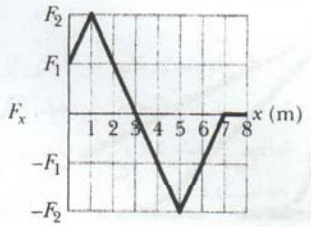
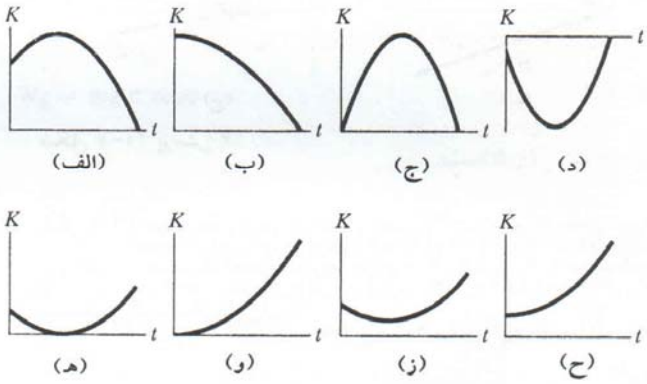
۸. شکل ۷-۲۲ مؤلفهٔ x نیرویی که بر ذره جسمی اعمال می‌شود یعنی F_x را نشان می‌دهد. مختصات ذره را در حالات (الف) بیش‌ترین انرژی جنبشی، (ب) بیش‌ترین سرعت، (ج) سرعت صفر، مشخص کنید. (د) راستای حرکت ذره پس از $x = 6m$ کدام است؟



شکل ۷-۲۲ پرسش ۸

۹. فنر A از فنر B سخت‌تر است ($K_A > K_B$). اگر فنرها فشرده شوند (الف) در یک جابه‌جایی مساوی و (ب) با یک نیروی اعمال شدهٔ یکسان، کدام فنر کار بیش‌تری انجام می‌دهد؟

۱۰. جسمی به جرم ۳/۰ کیلوگرم روی یک ریل هوای بدون اصطکاک در حال سکون قرار دارد که نیروی افقی $\vec{F}$ در امتداد مثبت محور x بر آن وارد می‌شود. تصویر لحظه به لحظه مکان جسم، در حالی که به سمت راست می‌لغزد در شکل ۷-۲۳ نشان داده شده است. نیروی $\vec{F}$ از لحظه $t = 0$ بر جسم وارد می‌شود و شکل مکان جسم را در بازه‌های زمانی ۰/۵۰ ثانیه نشان می‌دهد. کار انجام شده بر روی جسم توسط نیروی $\vec{F}$ در فاصله زمانی $t = 0$ تا $t = 2/0$ ثانیه چه‌قدر است؟



شکل ۷-۲۳ پرسش ۱۰

مسائل

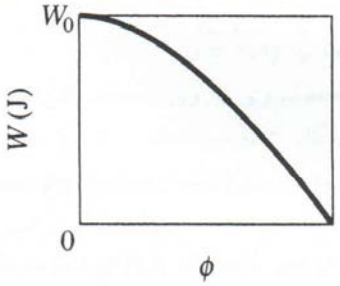
بخش ۷-۳ انرژی جنبشی

۱. در ۱۰ آگوست سال ۱۹۷۲، یک سنگ آسمانی بزرگ از روی اتمسفر غرب ایالات متحدهٔ و غرب کانادا عبور می‌کند، دقیقاً شبیه حرکت سنگی روی سطح آب. هالهٔ آتشین همراه به قدری نورانی بود که در آسمانِ آفتابی روز هم می‌توانست مشاهده شود و از دنبالهٔ دیگر سنگ‌های آسمانی نورانی‌تر بود. جرم سنگ آسمانی در حدود $4\times10^{6}Kg$ و سرعتش در حدود $15\frac{Km}{s}$ بود. چنان چه به‌صورت عمودی وارد اتمسفر می‌شد، با سطح زمین با سرعت مشابهی برخورد می‌کرد. (الف) تلفات انرژی جنبشی سنگ آسمانی که مربوط به برخورد عمودی است را محاسبه کنید. (ب) انرژی را به‌صورت مضرب انرژی انفجاری یک مگاتن TNT بیان کنید، که این انرژی $4/2\times10^{15}J$ می‌باشد. (ج) انرژی مربوط به انفجار بمب اتمی هیروشیما معادل ۱۳ کیلوتن TNT بود. با چند بمب هیروشیما، برخورد سنگ آسمانی معادل خواهد بود؟

۲. چنان چه راکتِ زحل ۷ به همراه فضاپیمای آپولو متصل شده در مجموع جرم $2/9\times10^{5}Kg$ را دارا باشند و به سرعت $11/2\frac{Km}{s}$ برسند، انرژی جنبشی آن‌ها چه‌قدر است؟

۳. پروتونی (به جرم $m = 1/67\times10^{-27}Kg$) در طول یک خط مستقیم با شتاب $3/6\times10^{15}\ m/s^2$ در ماشینی حرکت می‌کند. چنان چه پروتون دارای سرعت اولیه $2/4\times10^{7}\ Kg$ باشد و 3/5cm را طی کند، (الف) سرعت و (ب) افزایش در انرژی جنبشی آن، چه‌قدر است؟

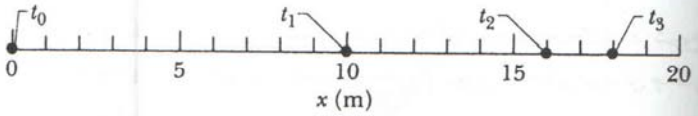
۴. نیروی $\vec{F}_a$ بر مهره‌ای وارد می‌شود، به‌طوری که مهره در راستای سیم مستقیمی 5cm+ را طی می‌کند. مقدار $\vec{F}_a$ به‌صورت مقدار ثابتی تنظیم شده است، ولی زاویهٔ ϕ بین $\vec{F}_a$ و جابه‌جایی مهره می‌تواند انتخاب شود. شکل ۷-۲۴ کار انجام شده W توسط $\vec{F}_a$ بر روی مهره را برای محدودهٔ مقادیر ϕ نشان می‌دهد. چه مقدار کار توسط $\vec{F}_a$ انجام می‌گیرد. چنان چه ϕ به‌صورت (الف) 64° و (ب) 147° باشد؟



شکل ۷-۲۴ مسأله ۴

۵. پدری که در حال دویدن با پسرش می‌باشد دارای نصف انرژی جنبشی پسرش می‌باشد و پسر نصف جرم پدر را دارا می‌باشد. پدر 1m/s به سرعتش اضافه می‌کند و سپس انرژی جنبشی‌اش مشابه پسر می‌شود. سرعت‌های اولیهٔ (اصلی) (الف) پدر و (ب) پسر، چه‌قدر است؟

۶. مهره‌ای به جرم $1/8\times10^{-2}Kg$ در راستای سیمی در جهت مثبت محور x حرکت می‌کند. در آغاز و در زمان $t = 0$، زمانی که مهره از $x = 0$ با سرعت 12m/s می‌گذرد، نیروی ثابتی بر مهره اعمال می‌شود. شکل ۷-۲۵ موقعیت مهره را در زمان‌های $t = 0$، ۱، ۲ و ۳ ثانیه نشان می‌دهد. مهره به‌صورت آنی در $t = 3s$ متوقف می‌شود. انرژی جنبشی مهره در $t = 10s$ چه‌قدر است؟



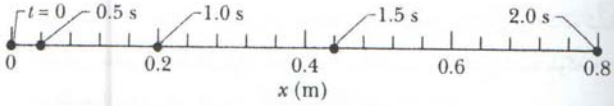
شکل ۷-۲۵ مسأله ۶

بخش ۷-۵ کار و انرژی جنبشی

۷. تنها نیروی وارد شده بر یک قوطی ۲ کیلوگرمی که در صفحهٔ xy در حال حرکت است، بزرگی ۵N دارد. قوطی در ابتدا سرعت ۴m/s در راستای مثبت x دارد و اندکی بعد دارای سرعت ۶m/s در راستای y می‌شود. چه مقدار کار روی قوطی توسط نیروی ۵ نیوتنی و در این مدت زمان انجام شده است؟

۸. سکه‌ای روی صفحهٔ بدون اصطکاک و در جهت دستگاه مختصات xy از مبدأ به نقطه‌ای با مختصات xy (۴m و ۳m) حرکت می‌کند، در حالی که نیروی ثابتی بر آن اعمال می‌شود. بزرگی نیرو ۲N است و در جهت ۱۰۰° خلاف حرکت عقربه ساعت نسبت به محور x وارد می‌شود. در حین این جابه‌جایی چه مقدار کار توسط نیروی اعمال شده بر سکه انجام می‌شود؟

۹. جسمی ۳ کیلوگرمی زمانی که نیروی ثابت افقی $\vec{F}$ در جهت مثبت محور x در راستای مسیر بر جسم وارد می‌شود، به حالت سکون روی مسیر هوایی افقی بدون اصطکاکی قرار دارد. گراف موقعیت جسم که در حال حرکت به سمت راست است در شکل ۷-۲۶ نشان داده شده است. نیروی $\vec{F}$ برجسم در $t = ۰$ اعمال می‌شود، و گراف موقعیت جسم را در فاصلهٔ زمانی ۰/۵s ثبت می‌کند. توسط نیروی اعمال شدهٔ $\vec{F}$ در مدت زمانی $t = ۰$ و $t = ۲s$ چه مقدار کار انجام می‌شود؟

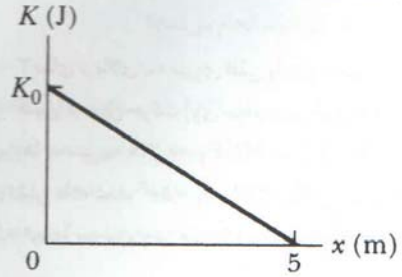


شکل ۷-۲۶ مسأله ۹

۱۰. قطعه یخ شناوری دچار جابه‌جایی $\vec{d} = (۱۵m)\hat{i} - (۱۲m)\hat{j}$ در راستای خاکریز مستقیمی توسط آب جاری شده‌ای که نیروی $\vec{F} = (۲۱۰N)\hat{i} - (۱۵۰N)\hat{j}$ را بر قطعه وارد می‌کند، می‌شود. در حین این جابه‌جایی چه مقدار کار روی قطعه انجام می‌گیرد؟

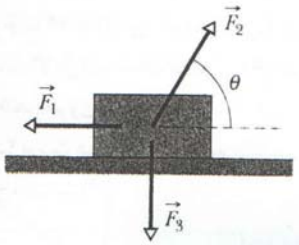
۱۱. یک اسکیت باز و اسکیتش مجموعاً ۸۵ کیلوگرم جرم دارندو با سرعت اولیهٔ ۳۷m/s از مسیر سراشیب وارد یک مسیر افقی مستقیم می‌شوند. چنان چه نیرویی سرعت آن‌ها راکم کند تا با مقدار ثابت $۲m/s^۲$ متوقف شود، (الف) مقدار بزرگی F مورد نیاز نیرو چه‌قدر است؟ (ب) چه مسافتی d در حین کند شدن سرعت طی می‌شود و (ج) چه کاری W روی آن‌ها توسط نیرو انجام می‌شود؟ (د) F ، (ه) d و (و) W چنان چه آن‌ها، برعکس، با شتاب $۴ m/s^۲$ از سرعتشان کاسته شود، چه‌قدر هستند؟

۱۲. شیء ۸ کیلوگرمی در جهت مثبت محور x در حرکت است. زمانی که از $x = ۰$ می‌گذرد، نیروی ثابتی در راستای محور x شروع به اعمال شدن می‌شود. شکل ۷-۲۷ انرژی جنبشی آن را نسبت به راستای مثبت x با حرکت از $x = ۰$ به $x = ۵m$ نشان می‌دهد. نیرو پیوسته اعمال می‌شود. زمانی که شیء به $x = -۳m$ باز می‌گردد، v چه‌قدر است؟



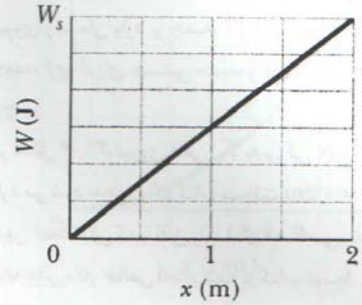
شکل ۷-۲۷ مسأله ۱۲

۱۳. شکل ۷-۲۸ سه نیروی اعمال شده بر یک صندوق را که به طرف چپ به مسافت ۳ متر و روی سطح بدون اصطکاک حرکت می‌کند را نشان می‌دهد. مقادیر نیروها به‌صورت $F_۱ = ۵N$ ، $F_۲ = ۹N$ و $F_۳ = ۳N$ می‌باشند و زاویهٔ نشان داده شده، $\theta = ۶۰°$ است. در حین جابه‌جایی، (الف) کار خالص انجام شده روی صندوق توسط سه نیرو چه‌قدر است و (ب) آیا انرژی جنبشی صندوق افزایش می‌یابد یا کاهش؟



شکل ۷-۲۸ مسأله ۱۳

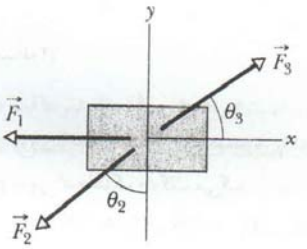
۱۴. قوطی پیچ و مهره‌ها توسط جارویی روی سطح گریس کاری شدهٔ (بدون اصطکاک) تعمیرگاه اتومبیلی به سبک بازی شافل بورد در راستای محور x، به اندازه ۲ متر حرکت داده می‌شود. شکل ۷-۲۸ کار انجام شده W روی قوطی توسط نیروی ثابت افقی جارو را در مقابل موقعیت قوطی (x) نشان می‌دهد. (الف) مقدار بزرگی نیرو چه‌قدر است؟ (ب) چنان چه قوطی دارای انرژی جنبشی اولیهٔ ۳J باشد، که در جهت مثبت محور x در حال حرکت است، در انتهای فاصلهٔ ۲m مقدار انرژی جنبشی آن چه‌قدر است؟



شکل ۷-۲۹ مسأله ۱۴

۱۵. نیروی ۱۲ نیوتنی با راستای ثابت روی ذره‌ای کار انجام می‌دهد به‌طوری که ذره دچار جابه‌جایی $\vec{d} = (2\hat{i} - 4\hat{j} + 3\hat{K})m$ می‌شود. زاویهٔ بین نیرو و جابه‌جایی، چنان چه تغییر در انرژی جنبشی به‌صورت (الف) +۳۰J و (ب) -۳۰J باشد چه‌قدر است؟

۱۶. شکل ۷-۳۰ نمای از بالای سه نیروی افقی وارد بر جعبه‌ای که در ابتدا ساکن بوده است ولی اکنون در حال حرکت روی سطح بدون اصطکاک است را نشان می‌دهد. مقادیر نیروها به صورت: $F_1 = 3N$، $F_2 = 4N$ و $F_3 = 10N$ می‌باشند و زاویه‌های نشان داده شده، $\theta_2 = 50°$ و $\theta_3 = 35°$ می‌باشند. کار خالص انجام شده روی جعبه، توسط سه نیرو و در حین ۴ متر اول جابه‌جایی، چه‌قدر است؟



شکل ۷-۳۰ مسأله ۱۶

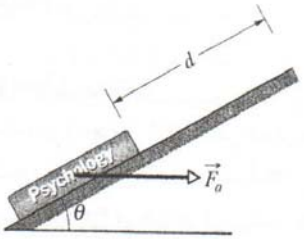
بخش ۷-۶ کار انجام شده توسط نیروی گرانش

۱۷. هلیکوپتری فضانورد ۷۲کیلوگرمی را توسط کابلی از سطح اقیانوسی به ارتفاع ۱۵ متر به‌طور عمودی بالا می‌برد. شتاب فضانورد $\frac{g}{10}$ می‌باشد. چه مقدار کار روی فضانورد توسط (الف) نیروی وارد از هلیکوپتر و (ب) نیروی گرانش وارد بر وی، انجام گرفته است؟ درست قبل از این که وی به هلیکوپتر برسد، (ج) انرژی جنبشی و (د) سرعتش چه‌قدر است؟

۱۸. (الف) در سال ۱۹۷۵ سقف Velodrome در مونترال، به وزن ۳۶۰KN، ۱۰ سانتی‌متر بالا برده شد به‌طوری که می‌تواند در مرکز قرار گیرد. توسط نیروهای بلندکننده چه مقدار کار انجام شده است؟ (ب) در سال ۱۹۶۰ به علت نقص در جک، یک طرف اتومبیلی روی پسری سقوط می‌کند. چنان چه مادر سراسیمه با اعمال ۴۰۰۰N یک طرف اتومبیل را ۵cm بلند کرد، چه مقدار کار انجام شده است؟

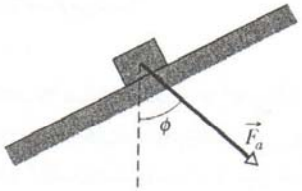
۱۹. ریسمانی به منظور پایین آمدن عمودی جعبه‌ای که در ابتدا به حالت سکون است و جرم M را دارا می‌باشد، به کار می‌رود. شتاب رو به پایین و ثابت و به مقدار $\frac{g}{4}$ می‌باشد. زمانی که جعبه مسافت d را سقوط می‌کند، (الف) کار انجام شده توسط نیروی ریسمان وارد بر جعبه، (ب) کار انجام شده توسط نیروی گرانش وارد بر جعبه، (ج) انرژی جنبشی جعبه، و (د) سرعت جعبه را بیابید.

۲۰. در شکل ۷-۳۱، نیروی افقی $\vec{F}_a$ به بزرگی ۲۰N بر کتاب روانشناسی به جرم ۳Kg وارد می‌شود به‌طوری که کتاب مسافت $d = 0/5m$ را به سمت بالای سطح شیب‌دار بدون اصطکاکی که با افق زاویهٔ $\theta = 30°$ می‌سازد، طی می‌کند. (الف) در حین جابه‌جایی، کار خالص انجام شده بر کتاب توسط $\vec{F}_a$، نیروی گرانشی وارد بر کتاب و نیروی عمودی وارد بر کتاب، چه‌قدر هستند؟ (ب) چنان چه کتاب در شروع جابه‌جایی دارای هیچ انرژی جنبشی نباشد، در انتهای جابه‌جایی سرعتش چه‌قدر است؟



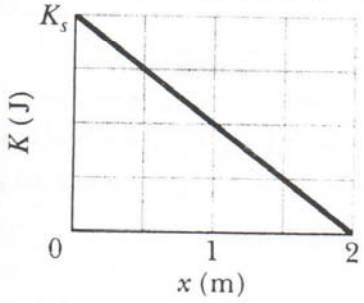
شکل ۷-۳۱ مسأله ۲۰

۲۱. در شکل ۷-۳۲، نیروی ثابت $\vec{F}_a$ به بزرگی ۸۲N بر جعبهٔ کفشی به جرم ۳Kg و تحت زاویهٔ $\phi = 53°$ اعمال می‌شود و موجب می‌شود جعبه به سمت بالای سطح شیب‌دار و با سرعت ثابت حرکت کند. چه مقدار کار توسط $\vec{F}_a$، زمانی که جعبه مسافت عمودی ۰/۱۵m را طی کرده، روی جعبه انجام گرفته است؟



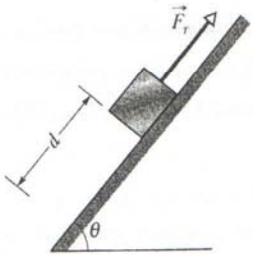
شکل ۷-۳۲ مسأله ۲۱

۲۲. بلوکه‌ای بر روی یک سطح شیب دار بدون اصطکاک و در امتداد محور x فرستاده شده است. در شکل ۷-۳۳ انرژی جنبشی بلوکه بصورت تابعی از x داده شده است. مقیاس محور قائم شکل برابر $K_s = 40/0J$ است. اگر تندی اولیه بلوکه ۴/۰۰ متر بر ثانیه باشد، نیروی عمودی وارد بر بلوکه چقدر است؟



شکل ۷-۳۳ مسأله ۲۲

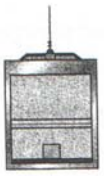
۲۳. در شکل ۷-۳۴، جعبهٔ یخی به سمت پایین سطح شیب‌دار بدون اصطکاکی به زاویهٔ $\theta = 50°$ حرکت می‌کند، در حالی که کارگری توسط ریسمانی با نیروی $\vec{F}_r$ که به مقدار ۵۰N است و در جهت بالای سطح شیب‌دار اعمال می‌شود، به آن نیرو وارد می‌کند. هنگامیکه جعبه مسافت $d = 0/5m$ را روی سطح شیب‌دار طی می‌کند، انرژی جنبشی آن ۸۰J افزایش می‌یابد. چنان چه ریسمان به جعبه متصل نبود، چه‌قدر انرژی جنبشی بیش‌تر می‌شد؟



شکل ۷-۳۴ مسأله ۲۳

۲۴. تیمِ نجاتِ غار، یک کاشفِ غار صدمه دیده را مستقیماً توسط یک ریسمان متصل به موتور، بالا می‌کشند و از گودال بیرون می‌آورند. بالا آوردن در سه مرحله انجام می‌گیرد، هرکدام از مسافت‌های عمودی ۱۰ متری ملزم به داشتن شرایط زیر هستند: (الف) در ابتدا کاشفِ غار از حالت سکون به سرعت ۵m/s می‌رسد؛ (ب) سپس با سرعت ثابت ۵m/s بالا کشیده می‌شود؛ (ج) در نهایت با شتاب کاهشی سرعتش به صفر می‌رسد. در حین هر مرحله چه مقدار کار روی شخص نجات یافتهٔ ۸۰ کیلوگرمی توسط نیروی بالابرنده انجام گرفته است؟

۲۵. در شکل ۷-۳۵، جعبهٔ ۰/۲۵ کیلوگرمی پنیری روی سطح کابین آسانسور ۹۰۰ کیلوگرمی قرار دارد که توسط کابلی مسافت $d_1 = 2/4m$ و سپس مسافت $d_2 = 10/5m$ را به سمت بالا طی می‌کند. (الف) در طی مسافت d_1، چنان چه نیروی عمودی وارد بر جعبه از طرف سطح مقدار ثابت $F_N = 3N$ باشد،(ب) چه مقدار کار روی کابین توسط نیروی از طرف کابل انجام می‌شود؟ در طی مسافت d_2، چنان چه کار انجام شده روی کابین توسط نیروی (ثابت) از طرف کابل 92/61KJ باشد، مقدار F_N چه‌قدر است؟



شکل ۷-۳۵ مسأله ۲۵

۷-۷ کار انجام شده توسط نیروی فنر

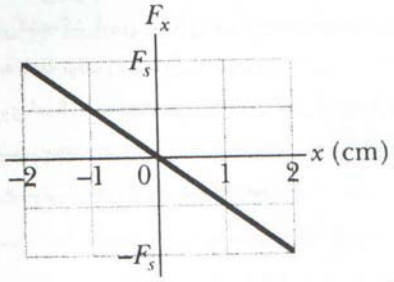
۲۶. در ترم بهاره دانشگاه MIT، دانشجویان ساکن در خوابگاه پردیس شرقی که ساختمان‌هایی موازی هستند، با تیر و کمان‌های بزرگی که از لوله‌های پلاستیکی جراحی متصل به قاب پنجره ساخته بودند، با هم مبارزه می‌کردند. برای این کار یک بادکنک پر از آب رنگی را در کیسه‌ای متصل به لوله لاستیکی قرار داده و آن را تا پهنای اتاق می‌کشیدند، فرض کنید لوله لاستیکی به اندازه 5/00m کشیده و سپس رها شود. نیروی لوله لاستیکی تا زمانی که به طول واهلیدگی خود برگردد، چه‌قدر کار روی بادکنک داخل کیسه انجام می‌دهد؟

۲۷. فنر و جعبه‌ای به ترتیب شکل ۷-۱۱ هستند. زمانی که جعبه به مکان $x = +4cm$ منتقل می‌شود، بایستی نیرویی به بزرگی 360N را به منظور نگهداشتنش در آن مکان اعمال می‌کنیم. جعبه را به $x = 11cm$ منتقل می‌کنیم و سپس آن را رها می‌کنیم. چه مقدار کار فنر روی جعبه، زمانی که جعبه از $x_i = +5cm$ به (الف) $x = +3cm$، (ب) $x = -3cm$، (ج) $x = -5cm$ و (د) $x = -9cm$ منتقل می‌شود، انجام می‌دهد؟

۲۸. در شکل ۷-۱۱، باید نیرویی به بزرگی 80N را به منظور ساکن نگه‌داشتن جعبه در $x = -2cm$ اعمال کنیم. از آن موقعیت، سپس به آرامی جعبه را حرکت می‌دهیم به‌طوری که نیروی ما +4J کار روی دستگاه جعبه - فنر انجام می‌دهد؛ سپس جعبه دوباره به حالت سکون باز می‌گردد. موقعیت جعبه چیست؟ (توجه: دو جواب وجود دارد).

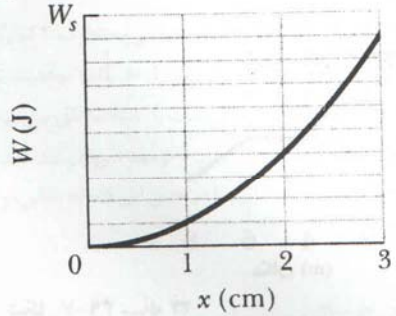
۲۹. تنها نیروی اعمال شده روی جسم ۲ کیلوگرمی که در راستای مثبت محور x حرکت می‌کند، دارای مؤلفهٔ x به مقدار $F_x = -6x\ N$، که x برحسب متر است، می‌باشد. سرعت جسم در $x = 3m$ برابر 8m/s می‌باشد. (الف) سرعت جسم در $x = 4m$ چه‌قدر است؟ (ب) در چه مقدار مثبت x، جسم دارای سرعت 5m/s می‌باشد؟

۳۰. شکل ۷-۳۶ نیروی فنر F_x را در مقابل موقعیت x برای ترکیب فنر - جعبهٔ شکل ۷-۱۱ ارائه می‌دهد. جعبه را به $x = 12cm$ منتقل و سپس رها می‌کنیم. چه مقدار کار فنر روی جعبه انجام می‌دهد، زمانی که جعبه از $x_i = +8cm$ به (الف) $x = +5cm$، (ب) $x = -5cm$، (ج) $x = -8cm$ و (د) $x = -10cm$ منتقل می‌شود؟



شکل ۷-۳۶ مسأله ۳۰

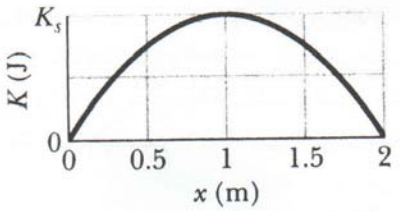
۳۱. در ترکیب شکل ۷-۱۱، به تدریج جعبه را از $x = 0$ به $x = 3cm$ منتقل می‌کنیم، که ساکن می‌باشد. شکل ۷-۳۷ کاری که نیروی ما روی جعبه انجام می‌دهد را ارائه



شکل ۷-۳۷ مسأله ۳۱

می‌دهد. سپس جعبه را به $x = 5cm$ منتقل می‌کنیم و آن را از حالت سکون رها می‌کنیم. زمانی که جعبه از $x = +5cm$ به (الف) $x = +4cm$، (ب) $x = -2cm$ و (ج) $x = -5cm$ حرکت می‌کند چه مقدار کار، فنر روی جعبه انجام می‌دهد؟

۳۲. در شکل ۷-۱۱ الف، جعبه‌ای به جرم m روی سطح بدون اصطکاک افقی قرار دارد و به یک انتهای فنر افقی (ثابت فنر K) که انتهای دیگرش ثابت است، متصل شده است. جعبه در ابتدا به حالت سکون در موقعیتی که فنر به‌صورت کش آمده نمی‌باشد ($x = 0$) و زمانی که نیروی افقی ثابت $\vec{F}$ در جهت مثبت محور x بر آن اعمال می‌شود، قرار دارد. نمودار انرژی جنبشی نتیجه شده جعبه در مقابل موقعیت x در شکل ۷-۳۸ نشان داده شده است. (الف) مقدار $\vec{F}$ چه‌قدر است؟ (ب) مقدار K چه‌قدر است؟

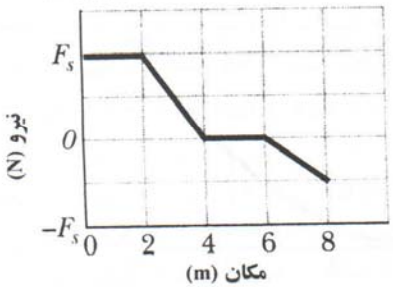


شکل ۷-۳۸ مسأله ۳۲

۳۳. جعبهٔ شکل ۷-۱۱ الف، روی سطح بدون اصطکاک افقی قرار دارد و ثابت فنر $50\frac{N}{m}$ می‌باشد. در ابتدا، فنر در طول آرامش خود قرار دارد و جعبه به طور ساکن در موقعیت $x = 0$ قرار دارد. سپس نیرویی با مقدار ثابت 3N جعبه را در سمت مثبت محور x می‌کشد، کش‌آمدن فنر تا زمانی که جعبه متوقف می‌شود، ادامه می‌یابد. زمانی که به نقطهٔ توقف رسید، (الف) موقعیت جعبه، (ب) کاری که روی جعبه توسط نیروی اعمال شده انجام می‌شود و (ج) کاری که توسط نیروی فنر روی جعبه انجام می‌شود، چه‌قدر هستند؟ در حین جابه‌جایی جعبه، (د) موقعیت جعبه زمانی که انرژی جنبشی آن حداکثر است و (ه) مقدار ماکزیمم انرژی جنبشی، چه‌قدر است؟

بخش ۷-۸ کار انجام شده توسط نیروی متغیر اصلی

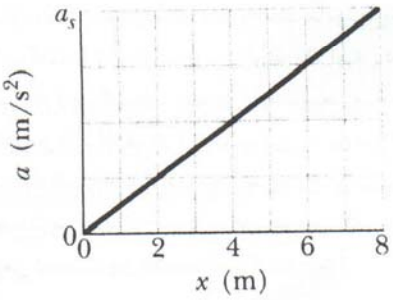
۳۴. جعبهٔ ۵ کیلوگرمی روی خط مستقیمی در سطح بدون اصطکاک افقی تحت اثر نیرویی که با مکان به‌صورت شکل ۷-۳۹ تغییر می‌کند، در حرکت است. چه کاری توسط نیرو با حرکت جعبه از مبدأ به $x = 8m$ انجام می‌گیرد؟



شکل ۷-۳۹ مسأله ۳۴

۳۵. نیروی واردبر ذره‌ای در راستای محور x به صورت $F = F_0(\frac{x}{x_0} - 1)$ بیان می‌شود. کار انجام شده به‌وسیلهٔ نیرو را در حرکت ذره از $x_0 = 0$ به $x = 2x_0$ به‌وسیلهٔ (الف) رسم نمودار $F(x)$ و اندازه گیری کار از گراف و (ب) انتگرال‌گیری $F(x)$، بیابید.

۳۶. آجر ۱۰ کیلوگرمی در راستای محور x حرکت می‌کند. شتابش به‌صورت تابعی از موقعیتش در شکل ۷-۳۷ نشان داده می‌شود. کار خالص انجام گرفته روی آجر توسط نیروی منجر شونده به شتاب هنگامیکه آجر از $x = 0$ به $x = 8m$ حرکت می‌کند، چه‌قدر است؟

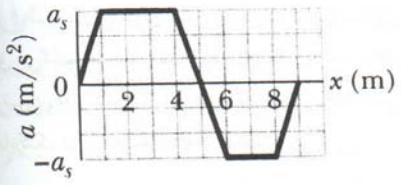


شکل ۷-۴۰ مسأله ۳۶

۳۷. تک نیرویی روی شیء ذره مانندی به جرم 3Kg وارد می‌شود به نحوی که موقعیت شیء به‌صورت تابعی از زمان به‌وسیلهٔ رابطهٔ $x = 3t - 4t^2 + 1t^3$، که در آن x برحسب متر و t برحسب ثانیه است، بیان می‌شود. کار انجام شده توسط نیرو روی شیء را از $t = 0$ تا $t = 4s$، بیابید.

۳۸. قوطی ساردینی برای حرکت در راستای محور x از $x = 0/25m$ به $x = 1/25m$ توسط نیرویی با بزرگی $F = \exp(-4x^2)$، که x برحسب متر و F برحسب نیوتن است، ساخته می‌شود. (در این جا exp تابع نمایی است). چه کاری توسط نیرو روی قوطی انجام می‌گیرد؟

۳۹. شکل ۷-۳۹ شتاب ذرهٔ ۲ کیلوگرمی هنگامی که نیروی اعمال شده $\vec{F}_a$ آن را از سکون در راستای محور x از $x = 0$ به $x = 9m$ به حرکت در می‌آورد، نشان می‌دهد. چه مقدار کار روی ذره انجام می‌شود زمانی که ذره به (الف) $x = 4m$، (ب) $x = 7m$، و (ج) $x = 9m$ می‌رسد، سرعت ذره و راستای حرکت زمانی که به (د) $x = 4m$، (ه) $x = 7m$ و (و) $x = 9m$ می‌رسد، چه‌قدر است؟

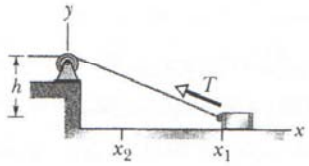


شکل ۷-۴۱ مسأله ۳۹

۴۰. جعبهٔ ۱/۵ کیلوگرمی در ابتدا به حالت سکون روی سطح بدون اصطکاک افقی، زمانی که نیروی افقی در راستای محور x بر جعبه وارد می‌شود، قرار دارد. نیرو به‌وسیلهٔ رابطهٔ $\vec{F}(x) = (۲/۵ - x^۲)\,\hat{i}$ N به‌دست می‌آید، که x برحسب متر و موقعیت اولیه جعبه $x = ۰$ می‌باشد. (الف) انرژی جنبشی جعبه به محض عبور از $x = ۲m$ چه‌قدر است؟ (ب) حداکثر انرژی جنبشی جعبه بین $x = ۰$ و $x = ۲m$ چه‌قدر است؟

۴۱. نیروی $\vec{F} = (cx - ۳x^۲)\hat{i}$ بر ذره‌ای وارد می‌شود به‌طوری که ذره در راستای محور x حرکت می‌کند. F برحسب نیوتن، x برحسب متر و c یک ثابت است. در $x = ۰$، انرژی جنبشی ذره ۲۰J می‌باشد؛ در $x = ۳m$ مقدار آن ۱۱J است. c را بیابید.

۴۲. شکل ۷-۴۲ ریسمان متصل شده به یک گاری که می‌تواند در راستای ریلی در جهت محور x که به‌صورت افقی و بدون اصطکاک است، حرکت کند را نشان می‌دهد. انتهای سمت چپ ریسمان از روی قرقره‌ای، بدون جرم و اصطکاک در ارتفاع $h = ۱/۲m$ عبور می‌کند، به‌طوری که گاری از $x_۱ = ۳m$ به $x_۲ = ۱m$ حرکت می‌کند. در حین جابه‌جایی، کشش در داخل ریسمان مقدار ثابت ۲۵N می‌باشد. تغییر انرژی جنبشی گاری، در حین حرکت چه‌قدر است؟



شکل ۷-۴۲ مسأله ۴۲

بخش ۹-۷ توان

۴۳. جعبه ۱۰۰ کیلوگرمی با سرعت ثابت 5m/s روی سطح افقی توسط نیروی اعمال شدهٔ ۱۲۲ نیوتنی در جهت ۳۷° بالای افق، کشیده می‌شود. سرعتی که در آن نیرو بر روی جعبه کار انجام می‌دهد، چه‌قدر است؟

۴۴. کابین بارگذاری شدهٔ آسانسوری جرم ۳×۱۰^۳Kg دارد و ۲۱۰ متر به طرف بالا در مدت ۲۳ ثانیه و با سرعت ثابت حرکت می‌کند. با چه سرعت میانگین، نیروی کابل، کار بر روی کابین انجام می‌دهد؟

۴۵. نیروی ۵ نیوتنی بر روی جسم ۱۵ کیلوگرمی که در ابتدا به حالت سکون است، اعمال می‌شود. کار انجام شده توسط نیرو را در (الف) اولین، (ب) دومین و (ج) سومین ثانیه و (د) توان آنی مربوط به نیرو را در انتهای ثانیه سوم، محاسبه کنید.

۴۶. اسکی‌بازی توسط ریسمان یدک‌کشی به بالای یک شیب اسکی بدون اصطکاک که با افق زاویهٔ ۱۲° می‌سازد، کشیده می‌شود. ریسمان موازی با شیب و با سرعت ثابت 1m/s حرکت می‌کند. نیروی ریسمان ۹۰۰J کار بر روی اسکی‌باز در حین طی مسافت ۸ متری به سمت بالای سطح شیب‌دار، انجام می‌دهد. (الف) چنان چه ریسمان با سرعت ثابت 2m/s حرکت کند، چه مقدار کار نیروی ریسمان روی اسکی‌باز انجام می‌دهد در حینی که اسکی‌باز مسافت ۸ متری را به سمت بالای شیب طی می‌کند؟ با چه سرعتی نیروی ریسمان کار بر روی اسکی‌باز انجام می‌دهد زمانی که ریسمان با سرعت (ب) 1m/s و (ج) 2m/s حرکت می‌کند؟

۴۷. یک آسانسور باربری کاملاً پُر که به آرامی در حرکت است. دارای کابینی به جرم ۱۲۰۰Kg است، که نیاز است مسافت ۵۴m را در ۳min به طرف بالا طی کند، در ابتدا و انتهای مسیر به حالت سکون می‌باشد. وزنه تعادل آسانسور تنها دارای جرم ۹۵۰Kg می‌باشد و بنابراین موتور آسانسور بایستی کمک کند. به طور متوسط چه توانی از نیروی موتور برای وارد شدن بر کابین از طریق کابل، مورد نیاز است؟

۴۸. (الف) در یک لحظهٔ خاص، شیء ذره مانندی توسط نیروی $\vec{F} = (۴N)\,\hat{i} - (۲N)\,\hat{j} + (۹N)\,\hat{K}$ تحت تأثیر قرار می‌گیرد، در حالی که سرعت شیء $\vec{v} = -(۲m/s)\,\hat{i} + (۴m/s)\,\hat{K}$ می‌باشد. سرعت آنی نیرویی که بر روی شیء کار انجام می‌دهد چه‌قدر است؟ (ب) در برخی از دیگر زمان‌ها، سرعت تنها شامل مؤلفه y است. چنان چه نیرو تغییر نیافته باشد و توان آنی ۱۲W- باشد، سرعت شیء درست در لحظهٔ بعد چه‌قدر است؟

۴۹. ماشینی بستهٔ ۴ کیلوگرمی را از موقعیت اولیهٔ $\vec{d}_i = (۰/۵m)\,\hat{i} + (۰/۷۵m)\,\hat{j} + (۰/۲m)\,\hat{K}$ به موقعیت نهایی $\vec{d}_f = (۷/۵)\,\hat{i} + (۱۲m)\,\hat{j} + (۷/۲m)\,\hat{K}$ در مدت ۱۲ ثانیه منتقل می‌کند. نیروی ثابت اعمال شده به‌وسیله ماشین بر روی بسته به‌صورت $\vec{F} = (۲N)\,\hat{i} + (۴N)\,\hat{j} + (۶N)\,\hat{K}$ می‌باشد. برای این جابه‌جایی، (الف) کار انجام شده روی بسته توسط نیروی ماشین و (ب) متوسط توان نیروی ماشین بر بسته را بیابید.

۵۰. ملاقهٔ ۰/۳ کیلوگرمی متحرک روی سطح بدون اصطکاک افقی به یک انتهای فنر افقی ($K = ۵۰۰N/m$) که انتهای دیگرش ثابت است، متصل شده است. ملاقه دارای انرژی جنبشی ۱۰J در حین عبور از محل تعادلش است (نقطه‌ای که در آن نیروی فنر به صفر می‌رسد). (الف) با چه سرعتی فنر روی ملاقه کار انجام می‌دهد زمانی که ملاقه از محل تعادلش می‌گذرد؟ با چه سرعتی فنر روی ملاقه کار انجام می‌دهد زمانی که فنر 0/1m فشرده شده و ملاقه در حال دورشدن از محل تعادلش است؟

۵۱. نیروی $\vec{F} = (۳N)\,\hat{i} + (۷N)\,\hat{j} + (۷N)\,\hat{K}$ روی شیء متحرک ۲ کیلوگرمی که از موقعیت اولیهٔ $\vec{d}_i = (۳m)\,\hat{i} - (۲m)\,\hat{j} + (۵m)\,\hat{K}$ به موقعیت نهایی $\vec{d}_f = -(۵m)\,\hat{i} + (۴m)\,\hat{j} + (۷m)\,\hat{K}$ در مدت ۴ ثانیه منتقل می‌شود، در حال اعمال است. (الف) کار انجام گرفته بر روی شیء توسط نیرو در مدت فاصله زمانی ۴ ثانیه، (ب) متوسط توان مربوط به نیرو را در حین این فاصله زمانی، و (ج) زاویهٔ بین بردارهای $\vec{d}_i$ و $\vec{d}_f$ را بیابید.

۵۲. یک ماشین تفریحی با توان ثابت P، مسیری را در زمان T طی می‌کند. اگر خدمه