

高一必修(第二册)答案页第 2 期

(1)由图可知,向心力 $F=Mgtan\alpha$,由牛顿第二定律有

$$Mgtan\alpha=M\frac{v^2}{R}$$

$$\text{解得 } tan\alpha=\frac{v^2}{gR};$$

(2)由图可知,向心力 F 可看作合力 F' 在水平方向的分力,而 F' 又是水平方向的静摩擦力 f 和支持力 N 的合力,所以静摩擦力 f 在数值上就等于向心力 F ,即 $f=Mgtan\alpha=\frac{Mv^2}{R}$ 。

$$8.(1)10\text{m/s} \quad (2)7.5\text{m}$$

提示 (1)赛车在土堆顶部做圆周运动,且恰能离开,故重力刚好提供向心力,由牛顿第二定律,得 $mg=m\frac{v^2}{R}$

$$\text{解得 } v=\sqrt{gR}=10\text{m/s};$$

(2)赛车离开土堆顶部后做平抛运动,落到斜坡上时速度与水平方向夹角为 37° ,则有 $\tan 37^\circ =$

$$\frac{v_y}{v_x}=\frac{gt}{v}$$

$$\text{解得 } t=\frac{v\tan 37^\circ}{g}=0.75\text{s}$$

则落到斜坡上的位置距离土堆顶部的水平距离 $x=vt=7.5\text{m}$ 。

B 卷

一、选择题

1.D

提示 土豆做匀速圆周运动,合力提供向心力,受重力和弹力,根据牛顿第二定律有:水平方向 $F_x=m\omega^2R$,竖直方向 $F_y=mg$,故合力为 $F=\sqrt{F_x^2+F_y^2}=\sqrt{m^2g^2+m^2\omega^4R^2}$,故本题选 D。

2.AC

提示 设物体受到的支持力为 F_N ,若 $v_0=\sqrt{gR}$,则 $mg-F_N=m\frac{v_0^2}{R}$,得 $F_N=0$,则物体对半球顶点无压力,A 正确;若 $v_0=\frac{1}{2}\sqrt{gR}$,则 $mg-F_N=m\frac{v_0^2}{R}$,得

$$F_N=\frac{3}{4}mg, \text{则物体对半球顶点的压力为 } \frac{3}{4}mg. \text{ B 错}$$

误;若 $v_0=0$,根据牛顿第二定律 $mg-F_N=m\frac{v_0^2}{R}=0$,得 $F_N=mg$,物体对半球顶点的压力为 mg ,C 正确,D 错误。

二、计算题

$$3.(1)20\text{rad/s} \quad (2)10\sqrt{2}\text{rad/s}$$

提示 (1)设转轴的角速度为 ω ,当试管运动到最高处时,试管底所受的压力最小,设为 F_{N1} ,则 $mg+F_{N1}'=m\omega^2r$.当试管运动到最低处时,试管底所受的压力最大,设为 F_{N2} ,则有 $F_{N2}'-mg=m\omega^2r$.由题意知 $F_{N2}=3F_{N1}$,代入数据可得 $\omega=20\text{rad/s}$ 。

(2)小球脱离试管应发生在试管到达最高处时,此时

$$F_{N1}=0, \text{所以 } mg=m\omega'^2r$$

$$\text{则 } \omega'=10\sqrt{2}\text{rad/s}$$

即 $\omega'=10\sqrt{2}\text{rad/s}$ 时,小球恰好与试管底脱离接触。



扫码获取报纸
相关内容课件

物理人教

第 5 期

2 版随堂练习

§6.4 生活中的圆周运动

一、选择题

1.B

提示 安全溜冰时所需的向心力应不大于最大静摩擦力,即 $m\frac{v^2}{R}\leqslant kmg$,故 $v\leqslant\sqrt{kgR}$ 。

大静摩擦力,即 $m\frac{v^2}{R}\leqslant kmg$,故 $v\leqslant\sqrt{kgR}$ 。

2.C

提示 设赛车的质量为 m ,赛车受力如图 1 所示,可见 $F_{\text{合}}=mgtan\theta$,而 $F_{\text{合}}=m\frac{v^2}{r}$,故 $v=\sqrt{grtan\theta}$ 。

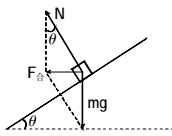


图 1

3.D

提示 离心运动并不是物体受到离心力的作用,而是提供的合外力突然消失或者不足以提供所需的向心力,故 A、B 错误;若向心力突然消失,物体将做匀速直线运动,运动方向不是沿半径方向,而是将沿这一位置的切线方向飞出,故 C 错误,D 正确。

二、计算题

$$4.(1)9500\text{N} \quad (2)\text{做平抛运动}$$

提示 (1)由几何关系得 $R^2=(R-h)^2+\left(\frac{L}{2}\right)^2$,则桥面圆弧半径 $R=260\text{m}$,在桥顶时,以小汽车为

研究对象,由牛顿第二定律得 $mg-F_N=m\frac{v^2}{R}$

$$\text{得 } F_N=9500\text{N}$$

由牛顿第三定律得小汽车对桥面的压力大小为 $F'_N=F_N=9500\text{N}$;

(2)假设在桥顶时桥所受压力为零,则对小汽车由牛顿第二定律有 $mg=\frac{mv^2}{R}$

$$\text{解得 } v=\sqrt{gR}=10\sqrt{26}\text{m/s}$$

若小汽车通过桥顶处的速度为 $10\sqrt{26}\text{m/s}$ 时,小汽车对桥面没有压力,只受到重力作用,所以之后小汽车将做平抛运动。

3 版同步检测

A 卷

一、选择题

1.ACD

提示 用洗衣机脱水,是利用了离心现象,故 A 正确;汽车转弯时要减速,是防止离心现象,故 B 错误;用离心沉淀器分离物质,是利用了离心现象,故 C 正确;转动雨伞,可以去除雨伞上的一些水,是利用了离心现象,故 D 正确。

2.A

提示 对石子受力分析,在没有被甩出之前,受重力、支持力、圆盘的静摩擦力三个力的作用,静摩擦力提供向心力,根据牛顿第二定律有 $f=m\omega^2r$,当角速度增大时,两石子所受静摩擦力也在增大,当静摩擦力达到最大静摩擦力时,石子

正确;根据公式 $M'=\rho'\cdot\frac{4}{3}\pi R'^3=\frac{\rho'}{2}\times\frac{4}{3}\pi\left(\frac{R}{3}\right)^3=\frac{2\pi R^3\rho}{81}$,故 D 错误。

8.CD

提示 根据万有引力等于向心力 $G\frac{Mm}{r^2}=m\frac{v^2}{r}$,

$$v=\sqrt{\frac{GM}{r}}, \text{所以卫星 B 的速度小于地球的第一}$$

宇宙速度,故 A 错误;根据 $v=\sqrt{\frac{GM}{r}}$,B 位于离地高度等于地球半径的圆形轨道上,C 是地球同步卫星,所以 $v_B>v_C$,对于放在赤道上的物体 A 和同步卫星 C 有相同的周期和角速度,根据 $v=r\omega$,所以 $v_C>v_A$,所以 $v_B>v_A$,故 B 错误;对于放在赤道上的物体 A 和同步卫星 C 有相同的周期和角速度,所以 $T_A=T_C$,根据万有引力等于向心力 $G\frac{Mm}{r^2}=$

$m\left(\frac{2\pi}{T}\right)^2r$ 得 $T=\sqrt{\frac{4\pi^2r^3}{GM}}$,B 位于离地高度等于地球半径的圆形轨道上,C 是地球同步卫星,所以 $T_C>T_B$,周期大小关系为 $T_A=T_C>T_B$,故 C 正确;若卫星 B 要靠近 C 所在轨道,需要先加速,做离心运动,故 D 正确。

二、计算题

$$9.\rho=\frac{30\pi}{GT^2}$$

提示 设星球的质量为 M ,半径为 R ,两极表面重力加速度为 g' ,平均密度为 ρ ,砝码的质量为 m 。砝码在赤道上失重 $\Delta F=(1-90\%)mg'=0.1mg'$,表明在赤道上随星球自转做圆周运动的向心力 $F=\Delta F=0.1mg'$ 。

而一昼夜的时间 T 就是星球的自转周期。根据牛顿第二定律,可得

$$0.1mg'=m\left(\frac{2\pi}{T}\right)^2R \quad \text{①}$$

根据万有引力定律,星球两极表面的重力加速度为

$$g'=G\frac{M}{R^2}=\frac{4}{3}G\pi\rho R \quad \text{②}$$

联立①②式,得星球平均密度的估算式为

$$\rho=\frac{30\pi}{GT^2}。$$

B 卷

一、选择题

1.B

提示 根据万有引力提供向心力 $m_A\omega^2r_A=m_B\omega^2r_B$,因为 $r_A>r_B$,所以 $m_A<m_B$,即 A 的质量一定小于 B 的质量,故 A 错误;双星系统角速度相等,则周期相等,根据 $v=\omega r$ 可知, $v_A>v_B$,故 B 正确,C、D 错误。

2.B

提示 物体在地球的两极时 $mg_0=G\frac{Mm}{R^2}$,物体在赤道上时 $mg+m\left(\frac{2\pi}{T}\right)^2R=G\frac{Mm}{R^2}$,地球质量

$$M=\frac{4}{3}\pi R^3\cdot\rho, \text{以上三式联立解得地球的密度 } \rho=$$

$$\frac{3\pi g_0}{GT^2(g_0-g)}。 \text{故选项 B 正确,选项 A、C、D 错误。}$$

二、计算题

$$3.(1)\frac{2v_0}{t} \quad (2)\sqrt{\frac{v_0R^2T^2}{2t\pi^2}}-R$$

提示 (1)由竖直上抛运动可知 $t=2\frac{v_0}{g}$

$$\text{解得 } g=\frac{2v_0}{t};$$

$$(2)\text{在月球表面 } G\frac{Mm}{R^2}=mg$$

$$\text{对探测器 } G\frac{Mm}{(R+H)^2}=m(R+H)\left(\frac{2\pi}{T}\right)^2$$

$$\text{解得 } H=\sqrt[3]{\frac{v_0R^2T^2}{2t\pi^2}}-R。$$

物体“飘”起来时只受万有引力

$$\text{故 } F=ma', a'=g+a$$

$$\text{又由于 } g+a=\omega'^2r=(2\pi n')^2r$$

$$\text{联立解得 } \frac{n'}{n}=\sqrt{\frac{a+g}{a}}。$$

3 版同步检测

A 卷

一、选择题

1.ABC

提示 牛顿力学时空观认为时间和空间都是与外界事物无关的、绝对的,A、B、C 属于牛顿力学时空观;D 属于相对论时空观。

2.CD

提示 宇航员所受合外力提供做圆周运动的向心力,A 错误;宇航员处于失重状态,但宇航员仍受重力的作用,B 错误;宇航员处于失重状态,不能用弹簧测力计测量物体的重力,C 正确;根据 $\frac{GMm}{r^2}=mg$ 可知,载人空间站离月球越远,即 r 越大,宇航员所受到的重力越小,D 正确。

3.D

提示 根据万有引力提供圆周运动的向心力可知 $G\frac{Mm}{r^2}=ma$,根据表达式可以求出中心天体的质量。木星绕太阳公转的周期和轨道半径可以计算中心天体太阳的质量,因为木星是环绕天体,故不能计算木星的质量,故 A、B 错误;已知木星的半径但不知道卫星轨道半径就不能求出卫星的向心力,故不能求出中心天体木星的质量,故 C 错误;根据 $G\frac{Mm}{r^2}=m\left(\frac{2\pi}{T}\right)^2r$,已知 T 和 r 可以求出木星的质量,故 D 正确。

4.AC

提示 在距地面高为 h 处做匀速圆周运动的卫星,由万有引力提供向心力,则 $G\frac{Mm}{(R+h)^2}=m\frac{v^2}{R+h}=m(R+h)\left(\frac{2\pi}{T}\right)^2$, $G\frac{M}{R^2}=g$,所以 $v=\sqrt{\frac{GM}{R+h}}$

$$=\sqrt{\frac{gR^2}{R+h}}, \text{当 } h=0 \text{ 时线速度最大,为 } v=\sqrt{gR}, \text{选}$$

项 A 正确;周期 $T=2\pi\sqrt{\frac{(R+h)^3}{gR^2}}$,当 $h=0$ 时,最

$$\text{小周期 } T_0=2\pi\sqrt{\frac{R}{g}}, \text{选项 B 错误;在距地面高为}$$

$$R \text{ 处的绕行速度 } v'=\sqrt{\frac{gR}{2}}, \text{选项 C 正确;在距地}$$

$$\text{面高为 } R \text{ 处的周期为 } T'=4\pi\sqrt{\frac{2R}{g}}, \text{选项 D 错误。}$$

5.A

提示 在北极,根据 $h=\frac{1}{2}gt_1^2$,得 $g=\frac{2h}{t_1^2}$,根据 $G\frac{Mm}{R^2}=mg$,得星球的质量为 $M=\frac{gR^2}{G}=\frac{2hR^2}{Gt_1^2}$,则

$$\text{星球的密度为 } \rho=\frac{M}{V}=\frac{\frac{2hR^2}{Gt_1^2}}{\frac{4}{3}\pi R^3}=\frac{3h}{2\pi Gt_1^2R}, \text{故 A 正}$$

确,B、C、D 错误。

6.BD

提示 若外层的环为土星的一部分,则它们各部分转动的角速度 ω 相等,由 $v=\omega R$ 知 $v\propto R$,A 错误,B 正确;若是土星的卫星群,则由 $G\frac{Mm}{R^2}=$

$$m\frac{v^2}{R}, \text{得 } v^2\propto\frac{1}{R}, \text{故 C 错误,D 正确。}$$

7.BC

$$\text{提示 根据第一宇宙速度 } v_1=\sqrt{gR'}=\frac{\sqrt{2gR}}{6},$$

$$\text{故 A 错误;根据题意,第二宇宙速度 } v_2=\sqrt{2}v_1=$$

$$\frac{\sqrt{gR}}{3}, \text{故 B 正确;根据公式 } gR^2=GM, \text{且 } M=$$

$$\rho\frac{4}{3}\pi R^3, \text{故 } \rho=\frac{3g}{4GR\pi}, \text{所以 } \rho'=\frac{1}{6}\times\frac{3}{1}\rho=\frac{\rho}{2}, \text{故 C}$$

第 8 期

2 版随堂练习

§7.3 万有引力理论的成就

1.ABD

提示 开普勒对天体圆周运动提出质疑,指出了行星绕太阳运动的轨道不是圆,而是椭圆,故 A 正确;当初发现天王星后,人们发现天王星的实际轨道和按照理论计算的总是不符合。所以人们怀疑在天王星的轨道外有一颗未知的大行星存在,它的引力干扰了天王星的运行。于是人们先计算了这颗行星应该在的位置,然后去那里寻找,果然发现了这颗行星,所以叫它“笔尖下发现的行星”,故 B 正确。发现了万有引力定律的是牛顿,不是开普勒,故 C 错误。卡文迪什第一次在实验室里用扭秤实验测出了引力常量 G ,故 D 正确。

2.D

提示 根据 $G\frac{Mm}{R^2}=mR\frac{4\pi^2}{T^2}$ 得,行星的质量 $M=\frac{4\pi^2R^3}{GT^2}$,由于行星的半径未知,故无法求出行

星的质量,故 A、B 错误;根据 $G\frac{Mm}{R^2}=mg$,行星表

面的重力加速度 $g=\frac{GM}{R^2}=\frac{4\pi^2R}{T^2}$,由于行星的半径未知,故无法求出行星表面的重力加速度,故

$$\text{C 错误;行星的密度 } \rho=\frac{M}{V}=\frac{\frac{4\pi^2R^3}{GT^2}}{\frac{4}{3}\pi R^3}=\frac{3\pi}{GT^2}, \text{周期}$$

T 已知,可以求出行星的平均密度,故 D 正确。

3.D

提示 根据万有引力提供向心力得 $\frac{GMm}{r^2}=m\frac{v^2}{r}$,解得运行速度为 $v=\sqrt{\frac{GM}{r}}$,故 D 正确,A、

B、C 错误。

§7.4 宇宙航行

§7.5 相对论时空观与牛顿力学的局限性

一、选择题

1.B

提示 经典力学的适用范围是宏观、低速情形,子弹的飞行、人造卫星绕地球的运行、列车的运动,经典力学能适用;对于微观高速的情形经典力学不适用,故选 B。

2.A

提示 第一宇宙速度是近地卫星的环绕速度,对于近地卫星,其轨道半径近似等于星球半径,所受万有引力提供其做匀速圆周运动的向心力,根据万有引力定律和牛顿第二定律得 $G\frac{Mm}{r^2}=m\frac{v^2}{r}$,解得 $v=\sqrt{\frac{GM}{r}}$ 。因为行星的质量 M' 是地

球质量 M 的 6 倍,半径 R' 是地球半径 R 的 1.5

$$\text{倍,故 } \frac{v'}{v}=\frac{\sqrt{\frac{GM'}{R'}}}{\sqrt{\frac{GM}{R}}}=\sqrt{\frac{M'R}{MR'}}=2, \text{即 } v'=2v=2\times$$

$$8\text{km/s}=16\text{km/s}. \text{ A 正确。}$$

3.A

提示 由万有引力定律和牛顿第二定律有 $G\frac{Mm}{r^2}=mr\omega^2=m\frac{4\pi^2}{T^2}r=m\frac{v^2}{r}=ma$,可得 $T=2\pi\sqrt{\frac{r^3}{GM}}$, $\omega=\sqrt{\frac{GM}{r^3}}$, $v=\sqrt{\frac{GM}{r}}$, $a=\frac{GM}{r^2}$,又由题意可知,“高分四号”的轨道半径 r_1 大于“高分五号”的轨道半径 r_2 ,故可知“高分五号”的周期较小,选项 A 正确。

二、计算题

$$4.\sqrt{\frac{a+g}{a}}$$

提示 物体随地球自转时,赤道上物体受万有引力和支持力,支持力等于重力,即

$$F-G=ma=m\omega^2r=m(2\pi n)^2r$$

一、选择题

1.D

提示 自行车赛道倾斜,就是应用了支持力与重力的合力提供向心力,防止产生离心运动,故 **A** 错误;因为 $F_n=m\frac{v^2}{r}$,所以速度越快所需的向心力就越大,汽车转弯时要限制速度,来减小汽车所需的向心力,防止发生离心运动,故 **B** 错误;汽车上坡前加速,与离心运动无关,故 **C** 错误;拖把利用旋转脱水,就是利用离心运动,故 **D** 正确。

2.A

提示 因 M、N 两点转动的角速度相等,转速相等,则周期相等,根据 $v=r\omega$ 知,M 点转动的半径小,则 M 点的线速度小于 N 点的线速度, **A** 正确, **B**、**C**、**D** 错误。

3.B

提示 飞机速度方向不断变化,则速度不断变化, **A** 错误;飞机做曲线运动,则所受合力不为零, **B** 正确;飞机做曲线运动,其合力指向曲线的凹面,故 A、B 两点均受到空气作用力,不可能只受重力作用,且在 B 处,空气对飞机的作用力与速度方向不是相反的, **C**、**D** 错误。

4.B

提示 根据 $x=vt$, $h=\frac{1}{2}gt^2$,解得 $v=x\sqrt{\frac{g}{2h}}$, a 的水平位移 x 较小,但是竖直位移 h 较大,可知初速度 v 较小,即 $v_A<v_B$,选项 **A** 错误, **B** 正确;碰到台面时的速度 $v'=\sqrt{v^2+2gh}$,因 a 的水平速度较小,但是竖直高度较大,因此无法判断两球碰到台面上的速度关系,选项 **C**、**D** 错误。

5.BC

提示 由题可知, v 的极小值为 0,选项 **A** 错误;当 v 的范围在 $0\sim\sqrt{gR}$ 范围内逐渐变大时,根据 $mg-F_N=m\frac{v^2}{R}$ 可知, F_N 逐渐减小;当 v 在大于 \sqrt{gR} 范围内逐渐变大时,根据 $mg+F_N=m\frac{v^2}{R}$ 可知, F_N 逐渐变大,故选项 **B**、**C** 正确, **D** 错误。

6.C

提示 根据 A 和 B 靠摩擦传动可知, A 和 B 边缘的线速度相等,即 $R_A\omega_A=R_B\omega_B$,又 $R_A=2R_B$,得 $\omega_B=2\omega_A$,又根据在 A 轮边缘放置的小木块恰能相对静止,得 $\mu mg=mR_A\omega_A^2$,设小木块放在 B 轮上相

对 B 轮也静止时,距 B 轮转轴的最大距离为 R'_B ,

则 $\mu mg=mR'_B\omega_B^2$,联立可得 $R'_B=\frac{R_B}{2}$ 。

7.BC

提示 摩托车受力如图 1 所示,由于 $F_N=mg\cos\theta$,所以摩托车受到侧壁的支持力与高度无关保持不变,摩托车对侧壁的压力 F'_N 也不变, **A** 错误;由 $F_n=mgtan\theta=m\frac{v^2}{r}=m\omega^2r=m(\frac{2\pi}{T})^2r$ 知, h 变化时向心力 F_n 不变,但高度升高 r 变大,所以线速度变大,角速度变小,周期变大,选项 **B**、**C** 正确, **D** 错误。

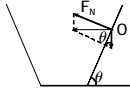


图 1

8.D

提示 在转动过程中, A、B 两座椅的角速度相等,但由于 B 座椅的半径比较大,故 B 座椅的线速度比较大,向心加速度也比较大, **A**、**B** 错误; A、B 两座椅所需向心力不等,而重力相同,故缆绳与竖直方向的夹角不等, **C** 错误;根据 $F=m\omega^2r$ 判断 A 座椅的向心力较小,所受拉力也较小, **D** 正确。

9.D

提示 当 B 不受摩擦力时,受力分析如图 2 所示,根据牛顿第二定律得 $mgtan\beta=m\omega_B^2Rsin\beta$,解得 $\omega_B=\sqrt{\frac{g}{Rcos\beta}}$,同理可得,当 A 不受摩擦力时, $\omega_A=\sqrt{\frac{g}{Rcos\alpha}}$,可知物块转动角速度与物块的质量无关,所以无法判断质量的大小关系,由于 $\alpha>\beta$,所以 $\omega_A>\omega_B$,则 A、B 受到的摩擦力不可能同时为零,选项 **A**、**B** 错误;若 A 不受摩擦力,此时转台的角速度为 ω_A ,所以物块 B 的向心力大于摩擦力为零时的向心力,此时 B 受沿容器壁向下的摩擦力,如果转台角速度从 ω_A 开始增大, A、B 的向心力都增大,所受的摩擦力都增大,选项 **C** 错误, **D** 正确。

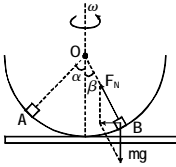


图 2

10.ABD

提示 两根绳子都伸直, AC 绳一定有拉力,

且由竖直方向受力平衡有 $T_{AC}\cos\theta=mg$,解得 $T_{AC}=\frac{mg}{\cos\theta}$, **B** 正确;对小球,由牛顿第二定律有 $mgtan\theta+T_{BC}=ma_n=m\omega^2r$, BC 绳的拉力 $T_{BC}\geq 0$,所以小球的向心加速度 $a_n\geq gtan\theta$, **A** 正确; ω 如果略微减小, T_{BC} 减小, θ 可能不变, **C** 错误; ω 如果缓慢增加, T_{AC} 不变, T_{BC} 增加, BC 绳一定先断, **D** 正确。

二、计算题

11.(1)6rad/s (2)6m

提示 (1)对小球受力分析,根据牛顿第二定律和向心力的公式可得 $F-mg=m\omega^2r$

所以 $\omega=\sqrt{\frac{F-mg}{mr}}=6\text{rad/s}$;

(2)由 $v=\omega r$ 可得,绳断时小球的线速度大小为 $v=6\text{m/s}$

绳断后,小球做平抛运动

水平方向上 $x=vt$

竖直方向上 $h-r=\frac{1}{2}gt^2$

联立两式代入数据得 $x=6\text{m}$

小球落地点与抛出点间的水平距离是 6m。

12.(1)2m/s (2) $\frac{2\sqrt{3}}{5}$ m,0.6m (3)不能

击中

提示 (1)对小球到达 A 点的速度进行分解,有

$v_0=v_A\cos 60^\circ=2\text{m/s}$;

(2)竖直方向的分速度为 $v_y=v_A\sin 60^\circ=2\sqrt{3}\text{ m/s}$

P 点到 A 点的下落时间 $t=\frac{v_y}{g}=\frac{\sqrt{3}}{5}\text{ s}$

由平抛运动规律得 $v_y^2=2gh$, $x=v_0t$

联立解得 $x=\frac{2}{5}\sqrt{3}\text{ m}$, $h=0.6\text{m}$;

(3)设小球在 C 点速度为 v_C 时,刚好能击中 A 点,则有

水平方向: $Rsin 60^\circ=v_Ct_C$

竖直方向: $Rcos 60^\circ+R=\frac{1}{2}gt_C^2$

联立解得 $v_C=\frac{\sqrt{3}}{2}\text{ m/s}$

设小球在圆周轨道最高点的最小速度为 v ,则有

$mg=m\frac{v^2}{R}$

得 $v=\sqrt{3}\text{ m/s}$,因为 $v_C<v$,故小球不能击中 A 点。

1.D

提示 在太阳系中,地球和所有的行星都绕太阳运转,故太阳是太阳系的中心,而在整个宇宙中,太阳也是不断绕着其他天体运转,故太阳不是宇宙的中心, **A**、**B** 错误;天体的运动有很多是椭圆的,或更为复杂的轨迹, **C** 错误;开普勒通过对第谷大量观测数据的深入研究,得出的行星绕太阳运动的轨道是椭圆的结论, **D** 正确。

2.AC

提示 开普勒第三定律公式 $\frac{a^3}{T^2}=k$ 中的 T 是指行星的公转周期而不是自转周期,其中 k 是由中心天体决定的,不同的中心天体 k 值不同。选项 **A**、**C** 正确。

3.D

提示 设地球半径为 R,则行星的半径为 4R,根据开普勒第三定律,得 $\frac{R^3}{T_2^2}=\frac{(4R)^3}{T_行^2}$,解得 $T_行=\sqrt{4^3}T=8T$,地球的公转周期为 1 年,则说明该行星的公转周期为 8 年,故 **D** 正确。

4.C

提示 由于 $r_正=\frac{1}{9}r_月$, $T_月=27$ 天,由开普勒第三定律 $\frac{r_月^3}{T_月^2}=\frac{r_正^3}{T_正^2}$,可得 $T_正=1$ 天,故选项 **C** 正确。

§7.2 万有引力定律

1.CD

提示 任何有质量的物体间都存在相互作用的引力,故称万有引力, **A** 错误;两个质量分布均匀的球体间的万有引力也能用 $F=\frac{Gm_1m_2}{r^2}$ 来计算, **B** 错误;物体间的万有引力与它们之间的距离 r 的二次方成反比,故 r 减小,它们间的引力增大, **C** 正确;引力常量的测出,证明了万有引力定律的正确性, **D** 正确。

2.A

提示 牛顿根据行星的运动规律和牛顿运动定律推导出了万有引力定律,100 多年后,由英国物理学家卡文迪什利用扭秤装置巧妙地测量出了两个铁球间的引力,从而第一次较为准确地得到万有引力常量,故选项 **A** 正确。

3.C

提示 $F_地=\frac{GM_地m}{r_0^2}$, $F_星=\frac{GMm}{r^2}=\frac{1}{2}GM_地m\left(\frac{1}{2}r_0\right)^2=2\frac{GM_地m}{r_0^2}=2F_地$,选项 **C** 正确。

4.D

提示 地面上 $F=G\frac{Mm}{R^2}$,高度为 h 处 $F'=G\frac{Mm}{(R+h)^2}$,因为 $F'=\frac{1}{2}F$,所以 $\frac{(R+h)^2}{R^2}=\frac{2}{1}$,所以 $h=(\sqrt{2}-1)R$,故 **D** 正确, **A**、**B**、**C** 错误。

一、选择题

1.BD

提示 行星的运动轨迹是椭圆,故做变速曲线运动, **A** 错误, **B** 正确;行星与太阳的连线在相等时间内扫过的面积相等,所以在近日点时线速度大, **C** 错误, **D** 正确。

2.A

提示 根据万有引力定律公式 $F=\frac{GMm}{r^2}$ 得,将这两个质点之间的距离变为原来的 2 倍,则万有引力的大小变为原来的 $\frac{1}{4}$,故万有引力变为 $\frac{F}{4}$,选项 **A** 正确。

3.A

提示 根据开普勒第三定律,所有行星的轨道的半长轴的三次方跟公转周期的二次方的比值都相等,即 $\frac{a^3}{T^2}=k$,则 $a^3=kT^2$,选项 **A** 正确。

4.D

提示 根据万有引力公式 $F=\frac{GMm}{r^2}$,质量分布均匀的球体间的距离指球心间距离,故两球间的万有引力 $F=\frac{G\cdot m\cdot 6m}{R^2}=\frac{6Gm^2}{R^2}$,故 **D** 项正确。

5.C

提示 卫星 B 距地心为 3R,根据万有引力的表达式,可知受到的万有引力为 $F=\frac{GMm}{(2R+R)^2}=\frac{GMm}{9R^2}$;卫星 A 距地心为 2R,受到的万有引力为

$F'=\frac{GMm}{(R+R)^2}=\frac{GMm}{4R^2}$,则有 $F'=\frac{9}{4}F$,故 **A**、**B**、**D** 错误, **C** 正确。

6.C

提示 由 $F=\frac{GMm}{r^2}$ 可得, $F_地=\frac{GMm_地}{r_地^2}$, $F_火=\frac{GMm_火}{r_火^2}$,则 $\frac{F_地}{F_火}=\frac{m_地r_火^2}{m_火r_地^2}=\frac{1}{0.1}\times\frac{1.5^2}{1^2}=22.5$,选项 **C** 正确。

7.A

提示 设实心球的密度为 ρ ,实心球的质量为 M,则有 $M=\rho\cdot\frac{4}{3}\pi R^3$,在 $x_1=\frac{R}{2}$ 处,小物体受到的引力为 $F_1=G\frac{M'm}{\left(\frac{R}{2}\right)^2}$,其中 $M'=\rho\cdot\frac{4}{3}\pi\left(\frac{R}{2}\right)^3$,可得

$F_1=G\frac{Mm}{2R^2}$;在 $x_2=\frac{3}{2}R$ 处,小物体受到的引力为

$F_2=G\frac{Mm}{\left(\frac{3}{2}R\right)^2}$,所以 $F_1:F_2=9:8$, **A** 正确。

二、计算题

8. 1.45×10^5 s

提示 设地球绕太阳运动的轨道半径为 R_0 ,则小行星绕太阳运动的轨道半径为 $R=2.77R_0$ 。已知地球绕太阳运动的周期为 $T_0=365$ 天,即 $T_0=31536000$ s

依据 $\frac{R^3}{T^3}=k$ 可得

对地球绕太阳运动有 $\frac{R_0^3}{T_0^3}=k$

对小行星绕太阳运动有 $\frac{R^3}{T^3}=k$

联立上述两式解得 $T=\sqrt{\frac{R^3}{R_0^3}}\cdot T_0$

将 $R=2.77R_0$ 代入上式解得 $T=\sqrt{2.77^3}T_0$ 。所以该小行星绕太阳一周所用时间为

$T=\sqrt{2.77^3}T_0=1.45\times 10^5$ s。

9.(1)222.2N (2)3.375m

提示 (1)忽略自转,由 $mg=G\frac{Mm}{R^2}$,得 $g=G\frac{GM}{R^2}$

在地球上有 $g=\frac{GM}{R^2}$

在火星上有 $g'=\frac{G\cdot\frac{1}{9}M}{\left(\frac{1}{2}R\right)^2}$

所以 $g'=\frac{40}{9}\text{m/s}^2$

那么宇航员在火星上所受的重力

$G'=mg'=50\times\frac{40}{9}\text{N}=222.2\text{N}$;

(2)在地球上,宇航员跳起的高度为 $h=\frac{v_0^2}{2g}$

在火星上,宇航员跳起的高度

$h'=\frac{v_0^2}{2g'}$

联立以上两式得 $h'=3.375\text{m}$ 。

B 卷

一、选择题

1.C

提示 设月球质量为 m,则地球质量为 $81m$,地月间距离为 r,飞行器质量为 m_0 ,当飞行器距月球为 r' 时,地球对它的引力等于月球对它的引力,则 $G\frac{mm_0}{r'^2}=G\frac{81mm_0}{(r-r')^2}$,所以 $\frac{r-r'}{r'}=9$, $r=10r'$, $r':r=1:10$,故选项 **C** 正确。

2.BD

提示 因为 a 的轨道半径小于 b 的轨道半径,则根据开普勒第三定律 $\frac{a^3}{T^2}=k$,得 $T_1<T_2$, **A** 错误, **B** 正确;根据开普勒第二定律知,卫星在远地点 a 的速度大于在近地点 b 的速度, **C** 错误, **D** 正确。

二、计算题

3.(1) $\frac{2v_0tan\theta}{t}$ (2) $\frac{2v_0R^2tan\alpha}{Gt}$

提示 (1)根据平抛运动知识,可得

$tan\alpha=\frac{y}{x}=\frac{\frac{1}{2}gt^2}{v_0t}=\frac{gt}{2v_0}$

解得 $g=\frac{2v_0tan\theta}{t}$;

(2)根据万有引力等于重力,则有 $\frac{GMm}{R^2}=mg$

解得 $M=\frac{gR^2}{G}=\frac{2v_0R^2tan\alpha}{Gt}$ 。