

计算题专项训练 1

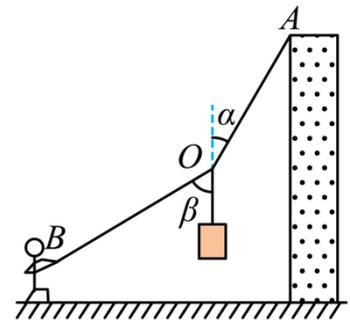
1. 如图所示，机动车在斑马线前礼让行人是城市文明和交通规范的体现。司机小明驾驶汽车以 72km/h 的速度，在平直的城市道路上沿直线行驶。他看到斑马线有行人后立即以大小为 4m/s^2 的加速度刹车，车停止时车头刚好碰到斑马线，等待行人 9s 后（人已走过），又用了 6s 时间匀加速至原来的速度。设开始刹车时为计时起点（即 $t=0$ ），求：



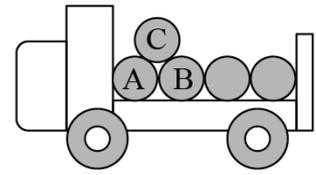
- (1) 汽车第 4s 末的瞬时速度大小；
- (2) 汽车前 10s 内的位移大小；
- (3) 从开始刹车到恢复原速这段时间内汽车的平均速度大小。

2. 疫情期间有人用滑轮从下往上运送生活必需品。在运送较重物品的过程中，会用一根绳子拉着该重物使其与墙壁间保持一定的距离，以保护物品不与竖直墙壁发生碰撞从而将物品安全的运送上去。如图所示，生活必需品的质量 $m = 20\text{kg}$ ，缓慢吊运过程中，静止站在地面上的人将物品拉离墙面一定距离，某时刻轻绳 OA 、 OB 分别与竖直方向的夹角为 $\alpha = 30^\circ$ 、 $\beta = 60^\circ$ ， g 取 10m/s^2 。求该时刻：（结果可带根号）

- (1) 轻绳 OA 、 OB 上拉力大小；
- (2) 设最大静摩擦力等于滑动摩擦力，人与地面之间的动摩擦因数 $\mu = \frac{\sqrt{3}}{5}$ ，若人能保持静止不动将物体运送上，人的质量至少是多大？



3. 如图所示，一辆货车载着许多相同的圆柱形空油桶在高速公路上匀速行驶，已知每只空油桶质量为 m ，重力加速度为 g ，不计油桶之间的摩擦力。求：



- (1) 货车匀速行驶时，桶 A 对桶 C 的支持力的大小；
- (2) 货车以 $\frac{\sqrt{3}}{6}g$ 的加速度匀加速行驶时，桶 A 、桶 B 对桶 C 的支持力；
- (3) 为防止紧急刹车时桶 C 脱离桶 B 砸向前方的驾驶室而发生危险，刹车时的加速度的大小范围。

4. 如图，有一水平传送带以 $v_0=2.0\text{m/s}$ 的速度顺时针转动，水平部分长 2.0m ，右端与一倾角为 $\theta=37^\circ$ 的光滑斜面平滑相连，斜面长为 0.4m ，一个可视为质点的物块无初速度地放在传送带的左端，已知物块与传送带间的动摩擦因数为 0.2 ， g 取 10m/s^2 。

- (1) 求物块从传送带左端运动到右端所用的时间；
- (2) 物块能否到达斜面顶端？若能则说明理由，若不能则求出物块上升的最大距离；
- (3) 求物块从出发到 4.5s 末通过的路程。



计算题专项训练 1 答案

1. 【答案】(1) 4m/s; (2) 50m; (3) 5.5m/s

(1) 取初速度方向为正方向, 汽车在第 4s 末的瞬时速度大小为 $v = v_0 - at$

代入数据, 解得 $v = 4\text{m/s}$

(2) 刹车至停止所用时间为 $t_1 = \frac{v_0}{a}$ 解得 $t_1 = 5\text{s} < 10\text{s}$

汽车 5s 末即已停止, 汽车前 10s 内的位移大小为 $x_1 = \frac{1}{2}v_0t_1 = 50\text{m}$

(3) 匀加速直线运动位移 $x_2 = \frac{v_0}{2}t_3 = 60\text{m}$

则从开始刹车到恢复原速这段时间内汽车的平均速度大小 $\bar{v} = \frac{x_1 + x_2}{t_1 + t_2 + t_3} = 5.5\text{m/s}$

2. 【答案】(1) $T_A = 200\sqrt{3}\text{N}$, $T_B = 200\text{N}$; (2) 60kg

(1) 对结点 O 受力分析可知 $T_A \cos \alpha = T_B \cos \beta + mg$ $T_A \sin \alpha = T_B \sin \beta$

解得 $T_A = 200\sqrt{3}\text{N}$ $T_B = 200\text{N}$

(2) 对人受力分析可知 $T_B \cos 30^\circ = f_m$ $f_m = \mu(Mg - T_B \sin 30^\circ)$

解得 $M = 60\text{kg}$

3. 【答案】(1) $\frac{\sqrt{3}}{3}mg$; (2) $\frac{\sqrt{3}}{6}mg$, 方向斜向右上, 与水平方向夹角 60° ; $\frac{\sqrt{3}}{2}mg$, 方向斜向左上, 与水平方向夹角 60° ; (3) $a \leq \frac{\sqrt{3}}{3}g$

(1) 货车匀速行驶时, 对桶 C 进行受力分析, 并将桶 A, B 对桶 C 的支持力的大小 F_{NA} 、 F_{NB} 正交分解, 由于桶 C 与货车一起匀速运动, 处于受力平衡状态, 所以

$$F_{NA} \cdot \sin 60^\circ + F_{NB} \cdot \sin 60^\circ = mg \quad F_{NA} \cdot \cos 60^\circ = F_{NB} \cdot \cos 60^\circ$$

解得 $F_{NA} = F_{NB} = \frac{\sqrt{3}}{3}mg$

(2) 货车以 $\frac{\sqrt{3}}{6}g$ 的加速度匀加速行驶时, 对桶 C 进行受力分析, 并将桶 A, B 对桶 C 的支持力的大小 F'_{NA} 、 F'_{NB} 正交分解, 由于桶 C 与货车一起匀加速运动, 根据牛顿第二定律, 有 $F'_{NB} \cdot \cos 60^\circ - F'_{NA} \cdot \cos 60^\circ = ma$

竖直方向仍受力平衡 $F'_{NA} \cdot \sin 60^\circ + F'_{NB} \cdot \sin 60^\circ = mg$

解得 $F'_{NA} = \frac{\sqrt{3}}{6}mg$ 、 $F'_{NB} = \frac{\sqrt{3}}{2}mg$

因此这时桶 A 对桶 C 的支持力大小为 $\frac{\sqrt{3}}{6}mg$, 方向斜向右上, 与水平方向夹角 60° ; 桶 B 对桶 C 的支持力

大小为 $\frac{\sqrt{3}}{2}mg$ ，方向斜向左上，与水平方向夹角 60° ；

(3) 若刹车时加速度恰好达到不发生危险的最大值，此时 C 恰好脱离桶 B (对桶 B 的压力刚好减为零)，

对桶 C 受力分析，并应用牛顿第二定律 $F_N \cdot \cos 60^\circ = ma$

竖直方向受力平衡，有 $F_N \cdot \sin 60^\circ = mg$ 解得 $a = \frac{\sqrt{3}}{3}g$

因此，为防止发生危险，刹车时的加速度大小范围是 $a \leq \frac{\sqrt{3}}{3}g$

4. 【答案】(1) 1.5s; (2) 不能, $\frac{1}{3}m$; (3) 5m

(1) 物块在传送带上先做匀加速直线运动 由牛顿第二定律可得 $\mu mg = ma_1$ 解得加速度为 $a_1 = 2m/s^2$

加速时间为 $t_1 = \frac{v_0}{a_1} = 1s$ 加速位移为 $s_1 = \frac{v_0^2}{2a_1} = 1m < L = 2m$

所以物块在到达传送带右端前物块已开始匀速运动，匀速时间为 $t_2 = \frac{L - s_1}{v_0} = 0.5s$

物块从传送带左端运动到右端所用的时间为 $t = t_1 + t_2 = 1.5s$

(2) 物块以速度 v_0 滑上斜面后，由牛顿第二定律得 $mg \sin \theta = ma_2$ 解得 $a_2 = 6m/s^2$ 方向沿斜面向下

物体能够上滑的最大距离为 $s_m = \frac{v_0^2}{2a_2} = \frac{1}{3}m < 0.4m$ 所以物块不能到达斜面的最高点。

(3) 物块在斜面上往返一次的时间为 $t_3 = \frac{2v_0}{a_2} = \frac{2}{3}s$

物块再次回到传送带上速度仍为 v_0 ，方向向左。再由牛顿第二定律可得 $\mu mg = ma_3$

解得 $a_3 = 2m/s^2$ 水平向右

物体向左的最大位移为 $s'_m = \frac{v_0^2}{2a_3} = 1m$

物块向左减速过程和向右加速过程位移大小相等，时间为 $t_4 = \frac{2v_0}{a_3} = 2s$

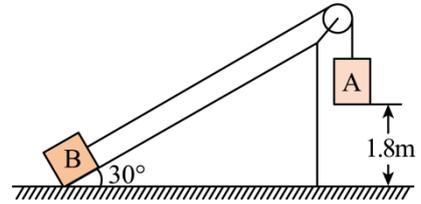
可得 $t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + \frac{1}{2}t_3 = 4.5s$

故 4.5s 末物块恰好在斜面上的最高点速度为零，故物块通过的总路程为 $s = L + 3s_m + 2s'_m = 5m$

计算题专项训练 2

1. 如图所示, 质量均为 m 的物体 A 和 B 分别系在一根不计质量的细绳两端, 绳子跨过固定在水平地面上, 倾角为 30° 的斜面顶端的滑轮, 开始时把物体 B 拉到斜面底端, 这时物体 A 离地面的高度为 1.8m 。物体与斜面间的摩擦忽略不计, 从静止开始释放, 取 $g = 10\text{m/s}^2$, 求:

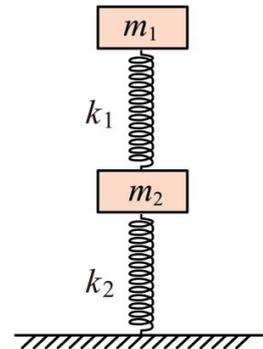
- (1) 物体 A 着地时的速度大小;
- (2) B 沿斜面上滑的最大距离。



2. 如图所示, 两木块的质量分别为 m_1 和 m_2 , 两轻质弹簧的劲度系数分别为 k_1 和 k_2 , 上面的木块压在上方的弹簧上 (但不拴接), 整个系统处于静止。现缓慢地向上提上面的木块 m_1 , 直到它刚离开上方的弹簧,

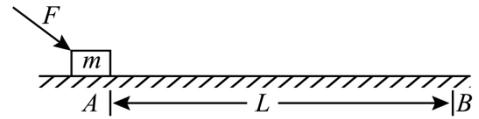
求: (1) 整个系统原来静止时, 下面弹簧的压缩量; m_1 离开弹簧后, 下面弹簧的压缩量;

- (2) 这个过程中上面木块移动的距离。



3. 质量 $m=2\text{kg}$ 的物体静止于水平地面的 A 处, A 、 B 间距 $L=15\text{m}$, 物体与地面间的动摩擦因数 $\mu=0.5$, 用大小为 $F=30\text{N}$ 与水平方向夹角 $\theta=37^\circ$ 斜向下的力推此物体, 使物体由静止开始向右运动, (已知 $\sin 37^\circ=0.6$, $\cos 37^\circ=0.8$, 取 $g=10\text{m/s}^2$), 求:

- (1) 在 F 作用下物体的加速度 a_1 ;
- (2) 撤去 F 后继续滑行时的加速度 a_2 ;
- (3) 使物体从 A 处由静止开始运动并能到达 B 处, 力 F 作用的最短时间是多少。



4. 如图所示, 质量 $M=2.0\text{kg}$ 的长木板 A 放在光滑水平面上, 质量 $m=0.5\text{kg}$ 的小滑块 B 放在长木板 A 的最右端, 滑块与长木板间的动摩擦因数 $\mu=0.3$, 设最大静摩擦力与滑动摩擦力相等, 求:

- (1) 长木板 A 在外力作用下以加速度 $a_1=1.2\text{m/s}^2$ 向右加速运动时, 滑块 B 所受摩擦力大小与方向;
- (2) 要使滑块 B 脱离长木板 A , 至少要用多大的水平力拉长木板?
- (3) 若长木板长 $L=2\text{m}$, 在 9.5N 的水平拉力的作用下由静止开始运动, 滑块滑离长木板需多长时间?



计算题专项训练 2 答案

1. 【答案】(1) 3m/s; (2) 2.7m

(1) 设 A、B 整体运动的加速度大小为 a_1 , 根据牛顿第二定律有 $mg - mg \sin 30^\circ = 2m a_1$ ①

设 A 即将落地时的速度大小为 v , 根据运动学规律有 $v^2 = 2a_1 h$ ②

联立①②解得 $v = 3\text{m/s}$ ③

(2) A 落地后 B 继续上滑, 设其加速度大小为 a_2 , 根据牛顿第二定律有 $mg \sin 30^\circ = ma_2$ ④

设 B 继续上滑的距离为 x , 根据运动学规律有 $0 - v^2 = -2a_2 x$ ⑤

B 上滑的最大距离为 $s = x + h$ ⑥

联立③④⑤⑥解得 $s = 2.7\text{m}$ ⑦

2. 【答案】(1) $\frac{(m_1 + m_2)g}{k_2}$, $\frac{m_2 g}{k_2}$; (2) $\frac{m_1 g (k_1 + k_2)}{k_1 k_2}$

(1) 系统处于原来状态时, 对 m_1 及 m_2 整体受力分析可知 $(m_1 + m_2)g = k_2 x_2$

下面弹簧的压缩量 $x_2 = \frac{(m_1 + m_2)g}{k_2}$

m_1 离开弹簧后, 对 m_2 分析可知 $m_2 g = k_2 x_2'$

即下面弹簧的压缩量 $x_2' = \frac{m_2 g}{k_2}$

(2) 系统处于原来状态时, 上面的弹簧的压缩量 $x_1 = \frac{m_1 g}{k_1}$

所以上面木块移动的距离为 $s = x_2 - x_2' + x_1$

解得 $s = \frac{m_1 g (k_1 + k_2)}{k_1 k_2}$

3. 【答案】(1) 2.5m/s^2 , 方向水平向右; (2) -5m/s^2 , 方向水平向左; (3) 2s

(1) 在 F 作用下, 对物体进行受力分析, 根据牛顿第二定律可得

$$F \cos \theta - \mu(mg + F \sin \theta) = ma_1$$

代入数据, 解得 $a_1 = 2.5\text{m/s}^2$ 方向水平向右;

(2) 撤去 F 后, 对物体进行受力分析, 根据牛顿第二定律可得 $-\mu mg = ma_2$

代入数据, 解得 $a_2 = -5\text{m/s}^2$ 方向水平向左;

(3) 使物体从 A 处由静止开始运动并能到达 B 处, 此时物体的速度为 0, 则力 F 作用的时间最短, 设作用的时间为 t_1 , 减速运动的时间为 t_2 , 则有 $a_1 t_1 = -a_2 t_2$

$$\frac{a_1 t_1}{2} t_1 + \frac{a_1 t_1}{2} t_2 = L$$

代入数据, 解得 $t_1 = 2\text{s}$

4. 【答案】(1) 0.6N, 方向水平向右; (2) 7.5N; (3) 2s

(1) 对 B 分析, 根据牛顿第二定律得 $\mu mg = ma$

$$\text{解得 } a = \mu g = 0.3 \times 10\text{m/s}^2 = 3\text{m/s}^2 > a_1$$

可知长木板 A 在外力作用下以加速度 $a_1 = 1.2\text{m/s}^2$ 向右加速运动时, A、B 保持相对静止, 根据牛顿第二定律得 $f = ma_1 = 0.5 \times 1.2 = 0.6\text{N}$ 方向水平向右。

(2) A、B 发生相对滑动的临界加速度 $a = 3\text{m/s}^2$, 对整体分析

$$F = (M + m)a = (2 + 0.5) \times 3 = 7.5\text{N}$$

(3) 当拉力 $F = 9.5\text{N}$ 时, A、B 发生相对滑动, 此时 B 的加速度

$$a_B = \mu g = 3\text{m/s}^2$$

A 的加速度

$$a_A = \frac{F - \mu mg}{M} = \frac{9.5 - 0.3 \times 5}{2} \text{m/s}^2 = 4\text{m/s}^2$$

滑块滑离木板的过程有

$$\frac{1}{2} a_A t^2 - \frac{1}{2} a_B t^2 = L$$

代入数据解得

$$t = 2\text{s}$$