

(۳) الف) اگر سنگ دوم به میزان  $\Delta t$  بعد از سنگ اول رها شود اختلاف سرعت آن‌ها در لحظه  $t = 0$  (زمان رها شدن سنگ دوم) برابر است با:

$$v = a_1 t + v_0 \rightarrow v_{01} = -g \Delta t$$

$$v_{02} = 0$$

$$\Delta v = v_2 - v_1 = g \Delta t$$

در لحظه  $t$  اختلاف سرعت آن‌ها برابر می‌شود با:

$$v_1 = a_1 t + v_{01} \rightarrow v_1 = -gt - g \Delta t$$

$$v_2 = a_2 t + v_{02} \rightarrow v_2 = -gt$$

$$\Delta v = v_2 - v_1 = g \Delta t$$

بنابراین اختلاف سرعت‌ها ثابت می‌ماند.

۱ ب) در لحظه  $t = 0$  داریم:

$$y = \frac{1}{2} a t^2 + v_0 t + y_0$$

$$y_{01} = \frac{-1}{2} g (\Delta t)^2$$

$$y_{02} = 0$$

$$\Delta y = \frac{1}{2} g (\Delta t)^2$$

در لحظه  $t$  داریم:

$$y_1 = \frac{-1}{2} g t^2 - g (\Delta t) t - \frac{1}{2} g (\Delta t)^2$$

$$y_2 = \frac{-1}{2} g t^2$$

$$\Delta y = g (\Delta t) t + \frac{1}{2} g (\Delta t)^2$$

بنابراین  $\Delta y$  افزایش می‌یابد.

۱ ج) دو گلوله از یک ارتفاع و با سرعت اولیه یکسان رها می‌شوند. هر دو تحت تأثیر نیروی جاذبه زمین قرار دارند. بنابراین معادله حرکت هر دو گلوله برابر است با:

$$y = \frac{-1}{2} g t^2 + v_0 t + y_0$$

هر دو گلوله ارتفاع یکسان  $h$  را طی می‌کنند. بنابراین سمت راست معادله برای این دو گلوله باید یکسان باشد. در نتیجه هر دو گلوله فاصله  $h$  را در یک زمان طی می‌کنند بنابراین اگر با فاصله زمانی پرتاب شوند با همان فاصله زمانی به زمین می‌رسند

(۱) ۲) نیروی اصطکاکی که جاده به چرخ‌ها وارد می‌کند، اتومبیل را به سمت جلو هل می‌دهد.

(۳) ۲-۱) جرم وزنه و وزنه‌بردار را به ترتیب  $M$  و  $m$  و جهت مثبت را رو به بالا در نظر بگیرید. پیش از شروع حرکت وزنه ساکن هستند.

$$N = (m + M)g$$

وزنه‌بردار وزنه را با شتاب  $a$  بلند می‌کند. در این حالت داریم:

$$N - (m + M)g = Ma$$

$$N = (M + m)g + Ma$$

و عدد ترازو بیشتر می‌شود.

در حالت بعد وزنه‌بردار وزنه را با سرعت ثابت بالا می‌برد. در نتیجه شتاب حرکت صفر است و داریم:

$$N=(m+M)g$$

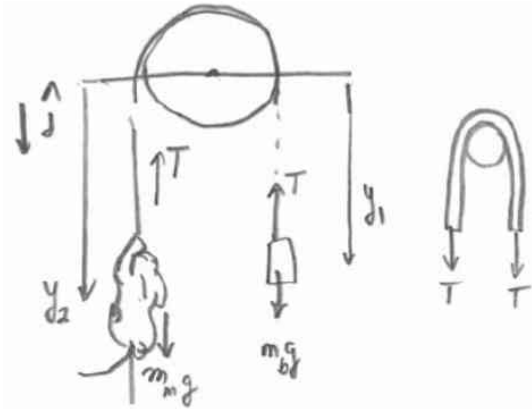
در حالت آخر وزنه‌بردار وزنه را بالای سر خود متوقف می‌کند و داریم:

$$N-(m+M)g=-Ma$$

$$N=(m+M)g-Ma$$

و عدد ترازو کمتر می‌شود.

(۳) نیروها در شکل روبرو مشخص شده‌اند. جهت مثبت به سمت پایین است.



می‌مون طناب را به پایین می‌کشد و به طناب نیروی  $\vec{F}=\vec{T}$  وارد می‌کند. طناب نیز به او نیروی  $T$  وارد می‌کند (قانون سوم نیوتون). این نیرو به وزنه نیز وارد می‌شود. می‌مون در اثر کشیدن طناب یک شتاب  $a_1$  پیدا می‌کند.

برای می‌مون داریم:

$$m_m g - T = m_m a_1$$

$$T = m_m (g - a_1)$$

و برای جسم دوم داریم:

$$m_b g - T = m_b a_2$$

$$T = m_b (g - a_2)$$

بنابراین:

$$a_2 = g - \frac{m_m}{m_b} (g - a_1)$$

$$a_2 = a_1$$

$$a = g - \frac{F}{m}$$

در اینجا جرم‌ها یکسان هستند. بنابراین:

$a$  شتاب هر دو جسم است.

(۲) ۴ الف)

$$a_y = 0 \rightarrow F \sin \theta + mg = N$$

$$N = 44,4 (N)$$

$$F_x = F \cos \theta = 20 (N)$$

$$f_s = \mu_s N = 22,2 (N)$$

بنابراین جسم شروع به حرکت نخواهد کرد.

۴ ب)

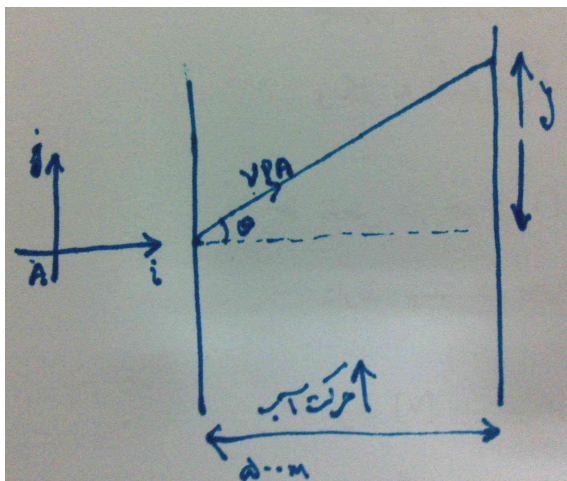
$$\sum F_x = F_x - f_k = 20 - 8,88 = 11,12 (N)$$

$$a_x = \frac{\sum F_x}{m} = \frac{11,12}{3} = 3,7 (m/s^2)$$

(۴) ۶ الف)

ناظر ساکن نسبت به زمین در دستگاه  $A$  و ناظر ساکن نسبت به آب در دستگاه  $B$  ایستاده‌اند. قایق متحرک را با  $P$  نمایش می‌دهیم. بنابراین:

$$\begin{aligned} \vec{v}_{PA} &= \vec{v}_{PB} + \vec{v}_{BA} \\ \vec{v}_{BA} &= 1 \text{ m/s } \hat{j} \\ \vec{v}_{PB} &= 0,5 \text{ m/s } \hat{i} \\ \vec{v}_{PA} &= 0,5 \text{ m/s } \hat{i} + 1 \text{ m/s } \hat{j} \\ |\vec{v}_{PA}| &= \sqrt{0,25 + 1} = \sqrt{1,25} \text{ m/s} \\ \tan \theta &= \frac{v_{PAy}}{v_{PAx}} = \frac{1}{0,5} \rightarrow \theta = 63,4^\circ \end{aligned}$$



۶ ب)

$$\begin{aligned} \tan \theta &= \frac{y}{x} \\ y &= x \tan \theta = 1000 \text{ m} \end{aligned}$$

۶ ج)

$$\begin{aligned} x &= v_{PAx} t \\ t &= \frac{500}{0,5} = 1000 \text{ s} \end{aligned}$$