

# hs\_phys\_probs 002

詹有丘

## 第 1 题 太空跳绳

一根不可伸长的长度为  $l$ , 质量为  $m$  的均质软绳, 两端固定在间隔为  $b$  的两点. 绳子以两个固定点的连线为轴以匀角速度  $\omega$  转动. 忽略重力的影响而只考虑离心力. 转动过程中绳子的形状保持为一个平面图形不变.

- (1) 用平面坐标系中的方程描述绳子的形状.
- (2) 求绳子的角动量的大小.
- (3) 求固定点处对绳子的拉力的大小.

## 第 2 题 地铁站闸机

某地铁站的出入站闸机采用三辊闸设计. 三辊闸是这样一种装置: 考虑三维空间中的三根长度均为  $l$  的细硬轻杆, 每根杆都有一段被固定在点  $O$  处, 且它们两两之间的夹角被固定为  $\alpha$ . 显然存在一条过  $O$  的轴  $z$  使得三辊闸绕  $z$  轴有  $\frac{2\pi}{3}$  旋转对称.  $z$  轴与地面的夹角被适当地选取, 以至于三辊闸在初始状态可以与地面达成这样一种相对位形: 其中一根杆与地面平行, 另外两根杆的自由端的连线也与地面平行. 有一堵固定在地面上的墙, 其位置满足: 在初始状态下, 三辊闸的水平杆垂直于墙, 且墙面紧贴在水平杆的自由端. 将通过闸机的人简化为刚性长方体. 人通过闸机的过程中, 长方体推动三辊闸绕  $z$  轴转动, 长方体的一个面紧贴地面, 另一个面紧贴墙面. 长方体足够高.

- (1) 求满足以下条件的长方体的最大宽度  $a_0$ : 人能完全通过闸机, 且长方体的厚度可以任意大.
- (2) 接上问, 若长方体的宽度  $a > a_0$ , 求满足以下条件的长方体的最大横截面积: 人能完全通过闸机.
- (3) 若长方体的宽度为  $a$ , 人在完全通过闸机的过程中需要克服三种摩擦: 来自墙面和地面的滑动摩擦力 (大小恒定为  $f$ ), 来自杆的滑动摩擦力 (摩擦系数为  $\mu$ ), 来自三辊闸转轴的滑动摩擦力矩 (大小恒定为  $K$ ). 求人在缓慢地完全通过闸机的过程中, 来自杆的滑动摩擦耗散的能量为多少.

## 参考答案

第 1 题 太空跳绳

第 2 题 地铁站闸机