

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

6.2.2 向心力的分析和向心力公式的应用

研制人：熊小燕

审核人：邱勇

班级：_____ 姓名：_____ 学号：_____ 授课日期：2022.03.01

本课在课程标准中的表述：能用牛顿第二定律分析匀速圆周运动的向心力。

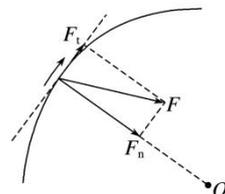
[学习目标]

1. 会分析向心力的来源，掌握向心力的表达式，并能用来进行计算。
2. 知道变速圆周运动和一般曲线运动的受力特点。

[课前预习]

一、向心力的大小

向心力的大小可以表示为 $F_n = \frac{mv^2}{r}$ 或 $F_n = m\frac{v^2}{r}$ 。



二、变速圆周运动和一般曲线运动的受力特点

1. 变速圆周运动的合力：变速圆周运动的合力产生两个方向的效果，如图所示。

(1) 跟圆周相切的分力 F_t ：改变线速度的_____。

(2) 指向圆心的分力 F_n ：改变线速度的_____。

2. 一般的曲线运动的处理方法

(1) 一般的曲线运动：运动轨迹既不是_____也不是_____的曲线运动。

(2) 处理方法：可以把曲线分割为许多很短的小段，质点在每小段的运动都可以看作_____的一部分，分析质点经过曲线上某位置的运动时，可以采用_____运动的分析方法来处理。

即学即用：

1. 判断下列说法的正误。

(1) 做匀速圆周运动的物体的向心力是恒力。 ()

(2) 向心力和重力、弹力一样，都是根据力的性质命名的。 ()

(3) 向心力可以是物体受到的某一个力，也可以是物体受到的合力。 ()

(4) 变速圆周运动的向心力并不指向圆心。 ()

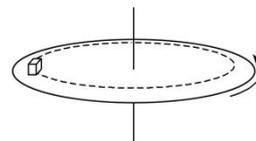
2. 一辆质量为 1 000 kg 的汽车，为测试其性能，在水平地面上沿半径 $r=50$ m 的圆，以 10 m/s 的速度做匀速圆周运动，汽车没有发生侧滑，_____对汽车提供向心力，此力大小为_____ N。

[课堂学习]

一、向心力的来源分析和计算

[导学探究]

如图所示，在匀速转动的水平圆盘上有一个相对圆盘静止的物体。



(1)物体需要的向心力由什么力提供？物体所受摩擦力沿什么方向？

(2)当转动的角速度变大后，物体仍与转盘保持相对静止，物体受的摩擦力大小怎样变化？

【知识深化】

1. 向心力的大小：

2. 向心力的来源分析

3. 几种常见的圆周运动向心力的来源

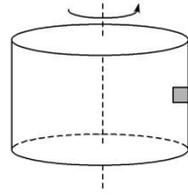
实例分析	图例	向心力来源
在匀速转动的圆筒内壁上，有一物体随圆筒一起转动而未发生滑动		弹力提供向心力
用细绳拴住小球在光滑的水平面内做匀速圆周运动		绳的拉力(弹力)提供向心力
物体随转盘做匀速圆周运动，且物体相对于转盘静止		静摩擦力提供向心力
用细绳拴住小球在竖直平面内做圆周运动，当小球经过最低点时		拉力和重力的合力提供向心力
小球在细绳作用下，在水平面内做匀速圆周运动时		绳的拉力的水平分力(或拉力与重力的合力)提供向心力

[深度思考] 做圆周运动的物体其合力方向一定指向圆心吗？

例 1：如图所示，圆柱形转筒绕其竖直中心轴转动，小物体贴在转筒内壁上随转筒一起转动而不滑落。则下列说法正确的是()

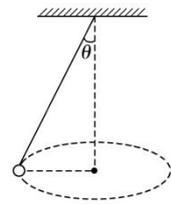
A. 小物体受到重力、弹力、摩擦力和向心力共 4 个力的作用

- B. 小物体随筒壁做圆周运动的向心力是由摩擦力提供的
- C. 筒壁对小物体的摩擦力随转速增大而增大
- D. 筒壁对小物体的弹力随转速增大而增大

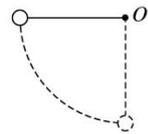


针对训练 1: 如图所示, 用长为 L 的细线拴住一个质量为 m 的小球, 使小球在水平面内做匀速圆周运动, 细线与竖直方向的夹角为 θ , 重力加速度为 g , 关于小球的受力情况, 下列说法正确的是()

- A. 小球受到重力、细线的拉力和向心力三个力
- B. 向心力由细线对小球的拉力提供
- C. 向心力的大小等于细线对小球拉力的水平分力
- D. 向心力的大小等于 $\frac{mg}{\tan \theta}$



例 2: 一个质量为 0.1 kg 的小球, 用一长 0.45 m 的细绳拴着, 绳的另一端系在 O 点, 让小球从图所示位置从静止开始释放, 运动到最低点时小球的速度为 3 m/s . (小球视为质点, 绳不可伸长, 取 $g = 10 \text{ m/s}^2$)



- (1) 分析小球运动到最低点时向心力的来源, 画出小球受力示意图;
- (2) 小球到达最低点时绳对小球的拉力的大小.

二、变速圆周运动和一般的曲线运动

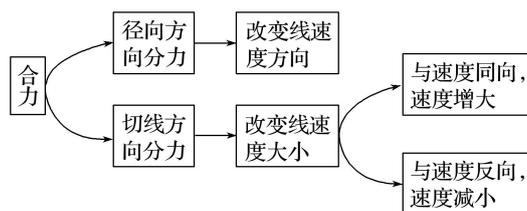
【导学探究】 荡秋千是小朋友很喜欢的游戏, 当秋千由上向下荡时:

- (1) 此时小朋友做的是匀速圆周运动还是变速圆周运动?
- (2) 绳子拉力与重力的合力指向悬挂点吗? 运动过程中, 公式 $F_n = m \frac{v^2}{r} = m\omega^2 r$ 还适用吗?

【知识深化】

1. 变速圆周运动

(1) 受力特点: 变速圆周运动中合力并不始终指向圆心, 合力 F 产生改变线速度大小和方向两个作用效果.



(2) 某一点的向心力仍可用公式 $F_n = m \frac{v^2}{r} = m\omega^2 r$ 求解.

2. 一般的曲线运动

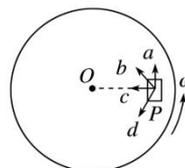
曲线轨迹上每一小段看成圆周运动的一部分，在分析其速度大小与合力关系时，可采用圆周运动的分析方法来处理。

(1)合力方向与速度方向夹角为锐角时，力为动力，速率越来越大。

(2)合力方向与速度方向夹角为钝角时，力为阻力，速率越来越小。

例 3：如图所示，物块 P 置于水平转盘上随转盘一起运动，图中 c 方向沿半径指向圆心， a 方向与 c 方向垂直。当转盘逆时针转动时，下列说法正确的是()

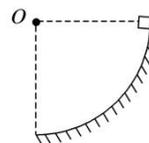
- A. 当转盘匀速转动时， P 所受摩擦力方向为 c
- B. 当转盘匀速转动时， P 不受转盘的摩擦力
- C. 当转盘加速转动时， P 所受摩擦力方向可能为 a
- D. 当转盘减速转动时， P 所受摩擦力方向可能为 b



针对训练 2：如图所示，某物体沿 $\frac{1}{4}$ 光滑圆弧轨道由最高点滑到最低点过程中，物体的速率逐渐增大，则

()

- A. 物体的合力为零
- B. 物体的合力大小不变，方向始终指向圆心 O
- C. 物体的合力就是向心力
- D. 物体的合力方向始终不与其运动方向垂直(最低点除外)

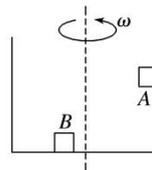


[课后作业] 完成课后作业

[课后感悟] _____

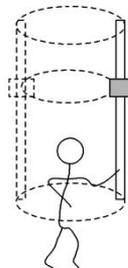
8.如图所示,一圆柱形容器绕其竖直轴线匀速转动,内部有 A 、 B 两个物体,均与容器的接触面始终保持相对静止.当转速增大后(A 、 B 与容器接触面间仍相对静止),下列说法正确的是()

- A. 两物体受到的摩擦力都增大
- B. 两物体受到的摩擦力大小都不变
- C. 物体 A 受到的摩擦力增大,物体 B 受到的摩擦力大小不变
- D. 物体 A 受到的摩擦力大小不变,物体 B 受到的摩擦力增大

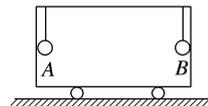


9.如图所示,某同学用硬塑料管和一个质量为 m 的铁质螺丝帽研究匀速圆周运动,将螺丝帽套在塑料管上,手握塑料管使其保持竖直并在水平方向做半径为 r 的匀速圆周运动,则只要运动角速度合适,螺丝帽恰好不下滑,假设螺丝帽与塑料管间的动摩擦因数为 μ ,认为最大静摩擦力近似等于滑动摩擦力.重力加速度为 g ,则在该同学手转塑料管使螺丝帽恰好不下滑时,下列分析正确的是()

- A. 螺丝帽受重力、弹力、摩擦力以及向心力
- B. 螺丝帽受到塑料管的弹力方向水平向外,背离圆心
- C. 此时手转动塑料管的角速度 $\omega = \sqrt{\frac{g}{\mu r}}$
- D. 若塑料管转动加快,螺丝帽有可能相对塑料管发生运动



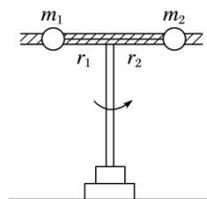
10.如图所示,将完全相同的两小球 A 、 B 用长 $L=0.8\text{ m}$ 的细绳悬于以 $v=4\text{ m/s}$ 向右匀速运动的小车顶部,两球分别与小车前、后壁接触.由于某种原因,小车突然停止运动,求此时细绳的拉力大小之比 $F_B:F_A$. (g 取 10 m/s^2)



[提升练习]

★11.在光滑水平杆上穿着两个小球 m_1 、 m_2 , 且 $m_1=2m_2$, 用水平细线把两球连起来,当支架匀速转动时,两小球刚好能与杆保持无相对滑动,如图所示.此时两小球到转轴的距离 r_1 与 r_2 之比为()

- A. 1:1
- B. 1:4
- C. 2:1
- D. 1:2



★12. 如图所示,质量相等的小球 A 、 B 分别固定在轻杆的中点及端点,当杆在光滑的水平面上绕 O 点匀速转动时,求杆的 OA 段及 AB 段对球的拉力大小之比.

