

得 $T \leq F_{\text{need}} \quad (36)$

$$\phi^2 = \frac{v_0^2}{L^2} - \frac{g}{L} \left[(\mu_x + \mu_y)\phi + \frac{\mu_x - \mu_y}{2} \sin 2\phi \right] \quad (31)$$

在 $\phi = 0$ 取最大值 $T = \frac{mv_0^2}{L} \quad (37)$

积分后得到:

$$v^2 = v_0^2 - gL \left[(\mu_x + \mu_y)\phi + \frac{\mu_x - \mu_y}{2} \sin 2\phi \right] \quad (32)$$

所以 $\frac{mv_{0\text{max}}^2}{L} = \mu_y mg \quad (38)$

计算得到:

$$v_{0\text{max}} = \pm \sqrt{\mu_y g L} = \pm 2.21 \text{ m/s} \quad (39)$$

C.2

运动物体的受力在杆上的投影满足:

$$T + F_{f,x} \sin \beta = m(\dot{\phi})^2 L \quad (33)$$

β 为摩擦力与速度的夹角, T 为杆的张力。

由 C.1, 有:

$$T = \frac{mv_0^2}{L} - g \left[(\mu_x + \mu_y)\phi + (\mu_x - \mu_y) \sin 2\phi \right] \quad (34)$$

由 B.1 可知物体能够移动所需的力与角度有关:

$$F_{\text{need}} = \frac{\mu_x \mu_y mg}{\sqrt{\mu_y^2 \sin^2 \phi + \mu_x^2 \cos^2 \phi}} \quad (35)$$

C.3

令

$$v_{\text{final}}^2 = v_{0\text{max}}^2 - gL \left[(\mu_x + \mu_y)\phi + \frac{\mu_x - \mu_y}{2} \sin 2\phi \right] = 0 \quad (40)$$

计算得到 $\phi \approx 0.338 \text{ rad}$, 乘以半径, 得到

$$L\phi = 0.338 \text{ m} \quad (41)$$

本题是一道比较基础的题目, 考察了受力分析, 力的分解, 牛顿第二定律, 圆周运动等基本概念和相关知识。数学运算上需要熟练求解方程, 进行简单积分。



科苑快讯

水下机器人可能揭开气候之谜

阳光普照的海面之下 200 米是中深海区, 这是人们很少冒险踏足的一段寒冷、黑暗的水域。这个区域被称为“模糊地带”, 居住着磷虾、鱿鱼和水母等动物。

过渡带动物在碳循环中扮演着重要的角色, 从地表水带来有机碳, 并将它们困在潮汐深处。但是, 这些害羞的生物非常脆弱, 很难被观察到, 因此几乎不可能追踪它们的活动, 更不用说它们对地球气候的影响了。

现在介绍一下 Mesobot, 这款自主水下机器人重约 250 千克, 有着黑黄相间的坦克外观。它能在无人工干预的情况下跟踪单个生物超过 1 天以上, 依靠长

续航电池和先进的跟踪算法去追踪动物的日常活动。通过一系列传感器和高清摄像头, Mesobot 可以帮助科学家了解这片神秘的海洋区域及其中的生物。

Mesobot 是系绳机器人, 在达到其工作水域前, 使用光缆从地面控制和供电, 然后释放并控制切换到机载计算机: SmartClump 为一组传感器和摄像头, Weights 为重物, Lightweight Fiber Optic Cable 为轻量光缆

(高凌云编译自 2021 年 7 月 2 日 www.sciencemag.org)

