نام دبیر : مهندس مهدی باباخانی

عنوان آزمون : هومورک ۲ دینامیک

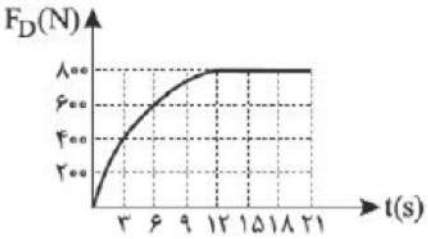
۱ چترباز که با تندی حدی در حال سقوط است، چتر خود را باز می‌کند. در لحظات اولیه‌ی پس از باز کردن چتر، حرکت چترباز چگونه است؟

۱) کندشونده بالا می‌رود.
۲) کندشونده پایین می‌آید.
۳) تندشونده بالا می‌رود.
۴) تندشونده پایین می‌آید.

۲ چتربازی به جرم ۸۰kg از ارتفاع معینی از زمین به پایین می‌پرد. اگر پس از باز شدن چتر، رابطهٔ نیروی مقاومت هوا (f_D) با تندی (v) در SI به صورت $f_D = ۸۰v$ باشد و بیشینهٔ شتاب چترباز به سمت بالا برابر $۵\frac{m}{s^۲}$ باشد، تندی چترباز در لحظهٔ باز شدن چتر چند $\frac{m}{s}$ است؟ $\left(g = ۱۰\frac{N}{\text{kg}}\right)$

۱) ۳۰
۲) ۲۰
۳) ۱۵
۴) ۵

۳ نمودار زیر اندازهٔ نیروی مقاومت هوای وارد بر یک چترباز از لحظهٔ سقوط از هواپیما تا لحظهٔ باز شدن چتر را نشان می‌دهد. در لحظهٔ $t = ۶\text{s}$، شتاب حرکت این چترباز چند متر بر مجذور ثانیه است؟ (نیروی شناوری ناچیز است.) $\left(g = ۱۰\frac{m}{s^۲}\right)$



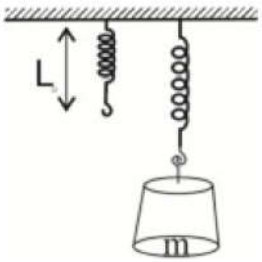
۱) ۲
۲) ۲/۵
۳) ۳
۴) ۳/۵

۴ چتربازی از ارتفاع h از هواپیما به بیرون می‌پرد و پس از چند ثانیه چتر خود را باز می‌کند کدام مورد از گزینه‌های زیر رخ می‌دهد؟

۱) شتاب چترباز ابتدا افزایش یافته و سپس کاهش می‌یابد.
۲) شتاب چترباز پیوسته در حال کاهش است و بیشترین شتاب را در لحظه بیرون پریدن دارد.
۳) سرعت چترباز ابتدا افزایش یافته و سپس کاهش می‌داد.
۴) سرعت چترباز الزاماً در حال افزایش خواهد بود.

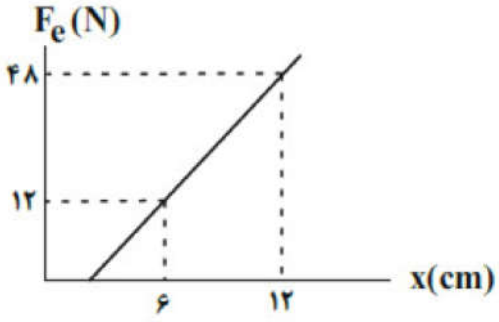
۵) در شکل مقابل پس از آویختن جرم m به فنر و رسیدن به حالت سکون، طول فنر $\frac{۱}{۴}$ افزوده شده است. ضریب سختی فنر چند $\frac{N}{m}$ است؟

$$\begin{cases} L_{\circ} = ۰/۱\text{m} \\ g = ۹/۸\ \frac{N}{\text{kg}} \\ m = ۴/۵\ \text{kg} \end{cases}$$



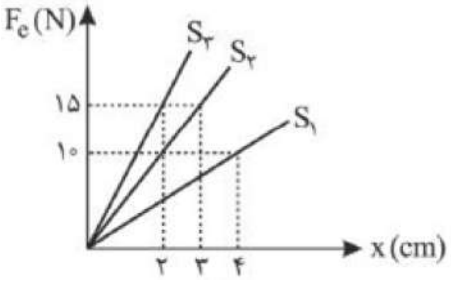
۱) ۱۶۷۷ ۲) ۱۷۶۶ ۳) ۱۷۶۷ ۴) ۱۷۶۴

۶) نمودار اندازهٔ نیروی کشسانی فنری با جرم ناچیز برحسب طول آن مطابق شکل مقابل است. به‌ترتیب از راست به چپ، طول عادی فنر برحسب سانتی‌متر و ثابت فنر برحسب نیوتون بر متر کدام است؟



۱) ۴ و ۶۰۰ ۲) ۴ و ۸۰۰ ۳) ۶ و ۶۰۰ ۴) ۶ و ۸۰۰

۷) شکل زیر تغییرات نیروی کشسانی سه فنر را بر حسب تغییر طول آن‌ها نشان می‌دهد. اگر نیروی کشسانی یکسانی به هر کدام از فنرها وارد شود، تغییر طول فنرهای $S_۱$، $S_۲$ و $S_۳$ با یک‌دیگر چه رابطه‌ای می‌سازند؟



۱) $۲x_۳ = x_۲ = ۳x_۱$ ۲) $x_۱ = ۲x_۲ = ۳x_۳$ ۳) $x_۱ = ۲x_۳ = ۳x_۲$ ۴) $۲x_۱ = x_۲ = ۳x_۳$

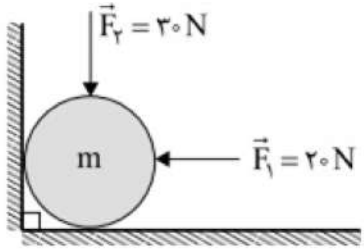
۸) شخصی به جرم m درون آسانسور ساکنی به جرم ۴۰۰ kg ایستاده است. وقتی آسانسور با شتاب ثابت $۳\frac{m}{s^۲}$ به سمت پایین شروع به حرکت می‌کند، اندازهٔ نیروی کشش کابل متصل به آسانسور $۳۲۹۰N$ می‌شود. اگر آسانسور در ادامهٔ همین حرکت با اندازهٔ شتاب ثابت $۲\frac{m}{s^۲}$ سرعت خود را کاهش دهد تا بایستد، اندازهٔ نیرویی که کف آسانسور به شخص وارد می‌کند چند نیوتون خواهد بود؟ $\left(g = ۱۰\frac{N}{\text{kg}}\right)$

۱) ۷۰۰ ۲) ۸۴۰ ۳) ۵۶۰ ۴) ۷۷۰

۹) شخصی به جرم ۸۰kg درون یک آسانسور ساکن قرار دارد. آسانسور از حال سکون با شتاب ثابت به بزرگی $۴\ \frac{m}{s^۲}$ در راستای قائم به سمت پایین شروع به حرکت می‌کند و با شتاب ثابت به بزرگی $۲\ \frac{m}{s^۲}$ متوقّف می‌شود. اگر در بازه‌ی زمانی که حرکت آسانسور تندشونده است، وزن ظاهری شخص برابر $W_۱$ و در بازه‌ی زمانی‌که حرکت آسانسور کندشونده است، وزن ظاهری شخص برابر $W_۲$ باشد، حاصل $W_۱ - W_۲$ چند نیوتون است؟ ($g = ۱۰\ \frac{N}{\text{kg}}$)

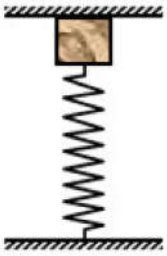
۱) -۱۶۰ ۲) -۴۸۰ ۳) ۱۶۰ ۴) ۴۸۰

۱۰) مطابق شکل روبه‌رو، کره ای به جرم m را روی سطح افقی توسط نیروهای افقی و قائم $F_۱$ و $F_۲$ که امتداد آن‌ها از مرکز کره، عبور می‌کند، به دیوار قائمی می‌فشاریم. اگر اندازه‌ی نیرویی که سطح افقی بر کره وارد می‌کند، دو برابر اندازه‌ی نیرویی باشد که دیوار بر کره وارد می‌کند. m بر حسب کیلوگرم کدام است؟ ($g = ۱۰\frac{m}{s^۲}$ و اصطکاک در تمام سطوح ناچیز است.)



۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۱۱) مکعبی به ابعاد $۱۰\ \text{cm}$ و به جرم $۵۰۰g$ توسط فنری به سطح افقی بالایی فشرده شده است. اگر طول فنر $۲\ \text{cm}$ کمتر از طول اولیه آن باشد، فشار وارده از طرف مکعب به سقف چند کیلوپاسکال است؟ (ثابت فنر: $K = ۲۰\ \frac{N}{\text{Cm}}$ و $g = ۱۰\frac{m}{s^۲}$)

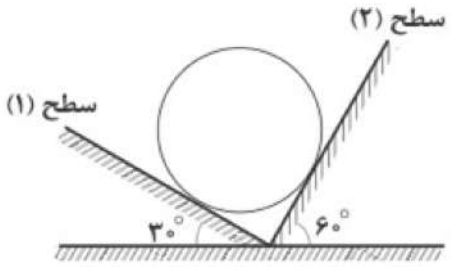


۱) ۳۵۰۰ ۲) ۴۵۰۰ ۳) ۳/۵ ۴) ۴/۵

۱۲) جعبه‌ای به جرم ۵kg، درون یک کامیون در حال حرکت قرار دارد. کامیون با شتاب ثابت $۵\ \frac{m}{s^۲}$ ترمز می‌کند، اما جعبه در کامیون حرکت نمی‌کند. در این صورت نیرویی که از کف کامیون به جعبه وارد می‌شود، چند نیوتون است؟ ($g = ۱۰\ \frac{m}{s^۲}$)

۱) ۲) ۳) $۲۵\sqrt{۵}$ ۴) $\frac{۲۵\sqrt{۵}}{۲}$

۱۳ مطابق شکل، کره‌ای همگن درون یک ناوه‌ی بدون اصطکاک قرار دارد. اگر اندازه‌ی نیرویی که سطح (۱) به کره وارد می‌کند، برابر با $۳۰\,\mathrm{N}$ باشد، به ترتیب از راست به چپ، وزن کره و اندازه‌ی نیرویی که سطح (۲) به آن وارد می‌کند، چند نیوتون است؟



۱) $۱۰\sqrt{۳}-۲۰\sqrt{۳}$ ۲) $۲۰\sqrt{۳}-۲۰\sqrt{۳}$ ۳) $۱۰-۲۰$ ۴) $۲۰-۱۰$

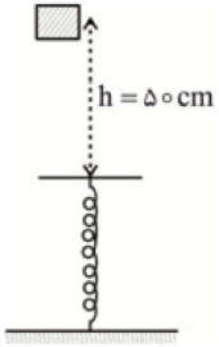
۱۴ اگر به فنر قائمی با جرم ناچیز که طول عادی آن برابر با $۳۰\,\mathrm{cm}$ است وزنه‌ای ۶۰۰ گرمی آویزان کنیم، پس از ایجاد تعادل، طول فنر به $۳۵\,\mathrm{cm}$ می‌رسد. اگر ۲۰۰ گرم به جرم وزنه اضافه کنیم و مجموعه‌ی جرم و فنر را به سقف آسانسوری ساکن آویزان کنیم و آسانسور با شتاب ثابت و رو به پایین از حال سکون شروع به حرکت کند، در این حالت طول فنر مجدداً به $۳۵\,\mathrm{cm}$ می‌رسد. پس از طی چند متر از شروع حرکت، تندی آسانسور به $۱۰\frac{m}{s}$ می‌رسد؟ $\left(g=۱۰\frac{N}{\mathrm{kg}}\right)$

۱) ۲۰ ۲) ۳۰ ۳) ۴۰ ۴) ۴۵

۱۵ شخصی در طبقه سوم ساختمان، سوار آسانسور می‌شود و به طبقه‌ی دهم می‌رود. جرم شخص $۷۰\,\mathrm{kg}$ است و یک کوله پشتی به جرم $۵\,\mathrm{kg}$ بر دوش دارد. آسانسور بین طبقات پنجم تا هفتم مسافت $۶\,\mathrm{m}$ را در مدت ۲ ثانیه با سرعت ثابت طی می‌کند. در این ۲ ثانیه کار نیرویی که آسانسور به شخص وارد می‌کند، چند ژول است؟ $\left(g=۱۰\,\frac{m}{s^۲}\right)$

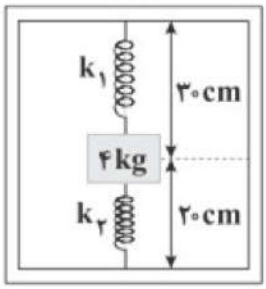
۱) صفر ۲) ۳۹۰۰ ۳) ۴۲۰۰ ۴) ۴۵۰۰

۱۶ مطابق شکل مقابل، جسمی به جرم $۴\,\mathrm{kg}$ از ارتفاع $h=۵۰\,\mathrm{cm}$ از لبه آزاد یک فنر قائم، بدون سرعت اولیه رها می‌شود و به فنر برخورد می‌کند. در لحظه‌ای که فنر به اندازه $۱۰\,\mathrm{cm}$ فشرده شده است. تندی جسم به $۲\,\frac{m}{s}$ می‌رسد. اگر در این وضعیت انرژی پتانسیل کشسانی ذخیره شده در فنر $۱۰\,\mathrm{J}$ باشد، بزرگی نیروی متوسط مقاومت هوا، طی حرکت جسم چند نیوتون است؟ $\left(g=۱۰\,\frac{m}{s^۲}\right)$



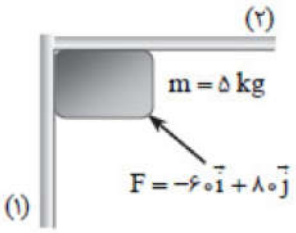
۱) ۶ ۲) ۱۰ ۳) $\frac{۷۰}{۳}$ ۴) $\frac{۸۰}{۳}$

۱۷ مطابق شکل زیر، وزنه‌ای به جرم ۴kg را به دو فنر با ثابت‌های $k_۱ = ۵۰۰\ \frac{N}{m}$ و $k_۲ = ۳۰۰\ \frac{N}{m}$ وصل کرده‌ایم و فنرها در حال تعادل قرار دارند. اگر این مجموعه با شتاب ثابت $۲\ \frac{m}{s^۲}$ به سمت پایین شروع به حرکت کند، طول فنرهای (۱) و (۲) به ترتیب (از راست به چپ) برابر چند سانتی‌متر می‌شوند؟ $\left(g = ۱۰\ \frac{m}{s^۲}\right)$



۱) ۲۴ - ۲۶
۲) ۲۱ - ۲۹
۳) ۲۲ - ۲۸
۴) ۲۲/۵ - ۲۷/۵

۱۸ در شکل مقابل نیروی عمودی سطحی که سطح ۱ به جسم وارد می‌کند چند برابر نیروی عمودی سطحی است که سطح ۲ به جسم وارد می‌کند؟ $\left(g = ۱۰\frac{m}{s^۲}\right)$

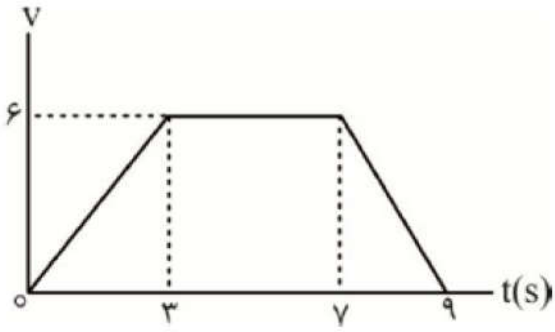


۱) ۱
۲) $\frac{۶}{۵}$
۳) $\frac{۳}{۴}$
۴) ۲

۱۹ شخصی به جرم $۵۰/۰$ کیلوگرم درون آسانسوری روی نیروسنج ایستاده است. اگر آسانسور با شتاب $۲\ \frac{m}{s^۲}$ شروع به حرکت در راستای قائم کند و پس از مدتی با شتاب $۳\ \frac{m}{s^۲}$ کندشونده حرکت کند، اختلاف عددی که نیروسنج در این دو حالت نشان می‌دهد، چند نیوتن است؟ $\left(g = ۹/۸\ \frac{N}{\text{kg}}\right)$

۱) ۲۵۰
۲) ۴۹۰
۳) ۶۴۰
۴) ۱۵۰

۲۰ نمودار سرعت - زمان حرکت یک آسانسور که در حال حرکت رو به بالا است، به صورت شکل مقابل است. اگر اختلاف بیش‌ترین و کم‌ترین نیرویی که در هنگام حرکت آسانسور، از طرف کف آسانسور به جعبه‌ای به جرم m که روی کف آسانسور قرار دارد وارد می‌شود، $۹۰N$ باشد، m چند کیلوگرم است؟ $\left(g = ۱۰\frac{m}{s^۲}\right)$

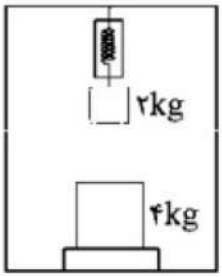


۱) ۹۰ ۲) ۴۵ ۳) ۳۰ ۴) ۱۸

۲۱ مطابق شکل فنری به ثابت $k = ۱۰۰۰\frac{N}{m}$ از سقف آویزان بوده و به طنابی متصل است. اگر شخصی به جرم ۵۰kg از طناب با شتاب $۲\frac{m}{s^۲}$ به سمت پایین شروع به حرکت کند، افزایش طول فنر نسبت به طول طبیعی چند سانتی‌متر است؟ (جرم طناب و فنر ناچیز و $g = ۱۰\frac{m}{s^۲}$ است.)

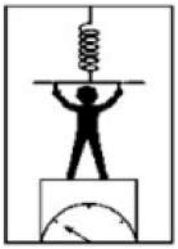
۱) ۰/۴ ۲) ۰/۶ ۳) ۴۰ ۴) ۶۰

۲۲ مطابق شکل زیر، درون یک آسانسور جسمی به جرم ۴kg روی یک ترازوی فنری قرار گرفته است و جسمی به جرم ۲kg توسط یک نیروسنج از سقف آسانسور آویزان شده است. اگر ترازو ۳۲N را نشان دهد، نیروسنج چند نیوتون را نشان خواهد داد؟ $\left(g = ۱۰\ \frac{N}{\text{kg}}\right)$



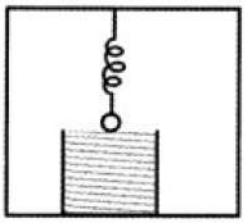
۱) ۱۶ ۲) ۳۲ ۳) ۲۰ ۴) ۶۴

۲۳ مطابق شکل زیر، شخصی به جرم $۵۰\,\mathrm{kg}$ درون آسانسوری که با شتاب $۴\ \frac{m}{s^۲}$ حرکتی تندشونده و رو به پایین دارد، قرار دارد. این شخص فنری به ثابت $۴۰۰\ \frac{N}{m}$ را که از سقف آسانسور آویزان است، به اندازه‌ی $۲۰\,\mathrm{cm}$ به طرف بالا هل می‌دهد. عددی که ترازو نشان می‌دهد، چند نیوتون است؟ $\left(g = ۱۰\ \frac{N}{\mathrm{kg}}\right)$



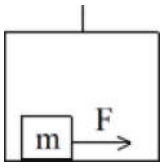
۱) ۲۸۰ ۲) ۳۸۰ ۳) ۲۲۰ ۴) ۴۲۰

۲۴ وزنه‌ای به جرم $۳\mathrm{kg}$ و شعاع $۱/۵\mathrm{cm}$ مطابق شکل زیر توسط فنری از سقف آسانسوری آویزان و در حال تعادل است. در صورتی که در اثر آویزان شدن وزنه طول فنر $۱۵\mathrm{cm}$ افزایش یافته و وزنه درست بر سطح آب ظرف قرار بگیرد. آسانسور باید حداقل با چه شتابی برحسب $\frac{m}{s^۲}$ بالا رود تا وزنه به طور کامل درون آب قرار بگیرد؟ ($g = ۱۰\ \frac{N}{\mathrm{kg}}$ و $k = ۲۰۰\ \frac{N}{m}$ ثابت فنر)



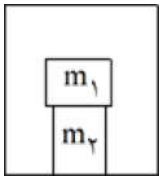
۱) ۱ ۲) ۱/۵ ۳) ۲ ۴) ۲/۵

۲۵ جسمی به جرم ۳ کیلوگرم در کف آسانسوری که با شتاب $۲\ \frac{m}{s^۲}$ تندشونده رو به بالا در حرکت است، تحت نیروی افقی F در آستانهٔ حرکت قرار دارد. اگر آسانسور با شتاب $۲\ \frac{m}{s^۲}$ تندشونده رو به پایین حرکت کند، نیروی افقی F چه شتابی به m می‌دهد؟ $(\mu_s = ۰/۵, \mu_k = ۰/۴)$



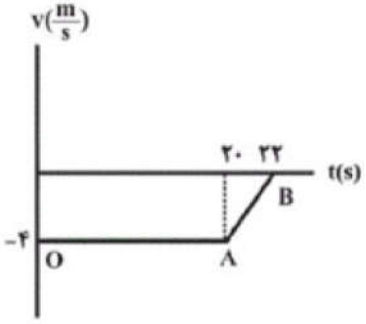
۱) ۱/۸ ۲) ۲/۸ ۳) ۱/۶ ۴) ۲/۶

۲۶ مطابق شکل، وزنه‌های $m_۱ = ۱۰\text{kg}$ و $m_۲ = ۲۰\text{kg}$ داخل یک آسانسور قرار دارند. این آسانسور با سرعت $۱۲\frac{m}{s}$ در حال حرکت به طرف پایین بوده است، با شتاب ثابت ترمز می‌کند و در مدت ۳s متوقف می‌شود. در طول این زمان (توقف)، اندازهٔ نیرویی که $m_۱$ به $m_۲$ وارد می‌کند، چند نیوتن است؟



۱) ۱۲۰ ۲) ۶۰ ۳) ۱۴۰ ۴) ۸۰

۲۷ وزنه‌ای به جرم یک کیلوگرم را به انتهای فنری به ثابت k می‌بندیم و فنر را از سقف یک آسانسور آویزان می‌کنیم تا ساکن شود. اگر آسانسور به سمت پایین در حال حرکت باشد، نمودار سرعت - زمان آسانسور در قسمتی از مسیر مطابق شکل زیر است. اگر اختلاف طول فنر در دو مرحلهٔ OA و AB برابر با ۲mm باشد، ثابت فنر چند $\frac{N}{\text{cm}}$ است؟ ($g = ۱۰\frac{N}{\text{kg}}$)



۱) ۲۰۰ ۲) ۲۰ ۳) ۱۰۰۰ ۴) ۱۰

۲۸ جسمی به جرم ۴ kg روی نیروسنجی که در کف یک آسانسور نصب است، قرار دارد. اگر در هنگام حرکت آسانسور نیروسنج عدد $۳۲N$ را نشان دهد، جهت و بزرگی بردار شتاب حرکت آسانسور (برحسب نیوتون بر کیلوگرم) کدام است؟ $\left(g = ۱۰\frac{N}{\text{kg}}\right)$

۱) پایین، ۸ ۲) پایین، ۲

۳) بالا یا پایین هر دو ممکن است، ۸ ۴) بالا یا پایین هر دو ممکن است، ۲

۲۹ در شکل زیر، بسته‌ی نشان داده‌شده، با شتاب ثابت به سمت پایین سطح شیبدار در حال حرکت است. کار چه تعداد از نیروهای زیر، در جابه‌جایی از A تا B برابر صفر است؟

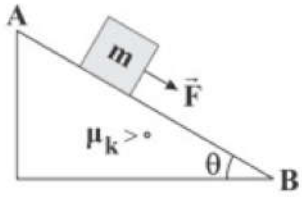
الف) وزن جسم

ب) نیروی $\overrightarrow{F}$

ج) نیروی اصطکاک

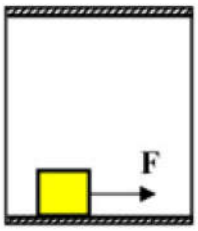
د) نیروی عکس‌العمل عمودی سطح

هـ) نیروی عکس‌العمل سطح



۱ ۴ ۲ ۳ ۳ ۲ ۴ ۱

۳۰ در شکل مقابل آسانسور با شتاب $۲\ \frac{m}{s^۲}$ به‌صورت تندشونده بالا می‌رود. اگر ضریب اصطکاک جسم به جرم ۲kg با کف آسانسور $\mu_k = ۰/۲$ باشد، نیروی F چند نیوتن باشد تا جسم با شتاب $۳\ \frac{m}{s^۲}$ نسبت به کف آسانسور شروع به حرکت کند؟



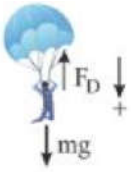
۹/۲ ۱ ۹/۸ ۲ ۱۰/۲ ۳ ۱۰/۸ ۴

۱ گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

در لحظات اولیه بعد از باز کردن چتر، نیروی مقاومت هوا از نیروی وزن جسم بیشتر شده و شتاب جسم رو به بالا خواهد شد. با توجه به تداوم حرکت جسم رو به پایین، حرکت جسم، کندشونده رو به پایین خواهد بود.

۲ گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

چترباز در لحظهٔ باز شدن چتر، بیش‌ترین شتاب را دارد. در این لحظه نیروی مقاومت هوا از وزن بیش‌تر است.



$$F_{net} = ma$$
$$F_D - mg = ma$$
$$\Rightarrow ۸۰v - ۸۰۰ = ۸۰ \times ۵ \Rightarrow v = ۱۵ \frac{m}{s}$$

۳ گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

با توجه به نمودار مطمئناً از لحظهٔ $۱۸s$ تا $۲۱s$ نیروی مقاومت هوا مقدار ثابت $۸۰۰N$ باقی مانده است. در این مدت نیروی مقاومت هوا با وزن چترباز متوازن شده و چترباز به تندی حدی رسیده است:

$$mg = ۸۰۰ \Rightarrow m = ۸۰kg$$

در لحظهٔ $t = ۶s$، $f_D = ۶۰۰N$ است:

$$\uparrow$$
$$-f_D + mg = ma \Rightarrow -۶۰۰ + ۸۰۰ = ۸۰a \Rightarrow a = +۲/۵ \frac{m}{s^۲}$$
$$\downarrow$$

چترباز در این لحظه با شتاب $۲/۵ \frac{m}{s^۲}$ در حال سقوط است.

۴ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. از لحظه شروع حرکت f_D (نیروی مقاومت هوا) ابتدا به دلیل افزایش سرعت بیش‌تر می‌شود بنابراین برآیند نیروها یعنی $mg - f_D$ کاهش می‌یابد و شتاب کاهش می‌یابد. هنگام باز کردن چتر، نیروی f_D علاوه بر مقاومت هوا روی چتر باز، بر چتر هم وارد می‌شود که به مراتب از قبل بیش‌تر است و باعث کاهش شتاب می‌شود. در همه حالت‌ها سرعت در حال افزایش است ولی ممکن است در شرایط خاصی که $mg = f_D$ باشد به سرعت ثابت (سرعت حدی) برسیم.

۵ گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

$$\begin{cases} L_۰ = ۱۰cm \\ m = ۴/۵kg \\ g = \frac{۹/۸N}{kg} \end{cases}$$

$$\Delta L = L - L_۰ = \frac{۱}{۴} L_۰ = \frac{۱}{۴} \times ۱۰ = ۲/۵ \, cm = ۲/۵ \times ۱۰^{-۲} \, m$$

$$\begin{cases} F_e = K\Delta L \\ F_e = mg \end{cases} \rightarrow K\Delta L = mg \rightarrow K = \frac{mg}{\Delta L} = \frac{۴/۵ \times ۹/۸}{۲/۵ \times ۱۰^{-۲}}$$

$$K = \frac{۴۴/۱}{۲/۵ \times ۱۰^{-۲}} = ۱۷/۶۴ \times ۱۰^{۲} = ۱۷۶۴ \frac{N}{m}$$

$\Delta x = \Delta L$ طول اولیه فنر $L_۰$

طول ثانویه فنر L

۶ گزینه ۱ پاسخ صحیح است. با استفاده از رابطهٔ اندازهٔ نیروی کشسانی فنر ($F_e = \mathrm{kx}$) برای دو نقطهٔ مشخص بر روی نمودار داریم:

$$\begin{cases} F_۱ = k(x_۱ - x_۰) \Rightarrow ۱۲ = k\left(\frac{۶}{۱۰۰} - x_۰\right) \ (۱) \\ F_۲ = k(x_۲ - x_۰) \Rightarrow ۴۸ = k\left(\frac{۱۲}{۱۰۰} - x_۰\right) \ (۲) \end{cases} \xrightarrow{۲,۱} ۴۸ - ۱۲ = \frac{۱۲}{۱۰۰}k - \frac{۶}{۱۰۰}k$$

$$\Rightarrow ۳۶ = \frac{۶}{۱۰۰}k \Rightarrow k = ۶۰۰\frac{N}{m}$$

حال در یکی از روابط ۱ یا ۲، k را جایگذاری کرده و طول اولیهٔ فنر را به دست می‌آوریم:

$$\xrightarrow{(۱)} ۱۲ = ۶۰۰\left(\frac{۶}{۱۰۰} - x_۰\right) \Rightarrow ۱۲ = ۳۶ - ۶۰۰x_۰ \Rightarrow ۶۰۰x_۰ = ۲۴$$

$$\Rightarrow x_۰ = \frac{۲۴}{۶۰۰}m = ۴\times۱۰^{-۲}m = ۴\ \mathrm{cm}$$

۷ گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

با توجه به رابطهٔ $F_e = \mathrm{kx}$، ثابت فنر (K) هر فنر را به‌دست می‌آوریم:

$$S_۱ \text{فنر} : F_e = \mathrm{kx} \Rightarrow ۱۰ = k\times۴ \Rightarrow k_۱ = ۲/۵\frac{N}{\mathrm{cm}}$$

$$S_۲ \text{فنر} : F_e = \mathrm{kx} \Rightarrow ۱۵ = k\times۳ \Rightarrow k_۲ = ۵\frac{N}{\mathrm{cm}}$$

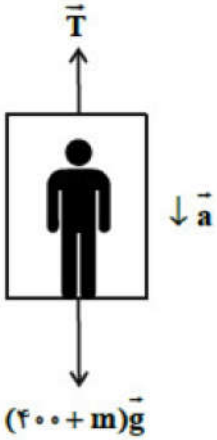
$$S_۳ \text{فنر} : F_e = \mathrm{kx} \Rightarrow ۱۵ = k\times۲ \Rightarrow k_۳ = ۷/۵\frac{N}{\mathrm{cm}}$$

حال اگر نیروی یکسان F به هر فنر وارد شود، داریم:

$$\begin{cases} S_۱ \text{فنر} : F = ۲/۵x_۱ \\ S_۲ \text{فنر} : F = ۵x_۲ \\ S_۳ \text{فنر} : F = ۷/۵x_۳ \end{cases} \Rightarrow ۲/۵x_۱ = ۵x_۲ = ۷/۵x_۳$$

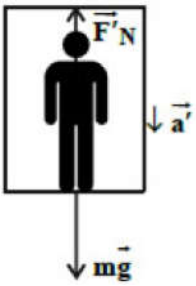
$$\Rightarrow \begin{cases} x_۱ = ۲\mathrm{x}_۲ \\ x_۱ = ۳\mathrm{x}_۳ \end{cases} \Rightarrow x_۱ = ۲\mathrm{x}_۲ = ۳\mathrm{x}_۳$$

۸ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. 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:



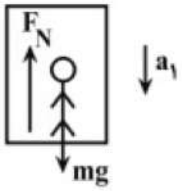
$$F_{\text{net}} = (m+M)a \Rightarrow (۴۰۰+m)g - T = (۴۰۰+m)a$$
$$\Rightarrow (۴۰۰+m)(g-a) = T \Rightarrow (۴۰۰+m)(۱۰-۳) = ۳۲۹۰$$
$$\Rightarrow m = ۷۰\ \text{kg}$$

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

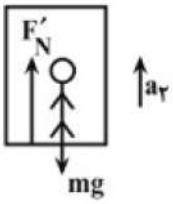


$$F'_{\text{net}} = ma' \Rightarrow mg - F'_N = ma'$$
$$\Rightarrow ۷۰\times۱۰ - F'_N = ۷۰\times(-۲) \Rightarrow F'_N = ۸۴۰N$$

۹ گزینه ۲ پاسخ صحیح است.



هنگام شروع به حرکت:
(حرکت تندشونده)

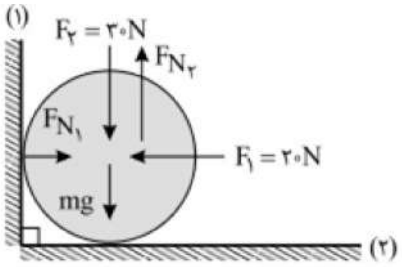


هنگام متوقف شدن:
(حرکت کندشونده)

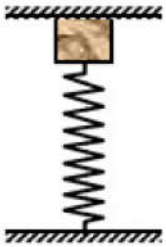
$$F_N = W_۱ = m(g-a_۱)$$
$$F'_N = W_۲ = m(g+a_۲)$$
$$W_۱ - W_۲ = m(g-a_۱) - m(g+a_۲) \Rightarrow W_۱ - W_۲ = -۸۰(۴+۲) = -۴۸۰\ N$$

۱۰ گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

$$F_{N_۱} = F_۱ = ۲۰N$$
$$F_{N_۲} = F_۲ + mg = ۳۰ + ۱۰m$$
$$F_{N_۲} = ۲F_{N_۱} \Rightarrow ۳۰ + ۱۰m = ۴۰ \Rightarrow m = ۱kg$$



۱۱ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. نیروهای وارد بر جسم باید متوازن باشند:



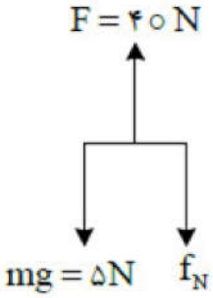
فنر $F = \mathrm{kx} = ۲۰\frac{N}{\mathrm{cm}} \times ۲\mathrm{cm} = ۴۰N$

$\mathrm{mg} = ۰/۵ \times ۱۰ = ۵N$

خالص $F = ۰ \Rightarrow ۴۰ = ۵ + f_N$

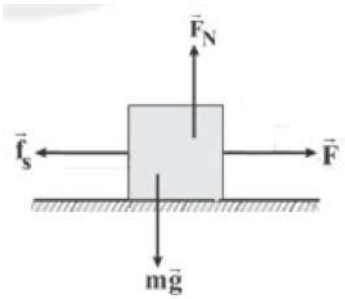
$f_N = ۳۵N$

جسم :



$P = \frac{f_N}{A} = \frac{۳۵}{۱۰^{-۲}} = ۳۵۰۰\mathrm{Pa} = ۳/۵\,\mathrm{kPa}$

۱۲ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. از آن‌جایی که جعبه درون کامیون قرار دارد، شتابی معادل $۵\ \frac{m}{s^۲}$ به جعبه نیز وارد می‌شود، بنابراین نیرویی معادل $F = \mathrm{ma}$ نیز به جعبه وارد می‌شود، اما جعبه حرکت نمی‌کند، یعنی نیروی اصطکاک بین جعبه و سطح (کف کامیون) بر این نیرو غلبه کرده است، بنابراین داریم:



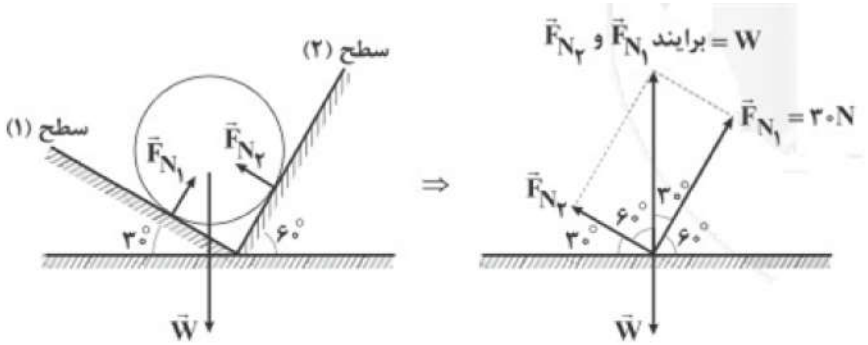
$F_N = \mathrm{mg} = ۵۰\mathrm{N}$

$f_s = \mathrm{ma} = ۵ \times ۵ = ۲۵\mathrm{N}$

نیرویی که از کف کامیون به جعبه وارد می‌شود، برایند دو نیروی اصطکاک و نیروی عمودی سطح است، بنابراین:

$$R = \sqrt{F_N^{۲} + f_s^{۲}} \Rightarrow R = \sqrt{(۵۰)^{۲} + (۲۵)^{۲}} = ۲۵\sqrt{۵}\,N$$

۱۳ گزینه ۱ پاسخ صحیح است. شکل زیر، نیروهای وارد بر کره را نشان می‌دهد. چون کره در تعادل است، برایند این سه نیرو باید صفر شود، بنابراین اندازه‌ی برایند نیروهای $\vec{F}_{N_1}$ و $\vec{F}_{N_2}$ برابر با اندازه‌ی نیروی $\vec{W}$ است.



$$\underbrace{\cos ۳۰^\circ}_{\frac{\sqrt{۳}}{۲}} = \frac{\text{ضلع مجاور}}{\text{وتر}} = \frac{F_{N_1}}{W} \Rightarrow \frac{\sqrt{۳}}{۲} = \frac{F_{N_1}}{W} \xrightarrow{F_{N_1}=۳۰N} W = ۲۰\sqrt{۳}N$$

$$\underbrace{\cos ۶۰^\circ}_{\frac{۱}{۲}} = \frac{\text{ضلع مجاور}}{\text{وتر}} = \frac{F_{N_2}}{W} \Rightarrow \frac{۱}{۲}\ \frac{F_{N_2}}{W} \xrightarrow{W=۲۰\sqrt{۳}N} F_{N_2} = ۱۰\sqrt{۳}N$$

۱۴ گزینه ۱ پاسخ صحیح است. در حالت اول که فنر ساکن است، داریم: $m_1 g = k\Delta x$

در حالت دوم، چون مجموعه‌ی 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:

$$(F_{net})_y = m_2 a \Rightarrow m_2 g - kx = m_2 a \Rightarrow kx = m_2(g-a)$$

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

$$m_1 g = m_2(g-a) \Rightarrow ۰/۶\times ۱۰ = ۰/۸\times(۱۰-a) \Rightarrow a = ۲/۵\,\frac{m}{s^2}$$

حال با استفاده از معادله‌ی سرعت - جابه‌جایی داریم:

$$v^2 = v_0^2 + 2a\Delta y \Rightarrow (۱۰)^2 = ۰ + ۲\times ۲/۵\times \Delta y \Rightarrow \Delta y = ۲۰m$$

۱۵ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. ابتدا جابه‌جایی را به‌دست می‌آوریم که همان ۶ متر است. نیرویی که آسانسور به شخص وارد می‌کند همان N است.

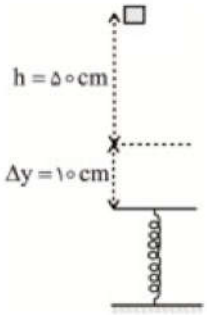
$$\Sigma F = ma$$

$$N - mg = ma$$

$$N = m(g+a) = ۷۰\times(۱۰+۰) = ۷۰۰\ N$$

$$W_N = N\times d = ۷۰۰\times ۶ = ۴۲۰۰\ J$$

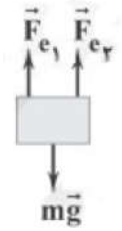
۱۶ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. به کمک $\Delta E = W_{\bar{f}D}$، داریم:



$$\Delta U + \Delta K = W_{\bar{f}_D} \rightarrow -mg(h+\Delta y) + U_e + \frac{۱}{۲}mv^{۲} = W_{\bar{f}_D}$$

$$-۴\times۱۰(۰/۵ + ۰/۱) + ۱۰ + \frac{۱}{۲}\times۴\times۲^{۲} = -\bar{f}_{D(۰/۶)} \rightarrow \bar{f}_D(۰/۶) \rightarrow \bar{f}_D = ۱۰N$$

۱۷ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. از آن‌جایی که دو فنر به نوعی به هم متصل‌اند، هر چقدر فنر $k_۱$ باز شود، فنر $k_۲$ به همان اندازه فشرده می‌شود، بنابراین در حالتی که مجموعه ساکن است و شروع به حرکت نکرده است، داریم:



$$F_{e_۱} + F_{e_۲} = mg \Rightarrow k_۱\Delta x_۱ + k_۲\Delta x_۲ = mg \xrightarrow{\Delta x_۱ = \Delta x_۲} ۵۰۰\Delta x_۱ + ۳۰۰\Delta x_۱ = ۴۰$$

$$\Rightarrow ۸۰۰\Delta x_۱ = ۴۰ \Rightarrow \Delta x_۱ = \frac{۴۰}{۸۰۰} = \frac{۱}{۲۰}m = ۵\ cm$$

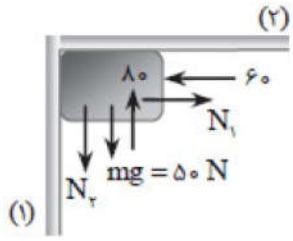
این یعنی تغییر طول هر دو فنر $۵cm$ بوده، بنابراین طول اولیه‌ی هر دو فنر ۲۵ سانتی‌متر بوده است.

پس برای حالتی که مجموعه شروع به حرکت می‌کند، داریم:

$$۸۰۰\Delta x' = m(g-a) \Rightarrow ۸۰۰\Delta x' = ۴\times۸ \Rightarrow \Delta x' = \frac{۴}{۱۰۰}m = ۴cm$$

یعنی در این حالت فنرها $۴cm$ نسبت به طول اولیه‌ی خود $(۲۵cm)$ جابه‌جا می‌شوند، بنابراین طول فنر (۱) به ۲۹ سانتی‌متر و طول فنر (۲) به ۲۱ سانتی‌متر می‌رسد.

۱۸ گزینه ۴ پاسخ صحیح است.



$$\left.\begin{array}{l} F_{\text{net } x} = ۰ \Rightarrow N_۱ = ۶۰N \\ F_{\text{net } y} = ۰ \Rightarrow N_۲ = ۸۰ - ۵۰ = ۳۰N \end{array}\right\} \Rightarrow \frac{N_۱}{N_۲} = ۲$$

۱۹ گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

حالت اول: تندشونده به بالا: $N - mg = ma \Rightarrow N = -۵۰(۹/۸) = ۵۰\times۲ \Rightarrow N = ۳۹۰\ N$

حالت دوم: کندشونده به بالا: $N - mg = m(-a) \Rightarrow N - ۵۰(۹/۸) = ۵۰(-۳) \Rightarrow N = ۶۴۰\ N$

$$\Rightarrow N_۲ - N_۱ = ۶۴۰ - ۳۹۰ = ۲۵۰\ N$$

۲۰ گزینه ۴ پاسخ صحیح است. در ۳ ثانیه اول حرکت، شتاب رو به بالا است $(a_1 > 0)$ و در ۲ ثانیه آخر حرکت شتاب رو به پایین است $(a_3 < 0)$. به کمک $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$، داریم:

$$\begin{cases} a_1 = \frac{۶}{۳} = +۲\frac{m}{s^۲} \Rightarrow F_1 = m(۱۰+۲) = ۱۲m \\ a_3 = -\frac{۶}{۳} = -۳\frac{m}{s^۲} \Rightarrow F_2 = m(۱۰-۳) = ۷m \end{cases} \Rightarrow F_1 - F_2 = ۵m \Rightarrow ۵m = ۹۰$$

$$\Rightarrow m = ۱۸\,\text{kg}$$

۲۱ گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

$$F_{\text{net}} = \text{ma} \Rightarrow \text{mg} - f = \text{ma}$$
$$f = m(g-a) = ۵۰(۱۰-۲) = ۴۰۰\text{N}$$
$$f = F_e = \text{K}\Delta\text{L} \Rightarrow ۴۰۰ = ۱۰۰۰\Delta\text{L}$$
$$\Rightarrow \Delta\text{L} = ۰/۴\text{m} \Rightarrow \Delta\text{L} = ۴۰\text{cm}$$

۲۲ گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

گام اول: اگر بزرگی نیرویی که ترازو به جسم وارد می‌کند را به F نشان دهیم، داریم:

$$F = m(g+a) = ۴(g \pm a)$$

گام دوم: اگر بزرگی نیرویی که نیروسنج به جسم آویزان‌شده از سقف وارد می‌کند را با F' نشان دهیم، داریم:

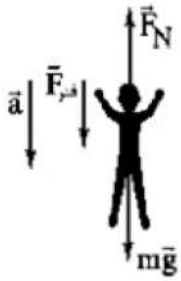
$$F' = m'(g \pm a) = ۲(g \pm a)$$

گام سوم: و در آخر با نوشتن یک تناسب ساده خواهیم داشت:

$$\frac{F'}{F} = \frac{۲(g \pm a)}{۴(g \pm a)} \xrightarrow{F=۳۲\text{N}} \frac{F'}{۳۲} = \frac{۱}{۲} \Rightarrow F' = ۱۶\text{N}$$

۲۳ گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

شتاب حرکت رو به پایین است و نیروهای وارد بر شخص به شکل زیر است، ترازو مقدار نیروی عمودی سطح $(\vec{F}_N)$ را نشان می‌دهد.



$$F_{\text{net}_y} = \text{ma}$$
$$\Rightarrow \text{mg} + F_{\text{فنر}} - F_N = \text{ma}$$
$$\text{mg} + \text{kx} - \text{Fn} = \text{ma}$$
$$\Rightarrow ۵۰\times۱۰ + ۴۰۰\times\frac{۲}{۱۰} - F_N = ۵۰\times۴$$
$$\Rightarrow F_N = ۳۸۰\ N$$

۲۴ گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

$$\Delta\text{L} = \text{قطر وزنه} + ۱۵ = ۱۸\text{cm}$$
$$\text{k}\Delta\text{L} = \text{mg}' \Rightarrow ۲۰۰\times۱۸\times۱۰^{-۲} = ۳\times g' \Rightarrow g' = ۱۲\ \frac{m}{s^۲}$$
$$a + g = g' \Rightarrow a + ۱۰ = ۱۲ \Rightarrow a = ۲\ \frac{m}{s^۲}$$

۲۵ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. در حالت اول:

$$N_۱ = m(g+a) = ۳(۱۰+۲) = ۳۶\text{N}$$

$$F = f_{s\,\max} \Rightarrow F = \mu_s N_۱ = \frac{۱}{۲} \times ۳۶ = ۱۸N$$

در حالت دوم:

$$N_۲ = m(g-a) = ۳(۱۰-۲) = ۲۴N$$

$$F = f_k \Rightarrow F - \mu_k N_۲ = ۱۸ - \frac{۴}{۱۰}(۲۴) = ۱۸ - ۹/۶ = ۸/۴ = ۳\text{a}$$

$$a = \frac{۸/۴}{۳} = ۲/۸\frac{m}{s^۲}$$

۲۶ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. شتاب حرکت رو به بالا است.

$v = \text{at} + v_۰ \Rightarrow ۰ = a \times t + ۱۲ \Rightarrow a = -۴\frac{m}{s^۲}$ شتاب آسانسور

$$N - m_۱ g = m_۱ a \Rightarrow N - ۱۰۰ = ۱۰ \times ۴ \Rightarrow N = ۱۴۰\text{N}$$

۲۷ گزینه ۴ پاسخ صحیح است. چون آسانسور رو به پایین در حرکت است، اندازهٔ نیروی فنر از رابطهٔ زیر به دست می‌آید.

$$F_{\text{net}} = \text{ma} \Rightarrow F_e - \text{mg} = \text{ma} \xrightarrow{F_e = \text{kx}} \text{kx} = m(g+a)$$

در مرحلهٔ OA شتاب حرکت صفر است، پس داریم:

$$\text{kx}_۱ = \text{mg} = ۱ \times ۱۰ \Rightarrow \text{kx}_۱ = ۱۰N \quad (۱)$$

در مرحلهٔ AB اندازهٔ شتاب حرکت برابر است با:

$$|a| = \frac{\Delta \text{v}}{\text{xt}} = \frac{۰ - (-۴)}{۲} = ۲\frac{m}{s^۲}$$

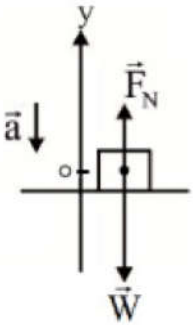
در این حالت داریم:

$$\text{kx}_۲ = ۱ \times (۱۰+۲) = ۱۲N \quad (۲)$$

اگر رابطهٔ (۱) و (۲) را از هم جدا کنیم:

$$k(x_۲ - x_۱) = ۲ \xrightarrow{x_۲ - x_۱ = ۰/۲\ \text{cm}} k \times ۰/۲ = ۲ \Rightarrow k = ۱۰\frac{N}{\text{cm}}$$

۲۸ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. با توجه به کوچک‌تر از وزن بودن نیرویی که از طرف نیروسنج به شخص وارد می‌شود، پس جهت بردار شتاب رو به پایین است. البته با نوشتن رابطه قانون دوم نیوتون نیز می‌توانیم به این نتیجه برسیم:



$$F_{\text{net}} = \text{ma} \Rightarrow F_N - W = \text{ma} \Rightarrow ۳۲ - ۴۰ = ۴a \Rightarrow a = -۲\frac{N}{\text{kg}}$$

۲۹ گزینه ۴ پاسخ صحیح است. از بین نیروهای مورد بررسی سؤال، تنها نیروی عکس‌العمل عمودی سطح بر مسیر حرکت عمود بوده و کار آن صفر است.

بررسی سایر موارد:

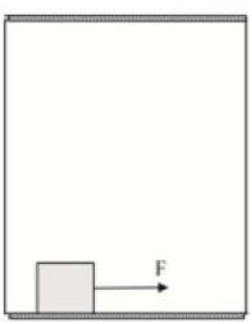
الف) چون جسم پایین می‌آید، کار نیروی وزن، مثبت است.

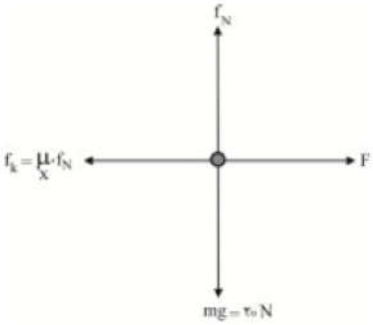
ب) نیروی $\vec{F}$ هم‌جهت با جابه‌جایی به جسم وارد می‌شود، پس کار آن مثبت است.

ج) نیروی اصطکاک در خلاف جهت جابه‌جایی به جسم وارد می‌شود و کار آن منفی است.

هـ) کار نیروی عکس‌العمل سطح برابر مجموع کار نیروی اصطکاک و نیروی عکس‌العمل عمودی سطح است. با توجه به این‌که کار نیروی اصطکاک، منفی و کار نیروی اعکس‌العمل عمودی سطح، صفر است، بنابراین کار نیروی عکس‌العمل سطح نیز منفی خواهد بود.

۳۰ گزینه ۴ پاسخ صحیح است.





خالص $F_y = \text{ma} \Rightarrow f_N - ۲۰ = ۲\times۲ \Rightarrow f_N = ۲۴\text{N}$

خالص $F_x = \text{ma} \Rightarrow F - ۰/۲ \times ۲۴ = ۲\times۳ \Rightarrow F = ۱۰/۸\, N$

۱	۱	**۲**	۳	۴
۲	۱	۲	**۳**	۴
۳	۱	**۲**	۳	۴
۴	۱	**۲**	۳	۴
۵	۱	۲	۳	**۴**
۶	**۱**	۲	۳	۴
۷	۱	**۲**	۳	۴
۸	۱	**۲**	۳	۴
۹	۱	**۲**	۳	۴
۱۰	**۱**	۲	۳	۴
۱۱	۱	۲	**۳**	۴
۱۲	۱	۲	**۳**	۴
۱۳	**۱**	۲	۳	۴
۱۴	**۱**	۲	۳	۴
۱۵	۱	۲	**۳**	۴
۱۶	۱	**۲**	۳	۴
۱۷	۱	**۲**	۳	۴
۱۸	۱	۲	۳	**۴**
۱۹	**۱**	۲	۳	۴
۲۰	۱	۲	۳	**۴**
۲۱	۱	۲	**۳**	۴
۲۲	**۱**	۲	۳	۴
۲۳	۱	**۲**	۳	۴
۲۴	۱	۲	**۳**	۴
۲۵	۱	**۲**	۳	۴
۲۶	۱	۲	**۳**	۴
۲۷	۱	۲	۳	**۴**
۲۸	۱	**۲**	۳	۴
۲۹	۱	۲	۳	**۴**
۳۰	۱	۲	۳	**۴**