

必修 2 答案页第 6 期

物理
人教第 21 期
3~4 版综合测试

一、选择题

1.BD

提示 升降机下降时,升降地板对站在其上面的人的支持力向上,而位移向下,做负功,A 错误;物体水平抛出后,竖直分速度变大,重力的功率逐渐变大,B 正确;重力势能与参考面的选取有关,C 错误;物体做匀速圆周运动的条件是物体受到的合力大小不变而方向始终指向圆心,D 正确。本题选 BD。

2.C

提示 当船头垂直河对岸如图④所示时,渡河时间最短;当船头指向上游且轨迹垂直河岸如图⑤所示时,渡河位移最短。本题选 C。

3.ABD

提示 根据两星密度相同有 $\frac{3M_A}{4\pi R_A^3} = \frac{3M_B}{4\pi R_B^3}$,根据两星重力加速度的关系有 $\frac{M_A}{R_A^2} = 2 \times \frac{M_B}{R_B^2}$,

得 $\frac{R_A}{R_B} = 2, \frac{M_A}{M_B} = 8$,A、B 正确;由第一宇宙速度 $v = \sqrt{gR}$ 得 $\frac{v_A}{v_B} = 2$,D 项正确。本题选 ABD。

4.B

提示 轨道对小球的支持力始终与小球运动的方向垂直,轨道对小球不做功;又小球从 P 运动到 Q 的过程中,重力做正功,动能增大,可判断 $v_P < v_Q$;根据 $v = \omega r, r_P > r_Q$,可知, $\omega_P < \omega_Q$,A 错误,B 正确;再利用向心加速度 $a = \frac{v^2}{r}, v_P < v_Q, r_P > r_Q$,可知 $a_P < a_Q$,C 错误;在最高点 $mg + F_N = ma$,即 $F_N = ma - mg$,因 $a_P < a_Q$,所以 $F_{Q0} > F_{P0}$,D 错误。本题选 B。

5.B

提示 动车组开始受到阻力 $f_1 = kv$,一节动力车功率是 $P_1 = f_1 v = kv^2$;速率提升为 $2v$ 时,动车组受到阻力 $f_2 = k \cdot 2v$,动力车功率是 $P_2 = f_2 \cdot 2v = 4kv^2, P_2 = 4P_1$,故应把 3 节车厢改为动力车方可。本题选 B。

6.B

提示 设地球的质量为 M ,绕其飞行的卫星质量为 m ,轨道半径为 r ,由万有引力提供向心力得 $G \frac{Mm}{r^2} = m \frac{v^2}{r}$;在地球表面万有引力等于重力得 $G \frac{Mm}{R^2} = mg$,以第一宇宙速度运行的卫星贴着地表运动,有 $r=R$,联立解得 $v = \sqrt{gR}$;利用类比关系知某星体第一宇宙速度为 $v_1 = \sqrt{g'r} = \sqrt{\frac{g'r}{6}}$;而第二宇宙速度 v_2 与第一宇宙速度的关系是 $v_2 = \sqrt{2} v_1$,则 $v_2 = \sqrt{2} \cdot \sqrt{g'r} = \sqrt{\frac{g'r}{3}}$,故选 B。

7.ABC

提示 由动能定理知,火药推力对炮弹所做的功等于炮弹所获得的动能 $\frac{1}{2}mv^2$,A 正确;由于火药推力恒定不变,所以炮弹做匀加速直线运动,由匀加速直线运动的规律知,炮弹在炮筒内运动的平均速度为 $\frac{v}{2}$,故其运动时间为

$t = \frac{2L}{v}$,D 错误;火药推力的平均功率 $P = \frac{W}{t} = \frac{mv^3}{4L}$,B 正确;设火药推力为 F ,由 $FL = \frac{1}{2}mv^2$ 得 $F = \frac{mv^2}{2L}$,C 正确。本题选 ABC。

8.B

提示 A、B 两点属于同轴转动,则 A、B 角速度相等,由于 $r_A = 2r_B$,根据公式 $v = \omega r$ 可知,

提示 (1)由平抛运动规律得 $\tan \alpha = \frac{\frac{1}{2}gt^2}{v_0 t}$ 则该星球表面的重力加速度 $g = \frac{2v_0 \tan \alpha}{t}$;

(2)在星球表面有 $G \frac{Mm}{R^2} = mg$

所以 $M = \frac{gR^2}{G}$

该星球的密度 $\rho = \frac{M}{V} = \frac{3v_0 \tan \alpha}{2\pi R t G}$;

(3)由 $G \frac{mM}{R^2} = m \frac{v^2}{R}$,可得 $v = \sqrt{\frac{GM}{R}}$,

又 $GM = gR^2$

所以该星球的第一宇宙速度

$v = \sqrt{\frac{2v_0 R \tan \alpha}{t}}$;

(4)绕星球表面运行的卫星具有最小的周期,即

$T = \frac{2\pi R}{v} = 2\pi R \sqrt{\frac{t}{2v_0 R \tan \alpha}}$ 。

16.(1)216N (2)10 $\sqrt{3}$ m/s

提示 (1)在 a 点处,对人和车整体受力分析如图 1 所示。

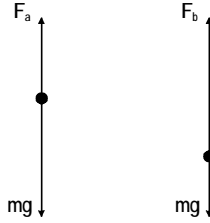


图 1

由牛顿第二定律可知 $mg - F_a = m \frac{v_a^2}{r_a}$

得 $F_a = mg - m \frac{v_a^2}{r_a} = 60 \times 10N - 60 \times \frac{6.4^2}{6.4} N =$

216N

由牛顿第三定律得小轮车对 a 点的压力大小

$F'_a = F_a = 216N$;

(2)设车在 b 点处最大速度为 v_m ,则在 b 点处,人和车整体受力分析如图 2 所示。

由牛顿第二定律可知 $F_b - mg = m \frac{v_m^2}{r_b}$

得 $v_m = \sqrt{\frac{(F_b - mg)r_b}{m}}$
 $= \sqrt{\frac{(2400 - 60 \times 10) \times 10}{60}} \text{ m/s}$

$= 10\sqrt{3} \text{ m/s}$

故车到达 b 点处速度不能超过 $10\sqrt{3} \text{ m/s}$ 。

17.(1)22N,方向向上 (2)1s (3)13.3m

提示 (1)设杆对 B 球的作用力 F 向下,有 $mg + F = m\omega^2 \cdot OB$ 解得 $F = 22N$,即杆对 B 的作用力为 22N,方向向下。

由牛顿第三定律,B 球对直杆的作用力 $F' = 22N$,方向向上;

(2)脱离轻杆时

$v_A = \omega \cdot OA = 12 \text{ m/s}, v_B = \omega \cdot OB = 4 \text{ m/s}$

设在空中飞行时间为 t,则有

$\frac{1}{2}gt^2 = AB$
 $\tan 37^\circ = \frac{2v_B \tan \alpha}{v_B t}$

解得 $t = 1s$,即 B 在空中飞行的时间为 1s;

(3)B 的水平位移 $x_B = v_B t = 4 \text{ m}$

A 的水平位移 $x_A = v_A \sqrt{\frac{2h}{g}} = \frac{12}{5} \sqrt{15} \text{ m} >$

$\frac{h}{\tan 53^\circ} = \frac{9}{4} \text{ m}$,直接落在地面上,因此两球落点间距为 $l = x_A + x_B \approx 13.3 \text{ m}$ 。

第 24 期

3~4 版综合测试

一、选择题

1.BD

提示 小滑块下滑过程中,小滑块的重力沿斜槽轨道切向的分力逐渐变小,故小滑块的加速度逐渐变小,故选项 A 错误,B 正确;由机械能守恒得 $mgh = \frac{1}{2}mv^2$,故 $v^2 = 2gh$,所以 v^2 与 h 成正比,选项 C 错误,D 正确。

2.D

提示 根据题意及功的计算公式有 $W = F_s = F_2 \cdot 2s \cos 30^\circ$,得 F_1 和 F_2 的大小为 $\sqrt{3}:1$ 。本题选 D。

3.AD

提示 两球动能改变等于重力的功,应该相同,A 正确,B 错误;因初速度不同,落地时两球的动能不同,落地时 B 球的动能大,C 错误;落地时重力对两球做功的瞬时功率等于重力与竖直分速度的乘积,应相同,D 正确。本题选 AD。

4.D

提示 火箭匀速下降过程中动能不变,重力势能减小,故机械能减小,A 错误;火箭在减速下降时携带的检测仪器受到的支持力大于自身重力,故处在超重状态,B 错误;由功能关系知合力做功等于火箭动能变化,而除重力外的其他力做功之和等于机械能变化,故 C 错误;火箭着地时加速度向上,所以火箭对地面的作用力大于自身重力,D 正确。

5.BCD

提示 由万有引力定律和牛顿第二定律得 $G \frac{Mm}{r^2} = m \frac{4\pi^2}{T^2} r$,“火卫一”的轨道半径 r 和运行周期 T 均为已知量,故火星的质量可以确定,B 正确;再由 $v = \frac{2\pi r}{T}$ 可知,“火卫一”的绕行速度 v 可以确定,C 正确;由 $G \frac{Mm}{r^2} = ma$ 可知,“火卫一”的向心加速度可以确定,D 正确;由于各等式两边均有“火卫一”的质量 m,故火卫一的质量不能确定,A 错误。本题选 BCD。

6.BC

提示 由 A 到 B,由机械能守恒得 $\frac{1}{2}mv_B^2 = mg(H-h)$,所以 $v_B = \sqrt{2g(H-h)}$ 。离开 B 点后在竖直方向有 $h = \frac{1}{2}gt^2$,得 $t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$, $s = v_B t =$

$2\sqrt{h(H-h)}$,当 $h = \frac{H}{2}$ 时 s 最大。因此,无论此时 h 增大还是减小,都有 s 减小。本题选 BC。

7.D

提示 根据牛顿运动定律可知,磅秤的示数等于 $F_N = mg + ma = 1.1mg$,选项 A、B 错误;根据动能定理得 $\Delta E_k = W_{\text{合}} = m\Delta h = 0.1mgh$,故 C 错误;人上升高度 h,则重力做功为 $-mgh$,可知重力势能增大 mgh ,动能增加 $0.1mgh$,则机械能增大了 $1.1mgh$,故 D 正确。

8.AB

提示 万有引力提供向心力,由 $G \frac{Mm}{r^2} = ma = m \frac{v^2}{r} = m \frac{4\pi^2}{T^2} r$ 可得国际空间站与“嫦娥二号”的向心加速度之比 $\frac{a_1}{a_2} = \frac{M_1}{M_2} \cdot \frac{r_2^2}{r_1^2} = \frac{81}{16}$,A 正

确;线速度之比 $\frac{v_1}{v_2} = \sqrt{\frac{M_1}{M_2} \cdot \frac{r_2}{r_1}} = \frac{9}{2}$,B 正确;周期之比 $\frac{T_1}{T_2} = \sqrt{\frac{M_2}{M_1} \cdot \frac{r_1^3}{r_2^3}} = \frac{8}{9}$,C 错;角速度之比

$\frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{T_2}{T_1} = \frac{9}{8}$,D 错。故本题选 AB。

9.AC

提示 从 A→B 的过程,小球做自由落体运动,有 $v = \sqrt{2gh}$,则重力的瞬时功率为 $P = mgv = mg\sqrt{2gh}$,故选项 A 正确;从 B→C 的过程,小球做平抛运动,位移夹角为 45° ,则水平位移和竖直位移相等,有 $vt = \frac{1}{2}gt^2$,解得 $t = 2\sqrt{\frac{2h}{g}}$,故选项 C 正确,B 错误;B、C 两点间的高度差为 $h' = \frac{1}{2}gt^2 = 4h$,故选项 D 错误。

10.CD

提示 物体向下加速运动,绳子(弹簧)的弹力小于物体的重力,即 $F < mg$,所以 $x < \frac{mg}{k}$,故 A 错误;根据系统机械能守恒可知,减少的重力势能等于转化为小车的动能、弹簧的弹性势能和物体的动能,所以小车的动能增加量与弹簧的弹性势能的和小于物体重力势能的减少量,故 B 错误,C 正确; $mgh > \frac{1}{2}(m+M)v^2, E =$

$\frac{1}{2}Mv^2 < \frac{mMgh}{m+M}$,故 D 正确。故本题选 CD。

11.C

提示 卫星绕地球做匀速圆周运动满足 $G \frac{Mm}{r^2} = m \frac{v^2}{r}$,动能 $E_k = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{GMm}{2r}$,机械能 $E = E_k + E_p$,则 $E = \frac{GMm}{2r} - \frac{GMm}{r} = -\frac{GMm}{2r}$ 。卫星由半径为 R_1 的轨道降到半径为 R_2 的轨道过程中损失的机械能 $\Delta E = E_1 - E_2 = \frac{GMm}{2} \left(\frac{1}{R_2} - \frac{1}{R_1} \right)$,即为下降过程中因摩擦而产生的热量,所以选项 C 正确。

12.BD

提示 在第一次小铅块运动过程中,小铅块与木板之间的摩擦力使整个木板一直加速,第二次小铅块先使整个木板加速,当小铅块运动到 B 上后 A 停止加速,只有 B 加速,加速度大于第一次的对应过程,故第二次小铅块与 B 将更早共速,所以小铅块还没有运动到 B 的右端,二者就已共速,选项 A 错误,B 正确;由于第一次的相对路程大于第二次的相对路程,则第一次过程中产生的热量大于第二次过程中产生的热量,选项 C 错误,D 正确。

二、填空题

13.(1)BC (2)A

提示 (1)该实验是利用增加橡皮条的根数,来成倍地改变做功,所以应先平衡摩擦力,故 A 错误,B 正确;橡皮筋完全恢复后不再有力对小车做功,小车做匀速运动,纸带上的点间距是均匀的,方便求解速度,故 C 正确;每次释放小车时,不仅仅是要求静止释放,应该是从同一位置静止释放,故 D 错误;

(2)中 A 正确、B、C 错误。

14.(1) $\frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mv_0^2$

(2)变大 变小

(3)估算图线下方的面积,其大小即为磁力在这一过程所做功大小

提示 (1) ΔE_k 是末动能减初动能;

(2)据图知,位移变大,磁力变大,加速度则变大,但因与速度方向相反,速度要变小;

(3) $F-s$ 中,图象与横轴所围形状的面积等于磁力所做的功。

三、计算题

15.(1) $\frac{2v_0 \tan \alpha}{t}$

(2) $\frac{3v_0 \tan \alpha}{2\pi R t G}$

(3) $\sqrt{\frac{2v_0 R \tan \alpha}{t}}$

(4) $2\pi R \sqrt{\frac{t}{2v_0 R \tan \alpha}}$

第 22 期
3~4 版综合测试

一、选择题

1.AC
提示 物体受合外力的方向与速度方向不同时,物体做曲线运动,与合外力(加速度)是否恒定无关,例如平抛运动的加速度恒等于 g ,A、C 正确,B 错误;匀速圆周运动的加速度大小不变,方向时刻变化,而不是零,D 错误。故本题选 AC。

2.A
提示 乘客在拐弯过程中与列车一起做匀速圆周运动,受到的合外力提供向心力,由牛顿第二定律得 $F=m\frac{v^2}{r}=500N$,本题选 A。

3.AD
提示 由于螺丝帽做圆周运动过程中恰好不下滑,则竖直方向上重力与摩擦力平衡,杆对螺丝帽的弹力提供其做匀速圆周运动的向心力,A 正确,B、C 错误;无论杆的转动速度增大多少,竖直方向受力均平衡,D 正确。本题选 AD。

4.C
提示 功是力对位移的积累效应,所以 $F-x$ 图线与位移轴所围的面积等于在该段位移上力 F 所做的功。由此可知,当物体运动到 x_0 处时的动能为

$$E_k=W_F=\frac{1}{2}\pi\left(\frac{x_0}{2}\right)^2=\frac{1}{8}\pi x_0^2=\frac{1}{4}\pi x_0\frac{x_0}{2}=\frac{1}{4}\pi F_m x_0$$

本题选 C。

5.BCD
提示 小球从槽高 h 处开始自由下滑后,某段时间内会与弹簧发生作用,这段时间内小球的机械能不守恒,小球和弹簧组成的系统机械能守恒,A 错误,B 正确;以小球和弹簧组成的系统为研究对象,根据机械能守恒定律可知弹簧的最大弹性势能为 mgh ,且小球被弹簧反弹后,能回到槽高 h 处,C、D 均正确。本题选 BCD。

6.C
提示 高三同学体重大约 $60kg$,引体向上时向上运动的位移大约 $0.4m$,则克服重力做功的平均功率约为 $P=\frac{W}{t}=\frac{mgh}{t}=\frac{60\times 10\times 0.4}{2}W=120W$,接近 $150W$,C 正确。

7.CD
提示 画出物体在坐标系 xOy 平面内的运动示意图,如图 1 所示。物体在 x 方向做匀速直线运动, $v_x=2.5m/s$,在 y 方向做初速度为 $v_y=10m/s$ 的匀减速直线运动。 $t=0$ 时刻,物体的速度 v_0 大于 $10m/s$,A 错误;外力 F 沿 y 方向,B 错误;物体加速度大小为 $a=2.5m/s^2$,故 F 的大小为 $F=ma=5N$,C 正确;2s 末,在 y 方向的速度大小为 $5m/s$,故外力 F 的功率为 $25W$,D 正确。本题选 CD。

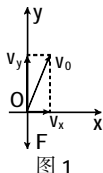


图 1

8.BD
提示 天体绕黑洞做圆周运动,假设黑洞质量为 M ,天体质量为 m ,则有 $\frac{GMm}{r^2}=m\frac{4\pi^2}{T^2}r$,解得 $M=\frac{4\pi^2r^3}{GT^2}$,A 错误,B 正确;最大半径时,光刚好无法逃逸,即 $c=\sqrt{\frac{2GM}{R}}$,解得 $M=\frac{c^2R}{2G}$,由 $\frac{4\pi^2r^3}{GT^2}=\frac{c^2R}{2G}$,解得 $R=\frac{8\pi^2r^3}{c^2T^2}$,C 错误,D 正确。

9.AC
提示 题图中两条曲线的左端点对应的横坐标相同,表明两颗行星的半径相同,由万有引力提供向心力可得, $G\frac{Mm}{r^2}=ma$, $a=\frac{GM}{r^2}$,由题图可知, P_1 的质量大,因此 P_1 的平均密度大,A 项正确;第一宇宙速度 $v=\sqrt{\frac{GM}{R}}$,因此质

量大的行星第一宇宙速度大,B 项错误;由 $a=\frac{GM}{r^2}$ 可知, s_1 的向心加速度大,C 项正确;由 $G\frac{Mm}{r^2}=mr\left(\frac{2\pi}{T}\right)^2$ 得 $T=2\pi\sqrt{\frac{r^3}{GM}}$,因此同一高度处,质量大的行星的卫星公转周期小,D 项错误。

10.C
提示 小球在 A 处刚好对管壁无压力,有 $mg=m\frac{v_A^2}{R}$,所以 $v_A=\sqrt{gR}$,A 错误;小球从 A 到 B,由机械能守恒定律得 $mgr+\frac{1}{2}mv_A^2=\frac{1}{2}mv_B^2$,所以 $v_B=\sqrt{3gR}$,B 错误;球在 B 处 $F_N+mg=m\frac{v_B^2}{R}$,所以 $F_N=5mg$,方向向下,C 正确,D 错误。本题选 C。

11.C
提示 三个物体下降的高度相同,根据 $W=mgh$ 知,重力做功相同,故 A、B 错误,C 正确;根据牛顿第二定律得,物体下滑的加速度

$$a=g\sin\theta, \text{ 根据 } \frac{h}{\sin\theta}=\frac{1}{2}at^2 \text{ 得 } t=\sqrt{\frac{2h}{g\sin^2\theta}}=$$

$$\frac{1}{\sin\theta}\sqrt{\frac{2h}{g}}, \text{ 因为 } \theta_1<\theta_2<\theta_3, \text{ 则 } t_1>t_2>t_3, \text{ 根据 } P=\frac{W}{t} \text{ 知, } P_{甲}<P_{乙}<P_{丙}, \text{ 故 D 错误。}$$

12.BC
提示 飞镖做平抛运动的同时,圆盘上 A 点做匀速圆周运动,恰好击中 A 点,说明 A 点正好在最低点被击中,圆盘转动的周期满足 $t=kT+\frac{T}{2}$ ($k=0,1,2,3,\dots$),圆盘一定转动半周的奇数倍,故 A 错误;飞镖做平抛运动的同时,圆盘上 A 点做匀速圆周运动,恰好击中 A 点,说明 A 点正好在最低点被击中,设时间为 t ,由 $L=v_0t$ 得飞镖飞行时间 $t=\frac{L}{v_0}$,故 B 正确;平抛的竖直位移为 d ,则 $d=\frac{1}{2}gt^2$,联立解得圆盘的半径为 $R=\frac{1}{2}d=\frac{gL^2}{4v_0^2}$,故 C 正确;圆盘转动的周期满足 $t=kT+\frac{T}{2}$ ($k=0,1,2,3,\dots$),又 $T=\frac{2\pi}{\omega}$,联立得 $\omega L=\pi(2k+1)v_0$ ($k=0,1,2,3,\dots$),所以 $\omega=\frac{\pi(2k+1)v_0}{L}$ ($k=1,2,3,\dots$),故 D 错误。

二、填空题

13. $\frac{3\omega^2}{4\pi G}$ 1.3×10^{14}
提示 设中子星的质量为 M ,半径为 R ,中子星的赤道上一质量为 m 的物体,中子星自转的向心力是由万有引力提供的,中子星不解体的条件是万有引力大于等于向心力 $G\frac{Mm}{R^2}\geq m\omega^2R$,又 $\rho=\frac{3M}{4\pi R^3}$.由以上两式得 $\rho\geq \frac{3\omega^2}{4\pi G}$,所以 $\rho_{\min}=\frac{3\omega^2}{4\pi G}\approx 1.3\times 10^{14}kg/m^3$ 。

14.(1)B
(2)2.0 $a-\omega$ 的关系图象如图 2 所示

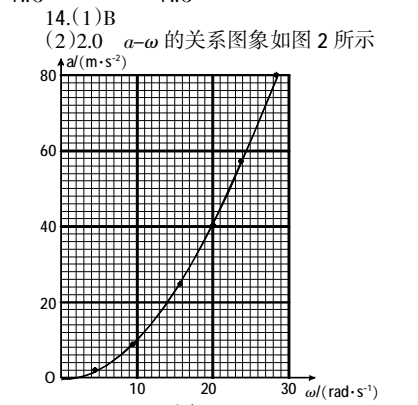


图 2

(3) r 一定时, a 与 ω^2 成正比(或 $a\propto\omega^2$)
(4) ω 一定 做一条平行于纵轴的辅助线,观察和图象的交点中加速度的数值之比为 1:2:3

提示 (1)应用控制变量法研究;
(2)根据 $a=\frac{F}{m}=\frac{0.10}{50\times 10^{-3}}=2.0m/s^2$,根据描点法应用表格数据描点,用平滑曲线连接,得到如图 2 所示图象;
(3)因为 $a-\omega^2$ 图象是一条过原点的倾斜直线,所以知 r 一定时, a 与 ω^2 成正比;
(4)研究 a 与 r 的关系,必须角速度一定,进而做一条平行于纵轴的辅助线,观察和图象的交点的纵坐标(加速度)的数值之比为 1:2:3,故得出 a 与 r 成正比(或 $\propto r$)。

三、计算题

$$15.(1)G\frac{m}{R^2} \quad (2)2\pi a\sqrt{\frac{2a}{(4+\sqrt{2})Gm}}$$

提示 (1)由万有引力定律可知该星体表面的物体 m' 所受万有引力约等于该物体在星体表面的重力,即 $G\frac{mm'}{R^2}=m'g$

$$\text{则星体表面的重力加速度 } g=G\frac{m}{R^2};$$

(2)星体在其他三个星体的万有引力作用下围绕正方形对角线的交点做匀速圆周运动,轨道半径 $r=\frac{\sqrt{2}}{2}a$,由万有引力定律和向心力公式得

$$G\frac{m^2}{(\frac{\sqrt{2}}{2}a)^2}+2G\frac{m^2}{a^2}\cos 45^\circ=m\frac{4\pi^2}{T^2}\cdot\frac{\sqrt{2}}{2}a$$

$$\text{解得 } T=2\pi a\sqrt{\frac{2a}{(4+\sqrt{2})Gm}}.$$

$$16.(1)\frac{\pi}{8}\sqrt{gR} \quad (2)\left(1+\frac{\pi^2}{64}\right)mg, \text{ 方向竖直向下}$$

$$\text{提示 (1)由 } 2R=\frac{1}{2}gt^2 \text{ 得 } t=\frac{4R}{g}$$

$$v=\frac{s}{t}, s=\frac{\pi R}{4}$$

$$\text{联立解得 } v=\frac{\pi}{8}\sqrt{gR};$$

$$(2)\text{由牛顿第二定律 } F_N-mg=m\frac{v^2}{R}$$

$$\text{解得 } F_N=\left(1+\frac{\pi^2}{64}\right)mg.$$

$$17.(1)5m/s \quad (2)1.6N \quad (3)2s$$

提示 (1)赛车从 B 到 C 的过程做平抛运动,设到 C 点时赛车的竖直分速度大小为 v_y ,则

$$v_y=\sqrt{2gh}=3m/s$$

$$\text{所以赛车运动到 C 点时速度的大小为 } v_C=\frac{v_y}{\sin\alpha}=5m/s;$$

$$(2)\text{从 C 点运动到最高点 D 的过程中 } \frac{1}{2}mv_C^2=\frac{1}{2}mv_D^2+mgR(1+\cos\alpha)$$

$$\text{在 D 点处,设轨道对赛车的弹力为 } N, \text{ 则 } N+mg=m\frac{v_D^2}{R}$$

$$\text{所以 } N=m\frac{v_C^2}{R}-mg(3+2\cos\alpha)=1.6N$$

根据牛顿第三定律可知,赛车经过最高点 D 处时对轨道压力大小 $N_D=N=1.6N$;

$$(3)\text{赛车在 B 点时速度大小为 } v_B=\frac{v_y}{\tan\alpha}=4m/s$$

$$\text{从 A 点到 B 点的运动过程中,由动能定理有}$$

$$Pt-fl=\frac{1}{2}mv_B^2$$

$$\text{所以 } t=\frac{mv_B^2+2fl}{2P}=2s.$$

物理
人教

第 23 期
3~4 版综合测试

一、选择题

1.B
提示 根据物理学史可知,A 错误,B 正确;重力势能和动能都是相对的,故 C 错误;万有引力定律适合所有物体之间,只是生活中的物体质量都相对较小,万有引力可以忽略不计,故 D 错误。故本题选 B。

2.AC
提示 A 点为近地点,C 点为远地点,所以 A 点速度最大,A 正确,B 错误;A 点为近地点,C 点为远地点,根据万有引力定律 $G\frac{Mm}{r^2}=ma$ 可知,卫星在 A 点的加速度最大,C 正确,D 错误。

3.BD
提示 如图 1 所示,地球表面各点的向心加速度方向都在平行赤道平面内指向地轴,B 正确,A 错误;在地面上纬度为 φ 的 P 点,做圆周运动的轨道半径 $r=R_0\cos\varphi$,其向心加速度为 $a_c=\omega^2r=\omega^2R_0\cos\varphi$,由于北京地理纬度比广州大,北京随地球自转的半径比广州小,两地随地球自转的角速度相同,故北京随地球自转的向心加速度比广州的小,D 正确,C 错误。本题选 BD。

4.D
提示 地球表面的重力加速度为 $g=9.8m/s^2$, g 值随着高度的升高而减小,A 错误;近地轨道上卫星的线速度为 $v=7.9km/s$,高度越高,半径越大,线速度越小,B 错误;飞船在轨道上正常飞行时,宇航员处于失重状态但是并没有失去重力,C 错误;半径越大,周期越大,D 正确。本题选 D。

5.D
提示 小球在摆动过程中,绳的拉力不做功,只有重力做功,小球的机械能守恒。无论钉子放在 A、B、C 哪一点,小球继续摆动所能上升的最大高度,不会超过 B 点所在平面的高度。当钉子放在 A、B 点时,小球摆到最高点时速度可以为零,则小球能上升到原来的高度,即 $h_1=h_2$ 。当钉子放在 C 点时,小球摆到最低点后开始以 C 点为圆心,做半径为 $\frac{L}{4}$ 的圆周运动,根据竖直面内圆周运动的规律,小球上升不到原下落点高度,有 $h_3<h_1=h_2$ 。本题选 D。

6.AC
提示 由于水平面粗糙且 O 点为弹簧在原长时物块的位置,所以弹力与摩擦力平衡的位置在 OA 之间,加速度为零时弹力和摩擦力平衡,此时速度最大所以物块在从 A 到 B 的过程中加速度先减小后反向增大,故 A、C 正确;从 A 到 O 过程中弹力方向与位移方向相同,弹力做正功,从 O 到 B 过程中弹力方向与位移方向相反,弹力做负功,故 B 错误;AO 运动过程中除了弹力做功外还有摩擦力做功,故物体获得的动能等于弹簧弹力做的功和摩擦力做功之和,故 D 错误。

7.CD
提示 A 图中小球到不了圆周最高点就掉下来了;B 图中离开斜面后做斜抛运动,到不了触发器的高度;C 图可以到达触发器,速度也为零;D 图也可以到达触发器,到最高点速度为零。本题选 CD。

8.ABC
提示 火星对飞船的万有引力提供飞船做圆周运动的向心力,设飞船质量为 m' ,有 $G\frac{Mm'}{R^2}=m'\frac{4\pi^2}{T^2}R$,又火星表面万有引力约等于重力, $G\frac{Mm}{R^2}=P=mg$,两式联立可以求出火星的半径 R 、质量 M 、火星表面的重力加速度 g 。本题选 ABC。

9.D
提示 第一宇宙速度是近地卫星的运行速

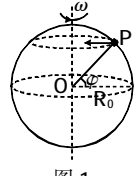


图 1

必修 2 答案页第 6 期

度,根据万有引力提供向心力 $G\frac{Mm}{r^2}=m\frac{v^2}{r}$,得 $v=\sqrt{\frac{GM}{r}}$,卫星 a 的轨道半径大于地球半径,则卫星 a 的运行速度小于第一宇宙速度,故 A 错误;根据万有引力提供向心力 $G\frac{Mm}{r^2}=ma$,得 $a=\frac{GM}{r^2}$,卫星 a 的轨道半径大于卫星 c 的轨道半径,故卫星 a 的向心加速度小于卫星 c 的向心加速度,故 B 错误;卫星 b 不是同步卫星,不能与地面相对静止,不能“悬停”在北京上空,故 C 错误;根据万有引力提供向心力 $G\frac{Mm}{r^2}=m\left(\frac{2\pi}{T}\right)^2r$,得 $T=2\pi\sqrt{\frac{r^3}{GM}}$,卫星 a、b 的轨道半径相等,则周期相等,卫星 a 是同步卫星,运行周期与地球自转周期相同,则卫星 b 的运行周期与地球自转周期相同,故 D 正确。

10.C
提示 AB 过程: $mgR=\frac{1}{2}mv^2$,解得 $v=\sqrt{20}m/s$,故 A 错误;CD 过程: $H=\frac{1}{2}gt^2$, $x=v_d t$,解得 $v_c=2m/s$ 。BC 过程: $-\mu mgR=\frac{1}{2}mv_c^2-\frac{1}{2}mv^2$,解得 $\mu=0.8$,C 正确;在 B 点前瞬间: $F_1-mg=m\frac{v^2}{R}$,解得 $F_1=30N$,B 点后瞬间: $F_2-mg=10N$, $F_1-F_2=20N$,故 B、D 错误。故本题选 C。

11.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 $\frac{GMm}{r^2}=m\frac{4\pi^2}{T^2}r$,得 $T=2\pi\sqrt{\frac{r^3}{GM}}$

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

设两者由相隔最远至第一次相隔最近的时间为 t_1 ,有

$$\left(\frac{2\pi}{T}-\frac{2\pi}{T_0}\right)t_1=\pi, \text{ 解得 } t_1=\frac{12}{7}h$$

再设两者相邻两次相距最近的时间间隔为 t_2 ,有

$$\left(\frac{2\pi}{T}-\frac{2\pi}{T_0}\right)t_2=2\pi, \text{ 解得 } t_2=\frac{24}{7}h$$

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

12.BC
提示 A、B 两球用轻杆相连共轴转动,角速度大小始终相等,转动半径相等,所以两球的线速度大小也相等,选项 A 错误;杆在水平位置时,重力对 B 球做功的瞬时功率为零,杆在竖直位置时,B 球的重力方向和速度方向垂直,重力对 B 球做功的瞬时功率也为零,但在其他位置重力对 B 球做功的瞬时功率不为零,因此,重力对 B 球做功的瞬时功率先增大后减小,选项 B 正确;设 B 球转动到最低位置时速度为 v ,两球线速度大小相等,对 A、B 两球和杆组成的系统,由机械能守恒定律得 $2mgL-2mgL=\frac{1}{2}(2m)v^2+\frac{1}{2}mv^2$,解得 $v=\sqrt{\frac{2}{3}gL}$,选项 C 正确;B 球的重力势能减少了 $2mgL$,动能增加了 $\frac{2}{3}mgL$,机械能减少了,所以杆对 B 球做负功,选项 D 错误。

二、填空题

13.14.4 匀加速曲线运动

提示 由表中数据可知,物体在 x 方向做初速度为 $v_{x0}=8m/s$ 、加速度为 $a_x=2m/s^2$ 的匀加速直线运动,物体在 y 方向做初速度为零、加速度为 $a_y=3m/s^2$ 的匀加速运动,其合加速度的大小为 $a=\sqrt{a_x^2+a_y^2}=\sqrt{2^2+3^2}m/s^2=\sqrt{13}m/s^2$,其方向与初速度方向不共线且为锐角,所以物体做

2020-2021 学年

学习周报

匀加速曲线运动,物体所受的合外力 $F=ma=4x\sqrt{13}N\approx 14.4N$ 。

14.(1)①Ⅱ ②如图 2 所示 ③上升
(2)①最低 ②若没有空气阻力,小球在最低点和最高点的拉力差为 $\Delta F=6mg$ 。若有空气阻力,当小球从最低到最高阶段 $\Delta F>6mg$,当小球从最高到最低阶段 $\Delta F<6mg$,所以 ab 阶段绳上的最大拉力差略大于 bc 阶段的最大拉力差

提示 (1)重力势能和高度 h 的关系 $E_p=mgh$,故图线Ⅱ表示小球的重力势能 E_p 随高度 h 变化关系的图线。图线Ⅰ表示动能 E_k ,则机械能为动能和势能之和,图象如上图所示。小球的重力势能增加,动能减少,所以小球处于上升阶段;

(2)在小球的圆周运动过程中,最低处细线的拉力最大,故图中的 a 点或 c 点拉力最大,对应小球运动到最低位置。

三、计算题

15.4.2×10³s
提示 设金属球的质量为 M ,半径为 R ,物体沿金属球表面做匀速圆周运动时,金属球对物体的支持力为 F_N ,则有

$$G\frac{Mm}{R^2}-F_N=m\left(\frac{2\pi}{T}\right)^2R$$

显然 $F_N=0$ 时,小物体在金属球表面绕球运动的周期最小,有

$$G\frac{Mm}{R^2}=m\frac{4\pi^2}{T_{\min}^2}R, \text{ 且 } M=\frac{4}{3}\pi\rho R^3, \text{ 则}$$

$$T_{\min}=\sqrt{\frac{3\pi}{G\rho}}=\sqrt{\frac{3\times 3.14}{6.67\times 10^{-11}\times 8\times 10^3}}s\approx 4.2\times 10^3s$$

即这个小物体在金属球表面绕行一周所需的最短时间为 4.2×10^3s 。

16.4m
提示 设参赛者质量为 m ,AB 间的最大高度差为 H ,从 A 运动到 B 点的速度为 v_0 。滑水者从 A 运动到 B 的过程中,根据动能定理得

$$mgH-\mu mg\cos\theta\cdot\frac{H}{\sin\theta}=\frac{1}{2}mv^2$$

滑水者从滑道末端到水池边缘 D 的过程中做平抛运动,则

$$h=\frac{1}{2}gt^2, L=vt$$

联立以上各式得 $H=4m$

故倾斜滑道的高度 H 的设计值不能超过 $4m$ 。

17.(1)0.25 (2)3mg (3)4mg
提示 (1)由 P 到 A 的过程,有 $mgR(1-\cos\theta)-\mu mgL=0$

$$\text{解得 } \mu=0.25;$$

(2)物体由 C 到 A 的过程,有

$$2R=\frac{1}{2}gt^2, L=vt$$

由 A 到 C 的过程,有

$$E_p=\mu mgL+mg2R+\frac{1}{2}mv_c^2$$

$$\text{解得 } E_p=3mgR;$$

(3)由 P→B 过程: $mgR(1-\cos\theta)=\frac{1}{2}mv_c^2$

在 B 位置,有

$$F_N-mg=m\frac{v_c^2}{R}$$

由牛顿第三定律,可知物体对轨道的压力 $F'_N=F_N$

联立以上三式,解得 $F'_N=2mg$

由 A→B 过程: $E_p-\mu mgL=\frac{1}{2}mv_c^2$

在 B 位置,有 $F_N-mg=m\frac{v_c^2}{R}$

由牛顿第三定律,可知物体对轨道的压力 $F'_N=F_N$

联立以上三式,解得 $F'_N=6mg$

所以 $\Delta F'_N=F'_N-F'_N=4mg$ 。