

赤道上的物体和同步卫星有相同周期和角速度,但线速度不同,B项错误;同步卫星和近地卫星有相同的中心天体,根据 $\frac{GMm}{r^2}=m\frac{v^2}{r}=m\frac{4\pi^2}{T^2}r$ 得 $v=\sqrt{\frac{GM}{r}}$, $T=2\pi\sqrt{\frac{r^3}{GM}}$,由于 $r_{\text{同}}>r_{\text{近}}$,故 $v_{\text{同}}<v_{\text{近}}$, $T_{\text{同}}>T_{\text{近}}$,D正确;赤道上物体、近地卫星、同步卫星三者间的周期关系为 $T_{\text{赤}}=T_{\text{同}}>T_{\text{近}}$,根据 $v=\omega r$ 可知 $v_{\text{赤}}<v_{\text{同}}$,则速度关系为 $v_{\text{赤}}<v_{\text{同}}<v_{\text{近}}$,故C正确。

3.B
提示 “风云四号”是地球同步卫星,只能定点于赤道正上方,不可能经过太原正上空,故A错误;“风云四号”的轨道半径小于月球的轨道半径,由 $a=\frac{GM}{r^2}$ 知“风云四号”的向心加速度大于月球的向心加速度,故B正确;与“风云四号”同轨道的卫星运动的速率都相等,但质量不一定相等,即动能不一定相等,故C错误;7.9km/s是地球的第一宇宙速度,是卫星绕地球圆周运动的最大运行速度,则知“风云四号”的运行速度小于7.9km/s,故D错误。

4.D
提示 卫星绕地球做匀速圆周运动,万有引力提供向心力,根据牛顿第二定律,有 $G\frac{Mm}{r^2}=m\frac{4\pi^2}{T^2}r$,解得 $T=2\pi\sqrt{\frac{r^3}{GM}}$,故中圆轨道的卫星的周期小于同步轨道卫星的周期,故A错误;中圆地球轨道卫星与静止轨道卫星的质量关系未知,故无法比较万有引力大小,故B错误;倾斜同步轨道卫星的轨道半径与静止轨道同步卫星的轨道半径相等,故公转周期相等,线速度 $v=\frac{2\pi r}{T}=\frac{2\times 3.14\times(6370+35809)\times 10^3}{24\times 6370}$ m/s=3066m/s,故C错误;倾斜同步轨道卫星的轨道半径与静止轨道同步卫星的轨道半径相等,故公转周期相等,说明倾斜同步轨道卫星每天在固定的时间经过同一地区的正上方,故D正确。

5.B
提示 b 、 c 都是地球的卫星,由地球对它们的万有引力提供向心力,是可以比较的。 a 、 c 是在同一平面内以相同角速度转动的,也是可以比较的。在某时刻 c 在 a 的正上方,则以后永远在 a 的正上方,对 b 和 c ,根据 $G\frac{Mm}{r^2}=m\frac{4\pi^2}{T^2}r$,推知 $T_c=2\sqrt{2}T_b$,又由 $2T_c=n_cT_b$ 得 $n_c=$

$2\times 2\sqrt{2}\approx 5.66$ 圈,所以B正确。
6.BCD
提示 根据题意得到导弹在C点之后做向心运动,若正好做圆周运动的话,其速度为 $v=\sqrt{\frac{GM}{R+h}}$,所以在C点的速度小于 $\sqrt{\frac{GM}{R+h}}$,A项错误;根据万有引力提供向心力可判断B正确;由题意知C项也是正确的;根据开普勒第三定律导弹从A点运动到B点若做圆周运动的话,周期为 T_0 ,但是做向心运动,周期小于 T_0 ,D项正确。故本题选BCD。

7.AC
提示 任意两个星体之间的万有引力 $F=G\frac{mm}{R^2}$,每一颗星体受到的合力 $F_1=\sqrt{3}F$
由几何关系知它们的轨道半径 $r=\frac{\sqrt{3}}{3}R$ ①
合力提供它们的向心力 $\frac{\sqrt{3}Gmm}{R^2}=\frac{mv^2}{r}$ ②
联立①②,解得 $v=\sqrt{\frac{Gm}{R}}$
故A正确;
由 $\frac{\sqrt{3}Gmm}{R^2}=\frac{m\cdot 4\pi^2r}{T^2}$
解得 $T=\frac{2}{3}\pi\sqrt{\frac{3R^3}{Gm}}$,故C正确;
角速度 $\omega=\frac{2\pi}{T}=\sqrt{\frac{3Gm}{R^3}}$,故B错误;
由 $\frac{\sqrt{3}Gmm}{R^2}=ma$
得 $a=\frac{\sqrt{3}Gm}{R^2}$,故加速度与它们的质量有关,故D错误。

故选AC。
8.AC
提示 由万有引力提供向心力得 $G\frac{Mm}{r^2}=m\left(\frac{2\pi}{T}\right)^2r$,地球质量为 $M=\frac{4\pi^2r^3}{GT^2}$,又因地球的体积为 $V=\frac{4}{3}\pi R^3$,所以地球的平均密度 $\rho=\frac{3\pi^2r^3}{GT^2R^3}$,选项C正确;由题意可知组合体绕地球运行的速度为 $v_1=\frac{2\pi r}{T}$,选项B错误;由 $G\frac{Mm}{r^2}=m\frac{v^2}{r}$ 得 $v=\sqrt{\frac{GM}{r}}$,当 $r=R$ 时,卫星环绕地球运行的速度最大,且该速度为第一宇宙速度,即 $v=\sqrt{\frac{GM}{R}}$,综合地球质量的表达式可求得 $v=$

$\frac{2\pi r}{T}\sqrt{\frac{r}{R}}$,选项A正确;“天舟一号”在与“天宫二号”相同的轨道上加速后做离心运动会到更远的轨道上去,不会对接,选项D错误。
9.C
提示 设两个黑洞的质量分别为 M_1 、 M_2 ,合并前两者的距离为 L , M_1 绕它们连线的某一点运动的轨道半径为 R_1 , M_2 的半径为 R_2 ,它们之间的万有引力提供向心力,它们具有相同的周期,万有引力 $F=\frac{GM_1M_2}{L^2}$,两黑洞合并前 M_1 、 M_2 都不变,而 L 越来越小,故万有引力越来越大,故A错误;根据万有引力提供向心力可得,对 M_1 有 $\frac{GM_1M_2}{L^2}=M_1\frac{4\pi^2}{T^2}R_1$,得到 $\frac{GM_2}{L^2}=\frac{4\pi^2}{T^2}R_1$,对 M_2 有 $\frac{GM_1M_2}{L^2}=M_2\frac{4\pi^2}{T^2}R_2$,得到 $\frac{GM_1}{L^2}=\frac{4\pi^2}{T^2}R_2$,则 $\frac{G(M_1+M_2)}{L^2}=\frac{4\pi^2}{T^2}L$,解得周期 $T=2\pi\sqrt{\frac{L^3}{G(M_1+M_2)}}$,合并前两黑洞的总质量 M_1+M_2 不变, L 减小,故周期 T 也在减小,故B错误;对 M_1 根据 $\frac{GM_1M_2}{L^2}=M_1\frac{v_1^2}{R_1}$,解得 $v_1=\sqrt{\frac{GM_2}{R_1}}$,质量不变、半径减小,则线速度增大,同理可得 M_2 的线速度也增大,故C正确;黑洞的合并存在质量亏损,在合并过程中释放能量,所以质量减少,故D错误。

二、计算题
10.(1) 1.2×10^{-3} s
(2) 1.3×10^{14} kg/m³
提示 设中子星质量为 M ,半径为 R ,密度为 ρ ,自转角速度为 ω 。
(1)假设有一颗质量为 m 的卫星绕中子星运行,运行半径为 r ,则有 $F_{\text{引}}=F_{\text{向}}$,即 $\frac{GMm}{r^2}=m\frac{4\pi^2}{T^2}r$
所以 $T=2\pi\sqrt{\frac{r^3}{GM}}$
要使 T 最小,即要求 $r=R$
所以 $M=\frac{4\pi^2R^3}{GT^2}$, $\rho=\frac{M}{\frac{4\pi R^3}{3}}=\frac{3\pi}{GT^2}$
所以 $T=\sqrt{\frac{3\pi}{\rho G}}$
代入数据得 $T=1.2\times 10^{-3}$ s;
(2)在中子星表面取一质量微小的部分 m ,故中子星剩余部分的质量仍认为是 M ,要使中子星不被瓦解,即要求 M 与 m 间万有引力不小于 m 绕自转轴自转的向心力,则 $\frac{GMm}{R^2}\geq m\omega^2R$
又因 $\rho=\frac{M}{\frac{4\pi R^3}{3}}$
所以 $\rho\geq\frac{3\omega^2}{4\pi G}\approx 1.3\times 10^{14}$ kg/m³。

物理·高考版答案页第2期

第5期 第3版同步检测

一、选择题

1.AD

提示 B点离A点越远,A、B两侧绳子的夹角越大,又由于这两段绳拉力的合力等于物体的重力,所以绳子张力越大,故A正确;而钩码所受合力始终为零,故B、C错;由于绳子要承担钩码的重力,所以不可能拉成水平,D正确。故本题选AD。

2.C

提示 因为受到阻力,不是完全失重状态,所以对支持面有压力,A错;由于箱子阻力和下落的速度二次方成正比的关系,最终将匀速运动,受到的压力等于重力,B、D错,C对。故本题选C。

3.D

提示 滑块在水平方向受向左的滑动摩擦力 F_f 和弹簧向右的拉力 $F_{\text{拉}}=kx$,合力 $F_{\text{合}}=F_f-F_{\text{拉}}=ma$,当弹簧从自然长度到第一次达最长这一过程中, x 逐渐增大,拉力 $F_{\text{拉}}$ 逐渐增大,因为皮带的速度 v 足够大,所以合力 $F_{\text{合}}$ 先减小后反向增大,从而加速度 a 先减小后反向增大;滑动摩擦力与弹簧弹力相等之前,加速度与速度同向,滑动摩擦力与弹簧拉力相等之后,加速度便与速度方向相反,故滑块的速度先增大,后减小。

4.C

提示 在抽出木板的瞬时,物块1、2与刚性轻杆接触处的形变立即消失,受到的合力均等于各自重力,所以由牛顿第二定律知 $a_1=a_2=g$;而物块3、4间的轻弹簧的形变还来不及改变,此时弹簧对3向上的弹力大小和对物块4向下的弹力大小仍为 mg ,因此物块3满足 $mg=F$, $a_3=0$;由牛顿第二定律得物块4满足 $a_4=\frac{F+Mg}{M}=\frac{M+m}{M}g$,所以C对。

5.A

提示 刚开始木块与木板一起在 F 作用下加速,且 $F=kt$, $a=\frac{F}{m_1+m_2}=\frac{kt}{m_1+m_2}$,当两者相对滑动后,木板只受滑动摩擦力, a_1 不变,木块受 F 及滑动摩擦力, $a_2=\frac{F-\mu m_2g}{m_2}=\frac{F}{m_2}-\mu g$,故 $a_2=$

$\frac{kt}{m_2}-\mu g$, $a-t$ 图象中斜率变大,故选项A正确。

6.AC

提示 对 m_1 、 m_2 整体有 $F-(m_1+m_2)g\sin\theta-\mu(m_1+m_2)g\cos\theta=(m_1+m_2)a$
对 m_2 有 $F'-m_2g\sin\theta-\mu m_2g\cos\theta=m_2a$
联立解得 $F'=\frac{Fm_2}{m_1+m_2}$,A对,B错;斜面始终静止在水平地面上,对斜面进行分析受力可判断出C正确,D错(也可以运用整体法及牛顿第二定律来判定)。故本题选AC。

7.BCD

提示 若摩擦力与拉力同向,则 $F+f=ma_a$, $f=ma_a$,解得 $F=f=0.1$ N;若摩擦力与拉力反向,则 $f-F=ma_a$, $f=ma_a$,解得 $f=0.2$ N, $F=0.1$ N,所以本题选BCD。

8.D

提示 以A为研究对象,分析受力如图1所示,根据牛顿第二定律得 $m_Ag\tan\theta=m_Aa$,解得 $a=g\tan\theta$,方向水平向右。再对B研究得 $F_{\text{合}}=ma=mgtan\theta$,方向水平向右。即小车对物块B产生的静摩擦力的大小为 $mgtan\theta$,方向向右。小车对物块B的支持力向上,与重力平衡,故 $N=mg$;故小车对物块B产生作用力为 $F=\sqrt{N^2+F^2}=mg\sqrt{1+\tan^2\theta}$,斜向右上方。选项D正确。

二、计算题

9.(1) $\frac{\sqrt{6}}{4}mg$ (2)① $\frac{\sqrt{3}}{3}g$
② $\frac{2\sqrt{3}}{3}(M+m)g$,与水平方向的夹角为60°斜向右上方

提示 (1)如图2所示,设平衡时,绳中拉力为 T ,有 $2T\cos\theta-mg=0$

由图知 $\cos\theta=\frac{\sqrt{6}}{3}$



联立解得 $T=\frac{\sqrt{6}}{4}mg$;

(2)①此时,对小铁环进行受力分析,如图3所示,有 $T'\sin\theta'=ma$

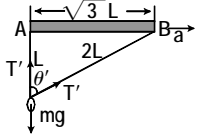


图3

$T'+T'\cos\theta'-mg=0$

由图知 $\theta'=60^\circ$,联立解得

$a=\frac{\sqrt{3}}{3}g$;

②如图4所示,设外力 F 与水平方向成 α 角,将杆和小铁环当成一个整体,有

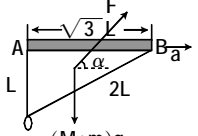


图4

$F\cos\alpha=(M+m)a$

$F\sin\alpha-(M+m)g=0$

联立解得

$F=\frac{2\sqrt{3}}{3}(M+m)g$, $\tan\alpha=\sqrt{3}$, $\alpha=60^\circ$

即外力方向与水平方向的夹角为60°斜向右上方。

10.(1)1m/s (2)1.9m

提示 (1)如图5所示对A、B和木板受力分析,其中 f_A 、 f_B 分别表示物块A、B受木板摩擦力的大小, f_A' 、 f_B' 和 f 分别表示木板受到物块A、B及地面的摩擦力大小,设运动过程中A、B及木板的加速度大小分别为 a_A 、 a_B 和 a ,根据牛顿运动定律得

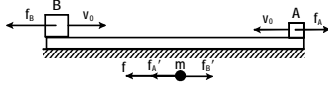


图5

$f_A=m_Aa_A$ ①

$f_B=m_Ba_B$ ②

$f_B'-f_A'-f=ma$ ③

且 $f_A=f_A'=\mu_1m_Ag$ ④

$f_B=f_B'=\mu_1m_Bg$ ⑤

$f=\mu_2(m_A+m_B+m)g$ ⑥

联立①~⑥解得 $a_A=5$ m/s², $a_B=5$ m/s², $a=2.5$ m/s²

