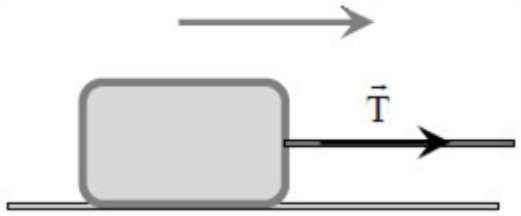
۱ همانند شکل روبه‌رو، وزنه‌ی $۴\,\mathrm{kg}$ را به فنر آویزان می‌کنیم. پس از رسیدن به تعادل، طول فنر $۱۴\,\mathrm{cm}$ می‌شود. اگر ثابت فنر $k = ۱۰۰۰\frac{N}{m}$ باشد، طول اولیه‌ی فنر را به دست آورید؟ $\left(g = ۱۰\frac{N}{\mathrm{kg}}\right)$

۲ دو عامل مؤثر بر ضریب اصطکاک ایستایی بین دو سطح را بنویسید.

۳ مطابق شکل، یک جسم به جرم $۸۰۰\,\mathrm{kg}$ در سطح افقی به ضریب اصطکاک جنبشی $۰/۴$ در حرکت است. اگر نیروی کشش طناب $۵۶۰۰N$ باشد، شتاب حرکت جسم را به دست آورید.

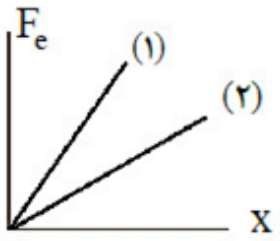
$\left(g = ۱۰\frac{N}{\mathrm{kg}}\right)$



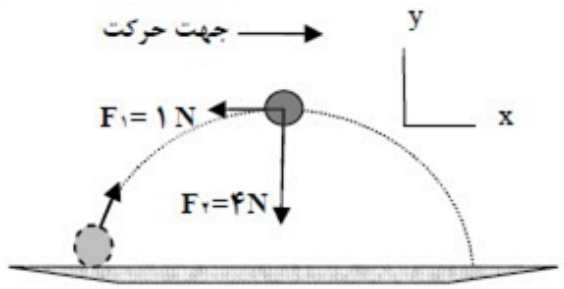
۴ نمودار نیروی کشسانی برحسب تغییر طول برای دو فنر ۱ و ۲ مطابق شکل است.

الف) ثابت کدام فنر بزرگ‌تر است؟ چرا؟

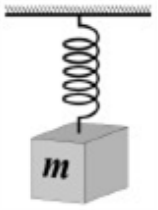
ب) ثابت هر فنر به چه عامل‌هایی بستگی دارد؟ (۲ مورد)



۵ شکل روبه‌رو نیروهای وارد بر توپی به جرم $۰/۴\,kg$ را در بالاترین نقطه‌ی مسیرش نشان می‌دهد. بردار شتاب این توپ را در نقطه‌ی نشان داده شده برحسب بردارهای یکّه بنویسید.



۶ در شکل روبه‌رو وقتی وزنه $۲۰N$ را به فنری با طول اولیه $۱۲\,cm$ آویزان می‌کنیم، طول فنر $۱۶\,cm$ می‌شود. ثابت فنر چند نیوتون بر متر است؟



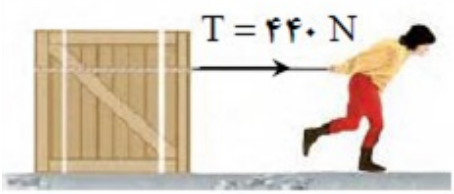
۷ در هریک از گزاره‌های زیر، جای خالی را با واژه‌ی مناسب پر کنید.

الف) طبق قانونِ ..... نیوتون، شتاب جسم با نیروی خالص وارد بر جسم نسبت مستقیم دارد.

ب) جهت نیروی وزن و در نتیجه شتاب گرانشی همواره به طرف ..... است.

پ) وزن ماهواره‌ای که در ارتفاع R_e (شعاع زمین) از سطح زمین قرار دارد ..... برابر وزن آن روی سطح زمین است.

۸ در شکل روبه‌رو، شخصی با یک طناب افقی جعبه‌ی ۱۰۰ کیلوگرمی را می‌کشد. اگر ضریب اصطکاک ایستایی و جنبشی بین جعبه و سطح به‌ترتیب $۰/۴$ و $۰/۳$ باشد:



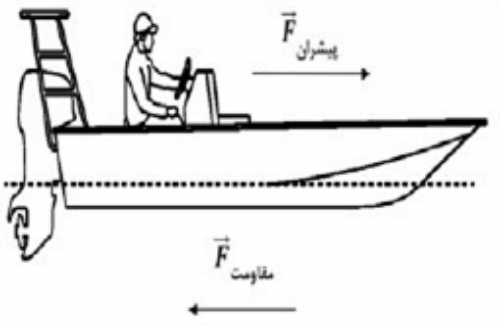
الف) با محاسبه نشان دهید چرا جعبه شروع به حرکت می‌کند؟ $\left(g = ۱۰\frac{m}{s^۲}\right)$

ب) شتاب جعبه را پس از حرکت حساب کنید.

۹ نیروی موتور یک قایق موتوری که جرم آن با سرنشینش $۴۰۰\,kg$ است به گونه‌ای تنظیم می‌شود که در بازه‌ی زمانی معینی، همواره نیروی افقی خالص $۸۰۰N$ به طرف جلو بر قایق وارد می‌کند.

الف) اگر نیروی پیشران $۱۴۰۰N$ باشد، نیروی مقاومت در آن لحظه چه‌قدر است؟

ب) شتاب این قایق چه‌قدر و در چه جهتی است؟



۱۰ هریک از گزاره‌های زیر، به کدام‌یک از قانون‌های نیوتون مربوط می‌شود؟
الف) هرگاه جسمی به جسم دیگر نیرو وارد کند، جسم دوم نیز به جسم اول نیرویی هم‌اندازه و هم‌راستا اما در خلاف جهت وارد می‌کند.
ب) یک جسم، حالت سکون یا حرکت با سرعت ثابت خود را حفظ می‌کند مگر آن‌که نیروی خالص غیرصفری به آن وارد شود.

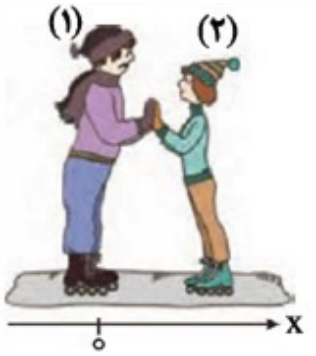
۱۱ با افزایش تندی جسم، تکانه‌ی آن‌چه تغییری می‌کند؟

۱۲ جعبه‌ی ساکنی به جرم $۴۰\ \mathrm{kg}$ روی سطح افقی قرار دارد. ابتدا جعبه را با نیروی ثابت افقی ۱۰۰ نیوتون، هل می‌دهیم و جعبه ساکن می‌ماند. هنگامی‌که نیروی افقی را به ۱۲۰ نیوتون می‌رسانیم، جعبه در آستانه‌ی حرکت قرار می‌گیرد
الف) ضریب اصطکاک ایستایی بین سطح و جعبه چه‌قدر است؟
ب) نیروی اصطکاک ایستایی در حالت اول چند نیوتون است؟ $\left(g = ۱۰\frac{N}{\mathrm{kg}}\right)$

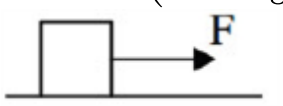
۱۳ شخصی به جرم ۶۰ کیلوگرم از یک بلندی روی یک تشک سقوط می‌کند. اگر تندی او هنگام رسیدن به تشک $۵\frac{m}{s}$ باشد و پس از $۰/۲$ ثانیه متوقف شود، اندازه‌ی نیروی متوسطی که تشک بر او وارد می‌کند، چه‌قدر است؟

۱۴ قطعه چوبی را به طور افقی، روی سطحی افقی پرتاب می‌کنیم. ضریب اصطکاک جنبشی بین چوب و سطح $۰/۲$ است. شتاب حرکت چوب را به دست آورید. $\left(g = ۱۰\frac{m}{s^۲}\right)$

۱۵ دو شخص به جرم‌های $۷۵\ \mathrm{kg}$ و $۵۰\ \mathrm{kg}$ با کفش‌های چرخ‌دار در یک سالن مسطح و صاف روبه‌روی هم ایستاده‌اند. شخص اول با نیروی $۱۲۰N$ شخص دوم را به طرف راست هل می‌دهد.
الف) شتابی که شخص دوم می‌گیرد چه‌قدر است؟
ب) شتابی که شخص اول می‌گیرد چه‌قدر و در چه جهتی است؟

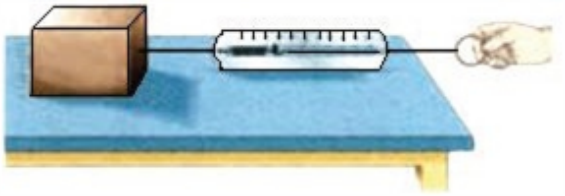


۱۶ جسمی به جرم $۰/۵\ \mathrm{kg}$ مطابق شکل روی سطحی با ضریب اصطکاک جنبشی $۰/۲$ در حال حرکت به طرف راست است. اگر نیروی ثابت افقی وارد بر جسم $F = ۵N$ باشد؛ شتاب حرکت جسم را به دست آورید. $\left(g = ۱۰\frac{N}{\mathrm{kg}}\right)$



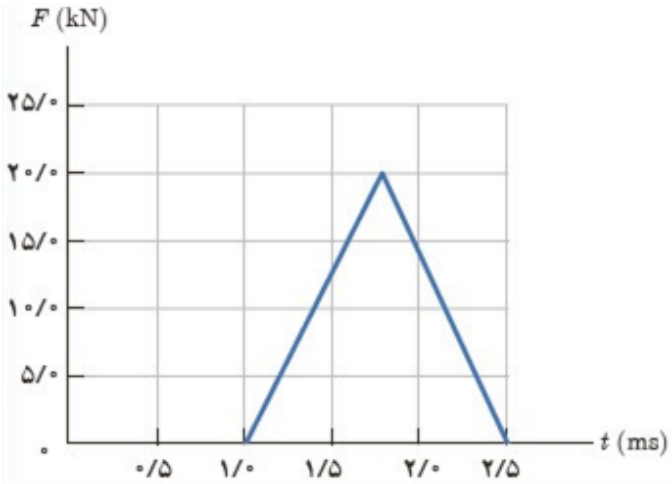
۱۷ جسمی به جرم $۳\ \mathrm{kg}$ را به انتهای فنری با ثابت $۵۰N/\mathrm{cm}$ بسته‌ایم و فنر را از سقف یک آسانسور آویزان می‌کنیم. اگر آسانسور با شتاب ثابت به طرف بالا شروع به حرکت کند و تغییر طول فنر $۰/۷۲\ \mathrm{cm}$ باشد، اندازه‌ی شتاب آسانسور چه‌قدر است؟ $(g = ۱۰m/s^۲)$

۱۸ شکل مقابل، آزمایشی را نشان می‌دهد:



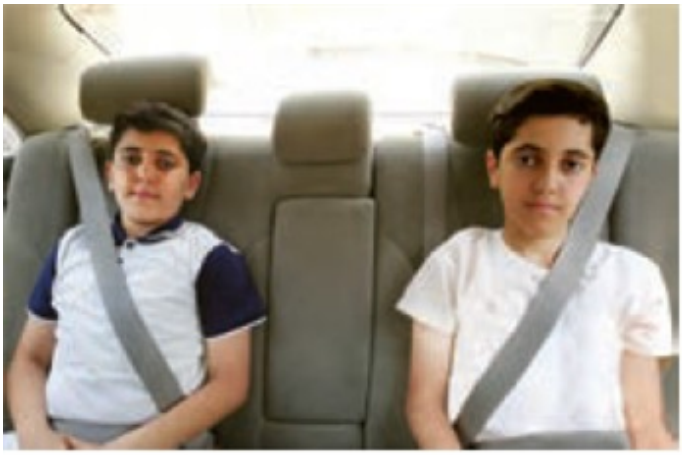
الف) هدف از انجام این آزمایش چیست؟
ب) اگر جرم قطعه چوب را تغییر دهیم، چه نتیجه‌ای در مورد $f_{s_{\max}}$ می‌گیریم؟

۱۹ شکل زیر، منحنی نیروی خالص برحسب زمان را برای توپ بیسبالی که با چوب بیسبال به آن ضرب زده شده است، نشان می‌دهد. تغییر تکانه‌ی توپ و نیروی خالص متوسط وارد بر آن‌را به دست آورید.



۲۰ توپی به جرم $۲۸۰g$ با تندی $۱۵/۰\frac{m}{s}$ به طور افقی به بازیکنی نزدیک می‌شود. بازیکن با مشت به توپ ضربه می‌زند و باعث می‌شود توپ با تندی $۲۲/۰\frac{m}{s}$ در جهت مخالف برگردد.
الف) اندازه‌ی تغییر تکانه‌ی توپ را محاسبه کنید.
ب) اگر مشت بازیکن $۰/۰۶۰۰s$ با توپ در تماس باشد، اندازه‌ی نیروی متوسط وارد بر مشت بازیکن از طرف توپ را به دست آورید.

۲۱ وقتی در خودروی ساکنی نشسته‌اید و خودرو ناگهان شروع به حرکت می‌کند، به صندلی فشرده می‌شوید. هم‌چنین اگر در خودروی در حال حرکتی نشسته باشید، در توقف ناگهانی به جلو پرتاب می‌شوید.
الف) علت این پدیده‌ها را توضیح دهید.
ب) نقش کمربند ایمنی و کیسه‌ی هوا در کم شدن آسیب‌ها در تصادف‌ها را بیان کنید.

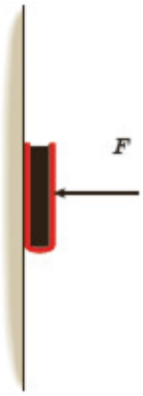


۲۲ کتابی را مانند شکل با نیروی عمودی F به دیوار قائمی فشرده و ثابت نگه داشته‌ایم.

الف) نیروهای وارد بر کتاب را رسم کنید.

ب) اگر جرم کتاب $۲/۵\,\mathrm{kg}$ باشد، اندازه‌ی نیروی اصطکاک را به دست آورید.

ب) اگر کتابی را بیش‌تر به دیوار بفشاریم، آیا نیروی اصطکاک تغییر می‌کند؟ با این کار چه نیروهایی افزایش می یابد؟



۲۳ یک خودروی باری با طناب افقی محکمی، یک خودروی سواری به جرم $۱۵۰۰\,\mathrm{kg}$را می‌کشد. نیروی اصطکاک و مقاومت هوا در مقابل حرکت خودروی سواری $۲۲۰N$ و $۳۸۰N$ است.

الف) اگر سرعت خودرو ثابت باشد نیروی کشش طناب T چه قدر است؟

ب) اگر خودرو با شتاب ثابت $۲/۰\frac{m}{s^۲}$ به طرف راست کشیده شود، نیروی کشش طناب چه‌قدر است؟

۲۴ وزنه‌ای به جرم $۲/۰\,\mathrm{kg}$ را به انتهای فنری به طول $۱۲\,\mathrm{cm}$ که ثابت آن $۲۰\frac{N}{\mathrm{cm}}$ است می‌بندیم و فنر را از سقف یک آسانسور آویزان می‌کنیم. طول فنر را در حالت‌های زیر محاسبه کنید.

الف) آسانسور ساکن است.

ب) آسانسور با سرعت ثابت $۲/۰\frac{m}{s}$ رو به پایین در حرکت است.

پ) آسانسور با شتاب ثابت $۲/۰\frac{m}{s^۲}$ از حال سکون رو به پایین شروع به حرکت کند.

ت) آسانسور با شتاب ثابت $۲/۰\frac{m}{s^۲}$ از حال سکون رو به بالا شروع به حرکت کند.

۲۵ قطعه چوبی را با سرعت افقی $۱۰/۰\frac{m}{s}$ روی سطحی افقی پرتاب می‌کنیم. ضریب اصطکاک جنبشی بین چوب و سطح $۰/۲۰$ است.

الف) چوب پس از پیمودن چه مسافتی می‌ایستد؟

ب) اگر از یک قطعه چوب دیگر استفاده کنیم که جرم آن دو برابر جرم قطعه چوب اول و ضریب اصطکاک جنبشی آن با سطح افقی با اولی یکسان باشد و با همان سرعت پرتاب شود، مسافت پیموده شده‌ی آن چند برابر می‌شود؟

۲۶ می‌خواهیم به جسمی که جرم آن $۵/۰\,\mathrm{kg}$ است، شتاب $۲/۰\frac{m}{s^۲}$ بدهیم. در هریک از حالت‌های زیر، نیرویی را که باید به جسم وارد کنیم محاسبه کنید. از مقاومت هوا صرف‌نظر می‌شود.

الف) جسم روی سطح افقی بدون اصطکاک حرکت کند.

ب) جسم روی سطح افقی با ضریب اصطکاک $۰/۲۰$ به طرف راست حرکت کند، و شتابش نیز به طرف راست باشد.

پ) جسم در راستای قائم با شتاب رو به بالا شروع به حرکت کند.

ت) جسم در راستای قائم با شتاب رو به پایین شروع به حرکت کند.

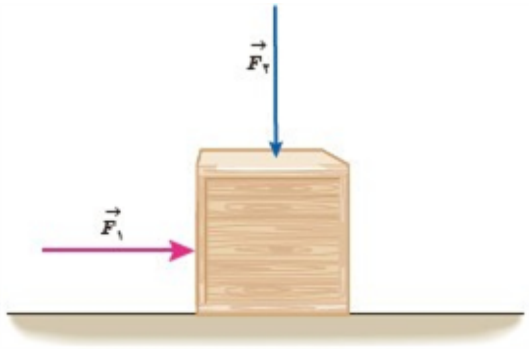
۲۷ در شکل زیر، نیروی F_1 به بزرگی $۲۰/۰N$ بر جعبه وارد شده است، اما جعبه هم‌چنان ساکن است. اگر در همین حالت بزرگی نیروی قائم $\overrightarrow{F}_2$ که جعبه را به زمین می‌فشارد از صفر شروع به افزایش کند، کمیت‌های زیر چگونه تغییر می‌کنند؟

الف) اندازه‌ی نیروی عمودی سطح وارد بر جعبه

ب) اندازه‌ی نیروی اصطکاک ایستایی وارد بر جعبه

پ) اندازه‌ی بیشینه‌ی نیروی اصطکاک ایستایی

ت) نیروی خالص وارد بر جسم



۲۸ در هریک از موارد زیر، نیروهای وارد بر جسم را مشخص کنید. واکنش هریک از این نیروها به چه جسمی وارد می‌شود؟

الف) خودرویی با سرعت ثابت در یک مسیر مستقیم افقی در حال حرکت است.

ب) کشتی‌ای با سرعت ثابت در حال حرکت است.

پ) قایقرانی در حال پارو زدن است.

ت) چتربازی در هوای آرام و در امتداد قائم در حال سقوط است.

ث) هواپیمایی در یک سطح پروازی افقی با سرعت ثابت در حال حرکت است.

ج) توپی در راستای قائم به زمین برخورد می‌کند و برمی‌گردد.

۲۹ در شکل روبه‌رو وقتی وزنه‌ی $۴/۰\ kg$ را به فنر آویزان می‌کنیم، طول فنر $۱۴/۰\ cm$ می‌شود، و وقتی وزنه ی $۵/۰\ kg$ را به فنر آویزان می‌کنیم، طول فنر $۱۵/۰\ cm$ می‌شود.

الف) ثابت فنر چه‌قدر است؟

ب) طول عادی فنر (بدون وزنه) چند سانتی‌متر است؟

۳۰ در شکل نشان داده شده، شخص با نیروی $۲۰۰N$ جسم $۹۰/۰$ کیلوگرمی را هُل می‌دهد، اما جسم ساکن می‌ماند. ولی وقتی با نیروی $۳۰۰N$ جسم را هُل می‌دهد، جسم در آستانه‌ی حرکت قرار می‌گیرد.

الف) نیروی اصطکاک ایستایی بین جسم و سطح در هر حالت چه‌قدر است؟

ب) ضریب اصطکاک ایستایی بین جسم و سطح چه‌قدر است؟

پ) اگر پس از حرکت، شخص با نیروی $۲۰۰N$ جسم را هُل دهد و ضریب اصطکاک جنبشی بین سطح و جسم $۰/۲۰$ باشد، شتاب حرکت جسم چه‌قدر خواهد شد؟

۳۱ دانشآموزی به جرم $۵۰/۰\ \mathrm{kg}$ روی یک ترازوی فنری در آسانسور ایستاده است. در هریک از حالت‌های زیر این ترازو چند نیوتون را نشان می‌دهد؟ $\left(g = ۹/۸۰ \frac{N}{\mathrm{kg}}\right)$

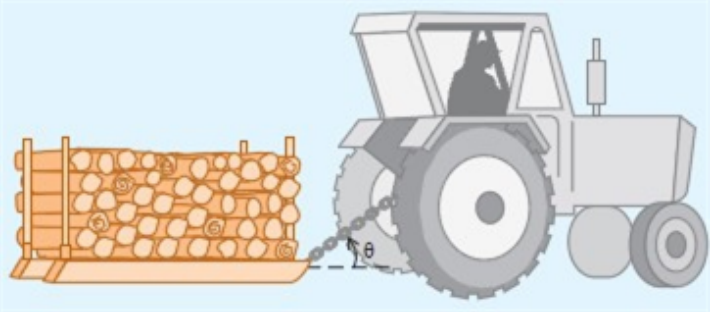
الف) آسانسور ساکن است.

ب) آسانسور با سرعت ثابت حرکت می‌کند.

پ) آسانسور با شتاب $۱/۲ \frac{m}{s^۲}$ به طرف بالا شروع به حرکت می‌کند.

ت) آسانسور با شتاب $۱/۲ \frac{m}{s^۲}$ به طرف پایین شروع به حرکت می‌کند.

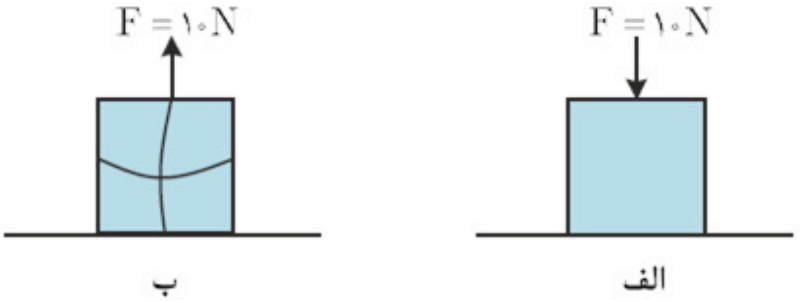
۳۲ کشاورزی توسط تراکتور، سورتمه‌ای پر از هیزم را در راستای یک زمین همواره به اندازه‌ی $۲۰۰m$ جابه‌جا می‌کند (شکل روبه‌رو). وزن کل سورتمه و بار آن $\mathrm{mg} = ۱۵۰۰۰N$ است. تراکتور نیروی ثابت $F_۱ = ۵۵۰۰N$ را در زاویه‌ی $\theta = ۴۵^\circ$ بالای افق به سورتمه وارد می‌کند. نیروی اصطکاک جنبشی $f_k = ۳۵۰۰N$ است که برخلاف جهت حرکت به سورتمه وارد می‌شود. کار کل انجام شده روی سورتمه را محاسبه کنید.



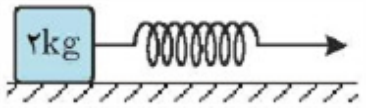
۳۳ از داخل پرانتز کلمه‌ی مناسب را انتخاب کنید.

سطح زیر نمودار نیرو - زمان برابر تغییر (سرعت - تکانه) است.

۳۴ جعبه‌ای به جرم ۳ kg روی میز افقی قرار دارد. نیروی عمودی سطح در حالت «الف» چند برابر نیروی عمودی سطح در حالت «ب» است؟ $\left(g = ۱۰\frac{N}{kg}\right)$



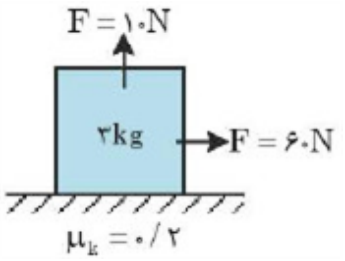
۳۵ مطابق شکل روبه‌رو، جسمی به جرم ۲ kg را توسط فنری به طور افقی روی یک سطح با سرعت ثابت می‌کشیم. اگر ضریب اصطکاک جنبشی جسم و سطح ۰/۲ و ثابت فنر $۱۰۰N/m$ باشد، تغییر طول فنر چند سانتی‌متر است؟



۳۶ از داخل پرانتز کلمه‌ی مناسب را انتخاب کنید.
جهت نیروی بازگرداننده فنر همواره (خلاف جهت - هم‌جهت) بردار مکان جسم است.

۳۷ توپی به جرم ۲ kg با سرعت $۳۰\frac{m}{s}$ به دیواری برخورد کرده و با سرعت $۲۵\frac{m}{s}$ در جهت مخالف برمی‌گردد:
الف) اندازه تغییر تکانه توپ را محاسبه کنید.
ب) اگر برخورد توپ با دیوار $۰/۰۰۱s$ به طول انجامیده باشد. اندازه نیروی وارد بر توپ از طرف دیوار را محاسبه کنید.

۳۸ در شکل زیر:
الف) نیروی عمودی سطح را محاسبه نمایید. $\left(g = ۱۰\frac{m}{s^۲}\right)$
ب) شتاب حرکت را به دست آورید.

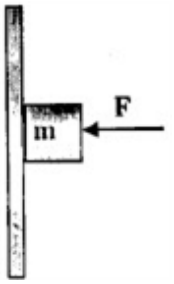


۳۹ فنری به طول ۲۰ cm و ثابت $۴۰\frac{N}{cm}$ را از سقف یکآسانسور آویزان کرده و جسمی به جرم ۲ kg را به انتهای فنر وصل می‌کنیم. اگر آسانسور با شتاب ثابت $۲\frac{m}{s^۲}$ به طرف بالا شروع به حرکت کند، طول فنر چند سانتی‌متر می‌شود؟
$\left(g = ۱۰\frac{m}{s^۲}\right)$

۴۰ الف) معنای تندی حدی چیست؟
ب) شخصی به جرم ۶۰ کیلوگرم از یک بلندی روی یک تشک سقوط می‌کند. اگر تندی او هنگام رسیدن به تشک $۵\frac{m}{s}$ باشد و پس از ۰/۲ ثانیه متوقف شود، اندازه ی نیروی متوسطی که تشک بر او وارد می‌کند، چه‌قدر است؟

۴۱ جاهای خالی را در جمله‌های زیر با کلمه‌های مناسب پر کنید:
الف) زمانی‌که طول می‌کشد تا ذره یک دور کامل از مسیر دایره ای را طی کند، ..... نام دارد.
ب) نیروی مقاومت یک شاره مانند هوا، به ..... جسم و تندی آن بستگی دارد.
پ) نیروی گرانشی بین دو ذره با مربع فاصله‌ی بین آن‌ها از یک‌دیگر نسبت ..... دارد.
ت) در هر حرکتی، بردار تکانه همواره بر مسیر حرکت ..... است.
ث) هنگامی‌که از سطح زمین به طرف بالا برویم، شتاب گرانشی زمین ..... می‌یابد.

۴۲ مطابق شکل، جسمی به جرم ۰/۵ کیلوگرم را با نیروی افقی $F = ۲۰N$ به دیوار قائم فشرده‌ایم و جسم در آستانه حرکت به طرف پایین است.
الف) ضریب اصطکاک ایستایی بین جسم و دیواره چه قدر است؟ $\left(g \cong ۱۰\frac{N}{\mathrm{Kg}}\right)$
ب) نیروی قائم رو به بالای F' که باید بر جسم وارد شود تا جسم را در آستانه حرکت به سمت بالا قرار دهد، چند نیوتون است؟



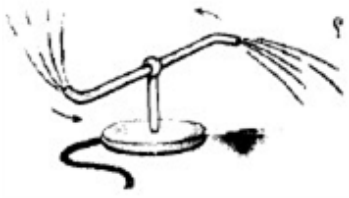
۴۳ فنری به طول ۲۰ cm و ثابت $۴۰N/\mathrm{cm}$ را از سقف یک آسانسور آویزان کرده و جسمی به جرم ۲ kg را به انتهای فنر وصل می‌کنیم. اگر آسانسور با شتاب ثابت $۲m/s^۲$ به طرف بالا شروع به حرکت کند، طول فنر چند سانتی‌متر می‌شود؟ $(g = ۱۰m/s^۲)$

۴۴ جاهای خالی را در جمله‌های زیر با کلمه‌های مناسب پر کنید:
الف) نیروی گرانشی بین دو ذره با مربع فاصله‌ی بین آن‌ها از یک‌دیگر نسبت ..... دارد.
ب) در هر حرکتی، بردار تکانه همواره بر مسیر حرکت ..... است.
ج) هنگامی‌که از سطح زمین به طرف بالا برویم، شتاب گرانشی زمین ..... می‌یابد.

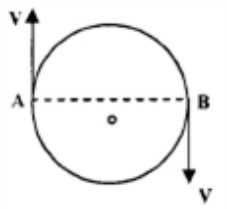
۴۵ درستی یا نادرستی عبارت زیر را مشخص کنید.
در مسابقه‌ی پرش با نیزه، تشک، زمان تاثیر نیرو بر ورزشکار را کاهش می‌دهد.

۴۶ درستی یا نادرستی عبارت زیر را مشخص کنید.
نیروهای کنش و واکنش برآیند ندارند، چون بر دو جسم مختلف اثر می‌کنند.

۴۷ مطابق شکل، چرا وقتی آب از فواره خارج می‌شود، فواره می‌چرخد؟ پاسخ خود را بر مبنای کدام قانون ذکر کردید؟



۴۸ جسمی به جرم m با سرعت ثابت V مسیر دایره‌ای شکل زیر را می‌پیماید. بزرگی تغییر تکانه جسم را در حرکت از A به B برحسب m و V بدست آورید.



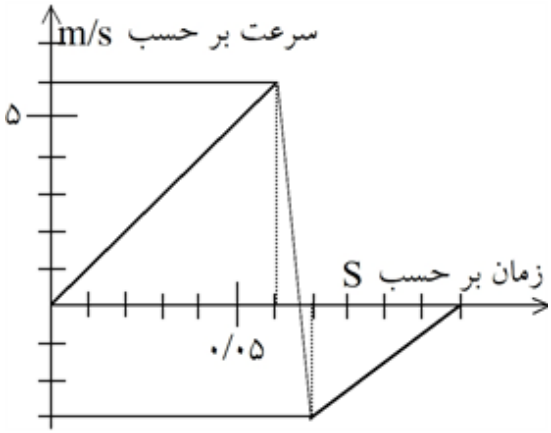
۴۹ جسمی به جرم m به انتهای فنر سبکی مطابق شکل آویزان است.
الف) نیروهای وارد بر جسم را رسم کنید.
ب) تعیین کنید واکنش هر یک از این نیروها، بر چه جسمی وارد می‌شود؟

۵۰ جعبه‌ای به جرم ۱۰ kg را روی یک سطح افقی به ضریب اصطکاک ایستایی ۰/۴ با نیروی افقی ۲۵ N می‌کشیم.
در این حالت نیروی اصطکاک بین جعبه با سطح چه قدر است؟ $\left(g = ۱۰\ \frac{m}{s^۲}\right)$

۵۱ جعبه‌ای به جرم ۱۰ kg را روی یک سطح افقی به ضریب اصطکاک ایستایی ۰/۴ با نیروی افقی ۲۵ N می‌کشیم.
الف) آیا جعبه حرکت می‌کند؟ چرا؟ $\left(g = ۱۰\ \frac{m}{s^۲}\right)$

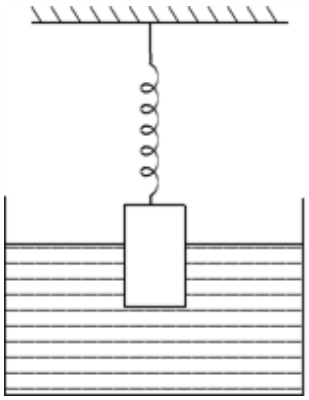
۵۲ از داخل پرانتز عبارت مناسب را انتخاب کرده و به پاسخ برگ انتقال دهید:
اگر برآیند نیروهای وارد بر جسمی صفر باشد، تکانه‌ی آن (متغیر - ثابت) است.

۵۳ یک توپ کوچک نرم به جرم $۰/۲kg$ از ارتفاع h رها می‌شود و پس از برخورد با یک سطح افقی، به طرف بالا برمی‌گردد. قسمتی از نمودار سرعت - زمان آن در شکل نشان داده شده است. نیروی متوسطی که هنگام برخورد با سطح افقی از طرف سطح به توپ وارد می‌شود، چند نیوتن است؟ ($g = ۱۰m/s^۲$)



۵۴ مطابق شکل استوانه‌ای فلزی به جرم M و به شعاع r و ارتفاع h توسط فنری با ثابت K که از بالا به نقطه‌ی ثابتی متصل است، درون مایعی با چگالی (جرم حجمی) ρ شناور است، به طوری که نصف ارتفاع آن داخل مایع است. چه وزنه‌ای باید روی استوانه قرار داد تا $\frac{۲}{۳}$ ارتفاع آن داخل مایع قرار گیرد.

$h = ۳۰\text{cm}, K = ۲\text{N/m}, \rho = ۱/۸\,\text{g/cm}^۳, r = ۵\text{cm}\,, M = ۱\text{Kg}$



۵۵ دو قطعه گچ از لبه‌ی تخته‌ی کلاس سقوط می‌کنند. یکی مستقیماً به زمین برخورد کرده و می‌شکند. دیگری بر روی تخته‌پاک‌کن اسفنجی افتاده و نمی‌شکند، علت را توضیح دهید.

۵۶ از داخل پرانتز عبارت مناسب را انتخاب کنید.
اگر برآیند نیروهای وارد بر جسمی صفر باشد، آهنگ تغییر تکانه‌ی آن (ثابت- صفر) است.

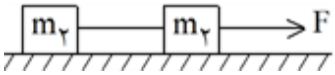
۵۷ شخصی روی سطح افقی زمین راه می‌رود، چه نیرویی موجب حرکت او می‌شود؟

۵۸ «قانون سوم نیوتون» را تعریف کنید.

۵۹ مفهوم قانون اول نیوتن را بنویسید.

۶۰ مفهوم فیزیکی روبه‌رو را تعریف کنید. «قانون هوک»

۶۱ مطابق شکل، دو جسم به جرم‌های $m_۱ = ۶\text{kg}$ و $m_۲ = ۴\text{kg}$ توسط نخ سبکی به هم بسته شده و روی سطح افقی با نیروی F کشیده می‌شوند. اگر نیروی کشش نخ ۱۲ نیوتن و ضریب اصطکاک جنبشی هر دو جسم با سطح افقی ۰/۲ باشد، شتاب حرکت دستگاه و نیروی F را به‌دست آورید.



۶۲ نقش تشک را در جلوگیری از آسیب دیدن ورزشکاری که روی آن سقوط می‌کند، توضیح دهید.

۶۳ در مسابقه‌ی پرش بلند با موتورسیکلت، برای افزایش امنیت موتورسوار، در زیر مسیر حرکت جعبه‌های مقوایی خالی می‌چینند. اگر موتورسوار در حین مسابقه سقوط کند، نقش این جعبه‌های خالی مقوایی را در جلوگیری از آسیب رسیدن به موتور سوار، مورد بحث و بررسی قرار دهید.

۶۴ چرا هنگامی که قایقران پارو می‌زند، قایق در آب حرکت می‌کند؟

۶۵ یک بادکنک پر از هوای فشرده، محتوی ۲g هوا است. پس از باز شدن دهانه‌ی بادکنک، هوای درون آن با سرعت $۴\frac{m}{s}$ در مدت ۲/۵ ثانیه به‌طور کامل خارج می‌شود. بزرگی نیروی متوسطی که در این مدت در اثر خروج هوا بر بادکنک وارد می‌شود، چه‌قدر است؟

۶۶ توپی به جرم ۱/۵kg با سرعت ۱۰m/s در راستای افقی به یک دیوار برخورد کرده و با همان سرعت در همان راستا بر می‌گردد. اگر زمان برخورد توب با دیوار ۰/۰۰۵s باشد، بزرگی نیروی متوسطی که به توپ وارد می شود، چه مقدار است؟

۶۷ از داخل پرانتز عبارت مناسب را انتخاب کرده و به پاسخ‌برگ انتقال دهید:
تکانه‌ی یک جسم، همواره هم‌جهت با (نیرو - سرعت) است.

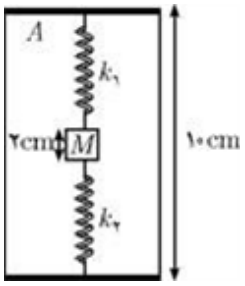
۶۸ قانون دوم نیوتون را بر اساس مفهوم تکانه تعریف کنید.

۶۹ از داخل پرانتز عبارت مناسب را انتخاب کنید.
اگر در حرکت بر خط راست، نیرویی در جهت سرعت اعمال شود، حرکت (تند شونده - کند شونده) خواهد بود.

۷۰ در جمله‌ی زیر، جای خالی را با کلمه‌های مناسب پر کنید:
تغییر بردار سرعت در اثر ..... است.

۷۱ دو فنر جرم‌دار یکسان داریم. طول کشیده‌نشده‌ی هر یک از آن‌ها ۱۲cm است. وقتی یکی از فنرها را از نقطه‌ی ثابتی می‌آویزیم طولش ۱۵cm می‌شود. اگر دو فنر را به هم وصل کنیم و سپس از نقطه‌ی ثابتی بیاویزیم، طول فنر مرکب حاصل چند سانتی‌متر است؟ (راهنمایی: کشیدگی یک فنر جرم‌دار آویزان به جرم m برابر است با کشیدگی یک فنر بی‌جرم آویزان که به انتهای آن جسمی به جرم $\frac{m}{۲}$ بسته باشند.)

۷۲ دو فنر ایده‌آل بسیار سبک، ثابت‌های $K_۱ = ۲۰\frac{N}{m}$ و $K_۲ = ۱۲\frac{N}{m}$ دارند و طول عادی هر کدام ۵cm است. جسم M به جرم ۴۰g و ضخامت ۲cm را مطابق شکل، میان دو فنر قرار می‌دهیم و آن‌ها را به طور قائم در جعبه‌ای به طول ۱۰cm می‌گذاریم، به طوری که قاعده‌ی A بالا قرار گیرد. اگر جعبه را برگردانیم تا قاعده‌ی A در پایین قرار گیرد، جسم M چند میلی‌متر نسبت به قاعده‌ی A جابه‌جا خواهند شد؟ ($g = ۱۰\frac{m}{s^۲}$)



۷۳ چرا وقتی با پا به دیواری ضربه می‌زنید، پای شما درد می‌گیرد؟

۷۴ درستی یا نادرستی عبارت زیر را مشخص کنید.
نیروی کشش طناب به جرم طناب بستگی ندارد.

۷۵ درستی یا نادرستی عبارت زیر را مشخص کنید.
اگر برآیند نیروهای وارد بر جسمی صفر باشد، تکانه‌ی آن ثابت است.

۷۶ قانون اول نیوتون را تعریف کنید.

۷۷ چرا هنگامی که با پا ضربه‌ای به دیوار می‌زنید، پای شما درد می‌گیرد؟

۷۸ درستی یا نادرستی جمله‌ی زیر را با حروف (د) یا (ن) مشخص کنید:
نیرویی که خدمت‌گزار به دسته‌ی زمین‌شوی وارد می‌کند، بیش‌تر از نیرویی است که دسته‌ی زمین‌شوی به خدمت‌گزار وارد می‌کند.

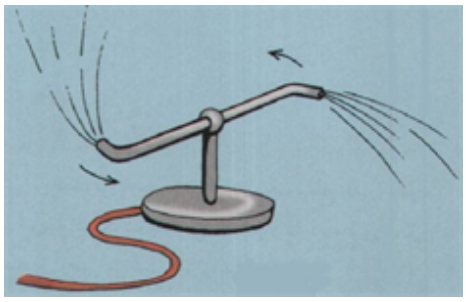
۷۹ مطابق شکل، چرا وقتی آب از آب‌پاش خارج می‌شود، فواره می‌چرخد؟ پاسخ خود را بر مبنای کدام قانون ذکر کردید؟

۸۰ نیروهای وارد بر این جسم را رسم کنید.

۸۱ دو خودروی A و B دارای مشخصات فنی متفاوت‌اند. جرم خودروی A برابر ۱ تن و جرم خودروی B برابر $800\,kg$. سرعت خودروی A حداقل پس از $11/7\,s$ از صفر به $96\,km/h$ می‌رسد ولی سرعت خودروی B حداقل پس از $12/1\,s$، همین مقدار افزایش پیدا می‌کند. حداکثر برآیند نیروهای وارد بر هر کدام از خودروهای A و B را حساب کنید.

۸۲ در تصویر زیر یک شاتل را که با استفاده از دو موشک به فضا پرتاب می‌شود، مشاهده می‌کنید.
براساس قانون سوم نیوتون چگونگی حرکت آن را شرح دهید.

۸۳ در شکل زیر، توضیح دهید چرا هنگامی که، آب از فواره خارج می‌شود، فواره می‌چرخد؟



۸۴ اتومبیلی به جرم یک تن با سرعت $۷۲\mathrm{km}/h$ در حرکت است. راننده اتومبیل ناگهان مانعی را در ۳۰ متری خود می‌بیند و ترمز می‌کند. اگر ضریب اصطکاک بین لاستیک اتومبیل و جاده ۰/۵ باشد، آیا اتومبیل به مانع برخورد می‌کند؟

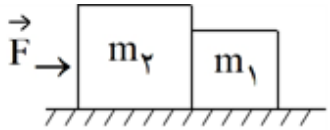
۸۵ نیروی گرانشی‌ای که زمین به ماه وارد می‌کند چه شتابی به ماه می‌دهد؟
(جرم زمین $۶\times۱۰^{۲۴}\ \mathrm{kg}$ ، جرم ماه $۷/۴\times۱۰^{۲۲}\ \mathrm{kg}$ ، فاصلهٔ ماه از زمین $۴\times۱۰^{۵}\ \mathrm{km}$ و $G = ۶/۶\times۱۰^{-۱}\ \mathrm{Nm^۲/kg^۲}$ را بگیرید).

۸۶ نیروی گرانشی را که زمین بر ماه وارد می‌کند، محاسبه کنید.
(جرم زمین $۶\times۱۰^{۲۴}\ \mathrm{kg}$ ، جرم ماه $۷/۴\times۱۰^{۲۲}\ \mathrm{kg}$ ، فاصلهٔ ماه از زمین $۴\times۱۰^{۵}\ \mathrm{km}$ و $G = ۶/۶\times۱۰^{-۱۱}\ \mathrm{Nm^۲/kg^۲}$ را بگیرید).

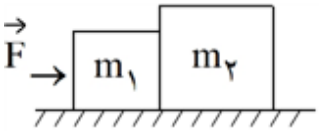
۸۷ می‌خواهیم به جسمی که جرم آن $۵۰\mathrm{kg}$ است، شتاب $۲\mathrm{m}/s^۲$ بدهیم. نیرویی را که باید به آن وارد کنیم در حالتی که جسم در راستای قائم رو به پایین شروع به حرکت می‌کند را محاسبه کنید.

۸۸ می‌خواهیم به جسمی که جرم آن $۵۰\mathrm{kg}$ است، شتاب $۲\mathrm{m}/s^۲$ بدهیم. نیرویی را که باید به آن وارد کنیم در حالتی که جسم روی سطح افقی با ضریب اصطکاک ۰/۲ حرکت می‌کند را محاسبه کنید.

۸۹ دو جسم به جرم‌های $m_۱ = ۱\mathrm{kg}$ و $m_۲ = ۲\mathrm{kg}$ مطابق شکل زیر روی سطح افقی صافی قرار دارند. نیروی افقی $\vec{F}$ باعث می‌شود که دو جسم با شتاب $۳\mathrm{m}/s^۲$ به حرکت درآیند. اندازهٔ نیروی F و نیروی تماسی‌ای که دو جسم بر یکدیگر وارد می‌کنند را در هریک از دو شکل «الف» و «ب» محاسبه کنید.



(الف)



(ب)

۹۰ اتومبیلی به جرم ۲ تن از حال سکون روی جاده‌ای افقی شروع به حرکت می‌کند و بعد از پیمودن مسافت ۱۰۰m با شتاب ثابت، سرعتش به $۲۰\mathrm{m}/s$ می‌رسد. برآیند نیروهای وارد بر اتومبیل را در این حرکت محاسبه کنید.

۹۱ کمربند نجات اتومبیل چگونه در جاده‌ها، سرنشینان اتومبیل را از وارد شدن صدمه‌های احتمالی حفظ می‌کند؟

۹۲ آیا ممکن است که یک جسم در نزدیکی زمین با شتابی بزرگتر از g رو به پایین حرکت کند؟

۹۳ دو جسم به جرم‌های $m_۱$ و $m_۲$ که روی یک سطح افقی به حال سکون قرار دارند، تحت تأثیر نیروهایی یکسان شروع به حرکت می‌کنند. اگر بعد از گذشت زمان t ، سرعت آن‌ها به‌ترتیب برابر $V_۱$ و $V_۲$ شود، نسبت $\frac{V_۲}{V_۱}$ را محاسبه کنید.

۹۴ قایقی ساکن بر آب یک دریاچه است. نیروهای وارد بر جسم را مشخص کنید. واکنش این نیروها به چه جسمی وارد می‌شود؟

۹۵ توپی که به دیوار برخورد می‌کند را در نظر بگیرید و نیروهای وارد بر توپ را مشخص کنید. واکنش این نیروها به چه جسمی وارد می‌شود؟

۹۶ شکل نرده‌بانی که به دیوار صافی تکیه داده شده است را رسم کرده و نیروهای وارد بر آن را نشان دهید.

۹۷ شکل جسمی که روی یک سطح شیب‌دار به حال سکون قرار دارد را رسم کرده و نیروهای وارد بر آن را نشان دهید.

۹۸ مقدار متوسط g در سطح زمین حدود $۹/۸ m/s^۲$ و شعاع زمین حدود $۶/۴\times ۱۰^۶ m$ است، جرم زمین را محاسبه کنید.

۹۹ جرم زمین تقریباً $۶\times ۱۰^{۲۴} kg$ و شعاع زمین تقریباً $۶/۴\times ۱۰^۶ m$ است. نیروی گرانشی زمین که به شما وارد می‌شود، حدود چند نیوتن است؟ این نیرو چه نام دارد؟
برای محاسبه این نیرو، جرم زمین را متمرکز در مرکز زمین فرض کنید.

۱۰۰ وقتی در ماشین ساکنی نشسته‌اید و ماشین ناگهان شروع به حرکت می‌کند، به عقب پرت می‌شوید. اگر در ماشین در حال حرکت نشسته باشید، در توقف ناگهانی، به جلو پرت می‌شوید. توضیح دهید که آیا به شما به طرف عقب و یا جلو نیرویی وارد شده که باعث پرتاب شما شده است؟

۱ $F = k(L - L_{.}) \Rightarrow \mathrm{mg} = k(L - L_{.})$

$۴\times۱۰ = ۱۰۰۰(۰/۱۴ - L_{.}) \Rightarrow L_{.} = ۰/۱m$ (ص ۴۲)

۲ جنس سطح تماس دو جسم میزان صافی و زبری آن‌ها (ص ۴۰)

۳ $f_k = \mu_k F_N = \mu_k \mathrm{mg} \Rightarrow f_k = ۰/۴\times۸۰۰۰ = ۳۲۰۰N$

$F - f_k = \mathrm{ma} \Rightarrow ۵۶۰۰ - ۳۲۰۰ = ۸۰۰a \Rightarrow a = ۴\frac{m}{s^۲}$ (ص ۴۲ و ۴۳)

۴ الف) فنر (۱) ، چون شیب بیش‌تری دارد.

ب) دو عامل از: اندازه، شکل یا جنس فنر (ص ۴۳)

۵ $\vec{a} = \frac{\overrightarrow{F_{\mathrm{net}}}}{m} \Rightarrow \vec{a} = \frac{(-۱)\vec{i} + (-۴)\vec{j}}{۰/۴} \Rightarrow \vec{a} = (-۲/۵)\vec{i} + (-۱۰)\vec{j}$ (ص ۳۲)

۶ $F_e = W \Rightarrow \mathrm{k\Delta x} = W \Rightarrow k(۰/۱۶ - ۰/۱۲) = (۲۰) \Rightarrow k = ۵۰۰\frac{N}{m}$ (ص ۴۲)

۷ الف) دوم (ص ۳۲)

ب) زمین (مرکز زمین) (ص ۳۴)

پ) یک چهارم (ص ۴۹)

۸ الف) $f_{s_{\max}} = \mu_s F_N = \mu_s \mathrm{mg} \Rightarrow f_{s_{\max}} = ۰/۴\times۱۰۰۰ = ۴۰۰N \qquad T > f_s$

ب) $T - \mu_k F_N = \mathrm{ma} \Rightarrow ۴۴۰ - (۰/۳\times۱۰۰۰) = ۱۰۰a \Rightarrow a = ۱/۴\frac{m}{s^۲}$

(ص ۴۴)

۹ الف) $F_{\mathrm{net}} = F_{\text{پیشران}} - F_{\text{مقاومت}} \Rightarrow ۸۰۰ = ۱۴۰۰ - F_{\text{مقاومت}} \Rightarrow F_{\text{مقاومت}} = ۶۰۰N$

ب) شتاب قایق به طرف جلو

$a = \frac{F_{\mathrm{net}}}{m} \Rightarrow a = \frac{۸۰۰}{۴۰۰} = ۲\frac{m}{s^۲}$ (ص ۳۱)

۱۰ الف) قانون سوم (ص ۳۰)　　ب) قانون اول (ص ۲۹)

۱۱ بیش‌تر می‌شود.

۱۲ الف) $F - \mu_s F_N = \mathrm{ma} \Rightarrow ۱۲۰ - \mu_s\times۴۰۰ = ۰ \Rightarrow \mu_s = ۰/۳$

$F - F_s = ۰ \Rightarrow F = F_s = ۱۰۰N$ (ص ۵۰)

۱۳ $F_{\mathrm{av}} = \frac{\Delta \mathrm{p}}{\Delta \mathrm{t}} = \frac{m(\Delta \mathrm{v})}{\Delta \mathrm{t}} \Rightarrow |F_{\mathrm{av}}| = \left|\frac{۶۰\times(۰ - ۵)}{۰/۲}\right| \Rightarrow F_{\mathrm{av}} = ۱۵۰۰N$ (ص ۵۹)

۱۴

$$F_{net} = ma \qquad -f_k = ma \qquad -\mu_k \times mg = ma$$

$$a = -۰/۲ \times ۱۰ = -۲\frac{m}{s^۲}$$ (ص ۵۱)

۱۵

الف) $$F_{۱۲} = m_۲ a_۲ \Rightarrow a_۲ = \frac{۱۲۰}{۵۰} = ۲/۴\frac{m}{s^۲}$$

ب) $$\vec{F}_{۱۲} = -\vec{F}_{۲۱} \qquad \vec{a}_{۱} = \frac{-۱۲۰}{۷۵}\vec{i} = \left(-۱/۶\frac{m}{s^۲}\right)\vec{i}$$

(ص ۳۵)

۱۶

$$F_N - mg = ۰ \Rightarrow F_N = mg = ۵N \Rightarrow F - f_k = ma$$

$$F - \mu_k F_N = ma \qquad ۵ - (۰/۲ \times ۵) = ۰/۵a \Rightarrow a = ۸m/s^۲$$ (ص ۵۱)

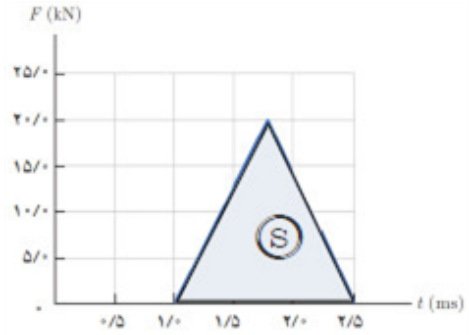
۱۷

$$F_e - mg = ma \qquad kx = m(g + a)$$

$$۵۰ \times ۰/۷۲ = ۳۰ + ۳a \Rightarrow ۳۶ - ۳۰ = ۳a \Rightarrow a = ۲m/s^۲$$ (ص ۵۸)

۱۸ الف) برای اندازه‌گیری ضریب اصطکاک ایستایی

ب) نتیجه می‌گیریم که نیروی $f_{s_{max}}$ با نیروی عمودی سطح f_N متناسب است. (ص ۴۱)



۱۹

$$S_{(F-t)} = \Delta P$$

$$S_{(F-t)} = \frac{۱}{۲}(۲/۵s - ۱s) \times ۱۰^{-۳} \times ۲۰ \times ۱۰^{۳} N$$

$$S_{(F-t)} = \Delta P = ۱۵N.S$$

$$\vec{F} = \frac{\Delta P}{\Delta t} = \frac{۱۵N.S}{۱/۵ \times ۱۰^{-۳} S} = ۱۰۰۰۰N$$

۲۰

الف) $$\Delta P = m\Delta v = m(v_۲ - v_۱)$$

$$\Delta P = ۰/۲۸\,kg \times \left(-۲۲\frac{m}{s} - ۱۵\frac{m}{s}\right)$$

$$\Delta P = -۱۰/۳۶\,kg\frac{m}{s}$$

ب) $$\vec{F} = \frac{\Delta P}{\Delta t} = \frac{-۱۰/۳۶\,kg\frac{m}{s}}{۰/۰۶s} = -۱۷۲/۶N$$

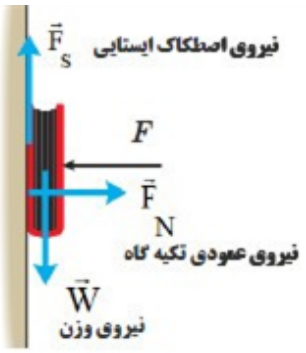
۲۱ الف) بر طبق قانون اول نیوتون (لختی) جسم تمایل دارد حالت سکون و یا حرکت یک‌نواخت خود را بر روی خط راست حفظ کند.

در حالتی که خودرو ناگهان شروع به حرکت می‌کند، خودرو به سمت جلو رفته و اجسام داخل خودرو تمایل دارند حالت خود را حفظ کنند. به همین دلیل شخص به صندلی فشرده می‌شود.

در حالتی که خودرو ناگهان توقف می‌کند، اجسام داخل خودرو تمایل دارند حالت رو به جلوی خود را حفظ کنند در نتیجه اجسام به سمت جلو پرت می‌شوند.

ب) در هنگام توقف یا ترمز ناگهانی اتومبیل، سرنشین بنا بر خاصیت لختی در مسیر حرکت به راه خود ادامه می‌دهد و به سمت شیشه‌ی جلو پرتاب می‌شود. کمربندی ایمنی و یا کیسه‌ی هوا، سرنشین را با خودرو یک پارچه می‌کند و شتاب حرکت سرنشین در رخدادهای ناگهانی با شتاب خودرو یکسان می‌شود. کیسه هوا هم از برخورد سر با فرمان جلوگیری می‌کند، هم باعث افزایش زمانی که نیرو به سر وارد می‌شود که طبق رابطه $F = \frac{\Delta P}{\Delta t}$ حساب می‌شود.

۲۲ الف)



ب) $mg - f_s = ma = ۰ \Rightarrow f_s = mg \Rightarrow f_s = ۲/۵\,kg \times ۹/۸ \frac{N}{kg} = ۲۴/۵N$

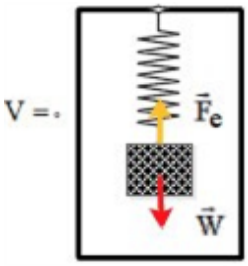
پ) خیر - نیروی اصطکاک تغییری نمی‌کند. $F_N - F = ۰ \Rightarrow F = F_N$

۲۳

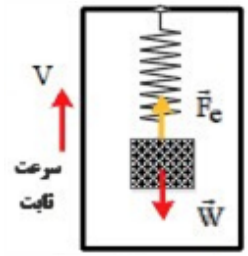
الف) $T - f_k - f = ma = ۰ \Rightarrow T = f_k + f = ۳۸۰N + ۲۲۰N = ۶۰۰N$

ب) $T' - f_k - f = ma \Rightarrow T' = ۲\left(\frac{N}{kg}\right) \times ۱۵۰۰kg + ۶۰۰N = ۳۶۰۰N$

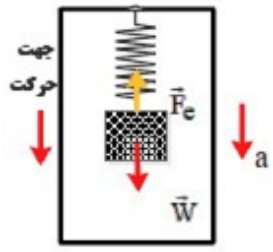
۲۴



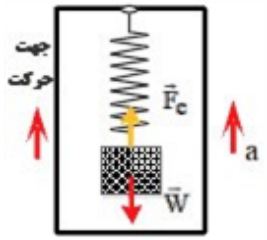
الف) $F - mg = ۰ \Rightarrow k\Delta L = mg \Rightarrow ۲۰\left(\frac{N}{cm}\right)(L_۱ - ۱۲\,cm) = ۲\,kg \times \left(۹/۸\frac{N}{kg}\right) \Rightarrow L_۱ = ۱۲/۹۸\,cm$



ب) $F - mg = ۰ \Rightarrow k\Delta L = mg \Rightarrow ۲۰\left(\frac{N}{cm}\right)(L_۲ - ۱۲\,cm) = ۲\,kg \times \left(۹/۸\frac{N}{kg}\right) \Rightarrow L_۲ = ۱۲/۹۸\,cm$



پ) $F - mg = -ma \Rightarrow k\Delta L = m(g - a) \Rightarrow ۲۰\left(\frac{N}{cm}\right)(L_۳ - ۱۲\,cm) = ۲\,kg \times \left[(۹/۸ - ۲)\frac{N}{kg}\right] \Rightarrow L_۳ = ۱۲/۷۸\,cm$



ت) $F - mg = ma \Rightarrow k\Delta L = m(g + a) \Rightarrow ۲۰\left(\frac{N}{cm}\right)(L_۴ - ۱۲\,cm) = ۲\,kg \times \left[(۹/۸ + ۲)\frac{N}{kg}\right] \Rightarrow L_۴ = ۱۳/۱۸\,cm$

۲۵

الف) $\vec{F}_{net} = m\vec{a} \Rightarrow -f_k = ma \Rightarrow -\mu_k F_N = ma$

$-\mu_k mg = ma \Rightarrow a = -\mu_k g \Rightarrow a = -(۰/۲)\left(۹/۸\frac{N}{kg}\right) = -۱/۹۶\frac{N}{kg}$

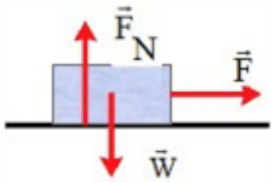
جسم متوقف شده است، بنابراین $V = ۰$ است.

$V^۲ - V_۰^۲ = ۲a\Delta x$

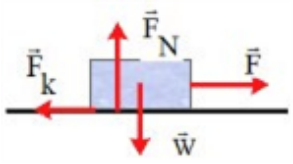
$۰ - \left(۱۰\frac{m}{s}\right)^۲ = ۲\left(-۱/۹۶\frac{N}{kg}\right)\Delta x \Rightarrow \Delta x = ۲۵/۵۱m$

ب) مطابق رابطه $a = -\mu_k g$، شتاب حرکت به جرم جسم بستگی ندارد و مسافت پیموده شده ثابت می‌ماند.

۲۶



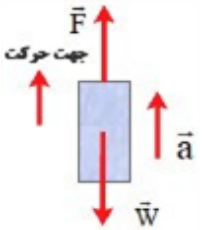
الف) $\vec{F}_{\text{net}} = m\vec{a} \Rightarrow \vec{F} = \text{ma} \Rightarrow F = (۵/۰\,\text{kg})\left(۲\frac{m}{s^۲}\right) = ۱۰N$



ب) $\vec{F}_{\text{net}} = m\vec{a} \Rightarrow F - F_k = \text{ma} \Rightarrow F - \mu_k W = \text{ma}$

$$F - (۰/۲۰)(۵/۰\,\text{kg})\left(۹/۸\frac{N}{\text{kg}}\right) = (۵/۰\,\text{kg})\left(۲/۰\frac{m}{s^۲}\right)$$

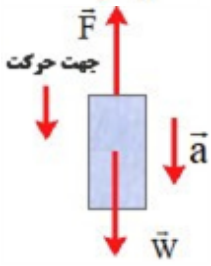
$$\Rightarrow F - (۹/۸N) = ۱۰N \Rightarrow F = ۱۹/۸N$$



پ) $\vec{F}_{\text{net}} = m\vec{a} \Rightarrow F - W = \text{ma} \Rightarrow F - \text{mg} = \text{ma}$

$$F - (۵/۰\,\text{kg})\left(۹/۸\frac{N}{\text{kg}}\right) = (۵/۰\,\text{kg})\left(۲/۰\frac{m}{s^۲}\right)$$

$$\Rightarrow F - (۴۹N) = ۱۰N \Rightarrow F = ۵۹N$$

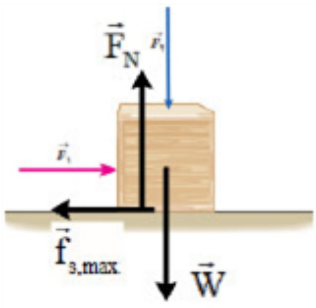


ب) $W - F = \text{ma} \Rightarrow \text{mg} - F = \text{ma}$

$$(۵/۰\,\text{kg})\left(۹/۸\frac{N}{\text{kg}}\right) - F = (۵/۰\,\text{kg})\left(۲/۰\frac{m}{s^۲}\right)$$

$$\Rightarrow (۴۹N) - F = ۱۰N \Rightarrow F = ۳۹N$$

۲۷



الف) $\vec{F} = \text{net} = m\vec{a}$

$$F_N - F_۲ - W = \text{ma} = ۰ \Rightarrow F_N = F_۲ + W$$

با افزایش $F_۲$، نیروی عمودی سطح وارد بر جعبه افزایش می‌یابد.

ب) $F_۱ - F_s = \text{ma} = ۰ \Rightarrow F_۱ = F_s$ تغییر نمی‌کند.

پ) $f_{s,\max} = \mu_s F_N \Rightarrow f_{s,\max} = \mu_s(F_۲ + W)$

با افزایش $F_۲$، $f_{s,\max}$ مقدار افزایش می‌یابد.

ت) نیروی خالص وارد بر جسم در راستای x و y صفر است. چون جسم در این دو راستا حرکتی ندارد.

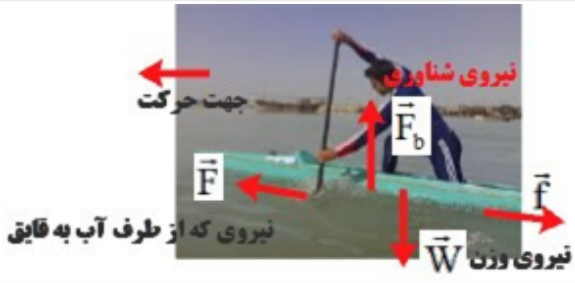
۲۸ الف)

کنش	واکنش
نیرویی که زمین به خودرو وارد می‌کند. $\vec{W}$	نیرویی که خودرو به زمین وارد می‌کند. $\vec{W'}$
نیروی عمودی که تکیه‌گاه سطح جاده به خودرو وارد می‌کند. $\vec{F}_N$	نیرویی عمودی که خودرو بر سطح جاده وارد می‌کند. $\vec{F'}_N$
در وضعیت لغزش، نیروی موازی سطح از طرف زمین در خلاف جهت حرکت به خودرو وارد می‌شود. $\vec{f}_k$	در وضعیت لغزش، نیروی موازی سطح از طرف خودرو در جهت حرکت به زمین وارد می‌شود. $\vec{f'}_k$
نیرویی که از مولکول‌های هوا به خودرو در خلاف جهت حرکت وارد می‌شود. $\vec{f}$	نیرویی که از طرف خودرو به مولکول‌های هوا در جهت حرکت وارد می‌شود. $\vec{f'}$

ب)

کنش	واکنش
نیرویی که زمین به کشتی وارد می‌کند. $\vec{W}$	نیرویی که کشتی به زمین وارد می‌کند. $\vec{W'}$
نیرویی که از طرف آب (نیروی شناوری) به کشتی وارد می‌شود. $\vec{F}_b$	نیرویی که از طرف کشتی به آب وارد می‌شود. $\vec{F'}_b$
نیروی که در جهت مخالف حرکت از طرف آب و مولکول‌های هوا به سطح کشتی وارد می‌شود. $\vec{f}$	نیرویی که در جهت حرکت کشتی به آب و مولکول‌های هوا وارد می‌شود. $\vec{f'}$

پ)



واکنش	کنش
نیرویی که قایق به زم	$\vec{W}$ نیرویی که زمین به قایق وارد می‌کند.
نیرویی که از طرف	نیرویی که از طرف آب (نیروی شناوری) به قایق وارد می‌شود. $\vec{F}_b$
نیرویی که در جهت مولکول‌های هوا وارد	نیروی موازی در جهت مخالف حرکت از طرف آب و مولکول‌های هوا به سطح قایق وارد می‌شود. $\vec{f}$
نیرویی که از طرف آب	نیرویی که از طرف آب به پارو وارد می‌کند. $\vec{F}$

۲۹

الف) $F_{1e} = m_1 g \Rightarrow k(L_1 - L_0) = m_1 g \quad (1)$

می‌شود.

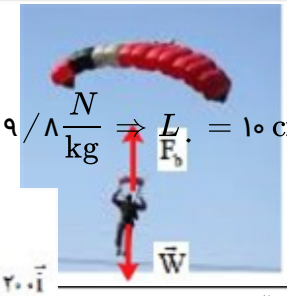
$F_{2e} = m_2 g \Rightarrow k(L_2 - L_0) = m_2 g \quad (2)$

$(m_2 - m_1)g = k(L_2 - L_1) \Rightarrow k = \frac{(m_2 - m_1)g}{(L_2 - L_1)}$

$\Rightarrow k = \frac{(5\,\text{kg} - 4\,\text{kg}) \times 9/8 \frac{N}{\text{kg}}}{(15\,\text{cm} - 14\,\text{cm})} = 9/8 \frac{N}{\text{cm}}$

ب) $k(L_1 - L_0) = m_1 g \Rightarrow 9/8 \left(\frac{N}{\text{cm}}\right)(14\,\text{cm} - L_0) = 4\,\text{kg} \times 9/8 \frac{N}{\text{kg}} \Rightarrow L_0 = 10\,\text{cm}$

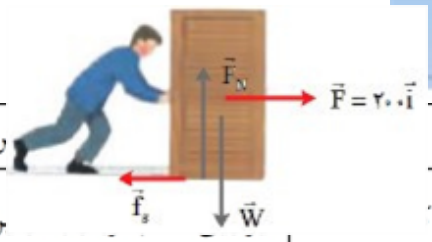
ت)



۳۰

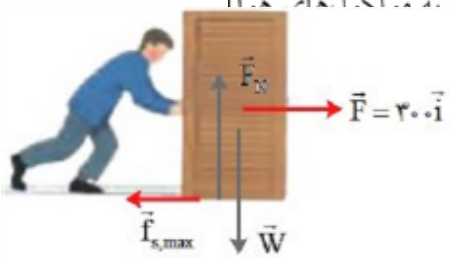
الف) جسم ساکن است.

کنش	واکنش
نیرویی که زمین به چترباز وارد می	$\vec{W}'$ ن وارد می‌کند.
نیرویی که از طرف مولکول‌های هوا به چترباز وارد می‌شود. $\vec{F}_b$	نیرویی که از طرف چترباز $\vec{F}'_b$ وارد می‌شود.



$F - f_s = 0 \Rightarrow f_s = F = 200N$

ب) جسم در آستانه‌ی حرکت است.



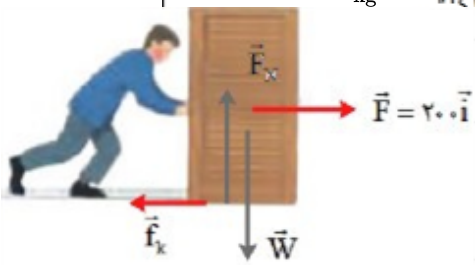
ث)

$F - f_{s,max} = 0 \Rightarrow f_{s,max} = F = \mu_s F_N$

$\mu_s = \frac{F}{mg} = \frac{300N}{90\,\text{kg} \times 9/8 \frac{N}{\text{kg}}} = 0/34$

واکنش	کنش

پ) جسم در با شتاب ثابت در حرکت است.



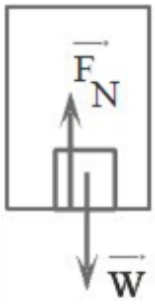
$F - f_s = ma$

$F - \mu_k mg = ma \Rightarrow 200N - 0/2 \times 50\,\text{kg} \times 9/8 \frac{N}{\text{kg}} = 50(\text{kg})a \Rightarrow a = 2/04 \frac{N}{\text{kg}}$

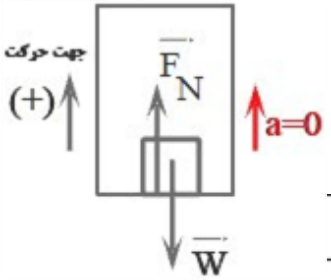
ج)

هنگام پایین آمدن

کنش	واکنش
نیرویی که زمین به توپ وارد می‌کند. $\vec{W}$	نیرویی که توپ به زمین وارد می‌کند. $\vec{W}'$
نیرویی که از طرف مولکول‌های هوا رو به بالا به توپ وارد می‌شود. $\vec{F}_b$	نیرویی که از طرف توپ به مولکول‌های هوا وارد می‌شود. $\vec{F}'_b$



الف) $F_N - mg = 0 \Rightarrow F_N = mg \Rightarrow F_N = ۵۰\,kg \times ۹/۸\frac{N}{kg} = ۴۹۰N$

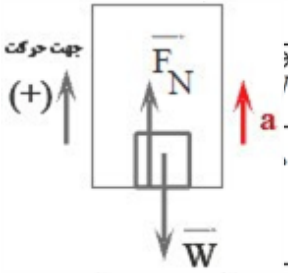


ب) $F_N - mg = ma = ۰ \Rightarrow F_N = mg$

$\Rightarrow F_N = ۵۰\,kg \times ۹/۸\frac{N}{kg} = ۴۹۰N$

هنگام بالا آمدن

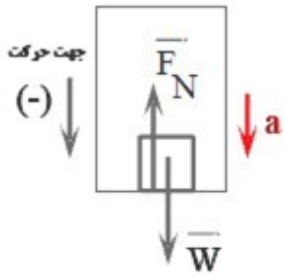
کنش	واکنش
نیرویی که زمین به توپ وارد می‌کند. $\vec{W}$	نیرویی که توپ به زمین وارد می‌کند. $\vec{W}'$
نیرویی که از طرف مولکول‌های هوا رو به پایین به توپ وارد می‌شود. $\vec{F}_b$	نیرویی که از طرف توپ به مولکول‌های هوا وارد می‌شود. $\vec{F}'_b$



$F_N - mg = ma \Rightarrow F_N = m(g+a)$

$F_N = ۵۰\,kg\left(۹/۸\frac{N}{kg} + ۱/۲\frac{N}{kg}\right)$

$F_N = ۵۵۰N$



ت) $F_N - mg = -ma \Rightarrow F_N = m(g-a)$

$F_N = ۵۰\,kg\left(۹/۸\frac{N}{kg} - ۱/۲\frac{N}{kg}\right)$

$F_N = ۴۳۰N$

$d = ۲۳۵m$

$mg = ۱/۴۷\times۱۰^{۴}N$

$F_{۱} = ۵/۰۰\times۱۰^{۳}N$

$\theta = ۴۵^{\circ}$

$f_k = ۳/۵۰\times۱۰^{۳}N$

روش اول:

$$W_{۱} = (F_{۱}\ \mathrm{Cos}\,\theta)d$$

$$= \left(۵/۰۰\times۱۰^{۳}N\times\frac{\sqrt{۲}}{۲}\right)(۲۳۵m) = ۸۳۱\times۱۰^{۳}J$$

$$W_{f_k} = (f_k\ \mathrm{Cos}\,\theta)d = \left[۳/۵۰\times۱۰^{۳}\times(-۱)\right](۲۳۵m) = -۸۲۲\times۱۰^{۳}J$$

چون نیروی وزن عمودی سطح بر جابه‌جایی عمود هستند کار آن‌ها صفر است بنابراین:

$$W_t = W_{۱} + W_{f_k} = \left(۳/۵۰\times۱۰^{۳}N\times\frac{\sqrt{۲}}{۲}\times۲۳۵m\right) + \left[۳/۵۰\times۱۰^{۳}\times(-۱)\times۲۳۵m\right]$$

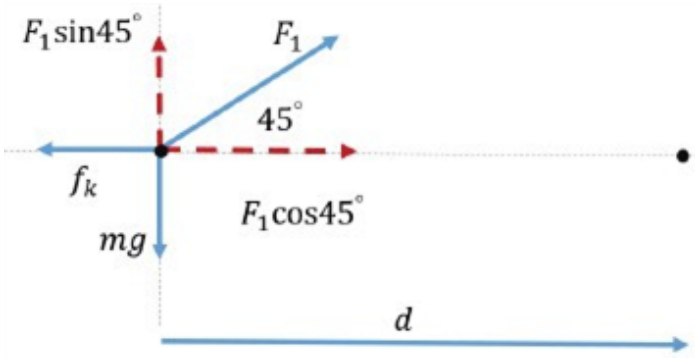
$$= -۸/۳۵\times۱۰^{۳}J$$

روش دوم:

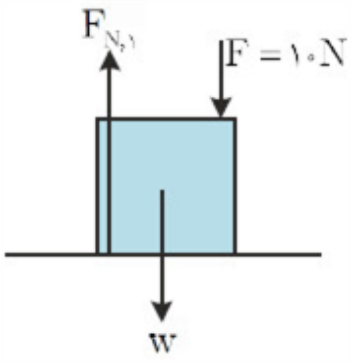
ابتدا نیروها و مؤلفه‌های نیروهایی را که در امتداد جابه‌جایی برجسم وارد می‌شوند شناسایی می‌کنیم. اندازه نیروی خالص در امتداد جابه‌جایی برابر است با:

$$F = F_{۱}\ \mathrm{Cos}\,۴۵^{\circ} - f_k = ۵/۰۰\times۱۰^{۳}N\times\frac{\sqrt{۲}}{۲} - ۳/۵۰\times۱۰^{۳}N = ۳۵/۵N$$

$$W_t = \mathrm{Fd} = (۳۵/۵۳۳N)(۲۳۵m) = ۸/۳۵\times۱۰^{۳}J$$

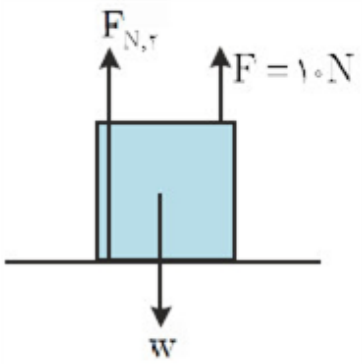


۳۴ الف)



$$F_{N,۱} - W - F = ۰ \Rightarrow F_{N,۱} = W + F = mg + F$$
$$= (۳\,kg)\left(۱۰\frac{N}{kg}\right) + ۱۰N = ۴۰N$$

ب)



$$F_{N,۲} + F - W = ۰ \Rightarrow F_{N,۲} = W - F = mg - F$$
$$(۳\,kg)\left(۱۰\frac{N}{kg}\right) - ۱۰N = ۳۰N - ۱۰N = ۲۰N$$

اکنون نسبت‌ها را به دست میآوریم:

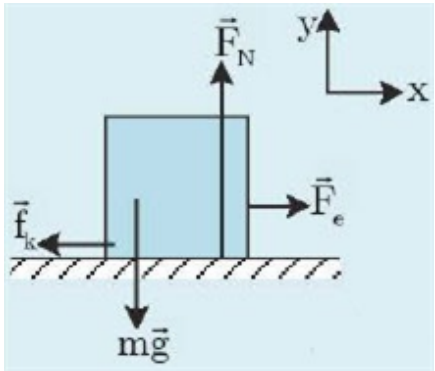
$$\frac{F_{N,۱}}{F_{N,۲}} = \frac{۴۰N}{۲۰N} = ۲$$

۳۵ با توجه به شکل مقدار نیروی عمودی سطح را به دست میآوریم:

$$F_{net,y} = ۰ \Rightarrow F_N - mg = ۰ \Rightarrow F_N = mg = (۲\,kg)\left(۱۰\frac{m}{s^۲}\right)$$
$$= ۲۰N$$

چون حرکت با سرعت ثابت است، داریم:

$$F_{net,x} = ۰ \Rightarrow F_e - f_k = ۰ \Rightarrow F_e = f_k \Rightarrow k_x = \mu_k F_N$$
$$\Rightarrow (۱۰۰N/m)x = (۰/۲)\times(۲۰N) \Rightarrow x = \frac{۴N}{۱۰۰N/m}$$
$$= ۰/۰۴m = ۴\,cm$$



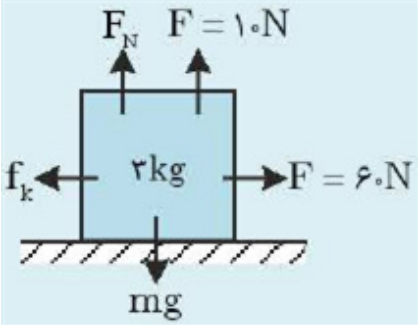
۳۶ خلاف جهت

۳۷ الف) $\Delta P = m\Delta v$

$\Delta P = m(v_۲ - v_۱) = ۲(۲۵ - (-۳۰)) = ۲\times(۲۵ + ۳۰) = ۲\times۵۵ = ۱۱۰\frac{kg.\,m}{s}$

ب) $F = \frac{\Delta P}{\Delta t} = \frac{۱۱۰}{۰/۰۰۱} = ۱۱۰\times۱۰^{۳} = ۱۱\times۱۰^{۴} N$

۳۸ الف)



$F_N = mg - F = ۳\times۱۰ - ۱۰ = ۲۰N$

ب) $F - f_k = ma \rightarrow F - \mu_k \times F_N = ma \rightarrow ۶۰ - ۰/۲\times۲۰ = ۳\times a \rightarrow ۵۶ = ۳a$

$\rightarrow a = \frac{۳۶}{۳}\frac{m}{s^{۲}}$

۳۹ (ص ۴۴)

$F_e - mg = ma$

$kx = m(g + a)$

$۴۰x = ۲\times۱۲$

$x = \frac{۲۴}{۴۰} = ۰/۶\ cm$

$x = L_۲ - L_۱$

$L_۲ = ۲۰/۶\ cm$

۴۰ الف) برای جسمی که در هوا سقوط می‌کند، اگر نیروی مقاومت هوا با نیروی وزن جسم برابر شود، جسم با تندی ثابتی به نام تندی حدی به حرکت خود ادامه می‌دهد. (ص ۳۶)

ب) $F_{av} = \frac{\Delta p}{\Delta t}$

$F_{av} = \frac{m(v_۲ - v_۱)}{\Delta t}$

$F_{av} = \frac{۶۰ - (۰ - ۵)}{۰/۲} = -۱۵۰۰N$

(ص ۴۷)

۴۱ الف) دوره (ص ۴۹)

ب) بزرگی (ص ۳۶)

پ) وارون (ص ۵۴)

ت) مماس (ص ۴۷)

ث) کاهش (ص ۵۶)

۴۲ الف) $\mu_s = \frac{f_{s\max} = mg}{N = F}$ (۰/۵) $\mu_s = \frac{۵}{۲۰} = ۰/۲۵$ (۰/۲۵)

ب) $F' - (f_{s\max} + mg) = ۰$ (۰/۲۵) $\rightarrow F' = ۵ + ۵ = ۱۰N$ (۰/۲۵) ص ۷۶

۴۳ $F_e - mg = ma$ (۰/۲۵) $kx = m(g+a)$ (۰/۲۵) $۴۰x = ۲\times۱۲$

$x = \frac{۲۴}{۴۰} = ۰/۶\ cm$ (۰/۲۵) $x = L_۲ - L_۱$ (۰/۲۵) $L_۲ = ۲۰/۶\ cm$ (۰/۲۵)

(ص ۴۴)

۴۴ الف) وارون (۰/۲۵) ب) مماس (۰/۲۵) ج) کاهش (۰/۲۵)

(ص ۴۹ و ۳۶ و ۵۴ و ۴۷ و ۵۶)

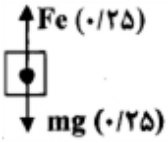
۴۵ نادرست است. (۰/۲۵)

۴۶ درست است. (۰/۲۵)

۴۷ فواره آب را به عقب می‌راند، آب نیز فواره را به جلو می‌راند و باعث چرخش آن می‌شود. (۰/۵) طبق قانون سوم نیوتون (۰/۲۵)

۴۸ $\Delta P = m(\Delta V)$ (۰/۲۵) $\rightarrow |\Delta P| = |m(-V - V)| = ۲mV$ (۰/۲۵)

۴۹ الف)



ب) واکنش نیروی وزن، به کره زمین وارد می‌شود. (۰/۲۵) واکنش نیروی کشسانی، از جسم به فنر وارد می‌شود. (۰/۲۵)

۵۰ $f_s = F = ۲۵\ N$ (۰/۲۵)

۵۱ $f_{s_{max}} = \mu_s\ mg$ (۰/۲۵) $f_{s_{max}} = ۰/۴\times۱۰۰ = ۴۰\ N$ (۰/۲۵) خیر (۰/۲۵)

۵۲ ثابت (۰/۲۵)

۵۳ با توجه به نمودار سرعت - زمان رسم شده در سئوال، برخورد توپ با سطح افقی در بازه‌ی زمانی ۰/۶s تا ۰/۷s رخ داده است. پس در این بازه‌ی زمانی رابطه‌ی ضربه را به صورت زیر می‌نویسیم. طبق رابطه‌ی ضربه، حاصل ضرب نیروی وارد بر یک جسم در بازه‌ی زمانی اعمال نیرو به آن جسم با تغییر اندازه‌ی حرکت آن جسم برابر است. یعنی:

$F\times\Delta t = \Delta P \rightarrow F\times\Delta t = m\times\Delta V \rightarrow F\times(۰/۷ - ۰/۶) = ۰/۲\times(-۳ - ۶)$

$\rightarrow F\times۰/۱ = ۰/۲\times(-۹) \rightarrow F = \frac{-۱/۸}{۰/۱} = -۱۸N$

یعنی برآیند نیروهای وارد بر جسم ۱۸ نیوتن و به سمت بالا است و جهت مثبت رو به پایین قرار داده شده است.

$F = mg - N \rightarrow -۱۸ = ۰/۲\times۱۰ - N \rightarrow N = ۲۰N$

۵۴ فرض می‌کنیم وزنه‌ای به وزن W روی استوانه قرار داده‌ایم تا $\frac{۲}{۳}$ ارتفاع استوانه درون مایع قرار گیرد. در این صورت نیروی W، به سبب وزن وزنه، نیروی F_{Ar}، به سبب افزایش حجم مایع جابه‌جا شده (تغییر نیروی ارشمیدس) و نیروی F_e به سبب افزایش طول فنر نیز به استوانه وارد می شوند. استوانه قبل و بعد از قرار دادن وزنه به روی آن، در حال تعادل است. در نتیجه مجموع نیروهای اضافه شده به استوانه، صفر خواهد بود.

$$-W + F_{Ar} + F_e = ۰$$

$$F_{Ar} = \Delta h \times \pi r^۲ \rho g \ , \Delta h = h_۲ - h_۱ = \frac{۲}{۳}h - \frac{۱}{۲}h = ۲۰ - ۱۵ = ۵ \text{ cm}$$

$$\rightarrow F_{Ar} = ۵\times۱۰^{-۲} \times ۳/۱۴ \times ۲۵\times۱۰^{-۴} \times ۱/۸\times۱۰^{۳} \times ۹/۸ = ۶/۹۳ N$$

$$F_e = k\Delta h = ۲\times۵\times۱۰^{-۲} = ۰/۱ N$$

$$\rightarrow m = \frac{W}{g} = ۰/۷۱۷ \text{ Kg} \rightarrow W = F_{Ar} + F_e = ۶/۹۳ + ۰/۱ = ۷/۰۳ N$$

۵۵ وقتی گچ به اسفنج برخورد می‌کند، زمان توقف گچ (از لحظه‌ی برخورد به اسفنج تا صفرشدن سرعت) زیاد شده (۰/۲۵) و طبق رابطه‌ی $\overline{F} = \frac{\Delta P}{\Delta t}$ (۰/۲۵)، چون نیروی وارد بر جسم با زمان اثر نیرو، نسبت عکس دارد (۰/۲۵)، نیروی متوسط وارد بر گچ کاهش یافته و نمی‌شکند. (۰/۲۵)

۵۶ صفر (۰/۲۵)

۵۷ نیروی اصطکاک (۰/۲۵) ایستایی (۰/۲۵)

۵۸ هرگاه جسمی به جسم دیگر نیرو وارد کند، جسم دوم هم به جسم اول نیرویی هم‌اندازه، هم‌راستا و در خلاف سوی آن وارد می‌کند.

۵۹ درصورتی‌که برآیند نیروهای وارد بر جسمی صفر شود، اندازه و یا جهت سرعت جسم تغییر نخواهد کرد.

۶۰ نیروی بازگرداننده‌ی فنر با تغییر طول فنر متناسب است.

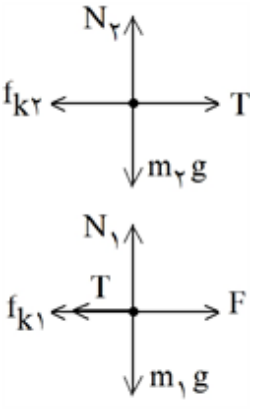
۶۱ $f_k = \mu_k N = \mu_k \, mg$

$T - \mu_k m_۲ g = m_۲ a$

$۱۲ - (۰/۲ \times ۴۰) = ۴a \rightarrow a = ۱ \ \frac{m}{s^۲}$

$F - T - \mu_k m_۱ g = m_۱ a$

$F - ۱۲ - (۰/۲ \times ۶۰) = ۶ \times ۱ \rightarrow F = ۳۰N$



۶۲ تشک زمان توقف را زیاد می‌کند و طبق رابطه‌ی $\overline{F} = \frac{\Delta p}{\Delta t}$، با افزایش Δt، مقدار نیروی متوسط وارد بر ورزشکار کاهش می‌یابد.

۶۳ جعبه‌های خالی، مدت زمان تغییر سرعت در هنگام برخورد موتور سوار با جعبه را بسیار طولانی‌تر می‌کنند. در نتیجه طبق رابطه‌ی $\overrightarrow{F} = \frac{\Delta \overrightarrow{p}}{\Delta t}$، با افزایش Δt نیروی متوسط وارد بر موتور سوار کاهش می‌یابد. و به‌این ترتیب از وارد آمدن آسیب جدی به او جلوگیری می‌شود.

۶۴ قایقران هنگام پارو زدن، آب را به عقب می‌راند، آب نیز قایق را به جلو می‌راند و به آن شتاب می‌دهد.

۶۵ $\overline{F} = \frac{\Delta P}{\Delta t} = \frac{m(v_۲ - v_۱)}{\Delta t}$ $\qquad \overline{F} = \frac{۲ \times ۱۰^{-۳} \times (۰ - ۴)}{۲/۵} = -۳/۲ \times ۱۰^{-۳} N$

$\overline{F} = ۳/۲ \times ۱۰^{-۳} \, N$

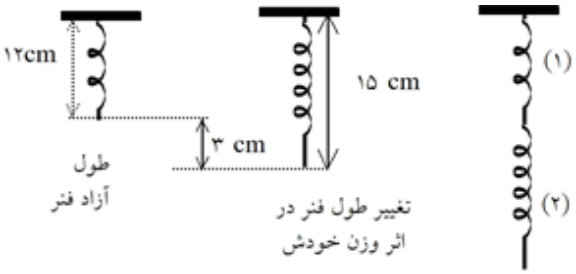
۶۶ $\overline{F} = \left| \frac{\Delta P}{\Delta t} \right| = \left| \frac{m \Delta V}{\Delta t} \right|$ (۰/۵) $\qquad \overline{F} = \left| \frac{۱/۵ \times (-۱۰ - ۱۰)}{۵ \times ۱۰^{-۳}} \right| = ۶۰۰۰N$ (۰/۵)

۶۷ سرعت (۰/۲۵)

۶۸ آهنگ تغییر تکانه‌ی جسم برابر است با برآیند نیروهای وارد بر جسم (۰/۵)

۶۹ تندشونده (۰/۲۵)

۷۰ اعمال نیرو (۰/۲۵)



هر فنر تحت تأثیر وزن خودش افزایش طولی معادل $۱۵ - ۱۲ = ۳\text{cm}$ خواهد داشت. در حالتی که دو فنر را به هم وصل کنیم و سپس از نقطه‌ی ثابتی بیاویزیم، هر فنر تحت تأثیر وزن خودش ۳cm افزایش طول می‌دهد. تا این‌جا دو فنر به مقدار ۶cm افزایش طول داشته‌اند. در این حالت فنر (۱) تحت تأثیر وزن ناشی از فنر (۲) نیز قرار دارد. گویی جسمی به جرم m به انتهای فنر شماره‌ی (۱) متصل است. می‌دانیم فنر (۱) ناشی از وزن خود که معادل با بستن جسمی به جرم $\frac{m}{۲}$ به انتهای آن است ۳cm افزایش طول می‌دهد پس ناشی از وزن فنر (۲) که معادل با بستن جسمی به جرم m به انتهای آن است $۳\times۲ = ۶\ \text{cm}$ به طول آن اضافه خواهد شد. در نهایت طول دو فنر به اندازه‌ی $۶ + ۶ = ۱۲$ سانتی‌متر افزایش می‌یابد. طول اولیه‌ی هر فنر ۱۲cm و در نتیجه طول اولیه‌ی فنر مرکب۲۴cm بوده است. بنابراین طول نهایی فنر مرکب برابر $۲۴ + ۱۲ = ۳۶\ \text{cm}$ خواهد بود.

۷۲ فنرهای درون جعبه، در وضعیتی که فنرها افقی هستند نشان داده شده است. چون طول عادی هر کدام از فنرها ۵cm و طول جعبه ۱۰cm و پهنای جسم M نیز ۲cm است، بنابراین هر دو فنر مقداری فشرده شده‌اند و چون جسم M متعادل است به همین علّت از هریک از فنرها نیرویی یکسان به جسم M وارد می‌شود که آن را با $F_{\circ}$ نشان داده‌ایم.

چون ثابت فنرها یکسان نیست، فشردگی فنرها نیز یکسان نخواهد بود. اکنون اگر جعبه را به صورت قائم قرار دهیم به گونه‌ای که قاعده‌ی A بالا باشد و فنرها به صورت عمودی قرار بگیرند، به علّت وزن جسم M که رو به پایین است، فنر زیری بیش‌تر فشرده شده و نیروی $F_{۲}$را رو به بالا علاوه بر نیروی $F_{\circ}$ بر جسم M وارد می‌کند و از فشردگی فنر بالایی و در نتیجه از نیروی قبلی آن کم می‌شود و یا می‌توان گفت علاوه بر نیروی $F_{\circ}$، نیروی $F_{۱}$ نیز به طرف بالا بر جسم M وارد می‌شود. چون جسم M در حالت تعادل است، داریم $F_{۱}+F_{۲}=\mathrm{mg}$ اگر جابه‌جایی جسم M در این حالت نسبت به وضعیت اوّلیه که در ابتدا بررسی کردیم، برابر با $\Delta \mathrm{L}$ باشد، داریم:

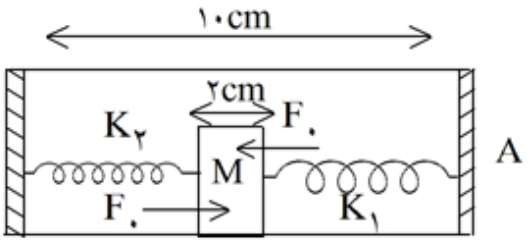
$$F_{۱}=K_{۱}\,\Delta \mathrm{L} \text{ و } F_{۲}=K_{۲}\,\Delta \mathrm{L}$$
$$\rightarrow K_{۱}\,\Delta \mathrm{L}+K_{۲}\,\Delta \mathrm{L}=\mathrm{mg} \rightarrow (K_{۱}+K_{۲})\,\Delta \mathrm{L}=\mathrm{mg}$$

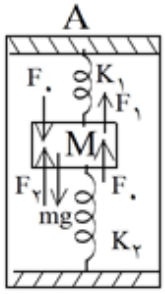
هنگامی‌که جعبه را وارونه می‌کنیم، تا قاعده‌ی A در پایین قرار گیرد، نسبت به وضعیت اوّلیه، این بار فشردگی فنر $K_{۱}$ که در پایین قرار می‌گیرد، افزایش می‌یابد و در نتیجه علاوه بر نیروی $F_{\circ}$ نیروی $F'_{۱}$ را بر جسم M روبه بالا وارد می‌کند. در این حالت فشردگی فنر $K_{۲}$ که در بالا قرار می‌گیرد کاهش می‌یابد و می‌توان گفت علاوه بر نیروی $F_{\circ}$، نیروی $F'_{۲}$ نیز به طرف بالا بر جسم M وارد می‌کند. اگر جابه‌جایی جسم M و به عبارت دیگر فشردگی فنرها را نسبت به حالتی که فنرها افقی هستند $\Delta \mathrm{L}'$ باشد، داریم:

$$F'_{۱}+F'_{۲}=\mathrm{mg} \text{ و } F'_{۱}=K_{۱}\,\Delta \mathrm{L}' \text{ و } F'_{۲}=K_{۲}\,\Delta \mathrm{L}'$$
$$\rightarrow K_{۱}\,\Delta \mathrm{L}'+K_{۲}\,\Delta \mathrm{L}'=\mathrm{mg} \rightarrow (K_{۱}+K_{۲})\,\Delta \mathrm{L}'=\mathrm{mg}$$

از مقایسه‌ی رابطه‌های به دست آمده برای تعادل مجموعه در دو حالت اخیر به این نتیجه می‌رسیم که $\Delta \mathrm{L}$ و $\Delta \mathrm{L}'$ با هم مساوی هستند و جابه‌جایی کل جسم M بین دو حالتی که قاعده‌ی A بالا و قاعده‌ی A پایین باشد برابر $\Delta \mathrm{L}+\Delta \mathrm{L}'=۲\Delta \mathrm{L}$ است، پس:

$$\Delta \mathrm{y}=۲\Delta \mathrm{L}=۲\frac{\mathrm{mg}}{K_{۱}+K_{۲}} \rightarrow \Delta \mathrm{y}=\frac{۲\times(۴۰\times۱۰^{-۳})\times۱۰}{۱۲+۲۰}=۲۵\times۱۰^{-۳}\,m \rightarrow \Delta \mathrm{y}=۲۵\mathrm{mm}$$





۷۳ پا به دیوار و دیوار هم به پا نیرو وارد می‌کند. (۰/۲۵)

۷۴ نادرست (۰/۲۵)

۷۵ درست (۰/۲۵)

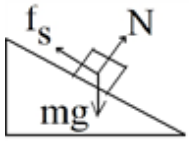
۷۶ هر جسمی حالت سکون یا حرکت یکنواخت خود را روی خط راست حفظ می‌کند، مگر آن‌که تحت تأثیر نیرو یا نیروهایی مجبور به تغییر حالت شود. (۰/۵)

۷۷ زیرا دیوار واکنش نیرویی را که ما بر دیوار وارد می‌کنیم، بر ما وارد می‌کند. (۰/۵)

۷۸ (ن)

۷۹ آب‌پاش آب را به عقب می‌راند، آب نیز آب‌پاش را به جلو می‌راند و باعث چرخش آن می‌شود. (۰/۵) طبق قانون سوم نیوتون (۰/۲۵)

۸۰ (۰/۷۵)



۸۱

$$a_A = \frac{V}{t} = \frac{۲۶/۶۷}{۱۱/۷} \quad , a_B = \frac{V}{t} = \frac{۲۶/۶۷}{۱۲/۱}$$

$$F_A = m_A a_A = ۱۰۰۰ \times \frac{۲۶/۶۷}{۱۱/۷} = ۲۲۸۰\text{N}$$

$$F_B = m_B a_B = ۸۰۰ \times \frac{۲۶/۶۷}{۱۲/۱} = ۱۷۶۳N$$

۸۲ سوخت موشک در موتور آن مشتعل می‌شود و گازهایی با دما و انرژی درونی زیاد تولید می‌کند. گازهای حاصل از احتراق توسط موشک با نیرو و سرعت زاویه به پایین پرتاب می‌شوند. عکس‌العمل آن نیرویی است که این گازها بر موشک روبه‌بالا وارد می‌کنند و موجب حرکت آن می‌شوند.

۸۳ فواره آب را به سمت خارج پرتاپ می‌کند. عکس‌العمل این نیرو، نیرویی است که آب به سمت داخل به فواره وارد می‌کند.

۸۴ بعد از توقف انرژی جنبشی اتومبیل صفر می‌شود.

$$\left.\begin{matrix} W = K - K_۰ \\ K = ۰ \end{matrix}\right\} \Rightarrow W = -K_۰ = -\frac{۱}{۲} m V_۰^۲$$

$۷۲ \frac{\text{km}}{h}$ برابر ۲۰ متر بر ثانیه است (هر یک متر بر ثانیه ۳/۶ کیلومتر بر ساعت است)

$$\Rightarrow W = -\frac{۱}{۲} \times ۱۰۰۰ \times ۲۰^۲ = -۲۰۰۰۰۰\text{J}$$

در هنگام ترمز برآیند نیروهای وارد بر اتومبیل اصطکاک لغزشی اتومبیل با جاده است.

$$\Sigma F = -f_k \Rightarrow W_{\Sigma F} = (-f_k)\Delta x = -\mu mg\Delta x \Rightarrow -۲۰۰۰۰۰ = -۰/۵ \times ۱۰۰۰ \times ۱۰ \Delta x \Rightarrow \Delta x = ۴۰\text{m}$$

اتومبیل پس از طی مسافت ۴۰ متر انرژی جنبشی خود را از دست می‌دهد و متوقف می‌شود، بنابراین به مانع برخورد می‌کند.

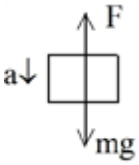
۸۵ جرم ماه و زمین را M و m فرض می‌کنیم.

$$\begin{cases} F = \frac{GMm}{R^2} \\ F = ma \end{cases} \Rightarrow ma = \frac{GMm}{R^2} \Rightarrow a = \frac{GM}{R^2} \Rightarrow a = \frac{۶/۶\times۱۰^{-۱۱}\times۶\times۱۰^{۲۴}}{(۴\times۱۰^{۸})^2} = ۲/۴۷۵\times۱۰^{-۳}\ \frac{m}{s^2}$$

۸۶ جرم ماه و زمین را M و m فرض می‌کنیم.

$$F = \frac{GMm}{R^2} = \frac{۶/۶\times۱۰^{-۱۱}\times۶\times۱۰^{۲۴}\times۷/۴\times۱۰^{۲۲}}{(۴\times۱۰^{۸})^2} \Rightarrow F = ۱/۸۳۱۵\times۱۰^{۲۰}\ N$$

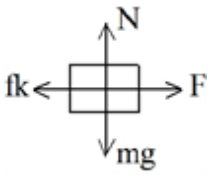
۸۷



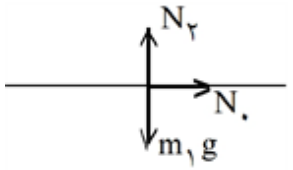
$$\Sigma F = mg - F = ma \Rightarrow ۵\times۱۰ - F = ۵۰\times۲ \Rightarrow F = ۴۰۰N$$

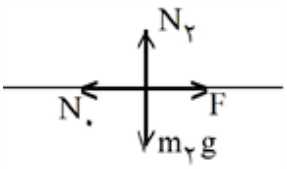
۸۸

$$\begin{cases} N = mg = ۵۰۰N \\ f_k = \mu N = \frac{۲}{۱۰}\times۵۰۰ = ۱۰۰N \\ \Sigma F = ma = F - fk \Rightarrow ۵۰\times۲ = F - ۱۰۰ \Rightarrow F = ۲۰۰N \end{cases}$$



۸۹ الف) نیروی‌های وارد بر اجسام مطابق شکل‌های زیر است.





نیرویی که در اجسام در راستای افقی به هم وارد می‌کنند $N_.$ نام‌گذاری شده است. شتاب اجسام یکسان است و آن را a فرض می‌کنیم.

$$\begin{cases} F - N_. = m_۲a \\ N_. = m_۱a \end{cases} \Rightarrow F = (m_۱ + m_۲)a = ۹\,N \Rightarrow N_. = m_۱a = ۳N$$

ب) اگر جای اجسام عوض شوند می‌توانیم در رابطه‌ها جای $m_۱$ و $m_۲$ را عوض کنیم.

$$\Rightarrow N_. = m_۲a = ۶N \text{ و } F = (m_۲ + m_۱)a = ۹N$$

۹۰

$$V^2 - V_.^2 = ۲a\Delta x \Rightarrow ۲۰^2 - ۰ = ۲a\times۱۰۰ \Rightarrow a = ۲\frac{m}{s^2}$$

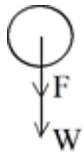
$$\Sigma F = ma \Rightarrow \Sigma F = ۲۰۰۰\times۲ = ۴۰۰۰N$$

۹۱ هنگام توقف ناگهانی اتومبیل، یک نیروی نگه‌دارنده‌ی بزرگ لازم است تا بدن سرنشین به همراه اتومبیل متوقف شود. این نیروی بزرگ نمی‌تواند توسط اصطکاک سرنشین با تکیه‌گاه (صندلی) ایجاد شود. لذا سرنشین متوقف نشده و نسبت به اتومبیل به سمت جلو حرکت می‌کند و به جلو پرتاب می‌شود. بنابراین وجود کمربند ایمنی باعث تامین نیروی نگاه دارنده‌ی سرنشین می‌شود.

۹۲ بله. اگر جسم یا نیرویی به غیر از وزن به سمت پایین کشیده شود داریم:

$$\Sigma F = \mathrm{ma} \Rightarrow F + W = \mathrm{ma}$$

$$\Rightarrow F + \mathrm{mg} = \mathrm{ma} \Rightarrow a = g + \frac{F}{m} > g$$

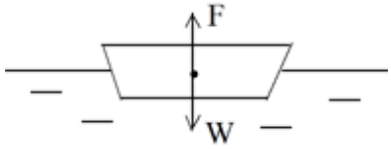


۹۳ اگر به ذره‌ی ساکن m نیروی F وارد شود بعد از گذشت مدت زمان t داریم:

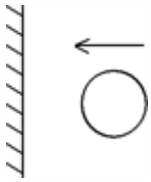
$$\left.\begin{array}{c} F = \mathrm{ma} \Rightarrow a = \frac{F}{m} \\ V = \mathrm{at} \end{array}\right\} \Rightarrow V = \frac{F}{m}t \Rightarrow \left\{\begin{array}{l} V_۲ = \frac{F}{m_۲}t \\ V_۱ = \frac{F}{m_۱}t \end{array}\right. \Rightarrow \frac{V_۲}{V_۱} = \frac{m_۱}{m_۲}$$

۹۴ به قایق نیروی وزن و نیروی F که توسط آب ایجاد شده است وارد می‌شود. عکس‌العمل نیروی وزن به کره‌ی زمین و عکس العمل نیروی F به ذرات آب وارد می‌شود.

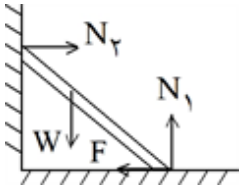
توجه: نیروی F نوعی نیرو است که به‌آن نیروی شناوری (ارشمیدس) گفته می‌شود و این نیرو توسط سیال‌ها به اجسام غوطه‌ور و شناور در آن‌ها وارد می‌شود.



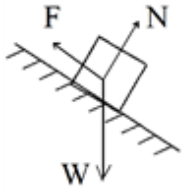
۹۵ نیروی وزن و نیروی تماسی توپ و دیوار که ممکن است قسمتی از آن عمود بر سطح و قسمتی از آن اصطکاک باشد. توجه کنید که نحوه‌ی برخورد توپ با دیوار مشخص نشده است. عکس‌العمل وزن توپ به کره‌ی زمین و عکس‌العمل نیروهای تماسی (عمود بر سطح و اصطکاک) به دیوار وارد می‌شود.



۹۶ به جسم مطابق شکل مقابل نیروی وزن (W) ، عمود بر سطح دیوار $(N_۲)$ ، عمود بر سطح از زمین $(N_۱)$ و نیروی اصطکاک زمین (f) وارد می‌شود. اگر شخصی روی نردبان ایستاده باشد یک نیروی عمودی از طرف پای شخص و در جهت پایین به نردبان وارد می‌شود که هم اندازه با وزن شخص است.



۹۷ به جسم نیروی وزن (W) و نیروهای تماسی عمود بر سطح (N) و اصطکاک (F) مطابق شکل مقابل وارد می‌شود.



۹۸ می‌دانیم وزن اجسام در سطح زمین از رابطه‌ی $W = \mathrm{mg}$ محاسبه می‌شود. از طرفی وزن اجسام نیروی گرانشی وارد از طرف زمین به آن‌ها است. اگر جرم زمین را M و شعاع زمین را R فرض کنیم، داریم:

$$W = F \Rightarrow \mathrm{mg} = \frac{\mathrm{GMm}}{R^{۲}}$$

$$\Rightarrow g = \frac{\mathrm{GM}}{R^{۲}} \Rightarrow M = \frac{\mathrm{gR}^{۲}}{G} = \frac{۹/۸\times(۶/۴\times۱۰^{۶})^{۲}}{(۶/۶۷\times۱۰^{-۱۱})} \Rightarrow M = ۶/۰۱۸\times۱۰^{۲۴}\ \mathrm{kg}$$

۹۹ فرض کنید جرم شخصی ۷۵ کیلوگرم است.

$$F = \frac{\mathrm{GM}_e m}{R^{۲}} \Rightarrow F = \frac{۶/۶۷\times۱۰^{-۱۱}\times۶\times۱۰^{۲۴}\times۷۵}{(۶/۴\times۱۰^{۶})^{۲}} = ۷۳۳N$$

این نیرو وزن نام دارد.

۱۰۰ خیر. هنگامی که ماشین ناگهان شروع به حرکت می‌کند، بدن ما ساکن است. لذا بدن ما نسبت به ماشین عقب می‌افتد و این احساس به ما تلقین می‌شود که به بدن ما نیرویی در خلاف جهت حرکت ماشین وارد شده است. هنگامی که نیروی لازم برای حرکت بدن ما به همراه ماشین از طرف تکیه‌گاه (صندلی) تامین شود، بدن ما نیز به همراه ماشین حرکت می‌کند. همچنین هنگامی که ماشین در حال حرکت به طور ناگهانی متوقف شود، بدن ما هنوز در حال حرکت است. لذا بدن ما نسبت به ماشین به جلو حرکت می‌کند و این احساس به ما تلقین می‌شود که به بدن ما نیرویی در جهت حرکت ماشین وارد شده است. هنگامی که نیروی لازم برای توقف حرکت بدن ما به همراه ماشین از طرف تکیه‌گاه (صندلی) یا کمربند ایمنی تامین شود، بدن ما نیز به همراه ماشین متوقف می‌شود.