...شود تا سنگ بعد از وزیدن یک تندباد، به حرکت خود ادامه دهد؟ (داستان در ... ادامه می‌یابد)

...۶-۱۹ مسأله ۲. چگونه سنگ حرکت کرده است؟

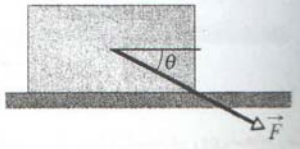
...نیروی ۲۲۰N را به‌صورت افقی بر صندوقچه ۵۵ کیلوگرمی وارد می‌کند تا ... سطح زمین به حرکت در آورد. ضریب اصطکاک جنبشی ۰/۳۵ است. ...رگی نیروی اصطکاک چه‌قدر است؟ (ب) بزرگی شتاب صندوقچه چه‌قدر ...

...سالی به جرم m = ۷۹ کیلوگرم، که به قسمت دوم زمین بازی می‌لغزد، ...نیروی اصطکاکی به بزرگی ۴۷۰N از سرعتش کاسته می‌شود. ضریب ...طکاک جنبشی μ_k بین بازی‌کن و زمین چه‌قدر است؟

...سطح یک واگن، صندوقچه‌هایی گذاشته شده که ضریب اصطکاک استاتیکی ...ها و کف واگن ۰/۲۵ است. چنان‌چه قطار در ابتدا با سرعت ۴۸km/h حرکت ...حداقل چه فاصله‌ای می‌تواند با شتاب ثابت متوقف شود، بدون این‌که ...چه‌ها روی سطح واگن حرکت کنند؟

...که طول می‌کشد تا یک خوک از بالای یک سطح شیب‌دار، با زاویهٔ ۳۵° به ...برابر وقتی است که این سطح بدون اصطکاک است. ضریب اصطکاک ...بین خوک و سطح چه‌قدر است؟

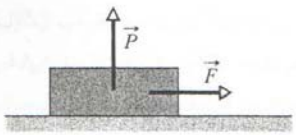
...جعبهٔ ۳۵ کیلوگرمی به‌وسیله نیروی $\vec{F}$ به بزرگی ۱۵N و زاویهٔ $\theta = 40°$ با افق ...سطح افقی کشیده می‌شود (شکل ۶-۲۰). ضریب اصطکاک استاتیکی بین ...سطح ۰/۳۵ است. مقادیر (الف) نیروی اصطکاک وارد بر جعبه از طرف سطح ...شتاب جعبه را محاسبه کنید.



...۶-۲۰ مسأله ۷

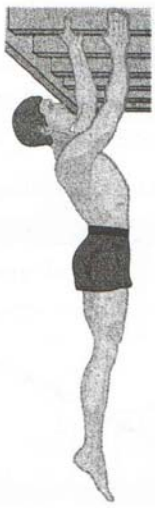
۸. در بازی انتخابی شافل بورد خوابگاه، دانش‌آموزان خسته از امتحانات نهایی، از یک جارو برای راندن کتاب محاسبات در طول تالار ورودی خوابگاه استفاده می‌کنند. چنان‌چه کتاب ۳/۵ کیلوگرمی از حالت سکون خارج شود و توسط نیروی افقی ۲۵N از طریق جارو مسافت ۰/۹m را طی کند و سرعت ۱/۶m/s را داشته باشد، ضریب اصطکاک جنبشی بین کتاب و سطح زمین چه‌قدر است؟

۹. جعبهٔ ۲/۵ کیلوگرمی در ابتدا روی سطح افقی ساکن است. نیروی افقی $\vec{F}$ به بزرگی ۶N و نیروی عمودی $\vec{P}$ بر جعبه اعمال می‌شوند (شکل ۶-۲۱). ضرایب اصطکاک برای جعبه و سطح $\mu_s = 0/4$ و $\mu_k = 0/25$ می‌باشند. مقدار بزرگی نیروی اصطکاک اعمال شده بر جعبه چنان‌چه مقدار $\vec{P}$ (الف) ۸N، (ب) ۱۰N و (ج) ۱۲N باشد، چه‌قدر است؟



شکل ۶-۲۱ مسأله ۹

۱۰. در سال ۱۹۱۵، هنری از فیلادلفیا خودش را از تیرهای سقف با گرفتن تیرها با شست هر دست در یک طرف و انگشتان در دیگر طرف تیر معلق نگه‌داشت (شکل ۶-۲۲). جرم او ۷۹ کیلوگرم بود. چنان‌چه ضریب اصطکاک استاتیکی بین دست و تیرک ۰/۷ باشد، حداقل بزرگی نیروی عمودی وارد بر تیرک از طرف هر انگشت شست یا انگشتان دیگر چه‌قدر است؟

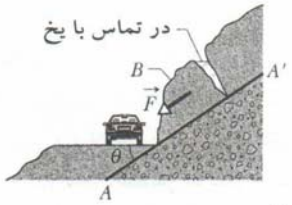


شکل ۶-۲۲ مسأله ۱۰

۱۱. کارگری نیروی ۱۱۰N را به‌طور افقی بر صندوقچهٔ ۳۵ کیلوگرمی وارد می‌کند. ضریب اصطکاک استاتیکی بین صندوقچه و سطح زمین ۰/۳۷ می‌باشد. (الف) نیروی اصطکاک وارد بر صندوق از طرف سطح چه‌قدر است؟ (ب) بزرگی $f_{s,max}$ تحت این شرایط چه‌قدر است؟ (ج) آیا صندوقچه حرکت می‌کند؟ (د) فرض کنید که

کارگر دومی مستقیماً به سمت بالا بر صندوقچه نیرو وارد می‌کند. حداقل نیروی عمودی که به کارگر اولی امکان حرکت دادن صندوقچه با نیروی ۱۱۰N را می‌دهد، چه‌قدر است؟ (ه) چنان‌چه، در عوض، کارگر دومی برای کمک به‌صورت افقی نیرو وارد کند، حداقل نیرو جهت حرکت کردن صندوقچه چه‌قدر است؟

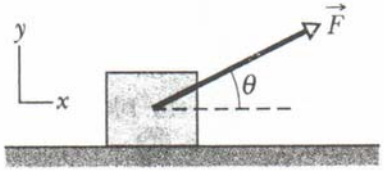
۱۲. شکل ۶-۲۳ مقطع عرضی جاده‌ای کوهستانی را نشان می‌دهد. خط AA′ سطحی است که در طول آن امکان لغزش وجود دارد. قطعهٔ B که در بالای جاده واقع است به‌وسیله یک شکافِ بزرگ از تخته سنگ بالایی جدا شده است، به‌طوری که تنها اصطکاک بین قطعه سنگ و بستر آن از لغزش آن جلوگیری می‌کند. جرم قطعه سنگ $1/8\times10^{7}$kg است، زاویه شیب θ صفحهٔ بستر سنگ ۲۴° است و ضریب اصطکاک استاتیکی بین قطعه و صفحه ۰/۶۳ است. (الف) نشان دهید که قطعه نخواهد لغزید. (ب) آب موجود در داخل شکاف در اثر یخ‌زدگی منبسط می‌شود و نیروی $\vec{F}$ موازی با AA′ را بر قطعه وارد می‌کند. حداقل مقدار نیروی F که منجر به لغزش اندک قطعه به سمت پائین صفحه خواهد شد، چه‌قدر است؟



شکل ۶-۲۳ مسأله ۱۲

۱۳. صندوقچه‌ای به جرم ۶۸کیلوگرم توسط یک ریسمان و با شیب ۱۵° بالای افق روی سطح زمین کشیده می‌شود. (الف) چنان‌چه ضریب اصطکاک استاتیکی ۰/۵ باشد، حداقل نیروی لازم برای شروع حرکت صندوقچه چه‌قدر است؟ (ب) چنان‌چه $\mu_k = 0/35$ باشد، بزرگی شتاب اولیه صندوقچه چه‌قدر است؟

۱۴. شکل ۶-۲۴ بلوکه‌ای به جرم m را نشان می‌دهد که در ابتدا روی سطح ساکن است. نیرویی به بزرگی ۰/۵۰۰ mg تحت زاویه $\theta = 20°$ بر آن وارد می‌شود. بزرگی شتاب بلوکه در امتداد سطح چه قدر است، اگر: (الف) $\mu_s = 0/600$ و $\mu_k = 0/500$ و (ب) $\mu_s = 0/400$ و $\mu_k = 0/300$ باشد؟



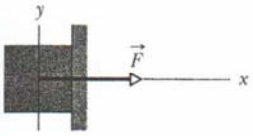
شکل ۶-۲۴ مسأله ۱۴

۱۵. ضریب اصطکاک استاتیکی بین تفلون و تخم‌مرغ نیم‌رو در حدود ۰/۰۴ می‌باشد. کوچک‌ترین زاویه با افق که منجر خواهد شد تخم‌مرغ‌ها در کف تفلون حرکت کنند چه‌قدر است؟

۱۶. شما به عنوان یک کارشناس در مورد تصادفی که در آن اتومبیل A از پشت به اتومبیل B که روی یک سطح شیب‌دار پشت چراغ قرمز ایستاده است برخورد می‌کند، نظر می‌دهید(شکل ۶-۲۷). شما متوجه می‌شوید که شیب تپه $\theta = 12°$ است و موقعی که اتومبیل A ترمز کرده است، فاصله اتومبیل‌ها $d = 24m$ و سرعت اتومبیل A در لحظه ترمز $v_0 = 18m/s$ بوده است. تندی اتومبیل A در لحظه برخورد با اتومبیل B چه‌قدر بوده است، اگر ضریب اصطکاک جنبشی (الف) ۰/۶ (سطح خشک جاده) و (ب) ۰/۱ (سطح جاده مرطوب) باشد؟

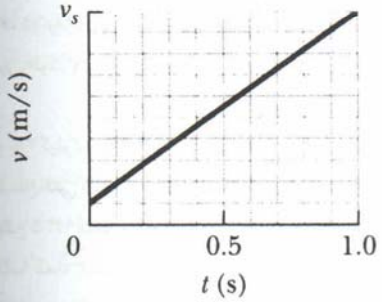
شکل ۶-۲۵ مسأله ۱۶

۱۷. نیروی افقی $\vec{F}$ به بزرگی ۱۲N جعبه‌ای به وزن ۵N را به دیوار عمودی فشار می‌دهد (شکل ۶-۲۶). ضریب اصطکاک استاتیکی بین دیوار و جعبه ۰/۶ و ضریب اصطکاک جنبشی ۰/۴ است. فرض کنید که جعبه در ابتدا حرکت نمی‌کند. (الف) آیا جعبه حرکت خواهد کرد؟ (ب) نیروی وارد بر جعبه از طرف دیوار، برحسب بردار یکه چه‌قدر است؟



شکل ۶-۲۶ مسأله ۱۷

۱۸. جعبه‌ای به جرم ۴/۱ کیلوگرم توسط نیروی ثابت و افقی به بزرگی ۴۰N روی سطح زمین کشیده می‌شود. شکل ۶-۲۷ سرعت ۷ جعبه را بر حسب زمان، وقتی که جعبه در راستای محور x روی سطح زمین حرکت می‌کند، ارائه می‌دهد. ضریب اصطکاک جنبشی بین جعبه و سطح زمین چه‌قدر است؟



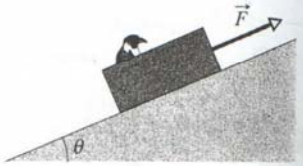
شکل ۶-۲۷ مسأله ۱۸

۱۹. جعبهٔ ماسه‌ای که در ابتدا ساکن است در روی سطح زمین به‌وسیله کابلی که کشش آن نباید از ۱۱۰۰N تجاوز کند، کشیده می‌شود. ضریب اصطکاک استاتیکی بین جعبه و سطح زمین ۰/۳۵ است. (الف) زاویهٔ بین کابل و افق چه‌قدر باشد تا جعبه

کتابخانه دانشکده مهندسی

بیشترین مقدار ممکن ماسه را بکشد و (ب) وزن ماسه و جعبه در این حالت چه‌قدر می‌باشد؟

سورتمه‌ای که یک پنگوئن داخل آن است ۸۰N وزن دارد و روی سطح شیب‌داری با زاویه $\theta = ۲۰°$ نسبت به افق در حالت سکون قرار دارد (شکل ۶-۲۹). بین سورتمه و سطح، ضریب اصطکاک استاتیکی ۰/۲۵ و ضریب اصطکاک جنبشی ۰/۱۵ است. (الف) حداقل بزرگی نیروی $\vec{F}$، موازی با صفحه، که از لغزش سورتمه به پائین صفحه جلوگیری می‌کند، چه‌قدر است؟ (ب) حداقل بزرگی F که منجر به حرکت سورتمه به سمت بالا می‌شود چه‌قدر است؟ (ب) F چه‌قدر باشد تا سورتمه به سمت بالای صفحه با سرعت ثابت، حرکت کند؟



شکل ۶-۲۸ مسأله ۲۰

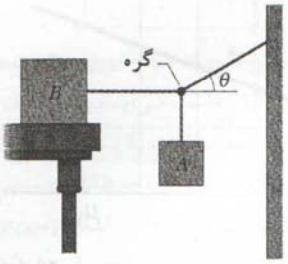
۲۱. در شکل ۶-۳۹، نیروی $\vec{P}$ بر جعبه‌ای به وزن ۴۵N اعمال می‌شود. جعبه در ابتدا به حالت سکون روی سطح شیب‌دار که با افق زاویهٔ $\theta = ۱۵°$ می‌سازد، قرار دارد. مثبت محور x به سمت بالای صفحه است. ضرایب اصطکاک بین جعبه و سطح μ_s = ۰/۳۴ و μ_k = ۰/۲۴ می‌باشند. برحسب بردار یکه، نیروی اصطکاک وارد بر جعبه از طرف صفحه را وقتی که $\vec{P}$ (الف) $(-۵/۰\ N)\hat{i}$، (ب) $(-۱۵N)\hat{i}$ و (ج) $(-۱۵N)\hat{i}$ باشد، چه‌قدر است؟

شکل ۶-۳۹ مسأله ۲۱

۲۲. در شکل ۶-۴۰، جعبه شیرینی (به جرم m_c = ۱kg) و جعبه بیسکویت (به جرم m_w = ۳kg) روی سطح افقی توسط نیروی افقی $\vec{F}$ وارد بر جعبه شیرینی شتاب می‌گیرند. بزرگی مقدار نیروی اصطکاک وارد بر جعبه شیرینی ۲ نیوتن است و بزرگی مقدار نیروی اصطکاک وارد بر جعبه بیسکویت ۴ نیوتن می‌باشد. چنان‌چه بزرگی $\vec{F}$ برابر ۱۲N باشد، بزرگی نیروی وارد بر جعبه بیسکویت از طرف جعبه شیرینی چقدر است؟

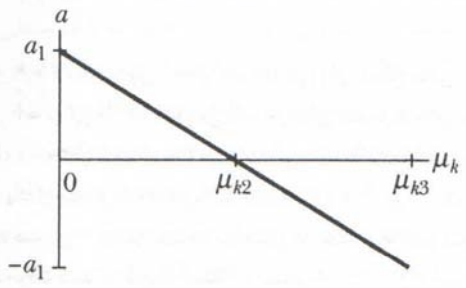
شکل ۶-۴۰ مسأله ۲۲

۲۳. در شکل ۶-۳۱ دارای وزن ۷۱۱N می‌باشد. ضریب اصطکاک استاتیکی بین جعبه و سطح ۰/۳۵ و زاویه θ برابر ۳۰° است، فرض کنید که ریسمان بین B و گره افقی است. حداکثر وزن جعبه A که در آن، کل دستگاه ساکن باشد را بیابید.



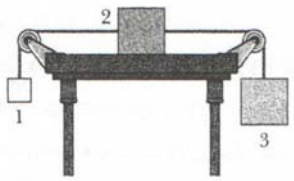
شکل ۶-۳۱ مسأله ۲۳

۲۴. بلوکه‌ای تحت تاثیر نیرویی که با زاویه θ نسبت به سطح بر آن وارد می‌شود، در امتداد سطح کشیده می‌شود (شکل ۶-۲۰). شکل ۶-۳۳ شتاب a حرکت را در گستره‌ای از مقادیر μ_k بین سطح و بلوکه به ما می‌دهد. a_1 = ۳/۰ m/s^2، μ_{k2} = ۰/۲۰ و μ_{k3} = ۰/۴۰ است. مقدار θ چه قدر است؟



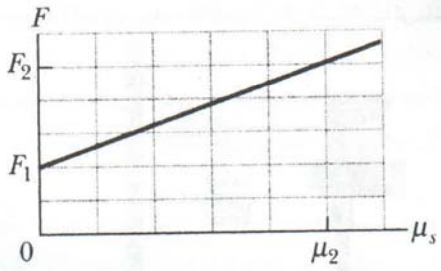
شکل ۶-۳۲ مسأله ۲۴

۲۵. زمانی که سه جعبهٔ شکل ۶-۳۳ از حالت سکون رها شوند، با شتاب ۰/۵ m/s^2 حرکت می‌کنند. جعبهٔ ۱ دارای جرم M، جعبه ۲ دارای جرم ۲M و جعبه ۳ دارای جرم ۲M می‌باشد. ضریب اصطکاک جنبشی بین جعبه ۲ و میز چه‌قدر است؟



شکل ۶-۳۳ مسأله ۲۵

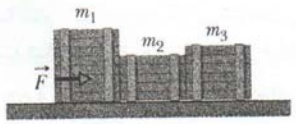
۲۶. در شکل ۶-۲۸ جعبه‌ای روی یک سطح شیبدار توسط طنابی به طرف بالا کشیده می‌شود. جعبه در آستانه حرکت به سمت بالای سطح است. در شکل ۶-۳۴ بزرگی نیروی F طناب برحسب ضریب اصطکاک ایستایی μ_s بین جعبه و سطح رسم شده است. F_1 = ۲/۰N، F_2 = ۵/۰N و μ_s = ۰/۵۰ است. زاویه شیب سطح چه‌قدر است؟



شکل ۶-۳۴ مسأله ۲۶

۲۷. دو جعبه، با وزن‌های ۳/۶N و ۷/۲N، توسط یک طناب بدون جرم به هم متصل شده‌اند و روی سطح شیب‌دار ۳۰° به پائین می‌لغزند. ضریب اصطکاک جنبشی بین جعبه سبکتر و صفحه ۰/۱ می‌باشد و بین جعبه سنگین‌تر و صفحه ۰/۲ است. فرض کنید که جعبهٔ سبکتر کشیده می‌شود، (الف) بزرگی شتاب جعبه‌ها و (ب) کشش طناب را بیابید.

۲۸. شکل ۶-۳۵ سه صندوق در حال کشیده شدن روی سطح بتنی را توسط نیروی افقی $\vec{F}$ به بزرگی ۴۴۰N نشان می‌دهد. جرم‌های صندوق‌ها به ترتیب $m_1 = 30\,kg$، $m_2 = 10\,kg$ و $m_3 = 20\,kg$ می‌باشد. ضریب اصطکاک جنبشی بین سطح زمین و هر یک از صندوق‌ها ۰/۷ می‌باشد. (الف) بزرگی F_{32} نیروی وارد بر صندوق ۳ از طرف صندوق ۲ چه‌قدر است؟ (ب) چنان‌چه صندوق‌ها روی سطح صیقل داده شده حرکت کنند، که ضریب اصطکاک جنبشی آن کم‌تر از ۰/۷ است، آیا بزرگی F_{32} بیش‌تر، کم‌تر، یا مشابه شرایط قبلی است که ضریب ۰/۷ بوده؟



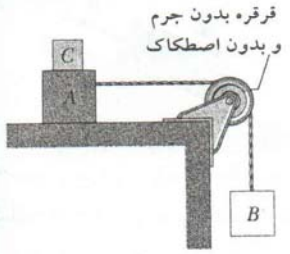
شکل ۶-۳۵ مسأله ۲۸

۲۹. جسم A در شکل ۶-۳۶ به وزن ۱۰۲N و جسم B به وزن ۳۲N می‌باشد. ضرایب اصطکاک بین A و سطح $\mu_s = 0/56$ و $\mu_k = 0/25$ می‌باشند. زاویه θ برابر ۴۰° است. راستای مثبت محور x به سمت بالای سطح شیب‌دار می‌باشد. برحسب بردار یکه، شتاب A چنان‌چه A در ابتدا (الف) در حالت سکون (ب) به سمت بالای سطح شیب‌دار حرکت کند و (ج) به سمت پائین سطح شیب‌دار حرکت کند، چه‌قدر است؟

شکل ۶-۳۶ مسأله‌های ۲۹ و ۳۰

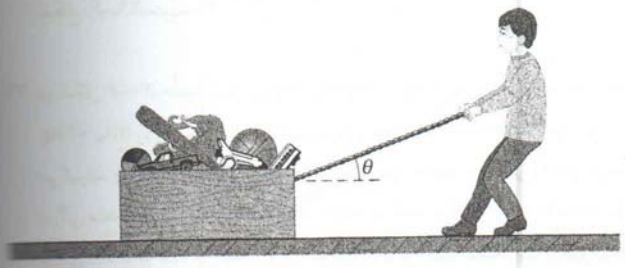
۳۰. در شکل ۶-۳۶، دو جعبه از طریق یک قرقره به هم متصل شده‌اند. جرم جعبه A برابر ۱۰kg می‌باشد و ضریب اصطکاک جنبشی بین A و سطح شیب‌دار برابر ۰/۳ است. زاویه θ سطح شیب‌دار ۳۰° می‌باشد. جعبه A با سرعت ثابت از سطح شیب‌دار پائین می‌آید. جرم جعبه B چه‌قدر است؟

۳۱. در شکل ۶-۳۷، جعبه‌های A و B به ترتیب دارای وزن‌های ۴۴N و ۳۲N می‌باشند. (الف) حداقل وزن جعبه C برای ممانعت از لغزش A را تعیین کنید در صورتی که μ_s بین A و میز ۰/۲ باشد. (ب) جعبه C به‌طور ناگهانی از روی A برداشته می‌شود. شتاب جعبه A چنان‌چه μ_k بین A و میز ۰/۱۵ باشد، چه‌قدر است؟



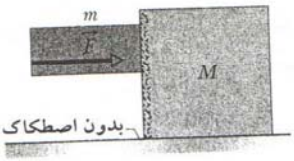
شکل ۶-۳۷ مسأله ۳۱

۳۲. جعبه اسباب‌بازی و محتویاتش در مجموع ۱۸۰N وزن دارند. ضریب اصطکاک استاتیکی بین جعبه اسباب‌بازی و سطح زمین ۰/۴۲ می‌باشد. کودک شکل ۶-۳۸ سعی می‌کند جعبه را روی سطح زمین به‌وسیله ریسمان متصل شده به آن بکشد. (الف) چنان‌چه θ برابر ۴۲° باشد، بزرگی نیروی $\vec{F}$ که کودک باید بر ریسمان وارد کند تا جعبه در آستانه حرکت قرار گیرد، چه‌قدر است؟ (ب) عبارتی برای بزرگی F مورد نیاز برای در آستانه حرکت قرار گرفتن به‌صورت تابعی از زاویه θ بنویسید. (ج) بزرگی θ را که در آن F حداقل است و (د) بزرگی این F حداقل را بیابید.



شکل ۶-۳۸ مسأله ۳۲

۳۳. دو جعبه (m = 16kg و M = 88kg) شکل ۶-۳۶ به یکدیگر متصل نشده‌اند. ضریب اصطکاک استاتیکی بین جعبه‌ها $\mu_s = 0/38$ می‌باشد، ولی سطح زیر جعبه بزرگ‌تر بدون اصطکاک است. حداقل مقدار نیروی افقی $\vec{F}$ مورد نیاز برای نگه‌داشتن جعبه کوچک‌تر از لغزش به پائین جعبه بزرگ‌تر چه‌قدر است؟



شکل ۶-۳۹ مسأله ۳۳

۳۴. در شکل ۶-۴۰، تخته سنگی به جرم $m_1 = 40\,kg$ روی سطح بدون اصطکاک در حالت سکون است و جعبه‌ای به جرم $m_2 = 10\,kg$ به حالت سکون روی آن قرار دارد. ضریب اصطکاک استاتیکی بین جعبه و تخته سنگ، ۰/۶ است و ضریب اصطکاک جنبشی ۰/۴ می‌باشد. جعبه توسط یک نیروی افقی $\vec{F}$ به بزرگی ۱۰۰N کشیده می‌شود. برحسب بردار یکه، شتاب‌های: (الف) جعبه و (ب) تخته سنگ، چه‌قدر هستند؟

شکل ۶-۴۰ مسأله ۳۴

۳۵. قایقی به جرم ۱۰۰۰ کیلوگرم با سرعت ۹۰km/h حرکت می‌کند که موتورش را خاموش می‌کند. بزرگی نیروی اصطکاک $\vec{f}_k$ بین کشتی و آب متناسب با سرعت کشتی v است: $f_k = 70v$، که v برحسب متر بر ثانیه و $\vec{f}_k$ برحسب نیوتن است. زمان مورد نیاز برای این که سرعت کشتی به ۴۵km/h کاهش یابد، را بیابید.

۶-۴ نیروی مقاومت سیال (درگ) و سرعت حد

۳۶. سرعت حد یک فرد شیرجه رونده در فضا وقتی که بدنش را باز می‌کند ۱۶۰km/h است و در وضعیت شیرجه برابر ۳۱۰km/h است. فرض کنید که ضریب مقاومت هوا برای این فرد که با C نمایش داده می‌شود، تغییر نمی‌کند. نسبت سطح مقطع عرضی مؤثر A در موقعیت با سرعت کم‌تر به مورد مذکور در موقعیت با سرعت بیش‌تر را بیابید.

۳۷. نسبت نیروی مقاومت هوابر جت در حال پرواز با ۱۰۰۰km/h سرعت در ارتفاع ۱۰km به نیروی مقاومت هواپیمای باربری در حال پرواز با نصف آن سرعت و ارتفاع را محاسبه کنید. چگالی هوا $0.38\,kg/m^3$ در ۱۰km و $0.67\,kg/m^3$ در ارتفاع ۵km می‌باشد. فرض کنید که هواپیماها دارای سطح مقطع عرضی مؤثر و ضریب مقاومت یکسان می‌باشند.

۳۸. وقتی که یک اسکی باز به سمت پایین شیب اسکی می‌کند، نیروی مقاومت هوا که بر بدن او وارد می‌شود و نیز نیروی اصطکاک جنبشی بین چوب اسکی و سطح زمین با حرکت او مخلفت می‌کنند. (الف) شیب سطح $\theta = 40.0^\circ$، ضریب اصطکاک جنبشی برف خشک $\mu_k = 0.0400$ جرم فرد اسکی کننده و همه وسایلش $m = 85.0\,kg$، سطح چوب‌های اسکی $A = 1.30\,m^2$، ضریب درگ $C = 0.150$ و چگالی هوا $1.20\,kg/m^3$ است. (الف) تندی حدی چه قدر است؟ (ب) اگر اسکی باز بتواند ضریب درگ را به اندازه dC تغییر دهد، تغییر در تندی حدی متناظر با آن چه قدر خواهد بود؟

۳۹. ادامهٔ سؤال ۲. اکنون فرض کنید که مقدار نیروی مقاومت هوا وارد بر سنگ ۲۰ کیلوگرمی، از معادله ۶-۱۴ به‌دست می‌آید. برای باد یک سطح مقطع عرضی عمودی $0.04\,m^2$ و ضریب مقاومت C به مقدار ۰/۸ است. چگالی هوا را $1.21\,kg/m^3$ در نظر بگیرید و ضریب اصطکاک جنبشی ۰/۸ می‌باشد. (الف) برحسب کیلومتر بر ساعت، سرعت باد ۷ در راستای زمین برای نگه‌داشتن حرکت سنگ از زمانیکه شروع به حرکت می‌کند، چه‌قدر است؟ به خاطر این که بادهای در امتداد زمین توسط زمین بازپس زده می‌شوند، سرعت بادهای گزارش شده برای طوفان‌ها اغلب در ارتفاع ۱۰m اندازه‌گیری می‌شوند. فرض کنید سرعت بادها دو برابر سرعت بادهای در راستای زمین هستند. (ب) برای پاسخ به قسمت الف، سرعت باد طوفان چه‌قدر باید گزارش شود؟ (ج) آیا این مقدار برای بادی با سرعت بالا در یک طوفان معقول است؟

۴۰. فرض کنید معادله ۶-۱۴ نیروی مقاومت وارد بر خلبان به علاوه صندلی هواپیما درست بعد از این که از یک هواپیمای در حال حرکت به‌صورت افقی و با سرعت ۱۳۰۰km/h به بیرون پرتاب می‌شود، را ارائه می‌دهد. هم‌چنین فرض کنید که جرم صندلی مساوی با جرم خلبان است و هم‌چنین ضریب مقاومت برای آن‌ها با ضریب مقاومت برای یک شیرجه رونده برابر می‌باشد. یک حدس معقول برای جرم خلبان بزنید و از مقدار مناسب v_t از جدول ۶-۱ استفاده کنید، مقادیر (الف) نیروی مقاومت وارد بر خلبان + صندلی و (ب) کاهش شتاب افقی آن (برحسب g) درست بعد از پرتاب شدن به خارج را تخمین بزنید. (نتیجهٔ الف باید معرف یک نیاز مهندسی باشد: صندلی باید شامل یک مانع محافظ برای منحرف کردن وزش باد اولیه از سرخلبان، باشد).

۶-۵ حرکت یکنواخت دایره‌ای

۴۱. کوچک‌ترین شعاع یک مسیر دایره ای تخت و بدون لبه که دوچرخه سواری می‌تواند در آن با سرعت 29km/h حرکت کند و μ_s بین لاستیک‌ها و مسیر ۰/۳۲ باشد، چه‌قدر است؟

۴۲. در حین یک مسابقه سورتمه سواری المپیک، تیم جامائیکا با سرعت 96/6km/h دوری به شعاع 7/6m را طی می‌کند. شتاب آن‌ها برحسب g چه‌قدر است؟

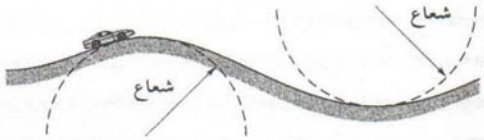
۴۳. گربه‌ای روی چرخ و فلک ساکنی، در شعاع 5/4m از مرکز چرت می‌زند. سپس مسئول مربوطه دستگاه را روشن می‌کند و آن را به میزان چرخش یک دور کامل در هر 6s می‌رساند. حداقل ضریب اصطکاک استاتیکی بین گربه و چرخ‌و فلک که به گربه امکان باقی ماندن در جایش را می‌دهد، چه‌قدر است؟

۴۴. فرض کنید ضریب اصطکاک استاتیکی بین جاده و لاستیک‌های اتومبیل ۰/۶ است و اتومبیل هیچ بار منفی ندارد. وقتی که اتومبیل یک مسیر منحنی به شعاع 30/5m را دور می‌زند باید چه سرعتی داشته باشد تا از لبه کناری جاده خارج نشود؟

۴۵. فردی به جرم ۸۰kg بر یک چرخ و فلک نشسته و حول دایره عمودی به شعاع ۱۰m و با سرعت ثابت ۶/۱m/s می‌چرخد. (الف) دوره تناوب حرکت چه‌قدر است؟ بزرگی نیروی عمود وارد بر شخص از طرف صندلی زمانی که هر دو از: (ب) بلندترین نقطه مسیر دایره‌ای و (ج) پائین‌ترین نقطه می‌گذرند،چه‌قدر است؟

۴۶. اتومبیل شهر بازی زمانی که به طور کامل مسافر سوار کرده است دارای جرم ۱۲۰۰kg است. تندی اتومبیل در زمانی که از بالای تپهٔ دایره‌ای به شعاع ۱۸m می‌گذرد، تغییر نمی‌کند. در بالای تپه، (الف) مقدار F_N و (ب) راستای (بالا و پائین) نیروی عمود وارد بر اتومبیل از طرف مسیر چنان‌چه سرعت اتومبیل $v = 11m/s$ باشد، چه‌قدر است؟ (ج) F_N و (د) جهت آن اگر $v = 14m/s$ باشد، چه‌قدر هستند؟

۴۷. در شکل ۶-۳۸، اتومبیلی با سرعت ثابت روی یک تپهٔ دایره‌ای شکل حرکت می‌کند و سپس در دره‌ای با شعاع یکسان ادامه مسیر می‌دهد. در بالای تپه، نیروی عمود وارد بر راننده از طرف صندلی اتومبیل صفر می‌باشد. جرم راننده ۷۰kg است. مقدار نیروی عمود وارد بر راننده از طرف صندلی، زمانی که اتومبیل از پائین‌ترین نقطه دره می‌گذرد، چه‌قدر است؟



شکل ۶-۴۱ مسأله ۴۷

۴۸. افسری به جرم 55kg در یک تعقیب پلیسی، اتومبیلش را به داخل یک مسیر دایره‌ای به شعاع ۳۰۰m و با تندی ثابت ۸۰km/h هدایت می‌کند. (الف) بزرگی و (ب) زاویه (نسبت به راستای عمود) نیروی خالصی که بر صندلی اتومبیل وارد می‌کند، چیست؟ (تذکر: هر دو نیروی افقی و عمودی را در نظر بگیرید).

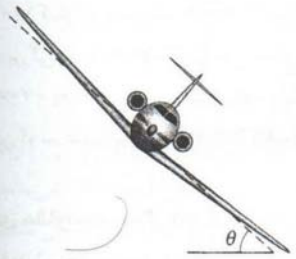
۴۹. دانش‌آموزی به وزن ۶۶۷N سوار یک چرخ و فلک است که به‌طور یکنواخت در حال چرخیدن است (دانش‌آموز به‌صورت عمودی نشسته است). در بلندترین نقطه، بزرگی نیروی عمود $\vec{F}_N$ وارد بر دانش‌آموز ۵۵۶N است. (الف) آیا دانش‌آموز احساس سبکی یا سنگینی می‌کند؟ (ب) بزرگی $\vec{F}_N$ در پائین‌ترین نقطه چه‌قدر است؟ چنان‌چه تندی چرخ دو برابر شود، بزرگی $\vec{F}_N$ در (ج) بلندترین و (د) پایین‌ترین نقطه، چه‌قدر است؟

۵۰. یکی از وسایل جالب شهربازی اتومبیلی است که در یک حلقه عمودی با نهایت سرعت طوری حرکت می‌کند که جرم آن قابل صرف‌نظر کردن شود. وزن اتومبیل و گردشگران در مجموع ۵/۰ kN و شعاع حلقه ۱۰m می‌باشد. در بالای حلقه، (الف) بزرگی F_B و (ب) راستای (بالا یا پائین) نیروی وارد بر اتومبیل از طرف دایره مسیر، اگر سرعت اتومبیل $v = 5/0\ m/s$ باشد چه‌قدر است؟ (ج) F_B و (د) جهت این نیرو اگر $v = 12m/s$ باشد، چه‌قدر است؟

۵۱. یک تراموای شهری قدیمی مسیر دایره‌ای تختی به شعاع 9/1m را با سرعت 16km/h دور می‌زند. دستگیره آویزان به سقف آن، چه زاویه‌ای نسبت به راستای عمودی خواهد داشت؟

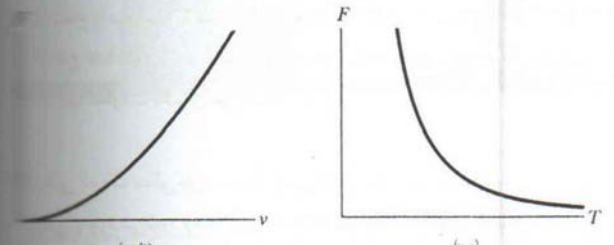
۵۲. در طراحی مسیر دایروی وسایل بازی یک پارک، مهندسین مکانیک باید متوجه تغییر کوچکی در پارامترهای معین چه نیرویی را بر مسافران وارد خواهد کرد. مسافری به جرم m را در نظر بگیرید که حول مسیری دایره‌ای به شعاع r با تندی v حرکت می‌کند. تغییر بزرگی نیروی خالص dF به ازاء: (الف) تغییر dr در شعاع، تندی ثابت v، (ب) تغییر dv در تندی و با شعاع ثابت r خود و (ج) تغییر کمی در دوره تناوب و شعاع ثابت r چه قدر است؟

۵۳. هواپیمایی در مسیر دایره‌ای افقی با سرعت ۴۸۰km/h در حال پرواز است (شکل ۶-۴۲). چنان‌چه بال هایش دارای شیب $\theta = 40^\circ$ نسبت به افق باشند، شعاع دایره مسیر هواپیما چه‌قدر می‌باشد؟ فرض کنید که نیروی مورد نیاز برای بالا رفتن به طور کامل توسط یک بالابر آئرودینامیکی که عمود بر سطح بال است تأمین می‌شود.



شکل ۶-۴۲ مسأله ۵۳

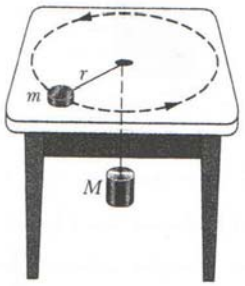
۵۴. مسافری به جرم ۸۵/۰ گیلوگرم در مسیر دایروی با شعاع ۳/۵۰ به‌طور یکنواخت حرکت می‌کند. (الف) شکل ۶-۴۳ الف بزرگی نیروی لازم را به ازاء تندی‌های متفاوت v نشان می‌دهد. در $v = 8/30\ m/s$ شیب منحنی چه قدر است؟ (ب) شکل ۶-۴۳ ب، نمودار F را برای مقادیر متفاوت دوره تناوب T نشان می‌دهد. شیب منحنی در $T = 2/50\ s$ چه قدر است؟



شکل ۶-۴۳ مسأله ۵۴

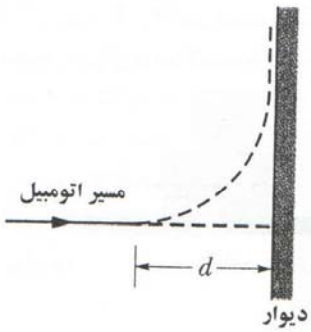
۵۵. یک گوی به جرم $m = 1/5kg$ در حلقه‌ای به شعاع $r = 20cm$ روی میز بدون اصطکاکی در حالی که به یک استوانهٔ آویزان به جرم $M = 2/5kg$ توسط ریسمانی

از سوراخ داخل میز گذشته متصل است، حرکت می‌کند (شکل ۶-۴۴). تندی گوی چه‌قدر باشد تا استوانه ساکن باقی بماند؟



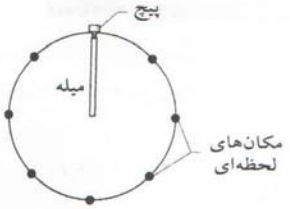
شکل ۶-۴۴ مسأله ۵۵

۵۶. شکل ۶-۴۵ نمای از بالای مسیر حرکت اتومبیلی به جرم ۱۴۰۰ کیلوگرم را نشان می‌دهد که به طرف دیواری در حرکت است. در لحظه‌ای که فاصله اتومبیل و دیوار $d = 107\ m$ است تندی اولیه $v_0 = 35\ m/s$ و ضریب اصطکاک ایستایی $\mu_s = 0.50$ است. فرض کنید که وزن اتومبیل به طور مساوی حتی در هنگام ترمز، روی چهار چرخ توزیع شده است. (الف) ضریب اصطکاک چه قدر باشد که اتومبیل درست در هنگام رسیدن به دیوار متوقف شود؟ (ب) حداکثر نیروی اصطکاک ممکن $f_{s,max}$ چه قدر است؟ (ج) اگر $\mu_k = 0.40$ باشد سرعت برخورد اتومبیل به دیوار چه قدر خواهد بود؟ برای اجتناب از برخورد با دیوار، مطابق شکل، راننده باید مسیر خود تغییر دهد و فرمان را بچرخاند تا در مسیری دایروی مماس بر دیوار ادامه مسیر دهد، (د) با تندی v_0 داده شده، بزرگی نیروی اصطکاک چه قدر باشد تا راننده خود را دمسیری به شعاع d حفظ کند؟ (هـ) اگر نیروی لازم از $f_{s,max}$ کمتر باشد، آیا ممکن است مسیر دایره‌ای باشد؟



شکل ۶-۴۵ مسأله ۵۶

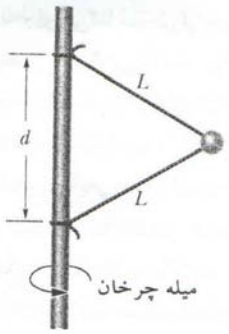
۵۷. پیچی به انتهای میله نازک افقی متصل شده و میله به طور افقی حول انتهای دیگرش دوران می‌یابد. مهندسی حرکت را با فلاش زدن یک لامپ تصویر برداری مخصوص، در میله و پیچ بررسی می‌کند، سرعتِ تصویر برداری را طوری تنظیم می‌کنیم که در هر مرتبه دور زدن، پیچ در هشت مکان مشابه در حین هر چرخش کامل میله ظاهر شود (شکل ۶-۴۶). سرعتِ تصویر برداری ۲۰۰۰ فلاش در هر ثانیه است؛ پیچ دارای جرم ۳۰g است و در شعاع ۳/۵ cm قرار دارد. بزرگی نیروی وارد بر پیچ از طرف میله چه‌قدر است؟



شکل ۶-۴۶ مسأله ۵۷

۵۸. انحنای بزرگ‌راه دایره‌ای برای حرکت ترافیک با سرعت ۶۰ km/h طراحی شده است. شعاع انحنا ۲۰۰ m می‌باشد. ترافیک در یک روز بارانی با سرعت ۴۰ km/h در بزرگ‌راه در حرکت است. حداقل ضریب اصطکاک بین تایرها و جاده که به اتومبیل‌ها امکان حرکت می‌دهد بدون این که به خارج از جاده بلغزند، چه‌قدر است؟ (فرض کنید اتومبیل‌ها بار منفی ندارند).

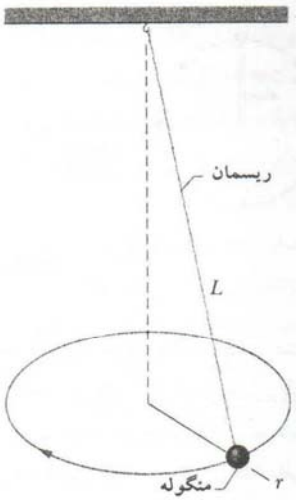
۵۹. در شکل ۶-۴۷، توپی به جرم ۱/۳۴ کیلوگرم به‌وسیله دو نخ بدون جرم، هر کدام به طول $L = 1.7\ m$، به یک میلهٔ در حال چرخش عمودی متصل شده است. نخها با فاصلهٔ $d = 1.7\ m$ به میله گره زده شده‌اند و راست و محکم می‌باشند. نیروی کشش در نخ بالایی $35\ N$ می‌باشد. (الف) کشش در نخ پائینی، (ب) بزرگی نیروی خالص $\vec{F}_{net,str}$ وارد بر توپ و (ج) تندی توپ چه‌قدر است؟ (د) جهت $\vec{F}_{ner,str}$ چیست؟



شکل ۶-۴۷ مسأله ۵۹

مسائل تکمیلی

۶۰. شکل ۶-۴۸ یک آونگ مخروطی را نشان می‌دهد، که در آن منگوله‌ای (شیء کوچک انتهای ریسمان) بر مسیر دایره‌ای افقی با تندی ثابت حرکت می‌کند. (ریسمان نیز با چرخش خود مخروطی را شکل می‌دهد). جرم منگوله $0.04\ kg$ می‌باشد. طول ریسمان $L = 0.9\ m$ و جرم آن ناچیز است و منگوله مسیری دایره‌ای با محیط $0.94\ m$ را می‌پیماید. (الف) کشش ریسمان و (ب) دوره‌تناوب حرکت چه‌قدر است؟



شکل ۶-۴۸ مسأله ۶۰

نباله مسأله‌های ۲ و ۳۹. توضیح اضافی این است که سنگ‌ها تنها زمانی حرکت
ی‌کنند که آب انباشته شده ناشی از یک توفان سخت روی سطح صحرا یخ بزند و
ک لایه نازک و بزرگ یخی تشکیل شود. سنگ‌ها به دام این لایه یخی می‌افتند.
نگاه همین که بادی در امتداد لایه یخی بوزد، بر اثر جریان باد، نیروهای کشش هوا
ر یخ و سنگ ها وارد می‌شوند و باعث حرکت هر دو آن ها می‌گردند و بدین ترتیب
سنگ‌ها اثری از خود به جای می‌گذارند. بزرگی نیروی کشش هوای وارد بر این
شتی بادی یخی با رابطه $D_{ice} = ۴C_{ice}\rho A_{ice}V^۲$ داده می‌شود که در آن C_{ice}
ریب کشش یخ ($۲/۰\times۱۰^{-۳}$)، ρ چگالی هوا ($۱/۲۱\ kg/m^۳$)، A_{ice} مساحت
قی یخ، و v تندی باد در امتداد یخ است.

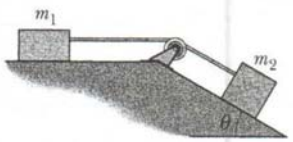
فرض کنید اندازه‌های لایه یخی ۴۰۰m در ۵۰m در چگالی آن $۹۱۷kg/m^۳$
شد. همچنین فرض کنید صد سنگ مشابه تک سنگ مسئله ۲ به دام لایه یخی
تاده باشند. برای آن‌که حرکت لایه یخی تداوم یابد، تندی باد (الف) در نزدیک لایه
(ب) در ارتفاع ۱۰m بالای آن باید چه قدر باشد، (ج) آیا این مقادیر برای بادهای
و سرعت در یک طوفان سخت، قابل قبول است؟

هندسی *انحنای یک بزرگراه*: اکر اتومبیلی با سرعت زیاد وارد یک مسیر منحنی
شود، از مسیر خارج خواهد شد.

ر شکل ۶-۴۹، ضریب اصطکاک جنبشی بین جعبه و سطح شیب‌دار ۰/۲ است و
اویهٔ θ برابر ۶۰° می‌باشد. اگر جعبه در حال لغزیدن به سمت پائین سطح باشد،
الف) بزرگی a و (ب) جهت (به سمت بالا یا پائین سطح) شتاب جعبه، چه‌قدر
ست؟ (ج) بزرگی a و (هـ) جهت آن چنان‌چه جعبه به سمت بالای سطح فرستاده
شود، چه‌قدر است؟

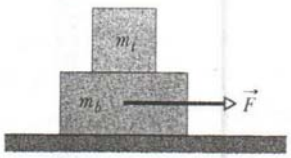
شکل ۶-۴۹ مسأله ۶۳

۶۴. در شکل ۶-۵۰، جعبهٔ ۱ به جرم $m_۱ = ۲kg$ و جعبهٔ ۲ به جرم $m_۲ = ۳kg$ توسط نخی با جرم ناچیز به هم متصل شده‌اند و در ابتدا در مکانی نگه داشته شده‌اند. جعبهٔ ۲ روی سطح بدون اصطکاکی با زاویهٔ شیب $\theta = ۳۰°$ قرار دارد. ضریب اصطکاک جنبشی جعبهٔ ۱ و سطح افقی ۰/۲۵ می‌باشد. قرقره دارای جرم و اصطکاک ناچیز است. در یک لحظه مجموعه رها می‌شود و جعبه‌ها شروع به حرکت می‌کنند. کشش نخ چه‌قدر است؟



شکل ۶-۵۰ مسأله ۶۴

۶۵. جعبه‌ای به جرم $m_t = ۴kg$ روی جعبه‌ای به جرم $m_b = ۵kg$ قرار دارد. برای این که جعبه بالایی روی جعبهٔ پائینی، در حالی که جعبه پائینی ثابت نگه داشته شده است، بلغزد، نیروی افقی دست کم ۱۲ نیوتنی باید به جعبهٔ بالایی وارد شود. حال هر دو جعبه روی سطح افقی قرار دارند، سطح بدون اصطکاک می‌باشد (شکل ۶-۵۱). (الف) بزرگی حداکثر نیروی افقی $\vec{F}$ که می‌تواند به جعبه پائینی وارد شود تا جعبه‌ها با هم حرکت کنند و (ب) بزرگی شتاب جعبه‌ها را بیابید.

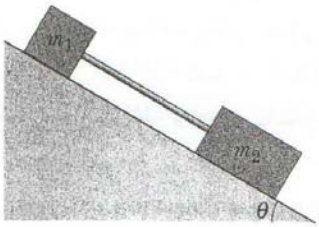


شکل ۶-۵۱ مسأله ۶۵

۶۶. جعبه کنسروی روی سطح شیبدار که ابتدای آن هم تراز با سطح خیابان است با شتاب رو به پایین $۰/۷۵\ m/s^۲$ به داخل زیرزمین یک مغازه خواربار فروشی می‌لغزد. زاویه سطح شیبدار با افق ۴۰° است. ضریب اصطکاک جنبشی میان جعبه و سطح شیبدار چه قدر است؟

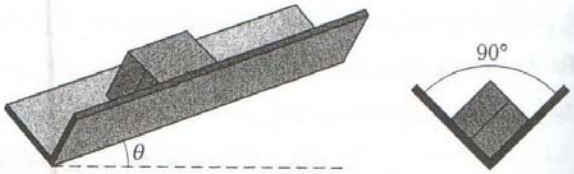
۶۷. قطعه‌ای فولادی به جرم ۸/۰۰kg به حالت سکون روی یک میز افقی قرار دارد. ضریب اصطکاک ایستایی میان قطعه و میز ۰/۴۵۰ است. قرار است نیرویی بر قطعه وارد شود. بزرگی این نیرو باید چه قدر باشند تا در هر سه وضعیت زیر، قطعه در آستانه لغزش قرار گیرد؟ (الف) نیرو به طور افقی، (ب) نیرو رو به بالا در زاویه ۶۰° نسبت به افق و (ج) نیرو رو به پایین در زاویه ۶۰° نسبت به افق وارد شود.

۶۸. در شکل ۶-۵۲، جعبه‌ای به جرم $m_1 = 1/65kg$ به جعبهٔ دیگری به جرم $m_2 = 3/3kg$ روی یک سطح شیب‌دار و توسط میلهٔ بدون جرم و موازی با سطح شیب‌دار به هم متصل شده‌اند. مجموعه به سمت پائین حرکت می‌کنند. زاویهٔ شیب $\theta = 30°$ می‌باشد. ضریب اصطکاک جنبشی بین جعبهٔ ۱ و سطح شیب‌دار $\mu_1 = 0/226$ می‌باشد؛ در حالیکه این ضریب بین جعبهٔ ۲ و سطح شیب‌دار برابر $\mu_2 = 0/113$ است. (الف) کشش در داخل میله و (ب) بزرگی شتاب دو جعبه را محاسبه کنید. (ج) آیا اگر ترتیب جعبه‌ها عوض شود، جواب‌های الف و ب تغییر می‌کند؟



شکل ۶-۵۲ مسأله ۶۸

۶۹. در شکل ۶-۵۳، صندوقچه‌ای روی سطح شیب‌دار راست‌گوشه‌ای به سمت پائین حرکت می‌کند. ضریب اصطکاک جنبشی بین صندوقچه و سطح μ_k می‌باشد. شتاب صندوقچه برحسب μ_k و θ و g را به‌دست آورید.



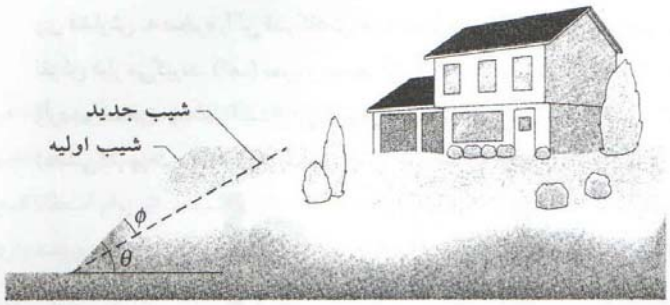
شکل ۶-۵۳ مسأله ۶۹

۷۰. دانشجویی می‌خواهد ضرایب اصطکاک ایستایی و جنبشی میان یک جعبه و تخته‌ای را تعیین کند. او جعبه را روی تخته می‌گذارد و به آهستگی انتهای تخته را بلند می‌کند. هنگامی که زاویه شیب آن نسبت به افق به $30°$ می‌رسد، جعبه شروع به لغزیدن می‌کند و در مدت ۴/۰s مسافت ۲/۵m را رو به پایین با شتاب ثابت روی تخته طی می‌کند. (الف) ضریب اصطکاک ایستایی و (ب) ضریب اصطکاک جنبشی میان جعبه و تخته چه قدر است؟

۷۱. لوکوموتیوی به ۲۵ واگن در امتداد مسیر هموار شتاب می‌دهد. جرم هر واگن $5/0 \times 10^4 kg$، و نیروی اصطکاک وارد بر آن $f_k = 2507$ است که در آن تندی v برحسب متر بر ثانیه و نیروی f بر حسب نیوتون است. در لحظه‌ای که تندی لوکوموتیو 30km/h است. شتاب آن $0/20 m/s^2$ است. (الف) کشش در اتصال اولین واگن به لوکوموتیو چه قدر است؟ (ب) اگر این کشش برابر با نیروی حداکثری باشد که لوکوموتیو می‌تواند بر واگن‌ها وارد کند، تندترین شیب رو به بالایی که لوکوموتیو می‌تواند واگن‌ها را با تندی 30km/h روی آن بالا بکشد، چه قدر است؟

۷۲. جعبه‌ای روی تپه‌ای با شیب تقریبی $\theta = 45°$ ساخته شده است (شکل ۶-۵۴).

مطالعهٔ مهندسی نشان می‌دهد که زاویهٔ شیب بایستی کاهش یابد زیرا لایه‌های بالایی خاک، در طول شیب ممکن است روی لایه‌های پائینی بلغزد و ریزش کند. چنان‌چه ضریب اصطکاک استاتیکی بین دو لایه ۰/۵ باشد، کم‌ترین زاویهٔ ϕ که باید زاویهٔ θ به آن کاهش یابد تا از ریزش جلوگیری شود، چه‌قدر است؟



شکل ۶-۵۴ مسأله ۷۲

۷۳. تندی حد یک گوی کروی به جرم 6/00kg و شعاع 3/00cm را در صورتی که ضریب کشش آن ۱/۶۰ باشد محاسبه کنید. چگالی هوایی که توپ در داخل آن سقوط می‌کند $1/20 kg/m^3$ است.

۷۴. یک قطار سریع السیر با تندی ثابت به دور یک دایره افقی به شعاع 470m حرکت می‌کند. بزرگی مولفه‌های افقی و قائم نیروی وارد از قطار بر مسافری به جرم 51/0kg، به ترتیب 210N و 500N است (الف) بزرگی نیروی خالص (ناشی از کلیه نیروها) وارد با مسافر چه قدر است؟ (ب) تندی قطار چه قدر است؟

۷۵. یک قطعه فولادی به جرم 11kg روی یک میز افقی به حالت سکون قرار دارد. ضریب اصطکاک ایستایی میان قطعه و میز ۰/۵۲ است. (الف) بزرگی نیروی افقی‌ای که قطعه را در آستانه حرکت قرار می‌دهد چه قدر است؟ (ب) بزرگی نیروی رو به بالایی که با افق زاویه 60° می‌سازد و قطعه را در آستانه حرکت قرار می‌دهد چه قدر است؟ (ج) اگر نیرو رو به پایین باشد و با افق زاویه 60° بسازد، بزرگی آن چه قدر می‌تواند باشد بدون اینکه باعث حرکت قطعه شود؟

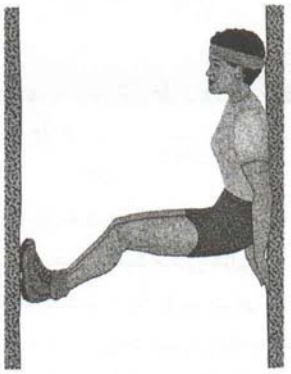
۷۶. بزرگی نیروی کششی وارد بر گلوله‌ای به قطر 53cm را که با تندی 250m/s در ارتفاع ژاپین و در هوایی با چگالی $1/2 kg/m^3$ حرکت می‌کند، محاسبه کنید. فرض کنید $C = 0/75$ است.

۷۷. دوچرخه سواری دایره‌ای به شعاع 25/0m را با تندی ثابت 9/00m/s، دور می‌زند. جرم مجموع دوچرخه و دوچرخه سوار 85/0kg است. بزرگی‌های (الف) نیروی اصطکاک وارد بر دوچرخه از طرف مسیر و (ب) نیروی خالص وارد بر دوچرخه از طرف مسیر را محاسبه کنید.

۷۸. یک گوی هاکی به جرم 110g روی سطحی یخی، لغزانده شده و پس از پیمودن 15m بر اثر نیروی اصطکاک وارد از یخ، متوقف می‌شود. (الف) اگر تندی اولیه توپ 6/0m/s باشد، بزرگی نیروی اصطکاک چه قدر است؟ (ب) ضریب اصطکاک میان

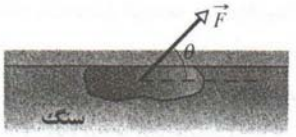
توپ و یخ چه قدر است؟

۷۹. در شکل ۶-۵۵، صخره‌نوردی به جرم ۴۹ کیلوگرم از دودکشی بالا می‌رود. ضریب اصطکاک استاتیکی بین کفش‌های او و صخره ۱/۲ و بین پشت او و صخره ۰/۸ است. وی فشارش به صخره را آن قدر کاهش می‌دهد تا پشت و کفش هایش در آستانهٔ لغزش قرار می‌گیرند. (الف) نمودار جسم-آزاد آن را رسم کنید. (ب) بزرگی فشار وارد بر صخره چه‌قدر است؟ (ج) نیروی اصطکاک وارد بر پشت او چه کسری (بخشی) از وزنش را تحمل می‌کند؟



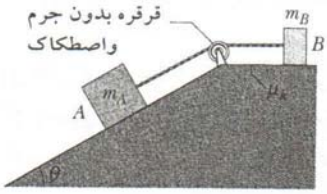
شکل ۶-۵۵ مسأله ۷۹

۸۰. یک سنگ ۵ کیلوگرمی بر روی سقف افقی یک غار کشیده می‌شود (شکل ۶-۵۶). چنان‌چه ضریب اصطکاک جنبشی ۰/۶۵ باشد و نیروی اعمال شده به سنگ زاویهٔ $\theta = 70^\circ$ را دارا باشد، بزرگی نیروی لازم وارد به سنگ برای این که با تندی ثابت حرکت کند، چه‌قدر است؟



شکل ۶-۵۶ مسأله ۸۰

۸۱. در شکل ۶-۵۷ جعبه A دارای جرم $m_A = 4kg$ و جعبهٔ B دارای جرم $m_B = 2kg$ می‌باشد. ضریب اصطکاک جنبشی بین جعبه B و صفحهٔ افقی $\mu_k = 0/5$ می‌باشد. سطح شیب‌دار بدون اصطکاک است و زاویهٔ آن $\theta = 30^\circ$ می‌باشد. قرقره تنها به منظور تغییر امتداد طناب متصل‌کنندهٔ جعبه‌ها به کار می‌رود. جرم طناب ناچیز است. (الف) کشش طناب و (ب) بزرگی شتاب جعبه‌ها را بیابید.



شکل ۶-۵۷ مسأله ۸۱

۸۲. وقتی چوب اسکی روی برف قرار گیرد، به برف می‌چسبد. ولی وقتی روی برف حرکت کند، بر اثر کشیده شدن باعث گرم شدن و ذوب شدن بخشی از برف می‌شود و در نتیجه ضریب اصطکاک جنبشی و لغزشی کاهش می‌یابد. موم اندود کردن چوب اسکی آن را دافع آب می‌کند و این به‌کاهش اصطکاک با لایه آب به وجود آمده می‌انجامد. مجله‌ای گزارش کرده است که نوع تازه‌ای از چوب اسکی پلاستیکی ساخته شده است که به ویژه دافع آب است. اسکی بازی که یک شیب ملایم ۲۰۰ متری را در آلپ از بالا به پایین با چوب اسکی های معمولی در ۶۱s طی می‌کرد. با این چوب اسکیهای جدید همان مسیر را در ۴۲s طی می‌کند. بزرگی شتاب میانگین اسکی باز را (الف) با چوب اسکی های معمولی و (ب) با چوب اسکی های جدید، تعیین کنید. با فرض اینکه زاویه شیب ۳/۰۰ باشد، ضریب اصطکاک جنبشی را برای (ج) چوب اسکی های معمولی و (د) چوب اسکی های جدید محاسبه کنید.

۸۳. بچه‌ای که در نزدیک یک کارگاه جاده سازی در حال بازی کردن است از روی یک نرده محافظ به داخل یک شیب خاکی که زاویه شیب رو به پایین آن ۳۵۰ است، سقوط می‌کند. در هنگامی که بچه روی شیب رو به پایین می‌لغزد، شتابی به بزرگی $0/50 m/s^2$ دارد که جهت آن رو به بالای شیب است. ضریب اصطکاک جنبشی میان بچه و شیب چه قدر است؟

۸۴. در شکل ۶-۵۸، فردی اتومبیلی را (بدون بار منفی) بالای تپه‌ای می‌راند، مقطع عرضی تپه را می‌توان تقریباً توسط یک دایره با شعاع $R = 250m$ نشان داد. بیش‌ترین تندی که در آن فرد می‌تواند بدون خارج شدن اتومبیل از جاده در بالای تپه رانندگی کند، چه‌قدر است؟

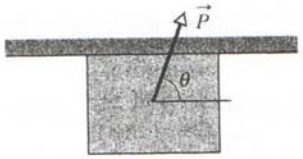
شکل ۶-۵۸ مسأله ۸۴

۸۵. اتومبیلی به وزن 10/7kN می‌خواهد پیچ شیب‌بندی نشده‌ای به شعاع 61/0m رابدون نیروی بالابر منفی، با تندی 13/4 m/s دور بزند، (الف) بزرگی نیروی اصطکاک لازم برای نگه داشتن اتومبیل روی مسیر دایره‌ای باید چه قدر باشد؟ (ب) اگر ضریب اصطکاک ایستایی میان لاستیک ها و جاده ۰/۳۵۰ باشد، آیا اتومبیل می‌تواند با موفقیت پیچ را دور بزند؟

۸۶. یک نیروی ۱۰۰ نیوتونی با زاویه θ رو به بالای یک کف افقی بر نیمکتی به جرم 25/0kg که روی کف اتاق قرار دارد وارد شده است. اگر $\theta = 0^\circ$ باشد، (الف) مولفه افقی F_h نیروی وارد شده و (ب) بزرگی F_N نیروی عمودی وارد از کف بر نیمکت چه قدر است؟ اگر $\theta = 30/0^\circ$ باشد، مطلوب است (ج) F_h و (د) F_N. اکنون فرض کنید که ضریب برابر با (ه) ۰۰، (و) ۳۰/۰۰، و (ز) ۶۰/۰۰ باشد، آیا نیمکت بر کف می‌لغزد یا در حالت سکون باقی می‌ماند؟

۸۷. دانشجویی، که از امتحان پایان ترمش ناراحت است، جعبه‌ای به جرم ۵ کیلوگرم را با

نیروی $\vec{P}$ به بزرگی ۸۰N و تحت زاویهٔ $\theta = 70^\circ$ به سقف اطاقش فشار می‌دهد (شکل ۶-۵۹). اگر ضریب اصطکاک جنبشی بین جعبه و سقف ۰/۴ باشد، بزرگی شتاب جعبه چه‌قدر است؟



شکل ۶-۵۹ مسأله ۸۷

۸۸. ریسمان خاصی می‌تواند حداکثر کشش ۴۰N را بدون گسیختگی تحمل کند. کودکی سنگ ۰/۳۷ کیلوگرمی را به یک انتهای آن گره می‌زند، و انتهای دیگر آن را در دست نگه می‌دارد، سنگ را در مسیر دایره‌ای عمودی به شعاع ۰/۹۱m به چرخش در می‌آورد و به آرامی سرعت را افزایش می‌دهد تا ریسمان پاره می‌شود. (الف) زمانی که ریسمان پاره می‌شود سنگ در کجای مسیرش است؟ (ب) در لحظهٔ پاره شدن ریسمان، سرعت سنگ چه‌قدر است؟

۸۹. شما صندوقی به وزن ۱۶۵N را در امتداد یک کف به سمت بارانداز هل می‌دهید. ضریب اصطکاک ایستایی میان صندوق و کف ۰/۵۱۰، و ضریب اصطکاک جنبشی میان آن ها ۰/۳۲ است. نیرویی که شما بر صندوق وارد می‌کنید در راستای افق است. (الف) بزرگی نیروی شما باید چه قدر باشد تا صندوق در آستانه لغزیدن قرار گیرد؟ (ب) بزرگی نیروی که از آن پس باید بر صندوق وارد کنید تا با سرعت ثابت حرکت کند، چه قدر است؟ (ج) اگر شما به جای این نیرو، همان نیروی پاسخ (الف) را به کار گیرید، بزرگی شتاب صندوق چه قدر خواهد شد؟

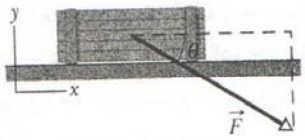
۹۰. بچه‌ای به وزن ۱۴۰N به حالت سکون بر بالای سرسره‌ای که با افق زاویه ۲۵۰ می‌سازد نشسته است. بچه به نگه داشتن کناره‌های سرسره از لغزیدن خود جلوگیری می‌کند. پس از اینکه بچه کناره‌های سرسره را رها می‌کند به شتاب ثابت ۰/۸۶m/s۲ (البته رو به پایین) می‌رسد. (الف) ضریب اصطکاک جنبشی میان بچه و سرسره چه قدر است؟ (ب) مقدارهای حداکثر وحداقل ضریب اصطکاک ایستایی میان بچه و سرسره که با اطلاعات داده شده سازگار است چه قدر است؟

۹۱. قفسه‌ای با وزن ۵۵۶N روی کف اتاق و در حال سکون قرار دارد. ضریب اصطکاک ایستایی میان قفسه و کف اتاق ۰/۶۸ و ضریب اصطکاک جنبشی بین آن ها ۰/۵۶ است. در چهار تلاش متفاوت برای حرکت دادن قفسه، به آن نیروهای افقی (الف) ۲۲۲N، (ب) ۳۳۴N، (ج) ۴۴۵N و (د) ۵۵۶N وارد می‌شود. برای هر یک از تلاش‌ها بزرگی نیروی اصطکاک وارد بر قفسه را از سوی کف اتاق تعیین کنید. (همانطور که گفته شد قفسه در ابتدا برای کلیه تلاش ها ساکن است). (ه) در کدام یک از این تلاش ها قفسه حرکت می‌کند؟

۹۲. شخصی، سنگی به جرم ۰/۲۵۰kg را در کیسه قلاب سنگی به جرم ۰/۰۱kg می‌گذارد و سپس سنگ و کیسه را روی یک دایره عمودی به شعاع ۰/۶۵۰m می‌چرخاند. جرم ریسمان بین کیسه و دست شخص ناچیز است و وقتی کشش ریسمان به ۳۳/۰N یا بیشتر برسد، پاره می‌شود. فرض کنید که شخص بتواند تندی سنگ را به تدریج افزایش دهد. (الف) آیا ریسمان در پایین‌ترین نقطه دایره پاره می‌شود یا در بالاترین نقطه آن؟ (ب) در لحظه پاره شدن ریسمان، تندی سنگ چه قدر است؟

۹۳. یک سورتمه مسابقه چهار نفره (با جرم کل ۶۳۰kg) از مسیر مستقیمی که در ابتدای یک مسیر مسابقه قرار دارد پایین می‌آید. طول مسیر مستقیم ۸۰/۰m و زاویه ثابت شیب آن نسبت به افق ۱۰/۲۰ است. فرض کنید بر اثر توام اصطکاک و کشش هوا، نیروی ثابت ۶۲/۰N موازی با شیب و رو به بالای آن بر سورتمه وارد می‌شود. (الف) اگر تندی سورتمه در آغاز مسابقه ۶/۲۰m/s باشد، چه قدر طول می‌کشد تا سورتمه مسیر مستقیم را طی کند؟ (ب) فرض کنید بتوان اثرهای اصطکاک و کشش هوا را تا ۴۲/۰N کاهش داد. با همان سرعت اولیه قبلی، اکنون چه قدر طول می‌کشد تا سورتمه مسیر مستقیم را طی کند؟ به پرسش‌های بالا تا سه رقم معنادار پاسخ دهید.

۹۴. در شکل ۶-۶۰، نیروی $\vec{F}$ بر صندوقچه‌ای به جرم m روی سطح زمین که ضریب اصطکاک اصطکاکی بین صندوقچه و سطح زمین μ_s است، وارد می‌شود. زاویهٔ θ در ابتدا 0° می‌باشد ولی به تدریج افزایش می‌یابد به‌طوری که بردار نیرو در شکل در جهت عقربه ساعت می‌چرخد. در حین چرخش، مقدار F به طور پیوسته تنظیم می‌شود به صورتی که صندوقچه همواره در شرف لغزیدن است. برای $\mu_s = 0/7$ (الف) نسبت F/mg را بر حسب θ به‌صورت نمودار رسم کنید و (ب) زاویهٔ θ_{inf} را که در آن، این نسبت بی نهایت می‌شود، تعیین کنید. (ج) آیا روغن کاری، سطح زمین θ_{inf} را افزایش یا کاهش می‌دهد، یا این که بدون تغییر می‌ماند، (د) برای $\mu_s = 0/6$ مقدار θ_{inf} چه‌قدر است؟

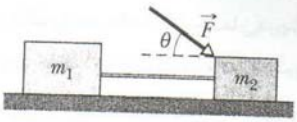


شکل ۶-۶۰ مسأله ۹۴

۹۵. در اوایل بعد از ظهر اتومبیلی در خیابانی شیبدار که با افق زاویه 35° می‌سازد، پارک کرده است. در لحظه پارک، ضریب اصطکاک میان لاستیک ها و سطح خیابان ۰/۷۲۵ است. مدتی بعد و در هنگام شب، توفانی به همراه تگرگ آغاز می‌شود و از برخورد تگرگ‌ها با سطح خیابان، ضریب اصطکاک هم به دلیل حضور یخ و هم به دلیل کاهش دما که منجر به تغییرات شیمیایی در سطح خیابان می‌شود، کاهش می‌یابد. ضریب اصطکاک با چه درصدی باید تغییر کند تا اتومبیل در وضعیت خطرناک لغزش رو به پایین در خیابان قرار گیرد؟

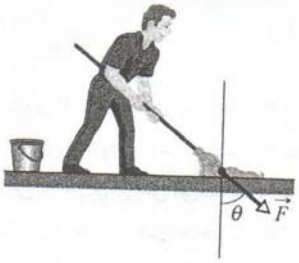
۹۶. در شکل ۶-۶۱، جعبهٔ ۱ به جرم $m_1 = 2kg$ و جعبهٔ ۲ به جرم $m_2 = 1kg$ توسط ریسمانی با جرم ناچیز به هم متصل شده‌اند. به جعبهٔ ۲، نیروی F به بزرگی ۲۰N و

تحت زاویهٔ $\theta = ۳۵°$ اثر می‌کند. ضریب اصطکاک جنبشی بین هر جعبه و سطح افقی ۰/۲ می‌باشد. کشش در داخل ریسمان چه‌قدر است؟



شکل ۶-۶۱ مسأله ۹۶

۹۷. در شکل ۶-۶۲، کارگر نیروی $\vec{F}$ را مستقیماً در امتداد دستهٔ جاروب، وارد می‌کند. دسته دارای زاویهٔ θ با راستای قائم می‌باشد و μ_s و μ_k ضرایب اصطکاک استاتیکی و جنبشی بین سر جارو و سطح زمین هستند. از جرم دسته صرف‌نظر کنید و فرض کنید که تمام جرم جارو m در سر آن است. (الف) چنان‌چه سر جارو در جهت سطح زمین و با سرعت ثابت حرکت کند، بزرگی F چه‌قدر است؟ (ب) نشان دهید که چنان‌چه θ کم‌تر از مقدار مشخص θ_s باشد، آن‌گاه $\vec{F}$ (هم‌چنان در راستای دسته جارو می‌باشد) قادر به حرکت دادن سر جارو نمی‌باشد. θ_s را به‌دست آورید.

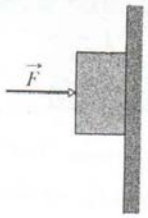


شکل ۶-۶۲ مسأله ۹۷

۹۸. پیچ بزرگراهی مناسب حرکت اتومبیل‌ها با تندی ۶۰ km/h طراحی شده است. فرض کنید که در هنگام حرکت اتومبیل ها بر آن ها نیروی بالابر منفی وارد نمی‌شود. (الف) اگر شعاع پیچ ۱۵۰ m باشد، زاویه درست شیب‌بندی جاده چه قدر است؟ (ب) اگر پیچ شیب‌بندی نشده باشد، حداقل ضریب اصطکاک میان لاستیک‌ها و مسیر باید چه قدر باشد تا از لغزیدن اتومبیل‌ها به هنگامی که پیچ را با تندی ۶۰ km/h دور می‌زنند، جلوگیری شود؟

۹۹. قطعه‌ای روی سطح شیبداری به زاویه شیب θ، با سرعت ثابت رو به پایین می‌لغزد. قطعه سپس روی همان سطح با تندی اولیه ۷۰ رو به پرتاب می‌شود. (الف) قطعه تا پیش از رسیدن به حالت سکون، چه قدر روی سطح بالا می‌رود؟ (ب) وقتی قطعه به حالت سکون برسد، آیا دوباره رو به پایین می‌لغزد؟ دلیلی برای پاسخ خود ارائه کنید.

۱۰۰. در شکل ۶-۶۳، جعبه‌ای به وزن ۲۲N با وارد کردن نیرویی با بزرگی ۶۰N مانند شکل نشان داده شده، ثابت نگاه داشته شده است. ضریب اصطکاک استاتیکی بین دیوار و جعبه ۰/۵۵ است و ضریب اصطکاک جنبشی بین آن ۰/۳۸ می‌باشد. در شش آزمایش، نیروی دومی $\vec{P}$ بر جعبه اعمال می‌شود و راستای این نیروی دوم موازی دیوار است که بزرگی و امتداد آن‌ها: (الف) ۳۴N رو به بالا، (ب) ۱۲N رو به بالا، (ج) ۴۸N رو به بالا. (د) ۶۲N رو به بالا، (ه) ۱۰N رو به پائین و (و) ۱۸N به سمت پائین است؟ بزرگی نیروی اصطکاک روی جعبه در هر آزمایش چیست؟ در کدام حالت جعبه حرکت می‌کند؟ طرف (ز) بالا و (ح) پایین دیوار؟ (ح) در کدام حالت نیروی اصطکاک به سمت پائین دیوار می‌باشد؟



شکل ۶-۶۳ مسأله ۱۰۰

۱۰۱. سکه‌کوچکی به جرم ۲/۰g در شعاع ۵/۰cm روی یک صفحه گردان افقی که در هر ۳/۱۴s سه دور کامل می‌زند، قرار دارد و نمی‌لغزد. (الف) تندی سکه، (ب) بزرگی و (ج) جهت (به طور شعاعی رو به داخل یا رو به خارج) شتاب سکه چیست؟ (د) بزرگی و (ه) جهت (رو به داخل و یا رو به خارج) نیروی اصطکاک وارد بر سکه چیست؟ اگر سکه در شعاع ۱۰cm قرار داده شود، در آستانه لغزش قرار می‌گیرد. (و) ضریب اصطکاک ایستایی میان سکه و صفحه گردان چه قدر است؟

۱۰۲. کودکی یک سبد کوچک را بر محیط بیرونی یک چرخ و فلک افقی به شعاع ۴/۶m قرار می‌دهد. چرخ و فلک درهر ۳۰s، یک بار می‌چرخد. (الف) تندی نقطه ای واقع بر محیط چرخ و فلک چه قدر است؟ (ب) کمترین مقدار ضریب اصطکاک ایستایی میان سبد و چرخ و فلک باید چه قدر باشد تا سبد در سر جایش باقی بماند؟

۱۰۳. جعبه‌ای به جرم ۱/۵kg در ابتدا به حالت سکون روی سطحی افقی قرار دارد. در لحظه $t = ۰$ نیروی افقی $\vec{F} = (۱/۸t)\hat{i}$N (که t برحسب ثانیه است) بر جعبه وارد می‌شود. شتاب جعبه بر حسب تابعی از زمان t به این قرار است. $\vec{a} = ۰$ به ازای $۰ \leq t \leq ۲/۸$s و $\vec{a} = (۱/۲t - ۲/۴)\hat{i}$m/s^۲ به ازای $t > ۲/۸$s. (الف) ضریب اصطکاک ایستایی میان جعبه و سطح چه قدر است؟ (ب) ضریب اصطکاک جنبشی میان جعبه و سطح چه قدر است؟

۱۰۴. تنه درختی به وزن ۲۲۰N به حالت سکون روی کف اتاق قرار دارد. ضریب اصطکاک ایستایی میان تنه درخت و کف اتاق ۰/۴۱ و ضریب اصطکاک جنبشی آن‌ها ۰/۳۲ است. (الف) بزرگی نیروی افقی حداقل‌ای که شخص باید بر تنه هنگامی که تنه درخت به حرکت درآمد بزرگی نیروی افقی که شخص باید وارد کند تا حرکتش را با سرعت ثابت ادامه دهد چه قدر است؟ (ج) اگر شخص با همان نیروی به کار رفته برای شروع حرکت به هل دادن ادامه دهد، بزرگی شتاب چه قدر می‌شود؟

۱۰۵. کارگری نیروی افقی ۸۵ نیوتن را بر جعبه‌ای به جرم ۸۵ کیلوگرم که روی یک سطح تخت افقی ساکن است، وارد می‌کند. وقتی که جعبه مسافت ۱/۴ متر را می‌پیماید، سرعت آن به ۱/۰ متر بر ثانیه می‌رسد. ضریب اصطکاک بین جعبه و

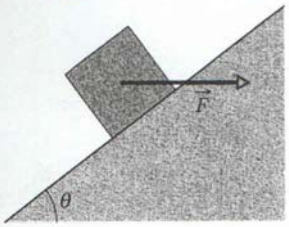
سطح چقدر است؟

۱۰۶. تصور کنید که کیلوگرم استاندارد بر روی خط استوای زمین قرار دارد، که در دایره‌ای به شعاع $۶/۴\times۱۰^{۶}$ m (شعاع زمین) با سرعت ثابت ۴۶۵m/s به واسطهٔ چرخش زمین در حرکت است. (الف) بزرگی نیروی مرکز گرای وارد بر کیلوگرم استاندارد در حین دوران چه‌قدر است؟ تصور کنید که در آن محل، کیلوگرم استاندارد از یک ترازوی فنری آویزان شده است و فرض کنید که دقیقاً ۹/۸N وزن دارد، اگر زمین چرخش نداشته باشد، (ب) ترازوی فنری چه‌قدر را نشان می‌داد یعنی، مقدار نیروی وارد بر ترازو از طرف کیلوگرم استاندارد چه‌قدر است؟

۱۰۷. وقتی یک قطعه ۴۰ نیوتونی روی سطح شیبداری که با افق زاویه ۲۵° می‌سازد رو به پایین بلغزد، شتاب آن $۰/۸۰\text{m/s}^{۲}$ رو به بالای سطح است. ضریب اصطکاک جنبشی میان قطعه و سطح شیبدار چه قدر است؟

۱۰۸. چمدان‌ها در فرودگاه توسط تسمه نقاله‌ای از یک مکان به مکان دیگری منتقل می شوند. در یک مکان معین، تسمه از شیبی که با افق زاویه ۲/۵۰ می‌سازد پایین می‌رود. فرض کنید با چنین زاویه شیب اندکی، لغزشی برای چمدان رخ نمی‌دهد، هنگامی که چمدان با وزن ۶۹N از بخش شیبدار می‌گذرد، بزرگی نیروی اصطکاکی را که بر چمدان از سوی تسمه وارد می‌شود تعیین کنید. در صورتی که تندی تسمه (الف) ۰ و ثابت، (ب) ۰/۶۵m/s و ثابت، (ج) ۰/۶۵m/s و زیاد شونده با آهنگ ۰/۲۰m/s۲، و (د) ۰/۶۵m/s و کم شونده با آهنگ ۰/۷۵m/s۲ باشد. (ج) برای کدامیک از این پنج وضعیت جهت نیروی اصطکاک به سمت پایین سطح شیبدار است؟

۱۰۹. در شکل ۶-۶۴، جعبه ۵کیلوگرمی در اثر اعمال نیروی افقی $\vec{F}$ به بزرگی ۵۰ نیوتن بر روی سطح شیب‌داری با زاویه شیب $\theta = ۳۷°$ بالا می‌رود. ضریب اصطکاک جنبشی بین جعبه و سطح ۰/۳ می‌باشد. (الف) بزرگی و (ب) جهت (بالا یا پائین سطح) شتاب جعبه چه‌قدر است؟ تندی اولیهٔ جعبه 4m/s می‌باشد. (ج) چه مسافتی را جعبه روی سطح طی می‌کند؟ (د) زمانی که به بالاترین نقطه مسیرش می‌رسد، آیا ساکن باقی می‌ماند یا به سمت پائین شروع به حرکت می‌کند؟



شکل ۶-۶۴ مسأله ۱۰۹