

第三章第3节牛顿运动定律的综合应用——答案详解

1.答案 BC

解析 根据牛顿第二定律有 $F - \mu mg = ma$, 整理得 $F = ma + \mu mg$, 可知 $F-a$ 图像的斜率为 m , 纵轴截距为 μmg , 则由题图可看出 $m_{甲} > m_{乙}$, $\mu_{甲} m_{甲} g = \mu_{乙} m_{乙} g$, 则 $\mu_{甲} < \mu_{乙}$ 。故选 B、C。

2.答案 B

解析 雨滴从高空静止下落过程中, 设雨滴的质量为 m , 根据牛顿第二定律可得 $a = \frac{mg - f}{m} = g - \frac{kv^2}{m}$, 可知随着雨滴速度的增大, 加速度逐渐减小, 所以雨滴做加速度逐渐减小的加速运动, 则 $v-t$ 图像的切线斜率逐渐减小; 当空气阻力等于雨滴重力时, 雨滴的加速度减为 0, 且加速度 a 与速度 v 不是线性关系。故选 B。

3.答案 B

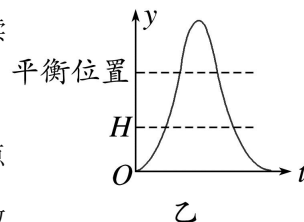
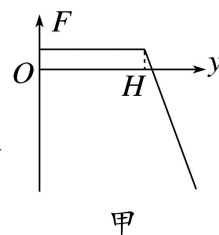
解析 在木块下落 H 高度之前, 木块所受合外力为木块的重力, 保持不变, 即 $F = mg$

当木块接触弹簧后, 合外力 $F = mg - kx$, 其中 x 为压缩量且 $x = y - H$

$F-y$ 图像如图甲所示, 故 B 正确, A 错误;

在木块下落 H 高度之前, 木块做自由落体运动, 根据 $y = \frac{1}{2}gt^2$, 知 $y-t$ 图像为抛物线, 故 D 错误;

在 $O \sim H$ 的过程中, 速度逐渐增大, $y-t$ 图像斜率逐渐增大, 当木块接触弹簧后到合外力为零前, 木块的速度继续增大, 所以 $y-t$ 图像斜率继续增大, 当弹簧弹力大于木块的重力后到最低点过程中 $F = kx - mg$, 木块所受合外力向上, 木块速度减小, 所以 $y-t$ 图像斜率减小, 到达最低点后, 木块向上运动, 经以上分析可知, $y-t$ 图像大致为如图乙所示, 故 C 错误。



4. 答案 C

解析 设木块和水平面间的动摩擦因数为 μ , 以两木块整体为研究对象, 根据牛顿第二定律

有 $F - \mu(m_1 + m_2)g = (m_1 + m_2)a$, 得 $a = \frac{F - \mu(m_1 + m_2)g}{m_1 + m_2}$, 以木块 1 为研究对象, 根据牛顿第二定律有

$T - \mu m_1 g = m_1 a$, 得 $a = \frac{T - \mu m_1 g}{m_1}$, 系统加速度与木块 1 加速度相同, 联立解得 $T = \frac{m_1}{m_1 + m_2} F$, 可知绳子

拉力大小与动摩擦因数 μ 无关, 与两木块质量大小有关, 无论水平面是光滑的还是粗糙的,

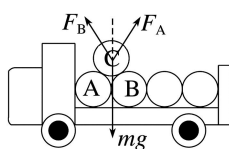
绳的拉力大小均为 $T = \frac{m_1}{m_1 + m_2} F$, 且 m_2 越大, 绳的拉力越小, 故选 C。

5.答案 BD

解析 根据相对运动,物块甲相对木箱向右运动,甲受到木箱向左的摩擦力,则甲对木箱的摩擦力方向向右,A 错误;设物块乙运动的加速度为 a ,绳子的弹力大小为 F_T ,对甲受力分析有 $F_T - \mu m_{\text{甲}} g = m_{\text{甲}} a$,对乙受力分析有 $m_{\text{乙}} g - F_T = m_{\text{乙}} a$,联立解得 $a = 2.5 \text{ m/s}^2$, $F_T = 7.5 \text{ N}$,B 正确,C 错误;只有乙有竖直向下的恒定加速度,对甲、乙和木箱组成的系统,在竖直方向由牛顿第二定律有 $(M + m_{\text{甲}} + m_{\text{乙}})g - F_N = m_{\text{乙}} a$ 得, $F_N = (M + m_{\text{甲}} + m_{\text{乙}})g - m_{\text{乙}} a = 67.5 \text{ N}$,D 正确。

6.答案 ACD

解析 对 C 进行受力分析如图所示,汽车保持静止时, F_A 与 F_B 大小相等,这两个力的合力与桶 C 的重力 mg 等大反向,此时桶 B 对桶 C 支持力 F_B 的大小一定大于 $\frac{1}{2}mg$,A 正确;汽车向左加速时,桶 B 对桶 C 的支持力 F_B 与桶 A 对桶 C 的支持力 F_A 在水平方向的合力水平向左,因此 $F_B > F_A$,B 错误;汽车向左加速时,当加速度达到某一临界值,桶 C 刚要离开桶 A 时,桶 A 对桶 C 的支持力为 0,此时竖直方向上 $F_B \sin 60^\circ = mg$,水平方向上 $F_B \cos 60^\circ = ma$,可得最大加速度 $a = \frac{\sqrt{3}}{3}g$,C、D 正确。



7.答案 AC

解析 对小车和货物整体根据牛顿第二定律可得 $F = (M + m)a$,货物受到的合力大小为 $F_{\text{合}} = ma = \frac{m}{m + M}F$,故 A 正确;小车与货物之间的滑动摩擦力大小为 $f = \mu F_N = \mu mg$,小车与货物之间相对静止时为静摩擦力,货物受到的摩擦力不一定等于最大静摩擦力,故 B 错误;小车对货物的摩擦力提供货物加速度,即小车对货物的摩擦力大小为 $f = F_{\text{合}} = \frac{m}{m + M}F$,故 C 正确;货物即将发生相对滑动时,小车与货物之间的摩擦力为最大静摩擦力,即为 $f = \mu mg$,对货物,根据牛顿第二定律可得 $f = ma'$,对整体,根据牛顿第二定律可得 $F = (m + M)a' = \mu(m + M)g$,则至少需要 $\mu(m + M)g$ 的推力货物与小车才会相对滑动,故 D 错误。

8.答案 A

解析 物体 B 运动到 4 cm 时,恰好分开,此时物体 A、B 向上的加速度相同,弹簧有向上的弹力,所以弹簧处于压缩状态,故 D 错误;设物体 A、B 的质量均为 m ,刚开始 A、B 处于静止状态,A、B 的重力和弹簧弹力平衡,有 $2mg = kx$,初始状态拉力 $F_1 = 12 \text{ N}$,即两物体所受的合力等于拉力 F_1 ,根据牛顿第二定律有 $F_1 = 2ma$,物体 B 与物体 A 分离后,拉力 $F_2 = 36 \text{ N}$,根据牛顿第二定律有 $F_2 - mg = ma$,联立解得 $m = 3 \text{ kg}$, $a = 2 \text{ m/s}^2$,故 A 正确,C 错误;物

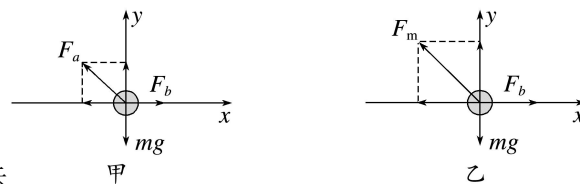
体 A 与物体 B 分离时物体 B 的加速度为 2 m/s^2 ，则对物体 A 根据牛顿第二定律有 $k(x-0.04 \text{ m})-mg=ma$ ，代入数据解得 $k=600 \text{ N/m}$ ，故 B 错误。

9. 答案 C

解析 根据牛顿第二定律得 $4F-8f=8ma$ ，解得 $a=\frac{F-2f}{2m}$ ，A、B 错误；对前两节车厢根据牛顿第二定律得 $F+F_{23}-2f=2ma$ ，解得 $F_{23}=0$ ，C 正确，D 错误。

10. 答案 BC

解析 系统静止时，小球受力如图甲所示，竖直方向有 $F_a \cdot \sin 37^\circ = mg$ ，水平方向有 $F_a \cdot \cos 37^\circ = F_b$ ，解得 $F_a = 10 \text{ N}$ ， $F_b = 8 \text{ N}$ ，故 B 正确，A 错误；系统竖直向上匀加速运动时，小球受



力如图乙所示

当 a 线拉力为 15 N 时，由牛顿第二定律得，竖直方向有 $F_m \cdot \sin 37^\circ - mg = ma$ ，水平方向有 $F_m \cdot \cos 37^\circ = F_b$ ，解得 $F_b = 12 \text{ N}$ ，此时加速度有最大值 $a = 5 \text{ m/s}^2$ ，故 C 正确；系统水平向右匀加速运动时，由牛顿第二定律得，

竖直方向有 $F_a \cdot \sin 37^\circ = mg$ ，水平方向有 $F_b - F_a \cdot \cos 37^\circ = ma$

解得 $F_a = 10 \text{ N}$ ，当 $F_b = 15 \text{ N}$ 时，加速度最大为 $a \approx 11.7 \text{ m/s}^2$ ，故 D 错误。

11. 答案 B

解析 若 $\mu_1 > \mu_2$ ，B 相对于车比 A 相对于 B 先滑动，所以不管 F 多大，B 相对车滑动后，A 相对 B 一直静止，故 A 错误；若 $\mu_1 > \mu_2$ ，整体相对静止的最大拉力 $F = 8\mu_2 mg$ ，当 $F = 8\mu_2 mg$ 时，B 与车之间开始相对滑动，故 B 正确；若 $\mu_1 < \mu_2$ ，A 相对 B 比 B 相对于车先滑动，故 C 错误；若 $\mu_1 < \mu_2$ ，A、B 与车都相对静止时，系统的最大加速度为 $a = \mu_1 g$ ，则对整体受力分析知最大拉力 $F = 8\mu_1 mg$ ，故 D 错误。

12. 答案 (1) $1\,500 \text{ kg}$ 10 m/s^2 ，方向竖直向下 (2) $1\,000 \text{ kg} \leq m \leq 1\,200 \text{ kg}$

解析 (1) 设电梯加速上升阶段的加速度为 a_1 ，则有 $h = \frac{1}{2} a_1 t_1^2$ 解得 $a_1 = 2 \text{ m/s}^2$

对轿厢和配重整体受力分析，由牛顿第二定律得 $m_1 g - Mg = (m_1 + M) a_1$

代入数据，解得 $m_1 = 1\,500 \text{ kg}$

电梯升到顶楼时的速度为 $v = a_1 t_1 = 10 \text{ m/s}$

匀减速直线运动关系可知，制动时电梯的加速度大小为 $a = \frac{v^2}{2s} = 10 \text{ m/s}^2$ ，方向竖直向下。

(2)对轿厢、人和配重整体受力分析，由牛顿第二定律得 $T+mg-(M+m_0)g=(m+M+m_0)a_2$

分析可知，当与电动机相连绳上拉力 T 最大，为保证电梯可正常运行，电梯上升加速度最大，相应配重最大，即 $T=2\,400\text{ N}$ ， $a_2=1\text{ m/s}^2$ 代入解得 $m_{\max}=1\,200\text{ kg}$

当与电动机相连绳上拉力 T 最小，为保证电梯可正常运行，电梯上升加速度最小，相应配重最小，即 $T=2\,000\text{ N}$ ， $a_2=0$ 代入解得 $m_{\min}=1\,000\text{ kg}$

故配重 m 的取值范围为 $1\,000\text{ kg}\leq m\leq 1\,200\text{ kg}$ 。