علامه طباطبایی_مشهد

تاریخ آزمون: ۱۴۰۱/۱۲/۲۴

زمان برگزاری: ۵۰ دقیقه

نام و نام خانوادگی:

نام آزمون: بی نام

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 درستی یا نادرستی عبارت‌های زیر را مشخص کنید.

الف) ضریب اصطکاک جنبشی به مساحت سطحِ تماس دو جسم بستگی ندارد.

ب) نیروی مقاومت شاره و نیروی شناوری هم مفهوم هستند.

پ) هنگامی که تندی حرکت یک جسم تغییر نکند، نیروی خالص وارد بر جسم صفر است.

ت) هنگامی که اتومبیلی ناگهان می‌ایستد، به سرنشینان اتومبیل نیرویی وارد نمی‌شود.

ث) نیروهای عمل و عکس‌العمل یکدیگر را خنثی می‌کنند.

ج) عامل اصلی وجود نیروی عمودی سطح بین دو جسم، تغییر شکل سطح تماس دو جسم است.

۳ 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.

۴ چتر بازی در هوای آرام و در امتداد قائم در حال سقوط است با رسم شکل، نیروهای وارد بر چترباز را مشخص کرده و تعیین کنید واکنش هر یک از این نیروها به چه جسمی وارد می‌شود؟

۵ هر یک 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 غیر صفری به آن وارد شود.

۶ شخصی به جرم ۵۰ کیلوگرم در یک آسانسور بر روی نیروسنجی ایستاده است. نیروسنج وزن او را وقتی آسانسور با شتاب ثابت $۳\frac{m}{s^۲}$ رو به پایین شروع به حرکت می‌کند، چقدر نشان می‌دهد؟ ($g = ۱۰\frac{m}{s^۲}$)

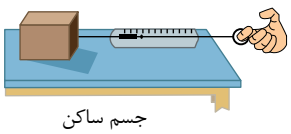
۷ هر یک از پدیده‌های زیر در اثر کدام یک از قوانین توجیه می‌شوند؟ به اختصار توضیح دهید:

الف اتومبیلی که در حال حرکت است ناگهان ترمز کند و مسافران به جلو پرتاب شوند.

ب راه رفتن ما بر روی زمین.

پ عقب رفتن تفنگ هنگام شلیک گلوله به طرف جلو.

۸ شکل مقابل، آزمایشی را نشان می‌دهد:



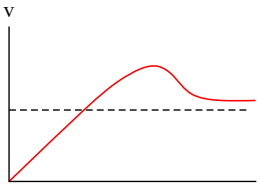
جسم ساکن

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

۹ درستی یا نادرستی عبارت‌های زیر را مشخص کنید.

الف) نیروی مقاومت شاره به ابعاد جسم و تندی جسم هم بستگی دارد.

ب) فرض کنید یک چترباز از ارتفاعی بلند از یک بالگرد ساکن به پایین بپرد.

در این حالت نمودار تندی چترباز برحسب زمان به صورت: 

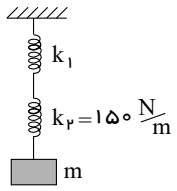
می‌تواند باشد.

پ) جهت حرکت یک جسم همواره هم‌سو با نیروی خالص وارد بر جسم است.

ت) اگر نیروی خالص وارد بر جسمی صفر باشد، تکانهٔ جسم صفر است.

۱۰ 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؟$(g = ۹٫۸N/kg)$

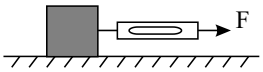
۱۱ در شکل داده شده، فنرها سبک و جسم ساکن است. اگر تغییر طول مجموعهٔ فنرها نسبت به طول عادی، ۴ برابر تغییر طول فنر پایینی نسبت به طول عادی‌اش باشد، ثابت فنر بالایی چند (N/m) است؟



۱۲ آزمایش طراحی کنید که نشان دهد $f_{s,max}$ متناسب با F_N است.

۱۳ آزمایشی طراحی کنید که نشان دهد ضریب اصطکاک ایستایی جسم به مساحت سطح تماس بستگی ندارد.

۱۴ مطابق شکل بر جسمی به جرم $۶kg$ که روی سطح افقی ساکن است، نیروی F رو به افزایش را وارد می کنیم. به ازای $F = ۳۰N$ جسم به حرکت در آمده و با همین نیرو مسافت دو متر اولیهٔ پس از شروع حرکت را در مدت $۱s$ می‌پیماید. ضریب اصطکاک ایستایی و جنبشی را به دست آورید.



۱۵ تعریف کنید:

الف قانون اول نیوتن

ب لختی

پ قانون دوم نیوتن

ت نیروی مقاومت شاره

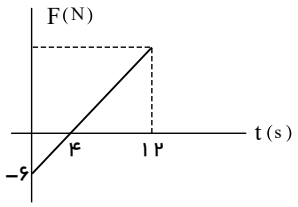
ث قانون سوم نیوتن

ج تندی حدّی

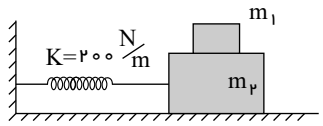
۱۶ قطعه چوبی را به‌طور افقی، روی سطحی افقی پرتاب می‌کنیم. ضریب اصطکاک جنبشی بین چوب و سطح ۰٫۲ است. شتاب حرکت چوب را به‌دست آورید.

نام

۱۷ نمودار $(F-t)$ جسمی که در اثر نیروی F از حال سکون به حرکت در می‌آید به صورت مقابل است. اگر جرم جسم $2kg$ باشد، از مبدأ زمان تا لحظهٔ $t=12s$ شتاب متوسط متحرک چند (m/s^2) است؟



۱۸ مطابق شکل، اجسام ساکن بوده و فنر $8cm$ افزایش طول دارد . (نسبت به طول عادی آن). بین جسم m_2 و سطح افقی : $\mu_k = 0/25$ است. اگر جرم m_1 را برداریم در همین وضعیت جرم m_2 در آستانهٔ لغزش قرار می‌گیرد. m_2 چند کیلوگرم است؟



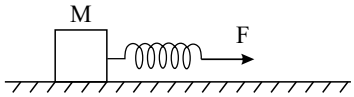
۱۹ جرم جسمی در سطح زمین $2kg$ و شتاب گرانشی در سطح زمین را تقریباً $10N/kg$ فرض می‌کنیم. وزن این جسم در ارتفاع $h=\frac{R_e}{4}$ (R_e شعاع کرهٔ زمین است.) چند نیوتون است؟

۲۰ جسمی به جرم $20kg$ روی سطح افقی با نیروی افقی ۸۰ نیوتون حرکت نمی‌کند.

الف) نیروی اصطکاک جسم و سطح را در این لحظه حساب کنید.

ب) در صورتی که نیروی افقی ۱۰۰ نیوتون بر آن وارد شود با کمترین ضربهٔ افقی با شتاب $0/5m/s^2$ به راه می‌افتد. ضریب اصطکاک جنبشی سطح افق و جسم را حساب کنید. $(g=10N/kg)$

۲۱ در شکل داده شده، اگر جسم با شتاب ثابت $2/5m/s^2$ در راستای افق حرکت کند و نیروی وارده از طرف جسم به سطح $50N$، ضریب اصطکاک جنبشی جسم با سطح برابر ۰/۷۵ و تغییر طول فنر نسبت به وضعیت تعادل، $10cm$ باشد، ضریب سختی فنر و جرم جسم را بیابید. $(g=10N/kg)$



بی نام

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 الف) درست است.

ب) نادرست است.

پ) نادرست است. مانند حرکت دایره‌ای یکنواخت که در آن تندی حرکت (بزرگی سرعت متحرک) ثابت است ولی چون جهت سرعت $(\vec{v})$ تغییر می‌کند، حرکت شتابدار بوده و جهت شتاب هم رو به مرکز دایره است.

ت) درست است. به خاطر لَختی است که سرنشینان تمایل دارند رو به جلو حرکت کنند و ما می‌گوییم روبه جلو پرتاب شده‌اند.

ث) نیروهای عمل و عکس‌العمل همواره به دو جسم مختلف وارد شده و اشتباه است فرض کنیم یکدیگر را خنثی نموده‌اند.

ج) درست است.

۳ 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:

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

۴

نیروی وزن $(\vec{W})$ و مقاومت هوا $(\vec{f_D})$

واکنش نیروی مقاومت هوا به مولکولهای هوا

واکنش نیروی وزن به مرکز زمین

۵ الف) قانون سوم ب) قانون اول

۶ چون آسانسور به طرف پایین شروع به حرکت می‌کند، جهت شتابش نیز به طرف پایین بوده، بنابراین نیروسنج عددی کوچکتر از وزن واقعی شخص را نمایش می‌دهد، یعنی:

$$\displaystyle F_{net} = ma$$

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

$$F_N = ۵۰ \times ۷ = ۳۵۰N$$

۷

الف قانون اول نیوتون (اینرسی یا لَختی)

ب قانون سوم نیوتون

پ قانون سوم نیوتون

۸ برای اندازه گیری ضریب اصطکاک ایستایی

نتیجه می‌گیریم که نیروی f_{smax} با نیروی عمودی سطح f_N متناسب است و ضریب اصطکاک ایستایی به سطح ظاهری تماس بستگی ندارد.

۹ الف) درست است.

ب) هنگام پریدن چترباز، نیروی مقاومت هوا با افزایش تندی حرکت چترباز، رفته رفته افزایش یافته تا این که در نهایت با وزن چتر و چترباز (mg) برابر می‌شود و چترباز با تندی ثابتی به نام تندی حدّی به مسیر خود ادامه می دهد. تندی حرکت چترباز هیچ گاه از سرعت حدّ بیشتر نمی شود. بنابراین نمودار تندی برحسب زمان می‌تواند به صورت شکل داده شده باشد به گونه‌ای که نمودار مربوط به قبل از باز شدن و بعد از باز شدن چتر باشد.

پ) در حرکت‌های کُندشونده در مسیر مستقیم، جهت $\vec{a}$ و در نتیجه $\vec{F}_{net}$ خلاف جهت $\vec{v}$ (جهت حرکت جسم) است. در حرکت‌های دو بعدی تندشونده و کندشونده هم $\vec{F}_{net}$ با $\vec{v}$ زاویه می‌سازد. بنابراین (پ) نادرست است.

ت) اگر نیروی خالص وارد بر جسمی صفر باشد تکانه ثابت می‌ماند. لزومی ندارد که حتماً صفر باشد. بنابراین قسمت ت نادرست است.

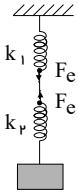
۱۰ در شروع حرکت به طرف بالا، شتاب نیز روبه بالا است. بنابراین داریم:

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

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

$$\left.\begin{array}{l}\Delta\ell = \Delta L_۱ + \Delta L_۲ \\ \Delta L = ۴\Delta L_۲\end{array}\right\} \rightarrow ۴\Delta L_۲ = \Delta L_۱ + \Delta L_۲ \rightarrow \boxed{۳\Delta L_۲ = \Delta L_۱} \quad (۱)$$

قدم دوم :



نیروی وارده از فنر $k_۲$ به فنر $k_۱$ $\rightarrow$

نیروی وارده از فنر $k_۱$ به فنر $k_۲$ $\rightarrow$

$$\xrightarrow{\text{قانون سوم نیوتن}} \boxed{(F_e)_{۲۱} = (F_e)_{۱۲}} \quad (۲)$$

قدم سوم:

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

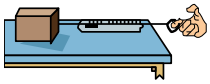
$$\Rightarrow ۱۵۰ = ۳k_۱ \rightarrow \boxed{k_۱ = ۵۰N/m}$$

۱۲ وسایل لازم: نیروسنج، چند مکعب با وزن‌های معلوم

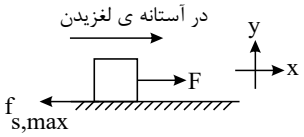
شرح آزمایش:

۱) مکعب چوبی را از طرف وجه بزرگ آن، روی سطح افقی میز قرار می‌دهیم.

۲) نیروسنج را مانند شکل به مکعب چوبی وصل کرده و سر دیگر نیروسنج را با دست گرفته و آن را به‌طور افقی می‌کشیم.

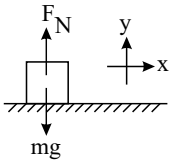


۳) نیروی دستمان را به آرامی افزایش می‌دهیم تا جایی که مکعب چوبی را در آستانهٔ لغزیدن قرار گیرد. در این حالت عددی را که نیروسنج نشان می‌دهد در جدول یادداشت می‌کنیم. (چون جسم در آستانهٔ لغزیدن است نیرویی که نیروسنج نشان می‌دهد برابر با $f_{s,max}$ است):



و $x : (F_{net})_x = ma_x = ۰ \rightarrow F - f_{s,max} = ۰ \rightarrow f_{s,max}$

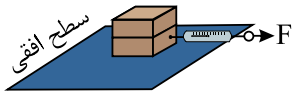
۴) اندازهٔ نیروی عمودی سطح در این آزمایش با نیروی وزن مکعب برابر است. با داشتن وزن مکعب مقدار F_N را یافته در جدول ثبت می‌کنیم.



و $y : (F_{net})_y = ma_y = ۰ \rightarrow (F_{net})_y = ۰ \rightarrow F_N - mg = ۰ \rightarrow F_N = mg$

۵) حال یک مکعب چوبی دیگر با وزن معلوم را روی مکعب قبلی قرار می‌دهیم و توسط نیروسنج مکعب پایینی را می‌کشیم و مراحل ۲ و ۳ و ۴ را انجام و نتیجه را در جدول زیر ثبت کنید.

با مقایسهٔ $f_{s,max}$ و F_N به سادگی مشخص می‌شود که $f_{s,max}$ با F_N متناسب است.



۶) برای بالا بردن دقت آزمایش می‌توان وزنه‌های دیگر را روی قطعه چوب‌های قبلی قرار داده و آزمایش را چندبار تکرار کرد.

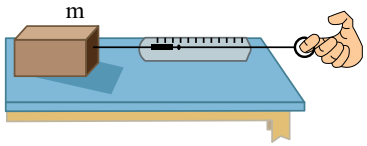
شمارهٔ آزمایش	وزن قطعه یا قطعه‌های چوبی که توسط نیروسنج کشیده می‌شود.	عدد نیروسنج	وزن قطعه چوب‌ها / عدد نیروسنج

۱۳ وسایل لازم: نیروسنج، قطعهٔ چوبی به شکل مکعب مستطیل با وجوه یکنواخت، ترازو ، خط کش

شرح آزمایش:

۱) مکعب چوبی را از طرف وجه بزرگ آن ، روی سطح افقی میز قرار می‌دهیم.

۲) نیروسنج را مانند شکل به مکعب چوبی وصل کرده و سردیگر نیروسنج را با دست گرفته و به طور افقی می‌کشیم.



۳) نیروی دست خود را به آرامی افزایش می‌دهیم تا جایی که مکعب چوبی در آستانهٔ لغزیدن قرار گیرد. در این حالت عددی را که نیروسنج نشان می‌دهد، در جدول یادداشت می‌کنیم (برای افزایش دقت در نتیجه‌گیری می‌توان آزمایش را چندین بار تکرار کرد.)

بی نام

۴) اکنون مکعب چوبی را از طرف وجه کوچک‌تر روی سطح قرار داده و مراحل ۲ و ۳ را تکرار می‌کنیم.

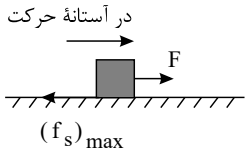
۵) با اندازه‌گیری جرم مکعب چوبی و استفاده از رابطهٔ $f_{s,max} = \mu_s F_N$، ($f_{s,max} = F_{\text{نیروسنج}}, F_N = mg$) مقدار μ_s را محاسبه می‌کنیم.($\mu_s = \frac{f_{s,max}}{F_N} = \frac{F_{\text{نیروسنج}}}{mg}$)

۶) مشاهده خواهد شد که μ_s تقریباً تغییر نمی‌کند و نتیجه می‌گیریم که ضریب اصطکاک به سطح ظاهری تماس بستگی ندارد.

شمارهٔ آزمایش	مساحت سطح تماس قطعه با میز	وزن قطعه:	
		عددی که نیروسنج نشان می‌دهد($f_{s,max}$)	μ_s

۱۴ قدم اول: جسم به ازای $F = ۳۰N$ شروع به حرکت نموده است.

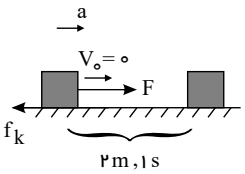
این همان لحظهٔ در آستانهٔ حرکت است. (در تمام مسائل لحظهٔ شروع حرکت را با لحظهٔ در آستانهٔ حرکت یکسان در نظر می‌گیریم.)



$$F_{net} = m\cancel{a}^{\circ} = ۰ \rightarrow F - (f_s)_{\max} = ۰ \rightarrow (f_s)_{\max} = F$$

$$\rightarrow \mu_s F_N = F \xrightarrow{F_N = mg} \mu_s mg = F \rightarrow \mu_s = \frac{F}{mg} = \frac{۳۰}{۶۰} = ۰/۵ \rightarrow \mu_s = ۰/۵$$

قدم دوم: پس از شروع به حرکت از حالت سکون؛ اصطکاک از نوع f_k خواهد بود.



$$\Rightarrow \Delta x = \frac{۱}{۲}at^{۲} + v_{۰}t \rightarrow ۲ = \frac{۱}{۲}a \times ۱^{۲} + (۰)(۱) \rightarrow a = ۴m/s^{۲}$$

$$F_{net} = ma \rightarrow F - f_k = ma \rightarrow \begin{cases} ۳۰ - \mu_k \times ۶۰ = ۶ \times ۴ \rightarrow \boxed{\mu_k = ۰/۱} \\ F_N = mg = ۶۰N \end{cases}$$

۱۵

الف یک جسم، حالت سکون یا حرکت با سرعت ثابت خود را حفظ می‌کند مگر آنکه نیروی خالص غیر صفری به آن وارد شود.

ب «لختی» خاصیتی است که باعث می‌شود اجسام میل داشته باشند وضعیت حرکت خود را هنگامی که نیروی خالص وارد بر آن‌ها صفر است، حفظ کنند.

پ هر گاه بر جسم نیروی خالصی وارد شود، جسم تحت تأثیر آن نیرو شتاب می‌گیرد که این شتاب با نیروی خالص وارد بر جسم نسبت مستقیم دارد و در همان جهت نیروی خالص است و با جرم جسم نسبت وارون دارد: $\vec{a} = \frac{\vec{F}_{net}}{m}$

ت وقتی جسمی در یک شاره (مایع یا گاز) قرار دارد و نسبت به آن حرکت می‌کند از طرف شاره نیرویی در خلاف جهت حرکت جسم، به آن وارد می‌شود که به آن نیروی مقاومت شاره می‌گویند.

ث هرگاه جسمی به جسم دیگر نیرو وارد کند، جسم دوم نیز به جسم اول نیرویی هم‌اندازه و هم راستا امّا در خلاف جهت وارد می‌کند.

ج هنگامی که جسمی در یک شاره (مانند) هوا حرکت می‌کند (مانند جسمی که از بالای یک بلندی رها شود.) و تندی آن افزایش می‌یابد، نیروی مقاومت شاره نیز افزایش می‌یابد تا جایی که نیروی مقاومت شاره (هوا) و نیروی جلو برنده (مانند وزن در سقوط) متوازن می‌شوند. پس از این جسم با تندی ثابتی موسوم به تندی حدّی به حرکت خود ادامه می‌دهد.

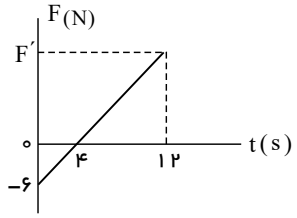
۱۶

$$F_{net} = ma \Rightarrow -f_k = ma \Rightarrow -\mu_k \times mg = ma$$
$$a = -۰/۲ \times ۱۰ = -۲\frac{m}{s^{۲}}$$

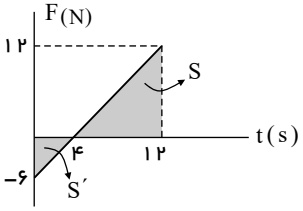
۱۷

بی نام

سطح زیر نمودار نیرو - زمان برابر تغییر تکانهٔ جسم است؛ کافی است معادلهٔ $(F-t)$ را بنویسیم و F را در لحظهٔ $t=۱۲s$ بیابیم:



$$F=\frac{۳}{۲}t-۶\xrightarrow{t=۱۲s}F'=\frac{۳}{۲}\times ۱۲-۶\rightarrow \boxed{F'=۱۲(N)}$$

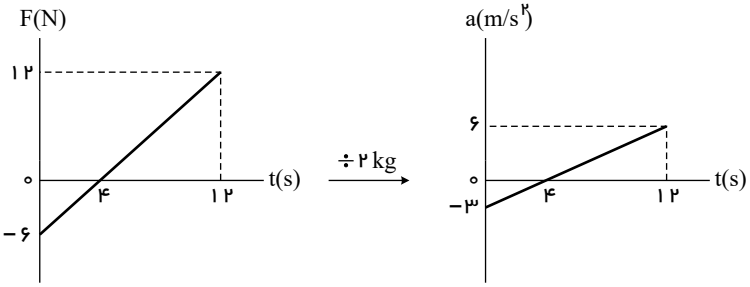


$$\begin{cases}S=\frac{۱}{۲}\times ۱۲\times ۸=۴۸\\ S'=\frac{۱}{۲}\times ۶\times ۴=۱۲\end{cases}$$

$$S-S'=\underbrace{\Delta p}_{m\Delta v}\rightarrow ۴۸-۱۲=۲\Delta v$$

$$\rightarrow \Delta v=\frac{۳۶}{۲}=۱۸(m/s)\rightarrow a_{av}=\frac{\Delta v}{\Delta t}=\frac{۱۸}{۱۲}=\frac{۳}{۲}=۱٫۵m/s^{۲}$$

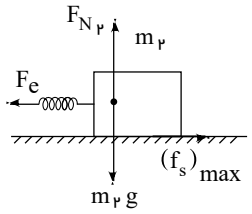
روش دوم: می‌دانیم که اگر محور قائم نمودار $F-t$ را به جرم m تقسیم کنیم، نمودار $a-t$ حاصل می‌شود. یعنی:



و از آنجا که نمودار $a-t$ به‌دست آمده به صورت خطی با شیب ثابت است:

$$a_{av}=\frac{a_۱+a_۲}{۲}=\frac{-۳+۶}{۲}\rightarrow a_{av}=۱٫۵\frac{m}{s_۲}$$

۱۸ هنگامی که جرم $m_۱$ را برمی‌داریم، جرم $m_۲$ در آستانهٔ لغزش قرار می‌گیرد ضمن اینکه فنر در همین شرایط $۸cm$ کشیده شدن از وضعیت تعادل خود قرار دارد؛ فنر کشیده شده بنابراین به جرم $m_۲$ به طرف چپ نیرو وارد می‌کند.



$$(f_s)_{max}=\mu_S m_۲g=F_e=k\Delta\ell$$

$$\rightarrow \mu_s m_۲g=۲۰۰N/m\times\frac{۸}{۱۰۰}m=۱۶N\rightarrow\frac{۲۵}{۱۰۰}m_۲\times ۱۰=۱۶$$

$$\rightarrow \boxed{m_۲=\frac{۱۶}{۲٫۵}=۶٫۴kg}$$

۱۹ جرم جسم ثابت و برابر $۲kg$ است و همه‌جا همین $۲kg$ است. اما وزن جسم در نقاط مختلف (در فواصل مختلف از سطحِ کرهٔ زمین) متفاوت است.

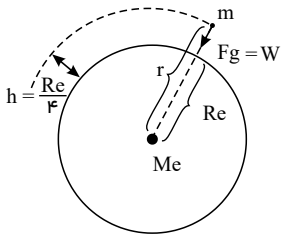
وزن یک جسم به جرم m در فاصلهٔ r از مرکز کرهٔ زمین برابر است با نیرویی که از طرف کرهٔ زمین به این جسم وارد می‌شود:

$$F_g = W_{\text{وزن جسم } m} = \frac{GM_e m}{r^2}$$

$$\text{در سطح زمین} \rightarrow W_\circ = \frac{GM_e m}{R_e^2} \xrightarrow{g_\circ \simeq 10 N/kg} 10 \times 2 = 20N$$

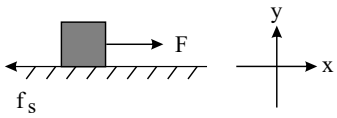
$$\text{در ارتفاع } h = \frac{R_e}{4} \rightarrow W_h = \frac{GM_e m}{r^2} = \frac{GM_e m}{(R_e + \frac{Re}{4})^2}$$

$$= \frac{16}{25}\frac{GM_e m}{R_e^2} = \frac{16}{25} \times 20 \rightarrow W_{(h=\frac{Re}{4})} = 12/8N$$



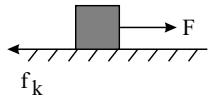
۲۰

الف) جسم ساکن است. ⇒



$$x : F_{net} = \circ \rightarrow F - f_s = \circ \rightarrow f_s = F = 80N$$

ب)

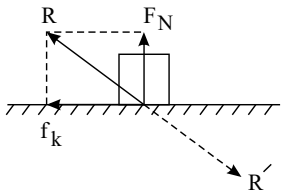


$$\rightarrow x : F_{net} = ma \rightarrow F - f_k = ma \rightarrow 100 - f_k = 20 \times 0/5 \rightarrow f_k = 90N \rightarrow \begin{cases} \mu_k f_N = f_k = 90 \\ F_N = mg = 200N \end{cases}$$

$$\rightarrow \mu_k \times 200 = 90 \rightarrow \mu_k = \frac{9}{20} \rightarrow \boxed{\mu_k = 0/45}$$

۲۱

قدم اول: طبق قانون سوم نیوتون نیرویی که جسم به سطح تکیه‌گاهش وارد می‌کند هم اندازه با نیرویی است که سطح تکیه‌گاه به جسم وارد می‌کند، از طرفی نیروی سطح، برآیند نیروی $\vec{F}_N$ و $\vec{f}_K$ است، یعنی:



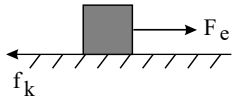
R: نیروی وارده از سطح به جسم

R': نیروی وارده از جسم به سطح

$$R = 50N \rightarrow \sqrt{f_k^2 + F_N^2} = 50 \text{ و} \rightarrow \sqrt{(\mu_k F_N)^2 + F_N^2} = 50 \rightarrow F_N\sqrt{1+\mu_k^2} = 50 \xrightarrow{\mu_k = \frac{3}{4}} F_N\sqrt{1+\frac{9}{16}} = 50 \rightarrow F_N(\frac{5}{4}) = 50 \rightarrow F_N = 40N$$

$$\rightarrow mg = 40N \rightarrow \boxed{m = 4kg}$$

قدم دوم: تغییر طول فنر را به کمک قانون دوم نیوتون می‌یابیم:



$$f_k = \mu_k F_N = \frac{3}{4} \times 40 = 30N \rightarrow F_{net} = ma \rightarrow F_e - \underbrace{f_k}_{30} = \underbrace{ma}_{4 \times 2/5} \rightarrow F_e = 40N \rightarrow k\Delta L = 40$$

$$\rightarrow k = \frac{40}{0/1} = 400N/m \rightarrow k = 400N/m$$