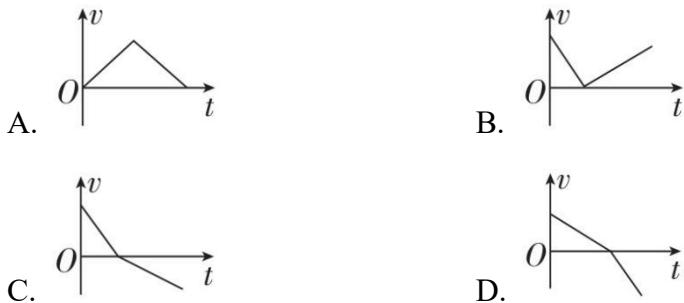


课时作业 15 牛顿运动定律的综合应用

基础达标练

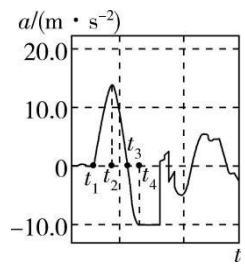
1. 在网球比赛中，发球时，运动员常会用高抛发球，假设球向上抛出后在竖直方向运动，运动过程中球所受空气阻力大小不变、方向与运动方向相反，以竖直向上为正方向，球运动过程的 $v - t$ 图像可能正确的是（ ）



【答案】C

【解析】球向上抛出后，向上运动过程中重力和空气阻力方向都是竖直向下的，根据牛顿第二定律有 $mg + f = ma_1$ ，解得 $a_1 = g + \frac{f}{m}$ ，向下运动过程中重力方向竖直向下而阻力方向竖直向上，根据牛顿第二定律有 $mg - f = ma_2$ ，解得 $a_2 = g - \frac{f}{m}$ ，所以向上运动的加速度大于向下运动的加速度，以竖直向上为正方向，且 $v - t$ 图线的斜率表示加速度。故选 C。

2. [2024 · 河北石家庄模拟]很多智能手机都有加速度传感器，能通过图像显示加速度情况。用手掌托着手机，打开加速度传感器，手掌从静止开始迅速上下运动，得到如图所示的竖直方向上加速度随时间变化的图像，该图像以竖直向上为正方向，重力加速度 g 取 10m/s^2 。由此可判断出（ ）



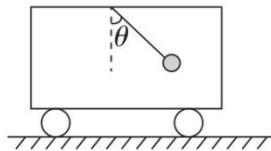
- A. 在 $t_1 \sim t_2$ 时间内手机处于超重状态，在 $t_2 \sim t_3$ 时间内手机处于失重状态
B. 手机在 t_2 时刻运动到最高点
C. 手机在 t_3 时刻改变运动方向

D. 手机有段时间处于完全失重状态

【答案】D

【解析】由题图可知，在 $t_1 \sim t_2$ 时间内手机的加速度方向竖直向上，手机处于超重状态；在 $t_2 \sim t_3$ 时间内手机的加速度方向仍为竖直向上，手机处于超重状态，故A错误；在 $t_2 \sim t_3$ 时间内手机有向上的加速度，速度方向与加速度方向相同，可知手机在 t_2 时刻未运动到最高点，故B错误；手机在 t_3 时刻有竖直向上的速度，没有改变运动方向，故C错误；由题图可知，在 t_4 时刻之后有段时间内手机的加速度等于重力加速度，处于完全失重状态，故D正确。

3. [2024·江苏镇江模拟]如图所示，在水平轨道运动的小车中悬挂一小球，小球的质量为 m ，小球随小车一起运动，悬线与竖直方向的夹角 $\theta = 45^\circ$ ，由此可知（重力加速度为 g ）（ ）

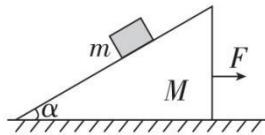


- A. 悬线的张力大小为 $\sqrt{5}mg$
- B. 小车一定向左运动
- C. 小车的加速度大小为 $\sqrt{2}g$
- D. 若 θ 增大，悬线的张力在竖直方向的分量不变

【答案】D

【解析】小球随小车一起运动，竖直方向有 $T\cos 45^\circ = mg$ ，解得 $T = \sqrt{2}mg$ ，故A错误；由题图可知小球有向左的加速度，小车可能向左做加速运动，也可能向右做减速运动，故B错误；根据牛顿第二定律有 $mg\tan\theta = ma$ ，解得 $a = g$ ，故C错误；小球在竖直方向上受力平衡，若 θ 增大，悬线的张力在竖直方向的分量仍与小球重力平衡，故悬线的张力在竖直方向的分量不变，故D正确。

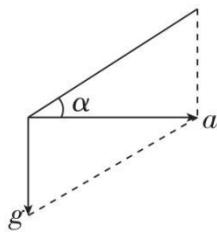
4. 如图所示，静止在光滑水平地面上的斜面体，质量为 M ，倾角为 α ，斜面体上有一静止的滑块，质量为 m ，重力加速度为 g 。现给斜面体施加水平向右的力使斜面体加速运动，若要使滑块做自由落体运动，图中水平向右的力 F 的最小值为（ ）



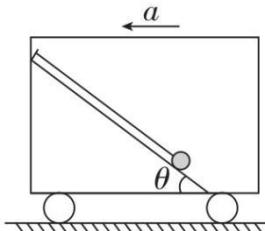
- A. $\frac{Mg}{\tan\alpha}$ B. $\frac{Mg}{\sin\alpha}$ C. $\frac{Mg}{\cos\alpha}$ D. Mg

【答案】A

【解析】如图所示，要使滑块做自由落体运动，即滑块与斜面体之间没有力的作用，滑块的加速度为 g ，设此时斜面体的加速度为 a ，对斜面体有 $F = Ma$ ，其中 $\frac{g}{a} = \tan\alpha$ ，联立解得 $F = \frac{Mg}{\tan\alpha}$ ，故A正确。



5. 如图，水平地面上有一汽车做加速运动，车厢内有一个倾角 $\theta = 37^\circ$ 的光滑斜面，斜面上有一个小球，用轻绳系于斜面的顶端，绳与斜面平行，当汽车以大小为 a 的加速度向左做匀加速直线运动时，下列选项中说法正确的是($\sin 37^\circ = 0.6$, $\cos 37^\circ = 0.8$, 重力加速度 g 取 $10m/s^2$) ()

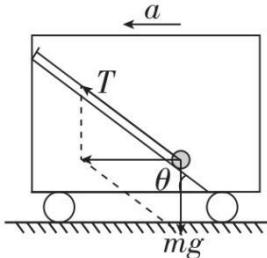


- A. 若 $a = 14m/s^2$ ，小球受重力、轻绳的拉力、斜面的支持力三个力作用
 B. 若 $a = 14m/s^2$ ，小球受重力、轻绳的拉力两个力作用
 C. 若 $a = 13m/s^2$ ，小球受重力、轻绳的拉力两个力作用
 D. 不论 a 多大，小球均受重力、轻绳的拉力、斜面的支持力三个力作用

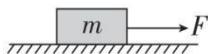
【答案】B

【解析】若斜面对小球的支持力恰好为零，对小球受力分析，受重力、轻绳的拉力，如图，小球向左加速运动，加速度方向向左，其所受合力方向水平向左，根据牛顿第二定律，有 $T\cos\theta = ma$, $T\sin\theta = mg$ ，解得 $a = \frac{40}{3}m/s^2$ ，由上述分析

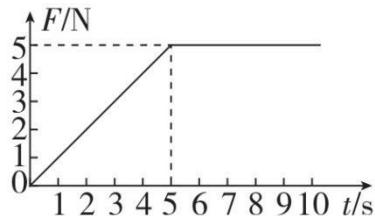
可知，当 $a > \frac{40}{3} \text{ m/s}^2$ 时，小球受重力、轻绳的拉力两个力作用，当 $a < \frac{40}{3} \text{ m/s}^2$ 时，小球受重力、轻绳的拉力、斜面的支持力三个力作用，故 A、C、D 错误，B 正确。



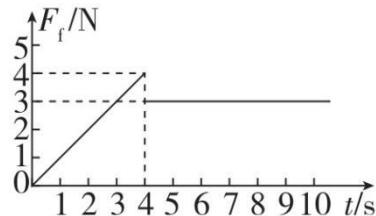
6. [2025 · 海南海口模拟] 多选 如图甲所示，水平木板上有质量 $m = 1.0\text{kg}$ 的物块，受到随时间 t 变化的水平拉力 F 作用， $F - t$ 关系图像如图乙所示，用力传感器测出相应时刻物块所受摩擦力 F_f 的大小（如图丙）。重力加速度 g 取 10m/s^2 ，下列判断正确的是（ ）



甲



乙



丙

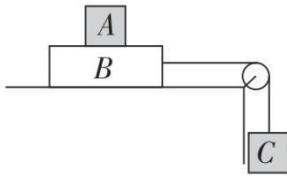
- A. 5s 内拉力对物块做功为零
- B. 4s 末物块所受合力大小为 4.0N
- C. 物块与木板之间的动摩擦因数为 0.3
- D. 6 ~ 9s 内物块的加速度大小为 2.0m/s^2

【答案】CD

【解析】由题图丙可知，在 $0 \sim 4\text{s}$ 内，物块所受的摩擦力为静摩擦力， 4s 末开始运动，则 5s 内位移不为零，拉力做功不为零，故 A 错误；由题图乙、丙可知， 4s 末拉力为 4N ，摩擦力和拉力的合力不是 4.0N ，故 B 错误；根据牛顿第二定律

得， $6\sim9s$ 内物块做匀加速直线运动的加速度大小 $a = \frac{F-F_f}{m} = 2\text{m/s}^2$ ，根据 $F_f = \mu mg$ ，解得 $\mu = 0.3$ ，故 C、D 正确。

7. [2025 · 四川德阳一模] 多选 如图，A、B两物体叠放在光滑水平桌面上，轻质细绳一端连接B，另一端绕过定滑轮连接C物体，已知A和C的质量都是1kg，B的质量是2kg，A与B间的动摩擦因数是0.3，其他摩擦不计。由静止释放C，C下落一定高度的过程中(C未落地，B未撞到滑轮， $g = 10\text{m/s}^2$)。下列说法正确的是()



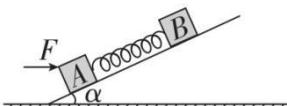
- A. A、B两物体没有发生相对滑动
- B. A物体受到的摩擦力大小为3N
- C. 细绳的拉力大小为10N
- D. B物体的加速度大小是 2.5m/s^2

【答案】AD

【解析】假设A、B不发生相对滑动，A、B、C整体的加速度大小 $a = \frac{m_C g}{m_A + m_B + m_C} = \frac{10}{1+2+1} = 2.5\text{m/s}^2$ ，对A分析，有 $F_f = m_A a = 2.5\text{N} < \mu m_A g = 3\text{N}$ ，可知假设成立，即A、B两物体不发生相对滑动，A所受的摩擦力大小为2.5N，加速度大小为 2.5m/s^2 ，故B错误，A、D正确；对C分析，根据牛顿第二定律得 $m_C g - T = m_C a$ ，解得 $T = 7.5\text{N}$ ，故C错误。

能力强化练

8. [2025 · 湖北黄冈一模] 多选 如图所示，质量均为m的物块A和B用轻弹簧连接，置于倾角 $\alpha = 37^\circ$ 的斜面上，两物块与斜面间的动摩擦因数均为 $\mu = 0.5$ 。对A施加水平向右的推力F，恰使A、B一起沿斜面匀速上滑，取 $\sin 37^\circ = 0.6$ ， $\cos 37^\circ = 0.8$ ，重力加速度大小为g。下列说法中正确的是()



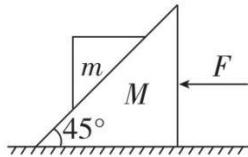
- A. 弹簧弹力的大小为 mg

- B. 推力 F 的大小为 $2.5mg$
- C. 若撤去推力 F , 则撤后瞬间物块 B 的加速度大小为 g
- D. 若撤去推力 F , 则撤后瞬间物块 A 的加速度大小为 $2g$

【答案】AD

【解析】对 B , 根据平衡条件有, 弹簧弹力大小 $F_{\text{弹}} = mgs \in \alpha + \mu mg \cos \alpha = mg$, 故 A 正确; 对 A , 根据平衡条件, 有 $F \cos \alpha = F_{\text{弹}} + mgs \in \alpha + \mu(mg \cos \alpha + F \sin \alpha)$, 解得 $F = 4mg$, 故 B 错误; 若撤去推力 F , 则撤后瞬间弹簧来不及形变, 弹簧弹力不变, 物块 B 处于平衡状态, 加速度大小为 0, 故 C 错误; 若撤去推力 F , 则撤后瞬间物块 A 的加速度大小为 $a = \frac{F_{\text{合}}}{m} = \frac{F_{\text{弹}} + mgs \in \alpha + \mu mg \cos \alpha}{m} = 2g$, 故 D 正确。

9. 多选 如图所示, 一质量 $M = 3\text{kg}$ 、倾角为 $\alpha = 45^\circ$ 的斜面体放在光滑水平地面上, 斜面体上有一质量为 $m = 1\text{kg}$ 的光滑楔形物体。用一水平向左的恒力 F 作用在斜面体上, 系统恰好保持相对静止地向左运动。重力加速度为 $g = 10\text{m/s}^2$, 下列判断正确的是 ()



- A. 斜面体和楔形物体整体做匀速直线运动
- B. $F = 40\text{N}$
- C. 斜面体对楔形物体的作用力大小为 $5\sqrt{2}\text{N}$
- D. 增大 F , 楔形物体将相对斜面体沿斜面向上运动

【答案】BD

【解析】对斜面体和楔形物体整体受力分析如图甲所示, 由牛顿第二定律有 $F = (M + m)a$, 对楔形物体受力分析如图乙所示, 由牛顿第二定律有 $mgt \tan 45^\circ = ma$, 可得 $F = 40\text{N}$, $a = 10\text{m/s}^2$, 故 A 错误, B 正确; 斜面体对楔形物体的作用力大小 $F_{N2} = \frac{mg}{\sin 45^\circ} = \sqrt{2}mg = 10\sqrt{2}\text{N}$, 故 C 错误; 增大 F , 则斜面体的加速度增大, 斜面体对楔形物体的支持力也增大, 则支持力在竖直方向的分力大于重力, 楔形物体有向上的加速度, 所以楔形物体将会相对斜面体沿斜面向上运动, 故 D 正确。



10. [2024 · 北京东城模拟] 如图所示, n 个质量为 m 的相同木块并列放在水平地面上, 木块跟水平地面间的动摩擦因数为 μ , 当对木块 1 施加一个水平向右的推力 F 时, 木块加速运动, 木块 5 对木块 4 的压力大小为 ()

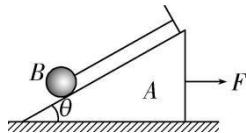


- A. F B. $\frac{4F}{n}$ C. $\frac{F}{n-4}$ D. $\frac{(n-4)F}{n}$

【答案】D

【解析】由整体法, 可得 $F - \mu nmg = nma$, 设木块 4 对木块 5 的压力大小为 F_N , 由隔离法可得 $F_N - \mu(n-4)mg = (n-4)ma$, 解得 $F_N = \frac{(n-4)F}{n}$, 根据牛顿第三定律, 可知木块 5 对木块 4 的压力大小为 $F'_N = F_N = \frac{(n-4)F}{n}$, 故选 D。

11. [2024 · 福建厦门模拟] 如图所示, 在光滑水平地面上有一个质量为 $M = 2\text{kg}$ 、倾角为 $\theta = 37^\circ$ 的光滑斜劈 A, 钉在斜劈上端的钉子上系着一条轻线, 线下端拴着一个质量为 $m = 1\text{kg}$ 的小球 B。用图示方向的水平恒力 F 拉斜劈, 已知重力加速度大小为 $g = 10\text{m/s}^2$, $\sin 37^\circ = 0.6$, $\cos 37^\circ = 0.8$ 。 (计算结果可保留分数、根号)



- (1) B与A之间恰好无挤压时, 求B的加速度大小以及拉力F的大小;
 (2) 若 $F = 24\text{N}$, 求此时线对球的拉力大小;
 (3) 若 $F = 45\text{N}$, 求此时线对球的拉力大小。

【答案】(1) $\frac{40}{3}\text{m/s}^2$; 40N

(2) 12.4N

(3) $5\sqrt{13}$ N

【解析】

(1) 当小球与斜劈之间恰好无挤压时, 对小球B受力分析, 可得竖直方向,

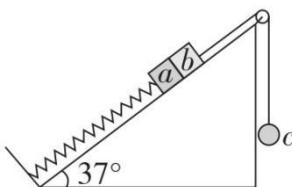
$T \sin \theta = mg$ 水平方向, $T \cos \theta = ma$ 对整体有 $F = (m + M)a$ 解得 $a = \frac{40}{3} m/s^2$ $F = 40N$

(2) 因为 $F = 24N < 40N$ 故小球没脱离斜面, 根据平衡条件得 $T_1 \sin 37^\circ + F_N \cos 37^\circ = mg$ 根据牛顿第二定律得 $T_1 \cos 37^\circ - F_N \sin 37^\circ = ma_1$ $F = (m + M)a_1$ 解得此时线对球的拉力大小 $T_1 = 12.4N$

(3) 因为 $F = 45N > 40N$ 小球离开斜面, 对整体有 $F = (m + M)a_2$ 对小球, 有 $\sqrt{T_2^2 - (mg)^2} = ma_2$ 解得此时线对球的拉力大小为 $T_2 = 5\sqrt{13}N$

素养综合练

12. [2025 · 广东广州模拟] 多选 如图所示, 倾角为 $\alpha = 37^\circ$ 的斜面体静置在粗糙水平地面上, 劲度系数为 k 的轻弹簧下端拴接在斜面体底端的挡板上, 质量为 m 的物块 a 拴接在轻弹簧的上端, 放在斜面体上质量为 m 的物块 b 通过跨过光滑定滑轮的细绳与质量为 $2m$ 的球 c 拴接。初始时 a 、 b 接触, c 在外力的作用下, 使 b 、 c 间绳子伸直但无拉力。物块 b 与滑轮间的细绳与斜面平行, 且斜面光滑, (重力加速度为 g , $\sin 37^\circ = 0.6$, $\cos 37^\circ = 0.8$)。由静止释放球 c 的一瞬间, 下列说法正确的是 ()



- A. 物块 b 的加速度大小为 $2g$
- B. 物块 a 的加速度大小为 $0.5g$
- C. 斜面体受到水平向右的静摩擦力作用
- D. 由静止释放球 c 后, 当弹簧弹力大小为 $\frac{16}{15}mg$ 时, a 、 b 刚好分离

【答案】BCD

【解析】释放球c前， b 、 c 间绳子伸直但无拉力，以 a 、 b 整体为研究对象，根据受力平衡可得 $kx_1 = 2mgsin37^\circ$ ，释放球c的一瞬间，以 c 为研究对象，根据牛顿第二定律可得 $2mg - T = 2ma$ ，以 a 、 b 整体为研究对象，根据牛顿第二定律可得 $T + kx_1 - 2mgsin37^\circ = 2ma$ ，联立解得 a 、 b 、 c 的加速度大小 $a = 0.5g$ ，故A错误，B正确；以斜面体和 a 、 b 、 c 整体为研究对象，由于 a 、 b 的加速度沿斜面向上，具有水平向右的分加速度，根据牛顿第二定律可得 $f_{\text{地}} = 2macos37^\circ$ ，斜面体受到水平向右的静摩擦力作用，故C正确；释放球c后， a 、 b 刚好分离时， a 、 b 间的弹力为0，此时 a 、 b 、 c 的加速度大小相等，以 c 为研究对象，根据牛顿第二定律可得 $2mg - T' = 2ma'$ ，以 b 为研究对象，根据牛顿第二定律可得 $T' - mgsin37^\circ = ma'$ ，以 a 为研究对象，根据牛顿第二定律可得 $F_{\text{弹}} - mgsin37^\circ = ma'$ ，联立解得弹簧弹力大小为 $F_{\text{弹}} = \frac{16}{15}mg$ ，故D正确。