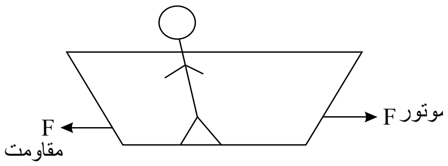
نام آزمون: فیزیک دوازدهم فصل ۲

زمان برگزاری: ۴۰ دقیقه

آکادمی آموزشی انگیزشی رویش

۱) نیروی موتور یک قایق موتوری افقی و برابر ۱۲۰۰N است. پس از ۴s سرعت قایق موتوری به v_1 می‌رسد. اگر نیروی مقاومت وارد بر قایق ۴۰۰N و جرم قایق و سرنشین ۱۶۰kg و توان قایق موتوری ۲۰۰۰W باشد، در این مدت ۴s قایق چند متر جابه‌جا شده است؟



۱) ۱۰
۲) ۲۵
۳) ۳۰
۴) ۴۵

۲) سربازی به جرم ۵۰kg در مبدأ زمان از هلی‌کوپتری ساکن به بیرون می‌پرد و پس از ۴۵m سقوط، چتر خود را باز می‌کند. اگر نیروی مقاومت هوا در برابر چتر، ثابت و برابر ۱۰۰۰N باشد و از نیروی مقاومت هوا بر سرباز چترباز صرف‌نظر کنیم در چه لحظه‌ای برحسب ثانیه سرعت چترباز به ۱۰$\frac{m}{s}$ می‌رسد؟ $(g = 10\frac{N}{kg})$

۱) ۲
۲) ۵
۳) ۷
۴) ۹

۳) جسمی به جرم ۴kg را به سمت بالا پرتاب می‌کنیم. در لحظه‌ای که شتاب حرکت جسم ۱۵$\frac{m}{s^2}$ است، بخشی از جسم به جرم m جدا شده و شتاب حرکت جسم ۱۸$\frac{m}{s^2}$ می‌شود. m چند کیلوگرم است؟ (فرض کنید با جدا شدن بخشی از جسم، نیروی مقاومت هوا تغییر نمی‌کند و $g = 10\frac{N}{kg}$)

۱) ۳
۲) ۲٫۵
۳) ۴٫۵
۴) ۱٫۵

۴) دو گلولهٔ مشابه A و B به جرم ۲kg مفروض است.گلولهٔ A را در شرایط خلأ و گلولهٔ B را در هوا به‌طور هم زمان با سرعت اولیه یکسان ۳۰$\frac{m}{s}$ از سطح زمین به سمت بالا پرتاب می‌کنیم. اگر نیروی مقاومت هوا در برابر حرکت گلولهٔ B ثابت و برابر ۱۰N باشد، کدام یک از دو گلوله و با چه اختلاف زمانی برحسب ثانیه، زودتر از گلولهٔ دیگری به نقطهٔ اوج خود می‌رسد؟ $(g = 10\frac{N}{kg})$

۱) A، ۲
۲) B، ۱
۳) A، ۱
۴) B، ۲

۵) دو چترباز به جرم‌های ۹۰ و ۷۵ کیلوگرم در حال سقوط در هوای آزاد هستند. در یک لحظهٔ مشخص، دو چترباز چترهای خود را باز می‌کنند و اندازهٔ شتاب حرکت آن‌ها با یکدیگر مساوی و برابر با ۶$\frac{m}{s^2}$ و جهت شتاب آن‌ها به‌ترتیب رو به پایین و بالا می‌شود. اگر در این لحظه سرعت چترباز سنگین‌تر از ۱٫۵$\frac{m}{s}$ باشد، به‌ترتیب از راست به چپ سرعت چترباز دیگر چند متر بر ثانیه و نسبت تکانهٔ چترباز سنگین‌تر کدام است؟

۱) ۵، $\frac{۹}{۲۵}$
۲) ۷، $\frac{۳۶}{۸}$
۳) ۵، $\frac{۲۵}{۹}$
۴) ۹، $\frac{۸}{۳۶}$

۶) توپی به جرم m را در هوا به سمت بالا پرتاب می‌کنیم.این توپ تا نقطهٔ اوج بالا رفته و سپس به زمین بازمی‌گردد. اگر بیشینه مقاومت هوا در برابر حرکت توپ $\frac{۲}{۵}$ وزن توپ باشد، نسبت حداکثر شتاب توپ به حداقل شتاب توپ کدام است؟ $(g = 10\frac{N}{kg})$

۱) $\frac{۴}{۳}$
۲) $\frac{۳}{۷}$
۳) $\frac{۵}{۶}$
۴) $\frac{۷}{۳}$

۷) جسمی به جرم ۳kg از ارتفاع ۱۸۰m سطح زمین در شرایط خلأ رها می‌شود. پس از گذشت ۳s از شروع به حرکت به جسم نیروی رو به بالای F وارد می‌شود. اگر جسم با سرعت صفر به زمین برسد، F چند نیوتون است؟ $(g = 10\frac{N}{kg})$

۱) ۳۰
۲) ۴۰
۳) ۶۰
۴) ۸۰

۸) گلوله‌ای به جرم $1kg$ را از سطح زمین با سرعت اولیه $60\frac{m}{s}$ به سمت بالا پرتاب می‌کنیم. اگر زمان بالا رفتن و پایین آمدن گلوله به ترتیب t_1 و t_2 باشد، کدام‌یک از دو زمان بزرگ‌تر است و نسبت $\frac{t_1}{t_2}$ کدام است؟ (نیروی مقاومت هوا به هنگام بالا رفتن و پایین آمدن گلوله یکسان و برابر $5N$ است و $g = 10\frac{N}{kg}$)

۱) $\frac{\sqrt{3}}{3}, t_1$ ۲) $\frac{\sqrt{3}}{3}, t_2$ ۳) $\sqrt{3}, t_1$ ۴) $\sqrt{3}, t_2$

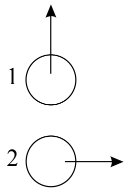
۹) جسمی به جرم $8kg$ در یک سیاره به شتاب گرانش g قرار دارد. به این جسم یکبار نیروی F و بار دیگر نیروی $F + 30N$ وارد می‌کنیم. اگر شتاب جسم بر اثر این نیروها به‌ترتیب $\frac{1}{g}$ و g شود، وزن جسم در سیاره مورد نظر چند نیوتون است؟

۱) ۴۰ ۲) ۳۲ ۳) ۲۴ ۴) ۱۶

۱۰) وزن جعبه چوبی شمارهٔ ۱ در سطح مریخ برابر وزن جعبه چوبی شماره ۲ در سطح ماه است. اگر در سطح زمین جعبه چوبی شمارهٔ ۲، ۱۰۰ نیوتون بیشتر از وزن جعبه چوبی شمارهٔ ۱ باشد، جرم جعبه چوبی شمارهٔ ۲ چند کیلوگرم است؟ ($g_{\text{زمین}} = 10\frac{N}{kg}$ ، $g_{\text{ماه}} = 1/6\frac{N}{kg}$ و $g_{\text{مریخ}} = 3/6\frac{N}{kg}$)

۱) ۹ ۲) ۲۰ ۳) ۱۴ ۴) ۱۸

۱۱) دو توپ مشابه ۱ و ۲ مطابق شکل زیر با سرعت اولیه یکسان به‌ترتیب در راستای قائم و راستای افقی پرتاب می‌شوند. اگر بلافاصله پس از پرتاب، نیروی مقاومت هوا نصف وزن هر یک از توپ‌ها باشد، شتاب توپ ۲ چند برابر شتاب توپ ۱ است؟



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

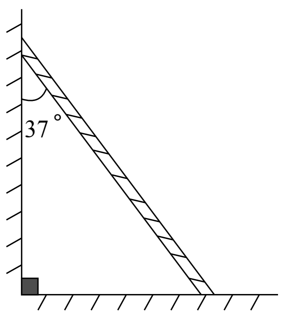
۱۲) توپی به جرم m را به سمت بالا پرتاب می‌کنیم و شتاب حرکت توپ در لحظه‌ای که نیروی مقاومت هوا f_D است برابر $13\frac{m}{s^2}$ است. شتاب حرکت توپ در لحظه‌ای که نیروی مقاومت هوا $3f_D$ است، چند متر بر مجذور ثانیه است؟ ($g = 10\frac{N}{kg}$)

۱) ۱۷ ۲) ۲۱ ۳) ۱۹ ۴) ۲۶

۱۳) توپی به جرم m را از سطح زمین در راستای قائم به سمت بالا پرتاب می‌کنیم. این توپ تا نقطهٔ اوج بالا رفته و سپس به زمین بازمی‌گردد. دو نقطه از مسیر حرکت توپ، یکی به هنگام بالا رفتن و دیگری به هنگام پایین آمدن، نیروی مقاومت هوا برابر با f_D می‌شود. اگر شتاب حرکت توپ در این دو نقطه به‌ترتیب a و a' باشد، بین a و a' چه رابطه‌ای برقرار است؟ ($g = 10\frac{N}{kg}$)

۱) $a + a' = 10$ ۲) $a + a' = 20$ ۳) $a - a' = 10$ ۴) $a - a' = 20$

۱۴) در شکل مقابل نردبامی به وزن W به دیوار قائم بدون اصطکاک (نسبت به نردبام) تکیه داده و بر روی سطح افقی دارای اصطکاکی در آستانهٔ لغزش قرار دارد. اگر در این لحظه امتداد نردبام با دیوار قائم 37° و نیرویی که سطح افق به نردبام وارد می‌کند در امتداد نردبام باشد، ضریب اصطکاک ایستایی بین سطح افق با نردبام کدام است؟ ($\cos 37^\circ = \sin 53^\circ = 0/8$)

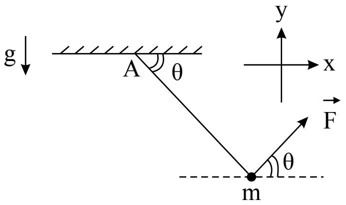


۱) ۰/۲۵
۲) ۰/۶
۳) ۰/۷۵
۴) ۰/۸

۱۵) دو متحرک A و B به جرم‌های $m_A = ۱۰۰۰kg$ و $m_B = ۲۰۰۰kg$ با تندی‌های $v_A = ۲۰\frac{m}{s}$ و $v_B = ۱۰\frac{m}{s}$ در یک جادهٔ مستقیم و افقی در حرکت‌اند. در یک جابه‌جایی یکسان، اندازهٔ نیروی لازم برای متوقف کردن متحرک A چند برابر اندازهٔ نیروی لازم برای متوقف کردن متحرک B می‌باشد؟

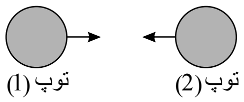
۱) $\frac{۱}{۴}$ ۲) ۲ ۳) $\frac{۱}{۲}$ ۴) ۴

۱۶) در شکل مقابل گلولهٔ کوچکی به جرم m توسط نخ سبکی از نقطهٔ A از سقفی آویخته و توسط نیروی ثابت $\vec{F}$ کشیده شده و جسم ساکن است. اگر نیرویی که نخ به سقف در نقطهٔ A وارد می‌کند: $\vec{T} = ۴\vec{i} - ۳\vec{j}\ (SI)$ باشد، جرم گلوله چند گرم است؟ $(g = ۱۰\frac{N}{kg})$



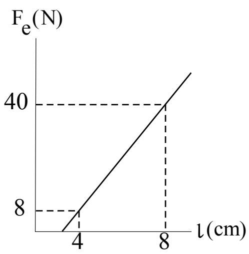
۱) ۳۰۰
۲) ۵۰۰
۳) ۶۰۰
۴) ۸۰۰

۱۷) در شکل زیر توپ شمارهٔ (۲) با تکانهٔ $۶kgm/s$ به طرف چپ حرکت کرده و توپ (۱) با تکانهٔ $۸kgm/s$ به طرف راست در حال حرکت است. پس از برخورد دو توپ با یکدیگر، توپ (۲) در همان راستا با تکانهٔ $۴/۸kgm/s$ به طرف راست برمی‌گردد. اگر زمان تماس دو توپ باهم $۰/۲s$ طول بکشد و اتلاف انرژی برخورد ناچیز باشد، کدام گزینه در مورد بزرگی و جهت $\vec{p'}_۱$ صحیح است؟



۱) $۱۸/۸kg\ m/s$ به طرف چپ ۲) $۹/۲kg\ m/s$ به طرف راست
۳) $۶/۸kg\ m/s$ به طرف راست ۴) $۲/۸kg\ m/s$ به طرف چپ

۱۸) نمودار اندازهٔ نیروی کشسانی فنر برحسب طول آن، مطابق با شکل زیر است. اگر این فنر را از دو طرف با نیروی افقی $۲۴N$ بکشیم، طول آن چند سانتی‌متر می‌شود؟ (جرم فنر ناچیز فرض شود.)

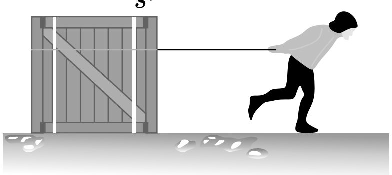


۱) ۳ ۲) ۶
۳) ۸ ۴) ۱۰

۱۹) شخصی به جرم $۶۰kg$ درون یک آسانسور بر روی ترازویی ایستاده است. آسانسور از حال سکون با شتاب ثابت $۲\frac{m}{s^۲}$ به‌سمت پایین شروع به حرکت می‌کند و سپس با شتاب ثابت به بزرگی $۳\frac{m}{s^۲}$ متوقف می‌شود. اختلاف بین بیشینه و کمینهٔ اندازهٔ نیرویی که ترازو نشان می‌دهد، چند نیوتون است؟ $(g = ۱۰\frac{N}{kg})$

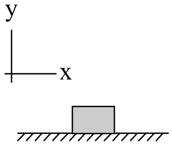
۱) ۳۰۰ ۲) ۴۸۰ ۳) ۶۰۰ ۴) ۷۸۰

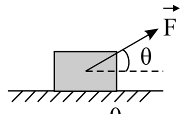
۲۰) در شکل زیر، کارگری یک جعبهٔ ۸ کیلوگرمی را با نیروی افقی ثابت $۱۰۰N$ روی سطح افقی می‌کشد. اگر شتاب حرکت جعبه $۵\frac{m}{s^۲}$ باشد، اندازهٔ نیرویی که از طرف سطح به جعبه وارد می‌شود، چند نیوتون است؟ $(g = ۱۰\frac{N}{kg})$



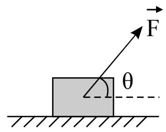
۱) ۶۰ ۲) ۸۰
۳) ۱۰۰ ۴) ۱۴۰

۲۱) مطابق شکل، به جسمی به جرم $9kg$ نیروی $\vec{F}$ وارد شده و جسم ساکن است. اگر نیروی وارده از طرف جسم به سطح $(60\vec{i} - 80\vec{j})$ در SI باشد، کدام‌یک از اشکال زیر می‌تواند بیانگر نیروی $\vec{F}$ وارد بر جسم باشد؟

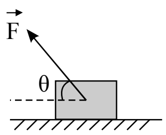


۱) 

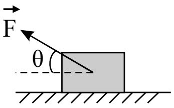
$(\theta < 45^0)$

۲) 

$(\theta > 45^0)$

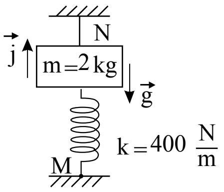
۳) 

$(\theta > 45^0)$

۴) 

$(\theta < 45^0)$

۲۲) در شکل زیر، مجموعه در حال تعادل است و نیروی وارد بر سطح در نقطهٔ M برابر با $12\vec{j}$ در SI است. اگر طول عادی فنر برابر با $12cm$ باشد، طول فنر در این حالت و نیروی کشش نخ به ترتیب از راست به چپ در SI کدام است؟ (جرم فنر و نخ ناچیز است و $g = 10\frac{N}{kg}$)

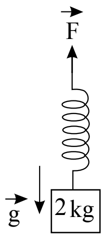


۱) ۰٫۰۹ و ۳۲
۲) ۰٫۰۹ و ۸
۳) ۰٫۱۵ و ۸
۴) ۰٫۱۵ و ۳۲

۲۳) جعبه چوبی به جرم m از روی سطح شیبداری لیز می‌خورد و در یک مسیر صاف قرار می‌گیرد. اگر ۳۰ متر ابتدای مسیر روغن ریخته باشد و ضریب اصطکاک جنبشی آن ۰٫۳ باشد و بقیهٔ مسیر ضریب اصطکاک جنبشی معادل با ۰٫۶ داشته باشد و در ابتدای مسیر صاف سرعت جسم $30\frac{m}{s}$ باشد تا لحظه‌ای که جسم می‌ایستد چند متر را پیموده است؟

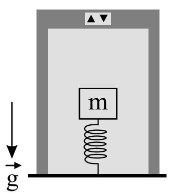
۱) ۴۵ ۲) ۳۰ ۳) ۴۰ ۴) ۶۰

۲۴) مطابق شکل مقابل فنری با جرم ناچیز، با طول عادی $15cm$ و ثابت فنر $1400\frac{N}{m}$ به جسمی به جرم $2kg$ بسته شده و مجموعه با شتاب $4\frac{m}{s^2}$ در راستای قائم به سمت پایین در حال حرکت است. اگر نوع حرکت جسم کندشونده باشد، طول فنر در این حالت چند سانتی‌متر است؟ ($g = 10\frac{N}{kg}$ و از مقاومت هوا صرف‌نظر شود.)



۱) ۱۷ ۲) ۱۳
۳) ۲۰ ۴) ۱۴

۲۵) در شکل زیر، جسمی به جرم $1{,}2kg$ بر روی فنری سبک با ثابت $400\frac{N}{m}$ در حال تعادل قرار دارد. آسانسور از حال سکون با شتاب ثابت به بزرگی $2\frac{m}{s^2}$ به سمت بالا شروع به حرکت می‌کند، سپس با تندی ثابت به حرکت خود ادامه می‌دهد و در ادامه با شتاب ثابت به بزرگی $3\frac{m}{s^2}$ متوقف می‌شود. اگر طول فنر در مرحلهٔ حرکت تندشوندهٔ آسانسور L_1 و در مرحلهٔ حرکت کندشوندهٔ آن L_2 باشد، حاصل $L_1 - L_2$ برحسب سانتی‌متر کدام است؟ $(g = 10\frac{N}{kg})$



۱) $-1{,}5$ ۲) 2
۳) $1{,}5$ ۴) -2

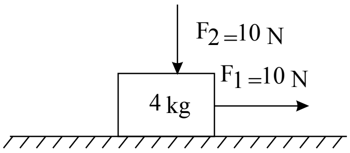
۲۶) جسمی تحت تأثیر نیروی افقی F به بزرگی $12N$ روی سطح افقی بدون اصطکاکی بر روی خط راست در حال حرکت است. اگر تکانهٔ جسم در لحظهٔ $t = 1s$ برابر با p و در لحظهٔ $t = 3s$ برابر با $(\frac{-p}{2})$ باشد، بزرگی تکانهٔ جسم در لحظهٔ $t = 5s$ در SI کدام است؟

۱) ۱۲ ۲) ۱۶ ۳) ۸ ۴) ۳۲

۲۷ معادلهٔ تکانهٔ جسمی برحسب انرژی جنبشی آن در SI به‌صورت $p = \sqrt{12K}$ می‌باشد. اگر در مدت زمان ۴ ثانیه، تندی این جسم از $2\frac{m}{s}$ به $7\frac{m}{s}$ برسد، اندازهٔ نیروی خالص متوسط وارد شده بر جسم چند نیوتون خواهد بود؟

(۱) ۴٫۵ (۲) ۷٫۵ (۳) ۹ (۴) ۱۵

۲۸ 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 θ_1 را با سطح افقی می‌سازد. اگر نیروی F_2 را خلاف جهت نشان داده شده در شکل به جسم وارد کنیم، نیرویی که سطح به جسم وارد می‌کند، زاویهٔ θ_2 را با سطح افقی می‌سازد. کدام درست است؟



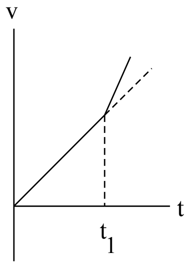
(۱) $\theta_2 = \theta_1 < 90^\circ$ (۲) $\theta_2 = \theta_1 = 90^\circ$

(۳) $\theta_2 < \theta_1$ (۴) $\theta_2 > \theta_1$

۲۹ دو گلولهٔ هم‌جنس با حجم ظاهری یکسان A و B از ارتفاع مشخص از سطح زمین رها می‌شوند. گلولهٔ A توپُر و گلولهٔ B توخالی است و بزرگی نیروی مقاومت هوای وارد بر دو گلوله یکسان و ثابت است. اگر t مدت زمان حرکت دو گلوله از لحظهٔ رها شدن تا لحظهٔ رسیدن به سطح زمین و v تندی برخورد دو گلوله با سطح زمین باشد، کدام گزینه صحیح است؟

(۱) $t_B > t_A$ و $v_B > v_A$ (۲) $t_B > t_A$ و $v_A > v_B$ (۳) $t_A > t_B$ و $v_A > v_B$ (۴) $t_A > t_B$ و $v_B > v_A$

۳۰ نمودار سرعت – زمان حرکت جسمی که تحت تأثیر دو نیروی افقی و هم‌راستای $\vec{F}_1$ و $\vec{F}_2$ بر روی سطح افقی بدون اصطکاکی از حال سکون شروع به حرکت می‌کند، مطابق شکل زیر است. اگر در لحظهٔ t_1 نیروی $\vec{F}_1$ حذف شود، کدام گزینه در مورد جهت و اندازهٔ $\vec{F}_1$ و $\vec{F}_2$ صحیح است؟



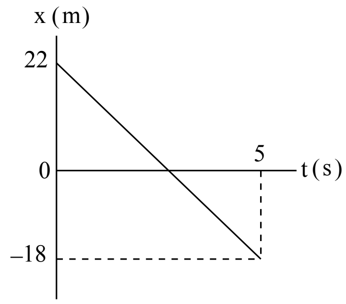
(۱) هم‌جهت هستند و $|\vec{F}_2| > |\vec{F}_1|$

(۲) خلاف جهت هستند و $|\vec{F}_2| > |\vec{F}_1|$

(۳) خلاف جهت هستند و $|\vec{F}_1| > |\vec{F}_2|$

(۴) هم‌جهت هستند و $|\vec{F}_1| > |\vec{F}_2|$

۳۱ نمودار مکان – زمان متحرکی به جرم $400g$ که روی سطح افقی دارای اصطکاکی تحت تأثیر دو نیروی افقی و هم‌راستای $\vec{F}_1 = -4\vec{i}$ در SI و $\vec{F}_2$ در حال حرکت است، مطابق شکل زیر است. اگر در لحظهٔ $t = 5s$ نیروی $\vec{F}_1$ حذف شود، دو ثانیه پس از این لحظه تندی جسم چند متر بر ثانیه می‌شود؟ $(\mu_s = 0/5\ ,\ \mu_k = 0/4\ ,\ g = 10\frac{N}{kg})$



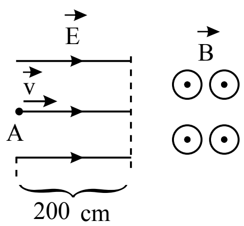
(۱) ۲٫۵

(۲) ۲٫۴

(۳) ۶٫۴

(۴) صفر

۳۲ مطابق شکل زیر، ذره‌ای با بار $q = 2mC$ و جرم $m = 5g$ از نقطهٔ A رها شده و میدان الکتریکی یکنواختی به بزرگی $E = 10\frac{N}{C}$ و طول $200cm$ را در راستای خط‌های میدان الکتریکی می‌پیماید و سپس وارد میدان مغناطیسی یکنواخت برون‌سویی به بزرگی $B = 0/4T$ می‌شود. اندازهٔ نیروی مغناطیسی وارد بر این ذره چند نیوتون است؟ (از نیروی وزن ذره صرف‌نظر کنید.)



(۱) $3/2 \times 10^{-3}$ (۲) $1/6 \times 10^{-6}$

(۳) $3/2 \times 10^{-2}$ (۴) $1/6 \times 10^{-2}$

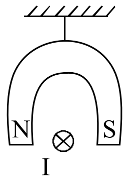
۳۳ وزنه‌ای به جرم $۲kg$ را به فنر سبکی به طول $۴۰cm$ که از سقف آسانسور ساکنی آویزان است، وصل می‌کنیم. بعداز رسیدن وزنه به حالت تعادل، فاصلهٔ آن از کف آسانسور $۱۴۰cm$ است. اگر آسانسور با شتاب ثابت $۲\frac{m}{s^۲}$ رو به بالا شروع به حرکت کند، فاصلهٔ وزنه از کف آسانسور به $۱۳۶cm$ می‌رسد. ثابت فنر چند نیوتن بر سانتی‌متر است؟ $(g = ۱۰\frac{m}{s^۲})$

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

۳۴ جسمی به جرم $۲kg$ کف آسانسوری قرار دارد. هنگامی که آسانسور با شتاب ثابت به بزرگی $۲\frac{m}{s^۲}$ و به صورت کندشونده بالا می‌رود، اندازهٔ نیرویی که از طرف جسم بر کف آسانسور وارد می‌شود، برابر با F_N است. آسانسور با چه اندازهٔ شتابی برحسب متر بر مجذور ثانیه و چگونه روبه پایین حرکت کند تا اندازهٔ نیروی وارد بر کف آسانسور از طرف جسم به همان مقدار F_N شود؟ $(g = ۱۰\frac{m}{s^۲})$

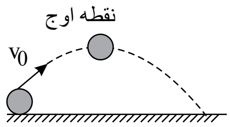
۱) ۲، تند شونده ۲) ۲، کند شونده ۳) ۱، تند شونده ۴) ۱، کند شونده

۳۵ در شکل مقابل یک آهنربای U شکل از یک نخ سبک آویزان است و از سیمی عمود بر صفحهٔ کاغذ جریان عبور می‌کند. در این حالت نیروی کشش .... از وزن آهنربا است و در صورتی که شدت جریان عبوری از سیم افزایش یابد، نیروی کشش نخ .... می‌یابد.



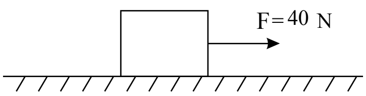
۱) بیش‌تر، کاهش ۲) بیش‌تر، افزایش
۳) کم‌تر، افزایش ۴) کم‌تر، کاهش

۳۶ ورزشکاری توپی را مطابق شکل با تندی اولیه $v_۰$ به سمت بالا پرتاب می‌کند. اگر در نقطهٔ اوج توپ بزرگی شتاب توپ $\frac{۴}{۳}g$ باشد، نیروی مقاومت هوا در نقطهٔ اوج چند برابر نیروی وزن توپ است؟



۱) $\frac{\sqrt{۳}}{۷}$ ۲) $\frac{\sqrt{۷}}{۳}$ ۳) $\frac{۱}{۳}$ ۴) ۱

۳۷ مطابق شکل زیر، جسمی به جرم $۲۰kg$ بر روی سطح افقی قرار دارد و جسم در آستانهٔ لغزیدن است. اگر $۳۰kg$ به محتویات جسم اضافه کنیم و اندازهٔ نیروی F را دو برابر کنیم، نیروی اصطکاک چند برابر می‌شود؟ $(\mu_k = ۰/۴ \ , \ g = ۱۰\frac{m}{s^۲})$

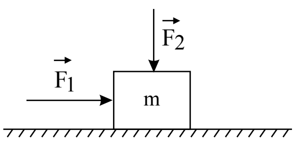


۱) ۲ ۲) ۳
۳) ۵ ۴) ۶

۳۸ جسمی به جرم $۵kg$ تحت اثر نیرویی از حالت سکون شروع به حرکت می‌کند. اگر معادلهٔ تکانهٔ جسم در SI به‌صورت $\vec{p} = (۹t - ۶)\vec{i} + (۱۲t + ۸)\vec{j}$ باشد، مقدار جابه‌جایی این جسم از لحظهٔ آغاز حرکت تا لحظهٔ $t = ۴s$ چقدر است؟

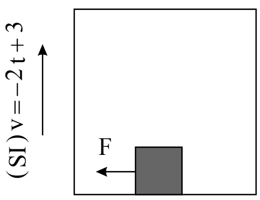
۱) ۲۴ ۲) ۴۸ ۳) ۳۶ ۴) ۴۹

۳۹ 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) $k = ۱$

۴۰ جسمی به جرم $۴kg$ روی کف آسانسوری که با معادلهٔ $v = -۲t + ۳$ رو به بالا در حرکت است قرار دارد. ضریب اصطکاک لغزشی بین جسم و کف آسانسور $\mu_k = ۰/۵$ است. در $t = ۰$ به جسم نیروی افقی $F = ۲۰(N)$ وارد می‌کنیم و جسم به حرکت درمی‌آید تا $t = ۲s$ جسم چه مسافتی را روی کف آسانسور طی می‌کند؟ $(g = ۱۰\frac{N}{kg})$



۱) $۵/۷۵m$ ۲) $۲m$
۳) $\frac{۴۵}{۸}m$ ۴) $۱/۲۵m$

پاسخنامه تشریحی

۱ ۴ ۳ ۲ **۱** ابتدا شتاب قایق را به‌دست می‌آوریم:

$$F_{net}=ma\Rightarrow F_{\text{موتور}}-F_{\text{مقاومت}}=ma\Rightarrow 1200-400=160\times a\Rightarrow a=5\frac{m}{s^2}$$

$$P=\frac{K_1-K_0}{\Delta t}=\frac{\frac{1}{2}m(v_1^2-v_0^2)}{\Delta t}\Rightarrow P\times\Delta t=\frac{1}{2}m(v_1^2-v_0^2)\Rightarrow 2000\times 4=\frac{1}{2}\times 160\times(v_1^2-v_0^2)\Rightarrow v_1^2-v_0^2=100\quad(I)$$

حال جابه‌جایی را به‌دست می‌آوریم و طبق رابطهٔ (I) می‌دانیم $(v_1^2-v_0^2=100)$ پس:

$$v_1^2-v_0^2=2a\Delta x\xrightarrow{(I)}100=2\times 5\times\Delta x\Rightarrow\Delta x=10m$$

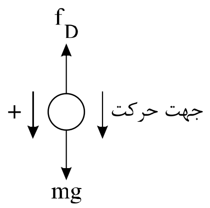
۲ ۴ ۳ **۲** ۱ چون از نیروی مقاومت هوا بر شخص چترباز صرف‌نظر شده است، حرکت سرباز به‌صورت شتابدار ثابت با شتاب $g=10\frac{N}{kg}$ است، پس سرعت سرباز پس از پیمودن $45m$ برابر است با:

$$v^2-v_0^2=2\Delta y\Rightarrow v_1^2-0=2\times 10\times 45\Rightarrow v_1^2=900\Rightarrow v_1=30\frac{m}{s}$$

حال لحظه‌ای که در آن سرباز چترباز به این سرعت می‌رسد را به‌دست می‌آوریم:

$$v=gt+v_0\Rightarrow v_1=10t_1+0\Rightarrow 30=10t_1\Rightarrow t_1=3s$$

پس از باز شدن چتر نیروی $1000N$ به سرباز وارد می‌شود. پس:



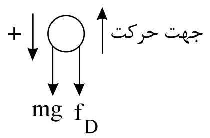
$$mg-f_D=ma\Rightarrow 50\times 10-1000=50\times a\Rightarrow a=-10\frac{m}{s^2}$$

حال لحظه‌ای که سرعت به $10\frac{m}{s}$ می‌رسد را به‌دست می‌آوریم. پس:

$$v_2=at_2+v_1\Rightarrow v_2=-10t_2+30\Rightarrow 10=-10t_2+30\Rightarrow -20=-10t_2\Rightarrow t_2=2s$$

$$t_T=t_1+t_2=3+2=5s$$

۳ **۴** ۳ ۲ ۱ شتاب حرکت جسم به جرم $M=4kg$ در لحظه‌ای برابر با $15\frac{m}{s^2}$ است، پس داریم:

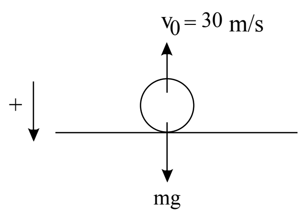


$$Mg+f_D=Ma\Rightarrow 4\times 10+f_D=4\times 15\Rightarrow f_D=20N$$

در لحظه‌ای بخشی از جسم به جرم m جدا شده و باقی‌ماندهٔ آن به جرم $M'=4-m$ با شتاب $18\frac{m}{s^2}$ به حرکت خود ادامه می‌دهد. پس با فرض این‌که نیروی مقاومت هوا تغییر نمی‌کند داریم:

$$M'g+f_D=M'a'\Rightarrow(4-m)\times 10+20=(4-m)\times 18\Rightarrow 40-10m+20=72-18m\Rightarrow m=1/5kg$$

۴ ۴ ۳ **۲** ۱ گلولهٔ A در شرایط خلأ به سمت بالا پرتاب می‌شود پس شتاب حرکت آن برابر با g است؛ اگر جهت پایین را مثبت فرض کنیم پس:

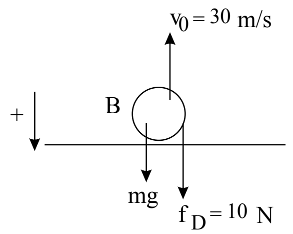


$$a=g=10\frac{m}{s^2}$$

$$v=at+v_0\Rightarrow v=10t-30$$

در نقطهٔ اوج: $v=0\Rightarrow 10t_A-30=0\Rightarrow 10t_A=30\Rightarrow t_A=3s$

نیروی مقاومت هوا در برابر حرکت گلولهٔ B ثابت و برابر با $10N$ است پس داریم:



$mg + f_D = ma' \Rightarrow a' = g + \frac{f_D}{m} = ۱۰ + \frac{۱۰}{۲} = ۱۵\frac{m}{s^۲}$

$v = a't + v_\circ \Rightarrow v = ۱۵t - ۳۰$

در نقطهٔ اوج : $v = ۰ \Rightarrow ۱۵t_B - ۳۰ = ۰ \Rightarrow ۱۵t_B = ۳۰ \Rightarrow t_B = ۲s$

چون $t_B < t_A$ است، پس گلولهٔ B زودتر به اوج خود می‌رسد:

$\Delta t = t_A - t_B = ۳ - ۲ = ۱s$

پس گزینهٔ ۲ صحیح است.

۵ (۴) **(۳)** (۲) (۱) جهت رو به پایین را مثبت فرض می‌کنیم؛ بنابراین شتاب حرکت چترباز به جرم $m_۱ = ۹۰kg$ بعد از باز کردن چتر برابر با $a_۱ = +۶\frac{m}{s^۲}$ است. اگر $f_{۱D}$ نیروی مقاومت هوای وارد بر چترباز باشد، پس:

$m_۱g - f_{۱D} = m_۱a_۱ \Rightarrow ۹۰ \times ۱۰ - f_{۱D} = ۹۰ \times ۶ \Rightarrow f_{۱D} = ۳۶۰N$

شتاب چترباز به جرم $m_۲ = ۷۵kg$ پس از آن که چترش را باز می‌کند، برابر با $۶\frac{m}{s^۲}$ رو به بالا می‌شود و به عبارتی $a_۲ = -۶\frac{m}{s^۲}$، در نتیجه اگر $f_{۲D}$ نیروی مقاومت هوای وارد بر چترباز باشد پس:

$m_۲g - f_{۲D} = m_۲a_۲ \Rightarrow ۷۵ \times ۱۰ - f_{۲D} = ۷۵ \times (-۶) \Rightarrow f_{۲D} = ۱۲۰۰N$

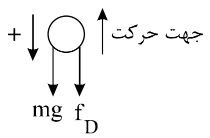
نیروی مقاومت هوا متناسب با هر سرعت چترباز است پس:

$\frac{F_{۱D}}{F_{۲D}} = \frac{v_۱}{v_۲} \Rightarrow \frac{۳۶۰}{۱۲۰۰} = \frac{۱/۵}{v_۲} \Rightarrow v_۲ = \frac{۱۲۰۰ \times ۱/۵}{۳۶۰} = ۵\frac{m}{s}$

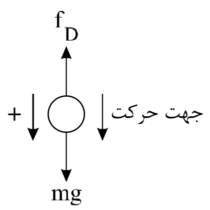
حال نسبت تکانه را به دست می‌آوریم:

$\rho = mv \Rightarrow \frac{\rho_۲}{\rho_۱} = \frac{m_۲v_۲}{m_۱v_۱} \Rightarrow \frac{\rho_۲}{\rho_۱} = \frac{۷۵ \times ۵}{۹۰ \times ۱/۵} = \frac{۲۵}{۹}$

۶ **(۴)** (۳) (۲) (۱)



$mg + f_D = ma \Rightarrow a = g + \frac{f_D}{m} \quad (I)$



$mg - f_D = ma \Rightarrow a = g - \frac{f_D}{m} \quad (II)$

$a_{\text{اوج}} = g$

چون بیشینه مقاومت هوا در برابر حرکت توپ $\frac{۲}{۵}$ وزن توپ است پس:

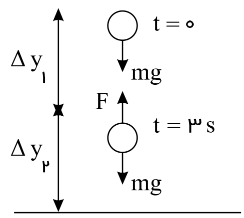
$f_{D\max} = \frac{۲}{۵}mg$

$(I): a_{\max} = g + \frac{f_{D\max}}{m} = g + \frac{\frac{۲}{۵}mg}{m} = g + \frac{۲}{۵}g = ۱/۴g = ۱۴\frac{m}{s^۲}$

$(II): a_{\min} = g - \frac{f_{D\max}}{m} = g - \frac{\frac{۲}{۵}mg}{m} = g - \frac{۲}{۵}g = ۰/۶g = ۶\frac{m}{s^۲}$

$\frac{a_{\max}}{a_{\min}} = \frac{۱۴}{۶} = \frac{۷}{۳}$

۷ (۴) (۳) **(۲)** (۱) در $۳s$ اول حرکت جسم فقط نیروی وزن به آن وارد می‌شود و بنابراین با شتاب g به سمت پایین حرکت می‌کند. با فرض اینکه جسم در این مدت مسافت $\Delta y_۱$ را بپیماید و در لحظهٔ $t = ۳s$ سرعت آن $v_۱$ شود داریم:



$$\Delta y_۱ = \frac{۱}{۲}gt^۲ + V_۰ t \Rightarrow \Delta y_۱ = \frac{۱}{۲} \times ۱۰ \times ۳^۲ + ۰ = ۴۵m$$

$$v_۱ = gt + v_۰ = ۱۰ \times ۳ + ۰ \Rightarrow v_۱ = ۳۰\frac{m}{s}$$

از لحظهٔ $t = ۳s$ به بعد به جسم علاوه بر نیروی وزن، نیروی رو به بالا F وارد می‌شود؛ پس جسم با شتاب a مسافت باقی‌مانده تا سطح زمین را می‌پیماید. با توجه به شکل بالا داریم:

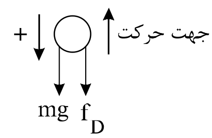
$$\Delta y_۲ = ۱۸۰ - \Delta y_۱ = ۱۸۰ - ۴۵ = ۱۳۵m$$

$$v_۲^۲ - v_۱^۲ = ۲a\Delta y_۲ \Rightarrow ۰ - ۳۰^۲ = ۲ \times a \times ۱۳۵ \Rightarrow a = \frac{۹۰۰}{۲۷۰} = -\frac{۱۰}{۳}\frac{m}{s^۲}$$

حال با نوشتن قانون دوم نیوتون داریم:

$$mg - F = ma \Rightarrow ۳ \times ۱۰ - F = ۳ \times (-\frac{۱۰}{۳}) \Rightarrow ۳۰ - F = -۱۰ \Rightarrow F = ۴۰N$$

۸ (۴) (۳) **(۲)** (۱) با توجه به شکل زیر و جهت مثبت رو به پایین، قانون دوم نیوتون را برای حالتی که به سمت بالا پرتاب می‌شود می‌نویسیم و سپس زمان و ارتفاع اوج به‌دست می‌آوریم.



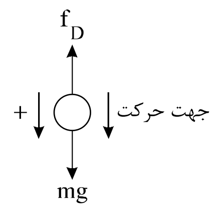
$$mg + f_D = ma_۱ \Rightarrow a_۱ = g + \frac{f_D}{m} = ۱۰ + \frac{۵}{۱} = ۱۵\frac{m}{s^۲}$$

$$v = a_۱ t + v_۰ \Rightarrow v = ۱۵t - ۶۰$$

در نقطهٔ اوج $: v = ۰ \Rightarrow ۱۵t_۱ - ۶۰ = ۰ \Rightarrow t_۱ = ۴s$

$$h_{\text{اوج}} = \frac{۱}{۲}a_۱ t_۱^۲ + v_۰ t_۱ = \frac{۱}{۲} \times ۱۵ \times ۴^۲ - ۶۰ \times ۴ \Rightarrow h_{\text{اوج}} = -۱۲۰m$$

توجه شود که جهت مثبت رو به پایین است پس $v_۰$ چون به سمت بالا گلوله پرتاب می‌شود منفی است و همچنین $h_{\text{اوج}}$ منفی به‌دست آمده به این معنا که گلوله برخلاف جهت مثبت حرکت کرده است.



$$mg - f_D = ma_۲ \Rightarrow a_۲ = g - \frac{f_D}{m} = ۱۰ - \frac{۵}{۱} = ۵\frac{m}{s^۲}$$

$$h = \frac{۱}{۲}a_۲ t_۲^۲ + v_۰ t_۲ \Rightarrow ۱۲۰ = \frac{۱}{۲} \times ۵ \times t_۲^۲ + ۰ \Rightarrow t_۲^۲ = ۴۸ \Rightarrow t_۲ = ۴\sqrt{۳}s$$

در نتیجه $t_۲ > t_۱$ است. حال نسبت $\frac{t_۱}{t_۲}$ را به‌دست می‌آوریم:

$$\frac{t_۱}{t_۲} = \frac{۴}{۴\sqrt{۳}} = \frac{\sqrt{۳}}{۳}$$

۹ (۴) (۳) **(۲)** (۱) با اعمال نیروی F به جسم، شتاب آن $\frac{۱}{g}$ و با اعمال نیروی $F + ۳۰N$، شتاب آن g می‌شود؛ بنابراین با استفاده از قانون دوم نیوتون داریم:

$$F = ma \Rightarrow \begin{cases} F = ۸ \times \frac{۱}{g} \Rightarrow F = \frac{۸}{g} (I) \\ F + ۳۰ = ۸ \times g \Rightarrow F + ۳۰ = ۸g \xrightarrow{(I)} \frac{۸}{g} + ۳۰ = ۸g \end{cases} \Rightarrow ۸ + ۳۰g = ۸g^۲ \Rightarrow ۸g^۲ - ۳۰g - ۸ = ۰ \Rightarrow ۴g^۲ - ۱۵g - ۴ = ۰$$

$$\Rightarrow \begin{cases} g = ۴\frac{m}{s^۲} \checkmark \\ g = -\frac{۱}{۴}\frac{m}{s^۲} \end{cases} \Rightarrow W = mg = ۸ \times ۴ = ۳۲N$$

شتاب گرانش همواره مثبت است به همین دلیل شتاب منفی غیرقابل قبول است.

۱۰ **(۴)** (۳) (۲) (۱) وزن جعبه چوبی شمارهٔ ۱، در مریخ برابر جعبه چوبی شمارهٔ ۲ در ماه است پس:

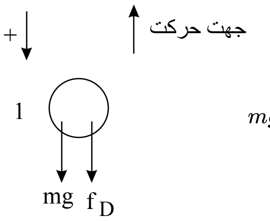
$$(W_۱)_{\text{مریخ}} = (W_۲)_{\text{ماه}} \Rightarrow m_۱ g_{\text{مریخ}} = m_۲ g_{\text{ماه}} \Rightarrow m_۱ \times ۳/۶ = m_۲ \times ۱/۶ \Rightarrow m_۲ = \frac{۹}{۴}m_۱ \quad (I)$$

در سطح زمین، وزن جعبه چوبی شمارهٔ ۲، ۱۰۰ نیوتون بیشتر از وزن جعبه چوبی شماره ۱ است، پس:

$$(W_۲)_{\text{زمین}} - (W_۱)_{\text{زمین}} = ۱۰۰ \Rightarrow m_۲ g_{\text{زمین}} - m_۱ g_{\text{زمین}} = ۱۰۰ \Rightarrow ۱۰m_۲ - ۱۰m_۱ = ۱۰۰ \Rightarrow m_۲ - m_۱ = ۱۰ \xrightarrow{(I)} \frac{۹}{۴}m_۱ - m_۱ = ۱۰ \Rightarrow m_۱ = ۸kg$$

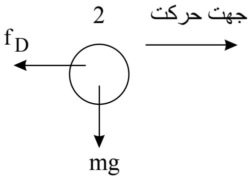
$$\Rightarrow m_۲ = \frac{۹}{۴}m_۱ \Rightarrow m_۲ = \frac{۹}{۴} \times ۸ = ۱۸kg$$

۱۱ (۴) (۳) (۲) **(۱)** توپ ۱ در راستای قائم و به سمت بالا پرتاب می‌شود؛ با فرض جهت رو به پایین مثبت



$$mg + f_D = m \cdot a_۱ \Rightarrow mg + \frac{۱}{۲}mg = ma_۱ \Rightarrow \frac{۳}{۲}mg = ma_۱ \Rightarrow a_۱ = \frac{۳}{۲}g \ \ (I)$$

توپ ۲ در راستای افق و به سمت راست پرتاب می‌شود؛ نیروی مقاومت هوای وارد بر آن در راستای افق و به سمت چپ است پس:

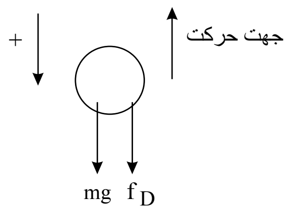


$$F_t = ma_۲ \Rightarrow \sqrt{(mg)^۲ + f_D^۲} = ma_۲ \Rightarrow \sqrt{(mg)^۲ + (\frac{۱}{۲}mg)^۲} = ma_۲ \Rightarrow \sqrt{m^۲g^۲ + \frac{۱}{۴}m^۲g^۲} = ma_۲ \Rightarrow \sqrt{\frac{۵}{۴}m^۲} = \frac{\sqrt{۵}}{۲}mg = ma_۲ \Rightarrow a_۲ = \frac{\sqrt{۵}}{۲}g \ (II)$$

حال با توجه به رابطه (I) و (II) داریم:

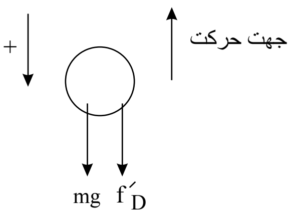
$$\frac{a_۲}{a_۱} = \frac{\frac{\sqrt{۵}}{۲}g}{\frac{۳}{۲}g} = \frac{\sqrt{۵}}{۳}$$

۱۲ ۱ ۲ **۳** ۴ شتاب حرکت توپ در لحظه‌ای که نیروی مقاومت هوا f_D است برابر $۱۳\frac{m}{s^۲}$ است؛ پس با توجه به شکل و جهت مثبت رو به پایین داریم:



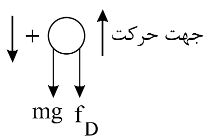
$$mg + f_D = ma \Rightarrow m \times ۱۰ + f_D = ۱۳m \Rightarrow f_D = ۳m \ (I)$$

با فرض این‌که شتاب حرکت جسم در لحظه‌ای که نیروی مقاومت هوا $f'_D = ۳f_D$ است برابر a' باشد، پس:



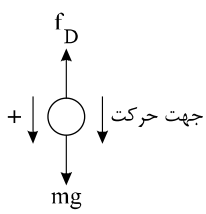
$$mg + f'_D = ma' \Rightarrow mg + ۳f_D = ma' \xrightarrow{(I)} m \times ۱۰ + ۳(۳m) = ma' \Rightarrow ۱۹m = ma' \Rightarrow a' = ۱۹\frac{m}{s^۲}$$

۱۳ ۱ **۲** ۳ ۴ اگر جهت مثبت را رو به پایین فرض کنیم، برای حالتی که توپ به سمت بالا حرکت می‌کند، خواهیم داشت:



$$mg + f_D = ma \Rightarrow a = g + \frac{f_D}{m} \ (I)$$

برای حالتی که توپ به سمت پایین حرکت می‌کند پس:



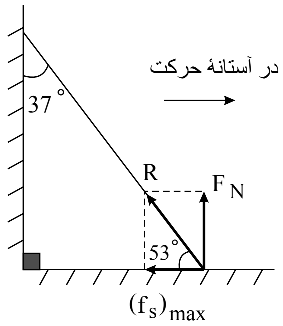
$$mg - f_D = ma' \Rightarrow a' = g - \frac{f_D}{m} \ (II)$$

جمع دو رابطهٔ (I) و (II) داریم:

$$a + a' = (g + \frac{f_D}{m}) + (g - \frac{f_D}{m}) = ۲g = ۲ \times ۱۰ \Rightarrow a + a' = ۲۰$$

۱۴ ۱ ۲ **۳** ۴

قدم اول: نیرویی که سطح افقی به نردبام وارد می‌کند، برآیند نیروی اصطکاک و عمودی تکیه‌گاه است:



قدم دوم:

$$\tan ۵۳^\circ = \frac{F_N}{(f_s)_{\max}} = \frac{F_N}{\mu_s F_N} = \frac{۱}{\mu_s} \rightarrow \mu_s = \frac{۱}{\tan ۵۳^\circ} = \frac{۱}{\frac{۴}{۳}} = \frac{۳}{۴} \rightarrow \mu_s = ۰/۷۵$$

وزن نردبام تأثیری نداشته است!

۱۵ ۱ **۲** ۳ ۴ با استفاده از معادلهٔ سرعت – جابه‌جایی، شتاب حرکت را می‌یابیم. داریم:

$$\Rightarrow ۰ = v_۰^۲ + ۲a\Delta x \Rightarrow a = -\frac{v_۰^۲}{۲\Delta x}$$

حال با استفاده از قانون دوم نیوتون، داریم:

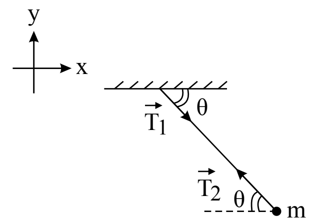
$$F = ma = m \times \frac{(-v_۰^۲)}{۲\Delta x}$$

برای جابه‌جایی یکسان، نیرو با جرم و مجذور تندی اولیه نسبت مستقیم دارد. بنابراین:

$$\frac{F_A}{F_B} = \frac{m_A}{m_B} \times (\frac{v_{\circ A}}{v_{\circ B}})^۲ = \frac{۱۰۰۰}{۲۰۰۰} \times (\frac{۲۰}{۱۰})^۲ = ۲$$

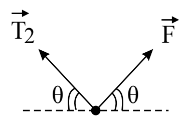
۱۶ ۱ ۲ **۳** ۴ قدم اول: چون نخ سبک است اندازهٔ نیروی کشش نخ در طول نخ همه جا با هم برابر است. و نیز با توجه به جهت نیروی کشش نخ در محل جرم m:

$$\begin{cases} \vec{T}_i = ۴\vec{i} - ۳\vec{j} \rightarrow \vec{T}_۲ = -۴\vec{i} + ۳\vec{j} \\ \vec{T}_۲ = -\vec{T}_۱ \end{cases}$$



قدم دوم: با مقایسهٔ $\vec{F}$ و $\vec{T}_۲$ و اینکه جسم ساکن است در می یابیم:

$$\Rightarrow F_x = T_{۲x} \rightarrow F\cos\theta = T_۲ \cos\theta \rightarrow \boxed{F = T_۲}$$



یعنی بزرگی نیروی F با بزرگی نیروی $T_۲$ برابر است.

به دلیل اینکه با امتداد افق زوایای یکسانی هم می‌سازند:

$$\begin{cases} T_{۲y} = T_۲ \sin\theta = ۳(N) \\ F_{۲y} = F_۲ \sin\theta = ۳(N) \end{cases}$$

قدم سوم: در امتداد قائم (امتداد نیروی وزن) و با توجه به ساکن بودن جرم m داریم:

$$T_{۲y} + F_{۲y} = mg \rightarrow ۳ + ۳ = m \times ۱۰ \rightarrow m = ۰/۶kg = ۶۰۰g$$

۱۷ ۱ ۲ ۳ **۴**

قدم اول: طبق قانون سوم نیوتون در مدت لحظهٔ برخورد $\vec{F}_{۲۱} = -\vec{F}_{۱۲}$ بنابراین:

$$(\vec{F}_{۲۱})_{av} = -(\vec{F}_{۱۲})_{av}$$

قدم دوم: داریم:

$$\vec{F}_{av} = \frac{\Delta \vec{p}}{\Delta t}$$

قدم سوم:

$$(\vec{F}_{۲۱})_{av}=-(\vec{F}_{۱۲})_{av}\Rightarrow \frac{\vec{p'_۱}-\vec{p_۱}}{\Delta t}=-(\frac{\vec{p'_۲}-\vec{p_۲}}{\Delta t})\Rightarrow \vec{p'_۱}-\vec{p_۱}=\vec{p_۲}-\vec{p'_۲}(\star)$$

قدم چهارم: با فرض جهت مثبت، از چپ به راست خواهیم داشت:

$$p_۲=-۶kg\ m/s\ ,\ p_۱=+۸kg\ m/s\ ,\ p'_۲=+۴/۸kg\ m/s\xrightarrow{\star}p'_۱-۸=-۶-۴/۸\to p'_۱=-۲/۸kgm/s\to$$ به طرف چپ $۲/۸kg\ m/s$

۱۸ (۱) **(۲)** (۳) (۴) با استفاده از رابطهٔ بین اندازهٔ نیروی وارد بر فنر و تغییر طول آن، می‌توان نوشت:

$$F_e=kx\Rightarrow F_e=k(l-l_۰)\Rightarrow \Delta F_e=k(l_۲-l_۱)\Rightarrow \frac{\Delta F'_e}{\Delta F_e}=\frac{l'_۲-l'_۱}{l_۲-l_۱}\Rightarrow \frac{۲۴-۸}{۴۰-۸}=\frac{l'_۲-۴}{۸-۴}\Rightarrow l'_۲=۶cm$$

۱۹ **(۱)** (۲) (۳) (۴) بیشینهٔ نیرویی که ترازو نشان می‌دهد مربوط به حالتی است که حرکت آسانسور کندشونده است و کمینهٔ نیرویی که ترازو نشان می‌دهد مربوط به حالتی است که حرکت آسانسور تندشونده است.

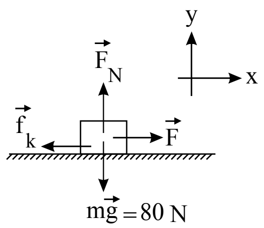
$$F_N=m(g+a)\begin{cases}\xrightarrow{\text{حرکت تندشونده به‌سمت پایین}}F_N=m(g-a) & (I)\\ \xrightarrow{\text{حرکت کندشونده به‌سمت پایین}}F'_N=m(g+a') & (II)\end{cases}$$

$$\xrightarrow{(I)\,,\,(II)}F'_N-F_N=m(g+a')-m(g-a)$$

$$\Rightarrow F'_N-F_N=m(a+a')$$

$$\xrightarrow[m=۶۰kg]{a=۲\frac{m}{s^۲}\,,\,a'=۳\frac{m}{s^۲}}F'_N-F_N=۶۰(۲+۳)=۳۰۰N$$

۲۰ (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:

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

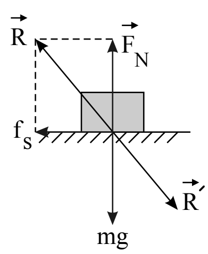
۲۱ **(۱)** (۲) (۳) (۴) برای پاسخ به این تست به این ترتیب عمل می‌کنیم:

قدم اول: جسم ساکن است. بنابراین در امتداد سطح افق (محور x) نیروی اصطکاک مانع حرکت جسم شده است. می‌دانیم اگر نیروی وارده از طرف جسم به سطح $\vec{R'}$ و نیروی وارده از طرف سطح به جسم $\vec{R}$ باشد، طبق قانون سوم نیوتون داریم:

$$\vec{R}=-\vec{R'}=-(۶۰\vec{i}-۸۰\vec{j})=-۶۰\vec{i}+۸۰\vec{j}$$

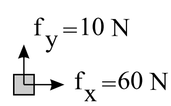
قدم دوم: با توجه به $\vec{R}$ که در واقع برآیند $\vec{F}_N$ و $\vec{f}_s$ است در می‌یابیم:

$$\vec{R}=-۶۰\vec{i}+۸۰\vec{j}=f_s\vec{i}+F_N\vec{j}$$



قدم سوم: با مقایسهٔ F_N و Mg می‌توان مؤلفهٔ عمودی نیروی $\vec{F}$ را یافت:

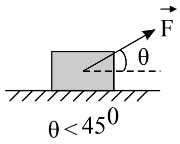
$$\left.\begin{matrix}\vec{F}_N=۸۰N\\ mg=۹۰N\end{matrix}\right\}\Rightarrow F_y=۱۰N$$ در جهت $\vec{F}_N$ است.



و بدیهی است که $\vec{F}_x$ در خلاف جهت $\vec{f}_s$ و هم اندازهٔ آن می‌باشد، یعنی $\vec{f}_x = 60N$

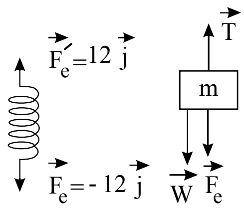
بنابراین:

$$\vec{F} = 60\vec{i} + 10\vec{j}$$



۲۲) ۱ ۲ ۳ **۴** نیرویی که از طرف فنر به سطح وارد می‌شود به سمت بالا است. بنابراین مطابق قانون سوم نیوتون نیرویی که از طرف سطح به فنر وارد می‌شود، به سمت پایین است. از آن‌جا که برایند نیروهای وارد بر فنر برابر صفر است، بنابراین نیروی وارد بر فنر از طرف جسم m به سمت بالا و لذا عکس‌العمل آن یعنی نیرویی که فنر به جسم وارد می‌کند، به سمت پایین است. با نوشتن قانون اول نیوتون برای جرم m داریم:

$$T = W + F_e \xrightarrow[F_e = 12N]{W = mg = 2\times 10 = 20N} T = 32N$$



با توجه به جهت نیروی وارد بر فنر، فنر تحت کشش قرار دارد و طول آن افزایش یافته است. با توجه به رابطهٔ تغییر طول فنر داریم:

$$F_e = k\Delta L \xrightarrow[k = 400\frac{N}{m}]{F_e = 12N} \Delta L = \frac{12}{400} = 0.03m \xrightarrow{L_\circ = 0.12m} L_1 = 0.15m$$

۲۳) ۱ ۲ ۳ **۴** ابتدا باید ببینیم که جسم در کدام بخش از مسیر می‌ایستد. برای این کار فرض می‌کنیم که کل مسیر روغن‌کاری شده است و مسافت لازم برای ایستادن جسم را محاسبه می‌کنیم.

$$W = \Delta K \Rightarrow f_k \times d = \frac{1}{2}mv^2 - 0 \Rightarrow \mu_k \times m \times g \times d = \frac{1}{2}mv^2 \Rightarrow 0.3 \times m \times 10 \times d = \frac{1}{2} \times m \times 30^2 \Rightarrow d = 150m$$

اگر تمام سطوح روغن‌کاری باشد در ۱۵۰ متری می‌ایستد پس جسم در سطح خشک از حرکت بازمی‌ایستد. پس ابتدا باید سرعت را در اول مسیر خشک محاسبه کنیم:

$$f_{k_1} \times d = \frac{1}{2}mv_2^2 - \frac{1}{2}mv_1^2 \Rightarrow \mu_k \times m \times g \times d = \frac{1}{2}m(v_2^2 - v_1^2) \Rightarrow 0.3 \times m \times 10 \times 30 = \frac{1}{2} \times m \times (30^2 - v_1^2) \Rightarrow 90 = \frac{1}{2}(900 - v_1^2)$$

$$\Rightarrow v_1^2 = 360 \Rightarrow f_{k_2} \times d = \frac{1}{2}mv_1^2 \Rightarrow \mu_k \times m \times g \times d = \frac{1}{2} \times m \times v^2 \xrightarrow[v^2 = 360]{\mu_k = 0.6} 0.6 \times m \times 10 \times d = \frac{1}{2} \times m \times 360 \Rightarrow d = 30m$$

در نتیجه کل مسافت طی‌شده $60m$ است. یعنی $30m$ در مسیر روغن‌کاری شده و $30m$ در مسیر خشک.

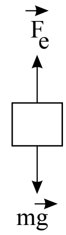
۲۴) **۱** ۲ ۳ ۴ چون جسم به سمت پایین حرکت می‌کند و نوع حرکت آن کندشونده است، بنابراین جهت شتاب به سمت بالا است. با توجه به قانون دوم نیوتون و در نظر گرفتن جهت مثبت حرکت به سمت بالا داریم:

$$F_e - mg = ma \xrightarrow{F_e = k\Delta\ell} k\Delta\ell = m(g + a)$$

$$\xrightarrow[a = 4\frac{m}{s^2}, m = 2kg]{g = 10\frac{N}{kg}, k = 1400\frac{N}{m}} 1400\Delta\ell = 2(10 + 4)$$

$$\Rightarrow \Delta\ell = \frac{28}{1400} = \frac{2}{100}m = 2cm$$

$$\Delta\ell = \ell - \ell_\circ \xrightarrow[\ell_\circ = 15cm]{\Delta\ell = 2cm} \ell = 15 + 2 = 17cm$$



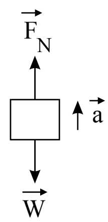
۲۵) **۱** ۲ ۳ ۴ الف) در حالتی که شتاب متحرک به سمت بالا است، نیرویی که از طرف فنر به جسم وارد می‌شود، به سمت بالاست و نیرویی که از طرف جسم به فنر وارد می‌شود به سمت پایین است. با توجه به قانون دوم نیوتون، اندازهٔ نیروی فنر را به دست می‌آوریم:

$$F_N - W = ma$$

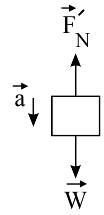
$$\Rightarrow F_N = m(g + a) \xrightarrow[a = 2\frac{m}{s^2}]{m = 1.2kg, g = 10\frac{N}{kg}}$$

$$F_N = 1.2 \times 12 = 14.4N \xrightarrow[F_e = k\Delta x, \Delta x = L_1 - L_\circ]{F_N = -F_e, k = 400\frac{N}{m}}$$

$$400(L_1 - L_\circ) = -14.4 \Rightarrow L_1 = \frac{-14.4}{400} + L_\circ \quad (I)$$



ب) در حالتی که شتاب متحرک به سمت پایین است، نیرویی که از طرف فنر به جسم وارد می‌شود به سمت بالا است. با نوشتن قانون دوم نیوتون داریم:



$$W - F'_N = ma' \Rightarrow F'_N = m(g - a')$$

$$\xrightarrow[m=۱/۲kg]{g=۱۰\frac{N}{kg},a'=۳\frac{m}{s^۲}} F'_N = ۱/۲ \times (۱۰ - ۳) = ۸/۴N$$

$$F'_e = k\Delta x' \xrightarrow[k=۴۰۰\frac{N}{m}]{Fe=-F'_N,\Delta x=L_۲-L_۰} -۸/۴ = ۴۰۰(L_۲ - L_۰)$$

$$\Rightarrow L_۲ = -\frac{۸/۴}{۴۰۰} + L_۰ \quad (II)$$

$$L_۱ - L_۲ = (-\frac{۱۴/۴}{۴۰۰} + L_۰) - (-\frac{۸/۴}{۴۰۰} + L_۰)$$

$$\Rightarrow L_۱ - L_۲ = \frac{-۶}{۴۰۰}m = -۱/۵cm$$

۲۶ ۱ ۲ ۳ **۴** با استفاده از رابطهٔ تکانه و نیرو، تکانهٔ جسم را در لحظهٔ $t = ۱s$ به دست می‌آوریم:

$$|F_{net}| = |\frac{\Delta p}{\Delta t}| \xrightarrow[p_۲=-\frac{p}{۲},p_۱=p]{F_{net}=۱۲N,t_۲=۳s,t_۱=۱s} ۱۲ = |\frac{-\frac{p}{۲} - p}{۳ - ۱}| \Rightarrow ۲۴ = \frac{۳|p|}{۲}$$

$$\Rightarrow p = ۱۶\frac{kg \cdot m}{s} \Rightarrow p_{t=۳s} = -\frac{p}{۲} = -۸\frac{kg \cdot m}{s}$$

با توجه به اینکه بردار تکانه در لحظات $t = ۱s$ و $t = ۳s$ خلاف جهت یکدیگر است و از طرفی جسم با شتاب ثابت در حال حرکت است. بنابراین نتیجه می‌گیریم که در لحظه $t = ۳s$ بردار سرعت و نیرو با یکدیگر هم‌جهت هستند.

$$|F_{net}| = |\frac{\Delta p}{\Delta t}| \Rightarrow ۱۲ = |\frac{p_{t=۵s} - p_{t=۳s}}{۵ - ۳}|$$

$$\xrightarrow{p(t=۳s)=-۸\frac{kg\cdot m}{s}} ۱۲ \times ۲ = |p_{t=۵s} + ۸| \Rightarrow p_{t=۵s} = -۲۴ - ۸ = -۳۲\frac{kg \cdot m}{s}$$

۲۷ ۱ **۲** ۳ ۴

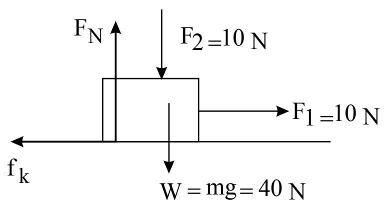
$$K = \frac{p^۲}{۲m} \Rightarrow p = \sqrt{۲mK} \Rightarrow \sqrt{۱۲K} = \sqrt{۲mK} \Rightarrow m = ۶kg$$

اکنون اندازهٔ نیروی خالص متوسط را محاسبه می‌کنیم:

$$\overline{F}_{\text{متوسط}} = \frac{\Delta p}{\Delta t} = \frac{m\Delta v}{\Delta t} = \frac{۶(۷ - ۲)}{۴} = ۷/۵N$$

۲۸ **۱** ۲ ۳ ۴ قدم اول:

ابتدا حرکت جسم با سرعت ثابت است ($a = ۰$) بنابراین:



$$F_{net} = m\overset{\circ}{a} = ۰ \Rightarrow ۱۰ - f_k = ۰ \Rightarrow f_k = ۱۰N \text{ و } F_{N_۱} = ۴۰ + ۱۰ = ۵۰N$$

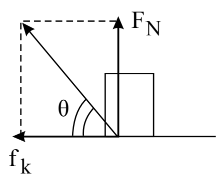
قدم دوم:

در امتداد y داریم:

$$F_{N_۲} + F_۲ = W \Rightarrow F_{N_۲} = ۳۰N$$

$$\frac{F_{N_۲}}{F_{N_۱}} = \frac{۳}{۵} \xrightarrow[\text{را در } \mu_k \text{ ضرب می‌کنیم}]{\text{صورت و مخرج}} \frac{f_{k_۲}}{f_{k_۱}} = \frac{۳}{۵} \Rightarrow f_۲ = \frac{۳}{۵}f_۱ \text{ و } F_{N_۲} = \frac{۳}{۵}F_{N_۱}$$

$$\tan\theta = \frac{F_N}{f_k} \Rightarrow \frac{\tan\theta_۲}{\tan\theta_۱} = \frac{F_{N_۲}}{F_{N_۱}} \times \frac{f_{k_۱}}{f_{k_۲}} = \frac{۳}{۵} \times \frac{۵}{۳} = ۱$$

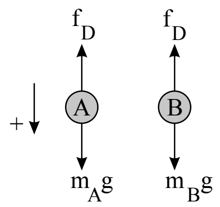


روش دوم:

$$\tan\theta = \frac{F_N}{f_k} = \frac{F_N}{\mu_k F_N} = \frac{۱}{\mu_k} = \text{ثابت}$$

$\theta_۲ = \theta_۱ < ۹۰^\circ$

(۲۹) (۴) (۳) **(۲)** (۱)



با توجه به قانون دوم نیوتون شتاب هر یک از گلوله‌ها را به دست می‌آوریم:

با در نظر گرفتن جهت مثبت حرکت به سمت پایین داریم:

$$\left.\begin{array}{l} m_A g - f_D = m_A a_A \Rightarrow a_A = g - \dfrac{f_D}{m_A} \\ m_B g - f_D = m_B a_B \Rightarrow a_B = g - \dfrac{f_D}{m_B} \end{array}\right\} \xrightarrow{m_A > m_B} a_A > a_B$$

با توجه به رابطهٔ مستقل از زمان تندی برخورد دو گلوله با سطح زمین را مقایسه می‌کنیم:

$$v^۲ - v_\circ^۲ = ۲a\Delta y \xrightarrow[a_A > a_B]{v_{\circ A} = v_{\circ B} = \circ,\ \Delta y_A = \Delta y_B} \frac{v_A^۲}{v_B^۲} = \frac{a_A}{a_B} > ۱ \Rightarrow v_A > v_B$$

اکنون با استفاده از رابطهٔ مکان – زمان، زمان رسیدن دو گلوله به سطح زمین را مقایسه می‌کنیم.

$$\Delta y = \frac{۱}{۲}at^۲ \xrightarrow{\Delta y_A = \Delta y_B} \frac{۱}{۲}a_A t_A^۲ = \frac{۱}{۲}a_B t_B^۲ \xrightarrow{a_A > a_B} \left(\frac{t_B}{t_A}\right)^۲ = \frac{a_A}{a_B} > ۱ \Rightarrow t_B > t_A$$

(۳۰) (۴) **(۳)** (۲) (۱) مطابق نمودار سرعت – زمان، نوع حرکت جسم به‌صورت پیوسته تندشونده است. بنابراین، در هر بازهٔ زمانی جهت بردارهای سرعت و شتاب یکسان است. با توجه به این‌که شیب نمودار سرعت – زمان برابر با شتاب لحظه‌ای است، اندازهٔ شتاب در بازهٔ زمانی صفر تا $t_۱$ کوچکتر از اندازهٔ شتاب پس از لحظهٔ $t_۱$ است. با توجه به قانون دوم نیوتون $F_{net} = ma$؛ اولاً بردار نیروهای برایند از لحظهٔ $t_\circ = \circ s$ تا لحظهٔ $t_۱$ و نیروی $\vec{F}_۲$ با یکدیگر هم‌جهت هستند، ثانیاً بزرگی برایند در بازهٔ صفر تا $t_۱$ کوچکتر از برایند نیروها پس از لحظهٔ $t_۱$ است.

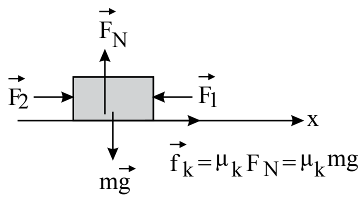
نیروی برایند تا لحظهٔ $t_۱$: $\vec{F}_{net} = \vec{F}_۱ + \vec{F}_۲ \xrightarrow{|\vec{F'}_{net}| > |\vec{F}_{net}|}$

نیروی برایند پس از لحظهٔ $t_۱$: $\vec{F'}_{net} = \vec{F}_۲$

$\xrightarrow{|\vec{F'}_{net}| > |\vec{F}_{net}|} |\vec{F}_۲| > |\vec{F}_۱ + \vec{F}_۲| \Rightarrow$ $\vec{F}_۱$ و $\vec{F}_۲$ خلاف جهت $\Rightarrow |\vec{F}_۲| > |\vec{F}_۱|$

(۳۱) (۴) (۳) **(۲)** (۱) با توجه به این‌که متحرک در خلاف جهت محور x در حال حرکت است، بنابراین نیروی اصطکاک وارد بر جسم در جهت مثبت محور x به جسم وارد می‌شود. از طرفی نمودار مکان – زمان به صورت خط راست است. بنابراین شتاب متحرک برابر صفر و برایند نیروهای وارد بر آن مطابق قانون اول نیوتون برابر صفر است. داریم:

$$\vec{F}_۱ + \vec{F}_۲ + \vec{f}_k = \circ \xrightarrow[\mu_k = \circ/۴\ ,\ m = ۴\circ\circ g = \circ/۴ kg]{\vec{f}_k = \mu_k mg\vec{i}\ ,\ g = ۱\circ\frac{N}{kg}\ ,\ \vec{F}_۱ = -۴\vec{i}N} -۴\vec{i} + \vec{F}_۲ + ۴ \times \circ/۴\vec{i} = \circ \Rightarrow \vec{F}_۲ = ۲/۴\vec{i}$$



پس از حذف نیروی $\vec{F}_۱$ شتاب حرکت متحرک را به‌دست می‌آوریم:

$$\vec{F}_۲ + \vec{f}_k = m\vec{a}' \xrightarrow[\vec{f}_k = ۱/۶\vec{i}N]{\vec{F}_۲ = ۲/۴\vec{i}N} \vec{a}' = \frac{۴}{\circ/۴} = ۱\circ\vec{i}\left(\frac{m}{s^۲}\right)$$

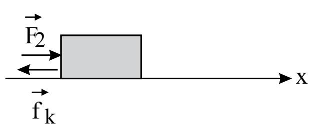
$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{-۱۸ - ۲۲}{۵} = -۸\frac{m}{s}$$

در این لحظه $a' = ۱\circ\frac{m}{s}$ و $v = -۸\frac{m}{s}$ بنابراین حرکت متحرک تا لحظهٔ توقف آن کندشونده است و پس از آن در جهت نیروی $\vec{F}_۲$ حرکت می‌کند و اکنون مدت زمانی که طول می‌کشد تا متحرک پس از حذف نیروی $\vec{F}_۱$ به حال سکون برسد را به‌دست می‌آوریم.

$$v = a't + v_\circ \xrightarrow[a' = ۱\circ\frac{m}{s^۲}]{v = \circ\ ,\ v_\circ = -۸\frac{m}{s}} t = \frac{۸}{۱\circ}s$$

پس از این لحظه نیروی $\vec{F}_۲$ و $\vec{f}_k$ خلاف جهت یکدیگر هستند. بار دیگر با نوشتن قانون دوم نیوتون داریم:

$$\vec{F}_۲ - \vec{f'}_k = m\vec{a}'' \Rightarrow ۲/۴\vec{i} - ۱/۶\vec{i} = \circ/۴\vec{a}'' \Rightarrow \vec{a}'' = ۲\vec{i}\left(\frac{m}{s^۲}\right)$$



اکنون تندی متحرک را $۱٫۲s$ پس از این لحظه به‌دست می‌آوریم:

$$v = a''t \xrightarrow[a''=۲\frac{m}{s^۲}]{t=۱٫۲s} v = ۲٫۴\frac{m}{s}$$

نکته: دقت کنید چون $F_۲ > f_{s,max}$ بنابراین پس از این‌که جسم به حال سکون رسید دوباره شروع به حرکت می‌کند.

۳۲ ۴ ۳ ۲ **۱**

$$F_E = Eq \xrightarrow[q=۲mC=۲\times۱۰^{-۳}C]{E=۱۰\frac{N}{C}} F_E = ۲\times۱۰^{-۲}N$$

$$F_E = ma \Rightarrow a = \frac{F_E}{m} = \frac{۲\times۱۰^{-۲}}{۵\times۱۰^{-۳}} = ۴\frac{m}{s^۲}$$

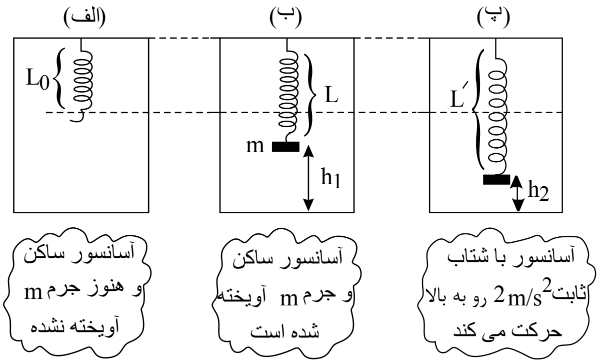
مطابق معادلهٔ سرعت- جابه‌جایی در حرکت با شتاب ثابت، داریم:

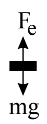
$$v^۲ = v_۰^۲ + ۲a\Delta x \xrightarrow[a=۴\frac{m}{s^۲},\Delta x=۲۰۰cm=۲m]{v_۰=۰} v^۲ = ۲\times۴\times۲ = ۱۶ \Rightarrow v = ۴\frac{m}{s}$$

$$F_B = |q|vB\sin\theta \xrightarrow[v=۴\frac{m}{s},B=۰٫۴T,\theta=۹۰^\circ]{q=۲mC=۲\times۱۰^{-۳}C} F_B = ۲\times۱۰^{-۳}\times۴\times۰٫۴\times۱ = ۳٫۲\times۱۰^{-۳}N$$

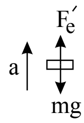
۳۳ ۴ ۳ **۲** ۱ تغییر طول فنر از حالت تعادل (تفاضل طول فنر نسبت به طول حالت عادی‌اش) را با ΔL (کتاب درسی مقدار ΔL را با x نشان داده است.) نشان می‌دهیم. فرض کنید طول اولیهٔ فنر $L_۰$، طول فنر قبل از حرکت آسانسور و پس از آویختن وزنه برابر L و بعد از حرکت آسانسور L' باشد. فاصلهٔ وزنه از کف آسانسور را ابتدا $h_۱$ سپس $h_۲$ می‌نامیم:

$$\begin{cases} m = ۲kg \text{ و } L_۰ = ۴۰cm \\ h_۱ = ۱۴۰cm \text{ و } h_۲ = ۱۳۶cm \\ a = ۲\frac{m}{s^۲} \end{cases}$$



(در شکل ب) $\Rightarrow$ 

$\Rightarrow k(L - L_۰) = mg \quad (۱)$

(در شکل پ) $\Rightarrow$ 

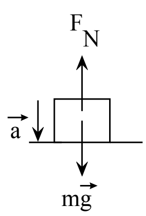
$\Rightarrow F'_e - mg = ma \Rightarrow k(L' - L_۰) = m(g+a) \quad (۲)$

$$(۲)-(۱) \Rightarrow (kL' - kL_۰) - (kL - kL_۰) = mg + ma - mg \Rightarrow k(L' - L) = ma \xrightarrow[\text{شکل (ب) و (پ) مشخص است که: } L'-L=h_۱-h_۲]{\text{با کمی توجه به اشکال و مقایسه}} k(۴cm) = ۲\times۲ = ۴N$$

$$\Rightarrow k = ۱\frac{N}{cm}$$

۳۴ ۴ ۳ ۲ **۱**

در حالتی که آسانسور به صورت کند شونده به سمت بالا حرکت می‌کند، نیروهای وارد بر جسم به صورت زیر است:

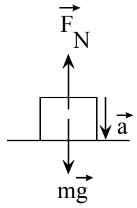


باتوجه به این‌که حرکت آسانسور به صورت کند شونده روبه بالا است، جهت شتاب آسانسور به سمت پایین است.

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

$mg - F_N = ma \Rightarrow F_N = m(g-a) = 2(10-2) = 16N$

در حالت دوم نیروهای وارد بر جسم به صورت زیر است:



$mg - F'_N = ma' \Rightarrow F'_N = m(g-a')$

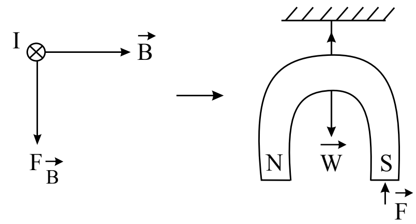
$16 = 2(10-a') \Rightarrow 8 = 10 - a' \Rightarrow a' = 2\dfrac{m}{s^2}$

اگر آسانسور به صورت تند شونده روبه پایین حرکت کند، نیروهای وارد بر جسم مطابق همین شکل خواهند بود، زیرا جهت شتاب جسم به سمت پایین است. بنابراین آسانسور با شتابی به اندازهٔ $2\dfrac{m}{s^2}$ و به صورت تند شونده باید پایین آید.

نکته: باتوجه به این‌که در هر دو حالت نیروی عمودی وارد بر جسم یکسان است، بنابراین جهت و اندازهٔ شتاب آسانسور نیز در هر دو حالت با یکدیگر برابر است، لذا جهت شتاب در حالت دوم نیز به سمت پایین و مقدار آن برابر با $2\dfrac{m}{s^2}$ است و چون آسانسور به سمت پایین حرکت می‌کند نوع حرکت آن تند شونده است.

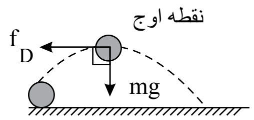
۳۵ (۱) (۲) (۳) **(۴)** باتوجه به جهت جریان عبوری از سیم و میدان مغناطیسی، جهت نیروی مغناطیسی وارد بر سیم را از طریق قاعدهٔ دست راست پیدا می‌کنیم:

مطابق قانون سوم نیوتن عکس‌العمل نیرویی که از طرف آهنربا به سیم وارد می‌شود، نیرویی است که از طرف سیم به آهن‌ربا به سمت بالا وارد می‌شود. از طرفی با افزایش جریان عبوری از سیم نیروی وارد بر آن نیز افزایش می‌یابد. داریم:



$\Rightarrow W = T + F \Rightarrow T < W \xrightarrow{I\uparrow \Rightarrow F\uparrow} T\downarrow$

۳۶ (۱) **(۲)** (۳) (۴) نیروی مقاومت هوا بر مسیر حرکت مماس و در خلاف جهت حرکت است. نیروهای وارد بر توپ را در نقطهٔ اوج رسم کرده و برآیند آن‌ها را به‌دست می‌آوریم:

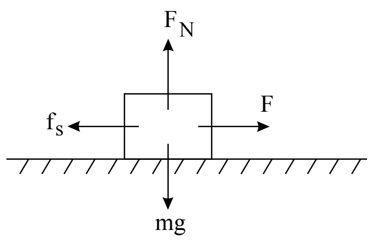


$F_{net} = \sqrt{f_D^2 + (mg)^2}$

همچنین اندازهٔ برآیند نیروها برابر ma است، پس:

$F_{net} = ma \Rightarrow \sqrt{f_D^2 + (mg)^2} = m(\frac{4}{3})g \xrightarrow{\text{توان ۲}} f_D^2 = \frac{16}{9}(mg)^2 - (mg)^2 \Rightarrow f_D^2 = \frac{7}{9}(mg)^2 \Rightarrow f_D = \frac{\sqrt{7}}{3}mg$

۳۷ **(۱)** (۲) (۳) (۴)



$$\left.\begin{aligned} F_N &= mg \\ f_{smax} &= \mu_s \times F_N \\ f_{smax} &= F = 40N \end{aligned}\right\} \Rightarrow f_{smax} = \mu_s \times mg \Rightarrow 40 = \mu_s \times 20 \times 10 \Rightarrow \mu_s = \frac{1}{5}$$

در حالتی که $30kg$ به محتویات اضافه شود و F دو برابر شود، داریم:

$m' = 20 + 30 = 50kg$

$F' = 2 \times F = 2 \times 40 = 80N$

$f'_{smax} = \mu_s \times m'g \Rightarrow f'_{smax} = \frac{1}{5} \times 50 \times 10 = 100N$

چون $f'_{smax} > F'$ است، جسم تکان نمی‌خورد و نیروی اصطکاک برابر است با F' که همان $80N$ است. پس داریم:

$\dfrac{F'}{F} = \dfrac{80}{40} = 2$

۳۸ **(۱)** (۲) (۳) (۴) با توجه به رابطهٔ $F_{av} = \dfrac{\Delta p}{\Delta t}$ درمی‌یابیم که شیب نمودار تکانه – زمان برابر نیرو است. معادله تکان – زمان جسم به‌صورت درجه یک است و شیب آن ثابت است. پس نیروی متوسط وارد شده بر جسم، هم در راستای افقی و هم در راستای قائم ثابت است.

پس:

$p_x = ۹t - ۶ \xrightarrow{F_{av}=p-t \text{ شیب خط نمودار}} F_{av_x} = ۹$

$p_y = ۱۲t + ۸ \Rightarrow F_{av_y} = ۱۲$

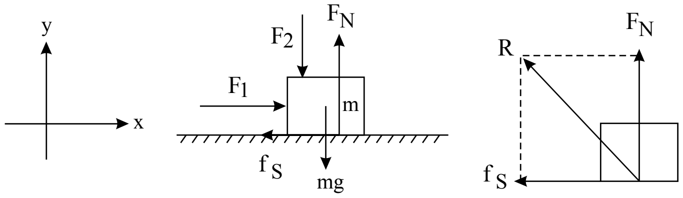
برآیند نیروهای واردشده: $F_{av} : \sqrt{F_{av_x}^۲ + F_{av_y}^۲} = \sqrt{۹^۲ + ۱۲^۲} = ۱۵N$

$F = ma \Rightarrow a = \frac{F}{m} = \frac{۱۵}{۵} = ۳\frac{m}{s^۲}$

$v = at + v_۰ \xrightarrow{v_۰ = ۰} v = ۳ \times ۴ = ۱۲\frac{m}{s}$

$v^۲ - v_۰^۲ = ۲a\Delta x \xrightarrow{v_۰ = ۰} (۱۲)^۲ = ۲ \times ۳ \times \Delta x \Rightarrow \Delta x = ۲۴m$

۳۹ ۴ ۳ **۲** ۱



$$\begin{cases} R = \sqrt{F_N^۲ + f_s^۲} \quad (۱) \\ x : (F_{net})_x = ma_x = ۰ \Rightarrow f_s = F_۱ \quad (۲) \\ y : (F_{net})_y = ma_y = ۰ \Rightarrow F_N = F_۲ + mg \quad (۳) \end{cases}$$

(۱) و (۲) و $(۳) \Rightarrow R = \sqrt{(F_۲ + mg)^۲ + (F_۱)^۲} \quad (*)$

$|\vec{F_۱}|$ و $|\vec{F_۲}|$ هریک دو برابر شده و جسم همچنان ساکن می‌ماند.

$R' = \sqrt{(۲F_۲ + mg)^۲ + (۲F_۱)^۲} \quad (**)$

$(*)$ و $(**) \Rightarrow \frac{R'}{R} = \sqrt{\frac{۴F_۱^۲ + (۲F_۲ + mg)^۲}{F_۱^۲ + (F_۲ + mg)^۲}} = k$

می‌دانیم: $\frac{۴F_۱^۲ + (۲F_۲ + ۲mg)^۲}{F_۱^۲ + (F_۲ + mg)^۲} = \frac{۴[F_۱^۲ + (F_۲ + mg)^۲]}{[F_۱ + (F_۲ + mg)^۲]} = ۴$

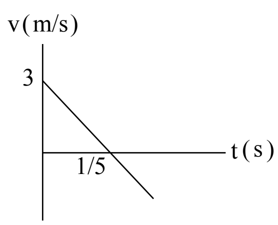
از طرفی: $\underbrace{\frac{۴F_۱^۲ + (۲F_۲ + ۲mg)^۲}{F_۱^۲ + (F_۲ + mg)^۲}}_{۴} > \frac{۴F_۱^۲ + (۲F_۲ + mg)^۲}{F_۱^۲ + (F_۲ + mg)^۲} = k^۲ \to k^۲ < ۴ \to \begin{cases} k < ۲ \\ \text{صورت کسر} > \text{مخرج کسر} \end{cases} \Rightarrow ۱ < k < ۲$

راه دوم: به جای $F_۱$ و $F_۲$ و mg اعداد دلخواه منطقی قرار داده و $\cdots$

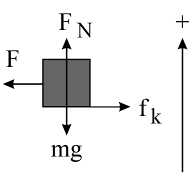
۴۰ ۴ ۳ ۲ **۱** قدم اول: طبق معادلهٔ $v = -۲t + ۳$ مشخص می‌شود که ابتدا $v_۰ > ۰$؛ پس جهت $\oplus$ حرکت رو به بالا اختیار شده و همچنین $a < ۰$؛ یعنی حرکت ابتدا کندشونده است.

با رسم نمودار $(v - t)$ همه چیز مشخص می‌شود:

ابتدا تا $t = ۱٫۵s$ کُندشونده روبه‌بالا و پس از $t = ۱٫۵s$ به بعد حرکت تندشونده رو به پایین خواهد بود.



قدم دوم: از $t_۱ = ۰$ تا $t_۲ = ۱٫۵s$:

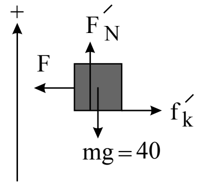


$F_N - mg = ma \to F_N - ۴۰ = ۴(-۲) \to F_N = ۳۲N \to f_k = \mu_k f_N = \frac{۱}{۲} \times ۳۲ = ۱۶N$

(در امتداد موازی با کف آسانسور) $\Rightarrow F - f_k = ma \rightarrow ۲۰ - ۱۶ = ۴a \rightarrow a = ۱\dfrac{m}{s^۲}$

در بازهٔ زمانی صفر تا $۱/۵s$ $\Rightarrow \Delta x_۱ = \dfrac{۱}{۲}at^۲ + v_۰ t = \dfrac{۱}{۲} \times ۱ \times ۱/۵^۲ + (۳)(۱/۵) = \dfrac{۴۵}{۸}m$

قدم سوم: حال از $t = ۱/۵s$ تا $t = ۲s$ آسانسور با شتاب به بزرگی $۲\dfrac{m}{s^۲}$ و تندشونده رو به پایین حرکت می‌کند:



در امتداد قائم $\Rightarrow F'_N - mg = ma \rightarrow F'_N - ۴۰ = ۴(-۲) \rightarrow F'_N = ۳۲N \rightarrow f'_k = \mu_k F'_N = \dfrac{۱}{۲} \times ۳۲ = ۱۶N$

پس همان شتاب قبلی در امتداد افق حاصل خواهد شد:

$$F - f'_k = ma \rightarrow ۲۰ - ۱۶ = ۴a \rightarrow a = ۱\frac{m}{s^۲}$$

بنابراین هنگام پایین آمدن آسانسور و در بازهٔ زمانی $t_۱ = ۱/۵s$ تا $t_۲ = ۲s$

$$\Delta x_۲ = \frac{۱}{۲}a_۲ t^۲ + v_۰ t = \frac{۱}{۲}(۱)(\frac{۱}{۲})^۲ + (۰)(\frac{۱}{۲}) = \frac{۱}{۸}m$$

قدم چهارم: جابه‌جایی کل:

$$\Delta x = \Delta x_۱ + \Delta x_۲ = \frac{۴۵}{۸}m + \frac{۱}{۸}m = \frac{۴۶}{۸} = ۵/۷۵m$$

پاسخ‌نامه کلیدی

سؤال	پاسخ	سؤال	پاسخ	سؤال	پاسخ	سؤال	پاسخ
۱	۱	۱۱	۱	۲۱	۱	۳۱	۲
۲	۲	۱۲	۳	۲۲	۴	۳۲	۱
۳	۴	۱۳	۲	۲۳	۴	۳۳	۲
۴	۲	۱۴	۳	۲۴	۱	۳۴	۱
۵	۳	۱۵	۲	۲۵	۱	۳۵	۴
۶	۴	۱۶	۳	۲۶	۴	۳۶	۲
۷	۲	۱۷	۴	۲۷	۲	۳۷	۱
۸	۲	۱۸	۲	۲۸	۱	۳۸	۱
۹	۲	۱۹	۱	۲۹	۲	۳۹	۲
۱۰	۴	۲۰	۳	۳۰	۳	۴۰	۱