

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

6.3 向心加速度

研制人：熊小燕

审核人：邱勇

班级：_____ 姓名：_____ 学号：_____ 授课日期：2022.03.02

本课在课程标准中的表述：知道匀速圆周运动向心加速度的大小和方向。

[学习目标]

- 1.理解向心加速度的概念
- 2.知道向心加速度和线速度、角速度的关系.
- 3.能够运用向心加速度公式求解有关问题.

[课前预习]

一、匀速圆周运动的加速度方向

1. 向心加速度：物体做匀速圆周运动时的加速度总指向_____，这个加速度叫作向心加速度.
2. 向心加速度的作用：向心加速度的方向总是与速度方向_____，故向心加速度只改变速度的_____，不改变速度的_____.
3. 物体做匀速圆周运动时，向心加速度始终指向圆心，方向在时刻变化，所以匀速圆周运动是变加速曲线运动.

二、匀速圆周运动的加速度大小

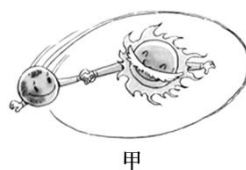
1. 向心加速度公式： $a_n = \frac{v^2}{r}$ 或 $a_n = \omega^2 r$
2. 向心加速度的公式既适用于匀速圆周运动，也适用于非匀速圆周运动.

[课堂学习]

一、对向心加速度的理解

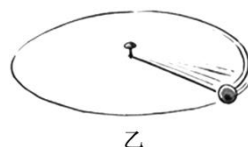
[导学探究] 如图甲所示，地球绕太阳做匀速圆周运动(近似的)；

如图乙所示，光滑桌面上一个小球在细线的牵引下绕桌面上的图钉做匀速圆周运动.



甲

- (1)分析地球和小球的受力情况，说明地球和小球的加速度方向；
- (2)地球和小球加速度的作用是什么？
- (3)地球和小球的加速度方向变化吗？匀速圆周运动是一种什么性质的运动呢？



乙

[知识深化]

对向心加速度及其方向的理解

1. 向心加速度的方向：
2. 向心加速度的作用：向心加速度的方向总是与速度方向垂直，故向心加速度只改变速度的方向，不改变速度的大小.
3. 圆周运动的性质：
4. 变速圆周运动的加速度并不始终指向圆心，该加速度有两个分量：一是向心加速度，二是切向加速度. 向心加速度改变速度方向，切向加速度改变速度大小.

例 1：下列关于向心加速度的说法错误的是()

- A. 向心加速度的方向始终与速度方向垂直
- B. 向心加速度只改变线速度的方向，不改变线速度的大小
- C. 物体做圆周运动时的加速度方向始终指向圆心
- D. 物体做匀速圆周运动时的加速度方向始终指向圆心

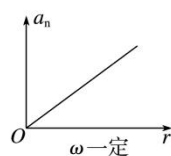
二、向心加速度的大小

1. 向心加速度公式

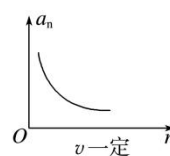
$$(1) a_n = \frac{v^2}{r} = \omega^2 r.$$

(2) 由于 $v = \omega r$ ，所以向心加速度也可以写成 $a_n = \omega v$.

(3) 由于 $\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f$ ，所以向心加速度也可以写成 $a_n = \frac{4\pi^2}{T^2} r = 4\pi^2 f^2 r$.



ω 一定时， a_n 与半径
 r 成正比



v 一定时， a_n 与半径
 r 成反比

2. 向心加速度与半径的关系(如图所示)

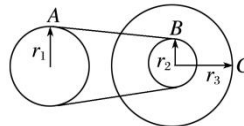
[深度思考]

1. 向心加速度公式仅适用于匀速圆周运动吗?

2. 由向心加速度的表达式 $a_n = \omega^2 r$ 可知, a_n 与 r 成正比; 由 $a_n = \frac{v^2}{r}$ 可知, a_n 与 r 成反比, 二者相互矛盾吗?

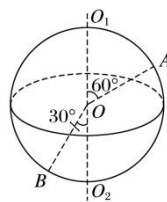
例 2: 如图所示, 皮带传动装置中, 右边两轮连在一起共轴转动, 图中三轮半径分别为 $r_1 = 3r$, $r_2 = 2r$, $r_3 = 4r$; A 、 B 、 C 三点为三个轮边缘上的点, 向心加速度大小分别为 a_1 、 a_2 、 a_3 , 皮带不打滑, 则下列比例关系正确的是()

- A. $\frac{a_1}{a_2} = \frac{3}{2}$ B. $\frac{a_1}{a_2} = \frac{2}{3}$ C. $\frac{a_2}{a_3} = 2$ D. $\frac{a_2}{a_3} = 1$



例 3: 如图所示, 一球体绕轴 O_1O_2 以角速度 ω 匀速旋转, A 、 B 为球体表面上两点, 下列说法正确的是()

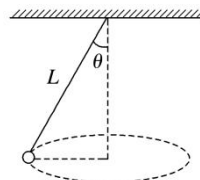
- A. A 、 B 两点具有相同的角速度
 B. A 、 B 两点具有相同的线速度
 C. A 、 B 两点的向心加速度的方向都指向球心
 D. A 、 B 两点的向心加速度大小之比为 2 : 1



三、圆周运动的动力学问题分析

例 4: 长为 L 的细线, 下端拴一质量为 m 的小球, 上端固定, 让小球在水平面内做匀速圆周运动, 如图所示, 细线与竖直方向成 θ 角时, 求: (重力加速度为 g)

- (1) 细线上的拉力大小;
 (2) 小球运动的线速度的大小.

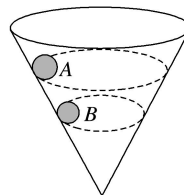


[知识深化] 分析匀速圆周运动问题的基本步骤

- 明确研究对象, 对研究对象进行受力分析, 画出受力示意图.
- 确定物体做圆周运动的轨道平面、圆心、半径.
- 找出向心力的来源, 利用平行四边形定则或正交分解法, 计算出沿半径方向的合力 $F_{\text{合}}$.
- 利用牛顿第二定律列方程 $F_{\text{合}} = F_n = m\omega^2 r = m \frac{v^2}{r} = m \frac{4\pi^2}{T^2} r$.
- 解方程求出待求物理量.

针对训练: 如图所示, 竖直固定的锥形漏斗内壁是光滑的, 内壁上有两个质量相等的小球 A 和 B , 在各自不同的水平面内做匀速圆周运动. 以下关于 A 、 B 两球做圆周运动时的线速度(v_A 、 v_B)、角速度(ω_A 、 ω_B)、加速度(a_A 、 a_B)和对内壁的压力(F_{NA} 、 F_{NB})的关系式正确的是()

- A. $v_A > v_B$ B. $\omega_A > \omega_B$
 C. $a_A > a_B$ D. $F_{NA} > F_{NB}$



[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

6.3 向心加速度

研制人：熊小燕

审核人：邱勇

班级：_____ 姓名：_____ 学号：_____ 时间：2022.03.02 作业时长：30 分钟

[基础练习]

1. 关于向心加速度，下列说法正确的是()

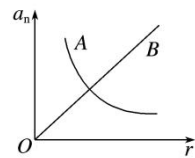
- A. 向心加速度是描述速率变化快慢的物理量
- B. 匀速圆周运动的向心加速度恒定不变
- C. 向心加速度是描述物体运动方向变化快慢的物理量
- D. 向心加速度随着半径的增大而减小

2. 下列关于向心加速度的说法中，正确的是()

- A. 向心加速度的方向始终与线速度的方向垂直
- B. 向心加速度的方向保持不变
- C. 在匀速圆周运动中，向心加速度是恒定的
- D. 在匀速圆周运动中，线速度不变

3. 如图所示是 A 、 B 两物体做匀速圆周运动的向心加速度随半径变化的图像，其中 A 为双曲线的一支，由图可知()

- A. A 物体运动的线速度大小不变
- B. A 物体运动的角速度不变
- C. B 物体运动的角速度是变化的
- D. B 物体运动的线速度大小不变

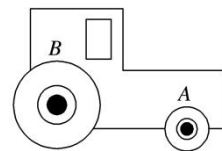


4. 甲、乙两个物体都做匀速圆周运动，转动半径之比为 $9:4$ ，转动周期之比为 $3:4$ ，则它们的向心加速度大小之比为()

- A. $1:4$
- B. $4:1$
- C. $4:9$
- D. $9:4$

5. 如图所示，拖拉机后轮的半径是前轮半径的两倍， A 和 B 是前轮和后轮边缘上的点，若车行进时车轮没有打滑，则()

- A. A 点和 B 点的线速度大小之比为 $1:2$
- B. A 点和 B 点的线速度大小之比为 $1:1$
- C. 前轮和后轮的角速度之比为 $1:1$
- D. A 点和 B 点的向心加速度大小之比为 $1:2$



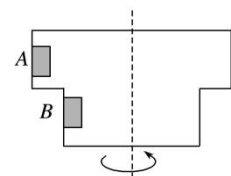
6. 如图所示，自行车的小齿轮 A 、大齿轮 B 、后轮 C 是相互关联的三个转动部分，且半径 $R_B=4R_A$ 、 $R_C=8R_A$ ，当自行车悬空，大齿轮 B 带动后轮匀速转动时， A 、 B 、 C 三轮边缘的向心加速度的大小之比 $a_A:a_B:a_C$ 等于()

- A. $1:1:8$
- B. $4:1:4$
- C. $4:1:32$
- D. $1:2:4$



7. 如图所示，质量相等的 A 、 B 两物体紧贴在匀速转动的圆筒的竖直内壁上，随圆筒一起做匀速圆周运动，则下列关系正确的是()

- A. 线速度 $v_A=v_B$
- B. 角速度 $\omega_A>\omega_B$
- C. 它们受到的合外力 $F_{A合}>F_{B合}$
- D. 它们受到的摩擦力 $F_{fA}>F_{fB}$



8. 一质量为 m 的物体，沿半径为 R 的半圆形轨道滑行，如图所示，经过最低点时的速度为 v ，物体与轨道间的动摩擦因数为 μ ，重力加速度为 g ，则它在最低点时受到的摩擦力大小为()

A. μmg

B. $\frac{\mu m v^2}{R}$

C. $\mu m(g + \frac{v^2}{R})$

D. $\mu m(g - \frac{v^2}{R})$



9. 质量为 m 的飞机以恒定速率 v 在空中水平盘旋, 如图所示, 其做匀速圆周运动的半径为 R , 重力加速度为 g , 则此时空气对飞机的作用力大小为()

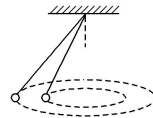


A. $m\frac{v^2}{R}$ B. Mg C. $m\sqrt{g^2 + \frac{v^4}{R^2}}$ D. $m\sqrt{g^2 - \frac{v^4}{R^2}}$

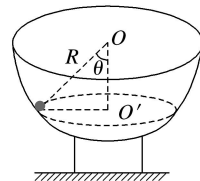
[能力练习]

10. 如图所示, 两个质量相同的小球用长度不同的不可伸长的细线拴在同一点, 并在同一水平面内做同方向的匀速圆周运动, 则它们的()

- A. 向心力大小相同 B. 运动周期不同
C. 运动线速度大小相同 D. 运动角速度相同

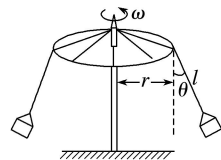


11. 如图所示, 有一质量为 m 的小球在光滑的半球形碗内做匀速圆周运动, 轨道平面在水平面内. 已知小球与半球形碗的球心 O 的连线跟竖直方向的夹角为 θ , 半球形碗的半径为 R , 重力加速度为 g , 求小球做匀速圆周运动的线速度大小及碗壁对小球的弹力大小.



12. 游乐场里的“飞天秋千”游戏开始前, 座椅由钢丝绳竖直悬吊在半空, 绳到转轴的距离为 r . 秋千匀速转动时, 钢丝绳与竖直方向成某一角度 θ , 其简化模型如图 9 所示. 已知钢丝绳的长度为 l , 座椅质量为 m , 大小忽略不计. 重力加速度为 g , 不计空气阻力, 求:

- (1) 钢丝绳所受拉力 F 的大小;
(2) 秋千匀速转动的角速度 ω ;
(3) 若要使钢丝绳与竖直方向的夹角 θ 增大, 可采取哪些方法? (答对一种即可)



[提升练习]

★13. 如图所示, “旋转秋千”中的两个座椅 A 、 B 质量相等, 通过相同长度的缆绳悬挂在旋转圆盘. 不考虑空气阻力的影响, 当旋转圆盘绕竖直中心轴匀速转动时, 下列说法正确的是()

- A. A 的线速度比 B 的大
B. 悬挂 A 、 B 的缆绳与竖直方向的夹角相等
C. 悬挂 A 的缆绳所受的拉力比悬挂 B 的缆绳所受的拉力小
D. A 与 B 的向心加速度大小相等

