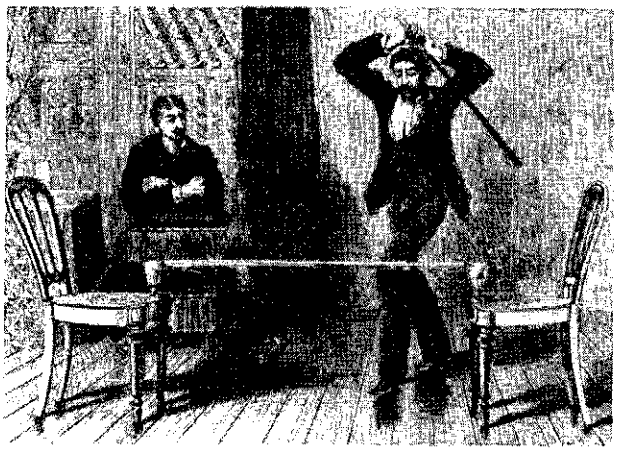
www.YasDL.com



شکل ۲۴. پرسش ۲۸

۲۹. آسانسوری متکی به یک تک کابل است و وزنهٔ مقابل هم ندارد. مسافران در طبقهٔ همکف سوار می‌شوند، به طبقهٔ آخر می‌روند، و پیاده می‌شوند و آنجا مسافران جدیدی سوار می‌شوند و به طبقهٔ همکف می‌آیند. طی این رفت و برگشت، چه موقع کشش کابل برابر با وزن آسانسور به‌علاوهٔ وزن مسافران است؟ چه موقع از آن بیشتر است؟ چه موقع از آن کمتر است؟

۳۰. در عرشهٔ فضاپیمای دیسکاوری در مدار هستید و شخصی دو توپ چوبی به ظاهر کاملاً یکسان به‌شما می‌دهد. یکی از این توپها یک هستهٔ سربی دارد و دیگری ندارد چند راه برای تشخیص توپها از هم پیشنهاد می‌کنید.

۳۱. روی سکوی یک ترازوی فنری بایستید و وزن خودتان را بخوانید. بعد روی آن یک قدم بردارید. خواهید دید که در ابتدای گام، ترازو وزن کمتری نشان می‌دهد و در پایان گام وزن بیشتری، چرا؟

۳۲. آیا می‌توانید خودتان را با ترازویی وزن کنید که حداکثر وزنی که می‌تواند نشان بدهد کمتر از وزن شماست؟ اگر می‌توانید، چگونه؟

۳۳. وزنه‌ای با ریسمانی از سقف آسانسوری آویزان است. در کدام‌یک از حالات زیر، ریسمان بیشترین کشش را دارد؟ در کدام‌یک کمترین کشش را؟ (الف) آسانسور در حال سکون است؛ (ب) آسانسور با سرعت ثابت بالا می‌رود؛ (ج) آسانسوری با سرعت کم‌شونده پایین می‌آید؛ (د) آسانسور با سرعت زیادشونده پایین می‌آید.

۳۴. شخصی در آسانسوری روی یک ترازوی فنری ایستاده است. در کدام‌یک از حالات زیر، ترازو کمترین وزن را نشان می‌دهد؟ در کدام‌یک بیشترین وزن را؟ (الف) آسانسور ساکن است؛ (ب) آسانسور کابلش بریده است و دارد سقوط آزاد می‌کند؛ (ج) آسانسور به طرف بالا شتاب دارد؛ (د) آسانسور به طرف پایین شتاب دارد؛ (ه) آسانسور با سرعت ثابت حرکت می‌کند.

۳۵. دو جرم نامساوی که توسط نخی از دو طرف قرقره‌ای آویزان‌اند، در آسانسوری در حالت تعادل‌اند؛ یعنی، قرقره تمایلی به چرخیدن ندارد. کسی که فیزیک بلد باشد چه نتیجه‌ای از این مشاهده می‌گیرد؟

۳۶. شکل ۲۵ دنباله‌دار کوهوتک را نشان می‌دهد که در سال ۱۹۷۳ ظاهر شد. این دنباله‌دار هم، مثل همهٔ دنباله‌دارهای دیگر، در اثر جاذبهٔ گرانشی خورشید به دور خورشید می‌گردد. هستهٔ دنباله‌دار، تودهٔ نسبتاً پرجرمی است که در نقطهٔ P شکل قرار دارد. دم دنباله‌دار در اثر بادهای خورشیدی تشکیل می‌شود. باد خورشیدی انبوهی از ذرات بارداری است که از خورشید به بیرون فوران می‌کنند. آیا می‌توانید چیزی دربارهٔ جهت نیرویی که بر هستهٔ دنباله‌دار وارد می‌شود بگویید؟ اگر می‌توانید چه چیز؟ دربارهٔ جهت شتاب هسته چطور؟ دربارهٔ جهت حرکت آن چطور؟

شکل ۲۵. پرسشهای ۳۶ و ۳۷

۳۷. دنباله‌دارها عموماً یک دم غبار دارند (شکل ۲۵) که متشکل است از ذرات غباری که در اثر فشار نور خورشید، به طرف مخالف خورشید رانده می‌شوند. چرا این دم اغلب خمیده است.

۳۸. آیا می‌توانید یک پدیدهٔ فیزیکی مثال بزنید که زمین در آن دخیل باشد ولی نتوانیم در تحلیل این پدیده زمین را "ذره" در نظر بگیریم؟

مسئله‌ها

بخش ۵ـ۵ قانون دوم نیوتون

۱. فرض کنید نیروی گرانشی خورشید ناگهان قطع شود، چنانکه زمین دیگر در قید خورشید نباشد و از مدار آن رها شود. در این‌صورت چقدر طول می‌کشد تا زمین به فاصلهٔ مدار فعلی پلوتون از خورشید برسد؟ (راهنمایی: بعضی از داده‌های مورد نیازتان را می‌توانید از پیوست ج به‌دست بیاورید.)

۲. قطعه‌ای به جرم ۵٫۵kg را که روی سطح افقی بدون اصطکاکی در حالت سکون است با نیروی افقی ثابت ۳٫۸N می‌کشیم. (الف) شتاب آن چقدر می‌شود؟ (ب) چه مدتی باید آن‌را کشید تا سرعت آن ۵٫۲m/s شود؟ (ج) دراین مدت، قطعه چه مسافتی را می‌پیماید؟

۳. الکترونی در خط مستقیم از کاتد یک لامپ خلأ به آند آن می‌رود.

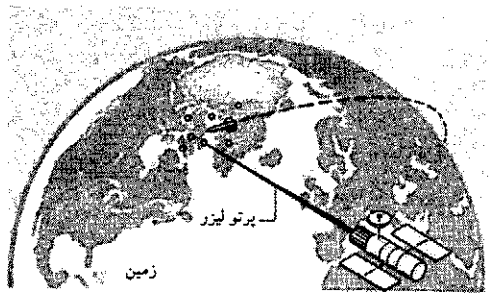
www.YasDL.com

فاصلهٔ آند از کاتد ۱٫۵cm است. الکترون با سرعت صفر شروع به حرکت می‌کند و با سرعت $5{,}8 \times 10^6 \text{m/s}$ به آند می‌رسد. (الف) با این فرض که شتاب ثابت است، نیروی وارد بر الکترون را محاسبه کنید. جرم الکترون $9{,}11 \times 10^{-31}\text{kg}$ است. این نیرو منشأ الکتریکی دارد. (ب) نیروی گرانشی وارد بر الکترون را حساب کنید.

۴. نوترونی با سرعت $1{,}4 \times 10^7 \text{m/s}$ حرکت می‌کند. برد نیروهای هسته‌ای بسیار کوتاه است؛ نیروی هسته‌ای در خارج هسته عملاً صفر است، اما در داخل هسته بسیار قوی است. اگر نوترون را هسته‌ای به قطر $1{,}0 \times 10^{-14}\text{m}$ به دام بیندازد و به حالت سکون در بیاورد، کمترین مقدار نیروی لازم برای این کار چقدر است؟ این نیرو را ثابت فرض کنید. جرم نوترون $1{,}67 \times 10^{-27}\text{kg}$ است.

۵. در نوع تغییر شکل یافته‌ای از بازی "طناب‌کشی" دو نفر، به‌جای طناب، سورتمه‌ای به جرم ۲۵kg را در دو جهت مخالف هم می‌کشند. اگر این دو، سورتمه را با نیروی ۹۰N و ۹۲N به‌طرف خود بکشند، شتاب سورتمه چقدر می‌شود؟

۶. باریکهٔ نور که از چشمهٔ لیزری ماهواره‌ای گسیل شده، به جسمی که از موشکی رها شده است برخورد می‌کند (شکل ۲۶). این باریکه نیروی $2{,}7 \times 10^{-5}\text{N}$ بر هدف وارد می‌کند. اگر مدت تابش باریکه ۲٫۴s باشد، جسم در این مدت چقدر جابه‌جا می‌شود؟ (الف) فرض کنید جسم سلاحی به جرم ۲۸۰kg است. (ب) فرض کنید جسم یک هدف کاذب به جرم ۲٫۱kg است؟ (این جابه‌جاییها را با مشاهدهٔ باریکهٔ بازتابیده هم می‌شود سنجید.)



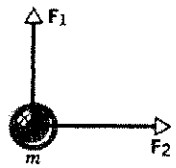
شکل ۲۶. مسئلهٔ ۶

۷. اتومبیلی با سرعت 53km/h به پایهٔ پلی برخورد می‌کند. یکی از مسافران که بلافاصله پشت یک بالشتک هوا نشسته است، 65cm (نسبت به جاده) حرکت می‌کند تا نهایتاً توسط بالشتک متوقف شود. ضمن این توقف چه نیرویی بر بالاتنهٔ این شخص، که جرم آن 39kg است، وارد می‌شود؟ نیرو را ثابت فرض کنید.

۸. الکترونی به‌طور افقی با سرعت $1{,}2 \times 10^7 \text{m/s}$ وارد میدان الکتریکی‌ای می‌شود که به آن نیروی عمودی ثابتی به اندازهٔ $4{,}5 \times 10^{-16}\text{N}$ وارد می‌کند. طی مدتی که الکترون مسافت افقی 33mm را می‌پیماید، در راستای عمودی چقدر منحرف می‌شود؟

۹. "قایق" خورشیدی دیانا برای سفر در منظومهٔ شمسی با استفاده از فشار نور خورشید طراحی شده است. مسافت "بادبان" این قایق $3{,}1\text{km}^2$ و جرم آن 930kg است. در نزدیکی سطح زمین، خورشید می‌تواند نیروی 29N بر بادبان وارد کند. (الف) چنین نیرویی چه شتابی به قایق می‌دهد؟ (ب) شتابهای کوچک هم، اگر به مدت کافی به‌طور پیوسته اعمال شوند، می‌توانند آثار بزرگی تولید کنند. اگر این قایق از حالت سکون شروع به حرکت کند، پس از ۱ روز چه مسافتی را می‌پیماید؟ (ج) سرعت آن چقدر می‌شود؟[1]

۱۰. دو نیروی $\mathbf{F}_1$ و $\mathbf{F}_2$ بر جرم m اثر می‌کنند (شکل ۲۷). اگر $m = 5{,}2\text{kg}$، $F_1 = 3{,}7\text{N}$، و $F_2 = 4{,}3\text{N}$ باشد، شتاب برداری جسم را به‌دست بیاورید.



شکل ۲۷. مسئلهٔ ۱۰

۱۱. جسمی به جرم 8,5kg با سرعت 42m/s در جهت محور x از مبدأ می‌گذرد. به این جسم نیروی 19N در جهت مثبت محور y وارد می‌شود. حساب کنید که پس از گذشت 15s (الف) سرعت جسم چقدر است و (ب) مکان آن کجاست؟

۱۲. نیروی معینی به جسم m_1 شتاب $12{,}0\text{m/s}^2$ می‌دهد. همین نیرو به جسم m_2 شتاب $3{,}30\text{m/s}^2$ می‌دهد. این نیرو به جسمی که جرمش برابر با (الف) تفاضل m_1 و m_2 و (ب) مجموع m_1 و m_2 باشد، چه شتابی می‌دهد؟

۱۳. (الف) با چشمپوشی از نیروهای گرانشی، حساب کنید چه نیرویی لازم است تا فضاپیمایی به جرم ۱۲۰۰ تن متریک را طی ۳ روز از حالت سکون به یک دهم سرعت نور برساند. چه نیرویی لازم است تا طی ۲ ماه چنین شود؟ (یک تن متریک برابر با 1000kg است.) (ب) فرض کنید که در این لحظه موتورها خاموش شوند. درهر یک از این دو مورد، چقدر زمان دیگر لازم است تا فضاپیما کلاً مسافت ۵ ماه نوری را بپیماید؟ (۱ ماه را مساوی ۳۰ روز بگیرید.)

بخش ۵ـ۶ قانون سوم نیوتون

۱۴. دو قطعه به جرمهای $m_1 = 4{,}6\text{kg}$ و $m_2 = 3{,}8\text{kg}$، توسط ریسمان سبکی، روی میز افقی بدون اصطکاکی، به هم متصل‌اند. در لحظهٔ خاصی که شتاب جرم m_2 برابر با $2{,}6\text{m/s}^2$ است، (الف) نیروی وارد بر m_2 و (ب) شتاب m_1 چقدر است؟

۱۵. کودکی به جرم 40kg و سورتمه‌ای به جرم 8,4kg روی سطح دریاچهٔ یخزده‌ای به‌فاصلهٔ 15m از هم قرار دارند. کودک با استفاده از طنابی، نیروی 5,2N بر سورتمه وارد می‌کند و آن‌را به طرف خودش می‌کشد. (الف) شتاب سورتمه چقدر است؟ (ب) شتاب کودک چقدر

---

۱. نگاه کنید به "The Wind from the Sun"، که یک داستان علمی تخیلی جالب از آرتور سی کلارک است.

www.YasDL.com

است؟ (ج) این دو در چه فاصله‌ای از مکان اولیهٔ کودک به هم می‌رسند؟ فرض کنید نیرو ثابت می‌ماند و هیچ اصطکاکی هم وجود ندارد.

بخش ۵ـ۸ وزن و جرم

۱۶. وزن هر یک از اجسام (الف) تا (ج) برحسب نیوتون و جرم آنها برحسب کیلوگرم چقدر است؟ (الف) یک بستهٔ ۵٫۰۰lb شکر، (ب) یک ورزشکار ۲۴۰lb، و (ج) یک اتومبیل ۱٫۸۰ton. (۱ton = ۲۰۰۰lb).

۱۷. (الف) جرم یک اتومبیل سورتمه‌ای ۱۴۲۰lb و (ب) وزن یک پمپ گرمایی ۴۱۲kg چقدر است؟

۱۸. فضانوردی به جرم ۷۵٫۰kg زمین را ترک می‌کند. حساب کنید که وزن او (الف) در روی زمین، (ب) در مریخ ($g = ۳٫۷۲m/s^۲$)، و (ج) در فضای بین سیارات چقدر است. (د) در هر مورد جرم او چقدر است؟

۱۹. ذره‌ای در نقطه‌ای که شتاب گرانی ۹٫۸۰m/s² است وزنی برابر با ۲۶٫۰N دارد. (الف) وزن و جرم این ذره در نقطه‌ای که شتاب گرانی ۴٫۶۰m/s² باشد چقدر است؟ (ب) وزن و جرم این ذره در نقطه‌ای که نیروی گرانشی صفر باشد چقدر است؟

۲۰. هواپیمایی به جرم ۱۲۰۰۰kg با سرعت ۸۷۰km/h در امتداد افق پرواز می‌کند. نیروی بالابرنده‌ای که از هوا بر هواپیما وارد می‌شود چقدر است؟

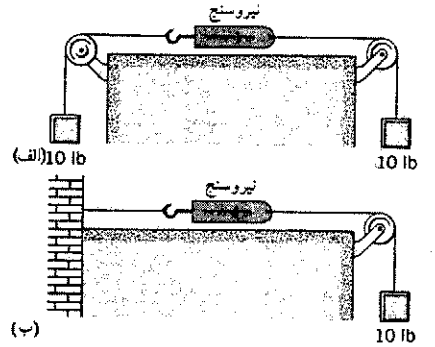
۲۱. نیروی خالص وارد بر اتومبیلی به وزن ۳۹۰۰lb، که با شتاب ۱۳ft/s² حرکت می‌کند. چقدر است؟

۲۲. یک سورتمهٔ موشکی آزمایشی به جرم ۵۲۳kg، می‌تواند طی ۱۸٫۲s از سکون به سرعت ۱۶۲۰km/h برسد، نیروی خالص لازم برای این کار چقدر است؟

۲۳. هواپیمایی قبل از برخاستن از زمین با شتاب ۲٫۳m/s² (یعنی ۷٫۵۵ft/s²) روی باند فرودگاه حرکت می‌کند. این هواپیما دو موتور جت دارد، که هر کدام نیروی $۱٫۴۰ \times ۱۰^۵N$ (یعنی ۱۵٫۷ton) تولید می‌کند. وزن هواپیما چقدر است؟

بخش ۵ـ۱۰ کاربردهای قوانین نیوتون

۲۴. (الف) دو وزنهٔ ۱۰lb، طبق شکل ۲۸الف، به یک نیروسنج متصل‌اند. نیروسنج چه مقداری نشان می‌دهد؟ (ب) یک وزنهٔ ۱۰lb به نیروسنجی



شکل ۲۸. مسئلهٔ ۲۴

متصل است، که سر دیگرش به دیوار وصل شده است؛ شکل ۲۸ب. نیروسنج چه مقداری را نشان می‌دهد؟ (وزن نیروسنج ناچیز است.)

۲۵. کرهٔ بارداری به جرم $۲٫۸ \times ۱۰^{-۴}kg$ از ریسمانی آویزان است. یک نیروی الکتریکی در راستای افقی بر این کره وارد می‌شود، چنانکه ریسمان، در حالت سکون، با راستای قائم زاویهٔ ۳۳° می‌سازد. (الف) اندازهٔ نیروی الکتریکی و (ب) کشش ریسمان را پیدا کنید.

۲۶. اتومبیلی به وزن ۳۰۰۰lb (≃ ۱۳۰۰۰N) که با سرعت ۵۰mi/h (≃ ۸۰km/h) در حرکت است، پس از طی مسافت ۲۰۰ft (≃ ۶۱m) متوقف می‌شود. (الف) نیروی ترمز و (ب) زمان لازم برای توقف را به‌دست بیاورید. با همان نیروی ترمز (ج) مسافت و (د) زمان لازم برای توقف از سرعت اولیه ۲۵mi/h (≃ ۴۰km/h) را حساب کنید.

۲۷. شهابی به جرم ۰٫۲۵kg به‌طور عمودی با شتاب ۹٫۲m/s² به درون جو زمین سقوط می‌کند. علاوه بر گرانش، نیروی بازدارنده‌ای (ناشی از کشش اصطکاکی جو) هم بر شهاب وارد می‌شود. اندازهٔ این نیروی بازدارنده چقدر است؟ (شکل ۲۹).

شکل ۲۹. مسئلهٔ ۲۷

۲۸. آسانسوری به وزن ۶۲۰۰lb با کابلی بالا کشیده می‌شود. شتاب آسانسور ۳٫۸ft/s² است. (الف) کشش کابل چقدر است؟ (ب) اگر شتاب آسانسور ۳٫۸ft/s² به‌طرف پایین بود، اما همچنان به طرف بالا حرکت می‌کرد، کشش کابل چقدر می‌شد؟

۲۹. مردی به جرم ۸۳kg (وزن $mg = ۱۸۰lb$) از لبهٔ پنجره‌ای به روی یک سکوی بتونی می‌پرد، لبهٔ پنجره ۰٫۴۸m (یعنی ۱٫۶ft)

www.YasDL.com

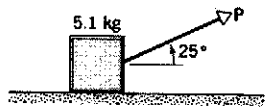
بالاتر از سکو است، مرد فراموش می‌کند زانوهایش را خم کند و پس از برخورد به سکو طی مسافت ۲٫۲cm (یعنی ۸۷٫۰in) متوقف می‌شود. (الف) شتاب متوسط مرد از زمانی که پاهایش به سکو می‌رسد تا زمان توقف کامل چقدر است؟ (ب) در این پرش چه نیروی متوسطی بر استخوانبندی او وارد می‌شود؟

۳۰. قطعه‌ای با سرعت اولیهٔ v_0 روی سطح شیبدار بدون اصطکاکی به طرف بالای شیب پرتاب می‌شود. زاویهٔ سطح شیبدار θ است. (الف) این قطعه تا چه مسافتی روی این سطح بالا می‌رود؟ (ب) چقدر طول می‌کشد تا به آنجا برسد؟ (ج) سرعت قطعه هنگامی که در برگشت به نقطهٔ اولیه می‌رسد چقدر است؟ مقدار عددی جوابها را به‌ازای $\theta = 35°$ و $v_0 = 8{,}2\text{ft/s}^2$ به‌دست بیاورید.

۳۱. لامپی در راستای قائم از ریسمانی آویزان است. ریسمان و لامپ در آسانسوری هستند که به پایین می‌آید. آسانسور، پیش از توقف شتاب کندکنندهٔ $2{,}4\text{m/s}^2$ (یعنی $7{,}9\text{ft/s}^2$) دارد. (الف) اگر کشش ریسمان 89N (یعنی 20lb) باشد. جرم لامپ چقدر است؟ (ب) اگر آسانسور با شتاب رو به بالای $2{,}4\text{m/s}^2$ (یعنی $7{,}9\text{ft/s}^2$) به‌طرف بالا حرکت کند، کشش ریسمان چقدر می‌شود؟

۳۲. نخ قلاب ماهیگیری باید چه کششی را تحمل کند تا بتواند یک ماهی 19lb را که با سرعت $9{,}2\text{ft/s}$ شنا می‌کند، طی مسافت 4٫5in متوقف کند؟

۳۳. جسمی به جرم 5٫1kg را با ریسمانی روی سطح بدون اصطکاکی می‌کشند. ریسمان نیروی $P = 12\text{N}$ در زاویهٔ $\theta = 25°$ بالاتر از سطح افقی وارد می‌کند؛ (شکل ۳۰). (الف) شتاب جسم چقدر است؟ (ب) نیروی P را به آهستگی زیاد می‌کنیم. مقدار P درست پیش از بلند شدن جسم از سطح چقدر است؟ (ج) شتاب جسم درست پیش از بلند شدن آن از سطح، چقدر است؟

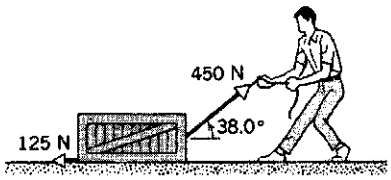


شکل ۳۰. مسئلهٔ ۳۳

۳۴. چگونه می‌توانیم جسمی به وزن 100lb را با استفاده از طنابی که فقط تحمل 87lb کشش را دارد از بالای بامی به پایین بفرستیم بی‌آنکه طناب پاره بشود؟

۳۵. قطعه‌ای از حالت سکون از بالای سطح شیبداری به طول 16m رها می‌شود، و 4٫2s بعد به پایین می‌رسد. در همان لحظه‌ای که قطعهٔ اول رها می‌شود، قطعهٔ دیگری از پایین سطح شیبدار طوری به طرف بالای شیب پرتاب می‌شود که همزمان با قطعهٔ اول به پایین سطح برگردد. (الف) شتاب هر یک از این قطعات را پیدا کنید. (ب) سرعت اولیهٔ قطعهٔ دوم چقدر بوده است؟ (ج) این قطعه چقدر از سطح شیبدار بالا می‌رود؟ (د) زاویهٔ سطح شیبدار با سطح افقی چقدر است؟

۳۶. کارگری صندوقی را با طنابی روی کف کارگاه می‌کشد. کارگر نیروی 450N به طناب وارد می‌کند، و سر طناب 38° بالاتر از سطح افقی است. کف نیروی بازدارندهٔ افقی‌ای به اندازهٔ 125N بر صندوق وارد می‌کند (شکل ۳۱). اگر(الف) جرم صندوق 96٫0kg باشد و (ب) وزن آن 96٫0N باشد، شتاب صندوق چقدر است؟



شکل ۳۱. مسئلهٔ ۳۶

۳۷. جرم آسانسوری با بارش 1600kg است. این آسانسور، که با سرعت $12{,}0\text{m/s}$ به طرف پایین در حرکت است، طی مسافت $42{,}0\text{m}$ متوقف می‌شود. کشش کابل نگهدارنده، طی مدتی که آسانسور متوقف می‌شود چقدر است؟

۳۸. جسمی از یک ترازوی فنری که به سقف آسانسوری متصل شده، آویزان است. وقتی آسانسور ساکن است، ترازو 65N را نشان می‌دهد. (الف) اگر آسانسور با سرعت ثابت $7{,}6\text{m/s}$ به طرف بالا حرکت کند، ترازو چه مقداری نشان می‌دهد؟ (ب) وقتی آسانسور با سرعت $7{,}6\text{m/s}$ با شتاب کندشوندهٔ $2{,}4\text{m/s}^2$ به طرف بالا در حرکت باشد، ترازو چه مقداری نشان می‌دهد؟

۳۹. وزنهٔ کوچکی توسط قطعه نخی به جرم ناچیز از سقف واگن قطاری آویزان است. چنین شاغولی می‌تواند مانند شتاب‌سنج عمل کند. (الف) نشان بدهید که رابطهٔ شتاب افقی واگن با زاویهٔ θ، که ریسمان با راستای قائم می‌سازد، $a = g\tan\theta$ است. (ب) a را به‌ازای $\theta = 20°$ حساب کنید. (ج) θ را به‌ازای $a = 5{,}0\text{ft/s}^2$ حساب کنید.

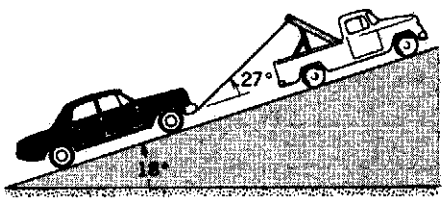
۴۰. یک موتور جت به جرم 1400kg با سه بست به بدنهٔ یک هواپیمای مسافری متصل است (در عمل هم همین‌طور است، شکل ۳۲). فرض کنید که هر بست یک سوم بار را تحمل می‌کند. (الف) نیروی وارد بر هر بست را، در حالتی که هواپیما منتظر خالی شدن باند است تا شروع به حرکت کند، حساب کنید. (ب) طی پرواز، هواپیما ناگهان به جریان متلاطمی برمی‌خورد که به آن شتاب $2{,}60\text{m/s}^2$ به‌طرف بالا می‌دهد. نیروی وارد بر هر بست، در این شرایط چقدر است؟ چرا فقط از سه بست استفاده می‌شود؟

www.YasDL.com

شکل ۳۲. مسئلهٔ ۴۰

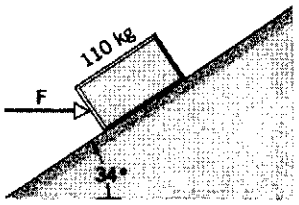
۴۱. چند کارگر در طبقهٔ بالای ساختمانی وسایل و دستگاههایی را در یک آسانسور باری می‌گذارند تا به طبقهٔ پایین بفرستند، اما کابل کهنهٔ آسانسور تحمل این همه بار را ندارد و پاره می‌شود. جرم آسانسور با بار، در لحظهٔ حادثه ۱۶۰۰kg است. هنگام سقوط آسانسور، ریلهای هدایت‌کنندهٔ آن نیروی بازدارندهٔ ثابتی به اندازهٔ ۳۷۰۰N بر اتاقک وارد می‌کنند. آسانسور با چه سرعتی به کف محفظه‌اش برخورد می‌کند؟ کف‌محفظه ۷۲m از طبقهٔ بالا پایین‌تر است.

۴۲. اتومبیلی به جرم ۱۲۰۰kg را با طنابی که به پشت کامیونی بسته شده است به بالای سطح شیبداری با زاویهٔ ۱۸° یدک می‌کشند. زاویهٔ طناب با سطح شیبدار ۲۷° است (شکل ۳۳). اگر طناب بتواند کشش ۴٫۶kN را تحمل کند، اتومبیل را طی مدت ۷٫۵s، از حالت سکون، حداکثر تا چه مسافتی می‌شود یدک کشید؟ نیروهای بازدارندهٔ وارد بر اتومبیل را در نظر نگیرید.



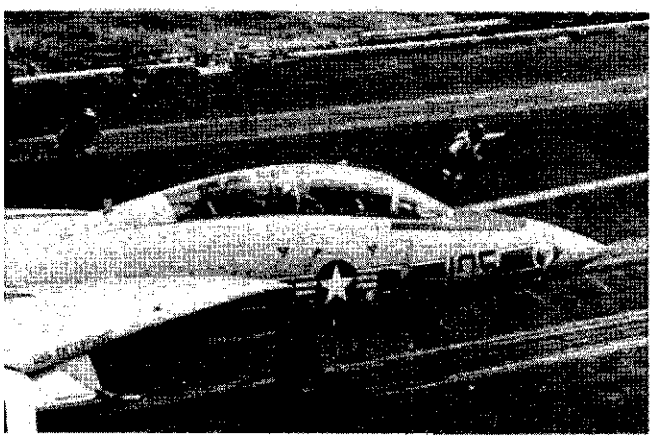
شکل ۳۳. مسئلهٔ ۴۲

۴۳. صندوقی به جرم ۱۱۰kg را با سرعت ثابت روی سطحی به شیب ۳۴° هل می‌دهیم؛ (شکل ۳۴). (الف) نیروی افقی لازم برای این کار (F) چقدر است؟ (ب) نیرویی که سطح شیبدار بر صندوق وارد می‌کند چقدر است؟



شکل ۳۴. مسئلهٔ ۴۳

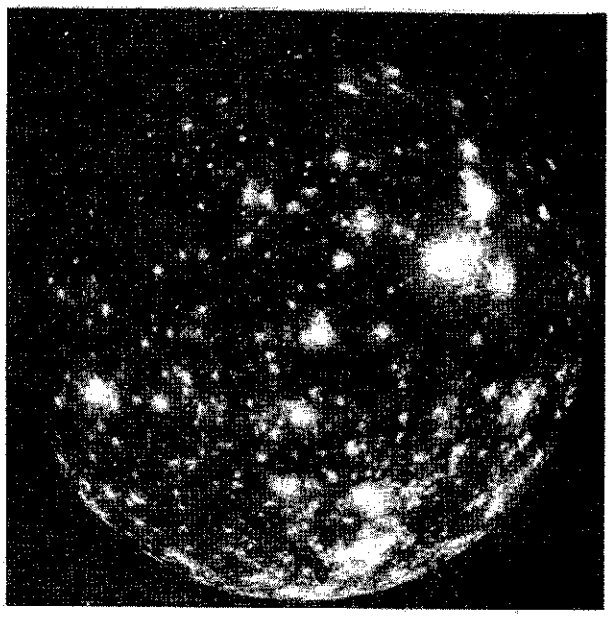
۴۴. یک جت نظامی (شکل ۳۵) به جرم ۲۶ton، باید به سرعت ۲۸۰ft/s نسبت به هوا برسد تا بتواند شروع به پرواز کند. موتور خودِ جت نیروی ۲۴۰۰۰lb تولید می‌کند. این جت باید از ناو هواپیمابری که طول عرشهٔ پرواز آن ۳۰۰ft است به هوا بلند شود. پرتاب‌کنندهٔ ناو چه نیرویی باید بر هواپیما اعمال کند؟ فرض کنید که هم پرتاب‌کننده و هم موتور، در تمام مسافت ۳۰۰ft، نیروی ثابتی اعمال می‌کنند.



شکل ۳۵. مسئلهٔ ۴۴

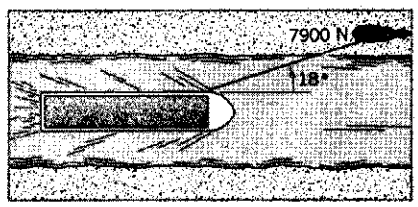
۴۵. موشک سیاره‌نشینی به سطح کالیستو، یکی از اقمار سیارهٔ مشتری، نزدیک می‌شود (شکل ۳۶). اگر موتور موشک نیروی رو به بالای ۳۲۶۰N تولید کند، سیاره‌نشین با سرعت ثابت فرود می‌آید. کالیستو جوّ ندارد. اگر نیروی رو به بالا ۲۲۰۰N باشد، سیاره‌نشین با شتاب $0.390\,m/s^2$ به‌طرف پایین می‌آید. (الف) وزن سیاره‌نشین در نزدیکی سطح کالیستو چقدر است؟ (ب) جرم سیاره‌نشین چقدر است؟ (ج) شتاب گرانشی در نزدیکی سطح کالیستو چقدر است؟

www.YasDL.com



شکل ۳۶. مسئلهٔ ۴۵

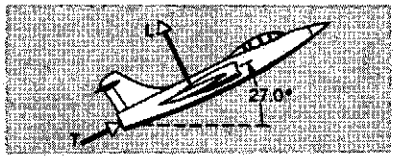
۴۶. روزگاری کرجیها را با اسب می‌کشیدند و در کانال جلو می‌بردند (شکل ۳۷). فرض کنید اسب نیروی ۷۹۰۰N، با زاویهٔ ۱۸° نسبت به جهت حرکت در کانال، بر کرجی وارد کند. جرم کرجی ۹۵۰۰kg و شتاب آن ۰٫۱۲m/s^2 است. آب چه نیرویی بر کرجی وارد می‌کند؟



شکل ۳۷. مسئلهٔ ۴۶

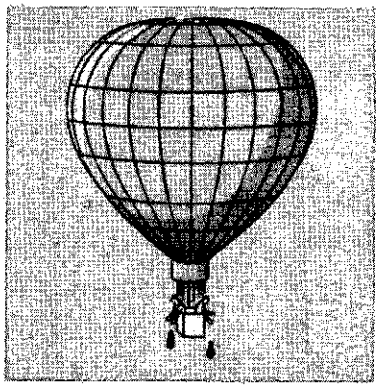
۴۷. موشکی با بارش ۵۱۰۰۰kg جرم دارد. نیروی پیشران موشک در حالتی که موشک (الف) بلافاصله پس از روشن شدن روی سکوی پرتاب به حالت "شناور" درآمده است و (ب) با شتاب ۱۸m/s^2 به طرف بالا، حرکت می‌کند چقدر است؟

۴۸. جت جنگنده‌ای با زاویهٔ ۲۷٫۰° نسبت به سطح افقی، و با شتاب ۲٫۶۲m/s^2 از زمین جدا می‌شود (شکل ۳۸). (الف) نیروی پیشران T موتور هواپیما و (ب) نیروی بالابرندهٔ L را که ناشی از هوا و عمود بر بالهای هواپیماست به‌دست بیاورید.



شکل ۳۸. مسئلهٔ ۴۸

۴۹. یک بالون پژوهشی به جرم M با شتاب رو به پایین در راستای قائم پایین می‌آید (شکل ۳۹). چقدر بار باید از بالون بیرون ریخت تا بالون شتاب رو به بالای a پیدا کند؟ فرض کنید نیروی بالابرندهٔ بالون تغییری نمی‌کند.



شکل ۳۹. مسئلهٔ ۴۹

۵۰. موشکی به جرم ۳۰۳۰kg از زمین با زاویهٔ فراز ۵۸٫۰۰° آتش می‌شود. موتور موشک به مدت ۴۸٫۰s یک نیروی پیشران به مقدار ۶۱٫۲kN در زاویهٔ ثابت ۵۸٫۰۰° با سطح افقی تولید می‌کند و بعد خاموش می‌شود. از جرم سوخت مصرف شده و از مقاومت هوا صرفنظر کنید. (الف) ارتفاع موشک در نقطهٔ خاموش شدن موتور و (ب) کل فاصلهٔ میان نقطهٔ پرتاب و نقطهٔ برخورد موشک به زمین را پیدا کنید.

۵۱. مکعبی به جرم m روی سطح شیبدار بدون اصطکاکی که در آسانسوری واقع شده است به پایین می‌لغزد. زاویهٔ سطح نسبت به کف آسانسور θ است. شتاب این مکعب نسبت به سطح شیبدار را در حالتهای زیر پیدا کنید. (الف) آسانسور با سرعت ثابت v پایین می‌آید. (ب) آسانسور با سرعت ثابت v بالا می‌رود. (ج) آسانسور با شتاب ثابت تندکنندهٔ a پایین می‌آید. (د) آسانسور با شتاب ثابت کندکنندهٔ a پایین می‌آید. (ه) کابل آسانسور پاره می‌شود. (و) در قسمت (ج) سطح شیبدار چه نیرویی بر مکعب وارد می‌کند؟

بخش ۵ـ۱۱ کاربردهای دیگری از قوانین نیوتون

۵۲. در شکل ۱۸، فرض کنید که $m_1 = 4٫30\,kg$ و $m_2 = 1٫80\,kg$

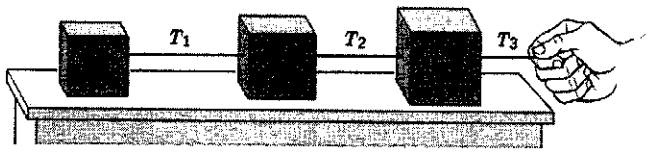
www.YasDL.com

است. (الف) شتاب دو قطعه و (ب) کشش ریسمان را پیدا کنید.

۵۳. مردی به جرم ۱۱۰kg با گرفتن طنابی خودش را از ارتفاع ۱۲m به سطح زمین می‌رساند. طناب از روی قرقرهٔ بدون اصطکاکی گذشته و سر دیگرش به کیسهٔ شنی به جرم ۷۴kg بسته شده است. (الف) مرد با چه سرعتی به زمین می‌خورد؟ (ب) آیا راهی هست که با سرعت کمتری به زمین بخورد؟

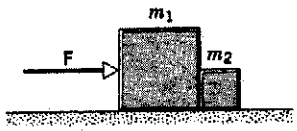
۵۴. میمونی به جرم ۱۱kg از طنابی بسیار سبک بالا می‌رود. طناب (بدون اصطکاک!) از روی شاخهٔ درختی گذشته است و به باری به جرم ۱۵kg متصل است. (الف) میمون حداقل با چه شتابی باید از طناب بالا برود تا بتواند بار را از زمین بلند کند؟ (ب) اگر پس از بلند شدن بار از زمین، میمون بالا رفتن خود را متوقف کند و از طناب آویزان بماند، (ب) شتاب میمون و (ج) کشش طناب چقدر می‌شود؟

۵۵. سه جسم روی میز افقی بدون اصطکاکی به هم بسته شده‌اند، و با نیروی $T_3 = 6{,}5\text{N}$ به طرف راست کشیده می‌شوند (شکل ۴۰). اگر $m_1 = 1{,}2\text{kg}$، $m_2 = 2{,}4\text{kg}$، و $m_3 = 3{,}1\text{kg}$ باشد، (الف) شتاب سیستم و (ب) کششهای T_1 و T_2 را به‌دست بیاورید. تبادل نیرو بین اجسامی که به دنبال هم کشیده می‌شوند، مثلاً واگنهای قطار که لکوموتیو آنها را می‌کشد، مثل همین سیستم است.



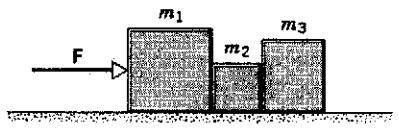
شکل ۴۰. مسئلهٔ ۵۵

۵۶. دو جسم روی میز بدون اصطکاکی با هم در تماس‌اند. نیرویی افقی F به یکی از آنها اعمال می‌شود (شکل ۴۱). (الف) اگر $m_1 = 2{,}3\text{kg}$، $m_2 = 1{,}2\text{kg}$، و $F = 3{,}2\text{N}$ باشد، نیروی تماسی بین دو جسم را پیدا کنید. (ب) نشان بدهید که اگر همین نیروی خارجی را، به‌جای m_1، به m_2 وارد کنیم، نیروی تماسی بین اجسام ۲٫۱N می‌شود، که با مقدار حاصل از قسمت (الف) فرق می‌کند. چرا چنین است؟



شکل ۴۱. مسئلهٔ ۵۶

۵۷. شکل ۴۲ سه صندوق به جرمهای $m_1 = 45{,}2\text{kg}$، $m_2 = 22{,}8\text{kg}$، و $m_3 = 34{,}3\text{kg}$ را روی سطح افقی بدون اصطکاکی نشان می‌دهد. (الف) چه نیروی افقی‌ای (F) لازم است تا کل مجموعه را با شتاب $1{,}32\text{m/s}^2$ به طرف راست براند؟ در این حالت (ب) m_2 بر m_3 و (ج) m_1 بر m_2 چه نیرویی وارد می‌کند؟

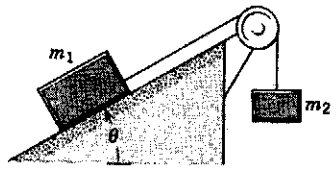


شکل ۴۲. مسئلهٔ ۵۷

۵۸. زنجیری شامل ۵ حلقه، هر یک به جرم ۱۰۰g، را با شتاب ثابت $2{,}50\text{m/s}^2$ در راستای قائم بالا می‌بریم (شکل ۴۳). (الف) نیرویی که حلقه‌های مجاور بر هم وارد می‌کنند، (ب) نیروی F که عامل خارجی بر حلقهٔ بالایی وارد می‌کند، و (ج) نیروی خالص وارد بر هر حلقه را حساب کنید.

شکل ۴۳. مسئلهٔ ۵۸

۵۹. جسمی به جرم $m_1 = 3{,}70\text{kg}$ روی سطح شیبداری به زاویهٔ $\theta = 28{,}00°$ واقع شده و با ریسمانی که از قرقرهٔ کوچک بی‌جرم و بدون اصطکاکی عبورکرده، به جسم دیگری به جرم $m_2 = 1{,}86\text{kg}$ متصل شده است. m_2 به‌طور قائم از ریسمان آویزان است (شکل ۴۴). (الف) شتاب هر جسم چقدر است؟ (ب) کشش ریسمان چقدر است؟



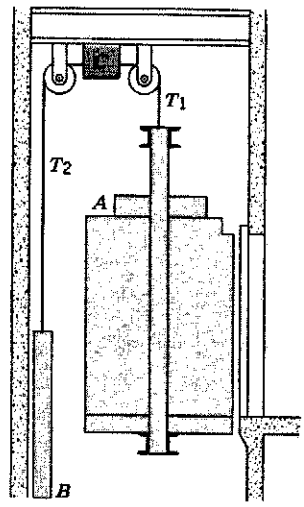
شکل ۴۴. مسئلهٔ ۵۹

۶۰. چتربازی به جرم ۷۷kg، کمی پس از باز شدن چترش با شتاب رو به پایین $2{,}5\text{m/s}^2$ سقوط می‌کند. جرم چتر ۵٫۲kg است. (الف) نیروی رو به بالای هوا بر چتر چقدر است؟ (ب) نیروی رو به پایینی که شخص بر چتر وارد می‌کند چقدر است؟

۶۱. آسانسوری شامل اتاقک (A)، وزنهٔ مقابل (B)، موتور (C)، وکابل و قرقره است (شکل ۴۵). جرم اتاقک ۱۰۰۰kg و جرم وزنهٔ مقابل ۱۴۰۰kg است. اصطکاک و جرم کابل و قرقره‌ها را به‌حساب نیاورید. آسانسور با شتاب تندکنندهٔ $2{,}30\text{m/s}^2$ به بالا می‌رود و وزنهٔ مقابل هم با همین شتاب به پایین می‌آید. (الف) کشش T_1 و (ب) کشش

www.YasDL.com

T_2 در کابل چقدر است و (ج) موتور چه نیرویی به کابل وارد می‌کند؟

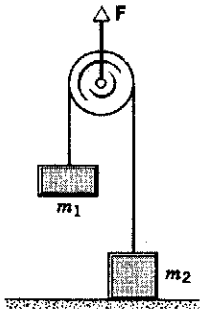


شکل ۴۵. مسئلهٔ ۶۱

۶۲. هلی‌کوپتری به جرم ۱۵۰۰۰kg اتومبیلی به جرم ۴۵۰۰kg را، با شتاب $۱٫۴\text{m/s}^۲$ از زمین بلند می‌کند. (الف) نیروی عمودی‌ای را که هوا بر پروانه‌های هلی‌کوپتر وارد می‌کند و (ب) کشش بخش بالایی کابل نگهدارنده را پیدا کنید (شکل ۴۶).

شکل ۴۶. مسئلهٔ ۶۲

۶۳. محور قرقرهٔ شکل ۴۷ با نیروی F به بالا کشیده می‌شود. فرض کنید قرقره و ریسمان بی‌جرم‌اند و محور هم بدون اصطکاک است. دو جسم، $m_۱$ به جرم ۲kg و $m_۲$ به جرم ۹kg، به دو سر ریسمانی بسته شده‌اند که از روی قرقره می‌گذرد. جسم $m_۲$ روی زمین است. (الف) نیروی F از چه مقداری بیشتر نباشد تا $m_۲$ روی زمین بماند؟ (ب) اگر F برابر با ۱۱۰N باشد، کشش ریسمان چقدر است؟ (ج) با کشش حاصل از قسمت (ب)، شتاب $m_۱$ چقدر است؟

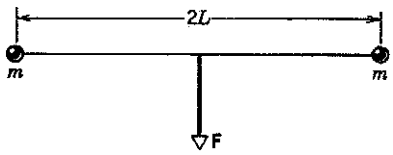


شکل ۴۷. مسئلهٔ ۶۳

۶۴. دو ذره، هر یک به جرم m، با ریسمان سبکی به طول $۲L$ به‌هم متصل‌اند (شکل ۴۸). نیروی ثابت $\boldsymbol{F}$ در نقطهٔ میانی ریسمان ($x = ۰$) در جهت عمود بر راستای اولیهٔ ریسمان بر آن وارد می‌شود. نشان بدهید که شتاب هر جرم در راستای عمود بر $\boldsymbol{F}$ برابر است با

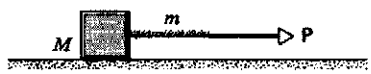
$$a_x = \frac{\boldsymbol{F}}{۲m}\,\frac{x}{(L^۲ - x^۲)^{۱/۲}}$$

که در آن، x فاصلهٔ عمودی هر جرم از خط اثر $\boldsymbol{F}$ است. وضعیت را در حالت $x = L$ بررسی کنید.



شکل ۴۸. مسئلهٔ ۶۴

۶۵. جسمی به جرم M روی سطح افقی بدون اصطکاکی با طنابی به جرم m کشیده می‌شود (شکل ۴۹). نیروی افقی $\mathbf{P}$ بر انتهای طناب وارد می‌شود. (الف) نشان بدهید که طناب، هر چقدر ناچیز، به هر حال باید "شکم بدهد". حالا با فرض ناچیز بودن مقدار خمیدگی طناب، (ب) شتاب طناب و جسم، (ج) نیرویی که طناب بر جسم وارد می‌کند، و (د) کشش طناب در وسط آن‌را حساب کنید.

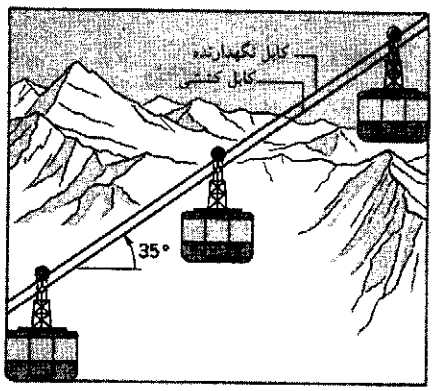


شکل ۴۹. مسئلهٔ ۶۵

۶۶. شکل ۵۰ بخشی از یک دستگاه "تله‌کابین" را نشان می‌دهد. بیشترین جرم مجاز هر اتاقک با محتویاتش ۲۸۰۰kg است. اتاقکها به یک کابل نگهدارنده سوارند و با کابل دیگری که به دکلها متصل است کشیده می‌شوند. اگر اتاقکها با شتاب $۰٫۸۱\text{m/s}^۲$ در امتداد

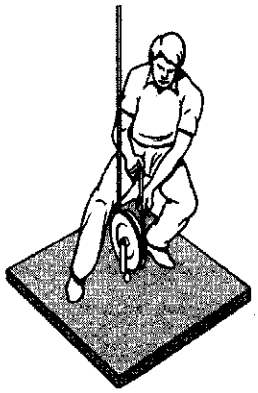
www.YasDL.com

شیب ۳۵° به بالا کشیده شوند، اختلاف کشش دو قسمت مجاور کابل کشش (در دو طرف اتاقک) چقدر است؟



شکل ۵۰. مسئلهٔ ۶۶

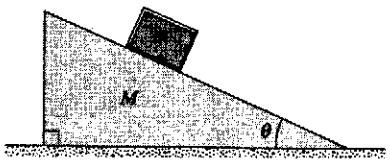
۶۷. در شکل ۵۱، وزن شخص ۱۸۰lb است؛ وزن سکو و قرقره



شکل ۵۱. مسئلهٔ ۶۷

قرقرهٔ متصل به آن هم کلاً ۴۳lb است. وزن طناب ناچیز است. شخص باید با چه نیرویی طناب را بکشد تا بتواند خودش سکو را با شتاب ۱٫۲ft/s² به‌بالا حرکت بدهد؟

۶۸. جسمی به جرم m روی گوهٔ قائم‌الزاویه‌ای به جرم M و زاویهٔ شیب θ واقع شده است. گوه روی یک میز افقی قرار دارد (شکل ۵۲). (الف) M باید چه شتابی (a) نسبت به میز داشته باشد تا m نسبت به گوه ساکن بماند؟ تماس گوه و جسم را بدون اصطکاک فرض کنید. (ب) چه نیروی افقی $\mathbf{F}$ باید به این سیستم وارد کرد تا نتیجهٔ (الف) حاصل شود؟ سطح میز را هم بدون اصطکاک فرض کنید. (ج) فرض کنید نیرویی به M وارد نمی‌کنیم و همهٔ سطوح را هم بدون اصطکاک بگیرید. حالا حرکت حاصل را توصیف کنید.



شکل ۵۲. مسئلهٔ ۶۸