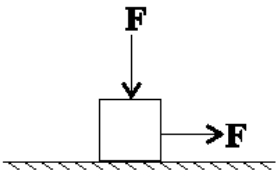
(۹۱) در شکل زیر وزن جسم 40 نیوتون و بزرگی هر یک از نیروهای افقی و قائم F برابر 10 نیوتون است. اگر جسم در آستانه حرکت باشد، ضریب اصطکاک ایستایی بین جسم و سطح کدام است؟



۱) $15/0$
۲) $25/0$
۳) $4/0$
۴) $2/0$

(۹۲) علت کدام پدیده با سایر گزینه‌ها یکسان نیست؟

۱) با خاموش شدن موتور یک سفینهٔ فضایی در فضای بین ستارگان، سفینه به حرکتش با همان سرعت ادامه می‌دهد.
۲) بر اثر ضربه زدن به یک قالی کثیف، گرد و خاک آن جدا می‌شود.
۳) با نزدیک کردن دو قطب هم‌نام آهنربا به یکدیگر، دو آهنربا با نیرویی برابر یکدیگر را دفع می‌کنند.
۴) گارسون با یک حرکت سریع سفره را از زیر وسایل روی آن می‌کشد و وسایل از جایشان تکان نمی‌خورند.

(۹۳) معادله حرکت جسمی به جرم $gk5$ که بر روی محور x در حرکت است، در IS به‌صورت $x = 2t - t4 + b$ است. اندازه نیروی خالص وارد بر جسم چند نیوتون است؟

۱) ۲۰ ۲) ۱۵ ۳) ۱۰ ۴) ۲۵

(۹۴) دو اسکیت باز به جرم‌های $gk80$ و $gk100$ در یک سالن مسطح و صاف روبه‌روی هم ایستاده‌اند. اگر هر دو با دست‌هایشان یکدیگر را برانند، حرکت اسکیت‌باز با جرم کمتر چگونه است؟ (سطح بدون اصطکاک است.)

۱) همواره با شتاب حرکت می‌کند.
۲) ساکن می‌ماند.
۳) ابتدا با شتاب و سپس با سرعت ثابت
۴) ابتدا با سرعت ثابت و سپس شتاب‌دار

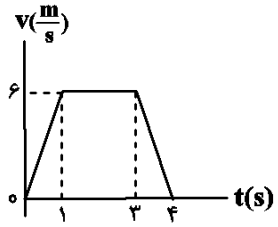
(۹۵) برجسمی به جرم $gk2$، سه نیروی $\vec{F}_1$ و $\vec{F}_2$ و $\vec{F}_3 = 3\vec{i} + 4\vec{j}$ در IS وارد می‌شود و جسم در حال تعادل است. با حذف نیروی $\vec{F}_3$ پس از $s4$، انرژی جنبشی جسم به چند ژول می‌رسد؟

۱) ۵۰
۲) ۱۰۰
۳) ۱۵۰
۴) ۲۰۰

(۹۶) شخصی داخل خودرویی نشسته و کمربند ایمنی خود را بسته است. هنگامی که راننده ترمز می‌گیرد، شخص طی دو مرحله ابتدا به جلو پرتاب و سپس به صندلی فشرده می‌شود. این دو مرحله به‌ترتیب با کدام قوانین نیوتون توجیه می‌شوند؟

۱) اول - اول
۲) دوم – دوم
۳) اول - سوم
۴) سوم - سوم

(۹۷) نمودار سرعت ـ زمان متحرکی به جرم ۴ kg که روی خطی راست حرکت می‌کند، مطابق شکل زیر است. به‌ترتیب از راست به چپ، اندازه نیروی خالص وارد بر آن در بازه‌های زمانی $t_1 = 1/7s$ تا $t_2 = 8/2s$ و $t_3 = 2/3s$ تا $t_4 = 9/3s$ چند نیوتون است؟ $(g = 10\frac{N}{kg})$



۱) ۲۴ ، ۲۴
۲) ۲۴ ، ۶
۳) صفر ، ۶
۴) صفر ، ۲۴

Typesetting math: ۱۰%

۹۸) کدام‌یک از عبارت‌های زیر نادرست است؟

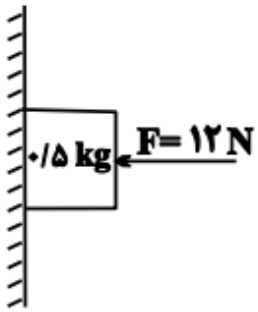
۱) اگر به یک جسم ساکن فقط یک نیرو اثر کند، الزاماً در جهت آن نیرو شروع به حرکت می‌کند.
۲) اگر جسمی روی مسیری غیر مستقیم حرکت کند، الزاماً نیروی خالص وارد بر آن غیرصفر است.
۳) اگر به یک جسم ساکن چند نیرو وارد شود $(0 \neq {}_{ten}F)$، جسم الزاماً در جهت نیروی خالص شروع به حرکت می‌کند.
۴) در مسیری مستقیم، در صورتی‌که نیروی خالصی در خلاف جهت سرعت جسم به جسم اعمال شود، حرکت جسم شتاب‌دار تندشونده خواهد بود.

۹۹) کدام‌یک از عبارت‌های زیر نادرست است؟

۱) اگر اتومبیلی که به سمت جلو در حال حرکت است، ترمز کند، سرنشینان به سمت جلو پرتاب می‌شوند.
۲) اگر جسمی در حال حرکت باشد و برایند نیروهای وارد بر آن صفر باشد، جسم با سرعت ثابت حرکت می‌کند.
۳) در نقطهٔ اوج حرکت یک گلوله در راستای قائم، سرعت گلوله صفر بوده و نیرویی به آن وارد نمی‌شود.
۴) هرچه لختی جسم کمتر باشد، به حرکت درآوردن آن راحت‌تر است.

۱۰۰) مطابق شکل زیر، جسمی به جرم $gk5/0$ تحت تأثیر نیروی ثابت و افقی $F = N12$ به دیوار قائمی فشرده شده و ساکن است. بزرگی نیرویی که جسم به دیوار وارد می‌کند، چند نیوتون است؟ $(g = 10\frac{N}{gk})$

۱) صفر
۲) ۵
۳) ۱۲
۴) ۱۳

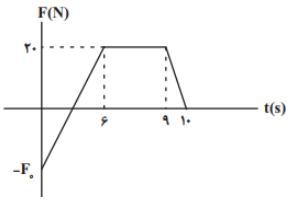


۱۰۱) به یک جسم ۵ کیلوگرمی هم‌زمان چهار نیروی ۲۵، ۱۰، ۵ و ۱۵ نیوتونی وارد می‌شود و جسم در حال تعادل است. اگر فقط نیروی ۲۵ نیوتونی حذف شود و دیگر نیروها با همان اندازه و جهت اثرگذار باشند، اندازه تغییر سرعت جسم بعد از $s2$ چند متر بر ثانیه خواهد شد؟

۱) ۵ ۲) ۱۰ ۳) ۵/۷ ۴) ۱۲

۱۰۲) نمودار نیروی وارد بر جسمی بر حسب زمان به‌صورت شکل زیر است. اگر نیروی متوسط وارد بر جسم در مدت ۱۰ ثانیه برابر با $N1$ باشد، اندازه نیروی وارد بر جسم در لحظه $t = 0$ چند نیوتون است؟

۱) ۲۰
۲) ۴۰
۳) ۳۰
۴) ۵۰



۱۰۳) با فنری افقی با ثابت k و جرم ناچیز، جسمی به جرم $gk2$ را روی یک سطح افقی می‌کشیم. در لحظه‌ای که طول فنر به $mc25$ می‌رسد، جسم با سرعت ثابت به حرکت خود ادامه می‌دهد و وقتی طول فنر به $mc5/27$ می‌رسد، شتاب حرکت جسم $1\frac{m}{2_s}$ می‌شود. ثابت فنر چند نیوتون بر متر است؟

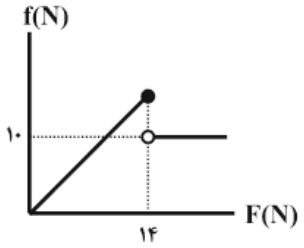
۱) ۱۰۰ ۲) ۱۲۰
۳) ۸۰ ۴) ۵۰

Typesetting math: ۱۰%

۱۰۴) به فنری قائم به جرم ناچیز و ثابت k، وزنه‌ای به جرم m را آویخته‌ایم و در حالت تعادل طول فنر 5 سانتی‌متر افزایش می‌یابد. اگر همین جسم را روی سطح افقی با همین فنر بکشیم، وقتی طول فنر 3 سانتی‌متر افزایش می‌یابد، وزنه در آستانه حرکت قرار می‌گیرد. ضریب اصطکاک ایستایی بین جسم و سطح کدام است؟ ($g = 10\frac{N}{gk}$)

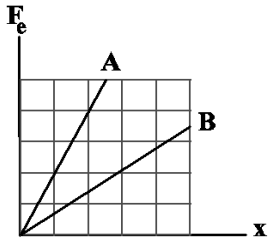
۱) ۰/۶ ۲) ۰/۵ ۳) ۰/۴ ۴) ۰/۲۵

۱۰۵) جسمی به جرم m روی یک سطح افقی در حال سکون قرار دارد. نیروی افقی و متغیر $\vec{F}$ را موازی با سطح به جسم وارد می‌کنیم. اگر نمودار اندازه نیروی اصطکاک وارد بر جسم بر حسب اندازه نیروی $\vec{F}$ مطابق شکل زیر باشد، نسبت ضریب اصطکاک جنبشی به ضریب اصطکاک ایستایی بین جسم و سطح افقی کدام است؟



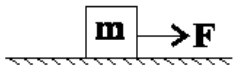
۱) $\frac{5}{14}$ ۲) $\frac{5}{7}$ ۳) $\frac{7}{5}$ ۴) $\frac{14}{5}$

۱۰۶) نمودار اندازه نیروی کشسانی فنرهای A و B بر حسب تغییر طول آن‌ها مطابق شکل زیر است. اگر جسمی را به فنر A ببندیم و روی سطحی افقی با ضریب اصطکاک جنبشی $\mu_k = 2/0$ با اعمال نیرو به فنر، با سرعت ثابت به حرکت درآوریم، تغییر طول فنر برابر با A^x می‌شود. اگر همان جسم را به فنر B ببندیم و از سقف آویزان می‌کنیم، هنگام رسیدن به تعادل، تغییر طول فنر برابر با B^x می‌شود. نسبت $\frac{A^x}{B^x}$ کدام است؟ (جرم فنرها ناچیز است.)



۱) ۱۵ ۲) $\frac{1}{15}$ ۳) $\frac{5}{3}$ ۴) $\frac{3}{5}$

۱۰۷) مطابق شکل، جسمی به جرم m توسط نیروی افقی F با سرعت ثابت روی مسیر مستقیم حرکت می‌کند. اگر نیرویی که از طرف سطح افق بر جسم وارد می‌شود، $\frac{\sqrt{5}}{7}$ برابر نیروی F باشد، ضریب اصطکاک جنبشی سطح با جسم کدام است؟



۱) $\frac{\sqrt{5}}{5}$ ۲) $\frac{\sqrt{5}}{4}$ ۳) $\frac{1}{2}$ ۴) $\frac{\sqrt{2}}{4}$

۱۰۸) شخصی به جرم m درون آسانسور ساکنی به جرم $400kg$ ایستاده است. وقتی آسانسور با شتاب ثابت $3\frac{m}{2_s}$ به سمت پایین شروع به حرکت می‌کند، اندازه نیروی کشش کابل متصل به آسانسور $3290N$ می‌شود. اگر آسانسور در ادامه همین حرکت با اندازه شتاب ثابت $2\frac{m}{2_s}$ سرعت خود را کاهش دهد تا بایستد، اندازه نیرویی که کف آسانسور به شخص وارد می‌کند چند نیوتون خواهد بود؟ ($g = 10\frac{N}{gk}$)

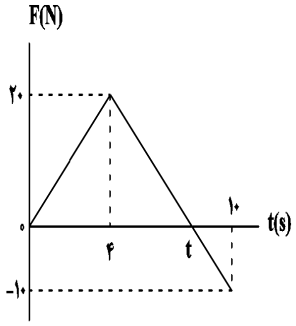
۱) ۷۰۰ ۲) ۸۴۰ ۳) ۵۶۰ ۴) ۷۷۰

Typesetting math: ۱۰%

۱۰۹) روی سطحی افقی که فاقد اصطکاک است، گلوله‌ای به جرم $g400$ با تندی $\vec{v}_1 = \vec{i}8 + \vec{j}6$ به گلوله ساکنی به جرم $g100$ برخورد می‌کند. اگر مدت زمان برخورد دو گلوله $2/0$ ثانیه باشد و تندی گلوله اول به $\vec{v}_2 = \vec{i}2 + \vec{j}5/1$ در واحد IS برسد، نیروی وارد بر گلوله ساکن در IS کدام است؟

۱) $-\vec{i}12 - \vec{j}9$
۲) $-\vec{i}12 + \vec{j}9$
۳) $\vec{i}12 + \vec{j}9$
۴) $-\vec{i}12 + \vec{j}9$

۱۱۰) شکل زیر، نمودار اندازه نیروی خالص وارد بر یک متحرک را برحسب زمان نشان می‌دهد. در بازه زمانی صفر تا ۱۰ ثانیه، نیروی خالص متوسط وارد شده بر جسم چند نیوتون است؟

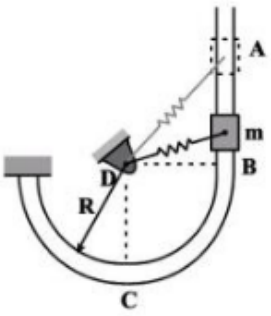


۱) ۳
۲) ۴
۳) ۷
۴) ۹

۱۱۱) به یک جسم ۵ کیلوگرمی هم‌زمان چهار نیروی ۲۵، ۱۰، ۵ و ۱۵ نیوتونی وارد می‌شود و جسم در حال تعادل است. اگر فقط نیروی ۲۵ نیوتونی حذف شود و دیگر نیروها با همان اندازه و جهت اثرگذار باشند، اندازه تغییر سرعت جسم بعد از $s2$ چند متر بر ثانیه خواهد شد؟

۱) ۵
۲) ۱۰
۳) ۷/۵
۴) ۱۲

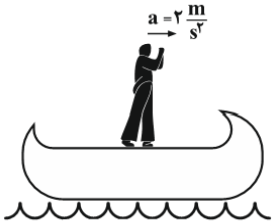
۱۱۲) مطابق شکل مهره 500 گرمی متصل به فنر می‌تواند آزادانه و بدون اصطکاک در امتداد میله راهنمای واقع در صفحه افقی حرکت کند و طول آزاد فنر برابر شعا 40 سانتی‌متری مسیر دایره‌ای است. اگر انرژی فنر در نقطه A دو ژول باشد و مهره را در A از حال سکون رها کنیم، بزرگی نیروی که میله بر مهره در حین گذر از C وارد می‌کند، چند ژول است؟ $(g = 10)$



۱) $5\sqrt{5}$
۲) ۱۰
۳) ۲
۴) ۵

Typesetting math: ۱۰%

۱۱۳) شخصی به جرم $60kg$ درون قایقی به جرم $100kg$ قرار دارد و قایق بر روی آب ساکن است. اگر شخص با شتاب $2\frac{m}{s^2}$ به سمت راست حرکت کند، قایق چگونه حرکت می‌کند؟ (از اصطکاک بین کف قایق و آب صرف‌نظر شود.)



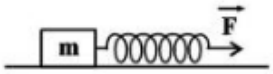
۱) با شتاب ثابت $1/2\frac{m}{s^2}$ به سمت چپ حرکت می‌کند.

۲) با شتاب ثابت $2\frac{m}{s^2}$ به سمت چپ حرکت می‌کند.

۳) قایق بر روی آب ساکن خواهد بود.

۴) با شتاب ثابت $1/2\frac{m}{s^2}$ به سمت راست حرکت می‌کند.

۱۱۴) مطابق شکل زیر، جسمی به جرم m توسط یک فنر افقی و سبک، در امتداد سطح افقی با ضریب اصطکاک جنبشی $\mu_k = 0/75$ با شتاب ثابت $2/5\frac{m}{s^2}$ در حرکت است. اگر بزرگی نیرویی که سطح به جسم وارد می‌کند، $50N$ و تغییر طول فنر نسبت به حالت عادی فنر برابر با $10cm$ باشد، ثابت فنر چند نیوتون بر متر است؟

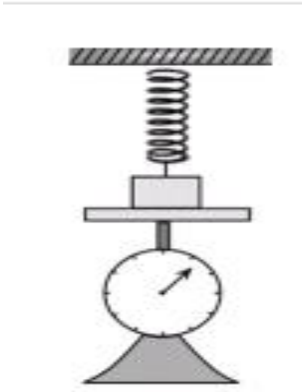


۱) ۳۰۰ **۲)** ۴۰۰

۳) ۵۰۰ **۴)** ۲۵۰

۱۱۵) مطابق شکل زیر ،جسمی روی ترازویی قرارگرفته وفنری که ازسقف آویزان است،به آن متصل شده است .اگرفنربه اندازهٔ ۴سانتی متر فشرده تراز طول عادی آن باشد،ترازو عدد۴۸Nواگرفنربه اندازهٔ ۴سانتی متر کشیده تر ازطول عادی آن باشد ،ترازوعدد ۳۶N رانشان خواهد داد.جرم جسم چند کیلوگرم است؟

$$\left(g = 10\frac{N}{kg}\right)$$

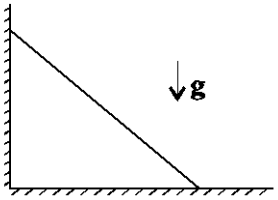


۱) ۶ **۲)** ۰/۶

۳) ۴۲ **۴)** ۴/۲

Typesetting math: ۱۰%

(۱۱۶) مطابق شکل زیر، نردبانی به جرم m به یک دیوار قائم بدون اصطکاک تکیه داده شده است و مجموعه در حال تعادل است. اگر بزرگی نیروی اصطکاک وارد بر نردبان $\frac{1}{5}$ نیروی وزن آن باشد، بزرگی نیروی وارد بر نردبان از طرف دیوار قائم چند برابر بزرگی نیروی وارد بر نردبان از طرف سطح افقی است؟



۱) $\frac{2}{5}$

۲) $\frac{\sqrt{26}\sqrt{5}}{26}$

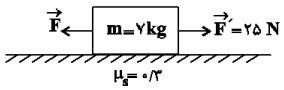
۳) $\frac{\sqrt{26}}{26}$

۴) $\frac{\sqrt{26}}{5}$

(۱۱۷) به انتهای فنر قائمی اگر وزنه‌ای $5/5$ کیلوگرمی متصل کنیم، بعد از ایجاد تعادل، طولش به $mc200$ می‌رسد و اگر وزنه‌ای $7/5$ کیلوگرمی متصل کنیم، بعد از ایجاد تعادل طول فنر به $mc204$ می‌رسد. ثابت فنر و طول اولیه فنر به‌ترتیب از راست به چپ برحسب واحدهای IS کدام است؟ (جرم فنر ناچیز و $g = 10\frac{N}{gk}$ است.)

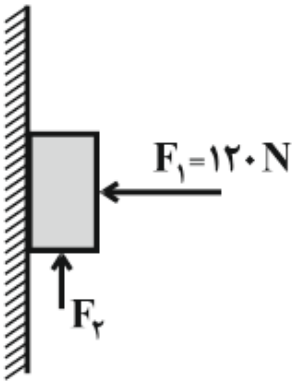
۱) $8/1 - 100$ ۲) $8/1 - 50$ ۳) $9/0 - 100$ ۴) $9/0 - 50$

(۱۱۸) در شکل زیر، کمینه و بیشینه اندازه نیروی $\vec{F}$ به‌ترتیب از راست به چپ چند نیوتون باشد تا جسم m بر روی سطح افقی نلغزد؟ ($g = 10\frac{N}{gk}$)



۱) ۴۶ ، ۲۱ ۲) ۴۶ ، ۴
۳) ۲۵ ، ۴ ۴) ۲۵ ، ۲۱

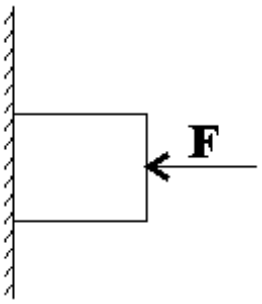
(۱۱۹) در شکل زیر جسم $m = 4gk$ در آستانه حرکت قرار دارد. اندازه اختلاف بیش‌ترین و کم‌ترین اندازه نیروی قائم F_2 برابر با چند نیوتون است؟ $\left(g = 10\frac{N}{gk}\ ,\ \mu_s = 0/25\right)$



۱) ۶۰ ۲) ۷۰
۳) ۳۰ ۴) ۱۰

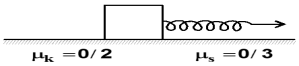
Typesetting math: ۱۰%

۱۲۰) در شکل زیر وزنه m تحت تأثیر نیروی افقی F قرار دارد و با سرعت ثابت بر روی سطح قائم به پایین می‌لغزد. اگر بزرگی نیروی عکس‌العمل سطح $N10$ و زاویه‌ای که با راستای قائم می‌سازد 60° باشد، جرم وزنه برحسب گرم کدام است؟ $(g = 10\frac{m}{s^2}$ و $\cos 60^\circ = \frac{1}{2})$



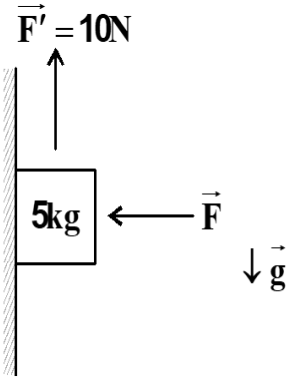
۱) ۲۵۰
۲) ۳۵۰
۳) ۵۰۰
۴) ۵۵۰

۱۲۱) مطابق شکل زیر، جسمی به جرم $20gk$ را با سرعت ثابت $2\frac{m}{s}$ روی سطحی افقی می‌کشیم. اگر ثابت فنر $250\frac{N}{m}$ باشد، تغییر طول فنر نسبت به حالت عادی آن x_1 است. اگر $20gk$ به جرم جسم ساکن اضافه کنیم و جسم را با نیروی F بکشیم تا در آستانه حرکت قرار بگیرد، تغییر طول فنر نسبت به حالت عادی آن x_2 است. $|x_1 - x_2|$ چند سانتی‌متر است؟ $(g = 10\frac{N}{gk})$



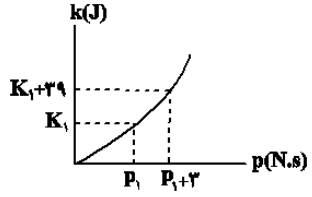
۱) ۱۶
۲) ۲۰
۳) ۲۴
۴) ۳۲

۱۲۲) در شکل زیر، اندازه نیروی $\vec{F}$ چند نیوتون باشد تا جسم در آستانه حرکت قرار بگیرد؟
$(g = 10\frac{N}{gk}$ ، $\mu_s = 0/5$ ، $\mu_k = 0/3)$



۱) ۶۰
۲) ۸۰
۳) ۱۰۰
۴) ۱۲۰

۱۲۳) نمودار انرژی جنبشی جسمی به جرم $5/0$ کیلوگرم بر حسب اندازه تکانه آن مطابق شکل زیر است. مقدار p_1 چند واحد IS است؟



۱) ۳
۲) ۵
۳) ۶
۴) ۱۰

Typesetting math: ۱۰%

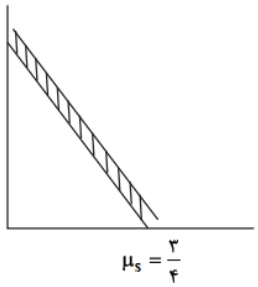
۱۲۴) جسمی به جرم $gk10$ از ارتفاع ۱۰۰ متری سطح زمین رها می‌شود و پس از $s10$ به سطح زمین می‌رسد. اندازه نیروی مقاومت هوای وارد بر جسم که در طول مسیر ثابت فرض می‌شود، چند نیوتون است؟ $\left(\frac{m}{2_s}10 = g\right)$

۱) ۸۰ ۲) ۶۰ ۳) ۱۲۰ ۴) ۷۰

۱۲۵) راننده خودرویی به جرم ۲ تن که در مسیری افقی و با تندی ثابت $72\frac{mk}{h}$ در حال حرکت است، مانعی را مقابل خود می‌بیند و با شتاب ثابت ترمز می‌کند و خودرو پس از طی مسافت ۲۴ متر متوقف می‌شود. اگر زمان واکنش راننده ۲/۰ ثانیه باشد، اندازه متوسط نیروی اصطکاک هنگام ترمز کردن چند نیوتون است؟

۱) ۴۰۰۰۰ ۲) ۲۰۰۰۰ ۳) ۱۶۰۰۰ ۴) ۱۰۰۰۰

۱۲۶) مطابق شکل زیر نردبانی به جرم kg۱۵ به دیوار قائم و بدون اصطکاکی تکیه دارد. اگر پایه آن روی سطح افقی در آستانه سُر خوردن باشد، اندازه نیرویی که از طرف دیوار قائم به نردبان وارد می‌شود، چند برابر نیرویی است که از طرف سطح افقی به نردبان وارد می‌شود؟ $(\frac{N}{gk}10 = g)$



۱) $\frac{3}{4}$
۲) $\frac{3}{5}$
۳) $\frac{4}{3}$
۴) $\frac{5}{3}$

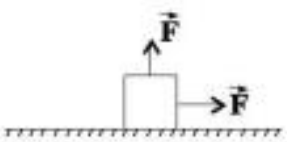
۱۲۷) بردار سرعت جسمی به جرم $gk2$ که تحت تأثیر نیروی خالص و ثابت $\vec{F} = \vec{i}3 - \vec{j}4\ (N)$ قرار دارد، در لحظه $t = 0$ در IS به‌صورت $\vec{v}_0 = \vec{i}6 - \vec{j}8$ است. بزرگی تکانه این جسم در لحظه $t = 2s$ چند واحد IS است؟

۱) ۳۰ ۲) ۴۰ ۳) ۱۰ ۴) ۲۰

۱۲۸) اگر جرم و شعاع سیاره‌ای هر کدام دو برابر جرم و شعاع زمین باشد. اندازه شتاب گرانشی در سطح این سیاره چند برابر اندازه شتاب گرانشی در ارتفاع $\frac{2}{5}R_e$ از سطح زمین است؟ (R_e شعاع زمین است.)

۱) $\frac{1}{2}$ ۲) ۲ ۳) $\frac{2}{25}$ ۴) $\frac{49}{50}$

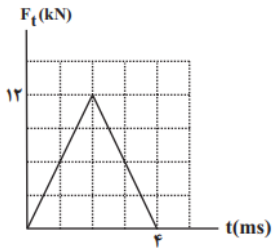
۱۲۹) مطابق شکل زیر جسمی به جرم m تحت تأثیر دو نیروی هم‌اندازه روی سطح افق ساکن است و نیروی عکس‌العمل سطح وارد بر جسم با سطح افقی زاویه 53^0 می‌سازد. اگر هر دو نیرو را به یک اندازه افزایش دهیم، جسم در آستانه حرکت قرار می‌گیرد. نسبت بزرگی نیروی افقی F در حالت اول به بزرگی آن در حالت دوم کدام است؟ $(\mu_s = 0/8\ ,\ 53^0\cos = 0/6\ ,\ \frac{N}{gk}10 = g)$



۱) $\frac{3}{7}$
۲) $\frac{2}{21}$
۳) $\frac{27}{28}$
۴) $\frac{14}{15}$

Typesetting math: ۱۰%

۱۳۰) توپی به جرم $500g$ با تندی ثابت و افقی v به دیوار قائمی برخورد کرده و با همان تندی روی همان مسیر بر می‌گردد. اگر نمودار اندازه نیروی خالص وارد بر توپ برحسب زمان در مدت زمان برخورد توپ با دیوارمطابق شکل زیر باشد، v چند متر بر ثانیه است؟



۱) ۶
۲) ۱۲
۳) ۲۴
۴) ۳۶

۱۳۱) جسمی به جرم $10gk$ درون آسانسوری که با سرعت ثابت $10\frac{m}{s}$ در حال حرکت به‌طرف بالا می‌باشد، قرار دارد. اگر آسانسور ترمز کرده و در مدت زمان $5s$ با شتاب ثابت متوقف شود، اندازه نیرویی که کف آسانسور در این مدت به جسم وارد می‌کند برابر با چند نیوتون است؟ $\left(\frac{N}{gk}10 = g\right)$

۱) ۶۰ ۲) ۸۰ ۳) ۱۰۰ ۴) ۱۲۰

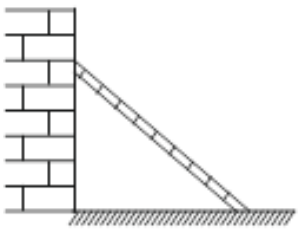
۱۳۲) فنری سبک که وزنه‌ای به جرم m به آن متصل است، به سقف آسانسوری که با تندی ثابت $4s/m$ به‌طرف پایین حرکت می‌کند، آویزان است. آسانسور ناگهان ترمز کرده و در مدت ۲s با شتاب ثابت می‌ایستد. نسبت تغییر طول فنر (نسبت به ناظر داخل آسانسور) در زمانی که آسانسور با تندی ثابت حرکت می‌کرد به زمانی که در حال ترمز کردن است، برابر با کدام گزینه است؟ $(\frac{N}{gk}10 = g)$

۱) $\frac{1}{2}$ ۲) ۲ ۳) $\frac{6}{5}$ ۴) $\frac{5}{6}$

۱۳۳) ماهواره‌ای در ارتفاعی به اندازه شعاع زمین، از سطح زمین در حال چرخش است. این ماهواره در چه ارتفاعی بر حسب شعاع زمین، نسبت به سطح زمین قرار گیرد، تا اندازه شتاب مرکزگرای آن ۱۹ درصد کاهش یابد؟($_eR$ شعاع کره زمین است.)

۱) $_eR\frac{9}{10}$ ۲) $_eR\frac{20}{9}$
۳) $_eR\frac{9}{20}$ ۴) $_eR\frac{11}{9}$

۱۳۴) در شکل زیر، نردبانی به جرم $20gk$ به دیوار قائم و بدون اصطکاکی تکیه داده شده است و ضریب اصطکاک ایستایی بین سطح افقی و نردبان برابر با $75/0$ است. در آستانه سُر خوردن نردبان، نسبت اندازه نیرویی که دیوار قائم به نردبان وارد می‌کند، به اندازه نیرویی که سطح افقی به نردبان وارد می‌کند، کدام است؟ $\left(\frac{N}{gk}10 = g\right)$



۱) $\frac{3}{5}$ ۲) $\frac{3}{4}$
۳) $\frac{2}{5}$ ۴) $\frac{2}{3}$

Typesetting math: ۱۰%

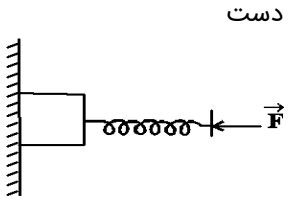
۳۵) اگر ضریب اصطکاک ایستایی بین لاستیک اتومبیل و سطح جاده برابر با $3/0$ باشد، اتومبیل پیچ افقی یک جاده به شعاع 300 متر را حداکثر با چه تندی بر حسب کیلومتر بر ساعت می‌تواند بدون لغزش طی کند؟$(\frac{N}{gk}10 = g)$

۱) ۳۰
۲) ۷۲
۳) ۱۰۸
۴) به جرم اتومبیل بستگی دارد.

۳۶) اگر به فنر قائمی با جرم ناچیز که طول عادی آن برابر با cm۳۰ است وزنه‌ای ۶۰۰ گرمی آویزان کنیم، پس از ایجاد تعادل، طول فنر به cm ۳۵ می‌رسد. اگر ۲۰۰ گرم به جرم وزنه اضافه کنیم و مجموعه جرم و فنر را به سقف آسانسوری ساکن آویزان‌کنیم و آسانسور با شتاب ثابت و رو به پایین از حال سکون شروع به حرکت کند، در این حالت طول فنر مجدداً به cm ۳۵ می‌رسد. پس از طی چند متر از شروع حرکت، تندی آسانسور به $۱۰\frac{m}{s}$ می‌رسد؟ $(\frac{N}{gk}10 = g)$

۱) ۲۰
۲) ۳۰
۳) ۴۰
۴) ۴۵

۳۷) مطابق شکل زیر، جسمی به جرم $gk3$ به‌وسیله نیروی افقی دست توسط فنری با ثابت فنر $۴۰۰\frac{N}{m}$ به دیوار قائمی با ضریب اصطکاک ایستایی $\mu_s = 2/0$ فشرده شده است. اگر جسم در آستانه لغزش قرار داشته باشد، تغییرات طول فنر نسبت به حالت عادی‌اش چند سانتی‌متر است؟ $(\frac{N}{gk}10 = g)$



۱) ۷۵
۲) ۳۷/۵
۳) ۱۵۰
۴) ۳۰۰

۳۸) فنری به جرم ناچیز و طول عادی cm۱۰ را از سقف یک آسانسور ساکن آویزان می‌کنیم و به سر دیگر آن وزنه‌ای به جرم m وصل می‌کنیم تا بعد از تعادل، طول فنر به cm۱۲ برسد. اگر آسانسور با شتاب ثابت و رو به بالای $2\frac{m}{2_s}$ شروع به حرکت کند، بعد از ایجاد تعادل، طول فنر چند سانتی‌متر می‌شود؟$(\frac{N}{gk}10 = g)$

۱) ۱۲/۴
۲) ۱۴/۴
۳) ۱۴
۴) ۱۶

۳۹) جسمی را با نیروی ثابتی به بزرگی $N21$ بر روی میزی می‌کشیم و جسم با شتاب ثابت حرکت می‌کند. اگر جرم جسم را چهار برابر کرده و اندازه نیرو را به $N63$ برسانیم، شتاب جسم نصف می‌شود. اندازه نیروی اصطکاک جنبشی سطح در حالت دوم چند نیوتون است؟

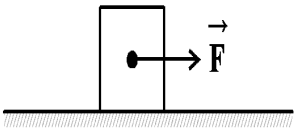
۱) ۲۰
۲) ۲۱
۳) ۴۰
۴) ۴۲

۴۰) تکانه جسم A برابر با تکانه جسم B است. اگر جرم جسم A دو برابر جرم جسم Bباشد، انرژی جنبشی A چند برابر انرژی جنبشی جسم B است؟

۱) ۲
۲) $\sqrt{2}$
۳) $\frac{1}{2}$
۴) $\frac{\sqrt{2}}{2}$

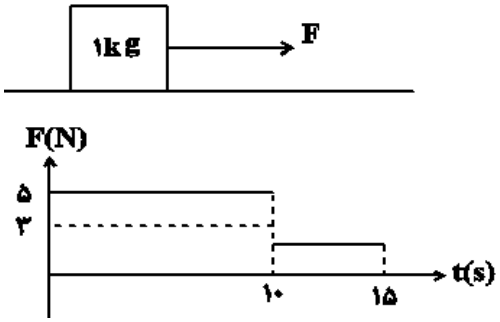
Typesetting math: ۱۰%

(۱۴۱) در شکل زیر، جسم روی سطح افقی قرار دارد. وقتی اندازه نیروی $\vec{F}$ از صفر به F می‌رسد، اندازه نیرویی که سطح تماس بر جسم ساکن وارد می‌کند، بیشینه بوده و $\frac{\sqrt{7}}{2}$ برابر مقدار کمینه آن است. ضریب اصطکاک ایستایی سطح تماس کدام است؟



۱) $\frac{3}{4}$
۲) $\frac{1}{4}$
۳) $\frac{\sqrt{3}}{2}$
۴) $\frac{\sqrt{7}}{4}$

(۱۴۲) مطابق شکل زیر، به جسمی که روی سطحی افقی، ساکن است، نیروی افقی F وارد می‌شود. اگر نمودار اندازه این نیرو بر حسب زمان مطابق شکل زیر باشد،سرعت این جسم در لحظه $t = 15s$ چند متر بر ثانیه است؟ ($g = 10\frac{N}{kg}$، $\mu_s = 0/4$ و $\mu_k = 0/3$)

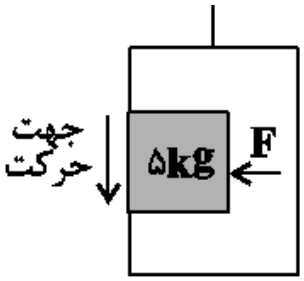


۱) ۲۰
۲) ۳۰
۳) ۵۰
۴) ۱۰

(۱۴۳) فنری افقی با جرم ناچیز، طول عادی $20cm$ و ثابت $200\frac{N}{m}$ را به وزنه‌ای به جرم $400g$ بسته و مجموعه را حول انتهای دیگر فنر روی سطحی افقی و بدون اصطکاک، به حرکت دایره‌ای یکنواخت وا می‌داریم. اگر طول فنر به $25cm$ برسد، تندی حرکت آن چند متر بر ثانیه است؟

۱) ۲
۲) ۲/۵
۳) $2\sqrt{2}$
۴) ۴

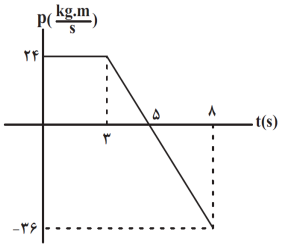
(۱۴۴) شخصی درون آسانسوری که با شتاب ثابت $2\frac{m}{s^2}$ از حال سکون و به‌طرف پایین شروع به حرکت می‌کند، جسمی به جرم $5kg$ را با نیروی افقی $\vec{F}$ به دیوار قائم آسانسور فشرده است. حداقل اندازه نیروی $\vec{F}$ چند نیوتون باشد تا جسم نسبت به آسانسور ساکن بماند؟ ($\mu_s = 0/5$ و $g = 10\frac{m}{s^2}$)



۱) ۱۰۰
۲) ۸۰
۳) ۴۰
۴) ۵۰

Typesetting math: ۱۰%

۴۵) نمودار تکانه بر حسب زمان برای جسمی به جرم ۴kg که در مسیری مستقیم حرکت می‌کند، مطابق شکل زیر است. کار کل انجام شده روی این جسم در بازه زمانی $t = 0$ تا $t = 8s$ چند ژول است؟



۱) ۱۸۰
۲) ۱۴۴
۳) ۹۰
۴) ۷۲

۴۶) دو گوی هم شکل و هم اندازه m_1 و m_2 را از بالای برجی رها می‌کنیم. در صورتی‌که $m_1 < m_2$ و مقاومت هوا برای هر دو یکسان و زمان رسیدن گلوله‌ها به زمین به‌ترتیب t_1 و t_2 و تندی گلوله‌ها در موقع رسیدن به زمین v_1 و v_2 باشد، کدام رابطه درست است؟

۱) $t_2 < t_1 ، v_2 < v_1$
۲) $t_2 > t_1 ، v_2 < v_1$
۳) $t_2 > t_1 ، v_2 > v_1$
۴) $t_2 < t_1 ، v_2 > v_1$

۴۷) خودرویی به جرم $1500kg$ با تندی ثابت $108\frac{km}{h}$ در جاده‌ای مستقیم در حال حرکت است که ناگهان مانعی را در ۷۵ متری خود می‌بیند. برای آن‌که خودرو به مانع برخورد نکند، کمینه اندازه نیروی لازم برای توقف اتومبیل چند نیوتون است؟

۱) ۴۵۰۰
۲) ۹۰۰۰
۳) ۱۲۰۰۰
۴) ۱۸۰۰۰

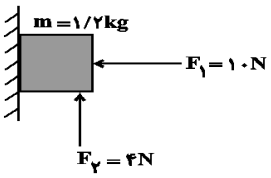
۴۸) معادله تکانه بر حسب زمان متحرکی که در مسیری مستقیم حرکت می‌کند، در IS به‌صورت $p = t^2 + 2t + 2$ است. نوع حرکت و نوع شتاب متحرک چگونه است؟

۱) ابتدا تندشونده و سپس کندشونده با شتاب ثابت
۲) ابتدا تندشونده و سپس کندشونده با شتاب متغیر
۳) ابتدا کندشونده و سپس تندشونده با شتاب ثابت
۴) ابتدا کندشونده و سپس تندشونده با شتاب متغیر

۴۹) در چه فاصله‌ای از سطح زمین (برحسب شعاع زمین (R_e))، اندازه نیروی وزن جسمی به جرم $60gk$ برابر با $300N$ است؟ (R_e شعاع زمین و اندازه شتاب گرانشی در سطح زمین برابر با $g = 10\frac{N}{gk}$ می‌باشد.)

۱) $R_e(1 - \sqrt{2})$
۲) $R_e\sqrt{2}$
۳) $2R_e$
۴) $R_e\frac{(1-\sqrt{2})}{2}$

۵۰) در شکل زیر، جسم در آستانه حرکت قرار دارد. اگر نیروهای $\vec{F}_1$ و $\vec{F}_2$ ثابت باشند و جسم شروع به حرکت کند، چند گرم از جرم جسم بکاهیم تا جسم با شتاب $2\frac{m}{s^2}$ به سمت پایین حرکت کند؟ ($g = 10\frac{m}{s^2}$ ، $\mu_k = 0/4$ و $\mu_s = 0/8$)



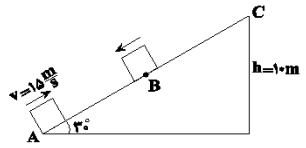
۱) ۱۰۰۰
۲) ۲۰۰
۳) ۱۰۰
۴) ۳۰۰

۵۱) فضانوردی به جرم $81kg$ درون سفینه‌ای که در فاصله 3200 کیلومتری سطح زمین است، قرار دارد. وزن این فضانورد در درون سفینه چند نیوتون است؟ ($g = 10\frac{N}{gk}$ و شعاع کره زمین $6400km$ است.)

۱) ۳۶۰
۲) ۱۸۰
۳) ۵۴۰
۴) ۸۱۰

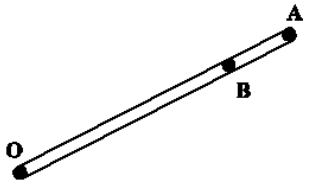
Typesetting math: ۱۰%

۱۵۲) مطابق شکل زیر، جسمی به جرم $2gk$ از پایین سطح شیبدار دارای اصطکاکی با تندی $15\frac{m}{s}$ به‌سمت بالا پرتاب شده و حداکثر تا نقطه C بالا می‌رود و سپس پایین می‌آید. با فرض ثابت‌بودن نیروی اصطکاک انرژی جنبشی جسم در مسیر برگشت در نقطه B چند ژول است؟ $(CB = BA, g = 10\frac{m}{s^2})$



۱) ۳۲/۵
۲) ۸۷/۵
۳) ۹۳/۷۵
۴) ۱۰۰

۱۵۳) در شکل زیر، میله‌ای به دور نقطه O در حال انجام حرکت دایره‌ای یکنواخت است. فاصله دو نقطه A و B از یکدیگر $4mc$ و تندی نقطه A (که بر لبه میله قرار دارد)، 3 برابر تندی نقطه B است. طول میله چند سانتی‌متر است؟

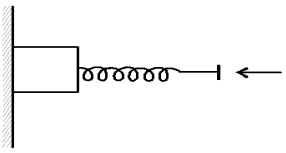


۱) ۵/۵
۲) ۸
۳) ۴/۵
۴) ۶

۱۵۴) یک ورزشکار هاکی روی یخ به جرم $100gk$ با سرعت $18mk/h$ به ورزشکار تیم مقابل برخورد می‌کند و اندازه تکانه‌اش در مسیر برگشت که درست در جهت مخالف مسیر حرکت است به $400\frac{m.gk}{s}$ می‌رسد. اگر زمان برخورد ۵ ثانیه باشد، نیروی متوسط وارد بر ورزشکار چند نیوتون است؟

۱) ۱۲۰ ۲) ۲۴۰ ۳) ۱۸۰ ۴) ۵۶۰

۱۵۵) مطابق شکل زیر، جسمی به جرم ۳kg که ابتدا ساکن است، توسط فنری افقی با ثابت فنر $750\frac{N}{m}$ به دیواری قائم فشرده شده است. اگر فنر ۱۲cm نسبت به حالت عادی فشرده شده باشد، اندازه نیرویی که از طرف دیوار به جسم وارد می‌شود چند نیوتون است؟ $(g = 10\frac{N}{gk}, \mu_s = 0/35, \mu_k = 0/25)$

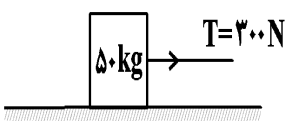


۱) $30\sqrt{5}$
۲) 90
۳) $30\sqrt{10}$
۴) 95

۱۵۶) شخصی به جرم $50gk$ درون آسانسوری که با شتاب ثابت $2\frac{m}{s^2}$ از حال سکون به سمت بالا شروع به حرکت می‌کند، قرار دارد. اندازه نیرویی که شخص بر کف آسانسور وارد می‌کند، چند نیوتون است؟ $(g = 10\frac{N}{gk})$

۱) ۴۰۰ ۲) ۵۰۰ ۳) ۶۰۰ ۴) ۱۰۰

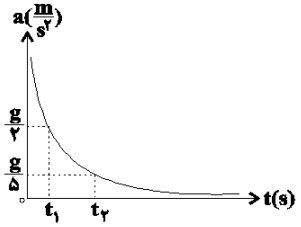
۱۵۷) شخصی با نیرویی ثابت و افقی به بزرگی $300N$، جعبه‌ای به جرم $50gk$ را از حال سکون از طریق طنابی سبک به حرکت درمی‌آورد. اگر پس از ۳ ثانیه طناب پاره شود، اندازه تغییرات تکانه جسم از لحظه پاره شدن طناب تا یک ثانیه پس از آن چند واحد IS است؟ $(g = 10\frac{N}{gk}, \mu_k = 0/4)$



۱) ۵۰ ۲) ۱۰۰
۳) ۲۰۰ ۴) ۳۰۰

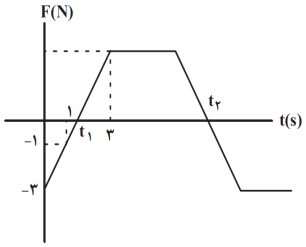
Typesetting math: ۱۰%

۱۵۸) نمودار شتاب – زمان سقوط جسمی به جرم $5\,gk$ از بالای یک بلندی در هوا به‌صورت زیر است. بزرگی نیروی مقاومت هوا در بازه زمانی $_1t$ تا $_2t$ چند درصد و چگونه تغییر می‌کند؟ $(g = 10\,\frac{m}{s_2})$



۱) ۴۰ درصد کاهش می‌یابد.
۲) ۴۰ درصد افزایش می‌یابد.
۳) ۶۰ درصد افزایش می‌یابد.
۴) ۶۰ درصد کاهش می‌یابد.

۱۵۹) نمودار نیروی وارد بر جسمی به جرم $2\,gk$ بر حسب زمان مطابق شکل زیر است. نیروی متوسط وارد بر این جسم در بازه زمانی $_1t$ تا $_2t$ چند نیوتون است؟ (نمودار محدود به $_1t$ و $_2t$ ذوزنقه‌ای است که اندازه قاعده کوچکش $\frac{2}{3}$ اندازه قاعده بزرگش است.)

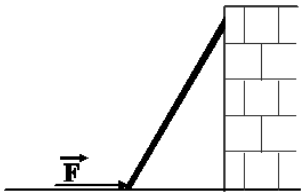


۱) ۵
۲) ۲/۵
۳) ۱/۲۵
۴) ۰/۸

۱۶۰) وزنه‌ای به جرم $2\,gk$ را به طنابی بسته‌ایم و در راستای قائم با شتاب روبه بالای $2\,\frac{m}{s_2}$ جابه‌جا می‌کنیم. اگر وزنه را با همان نیروی کشش روی سطح افقی با ضریب اصطکاک جنبشی $0/4$ از حال سکون بکشیم، پس از $9\,m$ جابه‌جایی، تندی آن چند متر بر ثانیه خواهد شد؟ $(g = 10\,\frac{m}{s_2})$

۱) ۶
۲) $6\sqrt{2}$
۳) ۱۲
۴) $12\sqrt{2}$

۱۶۱) در شکل زیر، سطح افقی بدون اصطکاک و نردبان به جرم $10\,gk$ در آستانه حرکت می‌باشد. اگر نیروی تکیه‌گاه سطح افقی بیشینه و اندازه آن برابر با $150\,N$ باشد، اندازه نیروی F چند نیوتون است؟ $(\mu_s = 0/2$ سطح قائم و $g = 10\,\frac{N}{gk})$



۱) ۱۵۰
۲) ۲۵۰
۳) ۳۰۰
۴) ۷۵

۱۶۲) ماهواره‌ای به جرم m در ارتفاع h از سطح زمین به دور آن می‌چرخد. اگر نیروی مرکزگرای وارد بر ماهواره $\frac{1}{25}$ وزن ماهواره در سطح زمین باشد، فاصله ماهواره از مرکز زمین چند برابر شعاع زمین است؟

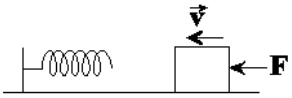
۱) ۱۶ **۲)** ۴ **۳)** ۵ **۴)** ۲۵

۱۶۳) متحرکی با تندی ثابت روی دایره‌ای افقی به شعاع ۵ متر حرکت می‌کند. اگر اندازه شتاب مرکزگرای آن $0/8\pi\,(\frac{m}{s_2})^2$ باشد، بزرگی شتاب متوسط آن در هر $2/5\,s$ چند متر بر مجذور ثانیه است؟

۱) صفر **۲)** $0/4\pi$ **۳)** $0/8\pi$ **۴)** $1/6\pi$

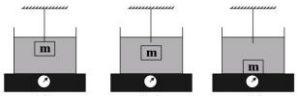
Typesetting math: ۱۰%

۶۴) در شکل زیر جسمی به جرم m تحت تأثیر نیروی افقی F با تندی v به فنر برخورد می‌کند. از زمانی که جسم به فنر می‌رسد تا زمانی که تندی آن صفر می‌شود، کار نیروی فنر روی جسم ..... است و همچنین اگر اندازه کار نیروی F در همین زمان را W_F و تغییر انرژی پتانسیل کشسانی در سامانه جسم و فنر را (ΔU) بنامیم آن‌گاه ..... . (اصطکاک نداریم)



۱) مثبت- $|W_F| = |\Delta U|$
۲) منفی- $|W_F| < |\Delta U|$
۳) منفی- $|W_F| > |\Delta U|$
۴) منفی- $|W_F| = |\Delta U|$

۶۵) مطابق شکل (الف) در ظرفی که حاوی آب است، جسم فلزی توپُر به جرم m به یک نخ سبک که به سقف بسته شده، متصل است و مجموعه در حال تعادل است، در شکل (ب) نخ پاره شده و جسم به سمت پایین در حال حرکت است و در شکل (پ) جسم در حال تعادل در کف ظرف قرار دارد. اگر عددی که ترازو در شکل‌های (الف)، (ب) و (پ) نشان می‌دهد به‌ترتیب برابر F_1، F_2 و F_3 باشد کدام گزینه صحیح است؟



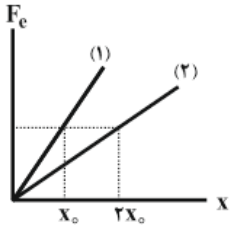
(پ)
(ب)
(الف)

۱) $F_3 > F_2 > F_1$
۲) $F_3 > F_2 = F_1$
۳) $F_3 < F_2 = F_1$
۴) $F_3 = F_2 = F_1$

۶۶) دو ذره باردار q_A و q_B عمود بر خطوط یک میدان مغناطیسی یکنواخت پرتاب می‌شوند. اگر جرم ذره A نصف جرم ذره B و تکانه دو ذره با یکدیگر برابر باشد، بزرگی نیروی وارد بر ذره A چند برابر بزرگی نیروی وارد بر ذره B است؟ $q_A = 4q_B$

۱) $\frac{1}{2}$
۲) ۱
۳) $\frac{1}{8}$
۴) ۴

۶۷) نمودار نیروی کشسانی بر حسب تغییر طول برای دو فنر متفاوت مطابق شکل زیر است. به انتهای فنر (۱) جسمی به جرم m_1 و به انتهای فنر (۲)، جسمی به جرم m_2 آویزان می‌کنیم. اگر بعد از رسیدن به تعادل افزایش طول فنر (۱) دو برابر افزایش طول فنر (۲) باشد، حاصل $\frac{m_2}{m_1}$ کدام است؟



۱) ۴
۲) $\frac{1}{4}$
۳) ۲
۴) $\frac{1}{2}$

Typesetting math: ۱۰%

۶۸) چه تعداد از عبارت‌های زیر نادرست است؟

الف) اندازه تکانه یک جسم به جرم m و انرژی جنبشی K از رابطه $\sqrt{\frac{mK}{2}}$ به‌دست می‌آید.

ب) در حرکت دایره‌ای یکنواخت، همواره بردارسرعت ذره ($\vec{v}$) مماس بر مسیر حرکت است و اندازه آن ثابت می‌باشد.

پ) حرکت دایره‌ای یکنواخت نمونه‌ای از حرکت با شتاب ثابت است.

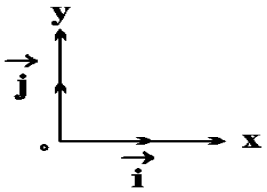
ت) اگر فضانوردی در یک سفینه فضایی که در مداری دایره‌ای به دور زمین می‌چرخد، جسمی را رها کند، آن جسم به سمت زمین سقوط می‌کند.

۱) ۴ ۲) ۳ ۳) ۲ ۴) ۱

۶۹) ماهواره A در فاصله R_e و ماهواره B در فاصله $6/0R_e$ از سطح کره زمین به دور آن حرکت دایره‌ای یکنواخت انجام می‌دهند. اگر اندازه نیروی گرانشی وارد بر ماهواره A از طرف زمین دو برابر اندازه نیروی گرانشی وارد بر ماهواره B باشد، انرژی جنبشی ماهواره A چند برابر انرژی جنبشی ماهواره B است؟ (R_e شعاع کره زمین است.)

۱) $\frac{10}{3}$ ۲) $5/2$ ۳) $6/1$ ۴) $2/1$

۷۰) توپی به‌جرم $400g$ با سرعت $\vec{v}_1 = -\vec{i}6 - \vec{j}8\ (s/m)$ به زمین برخورد کرده و با سرعت $\vec{v}_2 = \vec{i}6 + \vec{j}8\ (s/m)$ از زمین جدا می‌شود. اگر مدت زمان برخورد توپ با زمین $0/8s$ باشد، بردار نیرویی که سطح زمین به توپ وارد می‌کند در IS کدام است؟ ($g = 10\frac{N}{gk}$)



۱) $16\vec{j}$ ۲) $18\vec{j}$

۳) $-8\vec{j}$ ۴) $12\vec{j}$

۷۱) جسمی به جرم $5/2gk$ را به کمک نخی به جرم ناچیز با نیروی ثابت و افقی $\vec{F}$ روی سطحی با ضریب اصطکاک جنبشی ۰/۴ می‌کشیم. جسم از حال سکون شروع به حرکت کرده و نخ پس از ۵ ثانیه پاره می‌شود. اگر تغییر تکانه جسم در ۳ ثانیه دوم حرکت $20\frac{m.gk}{s}$ باشد، اندازه نیروی $\vec{F}$ چند نیوتون بوده است؟ ($g = 10\frac{N}{gk}$)

۱) ۱۲/۵ ۲) ۷/۵ ۳) ۲۵ ۴) ۱۵

۷۲) حداکثر سرعت مجاز برای دورزدن در یک مسیر دایره‌ای شکل برابر با $2\frac{m}{s}$ است. اگر ضریب اصطکاک ایستایی میان لاستیک چرخ‌ها با سطح مسیر ۰/۴ باشد، شعاع این مسیر چند سانتی‌متر است؟($g = 10\frac{N}{gk}$)

۱) ۱ ۲) ۰/۵ ۳) ۱۰۰ ۴) ۵

۷۳) دو ماهواره A و B به‌ترتیب به جرم‌های m و $3m$ در مدارهایی دایره‌ای به‌طور یکنواخت دور زمین می‌چرخند. اگر انرژی جنبشی ماهواره B، ۲۵ درصد کمتر از انرژی جنبشی ماهواره A باشد، شعاع مدار ماهواره A چند برابر شعاع مدار ماهواره B است؟

۱) $\frac{1}{2}$ ۲) ۲ ۳) $\frac{1}{4}$ ۴) ۴

۷۴) معادله تکانه ـ زمان حجمی به‌صورت $p = 4t^2 - 8t$ می‌باشد. نوع حرکت متحرک در سه ثانیه اول حرکت چیست؟

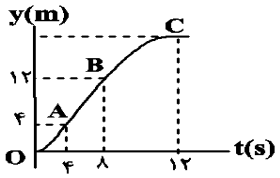
۱) ابتدا کندشونده و سپس تندشونده ۲) ابتدا تندشونده و سپس کندشونده
۳) کندشونده ـ تندشونده ـ کندشونده ۴) تندشونده ـ کندشونده ـ تندشونده

Typesetting math: ۱۰%

۷۵) ماهواره‌ای در فاصله eR از سطح زمین در مدار دایره‌ای به دور زمین حرکت دایره‌ای یکنواخت دارد. اگر فاصله ماهواره از سطح زمین ۵۰ درصد افزایش یابد، انرژی جنبشی آن چند درصد کاهش می‌یابد؟ (eRشعاع کره زمین است.)

۱) ۳۳/۳ ۲) ۲۰ ۳) ۳۶ ۴) ۵۵/۵

۷۶) نمودار مکان – زمان شکل زیر، مربوط به بالابری است که جسمی ۸۰۰ کیلوگرمی را در راستای قائم از سطح زمین تا ارتفاع معینی بالا می‌برد. اگر در شکل OA و BC قسمتی از یک سهمی و AB خط راست باشد، اختلاف بیش‌ترین و کم‌ترین اندازه نیرویی که سطح بالابر بر جسم وارد می‌کند چند نیوتون است؟ ($g = 10\frac{N}{gk}$)



۱) ۴۰۰
۲) ۶۰۰
۳) ۸۰۰
۴) ۱۲۰۰

۷۷) شخصی به جرم $75gk$ بر روی یک ترازوی فنری در کف آسانسوری ساکن ایستاده است. آسانسور ابتدا با شتاب $2\frac{m}{s^2}$ شروع به بالا رفتن می‌کند و سپس طی حرکتی با شتاب ثابت متوقف می‌شود. اگر کل زمان حرکت از لحظه شروع تا توقف آسانسور $5s$ باشد و آسانسور مسافت $15m$ را در این مدت طی کرده باشد، اختلاف حداکثر و حداقل عددی که ترازوی فنری در این مدت نشان می‌دهد، چند نیوتون است؟

۱) ۲۶۵ ۲) ۳۷۵ ۳) ۴۲۵ ۴) ۴۰۰

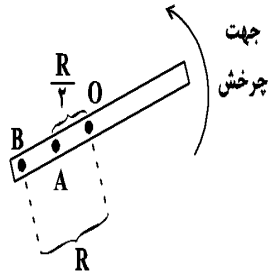
۷۸) متحرکی با تندی ثابت $3\frac{m}{s}$ روی دایره‌ای افقی به قطر $20m$ حرکت می‌کند. اندازه شتاب متوسط این متحرک در ۵ ثانیه اول حرکت چند برابر اندازه شتاب مرکزگرای آن در همین مدت است؟($\pi = 3$)

۱) $\frac{2\sqrt{2}}{3}$ ۲) $\frac{2\sqrt{5}}{3}$ ۳) $\frac{2\sqrt{3}}{4}$ ۴) $\frac{2\sqrt{3}}{10}$

۷۹) خودرویی به جرم $1500gk$ به همراه سه سرنشین که جرم هر یک $80gk$ است، حول یک مسیر دایره‌ای شکل و افقی به محیط $300m$، در حال حرکت یکنواخت است. اگر بیشترین تندی‌ای که خودرو می‌تواند داشته باشد تا بدون انحراف در این مسیر حرکت کند، برابر با $15\frac{m}{s}$ باشد، ضریب اصطکاک ایستایی بین لاستیک‌ها و جاده چقدر است؟ ($g = 10\frac{m}{s^2}$ ، $\pi = 3$)

۱) ۰/۳ ۲) ۰/۳۵ ۳) ۰/۴ ۴) ۰/۴۵

۸۰) اگر قطعه‌ای فلزی مطابق شکل زیر، حول نقطه O به طور یکنواخت در حال چرخش باشد، شتاب مرکزگرای نقطه A، چند برابر شتاب مرکزگرای نقطه B است؟



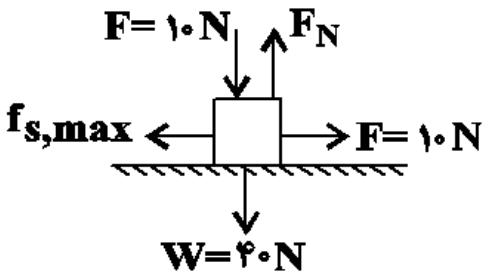
۱) $\frac{1}{2}$ ۲) $\frac{1}{4}$
۳) ۲ ۴) ۴

Typesetting math: ۱۰%

سوال ۹۱ گزینه درست: ۴

گزینه «۴»

ابتدا نیروهای وارد بر جسم را رسم می‌کنیم و خواهیم داشت:



$$0 = W - F - {}_{N}f \Rightarrow 0 = {}_{y}{}_{ten}F$$

$$N50 = 40 + 10 = W + F = {}_{N}F \Rightarrow$$

چون جسم در آستانه حرکت است، نیروی خالص در راستای محور x برابر صفر است. بنابراین: $N10 = {}_{\max,s}f = F \Rightarrow 0 = {}_{\max,s}f - F = {}_{ten}F$

برای محاسبه ضریب اصطکاک ایستایی از رابطه بیشینه اصطکاک ایستایی استفاده می‌کنیم:

$$2/0 = \frac{10}{50} = {}_{s}\mu \Rightarrow 50 \times {}_{s}\mu = 10 \Rightarrow {}_{N}F.{}_{s}\mu = {}_{\max,s}f$$

سوال ۹۲ گزینه درست: ۳

گزینه «۳»

علت پدیده‌های گزینه‌های 1 و 2 و 4 قانون اول نیوتون (لَختی) است در حالی که علت پدیدهٔ گزینه 3 قانون سوم نیوتون (عمل و عکس‌العمل) می‌باشد.

سوال ۹۳ گزینه درست: ۱

گزینه «۱»

برای یافتن نیروی خالص، ابتدا a را از روی معادلهٔ حرکت می‌یابیم. سپس در رابطهٔ $am = {}_{ten}F$ قرار می‌دهیم. داریم:

$$\left.\begin{matrix} {}_{0}x + t_0 v + {}^{2}ta\frac{1}{2} = x \\ b + t4 - {}^{2}t2 = x \end{matrix}\right\} \quad \frac{m}{{}^{2}s}4 = a \Rightarrow 2 = a\frac{1}{2} \Rightarrow$$

اندازهٔ نیروی خالص برابر است با:

$$N20 = 4 \times 5 = am = {}_{ten}F$$

سوال ۹۴ گزینه درست: ۳

گزینه «۳»

وقتی اسکیت‌باز سنگین‌تر به اسکیت‌باز سبک‌تر با دستش نیرو وارد می‌کند، حرکت ابتدایی اسکیت باز سبک‌تر شتاب‌دار است. بعد از قطع شدن نیرو، این اسکیت باز بدون شتاب و با سرعت ثابت به حرکتش ادامه می‌دهد.

Typesetting math: ۱۰%

سوال ۹۵ گزینه درست: ۲

گزینه «۲»

با حذف نیروی $\vec{F}_3$ برآیند دو نیروی دیگر برابر $-\vec{F}_3$ خواهد شد و اندازه نیروی خالص برابر $|\vec{F}_3|$ است. پس:

$$|\vec{F}_3| = am \Rightarrow a = \sqrt{3^2 + 4^2} \Rightarrow a = 5/2\,\frac{m}{s^2}$$

حال جابه‌جایی جسم را پس از $4s$ به‌دست می‌آوریم:

$$d = \frac{1}{2}at^2 \Rightarrow d = \frac{1}{2} \times (5/2) \times 4^2 = 20m$$

طبق قضیه کار ـ انرژی جنبشی داریم:

$$W_t = \Delta K \Rightarrow W_F \cdot d_T = K_2 - K_1 \Rightarrow 5 \times 20 = K_2 - 0 \Rightarrow K_2 = 100J$$

سوال ۹۶ گزینه درست: ۳

گزینه «۳»

در مرحله اول، شخص تمایل به حفظ وضعیت اولیه خود دارد و به جلو پرتاب می‌شود. این مرحله با قانون اول نیوتون توجیه می‌شود. در مرحله دوم، هنگامی که شخص به جلو پرتاب شده و به کمربند ایمنی نیرو وارد می‌کند. طبق قانون سوم نیوتون، کمربند ایمنی نیز به شخص نیرو وارد می‌کند. این مرحله با قانون سوم نیوتون توجیه می‌شود.

سوال ۹۷ گزینه درست: ۴

گزینه «۴»

در بازهٔ زمانی $1s$ تا $3s$، سرعت ثابت است، پس:

$$F = 0 \Rightarrow a = 0$$

از $t = 3s$ تا $t = 4s$ داریم:

$$a_{(9/3-2/3)} = a_{(4-3)} = \frac{v\Delta}{t\Delta} = \frac{6-0}{3-4} = -6\,\frac{m}{s^2}$$

بنابراین داریم: $|F| = |a| \times m = 6 \times 4 = 24N$

سوال ۹۸ گزینه درست: ۴

گزینه «۴»

در مسیر مستقیم در صورتی‌که نیروی خالصی در خلاف جهت سرعت جسم به جسم اعمال شود، حرکت جسم شتاب‌دار کندشونده خواهد بود.

سوال ۹۹ گزینه درست: ۳

گزینه «۳»

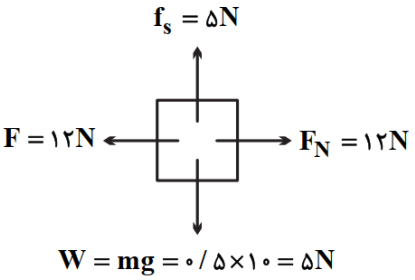
درست است که در نقطه اوج سرعت صفر است ولی نیروی وزن در تمام مسیر حرکت به جسم وارد می‌شود. نیروی وارد بر گلوله صفر نیست.

Typesetting math: ۱۰%

سوال ۱۰۰ گزینه درست: ۴

گزینهٔ «۴»

چون جسم ساکن است، اندازهٔ نیروی اصطکاک وارد بر جسم با نیروی وزن جسم برابر است. اندازهٔ نیرویی که دیوار به جسم وارد می‌کند، به‌صورت زیر محاسبه می‌شود:



$$N13 = R \Rightarrow \sqrt{{}^{2}5 + {}^{2}12} = \sqrt{{}^{2}_{N}F + {}^{2}_{s}f} = R$$

سوال ۱۰۱ گزینه درست: ۲

گزینهٔ «۲»

چون جسم در حال تعادل است، نیروی خالص وارد بر جسم صفر است. اگر برایند چند نیرو صفر باشد و یکی از آن‌ها حذف شود، اندازهٔ نیروی خالص باقی‌مانده برابر با اندازهٔ همان نیروی حذف شده است. بنابراین داریم:

$$25 = \frac{|v\Delta|}{2} \times 5 \xrightarrow[s2 = t\Delta, gk5 = m]{N25 = {}_{ten}F} \frac{|v\Delta|}{t\Delta} m = am = {}_{ten}F$$

$$\frac{m}{s} 10 = |v\Delta| \Rightarrow$$

Typesetting math: ۱۰%

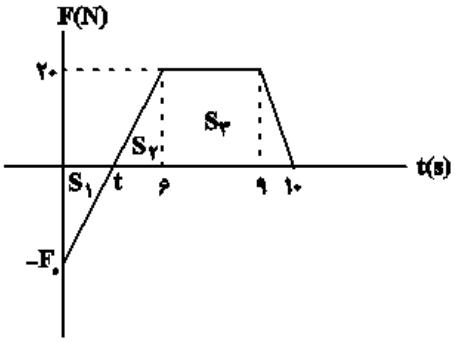
سوال ۱۰۲ گزینه درست: ۲

گزینهٔ «۲»

طبق قانون دوم نیوتون داریم:

$$\frac{m.gk}{s}10 = p\Delta \Rightarrow 10 \times 1 = t\Delta \times {}_{va}F = p\Delta \Rightarrow \frac{p\Delta}{t\Delta} = {}_{va}F$$

می‌دانیم تغییرات تکانه برابر با مساحت زیر نمودار $F - t$ با محور زمان است.



ابتدا از تشابه دو مثلث (۱) و (۲) استفاده می‌کنیم:

$$(*)\ \frac{t20}{t-6} = {}_0F \Rightarrow \frac{20}{t-6} = \frac{{}_0F}{t}$$

حال مساحت قسمت‌های (۱)، (۲)و (۳) را می‌یابیم:

$$\frac{{}^2t10}{t-6} = t \times {}_0F \times \frac{1}{2} = {}_1S$$

$$(t-6)10 = (t-6) \times 20 \times \frac{1}{2} = {}_2S$$

$$\frac{m.gk}{s}70 = 20 \times (3+4) \times \frac{1}{2} = {}_3S$$

بنابراین:

$$p\Delta = {}_1S - {}_3S + {}_2S = S \Rightarrow$$

$$0 = 12 - t + \frac{{}^2t}{t-6} \Rightarrow 10 = \frac{{}^2t10}{t-6} - 70 + (t-6)10 \Rightarrow$$

$$s4 = t \Rightarrow 0 = \frac{72-t18}{t-6} \Rightarrow$$

حال با استفاده از رابطهٔ (*) داریم:

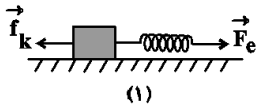
$$N40 = \frac{4 \times 20}{4-6} = {}_0F \overset{s4=t}{\rightarrow} \frac{t20}{t-6} = {}_0F$$

Typesetting math: ۱۰%

سوال ۱۰۳ گزینه درست: ۳

گزینهٔ «۳»

چون در حالت اول جسم با سرعت ثابت به حرکت خود ادامه داده است، نیروی اصطکاک جنبشی بر آن وارد شده است. بنابراین اگر طول اولیهٔ فنر را L_1 فرض کنیم، با توجه به شکل زیر می‌توان نوشت:

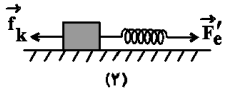


(۱)

$$F_{ten} = 0 \Rightarrow F_e - f_k = 0 \quad \rightarrow \quad F_e = kx$$

$$f_k = kx \quad \rightarrow \quad f_k = k(L_1 - 25) \qquad x = L_1 - 25$$

در حالت دوم که جسم با شتاب ثابت $a = 1\frac{m}{s^2}$ به حرکت خود ادامه می‌دهد، نیروی اصطکاک جنبشی ثابت و همان مقدار قبلی است. بنابراین با استفاده از قانون دوم نیوتون داریم:



(۲)

$$F_{ten} = am \Rightarrow F_e' - f_k = am \quad \rightarrow \quad F_e' - kx = am$$

$$1 \times 2 = (L_1 - 25) \times k - (L_1 - 5/27) \times k \qquad \begin{matrix} f_k = k(L_1 - 25) \\ m = 2kg \end{matrix} \quad , \quad \begin{matrix} x' = L_1 - 5/27 \\ a = 1\frac{m}{s^2} \end{matrix}$$

$$2 = 2/5k \Rightarrow 2 = kL_1 + 25k - kL_1 - 5/27k$$

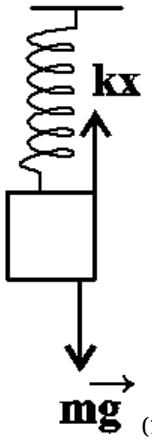
$$k = \frac{mc}{N}\frac{5/2}{2} = \frac{m}{N}\frac{2}{10 \times 5/2} = \frac{N}{m}80 \Rightarrow$$

Typesetting math: ۱۰%

سوال ۱۰۴ گزینه درست: ۱

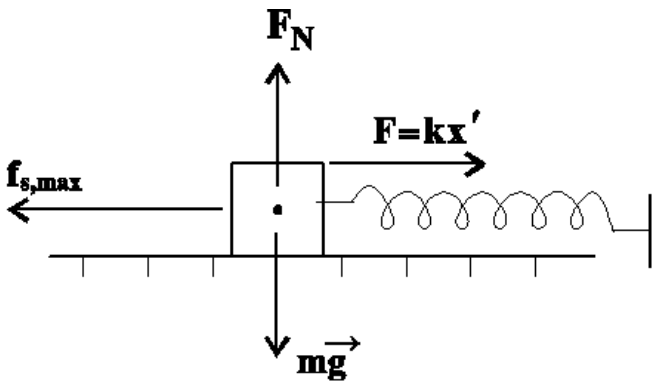
گزینهٔ «۱»

بر وزنه دو نیرو مؤثر است. نیروی وزن و نیروی کشسانی فنر.



$$gm = xk \quad (1)$$

در حالت افقی نیروی کشسانی فنر با نیروی اصطکاک ایستایی در آستانهٔ حرکت هم‌اندازه‌اند.



$$gm = {}_NF \rightarrow {}'xk = {}_NF{}_s\mu \Rightarrow {}'xk = {}_{\max,s}f$$

$${}'xk = gm{}_s\mu \Rightarrow \quad (2)$$

بنابراین:

$$6/0 = \frac{3}{5} = \frac{{}'x}{x} = {}_s\mu \xrightarrow{(1),(2)}$$

Typesetting math: ۱۰%

سوال ۱۰۵ گزینه درست: ۲

گزینهٔ «۲»

جسم روی سطح افقی ابتدا ساکن است. با اعمال نیروی افقی $\vec{F}$ و افزایش اندازهٔ آن، جسم همچنان ساکن می‌ماند و اندازهٔ نیروی اصطکاک ایستایی وارد بر جسم برابر با اندازهٔ نیروی $\vec{F}$ خواهد بود. زمانی که اندازهٔ نیروی اصطکاک ایستایی وارد بر جسم به بیشینهٔ مقدار خود می‌رسد، با کمی افزایش نیروی $\vec{F}$، جسم شروع به حرکت می‌کند و اصطکاک وارد بر جسم به نوع جنبشی تبدیل خواهد شد و اندازهٔ آن ثابت می‌شود. بنابراین مطابق نمودار، بیشینهٔ نیروی اصطکاک ایستایی برابر با $N14$ و اندازهٔ نیروی اصطکاک جنبشی وارد بر جسم برابر با $N10$ است. داریم:

$$N14 = {}_{N}F_{s}\mu \Rightarrow N14 = {}_{\max,s}f$$

$$N10 = {}_{N}F_{k}\mu \Rightarrow N10 = {}_{k}f$$

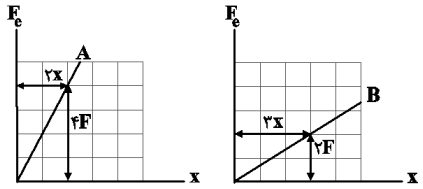
$$\frac{5}{7} = \frac{{}_{k}\mu}{{}_{s}\mu} \Rightarrow \frac{10}{14} = \frac{{}_{k}\mu}{{}_{s}\mu} = \frac{{}_{N}F_{k}\mu}{{}_{N}F_{s}\mu} = \frac{{}_{k}f}{{}_{\max,s}f} \Rightarrow$$

Typesetting math: ۱۰%

سوال ۱۰۶ گزینه درست: ۲

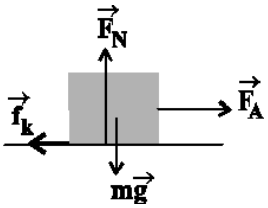
گزینهٔ «۲»

طبق قانون هوک $F_e = kx$ شیب نمودار اندازهٔ نیروی کشسانی فنر برحسب تغییر طول آن برابر با ثابت فنر است. برای دو فنر A و B داریم:



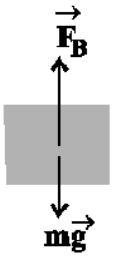
$$\left.\begin{array}{l}\frac{F2}{x} = \frac{F4}{x2} = k_A \\ \frac{F2}{x3} = k_B\end{array}\right\}$$

حرکت جسم A روی سطح افقی با سرعت ثابت است، پس شتاب حرکت صفر است، بنابراین داریم:



$$F_x(net) = 0 \Rightarrow F_A = f_k \xrightarrow[f_k = \mu_k F_N]{F_N = mg} F_A = \mu_k mg \Rightarrow F_A = 2/0 mg$$

جسم B در راستای قائم در حال تعادل قرار دارد، بنابراین:



$$F_y(net) = 0 \Rightarrow F_B = mg$$

بنابراین داریم:

$$\frac{x_A}{x_B} \times \frac{\frac{F2}{x}}{\frac{F2}{x3}} = \frac{2/0 mg}{mg} \Rightarrow \frac{x_A}{x_B} \times \frac{k_A}{k_B} = \frac{F_A}{F_B} \xrightarrow{F_e = kx}$$

$$\frac{1}{15} = \frac{x_A}{x_B} \Rightarrow \frac{x_A}{x_B} \times 3 = 2/0 \Rightarrow$$

Typesetting math: ۱۰%

سوال ۱۰۷ گزینه درست: ۳

گزینه «۳»

با توجه به این‌که جسم با سرعت ثابت در حال حرکت است، بنابراین می‌توان نتیجه گرفت نیروی اصطکاک جنبشی با نیروی F برابر است.

$$V\text{ثابت}(I)\ {}_kf = F \Rightarrow 0 = {}_{ten}F \Rightarrow 0 = a \Rightarrow$$

از طرفی با توجه به این‌که در صورت سؤال قید شده است که نیروی عکس‌العمل سطح $\sqrt{۵}$ برابر نیروی F است داریم:

$$(II)\ R\frac{\sqrt{۵}}{5} = {}_kf \Rightarrow {}_kf\sqrt{۵} = R \overset{(I)}{\rightarrow} F\sqrt{۵} = R$$

حال با استفاده از رابطه نیروی سطح داریم:

$${}^2R\frac{4}{5} = {}^2_NF \Rightarrow {}^2_NF + {}^2(R\frac{\sqrt{۵}}{5}) = {}^2R \overset{(II)}{\rightarrow} {}^2_NF + {}^2_kf = {}^2R$$

$$(III)\quad R\frac{\sqrt{۵}2}{5} = {}_NF \Rightarrow$$

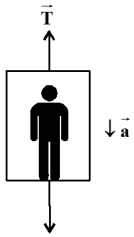
با جایگذاری رابطه‌های (II) و (III) در رابطه نیروی اصطکاک جنبشی داریم:

$$\frac{1}{2} = \frac{R\frac{\sqrt{۵}}{5}}{R\frac{\sqrt{۵}2}{5}} = \frac{{}_kf}{{}_NF} = {}_k\mu$$

سوال ۱۰۸ گزینه درست: ۲

گزینه «۲»

اگر زمانی‌که آسانسور از حال سکون به سمت پایین شروع به حرکت می‌کند، برای مجموعهٔ آسانسور و شخص قانون دوم نیوتون را به کار ببریم، داریم:

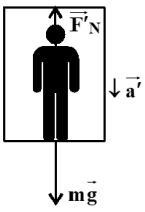


$$\vec{g}(m + 400)$$

$$a(m + 400) = T - g(m + 400) \Rightarrow a(M + m) = {}_{ten}F$$

$$3290 = (3 - 10)(m + 400) \Rightarrow T = (a - g)(m + 400) \Rightarrow$$
$$gk70 = m \Rightarrow$$

حال اگر در زمانی‌که آسانسور با کاهش سرعت در حال ایستادن است، برای شخص داخل آسانسور قانون دوم نیوتون را به تنهایی بنویسیم، داریم:



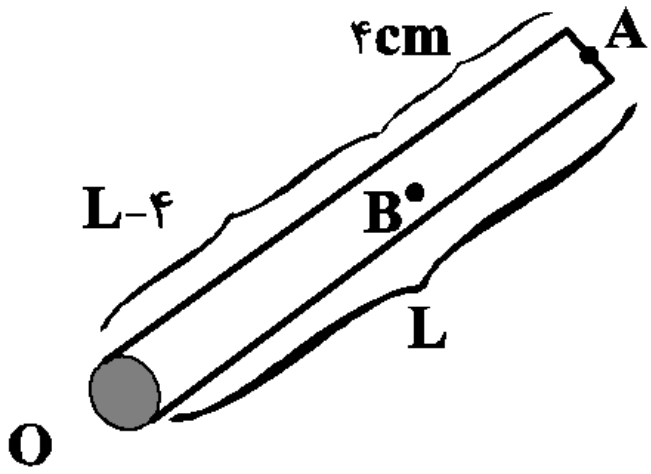
$$'am = {}_N'F - gm \Rightarrow 'am = {}_{ten}'F$$
$$N840 = {}_N'F \Rightarrow (2 -) \times 70 = {}_N'F - 10 \times 70 \Rightarrow$$

Typesetting math: ۱۰%

سوال ۱۰۹ گزینه درست: ۳

گزینهٔ «۴»

چون دو نقطهٔ A و B بر روی یک میله حرکت دایره‌ای یکنواخت انجام می‌دهند، دورهٔ حرکت آن‌ها با هم برابر است. از طرفی همانطور که در شکل زیر می‌بینید، اگر طول میله برابر L باشد، فاصلهٔ نقطهٔ A از مرکز برابر L و فاصلهٔ نقطهٔ B از مرکز برابر $(4-L)$ سانتی‌متر خواهد بود، حال می‌توان نوشت:



$$\frac{(4-L)\pi\lambda}{\lambda} \times 3 = \frac{L\pi\lambda}{\lambda} \Rightarrow {}_{B}v3 = {}_{A}v$$

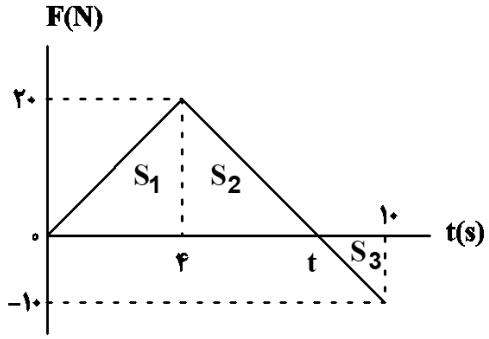
$$mc6 = L \Rightarrow 12 - L3 = L \Rightarrow$$

Typesetting math: ۱۰%

سوال ۱۱۰ گزینه درست: ۳

گزینهٔ «۳»

سطح زیر نمودار نیرو – زمان برابر با تغییرات تکانه است. بنابراین ابتدا t را از تشابه مثلث‌های ۲ و ۳ به دست می‌آوریم و سپس نیروی متوسط را محاسبه می‌کنیم:



$$s8 = t \Rightarrow \frac{4-t}{t-10} = \frac{20}{10}$$ ی ا ه م ث ل ث ه ا ب ه ش ت 2 , 3

$$40 = \frac{20\times 4}{2} = {}_2S \ , \ 40 = \frac{20\times 4}{2} = {}_1S$$

$$10 = \frac{10\times 2}{2} = {}_3S \rightarrow \quad {}_3S - {}_2S + {}_1S = p\Delta$$

$$\frac{m.gk}{s}70 = 10 - 40 + 40 = p\Delta$$

$$N7 = \frac{70}{10} = \frac{p\Delta}{t\Delta} = {}_{va}F$$

سوال ۱۱۱ گزینه درست: ۲

گزینهٔ «۲»

چون جسم در حال تعادل است، نیروی خالص وارد بر جسم صفر است. اگر برایند چند نیرو صفر باشد و یکی از آن‌ها حذف شود، اندازهٔ نیروی خالص برابر با اندازهٔ همان نیروی حذف شده است. بنابراین داریم:

$$25 = \frac{|v\Delta|}{2} \times 5 \underset{s2 = t\Delta , gk5 = m}{\overset{N25 = {}_{ten}F}{\rightarrow}} \frac{|v\Delta|}{t\Delta}m = am = {}_{ten}F$$

$$\frac{m}{s}10 = |v\Delta| \Rightarrow$$

Typesetting math: ۱۰%

سوال ۱۱۲ گزینه درست: ۱

گزینه «۱»

چون انرژی پایسته است، با استفاده از پایستگی انرژی داریم:

$$2 \times 2 = {}_eU2 = {}^2_Cvm \Rightarrow {}^2_Cvm\frac{1}{2} = {}_eU \Rightarrow {}_CE = {}_AE$$

$$J4 = {}^2_CVm \Rightarrow$$

حال در نقطه C داریم:

$$\overline{{}^2(5) + {}^2(\frac{4}{4/0})}\sqrt{} = {}_CR \Rightarrow \overline{{}^2(gm) + {}^2(\frac{{}^2_Cvm}{r})}\sqrt{} = {}_CR$$

$$N\bar{5}\sqrt{5} = {}_CR \Rightarrow$$

سوال ۱۱۳ گزینه درست: ۱

گزینه «۱»

شخص قایق را به‌سمت چپ هُل می‌دهد تا بتواند به‌سمت راست حرکت کند. بنابراین نیرویی که از طرف قایق به شخص وارد می‌شود برابر است با:

(به سمت راست) $${}_{12}F = {}_1a_1m = 2 \times 60 = N120$$

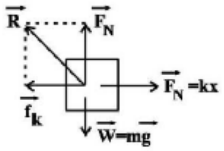
طبق قانون سوم نیوتون، عکس‌العمل این نیرو به قایق و به‌طرف چپ وارد می‌شود. بنابراین:

(به سمت چپ) $${}_{21}F = {}_2a_2m \Rightarrow {}_2a100 = 120 \Rightarrow {}_2a = \frac{m}{{}^2_s}2/1$$

سوال ۱۱۴ گزینه درست: ۲

گزینه «۲»

در ابتدا جرم جسم را می‌یابیم:



$$\overline{{}^2_N F_k{}^2\mu + {}^2_N F}\sqrt{} = R \quad \overset{{}_{N}F_k\mu = {}_kf}{\rightarrow} \quad \overline{{}^2_k f + {}^2_N F}\sqrt{} = R$$

$$\overline{\frac{9}{16} + 1}\sqrt{}_N F = 50 \quad \overset{N50 = R}{\overset{\frac{3}{4} = {}_k\mu}{\rightarrow}} \quad \overline{{}^2_k\mu + 1}\sqrt{}_N F = R \Rightarrow$$

$$gk4 = m \Rightarrow 40 = 10 \times m \quad \overset{gm = {}_NF}{\rightarrow} \quad 40 = {}_NF \Rightarrow$$

$$5/2 \times 4 = 30 - (1/0) \times k \Rightarrow am = {}_kf - xk \Rightarrow am = {}_{ten}F$$

$$\frac{N}{m}4 = k \Rightarrow$$

Typesetting math: ۱۰%

سوال ۱۱۵ گزینه درست: ۴

گزینهٔ «۴»

حالت اول:اگرفنرفشرده شود،نیروی وارد شده به جسم ازطرف فنر روبه پایین وهم جهت بانیروی وزن جسم است.دراین حالت،ترازومجموع این دونیرو رانشان می دهد.بنابراین داریم:

$$(1) \quad 48 = xk + gm \xrightarrow{N48 = {}_NF} {}_NF = xk + gm$$

حالت دوم:اگرفنرکشیده شود،نیروی وارد شده به جسم ازطرف فنر روبه بالاودرخلاف جهت نیروی وزن جسم است.دراین حالت،ترازوتفاضل این دو نیرورانشان می دهد.بنابراین داریم:

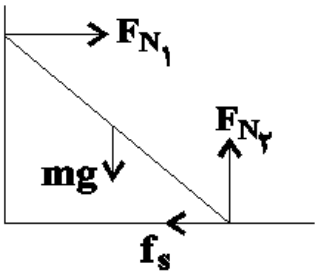
$$(2) \quad 36 = xk - gm \xrightarrow{N36 = {}_N'F} {}_N'F = xk - gm$$

اکنون،می توان با استفاده از معادله های (۱)و(۲)به صورت زیر،mرابه دست آورد.دقت کنید،طرفین دومعادله راباهم جمع می کنیم:

$$gk2/4 = m \Rightarrow 84 = 10 \times m2 \Rightarrow 36 + 48 = gm2 \xrightarrow{(2),(1)}$$

سوال ۱۱۶ گزینه درست: ۳

گزینهٔ «۳»



$$RI_{1N}F = \text{ق ا ئ م}$$

$$RII \quad \sqrt{{}_sf^2 + {}_{2N}F^2} = \text{ا ف ق ی}$$

با توجه به این‌که نردبان ساکن است داریم:

$$\frac{W}{5} = {}_{1N}F \xrightarrow{\frac{W}{5} = {}_sf} {}_sf = {}_{1N}F$$

$$\frac{\sqrt{26}}{26} = \frac{\frac{W}{5}}{\frac{W\sqrt{26}}{5}} = \frac{\frac{W}{5}}{\sqrt{{}^2W + {}^2(\frac{W}{5})}} = \frac{R_{\text{ق ا ئ م}}}{R_{\text{ا ف ق ی}}} \xrightarrow{II, I} W = gm = {}_{2N}F$$

Typesetting math: ۱۰%

سوال ۱۱۷ گزینه درست: ۴

گزینهٔ «۴»

با استفاده از رابطه نیروی فنر داریم:

$$(_1\ell - _2\ell)k = F\Delta \Rightarrow (_0\ell - \ell)k = F$$

$$(_1\ell - _2\ell)k = g(_1m - _2m) \Rightarrow$$

$$^{2-}10 \times (200 - 204)k = 10 \times (5/5 - 7/5) \Rightarrow$$

$$\frac{N}{m}50 = k \Rightarrow k^{2-}10 \times 4 = 2 \Rightarrow$$

برای طول اولیهٔ فنر داریم:

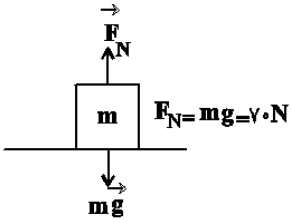
$$m9/0 = {}_\circ\ell \Rightarrow ({}_\circ\ell - 2)50 = 10 \times 5/5 \Rightarrow ({}_\circ\ell - \ell)k = F$$

Typesetting math: ۱۰%

سوال ۱۱۸ گزینه درست: ۲

گزینهٔ «۲»

ابتدا بیشینهٔ نیروی اصطکاک ایستایی را به‌دست می‌آوریم:



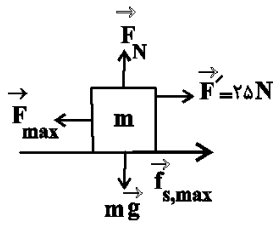
$$F_N = mg = 10 \times 7 = 70N$$

$$f_{s,max} = \mu_s F_N = 0/3 \times 70 \Rightarrow f_{s,max} = 21N$$

بیشینهٔ نیروی

$$\vec{F}$$

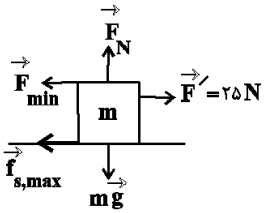
زمانی است که جسم در آستانهٔ حرکت به سمت چپ باشد.



$$F_{max} - F' - f_{s,max} = 0$$

$$F_{max} = 46N \Rightarrow F_{max} - 25 - 21 = 0 \Rightarrow$$

کمینهٔ نیروی $\vec{F}$ زمانی است که جسم در آستانهٔ حرکت به سمت راست باشد.



$$F' - F_{min} - f_{s,max} = 0$$

$$F_{min} = 4N \Rightarrow 25 - F_{min} - 21 = 0 \Rightarrow$$

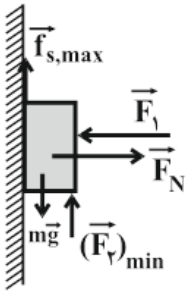
Typesetting math: ۱۰%

سوال ۱۱۹ گزینه درست: ۱

گزینهٔ «۱»

بسته به اندازهٔ نیروی قائم $\vec{F}_2$، جسم می‌تواند در آستانهٔ حرکت به سمت پایین یا بالا باشد.

اگر جسم در آستانهٔ حرکت به سمت پایین باشد، اندازهٔ نیروی $\vec{F}_2$، کمترین مقدار است و نیروی اصطکاک ایستایی به‌طرف بالا بر جسم وارد می‌شود. با رسم نیروهای وارد بر جسم داریم:



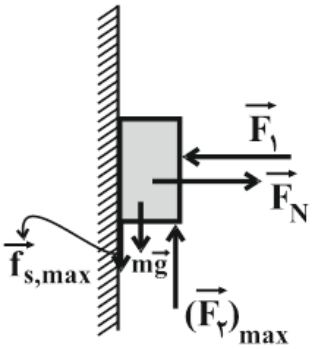
$$F_1 = F_N = 120N \Rightarrow F_{ten} = 0$$

$$f_{s,max} = \mu_s F_N = 0/25 \times 120 \Rightarrow f_{s,max} = 30N$$

$$F_{2min} + f_{s,max} = mg \Rightarrow F_{2min} + 30 = 10 \times 4 \Rightarrow$$

$$F_{2min} = 10N$$

اگر جسم در آستانهٔ حرکت به سمت بالا باشد، اندازهٔ نیروی $\vec{F}_2$، بیشترین مقدار است و نیروی اصطکاک ایستایی به‌طرف پایین بر جسم وارد می‌شود. با رسم نیروهای وارد بر جسم در این حالت داریم:



$$F_1 = F_N = 120N \Rightarrow F_{ten} = 0$$

$$f_{s,max} = \mu_s F_N = 0/25 \times 120 \Rightarrow f_{s,max} = 30N$$

$$F_{2max} = mg + f_{s,max} \Rightarrow F_{ten} = 0$$

$$F_{2max} = 10 \times 4 + 30 \Rightarrow F_{2max} = 70N$$

بنابراین اختلاف اندازهٔ بیشترین و کمترین مقدار نیروی $\vec{F}_2$ برای اینکه جسم در آستانهٔ حرکت باشد، برابر است با:

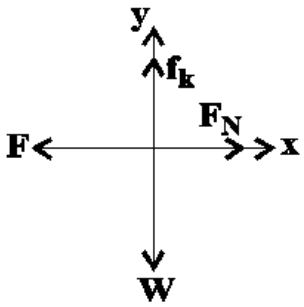
Typesetting math: ۱۰%

$$\Delta F_2 = 70 - 10 = 60N$$

سوال ۱۲۰ گزینه درست: ۳

گزینه «۳»

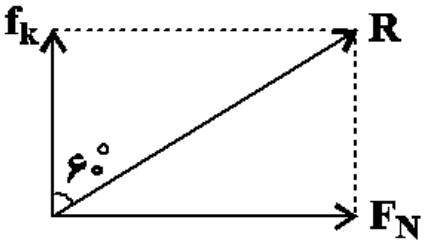
با توجه به این‌که جسم با سرعت ثابت می‌لغزد داریم:



$$\left.\begin{array}{l} F = F_N \Rightarrow a_x = 0 \\ W = f_k \Rightarrow a_y = 0 \end{array}\right\}$$

برای نیروی سطح داریم:

$$\cos 60^\circ = \frac{f_k}{R} \xrightarrow[N10 = R]{\frac{N}{g k} 10 = g , g m = f_k} \frac{m 10}{10} = \frac{1}{2}$$



$$m = 50 / 0 k g = 500 g$$

سوال ۱۲۱ گزینه درست: ۴

گزینهٔ «۴»

در حالت اول جسم با سرعت ثابت حرکت می‌کند:

$$F = F_e - f_k \Rightarrow m a = F_{ten}$$
$$\mu F_N = k x_1 \Rightarrow \mu m g = k x_1 \Rightarrow 0/2 \times 20 \times 10 = 250 x_1 \Rightarrow$$
$$x_1 = \frac{40}{250} = 0/16 m = 16 c m$$

در حالت دوم جسم در آستانهٔ حرکت است.

$$F' = F_e - f_{s,max} \Rightarrow m a' = F_{ten}' \Rightarrow \mu F_N = k x_2$$
$$\Rightarrow \mu m' g = k x_2 \Rightarrow 0/3 \times 40 \times 10 = 250 x_2$$
$$\Rightarrow x_2 = \frac{120}{250} = 0/48 m = 48 c m$$

بنابراین:

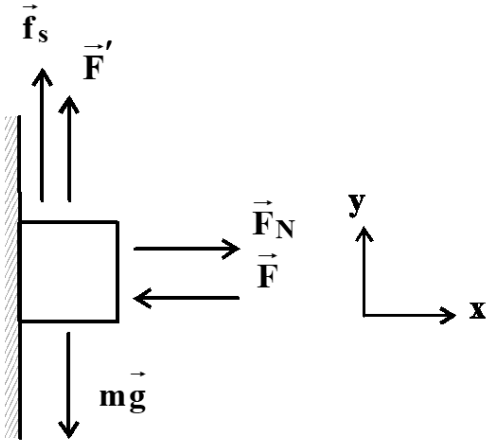
$$\Delta x = | x_1 - x_2 | = | 16 - 48 | = 32 c m$$

Typesetting math: ۱۰%

سوال ۱۲۲ گزینه درست: ۲

گزینهٔ «۲»

ابتدا نیروهای وارد بر جسم را رسم کرده و با توجه به اینکه جسم ساکن است، داریم:



$$F = {}_NF \Rightarrow 0 = F - {}_NF \Rightarrow 0 = {}_{x\ ,\ ten}F$$

$$0 = W - {}_{\max\ ,\ s}f + {}'F \Rightarrow 0 = {}_{y\ ,\ ten}F$$

$$N40 = 10 - 50 = {}'F - gm = {}'F - W = {}_{\max\ ,\ s}f \Rightarrow$$

از طرفی داریم:

$${}_NF_s\mu = {}_{\max\ ,\ s}f$$
$$N80 = {}_NF \Rightarrow {}_NF \times 5/0 = 40 \Rightarrow$$

پس نتیجه می‌گیریم:

$$N80 = {}_NF = F$$

سوال ۱۲۳ گزینه درست: ۲

گزینهٔ «۲»

طبق رابطهٔ بین انرژی جنبشی و اندازهٔ تکانه داریم:

$$\left.\begin{matrix} vm = p \\ {}_2vm\frac{1}{2} = K \end{matrix}\right\} \Rightarrow \frac{{}^2p}{m2} = K$$

$$({}^2_1p - {}^2_2p)\frac{1}{m2} = {}_1K - {}_2K$$

$$\overset{gk5/0=m}{\rightarrow} ({}^2_1p - {}^2(3 + {}_1p))\frac{1}{m2} = 39 \Rightarrow$$

$$\frac{m.gk}{s}5 = {}_1p \Rightarrow 30 = {}_1p6 \Rightarrow {}^2_1p - 9 + {}_1p6 + {}^2_1p = 39$$

Typesetting math: ۱۰%

سوال ۱۲۴ گزینه درست: ۱

گزینهٔ «۱»

سوی مثبت محور را به‌طرف بالا می‌گیریم و با توجه به ثابت بودن شتاب داریم:

$$\Delta y = {}^{2}t a \frac{1}{2} - \underset{t=10s}{\overset{\Delta y = -100m}{\rightarrow}} 100 - = {}^{2}(10) a \frac{1}{2} \Rightarrow a = -2 \frac{m}{s^{2}}$$

از طرف دیگر بر جسم دو نیروی وزن و مقاومت هوا وارد می‌شود بنابراین داریم:

$$am = F_{net} \Rightarrow am = mg - f_D \Rightarrow am = 10 \times (2 -) = 100 - f_D$$

$$f_D = 80N \Rightarrow$$

سوال ۱۲۵ گزینه درست: ۲

گزینهٔ «۲»

تا لحظهٔ واکنش راننده سرعت خودرو ثابت است. جابه‌جایی خودرو طی این مدت زمان برابر است با:

$$72km/h \div 3/6 = 20m/s$$

$$\Delta x = vt = 20 \times 2/0 = 40m$$

بنابراین مسافتی که خودرو با شتاب ثابت طی می‌کند تا متوقف شود، برابر است با:

$$\Delta x' = 24 - 4 = 20m$$

حال با استفاده از معادلهٔ سرعت – جابه‌جایی در حرکت با شتاب ثابت داریم:

$$v^{2} - {}^{2}v_0 = 2a\Delta x' \Rightarrow 0 - (20)^{2} = 2a \times 20 \Rightarrow a = -10m/s^{2} = |a|$$

بنابراین اندازهٔ متوسط نیروی اصطکاک وارد بر جسم برابر است با:

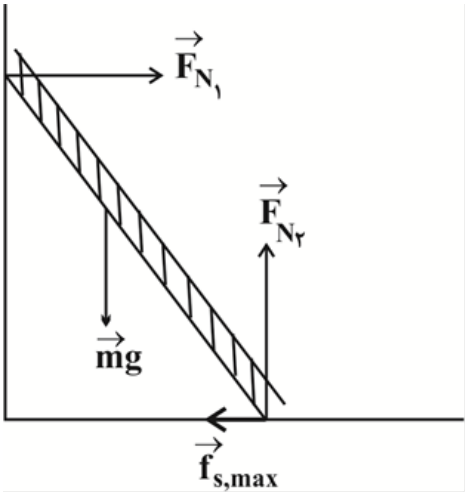
$$|f_k| = m|a| = 2 \times 10 = 2 \times 10^{3} \times 10^{4}N$$

Typesetting math: ۱۰%

سوال ۱۲۶ گزینه درست: ۲

گزینهٔ «۲»

ابتدا تمام نیروهای وارد بر نردبان را رسم می‌کنیم:



چون نردبان ساکن است، پس نیروهای وارد بر آن متوازن هستند و طبق قانون دوم نیوتون داریم:

$$mg = {}_2N F \Rightarrow 0 = {}_y(ten F)$$
$$f_{s,max} = {}_1N F \Rightarrow 0 = {}_x(ten F)$$
$$f_{s,max} = {}_2N F_s\mu$$
$$\rightarrow \quad {}_2N F_s\mu = {}_1N F$$

نیرویی که از دیوار قائم به نردبان وارد می‌شود برابر است با: ${}_1N F = {}_1R$

و نیرویی که از طرف سطح افقی به نردبان وارد می‌شود برابر است با:

$$\sqrt{f_{s,max}^2 + {}_2N F^2} = {}_2R$$

بنابراین می‌توان نوشت:

$$\frac{{}_2N F_s\mu}{\sqrt{({}_2N F_s\mu)^2 + {}_2N F^2}} = \frac{{}_1R}{{}_2R} \Rightarrow \frac{{}_1N F}{\sqrt{f_{s,max}^2 + {}_2N F^2}} = \frac{{}_1R}{{}_2R}$$

$$\frac{3}{5} = \frac{{}_1R}{{}_2R} \Rightarrow \frac{\frac{3}{4}}{\frac{5}{4}} = \frac{\frac{3}{4}}{\sqrt{\frac{9}{16}+1}} = \frac{s\mu}{\sqrt{{}_s\mu^2+1}} = \frac{{}_1R}{{}_2R} \Rightarrow$$

Typesetting math: ۱۰%

سوال ۱۲۷ گزینه درست: ۱

گزینهٔ «۱»

ابتدا با استفاده از رابطهٔ بین نیروی خالص وارد بر یک جسم و تکانه، $\vec{p}\Delta$ را می‌یابیم:

$$\frac{\vec{p}\Delta}{2} = \vec{j}4 - \vec{i}3 \xrightarrow[s2 = t\Delta]{\vec{j}4 - \vec{i}3 = \vec{F}_{ten}} \frac{\vec{p}\Delta}{t\Delta} = \vec{F}_{ten}$$

$$\vec{j}8 - \vec{i}6 = \vec{p}\Delta \Rightarrow$$

$$\vec{j}16 + \vec{i}12 - {}_2\vec{p} = \vec{j}8 - \vec{i}6 \xrightarrow{(\vec{j}8 - \vec{i}6)2 = {}_1\vec{p}m = {}_1\vec{p}} {}_1\vec{p} - {}_2\vec{p} = \vec{p}\Delta$$

$$\vec{j}24 - \vec{j}18 = {}_2\vec{p} \Rightarrow$$

در نهایت اندازهٔ تکانهٔ جسم در لحظهٔ $t = 2s$ برابر است با:

$$\frac{m}{s}gk30 = {}_2p \Rightarrow \sqrt{{}^2(24 -) + {}^2(18)} = {}_2p$$

سوال ۱۲۸ گزینه درست: ۴

گزینهٔ «۴»

اندازهٔ شتاب گرانشی در سطح هر سیاره‌ای از رابطهٔ $g_0 = \frac{MG}{R^2}$ و در فاصلهٔ h از سطح سیاره از رابطهٔ $g_h = \frac{MG}{(h+R)^2}$ به‌دست می‌آید، داریم: (x، سیارهٔ موردنظر است.)

$$M_x = 2M_e \ , \ R_x = 2R_e$$

$$\left(\frac{R_e + \frac{2}{5}R_e}{2R_e}\right)^2 \times 2 = \left(\frac{h + R_e}{R_x}\right)^2 \times \frac{M_x}{M_e} = \frac{g_0}{g_h}$$

$$\frac{49}{50} = \frac{g_0}{g_h} \Rightarrow \frac{49}{100} \times 2 = \left(\frac{\frac{7}{5}}{2}\right)^2 2 = \frac{g_0}{g_h} \Rightarrow$$

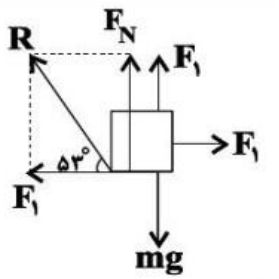
Typesetting math: ۱۰%

سوال ۱۲۹ گزینه درست: ۳

گزینه «۳»

حالت اول)

چون در ابتدا جسم ساکن است برایند نیروهای وارد بر جسم برابر صفر است و نیروی اصطکاک برابر با نیروی افقی $_1F$ است.

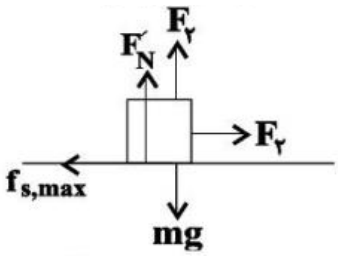


$$\frac{_1F-gm}{_1F}=\frac{4}{3}\xrightarrow[_1F-gm=_NF]{\frac{4}{3}=^0 53\tan}\frac{_NF}{_1F}=^0 53\tan,\ _1F-gm=_NF$$

$$(I)\quad gm\frac{3}{7}=_1F\Rightarrow$$

حالت دوم)

در این حالت چون جسم در آستانه حرکت قرار دارد، نیروی اصطکاک وارد بر جسم برابر نیروی اصطکاک ایستایی بیشینه است.



$$(_2F-gm)s\mu=_2F\xrightarrow[_2F-gm=N'F]{s\mu N'F=_xam,_sf}=_xam,_sf=_2F$$

$$(II)\ gm\frac{4}{9}=_2F\xrightarrow{8/0=_s\mu}\frac{gm_s\mu}{_s\mu+1}=_2F\Rightarrow$$

$$\frac{27}{28}=\frac{\frac{3}{7}}{\frac{4}{9}}=\frac{_1F}{_2F}\Rightarrow II,\ I$$

سوال ۱۳۰ گزینه درست: ۳

گزینهٔ «۳»

مساحت زیر نمودار F-t بیانگر اندازهٔ تغییرات تکانه است. لذا داریم:

$$s.N24=p\Delta\Rightarrow{}^3{}^-10\times4\times{}^310\times12\times\frac{1}{2}=p\Delta$$

$$24=vm2\Rightarrow24=(vm-)-vm\Rightarrow$$

$$\frac{m}{s}24=v\Rightarrow24=v\times5/0\times2\Rightarrow$$

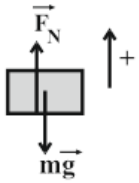
Typesetting math: ۱۰%

سوال ۱۳۱ گزینه درست: ۲

گزینه «۲»

اگر جهت حرکت رو به بالا را مثبت فرض کنیم، شتاب حرکت آسانسور در طی مدت $5s$ برابر است با:

$$\frac{m}{2_s}2 - = a \Rightarrow 10 + 5 \times a = 0 \Rightarrow {}_0v + ta = v$$



با نوشتن قانون دوم نیوتون برای حرکت جسم داخل آسانسور، داریم:

$$am = gm - {}_NF \Rightarrow am = {}_{ten}F$$

$$N80 = {}_NF \Rightarrow (2-) \times 10 = 10 \times 10 - {}_NF \Rightarrow$$

سوال ۱۳۲ گزینه درست: ۴

گزینه «۴»

می‌بایست در دو حالت از قانون هوک استفاده کنیم:

۱) تندی ثابت: ${}_1F = {}_1xk \overset{gm=F}{\rightarrow} {}_1x = \frac{gm}{k} = \frac{10 \times m}{k}$ (1)

۲) شتاب ثابت: ابتدا اندازهٔ شتاب آسانسور را محاسبه می‌کنیم.

$$|a| = \frac{|v\Delta|}{t\Delta} = \frac{|4-0|}{2} = {}^2s/m2$$

$$a + g = {}^2s/m12 = 2 + 10 = {}^{\prime}g$$

$${}_2F = {}_2xk \rightarrow {}_2x = \frac{{}_2F}{k} = \frac{12 \times m}{k}$$

$$\frac{5}{6} = \frac{{}_1x}{{}_2x} = \frac{\frac{10 \times m}{k}}{\frac{12 \times m}{k}} \overset{(1)\ ,\ (2)}{\rightarrow}$$

سوال ۱۳۳ گزینه درست: ۴

گزینه «۱»

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینهٔ «2»: شتاب نوسانگر دائماً در حال تغییر است و حرکت نوسانگر با شتاب متغیر است.

گزینهٔ «3»: با نزدیک شدن نوسانگر به مرکز نوسان، تندی آن افزایش می‌یابد و جابه‌جایی آن در بازه‌های زمانی مساوی در مقایسه با نقاط بازگشتی بیشتر است.

گزینهٔ «4»: دورهٔ تناوب از ویژگی‌های منبع نوسان است و ارتباطی با دامنهٔ نوسانگر ندارد.

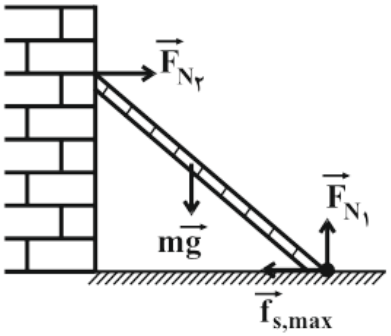
Typesetting math: ۱۰%

سوال ۱۳۴ گزینه درست: ۱

گزینهٔ «۱»

چون نردبان در آستانهٔ سُر خوردن (حرکت) است، بنابراین نیروی خالص وارد بر نردبان در دو راستای افقی و عمودی صفر است، بنابراین داریم:

$$\left.\begin{array}{l} N200 = gm = {}_1NF \Rightarrow 0 = {}_y\left({}_{ten}F\right) \\ (*) \quad {}_{\max,s}f = {}_2NF \Rightarrow 0 = {}_x\left({}_{ten}F\right) \end{array}\right\} \Rightarrow 0 = {}_{ten}F$$



اندازهٔ نیروی اصطکاک ایستایی برابر است با:

$$N150 = 200 \times 75/0 = {}_1NF_s\mu = {}_{\max,s}f$$

بنابراین: $N150 = {}_{\max,s}f = {}_2NF \xrightarrow{(*)}$

از طرف سطح افقی دو نیروی عمود بر هم ${}_1N\vec{F}$ و ${}_{\max,s}\vec{f}$ بر نردبان وارد می‌شود، بنابراین: $N250 = \sqrt{{}^2150 + {}^2200} = \sqrt{{}^2{}_{\max,s}f + {}^2{}_1NF} = R$

در نهایت می‌توان نوشت: $\frac{3}{5} = \frac{150}{250} = \frac{{}_2NF}{R}$

سوال ۱۳۵ گزینه درست: ۳

گزینهٔ «۴»

می‌دانیم نسبت شتاب ماهواره با نسبت نیروی گرانشی وارد بر ماهواره برابر است.

$$\frac{81}{100} = \frac{{}_2F}{{}_1F} = \frac{{}_2a}{{}_1a} \Rightarrow {}_1a\frac{81}{100} = {}_1a\frac{19}{100} - {}_1a = {}_2a$$

از طرفی، نیروی وارد بر ماهواره از رابطهٔ $F = G\frac{{}_eMm}{{}^2{}_2r}$ به‌دست می‌آید که r فاصلهٔ ماهواره تا مرکز زمین است.

$$\xrightarrow{{}_eR2 = {}_1r} \frac{9}{10} = \frac{{}_1r}{{}_2r} \Rightarrow {}^2\left(\frac{{}_1r}{{}_2r}\right) = \frac{81}{100} \Rightarrow {}^2\left(\frac{{}_1r}{{}_2r}\right) = \frac{{}_2F}{{}_1F}$$

$${}_eR\frac{20}{9} = {}_2r \Rightarrow \frac{9}{10} = \frac{{}_eR2}{{}_2r}$$

$${}_eR\frac{11}{9} = {}_2h \Rightarrow {}_2h + {}_eR = {}_eR\frac{20}{9} \xrightarrow{{}_2h + {}_eR = {}_2r}$$

Typesetting math: ۱۰%

سوال ۱۳۶ گزینه درست: ۱

گزینهٔ «۱»

در حالت اول که فنر ساکن است، داریم: $x\Delta k = g_1 m$

در حالت دوم، چون مجموعهٔ جرم و فنر با شتاب ثابت و از حال سکون رو به پایین، شروع به حرکت کرده است (حرکت تندشونده)، طبق قانون دوم نیوتون داریم:

$$(a - g)_2 m = xk \Rightarrow a_2 m = xk - g_2 m \Rightarrow a_2 m = {}_y(_{ten}F)$$

چون برای هر دو حالت k و x برابر هستند، خواهیم داشت:

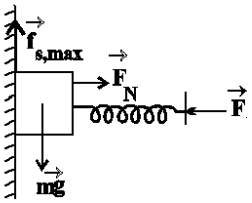
$$\frac{m}{2_s}5/2 = a \Rightarrow (a - 10) \times 8/0 = 10 \times 6/0 \Rightarrow (a - g)_2 m = g_1 m$$

حال با استفاده از معادلهٔ سرعت – جابه‌جایی داریم:

$$m20 = y\Delta \Rightarrow y\Delta \times 5/2 \times 2 + 0 = {}^2(10) \Rightarrow y\Delta a2 + {}^2_0 v = {}^2 v$$

سوال ۱۳۷ گزینه درست: ۲

گزینهٔ «۲»



دست

با توجه به نیروهای وارد شده بر جسم، نیروی فنر تأمین کنندهٔ $\vec{F}_N$(نیروی عمودی سطح) خواهد بود و داریم:

$$N150 = \frac{10 \times 3}{2/0} = \frac{gm}{s\mu} = {}_N F \Rightarrow gm = {}_N F_s \mu \Rightarrow gm = {}_{\max,s} f$$

$$mc5/37 = m\frac{3}{8} = x \Rightarrow x400 = 150 \Rightarrow xk = {}_{\text{فنر}} F = {}_{\text{دست}} F$$

Typesetting math: ۱۰%

سوال ۱۳۸ گزینه درست: ۱

گزینهٔ «۱»

در ابتدا که آسانسور ساکن است، بعد از اتصال وزنه و ایجاد تعادل داریم:

$$(1)\quad gm = {}_1xk \Rightarrow gm = {}_eF \Rightarrow 0 = {}_y(_{ten}F)$$

وقتی آسانسور با شتاب ثابت و رو به بالا شروع به حرکت می‌کند، طبق قانون دوم نیوتون داریم:

$$(2)\quad (a+g)m = {}_2xk \Rightarrow am = gm - {}_eF \Rightarrow am = {}_y(_{ten}F)$$

با تقسیم رابطهٔ (۲) بر (۱) داریم:

$$mc\,4/2 = {}_2x \Rightarrow \frac{2+10}{10} = \frac{{}_2x}{10-12} \Rightarrow \frac{a+g}{g} = \frac{{}_2x}{{}_1x}$$

بنابراین طول فنر در حالت دوم برابر است با:

$$mc4/12 = {}_2L \Rightarrow 4/2 = 10 - {}_2L \Rightarrow 4/2 = {}_2x$$

سوال ۱۳۹ گزینه درست: ۴

گزینهٔ «۴»

در حالت اول داریم:

$${}_kf = {}_{1k}f\ ,\ N21 = {}_1F\ ,\ a = {}_1a\ ,\ m = {}_1m$$

$$(1)am = {}_kf - 21 \Rightarrow {}_1a_1m = {}_{1k}f - {}_1F$$

$${}_kf4 = {}_{1k}f4 = {}_{2k}f \overset{{}_1m4={}_2m}{\rightarrow} gm_k\mu = {}_kf$$

در حالت دوم داریم:

$${}_kf4 = {}_{2k}f\ ,\ N63 = {}_2F\ ,\ \frac{a}{2} = {}_2a\ ,\ m4 = {}_2m$$

$$\frac{a}{2}m4 = {}_kf4 - 63 \Rightarrow {}_2a_2m = {}_{2k}f - {}_2F$$

$$(2)am2 = {}_kf4 - 63 \Rightarrow$$

با حل هم‌زمان معادله‌های (۱) و (۲) داریم:

$$N42 = {}_kf4 = {}_{2k}f \Rightarrow N\frac{21}{2} = {}_kf \Rightarrow$$

Typesetting math: ۱۰%

سوال ۱۴۰ گزینه درست: ۳

گزینهٔ «۳»

با استفاده از رابطه‌های اندازهٔ تکانه و انرژی جنبشی می‌توان نوشت:

$$\left.\begin{aligned}\frac{p}{m} = v \Rightarrow vm = p \\ \frac{^2p}{m2} = K \Rightarrow {}^2vm\frac{1}{2} = K\end{aligned}\right\}$$

$$\frac{1}{2} = \frac{1}{2} \times 1 = \frac{_AK}{_BK}\,{}_Bm2 = {}_Am \overset{{}_Bp = {}_Ap}{\rightarrow} \frac{_Bm}{_Am} \times {}^2\left(\frac{_Ap}{_Bp}\right) = \frac{_AK}{_BK}$$

سوال ۱۴۱ گزینه درست: ۳

گزینهٔ «۳»

وقتی $F = 0$ است، اندازهٔ نیرویی که سطح به جسم وارد می‌کند کمینه و برابر با ${}_NF$ (نیروی عمودی تکیه‌گاه) است. وقتی نیرو به F می‌رسد، نیروی وارد شده از سطح، $\frac{\overline{7}\sqrt{}}{2}$ برابر ${}_NF$ بوده و در این حالت نیروی اصطکاک ایستایی بیشینه و جسم در آستانهٔ حرکت است.

$$\overline{\max_{,s}{}^2f + {}^2{}_NF}\sqrt{} = {}_{\text{س ط ج}}{}^2F$$

$$\overline{\max_{,s}{}^2f + {}^2_NF}\sqrt{} = {}_NF\frac{\overline{7}\sqrt{}}{2}$$

$$\max_{,s}{}^2f = {}^2_NF\frac{3}{4} \Rightarrow \max_{,s}{}^2f + {}^2_NF = {}^2_NF\frac{7}{4}$$

$${}_NF\frac{\overline{3}\sqrt{}}{2} = \max_{,s}f$$

اگر این رابطه را با رابطهٔ $\max_{,s}f = {}_NF{}_s\mu$ مقایسه کنیم، در این صورت $\frac{\overline{3}\sqrt{}}{2} = {}_s\mu$ خواهد شد.

Typesetting math: ۱۰%

سوال ۱۴۲ گزینه درست: ۴

گزینهٔ «۴»

ابتدا اندازهٔ نیروهای اصطکاک ایستایی در آستانهٔ حرکت و اصطکاک جنبشی را محاسبه می‌کنیم.

$$f_{s,max} = \mu_s F_N = \mu_s mg = 0/4 \times 10 = 4N$$
$$f_k = \mu_k F_N = \mu_k mg = 0/3 \times 10 = 3N$$

چون نیروی اولیه یعنی $5N$ از نیروی اصطکاک ایستایی بیشینه بیشتر است، پس جسم از حال سکون شروع به حرکت می‌کند با توجه به قانون دوم نیوتون داریم:

$$F - f_k = ma \Rightarrow 5 - 3 = a \Rightarrow a = 2\frac{m}{s^2}$$

از معادلهٔ سرعت-زمان می‌توانیم سرعت را در لحظهٔ $t = 10s$ به‌دست آوریم.

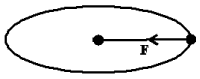
$$v_0 + at = v_{10} \Rightarrow 0 + 10 \times 2 = v_{10} = 20\frac{m}{s}$$

مطابق شکل پس از لحظهٔ $10s$ نیروی F کمتر از $3N$ می‌شود و چون در این حالت اندازهٔ این نیرو کوچکتر از اندازهٔ نیروی اصطکاک جنبشی است، پس شتاب حرکت جسم منفی می‌شود و سرعت جسم کاهش می‌یابد. با توجه به گزینه‌ها تنها گزینهٔ (۴) که عدد آن کوچکتر از $20\frac{m}{s}$ است، می‌تواند پاسخ سوال باشد.

سوال ۱۴۳ گزینه درست: ۲

گزینهٔ «۲»

در این مسئله، نیروی مرکزگرا برای حرکت دایره‌ای یکنواخت وزنه توسط نیروی کشسانی فنر تأمین می‌شود.



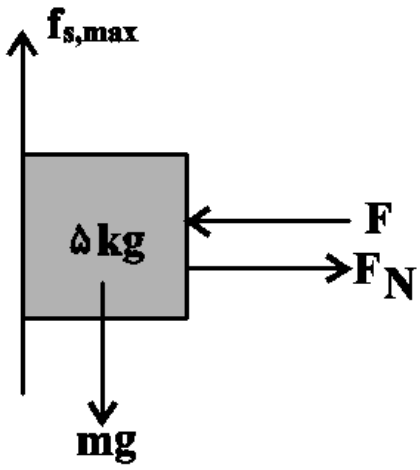
$$F = \frac{mv^2}{r}$$
$$v = 2/5\frac{m}{s} \Rightarrow \frac{mv^2}{\ell} = xk \Rightarrow \frac{200}{100} \times \frac{4/0v^2}{25/0} = m$$

Typesetting math: ۱۰%

سوال ۱۴۴ گزینه درست: ۲

گزینهٔ «۲»

با رسم نیروهای وارد بر جسم و نوشتن قانون دوم نیوتون در راستای افقی و قائم داریم:



$$F = {}_NF \Rightarrow 0 = {}_x(_{ten}F)$$

$$am = {}_{\max,s}f - gm \Rightarrow am = {}_y(_{ten}F)$$

$$N40 = (2 - 10) \times 5 = (a - g)m = {}_{\max,s}f \Rightarrow$$

آنگاه داریم:

$$ {}_NF \times 5/0 = 40 \Rightarrow {}_NF_s\mu = {}_{\max,s}f$$
$$N80 = F \Rightarrow N80 = {}_NF \Rightarrow$$

سوال ۱۴۵ گزینه درست: ۳

گزینهٔ «۳»

طبق قضیهٔ کار - انرژی جنبشی داریم: ${}_tW = K\Delta$

و می‌دانیم انرژی جنبشی و تکانه با یکدیگر مطابق زیر رابطه دارند:

$$\left.\begin{matrix} {}^2vm\frac{1}{2} = K \\ vm = p \end{matrix}\right\} \Rightarrow \frac{{}^2p}{m2} = K \Rightarrow \frac{{}^2(vm)}{m2} = K$$

پس داریم:

$$({}^2_1p - {}^2_2p)\frac{1}{m2} = {}_tW \Rightarrow {}_1K - {}_2K = {}_tW$$

$$J90 = ({}^22 - {}^23) \times {}^212 \times \frac{1}{8} = ({}^224 - {}^2(36 -)) \times \frac{1}{4\times2} = {}_tW$$

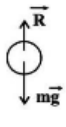
Typesetting math: ۱۰%

سوال ۱۴۶ گزینه درست: ۴

گزینه «۴»

اگر قانون دوم نیوتون را برای گلوله بنویسیم، داریم:

$$am = R - gm \Rightarrow am = {}_{ten}F$$



$$\frac{R}{m} - g = a \Rightarrow$$

طبق رابطه فوق هر چه جرم گوی بیشتر باشد، $\frac{R}{m}$ کمتر و a بیشتر می‌شود. پس سرعت رسیدن گوی بیشتر شده و زمان حرکت آن طبق رابطه $y = \frac{1}{2}a{}^{2}t$ کمتر می‌شود. ${}_{1}t > {}_{2}t$

${}_{1}v < {}_{2}v$

سوال ۱۴۷ گزینه درست: ۲

گزینه «۲»

کمینه اندازهٔ نیرو زمانی به‌دست می‌آید که اتومبیل در آستانهٔ برخورد به مانع بایستد. برای این منظور کمینه شتاب حرکت اتومبیل برابر است با:

$$x\Delta_{\min}a2 = {}^{2}_{0}v - {}^{2}v$$

$$\xrightarrow[\frac{m}{s}30 = \frac{mk}{h}108 = {}_{0}v]{0 = v}$$

$$\frac{m}{{}^{2}_{s}}6 - = {}_{\min}a \Rightarrow 75 \times {}_{\min}a \times 2 = {}^{2}30 - 0$$

با توجه به این شتاب، اندازهٔ نیرویی که برای توقف ماشین لازم است طبق قانون دوم نیوتون برابر است با:

$$|{}_{\min}F| = |{}_{\min}a|m = 6 \times 1500 = N9000$$

Typesetting math: ۱۰%

سوال ۱۴۸ گزینه درست: ۲

گزینهٔ «۲»

چون تابع p تابعی درجهٔ دوم است، تابع سرعت متحرک نیز تابعی درجهٔ دوم خواهد بود و در نتیجه شتاب متحرک متغیر می‌باشد.

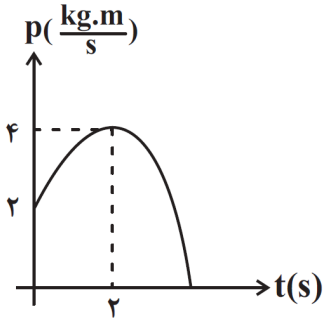
نمودار $p - t$ را رسم می‌کنیم. هرگاه از محور زمان دور شود، نوع حرکت تندشونده و هرگاه به آن نزدیک شود، نوع حرکت کندشونده می‌باشد.

$$\frac{m.gk}{s}2 = {}_0p \Rightarrow 0 = t$$

$$s2 = t \Rightarrow \frac{2-}{(\frac{1}{2}-)\times 2} = \frac{b-}{a2} = t$$

$$\frac{m.gk}{s}4 = p \Rightarrow 2 + (2\times 2) + (^2 2 \times \frac{1}{2} -) = p \xrightarrow{s2=t}$$

نمودار تکانه بر حسب زمان متحرک مطابق با شکل زیر خواهد بود:



پس حرکت متحرک ابتدا تندشونده و سپس کندشونده خواهد بود.

سوال ۱۴۹ گزینه درست: ۱

گزینهٔ «۱»

از رابطهٔ اندازهٔ شتاب گرانشی در ارتفاع h از سطح زمین و مقایسهٔ آن با اندازهٔ شتاب گرانشی در سطح زمین داریم:

$$N600 = 10\times 60 = gm = {}_0W$$

$$N300 = {}_hW$$

$$\frac{{}_eM}{{}^2r}Gm = gm = W$$

$$\frac{h + {}_eR}{{}_eR} = \overline{2}\sqrt{} \Rightarrow {}^2\left(\frac{h + {}_eR}{{}_eR}\right) = \frac{600}{300} \Rightarrow {}^2\left(\frac{h + {}_eR}{{}_eR}\right) = \frac{{}_0W}{{}_hW} \Rightarrow$$

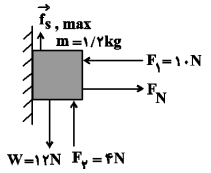
$${}_eR(1 - \overline{2}\sqrt{}) = h \Rightarrow h + {}_eR = {}_eR\overline{2}\sqrt{} \Rightarrow$$

Typesetting math: ۱۰%

سوال ۱۵۰ | گزینه درست: ۲

گزینهٔ «۲»

ابتدا نیروهای وارد بر جسم را رسم کرده و بیشینهٔ نیروی اصطکاک در آستانهٔ حرکت را می‌یابیم:

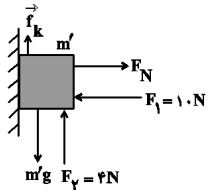


$$F_N = 10N \Rightarrow F_N = F_1 = 0 = F_{x,ten}$$

$$f_{s,max} = \mu_s \cdot F_N \xrightarrow{\mu_s = 0/8} f_{s,max} = 10 \times 0/8 = 8N$$

$$W = mg = 1/2 \times 10 = 12N$$

در این وضعیت جسم در آستانهٔ حرکت به سمت پایین است. زیرا، برایند نیروهای $\vec{F}_2$ و $\vec{mg}$ برابر $8N$ و به سمت پایین است.



↓ جهت حرکت

اگر جرم جسم بعد از کاهش جرم را m' فرض کنیم، با استفاده از قانون دوم نیوتون m' را می‌یابیم و سپس کاهش جرم را حساب می‌کنیم. دقت کنید، چون در راستای افقی نیروها تغییر نکرده‌اند، $F_N = 10N$، ثابت می‌ماند.

$$f_k = \mu_k \cdot F_N \xrightarrow[F_N = 10N]{\mu_k = 0/4} f_k = 10 \times 0/4 = 4N$$

$$m' \cdot a_y = F_2 + f_k - m' \cdot g \Rightarrow m' \cdot a_y = F_{y,ten}$$

$$m' \cdot a_y = 2 \times m' \xrightarrow[f_k = 4N \ ,\ a_y = \frac{m}{s^2} 2]{} F_2 = 4N$$

$$m' = 8 \Rightarrow m' \cdot g = 1k \Rightarrow$$

$$\Delta m = m - m' = 1/2 - 1/0 = 0/2kg \xrightarrow{m = 1/2kg} \Delta m = 200g$$

Typesetting math: ۱۰%

سوال ۱۵۱ گزینه درست: ۱

گزینه «۱»

ابتدا شتاب گرانشی در فاصلهٔ 3200 کیلومتری از سطح زمین را می‌یابیم:

$$\frac{GM_e}{R_e^2} = g \quad \overset{\text{ثابت } M_e = \text{ثابت } G}{\rightarrow} \quad \frac{g_h}{g_e} = \left(\frac{R_e}{h + R_e}\right)^2$$

$$\frac{g_h}{10} = \left(\frac{6400}{3200 + 6400}\right)^2 \quad \overset{g_e = 10 \frac{N}{kg} \ ,\ R_e = 6400 mk}{\rightarrow} \quad h = 3200 mk$$

$$\frac{g_h}{10} = \left(\frac{6400}{9600}\right)^2 \Rightarrow \frac{g_h}{10} = \frac{16}{36} \Rightarrow \frac{g_h}{10} = \frac{40}{9} \frac{N}{kg}$$

اکنون وزن فضانورد را درون سفینه می‌یابیم:

$$W_h = mg_h \quad \overset{m = 81 kg}{\rightarrow} \quad W_h = \frac{40}{9} \times 81 = 360 N$$

سوال ۱۵۲ گزینه درست: ۲

گزینه «۲»

$$m_{CA} = 20 m$$

$$m_{BA} = m_{CB} = 10 m$$

$$m_{BC} = 5 m \ , \ m_{CA} = 10 m$$

ابتدا نیروی اصطکاک وارد بر جسم را به‌دست می‌آوریم، با نوشتن قضیه کار و انرژی بین دو نقطه A و C داریم:

$$W_{gm} + W_f = \Delta K \Rightarrow -m_{CA} g_h + d_{CA} \times f = \frac{1}{2} m v_C^2 - \frac{1}{2} m v_A^2$$

$$f = \frac{200 + 15^2}{20} = 25/1 N \Rightarrow$$

اکنون با نوشتن مجدد قضیه کار و انرژی جنبشی بین نقطه C و نقطه B در مسیر برگشت داریم:

$$W_{gm} + W_f = K_B \quad \overset{K_C = 0}{\rightarrow} \quad -m_{BC} g_h + d_{BC} \times f = K_B$$

$$J = 10 \times 25/1 - 5 \times 10 \times 2 = 87/5$$

سوال ۱۵۳ گزینه درست: ۴

گزینه «۳»

نیروی مرکزگرا ناشی از اصطکاک ایستایی است.

$$f_s = \frac{mv^2}{r} \quad \overset{N_F = mg}{\rightarrow} \quad \mu_s N_F \geq \frac{mv^2}{r}$$

$$\mu_s g r \geq v^2 \Rightarrow 10 \times 300 \times 3/0 \geq v^2 \Rightarrow$$

$$v \leq 108 \frac{km}{h} \Rightarrow v \leq 30 \frac{m}{s} \Rightarrow v^2 \leq 900 \Rightarrow$$

Typesetting math: ۱۰%

سوال ۱۵۴ گزینه درست: ۳

گزینه «۳»

$${}_1vm = {}_1p$$

$$\left.\begin{array}{l} \frac{m.gk}{s}500 = 5 \times 100 = {}_1p : \text{قبل از برخورد} \\ \frac{m.gk}{s}400- = {}_2p : \text{بعد از برخورد} \end{array}\right\}$$

$${}_1\vec{p} - {}_2\vec{p} = \vec{p}\Delta$$

$$\frac{m.gk}{s}900- = (500) - 400- = p\Delta$$

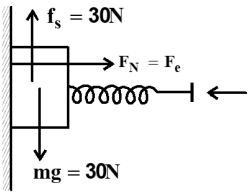
$$N180 = \frac{900}{5} = \frac{|p\Delta|}{t\Delta} = {}_{va}F$$

نیروی وارد بر ورزشکار در خلاف جهت حرکت اولیه است.

سوال ۱۵۵ گزینه درست: ۳

گزینه «۳»

نیرویی که از طرف دیوار به جسم وارد می‌شود برایند دو نیروی عمودی سطح و نیروی اصطکاک است.



$$N90 = \frac{12}{100} \times 750 = x\Delta k = {}_eF$$

$$N5/31 = 90 \times 35/0 = {}_Nf_s\mu = {}_{\max,s}f$$

$$\Rightarrow {}_{\max,s}f > gm \text{ جسم ساکن است } N30 = gm = {}_sf \Rightarrow$$

$$N\overline{10}\sqrt{30} = \overline{{}^230 + {}^290}\sqrt{} = \overline{{}^2_sf + {}^2_NF}\sqrt{} = R$$

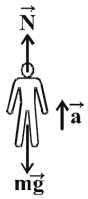
سوال ۱۵۶ گزینه درست: ۳

گزینه «۳»

هر حرکتی که از حال سکون شروع شود، بردار شتاب با بردار سرعت جسم هم‌جهت است، لذا جهت شتاب وارد بر شخص در جهت سرعت آن و به سمت بالا خواهد بود و می‌توان نوشت:

$$(a + g)m = N \Rightarrow am = gm - N$$

$$N600 = (2 + 10)50 =$$



Typesetting math: ۱۰%

سوال ۱۵۷ گزینه درست: ۳

گزینهٔ «۳»

پس از پاره شدن طناب، تنها نیروی وارد بر جسم $\vec{f}_k$ است و داریم:

$$\frac{m}{s^2}4 - = 10 \times 4/0 - = g_k\mu - = a \Rightarrow \frac{gm_k\mu -}{m} = \frac{kf -}{m} = a$$

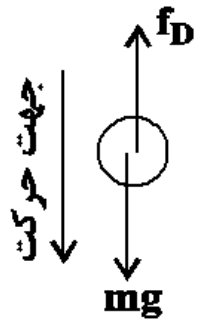
یک ثانیه پس از پاره شدن طناب، $4\frac{m}{s}$ از سرعت جسم کم می‌شود، بنابراین داریم:

$$\frac{m.gk}{s}200 = |4 -| \times 50 = |v\Delta| m = |p\Delta|$$

سوال ۱۵۸ گزینه درست: ۳

گزینهٔ «۳»

با توجه به قانون دوم نیوتون، شتاب حرکت جسم در هوا وقتی از بالا به پایین می‌آید برابر است با:



$$\frac{Df}{m} - g = a \Rightarrow \frac{Df - gm}{m} = a \Rightarrow \frac{ten^F}{m} = a$$

$$\frac{\frac{gm}{2} - gm}{\frac{gm}{5} - gm} = \frac{{}_1Df}{{}_2Df} \begin{matrix} \frac{g}{2} = {}_1a \\ \rightarrow \\ \frac{g}{5} = {}_2a \end{matrix} am - gm = {}_Df \Rightarrow$$

$${}_2Df\frac{5}{8} = {}_1Df \Rightarrow \frac{5}{8} = \frac{\frac{g}{2}}{g\frac{4}{5}} = \frac{{}_1Df}{{}_2Df} \Rightarrow$$

$$\text{درصد تغییرات } 60 = 100 \times \frac{{}_2Df\frac{5}{8} - {}_2Df}{{}_2Df\frac{5}{8}} = 100 \times \frac{{}_1Df - {}_2Df}{{}_1Df} = \%$$

یعنی ۶۰ درصد افزایش می‌یابد.

Typesetting math: ۱۰%

سوال ۱۵۹ گزینه درست: ۲

گزینهٔ «۲»

ابتدا با توجه به تشابه مثلث‌ها، اندازهٔ نیروی وارد بر جسم را در لحظهٔ $t = 3s$ می‌یابیم. داریم:

$$\frac{3}{1} = \frac{3+{}_3F}{2} \Rightarrow \frac{3}{1} = \frac{(3-)-{}_3F}{(3-)-1-} \Rightarrow N3 = {}_3F$$

اندازهٔ تغییر تکانهٔ جسم در بازهٔ ${}_1t$ تا ${}_2t$ را که همان مساحت زیر نمودار $(F - t)$ است به‌دست می‌آوریم و سپس از رابطهٔ $\vec{F}_{va} = \frac{p\Delta}{t\Delta}$ نیروی متوسط را در این بازه می‌یابیم.

مساحت ذوزنقه = مساحت زیر نمودار(S)

$$= \frac{(\text{قاعده کوچک} + \text{قاعده بزرگ}) \times \text{ارتفاع}}{2}$$

$$\text{قاعده کوچک} = |{}_1t - {}_2t|\frac{2}{3}\ ,\ \text{ارتفاع} = 3 \rightarrow \text{قاعده بزرگ} = |{}_1t - {}_2t|$$

$$\frac{3\times(|{}_1t-{}_2t|\frac{2}{3}+|{}_1t-{}_2t|)}{2} = S$$

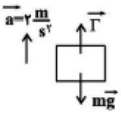
$$= |{}_1t - {}_2t|\frac{5}{2}$$

$$\Rightarrow F_{va} = \frac{p\Delta}{t\Delta} = \frac{S}{t\Delta} = \frac{S}{|{}_1t-{}_2t|} = \frac{|{}_1t-{}_2t|\frac{5}{2}}{|{}_1t-{}_2t|} = \frac{5}{2} = 2/5N$$

سوال ۱۶۰ گزینه درست: ۳

گزینهٔ «۳»

ابتدا وزنه را در راستای قائم جابه‌جا می‌کنیم. با توجه به قانون دوم نیوتون داریم:



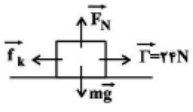
$$\Gamma = (a + g)m = (2 + 10)2 = 24N$$

$$\left|\begin{array}{l} {}_N{}^F{}_k\mu = {}_k f \\ \rightarrow \end{array}\right. \begin{array}{l} gm = {}_N F \\ am = {}_k f - \Gamma \end{array}$$

$$\frac{m}{{}_2s}8 = a \Rightarrow a2 = 20 \times 4/0 - 24$$

با استفاده از معادله سرعت ـ جابه‌جایی، داریم:

$$\frac{m}{s}12 = v \Rightarrow 9 \times (8)2 = {}^2v \Rightarrow x\Delta a2 = {}^2_0v - {}^2v$$



Typesetting math: ۱۰%

سوال ۱۶۱ گزینه درست: ۲

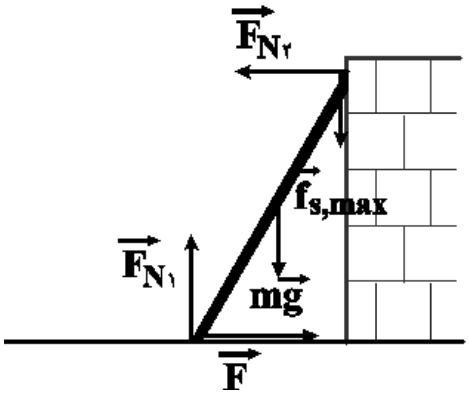
گزینهٔ «۲»

در صورتی نیروی تکیه‌گاه سطح افقی بیشترین مقدار خود را دارد که نردبان در آستانهٔ حرکت رو به بالا باشد. بنابراین داریم:

$$F = {}_{2N}F$$

$$F_s\mu + gm = {}_{1N}F \Rightarrow {}_{2N}F_s\mu + gm = {}_{1N}F \Rightarrow {}_{\max,s}f + gm = {}_{1N}F$$

$$N250 = F \Rightarrow F_s\mu + 10 \times 10 = 150 \Rightarrow$$



سوال ۱۶۲ گزینه درست: ۳

گزینهٔ «۳»

اندازهٔ شتاب گرانشی در سطح زمین و در ارتفاع h عبارتست از:

$$\frac{1}{25} = \frac{{}_eR^2}{2(h+{}_eR)} \Rightarrow \frac{1}{25} = \frac{g'}{{}_eg} \Rightarrow \frac{{}_eM}{{}_eR^2}G = {}_eg$$

$${}_eR5 = h + {}_eR \Rightarrow \frac{1}{5} = \frac{{}_eR}{h+{}_eR} \Rightarrow$$

Typesetting math: ۱۰%

سوال ۱۶۳ گزینه درست: ۴

گزینهٔ «۴»

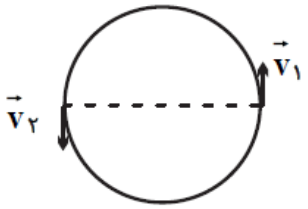
در حرکت دایره‌ای یکنواخت، اندازهٔ شتاب مرکزگرا برابر است با:

$$(s/m)\pi 2 = v \Rightarrow {}^2\pi 4 = {}^2v \Rightarrow \frac{{}^2v}{5} = {}^2\pi 8/0 \Rightarrow \frac{{}^2v}{r} = {}_ca$$

از طرفی دورهٔ حرکت برابر است با:

$$s5/2 = \frac{T}{2} \Rightarrow s5 = \frac{r\pi 2}{\pi 2} = T \overset{s/m\pi 2 = v}{\rightarrow} \frac{r\pi 2}{v} = T$$

بنابراین شتاب متوسط متحرک در نصف دوره برابر است با:



$$({}^2s/m)\,\pi 6/1 = \frac{\pi 2 \times 2}{5/2} = {}_{va} \Rightarrow \frac{v2}{t\Delta} = \frac{|{}_1v - {}_2v|}{t\Delta} = {}_{va}a$$

سوال ۱۶۴ گزینه درست: ۲

گزینهٔ «۲»

جسم در ابتدا متحرک و دارای سرعت بوده پس طبق قضیه کار-انرژی جنبشی:

$$0 > {}_1K - {}_2K = K\Delta = {}_{\text{کل}}W$$

پس کار برایند نیروها (کار کل) منفی است. از طرفی:

$${}_{\text{کل}}W = {}_FW + {}_{\text{فنر}}W$$

می‌دانیم که ${}_FW$ مثبت و ${}_{\text{فنر}}W$ منفی است. پس با توجه به این‌که ${}_{\text{کل}}W < 0$ است $|{}_{\text{فنر}}W| > {}_FW \Leftarrow$ است.

$${}_FW < U\Delta \Rightarrow {}_{\text{فنر}}W - = U\Delta \Rightarrow$$

سوال ۱۶۵ گزینه درست: ۲

گزینهٔ «۲»

در شکل‌های (الف) و (ب) عددی که ترازو نشان می‌دهد برابر با مجموع وزن آب و ظرف و نیروی شناور است. با توجه به این‌که چگالی جسم از چگالی آب بیش‌تر است. نیروی شناوری از وزن جسم کوچک‌تر است. بنابراین (الف) و (ب) عددی که ترازو نشان می‌دهد، برابر با مجموع وزن آب و ظرف و نیروی شناوری است و در شکل (پ) عددی که ترازو نشان می‌دهد برابر با مجموع وزن آب و ظرف و جسم است.

Typesetting math: ۱۰%

سوال ۱۶۶ گزینه درست: ۱

گزینهٔ «۱»

با توجه به برابری تکانه‌ها داریم:

$$_Bv_Bm = {}_Av_Am \Rightarrow {}_Bp = {}_Ap$$

$$_Bv2 = {}_Av \Rightarrow {}_Bv_Bm = {}_Av_Bm\frac{1}{2} \Rightarrow$$

$$\frac{{}_Av}{{}_Bv} \times \frac{|{}_Aq|}{|{}_Bq|} = \frac{{}_AF}{{}_BF} \xrightarrow[\text{ت ا ب ت}]{\alpha = 90^\circ} \alpha \sin Bv\,|q| = F$$

$$\frac{1}{2} = \frac{{}_AF}{{}_BF} \Rightarrow 2 \times \frac{1}{4} = \frac{{}_AF}{{}_BF} \Rightarrow \frac{{}_Bv2}{{}_Bv} \times \frac{{}_Aq}{{}_Aq4} = \frac{{}_AF}{{}_BF} \Rightarrow$$

سوال ۱۶۷ گزینه درست: ۲

گزینهٔ «۲»

از روی نمودار مشخص است که به ازای اندازهٔ نیروی کشسانی یکسان، افزایش طول فنر (۲)، دو برابر افزایش طول فنر (۱) است. بنابراین:

$$\frac{{}_2x}{{}_1x} \times \frac{{}_2k}{{}_1k} = \frac{{}_2\left({}_eF\right)}{{}_1\left({}_eF\right)} \Rightarrow xk = {}_eF$$

$$\frac{1}{2} = \frac{{}_2k}{{}_1k} \Rightarrow \frac{{}_0x2}{{}_0x} \times \frac{{}_2k}{{}_1k} = 1 \Rightarrow$$

وقتی وزنه‌ای به فنر می‌بندیم و آن‌را آویزان می‌کنیم، بعد از رسیدن به تعادل داریم:

$$gm = {}'xk \Rightarrow W = {}_e{}'F \Rightarrow 0 = W - {}_e{}'F$$

$$\frac{{}_2m}{{}_1m} = \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} \Rightarrow \frac{{}_2m}{{}_1m} = \frac{{}_2{}'x}{{}_1{}'x} \times \frac{{}_2k}{{}_1k} \Rightarrow$$

$$\frac{1}{4} = \frac{{}_2m}{{}_1m} \Rightarrow$$

سوال ۱۶۸ گزینه درست: ۲

گزینهٔ «۲»

به تشریح همهٔ عبارت‌ها می‌پردازیم:

الف) اندازهٔ تکانه از رابطهٔ $\overline{mK2}\backslash v$ به‌دست می‌آید که K انرژی جنبشی جسم است. (نادرست)

ب) در حرکت دایره‌ای یکنواخت، بردار سرعت همواره مماس بر مسیر حرکت و اندازهٔ آن ثابت است. (درست)

پ) حرکت دایره‌ای یکنواخت نمونه‌ای از حرکت با شتاب ثابت نیست زیرا جهت شتاب در هر لحظه تغییر می‌کند. (همواره به سمت مرکز دایره) (نادرست)

ت) در یک سفینه در فضا، حالت بی‌وزنی برقرار است و با رها شدن جسم، جسم در همان محل داخل سفینه باقی می‌ماند. (نادرست)

Typesetting math: ۱۰%

سوال ۱۶۹ گزینه درست: ۲

گزینهٔ «۲»

از قانون دوم نیوتون برای نیروی مرکزگرای گرانشی استفاده می‌کنیم:

$$F_{\text{گرانشی}} = \frac{{}^{2}v}{r}m \Rightarrow F_{\text{گرانشی}} = {}^{2}vm \times r$$

$$\frac{{}_{A}^{}r}{{}_{B}^{}r} \times \frac{{}_{A}^{}F}{{}_{B}^{}F} = \frac{{}_{A}^{2}v_{A}m}{{}_{B}^{2}v_{B}m} = \frac{{}_{A}^{}K}{{}_{B}^{}K} \Rightarrow {}^{2}vm\frac{1}{2} = K$$

$$5/2 = \frac{{}_{A}^{}K}{{}_{B}^{}K} \Rightarrow \frac{{}_{e}^{}R + {}_{e}^{}R}{{}_{e}^{}R6/0 + {}_{e}^{}R} \times 2 = \frac{{}_{A}^{}K}{{}_{B}^{}K} \Rightarrow$$

سوال ۱۷۰ گزینه درست: ۴

گزینهٔ «۴»

ابتدا تغییر تکانهٔ توپ را حساب می‌کنیم:

$$(\frac{m.gk}{s})\vec{j}\,4/6 = (\vec{j}\,16) \times 4/0 = p\Delta\ (\vec{j}\,8 - \vec{i}\,6) - \vec{j}\,8 + \vec{i}\,6) \times 4/0 = ({}_{1}v - {}_{2}v)4/0 = \vec{v}\Delta m = \vec{p}\Delta$$

$$(N)\,\vec{j}\,8 = \frac{\vec{j}\,4/6}{8/0} = \frac{\vec{p}\Delta}{t\Delta} = {}_{v}a\vec{F}$$

به توپ دو نیروی وزن و نیرو از طرف سطح زمین وارد می‌شود، بنابراین:

$$(N)\ \ \vec{j}\,12 = \vec{F} \Rightarrow \vec{j}\,8 = (\vec{j}\ -)10 \times 4/0 + \vec{F} \Rightarrow \vec{j}\,8 = \vec{W} + \vec{F}$$

Typesetting math: ۱۰%

سوال ۱۷۱ گزینه درست: ۳

گزینهٔ «۳»

ابتدا تکانهٔ جسم را در لحظات $t_1 = 3s$ و $t_2 = 6s$ پیدا کنیم:

$$\frac{10-F}{5/2} = \frac{F_k\mu_N - F}{m} = \frac{f_k - F}{m} = \frac{(F_{ten})_x}{m} = a_1$$

$$\frac{30-F3}{5/2} = v_3 \underset{v_0=0}{\overset{t=s3}{\rightarrow}} v + at = v_0$$

$$\frac{m.gk}{s}\ 30 - F3 = p_3 \Rightarrow \frac{30-F3}{5/2} \times 5/2 = mv_3 = p_3 \Rightarrow$$

برای پیدا کردن سرعت در لحظهٔ $t = 6s$ ابتدا باید سرعت در لحظهٔ $t = 5s$ را به‌دست آوریم:

$$\frac{m}{s}20 - F2 = v_5 \Rightarrow 0 + 5 \times \frac{10-F}{5/2} = v_5 \underset{v_0=0}{\overset{10-F}{\rightarrow}} v + at = v_5$$ شتاب حرکت پس از پاره شدن نخ برابر است با:

$$\frac{m}{s^2}4 - = 10 \times 4/0 - = g_k\mu - = a_2$$

بنابراین سرعت در لحظهٔ $t = 6s$ برابر است با:

$$\underset{20-F2=v_5}{\overset{\frac{m}{s^2}4-=a_2}{\rightarrow}} v + t_2a = v_6$$

$$\frac{m}{s}\ 24 - F2 = v_6 \Rightarrow (20 - F2) + (1 \times 4 -) = v_6$$

$$\frac{m.gk}{s}\ 60 - F5 = p_6 \Rightarrow (24 - F2)5/2 = mv_6 = p_6$$

بنابراین داریم:

$$N25 = F \Rightarrow 20 = 30 + F3 - 60 - F5 \Rightarrow \frac{m.gk}{s}20 = p\Delta$$

سوال ۱۷۲ گزینه درست: ۳

گزینهٔ «۳»

با استفاده از رابطهٔ $v = \sqrt{\overline{gr_s\mu}}$ می‌توان نوشت:

$$mc100 = m1 = r \Rightarrow \sqrt{\overline{10 \times r \times 4/0}} = 2 \Rightarrow \sqrt{\overline{gr_s\mu}} = v$$

Typesetting math: ۱۰%

سوال ۱۷۳ گزینه درست: ۳

گزینهٔ «۳»

با توجه به رابطهٔ انرژی جنبشی داریم:

$$K_A\frac{3}{4} = K_B \Rightarrow K_A\frac{1}{4} - K_A = K_B$$

$$v_A2 = v_B \Rightarrow 4v_B^2 = v_A^2 \Rightarrow (v_A^2 m_A\frac{1}{2})\frac{3}{4} = v_B^2 m_B\frac{1}{2} \Rightarrow \quad (*)$$ از طرفی نیروی مرکزگرای وارد بر ماهواره همان نیروی گرانشی است. بنابراین داریم:

$$\frac{MG_e}{r} = v^2 \Rightarrow \frac{MG_e}{r_2} = \frac{v^2}{r} \xrightarrow{\frac{MG_e}{r_2}=g} gm = \frac{v^2}{r}m$$

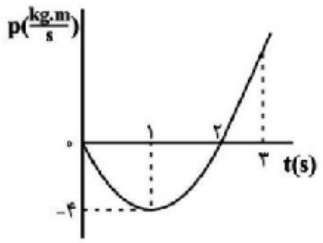
$$\frac{1}{4} = \frac{r_A}{r_B} \xrightarrow{(*)} \frac{r_B}{r_A} = 2\left(\frac{v_A}{v_B}\right) \Rightarrow$$

سوال ۱۷۴ گزینه درست: ۴

گزینهٔ «۴»

نمودار $p-t$ شبیه به نمودار$v-t$ است. و هرگاه نمودار از محور زمان دور شود، نوع حرکت تندشونده و هرگاه نزدیک شود، نوع حرکت کندشونده است پس کافی است.

نمودار $p-t$ را رسم کنیم.



پس ابتدا حرکت تندشونده و پس از $t = 1s$ تا $t = 2s$ کندشونده و بعد از آن تندشونده می‌شود.

Typesetting math: ۱۰%

سوال ۱۷۵ گزینه درست: ۲

گزینهٔ «۲»

وقتی ماهواره در مداری دایره‌ای به شعاع r می‌چرخد، تندی آن به روش زیر محاسبه می‌شود.

$$\frac{{}_1r}{{}_2r}\sqrt{} = \frac{{}_2v}{{}_1v} \Rightarrow \frac{MG}{r} = {}^2v \Rightarrow \frac{Mm}{{}_2r}G = \frac{{}^2v}{r}m$$

در نتیجه برای مقایسه انرژی جنبشی داریم:

$$\frac{{}_1r}{{}_2r} = \frac{{}_2K}{{}_1K} \Rightarrow {}^2\left(\frac{{}_2v}{{}_1v}\right) = \frac{{}_2K}{{}_1K}$$

$$\frac{4}{5} = \frac{{}_eR2}{{}_eR5/2} = \frac{{}_2K}{{}_1K} \xrightarrow[{}_eR5/2 = {}_eR5/1 + {}_eR = {}_2r]{{}_eR2 = {}_eR + {}_eR = {}_1r}$$

درصد تغییرات انرژی جنبشی برابر است با:

$$20 - = 100 \times \left(1 - \frac{4}{5}\right) = 100 \times \left(1 - \frac{{}_2K}{{}_1K}\right)\%$$

سوال ۱۷۶ گزینه درست: ۳

گزینهٔ «۳»

در قسمت OA سرعت اولیه صفر و شتاب ثابت است، بنابراین:

$$\frac{m}{{}_2s}5/0 = {}_1a \Rightarrow {}^24 \times {}_1a\frac{1}{2} = 4 \Rightarrow {}^2_1t_1a\frac{1}{2} = \bar{AO}$$

در قسمت AB حرکت با سرعت ثابت در مسیری مستقیم است، بنابراین:

$$\frac{m}{s}2 = v \Rightarrow 4 \times v = 4 - 12 \Rightarrow t\Delta v = \bar{BA}$$

در قسمت BC، حرکت با شتاب ثابت و سرعت اولیهٔ $۲\frac{m}{s}$ است، زیرا ${}_Bv = {}_Av$(حرکت یکنواخت) است. بنابراین:

$$\frac{m}{{}_2s}5/0 - = \frac{2-}{4} = \frac{2-0}{8-12} = \frac{{}_Bv - {}_Cv}{t\Delta} = {}_3a$$

اگر اندازهٔ نیرویی که در ۴ ثانیهٔ اول سطح تماس به جسم وارد می‌کند برابر با ${}_1NF$ فرض شود، با استفاده از قانون دوم نیوتون داریم:

$${}_1am = gm - {}_1NF \Rightarrow 5/0 \times 800 = 10 \times 800 - {}_1NF \Rightarrow {}_1NF = 8400N$$ [د ر ب ا ز ۀ ز م ا ن ی ۴ ث ا ن ی ه ت ا ۸ ث ا ن ی ه $a_2 = 0$]

است، بنابراین داریم:

$${}_2NF = gm = N8000$$

در بازهٔ زمانی 8s تا 12s داریم: ${}_3am = gm - {}_3NF$

$$\Rightarrow 800 \times 10 = 800 \times (5/0 -) = {}_3NF \Rightarrow {}_3NF = N7600$$

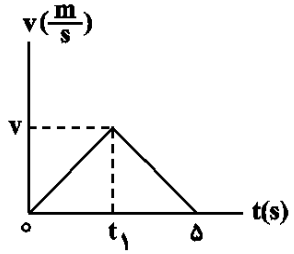
بنابراین اختلاف بیشترین و کمترین اندازهٔ نیرویی که سطح تماس به جسم وارد می‌کند، برابر است با: ${}_3NF - {}_1NF = 7600 - 8400 = N800$

Typesetting math: ۱۰%

سوال ۱۷۷ گزینه درست: ۲

گزینهٔ «۲»

در ابتدا حرکت آسانسور تندشونده و در ادامه تا توقف، کندشونده و در هر دو مرحله شتاب ثابت است. بنابراین، ابتدا شتاب آسانسور در مرحلهٔ حرکت کندشونده را پیدا می‌کنیم. به همین منظور، با رسم نمودار سرعت- زمان و استفاده از سطح زیر نمودار آن بیشینهٔ سرعت را می‌یابیم:

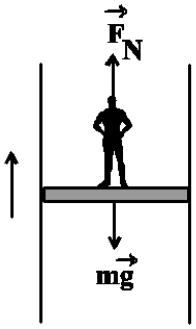


$$\frac{m}{s}6 = v \Rightarrow \frac{v5}{2} = 15 \xrightarrow{m15 = x\Delta} \frac{v \times 5}{2} = S = x\Delta$$

$$s3 = {}_1t \Rightarrow 0 + {}_1t2 = 6 \xrightarrow[\frac{m}{s}2 = {}_1a]{\frac{m}{s}6 = v \ ,\ 0 = {}_0v} {}_0v + {}_1t{}_1a = v$$

$$\frac{m}{{}_2s}3 - = \frac{6-0}{3-5} = {}_2a \xrightarrow[\frac{m}{s}6 = v]{s3 = {}_1t} \frac{v-0}{{}_1t-5} = \frac{v\Delta}{t\Delta} = {}_2a$$

اکنون به صورت زیر ${}_N'F - {}_NF$ را پیدا می‌کنیم.



(۱) مرحلهٔ تندشونده $gm - {}_NF = {}_1am \Rightarrow$

(۲) مرحلهٔ کندشونده $gm - {}_N'F = {}_2am \Rightarrow$

طرفین رابطه‌های (۱) و (۲) را از هم کم می‌کنیم:

$$(gm - {}_N'F) - gm - {}_NF = {}_2am - {}_1am$$

$$gm + {}_N'F - gm - {}_NF = ({}_2a - {}_1a)m$$

$$((3 -) - 2) \times 75 = {}_N'F - {}_NF \xrightarrow[\frac{m}{{}_2s}3 - = {}_2a]{gk75 = m \ ,\ \frac{m}{{}_2s}2 = {}_1a}$$

$$N375 = 5 \times 75 = {}_N'F - {}_NF \Rightarrow$$

Typesetting math: ۱۰%

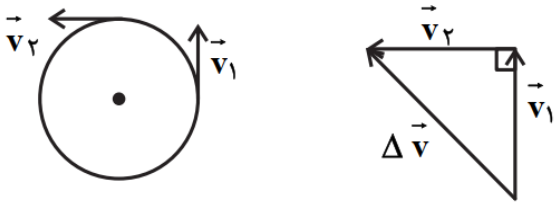
سوال ۱۷۸ گزینه درست: ۱

گزینهٔ «۱»

ابتدا شتاب متوسط متحرک را در ۵ ثانیهٔ اول حرکت پیدا می‌کنیم.

محیط دایره $= r\pi 2 = 10 \times 3 \times 2 = 60m$

مسافت طی شده $= \ell = 5 \times 3 = t.s = \frac{\ell}{r\pi 2} \Rightarrow 15m = \frac{1}{4}$



در این مدت متحرک ربع دایره را پیموده است. بنابراین اندازهٔ تغییر سرعت آن برابر است با: $\Delta v = v\sqrt{2} = \frac{m}{s}\sqrt{2}3$

در نتیجه شتاب متوسط آن برابر است با:

$$(1)\ \frac{m}{s^2}\frac{\sqrt{2}3}{5} = a_v \Rightarrow \frac{\Delta v}{t\Delta} = a_v$$

اندازهٔ شتاب مرکزگرا برابر است با: $a_c = \frac{v^2}{r} = \frac{3^2}{10}$

$$(2)\ \frac{m}{s^2}\frac{9}{10} = a_c \Rightarrow \frac{3^2}{10} = \frac{v^2}{r} = a_c$$

بنابراین:

$$\frac{\sqrt{2}2}{3} = \frac{\frac{\sqrt{2}3}{5}}{\frac{9}{10}} = \frac{a_v}{a_c} \xrightarrow{(2)\ ,\ (1)}$$

سوال ۱۷۹ گزینه درست: ۴

گزینهٔ «۴»

برای محاسبهٔ بیشترین تندی در حالتی‌که در مسیر دایره‌ای و افقی، اتومبیل از مسیر خارج نشود، کافی است اندازهٔ نیروی مرکزگرا برابر با بیشینهٔ نیروی اصطکاک ایستایی بین لاستیک و جاده باشد:

$$F_N\mu_s = \frac{mv^2}{r} \Rightarrow f_{s,\max} = \frac{mv^2}{r}$$

$$\xrightarrow{F_N = mg} \sqrt{gr\mu_s} = v_{\max}$$

می‌بینیم که بیشترین تندی، مستقل از جرم است.

محیط دایره $= 50m = \frac{300}{3 \times 2} = r \Rightarrow 300 = r\pi 2 \Rightarrow 300 =$

$$0/45 = \mu_s \Rightarrow \sqrt{10 \times 50 \times \mu_s} = 15 \Rightarrow \sqrt{gr\mu_s} = v_{\max}$$

Typesetting math: ۱۰%

سوال ۱۸۰ گزینه درست: ۱

گزینهٔ «۱»

تندی چرخش دو نقطهٔ A و B با هم متفاوت است و داریم:

$$\frac{1}{2} = \frac{\frac{\frac{R}{2}\pi 2}{T}}{\frac{R\pi 2}{T}} = \frac{{}_{A}v}{{}_{B}v}$$

حال برای مقایسهٔ اندازهٔ شتاب‌ها داریم:

$$\frac{1}{2} = 2 \times \frac{1}{4} = \frac{{}_{B}r}{{}_{A}r} \times {}^{2}\left(\frac{{}_{A}v}{{}_{B}v}\right) = \frac{{}_{A}a}{{}_{B}a} \Rightarrow \frac{{}^{2}v}{r} = {}_{c}a$$

Typesetting math: ۱۰%