



黄冈学习网
www.hgxxw.net

圆周运动的基本规律



知识点一 描述圆周运动的物理量

	定义、意义	公式、单位
线速度	①描述做圆周运动的物体沿圆弧运动快慢的物理量 (v) ②是矢量, 方向和半径垂直, 沿圆周切线方向	① $v = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{2\pi r}{T}$ ② 单位: m/s
角速度	描述物体绕圆心转动快慢的物理量 (ω)	① $\omega = \frac{\Delta \theta}{\Delta t} = \frac{2\pi}{T}$ ② 单位: rad/s
周期和转速	①周期是物体沿圆周运动一周的时间 (T) ②转速是物体单位时间转过的圈数 (n)	① $T = \frac{2\pi r}{v} = \frac{2\pi}{\omega}$, 单位: s ② n 的单位: r/s 、 r/min
向心加速度	①描述速度方向变化快慢的物理量 (a_n) ②方向指向圆心	① $a_n = \frac{v^2}{r} = r\omega^2$ ② 单位: m/s^2



	定义、意义	公式、单位
向心力	①作用效果是产生向心加速度，只改变线速度的方向，不改变线速度的大小 ②方向指向圆心	① $F_n = \frac{mv^2}{r} = m\omega^2 r$ ②单位：N
相互关系	① $v = r\omega = \frac{2\pi}{T}r = 2\pi rf$ ② $a_n = \frac{v^2}{r} = r\omega^2 = \omega v = \frac{4\pi^2 r}{T^2} = 4\pi^2 f^2 r$ ③ $F_n = m \frac{v^2}{r} = mr\omega^2 = m \frac{4\pi^2 r}{T^2} = m\omega v = 4mr\pi^2 f^2$	

温馨提示：向心力是效果力，受力分析时，不可再添加一个向心力。

知识点二 匀速圆周运动与非匀速

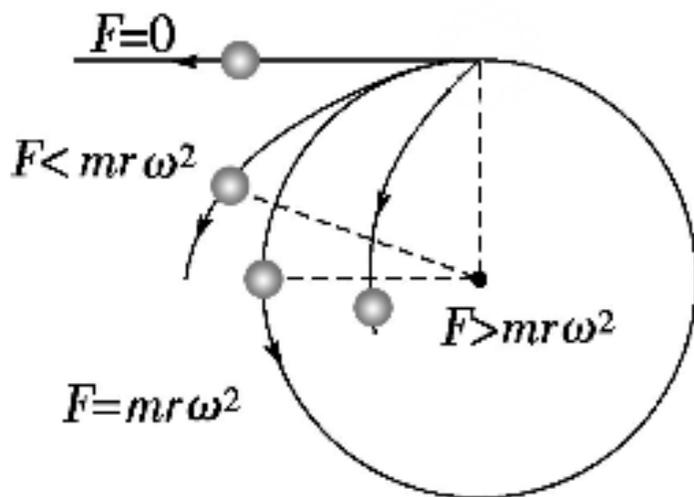
圆周运动

项目	匀速圆周运动	非匀速圆周运动
定义	线速度大小不变的圆周运动	线速度大小不断变化的圆周运动
运动特点	F_n 、 a_n 、 v 均大小不变, 方向变化, ω 不变	F_n 、 a_n 、 v 大小、方向均发生变化, ω 发生变化
向心力	$F_n = F_{\text{合}}$	由 $F_{\text{合}}$ 沿半径方向的分力提供

知识点三 离心运动

1、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。

2、受力特点（如图所示）



- (1) 当 $F = mr\omega^2$ 时，物体做匀速圆周运动；
- (2) 当 $F = 0$ 时，物体沿切线方向飞出；
- (3) 当 $F < mr\omega^2$ 时，物体逐渐远离圆心， F 为实际提供的向心力；
- (4) 当 $F > mr\omega^2$ 时，物体逐渐向圆心靠近。

温馨提示：（1）物体做离心运动不是物体受到所谓离心力作用，而是物体惯性的表现。

（2）物体做离心运动时，并非沿半径方向飞出，而是运动半径越来越大或沿圆周切线方向飞出。

考点考法、典例分析

考点考法一 圆周运动的运动问题

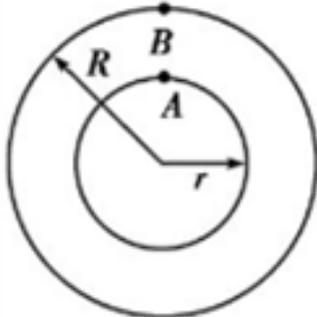
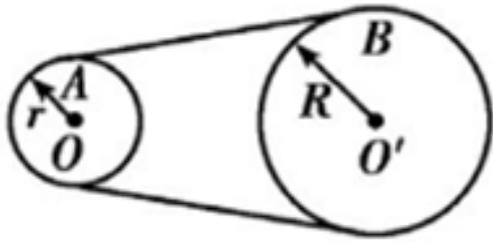
1、对公式 $v=r\omega$ 和 $a_n = \frac{v^2}{r} = r\omega^2$ 的理解

(1) 由 $v=r\omega$ 知, r 一定时, v 与 ω 成正比; ω 一定时, v 与 r 成正比; v 一定时, ω 与 r 成反比.

(2) 由 $a_n = \frac{v^2}{r} = r\omega^2$ 知, 在 v 与 ω 成正比, ω 一定时, a_n 与 r 成反比; 在 ω 一定时, a_n 与 r 成正比.



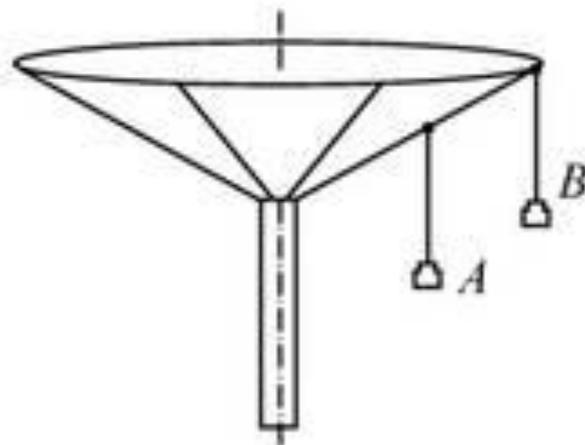
2、涉及圆周运动的传动方式图解

传动类型	图示	结论
共轴传动		<p>①运动特点：转动方向相同；</p> <p>②定量关系：A点和B点转动的周期相同，角速度相同，A点和B点的线速度与其半径成正比</p>
皮带（链条）传动		<p>①运动特点：两轮的转动方向与皮带的绕行方式有关，可同向转动，也可反向转动；</p> <p>②定量关系：由于A、B两点相当于皮带上的不同位置的点，所以它们的线速度必然相同，二者角速度与其半径成反比，周期与其半径成正比</p>

3、圆周运动的周期性

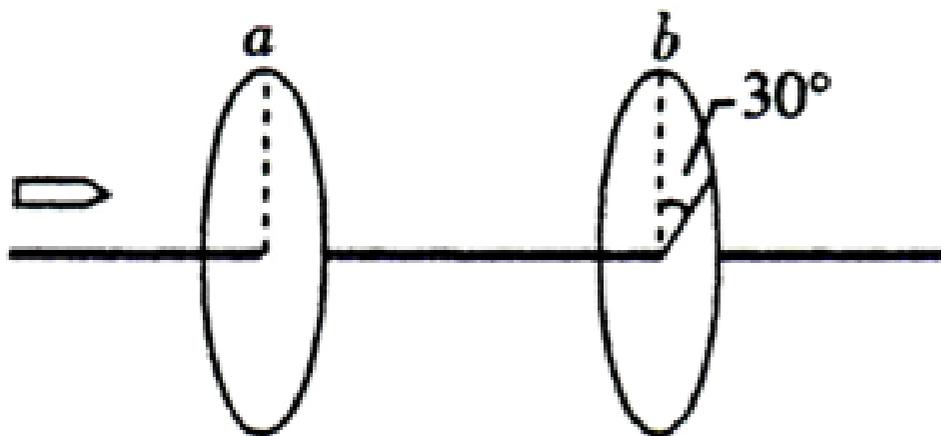
由于圆具有中心对称的特点，故物体每转一周，该物体又回到原处，所以物体在某处出现所需的时间应为周期的整数倍，解题时，应注意圆周运动的多解问题。

典例1-1：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上。不考虑空气阻力的影响，当旋转圆盘绕竖直的中心轴匀速转动时，下列说法正确的是（ ）



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

典例1 - 2、为了测定子弹的飞行速度，在一根水平放置的轴杆上固定着两个薄圆盘a、b，a、b平行且相距2m，轴杆的转速为3600r/min，子弹穿过两盘留下两个弹孔，测得两孔所在的半径间的夹角为 30° ，如图所示。该子弹的速度是（ ）



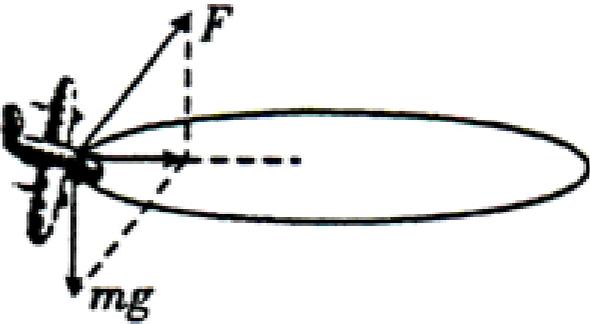
- A . 360m/s B . 720m/s C . 1440m/s D . 1080m/s

考点考法二 圆周运动的动力学问题

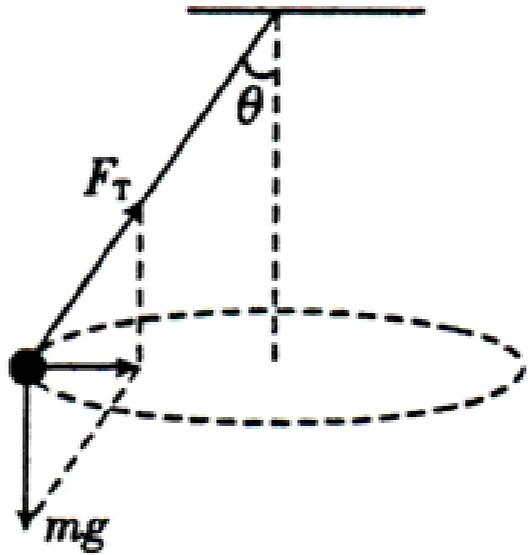
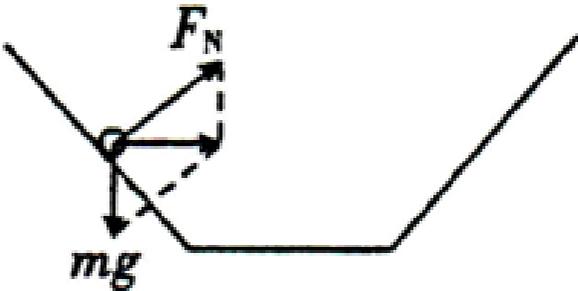
1、向心力的来源

向心力是按力的作用效果命名的力，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或某个力的分力。

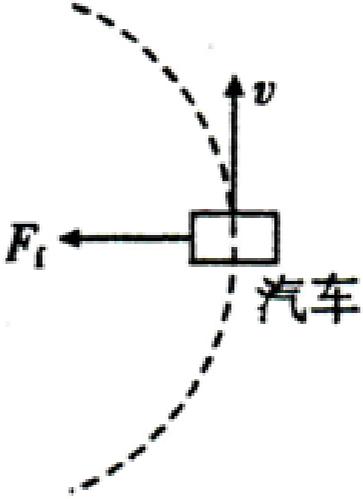
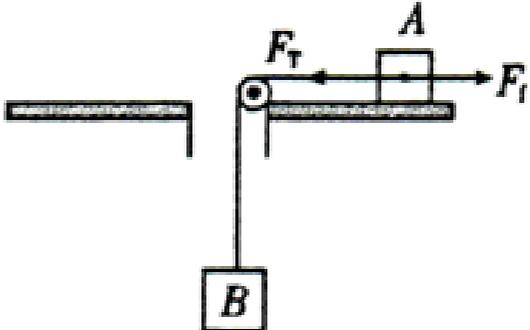
下表中是几种常见向心力来源示意图

运动模型	向心力的来源示意图
飞机在水平面内做圆周运动	



运动模型	向心力的来源示意图
圆锥摆	
飞车走壁	



运动模型	向心力的来源示意图
水平路面汽车转弯	
水平转台	

2、解决圆周运动问题的主要步骤

(1) 审清题意，确定研究对象以及圆周运动所在的平面；

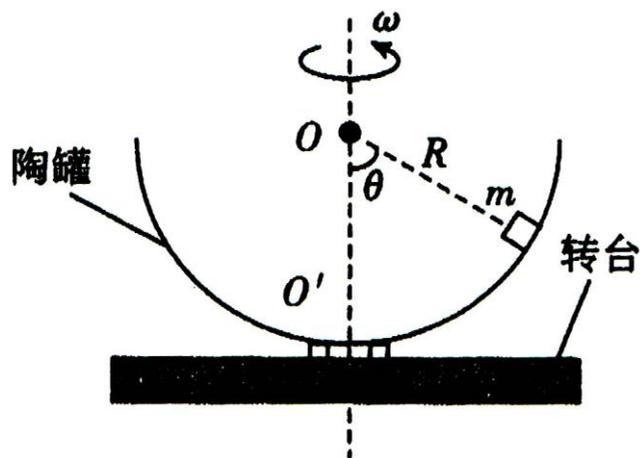
(2) 分析物体的受力情况，画出受力示意图，确定向心力的来源；

(3) 据牛顿运动定律及向心力公式列方程；

(4) 求解、讨论。

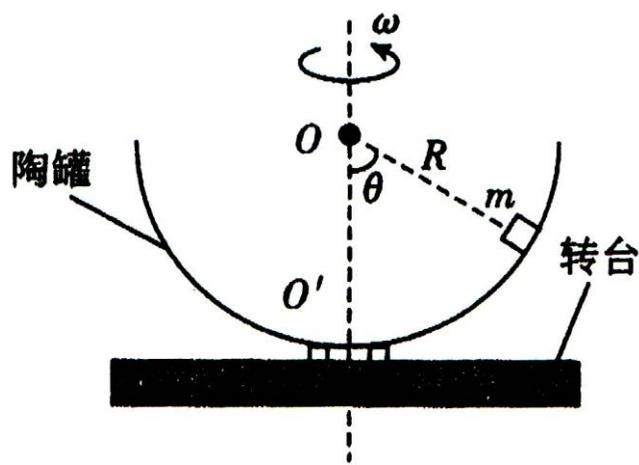
提示：无论匀速圆周运动还是非匀速圆周运动，沿半径指向圆心的合力均为向心力。

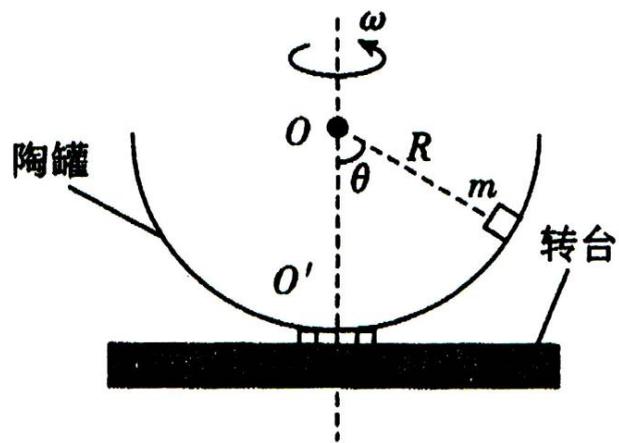
典例2 - 1：如图所示，半径为 R 的半球形陶罐，固定在可以绕竖直轴旋转的水平转台上，转台转轴与过陶罐球心 O 的对称轴 OO' 重合。转台以一定角速度 ω 匀速旋转，一质量为 m 的小物块落入陶罐内，经过一段时间后，小物块随陶罐一起转动且相对罐壁静止，它和 O 点的连线与 OO' 之间的夹角 θ 为 60° 。重力加速度大小为 g 。



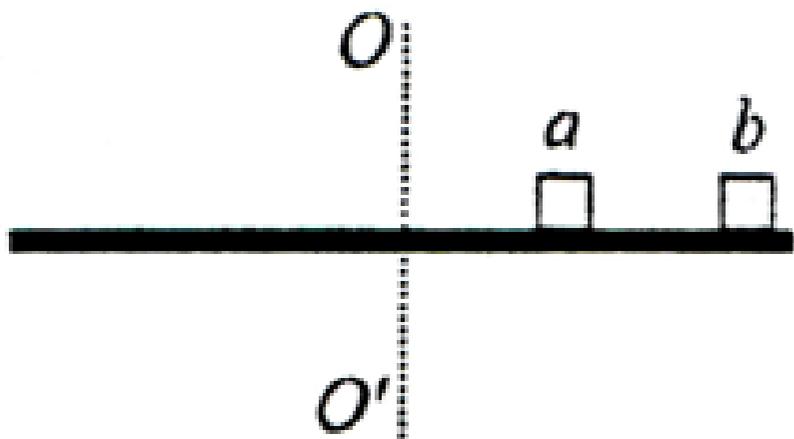
(1) 若 $\omega = \omega_0$, 小物块受到的摩擦力恰好为零 , 求 ω_0 ;

(2) 若 $\omega = (1 \pm k) \omega_0$, 且 $0 < k \ll 1$, 求小物块受到的摩擦力大小和方向。





典例2 - 2：（多选）（如图，两个质量均为 m 的小木块a和b（可视为质点）放在水平圆盘上，a与转轴 OO' 的距离为 l ，b与转轴的距离为 $2l$ 。木块与圆盘的最大静摩擦力为木块所受重力的 k 倍，重力加速度大小为 g 。若圆盘从静止开始绕转轴缓慢地加速转动，用 ω 表示圆盘转动的角速度，下列说法正确的是（ ）

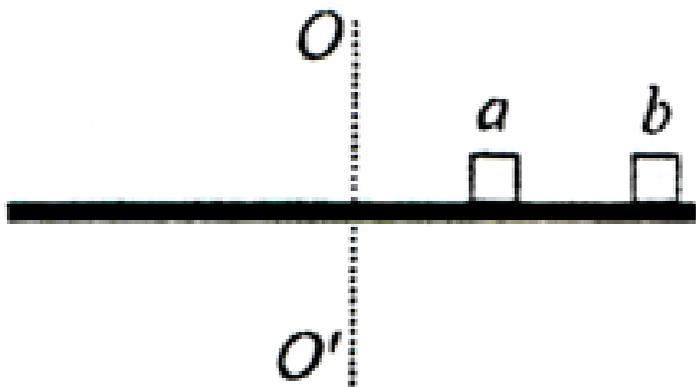


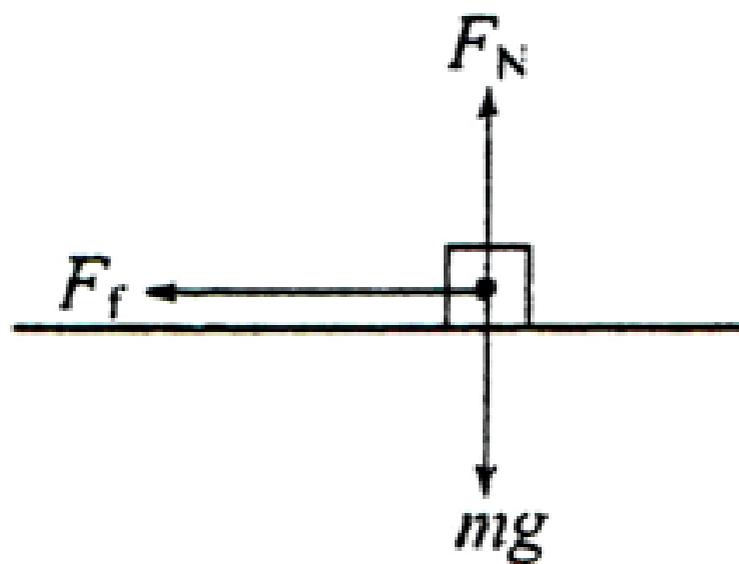
A . b一定比a先开始滑动

B . a、b所受的摩擦力始终相等

C . $\omega = \sqrt{\frac{kg}{2l}}$ 是b开始滑动的临界角速度

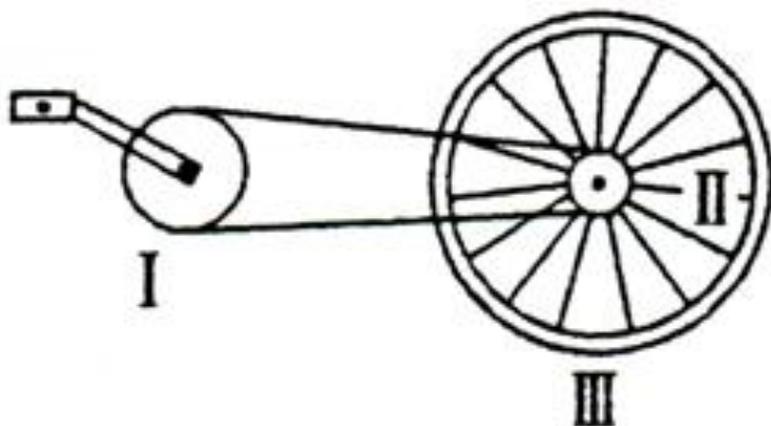
D . 当 $\omega = \sqrt{\frac{2kg}{3l}}$ 时，a所受摩擦力的大小为kmg





课后练习：

1、如图所示是自行车传动结构的示意图，其中 I 是半径为 r_1 的大齿轮，II 是半径为 r_2 的小齿轮，III 是半径为 r_3 的后轮，假设脚踏板的转速为 n 转/秒，则自行车前进的速度为（ ）



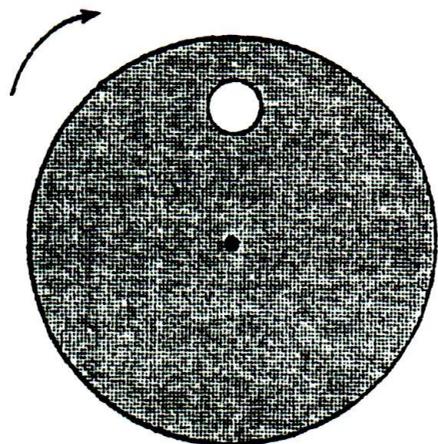
A. $\frac{\pi n r_1 r_3}{r_2}$

B. $\frac{\pi n r_2 r_3}{r_1}$

C. $\frac{2\pi n r_1 r_3}{r_2}$

D. $\frac{2\pi n r_2 r_3}{r_1}$

2、如图，带有一白点的黑色圆盘，可绕过其中心，垂直于盘面的轴匀速转动，每秒沿顺时针方向旋转30圈。在暗室中用每秒闪光31次的频闪光源照射圆盘，观察到白点每秒沿（ ）

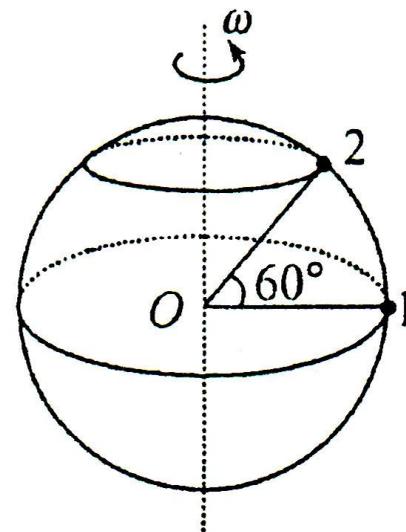


A . 顺时针旋转31圈
C . 顺时针旋转1圈

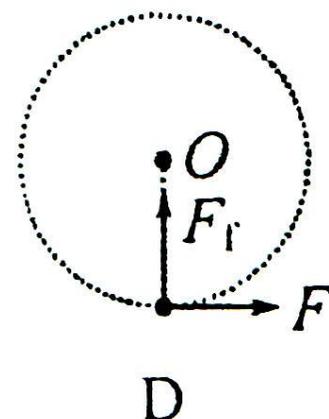
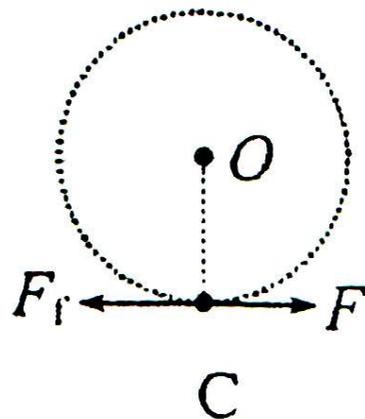
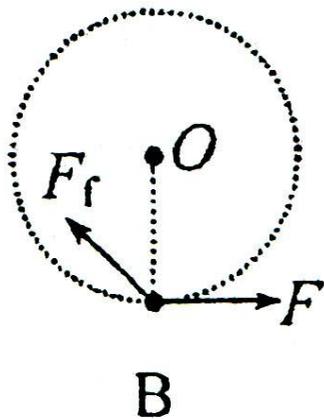
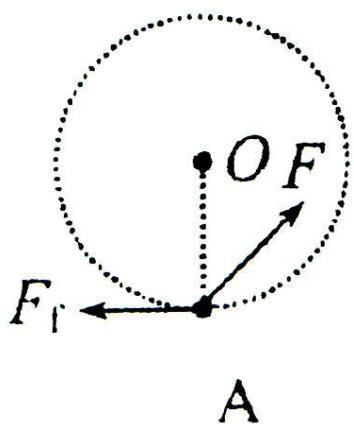
B . 逆时针旋转31圈
D . 逆时针旋转1圈

3、（多选）由于地球自转，比较位于赤道上的物体1与位于北纬 60° 的物体2，则（ ）

- A . 它们的角速度之比 $\omega_1 : \omega_2 = 2 : 1$
- B . 它们的线速度之比 $v_1 : v_2 = 2 : 1$
- C . 它们的向心加速度之比 $a_1 : a_2 = 2 : 1$
- D . 它们的向心加速度之比 $a_1 : a_2 = 4 : 1$

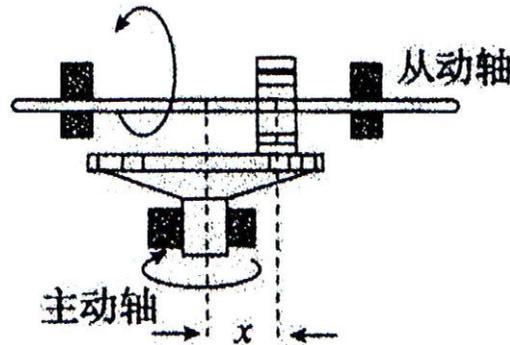


4、在水平面上，小猴拉着小滑块做匀速圆周运动， O 点为圆心，能正确地表示小滑块受到的牵引力及摩擦力 F_f 的图是（ ）



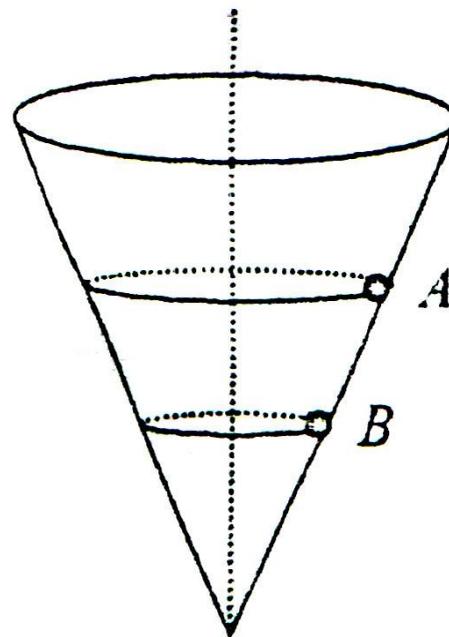
5、无线变速是指在变速范围内任意连接

地变换速度，其性能优于传统的挡位变速器，很多高档汽车都应用了“无线变速”。如图所示为一种“滑轮—平盘无级变速器”的示意图，它由固定在主动轴上的平盘和可随从动轴移动的圆柱形滚轮组成。由于摩擦的作用，当平盘转运时，滚轮就会跟随转动，如果认为滑轮不会打滑，那么主动轴的转速 n_1 、从动轴的转速 n_2 、滚轮半径 r 以及滚轮中心距离主动轴轴线的距离 x 之间的关系是（



- A $n_2 = n_1 \frac{x}{r}$
 B $n_1 = n_2 \frac{x}{r}$
 C $n_2 = n_1 \frac{x^2}{r^2}$
 D $n_2 = n_1 \sqrt{\frac{x}{r}}$

6、(多选) 一个内壁光滑的圆锥形筒的轴线垂直水平面，圆锥筒固定，有质量相同的小球A和B沿着筒的内壁在水平面内做匀速圆周运动，如图所示，A的运动半径较大，则 ()



- A . A球的角速度必小于B球的角速度
- B . A球的线速度必小于B球的线速度
- C . A球的运动周期必大于B球的运动周期
- D . A球对筒壁的压力必大于B球对筒壁的压力



黄冈学习网
www.hgxxw.net