

第四章

抛体运动与圆周运动

第13讲 圆周运动



栏目导航

知识梳理·易错辨析

核心考点·重点突破

名师讲坛·素养提升



高考

2025^版
轮总复习

知识梳理 · 易错辨析



知识梳理

一、描述圆周运动的物理量主要有线速度、角速度、周期、转速、向心加速度、向心力等，现比较如下表

	意义、方向	公式、单位
线速度	(1)描述做圆周运动的物体运动快慢的物理量(v) (2)方向与半径垂直，和圆周 <u>相切</u>	(1) $v = \frac{\Delta l}{\Delta t} = \frac{2\pi r}{T}$ (2)国际单位： m/s



	意义、方向	公式、单位
角速度	(1)描述物体绕圆心转动快慢的物理量(ω) (2)中学不研究其方向	(1)$\omega = \frac{\Delta\theta}{\Delta t} = \frac{2\pi}{T}$ (2)国际单位: rad/s



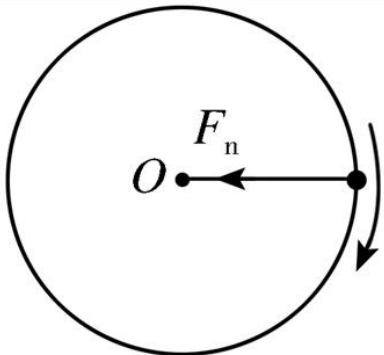
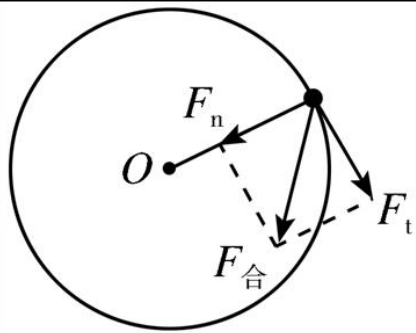
	意义、方向	公式、单位
周期频率和转速	(1)周期是物体沿圆周运动一圈的时间(T) (2)转速是物体在单位时间内转过的<u>圈数</u>(n) (3)频率(f)是物体在 1 s 内转过的圈数 (4)周期与频率的关系为 $T=\frac{1}{f}$	(1)$T=\frac{2\pi r}{v}$; 单位: s (2)n 的单位 r/s, r/min (3)f的国际单位: <u>Hz</u>



	意义、方向	公式、单位
向心 加速度	(1)描述速度<u>方向</u>变化快慢的物理量(a_n) (2)方向指向圆心	(1)$a_n = \frac{v^2}{r} = \omega^2 r$ $= v\omega$ (2)国际单位: m/s^2
向心力	(1)作用效果是产生向心加速度, 只改变线速度的<u>方向</u>, 不改变线速度的<u>大小</u> (2)方向指向圆心	(1)$F_n = m\omega^2 r = m \frac{v^2}{r} = m \frac{4\pi^2}{T^2} r$ (2)国际单位: N

二、匀速圆周运动与变速圆周运动

	匀速圆周运动	变速圆周运动
运动特点	线速度的大小 <u>不变</u> ，角速度、周期和频率都 <u>不变</u> ，向心加速度的大小 <u>不变</u>	线速度的大小、方向都 <u>变化</u> ，角速度 <u>变化</u> ，向心加速度的大小、方向都变，周期可能变也 <u>可能不变</u>

	匀速圆周运动	变速圆周运动
受力特点	 所受到的 <u>合力</u> 为向心力，大小不变，方向变，其方向时刻 <u>指向圆心</u>	 合力产生两个效果： ①沿半径方向的分力 <u>F_n</u>，即向心力，它改变速度的 <u>方向</u>； ②沿切线方向的分力 <u>F_t</u>，它改变速度的 <u>大小</u>

	匀速圆周运动	变速圆周运动
运动性质	变加速曲线运动(加速度大小不变, 方向变化)	变加速曲线运动(加速度大小、方向都变化)



三、离心运动

1. 定义：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，所做的逐渐远离圆心的运动。

2. 本质：做圆周运动的物体，由于本身的惯性，总有沿着圆周切线方向飞出去的倾向。



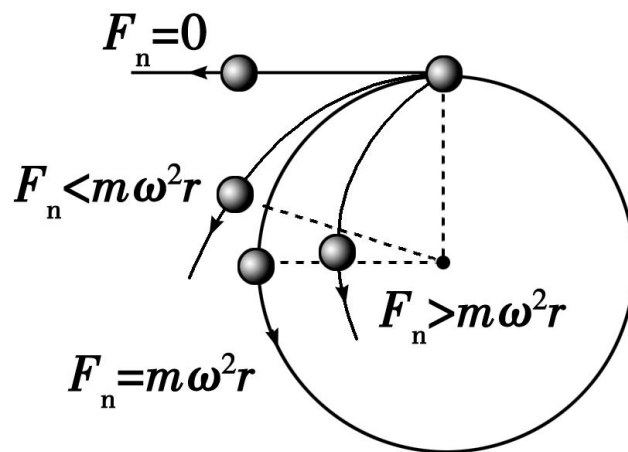
3. 受力特点

(1)当 $F_n = m\omega^2 r$ 时, 物体做圆周运动。

(2)当 $F_n = 0$ 时, 物体沿切线方向飞出。

(3)当 $F_n < m\omega^2 r$ 时, 物体逐渐远离圆心, 做离心运动。

(4)当 $F_n > m\omega^2 r$ 时, 物体将逐渐靠近圆心, 做近心运动。



注意 物体做圆周运动还是偏离圆形轨道完全是由实际提供的向心力和所需的向心力间的大小关系决定的。





易错辨析

1. 做圆周运动的物体，一定受到向心力的作用，所以分析做圆周运动物体的受力，除了分析其受到的其他力，还必须指出它受到向心力的作用。(×)
2. 一物体以4 m/s的线速度做匀速圆周运动，周期为2 s，则速度变化率的大小为 $4\pi \text{ m/s}^2$ 。(√)
3. 在绝对光滑的水平路面上汽车可以转弯。(×)



4. 火车转弯速率小于规定的数值时，内轨受到的压力会增大。
(✓)
5. 飞机在空中沿半径为 R 的水平圆周盘旋时，飞机机翼一定处于倾斜状态。(✓)



高考

2025^版
轮总复习

核心考点 · 重点突破

考点 1

圆周运动中的运动学分析

(基础考点·自主探究)

1. 匀速圆周运动的关系式

(1) 线速度与角速度: $v = \omega r$ 。

(2) 线速度与周期、频率、转速: $v = \frac{2\pi r}{T} = 2\pi r f = 2\pi r n$ 。

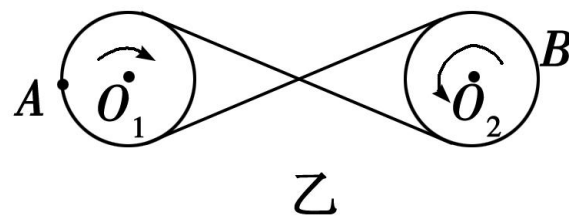
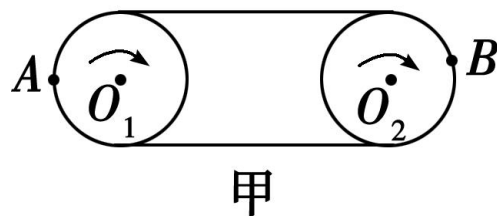
(3) 角速度与周期、频率、转速: $\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f = 2\pi n$ 。

(4) 向心力: $F_n = m \frac{v^2}{r} = m r \omega^2 = m \frac{4\pi^2 r}{T^2} = m \omega v$ 。

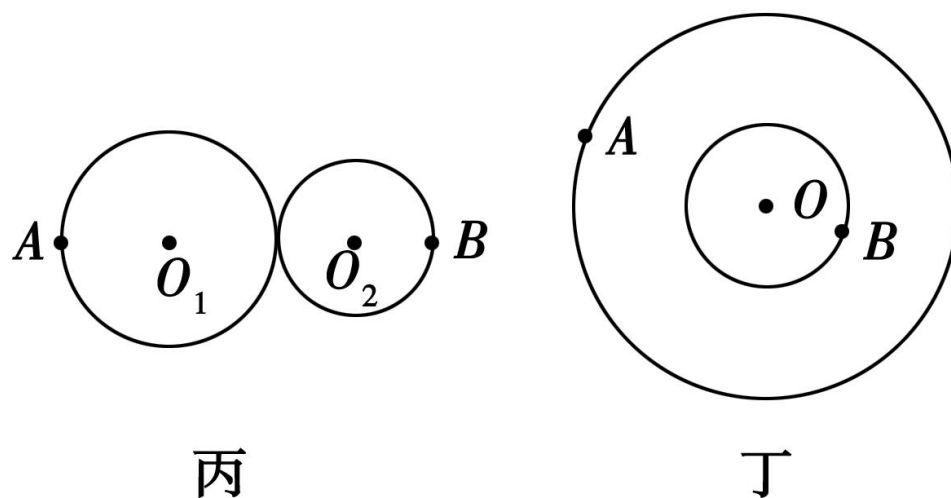
(5) 向心加速度: $a_n = \frac{v^2}{r} = r \omega^2 = \frac{4\pi^2 r}{T^2} = \omega v$ 。

2. 常见的三种传动方式及特点

(1) 皮带传动：如图甲、乙所示，皮带与两轮之间无相对滑动时，两轮边缘线速度大小相等，即 $v_A = v_B$ 。



(2)摩擦传动：如图丙所示，两轮边缘接触，接触点无打滑现象时，两轮边缘线速度大小相等，即 $v_A = v_B$ 。



(3)同轴传动：如图丁所示，两轮固定在一起绕同一转轴转动，两轮转动的角速度大小相等，即 $\omega_A = \omega_B$ 。

【跟踪训练】

1 (描述圆周运动的物理量及其关系)如图所示, 操场跑道的弯道部分是半圆形, 最内圈的半径大约是36 m。一位同学沿最内圈匀速率跑过一侧弯道的的时间约为12 s, 则这位同学在沿弯道跑步时(**D**)

- A. 角速度约为 $\frac{\pi}{6}$ rad/s
- B. 线速度约为 3 m/s
- C. 转速约为 $\frac{1}{12}$ r/s
- D. 向心加速度约为 $\frac{\pi^2}{4}$ m/s²



[解析] 由题意知同学在沿弯道跑步时角速度约为 $\omega = \frac{\theta}{t} = \frac{\pi}{12} \text{ rad/s}$

线速度 $v = \omega r = 3\pi \text{ m/s}$, 转速 $n = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{1}{24} \text{ r/s}$, 向心加速度 $a = \omega^2 r = \frac{\pi^2}{4} \text{ m/s}^2$

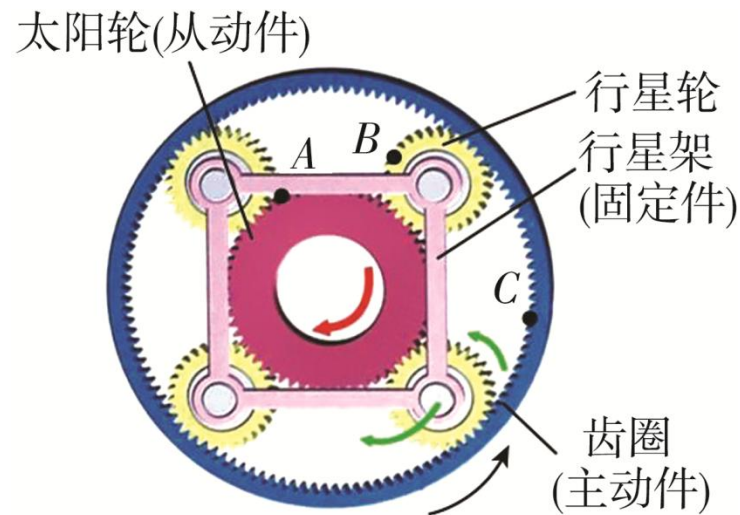
D 项正确。





(传动问题)如图所示为“行星减速机”的工作原理图。“行星架”为固定件，中心“太阳轮”为从动件，其半径为 R_1 ，周围四个“行星轮”的半径为 R_2 ，“齿圈”为主动件，其中 $R_1=2R_2$ 。 A 、 B 、 C 分别是“太阳轮”“行星轮”“齿圈”边缘上的点。则在该状态下(**D**)

- A. A 点与 B 点的角速度相同
- B. A 点与 C 点的转速相同
- C. B 点与 C 点的周期相同
- D. A 点与 C 点的线速度大小相同



[解析] 由题意可知, A 、 B 、 C 三点的线速度大小相等, 根据 $v = \omega r$, 结合 A 、 B 、 C 三点的半径大小关系 $R_C > R_A > R_B$, 可知 A 、 B 、 C 三点的角速度大小关系为 $\omega_C < \omega_A < \omega_B$, 根据转速与角速度关系 $\omega = 2\pi n$, 可知 A 、 B 、 C 三点的转速大小关系为 $n_C < n_A < n_B$, 根据周期与角速度关系 $T = \frac{2\pi}{\omega}$, 可知 A 、 B 、 C 三点的周期大小关系为 $T_C > T_A > T_B$, 选项 A、B、C 错误, D 正确。



3

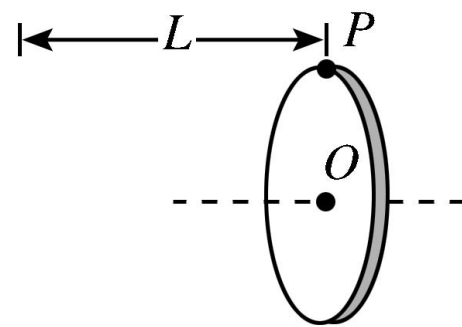
(多解问题)(多选)如图所示,一位同学玩飞镖游戏。圆盘最上端有一点 P ,飞镖抛出时与 P 在同一竖直平面内等高,且距离 P 点为 L 。当飞镖以初速度 v_0 垂直盘面瞄准 P 点抛出的同时,圆盘绕经过盘心 O 点的水平轴在竖直平面内匀速转动。忽略空气阻力,重力加速度为 g ,若飞镖恰好击中 P 点,则(**AD**)

A. 飞镖击中 P 点所需的时间为 $\frac{L}{v_0}$

B. 圆盘的半径可能为 $\frac{gL^2}{2v_0^2}$

C. 圆盘转动角速度的最小值为 $\frac{2\pi v_0}{L}$

D. P 点随圆盘转动的线速度可能为 $\frac{7\pi gL}{4v_0}$



[解析] 飞镖水平抛出后做平抛运动，水平方向的分运动是匀速直线运动，因此 $t = \frac{L}{v_0}$ ，A 正确；飞镖击中 P 点时， P 点恰好在圆盘最低点，则有 $2r = \frac{1}{2}gt^2$ ，解得圆盘的半径 $r = \frac{gL^2}{4v_0^2}$ ，B 错误；飞镖击中 P 点，则 P 点转过的角度满足 $\theta = \omega t = \pi + 2k\pi (k=0, 1, 2, \cdots)$ ，故 $\omega = \frac{\theta}{t} = \frac{(2k+1)\pi v_0}{L}$ ($k=0, 1, 2, \cdots$)，则圆盘转动角速度的最小值为 $\frac{\pi v_0}{L}$ ，C 错误； P 点随圆盘转动的线速度 $v = \omega r = \frac{(2k+1)\pi gL}{4v_0} (k=0, 1, 2, \cdots)$ ，当 $k=3$ 时， $v = \frac{7\pi gL}{4v_0}$ ，D 正确。

考点 2

圆周运动中的动力学分析

(能力考点·深度研析)

1. 对向心力的理解

(1)向心力的方向：沿半径指向圆心。

(2)向心力是按力的作用效果命名的，可以是重力、弹力、摩擦力等各种力，也可以是几个力的合力或某个力的分力，因此在受力分析中要避免再添加一个向心力。

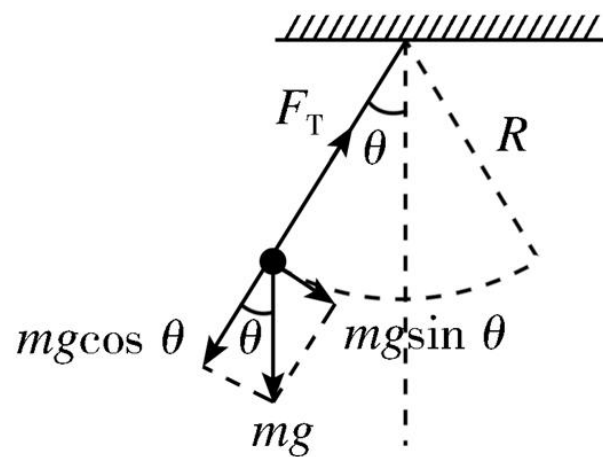
2. 匀速圆周运动向心力来源

做匀速圆周运动的物体合力一定时刻指向圆心，合力就是向心力。

3. 变速圆周运动中向心力来源

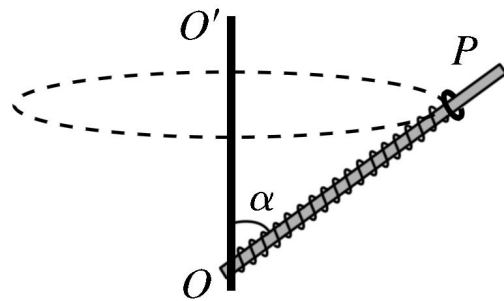
如图所示，当小球在竖直面内摆动时，沿半径方向的合力提供向心

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



►考向1 匀速圆周运动的动力学分析

例^① (2023·福建卷)一种离心测速器的简化工作原理如图所示。细杆的一端固定在竖直转轴 OO' 上的 O 点,并可随轴一起转动。杆上套有一轻质弹簧,弹簧一端固定于 O 点,另一端与套在杆上的圆环相连。当测速器稳定工作时,圆环将相对细杆静止,通过圆环的位置可以确定细杆匀速转动的角速度。已知细杆长度 $L=0.2\text{ m}$,杆与竖直转轴的夹角 α 始终为 60° , 弹簧原长 $x_0=0.1\text{ m}$, 弹簧劲度系数 $k=100\text{ N/m}$, 圆环质量 $m=1\text{ kg}$; 弹簧始终在弹性限度内, 重力加速度大小取 10 m/s^2 , 摩擦力可忽略不计。



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/067040154154010011>