نام و نام خانوادگی:

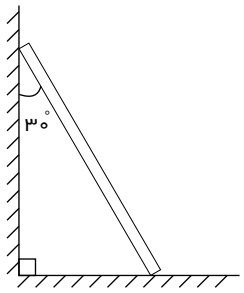
زمان برگزاری: ۳۵دقیقه

نام آزمون: فیزیک دوازدهم فصل دوم (تستی)

تاریخ آزمون:

سید بهروز پرتوی

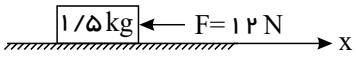
۱ نردبانی همگن به جرم $۴۰kg$ مطابق شکل زیر، روی دیوار قائمی با اصطکاک ناچیز قرار دارد. اگر نیرویی که دیوار قائم به نردبان وارد می‌کند، $۳۰۰N$ باشد، نیرویی که سطح افقی به نردبان وارد می‌کند، چند نیوتون است؟ $(g = ۱۰N/kg)$



۱) ۴۰۰
۲) ۵۰۰
۳) ۶۰۰
۴) $۲۵۰\sqrt{۳}$

۲ مطابق شکل زیر، به جسمی به جرم $۱/۵kg$ که بر روی سطح افقی دارای اصطکاک در راستای محور x در حال حرکت است، نیروی افقی و ثابت $F = ۱۲N$ وارد می‌شود. اگر بردار سرعت اولیهٔ جسم در SI، $۱۸\vec{i}$ باشد، تندی جسم در لحظهٔ $t = ۴s$ چند $\frac{m}{s}$ است؟

$(\mu_s = ۰/۵\ ,\ \mu_k = ۰/۴\ ,\ g = ۱۰\frac{N}{kg})$



۱) ۳۴
۲) ۲
۳) صفر
۴) ۱۰

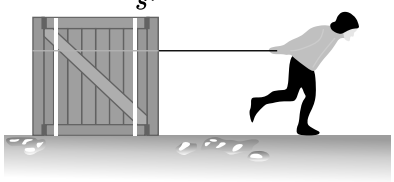
۳ بر جسمی به جرم $۵kg$ که روی یک سطح افقی بدون اصطکاک قرار دارد سه نیروی $F_۱ = ۱۰N, F_۲ = ۸N, F_۳ = ۷N$ وارد می شود و برآیند آنها صفر است. اگر فقط اندازه‌ی $F_۲$ و $F_۳$ دو برابر شود گزینه‌ی درست در مورد شتاب جسم کدام است؟

۱) $۲\frac{m}{s^۲}$ در جهت $\overrightarrow{F_۱}$
۲) $۲\frac{m}{s^۲}$ در خلاف جهت $\overrightarrow{F_۱}$
۳) کمتر از $۲\frac{m}{s^۲}$ در خلاف جهت $\overrightarrow{F_۱}$
۴) کمتر از $۲\frac{m}{s^۲}$ در جهت $\overrightarrow{F_۱}$

۴ کدام یک از عبارت‌های زیر نادرست است؟

۱) اگر به یک جسم ساکن فقط یک نیرو اثر کند، الزاماً در جهت آن نیرو شروع به حرکت می کند.
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 $(F_{net} \neq ۰)$، جسم الزاماً در جهت نیروی خالص شروع به حرکت می کند.
۴) در مسیری مستقیم، در صورتی که نیروی خالصی در خلاف جهت سرعت جسم به جسم اعمال شود، حرکت جسم شتاب‌دار تندشونده خواهد بود.

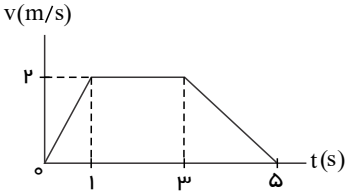
۵ در شکل زیر، کارگری یک جعبهٔ ۸ کیلوگرمی را با نیروی افقی ثابت $۱۰۰N$ روی سطح افقی می‌کشد. اگر شتاب حرکت جعبه $۵\frac{m}{s^۲}$ باشد، اندازهٔ نیرویی که از طرف سطح به جعبه وارد می‌شود، چند نیوتون است؟ $(g = ۱۰\frac{N}{kg})$



۱) ۶۰
۲) ۸۰
۳) ۱۰۰
۴) ۱۴۰

۶ نمودار سرعت - زمان آسانسوری که در راستای قائم به سمت بالا شروع به حرکت می‌کند مطابق شکل زیر است. اگر اندازهٔ نیروی عمودی که کف آسانسور به شخص داخل آسانسور وارد می‌کند در لحظهٔ $t = ۰/۵s$ برابر با $F_{N_۱}$ و در لحظهٔ $t = ۴s$ برابر با $F_{N_۲}$ باشد، حاصل $\frac{F_{N_۱}}{F_{N_۲}}$ کدام است؟

$(g = ۱۰m/s^۲)$

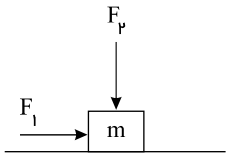


۱) $\frac{۱}{۲}$
۲) ۲
۳) $\frac{۴}{۳}$
۴) $\frac{۳}{۴}$

۷ جسمی به جرم m را با سرعت اولیه $10m/s$ روی یک سطح افقی پرتاب می‌کنیم. اگر ضریب اصطکاک جنبشی بین جسم و سطح $\mu_k = 0/2$ باشد جسم در ۲ ثانیهٔ آخر حرکت خود روی این سطح مسافت چند متر را طی می‌کند؟ $(g = 10m/s^2)$

۱) ۱ ۲) ۱/۵ ۳) ۲ ۴) ۴

۸ مطابق شکل زیر دو نیروی افقی و قائم $\vec{F}_1$ و $\vec{F}_2$ به جسمی که روی سطح افقی قرار دارند وارد می‌شود و جسم ساکن است. اگر بزرگی‌های این دو نیرو هر یک سه برابر شود و جسم همچنان ساکن بماند، نیرویی که سطح به جسم وارد می‌کند n برابر می‌شود. کدام‌یک از موارد زیر درست است؟



۱) $1 < n < 3$ ۲) $3 < n < 4$
۳) $n = 9$ ۴) $n = 2$

۹ معادلهٔ تکانه - زمان جسمی به جرم $2kg$ در SI به‌صورت $p = t^3 - 3t + 1$ است. شتاب متوسط جسم در چهار ثانیهٔ اول حرکت چند متر بر مجذور ثانیه است؟

۱) ۶/۵ ۲) ۷ ۳) ۷/۵ ۴) ۸

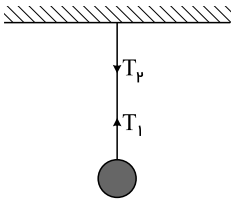
۱۰ دو متحرک A و B در یک مسیر مستقیم و در یک جهت حرکت می‌کنند. تکانهٔ آن‌ها با هم برابر و انرژی جنبشی A، ۴ برابر انرژی جنبشی B است. اگر جرم A، $2kg$ باشد، جرم B چند کیلوگرم است؟

۱) ۸ ۲) ۴ ۳) ۱ ۴) ۰/۵

۱۱ بردار مکان مراکز دو جرم کروی m_1 و m_2 در SI به ترتیب به صورت $\vec{r}_1 = 7\vec{i} + 2\vec{j}$ و $\vec{r}_2 = -5\vec{i} - 3\vec{j}$ می‌باشد. نیروی گرانشی که جرم m_1 به جرم m_2 وارد می کند، هم جهت با کدام یک از بردارهای زیر است؟

۱) $12\vec{i} - 5\vec{j}$ ۲) $-12\vec{i} - 5\vec{j}$ ۳) $-12\vec{i} + 5\vec{j}$ ۴) $12\vec{i} + 5\vec{j}$

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



۱) نیروهای T_1 و T_2 هم‌اندازه‌اند.
۲) واکنش نیروی T_2 به نخ وارد می‌شود.
۳) واکنش نیروی T_1 به نخ وارد می‌شود.
۴) نیروهای T_1 و T_2، کنش و واکنش‌اند.

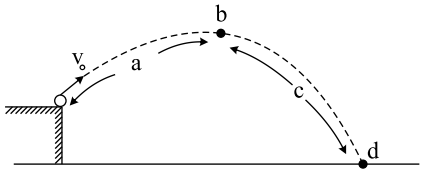
۱۳ دو نیروی $\vec{F}_1 = 13\vec{i} + 7\vec{j}$ و $\vec{F}_2 = \alpha\vec{i} + \beta\vec{j}$ در SI به‌طور هم‌زمان بر جسمی به جرم $3kg$ که بر روی سطح افقی بدون اصطکاک قرار دارد، اثر کرده و شتاب $\vec{a} = 2\vec{i} + 4\vec{j}$ را در SI به آن می‌دهند. $\frac{\alpha}{\beta}$ کدام است؟

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

۱۴ جسمی به جرم $20kg$ با سرعت ثابت $\vec{v} = (5\frac{m}{s})\vec{i}$ در مسیر مستقیم در حرکت است. نیروی خالص $\vec{F}_{net} = (4N)\vec{i}$ به مدت چند ثانیه بر جسم اثر کند تا تکانهٔ آن دو برابر شود؟

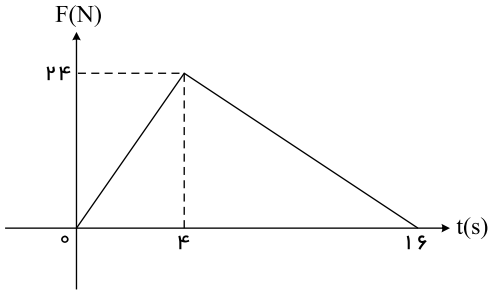
۱) ۲۰ ۲) ۲۵ ۳) ۴۰ ۴) ۵۰

۱۵ مطابق شکل جسمی را با تندی اولیه v_0 از یک نقطه به طور مایل پرتاب می‌کنیم. اگر نیروی مقاومت هوا مقدار ثابتی داشته باشد، در چه ناحیه یا نقطه‌ای، بزرگی شتاب حرکت برابر بزرگی شتاب گرانش زمین $(a = g)$ می‌باشد؟



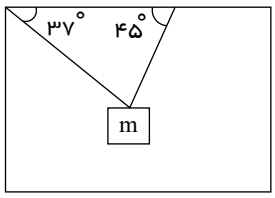
۱) ناحیهٔ a ۲) نقطهٔ b
۳) ناحیهٔ c ۴) نقطهٔ d

۱۶ به جسم ساکنی به جرم $۲kg$ که روی سطح افقی و دارای اصطکاکی قرار دارد، نیروی افقی $\vec{F}$ وارد می‌شود. نمودار تغییرات اندازه نیروی $\vec{F}$ برحسب زمان مطابق شکل زیر است. اگر ضریب اصطکاک ایستایی و جنبشی به ترتیب ۰٫۶ و ۰٫۴ باشد، در چه لحظه‌ای برحسب ثانیه این جسم متوقف می‌شود؟ $(g = ۱۰\frac{m}{s^۲})$



۱) ۱۰٫۵
۲) ۱۶
۳) ۲۴٫۵
۴) ۳۰

۱۷ مطابق شکل فرض کنید جسمی به جرم m به ریسمان‌های سبکی بسته شده و درون آسانسوری که با شتاب ثابت و روبه بالای a به سمت بالا حرکت می‌کند، قرار دارد. کشش طناب سمت راست چقدر است؟ $(\sin ۳۷ = ۰٫۶)$

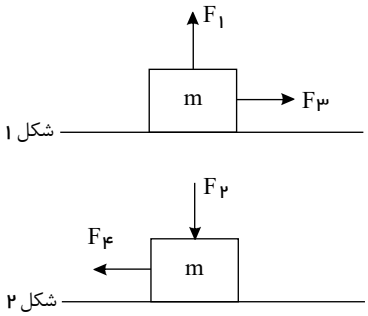


۱) $(\sqrt{۲}+۱)m(g+a)$
۲) $\frac{۴\sqrt{۲}}{۷}m(g+a)$
۳) $\frac{۴\sqrt{۲}+۱}{۳}m(g+a)$
۴) $\frac{۸\sqrt{۲}}{۵}m(g+a)$

۱۸ وزنه‌ای به جرم $۴kg$ را به انتهای فنری به طول $۶۰cm$ می‌بندیم و آن را بار اول با شتاب رو به بالای $۲\frac{m}{s^۲}$ در راستای قائم بالا می‌بریم و طول فنر به $۸۴cm$ می‌رسد. بار دیگر همین وزنه را به همین فنر بسته و آن را روی سطح افقی در راستای افق با شتاب $۲\frac{m}{s^۲}$ به حرکت درمی‌آوریم اگر در این حالت طول فنر به $۷۲cm$ برسد، ضریب اصطکاک جنبشی جسم با سطح را به‌دست آورید. $(g = ۱۰\frac{m}{s^۲})$

۱) ۰٫۲
۲) ۰٫۳
۳) ۰٫۴
۴) ۰٫۵

۱۹ در شکل‌های زیر، جرم هر دو جعبه و نیروی اصطکاک جنبشی که از طرف سطح به آن‌ها وارد می‌شود برابر است و هر دو جسم در حال حرکت هستند. کدام گزینه در مورد ضریب اصطکاک جنبشی میان اجسام و سطوح درست است؟



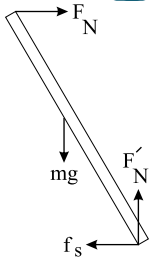
۱) $\mu_۱ > \mu_۲$
۲) $\mu_۱ < \mu_۲$
۳) $\mu_۱ = \mu_۲$
۴) بستگی به نیروهای $F_۳$ و $F_۴$ دارد.

۲۰ توپی با سرعت $۴\frac{m}{s}$ $v =$ به‌طور افقی به دیوار برخورد کرده و پس از آن که ۷۵ درصد انرژی جنبشی اش را در اثر برخورد از دست می‌دهد در همان راستا باز می گردد. تغییر تکانه‌ای که به این توپ ۲۰۰ گرمی از طرف دیوار وارد می‌شوند چند $kg\frac{m}{s}$ است؟

۱) ۰٫۲
۲) ۱٫۴
۳) ۰٫۴
۴) ۱٫۲

پاسخ‌نامه تشریحی

۱ ۱ ۲ ۳ ۴ نیروهای وزن و عمودی تکیه‌گاه سطح افقی متوازن هستند. از طرفی نیروهای اصطکاک و عمودی تکیه‌گاه دیوار قائم نیز متوازن هستند.



تعادل افقی : $f_s = F_N = ۳۰۰N$

تعادل قائم : $F'_N = mg = ۴۰ \times ۱۰ = ۴۰۰N$

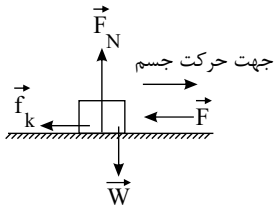
نیروی وارده از طرف سطح افقی به نردبان : $R = \sqrt{f_s^{۲} + F_N'^{۲}} = ۵۰۰N$

۲ ۱ ۲ ۳ ۴

جسم در ابتدا در جهت مثبت محور xها در حال حرکت است.

بنابراین نیروی اصطکاک از نوع جنبشی و در خلاف جهت محور xها به جسم وارد می‌شود.

با توجه به جهت نیروی $\vec{F}$، شتاب حرکت جسم را از مبدأ زمان تا لحظه‌ای که جهت حرکت آن عوض می‌شود، به‌دست می‌آوریم.



$$(F_{net})_x = ma \Rightarrow -F - f_k = ma$$

$$\xrightarrow[F_N=W, W=mg, \mu_k=۰/۴]{f_k=\mu_k F_N, F=۱۲N, g=۱۰\frac{N}{kg}, m=۱/۵kg} -۱۲ - ۰/۴ \times ۱/۵ \times ۱۰ = ۱/۵a \Rightarrow a = -۱۲\frac{m}{s^۲}$$

اکنون مدت زمانی که طول می‌کشد تا تندی جسم صفر شود را به‌دست می‌آوریم:

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} \xrightarrow[a=-۱۲\frac{m}{s^۲}, t_۰=۰]{v=۰, v_۰=۱۸\frac{m}{s}} t = \frac{۰ - ۱۸}{-۱۲} = ۱/۵s$$

اکنون بررسی می‌کنیم که در لحظه‌ای که تندی جسم صفر شده است، جسم به حرکت خود ادامه می‌دهد یا خیر؟

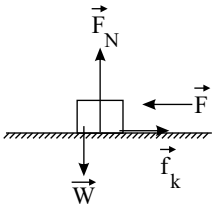
ابتدا $f_{s,\max}$ را به‌دست می‌آوریم و با نیروی F مقایسه می‌کنیم:

$$f_{s,\max} = \mu_s F_N \xrightarrow[m=۱/۵kg, g=۱۰\frac{N}{kg}]{F_N=W, W=mg, \mu_s=۰/۵} f_{s,\max} = ۰/۵ \times ۱/۵ \times ۱۰ = ۷/۵N \xrightarrow{F=۱۲N} F > f_{s,\max}$$

بنابراین جسم در جهت نیروی F به حرکت خود ادامه می‌دهد.

پس در لحظهٔ $t = ۱/۵s$ جهت حرکت جسم عوض شده و در خلاف جهت محور xها شروع به حرکت می‌کند.

اکنون شتاب حرکت جسم را در این مرحله به‌دست می‌آوریم.



$$-F + f_k = ma' \xrightarrow[F_N=W, W=mg, \mu_k=۰/۴]{f_k=\mu_k F_N, m=۱/۵kg, g=۱۰\frac{N}{kg}} -۱۲ + ۰/۴ \times ۱/۵ \times ۱۰ = ۱/۵a' \Rightarrow a' = \frac{-۶}{۱/۵} = -۴\frac{m}{s^۲}$$

بنابراین ادامهٔ حرکت جسم با شتاب $-۴\frac{m}{s^۲}$ است.

$$v' = a't' + v'_۰ \xrightarrow[a'=-۴\frac{m}{s^۲}, v'_۰=۰]{t'=۴-۱/۵=۲/۵s} v' = -۴ \times ۲/۵ = -۱۰\frac{m}{s} \Rightarrow |v'| = ۱۰\frac{m}{s}$$

۳ ۱ ۲ ۳ ۴ اگر برآیند ۳ نیرو صفر شود، هر نیرو، قرینهٔ برایند دو نیروی دیگر است، یعنی:

$$F_۱ + F_۲ + F_۳ = ۰ \Rightarrow F_۲ + F_۳ = -F_۱$$

اکنون اگر $F_۲$ و $F_۳$ دو برابر شود و جهت $\vec{F_۱}$ را مثبت فرض می‌کنیم، داریم:

$F_۱ + ۲F_۲ + ۲F_۳ = ma \Rightarrow F_۱ + ۲(F_۲ + F_۳) = ma$

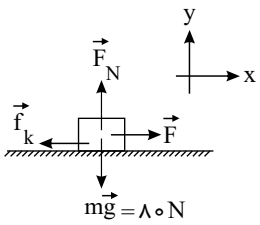
$F_۱ + ۲(-F_۱) = ma \Rightarrow -F_۱ = ma$

$-۱۰ = ۵a \Rightarrow a = -۲\frac{m}{s^۲}$

شتاب منفی است یعنی در خلاف جهت $\vec{F_۱}$ است.

۴ ۱ ۲ ۳ **۴** در مسیر مستقیم در صورتی که نیروی خالصی در خلاف جهت سرعت جسم به جسم اعمال شود، حرکت جسم شتاب‌دار کندشونده خواهد بود.

۵ ۱ ۲ **۳** ۴



با توجه به شکل بالا و با نوشتن قانون دوم نیوتون، ابتدا نیروی اصطکاک و نیروی عمودی سطح وارد بر جعبه را محاسبه می‌کنیم.

$F_{net,x} = ma_x \Rightarrow ۱۰۰ - f_k = ۸ \times ۵ \Rightarrow f_k = ۶۰N$

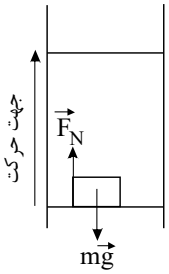
$F_{net,y} = ۰ \Rightarrow F_N = mg = ۸۰N$

می‌دانیم نیروی اصطکاک و نیروی عمودی سطح مؤلفه‌های نیرویی هستند که از طرف سطح به جعبه وارد می‌شود. بنابراین نیروی وارد بر جعبه از طرف سطح برابر است با:

$R = \sqrt{F_N^۲ + f_k^۲} = \sqrt{۸۰^۲ + ۶۰^۲} = ۱۰۰N$

۶ ۱ ۲ **۳** ۴

زمانی که آسانسور رو به بالا حرکت می‌کند، نیروی عمودی کف آسانسور که بر شخص وارد می‌شود برابر است با:

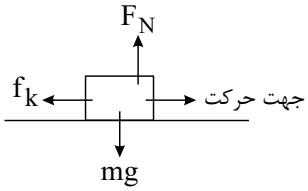


$a = \frac{F_{net}}{m} \Rightarrow a = \frac{F_N - mg}{m} \Rightarrow F_N = m(g + a)$

$\frac{F_{N_۱}}{F_{N_۲}} = \frac{m(g + a_۱)}{m(g + a_۲)} \xrightarrow[a_۲ = \frac{\Delta v'}{\Delta t'} = \frac{۰ - ۲}{۲} = -۱m/s^۲]{a_۱ = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{۲ - ۰}{۱} = ۲m/s^۲} \frac{F_{N_۱}}{F_{N_۲}} = \frac{۱۰ + ۲}{۱۰ - ۱} \Rightarrow \frac{F_{N_۱}}{F_{N_۲}} = \frac{۱۲}{۹} = \frac{۴}{۳}$

۷ ۱ ۲ ۳ **۴**

تنها نیرویی که باعث کند شدن حرکت جسم می‌شود، اصطکاک است. بنابراین در ابتدا با استفاده از رابطهٔ مربوط به قانون دوم نیوتون، شتاب جسم را یافته، سپس از آن مسافت طی شده در ۲ ثانیه آخر را محاسبه می‌کنیم.



$۰ - f_k = ma \Rightarrow -\mu_k mg = ma \Rightarrow a = -\mu_k g$

$a = -۰/۲ \times ۱۰ = -۲m/s^۲$

$\begin{cases} v = ۰ \\ a = -۲m/s^۲ \\ t = ۲(s) \end{cases}$

$\Delta x = -\frac{۱}{۲}at^۲ + vt \qquad \Delta x = -\frac{۱}{۲} \times (-۲) \times ۴ = ۴m$

۸ **۱** ۲ ۳ ۴ در هر حالت نیروی عمودی تکیه‌گاه و نیروی اصطکاک را تعیین می‌کنیم. چون در هر دو حالت جسم ساکن می‌ماند، در هر دو حالت نیروی اصطکاک با نیروی افقی هم اندازه است. یعنی:

$R = \sqrt{F_N^۲ + f_s^۲}$

در راستای x : $(F_{netx}) = ma_x = ۰ \rightarrow f_s = F_۱$

در راستای y : $(F_{nety}) = ma_y = ۰ \rightarrow f_N = F_۲ + mg \Rightarrow R = \sqrt{(F_۲ + mg)^۲ + (F_۱)^۲}$

$|\vec{F}_1|$ و $|\vec{F}_1|$ هر یک سه برابر شده و جسم ساکن می‌ماند:

$$R' = \sqrt{(3F_2 + mg)^2 + (3F_1)^2}$$

$$\frac{R'}{R} = \sqrt{\frac{(3F_2 + mg)^2 + (3F_1)^2}{(F_2 + mg)^2 + (F_1)^2}} = n$$

اگر: $\frac{9F_1^2 + (3F_2 + 3mg)^2}{F_1^2 + (F_2 + mg)^2} = \frac{9[F_1^2 + (F_2 + mg)^2]}{F_1^2 + (F_2 + mg)^2} = 9$

از طرفی داریم: $\underbrace{\frac{9F_1^2 + (2F_2^2 + 3mg)^2}{F_1^2 + (F_2^2 + mg)^2}}_{9} > \frac{9F_1^2 + (3F_2 + mg)^2}{F_1^2 + (F_2 + mg)^2} = n^2$

$$n^2 < 9 \rightarrow 1 < n < 3$$

۹ گزینهٔ «۱» طبق رابطهٔ $p = mv$ داریم:

$$v = \frac{p}{m} = \frac{t^3 - 3t + 1}{2} = \frac{1}{2}t^3 - \frac{3}{2}t + \frac{1}{2}$$

حال با استفاده از رابطهٔ شتاب متوسط، داریم:

$$a_{av} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_4 - v_0}{4} = \frac{(\frac{1}{2} \times 4^3 - \frac{3}{2} \times 4)}{4} = 6/5 \frac{m}{s^2}$$

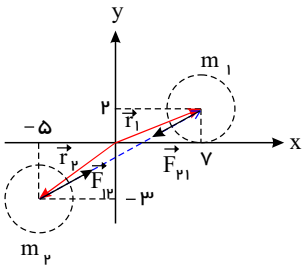
۱۰ گزینهٔ «۱» با توجه به رابطهٔ بین تکانه، انرژی جنبشی و جرم متحرک داریم:

$$K = \frac{p^2}{2m} \Rightarrow \frac{K_A}{K_B} = (\frac{p_A}{p_B})^2 \times \frac{m_B}{m_A} \xrightarrow{p_A = p_B} \frac{K_A}{K_B} = \frac{m_B}{m_A} \xrightarrow[m_A = 2kg]{K_A = 4K_B} 4 = \frac{m_B}{2} \rightarrow m_B = 8kg$$

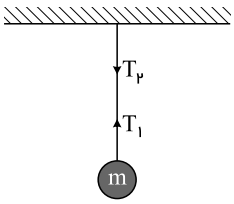
۱۱ گزینهٔ «۴» نیروی گرانشی بین دوجرم m_1 و m_2 همواره ربایشی است. پس مطابق شکل مقابل نیروی گرانشی که جرم m_1 به جرم m_2 وارد می کند($\vec{F}_{12}$)درجهت بردار $\overrightarrow{\Delta r} = \vec{r}_1 - \vec{r}_2$ خواهد بود. بنابراین داریم:

$$\overrightarrow{\Delta r} = \vec{r}_1 - \vec{r}_2$$

$$\overrightarrow{\Delta r} = (7\vec{i} + 2\vec{j}) - (-5\vec{i} - 3\vec{j}) \Rightarrow \overrightarrow{\Delta r} = 12\vec{i} + 5\vec{j}$$



۱۲ گزینهٔ «۴» نادرست است. T_1 و T_2 کنش و واکنش نیستند.



۱۳ گزینهٔ «۱» مطابق قانون دوم نیوتون داریم:

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

$$(13 + \alpha)\vec{i} + (7 + \beta)\vec{j} = 3(2\vec{i} + 4\vec{j})$$

$$(13 + \alpha)\vec{i} + (7 + \beta)\vec{j} = 6\vec{i} + 12\vec{j}$$

$$\left.\begin{matrix} 13 + \alpha = 6 \Rightarrow \alpha = -7 \\ 7 + \beta = 12 \Rightarrow \beta = 5 \end{matrix}\right\} \Rightarrow \frac{\alpha}{\beta} = \frac{-7}{5}$$

۱۴ گزینهٔ «۲» در ابتدا تغییر تکانهٔ جسم را محاسبه می‌کنیم:

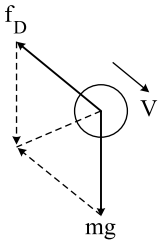
$$\Delta p = p_2 - p_1 \xrightarrow{p_2 = 2p_1} \Delta p = 2p_1 - p_1 \rightarrow \Delta p = p_1$$

از طرفی با توجه به رابطهٔ بین قانون دوم نیوتون و تغییر تکانه داریم:

$$\Delta p = F_{net} \cdot \Delta t \xrightarrow{\Delta p = p_1} p_1 = F_{net} \cdot \Delta t \xrightarrow{p_1 = mv_1} mv_1 = F_{net} \cdot \Delta t \xrightarrow[F_{net} = 4N]{m = 20kg, v_1 = 5\frac{m}{s}} 20 \times 5 = 4\Delta t \rightarrow \Delta t = 25s$$

۱۵ گزینهٔ «۳» با توجه به اینکه به جسم دو نیروی mg و f_D وارد می‌شود و با در نظر گرفتن جهت این نیروها تنها در محدودهٔ c، می‌تواند a=g باشد زیرا در این ناحیه که

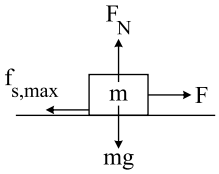
جسم به طرف پایین حرکت می‌کند، نیروی مقاوم به طرف بالا بوده و داریم:



یعنی چون زاویهٔ بین دو بردار بیشتر از 90° است، برآیند آن‌ها می‌تواند با یکی از آن‌ها هم‌اندازه باشد.

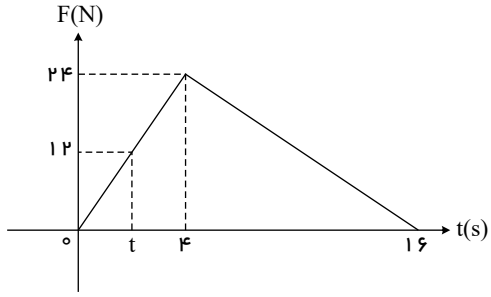
$$|\vec{f_D}+m\vec{g}|=m\vec{a} \xrightarrow{\text{که می‌تواند } \vec{a}=\vec{g} \text{ باشد}} |\vec{f_D}+m\vec{g}|=m\vec{g}$$

۱۶ ۱ ۲ ۳ ۴ گام اول: اندازهٔ بیشینه نیروی اصطکاک ایستایی را به دست می‌آوریم:



$$f_{s,max}=\mu_s F_N=\mu_s mg=۰/۶\times ۲\times ۱۰=۱۲N$$

در لحظهٔ $t=2s$، $F=f_{s,max}$ می‌شود و جسم در آستانهٔ حرکت قرار می‌گیرد.



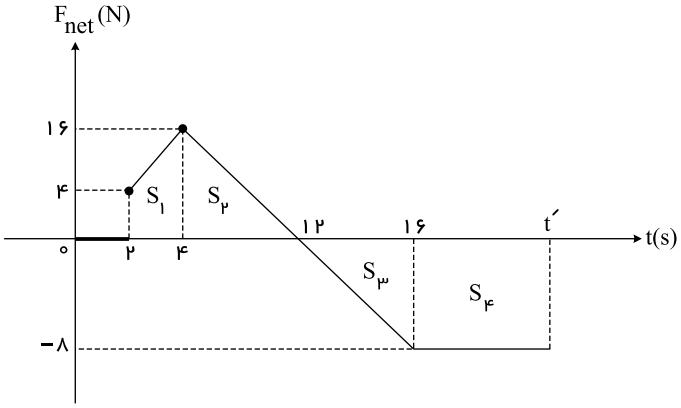
$$\frac{۲۴}{۴}=\frac{۱۲}{t}\Rightarrow t=2s$$

پس از آن نیروی وارد بر جسم از نوع اصطکاک جنبشی است، پس در بازه زمانی $2s\le t\le 16s$ نیروی خالص وارد بر جسم عبارت است از:

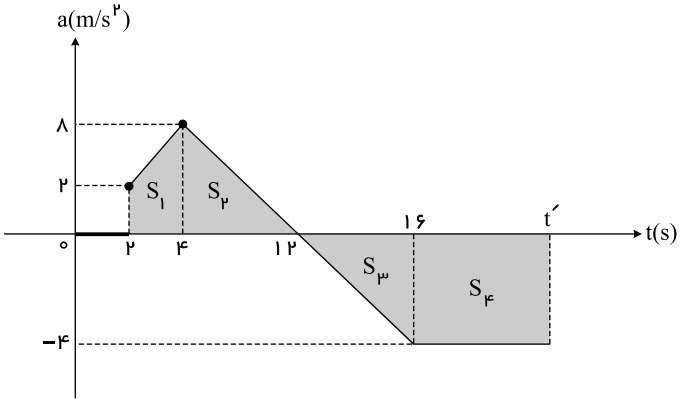
$$F_{net}=F-f_k\rightarrow F_{net}=F-\mu_k F_N=F-\mu_k mg\Rightarrow F_{net}=F-۰/۴\times ۲\times ۱۰\Rightarrow F_{net}=F-۸$$

اکنون نمودار نیروی خالص وارد بر جسم را رسم می‌کنیم. پس از لحظه $t=16s$ در راستای افقی تنها نیروی اصطکاک جنبشی تا لحظه توقف در خلاف جهت حرکت به جسم وارد می‌شود.

می‌دانیم مساحت محصور بین نمودار نیروی خالص برحسب زمان و محور زمان در بازه معین برابر با اندازه تغییرات تکانه در بازه زمانی است. بنابراین در لحظه t' تندی جسم صفر می‌شود پس:



نمودار $a-t$ را رسم می‌کنیم. $(a=\frac{F_{net}}{m})$

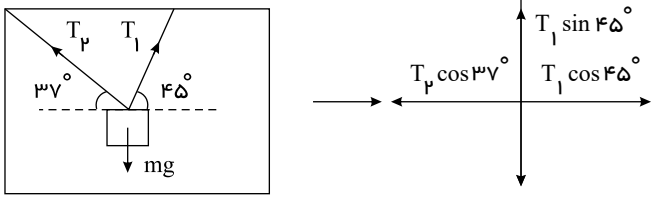


$$\begin{cases} v_{\circ} = \circ \\ v = \circ \end{cases} \rightarrow \Delta v = \circ \rightarrow S_{۱} + S_{۲} = S_{۳} + S_{۴} \rightarrow \frac{(۲ + ۸) \times ۲}{۲} + \frac{۸ \times ۸}{۲} = \frac{۴ \times ۴}{۲} + (t' - ۱۶) \times ۴$$

$$\rightarrow ۱۰ + ۳۲ = ۸ + ۴t' - ۶۴ \rightarrow ۴t' = ۹۸ \rightarrow t' = ۲۴٫۵s$$

۱۷ ۱ ۲ ۳ ۴

در ابتدا نیروهای وارد بر جسم را رسم کرده و آنها را در امتداد افق و قائم تجزیه می‌کنیم. دقت کنید که در امتداد افقی، نیروی خالص وارد بر جسم، صفر است ولی در راستای قائم، نیروی خالص صفر نیست. به عبارتی داریم:



$$T_{۱} \sin ۴۵ + T_{۲} \sin ۳۷ - mg = ma \quad (I)$$

$$T_{۱} \cos ۴۵ = T_{۲} \cos ۳۷ \Rightarrow \frac{\sqrt{۲}}{۲} T_{۱} = T_{۱} \times \frac{۸}{۱۰} \Rightarrow T_{۲} = \frac{۵\sqrt{۲}}{۸} T_{۱} \quad (II)$$

$$\xrightarrow{(I),(II)} \frac{\sqrt{۲}}{۲} T_{۱} + \frac{۵\sqrt{۲}}{۸} T_{۱} \times \frac{۶}{۱۰} = m(g + a) \Rightarrow \frac{\sqrt{۲}}{۲} T_{۱} + \frac{۳\sqrt{۲}}{۸} T_{۱} = m(g + a) \Rightarrow T_{۱}(\frac{\sqrt{۲}}{۲} + \frac{۳\sqrt{۲}}{۸}) = m(g + a)$$

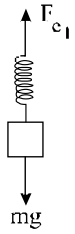
$$T_{۱}(\frac{۴\sqrt{۲} + ۳\sqrt{۲}}{۸}) = m(g + a) \Rightarrow T_{۱} = \frac{۸}{۴\sqrt{۲} + ۳\sqrt{۲}} m(g + a) = (\frac{۴\sqrt{۲}}{۷}) m(g + a)$$

۱۸ ۱ ۲ ۳ ۴

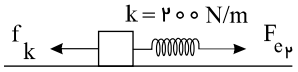
حالت اول، با توجه به نیروهای وارد بر جسم در راستای قائم، با استفاده از قانون دوم نیوتون، ثابت فنر را می‌یابیم:

$$F_{net} = ma \rightarrow F_{e_{۱}} - mg = ma \rightarrow k\Delta\ell = m(g + a) \rightarrow k(۸۴ - ۶۰) \times ۱۰^{-۲} = ۴(۱۰ + ۲)$$

$$k = ۲۰۰ \frac{N}{m}$$



حالت دوم، نیروی فنر به عنوان نیروی محرک و نیروی اصطحکاک جنبشی به عنوان نیروی مقاوم عمل می‌کند.



$$F_{net} = ma \rightarrow F_{e_{۲}} - f_{k} = ma_{۲}$$

$$k\Delta\ell - \mu_{k} F_{N} = ma_{۲}$$

$$۲۰۰(۷۲ - ۶۰) \times ۱۰^{-۲} - \mu_{k} \times ۴۰ = ۴ \times ۲$$

$$۲۰۰ \times ۱۲ \times ۱۰^{-۲} - ۴۰\mu_{k} = ۸$$

$$\mu_{k} = ۰٫۴$$

۱۹ ۱ ۲ ۳ ۴

$$f_{k} = \mu_{k} \times F_{N}$$

$$\left.\begin{array}{l} \text{شکل ۱} : F_{N_{۱}} = mg - F_{۱} \\ \text{شکل ۲} : F_{N_{۲}} = mg + F_{۲} \end{array}\right\} \Rightarrow F_{N_{۱}} < F_{N_{۲}}$$

نیروی اصطکاک جنبشی هردو برابر است، طبق رابطهٔ $f_k = \mu_k \times F_N$ به ازای نیروی اصطکاک یکسان، هرچه نیروی عمودی سطح بیشتر باشد، ضریب اصطکاک کمتر است پس:

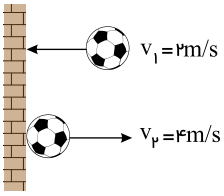
$\mu_1 > \mu_2$

پس گزینهٔ ۱ صحیح است.

۲۰ ۱ ۲ ۳ **۴** ۷۵ درصد انرژی جنبشی‌اش را از دست می‌دهد یعنی ۲۵ درصد آن باقی می‌ماند:

$K_2 = ۰/۲۵K_1$

$\frac{K_2}{K_1} = ۰/۲۵ \Rightarrow (\frac{v_2}{v_1})^2 = ۰/۲۵ \Rightarrow \frac{v_2}{v_1} = ۰/۵ \Rightarrow v_2 = ۰/۵v_1 = ۰/۵ \times ۴ = ۲\frac{m}{s}$



$\Delta\vec{p} = m(\vec{v}_2 - \vec{v}_1)$

$= ۰/۲(۲ - (-۴)) = ۱/۲\frac{kgm}{s}$

پاسخ‌نامه کلیدی

۱	۱	**۲**	۳	۴	۶	۱	۲	**۳**	۴	۱۱	۱	۲	۳	**۴**	۱۶	۱	۲	**۳**	۴
۲	۱	۲	۳	**۴**	۷	۱	۲	۳	**۴**	۱۲	۱	۲	۳	**۴**	۱۷	۱	**۲**	۳	۴
۳	۱	**۲**	۳	۴	۸	**۱**	۲	۳	۴	۱۳	**۱**	۲	۳	۴	۱۸	۱	۲	**۳**	۴
۴	۱	۲	۳	**۴**	۹	**۱**	۲	۳	۴	۱۴	۱	**۲**	۳	۴	۱۹	**۱**	۲	۳	۴
۵	۱	۲	**۳**	۴	۱۰	**۱**	۲	۳	۴	۱۵	۱	۲	**۳**	۴	۲۰	۱	۲	۳	**۴**