2025—2026学年核心突破(二)—(四)参考答案与解析

核心突破(二)

1. D

【提示】“平衡鸟”对手指的压力作用在手指上,“平衡鸟”的重力作用在小鸟上,且压力和重力的性质不同,虽然“平衡鸟”对手指的压力大小等于“平衡鸟”的重力大小,但是“平衡鸟”对手指的压力与“平衡鸟”的重力是两个不同的力,选项A错误。“平衡鸟”对手指的压力是由“平衡鸟”发生形变产生的,选项B错误。根据平衡条件可知,“平衡鸟”的重心一定在过嘴巴的竖直线上,但不一定在“平衡鸟”的嘴巴处,选项C错误,D正确。

2. B

【提示】根据题意可知,物体静止时,弹簧的形变量 $x=5\ \mathrm{cm}$,由胡克定律和平衡条件有 $mg=kx$,解得 $k=4\ \mathrm{N/cm}$,选项B正确。

3. C

【提示】通知纸受到重力、公告栏和磁吸块对通知纸的压力、公告栏和磁吸块对通知纸的摩擦力共5个力作用,选项A错误。根据平衡条件可知,磁吸块受到的通知纸对它的摩擦力方向竖直向上,大小为 mg,选项B错误。通知纸在竖直方向上受到竖直向下的重力 G_2、公告栏对它竖直向上的摩擦力 f_2 和磁吸块对它竖直向下的摩擦力 f_1 作用,由平衡条件有 $G_2+f_1=f_2$,则通知纸受到公告栏的摩擦力大小大于其自身重力大小,选项C正确。磁吸块对通知纸的压力和公告栏对通知纸的压力是一对平衡力,不是一对相互作用力,选项D错误。

4. A

【提示】钢索、短钢棒及棚顶作为一个整体受到重力、两侧钢柱对钢索的拉力共3个力作用,设两侧钢柱对钢索的拉力大小均为 F,根据平衡条件,在竖直方向上有 $2F\sin(60°-30°)=2mg$,解得 $F=2mg$,选项A正确。

5. C

【提示】将重力沿斜面向下和垂直于斜面方向正交分解,则沿斜面向下的分力大小为 $mg\sin\theta$,要使质点在斜面上沿 PQ 连线做直线运动,则沿斜面向下的分力与对质点施加的平行于斜面的作用力(设为 F)的合力方向与 PQ 共线,根据闭合矢量三角形定则可知,当 F 的方向和 PQ 垂直时,F 最小,故 F 的最小值 $F_{\min}=mg\sin\theta\sin 45°=\frac{\sqrt{2}}{2}mg\sin\theta$,所以对质点施加的平行于斜面的作用力大小应满足 $F\geqslant\frac{\sqrt{2}}{2}mg\sin\theta$,即对质点施加的平行于斜面的作用力大小不可能为 $\frac{\sqrt{3}}{3}mg\sin\theta$,选项C正确。

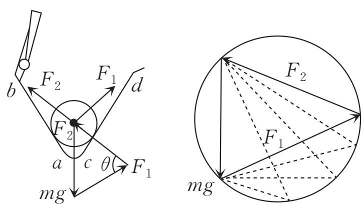
6. D

【提示】未施加力 F 时,物块沿斜劈匀速下滑,则有 $mg\sin\alpha=\mu mg\cos\alpha$,解得 $\mu=\tan\alpha$;物块受到重力 G、斜面的弹力 F_N、斜面的滑动摩擦力 f 的作用,且三力的合力为零,故 F_N 与 f 的合力方向竖直向上,则有 $\frac{f}{F_N}=\tan\alpha=\mu$;施加力 F 时,设物块受到斜面的弹力为 F_{N1}、滑动摩擦力为 f_1,F_{N1} 方向与 f_1

方向间的夹角为 θ,则有 $\frac{f_1}{F_{N1}}=\mu=\tan\theta$,解得 $\theta=\alpha$,可知无论 F 的方向如何,F_{N1} 与 f_1 的合力方向始终竖直向上,由牛顿第三定律可知,物块对斜劈的作用力方向竖直向下,则斜劈在水平方向上不受到力的作用,所以地面对斜劈的摩擦力始终为零,选项 D 正确。

7. B

【提示】将表示 F_1、F_2 和 mg 这三个力的矢量首尾相接,组成一个矢量三角形如图甲所示,铲斗沿顺时针方向转动的过程中,F_1 方向和 F_2 方向间的夹角恒定,在圆内作出一系列 F_1、F_2 和 mg 这三个力构成的矢量三角形如图乙所示,可知铲斗从初始位置沿顺时针方向缓慢转到侧壁 cd 水平的过程中,F_1 逐渐减小,F_2 先增大后减小,选项 B 正确。



甲　　乙

8. BC

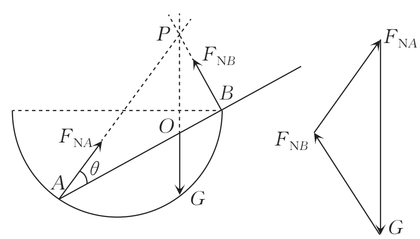
【提示】扶梯对该同学的支持力和该同学对扶梯的压力是一对相互作用力,始终大小相等,方向相反,选项 A 错误。该同学刚站上扶梯时,扶梯向下做加速运动,则该同学具有水平向左的加速度分量,故扶梯对该同学的摩擦力方向水平向左,选项 B 正确。扶梯在匀速运行的过程中,该同学处于平衡状态,根据平衡条件可知,扶梯对该同学的支持力大小等于该同学的重力大小,扶梯对该同学的摩擦力为零,选项 C 正确,D 错误。

9. BD

【提示】由几何关系可知,两段轻绳间的夹角为 2θ,由平衡条件有 $2F\cos\theta=mg$,即 $F=\frac{mg}{2\cos\theta}$;设轻绳的总长度为 L,两杆间的距离为 s,由几何关系有 $L_1\sin\theta+L_2\sin\theta=s$,即 $\sin\theta=\frac{s}{L_1+L_2}=\frac{s}{L}$。由 $a\to b$ 的过程,L、s 都不变,θ 不变,则 F 不变,由几何关系可知,衣服的位置升高,选项 B 正确,A 错误。由 $b\to c$ 的过程,s 变小,θ 变小,$\cos\theta$ 变大,F 变小,由几何关系可知,衣服的位置下降,选项 C 错误,D 正确。

10. AC

【提示】由三力平衡交汇定理可知,细杆的受力分析如图甲所示,由几何关系可知半球面对细杆 A 点弹力 F_{NA} 的方向与细杆间夹角 $\theta=30°$,F_{NA} 的方向和 F_{NB} 的方向与竖直方向间的夹角均为 30°,作出 F_{NA}、F_{NB} 和 G 的矢量三角形如图乙所示,则力的矢量三角形为等腰三角形,可得 $F_{NA}=F_{NB}$,即细杆上 A、B 两点受到的弹力大小之比为 1∶1,选项 A 正确,B 错误。由图甲可知,中点 O 为细杆重心,则有 $OB=BP\tan 30°=AB\tan^2 30°=\frac{\sqrt{3}}{3}R$,故 $OA=AB-OB=\frac{2\sqrt{3}}{3}R$,所以细杆的长度 $l=2OA=\frac{4\sqrt{3}}{3}R$,选项 C 正确,D 错误。



甲　　乙

11. (1)右　(2 分)　(2)0.60　(3 分)　(3)大于　(2 分)

【提示】(1)在细棉线中间悬挂一串钥匙,当细棉线另一端位于刻度尺上某位置时,细

棉线未拉断。由于细棉线两端力大小相等,当合外力一定时,细棉线两端力方向间的夹角越大,细棉线两端力越大,则应缓慢向右移动细棉线端点 B,直到细棉线恰好被拉断。

(2)设该细棉线能承受的最大拉力为 T,细棉线拉力方向与竖直方向间的夹角为 θ,由几何关系有 $\sin\theta=\dfrac{\frac{x}{2}}{\frac{L}{2}}=0.8$,则 $\cos\theta=0.6$,由平衡条件有 $2T\cos\theta=mg$,解得 $T=0.60\ \text{N}$。

(3)考虑细棉线挂上钥匙串后会有一定的伸长,则有 $\sin\theta_{实}<\sin\theta$,$\cos\theta_{实}>\cos\theta$,则 $T_{实}<T$,故该细棉线能承受的最大拉力的测量值大于真实值。

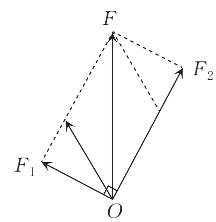
12.(1)等效替代法 (1分) (2)CD (2分) (3)$\dfrac{F_1}{l_1}=\dfrac{F_2}{l_2}=\dfrac{F}{l}$ (3分) (4)增大 (3分)

【提示】(1)该实验采用的科学方法是等效替代法。

(2)两次在结点下方挂同一物体,调整力传感器 Q 的位置时,改变结点 O 的位置对实验无影响,选项A错误。两侧杆左右倾斜,对实验无影响,选项B错误。记录细绳方向时,选取较远的两点,可以减小记录力的方向时产生的实验误差,选项C正确。为了减小误差,两个细绳间夹角可以适当大一些,选项D正确。

(3)根据平衡条件可知,几何三角形和力的三角形会相似,则有$\triangle OB'C'\backsim\triangle F_2F_1F$,若 l_1、l_2、l 与 F_1、F_2、F 满足关系式$\dfrac{F_1}{l_1}=\dfrac{F_2}{l_2}=\dfrac{F}{l}$,则两个互成角度的力的合成遵循平行四边形定则。

(4)平衡时两细绳 OA、OB 互相垂直,保持细绳 OB 和结点 O 的位置不动,即 F_1、F_2 两个力的合力 F 不变,F_2 方向不变,将细绳 OA 绕 O 点在纸面内顺时针转动一小角度,作出 F_1、F_2、F 的动态变化如图所示,可知 F_1 增大。



13.**解** (1)物体做匀速直线运动,根据平衡条件,在水平方向上有:

$F\cos\theta=f$ (1分)

在竖直方向上有:

$F\sin\theta+F_N=mg$ (1分)

又:$f=\mu F_N$ (1分)

代入数据联立解得:$F=5\ \text{N}$。 (1分)

(2)根据(1)可得 $\mu F\sin\theta+F\cos\theta=\mu mg$ (1分)

利用 $a\sin\alpha+b\cos\alpha=\sqrt{a^2+b^2}\sin(\alpha+\varphi)$,整理可得 $F\sqrt{1+\mu^2}\sin(\theta+\varphi)=\mu mg$,其中 $\tan\varphi=\dfrac{1}{\mu}=\dfrac{7}{4}$ (2分)

代入数据可得:

$F=\dfrac{40}{\sqrt{65}\sin(\theta+\varphi)}$ (1分)

由数学知识可知,当 $\sin(\theta+\varphi)=1$ 时,F 有最小值,为:

$F_{min}=\dfrac{8\sqrt{65}}{13}\ \text{N}$。 (2分)

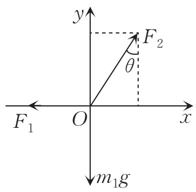
14.**解** (1)对小球甲受力分析如图甲所示,由平衡条件有:

$F_2\cos\theta=m_1g$、$F_2\sin\theta=F_1$ (2分)

解得:$F_1=30\ \text{N}$,$F_2=50\ \text{N}$ (1分)

由胡克定律有:$F_1=kx$ (1分)

解得:$x=0.3\ \text{m}$。 (1分)



甲

(2)设$\angle ABO=\alpha$,由几何关系有:

$\sin\alpha=\dfrac{R}{2R}=\dfrac{1}{2}$,即$\alpha=30°$ (1分)

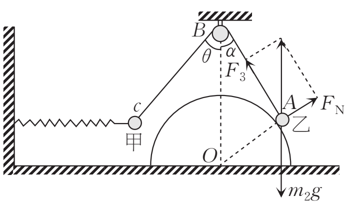
对小球乙受力分析如图乙所示,由于轻绳AB段沿半圆柱的切线方向,所以F_3方向与F_N方向垂直,则由平衡条件有:

$F_3=m_2g\cos\alpha$ (2分)

同一根轻绳上弹力处处相等,则有:

$F_2=F_3$

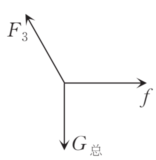
解得:$m_2=\dfrac{10\sqrt{3}}{3}\ \text{kg}$。 (1分)



乙

(3)将小球乙和半圆柱体看成一个整体,对整体受力分析如图丙所示,根据平衡条件,在水平方向上有:$f=F_3\sin\alpha$ (2分)

解得:$f=25\ \text{N}$。 (1分)



丙

15.**解** (1)物块A恰好不下滑,根据平衡条件,沿斜面方向有:

$T+f=m_Ag\sin\theta$ (1分)

其中:$f=\mu m_Ag\cos\theta$ (1分)

解得:$T=10\ \text{N}$。 (1分)

(2)①对物块A施加一个竖直向下的力F前,动滑轮两侧轻绳拉力的合力大小为:

$T_合=2T\cos 37°=16\ \text{N}$ (1分)

$G_B=m_Bg=16\ \text{N}$

则有$T_合=m_Bg$,且方向相反,因此B、C之间轻弹簧处于原长状态 (1分)

以C为研究对象,设C、D之间轻弹簧的压缩量为x_1,由平衡条件和胡克定律有:

$m_Cg=k_1x_1$ (1分)

解得:$x_1=0.1\ \text{m}$ (1分)

对物块A施加一个竖直向下的力F后,物块D对地面的压力恰好减小至零,设B、C之间轻弹簧的伸长量为x_2,以C、D整体为研究对象,由平衡条件和胡克定律有:

$k_2x_2=(m_C+m_D)g$ (1分)

解得:$x_2=0.1\ \text{m}$ (1分)

要使物块D刚好离开地面,设C、D之间轻弹簧的伸长量为x_3,以D为研究对象,由平衡条件和胡克定律有:

$k_1x_3=m_Dg$ (1分)

解得:$x_3=0.04\ \text{m}$ (1分)

则物块B上升的高度为:

$h=x_1+x_2+x_3=0.24\ \text{m}$。 (1分)

②当动滑轮两侧轻绳间的夹角$\beta=120°$时,设轻绳上的拉力大小为T',对B、C、D整体由平衡条件有:

$2T'\cos 60°=(m_B+m_C+m_D)g$ (1分)

以物块A为研究对象,根据平衡条件,沿斜面方向有:

$T'+f'=(m_Ag+F)\sin\theta$ (1分)

其中:$f'=\mu(m_Ag+F)\cos\theta$ (1分)

解得:$F=40\ \text{N}$。 (1分)

核心突破(三)

1. A

【提示】由题图可知,水滴下落时相邻相等时间内的位移逐渐变大,则水滴向下做加速运动,有 $G-f=ma$,可得 $G>f$,选项A正确。

2. B

【提示】书放在水平桌面上,若书相对于桌面不滑动,则最大静摩擦力对书提供加速度,有 $f_{m}=\mu mg=ma_{m}$,解得 $a_{m}=4.0\ m/s^2$,书相对高铁静止,则高铁的最大加速度为 $4.0\ m/s^2$,选项B正确。

3. A

【提示】设航天员的质量为 m,运动过程中的加速度大小为 a,由牛顿第二定律有 $F=ma$,由匀变速直线运动规律有 $v^2=2as$,解得 $m=\dfrac{2Fs}{v^2}$,选项A正确。

4. B

【提示】在 $v-t$ 图像中,图线与坐标轴围成图形的面积表示位移,由题图乙可知,飞箭在 $0\sim t_1$ 时间内的位移大小比同一初速度在 $0\sim t_1$ 时间内做匀减速直线运动的小,则飞箭在 $0\sim t_1$ 时间内的平均速度 $\bar{v}<\dfrac{v_0}{2}=5\ m/s$,选项A错误。落地前飞箭已经做匀速直线运动,则由平衡条件有 $mg=kv_1$,解得 $k=0.4\ N\cdot s/m$,选项B正确。飞箭射出瞬间的加速度大小 $a=\dfrac{mg+kv_0}{m}=\dfrac{2+0.4\times10}{0.2}\ m/s^2=30\ m/s^2$,选项C错误。在 $v-t$ 图像中,图线上某点切线的斜率的绝对值表示物体的加速度大小,可知飞箭的加速度在上升和下降的过程中均逐渐减小,选项D错误。

5. C

【提示】设轻绳 b 中的张力大小为 T,OA 与竖直方向间的夹角为 θ,则对小球 A、B 在竖直方向上由平衡条件分别有 $T\cos\theta=m_Ag$、$T\sin\theta=m_Bg$,解得 $T=5\ N$、$\theta=37°$,选项A错误。小车在水平面上向左做匀加速直线运动,则对小球 B 在水平方向上由牛顿第二定律有 $T\cos\theta=m_Ba$,解得 $a=\dfrac{40}{3}\ m/s^2$,选项B错误。设轻绳 a 中的张力大小为 T',则对小球 A 在水平方向上由牛顿第二定律有 $T'-T\sin\theta=m_Aa$,解得 $T'=\dfrac{25}{3}\ N$,选项C正确。由于定滑轮两侧的轻绳 b 恰好垂直,则轻绳 b 对定滑轮的作用力大小 $F=\sqrt{T^2+T^2}=5\sqrt{2}\ N$,选项D错误。

6. D

【提示】对物块2、3根据牛顿第二定律有 $F-2mg\sin\theta=2ma$,由匀变速直线运动规律有 $x=\dfrac{1}{2}at^2$,整理得 $\dfrac{x}{t^2}=\dfrac{F}{4m}-\dfrac{1}{2}g\sin\theta$,则在 $\dfrac{x}{t^2}-F$ 图像中,图线斜率 $k=\dfrac{1}{4m}$,纵截距 $b=-\dfrac{1}{2}g\sin\theta$,由题图乙可得 $k=\dfrac{1}{2}\ kg^{-1}$、$b=-2.5\ m/s^2$,解得 $m=0.5\ kg$、$\theta=30°$,选项A、B均错误。当 $F=10\ N$ 时,由 $F-2mg\sin\theta=2ma$ 可得,三个物块的加速度大小为 $5\ m/s^2$,对三个物块整体有 $F_0-3mg\sin\theta=3ma$,解得 $F_0=15\ N$,选项D正确,C错误。

7. C

【提示】对 A、B 整体由牛顿第二定律有 $F-\mu(M+m)g=(M+m)a$,设轻杆的拉力大小为 F_1,对 A 由牛顿第二定律有 $F_1\cos37°-\mu(mg-F_1\sin37°)=ma$,解得

$F_1=\frac{F}{5}$,选项A、B均错误。轻杆的拉力最大时,对 A 有 $F_{1m}\sin 37°=mg$,解得 $F_{1m}=\frac{5}{3}mg$,则拉力 F 的最大值 $F_m=5F_{1m}=\frac{25}{3}mg$,选项C正确。若水平面光滑,则有 $F=(M+m)a'$,$F_1'\cos 37°=ma'$,解得 $F_1'=\frac{F}{4}$,选项D错误。

8. AC

【提示】虾落在传送带时有沿传送带向下的初速度,若受到滑动摩擦力小于虾重力沿传送带向下的分力,则虾沿传送带向下做匀加速直线运动,选项A正确。由题图可知,鱼最终向上运动,则传送带对鱼的滑动摩擦力大小大于鱼重力沿传送带向下的分力,鱼先沿传送带向下做匀减速直线运动,速度减至零后,又沿传送带向上做匀加速直线运动;向上运动过程 ,鱼可能一直沿传送带向上做匀加速直线运动,即鱼可能先做匀变速直线运动,后做匀速直线运动,也可能做一直做匀变速直线运动,选项B错误。虾在传送带上运动时,虾相对传送带的运动方向沿传送带向下,则虾受到的摩擦力方向沿传送带向上,选项C正确。鱼的加速度方向不可能向下,鱼的加速度方向可能一直沿传送带向上,也可能先沿传送带向上,之后为零,选项D错误。

9. BC

【提示】打开开关瞬间,对物块由牛顿第二定律有 $F_1-mg=ma_1$,其中 $F_1=0.06{v_1}^2=45\ \mathrm{N}$,解得 $a_1=8\ \mathrm{m/s^2}$,选项A错误。当风力与物块受到的重力大小相等时,有 $0.06{v_2}^2=mg$,解得 ${v_2}^2\approx 417\ \mathrm{m^2\cdot s^{-2}}<500\ \mathrm{m^2\cdot s^{-2}}$,结合题图乙可知,物块由静止开始竖直向上运动6 m的过程中,风力一直大于重力,则物块一直竖直向上做加速运动,一直处于超重状态,选项B正确,D错误。物块由静止开始竖直向上运动到距出风口6 m时,受到的风力大小 $F_2=0.06\times 500\ \mathrm{N}=30\ \mathrm{N}$,由牛顿第二定律有 $F_2-mg=ma_2$,解得 $a_2=2\ \mathrm{m/s^2}$,设物块由静止开始以 $a_2=2\ \mathrm{m/s^2}$ 的加速度竖直向上做匀加速直线运动,上升6 m所需要的时间为 t,则有 $6\ \mathrm{m}=\frac{1}{2}a_2t^2$,解得 $t=\sqrt{6}\ \mathrm{s}$,由于物块在0~6 m内的加速度大于 $2\ \mathrm{m/s^2}$,所以物块的运动时间小于 $\sqrt{6}\ \mathrm{s}$,选项C正确。

10. BD

【提示】当物体 A、B 刚好不发生相对运动时,设物体 C 的质量为 m_0,根据牛顿第二定律,对物体 C 有 $m_0g-2T=m_0\cdot\frac{a}{2}$,对物体 A、B 整体有 $T=2ma$,对物体 B 有 $\mu mg=ma$,解得 $a=5\ \mathrm{m/s^2}$、$m_0=\frac{8}{3}m$,可知物体 B 的最大加速度为 $5\ \mathrm{m/s^2}$,若物体 A、B 不发生相对运动,则物体 C 的最大质量为 $\frac{8}{3}m$,选项B正确,C错误。当物体 C 的质量为 $2m$ 时,物体 A、B 不发生相对运动,根据牛顿第二定律,对物体 C 有 $2mg-2T_1=2m\cdot\frac{a_1}{2}$,对物体 A、B 整体有 $T_1=2ma_1$,解得 $a_1=4\ \mathrm{m/s^2}$,即此时物体 B 的加速度为 $4\ \mathrm{m/s^2}$,选项D正确。当物体 C 的质量大于 $\frac{8}{3}m$ 时,物体 A、B 发生相对滑动,根据牛顿第二定律,对物体 C 有 $m_Cg-2T_2=m_C\cdot\frac{a_A}{2}$,对物体 A 有 $T_2-\mu mg=ma_A$,整理得 $a_A=\frac{2(m_C-m)g}{4m+m_C}=2g-\frac{10mg}{4m+m_C}<2g=$

$20\ \text{m/s}^2$,可知当物体 C 的质量大于$\frac{8}{3}m$ 时,随着物体 C 的质量增大,物体 A 的加速度增大,物体 A 的最大加速度趋近于 $20\ \text{m/s}^2$,选项A错误。

11.(1) 0.960 (2分) (2) $\frac{1}{t^2}$ (2分) $2-\frac{3kd^2}{2g}$ (3分)

【提示】(1)游标卡尺的示数 $d=0.9\times10\ \text{mm}+0.05\ \text{mm}\times12=9.60\ \text{mm}=0.960\ \text{cm}$。

(2)滑块经过光电门时速度大小 $v=\frac{d}{t}$,由匀变速直线运动规律有 $v^2=2ax$,整理得 $\frac{1}{t^2}=\frac{2a}{d^2}x$,即根据实验得到的数据,以$\frac{1}{t^2}$为横坐标,以 x 为纵坐标,可作出如题图丙所示的图像,该图像的斜率为 k,则有 $k=\frac{2a}{d^2}$,对滑块和重物的系统由牛顿第二定律有 $mg-\mu Mg=(m+M)a$,又 $m=2M$,解得 $\mu=2-\frac{3kd^2}{2g}$。

12.(1)不挂 (1分) 均匀 (1分) (2)0.76 (2分) 2.0 (2分) (3)$\frac{1}{kg}$ (1分) $\frac{b}{k}-\frac{1}{kg}$ (2分)

【提示】(1)补偿小车所受的阻力时,不挂砂桶,当小车的重力沿长木板向下的分力大小与受到的阻力大小相等时,给小车一个初速度,小车沿长木板向下做匀速直线运动,打点计时器在纸带上打出一系列间距均匀的点。

(2)由题意可知,相邻两计数点的时间间隔 $t=0.1\ \text{s}$,则打点计时器打下 D 点时,小车的速度大小 $v_D=\frac{x_{CE}}{2t}\approx0.76\ \text{m/s}$,利用逐差法可知,系统的加速度大小 $a=\frac{x_{CE}-x_{AC}}{(2t)^2}=2.0\ \text{m/s}^2$。

(3)根据牛顿第二定律,对砂和砂桶有 $m_0g-T=m_0a$,对小车和砝码有 $T=(M+m)a$,整理得$\frac{1}{a}=\frac{1}{m_0g}m+\frac{m_0+M}{m_0g}$,则在$\frac{1}{a}-m$ 图像中,图线斜率 $k=\frac{1}{m_0g}$,纵截距 $b=\frac{m_0+M}{m_0g}$,解得 $m_0=\frac{1}{kg}$、$M=\frac{b}{k}-\frac{1}{kg}$。

13.**解** (1)收起冰钎后,人与冰车所受的摩擦力大小即为合力大小,则有:

$f=\mu F_N=\mu mg$ (1分)

由牛顿第二定律有:$\mu mg=ma$ (1分)

解得:$a=0.5\ \text{m/s}^2$。 (1分)

(2)冰钎与冰面间相互作用的过程中,人和冰车一直做加速运动,所以收起冰钎时人与冰车有最大速度 v_m,此后人与冰车一起做匀减速直线运动至停止,则有:

${v_m}^2=2ax$ (1分)

解得:$v_m=4\ \text{m/s}$。 (1分)

(3)冰钎与冰面间相互作用的过程中,人和冰车一直做加速运动的加速度大小为:

$a'=\frac{v_m}{t}=4\ \text{m/s}^2$ (1分)

设冰面对两侧冰钎的合力大小为 F,由牛顿第二定律有:

$F\cos53^\circ-\mu(mg-F\sin53^\circ)=ma'$ (2分)

解得:$F=450\ \text{N}$ (1分)

根据牛顿第三定律可知,两侧冰钎对冰面的合力大小为:

$F'=F=450\ \text{N}$。 (1分)

14.**解** (1)设物块在 AB 段的加速度大小为 $2a$,运动时间为 t,则在 BC 段的加速度大小为 a,运动时间为 $2t$,则有:

$v_B=2at$、$v_C=v_B+a\cdot 2t$ (2分)

解得:$v_B=2\ \mathrm{m/s}$。 (1分)

(2)斜面 AB 段的长度为:

$l_{AB}=\frac{v_B+0}{2}t$ (1分)

BC 段的长度为:

$l_{BC}=\frac{v_B+v_C}{2}\times 2t$ (1分)

斜面的长度 $l=l_{AB}+l_{BC}$ (1分)

解得:$t=1\ \mathrm{s}$、$l=7\ \mathrm{m}$。 (1分)

(3)物块在 AB 段运动过程中,有:

$l_{AB}=\frac{1}{2}\times 2at^2$ (1分)

解得:$a=1\ \mathrm{m/s^2}$ (1分)

设斜面的倾角为 θ,根据牛顿第二定律,对物块在 AB 段的运动过程有:

$mg\sin\theta=m\cdot 2a$ (1分)

物块在 BC 段运动过程中有:

$mg\sin\theta-\mu mg\cos\theta=ma$ (1分)

解得:$\mu=\frac{\sqrt{6}}{24}$。 (1分)

15.**解** (1)设弹簧、轻绳对小球 B 的弹力大小分别为 $F_{弹}$、T,根据平衡条件,对小球 B 在水平方向上有:$F_{弹}=T\sin\theta$ (1分)

在竖直方向上有:$m_Bg=T\cos\theta$ (1分)

由胡克定律有:$F_{弹}=kx$ (1分)

解得:$x=0.2\ \mathrm{m}$。 (1分)

(2)剪断轻绳的 BC 段瞬间,弹簧的弹力不变,此时小球 B 受到重力和弹簧弹力的合力大小为:

$F_{合}=\sqrt{F_{弹}{}^2+(m_Bg)^2}=50\ \mathrm{N}$ (1分)

由牛顿第二定律有:$F_{合}=m_Ba_B$ (1分)

解得:$a_B=\frac{50}{3}\ \mathrm{m/s^2}$ (1分)

剪断轻绳的 BC 段瞬间,物块 A 从斜面由静止开始下滑,由牛顿第二定律有:

$m_Ag\sin\alpha-\mu_1 m_Ag\cos\alpha=m_Aa_A$ (1分)

解得:$a_A=2\ \mathrm{m/s^2}$。 (1分)

(3)物块 A 从斜面由静止开始下滑,做加速度 $a_A=2\ \mathrm{m/s^2}$ 的匀加速直线运动,由几何知识可知,物块 A 开始所处的位置与斜面底端 D 点的距离为:$s_{AD}=\frac{h}{\sin\alpha}=4\ \mathrm{m}$ (1分)

设物块 A 到达斜坡底端 D 点时的速度大小为 v_D,由匀加速直线运动规律有:

$v_D{}^2-0=2a_As_{AD}$ (1分)

解得:$v_D=4\ \mathrm{m/s}$

物块 A 在传送带 DE 上运动时,受到的摩擦力方向水平向左,则物块 A 在传送带 DE 上做匀减速直线运动,设加速度大小为 $a_A{}'$,由牛顿第二定律有:$\mu_2m_Ag=m_Aa_A{}'$ (1分)

解得:$a_A{}'=2\ \mathrm{m/s^2}$

物块 A 的速度减至零时,物块 A 运动的距离最远,则有:$v_D{}^2=2a_A{}'x_{\max}$

解得:$x_{\max}=4\ \mathrm{m}>3\ \mathrm{m}$,即物块 A 能离开传送带 (1分)

设物块 A 在传送带 DE 上运动的时间为 t,则有:$s=v_Dt-\frac{1}{2}a_A{}'t^2$ (2分)

解得:$t=1\ \mathrm{s}$。 (1分)

核心突破(四)

1. D

【提示】运动员在倾斜的弯道上的同一水平面内做匀速圆周运动,则运动员不处于平衡状态,所受的支持力方向垂直于轨道向上,沿半径方向可能不受到摩擦力作用,沿轨迹切线方向一定受到摩擦力作用,合力方向沿水平方向,选项D正确。

2. B

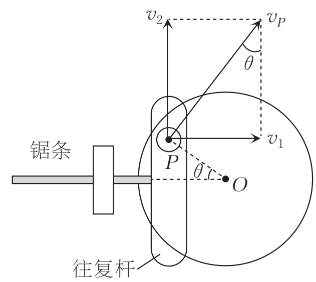
【提示】石子被水平抛出后做平抛运动,则有 $h=\frac{1}{2}gt^2$,解得 $t=\sqrt{\frac{2h}{g}}$,由于下落的高度 h 一定,所以石子飞行的时间不变,选项C、D均错误。水平位移大小 $x=vt$,可知,若增大石子抛出速度,石子的水平位移增大,选项A错误,B正确。

3. C

【提示】摩托车做平抛运动,在水平方向上有 $x=vt$,在竖直方向上有 $H-h=\frac{1}{2}gt^2$,摩托车要能安全飞跃河谷,则有 $x\geqslant L$,联立解得 $v\geqslant L\sqrt{\frac{g}{2(H-h)}}$,则 v 的最小值为 $L\sqrt{\frac{g}{2(H-h)}}$,选项C正确。

4. A

【提示】由题意可知,将结构 P 的速度 v_P(方向垂直于 OP)分解为垂直于往复杆的分速度 v_1 和沿往复杆的分速度 v_2,如图所示,则锯条运动的速度大小 $v_1=v_P\sin\theta$,结构 P 做匀速圆周运动的线速度大小 $v_P=\omega r$,代入数值解得 $v_1=3\ \text{m/s}$,选项A正确。



5. C

【提示】滑块恰好静止在 P 点,则由平衡条件有 $f=mg\sin\alpha=0.5mg$,$F_N=mg\cos\alpha$,又 $f=\mu F_N$,解得 $\mu=\frac{\sqrt{3}}{3}$,选项A、B均错误。滑块滑至 Q 点恰好离开圆柱,由牛顿第二定律有 $mg\cos\beta=m\frac{v^2}{R}$,解得 $v=\sqrt{\frac{gR}{2}}$,选项C正确,D错误。

6. C

【提示】系统稳定后,每个小球做匀速圆周运动所需的向心力都由连接在其上的两根橡皮筋的拉力的合力提供,则有 $2k(l-l_0)\cos 45°=m\omega^2 l\cos 45°$,解得 $k=\frac{m\omega^2 l}{2(l-l_0)}$,选项C正确。

7. D

【提示】瓦片从抛出点到第一次接触水面过程中,由平抛运动规律有 $h=\frac{1}{2}gt_0{}^2$,解得 $t_0=0.5\ \text{s}$,则抛出点到第一个入水点间的水平距离 $x_1=v_0t_0=\frac{5}{2}\sqrt{3}\ \text{m}$,第一次接触水面时沿竖直方向的分速度大小 $v_{y0}=gt_0=5\ \text{m/s}$,合速度大小 $v_1=\sqrt{v_0{}^2+v_{y1}{}^2}=10\ \text{m/s}$,故第一次与水面接触后,瓦片的弹跳速度大小 $v_2=v_1(1-50\%)=5\ \text{m/s}$,选项A错误。根据斜抛运动规律可知,瓦片从第一次接触水

面到第二次接触水面所用时间 $t_{12}=\frac{2v_2\sin 30^\circ}{g}=0.5$ s,则第一个接触点与第二个接触点间距离 $x_2=v_2\cos 30^\circ\cdot t_{12}=\frac{5}{4}\sqrt{3}$ m,选项B错误。同理可得,第二次与水面接触后,瓦片的弹跳速度大小 $v_3=v_2(1-50\%)=v_1(1-50\%)^2=2.5$ m/s,从第二次接触水面到第三次接触水面所用时间 $t_{23}=\frac{2v_3\sin 30^\circ}{g}=0.25\ \text{s}=\frac{1}{2}t_{12}$,第二个接触点与第三个接触点间距离 $x_3=v_3\cos 30^\circ\cdot t_{23}=\frac{5}{16}\sqrt{3}\ \text{m}=\frac{1}{4}x_2$;第三次与水面接触后,瓦片的弹跳速度大小 $v_4=v_3(1-50\%)=v_1(1-50\%)^3=1.25$ m/s,第三个接触点与第四个接触点之间距离 $x_4=\left(\frac{1}{4}\right)^2x_2=\frac{5}{64}\sqrt{3}$ m;第四次接触水面后弹跳速度大小 $v_5=v_4(1-50\%)=v_1(1-50\%)^4=0.625\ \text{m/s}<1\ \text{m/s}$,由此可知,第四次接触后落入水中,因此一共出现4个接触点,选项C错误。落水处与掷出点间的水平距离 $x=x_1+x_2+x_3+x_4=\frac{265}{64}\sqrt{3}$ m,选项D正确。

8. AD

【提示】A、B 两点绕同一转轴转动,则角速度大小相同,根据 $T=\frac{2\pi}{\omega}$可知,运动周期相同,选项A正确,C错误。由 $v=\omega r$、$r_A>r_B$ 可得 $v_A>v_B$,即 A 点的线速度大小大于 B 点的线速度大小,选项B错误。由 $a_n=\omega^2r$、$r_A>r_B$ 可得 $a_{nA}>a_{nB}$,即 A 点的向心加速度大小大于 B 点的向心加速度大小,选项D正确。

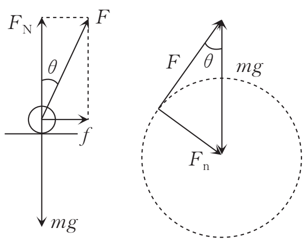
9. BC

【提示】设小球甲、乙先后经过 C 点时速度大小均为 v,小球甲、乙在竖直方向上均做自由落体运动,则对小球甲有 $(v\cos 60^\circ)^2=2gh$、$v\cos 60^\circ=gt$,对小球乙有 $(v\cos 30^\circ)^2=2gh'$、$v\cos 30^\circ=gt'$,联立解得 $h'=3h$、$t=\frac{v}{2g}$、$t'=\frac{\sqrt{3}v}{2g}$,故 A、B 两点的高度差 $h'-h=2h$,选项A错误,B正确。小球甲、乙在水平方向均做匀速直线运动,则对小球甲有 $x_1=v\sin 60^\circ\cdot t=2\sqrt{3}h$,对小球乙有 $x_2=v\sin 30^\circ\cdot t'=2\sqrt{3}h$,故 A、B 两点的水平距离为 $4\sqrt{3}h$,选项C正确,D错误。

10. BD

【提示】对乒乓球经过 a 点时,在竖直方向由平衡条件有 $F_N=mg$,在水平方向上,静摩擦力提供向心力,则有 $f=m\omega^2R$,故乒乓球经过 a 点时受到球拍的作用力大小 $F=\sqrt{F_N{}^2+f^2}=m\sqrt{g^2+\omega^4R^2}$,选项A错误。设当乒乓球经过 b 点时对轨道的压力刚好为零时,转动的角速度大小为 ω_0,则有 $mg=m\omega_0{}^2R$,解得 $\omega_0=\sqrt{\frac{g}{R}}$;乒乓球做匀速圆周运动,根据牛顿第二定律可知,乒乓球经过 a 点时应受到的静摩擦力大小 $f_0=m\omega_0{}^2R=mg$,而乒乓球经过 a 点的最大静摩擦力大小 $f_m=\mu F_N=\mu mg<mg=f_0$,故乒乓球经过 b 点时对球拍的压力不可能为0,选项B正确。乒乓球做匀速圆周运动的过程中,对其受力分析如图甲所示,当角速度最大时,静摩擦力达到最大,此时球拍对乒乓球的作用力大小

为 F,F 与竖直方向间的夹角为 θ,此时有 $F_N=mg$、$f_m=\mu F_N$,由几何关系有 $\tan\theta=\frac{f_m}{F_N}$,解得 $\tan\theta=\mu$;乒乓球在做匀速圆周运动过程中,向心力的大小总保持不变,作出矢量三角形如图乙所示,图中虚线圆周的半径为向心力的大小,F 与 mg 的矢量和等于向心力,当 F 方向与 mg 方向间的夹角为 θ 时,向心力达到最大,为 $F_n=mg\sin\theta=m\omega_m{}^2R$,由几何关系有 $\sin\theta=\frac{\mu}{\sqrt{1+\mu^2}}$,联立解得最大角速度 $\omega_m=\sqrt{\frac{\mu g}{R\sqrt{1+\mu^2}}}$,选项 C 错误,D 正确。



甲　　　　乙

11.(1)BD　(3 分)　(2)0.1　(2 分)　1.5　(2 分)

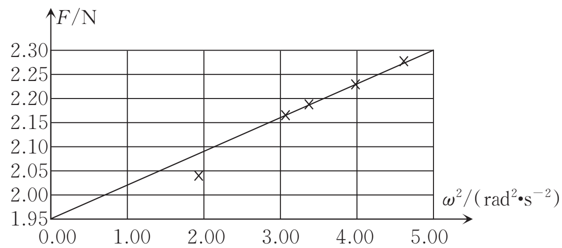
【提示】(1)A、B 两球一定同时落地,该实验现象说明平抛运动的竖直分运动为自由落体运动,两球的质量不需要相等,选项 B、D 均正确。

(2)由题图乙可知,在竖直方向上有 $\Delta h=h_{bc}-h_{ab}=2\times5\ \text{cm}=10\ \text{cm}$,根据 $\Delta h=gT^2$ 可得,照相机的频闪周期 $T=0.1\ \text{s}$,在水平方向上有 $3L=v_0T$,解得 $v_0=1.5\ \text{m/s}$。

12.(1)20　(2 分)　(2)见提示　(3 分)　0.20　0.35　(每空 2 分)

【提示】(1)手机经过最低点时,线速度最大,则角速度最大,根据题图乙可知,在 $0\sim t_0$ 时间内,手机通过最低点的次数为 20 次。

(2)将图中的数据点用直线连接起来,如图所示。手机通过最低点时,由牛顿第二定律有 $F-mg=m\omega^2R$,整理得 $F=m\omega^2R+mg$,则在 $F-\omega^2$ 的图像中,图线斜率 $k=mR$,纵截距 $b=mg$,结合题图丙可得 $b=1.95\ \text{N}$、$k=\frac{2.30-1.95}{5.00}\ \text{kg}\cdot\text{m}=0.07\ \text{kg}\cdot\text{m}$,解得 $m=0.20\ \text{kg}$、$R=0.35\ \text{m}$。



13.**解**　(1)小球恰好不与挡板碰撞,当小球的速度方向与挡板平行时,离挡板最近,则由几何关系有:$\tan\theta=\frac{v_0}{v_y}$　(2 分)

由平抛运动规律有:$v_y=gt$　(1 分)

解得:$t=\frac{v_0}{g\tan\theta}$。　(1 分)

(2)小球从抛出到离挡板最近的过程中,由平抛运动规律有:

$x=v_0t$、$h=\frac{1}{2}gt^2$　(2 分)

由几何关系有:$\tan\theta=\frac{x}{h+d}$　(2 分)

解得:$d=\frac{v_0{}^2}{2g\tan^2\theta}$。　(2 分)

14.**解**　(1)轻绳绷直前,物体 1、2 随水平转台做匀速圆周运动所需的向心力均由静摩擦力提供,物体 1、2 的角速度大小相等,物体 2 的运动半径较大,根据向心力公式 $F_n=$

$m\omega^2 r$ 可知,角速度增大时,物体 2 所受的静摩擦力先达到最大静摩擦力　(1 分)

轻绳刚有拉力时,物体 2 所受的静摩擦力达到最大静摩擦力,则由牛顿第二定律有:

$\mu \cdot 2mg = 2m\omega_1{}^2 \cdot 2r$　(2 分)

解得:$\omega_1=\sqrt{\frac{\mu g}{2r}}$。　(1 分)

(2)当角速度 $\omega_2=\sqrt{\frac{2\mu g}{3r}}$ 时,物体 2 与转台间的摩擦力为最大静摩擦力,根据牛顿第二定律,对物体 2 有:

$F_T+\mu \cdot 2mg=2m\omega^2 \cdot 2r$　(2 分)

对物体 1 有:$F_T+f=m\omega^2 \cdot r$　(1 分)

解得:$f=0$。　(1 分)

(3)当物体 1 和物体 2 均被甩离转台时,物体 1 和物体 2 与转台间的摩擦力均为最大静摩擦力,根据牛顿第二定律,对物体 2 有:

$F_T'+\mu \cdot 2mg=2m\omega_3{}^2 \cdot 2r$　(1 分)

对物体 1 有:$F_T'-\mu mg=m\omega_3{}^2 \cdot r$

(2 分)

解得:$\omega_3=\sqrt{\frac{\mu g}{r}}$。　(1 分)

15.**解**　(1)设 N、P 两点间的距离为 s,即为小球做平抛运动的位移,由几何关系有:

$H=y+x\tan\theta$、$y=\frac{x}{\tan\theta}$、$s=\frac{x}{\sin\theta}$、$y=\frac{1}{2}gt^2$　(3 分)

联立解得:$s=\frac{H}{\cos\theta(1+\tan^2\theta)}$、$x=\frac{H\tan\theta}{1+\tan^2\theta}$、$t=\sqrt{\frac{2H}{g(1+\tan^2\theta)}}$　(1 分)

则小球从 N 点运动到 P 点的平均速度的大小为:

$\bar{v}=\frac{s}{t}=\frac{1}{\cos\theta}\sqrt{\frac{gH}{2(1+\tan^2\theta)}}$。　(1 分)

(2)小球做平抛运动的初速度大小为:

$v_0=\frac{x}{t}=\tan\theta\sqrt{\frac{gH}{2(1+\tan^2\theta)}}$　(1 分)

在 N 点时由牛顿第二定律有:

$F-mg=m\frac{v_0{}^2}{L}$　(2 分)

解得:$F=mg+\frac{mgH\tan^2\theta}{2L(1+\tan^2\theta)}$。

(1 分)

(3)设小球落在斜面上的速度大小为 v,则有:$v=\sqrt{v_0{}^2+v_y{}^2}$　(1 分)

由平抛运动规律有:

$x=v_0t$ 、$v_y{}^2=2gy$、$y=\frac{1}{2}gt^2$　(3 分)

整理得:$v=\sqrt{\frac{gx^2}{2y}+2gy}$　(1 分)

由数学知识可知,当 $\frac{x^2}{2y}=2y$ 时,即 $x=2y$ 时,v 有最小值　(1 分)

又:$H=y+x\tan\theta$

则 v 有最小值时,$y=1$ m,解得 v 的最小值为:

$v_{min}=2\sqrt{10}$ m/s。　(1 分)