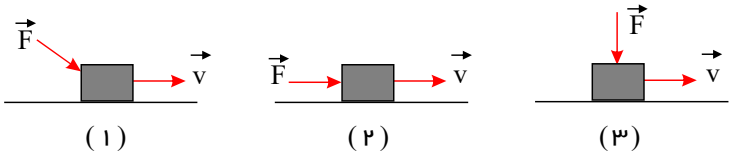
نام و نام خانوادگی:

نام آزمون: فیزیک دهم – فصل سوم – تشریحی

مدرسه فرزانگان دوره دوم

۱ نیروی ثابت F بر یک جعبه متحرک به طریق‌های مختلفی (مطابق شکل) وارد می‌شود. بزرگی کار انجام شده توسط این نیرو بر جعبه را به ترتیب با هم مقایسه کنید؟



۲ انرژی جنبشی گربه‌ای به جرم ۳ کیلوگرم که با تندی ثابت $۵\frac{m}{s}$ می‌دود چقدر است؟

۳ گربه‌ای با تندی دو برابر تندی اول خود حرکت می‌کند. انرژی جنبشی آن چند برابر می‌شود؟

۴ کارگری کیسه آردی را به جرم $۵۰kg$ را به دوش خود گذاشته و حرکت می‌کند. اگر قد او ۱۸۰ سانتی‌متر باشد حداقل چه مقدار کار برای جابه‌جا کردن کیسه تا شانهٔ خود انجام داده است؟ (فرض کنید فاصله‌ی زمین تا شانه‌ی کارگر ۱۸۰ سانتی‌متر است و $g = ۱۰\frac{m}{s^۲}$)

۵ نخی به طول یک متر در اختیار داریم و سنگی به جرم $۰/۵kg$ را به انتهای آن بسته‌ایم. اگر این جسم را توسط نخ روی یک مسیر دایره‌ای با تندی $۲\frac{m}{s}$ بچرخانیم انرژی جنبشی آن چقدر است؟

۶ جسمی به جرم $۲/۰kg$ در حال سقوط عمودی است. اگر این جسم $۴/۰m$ سقوط کند، کار نیروی وزن چقدر است؟ ($g \simeq ۱۰/۰\frac{m}{s^۲}$)

۷ یک اسکی باز به جرم $۱۱۰kg$ از یک سرپایینی بدون اصطکاک پایین می‌آید.

الف) اگر بالاترین نقطهٔ سراشیبی $۲۰۰m$ ارتفاع داشته باشد کار نیروی وزن اسکی‌باز وقتی که تمام مسیر را طی می‌کند چقدر است؟

ب) تندی اسکی‌باز وقتی که به انتهای مسیر می‌رسد را محاسبه کنید. ($g \simeq ۱۰\frac{m}{s^۲}$)

۸ فرض کنید که شما از آسانسور استفاده می‌کنید. این آسانسور شما را از طبقه همکف ($h = ۰$) تا طبقه چهارم ($h = ۱۲m$) بالا می‌برد. اگر شما از حالت سکون حرکت خود را آغاز کرده باشید و به حالت سکون نیز حرکت شما پایان یابد، کار نیروی وزن و کار نیروی آسانسور را محاسبه کنید. (فرض کنید جرم شما ۷۰ کیلوگرم است و $g \simeq ۱۰\frac{m}{s^۲}$).

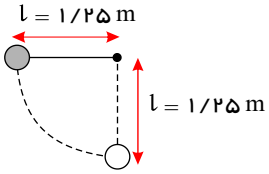
۹ بهداد سلیمی قهرمان وزنه‌برداری کشورمان وزنهٔ $۲۶۰/۰kg$ را تا ارتفاع $۲/۵m$ بالا می‌برد. کار نیروی وزن این وزنه را محاسبه کنید؟ آیا کاری که بهداد سلیمی انجام می‌دهد با این کار برابر است؟

۱۰ کارگر ساختمانی کیسه سیمانی به جرم $۵۰kg$ را تا ارتفاع $۱۲m$ متری یک ساختمان بالا می‌برد. کار نیروی وزن و تغییرات انرژی پتانسیل را در این بالا بردن محاسبه کنید. اگر این کارگر این کیسه را به پایین پرت کند کار نیروی وزن آن چقدر است؟ تندی کیسهٔ سیمان قبل از برخورد به زمین چقدر می‌شود؟

۱۱ یک موتور الکتریکی جسمی به جرم $۵۰kg$ را تا ارتفاع $۱۰m$ بالا می‌برد. اگر این جسم حرکت خود را از سکون آغاز کند و در آخر نیز دوباره به حال سکون برسد کار نیروی موتور الکتریکی را بیابید.

۱۲ طول تار در شکل برابر با $۱/۲۵m$ می‌باشد. وقتی که گلوله رها می شود. روی کمان خط‌چین تاب می‌خورد. هنگامی که گلوله به پایین‌ترین نقطهٔ حرکت خود می‌رسد سرعتش چقدر خواهد بود؟

($g \simeq ۱۰\frac{m}{s^۲}$)



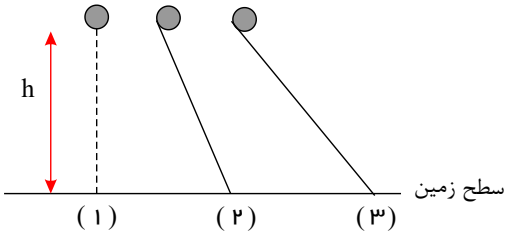
۱۳ اگر شخصی به وزن $۶۰۰N$ پلکانی به ارتفاع $۵m$ را در مدت چهار ثانیه بالا برود، چه توانی به طور متوسط باید مصرف کند؟

۱۴) از آبشاری به ارتفاع $100m$ در هر ثانیه $1200m^3$ آب پایین می‌ریزد با فرض اینکه $\frac{3}{4}$ انرژی جنبشی حاصل از سقوط آب بوسیلهٔ یک موتور الکتریکی به انرژی الکتریکی تبدیل می‌شود، توان حاصل از مولد چقدر است؟ $\left(g = 10\frac{m}{s^2}\right)$

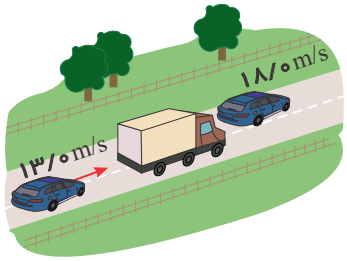
۱۵) پمپ آبی درهر دقیقه $150kg$ آب را از چاهی به عمق ۱۰ متر بالا کشیده و با سرعت $5m/s$ به بیرون پمپ می‌کند. اگر بازده این پمپ ۳۰ درصد باشد، توان ورودی آن چقدر است؟

۱۶) می خواهیم با استفاده از پمپ آبی با توان $800W$ یک تانکر ۵۰۰ لیتری را که درارتفاع ۱۰ متری قراردارد پر کنیم. بازده پمپ ۲۰ درصد است. فرایند پر کردن چقدر طول می‌کشد؟ (چگالی آب $1\frac{kg}{L}$ است)

۱۷) مطابق شکل سه جسم از حال سکون رها می‌شوند. تندی اجسام زیر را در هنگام رسیدن به سطح زمین را با هم مقایسه کنید.



۱۸) شکل روبه‌رو خودرویی به جرم $1300kg$ را نشان می‌دهد که برای سبقت گرفتن از کامیونی، در مسیری افقی و در مدت $3/0s$ تندی خود را از $v_1 = 13/0\frac{m}{s}$ به $v_2 = 18/0\frac{m}{s}$ تغییر داده است. توان متوسط موتور خودرو برای انجام این کار، دست کم چقدر باید باشد؟ نیروهای اتلافی را نادیده بگیرید.



۱۹) درستی یا نادرستی عبارتهای زیر را تعیین کنید

الف) قضیهٔ کار – انرژی جنبشی، کار کل را به تغییرات انرژی جنبشی مربوط می‌کند.

ب) کار کل در قضیهٔ کار – انرژی جنبشی همواره مثبت است.

پ) اگر حرکت جسمی تندشونده باشد حتماً علامت کار کل مثبت است.

ت) اگر حرکت جسمی کندشونده باشد حتماً علامت کار کل مثبت است.

۲۰) با انتخاب عبارت مناسب از داخل پرانتز، جاهای خالی را پُر کنید.

الف) انرژی مکانیکی جسم درحال سقوط (با فرض ناچیز بودن مقاومت هوا) ..... (ثابت/متغیر) است.

ب) اگر جسمی را به سمت بالا پرتاب کنیم انرژی جنبشی درحال بالا رفتن ..... (کاهش/افزایش) می‌یابد.

پ) اگر جسمی را به سمت بالا پرتاب کنیم انرژی پتانسیل گرانشی درحال بالا رفتن ..... (کاهش /افزایش) می‌یابد. (نسبت به زمین)

ت) اگر جسمی را به سمت بالا پرتاب کنیم با فرض ناچیز بودن مقاومت هوا انرژی مکانیکی ..... (ثابت/ متغیر)است.

ث) اگر دوچرخه سواری یک سراشیبی را پایین بیاید انرژی جنبشی او ..... (افزایش/کاهش) و انرژی پتانسیل گرانشی او ..... (افزایش/کاهش)می‌یابد. (مبدأ پتانسیل گرانشی زمین صاف است)

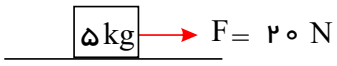
۲۱) شخصی با نیروی F دیواری را هل می‌دهد. می‌دانیم این شخص کار انجام نمی‌دهد پس چرا خسته می‌شود؟

۲۲) دو دونده در حال دویدن هستند. اگر دوندهٔ اول دارای $80kg$ و تندی $6\frac{m}{s}$ باشد و جرم دوندهٔ دوم ۱/۲ برابر جرم دوندهٔ اول و تندی‌اش نصف تندی دوندهٔ اول باشد، نسبت انرژی جنبشی آنها چقدر است؟

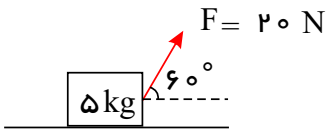
۲۳) یک اتومبیل از چه ارتفاعی سقوط کند تا انرژی جنبشی حاصل معادل حالتی باشد که اتومبیل با تندی $108\frac{km}{h}$ حرکت می‌کند؟ (g را تقریباً ۱۰ بگیرید)

۲۴ جسمی به جرم $5kg$ روی سطح افقی زمین قرار دارد و با نیروی افقی $20N$، دو متر در امتداد سطح جابه‌جا شده است.

الف) کار انجام شده روی جسم توسط نیروی F چقدر است؟



ب) اگر این نیرو با زاویهٔ 60° به جسم اعمال شود کار انجام شده روی جسم را محاسبه کنید؟

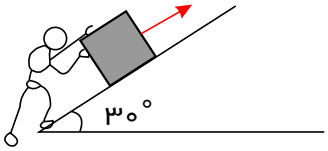


$$\begin{cases}\theta = 0 \\ \cos\theta = 1\end{cases}$$

۲۵ یک توپ جنگی گلوله‌ای به جرم یک کیلوگرم را شلیک می‌کند. کار کل تغییرات انرژی جنبشی این گلوله وقتی که تندی آن از $4\frac{m}{s}$ به $8\frac{m}{s}$ تغییر می‌کند چقدر است؟

۲۶ شخصی جعبه‌ای به جرم $24kg$ را از یک شیب بدون اصطکاک بالا می‌برد کاری که این شخص برای جابه‌جایی ۲۰ متری جعبه انجام می‌دهد را محاسبه کنید.

(فرض کنید که جعبه با سرعت ثابت حرکت می‌کند) ($g \simeq 10 m/s^2$)

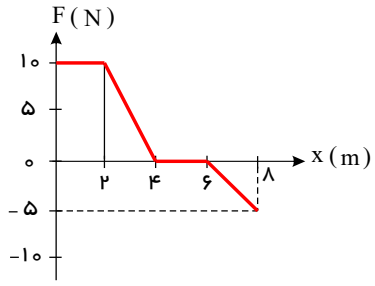


۲۷ بازیکنی، توپ بیسبالی را با تندی اولیهٔ $18m/s$ به‌صورت افقی پرتاب می‌کند و بازیکن دیگر توپ را در همان ارتفاع پرتاب دریافت می‌کند. قبل از برخورد توپ به دست بازیکن گیرنده، تندی توپ $12m/s$ شده است. چقدر کار برای غلبه بر نیروی مقاومت هوا انجام شده است؟ جرم توپ بیسبال $250g$ می‌باشد.

۲۸ جسمی به جرم $5/0kg$ بر اثر نیروی متغیری روی یک سطح افقی بدون اصطکاک در خط راست حرکت می‌کند. منحنی تغییرات نیرو بر حسب مکان در شکل نشان داده شده است. اگر نیروی F همواره در امتداد سطح افقی باشد،

الف) وقتی که جسم از مبدأ تا نقطهٔ $x = 8/0m$ حرکت می‌کند کار انجام شده توسط این نیرو چقدر است؟

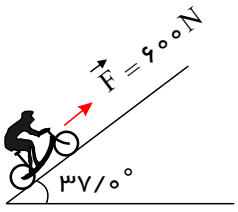
ب) اگر سرعت جسم هنگام عبور از مبدأ $4/0m/s$ باشد، با چه سرعتی از نقطهٔ $x = 8/0m$ می‌گذرد؟



۲۹ یک دوچرخه سوار از یک سربالایی با شیب ثابت بالا می‌رود. زاویه‌ای که این شیب با افق می‌سازد $37/0^\circ$ می‌باشد. اگر دوچرخه $13kg$ و دوچرخه سوار $47kg$ جرم داشته باشند و نیرویی که دوچرخه سوار وارد می‌کند برابر با $600N$ باشد برای جابه‌جایی $300m$ محاسبه کنید:

الف) چقدر دوچرخه سوار کار انجام می‌دهد؟ $\left(g = 10\frac{m}{s^2}, \cos 37^\circ = 0/8\right)$

ب) کار نیروی وزن مجموعهٔ دوچرخه و دوچرخه سوار را محاسبه کنید.



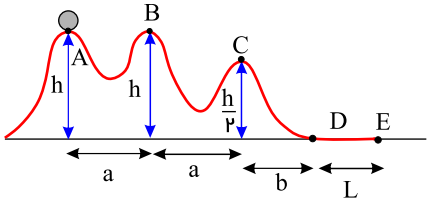
۳۰ جسم ساکن تحت تأثیر دو نیروی افقی $F_1 = 40/0N$ هم جهت با جابه‌جایی و F_2 بر روی سطح افقی قرار گرفته است و شروع به حرکت می‌کند. پس از پیمودن مسافت $20m$ انرژی جنبشی جسم به $300J$ می‌رسد، F_2 چند نیوتون و در چه جهتی است؟

۳۱ دانش‌آموزی یک توپ پینگ پونگ را با تمام قدرت بر زمین می‌کوبد. مشاهده می‌شود که این توپ به جرم $3g$ هنگام جداشدن از سطح زمین تندی اولیه معادل $12m/s$ می‌گیرد و حداکثر تا ارتفاع $5m$ بالا می‌رود. کار نیروی مقاومت هوا برای این توپ از لحظهٔ جدا شدن از زمین تا رسیدن به نقطهٔ اوج چقدر است؟ ($g \simeq 10\frac{m}{s^2}$)

۳۳ ماهواره آکوا با جرم $۲۸۵۰\ kg$ در ارتفاع $۷۰۵km$ سطح زمین قرار دارد. این ماهواره با تندی $۲۷۵۰۰\frac{km}{h}$ دور زمین می‌چرخد. انرژی جنبشی و انرژی پتانسیل این ماهواره نسبت به سطح زمین چقدر است؟ آیا این جواب‌ها دقیق هستند؟ $\left(g = ۹/۸\frac{m}{s^۲}\right)$

۳۴ مقدار کار کلی که انجام می‌شود تا تندی ماشین از صفر به $۵\frac{m}{s}$ برسد بیشتر است یا مقدار کار کلی که انجام می‌شود تا تندی ماشین از $۵\frac{m}{s}$ به $۱۰\frac{m}{s}$ برسد؟

۳۵ گلوله‌ای به جرم m روی سطح بدن بدون اصطکاکی از نقطهٔ A با سرعت $v_۰$ مطابق شکل عبور می‌کند. فرض کنید که این گلوله را می‌توان ذره‌ای در نظر گرفت که همیشه روی مسیر حرکت باقی می‌ماند.



الف) سرعت گلوله در نقاط B , C چقدر است؟

ب) اگر گلوله در نقطهٔ D در اثر نیروی ثابت و کندکننده قرار گیرد، و در نقطه E متوقف شود، اندازهٔ شتاب در این قسمت را محاسبه کنید.

۳۶ بازیکن والیبالی در هنگام زدن آبشار به توپ تندی معادل $۳۰\frac{m}{s}$ می‌دهد. اگر این ضربه در ارتفاع $۳m$ اتفاق می‌افتد و توپ با تندی $۲۵\frac{m}{s}$ در زمین حریف بخوابد، کار نیروی مقاومت هوا چقدر است؟ (جرم توپ والیبال تقریباً $۳۰۰g$ است).

۳۷ اسبی با سرعت ثابت $۷/۲\frac{km}{h}$ درراستای افقی حرکت می‌کند.و ارابه را با نیروی $۱۸۰N$ به دنبال خود می‌کشد. زاویه‌ی نیرو با افق زاویه‌ی ۳۷ درجه می‌سازد.

الف)این اسب درمدت ۱۰ دقیقه چقدر کار انجام داده است؟

ب)توان اسب چقدر است؟

۳۸ از آبشاری به ارتفاع $۱۰۰m$ در هر ثانیه $۵۰۰m^۳$ آب پایین می‌ریزد. با فرض اینکه ۲۰ درصد انرژی حاصل از سقوط آب به وسیله‌ی یک توربین به انرژی الکتریکی تبدیل می‌شود، توان خروجی حاصل از این مولد چقدر است؟ (چگالی آب $۱۰۰۰\frac{kg}{m^۳}$ است)

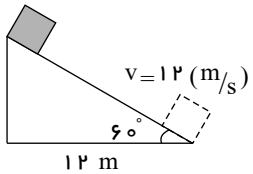
۳۹ توپی به جرم $۱/۵kg$ را با $۱۲m/s$ به سمت بالا پرتاب می‌کنیم. اگر تندی توپ به هنگام برگشت $۹m/s$ باشد:

الف) کل کاری که روی توپ انجام شده است چقدراست؟

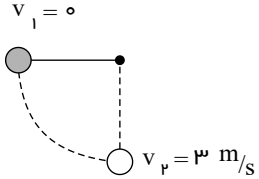
ب) کار نیروی وزن را محاسبه کنید. (در رفت و برگشت)

ج) کار نیروی مقاومت هوا چقدر است؟

۴۰ جسمی دربالای یک سراشیبی بدون اصطکاک باشیب تقریبی ۶۰ درجه قرار دارد. اگر جرم جسم $۱۰kg$ باشد از شروع تا لحظهٔ پایین رسیدن آن کار کل انجام شده روی جسم چقدر است؟ نیروی متوسط وارده به جسم چقدر است؟



۴۱ مطابق شکل وزنه‌ای را به طنابی بسته ایم وآن را از ارتفاع خاصی رها می‌کنیم. اگر جرم وزنه برابر $۲۰kg$ باشد مطلوب است:



الف) کار کل انجام شده روی وزنه چقدراست؟

ب) این کار توسط چه نیروهایی انجام می‌شود؟ فقط نام ببرید.

۴۲ ازروی یک برج بلند جسمی را رها می‌کنیم تابه زمین برسد. کار نیروی وزن چقدر است؟ اگر این جسم را با سرعت V به سمت جلو پرتاب کنیم درفاصله‌ای مشخص از پایه برج برزمین برخورد می‌کند، کار نیروی وزن در این حالت چقدراست؟ (ارتفاع برج را h و جرم جسم را g بگیرید)

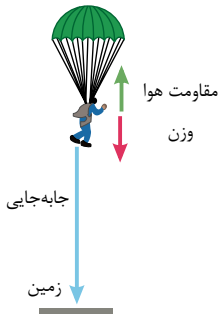
۴۴ ازبالای یک ساختمان به ارتفاع $۴٫۲m$ جسمی را با تندی اولیهٔ $۲۰m/s$ مستقیم به سمت بالا پرتاب می‌کنیم. این جسم از بالای ساختمان به سمت زمین سقوط می‌کند. اگر نیروی مقاومت هوا ناچیز باشد($g \simeq ۱۰m/s^۲$)

الف) این جسم تا چه ارتفاعی بالا می‌رود؟(نسبت به پشت بام ساختمان)

ب) تندی برخورد این جسم به زمین چقدر است؟

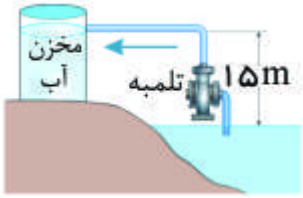
ج) هنگامی جسم درارتفاع $۸m$ از سطح زمین قرار دارد تندی آن را محاسبه کنید.

۴۵ چتربازی به جرم $۷۰kg$، از بالونی که در ارتفاع $۸۰۰m$ از سطح زمین است، با تندی $۱٫۵\frac{m}{s}$ به بیرون بالون می‌پرد. اگر او با تندی $۴٫۵\frac{m}{s}$ به زمین برسد، کار نیروی مقاومت هوا روی چترباز را در طول مسیر سقوط محاسبه کنید. شتاب گرانش زمین را $۹٫۸\frac{m}{s^۲}$ بگیرید.



۴۶ جرم اتاقک بالابری به همراه بار آن $۵۰۰kg$ است (شکل روبه‌رو). اگر این بالابر در مدت $۱min$ از طبقهٔ همکف به طبقهٔ دوم در ارتفاع $۶m$ برود، توان متوسط موتور این بالابر چند اسب بخار است؟ نیروهای اتلافی را نادیده بگیرید.

۴۷ تلمبه‌ای با توان ورودی $۱۵kW$ در هر ثانیه ۷۰ لیتر آب دریاچه‌ای به چگالی $۱۰۰۰\frac{kg}{m^۳}$ را مطابق شکل روبه‌رو تا ارتفاع ۱۵ متری مخزنی می‌فرستد. بازده تلمبه چند درصد است؟



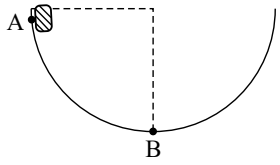
۴۸ آب ذخیره‌شده در پشت سد یک نیروگاه برق آبی، از مسیری مطابق شکل روی پره‌های توربینی می‌ریزد و آن را می‌چرخاند. با چرخش توربین، مولد می‌چرخد و انرژی الکتریکی تولید می‌شود (شکل روبه‌رو). اگر ۸۵ درصد کار نیروی گرانش به انرژی الکتریکی تبدیل شود، در هر ثانیه چند متر مکعب آب باید روی توربین بریزد تا توان الکتریکی خروجی مولد نیروگاه به $۲۰۰MW$ برسد؟ جرم هر متر مکعب آب را $۱۰۰۰kg$ در نظر بگیرید.

۴۹ شخصی گلوله‌ای برفی به جرم $۱۵۰g$ را از روی زمین برمی‌دارد و تا ارتفاع $۱٫۲m$ بالا می‌برد و سپس آن را با تندی $۱۲\frac{m}{s}$ پرتاب می‌کند. کار انجام شده توسط شخص روی گلولهٔ برفی چقدر است؟ $\left(g = ۱۰\frac{m}{s^۲}\right)$

۵۰ مطابق شکل جسمی به جرم $۳٫۰kg$ از نقطهٔ A رها شده و در نقطهٔ B تندی آن به $۲٫۰\frac{m}{s}$ می‌رسد. اگر قطر نیم‌دایره $۲٫۰m$ باشد، کار نیروی

اصطکاک در این جا به جایی چند ژول است؟

$(g = ۱۰ \frac{N}{kg})$



الف کل کار انجام شده

ب کار نیروی وزن

پ کار نیروی عمودی تکیه‌گاه

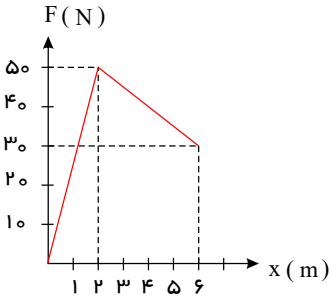
ت دراین مسیر ، دو نیروی وزن و اصطحکاک روی جسم کار انجام می دهند. بنابراین داریم :

۵۱ انرژی جنبشی دونده‌ای نصف انرژی جنبشی پسربچه‌ای است که جرمش نصف جرم دونده است. دونده تندی‌اش را به اندازهٔ $۱ m/s$ افزایش می‌دهد و در نتیجه انرژی او با انرژی جنبشی پسر بچه مساوی می‌شود. تندی اولیه دونده و پسر بچه به ترتیب چقدر است؟

۵۲ فرض کنید که جسمی روی زمین ایستاده است و حرکتی ندارد. در مورد کار نیروهای وارده به این جسم چه می‌توان گفت؟

۵۳ یک گلوله به جرم $۳۰۰g$ که با تندی $۵۰۰ \frac{m}{s}$ حرکت می‌کند به یک تکه چوب ثابت برخورد کرده و $۱۲cm$ در آن فرو می‌رود و در نهایت متوقف می‌شود، با فرض ثابت بودن نیروی وارد بر گلوله در مسیر حرکت، اندازهٔ این نیرو را محاسبه کنید.

۵۴ یک نیروی متغیر با مکان بر جسمی اثر می‌کند (مطابق شکل). جسم حرکت خود را از سکون در امتداد محور x و بر روی سطح بدون اصطکاک شروع می‌کند و در $x = ۴٫۰m$ سرعت $۵m/s$ دارد. جرم جسم چقدر است؟ (نیرو همواره در جهت x است.)



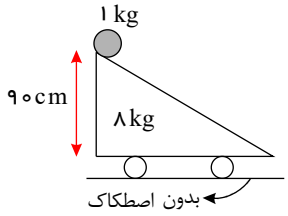
۵۵ ماشینی از حالت سکون به حرکت در می‌آید. وقتی که تندی آن از صفر تا v تغییر می‌کند کار کل روی ماشین $W_{۱t}$ و وقتی تندی آن از v به $۲v$ می‌رسد کار روی آن $W_{۲t}$ می‌شود. نسبت $\frac{W_{۲t}}{W_{۱t}}$ چقدر است؟

۵۶ یک موتور سوار به جرم $۱۳۰kg$ فاصلهٔ بین دو تپه را می‌پرد. اگر تپه‌ای که موتور سوار در ابتدا در آن قرار دارد $۵۰m$ بلندی داشته باشد و تپهٔ دوم $۲۰m$ ، انرژی پتانسیل گرانشی روی هر یک از تپه‌ها حساب کنید. قبل از پرش انرژی پتانسیل موتورسوار نسبت به تپهٔ دوم چقدر است؟ انرژی پتانسیل گرانشی موتور سوار نسبت به ارتفاع ۳۵ متری قبل و بعد از پرش چقدر است؟ کار نیروی وزن را در همهٔ حالات حساب کنید. $(g = ۱۰ \frac{m}{s^۲})$

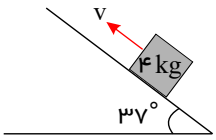
۵۷ توپی به جرم M با سرعت v به توپ ساکنی به جرم m برخورد می‌کند. در اثر این برخورد یک چهارم انرژی جنبشی توپ را جرم M به هدر می‌رود و دو توپ به هم می‌چسبند و با سرعت v' حرکت می‌کنند. v' را بر حسب v, M, m پیدا کنید.

۵۸ گلوله‌ای به جرم $۱۰kg$ با تندی اولیهٔ $۴۷۰ \frac{m}{s}$ در راستای قائم به طرف بالا شلیک می‌شود و تا رسیدن به نقطهٔ اوج، مقاومت هوا باعث اتلاف $۷٫۰ \times ۱۰^۵ J$ انرژی می‌شود. اگر مقاومت هوا وجود نداشت گلوله چقدر بالاتر می‌رود؟ $(g \simeq ۱۰ \frac{m}{s^۲})$

۵۹ در شکل زیر گوی یک کیلوگرمی رها می‌شود، و روی سطح شیب‌دار سر می‌خورد و با تندی $۴\frac{m}{s}$ به پایین مسیر می‌رسد. کل مسیر بدون اصطکاک است و سطح شیب دار نیز می‌تواند آزادانه حرکت کند. وقتی که گوی به پایین مسیر رسید سطح شیبدار به جرم ۸ کیلوگرم با چه تندی و در چه جهتی حرکت می‌کند؟ $\left(g = ۱۰\frac{N}{kg}\right)$



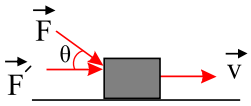
۶۰ جسمی به جرم $۴/۰kg$ با انرژی جنبشی $۱۲۸J$ از سطح شیب‌داری با شیب $۳۷/۰^\circ$ شروع به بالا رفتن می‌کند اگر نیروی اصطکاک بین جسم و سطح برابر با $۸N$ باشد، این جسم چقدر روی سطح شیب‌دار بالا می‌رود؟



پاسخ‌نامه تشریحی

۱

(۱) شماره $\rightarrow W_1 = F \cdot d\cos\theta \xrightarrow{\cos\theta<1} W_1 < F \cdot d$



(۲) شماره $W_2 = F \cdot d\cos\theta \xrightarrow[\theta=0]{\cos 0=1} W_2 = F \cdot d$

(۳) شماره $\rightarrow$ نیروی در جهت حرکت وجود ندارد $\rightarrow W_3 = F \cdot d\cos\theta \xrightarrow[\theta=90]{\cos 90=0} W_3 = 0$

بنابراین $W_2 > W_1 > W_3$

۲

$K = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}(3kg)(5\frac{m}{s})^2 = 37/5\ J$

۳ با توجه به رابطه‌ی انرژی جنبشی داریم:

$K_2 = \frac{1}{2}m(2v_1)^2 = \frac{1}{2}m4v_1^2 = 4(\frac{1}{2}mv_1^2) = 4K_1$

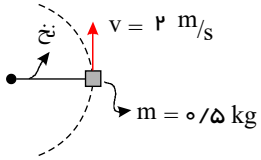
۴

حداقل نیروی لازم برای بلند کردن کیسه، هم‌اندازه با وزن آن است و داریم:

$W = Fd = mgh = (500N)(1/80m) = 900N$

۵

$K = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}(0/5kg)(2\frac{m}{s})^2 = 1J$



۶

چون جسم رو به پایین حرکت کرده داریم:

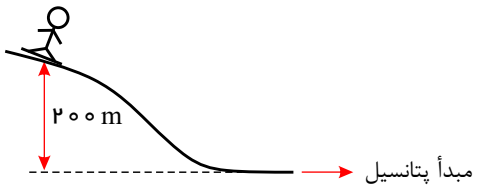
$W_{mg} = +mg|\Delta h|$

$W_{mg} = 2 \times 10 \times 4 = 80J$

۷

الف) چون اسکی‌باز پایین می‌رود، نیروی وزن و جهت جابه‌جایی‌اش هم‌سو است.

$W_{mg} = +mg|\Delta h| = 110 \times 10 \times 200 = 22 \times 10^4 J$



چون در مبدأ $h = 0$ است $\rightarrow U_1 = mgh = 110kg \times 10\frac{m}{s^2} \times 200 = 22 \times 10^4 J$, $U_2 = 0$

$W_{وزن} = -(U_2 - U_1) = +22 \times 10^4 J$

کار نیروی وزن به جسم انرژی می‌دهد.

ب) چون از حال سکون حرکت کرده است، پس $v_1 = 0$ بنابراین:

$W_t = \Delta K = \frac{1}{2}mv_2^2 - \frac{1}{2}mv_1^2 \xrightarrow[v_1=0]{W_t=W_{mg}} 22 \times 10^4 = \frac{1}{2}(110)(v_2)^2$

$\Rightarrow v_2^2 = 4000 \Rightarrow v_2 = 63/24\frac{m}{s}$

۸

وزن $W = mgd(\cos 180) = 70kg \times 10\frac{m}{s^2} \times 12m \times (-1) = -8400J$

آسانسور $\xrightarrow[W_t=W_{mg}+W_{\text{آسانسور}}]{W_t=\Delta K=0} W=+8400J$

آسانسور به شما انرژی می‌دهد پس کار مثبت دارد.

نیروی وزن سعی بر توقف شما دارد پس کار منفی دارد.

۹

$W=mgd=(260kg)(9/8\frac{m}{s^2})(2/5m)=6370J$

کاری که ورزشکار انجام می‌دهد حتماً از این کار بیشتر است زیرا خود ورزشکار نیز باید بلند شود و بر نیروهای ناشی از انقباض ماهیچه‌های موجود در بدن خود نیز غلبه کند.

۱۰

$\Delta U=mg(h_2-h_1)=(50/0kg)10\frac{m}{s^2}(12m-0)=6000J$

چون جسم بالا رفته است با استفاده از نکات کتاب درسی داریم:

$W_{\text{وزن}}=-6000J$ در هنگام بالا رفتن $\rightarrow W_{\text{وزن}}=-\Delta U$

اگر کیسهٔ سیمان پایین بیافتد انرژی پتانسیل کاهش می‌یابد و بنابراین:

$W_{\text{وزن}}=-(-6000J)=+6000J$ در هنگام پایین افتادن

برای محاسبهٔ تندی می‌توان از قضیهٔ کار- انرژی جنبشی استفاده کرد. داریم:

$W_t=\Delta K=\frac{1}{2}m(v_2^2-v_1^2)=\frac{1}{2}(50/0kg)(v_2^2-0)$

$\frac{1}{2}(50/0kg)(v^2)=6000J\Rightarrow v^2=240\Rightarrow v=\sqrt{240}m/s\Rightarrow v=4\sqrt{15}\frac{m}{s}$

۱۱

$W_t=W_{\text{موتور}}+W_{\text{وزن}}=K_2-K_1$

چون در ابتدا و انتهای مسیر جسم ساکن است بنابراین: $\Delta K=K_2-K_1=0$ و داریم:

$W_{\text{موتور}}+W_{\text{وزن}}=0\Rightarrow W_{\text{موتور}}=-W_{\text{وزن}}$

$W_{\text{وزن}}=-\Delta U=-(mgh_2-mgh_1)=-(5000-0)=-5000J$

$\Rightarrow W_{\text{موتور}}=+5000J$

۱۲ مبدأ انرژی پتانسیل گرانش را در پایین‌ترین نقطهٔ حرکت گلوله در نظر می‌گیریم. تندی اولیهٔ گلوله برابر صفر است و با استفاده از بقای انرژی مکانیکی داریم:

$K_1+U_1=K_2+U_2\begin{cases}K_1=0\ ,\ U_1=mgl=mg(1/25m)\\K_2=?\quad U_2=0\end{cases}$

$\Rightarrow 0+mgl=\frac{1}{2}mv^2+0\Rightarrow gl=\frac{1}{2}v^2\Rightarrow v^2=2gl\Rightarrow v^2=2\times10\times1/25=25\Rightarrow v=5\frac{m}{s}$

۱۳

$W=mg(h_2-h_1)=mgh\quad,\quad P=\frac{W}{t}=\frac{mgh}{t}=\frac{(600N)(5m)}{4s}=750W$

۱۴ با استفاده از قضیهٔ کار - انرژی جنبشی می دانیم:

$W_t=W_{mg}=K_2-K_1\quad,\quad K_1=0\rightarrow$ آب در ابتدا ساکن بوده

$\Rightarrow W_{mg}=mgh=K_2\quad,\quad K_2\rightarrow$ انرژی جنبشی پس از سقوط

$\rho=\frac{m}{V}\Rightarrow m=\rho_{\text{آب}}V=1000\frac{kg}{m^3}\times1200m^3$

$W_{mg}=1/2\times10^5\times10\times100=1/2\times10^8J$

$P_{\text{موتور}}=\frac{\frac{3}{4}W_{mg}}{t}=\frac{\frac{3}{4}\times(1/2\times10^8J)}{1s}=0/9\times10^8W$

۱۵

$\text{بازده}=\frac{\text{انرژی خروجی}}{\text{انرژی ورودی}}\times100$

$\text{انرژی خروجی}=mhg+\frac{1}{2}mV^2=(150kg)(10\frac{m}{s^2})(10m)+\frac{1}{2}(150kg)(5\frac{m}{s})^2=16875J$

بااستفاده از بازده سی درصد داریم:

$\frac{30}{100}=\frac{16875J}{\text{انرژی ورودی}}\Rightarrow$ انرژی ورودی $=56250J\rightarrow$ در هر دقیقه

$P=\frac{56250J}{60s}\simeq937/5W$

۱۶

$\rho=\frac{m}{V}\Rightarrow m=\rho V=1\frac{kg}{L}(500L)=500kg$

$=mgh=(500kg)(10\frac{m}{s^2})(10m)=5\times10^4J$ انرژی ورودی

$$\text{بازده} = \frac{\text{انرژی خروجی}}{\text{انرژی ورودی}} \times ۱۰۰ \Rightarrow ۰/۲ = \frac{\text{انرژی خروجی}}{۵ \times ۱۰^۴ J} \Rightarrow \text{انرژی خروجی} = ۱۰^۴ J$$

$$P = \frac{W}{t} \rightarrow t = \frac{W}{P} = \frac{۱۰^۴ J}{۸۰۰ W} = ۱۲/۵ s$$

۱۷ با توجه به اصل پایستگی انرژی مکانیکی می‌دانیم که انرژی پتانسیل گرانشی در هر سه وضعیت برابر است با mgh و تمامی این انرژی به انرژی جنبشی تبدیل می‌شود یعنی:

$$E_۱ = E_۲ \Rightarrow mgh = \frac{۱}{۲}mv^۲ \Rightarrow v = \sqrt{۲gh}$$

در هر سه وضعیت سرعت همین مقدار می‌شود.

۱۸ کار کل انجام شده توسط موتور خودرو، برابر تغییر انرژی جنبشی آن است. به این ترتیب، با به‌دست آوردن انرژی جنبشی خودرو در دو وضعیت داده‌شده و محاسبهٔ کار کل موتور خودرو داریم:

$$W_t = K_۲ - K_۱ = \frac{۱}{۲}mv_۲^۲ - \frac{۱}{۲}mv_۱^۲$$

$$= \frac{۱}{۲}m(v_۲^۲ - v_۱^۲) = \frac{۱}{۲}(۱۳۰۰kg)[(۱۸/۰\frac{m}{s})^۲ - (۱۳/۰\frac{m}{s})^۲] = ۱۰۰۷۵۰ \approx ۱/۰۱ \times ۱۰^۵ J$$

کم‌ترین توان متوسط موتور خودرو برای انجام این کار برابر است با:

$$\overline{P} = \frac{W}{\Delta t} = \frac{۱۰۰۷۵۰ J}{۳/۰ s} \approx ۳/۴ \times ۱۰^۴ W = ۴۵ hp$$

درواقع با وجود نیروهای اتلافی (مانند مقاومت هوا) در حین حرکت خودرو، توان مورد نیاز از این مقدار بیش‌تر است.

۱۹

الف درست

ب نادرست

پ درست

ت نادرست

۲۰

الف ثابت

ب کاهش

پ افزایش

ت ثابت

ث افزایش - کاهش

۲۱ عضلات بدن این شخص منقبض شده‌اند چون نیرو وارد می‌کنند و درون بدن این شخص کار انجام می‌شود و شخص برای منقبض نگه داشتن عضلات کار انجام می‌دهد. جابه‌جایی درون عضلات صورت می‌گیرد که بسیار کوچک هستند و با چشم غیر مسلح دیده نمی‌شوند.

۲۲

$$\text{دونده‌ی اول} \rightarrow K_۱ = \frac{۱}{۲}m_۱v_۱^۲ = \frac{۱}{۲}(۸۰kg)(۶\frac{m}{s})^۲ = ۱۴۴۰ J$$

$$\text{دونده‌ی دوم} \rightarrow K_۲ = \frac{۱}{۲}m_۲v_۲^۲ = \frac{۱}{۲}(\frac{۳}{۲} \times ۸۰kg)(\frac{۶}{۲}\frac{m}{s})^۲ = ۵۴۰ J$$

$$\frac{K_۱}{K_۲} = \frac{۱۴۴۰ J}{۵۴۰ J} \simeq ۲/۶۷$$

۲۳ کار نیروی وزن وقتی که ماشین به اندازهٔ h سقوط می‌کند برابر است با:

$$W = Fd = mgh \qquad (I)$$

انرژی جنبشی ماشین برابر است با:

$$v = ۱۰۸\frac{km}{h} = ۱۰۸\frac{km}{h}\frac{۱۰۰۰m}{۱km}\frac{۱h}{۳۶۰۰s} = ۳۰\frac{m}{s}$$

$$K = \frac{۱}{۲}mv^۲ = \frac{۱}{۲}m(۳۰)^۲ = ۴۵۰\,m \qquad (II)$$

با مساوی قرار دادن این دو داریم: $g \simeq ۱۰\frac{m}{s^۲}$

$$\cancel{m}\,gh = ۴۵۰\cancel{m} \Rightarrow h = ۴۵m$$

۲۴ الف)

$$W = Fd = (۲۰N)(۲m) = ۴۰J$$

ب) مؤلفهٔ نیرویی که در جهت جابه‌جایی است، کار انجام می‌دهد. بنابراین:

$$\begin{cases}\theta = ۰\\ \cos\theta = ۱\\ W = (F\cos ۶۰^\circ)(d) = (۲۰ \times \frac{۱}{۲}N)(۲) = ۲۰J\end{cases}$$

۲۵

با استفاده از قضیهٔ کار و انرژی جنبشی داریم:

$$W = \Delta K = K_۲ - K_۱$$

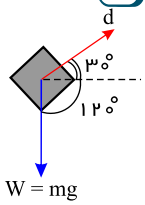
$$W = \frac{۱}{۲}mv_۲^{۲} - \frac{۱}{۲}mv_۱^{۲} = \frac{۱}{۲}m(v_۲^{۲} - v_۱^{۲}) = ۰/۵(۶۴ - ۱۶) = ۲۴J$$

۲۶

صورت سؤال گفته که جسم با سرعت ثابت حرکت می‌کند بنابراین کار کل صفر است. یعنی کار نیروی F و کار نیروی وزن، قرینه‌اند. بنابراین در ابتدا کار نیروی وزن را محاسبه می‌کنیم:

$$W_{mg} = mgd\cos ۱۲۰^\circ = ۲۴ \times ۱۰ \times ۲۰ \times \left(-\frac{۱}{۲}\right) \Rightarrow W_{mg} = -۲۴۰۰\ J$$

$$W_F = -W_{mg} \Rightarrow W_F = ۲۴۰۰\ J$$



۲۷

تنها نیروهایی که در حین پرواز توپ بر آن اثر دارند نیروی وزن و مقاومت هواست. با توجه به جابه‌جایی افقی توپ، نیروی وزن عمود بر حرکت توپ است پس کاری انجام نمی‌دهد. کار نیروی مقاومت هوا را می‌توان از قضیهٔ کار – انرژی جنبشی به دست آورد:

$$W_t = \Delta K = \frac{۱}{۲}mv^{۲} - \frac{۱}{۲}mv_۰^{۲} = \frac{۱}{۲}m(v^{۲} - v_۰^{۲})$$

$$\xrightarrow{W_t = W_{\text{مقاومت هوا}}} W_{\text{مقاومت هوا}} = \frac{۱}{۲}(۰/۲۵۰kg)(۱۲^{۲} - ۱۸^{۲}) = -۲۲/۵J$$

۲۸

الف)

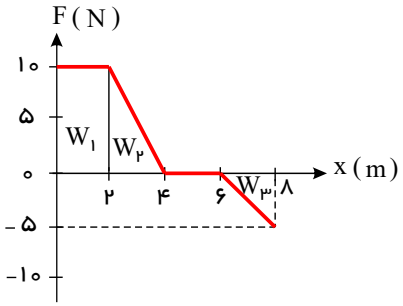
$$W_{\text{کل}} = W_۱ + W_۲ + W_۳$$

$$W_۱ = F_۱d_۱ = ۱۰N \times ۲m = ۲۰J$$

$$W_۲ = F_۲d_۲ = \frac{۱۰\times(۴-۲)}{۲} = ۱۰J$$

$$W_۳ = F_۳d_۳ = \frac{-۵\times(۸-۶)}{۲} = -۵\ J$$

$$W_{\text{کل}} = ۲۰J + ۱۰J - ۵J = ۲۵J$$



ب)

$$W_{\text{کل}} = \Delta K \Rightarrow ۲۵ = \frac{۱}{۲}mv^{۲} - \frac{۱}{۲}mv_۰^{۲} \quad , v_۰ = ۴m/s$$

$$۲۵ = \frac{۱}{۲}(۵/۰)(v^{۲} - ۱۶) \rightarrow v^{۲} = ۲۶ \rightarrow v \simeq ۵/۱\ m/s$$

۲۹

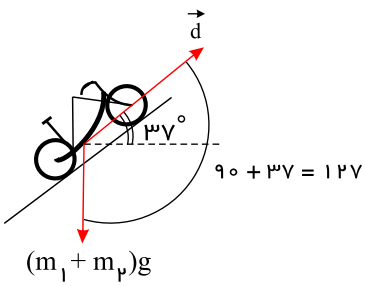
الف) چون نیروی F در جهت جابه‌جایی دوچرخه است، داریم:

$$W = F \times d = ۶۰۰N \times ۳۰۰m = ۱/۸ \times ۱۰^{۵}J$$

ب) با توجه به شکل، زاویهٔ بین بردار جابه‌جایی و بردار وزن دوچرخه $۹۰^\circ + ۳۷^\circ = ۱۲۰^\circ$ است. بنابراین داریم:

$$W_{\text{وزن}} = (m_۱ + m_۲) \times g \times d \times \cos ۱۲۷^\circ = (۱۳ + ۴۷) \times ۱۰ \times ۳۰۰ \times (-۰/۸)$$

$$\Rightarrow W_{\text{وزن}} = -۱۴۴۰۰۰\ J = -۱/۴۴ \times ۱۰^{۵}\ J$$



۳۰

$W_۱ = F_۱ d = ۴۰N \times ۲۰m = ۸۰۰J$

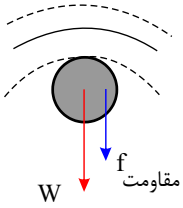
$W = W_۱ + W_۳ = \Delta K = ۳۰۰J$

$\Rightarrow ۸۰۰J + W_۲ = ۳۰۰J \Rightarrow W_۲ = -۵۰۰J$

$W_۲ = F_۲ \times ۲۰m = -۵۰۰J \Rightarrow F_۲ = -۲۵N$

علامت منفی به معنای خلاف جهت بودن نیروی $F_۲$ و جابه‌جایی است.

۳۱ در اینجا که هر دو نیروی مقاومت هوا و نیروی وزن می‌خواهند جلوی حرکت توپ را بگیرند و هر دو منفی هستند، تندی اولیهٔ توپ $۱۲m/s$ و تندی نهایی توپ صفر است.



سرعت اولیه $\rightarrow v_۰ = ۱۲\frac{m}{s}$

سرعت نهایی $\rightarrow v = ۰ \ , W_{کل} = \Delta K = K_۲ - K_۱ = \frac{۱}{۲}m(v^۲ - {v_۰}^۲)$

$W_{کل} = \frac{۱}{۲}(۳/۰ \times ۱۰^{-۳}kg)(-۱۴۴) = -۲۱۶ \times ۱۰^{-۳}J$

این کار نیروی مقاومت هوا نیست کار نیروهای مقاومت هوا و نیروی وزن است پس کافی است کار نیروی وزن را از آن کم کنیم:

$W_{وزن} = m_{توپ}gd(\cos ۱۸۰) = ۳ \times ۱۰^{-۳}kg \times ۱۰\frac{m}{s^۲} \times ۵m \times (-۱) = -۰/۱۵J$

$W_{کل} = W_{وزن} + W_{مقاومت\ هوا} \Rightarrow -۰/۲۱۶J = -۰/۱۵J + W_{مقاومت\ هوا}$

کار نیروی مقاومت هوا $\Rightarrow W_{مقاومت} = ۰/۱۵J - ۰/۲۱۶J = -۰/۰۶۶J$

۳۲

$W_T = W_{دوچرخه\ سوار} + W_{اصطکاک} = \Delta K = \frac{۱}{۲}m({v_۲}^۲ - {v_۱}^۲)$

$v_۲, v_۱$ تندی‌های اول و آخر حرکت دوچرخه سوار است که هر دو صفرند بنابراین:

$W_T = W_{دوچرخه\ سوار} + W_{اصطکاک} = ۰ \Rightarrow W_{اصطکاک} = -W_{دوچرخه\ سوار}$

و حال فقط کافی است کار نیروی دوچرخه سوار را محاسبه کنیم.

اصطکاک $W = -(۵۰N)(۱۴۰m) = -۷۰۰۰J$

۳۳

انرژی پتانسیل $\rightarrow U = mgh = (۲۸۵۰kg)(۹/۸\frac{m}{s^۲})(۷۰۵ \times ۱۰^۳m) = ۱۹/۷ \times ۱۰^۹J$

انرژی جنبشی $\rightarrow K = \frac{۱}{۲}mv^۲ = \frac{۱}{۲}(۲۸۵۰kg)(۲۷۵۰۰\frac{km}{h}\frac{۱۰۰۰m}{۱km}\frac{۱h}{۳۶۰۰s})^۲$

$= \frac{۱}{۲}(۲۸۵۰kg)(۷۶۴۰\frac{m}{s})^۲ \simeq ۸۳/۲ \times ۱۰^۹J$

جواب انرژی پتانسیل دقیق نیست زیرا نیروی جاذبه زمین با زیاد شدن ارتفاع تغییر می‌کند به عبارت دیگر g در ارتفاع ماهواره $۹/۸\frac{m}{s^۲}$ نیست و عددی کمتر از این مقدار است.

۳۴

حالت اول: $W_{t۱} = K_۲ - K_۱ = \frac{۱}{۲}m(v_۲^۲ - v_۱^۲), v_۱ = ۰, v_۲ = ۵\frac{m}{s} \rightarrow W_{t۱} = \frac{۱}{۲}m(۲۵ - ۰) = \frac{۲۵}{۲}m$

حالت دوم: $W_{t۲} = K_۲ - K_۱ = \frac{۱}{۲}m(v_۲^۲ - v_۱^۲), v_۱ = ۵\frac{m}{s}, v_۲ \rightarrow W_{t۲} = \frac{۱}{۲}m(۱۰۰ - ۲۵) = \frac{۷۵}{۲}m$

بنابراین کار کل انجام شده در حالت دوم بیشتر است از حالت اول است. $W_{t_۲} > W_{t_۱}$

۳۵ مبدأ انرژی پتانسیل گرانشی را روی زمین اختیار می‌کنیم و با استفاده از پایستگی انرژی مکانیکی داریم:

$\frac{۱}{۲}mv_A^۲ + U_A = \frac{۱}{۲}mv_B^۲ + U_B = \frac{۱}{۲}mv_C^۲ + U_C$

برای قسمت الف $U_A = U_B$ است بنابراین $v_A = v_B = v_۰$ می‌باشد، برای سرعت در نقطه‌ی C داریم:

$\frac{۱}{۲}mv_B^۲ + U_B = \frac{۱}{۲}mv_C^۲ + U_C$

$\Rightarrow \frac{۱}{۲}mv_۰^۲ + mgh = \frac{۱}{۲}mv_C^۲ + \frac{۱}{۲}mgh \Rightarrow v_C = \sqrt{v_۰^۲ + gh}$

ب) انرژی مکانیکی در نقطه‌ی D برابر است با:

$\frac{۱}{۲}mv_C^۲ + \frac{۱}{۲}mgh = \frac{۱}{۲}mv_D^۲ + ۰ \Rightarrow \frac{۱}{۲}mv_D^۲ = \frac{۱}{۲}mv_۰^۲ + mgh$

با استفاده از قضیهٔ کار – انرژی جنبشی این انرژی باید توسط نیروی اصطکاک به گرما تبدیل شود، یعنی:

$W_t = W_{اصطکاک} = K_۲ - K_۱, K_۲ = ۰ \ , K_۱ = \frac{۱}{۲}mv_۰^۲ + mgh$

$\Rightarrow -f_{اصطکاک} \times L = -\frac{۱}{۲}mv_۰^۲ - mgh \Rightarrow f_{اصطکاک} = \frac{۱}{L}(\frac{۱}{۲}mv_۰^۲ + mgh)$

حال با استفاده از قانون دوم نیوتون داریم:

$$F = ma \Rightarrow a = \frac{F}{m}\ ,\ a = \frac{۱}{L}(\frac{v_۰^۲}{۲} + gh)$$

۳۶ اگر زمین را مبدأ انرژی پتانسیل گرانشی فرض کنیم، داریم:

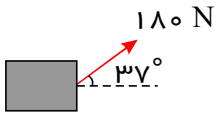
$$W_f = E_۲ - E_۱$$

$$E_۱ = \frac{۱}{۲}mv_۱^۲ + mgh = \frac{۱}{۲}(۰/۳kg)(۳۰\frac{m}{s})^۲ + (۰/۳)(۱۰)(۳) = ۱۴۴J$$

$$E_۲ = \frac{۱}{۲}mv_۲^۲ = \frac{۱}{۲}(۰/۳kg)(۲۵\frac{m}{s})^۲ = ۹۳/۷۵J$$

$W_f = ۹۳/۷۵ - ۱۴۴ = -۵۰/۲۵J$ کار نیروی مقاومت هوا

۳۷ الف)



$$d = v_{\text{اسب}} \times t = ۷/۲\frac{km}{h} \times \frac{۱۰۰۰m}{۱km} \times \frac{۱h}{۳۶۰۰s} \times ۱۰ \times ۶۰s = ۱۲۰۰m$$

مسافتی که اسب درمدت ۱۰ دقیقه می‌پیماید $۱/۲km$ می‌باشد.

$$W_{\text{اسب}} = (F\cos\theta)d = (۱۸۰N \times \cos ۳۷) \times (۱۲۰۰m) = ۱۷۲۸۰۰J$$

ب)

$$P = \frac{W}{t} = \frac{۱۷۲۸۰۰J}{۱۰ \times ۶۰s} = ۲۸۸W$$

هر اسب بخار معادل ۷۴۶ وات است، بنابراین:

$$۲۸۸W = ۲۸۸\frac{۱hp}{۷۴۶} \simeq ۰/۳۹hp$$

۳۸

$$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow m = \rho V = ۱۰۰۰\frac{kg}{m^۳} \times ۵۰۰m^۳ = ۵ \times ۱۰^۵kg$$

$$\text{انرژی ورودی} = mgh = (۵ \times ۱۰^۵kg)(۱۰\frac{m}{s^۲})(۱۰m) = ۵ \times ۱۰^۸J$$

$$\text{بازده} = \frac{\text{انرژی خروجی}}{\text{انرژی ورودی}} \times ۱۰۰ \Rightarrow ۰/۲ = \frac{\text{انرژی خروجی}}{۵\times۱۰^۸} \Rightarrow \text{انرژی خروجی} = ۱۰^۸J$$

$$P = \frac{W}{t} = \frac{۱۰^۸J}{۱s} = ۱۰^۸W$$

۳۹

الف)

$$W_t = \Delta K = \frac{۱}{۲}mv_۲^۲ - \frac{۱}{۲}mv_۱^۲ = \frac{۱}{۲}m(v_۲^۲ - v_۱^۲)$$

$$= \frac{۱}{۲}(۱/۵kg)(۹^۲ - ۱۲^۲) = -۴۷/۲۵J$$

ب) نیروی وزن به هنگام بالارفتن جسم در خلاف جهت حرکت آن است. بنابراین:

$W_{\text{رفت}} = mgh\cos ۱۸۰^\circ = -mgh \rightarrow$ ارتفاع اوج توپ می باشد: h

در هنگام برگشت نیروی وزن هم جهت با حرکت است بنابراین:

$$W_{\text{برگشت}} = mgh\cos ۰^\circ = +mgh$$

پس:

$$W_{\text{وزن}} = W_{\text{رفت}} + W_{\text{برگشت}} = mgh - mgh = ۰$$

ج)

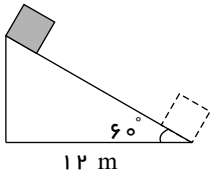
$$W_t = W_{\text{وزن}} + W_{\text{مقاومت}} = -۴۷/۲۵J$$

$$W_{\text{وزن}} = ۰$$

$$\Rightarrow W_{\text{مقاومت}} = -۴۷/۲۵J$$

۴۰

با استفاده از قضیهٔ کار و انرژی جنبشی، کار کل انجام شده روی جسم را می‌یابیم:

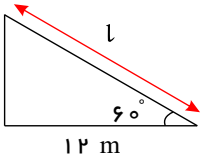


$$W = \Delta K = \frac{۱}{۲}mv_۲^۲ - \frac{۱}{۲}mv_۱^۲\ ,\ v_۱ = ۰$$

$$\Rightarrow W = \frac{۱}{۲}(۱۰kg)(۱۲m/s)^۲ = ۷۲۰J$$

برای پیدا کردن نیروی متوسط ابتدا باید بفهمیم جابجایی این جسم چقدراست برای این کار باید وتر این مثلث را بیابیم.

اگر وتر را l بنامیم داریم:



$$۱۲ = l\cos ۶۰^\circ \Rightarrow l = \frac{۱۲}{\cos ۶۰^\circ} = \frac{۱۲}{\frac{۱}{۲}} = ۲۴m$$

حال با استفاده از معلوم بودن جابجایی داریم:

$$W = \bar{F}d \Rightarrow ۷۲۰J = \bar{F}(۲۴m) \Rightarrow \bar{F} = \frac{۷۲۰}{۲۴} = ۳۰N$$

۴۱ الف)

$$W_t = \Delta K = \frac{۱}{۲}mv_۲^۲ - \frac{۱}{۲}mv_۱^۲ = \frac{۱}{۲}m\,(v_۲^۲ - v_۱^۲)$$

$$= \frac{۱}{۲}(۲۰kg)(۹ - ۰) = ۹۰J$$

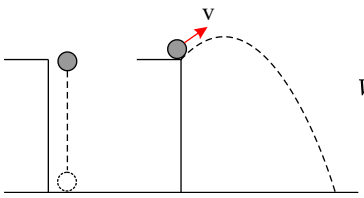
ب) نیروهایی که به این جسم وارد می‌شوند برابر است با نیروی وزن، نیروی کشش طناب (T) و نیروی مقاومت هوا. توجه کنید نیروی کشش طناب همیشه به جابجایی عمود است (اگر جابجایی روی دایره باشد نیروی کشش طناب در راستای شعاعی است)

بنابراین نیروی T کار انجام نمی‌دهد و کار قسمت (الف) فقط توسط نیروی وزن ومقاومت هوا انجام شده است.

۴۲

می دانیم که $W_{وزن} = -\Delta U$

بنابراین کار نیروی وزن فقط به اختلاف انرژی پتانسیل گرانشی (با یک علامت منفی) بستگی دارد (مبدأ پتانسیل روی زمین است)



$$W_۱ = -\Delta U = -mg(h - ۰) = -mgh$$

ودرهر دوحالت کار نیروی وزن همین مقدار است.

۴۳ الف) با استفاده از اصل پایستگی انرژی مکانیکی ودر نظر گرفتن سطح زمین به عنوان مبدأ انرژی پتانسیل گرانشی داریم:

$$E_۱ = E_۲ \Rightarrow K_۱ + U_۱ = K_۲ + U_۲$$

در ابتدا گلوله در سطح زمین است بنابراین $U_۱ = ۰$ و وقتی که گلوله به بیشترین ارتفاع خود برسد تندی آن برابر صفر می‌گردد بنابراین $K_۲ = ۰$ داریم:

$$\Rightarrow K_۱ = U_۲ \Rightarrow \frac{۱}{۲}(\frac{۲۰}{۱۰۰۰}kg)(۴۰۰m/s)^۲ = (\frac{۲۰}{۱۰۰۰}kg)(۱۰\frac{m}{s^۲})(h) \Rightarrow h = ۸۰۰۰m = ۸km$$

ب) حال می‌خواهیم تندی گلوله را در ارتفاع $۴km$ بیابیم، داریم:

$$E_۱ = E_۲ \Rightarrow E_۱ = ۱۶۰۰J \Rightarrow K' + U' = ۱۶۰۰J$$

$$\Rightarrow \frac{۱}{۲}mv'^۲ + mgh' = ۱۶۰۰J \Rightarrow \frac{۱}{۲}(\frac{۲۰}{۱۰۰۰}kg)(v'^۲) + \frac{۲۰}{۱۰۰۰} \times ۱۰ \times ۴۰۰۰ = ۱۶۰۰$$

$$\Rightarrow v'^۲ = ۸۰۰۰۰ \Rightarrow v' = ۱۰۰\sqrt{۸}m/s \simeq ۲۸۳m/s$$

۴۴

الف) مبدأ انرژی پتانسیل گرانشی را دراین قسمت در همان پشت بام می‌گیریم.

$$E_۱ = E_۲ \Rightarrow \frac{۱}{۲}mv^۲ + ۰ = ۰ + mgh \Rightarrow\ h = \frac{v^۲}{۲g} = \frac{۴۰۰}{۲۰} = ۲۰m$$

$۲۰m$ نسبت به پشت بام جسم بالا می‌رود.

ب) در این قسمت مبدا انرژی پتانسیل را زمین در نظر می‌گیریم که محاسبات راحت‌تر شوند. انرژی مکانیکی جسم در بالاترین نقطه را مساوی انرژی مکانیکی جسم بر روی زمین می‌گذاریم.

$$E_۲ = E_۳ \Rightarrow mg(۴٫۲m + ۲۰m) = \frac{۱}{۲}mv^۲ \rightarrow v^۲ = ۴۸۴ \Rightarrow v = ۲۲m/s$$

ج) انرژی مکانیکی جسم درارتفاع $۸m$ را مساوی انرژی مکانیکی جسم درهنگام برخورد با زمین می‌گذاریم:

$$E_۳ = E_۴ \Rightarrow \frac{۱}{۲}m(۲۲m/s)^۲ = \frac{۱}{۲}mv'^۲ + mg(۸m)$$

$$\Rightarrow v'^۲ = ۳۲۴ \Rightarrow v' = ۱۸m/s$$

۴۵ ابتدا انرژی جنبشی چترباز را در دو وضعیت پریدن از بالون و همچنین رسیدن به سطح زمین به‌دست می‌آوریم. باتوجه به اطلاعات داده‌شده و همچنین رابطهٔ ۲ − ۱ داریم:

$$K_۱ = \frac{۱}{۲}mv_۱^۲ = \frac{۱}{۲}(۷۵٫۰kg)(۱٫۲۰\frac{m}{s})^۲ = ۵۴٫۰J$$

$$K_۲ = \frac{۱}{۲}mv_۲^۲ = \frac{۱}{۲}(۷۵٫۰kg)(۴٫۸۰\frac{m}{s})^۲ = ۸۶۴J$$

همان‌طور که در شکل روبه‌رو دیده می‌شود، در طول حرکت چترباز، دو نیروی وزن و مقاومت هوا به او وارد می‌شود. نیروی وزن در جهت جابه‌جایی و نیروی مقاومت برخلاف جابه‌جایی است.

بنابراین، کار کل برابر مجموع کار این دو نیرو است. به این ترتیب، از قضیه کار و انرژی جنبشی داریم:

$$W_t = K_2 - K_1 \Rightarrow W_{\text{وزن}} + W_{\text{مقاومت هوا}} = 864J - 54/0J = 8/10 \times 10^2 J$$

با پیدا کردن کار نیروی وزن (mg) و جایگذاری آن در عبارت بالا، کار نیروی مقاومت هوا را به‌دست می‌آوریم. از رابطهٔ ۲ − ۲ داریم:

$$W_{\text{وزن}} = mgd = (75/0kg)(9/80\frac{m}{s^2})(800m) = 5/88 \times 10^5 J$$

به این ترتیب، کار نیروی مقاومت هوا برابر است با:

$$5/88 \times 10^5 J + W_{\text{مقاومت هوا}} = 810J \Rightarrow W_{\text{مقاومت هوا}} \simeq -5/87 \times 10^5 J$$

توجه کنید برای این‌که چترباز به‌طور ایمن و با تندی نسبتاً کمی به زمین برسد، کار نیروی مقاومت هوا اثر کار نیروی وزن را تقریباً خنثی کرده است.

۴۶ کار کل انجام شده روی اتاقک بالابر (شامل کار نیروی وزن و کار نیروی موتور بالابر) برابر تغییر انرژی جنبشی آن است. به این ترتیب داریم:

$$W_{\text{وزن}} + W_{\text{موتور}} = K_2 - K_1$$

$$-mg(h_2 - h_1) + W_{\text{موتور}} = 0 - 0$$

$$W_{\text{موتور}} = mg(h_2 - h_1) = (500kg)(9/8\frac{m}{s^2})(60m - 0) = 29400J \approx 2/9 \times 10^4 J$$

در محاسبهٔ بالا، مبدأ انرژی پتانسیل گرانشی را سطح زمین (طبقهٔ همکف) گرفته‌ایم. توان متوسط موتور بالابر برابر است با:

$$\overline{P} = \frac{W_{\text{موتور}}}{\Delta t} = \frac{29400J}{10s} \approx 2/9 \times 10^3 W = 3/9hp$$

۴۷ انرژی الکتریکی ورودی به تلمبه برابر است با:

$$E_{\text{ورودی}} = (15000W)(1/0s) = 15000J \approx 1/5 \times 10^4 J$$

جرم هر لیتر آب دریاچه $1/0kg$ و کار مفید تلمبه برابر است با:

$$E_{\text{خروجی}} = mg(h_2 - h_1) = (70kg)(9/8\frac{N}{kg})(15m - 0) = 10290J \approx 1/0 \times 10^4 J$$

در محاسبهٔ بالا، مبدأ انرژی پتانسیل گرانشی را سطح آب دریاچه گرفته‌ایم. درصد بازده تلمبه برابر است با:

$$\text{بازده برحسب درصد} = \frac{10290J}{15000J} \times 100 \approx 68\%$$

لازم است توجه کنید که بخشی از توان ورودی تلمبه به‌دلیل اصطکاک آب درحال حرکت با جدارهٔ داخلی لوله تلف می‌شود.

۴۸ ابتدا جرم آبی که در هر ثانیه، روی پره‌های توربین می‌ریزد را محاسبه می‌کنیم:

$$Ra \times \frac{W_{mg}}{\Delta t} = P_{\text{توربین}} \rightarrow Ra \times \frac{mg|\Delta h|}{\Delta t} = P_{\text{توربین}}$$

$$\frac{85}{100} \times \frac{m \times 9/8 \times 90}{1} = 200 \times 10^6 \rightarrow 749/7m = 200 \times 10^6$$

$$m \simeq 2/6 \times 10^5 kg \xrightarrow{V=\frac{m}{\rho}} V = \frac{2/6 \times 10^5}{10^3} = 260m^3$$

۴۹

کاری که شخص انجام می‌دهد، صرف غلبه بر کار نیروی وزن و همچنین افزایش انرژی جنبشی گلوله می‌شود.

$$m = 150\,g = (150\,g)(\frac{kg}{1000g}) = 150 \times 10^{-3} kg$$

$$d = 180 \;,\; v_2 = 12\frac{m}{s}$$

$$\left.\begin{array}{l} W_t = K_2 - \cancel{K_1}^{\,0} \\ W_t = W_F + W_{mg} \end{array}\right\} W_F - mg|\Delta h| = \frac{1}{2}mv_2^2$$

$$\rightarrow W_F - 150 \times 10^{-3} \times 9/8 \times 180 \times 10^{-2} = \frac{1}{2} \times 150 \times 10^{-3} \times 144$$

$$\rightarrow W_F - 2/6 = 10/8 \rightarrow W_F = 13/4J$$

۵۰ در ابتدا با استفاده از قضیهٔ کار و انرژی جنشبی، کار کل را محاسبه می‌کنیم:

$$W_{\text{کل}} = \Delta K = K_B - K_A = \frac{1}{2}m(V_B^2 - V_A^2) = \frac{1}{2} \times 3/0(2/0^2 - 0) = 6/0J$$

الف

$$W_{\text{کل}} = \Delta K = \frac{1}{2}m(v_2^2 - v_1^2) \Rightarrow W_{\text{کل}} = \frac{1}{2} \times 3/0 \times (4/0 - 0) = 6/0J$$

ب

کار نیروی وزن در جابه‌جایی رو به پایین از رابطهٔ $W_W = mgh$ محاسبه می‌شود.

$$W_W = mgh = 3/0 \times 10 \times 1/0 = 30J$$

پ کار نیروی عمودی تکیه‌گاه صفر است، چون بر مسیر حرکت عمود است.

ت

$W_{کل} = W_W + W_f + \Rightarrow ۶/۰ = ۳۰ + W_f + \Rightarrow W_f = -۲۴J$

۵۱ جرم دونده را M و جرم پسر بچه را m فرض می‌کنیم و داریم $M = ۲m$ پس می‌توان نوشت که :

$$K_{دونده} = \frac{۱}{۲}K_{بچه}$$

$$\frac{۱}{۲}Mv_۱^{۲} = \frac{۱}{۲}[\frac{۱}{۲}mv_۲^{۲}]$$

سرعت دونده $v_۱$ و سرعت پسر بچه $v_۲$

$$\rightarrow \frac{۱}{۲}Mv_۱^{۲} = \frac{۱}{۲}[\frac{۱}{۲}(\frac{M}{۲})v_۲^{۲}]$$

$$v_۱^{۲} = \frac{v_۲^{۲}}{۴} \Rightarrow v_۱ = \frac{v_۲}{۲} \quad (I)$$

حال با استفاده از اطلاعات بعدی مسئله داریم:

$$\frac{۱}{۲}M(v_۱ + ۱)^{۲} = \frac{۱}{۲}mv_۲^{۲} \Rightarrow \frac{۱}{۲}M(v_۱ + ۱)^{۲} = \frac{۱}{۲}\frac{M}{۲}v_۲^{۲}$$

$$\Rightarrow (v_۱ + ۱)^{۲} = \frac{v_۲^{۲}}{۲} \Rightarrow v_۱ + ۱ = \frac{v_۲}{\sqrt{۲}} \quad (II)$$

با استفاده از (I) و (II) داریم:

با استفاده از (I) $\rightarrow$ $v_۲ = ۲v_۱$

$$v_۱ + ۱ = \frac{v_۲}{\sqrt{۲}} \Rightarrow v_۱ + ۱ = \frac{۲v_۱}{\sqrt{۲}} \Rightarrow v_۱ + ۱ = v_۱\sqrt{۲} \Rightarrow v_۱ = \frac{۱}{\sqrt{۲} - ۱}$$

$$v_۲ = ۲v_۱ = \frac{۲}{\sqrt{۲} - ۱}$$

۵۲ چون جسم حرکتی ندارد پس می‌توان گفت که برآیند نیروهای وارده به آن صفر است و چون نیرویی به صورت برآیند وجود ندارد کار انجام نمی‌شود.
حرکت نداشتن به معنای جابه‌جایی صفر است و این یعنی کار صفر است.
با هر دو توصیف می‌توان به یک نتیجه رسید.

۵۳

$$W = K_۲ - K_۱ \xrightarrow{v_۲ = ۰} Fd\cos ۱۸۰ = -\frac{۱}{۲}mv^{۲}$$

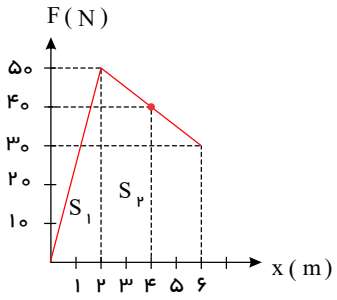
$$\rightarrow F \times ۱۲ \times ۱۰^{-۲} \times -۱ = -\frac{۱}{۲} \times \frac{۳}{۱۰} \times ۲۵ \times ۱۰^{۴} \rightarrow F = ۳/۱ \times ۱۰^{۴}$$

طبق قانون سوم نیوتون، نیرویی که گلوله به چوب وارد می‌کند هم‌اندازه با نیرویی است که چوب به گلوله وارد می‌کند.

۵۴ می‌دانیم سطح زیر نمودار $F - x$ همان کار است و برای جواب این سؤال باید سطح زیر نمودار را تا $x = ۴m$ به دست بیاوریم:

$$S_۱ = \frac{۲ \times ۵۰}{۲} = ۵۰$$

$$S_۲ = \frac{۴۰ + ۵۰}{۲} \times ۲ = ۹۰ \Rightarrow W = S_۱ + S_۲ = ۵۰ + ۹۰ = ۱۴۰N$$



طبق قضیهٔ کار – انرژی جنبشی داریم:

$$W = \Delta K = \frac{۱}{۲}mv^{۲} - \frac{۱}{۲}mv_۰^{۲} \quad , \quad v_۰ = ۰ \Rightarrow ۱۴۰\frac{۱}{۲}m(۵)^{۲} \Rightarrow m = ۱۱/۲kg$$

توجه: برای پیدا کردن نیرو در $x = ۴$ از تشابه مثلث‌ها استفاده کردیم: یعنی:

$$\frac{۲۰}{۴} = \frac{F'}{۲} \rightarrow F' = ۱۰ \Rightarrow F = ۳۰ + F' = ۴۰\ N$$

۵۵

$$W = \Delta K = \frac{۱}{۲}mv_۱^{۲} - \frac{۱}{۲}mv_۰^{۲} = \frac{۱}{۲}m(v_۱^{۲} - v_۰^{۲})$$

$W_{1t} = \frac{1}{2}m(v^2 - 0)\ ,\ v_0 = 0 \rightarrow$ و تندی ماشین از صفر آغاز شده $v_1 = v$

$W_{1t} = \frac{1}{2}mv^2$

$W_{2t} = \frac{1}{2}mv_2^2 - \frac{1}{2}mv_1^2 = \frac{1}{2}m[(2v)^2 - v^2] = \frac{3}{2}mv^2$

$\frac{W_{2t}}{W_{1t}} = \frac{\frac{3}{2}mv^2}{\frac{1}{2}mv^2} = 3$

۵۶ قبل از پرش موتورسوار روی تپهٔ $50m$ است. پس (مبدأ پتانسیل را زمین فرض می‌کنیم.)

$U_1 = mgh_1 = (130kg)(10\frac{m}{s^2})(50m) = 65000J$

بعد از پرش موتورسوار روی تپهٔ $20m$ است. بنابراین:

$U_2 = mgh_2 = (130kg)(10\frac{m}{s^2})(20m) = 26000J$

برای قسمت بعد باید مبدأ پتانسیل را روی تپهٔ دوم انتخاب کنیم. در این صورت موتورسوار $30m$ ارتفاع دارد:

$U_3 = mg(h_1 - h_2) = (130kg)(10\frac{m}{s^2})(30m) = 39000J$

انرژی پتانسیل نسبت به ارتفاع ۳۵ متری قبل از پرش برابر است با:

$U_4 = (130kg)(10\frac{m}{s^2})(50m - 35m) = 19500J$

و بعد از پرش:

$U_5 = (130kg)(10\frac{m}{s^2})(20 - 35) = -19500J$

در قسمت اول سوال مبدأ انرژی پتانسیل خود زمین انتخاب شد و در قسمت دوم سوال مبدأ روی تپهٔ دوم بود. در قسمت سوم مبدأ فاصلهٔ $35m$ از سطح زمین را داشت.

برای قسمت آخر می‌دانیم که:

$W_{وزن} = -\Delta U$

پس کافی است که:

$W_{وزن} = -(26000J - 65000J) = +39000J$

کار نیروی وزن اگر مبدأ روی تپهٔ دوم باشد برابر است با:

$W_{وزن} = -\Delta U = -(U_2 - U_1) = -(0 - 39000) = +39000J$

و برای قسمت آخر:

$W_{وزن} = -\Delta U = -(U_2 - U_1) = -(-19500) - (+19500) = +39000J$

۵۷ در اینجا همهٔ انرژی جنبشی توپ با جرم M به انرژی جنبشی مجموعه و انرژی هدر رفته تبدیل می‌شود. یعنی:

$$\left.\begin{array}{l} E_1 = \frac{1}{2}Mv^2 \\ E_2 = \frac{1}{2}(m+M)v'^2 - \frac{1}{4}(\frac{1}{2}Mv^2) \end{array}\right\} \text{بقای انرژی مکانیکی} \Leftrightarrow E_1 = E_2$$

داریم:

$E_1 = E_2 \Rightarrow \frac{1}{2}Mv^2 = \frac{1}{2}(m+M)v'^2 - \frac{1}{8}Mv^2$

$(\frac{1}{2} + \frac{1}{8})Mv^2 = \frac{1}{2}(m+M)v'^2 \Rightarrow v' = \sqrt{\frac{5}{4}\frac{Mv^2}{m+M}}$

۵۸ اگر گلوله در حالتی که مقاومت هوا نباشد به اندازهٔ h_1 و در حالتی که مقاومت هوا باشد به اندازهٔ h_2 بالا برود، با در نظر گرفتن بقای انرژی مکانیکی داریم:

$$\begin{cases} \frac{1}{2}Mv^2 = Mgh_1 \\ \frac{1}{2}Mv^2 = Mgh_2 + 7/0 \times 10^5 J \end{cases}$$

v میزان تندی اولیهٔ جسم است و h_1 مقدار انرژی تلف شده در اثر مقاومت هواست با کم کردن این دو معادله از یکدیگر داریم:

$Mg(h_2 - h_1) = 7/0 \times 10^5 J\ ,\ Mg = 100N$

$\Rightarrow h_2 - h_1 = 7/0 \times 10^3 m$ بدون مقاومت هوا گلوله هفت کیلومتر بالاتر می‌رفت

۵۹ در اینجا اگر پایین سطح شیبدار را به عنوان مبدأ انرژی پتانسیل گرانشی در نظر بگیریم، بعد از رها شدن جسم، انرژی پتانسیل‌اش کاهش یافته و انرژی جنبشی جسم و سطح شیبدار افزایش می‌یابد. به عبارتی داریم:

$m \rightarrow$ جرم گوی و $v \rightarrow$ سرعت گوی

$M \rightarrow$ جرم سطح شیبدار و $v' \rightarrow$ سرعت سطح شیبدار

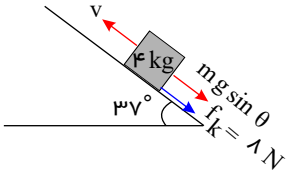
$$E_۱ = E_۲ \Rightarrow mgh = \frac{۱}{۲}mv^۲ + \frac{۱}{۲}Mv'^۲$$

$$\Rightarrow (۱kg)(۱۰\frac{m}{s^۲})(۰/۹m) = \frac{۱}{۲}(۱kg)(۴\frac{m}{s})^۲ + \frac{۱}{۲}(۸kg)(v')^۲$$

$$\Rightarrow ۹J = ۸J + ۴v'^۲ \Rightarrow v'^۲ = \frac{۱}{۴} \Rightarrow v' = \frac{۱}{۲}\frac{m}{s}$$

سطح شیبدار با تندی $۰/۵\frac{m}{s}$ به سمت چپ حرکت خواهد کرد.

۶۰ نیروی اصطکاک و تصویر نیروی وزن در امتداد سطح $(mg\sin\theta)$ به عنوان نیروی مقاوم در مقابل حرکت عمل می‌کنند. بنابراین دو نیرو کار منفی انجام می‌دهند تا جسم متوقف شود، با استفاده از قضیهٔ کار – انرژی جنبشی :



$$K_۱ = \frac{۱}{۲}mv^۲ \quad , K_۲ = ۰$$

$$W_t = W_f + W = K_۲ - K_۱ = ۰ - \frac{۱}{۲}mv^۲$$

$$\Rightarrow W_f + W = -\frac{۱}{۲}mv^۲$$

$$-f_k d - mg\sin\theta\, d = -\frac{۱}{۲}mv^۲$$

$$\Rightarrow d = \frac{\frac{۱}{۲}mv^۲}{f_k + mg\sin\theta} = \frac{۱۲۸J}{۸N + ۲۴N} = ۴m$$