

# 物理必修二第二章第二节 向心力

陆岳锋<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 物电学院, ZJNU

March 29, 2021





# 物理必修二第二章第二节 向心力

陆岳锋<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 物电学院, ZJNU

March 29, 2021

# Outline

- 1 定义
- 2 方向
- 3 作用效果
- 4 大小
- 5 实验探究影响向心力大小的因素
- 6 公式
- 7 两点说明
- 8 变速圆周运动
- 9 一般曲线运动
- 10 例题

- 1 定义：做匀速圆周运动的物体所受到的指向圆心的合外力，叫向心力，记为  $F_n$  或  $F_{\text{向}}$ 。

# 向心力

- 1 定义：做匀速圆周运动的物体所受到的指向圆心的合外力，叫向心力，记为  $F_n$  或  $F_{\text{向}}$
- 2 方向：指向圆心，始终与  $v$  垂直。方向时刻发生变化，

# 向心力

- ① 定义：做匀速圆周运动的物体所受到的指向圆心的合外力，叫向心力，记为  $F_n$  或  $F_{\text{向}}$ 。
- ② 方向：指向圆心，始终与  $v$  垂直。方向时刻发生变化。
- ③ 作用效果：只改变  $v$  的方向，不改变  $v$  的大小。



# 向心力

- ① 定义：做匀速圆周运动的物体所受到的指向圆心的合外力，叫向心力，记为  $F_n$  或  $F_{\text{向}}$
- ② 方向：指向圆心，始终与  $v$  垂直。方向时刻发生变化。
- ③ 作用效果：只改变  $v$  的方向，不改变  $v$  的大小。
- ④ 大小：
  - ① 体验向心力的大小. 猜想：向心力大小可能与哪些因素有关？

# 向心力

- ① 定义：做匀速圆周运动的物体所受到的指向圆心的合外力，叫向心力，记为  $F_n$  或  $F_{\text{向}}$
- ② 方向：指向圆心，始终与  $v$  垂直。方向时刻发生变化，
- ③ 作用效果：只改变  $v$  的方向，不改变  $v$  的大小。
- ④ 大小：
  - ① 体验向心力的大小. 猜想：向心力大小可能与哪些因素有关？  
质量？半径？角速度？线速度？

# 向心力

- ① 定义：做匀速圆周运动的物体所受到的指向圆心的合外力，叫向心力，记为  $F_n$  或  $F_{\text{向}}$
- ② 方向：指向圆心，始终与  $v$  垂直。方向时刻发生变化，
- ③ 作用效果：只改变  $v$  的方向，不改变  $v$  的大小。
- ④ 大小：
  - ① 体验向心力的大小. 猜想：向心力大小可能与哪些因素有关？质量？半径？角速度？线速度？
  - ② 实验探究向心力的大小与哪些因素有关？

# 实验探究向心力的大小与哪些因素有关

1

$F$ 与 $m$ 的关系  $\longrightarrow$  保持 $r \omega$ 一定  
 $m$ 大,  $F$ 也大  $\longrightarrow F \propto m$  (1)

# 实验探究向心力的大小与哪些因素有关

1

$$\begin{aligned} F \text{ 与 } m \text{ 的关系} &\longrightarrow \text{保持 } r, \omega \text{ 一定} \\ m \text{ 大, } F \text{ 也大} &\longrightarrow F \propto m \end{aligned} \quad (2)$$

2

$$\begin{aligned} F \text{ 与 } r \text{ 的关系} &\longrightarrow \text{保持 } m, \omega \text{ 一定} \\ r \text{ 大, } F \text{ 也大} &\longrightarrow F \propto r \end{aligned} \quad (3)$$

# 实验探究向心力的大小与哪些因素有关

1

$$\begin{aligned} F \text{ 与 } m \text{ 的关系} &\longrightarrow \text{保持 } r, \omega \text{ 一定} \\ m \text{ 大, } F \text{ 也大} &\longrightarrow F \propto m \end{aligned} \quad (4)$$

2

$$\begin{aligned} F \text{ 与 } r \text{ 的关系} &\longrightarrow \text{保持 } m, \omega \text{ 一定} \\ r \text{ 大, } F \text{ 也大} &\longrightarrow F \propto r \end{aligned} \quad (5)$$

3

$$\begin{aligned} F \text{ 与 } \omega \text{ 的关系} &\longrightarrow \text{保持 } r, m \text{ 一定} \\ \omega \text{ 大, } F \text{ 也大} &\longrightarrow F \propto \omega^2 \end{aligned} \quad (6)$$

# 向心力

- ① 定义：做匀速圆周运动的物体所受到的指向圆心的合外力，叫向心力，记为  $F_n$  或  $F_{\text{向}}$
- ② 方向：指向圆心，始终与  $v$  垂直。方向时刻发生变化，
- ③ 作用效果：只改变  $v$  的方向，不改变  $v$  的大小。
- ④ 大小：
  - ① 体验向心力的大小. 猜想：向心力大小可能与哪些因素有关？质量？半径？角速度？线速度？
  - ② 实验探究向心力的大小与哪些因素有关？
  - ③ 结论：向心力的大小  $F$  与物体质量  $m$ 、圆周运动半径  $r$  和角速度  $\omega$  都有关系。
- ⑤ 公式

$$F_n = m\omega^2 r \quad (7)$$

# 向心力

- ① 定义：做匀速圆周运动的物体所受到的指向圆心的合外力，叫向心力，记为  $F_n$  或  $F_{\text{向}}$
- ② 方向：指向圆心，始终与  $v$  垂直。方向时刻发生变化，
- ③ 作用效果：只改变  $v$  的方向，不改变  $v$  的大小。
- ④ 大小：
  - ① 体验向心力的大小. 猜想：向心力大小可能与哪些因素有关？质量？半径？角速度？线速度？
  - ② 实验探究向心力的大小与哪些因素有关？
  - ③ 结论：向心力的大小  $F$  与物体质量  $m$ 、圆周运动半径  $r$  和角速度  $\omega$  都有关系。
- ⑤ 公式

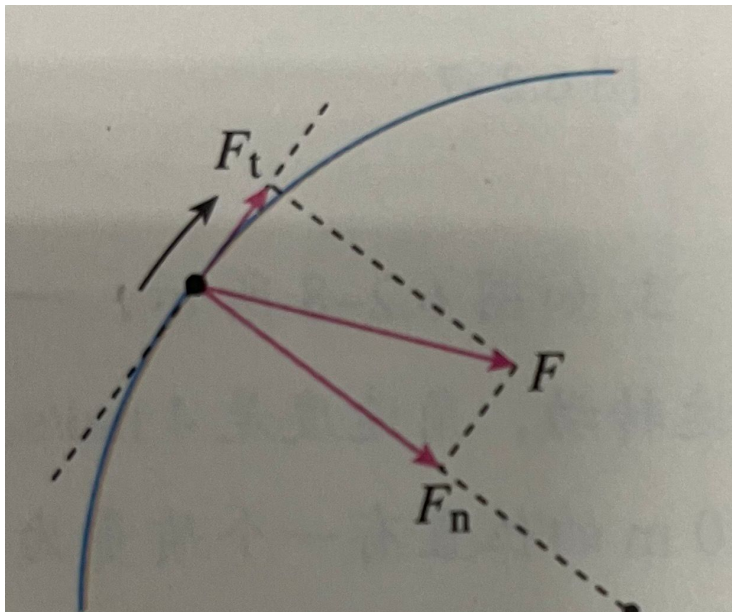
$$F_n = m\omega^2 r = m \frac{v^2}{r} \quad (8)$$



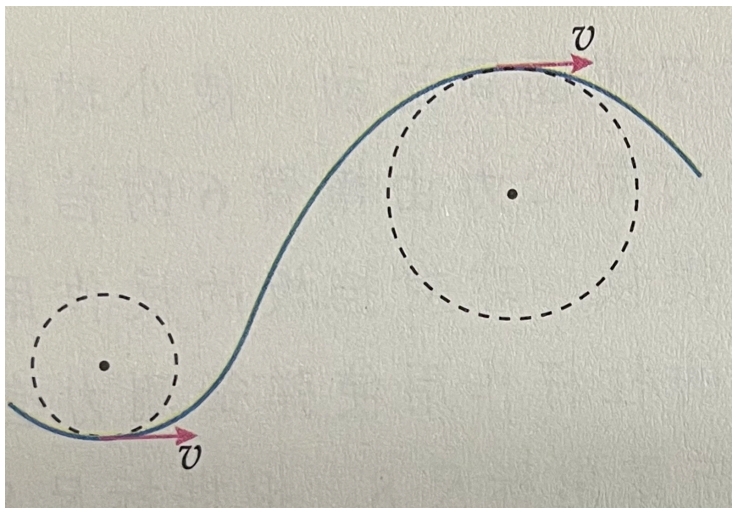
# 向心力

- ① 向心力是根据效果命名的力，并不是一种新的性质的力。因为向心力是效果力。受力分析时，不允许认为物体多受一个向心力。
- ② 向心力通常由某一个力、某一个力的分力或几个力的合力提供的。向心力的来源：可以是重力、弹力、摩擦力等各种性质的力，也可以是几个力的合力，还可以是某个力的分力。
- ③ 物体做匀速圆周运动时，由合力提供向心力。
- ④ 向心力不是物体真实受到的一个力，不能说物体受到向心力的作用，只能说某个力或某几个力提供了向心力。

# 变速圆周运动



# 一般曲线运动



1. 地球质量为  $6.0 \times 10^{24}$  kg, 地球与太阳的距离为  $1.5 \times 10^{11}$  m。地球绕太阳的运动可认看作匀速圆周运动。太阳对地球的引力是多少?

1. 地球质量为  $6.0 \times 10^{24}$  kg, 地球与太阳的距离为  $1.5 \times 10^{11}$  m。地球绕太阳的运动可认看作匀速圆周运动。太阳对地球的引力是多少?

解: 运用向心力的含角速度  $\omega$  的表达式:

$$F_n = m\omega^2 r \quad (9)$$

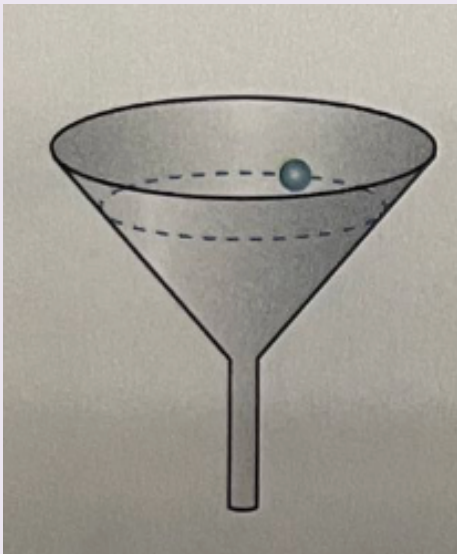
先求  $\omega$ :

$$\begin{aligned} \omega &= \frac{\Delta\theta}{\Delta t} \\ &= \frac{2\pi}{365 \times 24 \times 3600\text{s}} \end{aligned} \quad (10)$$

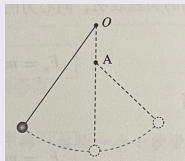
在代入第 9 式:

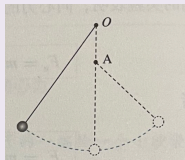
$$\begin{aligned} F_n &= m\omega^2 r \\ &= 6.0 \times 10^{24}\text{kg} \times 1.5 \times 10^{11}\text{m} \times \frac{2\pi}{365 \times 24 \times 3600\text{s}} \\ &\approx 5.7\pi \times 10^{28}\text{N} \quad \text{QED.} \end{aligned} \quad (11)$$

2. 把一个小球放在玻璃漏斗中，晃动扁斗，可认使小球在短时间内沿光滑的漏斗壁在某一水平面内做匀速圆周运动 (图 6.2 - 7)。小球的向心力是由什么力提供的？



4. 如图 6.2 - 9 所示, 细绳的一端固定于  $O$  点, 另一端系一个小球, 在  $O$  点的正下方针一个针子  $A$ , 小球从一定高度摆下。经验告诉我们, 当细绳与针子相碰时, 针子的位置越靠近小球, 绳就越容易断。请解释斐一现象。





解：当球运动到 OA 连线正下方的时候，他做圆周运动的半径要突变（变短）。但是线速度还保持不变，故，我们采用公式

$$F_n = m \frac{v^2}{r} \quad (12)$$

我们可以知道，在质量、线速度不变的情况下，圆周运动半径越小，所需的力就越大，所以，针子越靠近小球，小球运动半径越小，绳子上施的力就越大，绳子越容易断掉。



# THANKS