

# 第 15 讲 圆周运动

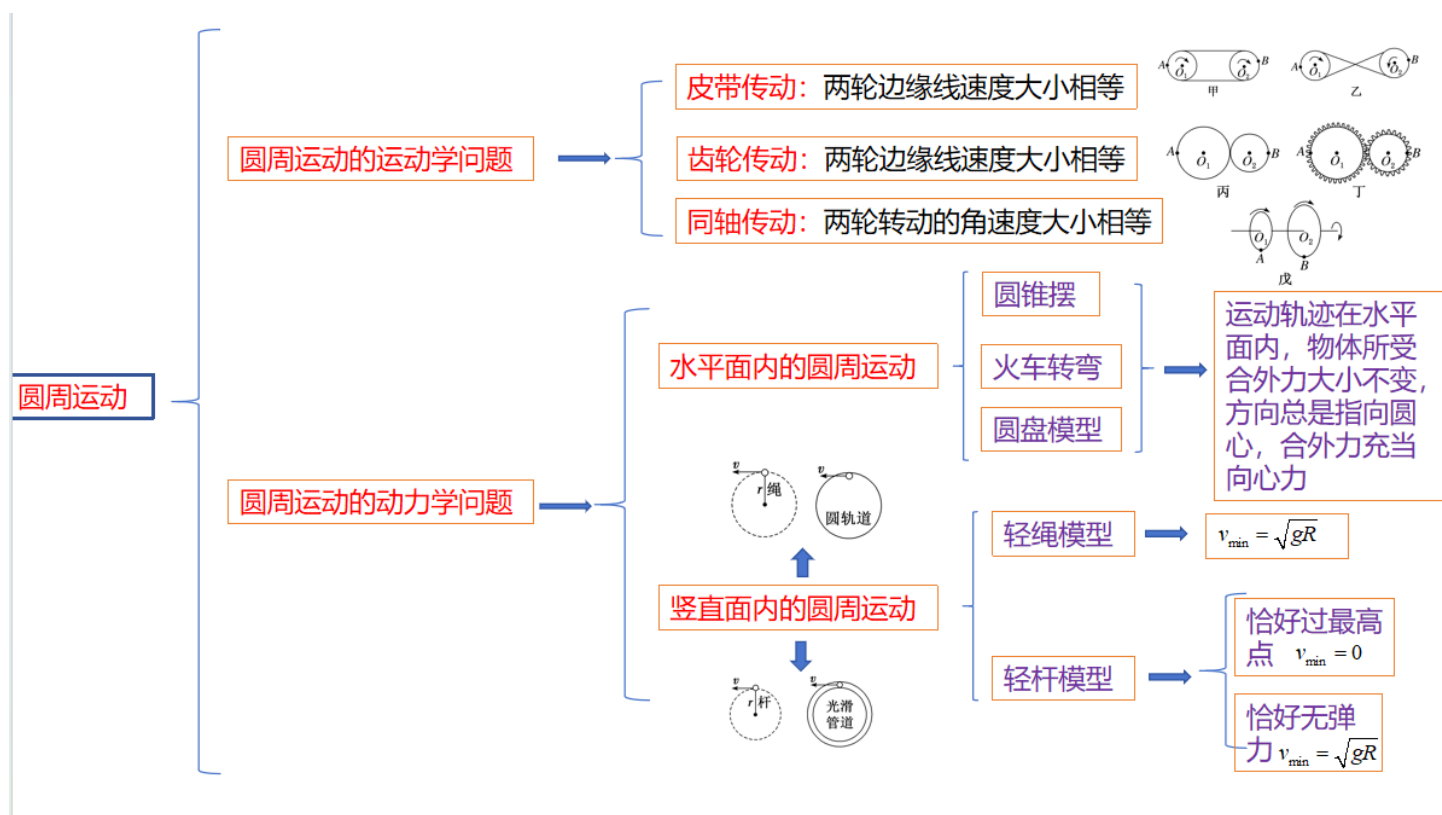
## 目录

01、考情透视, 目标导航	
02、知识导图, 思维引航	
03、考点突破, 考法探究	3
考点一 圆周运动的运动学问题	3
知识点 1、描述圆周运动的物理量及关系	3
知识点 2、匀速圆周运动	4
知识点 3、离心运动和近心运动	4
考向 1.圆周运动物理量的分析与计算	5
考向 2.圆周运动中的传动问题	6
考点二 圆周运动的动力学问题	7
知识点 1、匀速圆周运动的实例分析	7
知识点 2、变速圆周运动的向心力	8
考场动向	
考向 1、车辆转弯问题	8
考向 2 圆锥摆问题	9
考向 3、圆周运动的动力学问题	11
考点三 水平面内圆周运动的临界问题	12
知识点 1、与摩擦力有关的临界极值问题	12
知识点 2、与弹力有关的临界极值问题	12
考场动向	13
考向 1 圆盘模型中的临界问题	13
考向 2 多线圆锥摆的临界问题	13
考点四 竖直面内圆周运动的临界问题	14
知识点 1、竖直面内圆周运动的两类模型	14
知识点 2、解题技巧	15
考场动向	15
考向 1、轻绳模型	15
考向 2、轻杆模型	17
考点五 斜面上圆周运动的临界问题	18
考场动向	
考向 1、静摩擦力控制下的斜面圆周运动	18
考向 2、轻杆控制下的斜面圆周运动	18
04、真题练习, 命题洞见	20

考情 分析	2024·辽宁·高考物理试题 2024·江苏·高考物理试题 2024·甘肃·高考物理试题 2024·湖北·高考物理试题 2024·江西·高考物理试题 2023·辽宁·高考物理试题 2023·全国·高考物理试题 2023·北京·高考物理试题
复习 目标	目标 1.掌握描述圆周运动的各物理量及关系。 目标 2.会分析匀速圆周运动的周期性及多解问题。 目标 3.会分析圆周运动向心力的来源，并利用圆周运动的相关知识解决生活中的圆周运动。

## 02

### // 知识导图·思维引航 //



## 03

### // 考点突破·考法探究 //

#### 考点一 圆周运动的运动学问题

#### 知识固本

#### 知识点 1、描述圆周运动的物理量及关系

	定义、意义	公式、单位
线速度 ( $v$ )	1.描述圆周运动的物体运动____ 的物理量	1. $v = \frac{2\pi R}{T}$ (定义式) = $\frac{2\pi R}{T}$ (与周 期的关系)

	2.是矢量，方向和半径_____，和圆周_____	2.单位：m/s
角速度 ( $\omega$ )	1.描述物体绕_____转动快慢的物理量 2.是矢量，但不研究其方向	1. $\omega = \frac{v}{r}$ (定义式) = $\frac{2\pi}{T}$ (与周期的关系) 2.单位：rad/s 3. $\omega$ 与 $v$ 的关系： $v = \omega r$
周期( $T$ ) 转速( $n$ ) 频率( $f$ )	1.周期是做匀速圆周运动的物体沿圆周运动一周所用的时间，周期的倒数为频率 2.转速是单位时间内物体转过的_____	1. $T = \frac{1}{f}$ (与频率的关系) 2. $T$ 的单位：s $n$ 的单位：r/s、r/min $f$ 的单位：Hz
向心 加速度 ( $a_n$ )	1.描述线速度_____变化快慢的物理量 2.方向指向_____	1. $a_n = \frac{v^2}{r} = \frac{4\pi^2}{T^2} r = \omega v$ 2.单位：m/s <sup>2</sup>

## 知识点 2、匀速圆周运动

(1)定义：如果物体沿着圆周运动，并且线速度的大小处处\_\_\_\_\_，所做的运动叫作匀速圆周运动。

(2)特点：加速度大小\_\_\_\_\_，方向始终指向\_\_\_\_\_，是变加速运动。

(3)条件：合外力大小\_\_\_\_\_，方向始终与\_\_\_\_\_方向垂直且指向圆心。

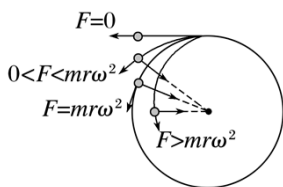
(4)知匀速圆周运动的向心力

大小	$F_n = m \frac{v^2}{r} = \frac{4\pi^2 m r}{T^2} = m \omega v = m \cdot 4\pi^2 f^2 r$
方向	始终沿半径方向指向圆心，时刻在改变，即向心力是一个_____
来源	向心力可以由一个力提供，也可以由几个力的_____提供，还可以由一个力的分力提供

## 知识点 3、离心运动和近心运动

(1)离心运动：做圆周运动的物体，在所受合外力突然消失或不足以提供圆周运动所需向心力的情况下，就做\_\_\_\_\_的运动。

(2)受力特点(如图)



- ①当  $F=0$  时, 物体沿\_\_\_\_\_方向飞出, 做匀速直线运动。
- ②当  $0 < F < m\omega^2$  时, 物体逐渐\_\_\_\_\_圆心, 做\_\_\_\_\_运动。
- ③当  $F > m\omega^2$  时, 物体逐渐\_\_\_\_\_, 做\_\_\_\_\_运动。
- (3)本质: 离心运动的本质并不是受到离心力的作用, 而是提供的力\_\_\_\_\_做匀速圆周运动需要的向心力。

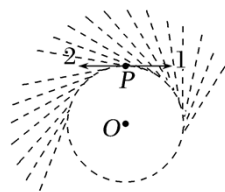
### 考向洞察

#### 考向 1. 圆周运动物理量的分析与计算

1. 在我国东北地区严寒的冬天, 人们经常玩一项“泼水成冰”的游戏, 具体操作是把一杯开水沿弧线均匀快速地泼向空中, 图甲所示是某人玩“泼水成冰”游戏的瞬间, 可抽象为如图乙所示的模型, 泼水过程中杯子的运动可看成匀速圆周运动, 人的手臂伸直, 在  $0.5\text{ s}$  内带动杯子转动了  $210^\circ$ , 人的臂长约为  $0.6\text{ m}$ , 则泼水过程中( )



甲



乙

- A. 杯子沿顺时针方向运动
- B.  $P$  位置飞出的小水珠初速度沿 1 方向
- C. 杯子运动的角速度大小为  $\frac{7\pi}{3}\text{ rad/s}$
- D. 杯子运动的线速度大小约为  $\frac{7\pi}{10}\text{ m/s}$

### 【题后反思】

(1)对公式  $v=\omega r$  的理解

当  $r$  一定时,  $v$  与  $\omega$  成正比。

当  $\omega$  一定时,  $v$  与  $r$  成正比。

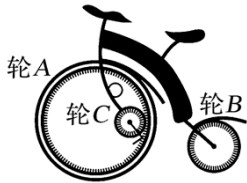
当  $v$  一定时,  $\omega$  与  $r$  成反比。

(2)对  $a_n = \frac{v^2}{r} = \omega^2 r$  的理解

在  $v$  一定时,  $a_n$  与  $r$  成反比; 在  $\omega$  一定时,  $a_n$  与  $r$  成正比。

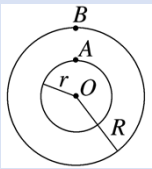
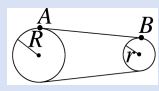
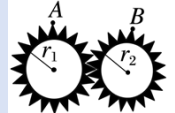
### 考向 2.圆周运动中的传动问题

2.如图是一种新概念自行车,它没有链条,共有三个转轮,  $A$ 、 $B$ 、 $C$  转轮半径依次减小。轮  $C$  与轮  $A$  啮合在一起,骑行者踩踏板使轮  $C$  动,轮  $C$  驱动轮  $A$  转动,从而使得整个自行车沿路面前行,轮胎不打滑。下列说法正确的是( )



- A.转轮  $A$ 、 $C$  转动方向相同,转轮  $A$ 、 $B$  转动方向不相同
- B.转轮  $A$ 、 $B$ 、 $C$  角速度之间的关系是  $\omega_A < \omega_B < \omega_C$
- C.转轮  $A$ 、 $B$ 、 $C$  边缘线速度之间的关系是  $v_A = v_B > v_C$
- D.转轮  $A$ 、 $B$ 、 $C$  边缘向心加速度之间的关系是  $a_A > a_B > a_C$

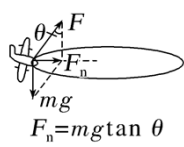
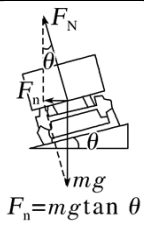
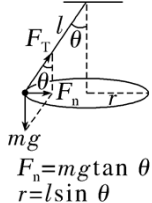
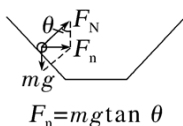
【题后反思】三种传动装置

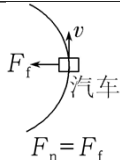
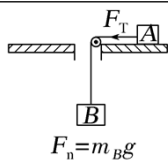
	同轴转动	皮带传动	齿轮传动
装置	<p>A、B 两点在同轴的一个圆盘上</p> 	<p>两个轮子用皮带连接，A、B 两点分别是两个轮子边缘上的点</p> 	<p>两个齿轮轮齿啮合，A、B 两点分别是两个齿轮边缘上的点</p> 
特点	角速度、周期相同	线速度大小相等	线速度大小相等
转向	相同	相同	相反
规律	<p>线速度与半径成正比：<math>\frac{v_A}{v_B} = \frac{r}{R}</math></p> <p>向心加速度与半径成正比：<math>\frac{a_A}{a_B} = \frac{r}{R}</math></p>	<p>角速度与半径成反比：<math>\frac{\omega_A}{\omega_B} = \frac{r}{R}</math></p> <p>向心加速度与半径成反比：<math>\frac{a_A}{a_B} = \frac{r}{R}</math></p>	<p>角速度与半径成反比：<math>\frac{\omega_A}{\omega_B} = \frac{r_2}{r_1}</math></p> <p>向心加速度与半径成反比：<math>\frac{a_A}{a_B} = \frac{r_2}{r_1}</math></p>

考点二 圆周运动的动力学问题

知识固本

知识点 1、匀速圆周运动的实例分析

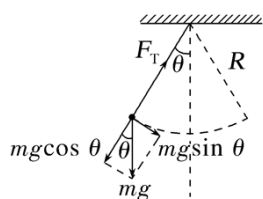
运动模型	向心力的来源图示	运动模型	向心力的来源图示
飞机水平转弯	 <p><math>F_n = mg \tan \theta</math></p>	火车转弯	 <p><math>F_n = mg \tan \theta</math></p>
圆锥摆	 <p><math>F_n = mg \tan \theta</math> <math>r = l \sin \theta</math></p>	飞车走壁	 <p><math>F_n = mg \tan \theta</math></p>

汽车在 水平路 面转弯		水平 转台 (光滑)	
-------------------	---	------------------	---

## 知识点 2、变速圆周运动的向心力

如图所示，当小球在竖直面内摆动时，半径方向的合力提供向心力，即

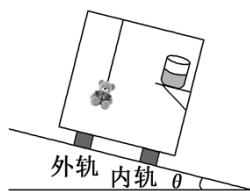
$$F_T - mg \cos \theta = m \frac{v^2}{R}$$



### 考向洞察

## 考向 1、车辆转弯问题

1. (多选)某次旅游中，游客乘坐列车以恒定速率通过一段水平圆弧形弯道过程中，游客发现车厢顶部悬挂玩具小熊的细线稳定后与车厢侧壁平行，同时观察放在桌面(与车厢底板平行)上水杯内的水面，已知此弯道路面的倾角为  $\theta$ ，不计空气阻力，重力加速度为  $g$ ，则下列判断正确的是( )



- A. 列车转弯过程中的向心加速度为  $g \tan \theta$ ，方向与水平面的夹角为  $\theta$
- B. 列车的轮缘与轨道无侧向挤压作用
- C. 水杯与桌面间无摩擦
- D. 水杯内水面与桌面不平行

2. 如图所示是为我国的福建号航母配置的歼-35 战机，具有优异的战斗性能，其过载能力可以达到 9。过载是指作用在飞机上的气动力和发动机推力的合力与飞机重力之比。例如，歼-35 战机以大小为  $2g$  的加速度竖直向上加速运动时，其过载就是 3。若歼-35 战机在一次做俯冲转弯训练时，在最低点时速度大小为  $200 \text{ m/s}$ ，过载为 5，重力加速度  $g = 10 \text{ m/s}^2$ ，将飞机的运动轨迹看成圆弧，则飞机的转弯半径约为( )

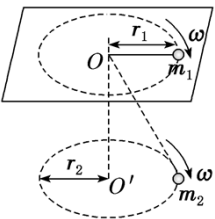




- A. 800 m                      B. 1 000 m                      C. 1 200 m                      D. 1 400 m

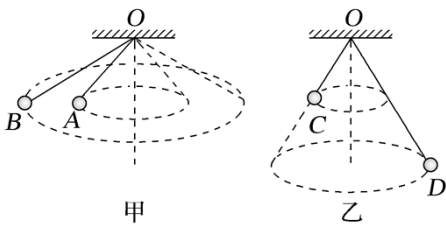
### 考向 2 圆锥摆问题

3. (2024·张家口高三检测)如图所示,足够大且光滑的桌面上有个光滑的小孔  $O$ , 一根轻绳穿过小孔, 两端各系着质量分别为  $m_1$  和  $m_2$  的两个物体, 它们分别以  $O$ 、 $O'$  点为圆心以相同角速度  $\omega$  做匀速圆周运动, 半径分别是  $r_1$ 、 $r_2$ ,  $m_1$  和  $m_2$  到  $O$  点的绳长分别为  $l_1$  和  $l_2$ , 下列说法正确的是( )



- A.  $m_1$  和  $m_2$  做圆周运动所需要的向心力大小相同  
 B. 剪断细绳,  $m_1$  做匀速直线运动,  $m_2$  做自由落体运动  
 C.  $m_1$  和  $m_2$  做圆周运动的半径之比为  $\frac{m_1}{m_2}$   
 D.  $m_1$  和  $m_2$  做圆周运动的绳长之比为  $\frac{m_2}{m_1}$

4. (多选)(2024·辽宁大连联考)四个完全相同的小球  $A$ 、 $B$ 、 $C$ 、 $D$  均在水平面内做圆锥摆运动。如图甲所示, 其中小球  $A$ 、 $B$  在同一水平面内做圆锥摆运动(连接  $B$  球的绳较长); 如图乙所示, 小球  $C$ 、 $D$  在不同水平面内做圆锥摆运动, 但是连接  $C$ 、 $D$  的绳与竖直方向之间的夹角相同(连接  $D$  球的绳较长), 则下列说法正确的是( )



- A. 小球  $A$ 、 $B$  角速度相等  
 B. 小球  $A$ 、 $B$  线速度大小相同  
 C. 小球  $C$ 、 $D$  向心加速度大小相同  
 D. 小球  $D$  受到绳的拉力大于小球  $C$  受到绳的拉力

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/615240310123012003>