

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：竖直面内的圆周运动

研制人：熊小燕

审核人：邱勇

班级：_____ 姓名：_____ 学号：_____ 授课日期：2022.03.08

本课在课程标准中的表述：了解生活中常见的竖直面内的圆周运动。

[学习目标]

1.掌握竖直面内圆周运动的轻绳模型和轻杆模型的分析方法.

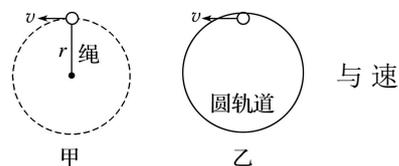
[课堂学习]

一、竖直面内圆周运动的轻绳(过山车)模型

如图所示，甲图中小球受绳拉力和重力作用，乙图中小球受轨道的弹力和重力作用，在竖直面内做圆周运动，小球在绳、轨道的限制下不能远离圆心且在最高点无支撑，我们称这类运动为“轻绳模型”。

1. 小球在竖直平面内的运动是匀速圆周运动吗？

2. 小球运动到最高点时向心力由什么力来提供？绳上拉力(或轨道弹力)度有何关系？



3. 分析求解小球通过最高点的速度.

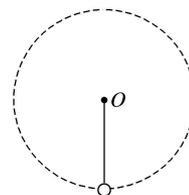
4. 分析小球通过最高点时绳上拉力与速度的关系.

例 1：如图所示，长度为 $L=0.4\text{ m}$ 的轻绳，系一小球在竖直平面内做圆周运动，小球的质量为 $m=0.5\text{ kg}$ ，小球半径不计， g 取 10 m/s^2 ，求：

(1)小球刚好通过最高点时的速度大小；

(2)小球通过最高点时的速度大小为 4 m/s 时，绳的拉力大小；

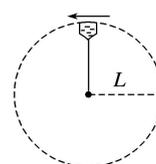
(3)若轻绳能承受的最大张力为 45 N ，小球运动过程中速度的最大值.



针对训练 1：杂技演员表演“水流星”，在长为 1.6 m 的细绳的一端，系一个与水的总质量为 $m=0.5\text{ kg}$ 的大小不计的盛水容器，以绳的另一端为圆心，在竖直平面内做圆周运动，如图所示，若“水流星”通过最高点时的速率为 4 m/s ，则下列说法正确的是(g 取 10 m/s^2)()

A. “水流星”通过最高点时，有水从容器中流出

B. “水流星”通过最高点时，绳的张力及容器底部受到的压力均为零



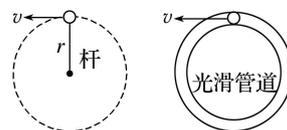
C. “水流星”通过最高点时，处于完全失重状态，不受力的作用

D. “水流星”通过最高点时，绳子的拉力大小为 5 N

二、竖直面内圆周运动的轻杆(管)模型

如图所示，细杆上固定的小球和在光滑管形轨道内运动的小球在重力和杆(管道)的弹力作用下在竖直平面内做圆周运动，这类运动称为“轻杆模型”。

1. 分析求解小球通过最高点的的速度。

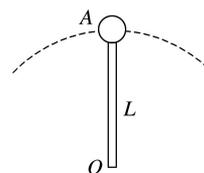


2. 分析小球在最高点时杆上的力(或管道的弹力)随速度的变化。

例 2: 长 $L=0.5\text{ m}$ 、质量可忽略的细杆，其一端可绕 O 点在竖直平面内转动，另一端固定着一个小球 A A 的质量为 $m=2\text{ kg}$ 。当 A 通过最高点时，如图所示，求在下列两种情况下小球对杆的作用力： $(g$ 取 $10\text{ m/s}^2)$

(1) A 在最高点的速度为 1 m/s ;

(2) A 在最高点的速度为 4 m/s 。



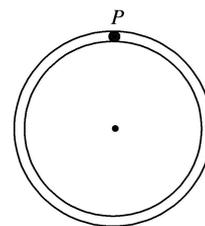
针对训练 2: 如图所示，半径为 L 的圆管轨道(圆管内径远小于轨道半径)竖直放置，管内壁光滑，管内有一个小球(小球直径略小于管内径)可沿管转动，已知重力加速度为 g ，设小球经过最高点 P 时的速度为 v ，则()

A. v 的最小值为 \sqrt{gL}

B. v 若增大，球所需的向心力也增大

C. 当 v 由 \sqrt{gL} 逐渐减小时，轨道对球的弹力也减小

D. 当 v 由 \sqrt{gL} 逐渐增大时，轨道对球的弹力也减小



[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：竖直面内的圆周运动

研制人：熊小燕

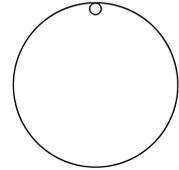
审核人：邱勇

班级：_____ 姓名：_____ 学号：_____ 时间：2022.03.08 作业时长：30 分钟

[基础练习]

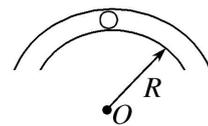
1.如图所示，质量为 m 的小球在竖直平面内的光滑圆环内侧做圆周运动。圆环半径为 R ，小球半径不计，小球经过圆环内侧最高点时刚好不脱离圆环，则其通过最高点时下列表述不正确的是(重力加速度为 g)()

- A. 小球对圆环的压力大小等于 mg
- B. 重力 mg 充当小球做圆周运动所需的向心力
- C. 小球的线速度大小等于 \sqrt{gR}
- D. 小球的向心加速度大小等于 g



2.如图所示，一个内壁光滑的弯管处于竖直平面内，其中管道半径为 R 。现有一个半径略小于弯管横截面半径的光滑小球在弯管内运动，小球通过最高点时的速率为 v_0 ，重力加速度为 g ，则下列说法中正确的是()

- A. 若 $v_0 = \sqrt{gR}$ ，则小球对管内上壁有压力
- B. 若 $v_0 > \sqrt{gR}$ ，则小球对管内下壁有压力
- C. 若 $0 < v_0 < \sqrt{gR}$ ，则小球对管内下壁有压力
- D. 不论 v_0 多大，小球对管内下壁都有压力

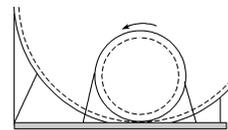


3.游客乘坐过山车，在圆弧轨道上做匀速圆周运动，且在最低点处获得的向心加速度为 10 m/s^2 ， g 取 10 m/s^2 ，那么运动到此位置时座椅对游客的作用力相当于游客重力的()

- A. 1 倍
- B. 2 倍
- C. 3 倍
- D. 4 倍

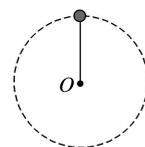
4.在游乐园乘坐如图所示的过山车时，质量为 m 的人随车在竖直平面内沿圆周轨道运动，已知重力加速度为 g ，下列说法正确的是()

- A. 车在最高点时人处于倒坐状态，全靠保险带拉住，若没有保险带，人一定会掉下去
- B. 人在最高点时对座位仍会产生压力，但压力一定小于 mg
- C. 人在最高点和最低点时的向心加速度大小相等
- D. 人在最低点时对座位的压力大于 mg



5.如图所示，某轻杆一端固定一质量为 m 的小球，以另一端 O 为圆心，使小球在竖直平面内做半径为 R 的圆周运动，重力加速度为 g ，以下说法中正确的是()

- A. 小球过最高点时，杆所受的弹力不可以为零
- B. 小球过最高点时，最小速度为 \sqrt{gR}
- C. 小球过最低点时，杆对球的作用力不一定与小球所受重力方向相反
- D. 小球过最高点时，杆对球的作用力可以与球所受重力方向相反，此时重力一定大于或等于杆对球的作



用力

[能力练习]

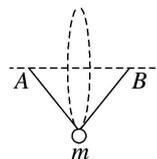
6. 如图所示, 长度相同的两根轻绳, 一端共同系住质量为 m 的小球, 另一端分别固定在等高的 A 、 B 两点, A 、 B 两点间的距离与绳长相等. 已知重力加速度为 g . 现使小球在竖直平面内以 AB 为轴做圆周运动, 若小球在最高点速率为 v 时, 两根绳的拉力恰好均为零, 则小球在最高点速率为 $3v$ 时, 每根绳的拉力大小为 ()

A. $\frac{2}{3}\sqrt{3}mg$

B. $\frac{4}{3}\sqrt{3}mg$

C. $\frac{8}{3}\sqrt{3}mg$

D. $4\sqrt{3}mg$



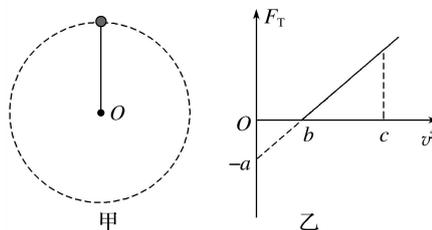
7. 如图甲所示, 用一轻质绳拴着一质量为 m 的小球, 在竖直平面内做圆周运动(不计一切阻力), 小球运动到最高点时绳对小球的拉力为 F_T , 小球在最高点的速度大小为 v , 其 F_T-v^2 图像如图乙所示, 则()

A. 数据 a 与小球的质量无关

B. 当地的重力加速度为 $\frac{m}{a}$

C. 当 $v^2=c$ 时, 轻质绳的拉力大小为 $\frac{ac}{b}+a$

D. 当 $v^2=2b$ 时, 小球受到的拉力与重力大小相等



8. 一细绳与水桶相连, 水桶中装有水, 水桶与细绳一起在竖直

平面内做圆周运动, 如图所示, 水的质量 $m=0.5 \text{ kg}$, 水的重心到转轴的距离 $l=50 \text{ cm}$. (g 取 10 m/s^2)

(1) 若在最高点水不流出来, 求桶的最小速率; (结果保留三位有效数字)

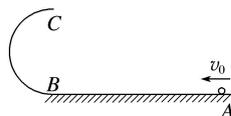
(2) 若在最高点水桶的速率 $v=3 \text{ m/s}$, 求水对桶底的压力大小.

9. 如图所示, 一个可以视为质点的小球质量为 m , 以某一初速度冲上光滑半圆形轨道, 轨道半径为 $R=0.9 \text{ m}$, 直径 BC 与水平面垂直, 小球到达最高点 C 时对轨道的压力是其重力的 3 倍, 重力加速度 $g=10 \text{ m/s}^2$, 忽略空气阻力, 求:

(1) 小球通过 C 点的速度大小;

(2) 小球离开 C 点后在空中的运动时间是多少;

(3) 小球落地点距 B 点的距离.

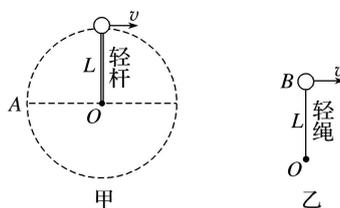


10. 如图甲所示，一长 $L=1\text{ m}$ 的轻杆的一端固定在水平转轴 O 上，另一端固定一质量 $m=1\text{ kg}$ 的小球，小球随轻杆绕转轴在竖直平面内做线速度 $v=1\text{ m/s}$ 的匀速圆周运动，重力加速度 g 取 10 m/s^2 ，不计空气阻力.

(1) 小球运动到最高点时，求杆对球的作用力 F_1 ；

(2) 小球运动到水平位置 A 时，求杆对球的作用力大小 F_2 ；

(3) 若将轻杆换成轻绳，再将小球提至转轴正上方的 B 点，此时绳刚好伸直且无张力，然后将球以水平速度 $v=1\text{ m/s}$ 抛出，如图乙所示. 求从抛出小球到绳再次伸直的时间 t .



[提升练习]

★11. 如图所示，轻杆长为 $3L$ ，在杆的 A 、 B 两端分别固定质量均为 m 的球 A 和球 B ，杆上距球 A 为 L 处的点 O 装在光滑的水平转动轴上，外界给予系统一定的能量后，杆和球在竖直面内转动. 在转动的过程中，忽略空气的阻力，重力加速度为 g . 若球 B 运动到最高点时，球 B 对杆恰好无作用力，则下列说法正确的是()

- A. 球 B 在最高点时速度为零
- B. 此时球 A 的速度也为零
- C. 球 B 转到最高点时，杆对水平轴的作用力为 $1.5mg$
- D. 球 B 转到最高点时，杆对水平轴的作用力为 $3mg$

