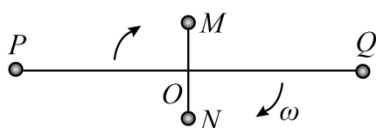


第四章第4节 圆周运动作业

限时 30min

★1. (多选) (2026·广东卷·8) 如图所示, 在光滑的水平地面上, P、Q、M、N 四个质量相等的小球通过两根不可伸长的轻绳相连, P、Q 间的绳长为 L_1 , M、N 间的绳长为 L_2 , 两绳相交于各自的中点 O, 四球以相同角速度 ω 绕固定的 O 点做匀速圆周运动, 已知 $L_1 = 2m$, P、Q 的向心加速度大小均为 $a_1 = 4m/s^2$, M、N 的向心加速度大小均为 $a_2 = 1m/s^2$, 四球均可视为质点, 忽略空气阻力, 下列说法正确的有 ()



- A. $\omega = 2\text{rad/s}$ B. $L_2 = 0.5\text{m}$
C. P 的线速度大小为 0.5m/s D. 轻绳对四球的拉力大小相等

答案 AB

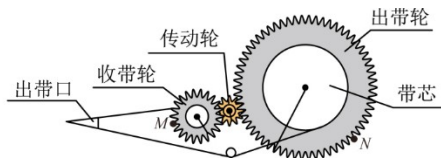
解析 A. 根据题意可知 P、Q 做圆周运动的半径 $r_1 = \frac{L_1}{2} = 1\text{m}$, 对 P、Q 根据 $a_1 = r_1 \omega^2$ 可得

$\omega = \sqrt{\frac{a_1}{r_1}} = \sqrt{\frac{4}{1}} \text{rad/s} = 2 \text{rad/s}$ ，故 A 正确；B. 因为四个球角速度相同，对球 M、N 有

$$r_2 = \frac{L_2}{2} = \frac{a_2}{\omega^2} = \frac{1}{4}m$$

所以 $L_2 = 0.5m$ ，故 B 正确；C. 对于 P 有 $v_1 = r_1\omega = 1 \times 2m/s = 2m/s$ ，故 C 错误；D. 绳子拉力提供向心力，根据 $F = mr\omega^2$ 可知由于四球质量相等，角速度相等，但半径不同，故拉力大小不相等，故 D 错误。故选 AB。

★2. (多选) (2026·广东湛江·二模) 某型号的涂改带内部结构示意图如图所示，其中传动轮分别与收带轮和出带轮连接，出带轮有 90 齿，传动轮 9 齿、半径为 2.4mm， M 、 N 分别是出带轮、收带轮边缘上的两个点，涂改带工作时，三个齿轮均逐个咬合转动，下列说法正确的是 ()



- A. 工作时, 收带轮与出带轮转动方向相同
B. 工作时, 收带轮与传动轮转动方向相同

C. M 、 N 两点线速度大小相等

D. 出带轮的半径大小为 2.4 cm

答案 ACD

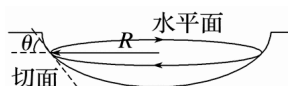
解析 AB. 由图可知, 出带轮顺时针方向转动时, 传动轮逆时针方向转动, 收带轮顺时针方向转动, 因此工作时, 收带轮与出带轮转动方向相同, 收带轮与传动轮转动方向相反, 故 A 正确, B 错误; C. 涂改带工作时, 三个齿轮均逐个咬合转动, 因此三轮边缘线速度大小相等, 故 C 正确; D. 传动轮、出带轮每齿

弧长相等, 其中传动轮每齿对应的弧长为 $\Delta l = \frac{2\pi}{9} \times 2.4 \text{ mm} = \frac{4.8\pi}{9} \text{ mm}$ 故出带轮的半径大小满足

$$\frac{2\pi}{90} \times R = \Delta l$$

解得 $R = 24 \text{ mm} = 2.4 \text{ cm}$, 故 D 正确。故选 ACD。

★3.(多选)(2025·广东卷·8)将可视为质点的小球沿光滑冰坑内壁推出, 使小球在水平面内做匀速圆周运动, 如图所示。已知圆周运动半径 R 为 0.4 m, 小球所在位置处的切面与水平面夹角 θ 为 45° , 小球质量为 0.1 kg, 重力加速度 g 取 10 m/s^2 。关于该小球, 下列说法正确的有()



A. 角速度为 5 rad/s

B. 线速度大小为 4 m/s

C. 向心加速度大小为 10 m/s^2

D. 所受支持力大小为 1 N

答案 AC

解析 对小球受力分析可知 $F_{\text{向}} = mg \tan 45^\circ = m\omega^2 R$, 解得 $\omega = 5 \text{ rad/s}$, 故 A 正确; 线速度大小为 $v = \omega R = 2$

m/s, 故 B 错误; 向心加速度大小为 $a_{\text{向}} = \omega^2 R = 10 \text{ m/s}^2$, 故 C 正确; 所受支持力大小为 $F_N = \frac{mg}{\cos 45^\circ} = \sqrt{2} \text{ N}$, 故 D 错误。

★★4.(2025·广东广州市开学考)如图所示摩天轮, 其高度为 208 m, 轮的直径为 193 m, 运转一周大约需要 30 min。关于这个摩天轮上的座舱随摩天轮做匀速圆周运动的过程, 下列说法中正确的是()



A. 座舱所受合力大小始终不变

B. 座舱每通过 1 m 的路程大约需要 0.34 s

C. 座舱上升的加速度大于其下落过程的加速度

D. 座舱受摩天轮作用的力始终等于座舱所受的重力

答案 A

解析 座舱所受合力提供向心力，向心力公式为 $F_n = m \frac{v^2}{r}$ ，由于座舱做匀速圆周运动，则加速度大小不变，所以座舱所受合力大小始终不变，A 正确，C 错误；摩天轮运转一周的路程是 $s = \pi d = \pi \times 193 \text{ m}$ ，运转一周的时间 $t = 30 \text{ min} = 1800 \text{ s}$ ，那么线速度大小 $v = \frac{s}{t} = \frac{\pi \times 193 \text{ m}}{1800 \text{ s}} = \frac{\pi \times 193}{1800} \text{ m/s}$ ，则通过 1 m 路程所

需时间 $t' = \frac{s'}{v} = \frac{1 \text{ m}}{\frac{\pi \times 193}{1800} \text{ m/s}} \approx 3 \text{ s}$ ，B 错误；座舱做匀速圆周运动，合力不为零，摩天轮对座舱的作用

力与重力的合力提供向心力，所以摩天轮对座舱的作用力不等于重力，D 错误。

★★5. (2025·河北保定一模)滚筒洗衣机的实物图片如图所示。脱水时，滚筒绕水平轴高速匀速转动，附着在衣物上的水会从滚筒漏水孔中甩出。下列相关说法中正确的是()



- A. 水被甩出前在最高点与最低点受到衣物附着力大小相等
- B. 在与转轴等高的位置，水受到的衣物附着力指向转轴
- C. 水在最低点更容易被甩出
- D. 水在最高点更容易被甩出

答案 C

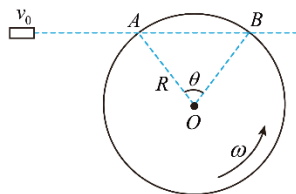
解析 滚筒洗衣机的脱水筒匀速旋转，衣服在最高点和最低点时，附着在潮湿衣服上的水由重力和衣服与

水之间的附着力的合力提供向心力，在最高点有 $F_1 + mg = \frac{mv^2}{r}$ ，在最低点有 $F_2 - mg = \frac{mv^2}{r}$ ，可得

$F_2 > F_1$ ，所以在最低点时，水所需附着力较大，更容易被甩出，故 A、D 错误，C 正确；在与转轴等高的位置，水的重力和衣物附着力的合力提供向心力，向心力方向指向转轴，由于重力向下，所以水受到的衣物附着力不指向转轴，故 B 错误。

★★6. (多选) (25-26 高三上·山东烟台·开学考试) 子弹以初速度 v_0 水平向右射出，沿水平直线穿过一个正在沿逆时针方向转动的薄壁圆筒，在圆筒上只留下一个弹孔 (从 A 位置射入，B 位置射出，如图所示)，

OA、OB 之间的夹角 $\theta = \frac{\pi}{3}$ ，已知圆筒半径 $R = 0.5 \text{ m}$ ，子弹始终以 $v_0 = 60 \text{ m/s}$ 的速度沿水平方向运动 (不考虑重力的作用)，则圆筒的转速可能是 ()



- A . 100r/s B . 180r/s C . 2400r/s D . 340r/s

答案 AD

解析 根据几何关系可得 A 与 B 之间的距离为 R ，在子弹飞行距离为 R 的时间内，圆筒转动的角度为

$$\theta' = \left(2n - \frac{1}{3}\right)\pi, (n=1, 2, 3, \dots)$$

由 $\theta' = \omega t$

$$\text{解得 } t = \frac{\left(2n - \frac{1}{3}\right)\pi}{\omega} = \frac{(6n-1)\pi}{3\omega}, (n=1, 2, 3, \dots)$$

设圆筒的转速为 N ，根据 $\omega = 2\pi N$

$$\text{解得时间 } t = \frac{(6n-1)\pi}{3 \cdot 2\pi N} = \frac{(6n-1)}{6N}$$

由题意知 $R = v_0 t$ ，解得 $N = 20(6n-1) \text{ r/s}$

当 $n=1$ 时， $N = 100 \text{ r/s}$

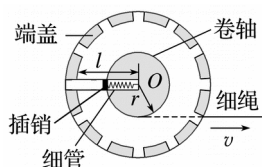
当 $n=2$ 时， $N = 220 \text{ r/s}$

当 $n=3$ 时， $N = 340 \text{ r/s}$

故选 AD。

★★7.(2024·广东卷·5)如图所示，在细绳的拉动下，半径为 r 的卷轴可绕其固定的中心点 O 在水平面内转动。

卷轴上沿半径方向固定着长度为 l 的细管，管底在 O 点。细管内有一根原长为 $\frac{l}{2}$ 、劲度系数为 k 的轻质弹簧，弹簧底端固定在管底，顶端连接质量为 m 、可视为质点的插销。当以速度 v 匀速拉动细绳时，插销做匀速圆周运动。若 v 过大，插销会卡进固定的端盖，使卷轴转动停止。忽略摩擦力，弹簧在弹性限度内。要使卷轴转动不停止， v 的最大值为()



A. $r \sqrt{\frac{k}{2m}}$

B. $l \sqrt{\frac{k}{2m}}$

C. $r \sqrt{\frac{2k}{m}}$

D. $l \sqrt{\frac{2k}{m}}$

答案 A

解析 由题意可知当插销刚卡进固定端盖时弹簧的伸长量为 $\Delta x = \frac{l}{2}$ ，

根据胡克定律有 $F = k\Delta x = \frac{kl}{2}$

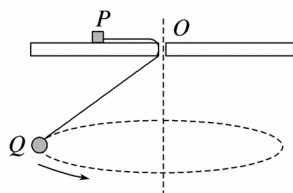
插销与卷轴同轴转动，角速度相同，对插销，弹力提供向心力，则有 $F = ml\omega^2$

对卷轴有 $v = r\omega$

联立解得 $v = r \sqrt{\frac{k}{2m}}$ ，故选 A。

★★8. (2023·广东惠州市调研)如图所示，一根细线下端拴一个金属小球 Q ，细线穿过小孔(小孔光滑)另一端连接在金属块 P 上， P 始终静止在水平桌面上，若不计空气阻力，小球在某一水平面内做匀速圆周运动(圆

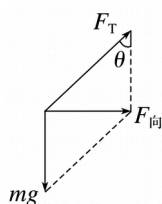
锥摆)。实际上,小球在运动过程中不可避免地受到空气阻力作用。因阻力作用,小球Q的运动轨迹发生缓慢的变化(可视为一系列半径不同的圆周运动)。下列判断正确的是()



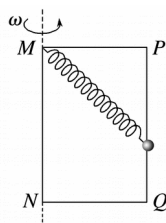
- A. 小球Q的位置越来越高
- B. 细线的拉力减小
- C. 小球Q运动的角速度增大
- D. 金属块P受到桌面的静摩擦力增大

答案 B

答案 由于小球受到空气阻力作用,线速度减小,则所需要的向心力减小,小球做近心运动,小球的位置越来越低,故A项错误;设小孔下面细线与竖直方向的夹角为 θ ,细线的拉力大小为 F_T ,细线的长度为 L ,当小球做匀速圆周运动时,由重力和细线的拉力的合力提供向心力,如图所示,则有 $F_T \sin \theta = m\omega^2 L \sin \theta$,解得 $\omega = \sqrt{\frac{F_T}{mL \cos \theta}}$,由于小球受到空气阻力作用,线速度减小, θ 减小, $\cos \theta$ 增大,因此细线的拉力 F_T 减小,角速度 ω 减小,故B项正确,C项错误;对金属块P,由平衡条件知,P受到桌面的静摩擦力大小等于细线的拉力大小,则静摩擦力减小,故D项错误。



★★★9.(多选)(2021·河北卷·9)如图,矩形金属框MNQP竖直放置,其中MN、PQ足够长,且PQ杆光滑,一根轻弹簧一端固定在M点,另一端连接一个质量为m的小球,小球穿过PQ杆,金属框绕MN轴分别以角速度 ω 和 ω' 匀速转动时,小球均相对PQ杆静止,若 $\omega' > \omega$,则与以 ω 匀速转动时相比,以 ω' 匀速转动时()



- A. 小球的高度一定降低
- B. 弹簧弹力的大小一定不变
- C. 小球对杆压力的大小一定变大
- D. 小球所受合外力的大小一定变大

答案 BD

解析 对小球受力分析,设弹簧弹力为 T ,弹簧与水平方向的夹角为 θ ,则对小球竖直方向有

$$T \sin \theta = mg, \text{ 而 } T = k \left(\frac{MP}{\cos \theta} - l_0 \right)$$

可知 θ 为定值, T 不变, 则当转速增大后, 小球的高度不变, 弹簧的弹力不变, A 错误, B 正确;

水平方向当转速较小, 杆对小球的弹力背离转轴时, 则 $T\cos\theta - F_N = m\omega^2 r$, 即 $F_N = T\cos\theta - m\omega^2 r$

当转速较大, 杆对小球的弹力指向转轴时,

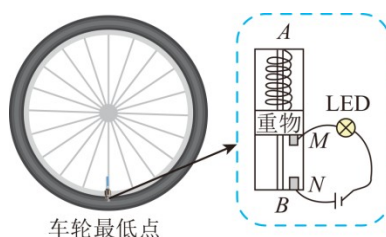
则 $T\cos\theta + F_N' = m\omega'^2 r$

即 $F_N' = m\omega'^2 r - T\cos\theta$

因 $\omega' > \omega$, 根据牛顿第三定律可知, 小球对杆的压力不一定变大, C 错误; 根据 $F_{\text{合}} = m\omega^2 r$ 可知, 因角速度变大, 则小球所受合外力变大, D 正确。

★★★10. (多选) (2025·广东佛山·二模) 如图为自行车车轮的气嘴灯原理图, 气嘴灯由接触式开关控制。

其结构为弹簧一端固定在顶部 A, 另一端与重物连接, 当车轮转动的角速度达到一定值时, 重物拉伸弹簧后使点 M、N 接触, 从而接通电路使气嘴灯发光。触点 N 与车轮圆心距离为 R , 车轮静止且 B 端在车轮最低点时触点 M、N 距离为 $0.05R$ 。已知 A 靠近车轮圆心、B 固定在车轮内臂, 重物与触点 M 的总质量为 m 。弹簧劲度系数为 k , 重力加速度大小为 g 。不计接触式开关中的一切摩擦, 重物 and 触点 M、N 均视为质点, 则有 ()



A. 相同转速下, 重物质量大小对能否接通 LED 灯没影响

B. 转速越大, 重物质量越大, LED 灯越容易发光

C. 使得 LED 灯发光的最小角速度为 $\sqrt{\frac{k}{20m}}$

D. 若气嘴灯在最低点能发光, 同一转速下在最高点也一定能发光

答案 BC

解析 AB. 当气嘴灯在最低点时, 根据牛顿第二定律可得 $kx - mg = m\omega^2 R$ 可知, 角速度相同时, m 越大, 弹簧伸长 x 越大, 灯越容易接通, 同时角速度越大, x 越大, 灯越容易接通, 故 A 错误, B 正确; C. 在最

低点静止时有 $kx_0 = mg$, 当 M、N 刚接触时有 $k(x_0 + 0.05R) - mg = m\omega^2 R$, 解得 $\omega = \sqrt{\frac{k}{20m}}$, 故 C 正确;

D. 在最高点, 有 $kx + mg = m\omega^2 R$, 由此可知, 弹簧的伸长量应小于最低点的伸长量, 则气嘴灯不一定能发光, 故 D 错误。

故选 BC。