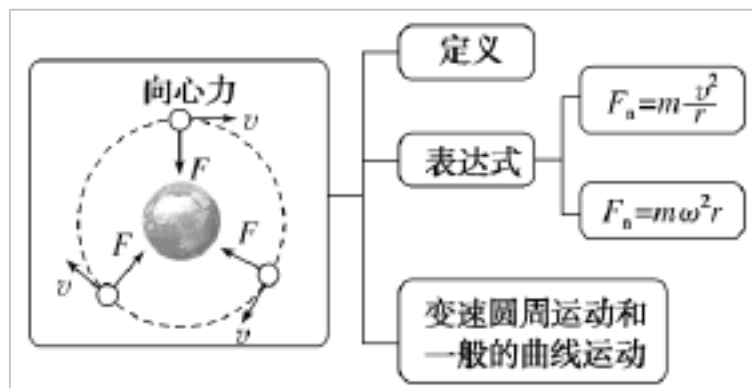


## 2. 向心力

知识结构导图



核心素养目标

物理观念：向心力的概念。

科学思维：应用牛顿第二定律推导向心力公式，会计算简单情境中的向心力。

科学探究：(1)探究向心力大小的表达式。

(2)圆周运动中合外力与向心力的区别及其作用效果。

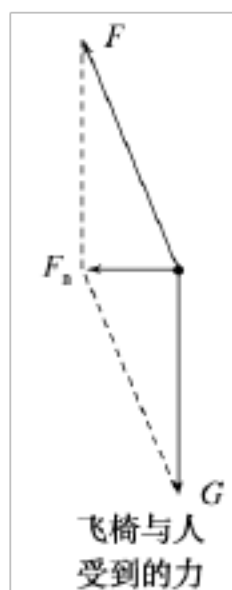
科学态度与责任：圆周运动中向心力作用效果在实际问题中的应用。

### 基础导学研读教材

素养形成

知识点一 向心力

阅读教材第 27~28 页“向心力”部分。



1. 定义：做匀速圆周运动的物体所受的合力总指向圆心。这个指向圆心的力就叫作向心力(centripetal force)。

2. 方向：始终是沿着\_\_\_\_\_指向\_\_\_\_\_。

3. 来源：(1)向心力是根据力的作用\_\_\_\_\_命名的。

(2)向心力是某个力或者几个力的\_\_\_\_\_提供的。

例如，在教材 27 页“问题”所说的空中飞椅项目中，飞椅与人一起做圆周运动的向心力  $F_n$  则是由绳子斜向上方的拉力  $F$  和所受重力  $G$  的合力提供的。

点睛：向心力可以由重力、弹力、摩擦力等某个力提供，也可以由它们的合力或某个力

的分力提供。

### 控制变量法

影响向心力大小的因素比较多，应采用控制变量法进行研究。在让某个因素(如半径)变化的同时，控制其他因素(如质量和角速度)不变，便于找出这个因素影响向心力大小变化的规律。然后依次分别研究其他的影响因素。

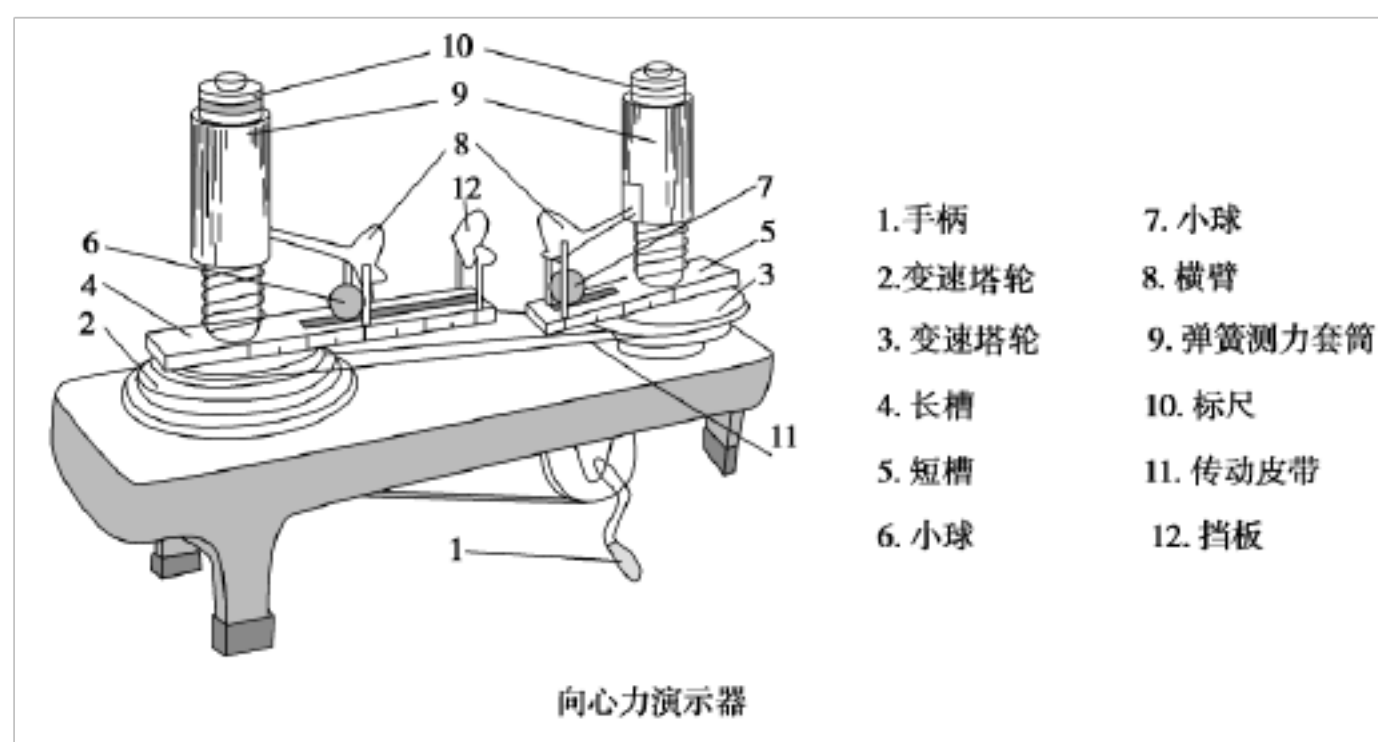
### 知识点二 向心力的大小

阅读教材第 28~29 页“向心力的大小”部分。

#### 1. 实验：探究向心力大小的表达式

##### (1) 实验原理：

匀速转动手柄使长槽和短槽分别随变速塔轮匀速转动，槽内的小球也随着做匀速圆周运动。横臂的挡板对球的压力提供了向心力，球对挡板的反作用力通过横臂的杠杆作用使弹簧测力套筒下降，从而露出标尺，根据上露出的红白相间等分标记，可以粗略计算出两个球所受向心力的比值。



##### (2) 探究过程

###### ①向心力大小与哪些因素有关的定性感知

a. 在小物体的质量和角速度不变的条件下，改变小物体做圆周运动的\_\_\_\_\_进行实

验.

b. 在小物体的质量和做圆周运动的半径不变的条件下, 改变物体的\_\_\_\_\_进行实验.

c. 换用不同质量的小物体, 在\_\_\_\_\_和半径不变的条件下, 重复上述操作.

②向心力与质量、角速度、半径关系的定量分析

注意事项

(1) 定性感知实验中, 轻小物体受到的重力与拉力相比可忽略.

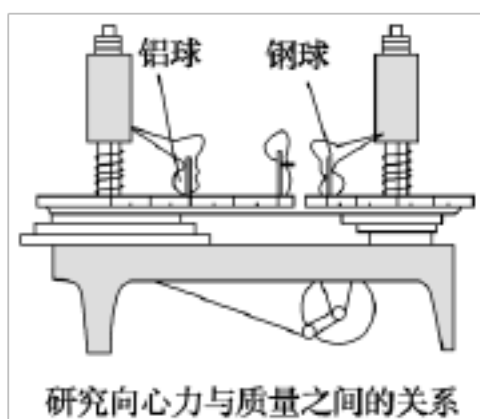
(2) 使用向心力演示仪时应注意:

①将横臂紧固螺钉旋紧, 以防小球和其他部件飞出而造成事故.

②摇动手柄时应力求缓慢加速, 注意观察其中一个测力计的格数. 达到预定格数时, 即保持转速均匀恒定.

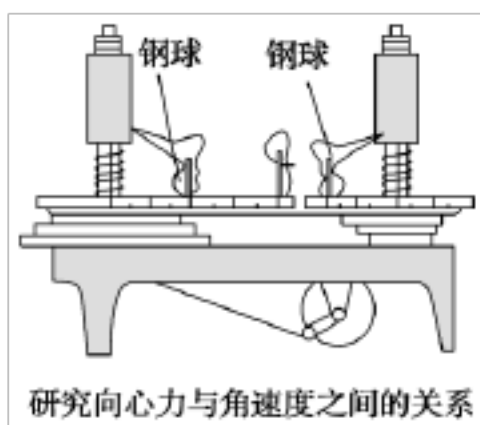
随手记

a. 保持  $\omega$  和  $r$  相同, 研究小球做圆周运动所需向心力  $F$  与质量  $m$  之间的关系(如图所示), 记录实验数据.



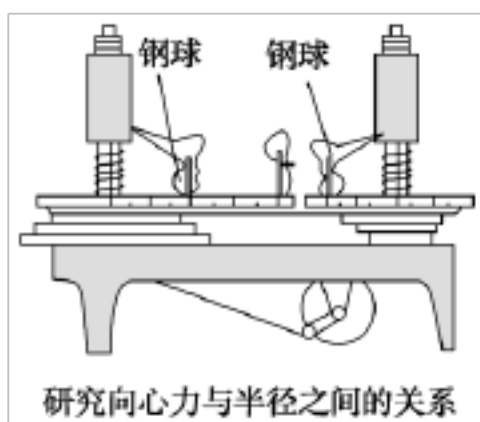
序号	1	2	3	4	5	6
$F_{向}$						
$m$						

b. 保持  $m$  和  $r$  相同, 研究小球做圆周运动所需向心力  $F$  与角速度  $\omega$  之间的关系(如图所示), 记录实验数据.



序号	1	2	3	4	5	6
$F_{向}$						
$\omega$						
$\omega^2$						

c. 保持  $\omega$  和  $m$  相同, 研究小球做圆周运动所需向心力  $F$  与半径  $r$  之间的关系(如图所示), 记录实验数据.



序号	1	2	3	4	5	6
$F_{向}$						
$r$						

③分别作出  $F_{向} - m$ 、 $F_{向} - \omega^2$ 、 $F_{向} - r$  的图像.

④实验结论

- 在半径和角速度一定的情况下, 向心力的大小与质量成正比.
- 在质量和半径一定的情况下, 向心力的大小与角速度的平方成正比.
- 在质量和角速度一定的情况下, 向心力的大小与半径成正比.

2. 表达式

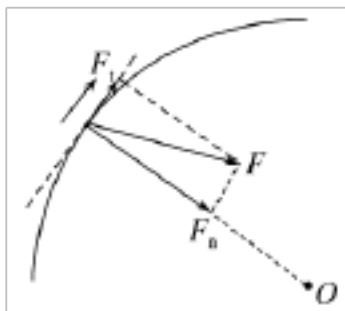
---

$$(1) F_n = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$(2) F_n = \underline{\hspace{2cm}}$$

### 知识点三 变速圆周运动和一般曲线运动的受力特点

阅读教材第 29~30 页“变速圆周运动和一般曲线运动的受力特点”部分。



#### 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。

(1) 跟圆周相切的分力  $F_t$ ：产生\_\_\_\_\_加速度，此加速度描述线速度\_\_\_\_\_变化的快慢。

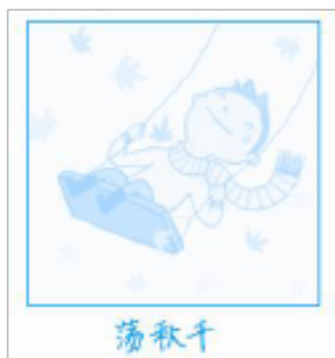
(2) 指向圆心的分力  $F_n$ ：产生\_\_\_\_\_加速度，此加速度描述速度\_\_\_\_\_改变的快慢。

#### 2. 一般的曲线运动的处理方法

(1) 定义：运动轨迹既不是\_\_\_\_\_也不是\_\_\_\_\_的曲线运动。

(2) 处理方法：一般的曲线运动中，可以把曲线分割成许多很短的小段，每一小段可看作一小段\_\_\_\_\_，研究质点在这一小段的运动时，可以采用圆周运动的处理方法进行处理。

生活链接：



【思考辨析】 判断正误，正确的画“√”，错误的画“×”。

(1) 物体做圆周运动的速度越大，向心力一定越大。（ ）

(2) 做匀速圆周运动的物体所受合力不变。（ ）

(3) 随水平圆盘一起匀速转动的物体受重力、支持力和向心力作用。（ ）

(4) 可以用公式  $a = \frac{v^2}{r}$  求变速圆周运动中的向心加速度。（ ）

(5) 向心力的作用只改变线速度的方向，不改变线速度的大小。（ ）

(6) 因为物体做圆周运动才产生了向心力，而不是因为有了向心力才使物体做圆周运动。（ ）

(7) 细线一端拴一重物，手执另一端，使重物在光滑水平面上做圆周运动，重物所受合

力一定指向圆心。( )

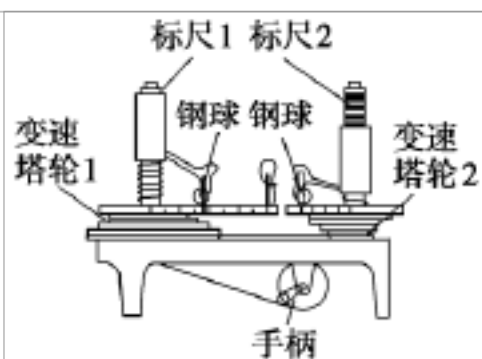
(8) 某质点做匀速圆周运动，因为角速度恒定不变，所以该质点做的是角速度不变的周期运动。( )

### 互动课堂合作探究

素养提升

#### 要点一 探究向心力的大小

##### 典例示范



【例 1】 用如图所示的装置来探究钢球做圆周运动所需向心力的大小  $F$  与质量  $m$ 、角速度  $\omega$  和半径  $r$  之间的关系。探究过程中某次实验时装置的状态如图所示。

(1) 在研究向心力的大小  $F$  与质量  $m$  关系时，要保持\_\_\_\_\_相同。

A.  $m$  和  $r$    B.  $\omega$  和  $m$    C.  $\omega$  和  $r$    D.  $m$  和  $F$

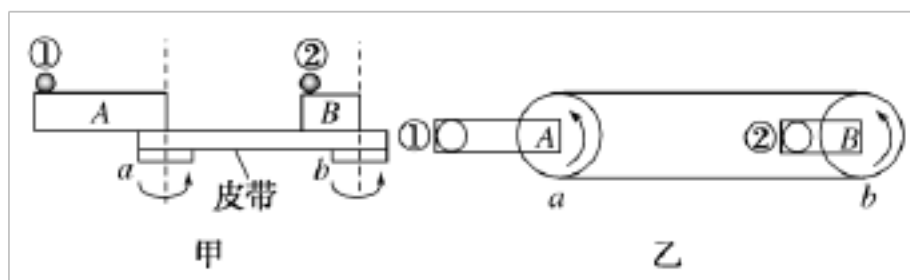
(2) 若两个钢球质量和转动半径相等，则是在研究向心力的大小  $F$  与\_\_\_\_\_的关系。

A. 质量  $m$    B. 角速度  $\omega$    C. 半径  $r$

(3) 若两个钢球质量和转动半径相等，且标尺上红白相间的等分格显示出两个钢球所受向心力的比值为  $1:9$ ，则与皮带连接的两个变速塔轮的半径之比为\_\_\_\_\_。

A.  $1:3$    B.  $9:1$    C.  $1:9$    D.  $3:1$

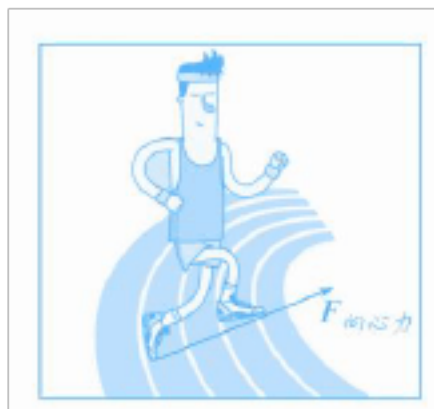
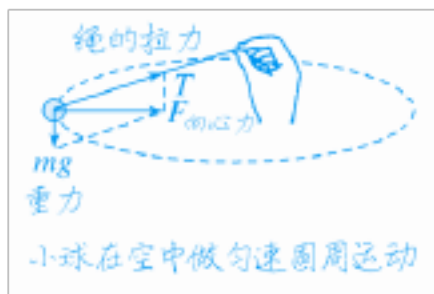
练 1 如图所示，图甲为“向心力演示器验证向心力公式”的实验示意图，图乙为俯视图。图中 A、B 槽分别与 a、b 轮同轴固定，且 a、b 轮半径相同。a、b 两轮在皮带的传动下匀速转动。



(1) 两槽转动的角速度  $\omega_A$  \_\_\_\_\_  $\omega_B$  (选填“>”“=”或“<”)。

(2) 现有两质量相同的钢球，①球放在 A 槽的边缘，②球放在 B 槽的边缘，它们到各自

转轴的距离之比为 2:1. 则钢球①、②的线速度之比为\_\_\_\_\_，受到的向心力之比为\_\_\_\_\_.

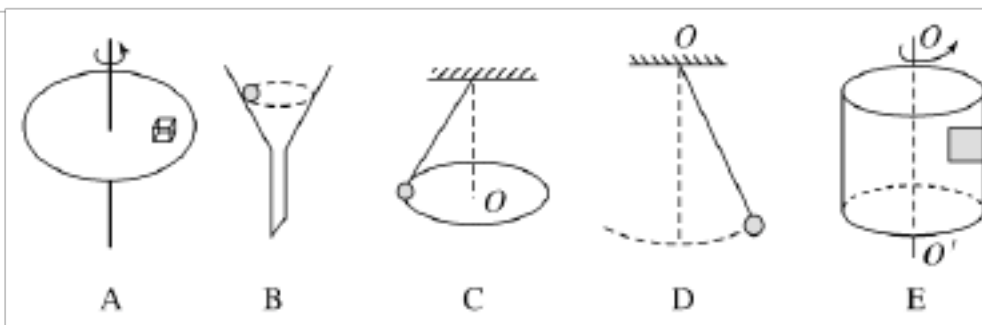


理解：①物体做匀速圆周运动的条件：合外力大小不变，方向始终与线速度方向垂直且指向圆心.

②因为有了向心力，物体才做圆周运动，而不是由于做圆周运动而产生了向心力.

### 要点二 向心力和匀速圆周运动

#### 问题探究



- (1) 图片 A、E 的向心力由什么提供，有什么共同点？
- (2) 图片 B、C 的向心力有什么共同点？
- (3) 图片 C、D 的向心力有什么共同点？有什么不同点？



### 探究总结

#### 1. 匀速圆周运动中向心力的方向

方向时刻在变化，始终指向圆心，与线速度的方向垂直。

2. 向心力的特点：由于向心力的方向与物体运动方向始终垂直，故向心力不改变线速度的大小，只改变线速度的方向。

#### 3. 向心力的来源

(1) 向心力是根据力的作用效果命名的，凡是产生向心加速度的力，不管属于哪种性质，都是向心力，它可以是重力、弹力等各种性质的力，也可以是它们的合力，还可以是某个力的分力。

(2) 当物体做匀速圆周运动时，合外力就是向心力。

(3) 当物体做变速圆周运动时，合外力指向圆心的分力就是向心力。

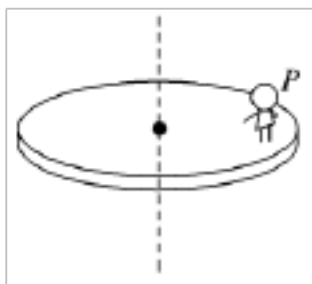
### 典例示范

#### 题型一 对向心力概念的理解

【例 2】 (多选) 下列关于向心力的说法中正确的是( )

- A. 向心力不改变做圆周运动物体线速度的大小
- B. 做匀速圆周运动的物体受到的向心力即为物体受到的合力
- C. 做匀速圆周运动的物体的向心力是不变的
- D. 物体由于做圆周运动而产生了一个向心力

#### 题型二 向心力的来源



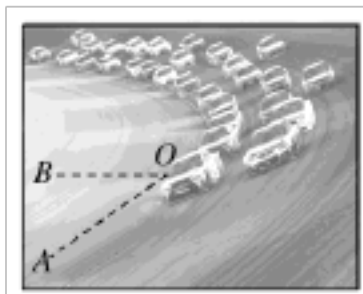
【例 3】 如图所示，有一个水平大圆盘绕过圆心的竖直轴匀速转动，小强站在距圆心为  $r$  处的  $P$  点不动。关于小强的受力，下列说法正确的是( )

- A. 小强在  $P$  点不动，因此不受摩擦力作用
- B. 小强随圆盘做匀速圆周运动，其重力和支持力充当向心力
- C. 小强随圆盘做匀速圆周运动，圆盘对他的摩擦力充当向心力
- D. 若使圆盘以较小的转速转动时，小强在  $P$  点受到的摩擦力不变

#### 题型三 向心力公式的应用

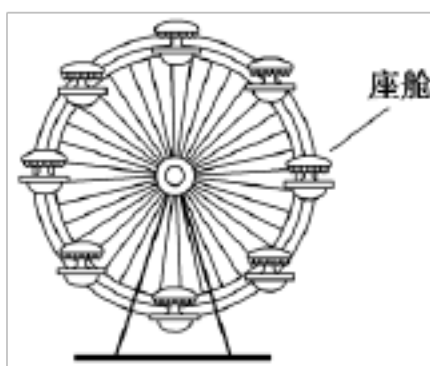
【例 4】 在光滑的水平面上，放一根原长为  $L$  的轻质弹簧，一端固定，另一端系一个小球，现使小球在该水平面内做匀速圆周运动，当半径为  $2L$  时，小球的速率为  $v_1$ ；当半径为  $3L$  时，小球的速率为  $v_2$ ，设弹簧始终在弹性限度内，则  $v_1:v_2$  为( )

A.  $\sqrt{2}:\sqrt{3}$  B.  $1:\sqrt{3}$  C.  $1:3$  D.  $2:3$



练2 如图所示，在倾斜的环形赛道上有若干辆小车正在行驶，假设最前面的小车做匀速圆周运动，则它所受的合外力( )

- A. 是一个恒力，方向沿 OA 方向
- B. 是一个恒力，方向沿 OB 方向
- C. 是一个变力，此时方向沿 OA 方向
- D. 是一个变力，此时方向沿 OB 方向



练3 (多选)如图所示，摩天轮悬挂的座舱在竖直平面内做匀速圆周运动。座舱的质量为  $m$ ，运动半径为  $R$ ，角速度大小为  $\omega$ ，重力加速度为  $g$ ，则座舱( )

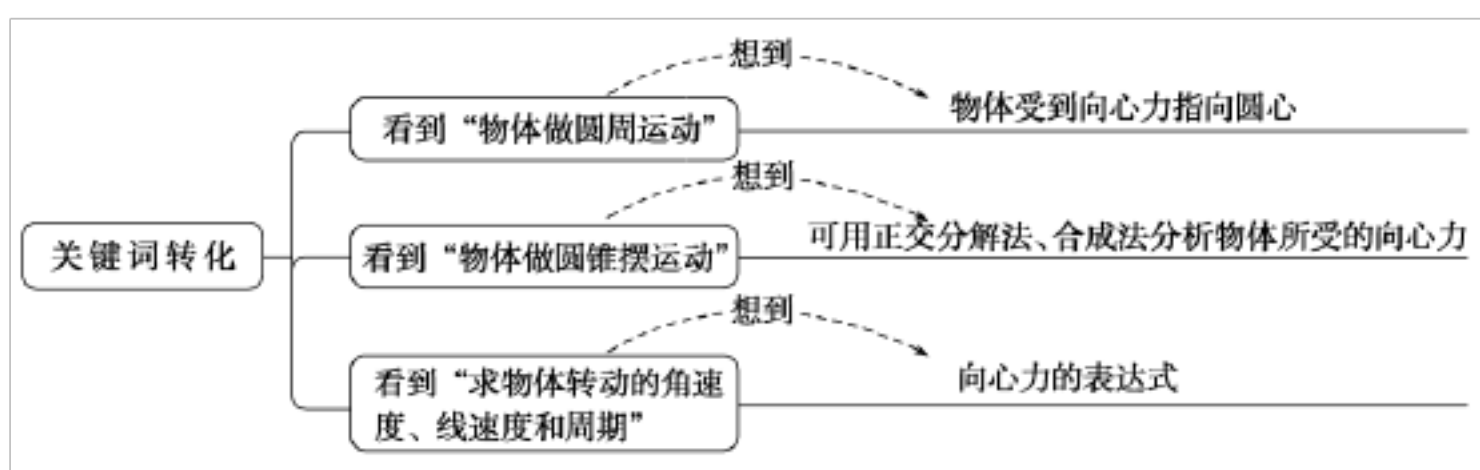
- A. 运动周期为  $\frac{2\pi R}{\omega}$
- B. 线速度的大小为  $\omega R$
- C. 受摩天轮作用力的大小始终为  $mg$
- D. 所受合力的大小始终为  $m\omega^2 R$

### 要点三 匀速圆周运动的动力学问题

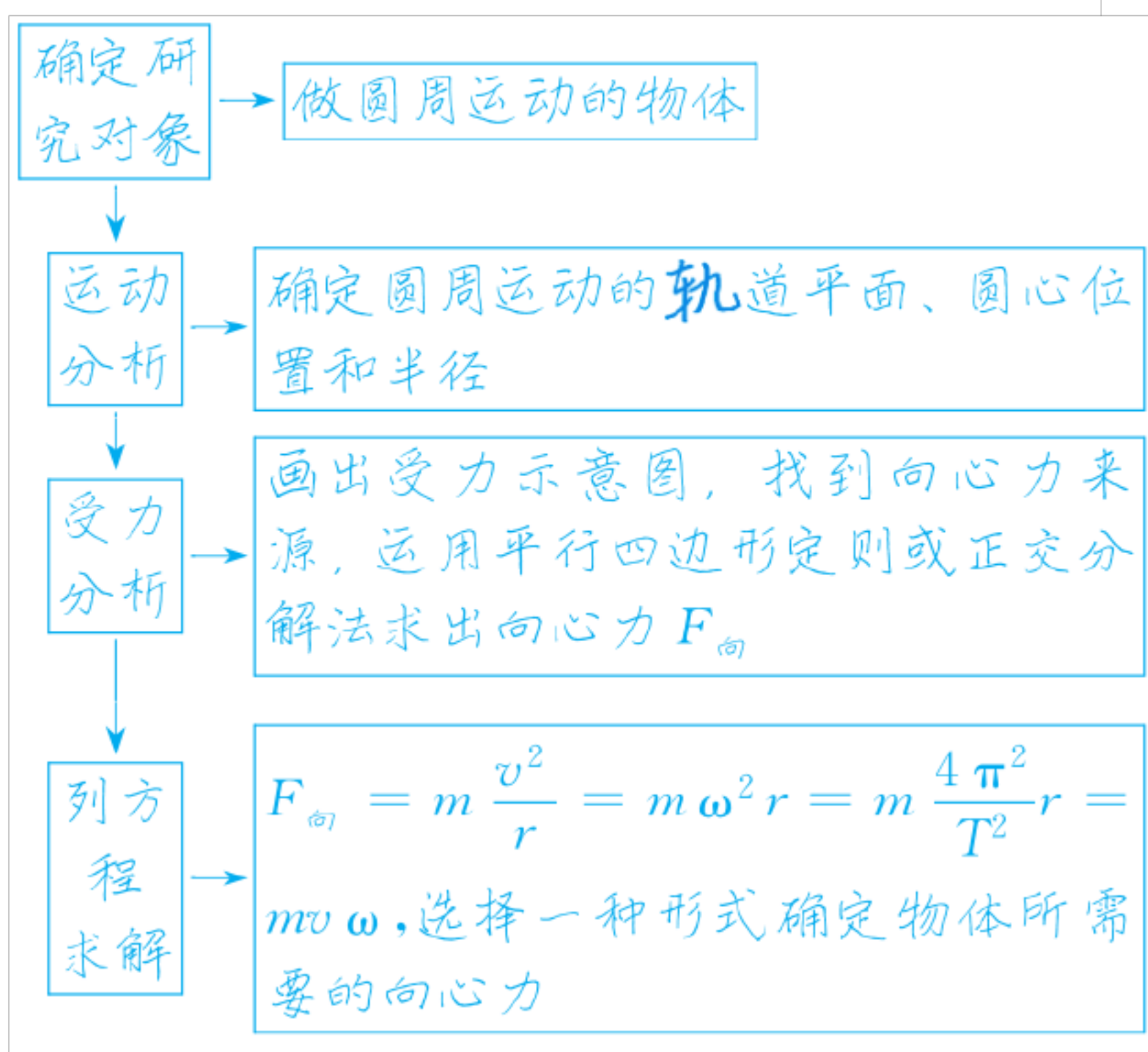
#### 1. 匀速圆周运动的特点

线速度大小不变、方向时刻改变；角速度、周期、频率都恒定不变；向心加速度和向心力大小都恒定不变，但方向时刻改变。

## 2. 圆周运动动力学分析的关键词转化

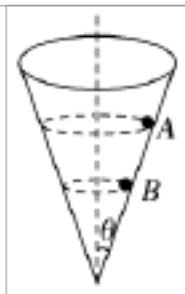


点睛:



典例示范

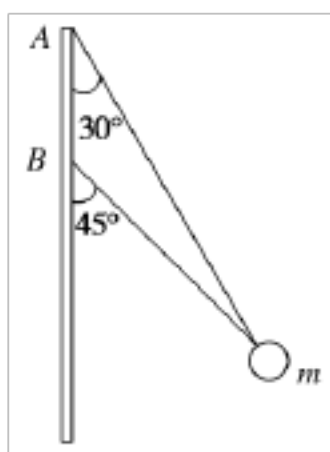
题型一 匀速圆周运动的动力学问题



【例 5】 (多选) 一个内壁光滑的圆锥筒的轴线是竖直的，圆锥筒固定，有质量相同的两个小球 A 和 B 贴着筒的内壁在水平面内做匀速圆周运动，如图所示，A 球的运动半径较大，则( )

- A. A 球的角速度小于 B 球的角速度
- B. A 球的线速度小于 B 球的线速度
- C. A 球运动的周期大于 B 球运动的周期
- D. A 球对筒壁的压力大于 B 球对筒壁的压力

题型二 圆周运动中的临界问题



【例 6】 如图所示，两绳系一质量为  $0.1 \text{ kg}$  的小球，两绳的另一端分别固定于轴的 A、B 两处，上面绳长  $2 \text{ m}$ ，两绳拉直时与轴的夹角分别为  $30^\circ$  和  $45^\circ$ ，问球的角速度在什么范围内两绳始终都有张力？(g 取  $10 \text{ m/s}^2$ )

点睛：关于圆周运动的临界问题，要特别注意分析物体做圆周运动的向心力来源，考虑达到临界条件时物体所处的状态，即临界速度、临界角速度，然后分析该状态下物体的受力特点，结合圆周运动知识列方程求解。

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/478103066130007004>