

## 高一必修(第二册)答案页第 2 期

(3)车刚好不打滑,有

$$\mu Mg = M \frac{v^2}{R}, \text{得 } \mu = \tan \theta。$$

$$9.(1) \frac{v^2}{gR} \quad (2) \frac{Mv^2}{R}$$

提示 如图 2 所示,骑车转弯时,为了不摔倒必须将身体向内侧倾斜。由图可知,当骑车人身体与竖直方向成  $\alpha$  角时,静摩擦力  $f$  与地面的支持力  $N$  的合力  $F'$  通过共同的质心  $O$ ,合力  $F'$  再与重力的合力  $F$  维持自行车做匀速圆周运动所需要的向心力。

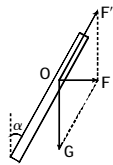


图 2

(1)由图可知,向心力  $F = Mg \tan \alpha$ ,由牛顿第二定律有

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

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

(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  $f = Mg \tan \alpha = \frac{Mv^2}{R}$ 。

B 卷

## 一、选择题

1.C

提示 A、B 共轴转动,角速度相等,由  $v = \omega r$  知,A 转动的半径较大,则 A 的线速度较大,故选项 A 错误;根据  $T = \frac{2\pi}{\omega}$  知,角速度相等,则 A、B 运动的周期相等,故选项 B 错误;弹力提供 A、B 做圆周运动所需的向心力,由  $N = m\omega^2 r$  知,A 的半径大,则  $N_A > N_B$ ,竖直方向上,重力和静摩擦力平衡,两物体所受重力相等,则摩擦力相等,即  $F_{fA} = F_{fB}$ ,故选项 C 正确,D 错误。

2.BC

提示 若小球通过 B 点时做圆周运动,则有  $mg - N = m \frac{v^2}{R}$ ,而当  $v = \sqrt{gR}$  时, $N = 0$ ,说明小球通过 B 点做平抛运动,所以有  $s = vt$ , $R = \frac{1}{2}gt^2$ ,可得  $s = \sqrt{2}R$ 。故本题选 BC。

## 二、计算题

3.(1)20rad/s

(2) $10\sqrt{2}$  rad/s

提示 (1)设转轴的角速度为  $\omega$ ,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  $mg + F_{N1}' = m\omega^2 r$ 。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  $F_{N2}' - mg = m\omega^2 r$ 。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

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

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

即  $\omega' = 10\sqrt{2}$  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.C

提示 汽车过拱桥时,做圆周运动,在拱桥的顶点,汽车受重力、支持力、牵引力、摩擦力,由重力和支持力的合力提供所需的向心力,方向指向圆心,故选 C。

2.D

提示 车辆转弯时限速和修筑铁路时弯道处内轨低于外轨都是为了防止因为离心运动而产生侧翻危险,转速很高的砂轮半径不能做得太大也是为了防止因离心运动而将砂轮转坏,离心水泵工作是运用了水的离心运动规律,选项 D 正确。

3.C

提示 由于人同飞机一同做匀速圆周运动,地球对人的引力和座椅对人的支持力的合力提供人做匀速圆周运动所需的向心力,即  $F_{引} - F_{支} = m \frac{v^2}{R}$ 。由此可以知道  $F_{引} > F_{支}$ ,由牛顿第三定律  $F_{支} = F_{压}$ ,所以 C 项正确。

4.D

提示 航天器和航天员在太空中受到的合力提供向心力,使航天器和航天员做环绕地球的圆周运动,故 A 错误,D 正确;失重时航天员仍然受到地球引力作用,故 B 错误;失重是普遍现象,任何物体只要对支持物的压力(或对悬挂物的拉力)小于物体所受的重力,均处于失重状态,故 C 错误。

## 二、计算题

5.(1) $10\sqrt{5}$  m/s (2)400N

提示 (1)当汽车对最高点压力刚好为零时,有  $mg = m \frac{v_a^2}{R}$

$$\text{解得 } v_a = \sqrt{gR} = \sqrt{10 \times 50} \text{ m/s} = 10\sqrt{5} \text{ m/s}$$

可知汽车的速度不能超过  $10\sqrt{5}$  m/s;

(2)对乘客分析,根据牛顿第二定律得

$$m'g - F_N = m' \frac{v^2}{R}$$

$$\text{解得 } F_N = m'g - m' \frac{v^2}{R} = \left( 500 - 50 \times \frac{100}{50} \right) \text{ N} = 400 \text{ N}$$

根据牛顿第三定律知,质量为 50kg 的乘客对座位的压力为 400N。

## 3 版同步检测

A 卷

## 一、选择题

1.D

提示 因向心力的方向是指向圆心,与运动线速度垂直的,故向心力不能改变线速度的大小,故 A 错误;链球速度越来越大是由于拉力不指向圆心,与线速度方向夹角小于  $90^\circ$ ,一个分力让链球加速,一个分力提供向心力,故 B、C 错误,D 正确。

2.B

提示 小球随汽车一起做圆周运动,小球的向心力是由重力和弹簧弹力的合力提供的,所以只有弹力减小才能使小球获得指向圆心的向心力,小球才能做圆周运动。弹力减小,弹簧的形变量减小,故  $L_1 > L_2$ ,选项 B 正确。

3.AC

提示 当以  $v$  的速度通过此弯路时,火车重

## 二、计算题

$$9.(1) \frac{GMm}{r^2} \quad (2) \sqrt{\frac{4\pi^2 r^3}{GM}} \quad (3) 3r$$

提示 (1)卫星  $P$  与地球间的万有引力  $F = \frac{GMm}{r^2}$ ;

$$(2) \text{根据 } G \frac{Mm}{r^2} = m \frac{4\pi^2}{T^2} r \text{ 得,卫星 } P \text{ 的运动}$$

$$\text{周期 } T = \sqrt{\frac{4\pi^2 r^3}{GM}};$$

(3)卫星  $Q$  的周期是卫星  $P$  周期的 8 倍,根据  $T = \sqrt{\frac{4\pi^2 r^3}{GM}}$  知,卫星  $Q$  的轨道半径是卫星  $P$  轨道半径的 4 倍,即  $r' = 4r$   
当  $P$ 、 $Q$ 、地球共线且  $P$ 、 $Q$  位于地球同侧时最近,最近距离  $d = 4r - r = 3r$ 。

$$10.(1) \frac{2hv^2}{L^2} \quad (2) \frac{3hv^2}{2\pi GRL^2}$$

提示 (1)小球在星球表面做平抛运动,有

$$L = vt, h = \frac{1}{2}gt^2, \text{解得 } g = \frac{2hv^2}{L^2};$$

$$(2) \text{在星球表面满足 } \frac{GMm}{R^2} = mg$$

$$\text{又 } M = \rho \cdot \frac{4}{3}\pi R^3, \text{解得 } \rho = \frac{3hv^2}{2\pi GRL^2}。$$

B 卷

## 一、选择题

1.BD

提示 因为  $T = \frac{2\pi}{\omega}$ 、 $v = \omega r$ ,因角速度相同,但两行星半径不一定相同,故  $T$  相同、 $v$  不一定相同,A 错误;由  $G \frac{Mm}{r^2} = m\omega^2 r$  和  $G \frac{Mm'}{r'^2} = m'g$ ,得  $g = \omega^2 r$ ,B 正确; $T = 2\pi \sqrt{\frac{r^3}{GM}}$ ,周期相同,无法确定行星质量、半径是否相同,C 错误;因为  $\rho = \frac{M}{\frac{4}{3}\pi r^3} =$

$$\frac{3M}{4\pi r^3}, \text{故 } T = 2\pi \sqrt{\frac{r^3}{GM}} = \sqrt{\frac{3\pi}{G\rho}}。D \text{ 正确。故本题选 BD。}$$

2.C

提示 设地球半径为  $R$ ,密度为  $\rho$ ,则地球对卫星的万有引力提供卫星圆周运动的向心力有

$$m \cdot \frac{4}{3}\pi R^3 \rho \cdot G \frac{m}{R^2} = m \frac{4\pi^2}{T^2} R, \text{可得 } G = \frac{3\pi}{\rho T^2}, \text{设某行星}$$

的半径为  $r$ ,则其同步卫星的轨道半径为  $4r$ ,周期为  $T'$ ,据万有引力提供圆周运动向心力有  $G \frac{Mm}{(4r)^2} =$

$$m \frac{4\pi^2}{T'^2} \cdot 4r, \text{即 } \frac{3\pi}{\rho T'^2} \cdot \rho \frac{4}{3}\pi r^3 = 4r \cdot \frac{4\pi^2}{T'^2}, \text{解得 } T' =$$

8T,故 C 正确。

## 二、计算题

$$3.(1) \frac{3\pi(R+h)^3}{GT^2R^3} \quad (2) \frac{2\pi(R+h)}{T} \sqrt{\frac{R+h}{R}}$$

提示 (1)万有引力提供向心力,由牛顿第二定律得

$$G \frac{Mm}{(R+h)^2} = m \frac{4\pi^2}{T^2} (R+h)$$

$$\text{解得月球的质量为 } M = \frac{4\pi^2(R+h)^3}{GT^2}$$

$$\text{则月球的密度为 } \rho = \frac{M}{V} = \frac{3\pi(R+h)^3}{GT^2R^3};$$

(2)万有引力提供向心力,由牛顿第二定律得

$$G \frac{Mm}{R^2} = m \frac{v^2}{R}$$

$$\text{解得 } v = \frac{2\pi(R+h)}{T} \sqrt{\frac{R+h}{R}}。$$

## 第 8 期

## 2 版随堂练习

## §7.3 万有引力理论的成就

## 一、选择题

1.A

提示 恒星均匀地向四周辐射能量,恒星质量缓慢减小,二者之间万有引力减小,小行星运动的半径增大,根据万有引力提供向心力,知速率减小,角速度减小,加速度减小,选项 A 正确,B、C、D 错误。

2.A

提示 取飞船为研究对象,由  $G \frac{Mm}{R^2} = mR \frac{4\pi^2}{T^2}$

$$\text{及 } M = \frac{4}{3}\pi R^3 \rho, \text{解得 } \rho = \frac{3\pi}{GT^2}, A \text{ 正确。}$$

## 二、计算题

$$3. \frac{2\pi R}{T} \quad \frac{4\pi^2 R^3}{GT^2}$$

$$\text{提示 该行星的线速度 } v = \frac{2\pi R}{T}$$

$$\text{由万有引力定律 } G \frac{Mm}{R^2} = \frac{mv^2}{R}$$

$$\text{解得太阳的质量 } M = \frac{4\pi^2 R^3}{GT^2}。$$

## §7.4 宇宙航行

## §7.5 相对论时空观与牛顿力学的局限性

1.C

提示 经典力学只适用于宏观、低速、弱引力的情况,故 A 项错误;狭义相对论没有否定经典力学,在宏观低速、弱引力情况下,相对论的结论与经典力学没有区别,故 B 项错误;量子力学正确描述了微观粒子运动的规律性,故 C 项正确;万有引力定律只适用于弱引力作用,而对于强引力作用是不适用的,故 D 项错误。

2.A

提示 第一宇宙速度是人造卫星的最小发射速度,同时也是人造地球卫星的最大运行速度,故 A 正确,B、C 错误;第二宇宙速度是物体逃离地球的最小速度,D 错误。

3.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。

4.C

提示 地球人造卫星绕地球做圆周运动的轨道面必定经过地球中心,所以 a、b 均可能是卫星轨道,c 不可能。同步卫星轨道必定在赤道平面内,所以 b 不可能是同步卫星。故本题选 C。

5.C

提示 脱落的陶瓷片与航天飞机具有相同的速度,陶瓷片受到地球的万有引力全部提供其做圆周运动的向心力,情况与航天飞机相同,故陶瓷片仍沿原轨道与航天飞机一起做圆周运动,C 正确,A、B、D 错误。

## 3 版同步检测

A 卷

## 一、选择题

1.D

提示 根据尺缩效应,在尺子长度方向上运动的尺子比静止的尺子短。所以高速列车通过洞口为圆形的隧道时,列车上的司机仍然会观察到圆形的洞口,但是观察到的隧道的长度变短,故选 D。

2.A

提示 行星绕太阳做匀速圆周运动,太阳对行星的引力提供向心力,有  $G \frac{Mm}{r^2} = m \frac{4\pi^2}{T^2} r$ ,所以  $GM = \frac{4\pi^2 r^3}{T^2}$ ,选项 A 正确。

3.C

提示 根据物体做竖直上抛运动的  $v$ - $t$  关系可知, $t = \frac{2v_0}{g}$ ,所以星球表面的重力加速度  $g = \frac{2v_0}{t}$ 。

星球表面重力与万有引力相等, $mg = \frac{GMm}{R^2}$ ,近地

卫星的轨道半径为  $R$ ,由万有引力提供圆周运动向心力有  $\frac{GMm}{R^2} = m \frac{v^2}{R}$ ,联立解得该星球的第一宇宙速度  $v = \sqrt{\frac{2v_0 R}{t}}$ ,故 C 正确。

4.B

提示 设地球的半径为  $R$ ,质量为  $m$  的物体,在两极点时,有  $mg = G \frac{Mm}{R^2}$ ,在赤道时,有  $G \frac{Mm}{R^2} -$

$$mg = mR \left( \frac{2\pi}{T} \right)^2, \text{又地球的密度 } \rho = \frac{M}{\frac{4}{3}\pi R^3}, \text{由以}$$

$$\text{上各式联立得 } \rho = \frac{3\pi g_0}{GT^2(g_0 - g)}, \text{选项 B 正确。}$$

5.AD

提示 由万有引力提供向心力可得  $G \frac{Mm}{R^2} = ma = m \frac{v^2}{R} = m\omega^2 R = m \frac{4\pi^2}{T^2} R$ ,忽略月球自转时,有

$$G \frac{Mm}{R^2} = mg, \text{联立各式解得 } v = \sqrt{\frac{GM}{R}} = \sqrt{gR}, \omega =$$

$$\sqrt{\frac{GM}{R^3}} = \sqrt{\frac{g}{R}}, T = 2\pi \sqrt{\frac{R}{g}}, a = \frac{GM}{R^2}, \text{故选项 AD 正确。}$$

6.B

提示 由  $N = mg$  得  $g = \frac{N}{m}$ 。在行星表面  $G \frac{Mm}{R^2} = mg$ ,卫星绕行星做匀速圆周运动,万有引力提供向心力,则  $G \frac{Mm}{R^2} = m \frac{v^2}{R}$ ,联立以上各式得  $M =$

$$\frac{mv^4}{GN}, \text{故 B 选项正确。}$$

7.AC

提示 月球表面的重力加速度为  $g = \frac{Gm_{月}}{R^2}$ ,以初速度  $v_0$  竖直上抛一个物体,则物体上升的最大高度为  $h = \frac{v_0^2}{2g} = \frac{Rv_0^2}{2Gm_{月}}$ ,选项 A 正确;以初速度  $v_0$  竖直上抛一个物体,则物体落回到抛出点所用

时间为  $t = \frac{2v_0}{g} = \frac{2v_0 R^2}{Gm_{月}}$ ,选项 B 错误;发射一颗绕月球做圆周运动的卫星,则最大运行速度满足

$$\frac{Gm_{月}m}{R^2} = m \frac{v^2}{R}, \text{解得 } v = \sqrt{\frac{Gm_{月}}{R}}, \text{选项 C 正确;最}$$

小周期满足  $\frac{Gm_{月}m}{R^2} = m \frac{4\pi^2}{T^2} R$ ,解得  $T = 2\pi \sqrt{\frac{R^3}{Gm_{月}}}$ ,选项 D 错误。故选 AC。

8.BD

提示 万有引力提供向心力,有  $G \frac{Mm}{(R+R)^2} =$

$$m \frac{v^2}{2R}。又 g = \frac{GM}{R^2}, \text{故 } v = \sqrt{\frac{GM}{2R}} = \sqrt{\frac{gR}{2}}, \text{选项 A}$$

$$\text{错误; } T = \frac{2\pi \times 2R}{v} = \frac{4\pi R \sqrt{2}}{\sqrt{gR}} = 4\pi \sqrt{\frac{2R}{g}}, \text{选项 B 正}$$

$$\text{确; } a = \frac{v^2}{r} = \frac{v^2}{2R} = \frac{g}{4}, \text{选项 C 错误; } \omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{g}{2R}},$$

选项 D 正确。

## 一、选择题

1.B

提示 质点做圆周运动的周期  $T=\frac{t}{n}$ ,由公式  $v=\frac{2\pi R}{T}$ ,得  $v=\frac{2\pi nR}{t}$ ,故 B 正确。

2.B

提示 杯子在竖直平面内做半径为  $\frac{L}{2}$  的圆周运动,使水不流出的临界条件是在最高点重力提供向心力,则有  $mg=m\omega^2\frac{L}{2}$ ,可得  $\omega=\sqrt{\frac{2g}{L}}$ ,故 B 正确,A、C、D 错误。

3.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,D 正确。

4.A

提示 当天车突然停止时,A、B 工件均绕悬点做圆周运动。由  $F-mg=m\frac{v^2}{r}$ ,得拉力  $F=mg+m\frac{v^2}{r}$ ,因为 m 相等,A 的绳长小于 B 的绳长,即  $r_A<r_B$ ,则 A 的拉力大于 B 的拉力,即  $F_A>F_B>mg$ ,故 A 正确。

5.BD

提示 本题考查圆锥面内的圆周运动问题。绳对 A、B 两球的拉力大小相等,设绳子对小球的拉力大小为 T,侧面对小球的支持力大小为 F,则竖直方向有  $T\cos\theta+F\sin\theta=mg$ ,水平方向有  $T\sin\theta-F\cos\theta=m\omega^2l\sin\theta$ ,可得  $T=mg\cos\theta+m\omega^2l\sin^2\theta$ ,可知质量 m 越大,l 就越小,则 B 球的质量大,又  $T=\frac{mg-F\sin\theta}{\cos\theta}$ ,可知 m 越大,F 就越大,则 B 球受圆锥筒侧面的支持力大,结合牛顿第三定律可知 B、D 正确,A、C 错误。

6.B

提示 根据线速度与角速度的关系可判断只有 B 正确。

7.AC

提示 木块 A 水平方向受摩擦力,一开始静

止,弹簧处于伸长状态,弹力恰好等于最大静摩擦力,即  $F=kx=\mu mg$ ,现使杆绕 OO'由静止缓慢加速转动,由合力提供向心力知  $kx-f=m\omega^2L$ ,随着  $\omega$  增大,f 减小,F 不变,当  $f=0$  时, $kx=m\omega^2L$ ,解得  $\omega=\sqrt{\frac{\mu g}{L}}$ ,之后随  $\omega$  增大,f 的方向向 OO'且增大,当  $f=\mu mg$  时,滑块将向外滑动,弹簧的伸长量增大,故 A、C 正确,B、D 错误。

8.CD

提示 OA、OB 之间的夹角  $\theta=\frac{\pi}{3}$ ,所以 A 与 B 之间的距离等于 R,在子弹飞行的时间内,圆筒转动的角度为  $(2n-\frac{1}{3})\pi(n=1、2、3\cdots)$ ,则时间  $t=\frac{(2n-\frac{1}{3})\pi}{\omega}(n=1、2、3\cdots)$

所以子弹的速度  $v_0=\frac{\overline{AB}}{t}=\frac{R}{t}=\frac{R}{\frac{(2n-\frac{1}{3})\pi}{\omega}}=$

$\frac{\omega R}{(2n-\frac{1}{3})\pi}(n=1、2、3\cdots)$

解得  $\omega=(2n-\frac{1}{3})\pi\cdot\frac{v_0}{R}(n=1、2、3\cdots)$

则  $T=\frac{2\pi}{\omega}=\frac{2\pi R}{(2n-\frac{1}{3})\pi v_0}=\frac{2R}{(2n-\frac{1}{3})v_0}(n=1、$

 $2、3\cdots)$ 

转速  $N=\frac{1}{T}=\frac{(2n-\frac{1}{3})v_0}{2R}(n=1、2、3\cdots)$

当  $n=1$  时, $N=\frac{5}{3}\times 60=100\text{r/s}$

当  $n=2$  时, $N=\frac{11}{3}\times 60=220\text{r/s}$ ,故 C、D 正确。

9.AD

提示 由题图乙可知,当  $v^2=a$  时,此时绳子的拉力为零,小球的重力提供其做圆周运动的向心力,则由牛顿第二定律,得  $mg=\frac{mv^2}{r}$ ,解得  $v^2=gr$ ,故  $a=gr$ ,与小球的质量无关,故 A 正确;当  $v^2=2a$  时,对小球受力分析,则由牛顿第二定律,得  $mg+b=\frac{mv^2}{r}$ ,解得  $b=mg$ ,与小球的质量有关,故 B 错误;根据上述分析可知  $\frac{b}{a}=\frac{m}{r}$ ,与小球的质量有关,与圆周轨迹半径也有关,故 C 错误;由上述可知  $r=\frac{a}{g}$ , $m=\frac{b}{g}$ ,故 D 正确。

## 二、计算题

10.3R

提示 两个小球在最高点时,受重力和管壁的作用力,这两个力的合力作为向心力,离开轨道后两球均做平抛运动,A、B 两球落地点间的距离等于它们平抛运动的水平位移之差。

通过最高点 C 时,对 A 球: $3mg+mg=m\frac{v_A^2}{R}$

 $v_A=\sqrt{4gR}$ 

对 B 球: $mg-0.75mg=m\frac{v_B^2}{R}$

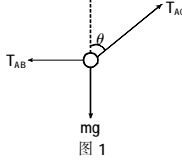
 $v_B=\sqrt{\frac{1}{4}gR}$  $s_A=v_At=v_A\sqrt{\frac{4R}{g}}=4R$  $s_B=v_Bt=v_B\sqrt{\frac{4R}{g}}=R$ 

得  $s_A-s_B=3R$ 。

11.(1)0.75mg 1.25mg

(2) $\sqrt{\frac{5g}{12l}}$ (3) $\sqrt{\frac{5g}{4l}}$ 

提示 (1)对小球进行受力分析如图 1 所示,由平衡条件得

 $T_{AB}=mg\tan 37^\circ=0.75mg$  $T_{AC}=\frac{mg}{\cos 37^\circ}=1.25mg;$ 

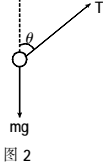
(2)根据牛顿第二定律得

 $T_{AC}'\cos\theta=mg$  $T_{AC}'\sin\theta-T_{AB}'=m\omega_1^2l\sin\theta$ 

其中  $T_{AB}'=\frac{1}{2}mg$

解得  $\omega_1=\sqrt{\frac{5g}{12l}}$ ;

(3)由题意,当  $\omega$  最小时,绳 AC 与竖直方向的夹角仍为  $\theta=37^\circ$ ,对小球受力分析,如图 2 所示,则有

 $mg\tan\theta=m(l\sin\theta)\omega_{\min}^2$ 

解得  $\omega_{\min}=\sqrt{\frac{5g}{4l}}$ 。

## 第 7 期

## 2 版随堂练习

## §7.1 行星的运动

1.B

提示 日心说被人们所接受的原因是,以太阳为中心,许多问题都可以解决,行星运动的描述也变得简单了,选项 B 正确。

2.B

提示 开普勒在天文观测数据的基础上,总结出了行星运动的规律,但并没有找出其中的原因,A、C 错误,B 正确;万有引力定律是牛顿发现的,D 错误。

3.B

提示 冬至这天地球与太阳的连线短,夏至长。根据开普勒第二定律,要在相等的时间内扫过相等的面积,则在相等的时间内,冬至时地球运动的路径要比夏至时长,所以冬至时地球运动的速度比夏至时的速度大,选项 B 正确。

4.A

提示 根据开普勒第三定律  $\frac{T^2}{r^3}=\frac{r_A^3}{r_B^3}$  可知  $r_A<r_B$ ,故 A 正确。

## §7.2 万有引力定律

## 一、选择题

1.AD

提示 太阳对行星的引力等于行星围绕太阳做圆周运动的向心力,它的大小与行星和太阳质量的乘积成正比,与行星和太阳间的距离的平方成反比,A 正确,B 错误;太阳对行星的引力规律是由开普勒三定律、牛顿运动定律和匀速圆周运动规律推导出来的,C 错误,D 正确。

2.A

提示 有的同学认为:由万有引力公式  $F=G\frac{m_1m_2}{r^2}$ ,由于  $r\rightarrow 0$ ,故 F 为无穷大,从而错选 B。

设想把物体放到地球的中心,此时  $F=G\frac{m_1m_2}{r^2}$  已不适用,地球的各部分对物体的吸引力是对称的,故物体受到的地球的万有引力是零,故 A 正确。

3.C

提示 在地球表面附近,物体所受的重力近似等于万有引力,即重力  $G_{\text{地}}=F_{\text{万}}=G\frac{Mm}{R^2}$ ;在距地面高度为地球半径的位置, $F'_{\text{万}}=G\frac{Mm}{(2R)^2}=\frac{G_{\text{地}}}{4}$ ,故选项 C 正确。

## 二、填空题

4.乘积 正比 二次方 反比

## 3 版同步检测

## A 卷

## 一、选择题

1.C

提示 如图所示,A、B 分别为远日点和近日点,由开普勒第二定律,太阳和行星的连线在相等的时间内扫过的面积相等,取足够短的时间  $\Delta t$ ,

则有  $v_a\cdot\Delta t\cdot a=v_b\cdot\Delta t\cdot b$ ,所以  $v_b=\frac{a}{b}v_a$ 。

## 高一必修(第二册)答案页第 2 期

2.C

提示 由开普勒第二定律知,行星与恒星的连线在相等的时间内扫过的面积相等,A 点为近地点,速率最大,B 点为远地点,速率最小,A、B 错误;m 由 A 点运动到 B 点的过程中,离恒星 M 的距离越来越远,所以 m 的速率越来越小,做减速运动,C 正确,D 错误。

3.A

提示 设地球质量为 M,则质量为 m 的物体在地球表面上重力  $mg=G\frac{Mm}{R^2}$ ,在高度为 h 处的重力  $\frac{1}{2}mg=G\frac{Mm}{(R+h)^2}$ 。解以上两式得  $h=(\sqrt{2}-1)R$ ,A 正确。

4.C

提示 根据开普勒第二定律可知,卫星与地球的连线在相同时间内扫过的面积相等,故面积  $S_1=S_2$ ,选项 A 错误;根据开普勒第二定律可知,卫星在轨道 A 点的速度大于 B 点的速度,选项 B 错误;根据开普勒第三定律可知  $\frac{a^3}{T^2}=C$ ,选项 C 正确,D 错误。

5.B

提示 由开普勒第三定律  $\frac{a^3}{T^2}=k$ ,得  $\frac{r_{\text{地}}^3}{T_{\text{地}}^2}=\frac{r_{\text{月}}^3}{T_{\text{月}}^2}$ ,所以  $T_{\text{地}}=\sqrt{\frac{r_{\text{地}}^3}{r_{\text{月}}^3}}T_{\text{月}}=\frac{\sqrt{3}}{9}\times 27\text{天}\approx 5.2\text{天}$ ,B 正确。

6.BD

提示 根据万有引力公式  $F=G\frac{GMm}{r^2}$  可知,当

星球的直径缩小到原来的  $\frac{1}{4}$ ,在星球表面的物体受到的重力  $F'=G\frac{GMm}{(\frac{r}{4})^2}=16\frac{GMm}{r^2}$ ,故选项 B 正

确;星球的平均密度  $\rho=\frac{M}{V}=\frac{M}{\frac{4}{3}\pi r^3}$ ,星球收缩后

$\rho'=\frac{M}{\frac{4}{3}\pi(\frac{r}{4})^3}=64\rho$ ,故选项 D 正确。

7.ABC

提示 物体的质量与物体所处的位置及运动状态无关,故 A 正确,D 错误;由题意可知,物体在月球表面上受到的重力为地球表面上重力的  $\frac{1}{6}$ ,即  $F=\frac{1}{6}mg=\frac{1}{6}\times 600\times 9.8\text{N}=980\text{N}$ ,故 B 正确;在星球表面,物体的重力可近似认为等于物体所受的万有引力,由  $F=G\frac{m_1m_2}{r^2}$  知,r 增大时,引力 F 减小,故 C 正确。

8.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。

## 二、计算题

9. $\frac{m_1a^2}{m_2(a+b)^2}$ 

提示 由太阳对地球和月球的吸引力满足  $F=G\frac{Mm}{r^2}$ ,知太阳对地球的引力  $F_1=G\frac{Mm_1}{(a+b)^2}$

太阳对月球的引力  $F_2=G\frac{Mm_2}{a^2}$

故  $\frac{F_1}{F_2}=\frac{m_1a^2}{m_2(a+b)^2}$ 。

10. $\sqrt{65}:13$ 

提示 设地球绕太阳的运行周期为  $T_1$ ,水星绕太阳的运行周期为  $T_2$ ,根据开普勒第三定律有

 $\frac{R_1^3}{T_1^2}=\frac{R_2^3}{T_2^2}$  ①

因地球和水星绕太阳做匀速圆周运动,故有

 $T_1=\frac{2\pi R_1}{v_1}$  ② $T_2=\frac{2\pi R_2}{v_2}$  ③

由①②③式联立求解得

 $\frac{v_1}{v_2}=\sqrt{\frac{R_2}{R_1}}=\sqrt{\frac{1}{2.6}}=\frac{1}{\sqrt{2.6}}=\frac{\sqrt{5}}{\sqrt{13}}=$  $\frac{\sqrt{65}}{13}$ 。

## B 卷

## 一、选择题

1.D

提示 由开普勒第三定律知  $\frac{R^3}{T^2}=k$ ,所以  $R^3=kT^2$ ,D 正确。

2.C

提示 设物体做平抛运动的高度为 h,初速度为  $v_0$ ,在行星和地球上的重力加速度分别为  $g'$ 和  $g_0$ 。由平抛运动规律知:竖直方向  $h=\frac{1}{2}gt^2$ ,水平方向  $x=v_0t$ ,由天体表面附近物体受到的万有引力近似等于物体的重力得  $G\frac{Mm}{R^2}=mg_0$ 。由以上三式得

 $R=\frac{x}{v_0}\sqrt{\frac{GM}{2h}}$ 。设行星的半径为  $R'$ ,则  $\frac{R'}{R}=\frac{x_{\text{行}}\sqrt{M_{\text{行}}}}{x_{\text{地}}\sqrt{M_{\text{地}}}}=$  $\frac{2}{\sqrt{7}}\times\frac{\sqrt{7}}{1}=2$ ,即  $R'=2R$ ,选项 C 正确。

## 二、计算题

3.(1)222.2N (2)3.375m

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

在地球上  $g=\frac{GM}{R^2}$

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

所以  $g'=\frac{40}{9}\text{m/s}^2$

那么宇航员在火星上所受的重力

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

(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  $h'=3.375\text{m}$ 。