



匀速圆周运动（一）

日期：_____ 时间：_____ 姓名：_____
Date: _____ Time: _____ Name: _____



初露锋芒



| | |
|------------------|---------------------------------|
| 学习目标 & 重难点 | 1、理解圆周运动概念和相关物理量 2、掌握圆周运动的实例 |
| | 1、掌握两种传动模型中线速度和角速度的关系 |



根深蒂固

知识点一：匀速圆周运动

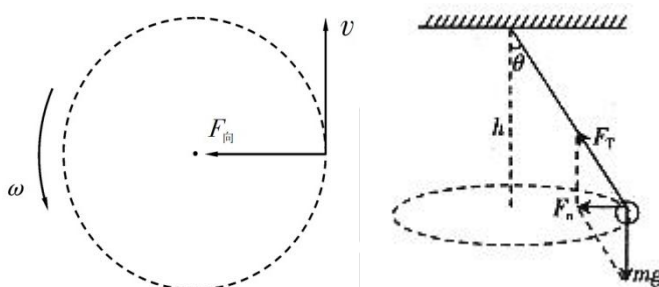
一、圆周运动的定义

1、圆周运动：质点沿着圆周所做的运动，就是圆周运动。

2、向心力

如果质点做圆周运动，质点所受到的合外力或合外力的某个分力一定指向一个固定的圆心。这个改变质点运动方向并始终指向圆心的力叫做向心力。

质点做圆周运动的条件：质点一定会受到向心力的作用，向心力不断改变质点运动方向，并始终沿着半径指向圆心。



二、描述圆周运动的物理量

1、线速度：描述物体圆周运动快慢的物理量。

$$v = \frac{s}{t} \quad (s \text{ 是物体在时间 } t \text{ 内通过的圆弧长})$$

单位：m/s

方向：沿圆弧上该点处的切线方向。描述了物体沿圆弧运动的快慢程度。

2、角速度：描述物体绕圆心转动快慢的物理量。

$$\omega = \frac{\varphi}{t} \quad (\varphi \text{ 是物体在时间 } t \text{ 内绕圆心转过的角度})$$

单位：rad/s

用线速度和角速度的定义式描述圆周运动的快慢测量并不方便，但用转动一周的时间及单位时间绕圆周的圈数更容易测量。

3、周期和转速：描述物体绕圆心转动快慢的物理量

周期 T ：物体沿圆周运动一周的时间。

转速 n ：物体在单位时间内转过的圈数，也叫频率 (f)。

学生试试利用线速度、角速度和周期的定义，推导如下关系

(1) 线速度和周期的关系_____

(2) 角速度和周期的关系_____

三、匀速圆周运动

定义：做圆周运动的质点的线速度大小不变，即任意相同时间内通过的圆弧长相同。

运动学特征：匀速圆周运动的线速度大小不变但方向不断变化；周期不变；频率不变；角速度不变。

【例 1】对于匀速圆周运动的物体，下列说法中错误的是 （ ）

- A. 线速度不变
- B. 角速度不变
- C. 周期不变
- D. 转速不变

【难度】★【答案】A

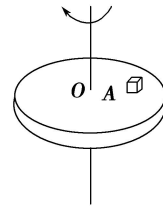
【例 2】关于匀速圆周运动，下列叙述正确的是 （ ）

- A. 是匀变速运动
- B. 是在恒力作用下的运动
- C. 是速度恒定的运动
- D. 是所受合外力及速度不断变化的运动

【难度】★【答案】D

【例 3】如图所示，一木块放在圆盘上，圆盘绕通过圆盘中心且垂直于盘面的竖直轴匀速转动，木块和圆盘保持相对静止，那么 （ ）

- A. 木块受到圆盘对它的摩擦力，方向沿半径背离圆盘中心
- B. 木块受到圆盘对它的摩擦力，方向沿半径指向圆盘中心
- C. 木块受到圆盘对它的摩擦力，方向与木块运动的方向相反
- D. 因为木块与圆盘一起做匀速转动，所以它们之间没有摩擦力



【难度】★★【答案】B

【解析】木块做匀速圆周运动，其合外力提供向心力，合外力的方向一定指向圆盘中心；因为木块受到的重力和圆盘的支持力均沿竖直方向，所以水平方向上木块一定还受到圆盘对它的摩擦力，方向沿半径指向圆盘中心，选项 B 正确。

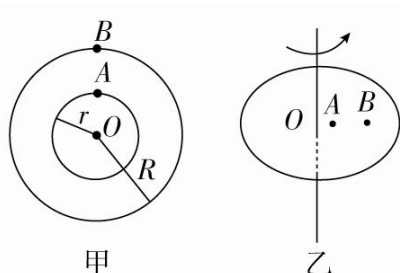
知识点二：线速度和角速度的关系

线速度和角速度都能反应同一个圆周运动的快慢，两者之间有如下关系 $v = \omega r$ 。

在传动装置中各物理量的关系

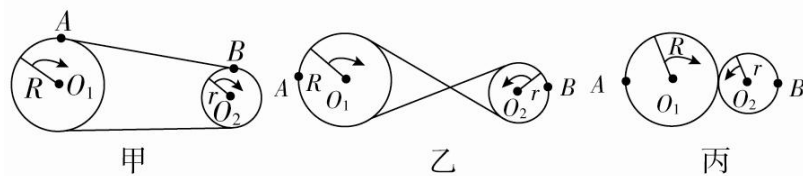
1、同轴传动

如下图甲、乙所示，绕同一转轴转动的物体，转动方向相同，角速度相同， $\omega_A = \omega_B$ ，可推知 $\frac{v_A}{v_B} = \frac{r}{R}$ ， $T_A = T_B$



2、皮带（摩擦）传动

如下图所示 A、B 两点分别是两个轮子边缘上的点，两个轮子用皮带（或靠摩擦）连起来，并且不打滑时，它们线速度相同， $v_A = v_B$ ，可推知 $\frac{\omega_A}{\omega_B} = \frac{r}{R}$ ， $\frac{T_A}{T_B} = \frac{R}{r}$ 。



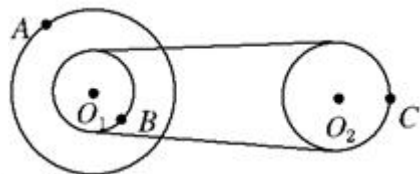
注意：甲图两轮转动方向相同，乙、丙中两轮转动方向相反

【例 1】如图所示的皮带传动装置，主动轮 O_1 上两轮的半径分别为 $3r$ 和 r ，从动轮 O_2 的半径为 $2r$ ，A、B、C 分别为轮子边缘上的三点，设皮带不打滑，求：

(1) A、B、C 三点的角速度之比 $\omega_A : \omega_B : \omega_C =$ _____

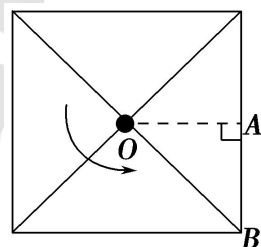
(2) A、B、C 三点的线速度大小之比 $v_A : v_B : v_C =$ _____

【难度】★★【答案】2 : 2 : 1；3 : 1 : 1



【例 2】如图所示，当正方形薄板绕着过其中心 O 并与板垂直的转动轴匀速转动时，板上 A、B 两点的（ ）（多选）

- A. 角速度之比 $\omega_A : \omega_B = 1 : 1$
- B. 角速度之比 $\omega_A : \omega_B = 1 : \sqrt{2}$
- C. 线速度之比 $v_A : v_B = \sqrt{2} : 1$
- D. 线速度之比 $v_A : v_B = 1 : \sqrt{2}$

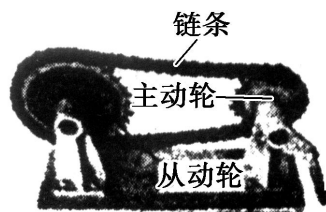


【难度】★★【答案】AD

【解析】由于 A、B 两点在同一正方形薄板上且绕同一转轴转动，故两点具有相同的角速度，A 正确，B 错误；根据 $v = \omega r$ 可得， $v_A : v_B = r_A : r_B = 1 : \sqrt{2}$ ，C 错误，D 正确。

【例 3】如图所示为一链条传动装置的示意图。已知主动轮是逆时针转动的，转速为 n ，主动轮和从动轮的齿数比为 k ，以下说法中正确的是（ ）（多选）

- A. 从动轮是顺时针转动的
- B. 主动轮和从动轮边缘的线速度大小相等
- C. 从动轮的转速为 nk
- D. 从动轮的转速为 $\frac{n}{k}$



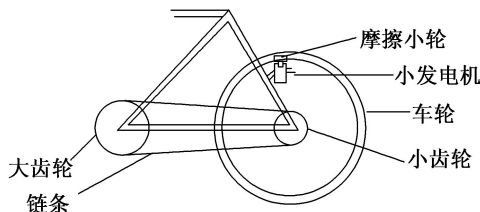
【难度】★

【答案】BC

【解析】主动轮是逆时针转动的，从动轮也是逆时针转动的，故 A 错；主动轮和从动轮边缘的线速度大小相等，故 B 对；由 $v = 2\pi Rn$ 知主动轮与从动轮的转速比等于两轮的周长的反比，即转速比等于齿数的反比，设从动轮的转速为 n' ，有 $n : n' = 1 : k$ ，可得 $n' = nk$ ，C 对、D 错。

知识点三：自行车中的传动系统

大小齿轮间、摩擦小轮和车轮之间和皮带传动的原理相同，两轮边缘各点的线速度大小相同；小齿轮和车轮同轴转动，车轮上各点的转速相同。



【例 1】行驶中的自行车，其大齿轮、小齿轮和后轮都可视为在做匀速圆周运动，如图所示。线速度最大的点是（ ）

- A. 大齿轮边缘上的点
- B. 小齿轮边缘上的点
- C. 后轮边缘上的点
- D. 自行车后轮某辐条上的中间点

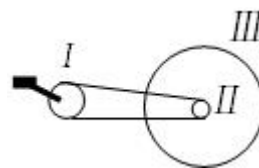


【难度】★

【答案】C

【解析】利用链条传动线速度大小相等，所以大齿轮和小齿轮边缘处线速度大小相等；再根据小齿轮和后轮是同轴转动，所以小齿轮和后轮的角速度相等；后轮边缘上的点的半径最大，由 $v = \omega r$ 可知，后轮边缘上点的线速度最大，故 ABD 错误，C 正确。

【例 2】如图是自行车的传动示意图，其中 I 是大齿轮，II 是小齿轮，III 是后轮。当大齿轮 I（脚踏板）的转速为 n 时，则大齿轮的角速度是_____。若要知道在这种情况下自行车前进的速度，除需要测量大齿轮 I 的半径 r_1 ，小齿轮 II 的半径 r_2 外，还需要测量的物理量是_____。用上述物理量推导出自行车前进速度的表达式为_____。



【难度】★★

【答案】 $2\pi n$ ；后轮 III 的半径 r_3 ； $v = 2\pi n \frac{r_1}{r_2} r_3$

【解析】脚踏板的角速度 $\omega = 2\pi n$ ，则大齿轮的角速度为 $2\pi n$ ；

设后轮的半径为 r_3 ，因为大小齿轮的线速度相等， $\omega_1 r_1 = \omega_2 r_2$ ，所以 $\omega_2 = \frac{\omega_1 r_1}{r_2}$ ，大齿轮和后轮的角速度相等，则

线速度 $v = \omega_2 r_3 = \frac{\omega_1 r_1}{r_2} r_3 = \frac{2\pi n r_1 r_3}{r_2}$ ，所以还需要测量后轮的半径 r_3 。



枝繁叶茂

1、对于做匀速圆周运动的物体，下列说法中正确的是 ()

- A. 线速度不变 B. 周期不变 C. 向心力不变 D. 运动状态不变

【难度】★

【答案】B

2、甲沿着半径为 R 的圆周跑道匀速跑步，乙沿着半径为 $2R$ 的圆周跑道匀速跑步，在相同的时间内，甲、乙各自跑了一圈，他们的角速度和线速度的大小分别为 ω_1 、 ω_2 和 v_1 、 v_2 ，则 ()

- A. $\omega_1 > \omega_2$, $v_1 > v_2$ B. $\omega_1 < \omega_2$, $v_1 < v_2$
C. $\omega_1 = \omega_2$, $v_1 < v_2$ D. $\omega_1 = \omega_2$, $v_1 = v_2$

【难度】★

【答案】C

3、时钟上的时针、分针和秒针的角速度关系是 () (多选)

- A. 时针的角速度与分针的角速度之比为 1:60
B. 时针的角速度与分针的角速度之比为 1:12
C. 分针的角速度与秒针的角速度之比为 1:12
D. 分针的角速度与秒针的角速度之比为 1:60

【难度】★★

【答案】BD

4、有一个指针式的且走时准确的时钟，正午时刻时针、分针、秒针在 12 点处重合。则到第二天正午时刻，秒针和时针重合的次数为 ()

- A、708 B、1438 C、719 D、1440

【难度】★★

【答案】B

5、地球的半径为 $R=6400\text{km}$ ，在地面上北纬 60° 处，物体随同地球自转的线速度大小为_____

【难度】★

【答案】232m/s

6、如图所示是上海锦江乐园中的“摩天轮”，它高 108 m，直径为 98 m，每次可乘坐 378 人，每转一圈 25 min. 摩天轮转动时，某一轿厢内坐有一位游客，则该游客随轮一起匀速转动的周期为_____s，线速度大小为_____m/s

【难度】★★

【答案】1500；0.21

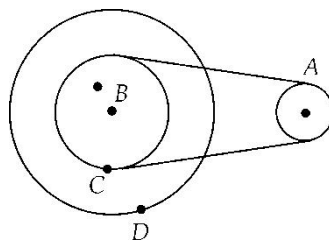


7、如图所示为一皮带传动装置，右轮的半径为 r ， A 是它边缘上的一点。左侧是一轮轴，大轮的半径为 $4r$ ，小轮的半径为 $2r$ 。 B 点在小轮上，它到小轮中心的距离为 r 。 C 点和 D 点分别位于小轮和大轮的边缘上。若在传动过程中，皮带不打滑。则 ()

- A. A 点与 B 点的线速度大小相等
- B. A 点与 B 点的角速度大小相等
- C. A 点与 C 点的线速度大小相等
- D. A 点与 D 点的周期相等

【难度】★

【答案】C

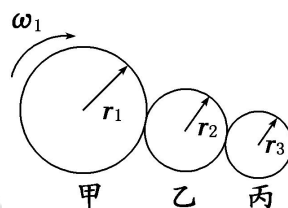


8、如图所示，甲、乙、丙三个轮子依靠摩擦传动，相互之间不打滑，其半径分别为 r_1 、 r_2 、 r_3 。若甲轮的角速度为 ω_1 ，则丙轮的角速度为 ()

- A. $\frac{r_1\omega_1}{r_3}$
- B. $\frac{r_3\omega_1}{r_1}$
- C. $\frac{r_3\omega_1}{r_2}$
- D. $\frac{r_1\omega_1}{r_2}$

【难度】★★

【答案】A

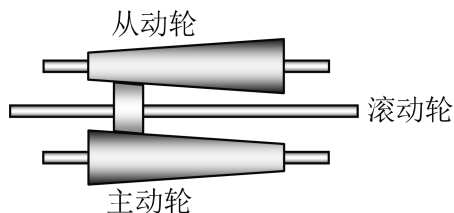


9、现在许多汽车都应用了自动无级变速装置，不用离合器就可连续变换速度。如图为截锥式无级变速模型示意图，主动轮、从动轮之间有一个滚动轮，它们之间靠彼此的摩擦力带动。当滚动轮处于主动轮直径为 D_1 、从动轮直径为 D_2 的位置时，主动轮转速 n_1 与从动轮转速 n_2 的关系是 ()

- A. $\frac{n_1}{n_2} = \frac{D_2}{D_1}$
- B. $\frac{n_1}{n_2} = \frac{D_1}{D_2}$
- C. $\frac{n_1}{n_2} = \sqrt{\frac{D_1}{D_2}}$
- D. $\frac{n_1}{n_2} = \frac{D_2^2}{D_1^2}$

【难度】★★

【答案】A

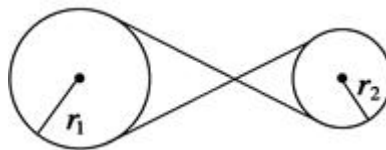


10、如图所示为某一皮带传动装置。主动轮的半径为 r_1 ，从转动的半径为 r_2 。已知主动轮做逆时针转动，转速为 n ，转动过程中皮带不打滑。下列说法中正确的是 () (多选)

- A. 从动轮做顺时针转动
- B. 从动轮做逆时针转动
- C. 从动轮的转速为 $\frac{r_1}{r_2} n$
- D. 从动轮的转速为 $\frac{r_2}{r_1} n$

【难度】★★

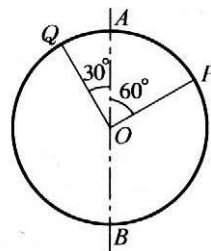
【答案】AC



11、如图所示，一圆环，其圆心为 O ，若以它的直径 AB 为轴作匀速转动，圆环的半径是 20cm ，绕 AB 轴转动的周期是 0.01s 。则圆环上 P 点的线速度大小是_____ m/s ，圆环上 Q 点的角速度大小是_____ rad/s

【难度】★

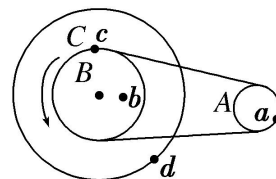
【答案】 $20\sqrt{3}\pi$ ； 200π



12、如图所示装置中， A 、 B 、 C 三个轮的半径分别为 r 、 $2r$ 、 $4r$ ， b 点到圆心的距离为 r ，求图中 a 、 b 、 c 、 d 各点的线速度之比为_____，角速度之比为_____

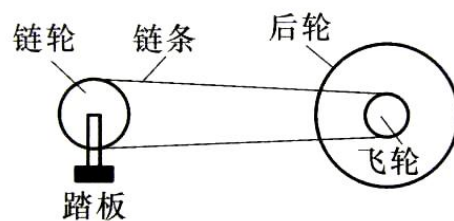
【难度】★★

【答案】 $2:1:2:4$ ； $2:1:1:1$



13、某种变速自行车有六个飞轮和三个链轮，链轮和飞轮的齿数如下表所示，前后轮直径为 660mm ，人骑该自行车行进速度为 5m/s ，脚踩踏板做匀速圆周运动的最大角速度约为 ()

| 名称 | 链轮 | | | 飞轮 | | | | | |
|-----------------|----|---|---|----|---|---|---|---|---|
| 齿数 $N/\text{个}$ | 4 | 3 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 |
| | 8 | 8 | 8 | 5 | 6 | 8 | 1 | 4 | 8 |



A. 7.6 rad/s

B. 15.2 rad/s

C. 24.2 rad/s

D. 48.5 rad/s

【难度】★★

【答案】B

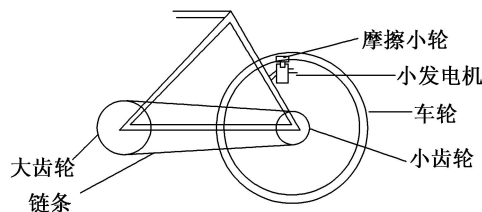
14、如图所示，自行车车轮的半径为 R_1 ，小齿轮的半径为 R_2 ，大齿轮的半径为 R_3 。某种向自行车车灯供电的小发电机的上端有一半径为 r_0 的摩擦小轮紧贴车轮，当车轮转动时，因静摩擦作用而带动摩擦小轮转动，从而使发电机工作。在这四个转动轮中 ()

A. 摩擦小轮边缘的线速度不变

B. 摩擦小轮边缘的线速度最小

C. 大、小齿轮的角速度之比为 R_3/R_2

D. 小齿轮与摩擦小轮的角速度之比为 r_0/R_1



【难度】★★

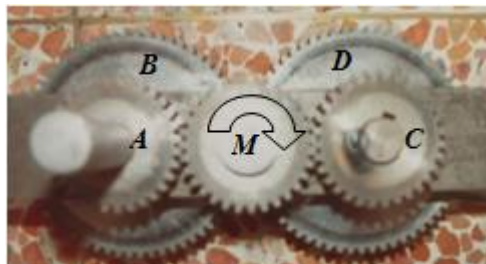
【答案】D

15、在汽车无极变速器中，存在如图所示的装置，A 是与 B 同轴相连的齿轮，C 是与 D 同轴相连的齿轮，A、C、M 为相互咬合的齿轮。已知齿轮 A、C 规格相同，半径为 R，齿轮 B、D 规格也相同，半径为 1.5R，齿轮 M 的半径为 0.9R。当齿轮 M 如图方向转动时（ ）（多选）

- A. 齿轮 D 和齿轮 B 的转动方向相同
- B. 齿轮 D 和齿轮 A 的转动周期之比为 1 : 1
- C. 齿轮 M 和齿轮 C 的角速度大小之比为 9 : 10
- D. 齿轮 M 和齿轮 B 边缘某点的线速度大小之比为 2 : 3

【难度】★★

【答案】ABD

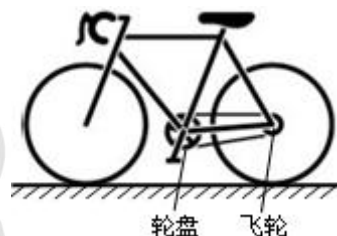


16、小明同学骑着一辆变速自行车上学，他想测一下骑车的最大速度。在上学途中他选择了最高的变速比（轮盘与飞轮齿数比），并测得在这种情况下蹬动轮盘的最大转速是每 1s 轮盘转动一周，然后他数得自行车后轮上的飞轮 6 个齿盘和脚踏轮盘上 3 个齿盘的齿数如表所示，并测得后轮的直径为 70cm。由此可求得他骑车的最大速度是多少（ ）

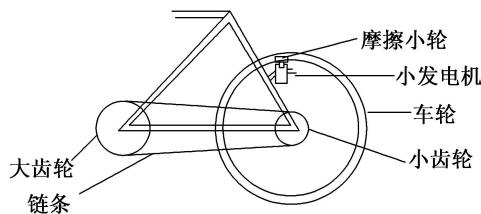
| 名称 | 轮盘 | | | 飞轮 | | | | | |
|--------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 齿数 / 个 | 45 | 38 | 28 | 15 | 16 | 18 | 21 | 24 | 28 |

- A. 2.1π m/s
- B. 2.0π m/s
- C. 0.7π m/s
- D. 1.1π m/s

【难度】★★【答案】A



17、如图所示，一种向自行车车灯供电的小发电机的上端有一半径 $r_0=1.0$ cm 的摩擦小轮，小轮与自行车车轮的边沿接触。当车轮转动时，因摩擦而带动小轮转动，从而为发电机提供动力。自行车车轮的半径 $R_1=35$ cm，小齿轮的半径 $R_2=4.0$ cm，大齿轮的半径 $R_3=10.0$ cm。求大齿轮的转速 n_1 和摩擦小轮的转速 n_2 之比。（假定摩擦小轮与自行车车轮之间无相对滑动）



【难度】★★★★

【答案】2 : 175

【解析】大小齿轮间、摩擦小轮和车轮之间和皮带传动原理相同，两轮边沿各点的线速度大小相等，由 $v=2\pi nr$ 可知转速 n 和半径 r 成反比；小齿轮和车轮同轴转动，两轮上各点的转速相同。

大齿轮与小齿轮转速之间的关系为： $n_1 : n_{\text{小}} = R_2 : R_3$

车轮与小齿轮之间的转速关系为： $n_{\text{车}} = n_{\text{小}}$

车轮与摩擦小轮之间的关系为： $n_{\text{车}} : n_2 = r_0 : R_1$

由以上各式可解出大齿轮和摩擦小轮之间的转速之比为： $n_1 : n_2 = 2 : 175$



瓜熟蒂落

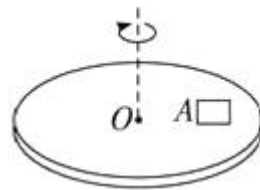
1、质点做匀速圆周运动时，下列说法正确的是 () (多选)

- A. 线速度越大，周期一定越小
- B. 角速度越大，周期一定越小
- C. 转速越大，周期一定越小
- D. 圆周半径越小，周期一定越小

【难度】★【答案】BC

2、如图所示，一圆盘可绕通过圆盘中心 O 且垂直于盘面的竖直轴转动，在圆盘上放置一小木块 A ，它随圆盘一起做匀速圆周运动。则关于木块 A 的受力，下列说法正确的是 ()

- A. 木块 A 受重力、支持力和向心力
- B. 木块 A 受重力、支持力和静摩擦力，静摩擦力的方向指向圆心
- C. 木块 A 受重力、支持力和静摩擦力，静摩擦力的方向与木块运动方向相反
- D. 木块 A 受重力、支持力和静摩擦力，静摩擦力的方向与木块运动方向相同



【难度】★【答案】B

3、关于匀速圆周运动的角速度与线速度，下列说法中正确的是 () (多选)

- A. 半径一定，角速度与线速度成反比
- B. 半径一定，角速度与线速度成正比
- C. 线速度一定，角速度与半径成反比
- D. 角速度一定，线速度与半径成正比

【难度】★【答案】BCD

4、 A 、 B 两个质点，分别做匀速圆周运动，在相同的时间内它们通过的路程之比 $s_A : s_B = 2 : 3$ ，转过的角度之比 $\varphi_A : \varphi_B = 3 : 2$ ，则下列说法正确的是 () (多选)

- A. 它们的半径之比 $R_A : R_B = 2 : 3$
- B. 它们的半径之比 $R_A : R_B = 4 : 9$
- C. 它们的周期之比 $T_A : T_B = 2 : 3$
- D. 它们的频率之比 $f_A : f_B = 2 : 3$

【难度】★★【答案】BC

5、两个小球固定在一根长为 L 的杆的两端，绕杆上的 O 点做圆周运动，如图所示，当小球 1 的速度为 v_1 时，小球 2 的速度为 v_2 ，则转轴 O 到小球 2 的距离为 ()

- A. $\frac{v_1}{v_1 + v_2} L$
- B. $\frac{v_2}{v_1 + v_2} L$
- C. $\frac{v_1 + v_2}{v_1} L$
- D. $\frac{v_1 + v_2}{v_2} L$



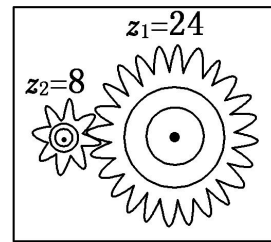
【难度】★★

【答案】B

6、如图所示的齿轮传动装置中，主动轮的齿数 $z_1=24$ ，从动轮的齿数 $z_2=8$ ，当主动轮以角速度 ω 顺时针转动时，从动轮的运动情况是 ()

- A. 顺时针转动，周期为 $2\pi/3\omega$
- B. 逆时针转动，周期为 $2\pi/3\omega$
- C. 顺时针转动，周期为 $6\pi/\omega$
- D. 逆时针转动，周期为 $6\pi/\omega$

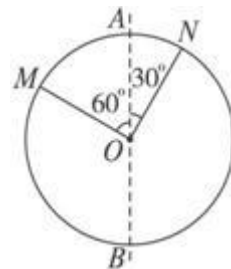
【难度】★★【答案】B



7、一个圆环，以竖直直径 AB 为轴匀速转动，如图所示，则环上 M 、 N 两点的线速度大小之比 $v_M : v_N =$ _____；角速度之比 $\omega_M : \omega_N =$ _____；周期之比 $T_M : T_N =$ _____。

【难度】★★

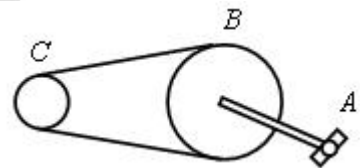
【答案】 $\sqrt{3} : 1$ ； $1 : 1$ ； $1 : 1$



8、如图所示的自行车链条的传动装置， A 是脚踏板， B 和 C 分别是大轮和小轮边缘上的一点， A 、 B 、 C 离转轴的距离（半径）之比为 $3 : 2 : 1$ ，则 A 、 B 、 C 三点的线速度之比 _____；角速度之比 _____

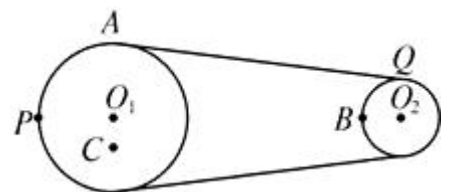
【难度】★★

【答案】 $3 : 2 : 2$ ； $1 : 1 : 2$



9、如图所示，皮带传动装置主动轮 P 和从动轮 Q 的半径之比为 $2 : 1$ ， A 、 B 两点分别在两轮边缘上， C 点在 P 轮上到转轴距离是 P 轮半径的 $\frac{1}{4}$ ，现主动轮 P 以转速 n (r/s) 的转速转动，则 A 、 B 、 C 三点的线速度大小之比为 $v_A : v_B : v_C =$ _____，角速度大小之比 $\omega_A : \omega_B : \omega_C =$ _____

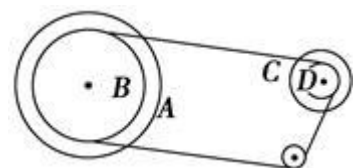
【难度】★★【答案】 $4 : 4 : 1$ ； $1 : 2 : 1$



10、变速自行车靠变换齿轮组合来改变行驶速度档，下图是某一种变速自行车齿轮转动结构示意图，图中 A 轮有 48 齿， B 轮有 42 齿， C 轮有 18 齿， D 轮有 12 齿。那么该车可变换 _____ 种不同档位；当 A 与 D 轮组合时，两轮的角速度之比 $\omega_A : \omega_D =$ _____

【难度】★★★★

【答案】4；1：4



11、如图所示，一辆自行车上连接踏脚板的连杆长 $R_1=25\text{cm}$ ，由踏脚板带动的大齿盘半径 $r_1=10\text{cm}$ ，通过链条连接后轮齿盘半径 $r_2=4\text{cm}$ ，后轮半径 $R_2=36\text{cm}$ 。如果传动中无打滑现象，当脚蹬以 30r/min 的转速匀速转动时，自行车行进的速度为多少？

【难度】★★★

【答案】 $2.25\pi\text{ m/s}$ （或 7.07 m/s ）

