

فیزیک مکانیک

جلسه نهم رفع اشکال و حل تمرین

حسین شناور

گروه فیزیک، دانشکده علوم

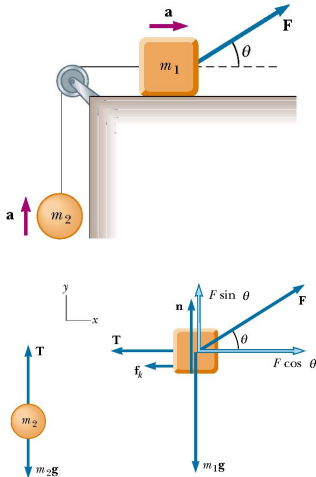


دانشگاه هرمزگان

- این مجموعه درس در ایام همه گیری کرونا در تابستان و پاییز سال ۱۳۹۹ و با سرعتی بیش از حد معمول تهیه شده است؛ بنابراین، امکان وجود اشتباهات در این ارائه وجود دارد.
- خواهشمندم هرگونه اشتباه نوشتاری، مفهومی و یا محاسباتی را به آدرس ایمیل من ارسال کنید تا در ویرایش های بعدی تصحیحات لازم اعمال شوند:
h.shenavar@gmail.com
- از همکاران محترم در دانشگاه صنعتی قوچان که، با تلاش بسیار، امکان ارائه آنلاین این مجموعه درس را فراهم آورده اند، سپاسگزارم.

۱ جلسه نهم رفع اشکال و حل تمرین

استراتژی کلی برای به کار بردن قوانین نیوتن



شکل ها از مبانی فیزیک هالیدی، ویرایش دهم.

مساله را به درستی و با دقت مطالعه کنید. با مطالعه دقیق مساله، تعیین کنید که چه اطلاعاتی داده شده اند و چه کمیت هایی از شما خواسته شده اند. اگر هیچ ایده ای برای حل مساله ندارید، کتاب (مخصوصا مثال های متن درس) را مجدداً مطالعه کنید.

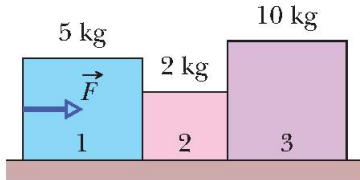
سیستم (جسم) کلیدی مساله کدام است؟ معمولاً سیستم کلیدی مساله جسمی است که پارامترهای خواسته شده به آن مربوط می شوند.

دو جور شکل بکشید. یکی نمودار کلی مساله و دیگری نمودار جسم آزاد. نمودار جسم آزاد نموداری است که جسم مورد نظر مساله را بدون هیچ گونه اتصالی به دنیای اطراف نشان می دهد. اثر محیط اطراف توسط بردارهای نیرو در نمودار جسم آزاد مشخص می شود.

محورها را عاقلانه رسم کنید. معمولاً بهتر است که یکی از محورها در جهت (ترجیحی) حرکت انتخاب شود.

شما تئوری پایه ای مکانیک را به خوبی میدانید؛ قسمت عمده این تئوری در صفحه قبل خلاصه شده است!!! ولی برای حل موفقیت آمیز مسائل، باید این نظریه را در عمل نیز بیاموزید. یکی از راههای بهتر آموختن و درونی سازی هر تئوری علمی، حل مسائل مربوط به تئوری است. بنابراین در حل تمرین ها کوشا باشید.

تمرین



نیروی $F = 60 \text{ N}$ به یک مجموعه جرم، مطابق شکل روبه رو، وارد می شود.

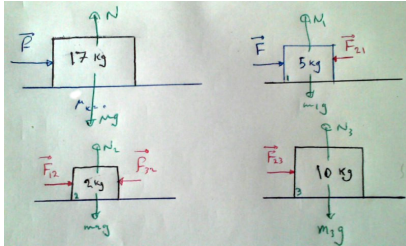
الف: از اصطکاک صرفنظر کنید و شتاب مجموعه را بیابید.

ب: نیروی وارد شده از طرف جرم ۱ به جرم ۲ را بیابید. نیروی وارد شده از طرف جرم ۲ به جرم ۱ چقدر است؟

پ: نیروی وارد شده از طرف جرم ۲ به جرم ۳ را بیابید.

شکل از مبانی فیزیک هالیدی، ویرایش دهم.

پاسخ



نمودار جسم آزاد را به دقت بررسی کنید.
چرا نیروهای عمودی بررسی نشده اند؟

نیروی $F = 60 \text{ N}$ به یک مجموعه جرم، مطابق شکل روبه رو، وارد می شود.

الف: از اصطکاک صرف نظر کنید و شتاب مجموعه را بیابید.

ب: نیروی وارد شده از طرف جرم ۱ به جرم ۲ را بیابید. نیروی وارد شده از طرف جرم ۲ به جرم ۱ چقدر است؟

پ: نیروی وارد شده از طرف جرم ۲ به جرم ۳ را بیابید.

پاسخ الف: در این قسمت مجموعه سه جرمی را به عنوان سیستم مورد بررسی در نظر می گیریم. بنا به قانون دوم نیوتن داریم:

$$\sum \vec{F} = m\vec{a} \Rightarrow 60 = (5 + 2 + 10)a$$

$$\Rightarrow a = \frac{60}{17} \text{ m/s}^2 = 3.5 \text{ m/s}^2$$

پاسخ پ: در این قسمت جرم شماره ۳ را به عنوان سیستم مورد بررسی در نظر می گیریم. نیروی وارد شده از طرف جرم ۲ به جرم ۳ برابر است با:

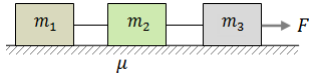
$$\sum \vec{F} = m\vec{a} \Rightarrow F_{23} = m_3 a = 10 \times \frac{60}{17} \text{ N} = 35 \text{ N}$$

پاسخ ب: در این قسمت جرم شماره ۲ را به عنوان سیستم مورد بررسی در نظر می گیریم. نیروی وارد شده از طرف جرم ۱ به جرم ۲ برابر است با:

$$\sum \vec{F} = m\vec{a} \Rightarrow F_{12} - F_{23} = m_2 a$$

$$\Rightarrow F_{12} = F_{23} + m_2 a = 35 + 2 \times 3.5 = 42 \text{ N}$$

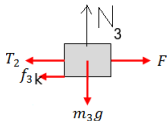
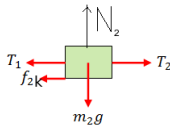
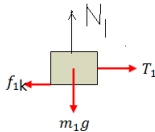
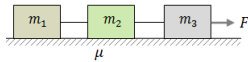
تمرین



سه جرم با طناب بدون جرمی به هم متصل اند. نیروی F به جرم m_3 وارد می شود. اگر ضریب اصطکاک جنبشی بین جرم ها و سطح برابر μ_k باشد، نیروی کشش طناب و شتاب مجموعه را بیابید.

شکل از *ambrosoft*.

تمرین



سه جرم با طناب بدون جرمی به هم متصل اند. نیروی F به جرم m_3 وارد می شود. اگر ضریب اصطکاک جنبشی بین جرم ها و سطح برابر μ_k باشد، نیروی کشش طناب و شتاب مجموعه را بیابید.

نمودار جسم آزاد را برای هر سه جسم مجموعه رسم می کنیم و قانون دوم نیوتن را برای هر سه جسم می نویسیم:

$$m_1 : \sum \vec{F} = m\vec{a} \Rightarrow T_1 - f_{1k} = m_1 a_x, \quad N_1 - m_1 g = 0$$

$$m_2 : \sum \vec{F} = m\vec{a} \Rightarrow T_2 - T_1 - f_{2k} = m_2 a_x, \quad N_2 - m_2 g = 0$$

$$m_3 : \sum \vec{F} = m\vec{a} \Rightarrow F - T_2 - f_{3k} = m_3 a_x, \quad N_3 - m_3 g = 0$$

حال با توجه به اینکه برای هرکدام از جرم ها $f_k = \mu_k N = \mu_k mg$ داریم:

$$T_1 - \mu_k m_1 g = m_1 a_x$$

$$T_2 - T_1 - \mu_k m_2 g = m_2 a_x$$

$$F - T_2 - \mu_k m_3 g = m_3 a_x$$

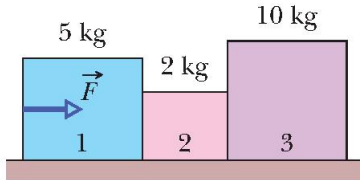
با جمع طرفین این رابطه داریم (این رابطه را می توانستیم به روش دیگری نیز بیابیم!):

$$a_x = \frac{F - \mu_k m_1 g - \mu_k m_2 g - \mu_k m_3 g}{m_1 + m_2 + m_3}$$

از اینجا می توان کشش های نخ را پیدا کرد؛ مثلا:

$$T_1 = \mu_k m_1 g + m_1 \frac{F - \mu_k m_1 g - \mu_k m_2 g - \mu_k m_3 g}{m_1 + m_2 + m_3} = \dots$$

تمرین



نیروی $F = 60 \text{ N}$ به یک مجموعه جرم، مطابق شکل روبه رو، وارد می شود.

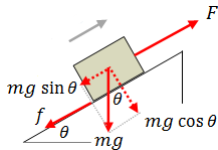
الف: فرض کنید ضریب اصطکاک جنبشی برابر μ_k می باشد؛ شتاب مجموعه را بیابید.

ب: نیروی وارد شده از طرف جرم ۱ به جرم ۲ را بیابید. نیروی وارد شده از طرف جرم ۲ به جرم ۱ چقدر است؟

پ: نیروی وارد شده از طرف جرم ۲ به جرم ۳ را بیابید.

شکل از مبانی فیزیک هالیدی، ویرایش دهم.

نیروی اصطکاک (و بنابراین شتاب مجموعه) کاملاً به جهت حرکت بستگی دارد.

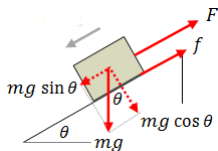


در شکل بالا، جهت پیکان جهت حرکت را نشان می دهد. شتاب حرکت را بیابید.
پاسخ: جهت مثبت محور x را در جهت حرکت فرض می کنیم. نیروی اصطکاک جنبشی (که آن را با f نشان می دهیم) در خلاف جهت حرکت است؛ بنابراین

$$\sum \vec{F} = m\vec{a} \Rightarrow F - f - mg \sin \theta = ma_x, \quad N - mg \cos \theta = ma_y = 0$$

بنابراین $N = mg \cos \theta$ و یا $f = \mu_k N = \mu_k mg \cos \theta$. همچنین

$$a_x = \frac{F - f - mg \sin \theta}{m} = \frac{F - \mu_k mg \cos \theta - mg \sin \theta}{m}$$



در شکل پایین، جهت پیکان جهت حرکت را نشان می دهد. شتاب حرکت را بیابید.
پاسخ: جهت مثبت محور x را در جهت حرکت فرض می کنیم. نیروی اصطکاک جنبشی (که آن را با f نشان می دهیم) در خلاف جهت حرکت است؛ بنابراین

$$\sum \vec{F} = m\vec{a} \Rightarrow mg \sin \theta - F - f = ma_x, \quad N - mg \cos \theta = ma_y = 0$$

بنابراین $N = mg \cos \theta$ و یا $f = \mu_k N = \mu_k mg \cos \theta$. همچنین

$$a_x = \frac{mg \sin \theta - F - f}{m} = \frac{mg \sin \theta - F - \mu_k mg \cos \theta}{m}$$

لطفاً دقت کنید که جهت حرکت جهت سرعت است و نه شتاب.

به تفاوت این دو جواب دقت کنید و ریشه آن را به خاطر بسپارید.

با سیاست از توجه شما،
مراقب سلامت خود و اطرافیان خود
باشید.