آ) کار نیروی ثابت

تعریف کار

آ-۱) تعریف کار

هرگاه به یک جسم نیروی F وارد شود و جسم جابه‌جایی داشته باشد، کار نیروی F را می‌توان به‌صورت مقابل محاسبه کرد:

$$W = (F\cos\theta)d$$

در این رابطه F نیرو بر حسب نیوتون، d جابه‌جایی بر حسب متر و θ زاویهٔ بین نیرو و جابه‌جایی است.

حالت‌های خاص:

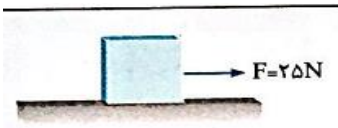
۱- اگر نیرو هم‌جهت جابه‌جایی باشد: $W = Fd$

۲- اگر نیرو در خلاف جهت جابه‌جایی باشد: $W = -Fd$

۳- اگر نیرو عمود بر جابه‌جایی باشد: $W = 0$

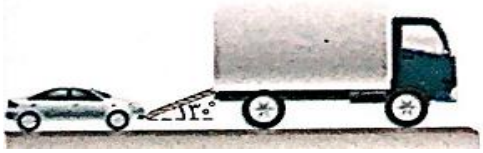
یعنی یادتون باشه اگه نیرو عمود به جابه‌جایی باشه کاری انجام نمی‌ده.

تست: مطابق شکل با یک نیروی افقی، جسمی به جرم $5kg$ را روی سطح افقی به اندازهٔ ۲ متر می‌کشیم. اگر نیروی اصطکاک در مقابل این حرکت ۱۰ نیوتون باشد، به ترتیب از راست به چپ، کار نیروی اصطکاک و کار نیروی وزن هر کدام چند ژول است؟



۱) ۲۰ ، ۱۰۰ ۲) ۲۰ ، صفر ۳) ۲۰- ، ۱۰۰ ۴) ۲۰- ، صفر

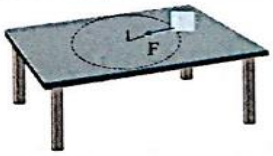
تست: مطابق شکل کامیونی یک اتومبیل سواری را با کابل و با نیروی ثابت $2000N$ می‌کشد. کار کامیون در $2km$ جابه‌جایی چند مگاژول است؟ $\left(\cos 30^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2}\ ,\ \cos 60^\circ = \frac{1}{2}\right)$



۱) ۲ ۲) $2\sqrt{3}$ ۳) 2×10^3 ۴) $2\sqrt{3}\times10^3$

تست: به جسمی به جرم $500g$، نیروی $F = 8N$ وارد شده و جسم ۴ متر جابه‌جا می‌شود. کدام مقدار نمی‌تواند کار این نیرو باشد؟

۱) ۲J ۲) ۱۲J ۳) ۲۲J ۴) ۴۲J



نکته اگر جسمی روی یک مسیر دایره‌ای در حرکت باشد، کار نیرویی که به سمت مرکز دایره باشد، برابر صفر است. دلیل این موضوع این است که در این حالت همواره نیرو بر جابه‌جایی لحظه‌ای عمود بوده و کار آن صفر است. به عنوان نمونه، اگر به وسیلهٔ یک نخ جسمی روی سطح یک میز افقی در حال چرخش باشد، نیرویی که نخ به جسم وارد می‌کند به سمت مرکز بوده و کار آن صفر است.

تست: در کدام گزینه، کار نیروی معرفی‌شده روی جسم برابر صفر نیست؟

۱) نیروی جاذبهٔ زمین در حرکت ماهواره‌ها

۲) نیروی عمودی سطح هنگامی که جسم روی سطح شیبدار پایین می‌آید.

۳) نیروی جاذبهٔ زمین هنگامی که جسمی روی سطح افقی می‌لغزد.

۴) نیروی جاذبهٔ زمین هنگامی که شخص در چرخ و فلک از بالاترین نقطه به پایین‌ترین نقطه می‌رسد.

آ ـ ۲) قانون دوم نیوتون و کار

کمی از ۱۲ام

$$\bar{a} = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{V_1 - V_2}{t_1 - t_2}$$

F_{net} نیرو خالص $= \left(\text{نیروهای پیش برنده}\right) - \left(\text{نیروهای مخالف حرکت}\right) = ma$

$$F_{net} = F - F_k$$

$$F_{net} = F_N - mg$$

$$F_{net} = F_D - mg$$

$$F_{net} = T - mg$$

نکته مهم : اگر سرعت ثابت باشد V_1 برابر V_2 خواهد بود و ΔV صفر می شود پس شتاب هم صفر و طبق رابطه $F_{net} = ma$ نیروی خالص هم صفر می شود $\left(\text{نیروهای مخالف حرکت}\right) - \left(\text{نیروهای پیش برنده}\right)$ برابر صفر می شود که این یعنی:

نیروهای مخالف حرکت = نیروهای پیش برنده

تست: روی یک سطح افقی بدون اصطکاک، جسمی به جرم $2kg$ ساکن است. با نیروی افقی و ثابت F جسم را به حرکت درمی‌آوریم، به طوری‌که تندی آن در مدت ۵ ثانیه و پس از طی مسافت ۲۵ متر به $10m/s$ می‌رسد. کار نیروی F در این مدت چند ژول است؟

۱) ۵۰ ۲) ۱۰۰ ۳) ۱۵۰ ۴) ۲۰۰

تست: مطابق شکل، روی یک سطح افقی جسمی به جرم ۵ کیلوگرم به وسیلهٔ نیروی F با شتاب $3m/s^2$ هل داده می‌شود. اگر نیروی اصطکاک در مقابل حرکت این جسم ۵ نیوتون باشد، در ۴ متر جابه‌جایی، کار نیروی F چند ژول است؟

۱) ۲۰ ۲) ۶۰
۳) ۸۰ ۴) ۱۰۰

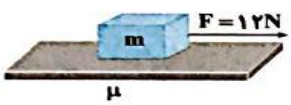
تست: جرثقیلی جعبه‌ای به جرم $50kg$ را از حال سکون با شتاب ثابت $0/5m/s^2$ در راستای قائم ۱۰ متر بالا می‌برد. کار جرثقیل در این جابه‌جایی چند ژول است؟ $(g = 10N/kg)$

۱) صفر ۲) ۲۵۰ ۳) ۵۰۰۰ ۴) ۵۲۵۰

۱ گزینه ۲ به جسمی به جرم $5kg$ که روی یک سطح افقی بدون اصطکاک ساکن است، نیروی افقی $F = 2N$ وارد می‌شود. کار این نیرو در ثانیهٔ دوم چند ژول است؟ (ریاضی خارج ۹۷)

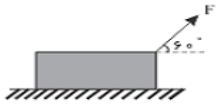
۱) ☐ ۰/۶ ۲) ☐ ۱/۲ ۳) ☐ ۱/۸ ۴) ☐ ۲/۴

۲ گزینه ۳ مطابق شکل زیر، جسمی روی یک سطح افقی دارای اصطکاک تحت تأثیر نیروی F با تندی ثابت $4m/s$ در حال حرکت است. کار نیروی اصطکاک در مدت زمان $3s$ چند ژول است؟



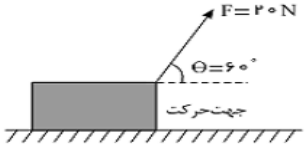
۱) ☐ -۷۲ ۲) ☐ ۷۲
۳) ☐ -۱۴۴ ۴) ☐ ۱۴۴

۲ – جعبه‌ای به جرم $۵kg$ را مطابق شکل، با نیروی F به‌اندازهٔ d روی سطح افقی جابه‌جا می‌کنیم و طی این جابه‌جایی $۲۰۰J$ کار روی جسم انجام می‌دهیم. اگر همین نیرو را به‌صورت افقی به جسم وارد کنیم، کار انجام شده روی جسم برای همان مقدار جابه‌جایی چند ژول خواهد بود؟ گزینه ۲- ۱۳۹۷



(۱) ۱۰۰ (۲) ۲۰۰
(۳) ۳۰۰ (۴) ۴۰۰

۳ – مطابق شکل، نیروی F به جسمی که در مسیر افقی حرکت می‌کند، وارد شده است. اگر نیروی اصطکاک $۸N$ و کار نیروی F در این جابه‌جایی $۴J$ باشد، کار نیروی اصطکاک چند ژول خواهد بود؟ گزینه ۲- ۱۳۹۷



(۱) ۴ (۲) -۴
(۳) ۳/۲ (۴) $-۳/۲$

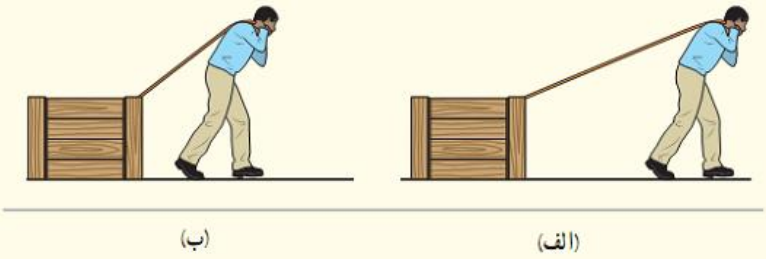
۴ – کدام‌یک از گزینه‌های زیر درست است؟ گزینه ۲- ۱۳۹۷

(۱) کار، کمیّتی نرده‌ای و همواره مثبت است.
(۲) همواره نیروی وارد بر جسمی که جابه‌جا می‌شود، کار انجام می‌دهد.
(۳) در مواردی که زاویهٔ بین نیرو و جابه‌جایی ۱۸۰° است، کار نیرو منفی است.
(۴) کار نیروی اصطکاک همواره مثبت است.

۵ – جسمی به جرم $۴kg$ را با نیروی افقی $F = ۶۰N$ به اندازه ۵۰ سانتی‌متر روی سطح افقی بدون اصطکاک میز هم‌سو با نیروی F می‌کشیم. کار هر یک از نیروهای وارد بر جسم در این جابه‌جایی چقدر است؟ گزینه ۲- ۱۳۹۶

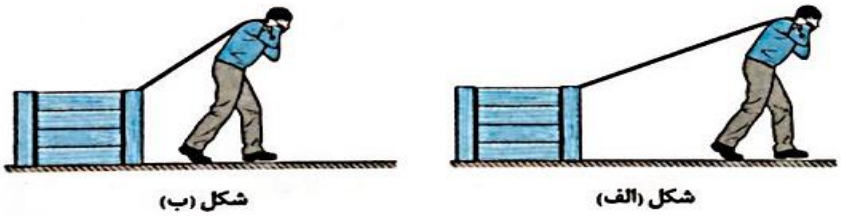
(۱) $W_{\text{عمودی سطح}} = ۴۰J, W_{\text{وزن}} = ۴۰J, W_F = ۲J$
(۲) $W_{\text{عمودی سطح}} = ۰, W_{\text{وزن}} = ۰, W_F = ۲J$
(۳) $W_{\text{عمودی سطح}} = ۴۰J, W_{\text{وزن}} = ۰, W_F = ۳۰J$
(۴) $W_{\text{عمودی سطح}} = ۰, W_{\text{وزن}} = ۰, W_F = ۳۰J$

شخصی جسمی را یک بار با طنابی بلند (شکل الف) و بار دیگر با طنابی کوتاه‌تر (شکل ب) روی سطحی هموار می‌کشد. اگر جابه جایی و کاری که این شخص در هر دو بار روی جعبه انجام می‌دهد یکسان باشد، توضیح دهید در کدام حالت، شخص نیروی زرگ‌تری وارد کرده است. اصطکاک را در هر دو حالت، ناچیز فرض کنید.



شخصی جسمی را یک‌بار مطابق شکل (الف) با طنابی بلند و بار دیگر مانند شکل (ب) با طنابی کوتاه‌تر روی سطح افقی بدون اصطکاکی با نیروی ثابت در مدت زمان معینی می‌کشد. جابه‌جایی جعبه در شکل (ب) .....از جابه‌جایی جعبه در شکل (الف) است و کار انجام‌شده توسط شخص در شکل (الف) .....از کار انجام‌شده توسط شخص در شکل (ب) است.

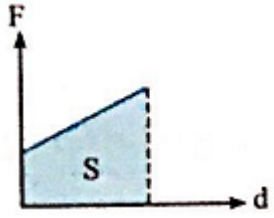
۱) کمتر – کمتر
۲) بیشتر – بیشتر
۳) کمتر – بیشتر
۴) برابر – کمتر

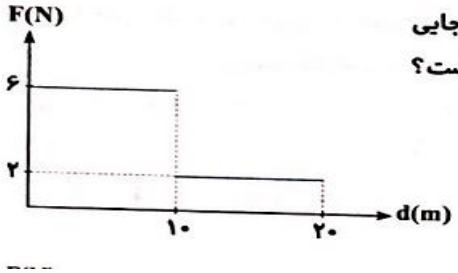


آ ـ ۵) کار نیروی غیرثابت

اگر نیروی F ثابت نباشد باید از روش نموداری استفاده کنیم. اگر نمودار نیروی F بر حسب جابه‌جایی را رسم کنیم، مساحت زیر این نمودار نشان‌دهندهٔ کار می‌باشد.

$W = S$

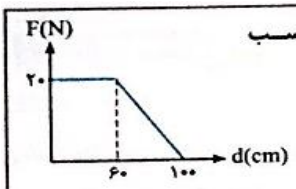




به جسمی به جرم m نیروی خالص F وارد می‌شود. اگر نمودار بزرگی نیروی F برحسب جابه‌جایی جسم به‌صورت مقابل باشد، اندازهٔ کار انجام‌شده توسط نیروی F در ۲۰ متر جابه‌جایی چند ژول است؟

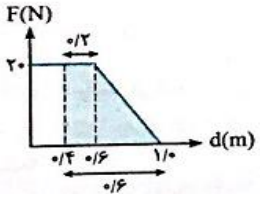
۱) ۴۰
۲) ۸۰
۳) ۵۰
۴) ۱۲۰

تست: جسمی روی سطح افقی ساکن است. بر اثر نیروی F، جسم شروع به حرکت می‌کند. اگر نمودار نیرو بر حسب جابه‌جایی مطابق شکل باشد، کار نیروی F در جابه‌جایی از ۴۰cm تا ۱۰۰cm چند ژول می‌باشد؟



۱) ۱۶
۲) ۸
۳) ۱۶۰
۴) ۸۰

پاسخ : مساحت زیر نمودار F − d بیانگر کار می‌باشد و یکای d باید متر باشد:



$W = S_{\text{ذوزنقه}} = \left(\frac{۰/۲ + ۰/۶}{۲}\right) \times ۲۰ = ۸\,J \Rightarrow$ گزینهٔ (۲) درست است.

آ ـ ۴) نیرو و جابه‌جایی بر حسب بردارهای یکه

اگر نیرو و جابه‌جایی بر حسب بردارهای یکهٔ $\vec{i}$ و $\vec{j}$ بیان شوند، کار از رابطهٔ زیر به‌دست می‌آید که به آن ضرب داخلی می‌گویند:

$$\vec{F} = F_x\vec{i} + F_y\vec{j}$$
$$\vec{d} = d_x\vec{i} + d_y\vec{j}$$
$$W = \vec{F}.\vec{d} = (F_x.d_x) + (F_y.d_y)$$

توجه علامت‌های F_x ، F_y ، d_x و d_y مهم هستند.

جسمی به جرم ۳kg روی سطح افقی به حال سکون قرار دارد. نیروی ثابت $\vec{F} = ۱۵\vec{i} + ۲۰\vec{j}$ (در SI) به‌جسم وارد می‌شود و جسم روی محور x، ۱۰ متر جابه‌جا می‌شود. کار نیروی F در این جابه‌جایی چند ژول است؟ (ریاضی خارج ۹۳)

۱) ۲۵۰
۲) ۲۰۰
۳) ۱۵۰
۴) ۹۰

سراسری تجربی ۹۸

نیروی $\vec{F} = (۳۰\,N)\vec{i} + (۴۰\,N)\vec{j}$ به جسمی به جرم ۵kg وارد می‌شود و آن را روی سطح افقی به اندازهٔ $\overrightarrow{\Delta x} = (۶m)\vec{i}$ جابه‌جا می‌کند. کار نیروی $\vec{F}$ در این جابه‌جایی چند ژول است؟

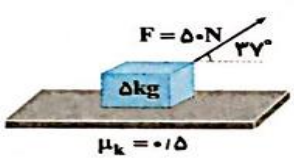
۱) ۱۸۰
۲) ۲۴۰
۳) ۳۰۰
۴) ۴۲۰

ا به جسمی به جرم m، نیروی خالص $\vec{F}=2\vec{i}-3\vec{j}$ در SI وارد می‌شود. اگر بردار جابه‌جایی جسم در یک بازهٔ زمانی معین SI به‌صورت $\vec{d}=-4\vec{i}+5\vec{j}$ باشد، کار انجام‌شده روی جسم در این بازهٔ زمانی چند ژول است؟

۱) صفر ☐ ۲) ۲۳- ☐ ۳) ۷- ☐ ۴) ۷ ☐

۳ گزینهٔ ۲

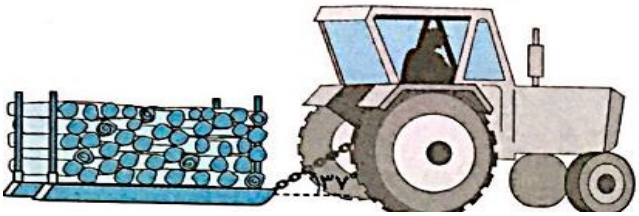
در شکل مقابل، جسم تحت‌تأثیر نیروی F به‌اندازهٔ ۵ متر جابه‌جا می‌شود. کار نیرویی که سطح به جسم وارد می‌کند، در این جابه‌جایی چند ژول است؟ $(\sin 37^\circ = 0/6 , g = 10 m/s^2)$ (ریاضی خارج ۹۶)



۱) ۲۰۰ ☐ ۲) صفر ☐ ۳) ۵۰- ☐ ۴) ۲۵۰- ☐

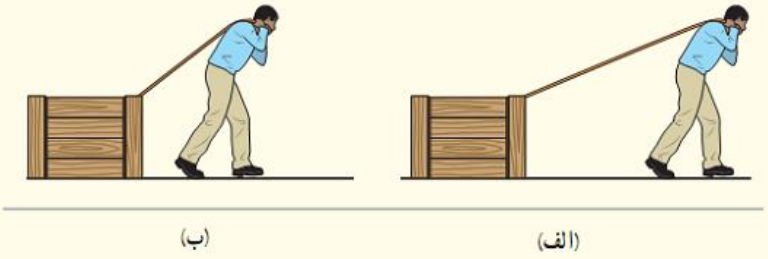
۱۳ گزینهٔ ۲

مطابق شکل زیر کشاورزی سورتمه‌ای پر از هیزم را به اندازهٔ ۲۰۰m جابه‌جا می‌کند. اگر وزن کل سورتمه و بار آن ۸۰۰kg باشد و ضریب اصطکاک جنبشی بین سورتمه و سطح زمین برابر ۰/۵ باشد و تراکتور با نیروی ثابت ۱۰kN سورتمه را بکشد، کار کل انجام‌شده روی سورتمه چند مگا ژول است؟ $(g = 10 N/kg , \sin 37^\circ = 0/6)$



۱) ۱/۶ ☐ ۲) ۱/۴ ☐ ۳) ۱/۲ ☐ ۴) ۱/۸ ☐

شخصی جسمی را یک بار با طنابی بلند (شکل الف) و بار دیگر با طنابی کوتاه‌تر (شکل ب) روی سطحی هموار می‌کشد. اگر جابه جایی و کاری که این شخص در هر دو بار روی جعبه انجام می‌دهد یکسان باشد، توضیح دهید در کدام حالت، شخص نیروی زرگ‌تری وارد کرده است. اصطکاک را در هر دو حالت، ناچیز فرض کنید.



(ب) (الف)

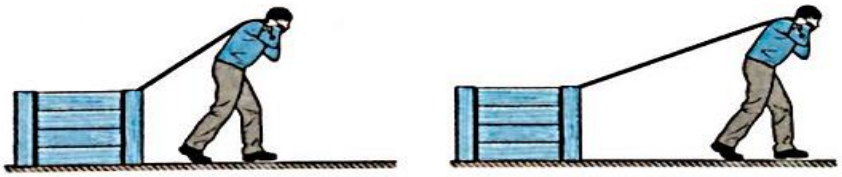
شخصی جسمی را یک‌بار مطابق شکل (الف) با طنابی بلند و بار دیگر مانند شکل (ب) با طنابی کوتاه‌تر روی سطح افقی بدون اصطکاکی با نیروی ثابت در مدت زمان معینی می‌کشد. جابه‌جایی جعبه در شکل (ب) .....از جابه‌جایی جعبه در شکل (الف) است و کار انجام‌شده توسط شخص در شکل (الف) .....از کار انجام‌شده توسط شخص در شکل (ب) است.

۱) کمتر – کمتر

۲) بیشتر – بیشتر

۳) کمتر – بیشتر

۴) برابر – کمتر



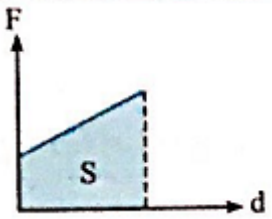
شکل (ب) **شکل (الف)**

شکل (ب) شکل (الف)

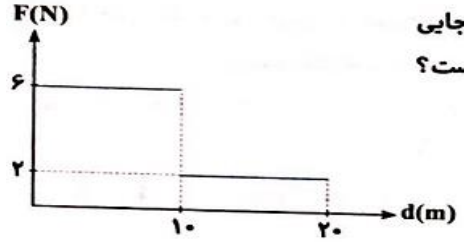
آ ـ ۵) کار نیروی غیرثابت

اگر نیروی F ثابت نباشد باید از روش نموداری استفاده کنیم. اگر نمودار نیروی F بر حسب جابه‌جایی را رسم کنیم، مساحت زیر این نمودار نشان‌دهندهٔ کار می‌باشد.

$W = S$

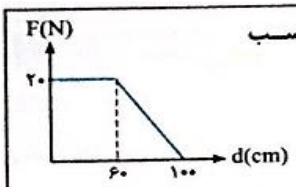


به جسمی به جرم m نیروی خالص F وارد می‌شود. اگر نمودار بزرگی نیروی F برحسب جابه‌جایی جسم به‌صورت مقابل باشد، اندازهٔ کار انجام‌شده توسط نیروی F در ۲۰ متر جابه‌جایی چند ژول است؟



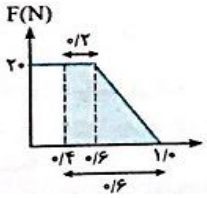
۱) ۴۰
۲) ۸۰
۳) ۵۰
۴) ۱۲۰

تست: جسمی روی سطح افقی ساکن است. بر اثر نیروی F، جسم شروع به حرکت می‌کند. اگر نمودار نیرو بر حسب جابه‌جایی مطابق شکل باشد، کار نیروی F در جابه‌جایی از ۴۰cm تا ۱۰۰cm چند ژول می‌باشد؟



۱) ۱۶
۲) ۸
۳) ۱۶۰
۴) ۸۰

پاسخ : مساحت زیر نمودار F − d بیانگر کار می‌باشد و یکای d باید متر باشد:



گزینهٔ (۲) درست است. $W = S_{\text{ذوزنقه}} = \left(\frac{۰/۲ + ۰/۶}{۲}\right) \times ۲۰ = ۸\,J \Rightarrow$

آ ـ ۴) نیرو و جابه‌جایی بر حسب بردارهای یکه

اگر نیرو و جابه‌جایی بر حسب بردارهای یکهٔ $\vec{i}$ و $\vec{j}$ بیان شوند، کار از رابطهٔ زیر به‌دست می‌آید که به آن ضرب داخلی می‌گویند:

$$\vec{F} = F_x \vec{i} + F_y \vec{j}$$
$$\vec{d} = d_x \vec{i} + d_y \vec{j}$$
$$W = \vec{F}.\vec{d} = (F_x.d_x) + (F_y.d_y)$$

توجه علامت‌های F_x ، F_y ، d_x و d_y مهم هستند.

جسمی به جرم ۳kg روی سطح افقی به حال سکون قرار دارد. نیروی ثابت $\vec{F}=۱۵\vec{i}+۲۰\vec{j}$ (در SI) به‌جسم وارد می‌شود و جسم روی محور x، ۱۰ متر جابه‌جا می‌شود. کار نیروی F در این جابه‌جایی چند ژول است؟ (ریاضی خارج ۹۳)

۱) ۲۵۰ ۲) ۲۰۰ ۳) ۱۵۰ ۴) ۹۰

سراسری تجربی ۹۸

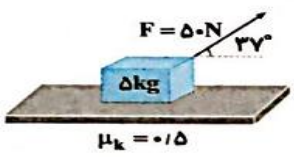
نیروی $\vec{F}=(۳۰\,N)\vec{i}+(۴۰\,N)\vec{j}$ به جسمی به جرم ۵kg وارد می‌شود و آن را روی سطح افقی به اندازهٔ $\overrightarrow{\Delta x}=(۶m)\vec{i}$ جابه‌جا می‌کند. کار نیروی $\vec{F}$ در این جابه‌جایی چند ژول است؟

۱) ۱۸۰ ۲) ۲۴۰ ۳) ۳۰۰ ۴) ۴۲۰

به جسمی به جرم m، نیروی خالص $F=۲\vec{i}-۳\vec{j}$ در SI وارد می‌شود. اگر بردار جابه‌جایی جسم در یک بازهٔ زمانی معین SI به‌صورت $\vec{d}=-۴\vec{i}+۵\vec{j}$ باشد، کار انجام‌شده روی جسم در این بازهٔ زمانی چند ژول است؟

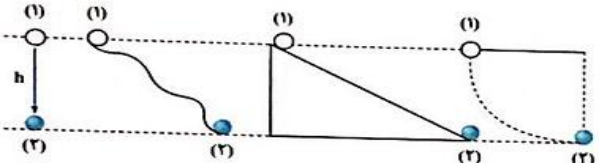
۱) صفر ۲) -۲۳ ۳) -۷ ۴) ۷

۳ در شکل مقابل، جسم تحت‌تأثیر نیروی F به‌اندازهٔ ۵ متر جابه‌جا می‌شود. کار نیرویی که سطح به جسم وارد می‌کند، در این جابه‌جایی چند ژول است؟ $(\sin ۳۷^\circ=۰/۶\,,\,g=۱۰m/s^۲)$ (ریاضی خارج ۹۶)



۱) ۲۰۰ ۲) صفر
۳) -۵۰ ۴) -۲۵۰

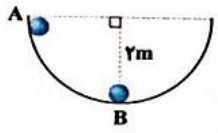
کار نیروی وزن



! نکته کار نیروی وزن به مسیر بستگی ندارد و فقط به فاصلهٔ قائم نقطهٔ شروع و پایان بستگی دارد، به‌عبارت دیگر در تمام شکل‌های مقابل در جابه‌جایی از نقطهٔ (۱) تا نقطهٔ (۲) کار نیروی وزن یکسان است.

۷ مطابق شکل مقابل گلوله‌ای به جرم ۵۰۰g درون یک پوستهٔ کروی به شعاع ۲m از حال سکون از نقطهٔ A رهاشده و تا نقطهٔ B جابه‌جا می‌شود. در جابه‌جایی گلوله از نقطه A تا نقطه B کار نیروی وزن چند ژول بیشتر از کار نیروی عمودی سطح است؟ $(g = 10\ N/kg)$

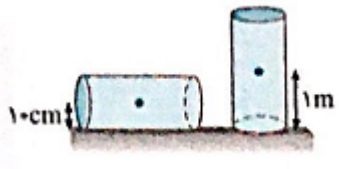
گزینهٔ ۴



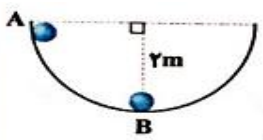
۱) ۲ ۲) ۵ ۳) ۸ ۴) ۱۰

تست: استوانه‌ای فلزی به قطر ۲۰cm و طول ۲m روی سطح زمین به حالت افقی قرار دارد. اگر جرم استوانه ۴۰۰kg باشد، حداقل کار لازم برای بلند کردن استوانه و به حالت قائم درآوردن آن چند کیلوژول است؟ $(g = 10N/kg)$

۱) ۷۶۰ ۲) ۷/۶ ۳) ۳/۶ ۴) ۳۶۰



مطابق شکل مقابل گلوله‌ای به جرم ۵۰۰g درون یک پوستهٔ کروی به شعاع ۲m از حال سکون از نقطهٔ A رهاشده و تا نقطهٔ B جابه‌جا می‌شود. در جابه‌جایی گلوله از نقطه A تا نقطه B کار نیروی وزن چند ژول بیشتر از کار نیروی عمودی سطح است؟ $(g = 10\ N/kg)$



☐۱) ۲ ☐۲) ۵ ☐۳) ۸ ☐۴) ۱۰

شخصی در طبقهٔ سوم ساختمان، سوار آسانسور می‌شود و به طبقهٔ دهم می‌رود. جرم شخص ۷۰kg است و یک کوله‌پشتی به جرم ۵kg بردوش دارد. آسانسور بین طبقات پنجم تا هفتم مسافت ۶m را در مدت ۲ ثانیه با سرعت ثابت طی می‌کند. در این ۲ ثانیه کار نیرویی که آسانسور به شخص وارد می‌کند، چند ژول است؟ $(g = 10m/s^2)$ (ریاضی داخل ۹۶)

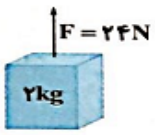
☐۱) صفر ☐۲) ۳۹۰۰ ☐۳) ۴۲۰۰ ☐۴) ۴۵۰۰

شخصی که یک کوله‌پشتی به جرم $5kg$ را در پشت خود دارد وارد اتاقک یک آسانسور می‌شود. آسانسور با شتاب ثابت $2m/s^2$ در لحظهٔ $t_0 = 0$ از حال سکون به سمت بالا شروع به حرکت می‌کند. کاری که شخص روی کوله‌پشتی خود انجام می‌دهد در بازهٔ زمانی $t_0 = 0$ تا $t = 2s$ چند ژول است؟ $(g = 10N/kg)$

۱) ۱۶۰ ۲) ۳۶۰ ۳) ۲۴۰ ۴) ۲۰۰

در شکل زیر نیروی ثابت F در راستای قائم به یک جسم ۲ کیلوگرمی وارد می‌شود. اندازهٔ (قدرِ مطلق) کار این نیرو در ثانیه‌های متوالی یک بازهٔ زمانی معین .....

(ریاضی داخل ۸۳)



۱) افزایش می‌یابد.
۲) کاهش می‌یابد.
۳) ابتدا کاهش، سپس افزایش می‌یابد.
۴) بسته به شرایط، هر کدام ممکن است درست باشد.

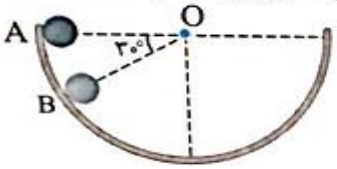
وزنهٔ ۸۰۰ گرمی به نخ سبکی به طول یک متر بسته شده و از نقطه‌ای آویزان است که به این مجموعه آونگ می‌گوییم. نخ را از راستای قائم به اندازهٔ ۶۰ درجه منحرف کرده و رها می‌کنیم تا در مسیر دایره‌ای در صفحهٔ قائم حرکت کند. از لحظهٔ رها شدن وزنه تا لحظه‌ای که نخ به راستای قائم می‌رسد، کار نیروی جاذبهٔ زمین چند ژول است؟ $(g = 10m/s^2)$

۱) ۴ ۲) $2\pi\sqrt{3}$ ۳) 2π ۴) $4\sqrt{3}$

در شرایط خلأ گلوله‌ای بدون تندی اولیه رها می‌شود و پس از ۵ ثانیه به زمین می‌رسد. کار نیروی وزن در ثانیهٔ سوم سقوط نسبت به ثانیهٔ دوم سقوط چگونه است؟

۱) بزرگ‌تر است.
۲) کوچک‌تر است.
۳) برابر است.
۴) بسته به شرایط هر سه حالت ممکن است.

وزنه‌ای به جرم m درون نیم‌کره‌ای به شعاع R از نقطهٔ A به نقطهٔ B می‌لغزد. کار نیروی وزن در این تغییر مکان برابر است با ..... .



۱) صفر
۲) $\frac{۱}{۲}mgR$
۳) $\frac{\sqrt{۳}}{۲}mgR$
۴) $\frac{۱}{۴}mgR$

تعریف انرژی جنبشی

انرژی‌ای که یک جسم به‌علت حرکتش دارا می‌باشد، انرژی جنبشی نام دارد. انرژی جنبشی کمیتی نرده‌ای است و به‌صورت زیر به‌دست می‌آید:

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

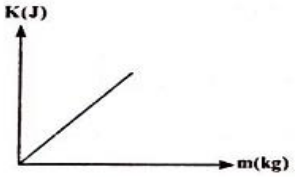
K ← انرژی جنبشی برحسب ژول (J)

m ← جرم جسم برحسب کیلوگرم (kg)

v ← تندی حرکت جسم برحسب متر برثانیه (m/s)

نکات

۱) همان‌طور که در رابطهٔ بالا می‌بینید انرژی جنبشی متناسب با جرم جسم است و نمودار $K - m$ به‌صورت خطی است.



۲) همان‌طور که در رابطهٔ بالا می‌بینید انرژی جنبشی متناسب با مجذور تندی حرکت است و نمودار $K - v$ به صورت سهمی است.

انرژی جنبشی گلوله‌ای ۴J و سرعت آن ۴m/s است. سرعت آن را به چند متر برثانیه برسانیم تا انرژی جنبشی آن ۵J شود؟ (ریاضی داخل ۸۳)

۱) ۵ ۲) ۸ ۳) $2\sqrt{5}$ ۴) $5\sqrt{2}$

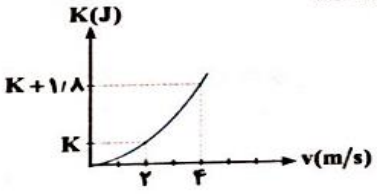
جسمی در مسیر مستقیم با سرعت v در حال حرکت است. اگر سرعت این جسم ۵m/s افزایش یابد. انرژی جنبشی آن ۴۴ درصد افزایش می‌یابد. v چند متر برثانیه است؟ (ریاضی خارج ۹۳)

۱) ۵ ۲) ۱۰ ۳) ۲۰ ۴) ۲۵

اگر سرعت متحرکی به جرم m به‌اندازهٔ ۵m/s افزایش پیدا کند، افزایش انرژی جنبشی آن $\frac{5}{4}$ انرژی جنبشی اولیه می‌شود. سرعت اولیه متحرک چند متر برثانیه بوده است؟ (ریاضی خارج ۹۵)

۱) ۶/۲۵ ۲) ۱۰ ۳) ۱۵ ۴) ۲۰

نمودار تغییرات انرژی جنبشی جسمی برحسب تغییرات تندی آن به‌صورت زیراست. جرم جسم چند گرم است؟



۱) ۲۰۰
۲) ۱۵۰
۳) ۳۰۰
۴) ۴۰۰

۱ – بالنی در حال حرکت در راستای قائم به سمت بالا است. با پرتاب کردن اجسام به بیروی، جرم بالن ۲۰ درصد کاهش و تندی آن ۲۵ درصد افزایش می‌یابد. با این عمل انرژی جنبشی بالن ..... درصد ..... می‌یابد. قلم چی- ۱۳۹۷

① ۲۵، کاهش ② ۲۵، افزایش ③ ۳۲٫۵، کاهش ④ ۳۲٫۵، افزایش

۲ – کامیون حمل شن با تندی v و جرم m در حال حرکت است. اگر محمولهٔ شن را تخلیه کند، ۳۶ درصد از جرم آن کم می‌شود. این کامیون تندی خود را چند درصد و چگونه تغییر دهد تا انرژی جنبشی آن ثابت بماند؟ قلم چی- ۱۳۹۷

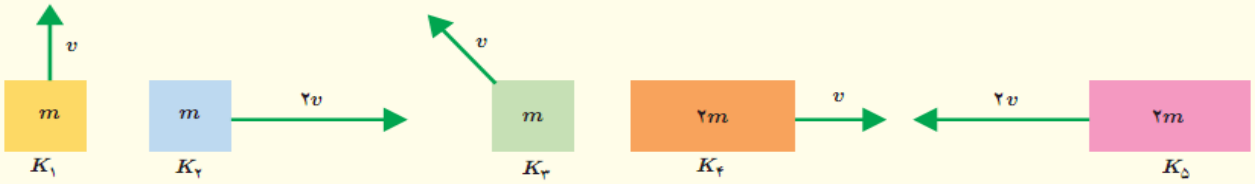
① ۲۵ درصد افزایش ② ۲۵ درصد کاهش ③ ۶۶ درصد افزایش ④ ۶۶ درصد کاهش

۳ -اگر تندی متحرکی به جرم m به اندازهٔ $۵\frac{m}{s}$ کاهش یابد، انرژی جنبشی آن، به مقدار $\frac{۹}{۲۵}$ انرژی جنبشی اولیهٔ متحرک کاهش می‌یابد. تندی اولیهٔ متحرک چند متر بر ثانیه بوده است؟ قلم چی- ۱۳۹۷

① $\frac{۲۵}{۲}$ ② $\frac{۲۵}{۹}$ ③ ۲۵ ④ $\frac{۲۵}{۸}$

پرسش ۲ـ۱

انرژی جنبشی هر یک از اجسام زیر را با هم مقایسه کنید و مقدار آن را به ترتیب از کمترین تا بیشترین بنویسید.



پ) قضیهٔ کار ـ انرژی جنبشی

بر طبق این قضیه، **کار کل انجام‌شده روی یک جسم برابر با تغییر انرژی جنبشی جسم است.**

$$W_t = K_2 - K_1 \quad , \quad W_t = \frac{1}{2}m(v_2^2 - v_1^2)$$

خواستون باشه‌ها! کار کل برابر تغییر انرژی جنبشی می‌شه. یعنی اگه چندتا نیرو کار انجام بدن، مجموع کار اونا برابر تغییر انرژی جنبشی جسم هست.

نکته طبق این قضیه، حالت‌های زیر رخ می‌دهد:

۱) اگر کار کل انجام‌شده روی جسم مثبت باشد، تندی حرکت جسم افزایش می‌یابد.

۲) اگر کار کل انجام‌شده روی جسم منفی باشد، تندی حرکت جسم کاهش می‌یابد.

۳) اگر کار کل انجام‌شده روی جسم صفر باشد، تندی حرکت جسم ثابت می‌ماند.

نیز در این دو نقطه برابر است. توجه کنید که قضیهٔ کار ـ انرژی جنبشی نه تنها برای حرکت یک جسم روی مسیری مستقیم معتبر است، بلکه اگر جسم روی هر مسیر خمیده ای نیز حرکت کند، می‌توان از آن استفاده کرد (تمرین ۲ـ۷ را ببینید).

تمرین ۲ ـ ۷

جرم یک خودروی الکتریکی به همراه راننده‌اش ۸۴۰kg است. وقتی این خودرو از موقعیت A به موقعیت B می‌رود، کار کُل انجام شده روی خودرو ۷۳۵۰۰J است. اگر تندی خودرو در موقعیت A برابر ۵۴/۰km/h باشد، تندی آن در موقعیت B چند متر بر ثانیه است؟

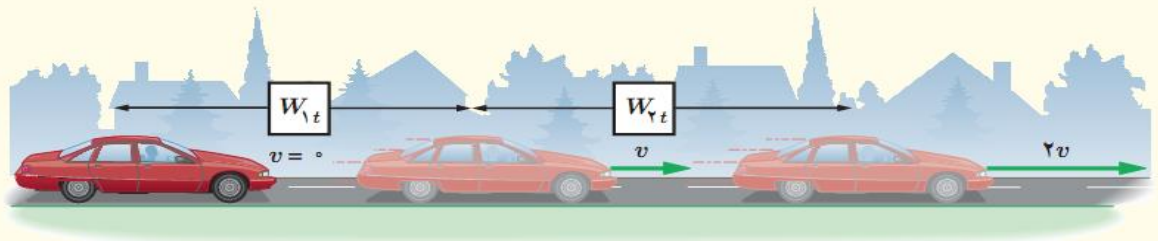
مثال ۲ـ۷

چتربازی به جرم کل ۷۵/۰kg، از بالونی که در ارتفاع ۸۰۰m از سطح زمین است، با تندی ۱/۲۰m/s به بیرون بالون می‌پرد. اگر او با تندی ۴/۸۰m/s به زمین برسد، کار نیروی مقاومت هوا روی چترباز را در طول مسیر سقوط محاسبه کنید. شتاب گرانش زمین را ۹/۸۰m/s^2 بگیرید.

۶ برای آنکه نیروی خالصی، بتواند تندی جسم را از صفر به v برساند باید مقدار کار W را روی آن انجام دهد. اگر قرار باشد تندی این جسم از صفر به $۳v$ برسد کاری که روی جسم باید انجام شود چند برابر W است؟

پرسش ۲ـ ۳

برای آنکه تندی خودرویی از حال سکون به v برسد، باید کار کل $W_{۱t}$ روی آن انجام شود. همچنین برای آنکه تندی خودرو از v به $۲v$ برسد، باید کار کل $W_{۲t}$ روی آن انجام شود (شکل زیر). نسبت $W_{۱t}/W_{۲t}$ چقدر است؟



۲- برای اینکه سرعت وزنه‌ای با جرم معین از صفر به V برسد، باید کار W_1 روی آن انجام شود و برای اینکه سرعت این وزنه از V به $3V$ برسد، باید کار W_2 روی آن انجام شود. نسبت $\frac{W_2}{W_1}$ چقدر است؟ خارج از کشور- ۱۳۹۸

۱) ۲ ۲) ۳ ۳) ۸ ۴) ۹

تست: اُتومبیلی با تندی ثابت v در حال حرکت است. موتور، کار W_{t_1} را انجام می‌دهد تا تندی از v به ۲v برسد و سپس کار W_{t_2} را انجام می‌دهد تا تندی از ۲v به ۳v برسد. نسبت $\frac{W_{t_2}}{W_{t_1}}$ کدام است؟

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) $\frac{۳}{۲}$ ۴) $\frac{۵}{۳}$

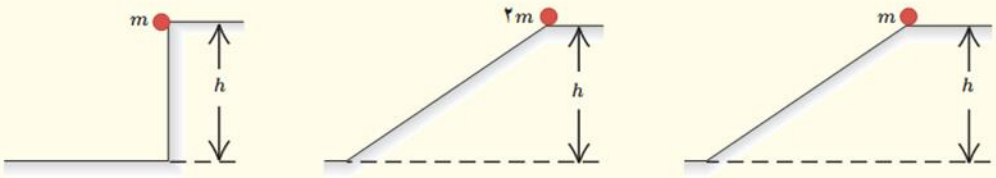
پاسخ: طبق قضیهٔ کار ـ انرژی جنبشی، کار کل برابر است با تغییر انرژی جنبشی.

$$\frac{W_{t_2}}{W_{t_1}}=\frac{\frac{۱}{۲}m[(۳v)^۲-(۲v)^۲]}{\frac{۱}{۲}m[(۲v)^۲-(v)^۲]}=\frac{۹v^۲-۴v^۲}{۴v^۲-v^۲}=\frac{۵v^۲}{۳v^۲}=\frac{۵}{۳}\Rightarrow$$ گزینهٔ (۴) درست است.

۱۲ در سه شکل زیر اجسامی از حالت سکون و ارتفاع h نسبت به سطح افق رها می‌شوند و نیروی اصطکاک و مقاومت هوا بر آنها وارد نمی‌شود. در کدام حالت، جسم

الف) بیشترین تندی را هنگام رسیدن به سطح افقی دارد؟

ب) تا هنگام رسیدن به پایین مسیر، بیشترین مقدار کار نیروی وزن روی آن انجام شده است؟



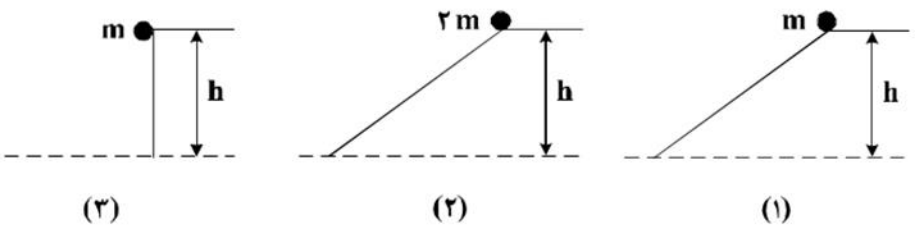
سه گلوله مطابق شکل زیر از حال سکون و از ارتفاع h نسبت به سطح افق رها می‌شوند و نیروی اصطکاک و مقاومت هوا بر آن‌ها وارد نمی‌شود. کدام مورد درست است؟

۱) انرژی جنبشی هر سه گلوله در لحظهٔ رسیدن به زمین یکسان است.

۲) بزرگی سرعت هر سه گلوله در لحظهٔ رسیدن به زمین یکسان است.

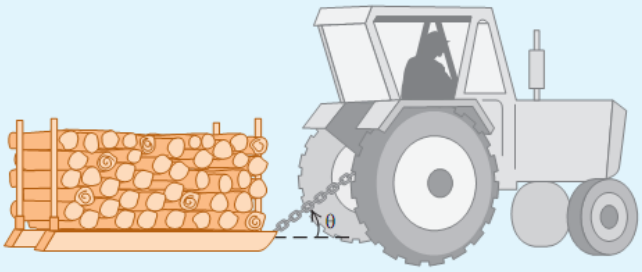
۳) تکانهٔ هر سه گلوله در لحظهٔ رسیدن به زمین یکسان است.

۴) هر سه مورد درست است.

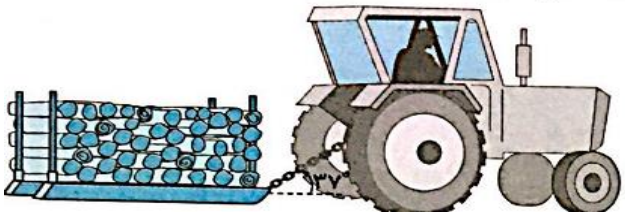


تمرین ۲ــ۵

کشاورزی توسط تراکتور، سورتمه‌ای پر از هیزم را در راستای یک زمین هموار به اندازهٔ ۲۰۰m جابه‌جا می‌کند (شکل زیر). وزن کل سورتمه و بار آن $mg = ۱۵۰۰۰\text{N}$ است. تراکتور نیروی ثابت $F_۱ = ۵۵۰۰\text{N}$ را در زاویهٔ $\theta = ۴۵^\circ$ بالای افق به سورتمه وارد می‌کند. نیروی اصطکاک جنبشی $f_k = ۳۵۰۰\text{N}$ است که برخلاف جهت حرکت به سورتمه وارد می‌شود. کار کل انجام شده روی سورتمه را به دو روش محاسبه کنید.



مطابق شکل زیر کشاورزی سورتمه‌ای پر از هیزم را به اندازهٔ ۲۰۰m جابه‌جا می‌کند. اگر وزن کل سورتمه و بار آن ۸۰۰kg باشد و ضریب اصطکاک جنبشی بین سورتمه و سطح زمین برابر ۰/۵ باشد و تراکتور با نیروی ثابت ۱۰kN سورتمه را بکشد، کار کل انجام‌شده روی سورتمه چند مگا ژول است؟ $(g = ۱۰\text{N/kg} \ , \ \sin ۳۷^\circ = ۰/۶)$



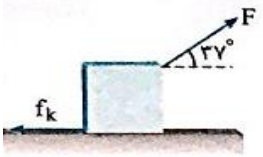
۱) ۱/۶

۲) ۱/۴

۳) ۱/۲

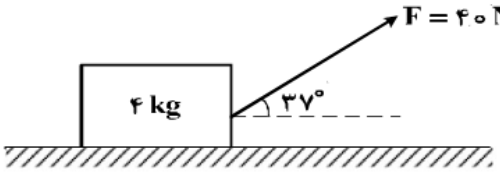
۴) ۱/۸

تست: مطابق شکل، جعبه‌ای به جرم $6kg$ را با نیروی ثابت $F = 100N$ روی زمین می‌کشیم. اگر نیروی اصطکاک بین جسم و زمین $20N$ باشد، پس از چند متر جابه‌جایی، تندی جسم از صفر به $2m/s$ می‌رسد؟ $(\cos 37^\circ = 0/8)$

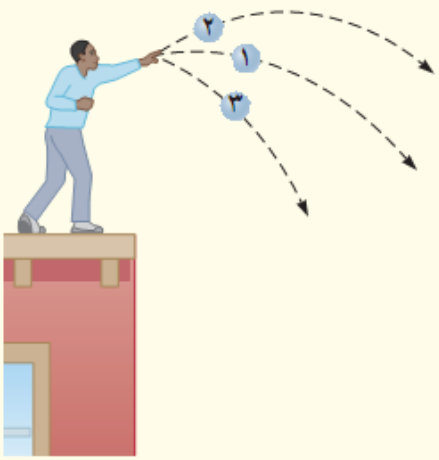


۱) ۰/۱
۲) ۰/۲
۳) ۰/۳
۴) ۰/۴

مطابق شکل زیر، به جسمی به جرم ۴ کیلوگرم روی سطح افقی نیروی $F = 40N$ وارد می‌شود و پس از طی مسافت ۱/۶ متر سرعتش از صفر به $4\frac{m}{s}$ می‌رسد. نیروی اصطکاک چند نیوتون است؟ $(\cos 37^\circ = 0/8)$

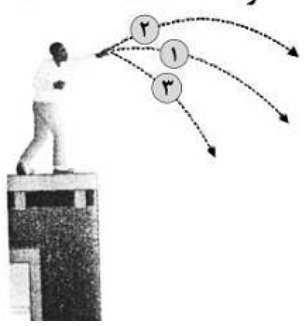


۱) ۴
۲) ۱۲
۳) ۲۰
۴) ۳۲



۱۵ سه توپ مشابه، از بالای ساختمانی با تندی یکسانی پرتاب می‌شوند (شکل روبه رو). توپ (۱) در امتداد افق، توپ (۲) با زاویه‌ای بالاتر از امتداد افق و توپ (۳) با زاویه‌ای پایین‌تر از امتداد افق پرتاب می‌شود. با نادیده گرفتن مقاومت هوا، انرژی جنبشی توپ‌ها را هنگام برخورد با سطح زمین، با یکدیگر مقایسه کنید.

مطابق شکل زیر، سه توپ مشابه از بالای ساختمانی، از یک نقطه با سرعت یکسان پرتاب می‌شوند. اگر کار نیروی وزن روی سه توپ از لحظهٔ پرتاب تا رسیدن به زمین W_1، W_2 و W_3 باشد، کدام رابطه درست است؟



۱) $W_1 = W_2 = W_3$

۲) $W_2 > W_1 > W_3$

۳) $W_3 < W_2 < W_1$

۴) $W_2 = W_3 > W_1$

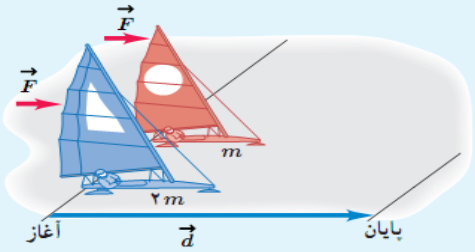
مثال ۲ــ ۶

توپ فوتبالی به جرم ۴۵۰g از نقطهٔ پنالتی با تندی ۲۰/۰m/s به طرف دروازه شوت می‌شود (شکل روبه‌رو). توپ با تندی ۱۸/۰m/s به دستان دروازه‌بان برخورد می‌کند. کار کل انجام شده روی توپ را که سبب کاهش تندی آن شده است محاسبه کنید.

توپ فوتبالی به جرم ۵۰۰g از نقطهٔ پنالتی با تندی ۲۰m/s شوت می‌شود و با تندی ۱۸m/s به دستان دروازه‌بان برخورد می‌کند. کار کل انجام‌شده روی توپ از لحظهٔ شوت شدن تا لحظهٔ برخورد به دستان دروازه‌بان چند ژول است؟

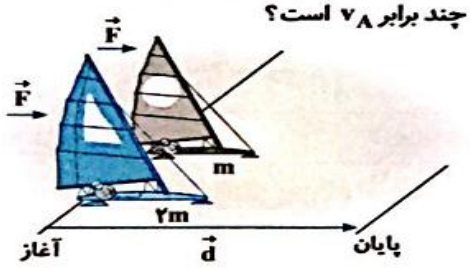
۱) ۱/۹- ۲) ۲۰- ۳) ۱۹- ۴) ۲-

تمرین ۲ــ ۶



دو قایق بادبانی مخصوص حرکت روی سطوح یخ‌زده[۱]، دارای جرم‌های m و $۲m$، روی دریاچهٔ افقی و بدون اصطکاکی قرار دارند و نیروی ثابت و یکسان $\vec{F}$ با وزیدن باد به هر دو وارد می‌شود (شکل روبه‌رو). هردو قایق از حال سکون شروع به حرکت می‌کنند و از خط پایان به فاصلهٔ d می‌گذرند. انرژی جنبشی و تندی قایق‌ها را درست پس از عبور از خط پایان، با هم مقایسه کنید.

مطابق شکل زیر دو قایق بادبانی A و B به‌ترتیب به جرم‌های m و ۲m روی دریاچهٔ افقی و بدون اصطکاکی تحت نیروی ثابت و یکسان F از حال سکون شروع به حرکت می‌کنند و به‌ترتیب با تندی‌های v_A و v_B از خط پایان عبور می‌کنند. v_B چند برابر v_A است؟



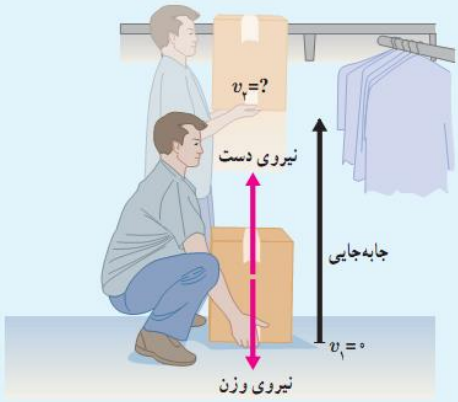
۱) ۱

۲) $\frac{۱}{۲}$

۳) $\sqrt{۲}$

۴) $\frac{\sqrt{۲}}{۲}$

تمرین ۲ــ ۸



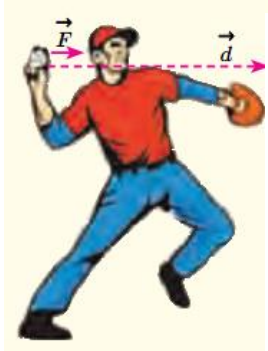
شکل روبه رو شخصی را نشان می‌دهد که با وارد کردن نیروی ثابت ۵۰N، جعبه ای به جرم ۱۰kg را از حال سکون در امتداد قائم جابه جا می‌کند.

الف) کار انجام شده توسط شخص و کار انجام شده توسط نیروی وزن را روی جعبه در ارتفاع ۱/۵m به‌طور جداگانه حساب کنید.

ب) کار کل انجام شده روی جعبه تا ارتفاع ۱/۵m چقدر است؟

پ) با استفاده از قضیهٔ کارــ انرژی جنبشی، تندی نهایی جعبه را در ارتفاع ۱/۵m حساب کنید.

۴ ورزشکاری سعی می‌کند توپ بیسبالی به جرم ۱۵۰g را با بیشترین تندی ممکن پرتاب کند. به این منظور، ورزشکار نیرویی به بزرگی $F = ۷۵/۰\text{N}$ تا لحظهٔ پرتاب توپ و در امتداد جابه‌جایی $(d = ۱/۵\text{m})$ بر آن وارد می‌کند (شکل روبه‌رو). تندی توپ هنگام جدا شدن از دست ورزشکار چقدراست؟



۵ آیا کار کل انجام شده بر یک جسم در یک جابه‌جایی می‌تواند منفی باشد؟ توضیح دهید.

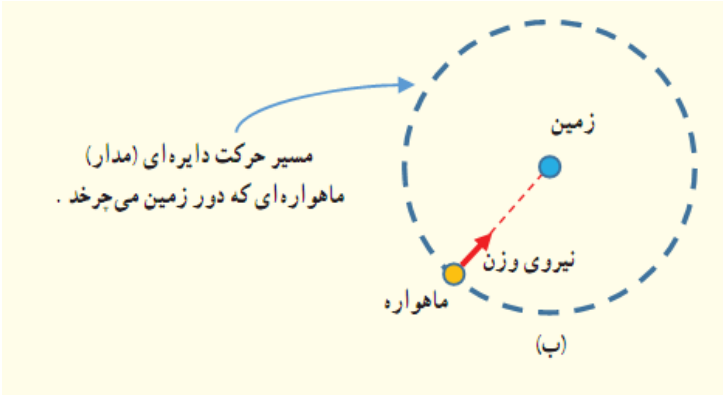
۷ اگر مطابق شکل روبه‌رو سطلی را در دست نگه دارید، آیا نیروی دست شما هنگامی که با تندی ثابت در مسیر افقی قدم می‌زنید روی سطل کاری انجام می‌دهد؟ اگر تندی حرکت شما در طول مسیر کم و زیاد شود چطور؟ پاسخ خود را در هر مورد توضیح دهید.

۸ شخصی گلوله‌ای برفی به جرم ۱۵۰g را از روی زمین بر می‌دارد و تا ارتفاع ۱۸۰cm بالا می‌برد و سپس آن را با تندی ۱۲m/s پرتاب می‌کند. کار انجام شده توسط شخص روی گلولهٔ برف چقدر است؟

شخصی یک گلولهٔ برفی به جرم ۱۰۰g را از روی زمین برمی‌دارد و تا ارتفاع ۱۵۰cm بالا می‌آورد و با تندی ۱۰m/s پرتاب می‌کند. کار انجام شده توسط شخص روی گلولهٔ برفی چند ژول است؟ (نیروهای اتلافی ناچیز هستند و $g = 10N/kg$)

۱) ۵ ۲) ۶/۵ ۳) ۴/۵ ۴) ۳/۵

۹ ماهواره‌ها در مدارهای معین و با تندی ثابتی دور زمین می‌چرخند. حرکت یک ماهواره به دور زمین (شکل الف) را می‌توان مطابق شکل (ب) مدل‌سازی کرد. همان‌طور که دیده می‌شود نیروی خالصی (نیروی وزن) همواره بر ماهواره وارد می‌شود. چگونه امکان دارد با وجود وارد شدن این نیرو به ماهواره، انرژی جنبشی آن ثابت بماند؟



چنانچه کار برایند نیروهای وارد بر جسمی در یک مسیر برابر صفر باشد، در این صورت کدام نتیجه‌گیری صحیح است؟ (ریاضی دافل ۸۸)

۱) برایند نیروهای وارد بر جسم نیز لزوماً در آن مسیر صفر است.

۲) انرژی مکانیکی جسم در آن جابه‌جایی ثابت می‌ماند.

۳) مجموع کار نیروهای وارد بر جسم نیز در آن جابه‌جایی برابر صفر است.

۴) در آن مسیر، انرژی مکانیکی جسم، ثابت است و برایند نیروهای وارد بر جسم لزوماً صفر نیست.

گلوله‌ای به‌جرم ۲kg با سرعت اولیهٔ ۲۰m/s تحت زاویهٔ α روبه‌بالا پرتاب می‌شود. این گلوله با سرعت ۱۰m/s از نقطهٔ اوج می‌گذرد. کار برایند نیروهای وارد بر گلوله از لحظهٔ پرتاب تا زمان رسیدن به نقطهٔ اوج چند ژول می‌شود؟ (ریاضی خارج ۹۲)

۱) -۱۰۰ ۲) ۱۵۰ ۳) ۲۵۰ ۴) -۳۰۰

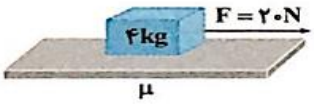
جسمی به جرم $4kg$ با تندی $10m/s$ بر روی سطح افقی پرتاب می‌شود. اگر انرژی جنبشی جسم بعد از طی مسافت $7/5m$ به $50J$ برسد، اندازهٔ نیروی اصطکاک وارد شده به جسم چند نیوتون است؟

۱) ۱۰ ☐ ۲) ۱۵ ☐ ۳) ۲۰ ☐ ۴) ۴۰ ☐

تست: در کدام گزینه کار کل انجام‌شده روی جسم صفر است؟

۱) جسمی را روی سطح افقی پرتاب می‌کنیم تا در نهایت متوقف شود.
۲) سنگی را رو به بالا پرتاب می‌کنیم تا به نقطهٔ اوج خود برسد.
۳) جسمی بر اثر مقاومت هوا با تندی ثابتی در حال سقوط است.
۴) هر سه مورد

مطابق شکل زیر به جسمی به جرم $4kg$ ، نیروی افقی F وارد می‌شود. اگر معادلهٔ سرعت - زمان حرکت این جسم در SI به‌صورت $v = 3t + 4$ باشد، اندازهٔ کار نیروی اصطکاک در بازهٔ زمانی $t_1 = 1s$ تا $t_2 = 2s$ چند ژول است؟

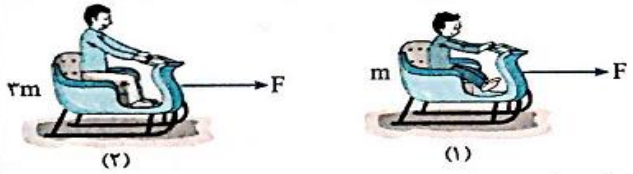


۱) ۴۴ ☐ ۲) ۷۲ ☐ ۳) ۳۶ ☐ ۴) ۶۸ ☐

تست: کتابی به جرم $1/5kg$ از ارتفاع $20m$ سطح زمین رها می‌شود و با تندی $12m/s$ به زمین می‌رسد. اگر نیروی مقاومت هوا ثابت باشد، کار و مقدار نیروی مقاومت هوا به ترتیب از راست به چپ چند ژول و چند نیوتون است؟ $(g = 10N/kg)$

۱) ۳۰۰ ، ۱۵ ۲) ۳۰۰- ، ۱۵ ۳) ۱۹۲- ، ۹/۶ ۴) ۱۹۲- ، ۹/۶-

تست: کودک و شخص بزرگسالی روی دو سورتمه نشسته‌اند. جرم افراد با سورتمه به ترتیب m و $3m$ می‌باشد. این دو را با نیروی ثابت و یکسان F می‌کشیم. پس از جابه‌جایی یکسان d، انرژی جنبشی و تندی این دو در مقایسه با هم چگونه است؟ (در ابتدا هر دو در حالت سکون بوده‌اند و اصطکاک ناچیز است.)



(۲) (۱)

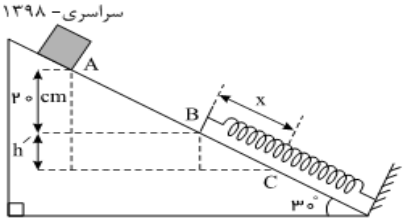
۱) $v_2 > v_1$ ، $K_2 > K_1$
۲) $v_2 > v_1$ ، $K_2 = K_1$
۳) $v_2 < v_1$ ، $K_2 = K_1$
۴) $v_2 < v_1$ ، $K_2 < K_1$

پاسخ: نیرو و جابه‌جایی یکسان است بنابراین کار کل (W_t) یکسان است.

۱ - رانندهٔ خودرویی به جرم **۲** تن که با سرعت $36km/h$ در یک مسیر مستقیم و افقی در حرکت است، با دیدن مانعی ترمز می‌کند. در اثر ترمز خودرو با طی مسافت **۴** متر می‌ایستد. نیروی اصطکاک وارد شده بر خودرو چند نیوتون است؟ سراسری- ۱۳۹۸

۱) ۷۵۰۰ ۲) ۱۲۵۰۰ ۳) ۱۵۰۰۰ ۴) ۲۵۰۰۰

۲- جسمی به جرم ۲ کیلوگرم روی سطح شیبدار با اصطکاک ناچیز به سمت پایین می‌لغزد و با سرعت $۲m/s$ از نقطهٔ A عبور کرده و در نقطهٔ B به فنر برخورد می‌کند. اگر حداکثر فشردگی فنر x و بیشینهٔ انرژی ذخیره شده در فنر ۱۰ ژول باشد، x چند سانتی‌متر است؟ ($g = ۱۰m/s^۲$) سراسری- ۱۳۹۸



① ۱۰ ② ۲۰ ③ ۳۰ ④ ۴۰

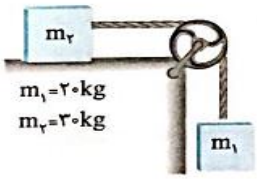
۴- جسمی به جرم $۲kg$ را از پایین سطح شیبداری که با افق زاویهٔ ۳۰ درجه می‌سازد، با سرعت اولیهٔ $۵\frac{m}{s}$ مماس با سطح رو به بالا پرتاب می‌کنیم. جسم روی سطح به اندازهٔ $۲m$ بالا می‌رود و سپس به نقطهٔ پرتاب برمی‌گردد. کار نیروی اصطکاک در این مسیر رفت و برگشت چند ژول است؟ ($g = ۱۰\frac{m}{s^۲}$) خارج از کشور- ۱۳۸۶

① صفر ② -۵ ③ -۱۰ ④ -۲۰

قضیه کار وانرژی در دستگاه های چند جسمی

★ ۲۵۰. در شکل مقابل اندازهٔ تندی وزنه‌ها وقتی از حال سکون شروع به حرکت می‌کنند و وزنهٔ ۴ کیلوگرمی به اندازهٔ ۲/۴ متر پایین می‌آید، چند متر بر ثانیه است؟ (نخ به اندازهٔ کافی بلند، اصطکاک و جرم نخ و قرقره ناچیز است و $g = ۱۰N/kg$)

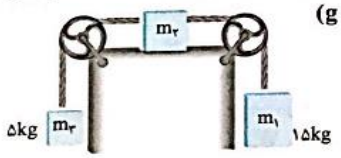
۱) ۵
۲) ۲
۳) ۳
۴) ۴



★ ۲۵۱. در شکل مقابل، دستگاه از حال سکون شروع به حرکت می‌کند. اگر پس از طی مسافت ۲ متر، تندی دستگاه به $۲m/s$ برسد، کار نیروی اصطکاک در این حرکت چند ژول بوده است؟ ($g = ۱۰m/s^۲$)

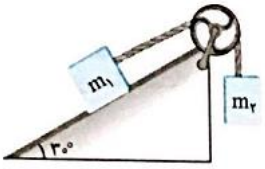
۱) −۱۰۰
۲) −۲۰۰
۳) −۳۰۰
۴) −۲۵۰

★ ۲۵۲. در شکل مقابل جرم نخ‌ها و قرقره‌ها ناچیز است، با صرف‌نظر کردن از کلیهٔ اصطکاک‌ها، اگر دستگاه از حال سکون شروع به حرکت کند، پس از این‌که $m_۱$ به اندازهٔ ۰/۵ متر پایین بیاید، انرژی جنبشی مجموعه چند ژول می‌شود؟ ($g = ۱۰N/kg$)



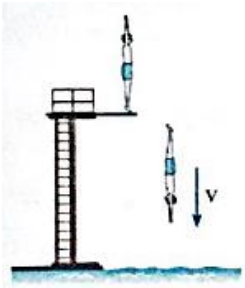
۱) ۲۵
۲) ۵۰
۳) ۷۵
۴) باید جرم $m_۲$ مشخص باشد.

★ ۲۵۳. در شکل مقابل، جرم هر یک از وزنه‌ها یک کیلوگرم و سطح شیبدار بدون اصطکاک است. دستگاه از حال سکون شروع به حرکت کرده و $m_۲$ پایین می‌آید. پس از این‌که هر یک از وزنه‌ها ۱/۶ متر جابه‌جا شدند، انرژی جنبشی مجموعه چند ژول خواهد شد؟ ($g = ۱۰N/kg$ ، $\sin ۳۰^\circ = \frac{۱}{۲}$)



۱) ۴
۲) ۸
۳) ۱۶
۴) ۳۲

کارو انرژی پتانسیل



تست: شناگری به وزن ۸۰۰N از ارتفاع ۱۲ متری بالای سطح آب شیرجه می‌زند. هنگامی که این شناگر به ارتفاع ۴ متری سطح آب می‌رسد، به ترتیب از راست به چپ کار نیروی وزن و تغییرات انرژی پتانسیل گرانشی شناگر چند ژول است؟

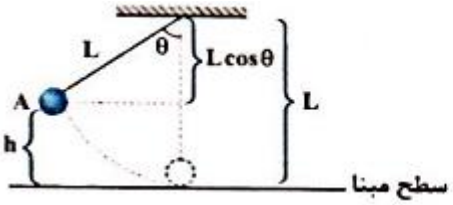
۱) ۶۴۰۰ ، -۶۴۰۰
۲) -۶۴۰۰ ، ۶۴۰۰
۳) ۹۶۰۰ ، -۹۶۰۰
۴) -۹۶۰۰ ، ۹۶۰۰

$\Delta U = -W_{mg}$ رو می‌تونیم به‌صورت $W_{mg} = -\Delta U$ هم بنویسیم و هر دو تا فرمول یه حرف رو می‌زنن و یکسان‌اند. فکر نکنید تو یکی ΔU مثبت و تو اون یکی ΔU منفیه! یعنی در هر صورت علامت ΔU و کار نیروی وزن قرینه‌اند ولی اندازه‌هاشون یکیه.

نکته برای انرژی پتانسیل گرانشی، می‌توان مبدأ تعریف کرد و ارتفاع را نسبت به آن در رابطه قرار داد. بیش‌تر اوقات، سطح زمین مبدأ انرژی پتانسیل گرانشی فرض می‌شود. در این صورت انرژی پتانسیل گرانشی نسبت به سطح زمین را می‌توان به‌صورت زیر به‌دست آورد:

$$U = mgh$$

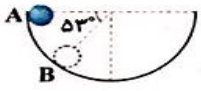
۲ یکی از رایج‌ترین سوالات مبحث کار و انرژی، سؤالات مربوط به آونگ است. همان‌طور که در شکل زیر می‌بینید، در این‌گونه مسائل معمولاً پایین‌ترین موقعیت گلولهٔ آونگ به‌عنوان سطح مبنا در نظر گرفته می‌شود و برای محاسبهٔ ارتفاع و انرژی پتانسیل گرانشی آونگ در نقطه‌ای مانند A می‌توان به‌صورت زیر عمل کرد:



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

$$U_A = mgh_A = mgL(1-\cos\theta)$$

۲۵ مطابق شکل زیر گلوله‌ای به جرم ۱۰۰g درون نیم‌کره‌ای به شعاع ۲m از نقطهٔ A رها می‌شود. تغییرات انرژی پتانسیل گرانشی از نقطهٔ A تا نقطهٔ B چند ژول است؟ $(g = 10N/kg \ , \ \sin 53^\circ = 0/8)$



۱) ۲
۲) ۱/۲
۳) ۱/۶
۴) ۱/۸

نکته مهم : همواره تغییر انرژی پتانسیل ΔU قرینه کار انجام شده است $W=-\Delta U$

و اگر انرژی ذخیره شود ΔU مثبت است پس کار منفی است و اگر انرژی آزاد شود ΔU منفی است و کار مثبت است

مثلا اگر جرمی به جرم ۲ کیلوگرم را ۱۰ متر بالا ببریم رابطه صفحه یک این فصل کار نیروی وزن ۲۰۰- ژول است پس تغییر انرژی یا همان $\Delta U=+200$ **می باشد یا اگر فنری را فشرده کنیم تا ۱۰۰ژول انرژی در آن ذخیره شود** $\Delta U=+100$ **پس کار فنر ۱۰۰- ژول است .**

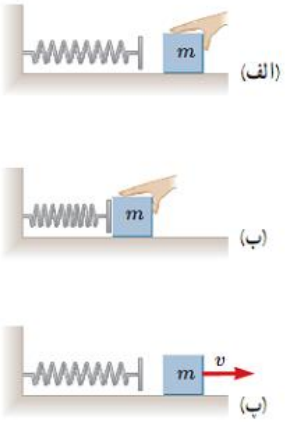
$W_{\text{فنر}} = -100 \Longrightarrow \Delta U = +100 \Longrightarrow$ فنر فشرده ۱۰۰ ژول انرژی در آن ذخیره می شود

نکته مهم : کار نیروی فنر هنگام فشرده شدن منفی است.(دقت کنید کار فنر هنگام باز شدن لزوما مثبت نیست در فیزیک ۱۲ام کامل توضیح داده می شود)

$$W_{\text{وزن}} = -(U_2 - U_1) = -\Delta U \qquad (۶_۲)$$

مثال مفهومی ۲ــ ۱۰

دریافت خود را از شکل رو به رو با توجه به مفاهیمی که تا اینجا با آن آشنا شدید، بیان کنید. فرض کنید جسم روی سطحی افقی و بدون اصطکاک حرکت می‌کند.



پاسخ : شکل الف فنری را درحال تعادل نشان می‌دهد که نه فشرده و نه کشیده شده است و انرژی پتانسیل کشسانی سامانهٔ جسم ــ فنر صفر است. در شکل ب، جسمی‌به جرم m فنر را فشرده می‌کند. با توجه به فشردگی فنر، انرژی پتانسیل کشسانی در سامانهٔ جسم ــ فنر ذخیره شده است. وقتی جسم رها می‌شود، مطابق شکل پ نیرویی که فنر به جسم وارد می‌کند روی جسم کار انجام می‌دهد، انرژی پتانسیل کشسانی سامانهٔ فنرــجسم کاسته و انرژی جنبشی جسم افزوده می‌شود.

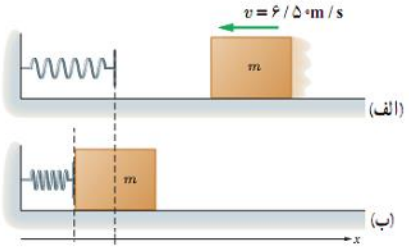
مثال ۲ــ ۱۱

جسمی به جرم ۴۲۰g مطابق شکل روبه‌رو با تندی ۶/۵۰m/s به فنری برخورد کرده و آن را فشرده می‌کند.

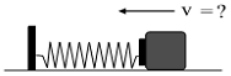
الف) انرژی جنبشی جسم در موقعیت شکل الف چقدر است؟

ب) اگر بیشترین انرژی پتانسیل کشسانی ذخیره شده در سامانهٔ جسمــفنر ۵/۶۰J باشد، کار نیروی فنر چقدر است؟

پ) با استفاده از قضیهٔ کارــ انرژی جنبشی، کار نیروی اصطکاک را وقتی جسم از موقعیت شکل (الف) به موقعیت شکل (ب) می‌رود حساب کنید.



۷- جسمی به جرم $200g$، مطابق شکل روی سطح افقی با فنری برخورد کرده و آن را فشرده می‌کند. اگر بیشترین انرژی ذخیره شده در فنر $6J$ و اندازه کار نیروی اصطکاک در این مسیر $2/1J$ باشد، تندی جسم هنگام برخورد به فنر، چند $\frac{m}{s}$ بوده است؟ گزینه ۲- ۱۳۹۶



① ۹
② ۷
③ ۶
④ ۳

از مفهوم جملهٔ زیر کدام نتیجه‌گیری حاصل می‌شود؟

«وقتی شخصی از تختهٔ پرش به درون استخر پر از آب شیرجه می‌زند، انرژی پتانسیل سامانهٔ شخص ـ زمین به تدریج به انرژی جنبشی شخص تبدیل می‌شود.»

۱) انرژی پتانسیل به مکان اجسام یک سامانه نسبت به یکدیگر بستگی دارد.

۲) وقتی انرژی پتانسیل یک سامانه کاهش می‌یابد، به شکل‌های دیگری از انرژی تبدیل می‌شود.

۳) انرژی پتانسیل به ویژگی یک جسم منفرد بستگی دارد.

۴) گزینه‌های (۱) و (۲)

چند مورد از موارد زیر درست است؟

آ) انرژی جنبشی به حرکت یک جسم وابسته است.

ب) انرژی پتانسیل ویژگی یک سامانه (دستگاه یا سیستم) است.

پ) انرژی پتانسیل ویژگی یک جسم منفرد است.

ت) انرژی پتانسیل به مکان اجسام یک سامانه نسبت به یکدیگر بستگی دارد.

۱) ۲ ۲) ۱ ۳) ۳ ۴) ۴

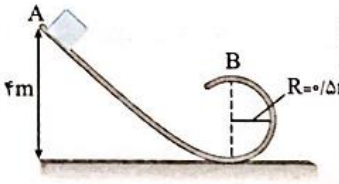
. نخی را به یک وزنهٔ یک کیلوگرمی بسته و آن را با نیروی کشش ۲۴N روی سطح افقی به اندازهٔ ۴ متر جابه‌جا می‌کنیم. تغییرات انرژی پتانسیل گرانشی در این جابه‌جایی چند ژول است؟ $(g = 10N/kg)$

۱) صفر ۲) ۴ ۳) ۹/۸ ۴) ۱۹/۶

. توپ والیبال به جرم ۴۰۰ گرم از ارتفاع ۲۰ متری زمین بدون تندی اولیه رها شده و بعد از برخورد با زمین تا ارتفاع ۱۴ متری سطح زمین بالا می‌آید. تغییرات انرژی پتانسیل گرانشی توپ در این جابه‌جایی چند ژول است؟ $(g = 10N/kg)$

۱) +۳۰ ۲) -۳۰ ۳) ۲۴ ۴) -۲۴

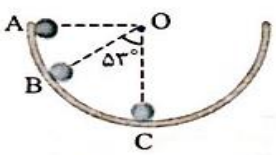
در شکل مقابل جسمی به جرم ۰/۵kg را از نقطهٔ A رها می‌کنیم تا در یک سطح قائم مسیر دایره‌ای را طی کرده و به نقطهٔ B برسد، تغییرات انرژی پتانسیل گرانشی جسم در این جابه‌جایی از A تا B چند ژول است؟ $(g = 10N/kg)$



۱) -۱۵ ۲) -۲۵

۳) -۳۵ ۴) -۴۰

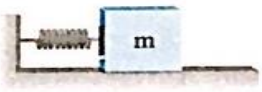
۳۵ |مهندس خارکن فیزیک ۱۱۰ام کار انرژی : physicasani :Instagram/aparat/telegram



مطابق شکل جسمی به جرم ۲۰۰ گرم درون نیم‌کرهٔ صیقلی به قطر ۶۰cm از نقطهٔ A به پـایین می‌لغـزد. تغییرات انرژی پتانسیل گرانشی جسم از B تا C چند ژول است؟ $(\sin ۳۷^\circ = ۰/۶ \ , \ g = ۱۰N/kg)$

۱) $-۰/۲۴$ ۲) $-۰/۱۸$

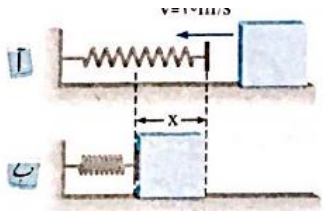
۳) $-۱/۲$ ۴) $-۱/۸$



مطابق شکل جسمی مقابل یک فنر فشرده قرار دارد. پس از رها شدن جسم، انـرژی پتانسـیل کشسـانی فنر ۲۸J کاهش می‌یابد. با صرف‌نظر از اصطکاک، کار نیروی فنر در این جابه‌جایی چقدر است؟

۱) $+۲۸J$ ۲) $-۲۸J$

۳) کم‌تر از ۲۸J ۴) بیش‌تر از ۲۸J



جسمی به جرم ۲kg روی سطح افقی دارای اصطکاک با تندی ۱۰m/s مطابق شکل به فنری برخـورد کرده و آن را کاملاً فشرده می‌سازد و بیش‌ترین انرژی پتانسیل کشسانی فنر ۸۰J می‌شود. کار نیـروی فنر و کار نیروی اصطکاک به ترتیب از راست به چپ چند ژول است؟

۱) ۸۰ ، ۲۰ ۲) -۸۰ ، -۲۰

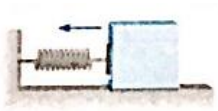
۳) -۸۰ ، ۲۰ ۴) ۸۰ ، -۲۰

فنری را نسبت به حالت عادی به اندازهٔ x می‌کشیم. در این جابه‌جایی کار نیروی فنر $W_۱$ است. سپس فنر کشیده‌شده را دوباره به انـدازهٔ x دیگر می‌کشیم. در حالت دوم کار نیروی فنر $W_۲$ است. $\frac{W_۲}{W_۱}$ کدام است؟

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

Instagram/aparat/telegram: physicasani

۳۶ |مهندس خارکن فیزیک ۱۱ام کار انرژی



مطابق شکل جسمی به جرم $4kg$ در مسیری افقی با سرعت v_1 به فنری برخورد کرده و آن را کاملاً فشرده می‌سازد. اگر در این جابه‌جایی مقدار کار نیروی اصطکاک ۱۰۰ ژول باشد و کار نیروی فنر $-700J$ باشد، v_1 چند متر بر ثانیه است؟

۱) $10\sqrt{3}$ ۲) ۱۰ ۳) ۲۰ ۴) $20\sqrt{3}$

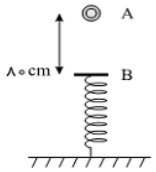
دو فنر متشابه A و B را انتخاب می‌کنیم. طول A را به اندازهٔ x افزایش و طول B را به اندازهٔ 2x کاهش می‌دهیم. اگر به ترتیب در A و B انرژی پتانسیل کشسانی U_A و U_B ذخیره شود، کدام گزینه درست است؟

۱) $\frac{U_A}{U_B}=\frac{1}{2}$ ۲) $\frac{U_A}{U_B}=\frac{1}{4}$ ۳) $\frac{U_A}{U_B}=-\frac{1}{2}$ ۴) $\frac{U_A}{U_B}=-\frac{1}{4}$

طول عادی فنری ۳۵cm است. با اعمال نیرویی به انتهای فنر، طول آن به ۴۰cm می‌رسد. اگر پس از کشیده شدن انرژی پتانسیل کشسانی فنر ۰/۵J شود، ثابت فنر چند نیوتون بر متر است؟

۱) ۴۰۰ ۲) ۴۸۰ ۳) ۵۰۰ ۴) ۵۸۰

۱۳- جسمی به جرم $5kg$ را از نقطهٔ A به فاصلهٔ ۸۰ سانتی‌متری فنری که به‌طور قائم روی سطح دیوار قرار دارد رها می‌کنیم. جسم در نقطهٔ B به فنر خورده و آن را حداکثر $20cm$ می‌فشارد. بیشینهٔ انرژی پتانسیل فنر و تندی برخورد جسم به فنر کدام است؟ گزینه ۲- ۱۳۹۷

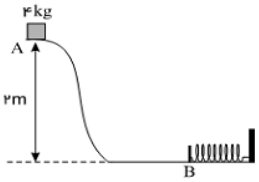


① $50J$ و $4\frac{m}{s}$ ② $40J$ و $4\frac{m}{s}$

③ $50J$ و $\sqrt{20}\frac{m}{s}$ ④ $40J$ و $\sqrt{20}\frac{m}{s}$

۱۵- جسمی به جرم $۴kg$ مطابق شکل از نقطهٔ A به ارتفاع $۲m$ با تندی $۱۰\frac{m}{s}$ روی سطح پرتاب می‌شود و پس از پایین آمدن از سطح شیب‌دار، در نقطهٔ B به فنر برخورد کرده و آن را می‌فشارد. اگر بیشینهٔ انرژی پتانسیل فنر به $۲۲۰J$ برسد، کار نیروی اصطکاک در کل مسیر چند ژول است؟ $(g = ۱۰\frac{m}{s^۲})$

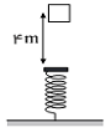
گزینه ۲- ۱۳۹۷



① -۶۰
② -۸۰
③ -۲۰۰
④ -۲۲۰

۱۶- مطابق شکل، جسمی به جرم $۱kg$ از ارتفاع ۴ متری بالای فنر رها می‌شود و پس از برخورد به فنر، آن را حداکثر $۲۰cm$ فشرده می‌کند. کار نیروی فنر در این جابه‌جایی چند ژول است؟

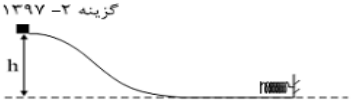
گزینه ۲- ۱۳۹۷



① ۸۰
② ۲۴
③ -۴۰
④ -۴۲

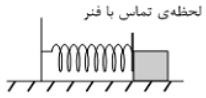
۱۷- مطابق شکل، جسمی به جرم $۲kg$، از ارتفاع h رها می‌شود. اگر طی مسیر، $۲۰J$ از انرژی آن تلف شود و بیشترین انرژی پتانسیل کشسانی فنر $۱۸۰J$ باشد، ارتفاع h چند متر است؟

گزینه ۲- ۱۳۹۷



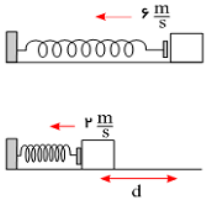
① ۳/۵
② ۷
③ ۱۰
④ ۱۵

۱۸- مطابق شکل، جسمی به جرم $۲kg$ با تندی $v_۱ = ۱۰\frac{m}{s}$ به فنری برخورد می‌کند. از لحظهٔ برخورد جسم با فنر تا زمانی که تندی جسم به $v_۲$ می‌رسد، اندازهٔ کار نیروی اصطکاک $۱۵J$ و اندازهٔ کار نیروی فنر $۶۰J$ می‌شود. $v_۲$ چند متر بر ثانیه است؟ گزینه ۲- ۱۳۹۷



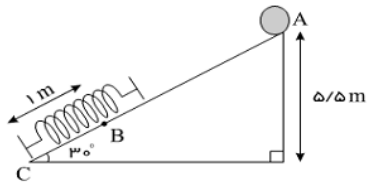
① ۳
② ۵
③ ۷
④ ۹

۲۰- مطابق شکل، جسمی به جرم $۲kg$ که روی مسیر افقی دارای اصطکاک در حرکت است، با تندی $۶\frac{m}{s}$ به فنری برخورد می‌کند. پس از طی مسافت d، در لحظه‌ای که تندی جسم $۲\frac{m}{s}$ می‌شود، انرژی پتانسیل کشسانی فنر $۳۰J$ است. اگر نیروی اصطکاک $۸N$ باشد، مسافت d چند سانتی‌متر خواهد بود؟ گزینه ۲- ۱۳۹۶



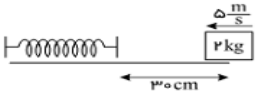
① ۱۰
② ۱۵
③ ۲۰
④ ۲۵

۲۳- جسمی به جرم $۲kg$ را مطابق شکل زیر، از نقطهٔ A بالای سطح شیب‌داری رها می‌کنیم. اگر در حرکت جسم از نقطهٔ A تا نقطهٔ B کار نیروی اصطکاک روی جسم برابر با $-۱۶J$ و انرژی پتانسیل کشسانی ذخیره شده در سامانهٔ جسم-فنر در نقطهٔ B برابر با $۲۰J$ باشد، تندی جسم در نقطهٔ B چند متر بر ثانیه است؟ (جرم فنر ناچیز و $g = ۱۰N/kg$ است.) قلم چی- ۱۳۹۸

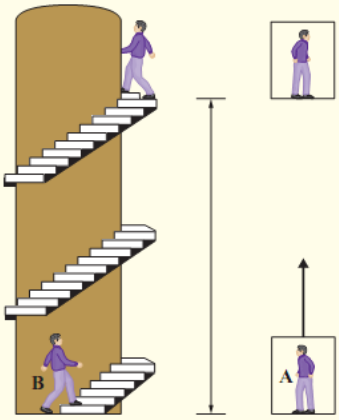


① صفر
② ۴
③ ۸
④ ۱۲

۲۴- در شکل زیر اندازهٔ نیروی اصطکاک جنبشی بین جسم و سطح افقی ثابت و برابر $۱۰N$ است. جسم با تندی اولیهٔ $۵\frac{m}{s}$ از فاصلهٔ ۳۰ سانتی‌متری فنر به سمت آن پرتاب می‌شود. اگر حداکثر انرژی پتانسیل کشسانی ذخیره شده در فنر $۲۰J$ باشد، فنر حداکثر چند سانتی‌متر فشرده می‌شود؟ قلم چی- ۱۳۹۷



① ۵۰
② ۱۰
③ ۴۰
④ ۲۰



۱۱ دو شخص هم جرم A و B به طبقهٔ سوم ساختمانی می‌روند. شخص A با آسان‌بَر (آسانسور) و شخص B به آرامی از پله‌های ساختمان بالا می‌روند. گزاره‌های درست را با ذکر دلیل مشخص کنید.

الف) در طبقه سوم، انرژی پتانسیل گرانشی (نسبت به زمین) شخص A از شخص B کمتر است، زیرا آرام‌تر بالا رفته است.

ب) انرژی پتانسیل گرانشی (نسبت به زمین) شخص A کمتر از شخص B است، زیرا برای رسیدن به طبقهٔ سوم ساختمان مسافت کمتری پیموده است.

پ) کار نیروی وزن برای هر دو شخص در طول مسیر یکسان است.

ت) انرژی پتانسیل گرانشی هر دو شخص در طبقهٔ سوم ساختمان یکسان است.

پایستگی انرژی مکانیکی

به مجموع انرژی پتانسیل و جنبشی انرژی مکانیکی می گویند ، اگر نیروهای اتلافی مانند مقاومت هوا و اصطکاک نباشد یا ناچیز در نظر گرفته شود انرژی مکانیکی همواره ثابت است.

$$E = K + U$$

$$E_۱ = E_۲ \quad \Longrightarrow \quad K_۱ + U_۱ = K_۲ + U_۲$$

اما اگر اتلاف داشته باشیم کار نیروی اتلافی مثلا اصطکاک با یکی از دو رابطه زیر از رابطه زیر به دست می آید

$$E_۲ - E_۱ = W_{f_k}$$

$$\Delta K + \Delta U = W_{f_k}$$

تست : برگی از درخت سقوط می کند و انرژی پتانسیل گرانشی آن ۰/۴ ژول کاهش می یابد و انرژی جنبشی آن ۰/۳ ژول افزایش می یابد کار نیروی اتلافی چقدر است؟

۱) ۰/۳- ۲) ۰/۴- ۳) ۰/۷- ۴) ۰/۱-

معمولاً با گرم‌تر شدن یک جسم، انرژی درونی آن بالا می‌رود. انرژی درونی یک جسم، هم به تعداد ذرات جسم و هم به انرژی هر ذره بستگی دارد. به‌طوری‌که هرچه تعداد ذرات سازندهٔ یک جسم و انرژی هر ذرهٔ آن بیشتر باشد، انرژی درونی آن نیز بیشتر است. چون در حین ترمز گرفتن خودرو، لاستیک‌های آن و سطح جاده گرم‌تر شده‌اند، می‌توان نتیجه گرفت که انرژی درونی هر دو افزایش یافته است. در نتیجه می‌توان گفت که در اثر کار نیروی اصطکاک، انرژی جنبشی خودرو به انرژی درونی لاستیک‌های آن و سطح جاده تبدیل شده است.

در این‌گونه موارد، اصطلاحاً می‌گوییم انرژی تلف شده است. در واقع، همان‌طورکه اشاره شد، در این حالت انرژی از بین نرفته است بلکه به انرژی درونی لاستیک‌ها و سطح جاده تبدیل شده است. چون این انرژی را در اغلب موارد و در عمل نمی‌توان دوباره مورد استفاده قرار داد، معمولاً از اصطلاح انرژی تلف شده استفاده می‌شود.

تمرین و مثال های مهم کتاب درسی

پرسش ۲ـ ۴

شخصی توپ در حال حرکتی را با دست خود می‌گیرد (شکل روبه‌رو). پس از توقف توپ، انرژی جنبشی آن کجا رفته است؟

مثال ۲ــ ۱۴

از بالونی که در ارتفاع ۵۰ متری سطح زمین و با تندی ۴/۰m/s در پرواز است، بسته‌ای به جرم ۳۰kg رها می‌شود و با تندی ۲۵m/s به زمین برخورد می‌کند. کار انجام شده توسط نیروی مقاومت هوا بر روی بسته را از لحظهٔ رها شدن تا هنگام رسیدن به زمین حساب کنید.

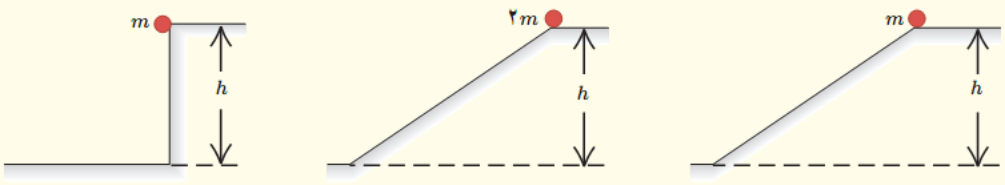
تمرین ۲ــ ۱۴

توپی به جرم ۰/۴۵kg با تندی $v_1 = 8/0\,m/s$ از نقطهٔ A می‌گذرد (شکل روبه‌رو). نیروی مقاومت هوا و نیروی اصطکاک در سطح تماس توپ با زمین، ۲۰ درصد انرژی جنبشی توپ را تا رسیدن به نقطهٔ B تلف می‌کنند. تندی توپ را در این نقطه به دست آورید.

۱۲ در سه شکل زیر اجسامی از حالت سکون و ارتفاع h نسبت به سطح افق رها می‌شوند و نیروی اصطکاک و مقاومت هوا بر آنها وارد نمی‌شود. در کدام حالت، جسم

الف) بیشترین تندی را هنگام رسیدن به سطح افقی دارد؟

ب) تا هنگام رسیدن به پایین مسیر، بیشترین مقدار کار نیروی وزن روی آن انجام شده است؟



۴۲ |مهندس خارکن فیزیک ۱۱۰ام کار انرژی : physicasani Instagram/aparat/telegram:

سراسری ریاضی ۹۸ خارج

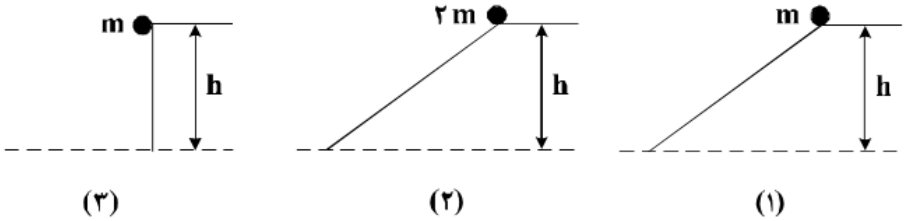
سه گلوله مطابق شکل زیر از حال سکون و از ارتفاع h نسبت به سطح افق رها می‌شوند و نیروی اصطکاک و مقاومت هوا بر آن‌ها وارد نمی‌شود. کدام مورد درست است؟

۱) انرژی جنبشی هر سه گلوله در لحظهٔ رسیدن به زمین یکسان است.

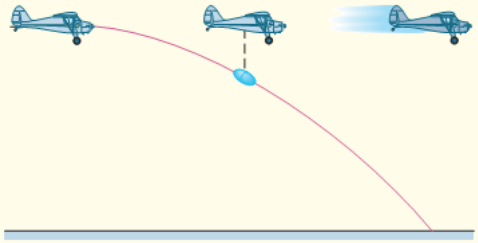
۲) بزرگی سرعت هر سه گلوله در لحظهٔ رسیدن به زمین یکسان است.

۳) تکانهٔ هر سه گلوله در لحظهٔ رسیدن به زمین یکسان است.

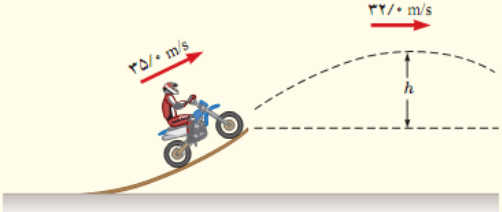
۴) هر سه مورد درست است.



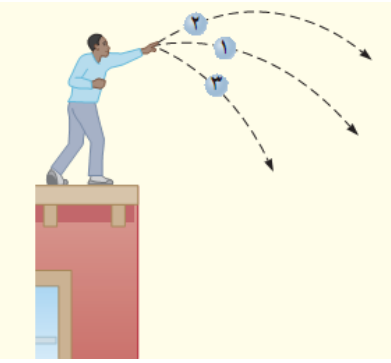
(۳) (۲) (۱)



۱۳ در شکل روبه‌رو هواپیمایی که در ارتفاع ۳۰۰m از سطح زمین و با تندی ۵۰m/s پرواز می‌کند، بسته‌ای را برای کمک به آسیب دیدگان زلزله رها می‌کند. تندی بسته هنگام برخورد به زمین چقدر است؟ (از تأثیر مقاومت هوا روی حرکت بسته چشم‌پوشی کنید.)



۱۴ موتورسواری از انتهای سکویی مطابق شکل روبه‌رو، پرشی را با تندی ۳۵/۰m/s انجام می‌دهد. اگر تندی موتورسوار در بالاترین نقطهٔ مسیرش به ۳۲/۰m/s برسد، ارتفاع h را پیدا کنید. اصطکاک و مقاومت هوا را در طول مسیر حرکت موتورسوار نادیده بگیرید.



۱۵ سه توپ مشابه، از بالای ساختمانی با تندی یکسانی پرتاب می‌شوند (شکل روبه رو). توپ (۱) در امتداد افق، توپ (۲) با زاویه‌ای بالاتر از امتداد افق و توپ (۳) با زاویه‌ای پایین‌تر از امتداد افق پرتاب می‌شود. با نادیده گرفتن مقاومت هوا، انرژی جنبشی توپ‌ها را هنگام برخورد با سطح زمین، با یکدیگر مقایسه کنید.

۱۶ گلوله‌ای به جرم ۵۰g از دهانهٔ تفنگی با تندی ۱/۵km/s و ارتفاع ۱/۶m از سطح زمین شلیک می‌شود. اگر گلوله با تندی ۰/۴۵km/s به زمین برخورد کند،

الف) در مدت حرکت گلوله کار نیروی مقاومت هوا چقدر است؟

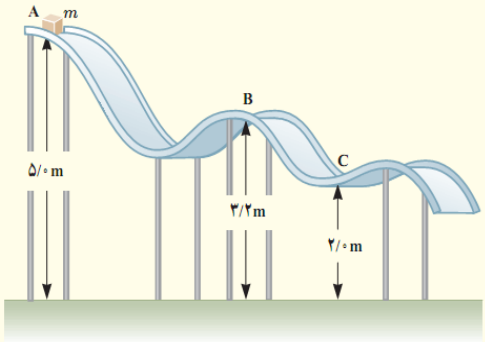
ب) مقدار به‌دست آمده در قسمت (الف) را با کار نیروی وزن مقایسه کنید.

۱۷ جسمی به جرم m =۱۲kg در نقطهٔ A از حالت سکون رها می‌شود و در مسیری بدون اصطکاک سُر می‌خورد (شکل زیر).

تعیین کنید :

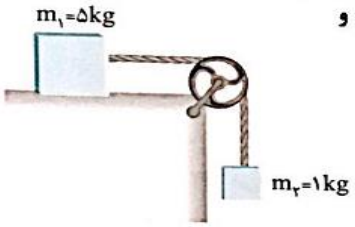
الف) تندی جسم را در نقطهٔ B

ب) کار نیروی گرانشی را در حرکت جسم از نقطهٔ A تا نقطهٔ C.



پایستگی انرژی مکانیکی در دستگاه چند جسمی :

اگر چند جسم توسط نخ و قرقره به یکدیگر متصل باشند و نیروهای اتلاف کننده انرژی وجود نداشته باشد ، مجموع تغییر انرژی پتانسیل گرانشی و جنبشی جسم ها برابر صفر است. $\Delta U_{\text{کل}} + \Delta K_{\text{کل}} = 0$



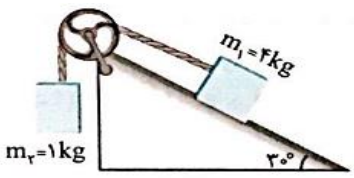
تست: در شکل مقابل، اگر جسم‌ها از حال سکون رها شوند، با صرف‌نظر از تمام اصطکاک‌ها و جرم نخ و قرقره، پس از چند متر حرکت، تندی جسم‌ها به $1m/s$ می‌رسد؟ $(g = 10N/kg)$

۱) ۰/۳
۲) ۰/۵
۳) ۱
۴) ۱/۲

تست: در شکل مقابل، اگر جسم‌ها از حال سکون رها شوند، پس از $2m$ حرکت جسم‌ها، تندی آن‌ها به چند متر بر ثانیه می‌رسد؟ ($g = 10N/kg$، از تمام نیروهای اتلاف‌کنندهٔ انرژی و جرم و اصطکاک نخ و قرقره‌ها چشم‌پوشی کنید.)

۱) $\sqrt{2}$
۲) $2\sqrt{2}$
۳) ۴
۴) ۸

پاسخ : جسم m_2 پایین می‌آید و انرژی پتانسیل گرانشی آن کاهش می‌یابد، و جسم m_1 بالا رفته و انرژی پتانسیل گرانشی آن افزایش می‌یابد.



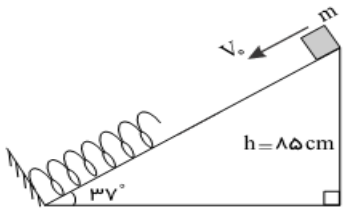
تست: در شکل مقابل، پس از این‌که جسم m_1 به اندازهٔ $4m$ روی سطح شیبدار پایین می‌آید، تندی جسم‌ها به چند متر بر ثانیه می‌رسد؟ ($g = 10N/kg$ و از جرم نخ و قرقره و تمام نیروهای تلف‌کنندهٔ انرژی صرف‌نظر کنید.)

۱) ۱/۵
۲) ۲
۳) ۲/۵
۴) ۴

۴۵ |مهندس خارکن فیزیک ۱۱۰ام کار انرژی : **physicasani** :Instagram/aparat/telegram

۱- در شکل زیر، وزنه‌ای به جرم m با سرعت اولیهٔ $V_0 = ۴\frac{m}{s}$ مماس با سطح بدون اصطکاک، رو به پایین پرتاب می‌شود. اگر بیشترین انرژی پتانسیل کشسانی فنر در این برخود ۱/۸ انرژی جنبشی اولیهٔ وزنه باشد، حداقل طول فنر به چند سانتی‌متر می‌رسد؟ $(\sin ۳۷^\circ = ۰/۶ \, , \, g = ۱۰\frac{m}{s^۲})$

سراسری- ۱۳۹۷



① ۲۰ ② ۲۵

③ ۳۰ ④ ۳۵

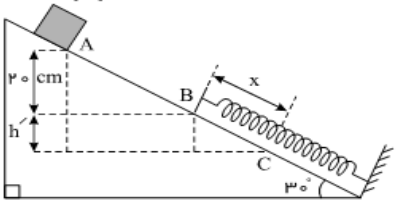
۲- گلوله‌ای بدون سرعت اولیه از ارتفاع h رها می‌شود و پس از طی Δh، انرژی جنبشی آن با $\frac{۱}{۴}$ انرژی پتانسیل گرانشی آن برابر می‌شود. $\frac{\Delta h}{h}$ چقدر است؟ (مبدأ پتانسیل سطح زمین است و مقاومت هوا ناچیز فرض شود.)

خارج از کشور- ۱۳۹۷

① $\frac{۱}{۵}$ ② $\frac{۱}{۴}$ ③ $\frac{۳}{۴}$ ④ $\frac{۴}{۵}$

۳- جسمی به جرم ۲ کیلوگرم روی سطح شیبدار با اصطکاک ناچیز به سمت پایین می‌لغزد و با سرعت $۲m/s$ از نقطهٔ A عبور کرده و در نقطهٔ B به فنر برخورد می‌کند. اگر حداکثر فشردگی فنر x و بیشینهٔ انرژی ذخیره شده در فنر ۱۰ ژول باشد، x چند سانتی‌متر است؟ ($g = ۱۰m/s^۲$)

سراسری- ۱۳۹۸

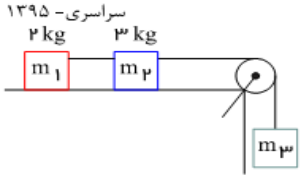


① ۱۰ ② ۲۰

③ ۳۰ ④ ۴۰

۴- در شکل زیر، وزنه m_3 از حال سکون رها میشود. اگر تا لحظه‌ای که وزنه‌ی m_3، ۹۰ سانتیمتر پایین می‌آید، مجموع انرژی جنبشی دو وزنه‌ی m_1 و m_2 روی سطح افقی به ۲۲/۵ ژول برسد، m_3 چند کیلوگرم است؟ ($g = ۱۰ \frac{m}{s^2}$ و کلیه‌ی اصطکاکها و جرم نخ و قرقره ناچیز است.)

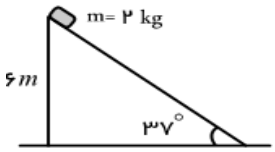
سراسری- ۱۳۹۵



۱) ۴
۲) ۵
۳) ۸
۴) ۱۰

۵- درشکل روبه‌رو، جسم از بالاترین نقطه‌ی سطح شیبدار بدون سرعت اولیه رها می‌شود. اگرنیروی اصطکاک جنبشی در طول مسیر $۴N$ باشد، سرعت جسم لحظه رسیدن به پایین سطح چندمتربرثانیه خواهد شد؟ $(\sin ۳۷^\circ = ۰/۶ ,\ g = ۱۰ \frac{m}{s^2})$

خارج از کشور- ۱۳۹۴



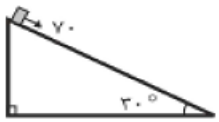
۱) $۴\sqrt{۵}$
۲) $۴\sqrt{۱۰}$
۳) $۲\sqrt{۵}$
۴) $۲\sqrt{۱۰}$

۶- گلوله ای در شرایط خلاء، از سطح زمین با سرعت اولیه ی $۳۰ \frac{m}{s}$ در امتداد قائم به طرف بالا پرتاب می شود. در چند متری سطح زمین انرژی جنبشی گلوله نصف انرژی پتانسیل گرانشی آن است؟

سراسری- ۱۳۸۹

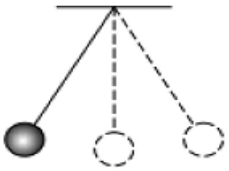
۱) ۲۰
۲) ۱۵
۳) ۳۰
۴) ۳۵

۷- جسمی به جرم $۲kg$ را مطابق شکل با سرعت اولیه ی $۵m/s$ مماس بر سطح رو به پائین پرتاب می کنیم اگر سرعت جسم پس از **۱۲** متر جابه جایی روی سطح به $۸m/s$ برسد، کار نیروی اصطکاک چند ژول است؟ $(g = ۱۰m/s^۲)$ سراسری- ۱۳۸۵



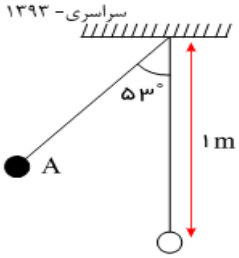
① -۴۲
② -۴۵
③ -۶۳
④ -۸۱

۹- آونگی به طول **۱/۶** متر در حال نوسان است. وقتی گلوله‌ی آونگ از پایین‌ترین نقطه‌ی مسیر می‌گذرد، سرعتش $۴\frac{m}{s}$ است. زاویه‌ی راستای نخ با خط قائم وقتی گلوله به بالاترین نقطه‌ی مسیر می‌رسد، چند درجه است؟ ($g = ۱۰\frac{m}{s^۲}$ و مقاومت هوا ناچیز است.) خارج از کشور- ۱۳۸۷



① ۴۵
② ۳۰
③ ۶۰
④ ۹۰

۱۰- در شکل زیر، گلوله‌ی آونگ از نقطه‌ی A رها می‌شود و با سرعت V از پایین ترین نقطه‌ی مسیر می‌گذرد. هنگامی که سرعت گلوله به $\frac{\sqrt{۲}}{۲}V$ می رسد، زاویه ی نخ با راستای قائم چند درجه است؟ (از مقاومت هوا صرف نظر شود، $g = ۱۰\frac{m}{s^۲}$ و $\cos ۵۳^\circ = ۰/۶$)

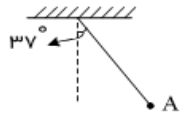


① ۶۰
② ۴۵
③ ۳۷
④ ۳۰

۱۱- گلوله‌ای ازارتفاع ۲۰ متری سطح زمین، با سرعت اولیه‌ی ۴ متر بر ثانیه درراستای قائم روبه پایین پرتاب می شود. انرژی جنبشی این گلوله بعد از ۴ متر پایین آمدن، چند برابر می شود؟ ($g = ۱۰ \frac{m}{s^۲}$ و ازمقاومت هوا صرف نظرشود.) خارج از کشور- ۱۳۹۲

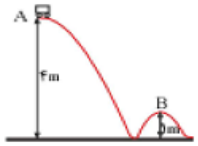
۱) ۳ ۲) ۴ ۳) ۵ ۴) ۶

۱۲- مطابق شکل زیر، آونگی به طول ۱/۲۵ متر، با سرعت V از وضعیت نشان داده شده (نقطه‌ی A) عبور می‌کند. کمترین مقدار V چند بر ثانیه باشد، تا ریسمان بتواند به وضعیت افقی برسد؟ (از مقاومت هوا صرفنظر شود، $g = ۱۰ \frac{m}{s^۲}$, $\sin ۳۷^\circ = ۰/۶$) سراسری- ۱۳۹۳



۱) ۲ ۲) $۲\sqrt{۵}$
۳) $\sqrt{۵}$ ۴) ۴

۱۳- مطابق شکل، ارابه‌ای به جرم m از نقطه ی A با سرعت ۲ متر بر ثانیه می گذرد. سرعت آن هنگام عبور از نقطه ی B چند متر بر ثانیه است؟ سراسری- ۱۳۸۶

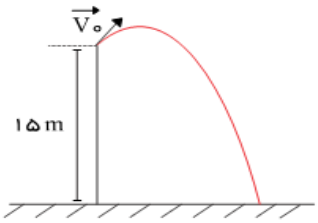


(از اصطکاک صرف نظر شود $g = ۱۰ \frac{m}{s^۲}$)

۱) ۴ ۲) ۸
۳) $\sqrt{۴۶}$ ۴) بستگی به جرم m دارد.

۱۴- از بالای یک بلندی به ارتفاع ۱۵ متر جسمی به جرم $۱۰۰g$ را مطابق شکل زیر با سرعت اولیه ی $۱۰m/s$ پرتاب می کنیم. سرعت جسم در هنگام برخورد با زمین چند m/s است؟ (از مقاومت هوا صرف نظر شود و $g = ۱۰m/s^۲$)

خارج از کشور- ۱۳۸۶



① ۱۵
② ۲۰
③ $۱۰\sqrt{۳}$
④ $۱۰\sqrt{۲}$

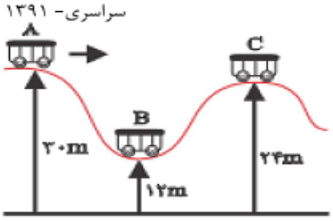
۱۵- وزنه‌ای به جرم $۵۰۰g$ تحت زاویه‌ی ۳۷° نسبت به افق، از سطح زمین پرتاب می‌شود. اگر سرعت اولیه‌ی پرتاب $۱۰m/s$ باشد، انرژی مکانیکی وزنه در نقطه‌ی اوج چند ژول است؟ ($\cos ۳۷^\circ = ۰/۸ , g = ۱۰m/s^۲$، مقاومت هوا ناچیز و مبدأ پتانسیل گرانشی سطح زمین است.)

خارج از کشور- ۱۳۸۵

① ۱۶
② ۲۵
③ ۳۲
④ ۵۰

۱۶- در شکل روبه رو اصطکاک ناچیز است و ارابه بدون سرعت اولیه از حالت A رها می شود، نسبت سرعت ارابه در حالت B به سرعت آن در حالت C کدام است؟

سراسری- ۱۳۹۱

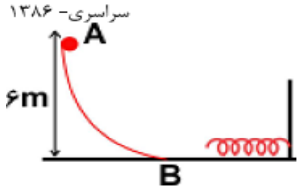


① ۲
② ۳
③ $\sqrt{۲}$
④ $\sqrt{۳}$

۵۰ |مهندس خارکن فیزیک ۱۰ام کار انرژی : physicasani Instagram/aparat/telegram:

۱۷- گلوله ای به جرم ۲۰۰ گرم از نقطه ی A رها می شود و پس از برخورد به فنری در سطح افقی آن را متراکم می کند. اگر کار نیروی اصطکاک در مسیر AB برابر $-۲J$ باشد، و سطح افقی بدون اصطکاک باشد. حداکثر انرژی پتانسیل کشسانی فنر چند ژول خواهد شد؟ $(g = ۱۰ m/s^۲)$

سراسری- ۱۳۸۶



(۱) ۱ (۲) ۸ (۳) ۱۰ (۴) ۱۲

۱۸- گلوله ای به جرم ۱۰۰ گرم از ارتفاع ۱۰ متری سطح زمین با سرعت $۲\frac{m}{s}$ به طور قائم رو به پایین پرتاب می شود. اگر کار نیروی مقاومت هوا در طول مسیر، $-۲J$ باشد، انرژی جنبشی گلوله در لحظه ی برخورد به زمین چند ژول است؟ $(g = ۱۰\frac{m}{s})$

خارج از کشور- ۱۳۸۹

(۱) ۸ (۲) ۸/۲ (۳) ۱۰/۲ (۴) ۱۲/۲

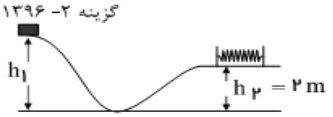
۱۹- جسم A به جرم m از ارتفاع ۱۰ متری سطح زمین و جسم B به جرم $۲m$ از ارتفاع ۲۰ متری سطح زمین رها می شوند. انرژی جنبشی جسم B در لحظه ی رسیدن به زمین چند برابر انرژی جنبشی جسم A در لحظه ی رسیدن به زمین است؟(از مقاومت هوا صرف نظر می شود.)

خارج از کشور- ۱۳۸۸

(۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۴ (۴) $\frac{۱}{۴}$

۲۰- جسمی به جرم $۲kg$ از ارتفاع $h_۱$ روی مسیر نشان داده شده در شکل، شروع به لغزیدن روی سطح بدون اصطکاک می‌کند. در انتهای مسیرش فنری را در ارتفاع $۲m$ از سطح زمین فشرده می‌کند. اگر بیشینه انرژی ذخیره شده در فنر $۸۰J$ باشد، ارتفاع اولیه جسم $(h_۱)$ چند متر است؟ $(g = ۱۰\frac{m}{s^۲})$

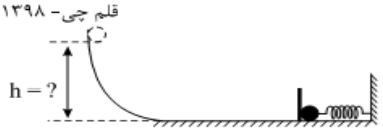
گزینه ۲- ۱۳۹۶



(۱) ۴
(۲) ۶
(۳) ۸
(۴) ۱۰

۲۱- در شکل زیر مانع از حرکت گلولهٔ ۴ کیلوگرمی شده‌ایم و در این وضعیت، انرژی پتانسیل کشسانی ذخیره شده در سامانهٔ جسم – فنر، ۲۰۰ ژول است. اگر ناگهان مانع را از جلوی گلوله برداریم، گلوله حداکثر تا چه ارتفاعی (h) از سطح زمین برحسب متر بالا می‌رود؟ $(g = ۱۰N/kg)$ و اصطکاک کلیهٔ سطوح و مقاومت هوا ناچیز است.)

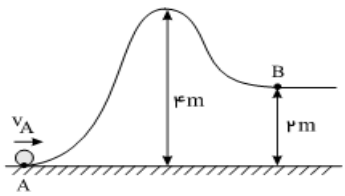
قلم چی- ۱۳۹۸



(۱) ۲
(۲) ۵
(۳) ۸
(۴) ۱۰

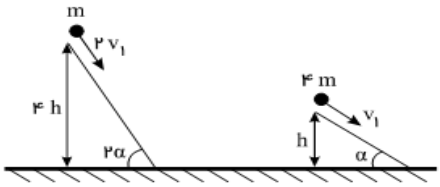
۲۲- مطابق شکل زیر، جسمی در پایین تپه‌ای در نقطهٔ A با تندی v_A پرتاب می‌شود. حداقل تندی v_A چند متر بر ثانیه باشد تا جسم بتواند به نقطهٔ B در طرف دیگر تپه برسد؟ $(g = ۱۰m/s)$ و از اتلاف انرژی صرف‌نظر کنید.)

قلم چی- ۱۳۹۸



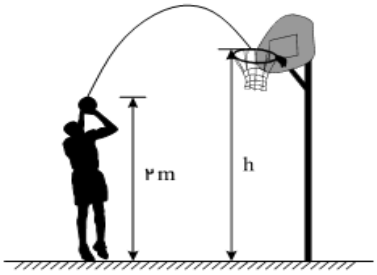
(۱) $۲\sqrt{۱۰}$
(۲) $۴\sqrt{۵}$
(۳) ۴۰
(۴) ۸۰

۲۳- مطابق شکل زیر، دو گلوله روی سطح بدون اصطکاکی به سمت پایین پرتاب می‌شوند. تندی گلولهٔ سنگین‌تر هنگام رسیدن به سطح زمین، چند برابر تندی گلولهٔ سبک‌تر هنگام رسیدن به سطح زمین است؟ قلم چی- ۱۳۹۸



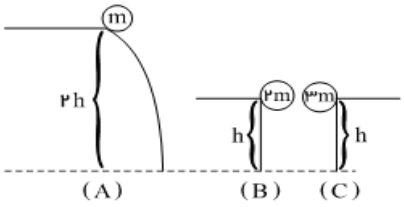
① $\frac{۱}{۲}$
② ۲
③ $\frac{۱}{۴}$
④ ۴

۲۴- مطابق شکل، توپ بسکتبال با تندی $v_۱ = ۵\frac{m}{s}$ به سمت سبد پرتاب می‌شود. اگر توپ با تندی $v_۲ = ۴\frac{m}{s}$ به دهانهٔ سبد برسد، با نادیده گرفتن مقاومت هوا، ارتفاع سبد تا دست ورزشکار (محل اولیهٔ پرتاب) چند سانتی‌متر است؟ ($g = ۱۰\frac{N}{kg}$) قلم چی- ۱۳۹۸



① ۲/۴۵
② ۲۴۵
③ ۰/۴۵
④ ۴۵

۲۵- در شکل‌های زیر سه جسم با جرم‌های متفاوت از ارتفاع‌های مختلفی رها می‌شوند و به زمین می‌رسند. کدام رابطه درمورد تندی رسیدن آن ها به زمین (v) و کار نیروی وزن بر روی آن‌ها (W) درست است؟ (از کلیهٔ نیروهای اتلافی صرف‌نظر شود.) قلم چی- ۱۳۹۸



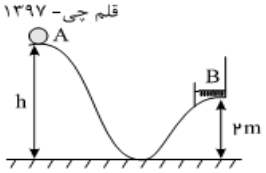
① $W_A > W_C > W_B \ , \ v_A > v_B = v_C$
② $W_C > W_B = W_A \ , \ v_A > v_B = v_C$
③ $W_C > W_B = W_A \ , \ v_C > v_B = v_A$
④ $W_A > W_C > W_B \ , \ v_C > v_B = v_A$

۲۶- توپی را در راستای قائم به طرف بالا پرتاب می‌کنیم. کدام گزینه حین بالا رفتن توپ نادرست است؟ قلم چی- ۱۳۹۷

① کار نیروی وزن منفی است.
② انرژی مکانیکی توپ افزایش می‌یابد.
③ کار نیروی مقاومت هوا منفی است.
④ کار کل انجام شده روی توپ منفی است و انرژی پتانسیل گرانشی آن افزایش می‌یابد.

۲۷- مطابق شکل زیر، جسمی به جرم **۲** کیلوگرم از ارتفاع h روی مسیر بدون اصطکاکی رها می‌شود (نقطهٔ A) و در انتهای مسیر حرکتش به فنری برخورد می‌کند (نقطهٔ B). اگر بیشینهٔ انرژی ذخیره شده در سامانهٔ جسم و فنر برابر **۸۰** ژول باشد، ارتفاع h چند متر بوده است؟ $(g = ۱۰ \frac{N}{kg})$

قلم چی- ۱۳۹۷



① ۴
② ۶
③ ۸
④ ۱۰

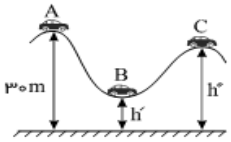
۲۸- از بالای یک ساختمان به ارتفاع **۲۰** متر، توپ فوتبالی را با جرم **۴۰۰** گرم رها می‌کنیم. اگر توپ با تندی **۱۵** متر بر ثانیه به زمین برخورد کند، کار انجام شده توسط نیروی مقاومت هوا روی توپ از لحظهٔ رها شدن تا هنگام رسیدن به زمین چند ژول است؟ $(g = ۱۰ \frac{N}{kg})$

قلم چی- ۱۳۹۷

① -۵
② -۱۵
③ -۲۵
④ -۳۵

۲۹- در شکل زیر اصطکاک ناچیز است و اتومبیل بدون تندی اولیه از حالت A رها می‌شود. اگر نسبت تندی اتومبیل در حالت B به تندی آن در حالت C برابر با **۲** باشد، کدام رابطه در SI صحیح است؟

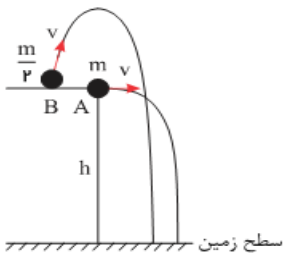
قلم چی- ۱۳۹۷



① $h'' - h' = ۹۰$
② $۴h'' - h' = ۹۰$
③ $۲h'' - h' = ۳۰$
④ $h'' - h' = ۳۰$

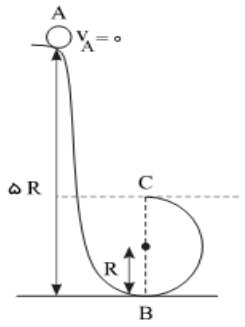
۳۰- مطابق شکل زیر، گلوله‌ی A به جرم m و گلوله‌ی B به جرم $\frac{m}{۲}$ را از ارتفاع یکسانی با تندی یکسان v پرتاب می‌کنیم. در مورد تندی (v) و انرژی مکانیکی (E) دو گلوله در لحظه‌ی رسیدن به سطح زمین، کدام گزینه درست است؟ (از اتلاف انرژی صرف‌نظر کنید.)

قلم چی- ۱۳۹۶



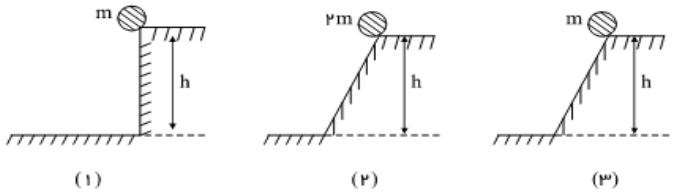
① v یکسان، E یکسان
② v یکسان، E متفاوت
③ v متفاوت، E یکسان
④ v متفاوت، E متفاوت

۳۱- مطابق شکل زیر، از نقطه‌ی A گلوله‌ای از حال سکون رها شده و وارد مسیر دایره‌ای می‌شود. اگر از اتلاف انرژی صرف‌نظر کنیم، تندی گلوله در نقطه‌ی C چند برابر تندی آن در نقطه‌ی B است؟ قلم چی- ۱۳۹۶



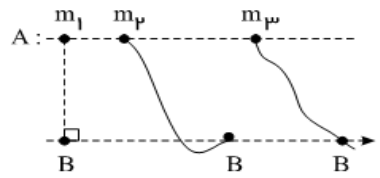
① $\sqrt{\frac{۴}{۱۰}}$
② $\sqrt{\frac{۶}{۱۰}}$
③ $\sqrt{\frac{۸}{۱۰}}$
④ $\sqrt{\frac{۹}{۱۰}}$

۳۲- مطابق شکل زیر، سه جسم از حالت سکون و ارتفاع h نسبت به سطح زمین رها می‌شوند. کدام گزینه تندی آنها در سطح زمین (v) و کار نیروی وزن روی آن‌ها تا رسیدن به سطح زمین (W) را به درستی نشان می‌دهد؟ (از اثر مقاومت هوا و اصطکاک صرف‌نظر کنید.) قلم چی- ۱۳۹۷



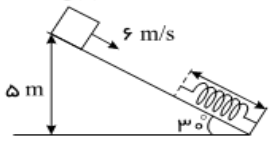
① $W_۱ = W_۲ = W_۳ \ , \ v_۱ = v_۲ = v_۳$
② $W_۱ = \frac{۱}{۲}W_۲ = W_۳ \ , \ v_۱ = \frac{\sqrt{۲}}{۲}v_۲ = v_۳$
③ $W_۱ = \frac{۱}{۲}W_۲ = W_۳ \ , \ v_۱ = v_۲ = v_۳$
④ $W_۱ = W_۲ = W_۳ \ , \ v_۱ = \frac{\sqrt{۲}}{۲}v_۲ = v_۳$

۳۳- در شکل زیر، سه جسم با جرم‌های $m_۲ > m_۳ > m_۱$ و از ارتفاع‌های یکسان از سطح زمین، در مسیرهای نشان داده شده از حال سکون شروع به حرکت می‌کنند. جسم اول سقوط می‌کند و مقاومت هوا برای این مسیر ناچیز است و دو مسیر دیگر نیز بدون اصطکاک فرض شوند. کدام گزینه مقایسهٔ درستی از انرژی جنبشی و تندی جسم‌ها را در سطحی که نقاط B قرار دارند، نشان می‌دهد؟ ($g = ۱۰ \ N/kg$) قلم چی- ۱۳۹۸



① $v_۱ = v_۲ = v_۳, K_۱ = K_۲ = K_۳$
② $v_۱ > v_۲ > v_۳, K_۱ > K_۳ > K_۲$
③ $v_۲ > v_۳ > v_۱, K_۲ > K_۳ > K_۱$
④ $v_۱ = v_۲ = v_۳, K_۲ > K_۳ > K_۱$

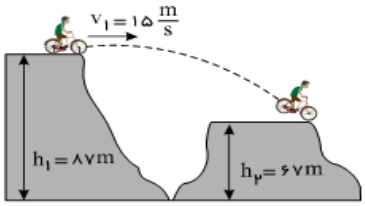
۳۴- جسمی به جرم $۰/۵ \ kg$ مطابق شکل با تندی $۶ \ m/s$ از نقطهٔ A روی سطح شیب‌دار پرتاب می‌شود و به فنری به طول $۱m$ برخورد می‌کند. اگر حداکثر انرژی پتانسیل کشسانی ذخیره‌شده در سامانهٔ جسم – فنر $۳۲/۵ \ J$ باشد، فنر حداکثر چند سانتی‌متر فشرده شده است؟ ($g = ۱۰ N/kg$، از اصطکاک و مقاومت هوا صرف‌نظر شود.) قلم چی- ۱۳۹۸



① ۳۰
② ۴۰
③ ۶۰
④ ۷۰

۳۵- موتورسواری پرشی مطابق شکل زیر انجام می‌دهد. تندی آن وقتی به تپهٔ پایینی می‌رسد، چند متر بر ثانیه است؟ ($g = ۱۰ \frac{N}{kg}$ ، از اصطکاک و مقاومت هوا صرف‌نظر کنید.)

قلم چی- ۱۳۹۷



۱) ۵
۲) ۱۰
۳) ۲۰
۴) ۲۵

پاسخنامه کلیدی

۱- ۴	۷- ۴	۱۳- ۲	۱۹- ۳	۲۵- ۲	۳۱- ۲
۲- ۱	۸- ۳	۱۴- ۲	۲۰- ۲	۲۶- ۲	۳۲- ۳
۳- ۲	۹- ۳	۱۵- ۲	۲۱- ۲	۲۷- ۲	۳۳- ۴
۴- ۲	۱۰- ۳	۱۶- ۴	۲۲- ۲	۲۸- ۴	۳۴- ۲
۵- ۱	۱۱- ۴	۱۷- ۳	۲۳- ۱	۲۹- ۲	۳۵- ۴
۶- ۳	۱۲- ۲	۱۸- ۲	۲۴- ۴	۳۰- ۲	

توان مفید (آهنگ کار انجام شده یا انرژی تولید شده)

W : کار انجا شده $\quad \bar{P} = \frac{W}{\Delta t}$

نکته ۱) یکای قدیمی توان، اسب بخار (hp) می‌باشد که $۱hp = ۷۴۶W$ است.

کار انجام‌شده را می‌توانید به کمک فرمول $W = F\cos\theta d$ و یا $W_t = \Delta K$ محاسبه نمایید و برای بالا بردن اجسام با تندی ثابت، کار را از رابطهٔ $W = mgh$ محاسبه کنید.

تست: جرثقیلی یک بستهٔ ۱۰۰ کیلوگرمی را با تندی ثابت، در مدت ۲۰s به اندازهٔ ۵m بالا می‌برد. توان جرثقیل چند کیلووات است؟ (از اتلاف انرژی صرف نظر کنید و $g = ۱۰N/kg$)

۱) ۲۵۰ ۲) ۰/۲۵ ۳) ۵۰۰۰ ۴) ۵

پاسخ :

$W = mgh = (۱۰۰)(۱۰)(۵) = ۵۰۰۰J$

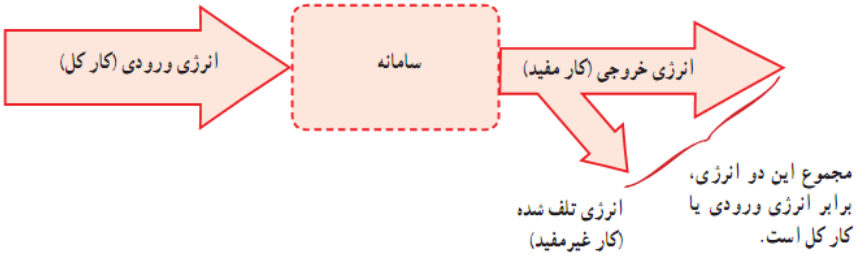
$P = \frac{W}{\Delta t} = \frac{۵۰۰۰}{۲۰} = ۲۵۰W = ۰/۲۵kW \Rightarrow$ گزینهٔ (۲) درست است.

تست: اتومبیلی به جرم یک تن تندی خود را در مدت ۵s از $۳۶km/h$ به $۷۲km/h$ می‌رساند. با صرف‌نظر از نیروهای اتلافی توان متوسط موتور چند اسب بخار است؟ $(۱hp \simeq ۷۵۰W)$

۱) ۲۰ ۲) ۴۰ ۳) ۴×۱۰^۴ ۴) ۵×۱۰^۴

راندمان

$$Ra = \frac{\text{انرژی خروجی}}{\text{انرژی ورودی}} \times ۱۰۰$$



شکل ۲ـ۱۳ همواره بخشی از انرژی ورودی به سامانه، به انرژی تلف شده یا کار غیرمفید تبدیل می‌شود.

$$E_{\text{ورودی (کل)}} = E_{\text{خروجی}} + E_{\text{تلف شده}}$$

تست: موتور یک آسانسور در مدت زمان معینی $۲\times۱۰^{۳}\,kJ$ انرژی الکتریکی دریافت کرده و در این مدت $۵\times۱۰^{۲}\,kJ$ انرژی تلف می‌کند. بازده موتور آسانسور چند درصد است؟

۱) ۲۵ ۲) ۵۰ ۳) ۷۵ ۴) ۸۰

پاسخ : مجموع انرژی مفید و تلف‌شده برابر با انرژی ورودی است:

$$E_{\text{ورودی}} = E_{\text{خروجی}} + E_{\text{تلف‌شده}} \Rightarrow E_{\text{خروجی}} = ۲\times۱۰^{۳} - ۵\times۱۰^{۲} = ۱/۵\times۱۰^{۳}\,kJ$$

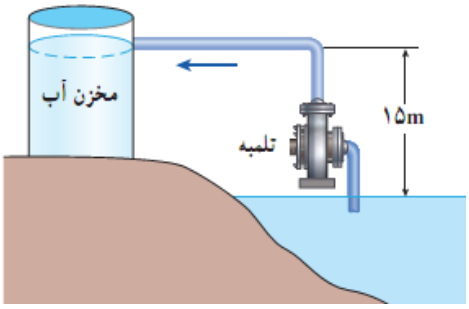
$$\text{درصد بازده} = \frac{\text{انرژی مفید}}{\text{انرژی ورودی}} \times ۱۰۰ = \frac{۱/۵\times۱۰^{۳}}{۲\times۱۰^{۳}} \times ۱۰۰ = ۷۵٪ \Rightarrow$$ گزینهٔ (۳) درست است.

رابطه دوم راندمان

$$Ra = \frac{P_{\text{مفید}}}{P_{\text{ورودی}}} \times ۱۰۰$$

مثال ۲ـ ۱۷

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

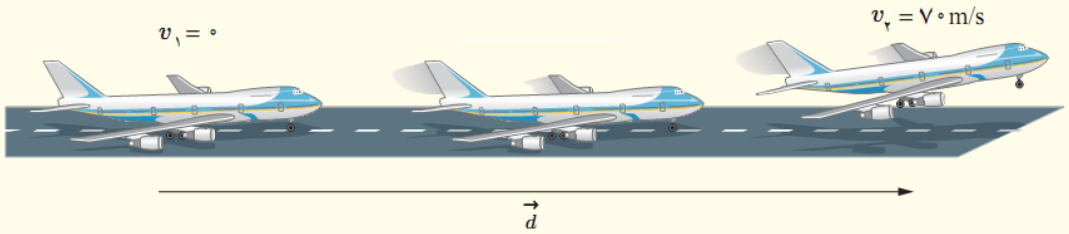


دو روش می توان حل کرد

تمرین ۲ ـ ۱۶

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

۲۱ شکل زیر هواپیمایی به جرم $۷/۲ \times ۱۰^{۴}\text{kg}$ را نشان می‌دهد که از حال سکون شروع به حرکت می‌کند و پس از ۲۰۵۰m جابه‌جایی در امتداد باند هواپیما، به تندی برخاستن $v_۲ = ۷۰\text{m/s}$ می‌رسد.



الف) کار کل نیروهای وارد بر هواپیما را در این جابه‌جایی حساب کنید.

یک دقیقه پس از برخاستن، هواپیما تا ارتفاع ۵۶۰m از سطح زمین اوج می‌گیرد و تندی آن به ۱۴۰m/s می‌رسد. در این‌مدت،

ب) کار نیروی وزن چقدر است؟

پ) به جز نیروی وزن، چه نیروهای دیگری بر هواپیما اثر می‌کند (با این نیروها در علوم سال ششم آشنا شدید)؟ کار کدام یک از این نیروها مثبت و کار کدام یک از آنها منفی است؟

تمرین ۲ ــ ۱۵

هر یک از دو موتور جت یک هواپیمای مسافربری، پیشرانه‌ای (نیروی جلوبر هواپیما) برابر $۲/۰ \times ۱۰^۵ N$ ایجاد می‌کند. اگر هواپیما در هر دقیقه ۱۵km در امتداد این نیرو حرکت کند، توان متوسط هر یک از موتورهای هواپیما چند اسب بخار است؟

۱ - یک پمپ آب در هر ساعت **۲۵۲** تن آب را تا ارتفاع **۱۲** متر بالا می‌کشد. اگر بازده پمپ **۸۰** درصد باشد، توان پمپ چند کیلووات است؟ $(g = ۱۰ m/s^۲)$ سراسری- ۱۳۹۸

① ۷٫۵ ② ۸ ③ ۸٫۴ ④ ۱۰٫۵

۲ - اتومبیلی به جرم $۹۰۰kg$ در یک جاده افقی روی خط راست از حال سکون شروع به حرکت می کند و پس از $۱۰s$ سرعت آن به $۷۲km/h$ می رسد. توان متوسط اتومبیل چند کیلووات است؟ (نیروی مقاوم در مقابل حرکت اتومبیل را نادیده بگیرید.) سراسری- ۱۳۸۱

① ۹ ② ۱۸ ③ ۳۰ ④ ۳۶

۳ - پمپ آبی با توان ورودی $۱۰kW$ ، در هر ثانیه **۲۵** لیتر آب به چگالی $۱۰۰۰ \frac{km}{m^۳}$ را از ته چاهی به عمق **۳۰** متر بالا می‌کشد و با تندی $۶\frac{m}{s}$ به بیرون پمپاژ می‌کند. بازده این پمپ چند درصد است؟ گزینه ۲- ۱۳۹۶

① ۵۸ ② ۶۵٫۵ ③ ۷۵ ④ ۷۹٫۵

۵- تندی خودرویی که روی مسیری افقی در حرکت است، در مدت ۶ ثانیه از $۱۰\frac{m}{s}$ به $۲۰\frac{m}{s}$ می‌رسد. اگر فرض کنیم توان متوسط انجام کار کل هنگام حرکت خودرو ثابت بماند. چند ثانیه طول کشیده است تا تندی خودرو از حال سکون به $۱۰\frac{m}{s}$ برسد؟ گزینه ۲- ۱۳۹۶

① ۰٫۵ ② ۱ ③ ۲ ④ ۴

۶- تندی جسمی به جرم $۳۰۰g$ که در حرکت است، در مدت ۵٫۵ ثانیه از $۳\frac{m}{s}$ به $۸\frac{m}{s}$ می‌رسد. توان متوسط کار کل انجام شده روی جسم در این مدت، چند وات است؟ گزینه ۲- ۱۳۹۶

① ۰٫۵ ② ۱ ③ ۱٫۵ ④ ۲

۷- یک موتور الکتریکی با بازده ۶۰ درصد یک بالابر به جرم $۴۰۰kg$ را با تندی $۲٫۴\frac{m}{s}$ بالا می‌برد. اگر اندازه‌ی نیروی اصطکاک در مقابل حرکت بالابر برابر با ۲۵ درصد وزن آن باشد، توان ورودی موتور الکتریکی چند کیلووات است؟ $(g = ۱۰\frac{m}{s^۲})$ قلم چی- ۱۳۹۶

① ۱۲ ② ۱۶ ③ ۸ ④ ۲۰

۸- جسمی را یک بار با تندی ثابت v در راستای قائم تا ارتفاع h بلند می‌کنیم و بار دیگر، با همان تندی ثابت تا ارتفاع $4h$ بلند می‌کنیم. توان متوسط در حالت دوم چند برابر توان متوسط در حالت اول است؟ قلم چی- ۱۳۹۷

① ۱ ② ۲ ③ ۴ ④ ۸

۹- هواپیمایی با توان ۲۰۰ مگاوات و به جرم 8×10^5 کیلوگرم با تندی ۷۵ متر برثانیه از روی باند پرواز بلند می‌شود و پس از یک دقیقه تا ارتفاع ۵۰۰ متر از سطح باند پرواز اوج گرفته و تندی آن به ۱۵۰ متر برثانیه می‌رسد. کار نیروهای مقاوم در برابر حرکت هواپیما در این مدت چند گیگاژول بوده است؟ قلم چی- ۱۳۹۷

① $-1/25$ ② -4 ③ $-5/25$ ④ $-6/75$

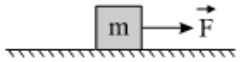
۱۰- در یک نیروگاه برق‌آبی با بازدهٔ ۳۰٪، در هر دقیقه ۲۰ تن آب از دریاچهٔ بالایی که ۲۰۰ متر بالاتر از پره‌های توربین است، روی توربین می‌ریزد. این نیروگاه، برق مصرفی چند خانواده را تأمین می‌کند؟ (برق مصرفی یک خانواده به‌طور متوسط $1/6kW$ و $g = 10\ N/kg$ است.) قلم چی- ۱۳۹۸

① ۱۰۰ ② ۱۲۵ ③ ۱۵۰ ④ ۷۵۰

۱۱- بازدهٔ یک دستگاه بالابر برابر با ۷۰ درصد است. اگر بتوانیم اتلاف انرژی در این دستگاه را ۱۰ درصد کاهش دهیم، بازدهٔ آن چند درصد می شود؟ قلم چی- ۱۳۹۸

① ۸۰ ② ۷۳ ③ ۷۵ ④ ۷۸

۱۲- مطابق شکل زیر نیروی افقی $\vec{F}$ به جسمی به جرم $2kg$ که روی سطح افقی بدون اصطکاکی قرار دارد، وارد شده و آن را از حال سکون به حرکت درمی‌آورد و بعد از ۱۰ ثانیه تندی جسم به $5m/s$ می‌رسد. توان متوسط نیروی $\vec{F}$ طی این مدت چند وات است؟ قلم چی- ۱۳۹۸



(۱) ۲٫۵
(۲) ۱
(۳) ۱٫۵
(۴) ۰٫۵

پاسخنامه کلیدی

۱-۴	۳-۴	۵-۳	۷-۴	۹-۱	۱۱-۲
۲-۲	۴-۳	۶-۳	۸-۱	۱۰-۲	۱۲-۱