

# 江苏省仪征中学 2021-2022 学年度第一学期高一物理学科导学案

## 6.4 生活中的圆周运动

研制人：熊小燕

审核人：邱勇

班级：\_\_\_\_\_ 姓名：\_\_\_\_\_ 学号：\_\_\_\_\_ 授课日期：2022.03.03

本课在课程标准中的表述：能简单的分析生活中的离心现象及其产生的原因。

### [学习目标]

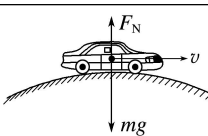
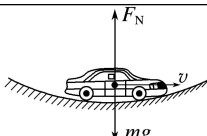
1. 会分析火车转弯、汽车过拱形桥等实际运动问题中向心力的来源，能解决生活中的圆周运动问题。
2. 了解航天器中的失重现象及原因。
3. 了解离心运动及物体做离心运动的条件，知道离心运动的应用及危害。

### [课前预习]

#### 一、火车转弯

1. 如果铁路弯道的内外轨一样高，火车转弯时，由\_\_\_\_\_提供向心力。
2. 铁路弯道的特点
  - (1) 弯道处外轨\_\_\_\_\_内轨。
  - (2) 火车转弯时铁轨对火车的支持力不是竖直向上的，而是斜向弯道的\_\_\_\_\_。支持力与重力的合力指向\_\_\_\_\_。

#### 二、汽车过拱形桥

	汽车过拱形桥	汽车过凹形路面
受力分析		
向心力	$F_n = mg - F_N = m \frac{v^2}{r}$	$F_n = F_N - mg = m \frac{v^2}{r}$
对桥(路面)的压力	$F_N' = mg - m \frac{v^2}{r}$	$F_N' = mg + m \frac{v^2}{r}$
结论	汽车对桥的压力_____汽车的重力，而且汽车速度越大，汽车对桥的压力_____	汽车对路面的压力_____汽车的重力，而且汽车速度越大，汽车对路面的压力_____

#### 三、航天器中的失重现象

1. 向心力分析：航天员受到的地球引力与座舱对他的支持力的合力提供向心力，由牛顿第二定律得：

$$F_N - mg = m \frac{v^2}{R}, \text{ 所以 } F_N = m(g - \frac{v^2}{R}).$$

2. 完全失重状态：当  $v = \sqrt{Rg}$  时座舱对航天员的支持力  $F_N = 0$ ，航天员处于\_\_\_\_\_状态。

#### 四、离心运动

1. 定义：做圆周运动的物体沿\_\_\_\_\_方向飞出或做\_\_\_\_\_圆心的运动。

2. 原因：向心力突然\_\_\_\_\_或合力\_\_\_\_\_

3. 离心运动的应用和防止

(1)应用：离心干燥器；洗衣机的脱水筒；离心制管技术；分离血浆和红细胞的离心机.

(2)防止：转动的砂轮、飞轮的转速不能太高；在公路弯道，车辆不允许超过规定的速度.

**即学即用：**

1. 判断下列说法的正误.

(1)铁路的弯道处，内轨高于外轨. ( )

(2)汽车驶过拱形桥顶部时，对桥面的压力等于车重. ( )

(3)汽车行驶至凹形路面底部时，对路面的压力大于车重. ( )

(4)绕地球做匀速圆周运动的航天器中的航天员处于完全失重状态，故不再受重力. ( )

(5)做离心运动的物体可能沿半径方向向外运动. ( )



2.如图所示，汽车在通过水平弯道时，轮胎与地面间的摩擦力已达到最大值，若汽车转弯的速率增大到原来的 $\sqrt{2}$ 倍，为使汽车转弯时仍恰好不打滑，其转弯半径应变为原来的\_\_\_\_\_倍.

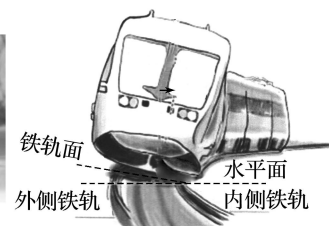
## [课堂学习]

### 一、火车转弯

**【导学探究】** 摩托车在水平道路上转弯(图甲)和火车转弯(图乙)，它们的共同点是什么？提供向心力的方式一样吗？铁路弯道处铁轨有什么特点？



甲

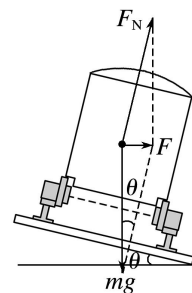


乙

### **【知识深化】**

1.铁路弯道的特点：铁路弯道处，外轨高于内轨，若火车按规定的速度 $v_0$ 行驶，转弯所需的向心力完全由\_\_\_\_\_提供，即\_\_\_\_\_，如图所示，则 $v_0 =$ \_\_\_\_\_，其中 $R$ 为弯道半径，

$\theta$ 为轨道平面与水平面间的夹角( $\theta$ 很小的情况下， $\tan \theta \approx \sin \theta$ ).



2. 当火车行驶速度 $v$ 等于规定速度 $v_0$ 时，所需向心力仅由重力和支持力的合力提供，此时内外轨道对火车轮缘无挤压作用.

**【深度思考】** 若火车转弯时速度大于规定速度 $v_0$ 或小于规定速度 $v_0$ ，火车对轨道的压力情况如何？

例 1：在修筑铁路时，弯道处的外轨会略高于内轨. 如图所示，当火车以规定的行驶速度转弯时，内、外轨均不会受到轮缘的挤压，设此时的速度大小为 $v$ ，重力加速度为 $g$ ，两轨所在面的倾角为 $\theta$ ，则( )

A. 该弯道的半径  $r = \frac{v^2}{g \sin \theta}$

B. 当火车质量改变时, 规定的行驶速度大小也随之改变

C. 当火车速率大于  $v$  时, 内轨将受到轮缘的挤压

D. 当火车速率大于  $v$  时, 外轨将受到轮缘的挤压



针对训练 1: 如图, 一质量为  $2.0 \times 10^3 \text{ kg}$  的汽车在水平公路上行驶, 路面对轮胎的径向最大静摩擦力为  $1.4 \times 10^4 \text{ N}$ , 当汽车经过半径为  $80 \text{ m}$  的弯道时, 下列判断正确的是( )

A. 汽车转弯时所受的力有重力、支持力、摩擦力和向心力

B. 汽车转弯的速度为  $20 \text{ m/s}$  时所需的向心力为  $1.4 \times 10^4 \text{ N}$

C. 汽车转弯的速度为  $20 \text{ m/s}$  时汽车会发生侧滑

D. 汽车能安全转弯的向心加速度不超过  $7 \text{ m/s}^2$



## 二、汽车过拱形桥

汽车在拱形桥或凹形路面行驶时, 可以看作匀速圆周运动

1. 汽车过拱形桥时:

1. 汽车过凹形路面时:

2.

**[深度思考]** 汽车过半径为  $R$  的拱形桥, 要保证安全, 汽车的最大速度为多少? 若超过这个速度, 汽车做什么运动? (已知重力加速度为  $g$ )

**例 2:** 一辆汽车匀速率通过一座圆弧形拱桥后, 接着又以相同速率通过一圆弧形凹形桥, 设两圆弧半径相等, 汽车通过拱桥桥顶时, 对桥面的压力大小  $F_1$  为车重的一半, 汽车通过圆弧形凹形桥的最低点时, 对桥面的压力大小为  $F_2$ , 求  $F_1$  与  $F_2$  之比.

针对训练 2: 一汽车通过拱形桥顶点时速度为  $10 \text{ m/s}$ , 车对桥顶的压力大小为车重的  $\frac{3}{4}$ , 如果要使汽车在桥

顶对桥面恰好没有压力, 汽车的速度大小为( $g$  取  $10 \text{ m/s}^2$ )( )

A.  $15 \text{ m/s}$

B.  $20 \text{ m/s}$

C.  $25 \text{ m/s}$

D.  $30 \text{ m/s}$

## 三、航天器中的失重现象

**[导学探究]** 如图所示, 地球可以看成是一个巨大的拱形桥, 桥面半径  $R = 6400 \text{ km}$ ,



一辆汽车在地面上行驶, 已知重力加速度  $g$  取  $10 \text{ m/s}^2$ , 在汽车不离开地面的前提下:

(1) 汽车速度增大时, 地面对它的支持力如何变化?

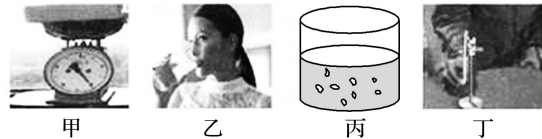
(2) 汽车速度达到多大时, 地面对汽车的支持力为零? 此时驾驶员对座椅的压力是多大? 驾驶员处于什么状态?

### 【知识深化】

1. 在近地圆形轨道上, 航天器(包括卫星、飞船、空间站)的重力提供向心力, 满足关系:
2. 质量为  $m$  的航天员, 受到的座舱的支持力为  $F_N$ , 则:  
当  $v = \underline{\hspace{2cm}}$  时,  $F_N = 0$ , 即航天员处于完全失重状态.
3. 航天器内的任何物体都处于完全失重状态.

例 3: 下列四幅图中的行为可以在绕地球做匀速圆周运动的“天宫二号”舱内完成的有( )

- A. 用台秤称量重物的质量
- B. 用水杯喝水
- C. 用沉淀法将水与沙子分离
- D. 给小球一个很小的初速度, 小球就能在细绳拉力下在竖直面内做圆周运动

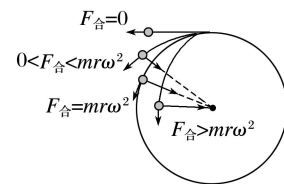


### 四、离心运动

1. 物体做离心运动的原因

提供向心力的合力突然消失, 或者合力不足以提供所需的向心力.

2. 离心运动、近心运动的判断: 物体做圆周运动时出现离心运动还是近心运动, 由实际提供的合力  $F_{\text{合}}$  和所需向心力( $m \frac{v^2}{r}$  或  $m\omega^2 r$ ) 的大小关系决定. (如图所示)



- (1) 当  $F_{\text{合}} = m\omega^2 r$  时, “提供” 等于 “需要”, 物体做匀速圆周运动;
- (2) 当  $F_{\text{合}} > m\omega^2 r$  时, “提供” 超过 “需要”, 物体做近心运动;
- (3) 当  $0 \leq F_{\text{合}} < m\omega^2 r$  时, “提供” 不足, 物体做离心运动.

例 4: 如图是摩托车比赛转弯时的情形, 转弯处路面通常是外高内低, 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



**【课后作业】** 完成课后作业

**【课后感悟】** \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

# 江苏省仪征中学 2021—2022 学年度第一学期高一物理学科作业

## 6.4 生活中的圆周运动

研制人：熊小燕

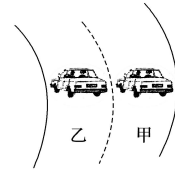
审核人：邱勇

班级：\_\_\_\_\_ 姓名：\_\_\_\_\_ 学号：\_\_\_\_\_ 时间：2022.03.03 作业时长：30 分钟

### [基础练习]

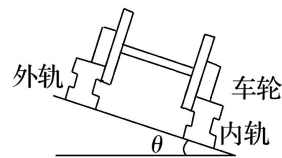
1. 如图所示，质量相等的汽车甲和汽车乙，以相等的速率沿同一水平弯道做匀速圆周运动，汽车甲在汽车乙的外侧。两车沿半径方向受到的摩擦力大小分别为  $F_{f甲}$  和  $F_{f乙}$ 。以下说法正确的是( )

- A.  $F_{f甲}$  小于  $F_{f乙}$
- B.  $F_{f甲}$  等于  $F_{f乙}$
- C.  $F_{f甲}$  大于  $F_{f乙}$
- D.  $F_{f甲}$  和  $F_{f乙}$  的大小均与汽车速率无关



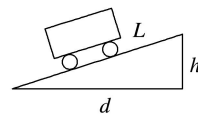
2. 铁路在弯道处的内外轨道高度是不同的，已知内外轨道平面与水平面的夹角为  $\theta$ ，如图所示，弯道处的圆弧半径为  $R$ ，重力加速度为  $g$ ，若质量为  $m$  的火车转弯时速率等于  $\sqrt{gR \tan \theta}$ ，则( )

- A. 内轨对内侧车轮轮缘有挤压
- B. 外轨对外侧车轮轮缘有挤压
- C. 这时铁轨对火车的支持力等于  $\frac{mg}{\cos \theta}$
- D. 这时铁轨对火车的支持力大于  $\frac{mg}{\cos \theta}$



3. 在高速公路的拐弯处，通常路面都是外高内低。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。汽车的运动可看作半径为  $R$  的圆周运动。设内、外路面高度差为  $h$ ，路基的水平宽度为  $d$ ，路面的宽度为  $L$ ，如图所示。已知重力加速度为  $g$ 。要使车轮与路面之间的横向摩擦力(即垂直于前进方向)等于零，则汽车转弯时的车速应等于( )

- A.  $\sqrt{\frac{gRh}{L}}$
- B.  $\sqrt{\frac{gRh}{d}}$
- C.  $\sqrt{\frac{gRL}{h}}$
- D.  $\sqrt{\frac{gRd}{h}}$



4. 公路在通过小型水库的泄洪闸的下游时，常常要修建凹形路面，也叫“过水路面”。如图所示，汽车通过凹形路面的最低点时( )

- A. 汽车的加速度为零，受力平衡
- B. 汽车对路面的压力比汽车的重力大
- C. 汽车对路面的压力比汽车的重力小
- D. 汽车的速度越大，汽车对路面的压力越小



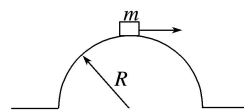
5. 一个质量为  $m$  的物体(体积可忽略)，在半径为  $R$  的光滑半球顶点处以水平速度  $v_0$  运动，如图所示，重力加速度为  $g$ ，则下列说法正确的是( )

- A. 若  $v_0 = \sqrt{gR}$ ，则物体对半球顶点无压力

B. 若  $v_0 = \frac{1}{2}\sqrt{gR}$ , 则物体对半球顶点的压力大小为  $\frac{1}{2}mg$

C. 若  $v_0 = 0$ , 则物体对半球顶点的压力大小为  $\frac{1}{2}mg$

D. 若  $v_0 = 0$ , 则物体对半球顶点的压力为零



6. 在“天宫二号”中工作的航天员可以自由悬浮在空中, 处于失重状态, 下列分析正确的是( )

A. 失重就是航天员不受力的作用

B. 失重的原因是航天器离地球太远, 从而摆脱了地球引力的束缚

C. 失重是航天器中独有的现象, 在地球上不可能存在失重现象

D. 正是由于引力的存在, 才使航天员有可能做环绕地球的圆周运动

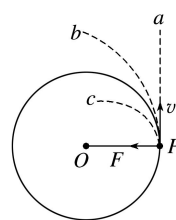
7. 如图所示, 光滑水平面上, 小球  $m$  在拉力  $F$  作用下做匀速圆周运动. 若小球运动到  $P$  点时, 拉力  $F$  发生变化, 关于小球运动情况的说法正确的是( )

A. 若拉力突然消失, 小球将沿轨迹  $Pb$  做离心运动

B. 若拉力突然变小, 小球将沿轨迹  $Pa$  做离心运动

C. 若拉力突然变大, 小球将沿轨迹  $Pb$  做近心运动

D. 若拉力突然变小, 小球将沿轨迹  $Pb$  做离心运动



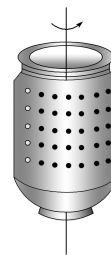
8. 如图所示, 在匀速转动的洗衣机脱水筒内壁上, 有一件湿衣服随圆筒一起转动而未滑动, 则( )

A. 衣服随脱水筒做圆周运动的向心力由衣服的重力提供

B. 水会从脱水筒甩出是因为水滴受到的向心力很大

C. 加快脱水筒转动角速度, 衣服对筒壁的压力减小

D. 加快脱水筒转动角速度, 脱水效果会更好



### [能力练习]

9. 如图, 一辆汽车正通过一段弯道公路, 视汽车做匀速圆周运动, 则( )

A. 该汽车速度恒定不变

B. 汽车左右两车灯的线速度大小相等

C. 若速率不变, 则跟公路内道相比, 汽车在外道行驶时所需的向心力较小

D. 若速率不变, 则跟晴天相比, 雨天路滑时汽车在同车道上行驶时所需的向心力较小



10. 如图甲, 航母飞行甲板前端上翘, 水平部分与上翘部分通过一段圆弧平滑连接, 如图乙所示,  $D$  为圆弧最低点, 圆弧半径为  $R$ . 战斗机以速度  $v$  越过  $D$  点时( )

A. 战斗机起落架受到重力、支持力、向心力的作用

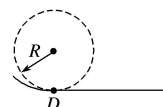
B. 战斗机处于超重状态

C. 战斗机起落架对地面的压力等于战斗机的重力

D.  $R$  越小,  $v$  越小, 战斗机起落架受的作用力越小



甲



乙

11. 某飞行员的质量为  $m$ , 驾驶战斗机在竖直面内以速度  $v$  做匀速圆周运动, 运动半径为  $R$ , 重力加速度为  $g$ , 则飞行员对座椅的压力在最低点比最高点大(设飞行员始终垂直于座椅的表面)( )

- A.  $mg$       B.  $2mg$       C.  $mg + \frac{mv^2}{R}$       D.  $2\frac{mv^2}{R}$

12. 在用高级沥青铺设的高速公路上, 对汽车的设计限速是  $30 \text{ m/s}$ . 汽车在这种路面上行驶时, 它的轮胎与地面间的最大静摩擦力等于车重的  $0.6$  倍. ( $g=10 \text{ m/s}^2$ ,  $\sin 37^\circ=0.6$ ,  $\cos 37^\circ=0.8$ )

- (1) 如果汽车在这种高速路的水平弯道上拐弯, 假设弯道的路面是水平的, 其弯道的最小半径是多少?  
 (2) 如果高速路上设计了圆弧拱桥做立交桥, 要使汽车能够安全通过(不起飞)圆弧拱桥, 这个圆弧拱桥的半径至少是多少?  
 (3) 如果弯道的路面设计为倾斜(外高内低), 弯道半径为  $120 \text{ m}$ , 要使汽车通过此弯道时不产生侧向摩擦力, 则弯道路面的倾斜角度是多少?

### [提升练习]

★13. 如图所示为汽车在水平路面做半径为  $R$  的大转弯的后视图, 悬吊在车顶的灯左偏了  $\theta$  角, 则: (重力加速度为  $g$ )

- (1) 车正向左转弯还是向右转弯?  
 (2) 车速是多少?  
 (3) 若(2)中求出的速度正是汽车转弯时不打滑允许的最大速度, 则车轮与路面间的动摩擦因数  $\mu$  是多少? (最大静摩擦力等于滑动摩擦力)

