

# 江苏省仪征中学 2021-2022 学年度第一学期高一物理学科导学案

## 专题：水平面内圆周运动的临界问题

研制人：熊小燕

审核人：邱勇

班级：\_\_\_\_\_ 姓名：\_\_\_\_\_ 学号：\_\_\_\_\_ 授课日期：2022.03.09

本课在课程标准中的表述：学会从牛顿第二定律来判定水平面内圆周运动的临界问题。

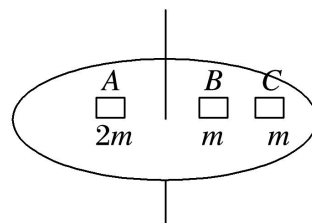
### 【学习目标】

- 1.知道水平面内的圆周运动的几种常见模型，并会找它们的临界条件.
- 2.掌握圆周运动临界问题的分析方法.

### 【课堂学习】

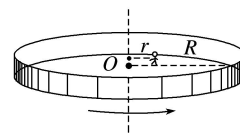
例 1：如图所示， $A$ 、 $B$ 、 $C$  三个物体放在旋转的水平圆盘面上，物体与盘面间的最大静摩擦力均是其重力的  $k$  倍，三物体的质量分别为  $2m$ 、 $m$ 、 $m$ ，它们离转轴的距离分别为  $R$ 、 $R$ 、 $2R$ 。当圆盘旋转时，若  $A$ 、 $B$ 、 $C$  三物体均相对圆盘静止，则下列说法正确的是( )

- A.  $A$  的向心加速度最大
- B.  $B$  和  $C$  所受摩擦力大小相等
- C. 当圆盘转速缓慢增大时， $C$  比  $A$  先滑动
- D. 当圆盘转速缓慢增大时， $B$  比  $A$  先滑动



针对训练：“魔盘”是一种神奇的游乐设施，它是一个能绕中心轴转动的大型转盘，随着“魔盘”转动角速度的增大，“魔盘”上的人可能滑向盘的边缘。如图 2 所示，质量为  $m$  的人(视为质点)坐在转盘上，与转盘中心  $O$  相距  $r$ ，转盘的半径为  $R$ ，人与盘面及侧壁间的动摩擦因数均为  $\mu$ ，设最大静摩擦力等于滑动摩擦力，重力加速度为  $g$ 。

- (1)当转盘的角速度大小为  $\omega_0$  时，人未滑动，求此时人受到的摩擦力大小和方向；
- (2)使转盘的转速缓慢增大，求人与转盘发生相对滑动时转盘的角速度大小  $\omega$ ；
- (3)当人滑至“魔盘”侧壁时，只要转盘的角速度不小于某一数值  $\omega_m$ ，人就可以离开盘面，贴着侧壁一起转动，试求角速度  $\omega_m$  的大小。



### 【知识深化】

物体做圆周运动时，若物体的线速度大小、角速度发生变化，会引起某些力(如拉力、支持力、摩擦力)发

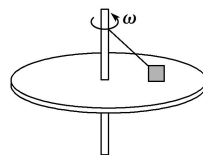
生变化，进而出现某些物理量或运动状态的突变，即出现临界状态。

水平面内的圆周运动常见的临界问题：

- (1)物体恰好(没有)发生相对滑动，静摩擦力达到最大值。
- (2)物体恰好要离开接触面，物体与接触面之间的弹力为 0。
- (3)绳子恰好断裂，绳子的张力达到最大承受值。
- (4)物体所受支持力为 0 或绳子刚好伸直，绳子的张力恰好为 0。

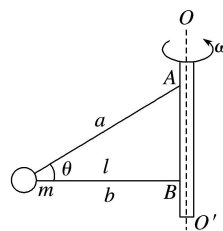
例 2：如图所示，水平转盘上放有质量为  $m$  的物块，物块到转轴的距离为  $r$ 。一段绳的一端与物块相连，另一端系在圆盘中心上方  $\frac{4}{3}r$  处，绳恰好伸直，物块和转盘间的动摩擦因数为  $\mu$ ，设物块受到的最大静摩擦力等于滑动摩擦力，已知重力加速度为  $g$ 。

- (1)当水平转盘以角速度  $\omega_1$  匀速转动时，绳上恰好有张力，求  $\omega_1$  的值；
- (2)当水平转盘以角速度  $\omega_2$  匀速转动时，物块恰好离开转盘，求  $\omega_2$  的值。



例 3：如图所示，质量为  $m$  的小球由轻绳  $a$  和  $b$  分别系于一轻质细杆的  $A$  点和  $B$  点，当轻杆绕轴  $OO'$  以角速度  $\omega$  匀速转动时，小球在水平面内做匀速圆周运动， $a$  绳与水平面成  $\theta$  角， $b$  绳平行于水平面且长为  $l$ ，重力加速度为  $g$ ，则下列说法正确的是( )

- $a$  绳与水平方向夹角  $\theta$  随角速度  $\omega$  的增大而一直减小
- $a$  绳所受拉力随角速度的增大而增大
- 当角速度  $\omega > \sqrt{\frac{g}{l \tan \theta}}$  时， $b$  绳将出现弹力
- 若  $b$  绳突然被剪断，则  $a$  绳的弹力一定发生变化



**[课后作业]** 完成课后作业

**[课后感悟]** \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

# 江苏省仪征中学 2021—2022 学年度第一学期高一物理学科作业

## 专题：水平面内圆周运动的临界问题

研制人：熊小燕

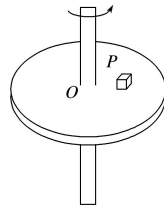
审核人：邱勇

班级：\_\_\_\_\_ 姓名：\_\_\_\_\_ 学号：\_\_\_\_\_ 时间：2022.03.09 作业时长：30 分钟

### [基础练习]

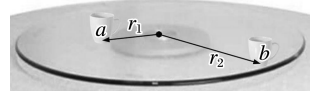
1. 如图所示，在匀速转动的水平圆盘上离转轴某一距离处放一小木块，该木块恰能跟随圆盘做匀速圆周运动而不发生相对滑动，设最大静摩擦力等于滑动摩擦力，则在改变下列哪种条件时，物体仍能与圆盘保持相对静止( )

- A. 增大圆盘转动的角速度
- B. 增大木块到转轴的距离
- C. 增大木块的质量
- D. 改变上述的任一条件都不能使木块与圆盘继续保持相对静止



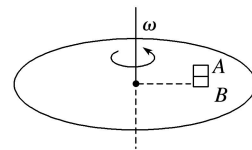
2. 如图所示， $a$  为置于距圆桌转盘中心  $r_1$  处的杯子，装满水的总质量为  $2m$ ，另有一空杯子  $b$  质量为  $m$ ，置于距圆盘中心  $r_2$  处，已知  $r_2 = 2r_1$ ，圆盘从静止开始缓慢地加速转动，两杯子与桌面间的动摩擦因数均为  $\mu$ ，且均未相对桌面滑动，用  $\omega$  表示圆盘转动的角速度，下列说法不正确的是( )

- A.  $b$  比  $a$  先达到最大静摩擦力
- B.  $a$ 、 $b$  所受的摩擦力始终相同
- C.  $\omega = \sqrt{\frac{\mu g}{2r_1}}$  是  $b$  开始滑动的临界角速度
- D. 当  $\omega = \sqrt{\frac{\mu g}{2r_1}}$  时， $a$  所受摩擦力的大小为  $\mu mg$



3. 如图所示，粗糙水平圆盘上，质量相等的  $A$ 、 $B$  两物块叠放在一起，随圆盘一起做匀速圆周运动，则下列说法正确的是( )

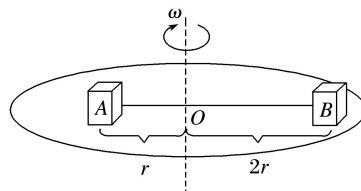
- A.  $A$ 、 $B$  都有沿切线方向且向后滑动的趋势
- B.  $B$  运动所需的向心力大于  $A$  运动所需的向心力
- C. 盘对  $B$  的摩擦力是  $B$  对  $A$  的摩擦力的 2 倍
- D. 若  $B$  相对圆盘先滑动，则  $A$ 、 $B$  间的动摩擦因数  $\mu_A$  小于盘与  $B$  间的动摩擦因数  $\mu_B$



### [能力练习]

4. 如图所示，在匀速转动的水平圆盘上，沿半径方向放着用水平细线相连的质量相等的两个物体  $A$  和  $B$ ，它们分居圆心两侧，质量均为  $m$ ，与圆心距离分别为  $R_A = r$ ， $R_B = 2r$ ，与盘间的动摩擦因数  $\mu$  相同，重力加速度为  $g$ ，设最大静摩擦力等于滑动摩擦力。当圆盘转速加快到两物体刚好还未发生滑动时，下列说法正确的是( )

- A. 此时绳子张力为  $F_T = 4\mu mg$



B. 此时圆盘的角速度为  $\omega = \sqrt{\frac{2\mu g}{r}}$

C. 此时  $A$  所受摩擦力方向沿半径指向圆内

D. 若此时烧断绳子,  $A$  仍相对盘静止,  $B$  将做离心运动

### [提升练习]

★5. 如图所示, 长为  $L$  的绳子下端连着质量为  $m$  的小球, 上端悬于天花板上, 把绳子拉直, 绳子与竖直线夹角  $\theta = 60^\circ$ , 此时小球静止于光滑的水平桌面上. 求: (重力加速度为  $g$ )

(1) 当小球刚好离开水平桌面时, 小球匀速转动的角速度  $\omega_0$  为多大;

(2) 当小球以  $\omega_1 = \sqrt{\frac{g}{L}}$  做圆锥摆运动时, 绳子张力  $F_1$  为多大? 桌面对小球的支持力  $F_{N1}$  为多大;

(3) 当小球以  $\omega_2 = \sqrt{\frac{3g}{L}}$  做圆锥摆运动时, 绳子张力  $F_2$  及桌面对小球的支持力  $F_{N2}$  各为多大.

