گروه مشاوره آکو: ۱۴۰۲

طراح: مشاوران آکو

ناظر: سهیل حاج کرم

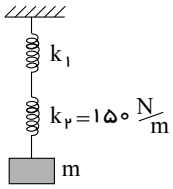
آموزشگاه پرسا

۱ فنری به طول $۲۰cm$ و ثابت $۴۰N/cm$ را از سقف یک آسانسور آویزان کرده و جسمی به جرم $۲kg$ 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؟ ($g = ۱۰m/s^۲$)

۲ آزمایشی طراحی کنید که با آن بتوانید ضریب اصطکاک ایستایی (μ_s) بین یک مکعب چوبی با وجوه مشابه و میز افقی را اندازه بگیرید.

۳ دانش‌آموزی به جرم $۶۰kg$ روی یک ترازوی فنری در آسانسور ساکن، ایستاده است. آسانسور با شتاب $۱٫۲m/s^۲$ به طرف بالا شروع به حرکت می‌کند. در این حالت ترازو چند نیوتون را نشان می‌دهد؟($g = ۹٫۸N/kg$)

۴ در شکل داده شده، فنرها سبک و جسم ساکن است. اگر تغییر طول مجموعهٔ فنرها نسبت به طول عادی، ۴ برابر تغییر طول فنر پایینی نسبت به طول عادی‌اش باشد، ثابت فنر بالایی چند (N/m) است؟



۵ قطعه چوبی را به‌طور افقی، روی سطحی افقی پرتاب می‌کنیم. ضریب اصطکاک جنبشی بین چوب و سطح ۰٫۲ است. شتاب حرکت چوب را به‌دست آورید.

۶ درستی یا نادرستی جمله‌های زیر را با علامت‌های (د) یا (ن) مشخص کنید.

الف نیروی مقاومت یک شاره مانند هوا، به تندی حرکت جسم بستگی دارد.

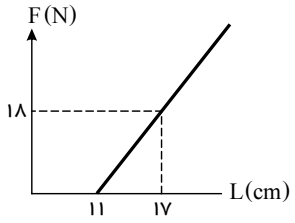
۷ دو گوی هم‌اندازهٔ A و B را که چگالی یکی دو برابر دیگری است $(\rho_B = ۲\rho_A)$ از بالای بُرجی به ارتفاع h به طور هم‌زمان رها می‌کنیم. با فرض اینکه نیروی مقاومت هوا در طی حرکت دو گوی ثابت و یکسان باشد، تندی برخورد کدام گوی با زمین بیشتر است؟ زمان رسیدن دو گوی به سطح افقی زمین را با هم مقایسه کنید. (در صورت نیاز: $g \simeq ۱۰m/s^۲$)

۸ جسمی به جرم $۲kg$ با سرعت ثابت روی سطح افقی با نیروی ۱۰ نیوتون کشیده می‌شود. ضریب اصطکاک جنبشی بین جسم و سطح را حساب کنید. ($g = ۱۰N/kg$)

۹ نمودار تغییرات طول فنری برحسب نیروی وارد بر آن (نیرو - طول فنر)، مطابق شکل مقابل است: (L طول فنر است.)

الف) ثابت فنر را حساب کنید.

ب) با چه نیرویی طول فنر به $۱۸٫۵cm$ می‌رسد؟



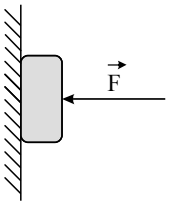
۱۰ به سؤالات زیر پاسخ دهید:

الف الف) معنای تندی حدی چیست؟

۱۱ درستی یا نادرستی جمله‌های زیر را با کلمات (درست) یا (نادرست) در پاسخ‌نامه مشخّص کنید.

الف هر چه تندی جسم بیشتر باشد، نیروی مقاومت شاره کمتر خواهد شد.

۱۲) مطابق شکل، کتابی را با نیروی افقی F به دیوار قائمی فشرده و ثابت نگه داشته‌ایم. با افزایش نیروی F نیروهای زیر چه تغییری می‌کنند؟



الف) نیروی اصطکاک ایستایی

ب) نیروی عمودی تکیه‌گاه

پ) نیرویی که دیوار به کتاب وارد می‌کند

۱۳) شکل مقابل، شخصی را نشان می‌دهد که در حال کشیدن یک جعبهٔ ۸۰ کیلوگرمی با نیروی افقی $۴۰۰N$ بر روی سطح افقی است و جسم در حال حرکت است. اگر ضریب اصطکاک جنبشی ۰٫۴ باشد،

الف) نیروی اصطکاک جنبشی چند نیوتون است؟ $(g = ۱۰ m/s^۲)$

ب) شتاب حرکت جعبه را حساب کنید.

۱۴) در هر یک از پرسش‌های زیر، گزینهٔ درست را انتخاب کنید و در پاسخ‌نامه بنویسید.

الف) ثابت فنر (k) به کدام‌یک از عوامل زیر بستگی ندارد؟

(۱) تغییر طول فنر (۲) شکل فنر (۳) اندازهٔ فنر

ب) کدام‌یک از روابط زیر در مورد اندازهٔ نیروی اصطکاک ایستایی بیشینه، درست است؟

(۱) $f_{s,\max} = \mu_s F_N$ (۲) $f_{s,\max} > \mu_s F_N$ (۳) $f_{s,\max} < f_s$

۱۵) جاهای خالی را در جمله‌های زیر با کلمه‌های مناسب پر کنید:

الف) نیروی مقاومت یک شاره مانند هوا، به ..... جسم و تندی آن بستگی دارد.

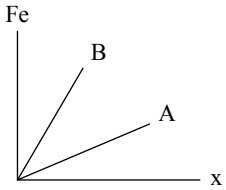
۱۶) جاهای خالی را در جمله‌های زیر با کلمه‌های مناسب پر کنید.

الف) نیروی کنش و واکنش هم‌اندازه و هم‌راستا هستند و جهت آن‌ها ..... است.

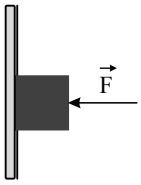
ب) نیروی مقاومت شاره در برابر حرکت یک جسم، به ..... و تندی آن بستگی دارد.

پ) نیروی کشسانی فنر با اندازهٔ تغییر طول آن، نسبت ..... دارد.

۱۷) نمودار نیروی کشسانی دو فنر A و B برحسب تغییر طول آن‌ها مطابق شکل زیر است. ثابت (سختی) کدام فنر بیشتر است؟ توضیح دهید.

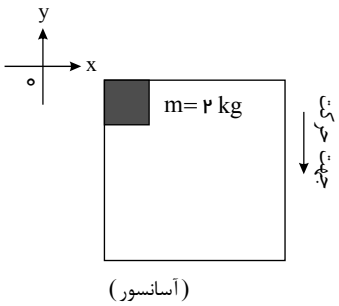


۱۸) همانند شکل روبه‌رو، جسمی را با نیروی افقی $F = ۱۰N$ به دیوار فشرده و ثابت نگاه داشته‌ایم.الف) سایر نیروهای وارد بر جسم را در پاسخ‌نامه رسم کنید.



ب) نیروی خالص وارد بر جسم چقدر است؟

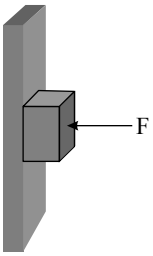
۱۹ مطابق شکل مقابل، جسمی به جرم $m = ۲kg$ توسط نیروی $\vec{F} = -۶۰\vec{i} + ۳۰\vec{j}(SI)$ به کنجِ سقفِ آسانسوری که با شتاب ثابتی به بزرگی $۱\frac{m}{s^۲}$ به صورت کند شونده به طرف پایین (در امتداد قائم!) در حال حرکت است، تماس داده و نگاه داشته شده است. اگر از اصطکاک تمام سطوح صرف‌نظر شود، نیرویی که سقف آسانسور به جسم وارد می‌کند چند نیوتون است؟ ($g = ۱۰\frac{N}{kg}$)



۲۰ پاسخ دهید.

الف جسمی به جرم $۳kg$ را به انتهای فنری با ثابت $۵۰N/cm$ 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 $۰/۷۲cm$ باشد، اندازهٔ شتاب آسانسور چقدر است؟ $(g = ۱۰m/s^۲)$

۲۱ جسمی به وزن یک نیوتون را مانند شکل، با نیروی عمودی F به دیوار قائمی فشرده و ثابت نگه داشته‌ایم.



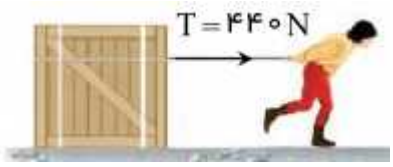
الف اگر نیروی عمودی F را افزایش دهیم، تعیین کنید با این کار اندازهٔ هر یک از نیروهای زیر، کاهش می‌یابد، افزایش می‌یابد یا ثابت می‌ماند؟

۱) نیروی عمودی سطح ۲) نیروی وزن

۳) نیروی اصطکاک بیشینه ۴) نیروی اصطکاک

۲۲ در شکل روبه‌رو، شخصی با یک طناب افقی جعبهٔ 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؟ ($g = ۱۰\frac{m}{s^۲}$)

ب) شتاب جعبه را پس از حرکت حساب کنید.($g = ۱۰\frac{m}{s^۲}$)

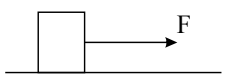


۲۳ شخصی یک جعبهٔ ۴۰ کیلوگرمی را بر روی یک سطح افقی به ضریب اصطکاک جنبشی ۰/۲۵ توسط یک طناب افقی می‌کشد. اگر نیروی کشش طناب $۴۰۰N$ باشد، شتاب حرکت جعبه چقدر است؟ $(g = ۱۰m/s)$

۲۴ وزنه‌ای به جرم $۲kg$ را به فنری به طول $۱۵cm$ که ثابت آن $۱۰N/cm$ است، می‌بندیم و فنر را از سقف یک آسانسور می‌آویزیم. اگر آسانسور درحالی که به طرف پایین حرکت می‌کند، با شتاب ثابت $۲m/s^۲$ متوقف شود، طول فنر چند سانتی‌متر می‌شود؟ $(g = ۱۰m/s^۲)$

۲۵ جسمی به جرم $۰/۵kg$ 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 بدست آورید. (g=۱۰N/kg)



۲۶ جسمی مطابق شکل زیر بر روی یک سطح افقی در حال حرکت با سرعت ثابت است. نیروهای وارد بر جسم را رسم کرده و واکنش آن‌ها را نیز نشان دهید؟

۲۷ به یک سر فنر سبک که از نقطه‌ای آویزان است، یک بار وزنهٔ ۰/۸ کیلوگرمی و بار دیگر وزنهٔ ۱ کیلوگرمی می‌آویزیم. در هر حالت پس از بستن وزنه آن را به آرامی پایین می‌آوریم تا به تعادل برسد. اگر در حالت اول حداکثر طول فنر ۳۲ سانتی‌متر و در حالت دوم ۳۵ سانتی‌متر باشد، طول اولیه فنر و ثابت فنر را محاسبه کنید.

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

الف) آسانسور ساکن است.

ب) آسانسور با سرعت ثابت حرکت می‌کند.

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

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

۲۹ چتربازی از یک وسیلهٔ پرندهٔ تقریباً ساکن که در ارتفاع نسبتاً زیادی قرار دارد، به بیرون می‌پرد و پس از مدتی چتر خود را باز می‌کند و در امتداد قائم سقوط می‌کند. حرکت چترباز را از لحظهٔ پرش تا رسیدن به زمین تحلیل کنید و نموداری تقریبی از تندی آن برحسب زمان رسم کنید.

۳۰ به سؤالات زیر پاسخ دهید.

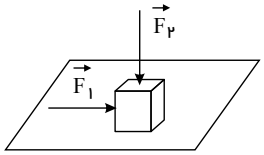
الف آزمایشی را طراحی کنید که با آن بتوان ثابت فنر را به‌دست آورد.

۳۱ شخصی درون یک آسانسور بر روی یک ترازوی فنری ایستاده است. در هریک از حالت‌های زیر، با ذکر دلیل عددی که ترازوی فنری نشان می‌دهد را با وزن شخص مقایسه کنید.

الف آسانسور رو به بالا شروع به حرکت کند.

ب آسانسور با سرعت ثابت به طرف پایین حرکت کند.

۳۲ مطابق شکل، نیروی افقی $\vec{F}_۱$ بر جعبه وارد می‌شود، اما جعبه هم‌چنان ساکن است. اگر در همین حالت، بزرگی نیروی قائم $\vec{F}_۱$ از صفر شروع به افزایش کند، کمیت‌های زیر چگونه تغییر می‌کنند؟



الف اندازهٔ نیروی عمودی سطح وارد بر جعبه ..... .

ب اندازهٔ نیروی اصطکاک ایستایی وارد بر جعبه ..... .

پ اندازهٔ بیشینهٔ نیروی اصطکاک ایستایی ..... .

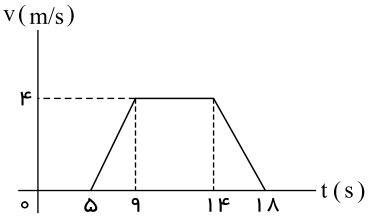
ت نیروی خالص وارد بر جسم ..... .

۳۳ درستی یا نادرستی گزاره‌های زیر را با واژه‌های «درست» و «نادرست» مشخّص کنید.

الف نیروی مقاومت شاره وارد بر جسم، به تندی حرکت جسم بستگی ندارد.

ب ضریب اصطکاک ایستایی معمولاً از ضریب اصطکاک جنبشی کوچکتر است.

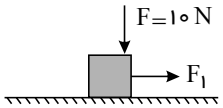
۳۴ جسمی به جرم ۴ کیلوگرم را به انتهای فنر سبکی با ثابت $k = ۲۰ N/cm$ می‌بندیم و آن را از سقف اتاقک یک آسانسور آویزان می‌کنیم. اگر نمودار سرعت – زمان آسانسور به شکل زیر باشد، در هریک از بازه‌های زمانی مشخص شده تغییرات طول فنر را نسبت به حالت عادی‌اش محاسبه کنید.



۳۵ جسمی روی یک باسکول درون آسانسوری قرار گرفته و آسانسور با شتاب ثابت a رو به بالا به حرکت درمی‌آید و باسکول وزن جسم را ۵۷۵ نیوتون نشان می‌دهد. اگر آسانسور با همان شتاب قبلی رو به پایین به حرکت درآید، باسکول وزن جسم را ۴۲۵ نیوتون نشان می‌دهد. مقدار a چقدر است؟

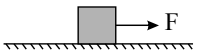
۳۶ گلوله‌ای به جرم ۲۰۰ گرم را در هوا از حال سکون رها می‌کنیم. این گلوله پس از ۴ ثانیه با سرعت ۳۶ متر بر ثانیه به زمین می‌رسد. شتاب سقوط گلوله و متوسط نیروی مقاومت هوا را به‌دست آورید.

۳۷ در شکل مقابل ضریب اصطکاک جنبشی بین جسم و سطح ۰٫۲ می‌باشد. نیروی افقی F_1 چند نیوتون باشد تا جسم با شتاب ۲ متر بر مربع ثانیه در راستای افق حرکت کند؟ $(m = ۳kg)$

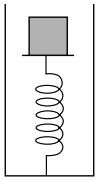


۳۸ جسمی به جرم ۴ کیلوگرم روی سطح افقی با نیروی افقی ۱۲ نیوتون کشیده می‌شود. سرعت جسم در مدت ۵ ثانیه با شتاب ثابت از $۴m/s$ به $۱۴m/s$ می‌رسد. ضریب اصطکاک جنبشی بین جسم و سطح افقی را به‌دست آورید.$(g = ۱۰\frac{m}{s^۲})$

۳۹ در شکل مقابل ضریب اصطکاک جنبشی بین سطح تماس و جسم ۱۰ کیلوگرمی برابر ۰٫۲۵ است. نیروی F چقدر باشد تا شتاب حرکت جسم ۱ متر بر مربع ثانیه شود؟ $(g = ۱۰\frac{m}{s^۲})$



۴۰ وزنه‌ای به جرم ۵ کیلوگرم را روی فنری با ثابت ۵۰۰ نیوتون بر متر مطابق شکل قرار می‌دهیم. تغییرات طول فنر در حالی که جسم در حال تعادل است به‌دست آورید.



۴۱ جسمی بر کف آسانسوری قرار گرفته است. تفاوت نیروی عمودی تکیه‌گاه جسم وقتی آسانسور با شتاب $۱\ m/s^۲$ به صورت تند شونده بالا می‌رود و هنگامی که با سرعت ثابت $۴m/s$ پایین می‌آید برابر ۲ نیوتون است. جرم جسم چند کیلوگرم است؟

۴۲ الف) وزن قطعه‌ای طلا به جرم ۱۰۰ گرم را روی سطح زمین به‌دست آورید.

ب) وزن یک جسم در سطح یک سیاره برابر با نیروی گرانشی است که از طرف آن سیاره بر جسم وارد می‌شود. وزن این قطعه طلا را در سطح ماه و مریخ به‌دست آورید و باهم مقایسه کنید.

$(g_{\text{مریخ}} = ۳٫۷\ N/kg\ ,\ g_{\text{ماه}} = ۱٫۶\ N/kg\ ,\ g_{\text{زمین}} = ۹٫۸\ N/kg)$

۴۳ جسمی با سرعت ثابت روی سطح تکیه‌گاه افقی در حال حرکت است. اگر نیروی افقی وارد بر جسم را قطع کنیم، حرکت جسم چگونه تغییر می‌کند؟

۴۴ جسمی به جرم ۸ کیلوگرم بر سطح افقی ساکن است. اگر ضرایب اصطکاک برابر ۰٫۲۵ و ۰٫۴ باشد، با اعمال نیروی $\vec{F} = -۴۰\vec{i}$ در SI، نیروی اصطکاک وارد بر جسم چند نیوتون است؟ $(g = ۱۰\ N/kg)$

۴۵ وزنه‌ای به جرم $۴kg$ توسط فنری با ثابت $۴۸N/cm$ به سقف آسانسوری که روبه بالا حرکت می‌کند، متصل است. اگر در حرکت آسانسور $۱cm$ بر طول اولیهٔ آن اضافه شود، شتاب حرکت آسانسور چند متر بر مربع ثانیه است؟ $(g = ۱۰N/kg)$

۴۶ در هر یک از حالت‌های زیر، عددی را که ترازوی فنری نشان می‌دهد با وزن شخص مقایسه کنید.

الف) آسانسور به طرف بالا شروع به حرکت کند.

ب) آسانسور به طرف پایین شروع به حرکت کند.

پ) آسانسور در حالی‌که به طرف بالا حرکت می‌کند، متوقف شود.

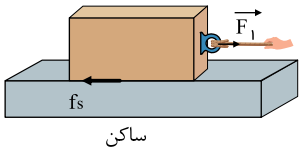
ت) آسانسور در حالی‌که به طرف پایین حرکت می‌کند، متوقف شود.

۴۷ جسمی با تندی اولیهٔ $۱۰\ m/s$ روی سطح افقی پرتاب شده و پس از طی مسافت $۲۰m$ متوقف می‌شود. ضریب اصطکاک جسم با سطح افقی چه مقدار است؟

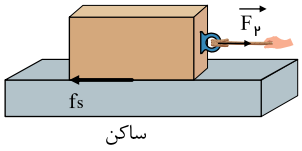
۴۸ اگر در شکل‌های زیر، جرم جسم $۴٫۰kg$ و بزرگی نیروها $F_۱ = ۴٫۰N$، $F_۲ = ۸٫۰N$ و $F_۳ = ۱۶٫۰N$ باشد.

الف) بزرگی نیروهای اصطکاک ایستایی در هر حالت چقدر است؟

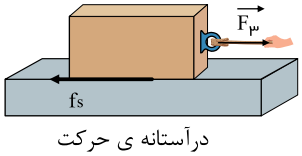
ب) ضریب اصطکاک ایستایی را پیدا کنید.



(الف)
ساکن



(ب)
ساکن



(پ)
درآستانه ی حرکت

۴۹ کارگری یک سطل محتوی مصالح به جرم $۱۶٫۰kg$ را با طناب سبکی به طرف بالا می‌کشد. اگر شتاب رو به بالای سطل $۱٫۲m/s^۲$ باشد، نیروی کشش طناب چقدر است؟

۵۰ در شکل روبه‌رو وقتی وزنهٔ $۴٫۰kg$ را به فنر آویزان می‌کنیم، در حالت تعادل طول فنر $۱۴٫۰cm$ می‌شود، وقتی وزنهٔ $۵٫۰kg$ را به فنر آویزان می‌کنیم، در حالت تعادل طول فنر $۱۵٫۰cm$ می‌شود.الف) ثابت فنر چقدر است؟

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

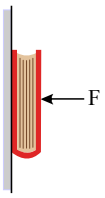
۵۱ تعدادی فنر متفاوت تهیه کنید.

الف) سختی آن‌ها را مقایسه کنید.

ب) با طراحی یک آزمایش، ثابت هر فنر را به‌دست آورید.

۵۲ جعبه ای به جرم $۷۵kg$ روی سطح افقی قرار دارد اگر ضریب اصطکاک ایستایی بین جعبه و زمین ۰٫۶۰۰ و جسم در ابتدا ساکن باشد، حداقل نیروی افقی لازم برای به حرکت درآوردن جعبه چقدر است؟$(g = ۹٫۸N/kg)$

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

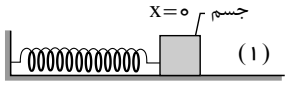


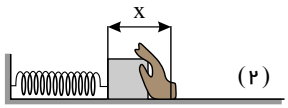
الف) نیروهای وارد بر کتاب را رسم کنید.

ب) اگر جرم کتاب $۲٫۵kg$ باشد، اندازهٔ نیروی اصطکاک را به‌دست آورید.

پ) اگر کتاب را بیشتر به دیوار بفشاریم، آیا نیروی اصطکاک تغییر می‌کند؟ با این کار چه نیروهایی افزایش می‌یابد؟

۵۴ مطابق شکل، فنری را نسبت به حالت تعادل فشرده‌ایم. به پرسش‌های زیر پاسخ کوتاه دهید:



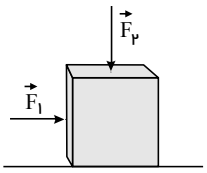


الف در شکل (۲) نیروی کشسانی فنر به چه سمتی است؟ (چپ یا راست)

ب اگر فنر را بیشتر فشرده کنیم، چه تأثیری در نیروی کشسانی فنر دارد؟

پ ثابت فنر به چه عامل‌هایی بستگی دارد؟ (دو عامل)

۵۵ در شکل زیر، نیروی F_1 به بزرگی $۲۰/۰\ N$ بر جعبه وارد شده است، اما جعبه همچنان ساکن است. اگر در همین حالت بزرگی نیروی قائم $\vec{F}_۲$ که جعبه را به زمین می‌فشارد از صفر شروع به افزایش کند، کمیت‌های زیر چگونه تغییر می‌کنند؟الف) اندازهٔ نیروی عمودی سطح وارد بر جعبه



ب) اندازهٔ نیروی اصطکاک ایستایی وارد بر جعبه

پ) اندازهٔ بیشینهٔ نیروی اصطکاک ایستایی

ت) نیروی خالص وارد بر جسم

۵۶ 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.

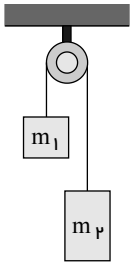
ت) چتربازی در هوای آرام و در امتداد قائم در حال سقوط است.

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

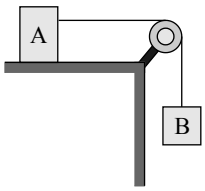
ج) توپی در راستای قائم به زمین برخورد می‌کند و برمی‌گردد.

۵۷ فنری با ثابت $۲۰\frac{N}{cm}$ از سقف یک آسانسور آویزان است. اگر جسمی به جرم $۲kg$ از انتهای فنر آویزان شده و آسانسور با شتاب ثابت $۲\frac{m}{s^۲}$ از حال سکون رو به بالا شروع به حرکت کند، تغییر طول فنر چند سانتی‌متر است؟ $\left(g = ۱۰\frac{N}{kg}\right)$

۵۸ در شکل روبه‌رو با چشم‌پوشی از جرم نخ و قرقره و اصطکاک نخ با قرقره، اگر $m_۱ = ۱/۰kg$ و $m_۲ = ۳/۰kg$ باشد، شتاب حرکت وزنه‌ها و اندازهٔ نیروی کشش نخ را به‌دست آورید.($g = ۱۰\frac{m}{s^۲}$)



۵۹ در شکل روبه‌رو جرم مکعب A برابر $۵۰kg$ است و بر روی سطح افقی در حال سکون است. ضریب اصطکاک ایستایی بین مکعب A و سطح برابر است با $۰/۵۰$. کم ترین جرم مکعب B چقدر باشد تا مکعب A در آستانهٔ حرکت قرار گیرد (از جرم نخ و قرقره و اصطکاک قرقره چشم‌پوشی کنید.)($g = ۱۰\frac{m}{s^۲}$)



۶۰ یک فوتبالیست توپی را تحت زاویهٔ α با افق شوت می‌کند. اگر جرم توپ ۶۰۰ گرم باشد و نیروی مقاومت هوا در بالاترین نقطه بر روی توپ $۱/۰$ نیوتون باشد، اندازهٔ شتاب توپ را در بالاترین نقطه از مسیر تعیین کنید. $(g = ۱۰N/kg)$

پاسخ‌نامه تشریحی

۱ چون آسانسور به طرف بالا شروع به حرکت کرده، جهت شتابش نیز به طرف بالا بوده، لذا داریم:

$$F_e - mg = ma \rightarrow kx = m(g+a) \rightarrow ۴۰x = ۲ \times ۱۲ \Rightarrow x = \frac{۲۴}{۴۰} = ۰/۶cm \rightarrow x = L_۲ - L_۱ \Rightarrow L_۲ = ۲۰/۶cm$$

۲ مکعب چوبی را روی میز افقی قرار می‌دهیم و نیروسنج را به مکعب چوبی وصل می‌کنیم و سر دیگر نیروسنج را با دست به‌طور افقی می‌کشیم. نیروی دست را به آرامی افزایش می‌دهیم تا جایی که مکعب در آستانهٔ لغزیدن قرار گیرد. عددی که در این حالت نیروسنج نشان می‌دهد $f_{s\ ,\ \max}$ است. پس از اندازه‌گیری جرم مکعب بنا به قانون دوم نیوتون:

$$F_N = mg \Rightarrow f_{s\ ,\ \max} = \mu_s F_N \Rightarrow \mu_s = \frac{f_{s\ ,\ \max}}{mg}$$

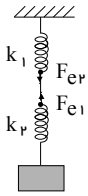
۳ در شروع حرکت به طرف بالا، شتاب نیز روبه بالا است. بنابراین داریم:

$$F_N - W = ma \rightarrow F_N = ۶۰ \times (۱/۲ + ۹/۸) \rightarrow F_N = ۶۶۰N$$

۴ قدم اول: تغییر طول فنرها برابر مجموعِ تغییر طول هر یک از فنرها است:

$$\begin{matrix}\Delta\ell = \Delta L_۱ + \Delta L_۲ \\ \Delta L = ۴\Delta L_۲\end{matrix} \rightarrow ۴\Delta L_۲ = \Delta L_۱ + \Delta L_۲ \rightarrow \boxed{۳\Delta L_۲ = \Delta L_۱} \quad (۱)$$

قدم دوم:



$\rightarrow k_۱$ نیروی وارده از فنر $k_۲$ به فنر $\xrightarrow{\text{قانون سوم نیوتن}} \boxed{(F_e)_{۲۱} = (F_e)_{۱۲}}$ (۲)

قدم سوم:

$$F_e = k\Delta L \xrightarrow{(۱)\ ,\ (۲)} \begin{cases} k_۲\Delta L_۲ = k_۱\Delta L_۱ \\ \Delta L_۱ = ۳\Delta L_۲ \end{cases} \rightarrow k_۲\Delta \cancel{L_۲} = k_۱(۳\Delta \cancel{L_۲})$$

$$\Rightarrow ۱۵۰ = ۳k_۱ \rightarrow \boxed{k_۱ = ۵۰N/m}$$

۵

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

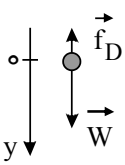
$$a = -۰/۲ \times ۱۰ = -۲\frac{m}{s^۲}$$

۶

الف (د)

۷ بر این گوی‌ها دو نیروی وزن و مقاومت هوا وارد می‌شود . طبق قانون دوم نیوتون، نیروی خالص وارد بر گوی برابر با حاصل‌ضرب جرم در شتاب است. نیروی مقاومت هوا را با f_D و نیروی وزن را با W نشان می‌دهیم و برای بررسی ساده‌تر حرکت گوی‌ها، جهت مثبت محور y را به طرف پایین انتخاب می‌کنیم:

$$W - f_D = ma \rightarrow a = \frac{W - f_D}{m} = \frac{mg - f_D}{m}$$



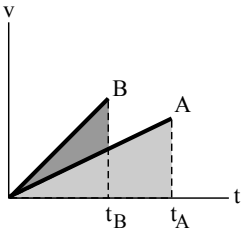
$$\rightarrow \boxed{a = g - \frac{f_D}{m}} \rightarrow v^۲ - v_۰^۲ = ۲ah$$

مشاهده می‌کنیم هرچه جرم گوی بیشتر باشد $(\frac{f_D}{m})$ کمتر شده و مقدار کمتری از g کم کرده و در نتیجه a افزایش می‌یابد. حجم دو گوی طبق فرض مسأله با هم برابر است (هم‌اندازه‌اند)

حجم‌ها : $V_A = V_B \xrightarrow[\rho_B = ۲\rho_A]{m=\rho V} \boxed{m_B = ۲\ m_A} \rightarrow \boxed{a_B > a_A} \rightarrow v^۲ - \cancel{v_۰^۲} = ۲ah \rightarrow v = \sqrt{۲ah} \Rightarrow \boxed{v_B > v_A}$

هر دو گوی جابه‌جایی یکسانی را طی می‌کنند . و همزمان و بدون سرعت اولیه سقوط کرده‌اند. برای مقایسهٔ زمان سقوط کافی است نمودار سرعت زمان آن‌ها را به طور کیفی رسم کنیم. شیب نمودار B بیشتر از شیب نمودار A است. چون: $a_B > a_A$

$\Delta y_A = \Delta y_B \Rightarrow S_A = S_B$



$\rightarrow t_B < t_A$

۸ وقتی جسمی با سرعت ثابت حرکت می‌کند، نیروی خالص وارد بر آن صفر است یعنی نیروهای وارد بر آن متوازن هستند. پس در اینجا نیروی ۱۰ نیوتونی با نیروی اصطکاک جنبشی هم اندازه است، یعنی:

$F_N = mg = ۲۰N \rightarrow F - f_k = ۰ \rightarrow f_k = F = ۱۰N \rightarrow (۱۰N) = \mu_k (۲۰N) \Rightarrow \mu_k = ۰/۵$

۹ الف) تغییر طول فنر را با ΔL نشان می‌دهیم:

$F_e = k\Delta L$

$\rightarrow \begin{cases} \Delta L = L_۲ - L_۱ = ۱۷cm - ۱۱cm = ۶cm = ۶ \times ۱۰^{-۲} m \\ ۱۸N = k(۶ \times ۱۰^{-۲} m) \rightarrow k = ۳۰۰N/m \end{cases}$

ب)طول فنر در حالت عادی که نه کشیده شده و نه فشرده شده برابر $۱۱cm$ است. تغییر طول فنر همواره می‌بایستی نسبت به این طول سنجیده شود. بنابراین:

$\begin{cases} L_۲ = ۱۸/۵cm \\ L_۱ = ۱۱cm \end{cases} \rightarrow \Delta L = ۱۸/۵cm - ۱۱cm = ۷/۵cm = ۷/۵ \times ۱۰^{-۲} m$

$F_e = k\Delta L \rightarrow F = ۳۰۰ \frac{N}{\cancel{m}} \times ۷/۵ \times ۱۰^{-۲} \cancel{m} = ۲۲/۵N \rightarrow F = ۲۲/۵N$

۱۰

الف 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.

۱۱

الف نادرست

۱۲

الف ثابت می‌ماند

ب افزایش می‌یابد

پ افزایش می‌یابد

۱۳

الف

$f_k = \mu_k F_N = \mu_k \, mg \Rightarrow f_k = ۰/۴ \times ۸۰۰ = ۳۲۰ \, N$

ب

$F - f_k = ma \Rightarrow ۴۰۰ - ۳۲۰ = ۸۰a \Rightarrow a = ۱ \, m/s^۲$

۱۴

الف (۱)

ب (۱)

۱۵

الف بزرگی

۱۶

الف در خلاف یکدیگر

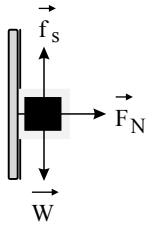
ب بزرگی جسم

پ مستقیم

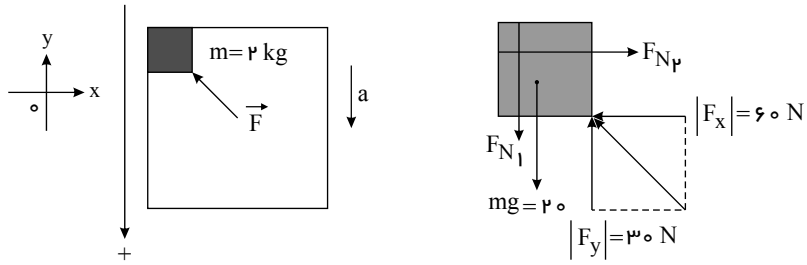
۱۷ فنر B، شیب خط این نمودار برابر ثابت فنر است و شیب خط B بیشتر است.

۱۸ الف)

ب) صفر



۱۹ قدم اول: جهت حرکت آسانسور و جسم را جهت مثبت در نظر گرفته نیروها وارده بر جسم را رسم می‌کنیم:



قدم دوم: قانون دوم نیوتون را در امتدادهای x و y می‌نویسیم.

x : جسم ساکن است. $\Rightarrow a_x = ۰ \Rightarrow (F_{net})_x = ۰ \rightarrow F_{N_۲} = F_x = ۶۰N$

y : جسم با آسانسور حرکت می‌کند. $\Rightarrow a_y = -۱\frac{m}{s^۲} \Rightarrow (F_{net})_y = ma_y \rightarrow ۲۰ + F_{N_۱} - ۳۰ = ۲(-۱)$

$\Rightarrow -۱۰ + F_{N_۱} = -۲ \rightarrow F_{N_۱} = ۸N$

۲۰

الف

در شروع حرکت روبه بالا، جهت شتاب نیز به طرف بالا بوده و داریم:

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

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

۲۱

الف ۱) افزایش ۲) ثابت ۳) افزایش ۴) ثابت

۲۲ الف)

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

$f_{s\max} = ۰/۴ \times ۱۰۰۰ = ۴۰۰N$

$T > f_s$

ب)

$F_{wt} = ma \rightarrow T - f_k = ma \rightarrow T - \mu_k mg = ma$

$۴۴۰ - (۰/۳ \times ۱۰۰۰) = ۱۰۰a$

$a = ۱/۴\frac{m}{s^۲}$

۲۳ در اینجا نیروی کشش طناب به عنوان نیروی محرک و نیروی اصطکاک به عنوان نیروی مقاوم بر جسم اثر می‌کنند. پس با استفاده از قانون دوم نیوتون داریم:

$f_k = \mu_k F_N = ۰/۲۵ \times ۴۰۰ = ۱۰۰N$

$T - f_k = ma$

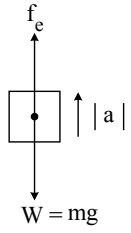
$a = ۷/۵m/s^۲$

۲۴

آسانسوری که در حال حرکت کند شونده به طرف پایین است، دارای شتابی روبه بالا خواهد بود. در اینصورت داریم:

$F_{net} = ma \rightarrow F_e - mg = m|a| \rightarrow kx = m(g+|a|) \rightarrow ۱۰x = ۲(۱۰+۲) \rightarrow x = ۲/۴cm$

از طرفی می‌دانیم که:



$x = \Delta l = l - l_{\circ} \rightarrow ۲٫۴ = l - ۱۵ \rightarrow l = ۱۷٫۴cm$

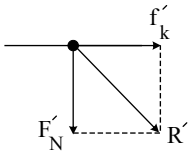
۲۵ ابتدا نیروی عمودی سطح را محاسبه می‌کنیم، سپس با استفاده از قانون دوم نیوتون مقدار a را می‌یابیم:

$F_N - mg = ۰ \Rightarrow F_N = mg = ۵NF - f_k = ma$

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

۲۶ واکنش نیروی F به عامل به وجود آورنده‌اش وارد می‌شود. (یعنی $\overleftarrow{F'}$)

واکنش نیروی وزن به مرکز زمین وارد می‌شود و واکنش نیروی سطح به سطح وارد می‌شود



۲۷ در دو حالت باتوجه به نیروهای وارد بر جسم داریم:

$$\begin{matrix} F_{e_۱} = m_۱ g \Rightarrow k(۳۲ - x_{\circ}) = ۰٫۸ \times ۱۰ \\ F_{e_۲} = m_۲ g \Rightarrow k(۳۵ - x_{\circ}) = ۱ \times ۱۰ \end{matrix} \xrightarrow{(\div)} \frac{۳۲ - x_{\circ}}{۳۵ - x_{\circ}} = \frac{۸}{۱۰} = \frac{۴}{۵} \Rightarrow x_{\circ} = ۲۰\,cm$$

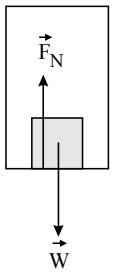
با استفاده از معادلات بالا داریم:

$$F_{e_۱} = m_۱ g \Rightarrow k(۳۲ - ۲۰) \times ۱۰^{-۲} = ۸ \Rightarrow k = \frac{۸}{۱۲} \times ۱۰^{-۲} = \frac{۲۰۰}{۳} N/m$$

روش دوم: برای تعیین ثابت فنر، در دو حالت داده شده، به صورت زیر نیز می‌توان عمل کرد:

$$k = \frac{۲۰۰}{۳}\frac{N}{m} \rightarrow ۰٫۲ \times ۱۰ = k(۳۵ - ۳۲) \times ۱۰^{-۲} \xrightarrow[\Delta F_e = (\Delta m)g]{\Delta l = l_۲ - l_۱} \Delta F_e = k \cdot \Delta l$$

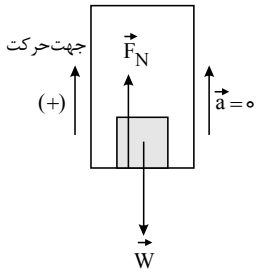
۲۸ الف)



$F_N - mg = ۰ \rightarrow F_N = mg$

$\rightarrow F_N = ۵۰ \times ۹٫۸ = ۴۹۰N$

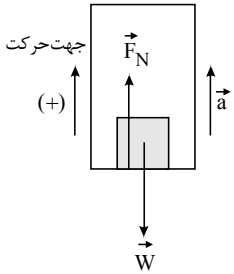
ب)



$F_N - mg = ma = ۰ \rightarrow F_N = mg$

$\rightarrow F_N = ۵۰ \times ۹٫۸ = ۴۹۰N$

پ)



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

$F_N = ۵۰(۹٫۸ + ۱٫۲)$

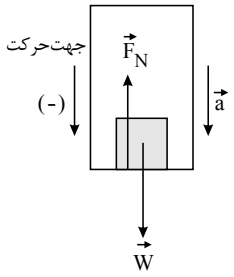
$F_N = ۵۵۰N$

ت)

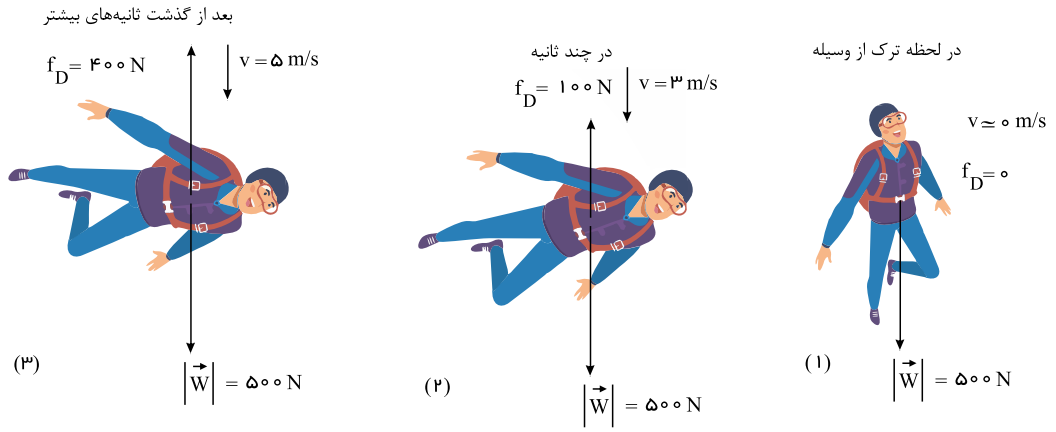
$$F_N - mg = -ma \;\rightarrow\; F_N = m(g-a)$$

$$F_N = ۵۰(۹٫۸ - ۱٫۲)$$

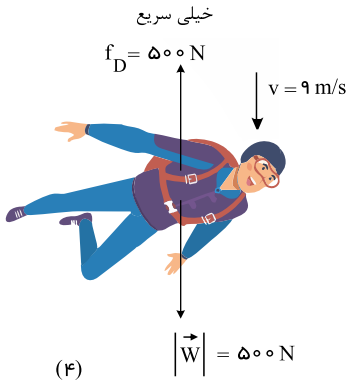
$$F_N = ۴۳۰N$$



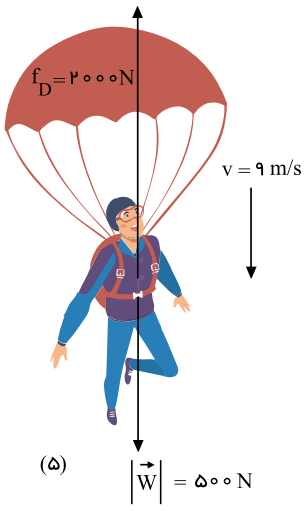
۲۹ فرض می‌کنیم شخصی به وزن $۵۰۰N$ از وسیله به بیرون می‌پرد. بعد از پریدن چترباز، سرعت اولیهٔ آن بسیار ناچیز است و تندی و مقاومت هوا افزایش می‌یابد.(اگر جهت روبه پایین را مثبت فرض کنیم)



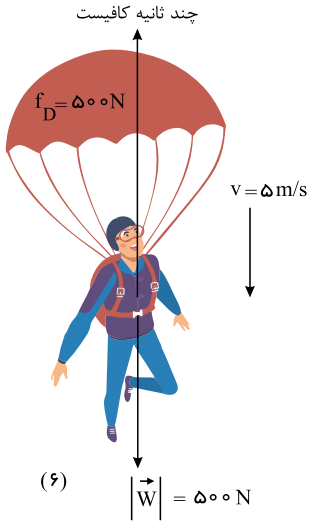
پس از مدتی مقاومت هوا با وزن چترباز برابر شده و نیروی خالص وارد بر چترباز صفر می‌شود و چترباز با تندی ثابتی به طرف زمین حرکت می‌کند.

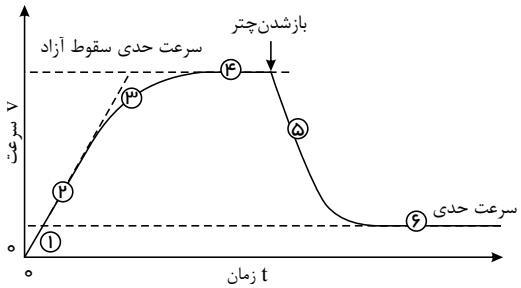


در این حالت چترباز، چتر را باز می‌کند. اینکار باعث افزایش نیروی مقاومت هوا خواهد شد.



در نهایت نیروی مقاومت کاهش یافته و برابر سرعت وزن خواهد شد و جسم با تندی کمتر به زمین می‌رسد.





۳۰

الف فنری با طول اولیه $L_۰$ را از یک نقطه به‌طور قائم آویزان می‌کنیم و به سر دیگر آن جسمی به جرم m وصل می‌کنیم. پس از رسیدن فنر به حالت تعادل، تغییر طول فنر (x) را حساب کرده و از رابطهٔ زیر ثابت فنر را به‌دست می‌آوریم:

$$kx - mg = ۰ \qquad k = \frac{mg}{x}$$

۳۱

الف

$$F_N = mg + ma \Rightarrow F_N > mg$$

ب

$$F_N - mg = ۰ \Rightarrow F_N = mg$$

۳۲

الف افزایش می‌یابد.

ب ثابت می‌ماند.

پ افزایش می‌یابد.

ت ثابت می‌ماند.

۳۳

الف نادرست

ب نادرست

۳۴ در بازهٔ زمانی صفر تا ۵ ثانیه، آسانسور ساکن است. در این صورت می‌توان نوشت:

$$mg = F_e \Rightarrow mg = kx \Rightarrow x = \frac{mg}{k} = \frac{۴۰}{۲۰ \times ۱۰^۲} = ۲ \times ۱۰^{-۲} m = ۲cm$$

در بازهٔ زمانی ۵ تا ۹ ثانیه داریم:

$$a = \frac{۴ - ۰}{۹ - ۵} = ۱ m/s^۲$$

$$F_e - mg = ma \Rightarrow F_e = m(g + a) = ۴(۱۱) = ۴۴N$$

$$\Rightarrow kx = ۴۴ \Rightarrow x = \frac{۴۴}{۲۰ \times ۱۰^۲} = ۲/۲ \times ۱۰^{-۲} m = ۲/۲cm$$

در بازهٔ زمانی ۹ تا ۱۴ ثانیه آسانسور با سرعت ثابت حرکت می‌کند. در این صورت داریم:

$$F_e = mg \Rightarrow kx = mg \Rightarrow x = \frac{mg}{k} \Rightarrow x = \frac{۴۰}{۲۰ \times ۱۰^۲} m = ۲cm$$

در بازهٔ زمانی ۱۴ تا ۱۸ ثانیه داریم:

$$|a| = \left| \frac{۰ - ۴}{۱۸ - ۱۴} \right| = ۱\ m/s^۲$$

$$F_e - mg = m(-a) \Rightarrow F_e = m(g - a) = ۴(۱۰ - ۱) = ۳۶$$

$$\Rightarrow kx = ۳۶ \Rightarrow x = \frac{۳۶}{۲۰ \times ۱۰^۲} m = ۱/۸cm$$

۳۵ به طور کلی در آسانسور، اختلاف دو نیروی عمودی تکیه‌گاه (f_N) و وزن (mg) برابر با (ma) است؛ بنابراین در دو حالت می‌توان نوشت:

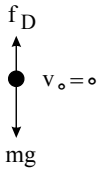
$$\left.\begin{array}{l} ۱)\ F_N - mg = ma \Rightarrow ۵۷۵ - mg = ma \\ ۲)\ mg - F'_N = ma \Rightarrow\ \ mg - ۴۲۵ = ma \end{array}\right\} \Rightarrow ۱۵۰ = ۲ma \Rightarrow ma = ۷۵$$

با استفاده از معادلهٔ بالا داریم:

$$۵۷۵ - mg = ۷۵ \Rightarrow mg = ۵۰۰ \Rightarrow m = \frac{۵۰۰}{۱۰} = ۵۰\ kg$$

$$ma = ۷۵ \Rightarrow ۵۰a = ۷۵ \Rightarrow a = \frac{۷۵}{۵۰} = ۱/۵\ m/s^۲$$

۳۶ باتوجه به نیروهای وارد بر جسم داریم:



$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{۳۶ - ۰}{۴} = ۹\ m/s^۲$$

$$a = \frac{mg - f_D}{m} \Rightarrow ۹ = \frac{۰/۲ \times ۱۰ - f_D}{۰/۲} \Rightarrow ۱/۸ = ۲ - f_D \Rightarrow f_D = ۰/۲N$$

۳۷

$$\left.\begin{array}{l} a = \dfrac{F_۱ - f_k}{m} \\ F_N = mg + F = ۳۰ + ۱۰ = ۴۰N \end{array}\right\} \Rightarrow ۲ = \frac{F_۱ - ۰/۲ \times ۴۰}{۳} \Rightarrow ۶ = F_۱ - ۸ \Rightarrow F_۱ = ۱۴N$$

۳۸ باتوجه به قانون دوم نیوتون می‌توان نوشت:

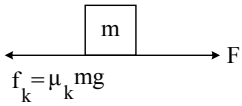
$$\left.\begin{array}{l} a = \dfrac{F - f_k}{m} \\ a = \dfrac{\Delta v}{\Delta t} \end{array}\right\} \Rightarrow \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{F - f_k}{m} \Rightarrow \frac{۱۴ - ۴}{۵} = \frac{۱۲ - f_k}{۴}$$

$$\Rightarrow f_k = ۴N \Rightarrow \mu_k mg = ۴ \Rightarrow \mu_k = \frac{۴}{mg} = \frac{۴}{۴۰} = ۰/۱$$

۳۹ باتوجه به نیروهای وارد بر جسم داریم:

$$a = \frac{F_{net}}{m} \Rightarrow a = \frac{F - f_k}{m} \Rightarrow a = \frac{F - \mu_k mg}{m}$$

$$\Rightarrow ۱ = \frac{F - ۰/۲۵ \times ۱۰ \times ۱۰}{۱۰} \Rightarrow ۱۰ = F - ۲۵ \Rightarrow F = ۳۵N$$



۴۰ باتوجه به نیروهای وارد بر جسم داریم:

$$F_e = mg \Rightarrow kx = mg \Rightarrow x = \frac{mg}{k} = \frac{۵ \times ۱۰}{۵۰۰} = ۰/۱m = ۱۰cm$$

۴۱

با توجه به قانون دوم نیوتون در دو حالت، می‌توان نوشت:

$$F_{net} = ma \ \Rightarrow \ \left\{\begin{array}{l} F_{N_۱} - mg = ma \\ F_{N_۲} = mg \end{array}\right. \xrightarrow{-} F_{N_۱} - mg - F_{N_۲} = ma - mg$$

$$\Rightarrow F_{N_۱} - F_{N_۲} = ma \ \Rightarrow \ ۲ = m \times ۱ \ \Rightarrow \ m = ۲kg$$

۴۲

الف)

$W = mg_{\text{زمین}} \rightarrow W_۱ = (۰/۱kg)(۹/۸N/kg) = ۰/۹۸N$

ب)

$W = mg_{\text{ماه}} \rightarrow W_۲ = (۰/۱\ kg)(۱/۶\ N/kg) = ۰/۱۶\ N$

$W = mg_{\text{مریخ}} \rightarrow W_۳ = (۰/۱\ kg)(۳/۷\ N/kg) = ۰/۳۷N$

$W_۱ > W_۳ > W_۲$

۴۳ با حذف نیروی خارجی، تنها نیروی اصطکاک جنبشی بر آن اثر می‌کند و این نیرو در خلاف جهت حرکت جسم بر آن اثر می‌کند و در نهایت حرکت جسم کُند شده و جسم متوقف می‌شود.

۴۴ ابتدا شرط حرکت جسم را بررسی می‌کنیم:

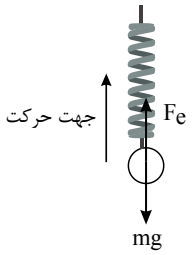
$f_{s,\max} = \mu_s F_N = \mu_s mg = ۰/۴ \times ۸۰ = ۳۲N$

$F > f_{s,\max} \Rightarrow$ جسم حرکت می‌کند

در این صورت نیروی اصطکاک وارد بر جسم با نیروی اصطکاک جنبشی برابر است.

$f_k = \mu_k F_N = \mu_k mg = ۰/۲۵ \times ۸۰ = ۲۰N$

۴۵ نیروهای وارد بر وزنه را مطابق شکل رسم می‌کنیم:

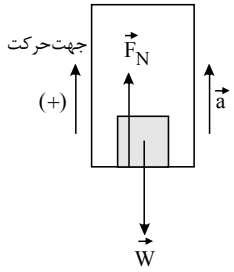


$F_e - mg = ma \Rightarrow kx - mg = ma$

$\Rightarrow ۴۸۰۰ \times ۱ \times ۱۰^{-۲} - ۴ \times ۱۰ = ۴ \times a$

$\Rightarrow ۸ = ۴a \Rightarrow a = ۲m/s^۲$

۴۶ الف)

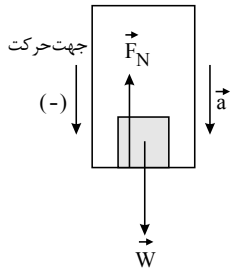


$F_N - mg = ma$

$\rightarrow F_N = m(g+a) \rightarrow F_N > mg$

در این حالت ترازو، عددی بیشتر از اندازهٔ وزن را نشان می‌دهد.

ب)

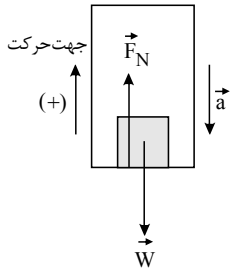


$F_N - mg = -ma$

$\rightarrow F_N = m(g-a) \rightarrow F_N < mg$

در این حالت ترازو، عددی کوچک‌تر از اندازهٔ وزن را نشان می‌دهد.

پ)

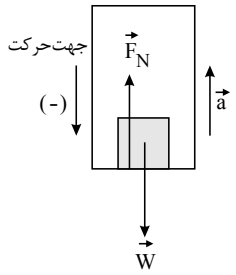


$F_N - mg = -ma$

$\rightarrow F_N = m(g-a) \rightarrow F_N < mg$

در این حالت ترازو، عددی کوچکتر از اندازهٔ وزن را نشان می‌دهد.

ت)



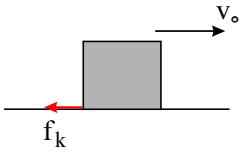
$$F_N - mg = ma$$

$$\rightarrow \quad F_N = m(g+a) \quad \rightarrow \quad F_N > mg$$

در این حالت ترازو، عددی بیشتر از اندازهٔ وزن را نشان می‌دهد.

۴۷ پس از پرتاب تنها نیروی مؤثر وارد بر آن، نیروی اصطکاک است. در این صورت داریم:

$$v^2 - v_0^2 = 2a\Delta x \quad \Rightarrow \quad 0 - 100 = 2 \times a \times 20 \quad \Rightarrow a = -2/5\ m/s^2$$

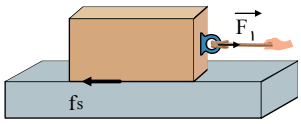


با توجه به قانون دوم نیوتون می‌توان نوشت:

$$a = \frac{F_{net}}{m} = \frac{0 - f_k}{m} \quad \Rightarrow \quad a = \frac{-\mu_k mg}{m} \quad \Rightarrow a = -\mu_k g \quad \Rightarrow \quad -2/5 = -\mu_k \times 10$$

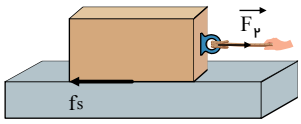
$$\Rightarrow \quad \mu_k = 0/25$$

۴۸ الف) در هر حالت که جسم ساکن است، نیروی اصطکاک ایستایی با نیروی f برابر است، یعنی:



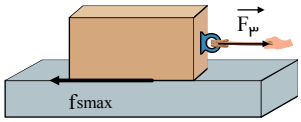
(الف)

$$\rightarrow F_1 - f_s = ma = 0 \rightarrow F_1 = f_s = 4N$$



(ب)

$$\rightarrow F_2 - f_s = ma = 0 \rightarrow F_2 = f_s = 8N$$



(پ)

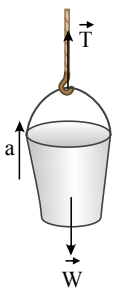
$$\rightarrow F_3 - f_s = ma = 0 \rightarrow F_3 = f_s = 16N$$

ب) فقط برای حالتی که جسم در آستانه حرکت است، داریم:

$$f_{s,\max} = f_s F_N \rightarrow \mu_s = \frac{f_{s,\max}}{mg} = \frac{16N}{4kg \times 9/8(N/kg)} = 0/40$$

۴۹

با استفاده از قانون دوم نیوتون داریم:



$$F_{net} = ma \rightarrow T - mg = ma$$

$$T - 16 \times 9/8 = 16 \times 1/2$$

$$T = 156/8 + 19/2 = 176N$$

۵۰ الف)

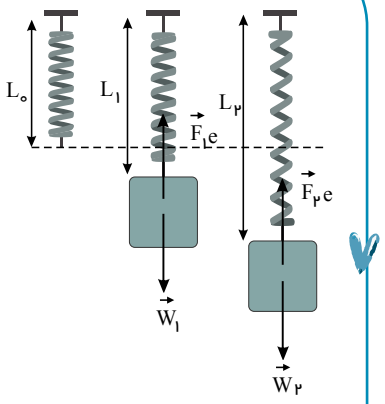
$$F_{1e} = m_1 g \rightarrow k(L_1 - L_\circ) = m_1 g \ (1)$$

$$F_{2e} = m_2 g \rightarrow k(L_2 - L_\circ) = m_2 g \ \ (2)$$

$$(m_2 - m_1)g = k(L_2 - L_1)$$

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

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



ب)

$$k(L_1 - L_\circ) = m_1 g \rightarrow 9{,}8(N/cm)\,(14cm - L_\circ) = 4kg \times 9{,}8 N/kg \rightarrow L_\circ = 10cm$$

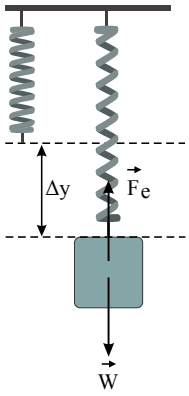
روش دوم در تعیین ثابت فنر، به صورت زیر نیز می‌توان عمل کرد:

$$\Delta F_e = k\Delta l \xrightarrow[\Delta f_e = (\Delta m)g]{\Delta l = l_2 - l_1} \rightarrow k = \frac{(\Delta m)g}{\Delta l} k = \frac{1 \times 9{,}8}{1} \rightarrow k = 9{,}8 \frac{N}{cm}$$

۵۱

الف) تعدادی فنر با ضخامت‌های مختلف تهیه می‌کنیم. هرچه فنر انعطاف‌پذیرتر باشد، ثابت فنر (سختی آن) کوچک‌تر و برای فنر با انعطاف کمتر، ثابت فنر (سختی آن) بیشتر است.

ب) فنر را مطابق شکل (۱) به سقف آویزان می‌کنیم و سپس به انتهای آن، وزنه‌ای با جرم مشخص آویزان می‌نماییم. در حالت تعادل، به کمک خط‌کش، تغییرات طول فنر را اندازه می‌گیریم.



باتوجه به این مطلب که بزرگی نیروی وارد از طرف فنر به وزنه با نیرویی که از طرف زمین به جسم وارد می‌شود برابر است. خواهیم داشت:

$$F_e = W \rightarrow k\Delta y = mg \rightarrow k = \frac{mg}{\Delta y}$$

سپس در چندین نوبت فنرهای مختلف را مطابق شکل آزمایش کرده و هر بار باتوجه به رابطهٔ $k = \frac{mg}{\Delta y}$ مقدار k (ثابت فنر) را به‌دست می‌آوریم.

همچنین می‌توان آزمایش را با جرم‌های مختلف تکرار کرد، و kهای تقریبا مختلفی را به‌دست آورد.(به دلیل خطای اندازه گیری) از اعداد به‌دست آمده میانگین گرفته و عدد دقیق‌تری برای k به‌دست آورد.

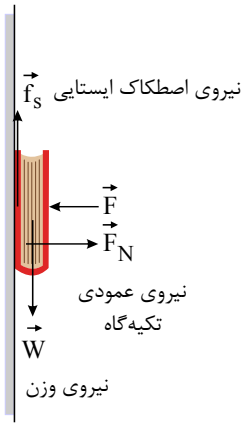
۵۲ حداقل نیروی لازم برای حرکت در آوردن این جسم ساکن، معادل نیروی اصطکاک ایستایی بیشینه است، یعنی:

$$F - f_{s,\max} = ma = \circ \rightarrow F = f_{s,\max} = \mu_s F_N = \mu_s mg$$

$$\rightarrow F = f_{s,\max} = 0{,}6 \times 75kg \times 9{,}8\ N/kg = 441N$$

۵۳

الف)



ب)

$$mg - f_s = ma\ ,\ a = \circ \rightarrow f_s = mg \rightarrow f_s = 2{,}5kg \times 9{,}8 N/kg = 24{,}5N$$

پ) خیر – نیروی اصطکاک تغییری نمی‌کند، بلکه برای ثابت ماندن کتاب در راستای افقی نیروی عمودی سطح متناسب با نیرویی که ما وارد می‌کنیم، افزایش می‌یابد.

$$F_N - F = \circ \rightarrow F = F_N$$

۵۴

الف راست

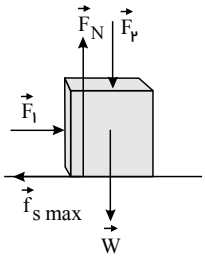
ب افزایش می‌یابد

پ دو مورد از: اندازه، شکل و جنس فنر

۵۵ الف) در امتداد قائم، نیروهای وارد بر جسم متوازن هستند، بنابراین:

$$\vec{F}_{net} = m\vec{a}$$

$$F_N - F_۲ - W = ma = ۰ \rightarrow F_N = F_۲ + W$$



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

ب)چون جسم ساکن است، نیروی اصطکاک ایستایی برابر نیروی $f_۱$ است، یعنی:

$$F_۱ - f_s = ma = ۰ \rightarrow F_۱ = f_s$$

پس با افزایش $F_۲$، نیروی اصطکاک تغییر نمی‌کند.

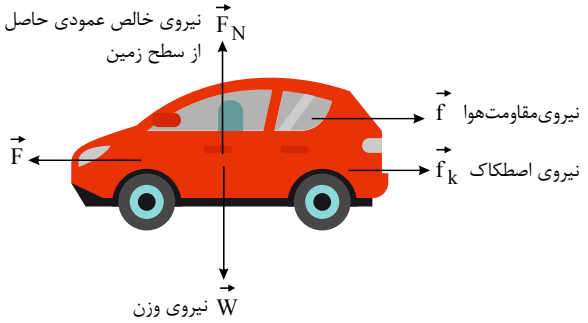
پ)

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

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

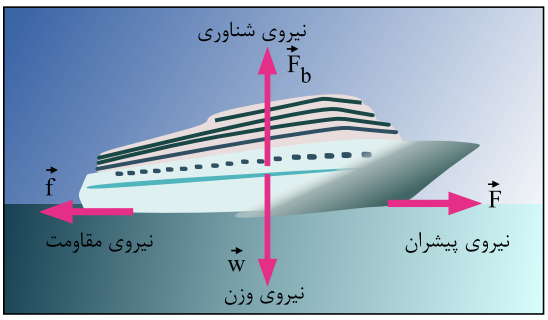
ت) نیروی خالص وارد بر جسم در راستای x و y صفر است. چون جسم در این دو راستا حرکتی ندارد.

۵۶ الف)



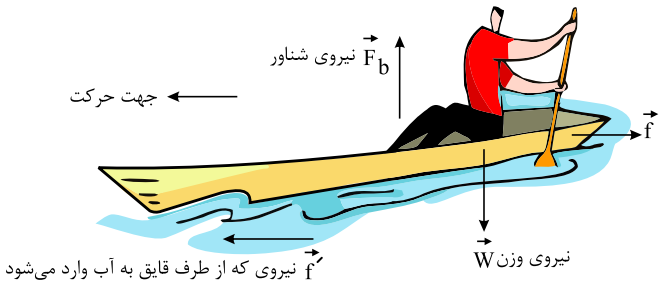
کنش	واکنش
نیرویی که زمین به خودرو وارد می‌کند. $\vec{W}$	نیرویی که خودرو به زمین وارد می‌کند. $\vec{W}'$
نیروی عمودی تکیه‌گاه سطح جاده به خودرو وارد می‌کند. $\vec{F}_N$	نیروی عمودی که خودرو بر سطح جاده وارد می‌کند. $\vec{F}'_N$
در وضعیت لغزش، نیروی موازی سطح از طرف زمین در خلاف جهت حرکت به خودرو وارد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

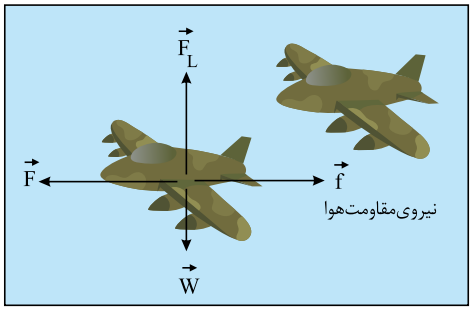


کنش	واکنش
نیرویی که زمین به قایق وارد می‌کند. $\vec{W}$	نیرویی که قایق به زمین وارد می‌کند. $\vec{W}'$
نیرویی که از طرف آب (نیروی شناوری) به قایق وارد می‌شود. $\vec{F}_b$	نیرویی که از طرف قایق به آب وارد می‌شود. $\vec{F}_b'$
نیروی موازی در جهت مخالف حرکت از طرف آب و مولکول‌های هوا به سطح قایق وارد می‌شود.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

ت)

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

ث)



کنش	واکنش
نیرویی که زمین به هواپیما وارد می‌کند. $\vec{W}$	نیرویی که هواپیما به زمین وارد می‌کند. $\vec{W}'$
نیرویی که از طرف مولکول‌های هوا رو به بالا به هواپیما وارد می‌شود. $\vec{F}_l$	نیرویی که از طرف هواپیما به مولکول‌های هوا وارد می‌شود. $\vec{F}_l'$
نیرویی که در جهت مخالف حرکت از مولکول‌های هوا به سطح هواپیما وارد می‌شود. $\vec{f}$	نیرویی که در جهت حرکت هواپیما به مولکول‌های هوا وارد می‌شود. $\vec{f}'$

ج)

قبل از برخورد:	
کنش	وا کنش
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. $\vec{F}_D$	نیرویی که از طرف توپ به مولکول‌های هوا وارد می‌شود. $\vec{F}_D'$

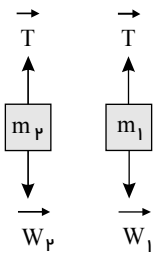
نیروی مقاومت هوا

بعد از برخورد:	
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. $\vec{F}_D$	نیرویی که از طرف توپ به مولکول‌های هوا وارد می‌شود. $\vec{F}_D'$

۵۷

$F_e - mg = ma \Rightarrow F_e = (۲ \times ۲) + (۲ \times ۱۰) \qquad Fe = K\Delta L = ۲۰\Delta L = ۲۴ \Rightarrow \Delta L = ۱/۲cm$

۵۸ ابتدا نیروی وارد بر هر دو جسم را به طور جداگانه رسم می‌کنیم:



جرم $m_۲$ به‌دلیل سنگینی بیشتر پایین می‌رود.

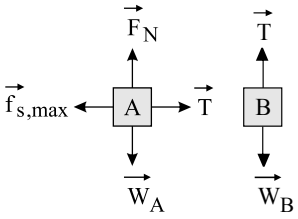
$(۱) : \vec{F}_{net} = m\vec{a} \Rightarrow T - W_۲ = -m_۲ a \Rightarrow T + m_۲ a = W_۲$

$(۲) : \vec{F}_{net} = m\vec{a} \Rightarrow T - W_۱ = m_۱ a \Rightarrow T - m_۱ a = W_۱$

$\begin{cases} T + ۳/۰a = ۳۰ \\ T - ۱/۰a = ۱۰ \end{cases} \Rightarrow ۴/۰a = ۲۰ \Rightarrow a = ۵/۰ m/s^۲$

$T + ۳/۰a = ۳۰ \Rightarrow T + ۱۵ = ۳۰ \Rightarrow T = ۱۵N$

۵۹ ابتدا نیروهای وارد بر هر دو جسم را رسم می‌کنیم:



چون جرم نخ ناچیز است می‌توانیم نیروی کشش نخ را برای هر دو جسم یکسان فرض کنیم، در آستانه حرکت داریم:

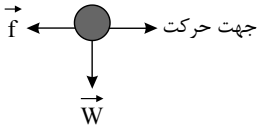
$B: \vec{F}_{net} = ۰ \Rightarrow T = W_B \Rightarrow T = m_B g \quad (۱)$

$A: \vec{F}_{net} = ۰ \Rightarrow F_N - W_A = ۰ \Rightarrow F_N = m_A g = ۵۰۰N$

$\vec{F}_{net} = ۰ \Rightarrow T - f_{s,max} = ۰ \Rightarrow T - \mu_s \times ۵۰۰ = ۰ \Rightarrow T = ۰/۵۰ \times ۵۰۰ = ۲۵۰N$

$(۱) \Rightarrow ۲۵۰ = m_B \times ۱۰ \Rightarrow m_B = ۲۵kg$

۶۰



$W = mg = ۰/۶۰۰ \times ۱۰ = ۶/۰N \Rightarrow \vec{W} = -(۶/۰N)\vec{j}$

$\vec{f} = (-۱/۰N)\vec{i} \Rightarrow \vec{F}_{net} = (-۱/۰N)\vec{i} + (-۶/۰N)\vec{j} \Rightarrow F_{net} = \sqrt{(۱/۰)^۲ + (۶/۰)^۲} \Rightarrow F_{net} \approx ۶/۱N$

$\vec{F}_{net} = m\vec{a} \Rightarrow ۶/۱ = ۰/۶۰۰ \times a \Rightarrow a \approx ۱۰/۲m/s^۲$