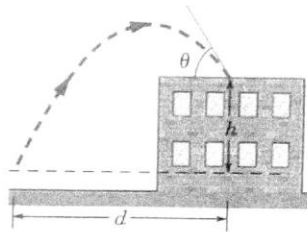


فصل ۴: مسائل ۳، ۴، ۶، ۱۱، ۱۲، ۲۰، ۲۷، ۲۸، ۴۵، ۴۸

(ب) فاصله مرکز توپ از لبه بالای نرده، هنگام عبور توپ یا برخورد توپ، چقدر است؟

۴۸*** در شکل ۴-۴۱، تویی را که به بالای پشت بامی به ارتفاع h پرتاب شده است نشان داده‌ایم. این توپ 4.00 s پس از پرتاب، در ارتفاع $h = 20.0\text{ m}$ از نقطه پرتاب فرود می‌آید. مسیر قبل از فرود توپ با زاویه $\theta = 60.0^\circ$ نسبت به پشت بام نشان داده شده است. (الف) مسافت d را که توپ در جهت افقی می‌پیماید، محاسبه کنید. (به راهنمایی مسئله ۳۹ توجه کنید.) (ب) اندازه سرعت اولیه توپ و (ج) زاویه سرعت اولیه توپ نسبت به افق چقدرند؟



شکل ۴-۴۱ مسئله ۴۸.

۴۹*** بازیکنی را در نظر بگیرید که می‌تواند توپ فوتبال را با سرعت اولیه 25 m/s شوت کند. برای آن‌که وی بتواند توپ را از فاصله 50 m جلوی دروازه وارد دروازه‌ای با میله افقی به ارتفاع 3.44 m کند. (الف) حداقل و (ب) حداکثر زاویه شوت نسبت به زمین چقدر باید باشد؟

۵۰*** پرتابه‌ای دو ثانیه بعد از پرتاب از سطح زمین به اندازه 40 m در جهت افقی و 53 m در جهت قائم از نقطه شروع حرکت فاصله گرفته است. (الف) مؤلفه افقی سرعت اولیه پرتاب چقدر است؟ (ب) مؤلفه قائم سرعت اولیه پرتابه چقدر است؟ (ج) هنگامی که پرتابه به نقطه اوج (یا بیشینه ارتفاع) می‌رسد، در جهت افقی چقدر از نقطه پرتاب فاصله گرفته است؟

۵۱*** اسکی‌باز ماهر می‌داند که قبل از رسیدن به شیب رو به پایین در پیست اسکی باید به بالا بپرد. پرشی را در نظر بگیرید که با سرعت اولیه $v_0 = 10\text{ m/s}$ و زاویه $\theta_0 = 11.3^\circ$ انجام می‌شود. مسیر حرکت قبل از پرش تقریباً افقی است، و زاویه شیب رو به پایین برابر 9.5° است. شکل ۴-۴۲ الف یک پیش‌پرشی را نشان می‌دهد که در آن اسکی‌باز روی لبه بالایی قسمت شیبدار پیست فرود می‌آید. شکل ۴-۴۲ ب پرشی دیگری را درست از بالای قسمت شیبدار پیست نشان می‌دهد. در شکل ۴-۴۲ الف،

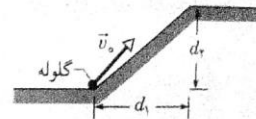


شکل ۴-۴۲ مسئله ۵۱

(ب) اقل مسافت افقی‌ای که توپ می‌پیماید، چقدر است؟ (ج) اندازه سرعت توپ و (د) زاویه بردار سرعت (در زیر افق) درست قبل از برخورد توپ با زمین چقدر است؟

۴۴*** در یک بازی بیسبال، توپ از دست پرتاب‌کننده به طور افقی و با سرعت 161 km/h پرتاب می‌شود. فاصله این بازیکن تا شخصی که با چوب بیسبال باید توپ را بزند، 18.3 m است. (الف) چه مدت زمانی طول می‌کشد تا توپ نیمه اول فاصله‌اش را تا توپ‌زن بپیماید؟ (ب) برای نیمه دوم فاصله چطور؟ (ج) در طول نیمه اول، توپ چه مسافتی را آزادانه سقوط می‌کند؟ (د) در نیمه دوم چطور؟ (ه) چرا کمیت‌های (ج) و (د) با هم مساوی نیستند؟

۴۵*** در شکل ۴-۴۰، گلوله‌ای را با اندازه سرعت 10.0 m/s و زاویه 50.0° نسبت به افق پرتاب کرده‌ایم. نقطه شروع حرکت پای سطح شیب‌داری به طول افقی $d_1 = 60.0\text{ m}$ است، و در ارتفاع $d_2 = 37.60\text{ m}$ نسبت به پای سطح هم سکوی در بالای سطح شیب‌دار وجود دارد. (الف) آیا این توپ روی سطح شیب‌دار فرود می‌آید یا روی سکو؟ هنگام فرود، (ب) اندازه جابه‌جایی و (ج) زاویه جابه‌جایی از نقطه شروع حرکت چقدرند؟



شکل ۴-۴۰ مسئله ۴۵.

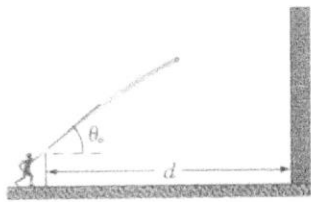
۴۶*** در بازی سکتیبال، معلق ماندن در هوا (یا به اصطلاح هنگ) بسیار کم توهم است که در آن به نظر می‌رسد بازیکنی که به هوا پریده است نتواند گرتشی را کاهش داده است. بروز این توهم تا حد زیادی به این سبکی دارد که بازیکن ماهر چقدر سریع بتواند همین‌طور که در هواست توپ را دست به دست بگرداند، و به علاوه به این هم بستگی دارد که به ارتفاع افقی‌ای که بازیکن در ارتفاع بالاتر پرش می‌پیماید از فاصله متناظر اولیه $\theta_0 = 35^\circ$ به هوا بپرد. اگر بازیکن با سرعت اولیه $v_0 = 7.00\text{ m/s}$ و $\theta_0 = 35^\circ$ به هوا بپرد، چه درصدی از برد پرش را در نیمه بالاتر می‌پیماید؟ (نیمه بالاتر پرواز وقتی است که ارتفاع بازیکن بین حداکثر ارتفاع و نصف حداکثر ارتفاع باشد.)

۴۷*** در بازی بیسبال، هنگامی که توپ‌زن توپ پرتاب شده را می‌زند، چوب بیسبال با زاویه 25° نسبت به زمین حرکت می‌کند. به این ترتیب، توپ بعضی مسافت افقی وقتی که دوباره به ارتفاع اولیه می‌رسد برابر 10.7 m است. (الف) آیا این توپ از روی نرده کنار زمین، که 7.32 m بلند است، می‌تواند فاصله افقی‌اش از نقطه ضربه برابر 97.5 m است، رد می‌شود؟

۳۰** یک توپ فوتبال را در نظر بگیرید که با سرعت اولیه 19.5 m/s و زاویه 45° بالاتر از افق شوت می‌شود. در این لحظه، بازیکنی که 55 m در جهت ضربه با آن فاصله دارد برای رسیدن به توپ به سوی آن می‌دود. اگر قرار باشد که این بازیکن درست قبل از برخورد توپ با زمین به آن برسد، سرعت متوسط حرکتش چقدر باید باشد؟

۳۱** در یک ضربه آبشار پرشی، بازیکن والیبال توپ را از بالای سرش به زمین مقابل می‌کوبد. کنترل زاویه آبشار، کاری دشوار است. فرض کنید این آبشار از ارتفاع 2.30 m با سرعت اولیه 20.0 m/s و زاویه 18.0° زیر افق زده می‌شود. اگر این زاویه برابر 8.0° می‌بود، این توپ چقدر دورتر به زمین حریف برخورد می‌کرد؟

۳۲** تویی را با سرعت 25.0 m/s و با زاویه $\theta_0 = 40.0^\circ$ بالاتر از افق (شکل ۴-۳۵) به طرف دیواری پرتاب می‌کنیم. دیوار در فاصله $d = 22.0 \text{ m}$ از نقطه پرتاب توپ قرار دارد. (الف) این توپ در چه ارتفاعی نسبت به نقطه شروع حرکت



شکل ۴-۳۵ مسئله ۳۲

به دیوار می‌خورد؟ مؤلفه‌های (ب) افقی و (ج) قائم سرعت توپ هنگام برخورد با دیوار چقدرند؟ (د) هنگام برخورد با دیوار، آیا توپ از نقطه اوج مسیرش رد شده است؟

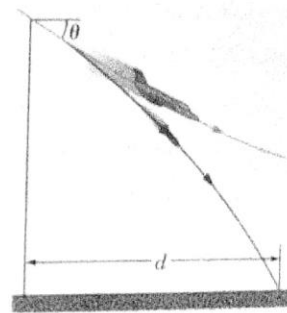
۳۳** هواپیمایی که با مقدار سرعت ثابت و زاویه 53.0° نسبت به خط قائم در حال شیرجه زدن است، پرتابه‌ای را در ارتفاع 730 m رها می‌کند. این پرتابه 5.00 s بعد به زمین می‌خورد. (الف) سرعت هواپیما چقدر است؟ (ب) پرتابه در طول مسیرش چه مسافتی را در راستای افقی طی کرده است؟ (ج) مؤلفه افقی سرعت پرتابه و (د) مؤلفه قائم آن درست هنگام برخورد با زمین چقدرند؟

۳۴** منجنيق دستگامی بود که به کمک آن می‌توانستند سنگ‌های بزرگ را برای منهدم کردن دیوارهای دژ محاصره شده به طرف آن پرتاب کنند. این دستگاه را برای آن‌که از نیرس نگهبانان دژ در امان باشید، در نزدیکی دژ مستقر نمی‌کردند. در عوض، آن را در فاصله‌ای از دژ مستقر می‌کردند که سنگ در نیمه دوم مسیرش با دیوار دژ برخورد کند سنگی را در نظر بگیرید که با سرعت $v_0 = 28.0 \text{ m/s}$ و زاویه $\theta_0 = 40.0^\circ$ پرتاب شده باشد. سرعت برخورد سنگ را (الف) در صورتی که در نقطه اوج مسیر سهمی شکل با دیوار برخورد کند و (ب) هنگامی که به اندازه نصف ارتفاع اوج سقوط کرده باشد، به دست آورید (ج) مقدار سرعت سنگ در قسمت (ب) چند درصد بیشتر از قسمت (الف) است؟

۳۵** تفکمی که گلوله‌اش را با سرعت 660 m/s شلیک می‌کند به سوی هدفی که 257 m با آن فاصله دارد، شانه‌گیری شده است. اگر مرکز هدف

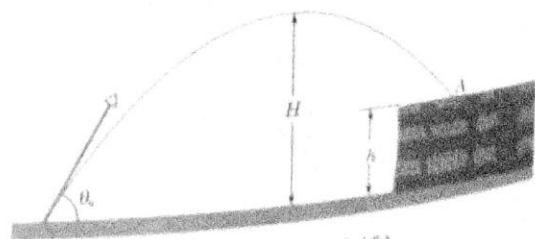
۲۶** سنگی را در زمان $t = 0$ به وسیله منجنيق، با سرعت اولیه 20.0 m/s با زاویه 40.0° بالاتر از افق، پرتاب می‌کنیم. مؤلفه‌های (الف) افقی و (ب) قائم جابه‌جایی این سنگ نسبت به نقطه پرتاب در $t = 1.10 \text{ s}$ چقدرند؟ در زمان $t = 1.80 \text{ s}$ ، مؤلفه‌های (ج) افقی و (د) قائم جابه‌جایی را به دست آورید. در زمان $t = 5.00 \text{ s}$ هم مؤلفه‌های (ه) افقی و (و) قائم جابه‌جایی را به دست آورید.

۲۷** هواپیمایی را در نظر بگیرید که با سرعت 290.0 km/h در حرکت است، و با زاویه $\theta = 30.0^\circ$ زیر افق به سمت زمین شیرجه می‌زند. در این حالت، خلبان به قصد فریب رادار پرتابه‌ای را از هواپیما رها می‌کند (شکل ۴-۳۳). فاصله افقی بین نقطه رها شدن پرتابه و نقطه برخورد آن با زمین $d = 700 \text{ m}$ است. (الف) چه مدت زمانی این پرتابه در هوای ماند؟ (ب) نقطه رها شدن پرتابه در چه ارتفاعی بوده است؟



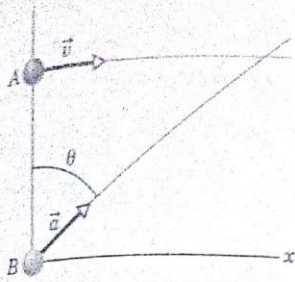
شکل ۴-۳۳ مسئله ۲۷

۲۸** در شکل ۴-۳۴، سنگی را به سمت صخره‌ای که ارتفاع آن برابر h است پرتاب کرده‌ایم. مقدار سرعت اولیه سنگ 42.0 m/s است، و جهت آن زاویه $\theta_0 = 60.0^\circ$ نسبت به افق دارد. این سنگ 5.50 s پس از پرتاب به نقطه A برخورد می‌کند. (الف) ارتفاع h صخره را پیدا کنید. (ب) مقدار سرعت سنگ را درست قبل از برخورد در نقطه A حساب کنید، و (ج) حداکثر ارتفاع H که سنگ در این پرتاب به آن می‌رسد چقدر است؟



شکل ۴-۳۴ مسئله ۲۸

۲۹** مقدار سرعت حرکت یک پرتابه در شروع پرتاب پنج برابر مقدار سرعت آن در نقطه اوج (با نسیبه ارتفاع مسیر) است. زاویه پرتاب θ_0 را پیدا کنید.



شکل ۴-۳۲ مسئله ۲۰

واحد ۴-۴ حرکت پرتابه‌ای

۲۱* یک دارت را به طور افقی و با سرعت اولیه 10 m/s به سمت راست، P ، که هدف مرکزی صفحه دارت است، پرتاب می‌کنیم. این دارت 1.5 m بعد از پرتاب در نقطه Q در لبه صفحه دارت، که در جهت قائم نسبت پایین نقطه P قرار دارد، به صفحه دارت برخورد می‌کند. (الف) فاصله PQ چقدر است؟ (ب) فاصله نقطه رها شدن دارت از صفحه دارت چقدر بوده است؟

۲۲* گلوله کوچکی را در نظر بگیرید که از سطح افقی میزی به ارتفاع 1.20 m به پایین قل می‌خورد، و در فاصله افقی 1.52 m از لبه میز پایین برخورد می‌کند. (الف) این گلوله چه مدت زمانی در هوا بوده است؟ (ب) لحظه‌ای که از روی میز به پایین می‌افتد، سرعت حرکت آن چقدر بوده است؟

۲۳* از تفنگی که 45.0 m بالاتر از سطح زمین قرار دارد، پرتابه‌ای با سرعت اولیه 250 m/s به صورت افقی شلیک می‌شود. (الف) این پرتابه چه مدت زمانی در هوا می‌ماند؟ (ب) در چه فاصله افقی‌ای از نقطه شلیک‌کننده زمین می‌خورد؟ (ج) اندازه مؤلفه قائم سرعت به هنگام برخورد با زمین چیست؟

۲۴* در سال ۱۹۹۱، هنگام برگزاری مسابقات جهانی دو و میدانی در توکیو، مایک پاول با پرش طولی خود به میزان 8.95 m رکورد 24 ساله متعلق به باب بیمون را در دست به اندازه 5 cm افزایش داد. فرض کنید مقدار سرعت پاول هنگام شروع پرش برابر 9.5 m/s (یعنی تقریباً برابر سرعت دوندۀ دو سرعت) بوده باشد، و مقدار شتاب گرانش را هم 9.80 m/s^2 در نظر بگیرید. پرش طولی پاول چقدر کمتر از حداکثر پرش پاول بود که با همان سرعت اولیه به حرکت درمی‌آید؟

۲۵* رکورد فعلی جهانی برای پرش با موتورسیکلت برابر 77.0 m متعلق به جیسون رانی است. فرض کنید او از نقطه شیبدار پرش با زاویه 12.0° نسبت به افق جدا می‌شود، با مصرف نظر کردن از مقاومت هوا، مقدار سرعت را هم یکسان بگیرد، با صرف نظر کردن از مقاومت هوا، مقدار سرعت حرکت را هنگام شروع پرش محاسبه کنید.

۱۴* سرعت یک پروتون در آغاز به صورت $\vec{v} = 4.70\hat{i} - 2.70\hat{j} + 3.70\hat{k}$ و 4.70 s پس از آن به صورت $\vec{v} = -2.70\hat{i} - 2.70\hat{j} + 5.70\hat{k}$ داده شده است (هر دو برحسب متر بر ثانیه). برای این مدت 4.70 s ، (الف) شتاب متوسط این پروتون، \vec{a}_{avg} ، را برحسب نمادهای بردار یک‌به‌یک، (ب) اندازه \vec{a}_{avg} ، و (ج) زاویه بین \vec{a}_{avg} و جهت مثبت محور x را به دست آورید.

۱۵** ذره‌ای با سرعت اولیه $\vec{v} = (3.70\hat{i}) \text{ m/s}$ و شتاب ثابت $\vec{a} = (-1.00\hat{i} - 0.500\hat{j}) \text{ m/s}^2$ از مبدأ مختصات شروع به حرکت می‌کند. وقتی این ذره به حداکثر مختصات x می‌رسد، (الف) سرعت و (ب) بردار مکان آن را به دست آورید.

۱۶** سرعت \vec{v} ذره‌ای که در صفحه xy حرکت می‌کند، چنین است $\vec{v} = (6.70t - 4.70t^2)\hat{i} + 8.70\hat{j}$ که در آن t به متر بر ثانیه و $t > 0$ به ثانیه است. (الف) در زمان $t = 3.70 \text{ s}$ ، این ذره چه شتابی دارد؟ (ب) این شتاب چه وقتی ممکن است به صفر برسد؟ (ج) سرعت ذره چه وقتی ممکن است به صفر برسد؟ (د) مقدار سرعت چه وقتی ممکن است به 10 m/s برسد؟

۱۷** یک گاری با مؤلفه‌های شتاب $a_x = 4.70 \text{ m/s}^2$ و $a_y = -2.70 \text{ m/s}^2$ روی صفحه xy به حرکت درمی‌آید. مؤلفه‌های سرعت اولیه آن عبارت‌اند از $v_{0x} = 12 \text{ m/s}$ و $v_{0y} = 8.70 \text{ m/s}$. با استفاده از نمادهای بردار یک‌به‌یک، سرعت گاری را هنگامی که به بیشترین مختصه y در حرکتش می‌رسد بنویسید.

۱۸** بادی نسبتاً تند سنگ‌ریزه‌ای را روی صفحه افقی xy با شتاب ثابت $\vec{a} = (5.70\hat{i} + 7.70\hat{j}) \text{ m/s}^2$ حرکت می‌دهد. در زمان $t = 0$ ، سرعت سنگ‌ریزه برابر $(4.70\hat{i}) \text{ m/s}$ است. (الف) اندازه سرعت و (ب) زاویه سرعت سنگ‌ریزه، وقتی به اندازه 12.70 m به موازات محور x جابجا شده است، چقدر می‌شوند؟

۱۹*** شتاب ذره‌ای که روی صفحه افقی xy حرکت می‌کند با $\vec{a} = 3.70\hat{i} + 4.70\hat{j}$ داده می‌شود، که در آن \vec{a} به متر بر مجذور ثانیه و t به ثانیه است. در زمان $t = 0$ ، بردار مکان $\vec{r} = (2.70\hat{i} + 4.70\hat{j}) \text{ m}$ و بردار سرعت $\vec{v} = (5.70\hat{i} + 2.70\hat{j}) \text{ m/s}$ است. (الف) بردار مکان را با استفاده از نمادهای بردار یک‌به‌یک بنویسید، و (ب) زاویه بین جهت حرکت و جهت مثبت محور x را به دست آورید.

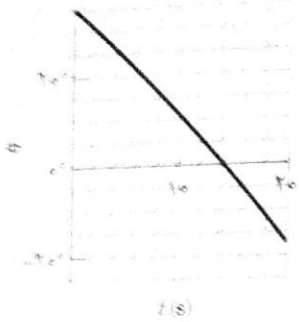
۲۰*** در شکل ۴-۳۲ ذره A در امتداد خط $y = 3.0 \text{ m}$ با سرعت ثابت \vec{v} ، که اندازه‌اش برابر 3.70 m/s و جهتش موازی محور x است، حرکت می‌کند. در لحظه‌ای که مسیر ذره A محور y را قطع می‌کند، ذره B با سرعت اولیه صفر و شتاب ثابت \vec{a} که اندازه‌اش برابر 0.720 m/s^2 است، از مبدأ مختصات شروع به حرکت می‌کند. زاویه θ بین \vec{a} و جهت مثبت محور x چقدر باید باشد تا A و B با هم برخورد کنند؟

سرعت متوسط مسجاب را از نقطه A به هر یک از سه نقطه دیگر در نظر بگیرید. در بین آنها (الف) اندازه و (ب) زاویه مربوط به سرعت متوسط را کمترین اندازه را مشخص کنید. (ج) اندازه و (د) زاویه مربوط به بیشترین سرعت متوسط را به دست آورید.

۱۰*** بردار مکان زیر

$$\vec{r} = 5.00t^2 \hat{i} + (0.1 + 0.1t^2) \hat{j}$$

موقعیت مکانی یک ذره را به صورت تابعی از زمان به دست می دهد. بردار \vec{r} برحسب متر است، t برحسب ثانیه است، و ضرایب e و f ثابت اند. شکل ۴-۳۱ زاویه θ جهت حرکت ذره را به صورت تابعی از t نشان می دهد (θ نسبت به جهت مثبت x اندازه گیری می شود). مقادیر ضریب های (الف) e و (ب) f و یکاهایشان را معین کنید.



شکل ۴-۳۱ مسئله ۱۰

واحد ۴-۳ شتاب متوسط و شتاب لحظه ای

۱۱* موقعیت مکانی \vec{r} ذره ای که روی صفحه xy حرکت می کند به $\vec{r} = (6.00t^2 - 7.00t^3) \hat{i} + (3.00t^3 - 5.00t) \hat{j}$ داده می شود که در آن \vec{r} برحسب متر و t برحسب ثانیه است. با استفاده از نمادهای بردار یک، (الف) \vec{r} ، (ب) \vec{v} ، و (ج) \vec{a} را در زمان $t = 2.00$ s محاسبه کنید. (د) زاویه بین جهت مثبت محور x و خطی که در زمان $t = 2.00$ s بر مسیر ذره مماس می شود، چقدر است؟

۱۲* دو جرخه سوزی را در نظر بگیرید که در زمانی که به نقطه ای در ۴۰۰ متری شرق میله پرچم در بوستانی می رسد، با سرعت 1.00 m/s به طرف جنوب در حال حرکت است. سپس، ۳۰۰ s بعد، این دو جرخه سوز را در نقطه ای با مختصات 400 m شمال میله پرچم می بینیم که با سرعت 1.00 m/s به طرف شرق در حال حرکت است. در طول این مدت زمان 30.0 s، (الف) اندازه جابه جایی دو جرخه سوز، (ب) جهت جابه جایی، (ج) اندازه سرعت متوسط، (د) جهت سرعت متوسط، (ه) اندازه شتاب متوسط، و (و) جهت شتاب متوسط چه بوده اند؟

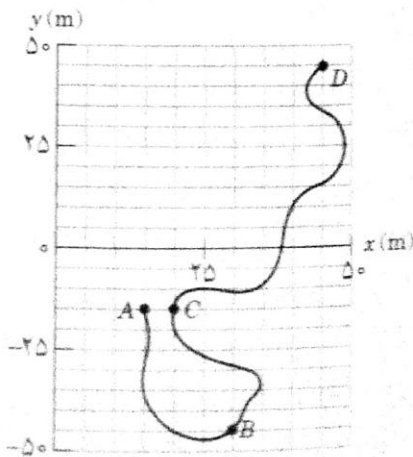
۱۳* حرکت یک ذره چنان است که موقعیت مکانی اش برحسب متر، به عنوان تابعی از زمان (برحسب ثانیه)، با بردار $\vec{r} = t^2 \hat{i} + 4t^3 \hat{j}$ داده می شود. (الف) سرعت این ذره به صورت تابعی از زمان با چه عبارتی داده می شود؟ (ب) شتاب این ذره برحسب زمان با چه عبارتی داده می شود؟

بردار جابه جایی نوک این عقربه را برای سه بازه زمانی تعیین کنیم. (الف) اندازه جابه جایی و (ب) زاویه برای بازه زمانی از یک ربع تا نیم ساعت بعد از رأس ساعت ۱۲ چقدر است؟ (ج) اندازه جابه جایی و (د) زاویه آن برای نیم ساعت بعد چقدر است؟ (ه) اندازه جابه جایی و (و) زاویه برای یک ساعت بعد از آن چقدر است؟

واحد ۴-۲ سرعت متوسط و سرعت لحظه ای

۵* قطاری را در نظر بگیرید که با سرعت ثابت 60.0 km/h به مدت 40.0 min در جهت رو به شرق حرکت می کند، سپس در جهت 50.0° شرقی نسبت به شمال به مدت 20.0 min ادامه حرکت می دهد، و بالاخره به مدت 50.0 min دیگر هم در جهت رو به غرب به پیش می رود. (الف) اندازه سرعت متوسط و (ب) زاویه آن را در این سفر به دست آورید. ۶* مکان یک الکترون به صورت $\vec{r} = 3.00t^2 \hat{i} - 4.00t^2 \hat{j} + 2.00t \hat{k}$ داده شده است، که در آن t به ثانیه و \vec{r} به متر است. (الف) سرعت $\vec{v}(t)$ الکترون را، برحسب نمادهای بردار یک، به دست آورید. در لحظه $t = 2.00$ s، سرعت \vec{v} را (ب) با استفاده از نمادهای بردار یک، و به صورت (ج) اندازه و (د) زاویه نسبت به جهت مثبت محور x بنویسید. ۷* بردار مکان یک یون در ابتدا به صورت $\vec{r} = 5.0 \hat{i} - 6.0 \hat{j} + 2.0 \hat{k}$ و 1.0 s بعد به صورت $\vec{r} = -2.0 \hat{i} + 8.0 \hat{j} - 2.0 \hat{k}$ است. همه اعداد برحسب متر نوشته شده اند. سرعت \vec{v}_{avg} یون را در طول این مدت 1.0 s با استفاده از نمادهای بردار یک، به دست آورید.

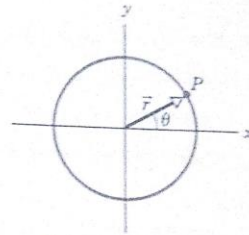
۸** هوایی را در نظر بگیرید که از شهر A به طرف شرق به پرواز درمی آید و مسافت 483 km را در مدت زمان 45.0 min می پیماید تا به شهر B می رسد. سپس از شهر B مسافت 966 km را به سمت جنوب می پیماید و بعد از 1.50 h به شهر C می رسد. برای کل این سفر، (الف) اندازه و (ب) جهت جابه جایی هوایی را به دست آورید. (ج) اندازه و (د) جهت سرعت متوسط هوایی را پیدا کنید. (ه) مقدار سرعت متوسط هوایی چقدر بوده است؟



۹** شکل ۴-۳۰ مسیر یک سنجاب را نشان می دهد که روی سطح افقی زمین از نقطه A (در زمان $t = 0$) به نقطه B (در زمان $t = 5.00$ min) از آنجا به نقطه C (در زمان $t = 10.0$ min) و بالاخره به D (در زمان $t = 15.0$ min) می رود.

شکل ۴-۳۰ مسئله ۹

مؤلفه قائم بردار مکان (r_p) به حداکثر می‌رسد؟ (ب) به ازای چه مقادیری از θ اندازه مؤلفه قائم بردار سرعت به حداکثر می‌رسد؟ (ج) به ازای چه مقادیری از θ اندازه مؤلفه قائم بردار شتاب به حداکثر می‌رسد؟



شکل ۴-۲۹ برش ۱۲.

وانت رها می‌شود و به طرف سطح جاده سقوط می‌کنند. (الف) شخص نه ترمز بگیرد و نه تغییر جهت بدهد، آیا این جعبه پیش از رسیدن به سطح جاده با اتومبیل وی برخورد خواهد کرد؟ (ب) در حین سقوط جعبه آیا سرعت افقی جعبه بیشتر از سرعت وانت، کمتر از سرعت وانت، یا مساوی با آن است؟

۱۷ در کدام نقطه از مسیر حرکت یک پرتابه، مقدار سرعت آن به حداقل می‌رسد؟

۱۸ ورزشکار پرتاب وزنه‌ای را در نظر بگیرید که وزنه را از بالای شانه‌اش پرتاب می‌کند. آیا زاویه پرتابی که منجر به طولانی‌ترین برد می‌شود برابر 45° است، کمتر از 45° است، یا بیشتر از 45° است؟

مسئله‌ها

واحد ۱-۴ مکان و جابه‌جایی

۱* بردار مکان الکترونی به صورت $\vec{r} = (5.0\text{ m})\hat{i} - (3.7\text{ m})\hat{j} + (2.0\text{ m})\hat{k}$ در دست است. (الف) اندازه \vec{r} را پیدا کنید. (ب) این بردار را در دستگاه مختصاتی راست-دست رسم کنید.

۲* مختصات یک تخم هندوانه چنین است: $x = -5.0\text{ m}$ ، $y = 8.0\text{ m}$ و $z = 0\text{ m}$. بردار مکان آن را (الف) با استفاده از نمادهای بردار یک‌ه و به صورت (ب) اندازه و (ج) زاویه نسبت به جهت مثبت محور x بنویسید. (د) این بردار را در دستگاه مختصاتی راست-دست رسم کنید. اگر

این تخم را به نقطه‌ای با مختصات $(3.00\text{ m}, 0\text{ m}, 0\text{ m})$ منتقل کنیم. جابه‌جایی آن را (ا) با استفاده از نمادهای بردار یک‌ه و به صورت (و) اندازه و (ز) زاویه نسبت به جهت مثبت محور x بنویسید.

۳* پوزیترونی را در نظر بگیرید که به اندازه $\Delta\vec{r} = 3.0\hat{i} - 3.0\hat{j} + 6.0\hat{k}$ جابه‌جا می‌شود، و بردار مکان وضعیت نهایی‌اش برحسب متر به صورت

$\vec{r} = 3.0\hat{j} - 4.0\hat{k}$ داده شده است. بردار مکان اولیه این پوزیترون را بیابید. ۴* طول عقربه دقیقه شمار یک ساعت دیواری، یعنی از نوک عقربه تا محوری که به دور آن می‌چرخد، 10 cm است. می‌خواهیم اندازه و زاویه

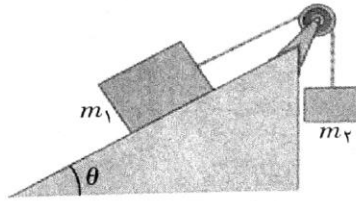
۱. تعداد ستاره‌هایی که در کنار هر مسئله آمده است، سطح دشواری آن را از کم به زیاد نشان می‌دهد.

۵۷** (ب) اندازه شتاب میمور این شتاب، و (د) کشش می شود؟

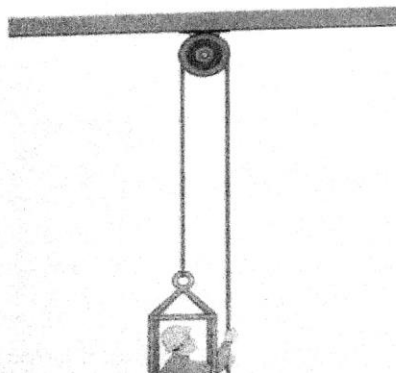
۶۰** شکل ۵-۴۵
 $5,00 \text{ kg}$ را نشان می
 طنابی روی زمین کشیده
 طناب نیرویی به اندازه
 زاویه وابسته به زمان $\theta(t)$
 می آورد. در حالت های
 $\theta = 25,0^\circ$ ، شتاب
 آهنگی در حال تغییر است
 $(2,00 \times 10^{-2} \text{ deg/s})t$
 (ب) $(0,00 \times 10^{-2} \text{ deg/s})t$
 تبدیل کنید.

۶۱** یک بالون هوای
 قائم در حال پایین آمدن
 راند تا بالون با شتاب a
 نیروی رو به بالایی که از ط
 اثر کاهش جرم تغییر نمی کند
 ۶۲***

قطعه ای به جرم $m_1 = 3,70 \text{ kg}$ که روی سطح شیب دار
 بی اصطکاک با زاویه $\theta = 30,0^\circ$ قرار دارد، به وسیله نخ که از روی قرقره ای
 بدون اصطکاک گذشته است، به قطعه دیگری به جرم $m_2 = 2,30 \text{ kg}$
 متصل شده است (شکل ۵-۵۲). (الف) اندازه شتاب حرکت هر
 قطعه چقدر است؟ (ب) جهت شتاب در قطعه ای که آویزان شده
 است، چیست؟ (ج) کشش نخ چقدر است؟

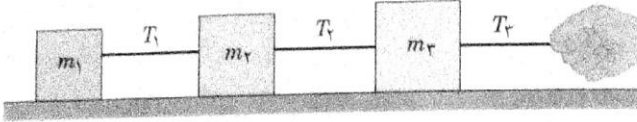


شکل ۵-۵۲ مسئله ۵۷.



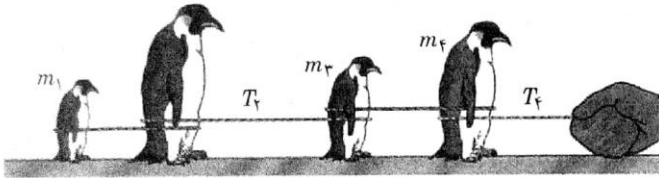
۵۸** شکل ۵-۵۳ شخصی را
 نشان می دهد که در حالت آویخته از
 طنابی بی جرم روی صندلی خاصی
 نشسته است. این طناب از روی
 قرقره ای بی جرم و بی اصطکاک عبور
 کرده است، و سر دیگرش هم در
 دستان خود شخص است. جرم این
 شخص و صندلی با هم $95,0 \text{ kg}$

راست می‌کشیم. اگر $m_1 = 12,0 \text{ kg}$ ، $m_2 = 24,0 \text{ kg}$ ، $m_3 = 31,0 \text{ kg}$ باشد، کمیت‌های زیر چقدرند: (الف) اندازه شتاب این سیستم سه‌قطعه‌ای، (ب) کشش T_1 ، و (ج) کشش T_2 ؟



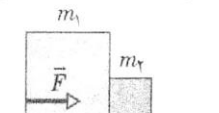
شکل ۵-۴۸ مسئله ۵۳.

۵۴** شکل ۵-۴۹ چهار پنگوئن بازیگوش را نشان می‌دهد که روی سطح بسیار لغزان (بدون اصطکاک) یخی به جلو کشیده می‌شوند. جرم سه تا از پنگوئن‌ها و کشش دوتا از نخ‌ها چنین‌اند: $m_1 = 12 \text{ kg}$ ، $m_2 = 15 \text{ kg}$ ، $m_3 = 20 \text{ kg}$ ، $m_4 = 22 \text{ kg}$ ، $T_1 = 111 \text{ N}$ و $T_2 = 222 \text{ N}$. جرم پنگوئن‌ها را که داده نشده است، پیدا کنید.



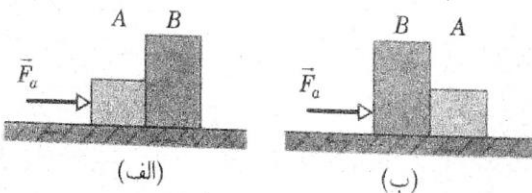
شکل ۵-۴۹ مسئله ۵۴.

۵۵** دو قطعه روی میزی بدون اصطکاک باهم تماس دارند. یک نیروی افقی، چنان‌که در شکل ۵-۵۰ نشان داده شده است، بر قطعه بزرگ‌تر وارد می‌شود. (الف) اگر $m_1 = 2,3 \text{ kg}$ ، $m_2 = 1,2 \text{ kg}$ و $F = 3,2 \text{ N}$ باشد، اندازه نیروی وارد بین دو قطعه را پیدا کنید. (ب) نشان دهید که اگر نیرویی با همان اندازه F اما در جهت مخالف به قطعه کوچک‌تر وارد آید، اندازه نیروی بین دو قطعه برابر $2,1 \text{ N}$ خواهد شد که با آنچه در قسمت (الف) به‌دست آمد تفاوت دارد. (ج) علت این تفاوت را توضیح دهید.



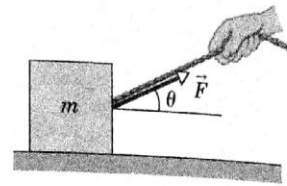
شکل ۵-۵۰ مسئله ۵۵.

۵۶** در شکل ۵-۵۱ الف، یک نیروی ثابت و افقی \vec{F}_a بر قطعه A وارد می‌شود، و در نتیجه آن نیرویی به اندازه $20,0 \text{ N}$ در جهت افقی رو به راست بر قطعه B وارد می‌آید. در شکل ۵-۵۱ ب، همان نیروی \vec{F}_a بر قطعه B وارد می‌شود، و در نتیجه آن این بار نیرویی به اندازه $10,0 \text{ N}$ از طرف قطعه A در جهت افقی رو به چپ بر قطعه B وارد می‌شود. جرم این دو قطعه در مجموع $12,0 \text{ kg}$ است. (الف) اندازه شتاب قطعه‌ها در شکل ۵-۵۱ الف چقدر است؟ و (ب) نیروی \vec{F}_a چه اندازه‌ای دارد؟



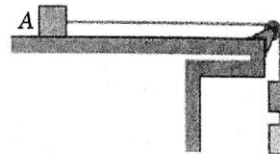
شکل ۵-۵۱ مسئله ۵۶.

عمودی وارد بر جعبه‌ای از طرف کف اتاق چقدر است؟
۴۹** در شکل ۵-۴۵، قطعه‌ای به جرم $m = 5,00 \text{ kg}$ را در امتداد سطح افقی بدون اصطکاک به وسیله طنابی که نیرویی به اندازه $F = 12,0 \text{ N}$ و با زاویه $\theta = 25,0^\circ$ بر آن وارد می‌کند، می‌کشیم. (الف) اندازه شتاب این قطعه چقدر است؟ (ب) اندازه نیرو F را به آرامی افزایش می‌دهیم. مقدار آن درست پیش از آن‌که قطعه (کاملاً) از سطح بلند شود، چیست؟ (ج) اندازه شتاب قطعه درست پیش از آن‌که (کاملاً) از سطح بلند شود، چقدر است؟

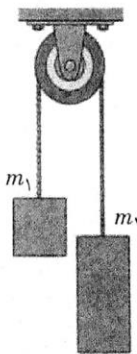


شکل ۵-۴۵ مسئله‌های ۴۹ و ۶۰.

۵۰** در شکل ۵-۴۶، سه صندوق رأی با رشته نخ‌هایی به هم متصل شده‌اند که یکی از آنها از روی قرقه‌ای به جرم ناچیز و اصطکاک ناچیز رد شده است. جرم صندوق‌ها عبارت‌اند از $m_B = 4,0 \text{ kg}$ ، $m_A = 3,0 \text{ kg}$ و $m_C = 1,0 \text{ kg}$ که این مجموعه از حالت سکون رها می‌شود، (الف) کشش نخ‌ها که B و C را به هم متصل کرده است چقدر خواهد شد و (ب) صندوق A در اولین بازه زمانی $0,250 \text{ s}$ چه مسافتی را می‌پیماید (فرض کنید این صندوق به قرقه نمی‌رسد)؟



شکل ۵-۴۶ مسئله ۵۰.



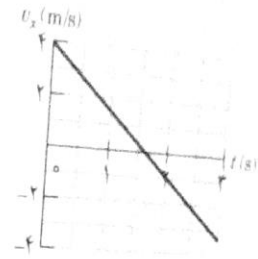
شکل ۵-۴۷

۵۱** شکل ۵-۴۷ دو قطعه را نشان می‌دهد که با یک رشته نخ (به جرم ناچیز) که از روی قرقه‌ای بی‌اصطکاک (باز هم به جرم ناچیز) عبور کرده است، به یکدیگر متصل شده‌اند. این آرایش را ماشین آتود می‌گویند. جرم یک قطعه $m_1 = 1,30 \text{ kg}$ و جرم دیگری $m_2 = 2,80 \text{ kg}$ است. (الف) اندازه شتاب حرکت این قطعه‌ها و (ب) کشش نخ را به دست آورید.

۵۲** شخصی به جرم 85 kg با گرفتن طنابی خود را از ارتفاع $10,0 \text{ m}$ به زمین می‌رساند. این طناب از روی قرقه‌ای بی‌اصطکاک عبور کرده است، و سر دیگرش به کیسه‌ای شنی به جرم 65 kg متصل شده است. اگر این شخص از حالت سکون شروع به حرکت کرده باشد، با چه سرعتی به زمین می‌خورد؟

۵۳** در شکل ۵-۴۸، سه قطعه را که به هم متصل شده‌اند با وارد کردن نیرویی به اندازه $T_2 = 65,0 \text{ N}$ روی سطح افقی بدون اصطکاک به طرف

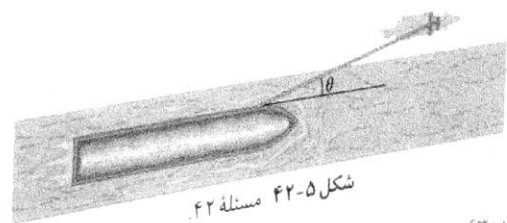
۴۰** یک جعبه حرماي نارنج مصرف گذشته به جرم $5,000 \text{ kg}$ را روی سطح شیبدار بدون اصطکاکي، که با افق زاویه θ می سازد، به بالا می لغزانیم. در شکل ۴۰-۵، مؤلفه و اجزای حرما بر حسب زمان رسم شده است. محور x در امتداد سطح شیبدار و جهت مثبت آن به سمت بالای شیب در نظر گرفته شده است. اندازه نیروی عمودی ناشی از سطح شیبدار بر جعبه چقدر است؟



شکل ۴۰-۵ مسئله ۴۰.

۴۱** می خواهیم با استفاده از طنابی که در صورت تجاوز نیروی کشش آن از مقدار 387 N پاره می شود، بسته ای به وزن 449 N را که محتوی اسفالت قدیمی پست بام است از نقطه ای به ارتفاع 6.1 m به طرف سطح زمین به پایین نفرستیم. (الف) شتاب بسته چقدر باید باشد تا طناب در آستانه پاره شدن قرار بگیرد؟ (ب) با این شتاب، سرعت بسته هنگام رسیدن به سطح زمین چقدر می شود؟

۴۲** در روزگار قدیم، برای به حرکت درآوردن سکوهای شناور در طول کانال های آب، به شیوه نشان داده شده در شکل ۴۲-۵ از اسب ها استفاده می کردند. فرض کنید نیرویی که اسب بر طناب وارد می آورد برابر 7900 N با زاویه $\theta = 18^\circ$ نسبت به جهت حرکت سکو باشد. سکو به طور مستقیم در جهت مثبت محور x حرکت می کند. جرم سکو 9500 kg و اندازه شتاب آن 0.12 m/s^2 است. (الف) اندازه نیرویی که از طرف آب بر سکو وارد می شود، چقدر است؟ (ب) جهت این نیرو (نسبت به جهت مثبت محور x) چیست؟



شکل ۴۲-۵ مسئله ۴۲.

۴۳** در شکل ۴۳-۵، زنجیری پنج حلقه ای، که جرم هر حلقه آن کشیده می شود. (الف) اندازه نیروی وارد شده بر حلقه ۱ از طرف حلقه ۲ چقدر است؟ (ب) اندازه نیرویی که حلقه ۳ بر حلقه ۲ وارد می کند، چقدر است؟ (ج) اندازه نیرویی که حلقه ۴ بر حلقه ۳ وارد می کند، چقدر است؟

است؟ (د) اندازه نیرویی که حلقه ۵ بر حلقه ۴ وارد می کند، چقدر است؟ (ه) اندازه نیروی F که از طرف عامل بالا برنده زنجیر بر حلقه ۵ وارد می آید، چقدر است؟ (و) نیروی برآیند شتاب دهنده هر حلقه چقدر است؟

۴۴** در اتاقک آسانسوری که در حال پایین آمدن است و سرعتش با آهنگ 2.4 m/s^2 کم می شود، لامپی را در نظر بگیرید که از سیمی قائم آویزان شده است. (الف) اگر کشش سیم برابر 89 N باشد، جرم لامپ چقدر است؟ (ب) اگر آسانسور با شتاب رو به بالای 2.4 m/s^2 به طرف بالا در حرکت باشد، کشش سیم چقدر می شود؟



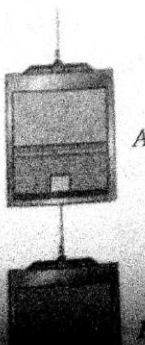
شکل ۴۴-۵ مسئله ۴۴.

۴۵** اتاقک آسانسوری به وزن 27.8 kN را در نظر بگیرید که به طرف بالا در حرکت است. کشش کابل نگه دارنده در حالت های زیر چقدر می شود: (الف) سرعت اتاقک با آهنگ 1.22 m/s^2 افزایش می یابد و (ب) سرعت اتاقک با آهنگ 1.22 m/s^2 کاهش می یابد؟

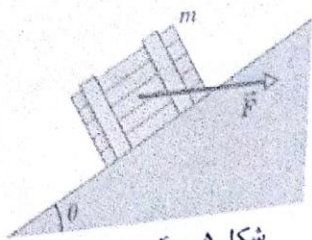
۴۶** اتاقک یک آسانسور با کابلی به طرف بالا کشیده می شود. اتاقک و تنها سرنشین آن در مجموع 2000 kg جرم دارند. وقتی این شخص سکه ای را رها می کند، شتاب سکه نسبت به اتاقک 8.00 m/s^2 و رو به پایین است. کشش کابل چقدر است؟

۴۷** خانواده زاکینی به خاطر نمایش پرتاب شان از دهانه لوله توپ معروف بودند. در هر نمایش، یکی از اعضای خانواده بر اثر هوای فشرده شده یا طناب های کشسان، از دهانه لوله توپ به بیرون پرتاب می شد. در یکی از این نمایش ها، امانوئل زاکینی از لوله توپ شلیک شد و پس از عبور از فراز سه چرخ و فلک شهر بازی، در فاصله 69 m آن طرف تر روی توری ای فرود آمد که هم ارتفاع با نقطه پرتاب بود. طول مسیر حرکت شتابدار زاکینی را در داخل لوله توپ برابر 5.2 m و مقدار زاویه پرتاب را برابر 53° بگیرید. اگر جرم وی برابر 85 kg و شتاب او در داخل لوله توپ ثابت بوده باشد، اندازه نیروی شتاب دهنده اش چقدر بوده است؟ (راهنمایی: پرتاب رادار امتداد سطح شیبداری با زاویه 53° در نظر بگیرید. از مقاومت هوا صرف نظر کنید.)

۴۸** در شکل ۴۸-۵، دو اتاقک آسانسور A و B با کابل کوتاهی به هم متصل شده اند و به وسیله کابلی که به بالای اتاقک A متصل شده است به بالا یا پایین حرکت می کنند. جرم اتاقک A برابر 1700 kg و جرم اتاقک B برابر 1300 kg است. یک جعبه چای به جرم 120 kg روی کف اتاقک A قرار دارد. حالتی را در نظر بگیرید که کشش کابلی که دو اتاقک با هم متصل می کند، برابر $1.91 \times 10^4 \text{ N}$ باشد.



۳۳** جرم اتاقک یک آسانسور به علاوه باری که حمل می‌کند، 1600 kg است. این اتاقک در حالی که با سرعت اولیه 12 m/s در جهت رو به پایین در حرکت است، با شتاب ثابت در فاصله 22 m متوقف می‌شود. در حین کاهش سرعت، کشش کابلی که اتاقک را نگه می‌دارد چقدر است؟



شکل ۵-۴ مسئله ۳۴

۳۴** جرم $m = 100 \text{ kg}$ را با وارد آوردن نیروی افقی F ، با سرعت ثابتی روی سطح شیبدار بدون اصطکاک ($\theta = 30^\circ$) به طرف بالا هل می‌دهیم. (الف) اندازه نیروی F چیست؟ (ب) اندازه نیرویی که از سطح شیبدار بر صندوق وارد می‌شود چیست؟

۳۵** سرعت ذره‌ای به جرم 3700 kg با $\vec{v} = (800\hat{i} + 300\hat{j}) \text{ m/s}$ داده می‌شود، که در آن t برحسب ثانیه است. در لحظه‌ای که نیروی برابندی که بر ذره وارد می‌شود برابر 350 N است، (الف) جهت این نیرو (نسبت به جهت مثبت محور x) و (ب) جهت حرکت ذره را بیابید.

۳۶** در یک پیست اسکی، طنابی به موازات سطح شیبدار که زاویه 8° با افق می‌سازد در حرکت است. اسکی‌بازی به جرم 50 kg که دست خود را به طناب گرفته است، از سطح شیبدار بدون اصطکاک به بالا برده می‌شود. اندازه نیرویی که از طرف طناب بر اسکی‌باز وارد می‌شود، در هریک از حالت‌های زیر چقدر است: (الف) اندازه v سرعت اسکی‌باز ثابت و برابر 270 m/s است، و (ب) سرعت اولیه برابر $v = 270 \text{ m/s}$ است و با آهنگ 0.10 m/s^2 افزایش می‌یابد.

۳۷** دختری به جرم 40 kg و سورتیه‌ای به جرم 8.4 kg را در نظر بگیرید که روی سطح یخی بدون اصطکاک دریاچه‌ای یخ‌زده قرار دارند. فاصله بین دختر و سورتیه 15 m است، و طنابی با جرم ناچیز دختر را به سورتیه وصل می‌کند. این دختر نیروی افقی 52 N را بر طناب وارد می‌آورد. (الف) اندازه شتاب سورتیه و (ب) اندازه شتاب دختر چقدر می‌شود؟ (ج) در چه فاصله‌ای از مکان اولیه دختر، سورتیه و دختر به هم می‌رسند؟

۳۸** اسکی‌بازی به جرم 40 kg از شیب بدون اصطکاک که با افق زاویه 10° می‌سازد، با اسکی به پایین می‌رود. فرض کنید این شخص در جهت منفی محور x که در امتداد شیب قرار دارد، اسکی می‌کند. باد نیرویی با مؤلفه F_x بر اسکی‌باز وارد می‌آورد. مقدار F_x را در حالت‌های زیر به دست آورید: اگر اندازه سرعت اسکی‌باز (الف) ثابت باشد، (ب) با آهنگ 1.0 m/s^2 افزایش یابد، و (ج) با آهنگ 2.0 m/s^2 افزایش یابد.

۳۹** کره‌ای به جرم $370 \times 10^{-2} \text{ kg}$ را در نظر بگیرید که از نخ آویزان شده است. نسیمی یکنواخت به طور افقی این کره را چنان به جلو می‌راند که نخ با راستای قائم زاویه ثابت 37° می‌سازد. (الف) نیروی ناشی از باد بر کره چه اندازه‌ای دارد؟ (ب) کشش نخ چقدر است؟

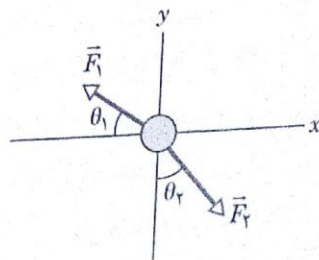
۲۸* اتومبیلی به وزن $1.730 \times 10^4 \text{ N}$ در حالی که با سرعت اولیه 28 km/h در حرکت بوده است، در پی ترمز راننده و پس از پیمودن فاصله 15 m متوقف می‌شود. با فرض این که نیرویی که اتومبیل را متوقف می‌کند ثابت باشد، (الف) اندازه این نیرو و (ب) مدت زمان لازم برای متوقف شدن را به دست آورید. اگر سرعت اولیه دو برابر شود اما نیرویی که هنگام ترمز گرفتن بر اتومبیل وارد می‌آید مانند قبل باشد، (ج) فاصله لازم برای متوقف شدن و (د) زمان لازم برای توقف به چه نسبت‌هایی تغییر می‌کنند؟ (این شاید درسی باشد برای توجه به خطر رانندگی با سرعت‌های زیاد.)

۲۹* یک آتش‌نشان که 712 N وزن دارد، از تیر قائمی با شتاب 3.0 m/s^2 در جهت رو به پایین سُر می‌خورد. (الف) اندازه نیرویی که از طرف تیر بر آتش‌نشان وارد می‌شود چقدر است؟ (ب) جهت (رو به بالا یا رو به پایین) نیروی قائم که از طرف تیر بر آتش‌نشان وارد می‌شود چیست؟ (ج) اندازه و (د) جهت نیروی قائم وارد بر تیر را از طرف آتش‌نشان به دست آورید.

۳۰* بادهای پرسرعتی که در اطراف دیویاد (تورنادو) تولید می‌شوند می‌توانند پرتابه‌هایی را به تنه درختان، دیوار ساختمان‌ها، و حتی علائم رانندگی فلزی فرو بکنند. در یک شبیه‌سازی آزمایشگاهی، یک خلال دندان معمولی را به کمک فننگ بادی شلیک کردیم و به شاخه درخت بلوط فرو کردیم. جرم خلال دندان 0.13 g ، سرعت آن قبل از فرورفتن به شاخه 220 m/s ، و عمق نفوذ آن 15 mm بود. اگر سرعت خلال دندان با آهنگ یکنواختی کاهش یافته باشد، اندازه نیرویی که شاخه بر خلال دندان وارد آورد چقدر بوده است؟

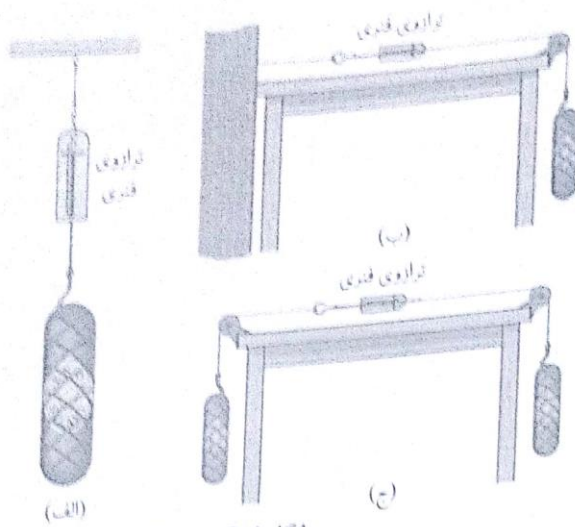
۳۱** قطعه‌ای با سرعت اولیه 3.50 m/s به بالای سطح شیبدار بدون اصطکاک فرستاده می‌شود. زاویه سطح شیبدار $\theta = 32^\circ$ است. (الف) این قطعه چه مسافتی را روی سطح شیبدار به بالا می‌رود؟ (ب) چقدر طول می‌کشد تا این مسافت را طی کند؟ (ج) سرعت آن وقتی دوباره به پایین سطح شیبدار برمی‌گردد چقدر است؟

۳۲** شکل ۵-۳۹ نمایی است از نصفه لیمویی به جرم 0.250 kg که روی سطح بدون اصطکاک میزی قرار دارد، و دو نیرو از سه نیروی افقی که بر لیمو وارد می‌شوند. نیروی F_1 با اندازه 6.00 N و زاویه $\theta_1 = 30^\circ$ ، و نیروی F_2 با اندازه 7.00 N و زاویه $\theta_2 = 30^\circ$ بر نصفه لیمو وارد می‌شوند. با استفاده از نمادهای بردار یکه، نیروی سوم را در حالت‌های زیر به دست آورید: (الف) در صورتی که لیمو ساکن بماند؛ (ب) در صورتی که لیمو با سرعت ثابت



شکل ۵-۳۹ مسئله ۳۲

که لیمو با سرعت متغیر $\vec{v} = (137\hat{i} - 147\hat{j}) \text{ m/s}$ حرکت کند؛ (ج) حالتی که لیمو با سرعت متغیر $\vec{v} = (137\hat{i} - 147\hat{j}) \text{ m/s}$ حرکت کند. (زمان t برحسب ثانیه است.)



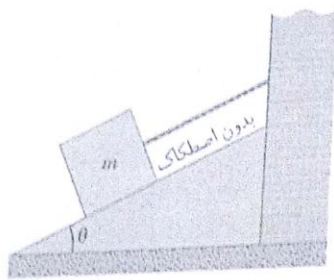
شکل ۳۴-۵ مسئله ۱۵



شکل ۳۵-۵ مسئله ۱۶

نشان می‌دهد. هر شش پای حشره کشش‌های یکسانی دارند، و آن قسمت از پا که نزدیک قرار می‌گیرد افقی است. (الف) نسبت کشش در هر ساق پا به وزن حشره چقدر است؟ (ب) اگر حشره کمی پاهایش را راست کند، آیا از کشش ساق پا کاسته می‌شود، یا به آن افزوده می‌شود، یا بدون تغییر می‌ماند؟

واحد ۳-۵ کاربرد قانون‌های نیوتون

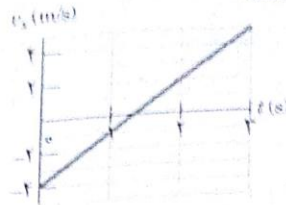


شکل ۳۶-۵ مسئله ۱۷

۱۷* در شکل ۳۶-۵، فرض کنید جرم قطعه 8.5 kg و زاویه $\theta = 30^\circ$ باشد. (الف) نیروی کشش طناب و (ب) نیروی عمودی وارد بر قطعه را پیدا کنید. (ج) اگر طناب پاره شود، اندازه شتاب حاصل برای قطعه را محاسبه کنید.

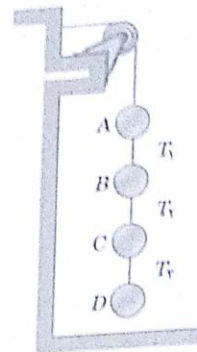
۱۸* در آوریل ۱۹۷۴، جان ماسیس بلژیکی توانست دو واگن مسافری قطار را حرکت دهد. او این کار را به وسیله طنابی که یک سر آن به واگن‌ها وصل بود و سر دیگرش هم به قطعه‌ای که با دندان‌هایش درگیر شده بود، انجام داد. وی در حالی که پاهایش را به یکی از بست‌های دو ریل (که دو ریل را مانند پله‌های نردبان به هم وصل می‌کنند) تکیه داده بود، سرش را به طرف پشت خم کرد و توانست دو واگن با وزن کل 700 kN (حدود 80 تن) را به حرکت درآورد. فرض کنید وی نیروی ثابتی وارد آورده باشد که

مستقر محاسبات ۱۷ رسم شده است. نیروی F_1 در جهت مثبت محور x است و اندازه 700 N دارد. نیروی F_2 دارای اندازه 900 N است در شکل ۳۲-۵ مؤلفه x سرعت فروس، یعنی 0.7 ، به عنوان تابعی از زمان در حین لغزش روی یخ رسم شده است. زاویه بین دو نیروی F_1 و F_2 در جهت‌های ثابت می‌ماند، چقدر است؟



شکل ۳۲-۵ مسئله ۱۲

واحد ۲-۵ چند نیروی خاص



شکل ۳۳-۵ مسئله ۱۳

۱۳* شکل ۳۳-۵ وضعیتی را نشان می‌دهد که در آن چهار قرص به وسیله رشته نخ‌هایی آویزان مانده‌اند. نخ بالایی که از همه درازتر است، از روی قرص‌های بدون اصطکاک می‌گذرد و نیرویی به اندازه 98 N بر دیواری که به آن متصل شده وارد می‌آورد. نیروهای کشش در نخ‌های کوتاه‌تر عبارت‌اند از $T_1 = 58.8 \text{ N}$ ، $T_2 = 29.4 \text{ N}$ ، و $T_3 = 9.8 \text{ N}$ جرم (الف) قرص A ، (ب) قرص B ، (ج) قرص C ، و (د) قرص D چیست؟

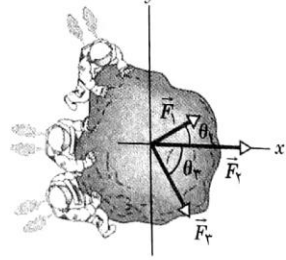
۱۴* قطعه‌ای به وزن 30 N روی سطحی افقی در حال سکون است. نیرویی رو به بالا و به میزان 10 N ، به وسیله نخ‌ی قائم که به قطعه متصل شده است، بر آن وارد می‌آید. (الف) اندازه و (ب) جهت نیرویی که از طرف قطعه بر سطح افقی وارد می‌شود، چیست؟

۱۵* (الف) یک بسته کالباس به جرم 110 kg از ریسمانی که یک انتهای آن به نیروسنجی متصل شده است، آویزان است. خود نیروسنج هم از ریسمان دیگری که به سقف متصل است، آویزان شده است (شکل ۳۴-۵ الف). این نیروسنج که برحسب یکای وزن درجه‌بندی شده است، چه عددی را نشان می‌دهد؟ (ب) در شکل ۳۴-۵ ب، این کالباس به وسیله ریسمانی که به دور قرقره‌ای پیچیده و به نیروسنج متصل شده است، نگه داشته می‌شود. سر دیگر ترازو با ریسمان دیگری به دیوار متصل شده است. در این حالت، نیروسنج چه عددی را نشان می‌دهد؟ در شکل ۳۴-۵ ج، به جای دیوار، یک بسته کالباس دیگر به جرم 110 kg گذاشته شده است. نیروسنج در این حالت چه عددی را نشان می‌دهد؟

۱۶* بعضی حشرات می‌توانند با آویزان شدن از میله نازکی (مثل شاخه درخت) زیر آن راه بروند. فرض کنید چنین حشره‌ای به جرم m با زاویه $\theta = 30^\circ$ از میله‌ای افقی آویزان شده است (چنان‌که شکل ۳۵-۵

مسئله‌ها

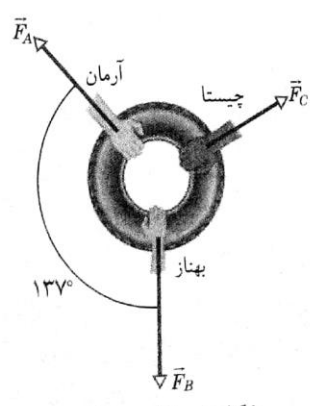
واحد ۱-۵ قانون‌های اول و دوم نیوتون
 ۱۰ بر جسمی به جرم 3.0 kg فقط دو نیروی افقی اثر می‌کنند که می‌توانند آن را روی سطح بدون اصطکاک حرکت بدهند. یک نیرو به اندازه 9.0 N در جهت رو به شرق است، و دیگری به اندازه 8.0 N در جهت 63° شمال غرب وارد می‌شود. اندازه شتاب جسم چقدر است؟
 ۲۰ دو نیروی افقی بر تخته آشپزخانه به جرم 2.0 kg که روی پیشخوان بدون اصطکاک روی صفحه xy قرار دارد، وارد می‌شوند. یکی از آنها $\vec{F}_1 = (3.0 \text{ N})\hat{i} + (4.0 \text{ N})\hat{j}$ است. برای هریک از حالت‌های زیر شتاب تخته را با استفاده از نمادهای بردار یکه بنویسید. نیروی دیگر:
 (الف) $\vec{F}_2 = (-3.0 \text{ N})\hat{i} + (-4.0 \text{ N})\hat{j}$ است،
 (ب) $\vec{F}_2 = (-3.0 \text{ N})\hat{i} + (4.0 \text{ N})\hat{j}$ است، و
 (ج) $\vec{F}_2 = (3.0 \text{ N})\hat{i} + (-4.0 \text{ N})\hat{j}$ است.
 ۳۰ اگر جسم استاندارد به جرم 1 kg با شتاب 2.00 m/s^2 در زاویه 20° نسبت به جهت مثبت محور x حرکت کند، مؤلفه‌های (الف) x و (ب) y برابری نیروی که بر آن وارد می‌شود چیستند؟ (ج) این نیرو را با استفاده از نمادگذاری بردار یکه بنویسید.
 ۴۰ دره‌ای در حالی که دو نیرو بر آن وارد می‌شوند، با سرعت ثابت $\vec{v} = (3 \text{ m/s})\hat{i} - (4 \text{ m/s})\hat{j}$ در حرکت است. یکی از این نیروها به صورت $\vec{F}_1 = (2 \text{ N})\hat{i} + (-6 \text{ N})\hat{j}$ است. نیروی دیگر چیست؟



شکل ۵-۲۹ مسئله ۵.

۵۰ سه فضاپرو در حالی که با کوله‌پشتی‌های مجهز به موتور جت در حرکت‌اند، سیارک کوچکی به جرم 120 kg را هل می‌دهند و به سمت یک ایستگاه فضایی هدایت می‌کنند. نیروهایی که اعمال می‌کنند در شکل ۵-۲۹ نشان داده شده‌اند: $F_1 = 32 \text{ N}$ ، $F_2 = 55 \text{ N}$

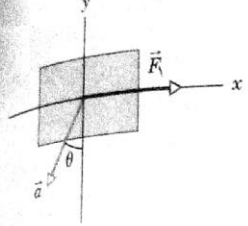
از نمادهای بردار یکه پیدا کنید. (ب) اندازه شتاب (ج) جهت آن را نسبت به جهت مثبت محور x پیدا کنید.



شکل ۵-۳۰ مسئله ۶.

۶۰ در یک مسابقه طناب-کشی دو باندی، آرمان، بهناز، و چیستا به صورت افقی بر یک حلقه لاستیک نیرو وارد می‌آورند. نمای این مسابقه از بالا در شکل ۵-۳۰ آمده است. با وجود این که

این سه نفر هریک حلقه را به سمت خود می‌کشند، حلقه ساکن می‌ماند. آرمان با نیروی \vec{F}_1 به اندازه 220 N ، و چیستا با نیروی \vec{F}_2 به اندازه 170 N این حلقه را می‌کشند. توجه کنید که جهت نیروی \vec{F}_1 به اندازه 31° است. اندازه نیروی \vec{F}_3 بهناز چقدر است؟
 ۷۰ به جسمی که نمایشی از آن را در شکل ۵-۳۱ نشان داده‌ایم، دو نیرو وارد می‌شوند. این جسم جعبه‌ای به جرم 2.00 kg است، و در شکل فقط یکی از این نیروها نشان داده شده است. به ازای $\vec{F}_2 = 20.0 \text{ N}$ ، $a = 12.0 \text{ m/s}^2$ و $\theta = 30.0^\circ$ ، نیروی دوم را (الف) با استفاده از نمادهای بردار یکه به دست آورید. (ب) اندازه این نیرو، و (ج) زاویه آن را نسبت به جهت مثبت محور x پیدا کنید.



شکل ۵-۳۱ مسئله ۷.

۸۰ جسمی به جرم 2.00 kg تحت اثر سه نیرو با شتاب \vec{a} برابر با $\vec{a} = (6.00 \text{ m/s}^2)\hat{i} + (-8.00 \text{ m/s}^2)\hat{j}$ در حال حرکت است. اگر دو تا از این سه نیرو به صورت \vec{F}_1 و \vec{F}_2 و به ترتیب برابر با $\vec{F}_1 = (30.0 \text{ N})\hat{i} + (30.0 \text{ N})\hat{j}$ و $\vec{F}_2 = (12.0 \text{ N})\hat{i} + (8.0 \text{ N})\hat{j}$ باشند، نیروی سوم را پیدا کنید.
 ۹۰ ذره‌ای به جرم 0.340 kg طبق $x(t) = -15.00 + 2.00t - 4.00t^2$ و $y(t) = 25.00 + 7.00t - 9.00t^2$ در این جا x و y بر حسب متر و t بر حسب ثانیه است. در $t = 0.700 \text{ s}$ ، (الف) اندازه نیروی برابری را که بر ذره وارد می‌شود و (ب) جهت این نیرو را (نسبت به جهت مثبت محور x) به دست آورید. (ج) زاویه جهت حرکت ذره چیست؟

۱۰۰ ذره‌ای به جرم 0.150 kg در امتداد محور x حرکت می‌کند. مکان ذره چنین است: $x(t) = -13.00 + 2.00t + 4.00t^2 - 3.00t^3$ که در آن x به متر و t به ثانیه است. با استفاده از نمادگذاری بردار یکه، برابری نیروی را که در $t = 3.40 \text{ s}$ بر ذره وارد می‌شود بنویسید.

۱۱۰ ذره‌ای به جرم 2.0 kg در امتداد محور x حرکت می‌کند. این ذره بر اثر نیرویی متغیر که در امتداد محور x بر آن وارد می‌شود، در حرکت است. مکان ذره به این صورت داده می‌شود: $x(t) = (2.0 \text{ m/s}^2)t^3 - (4.0 \text{ m/s})t + 3.0 \text{ m}$ ، که در آن x به متر و t بر حسب ثانیه است. ضریب c هم ثابت است. در $t = 3.0 \text{ s}$ ، نیروی که بر ذره وارد می‌شود اندازه 36 N دارد و در جهت منفی محور x است. ثابت c را پیدا کنید.

۱۲ دو نیروی افقی \vec{F}_1 و \vec{F}_2 بر قرصی به جرم 4.0 kg که روی سطح یخی بدون اصطکاک می‌لغزد، وارد می‌شوند. روی این سطح یک

۱. تعداد ستاره‌هایی که در کنار هر مسئله آمده است، سطح دشواری آن را از کم به زیاد نشان می‌دهد.