为物理教学贯彻新的课程理念、实施新的教学模式及教学方法提供了良好的条件。但是由于我国东西部地区、城乡之间存在的地理条件、教学环境、教学设施以及学生知识结构基础、生活经验等方面的差异,教材中设置的教学情景不一定都具有普适性,因而,在教材资源精彩纷呈的现代物理教学中,把握和创造性地运用物理教材对于教学效果有着重要的影响。作为物理教师,必须全面认识新教材资源的特点,努力提高教材资源的创造性应用能力,通过对教材的研究、开发,更好地实现教学目标。

一、新课程理念下的教材观

教材资源是教师为实现教学目标,在教学活动中使用的、供学生选择和处理的、负载着知识信息的一切手段和材料。教学中使用的教科书(也称为“课本”)是教材资源的主要部分,是教材的主体,是师生教学的主要材料,是教学成绩考核的依据,也是学生学习其他课外知识的基础。教科书在教学

中有着不可替代的作用,它是一种特殊的书籍,通常所说的教材主要指的是教科书。

新的课程理念要求我们必须确立新的教材观:

1. 教材既是教师进行教学的基本材料,也是学生认识世界的媒体。

在新的课程理念里,教材不再是“学校教学事实上的唯一依据”,它只是“学生和老师进行教学的材料”。这样,我们就可以接受与此有关一些教学过程和教学方法的变化顺序可变、时间可调、实例可换、内容可选。此外,教材还是落实新课标的媒介。新的教材观要求我们不再把教材当作教学活动的目标和对象,而应把教材看作是传递教学信息的重要媒介。

2. 新课程改变了教师课程从属者的身份,使之变成了课程主体。

这一点突出表现在对教材资源的应用上。课程标准要求教师在教学中对教材资源进行补充、延伸、拓宽和重组,注重教材与社会生活和学生经验的联系和融合,同时鼓励学生对教材质疑和超越。在教材的利用和处理上,教师应该具有自己的创建,“用教材教而不是教教材”。

由椭圆的曲率半径公式

$$\rho = \frac{(a^2 \sin^2 \theta + b^2 \cos^2 \theta)^{\frac{3}{2}}}{ab} \quad (11)$$

其中, a 、 b 分别是椭圆的长半轴和短半轴的长度。

如图 2 所示,在近日点, $\theta=0$, $\rho_1 = \frac{b^2}{a}$, (12)

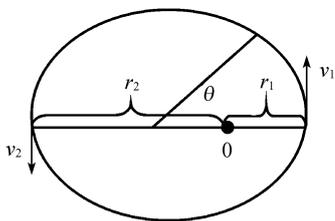


图 2

$$\text{在远日点, } \theta=\pi, \rho_2 = \frac{b^2}{a}, \quad (13)$$

将式(12)、(13)代入式(10)可得

$$v_1 = \frac{r_2}{r_1} v_2 \quad (14)$$

可见,这一结果与用角动量守恒定律求解所得结果完全一致。

此例的分析不仅告诉我们,平面曲线的曲率半径与力心到运动质点的距离虽然两者在圆周运动中相等,但它们不是同一个概念。更重要的是让我们看到,一题多解中答案的细微差别,不能想当然的看成是方法误差所致,应当抱着怀疑的态度仔细分析每一个细节,努力养成缜密思维的良好习惯。

(新疆石河子大学师范学院物理系 832003)