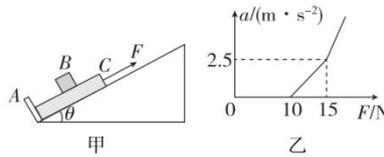


【答案】C

【解析】 B 刚要相对 A 运动时，对整体，根据牛顿第二定律有 $F - 2mgsin\theta - 2\mu mgcos\theta = 2ma$ ，对物块 A ，根据牛顿第二定律有 $\mu mgcos\theta - mgsin\theta = ma$ ，联立解得 $F = 4\mu mgcos\theta$ ，故A、B、D错误，C正确。

3. 如图甲所示，光滑斜面上有固定挡板 A ，斜面上叠放着物块 B 和木板 C ，木板 C 下端位于挡板 A 处，整体处于静止状态。木板 C 受到逐渐增大的沿斜面向上的拉力 F 作用时，木板 C 的加速度 a 与拉力 F 的关系图像如图乙所示，已知最大静摩擦力等于滑动摩擦力，重力加速度 g 取 $10m/s^2$ ，则由图像可知（ ）



- A. $10N < F < 15N$ 时，物块 B 和木板 C 发生相对滑动
- B. 斜面倾角 θ 等于 60°
- C. 木板 C 的质量为 $2kg$
- D. 木板 C 和物块 B 间的动摩擦因数为 $\frac{\sqrt{3}}{2}$

【答案】D

【解析】由题图乙可知，当 $F > 15N$ 时，物块 B 和木板 C 发生了相对滑动，当 $10N < F < 15N$ 时物块 B 和木板 C 相对静止，故A错误；以木板 C 和物块 B 的整体为研究对象，可知，当 $F = F_1 = 10N$ 时， $a = 0$ ，则有 $F_1 = (M + m)gsin\theta$ ，当 $F = F_2 = 15N$ 时， $a = 2.5m/s^2$ ，则有 $F_2 - (M + m)gsin\theta = (M + m)a$ ，联立解得 $M + m = 2kg$ ， $\theta = 30^\circ$ ，但是不能求解物块 B 和木板 C 各自的质量，故B、C错误；根据题图乙可知，当 $F_2 = 15N$ 时， $a = 2.5m/s^2$ ，此时物块 B 和木板 C 开始发生相对滑动，物块 B 和木板 C 之间的摩擦力达到最大，则对物块 B ，有 $\mu mgcos\theta - mgsin\theta = ma$ ，联立解得 $\mu = \frac{\sqrt{3}}{2}$ ，故D正确。

4. [2025·河南高三模拟]多选 如图所示，可视为质点的物体 A 质量 $m = 1kg$ ，足够长的长木板 B 质量 $M = 2kg$ ， A 与 B 之间的动摩擦因数 $\mu = 0.2$ ， A 以初速度 $v_0 = 6m/s$ 从左端滑上静止在光滑水平面上的长木板 B ，重力加速度大小 $g = 10m/s^2$ 。则（ ）

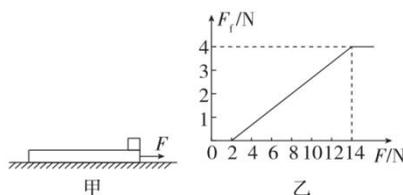


- A. A 在 B 上滑动过程中, B 受到的摩擦力大小为 4N , 方向向右
- B. A 在 B 上滑动过程中, A 的加速度大小为 2m/s^2
- C. A 与 B 的共同速度大小为 2m/s
- D. A 与 B 速度相等时, A 相对 B 滑行的距离为 4m

【答案】 BC

【解析】 A 在 B 上滑动过程中, B 受到的摩擦力为滑动摩擦力, 大小为 $f = \mu mg = 2\text{N}$, 方向向右, 故 A 错误; 对 A , 由牛顿第二定律有 $\mu mg = ma$, 解得 A 的加速度大小 $a = 2\text{m/s}^2$, 故 B 正确; 以 B 为研究对象, 根据牛顿第二定律有 $\mu mg = Ma'$, 解得 B 的加速度大小 $a' = 1\text{m/s}^2$, 设经过 t 时间, A 和 B 达到共同速度, 根据运动学公式可知, $v = v_0 - at$, $v = a't$, 联立解得 A 与 B 的共同速度大小 $v = 2\text{m/s}$, $t = 2\text{s}$, 故 C 正确; A 和 B 速度相等时, B 滑行的位移大小 $x_1 = \frac{1}{2}a't^2$, A 滑行的位移 $x_2 = v_0t - \frac{1}{2}at^2$, A 相对 B 滑行的距离 $L = x_2 - x_1$, 联立解得 $L = 6\text{m}$, 故 D 错误。

5. 如图甲所示, 一长为 2.0m 、质量为 2kg 的长木板静止在粗糙水平地面上, 有一个质量为 1kg 、可视为质点的小物块置于长木板右端。对长木板施加的外力 F 逐渐增大时, 小物块所受的摩擦力 F_f 随外力 F 的变化关系如图乙所示。现改用 $F = 22\text{N}$ 的水平外力拉长木板, 取 $g = 10\text{m/s}^2$, 则小物块在长木板上滑行的时间为 ()



- A. 1s
- B. 2s
- C. $\sqrt{2}\text{s}$
- D. $\sqrt{3}\text{s}$

【答案】 A

【解析】 由题图乙知力 F 较小时, 小物块和长木板均静止, 随着外力的增大二者先一起做加速运动, 后发生相对滑动。当 $F > 2\text{N}$ 时二者开始加速, 长木板受水平地面的滑动摩擦力 $F_{f2} = 2\text{N}$; 当 $F > 14\text{N}$ 时, 小物块和长木板开始发生相对滑

动，此时小物块受到的摩擦力 $F_{f1} = ma_1 = 4\text{N}$ ，则小物块的加速度 $a_1 = 4\text{m/s}^2$ 。改用 $F = 22\text{N}$ 的外力水平拉长木板时，对长木板由牛顿第二定律可得 $F - F_{f1} - F_{f2} = Ma_2$ ，代入数据得 $a_2 = 8\text{m/s}^2$ ，由运动学规律知小物块在长木板上滑行的时间满足 $\frac{1}{2}a_2t^2 - \frac{1}{2}a_1t^2 = L$ ，解得 $t = 1\text{s}$ ，故 A 正确。

能力强化练

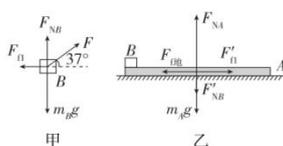
6. 多选 如图所示，质量 $m_A = 1\text{kg}$ 、足够长的长板 A 置于水平地面上，质量 $m_B = 2\text{kg}$ 的小滑块 B 置于长板 A 的左端，A 与水平地面间的动摩擦因数 $\mu_1 = 0.3$ ，B 与 A 间的动摩擦因数 $\mu_2 = 0.5$ ，对 B 施加一大小为 $F = 20\text{N}$ ，方向与水平方向成 37° 角的恒力。已知最大静摩擦力等于滑动摩擦力，重力加速度 $g = 10\text{m/s}^2$ ， $\sin 37^\circ = 0.6$ ， $\cos 37^\circ = 0.8$ 。下列说法正确的是 ()



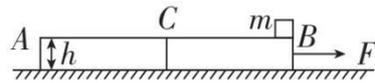
- A. A 的加速度大小为 1m/s^2
- B. B 的加速度大小为 6m/s^2
- C. 若力 F 作用一段时间后，撤去力 F ，A 的加速度大小增大
- D. 若力 F 作用一段时间后，撤去力 F ，B 相对 A 静止

【答案】BC

【解析】 对小滑块 B 进行受力分析，如图甲，可知 $F_{NB} + F\sin 37^\circ = m_B g$ ， $F_{f1} = \mu_2 F_{NB}$ ，根据牛顿第二定律有 $F\cos 37^\circ - F_{f1} = m_B a_B$ ，联立可得 $a_B = 6\text{m/s}^2$ ，故 B 正确；对长板 A 受力分析，如图乙，可知 $F_{NA} = F'_{NB} + m_A g = F_{NB} + m_A g$ ，由 F_f 地 $= \mu_1 F_{NA} = 5.4\text{N} > F'_{f1} = F_{f1}$ ，可知长板 A 静止，即 $a_A = 0$ ，故 A 错误；若力 F 作用一段时间后，撤去力 F ，则对 A，有 $a'_A = \frac{\mu_2 m_B g - \mu_1 (m_A + m_B) g}{m_A} = 1\text{m/s}^2$ ，对 B，有 $a'_B = \mu_2 g = 5\text{m/s}^2$ ，可知 A 的加速度大小增大，B 不会相对 A 静止，故 C 正确，D 错误。



7. [2024·广东东莞模拟]如图所示,厚为 0.2m 、长为 3m 的木板 AB 静止在粗糙水平地面上, C 为其中点,木板上表面 AC 部分光滑, CB 部分粗糙,下表面与水平地面间的动摩擦因数 $\mu_1 = 0.1$,木板右端静止放置一个小物块(可看成质点),它与木板 CB 部分间的动摩擦因数 $\mu_2 = 0.3$ 。已知木板和小物块的质量均为 2kg ,重力加速度 g 取 10m/s^2 ,现对木板施加一个水平向右的恒力 F 。



- (1) 为使小物块与木板保持相对静止,求恒力的最大值 F_m 。
- (2) 当 $F = 22\text{N}$ 时,小物块经多长时间滑到木板中点 C ?
- (3) 接第(2)问,当小物块到达 C 点时撤去 F ,求小物块落地时与木板 A 端的距离。

【答案】 (1) 16N

(2) 1s

(3) 0.326m

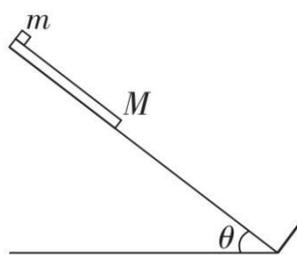
【解析】

(1) 设小物块能够达到的最大加速度为 a_m ,由牛顿第二定律有 $\mu_2 mg = ma_m$ 解得 $a_m = 3\text{m/s}^2$ 对整体,由牛顿第二定律有 $F_m - \mu_1(M+m)g = (M+m)a_m$,解得 $F_m = 16\text{N}$

(2) 当 $F = 22\text{N}$ 时,小物块与木板发生相对滑动,对木板有 $F - \mu_1(M+m)g - \mu_2 mg = Ma_1$,解得 $a_1 = 6\text{m/s}^2$ 小物块的加速度 $a_2 = \frac{\mu_2 mg}{m} = \mu_2 g = 3\text{m/s}^2$ 小物块滑到木板中点 C ,有 $\frac{1}{2}a_1 t_1^2 - \frac{1}{2}a_2 t_1^2 = \frac{L}{2}$ 解得 $t_1 = 1\text{s}$

(3) 设撤掉外力时木板和物块的速度分别为 v_1 、 v_2 ,则有 $v_1 = a_1 t_1 = 6\text{m/s}$ $v_2 = a_2 t_1 = 3\text{m/s}$ 撤掉外力后,物块匀速运动,设木板做匀减速运动的加速度为 a_3 ,则 $\mu_1(M+m)g = Ma_3$ 解得 $a_3 = 2\text{m/s}^2$ 设小物块从木板中点滑动到最左端时木板速度为 v_3 则有 $\frac{v_1^2 - v_3^2}{2a_3} - v_2 \cdot \frac{v_1 - v_3}{a_3} = \frac{L}{2}$ 解得 $v_3 = (3 + \sqrt{3})\text{m/s}$ 此后长木板做匀减速运动,则 $\mu_1 Mg = Ma_4$ 解得 $a_4 = 1\text{m/s}^2$ 小物块做平抛运动,有 $h = \frac{1}{2}gt_2^2$ 小物块落地时距长木板左端的距离为 $\Delta x = v_3 t_2 - \frac{1}{2}a_4 t_2^2 - v_2 t_2$,解得 $\Delta x \approx 0.326\text{m}$ 。

8. [2024·江苏苏州模拟]如图所示，有一倾角为 $\theta = 37^\circ$ 的斜面，下端固定一挡板，挡板与斜面垂直，一长木板上表面的上部分粗糙，下部分光滑，上端放有一质量为 m 的小物块。现让长木板和小物块同时由静止释放，此时刻为计时起点，在第2s末，小物块刚好到达长木板的光滑部分，又经过一段时间，长木板到达挡板处，速度恰好减为零，小物块刚好到达长木板的下端边缘。已知小物块与长木板的上部分间的动摩擦因数 $\mu_1 = \frac{3}{8}$ ，长木板与斜面间的动摩擦因数 $\mu_2 = 0.5$ ，长木板的质量 $M = m$ 。设最大静摩擦力等于滑动摩擦力，取重力加速度大小 $g = 10\text{m/s}^2$ ， $\sin 37^\circ = 0.6$ ， $\cos 37^\circ = 0.8$ 。求：



- (1) 在 $0 \sim 2\text{s}$ 时间内长木板和小物块的加速度大小；
- (2) 开始时长木板下端到挡板的距离；
- (3) 长木板的长度。

【答案】 (1) 1m/s^2 ; 3m/s^2

(2) $3m$

(3) $12m$

【解析】

(1) 在 $0 \sim 2\text{s}$ 时间内，对小物块和长木板受力分析， F_{f1} 、 F_{N1} 是小物块与长木板之间的摩擦力和正压力的大小， F_{f2} 、 F_{N2} 是长木板与斜面之间的摩擦力和正压力的大小， $F_{f1} = \mu_1 F_{N1}$ ， $F_{N1} = mg \cos \theta$ ， $F_{f2} = \mu_2 F_{N2}$ ， $F_{N2} = F_{N1} + Mg \cos \theta$ 规定沿斜面向下为正方向，设小物块和长木板的加速度大小分别为 a_1 和 a_2 ，由牛顿第二定律得 $mg \sin \theta - F_{f1} = ma_1$ ， $Mg \sin \theta - F_{f2} + F_{f1} = Ma_2$ 联立得 $a_1 = 3\text{m/s}^2$ ，

$$a_2 = 1\text{m/s}^2$$

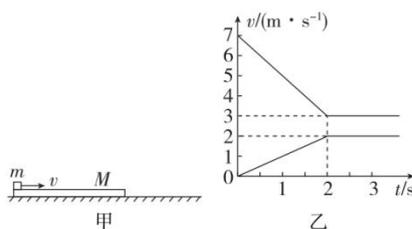
(2) 在 $t_1 = 2\text{s}$ 时，设小物块和长木板的速度分别为 v_1 和 v_2 则 $v_1 = a_1 t_1 = 6\text{m/s}$ ， $v_2 = a_2 t_1 = 2\text{m/s}$ ， $v_1 > v_2$ ，设小物块和长木板的加速度分别为 a'_1 和 a'_2 。此时小物块与长木板之间的摩擦力为零对小物块， $mg \sin \theta = ma'_1$ ，解得 $a'_1 = 6\text{m/s}^2$

对长木板, $Mg\sin\theta - \mu_2(M+m)g\cos\theta = Ma'_2$ 解得 $a'_2 = -2\text{m/s}^2$ 即长木板做匀减速运动, 设经过时间 t_2 , 长木板的速度减为零, 则有 $v_2 + a'_2 t_2 = 0$ 解得 $t_2 = 1\text{s}$ 在 t_1 时间内, $x_1 = \frac{1}{2}a_2 t_1^2 = 2\text{m}$ 在 t_2 时间内, $x_2 = \frac{1}{2}|a'_2|t_2^2 = 1\text{m}$ 则开始时长木板下端到挡板的距离 $x = x_1 + x_2 = 3\text{m}$

(3) 长木板的长度等于小物块相对于长木板运动的距离, 即 $L = \frac{1}{2}a_1 t_1^2 + v_1 t_2 + \frac{1}{2}a'_1 t_2^2 - (\frac{1}{2}a_2 t_1^2 + v_2 t_2 + \frac{1}{2}a'_2 t_2^2) = 12\text{m}$

素养综合练

9. 多选 如图甲所示, 光滑水平面上静置一个薄长木板, 长木板上表面粗糙, 其质量为 M , $t = 0$ 时刻, 质量为 m 的物块以速度 v 水平滑上长木板, 此后木板与物块运动的 $v-t$ 图像如图乙所示, 重力加速度 g 取 10m/s^2 , 下列说法正确的是 ()



- A. $M = m$
- B. $M = 2m$
- C. 木板的长度为 8m
- D. 木板与物块间的动摩擦因数为 0.1

【答案】BC

【解析】物块相对木板运动的过程中, 在水平方向上只受到木板的滑动摩擦力的作用, 故 $\mu mg = ma_1$, 而 $v-t$ 图像的斜率表示加速度, 则物块的加速度大小为 $a_1 = \frac{7-3}{2}\text{m/s}^2 = 2\text{m/s}^2$, 解得 $\mu = 0.2$, 对木板受力分析可知 $\mu mg = Ma_2$, 由 $v-t$ 图像可知木板的加速度大小为 $a_2 = \frac{2-0}{2}\text{m/s}^2 = 1\text{m/s}^2$, 联立解得 $M = 2m$, A、D 错误, B 正确; 由题图乙可知物块和木板在 $t = 2\text{s}$ 时分离, 两者在 $0 \sim 2\text{s}$ 内的 $v-t$ 图像与 t 轴围成的面积之差等于木板的长度, 故 $L = \frac{1}{2} \times (7+3) \times 2\text{m} - \frac{1}{2} \times 2 \times 2\text{m} = 8\text{m}$, C 正确。

