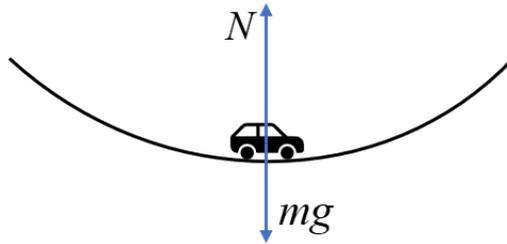


## 竖直面内凹桥与凸桥模型

### 一、凹桥模型（最低点）

**核心特点：**车辆在凹形桥最低点时，向心加速度方向向上，桥面支持力需要平衡重力并提供向心力。



公式：

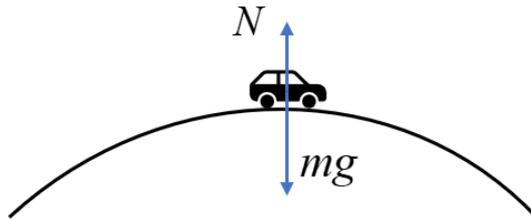
$$N - mg = m \frac{v^2}{r} \Rightarrow N_{\text{压}} = N \text{ (牛顿第三定律).}$$

考点与题型：

1. 支持力计算
  2. 速度对压力的影响
- **结论：**速度越大，桥面压力越大，超重现象越明显。

### 二、凸桥模型（最高点）

**核心特点：**车辆在凸形桥最高点时，向心加速度方向向下，桥面支持力小于重力，存在脱离桥面的临界速度。



公式：

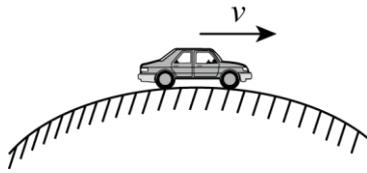
$$mg - N = m \frac{v^2}{r} \Rightarrow \text{临界条件 } N = 0 \Rightarrow v_{\text{临界}} = \sqrt{gr}$$

考点与题型：

1. 临界速度计算
2. 脱离后的运动分析

**结论：**若  $v > v_{\text{临界}}$ ，汽车脱离桥面做平抛运动，需计算落地点水平距离。

1. 汽车以一定的速度安全经过一个圆弧半径为 $R$ 的拱形桥面的顶点，则（ ）



- A. 汽车在竖直方向受到三个力：重力、桥面的支持力和向心力  
 B. 汽车对桥面的压力小于汽车的重力  
 C. 汽车通过桥顶时的速度可能为  $\sqrt{2gR}$   
 D. 汽车内的乘客处于超重状态

【答案】 B

2. 小蜀同学用玩具汽车做实验. 如图所示, 汽车以恒定速率先后经过某凹形桥面和拱形桥面, 凹形桥面最低点为 $A$ 点, 拱形桥面最高点为 $B$ 点. 下列说法正确的是（ ）



- A. 生活中, 同样材质修建的桥面, 凹形桥面不容易损坏  
 B. 拱形桥的 $B$ 点汽车速度越快, 需要的向心力越小  
 C. 过 $A$ 点时, 汽车对桥面压力小于自身重力  
 D. 过 $B$ 点时, 汽车对桥面压力小于自身重力

【答案】 D

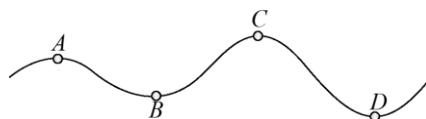
3. 在公路上常会看到凸形和凹形的路面, 如图所示, 一质量为 $m$ 的汽车, 以一定的速率通过凸形路面 (如图甲所示) 的最高处时路面的支持力为 $N_1$ , 通过凹形路面 (如图乙所示) 的最低处时路面的支持力为 $N_2$ , 则下列关系式正确的是（ ）



- A.  $N_1 > mg$       B.  $N_1 < mg$       C.  $N_2 = mg$       D.  $N_2 < mg$

【答案】 B

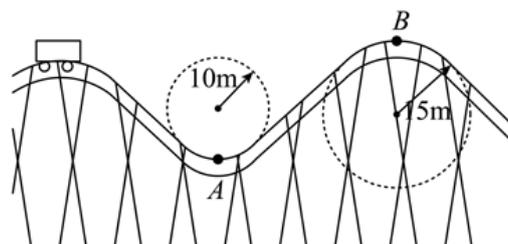
4. 一辆满载的卡车在起伏的公路上匀速行驶, 如图所示, 由于轮胎过热, 容易爆胎. 爆胎可能性最大的地段是（ ）



- A.  $A$ 点      B.  $B$ 点      C.  $C$ 点      D.  $D$ 点

【答案】 D

5. 如图所示是游乐场里的过山车，过山车运动过程中经过A、B两点（ ）



- A. 在A点时对轨道压力较小  
B. 在A点时所受摩擦力较大  
C. 在B点时所受向心力较大  
D. 在B点时合外力方向竖直向下

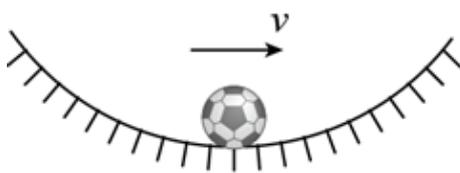
【答案】 B

6. (多选)汽车过拱形桥时对地面的压力过小是不安全的，要保障汽车安全过桥，下列说法正确是（ ）

- A. 对于同一拱形桥，汽车过桥时的速度过小是不安全的  
B. 对于同一拱形桥，汽车过桥时的速度过大是不安全的  
C. 对于同样的车速，拱形桥的半径大些比较安全  
D. 对于同样的车速，拱形桥的半径小些比较安全

【答案】 BC

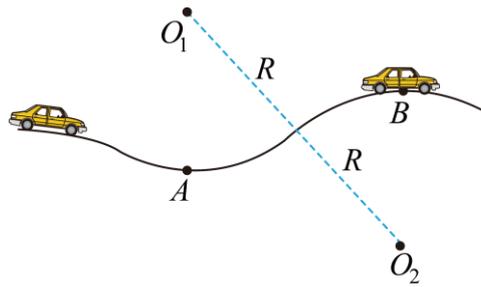
7. 如图所示，质量为 $m$ 的足球经过凹形地面最低点时，受到地面的支持力大小等于足球重力的 $\frac{5}{4}$ ，重力加速度为 $g$ ，此时足球所需向心力的大小为（ ）



- A.  $mg$   
B.  $\frac{3}{4}mg$   
C.  $\frac{1}{2}mg$   
D.  $\frac{1}{4}mg$

【答案】 D

8. (多选)周日，一同学和父母一起自驾外出游玩，途中某段路面由两个半径相同的圆弧相切组成，该同学乘坐的汽车（视为质点）以不变的速率通过这段路面，在通过凸形路面最高点B时，汽车对路面的压力大小为其所受重力的 $\frac{3}{4}$ 。已知汽车及车上人的总质量为 $m$ ，圆弧路面的半径为 $R$ ，重力加速度大小为 $g$ ，下列说法正确的是（ ）



- A. 汽车的速率为  $\sqrt{gR}$
- B. 汽车的速率为  $\frac{\sqrt{gR}}{2}$
- C. 汽车通过凹形路面最低点A时，对路面的压力大小为  $\frac{5mg}{4}$
- D. 汽车通过凹形路面最低点A时，对路面的压力大小为  $\frac{7mg}{4}$

【答案】 BC

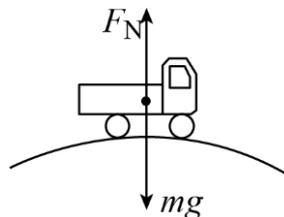
9. 图为平潭海峡公铁大桥的一段，若将桥的最高段视为半径为  $R$  的圆弧，重力加速度为  $g$ ，一质量为  $m$  的汽车以速度  $v$  驶过桥顶时（ ）



- A. 桥顶受到的压力为  $mg + \frac{mv^2}{R}$
- B. 桥顶受到的压力为  $mg - \frac{mv^2}{R}$
- C. 当  $v > \sqrt{gR}$  时，汽车会飞离桥面
- D. 当  $v < \sqrt{gR}$  时，汽车会飞离桥面

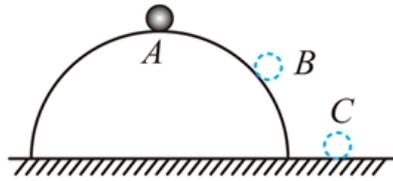
【答案】 BC

10. 如图所示，当汽车通过拱桥顶点的速度为  $10\text{m/s}$  时，车对桥顶的压力为车重的  $\frac{3}{4}$ ，如果要使汽车在桥面行驶至桥顶时，对桥面的压力为零，则汽车通过桥顶的速度应为 \_\_\_\_\_  $\text{m/s}$ .



【答案】 20

11. 竖直平面内光滑圆轨道外侧，一小球以某一水平速度 $v_0$ 从A点出发沿圆轨道运动，至B点时脱离轨道，最终落在水平面上的C点，不计空气阻力。下列说法中正确的是  
( )



- A. 在A点时，小球对圆轨道压力等于其重力  
B. 水平速度  $v_0 > \sqrt{gR}$   
C. 经过B点时，小球的加速度方向指向圆心  
D. A到B过程，小球水平加速度先增加后减小

【答案】 D

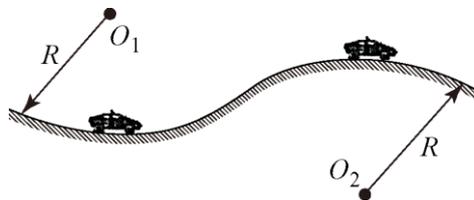
12. 如图所示，质量 $m = 2.0 \times 10^4 \text{kg}$ 的汽车以不变的速率先后驶过凹形桥和凸形桥（近似认为凹形桥和凸形桥与水平路面的高度差很小，所以汽车行驶过程中速率不变），两桥的圆弧半径均为60m，如果桥面承受的压力不超过 $3.0 \times 10^5 \text{N}$ ，则：



- (1) 汽车允许的最大速率是多少？（取 $g = 10 \text{m/s}^2$ ）  
(2) 若以所求速度行驶，汽车对桥面的最小压力是多少？

【答案】 (1)  $10\sqrt{3} \text{m/s}$   
(2)  $1.0 \times 10^5 \text{N}$

13. 如图所示，质量 $m = 2.0 \times 10^4 \text{kg}$ 的汽车以不变的速率先后驶过凹形桥面和凸形桥面，两桥面的圆弧半径均为60m，如果桥面承受的压力不得超过 $3.0 \times 10^5 \text{N}$ ，重力加速度 $g$ 取 $10 \text{m/s}^2$ ，则：



- (1) 汽车通过凹形桥面时，允许的最大速率是多少（结果保留根号）？  
(2) 若以（1）问所求速度行驶，汽车对桥面的最小压力是多少？  
(3) 当汽车通过凸形桥顶时，不脱离桥面的最大速率是多少（结果保留根号）？

【答案】 (1)  $10\sqrt{3} \text{m/s}$   
(2)  $1.0 \times 10^5 \text{N}$   
(3)  $10\sqrt{6} \text{m/s}$