

第一章 直线运动

考点过关1 运动的描述 匀速直线运动

1. **D** 解析:观察王亚平在“天宫课堂”做实验时,需观察王亚平的动作,故不能看成质点,A 错误;“天舟”四号飞船与空间站自主对接时,需观察对接的方位和角度等,两物体的形状、大小不能忽略,故不能看成质点,B 错误;“神舟”十四号飞船发射后,在研究飞船与火箭分离过程时,两物体的形状、大小不能忽略,C 错误;研究组合体轨迹时,飞船的大小和形状可以忽略,可以看作质点,D 正确。

2. **D** 解析:上午 7:57 是时刻,不是时间间隔,故 A 错误;研究直升机编队通过天安门城楼正上方所用时间时,直升机编队的长度不能忽略不计,不可以将直升机编队视为质点,故 B 错误;以直升机编队中的某一飞机为参考系,其他飞机是静止的,故 C 错误;位移是指质点由初位置指向末位置的有向线段,因此返回出发点时,直升机的位移大小为零,故 D 正确。

3. **A** 解析:运动员 200 米自由泳的位移为零,故平均速度为零,B 错误;在研究运动员的技术动作时,其大小和形状不可忽略,不能把运动员看成质点,C 错误;在游泳过程中,以游泳池里的水为参考系,运动员相对水的位置在发生变化,D 错误。

4. **A** 解析:瞬时速度表示运动物体在某一时刻(或经过某一位置)的速度。当 $\Delta t \rightarrow 0$ 时,变速运动就可以近似看成匀速直线运动, $\frac{\Delta x}{\Delta t}$ 可看成物体的瞬时速度, Δx 越小, Δt 也就越小, $\frac{\Delta x}{\Delta t}$ 越接近瞬时速度,A 正确;提高测量遮光条宽度的精确度,只能使平均速度的测量值更准确,B 错误;C、D 项的做法会导致瞬时速度改变,表现为平均速度的测量值 $\frac{\Delta x}{\Delta t}$ 中的 Δt 改变,而 Δx 不变,则 $\frac{\Delta x}{\Delta t}$ 不会更接近瞬时速度,C、D 错误。

5. **C** 解析:位移指的是从 M 点到 N 点的有向线段,故位移大小为 1.8 km,A 错误;从 M 点漂流到 N 点的路程为 5.4 km,用时 1 h,则平均速率为 $\bar{v}_{\text{率}} = \frac{s}{t} = 5.4 \text{ km/h} = 1.5 \text{ m/s}$,B 错误;该游客的平均速度为 $\bar{v} = \frac{x}{t} = \frac{1.8}{1} \text{ km/h} = 0.5 \text{ m/s}$,C 正确;以玉女峰为参考系,所乘竹筏的平均速度为 0.5 m/s,若以所乘竹筏为参考系,玉女峰的平均速度也为 0.5 m/s,D 错误。

【易混易错】

1. 平均速度与平均速率:平均速度的大小不一定等于平均速率,因为平均速率是路程与时间的比值,只有当路程与位移的大小相等时,平均速率才等于平均速度的大小。

2. 平均速度与瞬时速度:(1) 两种速度的关系:①瞬时速度是运动时间 $\Delta t \rightarrow 0$ 时的平均速度;②对于匀速直线运动,瞬时速度与平均速度相等。(2) 关于用平均速度法求瞬时速度:由平均速度公式 $v = \frac{\Delta x}{\Delta t}$ 可知,当 Δt 非常小,趋向于 0 时,这时的平均速度就可认为是某一时刻或某一位置的瞬时速度。

6. **A** 解析:沿半径为 30 m 的圆弧水平转过 60° ,根据几何关系可得,水平方向的位移为 30 m,路程为 $\frac{\pi}{3}R > 30 \text{ m}$,故总路程大于 70 m,位移为 $x = \sqrt{30^2 + 40^2} \text{ m} = 50 \text{ m}$,A 正确。

7. **B** 解析:在 $t = t_0$ 时刻,位移 $x > 0$,速度 $v > 0$,加速度 $a > 0$,则速度方向与加速度方向相同,质点做加速运动,速度越来越大,A 错误;加速度大小表示质点速度变化的快慢, a 逐渐减小说明质点的速度变化越来越慢了,即质点速度增大得越来越慢,所以速度一直增大,则位移始终为正,速度始终为正,C、D 错误;速度越来越大,位移的变化越来越快,B 正确。

【方法总结】判断物体做加速或减速直线运动的方法

加速度与速度同向则加速,加速度与速度反向则减速;物体的速度变化,物体一定具有加速度,但加速度不一定变化;加速度是描述速度变化快慢的物理量,物体的速度变化大,但变化得不一定快,还与时间有关系。

8. **D** 解析:由 A 经 B 到 C 的过程不是匀变速直线运动过程,故 B 点虽为中间时刻,但其速度不等于 AC 段的平均速度,D 错误。

9. **D** 解析:由题图乙可知,超声波在 $\frac{t_1}{2}$ 时间内通过的位移为 x_1 ,则超声波的速度为 $v_{\text{声}} = \frac{x_1}{\frac{t_1}{2}} = \frac{2x_1}{t_1}$,故 A 错误;由

题图乙可知超声波通过位移为 x_2 时,所用时间为 $\frac{t_2 - \Delta t_0}{2}$,则超声波的速度为 $v_{\text{声}} = \frac{x_2}{\frac{t_2 - \Delta t_0}{2}} = \frac{2x_2}{t_2 - \Delta t_0}$,故 B 错误;物体通

过的位移为 $x_2 - x_1$ 时,所用时间为 $\frac{t_2 - \Delta t_0}{2} - \frac{t_1}{2} + \Delta t_0 = \frac{1}{2}(t_2 - t_1 + \Delta t_0)$,所以物体的平均速度为 $\bar{v} = \frac{x_2 - x_1}{\frac{1}{2}(t_2 - t_1 + \Delta t_0)} = \frac{2(x_2 - x_1)}{t_2 - t_1 + \Delta t_0}$,故 C 错误,D 正确。

10. **A** 解析:2.5 s 内汽车的速度改变量 $\Delta v_1 = 0 - v_1 = -108 \text{ km/h} = -30 \text{ m/s}$,A 正确;10 分钟内高铁的速度改变量 $\Delta v_2 = v_2 - 0 = 350 \text{ km/h} \approx 97.2 \text{ m/s}$,B 错误;汽车和高铁的加速度大小分别为 $a_1 = \frac{|\Delta v_1|}{t_1} = 12 \text{ m/s}^2$, $a_2 = \frac{\Delta v_2}{t_2} \approx 0.16 \text{ m/s}^2$,所以汽车速度变化得比高铁快,高铁的加速度比汽车的加速度小,C、D 错误。

11. **D** 解析:区间测速测的是汽车的平均速率,A、B 错误;题图中,限速值 70 km/h 指的是平均速率,C 错误;根据平均速度公式 $v = \frac{\Delta x}{\Delta t}$ 可知,单点测速时, Δt 足够小,测的是汽车的瞬时速率,D 正确。

考点过关2 匀变速直线运动 自由落体运动

1. **D** 解析: $x-t$ 图像的斜率表示速度 v ,小车在 $0 \sim t_1$ 时间内从静止开始做匀加速直线运动,则 $x-t$ 图像的斜率

从0开始不断增大; $t_1 \sim t_2$ 时间内小车做匀减速直线运动至速度为0,则 $x-t$ 图像的斜率不断减小至0,故D正确,A、B、C错误。

2. D 解析:题图甲中,因 $v-t$ 图像与 t 轴围成的面积等于位移,可知物体在 $0 \sim t_0$ 这段时间内的位移大于 $\frac{v_0 t_0}{2}$,A错误;题图乙中,根据 $v^2 = 2ax$ 可知 $2a = \frac{15}{15} \text{ m/s}^2 = 1 \text{ m/s}^2$,则物体的加速度为 0.5 m/s^2 ,B错误;题图丙中,根据 $\Delta v = a\Delta t$ 可知,阴影面积表示 $t_1 \sim t_2$ 时间内物体的速度变化量,C错误;题图丁中,由 $x = v_0 t + \frac{1}{2}at^2$ 可得 $\frac{x}{t} = v_0 + \frac{1}{2}at$,由题图丁可知 $\frac{1}{2}a = \frac{10}{2} \text{ m/s}^2 = 5 \text{ m/s}^2$,则 $a = 10 \text{ m/s}^2$,又由题图丁可知 $v_0 = -5 \text{ m/s}$,则 $t = 3 \text{ s}$ 时物体的速度为 $v_3 = v_0 + at = 25 \text{ m/s}$,D正确。

【规律总结】“数学思维”分析图像问题

图像反映了两个变量(物理量)之间的函数关系,可由运动学公式推导出两个物理量间的函数关系,来分析图像的斜率、截距、面积的含义。

图像种类	示例	分析思路
$\frac{s}{t^2} - \frac{1}{t}$ 图像		由 $s = v_0 t + \frac{1}{2}at^2$ 变形得 $\frac{s}{t^2} = v_0 \cdot \frac{1}{t} + \frac{1}{2}a$,图像的斜率 k 为 v_0 ,截距为 $\frac{1}{2}a$
$a-s$ 图像		由 $v_t^2 - v_0^2 = 2as$ 变形得 $as = \frac{v_t^2 - v_0^2}{2}$,图线与坐标轴围成的面积表示速度平方变化量的一半 $(\frac{v_t^2 - v_0^2}{2})$

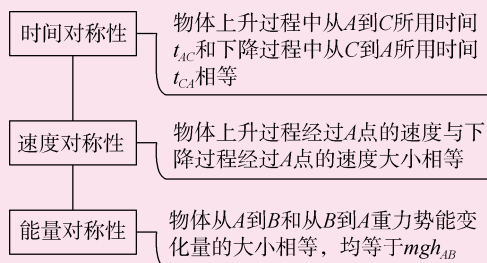
3. D 解析:根据 $x_1 = \frac{1}{2}a_1 t_1^2$,解得 $t_1 = 2 \text{ s}$,故A错误;飞机离开电磁弹射区时的速度大小 $v_1 = a_1 t_1 = 80 \text{ m/s}$,故B错误;飞机离开电磁弹射区后,根据速度—位移关系有 $v_2^2 - v_1^2 = 2a_2 x_2$,代入数据解得 $a_2 = 18 \text{ m/s}^2$,故C错误;飞机离开电磁弹射区后,加速时间 $t_2 = \frac{v_2 - v_1}{a_2} = \frac{10}{9} \text{ s}$,飞机从开始起飞到离开跑道需要的时间 $t = t_1 + t_2 = \frac{28}{9} \text{ s}$,故D正确。

4. B 解析:由 $h = \frac{v_0^2}{2g}$ 得,砖块上升的最大高度 $h = 11.25 \text{ m}$,A错误;砖块上升的时间 $t = \frac{v_0}{g} = 1.5 \text{ s}$,上升阶段与下降阶段的时间对称,经 3 s 砖块回到抛出点,B正确;砖

块被抛出后经 1 s 上升的高度 $h' = v_0 t' - \frac{1}{2}g(t')^2 = 10 \text{ m}$,由于上升阶段与下降阶段的时间、位移具有对称性,所以砖块回到抛出点前 1 s 时间内通过的位移为 10 m ,C错误;砖块被抛出后加速度不变,上升到最高点时,加速度仍然为 g ,D错误。

【规律总结】竖直上抛运动的两个重要特性

(1) 对称性:物体以初速度 v_0 竖直上抛,A、B为途中的任意两点,C为最高点。



(2) 多解性:当物体经过抛出点上方某个位置时,可能处于上升阶段,也可能处于下降阶段,形成多解,在解决问题时要注意这个特性。

5. B 解析:根据逆向思维,动车反向做初速度为0的匀加速运动,站在2号候车线处的旅客发现1号车厢经过他所用的时间为 t ,则 $l = \frac{1}{2}at^2$,动车第一节车厢前端从经过5号旅客到停止位移为 $4l$,时间为 t_5 ,则 $4l = \frac{1}{2}at_5^2$,解得 $t_5 = 2t$,故A错误;动车从经过5号候车线处的旅客开始到停止运动,平均速度为 $\bar{v} = \frac{4l}{2t} = \frac{2l}{t}$,故B正确;1号车厢头部经过5号候车线处的旅客时的速度为 v_5 ,则 $4l = \frac{v_5}{2} \cdot 2t$,解得 $v_5 = \frac{4l}{t}$,故C错误;动车加速度大小为 $a = \frac{v_5}{2t} = \frac{2l}{t^2}$,故D错误。

6. A 解析:根据竖直上抛运动的对称性,可知向上抛出小球落回到出发点时的速度大小也是 v ,之后的运动与竖直下抛的小球运动情况相同。因此上抛的小球比下抛的小球多运动的时间为 $t = \frac{-v - v}{-g} = \frac{2v}{g}$,A正确。

7. C 解析:根据图像可知汽车开始做减速运动,然后做加速运动,由于图像为抛物线,根据位移与速度的关系 $v^2 - v_0^2 = 2ax$ 可知,汽车做匀变速直线运动,即先做匀减速运动,后做匀加速运动。根据 $v^2 - v_0^2 = 2ax$,可得第一阶段 $0 - v_0^2 = 2a_1 x_0$,第二阶段 $v_0^2 - 0 = 2a_2 x_0$,故 a_1 、 a_2 大小相等、方向相反,C正确。

8. C 解析:由匀变速直线运动公式 $s = v_0 t + \frac{1}{2}at^2$ 得 $\frac{s}{t} = v_0 + \frac{1}{2}at$,结合题图得汽车的加速度 $a = 2 \text{ m/s}^2$,初速度 $v_0 = 4 \text{ m/s}$,A错误;汽车在 $t = 3 \text{ s}$ 时的速度 $v_3 = v_0 + at = 10 \text{ m/s}$,B错误;汽车在前 3 s 内的位移 $s = \frac{1}{2}(v_3 + v_0)t = 21 \text{ m}$,C正确;由速度—时间公式知第 1 s 末和第 2 s 末汽车

的速度大小分别为 6 m/s 和 8 m/s , 则汽车在第 2 s 内的位移 $s' = \frac{1}{2} \times (6+8) \times 1\text{ m} = 7\text{ m}$, D 错误。

9. D 解析: 设质点到达 B 点的速度为 v , $t_{AB} = 2t_{BC} = 2t$, 则 AB 段的加速度 $a_1 = \frac{v}{2t}$, BC 段的加速度 $a_2 = \frac{v}{t}$, 则在 AB 段和 BC 段的加速度大小之比为 $1:2$, A 错误; 两段的平均速度均为 $\bar{v} = \frac{v}{2}$, D 正确, C 错误; 因 $x_{AB} = \bar{v}t_{AB} = vt$, $x_{BC} = \bar{v}t_{BC} = \frac{1}{2}vt$, 则位移大小之比为 $2:1$, B 错误。

10. C 解析: 根据题意可知, 当汽车在匀速行驶区间内行驶时, 汽车速率不允许超过 v ($v < v_0$), 则汽车在车头到达收费站中心线前方 L 处前必须减速到 v , 则有 $v = v_0 - 2at_1$, 解得 $t_1 = \frac{v_0 - v}{2a}$. 在匀速行驶区间内有 $t_2 = \frac{L}{v}$. 汽车车头到达收费站中心线后开始加速, 有 $v_0 = v + at_3$, 解得 $t_3 = \frac{v_0 - v}{a}$, 则汽车从开始减速至回到正常行驶速率 v_0 所用的最短时间为 $t = t_1 + t_2 + t_3 = \frac{3(v_0 - v)}{2a} + \frac{L}{v}$, 故 C 正确。

11. (1) 设汽车的加速度大小为 a , 初速度 $v_{汽} = 15\text{ m/s}$, 初始距离 $d = 14\text{ m}$,

在经过反应时间 0.4 s 后, 汽车与自行车相距 $d' = d - (v_{汽} - v_{自})t' = 10\text{ m}$.

从汽车刹车开始计时, 自行车的位移为 $s_{自} = v_{自}t$,

汽车的位移为 $s_{汽} = v_{汽}t - \frac{1}{2}at^2$,

假设汽车能追上自行车, 此时有 $s_{汽} = s_{自} + d'$,

代入数据整理得 $\frac{1}{2}at^2 - 10t + 10 = 0$.

要保证不相撞, 则 $\Delta = 10^2 - 20a \leq 0$,

解得 $a \geq 5\text{ m/s}^2$, 则汽车的加速度至少为 5 m/s^2 .

(2) 设自行车的加速度为 a' , 同理可得 $s'_{汽} = s'_{自} + d'$,

其中 $s'_{汽} = v_{汽}t_1 - \frac{1}{2}at_1^2$, $s'_{自} = v_{自}t_1 + \frac{1}{2}a't_1^2$,

整理得 $(\frac{1}{2}a' + 2)t_1^2 - 10t_1 + 10 = 0$.

要保证不相撞, 则 $\Delta = 10^2 - 20a' - 80 \leq 0$

解得 $a' \geq 1\text{ m/s}^2$, 则自行车的加速度至少为 1 m/s^2 .

第二章 相互作用 牛顿运动定律

考点过关 3 重力 弹力 摩擦力

1. C 解析: 重力是由于地球对物体的吸引而产生的, 方向竖直向下, 而不是垂直接触面向下, A 错误; 书本对桌面的压力是由于书本发生弹性形变而产生的, B 错误; 滑动摩擦力方向一定与物体的相对运动方向相反, D 错误。

2. C 解析: 手轻握矿泉水瓶时外壳发生的形变在手离开瓶后还能恢复原状, 为弹性形变, 故 A 错误; 手对矿泉水瓶的作用力是由手的形变而产生的, 故 B 错误; 矿泉水瓶的瓶盖以及瓶身上的条纹, 增加了瓶盖和瓶身的粗糙程度, 手握

瓶时可以增大最大静摩擦力, 故 C 正确; 矿泉水瓶里的水对瓶底部的作用力与瓶底部对水的作用力是一对相互作用力, 故 D 错误。

3. D 解析: 当小车匀速运动时, 弹簧弹力大小等于小球重力大小, 此时细绳的拉力为零; 当小车和小球向右做匀加速直线运动时, 绳的拉力不可能为零, 在小车加速度大小 $a = g \tan \alpha$ 时弹簧弹力为零, 故 D 正确。

4. B 解析: 由题意知, 取走一个盘子, 稳定后余下的正好升高补平, 则说明一个盘子的重力可以使弹簧产生的形变量等于相邻两盘间距, 由 $\Delta F = k \Delta x$ 得 $mg = 3kx$, 解得 $k = 100\text{ N/m}$, 故 B 正确。

5. B 解析: A 物体与传送带一起匀速运动, 它们之间无相对运动或相对运动趋势, 即无摩擦力作用, 故 A 错误; B、C 两物体虽运动方向不同, 但都处于平衡状态, 由沿传送带方向所受合力为零可知, B、C 两物体均受沿传送带向上的摩擦力作用, 故 B 正确, C 错误; 若传送带向右加速, 根据牛顿第二定律可知, A 受到向右的摩擦力, 故 D 错误。

6. D 解析: 物块对直尺的压力是物块发生形变而产生的, 故 A 错误; 设直尺末端与水平方向夹角为 θ , 根据受力平衡可得 $f = mg \sin \theta$, $N = mg \cos \theta$, 直尺缓慢向外移动, 弯曲程度变大, 即 θ 越来越大, 则物块受到的摩擦力在不断增大, 直尺对物块的支持力在不断减小, 故 B、C 错误; 物块相对直尺始终保持静止, 根据受力平衡可知, 直尺对物块的作用力与物块的重力平衡, 且方向始终竖直向上, 故 D 正确。

7. B 解析: 先将所有的木板当作整体, 在竖直方向受重力、静摩擦力, 二力平衡, 有 $2\mu_1 F \geq 10mg$; 以除最外侧两木板外的所有木板为研究对象, 在竖直方向受重力、静摩擦力, 二力平衡, 有 $2\mu_2 F \geq 8mg$, 联立解得 $F \geq 20\text{ N}$, B 正确。

8. C 解析: 用遥控器启动电动小车向前运动, 后轮是主动轮, 顺时针转动, 所以左侧平板小车对后轮的摩擦力向右, 后轮对左侧平板小车的摩擦力向左; 前轮是从动轮, 所以右侧平板小车对前轮的摩擦力向左, 前轮对右侧平板小车的摩擦力向右. 因此左侧平板小车向左运动, 右侧平板小车向右运动, 故 C 正确。

9. C 解析: 由题意得, 物体 A 与小车的上表面间的最大静摩擦力 $F_{fm} \geq 5\text{ N}$, 小车加速运动时, 假设物体 A 与小车仍然相对静止, 则物体 A 所受合力 $F_{合} = ma = 10\text{ N}$, 可知此时小车对物体 A 的摩擦力为 5 N , 方向向右, 且为静摩擦力, 所以假设成立, 物体 A 受到的摩擦力大小不变, 故 A、B 错误, C 正确; 弹簧长度不变, 物体 A 受到的弹簧的拉力大小不变, 故 D 错误。

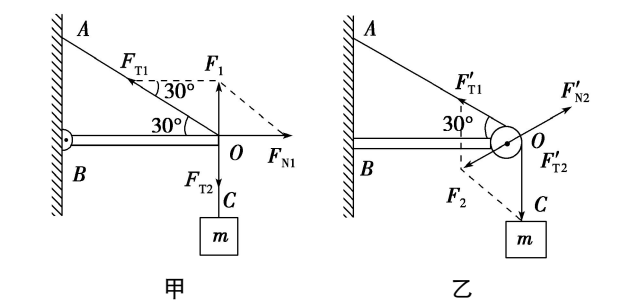
【规律总结】摩擦力的突变问题

(1) 题目中出现“最大”“最小”和“刚好”等关键词时, 一般隐藏着临界问题, 若有些临界问题中并不含上述常见的“临界术语”, 但审题时发现某个物理量在变化过程中会发生突变, 则该物理量突变时物体所处的状态即为临界状态。

(2) 静摩擦力是被动力, 其存在及大小、方向取决于物

体间的相对运动的趋势,而且静摩擦力存在最大值.存在静摩擦力的连接系统,相对滑动与相对静止的临界状态是静摩擦力达到最大值.

10. (1) 由于图甲中的杆可绕 B 转动,故其受力方向沿杆方向, O 点的受力情况如图甲所示,则 O 点所受绳子 OA 的拉力 F_{T1} 、杆的弹力 F_{N1} 的合力与物体的重力大小相等、方向相反,由几何关系可得 $F_{T1} = \frac{mg}{\sin 30^\circ} = 2mg$,



图乙中是用一细绳跨过滑轮悬挂物体的,由于 O 点处是滑轮,且 AOC 是同一段绳子,故乙图中绳子拉力 $F'_{T1} = F'_{T2} = mg$.

(2) 由甲图的受力的平行四边形可知,甲图中轻杆受的

弹力 $F'_{N1} = F_{N1} = \frac{mg}{\tan 30^\circ} = \sqrt{3}mg$.

(3) 对乙图中的滑轮受力分析,如图乙所示,由于杆 OB 不可转动,所以杆所受弹力的方向不一定沿 OB 方向,即杆对滑轮的作用力一定与两段绳的合力大小相等,方向相反.

由图乙可得, $F'_{N2} = F_2 = 2mg \cos 60^\circ = mg$.

【方法总结】两种常见杆模型

一般情况下,插入墙中的杆属于固定杆,弹力方向可以沿任意方向,不一定沿杆;而用铰链相连的杆属于活动杆,弹力一定沿杆方向.

11. (1) c 木块刚好离开水平地面时,轻绳对 b 的拉力为 $F_T = (m_b + m_c)g = 50 \text{ N}$.

(2) 刚开始弹簧 q 处于压缩状态,设其压缩量为 x_1 ,则 $kx_1 = m_b g$,

解得 $x_1 = 4 \text{ cm}$.

最终 c 木块刚好离开水平地面,弹簧 q 处于伸长状态,设其伸长量为 x_2 ,则 $kx_2 = m_c g$,

解得 $x_2 = 6 \text{ cm}$.

最终 c 木块刚好离开水平地面,拉弹簧 p 的水平拉力大小 $F = F_T = 50 \text{ N}$,

则弹簧 p 的伸长量满足 $F = kx_3$,

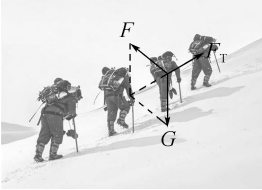
解得 $x_3 = 10 \text{ cm}$.

p 弹簧左端向左移动的距离 $x = x_1 + x_2 + x_3 = 20 \text{ cm}$.

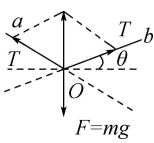
考点过关 4 力的合成与分解

1. **C** 解析:山峰对该队员的作用力为山峰对该队员的支持力和摩擦力的合力,A 错误;以该队员为研究对象,受力情况如图所示,根据几何关系可得绳子拉力 F_T 的方向与重力 G 的方向夹角为 120° ,且大小相等,所以山峰对该队员的

作用力 F 、重力 G 和绳子拉力 F_T 构成力的等边三角形,则 $F = G$,方向与拉力和重力的合力方向相反,C 正确,B、D 错误.



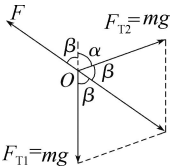
2. **A** 解析:设绳长为 $2l$,两人间距为 $2d$,取 O 点为研究对象,因 aOb 为同一根绳子,故 aO 、 bO 对 O 点的拉力大小相等,因此平衡时 aO 、 bO 与水平方向的夹角相等,设为 θ . 对 O 点受力分析如图所示,根据平衡条件得, $2T \sin \theta = mg$,由几何关系可得 $\sin \theta = \frac{\sqrt{l^2 - d^2}}{l}$,联立解得 $T = \frac{mgl}{2\sqrt{l^2 - d^2}}$,则当 d 减小时, T 减小,A 正确.



3. **D** 解析:根据力的平行四边形定则可知,合力 $F_{\text{合}} = \sqrt{F_1^2 + F_2^2} = 5 \text{ N}$,D 正确.

4. **C** 解析:根据力的平行四边形定则可知, $F = 2F_T \cos 60^\circ = F_T$,A、B、D 错误,C 正确.

5. **B** 解析:取 O 点为研究对象, O 点在三力的作用下处于平衡状态,对其受力分析如图所示, $F_{T1} = F_{T2} = mg$,两力的合力与 F 等大反向,根据几何关系可得 $2\beta + \alpha = 180^\circ$,所以 $\beta = 55^\circ$,故 B 正确.

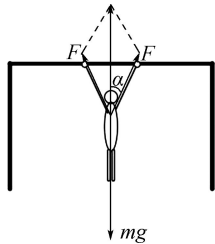


【规律总结】“活结”和“死结”的比较	
模型对比	“死结”:可理解为绳子的结点是固定的,“死结”两侧的是两根独立的绳,两个弹力不一定相等
	“活结”:可理解为绳子的结点可以移动,一般是由绳子跨过滑轮或者绳子挂一光滑挂钩而形成的.“活结”两侧的两个弹力一定相等,它们合力的方向一定沿两绳的角平分线

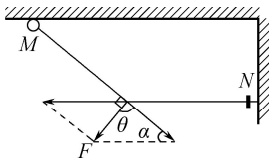
6. **A** 解析:力的合成遵循平行四边形定则或三角形定则.三力合成可以先合成其中两个力,再与第三个力合成,也可用正交分解法先分解再合成.对于甲图, F_1 与 F_3 的合力为 3 N ,根据勾股定理,求得合力等于 5 N ,A 错误;对于乙图,将 F_1 与 F_3 沿水平和竖直方向正交分解,水平方向合力为 0 ,竖直方向合力等于 3 N ,再与 F_2 合成,得合力为 5 N ,B 正确;对于丙图,由三角形定则可得 F_3 和 F_2 的合力等于 F_1 ,所以总合力等于 6 N ,C 正确;对于丁图,三个力首尾相接

构成一个矢量三角形,所以合力为 0,D 正确.

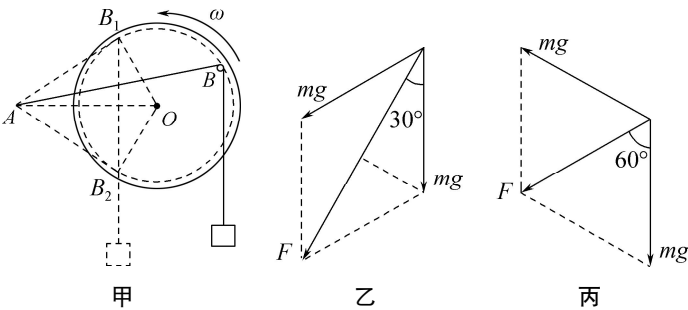
7. C 解析:对运动员受力分析如图所示,运动员静止悬挂在单杠上,受力平衡.设两臂与竖直方向夹角为 α ,根据三力平衡的特点可知运动员手臂受到的拉力 $F=\frac{mg}{2\cos\alpha}$,当两只手握点之间的距离增大时, α 增大, $\cos\alpha$ 减小, F 增大,C 正确.



8. B 解析:选项 A 中,铁钉受到拉力 $F_A=F$,选项 B 中铁丝中点的力 F 的分解示意图如图所示,根据力的平行四边形定则有 $\frac{\sin\alpha}{F}=\frac{\sin\theta}{F_B}$,解得铁钉受到拉力 $F_N=F_B=\frac{\sin\theta}{\sin\alpha}\cdot F$, $\theta=90^\circ$ 时, $F_N>F$,又根据选项 B、C、D 中 α 不变,力 F 不变,可知 θ 减小,铁钉受到的拉力也逐渐减小,因此选项 B 中铁钉受到拉力最大,故 B 正确.



9. C 解析:如图甲所示,在水轮缓慢转动过程中,虚线圆为固定转轴 B 的轨迹,因为固定转轴光滑且缓慢转动,所以轴两边细绳上的拉力均为 mg ,根据平行四边形定则可知,当两边细绳之间的夹角最小时合力最大,夹角最大时合力最小.由几何关系可知,图中 B_1 位置时合力最大, B_2 位置时合力最小.对固定转轴在 B_1 位置处进行受力分析如图乙所示.设 $\angle OAB_1=\theta$,在直角三角形 OB_1A 中,根据几何关系可得 $\sin\theta=\frac{OB}{OA}=\frac{3}{6}=\frac{1}{2}$,解得 $\theta=30^\circ$.根据平行四边形定则,可得合力与竖直方向的夹角为 30° ,则有 $F=2mg\cos30^\circ=40\sqrt{3}$ N.同理,对固定转轴在 B_2 位置处进行受力分析,如图丙所示.根据几何关系可知 $\angle AB_2B_1=90^\circ-\theta=60^\circ$,根据平行四边形定则,可知合力与竖直方向的夹角为 60° ,则可得 $F=mg=40$ N,故细绳对固定转轴 B 的作用力的范围为 $40\text{ N}\leq F\leq 40\sqrt{3}$ N,故 C 正确.



10. (1) 对 O 点分析,有 $F_{OA}=m_0g\cos37^\circ$,

解得 $F_{OA}=1\,600$ N.

(2) 同理,有 $F_{OB}=1\,200$ N,

对人分析,有 $f=F_{OB}\cos37^\circ$,

解得 $f=960$ N.

(3) 对人分析,有 $N=F_{OB}\sin37^\circ+mg$,

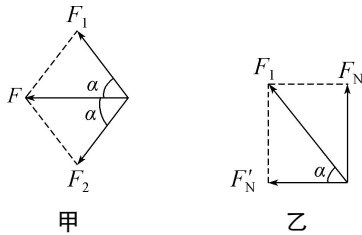
又 $f=\mu N$,

可得 $m=120$ kg,此人的质量至少 120 kg.

11. (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 $F_1=F_2$,

则 $2F_1\cos\alpha=F$,则扩张机 AB 杆的弹力大小 $F_1=\frac{F}{2\cos\alpha}=\frac{200}{\cos\alpha}$ N.

(2) 将 F_1 按作用效果分解为 F_N 和 F'_N ,如图乙所示,则有 $F_N=F_1\sin\alpha$,联立得 $F_N=\frac{F\tan\alpha}{2}$,根据几何知识可知 $\tan\alpha=\frac{l}{b}=10$,则 $F_N=5F=2\,000$ N.

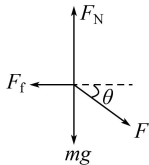


考点过关 5 牛顿第三定律 共点力的平衡

1. C 解析:人受到支持力是因为平衡木发生了形变,故 A 错误;平衡木对人的支持力和人的重力是性质不相同的力,故 B 错误;过运动员的重心作竖直线,该竖直线一定穿过平衡木,否则运动员不能静止于平衡木上,故 C 正确;平衡木对人的支持力与人对平衡木的压力是一对相互作用力,故 D 错误.

2. D 解析:对“嫦娥五号”探测器受力分析有 $F_N=mg_{月}$,则对一条腿有 $F_{N1}=\frac{1}{4}mg_{月}=\frac{mg}{24}$,根据牛顿第三定律可知每条腿对月球表面的压力大小为 $\frac{mg}{24}$,故 D 正确.

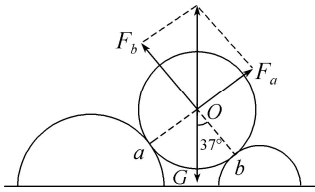
3. C 解析:对拖把进行受力分析如图所示,可得摩擦力为 $F\cos\theta$,故 A 错误;地面对拖把的作用力为支持力和摩擦力的合力,该合力应与 mg 和 F 的合力等大反向,故该合力方向与水平向左的夹角大于 θ ,故 B 错误;竖直方向,有 $F_N=mg+F\sin\theta$, θ 减小,则 F_N 减小,故 C 正确;同学对推杆的作用力与推杆对拖把的作用力方向相同,但受力对象不同,故不是一对平衡力,故 D 错误.



4. C 解析:设系在 M 点的绳弹力为 F_1 ,系在 N 点的绳弹力为 F_2 .对 m_2 ,由平衡得 $F_2=m_2g$;对整体, $F_1\sin30^\circ=F_2\sin60^\circ$, $F_1\sin60^\circ+F_2\sin30^\circ=(m_1+m_2)g$,解得 $m_2=$

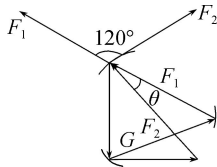
2 kg,故 C 正确.

5. **D** 解析:对光滑圆柱体受力分析如图所示,由题意有 $F_a = G \sin 37^\circ = 0.6G$, $F_b = G \cos 37^\circ = 0.8G$,故 D 正确.



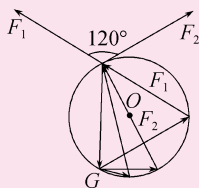
6. **C** 解析:以货物为研究对象,竖直方向受力平衡,可得绳子拉力始终等于货物的重力,即 $T = mg$,A 正确;人对绳的拉力大小保持不变,设绳子与水平方向夹角为 θ ,支持力 $N = m_A g - T \sin \theta$,摩擦力 $f = T \cos \theta$,向右缓慢拉动的过程中, θ 角逐渐减小,则支持力 N 逐渐增大,摩擦力 f 逐渐变大,B、D 正确;随着人的右移,滑轮两侧绳子之间的夹角增大,由于绳子拉力不变,则合力减小,根据平衡条件知,轻杆对滑轮的作用力减小,C 错误.

7. **B** 解析:以铅球为研究对象,受重力 G 、右手对铅球的弹力 F_1 及左手对铅球的弹力 F_2 ,受力分析如图所示,缓慢旋转过程中铅球处于平衡状态,则将三力平移后构成一首尾相连的三角形,两手之间夹角保持 60° 不变,右手由图示位置缓慢旋转的角度设为 θ ,转动过程中铅球始终处于平衡状态,根据正弦定理有 $\frac{G}{\sin 60^\circ} = \frac{F_1}{\sin(60^\circ + \theta)} = \frac{F_2}{\sin(60^\circ - \theta)}$,右手由图示位置缓慢旋转 60° 至水平位置过程中, θ 由 0° 变为 60° , $\sin(60^\circ + \theta)$ 先变大再变小,所以 F_1 先增大后减小, $\sin(60^\circ - \theta)$ 一直变小,所以 F_2 一直减小,B 正确.



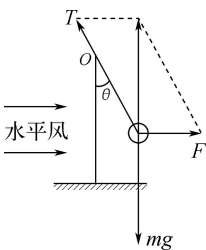
【一题多解】矢量圆法

以铅球为研究对象,受重力 G 、右手对铅球的弹力 F_1 和左手对铅球的弹力 F_2 ,受力分析如图所示,缓慢旋转过程中铅球处于平衡状态,则将三力平移后构成一首尾相连的三角形,两手之间夹角保持 60° 不变,则两力之间的夹角保持 120° 不变, F_1 与 F_2 夹角保持 60° 不变,重力 G 的大小、方向不变,作出力三角形的外接圆,根据弦所对的圆周角都相等,则右手由图示位置缓慢旋转 60° 至水平位置过程中,分析可得 F_1 开始小于直径,当转过 30° 时 F_1 等于直径,再转时又小于直径,所以 F_1 先增大后减小, F_2 开始就小于直径,转动过程中一直减小,B 正确.

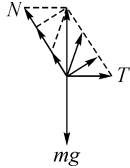


8. **D** 解析:设球正对风的截面积为 S ,由于风力大小正比于风速和球正对风的截面积,所以风力大小为 $F = kSv$,当

风速 $v_0 = 3 \text{ m/s}$ 时,如图所示,根据共点力平衡知风力 $F = mg \tan \theta$,若 θ 变为原来的 2 倍,则风力变为原来的 3 倍,风速 $v = 9 \text{ m/s}$,A 错误;无论风速增大到多少, θ 都不可能变为 90° ,因为绳子拉力在竖直方向上的分力与重力平衡,B 错误;若风速不变,换用半径变大、质量不变的球,则风力变大,根据 $F = mg \tan \theta$,知 θ 变大,C 错误;根据 $F = mg \tan \theta$,重力增大,风力不变,则 θ 减小,D 正确.

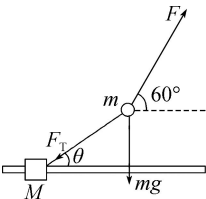


9. **D** 解析:小球受重力、细绳的拉力和斜面的支持力,三力平衡,根据平衡条件得知拉力与支持力的合力与重力 mg 等大反向,即保持不变.作出三个位置拉力与支持力的合成的示意图,可知当细绳由水平方向逐渐向上偏移时,绳子拉力 T 先减小后增大,斜面对小球的支持力 N 逐渐减小,D 正确.



10. **D** 解析:设物体 A 的质量为 M ,沙桶的质量为 m_0 ,物体与斜面间的最大静摩擦力为 F_{fm} ,斜面倾角为 θ ,由平衡条件可得物体 A 将要上滑时,有 $m_0 g + m_1 g = Mg \sin \theta + F_{\text{fm}}$,物体 A 将要下滑时,有 $m_0 g + m_2 g = Mg \sin \theta - F_{\text{fm}}$,可得 $F_{\text{fm}} = \frac{m_1 g - m_2 g}{2}$,即能求解物体 A 与斜面间的最大静摩擦力,不能求出其他的物理量,D 正确.

11. (1) 小球处于平衡状态,受到重力、拉力 F 和轻绳拉力 F_T ,对小球进行受力分析如图所示.由平衡条件可知,水平方向 $F \cos 60^\circ - F_T \cos \theta = 0$,



竖直方向 $F \sin 60^\circ - F_T \sin \theta - mg = 0$,
解得 $\theta = 30^\circ$, $F_T = 5 \text{ N}$.

(2) 以木块、轻绳、小球组成的整体为研究对象,设杆对木块的支持力为 F_N ,由平衡条件得水平方向 $F \cos 60^\circ - \mu F_N = 0$,

竖直方向 $F_N + F \sin 60^\circ - Mg - mg = 0$,
解得 $\mu = \frac{\sqrt{3}}{3}$.

【规律总结】力的正交分解

当物体受几个力处于平衡态时,不管是动态还是静态平衡,解决问题的关键都是先受力分析,然后把所有力沿着合适的方向正交分解,由平衡条件知分解的任一方向的合力为零,由此作为列等式的依据.

考点过关 6 牛顿第一定律 牛顿第二定律

1. **B** 解析:根据题干公式 $\Delta F = k \frac{I_1 I_2 \Delta l_1 \Delta l_2}{r^2}$ 整理可得 $k = \frac{\Delta F r^2}{I_1 I_2 \Delta l_1 \Delta l_2}$,代入相应物理量单位可得比例系数 k 的单位为 $\frac{\text{N}}{\text{A}^2} = \frac{\text{kg} \cdot \text{m/s}^2}{\text{A}^2} = \text{kg} \cdot \text{m}/(\text{s}^2 \cdot \text{A}^2)$,故 B 正确.