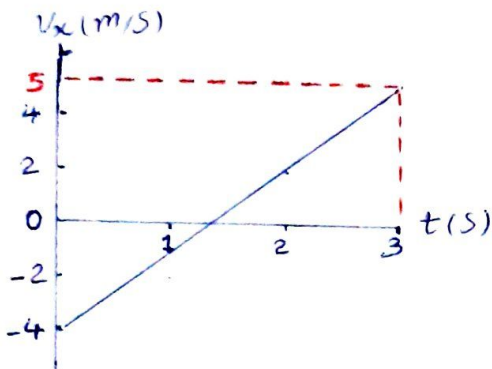


## نیروی حرکت (I)

- ① دو نیروی  $F_1$  و  $F_2$  به یک جسم به جرم  $4 \text{ kg}$  وارد می‌شوند. با فرض اینکه سیستم در صحنه  $x-y$  قرار داشته و نیروی  $F_1$  با اندازه  $7 \text{ N}$  در راستای مثبت محور  $x$  است و نیروی  $F_2$  با اندازه  $9 \text{ N}$  با راستای مثبت محور  $x$  زاویه  $\theta$  می‌سازد با استفاده از شکل زیر که مؤلفه‌ی  $x$  سرعت را بر حسب زمان نشان می‌دهد زاویه بین راستای نیروهای  $F_1$  و  $F_2$  چقدر است؟



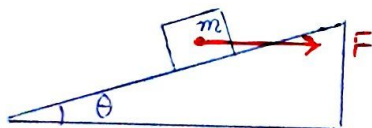
$$a_x = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{5+4}{3} = 3 \text{ m/s}^2$$

$$F_1 + F_2 \cos \theta = m a_x$$

$$7 + 9 \cos \theta = 12 \rightarrow 9 \cos \theta = 5$$

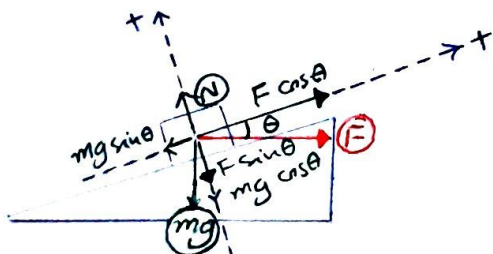
$$\theta = 56^\circ$$

- ② مطابق شکل جعبه‌ای به جرم  $m = 100 \text{ kg}$  با سرعت ثابت توسط نیروی افقی  $F$  - بالای سطح بدون اصطکاک با زاویه  $\theta = 30^\circ$  کشیده می‌شود. مطلوب است:



الف) اندازه  $F$

ب) اندازه‌ی نیروی وارد بر جعبه از طرف سطح شیبدار را به دست آورید.



$$F \cos \theta - mg \sin \theta = m a$$

الف)

$$F \cos 30 = 100(9.8) \sin 30 \rightarrow F = 566 \text{ N}$$

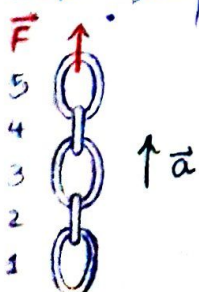
$$N = F \sin \theta + mg \cos \theta = 1.13 \times 10^3 \text{ N}$$

ب)

منظور از نیروی وارد بر جعبه از طرف سطح شیبدار همان نیروی عمودی متجه به سمت بالا است.

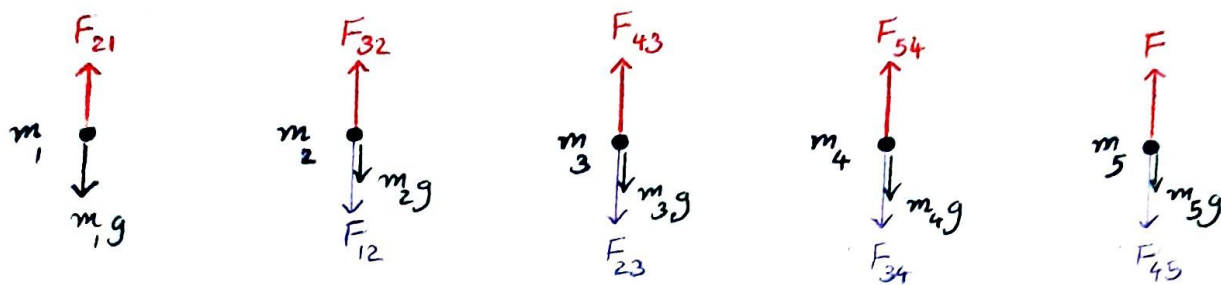
این تصویر را در نظر گرفتن معوجهای متجه در راستای سطح شیبدار رسم شده است. (F) نیروی افقی وارد بر جسم (N) نیروی عمودی متجه به بالا و (mg) نیروی گرانش وارد بر جسم است. باقی موارد مؤلفه‌های تقزیه شده‌ی این نیروها در راستای معوجهای متجه است.

- ③ زنجیری شامل 5 حلقه هر یک به جرم  $100 \text{ g}$  با شتاب  $2.5 \text{ m/s}^2$  در راستای قائم بالایی به جرم مطلوب است.



- الف) نیروهای که حلقه‌های مجاور به هم وارد می‌کنند  
ب) نیروی  $F$  که عامل خارج از حلقه بالایی وارد می‌کند  
ج) نیروی خالص وارد بر هر حلقه

الف) برای یال‌های نیروی بین حلقه‌های مجاور 0.5 متر در ابتدا نمودار جسم آزاد برای هر حلقه رسم شود.



در نهایت با استفاده از قانون دوم نیوتن و همچنین قانون سوم نیوتن می‌توان نوشت:

$$F_{21} - m_1 g = m_1 a \rightarrow \boxed{F_{21}} = m_1 (a + g) = 0.1 (2.5 + 9.8) = \boxed{1.23 \text{ N}}$$

$$F_{32} - F_{12} - m_2 g = m_2 a \rightarrow \boxed{F_{32}} = 2.46 \text{ N}$$

$$F_{43} - m_3 g - F_{23} = m_3 a \rightarrow \boxed{F_{43}} = 3.69 \text{ N}$$

$$F_{54} - m_4 g - F_{34} = m_4 a \rightarrow \boxed{F_{54}} = 4.92 \text{ N}$$

$$\boxed{F} = m_5 (g + a) + F_{45} = \boxed{6.15 \text{ N}}$$

$$\boxed{F_{\text{net}}} = m a = 0.1 (2.5) = \boxed{0.25 \text{ N}}$$

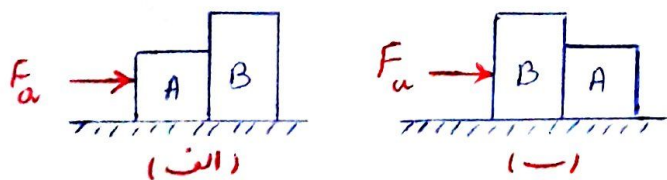
ب.

ج.

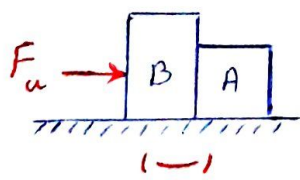
4. مطابق شکل نیروی افقی ثابت  $F_a$  به بلوک A اعمال می‌شود (شکل الف). بلوک A نیروی  $20 \text{ N}$  - بلوک B در راستای افقی به سمت راست وارد می‌کند. در شکل B نیروی  $F_a$  به بلوک B اعمال می‌شود که در این حالت بلوک A - B نیروی  $10 \text{ N}$  در راستای افقی به سمت چپ وارد می‌کند. با فرض اینکه مجموع جرم این 2 بلوک  $12 \text{ kg}$  باشد مطلوب است تعیین:

الف) شتاب در شکل الف

ب) نیروی  $F_a$



(الف)



(ب)

الف) با توجه به اینکه در هر 2 شکل نیروی وارد درجهتین جرم محسوب می‌شود است لذا شتاب در هر 2 حالت برابر است. به علاوه بنا بر آنچه در صورت مسئله مطرح شده نیروی مستقیم که به هر دو آورده می‌شود شتاب در بلوک B شکل الف است 2 برابر نیروی است که همین شتاب را در بلوک A در شکل ب ایجاد می‌کند که بر این اساس می‌توان نتیجه گرفت جرم B دو برابر جرم A است ( $m_B = 2m_A$ ) پس داریم:

$$m_A + m_B = m_A + 2m_A = 12 \rightarrow m_A = 4 \text{ kg} ; m_B = 8 \text{ kg}$$



$$F = ma \rightarrow a = \frac{20}{8} = \boxed{2.5 \text{ m/s}^2}$$

$$F_a = (m_A + m_B) a = 12 (2.5) = \boxed{30 \text{ N}}$$

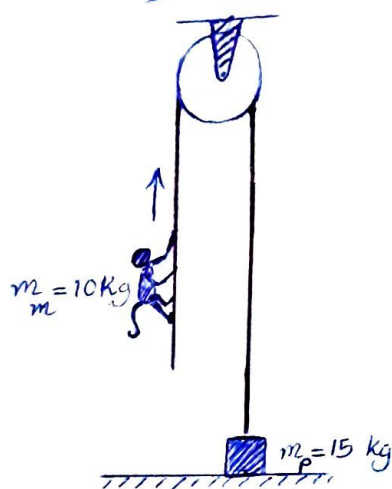
(۱-)

⑤ میمون به جرم  $10 \text{ kg}$  از طناب بسیار سبک بالا می‌رود. طناب از مرقه‌ی بدن اصطفاکی گذشته و به یاری به جرم  $15 \text{ kg}$  متصل است:

الف) میمون حداقل با چه شتابی باید از طناب بالا برود تا بتواند بار را از روی زمین بلند کند؟

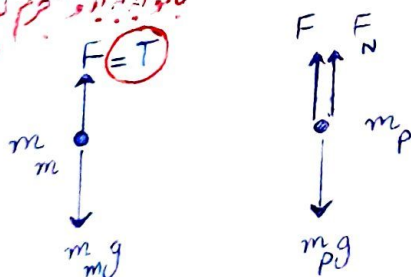
ب) اگر میمون از بلند شدن بار از زمین، میمون بالا رفتن خود را متوقف کرد و آویزان بماند شتاب میمون چقدر است؟

ج) نیروی کشش طناب چقدر است؟



الف) بنا بر قانون سوم نیوتن وقتی که میمون از طناب بالا می‌رود طناب را به پایین می‌کشد و در حالتی که طناب یک نیروی بالا سر به میمون وارد می‌کند. چنانچه راستای مثبت محور  $y$  را رو به بالا در نظر بگیریم و  $F$  نیروی باشد که میمون طناب را به پایین می‌کشد خواهیم داشت:

باتوجه به اینکه جرم خود طناب



$$F - m_m g = m_m a \quad (I)$$

$$F + F_N - m_p g = m_p a_m$$

چنانچه  $F$  نیروی کشنده برای بلند کردن بسته باشد بنابراین

$a_p = 0$  و  $F_N = 0$  در نتیجه:  $F = m_p g$  که از جایگذاری آن در رابطه (I) داریم:  $a_m = \frac{(m_p - m_m)g}{m_m} = \boxed{4.9 \text{ m/s}^2}$

ب) اگر در این حالت شتاب بسته نشان داده شود طبق قانون دوم نیوتن داریم:

\* توجه کنید که اگر جهت شتاب جعبه به طرف پایین باشد جهت شتاب میمون بالا می‌رود. (رابطه شتاب بسته به صورت  $a'_p = -a'_m$  است)

$$F - m_p g = m_p a'_p$$

$$F - m_m g = m_m a'_m$$

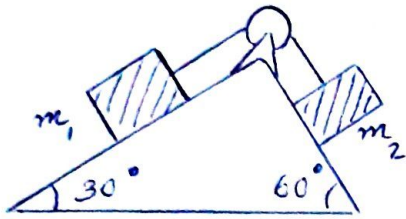
$$\boxed{F} - m_p (g + a'_p) = m_p (g - a'_m)$$

$$m_p (g - a'_m) - m_m g = m_m a'_m \rightarrow \boxed{a'_m = 2 \text{ m/s}^2}$$

بج (چون طور که گفته شد نیروی کشش طناب برای این مسئله برابر با نیروی  $F$  است که میخون به طناب وارد می کند)

$$F = m_p (g - a'_m) = 15(9.8 - 2) = \boxed{120 \text{ N}}$$

(6) جعبه ای به جرم  $m_1 = 3 \text{ kg}$  روی سطح بدون اصطکاک به زاویه  $\theta_1 = 30^\circ$  قرار دارد. جعبه ای دیگر به جرم  $m_2 = 2 \text{ kg}$  روی سطح بدون اصطکاک به زاویه  $\theta_2 = 60^\circ$  قرار گرفته است (مطابق شکل) کشش نخ بدون جرم که این 2 را به هم متصل می کند چقدر است؟

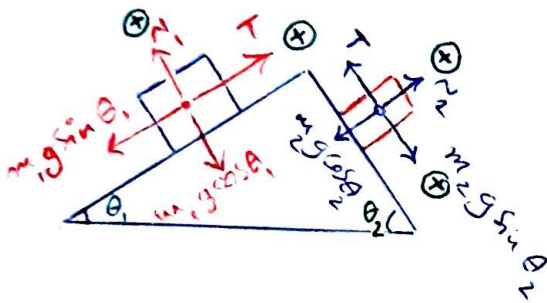


$$T - m_1 g \sin \theta_1 = m_1 a$$

$$m_2 g \sin \theta_2 - T = m_2 a$$

$$a = \left( \frac{m_2 \sin \theta_2 - m_1 \sin \theta_1}{m_1 + m_2} \right) g = 0.45 \text{ m/s}^2$$

$$T = \frac{m_1 m_2 g}{m_1 + m_2} (\sin \theta_1 + \sin \theta_2) = \boxed{16.1 \text{ N}}$$



پایان توجه به وجود دو جسم لازم است برای هر جسم یک محور مختصات جداگانه رسم شود (که جهت های مثبت انتخابی در شکل نشان داده شده است) سپس نیروهای وارد بر هر جسم (مثلاً 4 نیروی 2) مشخص شده و در قانون دوم نیوتن جایگذاری شود ( $\sum F = ma$ )