

بنام خدا



امام علی علیه السلام :

هیچ گنجی سودمندتر از دانش نیست

گنجینه دانش

برای ارتباط با مهندس اصغری جهت کلاس خصوصی و یا

مشاوره و برنامه ریزی با شماره زیر تماس بگیرید

09125637231

۱- انرژی جنبشی

به انرژی اجسام متحرک (که صرفاً به خاطر حرکت باشد) انرژی جنبشی می‌گویند. هر جسم متحرکی علاوه بر انرژی‌های دیگر (شیمیایی، پتانسیل گرانشی و) که ممکن است آنها را داشته باشد، دارای انرژی جنبشی نیز می‌باشد.

اندازه‌ی انرژی جنبشی با استفاده از رابطه‌ی مقابل محاسبه می‌شود:

$$K = \frac{1}{2} mV^2$$

در این رابطه m جرم جسم متحرک بر حسب کیلوگرم و V سرعت آن بر حسب متر بر ثانیه می‌باشد. بدین ترتیب k بر حسب ژول به دست می‌آید که بیانگر مقدار انرژی جنبشی متحرک است.

۲- انرژی شیمیایی

بدن ما برای انجام فعالیت‌های روزانه و رشد و نمو خود نیاز به انرژی دارد. خودروهایی که ما را جابه‌جا می‌کنند نیاز به انرژی دارند. این انرژی از طریق غذا و سوخت تأمین می‌شود. این انرژی در طی یک فرآیند (واکنش) شیمیایی به انرژی قابل استفاده برای ما و تبدیل می‌گردد.

در مولکول‌های مواد مقداری انرژی ذخیره شده است که صرفاً طی یک فرآیند شیمیایی آزاد می‌شود. به این انرژی، انرژی شیمیایی گفته می‌شود. یکای انرژی شیمیایی کیلوژول بر گرم $\left(\frac{KJ}{g}\right)$ است که مصرف مقدار انرژی شیمیایی ذخیره شده در یک گرم غذا یا سوخت می‌باشد. اگر این انرژی را با e نشان دهیم مقدار انرژی ذخیره شده در m گرم ماده شیمیایی (غذا یا سوخت) به کمک رابطه‌ی مقابل محاسبه می‌شود.

$$E = m \cdot e$$

e انرژی شیمیایی ذخیره شده در یک گرم ماده $\left(\frac{KJ}{g}\right)$ و m مقدار ماده بر حسب گرم (g) می‌باشد. در این صورت E انرژی شیمیایی کل ماده بر حسب KJ می‌باشد.

مقدار e برای تعدادی از غذاها و سوخت‌های معمولی در جدول ۱ - ۱ کتاب فیزیک ۱ و آزمایشگاه آمده است.

۳- آهنگ مصرف انرژی

ما برای انجام فعالیت‌های مختلف نیازمند صرف انرژی هستیم. کسی که به مدت ده دقیقه پیاده‌روی کند و کسی که همین مدت بدون به یک اندازه انرژی مصرف نمی‌کند. به انرژی مصرف شده برای یک فعالیت در یک مدت زمان معین (مثلاً یک دقیقه) آهنگ مصرف انرژی گفته می‌شود. یکای آهنگ مصرف انرژی کیلوژول بر دقیقه

است و با نماد $\frac{KJ}{min}$ نمایش داده می‌شود. ما در مباحث این بخش آهنگ مصرف انرژی را با P نشان می‌دهیم. انرژی مصرف‌شده‌ی (E) برای انجام یک فعالیت در مدت زمان t (بر حسب دقیقه) با رابطه‌ی زیر به دست می‌آید.

$$E = p \cdot t$$

مقدار p برای بعضی از فعالیت‌های روزانه در جدول ۱ - ۲ کتاب فیزیک ۱ و آزمایشگاه آمده است.

۴- انرژی درونی

به مجموع انرژی ذرات تشکیل دهنده ی ماده انرژی درونی گفته می شود. این انرژی غالباً به صورت گرما ظاهر می شود. باید توجه داشته باشید که انرژی شیمیایی یا ... نیز در ذرات مواد است ولی به آن ها انرژی درونی گفته نمی شود. وقتی تویی در حال حرکت بعد از مدتی متوقف می شود، انرژی جنبشی آن به انرژی درونی تبدیل شده است. وقتی دست های خود را مالش می دهید بعد از مدت کوتاهی احساس گرما می کنید. علت این امر این است که انرژی شما به انرژی درونی تبدیل شده است. اگر به دو ذره با انرژی متفاوت نگاه کنید، مشاهده می کنید که ذره ی دارای انرژی درونی بیشتر، دارای جنب و جوش بیشتری است.

۵- قانون پایستگی انرژی

طبق قانون پایستگی انرژی، انرژی مواد از بین نمی رود و خود به خود به وجود نمی آید، بلکه همواره پایسته است. انرژی یک جسم ممکن است به جسم دیگری منتقل شود ولی از بین نمی رود. یک امکان دیگر نیز وجود دارد. ممکن است انرژی یک جسم تغییر حالت دهد. به عنوان مثال وقتی شما دست های خود را روی هم می کشید، انرژی جنبشی دست های شما به انرژی درونی تبدیل می شود. همین اتفاق در مورد تویی که بعد از مدتی می ایستد نیز رخ می دهد.

۶- انرژی پتانسیل گرانشی

جسمی که بالاتر از سطح زمین قرار دارد اگر رها شود، به سطح زمین می رسد. این جسم در سطح زمین دارای انرژی جنبشی است. البته مقداری نیز به انرژی درونی خود و محیط افزوده است. طبق قانون پایستگی انرژی این دو انرژی (جنبشی و درونی) نباید به خودی خود به وجود آمده باشد. از طرفی این انرژی در جسم مشابهی که روی زمین قرار دارد وجود ندارد. پس نتیجه می گیریم که انرژی موجود در جسم به خاطر ارتفاع آن در جسم وجود داشته است. **جسمی که در ارتفاع بالاتر از سطح زمین قرار دارد دارای نوعی از انرژی است که به انرژی پتانسیل گرانشی معروف است.** این انرژی می تواند آزاد شود و به انرژی جنبشی و به دنبال آن به انواع دیگر انرژی تبدیل شود. انرژی آب پشت سدها که در نیروگاه های برق آبی به انرژی الکتریکی تبدیل می شود مثال بارزی از انرژی پتانسیل گرانشی است.

مقدار انرژی پتانسیل گرانشی جسمی به جرم m که در ارتفاع h از یک سطح پتانسیل صفر مانند زمین قرار دارد به کمک رابطه ی مقابل به دست می آید.

$$U = mgh$$

در این رابطه U انرژی پتانسیل گرانشی بر حسب ژول و g شتاب جاذبه گرانشی با مقدار 10 می باشد. مقادیر m و h باید به ترتیب بر حسب کیلوگرم و متر جاگذاری شوند.

۷- مبدأ انرژی پتانسیل گرانشی

ما معمولاً انرژی پتانسیل گرانشی جسمی را که در سطح زمین قرار دارد صفر فرض می‌کنیم. ولی لزوماً سنگی که از سطح زمین در چاهی سقوط می‌کند دارای انرژی پتانسیل گرانشی است؛ چرا که وقتی به ته چاه می‌رسد دارای سرعت و در نتیجه دارای انرژی جنبشی است. به دو شکل می‌توان با این مسأله برخورد کرد. اول این که فرض کنیم انرژی پتانسیل گرانشی در ته چاه صفر است و در نتیجه انرژی پتانسیل گرانشی جسم در سطح زمین مقداری مثبت دارد. با سقوط جسم انرژی پتانسیل گرانشی آن تا صفر کاهش می‌یابد. و در نتیجه انرژی جنبشی افزایش می‌یابد. برخورد دوم این که فرض کنیم انرژی پتانسیل جسم در سطح زمین صفر باشد در نتیجه این فرض انرژی پتانسیل گرانشی جسم در ته چاه منفی است. این بار انرژی پتانسیل گرانشی جسم از مقدار صفر به مقداری منفی کاهش یافته است که باز هم نتیجه‌ی این کاهش، افزایش انرژی جنبشی جسم است. همان‌طور که مشاهده شده مقدار انرژی پتانسیل گرانشی (مثبت، منفی یا صفر بودن آن) مهم نیست بلکه تغییرات آن مهم است.

کاهش انرژی پتانسیل گرانشی با افزایش انرژی جنبشی و افزایش آن با کاهش انرژی جنبشی همراه است. مجموع تغییرات انرژی پتانسیل و انرژی جنبشی صفر است.

اگر انرژی پتانسیل کشسانی نیز در سیستم وجود داشته باشد مجموع تغییرات انرژی‌های پتانسیل گرانشی و کشسانی و انرژی جنبشی برابر صفر است. به این قانون، قانون پایستگی انرژی مکانیکی می‌گویند.
انرژی مکانیکی شامل انرژی پتانسیل گرانشی، انرژی پتانسیل کشسانی و انرژی جنبشی می‌باشد.
در اکثر مسائل مربوط به انرژی مکانیکی تغییرات انرژی‌های پتانسیل و جنبشی مهم است نه مقادیر آن‌ها.

۸- انرژی پتانسیل کشسانی

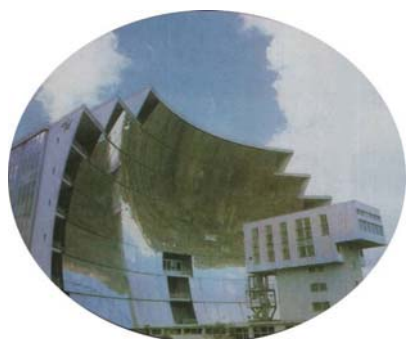
انرژی پتانسیل کشسانی به انرژی ذخیره شده در فنر می‌گویند. وقتی شما فنری را می‌فشارید یا می‌کشید برای انجام این کار انرژی مصرف می‌کنید. این انرژی می‌تواند در فنر ذخیره شود و در موقع نیاز با آزاد کردن آن، از آن استفاده نمایید ساعت‌ها و اسباب‌بازی‌های کوچکی مثال‌هایی از ابزارهایی هستند که در آن‌ها این انرژی وجود دارد. **نکته‌ی قابل توجه این است که هر جسمی که بتواند تغییر شکل دهد و این تغییر شکل با حذف عامل تغییر، برگشت نماید نقش یک فنر را دارد.** به عنوان نمونه اکثر قطعات لاستیکی، کش‌ها، فنرهای خودرو، فنرهای ماریچی و می‌توانند در این مبحث مورد بررسی قرار گیرند. در تمام این ابزارها با اعمال نیرو، انرژی در جسم ذخیره می‌شود و با حذف عامل تغییر شکل جسم کشسان به حالت اولیه برمی‌گردد. **در مقابل جسم کشسان، جسم مومسان قرار دارد که تمام انرژی دریافتی را به انرژی درونی تبدیل می‌کند.** و برای برگشت به وضعیت اولیه نیاز به صرف انرژی است. مثال این مورد خمیر، گل، موم و می‌باشد.

۹- منابع انرژی

به هر چیزی که بتواند انرژی مورد نیاز ما را تأمین کند منبع انرژی گفته می‌شود. ذخیره‌ی منابع انرژی با مصرف آن‌ها کاهش می‌یابد. این مخازن باید انرژی از دست رفته را جبران نمایند. ولی ممکن است این انرژی قابل بازیافت نباشد. بر اساس همین مسأله منابع انرژی به دو گروه تقسیم می‌شوند.

الف) منابع تجدید ناپذیر انرژی: انرژی این منابع یا قابل بازیابی نیست یا میلیون‌ها سال طول می‌کشد که این انرژی مصرف شده بازسازی شود. در این منابع مقدار مصرف همواره بیش از تولید است. از این‌رو این منابع روزی پایان خواهد یافت.

ب - منابع تجدیدپذیر انرژی: این منابع دارای انرژی‌هایی هستند که به راحتی قابل بازیابی است. این منابع مانند نور خورشید، انرژی گیاهان، باد و در دوره‌های زمانی خاصی قابل بازیابی است. در صورتی که مقدار مصرف انرژی از این منابع با مقدار انرژی بازیابی شده برابر باشد، ذخیره‌ی انرژی این منابع ثابت می‌ماند.



۱۰- انرژی خورشیدی

انرژی خورشید تقریباً تأمین کننده ی تمام انرژی های مورد استفاده ی ما است. مثلاً گیاهان با دریافت انرژی خورشید این انرژی را در میوه ی خود ذخیره می کنند و از آن برای فعالیت های روزانه استفاده می کنند.

ما انرژی خورشید را به سه شکل عمده استفاده می کنیم:

۱- **صفحات خورشیدی:** این صفحات در آب گرم کن های با دماهای پایین (حداکثر 70°C) به کار برده می شود.

۲- **آینه های مقعر:** این آینه ها در کوره های خورشیدی برای تولید دماهای بالا مانند 3000°C و بالاتر به کار برده می شود.

۳- **سلول های خورشیدی:** این سلول ها انرژی خورشید را مستقیماً به انرژی الکتریکی تبدیل می کنند.

۱۱- انرژی باد

باد یکی از منابع عظیم انرژی های تجدیدپذیر می باشد. برای استفاده از این انرژی توربین هایی با پره هایی بلند (حدود ۳۰ متر) در مسیر باد در فاصله های زیاد از هم قرار می گیرند و مولدهای برق را به کار می اندازند.

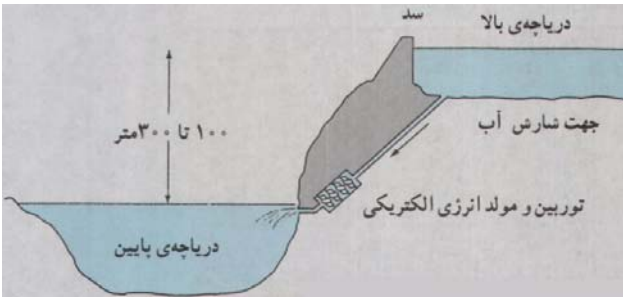
۱۲- انرژی امواج دریا

از افت و خیز دریا می توان برای به کار انداختن مولدهای الکتریسیته استفاده نمود. یکی از مزایای استفاده از امواج دریا این است که دیگر امواج دریا موجب آسیب به سواحل نخواهند شد، چرا که قبل از رسیدن به ساحل انرژی خود را از دست داده اند.

طبق آمار به دست آمده انرژی حاصل از امواج در سواحل بریتانیا در هر یک سال می تواند $\frac{1}{3}$ انرژی مصرفی سالانه بریتانیا را تأمین نماید.

۱۳- انرژی جزر و مد:

جزر و مد بدین شکل است که ارتفاع آب دریا در هر شبانه روز دو بار بالا آمده و دوبار به ارتفاع قبلی برمی گردد. این تغییر ارتفاع حداقل ۴ متر می باشد. از این تغییر ارتفاع به شکل های مختلف استفاده می شود. مثلاً آب بالا آمده را در مخازن ذخیره کرده از انرژی پتانسیل گرانشی آن استفاده می کنند. روش دیگر این است که آب بالا آمده وارد مخازنی از هوا می شود که تحت اثر فشار هوای مخزن بیرون رانده شده، یک توربین را به حرکت در می آورد.



۱۴- انرژی برق آبی

در این روش آب را در پشت سد در یک دریاچه در ارتفاع نگه می‌دارند و با پایین آمدن آب و سرازیر شدن آن به دریاچه ی پایین دست انرژی پتانسیل گرانشی آب را به انرژی الکتریکی تبدیل می‌کنند.

۱۵- انرژی زمین گرمایی

در این روش آب سرد را با فشار زیاد به اعماق زمین می‌فرستند و در فاصله ی نسبتاً دوری (حدود ۱ km) آب گرم شده را به بالا می‌کشند. بدین ترتیب انرژی گرمایی اعماق زمین قابل استفاده می‌شود.

انرژی زمین گرمایی در صورتی تجدیدپذیر محسوب می‌شود که انرژی برداشت شده با انرژی تولید شده توسط واکنش‌های هسته‌ای زمینی برابر باشد. در ضمن باید مقدار آب تزریق شده و آب خارج شده برابر باشد.

۱۶- سوخت‌های گیاهی (بیومس)

با تخمیر پسماندهای گیاهی می‌توان موادی مانند الکل (اتانول) و گاز متان را به دست آورد. هم‌چنین زیست گاز که مخلوطی از متان و کربن‌دی‌اکسید است و انرژی آن حدود ۷۰٪ انرژی گاز طبیعی است، از سوخت‌های گیاهی است.

مفهوم کار در فیزیک

۱۷-

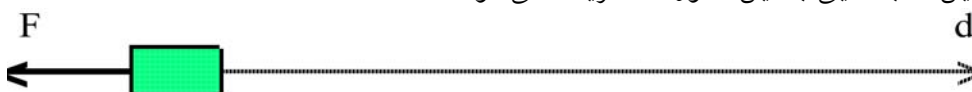
اگر به جسمی نیرو وارد شود و جسم در راستای آن نیرو جابه‌جا شود، آن نیرو کار انجام داده است. اگر جسم در جهت نیروی وارد بر آن جابه‌جا شود، آن نیرو باعث افزایش سرعت جسم و در نتیجه افزایش انرژی جنبشی جسم می‌شود و اگر جسم در خلاف جهت نیروی وارد بر آن جابه‌جا شود، آن نیرو باعث کاهش سرعت جسم و در نتیجه کاهش انرژی جنبشی جسم می‌شود. به عبارت دیگر نیروی وارد بر جسم هنگامی کار انجام می‌دهد که باعث تغییر انرژی جنبشی جسم شود. اگر جابه‌جایی جسم در راستای نیرو نباشد و هم‌چنین اگر چند نیرو به جسم وارد شود را کمی جلوتر بررسی خواهیم کرد.

۱۸- (۱) اگر جسمی به اندازه ی d جابه‌جا شود و نیروی ثابت F در جهت جابه‌جایی جسم به آن وارد شده باشد، کار نیروی F در این جابه‌جایی به این صورت تعریف می‌شود.



$$W = + Fd \quad \text{کار نیروی } F$$

۱۹- (۲) اگر جسمی به اندازه ی d جابه‌جا شود و نیروی ثابت F در خلاف جهت جابه‌جایی جسم به آن وارد شده باشد، کار نیروی F در این جابه‌جایی به این صورت تعریف می‌شود.



$$W = - Fd \quad \text{کار نیروی } F$$

۲۰- (۳) اگر جسمی به اندازه ی d جابه جا شود و نیروی ثابت F در راستایی عمود بر جابه جایی جسم به آن وارد شده باشد، کار نیروی F در این جابه جایی برابر صفر تعریف می شود.



$$W = 0 \text{ : کار نیروی } F$$

کار یک کمیت نرده ای است و یکای آن $N.M$ است که ژول نامیده می شود. این یکا را با نماد J نمایش می دهیم.

محاسبه ی کار در حالت کلی با کمک حالت های خاص

۲۱-

فرض کنید مطابق شکل جسمی به اندازه ی d جابه جا شود و نیروی ثابت F در جهتی که با جابه جایی جسم زاویه ی θ تشکیل می دهد به آن وارد شده باشد.



به جای نیروی F دو نیروی F_x و F_y را جایگزین می کنیم که برآیند آن ها مطابق شکل زیر برابر نیروی F است.

$$\begin{aligned} \sin \theta = \frac{F_y}{F} &\Rightarrow F_y = F \sin \theta \\ \cos \theta = \frac{F_x}{F} &\Rightarrow F_x = F \cos \theta \end{aligned}$$

$$F \text{ کار نیروی } = F_x \text{ کار نیروی } + F_y \text{ کار نیروی } \Rightarrow W_F = W_{F_x} + W_{F_y}$$

$$\begin{cases} \Rightarrow W_{F_x} = + F_x d & \text{نیروی } F_x \text{ هم جهت با جابه جایی است} \\ \Rightarrow W_{F_y} = 0 & \text{نیروی } F_y \text{ بر جابه جایی عمود است} \end{cases} \Rightarrow W_F = F_x d = Fd \cos \theta$$

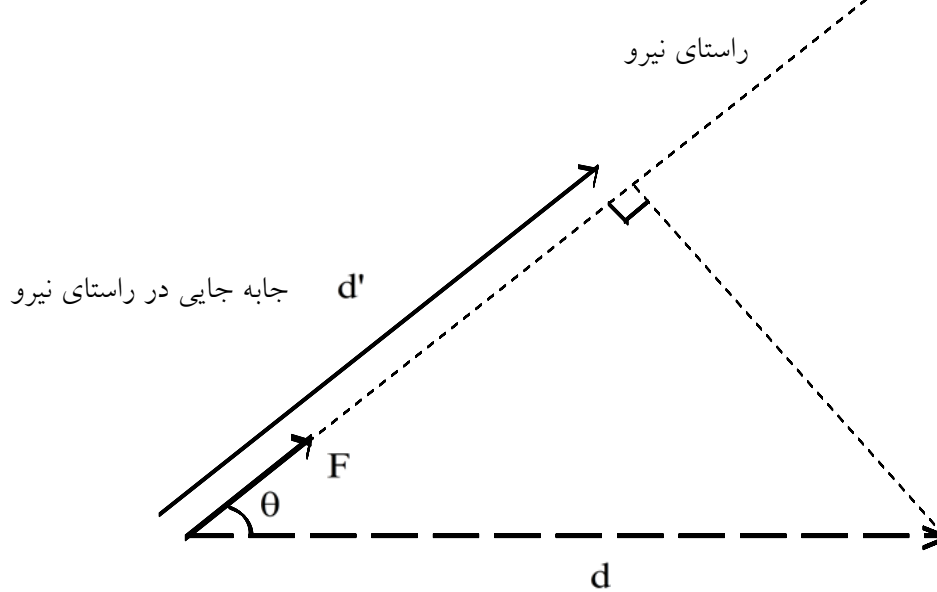
تعریف کار در حالت کلی

فرض کنید مطابق شکل جسمی به اندازه ی d جابه جا شود و نیروی ثابت F در جهتی که با جابه جایی جسم زاویه ی θ تشکیل می دهد به آن وارد شده باشد.



« کار هر نیرو برابر ضرب آن نیرو در جابه جایی در راستای آن نیرو تعریف می شود. »

با توجه به شکل زیر که در آن جابه جایی جسم در راستای نیرو نشان داده شده است داریم :



$$\begin{cases} W_F = F d' \\ \cos \theta = \frac{d'}{d} \Rightarrow d' = d \cos \theta \end{cases} \Rightarrow W_F = F d \cos \theta$$

کار نیروی وزن

برای محاسبه ی کار نیروی وزن در حالت کلی از تعریف کار استفاده می کنیم. کار نیروی وزن برابر است با نیروی وزن ضرب در جابه جایی در راستای نیروی وزن. راستای نیروی وزن قائم است و طبق شکل های زیر جابه جایی در راستای قائم برابر تغییر ارتفاع است.

(۲)

(۳)

۲۳- (۱) اگر جسم در راستای افقی جابه جا شود :

تغییر ارتفاع جسم و در نتیجه جابه جایی در راستای نیروی وزن صفر است. بنابراین کار نیروی وزن صفر است.

۲۴- (۲) اگر ارتفاع جسم به اندازه ی h کاهش یابد (جسم پایین بیاید) :

جابه جایی جسم در راستای وزن (راستای قائم) برابر h و هم جهت با نیروی وزن است.

$$\Rightarrow W_{mg} = + mgh$$

که البته این کار برابر با تغییر انرژی پتانسیل گرانشی جسم نیز می باشد. (با فرض این که سطح زمین دارای پتانسیل صفر گرانشی است)

۲۵- (۳) اگر ارتفاع جسم به اندازه ی h افزایش یابد (جسم بالا برود) :

جابه جایی جسم در راستای وزن (راستای قائم) برابر h و در خلاف جهت نیروی وزن است.

$$\Rightarrow W_{mg} = - mgh$$

که البته این کار برابر با تغییر انرژی پتانسیل گرانشی جسم نیز می باشد. (با فرض این که سطح زمین دارای پتانسیل صفر گرانشی است)

۲۶- (۳) حالت کلی :

اگر ارتفاع جسم از سطح زمین از h_1 به h_2 برسد و تغییر ارتفاع جسم $\Delta h = h_2 - h_1$ باشد.

$$\Rightarrow W_{mg} = - mg\Delta h$$

اگر ارتفاع جسم تغییر نکند :

$$\Delta h = 0 \Rightarrow W_{mg} = 0$$

اگر ارتفاع جسم به اندازه ی h کاهش یابد :

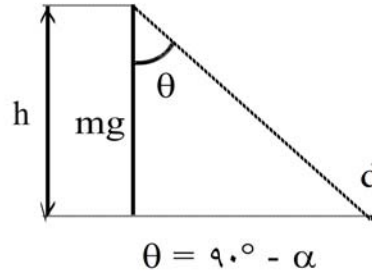
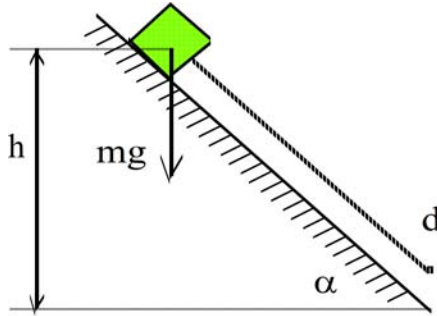
$$\Delta h = - h \Rightarrow W_{mg} = - mg(- h) = + mgh$$

اگر ارتفاع جسم به اندازه ی h افزایش یابد :

$$\Delta h = + h \Rightarrow W_{mg} = - mg(+ h) = - mgh$$

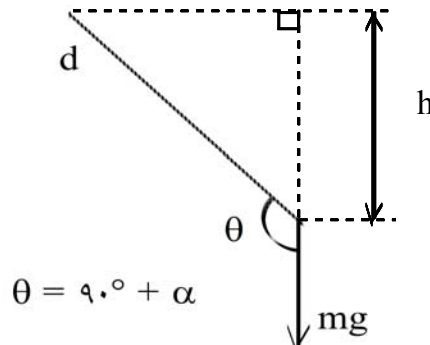
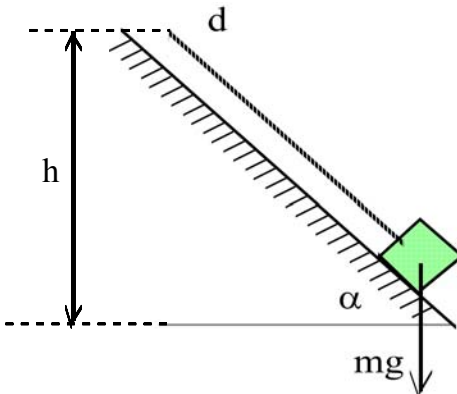
کار نیروی وزن در سطح شیب‌دار

فرض می‌کنیم یک جسم با جرم m روی یک سطح شیب‌دار که با افق زاویه‌ی α دارد، به اندازه‌ی d جابه‌جا می‌شود.
۲۷- اگر جسم روی سطح شیب‌دار پایین برود :



$$h = d \sin \alpha$$

۲۸- اگر جسم روی سطح شیب‌دار بالا برود :

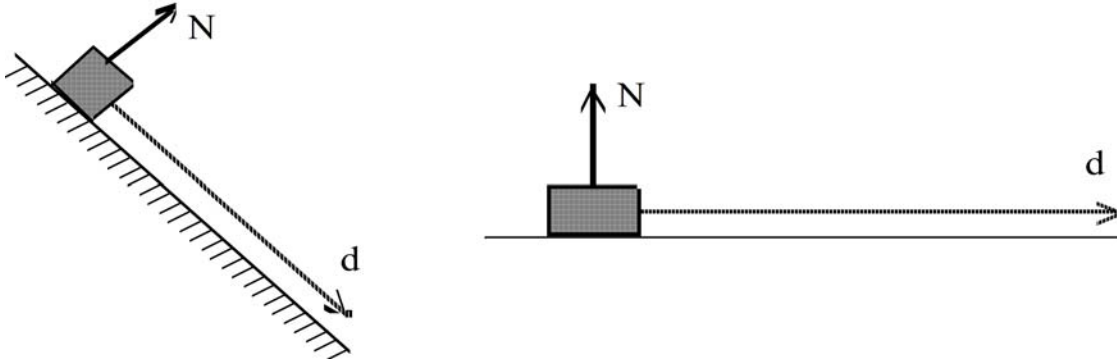


$$W_{mg} = mgd \cos \theta = mgd \cos(90^\circ + \alpha) = -mgd \sin \alpha = -mgh$$

$$h = d \sin \alpha$$

کار نیروی عمودی سطح در دو حالت خاص

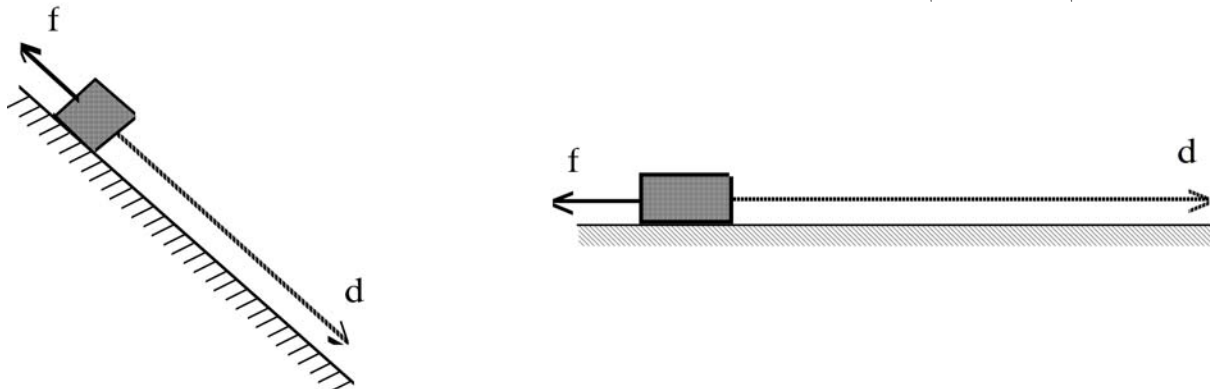
به شکل‌های زیر توجه کنید که در آن اجسام روی سطح افقی و سطح شیب‌دار به اندازه‌ی d جابه‌جا می‌شوند. اگر سطح افقی و سطح شیب‌دار ساکن باشند، اجسام تنها در راستای سطوح جابه‌جا می‌شوند و نیروی عمودی سطح بر بردار جابه‌جایی اجسام عمود است. یعنی جابه‌جایی اجسام در راستای عمود بر سطح صفر است. بنابراین کار نیروی عمودی سطح در جابه‌جایی اجسام صفر است.



$$\vec{N} \perp \vec{d} \Rightarrow W_N = 0$$

کار نیروی اصطکاک

به شکل‌های زیر توجه کنید که در آن اجسام روی سطح افقی و سطح شیب‌دار به اندازه‌ی d جابه‌جا می‌شوند. اگر سطح افقی و سطح شیب‌دار ساکن باشند، اجسام تنها در راستای سطوح جابه‌جا می‌شوند و بردار جابه‌جایی اجسام و نیروی اصطکاک هم‌راستا و ناهم‌سو هستند. یعنی با یک‌دیگر زاویه‌ی ۱۸۰° درجه تشکیل می‌دهند.



$$\text{در هر دو حالت} \begin{cases} W_f = fd \cos \theta \\ \theta = 180^\circ \end{cases} \Rightarrow W_f = -fd$$

کشیدن جسم روی سطح افقی با نیروی افقی

جسمی به جرم m روی یک سطح افقی که ضریب اصطکاک آن با جسم μ است، با نیروی افقی F کشیده می شود و جسم به اندازه ی d روی سطح افقی جابه جا می شود.

۳۱- محاسبه ی کار هر یک از نیروهای وارد بر جسم :

$$W_F = Fd \cos(0^\circ) = +Fd$$

$$\begin{cases} W_f = Fd \cos(180^\circ) = -fd \\ f = \mu N \\ N = mg \end{cases} \Rightarrow f = \mu mg \Rightarrow W_f = -\mu mgd$$

$$W_{mg} = mgd \cos(90^\circ) = 0$$

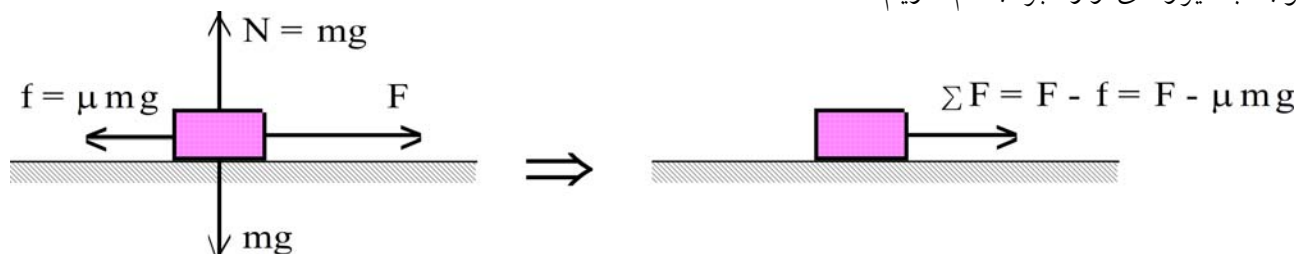
$$W_N = Nd \cos(90^\circ) = 0$$

۳۲- محاسبه ی مجموع کارهای انجام شده روی جسم :

$$\Sigma W = W_F + W_f + W_{mg} + W_N = +Fd - \mu mgd + 0 + 0 = (F - \mu mg)d$$

۳۳- محاسبه ی کار برآیند نیروهای وارد بر جسم :

با توجه به نیروهای وارد بر جسم داریم :

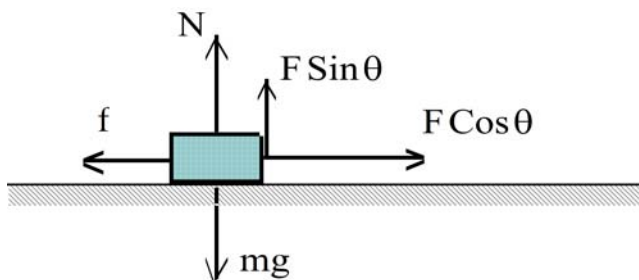


$$W_{\Sigma F} = \Sigma Fd \cos(0^\circ) = + \Sigma Fd = (F - \mu mg)d$$

کشیدن جسم روی سطح افقی با نیروی مایل

جسمی به جرم m روی یک سطح افقی که ضریب اصطکاک آن با جسم μ است، با نیروی F که با افق زاویه ی θ تشکیل می دهد کشیده می شود و جسم به اندازه ی d روی سطح افقی جابه جا می شود.

می توانیم نیروی F را تجزیه کنیم. یعنی آن را مطابق شکل زیر به صورت یک نیروی افقی $F \cos \theta$ و یک نیروی عمودی $F \sin \theta$ در نظر بگیریم.



۳۴- محاسبه ی کار هر یک از نیروهای وارد بر جسم :

$$W_F = Fd \cos \theta$$

$$\begin{cases} W_f = Fd \cos(180^\circ) = -fd \\ f = \mu N \\ N = mg - F \sin \theta \end{cases} \Rightarrow f = \mu (mg - F \sin \theta) \Rightarrow W_f = -\mu (mg - F \sin \theta) d$$

$$\Rightarrow W_f = -\mu (mg - F \sin \theta) d$$

$$W_{mg} = mgd \cos(90^\circ) = 0$$

$$W_N = Nd \cos(90^\circ) = 0$$

۳۵- محاسبه ی مجموع کارهای انجام شده روی جسم :

$$\Sigma W = W_F + W_f + W_{mg} + W_N$$

$$\Rightarrow \Sigma W = +Fd \cos \theta - \mu (mg - F \sin \theta) d + 0 + 0 = (F(\cos \theta + \mu \sin \theta) - \mu mg) d$$

۳۶- محاسبه ی کار برآیند نیروهای وارد بر جسم :
با توجه به نیروهای وارد بر جسم داریم :

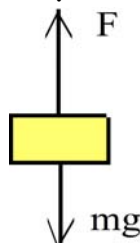
$$\begin{cases} \Sigma F = F \cos \theta - f \\ f = \mu N = \mu (mg - F \sin \theta) \end{cases} \Rightarrow \Sigma F = F \cos \theta - \mu (mg - F \sin \theta)$$

$$\Rightarrow \Sigma F = F(\cos \theta + \mu \sin \theta) - \mu mg$$

$$W_{\Sigma F} = \Sigma F d \cos(\cdot) = + \Sigma F d = (F(\cos \theta + \mu \sin \theta) - \mu mg) d$$

حرکت جسم در راستای قائم

به جسمی به جرم m نیروی قائم F وارد می شود و جسم در راستای قائم به اندازه ی h جابه جا می شود.
۳۷- اگر جهت نیروی F به سمت بالا باشد و جسم به سمت بالا حرکت کند :



محاسبه ی کار هر کدام از نیروهای وارد بر جسم :

$$W_F = Fh \cos(\cdot) = + Fh$$

$$W_{mg} = mgh \cos(180^\circ) = - mgh$$

محاسبه ی مجموع کارهای انجام شده روی جسم :

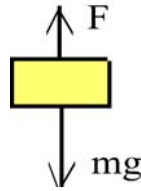
$$\Sigma W = W_F + W_{mg} = + Fh - mgh = (F - mg)h$$

محاسبه ی کار برآیند نیروهای وارد بر جسم :

$$\Sigma F = + F - mg \Rightarrow \text{اگر جهت مثبت را بالا فرض کنیم.}$$

$$W_{\Sigma F} = \Sigma Fh \cos(\cdot) = \Sigma Fh = (F - mg)h$$

۳۸- اگر جهت نیروی F به سمت بالا باشد و جسم به سمت پایین حرکت کند :



محاسبه ی کار هر کدام از نیروهای وارد بر جسم :

$$W_F = Fh \cos(180^\circ) = -Fh$$

$$W_{mg} = mgh \cos(0^\circ) = +mgh$$

محاسبه ی مجموع کارهای انجام شده روی جسم :

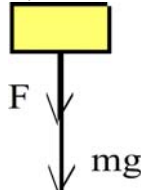
$$\Sigma W = W_F + W_{mg} = -Fh + mgh = (mg - F)h$$

محاسبه ی کار برآیند نیروهای وارد بر جسم :

$$\Sigma F = +mg - F \Rightarrow \text{اگر جهت مثبت را پایین فرض کنیم.}$$

$$W_{\Sigma F} = \Sigma Fh \cos(0^\circ) = \Sigma Fh = (mg - F)h$$

۳۹- اگر جهت نیروی F به سمت پایین باشد و جسم به سمت پایین حرکت کند :



محاسبه ی کار هر کدام از نیروهای وارد بر جسم :

$$W_F = Fh \cos(0^\circ) = +Fh$$

$$W_{mg} = mgh \cos(0^\circ) = +mgh$$

محاسبه ی مجموع کارهای انجام شده روی جسم :

$$\Sigma W = W_F + W_{mg} = +Fh + mgh = (F + mg)h$$

محاسبه ی کار برآیند نیروهای وارد بر جسم :

$$\Sigma F = +F + mg \Rightarrow \text{اگر جهت مثبت را پایین فرض کنیم.}$$

$$W_{\Sigma F} = \Sigma Fh \cos(0^\circ) = \Sigma Fh = (F + mg)h$$

مجموع کارهای انجام شده روی جسم و کار برآیند نیروها

۴۰-

کار برآیند نیروهای وارد بر جسم را همواره می توان با جمع کردن کار هر یک از نیروهای وارد بر جسم به دست آورد. یعنی کار برآیند نیروها با مجموع کارهای انجام شده روی جسم برابر است.

$$W_T = \Sigma W$$

رابطه ی کار و انرژی جنبشی در حرکت روی خط راست با شتاب ثابت

برآیند نیروهای وارد بر یک جسم با جرم m ثابت و به اندازه ی F_x است و جسم روی خط راست حرکت می کند. فرض می کنیم سرعت جسم در جابه جایی d از V_1 به V_2 برسد.

۴۱- اگر جسم در جهت برآیند نیروهای وارد بر آن حرکت کند :

$$\Sigma F = +F_x \Rightarrow ma = +F_x \Rightarrow a = +\frac{F_x}{m}$$

$$\begin{cases} V_2^2 - V_1^2 = 2a\Delta x \\ \Delta x = d \text{ و } a = +\frac{F_x}{m} \end{cases} \Rightarrow V_2^2 - V_1^2 = 2\left(+\frac{F_x}{m}\right)d$$

$$\Rightarrow \frac{1}{2}mV_2^2 - \frac{1}{2}mV_1^2 = +F_x d \Rightarrow K - K_1 = W$$

کار انجام شده روی جسم برابر تغییر انرژی جنبشی جسم است.

$$K - K_1 = \Delta K \Rightarrow \Delta K = W$$

۴۲- اگر جسم در خلاف جهت برآیند نیروهای وارد بر آن حرکت کند :

$$\Sigma F = -F_x \Rightarrow ma = -F_x \Rightarrow a = -\frac{F_x}{m}$$

$$\begin{cases} V_2^2 - V_1^2 = 2a\Delta x \\ \Delta x = d \text{ و } a = -\frac{F_x}{m} \end{cases} \Rightarrow V_2^2 - V_1^2 = 2\left(-\frac{F_x}{m}\right)d$$

$$\Rightarrow \frac{1}{2}mV_2^2 - \frac{1}{2}mV_1^2 = -F_x d \Rightarrow K - K_1 = W$$

کار انجام شده روی جسم برابر تغییر انرژی جنبشی جسم است.

$$K - K_1 = \Delta K \quad \Delta K = W$$

قضیه ی کار و انرژی

-۴۳

« کار برآیند نیروهای وارد بر روی یک جسم در یک جابه جایی

برابر است با تغییر انرژی جنبشی جسم در آن جابه جایی. »

اگر کار برآیند نیروها مثبت باشد، انرژی جنبشی جسم افزایش می یابد و اگر کار برآیند نیروها منفی باشد، انرژی جنبشی جسم کاهش می یابد و اگر کار برآیند نیروها صفر باشد، انرژی جنبشی تغییر نمی کند.

$$\Delta K = W$$

مفهوم انرژی پتانسیل گرانشی

فرض کنید که یک جسم فقط تحت اثر نیروی وزن خود (نیروی گرانشی) قرار دارد. اگر جسم را به سمت بالا پرتاب کنیم و جسم از زمین دور شود، انرژی جنبشی آن کاهش می‌یابد. این انرژی کجا رفته است؟ هم‌چنین هنگام بازگشت وقتی جسم به زمین نزدیک شود، انرژی جنبشی آن افزایش می‌یابد. این انرژی از کجا آمده است؟ برای توجیه این پدیده می‌توان گفت که هنگام دور شدن جسم از زمین، کاهش انرژی جنبشی جسم به صورت دیگری از انرژی تبدیل می‌شود که دیده نمی‌شود و به صورت مخفی ذخیره می‌شود و هنگام نزدیک شدن جسم به زمین انرژی ذخیره شده آزاد می‌شود و باعث افزایش انرژی جنبشی جسم می‌شود. این تغییر انرژی به دلیل اثر نیروی وزن (نیروی گرانشی) و کار انجام شده توسط آن روی جسم به وجود می‌آید.

« به انرژی‌ای که به دلیل اثر نیروی گرانشی روی اجسام به طور مخفی در اجسام وجود دارد، انرژی پتانسیل گرانشی می‌گویند و آن را با U نشان می‌دهند. »

رابطه‌ی انرژی پتانسیل گرانشی و کار نیروی وزن

فرض کنید جسمی که تنها تحت اثر نیروی وزن خود (نیروی گرانشی) قرار دارد، جابه‌جا شود و کار انجام شده روی آن توسط نیروی وزن (نیروی گرانشی) برابر W_{mg} باشد. هم‌چنین فرض می‌کنیم در این جابه‌جایی انرژی پتانسیل گرانشی از U_1 به U_2 تغییر کند.

۴۵- (۱) اگر جسم از زمین دور شود، W_{mg} ، کار انجام شده توسط نیروی وزن (نیروی گرانشی) روی آن منفی است و انرژی جنبشی جسم به اندازه‌ی $|W_{mg}|$ کاهش می‌یابد و این مقدار به صورت انرژی پتانسیل گرانشی ذخیره می‌شود. یعنی انرژی پتانسیل گرانشی به اندازه‌ی $|W_{mg}|$ افزایش یافته است.

$$\begin{cases} U = U_1 + |W_{mg}| \\ W_{mg} < 0 \Rightarrow |W_{mg}| = -W_{mg} \end{cases} \Rightarrow U = U_1 - W_{mg} \Rightarrow \Delta U = -W_{mg}$$

« کار نیروی وزن (نیروی گرانشی) برابر قرینه‌ی تغییر انرژی پتانسیل گرانشی است. »

۴۶- (۲) اگر جسم به زمین نزدیک شود، W_{mg} ، کار انجام شده توسط نیروی وزن (نیروی گرانشی) روی آن مثبت است و انرژی جنبشی جسم به اندازه‌ی W_{mg} افزایش می‌یابد و این مقدار از آزاد شدن انرژی پتانسیل گرانشی ایجاد می‌شود. یعنی انرژی پتانسیل گرانشی به اندازه‌ی W_{mg} کاهش یافته است.

$$\Rightarrow U = U_1 - W_{mg} \Rightarrow \Delta U = -W_{mg}$$

« کار نیروی وزن (نیروی گرانشی) برابر قرینه‌ی تغییر انرژی پتانسیل گرانشی است. »

تعریف کمی انرژی پتانسیل گرانشی

فرض کنید جسمی را با سرعت ثابت جابه‌جا کنیم. اگر کار نیروی وزن جسم برابر W_{mg} و کاری که ما برای جابه‌جایی جسم با سرعت ثابت انجام می‌دهیم برابر W باشد، داریم:

قضیه کار و انرژی

می‌دانیم که کار انجام شده توسط نیروی وزن (نیروی گرانشی) برابر قرینه‌ی تغییر انرژی پتانسیل گرانشی است.

$$W_{mg} = -\Delta U \Rightarrow W = \Delta U$$

کاری که ما برای جابه‌جایی جسم با سرعت ثابت انجام می‌دهیم برابر تغییر انرژی پتانسیل گرانشی است.

* * *

انرژی پتانسیل گرانشی جسم در هر نقطه به طور مطلق قابل محاسبه نیست و انرژی پتانسیل گرانشی به طور نسبی محاسبه می‌شود. معمولاً انرژی پتانسیل گرانشی اجسام نسبت به سطح زمین محاسبه می‌شود. (پتانسیل صفر) اگر یک جسم از سطح زمین با سرعت ثابت به یک نقطه منتقل شود، انرژی پتانسیل آن به اندازه‌ی کاری که ما انجام می‌دهیم تغییر می‌کند.

« انرژی پتانسیل گرانشی یک جسم در یک نقطه نسبت به زمین برابر است با کاری که

انجام می‌دهیم تا جسم را با سرعت ثابت از سطح زمین تا نقطه‌ی یاد شده منتقل کنیم. »

محاسبه‌ی انرژی پتانسیل گرانشی

اگر یک جسم از سطح زمین با سرعت ثابت به ارتفاع h از سطح زمین منتقل شود، انرژی پتانسیل آن به اندازه‌ی کاری که ما انجام می‌دهیم (W) تغییر می‌کند. هم‌چنین طبق قضیه‌ی کار و انرژی کل کار انجام شده روی جسم به دلیل ثابت بودن سرعت صفر است.

$$\begin{cases} \Delta U = W \\ W + W_{mg} = 0 \end{cases} \Rightarrow \Delta U = -W_{mg} = -(-mgh) = mgh$$

اگر انرژی پتانسیل گرانشی جسم را در سطح زمین صفر فرض کنیم، انرژی پتانسیل گرانشی جسم در ارتفاع h از سطح زمین برابر mgh است.

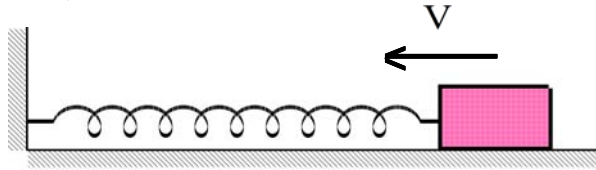
مفهوم انرژی پتانسیل کشسانی

در شکل زیر جسم بر روی یک سطح افقی بدون اصطکاک قرار دارد و به یک سر فنری که سر دیگر آن ثابت شده است وصل است. جسم ساکن است و فنر طول طبیعی خود را دارد.

O

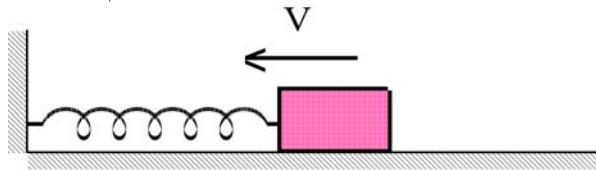
جسم را می کشیم تا طول فنر افزایش یابد و سپس آن را رها می کنیم. جسم یک حرکت نوسانی (رفت و برگشت) انجام می دهد که این حرکت به این صورت تشریح می شود:

(۱) مطابق شکل زیر وقتی که طول فنر از طول طبیعی آن بیش تر است و طول فنر در حال کاهش است، سرعت جسم و در نتیجه انرژی جنبشی آن در حال افزایش است. افزایش انرژی جنبشی جسم از کجا تامین می شود؟



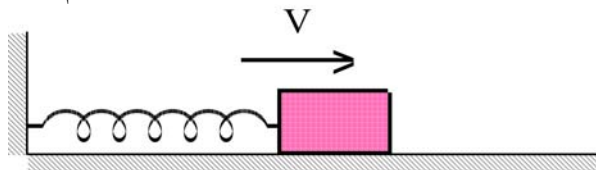
O

(۲) مطابق شکل زیر وقتی که طول فنر از طول طبیعی آن کم تر است و طول فنر در حال کاهش است، سرعت جسم و در نتیجه انرژی جنبشی آن در حال کاهش است. کاهش انرژی جنبشی جسم کجا می رود؟



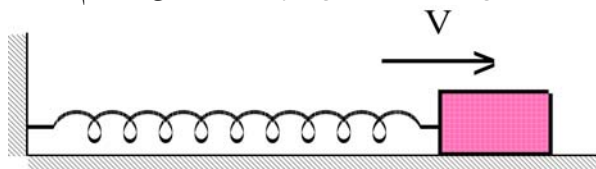
O

(۳) مطابق شکل زیر وقتی که طول فنر از طول طبیعی آن کم تر است و طول فنر در حال افزایش است، سرعت جسم و در نتیجه انرژی جنبشی آن در حال افزایش است. افزایش انرژی جنبشی جسم از کجا تامین می شود؟



O

(۴) مطابق شکل زیر وقتی که طول فنر از طول طبیعی آن بیش تر است و طول فنر در حال افزایش است، سرعت جسم و در نتیجه انرژی جنبشی آن در حال کاهش است. کاهش انرژی جنبشی جسم کجا می رود؟



O

در پاسخ به این سوال ها می توان گفت که هنگامی که طول فنر از طول طبیعی آن بیش تر یا کم تر می شود در آن انرژی ذخیره می شود و هر چه قدر تغییر طول فنر نسبت به طول طبیعی آن بیش تر باشد، انرژی ذخیره شده در آن بیش تر است. هنگامی که نیروی کشسانی فنر روی جسم کار مثبت انجام می دهد و سرعت و انرژی جنبشی جسم افزایش می یابد. هنگامی که نیروی کشسانی فنر روی جسم کار منفی انجام می دهد و

انرژی جنبشی جسم کاهش می یابد، به انرژی ذخیره شده در فنر افزوده می شود. در فنر که توسط نیروی کشسانی فنر در آن ایجاد می شود، انرژی پتانسیل کشسانی می گوئیم.

مفهوم انرژی پتانسیل الکتریکی

بارهای الکتریکی به هم نیرو وارد می کنند. هنگامی که بارهای الکتریکی به هم نزدیک می شوند و یا از هم دور می شوند، نیروی الکتریکی متقابل آنها که ممکن است جاذبه یا دافعه باشد روی بارها کار مثبت یا منفی انجام می دهد و باعث کاهش یا افزایش انرژی جنبشی بارها می شود. کاهش انرژی جنبشی بارها کجا می رود؟ افزایش انرژی جنبشی بارها از کجا تامین می شود؟

برای توجیه این پدیده می توان گفت که کاهش انرژی جنبشی بارها به صورت دیگری از انرژی تبدیل می شود که در بارها دیده نمی شود و به صورت مخفی در آنها ذخیره می شود و افزایش انرژی جنبشی بارها از آزاد شدن انرژی ذخیره شده در بارها تامین می شود. این تغییر انرژی به دلیل اثر نیروی الکتریکی و کار انجام شده توسط آن روی بارها به وجود می آید.

« به انرژی ای که به دلیل اثر نیروی الکتریکی روی بارهای الکتریکی به طور مخفی در بارها وجود دارد، انرژی پتانسیل الکتریکی می گویند. »

۵۱- اگر دو بار هم نام باشند :

بارهای هم نام یکدیگر را دفع می کنند.



اگر دو بار هم نام آزادانه به یکدیگر نزدیک شوند، نیروی الکتریکی وارد بر آنها باعث کاهش سرعت و در نتیجه کاهش انرژی جنبشی آنها می شود. کاهش انرژی جنبشی بارها به انرژی پتانسیل الکتریکی بارها تبدیل می شود. یعنی به انرژی ذخیره شده در بارها اضافه می شود.

اگر دو بار هم نام آزادانه از یکدیگر دور شوند، نیروی الکتریکی وارد بر آنها باعث افزایش سرعت و در نتیجه افزایش انرژی جنبشی آنها می شود. افزایش انرژی جنبشی بارها از انرژی پتانسیل الکتریکی بارها تامین می شود. یعنی از انرژی ذخیره شده در بارها کاسته می شود.

« هر چه قدر فاصله ی دو بار الکتریکی هم نام کم تر شود، انرژی الکتریکی ذخیره شده در آنها بیش تر می شود و هر چه قدر فاصله ی دو بار الکتریکی هم نام بیش تر شود، انرژی الکتریکی ذخیره شده در آنها کم تر می شود. »

۵۲- اگر دو بار ناهم نام باشند :

بارهای ناهم نام یکدیگر را جذب می کنند.



اگر دو بار ناهم نام آزادانه به یکدیگر نزدیک شوند، نیروی الکتریکی وارد بر آنها باعث افزایش سرعت و در نتیجه افزایش انرژی جنبشی آنها می شود. افزایش انرژی جنبشی بارها از انرژی پتانسیل الکتریکی بارها تامین می شود. یعنی انرژی ذخیره شده در بارها آزاد می شود.

اگر دو بار ناهم نام آزادانه از یکدیگر دور شوند، نیروی الکتریکی وارد بر آنها باعث کاهش سرعت و در نتیجه کاهش انرژی جنبشی آنها می شود. کاهش انرژی جنبشی بارها به انرژی پتانسیل الکتریکی بارها تبدیل می شود. یعنی به انرژی ذخیره شده در بارها اضافه می شود.

« هر چه قدر فاصله ی دو بار الکتریکی ناهم نام کم تر شود، انرژی الکتریکی ذخیره شده در آنها کم تر می شود و هر چه قدر فاصله ی دو بار الکتریکی ناهم نام بیش تر شود، انرژی الکتریکی ذخیره شده در آنها بیش تر می شود. »

انرژی مکانیکی

۵۳-

« به مجموع انرژی های جنبشی و پتانسیل انرژی مکانیکی می گویند. »

$$U \text{ (انرژی پتانسیل)} + K \text{ (انرژی جنبشی)} = E \text{ (انرژی مکانیکی)}$$

پایستگی انرژی مکانیکی

۵۴-

فرض کنید یک جسم فقط تحت اثر نیروی وزن خود حرکت می کند. کل کار انجام شده روی جسم برابر کار نیروی وزن جسم است که کار نیروی وزن جسم برابر قرینه ی تغییرات انرژی پتانسیل گرانشی جسم است. از طرفی بر اساس قضیه ی کار و انرژی کل کار انجام شده روی جسم برابر تغییر انرژی جنبشی جسم است.

$$\begin{cases} \sum W = W_{mg} = -\Delta U \\ \sum W = \Delta K \end{cases} \Rightarrow \Delta K = -\Delta U$$

اگر انرژی جنبشی و پتانسیل گرانشی اولیه جسم به ترتیب K_1 و U_1 باشد و انرژی جنبشی و پتانسیل گرانشی نهایی جسم K و U باشد، داریم :

$$\Delta K = -\Delta U \Rightarrow K - K_1 = -(U - U_1) \Rightarrow K + U = K_1 + U_1 \Rightarrow E = E_1$$

انرژی مکانیکی اولیه و نهایی جسم برابر هستند. یعنی انرژی مکانیکی جسم در حرکت سقوط آزاد پایسته است.

استفاده از پایستگی انرژی مکانیکی در حرکت پرتابی

فرض کنید یک جسم با جرم m در شرایط خلاء از نقطه ای در بالای سطح زمین با سرعت اولیه ی V_1 در امتداد دل خواه پرتاب شود. ارتفاع جسم به اندازه ی H تغییر می کند و سرعت نهایی جسم برابر V می شود.

۵۵- اگر ارتفاع جسم کاهش یافته باشد $(h = h_1 - H)$:

$$E = E_1 \Rightarrow K + U = K_1 + U_1 \Rightarrow K - K_1 = U_1 - U$$

$$\Rightarrow K - K_1 = mgh_1 - mgh = mg(h_1 - h) = mg(h_1 - (h_1 - H)) = +mgH$$

$$\Rightarrow \frac{1}{2}mV^2 - \frac{1}{2}mV_1^2 = +mgH \Rightarrow V^2 - V_1^2 = +2gH$$

۵۶- اگر ارتفاع جسم افزایش یافته باشد $(h = h_0 + H)$:

$$\Rightarrow K - K_0 = mgh_0 - mgh = mg(h_0 - h) = mg(h_0 - (h_0 + H)) = -mgH$$

$$\Rightarrow \frac{1}{2}mV^2 - \frac{1}{2}mV_0^2 = -mgH \Rightarrow V^2 - V_0^2 = -2gH$$

عدم پایستگی انرژی مکانیکی

۵۷-

فرض کنید به یک جسم به غیر از نیروی وزن، نیرو یا نیروهای دیگری وارد می‌شود. کل کار انجام شده روی جسم برابر مجموع کار نیروی وزن جسم و کار بقیه‌ی نیروها (W_n) است که کار نیروی وزن جسم برابر قرینه‌ی تغییرات انرژی پتانسیل گرانشی جسم است. از طرفی بر اساس قضیه‌ی کار و انرژی کل کار انجام شده روی جسم برابر تغییر انرژی جنبشی جسم است.

$$\begin{cases} \sum W = W_{mg} + W_n = -\Delta U + W_n \\ \sum W = \Delta K \end{cases} \Rightarrow \Delta K = -\Delta U + W_n$$

اگر انرژی جنبشی و پتانسیل گرانشی اولیه جسم به ترتیب K_0 و U_0 باشد و انرژی جنبشی و پتانسیل گرانشی نهایی جسم K و U باشد، داریم :

$$\Delta K = -\Delta U + W_n \Rightarrow K - K_0 = -(U - U_0) + W_n$$

$$\Rightarrow W_n = (K + U) - (K_0 + U_0) \Rightarrow W_n = E - E_0 \Rightarrow W_n = \Delta E$$

کار نیرو یا نیروهایی که غیر از وزن به جسم وارد می‌شوند برابر تغییر انرژی مکانیکی جسم هستند. به طور مثال اگر نیروی اصطکاک و یا نیروی مقاومت هوا باعث عدم پایستگی انرژی مکانیکی شود، کار این نیرو برابر تغییر انرژی مکانیکی است.
کار نیروهای غیرپایستار برابر تغییرات انرژی مکانیکی جسم است.

توان انجام کار

۵۸-

فرض کنید کار ΔW در مدت زمان Δt انجام شده است. توان متوسط \bar{P} به صورت کار انجام شده در واحد زمان تعریف می‌شود.

$$\bar{P} = \frac{\Delta W}{\Delta t}$$

واحد توان در SI، ژول بر ثانیه (J/s) است که به اختصار وات (W) نامیده می‌شود.
یک کار مشخص هر چه قدر در زمان کم‌تری انجام شود، توان انجام آن کار بیش‌تر است و هر چه قدر در زمان بیش‌تری انجام شود، توان انجام آن کار کم‌تر است.

توان انجام کار توسط یک نیرو

۵۹-

فرض کنید جسمی در راستای مستقیم با سرعت V حرکت می‌کند و نیروی ثابت F در امتداد حرکت جسم به آن وارد می‌شود. در مورد توان انجام کار توسط این نیرو داریم :

$$\bar{P} = \frac{\Delta W}{\Delta t} = \frac{F \Delta x}{\Delta t} = F \frac{\Delta x}{\Delta t} = F \bar{V}$$

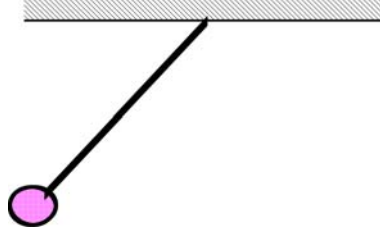
اگر نیرو در جهت حرکت جسم باشد، نیرو با توان $\bar{P} = F \bar{V}$ به جسم انرژی می‌دهد و اگر نیرو در خلاف جهت حرکت جسم باشد، نیرو با توان $\bar{P} = F \bar{V}$ از جسم انرژی می‌گیرد.

ماشین و بازده

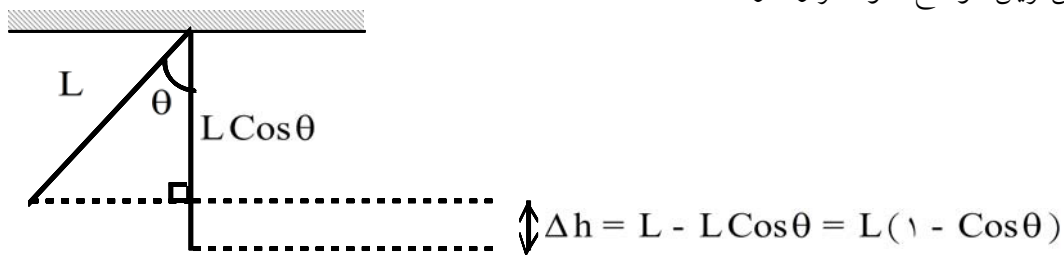
ماشین به دستگاهی گفته می‌شود که انرژی را از یک صورت به صورت دیگری که مورد نظر ما است تبدیل می‌کند و برای ما کار انجام می‌دهد. در هر ماشین قسمتی از انرژی اولیه به انرژی های دیگری که مورد نظر ما نبوده است تبدیل می‌شود که معمولاً به این انرژی‌ها، انرژی تلف شده گفته می‌شود. بازدهی یک ماشین برابر نسبت انرژی خروجی مورد نظر ما یا کار مفید انجام شده توسط آن به کل انرژی مصرف شده توسط آن تعریف می‌شود.

آونگ و پایستگی انرژی مکانیکی

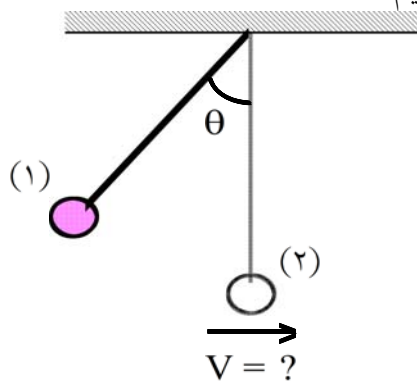
مطابق شکل زیر گلوله‌ای به جرم m را در نظر بگیرید که از یک نخ به طول L آویزان است و نوسان (رفت و برگشت) می‌کند. به گلوله نیروی وزن و نیروی کشش نخ وارد می‌شود. نیروی کشش نخ در هر لحظه بر راستای حرکت گلوله در آن لحظه عمود است و در نتیجه کار انجام شده توسط آن روی جسم صفر است. بنابراین کل کار انجام شده روی جسم برابر کار نیروی وزن است و انرژی مکانیکی گلوله پایسته است.



با توجه به شکل زیر هنگامی که نخ با امتداد قائم زاویه‌ی θ تشکیل می‌دهد، جسم در ارتفاع $\Delta h = L(1 - \text{Cos}\theta)$ نسبت به پایین‌ترین موضع خود قرار دارد.



۶۱- (۱) فرض کنید جسم از حالتی که نخ با امتداد قائم زاویه‌ی θ تشکیل می‌دهد رها می‌شود و می‌خواهیم سرعت جسم را در پایین‌ترین وضعیت آن به دست آوریم.



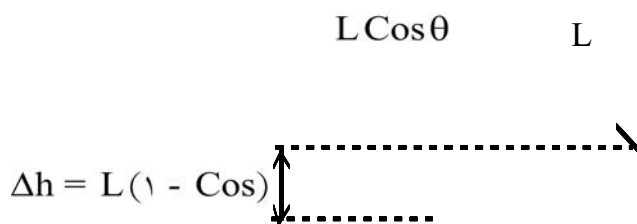
$$E_2 = E_1 \Rightarrow K_2 + U_2 = K_1 + U_1 \Rightarrow \frac{1}{2}mV_2^2 + mgh_2 = \frac{1}{2}mV_1^2 + mgh_1$$

$$\Rightarrow V_2^2 + 2gh_2 = V_1^2 + 2gh_1 \Rightarrow V_2^2 - V_1^2 = 2g(h_1 - h_2) = 2gL(1 - \text{Cos}\theta)$$

جسم در حالت (۱) رها شده است و $V_1 = 0$.

$$\Rightarrow V^2 = 2gL(1 - \text{Cos}\theta) \Rightarrow V = \sqrt{2gL(1 - \text{Cos}\theta)} = 2 \text{Sin}\left(\frac{\theta}{2}\right) \sqrt{gL}$$

۶۲- (۲) فرض کنید جسم از حالت تعادل با سرعت V_1 حرکت داده شده است و می خواهیم حداکثر زاویه ی نخ با امتداد قائم را به دست آوریم.



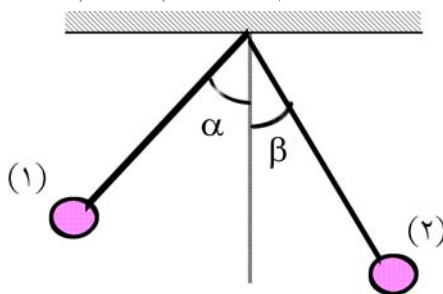
$$E_2 = E_1 \Rightarrow K_2 + U_2 = K_1 + U_1 \Rightarrow \frac{1}{2}mV_2^2 + mgh_2 = \frac{1}{2}mV_1^2 + mgh_1$$

$$\Rightarrow V_2^2 + 2gh_2 = V_1^2 + 2gh_1 \Rightarrow V_1^2 - V_2^2 = 2g(h_2 - h_1) = 2gL(1 - \cos\theta)$$

سرعت جسم در حالت (۲) که جسم در بالاترین نقطه قرار دارد صفر است و $V_2 = 0$.

$$\Rightarrow V_1^2 = 2gL(1 - \cos\theta) \Rightarrow \cos\theta = 1 - \frac{V_1^2}{2gL} \Rightarrow \theta = \cos^{-1}\left(1 - \frac{V_1^2}{2gL}\right)$$

۶۳- (۳) فرض کنید جسم نوسان (رفت و برگشت) می کند و سرعت آن در حالت هایی که نخ با امتداد قائم زاویه ی α و β می سازد به ترتیب برابر V_1 و V_2 است. می خواهیم رابطه ی V_1 و V_2 را به دست آوریم.

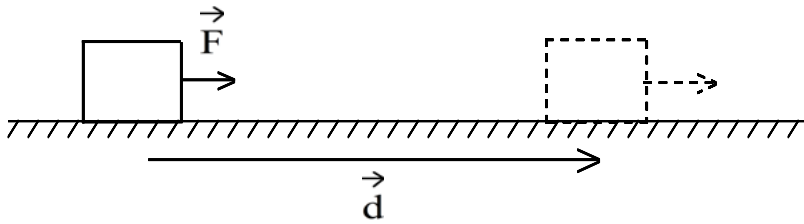


$$E_2 = E_1 \Rightarrow K_2 + U_2 = K_1 + U_1 \Rightarrow \frac{1}{2}mV_2^2 + mgh_2 = \frac{1}{2}mV_1^2 + mgh_1$$

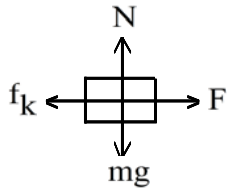
$$\Rightarrow V_2^2 + 2gh_2 = V_1^2 + 2gh_1 \Rightarrow V_2^2 + 2gL(1 - \cos\beta) = V_1^2 + 2gL(1 - \cos\alpha)$$

$$\Rightarrow V_2^2 - V_1^2 = 2gL(\cos\beta - \cos\alpha)$$

در شکل زیر نیروی ثابت F در امتداد افقی به جسمی به جرم m وارد می‌شود و آن را روی سطحی با ضریب اصطکاک جنبشی μ_k جابه‌جا می‌کند. به شش سؤال بعدی پاسخ دهید.

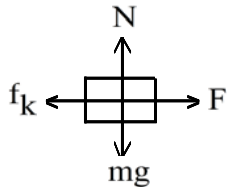


۱- کار نیروی F را حساب کنید.



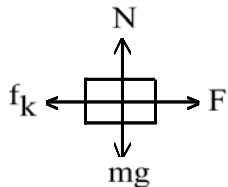
$$W_F = fd \cos 0^\circ = Fd$$

۲- کار نیروی اصطکاک جنبشی را حساب کنید.



$$\left. \begin{aligned} W_{f_k} &= f_k d \cos 180^\circ = -f_k d \\ f_k &= \mu_k N = \mu_k mg \end{aligned} \right\} \Rightarrow W_{f_k} = -\mu_k mgd$$

۳- کار نیروی عمودی تکیه‌گاه را حساب کنید.



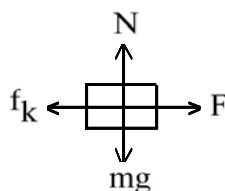
$$W_N = Nd \cos 90^\circ = 0$$

کار نیروی عمود بر سطح هنگامی که جسم روی سطح می‌لغزد و سطح حرکتی در راستای عمود بر سطح ندارد صفر است.

توجه: اگر سطح در راستای عمود بر سطح جابه‌جا شود، جسم که روی سطح می‌لغزد در این راستا جابه‌جا می‌شود و نیروی عمود بر سطح کار را انجام می‌دهد.

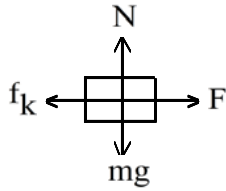
۴- کار نیروی وزن را حساب کنید.

$$W_{mg} = mgd \cos 90^\circ = 0$$



کار نیروی وزن هنگامی که جسم در راستای افقی جابه‌جا می‌شود صفر است.

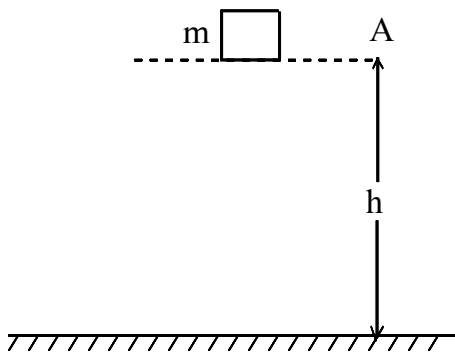
۵- کار برآیند نیروها را حساب کنید.



$$\Sigma F = F - f_k = F - \mu_k N = F - \mu_k mg$$

۶- نشان دهید که کار برآیند نیروها برابر است با جمع جبری کار حاصل از تک تک نیروها.

$$\begin{aligned} \Sigma W &= W_F + W_{fk} + W_{mg} + W_N \\ &= Fd - \mu_k mgd + \dots = (F - \mu_k mg)d \Rightarrow \Sigma W = W_{\Sigma F} \end{aligned}$$



۷- انرژی پتانسیل جسم را در شکل مقابل در ارتفاع $\frac{1}{4}h$ ، $\frac{1}{2}h$ ، $\frac{3}{4}h$ و صفر به دست آورید.

$$U_0 = mg(0) = 0$$

$$U_{\frac{1}{4}h} = mg\left(\frac{1}{4}h\right) = \frac{1}{4}mgh$$

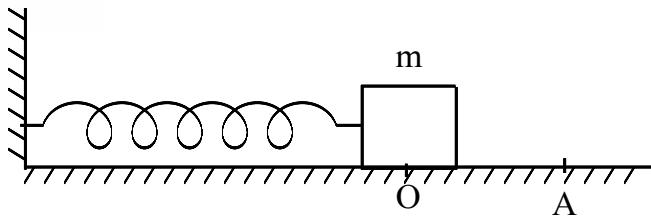
$$U_{\frac{1}{2}h} = mg\left(\frac{1}{2}h\right) = \frac{1}{2}mgh$$

۸- نشان دهید هر اندازه دو بار هم نام به یکدیگر نزدیکتر باشند، انرژی پتانسیل آنها بیشتر و هر اندازه دو بار غیرهمنام، از یکدیگر دورتر باشند، انرژی پتانسیل آنها بیشتر است.

* اگر دو بار هم نام را بخواهیم به یکدیگر نزدیک کنیم، باید به نیروی دافعه آنها غلبه کنیم و انرژی صرف کنیم. یعنی با نزدیک شدن آنها انرژی پتانسیل الکتریکی افزایش می یابد.
* اگر دو بار ناهم نام را بخواهیم از هم دور کنیم، باید به نیروی جاذبه آنها غلبه کنیم و انرژی صرف کنیم. یعنی با دور شدن آنها انرژی پتانسیل الکتریکی افزایش می یابد.

۹- وسیله هایی را نام ببرید که با استفاده از انرژی پتانسیل کشسانی فنر کار می کنند.

اسباب بازی های کوکی، ساعت کوکی، کمک فنر اتومبیل و ...



۱۰- در شکل مقابل جسمی به جرم m به فنر متصل است و روی یک سطح بدون اصطکاک قرار دارد. جسم را تا نقطه A می کشیم و سپس رها می کنیم. با استفاده از پایستگی انرژی مکانیکی چگونگی حرکت جرم m را توصیف کنید.

در حالتی که جرم m در نقطه ی A قرار دارد فنر کشیده شده است و انرژی پتانسیل کشسانی فنر آزاد می شود و به انرژی جنبشی تبدیل می شود و جسم به حرکت در می آید و وقتی جسم به نقطه ی O می رسد، انرژی پتانسیل به حداقل مقدار (صفر) می رسد و انرژی جنبشی جسم و در نتیجه سرعت آن بیشترین مقدار است. بعد از عبور جسم از نقطه ی O فنر فشرده می شود و دوباره دارای انرژی پتانسیل کشسانی می شود و در نتیجه انرژی جنبشی جسم کاهش می یابد تا جسم متوقف شود. این حرکت به همین صورت تکرار می شود.

۱۱- شخصی به جرم ۵۰ کیلوگرم در داخل آسانسوری قرار دارد. آسانسور ۵ متر بالا می رود. وقتی آسانسور با سرعت ثابت بالا می رود، کار هر یک از نیروهای وارد بر شخص و کار نیروی برآیند وارد بر او را حساب کنید.

هنگامی که یک جسم با سرعت ثابت حرکت می کند بر اساس قضیه کار و انرژی جنبشی آن ثابت است و کل کار انجام شده روی جسم صفر است.

$$\left. \begin{array}{l} \text{ثابت } V \Rightarrow \\ W = k_2 - k_1 \end{array} \right\} \Rightarrow W = 0$$

به شخص نیروی وزن و نیروی تکیه گاه وارد می شود.

$$\text{ثابت } V \Rightarrow \sum F = 0 \Rightarrow N = W = 500 \text{ N}$$

$$W_{mg} = mgh \cos 180^\circ = -mgh = -500 \times 5 = -2500 \text{ J}$$

$$W_N = Nh \cos 0 = Nh = 500 \times 5 = 2500 \text{ J}$$

۱۲- شخصی به جرم ۵۰ کیلوگرم در داخل آسانسوری قرار دارد. آسانسور ۵ متر بالا می رود. وقتی آسانسور با شتاب 2 m/s^2 بالا می رود، کار هر یک از نیروهای وارد بر شخص و کار نیروی برآیند وارد بر او را حساب کنید.

$$\sum F = ma \Rightarrow \sum F = 50 \times 2 = 100 \text{ N}$$

$$W_{\sum F} = \sum Fh = 100 \times 5 = 500 \text{ J}$$

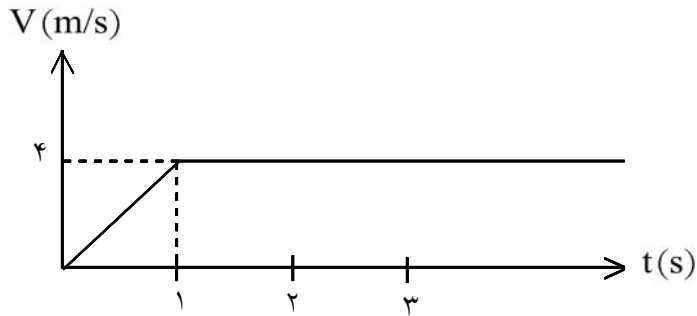
به شخص نیروی وزن و نیروی تکیه گاه وارد می شود.

$$\sum F = ma \Rightarrow N - W = ma \Rightarrow N - 500 = 100 \Rightarrow N = 600 \text{ N}$$

$$W_{mg} = mgh \cos 180^\circ = -mgh = -500 \times 5 = -2500 \text{ J}$$

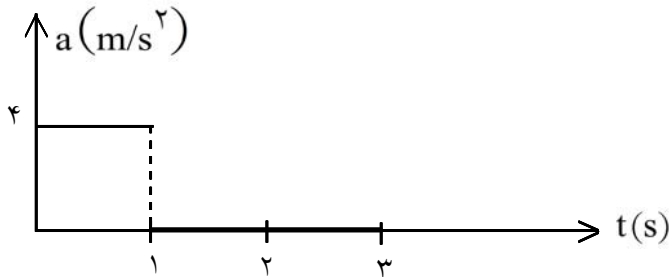
$$W_N = Nh \cos 0 = Nh = 600 \times 5 = 3000 \text{ J}$$

۱۳- نمودار سرعت - زمان متحرکی به جرم 5kg در شکل زیر داده شده است.
 کار نیروی برآیند را
 الف) به طور مستقیم
 ب) با استفاده از قضیه کار و انرژی برای این متحرک حساب کنید.



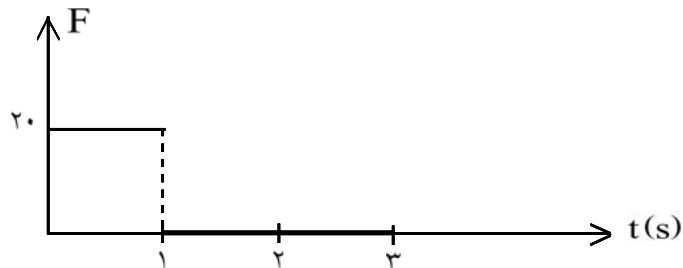
(الف)

نمودار شتاب زمان متحرک به صورت شکل زیر است.



نمودار نیرو زمان جسم به صورت شکل زیر است.

با توجه به رابطه



فقط در یک ثانیه ی اول روی جسم کار انجام می شود.

$$\Delta x = \frac{V + V_0}{2} \Delta t = \frac{4 + 0}{2} \times 1 = 2\text{m}$$

$$\Rightarrow W = F\Delta x = 20 \times 2 = 40\text{J}$$

(ب)

$$W = k_2 - k_1 = \frac{1}{2}mV_2^2 - \frac{1}{2}mV_1^2 = \frac{1}{2} \times 5 \times 4^2 - 0 = 40\text{J}$$

۱۴- گلوله‌ای به جرم ۲۴ گرم با سرعت 500 m/s وارد تنه درختی می‌شود. اگر گلوله به اندازه 12 cm در تنه درخت فرو رود، نیروی متوسطی که تنه به آن وارد می‌کند چند نیوتون است؟

$$\left. \begin{aligned} W &= K - K_0 \\ K &= 0 \end{aligned} \right\} \Rightarrow W = -K_0 = -\frac{1}{2}mV_0^2 \Rightarrow W = -\frac{1}{2} \times \frac{24}{1000} \times 500^2 = -3000 \text{ J}$$

اگر از وزن گلوله در برابر نیرویی که تنه درخت به آن وارد می‌کند چشم‌پوشی کنیم:

$$W = -\bar{F}d \Rightarrow -3000 = -\bar{F} \times \frac{12}{100} \Rightarrow \bar{F} = 25000 \text{ N}$$

۱۵- اتومبیلی به جرم یک تن با سرعت 72 km/h در حرکت است. راننده اتومبیل ناگهان مانعی را در 30 متری خود می‌بیند و ترمز می‌کند. اگر ضریب اصطکاک بین لاستیک اتومبیل و جاده $0/5$ باشد، آیا اتومبیل به مانع برخورد می‌کند؟

بعد از توقف انرژی جنبشی اتومبیل صفر می‌شود.

$$\left. \begin{aligned} W &= K - K_0 \\ K &= 0 \end{aligned} \right\} \Rightarrow W = -K_0 = -\frac{1}{2}mV_0^2$$

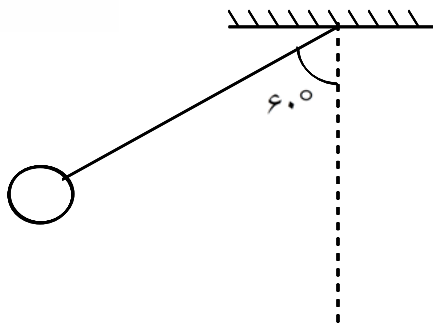
$72 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ برابر 20 متر بر ثانیه است (هر یک متر بر ثانیه $3/6$ کیلومتر بر ساعت است)

$$\Rightarrow W = -\frac{1}{2} \times 1000 \times 20^2 = -200000 \text{ J}$$

در هنگام ترمز برآیند نیروهای وارد بر اتومبیل اصطکاک لغزشی اتومبیل با جاده است.

$$\Sigma F = -f_k \Rightarrow W_{\Sigma F} = (-f_k)\Delta x = -\mu mg\Delta x \Rightarrow -200000 = -0/5 \times 1000 \times 10\Delta x \Rightarrow \Delta x = 40 \text{ m}$$

اتومبیل پس از طی مسافت 40 متر انرژی جنبشی خود را از دست می‌دهد و متوقف می‌شود، بنابراین به مانع برخورد می‌کند.



آونگی به جرم m و طول l را مطابق شکل مقابل به اندازه 60° از وضعیت قائم منحرف و از حال سکون رها می کنیم. به دو سؤال بعدی پاسخ دهید.

۱۶- سرعت آونگ هنگامی که از وضعیت قائم می گذرد چقدر است؟

با توجه به شکل داریم:

$$h = L - L \cos\theta = L(1 - \cos\theta)$$

$$E_1 = E_2 \Rightarrow K_1 + U_1 = K_2 + U_2$$

اگر ارتفاع جسم را در حالت ۲ سطح مبنا فرض کنیم داریم:

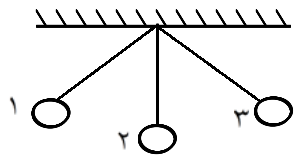
$$\begin{cases} U_1 = mgh \\ U_2 = 0 \end{cases}$$

از طرفی جسم رها شده است و انرژی جنبشی اولیه آن صفر است. $K_1 = 0$

$$\Rightarrow 0 + mgh = \frac{1}{2}mV^2 + 0 \Rightarrow mgh = \frac{1}{2}mV^2 \Rightarrow V^2 = 2gh \Rightarrow V = \sqrt{2gh}$$

$$\Rightarrow V = \sqrt{2gL(1 - \cos\theta)} = \sqrt{2gL\left(1 - \frac{1}{2}\right)} = \sqrt{gL}$$

۱۷- آونگ تا چه ارتفاعی بالا می رود؟ (از مقاومت هوا صرف نظر کنید)



بر اساس پایستگی انرژی مکانیکی، انرژی مکانیکی در حالت های ۱ و ۳ یکسان است و در این حالت ها انرژی جنبشی صفر است بنابراین انرژی پتانسیل گلوله در حالت های ۱ و ۳ برابر و در نتیجه ارتفاع گلوله در این حالت ها یکسان است.

بنابراین گلوله تا ارتفاع اولیه اش (در لحظه رها شدن) بالا می رود. $h = \frac{l}{2}$



۱۸- در شکل زیر یک واگن تفریحی نشان داده شده است. اگر واگن در A از حال سکون شروع به حرکت کند سرعت آن در B و C چقدر است؟ از اصطکاک قطار با ریل صرف نظر کنید.

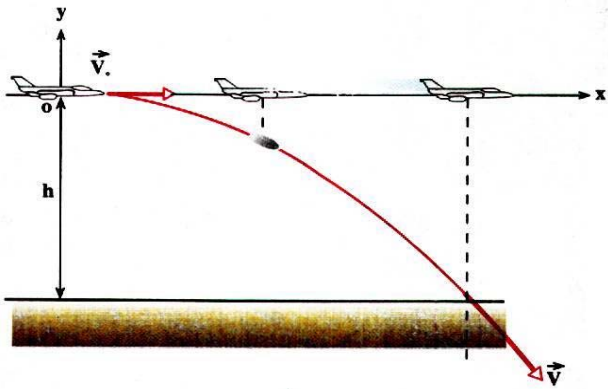
$$E_A = E_B = E_C \Rightarrow K_A + U_A = K_B + U_B = K_C + U_C$$

در حالت A انرژی جنبشی واگن و در حالت B انرژی پتانسیل گرانشی آن صفر است.

$$K_A = 0, U_B = 0 \Rightarrow U_A = K_B = U_C + K_C$$

$$\Rightarrow mgh_A = \frac{1}{2}mV_B^2 = mgh_C + \frac{1}{2}mV_C^2 \Rightarrow 2gh_A = V_B^2 = 2gh_C + V_C^2$$

$$\Rightarrow 400 = V_B^2 = 200 + V_C^2 \Rightarrow \begin{cases} V_B^2 = 400 \Rightarrow V_B = 20 \frac{m}{s} \\ V_C^2 = 200 \Rightarrow V_C = 14.14 \frac{m}{s} \end{cases}$$



۱۹- در شکل زیر هواپیمای بمبافکنی که در ارتفاع ۲۰۰ متری با سرعت ۹۰۰ km/h به طور افقی پرواز می کند بمب های خود را رها می کند. سرعت بمب در هنگام برخورد به زمین چقدر است؟ (از مقاومت هوا صرف نظر کنید.)

انرژی مکانیکی بمب با صرف نظر از مقاومت هوا ثابت است.

$$E = E_0 \Rightarrow U + K = U_0 + K_0$$

انرژی پتانسیل گرانشی بمب در لحظه ی برخورد با زمین صفر است. ($U = 0$)

$$900 \frac{km}{h} \text{ برابر } 250 \text{ متر بر ثانیه است (هر یک متر بر ثانیه برابر } \frac{3}{6} \text{ کیلومتر بر ساعت است)}$$

$$\Rightarrow K = U_0 + K_0 \Rightarrow \frac{1}{2}mV^2 = mgh + \frac{1}{2}mV_0^2 \Rightarrow V^2 = 2gh + V_0^2 = 2 \times 10 \times 200 + 250^2$$

$$\Rightarrow V^2 = 4000 + 62500 = 66500 \Rightarrow V = \sqrt{66500} \approx 258 \frac{m}{s}$$

۲۰- شخصی به جرم ۷۰ کیلوگرم، ۵۰ پله را در زمان یک دقیقه طی می کند. توان متوسط او چند وات است؟ ارتفاع هر پله را ۳۰ سانتی متر فرض کنید.

افزایش انرژی پتانسیل گرانشی شخص برابر حداقل کار انجام شده توسط شخص و یا به عبارتی برابر کار مفید انجام شده توسط شخص است.

$$U = mgh = 70 \times 10 \times \left[50 \times \frac{3}{10}\right] = 10500 J \Rightarrow P = \frac{U}{t} = \frac{10500}{60} = 175 W$$

۲۱- آسانسوری با سرعت ثابت ۱۰ نفر مسافر را در ۳ دقیقه تا ارتفاع ۸۰ متر بالا می‌برد. اگر جرم متوسط هر مسافر ۸۰ kg و جرم آسانسور ۱۰۰۰ kg باشد، توان متوسط موتور آن چند وات است؟

وقتی سرعت ثابت است فقط انرژی پتانسیل آسانسور و مسافران آن افزایش می‌یابد.

$$\Delta U = mgh = [1000 + 10 \times 80] \times 10 \times 80 = 1800 \times 10 \times 80 = 1440000 \text{ J}$$

$$\bar{P} = \frac{\Delta U}{\Delta t} = \frac{1440000}{3 \times 60} = 8000 \text{ W} = 8 \text{ kW}$$

۲۲- شیری با خوردن یک گوزن انرژی کسب می‌کند. شرح دهید چگونه منشأ اصلی این انرژی خورشید است؟

ماده‌ی غذایی مورد استفاده‌ی گوزن، گیاه است که با استفاده از نور خورشید رشد و نمو می‌کند. به این ترتیب نور خورشید به‌طور مستقیم منشأ اصلی انرژی مورد بحث می‌باشد.
خورشید ← گیاهان ← گوزن ← شیر

۲۳- جمله‌های زیر را با استفاده از واژه‌های داده شده کامل کنید. هر واژه ممکن است بیش از یک‌بار استفاده شود و یا هیچ استفاده‌ای از آن نشود.

درونی، نوری، صوتی، شیمیایی، الکتریکی، جنبشی

الف) در یک موتور الکتریکی، انرژی الکتریکی به انرژی و انرژی تبدیل می‌شود.

ب) در یک رادیو، انرژی الکتریکی به انرژی و انرژی تبدیل می‌شود.

پ) در یک چراغ‌قوه، انرژی ذخیره شده در باتری، به انرژی الکتریکی تبدیل می‌شود.

الف) جنبشی - صوتی

ب) صوتی - نوری

پ) شیمیایی

۲۴- دو منبع انرژی تجدیدپذیر را که افراد زیر بتوانند از آنها استفاده کنند، نام ببرید.

الف) کسانی که در نواحی کوهستانی زندگی می‌کنند.

ب) کسانی که در نواحی کویری زندگی می‌کنند.

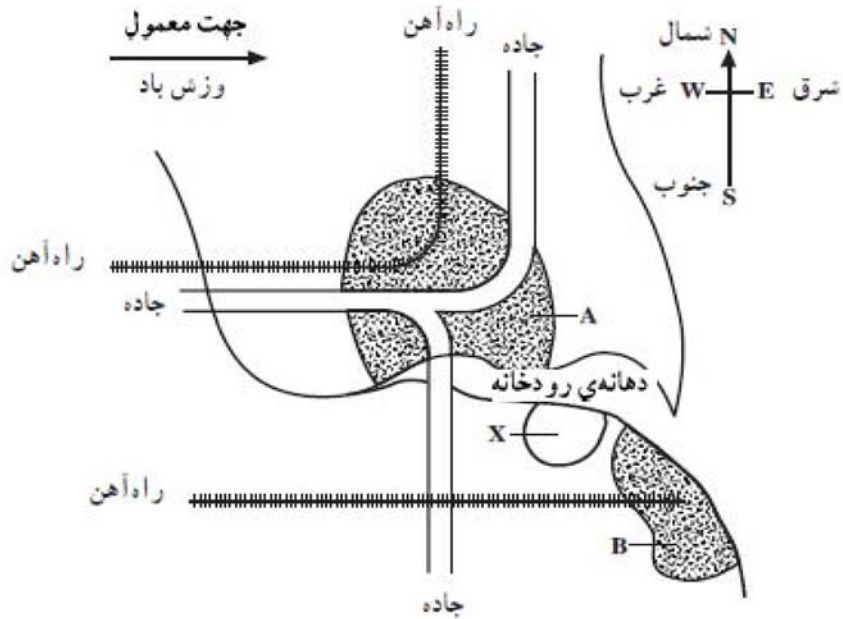
پ) کسانی که در نواحی ساحلی زندگی می‌کنند.

الف) انرژی باد، انرژی خورشیدی

ب) انرژی خورشیدی - انرژی زمین‌گرمایی

پ) انرژی امواج دریا - انرژی هیدروالکتریک

نقشه ی شکل زیر وضعیت شهرهای A و B را در حاشیه ی یک رودخانه و در دهانه ی آن نشان می دهد.



شهر A به خاطر ماهی گیری و حمل و نقل اهمیت دارد. باد معمولاً از غرب می وزد و جاده و راه آهن های عمده ی شهر در نقشه مشخص شده است. قرار است در منطقه ی X ایستگاهی برای تأمین برق ناحیه ساخته شود. این ایستگاه می تواند از انرژی هسته ای یا زغال سنگ استفاده کند. به ۲ سؤال بعدی پاسخ دهید.

۲۵- مزیت ها و عیب های هریک از این دو روش را بنویسید.

معایب: سوخت های فسیلی و هسته ای معمولاً باعث آلودگی می شوند و هم چنین محدود و تمام شدنی هستند. به طور مثال، زغال سنگ گازهای مضر CO_2 و SO_2 تولید می کند و سوخت های هسته ای هم باعث تولید مواد پرتوزا می شود و بسیار پرهزینه است.

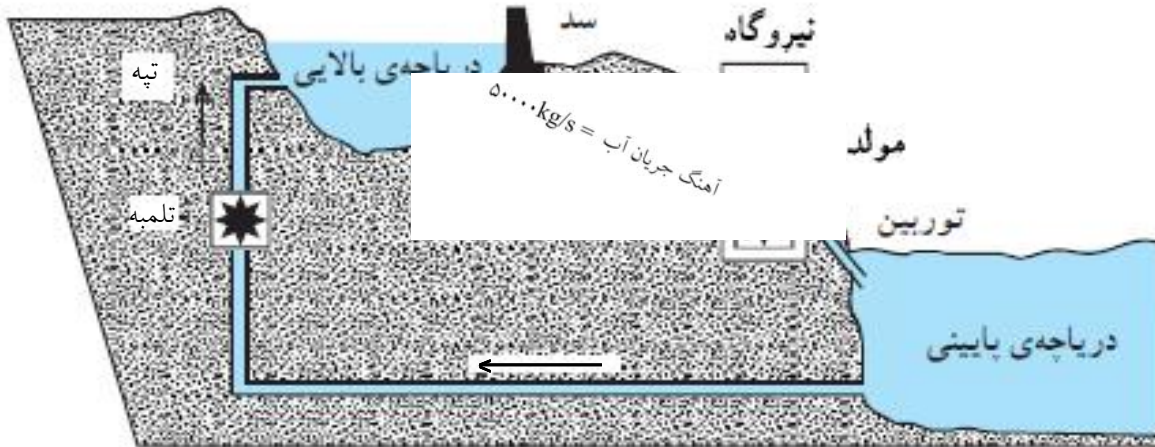
۲۶- شما برای این منطقه کدام روش را پیشنهاد می کنید؟ دلیل های خود را بنویسید.

استفاده از انرژی باد به دلیل وزش باد، استفاده از انرژی هیدروالکتریک به دلیل وجود رودخانه، به طور کلی استفاده از منابع انرژی تجدیدناپذیر، به دلیل عدم آلودگی.

۲۷- توپی به جرم 0.5 kg را با سرعت 8 m/s در امتداد قائم به طرف بالا پرتاب می کنیم. انرژی پتانسیل گرانشی در بالاترین ارتفاعی که توپ به آن می رسد، چه قدر است؟ از مقاومت هوا چشم پوشی کنید.

$$K = U \Rightarrow \frac{1}{2}mV^2 = U \Rightarrow U = \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} \times 8^2 = 16\text{ J}$$

در یک شبکه مقادیر مصرف انرژی در ساعت‌های مختلف شبانه‌روز متفاوت است. نیروگاه‌های تلمبه - ذخیره‌ای وظیفه انتقال مقادیر انرژی اضافی تولید شده در زمان مصرف انرژی کم به زمان‌های اوج مصرف را برعهده دارند. این کار از طریق پمپاژ آب ذخیره شده از سد پایین‌دست به سد بالادست در زمان مصرف کم، میسر است. در طول ساعات روز، زمانی که نیاز مصرف بسیار بیش‌تر از توان تولیدی نیروگاه‌های شبکه است، توربین‌های نیروگاه تلمبه - ذخیره‌ای مانند نیروگاه‌های معمولی برقی - آبی با رهاسازی آب ذخیره شده در سد بالادست، انرژی پتانسیل ذخیره شده در زمان مصرف کم را به انرژی الکتریکی تبدیل می‌کنند.



به ۶ سؤال بعدی پاسخ دهید.

۲۸- چرا این نیروگاه برای شرکت‌های برق مفید است؟

زیرا به کمک آن انرژی لازم، حتی در زمان اوج مصرف نیز موجود است.

۲۹- آیا این نوع نیروگاه هنگام تولید الکتریسیته جو را آلوده می‌کند؟

خیر

۳۰- انرژی برای تلمبه کردن دوباره‌ی آب به دریاچه‌ی بالایی از کجا تأمین می‌شود؟

از انرژی اضافی تولید شده هنگامی که مصرف انرژی کم است.

۳۱- چه نوع تبدیل انرژی هنگام جریان یافتن آب از دریاچه‌ی بالایی به دریاچه‌ی پایینی انجام می‌شود؟

انرژی پتانسیل به انرژی الکتریکی

۳۲- با استفاده از داده‌ها که در شکل مشاهده می‌کنید، تغییر انرژی پتانسیل را در مدت یک ثانیه حساب کنید.

$$\Delta V = mg\Delta h = 5 \times 10^4 \times 10 \times 200 = 10^8 \text{ J}$$

۳۳- بازده توربین‌ها ۶۰ درصد است. توان الکتریکی خروجی این نیروگاه را برحسب MW حساب کنید.

$$Ra = \frac{P_{\text{خروجی}}}{P_{\text{ورودی}}} \Rightarrow P_{\text{out}} = Ra P_{\text{in}} = 0.6 \times 10^8 = 6 \times 10^7 = 60 \text{ MW}$$

۳۴- سوخت‌های فسیلی به هنگام مصرف مقداری گاز متصاعد می‌کنند که سبب آلودگی هوا می‌شود. تحقیق کنید برای جلوگیری از آلودگی هوا چه باید کرد و نتیجه‌ی تحقیقات خود را به صورت پیشنهاد ارائه دهید.
می‌توان به کمک انجام واکنش‌هایی، گازهای مضر تولیدی را به گازهای بی‌خطر (کم‌خطرتر) تبدیل نمود. (فیلترها)

در جدول زیر اطلاعاتی درباره‌ی شماری از منابع‌های انرژی که برای تولید برق به کار می‌رود ارائه شده است:

منبع انرژی	تجدیدپذیر	فرآورده‌های سوختی	دوام ذخیره‌های شناخته‌شده‌ی جهانی	بازده تولید برق
زغال‌سنگ	خیر	کربن دی‌اکسید، آب گوگرد دی‌اکسید	۲۰۰ سال	۴۰٪
نفت	خیر	کربن دی‌اکسید، آب گوگرد دی‌اکسید	۴۰ سال	۳۵٪
گاز	خیر	کربن دی‌اکسید، آب	۶۵ سال	۵۰٪
باد	بلی	هیچ	---	۴۰٪

به ۴ سؤال بعدی پاسخ دهید.

۳۵- الف) کدام منبع‌ها سوخت فسیلی‌اند؟
ب) چرا باد را تجدیدپذیر می‌دانیم؟

الف) زغال‌سنگ، نفت، گاز

ب) چون بنا به تعریف، تمام‌نشدنی است و آلودگی به‌وجود نمی‌آورد.

۳۶- در سال‌های کنونی، گاز در بسیاری از ایستگاه‌های تولید برق جانشین زغال‌سنگ شده است.
الف) دو مزیت کاربرد گاز به‌جای زغال‌سنگ را بیان کنید.

ب) یک عیب برای سوخت گاز نسبت به زغال‌سنگ را بیان کنید.

الف) آلودگی کم‌تر - منابع بیش‌تر
ب) خطرناک‌تر

۳۷- دو دلیل بیاورید که نشان دهند چرا درصد تولید برق با انرژی باد بسیار کم است.

۳۸- توضیح دهید چرا یافتن منابع‌های انرژی تجدیدپذیر مهم است؟

زیرا منابع تجدیدناپذیر پس از مدتی تمام خواهند شد. هم‌چنین منابع تجدیدپذیر مزیت‌هایی نسبت به منابع تجدیدناپذیر دارند، مثل عدم آلودگی.

۳۹- الف) در ده دقیقه دوچرخه‌سواری با سرعت 21 km/h ، چه مقدار انرژی مصرف می‌شود؟

ب) با خوردن چه مقدار شیر این انرژی برای او فراهم می‌شود؟

$$P = 42 \frac{\text{kJ}}{\text{min}}, e = 2/7 \frac{\text{kJ}}{\text{g}}$$

$$E = p \cdot t = 42 \times 10 = 420$$

$$E = me \Rightarrow m \times 2/7 \Rightarrow m = 155/6 \text{ g}$$

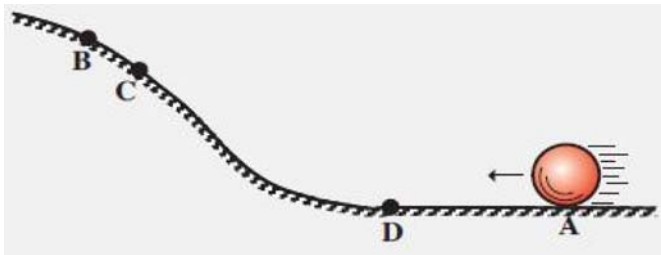
۴۰- گلوله‌ای به جرم 100g و انرژی جنبشی 20J با سرعت ثابت در حال حرکت است. سرعت این گلوله چقدر است؟

$$K = \frac{1}{2} m V^2 \Rightarrow 20 = \frac{1}{2} \times \frac{1}{100} \times V^2 \Rightarrow V^2 = 4000 \Rightarrow V = 20 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

۴۱- به یک توپ ساکن ضربه‌ای می‌زنیم، اگر در ضربه، 5 ژول انرژی به توپ منتقل شود و جرم توپ 0.5 کیلوگرم باشد، سرعت آن چقدر می‌شود؟

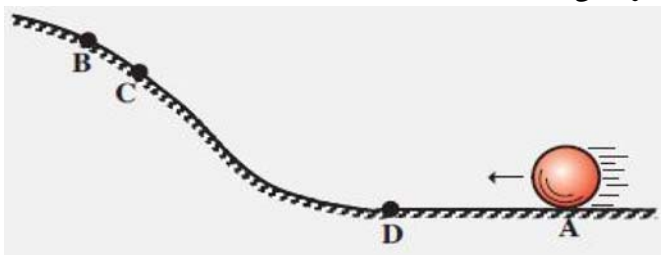
$$K = \frac{1}{2} m v^2 \Rightarrow 5 = \frac{1}{2} \times \frac{1}{5} \times V^2 \Rightarrow V^2 = 20 \Rightarrow V = 2\sqrt{5} \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

۴۲- فرض کنید توپ را در بین راه، مثلاً نقطه‌ی C در شکل متوقف کنیم. اگر آن را رها کنیم، حرکت توپ چگونه خواهد بود؟



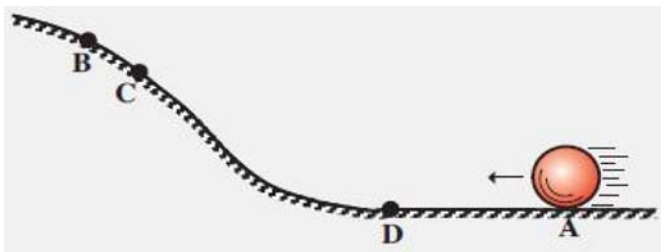
توپ به سمت پایین خواهد رفت.

۴۳- آیا می‌توان گفت که در نقطه‌ی C توپ دارای انرژی پتانسیل گرانشی است؟



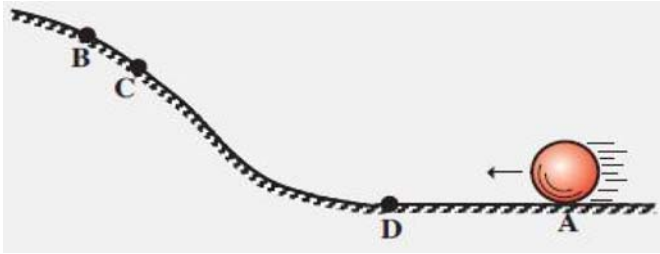
بله، چون وقتی توپ را رها می‌کنیم خود به خود به سمت پایین حرکت می‌کند.

۴۴- اگر توپ را در نقطه‌ی D واقع در قسمت افقی مسیر در شکل متوقف و سپس رها کنیم، حرکت توپ چگونه خواهد بود؟



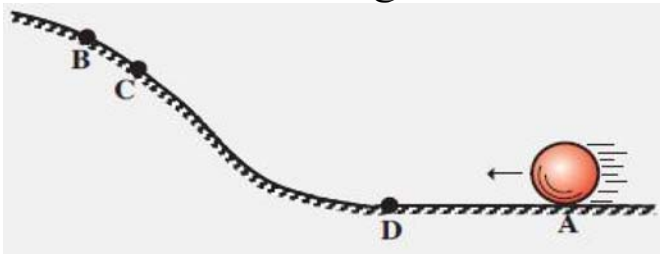
توپ در جای خود باقی می‌ماند.

۴۵- آیا می توان نتیجه گرفت که توپ در نقطه ی D دارای انرژی پتانسیل گرانشی است؟



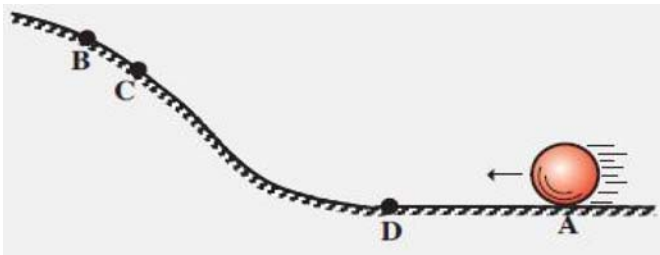
خیر، چون توپ حرکت نخواهد کرد.

۴۶- با استفاده از قانون پایستگی انرژی، بالا رفتن توپ و برگشت آن از شیب تپه را توضیح دهید.



توپ زمان بالا رفتن انرژی جنبشی اش را به انرژی پتانسیل گرانشی و انرژی درونی تبدیل می کند و در زمان برگشت انرژی پتانسیل گرانشی باقی مانده به انرژی جنبشی و انرژی درونی تبدیل می شود.

۴۷- در شکل، فرض کنید اصطکاک وجود نداشته باشد، آیا توپ می تواند بالاتر از نقطه ی B برود؟



بله، چون در نقطه ی B انرژی درونی نیز داریم.

جسمی به جرم ۲۰۰ گرم را با سرعت 10 m/s در راستای قائم به طرف بالا پرتاب می کنیم. با نادیده گرفتن اتلاف انرژی، به ۳ سوال بعدی پاسخ دهید:

۴۸- انرژی جنبشی آن در لحظه ی پرتاب چقدر است؟

$$K = \frac{1}{2} m V^2 = \frac{1}{2} \times \frac{200}{1000} \times 10^2 = 10 \text{ J}$$

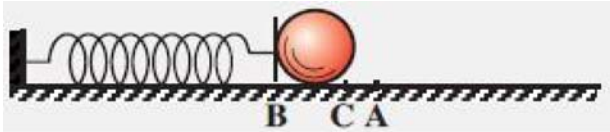
۴۹- جسم تا چه ارتفاعی بالا می رود؟

$$K = U \Rightarrow \frac{1}{2} m V^2 = mgh \Rightarrow h = \frac{V^2}{2g} = \frac{10^2}{2 \times 10} = 5 \text{ m}$$

۵۰- سرعت توپ در نیمه ی راه چقدر است؟

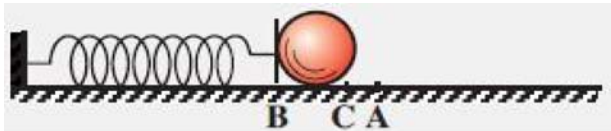
$$\Rightarrow \frac{1}{2} V_1^2 = gh_2 + \frac{1}{2} V_2^2 \Rightarrow \frac{1}{2} \times 10^2 = 10 \times 2/5 + \frac{1}{2} V_2^2 \Rightarrow V_2 = \sqrt{50} \frac{m}{s}$$

۵۱- هنگامی که گلوله در نقطه ی C بین دو نقطه ی A و B قرار دارد، آیا انرژی پتانسیل در فنر ذخیره شده است؟



بله، قسمتی از انرژی جنبشی گلوله به انرژی پتانسیل کشسانی تبدیل شده است.

۵۲- آیا گلوله در نقطه ی C دارای انرژی جنبشی است؟



بله، چون هنوز تمام انرژی گلوله به انرژی پتانسیل کشسانی تبدیل نشده است.

۵۳- فرض کنید پس از برخورد گلوله با فنر، گلوله به فنر بچسبد. حرکت بعدی گلوله را توصیف کنید و تبدیل های انرژی را با استفاده از قانون پایستگی انرژی توضیح دهید.

تا توقف کامل گلوله انرژی جنبشی آن به انرژی درونی و انرژی پتانسیل کشسانی تبدیل می شود. بعد از توقف انرژی پتانسیل کشسانی فنر به انرژی جنبشی و انرژی درونی تبدیل می شود. این رفت و برگشت تا توقف کامل گلوله ادامه خواهد یافت.

۵۴- اگر سطح بدون اصطکاک باشد، فنر بیش تر فشرده می شود یا وقتی که سطح دارای اصطکاک است؟ چرا؟

وقتی که سطح اصطکاک ندارد، چون انرژی درونی تولید نمی شود و در نتیجه انرژی پتانسیل کشسانی بیش تری در فنر ذخیره می شود.

۵۵- در اسباب بازی های کوکی، انرژی لازم برای حرکت آنها از کجا تأمین می شود؟

انرژی پتانسیل کشسانی فنر کوک به انرژی جنبشی تبدیل می شود.

با توجه به جدول مقابل به ۲ پرسش بعدی پاسخ دهید:

آهنگ مصرف انرژی (kJ/min) (کیلوژول بر دقیقه)	نوع فعالیت
۵	خواب
۷/۱	نشستن در حال استراحت
۷/۶	ایستادن در حالت معمولی
۱۲/۶	نشستن در کلاس
۱۶	به آرامی راه رفتن
	دوچرخه سواری (۱۸ - ۱۳ km/h)
۴۲	دوچرخه سواری (۲۱ km/h)
۱۱۱/۳	دوچرخه سواری (مسابقه)
۲۶/۵	تنیس
۲۸/۶	شنا (قورباغه)
۴۱/۲	بالا رفتن از پله
۴۷/۹	بسکتبال

۵۶- اگر شخصی یک شبانه روز بخوابد، چه مقدار انرژی مصرف می کند؟

$$E = p \cdot t = 5 \times (24 \times 60) = 7200 \text{ kJ}$$

۵۷- انرژی ای که برای یک ساعت نشستن در کلاس مصرف می شود بیشتر است یا انرژی ای که صرف ده دقیقه دوچرخه سواری با سرعت کم می شود؟

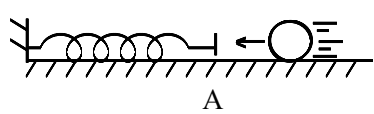
$$E_{\text{نشستن در کلاس}} = p \cdot t = 12/6 \times 60 = 756 \text{ kJ}$$

$$E_{\text{دوچرخه سواری}} = p \cdot t = 23/9 \times 10 = 239 \text{ kJ}$$

انرژی مصرف شده برای نشستن در کلاس بیشتر است.

۵۸- توپی را از ارتفاع یک متری سطح زمین از حال سکون رها می کنیم. توپ بعد از برخورد با زمین، تا ارتفاع کم تر از یک متر بالا می رود. این مثال را بر اساس پایستگی انرژی توضیح دهید.

قسمتی از انرژی اولیه ی توپ در مسیر و در لحظه ی برخورد با زمین به انرژی درونی تبدیل شده است. بعد از بازگشت و توقف انرژی پتانسیل گرانشی توپ از انرژی پتانسیل گرانشی اولیه کم تر است.

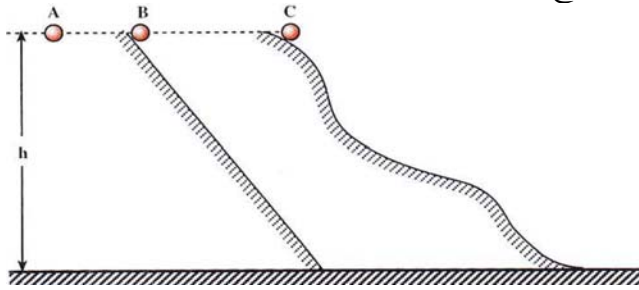


۵۹- گلوله ای به جرم یک کیلوگرم مطابق شکل مقابل به فنر نزدیک شده و با سرعت $8 \frac{m}{s}$

به آن برخورد می کند. اگر از اصطکاک چشم پوشی کنیم، حداکثر انرژی پتانسیل کشسانی که در فنر ذخیره می شود چقدر است؟

$$U_{\text{Max}} = K = \frac{1}{2} m V^2 = \frac{1}{2} \times 1 \times 8^2 = 32 \text{ J}$$

۶۰- با توجه به شکل سه گلوله ی A و B و C با جرم های مساوی از ارتفاع معینی رها می شوند:



سرعت کدام یک به هنگام رسیدن به زمین بیشتر است؟ کدام یک زودتر به زمین می رسد؟ پاسخ خود را یک بار در نظر گرفتن اصطکاک و بار دیگر با نادیده گرفتن اصطکاک بیان کنید.

در صورت نبود اصطکاک سرعت هر سه برابر است.

و در صورت وجود اصطکاک سرعت A بیش تر است چون طول کم تر است.

در هردو حالت گلوله ی A زودتر به زمین می رسد.

۶۱- انرژی پتانسیل گرانشی در بالاترین ارتفاعی که توپ به آن می رسد، چقدر است؟

$$U = K = \frac{1}{2} m V^2 = \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} \times 8^2 = 16 \text{ J}$$

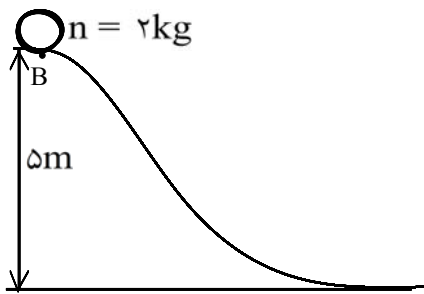
۶۲- سرعت آن در در نیمه راه چقدر است؟ (از مقاومت هوا چشم پوشی کنید)

$$K_1 = K_2 + U_2$$

در نیمه ی راه انرژی پتانسیل گرانشی، نصف انرژی جنبشی اولیه است.

$$U_2 = \frac{1}{2} K_1$$

$$K_1 = K_2 + \frac{1}{2} K_1 \Rightarrow \frac{1}{2} K_1 = K_2 \Rightarrow \frac{1}{2} V_1^2 = V_2^2 \Rightarrow V_2 = \frac{1}{\sqrt{2}} \times 8 \Rightarrow V_2 = \sqrt{32}$$



مطابق شکل روبرو توپی به جرم یک کیلوگرم در نقطه ی B

از حال سکون رها می شود. اگر ارتفاع نقطه ی B از پایین

تپه ۵ متر باشد، به ۲ سوال بعدی پاسخ دهید:

۶۳- سرعت آن در پایین تپه چه اندازه است؟ از اصطکاک چشم پوشی کنید.

$$K = U \Rightarrow \frac{1}{2} m V^2 = mgh \Rightarrow V = \sqrt{2gh} = \sqrt{2 \times 10 \times 5} = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

۶۴- اگر ۲۰ درصد انرژی توپ در اثر اصطکاک تلف شود، سرعت توپ در پایین تپه چه اندازه می شود؟

$$\Rightarrow \frac{1}{2}V^2 = \frac{1}{10} \times 10 \times 5 \Rightarrow V^2 = 10 \Rightarrow V = \sqrt{10} \frac{m}{s}$$

تقریباً ۳٫۱۶ متر بر ثانیه.

۶۵- گرم تر شدن کره ی زمین چه اثرهای نامطلوبی می تواند بر زندگی بشر و محیط داشته باشد؟

این گرما می تواند زندگی موجوداتی را که زندگی ما به آنها وابسته است به خطر اندازد. ما نیز برای خنک تر شدن در تابستان نیاز داریم که بیش از گذشته از دستگاه های خنک کننده (و در نتیجه انرژی) استفاده کنیم.

۱- یک خودروی گازسوز با بازده ۳۰٪ چند گرم گاز طبیعی مصرف کند تا از حال سکون به سرعت ۲۰ m/s برسد؟ جرم این خودرو یک تن می باشد. ($e = ۵۴/۶ \text{ kJ/g}$)

۲- یک بخاری گازسوز با بازدهی ۸۰٪ بعد از مصرف ۱kg گاز طبیعی چند مگاژول انرژی گرمایی تولید می کند؟
($e = ۵۵ \frac{\text{kJ}}{\text{g}}$)

۳- یک بطری نوشابه حاوی ۳۰۰ g نوشابه است. اگر انرژی حاصل از مصرف نوشابه $\frac{۱}{۶} \frac{\text{kJ}}{\text{g}}$ باشد و آهنگ مصرف انرژی برای دوچرخه سواری آرام $۲۴ \frac{\text{kJ}}{\text{min}}$ باشد، با مصرف یک بطری نوشابه چند دقیقه باید دوچرخه سواری کرد؟

۴- انرژی شیمیایی موجود در کره ۳۰ kJ/g است. اگر بازده آن در بدن ۲۰٪ باشد، چند دقیقه بازی تنیس می تواند انرژی حاصل از ۵۳ گرم کره را مصرف کند؟ (آهنگ مصرف انرژی برای بازی تنیس $۲۶/۵ \text{ kJ/min}$ است.)

۵- انرژی موجود در ۵۰ گرم کره با خوردن تقریباً چند کیلوگرم سیب زمینی پخته به دست می آید؟
 $e_{\text{کره}} = ۳۰/۲ \frac{\text{kJ}}{\text{g}}$, $e_{\text{سیب زمینی}} = ۳/۹ \frac{\text{kJ}}{\text{g}}$

۶- خوردن چه مقدار پلو می تواند ۹۲۰kJ انرژی برای بدن تأمین نماید؟
($e = ۴/۶ \frac{\text{kJ}}{\text{g}}$)

۷- شخصی در یک وعده غذایی ۲۰۰g پلو، ۱۰۰g گوشت پخته و ۱۰۰g حبوبات مصرف می کند. انرژی این وعده غذایی چند ژول است؟
($e_{\text{پلو}} = ۴/۶ \frac{\text{kJ}}{\text{g}}$, $e_{\text{حبوبات}} = ۵ \frac{\text{kJ}}{\text{g}}$, $e_{\text{گوشت}} = ۹/۴ \frac{\text{kJ}}{\text{g}}$)

۸- شخصی در یک عصرانه ۱۶۰g بستنی می خورد. او چند دقیقه باید راه برود تا انرژی حاصل از این بستنی مصرف شود؟
($e = ۹/۳ \frac{\text{kJ}}{\text{g}}$, $p = ۱۶ \frac{\text{kJ}}{\text{min}}$)

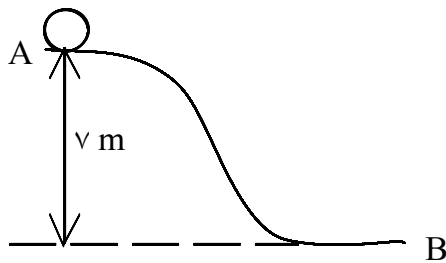
۹- یک شکلات ۱۰ گرمی چند کیلوژول از انرژی مورد نیاز بدن را تأمین می کند؟
($e = ۲۲/۲ \frac{\text{kJ}}{\text{g}}$)

۱۰- با سوختن کامل ۵۰۰g چوب چند کیلوژول انرژی گرمایی تولید می شود؟
($e = ۱۶/۸ \frac{\text{kJ}}{\text{g}}$)

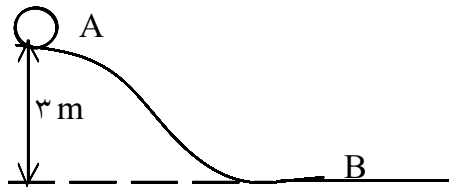
۱۱- شخصی بعد از ۳۰ دقیقه شنای قورباغه، نیم ساعت پیاده روی می کند و بعد از آن ۲ ساعت می خوابد. این شخص در این مدت چقدر انرژی مصرف کرده است؟
($P_{\text{شنا}} = ۲۸/۶ \frac{\text{kJ}}{\text{min}}$, $P_{\text{پیاده روی}} = ۱۶ \frac{\text{kJ}}{\text{min}}$, $P_{\text{خواب}} = ۵ \frac{\text{kJ}}{\text{min}}$)

- ۱۲- گلوله‌ای ۱۰۰ گرمی با سرعت 100 m/s به یک مانعی برخورد می‌کند و متوقف می‌شود. انرژی جنبشی آن چقدر بوده است؟
- ۱۳- توپی یک کیلوگرمی با سرعت 20 m/s در حرکت است. انرژی جنبشی توپ چند ژول می‌باشد؟
- ۱۴- توپی ۲ کیلوگرمی با سرعت 20 m/s به یک مانع برخورد کرده، با سرعت 10 m/s از آن برمی‌گردد. این توپ چند ژول انرژی جنبشی خود را از دست داده است؟
- ۱۵- خودرویی به جرم یک تن با سرعت 30 m/s در حرکت است. راننده سرعت خودرو را به کمک ترمز به 15 m/s می‌رساند. انرژی جنبشی ثانویه‌ی جسم چه کسری از انرژی جنبشی اولیه‌ی جسم می‌باشد؟
- ۱۶- اگر سرعت یک متحرک $2/5$ برابر شود، انرژی جنبشی آن چند برابر می‌شود؟
- ۱۷- سرعت یک متحرک در اثر برخورد با یک مانع 10% کاهش می‌یابد. این متحرک چند درصد از انرژی جنبشی خود را از دست داده است؟
- ۱۸- می‌خواهیم انرژی جنبشی متحرکی دو برابر شود. اگر سرعت متحرک 10 m/s باشد، چقدر باید به سرعت آن بیفزاییم؟
 $(\sqrt{2} \cong 1/4)$
- ۱۹- برای آن که انرژی جنبشی یک متحرک سه برابر شود، چند درصد باید به سرعت آن اضافه شود؟
 $(\sqrt{3} \cong 1/3)$
- ۲۰- اگر به سرعت متحرکی 5 m/s افزوده شود، انرژی جنبشی آن دو برابر می‌شود. سرعت اولیه‌ی این متحرک چند متر بر ثانیه است؟
- ۲۱- جرم A ، ۲ برابر جرم B است و انرژی جنبشی A ، ۸ برابر انرژی جنبشی B می‌باشد. سرعت A چند برابر سرعت B است؟
- ۲۲- سورت‌های به جرم 150 kg روی یک سطح افقی با سرعت 10 m/s در حرکت است، اگر سورت‌ها در هر متر حرکت خود 400 J از انرژی جنبشی‌اش را از دست بدهد، چند متر جلوتر متوقف می‌شود؟
- ۲۳- به مجموع انرژی‌های ذرات تشکیل دهنده‌ی جسم گفته می‌شود.
- ۲۴- به انرژی مصرف شده در یک مدت زمان معین (مثلاً یک دقیقه) گفته می‌شود.
- ۲۵- انرژی اجسام متحرک که صرفاً به خاطر حرکت آن‌ها است، نام دارد.
- ۲۶- انرژی جنبشی گلوله‌ای 200 گرمی، $2/5 \text{ J}$ است. این گلوله با سرعت ثابت در حرکت است. سرعت آن چند متر بر ثانیه است؟
- ۲۷- افزایش انرژی درونی جسم به صورت ظاهر می‌شود.

- ۲۸- گلوله‌ای ۱۰۰ گرمی با سرعت 10 m/s به یک مانع برخورد کرده، با سرعت 5 m/s از آن خارج می‌شود. اگر انرژی تلف شده فقط صرف افزایش انرژی درونی مانع شده باشد، انرژی درونی مانع چقدر زیاد شده است؟
- ۲۹- به یک توپ با پا ضربه می‌زنید. توپ پس از طی مسافتی متوقف می‌شود. این پدیده را با قانون پایستگی انرژی توضیح دهید.
- ۳۰- قانون پایستگی انرژی بیان می‌دارد که
- ۳۱- توپی ۲ کیلوگرمی با سرعت 3 m/s به توپی به جرم 1 kg برخورد می‌کند. سرعت توپ بزرگ‌تر به 1 m/s می‌رسد. سرعت توپ کوچک‌تر را محاسبه نمایید؟
- ۳۲- گلوله‌ای ۲ کیلوگرمی با سرعت 6 m/s به گلوله‌ی ساکنی به جرم 1 kg برخورد می‌کند. این گلوله‌ها به هم چسبیده با سرعت 4 m/s با هم حرکت می‌کنند. انرژی درونی مجموعه چقدر افزایش یافته است؟
- ۳۳- انرژی پتانسیل گرانشی گلوله‌ای در ارتفاع 35 متری سطح زمین 14 J است. جرم آن چقدر است؟
- ۳۴- انرژی پتانسیل گرانشی جسمی به جرم 5 kg که در ارتفاع 7 متری سطح زمین قرار دارد چند ژول است؟ ($g = 10 \text{ m/s}^2$)
- ۳۵- توپی را با ضربه به ارتفاع 20 m می‌رسانیم. اگر جرم توپ 400 g باشد، انرژی پتانسیل گرانشی توپ را حساب کنید.
- ۳۶- جسمی ۳ کیلوگرمی دارای 135 J انرژی پتانسیل گرانشی است. این جسم در چه ارتفاعی قرار دارد؟
- ۳۷- جسمی در ارتفاع h قرار دارد و انرژی پتانسیل گرانشی آن 200 J می‌شود. وقتی ارتفاع جسم را 2 m افزایش می‌دهیم، انرژی پتانسیل گرانشی آن 280 J می‌شود. جرم جسم چند کیلوگرم است؟
- ۳۸- اجسامی که در ارتفاع بالاتری نسبت به سطح زمین قرار دارند، دارای نوعی از انرژی به نام هستند.
- ۳۹- جسمی را از ارتفاع 20 m رها می‌کنیم. سرعت آن وقتی به سطح زمین می‌رسد چند متر بر ثانیه است؟ از اتلاف انرژی در مسیر صرف نظر کنید.
- ۴۰- جسمی ۲۵ کیلوگرمی از ارتفاع 45 m رها می‌شود. وقتی به سطح زمین می‌رسد، سرعت آن چقدر می‌شود؟ آیا جرم جسم در مقدار این سرعت تأثیر دارد؟
- ۴۱- جسمی را با سرعت 15 m/s در راستای قائم به سمت بالا پرتاب می‌کنیم. جسم تا چه ارتفاعی بالا می‌رود؟
- ۴۲- جسمی را با سرعت V به سمت بالا پرتاب می‌کنیم. تا چه ارتفاعی بالا می‌رود؟ از اتلاف انرژی صرف نظر شود. اگر اتلاف وجود داشته باشد، این رابطه به چه شکل تغییر می‌کند؟



۴۳- جسمی ۵۰۰ گرمی مطابق شکل از ارتفاع $v\text{m}$ رها می شود. با چه سرعتی به نقطه ی B می رسد؟ (از اتلاف انرژی در مسیر صرف نظر نمایید.)



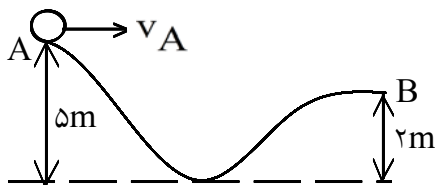
۴۴- گلوله ای ۲ کیلوگرمی از نقطه ی A رها شده، با سرعت 6 m/s به نقطه ی B می رسد. انرژی درونی گلوله چقدر افزایش یافته است؟

۴۵- جسمی از ارتفاع ۱۰ متری رها می شود. در میانه ی راه سرعت گلوله چند متر بر ثانیه است؟

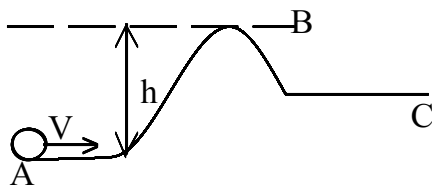
۴۶- گلوله ای با سرعت 10 m/s به سمت بالا پرتاب می شود. در ارتفاع ۵ متری سرعت گلوله چقدر است؟ در چه ارتفاعی سرعت گلوله نصف سرعت پرتاب است؟

۴۷- گلوله ای با سرعت 10 m/s به سمت بالا پرتاب می شود. اگر این جسم تا ارتفاع $4/5$ متر بالا رود، چقدر از انرژی گلوله به انرژی درونی تبدیل شده است؟ جرم گلوله 50 g است.

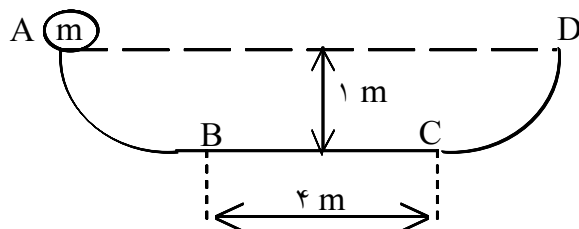
۴۸- گلوله ای را از ارتفاع ۲۵ متری با سرعت 20 m/s را به سمت پایین پرتاب می کنیم. این جسم با چه سرعتی به سطح زمین می رسد؟



۴۹- توپیی از نقطه ی A با سرعت 5 m/s در مسیر بدون اصطکاک شکل مقابل حرکت می کند. با چه سرعتی به نقطه ی B می رسد؟



۵۰- توپیی با سرعت 15 m/s از نقطه ی A به B می رود و بعد از گذر از نقطه ی B به C می رود. با فرض عدم اتلاف انرژی h حداکثر چقدر باشد تا توپ به نقطه ی C برسد؟



۵۱- در شکل مقابل قسمت های خمیده ی مسیر بدون اصطکاک و قسمت BC دارای اصطکاک است. اگر در هر بار طی مسیر افقی 40 J انرژی گلوله تلف شود، گلوله در چندمین دور طی مسیر افقی می ایستد؟ $m=10\text{ kg}$

۵۲- تیر آهنی به طول 10 m و جرم 70 kg را که افقی قرار دارد (روی زمینی) به طور عمود بر زمین نگه داشته ایم. انرژی مصرف شده برای انجام این کار چند ژول است؟

۵۳- 10 آجر یکسان 2 کیلوگرمی به ارتفاع 6 cm را می خواهیم روی هم بچینیم. چقدر انرژی باید صرف این عمل شود؟

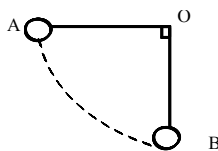
۵۴- ارتفاع ابرهای بارانزا حدود 1000 m می باشد. اگر مقاومت هوا نبود قطرات باران با چه سرعتی به سطح زمین می رسیدند؟ سرعت قطرات باران در سطح زمین تقریباً 1 m/s است. چند درصد از انرژی اولیه ی باران به علت مقاومت هوا تلف می شود؟

۵۵- جسمی را از ارتفاع 15 متری زمین رها می کنیم. در چه ارتفاعی انرژی جنبشی جسم نصف انرژی پتانسیل گرانشی آن در آن ارتفاع است؟

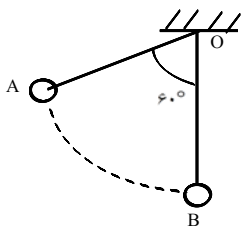
۵۶- جسمی را از ارتفاع 20 متری زمین رها می کنیم. در چه ارتفاعی انرژی جنبشی جسم سه برابر انرژی پتانسیل گرانشی آن است؟ در این ارتفاع سرعت جسم چقدر است؟

۵۷- می خواهیم جسمی را از ارتفاع 10 متری پرتاب کنیم. سرعت پرتاب چقدر باشد تا انرژی جنبشی جسم در سطح زمین دو برابر انرژی جنبشی در لحظه ی پرتاب باشد؟ جسم با چه سرعتی با زمین برخورد خواهد کرد؟

۵۸- گلوله ای را در هوا با سرعت V_1 به طور قائم به سمت بالا پرتاب می کنیم. وقتی به سطح زمین می رسد دوباره ی سرعت آن چه می توان گفت؟



۵۹- آونگی به طول 1 m به نقطه ی O بسته شده است، آونگ از وضعیت A رها شده به نقطه ی B می رسد. در نقطه ی B سرعت گلوله ی آونگ چقدر است؟



۶۰- آونگی به طول 80 cm را از حالت تعادل 60° منحرف کرده رها می کنیم. سرعت آونگ در نقطه ی B چقدر است؟ اگر جرم گلوله ی آونگ 200 g باشد، انرژی جنبشی آن در B چقدر است؟

۶۱- جسمی را با سرعت 10 m/s به سمت بالا پرتاب می کنیم. در مسیر رفت 10% و در مسیر برگشت 20% از انرژی اش را از دست می دهد. این جسم تا چه ارتفاعی بالا می رود؟ با چه سرعتی به زمین می رسد؟

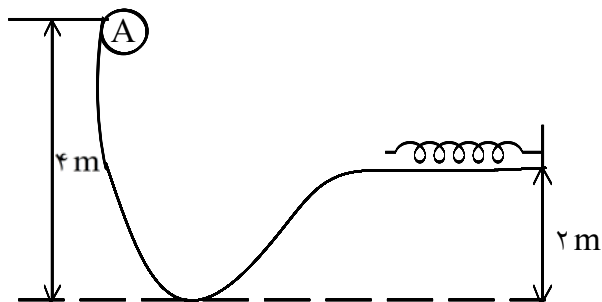
۶۲- تویی 2 کیلوگرمی با سرعت 5 m/s به فنر برخورد می کند و می ایستد. انرژی پتانسیل کشسانی فنر چقدر می شود؟



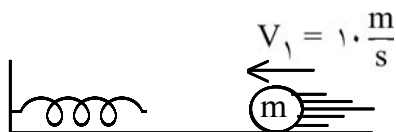
۶۳- فنری را می فشاریم تا انرژی پتانسیل کشسانی آن $16J$ شود. تویی نیم کیلوگرمی را کنار آن قرار می دهیم و فنر را رها می کنیم. حداکثر سرعت توپ چقدر خواهد شد؟

۶۴- وزنه ای 200 گرمی را به فنری می آویزیم. فنر کشیده شده، وزنه 5 cm پایین می آید. انرژی ذخیره شده در فنر چقدر است؟

۶۵- وزنه ای نیم کیلوگرمی را روی فنری قرار داده، فنر را می فشاریم تا 1 cm از طول آزادش فشرده تر شود. انرژی ذخیره شده در فنر در این حالت 1 J می شود. اگر فنر را رها کنیم وزنه تا چه ارتفاعی نسبت به حالت آزاد فنر بالا می رود؟



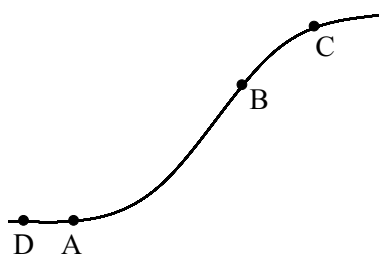
۶۶- جرم گلوله در شکل مقابل m_A برابر 1 kg است. گلوله با چه سرعتی به فنر برخورد می کند؟ انرژی پتانسیل کشسانی فنر حداکثر چقدر خواهد شد؟



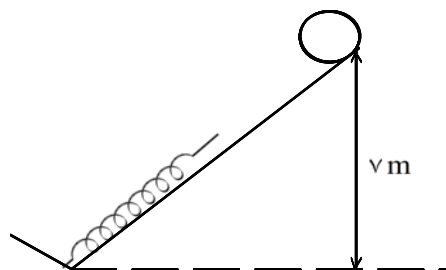
۶۷- در شکل مقابل تویی به فنری برخورد می کند. در لحظه ای که انرژی جنبشی گلوله و انرژی پتانسیل کشسانی فنر برابر، باشد سرعت گلوله چقدر است؟

۶۸- انرژی ذخیره شده در فنر را می نامند.

۶۹- انرژی ذخیره شده در اجسام که در اثر یک تغییر شکل برگشت پذیر ایجاد می شود..... نام دارد.



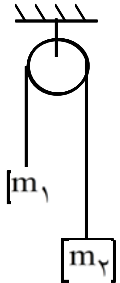
۷۰- جسمی با سرعت V از نقطه ای A به تپه ای رسیده از آن بالا می رود. در نقطه ای C ایستاده به پایین برمی گردد و در D متوقف می شود. براساس قانون پایستگی انرژی توضیح دهید چه اتفاقاتی رخ داده است.



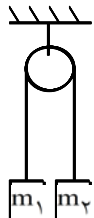
۷۱- در شکل مقابل گلوله بعد از برخورد با فنر به سمت بالا برمی گردد. اگر 10% از انرژی جسم را تلف کند، جسم تا چه ارتفاعی بالا خواهد آمد؟

۷۲- یک کامیون با سرعت V_1 در حرکت است. انرژی جنبشی آن نصف انرژی جنبشی یک خودرو سواری است. اگر به سرعت کامیون 10 m/s اضافه شود، انرژی جنبشی دو خودرو مساوی می شود. سرعت کامیون چقدر بوده است؟

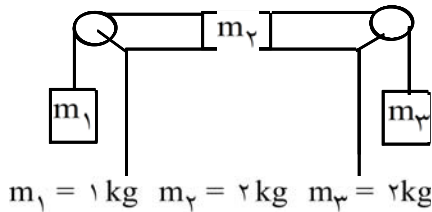
۷۳- گلوله ای از ارتفاع 50 cm سقوط کرده، 5 cm در زمین فرو می رود و متوقف می شود. افزایش انرژی درونی محیط و گلوله چند ژول است؟ ($m = 4 \text{ kg}$)



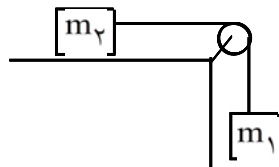
۷۴- در شکل مقابل می باشد. وقتی هر کدام از وزنه ها یک متر جا به جا شوند سرعت آن ها چقدر می شود؟ به دستگاه شکل مقابل ماشین اتود گفته می شود. دستگاه از حالت سکون رها می شود.



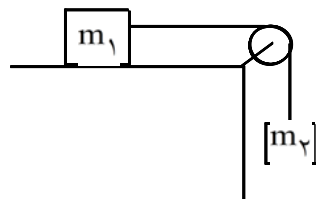
۷۵- در دستگاه شکل مقابل $m_1 = 1 \text{ kg}$, $m_2 = 0.5 \text{ kg}$ می باشند. وزنه ها در ابتدا در کنار یک دیگر می باشند و از حال سکون رها می شوند. وقتی سرعت وزنه ها به $1 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ می رسد، فاصله ی آن ها چقدر است؟



۷۶- در شکل مقابل وزنه ها از حال سکون رها می شوند. وقتی m_3 یک متر پایین می آید، سرعت m_2 چقدر است؟

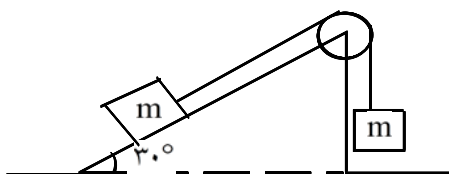


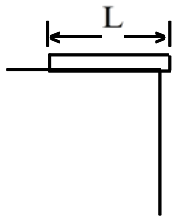
۷۷- در شکل مقابل وزنه ها از حال سکون رها می شوند. وقتی m_2 1 m جلو برود، سرعت آن چقدر است؟ $m_1 = 1 \text{ kg}$ $m_2 = 4 \text{ kg}$



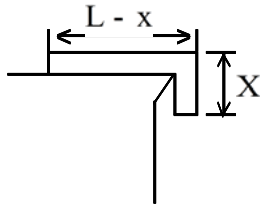
۷۸- جرم m_2 برابر 2 kg است. وقتی m_2 40 cm پایین می آید سرعت آن 2 m/s می شود. جرم m_1 چقدر است؟

۷۹- در شکل مقابل جرم دو وزنه برابر است. وقتی وزنه ی آویخته 50 cm پایین بیاید، سرعت وزنه ها چقدر است؟

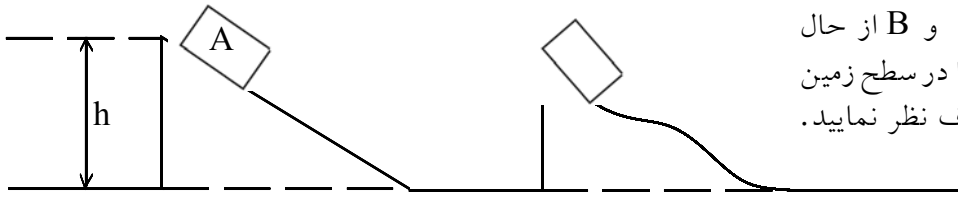




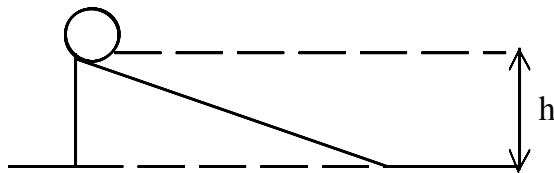
۸۰- طنابی به طول L به جرم m عمود بر لبه ی میزی روی آن قرار دارد. طناب شروع می کند به سر خوردن و پایین می آید. طناب با چه سرعتی از میز جدا می شود؟ اصطکاک وجود ندارد.



۸۱- طنابی به طول L روی میزی قرار دارد به طوری که طول x از آن از لبه ی میز آویخته است. وقتی طناب از میز جدا می شود سرعت آن را محاسبه کنید. اصطکاک وجود ندارد. جرم طناب m و همگن است.



۸۲- در شکل مقابل وزنه ها از نقاط A و B از حال سکون رها می شوند. سرعت آن ها را در سطح زمین مقایسه کنید. از اثر اصطکاک صرف نظر نمایید.



۸۳- در شکل مقابل توپ غلتیده به پایین می آید. سرعت توپ در پایین سطح از $\sqrt{2gh}$ کمتر است. از اتلاف انرژی صرف نظر شود. علت را شرح دهید.

۸۴- دو مورد از منابع تجدید ناپذیر انرژی را نام ببرید.

۸۵- شش مورد از منابع تجدیدپذیر انرژی را نام ببرید.

۸۶- دو امتیاز منابع تجدیدپذیر انرژی را نسبت به دیگر منابع نام ببرید.

۸۷- سه روش استفاده از انرژی خورشیدی را نام ببرید.

۸۸- زیست گاز چیست؟ انرژی آن چند درصد انرژی گاز طبیعی است؟

۸۹- یک قطعه فولاد از ارتفاع 10 m رها شده، به سطح زمین می رسد. بعد از برخورد با زمین فولاد متوقف می شود. اگر

تمام انرژی فولاد صرف گرم کردن خود فولاد شود، دمای فولاد چقدر بالا خواهد رفت؟

۹۰- ارتفاع یک آبشار 105 m است. آب بعد از رسیدن به پایین آبشار چقدر افزایش دما باید داشته باشد؟ دمای آب کمتر

از این مقدار افزایش می یابد. علت را شرح دهید. $C_{\text{آب}} = 4200 \frac{\text{J}}{\text{kg}^\circ\text{C}}$

۹۱- قطعه سنگی به جرم ۵ کیلوگرم روی مسی به جرم ۱ kg سقوط می کند. اگر نیمی از انرژی سنگ صرف افزایش دمای مس شود، دمای مس چه قدر بالا می رود؟ (ارتفاع سقوط ۱۶m است.)

$$C_{\text{مس}} = 400 \frac{\text{J}}{\text{kg}^\circ\text{C}}$$

۹۲- برای گرم کردن ۲ کیلوگرم آب به میزان 48°C از یک بخاری نفتی استفاده شده است. اگر بازدهی این بخاری ۵۰٪ باشد چند گرم نفت استفاده شده است؟

$$C_{\text{آب}} = 4200 \frac{\text{J}}{\text{kg}^\circ\text{C}}, e_{\text{نفت}} = 4/8 \frac{\text{kJ}}{\text{g}}$$

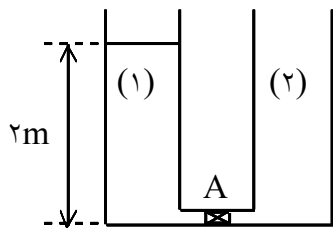
۹۳- با مصرف ۱۰g زغال دمای ۴ کیلوگرم آب را چقدر می توان افزایش داد؟ (از اتلاف انرژی صرف نظر شود.)

$$e_{\text{زغال}} = 33/6 \frac{\text{kJ}}{\text{g}}, C_{\text{آب}} = 4200 \frac{\text{J}}{\text{kg}^\circ\text{C}}$$

۹۴- با مصرف ۱۶۸g نفت دمای ۳ کیلوگرم آب 16°C افزایش می یابد. بازدهی دستگاه گرم کن چند درصد است؟

$$C_{\text{آب}} = 4200 \frac{\text{J}}{\text{kg}^\circ\text{C}}, e_{\text{نفت}} = 4/8 \frac{\text{kJ}}{\text{g}}$$

۹۵- در مخزن (۱)، مقداری آب وجود دارد و مخزن ۲ خالی است. شیر A را باز می کنیم و آب به آرامی از مخزن (۱) به مخزن (۲) جریان می یابد. وقتی جریان قطع شد، آب متوقف می شود، دمای آب چقدر بالا رفته است؟ فرض کنید تمام انرژی آب صرف گرم کردن خود آب شود. دو مخزن مشابه هستند.



$$C_{\text{آب}} = 4200 \frac{\text{J}}{\text{kg}^\circ\text{C}}$$

۹۶- دو جسم از ارتفاع یکسان، در یکی شرایط خلأ و دیگری در هوا سقوط می کنند. در لحظه ی برخورد با زمین سرعت کدام یک بیشتر است؟ چرا؟

۹۷- اگر جسمی را با سرعت ۱۵ متر بر ثانیه به طور قائم و به سمت بالا پرتاب کنیم، حداکثر تا چه ارتفاعی بالا خواهد رفت؟ در چه ارتفاعی انرژی جنبشی و انرژی پتانسیل گرانشی جسم برابر خواهد شد؟

$$e_{\text{سیب}} = 2/4 \frac{\text{kJ}}{\text{g}}$$

۹۸- با مصرف یک سیب ۱۰۰ گرمی، بدن ما چند ژول انرژی دریافت می کند؟

۹۹- اگر شخصی برای انجام فعالیتی به ۵۷۵ کیلوژول انرژی نیاز داشته باشد، چند گرم پلو باید مصرف کند؟

$$e_{\text{پلو}} = 4/6 \frac{\text{kJ}}{\text{g}}$$

۱۰۰- شخصی که در مدت یک ساعت، ۱۰ دقیقه در حالت استراحت نشسته است، ۲۰ دقیقه به آرامی راه رفته است، و بعد از ۱۵ دقیقه بازی تنیس باقی وقتش را به دوچرخه سواری با سرعت

مصرف کرده است؟

$$\left(P_{\text{دوچرخه}} = \frac{23/9 \text{ KJ}}{\text{min}} \text{ و } P_{\text{تنیس}} = \frac{26/5 \text{ KJ}}{\text{min}} \text{ و } P_{\text{راه رفتن}} = \frac{16 \text{ KJ}}{\text{min}} \text{ و } P_{\text{نشستن}} = \frac{7/1 \text{ KJ}}{\text{min}} \right)$$

۱۰۱- انرژی مورد نیاز برای یک ساعت نشستن در کلاس چند برابر انرژی مصرفی ۱۲۰ دقیقه خواب است؟

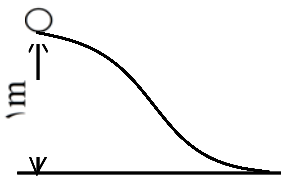
$$P_{\text{نشستن}} = 12/6 \frac{\text{KJ}}{\text{min}} \text{ و } P_{\text{خواب}} = 5 \frac{\text{KJ}}{\text{min}}$$

۱۰۲- برای تأمین انرژی مورد نیاز برای ۳۰ دقیقه ورزش بسکتبال چند گرم شکلات باید مصرف کرد؟ (آهنگ مصرف انرژی

$$\text{برای بسکتبال } 48 \frac{\text{KJ}}{\text{min}} \text{ و انرژی شیمیایی موجود در شکلات } 22 \frac{\text{KJ}}{\text{g}} \text{ می باشد.}$$

۱۰۳- جسمی به جرم ۲ کیلوگرم با سرعت ۵ متر بر ثانیه در حرکت است. اگر سرعت آن را به ۷ متر بر ثانیه برسانیم، به انرژی جنبشی آن چند ژول افزوده شده است؟

۱۰۴- جسمی به جرم ۲۵ کیلوگرم در ارتفاع ۷ متری زمین قرار دارد. وقتی این جسم به سطح زمین می رسد، انرژی جنبشی آن ۱۲۰۰ ژول است. چند ژول انرژی درونی تبدیل شده است؟



۱۰۵- در شکل مقابل اگر ۱۰٪ انرژی جسم در مسیر تلف شود، جسم با چه سرعتی به پایین سطح خواهد رسید؟

۱۰۶- توپی به جرم ۱ کیلوگرم با سرعت ۱ متر بر ثانیه به فنری برخورد می کند. حداکثر انرژی پتانسیل کشسانی ذخیره شده، در فنر چقدر خواهد بود؟ در لحظه ای که نیمی از انرژی جنبشی توپ در فنر ذخیره شده سرعت توپ چقدر است؟

۱۰۷- به پرسش زیر پاسخ کوتاه دهید:

چرا افتادن از یک بلندی روی توده ی علف، به خطرناکی افتادن روی سطح زمین سخت نیست؟

۱۰۸- با استفاده از رابطه ی پتانسیل گرانشی جدول مقابل را کامل کنید.

m (kg)	g (m/s ²)	h (m)	U (J)
۰/۲	۱۰	۱/۲
۱/۴	۱۰	۲۸
.....	۹/۸	۵	۱۹۶
۰/۸	۱۰	۷۸/۴

۱۰۹- گلوله ای به جرم ۰/۵kg را با سرعت اولیه ی ۱۵m/s در امتداد قائم به طرف بالا پرتاب می کنیم. هر گاه ۲۰ درصد

انرژی گلوله صرف غلبه بر مقاومت هوا شود، گلوله تا چه ارتفاعی بالا می رود؟ ($g = 10 \text{ m/s}^2$)

- ۱۱۰- در یک لامپ روشنایی، انرژی به انرژی نورانی تبدیل می شود.
- ۱۱۱- در پنکه، انرژی الکتریکی به تبدیل می شود.
- ۱۱۲- به وسیله ی می توانیم انرژی جنبشی را به انرژی درونی تبدیل کنیم.
- ۱۱۳- در پُر کردن باتری ماشین، انرژی به انرژی شیمیایی تبدیل می شود.
- ۱۱۴- انرژی زمین گرمایی در چه صورت تجدیدپذیر محسوب می شود؟

۱- m جرم خودرو و m' جرم گاز مصرفی است.

$$m'.e.\eta = \frac{1}{2} mV^2$$

$$m' \times 54/6 \times \frac{3 \times 10^3}{10} = \frac{1}{2} \times 1000 \times 20^2 \Rightarrow m' = 12210 \text{ g}$$

η بازده است.

$$E = m. e. \eta = 1000 \times 55 \times \frac{1}{10} = 44000 \text{ kJ} = 44 \text{ MJ} \quad -2$$

η بازده است.

هر مگاژول معادل 10^6 ژول (یا 1000 kJ) می باشد.

$$P. t = m. e \Rightarrow 24 \times t = 300 \times 1/6 \Rightarrow t = 20 \text{ min} \quad -3$$

۲۰ دقیقه دوچرخه سواری برای مصرف انرژی حاصل از یک بطری نوشابه لازم است.

$$p. t = m. e. \eta \Rightarrow 26/5 \times t = 53 \times 30 \times \frac{2}{10} \Rightarrow t = 12 \text{ min} \quad -4$$

$$E_1 = E_2 \Rightarrow m_1 e_1 = m_2 e_2 \Rightarrow 50 \times 30/2 = m_2 \times 3/9 \quad -5$$

$$\Rightarrow m_2 = \frac{50 \times 30/2}{3/9} = 387 \text{ g}$$

تقریباً 387 g سیب زمینی باید خورده شود.

$$E = m e \Rightarrow 920 = m \times 4/6 \Rightarrow m = 200 \text{ g} \quad -6$$

برای تأمین این مقدار انرژی 200 g پلو باید مصرف شود.

$$E_{\text{کل}} = E_1 + E_2 + E_3 \quad -7$$

$$= m_1 e_1 + m_2 e_2 + m_3 e_3$$

$$= 200 \times 4/6 + 100 \times 9/4 + 100 \times 5 = 2360 \text{ kJ}$$

۸- انرژی حاصل از بستنی را با انرژی مورد نیاز برای پیاده روی برابر قرار می دهیم:

$$p. t = m e \Rightarrow 16 \times t = 160 \times 9/3 \Rightarrow t = 93 \text{ min}$$

۹۳ دقیقه پیاده روی برای صرف انرژی حاصل مورد نیاز است.

$$E = m e = 10 \times 22/2 = 222 \text{ kJ} \quad -9$$

$$E = m e = 16/8 \times 500 = 8400 \text{ kJ} \quad -10$$

$$E = P_1 t_1 + P_2 t_2 + P_3 t_3 \quad -11$$

$$= 28/6 \times 30 + 16 \times 30 + 5 \times 120 = 1938 \text{ kJ}$$

۱۲- مقدار m در رابطه‌ی مربوط به انرژی جنبشی باید به کیلوگرم باشد.

$$m = 100 \text{ g} = 0.1 \text{ kg}$$

$$k = \frac{1}{2} m V^2 = \frac{1}{2} \times \frac{1}{10} \times (100)^2 = 500 \text{ J}$$

انرژی جنبشی جسم ۵۰۰ ژول بوده است.

$$K = \frac{1}{2} m V^2 = \frac{1}{2} \times 1 \times (20)^2 = 200 \text{ J}$$

-۱۳

انرژی جنبشی توپ 200 J است.

$$K_1 = \frac{1}{2} m V_1^2 = \frac{1}{2} \times 2 \times 20^2 = 400 \text{ J}$$

-۱۴

$$K_2 = \frac{1}{2} m V_2^2 = \frac{1}{2} \times 2 \times 10^2 = 100 \text{ J}$$

$$\Delta K = |K_2 - K_1| = |100 - 400| = 300 \text{ J}$$

300 J از انرژی جنبشی جسم کاسته شده است.
انرژی جنبشی توپ را قبل و بعد از برخورد محاسبه کرده از هم کم کنید.

$$K_1 = \frac{1}{2} m V_1^2 = \frac{1}{2} \times 10000 \times (30)^2$$

-۱۵

$$K_2 = \frac{1}{2} m V_2^2 = \frac{1}{2} \times 10000 \times (15)^2$$

$$\alpha = \frac{K_2}{K_1} = \frac{\frac{1}{2} \times 10000 \times (15)^2}{\frac{1}{2} \times 10000 \times (30)^2} = \left(\frac{15}{30}\right)^2 = \left(\frac{1}{2}\right)^2 = \frac{1}{4}$$

انرژی جنبشی در حالت دوم $\frac{1}{4}$ انرژی جنبشی در حالت اول است.

انرژی جنبشی ثانویه را به انرژی جنبشی اولیه تقسیم نمایید.

$$K_2 = \frac{1}{2} m V_2^2 = \frac{1}{2} \times m \left(\frac{2}{5} V_1\right)^2 = \left(\frac{2}{5}\right)^2 \times \frac{1}{2} m V_1^2 = \frac{4}{25} K_1$$

-۱۶

انرژی جنبشی متحرک $\frac{4}{25}$ برابر می‌شود.

فرض کنید جرم m و سرعت اولیه V_1 باشد. k_1 و k_2 را محاسبه کرده، را به دست آورید.
 $\frac{k_2}{k_1}$

$$K_2 = \frac{1}{2} m V_2^2 = \frac{1}{2} m (0.9 V_1)^2 = (0.9)^2 \times \frac{1}{2} m V_1^2 = 0.81 K_1$$

$$K_1 - K_2 = K_1 - 0.81 K_1 = 0.19 K_1$$

کاهش انرژی جنبشی جسم ۰/۱۹ انرژی جنبشی اولیه اش می‌باشد. پس ۱۹٪ از انرژی خود را ازدست داده است. V_2 را بر حسب V_1 به دست آورید و سپس k_2 را بر حسب k_1 ، $k_2 - k_1$ را حساب کنید.

$$K_2 = 2K_1 \Rightarrow \frac{1}{2} m V_2^2 = 2 \times \frac{1}{2} m V_1^2 \Rightarrow V_2^2 = 2 V_1^2 \Rightarrow V_2 = \sqrt{2} V_1 \quad -18$$

$$V_2 = 1/4 \times 10 = 14 \frac{m}{s}$$

$$\Delta V = V_2 - V_1 = 14 - 10 = 4 \frac{m}{s}$$

۴ m/s به سرعت متحرک باید افزوده شود.

با توجه به صورت سؤال $k_2 = 2k_1$ می‌باشد. V_2 را حساب کرده از V_1 کم کنید.

$$K_2 = 3K_1 \Rightarrow \frac{1}{2} m V_2^2 = 3 \times \frac{1}{2} m V_1^2 \Rightarrow V_2^2 = 3 V_1^2 \quad -19$$

$$V_2 = \sqrt{3} V_1 \Rightarrow \Delta = V_2 - V_1 = \sqrt{3} V_1 - V_1 \Rightarrow \Delta V = (\sqrt{3} - 1) V_1$$

$$\alpha = \frac{\Delta V}{V_1} \times 100 = \frac{(\sqrt{3} - 1) V_1}{V_1} \times 100 = (\sqrt{3} - 1) \times 100 = 73\%$$

۷۳٪ باید به سرعت متحرک اضافه شود.

نسبت انرژی جنبشی را در دو حالت برابر ۳ قرار دهید و V_2 را بر حسب V_1 محاسبه کنید.

$$K_2 = 2K_1 \Rightarrow \frac{1}{2} m v_2^2 = 2 \times \frac{1}{2} m v_1^2 \Rightarrow v_2 = \sqrt{2} v_1 \quad -20$$

$$\Rightarrow v_1 + 5 = \sqrt{2} v_1 \Rightarrow (\sqrt{2} - 1) v_1 = 5 \Rightarrow v_1 = \frac{5}{\sqrt{2} - 1}$$

برای گویا کردن عبارت، در صورت و منخرج کسر عبارت $\sqrt{2} + 1$ را ضرب می‌نماییم.

$$v_1 = \frac{5}{\sqrt{2} - 1} \times \frac{\sqrt{2} + 1}{\sqrt{2} + 1} = 5 (\sqrt{2} + 1) \frac{m}{s} \sim 12 \frac{m}{s}$$

$k_2 = 2k_1$ را حل کرده بین V_2 ، V_1 یک رابطه پیدا کنید. رابطه‌ی دوم را هم صورت سؤال گفته .

-۲۱

سرعت A باید ۲ برابر سرعت B باشد، تا رابطه‌ی مذکور درست باشد.
نسبت انرژی جنبشی A را به انرژی جنبشی B برابر ۸ قرار دهید.

۲۲- ابتدا انرژی جنبشی سورتمه را در آغاز حرکت محاسبه می‌کنیم.

$$K = \frac{1}{2} m V^2 = \frac{1}{2} \times 150 \times 10^2 = 7500 \text{ J}$$

حال این مقدار را تقسیم بر انرژی تلف شده در هر متر می‌کنیم.

$$\Delta x = \frac{K}{Q} = \frac{7500}{400} = 18.75 \text{ m}$$

۲۳- انرژی درونی

۲۴- آهنگ مصرف انرژی

۲۵- انرژی جنبشی

$$K = \frac{1}{2} m V^2 \Rightarrow 2/5 = \frac{1}{2} \times \frac{2}{10} \times V^2 \Rightarrow V = 5 \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad -۲۶$$

۲۷- افزایش دما

$$Q = K_1 - K_2 = \frac{1}{2} m V_1^2 - \frac{1}{2} m V_2^2 \quad -۲۸$$

$$Q = \frac{1}{2} \times \frac{1}{10} \times 10^2 - \frac{1}{2} \times \frac{1}{10} \times 5^2 = 3/75 \text{ J}$$

تغییرات انرژی جنبشی گلوله را حساب کنید.

۲۹- در ابتدا انرژی ماهیچه‌ای به واسطه‌ی ضربه به انرژی جنبشی توپ و مقداری انرژی درونی توپ و پا تبدیل می‌شود.
در مرحله‌ی بعد به تدریج انرژی جنبشی توپ به انرژی درونی توپ و زمین و هوا تبدیل می‌شود.

۳۰- انرژی جسم هیچ‌گاه از بین نمی‌رود و به خودی خود نیز به وجود نمی‌آید. مقدار آن همواره پایسته است و تنها می‌تواند از جسمی به جسمی دیگر منتقل شده و یا تغییر حالت دهد.

$$\frac{1}{2} m_1 v^2 = \frac{1}{2} m_1 v_1^2 + \frac{1}{2} m_2 v_2^2 \quad -۳۱$$

$$\frac{1}{2} \times 2 \times 3^2 = \frac{1}{2} \times 2 \times 1^2 + \frac{1}{2} \times 1 \times v_2^2 \Rightarrow v_2 = 4 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

۳۲- انرژی جنبشی مجموعه را در دو حالت حساب کرده، آنها را از هم کم کنید.

$$Q = K_1 - K_2$$

$$K_2 = \frac{1}{2}(m_1 + m_2) v_2^2 = \frac{1}{2} \times (2+1) \times 4^2 = 24 \text{ J}$$

$$Q = 36 - 24 = 12 \text{ J}$$

انرژی جنبشی مجموعه را در دو حالت حساب کرده از هم کم کنید.

$$U = mgh \Rightarrow 14 = m \times 10 \times 35 \Rightarrow m = \frac{14}{350} = 0.04 \text{ kg} = 40 \text{ g} \quad -33$$

جرم جسم مذکور ۴۰ گرم است.

$$U = m g h = 5 \times 10 \times 7 = 350 \text{ J} \quad -34$$

$$U = m g h = \frac{400}{1000} \times 10 \times 20 = 80 \text{ J} \quad -35$$

جرم در رابطه‌ی بالا باید برحسب کیلوگرم باشد.

$$U = m g h \Rightarrow 135 = 3 \times 10 \times h \Rightarrow h = \frac{135}{30} = 4.5 \text{ m} \quad -36$$

جسم در ارتفاع ۴/۵ متری سطح زمین قرار دارد.

$$U_1 = m g h \quad -37$$

$$U_2 = m g (h + 2)$$

$$U_2 - U_1 = m g (h + 2) - mgh \Rightarrow U_2 - U_1 = 2mg$$

$$280 - 200 = m \times 10 \times 2 \Rightarrow 80 = 20 m \Rightarrow m = 4 \text{ kg}$$

انرژی پتانسیل گرانشی حالت دوم را از حالت اول کم کنید.

۳۸- انرژی پتانسیل گرانشی

۳۹- طبق قانون پایستگی انرژی، انرژی جنبشی توپ در پائین برابر با انرژی پتانسیل گرانشی در بالا می‌باشد.

$$U = K \Rightarrow m g h = \frac{1}{2} m v^2 \Rightarrow gh = \frac{1}{2} v^2 \Rightarrow 10 \times 20 = \frac{1}{2} v^2$$

$$v^2 = 400 \Rightarrow v = 20 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

انرژی پتانسیل گرانشی توپ در بالاترین سطح با انرژی جنبشی آن در پائین‌ترین سطح برابر است.

۴۰- انرژی پتانسیل گرانشی در بالاترین سطح با انرژی جنبشی در سطح زمین برابر است.

از آنجا که m در معادله حذف می‌شود، مقدار جرم در مقدار سرعت بی‌تأثیر است.

۴۱- انرژی پتانسیل گرانشی نقطه‌ی اوج با انرژی جنبشی در سطح زمین برابر است.

$$U = K \Rightarrow m g h = \frac{1}{2} m V^2 \Rightarrow g h = \frac{1}{2} V^2 \Rightarrow 10 h = \frac{1}{2} \times 15^2 \Rightarrow h = 11.25 \text{ m}$$

ارتفاع اوج 11.25 m می‌باشد.

۴۲- انرژی پتانسیل گرانشی نقطه‌ی اوج و انرژی جنبشی لحظه‌ی پرتاب برابر فرض می‌شود.

$$K = U \Rightarrow \frac{1}{2} m V^2 = m g h \Rightarrow h = \frac{V^2}{2g}$$

اگر اتلاف وجود داشته باشد مقدار U در بالا از K در پایین کم‌تر می‌شود.

$$U < K \Rightarrow m g h < \frac{1}{2} m V^2 \Rightarrow h < \frac{V^2}{2g}$$

$$U_A = K_B \Rightarrow m g h_A = \frac{1}{2} m V_B^2 \Rightarrow g h_A = \frac{1}{2} V_B^2 \quad -43$$

$$10 \times 7 = \frac{1}{2} \times V_B^2 \Rightarrow V_B^2 = 140 \Rightarrow V_B = 2 \sqrt{35} \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

۴۴- انرژی پتانسیل گرانشی گلوله در A با مجموع انرژی جنبشی گلوله در B و انرژی درونی آن برابر می‌باشد.

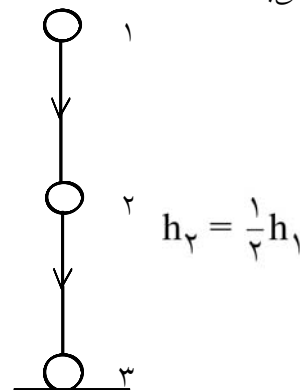
$$K_B + Q = U_A \Rightarrow \frac{1}{2} m V_B^2 + Q = m g h_A$$

$$\frac{1}{2} \times 2 \times 6^2 + Q = 2 \times 10 \times 3 \Rightarrow 36 + Q = 60 \Rightarrow Q = 24 \text{ J}$$

۴۵- مجموع انرژی جنبشی و پتانسیل گرانشی در نقطه‌ی ۱ برابر با مجموع انرژی جنبشی و پتانسیل گرانشی در نقطه‌ی ۲ می‌باشد.

$$K_1 + U_1 = K_2 + U_2 \Rightarrow 0 + m g h_1 = \frac{1}{2} m V_2^2 + m g h_2$$

$$\Rightarrow 10 \times 10 = \frac{1}{2} \times V_2^2 + 10 \times 5 \Rightarrow \frac{1}{2} V_2^2 = 50 \Rightarrow V_2 = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$



$$K_1 = K_2 + U_2 \Rightarrow \frac{1}{2} V_1^2 = \frac{1}{2} V_2^2 + g h \Rightarrow \frac{1}{2} \times 10^2 = \frac{1}{2} V_2^2 + 10 \times 5 \Rightarrow V_2 = 0 \frac{m}{s} \quad -46$$

$$\frac{1}{2} v_1^2 = \frac{1}{2} v_2^2 + g h \Rightarrow \frac{1}{2} \times 10^2 = \frac{1}{2} \times 5^2 + 10 \times h \Rightarrow h = 3/75 \text{ m}$$

در ارتفاع ۳/۷۵ متری سرعت گلوله نصف می شود.

$$K_1 = U_2 + Q \Rightarrow \frac{1}{2} m V^2 = m g h + Q \quad -47$$

$$\frac{1}{2} \times \frac{50}{1000} \times 10^2 = \frac{50}{1000} \times 10 \times 4/5 + Q \Rightarrow 2/5 = 2/25 + Q \Rightarrow Q = 0/25 \text{ J}$$

۰/۲۵ J از انرژی جنبشی جسم به انرژی درونی تبدیل می شود.

$$K_1 + U_1 = K_2 \Rightarrow \frac{1}{2} V_1^2 + g h = \frac{1}{2} V_2^2 \quad -48$$

$$\frac{1}{2} \times 20^2 + 10 \times 25 = \frac{1}{2} v_2^2 \Rightarrow v_2 = 30 \frac{m}{s}$$

مجموع انرژی جنبشی و پتانسیل در ارتفاع ۲۰ متری با انرژی جنبشی در سطح زمین برابر است.

$$K_A + U_A = K_B + U_B \Rightarrow \frac{1}{2} V_A^2 + g h_A = \frac{1}{2} V_B^2 + g h_B \quad -49$$

$$\frac{1}{2} \times 5^2 + 10 \times 5 = \frac{1}{2} V_B^2 + 10 \times 2 \Rightarrow 42/5 = \frac{1}{2} V_B^2 \Rightarrow V_B = \sqrt{84} \frac{m}{s}$$

مجموع انرژی جنبشی و پتانسیل گرانشی نقطه ی A و نقطه ی B را برابر قرار دهید.

۵۰- توپ باید بتواند تا نقطه ی B بالا برود.

$$K_A = U_B \Rightarrow \frac{1}{2} m V_A^2 = m g h_B \Rightarrow \frac{1}{2} \times 15^2 = 10 \times h_B$$

$$h_B = 11/25 \text{ m}$$

۵۱- انرژی پتانسیل گرانشی m را در A ضرب می کنیم.

$$U = mgh = 10 \times 10 \times 1 = 100 \text{ J}$$

در هر بار طی مسیر افقی ۴۰ J انرژی به انرژی درونی تبدیل می شود.

$$n = \frac{U}{40} = \frac{100}{40} = 2/5$$

یعنی مسیر افقی دوبار کامل طی می شود و در نوبت سوم در میانه ی راه می ایستد.

فرض کنید انرژی گلوله در n نوبت تلف شود.

۵۲- تغییر ارتفاع را برای مرکز جرم تیرآهن باید در نظر گرفت. پس Δh برابر با نصف طول میله است.

$$U = mgh = 70 \times 10 \times 5 = 3500 \text{ J}$$

انرژی پتانسیل گرانشی را برای مرکز جرم تیرآهن محاسبه نمایید.

۵۳- آجر اول روی زمین باقی می ماند. آجر دوم به اندازه ی یک آجر بالا می رود. آجر سوم به اندازه ی ۲ آجر باید بالا برود. آجر n ام به اندازه ی (n - ۱) آجر باید بالا برود.

$$U_n = m g (n - 1) h$$

$$U_{کل} = m g h + m g 2 h + \dots + m g 9 h = m g h (1 + 2 + \dots + 9)$$

$$= \frac{9 \times 10}{2} m g h = 45 m g h = 45 \times 2 \times 10 \times \frac{6}{100} = 54 J$$

انرژی مورد نیاز برای هر آجر را محاسبه کرده، مقادیر به دست آمده را با هم جمع کنید.

$$K_2 = U_1 \Rightarrow \frac{1}{2} m V^2 = m g h \Rightarrow U = \sqrt{2 g h} \Rightarrow V = \sqrt{2 \times 10 \times 10^3} = 100 \sqrt{2} \frac{m}{s} \quad -54$$

بدون حضور مقاومت هوا سرعت قطرات باران باید تقریباً ۱۴۰ m/s می شد که این سرعت معادل ۵۰۰ km/h است.

$$U_1 = K_2 + Q \Rightarrow Q = U_1 - K_2$$

$$\text{درصد انرژی اتلافی} = \frac{Q}{U_1} \times 100 = \frac{U_1 - k_2}{U_1} \times 100 = \left(1 - \frac{k_2}{U_1}\right) \times 100 = \left(1 - \frac{\frac{1}{2} m V^2}{m g h}\right) \times 100$$

$$= \left(1 - \frac{\frac{1}{2} \times 10^3}{10 \times 1000}\right) \times 100 = \left(1 - \frac{1}{20}\right) \times 100 = 95\%$$

$$\left. \begin{aligned} U_1 &= K_2 + U_2 \\ K_2 &= \frac{1}{2} U_2 \end{aligned} \right\} \Rightarrow U_1 = \frac{1}{2} U_2 + U_2 \Rightarrow U_1 = \frac{3}{2} U_2 \quad -55$$

$$\Rightarrow U_2 = \frac{2}{3} U_1 \Rightarrow m g h_2 = \frac{2}{3} m g h_1 \Rightarrow h_2 = \frac{2}{3} h_1 = \frac{2}{3} \times 15 = 10 \text{ m}$$

از قانون پایستگی انرژی استفاده کنید و K_2 را برابر $\frac{1}{2} U_2$ قرار دهید.

$$\left. \begin{aligned} K_2 + U_2 &= U_1 \\ K_2 &= 3 U_2 \end{aligned} \right\} \Rightarrow 3 U_2 + U_2 = U_1 \Rightarrow 4 U_2 = U_1 \Rightarrow U_2 = \frac{1}{4} U_1 \quad -56$$

$$\Rightarrow m g h_2 = \frac{1}{4} m g h_1 \Rightarrow h_2 = \frac{1}{4} h_1 = \frac{1}{4} \times 20 = 5 \text{ m}$$

$$K_2 = 3 U_2 \Rightarrow \frac{1}{2} V^2 = 3 \times g h_2 \Rightarrow \frac{1}{2} V^2 = 3 \times 10 \times 5 \Rightarrow V = 10 \sqrt{3} \frac{m}{s}$$

$$\Rightarrow U_1 = \sqrt{2gh} = \sqrt{2 \times 10 \times 10} \Rightarrow V = 10 \sqrt{2} \frac{m}{s}$$

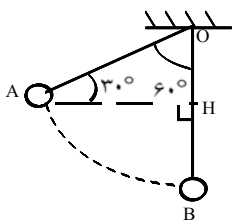
$$K_2 = 2K_1 \Rightarrow \frac{1}{2} m V_2^2 = 2 \times \frac{1}{2} \times m V_1^2 \Rightarrow V_2^2 = 2V_1^2 \Rightarrow V_2 = \sqrt{2} V_1 = \sqrt{2} \times 10 \sqrt{2} = 20 \frac{m}{s}$$

۵۸- وقتی جسم را در هوا پرتاب می‌کنیم انرژی جنبشی K_1 است و در لحظه‌ی برگشت به زمین K_2 . در بین راه مقداری از انرژی توسط هوا تلف می‌شود (Q)

$$K_1 = K_2 + Q \Rightarrow K_1 > K_2 \Rightarrow \frac{1}{2} m V_1^2 > \frac{1}{2} m V_2^2 \Rightarrow V_1^2 > V_2^2 \Rightarrow V_1 > V_2$$

یعنی سرعت برگشت کمتر از سرعت رفت است.
تذکر- در آخرین مرحله جذرگیری با این فرض انجام شده است که مقادیر V_2 و V_1 مثبت باشند.
مقاومت هوا وجود دارد.

$$U_A = K_B \Rightarrow gh_A = \frac{1}{2} V_B^2 \Rightarrow V_B = \sqrt{2gh_A} = \sqrt{2 \times 10 \times 1} \Rightarrow V_B = 2\sqrt{5} \frac{m}{s} \quad -۵۹$$



$$\hat{A} = 30^\circ \Rightarrow OH = \frac{1}{2} OA = \frac{1}{2} \times 1.0 = 0.5 \text{ m} \quad -۶۰$$

$$HB = OB - OH = 1.0 - 0.5 = 0.5 \text{ m} = \frac{1}{2} \text{ m}$$

$$U_A = K_B \Rightarrow gh_A = \frac{1}{2} V_B^2 \Rightarrow 10 \times \frac{1}{2} = \frac{1}{2} V^2 \Rightarrow V = 2\sqrt{2} \frac{m}{s}$$

$$K_B = U_A = mgh_A = \frac{1}{2} \times 10 \times \frac{1}{2} = 2.5 \text{ J}$$

اختلاف ارتفاع گلوله‌ی آونگ را در دو حالت محاسبه کنید.

۶۱- زمان رفت ۱۰٪ از انرژی جنبشی خود را از دست می‌دهد. پس انرژی پتانسیل گرانشی آن در بالا ۹/۰ انرژی جنبشی پائین است.

$$U_2 = \frac{9}{10} K_1 \Rightarrow gh_2 = \frac{9}{10} \times \frac{1}{2} V_1^2 \Rightarrow 10 \times h_2 = \frac{9}{10} \times \frac{1}{2} \times 10^2 \Rightarrow h_2 = 4.5 \text{ m}$$

حال جسم فقط انرژی پتانسیل گرانشی دارد. در مسیر برگشت ۲۰٪ از انرژی خود را از دست می‌دهد پس انرژی جنبشی در پائین ۸/۰ برابر انرژی پتانسیل گرانشی در بالا است.

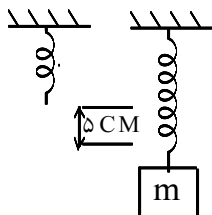
$$K_3 = \frac{8}{10} U_2 \Rightarrow \frac{1}{2} V_3^2 = \frac{8}{10} gh_2 \Rightarrow V^2 = \frac{16}{10} \times 10 \times 4.5 \Rightarrow V^2 = 72 \frac{m^2}{s^2} \Rightarrow V = 6\sqrt{2} \frac{m}{s} \approx 8.4 \frac{m}{s}$$

وقتی به بالا می‌رسد انرژی قابل استفاده فقط انرژی پتانسیل گرانشی است.

۶۲- طبق قانون پایستگی انرژی، انرژی پتانسیل کشسانی فنر با انرژی جنبشی توپ برابر است.

$$K = U \Rightarrow \frac{1}{2} m V^2 = U \Rightarrow \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} \times V^2 = 16 \Rightarrow V = 8 \frac{m}{s} \quad -۶۳$$

۶۴- انرژی پتانسیل کشسانی فنر برابر کاهش انرژی پتانسیل گرانشی جسم است.



$$U_{\text{فنر}} = U_{\text{جسم}} = mgh = \frac{2}{10} \times 10 \times \frac{5}{100} = 0.1 J$$

۶۵- وقتی فنر را رها می‌کنیم انرژی پتانسیل کشسانی فنر به طور کامل به انرژی پتانسیل گرانشی تبدیل می‌شود.

$$U = mgh \Rightarrow 1 = \frac{1}{2} \times 10 \times h \Rightarrow h = \frac{1}{5} m = 20 \text{ cm}$$

فنر قبلاً یک سانتی‌متر فشرده شده است. پس ارتفاع جسم نسبت به حالت آزاد ۱۹cm می‌شود.

قانون پایستگی انرژی را برای فنر و جسم در ارتفاع اوج بنویسید.

$$\frac{1}{2} m v^2 = mg \Delta h \Rightarrow V = \sqrt{2g \Delta h} = \sqrt{2 \times 10 \times 2} = 2 \sqrt{10} \frac{m}{s} \quad -۶۶$$

$$U_{\text{فنر}} = U_{\text{گرانشی}} = mgh = 1 \times 10 \times 2 = 20 J$$

سرعت برخورد A با فنر $2\sqrt{10} \frac{m}{s}$ است و حداکثر انرژی ذخیره شده در فنر ۲۰J می‌شود.

$$\left. \begin{array}{l} U + k_2 = k_1 \\ U = k_2 \end{array} \right\} \Rightarrow 2k_2 = K_1 \Rightarrow 2 \times \frac{1}{2} m v_2^2 = \frac{1}{2} m v_1^2 \quad -۶۷$$

$$\Rightarrow V_2^2 = \frac{1}{2} V_1^2 = \frac{1}{2} \times 10^2 \Rightarrow V_2^2 = 50 \Rightarrow V_2 = \sqrt{50} \frac{m}{s}$$

۶۸- انرژی پتانسیل کشسانی

۶۹- انرژی پتانسیل کشسانی

۷۰- انرژی جنبشی جسم در A زمان بالا رفتن به تدریج به انرژی درونی و انرژی پتانسیل گرانشی تبدیل می‌شود. در جسم C انرژی پتانسیل گرانشی دارد. زمان بازگشت این انرژی تدریجاً به انرژی درونی و انرژی جنبشی تبدیل می‌شود. در فاصله‌ی A تا D نیز انرژی جنبشی به انرژی درونی تبدیل می‌شود.

۷۱- جسم در حالت اول دارای انرژی پتانسیل گرانشی است. بخشی از این انرژی تا وضعیت نهایی به انرژی درونی تبدیل می‌شود پس انرژی پتانسیل گرانشی جسم در حالت دوم به اندازه‌ی انرژی درونی تولید شده کاهش یافته است.

$$\left. \begin{array}{l} K_1 = \frac{1}{2} K \\ K_2 = K \end{array} \right\} \Rightarrow K_2 = 2K_1 \Rightarrow \frac{1}{2} m (V_1 + 10)^2 = 2 \times \frac{1}{2} m V_1^2 \quad -72$$

$$\Rightarrow (V_1 + 10)^2 = 2V_1^2 \Rightarrow V_1^2 - 20V_1 - 100 = 0 \Rightarrow \begin{cases} V_1 = 10(1 - \sqrt{2}) \\ V_1 = 10(1 + \sqrt{2}) \end{cases} \text{ غ ق ق}$$

۷۳- تغییر ارتفاع گلوله ۵۵cm است. گلوله در پایان متوقف شده است. یعنی تمام انرژی پتانسیل گرانشی آن به انرژی درونی تبدیل شده است.

$$Q = U = mgh = 4 \times 10 \times \frac{55}{100} = 22 \text{ J}$$

تغییر ارتفاع برابر است با اختلاف ارتفاع بالاترین و پایین‌ترین نقطه.

۷۴- اول باید تشخیص دهیم که وزنه بالا می‌رود. وزنه‌ی سبک‌تر قطعاً بالا می‌رود. اگر برعکس فرض شود بعد از حل معادله مقدار V^2 منفی به دست می‌آید که نشانه‌ی اشتباه در انتخاب جهت حرکت وزنه‌هاست. چون مجموعه از بیرون انرژی دریافت نکرده پس مجموع تغییرات انرژی جنبشی و پتانسیل گرانشی وزنه‌ها صفر است.

$$\Delta K_1 + \Delta U_1 + \Delta K_2 + \Delta U_2 = 0$$

نکته‌ی دیگر درباره‌ی انرژی جنبشی دو وزنه است. سرعت اولیه‌ی دو وزنه مساوی و برابر صفر است. دو وزن توسط ریسمان به هم بسته شده‌اند پس سرعت یکسان دارند.

$$\frac{1}{2} m_1 V^2 + m_1 g \Delta h + \frac{1}{2} m_2 V^2 + m_2 g \Delta h = 0$$

$$\frac{1}{2} \times 1 \times V^2 + 1 \times 10 \times 1 + \frac{1}{2} \times 2 \times V^2 - 2 \times 10 \times 1 = 0 \Rightarrow \frac{3}{2} V^2 = 10 \Rightarrow V^2 = \frac{20}{3}$$

$$\Rightarrow V = \sqrt{\frac{20}{3} \frac{\text{m}}{\text{s}}} = \frac{2}{3} \sqrt{15} \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

علامت منفی برای $m_2 g \Delta h$ به خاطر این است که، انرژی پتانسیل گرانشی آن کاهش یافته است.

مجموع تغییرات انرژی پتانسیل گرانشی و جنبشی وزنه‌ها را برابر صفر قرار دهید.

۷۵- وزنه ی m_1 چون سنگین تر است به سمت پایین می رود. تغییر ارتفاع هر وزنه به اندازه ی h می باشد.

$$\Delta K_1 + \Delta K_2 + \Delta U_1 + \Delta U_2 = 0$$

$$\frac{1}{2}m_1 V^2 + \frac{1}{2}m_2 V^2 - m_1 gh + m_2 gh = 0$$

$$\frac{1}{2} \times 1 \times 1^2 + \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} \times 1^2 - 1 \times 10 \times h + \frac{1}{2} \times 10 \times h = 0 \Rightarrow \frac{3}{4} - \Delta h = 0 \Rightarrow h = \frac{3}{4}m = 15 \text{ cm}$$

مجموع تغییرات انرژی پتانسیل گرانشی و انرژی جنبشی را برابر صفر قرار دهید.

۷۶- وزنه ی m_2 روی سطح افقی حرکت می کند یعنی تغییر انرژی پتانسیل گرانشی ندارد.

$$\Delta K_1 + \Delta K_2 + \Delta K_3 + \Delta U_1 + \Delta U_3 = 0$$

$$\frac{1}{2} (m_1 + m_2 + m_3) V^2 + m_1 gh - m_3 gh = 0$$

$$\frac{1}{2} (1+2+2) \times V^2 + 1 \times 10 \times 1 - 2 \times 10 \times 1 = 0 \Rightarrow \frac{5}{2} V^2 = 10 \Rightarrow V^2 = 4 \Rightarrow V = 2 \frac{m}{s}$$

مجموع تغییرات انرژی پتانسیل گرانشی و انرژی جنبشی سیستم برابر صفر است. انرژی پتانسیل گرانشی m_2 تغییر نمی کند.

۷۷- سرعت دو وزنه با هم برابر است. ΔU_1 منفی و $\Delta k_1, \Delta k_2$ مثبت است.

$$\Delta K_1 + \Delta K_2 + \Delta U_1 = 0$$

$$\frac{1}{2} (m_1 + m_2) V^2 + m_1 gh = 0 \Rightarrow \frac{1}{2} \times (1 + 4) V^2 - 1 \times 10 \times 1 = 0$$

$$\frac{5}{2} V^2 = 10 \Rightarrow V^2 = 4 \Rightarrow V = 2 \frac{m}{s}$$

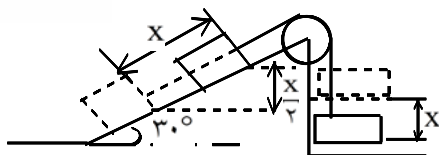
مجموع تغییرات انرژی جنبشی دو وزنه و تغییر انرژی پتانسیل گرانشی m_1 برابر صفر است.

۷۸- طبق قانون پایستگی مجموع انرژی جنبشی دو وزنه برابر با انرژی پتانسیل گرانشی m_2 در بالا است.

$$k_1 + k_2 = U_1 \Rightarrow k_1 + \frac{1}{2}m_2 v^2 = m_2 gh \Rightarrow k_1 + \frac{1}{2} \times 2 \times 2^2 = 2 \times 10 \times \frac{4}{10}$$

$$\Rightarrow k_1 = 4 \Rightarrow \frac{1}{2}m_1 v^2 = 4 \Rightarrow \frac{1}{2} \times m_1 \times 2^2 = 4 \Rightarrow m_1 = 2 \text{ kg}$$

قانون پایستگی انرژی را برای m_2, m_1 بنویسید.



۷۹- وقتی وزنه ی آویخته به اندازه ی X پایین بیاید، وزنه ی روی سطح شیبدار نیز به اندازه ی X روی سطح به سمت بالا حرکت خواهد کرد. تغییر ارتفاع وزنه ی روی سطح به خاطر شیب سطح نصف طول مسیر یعنی $\frac{X}{2}$ خواهد بود.

$$\frac{1}{2}(m + m) v^2 - mgX + mg\frac{X}{2} \Rightarrow \cancel{M}V^2 = \cancel{M}g\frac{X}{2} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{Xg}{2}} = \sqrt{\frac{\frac{1}{2} \times 10}{2}} = \frac{\sqrt{10}}{2} \frac{m}{s}$$

تغییر ارتفاع وزنه ی روی سطح نصف تغییر ارتفاع وزنه ی آویخته است.

۸۰- وقتی طناب از میز جدا می شود مرکز ثقل طناب (که وسط آن است) به اندازه ی $\frac{L}{2}$ پایین آمده است. قانون پایستگی را برای مرکز ثقل طناب می نویسیم.

$$K = U \Rightarrow \frac{1}{2}mv^2 = mg\frac{L}{2} \Rightarrow v^2 = gL \Rightarrow v = \sqrt{gL}$$

حرکت مرکز ثقل وزنه را بررسی نمایید.

۸۱- قسمت آویخته ی طناب باید به اندازه ی $L - X$ پایین بیاید. جرم آن نیز $\frac{X}{L}$ جرم کل طناب است. بخش افقی به اندازه ی $\frac{L-x}{2}$ باید پایین بیاید. حال برای این دو بخش قانون پایستگی را می نویسیم.

$$K = U_1 + U_2 \Rightarrow \frac{1}{2}mV^2 = m_1gh_1 + m_2gh_2$$

$$\frac{1}{2}mV^2 = \frac{x}{L}mg(L-x) + \frac{L-x}{L}mg\frac{L-x}{2} \Rightarrow \frac{1}{2}V^2 = \frac{L-x}{L} \left(x + \frac{L-x}{2} \right)$$

$$\frac{1}{2}V^2 = \frac{(L-x)(L+x)}{2L} \Rightarrow V^2 = \frac{L^2 - x^2}{L} \Rightarrow V = \sqrt{\frac{(L^2 - x^2)}{L}}$$

۸۲- چون وزنه ها از ارتفاع یکسان رها شده اند و طبق رابطه ی $v = \sqrt{2gh}$ و v فقط به ارتفاع سقوط بستگی دارد (نه مسیر) پس سرعت آن ها با هم برابر است.

۸۳- وقتی توپ به سمت پایین می غلتد، قسمتی انرژی پتانسیل گرانشی توپ به انرژی جنبشی دورانی و بخش دیگر تبدیل به انرژی جنبشی انتقالی می شود. چون فقط بخشی از انرژی جسم صرف افزایش سرعت خطی جسم می شود، سرعت آن در پایین سطح کم تر از مقدار مذکور است.

۸۴- ۱- سوخت های فسیلی ۲- سوخت های هسته ای

- ۸۵- ۱- انرژی خورشیدی
 ۲- انرژی باد
 ۳- انرژی برق آبی
 ۴- انرژی زمین گرمایی
 ۵- انرژی امواج دریا
 ۶- سوخت های گیاهی

۸۶- منابع تجدیدپذیر انرژی معمولاً تمام نمی شوند و معمولاً آلودگی ندارند.

- ۸۷- ۱- استفاده از صفحات خورشیدی
 ۲- استفاده از آینه های مقعر در کوره های خورشیدی
 ۳- سلول های خورشیدی

۸۸- زیست گاز مخلوطی از گاز متان و کربن دی اکسید می باشد و انرژی آن حدود ۷۰٪ انرژی گاز طبیعی است.

۸۹-

قانون پایستگی انرژی را برای جسم بنویسید.

۹۰- در سقوط آب، انرژی پتانسیل گرانشی تبدیل به انرژی گرمایی می شود. قانون پایستگی انرژی را برای بخشی از آب به جرم m می نویسیم:

$$U = Q \Rightarrow mgh = mC\Delta\theta \Rightarrow 10 \times 10.5 = 4200 \times \Delta\theta \Rightarrow \Delta\theta = 0.25^\circ\text{C}$$

علت این است که آب قسمتی از انرژی اش را صرف گرم کردن هوای بین راه و قسمتی را صرف گرم کردن زمین می کند.

$$\frac{1}{2}U = Q \Rightarrow \frac{1}{2}m_1gh = m_2C\Delta\theta \Rightarrow \frac{1}{2} \times 5 \times 10 \times 16 = 1 \times 400 \times \Delta\theta$$

$$\Delta\theta = 1^\circ\text{C}$$

اندیس ۱ برای سنگ و اندیس ۲ برای مس به کار برده شده اند.

$$Q = mC\Delta\theta = 2 \times 4200 \times 48 \text{ J}$$

۹۲- انرژی آزاد شده از نفت دو برابر این مقدار است. ضمناً باید انرژی به کیلوژول تبدیل شود.

$$Q = m'e \Rightarrow \frac{2}{1000} \times 2 \times 4200 \times 48 = m' \times 4/8 \Rightarrow m' = 168 \text{ g}$$

انرژی آزاد شده از نفت ۲ برابر تغییر انرژی آب است. به یکاها توجه کنید.

$$Q = m'e = 10 \times 33/6 = 336 \text{ kJ} = 336000 \text{ J}$$

$$Q = mC\Delta\theta \Rightarrow 336000 = 4 \times 4200 \times \Delta\theta \Rightarrow \Delta\theta = 20^\circ\text{C}$$

۹۳-

$$Q_t = m'e = 168 \text{ g} \times 4/8 \frac{\text{kJ}}{\text{g}} = 168 \times 48 \times 100 \text{ J}$$

انرژی کل مصرفی 100 J

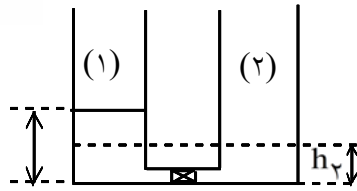
۹۴-

$$Q_p = mC\Delta\theta = 3 \times 4200 \times 16$$

انرژی مفید

$$R_a = \frac{Q_p}{Q_t} \times 100 = \frac{3 \times 4200 \times 16}{168 \times 4/8 \times 1000} \times 100 = 25\%$$

R_a بازده می باشد.



۹۵- آب از مخزن (۱) تا جایی جریان می‌یابد که ارتفاع آب دو مخزن برابر شود.

$$h_2 = \frac{1}{2}h_1 = 1 \text{ m} \quad \text{پس}$$

انرژی پتانسیل گرانشی را برای مرکز ثقل دو حالت می‌نویسیم.
تغییر انرژی درونی آب با تغییر انرژی پتانسیل گرانشی آن برابر است.

$$Q = U_2 - U_1$$

$$mC\Delta\theta = mg\left(\frac{h_1}{2} - \frac{h_2}{2}\right) \Rightarrow 4200 \times \Delta\theta = 10 \times \left(1 - \frac{1}{2}\right)$$

$$\Delta\theta = \frac{5}{4200} = 0.0012^\circ \text{C}$$

۹۶- چون در هوا بخشی از انرژی جسم به انرژی درونی تبدیل می‌شود، زمان رسیدن به سطح زمین، جسم در خلأ انرژی جنبشی بیشتر و در نتیجه سرعت بیشتری دارد.

$$U = K \Rightarrow mgh = \frac{1}{2} mV^2 \Rightarrow h = \frac{V^2}{2g} = \frac{15^2}{2 \times 10} = 11.25 \text{ m} \quad -97$$

$$\left. \begin{array}{l} K_1 = U_2 + K_2 \\ K_2 = U_2 \end{array} \right\} \Rightarrow K_1 = 2U_2 \Rightarrow \frac{1}{2} mV^2 = 2mgh \Rightarrow h = \frac{V^2}{4g}$$

$$h = \frac{15^2}{4 \times 10} = 5.625 \text{ m}$$

$$E = me = 100 \times 2/4 = 240 \text{ KJ} = 240000 \text{ J} \quad -98$$

$$E = me \Rightarrow 575 = 4/6 \times m \Rightarrow m = 125 \text{ g} \quad -99$$

$$t \text{ سواری} = 60 - (10 + 20 + 15) = 15 \text{ min} \quad -100$$

$$E = P_1 t_1 + P_2 t_2 + P_3 t_3 + P_4 t_4 = 7/1 \times 10 + 16 \times 20 + 26/5 \times 15 + 23/9 \times 15 = 1147 \text{ KJ} = 1147000 \text{ J}$$

$$\frac{E_1}{E_2} = \frac{P_1 t_1}{P_2 t_2} = \frac{12/6 \times 60}{5 \times 120} = 1/26 \quad -101$$

$$E_1 = E_2 \Rightarrow Pt = em \Rightarrow 48 \times 30 = 22 \times m \Rightarrow m = \frac{720}{11} \text{ g} = 65.5 \text{ gr} \quad -102$$

تقریباً ۶۵/۵ گرم شکلات باید مصرف کرد.

$$K_2 - K_1 = \frac{1}{2} m (V_2^2 - V_1^2) = \frac{1}{2} \times 2 (7^2 - 5^2) = 24 \text{ J} \quad -103$$

-۱۰۴

$$\left. \begin{aligned} U &= K + Q \\ Q &= \frac{1}{10}U \end{aligned} \right\} \Rightarrow U = K + \frac{1}{10}U \Rightarrow K = \frac{9}{10}U \Rightarrow \frac{1}{2}mV^2 = \frac{9}{10}mgh$$

-۱۰۵

$$\Rightarrow V = \sqrt{1/8 gh} = \sqrt{1/8 \times 10 \times 1} = \sqrt{1.25} = \frac{5}{4} \text{ m/s}$$

$$U_2 = K_1 = \frac{1}{2}mV_2^2 - \frac{1}{2} \times 1 \times 1^2 = \frac{1}{2}J$$

-۱۰۶

در لحظه‌ای که انرژی جنبشی نصف شده داریم:

$$K_2 = \frac{1}{2}K_1 \Rightarrow \frac{1}{2}mV_2^2 = \frac{1}{2} \times \frac{1}{2}mV_1^2 \Rightarrow V_2 = \frac{\sqrt{2}}{2}V_1 = \frac{\sqrt{2}}{2} \times 1 = \frac{\sqrt{2}}{2} \text{ m/s}$$

۱۰۷- توده‌ی علف، مدت زمان تغییر سرعت یا زمان توقف را زیادتر می‌کند و بنابر رابطه‌ی $\vec{F} = \frac{\Delta \vec{P}}{\Delta t}$ بزرگی نیروی متوسط کاهش می‌یابد و از وارد آمدن آسیب جدی جلوگیری می‌شود.

m(kg)	g(m/s ²)	h(m)	U(J)
۰/۲	۱۰	۱/۲	۲/۴
۱/۴	۱۰	۲	۲۸
۴	۹/۸	۵	۱۹۶
۰/۸	۹/۸	۱۰	۷۸/۴

-۱۰۸

$$\left. \begin{aligned} K_1 &= U_2 + Q \\ Q &= \frac{2}{10}K_1 \end{aligned} \right\} \Rightarrow K_1 = U_2 + \frac{2}{10}K_1 \Rightarrow \frac{8}{10}K_1 = U_2 \Rightarrow \frac{8}{10} \times \frac{1}{2}mV^2 = mgh$$

-۱۰۹

$$\Rightarrow \frac{8}{10} \frac{V^2}{2} = h \Rightarrow \frac{8}{10} \times \frac{15^2}{2} = h \Rightarrow h = 9 \text{ m}$$

۱۱۰- الکتریکی.

۱۱۱- انرژی جنبشی

توضیح: انرژی‌های دیگری مانند انرژی درونی و انرژی صوتی نیز تولید می‌شود.

۱۱۲- اصطکاک

۱۱۳- الکتریکی

۱۱۴- در صورتی که برداشت انرژی در واحد زمان از توان گرمایی زمین بیشتر نباشد.