انتشارات گیلنا

روش های تست زنی

فیزیک دوازدهم

دینامیک

به سبک استاد **سامان مطلبی**

ضمیمه لوح های تصویری

بر اساس جدید ترین تغییرات تیپ بندی
تست ها در کنکور سراسری مبتنی بر
محتوای کتاب درسی

برای تهیه لوح های تصویری با شماره ۰۹۱۲۱۱۱۴۱۵۷ تماس بگیرید .

#کنکور آسان است

نیرو

قوانین نیوتن :

۱) قانون اول

$$\sum F = 0$$

۲) قانون دوم

$$\sum F = ma$$

۳) قانون سوم

مثال ۱ :

اگر نیروهای وارد بر یک جسم در حال حرکت ، متوازن باشند (برآیندشان صفر باشد) :

۱) سرعت جسم ثابت می ماند .

۲) حرکت جسم با شتاب ثابت تندشونده خواهد بود .

۳) مسیر حرکت جسم ممکن است دایره ای یا سهمی باشد .

۴) سرعت جسم در مسیر مستقیم کاهش می یابد تا متوقف شود .

کنکور سراسری

مثال ۲ :

مطابق شکل زیر ، دو نفر به جرم های m_1 و $m_2 = \frac{1}{2} m_1$ روی یک سطح افقی با اصطکاک ناچیز قرار دارند . اگر در ابتدا به فاصله های مساوی از نقطه ی O قرار داشته باشند و توسط طنابی هر یک دیگری را به سمت خود بکشد ، کدام یک از موارد زیر درست است ؟

۱) در نقطه O به یکدیگر می رسند .

۲) بین O و B به یکدیگر می رسند .

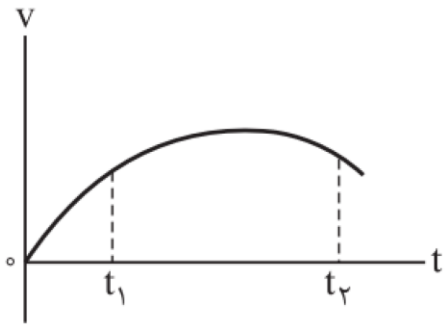
۳) بین O و A به یکدیگر می رسند .

۴) m_1 ساکن می ماند و m_2 به او می رسد .

کنکور سراسری

مثال ۳ :

نمودار سرعت زمان متحرکی که در مسیر مستقیم حرکت می کند ، به صورت شکل زیر است . بزرگی نیروی خالص وارد بر این متحرک (برآیند نیروها) ، در بازه ی زمانی t_1 تا t_2 چگونه تغییر می کند ؟



۱) پیوسته ثابت .

۲) پیوسته افزایش .

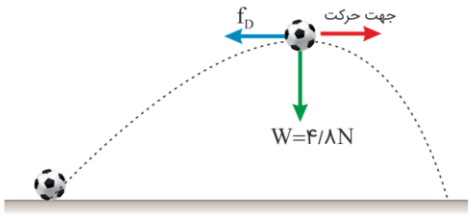
۳) ابتدا افزایش ، سپس کاهش .

۴) ابتدا کاهش ، سپس افزایش .

کنکور سراسری

مثال ۴ :

شکل زیر ، نیروهای وارد بر توپی در بالاترین نقطه ی مسیرش نشان می دهد که در آن $\vec{f}_D$ نیروی مقاومت هوا و $\vec{W}$ وزن توپ است . اگر بزرگی شتاب در این لحظه $\frac{۶۵}{۶} m/s^۲$ باشد ، f_D چند نیوتن است ؟ (از نیروهای دیگر وارد بر توپ صرف نظر کنید و $g = ۱۰ m/s^۲$)



۱) ۱

۲) ۱/۵

۳) ۲

۴) ۲/۵

کنکور سراسری

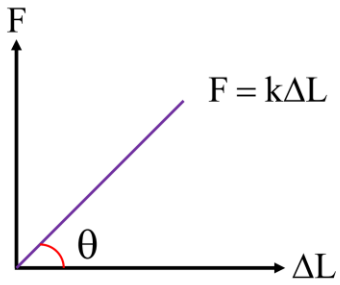
نکته

نیروهای عمل و عکس العمل همواره به دو جسم وارد می شوند هم نوع هستند با هم مساوی خلاف جهت هستند ولی اثر هم را خنثی نمی کنند . اثر یکسان ممکن است نداشته باشند .

تقسیم بندی نیروها:
۱) گرانش
۲) الکترومغناطیس
۳) هسته ای

معرفی نیروهای کاربردی

الف) نیروی کشسانی فنر



معرفی نیروهای کاربردی

ب) نیروی گرانش (وزن)

$$F = G\frac{m_1 m_2}{r^2}$$

$$F = mg \qquad g = G\frac{Me}{R^2 e} \simeq ۹/۸ = ۱۰$$

نکته : هرچه از زمین دورتر شویم g کاهش پیدا می کند .

$$\frac{g_h}{g_e} = \left(\frac{Re}{Re + h}\right)^2$$

معرفی نیروهای کاربردی

$$F_{s\max} = \mu_s N$$

ج) نیروی عمودی

$$F_k = \mu_k N$$

معرفی نیروهای کاربردی

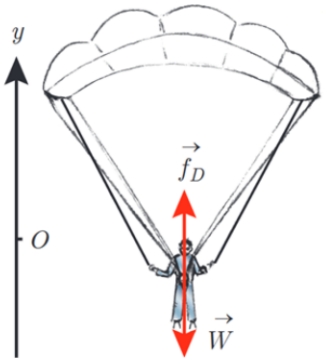
د) نیروی اصطکاک

۱) اصطکاک ایستایی $F_{s\max} = \mu_s f_N$

۲) اصطکاک جنبشی $F_k = \mu_k f_N$

معرفی نیروهای کاربردی

ه) مقاومت شاره ⟵ به سرعت و اندازه جسم بستگی دارد .



مراحل روش حل مسائل دینامیک

۱) رسم شکل

۲) رسم نیروها

۳) تعیین جهت

۴) فرمول قانون دوم

مثال ۱ :

شخصی به جرم $۶۰kg$ درون آسانسور روی ترازوی فنری قرار دارد . در حالت اول آسانسور با شتاب ثابت a رو به بالا شروع به حرکت می کند و در حالت دوم آسانسور با شتاب ثابت $۲a$ رو به پایین شروع به حرکت می کند . اختلاف عددی که ترازوی فنری در این دو حالت نشان می دهد ، $۲۷۰N$ است . a چند متر بر مربع ثانیه است ؟ ($g = ۱۰ m/s^۲$)

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

کنکور سراسری

مثال ۲ :

جسمی به جرم $۵kg$ کف آسانسوری قرار دارد . وقتی آسانسور با شتاب رو به بالای $۲ m/s^۲$ به سمت بالا می رود ، نیرویی که از طرف جسم بر کف آسانسور وارد می شود N است و وقتی با شتاب رو به پایین $۲ m/s^۲$ به سمت پایین می رود ، نیروی وارد بر کف آسانسور N' است ، اختلاف N و N' چند نیوتن است ؟ ($g = ۱۰ m/s^۲$)

۱) صفر ۲) ۱۰ ۳) ۲۰ ۴) ۴۰

مثال ۳ :

در کف آسانسور باسکولی نصب شده است . در یک حرکت ، باسکول وزن شخص را بیش از حالت سکون نشان داده است . آن حرکت چگونه است ؟

۱) الزاماً تند شونده به طرف بالا .

۲) الزاماً تند شونده به طرف پایین .

۳) تندشونده به طرف بالا یا کندشونده به طرف پایین .

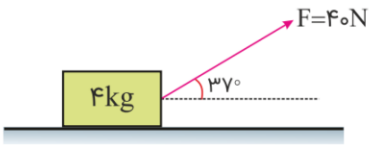
۴) کندشونده به طرف بالا یا تند شونده به طرف پایین .

کنکور سراسری

مثال ۴ :

مطابق شکل زیر ، به جسمی به جرم ۴ کیلوگرم روی سطح افقی نیروی $F = ۴۰N$ وارد می شود و پس از طی مسافت ۱/۶ متر سرعتش از صفر به $۴\,m/s$ می رسد . نیروی اصطکاک چند نیوتن است ؟ ($\cos ۳۷^\circ = ۰/۸$)

۱) ۴ ۲) ۱۲ ۳) ۲۰ ۴) ۳۲

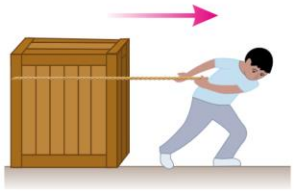


کنکور سراسری

مثال ۵ :

مطابق شکل زیر ، شخصی با نیروی افقی $۵۵۰N$ جعبه ای به جرم $۱۰۰kg$ را از حال سکون به حرکت در می آورد و پس از $۴s$ طناب پاره می شود . مسافتی که جعبه از شروع حرکت تا توقف طی می کند ، چندمتر است ؟ (ضریب اصطکاک برابر $۰/۵$ و $g = ۱۰ m/s^۲$)

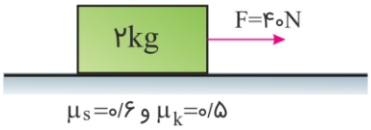
۱) $۲/۲$ ۲) $۲/۴$ ۳) $۴/۲$ ۴) $۴/۴$



کنکور سراسری

مثال ۶ :

مطابق شکل زیر ، جسمی روی سطح افقی ساکن است . به جسم نیروی افقی F وارد می شود . ۵ ثانیه پس از وارد شدن نیروی F مقدار این نیرو ۳۰ نیوتن کاهش می یابد ، حرکت جسم پس از آن چگونه است ؟ ($g = ۱۰ m/s^۲$)



۱) جسم همان لحظه می ایستد .

۲) حرکت جسم با شتاب $۱ m/s^۲$ کند می شود .

۳) حرکت جسم با شتاب $۳ m/s^۲$ کند می شود .

۴) جسم با سرع ثابت به حرکت خود ادامه می دهد .

کنکور سراسری

مثال ۷ :

راننده خودرویی به جرم ۲ تن که با سرعت $36\ km/h$ در یک مسیر مستقیم و افقی در حرکت است ، با دیدن مانعی ترمز می کند . در اثر ترمز ، خودرو با طی مسافت ۴ متر می ایستد . نیروی اصطکاک وارد شده بر خودرو چند نیوتن است ؟

۱) ۷۵۰۰ ۲) ۱۲۵۰۰ ۳) ۱۵۰۰۰ ۴) ۲۵۰۰۰

کنکور سراسری

تکانه

$$\vec{P} = m\vec{v}$$

۱) قانون دوم از تکانه :

$$\sum F = \frac{\Delta P}{\Delta t}$$

۲) قانون اول از تکانه :

$$P_2 = P_1$$

نکته : رابطه ی تکانه و انرژی جنبشی .

$$k = \frac{P^2}{2m}$$

نکته : استفاده ازایربگ .

مثال ۱ :

دو جسم A و B با سرعت های ثابت در حرکت اند و تکانه ی آن ها با یکدیگر برابر است. اگر انرژی جنبشی جسم B، ۵ برابرانرژی جنبشی جسم A باشد ، نسبت جرم A به جرم B کدام است؟

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

کنکور سراسری

مثال ۲ :

اگر تکانه گلوله ای در SI از ۲۰ به ۲۲ برسد ، انرژی جنبشی گلوله چند درصد افزایش می یابد ؟

۱) ۱۰ ۲) ۱۲ ۳) ۲۱ ۴) ۴۲

کنکور سراسری

مثال ۳ :

اگر جرم جسم B، $\frac{۵}{۸}$ جرم جسم A و تکانه جسم A، $\frac{۴}{۳}$ تکانه جسم Bباشد ، نسبت انرژی جنبشی جسم Aبه انرژی جنبشی جسم B، کدام است ؟

۱) $\frac{۱۰}{۹}$ ۲) $\frac{۹}{۱۰}$ ۳) $\frac{۶}{۵}$ ۴) $\frac{۵}{۶}$

کنکور سراسری

مثال ۴ :

معادله تکانه جسمی بر حسب زمان در SI به صورت $P = ۱۵t^{۲} + ۵t$ است . نیروی خالص (برآیند) متوسط وارد بر جسم در بازه ی زمانی $t_{۱} = ۳s$ تا $t_{۲} = ۶s$ چند نیوتن است ؟

۱) ۷۰ ۲) ۸۵ ۳) ۱۴۰ ۴) ۱۹۰

کنکور سراسری

تمرین بیشتر :

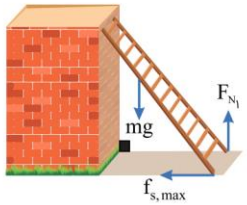
۱) نردبانی به جرم $۲۵\,kg$ به دیوار قائم بدون اصطکاک تکیه دارد و ضریب اصطکاک ایستایی بین سطح افقی و پایهٔ نردبان ۰/۴ است. بیشترین نیرویی که این نردبان می‌تواند به سطح افقی وارد کند، چند نیوتون است؟
$(g = ۱۰\,m/s^۲)$

۱) ۲۵۰ ۲) ۳۵۰

۳) $۵۰\sqrt{۵}$ ۴) $۵۰\sqrt{۲۹}$

گزینه ۴

باتوجه‌به نیروهای وارد بر نردبان برای محاسبهٔ نیروی وارد از طرف نردبان بر سطح افقی می‌توان نوشت:



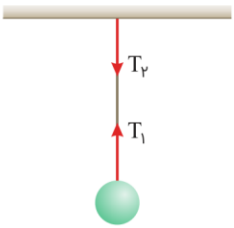
$$F_{N_۱} = mg = ۲۵۰\,N$$
$$f_{s,max} = \mu_s F_{N_۱} = ۰/۴ \times ۲۵۰ = ۱۰۰\,N$$

اکنون برای محاسبهٔ نیروی وارد بر سطح داریم:

$$R = \sqrt{F_{N_۱}^۲ + f_{s,max}^۲} = \sqrt{(۲۵۰)^۲ + (۱۰۰)^۲} = ۵۰\sqrt{۵^۲ + ۲^۲}$$
$$\Rightarrow R = ۵۰\sqrt{۲۹}\,N$$

---

۲) گلوله‌ای توسط یک نخ آویزان است. کدام مورد زیر، نادرست است؟ (از وزن نخ صرف‌نظر شود)



۱) نیروهای $T_۱$ و $T_۲$ هم‌اندازه‌اند.

۲) واکنش نیروی $T_۲$ به نخ وارد می‌شود.

۳) واکنش نیروی $T_۱$ به نخ وارد می‌شود.

۴) نیروهای $T_۱$ و $T_۲$، کنش و واکنش‌اند.

گزینه ۴

نیروی $T_۱$، نیرویی است که از طرف نخ بر گلوله اثر کرده است. در این صورت واکنش آن از طرف گلوله بر نخ اثر می‌کند.
نیروی $T_۲$، نیرویی است که از طرف نخ بر سقف وارد می‌شود. در این صورت واکنش آن از طرف سقف بر نخ رو به بالا اثر می‌کند.
ازطرفی باید توجه داشت که نیروهای کنش و واکنش بر دو جسم اثر می‌کنند. در این صورت نیروهای $T_۱$ و $T_۲$ نمی‌توانند کنش و واکنش هم باشند.

۳) رانندهٔ خودرویی که با تندی $۵۴\,km/h$ در مسیر مستقیم در حرکت است، ناگهان ترمز می‌کند و خودرو با به جا گذاشتن خط ترمزی به طول ۲۲/۵ متر می‌ایستد. ضریب اصطکاک جنبشی بین لاستیک‌ها و جاده چقدر است؟ $(g = ۱۰\,m/s^۲)$

۱) ۰/۶ ۲) ۰/۵

۳) ۰/۴ ۴) ۰/۳

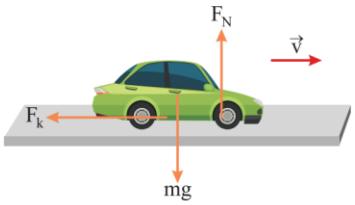
گزینه ۲

ابتدا با استفاده از روابط حرکت شناسی، شتاب توقف را حساب می‌کنیم:

$$۵۴\,km/h \div ۳/۶ = ۱۵\,m/s$$

$$v^۲ - v_۰^۲ = ۲a\Delta x \Rightarrow ۰^۲ - (۱۵)^۲ = ۲a \times ۲۲/۵ \Rightarrow a = -۵\,m/s^۲$$

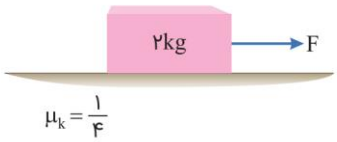
نیروی خالص وارد بر اتومبیل هنگام ترمز نیروی اصطکاک است، پس:



$$\vec{f}_k = m\vec{a} \Rightarrow -\mu_k F_N = ma \Rightarrow -\mu_k \cancel{m}g = \cancel{m}a$$
$$\Rightarrow -\mu_k \times ۱۰ = -۵ \Rightarrow \mu_k = ۰/۵$$

---

۴) مطابق شکل، جسم تحت تأثیر نیروی افقی F با شتاب ثابت، از حال سکون به حرکت در می‌آید. اگر به جسم، نیروی عمودی $۳۰\,N$ رو به پایین وارد کنیم، جسم با سرعت ثابت به حرکت خود ادامه می‌دهد. شتاب جسم در حالت اول، چند متر بر مربع ثانیه است؟ $(g = ۱۰\,m/s^۲)$



۱) ۱/۵

۲) ۲/۲۵

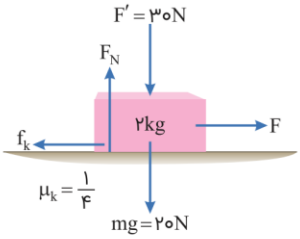
۳) ۳/۷۵

۴) ۴/۵

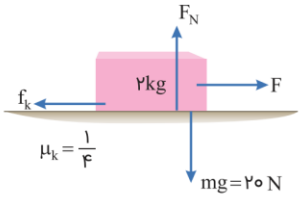
گزینه ۳

روش اول: روش کلاسیک

برای هر دو حالت قانون دوم نیوتن را می‌نویسیم ابتدا حالت دوم سپس اول را می‌نویسیم. زیرا مجهول مسأله در حالت اول قرار دارد.



$$\begin{cases} a_y = ۰ \Rightarrow F_N = ۳۰ + ۲۰ = ۵۰ \\ a_x = ۰ \Rightarrow F = f_k \Rightarrow F = \mu_k F_N = \frac{۱}{۴} \times ۵۰ = ۱۲/۵\,N \end{cases}$$



$$\begin{cases} a_y = ۰ \Rightarrow F_N = mg = ۲۰\,N \\ F - f_k = ma \Rightarrow ۱۲/۵ - \frac{۱}{۴} \times ۲۰ = ۲ \times a \Rightarrow a = ۳/۷۵\,m/s^۲ \end{cases}$$

روش دوم: تنها نیروی متغیر وارد بر جسم نیروی اصطکاک پس:

$$|\Delta \vec{F}| = m|\Delta \vec{a}| \Rightarrow \mu_k \Delta F_N = m\Delta a \Rightarrow \frac{۱}{۴} \times ۳۰ = ۲ \times |۰ - a|$$
$$\Rightarrow ۷/۵ = ۲a \Rightarrow a = ۳/۷۵\,m/s^۲$$

---

۵) یک تلسکوپ فضایی در ارتفاع تقریبی ۱۶۰۰ کیلومتری از سطح زمین به دور زمین می‌چرخد. شتاب گرانشی در این فاصله چند متر بر مربع ثانیه است؟ $(R_e = ۶۴۰۰\,km \text{ و } g = ۹/۸\,m/s^۲)$

۱) ۷/۸۴
۲) ۷/۸۲۵
۳) ۶/۵۲
۴) ۶/۲۷۲

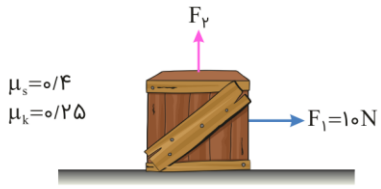
گزینه ۴

باتوجه‌به رابطهٔ محاسبهٔ شتاب گرانشی در ارتفاع h از سطح زمین، در دو حالت می‌توان نوشت:

$$\frac{g_h}{g_۰} = \left(\frac{R_e}{R_e + h}\right)^۲ \Rightarrow \frac{g_h}{۹/۸} = \left(\frac{۶۴۰۰}{۶۴۰۰ + ۱۶۰۰}\right)^۲$$
$$\Rightarrow g_h = ۶/۲۷۲\,m/s^۲$$

---

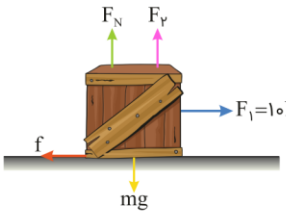
۶) جسمی به جرم $۴\,kg$ در ابتدا، روی یک سطح افقی ساکن است. سپس نیروی افقی $\vec{F}_۱$ و نیروی قائم $\vec{F}_۲$ به جسم وارد می‌شوند. اگر بزرگی نیروی $F_۲$ به‌تدریج از صفر تا $۲۰\,N$ افزایش یابد، نیروی اصطکاک بین جسم و سطح چه تغییری می‌کند؟ $(g = ۱۰\,N/kg)$



۱) به‌تدریج افزایش می‌یابد.
۲) به‌تدریج کاهش می‌یابد.
۳) ابتدا افزایش و سپس کاهش می‌یابد.
۴) ابتدا ثابت می‌ماند و سپس کاهش می‌یابد.

گزینه ۴

ابتدا شرط حرکت جسم را بررسی می‌کنیم:



$$\left.\begin{array}{l} f_{s,max} = \mu_s F_N = ۰/۴ \times ۴۰ = ۱۶ \\ F_۱ = ۱۰\,N \end{array}\right\} \Rightarrow F_۱ < f_{s,max}$$

پس جسم ساکن است و نیروی اصطکاک (f_s) برابر $۱۰\,N$ است.

اگر نیروی $F_۲$ را افزایش دهیم، F_N کاهش می‌یابد. در این صورت داریم:

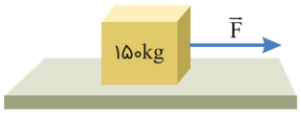
$$F_N = mg - F_۲ = ۴۰ - F_۲ \Rightarrow f'_{s,max} = ۱۰$$

$$\Rightarrow F'_N = \frac{۱۰}{۰/۴} = ۲۵\,N \Rightarrow F_۲ = ۱۵\,N$$

تا لحظه‌ای که $F_۲ = ۱۵\,N$ شود، f_s ثابت است، پس از آن جسم شروع به حرکت می‌کند و با افزایش $F_۲$ نیروی اصطکاک جنبشی ($f_k = \mu_k F_N$) کاهش می‌یابد.

---

۷) مطابق شکل زیر، جسمی با نیروی افقی $\vec{F}$ روی سطح افقی با شتاب ثابت $۲\,m/s^۲$ به طرف راست به حرکت درمی‌آید. اگر نیرویی که سطح زمین به جسم وارد می‌کند، $۱۶۲۵\,N$ باشد، نیروی F چند نیوتون است؟ ($g = ۱۰\,m/s^۲$)



۱) ۴۰۰

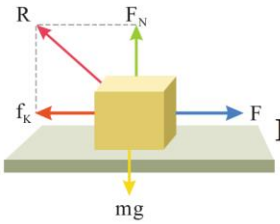
۲) ۴۲۵

۳) ۸۰۰

۴) ۹۲۵

گزینه ۴

ابتدا نیروی اصطکاک وارد بر جسم را حساب می‌کنیم:

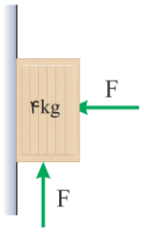


$$R = \sqrt{F_N^۲ + f_k^۲} \Rightarrow ۱۶۲۵ = \sqrt{(۱۵۰۰)^۲ + f_k^۲} \Rightarrow f_k = ۶۲۵\,N$$

اکنون برای محاسبهٔ نیروی افقی وارد بر جسم با استفاده از قانون دوم نیوتون داریم:

$$a = \frac{F_{net}}{m} \Rightarrow ۲ = \frac{F - ۶۲۵}{۱۵۰} \Rightarrow F = ۹۲۵\,N$$

۸) در شکل زیر، جسم در آستانهٔ حرکت رو به بالا قرار دارد و نیرویی که جسم به سطح وارد می‌کند، برابر R است. اگر F را $20\,N$ کاهش دهیم، نیرویی که سطح به جسم وارد می‌کند، برابر R' می‌شود، $\frac{R'}{R}$ کدام است؟ $(\mu_k = 0/2)$ ، $\mu_s = 0/5$ و $(g = 10\,m/s^2)$



۱) $\frac{\sqrt{2}}{4}$

۲) $\frac{\sqrt{2}}{2}$

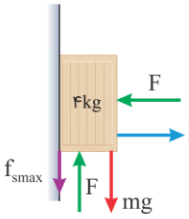
۳) $\frac{\sqrt{5}}{2}$

۴) $\frac{\sqrt{5}}{4}$

گزینه ۲

گام اول: جسم در آستانهٔ حرکت رو به بالا است بنابراین جهت نیروی اصطکاک جنبشی رو به پایین است. همهٔ نیروهای وارد بر جسم را رسم می‌کنیم:

گام دوم: در حالت افقی $F = F_N$ و در حالت قائم $F = f_{s\,max} + mg$ است:

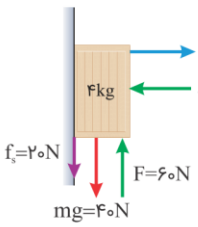


$$f_{s\,max} = F_N \mu_s = 0/5F$$
$$\Rightarrow F = 0/5F + 40 \Rightarrow 0/5F = 40 \Rightarrow F = 80\,N$$

گام سوم: حال F_N، و $f_{s\,max}$ و درنهایت R را محاسبه می‌کنیم:

$$\begin{cases} F_N = F = 80\,N \\ f_{s\,max} = 0/5F = 40\,N \end{cases} \Rightarrow R = \sqrt{F_N^2 + f_{s\,max}^2} = \sqrt{80^2 + 40^2} = 40\sqrt{5}\,N$$

گام چهارم: در حالتی که $F = 60\,N$ است وضعیت جسم را بررسی می‌کنیم:



$$F_N = F = 60\,N$$
$$f_{s\,max} = \mu_s F \Rightarrow f_{s\,max} = 0/5 \times 60 = 30\,N$$

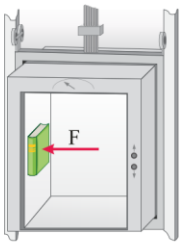
جسم دیگر در آستانهٔ حرکت نیست و $f_s = 20\,N$ رو به پایین به جسم وارد می‌شود. در این حالت R' را محاسبه می‌کنیم:

$$R' = \sqrt{f_s^2 + F_N^2} = \sqrt{20^2 + 60^2} = 20\sqrt{10}\,N$$

گام پنجم: نسبت $\frac{R'}{R}$ را به دست می‌آوریم:

$$\frac{R'}{R} = \frac{20\sqrt{10}}{40\sqrt{5}} = \frac{\sqrt{2}}{2}$$

۹) شخصی درون آسانسوری که با شتاب ثابت $۲\mathrm{m/s^۲}$ به‌طرف بالا شروع به حرکت می‌کند، کتابی به جرم $۲\ \mathrm{kg}$ را مطابق شکل زیر با نیروی افقی $F = ۳۲\ \mathrm{N}$ به دیوار قائم آسانسور فشرده و کتاب نسبت به آسانسور ساکن است. نیرویی که کتاب به دیوار آسانسور وارد می‌کند، چند نیوتون است؟ $(g = ۱۰\,\mathrm{m/s^۲})$



۱) ۲۰

۲) ۲۴

۳) ۳۲

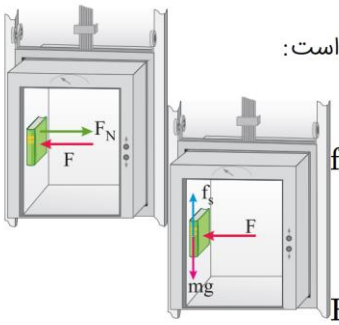
۴) ۴۰

گزینه ۴

گام اول: نیروی F_N را به دست می‌آوریم:

$$F_N = F = ۳۲\mathrm{N}$$

گام دوم: آسانسور در راستای قائم شتاب دارد. نیروی اصطکاک ایستایی باعث شتاب گرفتن کتاب روبه‌بالا است:



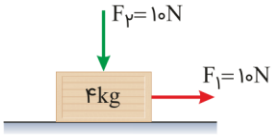
$$f_s - mg = ma \Rightarrow f_s = ۲(۱۰ + ۲) = ۲۴\ \mathrm{N}$$

گام سوم: نیرویی که دیوارهٔ آسانسور به کتاب وارد می‌کند را محاسبه می‌کنیم:

$$R = \sqrt{F_N^۲ + f_s^۲} = \sqrt{۳۲^۲ + ۲۴^۲} = ۴۰\,\mathrm{N}$$

---

۱۰) در شکل زیر، دو نیروی افقی و قائم به جسم وارد می‌شود و جسم روی سطح افقی با سرعت ثابت حرکت می‌کند و نیرویی که سطح به جسم وارد می‌کند، زاویهٔ $\theta_۱$ با سطح افقی می‌سازد. اگر نیروی $F_۲$ را خلاف جهت نشان داده‌شده در شکل به جسم وارد کنیم، نیرویی که سطح به جسم وارد می‌کند، زاویهٔ $\theta_۲$ با سطح افقی می‌سازد. کدام درست است؟



۱) $\theta_۲ = \theta_۱ < ۹۰^\circ$

۲) $\theta_۲ = \theta_۱ = ۹۰^\circ$

۳) $\theta_۲ < \theta_۱$

۴) $\theta_۲ > \theta_۱$

گزینه ۱

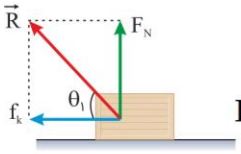
راه‌حل اول: در حالت اول چون سرعت جسم ثابت است، پس $f_k = F_۱ = ۱۰N$ است.

$$F_N = F_۲ + mg = ۱۰ + ۴۰ = ۵۰\,N$$

$$f_k = \mu_k F_N \Rightarrow \mu_k = \frac{۱۰}{۵۰} = \frac{۱}{۵}$$

$$\tan\theta_۱ = \frac{۵۰}{۱۰} = ۵$$

F_N و f_k را در حالت دوم، حساب می‌کنیم:

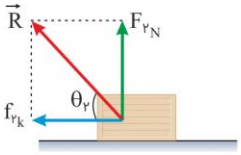


$$F_{۲N} = mg - F_۲ = ۴۰ - ۱۰ = ۳۰\,N$$

$$f_{۲k} = \mu_k F_{۲N} = \frac{۱}{۵} \times ۳۰N = ۶\,N$$

$$\tan\theta_۲ = \frac{F_{۲N}}{f_{۲k}} = \frac{۳۰}{۶} = ۵$$

چون $\tan\theta_۲ = \tan\theta_۱$ است، پس $\theta_۲ = \theta_۱ < ۹۰^\circ$ است.



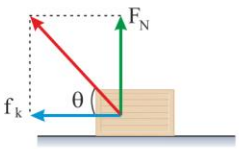
راه‌حل دوم: اندازهٔ نیرویی که سطح به جسم وارد می‌کند را از رابطهٔ زیر به دست می‌آوریم:

$$R = \sqrt{f_k^۲ + F_N^۲}$$

$f_k = \mu_k F_N$ است پس داریم:

$$R = F_N\sqrt{۱ + \mu_k^۲} \Rightarrow \frac{R}{F_N} = \sqrt{۱ + \mu_k^۲}$$

در شکل زیر $\sin\theta = \frac{F_N}{R} = \frac{۱}{\sqrt{۱ + \mu_k^۲}}$ است، پس تا زمانی که μ_k تغییر نکند زاویهٔ بین نیروی سطح و f_k یا همان سطح افقی تغییر نمی‌کند؛ پس $\theta_۱ = \theta_۲$ است.



۱۱) یک الکترون به جرم $۱۰^{-۳۰}\,kg$ و بار الکتریکی $-۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹}\,C$ در میدان الکتریکی یکنواخت به بزرگی $۱۲۵\,N/C$ از حالت سکون رها می‌شود و تحت اثر میدان الکتریکی، $۱۰\,cm$ جابه‌جا می‌شود. زمان این جابه‌جایی چند نانوثانیه است و در این مدت تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی این الکترون، چند الکترون‌ولت است؟

۱) $+۱۲/۵$ ،۱۰۰

۲) $-۱۲/۵$ ،۱۰۰

۳) $-۱۲/۵$ ،۴۰

۴) $+۱۲/۵$ ،۴۰

گزینه ۲

با استفاده از قانون دوم نیوتون ابتدا شتاب حرکت را حساب می‌کنیم:

$$a = \frac{F_{net}}{m} = \frac{Eq}{m} \Rightarrow a = \frac{۱۲۵ \times ۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹}}{۱۰^{-۳۰}} \Rightarrow a = ۲ \times ۱۰^{۱۳}\,m/s^۲$$

برای محاسبهٔ مدت‌زمان جابه‌جایی داریم:

$$\Delta x = \frac{۱}{۲}at^۲ + v_۰t \Rightarrow \frac{۱۰}{۱۰۰} = \frac{۱}{۲} \times ۲ \times ۱۰^{۱۳} \times t^۲ \Rightarrow t^۲ = ۱۰^{-۱۴} \Rightarrow t = ۱۰^{-۷}\,s$$
$$\Rightarrow t = ۱۰۰\,ns$$

برای محاسبهٔ تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی ذره در جابه‌جایی بین این دو نقطه می‌توان نوشت:

$$\Delta U = -W_E = -Eqd$$

در رابطهٔ بالا تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی بر حسب ژول محاسبه می‌شود، برای تبدیل آن به الکترون- ولت کافی است رابطهٔ اخیر بر بار الکترون تقسیم شود در این صورت داریم:

$$\Delta U = -Ed = -۱۲۵ \times ۰/۱ = -۱۲/۵eV$$

---

۱۲) گلوله‌ای به جرم ۲۰۰ گرم از ارتفاع ۲۰ متری روی سطح سنگفرش شده‌ای رها می‌شود و پس از برخورد با سطح، با تندی $۱۰\,m/s$ رو به بالا در راستای قائم از سطح جدا می‌شود. اگر زمان تماس گلوله با سطح افقی $۰/۲\,s$ باشد، بزرگی نیروی متوسط وارد بر گلوله در مدت تماس چند نیوتون است؟ (مقاومت هوا ناچیز و $g = ۱۰\,m/s^۲$ است)

۱) ۵

۲) ۱۰

۳) ۲۰

۴) ۳۰

گزینه ۴

ابتدا سرعت برخورد گلوله به سطح را حساب می‌کنیم:

$$v^۲ = -۲g\Delta y \Rightarrow v^۲ = -۲ \times ۱۰(۰ - ۲۰) \Rightarrow v = -۲۰\,m/s$$

اکنون با استفاده از رابطهٔ محاسبهٔ نیروی متوسط و تغییرات تکانه داریم:

$$F_{av} = \frac{\Delta P}{\Delta t} \Rightarrow F_{av} = \frac{m(v_۲ - v_۱)}{\Delta t} = \frac{۰/۲(۱۰ - (-۲۰))}{۰/۲}$$
$$\Rightarrow F_{av} = ۳۰\,N$$

۱۳) دو شخص به جرم‌های $m_۱$ و $m_۲ > m_۱$ با کفش‌های چرخ‌دار در یک سالن مسطح و صاف روبه‌روی هم ایستاده‌اند. شخص اول با نیروی $\vec{F}$، شخص دوم را به طرف چپ هل می‌دهد و شخص دوم با نیروی $\vec{F}'$، شخص اول را به طرف راست هل می‌دهد. اگر شتاب حرکت دو شخص $\vec{a}_۱$ و $\vec{a}_۲$ باشد، کدام رابطه درست است؟

۱) $\vec{F} = \vec{F}'$ و $a_۱ < a_۲$

۲) $\vec{F} = \vec{F}'$ و $\vec{a}_۱ = \vec{a}_۲$

۳) $\vec{F} = -\vec{F}'$ و $\vec{a}_۱ = -\vec{a}_۲$

۴) $\vec{F} = -\vec{F}'$ و $a_۱ > a_۲$

گزینه ۴

باتوجه‌به قانون سوم نیوتون داریم:

$$\vec{F} = -\vec{F}'$$

در این صورت می‌توان نوشت:

$$F = F' \Rightarrow m_۱a_۱ = m_۲a_۲ \xrightarrow{m_۲ > m_۱} a_۱ > a_۲$$

---

۱۴) وزنه‌ای را به انتهای فنر سبکی به طول $۲۶\,cm$ بسته و از سقف یک آسانسور آویزان می‌کنیم. ثابت فنر در SI برابر ۲۰۰ است. آسانسور از حالت سکون با شتاب $۱\,m/s^۲$ رو به پایین شروع به حرکت می‌کند و در این شرایط طول فنر به $۳۵\,cm$ می‌رسد. جرم وزنه، چند کیلوگرم است؟ $(g = ۱۰\,m/s^۲)$

۱) ۲

۲) ۱/۵

۳) ۱

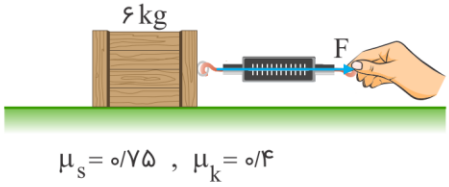
۴) ۰/۵

گزینه ۱

چون جهت شتاب حرکت رو به پایین است، می‌توان نوشت:

$$F_e = m(g - a) \Rightarrow Kx = m(g - a) \Rightarrow ۲۰۰ \times ۰/۰۹ = m(۱۰ - ۱)$$
$$\Rightarrow m = ۲\,kg$$

۱۵) در شکل زیر، جسم روی سطح افقی ساکن است. اگر با نیروسنج، نیروی افقی $F = ۲۵\,N$ بر آن وارد کنیم، نیرویی که جسم به سطح افقی وارد می‌کند، چند نیوتون است؟ $(g = ۱۰\,m/s^۲)$



۱) ۶۵

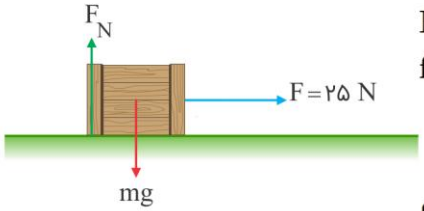
۲) ۷۵

۳) $۱۵\sqrt{۱۳}$

۴) $۱۲\sqrt{۲۹}$

گزینه ۱

ابتدا مشخص می‌کنیم جسم می‌تواند حرکت کند یا خیر؟!



$$F_N - mg = ۰ \Rightarrow F_N = ۶۰\,N$$
$$f_{s,max} = \mu_s F_N = \mu_s mg = ۰/۷۵ \times ۶۰ = ۴۵\,N$$

چون $F < f_{s,max}$ است، جسم ساکن می‌ماند. پس داریم:

$$f_s = F = ۲۵\,N$$

در این صورت نیروی سطح تکیه‌گاه برابر است با:

$$R = \sqrt{f_s^۲ + F_N^۲} = \sqrt{(۲۵)^۲ + (۶۰)^۲} = \sqrt{۵^۲(۲۵ + ۱۴۴)} = ۶۵\,N$$

---

۱۶) دو متحرک A و B در یک مسیر مستقیم و در یک جهت حرکت می‌کنند. تکانهٔ آن‌ها باهم برابر و انرژی جنبشی A، ۴ برابر انرژی جنبشی B است. اگر جرم A، $۲\,kg$ باشد، جرم B چند کیلوگرم است؟

۱) ۸

۲) ۴

۳) ۱

۴) ۰/۵

گزینه ۱

باتوجه‌به رابطهٔ بین تکانه و انرژی جنبشی می‌توان نوشت:

$$\left.\begin{array}{l} K = \dfrac{P^۲}{۲m} \\ P_A = P_B \\ K_A = ۴K_B \end{array}\right\} \Rightarrow \frac{K_A}{K_B} = \left(\frac{P_A}{P_B}\right)^۲ \times \frac{m_B}{m_A} \Rightarrow ۴ = ۱ \times \frac{m_B}{۲} \Rightarrow m_B = ۸\,kg$$

۱۷) جسمی به جرم $۲۰\,kg$ با سرعت ثابت $\vec{v}=(۵\,m/s)\vec{i}$ در مسیر مستقیم در حرکت است. نیروی خالص $\vec{F}_{net}=(۴\,N)\vec{i}$ به مدت چند ثانیه بر جسم اثر کند تا تکانهٔ آن دو برابر شود؟

۱) ۲۰ ۲) ۲۵

۳) ۴۰ ۴) ۵۰

گزینه ۲

باتوجه‌به رابطهٔ محاسبهٔ نیروی خالص وارد بر جسم برحسب تغییرات تکانه می‌توان نوشت:

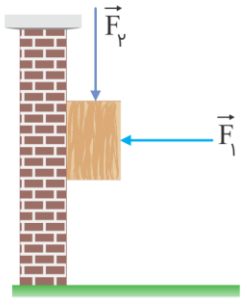
$$\vec{p}=m\vec{v}_۱=۱۰۰\,(m/s)\vec{i}$$

$$\vec{F}_{av}=\frac{\Delta\vec{p}}{\Delta t}\Rightarrow ۴\vec{i}=\frac{\vec{p}_۲-۱۰۰\vec{i}}{\Delta t}$$

$$\Rightarrow ۴\vec{i}=\frac{۲۰۰\vec{i}-۱۰۰\vec{i}}{\Delta t}\Rightarrow \Delta t=\frac{۱۰۰}{۴}=۲۵\,s$$

---

۱۸) قطعه چوبی به جرم ۲۵۰ گرم، با نیروی افقی $F_۱$ مطابق شکل زیر، به دیوار قائم فشرده شده است. اگر با وارد کردن نیروی $F_۲=۳/۵\,N$، چوب در آستانهٔ لغزش قرار گیرد و در این حالت نیرویی که دیوار به چوب وارد می‌کند، $۱۰\,N$ باشد، ضریب اصطکاک ایستایی بین دیوار و چوب، چقدر است؟ $(g=۱۰\,m/s^۲)$



۱) ۰/۷۵

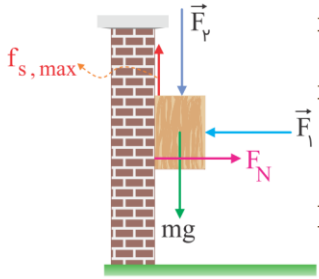
۲) ۰/۶

۳) ۰/۵

۴) ۰/۲۵

گزینه ۱

با توجه به این‌که جسم در آستانهٔ لغزش است، می‌توان نوشت:



$$f_{s,max}=F_۲+mg=۳/۵+۲/۵=۶\,N$$

نیرویی که دیوار به جسم وارد می‌کند طبق فرض سؤال برابر $۱۰\,N$ است. این نیرو برآیند $f_{s,max}$ و F_N است. بنابراین می‌توان نوشت:

$$R=\sqrt{F_N^۲+f_{s,max}^۲}\Rightarrow ۱۰=\sqrt{F_N^۲+۶^۲}\Rightarrow F_N=۸\,N$$

حالا می‌توانیم μ_s را پیدا کنیم:

$$f_{s,max}=\mu_s F_N\Rightarrow ۶=\mu_s\times ۸\Rightarrow \mu_s=\frac{۶}{۸}=\frac{۳}{۴}$$

۱۹) در کدام فاصله از سطح زمین، شتاب گرانش در مقایسه با سطح زمین، ۹۹ درصد کاهش می‌یابد؟ (R_e شعاع زمین است)

۱) $100R_e$ ۲) $99R_e$

۳) $10R_e$ ۴) $9R_e$

گزینه ۴

اگر شتاب گرانش در سطح زمین g_0 باشد، در ارتفاع خواسته‌شده، شتاب گرانش $\frac{1}{100}g_0$ است.
در ارتفاع h از سطح زمین، شتاب گرانش از رابطهٔ زیر به دست می‌آید:

$$g = \frac{GM_e}{(R_e + h)^2}$$

بنابراین می‌توان نوشت:

$$\frac{\frac{1}{100}g_0}{g_0} = \left(\frac{R_e}{R_e + h}\right)^2$$
$$\frac{1}{100} = \left(\frac{R_e}{R_e + h}\right)^2 \xrightarrow{\text{جذر}} \frac{1}{10} = \frac{R_e}{R_e + h} \Rightarrow R_e + h = 10R_e$$
$$\Rightarrow h = 9R_e$$

---

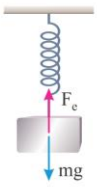
۲۰) وزنه‌ای به جرم m را به یک فنر که ثابت آن $k = 200\,N/m$ و طول آن $50\,cm$ است، می‌بندیم و از سقف یک آسانسور ساکن آویزان می‌کنیم. وقتی وزنه ساکن می‌شود، طول فنر به $65\,cm$ می‌رسد. آسانسور با چه شتابی برحسب متر بر مربع ثانیه حرکت کند که طول فنر به $60\,cm$ برسد؟ ($g = 10\,m/s^2$)

۱) $\vec{a} = -\frac{10}{3}\vec{j}$ ۲) $\vec{a} = \frac{10}{3}\vec{j}$

۳) $\vec{a} = -\frac{20}{3}\vec{j}$ ۴) $\vec{a} = \frac{20}{3}\vec{j}$

گزینه ۱

در حالت اول:



$$F_e = mg \Rightarrow mg = 200(65 - 50) \times 10^{-2} = 30$$

در حالت دوم:

$$F'_e - mg = ma \Rightarrow K\Delta x' - mg = ma$$
$$\Rightarrow 200(60 - 50) \times 10^{-2} - 30 = 3a \Rightarrow -10 = 3a \Rightarrow a = -\frac{10}{3}\,m/s^2$$

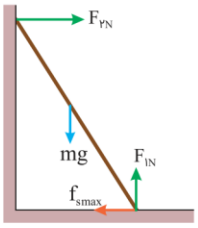
۲۱) نردبانی به جرم $16\,kg$ به دیوار قائم بدون اصطکاکی تکیه دارد و پایهٔ آن روی سطح افقی در آستانهٔ سُرخوردن است. اگر نیرویی که در این حالت از طرف نردبان به سطح افقی وارد می‌شود $200\,N$ باشد، ضریب اصطکاک ایستایی نردبان با این سطح چقدر است؟ $(g = 10\,N/kg)$

۱) $\frac{3}{4}$ ۲) $\frac{3}{5}$

۳) $\frac{2}{5}$ ۴) $\frac{1}{4}$

گزینه ۱

نردبان در حال تعادل است بنابراین برآیند نیروهایی که در هر راستا بر نردبان وارد می‌شود، صفر است، پس داریم:



$$F_{1N} - mg = 0 \Rightarrow F_{1N} = 160\,N$$

نیرویی که از طرف نردبان به سطح افقی وارد می‌شود هم‌اندازهٔ نیرویی است که سطح افقی به نردبان وارد می‌کند. این نیرو برآیند نیروهای F_{1N} و $f_{s\,max}$ است:

$$R = \sqrt{F_1^2 + f_{s\,max}^2} \Rightarrow (200)^2 = (160)^2 + f_{s\,max}^2 \Rightarrow f_{s\,max} = 120\,N$$

حالا از رابطهٔ $f_{s\,max} = F_{1N}\mu_s$ ضریب اصطکاک ایستایی را به دست می‌آوریم:

$$f_{s\,max} = F_{1N}\mu_s \Rightarrow 120 = 160 \times \mu_s \Rightarrow \mu_s = \frac{3}{4}$$

---

۲۲) شخصی به جرم $60\,kg$ درون آسانسور روی ترازوی فنری قرار دارد. در حالت اول آسانسور با شتاب ثابت a رو به بالا شروع به حرکت می‌کند و در حالت دوم آسانسور با شتاب ثابت $2a$ رو به پایین شروع به حرکت می‌کند. اختلاف عددی که ترازوی فنری در این دو حالت نشان می‌دهد، $270\,N$ است. a چند متر بر مربع ثانیه است؟ $(g = 10\,m/s^2)$

۱) ۳ ۲) ۲

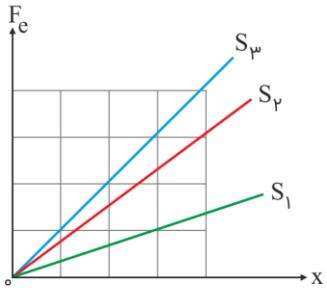
۳) $\frac{3}{2}$ ۴) $\frac{3}{4}$

گزینه ۳

در حالت اول عددی که ترازو نشان می‌دهد از رابطهٔ $F_{1N} = m(g + a)$ به دست می‌آید و در حالت دوم عددی که ترازو نشان می‌دهد از رابطهٔ $F_{2N} = m(g - 2a)$ محاسبه می‌شود پس داریم:

$$F_{1N} - F_{2N} = \cancel{mg} + ma - \cancel{mg} + 2ma$$
$$\Rightarrow 270 = 3ma = 3 \times 60 \times a \Rightarrow a = \frac{270}{180} = \frac{3}{2}\,m/s^2$$

۲۳) شکل زیر، تغییرات نیروی کشسانی سه فنر را برحسب تغییر طول آن‌ها نشان می‌دهد. اگر نیروی کشسانی $F_e = ۳۰\,N$ طول فنر $S_۲$ را ۴ سانتی‌متر افزایش دهد، طول فنرهای $S_۱$ و $S_۳$ را به ترتیب چند سانتی‌متر افزایش می‌دهد؟



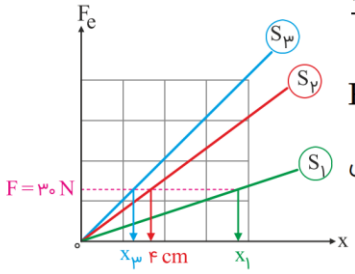
۱) ۳ و ۶

۲) ۶ و ۲

۳) ۸ و ۲

۴) ۹ و ۳

گزینه ۴



$$\frac{\text{شیب } S_۳}{\text{شیب } S_۱} = \frac{k_۳}{k_۱} \Rightarrow ۳ = \frac{k_۳}{k_۱}$$

$$F_۳ = F_۱ \Rightarrow k_۳x_۳ = k_۱x_۱ \Rightarrow x_۱ = ۳x_۳$$

به‌راحتی و با مقایسهٔ تغییر طول فنرها در اثر اعمال نیروی ثابت (مثلاً $۳۰\,N$) از روی نمودار مشخص می‌گردد که تغییر طول فنر $S_۱$ باید بیشتر از $۴\,cm$ و فنر $S_۳$ باید کمتر از $۴\,cm$ باشد.

---

۲۴) فنر سبکی با ثابت $۲۰۰\,N/m$ به سقف آسانسور بسته‌شده و از آن وزنهٔ $m = ۵\,kg$ آویزان است و آسانسور با شتاب رو به پایین $۲\,m/s^۲$ پایین می‌آید و طول فنر $L_۱$ است. وقتی این آسانسور با شتاب $۱\,m/s^۲$ کندشونده پایین می‌آید، طول فنر $L_۲$ می‌شود. اختلاف $L_۲$ و $L_۱$ چند سانتی‌متر است؟ $(g = ۱۰\,m/s^۲)$

۱) ۱۵

۲) ۷/۵

۳) ۵

۴) ۲/۵

گزینه ۲

$$\left.\begin{array}{l} \text{حرکت آسانسور با شتاب رو به پایین}: m(g-a) = k\Delta L \\ \Rightarrow ۵(۱۰-۲) = ۲۰۰(L_۱ - L_۰) \\ \text{حرکت آسانسور با شتاب } ۱\,m/s^۲ \text{ کند شونده رو به پایین } (a \text{ رو به بالاست}): \\ m(g+a) = k\Delta L \Rightarrow ۵(۱۰+۱) = ۲۰۰(L_۲ - L_۰) \end{array}\right\}$$

$$\left.\begin{array}{l} L_۱ - L_۰ = ۰/۲ \Rightarrow L_۱ = ۰/۲ + L_۰ \\ L_۲ - L_۰ = ۰/۲۷۵ \Rightarrow L_۲ = ۰/۲۷۵ + L_۰ \end{array}\right\} \Rightarrow L_۲ - L_۱ = ۰/۰۷۵\,m = ۷/۵\,cm$$

۲۵) چوب مکعب شکلی به جرم $۵\,kg$ را به نخی بسته و با نیروی ثابت و افقی $۱۵\,N$ روی سطح افقی می‌کشیم و از حال سکون به حرکت درمی‌آوریم و بعد از ۲ ثانیه نخ پاره می‌شود. اگر ضریب اصطکاک جنبشی ۰/۲ باشد، کل مسافتی که چوب از ابتدای حرکت تا لحظهٔ ایستادن طی می‌کند، چند متر است؟ $(g = ۱۰\,m/s^۲)$

۱) ۱/۵ ۲) ۲

۳) ۲/۵ ۴) ۳

گزینه ۴

قبل از پاره شدن نخ $F_{net} = ma \Rightarrow F - f_k = ma$

$$F - \mu_k mg = ma \Rightarrow ۱۵ - ۰/۲ \times ۵۰ = ۵a \Rightarrow a = ۱\,m/s^۲$$

$$v = at + v_۰ = ۱ \times ۲ + ۰ = ۲\,m/s$$

$$\Delta x = \frac{۱}{۲}at^۲ + v_۰t = \frac{۱}{۲} \times ۱ \times ۲^۲ = ۲\,m$$

بعد از پاره شدن نخ $F_{net} = ma \Rightarrow -f_k = ma$

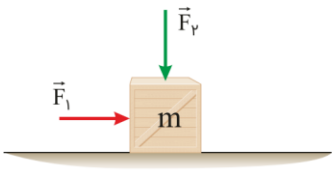
$$-\mu_k mg = ma \Rightarrow a = -\mu_k g = -۲\,m/s^۲$$

$$v^۲ - v_۰^۲ = ۲a(\Delta x) \Rightarrow ۰ - ۲^۲ = ۲(-۲)(\Delta x) \Rightarrow \Delta x = ۱\,m$$

کل $\Delta x = ۲ + ۱ = ۳\,m$

---

۲۶) مطابق شکل زیر، دو نیروی افقی و قائم $\vec{F}_۱$ و $\vec{F}_۲$ به جسمی که روی سطح افقی قرار دارد، وارد می‌شود و جسم ساکن است. اگر بزرگی این دو نیرو، هریک ۲ برابر شود و جسم همچنان ساکن بماند، نیرویی که سطح به جسم وارد می‌کند، k برابر می‌شود. کدام مورد درست است؟



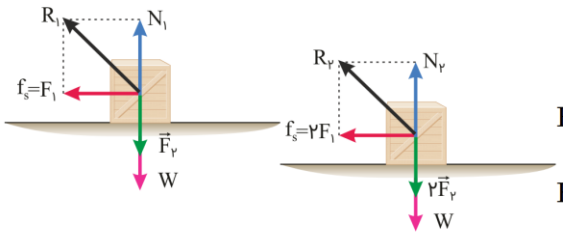
۱) $۲ < k < ۳$

۲) $۱ < k < ۲$

۳) $k = ۲$

۴) $k = ۱$

گزینه ۲



$$R_۱ = \sqrt{f_s^۲ + N_۱^۲} \Rightarrow R_۱ = \sqrt{F_۱^۲ + (W + F_۲)^۲}$$

$$R_۲ = \sqrt{f_s^۲ + N_۲^۲} \Rightarrow R_۲ = \sqrt{(۲F_۱)^۲ + (W + ۲F_۲)^۲}$$

$$R_۱ < R_۲ < ۲R_۱$$

$$۱ < K < ۲$$

۲۷) وزنه‌ای به جرم $۲\,kg$ را به فنر سبکی به طول $۴۰\,cm$ که از سقف آسانسور ساکنی آویزان است، وصل می‌کنیم. بعد از رسیدن وزنه به حالت تعادل، فاصلهٔ آن از کف آسانسور $۱۴۰\,cm$ است. اگر آسانسور با شتاب ثابت $۲\,m/s^۲$ روبه‌بالا شروع به حرکت کند، فاصلهٔ وزنه از کف آسانسور به $۱۳۶\,cm$ می‌رسد. ثابت فنر چند نیوتون بر سانتی‌متر است؟ $(g = ۱۰\,m/s^۲)$

۱) $\frac{۲}{۳}$ ۲) ۱

۳) $\frac{۳}{۲}$ ۴) ۲

گزینه ۲

چون وزنهٔ متصل به فنر با شتاب ثابت a حرکت می‌کند، می‌توان گفت که نیروی کشسانی فنر برابر با نیروی برآیند وارد بر وزنه است:

$$F_e = F \Rightarrow kx = ma \Rightarrow k \times (۱۴۰ - ۱۳۶) = ۲ \times ۲ \Rightarrow k = ۱\,N/cm$$

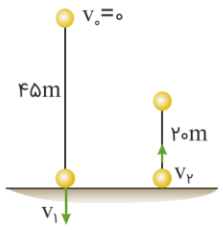
---

۲۸) گلوله‌ای به جرم $۲۰۰g$ در شرایط خلأ از ارتفاع ۴۵ متری زمین رها می‌شود و پس از برخورد به زمین تا ارتفاع ۲۰ متری زمین برمی‌گردد. اگر زمان تماس گلوله با زمین $۲\,ms$ باشد، بزرگی نیروی خالص متوسط وارد بر گلوله در مدت برخورد به زمین چند نیوتون است؟ $(g = ۱۰\,m/s^۲)$

۱) ۲۵۰ ۲) ۵۰۰

۳) ۲۵۰۰ ۴) ۵۰۰۰

گزینه ۴



$$v_۱ = \sqrt{۲gh} \Rightarrow v_۱ = \sqrt{۲ \times ۱۰ \times ۴۵} = ۳۰\,m/s$$

$$v_۲ = \sqrt{۲gh} = \sqrt{۲ \times ۱۰ \times ۲۰} = ۲۰\,m/s$$

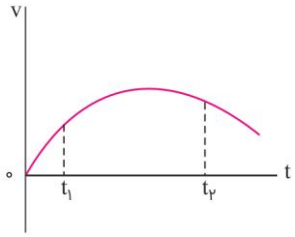
چون $v_۱$ روبه پایین است با علامت منفی و $v_۲$ با علامت مثبت در نظر گرفته می‌شود.

طبق قانون دوم نیوتون و رابطهٔ آن با تغییرات تکانهٔ جسم خواهیم داشت:

$$F = ma = \frac{m\Delta v}{\Delta t} = \frac{m(v_۲ - v_۱)}{\Delta t}$$

$$F = \frac{۲۰۰ \times ۱۰^{-۳}(۲۰ - (-۳۰))}{۲ \times ۱۰^{-۳}} = ۵۰۰۰\,N$$

۲۹) نمودار سرعت زمان متحرکی که در مسیر مستقیم حرکت می‌کند، به‌صورت شکل زیر است. بزرگی نیروی خالص وارد بر این متحرک (برآیند نیروها)، در بازهٔ زمانی بین t_1 تا t_2 چگونه تغییر می‌کند؟



۱) پیوسته ثابت

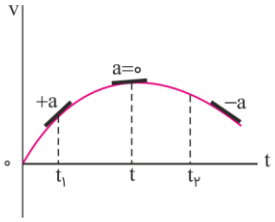
۲) پیوسته افزایش

۳) ابتدا افزایش، سپس کاهش

۴) ابتدا کاهش، سپس افزایش

گزینه ۴

شیب خط مماس بر نمودار $v-t$ برابر با شتاب حرکت است و تغییرات نیروی خالص تابع تغییرات شتاب متحرک است. $(F=ma)$ از t_1 تا t اندازهٔ شتاب در حال کاهش و از t تا t_2 اندازهٔ شتاب در حال افزایش است.



---

۳۰) وزنه‌ای به جرم $2\,kg$ را با طناب سبکی با شتاب $2\,m/s^2$ تندشونده روبه‌بالا می‌کشیم. اگر نیروی کشش طناب را دو برابر کنیم، شتاب حرکت جسم چندبرابر می‌شود؟ $(g=10\,m/s^2)$

۱) ۱۴

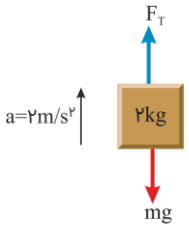
۲) ۷

۳) ۴

۴) ۲

گزینه ۲

گام اول: در حالت اول که وزنه را به بالا می‌کشیم، نیروی کشش طناب را به دست می‌آوریم:



$$F_T - mg = ma \Rightarrow F_T - 20 = 2 \times 2 \Rightarrow F_T = 24\,N$$

گام دوم: با دو برابر شدن نیروی کشش طناب، با استفاده از قانون دوم نیوتون، شتاب حرکت جسم را به دست می‌آوریم:

$$۲F_T - mg = ma_۲ \Rightarrow ۲ \times ۲۴ - ۲۰ = ۲ \times a_۲ \Rightarrow a_۲ = ۱۴\ m/s^۲$$

بنابراین شتاب در حالت جدید $\frac{a_۲}{a_۱} = \frac{۱۴}{۲} = ۷$ برابر حالت اول است.

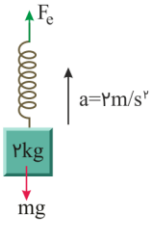
---

۳۱) وزنه‌ای به جرم $۲\ kg$ را به انتهای فنری به طول $۳۰\ cm$ می‌بندیم و آن را بار اول با شتاب روبه بالای $۲\ m/s^۲$ در راستای قائم بالا می‌بریم و طول فنر به $۴۲\ cm$ می‌رسد. بار دیگر این وزنه را به همین فنر بسته و آن را روی سطح افقی در راستای افق با شتاب $۲\ m/s^۲$ به حرکت درمی‌آوریم. اگر در این حالت طول فنر به $۳۶\ cm$ برسد، ضریب اصطکاک جنبشی جسم با سطح افقی چقدر است؟ $(g = ۱۰\ m/s^۲)$

۱) ۰/۲
۲) ۰/۳
۳) ۰/۴
۴) ۰/۵

گزینه ۳

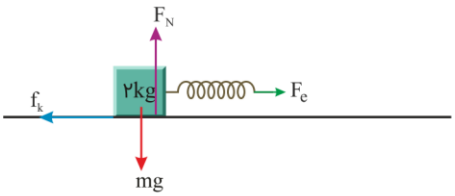
گام اول: در حالت اول باتوجه‌به قانون دوم نیوتون، ثابت فنر را به دست می‌آوریم:



$$F_e - mg = ma \Rightarrow k\Delta x - mg = ma$$

$$\Rightarrow k \times (\frac{۴۲ - ۳۰}{۱۰۰}) - ۲۰ = ۲ \times ۲ \Rightarrow k = ۲۰۰\ N/m$$

گام دوم: قانون دوم نیوتون برای حالت جدید به‌صورت زیر است:



$$F_N = mg = ۲۰N$$

$$F_e - f_k = ma \Rightarrow k\Delta x - \mu_k F_N = ma$$

$$\Rightarrow ۲۰۰ \times (\frac{۳۶ - ۳۰}{۱۰۰}) - \mu_k \times ۲۰ = ۲ \times ۲ \Rightarrow \mu_k \times ۲۰ = ۸ \Rightarrow \mu_k = ۰/۴$$