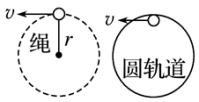
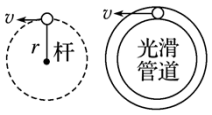
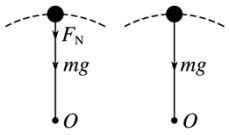
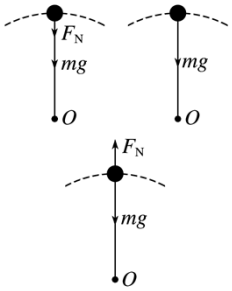
第 03 讲：：水平方向上和竖直平面内的圆周运动模型

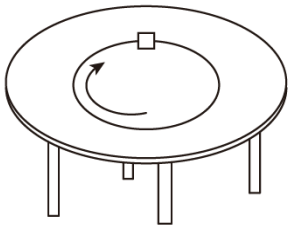
[考点精辟归纳]

<table>
<tr><td colspan="2"></td><td>绳—球模型</td><td>杆—球模型</td></tr>
<tr><td colspan="2">实例</td><td>如球与绳连接、沿内轨道运动的球等</td><td>如球与杆连接、球在内壁光滑的圆管内运动等</td></tr>
<tr><td colspan="2">图示</td><td>最高点无支撑

</td><td>最高点有支撑

</td></tr>
<tr><td rowspan="4">最高点</td><td>受力特征</td><td>重力、弹力，弹力方向向下或等于零</td><td>重力、弹力，弹力方向向下、等于零或向上</td></tr>
<tr><td>受力示意图</td><td>
</td><td>
</td></tr>
<tr><td>力学特征</td><td>$mg+F_N=m\frac{v^2}{r}$</td><td>$mg\pm F_N=m\frac{v^2}{r}$</td></tr>
<tr><td>临界特征</td><td>$F_N=0$，$v_{min}=\sqrt{gr}$</td><td>竖直向上的 $F_N=mg$，$v=0$</td></tr>
<tr><td colspan="2">过最高点条件</td><td>$v\geqslant\sqrt{gr}$</td><td>$v\geqslant0$</td></tr>
<tr><td colspan="2">速度和弹力关系讨论分析</td><td>①能过最高点时，$v\geqslant\sqrt{gr}$，$F_N+mg=m\frac{v^2}{r}$，绳、轨道对球产生弹力 F_N
②不能过最高点时，$v<\sqrt{gr}$，在到达最高点前小球已经脱离了圆轨道做斜抛运动</td><td>①当 $v=0$ 时，$F_N=mg$，F_N 为支持力，沿半径背离圆心
②当 $0<v<\sqrt{gr}$ 时，$-F_N+mg=m\frac{v^2}{r}$，F_N 背离圆心，随 v 的增大而减小
③当 $v=\sqrt{gr}$ 时，$F_N=0$
④当 $v>\sqrt{gr}$ 时，$F_N+mg=m\frac{v^2}{r}$，F_N 指向圆心并随 v 的增大而增大</td></tr>
</table>

[题型精辟归纳]

题型一：水平转盘上的物体

1.（2022 春·广东中山·高一统考期末）很多餐厅在大餐桌中心设置可绕中心轴匀速转动的圆盘，以方便就餐，如图所示。现在放置一小物体在转动的圆盘上并与其保持相对静止，圆盘角速度维持不变，则下列说法正确的是（　　）



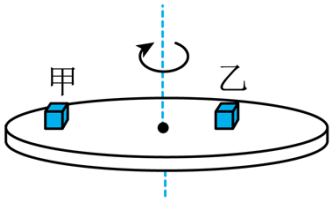
A．小物体处于平衡状态

B．小物体受到重力、支持力、摩擦力和向心力

C．放置另外一个相同小物体在原有小物体正对面，两物体到转动轴距离相等，则两物体线速度一样

D．小物体位置离圆盘中心越远所受摩擦力越大

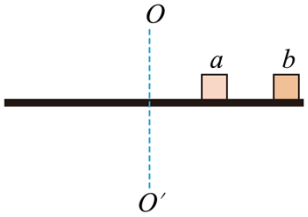
2．（2022 春·福建福州·高一校联考期末）如图所示，甲、乙两个物体放在旋转圆台上，它们的质量均为 m，它们与圆台之间的动摩擦因数均为 μ，甲物体离轴心距离为 $2R$，乙物体离轴心距离为 R。若滑动摩擦力等于最大静摩擦力，重力加速度为 g，当圆台旋转时，甲、乙两个物体都没有滑动，则下列说法中正确的是（　　）



A．乙物体的向心加速度大　　B．乙物体受到的静摩擦力大

C．$\omega=\sqrt{\dfrac{\mu g}{R}}$ 是甲物体开始滑动的临界角速度　　D．当圆台转速增加时，甲物体先滑动

3．（2021 秋·山西朔州·高一应县一中校考期末）如图所示，两个质量分别为 m、$2m$ 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 OO'的距离为 $2l$，两木块与圆盘间的最大静摩擦力均为木块所受重力的 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．a、b 相对圆盘刚开始滑动时的临界角速度大小之比为 $\omega_1:\omega_2=\sqrt{2}:1$

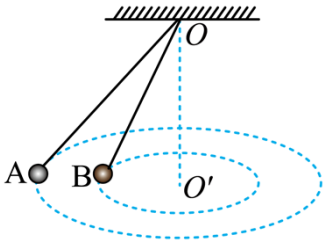
B．a、b 相对圆盘有沿半径向外运动的趋势

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

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

题型二：圆锥摆问题

4．（2023 秋·江苏盐城·高一校联考期末）如图所示的圆锥摆中，质量相同的摆球 A、B 在同一水平面上做匀速圆周运动，关于 A、B 球的运动情况和受力情况，下列说法中正确的是（　　）



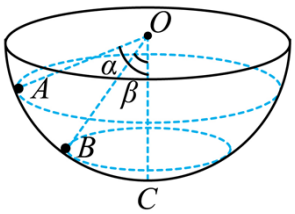
A．摆球 A 受重力、拉力和向心力的作用

B．摆球 A、B 做匀速圆周运动的向心力大小相等

C．摆球 A、B 做匀速圆周运动的向心加速度大小不相等

D．摆球 A、B 做匀速圆周运动的周期不相等

5．（2022 春·湖南衡阳·高一统考期末）如图所示，有一固定的且内部光滑的半球面，球心为 O，最低点为 C，在其内壁上有两个质量相同的小球（可视为质点）A 和 B，在两个高度不同的水平面内做匀速圆周运动，A 球的轨迹平面高于 B 球的轨迹平面，A、B 两球与 O 点的连线与竖直线 OC 间的夹角分别为 $\alpha=53°$ 和 $\beta=37°$，以最低点 C 所在的水平面为重力势能的参考平面。$\sin37°=0.6$，$\cos37°=0.8$，则（　　）



A．A、B 两球所受支持力的大小之比为 3∶4

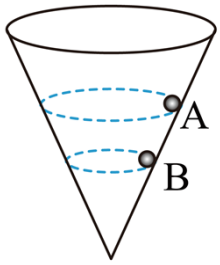
B．A、B 两球运动的周期之比为 4∶3

C．A、B 两球的动能之比为 16∶9

D．A、B 两球机械能之比为 112∶51

6．（2022 春·云南保山·高一统考期末）如图所示，A、B

两小球在光滑而固定的圆锥筒内分别做匀速圆周运动，则（　　）



A．两小球的角速度大小相等　　B．两小球的线速度大小相等

C．两小球的向心加速度大小相等　　D．A、B 两小球受筒壁的支持力大小相等

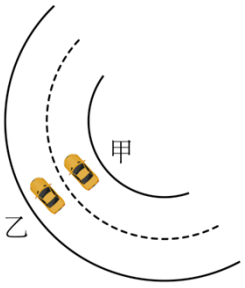
题型三：水平面的转弯问题

7．（2022 春·广东广州·高一统考期末）汽车在水平公路转弯时，向心力由车轮与路面间的静摩擦力来提供，已知路面能对汽车提供的最大静摩擦力为重力的 0.3 倍，弯道半径为 75m，重力加速度 g 取 $10m/s^2$，则汽车安全转弯的最大速度是（　　）

A．36km/h　　B．50km/h　　C．54km/h　　D．72km/h

8．（2021 春·广东·高一期末）如图是汕尾市城区某环岛交通设施，路面水平，通过路口的车辆都按照逆时针方向行进。假设某时甲、乙两车匀速通过环形路段，甲行驶在内侧，乙行驶在外侧，它们转弯时线速度大小相等，设甲所在车道的轨道半径为60m，乙所在车道的轨道半径为72m 。假设汽车受到的最大静摩擦力等于车重的 0.8 倍，g 取$10m/s^2$，则关于此过程中两汽车的运动，下列说法正确的是（　　）

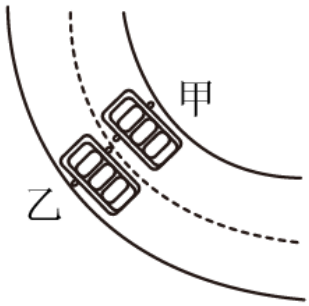




A．乙车的最大速度可以达到$30m/s$　　B．当乙车的速度大于$30m/s$时，可能会撞上甲车

C．两车的角速度大小相等　　D．向心加速度大小：$a_{甲}>a_{乙}$

9．（2022 秋·全国·高一期末）如图所示，完全相同的两车在水平面同心圆弧道路上转弯，甲行驶在内侧、乙行驶在外侧，它们转弯时速度大小相等，则两车在转弯时，下列说法正确的是（　　）



A．角速度 $\omega_{甲}=\omega_{乙}$

B．向心加速度 $a_{甲}>a_{乙}$

C．地面对车的径向摩擦力 $f_{甲}<f_{乙}$

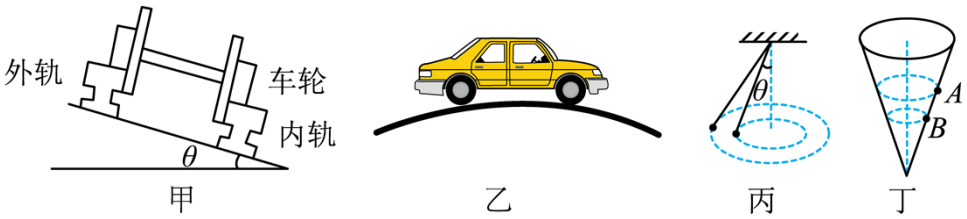
D．若两车转弯速度过大，则乙车更容易发生侧滑

题型四：：倾角转弯模型

10．（2022 春·山东泰安·高一期末）某城市外环出口路面是一段水平圆弧轨道，已知汽车车轮与轨道路面的最大静摩擦力等于滑动摩擦力，晴天车轮与路面的动摩擦因数为 0.6，汽车通过出口的最大速度为 40km/h。雨天车轮与路面的动摩擦因数为 0.3，则雨天汽车通过出口的最大速度为（　　）

A．$20\sqrt{2}$ km/h　　B．20km/h　　C．$20\sqrt{3}$ km/h　　D．40km/h

11．（2022 春·辽宁沈阳·高一期末）有关圆周运动的基本模型如图所示，下列说法正确的是（　　）



A．如图甲，火车转弯大于规定速度行驶时，内轨对轮缘会有挤压作用

B．如图乙，汽车通过拱桥的最高点时处于超重状态

C．如图丙，两个圆锥摆摆线与竖直方向夹角 θ 不同，但圆锥高相同，则两圆锥摆的周期相等

D．如图丁，同一小球在光滑而固定的圆锥筒的 A、B 位置先后分别做匀速圆周运动，则在 A、B 两位置小球所受筒壁的支持力 A 比 B 小

12．（2022 春·北京昌平·高一期末）轨距是铁路轨道两条铁轨之间的距离，目前我国铁路的标准轨距是 1.435m。某处铁路弯道的半径为 300m，规定火车通过这里的速度为 72km/h。已知当 θ 角较小时，$\tan\theta \approx \sin\theta$。要想火车按规定速度通过此处时内外轨均不受轮缘的侧向挤压，内外轨的高度差约为（　　）

A．0.2m　　B．0.4m　　C．0.6m　　D．0.8m

题型五：有摩擦的倾角转盘上的物体

13．（2022 春·安徽滁州·高一校考期末）如图 1 所示，金属圆筒中心轴线为 PQ，圆筒高 $h=2\text{m}$，半径 $r=0.5\text{m}$，一质量 $m=1\text{kg}$ 的磁铁（可视为质点）从圆筒的顶端竖直做匀加速直线运动到圆筒底端用时 $t=1\text{s}$；现将圆筒倾斜放置，圆筒绕 PQ 轴以角速度 ω 匀速转动，如图 2 所示，该磁铁在筒壁内始终保持相对静止。磁铁与圆筒间的动摩擦因数为 0.5，PQ 轴与水平方向的夹角为 $53°$，磁铁与圆筒的磁力恒定，最大静摩擦力等于滑动摩擦力，重力加速度 g 取 10m/s^2，$\sin 53°=0.8$，$\cos 53°=0.6$，则 ω 的最小值为（　　）

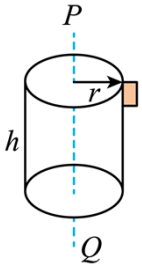


图1

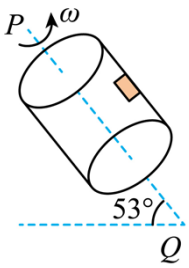
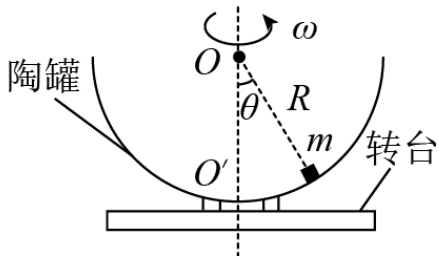


图2

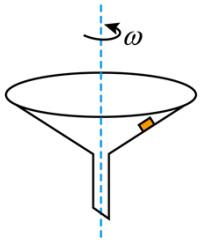
A．$2\sqrt{3}\,\text{rad/s}$　　B．$2\sqrt{5}\,\text{rad/s}$　　C．$2\sqrt{6}\,\text{rad/s}$　　D．$\sqrt{26}\,\text{rad/s}$

14．（2022 秋·全国·高一期末）如图，半径为 0.1m 的半球形陶罐随水平转台一起绕过球心的竖直轴水平旋转，当旋转角速度为 10rad/s 时，一质量为 m 的小物块恰好能随陶罐一起与陶罐保持相对静止做匀速圆周运动，已知小物块与陶罐的球心 O 的连线跟竖直方向的夹角 θ 为 $37°$，最大静摩擦力等于滑动摩擦力。（重力加速度 g 取 10m/s^2，$\sin 37°$ 取 0.6，$\cos 37°$ 取 0.8）。则小物块与陶罐内壁的动摩擦因数 μ 为（　　）



A．$\frac{3}{29}$　　B．$\frac{3}{11}$　　C．$\frac{27}{29}$　　D．$\frac{11}{27}$

15．（2022 春·山东烟台·高一统考期末）一个质量为 m 的小物块静止在表面粗糙的圆锥形漏斗的内表面，如图所示。现使该漏斗从静止开始转动，转动的角速度 ω 缓慢增大时，物块仍相对漏斗保持静止。当角速度达到 ω_{m} 时，物块将要与漏斗发生相对滑动。在角速度从 0 缓慢增大到 ω_{m} 的过程中，下列说法正确的是（　　）



A．物块所受的摩擦力随角速度 ω 增大，一直增大　B．物块所受的摩擦力随角速度 ω 增大，一直减小

C．物块所受的支持力随角速度 ω 增大，一直增大　D．物块所受的支持力随角速度 ω 增大，先增大后减小

题型六：拱桥和凹桥模型

16．（2022 春·广东珠海·高一统考期末）如图所示，为汽车越野赛的一段赛道，一辆质量为 m 的汽车以相同的水平速度先后通过 a、b、c 三点，其中 a、c 为排洪过水的“凹形路面”且 a 的曲率半径较大，下列说法正确的是（　　）



A．汽车在 a 点检测到的胎压 P_a 最小　　B．汽车在 b 点检测到的胎压 P_b 最大

C．汽车在 c 点检测到的胎压 P_c 最小　　D．汽车在 c 点检测到的胎压 P_c 最大

17.（2022 春·天津东丽·高一统考期末）汽车过拱桥时的运动可以看成圆周运动，如图所示。汽车以速度 v 通过半径为 R 的拱形桥最高点时，以下说法正确的是（　　）



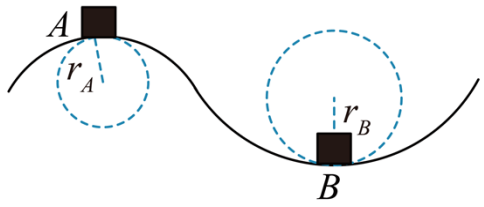
A．桥对汽车的支持力大小为 $mg-m\frac{v^2}{R}$

B．汽车对桥的压力大小为 mg

C．无论汽车速度多大，汽车对桥始终有压力

D．汽车对桥的压力大于桥对汽车的支持力

18.（2022 春·陕西延安·高一校考期末）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。如曲线上 A 点的曲率圆定义为：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，这个圆就叫作 A 点的曲率圆，其半径 r 叫作 A 点的曲率半径。如图所示，一物块（可视为质点）在竖直平面内以相同速率通过曲线轨道上的 A、B 两点，且 $r_A<r_B$，下列说法正确的是（　　）



A．在 A 点，物块处于超重状态

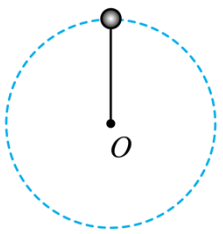
B．在 A、B 两点，轨道对物块的支持力相等

C．在 B 点，物块所受支持力大于重力

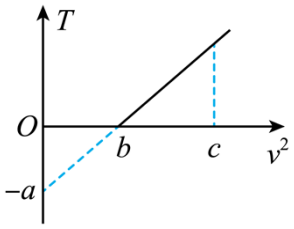
D．在 A、B 两点，物块运动的向心加速度大小相等

题型七：绳—球模型及其临界条件

19.（2023 春·全国·高一期末）如图甲所示，用一轻质绳拴着一质量为 m 的小球，在竖直平面内做圆周运动（不计一切阻力），小球运动到最高点时绳对小球的拉力为 T，小球在最高点的速度大小为 v，其 $T-v^2$ 图像如图乙所示，则（　　）



甲



乙

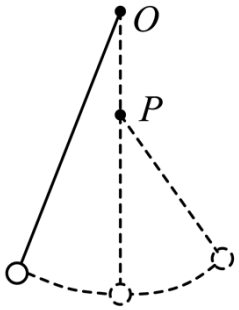
A．轻质绳长为 $\frac{ma}{b}$

B．当地的重力加速度为$\frac{m}{a}$

C．当$v^2=2b$时，小球受到的弹力大小与重力相等

D．当$v^2=c$时，轻质绳的拉力大小为$\frac{ac}{b}+a$

20．（2022秋·江苏南京·高一南京市第五高级中学校考期末）如图所示，细绳的一端固定于O点，另一端系一个小球，在O点的正下方钉一个钉子P，小球从左侧一定高度摆下。下列说法中正确的是（　　）



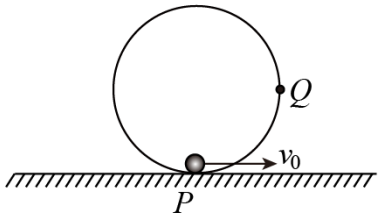
A．在摆动过程中，小球所受重力和绳子拉力的合力始终等于向心力

B．小球经过最低点时，加速度不变

C．小球经过最低点时，速度不变

D．钉子位置离O点越近，绳就越容易断

21．（2021春·天津·高一期末）如图所示，竖直放置的光滑圆轨道被固定在水平地面上，半径为R=0.5m，一可视为质点的小球逆时针运动通过轨道最低点P时，速度大小为$v_0=\sqrt{15}$ m/s，Q点为圆轨道上与圆心等高的点，小球质量m=1kg，g=10m/s^2，则下列说法正确的是（　　）



A．小球通过P点时对轨道的压力大小为30N

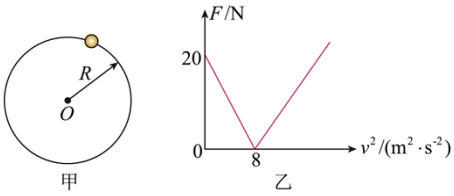
B．小球从P向Q运动的过程中对轨道的压力一直减小

C．小球能运动到与圆心等高的Q点，且在Q点的加速度大小为10m/s^2

D．小球能沿轨道做完整的圆周运动

题型八：杆—球模型及其临界条件

22．（2023 春·安徽合肥·高一合肥市第六中学校考期末）如图甲所示，小球穿在竖直平面内光滑的固定圆环上，绕圆心 O 点做半径为 R 的圆周运动。小球运动到最高点时，圆环与小球间弹力大小为 F，小球在最高点的速度大小为 v，其 $F-v^2$ 图像如图乙所示，g 取 10m/s^2，则（　　）



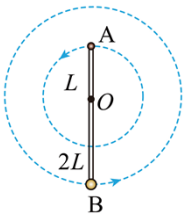
A．小球的质量为 4kg

B．固定圆环的半径 R 为 0.4m

C．小球在最高点的速度为 4m/s 时，小球受到圆环的弹力大小为 20N，方向向上

D．若小球恰好做圆周运动，则其承受的最大弹力为 100N

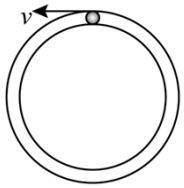
23．（2021 春·河南南阳·高一方城第一高级中学校考期末）如图所示，轻杆长 $3L$，在杆两端分别固定质量为 m 的球 A 和质量为 $2m$ 的球 B，光滑水平转轴过杆上距球 A 为 L 的 O 点。外界给系统一定能量后，杆和球在竖直平面内转动，球 A 运动到最高点时，杆对球 A 恰好无作用力。忽略空气阻力，重力加速度为 g，则球 A 在最高点时（　　）



A．球 A 的速度为零　　B．球 B 的速度为 $\sqrt{5gL}$

C．杆对 B 球的作用力大小为 $4mg$　　D．水平转轴对杆的作用力大小为 $6mg$

24．（2022 春·黑龙江哈尔滨·高一哈九中校考期末）如图所示，竖直平面内固定有一个半径为 R 的光滑圆环形细管，现给小球（直径略小于管内径）一个初速度，使小球在管内做圆周运动，小球通过最高点时的速度为 v。已知重力加速度为 g，则下列叙述中正确的是（　　）



A．v 的最小值为$\sqrt{gR}$

B．当$v=\sqrt{gR}$时，小球处于完全失重状态，不受力的作用

C．当$v=\sqrt{2gR}$时，轨道对小球的弹力方向竖直向下

D．当 v 由$\sqrt{gR}$逐渐减小的过程中，轨道对小球的弹力也逐渐减小

题型九：圆周运动的综合问题

25．（2023 秋·浙江·高一期末）智能呼啦圈轻便美观，深受大众喜爱，如图甲，腰带外侧带有轨道，将带有滑轮的短杆穿入轨道，短杆的另一端悬挂一根带有配重的轻绳，其简化模型如图乙所示，可视为质点的配重质量为 0.5kg，绳长为 0.5m，悬挂点 P 到腰带中心点 O 的距离为 0.2m，水平固定好腰带，通过人体微小扭动，使配重随短杆做水平匀速圆周运动，绳子与竖直方向夹角为$\theta=37°$，运动过程中腰带可看成不动。（重力加速度 g 取10m/s^2，$\sin37°=0.6$，$\cos37°=0.8$) 求：

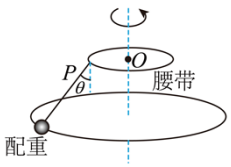
（1）配重在做匀速圆周运动时的半径以及所受到的合外力大小；

（2）配重的线速度和角速度；

（3）若增大转速，试问轻绳与竖直方向的夹角如何变化。



甲



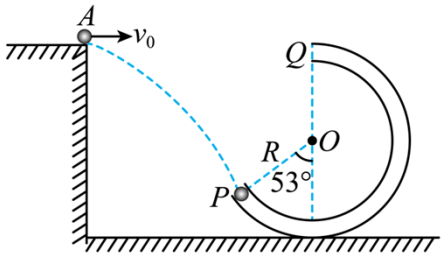
乙

26．（2023 秋·浙江杭州·高一杭州四中校考期末）如图所示，竖直平面内有一光滑圆弧管道，其半径为 R=0.5m，一质量 m=0.8kg 的小球从平台边缘的 A 处水平射出，恰能沿圆弧管道上 P 点的切线方向进入管道内侧，管道半径 OP 与竖直线的夹角为 53°，已知管道最高点 Q 与 A 点等高，sin53°=0.8，cos53°=0.6，g 取 10 m/s^2。试求：

（1）小球从平台上的 A 点射出时的速度大小 v_0；

（2）小球从平台上的射出点 A 到圆弧管道入射点 P 之间的距离 l（结果可用根式表示）；

（3）如果小球沿管道通过圆弧的最高点 Q 时的速度大小为 3m/s，则小球运动到 Q 点时对轨道的压力。

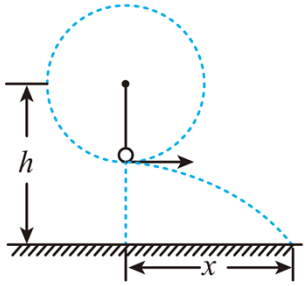


27.（2023 秋·河北石家庄·高一石家庄一中校考期末）如图所示，质量为 m 的小球在长为 R 的轻绳作用下在竖直平面内做圆周运动，细绳能承受的最大拉力 $T_{\mathrm{m}}=3mg$，转轴离地高度 h，重力加速度为 g。求：

（1）若小球某次运动中恰好能通过最高点，则最高点处的速度为多大；

（2）若小球某次运动中在最低点时细绳恰好被拉断，则此时的速度为多大；

（3）在第（2）问中，细绳断后小球最终落到水平地面上。若绳长 R 长短可调整，求小球做平抛运动的水平距离 x 最大值是多少。



参考答案：

1．D

【详解】A．小物体随圆盘一起做匀速圆周运动，合力提供向心力，不是平衡状态。A 错误；

B．小物体受到重力、支持力、摩擦力。向心力是效果力，由合力提供，受力分析时不含向心力。B 错误；

C．放置另外一个相同小物体在原有小物体正对面，两物体到转动轴距离相等，则两物体线速度大小相同，方向不同。C 错误；

D．根据

$$F_f=m\omega^2 r$$

小物体位置离圆盘中心越远所受摩擦力越大。D 正确。

故选 D。

2．D

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/017045126133006153