

单元测试错题集

Due on April 3, 2025

大学物理

魏崂 | 2024302082051

Problem 1

一质点在 xy 平面内做曲线运动, 其任意时刻的位置矢量为 $\vec{r} = \vec{r}(x, y)$, s 代表路程, \vec{v} 表示质点的速度, \vec{a} 表示加速度, 则在下述几种表述中完全正确的是()。

1.

$$v = \frac{dr}{dt} = \sqrt{\left(\frac{dx}{dt}\right)^2 + \left(\frac{dy}{dt}\right)^2}$$

2.

$$a = \frac{d^2r}{dt^2} = \sqrt{\left(\frac{d^2x}{dt^2}\right)^2 + \left(\frac{d^2y}{dt^2}\right)^2}$$

3.

$$\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt} = \frac{dv_x}{dt}\vec{i} + \frac{dv_y}{dt}\vec{j}$$

4.

$$v = \frac{|d\vec{r}|}{dt} = \frac{ds}{dt}$$

错解

3(C)

正解

4(D)

解析

1. $r = \sqrt{x^2 + y^2}$ 是位置矢量的模长, $\frac{dr}{dt}$ 表示径向速度 (位置矢量模长的变化率)。而速率 v 应为速度矢量的模, 即 $\sqrt{\left(\frac{dx}{dt}\right)^2 + \left(\frac{dy}{dt}\right)^2}$, 但 $\frac{dr}{dt} \neq v$ (除非质点沿径向运动)。例如, 圆周运动时 $\frac{dr}{dt} = 0$, 但速率 $v \neq 0$ 。因此选项1错误。

2. $\frac{d^2r}{dt^2}$ 是位置矢量模长的二阶导数, 而加速度大小应为 $\sqrt{\left(\frac{d^2x}{dt^2}\right)^2 + \left(\frac{d^2y}{dt^2}\right)^2}$ 。例如, 匀速圆周运动中 $\frac{d^2r}{dt^2} = 0$, 但加速度大小 $a = \frac{v^2}{r} \neq 0$ 。因此选项2错误。

3. 严格来说, 选项C的表达式在直角坐标系下是正确的, 因为加速度是速度矢量的导数, 即:

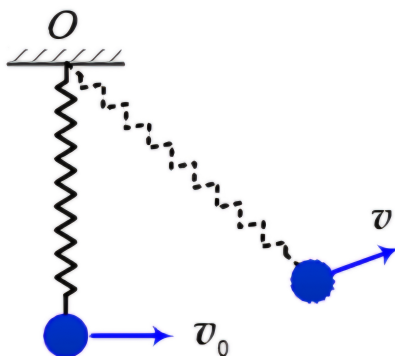
$$\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt} = \frac{dv_x}{dt}\vec{i} + \frac{dv_y}{dt}\vec{j}$$

选项3可能未正确使用矢量符号 (如标量等式), 导致错误。

4. $|\mathrm{d}\vec{r}|$ 是位移矢量的模长微分, 即 $\mathrm{d}s = |\mathrm{d}\vec{r}| = \sqrt{(\mathrm{d}x)^2 + (\mathrm{d}y)^2}$, 因此 $\frac{|\mathrm{d}\vec{r}|}{\mathrm{d}t} = \frac{\mathrm{d}s}{\mathrm{d}t} = v$, 选项4正确。

Problem 2

一根劲度系数为 k 、原长为 l 的轻质弹簧, 上端悬挂在 O 点, 下端系一个质量为 m 的小球 (可视为质点)。现给予小球一个水平方向的初速度 v_0 , 使小球在竖直平面内向上摆动。若以小球和弹簧作为一个系统, 则小球在上摆过程中, 下列说法正确的是()。



1. 系统的机械能守恒, 系统对 O 点的角动量守恒
2. 系统的机械能不守恒, 系统对 O 点的角动量守恒
3. 系统的机械能守恒, 系统对 O 点的角动量不守恒
4. 系统的机械能不守恒, 系统对 O 点的角动量不守恒

错解

3(C)

正解

4(D)

解析

机械能: 系统包括小球和弹簧, 但未包括地球。重力作为外部力, 做功导致机械能不守恒。

角动量: 重力产生的外力矩不为零, 导致系统对 O 点的角动量不守恒。