

حداقل نیرو برای نلغزیدن!

محمد نادری دبیر فیزیک خلخال

چکیده: در این نوشته هم با نمونه‌ی دیگری از سوالات سخت و مفهومی دینامیک بیشتر آشنا خواهید شد.

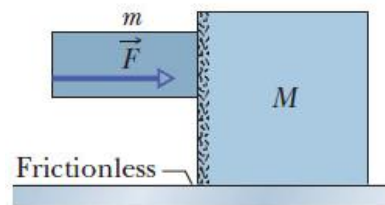
مقدمه

به ۲ مسأله‌ی زیر دقت کنید.

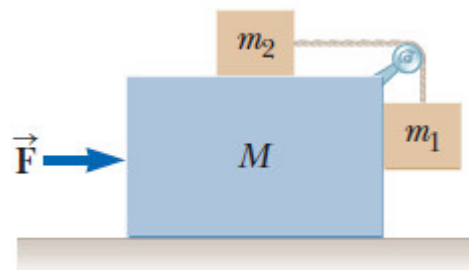
استراتژی حل مسأله

- ۱- وقتی که چند جسم با هم حرکت می‌کنند، دارای یک شتاب و سرعت واحد هستند. در چنین مواردی می‌توانیم این چند جسم را یک جسم واحد تلقی کرده و قانون دوم نیوتون را برای آن جسم واحد بنویسیم.
- ۲- با بدست آوردن شتاب جسم واحد، که شتاب هر یک از اجزای آن نیز هست، می‌توانیم قانون دوم نیوتون را برای هر یک از اجزا نیز بنویسیم.
- ۳- در راستایی که جسم حرکت ندارد، برابری نیروهای وارد بر جسم باید صفر باشد.

* سوال ۱ در شکل زیر، حداقل نیروی F چقدر باشد تا جسم m بر روی جسم M نلغزد؟ $m=6\text{kg}$ ، $M=12\text{kg}$ و ضریب اصطکاک سکون بین دو جسم برابر 0.3 است. بین جسم M و سطح اصطکاک وجود ندارد.



** سوال ۲ در شکل زیر، نیروی افقی وارد بر جسم بزرگ M چقدر باشد تا دو مکعب کوچک قهوه‌ای نسبت به آن ساکن بمانند؟ تمام سطوح بدون اصطکاک است.



$$F_{min} = \frac{6 \times 10}{.3} \left(1 + \frac{6}{12} \right) = 300 \text{ N}$$

✓ سوال ۲ سه جسم مورد نظر با هم حرکت می‌کنند و نسبت

به هم ساکن هستند؛ پس مجموعه را جسم واحدی در نظر می‌گیریم و قانون دوم نیوتون را برای آن می‌نویسیم.

$$F = (m_1 + m_2 + M)a \quad (1)$$

از طرفی تنها نیروی وارد بر جسم m_2 در راستای افقی، نیروی کشش طناب (T) است.

$$T = m_2 a \quad (2)$$

و نیز از طرفی چون جسم m_1 در راستای قائم حرکتی ندارد، باید دو نیروی کشش طناب (T) و نیروی وزن وارد بر آن در این راستا، صفر باشد.

$$T = m_1 g \quad (3)$$

از سه رابطه‌ی (1)، (2) و (3) خواهیم داشت.

$$F = (m_1 + m_2 + M) \frac{m_1}{m_2} g \quad (4)$$

پایان.

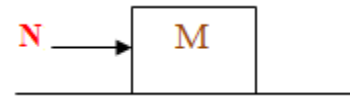
✓ سوال ۱ دو جسم بنا به شرط مساله قرار است که با هم حرکت کنند. در این صورت جسمی به جرم $m+M$ خواهیم داشت که در راستای افقی تنها نیروی F بر آن وارد می‌شود.



طبق قانون دوم نیوتون داریم

$$F = (m + M)a \quad (1)$$

از طرفی اگر تنها جسم M را در نظر بگیریم، در راستای افقی تنها نیروی عمودی سطح (N) از طرف جسم m بر آن وارد می‌شود. این نیرو به جسم M همان شتاب معادله‌ی (1) را می‌دهد.

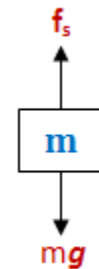


$$N = Ma \quad (2)$$

از دو رابطه‌ی (1) و (2) خواهیم داشت.

$$F = \left(\frac{m + M}{M} \right) N \quad (3)$$

از طرفی بر جسم m در راستای قائم دو نیروی وزن و اصطکاک سکون وارد می‌شود. این دو همدیگر را خنثی می‌کنند.



حداقل F موقعی خواهد بود که جسم m در آستانه‌ی لغزش به سمت پایین قرار بگیرد. در این شرایط داریم

$$f_{s \max} = mg$$

$$N = \frac{mg}{\mu_s} \quad (4)$$

سرانجام از دو رابطه‌ی (3) و (4) خواهیم داشت.

$$F_{min} = \frac{mg}{\mu_s} \left(1 + \frac{m}{M} \right) \quad (5)$$