

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  $G\frac{Mm}{r^2}=m\omega^2r$  和  $G\frac{Mm'}{r^2}=m'g$ ,得  $g=\omega^2r$ ,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  $\rho=\frac{M}{\frac{4}{3}\pi r^3}=\frac{3M}{4\pi r^3}$ ,故  $T=2\pi\sqrt{\frac{r^3}{GM}}=\sqrt{\frac{3\pi}{G\rho}}$ ,D 正确.故本题选 BD。

2.A  
提示 由  $G\frac{Mm}{R^2}=\frac{mv^2}{R}$ ,得  $v=\sqrt{\frac{GM}{R}}=8\text{km/s}$

所以其第一宇宙速度  $v=\sqrt{\frac{G\times 6M}{1.5R}}=16\text{km/s}$   
故 A 选项正确。

二、计算题  
3.(1) $1.3\times 10^{12}\text{kg/m}^3$   
(2) $7.16\times 10^5\text{m}$   
提示 (1)“脉冲星”的脉冲周期即为自转周期,“脉冲星”高速自转但不瓦解的临界条件是:该星球表面的某块物质  $m$  所受星体的万有引力恰等于向心力.设 PS0531 脉冲星的质量为  $M$ ,半径为  $R$ ,最小密度为  $\rho$ ,体积为  $V$ 。

则  $G\frac{Mm}{R^2}=m\frac{4\pi^2}{T^2}R$   
又  $\rho=\frac{M}{V}$ ,而  $V=\frac{4}{3}\pi R^3$ ,解得

$\rho=\frac{3\pi}{GT^2}=\frac{3\times 3.14}{6.67\times 10^{-11}\times 0.331^2}\text{kg/m}^3\approx 1.3\times 10^{12}\text{kg/m}^3$ ;

(2)由  $V=\frac{M}{\rho}=\frac{4}{3}\pi R^3$ ,得“脉冲星”的最大半径为

$R=\sqrt[3]{\frac{3M}{4\rho\pi}}=\sqrt[3]{\frac{3\times 2\times 10^{30}}{4\times 1.3\times 10^{12}\times 3.14\text{m}}}\approx 7.16\times 10^5\text{m}$ 。

第 8 期  
3 版章节测试

一、选择题  
1.D 2.BC  
3.A

提示 设甲、乙两星质量分别为  $M_1$  和  $M_2$ ,甲、乙到圆心的距离分别为  $l_1$  和  $l_2$ 。由万有引力提供向心力得

对  $M_1$  有  $G\frac{M_1M_2}{R^2}=M_1(\frac{2\pi}{T})^2l_1$

对  $M_2$  有  $G\frac{M_1M_2}{R^2}=M_2(\frac{2\pi}{T})^2l_2$

两式相加整理得  
 $M_1+M_2=\frac{4\pi^2R^2}{GT^2}(l_1+l_2)=\frac{4\pi^2R^3}{GT^2}$

所以,可求出双星的总质量。由质量和的表达式知,周期  $T$  只与二者间的距离  $R$  以及二者质量和有关,则  $T'=T$ 。由  $M_1\omega^2l_1=M_2\omega^2l_2$  知,若将乙星上的物质搬到甲星上去,乙的半径  $l_2$  将增大,圆

周运动的圆心将向甲星移动。因周期不变,则角速度不变,甲的半径  $l_1$  减小,甲的线速度减小,综上所述,本题答案为 A。

4.C  
提示 本题需挖掘隐含信息,分析圆周运动的受力特征,构建理想化物理模型。由题意知,飞机保持飞行速度的大小和距离海面的高度均不变,飞机做匀速圆周运动。乘客的重力与座椅的支持力的合力为其做匀速圆周运动提供所需向心力,故地球的引力必大于支持力,本题选 C。

5.A  
提示 在太阳系中行星 A 每隔时间  $t$  实际运行的轨道发生一次最大偏离,说明 A、B 此时相距最近,此过程类似于钟表表中时、分两针从重合到再次重合,已知 A 的轨道半径小于 B 的轨道半径,则有  $\omega_A t-\omega_B t=2\pi$ ,即  $\frac{2\pi}{T}t-\frac{2\pi}{T'}t=2\pi$ ,得  $T'=\frac{t}{t-T}T$ ,利用开普勒第三定律

有  $\frac{R^3}{R'^3}=\frac{T^2}{T'^2}$ ,解得  $R'=R\sqrt[3]{(\frac{t}{t-T})^2}$ ,所以选项 A 正确。

6.B  
提示 汽车在大地上运动时,有  $mg-F=m\frac{v^2}{R}$ ,为失重,所以当速度增加时,压力减小,A 项错误;当汽车离开地球的瞬间速度为第一宇宙速度,为  $\sqrt{gR}\approx 8.0\text{km/s}=28800\text{km/h}$ ,B 项正确;此“航天汽车”环绕地球做圆周运动的最小周期

为  $T=2\pi\sqrt{\frac{R}{g}}=1600\pi\text{s}>1\text{h}$ ,C 项错误;在此“航天汽车”上弹簧测力计无法测量重力的大小,但是可以测弹力的大小,D 项错误.故本题选 B。

7.ACD  
提示 在地面出发点 A 附近,即刚发射阶段,飞船加速上升,是超重,故选项 A 正确;从轨道上近月点 C 飞行到月面着陆点 D,有加速下降,有减速下降,故有超重,有失重,选项 B 错误;飞船在环绕月球的圆轨道上 B 处需点火减速才能做近心运动,进入椭圆轨道,故选项 C 正确;根据牛顿第二定律,飞船在环绕月球的椭圆轨道上时 B 处的加速度等于在圆轨道上时 B 处的加速度,故选项 D 错误。

8.ACD  
9.BCD

提示 人造地球卫星内的物体处于完全失重状态,选项 A 错误;地球的第一宇宙速度为近地卫星的速度  $7.9\text{km/s}$ ,发射“陆地勘查卫星三号”的速度一定大于第一宇宙速度  $7.9\text{km/s}$ ,选项 C 正确;根据  $\frac{\theta}{t}=\frac{2\pi}{T}$ ,可得  $T=\frac{2\pi}{\theta}t$ ,选项 B 正确;根据  $G\frac{Mm}{R^2}=m\frac{v^2}{R}$ , $v=\frac{R\theta}{t}$ ,

解得  $M=\frac{\theta^2R^3}{Gt^2}$ ,选项 D 正确。

10.C  
提示 根据圆周运动的规律,分析一昼夜同步卫星与宇宙飞船相距最近的次数,即为卫星发射信号的次数,也

为接收站接收到的信号次数。设宇宙飞船的周期为  $T$ 。由  $G\frac{Mm}{r^2}=m\frac{4\pi^2}{T^2}r$ ,得

$T=2\pi\sqrt{\frac{r^3}{GM}}$

则  $\frac{T^2}{24^2}=\left(\frac{6400+4200}{6400+36000}\right)^3$

解得  $T=3\text{h}$

设两者由相隔最远至第一次相隔最近的时间为  $t_1$ ,有

$\left(\frac{2\pi}{T}-\frac{2\pi}{T_0}\right)t_1=\pi$

解得  $t_1=\frac{12}{7}\text{h}$

再设两者相邻两次相距最近的时间间隔为  $t_2$ ,有

$\left(\frac{2\pi}{T}-\frac{2\pi}{T_0}\right)t_2=2\pi$

解得  $t_2=\frac{24}{7}\text{h}$

由  $n=\frac{24-t_1}{t_2}=6.5$  次知,接收站接收信号的次数为 7 次。

二、填空题  
11.(1)A B C  
(2)飞船绕月球运行的周期  $T$  质量为  $m$  的物体在月球上所受重力的大小  $F$

(3) $\frac{FT^2}{4\pi^2m}$   $\frac{F^3T^4}{16\pi^4Gm^3}$

提示 (1)利用计时表测环绕周期,利用弹簧测力计测量质量为  $m$  的物体在月球表面上时的重力。

(2)飞船绕月球的运行周期  $T$ ,质量为  $m$  的物体在月球上受重力的大小  $F$ 。

(3)近地环绕时, $mg_{\text{月}}=m\frac{4\pi^2}{T^2}R$ ,

$g_{\text{月}}=\frac{F}{m}$ ,得月球半径  $R=\frac{FT^2}{4\pi^2m}$

由于  $G\frac{Mm}{R^2}=F$ , $R=\frac{FT^2}{4\pi^2m}$

故月球质量  $M=\frac{F^3T^4}{16\pi^4Gm^3}$ 。

三、计算题  
12.(1) $\sqrt{6}:2$

(2) $2\sqrt{6}:9$

提示 (1)设土星质量为  $M_0$ ,颗粒质量为  $m$ ,颗粒距土星中心距离为  $r$ ,线速度为  $v$ ,根据牛顿第二定律和万有引力定律得

$G\frac{M_0m}{r^2}=m\frac{v^2}{r}$ ,解得

$v=\sqrt{\frac{GM_0}{r}}$

对于 A、B 两颗粒分别有

$v_A=\sqrt{\frac{GM_0}{r_A}}$ , $v_B=\sqrt{\frac{GM_0}{r_B}}$

故  $v_A:v_B=\sqrt{6}:2$ ;

(2)设颗粒绕土星圆周运动的周期为  $T$ ,则  $T=\frac{2\pi r}{v}$

对于 A、B 两颗粒分别有

$T_A=\frac{2\pi r_A}{v_A}$ , $T_B=\frac{2\pi r_B}{v_B}$

故  $T_A:T_B=2\sqrt{6}:9$ 。

物理·人教(必修 2)答案页第 2 期

第 5 期  
3 版章节测试

一、选择题  
1.D  
提示 曲线运动的加速度不一定变化,如平抛运动,选项 A 错误;曲线运动的速度大小可以不变,如匀速圆周运动,选项 B 错误;做匀速圆周运动的物体,所受合力一定指向圆心,选项 C 错误;自行车行驶至桥顶时,加速度方向向下,处于失重状态,选项 D 正确。

2.B  
提示 当船头的指向(即船相对于静水的航行方向)始终垂直于河岸时,渡河时间最短,且  $t_{\text{min}}=\frac{120}{3}\text{s}=40\text{s}$ ,选项 A 错误,选项 B 正确;因河水的流速随距岸边距离的变化而变化,而小船的实际航速、航向都在变化,航向变化引起船的运动轨迹不在一条直线上,选项 C 错误;船在静水中的速度一定,则水流速度最大时,船速最大,由运动的合成可知,选项 D 错误。

3.A  
提示 如图 1 所示, $M$  点和  $b$  点在同一水平线上, $M$  点在  $c$  点的正上方。根据平抛运动的规律,若  $v=2v_0$ ,则小球落到  $M$  点。可知以初速度  $2v_0$  平抛小球不能落在  $c$  点,故只有选项 A 正确。

4.C  
提示 不计空气阻力,关闭发动机后导弹水平方向的位移  $x=vt=v_0\sqrt{\frac{2h}{g}}$ ,可以看出水平位移由水平速度、离地高度共同决定,选项 C 正确。

5.B  
提示 根据线速度与角速度的关系可判断只有 B 正确。

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  $\mu mg=mR'_B\omega_B^2$ ,解上面式子可得  $R'_B=\frac{R_B}{2}$ 。

7.C  
提示 飞机在空中水平盘旋时在水平面内做匀速圆周运动,受到重力和空气的作用力两个力的作用,其合力提

供向心力  $F_n=m\frac{v^2}{R}$ 。飞机受力示意图如图 2 所示,根据勾股定理得  $F=\sqrt{(mg)^2+F_n^2}=m\sqrt{g^2+\frac{v^4}{R^2}}$ 。

8.BC  
提示 摩托车受力如图 3 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  $F_n=mg\tan\theta=m\frac{v^2}{r}=m\omega^2r=m(\frac{2\pi}{T})^2r$  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。

9.AC  
提示 船的速度产生了两个效果:一是滑轮与船间的绳缩短,二是绳绕滑轮转动,因此将船的速度进行分解如图 4 所示,人拉绳行走的速度  $v_{\text{人}}=v\cos\theta$ ,选项 A 正确,选项 B 错误;绳对船的拉力等于人拉绳的力,即绳的拉力大小为  $F$ ,与水平方向成  $\theta$  角,因此  $F\cos\theta-F_T=ma$ ,得  $a=\frac{F\cos\theta-F_T}{m}$ ,选项 C 正确,选项 D 错误。

10.B  
提示 若小球恰能通过最高点  $P$ ,则在最高点  $P$  时重力恰好提供向心力,选项 C 错误;由圆周运动的知识可得  $mg=m\frac{v^2}{R}$ ,小球离开  $P$  点后做平抛运动, $x=vt$ , $2R=\frac{1}{2}gt^2$ ,解得  $x=2R$ ,故选项 A 错误,B 正确;若将弧轨道上部的  $\frac{1}{4}$  圆弧截去,其他条件不变,则小球离开轨道后做竖直上抛运动,达到最大高度时速度为零,故能达到的最大高度

学习周报® ②

比  $P$  点高,选项 D 错误。

二、填空题  
11.(1)物体对支持面几乎没有压力  
(2)弹簧测力计读数  $F$ 、物体做圆周运动的周期  $T$ 、物体做圆周运动的半径  $r$   
(3) $\frac{FT^2}{4\pi^2r}$

提示 (1)由于物体对支持面几乎没有压力,所以物体与桌面间的摩擦力可以忽略;

(2)题中装置是通过圆周运动知识测物体质量,因为  $F=m\frac{4\pi^2}{T^2}r$ ,所以只需测出弹簧测力计读数  $F$ 、物体做圆周运动的周期  $T$  和半径  $r$  即可;

(3)由  $F=m\frac{4\pi^2}{T^2}r$ ,可得  $m=\frac{FT^2}{4\pi^2r}$ 。

三、计算题  
12.(1) $m_1\omega^2L_1+m_2\omega^2(L_1+L_2)$   
(2) $\frac{m_2}{m_1}\omega^2(L_1+L_2)$   $\omega^2(L_1+L_2)$

提示 (1)以  $m_2$  为研究对象, $m_2$  绕  $O$  点做匀速圆周运动所需的向心力由弹簧的弹力提供,设弹力为  $F$ ,则有

$F=m_2\omega^2(L_1+L_2)$   
以  $m_1$  为研究对象, $m_1$  绕  $O$  点做匀速圆周运动所需的向心力由细线的拉力和弹簧弹力的合力提供,设拉力为  $F_T$ ,则有

$F_T-F=m_1\omega^2L_1$   
由以上两式可解得

$F_T=m_1\omega^2L_1+m_2\omega^2(L_1+L_2)$ ;  
(2)设水平指向  $O$  点时为正方向,在细线烧断瞬间,细线的拉力  $F_T=0$ ,而弹簧的弹力仍为  $F=m_2\omega^2(L_1+L_2)$

故  $m_2$  的加速度  $a_2=\frac{F}{m_2}=\omega^2(L_1+L_2)$ ,方向水平指向  $O$  点;

$m_1$  的加速度  $a_1=\frac{-F}{m_1}=-\frac{m_2}{m_1}\omega^2(L_1+L_2)$ ,负号表示  $m_1$  加速度的方向水平背离  $O$  点,与  $a_2$  的方向相反。

13.(1)25N 0.928s  
(2)45°

提示 (1)小球做匀速圆周运动,向心力大小  $F=m\frac{v_0^2}{R}=25\text{N}$

小球从 A 到 B 的时间

$t_1=\frac{\pi R}{v_0}=0.628\text{s}$

从 B 到 C 的时间  $t_2=\frac{L}{v_0}=0.3\text{s}$

小球从 A 到 C 的时间

$t=t_1+t_2=0.928\text{s}$ ;

(2)小球做平抛运动,有  $h=\frac{v_y^2}{2g}$   
解得  $v_y=5\text{m/s}$

所以  $\tan\theta=\frac{v_y}{v_0}=1$

解得  $\theta=45^\circ$ 。

② 第6期  
2版随堂练习  
§6.1 行星的运动

1.AB 2.BD 3.C

§6.2 太阳与行星间的引力

一、选择题

1.D

二、填空题

2.椭圆 匀速圆周运动

3.1.9×10<sup>30</sup>kg

§6.3 万有引力定律

一、选择题

1.BD 2.D

二、填空题

3.乘积 正比 二次方 反比

3版同步检测

A卷

一、选择题

1.B

提示 设球的半径为  $R$ ,密度为  $\rho$ ,

则球的质量为  $m=\frac{4}{3}\pi R^3\rho$ ,根据万有引力定律,两个相同的球紧靠在一起时的万有引力为  $F=G\frac{m^2}{(2R)^2}=\frac{4}{9}G\pi^2R^4\rho^2$ ,由此可知,用同种材料制作两个更小的球,靠在一起时的万有引力  $F'$ ,比两个大球紧靠在一起时的万有引力  $F$  小,故选项 B 正确。

2.D

提示 设行星  $m_1$ 、 $m_2$  的向心力分别为  $F_1$ 、 $F_2$ ,由太阳与行星之间的作用规律可得  $F_1\propto\frac{m_1}{r_1^2}$ ,  $F_2\propto\frac{m_2}{r_2^2}$ ,而  $a_1=\frac{F_1}{m_1}$ ,  $a_2=\frac{F_2}{m_2}$ ,故  $\frac{a_1}{a_2}=\frac{r_2^2}{r_1^2}$ ,D 正确。

3.C

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

4.C

提示 太阳对行星的引力提供行星绕太阳做匀速圆周运动的向心力,则  $F=m\frac{v^2}{r}$ ,又  $v=\frac{2\pi r}{T}$ ,结合  $\frac{r^3}{T^2}=k$  可得出  $F$  的表达式为  $F=\frac{4\pi^2km}{r^2}$ ,则得知  $F$  与  $m$ 、 $r$  都有关系,故选项 A、B、D 错误,选项 C 正确。

5.B

提示 星球表面的重力等于万有引力,即  $G\frac{Mm}{R^2}=mg$ ,故行星表面的重力加速度与地球表面的重力加速度之比为  $\frac{g_{\text{行}}}{g}=\frac{M_{\text{行}}R_{\text{地}}^2}{M_{\text{地}}R_{\text{行}}^2}=0.4$ ,故  $g_{\text{行}}=0.4g$ ,选项 B 正确。

6.B

提示 由开普勒第三定律得  $\frac{r_{\text{同}}^3}{T_{\text{同}}^2}=\frac{r_{\text{月}}^3}{T_{\text{月}}^2}$ ,

即  $r_{\text{同}}=\sqrt[3]{\frac{T_{\text{同}}}{T_{\text{月}}}}r_{\text{月}}$ ,同步卫星的周期  $T_{\text{同}}=1$  天,上式代入数据得  $r_{\text{同}}\approx 4.2\times 10^7\text{m}$ ,则  $t=\frac{2(r_{\text{同}}-r_{\text{地}})}{c}\approx 0.24\text{s}$ ,选项 B 正确。

7.ABC

提示 由万有引力定律  $F=G\frac{m_1m_2}{r_2^2}$  可知,A、B、C 选项中两物体间的万有引力都将减小到原来的  $\frac{1}{4}$ ,而 D 选项中两物体间的万有引力保持不变,故本题应选 ABC。

8.A

提示 由平抛运动公式可知,射程  $x=v_0t=v_0\sqrt{\frac{2h}{g}}$ ,即  $v_0$ 、 $h$  相同的条件下  $x\propto\frac{1}{\sqrt{g}}$ 。又由  $g=\frac{GM}{R^2}$ ,可得  $\frac{g_{\text{星}}}{g_{\text{地}}}=\frac{M_{\text{星}}(\frac{R_{\text{地}}}{R_{\text{星}}})^2}{M_{\text{地}}(\frac{R_{\text{地}}}{R_{\text{星}}})^2}=\frac{9}{1}\times(\frac{2}{1})^2=36$ ,所以  $\frac{x_{\text{星}}}{x_{\text{地}}}=\frac{\sqrt{g_{\text{地}}}}{\sqrt{g_{\text{星}}}}=\frac{1}{6}$ ,得  $x_{\text{星}}=10\text{m}$ ,选项 A 正确。

二、填空题

9.8:1

提示 由  $\frac{r_1^3}{T_1^2}=\frac{r_2^3}{T_2^2}$  得  $T_1:T_2=8:1$ 。

10.9:1

提示 设  $R$  是飞行器到地心的距离, $r$  是飞行器到月心的距离。则由题意得  $G\frac{M_{\text{地}}m}{R^2}=G\frac{M_{\text{月}}m}{r^2}$

所以  $\frac{R}{r}=\sqrt{\frac{M_{\text{地}}}{M_{\text{月}}}}=9:1$ 。

11.(1)13.3N

(2)3kg

提示 (1)由  $g=\frac{GM}{R^2}$  得,火星和地球表面的重力加速度之比  $\frac{g'}{g}=\frac{M_1R_2^2}{M_2R_1^2}=\frac{30\text{N}\times\frac{4}{9}}{3\text{kg}}\approx 13.3\text{N}$ ;

(2)物体质量不变,在火星表面上用天平称它的质量是 3kg。

三、计算题

12. $\sqrt{65}:13$

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

$$T_1=\frac{2\pi R_1}{v_1} \quad \text{②}$$

$$T_2=\frac{2\pi R_2}{v_2} \quad \text{③}$$

由①②③式立求解得

$$\frac{v_1}{v_2}=\sqrt{\frac{R_2}{R_1}}=\sqrt{\frac{1}{2.6}}=\frac{1}{\sqrt{2.6}}=$$

$$\frac{\sqrt{5}}{\sqrt{13}}=\frac{\sqrt{65}}{13}。$$

$$13.\frac{7}{64}G\frac{M^2}{d^2}$$

提示 根据匀质球的质量与其半径的关系知  $M=\frac{4}{3}\pi r^3\rho\propto r^3$

$$\text{两部分的质量分别为 } m=\frac{M}{8}, M'=\frac{7M}{8}$$

根据万有引力定律,这时两球之间的引力为

$$F=G\frac{M'm}{d^2}=\frac{7}{64}G\frac{M^2}{d^2}。$$

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.ABC

提示 人造卫星、宇宙飞船、航天飞机等航天器进入轨道后可近似认为绕地球做匀速圆周运动,此时万有引力完全提供卫星做圆周运动的向心力,航天器中的人和物随航天器一起做圆周运动,其向心力也是由万有引力提供,都处于完全失重状态,凡需用重力作为实验原理的仪器均不能正常使用,摆钟、密度计、天平均依赖重力作为实验的必需条件,弹簧测力计仍可以用来测拉力,但不可以用来测重力,故本题应为 ABC。

二、计算题

3.1:2

提示 在地球的极点处

$$G\frac{M_{\text{地}}m}{R_{\text{地}}^2}=mg_{\text{地}} \quad \text{①}$$

在地球的赤道处

$$G\frac{M_{\text{地}}m}{R_{\text{地}}^2}=m\cdot\frac{299}{300}g_{\text{地}}+m\omega_{\text{地}}^2R_{\text{地}} \quad \text{②}$$

在星球的极点处

$$G\frac{M_{\text{星}}m}{R_{\text{星}}^2}=mg_{\text{星}} \quad \text{③}$$

在星球的赤道处

$$G\frac{M_{\text{星}}m}{R_{\text{星}}^2}=m\cdot\frac{7}{8}g_{\text{星}}+m\omega_{\text{星}}^2R_{\text{星}} \quad \text{④}$$

联立①②③④得

$$\frac{g_{\text{星}}}{g_{\text{地}}}=\frac{8\omega_{\text{星}}^2R_{\text{星}}}{300\omega_{\text{地}}^2R_{\text{地}}}=\frac{1}{2}。$$

物理·人教(必修2)答案页第2期

第7期

2版随堂练习

§6.4 万有引力理论的成就

一、选择题

1.D 2.B 3.AB

二、填空题

$$4.\frac{4\pi^2r^3}{GT^2} \quad \frac{64\pi^2r}{T^2}$$

§6.5 宇宙航行

§6.6 经典力学的局限性

一、选择题

1.BC 2.C

二、计算题

3.2:1

3版同步检测

A卷

一、选择题

1.A

提示 无论地球绕太阳公转还是月球绕地球公转,统一表示为  $\frac{GMm}{r^2}=m\frac{4\pi^2}{T^2}r$ ,即  $M\propto\frac{r^3}{T^2}$ ,所以  $\frac{M_{\text{且}}}{M_{\text{地}}}=\frac{R_{\text{土}}^3}{r^3T^2}$ ,选项 A 正确。

2.A

提示 对于地面上的物体,有  $mg=\frac{GMm}{R^2}$ ,又知  $M=\frac{4}{3}\pi R^3\rho$ ,整理得  $\rho=\frac{3g}{4\pi RG}$ 。

3.BD

提示 由  $G\frac{Mm}{r^2}=m(\frac{2\pi}{T})^2r$  可得,太阳的质量  $M=\frac{4\pi^2r^3}{GT^2}$ ,太阳的密度  $\rho=\frac{M}{V}=\frac{3\pi r^3}{GT^2R^3}$ ,其他的无法求出。故本题选 BD。

4.D

提示 赤道上物体随地球自转的向心力为万有引力与支持力的合力,近地卫星的向心力等于万有引力,同步卫星的向心力为同步卫星所在处的万有引力,故有  $F_1<F_2$ ,  $F_2>F_3$ ,加速度  $a_1<a_2$ ,  $a_2=g$ ,  $a_3<a_2$ ;线速度  $v_1=\omega_1R$ ,  $v_3=\omega_3(R+h)$ ,其中  $\omega_1=\omega_3$ ,因此  $v_1<v_3$ ,而  $v_2>v_3$ ;角速度  $\omega=\frac{v}{r}$ ,故有  $\omega_1=\omega_3<\omega_2$ 。

5.D

提示 由  $G\frac{Mm}{r^2}=m(\frac{2\pi}{T})^2r$  得  $M=\frac{4\pi^2r^3}{GT^2}=\frac{4\times 3.14^3\times (1.4\times 10^8)^3}{667\times 10^4\times (14\times 3600)^2}\text{kg}\approx 6.4\times 10^{26}\text{kg}$ ,故本题选 D。

6.D

提示 由  $G\frac{Mm}{R^2}=mg$ ,得  $M=\frac{gR^2}{G}$ ,

$$\rho=\frac{M}{V}=\frac{\frac{gR^2}{G}}{\frac{4}{3}\pi R^3}=\frac{3g}{4\pi GR}, \text{所以 } R=\frac{3g}{4\pi G\rho},$$

$$\text{则 } \frac{R}{R_{\text{地}}}=\frac{g_{\text{地}}}{g_{\text{星}}}=4, \text{根据 } M=\frac{gR^2}{G}=\frac{4g_{\text{地}}\cdot(4R_{\text{地}})^2}{G}=\frac{64g_{\text{地}}R_{\text{地}}^2}{G}=64M_{\text{地}}, \text{所以}$$

D 项正确。

7.C

提示 由于各小行星的质量和轨道半径不同,根据万有引力定律可知太阳对各小行星的引力不同,选项 A 错误;太阳对小行星的万有引力提供小行星做圆周运动的向心力,由  $G\frac{Mm}{r^2}=$

$m(\frac{2\pi}{T})^2r$ ,可得  $T=\sqrt{\frac{4\pi^2r^3}{GM}}$ ,又小行星的轨道半径大于地球的轨道半径,可知各小行星绕太阳运动的周期均大于一年,选项 B 错误;由  $G\frac{Mm}{r^2}=ma$  可得

$$a=\frac{GM}{r^2}, \text{可知小行星带内侧小行星的向心加速度值大于外侧小行星的向心加速度值,选项 C 正确;由 } G\frac{GM}{r^2}=m\frac{v^2}{r}$$

可得  $v=\sqrt{\frac{GM}{r}}$ ,可知小行星带内各小行星做圆周运动的线速度值小于地球公转的线速度值,选项 D 错误。

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  $g=\frac{GM}{R^2}$ ,故  $v=\sqrt{\frac{GM}{2R}}=\sqrt{\frac{gR}{2}}$ ,选项 A 错误; $T=\frac{2\pi\times 2R}{v}=\frac{4\pi R\sqrt{2}}{\sqrt{gR}}=4\pi\sqrt{\frac{2R}{g}}$ ,选项

B 正确; $a=\frac{v^2}{r}=\frac{v^2}{2R}=\frac{g}{4}$ ,选项 C 错误;

$$\omega=\frac{2\pi}{T}=\frac{1}{2}\sqrt{\frac{g}{2R}}, \text{选项 D 正确。}$$

二、填空题

9.(1)8km/s

(2)40m/s

提示 (1)地球的第一宇宙速度

$$v_1=\sqrt{gR}=8\text{km/s};$$

(2)由行星质量  $M=\rho\frac{4}{3}\pi R^3$  和  $g=$

$$\frac{GM}{R^2}, \text{可得 } \rho=\frac{3g}{4\pi GR}, \text{根据两星球密}$$

度相同,可求得  $g'=\frac{g}{200}$ ,则该小行星的第一宇宙速度  $v_2=40\text{m/s}$ 。

$$10.\sqrt{\frac{g+a}{a}}$$

提示 赤道上的物体承受地球自转时,  $G\frac{Mm}{R_0^2}-F_N=m\omega^2R_0=ma$ ,其中  $F_N=mg$ ,要使赤道上的物体“飘”起来,即变为近地卫星,则应  $F_N=0$ ,  $G\frac{Mm}{R_0^2}=m\omega^2R_0$ ,

$$\text{得 } \frac{\omega'}{\omega}=\sqrt{\frac{g+a}{a}}$$

学习周报®

故转速应为原来的  $\sqrt{\frac{g+a}{a}}$  倍。

11.1.2×10<sup>4</sup>  
提示 设地球的质量、体积、密度分别为  $M$ 、 $V$ 、 $\rho$ ;地核的则分别为  $M'$ 、 $V'$ 、 $\rho'$ 。据题给条件,由密度定义式,用比例关系可得

$$\rho'=\frac{M'}{V'}=\frac{0.34M}{0.16V}=\frac{17}{8}\rho \quad \text{①}$$

地球的平均密度则可运用万有引力定律、重力、球的体积公式等导出公式估算。

设地球表面上任一物体的质量为  $m$ ,有  $\frac{GMm}{R^2}=mg$ ,  $V=\frac{4}{3}\pi R^3$ ,  $\rho=\frac{M}{V}$ ,则

$$\rho=\frac{3g}{4\pi GR} \quad \text{②}$$

将  $g=9.8\text{m/s}^2$ ,  $\pi=3.14$ ,以及已知的  $G$ 、 $R$  的数值代入式②,可估算出地球的平均密度为  $\rho\approx 5.5\times 10^3\text{kg/m}^3$ ,再将  $\rho$  值代入式①则得地核的密度  $\rho'\approx 1.2\times 10^4\text{kg/m}^3$ 。

三、计算题

$$12.\sqrt{\frac{2vR}{t}}$$

提示 第一宇宙速度在数值上等于卫星在该星球表面附近的环绕速度,本题求解的关键是先求得星球表面的重力加速度  $g_0$ 。由竖直上抛运动的规律可得,该星球表面的重力加速度  $g=\frac{2v}{t}$

该星球对卫星的万有引力提供向心力,而星球表面附近的万有引力又可近似认为和卫星重力相等,所以有

$$mg=\frac{mv_1^2}{R} \quad \text{该星球表面的第一宇宙速度为}$$

$$v_1=\sqrt{gR}=\sqrt{\frac{2vR}{t}}。$$

13.(1)5.6km/s

(2)2.45m/s<sup>2</sup>

(3)2.45N 0

提示 (1)卫星近地运行时,有  $\frac{GMm}{R^2}=m\frac{v_1^2}{R}$   
卫星离地面的高度为  $R$  时,有  $\frac{GMm}{(2R)^2}=m\frac{v_2^2}{2R}$

$$\text{由以上两式得 } v_2=\frac{v_1}{\sqrt{2}}\approx 5.6\text{km/s};$$

(2)卫星离地面的高度为  $R$  时,有  $G\frac{Mm}{(2R)^2}=ma$

$$\text{靠近地面时,有 } \frac{GMm}{R^2}=mg$$

$$\text{解得 } a=\frac{1}{4}g=2.45\text{m/s}^2;$$

(3)在卫星内,仪器的重力等于地球对它的吸引力,则

$G'=mg'=ma=1\times 2.45\text{N}=2.45\text{N}$   
由于卫星内仪器的重力完全用于提供做圆周运动的向心力,仪器处于完全失重状态,所以仪器对平台的压力为零。