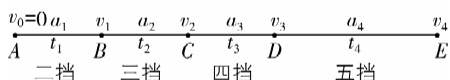


$\frac{64}{32} \text{ m/s}^2 = 1 \text{ m/s}^2$, 故 A 正确, B 错误; 甲、乙相遇前, 两者的速度相等时相距最远, 设此时时刻为 t_1 , 有 $v_{甲0} - a_{甲} t_1 = a_{乙} t_1$, 解得 $t_1 = 4 \text{ s}$, 此时甲、乙相距 $\Delta x = v_{甲0} t_1 - \frac{1}{2} a_{甲} t_1^2 - \frac{1}{2} a_{乙} t_1^2$, 解得 $\Delta x = 24 \text{ m}$, 故 C 错误; 由题图可知甲刚停止时的位移 $x_1 = 36 \text{ m}$, 此时甲运动的时间为 $t_2 = \frac{v_{甲0}}{a_{甲}} = 6 \text{ s}$, 乙刚匀速时 $v = 8 \text{ m/s}$, 此时乙运动的时间 $t_3 = \frac{v}{a_{乙}} = 8 \text{ s}$, 且此时乙的位移 $x_2 = 32 \text{ m}$, 说明甲、乙此时未相遇, 此后乙再运动 $\Delta t = \frac{x_1 - x_2}{v} = 0.5 \text{ s}$ 与甲相遇, 此时 $t = t_3 + \Delta t = 8.5 \text{ s}$, 故 D 正确。

11. (1) 1.75 m/s^2 (2) 2 s (3) 21 m/s

【解析】汽车起步后的运动过程草图如图所示。



(1) 汽车在二挡时 ($A \rightarrow B$), $a_1 = 2 \text{ m/s}^2$, $t_1 = 3 \text{ s}$, 这一过程的末速度 $v_1 = a_1 t_1 = 2 \times 3 \text{ m/s} = 6 \text{ m/s}$, 在三挡时 ($B \rightarrow C$), $v_2 = 13 \text{ m/s}$, $t_2 = 4 \text{ s}$, 加速度 $a_2 = \frac{v_2 - v_1}{t_2} = \frac{13 - 6}{4} \text{ m/s}^2 = 1.75 \text{ m/s}^2$, 即汽车在三挡时的加速度大小为 1.75 m/s^2 。
(2) 汽车在四挡时 ($C \rightarrow D$), $a_3 = 1.5 \text{ m/s}^2$, $v_2 = 13 \text{ m/s}$, $v_3 = 16 \text{ m/s}$, 运动时间 $t_3 = \frac{v_3 - v_2}{a_3} = \frac{16 - 13}{1.5} \text{ s} = 2 \text{ s}$, 即汽车在四挡行驶的时间为 2 s 。
(3) 汽车在五挡时 ($D \rightarrow E$), $a_4 = 1 \text{ m/s}^2$, $t_4 = 5 \text{ s}$, 速度 $v_4 = v_3 + a_4 t_4 = 16 \text{ m/s} + 1 \times 5 \text{ m/s} = 21 \text{ m/s}$, 故汽车挂上五挡后再过 5 s 时速度大小为 21 m/s 。

12. (1) 4 s 1 s (2) 28 m (3) 6.5 s (4) 4.5 s

【解析】(1) 细犬加速到最大速度的时间为 $t'_0 = \frac{v_1}{a_1} = 4 \text{ s}$,

野兔加速到最大速度的时间为 $t_0 = \frac{v_2}{a_2} = 1 \text{ s}$ 。

(2) 野兔加速到最大速度的位移为 $x_0 = \frac{v_2^2}{2a_2} = 4 \text{ m}$, 当细犬的速度和野兔速度相等时两者距离最大, 则经过的时间为 $t_1 = \frac{v_2}{a_1} = 2 \text{ s}$, 细犬和野兔之间的最大距离 $x_m = L + x_0 + v_2(t_1 - t_0) - \frac{1}{2} a_1 t_1^2 =$

28 m 。

(3) 细犬加速到最大速度的位移为 $x'_0 = \frac{v_1^2}{2a_1} = 32 \text{ m}$,

细犬加速到最大速度时, 野兔的位移为 $x_1 = x_0 + v_2(t'_0 - t_0) = 28 \text{ m}$,

由于 $x'_0 = 32 \text{ m} < x_1 + L = 52 \text{ m}$,

可知细犬将在匀速阶段追上野兔, 则 $x'_0 + v_1(t - t'_0) = L + x_0 + v_2(t - t_0)$,

解得 $t = 6.5 \text{ s}$ 。

(4) 假设细犬在匀速阶段追上野兔, 则 $[x'_0 + v_1(t' - t'_0)]^2 = L^2 + [x_0 + v_2(t' - t_0)]^2$,

解得 $t' = 4.5 \text{ s}$ ($t' = 0.5 \text{ s}$ 舍掉),

→ **关键点** 要对结果进行分析, 看是否符合实际

可知假设正确, 则经 4.5 s 细犬捕获野兔。

13. (1) 0.7 s (2) 1.96 m (3) 不能, 计算过程见解析

【解析】(1) 小松鼠下落至地面所需的时间 $t = \sqrt{\frac{2h}{g}} = \sqrt{\frac{2 \times 2.45}{10}} \text{ s} = 0.7 \text{ s}$ 。

(2) 由题图乙可知狼的加速度大小 $a_1 = \frac{4}{0.5} \text{ m/s}^2 = 8 \text{ m/s}^2$,

由位移—时间关系式得 $x = \frac{1}{2} a_1 t^2 = \frac{1}{2} \times 8 \times 0.7^2 \text{ m} = 1.96 \text{ m}$ 。

(3) 小松鼠落地时狼的速度大小 $v_1 = a_1 t = 5.6 \text{ m/s}$,

此时小松鼠和狼之间的距离为 $x_1 = 10 \text{ m} - \frac{v_1}{2} t = 10 \text{ m} - \frac{5.6}{2} \times 0.7 \text{ m} = 8.04 \text{ m}$,

设再经过时间 t_1 , 狼先达到最大速度, 则 $t_1 = \frac{v_{m1} - v_1}{a_1} = 1.3 \text{ s}$,

此时小松鼠的速度 $v_2 = a_2 t_1 = 13 \text{ m/s}$,

从此时到两者共速需要的时间为 $t_2 = \frac{v_{m1} - v_2}{a_2} = \frac{16 - 13}{10} \text{ s} = 0.3 \text{ s}$,

从小松鼠落地到两者共速, 狼的位移 $s_1 = \frac{v_1 + v_{m1}}{2} t_1 + v_{m1} t_2 = 18.84 \text{ m}$,

小松鼠的位移 $s_2 = \frac{1}{2} a_2 (t_1 + t_2)^2 = 12.8 \text{ m}$,

则 $s_2 + x_1 = 20.84 \text{ m} > s_1 = 18.84 \text{ m}$,

可知此时狼还没有追上小松鼠, 之后小松鼠继续加速到最大速度 20 m/s , 两者距离增大, 则狼不能追上小松鼠。

第三章 相互作用——力

第1节 重力与弹力

课时1 重力

变式训练

1-1. AC 【解析】雨后我们走在泥巴路上, 发现一步一个脚印, 是泥巴受到脚的压力发生了形变, A 正确; 用手捏核桃时, 核桃没有破, 但是核桃仍然发生了形变, B 错误; 用脚踢足球, 足球飞了出去, 足球的运动状态改变了, 说明力

能改变物体的运动状态, C 正确; 用脚使劲踩楼板, 楼板没有飞出, 但是楼板发生了形变, 只是形变量较小, 肉眼看不出来, D 错误。

2-1. BC 【解析】重力的方向总是竖直向下, 即垂直于水平面

→ **易错点** 重力的方向总是竖直向下, 与所处的状态和放置形式无关

向下, 不一定与接触面垂直, 另外, 选取不同的标度, 表示力的大小的线段会有所不同, 故 A、D 正确, B、C 错误。B、C 符合题意。

3-1.D 【解析】水杯受到地球对它的吸引力,由于力的作用是相互的,可知它对地球也有吸引力,故 A 错误;重心的位置与物体的几何形状和质量分布有关,质量分布均匀、几何形状规则的物体的重心在其几何中心,水杯质量分布不均匀,所以其重心不在其几何中心,故 B 错误,D 正确;在水减少的过程中,水杯(含水)的重心先降低后升高,故 C 错误。

越刷越强

1.D 【解析】拳击手一拳击出,没有击中对方,击拳过程中,拳击手身体的各个部位由于相互作用而产生力,既有施力物体,也有受力物体,A 错误;运动员将足球踢出,足球不再和脚接触,不会受到向前的推力,B 错误;用石头碰鸡蛋,鸡蛋破了,石头对鸡蛋有作用力,鸡蛋对石头也有作用力,只不过鸡蛋能承受的力较小,C 错误;两个物体发生相互作用时可以不相互接触,如磁铁吸引铁钉,D 正确。

2.B 【解析】走钢丝的过程中,演员往往手拿一根很长的木棍,是为了调节演员和木棍重心的位置,A 正确;运动员在跳水过程中,由于身体的姿态发生变化,因此其重心位置变化,B 错误;“马踏飞燕”的骏马之所以能用一只蹄稳稳地踏在飞燕上,是因为马的重心位置和飞燕在一条竖直线上,C 正确;由悬挂法可知,质量均匀分布的直角形薄板的重心位于薄板之外,D 正确,B 符合题意。

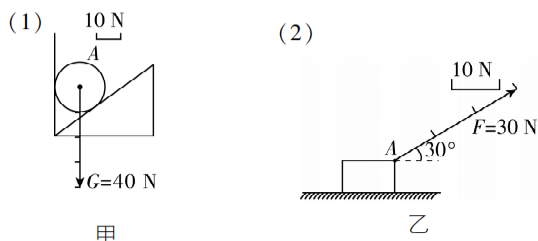
3.C 【解析】假设不倒翁的重心在 O 点,则倾斜后,支持力还是沿半径过球心,不倒翁仍平衡,不会自动恢复直立,假设不倒翁重心在 O 点上方,不倒翁倾斜后会倾倒,不会自动恢复直立,所以不倒翁重心位于 O、P 连线上且在 O 点下方某处,故 A、B 错误;不倒翁静止时重心位置最低,所以从直立到倾斜的过程中,重心上升,故 C 正确,D 错误。

4.D 【解析】人的重心位置随人做各种动作而改变,故 A 错误;人对滑板的压力施力物体是人,人的重力施力物体是地球,人对滑板的压力和人的重力不是同一个力,故 B 错误;人在滑板上跳起做动作时仍然受到重力的作用,故 C 错误;重心可能在物体上,也可能在物体外,与物体的形状和质量分布有关,人在滑板上跳起做动作时重心不一定在人身上,故 D 正确。

5.BD 【解析】开始时上方玻璃球和其内部沙子的重心较高,随着沙子流出,上方玻璃球和其内部沙子的重心逐渐下降,沙子流到一定量后,上方玻璃球和其内部沙子的重心上升,故上方玻璃球和其内部沙子的重心先下降后上升,故 A 错误,B 正确;随着沙子流入,下方玻璃球和其内部沙子的重心下降,沙子流到一定量后,下方玻璃球和其内部沙子的重心逐渐上升,故下方玻璃球和其内部沙子的重心先下降后上升,故 C 错误,D 正确。

6.(1)见解析 (2)见解析

【解析】



7.B 【解析】该同学从起跳到脚落地,重心的运动视为匀加速运动,则有 $x = \frac{1}{2}at^2$,位移不随时间均匀变化,故 A 错误;该同学在起跳点,下蹲重心比静止站立重心低 0.50 m,在最高点,重心比静止站立重心高 0.80 m,则从起跳到最高点,重心位移大小为 1.30 m,故 B 正确;脚离开地面到最高点过程,该同学做竖直上抛运动,重心上升了 0.80 m,根据竖直上抛运动的对称性有 $h = \frac{1}{2}gt^2$,解得上升的时间为 $t = 0.40$ s,则

从开始起跳到到达最高点的时间大于 0.40 s,故 C 错误;该同学在最高点时速度为零,加速度不为零,等于重力加速度,故 D 错误。

8.A 【解析】瓶本身的重心位置不变,水较多时,随着水的减少,整体的重心位置可能先降低再升高,水比较少时,随着水的增加,整体的重心位置可能先降低再升高,故 A 正确,B 错误;重力加速度大小与纬度有关,河南与云南的纬度不同,则 g 值不同,根据 $G = mg$ 可知,瓶所受重力会发生改变,故 C 错误;不管瓶盛水的多少,瓶所受重力不变,故 D 错误。

课时 2 弹力

变式训练

1-1.CD 【解析】木块静止放在水平桌面上,要受到一个竖直向上的弹力,这是由于桌面发生形变而产生的,故 A 错误;拿一根细竹竿拨动水中的木头,木头受到竹竿的弹力是由于竹竿发生形变而产生的,故 B 错误;挂在电线下面的电灯受到向上的拉力,这是由于电线发生形变而产生的,故 C 正确;绳对物体拉力的方向总是沿着绳指向绳收缩的方向,故 D 正确。

2-1.BC 【解析】题图 A 中小球处于静止状态,重力和地面的支持力平衡,左侧物体与球之间不可能产生弹力,否则小球不可能平衡,故 A 正确;题图 B 中小球处于静止状态,重力和地面的支持力平衡,竖直面与球之间不可能产生弹力,否则小球不可能平衡,故 B 错误;题图 C 中小球处于静止状态,重力和绳子拉力平衡,斜面与球之间不可能产生弹力,否则小球不可能平衡,故 C 错误;题图 D 中小球处于静止状态,受斜面支持力、重力和绳子的拉力而平衡,故 D 正确。B、C 符合题意。

方法总结

弹力的方向总是与物体形变的方向相反	压力的方向	垂直于接触面指向被压的物体
	支持力的方向	垂直于接触面指向被支持的物体
	绳的拉力方向	沿着绳指向绳收缩的方向

3-1.B 【解析】某人两手握住拉力器两端,用 600 N 的力使弹簧拉长至 150 cm,则每只手受到拉力器的拉力大小为 600 N,每根弹簧产生的弹力大小为 $F_{\text{弹}} = \frac{600}{4}$ N = 150 N,故 A、C 错误,B 正确;根据胡克定律可得 $F_{\text{弹}} = kx$,可得每根弹簧的劲度系数 $k = \frac{F_{\text{弹}}}{x} = \frac{150}{1.5-0.3}$ N/m = 125 N/m,故 D 错误。

越刷越强

1.D 【解析】弹力和重力的性质不同,静止在水平草地上的足球受到的弹力与它的重力是一对平衡力,故 A 错误;弹力的产生需要两物体相互接触并发生弹性形变,静止在水平草地

上的两个相互接触的足球之间不一定有相互作用的弹力,故 B 错误;即将被踢起的足球,如果是研究足球的旋转问题,足球的形状和大小不能忽略不计,不可以看成质点,故 C 错误;落在球网中的足球受到网的弹力是由于球网发生了弹性形变,故 D 正确。

2. B 【解析】物体 B 处于静止状态,所以 B 受力平衡,即与 B 相连的细线的拉力大小为 6 N,弹簧测力计的示数等于钩上的拉力大小或另一端受到的拉力大小,所以弹簧测力计的示数为 6 N,故选 B。

3. A 【解析】题图甲中 B 静止,对 B 进行受力分析,B 受重力和地面的弹力作用,二力平衡,不可能再受到 A 的弹力作用,故 A 错误;对题图乙采用假设法分析,若去掉左侧的斜面,A 将运动,若去掉右侧的斜面,A 也将运动,所以两斜面对 A 均有力的作用,因此 A 对两斜面均有力的作用,故 B 正确;题图丙由平衡条件知,A 受重力、斜面 B 的弹力和绳子的拉力作用而平衡,故 C 正确;题图丁对 A 受力分析,A 受重力和绳的竖直拉力,二力平衡,故 A 不受光滑斜面 B 的弹力作用,故 D 正确。本题选说法不正确的,故选 A。

4. C 【解析】四种情况中弹簧的弹力大小均为 F ,所以 $l_1 = l_2 = l_3 = l_4 = \frac{F}{k}$,故 C 正确。

5. C 【解析】题图 A 中,小球 A 的重力与杆的弹力平衡,可知杆对小球 A 的弹力竖直向上,A 错误;题图 B 中,小球 A 受绳的拉力和球 B 对 A 的弹力,B 错误;题图 C 中,小球 A 受竖直墙壁水平向左的弹力和下面的球对 A 沿两球心连线斜向上方的弹力,C 正确;题图 D 中,小球 A 受绳的拉力和半球面对 A 沿两球心连线方向斜向上的弹力,D 错误。

方法总结 对于弹力有无的判断常用两种方法:(1)条件法,根据弹力产生的两个条件(一是直接接触;二是物体发生弹性形变)来判断;(2)用假设法来判断。

6. AD 【解析】若弹簧处于压缩状态,对两个物块分别由平衡条件得 $F_T + F = G_A$, $F_N = F + G_B$,解得 $F_T = 1 \text{ N}$, $F_N = 6 \text{ N}$,由力的作用是相互的可知 A 正确;若弹簧处于拉伸状态,对两个物块分别由平衡条件得 $F'_T = F + G_A$, $F'_N + F = G_B$,解得 $F'_T = 5 \text{ N}$, $F'_N = 2 \text{ N}$,由力的作用是相互的可知 D 正确。

7. BD 【解析】弹簧两端对 B、A 的弹力大小是相等的,A 错误;弹簧由压缩状态变成拉伸状态,初始时弹簧处于压缩状态,对物块 A,由平衡条件得 $F_{\text{弹}} = kx_1 = m_A g$,B 恰好离开地面时,弹簧处于拉伸状态,对物块 B,由平衡条件得 $F'_{\text{弹}} = kx_2 = m_B g$,A 上升的高度 $h = x_1 + x_2 = \frac{m_A g}{k} + \frac{m_B g}{k} = 15 \text{ cm}$,B 正确;物块 A 匀加速运动,有 $h = \frac{1}{2}at^2$,解得 $t = 1 \text{ s}$,C 错误;弹簧恢复原长时,A 上升的高度为 $x_1 = \frac{m_A g}{k} = 5 \text{ cm}$,根据 $2ax_1 = v_1^2$,解得 $v_1 = \frac{\sqrt{3}}{10} \text{ m/s}$,D 正确。

8. BD 【解析】当 $F = 0$ 时,弹簧处于自然伸长状态,根据题图乙可知,弹簧原长 $l_0 = 15 \text{ cm}$,A 错误;由胡克定律结合题图乙可得 $k = \frac{F_{\text{弹}}}{x} = \frac{40}{(25-15) \times 10^{-2}} \text{ N/m} = 400 \text{ N/m}$,B 正确;由题意

结合题图乙知,弹簧长度为 10 cm 时, F 方向向左,弹簧处于压缩状态,则弹簧对墙壁的弹力水平向左,大小为 $F'_{\text{弹}} = k(l_0 - l) = 400 \times (0.15 - 0.10) \text{ N} = 20 \text{ N}$,C 错误,D 正确。

第2节 摩擦力

变式训练

1-1. D 【解析】木板向右运动的过程中,木块受到测力计向左的弹力 $F_{\text{弹}}$ 和向右的滑动摩擦力 $f_{\text{滑}}$ 的作用而保持静止,由平衡条件得 $F_{\text{弹}} = f_{\text{滑}} = \mu mg$,可知木块质量越大,测力计示数越大,测力计示数大小与木板所受拉力、桌面粗糙程度、木板运动的速度都无关,故 D 正确,A、B、C 错误。

2-1. BC 【解析】A 物体在水平方向做匀速直线运动,所受合力为零,则水平方向不受摩擦力,故 A 错误;B、C 物体相对传送带有向下滑动的趋势,所以均受到沿传送带向上的静摩擦力,故 B、C 正确,D 错误。

3-1. AD 【解析】弹簧上弹力大小为 $F_1 = kx = 10 \text{ N}$,弹簧被拉长,B 受到的弹簧弹力大小为 10 N ,方向向左,B 与地面间的最大静摩擦力为 $f_{B\text{max}} = \mu G_B = 20 \text{ N}$,给 B 一水平向右的 $F = 8 \text{ N}$ 的力,由于 $F_1 + F < f_{B\text{max}}$,可知 B 静止,根据平衡条件可知,B 受到的静摩擦力方向水平向右,大小为 2 N ,C 错误,D 正确。弹簧被拉伸,所以 A 受到的弹簧弹力方向向右,A 与地面间的最大静摩擦力为 $f_{A\text{max}} = \mu G_A = 15 \text{ N}$,弹力小于最大静摩擦力,所以 A 静止不动,根据平衡条件可知,A 受到的静摩擦力大小为 10 N ,方向向左,A 正确,B 错误。

越刷越强

1. D 【解析】受静摩擦力作用的物体可能是运动的,静止的物体也可能受到滑动摩擦力作用,例如一物体在静止的粗糙斜面上下滑的过程中,静止的斜面受到物体的滑动摩擦力作用,故 A 错误;滑动摩擦力的大小与正压力成正比,静摩擦力的大小与正压力无关(最大静摩擦力除外),故 B 错误;摩擦力总是阻碍物体相对运动或相对运动趋势,但摩擦力可以是动力,也可以是阻力,故 C 错误;物体间有摩擦力,则一定有弹力,且摩擦力的方向一定和物体间的弹力方向垂直,故 D 正确。

2. D 【解析】手握毛笔悬空时毛笔受到的压力是手形变产生的,故 A 错误;悬空时毛笔所受摩擦力为静摩擦力,该摩擦力的大小等于毛笔所受的重力,与握笔的力的大小不成正比,故 B 错误;握毛笔写字时,毛笔对纸面的压力作用在纸面上,毛笔所受的重力作用在毛笔上,可知毛笔对纸面的压力与毛笔所受的重力并不是同一个力,故 C 错误;在纸面上向右书写时,纸面相对于毛笔向左运动,则毛笔对纸面的摩擦力方向向右,故 D 正确。

3. B 【解析】该同学匀速爬升,所受摩擦力与重力等大反向,A 错误,B 正确;手握杆的力影响最大静摩擦力,实际的静摩擦力与同学所受重力大小相等,方向相反,C 错误;手与杆之间没有相对滑动,手与杆之间的摩擦力为静摩擦力,D 错误。

4. AC 【解析】由题图乙可知,木箱所受的滑动摩擦力大小为 $F_f = 15 \text{ N}$,A 正确,B 错误;根据 $F_f = \mu F_N$, $F_N = mg$,解得木箱与地面间的动摩擦因数 $\mu = 0.3$,C 正确,D 错误。

5. AC 【解析】P 向右匀速运动,则 Q 向左匀速运动,Q 受到 P 给的向右的滑动摩擦力,大小为 $f = \mu mg$,Q 对 P 摩擦力大小为

$f' = \mu mg$, 方向向左, 且 Q 受力平衡, 由平衡条件得绳对 Q 的拉力大小为 $T = f = \mu mg$, 则绳子对 P 的拉力大小为 μmg , 方向

关键点 同一根绳上的拉力大小相等

向左, 故 A 正确, B 错误; 对 P 受力分析, P 受重力 $2mg$, 绳子向左的拉力 T , 向右的力 F , Q 对 P 向下的压力 mg , 桌面对 P 向上的支持力 $3mg$, Q 对 P 向左的摩擦力 f' , 桌面对 P 向左的滑动摩擦力 $f_{\text{桌}} = 3\mu mg$, 根据平衡条件得 F 的大小为 $F = T + f' + f_{\text{桌}} = 5\mu mg$, 故 C 正确, D 错误。

6. D 【解析】若木板、木箱、人均静止, 人对木箱有向右的推力, 则地面对木箱有向左的静摩擦力, 人对木板有向左的摩擦力, 则地面对木板有向右的静摩擦力, 故 A 错误; 若木箱静止, 木板和人一起向左运动, 则地面对木板的摩擦力方向向右, 对木箱的摩擦力方向向左, 故 B 错误; 若木板和人均静止, 木箱向右运动, 则地面对木板的静摩擦力方向向右, 对木箱的滑动摩擦力方向向左, 故 C 错误; 若木箱和木板均不动, 人脚相对木板向左滑动, 人对木板的摩擦力方向向左, 则地面对木板的摩擦力方向向右, 对木箱的摩擦力方向向左, 故 D 正确。

7. BC 【解析】物体 A 静止, 则 A 受到右边绳的拉力大小为 $F_2 = 10 \text{ N}$, 方向向右, 当 $F_1 = 4 \text{ N}$ 时, 要使 A 静止, 所需静摩擦力大小为 $F_2 - F_1 = 6 \text{ N} > 4 \text{ N}$, 物体 A 不能静止, 故 A 错误; 当 $F_1 = 6 \text{ N}$ 时, 要使 A 静止, 所需静摩擦力大小为 $F_2 - F_1 = 4 \text{ N}$, 即静摩擦力正好达到最大值且方向向左, 故 B 正确; 当 $F_1 = 10 \text{ N}$ 时, $F_2 - F_1 = 0$, 静摩擦力为零, 故 C 正确; 当 $F_1 = 18 \text{ N}$ 时, 要使 A 静止, 所需静摩擦力大小为 $F_1 - F_2 = 8 \text{ N} > 4 \text{ N}$, 物体 A 不能静止, 故 D 错误。

一题多解 由题意可知, 当静摩擦力最大且方向向左时, F_1 有最小值, $F_{1\min} = 10 \text{ N} - 4 \text{ N} = 6 \text{ N}$; 当静摩擦力最大且方向向右时, F_1 有最大值, $F_{1\max} = 10 \text{ N} + 4 \text{ N} = 14 \text{ N}$, 所以 F_1 的取值范围为 $6 \text{ N} \leq F_1 \leq 14 \text{ N}$. 故选 B、C。

8. C 【解析】对第 2 张答题卡进行受力分析, 第 3 张答题卡对第 2 张答题卡的支持力等于两张答题卡的重力与滚轮的压力的和, 最大静摩擦力为 $f_{2m} = \mu_2(2mg + F)$, 而第 1 张答题卡对第 2 张答题卡的滑动摩擦力为 $f_{12} = \mu_2(mg + F) < f_{2m} = \mu_2(2mg + F)$, 则第 2 张答题卡与第 3 张答题卡之间不发生相对滑动; 同理可知, 除第 1 张答题卡外, 其余答题卡均处于静止状态, 故 A 错误. 为了使第 1 张答题卡跟随滚轮滑动, 需要满足 $\mu_1 F > \mu_2(F + mg)$, 可得 $\mu_1 > \mu_2$, 故 B 错误. 除了第 1 张答题卡, 其他答题卡均处于静止状态, 根据平衡条件可知, 其他任意一张答题卡下表面受到的摩擦力均等于上表面受到的摩擦力大小; 以第 2 张答题卡到第 10 张答题卡为整体, 根据

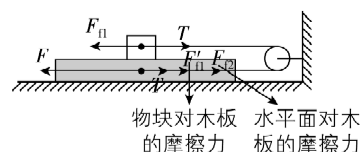
关键点 静止状态的答题卡所受合力为零

平衡条件可知, 第 11 张答题卡对第 10 张答题卡的摩擦力大小等于第 1 张答题卡对第 2 张答题卡的滑动摩擦力大小, 则有 $f_{10} = f_{12} = \mu_2(mg + F)$, 故 C 正确, D 错误。

9. (1) 2 N (2) 0.1

【解析】(1) (2) 当 $F = 10 \text{ N}$ 时木板和物块匀速运动, 二者受力分析如图所示, 对物块, 有 $T = F_{\text{阻}} = \mu Mg$, 对木板, 有 $F = F_{\text{阻}} +$

$$F_{12} + T = \mu Mg + \mu(M + m)g + T, \text{ 联立解得 } T = 2 \text{ N}, \mu = 0.1.$$



第 3 节 牛顿第三定律

变式训练

- 1-1. A 【解析】悬绳对横梁的拉力, 是由于悬绳的形变产生的, 故 A 正确; 悬绳受到大钟的拉力, 是由于大钟的形变产生的, 故 B 错误; 悬绳对大钟的拉力和大钟对悬绳的拉力, 是一对作用力和反作用力, 故 C 错误; 悬绳受到横梁的拉力和横梁受到悬绳的拉力, 是一对作用力和反作用力, 故 D 错误。

- 2-1. AD 【解析】甲受到的重力与地面对甲的支持力是一对平衡力, 故 A 正确; 绳子对甲的拉力与甲对绳子的拉力、绳子对乙的拉力与乙对绳子的拉力是作用力与反作用力, 因为绳子中拉力处处大小相等, 所以甲对绳子的拉力与乙对绳子的拉力大小相等, 故 B 错误; 绳子对乙的拉力与绳子对甲的拉力涉及三个物体, 不是一对作用力与反作用力, 故 C 错误; 甲对绳子的拉力与绳子对甲的拉力是一对作用力与反作用力, 故 D 正确。

- 3-1. D 【解析】处于压缩状态的弹簧对 B 有向左的弹力, B 有向左运动的趋势, 而 B 静止, 因此 B 受到向右的摩擦力, A 错误; A 对 B 的摩擦力向右, 根据牛顿第三定律可知, B 对 A 的摩擦力向左, B 错误; 由前面分析可知, 弹簧对 A 的弹力与 B 对 A 的摩擦力大小相等, 方向相反, 若地面对 A 有摩擦力, 则 A 不会静止, 所以地面对 A 没有摩擦力, C 错误, D 正确。

越刷越强

1. B 【解析】鹰稳稳地停在指尖上而不掉落, 处于平衡状态, 鹰受到竖直向下的重力与指尖对鹰竖直向上的支持力而平衡, 则其重心一定在指尖对其支持力的作用线上, 而鹰的腹部不在支持力的作用线上, 故 A 错误; 手指由于被压要恢复原状, 对鹰产生向上的支持力, 故 B 正确; 鹰受的重力与手指对鹰的支持力大小相等、方向相反, 且作用在同一物体上, 是一对平衡力, 故 C 错误; 鹰对手指的压力作用在手指上, 鹰的重力作用在鹰上, 因此这两个力不是一对平衡力, 故 D 错误。

关键点拨 平衡力和相互作用力最显著的区别就是平衡力作用于同一物体, 相互作用力作用在两个物体上。

2. A 【解析】氦气球上升过程中, 根据牛顿第三定律可知, 空气对氦气球作用力的大小等于氦气球对空气作用力的大小, 故 A 正确, B 错误; 充满空气的气球放手后不能加速上升, 是由于空气对气球的作用力没有大于气球整体的重力, 故 C 错误; 充满二氧化碳的气球放手后下降, 是由于空气对气球的作用力小于气球整体的重力, 故 D 错误。

3. A 【解析】对 a, 由受力平衡可得, 水平方向不受摩擦力, 根据牛顿第三定律可知, a 作用于 b 的静摩擦力为零, 故 A 正确, B 错误; 对 b, 水平方向受力平衡, c 作用于 b 的静摩擦力与水平恒力 F 是一对平衡力, 故 c 作用于 b 的静摩擦力大小等于 F, 由牛顿第三定律得, b 作用于 c 的静摩擦力大小为 F, 故 C、D 错误。

4. B 【解析】车厢随倾斜直缆绳匀速上行,则小行李箱也做匀速直线运动,所以小行李箱受力平衡.小行李箱竖直方向受向下的重力和向上的支持力,两者等大反向,水平方向不受底板的摩擦力,所以底板对小行李箱的作用力的方向竖直向上,故 A 错误,B 正确;小行李箱对底板的压力和底板对它的支持力是一对作用力与反作用力,同时产生,同时消失,故 C 错误;小行李箱受到的支持力与小行李箱对底板的压力作用在两个物体上,是一对相互作用力,故 D 错误.

5. (1) 1 N (2) 3 N (3) 1:2

【解析】(1) 木块 A 静止,水平方向受弹簧测力计的拉力和 B 对 A 的滑动摩擦力,二力平衡,故 $f_{BA} = 1 \text{ N}$,根据牛顿第三定律可知,A 对 B 的摩擦力大小为 $f_{AB} = f_{BA} = 1 \text{ N}$.

(2) 木板 B 匀速运动,水平方向受拉力 F 、A 对 B 的摩擦力 f_{AB} 、地面对 B 的摩擦力 $f_{地}$,三力平衡,故 $F = f_{AB} + f_{地}$,解得 $f_{地} = 3 \text{ N}$,根据牛顿第三定律可知,B 对地面的摩擦力大小为 3 N.

(3) 设动摩擦因数为 μ ,A 的质量为 m ,B 的质量为 M ,A、B 间的摩擦力 $f_{AB} = \mu mg = 1 \text{ N}$,B 与地面间的摩擦力 $f_{地} = \mu(m+M)g = 3 \text{ N}$,解得 $\frac{m}{M} = \frac{1}{2}$.

第 4 节 力的合成和分解

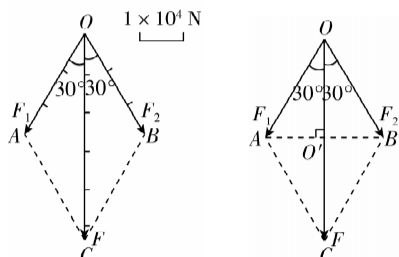
课时 1 力的合成

变式训练

1-1. C 【解析】根据平行四边形定则可知,合力可以比分力中的任何一个力都大,也可以比分力中的任何一个力都小,还可以和其中任何一个分力大小相等,A 错误; θ 减小,根据平行四边形定则可知,合力 F 一定增大,B 错误;合力大小的变化范围为 $|F_1 - F_2| \leq F \leq |F_1 + F_2|$,则 $2 \text{ N} \leq F \leq 14 \text{ N}$,故 C 正确,D 错误.

2-1. 5. $2 \times 10^4 \text{ N}$ 方向竖直向下

【解析】解法一(作图法):如图(a)所示,自 O 点引两根有向线段 OA 和 OB 分别表示两根钢索的拉力 F_1 、 F_2 ,它们与竖直方向的夹角都为 30° ,取单位长度表示 $1 \times 10^4 \text{ N}$,则 OA 和 OB 的长度都是 3 个单位长度,量得对角线 OC 长约为 5.2 个单位长度,所以合力的大小为 $F = 5.2 \times 1 \times 10^4 \text{ N} = 5.2 \times 10^4 \text{ N}$,根据矢量合成法则可知, F 的方向竖直向下.



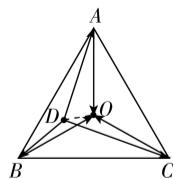
图(a)

图(b)

解法二(计算法):如图(b)所示,先画两根钢索的拉力的示意图,并以表示这两个拉力的有向线段为邻边作平行四边形,由于 $OA = OB$,故平行四边形 $OACB$ 为菱形,两对角线互相垂直且平分,又 $\angle AOC = \angle BOC = 30^\circ$,则合力 $F = 2F_1 \cos 30^\circ = 2 \times 3 \times 10^4 \times \frac{\sqrt{3}}{2} \text{ N} \approx 5.2 \times 10^4 \text{ N}$,方向竖直向下.

关键点拨 作图法简单、直观,但不够精确;计算法结果精确.应用作图法时,各力必须选定同一标度,分清虚线和实线.

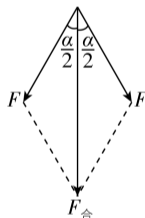
3-1. C 【解析】因为 O 是等边三角形 ABC 的中心,现增加三个力,分别用矢量 $\vec{AO}$ 、 $\vec{BO}$ 、 $\vec{CO}$ 表示,如图所示,因为矢量 $\vec{AO}$ 、 $\vec{BO}$ 、 $\vec{CO}$ 等大且互成 120° 角,故 $\vec{AO}$ 、 $\vec{BO}$ 、 $\vec{CO}$ 三者的合力为零,不影响 $\vec{DA}$ 、 $\vec{DB}$ 、 $\vec{DC}$ 三力的合成,



根据三角形定则可知, $\vec{DA}$ 与 $\vec{AO}$ 的合力为 $\vec{DO}$ 、 $\vec{DB}$ 与 $\vec{BO}$ 的合力为 $\vec{DO}$ 、 $\vec{DC}$ 与 $\vec{CO}$ 的合力为 $\vec{DO}$,故 $\vec{DA}$ 、 $\vec{DB}$ 、 $\vec{DC}$ 三个力的合力大小用 DO 长度可表示为 $3DO$,C 正确,A、B、D 错误.

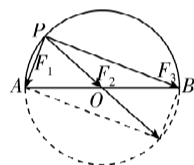
越刷越强

1. B 【解析】如图所示,根据平行四边形定则可知 $F_{合} = 2F \cos \frac{\alpha}{2}$,B 正确.



2. AC 【解析】由于两次提起水桶均保持静止,可知两次力的作用效果相同,即 F_1 、 F_2 的合力等于 F ,根据平行四边形定则可知, F 可能比 F_1 、 F_2 都大,可能比 F_1 、 F_2 都小,也可能等于 F_1 或等于 F_2 ,故 A 正确,B 错误;由于 F_1 、 F_2 的合力一定,根据平行四边形定则可知, F_1 、 F_2 之间的张角越小越省力,故 C 正确; F 是 F_1 、 F_2 的合力,大小不一定等于 F_1 、 F_2 的大小之和,故 D 错误.

3. D 【解析】根据平行四边形定则,先将 F_1 、 F_3 合成,如图所示,可知合力对应的长度恰好为圆的直径, F_2 对应的长度为圆的半径,因此 F_1 与 F_3 的合力大小为 $2F_2$,方向与力 F_2 方向相同,则三个力的合力大小为 $3F_2$,故选 D.



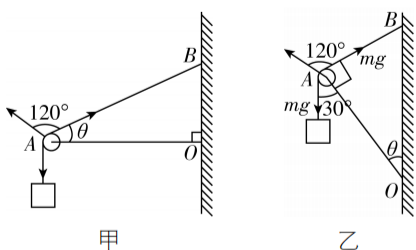
4. D 【解析】根据平行四边形定则可知,当 OD 、 OC 两拉索夹角为 120° 时,三根拉索的拉力大小才相等,A 错误;当 OD 、 OC 两拉索的夹角大于 120° 时,拉索 AO 上的拉力比拉索 OD 和 OC 中任何一个拉力都小,B 错误;若在 AO 上施加一恒力, OD 、 OC 两拉索夹角越小,拉索 OD 、 OC 上拉力越小,C 错误;若保持 OD 、 OC 两拉索拉力大小不变, OD 、 OC 两拉索越短,则两力夹角越大,合力越小,即拉动拉索 AO 越省力,故 D 正确.

5. C 【解析】设两个分力的大小分别为 F_1 和 F_2 ,且 $F_1 > F_2$,由题图可知,当 $\theta = \frac{\pi}{2}$ 时, $\sqrt{F_1^2 + F_2^2} = 10 \text{ N}$;当 $\theta = \pi$ 时, $F_1 - F_2 = 2 \text{ N}$,联立两式解得 $F_1 = 8 \text{ N}$, $F_2 = 6 \text{ N}$,故 C 正确,D 错误;合力大小的变化范围是 $2 \text{ N} \leq F \leq 14 \text{ N}$,故 A、B 错误.

→ **关键点** $|F_1 - F_2| \leq F \leq F_1 + F_2$

6. C 【解析】甲装置中细线的拉力等于乙装置中细线的拉力,均等于物块的重力,A 错误;根据力的合成规律可知,甲装置

中滑轮两侧细线拉力的合力斜向右下方,与杆 OA 的夹角为 30° ,对 A 点受力分析如图甲所示,B 错误;乙装置中滑轮两侧细线拉力均为 mg ,夹角为 120° ,则合力 $F = 2mg\cos 60^\circ = mg$,即滑轮两侧细线拉力对滑轮的作用力与物块受到的重力大小相等,方向与水平方向夹角为 30° 斜向右下方,对 A 点受力分析如图乙所示,C 正确,D 错误。



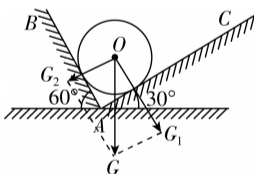
甲 乙

课时 2 力的分解

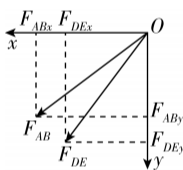
变式训练

1-1. A 【解析】根据重力对两个光滑斜面的作用效果,将重力分解为与两斜面分别垂直的 G_1 和 G_2 ,根据平行四边形定则作出力的示意图,如图所示,由几何关系可得

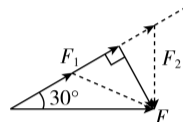
$$G_1 = G\cos 30^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2}G, G_2 = G\sin 30^\circ = \frac{1}{2}G, \text{ 故选 A.}$$



2-1. B 【解析】弹性轻绳被拉长了 x ,同一根轻绳上弹力大小处处相等,即 $F_{AB} = F_{DE} = kx$,将 F_{AB} 、 F_{DE} 分别沿水平和竖直方向正交分解,如图所示,在水平方向,有 $F_x = F_{AB}\cos 37^\circ + F_{DE}\cos 53^\circ = 1.4kx$,在竖直方向,有 $F_y = F_{AB}\sin 37^\circ + F_{DE}\sin 53^\circ = 1.4kx$,则耳朵受到口罩带的作用力为 $F = \sqrt{F_x^2 + F_y^2} = \frac{7\sqrt{2}}{5}kx$,故 A 错误,B 正确;设口罩带对耳朵的作用力方向与水平方向的夹角为 θ ,则 $\tan \theta = \frac{F_y}{F_x} = 1, \theta = 45^\circ$,根据牛顿第三定律,耳朵对口罩带的作用力方向与水平方向夹角为 45° ,故 C、D 错误。



3-1. D 【解析】由题意将一个力 F 分解为两个分力,已知其中一个不为零的分力 F_1 的方向与 F 成 30° 角,由平行四边形定则可知,另一个分力 F_2 的方向不可能与合力 F 平行,A 错误;由力的矢量三角形定则,如图所示,当 F_2 的方向与 F_1 的方向垂直时, F_2 有最小值,最小值为 $F_2 = F\sin 30^\circ = 5\text{ N}$,此时 F_1 大于 5 N ,若 F_2 大于 5 N ,则 F_1 有可能小于 5 N ,B、C 错误,D 正确。

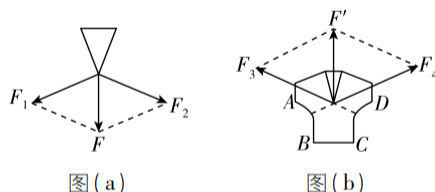


越刷越强

1. C 【解析】减小桥面坡度,车辆重力不变,A 错误;把桥面看成斜面,设倾角为 θ ,车辆重力沿平行于桥面方向的分力大小为 $G_x = mg\sin \theta$,车辆重力沿垂直于桥面方向的分力大小为 $G_y = mg\cos \theta$,减小桥面坡度,即减小 θ ,减小了过桥车辆重力沿平行于桥面方向的分力,增大了车辆重力沿垂直于桥面方向的分力,即增大了过桥车辆对桥面的压力,C 正确,B、D 错误。

2. D 【解析】由平行四边形定则可知,两个力的合力可以比分力大,也可以比分力小,还可以等于分力,例如两个分力大小均为 F ,当夹角为 120° 时,合力大小等于 F ,故 A 错误;任何一个力的分解,在无条件的情况下,都有无数种解,故 B 错误;由平行四边形定则可知,被分解的力的大小在两分力之和与两分力之差的绝对值之间,因此 10 N 的力不可以分解为 16 N 和 5 N 的两个分力,可以分解为 12 N 和 6 N 的两个分力,故 C 错误,D 正确。

3. B 【解析】拉链头中间是一个楔形的三角形,如图(a)所示,较小的拉力 F 可以分解成两个互成角度的大小相等的较大的力 F_1 和 F_2 ,正是在这两个力的作用下,使拉链分开,A 错误,B 正确;合上拉链时,向上的拉力可产生两个较大的分力,如图(b)所示,这两个分力对拉链产生较大的挤压力,使合上拉链时较为省力,C、D 错误。

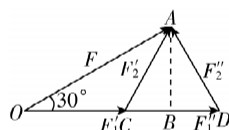


4. AC 【解析】由题意可知, F_2 的大小

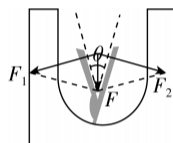
$$\text{为 } \frac{\sqrt{3}}{3}F, \text{ 大于 } F\sin 30^\circ = \frac{1}{2}F, \text{ 小于 } F,$$

根据平行四边形定则可知力 F 有两

种分解情况,如图所示,由几何关系得 $F_1' = \frac{\sqrt{3}}{3}F$ 或 $F_1'' = \frac{2\sqrt{3}}{3}F$,故 A、C 正确。



5. D 【解析】当刀具向后拉动时,刀具受到的滑动摩擦力阻碍刀具的相对运动,因此刀具受到的摩擦力向前,故 A 错误;刀具向后拉动时,由于刀具受到的摩擦力向前,根据牛顿第三定律可知,磨刀器受到刀具的摩擦力向后,根据平衡条件可知,桌面对磨刀器的摩擦力向前,结合牛顿第三定律可知,磨刀器对桌面的摩擦力向后,故 B 错误;当对刀具施加正压力 F 时,将 F 沿两个刀片侧面进行分解,如图所示,由几何关系可得 $F_1 = F_2 = \frac{F}{2\sin \frac{\theta}{2}}$,刀具受到的摩擦力 $f =$

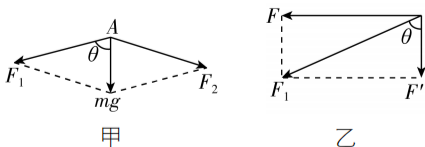


$$\mu F_1 \cos \frac{\theta}{2} + \mu F_2 \cos \frac{\theta}{2} = \mu \frac{F}{\tan \frac{\theta}{2}}, \text{ 故磨刀器的夹角 } \theta \text{ 越大,刀}$$

具对磨刀器的作用力越小,刀具受到磨刀器的摩擦力越小,故 C 错误,D 正确。

6. B 【解析】该同学站在 A 处时,重力产生两个作用效果,分别沿 AB 、 AC 挤压木板,可将重力分解为力 F_1 、 F_2 ,如图甲所示,设 F_1 、 F_2 与竖直方向的夹角为 θ ,则有 $F_1 = F_2 = \frac{mg}{2\cos \theta}$,木板在 B 点挤压衣橱和地面,将 F_1 分解,如图乙所示,则水平推力为 $F = F_1 \sin \theta = \frac{1}{2}mg \tan \theta$,由几何关系得 $\tan \theta = \frac{L}{2h}$,联立并代入数据,可得此时衣橱受到该装置的水平推力大小为

$F = 1\,500\text{ N}$, B 正确.



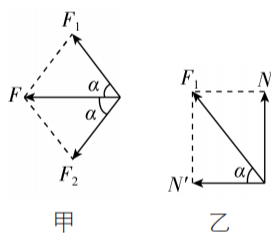
7. (1) $\frac{200}{\cos \alpha}\text{ N}$ (2) $2\,000\text{ N}$

【解析】(1) 将力 F 按作用效果沿 AB 和 AC 两个方向进行分解, 如图甲所示, 有 $2F_1 \cos \alpha = F$, 解得扩张机 AB 杆的弹力大

【拓展点】分力不是物体真正受到的力

小为 $F_1 = \frac{F}{2 \cos \alpha} = \frac{200}{\cos \alpha}\text{ N}$.

(2) 再将 F_1 按作用效果分解为 N 和 N' , 如图乙所示, 有 $N = F_1 \sin \alpha$, 解得 $N = \frac{F \tan \alpha}{2}$, 根据几何知识可知 $\tan \alpha = \frac{l}{b} = 10$, 代入解得 $N = 2\,000\text{ N}$.



第5节 共点力的平衡

变式训练

1-1. B 【解析】苍鹰做匀速直线运动, 处于平衡状态, 所受合力为零, 故空气对它的作用力竖直向上, 和重力大小相等, 方向相反, 故选 B.

2-1. BC 【解析】题图甲中对 B 点受力分析, 杆受力沿杆, 连接重物的轻绳对 B 点的拉力大小 $F_{T2} = mg$, 由力的合成法, 可知杆的弹力大小 $F_{N1} = \frac{mg}{\tan 37^\circ} = \frac{4}{3}mg$, 连接 B 点与墙壁的轻绳上拉力大小 $F_{T1} = \frac{mg}{\sin 37^\circ} = \frac{5}{3}mg$, 则与轻杆 AB 连接的铰链受到杆的弹力大小为 $\frac{4}{3}mg$, A 错误; 题图乙中对 D 点受力分析, 两段绳上的拉力大小相等, 可知轻绳的拉力大小为 $F'_{T1} = F'_{T2} = mg$, 则重物质量增加时, 题图甲中连接 B 点与墙壁的轻绳更容易断裂, B 正确; 根据力的合成可得小滑轮受到杆的弹力大小为 $F_{N2} = \sqrt{F_{T1}^2 + F_{T2}^2} = \sqrt{2}mg$, 方向与水平方向夹角为 45° 斜向右上, C 正确; 由前面分析可知, 题图甲中杆中弹力方向沿杆方向, 题图乙中杆中弹力方向不沿杆方向, D 错误.

越刷越强

1. B 【解析】当三个力方向相同时, 合力最大, 则有 $F_{\max} = 1\text{ N} + 2\text{ N} + 3\text{ N} = 6\text{ N}$, 由 $1\text{ N} + 2\text{ N} = 3\text{ N}$ 可知, 当 1 N 与 2 N 这两个力方向相同, 且与 3 N 的力的方向相反时, 合力最小值为 0 . 故选 B.

2. BD 【解析】由题可知, B 受力平衡, 则物体 B 受到重力和 A 对 B 的支持力作用, 共两个力, A 错误; 物体 A 沿斜面匀速下滑, 则物体 A 与斜面之间一定存在沿斜面向上的滑动摩擦

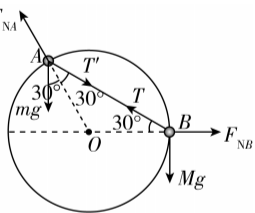
力, B 正确; 对 A 、 B 整体, 有 $(M+m)g \sin \theta = \mu(M+m)g \cos \theta$, 则 $\sin \theta = \mu \cos \theta$, 与质量无关, 可知把物体 B 拿走后, 物体 A 仍做匀速运动, C 错误; 由 $\sin \theta = \mu \cos \theta$, 可得物体 A 与斜面之

【关键点】质量不影响整体所受合力大小

间的动摩擦因数为 $\mu = \tan \theta = \frac{\sqrt{3}}{3}$, D 正确.

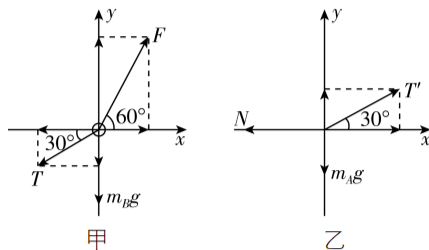
3. A 【解析】两侧头发上的合力大小不变, 两分力等大, 两指尖距离越大, 夹角越大, 分力越大, 头发上的弹力越大, 故 A 正确, B 错误; 随着两指尖距离增大, 头发的弹力先小于重力, 再等于重力, 后大于重力, 故 C 错误; 当挂钩两端头发之间的夹角 θ 为 120° 时, 头发上的弹力与重物受到的重力大小相等, 故 D 错误.

4. D 【解析】如图所示, 对 A 、 B 球受力分析, 对 B , 根据平衡条件可得 $T \sin 30^\circ = Mg$, 解得 $T = 2Mg$, 根据几何关系可知细绳与 OA 的夹角和 OA 与竖直方向的夹角均为 30° , 对 A , 根据平衡条件以及对称性可知 $T' = mg$, 又 $T' = T$, 解得 $m = 2M$. D 正确.



5. AD 【解析】 B 、 C 刚好接触无挤压, 根据对称性可知 B 、 C 对 A 的弹力大小相等, 对 A 受力分析, A 在竖直方向上受力平衡, 可得 $mg = 2N_B \cos 30^\circ$, 解得 $N_B = \frac{\sqrt{3}}{3}mg$, A 正确; 对 B 受力分析, 根据牛顿第三定律, A 对 B 的压力大小等于 B 对 A 的支持力大小, 由 B 在竖直方向上受力平衡可得地面对 B 的弹力大小为 $N = mg + N_B \cos 30^\circ$, 解得 $N = \frac{3}{2}mg$, B 错误; 设 B 对 A 的弹力与竖直方向的夹角为 θ , 对 A 受力分析, 由平衡条件有 $mg = 2N'_B \cos \theta$, 解得 $N'_B = \frac{mg}{2 \cos \theta}$, 若 B 、 C 稍稍远离一些 (B 、 C 仍保持静止), 则 θ 增大, $\cos \theta$ 减小, 可知 B 对 A 的弹力变大, C 错误; 沿轴线方向匀速抽出 A 所需的恒力 $F = 2\mu N'_B$, 若 B 、 C 稍稍远离一些 (B 、 C 仍保持静止), B 对 A 的弹力变大, 所需的恒力 F 变大, D 正确.

6. BC 【解析】对 B 受力分析, 如图甲所示, 由平衡条件可得 $F \sin 60^\circ = m_B g + T \sin 30^\circ$, $F \cos 60^\circ = T \cos 30^\circ$, 联立解得 $F = 4\sqrt{3}\text{ N}$, $T = 4\text{ N}$, 故 A 错误, B 正确; 对 A 受力分析, 如图乙所示, 由平衡条件可得 $T' \cos 30^\circ = N$, $T' \sin 30^\circ = m_A g$, 又 $T' = T$, 联立解得 $N = 2\sqrt{3}\text{ N}$, $m_A = 0.2\text{ kg}$, 故 C 正确, D 错误.



7. D 【解析】设绳子与竖直方向的夹角为 θ , 根据共点力平衡条件有 $3F \cos \theta = G$, 解得 $F = \frac{G}{3 \cos \theta}$, 缩短绳长, θ 增大, 绳上的拉力增大, 增加绳长, θ 减小, 绳上的拉力减小, 故 A、B 错误; 三根绳子的拉力大小相等, 方向不同, 故 C 错误; 根据力的合

成可知,三根绳拉力的合力与盆栽的重力等大反向,与绳长无关,故 D 正确。

8. (1) 66 N (2) 6 N, 方向沿斜面向下 (3) 见解析

【解析】(1) 对物块 m 受力分析,

根据平衡条件可得 $T = mg + T_{\text{弹}}$,

根据胡克定律可得 $T_{\text{弹}} = kx$,

其中 $x = 8 \text{ cm} = 0.08 \text{ m}$,

解得 $T_{\text{弹}} = kx = 200 \times 0.08 \text{ N} = 16 \text{ N}$,

联立解得轻绳的拉力大小为 $T = 66 \text{ N}$ 。

(2) 以物体 M 为研究对象,受到重力、支持力、轻绳拉力和摩擦力,假设摩擦力方向沿斜面向下,沿斜面方向根据平衡条件可得 $Mg \sin 37^\circ + f = T$,

代入数据解得 $f = 6 \text{ N}$,

假设正确,所以 M 所受到的摩擦力大小为 6 N ,方向沿斜面向下。

(3) 物体 M 与斜面间的最大静摩擦力为 $f_m = \mu Mg \cos 37^\circ = 0.375 \times 10 \times 10 \times 0.8 \text{ N} = 30 \text{ N} < Mg \sin 37^\circ = 60 \text{ N}$ 。

关键点 最大静摩擦力小于重力沿斜面向下的分力,则物体 M 有可能向上滑也有可能向下滑

① 物体 M 刚要向上运动时,设轻绳的拉力为 T_1 ,对物体 M 受力分析,沿斜面方向,根据平衡条件可得

$$T_1 = Mg \sin 37^\circ + f_m = 90 \text{ N},$$

对物块 m ,根据平衡条件可得 $T_1 = mg + T_{\text{弹}1}$,

解得 $T_{\text{弹}1} = 40 \text{ N}$,此时弹簧处于伸长状态。

② 物体 M 刚要向下运动时,设轻绳的拉力为 T_2 ,对物体 M 受力分析,沿斜面方向,根据平衡条件可得

$$T_2 = Mg \sin 37^\circ - f_m = 30 \text{ N},$$

对物块 m ,根据平衡条件可得 $T_2 = mg - T_{\text{弹}2}$,

解得 $T_{\text{弹}2} = 20 \text{ N}$,此时弹簧处于压缩状态。

专题 3 整体法与隔离法

变式训练

1-1. AC 【解析】对 a 、 b 整体进行受力分析,竖直方向受力平衡,即墙壁对 a 的摩擦力与两物体的总重力大小相等,方向相反,所以当推力 F 增大时,墙壁对 a 的摩擦力大小不变,故 A 正确;物体 a 受 5 个力作用,分别是自身重力、墙壁的弹力、物体 b 的压力、墙壁的摩擦力和物体 b 的摩擦力,物体 b 受 4 个力作用,分别是自身重力、物体 a 的弹力、物体 a 的摩擦力和推力 F ,故 B 错误;若 a 、 b 保持相对静止沿墙壁向下匀速运动, a 、 b 整体受力平衡,竖直方向上,墙壁对 a 的摩擦力与两物体的总重力大小相等,即 $f = 2mg$,故 C 正确;当撤去 F , a 、 b 沿墙壁下滑时, a 只受自身重力作用,故 D 错误。

2-1. C 【解析】对 n 块砖组成的整体进行受力分析,根据对称性与受力平衡可知,左侧的砖夹对第 1 块砖的摩擦力大小为 $f_1 = \frac{nmg}{2}$,右侧的砖夹对第 n 块砖的摩擦力大小也为 $f_1 = \frac{nmg}{2}$,且方向均竖直向上,故 A 错误;第 1 块砖、第 n 块砖相对左、右侧的砖夹运动趋势均向下,则左、右侧的砖夹相对第 1、第 n 块砖的运动趋势均向上,故 B 错误;若 n 为偶数,设第 $\frac{n}{2}$ 块砖与第 $\frac{n}{2} + 1$ 块砖间的摩擦力为 f_2 ,对第 1 至 $\frac{n}{2}$ 块砖组成的

整体进行受力分析,由力的平衡条件可得 $f_1 = \frac{nmg}{2} + f_2$,解得

$f_2 = 0$,即第 $\frac{n}{2}$ 块砖与第 $\frac{n}{2} + 1$ 块砖间无摩擦力,故 C 正确;若

n 为奇数,设正中央的一块砖对相邻的其中一块砖的摩擦力大小为 f_3 ,对正中央的一块砖受力分析,结合牛顿第三定律并根据对称性与三力平衡可得 $2f_3 = mg$,解得 $f_3 = \frac{mg}{2}$,故 D 错误。

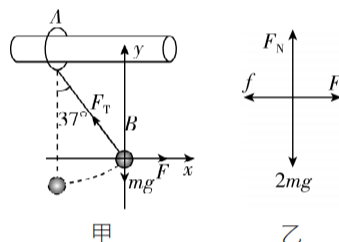
越刷越强

1. B 【解析】根据题意,对物体 A 受力分析,竖直方向上,受重力和物体 B 的支持力,水平方向上,受水平向左的拉力,由平衡条件可知,物体 B 给物体 A 水平向右的静摩擦力与拉力大小相等,则物体 A 受 4 个力,由牛顿第三定律可知,物体 A 对 B 的摩擦力方向向左,A 错误,B 正确;对 A 、 B 整体受力分析,由平衡条件可知,水平拉力方向向左,则地面对物体 B 的摩擦力不为零,方向

突破点 在研究外界对系统的外力时,优先考虑用整体法;在研究系统内部的作用力时,优先考虑隔离法

水平向右,C 错误;开始物体 A 静止,合外力为零,若 F 减小,物体 A 仍保持静止,则合外力仍为零,保持不变,D 错误。

2. ACD 【解析】以小球为研究对象进行受力分析,受到拉力 F 、重力 mg 、细线拉力 F_T ,如图甲所示,由受力平衡可得 $F_T \sin 37^\circ = F$, $F_T \cos 37^\circ = mg$,联立解得 $F = \frac{3}{4}mg$, $F_T = \frac{5}{4}mg$,A、D 正确;以 A 、 B 组成的系统为研究对象,受到总重力、支持力、水平拉力和静摩擦力,如图乙所示,根据受力平衡可得 $F_N = 2mg$, $f = F = \frac{3}{4}mg$,B 错误,C 正确。



3. BC 【解析】先运用整体法,以人和木板组成的系统为研究对象,根据平衡条件可得 $2F_T = \mu(m+M)g$,解得绳的弹力大小为 $F_T = 100 \text{ N}$,即人拉绳的力为 100 N ,A 错误,B 正确;再运用隔离法,以人为研究对象,水平方向上,人受到绳子水平向右的拉力和木板对人的脚的摩擦力,二力平衡,摩擦力与拉力等大反向,即摩擦力方向水平向左,根据牛顿第三定律可知,人的脚给木板的摩擦力方向水平向右,C 正确,D 错误。

4. A 【解析】对 a 、 b 整体受力分析,受重力、恒力 F ,由于整体处于平衡状态,可知水平方向墙壁对 a 没有支持力,则墙壁对 a 没有摩擦力,故 B 错误;对 a 物体受力分析, a 受重力、 b 对 a 的压力和摩擦力、外力 F 的作用而处于平衡状态,所以 a 受 4 个力,故 A 正确;以 a 、 b 整体为研究对象,根据平衡条件可得恒力 $F = (M+m)g$,故 C 错误;对 b 物体受力分析, a 对 b 的作用力与 b 的重力平衡,所以 a 物体对 b 物体的作用力大小为 mg ,方向竖直向上,故 D 错误。

5. A 【解析】对 A 、 B 整体受力分析可知,地面对 B 只有一个支持力,大小等于 $2mg$,方向竖直向上,故 B 与地面间没有摩擦力,故 D 错误;对 A 受力分析可知, A 受重力、 B 对 A 施加的垂直接触面向上的支持力和沿接触面向上的静摩擦力,对 B 受

力分析可知, B 受地面的支持力、竖直向下的重力以及 A 对它的压力和静摩擦力, 故 B 一定只受到 4 个力的作用, 故 A 正确; 对 A , 根据平衡条件可得 A 受到的摩擦力 $F_f = mg \cos \theta$, 根据牛顿第三定律可知, A 对 B 的静摩擦力大小为 $mg \cos \theta$, 故 B 、 C 错误.

- 6. A** 【解析】对 B 受力分析, 根据平衡条件有 $F = F_{N1}$, $f_1 = mg$, 此时 B 刚好不下滑, 则有 $f_1 = \mu_1 F_{N1}$, 联立解得 $\mu_1 = \frac{mg}{F}$. 对 A 、 B 整体分析, 根据平衡条件有 $F = f_2$, $F_{N2} = (M+m)g$, 此时 A 恰好不滑动, 则有 $f_2 = \mu_2 F_{N2}$, 联立解得 $\mu_2 = \frac{F}{(M+m)g}$. 故 A 正确.

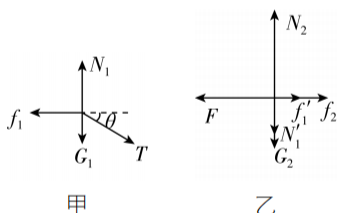
易错点 计算滑动摩擦力时, 要用产生这个摩擦力的接触面所提供的支持力

- 7. (1) 600 N (2) 1 110 N**

【解析】(1) 对 A 受力分析如图甲所示,

有 $T \cos \theta - f_1 = 0$, $N_1 - G_1 - T \sin \theta = 0$,

又 $f_1 = \mu N_1$, 联立解得 $T = 600$ N.



(2) 对 B 受力分析, 如图乙所示,

有 $F - f'_1 - f'_2 = 0$, $N_2 - N'_1 - G_2 = 0$, 又 $f_2 = \mu N_2$, $N_1 = N'_1$, $f'_1 = f_1$,

联立解得 $F = 1 110$ N.

- 8. C** 【解析】对 A 、 B 整体分析可知, 竖直方向有 $f_2 = 2mg$, 即墙面对 B 的摩擦力大小为 $2mg$, 因为是静摩擦力, 则墙面对 B 的摩擦力大小不一定为 $\mu_2 F$, A 错误; 对 A 分析可知, B 对 A 的摩擦力方向向上, 大小为 mg , 则 A 对 B 的摩擦力大小等于 mg , 方向向下, B 、 D 错误, C 正确.

- 9. A** 【解析】将圆环 a 、 b 看成一个整体, 可得粗糙杆 OA 对圆环 a 的支持力为 $2mg$, 由此可得 $f_a = 2\mu mg$, 隔离 b 分析, 可得 $T_{ab} \cos 30^\circ = mg$, 隔离 a 分析, 可得 $T_{ab} \sin 30^\circ = f_a$, 解得 $\mu = \frac{\sqrt{3}}{6}$, 故 A 正确.

- 10. B** 【解析】对物块 B 受力分析, 斜面体对物块 B 的支持力大小为 $F_N = mg \cos \theta$, 根据牛顿第三定律可知物块 B 对斜面体 C 的压力大小也为 $mg \cos \theta$, C 错误; 物块 B 所受细线的拉力大小为 $T = mg \sin \theta$, 对 B 、 C 整体进行受力分析, 竖直方向有 $T \sin \theta + F_{\text{压}} = (M+m)g$, 解得水平面对斜面体 C 的支持力大小为 $F_{\text{压}} = mg \cos^2 \theta + Mg$, 水平方向有 $T \cos \theta = f_{\text{压}}$, 解得水平面对斜面体 C 的摩擦力大小为 $f_{\text{压}} = mg \sin \theta \cos \theta$, A 错误, B 正确; 对轻环 A 受力分析, 在竖直方向上有 $F_{N1} = T \sin \theta$, 解得水平直杆对轻环 A 的支持力大小为 $F_{N1} = mg \sin^2 \theta$, 故 D 错误.

- 11. (1) 15 N (2) 0.25 (3) 25 N (4) 5 N 向上**

【解析】(1) 以六本书整体为研究对象, 进行受力分析, 由于两侧的木板相同及对木板施加的水平压力大小相等, 所以两侧的摩擦力相等, 根据共点力的平衡条件可得 $2f = 6mg$, 解得 $f = 15$ N,

所以左侧木板对书的静摩擦力大小为 15 N.

(2) 对左侧第一本书受力分析, 有 $mg + f_{12} = f$,

为保证书不掉落, 则有 $f_{12} \leq \mu F_N$,

解得 $\mu \geq 0.25$,

故为保证书不掉落, 书和书之间的动摩擦因数至少为 0.25.

(3) 当把左侧第三本书向上抽出时, 该书受到两侧书向下的滑动摩擦力和重力, 因此有 $F_1 = 2\mu F_N + mg = 25$ N.

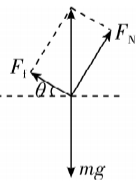
(4) 把右侧三本书看成整体进行受力分析, 设右侧木板对书的摩擦力为 $f_{\text{右}}$, 假设方向向上, 由平衡条件有 $f_{\text{右}} + \mu F_N = 3mg$,

解得 $f_{\text{右}} = 5$ N, 为正值, 说明与假设方向相同, 即方向向上.

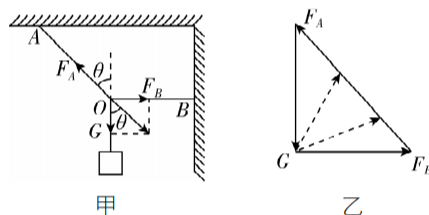
专题 4 共点力作用下的动态平衡问题

变式训练

- 1-1. A** 【解析】对猫受力分析, 如图所示, 由平衡条件可得 $F_N = mg \cos \theta$, $F_f = mg \sin \theta$, 猫沿垂脊从 A 点运动到 B 点的过程中, θ 逐渐减小, 所以支持力逐渐增大, 摩擦力逐渐减小, A 正确, B 错误; 由于猫缓慢爬动, 因此猫受到的合力始终为零, 垂脊给猫的作用力始终与重力等大反向, C 、 D 错误.



- 2-1. BD** 【解析】设绳 OA 拉力为 F_A , 绳 OB 拉力为 F_B , 结点 O 受力如图甲所示, 由平衡条件得 $F_A = \frac{G}{\cos \theta}$, $F_B = G \tan \theta$, 故 A 错误, B 正确; 保持 O 点位置不变, 若 B 点上移, 作出如图乙所示的力的矢量三角形, 可知绳 AO 中拉力一直减小, 绳 BO 中拉力先减小后增大, 故 C 错误, D 正确.



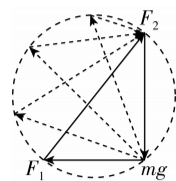
- 3-1. AC** 【解析】以小球 P 为研究对象, 分析小球 P 受力情况, 受重力 G 、细绳的拉力 T 和半球形物体的支持力 N , 作出 N 、 T 的合力 F , 由平衡条件可知 $F = G$, 由几何知识可知力的矢量三角形与 $\triangle POD$ 相似, 可得 $\frac{N}{PO} =$

$\frac{F}{DO} = \frac{T}{PD}$, 将细绳固定点 A 向右缓慢平移的过程中, DO 、 PO 不变, PD 变小, 则 T 变小, N 大小不变, 即弹簧的弹力变小, 弹簧变短, 由牛顿第三定律知, 小球 P 对半球形物体的压力大小不变, 故 A 、 C 正确, B 、 D 错误.

- 4-1. D** 【解析】在圆环顺时针缓慢旋转 90° 过程中, 保持两手臂伸直状态, 两手拉力夹角不变, 由三力平衡推论知, 三力平移后会

突破点 学员重力不变, 两手拉力夹角不变, 用辅助圆法解题

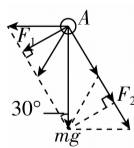
组成一闭合三角形, 如图所示, F_1 表示左手拉力, F_2 表示右手拉力, 可知左手拉力先变大后变小, 右手拉力一直变小, 故 D 正确.



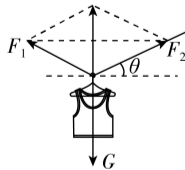
越刷越强

1. C 【解析】将小球所受重力在如图所示方向进行分解,施加的力与 F_1 等大反向,由图可知,当 F_1 与细绳垂直时,施加的力最小,为

$$F_{\min} = mg \sin 30^\circ = \frac{1}{2}mg, \text{C 正确.}$$



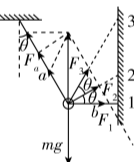
2. D 【解析】对衣架受力分析如图所示,因为同一根绳子上的拉力大小处处相等,所以衣架两侧绳子与竖直方向夹角是相等的.设绳子与水平方向的夹角为 θ ,根据受力平衡可得 $F_1 = F_2 = \frac{G}{2\sin \theta}$,由于 $m < M$,



若 m 左侧绳与水平方向夹角小于 M 右侧绳与水平方向夹角,则无法平衡,故最终二者靠在一起才能保持平衡,故 D 正确.

3. AC 【解析】对工人,根据平衡条件可得 $F_1 \cos \alpha = G$, $F_1 \sin \alpha = F_2$,解得 $F_1 = \frac{G}{\cos \alpha}$, $F_2 = G \tan \alpha$,A 正确,B 错误;若工人缓慢下移,增加悬绳的长度,则 α 减小,故 F_1 和 F_2 都减小,而 F_1 与 F_2 的合力始终与工人的重力平衡,大小不变,C 正确,D 错误.

4. B 【解析】对小球受力分析,受到重力和两个拉力,三力平衡,如图所示,根据几何关系可知力 F_2 与 F_a 垂直,根据几何知识可知 $F_1 = F_3 > F_2$,且 F_a 不断减小,B 正确.



5. AC 【解析】对题图甲中的 O 点受力分析,两绳的合力大小等于小球的重力,其大小和方向不变,利用图解法画出受力分析图,如图 1 所示,可知 OC 绳拉力先减小后增大, OA 绳拉力逐渐减小,故 A 正确,B 错误;对题图乙中的 O 点受力分析,两绳的合力大小等于小球的重力,其大小和方向不变,利用图解法画出受力分析图,如图 2 所示,则 OC 绳拉力逐渐增大, OA 绳拉力逐渐减小,故 C 正确,D 错误.

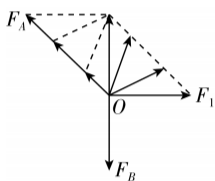


图 1

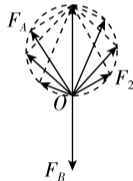
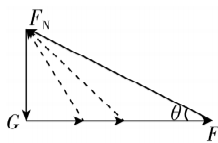


图 2

方法总结 用矢量三角形法分析动态平衡的前提:(1)物体受三个力且处于平衡状态;(2)其中一个力为恒力,大小方向都不变;(3)另一个力方向不变.用辅助圆法分析动态平衡的前提:(1)物体受三个力且处于平衡状态;(2)其中一个力为恒力,大小方向都不变;(3)另外两个力大小方向都在变,但两个力之间的夹角不变.

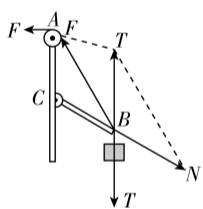
6. C 【解析】以圆柱体 E 和半圆柱体 M 整体为研究对象,受重力、水平拉力、支持力和摩擦力,根据平衡条件,支持力 $N = G + G_M$,保持不变,故地面所受 M 的压力大小不变,故 A 错误;设圆柱体的半径为 R ,则圆柱体



E 的圆心与半圆柱体 M 的圆心的连线长为 $2R$,故初始时圆心连线与竖直方向夹角为 60° , E 受三个力平衡,如图所示,三个力构成封闭矢量三角形,其中重力不变, θ 变大,开始时拉力 F 最大,由平衡条件可得 $F_m = G \tan 60^\circ = \sqrt{3}G$,以后逐渐减小为零,故 C 正确;以整体为研究对象,水平方向受力平衡,则摩擦力 $f = F$,水平拉力 F 逐渐减小到零,则地面对 M 的摩擦力逐渐减小,故 B 错误;开始时 M 对 E 的支持力最大,为 $F_{N_m} = \frac{G}{\cos 60^\circ} = 2G$,而后逐渐减小到 G ,故 D 错误.

7. B 【解析】设 OB 与水平方向的夹角为 θ ,由于 OA 与 OB 始终垂直,以水桶为研究对象,根据受力平衡可得 $F'_1 = mg \sin \theta$, $F'_2 = mg \cos \theta$,在 OA 缓慢转到水平位置的过程中, OB 与水平方向的夹角 θ 逐渐增大到 90° ,则板 OA 对水桶的支持力 F'_1 逐渐增大,板 OB 对水桶的支持力 F'_2 逐渐减小,由牛顿第三定律可知,水桶对板 OA 的压力 F_1 逐渐增大,水桶对板 OB 的压力 F_2 逐渐减小,B 正确.

8. A 【解析】以 B 点为研究对象,分析受力情况:受重物的拉力 T (等于重物的重力 G)、轻杆的支持力 N 和绳子的拉力 F ,受力如图所示.由平衡条件可知, N 和 F 的合力 T' 与 T 大小相等,方向相反,根



据相似三角形可得 $\frac{N}{BC} = \frac{F}{AB} = \frac{T'}{AC}$,使

$\angle BCA$ 缓慢变小时, AC 、 BC 保持不变, AB 变小,则 N 大小保持不变, F 变小,由牛顿第三定律可知,杆 BC 所受力与 N 大小相等,保持不变.故选 A.

9. D 【解析】连接 a 和 b 的绳的张力 T 大小等于物块 a 的重力 $m_a g$,恒定不变, a 和 b 都静止不动,则绳子对滑轮拉力的合力不变,由平衡条件知绳 OO' 的张力不变,故 A、C 错误;设连接 b 的细绳与竖直方向的夹角为 θ ,物块 b 受到的支持力为 N ,对 b ,竖直方向由平衡条件得 $N + T \cos \theta = m_b g$,可知物块 b 受到的支持力保持不变,故 B 错误;对 b ,当 F 较小时,水平方向由平衡条件得 $T \sin \theta = F + f$, F 增大, f 先减小到零,后反向增大,所以物块 b 与桌面间的摩擦力在一定范围内变化,故 D 正确.

10. AC 【解析】对 D 单独进行受力分析,如图 1 所示, D 受到重力、绳的拉力以及 OB 杆的弹力,在 C 环缓慢向左移动的过程中, D 受到的重力不变, OB 杆对 D 的弹力的方向垂直

拓展点 平衡的三个状态——静止、匀速、缓慢移动

OB 向上,由题意可知三个力处于平衡状态,作出力的矢量三角形如图 2 所示,可知绳的拉力 T 一直增大, OB 杆对 D 的弹力一直减小,故 A、C 正确,B 错误.对 C 、 D 整体进行受力分析,受重力、杆的弹力和使 C 环缓慢移动的水平外力,在竖直方向上,重力与 C 、 D 受到的弹力在竖直方向的分力平衡, C 受到的弹力竖直向上,由前面分析可知, D 受到杆的弹力的竖直分力向上且一直减小,所以 C 受到的支持力一直增大,故 D 错误.

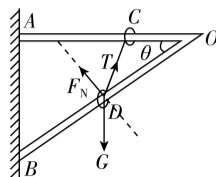


图 1

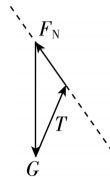
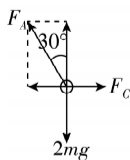


图 2

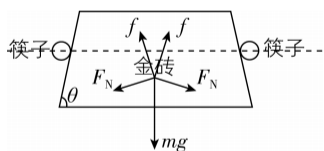
第三章综合测试

1. D 【解析】小鸟受重力、弹力、摩擦力三个力作用,其中重力方向竖直向下,弹力方向垂直于树枝向上,故 A、B 错误;小鸟受到弹力是因为树枝发生了弹性形变,树枝对小鸟的摩擦力是静摩擦力,大小等于重力沿树枝斜向下的分力,与小鸟抓紧树枝的力大小无关,故 C 错误,D 正确.

2. D 【解析】对两小球及弹簧 B 整体进行受力分析,如图所示,根据平衡条件有 $F_C = F_A \sin 30^\circ$, $F_C = kx_C$, $F_A = kx_A$, 联立解得 $x_A : x_C = 2 : 1$, 故 D 正确.

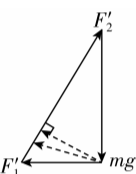


3. A 【解析】设梯形底角为 θ , 对金砖进行受力分析, 如图所示, 若满足无论金砖质量如何, 都不能夹起金砖, 需要外力竖直向下的分力大于向上的分力, 即 $2f \sin \theta = 2\mu F_N \sin \theta < 2F_N \cos \theta$, 解得 $\theta < 53^\circ$, 故选 A.



4. A 【解析】不计挂钩与绳之间的摩擦, 则挂钩可视为“活结”, 挂钩两侧绳上的张力大小相等. 甲缓慢站起至站直的过程, 可视为动态平衡. 设挂钩两侧轻绳的夹角为 θ , 轻绳上的张力为 F , 则由共点力的平衡可得 $2F \cos \frac{\theta}{2} = mg$, 设 A、B 间的水平距离为 d , 绳长为 L , 由几何关系可得 $\sin \frac{\theta}{2} = \frac{d}{L}$, 甲缓慢站起至站直的过程中, A、B 之间的水平距离变大, 夹角 θ 变大, $\sin \frac{\theta}{2}$ 变大, $\cos \frac{\theta}{2}$ 变小, 轻绳的张力一直变大, A 正确, B、C 错误; 由平衡条件可知, 轻绳对挂钩的作用力大小始终等于挂钩与重物的重力大小, D 错误.

5. C 【解析】将挡板从竖直状态绕 O 点缓慢转动至与斜面垂直, 以铅球为研究对象, 其受力如图所示, 可知挡板对铅球的支持力 F_1' 逐渐减小, 斜面对铅球的支持力 F_2' 逐渐减小, 由牛顿第三定律可知, 铅球对挡板的压力 F_1 逐渐减小, 铅球对斜面的压力 F_2 逐渐减小, 故 C 正确, A、B、D 错误.



6. B 【解析】对 B 受力分析, 受到重力 mg , A 对 B 的作用力 N' 和墙面对 B 的作用力 N , 如图 1 所示. 当 A 向左移动稍许, 由图 1 可知, A 对 B 的作用力 N' 和墙面对 B 的作用力 N 都减小, 由牛顿第三定律可知, B 对 A 的作用力减小, 故 B 正确, D 错误; 对 A 和 B 整体受力分析, 受到总重力 G 、地面的支持力 F_N 、水平力 F 和墙面的作用力 N , 如图 2 所示, 根据平衡条件, 有 $F = N$, $F_N = G$, 故地面对 A 的支持力 F_N 保持不变, 由前面分析可知, N 减小, 则水平力 F 减小, 故 A、C 错误.

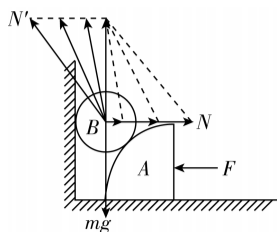


图 1

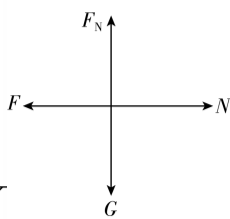
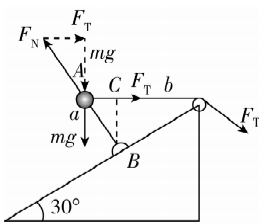


图 2

7. A 【解析】对小球, 轻杆的支持力与滑轮左侧轻绳的拉力的合力与小球的重力大小相等、方向相反, 初始时根据几何关系可得

$$\tan 30^\circ = \frac{F_T}{mg}, \text{ 解得 } F_T = \frac{\sqrt{3}}{3} mg, \text{ 故 A}$$



错误; 如图所示, 设球与轻绳的连接点为 A, 铰链处为 B 点, 过 B 点作竖直虚线, 虚线与绳的交点设为 C, 画出力的矢量

突破点 当题中不能直接找出与力的三角形相似的几何三角形时, 可作辅助线解题

三角形, 可知三角形 ABC 与力的三角形相似, 可得 $\frac{mg}{BC} = \frac{F_T}{AC} =$

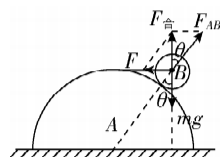
$\frac{F_N}{AB}$, 缓慢放绳过程中, BC 减小, AB 不变, AC 增大, 可得 F_T 增大, F_N 增大, 则铰链对轻杆的支持力一直增大, 滑轮右侧轻绳上的拉力在水平方向的分力一直增大, 对整体受力分析可知, 地面对斜面体的摩擦力大小等于 F_T 的水平分力, 始终向左且增大, B、C、D 正确. A 符合题意.

8. BD 【解析】弹力与重力是不同性质的力, 题图甲中, 球对水平地面的弹力大小等于球的重力大小, A 错误; 题图乙中, 当水平地面光滑时, 假设竖直墙壁对球有弹力, 则水平方向球受力不平衡, 球不能静止, 则假设不成立, 故竖直墙壁对球没有弹力, B 正确; 题图丙中, 假设轻绳 b 有弹力, 则球水平方向不能平衡, 轻绳 a 不能竖直, 则假设错误, 故轻绳 b 的弹力为零, 由力的平衡可知, 竖直轻绳 a 的弹力大小等于球的重力大小, C 错误; 题图丁中, 根据平衡条件可知, 轻杆对球的弹力方向竖直向上, 大小等于球的重力的大小, D 正确.

9. BD 【解析】设地面对每根轻杆的支持力为 F_N , 对整体受力分析可知 $3F_N = mg$, 若仅增大 h , F_N 不变, 根据牛顿第三定律可知, 每根轻杆对地面的压力不变, A 错误, B 正确; 每根轻杆均可绕铰链自由转动, 则轻杆上弹力方向沿杆, 设每根杆上弹力大小为 F , 每根轻杆与竖直方向的夹角为 θ , 对轻杆与地面的接触点进行受力分析, 可知 F 在水平方向的分力 $F \sin \theta$ 与摩擦力 f 大小相等, 在竖直方向的分力 $F \cos \theta$ 与 F_N 大小相等, 又 $3F_N = mg$, 可得 $f = \frac{mg \tan \theta}{3}$, 若仅增大 h , 则 θ 减小, f 减小, C 错误, D 正确.

10. AC 【解析】把 A、B 看成一个整体,

对整体进行受力分析知, 整体受重力和地面对它的支持力, 整体对地面的压力即是 A 对地面的压力, 大小为 $(M+m)g$, 故 A 正确; 地面对整体没有摩擦力, 则 A 对地面没有摩擦力, B 错误; 设球 B 球



关键点 研究地面对 AB 的摩擦力时, 可以用整体法

心与 A 的球心连线与竖直方向的夹角为 θ , 对 B 进行受力分析如图所示, 得 $\cos \theta = \frac{F_{\text{合}}}{F_{AB}} = \frac{mg}{F_{AB}}$, 由几何关系可知 $\cos \theta = \frac{R}{R+r}$, 联立得 $F_{AB} = \frac{mg(R+r)}{R}$, 由牛顿第三定律可知, B 对 A

的压力大小为 $\frac{mg(R+r)}{R}$, 故 C 正确; $\tan \theta = \frac{\sqrt{(R+r)^2 - R^2}}{R} = \frac{\sqrt{r^2 + 2Rr}}{R}$, 又 $\tan \theta = \frac{F}{mg}$, 联立解得细线对 B 的拉力大小为 $F = \frac{\sqrt{r^2 + 2Rr}}{R} mg$, D 错误.

11. (1) 0.02 m (2) 30 N (3) 0.06 m

【解析】(1) 开始时, 弹簧处于压缩状态, 对 A 受力分析, 有 $m_A g = kx_1$, 解得 $x_1 = 0.02$ m.

(2) B 刚要离开地面时, 对 A、B 及弹簧组成的系统受力分析, 有 $F = (m_A + m_B)g$, 解得 $F = 30$ N.

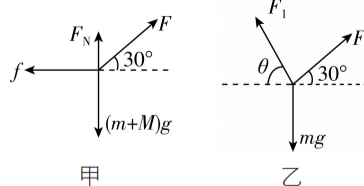
(3) B 刚要离开地面时, 有 $m_B g = kx_2$, 解得 $x_2 = 0.04$ m, 此时弹簧处于伸长状态, 则物体 A 上升的高度为 $x = x_1 + x_2 = 0.06$ m.

12. (1) $\frac{\sqrt{3}}{9}$ (2) 60° (3) $6\sqrt{3}$ N

【解析】(1) 以木块和小球为整体进行受力分析, 如图甲所示, 根据受力平衡可得 $F \cos 30^\circ = f = \mu F_N$, $F \sin 30^\circ + F_N = (m + M)g$, 联立解得 $\mu = \frac{\sqrt{3}}{9}$.

(2)(3) 以小球为对象进行受力分析, 如图乙所示, 根据受力平衡可得 $F_1 \cos \theta = F \cos 30^\circ$, $mg = F \sin 30^\circ + F_1 \sin \theta$, 联立

解得 $\theta = 60^\circ$, $F_1 = 6\sqrt{3}$ N.

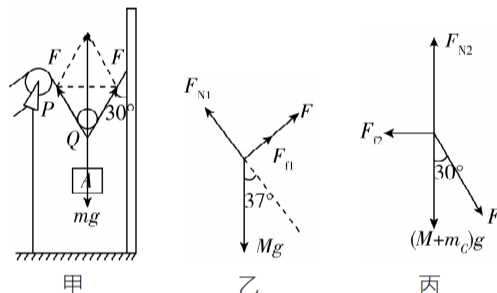


13. (1) 10 N (2) 2 N, 方向沿斜面向上 (3) 5 N, 方向水平向左

【解析】(1) 对滑轮 Q 进行受力分析, 如图甲所示, 则有 $2F \cos 30^\circ = mg$, 解得 $F = 10$ N.

(2) 假设斜面体 C 对物体 B 的摩擦力沿斜面向上, 对物体 B 进行受力分析, 如图乙所示, 有 $Mg \sin 37^\circ = F_{f1} + F$, 解得 $F_{f1} = 2$ N, 假设成立, 则摩擦力方向沿斜面向上.

(3) 对 B、C 整体受力分析, 如图丙所示, 有 $F_{f2} = F \sin 30^\circ$, 解得 $F_{f2} = 5$ N, 方向水平向左.



第四章 运动和力的关系

第 1 节 牛顿第一定律

变式训练

1-1. BCD

思路导引 亚里士多德的观点: 力是维持物体运动的原因, 物体受力就会运动, 不再受力了, 它总会逐渐停下来; 物体受的力越大, 速度就越大. 伽利略用实验和推理, 证明了力不是维持物体运动的原因.

【解析】伽利略通过实验和推理得出, 力不是维持物体运动的原因. 一个物体维持匀速直线运动, 不需要受力, 该说法与伽利略的观点相同, 故 A 错误; 通过实验和推理, 伽利略认为在忽略空气阻力时, 两物体从同一高度自由下落, 较重的物体与较轻的物体下落快慢相同, 选项 B 与伽利略的观点相反, 故 B 正确; 伽利略认为物体的运动不需要力来维持, 即力与速度大小没有直接关系, 四匹马拉的车比两匹马拉的车跑得快, 只能说明物体受的力越大, 物体速度变化越快, 选项 C 与伽利略的观点相反, 故 C 正确; 伽利略认为力不是维持物体运动的原因, 一个运动的物体, 如果不再受拉力了, 它总会逐渐停下来, 这是由于物体受到阻力的原因, 并不说明静止状态是物体长时间不受力时的“自然状态”, 选项 D 与伽利略的观点相反, 故 D 正确.

2-1. AD 【解析】牛顿第一定律是牛顿在伽利略等前人实验的基础上, 根据逻辑推理得出的, 是以实验为基础, 但又不是完全通过实验得出的, 故 A 正确; 牛顿第一定律反映了物体不受外力作用时的运动规律, 故 B 错误; 牛顿第一定律是在实验的基础上进一步推理概括出来的科学理论, 而不能直接通过实验得出, 物体不受外力作用的条件是不可能达到的, 但牛顿第一定律能接受实践的检验, 故 C 错误; 牛顿第一定律既揭示了物体保持原有运动状态的原因是合外力为零或不受外力作用, 又揭示了改变物体运动状态的原因是合外力不为零, 故 D 正确.

关键点 只要合外力为零, 物体运动状态就不会变

3-1. B 【解析】小扳手飘浮不动时, 仍存在质量, 仍有惯性, 故 A 错误; 由于小扳手的质量小于航天员的质量, 则小扳手的惯性比航天员的惯性小, 故 B 正确; 小扳手从地面移到空间站, 质量不变, 则惯性不变, 故 C 错误; 惯性是保持物体运动状态的原因, 而力是改变物体运动状态的原因, 故 D 错误.

越刷越强

1. B 【解析】伽利略利用题图 1 斜面实验证明了自由落体运动是匀加速直线运动, 伽利略利用题图 2 理想实验设计证明了力不是维持物体运动状态的原因, 牛顿第一定律是牛顿推导出的, 故 B 正确, A、C、D 错误.