专题 10　圆周运动规律的应用

一、单项选择题

1．【2014·安徽卷】如图所示，一倾斜的匀质圆盘垂直于盘面的固定对称轴以恒定的角速度 ω 转动，盘面上离转轴距离 2.5m 处有一小物体与圆盘始终保持相对静止，物体与盘面间的动摩擦因数为$\frac{\sqrt{3}}{2}$。设最大静摩擦力等于滑动摩擦力），盘面与水平面间的夹角为 30°，g 取 10m/s²。则 ω 的最大值是（）



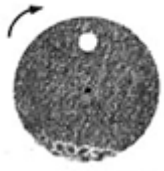
A．$\sqrt{5}$ rad/s　　B．$\sqrt{3}$ rad/s　　C．1.0rad/s　　D．0.5rad/s

【答案】C

【解析】随着角速度的增大，小物体最先相对于圆盘发生相对滑动的位置为转到最低点时，此时对小物体有 $\mu mg\cos\theta - mg\sin\theta = m\omega^2 r$，解得 $\omega = 1.0\,\mathrm{rad/s}$，此即为小物体在最低位置发生相对滑动的临界角速度，故选 C。

【考点定位】圆周运动的向心力

2．【2014·上海卷】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　　B．逆时针旋转 31 圈

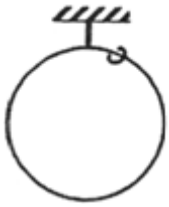
C．顺时针旋转 1 圈　　D．逆时针旋转 1 圈

【答案】D

【解析】白点每隔$\frac{1}{30}s$回到出发点，而闪光灯每隔$\frac{1}{31}s$闪光一次，假设至少经过ts白点刚好回到出发点而闪光灯刚好闪光，即刚好是$\frac{1}{30}s$和$\frac{1}{31}s$的最小公倍数则有$t=1s$，所以观察到白点每秒钟转 1 圈，选项 AB 错。其实相当于两个质点以不同的角速度做匀速圆周运动，再次处在同一半径时，即观察到白点转动一周，由于白点的角速度小于以$\frac{1}{31}s$的周期做匀速圆周运动角速度，所以观察到白点向后即逆时针方向运动。

【考点定位】圆周运动相对运动

3. 【2014·新课标全国卷Ⅱ】如图，一质量为 M 的光滑大圆环，用一细轻杆固定在竖直平面内；套在大圆环上的质量为 m 的小环（可视为质点），从大圆环的最高处由静止滑下，重力加速度为 g。当小圆环滑到大圆环的最低点时，大圆环对轻杆拉力的大小为（）



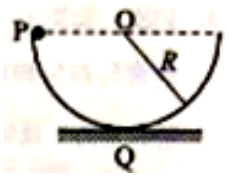
A. Mg-5mgB. Mg+mgC. Mg+5mg D. Mg+10mg

【答案】C

【解析】小圆环到达大圆环低端时满足：$mg\cdot 2R=\frac{1}{2}mv^2$，对小圆环在最低点，有牛顿定律可得：$F_N-mg=m\frac{v^2}{R}$；对大圆环，由平衡可知：$F_T=Mg+F_N$，解得$F_T=Mg+5mg$，选项 C 正确。

【考点定位】圆周运动

4. 【2015·海南·4】如图，一半径为 R 的半圆形轨道竖直固定放置，轨道两端登高。质量为 m 的质点自轨道端点 P 由静止开始滑下，滑到最低点 Q 时，对轨道的正压力为 2mg，重力加速度大小为 g，质点自 P 滑到 Q 的过程中，克服摩擦力所做的功为（）



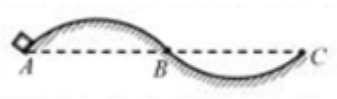
A. $\frac{1}{4}mgR$　　B. $\frac{1}{3}mgR$　　C. $\frac{1}{2}mgR$　　D. $\frac{\pi}{4}mgR$

【答案】C

【解析】在 Q 点质点受到竖直向下的重力，和竖直向上的支持力，两力的合力充当向心力，所以有 $N-mg=m\frac{v^2}{R}$，$N=2mg$，联立解得 $v=\sqrt{gR}$，下落过程中重力做正功，摩擦力做负功，根据动能定理可得 $mgR-W_f=\frac{1}{2}mv^2$，解得 $W_f=\frac{1}{2}mgR$，所以克服摩擦力做功 $\frac{1}{2}mgR$，C 正确。

【考点定位】向心力，动能定理.

5. 【2015·福建·17】如图，在竖直平面内，滑到 ABC 关于 B 点对称，且 A、B、C 三点在同一水平线上。若小滑块第一次由 A 滑到 C，所用的时间为 t_1，第二次由 C 滑到 A，所用时间为 t_2，小滑块两次的初速度大小相同且运动过程始终沿着滑道滑行，小滑块与滑道的动摩擦因数恒定，则（）



A．$t_1<t_2$　　B．$t_1=t_2$　　C．$t_1>t_2$　　D．无法比较 t_1、t_2 的大小

【答案】A

【解析】在 AB 段，根据牛顿第二定律 $mg-F_N=m\frac{v^2}{R}$，速度越大，滑块受支持力越小，摩擦力就越小，在 BC 段，根据牛顿第二定律 $F_N-mg=m\frac{v^2}{R}$，速度越大，滑块受支持力越大，摩擦力就越大，由题意知从 A 运动到 C 相比从 C 到 A，在 AB 段速度较大，在 BC 段速度较小，所以从 A 到 C 运动过程受摩擦力较小，用时短，所以 A 正确。

【考点定位】圆周运动

6. 【2013 北京卷】某原子电离后其核外只有一个电子，若该电子在核的经典力作用下绕核做匀速圆周运动，那么电子运动（）

A．半径越大，加速度越大 B．半径越小，周期越大

C．半径越大，角速度越小 D．半径越小，线速度越小

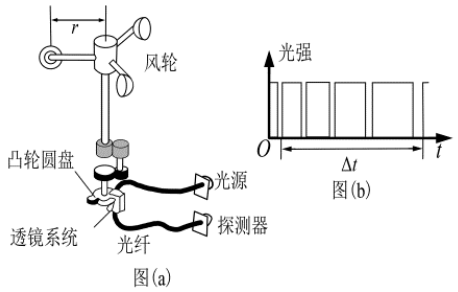
【答案】C

【解析】根据题意，库仑力提供核外电子的向心力，即 $k\frac{Qq}{r^2}=m\frac{v^2}{r}=mr\omega^2=mr\left(\frac{2\pi}{T}\right)^2$，C 正确，A、B、D 错误。

【考点定位】向心力.

7. 【2016·

上海卷】风速仪结构如图（a）所示。光源发出的光经光纤传输，被探测器接收，当风轮旋转时，通过齿轮带动凸轮圆盘旋转，当圆盘上的凸轮经过透镜系统时光被挡住。已知风轮叶片转动半径为 r，每转动 n 圈带动凸轮圆盘转动一圈。若某段时间 Δt 内探测器接收到的光强随时间变化关系如图（b）所示，则该时间段内风轮叶片（）



A．转速逐渐减小，平均速率为 $\frac{4\pi nr}{\Delta t}$　　B．转速逐渐减小，平均速率为 $\frac{8\pi nr}{\Delta t}$

C．转速逐渐增大，平均速率为 $\frac{4\pi nr}{\Delta t}$　　D．转速逐渐增大，平均速率为 $\frac{8\pi nr}{\Delta t}$

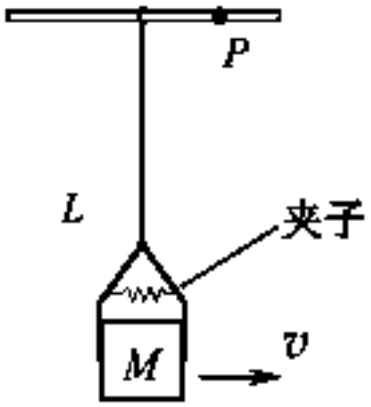
【答案】B

【解析】根据题意，从图（b）可以看出，在 Δt 时间内，探测器接收到光的时间在增长，圆盘凸轮的挡光时间也在增长，可以确定圆盘凸轮的转动速度在减小；在 Δt 时间内可以从图看出有 4 次挡光，即圆盘转动 4 周，则风轮叶片转动了 $4n$ 周，风轮叶片转过的弧长为 $l=4n\times 2\pi r$，叶片转动速率为：$v=\frac{8\pi nr}{\Delta t}$，故选项 B 正确。

【考点定位】圆周运动、线速度、平均速度

【方法技巧】先通过图示判断圆盘凸轮的转动速度变化和转动圈数，再通过圆周运动的关系计算叶片转动速率。.

8．【2017·江苏卷】如图所示，一小物块被夹子夹紧，夹子通过轻绳悬挂在小环上，小环套在水平光滑细杆上，物块质量为 M，到小环的距离为 L，其两侧面与夹子间的最大静摩擦力均为 F．小环和物块以速度 v 向右匀速运动，小环碰到杆上的钉子 P 后立刻停止，物块向上摆动．整个过程中，物块在夹子中没有滑动．小环和夹子的质量均不计，重力加速度为 g．下列说法正确的是（）



（A）物块向右匀速运动时，绳中的张力等于 2F

（B）小环碰到钉子 P 时，绳中的张力大于 2F

（C）物块上升的最大高度为 $\frac{2v^2}{g}$

（D）速度 v 不能超过 $\sqrt{\frac{(2F-Mg)L}{M}}$

【答案】D

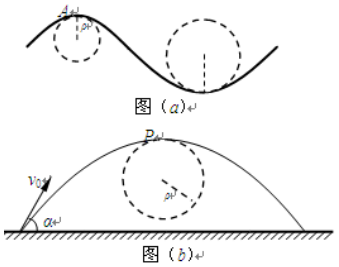
【解析】由题意知，F 为夹子与物块间的最大静摩擦力，但在实际运动过程中，夹子与物块间的静摩擦力没有达到最大，故物块向右匀速运动时，绳中的张力等于 Mg，A 错误；小环碰到钉子时，物块做圆周运动，$F_T-Mg=M\frac{v^2}{l}$，绳中的张力大于物块的重力 Mg，当绳中的张力大于 2F 时，物块将从夹子中滑出，即 $2F-Mg=M\frac{v^2}{l}$，此时速度 $v=\sqrt{\frac{(2F-Mg)L}{M}}$，故 B 错误；D 正确；物块能上升的最大高度，$h=\frac{v^2}{2g}$，所以 C 错误．

【考点定位】物体的平衡圆周运动

【名师点睛】在分析问题时，要细心．题中给的力 F 是夹子与物块间的最大静摩擦力，而在物块运动的过程中，没有信息表明夹子与物块间静摩擦力达到最大．另小环碰到钉子后，物块绕钉子做圆周运动，夹子与物块间的静摩擦力会突然增大．

9．【2011・安徽卷】

一般的曲线运动可以分成很多小段，每小段都可以看成圆周运动的一部分，即把整条曲线用一系列不同半径的小圆弧来代替。如图（a）所示，曲线上的 A 点的曲率圆定义为：通过 A 点和曲线上紧邻 A 点两侧的两点作一圆，在极限情况下，这个圆就叫做 A 点的曲率圆，其半径 ρ 叫做 A 点的曲率半径。现将一物体沿与水平面成 α 角的方向已速度 υ_0 抛出，如图（b）所示。则在其轨迹最高点 P 处的曲率半径是（）



A．$\frac{v_0^2}{g}$　　B．$\frac{v_0^2\sin^2\alpha}{g}$　　C．$\frac{v_0^2\cos^2\alpha}{g}$　　D．$\frac{v_0^2\cos^2\alpha}{g\sin\alpha}$

【答案】C

【解析】物体在其轨迹最高点 P 处只有水平速度，其水平速度大小为 $v_0\cos\alpha$，在最高点，把物体的运动看成圆周运动的一部分，物体的重力作为向心力，由向心力的公式得 $mg=m\frac{(v_0\cos\alpha)^2}{\rho}$，所以在其轨迹最高点 P 处的曲率半径是 $\rho=\frac{v_0^2\cos^2\alpha}{g}$，故 C 正确.

【考点定位】牛顿第二定律，圆周运动

二、多项选择题

10．【2016·全国新课标Ⅲ卷】如图，一固定容器的内壁是半径为 R 的半球面；在半球面水平直径的一端有一质量为 m 的质点 P。它在容器内壁由静止下滑到最低点的过程中，克服摩擦力做的功为 W。重力加速度大小为 g。设质点 P 在最低点时，向心加速度的大小为 a，容器对它的支持力大小为 N，则（）



A．$a=\frac{2(mgR-W)}{mR}$　　B．$a=\frac{2mgR-W}{mR}$　　C．$N=\frac{3mgR-2W}{R}$　　D．$N=\frac{2(mgR-W)}{R}$

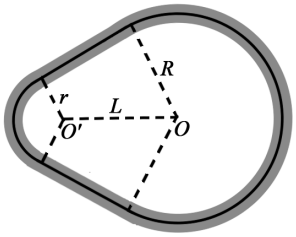
【答案】AC

【解析】质点 P 下滑过程中，重力和摩擦力做功，根据动能定理可得 $mgR-W=\frac{1}{2}mv^2$，根据公式 $a=\frac{v^2}{R}$，联立可得 $a=\frac{2(mgR-W)}{mR}$，A 正确，B 错误；在最低点重力和支持力的合力充当向心力，摩擦力水平，不参与向心力，故根据牛顿第二定律可得 $N-mg=ma$，代入可得 $N=\frac{3mgR-2W}{R}$，C 正确，D 错误。

【考点定位】考查了动能定理、圆周运动

【方法技巧】应用动能定理应注意的几个问题：(1)明确研究对象和研究过程，找出始末状态的速度；(2)要对物体正确地进行受力分析，明确各力做功的大小及正负情况(待求的功除外)；(3)有些力在物体运动过程中不是始终存在的，若物体运动过程中包括几个阶段，物体在不同阶段内的受力情况不同，在考虑外力做功时需根据情况区分对待。

11．【2016·浙江卷】如图所示为赛车场的一个水平“梨形”赛道，两个弯道分别为半径 R=90 m 的大圆弧和 r=40 m 的小圆弧，直道与弯道相切。大、小圆弧圆心 O、O′距离 L=100 m。赛车沿弯道路线行驶时，路面对轮胎的最大径向静摩擦力是赛车重力的 2.25 倍。假设赛车在直道上做匀变速直线运动，在弯道上做匀速圆周运动，要使赛车不打滑，绕赛道一圈时间最短（发动机功率足够大，重力加速度 g=10 m/s^2，π=3.14），则赛车（）



A．在绕过小圆弧弯道后加速

B．在大圆弧弯道上的速率为 45 m/s

C．在直道上的加速度大小为 5.63 m/s^2

D．通过小圆弧弯道的时间为 5.85 s

【答案】AB

【解析】在弯道上做匀速圆周运动时，根据牛顿定律有 $kmg=m\frac{v_{\mathrm{m}}^2}{r}$，故当弯道半径一定时，在弯道上的最大速度是一定的，且在大圆弧弯道上的最大速度大于小圆弧弯道上的最大速度，故要想时间最短，故可在绕过小圆弧弯道后加速，选项 A 正确；在大圆弧弯道上的速率为 $v_{\mathrm{m}R}=\sqrt{kgR}=\sqrt{2.25\times10\times90}\ \mathrm{m/s}=45\ \mathrm{m/s}$，选项 B 正确；直道的长度为 $x=\sqrt{L^2-(R-r)^2}=50\sqrt{3}\ \mathrm{m}$，在小圆弧弯道上的最大速度为

$v_{\mathrm{m}r}=\sqrt{kgr}=\sqrt{2.25\times10\times40}\ \mathrm{m/s}=30\ \mathrm{m/s}$，故在直道上的加速度大小为

$a=\frac{v_{\mathrm{m}R}^2-v_{\mathrm{m}r}^2}{2x}=\frac{45^2-30^2}{2\times50\sqrt{3}}\ \mathrm{m/s^2}\approx6.49\ \mathrm{m/s^2}$，选项 C 错误；由几何关系可知，小圆弧轨道的长度为 $\frac{2\pi r}{3}$，通过小圆弧弯道的时间为 $t=\frac{\frac{2\pi r}{3}}{v_{\mathrm{m}r}}=\frac{2\times3.14\times40}{3\times30}\ \mathrm{s}\approx2.80\ \mathrm{s}$，选项 D 错误；故选 AB.

【考点定位】牛顿第二定律的应用；匀变速运动的规律。

【名师点睛】此题综合考查匀变速直线运动及匀速圆周运动的规律的应用。要知道物体在原轨道做圆周运动的向心力来自物体与轨道的静摩擦力，所以最大静摩擦因数决定了在圆轨道上运动的最大速度。此题立意新颖，题目来自生活实际，是一个考查基础知识的好题。

12. 【2012·广东卷】图是滑到压力测试的示意图，光滑圆弧轨道与光滑斜面相切，滑到底部 B 处安装一个压力传感器，其示数 N 表示该处所受压力的大小。某滑块从斜面上不同高度 h 处由静止下滑，通过 B 是，下列表述正确的有（）

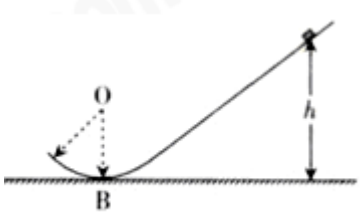


图 4

A. N 小于滑块重力

B. N 大于滑块重力

C. N 越大表明 h 越大

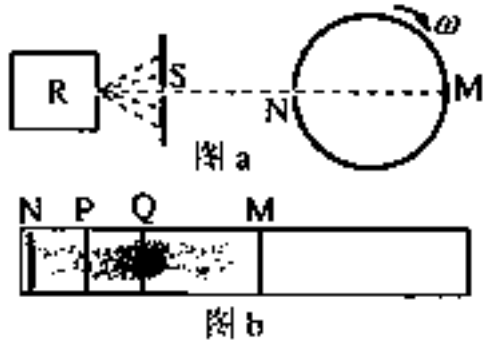
D. N 越大表明 h 越小

【答案】BC

【解析】滑块从光滑斜面上由静止下滑，机械能守恒，则 $mgh=\frac{1}{2}mv^2$，滑块在圆弧轨道上做圆周运动，在 B 处，$N'-mg=\frac{mv^2}{R}$，所以 $N'=mg+\frac{mv^2}{R}=mg(1+\frac{2h}{R})>G$，$h$ 越大，N' 越大，由于 $N=N'$，所以 BC 项正确，AD 项错误。

【考点定位】本题考查了圆周运动和机械能守恒

13. 【2012·上海卷】图 a 为测量分子速率分布的装置示意图。圆筒绕其中心匀速转动，侧面开有狭缝 N，内侧贴有记录薄膜，M 为正对狭缝的位置。从原子炉 R 中射出的银原子蒸汽穿过屏上 S 缝后进入狭缝 N，在圆筒转动半个周期的时间内相继到达并沉积在薄膜上。展开的薄膜如图 b 所示，NP，PQ 间距相等。则（）



A．到达 M 附近的银原子速率较大

B．到达 Q 附近的银原子速率较大

C．位于 PQ 区间的分子百分率大于位于 NP 区间的分子百分率

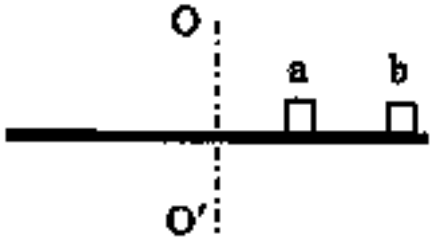
D．位于 PQ 区间的分子百分率小于位于 NP 区间的分子百分率

【答案】AC

【解析】从原子炉 R 中射出的银原子向右做匀速直线运动，同时圆筒匀速转动，在转动半圈的过程中，银原子依次全部到达最右端并打到记录薄膜上，形成了薄膜图象；从图象可以看出，打在薄膜上 M 点附近的银原子先到达最右端，所以速率较大，故 A 正确，B 错误；从薄膜图的疏密程度可以看出，打到薄膜上 PQ 区间的分子百分率大于位于 NP 区间的分子百分率，故 C 正确。

【考点定位】本题考查匀速圆周运动及其相关知识。

14．【2014·新课标全国卷Ⅰ】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

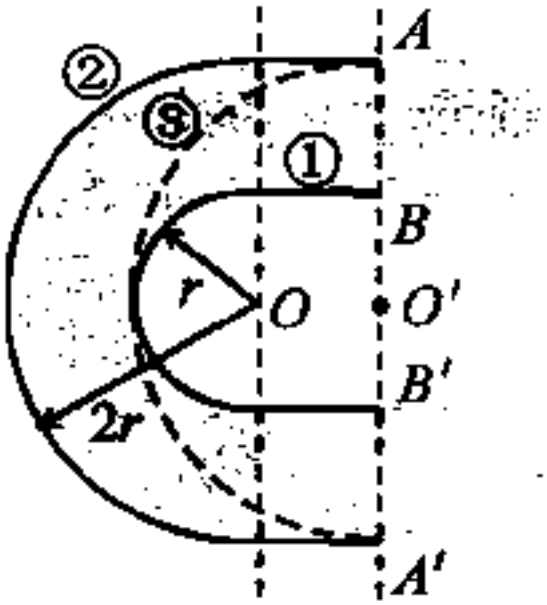
D．当 $\omega=\sqrt{\frac{2kg}{3l}}$ 时，a 所受摩擦力的大小为 kmg

【答案】AC

【解析】小木块都随水平转盘做匀速圆周运动时，在发生相对滑动之前，角速度相等，静摩擦力提供向心力即$f_{静}=mR\omega^2$，由于木块 b 的半径大，所以发生相对滑动前木块 b 的静摩擦力大，选项 B 错。随着角速度的增大，当静摩擦力等于滑动摩擦力时木块开始滑动，则有$f_{静}=mR\omega^2=kmg$，代入两个木块的半径，小木块 a 开始滑动时的角速度$\omega_a=\sqrt{\frac{kg}{l}}$，木块 b 开始滑动时的角速度$\omega_b=\sqrt{\frac{kg}{2l}}$，选项 C 对。根据$\omega_a>\omega_b$，所以木块 b 先开始滑动，选项 A 对。当角速度$\omega=\sqrt{\frac{2kg}{3l}}$，木块 b 已经滑动，但是$\omega=\sqrt{\frac{2kg}{3l}}<\omega_a$，所以木块 a 达到临界状态，摩擦力还没有达到最大静摩擦力，所以选项 D 错。

【考点定位】圆周运动摩擦力

15. 【2015·浙江·19】如图所示为赛车场的一个水平“U”形弯道，转弯处为圆心在 O 点的半圆，内外半径分别为 r 和 2r。一辆质量为 m 的赛车通过 AB 线经弯道到达$A'B'$线，有如图所示的①②③三条路线，其中路线③是以O'为圆心的半圆，$OO'=r$。赛车沿圆弧路线行驶时，路面对轮胎的最大径向静摩擦力为F_{max}。选择路线，赛车以不打滑的最大速率通过弯道（所选路线内赛车速率不变，发动机功率足够大），则（）



A．选择路线①，赛车经过的路程最短

B．选择路线②，赛车的速率最小

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/218043067060007023