

第五周自主学习资料

向心力 1 预习部分

自主预习

预习新知 夯实基础

一、向心力

1.定义：做匀速圆周运动的物体产生向心加速度的原因是它受到了_____，这个合力叫做向心力。

2.方向：始终沿着_____指向_____。

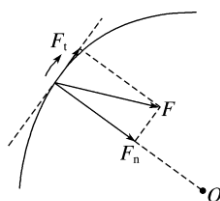
3.表达式：

$$(1)F_n = m \frac{v^2}{r} \quad (2)F_n = m\omega^2 r$$

4.向心力是根据力的_____来命名的，凡是产生向心加速度的力，不管属于哪种性质，都是向心力。

二、变速圆周运动和一般的曲线运动

1.变速圆周运动的合力：变速圆周运动的合力产生两个方向的效果，如图 1 所示。



-(1)跟圆周相切的分力 F_t ：产生_____加速度，此加速度描述线速度_____变化的快慢。

(2)指向圆心的分力 F_n ：产生_____加速度，此加速度描述线速度_____改变的快慢。

2.一般的曲线运动的处理方法

(1)一般的曲线运动：运动轨迹既不是_____也不是_____的曲线运动。

(2)处理方法：可以把曲线分割成许多很短的小段，每一小段可看做一小段圆弧。研究质点在这一小段的运动时，可以采用圆周运动的分析方法进行处理。

即学即用

1.判断下列说法的正误。

(1)做匀速圆周运动的物体的向心力是恒力。()

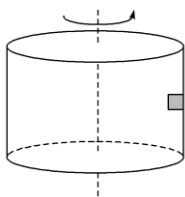
(2)向心力和重力、弹力一样，都是根据性质命名的。()

(3)向心力可以是物体受到的某一个力，也可以是物体受到的合力。()

(4)变速圆周运动的合力并不指向圆心。()

(5)做变速圆周运动的物体所受合力的大小和方向都改变。()

2.如图 2 所示,圆柱形转筒绕其竖直中心轴转动,小物体贴在圆筒内壁上随圆筒一起转动而不滑落.则下列说法正确的是()



- A.小物体受到重力、弹力、摩擦力和向心力共 4 个力的作用
- B.小物体随筒壁做圆周运动的向心力是由摩擦力提供的
- C.筒壁对小物体的摩擦力随转速增大而增大
- D.筒壁对小物体的弹力随转速增大而增大

重点探究

启迪思维 探究重点

一、向心力的理解

1.如图 3 所示,用细绳拉着质量为 m 的小球在光滑水平面上做匀速圆周运动,若小球的线速度为 v ,运动半径为 r ,是什么力产生的向心加速度?该力的大小、方向如何?小球运动的速度 v 增大时,绳的拉力大小如何变化?

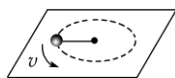


图 3

2.若月球(质量为 m)绕地球做匀速圆周运动的角速度为 ω ,月地距离为 r ,是什么力产生的加速度?该力的大小、方向如何?

知识深化

1.向心力:使物体做匀速圆周运动的指向圆心的合力.

2.向心力大小: $F_n = ma_n = m \frac{v^2}{r} = m\omega^2 r = m \left(\frac{2\pi}{T} \right)^2 r$.

3.向心力的方向

无论是否为匀速圆周运动,其向心力总是沿着半径指向圆心,方向时刻改变,故向心力是变力.

4.向心力的作用效果

改变线速度的方向.由于向心力始终指向圆心,其方向与物体运动方向始终垂直,故向心力不改变线速度的大小.

5.向心力的来源

向心力是根据力的作用效果命名的.它可以由重力、弹力、摩擦力等各种性质的力提供,也可以由它们的合力提供,还可以由某个力的分力提供.

(1)当物体做匀速圆周运动时,由于物体沿切线方向的加速度为零,即切线方向的合力为零,物体受到的合外力一定指向圆心,以提供向心力产生向心加速度.

(2)当物体做非匀速圆周运动时,其向心力为物体所受的合外力在半径方向上的分力,而合外力在切线方向的分力则用于改变线速度的大小.

向心力 1 堂练部分

【例 1】关于向心力的说法中正确的是()

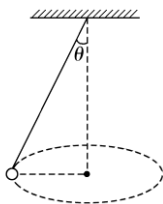
A.物体由于做圆周运动而产生了向心力

B.向心力不改变圆周运动中物体速度的大小

C.对做匀速圆周运动的物体进行受力分析时,一定不要漏掉向心力

D.做匀速圆周运动的物体其向心力是不变的

【例 2】(多选)如图 4 所示,用长为 L 的细线拴住一个质量为 M 的小球,使小球在水平面内做匀速圆周运动,细线与竖直方向的夹角为 θ ,重力加速度为 g ,关于小球的受力情况,下列说法中正确的是()



A.小球受到重力、线的拉力和向心力三个力

B.向心力是线对小球的拉力和小球所受重力的合力

C.向心力的大小等于细线对小球拉力的水平分力

D.向心力的大小等于 $Mg \tan \theta$

二、匀速圆周运动问题分析

1.匀速圆周运动问题的求解方法

圆周运动问题仍属于一般的动力学问题,无非是由物体的受力情况确定物体的运动情况,或者由物体的运动情况求解物体的受力情况.

解答有关匀速圆周运动问题的一般方法步骤:

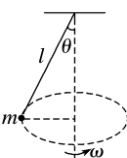
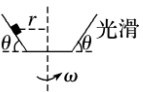
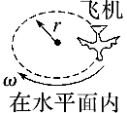
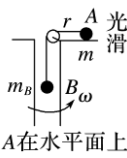
(1)确定研究对象、轨迹圆周(含圆心、半径和轨道平面).

(2)受力分析,确定向心力的大小(合成法、正交分解法等).

(3)根据向心力公式列方程,必要时列出其他相关方程.

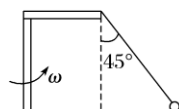
(4)统一单位,代入数据计算,求出结果或进行讨论.

2.几种常见的匀速圆周运动实例

图形	画出受力分析图	写出满足的方程及 求出向心加速度
		
		
 飞机 在水平面内 (飞机机身倾斜 θ)		
 A在水平面上		

【例 3】如图 5 所示，已知绳长为 $L=20\text{ cm}$ ，水平杆长为 $L'=0.1\text{ m}$ ，小球质量 $m=0.3\text{ kg}$ ，整个装置可绕竖直轴转动。 g 取 10 m/s^2 ，问：(结果保留三位有效数字)

- (1) 要使绳子与竖直方向成 45° 角，试求该装置必须以多大的角速度转动？
(2) 此时绳子的张力为多大？



- (1) $\omega=6.44\text{ rad/s}$
(2) 4.24 N

针对训练 如图 6 所示，一只质量为 m 的老鹰，以速率 v 在水平面内做半径为 R 的匀速圆周运动，则空气对老鹰的作用力的大小等于(重力加速度为 g)()

A. $m\sqrt{g^2 + \left(\frac{v^2}{R}\right)^2}$

B. $m\sqrt{\left(\frac{v^2}{R}\right)^2 - g^2}$

C. $m\frac{v^2}{R}$

D. mg



向心力 1 作业部分

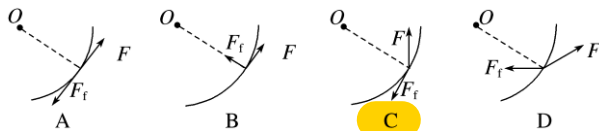
达标检测

检测评价 达标过关

1.(向心力的理解)(多选)下面关于向心力的叙述中,正确的是()

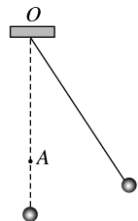
- A.向心力的方向始终沿着半径指向圆心,所以是一个变力
- B.做匀速圆周运动的物体,除了受到别的物体对它的作用力外,还一定受到一个向心力的作用
- C.向心力可以是重力、弹力、摩擦力中的某个力,也可以是这些力中某几个力的合力,或者是某一个力的分力
- D.向心力只改变物体速度的方向,不改变物体速度的大小

2.(向心力的来源)狗拉雪橇沿位于水平面内的圆弧形道路匀速率行驶,下列给出的四个关于雪橇受到的牵引力 F 及摩擦力 F_f 的示意图(图中 O 为圆心)正确的是()



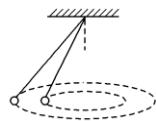
4.(向心力公式的应用)(2019·南阳市高一下学期期末)如图 10 所示,长为 L 的细绳的一端固定于 O 点,另一端系一个小球,在 O 点的正下方钉一个光滑的小钉子 A ,小球从一定高度摆下,当细绳与钉子相碰时,钉子的位置距小球 $\frac{L}{4}$,则细绳碰到钉子前、后瞬间()

- A.绳对小球的拉力之比为 $1:4$
- B.小球所受合外力之比为 $1:4$
- C.小球做圆周运动的线速度之比为 $1:4$
- D.小球做圆周运动的角速度之比为 $4:1$



5.(向心力公式的应用)如图 11 所示,两个质量不同的小球用长度不等的细线拴在同一点,并在同一水平面内做同方向的匀速圆周运动,则它们的()

- A.运动周期不同
- B.运动线速度大小相同
- C.运动角速度大小相同
- D.向心加速度大小相同



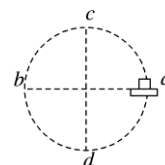
课时对点练

注重双基 强化落实

[基础对点练]

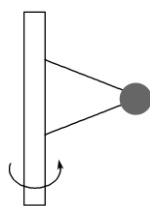
考点一 向心力的理解及向心力来源分析

3.(2019·泉州五中期中)如图 2 所示,在粗糙水平木板上放一个物块,使水平木板和物块一起在竖直平面内沿逆时针方向做匀速圆周运动, ab 为水平直径, cd 为竖直直径,在运动过程中木板始终保持水平,物块相对木板始终静止,则()



- A.物块始终受到三个力作用
- B.只有在 a 、 b 、 c 、 d 四点,物块受到的合外力才指向圆心
- C.从 a 到 b ,物块所受的摩擦力先增大后减小
- D.从 b 到 a ,物块处于超重状态

4.(多选)(2019·安徽师大附中高一下学期期末)如图 3 所示,小球 m 用两根长度相等的细绳系在竖直杆上,细绳不可伸长,当杆旋转时,对小球受力分析正确的是()



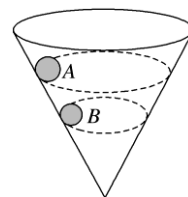
- A.受重力、绳的拉力和向心力作用
- B.可能受重力、一根绳的拉力共两个力作用
- C.可能受重力、两根绳的拉力共三个力作用
- D.上面一根绳的拉力总大于小球的重力

考点二 向心力公式的应用

5.(多选)在光滑的水平面上,用长为 l 的细线拴一质量为 m 的小球,以角速度 ω 做匀速圆周运动,下列说法中正确的是()

- A. l 、 ω 不变, m 越大,线越易被拉断
- B. m 、 ω 不变, l 越小,线越易被拉断
- C. m 、 l 不变, ω 越大,线越易被拉断
- D. m 不变, l 减半且角速度加倍时,线的拉力不变

7.(2019·安徽师大附中高一下学期期末)如图 5 所示,竖直固定的锥形漏斗内壁是光滑的,内壁上有两个质量相等的小球 A 和 B ,在各自不同的水平面内做匀速圆周运动.以下关于 A 、 B 两球做圆周运动时的速度(v_A 、 v_B)、角速度(ω_A 、 ω_B)、加速度(a_A 、 a_B)和对内壁的压力(F_{NA} 、 F_{NB})的说法正确的是()



- A. $v_A > v_B$
- B. $\omega_A > \omega_B$
- C. $a_A > a_B$
- D. $F_{NA} > F_{NB}$

8.(多选)如图 6 所示,在双人花样滑冰运动中,有时会看到被男运动员拉着的女运动员离开地面在空中做圆锥摆运动的精彩场面,目测体重为 G 的女运动员做圆锥摆运动时和水平冰面的夹角约为 30° ,重力加速度为 g ,估算该女运动员()

A.受到的拉力为 $\sqrt{3}G$

B.受到的拉力为 $2G$

C.向心加速度为 $\sqrt{3}g$

D.向心加速度为 $2g$



向心力 2

预习部分

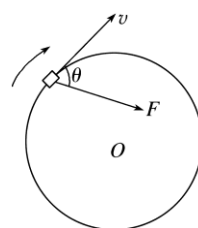
三、变速圆周运动和一般的曲线运动

■ 导学探究

用绳拴一沙袋,使沙袋在光滑水平面上做变速圆周运动,如图 7.

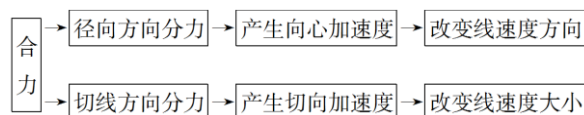
(1)分析绳对沙袋的拉力的作用效果.

(2)如果将拉力按照其作用效果进行分解,两个分力各产生了怎样的加速度?分加速度的作用效果如何?



■ 知识深化

1.受力特点:变速圆周运动中合力不指向圆心,合力 F 产生改变速度大小和方向两个作用效果.



2.某一点的向心加速度和向心力仍可用公式 $a_n = \frac{v^2}{r} = \omega^2 r$, $F_n = m \frac{v^2}{r} = m \omega^2 r$ 求解.

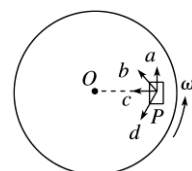
【例 4】如图 8 所示,物块 P 置于水平转盘上随转盘一起运动,图中 c 方向沿半径指向圆心, a 方向与 c 方向垂直.当转盘逆时针转动时,下列说法正确的是()

A.当转盘匀速转动时, P 所受摩擦力方向为 c

B.当转盘匀速转动时, P 不受转盘的摩擦力

C.当转盘加速转动时, P 所受摩擦力方向可能为 a

D.当转盘减速转动时, P 所受摩擦力方向可能为 b



■ 归纳总结 ■

匀速圆周运动与变速圆周运动的比较

运动种类 项目	匀速圆周运动	变速圆周运动
特点	v 、 a_n 、 F_n 大小不变但方向变化， ω 、 T 、 n 不变	v 、 a_n 、 F_n 、 ω 、 T 、 n 均变化
向心力来源	合力	合力沿半径方向的分力
周期性	有	不一定有
条件	合力的大小不变，方向始终与线速度方向垂直且指向圆心	合力方向与线速度方向不垂直

向心力 2 堂练部分

达标检测 检测评价 达标过关

3.(向心力公式的应用)(2019·棠湖中学高一质检)如图 9 所示，某同学用硬塑料管和一个质量为 m 的铁质螺丝帽研究匀速圆周运动，将螺丝帽套在塑料管上，手握塑料管使其保持竖直并在水平方向做半径为 r 的匀速圆周运动，则只要运动角速度合适，螺丝帽恰好不下滑，假设螺丝帽与塑料管间的动摩擦因数为 μ ，认为最大静摩擦力近似等于滑动摩擦力.重力加速度为 g ，则在该同学手转塑料管使螺丝帽恰好不下滑时，下列分析正确的是()

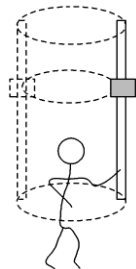


图 9

- A.螺丝帽在重力和摩擦力作用下处于平衡状态
- B.螺丝帽受到塑料管的弹力方向水平向外，背离圆心
- C.此时手转动塑料管的角速度 $\omega = \sqrt{\frac{g}{\mu r}}$
- D.若塑料管的转动加快，螺丝帽有可能相对塑料管发生运动

向心力 2 作业部分

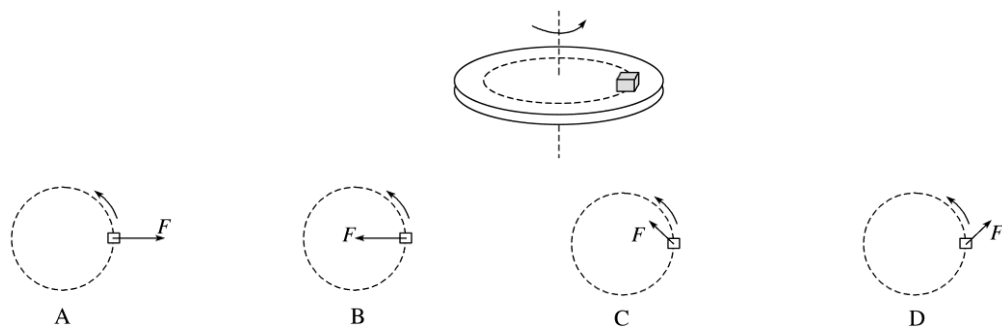
课时对点练 注重双基 强化落实

[基础对点练]

1.对做圆周运动的物体所受的向心力说法正确的是()

- A.做匀速圆周运动的物体,因向心力总是沿半径指向圆心,且大小不变,故向心力是一个恒力
- B.因向心力指向圆心,且与线速度方向垂直,所以它不能改变线速度的大小
- C.向心力一定是物体所受的合外力
- D.向心力和向心加速度的方向都是不变的

2.如图 1,一水平圆盘可绕一通过圆心且垂直于盘面的竖直轴转动,在圆盘上放一块橡皮,橡皮块随圆盘一起转动(俯视为逆时针).某段时间圆盘转速不断增大,但橡皮块仍相对圆盘静止,在这段时间内,关于橡皮块所受合力 F 的方向的四种表示(俯视图)中,正确的是()



6.一质量为 m 的物体,沿半径为 R 的向下凹的半圆形轨道滑行,如图 4 所示,经过最低点时的速度为 v ,物体与轨道之间的动摩擦因数为 μ ,重力加速度为 g ,则它在最低点时受到的摩擦力为()



A. μmg

B. $\frac{\mu m v^2}{R}$

C. $\mu m(g + \frac{v^2}{R})$

D. $\mu m(g - \frac{v^2}{R})$

生活中的圆周运动 1

预习部分

[学习目标] 1.会分析具体圆周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

自主预习

预习新知 夯实基础

一、铁路的弯道

1.火车在弯道上的运动特点

火车在弯道上运动时做圆周运动，具有_____加速度，由于其质量太大，因此需要很_____的向心力。

2.转弯处内外轨一样高的缺点

如果转弯处内外轨一样高，则由_____对轮缘的弹力提供向心力，这样铁轨和车轮极易受损。

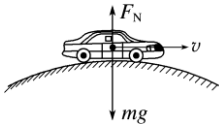
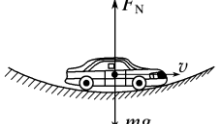
3.铁路弯道的特点

(1)转弯处_____略高于_____。

(2)铁轨对火车的支持力不是竖直向上的，而是斜向弯道的_____。

(3)铁轨对火车的支持力与火车所受重力的合力指向轨道的_____，它提供了火车以规定速度行驶时的_____。

二、拱形桥

	汽车过凸形桥	汽车过凹形桥
受力分析		
向心力	$F_n = \underline{\hspace{2cm}} = m \frac{v^2}{r}$	$F_n = \underline{\hspace{2cm}} = m \frac{v^2}{r}$
对桥的压力	$F_N' = mg - m \frac{v^2}{r}$	$F_N' = mg + m \frac{v^2}{r}$
结论	汽车对桥的压力_____汽车的重力，而且汽车速度越大，对桥的压力越_____	汽车对桥的压力_____汽车的重力，而且汽车速度越大，对桥的压力越_____

三、航天器中的失重现象

1.向心力分析：宇航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，_____

$$= m \frac{v^2}{r}, \text{ 所以 } F_N = mg - m \frac{v^2}{r}.$$

2.完全失重状态：当 $v = \sqrt{rg}$ 时，座舱对宇航员的支持力 $F_N = 0$ ，宇航员处于_____状态。

● 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)汽车驶过凸形桥顶部时，对桥面的压力等于车重。()

(3)汽车行驶至凹形桥底部时，对桥面的压力大于车重。()

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

(5)航天器中处于完全失重状态的物体所受合力为零。()

2.如图 1 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,为使汽车转弯时仍不打滑,其转弯半径应变为原来的_____倍.



图 1

重点探究

启迪思维 探究重点

一、火车转弯问题

1.弯道的特点

在实际的火车转弯处,外轨高于内轨,若火车转弯所需的向心力完全由重力和支持力的合力提供,即 $m g \tan \theta = m \frac{v_0^2}{R}$, 如图 2 所示, 则 $v_0 = \sqrt{g R \tan \theta}$, 其中 R 为弯道半径, θ 为轨道平面与水平面间的夹角, v_0 为转弯处的规定速度.

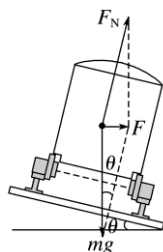


图 2

2.速度与轨道压力的关系

(1)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无挤压作用.

(2)当火车行驶速度 $v > v_0$ 时, 外轨道对轮缘有侧压力.

(3)当火车行驶速度 $v < v_0$ 时, 内轨道对轮缘有侧压力.

【例 1】 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 θ , 如图 3 所示, 弯道处的圆弧半径为 R , 若质量为 m 的火车转弯时速度等于 $\sqrt{g R \tan \theta}$, 则()

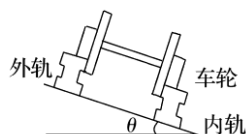


图 3

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 $\frac{mg}{\cos \theta}$

【例 2】 (多选)公路急转弯处通常是交通事故多发地带.如图 4, 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()

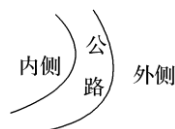


图 4

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

堂练部分

二、汽车过桥问题与航天器中的失重现象

1.拱形桥问题

(1)汽车过拱形桥(如图 5)

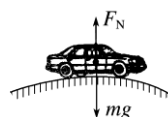


图 5

汽车在最高点满足关系: $mg - F_N = m\frac{v^2}{R}$, 即 $F_N = mg - m\frac{v^2}{R}$.

①当 $v = \sqrt{gR}$ 时, $F_N = 0$.

②当 $0 \leq v < \sqrt{gR}$ 时, $0 < F_N \leq mg$.

③当 $v > \sqrt{gR}$ 时, 汽车将脱离桥面做平抛运动, 发生危险.

说明: 汽车通过拱形桥的最高点时, 向心加速度向下, 汽车对桥的压力小于其自身的重力, 而且车速越大, 压力越小, 此时汽车处于失重状态.

(2)汽车过凹形桥(如图 6)

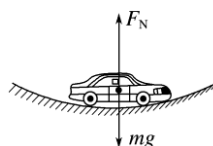


图 6

汽车在最低点满足关系： $F_N - mg = \frac{mv^2}{R}$ ，即 $F_N = mg + \frac{mv^2}{R}$ 。

说明：汽车通过凹形桥的最低点时，向心加速度向上，而且车速越大，压力越大，此时汽车处于超重状态。由于汽车对桥面的压力大于其自身重力，故凹形桥易被压垮，因而实际中拱形桥多于凹形桥。

2. 绕地球做圆周运动的卫星、飞船、空间站处于完全失重状态。

(1) 质量为 M 的航天器在近地轨道运行时，航天器的重力提供向心力，满足关系： $Mg = M\frac{v^2}{R}$ ，

则 $v = \sqrt{gR}$ 。

(2) 质量为 m 的航天员：航天员的重力和座舱对航天员的支持力的合力提供向心力，满足关系： $mg - F_N = \frac{mv^2}{R}$ 。

当 $v = \sqrt{gR}$ 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】 (2018·山西省实验中学高一下期中) 如图 7 所示，地球可以看成是一个巨大的拱形桥，桥面半径 $R = 6\,400\text{ km}$ ，地面上行驶的汽车中驾驶员的重力 $G = 800\text{ N}$ ，在汽车不离开地面的前提下，下列分析中正确的是()



图 7

- A. 汽车的速度越大，则汽车对地面的压力也越大
- B. 不论汽车的行驶速度如何，驾驶员对座椅压力大小都等于 800 N
- C. 只要汽车行驶，驾驶员对座椅压力大小都小于他自身的重力
- D. 如果某时刻速度增大到使汽车对地面压力为零，则此时驾驶员会有超重的感觉

【例 4】 如图 8 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 60 m ，如果桥面承受的压力不超过 $3.0 \times 10^5\text{ N}$ ，则：(g 取 10 m/s^2)

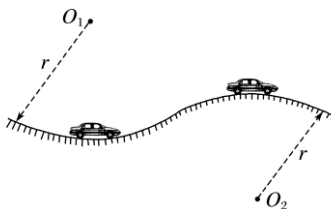


图 8

- (1) 汽车允许的最大速率是多少？
- (2) 若以所求速率行驶，汽车对桥面的最小压力是多少？

作业部分

达标检测

检测评价 达标过关

1.(火车转弯问题)(多选)全国铁路大面积提速,给人们的生活带来便利.火车转弯可以看成是在水平面内做匀速圆周运动,火车速度提高会使外轨受损.为解决火车高速转弯时外轨受损这一难题,以下措施可行的是()

- A.适当减小内外轨的高度差
- B.适当增加内外轨的高度差
- C.适当减小弯道半径
- D.适当增大弯道半径

2.(航天器中的失重现象)(多选)航天飞机在围绕地球做匀速圆周运动过程中,关于航天员,下列说法中正确的是()

- A.航天员受到的重力消失了
- B.航天员仍受重力作用,重力提供其做匀速圆周运动的向心力
- C.航天员处于超重状态
- D.航天员对座椅的压力为零

3.(汽车转弯与过桥问题)(2019·山西现代双语学校期中)在高级沥青铺设的高速公路上,汽车的设计时速是 108 km/h ,汽车在这种路面上行驶时,它的轮胎与地面的最大静摩擦力等于车重的 $\frac{3}{5}$ (g 取 10 m/s^2).

(1)如果汽车在这种高速公路的弯道上拐弯,假设弯道的路面是水平的,其弯道的最小半径是多少?

(2)如果高速公路上设计了圆弧拱形立交桥,要使汽车能够以设计时速安全通过圆弧拱桥,这个圆弧拱形立交桥的半径至少是多少?

课时对点练

注重双基 强化落实

[基础对点练]

考点一 交通工具的转弯问题

1.如图1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分别为 $F_{f甲}$ 和 $F_{f乙}$.以下说法正确的是()

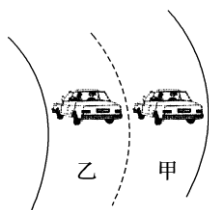


图 1

- 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.(多选)如图 2 所示,铁路转弯处外轨略高于内轨,若在某转弯处规定行驶的速度为 v ,则下列说法正确的是()

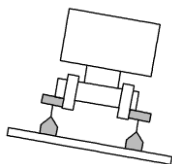


图 2

- A. 若火车行驶到转弯处的速度大于规定速度 v , 火车将对外轨有侧向的挤压作用
- B. 弯道半径越大, 火车所需向心力越大
- C. 若火车行驶到转弯处的速度小于规定速度 v , 火车将对外轨有侧向的挤压作用
- D. 若火车要提速行驶, 而弯道半径不变, 弯道的坡度应适当增大

3.在高速公路的拐弯处,通常路面都是外高内低.如图 3 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 .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()

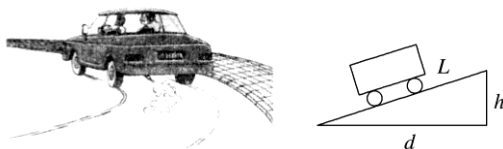


图 3

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

4.摆式列车是集电脑、自动控制等高新技术于一体的新型高速列车,如图 4 所示.当列车转弯

时,在电脑控制下,车厢会自动倾斜;行驶在直轨上时,车厢又恢复原状,就像玩具“不倒翁”一样.假设有一摆式列车在水平面内行驶,以 360 km/h 的速度转弯,转弯半径为 1 km ,则质量为 50 kg 的乘客,在转弯过程中所受到的火车对他的作用力为(g 取 10 m/s^2)()



图 4

- A. 500 N
B. 1 000 N
C. $500\sqrt{2}$ N
D. 0

考点二 汽车过桥问题和航天器中的失重现象

5.(2019·长丰二中高一下学期期末)如图 5，当汽车通过拱桥顶点的速度为 6 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()

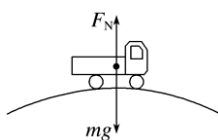


图 5

- A. 3 m/s
B. 10 m/s
C. 12 m/s
D. 24 m/s

6.如图 6 所示,汽车车厢顶部悬挂一个轻质弹簧,弹簧下端拴一个质量为 m 的小球.当汽车以某一速率在水平地面上匀速行驶时,弹簧长度为 L_1 ,当汽车以大小相同的速度匀速通过一个桥面为圆弧形的凸形桥的最高点时,弹簧长度为 L_2 ,下列选项中正确的是()

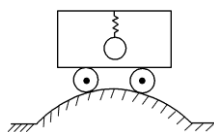
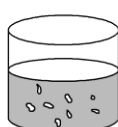


图 6

- A. $L_1=L_2$
B. $L_1>L_2$
C. $L_1<L_2$
D. 前三种情况均有可能

7.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 | B | C | D |
|---|---|---|---|
|---|---|---|---|

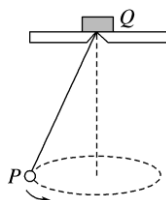
- A.用台秤称量重物的质量

- 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

周末作业

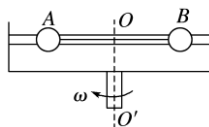
考点 1：向心加速度与向心力

8.(多选)(2019·北京十二中期末)如图 7 所示，一根细线下端拴一个金属小球 P ，细线的上端固定在金属块 Q 上， Q 放在带小孔的水平桌面上，小球在某一水平面内做匀速圆周运动(即圆锥摆).现使小球在一个更高一些的水平面内做匀速圆周运动(图上未画出)，两次金属块 Q 都保持在桌面上静止，则后一种情况与原来相比较，下列说法正确的是()



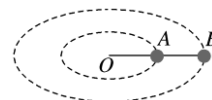
- A.小球 P 运动的周期变大
- B.小球 P 运动的线速度变大
- C.小球 P 运动的角速度变小
- D. Q 受到桌面的支持力不变

9.(多选)如图 8 所示， A 、 B 两球穿过光滑水平杆，两球间用一细绳连接，当该装置绕竖直轴 OO' 匀速转动时，两球在杆上恰好不发生滑动.若两球质量之比 $m_A : m_B = 2 : 1$ ，那么关于 A 、 B 两球的下列说法中正确的是()

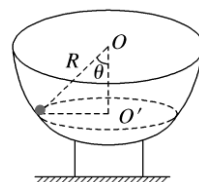


- A. A 、 B 两球受到的向心力之比为 $2 : 1$
- B. A 、 B 两球角速度之比为 $1 : 1$
- C. A 、 B 两球运动半径之比为 $1 : 2$
- D. A 、 B 两球向心加速度之比为 $1 : 2$

10.质量相等的小球 A 、 B 分别固定在轻杆的中点及端点，当杆在光滑的水平面上绕 O 点匀速转动时，如图 9 所示，求杆的 OA 段及 AB 段对球的拉力之比.



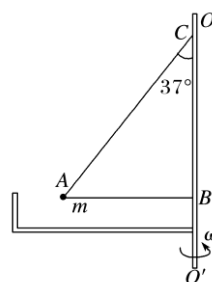
11.如图 10 所示,有一质量为 m 的小球在光滑的半球形碗内做匀速圆周运动,轨道平面在水平面内.已知小球与半球形碗的球心 O 的连线跟竖直方向的夹角为 θ ,半球形碗的半径为 R ,重力加速度为 g ,求小球做匀速圆周运动的速度大小及碗壁对小球的弹力大小.



12.如图 11 所示装置可绕竖直轴 OO' 转动,可视为质点的小球 A 与两细线连接后分别系于 B 、 C 两点,当细线 AB 沿水平方向绷直时,细线 AC 与竖直方向的夹角 $\theta=37^\circ$.已知小球的质量 $m=1\text{ kg}$,细线 AC 长 $L=1\text{ m}$.(重力加速度 g 取 10 m/s^2 , $\sin 37^\circ=0.6$, $\cos 37^\circ=0.8$)

(1)若装置匀速转动,细线 AB 刚好被拉直成水平状态,求此时的角速度 ω_1 的大小;

(2)若装置匀速转动的角速度 $\omega_2=\frac{5\sqrt{6}}{3}\text{ rad/s}$,求细线 AB 和 AC 上的张力大小 F_{TAB} 、 F_{TAC} .



考点 2: 生活中的圆周运动

13.(多选)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 10 所示,重力加速度为 g ,则下列说法正确的是()

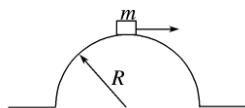


图 10

- 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为 $\frac{1}{2}mg$
 C.若 $v_0 = 0$, 则物体对半球顶点的压力为 mg
 D.若 $v_0 = 0$, 则物体对半球顶点的压力为零

14.如图 11 所示为汽车在水平路面做半径为 R 的转弯的后视图,悬吊在车顶的灯左偏了 θ 角,则: (重力加速度为 g)

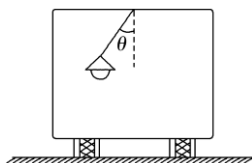


图 11

- (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 μ 是多少? (最大静摩擦力等于滑动摩擦力)

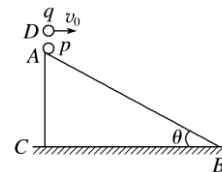
[拓展提升练]

15.(2019·上海交大附中期中)“东风”汽车公司在湖北某地有一试车场,其中有一检测汽车在极限状态下车速的试车道,该试车道呈碗状,如图 13 所示.有一质量为 $m = 1\text{ t}$ 的小汽车在 A 车道上飞驰,已知该车道转弯半径 R 为 150 m ,路面倾斜角为 $\theta = 45^\circ$ (与水平面夹角),路面与车胎间的动摩擦因数 μ 为 0.25 ,重力加速度 g 取 10 m/s^2 ,求汽车所能允许的最大车速.



图 13

16.如图 13 所示,斜面体 ABC 固定在水平地面上,小球 p 从 A 点静止下滑.当小球 p 开始下滑时,另一小球 q 从 A 点正上方的 D 点水平抛出,两球同时到达斜面底端的 B 处.已知斜面 AB 光滑,长度 $l=2.5\text{ m}$,斜面倾角 $\theta=30^\circ$.不计空气阻力, g 取 10 m/s^2 ,求:



(1)小球 p 从 A 点滑到 B 点的时间;

(2)小球 q 抛出时初速度的大小.

17.(2019·天津市实验中学期中)如图 14 为一游戏中某个环节的示意图.参与游戏的选手会遇到一个人造山谷 AOB , AO 是高 $h=3\text{ m}$ 的竖直峭壁, OB 是以 A 点为圆心的弧形坡, $\angle OAB=60^\circ$, B 点右侧是一段水平跑道.选手可以自 A 点借助绳索降到 O 点后再爬上跑道,但身体素质好的选手会选择自 A 点直接跃上水平跑道.选手可视为质点,忽略空气阻力,重力加速度 g 取 10 m/s^2 .

(1)若选手以速度 v_0 在 A 点水平跳出后,能落到水平跑道上,求 v_0 的最小值;

(2)若选手以速度 $v_1=4\text{ m/s}$ 在 A 点水平跳出,求该选手在空中的运动时间.

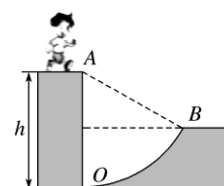


图 14