

2023-2024 学年				②
学习周报				
高考版答案页第 2 期				
第 5 期				
一、单项选择题				5.D
提示 篮球在竖直方向做竖直上抛运动,则有 $v\sin\theta=g\frac{t}{2}$, 可得篮球在空中运动的时间为 $t=\frac{2v\sin\theta}{g}$, 故 A、B 错误;其水平位移为 $x=v\cos\theta\times t=v\cos\theta\times\frac{2v\sin\theta}{g}=\frac{v^2\sin2\theta}{g}$, 故 C 错误,D 正确。				提示 由于落到斜面上 M 点时速度方向水平向右,故可把质点在空中的运动逆向看成从 M 点向左的平抛运动,设在 M 点的速度大小为 u ,把质点在斜面底端的速度 v 分解为水平方向的 u 和竖直方向的 v_y ,由 $x=ut,y=\frac{1}{2}gt^2,\tan\theta=\frac{y}{x}$,得空中飞行时间 $t=\frac{2utan\theta}{g},v_y=2utan\theta,v$ 和水平方向夹角的正切值 $\frac{v_y}{u}=2\tan\theta$ 为定值,即落到 N 点时速度方向水平向右,选项 D 正确; $v=\sqrt{u^2+v_y^2}=u\sqrt{1+4\tan^2\theta}$,即 v 与 u 成正比,故落到 M 和 N 两点速度之比为 1:2,选项 B 错误;由 $t=\frac{2utan\theta}{g}$ 知,落到 M 和 N 两点时间之比为 1:2,选项 A 错误;由 $y=\frac{1}{2}gt^2=\frac{2u^2\tan^2\theta}{g}$,知 y 和 u^2 成正比, M 和 N 两点距离斜面底端的高度之比为 1:4,选项 C 错误。
二、多项选择题				8.ABC
提示 若两个球抛出时的初速度相同,则再次过虚线时两球的速度相同,A 正确;设虚线 EF 与水平方向夹角为 α ,再次经过虚线 EF 时的速度与水平方向的夹角为 β ,由平抛运动规律的推论可知 $\tan\beta=2\tan\alpha$,速度与水平方向的夹角相同,即速度方向相同,B 正确;若 O 点处小球以水平初速度 v_1 抛出到达虚线上某点 C 用时 t_1 , S 点处小球以初速度 v_2 水平抛出到达 C 用时为 t_2 ,因此要使两球同时到达 C 点,只要 O 处的球(以初速度 v_1)比 S 处的球(以初速度 v_2)早 t_1-t_2 的时间抛出,两球可以同时到达 C 点,C 正确;若 O 处的小球抛出的初速度比 S 处的小球抛出的初速度小,则从 O 处抛出的小球再次经过虚线 EF 所用时间比 S 处抛出的小球再次经过虚线 EF 所用时间短,D 错误。				
二、非选择题				
9.(1)ACD (2)2.0				提示 (1)研究平抛运动时,钢球体积越小,所受空气阻力越小,使记录小球通过的位置越准确,A 正确;小球每次从斜槽上的同一位置由静止开始滚下,可保证小球的初速度不变,与钢球和斜槽间的摩擦无关,B 错误,C 正确;实验时必须使斜槽末端的切线水平,以确保小球水平飞出做平抛运动,D 正确。
二、多项选择题				
6.AC				(2)因为 $x_{AB}=x_{BC}=0.20\text{m}$,所以小球从 A 运动到 B 和从 B 运动到 C 的时间相同,设此时间为 t_0 。
提示 $A、B、C$ 三球在运动过程中只受重力作用,故具有相同的加速度 g ,A 正确;斜抛运动可以分成上升和下落两个过程,下落过程就是平抛运动,根据平抛物体在空中的飞行时间只决定于抛出点的高度可知, A 球从抛物线顶点落至地面所需的时间最长,再由对称性可知,斜抛物体上升和下落所需的时间是相等的,所以 A 球最迟落地,故 B 错误,C 正确; B 球的射程相对于 $A、C$ 最远,但不一定是该初速率对应的最远射程,即抛射角不一定为 45° ,故 D 错误。				由 $y_{BC}-y_{AB}=gt^2$ 得
7.AD				$t=\sqrt{\frac{y_{BC}-y_{AB}}{g}}=\sqrt{\frac{0.25-0.15}{10}}\text{s}=0.10\text{s}$
提示 滑雪者到达 N 点时的竖直分速度为 $v_y=gt_0=v_0\tan60^\circ$,得 $g=\frac{\sqrt{3}v_0}{t_0}$,到达 N 点时的速度大小为 $v=\frac{v_0}{\cos60^\circ}=2v_0$,故 A 正确; $M、N$ 两点之间的水平位移为 $x=v_0t_0$,竖直高度差为 $y=\frac{1}{2}gt_0^2=\frac{\sqrt{3}}{2}v_0t_0,M、N$ 两点之间的距离为 $s=\sqrt{x^2+y^2}=\frac{\sqrt{7}}{2}v_0t_0$,故 B 错误;由 $mgsin60^\circ=ma$,解得滑雪者沿斜坡 NP 下滑的加速度大小为 $a=gsin60^\circ=\frac{3v_0}{2t_0}$,故 C 错误; $N、P$ 之间的距离为 $s'=vt_0+\frac{1}{2}at=\frac{11}{4}v_0t_0,N、P$ 两点之间的高度差为 $h=s'\sin60^\circ=\frac{11\sqrt{3}}{8}v_0t_0,M、P$ 之间的高度差为 $H=y+h=\frac{15\sqrt{3}}{8}v_0t_0$,故 D 正确。				又因为 $x_{AB}=v_0t_0$
提示 如图所示,将物体 B 的速度 v_B 进行分解,有 $v_A=v_B\cos\alpha,\alpha$ 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,选项 A 错误;对 A 由牛顿第二定律有 $T-mg=ma$,可知绳子对 A 的拉力 $T>mg$,选项 B 错误;运用外推法:若绳子无限长, B 物体距滑轮足够远,即当 $\alpha\rightarrow0$ 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,故 C 错误,D 正确。				所以 $v_0=\frac{x_{AB}}{t}=\frac{0.20}{0.10}\text{m/s}=2.0\text{m/s}$
第 8 期				10.(1)3m/s (2)5.35m/s
一、单项选择题				提示 (1)设小球落入凹槽时竖直速度为 v_y ,可得
1.D				$v_y=gt=10\times0.4\text{m/s}=4\text{m/s}$
提示 由共点力的平衡条件可知 $F_1\cos\alpha=\mu(mg-F_1\sin\alpha),F_2\cos\alpha=\mu(mg+F_2\sin\alpha)$,则 $F_1<F_2$,由 $W=Fx\cos\alpha$ 可知,位移大小相等, α 相等,则有 $W_1<W_2$;由 $f=\mu F_N$,可知 $f_1=\mu(mg-F_1\sin\alpha),f_2=\mu(mg+F_2\sin\alpha)$,则有 $W_3<W_4$;两物体都做匀速直线运动,合外力做功之和为零,则有 $W_1-W_3=W_2-W_4$,所以 D 正确。				则小球水平抛出的速度 $v_0=v_y\tan37^\circ=3\text{m/s}$;
2.D				(2)小球落入凹槽时的水平位移 $x=v_0t=3\times0.4\text{m}=1.2\text{m}$
提示 管口的圆形内径约有 10cm,则管口的半径 $r=5\text{cm}=0.05\text{m}$				则小滑块的位移为 $s=\frac{x}{\cos37^\circ}\text{m}=1.5\text{m}$
根据实际情况,每层楼高 $h=3\text{m}$,所以喷水的高度 $H=30h=90\text{m}$				小滑块上滑时,由牛顿第二定律有 $mgsin37^\circ+\mu mgcos37^\circ=ma$
则水离开管口的速度为 $v=\sqrt{2gH}=\sqrt{2\times10\times90}\text{m/s}=30\sqrt{2}\text{m/s}$				解得 $a=8\text{m/s}^2$
设给喷管喷水的电动机输出功率为 P ,在接近管口很短一段时间 Δt 内水柱的质量为 $m=\rho\cdot v\Delta tS=\rho\pi r^2v\Delta t$				根据运动学公式 $s=vt-\frac{1}{2}at^2$
根据动能定理可得 $P\Delta t=\frac{1}{2}mv^2$				解得 $v=5.35\text{m/s}$ 。
代入数据解得 $P\approx3\times10^5\text{W}$ 。				
3.B				
提示 由功率公式 $P=Fv$ 可知,在功率一定的情况下,当速度减小时,汽车的牵引力就会增大,此时更容易上坡,即换低速挡可以增大牵引力,故 A 错误,B 正确;徐徐踩下加速踏板,发动机的输出功率增大,根据 $P=Fv$ 可知,目的是为了增大牵引力,故 C、D 错误。				
4.D				
提示 对滑块受力分析,由牛顿第二定律有 $F-mgsin\alpha-\mu mgcos\alpha=ma$,根据运动学公式有 $v^2=2aL$,联立解得 $F=705\text{N},a=0.25\text{m/s}^2$,将滑块沿斜面拉到距底部 0.72m 处时,速度 $v'=\sqrt{2ax}=0.6\text{m/s}$,则拉力的功率 $P=Fv'=423\text{W}$,故 D 正确。				
5.D				
提示 由题意结合题图可知,前 5s 汽车做匀加速直线运动,则加速度大小 $a=1\text{m/s}^2$,汽车匀加速阶段的牵引力 $F_1=\frac{P}{v}=\frac{15\times10^3}{5}\text{N}=3\times10^3\text{N}$,匀加速阶段由牛顿第二定律得 $F_1-0.2mg=ma$,解得 $m=1\times10^3\text{kg}$,故 A 错误;				
汽车匀速行驶时,牵引力大小等于阻力,即 $F_2=F_f=0.2mg$,由 $P=F_2v_0=F_fv_0$ 得,最大速度 $v_0=\frac{P}{0.2mg}=7.5\text{m/s}$,故 B 错误;				
前 5s 内汽车的位移大小 $x=\frac{vt}{2}=\frac{5}{2}\times5\text{m}=12.5\text{m}$,汽车克服阻力做的功 $W_f=0.2mgx=0.2\times1\times10^3\times12.5\text{J}=2.5\times10^4\text{J}$,故 C 错误;				
5~15s 内,由动能定理得 $P\Delta t-0.2mgx'=\frac{1}{2}mv_0^2-\frac{1}{2}mv^2$,解得此过程汽车的位移 $x'\approx67\text{m}$,故 D 正确。				
二、多项选择题				
6.BD				
提示 由题图知, $\frac{x}{t^2}-\frac{1}{t}$ 图像的函数关系式为 $\frac{x}{t^2}=20\times\frac{1}{t}-4$				
整理得 $x=20t-4t^2$				
根据位移—时间公式 $x=v_0t+\frac{1}{2}at^2$ 对比可得 $v_0=20\text{m/s},a=-8\text{m/s}^2$,故 B 正确,C 错误;				
1s 末机车的速度为 $v_1=v_0+at=20\text{m/s}-8\times1\text{m/s}=12\text{m/s}$				
根据牛顿第二定律得 $F-f=ma$				
又 $P=Fv_1$				
解得 $P\approx3.6\times10^4\text{W}$,故 A 错误;				
机车做减速运动的时间为 $t=\frac{0-v_0}{a}=\frac{0-20}{-8}\text{s}=2.5\text{s}$				
所以前 3s 的位移为 $x=\frac{v_0+0}{2}t=\frac{20+0}{2}\times2.5\text{m}=25\text{m}$,故 D 正确。				
7.BC				
提示 小木块在运动过程中受到重力、摩擦力以及支持力作用,支持力不做功,摩擦力做负功,所以机械能减少,而上滑和下滑过程中机械能的减少量相等,根据题图乙可知,上滑和下滑整个过程中机械能的减少量为 20J,所以小木块从底端出发到再回到底端的过程中,摩擦力做功为-20J,故 A 错误,B 正确;				
小木块上滑过程中,根据动能定理,由图线的斜率有 $-mgsin\theta-\mu mgcos\theta=\frac{0-40}{5}\text{N}$,同理可知,下滑过程中,有 $mgsin\theta-\mu mgcos\theta=\frac{20}{5}\text{N}$,联立解得 $m=1\text{kg},\mu=0.25$,故 C 正确,D 错误。				
8.ABD				
提示 从题图可以看出力 F 是均匀减小的,则力 F 随高度 x 的变化关系为 $F=F_0-kx$,且 $k=\frac{F_0}{H}$,物体到达 h 处时力 $F_1=F_0-\frac{F_0}{H}h$,物体从地面到 h 处的过程中,力 F 做正功,重力 G 做负功,由动能定理可得 $\bar{F}h-mgh=0-0$,而 $\bar{F}=\frac{F_0+F_1}{2}=F_0-\frac{F_0}{2H}h$,联立解得 $F_0=\frac{2mgH}{2H-h}$,故 B 正确;				
设物体在初位置加速度大小为 a_1 ,根据牛顿第二定律有 $F_0-mg=ma_1$,可得 $a_1=\frac{gh}{2H-h}$,设当物体运动到 h 处时,加速度大小为 a_2 ,根据牛顿第二定律有 $mg-F_1=ma_2$,而 $F_1=\frac{2mgH}{2H-h}-\frac{2mgh}{2H-h}$,可				
得 $a_2=\frac{gh}{2H-h}$,即加速度最大的位置是 0 或 h 处,故 A 正确,C 错误;				
当拉力 $F=mg$ 时,物体的动能最大,由 $F_0-\frac{F_0}{H}x=mg$,解得 $x=\frac{h}{2}$,物体从高度 0 到 $\frac{h}{2}$ 过程,根据动能定理有 $E_{km}=W_F-mg\frac{h}{2}=\frac{F_0+mg}{2}\cdot\frac{h}{2}-mg\frac{h}{2}$,解得 $E_{km}=\frac{mgh^2}{4(2H-h)}$,故 D 正确。				
三、非选择题				
9.(1)1.28N/(m·s ²) (2)540km				
提示 (1)设汽车电动机最大功率为 P ,以最大速度 v_m 行驶时的牵引力为 F ,则 $P=Fv_m$				
当汽车以最大速度运行时的牵引力等于阻力,则 $F=f=kv_m^2$				
解得 $F=3200\text{N},k=\frac{32}{25}\text{N}/(\text{m}^2\cdot\text{s}^2)$;				
(2)设电池总能量为 $E=60\text{kW}\cdot\text{h}$,汽车发动机将电池能量转化为汽车动力的能量 E_1 ,则 $E_1=E\times90\%\times80\%=1.5552\times10^5\text{J}$				
电动汽车在 -10°C 的环境下,在平直高速公路上以速度为 $v_1=54\text{km/h}=15\text{m/s}$ 匀速行驶,设牵引力为 F_1 ,阻力为 f_1 ,续航里程为 s ,则 $F_1=f_1=kv_1^2$				
解得 $s=540\text{km}$ 。				
10.(1) \sqrt{gR} (2)6mg (3) $\frac{1}{2}mgR$				
提示 (1)小滑块从 C 点水平飞出做平抛运动,设水平速度为 v_0 。				
竖直方向上有 $R=\frac{1}{2}gt^2$				
水平方向上有 $\sqrt{2}R=v_0t$				
解得 $v_0=\sqrt{gR}$ 。				
(2)设小滑块在最低点时速度为 v ,由动能定理得 $-mg\cdot2R=\frac{1}{2}mv_0^2-\frac{1}{2}mv^2$				
解得 $v=\sqrt{5gR}$				
在最低点由牛顿第二定律得 $F_N-mg=m\frac{v^2}{R}$				
解得 $F_N=6mg$				
由牛顿第三定律得,滑块在圆环最低点对圆环的压力 $F_N'=6mg$ 。				
(3)从 D 到最低点过程中,设 DB 过程中克服摩擦阻力做功为 W_f ,由动能定理得 $mgh-W_f=\frac{1}{2}mv^2-0$				
解得 $W_f=\frac{1}{2}mgR$ 。				

一、单项选择题

1.A

提示 在火车转弯中,当内外轨对车轮均没有侧向压力时,火车的受力如图 1 所示,根据牛顿第二定律可得 $mgtan\theta=m\frac{v^2}{R}$,由几何关系可得

$$\tan\theta=\frac{h}{\sqrt{L^2-h^2}},\text{联立解得 }v=\sqrt{\frac{gRh}{\sqrt{L^2-h^2}}},\text{选项}$$

A 正确,B、C、D 错误。

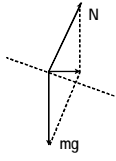


图 1

2.A

提示 根据题意可知, Q 点到 O 点的距离一直在变化,故并不是以 O 点为圆心做匀速圆周运动,故 A 错误; P 点绕 O 点做匀速圆周运动,杆 PQ 始终保持水平,则 Q 点的运动轨迹也是一个圆周, Q 点绕另一个圆心做匀速圆周运动,二者保持相对静止,具有相同的加速度,而且两点的线速度大小相等,则角速度大小相等,故 B、C、D 正确。

3.A

提示 链球在水平面内做匀速圆周运动,链球球体受到重力及链条对球的拉力,故 A 错误;链球受力分析如图 2 所示,根据平行四边形定则可得拉力 $F=\frac{mg}{\cos\theta}$,所以夹角 θ 越大,拉力 F 越大,故 B 正确;而 $mgtan\theta=m\omega^2Lsin\theta$,可得 $\omega=\sqrt{\frac{g}{Lcos\theta}}$,所以夹角 θ 越大,角速度越大,故 C 正确;若运动员松手,拉力消失,链球只受重力作用,且具有水平初速度,接下来将沿松手时的速度方向做平抛运动,故 D 正确。

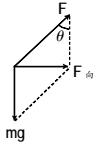


图 2

4.D

提示 球在水平面内做匀速圆周运动,合外力指向圆心,对 A 进行受力分析,要使合力指向圆心,静摩擦力方向必须沿框架向上,框架对 A 的弹力方向可能垂直于框架向下,也可能垂直于框架向上,故 A、C 错误;对 B 受力分析,要使合力指向圆心,框架对 B 的弹力方向一定垂直于框架向上,故 B 错误;A、B 两球匀速转动的角速度大小相等,半径也相等,根据 $F=m\omega^2r$ 可知两球所受的合力大小相等,故 D 正确。

5.B

提示 对小球 b 球受力分析,由牛顿第二定律有 $m_bgtan\theta=m_b\frac{v^2}{r},r=Lsin\theta$,解得 $v=\sqrt{gLtan\theta sin\theta}$,

则小球 b 的线速度缓慢减小时,连接小球 b 的绳子与竖直方向夹角缓慢减小,设绳子拉力为 T ,则有 $T=\frac{m_bg}{\cos\theta}$,即绳子拉力缓慢减小,故 A 错误;将滑块与斜面体看成一个整体,则竖直方向有 $Tsin\alpha+F_N=G_{\text{总}}$,水平方向有 $Tcos\alpha=F_1$,所以绳子拉力减小,斜面体对地面的压力缓慢变大,斜面体对地面的摩擦力缓慢变小,故 B 正确,D 错误;对滑块受力分析,由于开始时斜面体对滑块的摩擦力方向不知,所以斜面体对滑块的摩擦力变化不确定,可能增大,也可能减小,故 C 错误。

二、多项选择题

6.BC

提示 球 B 运动到最高点时,杆对球 B 恰好无作用力,即重力恰好提供向心力,有 $mg=m\frac{v^2}{2L}$,解得 $v=\sqrt{2gL}$,故 A 错误;由于 A、B 两球的角速度相等,则球 A 的速度大小 $v'=\frac{\sqrt{2gL}}{2}$,故 B 正确;球 B 运动到最高点时,对杆无弹力,此时球 A 由重力和拉力的合力提供向心力,有 $F-mg=m\frac{v'^2}{L}$,解得 $F=1.5mg$,故 C 正确,D 错误。

7.BD

提示 磨盘与磨杆同轴,则二者角速度处处相等,但是由于它们做圆周运动的圆轨道半径不同,根据线速度公式 $v=\omega r$ 可知,它们的线速度不相等,故 A 错误;

由题可知,磨杆长度与磨盘半径相等,则磨杆末端转动一周,则弧长为 $L=2\pi\times 2r=2\pi\times 2\times 0.4\text{m}=1.6\pi\text{m}$,磨盘和磨杆的周期为 $T=5\text{s}$,所以线速度大小 $v=\frac{L}{T}=\frac{1.6\pi}{5}\text{m/s}=0.32\pi\text{m/s}$,故 B 正确;

磨盘边缘的向心加速度大小 $a=\omega^2r=(\frac{2\pi}{T})^2r=(\frac{2\pi}{5})^2\times 0.4\text{m/s}^2=0.064\pi^2\text{m/s}^2$,故 C 错误;

驴对磨的拉力沿圆周切线方向,拉力作用点的速度方向也沿圆周切线方向,故可认为拉磨过程中拉力方向始终与速度方向相同,根据微元法可知,拉力对磨盘所做的功等于拉力的大小与拉力作用点沿圆周运动弧长的乘积,则磨转动一周的弧长为 $L=2\pi 2r=1.6\pi\text{m}$,所以拉力所做的功为 $W=FL=500\times 1.6\pi\text{J}=800\pi\text{J}$,根据平均功率的定义得 $P=\frac{W}{T}=\frac{800\pi}{5}\text{W}=160\pi\text{W}$,故 D 正确。

8.ABD

提示 角速度较小时,物块各自受到的静摩擦力 F_f 充当向心力,绳中无拉力,根据牛顿第二定律可得 $F_f=m\omega^2R$,因为 $R_A<R_B$,所以物块 B 与圆盘间的静摩擦力先达到最大值,随着角速度增大,轻绳中出现拉力,拉力 F_T 和最大静摩擦力的

合力充当向心力。对物块 B 受力分析 $F_T+\mu mg=m\omega^2R_B$,则 $F_T=mR_B\omega^2-\mu mg$,则根据题图乙中斜率和截距的数据解得 $R_B=2\text{m},\mu=0.1$,故 A、B 正确;当 $\omega=1\text{rad/s}$ 时,由上述方程得绳子中拉力大小 $F_T=1\text{N}$,再对 A 分析,由牛顿第二定律得 $F_T+F_f=m\omega^2R_A$,解得 $F_f=0$,故 C 错误;当 A 恰好要相对圆盘发生滑动时,其摩擦力为最大值且方向沿半径向外,对 A 分析 $F_T-\mu mg=m\omega^2R_A$,此时对 B 分析 $F_T+\mu mg=m\omega^2R_B$,联立解得 $\omega=\sqrt{2}\text{rad/s}$,故 D 正确。

三、非选择题

9.(1)40N/m (2)2.0m/s (3)6.0N

提示 (1)小球在 A 处处于静止状态,由平衡条件可知,沿半径方向有

$$k(R-0.8R)=mg\cos\theta$$

$$\text{解得 }k=40\text{N/m};$$

(2)由 A 到 B 过程,根据动能定理得

$$mgR(1-\cos\theta)=\frac{1}{2}mv_B^2-0$$

$$\text{解得 }v_B=2.0\text{m/s};$$

(3)在 B 点,对小球由牛顿第二定律得

$$k(R-0.8R)+F_{NB}-mg=m\frac{v_B^2}{R}$$

$$\text{解得 }F_{NB}=6.0\text{N}。$$

10.(1)22N,方向向上

(2)1s

$$(3)(\frac{12}{5}\sqrt{15}+4)\text{m}$$

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 $F=22\text{N}$
由牛顿第三定律知,B 球对杆的作用力 $F'=22\text{N}$,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

$$\tan 37^\circ=\frac{\frac{1}{2}gt^2-AB}{v_Bt}$$

$$\text{解得 }t=1\text{s};$$

(3)B 的水平位移

$$x_B=v_Bt=4\text{m}$$

A 的水平位移

$$x_A=v_A\sqrt{\frac{2(\frac{1}{2}gt^2-AB)}{g}}=\frac{12}{5}\sqrt{15}\text{m}>x_A',$$

$$\frac{x_B\tan 37^\circ}{\tan 53^\circ}=\frac{9}{4}\text{m},\text{可知 A 直接落在地面上。}$$

因此两球落点间距为

$$l=x_A+x_B=(\frac{12}{5}\sqrt{15}+4)\text{m}。$$

物理

第 7 期

一、单项选择题

1.D

提示 开普勒发现了行星绕太阳运动的轨道是椭圆,并不是第谷,故 A 错误;牛顿力学适用于宏观的、低速运动的物体,而不适用于微观的、高速运动的物体,所以牛顿力学不适用于分析高速运动的 μ 子的寿命,故 B 错误;相对论的出现,使得经典物理学在微观的、高速运动的范围不再适用,但经典物理学在自己的适用范围内仍继续发挥作用,故 C 错误;牛顿将行星与太阳、地球与月球、地球与地面物体之间的引力规律推广到宇宙中的一切物体,得出了万有引力定律,故 D 正确。

2.D

提示 第一宇宙速度 7.9km/s 是卫星或空间站绕地球做匀速圆周运动的最大速度,所以空间站在轨道上飞行的速度不可能大于 9km/h,故 A 错误;空间站中的一根天线脱落,天线与空间站一样做匀速圆周运动,故 B 错误;组合体在对接轨道上绕地运行时受到的万有引力仍然是恰好提供向心力,所以成功对接后,空间站虽然质量增大,但轨道半径不变,故 C 错误;入轨后飞船内的宇航员到地球球心的距离为 $r=\frac{17}{16}R$,根据 $F=\frac{GMm}{r^2}$,则宇航员所受地球的万有引力大小约为他在地面时的 $(\frac{16}{17})^2$,故 D 正确。

3.B

提示 已知由 M 到 N 过程中,太阳的引力对火星做正功,所以太阳位于焦点 F_2 处,故 A 错误;火星由 M 到 P 的过程中速度增大,火星由 M 到 N 和由 N 到 P 的过程中,通过的路程相等,所以火星由 M 到 N 的运动时间大于由 N 到 P 的运动时间,则 $S_1>S_2$,故 B 正确;已知由 M 到 N 过程中,太阳的引力对火星做正功,根据动能定理得火星的动能 $E_{kN}<E_{kM}$,故 C 错误;根据万有引力公式得,火星在 N 处受到太阳的引力小于在 P 处受到太阳的引力,根据牛顿第二定律得 $a_N<a_P$,故 D 错误。

4.A

$$\text{提示 根据 }\frac{GMm}{r^2}=m\frac{4\pi^2r}{T^2},\text{可得 }M=\frac{4\pi^2r^3}{GT^2},$$

$r^3=\frac{GM}{4\pi^2}T^2$,由图像可知,A 的斜率大,所以 A 的质量大,选项 A 正确;由图像可知当卫星在两行星表面运行时,周期相同,将 $M=\rho V=\rho\cdot\frac{4}{3}\pi R^3$ 代入上式可知两行星密度相同,选项 B 错误;根据万有引力提供向心力,则 $\frac{GMm}{R^2}=\frac{mv^2}{R}$,所以 $v=\sqrt{\frac{GM}{R}}=\sqrt{\frac{4}{3}\pi\rho GR^2}$,行星 A 的半径大,所以行星 A 的第一宇宙速度也大,选项 C 错误;两卫星的轨道半径相同时,它们的向心加速度 $a=\frac{GM}{r^2}$,由于 A 的质量大于 B 的质量,所以行星 A 的卫星向心加速度大,选项 D 错误。

5.C

提示 第一宇宙速度是在 $r=R$ 处由万有引力

高考版答案页第 2 期

完全提供向心力时的线速度大小,但是在 $r=R$ 处,根据 a-r 图像可知,万有引力不完全提供向心力,即此处的线速度大小不等于第一宇宙速度,故 A 错误;航天员在 $r=R$ 与 $r=r_0$ 处的角速度均与地球自转角速度 ω 相等,根据 $v=\omega r$,航天员在 $r=R$ 与 $r=r_0$ 处的线速度的比为 $\frac{v}{v'}=\frac{R}{r_0}$,故 B 错误;由题意知,在 $r=r_0$ 处,由万有引力完全提供随地球自转的向心力,与同步卫星情况一致,航天员的加速度等于地球同步卫星的加速度,所以航天员处于完全失重状态,航天员对电梯舱的压力为零,故 C 正确;在 $r=r_0$ 处万有引力等于向心力,则有 $G\frac{Mm}{r_0^2}=m\omega^2r_0$,在 $r=R$ 处,万有引力等于向心力与重力之和,则有 $G\frac{Mm}{R^2}=mg+m\omega^2R$,解得

$$g=\frac{\omega^2(r_0^3-R^3)}{R^2},\text{故 D 错误。}$$

二、多项选择题

6.BC

提示 若光带是该行星的组成部分,则其角速度与行星自转角速度相同,应有 $v=\omega r,v$ 与 r 应成正比,与题图不符,因此该光带不是该行星的组成部分,A 错误;光带是环绕该行星的卫星群,由万有引力提供向心力,则有 $G\frac{Mm}{r^2}=m\frac{v^2}{r}$,可得该行星的质量 $M=\frac{v^2r}{G}$,由图乙知, $r=R$ 时 $v=v_0$,则有 $M=\frac{v_0^2R}{G}$,B 正确;当 $r=R$ 时有 $mg=m\frac{v_0^2}{R}$,可得行星表面的重力加速度 $g=\frac{v_0^2}{R}$,C 正确;该行星的平均密度为 $\rho=\frac{M}{\frac{4}{3}\pi R^3}=\frac{3v_0^2}{4\pi gR^2}$,D 错误。

7.AC

提示 设地球表面的重力加速度为 g ,距地面高度恰好为地球半径的 3 倍处的重力加速度为 g_1 ,由 $G\frac{Mm}{R^2}=mg,\frac{GMm}{(R+H)^2}=mg_1$,得 $\frac{g}{g_1}=\frac{(R+H)^2}{R^2}$, $H=3R$,解得 $g_1=\frac{g}{16}$,A 正确;设台秤上物体的质量为 m' ,火箭在地面上时台秤显示的示数 $F_N=m'g$,距地面 $3R$ 时台秤显示的示数 $F_{N2}=\frac{1}{2}F_N=m'a+m'g_1$,解得 $a=\frac{7}{16}g$,同时得到 $g=\frac{16a}{7}$,在地球表面,设近地卫星质量为 m_0 ,而 $m_0g=m_0\frac{v^2}{R}$,解得 $R=\frac{7v^2}{16a}$,B 错误,C 正确;由 $G\frac{Mm_0}{R^2}=m_0g$,解得 $M=\frac{7v^4}{16aG}$,D 错误。

8.BD

提示 设 $OP=R_P,OQ=R_Q,PQ=r$,两星角速度为 ω ,由万有引力提供向心力有 $\frac{Gm_Pm_Q}{r^2}=m_P\omega^2R_P=m_Q\omega^2R_Q$,可得 $m_PR_P=m_QR_Q$,已知 $R_P>R_Q$,故 $m_P<m_Q$,则 $k<1$,故选项 A 错误,D 正确;若 ω 和 r 一定,又 $v_P+v_Q=\omega(R_P+R_Q)=\omega r$,故 P 和 Q 做圆周运动的

线速度代数和一定,故选项 B 正确;由 $m_PR_P=m_QR_Q,m_Pm_Q=k:1$ 和 $R_P+R_Q=r$ 可得 $R_P=\frac{r}{k+1}$,对 P 星,由万有引力提供向心力有 $\frac{Gm_Pm_Q}{r^2}=m_P\frac{v_P^2}{R_P}$,可知

$v_P=\sqrt{\frac{Gm_Q}{(k+1)r}}$,即 v_P 与 r 不是正比关系,故选项 C 错误。

三、非选择题

9.(1) $1.2\times 10^{-3}\text{s}$

(2) $1.3\times 10^{14}\text{kg/m}^3$

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 $F_{引}=F_{向}$,即 $\frac{GMm}{r^2}=m\frac{4\pi^2}{T^2}r$

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

要使 T 最小,即要求 $r=R$

$$\text{所以 }M=\frac{4\pi^2R^3}{GT^2},\rho=\frac{M}{\frac{4\pi R^3}{3}}=\frac{3\pi}{GT^2}$$

$$\text{所以 }T=\sqrt{\frac{3\pi}{\rho G}}$$

代入数据得 $T\approx 1.2\times 10^{-3}\text{s}$;

(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 $\frac{GMm}{R^2}\geq m\omega^2R$

$$\text{又因 }\rho=\frac{M}{\frac{4\pi R^3}{3}}$$

$$\text{所以 }\rho\geq\frac{3\omega^2}{4\pi G}\approx 1.3\times 10^{14}\text{kg/m}^3。$$

10.(1)4m/s² (2)5 倍

提示 (1)在地球表面,有 $mg=G\frac{Mm}{R^2}$

$$\text{在火星表面,有 }mg'=G\frac{M'm}{R'^2}$$

$$\text{已知 }g=10\text{m/s}^2,R'=\frac{1}{2}R,M'=\frac{1}{10}M$$

$$\text{解得 }g'=4\text{m/s}^2。$$

(2)对火星的同步卫星,由牛顿运动定律有

$$\frac{GM'm}{(R'+h)^2}=m(R'+h)\frac{4\pi^2}{T^2}$$

$$\text{则}(R'+h)^3=\frac{GM'T^2}{4\pi^2}$$

同理,对地球同步卫星,有

$$(R+h')^3=\frac{GMT^2}{4\pi^2}$$

$$\text{联立得}\frac{(R'+h)^3}{(R+h')^3}=\frac{M'}{M}=\frac{1}{10}$$

$$\text{则 }R'+h=\sqrt[3]{\frac{R+h'}{10}}\approx\frac{6.6R}{2.2}=3R=6R'$$

解得 $h=5R'$,即火星的同步卫星到火星表面的高度是火星半径的 5 倍。