



黄冈学习网
www.hgxxw.net

圆周运动规律的应用

考点考法一

几种常见的匀速圆周运动的实例分析

1、转弯类问题

(1) 汽车(或自行车)在水平路面上转弯如图所示。路面对汽车(或自行车)的静摩擦力提供向心力。若动摩擦因数为 μ ，则由 $\mu mg = \frac{mv^2}{R}$ 得汽车(或自行车)安全转弯的最大速度为

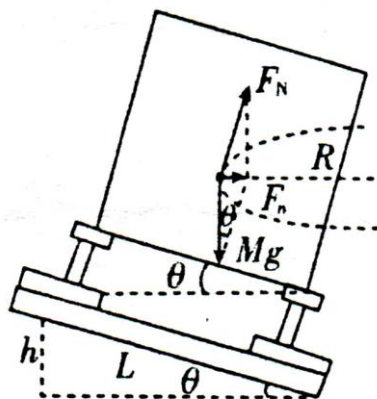
$$v = \sqrt{\mu g R} \quad \cdot$$



(2) 火车拐弯

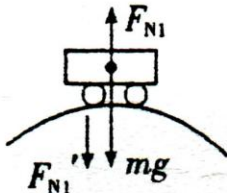
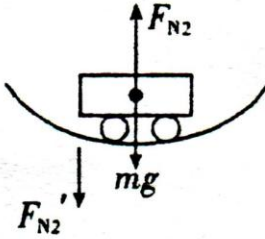
设火车车轨间距为 L ，两轨高度差为 h ，火车转弯半径为 R ，火车质量为 M ，如图所示。

因为 θ 角很小，所以 $\sin \theta \approx \tan \theta$ ，故 $\frac{h}{L} = \frac{F_n}{Mg}$ 所以向心力 $F_n = \frac{h}{L} Mg$ 又因为 $F_n = Mv^2/R$ ，所以车速 $v = \sqrt{\frac{ghR}{L}}$



2、汽车过桥问题

(1)

项目	凸形桥	凹形桥
受力分析图		
以 a 方向为正方向, 根据牛顿第二定律列方程	$mg - F_{N1} = m \frac{v^2}{r}$ $F_{N1} = mg - m \frac{v^2}{r}$	$F_{N2} - mg = m \frac{v^2}{r}$ $F_{N2} = mg + m \frac{v^2}{r}$
根据牛顿第三定律	$F_{N1}' = F_{N1} = mg - m \frac{v^2}{r}$	$F_{N2}' = F_{N2}$ $= mg + m \frac{v^2}{r}$
讨论	v 增大, F_{N1}' 减小; 当 v 增大到 \sqrt{rg} 时, $F_{N1}' = 0$	v 增大, F_{N2}' 增大; 只要 $v \neq 0$, $F_{N1}' < F_{N2}'$

由列表比较可知, 汽车在凹形桥上行驶对桥面及轮胎损害大, 但在凸形桥上, 最高点速不能超过 \sqrt{gr} . 在半径为 r 的半圆柱面最高点, 汽车以 $v = \sqrt{gr}$ 的速率行驶将脱离桥面 .

(2)处理汽车过桥问题的基本步骤：

①选取研究对象；

②确定圆轨道平面、圆心位置及轨道半径；

③分析受力、向心力来源；

④根据牛顿第二定律列方程、解方程。



典例1 - 1 (多选)公路急转弯处通常是交通事故多发地带。如图，某公路急转弯处是一圆弧，当汽车行驶的速率为 v_0 时，汽车恰好没有向公路内外两侧滑动的趋势。则在该弯道处 ()

A . 路面外侧高内侧低

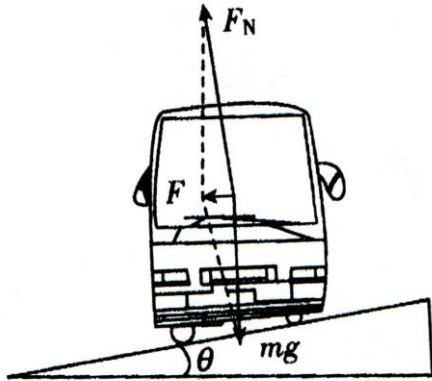
B . 车速只要低于 v_0 ，车辆便

会向内侧滑动

C . 车速虽然高于 v_0 ，但只要不超出某一最高限度，车辆便不会向外侧滑动

D . 当路面结冰时，与未结冰时相比， v_0 的值变小



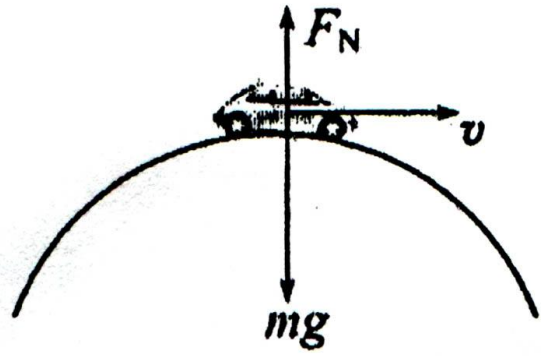




典例1 - 2一辆质量 $m=2\text{ t}$ 的轿车，驶过半径 $R=90\text{ m}$ 的一段凸形桥面， g 取 10 m/s^2 ，求：

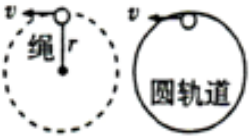

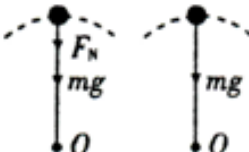
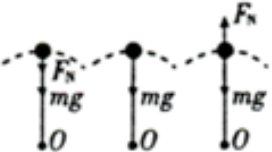
(1)轿车以 10 m/s 的速度通过桥面最高点时，对桥面的压力是多大？

(2)在最高点对桥面的压力等于轿车重力的一半时，车的速度大小是多少？



考点考法二 竖直面内的圆周运动及临界问题

竖直平面内的圆周运动一般是变速圆周运动，有轻绳和轻杆两种基本类型。这类问题的难点是分析物体在最高点的受力和速度大小，弄清不同情况下的临界状态是解决这类问题的关键。

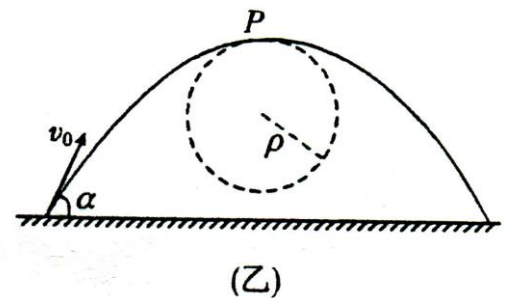
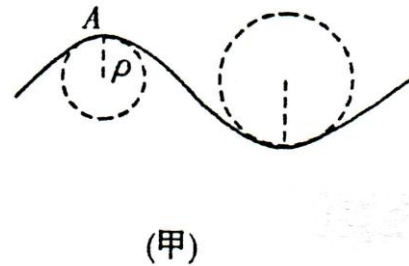
模型	轻绳模型	轻杆模型	
实例	如球与绳连接、沿内轨道运动的过山车等	如球与杆连接、球在内壁光滑的圆管内运动等	
图示			
最高点	受力特征	重力、弹力，弹力方向向下或等于零	重力、弹力，弹力方向向下、等于零或向上
	受力示意图		
	力学特征	$mg + F_N = m \frac{v^2}{r}$	$mg \pm F_N = m \frac{v^2}{r}$
	临界特征	$F_N = 0, v_{\min} = \sqrt{gr}$	竖直向上的 $F_N = mg, v = 0$
	速度和弹力关系	$v = \sqrt{gr}$ 时, $F_N = 0$ $v > \sqrt{gr}$ 时, $F_N \neq 0$	$v = 0$ 时, $F_N = mg, 0 < v < \sqrt{gr}$ 时, $0 < F_N < mg, v = \sqrt{gr}$ 时, $F_N = 0$ $v > \sqrt{gr}$ 时, $v \uparrow \rightarrow F_N \uparrow$
过最高点条件	$v \geq \sqrt{gr}$	$v \geq 0$	

温馨提示：绳模型和杆模型过最高点的临界条件不同。其原因是：绳只能有拉力，不能承受压力，而杆既能有拉力，也能承受压力。

典例2 - 1一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(甲)所示，曲线上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 角的方向以速度 v_0 抛出，如图(乙)所示。则在其轨迹最高点P处的曲率半径是（ ）

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

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



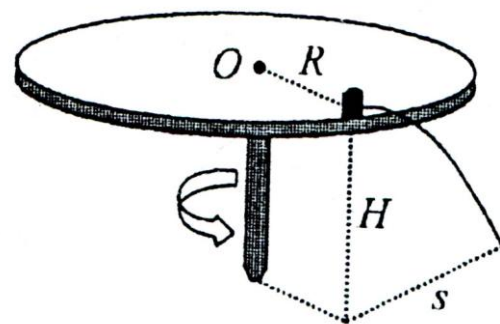


黄冈学习网
www.hgxxw.net



典例2 - 2 如图，置于圆形水平转台边缘的小物块随转台加速转动，当转速达到某一数值时，物块恰好滑离转台开始做平抛运动。现测得转台半径 $R=0.5\text{ m}$ ，离水平地面的高度 $H=0.8\text{ m}$ ，物块平抛落地过程水平位移的大小 $s=0.4\text{ m}$ 。设物块所受的最大静摩擦力等于滑动摩擦力，取重力加速度 $g=10\text{ m/s}^2$ 。求：

- (1)物块做平抛运动的初速度大小 v_0 。**
- (2)物块与转台间的动摩擦因数 μ 。**





黄冈学习网
www.hgxxw.net



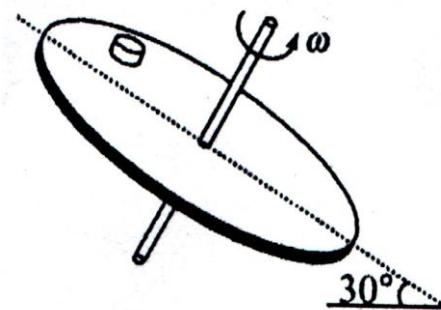
典例2 - 3如图所示，一倾斜的匀质圆盘绕垂直于盘面的固定对称轴以恒定角速度 ω 转动，盘面上离转轴距离2.5 m处有一小物体与圆盘始终保持相对静止。物体与盘面间的动摩擦因数为(设最大静摩擦力等于滑动摩擦力)，盘面与水平面的夹角为 30° ， g 取 10m/s^2 。则 ω 的最大值是()

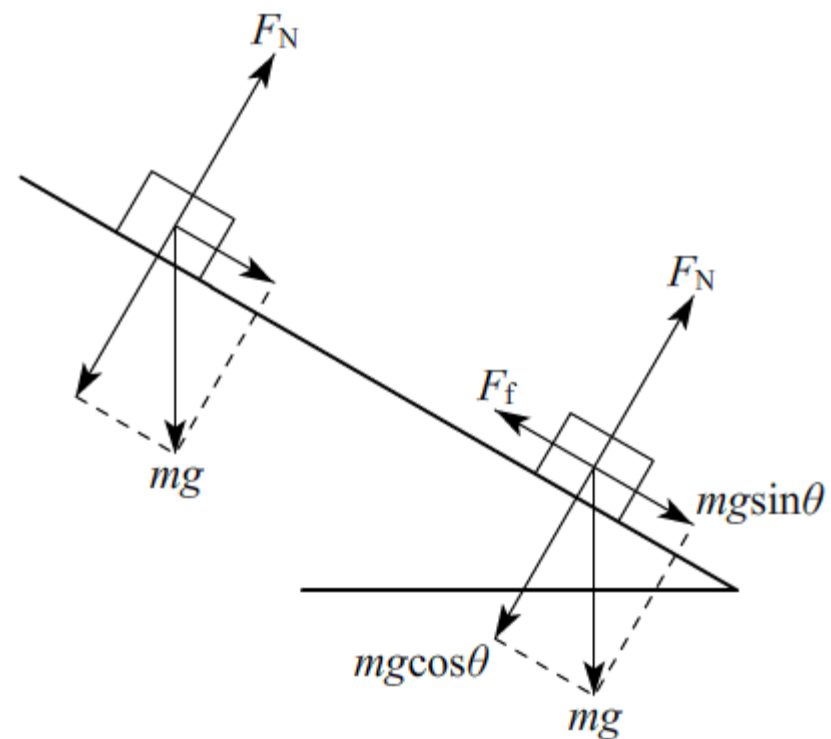
A . $\sqrt{5}\text{rad/s}$

B . $\sqrt{3}\text{rad/s}$

C . 1.0rad/s

D . 0.5rad/s





课后练习：

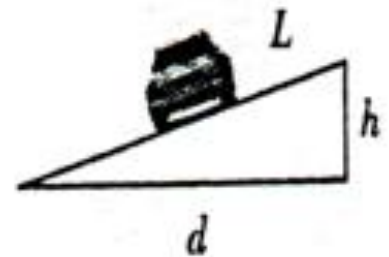
1. 摩托车比赛转弯处路面常是外高内低，摩托车转弯有一个最大安全速度，若超过此速度，摩托车将发生滑动。对于摩托车滑动的问题，下列论述正确的是（ ）

- A. 摩托车一直受到沿半径方向向外的离心力作用
- B. 摩托车所受外力的合力小于所需的向心力
- C. 摩托车将沿其线速度的方向沿直线滑去
- D. 摩托车将沿其半径方向沿直线滑去

2. 在高速公路的拐弯处，通常路面都是外高内低，如图所示，在某路段汽车向左拐弯，司机左侧的路面比右侧的路面低一些，汽车的运动可看做是做半径为R的圆周运动。设内外路面的高度差为h，路基的水平宽度为d，路面的宽度为L，已知重力加速度为g。要使车轮与路面之间的横向(即垂直于前进方向)摩擦力等于零，则汽车转弯时的车速应等于()

A. $\sqrt{\frac{gRh}{L}}$
C. $\sqrt{\frac{gRL}{h}}$

B. $\sqrt{\frac{gRh}{d}}$
D. $\sqrt{\frac{gRd}{h}}$





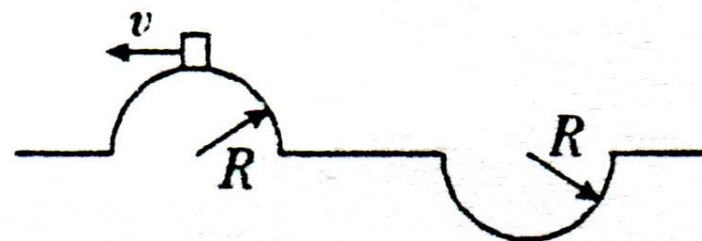
3. 如图所示, 一质量为 M 的赛车在某次比赛中要通过一段凹凸起伏的圆弧形路面, 若圆弧半径都是 R , 汽车在到达最高点(含最高点)之前的速率恒为 $v = \sqrt{gR}$, 则下列说法不正确的是 ()

A. 在凸起的圆弧路面的顶部, 汽车对路面的压力为零

B. 在凹下的圆弧路面的底部, 汽车对路面的压力为 Mg

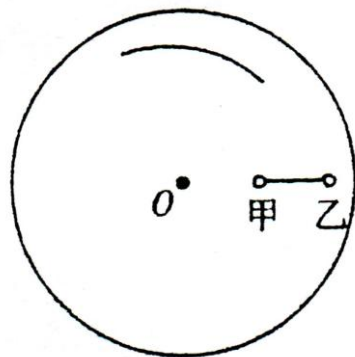
C. 在经过凸起的圆弧路面的顶部后, 汽车将做平抛运动

D. 在凹下的圆弧路面的底部, 汽车的向心力为 Mg





4. 如图所示，某游乐场有一水上转台，可在水平面内匀速转动，沿半径方向面对面手拉手坐着甲、乙两个小孩，假设两小孩的质量相等，他们与盘间的动摩擦因数相同，当圆盘转速加快到两小孩刚好还未发生滑动时，某一时刻两小孩突然松手，则两小孩的运动情况是（ ）



- A. 两小孩均沿切线方向滑出后落入水中
- B. 两小孩均沿半径方向滑出后落入水中
- C. 两小孩仍随圆盘一起做匀速圆周运动，不会发生滑动而落入水中
- D. 甲仍随圆盘一起做匀速圆周运动，乙发生滑动最终落入水中



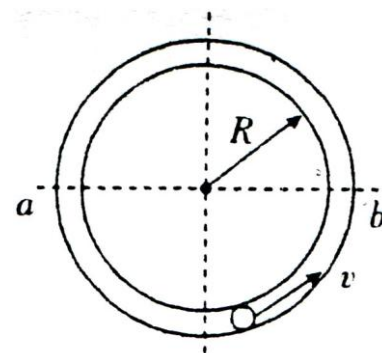
5. 如图所示, 小球在竖直放置的光滑圆形管道内做圆周运动, 内侧壁半径为 R , 小球半径为 r , 则下列说法正确的是 ()

A. 小球通过最高点时的最小速度 $v_{\min} = \sqrt{g(R+r)}$

B. 小球通过最高点时的最小速度 $v_{\min} = 0$

C. 小球在水平线 ab 以下的管道中运动时, 内侧管壁对小球有较小的作用力

D. 小球在水平线 ab 以上的管道中运动时, 外侧管壁对小球一定有作用力

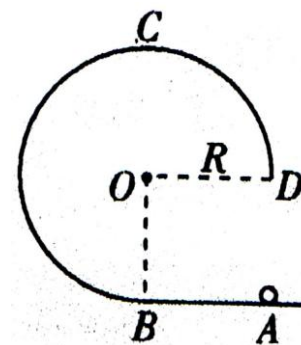




6. 如图，在竖直平面内有一固定光滑轨道，其中AB是长为R的水平直轨道，BCD是圆心为O、半径为R的 $\frac{3}{4}$ 圆弧轨道，两轨道相切于B点。在外力作用下，一小球从A点由静止开始做匀加速直线运动，到达B点时撤除外力。已知小球刚好能沿圆轨道经过最高点C，重力加速度大小为g。求：

(1) 小球在AB段运动的加速度的大小；

(2) 小球从D点运动到A点所用的时间。





黄冈学习网
www.hgxxw.net