

第 12 期
2 版随堂练习
§8.2 重力势能
一、选择题
1.D
提示 由于重力做功与路径无关,只与初、末位置的高度差有关,故 D 正确。
2.AB
提示 重力势能的变化只跟物体所处的初、末位置有关,与物体实际经过的路径无关,故 A 正确;重力做功,物体重力势能变化,重力势能的变化只跟重力做功有关,和其他力做功多少无关,故 B 正确;重力势能是标量,只有大小,没有方向,重力势能的正负不表示方向,与零势能面的选取有关,故 C 错误;重力势能的减少量等于重力对物体做的功,故 D 错误。
3.C
提示 静止的小球沿不同的轨道由同一位置滑到水平桌面上,由于初、末位置高度差相同,所以重力做功相同,故 A、B 错误;重力势能的变化量与零势能平面的选取无关,重力做的正功等于重力势能的减小量,重力做功为 mgH,则重力势能的减小量为 mgH,故 C 正确,D 错误。
4.C
提示 将弹簧拉力器用力拉开的过程中,弹簧的伸长量变大,弹簧的弹力变大,弹性势能变大,故 A、B、D 错误,C 正确。
5.B
提示 从 P ₁ 到 P ₂ 重力做正功,重力势能减小,故 A、C 错误;板的弹力做负功,故板的弹性势能一直增大,故 B 正确;板对运动员弹力的方向竖直向上,而运动员的位移向下,故做负功,故 D 错误。
二、计算题
6.-40J
提示 以释放点所在水平面为参考平面,在第 2s 末小球所处的高度为
$h=-\frac{1}{2}gt^2=-\frac{1}{2}\times 10\times 2^2\text{m}=-20\text{m}$
重力势能
$E_{\text{p}}=mgh=200\times 10^{-3}\times 10\times (-20)\text{J}=-40\text{J}$
$E_{\text{p}}<0$,说明小球在参考平面的下方。
3 版同步检测
A 卷
一、选择题
1.AD
提示 重力势能有相对性,其大小与所选的参考平面有关,选项 A 正确;在同一个参考平面,重力势能-5J 大于-10J,选项 B 错误;重力做正功,重力势能减小,选项 C 错误;重力势能是物体和地球共有的,而不是物体单独具有的,离开地球物体将不再具有重力势能,选项 D 正确。
2.BD
提示 物体自接触弹簧到弹簧被压缩至最短

的过程中,弹簧的弹力逐渐增大,物体受合力逐渐变大,则加速度逐渐变大,此过程中弹力的方向与速度方向相反,速度逐渐减小,则弹力对物体做负功,弹簧的弹性势能增大,故 B、D 正确,A、C 错误。

3.CD

提示 重力势能与重力做功密切相关,重力做功与路径无关,只与初、末位置有关,A 错误;抬高物体,物体具有重力势能,重力势能是地球上的物体与地球共有的,B 错误;弹簧受力发生弹性形变,具有弹性势能,弹性势能是这个力和弹簧共同具有的,C 正确;选择不同的参考平面,重力势能不相同,但是对于同一过程重力势能的变化都是相同的,与参考面的选择无关,D 正确。

4.B

提示 使物块水平移动距离 a ,若将它翻倒一次,需要克服重力做功,使其重心位置由离地 $h_1=\frac{a}{2}$ 增加到 $h_2=\frac{\sqrt{2}}{2}a$,所以至少需要做功 $W_1=mg(h_2-h_1)=\frac{1}{2}mg(\sqrt{2}-1)a$;而缓慢平推需要做功 $W_2=\mu mga=0.1mga<W_1$ 。

5.D

提示 重力势能与参考面的选取有关,由重物的质量和高度决定,故 A 错误;重力势能是标量,其负值表示物体位于零势面的下方,故 B 错误;重力势能与参考面的选取有关,重力做功时重力势能发生改变,但不做功时物体也可能具有重力势能,故 C 错误;重力做功必定引起重力势能的变化,故 D 正确。

6.B

提示 足球由 1 运动到 2 的过程中,物体高度上升,重力做负功,所以重力做的功为-mgh,A 错误;足球由 2 运动到 3 的过程中,重力做正功,重力势能减少了 mgh,B 正确;足球由 1 运动到 3 的过程中,高度没有变化,所以重力做功为零,C 错误;重力势能变化量与参考平面无关,重力势能大小与参考平面有关,D 错误。

7.B

提示 设物体开始下落时的重力势能为 $E_{\text{p}0}$,物体下落高度 h 过程中重力势能减少量 $\Delta E_{\text{p}}=mgh$,故物体下落高度 h 时的重力势能 $E_{\text{p}}=E_{\text{p}0}-\Delta E_{\text{p}}=E_{\text{p}0}-mgh$,即 $E_{\text{p}}-h$ 图像为倾斜直线,B 正确。

8.D

提示 物体下滑的加速度 $a=gsin\alpha$, $t(\text{s})$ 时物体下滑的距离 $x=\frac{1}{2}at^2=\frac{1}{2}gsin\alpha\cdot t^2$,下滑的高度 $h=xsin\alpha$,物体重力势能的减少量 $\Delta E_{\text{p}}=mgh=\frac{1}{2}mg^2sin^2\alpha\cdot t^2$,故 D 正确。

二、计算题

9.(1) $\frac{3}{4}mgh$ (2)-mgh (3)增加了 mgh

提示 (1)吊车钢索的拉力为 F ,对物体由牛顿第二定律可得

$$mg-F=m\frac{1}{4}g$$

化简可得拉力 $F=\frac{3}{4}mg$

所以吊车钢索的拉力对物体做的功为

$$W=Fh=\frac{3}{4}mgh;$$

(2)由于物体向上运动,所以重力做负功

$$W=-mgh;$$

(3)重力做了多少负功,重力势能就增加多少,所以物体的重力势能增加了 mgh 。

10.(1) $-\frac{1}{8}mgL(1+\sin\theta)$ $-\frac{1}{2}mgL$

(2) $\frac{1}{8}mgL(3-\sin\theta)$

提示 (1)开始时,左边一半链条重力势能为 $E_{\text{p}1}=-\frac{m}{2}g\cdot\frac{L}{4}\sin\theta$

右边一半的重力势能为

$$E_{\text{p}2}=-\frac{m}{2}g\cdot\frac{L}{4}$$

左、右两部分总的重力势能为

$$E_{\text{p}}=E_{\text{p}1}+E_{\text{p}2}=-\frac{1}{8}mgL(1+\sin\theta)$$

最后链条从右侧刚好全部滑出时,重力势能

$E_{\text{p}}'=-\frac{1}{2}mgL;$

(2)重力势能减少了

$$\Delta E_{\text{p}}=E_{\text{p}}-E_{\text{p}}'=\frac{1}{8}mgL(3-\sin\theta)。$$

B 卷

一、选择题

1.B

提示 把 n 块砖看成一个整体,其总质量是 $M=n\text{m}$,以地面为零势能面, n 块砖都平放在地上时,其重心都在 $\frac{h}{2}$ 高处,所以 n 块砖的初始重力势能为 $E_1=\frac{nmgh}{2}$ 。当 n 块砖叠放在一起时,其总

高度为 $H=n\text{h}$,其总的重心位置在 $\frac{H}{2}=\frac{nh}{2}$ 处,所以末态重力势能为 $E_2=nmg\frac{H}{2}=\frac{n^2mgh}{2}$,人做的功至少等于重力势能的增量,即 $W=\Delta E_{\text{p}}=E_2-E_1=\frac{n(n-1)mgh}{2}$ 。

2.C

提示 F-x 图像中图线与 x 轴围成的“面积”表示弹力做的功。弹力做的功 $W=\frac{1}{2}\times 0.08\times 60\text{J}-\frac{1}{2}\times 0.04\times 30\text{J}=1.8\text{J}$,此过程弹力做正功,弹簧的弹性势能减小 1.8J,故 C 正确。

二、计算题

3.1.25×10⁹J 2.5×10⁹J

提示 以 H 表示水箱的高度。水若从 A 管注入,整箱水的重心升高 $\frac{H}{2}$,外界做功

$W_1=mg\cdot\frac{H}{2}=\rho Vg\cdot\frac{H}{2}=10^3\times 50\times 10\times\frac{5}{2}\text{J}=1.25\times 10^9\text{J}$

水若从 B 管注入,整箱水应先升高到 H 的箱顶处,故外界做的功

$$W_2=2W_1=2\times 1.25\times 10^9\text{J}=2.5\times 10^9\text{J}。$$

物理人教
第 9 期
3 版章节测试
一、选择题
1.C
提示 由开普勒第三定律可知 $\frac{r_1^3}{T_1^2}=\frac{r_2^3}{T_2^2}$,解得 $\frac{T_1}{T_2}=\sqrt{\frac{r_1^3}{r_2^3}}$,故 C 正确。
2.D
提示 因物体在 O 点处受两星体的万有引力大小相等,方向相反,故合力为零。当物体离两星体的距离很远时,物体所受的万有引力的合力趋向零,故物体受到万有引力变化情况是先增大,后减小。故本题选 D。
3.C
提示 经典物理学家的观点认为,一根杆的长度不会因为观察者是否与杆做相对运动而不同,故 A 正确;根据 $l=l_0\sqrt{1-\left(\frac{v}{c}\right)^2}$,知沿自身长度方向运动的杆其长度总比杆静止时的长度小,故 B 正确;一根杆的长度静止时为 l_0 ,当杆运动的方向与杆垂直时,杆的长度不发生变化,故 C 错误;根据相对论时空观的观点,两根平行的杆在沿自己的长度方向上做相对运动,与它们一起运动的两位观察者都会认为对方的杆缩短了,故 D 正确。依题意,故本题选 C。
4.D
提示 在任何天体表面重力加速度 $g=\frac{GM}{R^2}=\frac{G\rho\frac{4}{3}\cdot\pi R}{3}\cdot\pi R$,第一宇宙速度 $v=\sqrt{gR}=\sqrt{\frac{4}{3}G\rho\pi}\cdot R$,因为行星密度与地球密度相等,所以 $\frac{v'}{v}=\frac{R'}{R}$,所以 $v'=1.9\times 10^4\text{m/s}。$
5.B
提示 设地球的半径为 R ,质量为 m 的物体,在两极点时,有 $mg_0=G\frac{Mm}{R^2}$,在赤道时,有 $G\frac{Mm}{R^2}-mg=mR(\frac{2\pi}{T})^2$,又地球的密度 $\rho=\frac{M}{\frac{4\pi R^3}{3}}$,由以上各式联立得 $\rho=\frac{3\pi g_0}{GT^2(g_0-g)}$,选项 B 正确。
6.CD
提示 双星系统周期相同(角速度相同),所受万有引力提供向心力,所以 B 错误,D 正确;由两颗星所受的向心力大小相等可知, $m_1\omega^2r_1=$

高一必修(第二册)答案页第 3 期
$m_2\omega^2r_2$,得 $m_1v_1=m_2v_2$, $\frac{v_1}{v_2}=\frac{m_2}{m_1}=\frac{2}{3}$,A 错误;由 $\frac{r_1}{r_2}=\frac{m_2}{m_1}$, $r_1+r_2=L$,可得 $r_1=\frac{m_2}{m_1+m_2}L=\frac{2}{5}L$,C 正确。
7.BC
提示 飞船点火变轨的前提条件是速度大小发生变化,所以 A 错误;飞船在圆轨道上时万有引力提供向心力,航天员出舱前后都处于失重状态,B 正确;飞船在此圆轨道上运动的周期 90 分钟小于同步卫星运动的周期 24 小时,根据 $T=\frac{2\pi}{\omega}$ 可知,飞船在此圆轨道上运动的角速度大于同步卫星运动的角速度,C 正确;飞船变轨前通过椭圆轨道远地点时只有万有引力来提供加速度,变轨后沿圆轨道运动也是只有万有引力来提供加速度,所以相等,D 错误。
8.D
提示 由向心加速度公式可知,近地卫星绕地球运动的向心加速度大小 $a_n=\omega^2R=\left(\frac{2\pi}{T}\right)^2R=\frac{4\pi^2R}{T^2}$,故 A 错误;近地卫星绕地球运动的向心力由万有引力提供,由向心力公式得 $G\frac{Mm}{R^2}=\frac{mv^2}{R}$,解得近地卫星绕地球运动的线速度大小 $v=\sqrt{\frac{GM}{R}}$,故 B 错误;地球表面的重力等于万有引力,所以有 $mg=G\frac{Mm}{R^2}$,地球表面的重力加速度大小为 $g=\frac{GM}{R^2}$,故 C 错误;近地卫星绕地球运动的向心力由万有引力提供,由向心力公式得 $G\frac{Mm}{R^2}=mR\left(\frac{2\pi}{T}\right)^2$,解得地球的质量为 $M=\frac{4\pi^2R^3}{GT^2}$,地球的平均密度近似为 $\rho=\frac{M}{V}=\frac{\frac{4\pi^2R^3}{GT^2}}{\frac{4\pi R^3}{3}}=\frac{3\pi}{GT^2}$,故 D 正确。
9.C
提示 平抛运动在水平方向上做匀速直线运动,即 $x=v_0t$,在竖直方向上做自由落体运动,即 $h=\frac{1}{2}gt^2$,所以 $x=v_0\sqrt{\frac{2h}{g}}$,两种情况下,抛出的速度相同,高度相同,所以 $\frac{g_{\text{行}}}{g_{\text{地}}}=\frac{7}{4}$,根据公式 $G\frac{Mm}{R^2}=mg$ 可得 $g=\frac{GM}{R^2}$,故 $\frac{g_{\text{行}}}{g_{\text{地}}}=\frac{\frac{M_{\text{行}}}{R_{\text{行}}^2}}{\frac{M_{\text{地}}}{R_{\text{地}}^2}}=\frac{7}{4}$,解得 $R_{\text{行}}=2R$,故 C 正确。

2023—2024 学年
学习周报
10.AC
提示 万有引力提供向心力,根据牛顿第二定律 $G\frac{Mm}{r^2}=m\frac{4\pi^2}{T^2}r$,解得 $T=\sqrt{\frac{4\pi^2r^3}{GM}}$,轨道半径越大,周期越大,根据题意可知 $a、b$ 的周期比 c 小,故 A 正确;万有引力提供向心力 $G\frac{Mm}{r^2}=ma_0$,解得 $a_0=\frac{GM}{r^2}$, $a、b$ 的轨道半径相同,所以向心加速度大小相同,方向不同, c 的轨道半径最大,向心加速度最小,故 B、D 错误;万有引力提供向心力,根据牛顿第二定律 $G\frac{Mm}{r^2}=m\frac{v^2}{r}$,解得 $v=\sqrt{\frac{GM}{r}}$, $a、b$ 的轨道半径相同,所以速度大小相同,方向不同,故 C 正确。
二、计算题
11.(1) $\frac{v_0^2}{2h}$
(2) $v_0\sqrt{\frac{R}{2h}}$ $\frac{2\pi\sqrt{2Rh}}{v_0}$
提示 (1)设该星球表面的重力加速度为 g' ,物体做竖直上抛运动,由题意得 $v_0^2=2g'h$
得 $g'=\frac{v_0^2}{2h}$;
(2)卫星贴近星球表面运行,则有 $mg'=m\frac{v^2}{R}$
得 $v=\sqrt{g'R}=v_0\sqrt{\frac{R}{2h}}$
由 $T=\frac{2\pi R}{v}$
得 $T=\frac{2\pi\sqrt{2Rh}}{v_0}$ 。
12.(1) $R=\frac{v^2}{c^2}r$ (2) $2.7\times 10^9\text{km}$
提示 (1)根据与银河系中心距离 $r=6.0\times 10^9\text{km}$ 的星体,以 $v=2.0\times 10^6\text{km/s}$ 的速度围绕银河系中心旋转,可得
$G\frac{Mm}{r^2}=m\frac{v^2}{r}$ (式中 m 为星体的质量, M 为黑洞的质量)
设质量为 m' 的物体绕黑洞表面做匀速圆周运动,则有
$G\frac{Mm'}{R^2}=m'\frac{c^2}{R}$
联立上述两式,即可求出黑洞的半径 $R=\frac{v^2}{c^2}r$;
(2)代入数据得黑洞的半径
$R=\frac{(2.0\times 10^6)^2}{(3.0\times 10^8)^2}\times 6.0\times 10^9\text{km}=2.7\times 10^9\text{km}。$



扫码获取报纸相关内容课件

一、选择题

1.AC

提示 由题意知,当悬线与钉子相碰时,悬线仍然竖直,小球在竖直方向仍然只受重力和悬线的拉力,故其运动方向不受力,线速度大小不变;又角速度 $\omega=\frac{v}{r}$, r 减小,所以 ω 增大;向心加速度 $a_n=\frac{v^2}{r}$, r 减小,则 a_n 也增大,故 A、C 正确,B、D 错误。

2.BC

提示 两个小球做平抛运动,在竖直方向上位移相同,根据 $h=\frac{1}{2}gt^2$ 可知两小球在空中运动的时间相等,即两小球同时落地,故 A 错误,B 正确;根据几何关系知,两个小球的水平位移之比为 $x_A:x_B=\frac{h}{\tan 37^\circ}:\frac{h}{\tan 53^\circ}=16:9$,根据 $x=v_0t$ 可知两个小球的初速度之比为 $v_A:v_B=16:9$,故 C 正确,D 错误。

3.BC

提示 物体原来所受的合力为零,当将与速度反方向的 2N 的力水平旋转 90°后,其受力相当于如图 1 所示,其中 F 是 F_x 、 F_y 的合力,其中 $F_x=2N$, $F_y=2N$,故 $F=2\sqrt{2}N$,且大小、方向都不变,是恒力,那么物体的加速度为 $a=\frac{F}{m}=\frac{2\sqrt{2}}{2}m/s^2=\sqrt{2}m/s^2$ 。又因为 F 与 v 的夹角 $\theta<90^\circ$,所以物体做速度越来越大、加速度恒为 $\sqrt{2}m/s^2$ 的匀变速曲线运动。故 B、C 正确。

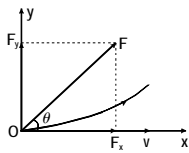


图 1

4.A

提示 设地球的密度为 ρ ,当物体处于地心时,所受万有引力为零,重力加速度为零;当距地心距离为 $r<R$ 时,只有半径为 r 的球体对其产生万有引力,根据 $G\frac{Mm}{r^2}=mg$, $M=\frac{4}{3}\pi r^3\rho$,解得 $g=\frac{4\pi G\rho r}{3}$,即重力加速度 g 与 r 成正比,由此可判断 B、D 错误;当 $r>R$ 时,由 $G\frac{Mm}{r^2}=mg$,得 $g=\frac{GM}{r^2}$,

重力加速度 g 与 r 的平方成反比,故 A 正确,C 错误。

5.AD

提示 由于小球经 0.4s 落到半圆上,下落的高度 $h=\frac{1}{2}gt^2=0.8m$,位置可能有两处,如图 2 所示。第一种可能:小球落在半圆左侧 $v_0t=R-\sqrt{R^2-h^2}=0.4m$, $v_0=1m/s$ 。第二种可能:小球落在半圆右侧 $v_0t=R+\sqrt{R^2-h^2}=1.6m$, $v_0=4m/s$ 。故 A、D 正确。

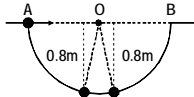


图 2

6.AC

提示 竖直上抛的小球运动时间 $t=\frac{2v_0}{g}$, $5t=$ $\frac{2v_0}{g}$,因而得 $\frac{g'}{g}=\frac{t}{5t}=\frac{1}{5}$,故 A 正确,B 错误;由 $\frac{GMm}{R^2}=mg$,得 $M=\frac{gR^2}{G}$,同理得 $M'=\frac{g'R'^2}{G}$,因而 $\frac{M'}{M}=\frac{g'R'^2}{gR^2}=\frac{1}{5}\times\left(\frac{1}{4}\right)^2=\frac{1}{80}$,故 C 正确,D 错误。

7.D

提示 物体做曲线运动的条件是合力的方向(即合加速度的方向)与速度的方向不在同一条直线上,故如果 $v_1=v_2\neq 0$ 且 $\frac{a_1}{a_2}\neq\frac{v_1}{v_2}$,那么轨迹一定是曲线,如果 $v_1=v_2=0$ 或 $\frac{a_1}{a_2}=\frac{v_1}{v_2}$,那么轨迹一定是直线,故 A、B、C 错误,D 正确。

8.BCD

提示 物体 B 的速度 v_B 进行分解如图 3 所示,则 $v_A=v_1=v_B\cos\alpha$,B 向右运动, α 减小, v_B 不变,则 v_A 逐渐增大,说明物体 A 在竖直方向上做加速运动,由牛顿第二定律得 $T-mg=ma$,可知绳子对 A 的拉力 $T>mg$,故 A 错误,B 正确;因为 $v_A=v_B\cos\alpha$,知物体 A 的速度小于物体 B 的速度,故 C 正确;B 在竖直方向上受力平衡,有 $T\sin\alpha+N=mg$,运用外推法:若绳子无限长,物体 B 距滑轮足够远,即当 $\alpha\rightarrow 0$ 时,有 $v_A\rightarrow v_B$,这表明,物体 A 在上升的过程中,加速度必定逐渐减小,绳子对物体 A 的拉力逐渐减小, $\sin\alpha$ 减小,则地面对物体 B 的支持力逐渐增大,故 D 正确。

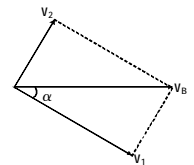


图 3

二、计算题

9.3R

提示 两个小球在最高点时,受重力和管壁的作用力,这两个力的合力提供向心力,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做平抛运动的水平位移之差。

对 a 球: $3mg+mg=m\frac{v_a^2}{R}$,得 $v_a=\sqrt{4gR}$

对 b 球: $mg-0.75mg=m\frac{v_b^2}{R}$,得 $v_b=\sqrt{\frac{1}{4}gR}$

由平抛运动规律可得落地时它们的水平位移为

$s_a=v_at=\sqrt{\frac{4R}{g}}=4R$, $s_b=v_bt=\sqrt{\frac{4R}{g}}=R$

故 $a、b$ 两球落地点间的距离为 $s_a-s_b=3R$ 。

10.(1) $x\sqrt{\frac{g}{2h}}$ (2) $mg\left(1+\frac{x^2}{2hL}\right)$

提示 (1)细线被拉断后,由平抛运动规律得

$h=\frac{1}{2}gt^2$, $x=v_0t$

则小球做平抛运动的初速度 $v_0=x\sqrt{\frac{g}{2h}}$;

(2)拉断瞬间由牛顿第二定律可得

$F_T-mg=\frac{mv_0^2}{L}$

则细线的抗拉断张力 $F_T=mg\left(1+\frac{x^2}{2hL}\right)$ 。

11.(1)1200m (2)6.0m/s² (3)2.5×10⁴N

(4)6.0km/s

提示 (1)由图像可知,在 25s 的时间内探测器一直在上升,且在 $t=25s$ 末达到最高点,在 $v-t$ 图像中可以利用面积表示位移,因此最大高度 $h=\frac{1}{2}\times 25\times 96m=1200m$;

(2)在上升阶段,探测器受推力和重力作用,

在 $t=9s$ 末关闭发动机后,探测器只受重力作用而减速,加速度 $a=g$,在数值上等于 AB 段图像斜率的绝对值,所以 $g=\frac{96}{16}m/s^2=6.0m/s^2$;

(3)在 OA 加速阶段, $F-mg=ma'$, $F=mg+ma'=m(g+a')$,可由 OA 段直线的斜率求得 $a'=\frac{96}{9}m/s^2$,所以 $F=1500\times\left(6.0+\frac{96}{9}\right)N=2.5\times 10^4N$;

(4)物体在星球表面做圆周运动的环绕速度即为第一宇宙速度,且在星球表面物体受到的万有引力等于物体的重力 $mg=G\frac{Mm}{R^2}=m\frac{v^2}{R}$

得 $v=\sqrt{gR}=6.0km/s$ 。

第 11 期

2 版随堂练习

§8.1 功与功率

第 1 课时 功

1.B

提示 小新将包提起来了,包受到了向上的力的作用,并且提包在力的方向上移动了距离,根据 $W=Fl$ 知,拉力做功,故 A 不符合题意;小新站在水平匀速行驶的车上,小新提着包,但是包没有在力的方向移动距离,即 $l=0$,根据 $W=Fl$ 知,拉力不做功,故 B 符合题意;因为小新是乘升降电梯,在提包的力的方向上移动了距离,根据 $W=Fl$ 知,拉力做功,故 C 不符合题意;小新提着包上楼,手提着包的力是向上的,提包在力的方向上移动了距离,根据 $W=Fl$ 知拉力做功,故 D 不符合题意。

2.CD

提示 对物体受力分析可知,物体受重力、支持力、推力和摩擦力而处于平衡状态,故推力与摩擦力大小相等;根据力做功的公式 $W=Fl\cos\theta$,可知重力和支持力与位移方向垂直,故做功为零;摩擦力与运动方向相反,故摩擦力做负功;而推力与运动方向同向,故推力 F 做正功。故 CD 正确。

3.AD

提示 摩擦力大小为 f ,则摩擦力所做的功 $W_f=-fs$,故 A 正确;由题意可知,拉力方向与位移方向的夹角为 $90^\circ-\theta$,则根据功的公式可得 $W_F=Fscos(90^\circ-\theta)=Fssin\theta$,故 B 错误,D 正确;由于竖直方向上没有位移,故重力不做功,故 C 错误。

第 2 课时 功率

一、选择题

1.B

提示 功率是表示物体做功快慢的物理量,功率大说明物体做功快,故 A 错误,B 正确;做功时间越长,物体做的功不一定少,由 $P=\frac{W}{t}$ 可知,功率不一定小,故 C 错误;力做功越多,用时不一定短,所以功率不一定大,故 D 错误。

2.AC

提示 汽车匀速行驶时,牵引力等于汽车受到的阻力,故速度 $v=\frac{P}{f}$,而汽车在越粗糙的路面或载的货物越多时,所受阻力越大,功率不变,速度越小,故本题选 AC。

二、计算题

3.(1)900J (2)600W (3)500W

提示 (1)在花盆下落到地面的过程中,重力对花盆做的功 $W=mgh=2\times 10\times 45J=900J$;

(2)花盆在 $t=3s$ 时的速度 $v=gt=30m/s$

重力的瞬时功率 $P=mgv=600W$;

(3)花盆下落第 3s 内的位移为

$x=\frac{1}{2}gt_3^2-\frac{1}{2}gt_2^2=\frac{1}{2}\times 10\times (3^2-2^2)m=25m$

重力做的功 $W'=mgx=500J$

下落第 3s 内重力的平均功率 $P'=\frac{W'}{t'}=500W$ 。

3 版同步检测

A 卷

一、选择题

1.CD

提示 合力对物体不做功,物体的位移不一定为零,可能是力与位移相互垂直,选项 A 错误;根据 $W=Fl\cos\alpha$ 可知,合力做功多,可能是物体的位移大,合力不一定大,选项 B 错误;把重 1N 的物体匀速举高 1m,重力的方向与位移的方向相反,根据 $W=Fl\cos\alpha$ 可得物体所受的重力 G 做的功为 $W_G=Gh\cos 180^\circ=-1J$,选项 C 正确;把重 1N 的物体匀速举高 1m,则支持力 F_N 的大小与物体的重力大小相等,可得支持力做的功为 $W_{F_N}=F_Nh\cos 0^\circ=1J$,选项 D 正确。

2.AD

提示 由功的表达式 $W=Fl\cos\alpha$ 知,只有当 $\alpha>90^\circ$ 时, $\cos\alpha<0$,力对物体做负功,此力阻碍物体的运动,故 A、D 正确。

3.A

提示 女士站立在台阶式自动扶梯上,女士匀速上楼,支持力向上,与速度方向的夹角为锐角,则支持力做正功,不受静摩擦力作用,摩擦力不做功,故 A 正确,C 错误;男士受支持力与速度方向垂直,支持力不做功,摩擦力方向与速度方向相同,做正功,故 B、D 错误。

4.C

提示 棒对桌面的摩擦力和桌面对棒的摩擦力为作用力和反作用力,大小相等,方向相反,从 A 运动到 B 的过程中,棒受到的摩擦力为 F,位移大小为 s,摩擦力做的是负功,所以桌面对棒的摩擦力做的功为 $-Fs$,桌面受到的摩擦力的大小也为 F,但桌面没动,位移是 0,所以棒对桌面的摩擦力做的功为 0。

5.D

提示 根据 $x=v_0t+\frac{1}{2}at^2=2t+t^2$ 知质点的加速度 $a=2m/s^2$,初速度为 $v_0=2m/s$,根据 $v=v_0+at$ 可知 $t=2s$ 时速度为 $v=6m/s$,根据牛顿第二定律可知物体所受合力 $F=ma=2N$, $t=2s$ 时,该物体所受合力的功率为 $P=Fv=12W$,故选项 D 正确,A、B、C 错误。

6.A

提示 在此过程中,恒力 F 对箱子做的功 $W=Fxcos\alpha$,根据平均功率的定义式得 $\bar{P}=\frac{W}{t}=\frac{Fxcos\alpha}{t}$,故 A 正确,B、C、D 错误。

7.B

提示 $t=20s$ 时发动机达到额定功率, $t=20s$ 之后,汽车做加速度减小的加速运动,直到达到最大速度,由 $v-t$ 图像可知,在 $t=40s$ 时汽车尚未达到最大速度,故 A 错误;匀加速阶段,汽车的加速度 $a=\frac{\Delta v}{\Delta t}=\frac{10-0}{20}m/s^2=0.5m/s^2$,根据牛顿第二定律有 $F-F_f=ma$,汽车的牵引力 $F=ma+F_f=2000N$, $t=20s$ 时发动机达到额定功率 $P=Fv=20000W$,故 B 正确,C 错误;汽车达到额定功率后,牵引力大于阻力,速度还要继续增大,在功率保持不变的情况下,由 $P=Fv$ 知,随着速度的增大,牵引力要减小,直到汽车达到最大速度时,牵引力 $F=F_f=1000N$,故 D 错误。

二、计算题

8.(1) $\frac{\sqrt{3}v_0}{g}$ (2) $\frac{3v_0^2}{2g}+\frac{\sqrt{3}}{2}R$

(3) $\sqrt{3}mgv_0$

提示 (1)在 Q 点有 $\tan 60^\circ=\frac{v_Q}{v_0}$ 且 $v_Q=gt$

解得 $t=\frac{\sqrt{3}v_0}{g}$;

(2)从 P 到 Q 在竖直方向上 $y=\frac{1}{2}gt^2$

P 点的高度为

$h_P=y+R\sin 60^\circ$

解得 $h_P=\frac{3v_0^2}{2g}+\frac{\sqrt{3}}{2}R$;

(3)小球到达 Q 点时重力的功率为

$P_G=mgv_Q=\sqrt{3}mgv_0$ 。

9.(1)80kW (2)8000N (3)72000J

(4)48kW

提示 (1)当汽车达到最大速度的时候,汽车的牵引力等于阻力,此时车速为最大速度且匀速,所以汽车的额定功率

$P_{\text{额}}=Fv=fv=0.2\times 2000\times 10\times 20W=80kW$;

(2)汽车在匀加速行驶时,由牛顿第二定律可得

$F-f=ma$

解得汽车在匀加速行驶时的牵引力

$F=ma+f=(2000\times 2+0.2\times 2000\times 10)N=8000N$;

(3)设汽车匀加速运动的最大速度为 v ,由 $P=Fv$ 得

$v=\frac{P}{F}=10m/s$

匀加速运动的时间为 $t=\frac{\Delta v}{a}=5s$

因为 $3s<5s$,所以 3s 末汽车仍做匀加速直线运动,在 3s 内汽车的位移是

$x=\frac{1}{2}at^2=9m$

在 3s 内汽车牵引力所做的功为

$W=Fx=8000\times 9J=72000J$;

(4)3s 末的瞬时速度为 $v_3=at_3=6m/s$

所以汽车在第 3s 末的瞬时功率

$P_3=Fv_3=48kW$ 。

B 卷

1.A

提示 由牛顿第二定律可得 $2F-mg=ma$,解得 $F=7.5N$ 。1s 末物体的速度为 $v_1=at=5m/s$,力 F 作用点的速度 $v_2=2v_1=10m/s$ 。则拉力在 1s 末的瞬时功率为 $P=Fv_2=75W$ 。故正确答案为 A。

2.(1)6m (2)30J

提示 (1)由题图丙可知 0~6s 时间内物体的位移为

$x=\frac{6-2}{2}\times 3m=6m$;

(2)由题图丙可知,在 6~8s 时间内,物体做匀速运动,于是有摩擦力 $F_f=-2N$

0~10s 时间内物体的总位移为

$x'=\frac{(8-6)+(10-2)}{2}\times 3m=15m$

物体克服摩擦力所做的功

$W=-F_fx'=30J$ 。