

第3节 牛顿运动定律的综合应用

广州市玉岩中学 黄凯君

考点一 动力学图像问题

考点二 连接体问题

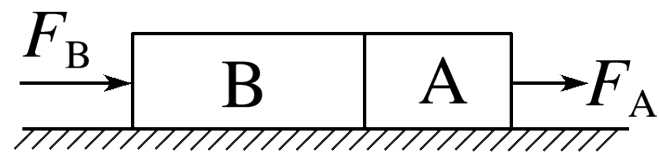
考点二 常见临界问题

常见的临界条件

- (1) 两物体脱离的临界条件： $F_N=0$ 。
- (2) 相对滑动的临界条件：静摩擦力达到最大值。
- (3) 绳子松弛的临界条件是 $T=0$ ；绳子断裂的临界条件是绳中张力等于它所能承受的最大张力。

两物体脱离的临界条件： $F_N=0$

例题（多选）光滑水平面上放有相互接触但不粘连的两个物体 A、B，物体 A 质量 $m_1 = 1 \text{ kg}$ ，物体 B 质量 $m_2 = 2 \text{ kg}$ 。如图所示，作用在两物体 A、B 上的力随时间变化的规律分别为 $F_A = 3 + 2t(\text{N})$ 、 $F_B = 8 - 3t(\text{N})$ 。下列说法正确的是



A. $t = 0$ 时，物体 A 的加速度大小为 3 m/s^2

✓ B. $t = 1 \text{ s}$ 时，物体 B 的加速度大小为 2.5 m/s^2

C. $t = 1 \text{ s}$ 时，两物体 A、B 恰好分离

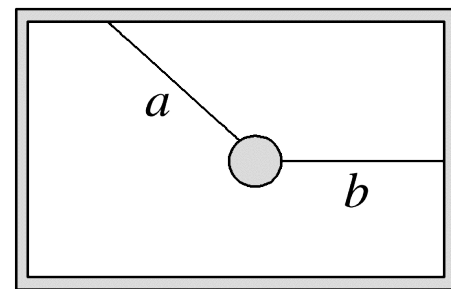
✓ D. $t = \frac{2}{7} \text{ s}$ 时，两物体 A、B 恰好分离

A、B 分离临界条件：
A、B 间弹力 F_N 恰好为 0
对整体：

$$F_A + F_B = (m_1 + m_2)a$$

对 A 物体： $t = \frac{2}{7} \text{ s}$ 时， $F_A = m_1 a$

例题 (多选) 如图所示, 矩形盒内用两根不可伸长的轻线固定一个质量为 $m=0.6\text{ kg}$ 的匀质小球, a 线与水平方向成 37° 角, b 线水平。两根轻线所能承受的最大拉力都是 $F_m=15\text{ N}$, 已知 $\sin 37^\circ=0.6$, $\cos 37^\circ=0.8$, g 取 10 m/s^2 , 则



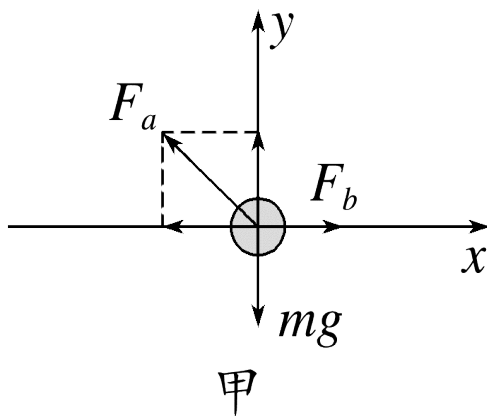
- A. 系统静止时, a 线所受的拉力大小为 12 N
- ✓ B. 系统静止时, b 线所受的拉力大小为 8 N
- ✓ C. 当系统沿竖直方向匀加速上升时, 为保证轻线不被拉断, 加速度最大为 5 m/s^2
- D. 当系统沿水平方向向右匀加速运动时, 为保证轻线不被拉断, 加速度最大为 10 m/s^2

系统静止时，小球受力如图甲所示

竖直： $F_a \cdot \sin 37^\circ = mg$ ，

水平： $F_a \cdot \cos 37^\circ = F_b$ ，

解得 $F_a = 10 \text{ N}$ ， $F_b = 8 \text{ N}$



系统水平向右匀加速运动时，

竖直： $F_a \cdot \sin 37^\circ = mg$ ，解得 $F_a = 10 \text{ N}$

水平： $F_b - F_a \cdot \cos 37^\circ = ma$

当 $F_b = 15 \text{ N}$ 时，加速度最大
为 $a \approx 11.7 \text{ m/s}^2$ ，故 D 错误。

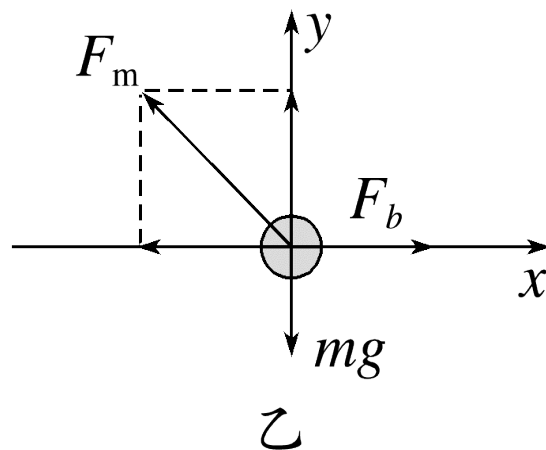
系统水平向右匀加速运动时，小球受力如图乙

当 a 线拉力为 15 N 时，

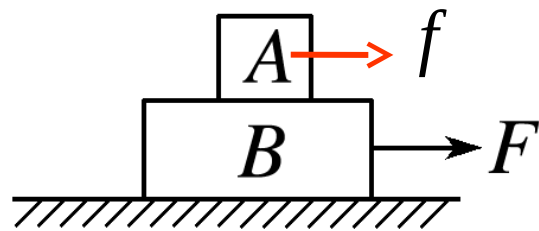
竖直方向有 $F_m \cdot \sin 37^\circ - mg = ma$ ，

水平方向有 $F_m \cdot \cos 37^\circ = F_b$ ，解得 $F_b = 12 \text{ N}$ ，

此时加速度有最大值 $a = 5 \text{ m/s}^2$ ，故 C 正确；



思考 1 : 质量分别为 m_1 、 m_2 的物体 A、B 如图叠放在光滑水平地面上，AB 之间动摩擦因数为 μ 。在水平力 F 作用下 AB 一起向右加速，保持相对静止，求 B 对 A 的摩擦力。



对 AB 整体

$$F = (m_1 + m_2)a$$

对 A

$$f = m_1 a$$

思考 2 : 若要 A、B 无法保持相对静止，需满足什么条件？

发生相对滑动的临界点：

A、B 之间摩擦力为最大静摩擦力

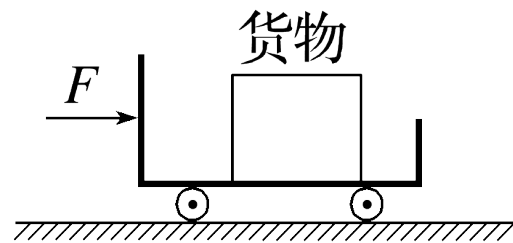
对 A : $f' = \mu m_1 g = m_1 a'$

对 AB : $F = (m_1 + m_2)a' = \mu(m_1 + m_2)g$

方向水平向右

$$f = \frac{m_1}{m_1 + m_2} F$$

例题 (多选) (2025·广东东莞市检测) 如图所示, 水平恒力 F 推着平板小车和货物在水平地面一起做匀加速直线运动, 小车和货物的质量分别为 M 和 m , 货物与小车间的动摩擦因数为 μ , 最大静摩擦力与滑动摩擦力相等, 重力加速度为 g , 不计空气阻力。小车与地面间的摩擦力不计, 且货物与平板车左侧推杆不接触, 在运动过程中, 下列分析正确的是



对整体: $F = (M+m)a$

对货物: $F_{\text{合}} = f = ma = \frac{m}{m+M}F$

- ✓ A. 货物受到的合力大小为 $\frac{m}{m+M}F$
- ✓ B. 货物受到的合力大小一定为 μmg
- ✓ C. 货物受到的摩擦力大小一定为 F
- ✓ D. 水平恒力 F 大于 μmg 时, 货物会发生相对滑动

小车与货物的滑动摩擦力为 $f' = \mu F_N = \mu mg$

静摩擦力不一定等于最大静摩擦力

D. 水平恒力 F 大于 μmg 时, 货物会发生相对滑动

货物即将发生相对滑动时, 小车与货物之间的摩擦力为最大静摩擦力
 , 对小车 $f' = \mu mg = ma'$, 对整体 $F = (m+M)a' = \mu(m+M)g$



黄埔教研
HUANGPUJIAOYAN

谢谢

