

بسم الله الرحمن الرحيم

فصل ۳: کار، انرژی و توان

درسنامه ۱: آشنایی با مفهوم انرژی و تعریف کار

مفهوم انرژی

..... مهم‌ترین مفهومی است که در سرتاسر فیزیک و علوم و مهندسی با آن سر و کار داریم. انرژی این امکان را فراهم می‌کند تا تمامی فعالیت‌های روزمره خود را انجام دهیم.

قانون پایستگی انرژی: انرژی شکل‌های متفاوتی دارد و در همه چیز و همه جا وجود دارد. انرژی می‌تواند از شکلی به شکل دیگر تبدیل شود و در حین این فرایند، مقدار کل آن پایسته می‌ماند.

نکته: با انجام کار می‌توان انرژی را از جسمی به جسم دیگر منتقل کرد.

انواعی از شکل‌های انرژی: همه شکل‌های انرژی کمیت (..... جهت) و با یکای (J) هستند. مثال‌هایی از انرژی که در آینده خواهیم خواند: انرژی جنبشی، انرژی پتانسیل (گرانشی، کشسانی و الکتریکی)، انرژی گرمایی، انرژی مکانیکی، انرژی درونی، انرژی هسته‌ای و ...! کار هم به نوعی تداعی‌کننده مفهوم انرژی است!

تفاوت مفهوم انرژی با نیرو: نیرو هر عملی است که بخواهد حالت استراحت یا حرکت یکنواخت جسم را تغییر دهد. اگر نیرویی کاری انجام دهد منجر به انتقال انرژی از عامل ایجاد نیرو به عامل دریافت‌کننده نیرو (همان جسم) می‌شود. پس نیرو نوعی روش برای انتقال انرژی است؛ در حالی که انرژی نوعی خاصیت سیستمی است که درون آن سیستم ذخیره یا منتقل می‌شود.

نیروها به دو دسته تقسیم می‌شوند

الف) نیروهای مستقیم (تماسی): این نیروها با تماس مستقیم فیزیکی، منجر به انتقال انرژی می‌شوند. مثل کشش طناب، اصطکاک و ...

ب) نیروهای غیرمستقیم (میدانی): این نیروها بدون تماس مستقیم فیزیکی، منجر به انتقال انرژی می‌شوند. مثل نیروی جاذبه (مثل وزن)، نیروی الکتریکی، نیروی مغناطیسی و ...

نکته: نیروها به راحتی به وجود می‌آیند و از بین می‌روند؛ پس نیرو پایسته نیست (برخلاف انرژی).

پایستگی	یکا برحسب یکاهای اصلی	اصلی یا فرعی بودن یکا	نام یکا در SI	تبعیت از قوانین جمع	نرده‌ای یا برداری بودن	مقایسه
						انرژی
						نیرو

مرور قوانین نیوتون در مورد نیرو

انرژی جنبشی

هر چیزی که حرکت کند، دارای نوعی انرژی وابسته به حرکت، به نام انرژی جنبشی (یا انرژی حرکتی) است. این انرژی به جرم جسم و مربع تندی وابسته است (طبق فرمول).

نکته: انرژی جنبشی کمیتی نرده‌ای و همواره است. پس این انرژی به جهت حرکت وابسته

سوال: نمودارهای انرژی جنبشی برحسب جرم، تندی و مربع تندی را رسم کنید:



سوال: جسمی به جرم ۱۰ کیلوگرم داریم. در هر یک از حالات زیر انرژی جنبشی آن را محاسبه کنید:

الف) با تندی 2 m/s به سمت خلاف جهت محور x ها حرکت می کند:

ب) با سرعت لحظه ای 2 m/s و با زاویه 45° درجه نسبت به جهت مثبت محور x ها در حال حرکت است:

پ) جسم با برخورد با دیوار متوقف می شود:

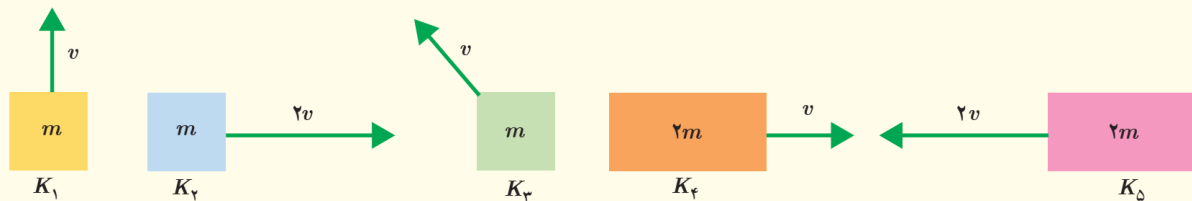
سوال: یک خودرو با تندی 72 km/h در حال حرکت است که ناگهان مانعی را می بیند و تندی خود را با ترمز به 36 km/h می رساند. اگر جرم خودرو و سرنشینان آن مجموعاً 1 ton باشد:

الف) تغییرات انرژی جنبشی این خودرو را حساب کنید:

ب) اگر راننده این خودرو فردی با 800 نیوتون وزن باشد، تغییرات انرژی جنبشی این فرد چند کیلوژول است؟
($g=10\text{ N/kg}$)

فرمول مقایسه انرژی جنبشی

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



مرور مفهوم درصد

وقتی می‌گوییم انرژی جنبشی جسمی Δ درصد زیاد یا کم می‌شود؛ یعنی:

سوال: در هر یک از حالات زیر، انرژی جنبشی ثانویه (K_2) را بر حسب انرژی جنبشی اولیه (K_1) بنویسید:

الف) انرژی جنبشی ۲۵ درصد افزایش یافته است:

ب) انرژی جنبشی ۶۰ درصد کاهش یافته است:

پ) انرژی جنبشی جسم ۱۰۰ درصد افزایش یافته است:

سوال: انرژی جنبشی نهایی جسم $\frac{5}{4}$ برابر انرژی اولیه آن است. تغییرات انرژی جنبشی را بر حسب درصد بیان کنید:

سوال: انرژی جنبشی نهایی جسم $\frac{3}{4}$ برابر انرژی اولیه آن است. تغییرات انرژی جنبشی را بر حسب درصد بیان کنید:

سوال: جسمی با تندی v در حال حرکت است. اگر جرم آن با همان تندی ۷۵ درصد کاهش یابد، انرژی جنبشی جسم چگونه تغییر می کند؟

سوال: جسمی با تندی 10 m/s در حال حرکت است. تندی جسم را به اندازه v تغییر می دهیم تا انرژی جنبشی جسم ۶۹ درصد افزایش یابد. v واحد SI است؟

سوال: اگر توپی به جرم m و با تندی $2v$ با زاویه 37° درجه به دیوار برخورد کرده و با تندی v و زاویه 53° درجه از دیوار جدا شود، انرژی جنبشی آن چند برابر می شود؟

سوال: یک کامیون بدون بار به جرم m با تندی 20 m/s در حال حرکت است. اگر به این کامیون باری به جرم M اضافه کنیم و کامیون با تندی 10 m/s و با همان انرژی جنبشی حرکت کند، m چند برابر M است؟

سوال: اگر جرم m_1 با تندی v و جرم m_2 با تندی $2v$ حرکت کنند، مجموع انرژی‌های جنبشی آن‌ها برابر K است. اگر جرم m_1 با تندی $2v$ و جرم m_2 با تندی v حرکت کنند، مجموع انرژی جنبشی آن‌ها برابر $3K$ است. نسبت m_1 به m_2 کدام است؟

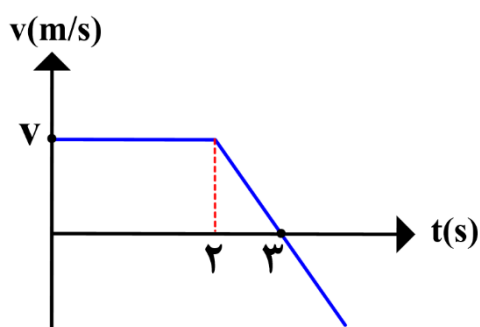
سوال: خودرویی از حال سکون در یک جاده افقی شروع به حرکت می‌کند. در این خودرو ۱۰ درصد از انرژی ناشی از سوختن بنزین، صرف افزایش انرژی جنبشی آن شده و با مصرف مقدار معینی از سوخت، تندی خودرو به v می‌رسد. اگر از این لحظه به بعد، خودرو همان مقدار سوخت را مصرف کند، تندی آن چند برابر v خواهد شد؟ **«Q»**

(۱) ۲ (۲) $\sqrt{2}$ (۳) ۴ (۴) ۳

نکته: مرور مفاهیم مسافت، جابه‌جایی، تندی، سرعت، شتاب و نیرو از علوم نهم:

نکته: در صورتی که حرکت جسم روی خط راست و بدون تغییر جهت باشد، مسافت و جابه جایی و در نتیجه تندی و سرعت با هم (در بازه های زمانی برابر) خواهند بود.

سوال: به جسمی به جرم ۵ کیلوگرم، نیروی افقی و ۲۰ نیوتونی وارد می شود. اگر جسم در راستای نیرو شروع به حرکت کند و نیروی مقاومی وجود نداشته باشد، پس از ۵ ثانیه از شروع حرکت، انرژی جنبشی جسم چند کیلوژول خواهد شد؟ **«ترکیب با سینماتیک»**

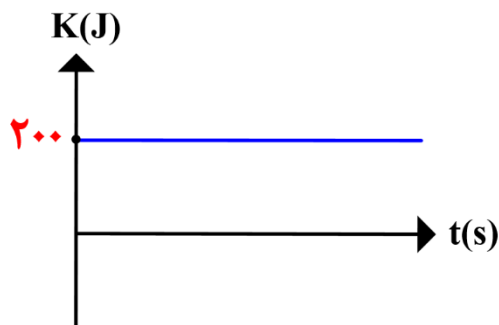


سوال: نمودار سرعت-زمان حرکت جسمی مطابق شکل است.

الف) در چه لحظه ای بر حسب ثانیه انرژی جنبشی جسم برای دومین بار بیشینه می شود (K_{max})؟

ب) در چه لحظه انرژی جنبشی جسم به کمینه می رسد (K_{min})؟

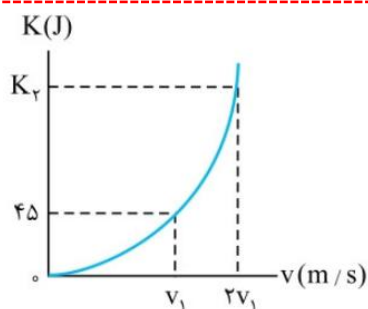
سوال: نمودار مقابل نشان دهنده وضعیت حرکت جسمی به جرم ۱۰ kg است.



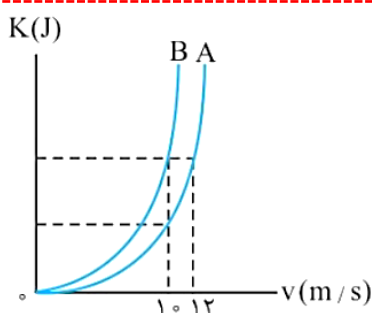
الف) نوع حرکت جسم را تفسیر کنید:

ب) این جسم پس از ۱۰ s چند متر مسافت طی می کند؟

پ) آیا از روی این نمودار می توان به جهت حرکت جسم پی برد؟

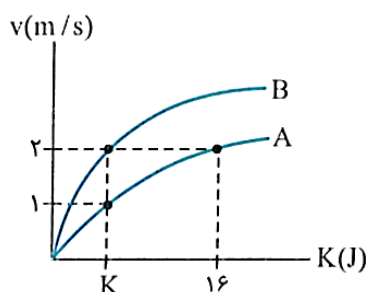


سوال: نمودار انرژی جنبشی بر حسب تندی جسمی به جرم 10 kg مطابق شکل روبه‌رو است. K_2 و v_1 به ترتیب چند متر بر ثانیه و چند ژول است؟



سوال: نمودار تغییرات انرژی حرکتی بر حسب تندی دو جسم A و B مطابق شکل روبه‌رو است. جرم جسم A چند برابر جرم جسم B است؟

سوال: شکل مقابل نمودار تغییرات تندی دو جسم A و B را بر حسب انرژی جنبشی آن‌ها نشان می‌دهد. جرم جسم B چند کیلوگرم است؟

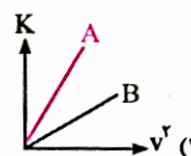
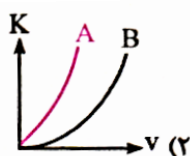
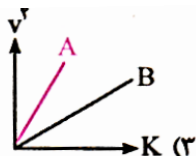
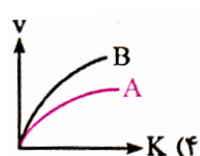


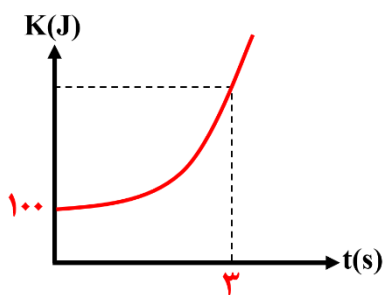
«نردبام»

- ۱ (۱)
- ۲ (۲)
- ۴ (۳)
- ۸ (۴)

سوال: دو جسم A و B از حال سکون بر روی یک سطح افقی شروع به حرکت می‌کنند و تندی حرکت آن‌ها به تدریج افزایش می‌یابد. اگر جرم جسم A بیشتر از جرم جسم B باشد، کدام نمودار در رابطه با انرژی جنبشی این دو جسم نادرست است؟

«IQ جامع»





سوال: نمودار مقابل، انرژی جنبشی جسمی به جرم 2 kg را بر حسب زمان نشان می‌دهد. اگر جسم با شتاب ثابت 2 m/s^2 بر روی مسیر مستقیم در حرکت باشد، تندی جسم در لحظه $t=3\text{ s}$ چند برابر تندی آن در لحظه شروع حرکت است؟

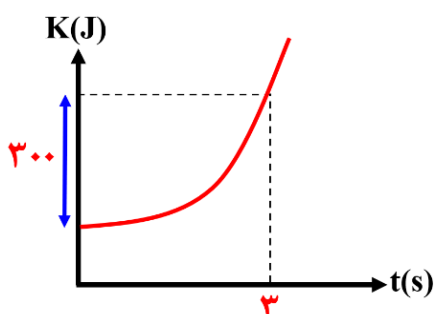
«آزمون‌های گاج»

۱/۲ (۴)

۲ (۳)

۰/۴ (۲)

۱/۶ (۱)



سوال: نمودار مقابل، انرژی جنبشی جسمی به جرم 2 kg را بر حسب زمان نشان می‌دهد. اگر جسم با شتاب ثابت 2 m/s^2 بر روی مسیر مستقیم در حرکت باشد، مجموع اولیه جسم و تندی جسم در لحظه $t=3\text{ s}$ چند m/s است؟

«تالیفی»

۵۰ (۲)

۲۵ (۱)

۱۰۰ (۴)

۷۵ (۳)

سوال: جرم کامیونی ۴ برابر جرم یک خودرو و انرژی جنبشی آن نصف انرژی جنبشی خودرو است. اگر تندی کامیون 10 m/s افزایش یابد، انرژی جنبشی‌اش ۲ برابر انرژی جنبشی خودرو می‌شود. تندی اولیه کامیون چند متر بر ثانیه است؟

«سری Z»

۲ (۴)

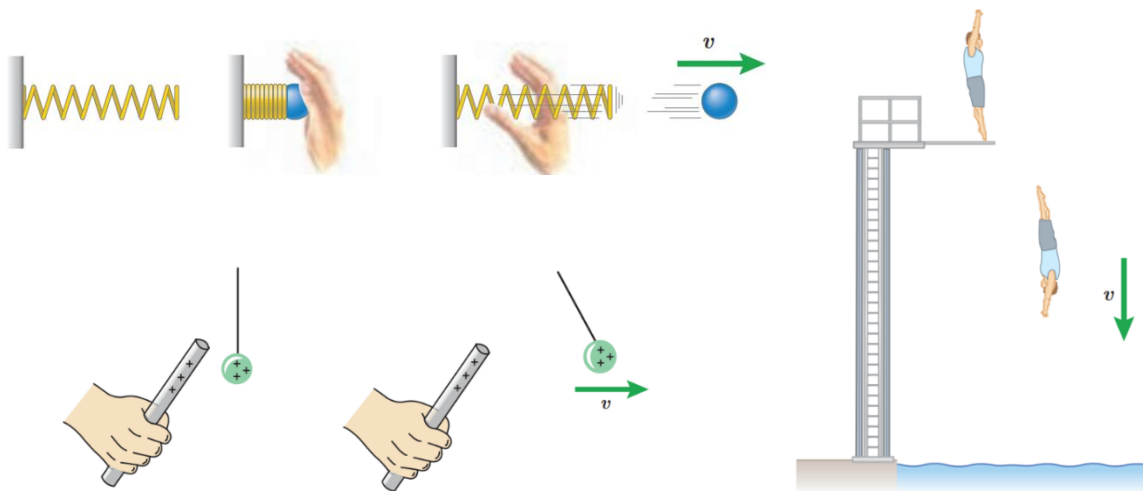
$10\sqrt{2}$ (۳)

۱۰ (۲)

$5\sqrt{2}$ (۱)

انرژی پتانسیل

علاوه بر انرژی پتانسیل گرانشی، انرژی‌های **کشسانی فنر** و **الکتریکی** هم نوعی انرژی پتانسیل هستند. یعنی صرفاً به علت **محل قرارگیری (موقعیت)** جسم در آن ایجاد می‌شوند.



نکته: انرژی‌های پتانسیل برخلاف جنبشی مربوط به یک جسم نیستند؛ بلکه مربوط به یک سامانه یا سیستم هستند. مثلاً:

۱- **انرژی پتانسیل گرانشی:** مربوط به سامانه جسم و زمین است (یعنی هر دو).

۲- **انرژی پتانسیل کشسانی:** مربوط به سامانه جسم و فنر است (یعنی هر دو).

۳- **انرژی پتانسیل الکتریکی:** مربوط به دو بار الکتریکی است.

نکته: علت هر انرژی پتانسیل، نوعی نیرو در سامانه بین دو جسم مد نظر است (به واسطه وجود همین نیروهاست که این سامانه‌ها کار انجام می‌دهند).

۱- **گرانشی:** نیروی وزن جسم بین زمین و جسم.

۲- **کشسانی:** نیروی کششی فنر (به واسطه کشیدن یا فشردن فنر).

۳- **الکتریکی:** نیروی جاذبه یا دافعه بین بارها.

انرژی پتانسیل گرانشی

انرژی‌ای است که اجسام صرفاً به علتشان از سطح زمین در خود ذخیره دارند. علت آن جاذبه زمین است. وقتی جسمی در ارتفاع h قرار می‌گیرد به علت جاذبه زمین در خود به اندازه $U=mgh$ انرژی ذخیره دارد که در صورت رها کردن جسم آن را به انرژی جنبشی تبدیل می‌کند.

نکته: در مدل سازی فرض می کنیم در ارتفاعات مختلف، g ثابت باشد.

نکته: هرچه ارتفاع از سطح زمین بیشتر، انرژی پتانسیل بیشتر و هرچه ارتفاع از سطح زمین کمتر، انرژی پتانسیل نیز کمتر است.

تذکر: تعیین سطح مبدأ انرژی پتانسیل گرانشی دلخواه است و در آن محل انرژی پتانسیل صفر فرض می شود؛ اما بهتر است پایین ترین نقطه را سطح مبدأ بگیریم تا همه پتانسیل های بالاتر، مثبت در نظر گرفته شوند.

سوال: یک فرد ۸۰ کیلوگرمی از طبقه پنجم با آسانسور به طبقه دهم می رود. اگر هر طبقه ۳ متر ارتفاع داشته باشد، محاسبه کنید: ($g = 10 \text{ N/kg}$)

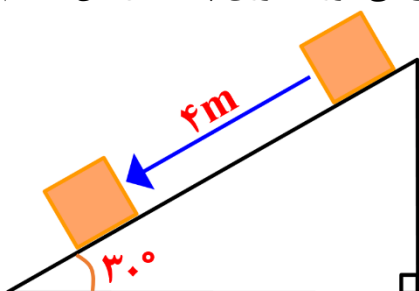
الف) انرژی پتانسیل فرد چند ژول افزایش می یابد؟

ب) اگر فرد همین مسیر را با پله های مارپیچ ساختمان طی کند، انرژی پتانسیل وی چقدر تغییر می کند؟

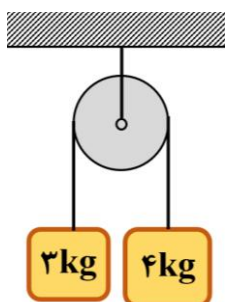
پ) اگر مبدأ انرژی پتانسیل را همان طبقه پنجم فرض کنیم؛ فرد در طبقه اول چه انرژی پتانسیلی خواهد داشت؟

نکته: همان طور که می بینید تغییر انرژی پتانسیل به مسیر حرکت جسم وابسته و فقط به ارتفاع اولیه و ارتفاع ثانویه وابسته

سوال: در شکل مقابل جسم ۱۰ کیلوگرمی به اندازه ۴m روی سطح شیب دار سر می خورد. انرژی پتانسیل این جسم چقدر و چگونه تغییر می کند؟ ($g = 10 \text{ N/kg}$)



سوال: شخصی یک ۱۰ طبقه به ارتفاع ۴۰۰m را یک بار با تندی ۲m/s و بار دیگر با تندی ۳m/s طی می کند. تغییر انرژی پتانسیل این شخص، در حالت دوم چند برابر حالت اول است؟ ($g=10\text{N/kg}$)



سوال: در شکل زیر وزنه ها از حال سکون رها می شوند. هنگامی که وزنه ۴ کیلوگرمی به اندازه ۵۰cm پایین می آید، مجموع تغییرات انرژی پتانسیل گرانشی دو جسم چند ژول می شود؟ ($g=10\text{N/kg}$)

«آزمون های ناچ»

(۲) -۵

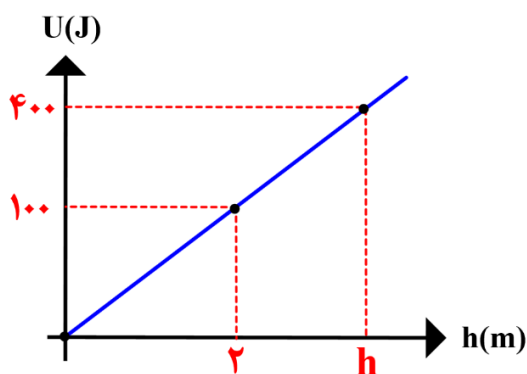
(۱) ۵

(۴) -۳۵

(۳) ۳۵

سوال: با توجه به نمودار فوق، محاسبه کنید: ($g=10\text{N/kg}$)

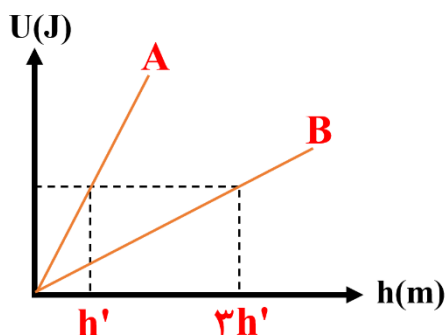
الف) اگر تندی این جسم ۲۰m/s باشد، انرژی جنبشی آن چند کیلوژول است؟



ب) h چند متر است؟

سوال: نمودار انرژی پتانسیل گرانشی برای دو جسم A و B بر حسب فاصله از سطح زمین مطابق شکل است. جسم B در فاصله چند متری از سطح زمین قرار گیرد تا انرژی پتانسیل گرانشی آن، ۱۰ ژول بیشتر از انرژی پتانسیل گرانشی جسم A در فاصله یک متری از سطح زمین باشد؟ ($m_A = 6\text{kg}$)

$g = 10\text{N/kg}$ و سطح زمین را به عنوان مبدأ انرژی پتانسیل گرانشی در نظر بگیرید. «گاج»



بگیرید.

۱ (۱)

۳/۵ (۲)

۷ (۳)

۴ ارتفاع h' باید مشخص باشد.

کار نیروی ثابت F

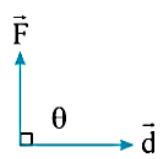
کار کمیتی است که نیرو را به وصل می‌کند. به طور ساده اگر کار یک نیرو باشد، باعث انتقال انرژی به جسم و اگر کار آن باشد، باعث اتلاف انرژی خواهد شد.

تعریف کار: کار انجام شده توسط نیروی F برابر با حاصلضرب بزرگی نیرو F در بزرگی جابه‌جایی هم‌جهت این نیرو است. بدین صورت:

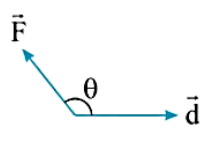
نکته: اگر بین F و d زاویه θ وجود داشته باشد، خواهیم داشت:

بررسی یكای كار در SI :

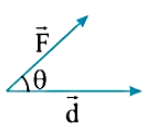
نکته: با توجه به علامت $\cos$:



اگر $\theta = 90^\circ \rightarrow \cos \theta = 0 \rightarrow W = 0$
(کاری انجام نمی‌شود)



اگر $\theta > 90^\circ \rightarrow \cos \theta < 0 \rightarrow W < 0$
(کار منفی است)



اگر $\theta < 90^\circ \rightarrow \cos \theta > 0 \rightarrow W > 0$
(کار مثبت است)

تکلیف: مشخص کنید کدام نیروها به ترتیب نیروی محرک، نیروی مقاوم و نیروی بی‌اثر هستند.

نکته: برای آن که بر روی جسمی کار انجام شود، باید هم‌زمان دو اتفاق بیافتد:

- ۱- بر روی جسم، نیرو اثر کند.
- ۲- جسم در راستای حرکت نیرو، جابه‌جا شود.

نکته: کار کمیتی نرده‌ای است؛ نه برداری! پس:

- ۱- در فرمول آن بردار نیرو و جابه‌جایی قرار نمی‌گیرند، بلکه تنها بزرگی آن‌ها قرار می‌گیرد.
- ۲- فاقد جهت است؛ پس فقط عدد و یکا برای بیان آن کافی است.
- ۳- مثبت یا منفی بودن آن صرفاً نشان‌دهنده نوع تغییر انرژی است و نه جهت آن!

نکته: تفاوت هم‌راستا و هم‌جهت: F و d هم‌جهت باشند یعنی زاویه بین آن‌ها صفر درجه باشد ($\theta = 0^\circ$)؛ اما هم‌راستا باشند یعنی زاویه بین آن‌ها صفر یا 180° درجه باشد (یعنی موازی هم باشد).

سوال: در مسابقه طناب کشی، گروه A گروه B را می برد:

الف) کار گروه A :

ب) کار گروه B :

پ) بزرگی کار کدام گروه بیشتر است؟

سوال: کار نیروی $F=10\text{N}$ را در هر کدام از حالات زیر حساب کنید: (با رسم شکل)

الف) هم جهت با جابه جایی ۱۰ متری جسم باشد:

ب) خلاف جهت جابه جایی ۱۰ متری جسم باشد:

پ) عمود بر جهت جابه جایی ۱۰ متری جسم باشد:

ت) زاویه ۳۰ درجه با جهت جابه جایی ۱۰ متری جسم داشته باشد:

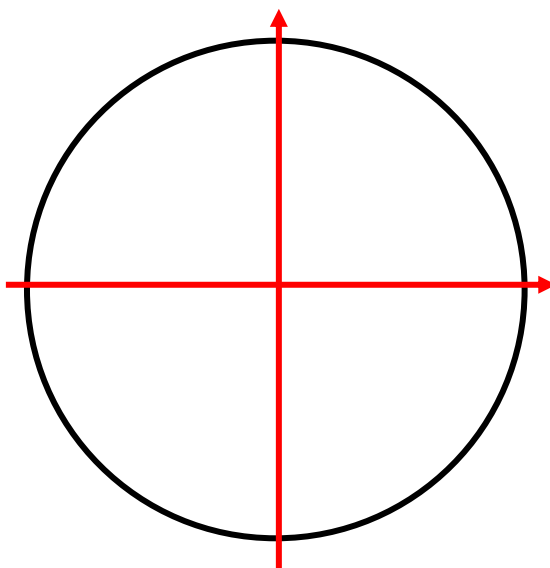
ث) زاویه ۱۲۰ درجه با جهت جابه جایی ۱۰ متری جسم داشته باشد:

ج) در جابه‌جایی d ، بیش‌ترین حالت ممکن باشد:

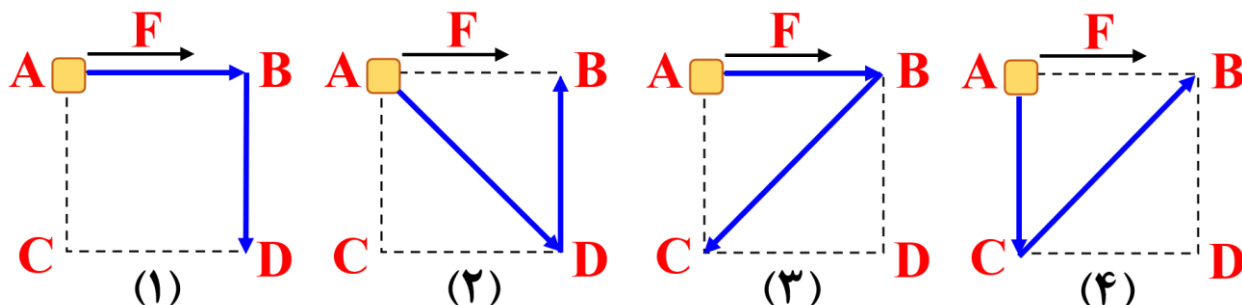
ج) در جابه‌جایی d ، کم‌ترین حالت ممکن باشد:

ج) در جابه‌جایی d ، بر حرکت جسم بی‌اثر باشد:

θ	0°	30°	37°	45°	53°	60°	90°	120°	150°	180°
$\sin \theta$	0	$\frac{1}{2}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{\sqrt{2}}{2}$	$\frac{4}{5}$	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	1	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	$\frac{1}{2}$	0
$\cos \theta$	1	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	$\frac{4}{5}$	$\frac{\sqrt{2}}{2}$	$\frac{3}{5}$	$\frac{1}{2}$	0	$-\frac{1}{2}$	$-\frac{\sqrt{3}}{2}$	-1



سوال: مطابق شکل، جسمی در رأس A یک مربع قرار دارد و بر آن همواره نیروی ثابت F در جهت نشان داده شده وارد می شود. اگر جسم در یکی از مسیرهای نشان داده شده حرکت کند و کار نیروی F در مسیرها به ترتیب W_1 ، W_2 ، W_3 و W_4 باشد، حاصل آن ها را با هم دیگر مقایسه کنید.



سوال: تحت تاثیر یک نیروی افقی، جسم 10 کیلوگرمی روی سطح افقی بدون اصطکاکی در مدت 5 ثانیه از حال سکون به سرعت 20 m/s می رسد. کار این نیرو پس از 100 m جابه جایی چند ژول است؟

سوال: به یک جسم 4 کیلوگرمی که با سرعت ثابت 10 m/s روی یک سطح افقی بدون اصطکاکی به سمت راست در حرکت است، دو نیروی هم راستا وارد می شود. اگر یکی از این نیروها حذف شود، جسم شتابی معادل 5 m/s^2 می گیرد. در صورت وارد شدن هر دو نیرو، مطلوب است:

الف) کار هر دو نیرو را در مدت 4 ثانیه از حرکت محاسبه کنید:

ب) مجموع کار کل نیروهای وارد بر جسم را در مدت چهار ثانیه محاسبه کنید:

سوال: مطابق شکل، نیروی ۲۰ نیوتونی به موازات سطح افقی به جسم وارد شده و آن را به اندازه ۴ متر بر روی سطح شیبدار به سمت بالا جابه‌جا می‌کند. کار این نیرو در این جابه‌جایی، کدام یک از گزینه‌های زیر بر حسب ژول می‌تواند

باشد؟

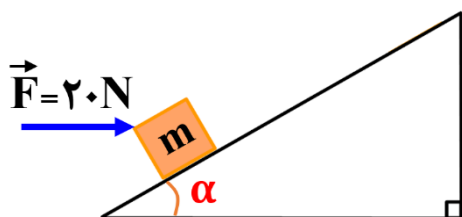
(۱) ۷۵

(۲) ۸۵

(۳) ۹۵

(۴) بسته به مقدار m و α ، هر یک از گزینه‌ها می‌توانند صحیح باشند.

«(۱) جامع»



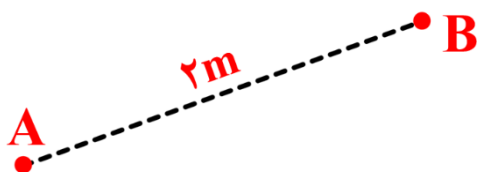
سوال: مطابق شکل مقابل، جسمی به جرم ۵۰۰g از نقطه A تا نقطه B جابه‌جا می‌شود. کار انجام‌شده توسط یک نیروی ۸ نیوتونی را که به این جسم وارد می‌شود، W می‌نامیم. W برابر کدام گزینه نمی‌تواند باشد؟ «(خیلی سبز)»

(۱) -۵J

(۲) صفر

(۳) +۱۰J

(۴) +۲۰J

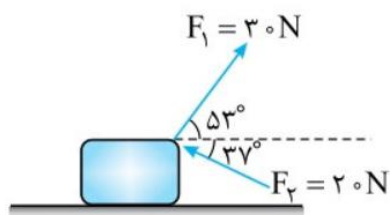


سوال: جسمی به جرم ۲kg روی یک سطح افقی بدون اصطکاکی ساکن است. نیروی $F=10N$ یک بار به طور افقی و بار دیگر با زاویه ۳۷ درجه به جسم وارد می‌شود. $(\cos 37^\circ = 0.8)$

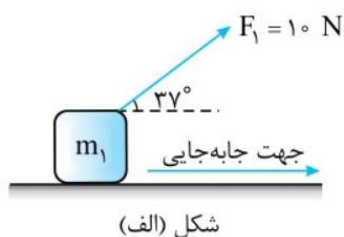
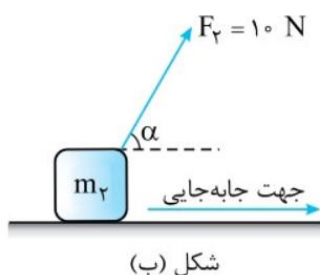
الف) شتاب حرکت جسم در هر دو حالت را بیابید:

ب) آیا نسبت کار انجام شده در هر دو حالت در یک بازه زمانی یکسان، دقیقاً همان نسبت نیروهای افقی هم‌راستای آن‌هاست؟

سوال: در شکل مقابل، اگر جسم اندازه 8 m روی سطح افقی به سمت راست جابه‌جا شود، کار انجام‌شده توسط نیروهای F_1 و F_2 چند ژول است؟ ($\sin 37^\circ = 0.6$)

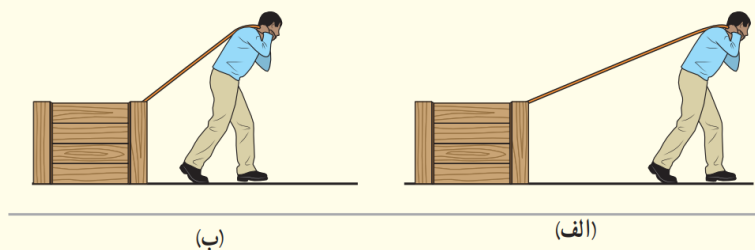


سوال: در شکل‌های (الف) و (ب) جرم‌های m_1 و m_2 بر روی سطح افقی به یک اندازه جابه‌جا می‌شوند. اگر کار نیروی F_1 ، $1/6$ برابر کار نیروی F_2 باشد، α چند درجه است؟ ($\cos 37^\circ = 0.8$)



پرسش ۲-۳

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



سوال: یک مثال بزن که کار نیروی عمودی سطح در آن صفر نباشد. برای وزن هم مثال بزن.

سوال: مطابق شکل زیر، شخصی سطلی را در دست نگه داشته است و در مسیری افقی قدم می‌زند. کدام یک از گزینه‌های زیر درباره کاری که شخص روی سطل انجام می‌دهد درست است؟ (از مقاومت هوا صرف نظر شود).

«برگرفته از کتاب درسی»



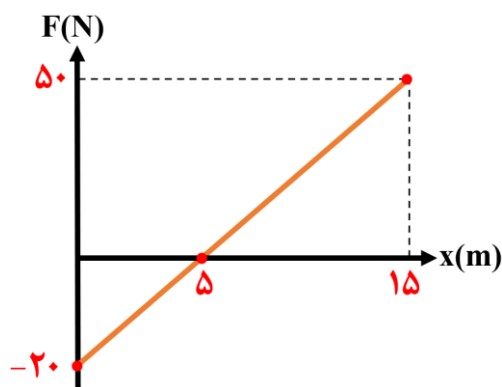
(۱) شخص روی سطل کار انجام نمی‌دهد.

(۲) شخص روی سطح کار انجام می‌دهد.

(۳) شخص در صورتی روی سطل کار انجام می‌دهد که با تندی ثابت قدم بزند.

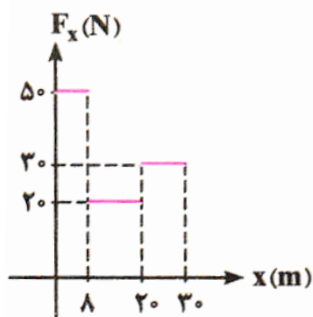
(۴) شخص در صورتی روی سطح کار انجام می‌دهد که با تندی متغیر قدم بزند.

سوال: شکل زیر نمودار تغییرات نیروی وارد بر جسمی را بر حسب جابه‌جایی آن نشان می‌دهد. کاری که نیروی F در جابه‌جایی 15m انجام می‌دهد، چند ژول است؟ (نیروی F هم‌راستا و هم‌سوی جابه‌جایی است).



نکته: اگر سطح زیر نمودار $F-d$ بالای محور d (یا x) باشد، کار مثبت و اگر پایین محور d (یا x) باشد، کار منفی است.

سوال: شکل روبه‌رو، نمودار تغییرات نیرو بر حسب جابه‌جایی برای جسمی است که از حال سکون شروع به حرکت کرده است. اگر این نیرو و جابه‌جایی هم‌جهت باشند، کار این نیرو پس از 30 متر جابه‌جایی چند ژول است؟ «میکرو»



(۱) ۱۰۶۰

(۲) ۱۳۰۰

(۳) ۹۶۰

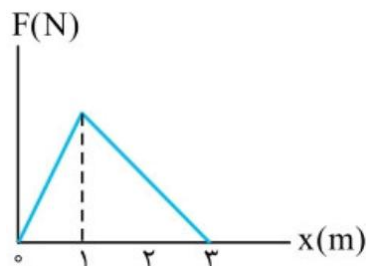
(۴) ۹۴۰

سوال: نمودار نیروی وارد بر جسمی بر حسب مکان آن، مطابق شکل روبه‌رو است. کار انجام شده توسط این نیرو در

جابه‌جایی از مکان $x=0$ به مکان $x=1\text{m}$ ، چند برابر کار انجام شده توسط همین

نیرو در جابه‌جایی از مکان $x=1\text{m}$ به مکان $x=2\text{m}$ است؟

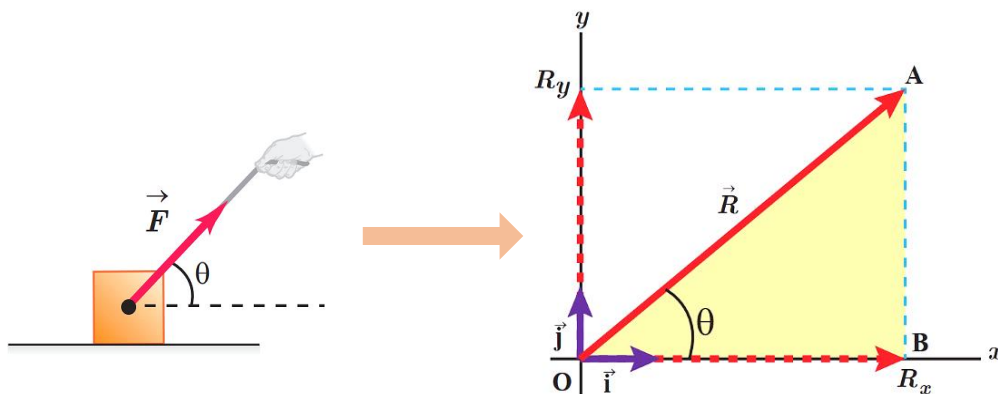
«سری Z»



- (۱) $\frac{1}{2}$
- (۲) $\frac{2}{3}$
- (۳) ۱
- (۴) $\frac{3}{2}$

بردارهای یکه و تجزیه بردار

در ریاضی به یاد داریم که در مسیر دو بعدی دو محور x و y داریم. اگر یک بردار (مثل بردار R) بر روی هر کدام از این دو محور نباشد، می‌توان آن را با کمک روابط مثلثاتی به دو بردار روی محورها x و y تجزیه کرد (R_x و R_y) که برآیند این دو بردار، همان بردار اول (یعنی R) باشد. پس می‌توان گفت:



$$\vec{F} = \vec{F}_x + \vec{F}_y$$

نکته: چون با بردارها طرفیم، پس علامت جمع بین آن‌ها نشان‌دهنده اعمال جبری بین بردارهاست؛ نه جمع و تفریق معمولی!

نکته: چون دو مولفه R_x و R_y بر همدیگر عمود هستند:

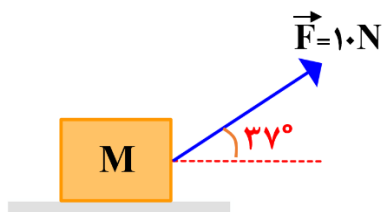
۱- برای محاسبه مقدار خود R چنین عمل می‌کنیم:

۲- برای محاسبه زاویه بین بردار R با جهت مثبت محور x ها داریم:

نکته: به همین بردارهای تجزیه شده روی محور x و y ، بردارهای یکه می‌گوییم. پس داریم:

$$\vec{F} = (F_x)\vec{i} + (F_y)\vec{j}$$

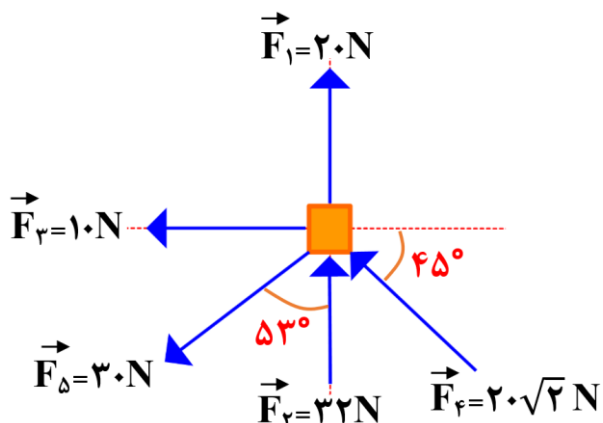
نکته: بردارهای i و j یا همان بردارهای یکه، بردارهایی به طول یک واحد بر روی محوره‌های x و y هستند؛ به همین علت به آن‌ها بردارهای یکه می‌گوییم.



سوال: بردار مقابل را به صورت بردارهای یکه بنویسید.

پس می‌توان گفت $\vec{F} = (\dots)\vec{i} + (\dots)\vec{j}$ خواهد بود.

سوال: با استفاده از بردارهای یکه، برآیند نیروهای وارد بر جسم را محاسبه کنید.



جواب: برآیند کل نیروها به صورت $\vec{F}_{net} = (\dots)\vec{i} + (\dots)\vec{j}$ است که نشان‌دهنده نیروی کلی به بزرگی نیوتون است.

سوال: نیروی $\vec{F} = -10\hat{i} + 20\hat{j}$ با اثر بر جسمی به جرم 4kg ، منجر به جابه‌جایی $\vec{d} = -5\hat{i} + 10\hat{j}$ می‌شود. کار نیروی $\vec{F}$ در این جابه‌جایی چند ژول است؟

سوال: جسمی روی سطح افقی به حال سکون قرار دارد. نیروی ثابت $\vec{F} = -2\hat{i} + 5\hat{j}$ در SI به جسم وارد می‌شود و جسم در خلاف جهت محور x به اندازه 2m جابه‌جا می‌شود. کار نیروی $\vec{F}$ در این جابه‌جایی چند ژول است؟

- (۱) -10 (۲) -4 (۳) 4 (۴) 10 «نزدبام»

سوال: به جسمی نیروی $\vec{F}$ وارد می‌شود و جسم با تندی ثابت 5m/s در جهت مثبت محور y حرکت می‌کند. اگر کار نیروی $\vec{F}$ در 3 ثانیه اول حرکت 45J باشد، نیروی $\vec{F}$ در SI کدام می‌تواند باشد؟

«نزدبام»

- (۱) $\vec{F} = -4\hat{i} - 3\hat{j}$ (۲) $\vec{F} = 3\hat{i} - 4\hat{j}$ (۳) $\vec{F} = -4\hat{i} + 3\hat{j}$ (۴) $\vec{F} = 4\hat{i} + 3\hat{j}$

سوال: به جسمی نیروی $\vec{F}$ وارد می‌شود. اگر کار نیروی $\vec{F}$ در جابه‌جایی جسم به اندازه 3m در جهت منفی محور x ها، 12J و در جابه‌جایی جسم به اندازه 4m در جهت مثبت محور y ها، 16J باشد، زاویه‌ای که نیروی $\vec{F}$ با جهت مثبت محور x می‌سازد، چند درجه است؟

«قلم‌چی»

- (۱) 45 (۲) 90 (۳) 135 (۴) 150

سوال: برآیند نیروهای وارد بر جسم ساکنی برابر $F = 3\mathbf{i} + 4\mathbf{j}$ بر حسب نیوتون است و این نیرو جسم را ۴ متر جابه‌جا می‌کند. کار این نیرو در این جابه‌جایی چند ژول است؟

«IQ»

(۴) ۱۰۰

(۳) ۵۰

(۲) ۲۰

(۱) ۱۰

سوال: به جسمی نیروی ثابت $F = A\mathbf{i} + B\mathbf{j}$ وارد می‌شود. کار این نیرو در جابه‌جایی d در جهت مثبت محور x برابر W و در جابه‌جایی d در جهت مثبت محور y برابر $2W$ است. A چند برابر B است؟

«آزمون قلم‌چی»

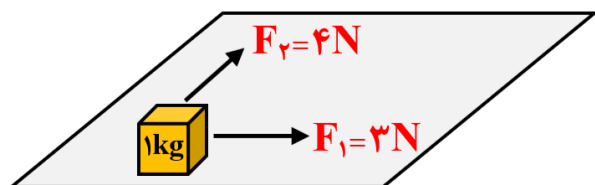
(۴) اندازه جابه‌جایی باید معلوم باشد.

(۳) ۲

(۲) ۰/۵

(۱) ۱

سوال: جسم نشان داده شده در شکل مقابل که روی سطح افقی بدون اصطکاکی قرار دارد، تحت تاثیر نیروهای عمود برهم و افقی، به اندازه ۱۰ متر جابه‌جا می‌شود. کار نیروهای F_1 و F_2 را محاسبه کنید.

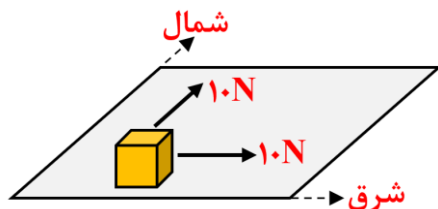


سوال: مطابق شکل، دو نیرو که یکی در راستای شرق و دیگری در راستای شمال است، به جسمی وارد می‌شوند.

حداقل جابه‌جایی این جسم چند متر و در چه جهتی باشد تا مجموع کار

«IQ جامع»

این دو نیرو برابر ۵۰۰ ژول شود؟

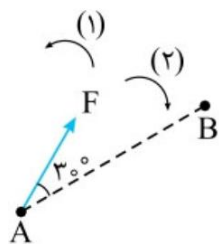
(۲) $25\sqrt{2}$ ، شرق

(۱) ۲۵، شرق

(۴) $25\sqrt{2}$ ، شمال شرقی

(۳) ۲۵، شمال شرقی

سوال: در شکل روبه‌رو، کار نیروی F در هنگام جابه‌جایی بر پاره خط AB برابر $5\sqrt{3}$ J است. نیروی F چند درجه و



«سری Z»

در چه جهتی دوران کند تا کار آن در همان جابه‌جایی 5 J - شود؟

(۲) 90° در جهت (۲)

(۱) 90° در جهت (۱)

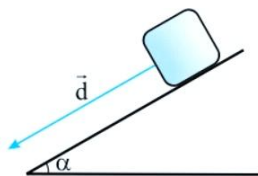
(۴) 120° در جهت (۲)

(۳) 120° در جهت (۱)

حل سوال از کار نیروهای خاص

۱- نیروی وزن

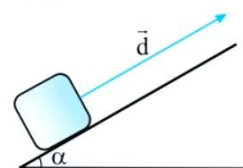
سوال: کدام گزینه درباره کار نیروی وزن جسم برای جابه‌جایی‌های نشان داده شده در شکل‌های زیر، درست است؟



الف) جسم را به طرف بالای سطح شیب‌دار می‌کشیم.



ب) جسم را روی سطح افقی جابه‌جا می‌کنیم.



پ) جسم از بالای سطح به طرف پایین سطح می‌لغزد.

$$W_p = W_b = W_f = 0 \quad (2)$$

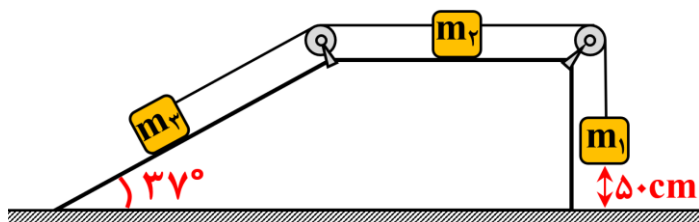
$$W_p > 0, W_b = 0, W_f < 0 \quad (4)$$

$$W_p < 0, W_b = 0, W_f > 0 \quad (1)$$

$$W_p < 0, W_b > 0, W_f > 0 \quad (3)$$

سوال: در شکل زیر، مجموعه از حال سکون رها می‌شود. از لحظه رها شدن تا لحظه‌ای که جسم m_1 به زمین می‌رسد،

کار نیروی وزن هر کدام از جسم‌ها کدام است؟ ($m_1=10\text{kg}$, $m_2=4\text{kg}$, $m_3=8\text{kg}$, $\sin 37^\circ=0.6$, $g=10\text{N/kg}$)



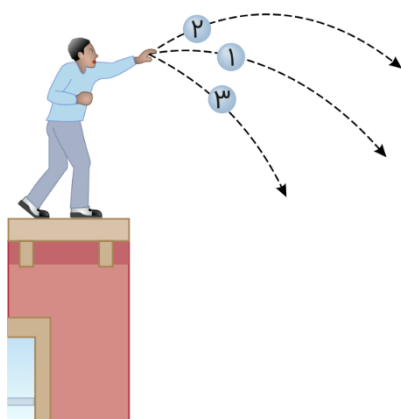
«Q»

$$W_3=-24\text{J}, W_2=20\text{J}, W_1=50\text{J} \quad (1)$$

$$W_3=32\text{J}, W_2=0, W_1=5000\text{J} \quad (2)$$

$$W_3=-24\text{J}, W_2=0, W_1=50\text{J} \quad (3)$$

$$W_3=-32\text{J}, W_2=0, W_1=5000\text{J} \quad (4)$$



سوال: مطابق شکل مقابل، سه توپ مشابه از بالای ساختمانی، از یک نقطه با تندی یکسان پرتاب می‌شوند. اگر کار نیروی وزن روی سه توپ از لحظه پرتاب تا رسیدن به زمین W_1 ، W_2 و W_3 باشد، کدام رابطه درست است؟ «ریاضی ۹۸»

$$W_1 = W_2 = W_3 \quad (۱)$$

$$W_2 > W_1 > W_3 \quad (۲)$$

$$W_3 < W_2 < W_1 \quad (۳)$$

$$W_3 = W_2 > W_1 \quad (۴)$$

سوال: جسمی به جرم 2 kg از مکان A با مختصات $(4, 8)$ به مکان B با مختصات $(-2, 10)$ در SI منتقل می‌شود. کار نیروی وزن جسم در این جابه‌جای چند ژول است؟ ($g = 10 \text{ N/kg}$) «آزمون‌های قلم‌چی - نردبام»

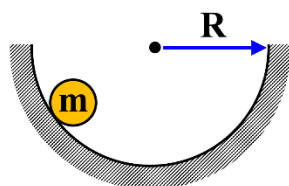
$$-200 \quad (۱)$$

$$200 \quad (۲)$$

$$-120 \quad (۳)$$

$$120 \quad (۴)$$

سوال: مطابق شکل گلوله‌ای به جرم m در نقطه دلخواهی درون یک نیم‌دایره قرار دارد. هنگامی که گلوله روی نیم‌دایره 90° درجه بچرخد، کمینه و بیشینه اندازه کار نیروی وزن آن به ترتیب از راست به چپ کدام است؟ «گاج»



$$mgR, 0 \quad (۱)$$

$$0, \frac{\sqrt{2}}{2}mgR \quad (۲)$$

$$mgR, \frac{1}{2}mgR \quad (۳)$$

$$\frac{1}{2}mgR, \frac{\sqrt{2}}{2}mgR \quad (۴)$$

سوال: گلوله‌ای به جرم 200 g از ارتفاع h رها می‌شود. اگر کل کار انجام شده روی گلوله در ثانیه آخر حرکت برابر J و پیش از ثانیه آخر حرکت برابر 90 J باشد، h چند متر است؟ ($g = 10 \text{ N/kg}$) و از مقاومت هوا صرف نظر کنید.

$$35 \quad (۱)$$

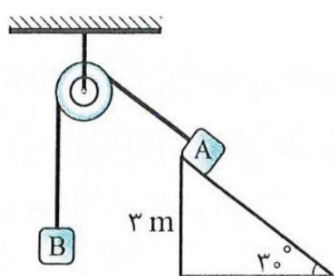
$$45 \quad (۲)$$

$$60 \quad (۳)$$

$$80 \quad (۴)$$

«مشابه ریاضی ۹۸»

سوال: در شکل روبه‌رو، جسم A از بالای سطح شیب‌دار رها می‌شود و پس از مدتی به پایین سطح می‌رسد. کار نیروی وزن جسم B در این جابه‌جایی چند ژول است؟ (جرم جسم A، 60 kg و جرم جسم B، 24 kg و $g=10\text{ N/kg}$ است.)



«نزدبام»

(۱) -1440

(۲) -720

(۳) -870

(۴) -1740

سوال: با توجه به شکل زیر که یک لحظه از حرکت یک جسم را نشان می‌دهد، اندازه کار نیروی وزن در $\vec{F}=12\text{ N}$ بازه‌های زمانی مساوی چگونه تغییر می‌کند؟ ($g=10\text{ N/kg}$)



«نزدبام»

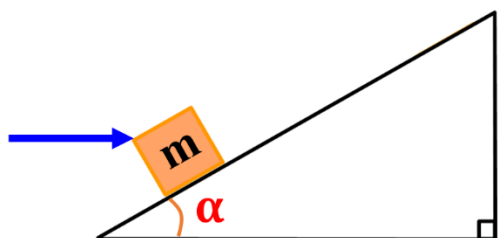
(۱) کاهش می‌یابد.

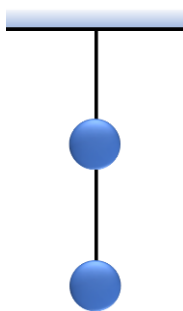
(۲) افزایش می‌یابد.

(۳) ابتدا کاهش سپس افزایش می‌یابد.

(۴) همه موارد می‌تواند درست باشد.

سوال: مطابق شکل، جسمی 20 کیلوگرمی روی یک سطح شیب‌دار فاقد اصطکاک که با افق زاویه 60° درجه می‌سازد، تحت تاثیر نیروی افقی F در حال حرکت است. حداقل نیروی F برابر چند نیوتون باشد تا جهت حرکت جسم تغییر کند؟ ($g=10\text{ N/kg}$ و $\sqrt{3} \approx 1.7$)





سوال: در شکل مقابل، جرم هر یک از گلوله‌ها 100g و طول هر یک از نخ‌ها 1m است. حداقل کار لازم برای اینکه مجموعه نخ‌ها و گلوله‌ها به حالت افقی قرار بگیرند، چند ژول است؟ (از جرم نخ، شعاع گلوله و مقاومت هوا صرف نظر شود و $g=10\text{N/kg}$)

«قلم‌چی-گاج-نردبام»

۱ (۱)

۲ (۲)

۳ (۳)

۴ (۴)

نیروی اصطکاک

نوعی نیروی تماسی است که به علت مقاومت حاصل از برخورد سطح جسم و زمین، بین آن‌ها ایجاد می‌شود و بر دو نوع است:

۱- ایستایی: مربوط به جسم ساکن است و در سال دوازدهم می‌خوانیم (f_s).

۲- جنبشی: مربوط به جسم در حال حرکت است (f_k).

نکاتی در مورد اصطکاک جنبشی یا f_k :

۱- همواره در خلاف جهت حرکت جسم است و زاویه آن با جهت جابه‌جایی همواره 180° درجه است.

۲- کار آن همیشه منفی است و برابر است با:

$$W_{f_k} = -f_k \times d$$

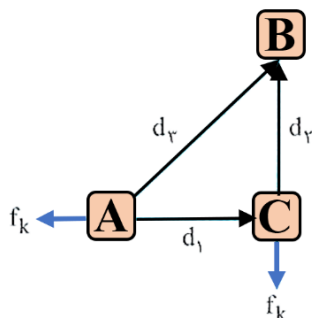
۳- مقدار آن به سرعت حرکت جسم وابسته نیست.

۴- هر چه جسم بیشتر به سطح زمین هُل داده شود، نیروی اصطکاک جنبشی بیشتر است (ترکیب با دوازدهم).

$$f_k = \mu_k \times F_N$$

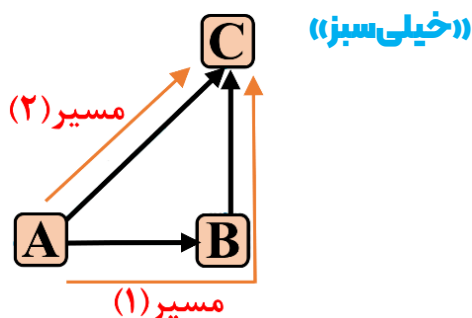
۵- کار نیروی اصطکاک به مسیر وابسته است و در صورت ثابت ماندن نیروی اصطکاک، هر چه مسیر حرکت جسم طولانی‌تر باشد، اندازه کار نیروی اصطکاک بزرگ‌تر است (برخلاف کار نیروی وزن که به مسیر حرکت وابسته نیست و فقط به ارتفاع اولیه و ثانویه وابسته است).

سوال: در شکل زیر جسمی را یک بار از مسیر ACB و بار دیگر از مسیر AB بین دو نقطه A و B جابه‌جا می‌کنیم. کار نیروی اصطکاک در این دو مسیر را با هم مقایسه کنید.



۲- نیروی اصطکاک

سوال: شکل روبرو سطح یک میز افقی را از بالا نشان می‌دهد. جسم ۲ کیلوگرمی را یک بار از مسیر (۱) و بار دوم از مسیر (۲) از نقطه A تا C بر روی سطح میز می‌کشیم. اگر نیروی اصطکاک بین سطح تماس جسم و میز ۴N باشد، کار نیروی اصطکاک در مسیرهای (۱) و (۲) به ترتیب از راست به چپ چند ژول است؟ ($BC = \frac{4}{3} AB = 2m$)



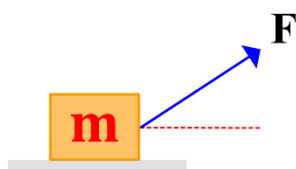
(۱) -۲۸ و -۲۸

(۲) -۱۴ و -۱۴

(۳) -۲۸ و -۲۰

(۴) -۱۴ و -۱۰

سوال: در شکل زیر، جسمی به جرم $m=2kg$ توسط نیروی ثابت F با شتاب $0.5m/s^2$ روی سطح افقی با اصطکاک ۴N به اندازه $10m$ جابه‌جا می‌شود. کار انجام‌شده توسط نیروی F در این جابه‌جایی چند ژول است؟ «قلم‌چی»



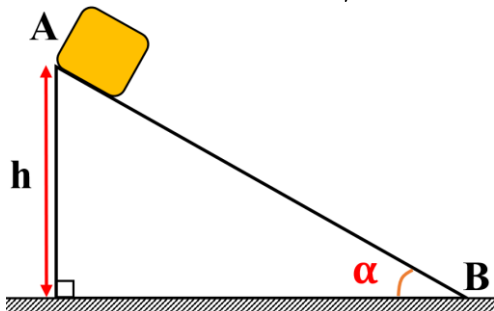
(۱) ۱۰

(۲) ۴۰

(۳) ۵۰

(۴) ۶۰

سوال: در شکل مقابل، جسمی به جرم m از نقطه A رها شده و به نقطه B می‌رسد. اگر اندازه کار نیروی اصطکاک در این جابه‌جایی، ۵۰ درصد کم‌تر از کار نیروی وزن باشد، اندازه نیروی اصطکاک کدام است؟



(۱) $mg \sin \alpha$

(۲) $\frac{1}{4} mg \sin \alpha$

(۳) $mg \cos \alpha$

(۴) $\frac{1}{4} mg \cos \alpha$

۳- نیروی مقاومت هوا

سوال: جسمی به جرم $800g$ از ارتفاع 20 متری سطح زمین رها می‌شود و با شتاب $9m/s^2$ سقوط می‌کند. کار انجام شده توسط نیروی مقاومت هوا چند ژول است؟ ($g=10N/kg$)

«خیلی سبز»

(۴) -16

(۳) 16

(۲) -160

(۱) 160

۴- نیروی عمودی سطح

سوال: شخصی به جرم $50kg$ داخل آسانسور ایستاده است. اگر آسانسور $5s$ با سرعت ثابت $2m/s$ رو به پایین حرکت کند، کار نیرویی که کف آسانسور به شخص وارد می‌کند در این مدت چند ژول است؟ ($g=10m/s^2$)

«خیلی سبز» (۴) -500

(۳) 500

(۲) -5000

(۱) 5000

۵- نیروی کشش طناب

سوال: مطابق شکل به کمک طناب سبکی، جسمی به جرم $5kg$ را با شتاب ثابت $1/5m/s^2$ در راستای قائم $2m$ بالا می‌بریم. کار نیروی کشش طناب در این جابه‌جایی چند ژول است؟ ($g=10N/kg$) و از مقاومت هوا صرف نظر کنید.

«خیلی سبز»

(۲) $57/5$

(۱) $42/5$

(۴) 115

(۳) 85



کار کل (کار برآیند نیروها یا کار نیروی خالص)

برابر با جمع جبری کار تک تک نیروهای وارد بر یک جسم است و برابر با کار نیروی خالص وارد بر آن جسم است. برای به دست آوردن کار برآیند نیروها، از دو روش می‌توان استفاده کرد:

روش اول: ابتدا برآیند نیروها را حساب کرده، سپس با استفاده از فرمول $W_t = F_{net} \cdot d \cdot \cos \theta$ ، کار نیروی خالص رو به دست می‌آوریم.

نکته: برای پیدا کردن نیروی خالص یا F_{net} داریم:

۱- اگر نیروها هم راست باشند:

$$F_{net} = \left| \left(\text{مجموع نیروهای در جهت مثبت} \right) - \left(\text{مجموع نیروهای در جهت منفی} \right) \right|$$

مثال:

۲- اگر نیروها برهم عمود باشند:

$$F_{net}^2 = F_x^2 + F_y^2$$

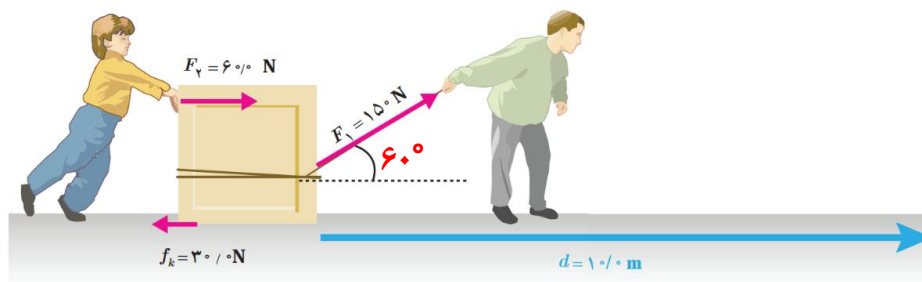
مثال:

روش دوم: اول کار هر یک از نیروها رو جدا جدا حساب کنید و بعد آن‌ها رو با هم دیگر جمع کنید.

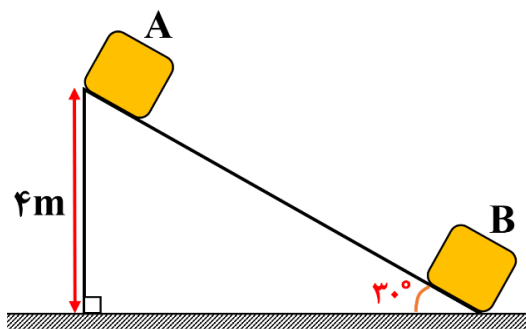
$$W_t = W_1 + W_2 + W_3 + \dots$$

نکته: «کار نیروی خالص» و «کار برآیند نیروها» و «جمع کار نیروها» هر سه معادل‌اند.

سوال: مطابق شکل، پدر و پسر در حال جابه‌جا کردن یک جعبه سنگین روی سطحی افقی هستند. در طی جابه‌جایی ۱۰ متری این جعبه، کار کل انجام شده را به هر دو روش محاسبه کنید. **«برگرفته از کتاب درسی»**



سوال: جسمی به جرم 2 kg را مطابق شکل زیر از نقطه A روی سطح شیبدار رها می‌کنیم. اگر اندازه نیروی اصطکاک وارد بر جسم از طرف سطح ثابت و برابر 5 N باشد، کار کل نیروهای وارد بر جسم از نقطه A تا نقطه B چند ژول است؟ ($g = 10\text{ N/kg}$ و مقاومت هوا ناچیز است.)



سوال: در شکل مقابل، جسمی به جرم 2 kg توسط نیروی افقی $F = 15\text{ N}$ با شتاب $2/5\text{ m/s}^2$ روی سطح زمین حرکت می‌کند. مطلوب است:

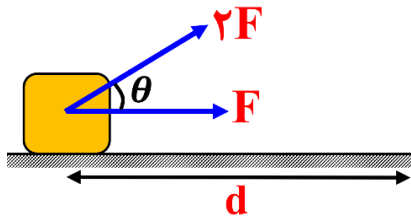


«نردبام»

الف) کار کل انجام شده روی جسم در مدتی که جسم 10 m جابه‌جا می‌شود:

ب) نیروی افقی F را چند نیوتون افزایش دهیم تا کار نیروی F در یک جابه‌جایی معین دو برابر شود؟

پ) نیروی افقی F را چند نیوتون افزایش دهیم تا کار کل انجام شده روی جسم در یک جابه‌جایی معین دو برابر شود؟



سوال: مطابق شکل، بر جسمی دو نیروی F و $2F$ که با یکدیگر زاویه θ می‌سازند، اعمال می‌شود. اگر کار انجام گرفته توسط این دو نیرو برای جابه‌جایی جسم به اندازه d ، W و در صورت حذف نیروی F ، $0.5W$ باشد، θ چند درجه است؟

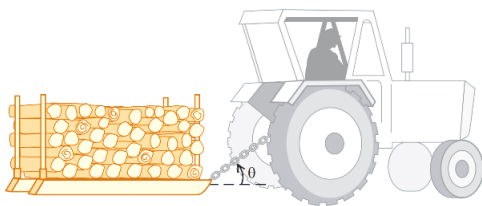
«نردبام»

۱۸۰ (۴)

۱۲۰ (۳)

۶۰ (۲)

۳۰ (۱)



سوال: در شکل زیر، جرم کل سورتمه و بار آن ۲ تن است و تراکتور تحت زاویه $\theta = 37^\circ$ ، نیروی ثابت 6000N را بر آن وارد می‌کند. اگر نیروی اصطکاک جنبشی که به سورتمه وارد می‌شود، 4000N باشد و با این وضعیت سورتمه در سطح مستقیم و افقی ۵ متر جابه‌جا شود، کار کل انجام شده بر روی سورتمه چند ژول است؟ ($\cos 37^\circ = 0.8$)

«ریاضی ۱۴۰۲»

۴۴۰۰۰ (۴)

۲۴۰۰۰ (۳)

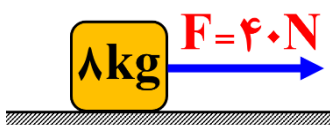
۲۰۰۰۰ (۲)

۴۰۰۰ (۱)

سوال: جسمی به جرم m را از بالای ساختمان بلندی رها کرده و با شتاب ثابت $0.9g$ به سمت پایین سقوط می‌کند. در یک بازه زمانی مشخص، کار نیروی مقاومت هوا چند برابر کار کل انجام شده بر روی جسم است؟ «هیکرو»

 $\frac{1}{10}$ (۴) $-\frac{1}{10}$ (۳) $\frac{1}{9}$ (۲) $-\frac{1}{9}$ (۱)

سوال: در شکل زیر تحت تأثیر نیروی افقی F ، جسم با شتاب 2m/s^2 از حال سکون شروع به حرکت می‌کند. در جابه‌جایی d ، کار برآیند نیروهای وارد بر جسم برابر W_1 است. نیروی F چند درصد افزایش یابد تا کار برآیند نیروهای وارد بر جسم در همان جابه‌جایی، دو برابر شود؟ «آزمون‌های گاج»



۴۰ (۲)

۲۰ (۱)

۱۰۰ (۴)

۸۰ (۳)

درسنامه ۲: کار چگونه انرژی را تغییر می‌دهد؟

گفتیم که نیروها با انجام کار، یا به جسم می‌دهند یا از آن می‌گیرند. حالا می‌خواهیم ببینیم کار چگونه انرژی یک جسم را تغییر می‌دهد. پس تغییرات انرژی‌ها (یعنی ΔK ، ΔU و ΔE) برای ما بیشتر از خود انرژی‌ها اهمیت دارد.

قضیه کار-انرژی جنبشی

مطابق این قضیه متوجه می‌شویم که کار کل انجام شده بر روی یک جسم، با تغییرات انرژی جنبشی برای آن جسم برابر است.

اثبات:

هشدار: طبق فرمول مشخص است که در قضیه کار - انرژی جنبشی، مجموع کار نیروهای وارد بر جسم (کار نیروی خالص) به نوع حرکت، مسیر حرکت، جهت حرکت، وجود یا نبود اصطکاک و سایر نیروهای مقاوم، ارتفاع جسم در هر لحظه و حتی زاویه پرتاب جسم و زاویه سطح شیبدار با سطح افق نیز وابسته نیست و فقط به تندی ابتدا و انتهای مسیر وابسته است. (چه در حرکت روی سطوح ناهموار، چه درون آسانسور و ...)

سوال: در جابه‌جایی یک جسم از A تا B، کار کل انجام شده برابر صفر است. صحیح یا غلط بودن عبارات زیر را مشخص کنید.

(ک) همه نیروها بر مسیر حرکت عمود هستند.

(ل) کار تک تک نیروهای وارد بر جسم صفر است.

(ا) کار نیروی خالص وارد بر جسم صفر است.

(س) مسیر A تا B یک مسیر مستقیم است.

ف) انرژی پتانسیل جسم از نقطه A تا B ثابت است.

و) انرژی جنبشی در طول این مسیر ثابت است.

ز) جسم بدون تغییر جهت حرکت می کند.

م) تندی جسم در همه نقاط ثابت است.

ب) تندی حرکت جسم در نقاط A و B برابر است.

س) سرعت حرکت جسم در نقاط A و B یکسان است.

نکته: اگر کار برآیند نیروها صفر باشد یا $\Delta K = 0$ ، طبق فرمول $W_t = F_{net} \cdot d \cdot \cos\theta$ سه حالت امکان دارد:

۱) یا نیروی خالص صفر باشد. ($F_{net} = 0$)

۲) یا جابه جایی صفر باشد. ($d = 0$)

۳) یا نیروی خالص بر جابه جای عمود باشد. ($\cos\theta = 0$ و $\theta = 90^\circ$)

«تجربی ۱۴۰۰»

سوال: اگر تندی جسمی در یک مسیر ثابت بماند، کدام موارد الزاماً درست است؟

الف) کار نیروی خالص وارد بر جسم صفر است.

ب) انرژی مکانیکی جسم ثابت می ماند.

پ) نیروی خالص وارد بر جسم صفر است.

۴) (ب) و (پ)

۳) (الف) و (ب)

۲) (پ)

۱) (الف)

نکته: پس توجه کنید که نمی‌توان گفت هر گاه کارِ خالص صفر باشد، حتماً نیروی خالص هم صفر است. مثلاً حرکت یک ماهواره با تندی مشخص و ثابت که تنها به آن نیروی وزن وارد می‌شود.

«خیلی سبز»

سوال: کدام یک از گزینه‌های زیر درست است؟

- (۱) کار کل انجام شده روی یک جسم نمی‌تواند منفی باشد.
- (۲) اگر نیروی خالص وارد بر جسمی صفر نباشد، ممکن است انرژی جنبشی جسم ثابت بماند.
- (۳) اگر نیروی خالص وارد بر جسمی صفر باشد، امکان ندارد انرژی پتانسیل آن تغییر کند.
- (۴) اگر تندی یک جسم کاهش یابد، انرژی جنبشی آن منفی می‌شود.

سوال: جسمی به جرم 4 kg بر روی یک سطح افقی تحت تاثیر نیروی افقی $F=100\text{ N}$ شروع به حرکت می‌کند. اگر این جسم پس از طی 20 متر، به تندی 20 m/s برسد، مطلوب است:

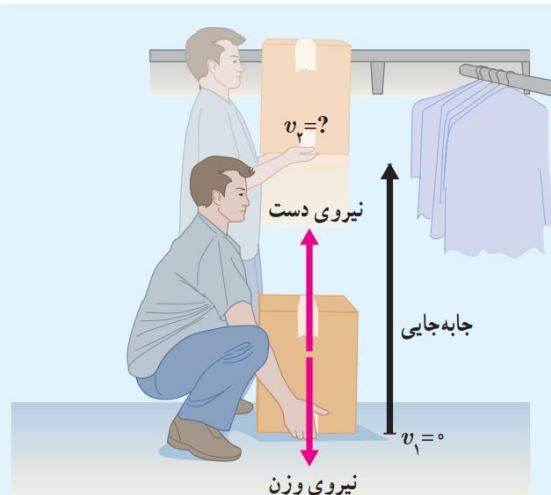
الف) کار کل انجام شده روی جسم:

ب) مقدار نیروی اصطکاک:

پ) کاری که از طرف زمین بر جسم انجام می‌شود:

ت) نیرویی که از طرف زمین بر جسم وارد می‌شود:

تمرین ۳-۶



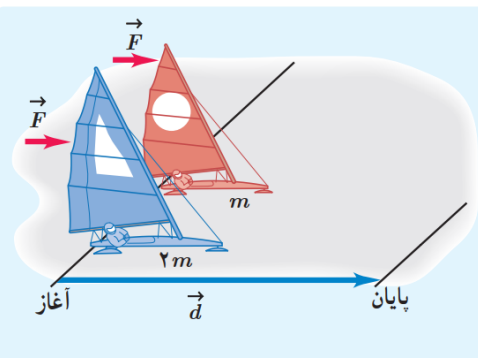
شکل روبه‌رو شخصی را نشان می‌دهد که با وارد کردن نیروی ثابت 150 N ، جعبه‌ای به جرم 10 kg را از حال سکون در امتداد قائم جابه‌جا می‌کند.

الف) کار انجام شده توسط شخص و کار انجام شده توسط نیروی وزن را روی جعبه تا ارتفاع 1.5 m به‌طور جداگانه حساب کنید.

ب) کار کل انجام شده روی جعبه تا ارتفاع 1.5 m چقدر است؟

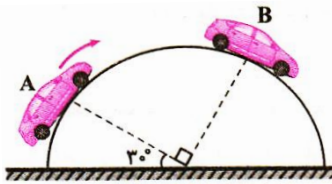
پ) با استفاده از قضیه کار-انرژی جنبشی، تندی نهایی جعبه را در ارتفاع 1.5 m حساب کنید.

تمرین ۳-۸



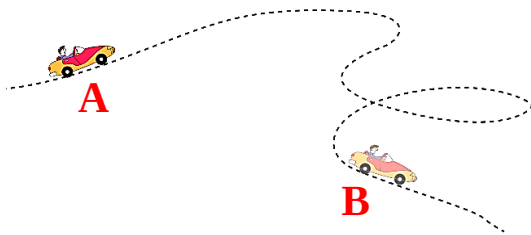
دو قایق بادبانی مخصوص حرکت روی سطوح یخ‌زده، دارای جرم‌های m و $2m$ ، روی دریاچه افقی و بدون اصطکاک قرار دارند و نیروی ثابت و یکسان $\vec{F}$ با وزیدن باد به هر دو وارد می‌شود (شکل روبه‌رو). هر دو قایق از حال سکون شروع به حرکت می‌کنند و پس از جابه‌جایی $\vec{d}$ ، از خط پایان می‌گذرند. انرژی جنبشی و تندی قایق‌ها را درست پس از عبور از خط پایان، با هم مقایسه کنید.

سوال: شخصی به جرم 75 kg درون قطار مترو نشسته است. قطار از ایستگاه دانشگاه علم و صنعت از حال سکون شروع به حرکت می‌کند و در ایستگاه دانشگاه شریف متوقف می‌شود. اگر بیشینه تندی قطار در طول مسیر 40 m/s باشد، کار نیروی خالص وارد بر شخص از ایستگاه دانشگاه علم و صنعت تا ایستگاه دانشگاه شریف چند کیلوژول است؟



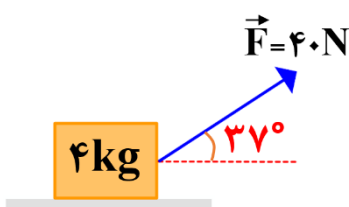
سوال: در شکل مقابل، خودرویی به جرم 1200 kg بر روی یک مسیر نیم‌دایره‌ای شکل با تندی 30 m/s از نقطه A شروع و با تندی 10 m/s به نقطه B می‌رسد. کار برآیند نیروهای وارد بر این خودرو چند مگاژول است؟

سوال: جرم یک خودروی الکتریکی به همراه راننده‌اش 1000 kg است. وقتی این خودرو از موقعیت A به موقعیت B می‌رود، کار کل انجام شده روی خودرو $87/5\text{ kJ}$ است. اگر تندی خودرو در موقعیت A برابر 54 km/h باشد، تندی آن در موقعیت B چند کیلومتر بر ساعت است؟ **«تجربی ۱۴۰۳»**



- (۱) ۲۰
- (۲) ۳۰
- (۳) ۷۲
- (۴) ۱۰۸

سوال: جسمی به جرم 2 kg را روی یک سطح افقی با سرعت 20 m/s بر ثانیه پرتاب می‌کنیم و جسم پس از طی مسافت 40 m متوقف می‌شود. اگر این جسم را با نیروی افقی 100 N روی همین سطح از حال سکون به حرکت واداریم، پس از 40 m چه تندی‌ای خواهد داشت؟ **«تالیفی»**

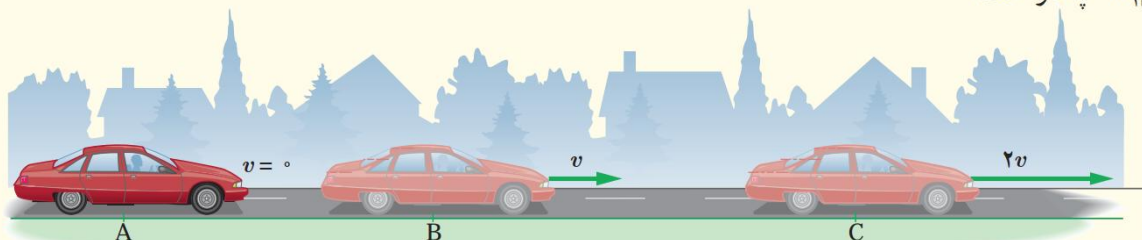


سوال: مطابق شکل مقابل، به جسمی به جرم 4 kg روی سطح افقی نیروی $F = 40\text{ N}$ وارد می‌شود و پس از طی مسافت $1/6\text{ m}$ ، تندی‌اش از صفر به 4 m/s می‌رسد. اصطکاک چند نیوتون است؟ $(\cos 37^\circ = 0/8)$ **«ریاضی ۹۸»**

- (۱) ۴
- (۲) ۱۲
- (۳) ۲۰
- (۴) ۳۲

تمرین ۳-۹

برای آنکه تندی خودرویی از حال سکون در نقطه A به v در نقطه B برسد، باید کار کل W_1 روی آن انجام شود. همچنین برای آنکه تندی خودرو از v در نقطه B به $2v$ در نقطه C برسد، باید کار کل W_2 روی آن انجام شود (شکل زیر). نسبت W_1/W_2 چقدر است؟



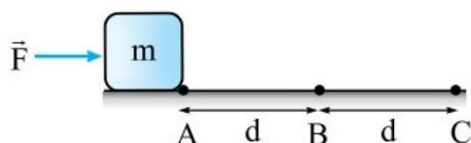
سوال: برای اینکه سرعت وزنه‌ای با جرم معین از صفر به v برسد، باید کار W_1 روی آن انجام شود و برای اینکه سرعت این وزنه از v به $3v$ برسد، باید کار W_2 روی آن انجام شود. نسبت W_1 به W_2 چقدر است؟ «تجربی ۹۸»

- ۱) ۲ ۲) ۳ ۳) ۸ ۴) ۹

سوال: نیروی خالص F با انجام کار W تندی جسم را از صفر به v می‌رساند. در ادامه با انجام کار W بر روی جسم، تندی از v به چند v می‌رسد؟ «خیلی سبز»

- ۱) $\sqrt{2}$ ۲) $\sqrt{3}$ ۳) ۲ ۴) ۳

سوال: مطابق شکل زیر به جسم ساکنی که روی سطح افقی بدون اصطکاکی قرار دارد، نیروی افقی و ثابت F وارد می‌شود. نسبت تندی جسم در نقطه C به تندی جسم در نقطه B کدام است؟ «خیلی سبز»



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

سوال: جسمی با سرعت 10 m/s در جهت مثبت محور x حرکت می کند و انرژی جنبشی آن 100 J است. پس از مدتی، سرعت این جسم تغییر کرده و در جهت منفی محور x به 20 m/s می رسد. مجموع کار نیروهای وارد بر جسم در این مدت چند ژول است؟

«کنکور قدیمی»

(۴) ۳۰۰

(۳) ۵۰۰

(۲) -۳۰۰

(۱) -۵۰۰

سوال: جسمی به جرم 8 kg با سرعت ثابت 10 m/s روی خط راست حرکت می کند. چه نیرویی بر حسب نیوتون و در کدام جهت، باید در راستای حرکت به آن وارد شود تا پس از طی مسافت 8 m ، انرژی جنبشی آن به 1200 J برسد؟

«کنکور قدیمی»

(۲) ۵۰ و در جهت حرکت

(۱) ۱۰۰ و در جهت حرکت

(۴) ۱۰۰ و در خلاف جهت حرکت

(۳) ۵۰ و در خلاف جهت حرکت

سوال: جسمی به جرم 4 kg بر روی یک سطح افقی با تندی ثابت 20 m/s در حال حرکت است. چند نیوتن نیرو در خلاف جهت حرکت این جسم به آن وارد کنیم تا انرژی جنبشی آن پس از طی مسافت 20 متری به 1600 ژول برسد؟

«تالیفی- پیشرفته»

(۴) ۱۶۰

(۳) ۱۲۰

(۲) ۱۰۰

(۱) ۸۰

سوال: جسمی دارای انرژی جنبشی ۱۰۰ ژول است. اگر به این جسم نیروی خالصی به بزرگی ۲۰ نیوتون وارد شود، در طی ۶/۹ متر جابه‌جای افقی، تندی آن ۳۰ درصد افزایش می‌یابد. در این صورت زاویه بین این نیرو و جابه‌جایی جسم چند درجه است؟

«Q جامع»

۱۲۰ (۴)

۶۰ (۳)

۴۵ (۲)

۳۰ (۱)

سوال: جسم ۶ کیلوگرمی روی یک سطح افقی و بدون اصطکاک تحت تاثیر دو نیروی عمودبرهم و یکسان، در طی مسافت ۳۰ متر، تندی خود را از ۲۰ به ۴۰ متر بر ثانیه می‌رساند. مقدار هر کدام از این نیروها تقریباً چند نیوتون است؟ ($\sqrt{2} \approx 1/4$)

«تالیفی»

۷۲ (۴)

۶۶ (۳)

۴۸ (۲)

۸۶ (۱)

سوال: سه نیروی ثابت F_1 ، F_2 و F_3 به جسمی اثر می‌کنند و جسم با تندی ثابت حرکت می‌کند. اگر نیروهای F_1 و F_2 بر هم عمود باشند و کار انجام شده توسط آن‌ها در یک جابه‌جایی معین به ترتیب ۳۰ J و ۴۰ J باشد، کار انجام شده توسط نیروی F_3 در همان جابه‌جایی چند ژول است؟

«خیلی سبز»

-۷۰ (۴)

۷۰ (۳)

-۵۰ (۲)

۵۰ (۱)

سوال: جسمی تحت تاثیر نیروهای F_1, F_2, F_3 و F_4 باتندی ثابت در حرکت است. اگر در یک جابه جایی معین، کار نیروهای F_1 و F_2 به ترتیب $50J$ و $16J$ - باشد، مجموع کار نیروهای F_3 و F_4 در این جابه جایی چند ژول است؟

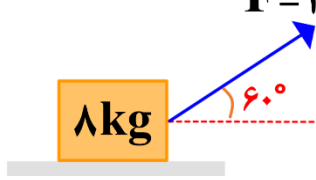
- (۱) ۳۴ (۲) -۳۴ (۳) ۶۶ (۴) -۶۶ «IQ جامع»

سوال: گلوله‌ای به جرم $40g$ با سرعت افقی که بزرگی آن $300m/s$ است، به دیواری برخورد می‌کند و پس از طی مسافت $20cm$ داخل دیوار، متوقف می‌شود. کار نیرویی که دیوار به گلوله وارد می‌کند، چند ژول است؟

- (۱) -۱۸ (۲) -۱۸۰۰ (۳) -۶ (۴) -۶۰۰ «ریاضی ۹۹»

سوال: در سوال قبل، اندازه این نیرو چند نیوتون است؟

سوال: در شکل زیر، نیروی ثابت F ، جسم را روی سطح افقی از حال سکون به حرکت در می‌آورد و بعد از طی مسافت 5 متر، سرعت جسم را به $2/5 m/s$ می‌رساند. بزرگی نیروی اصطکاک در این حرکت چند نیوتن است؟

- (۱) ۲۰ (۲) ۱۶ (۳) ۱۵ (۴) ۱۲ «ریاضی ۱۴۰۲»
 $F = 40N$


سوال: جسمی به جرم 200 g از ارتفاع 15 m متری سطح زمین با تندی 10 m/s پرتاب می‌شود و با تندی 18 m/s به سطح زمین می‌رسد. کار نیروی مقاومت هوا چند ژول است؟ ($g=10\text{ m/s}^2$)

«تجربی ۱۴۰۲»

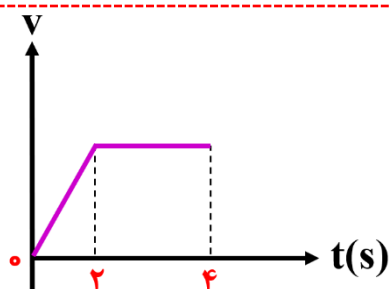
(۴) $-7/6$

(۳) $-15/2$

(۲) $-6/4$

(۱) $-12/8$

سوال: معادله سرعت - زمان جسم 20 kg در SI به صورت $v=2t-6$ است. کار برآیند نیروهای وارد بر این جسم در بازه زمانی $t_1=2\text{ s}$ تا $t_2=4\text{ s}$ چند ژول است؟



سوال: نمودار سرعت - زمان جسمی که بر روی یک سطح افقی در حال حرکت است، مطابق شکل نشان داده شده است. اگر کل کار انجام شده بر روی جسم در 4 ثانیه اول حرکت برابر با 60 J باشد، در 1 ثانیه اول حرکت، کل کار انجام شده بر روی جسم چند واحد SI است؟

«آزمون‌های گاج»

(۴) 10

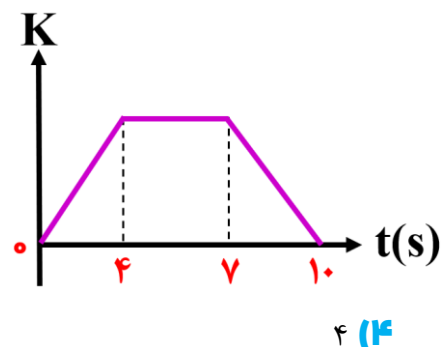
(۳) 60

(۲) 15

(۱) 30

سوال: نمودار انرژی جنبشی جسمی بر حسب زمان به صورت مقابل است. چه تعداد از گزاره‌های زیر در مورد این جسم صحیح است؟

«IQ»



(الف) در بازه زمانی 4 s تا 7 s ، هیچ نیرویی به جسم وارد نمی‌شود.

(ب) در 4 ثانیه اول حرکت، کار نیروی خالص وارد بر جسم مثبت است.

(پ) در 3 ثانیه آخر حرکت، زاویه بین F_{net} و d منفرد است.

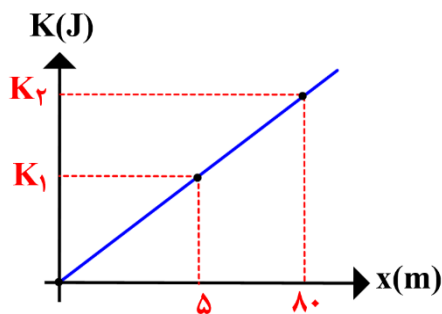
(ت) در بازه زمانی 4 s تا 7 s ، جسم ساکن است.

(۴) 4

(۳) 3

(۲) 2

(۱) 1



سوال: جسمی به جرم m بر روی یک سطح افقی تحت تاثیر یک نیروی افقی خالص و ثابت F ، شروع به حرکت می کند. در صورتی که نمودار مقابل مربوط به انرژی جنبشی بر حسب مکان جسم باشد، اگر تندی جسم در لحظه K_2 ، 30 m/s از تندی جسم در لحظه K_1 بیشتر باشد، تندی جسم در لحظه K_1 چند m/s است؟

«تالیفی»

۲۰ (۴)

۱۵ (۳)

۱۰ (۲)

۵ (۱)

سوال: شخصی در طبقه سوم ساختمان، سوار آسانسور می شود و به طبقه دهم می رود. جرم شخص 70 kg است و یک کوله پشتی به جرم 5 kg بر دوش دارد. آسانسور بین طبقات پنجم تا هفتم مسافت 6 m را در مدت 2 s با سرعت ثابت طی می کند. در این 2 s کار نیرویی که آسانسور به شخص وارد می کند، چند ژول است؟ ($g=10\text{ m/s}^2$)

«تجربی ۹۶»

۴۵۰۰ (۴)

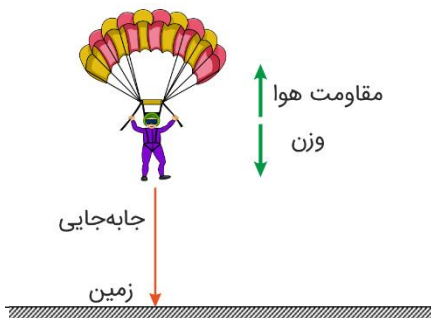
۴۲۰۰ (۳)

۳۹۰۰ (۲)

صفر (۱)

سوال: چتربازی به جرم کل 100 kg از بالنی در ارتفاع 500 متر از سطح زمین با سرعتی به بزرگی $1/5\text{ m/s}$ به بیرون بالن می پرد. اگر او با سرعتی به بزرگی $4/5\text{ m/s}$ به زمین برسد، کار نیروی مقاومت هوا روی چترباز در طول مسیر سقوط چند کیلوژول است؟ ($g=10\text{ m/s}^2$)

«تجربی ۹۹»



۹۰۰ (۱)

۵۰۰/۹ (۲)

۵۰۰ (۳)

۴۹۹/۱ (۴)



سوال: مطابق شکل، چکشی به جرم 1 kg به میخی ضربه می‌زند. اگر در اثر برخورد چکش به میخ، $\frac{2}{5}$ ژول انرژی به گرما تبدیل شود و هدر رود، چکش با تندی چند متر بر ثانیه باید به میخ برخورد کند تا با وارد کردن نیروی افقی متوسط 10^3 N به میخ، آن را 1 cm درون تخته فرو ببرد؟

«گاج»

(۴) ۵

(۳) ۴

(۲) $\frac{2}{5}\sqrt{2}$ (۱) $2\sqrt{5}$

سوال: گلوله‌ای به جرم 500 g با تندی 20 m/s از سطح زمین در راستای قائم رو به بالا پرتاب می‌شود. اگر اندازه متوسط نیروی مقاومت هوا در برابر حرکت گلوله، 3 N باشد، کار نیروی وزن گلوله از لحظه پرتاب تا لحظه رسیدن به بالاترین نقطه مسیر حرکتش (نقطه اوج) چند ژول است؟ ($g=10\text{ m/s}^2$)

«IQ گاج»

(۴) $-62/5$ (۳) $62/5$ (۲) $-37/5$ (۱) $37/5$

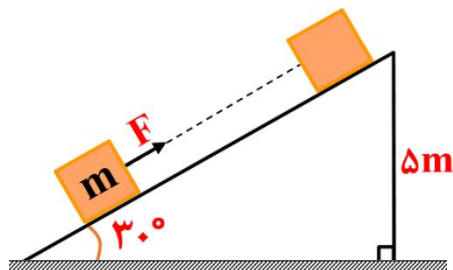
سوال: گلوله‌ای از سطح زمین با تندی اولیه v_0 در راستای قائم به سمت بالا پرتاب شده و با تندی $\frac{v_0}{4}$ به محل پرتاب اولیه بازمی‌گردد. اگر کار نیروی مقاومت هوا در مسیر رفت و برگشت گلوله یکسان باشد، ارتفاع اوج گلوله از سطح زمین برابر کدام است؟ (g شتاب گرانش است.)

«IQ جامع- پیشرفته»

(۴) $\frac{5v_0^2}{16g}$ (۳) $\frac{5v_0^2}{8g}$ (۲) $\frac{v_0^2}{4g}$ (۱) $\frac{v_0^2}{2g}$

سوال: در شکل مقابل، جسمی به جرم 4 kg تحت تاثیر نیروی ثابت F با تندی ثابت بر روی یک سطح دارای اصطکاک از پایین تا بالای سطح شیبدار جابه‌جا می‌شود. اگر اندازه کار نیروی F ، $\frac{2}{5}$ برابر اندازه کار نیروی وزن جسم باشد، به ترتیب از راست به چپ، نیروی اصطکاک وارد بر جسم و کار نیروی F هر کدام چند واحد SI است؟ ($g=10\text{ m/s}^2$)

«آزمون‌های گاج»



(۱) $500 - 10\sqrt{3}$

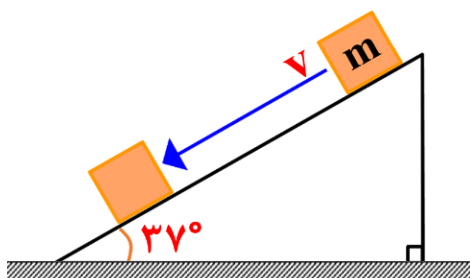
(۲) $500 - 30$

(۳) $1000 - 10\sqrt{3}$

(۴) $1000 - 30$

سوال: در شکل مقابل، به جسمی به جرم $m=20\text{ kg}$ نیروی مناسب F به موازات سطح شیبدار وارد می‌شود و جسم با سرعت ثابت، به سمت پایین حرکت می‌کند. کار نیروی F در مدتی که جسم 2 متر روی سطح پایین می‌آید، چند ژول است؟ ($\sin 37^\circ = 0.6$ ، $g=10\text{ m/s}^2$ و اصطکاک سطح ناچیز است).

«کنکور ریاضی»



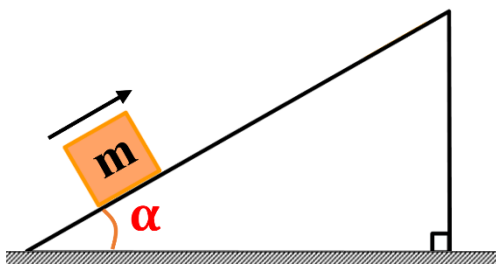
(۱) -320

(۲) -240

(۳) $+320$

(۴) $+240$

سوال: مطابق شکل، جسمی به جرم m از پایین سطح شیبدار با انرژی جنبشی K_1 رو به بالا پرتاب می‌شود. جسم در بالای سطح متوقف شده و با انرژی جنبشی K_2 به محل پرتاب اولیه باز می‌گردد. اندازه کار نیروی وزن جسم از لحظه پرتاب تا لحظه تغییر جهت دادن آن کدام است؟ «IQ جامع»



(۲) $K_1 - K_2$

(۱) $K_1 + K_2$

(۴) $\frac{K_1 - K_2}{2}$

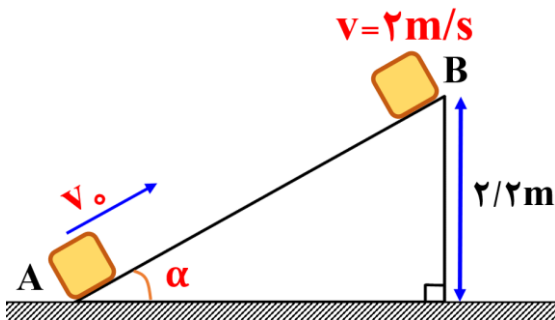
(۳) $\frac{K_1 + K_2}{2}$

سوال: در سوال قبل، کار نیروی اصطکاک در هنگام بالا رفتن جسم بر روی سطح شیبدار از لحظه پرتاب تا لحظه تغییر جهت حرکت جسم کدام است؟

«Q جامع»

(۱) $K_1 + K_2$ (۲) $K_1 - K_2$ (۳) $\frac{K_2 - K_1}{2}$ (۴) $\frac{K_1 - K_2}{2}$

سوال: مطابق شکل زیر، جسم از نقطه A مماس با سطح پرتاب می‌شود و تا رسیدن به نقطه B، ۲۵ درصد انرژی جنبشی اولیه آن توسط اصطکاک تلف می‌شود. تندی اولیه جسم چند متر بر ثانیه است؟ ($g=10\text{m/s}^2$)



«تجربی ۱۴۰۲»

(۱) $2\sqrt{2}$

(۲) $4\sqrt{2}$

(۳) ۸

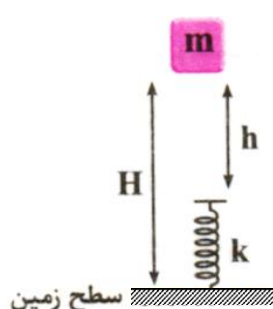
(۴) ۴

سوال: به جسم ساکنی به جرم ۶ کیلوگرم تنها دو نیروی $F_1=15\text{N}$ و F_2 وارد می‌شود. بعد از 12m جابه‌جایی تندی جسم به 10m/s می‌رسد. F_2 چند نیوتون و در چه جهتی می‌تواند باشد؟

«سری Z»

(۱) 10N ، هم جهت F_1 (۲) 20N ، با عمود بر F_1

(۳) 40N ، در خلاف جهت F_1 (۴) هر سه گزینه می‌تواند صحیح باشد.



سوال: در شکل زیر، وزنه m از ارتفاع h در بالای فنر، بدون تندی اولیه در شرایط خلأ سقوط می‌کند و پس از برخورد با فنر، آن را حداکثر به اندازه ΔL متراکم می‌سازد. کار نیروی فنر در این جابه‌جایی کدام است؟

«گاج»

(۲) $mg(h + \Delta L)$

(۱) $-mg(h + \Delta L)$

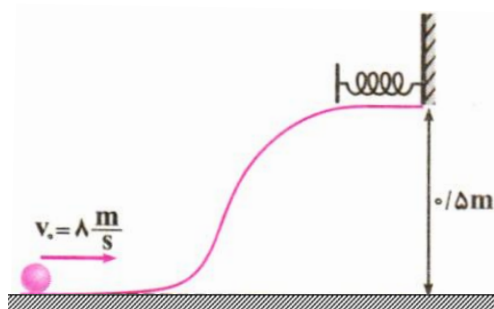
(۴) $-mg\Delta L$

(۳) $mg\Delta L$

سوال: توپی به جرم 200 گرم مطابق شکل، از پایین تپه‌ای با تندی اولیه 8 m/s به سمت بالای تپه پرتاب می‌شود. توپ پس از بالا رفتن از تپه، فنر را فشرده کرده و در یک لحظه متوقف می‌شود. اگر اندازه کاری که اصطکاک از لحظه پرتاب تا این لحظه انجام می‌دهد، برابر $2/4$ ژول باشد، کار نیروی فنر تا این لحظه چند ژول خواهد بود؟ ($g = 10 \text{ m/s}^2$)

«آزمون‌های گاج»

و از مقاومت هوا صرف نظر شود).



(۱) $+6$

(۲) $+3$

(۳) -3

(۴) -6

سوال: گلوله‌ای به جرم 500 گرم را از ارتفاع 20 متری سطح آب در شرایط خلأ در بالای یک استخر با عمق 40 متر رها می‌کنیم. این گلوله با تندی 30 m/s به کف استخر برخورد می‌کند. اگر این گلوله را با نخ سبکی به درون ظرفی پر از آب روی یک ترازو وارد کنیم، عدد این ترازو چند نیوتون و چگونه تغییر می‌کند؟ ($g = 10 \text{ m/s}^2$ و چگالی آب استخر و آب درون ظرف برابر است).

«تالیفی- پیشرفته»

(۴) $\frac{13}{8}$ ، افزایش

(۳) $\frac{15}{8}$ ، افزایش

(۲) $\frac{13}{8}$ ، کاهش

(۱) $\frac{15}{8}$ ، کاهش

سوال: جسمی به جرم 1 kg با تندی اولیه 10 m/s روی سطح افقی پرتاب می‌شود. اگر نیروی اصطکاک بین جسم و سطح در طول مسیر ثابت و برابر 5 N باشد، چه نیرویی بر حسب نیوتون و در چه جهتی بر جسم وارد کنیم تا جسم مسافت 4 m را قبل از توقف طی کند؟

(۱) صفر

(۲) 5 ، در جهت حرکت(۳) 5 ، در خلاف جهت حرکت(۴) $7/5$ ، در خلاف جهت حرکت

سوال: جسمی به جرم 1 kg با تندی اولیه 10 m/s بر روی یک سطح افقی بدون اصطکاک در حال حرکت است. این جسم در ادامه مسیر خود وارد سطح افقی با اصطکاک شده و پس از 5 s انرژی جنبشی آن 18 J کاهش می‌یابد. نیروی اصطکاک در این مسیر چند نیوتون است؟

(۱) $0/1$ (۲) $0/2$ (۳) $0/4$ (۴) $0/8$

مرور نکات و فرمول‌های این درسنامه

کار نیروی وزن و تغییرات انرژی پتانسیل گرانشی

کار نیروی وزن در هر نوع جابه جایی و با هر مسیری همواره برابر با قرینه تغییرات انرژی پتانسیل گرانشی است. اثبات:

نکته: بسته به اینکه مبدأ کجا فرض شود، h تغییر کرده و انرژی پتانسیل در ارتفاع h هم تغییر می کند (U)؛ اما ΔU همواره ثابت است.

سوال: جسمی به جرم 20 kg در ارتفاع 40 متری سطح زمین قرار دارد. مطلوب است: ($g=10\text{ N/kg}$)
الف) انرژی پتانسیل گرانشی جسم را محاسبه کنید.

ب) آیا حتماً باید انرژی پتانسیل آن را این عدد اعلام کنیم؟

پ) سطح مبدأ را چند متر و چگونه جابه جا کنیم تا انرژی پتانسیل جسم 2000 J - شود؟

نکته: اگر $U=0$ یعنی ، اگر $U<0$ یعنی و

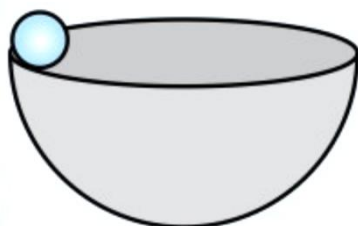
اگر $U>0$ یعنی

نکته: اگر $\Delta U=0$ یعنی ، اگر $\Delta U<0$ یعنی

و اگر $\Delta U>0$ یعنی

سوال: کار نیروی گرانشی بر روی جسمی به جرم 10 kg که تنها تحت تاثیر نیروی گرانشی قرار دارد، در مدت جابه جایی از نقطه (۱) تا (۲)، 100 J است. اگر انرژی پتانسیل جسم در نقطه (۲) برابر -200 J باشد، موقعیت دقیق جسم را در نقطه (۱) مشخص کنید: ($g=10 \text{ N/kg}$)

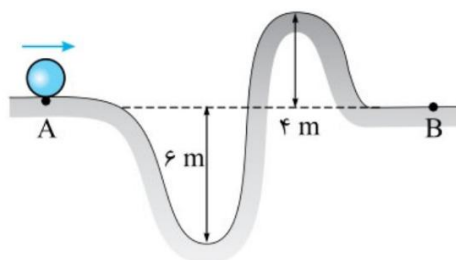
سوال: گلوله ای را مطابق شکل از لبه نیم کره رها می کنیم. گلوله پس از چند بار رفت و برگشت در نهایت در کف نیم کره متوقف می شود. اگر قطر نیم کره، 0.5 m و جرم گلوله 20 g باشد، مطلوب است: ($g=10 \text{ N/kg}$ و از ابعاد گلوله صرف نظر شود).



الف) کار نیروی وزن و کار برآیند نیروها از لحظه رها کردن تا توقف کامل گلوله:

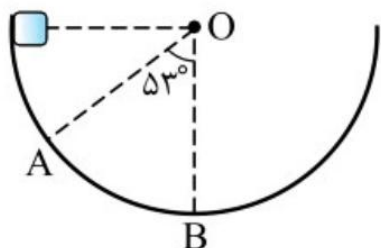
ب) تغییرات انرژی پتانسیل در این جابه جایی:

پ) اگر گلوله دیگری با قطر 10 cm و جرم 10 kg در همین نیم کره و به همین صورت حرکت کند، تغییر انرژی پتانسیل گرانشی آن را محاسبه کنید.



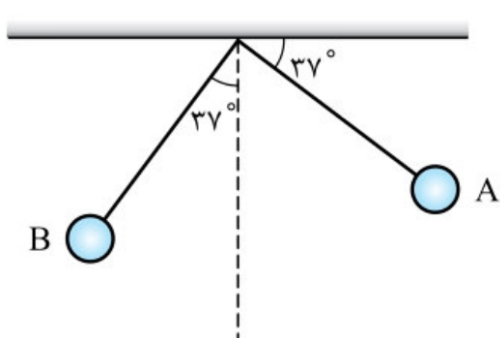
سوال: در شکل روبرو گلوله ای به جرم 200 g در نقطه A با تندی 5 m/s به سمت راست در حال حرکت است و پس از مدتی به نقطه B می رسد. کار نیروی وزن و تغییرات انرژی پتانسیل گرانشی جسم در این جابه جایی چند ژول است؟ ($g=10 \text{ N/kg}$)

سوال: جسم m به جرم $100g$ درون نیم کره صیقلی به قطر $60cm$ به پایین می لغزد. تغییر انرژی پتانسیل گرانشی جسم از A تا B چند ژول است؟ ($\sin 53^\circ = 0.8$) «کنکور قدیمی»



«کنکور قدیمی»

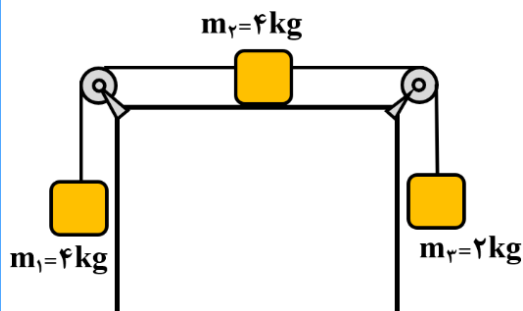
سوال: مطابق شکل روبهرو آونگی که طول نخ آن $1m$ و جرم وزنه آن $0.5kg$ است، از نقطه A رها می شود و در طرف مقابل تا نقطه B بالا می آید. کار نیروی وزن در جابه جایی از A تا B چند ژول است؟ ($\sin 37^\circ = 0.6$ و $g = 10 N/kg$) «خیلی سبز»



۱ (۱) -۱ (۲)

۲ (۳) -۲ (۴)

سوال: در شکل روبهرو اگر جسم m_2 به اندازه $0.5m$ به سمت چپ جابه جا می شود، تغییر انرژی پتانسیل گرانشی جسم های m_1 و m_2 به ترتیب از راست به چپ چند ژول است؟ ($g = 10 N/kg$) «خیلی سبز»



۱ (۱) $+20, -20, +10$ (۲) $+20, -20, 0$

۳ (۳) $+20, 0, -10$ (۴) $+20, 0, -10$

سوال: میله همگنی به طول $0.5m$ و جرم $4kg$ را که روی زمین افتاده بود، بلند کرده و به صورت قائم روی زمین نگه داشته ایم. کار نیروی وزن در این جابه جایی چند ژول است؟ ($g = 10 N/kg$) و قطر میله در مقایسه با طول آن ناچیز است. «سری Z»

۱ (۱) 10 (۲) -10 (۳) 5 (۴) -5

سوال: جسم A به جرم ۲۰kg در ارتفاع ۱۲m و جسم B به جرم ۲۵kg در ارتفاع ۶m از سطح زمین قرار دارند. سطح مبدأ انرژی پتانسیل گرانشی را کجا انتخاب کنیم تا انرژی پتانسیل گرانشی دو جسم برابر شود؟ **«سری Z»**

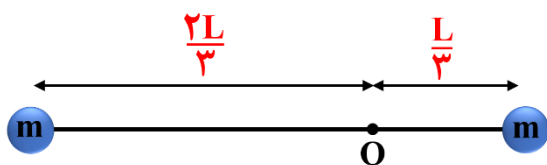
(۱) ۸ متر بالاتر از سطح زمین

(۲) ۱۸ متر پایین‌تر از سطح زمین

(۳) ۱۸ متر بالاتر از سطح زمین

(۴) ۸ متر پایین‌تر از سطح زمین

سوال: به دو سر میله سبکی، دو گلوله، هر یک به جرم m متصل است. مطابق شکل میله می‌تواند حول نقطه O در سطح قائم بچرخد. میله را از وضع افقی رها می‌کنیم؛ لحظه‌ای که به وضع قائم در می‌آید، مجموع انرژی جنبشی گلوله‌ها چقدر است؟ (از نیروهای اتلافی صرف نظر کنید). **«سری Z»**



(۱) $\frac{1}{3}mgL$

(۲) $\frac{1}{6}mgL$

(۳) $\frac{1}{3}mgL$

(۴) $\frac{2}{3}mgL$

سوال: جسم ساکنی به جرم ۲ kg را از ارتفاع یک متری زمین به ارتفاع ۱/۵ متری زمین می‌بریم و دوباره به حالت سکون می‌رسانیم. کار نیروی وزن در این جابه‌جایی، چند ژول است؟ ($g=10\text{N/kg}$) **«تجربی ۱۴۰۲»**

(۱) ۲۰ (۲) -۲۰ (۳) ۱۰ (۴) -۱۰

پایستگی انرژی مکانیکی

به مجموع انرژی‌های و برای یک جسم، انرژی مکانیکی آن جسم می‌گویند.

$$E = K + U$$

نکته: به طور معمول اگر نیروی مقاومی در برابر حرکت یک جسم وجود نداشته باشد، انرژی مکانیکی آن در طول مسیر ثابت می‌ماند. (پایستگی انرژی مکانیکی)

سوال: نشان دهید که تغییرات انرژی مکانیکی برابر مجموع تغییرات انرژی جنبشی و پتانسیل است.

سوال: جسمی در حال سقوط به طرف زمین است. اگر در این حرکت از مقاومت هوا صرف نظر کنیم و تنها نیروی وارد بر جسم نیروی وزن باشد، نشان دهید که تغییرات انرژی جنبشی و پتانسیل قرینه هم هستند.

نکته: از این نکته می‌توان متوجه شد که برای پایسته ماندن انرژی مکانیکی، باید انرژی مکانیکی بدون تغییر باشد ($\Delta E = 0$) و با توجه به این که $\Delta E = \Delta K + \Delta U$ ، می‌توان فهمید که برای پایسته ماندن انرژی مکانیکی، به هر اندازه‌ای که انرژی جنبشی کاهش می‌یابد باید انرژی پتانسیل افزایش یابد و بالعکس!

سوال: در هر کدام یک از حالات زیر، وضعیت پایستگی یا نوع تغییر انرژی مکانیکی را بررسی کنید.

الف) جسم با تندی ثابت روی یک سطح شیبدار بالا می‌رود:



(ب) جسم با تندی ثابت روی یک سطح شیبدار پایین می‌رود:

(پ) تندی حرکت جسم روی یک سطح افقی افزایش می‌یابد:

(ت) تندی حرکت جسم روی یک سطح افقی کاهش می‌یابد:

(ث) جسمی با سرعت ثابت روی یک سطح افقی حرکت می‌کند:

(ج) جسمی را در حضور هوا با تندی v به بالا پرتاب می‌کنیم:

(ج) جسمی در شرایط خلأ به سمت بالا پرتاب می‌شود:

(ح) جسمی را در شرایط خلأ با زاویه α نسبت به افق پرتاب می‌کنیم:

سوال: کدام یک از عبارات زیر همواره درست است؟

(الف) اگر انرژی مکانیکی در نوعی حرکت ثابت نباشد، قطعاً نوعی نیروی مقاوم عامل این نابرابری بوده است.

(ب) اگر کار برآیند نیروهای وارد بر جسم صفر باشد، حتماً انرژی مکانیکی در این حرکت پایسته است.

پ) اگر مجموع کار نیروهای وارد بر جسمی منفی باشد، حتماً انرژی مکانیکی جسم کاهش یافته است.

سوال: جسمی از ارتفاع h بدون سرعت اولیه و در حضور هوا رها می شود تا با تندی v به زمین برخورد کند. مطلوب است:

الف) در این جابه جایی اندازه تغییرات انرژی جنبشی نسبت به اندازه تغییرات انرژی پتانسیل را مقایسه کنید.

ب) در این جابه جایی علامت کار کل انجام شده روی جسم را مشخص کنید.

سوال: به جسمی در ارتفاع h نیروی رو به بالای F را وارد می کنیم. اگر از نیروی مقاومت هوا صرف نظر شود، در حالت های مختلف حرکت اولیه جسم در راستای قائم، وضعیت ΔK ، ΔU و ΔE را مشخص کنید. ($F > mg$)

سوال: گلوله ای را با تندی اولیه v_0 در شرایط خلأ از سطح زمین به سمت بالا پرتاب می کنیم. مطلوب است:

الف) ارتفاع اوج (ارتفاع محل تغییر جهت):

ب) ارتفاعی که انرژی جنبشی و پتانسیل برابرند:

پ) ارتفاعی که انرژی جنبشی $\frac{1}{4}$ برابر با انرژی پتانسیل باشد:

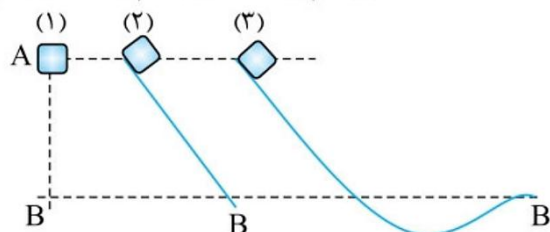
ت) در $\frac{1}{4}$ ارتفاع اوج، انرژی جنبشی چند برابر انرژی پتانسیل است؟

ث) در ارتفاعی که تندی گلوله نصف تندی اولیه است، انرژی جنبشی چند برابر انرژی پتانسیل است؟

سوال: در هر سه شکل، جسم‌ها بدون تندی اولیه از نقطه A رها می‌شوند. اگر نیروی اتلافی وجود نداشته باشد،

مطلوب است:

$$m_1 = m \quad m_2 = 2m \quad m_3 = m$$



الف) مقایسه تندی هر سه جسم در نقطه B:

ب) مقایسه انرژی جنبشی هر سه جسم در نقطه B:

سوال: جسمی به جرم m در ارتفاع h از سطح زمین قرار دارد. تندی برخورد جسم به زمین را محاسبه کنید، اگر:

الف) جسم را رها کنیم:

ب) جسم را با تندی اولیه v_0 در راستای قائم پرتاب کنیم:

سوال: گلوله‌ای به جرم 2 kg را از ارتفاع 25 متری سطح زمین در راستای قائم و در شرایط خلأ با تندی 20 m/s به سمت بالا پرتاب می‌کنیم. مطلوب است: ($g=10\text{ N/kg}$)

الف) ارتفاع اوج گلوله:

ب) تندی گلوله به هنگام برخورد به زمین:

پ) تندی گلوله در هنگام عبور از کنار محل پرتاب:

ت) انرژی مکانیکی گلوله یک ثانیه قبل از برخورد به زمین:

سوال: جسمی به جرم 2 kg را (در شرایط خلأ) با سرعت 10 m/s در راستای قائم، رو به بالا پرتاب می‌کنیم؛ مطلوب است: (مبدأ انرژی پتانسیل گرانشی محل پرتاب فرض شده است)

الف) انرژی مکانیکی جسم در نصف ارتفاع اوج:

ب) انرژی مکانیکی جسم در ارتفاع اوج و ارتفاع 3 متری:

نکته: طبق این سوال مشخص است که در صورت پایسته بودن انرژی مکانیکی، می‌توان گفت

سوال: جسم A به جرم m از ارتفاع ۱۰ متری سطح زمین و جسم B به جرم ۲m، از ارتفاع ۲۰ متری سطح زمین رها می‌شوند. انرژی جنبشی جسم B در لحظه رسیدن به سطح زمین، چند برابر انرژی جنبشی جسم A در لحظه رسیدن به سطح زمین است؟ (از مقاومت هوا صرف نظر شود).

«کنکور ریاضی»

سوال: گلوله‌ای را از ارتفاع ۲۰ متری سطح زمین با سرعت اولیه v_0 در راستای قائم رو به بالا پرتاب می‌کنیم. در ارتفاع ۶۵ متری سطح زمین سرعت گلوله به صفر می‌رسد. اگر $g = 10 \text{ m/s}^2$ باشد، v_0 چند متر بر ثانیه است؟ (مقاومت هوا ناچیز است).

«کنکور ریاضی»

سوال: سرعت اولیه گلوله‌ای را که در شرایط خلأ و در راستای قائم رو به بالا پرتاب می‌کنیم، چند برابر کنیم تا ارتفاع اوج آن دو برابر شود؟

سوال: تویی را از ارتفاع h به سمت پایین انداخته‌ایم. اگر این توپ پس از برخورد با زمین تا سه برابر ارتفاع اولیه خود بالا بیاید، سرعت اولیه توپ را بیابید. (از کلیه نیروهای اتلافی صرف نظر کنید)

سوال: سه گلوله هم حجم چوبی، آهنی و طلایی را از ارتفاع h به ترتیب به صورت قائم، روی سطح شیبدار 45° درجه و روی سطح شیبدار 30° درجه رها می‌کنیم. تندی این گلوله‌ها را به هنگام رسیدن به زمین مقایسه کنید.
($\rho_{\text{طلا}} < \rho_{\text{آهن}} < \rho_{\text{چوب}}$ و از مقاومت هوا و اصطکاک سطح شیبدار صرف نظر کنید)

سوال: در سوال قبل اگر مقاومت هوا و اصطکاک سطح موثر باشد، تندی گلوله‌ها را به هنگام رسیدن به زمین مقایسه کنید.

سوال: از بالای ساختمان بلندی، دو گلوله هم حجم شیشه‌ای و سربی با تندی اولیه برابر در راستای قائم به ترتیب به سمت بالا و پایین پرتاب شده‌اند. کدام یک از گزینه‌های زیر در مورد این دو گلوله از لحظه پرتاب تا لحظه رسیدن به سطح زمین نادرست است؟ (از مقاومت هوا صرف نظر کنید).

«ا»

۱) تندی هر دو گلوله در لحظه برخورد به زمین یکسان است.

۲) تغییرات انرژی جنبشی هر دو گلوله از لحظه پرتاب تا لحظه رسیدن به زمین با هم برابر است.

۳) اندازه تغییرات انرژی پتانسیل گرانشی گلوله سربی، بیشتر از اندازه تغییرات انرژی پتانسیل گرانشی گلوله شیشه‌ای است.

۴) انرژی مکانیکی گلوله شیشه‌ای در هنگام رسیدن به زمین کمتر از انرژی مکانیکی گلوله سربی است.

سوال: گلوله‌ای به جرم m از ارتفاع h ، بدون سرعت اولیه رها می‌شود. اگر مقاومت هوا ناچیز باشد:

«کنکور تجربی»

۱) تندی گلوله ثابت می‌ماند.

۲) تندی گلوله هنگام برخورد با زمین، با h متناسب است.

۳) انرژی جنبشی گلوله هنگام برخورد با زمین، با h متناسب است.

۴) انرژی جنبشی گلوله هنگام برخورد با زمین، به جرم آن بستگی ندارد.

سوال: گلوله‌ای از ارتفاع ۲۰ متری سطح زمین، با تندی اولیه 4 m/s در راستای قائم رو به پایین پرتاب می‌شود. انرژی جنبشی این گلوله بعد از ۴ متر پایین آمدن، چند برابر می‌شود؟ ($g=10 \text{ m/s}^2$ و از مقاومت هوا صرف نظر شود).

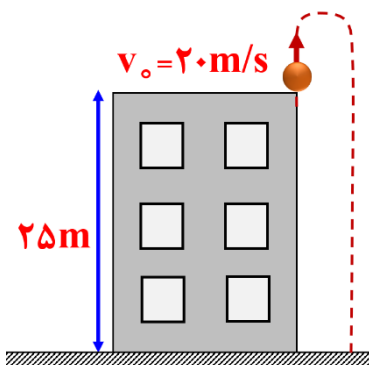
- (۱) ۳ (۲) ۴ (۳) ۵ (۴) ۶ «کنکور تجربی»

سوال: گلوله‌ای در شرایط خلأ، از سطح زمین با سرعت اولیه 30 m/s در راستای قائم، به طرف بالا پرتاب می‌شود. در چند متری سطح زمین، انرژی جنبشی گلوله نصف پتانسیل گرانشی آن است؟ ($g=10 \text{ m/s}^2$)

- (۱) ۱۵ (۲) ۲۰ (۳) ۳۰ (۴) ۳۵ «کنکور تجربی»

سوال: مطابق شکل، گلوله‌ای به جرم ۲ کیلوگرم با سرعت اولیه 20 m/s از بالای ساختمانی به سمت بالا پرتاب می‌شود. در لحظه‌ای که فاصله گلوله از سطح زمین، ۴ برابر فاصله گلوله از بالاترین نقطه مسیر آن است، انرژی جنبشی گلوله چند ژول است؟ ($g=10 \text{ m/s}^2$ و از مقاومت هوا صرف نظر شود).

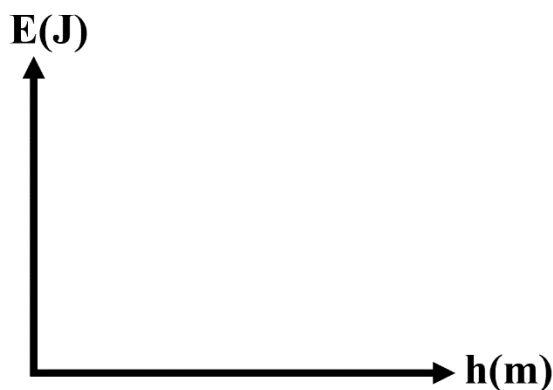
«IQ جامع»



- (۱) ۹۰ (۲) ۱۸۰ (۳) ۳۶۰ (۴) ۷۲۰

نمودارشناسی در بحث انرژی مکانیکی

سوال: جسم با تندی اولیه به سمت بالا پرتاب می‌شود تا به ارتفاع اوج برسد. نمودارهای انرژی بر حسب ارتفاع را روی یک نمودار برای این جسم رسم کنید. (از مقاومت هوا صرف نظر کنید).



سوال: جسمی از ارتفاع h از سطح زمین رها می‌شود. مطلوب است: (بدون مقاومت هوا)
الف) رسم نمودار $U-h$:



ب) رسم نمودار K بر حسب U :



پ) رسم نمودار $K-h$:



ت) رسم نمودار $K-t$:



ث) رسم نمودار $U-t$:

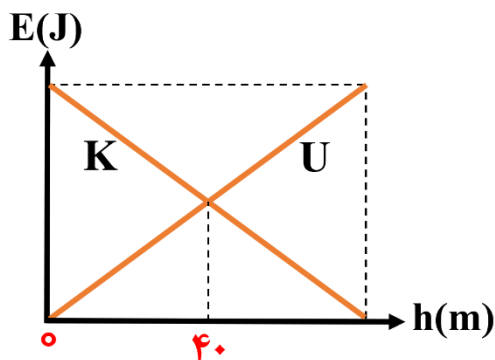


ج) رسم نمودار انرژی‌ها بر حسب زمان:



سوال: گلوله‌ای به جرم 4 kg در شرایط خلأ، با سرعت اولیه v_0 در راستای قائم به سمت بالا پرتاب می‌شود. نمودار انرژی جنبشی و پتانسیل گلوله بر حسب ارتفاع از سطح زمین مطابق شکل مقابل است. مطلوب است:

الف) v_0 چند متر بر ثانیه است؟



ب) انرژی پتانسیل گلوله در ارتفاع اوج چند برابر انرژی جنبشی اولیه گلوله است؟

پ) مقدار عددی انرژی مکانیکی چند است؟ آن را بر روی نمودار نشان دهید.

سوال: جسمی به جرم 500 g از نقطه A رها می‌شود و با تندی 4 m/s از نقطه B عبور می‌کند. انرژی پتانسیل گرانشی جسم در نقطه B ژول از انرژی پتانسیل گرانشی جسم در نقطه A است. (از اتلاف انرژی صرف نظر کنید).

«خیلی سبز»

- ۱) $4 -$ کم‌تر ۲) $4000 -$ کم‌تر ۳) $4 -$ بیش‌تر ۴) $4000 -$ بیش‌تر

سوال: در شرایط خلأ و در راستای قائم، از سطح زمین، گلوله با سرعت v_0 به طرف بالا پرتاب می‌کنیم. در لحظه‌ای که سرعت گلوله به $\frac{v_0}{5}$ می‌رسد، انرژی پتانسیل گلوله چه کسری از انرژی مکانیکی آن است؟

«خیلی سبز»

- ۱) $\frac{24}{25}$ ۲) $\frac{4}{5}$ ۳) $\frac{1}{5}$ ۴) $\frac{1}{25}$

سوال: جسمی را از ارتفاع h از سطح زمین رها می‌کنیم. اگر تندی جسم در ارتفاع $\frac{3}{4}h$ از سطح زمین 18 m/s باشد،

تندی آن در ارتفاع $\frac{8}{9}h$ از سطح زمین چند متر بر ثانیه است؟ (از مقاومت هوا چشم‌پوشی کنید). «خیلی سبز»

۲۷ (۱)

$\frac{27}{4}\sqrt{6}$ (۲)

۱۲ (۳)

$8\sqrt{6}$ (۴)

سوال: گلوله‌ای بدون سرعت اولیه از ارتفاع h رها می‌شود و پس از طی Δh ، انرژی جنبشی آن با $\frac{1}{4}$ انرژی پتانسیل

گرانشی آن برابر می‌شود. $\frac{\Delta h}{h}$ چقدر است؟ (مبدأ پتانسیل سطح زمین است و مقاومت هوا ناچیز فرض شود).

«کنکور ریاضی»

$\frac{4}{5}$ (۱)

$\frac{3}{4}$ (۲)

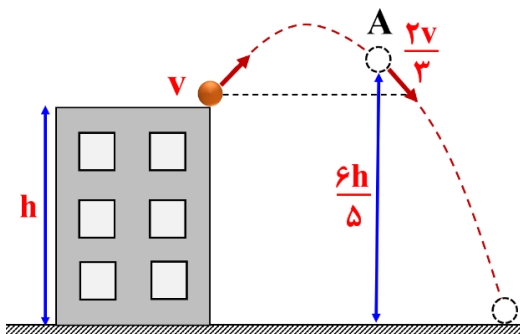
$\frac{1}{4}$ (۳)

$\frac{1}{5}$ (۴)

سوال: مطابق شکل، گلوله‌ای در شرایط خلأ از بالای ساختمانی به ارتفاع h با تندی اولیه v و انرژی جنبشی 180

ژول به سمت بالا پرتاب شده و هنگام عبور از نقطه A در ارتفاع $\frac{6}{5}h$ ، تندی آن برابر با $\frac{2}{3}v$ می‌شود. انرژی جنبشی

این گلوله هنگام برخورد به سطح زمین چند ژول است؟ «IQ جامع»



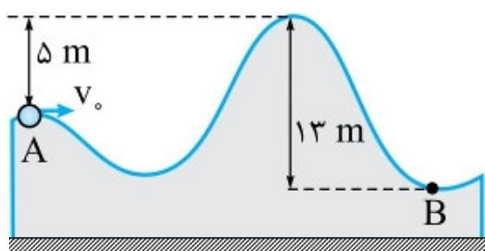
۴۸۰ (۱)

۵۰۰ (۲)

۶۸۰ (۳)

۵۶۰ (۴)

سوال: جسمی مطابق شکل با تندی v_0 از نقطه A عبور کرده و روی سطح بدون اصطکاک به حرکت خود ادامه



می‌دهد. برای اینکه جسم به نقطه B برسد، v_0 باید برابر با متر بر ثانیه باشد. ($g=10 \text{ N/kg}$ و مقاومت هوا ناچیز است).

«خیلی سبز»

(۲) حداکثر - ۱۰

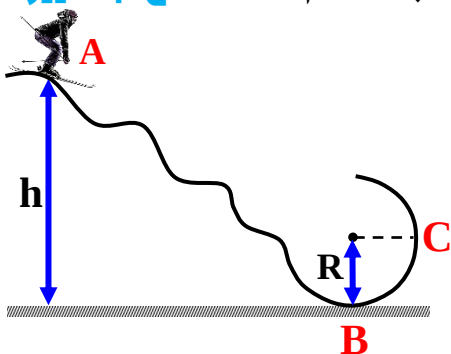
(۴) حداکثر - $4\sqrt{10}$

(۱) حداقل - ۱۰

(۳) حداقل - $4\sqrt{10}$

سوال: مطابق شکل زیر، اسکی‌بازی از نقطه A روی سطح بدون اصطکاک، بدون سرعت اولیه شروع به حرکت

می‌کند. اگر تندی او در نقطه B، ۲ برابر تندی اش در نقطه C باشد، نسبت h به R کدام است؟ «کاج- با تغییر»



(۱) ۲

(۲) $\frac{4}{3}$

(۳) ۳

(۴) به جرم اسکی‌باز بستگی دارد.

سوال: مطابق شکل، جعبه‌ای از پایین سطح شیب‌داری به سمت بالا پرتاب می‌شود و در لحظه t_0 ، تندی جعبه به $\frac{1}{5}$

مقدار اولیه‌اش می‌رسد. نسبت انرژی جنبشی به انرژی پتانسیل گرانشی جعبه در لحظه t_0 و نسبت تغییرات انرژی

جنبشی به تغییرات انرژی پتانسیل گرانشی جعبه از لحظه شروع حرکت تا لحظه t_0 ، به ترتیب از راست به چپ کدام

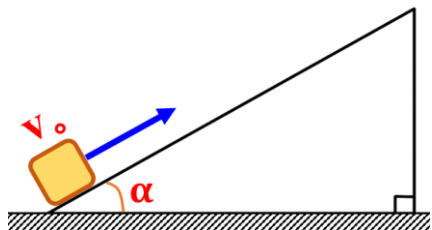
است؟ (از اصطکاک صرف نظر کنید و سطح مبدأ پتانسیل گرانشی را سطح زمین در نظر بگیرید). «IQ کاج»

(۱) ۱، ۲۴

(۲) $-\frac{1}{24}$ ، -۱

(۳) $\frac{1}{24}$ ، ۱

(۴) -۱، ۲۴



سوال: جسمی روی یک سطح شیبدار، آزادانه می لغزد و با تندی ثابت پایین می آید. برای این جسم کدام موارد درست است؟

(ریاضی ۱۴۰۱)

(الف) کار نیرویی که سطح به جسم وارد می کند، صفر است.

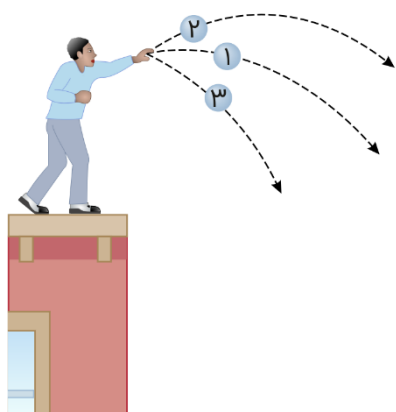
(ب) انرژی مکانیکی جسم کاهش می یابد.

(پ) کار نیروی خالص، برابر با کار وزن است.

(ت) انرژی مکانیکی جسم ثابت می ماند.

(۱) ب (۲) ت (۳) الف و ب (۴) پ و ت

سوال: در شکل زیر، سه توپ مشابه با تندی یکسان از بالای ساختمان پرتاب می شوند. توپ (۱) در راستای افقی و



دو توپ دیگر با زاویه های بالاتر و پایین تر از سطح افق پرتاب می شوند. برای این توپ ها، از لحظه پرتاب تا رسیدن به زمین، کدام موارد درست است؟ (از مقاومت هوا صرف نظر شود).

(ریاضی خارج ۱۴۰۲)

(الف) تندی توپ های (۱) و (۳) پیوسته افزایش می یابند.

(ب) تندی توپ های (۱) و (۲) ابتدا کاهش و سپس افزایش می یابند.

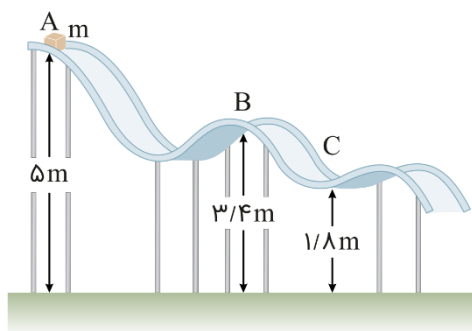
(پ) هر سه توپ با تندی یکسان به زمین برخورد می کنند.

(ت) زمان حرکت هر سه توپ با هم برابر است.

(۱) الف و پ (۲) الف و ت (۳) ب و ت (۴) ب و پ

سوال: در سوال قبل، اگر از مقاومت هوا صرف نظر نشود، تندی توپ ها هنگام برخورد با زمین را مقایسه کنید.

سوال: جسمی به جرم m روی سطح بدون اصطکاکی مطابق شکل زیر، از نقطه A رها می‌شود. تندی جسم در نقطه



«تجربی ۱۴۰»

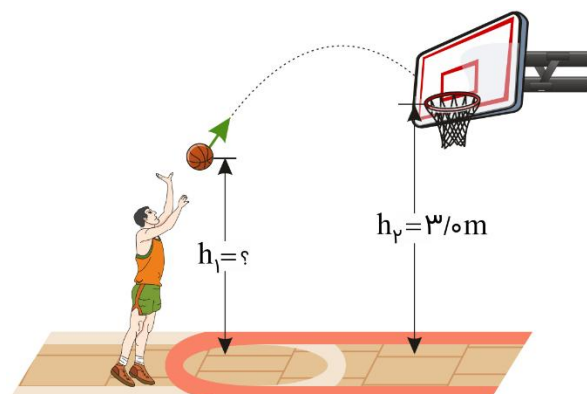
C ، چند برابر تندی آن در نقطه B است؟

- (۱) ۲
- (۲) $\frac{\sqrt{17}}{3}$
- (۳) $\sqrt{2}$
- (۴) $\frac{17}{9}$

سوال: در شکل زیر، ورزشکار توپ را با تندی (سرعت) اولیه 6 m/s پرتاب می‌کند و اندازه سرعت توپ در لحظه ورود به سبد 5 m/s است. فاصله نقطه پرتاب توپ تا سطح زمین (h) چند متر است؟ (مقاومت هوا ناچیز است و

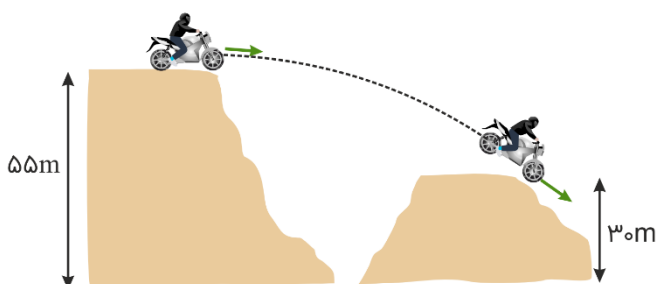
$g=10 \text{ N/kg}$)

«ریاضی ۹۹»



- (۱) ۲/۴۵
- (۲) ۲/۴۶
- (۳) ۲/۵۵
- (۴) ۲/۶۴

سوال: در شکل زیر، موتورسوار با سرعتی به بزرگی 20 m/s از تپه اول جدا می‌شود. اگر تنها نیروی مؤثر، نیروی وزن باشد، بزرگی سرعت آن در لحظه رسیدن به تپه دوم، چند متر بر ثانیه است؟ ($g=10 \text{ N/kg}$) «ریاضی ۹۹»



- (۱) ۲۵
- (۲) ۲۸
- (۳) ۳۰
- (۴) ۴۰

کار و انرژی درونی

نیروهایی مانند اصطکاک و مقاومت هوا برخلاف نیروهایی مانند وزن می‌توانند انرژی مکانیکی را تغییر دهند. (به این نیروها که وابسته به مسیر حرکت هستند، نیروهای ناپایستار می‌گویند.)

سوال: در لغزیدن یک جسم بر روی سطح شیبدار، نیروی اصطکاک نیز اثر می‌کند. کار این نیرو را بررسی کنید.

نکته: از این سوال متوجه می‌شویم کار نیروهای اتلافی (اصطکاک و مقاومت هوا) که همواره در خلاف و مانع حرکت هستند، دقیقاً برابر با میزان کاهش انرژی مکانیکی است.

نکته: طبق اصل پایستگی انرژی، در یک سامانهٔ منزوی مقدار کل انرژی‌ها همواره ثابت است. سوال اینجاست که اگر انرژی پایسته است پس در مثال قبل انرژی مکانیکی کاهش یافته، به چه انرژی‌ای تبدیل می‌شود؟ پاسخ انرژی درونی است.

انرژی درونی: به مجموع (نه میانگین) انرژی ذرات تشکیل دهندهٔ هر جسم، انرژی درونی آن جسم می‌گویند. پس میزان آن به دو عامل وابسته است:

(۱) میزان انرژی هر ذرهٔ جسم

(۲) تعداد ذرات جسم

نکته: معمولاً با گرم شدن یک جسم، انرژی درونی آن افزایش می‌یابد. پس در این مثال، انرژی مکانیکی هدر رفته به صورت گرما در سطح و جسم ذخیره شده و انرژی درونی آن‌ها را افزایش می‌یابد.

نکته: چون نمی‌توان از انرژی درونی استفاده کرد، به نیروهایی که انرژی مکانیکی را به انرژی درونی تبدیل می‌کنند نیروهای اتلافی می‌گویند.

نکته: به سامانه‌ای که نه از محیط اطراف انرژی بگیرد و نه به آن انرژی دهد، سامانهٔ منزوی می‌گویند. در این سامانه‌ها مجموع کل انرژی‌ها همیشه پایسته است.

سوال: وقتی یک خودرو ترمز می کند تا متوقف شود، انرژی جنبشی آن کجا می رود؟

پرسی ۳-۴



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

سوال: آب داغ درون یک لیوان بیشتر از یک دریاچه با دمای معمولی (۲۰ درجه سانتی گراد) است.

(۱) انرژی درونی

(۲) میانگین انرژی درونی

(۳) مجموع انرژی جنبشی مولکول های سازنده

(۴) میانگین انرژی جنبشی مولکول های سازنده

سوال: درستی یا نادرستی هر یک از عبارات زیر را بررسی کنید:

(الف) انرژی درونی یک جسم، مجموع انرژی های ذره های تشکیل دهنده آن است.

(ب) اگر انرژی هر یک از ذرات تشکیل دهنده دو جسم برابر باشد، انرژی درونی این دو جسم الزاماً برابر است.

(پ) در یک سامانه منزوی، انرژی مکانیکی کل پایسته می ماند.

(ت) معمولاً با گرم تر شدن یک جسم، انرژی درونی آن بالا می رود.

(ث) جسمی که در هوا سقوط می کند، انرژی مکانیکی آن مرتباً کاهش می یابد.

(ج) در جسمی که در هوا سقوط می کند، کاهش انرژی پتانسیل گرانشی برابر گرمایی است که تولید می کند.

سوال: در شکل روبرو، به جز نیروهای وزن و عمودی سطح، نیروهای اتلافی هم به جسم وارد می‌شود به طوری که مجموع کار نیروهای اتلافی در جابه‌جایی از نقطه (۱) تا (۲) برابر W_f است. اگر ΔU و ΔK به ترتیب تغییر انرژی پتانسیل و تغییر انرژی جنبشی جسم در جابه‌جایی بین دو نقطه (۱) و (۲) باشند، کدام گزینه الزاماً درست است؟



«برگرفته از کتاب درسی»

(۱) $\Delta U + \Delta K < W_f$

(۲) $\Delta U + \Delta K = W_f$

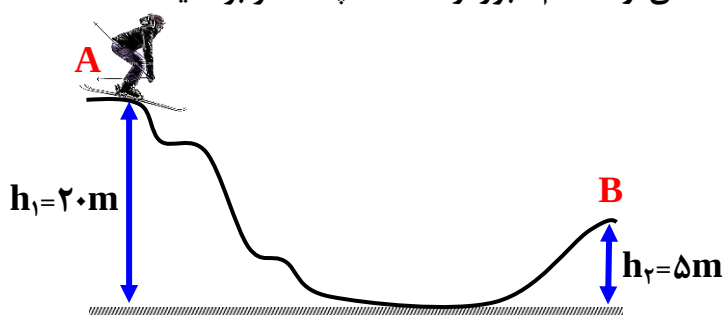
(۳) $|\Delta U| < |\Delta K|$

(۴) $|\Delta U| < \Delta K$

سوال: جسمی به جرم 200 g از ارتفاع 80 m ، بدون تندی اولیه، در هوا سقوط می‌کند و با تندی 35 m/s به زمین می‌رسد. کار نیروی مقاومت هوا، ضمن سقوط جسم چند ژول است؟ ($g = 10\text{ N/kg}$)

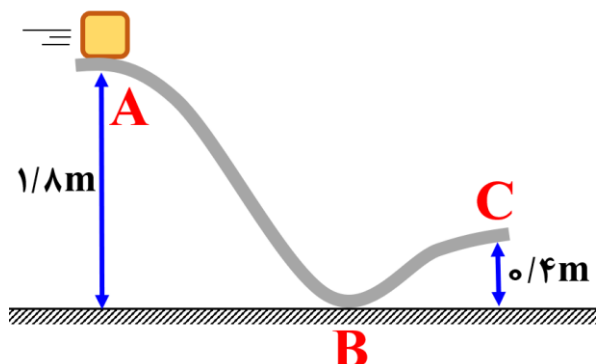
سوال: جسمی به جرم 2 kg را روی سطح افقی با تندی اولیه v_0 پرتاب می‌کنیم. در لحظه‌ای که انرژی درونی جسم 5 J و انرژی درونی محیط 40 J افزایش می‌یابد، تندی جسم 5 m/s کمتر از تندی اولیه آن است. تندی اولیه جسم چند متر بر ثانیه بوده است؟

سوال: در شکل زیر جرم اسکی‌باز 60 kg است. اگر تندی او در هنگام عبور از نقطه A، 5 m/s باشد و از A تا B مقدار 6750 J انرژی به صورت انرژی درونی هدر رود، تندی او هنگام عبور از نقطه B چند متر بر ثانیه است؟



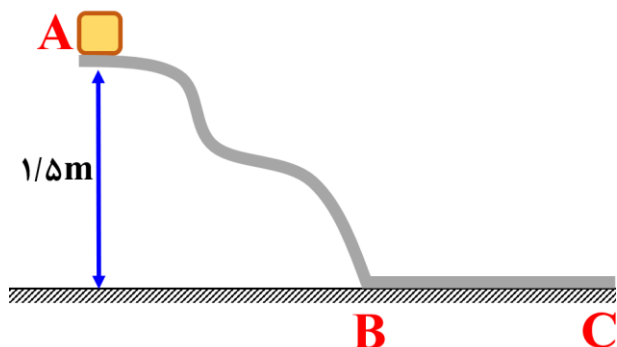
سوال: در شکل روبه‌رو، وزنه‌ای به جرم 0.4 kg از نقطه A بدون تندی اولیه به پایین می‌لغزد. اگر در مسیر ABC، 2.2 J انرژی، به انرژی درونی تبدیل شود، انرژی جنبشی جسم در نقطه C چند ژول است؟ ($g=10\text{ N/kg}$)

«کنکور قدیمی»



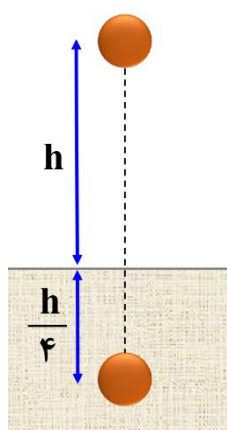
سوال: جسم $m=2\text{ kg}$ از نقطه A بدون سرعت اولیه به پایین لغزیده و پس از طی مسیر افقی $BC=4\text{ m}$ در نقطه C متوقف شده است. اصطکاک در مسیر AB ناچیز است. نیروی اصطکاک در طول BC چند نیوتون است؟ ($g=10\text{ N/kg}$)

«کنکور قدیمی»



سوال: مطابق شکل، جسمی از ارتفاع h رها می‌شود و پس از طی مسافت $\frac{h}{4}$ درون توده‌ی شن متوقف می‌شود. اندازه‌ی نیروی متوسط مقاومت شن در برابر حرکت جسم، چند برابر وزن جسم است؟ (مقاومت هوا ناچیز است.)

«IQ»



(۱) ۰/۲

(۲) ۰/۲۵

(۳) ۴

(۴) ۵

سوال: گلوله‌ای به جرم 100 g با تندی اولیه 30 m/s در راستای قائم به سمت بالا پرتاب می‌شود و تا ارتفاع 30 m بالا می‌رود. مقدار متوسط نیروی مقاومت هوا در مقابل حرکت گلوله چند نیوتون است؟ ($g=10\text{ N/kg}$)

(۴) ۱/۵

(۳) ۱

(۲) ۵/۵

(۱) ۵/۲۵

سوال: جسمی به جرم 1 kg با تندی v_0 ، در راستای قائم به سمت بالا پرتاب می‌شود و با تندی 10 m/s به نقطه پرتاب اولیه برمی‌گردد. اگر کاهش انرژی مکانیکی جسم در اثر برخورد با مولکول‌های هوا $2/2\text{ J}$ باشد، v_0 چند متر بر ثانیه است؟

«خیلی سبز»

(۴) ۲۲

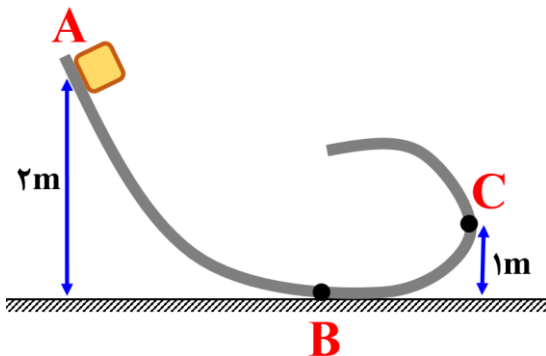
(۳) ۲۰

(۲) ۱۲

(۱) ۱۱

سوال: مطابق شکل، جسمی از نقطه A بدون تندی اولیه به پایین می‌لغزد و با تندی 4 m/s از نقطه C می‌گذرد. اگر کار نیروی اصطکاک در مسیر AB، سه برابر مسیر BC باشد، تندی جسم در نقطه B چند برابر نقطه C است؟

«آزمون‌های گاج»

($g=10\text{ N/kg}$)(۱) $\frac{3}{2}$ (۲) $\frac{7}{4}$ (۳) $\frac{\sqrt{43}}{4}$ (۴) $\frac{\sqrt{37}}{4}$

سوال: گلوله‌ای با تندی اولیه v_0 در هوا در راستای قائم به سمت بالا پرتاب می‌کنیم. جسم تا ارتفاع $\frac{v_0^2}{4g}$ از نقطه پرتاب بالا رفته و با تندی $\frac{v_0}{4}$ به محل پرتاب باز می‌گردد. در مقایسه کار مقاومت هوا در مسیر رفت و برگشت کدام

«ا. جامع»

اظهار نظر صحیح است؟

(۱) اندازه کار مقاومت هوا در مسیرهای رفت و برگشت با هم برابر است.

(۲) اندازه کار مقاومت هوا در مسیر رفت بیشتر از مسیر برگشت است.

(۳) اندازه کار مقاومت هوا در مسیر رفت کمتر از مسیر برگشت است.

(۴) اظهار نظر قطعی ممکن نیست.

سوال: در سوال قبل، اگر کار مقاومت هوا در مسیر رفت و برگشت یکسان بوده و حداکثر ارتفاع گلوله از سطح زمین

باشد، $\frac{v_0^2}{3g}$ تندی گلوله در هنگام بازگشت به محل پرتاب کدام است؟

«ا. جامع»

(۴) $\frac{1}{3} v_0$

(۳) v_0

(۲) $\frac{\sqrt{3}}{3} v_0$

(۱) $\frac{1}{2} v_0$

سوال: جسمی در نزدیکی سطح زمین در حال سقوط است. اگر در یک جابه‌جایی معین، $\frac{|\Delta U|}{\Delta K} = 4$ باشد، نسبت کار

«خیلی سبز»

نیروی مقاومت هوا به کار نیروی وزن کدام است؟

(۴) $\frac{3}{4}$

(۳) $-\frac{5}{4}$

(۲) $-\frac{3}{4}$

(۱) $\frac{5}{4}$

سوال: شخصی گلوله‌ای را با تندی 10 m/s ، از سطح زمین به سمت بالا پرتاب می‌کند. گلوله حداکثر تا ارتفاع ۴ متری سطح زمین بالا می‌رود. چند درصد از انرژی مکانیکی اولیه گلوله، در مدت بالا رفتن تلف می‌شود؟ ($g=10 \text{ N/kg}$)
و سطح زمین، مبدأ انرژی پتانسیل گرانشی فرض شود.

«خیلی سبز»

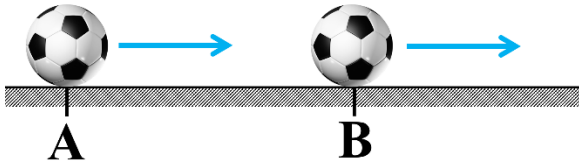
۸۰ (۴)

۲۵ (۳)

۲۰ (۲)

۱۰ (۱)

سوال: در شکل زیر توپی با تندی 8 m/s از نقطه A می‌گذرد. نیروی مقاومت هوا و نیروی اصطکاک در سطح تماس توپ با زمین، ۱۹ درصد انرژی جنبشی اولیه توپ را تا رسیدن به نقطه B تلف می‌کنند. تندی توپ در این جابه‌جایی چند متر بر ثانیه کاهش می‌یابد؟ «برگرفته از کتاب درسی»



۶/۴۸ (۲)

۷/۲ (۱)

۰/۸ (۴)

۱/۵۲ (۲)

سوال: شخصی سنگی به جرم 200 g را از روی زمین برمی‌دارد و آن را از ارتفاع ۱۶۰ سانتی‌متری سطح زمین با تندی 15 m/s پرتاب می‌کند. کار انجام‌شده توسط شخص بر روی این سنگ چند ژول است؟ ($g=10 \text{ N/kg}$)

۲۵/۱ (۴)

۱/۳ (۳)

۴/۵ (۲)

۳/۲ (۱)

سوال: گلوله‌ای از ارتفاع ۴۵ متری سطح زمین در شرایط خلأ رها می‌شود و در هر برخورد با زمین $\frac{1}{5}$ انرژی جنبشی خود را از دست می‌دهد. گلوله تا لحظه‌ای که برای دومین بار به زمین برخورد می‌کند، چه مسافتی را طی می‌کند؟ (مسیر حرکت بدون اصطکاک است)

«نردبام»

۹۵ (۴)

۱۱۷ (۳)

۹۰ (۲)

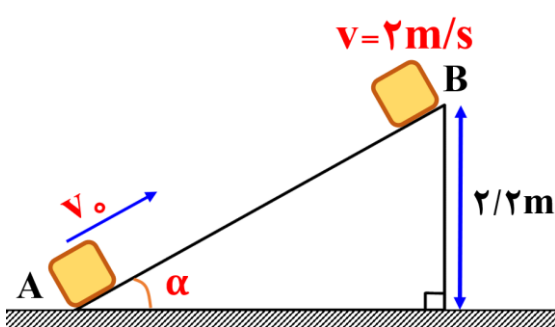
۸۱ (۱)

سوال: جسمی به جرم 2 kg که از ارتفاع h سقوط کرده، به طور میانگین در هر متر از جابه‌جایی اش 5% درصد از انرژی مکانیکی اولیه خود را به علت مقاومت هوا از دست می‌دهد. اگر تندی جسم در لحظه برخورد به زمین 10 m/s باشد، h چند متر است؟ ($g=10\text{ N/kg}$)

«نردبام»

- (۱) ۱۰ (۲) ۱۵ (۳) ۲۰ (۴) ۲۵

سوال: مطابق شکل زیر، جسم از نقطه A مماس با سطح پرتاب می‌شود و تا رسیدن به نقطه B ، 25% درصد انرژی جنبشی اولیه آن توسط اصطکاک تلف می‌شود. تندی اولیه جسم چند متر بر ثانیه است؟ ($g=10\text{ m/s}^2$)



«تجربی ۱۴۰۲»

- (۱) $2\sqrt{2}$

- (۲) $4\sqrt{2}$

- (۳) ۸

- (۴) ۴

سوال: جسمی به جرم 200 g از ارتفاع 15 m متری سطح زمین با تندی 10 m/s پرتاب می‌شود و با تندی 18 m/s به سطح زمین می‌رسد. کار نیروی مقاومت هوا چند ژول است؟

«تجربی ۱۴۰۲»

- (۱) $-12/8$ (۲) $-6/4$ (۳) $-15/2$ (۴) $-7/6$

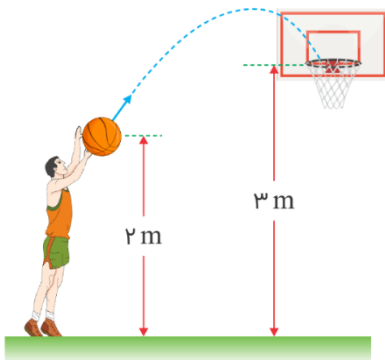
سوال: گلوله‌ای با تندی اولیه 80 m/s از سطح زمین پرتاب می‌شود و در ارتفاع 236 m متری از سطح زمین، با تندی 20 m/s به صخره‌ای برخورد می‌کند. چند درصد انرژی جنبشی اولیه گلوله در اثر مقاومت هوا تلف شده است؟ ($g=10\text{ N/kg}$)

«تجربی ۱۴۰۲»

- (۱) ۲۵ (۲) ۲۰ (۳) ۱۰ (۴) ۵

سوال: در شکل زیر، توپ با تندی اولیه 8 m/s پرتاب می‌شود. اگر کار نیروی مقاومت هوا تا رسیدن توپ به سبد، $K_0 - \frac{1}{8}$ باشد، تندی توپ در لحظه ورود به سبد، چند متر بر ثانیه است؟ (K_0 انرژی جنبشی اولیه و $g=10 \text{ N/kg}$ است.)

«تجربی ۱۴۰»



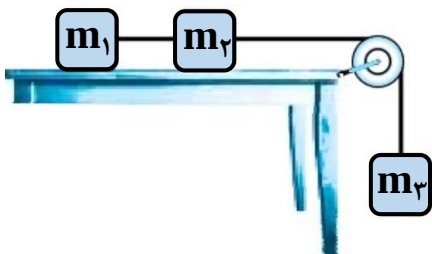
- (۱) $2\sqrt{2}$
- (۲) $4\sqrt{2}$
- (۳) ۵
- (۴) ۶

چند سامانه مورد علاقه طراحان کنکور:

۱- قرقره

سوال: در شکل زیر، وزنه m_3 از حال سکون رها می‌شود. اگر تا لحظه‌ای که وزنه m_3 ، 90 cm پایین می‌آید، مجموع انرژی جنبشی دو وزنه m_1 و m_2 روی سطح افقی به $22/5 \text{ J}$ برسد، m_3 چند کیلوگرم است؟ ($m_1=2 \text{ kg}$ ، $m_2=2 \text{ kg}$ ، $g=10 \text{ N/kg}$ و کلیه اصطکاک‌ها و جرم نخ و قرقره ناچیز است.)

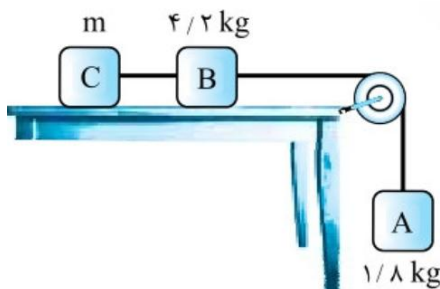
«کنکور تجربی»



- (۱) ۴
- (۲) ۵
- (۳) ۸
- (۴) ۱۰

سوال: در شکل مقابل، جرم نخ و قرقره و اصطکاک، ناچیز است. دستگاه از حال سکون به حرکت در می‌آید و پس از 1 m جابه‌جایی هر یک از وزنه‌ها، مجموع انرژی جنبشی دو وزنه A و B برابر 15 J ژول می‌شود. جرم وزنه C چند کیلوگرم است؟ ($g=10 \text{ N/kg}$)

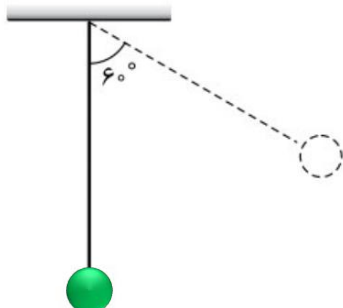
«سری Z»



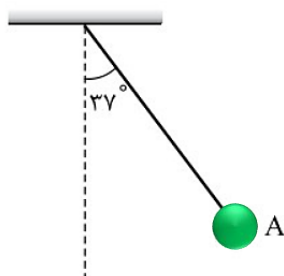
- (۱) $2/4$
- (۲) ۴
- (۳) $1/2$
- (۴) $2/5$

۲- آونگی

سوال: گلوله‌ای به جرم 100 g به انتهای نخ‌ی به طول $2/5\text{ m}$ آویزان است. اگر گلوله را 60° درجه از وضع تعادل منحرف کرده و رها کنیم، بیشینه تندی آن چند متر بر ثانیه خواهد شد؟ ($g=10\text{ N/kg}$ و مقاومت هوا ناچیز فرض شود.)

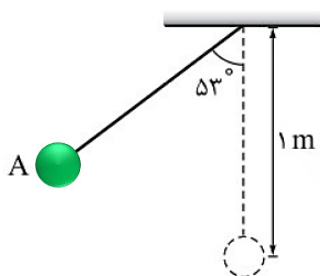


سوال: مطابق شکل روبه‌رو، آونگی به طول $1/25\text{ m}$ با سرعت v از وضعیت نشان داده شده (نقطه A) عبور می‌کند. کم‌ترین مقدار v چند متر بر ثانیه باشد تا ریسمان بتواند به وضعیت افقی برسد؟ (از مقاومت هوا صرف نظر شود، $g=10\text{ N/kg}$ و $\sin 37^\circ = 0/6$)



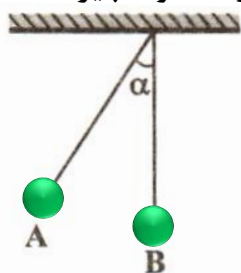
«کنکور تجربی»

سوال: در شکل مقابل، گلوله آونگی از نقطه A رها می‌شود و با سرعت v از پایین‌ترین نقطه مسیر می‌گذرد. هنگامی که سرعت گلوله به $\frac{\sqrt{2}}{2}v$ می‌رسد، زاویه نخ با راستای قائم چند درجه است؟ (از مقاومت هوا صرف نظر شود، $g=10\text{ N/kg}$ و $\cos 53^\circ = 0/6$)



«کنکور تجربی»

سوال: شکل مقابل، آونگی را نشان می‌دهد که حداکثر تا زاویه 60° درجه می‌تواند بالا رود. اگر تندی گلوله آونگ در نقطه B، 2 برابر تندی آن در نقطه A باشد، زاویه α چند درجه است؟ (جرم نخ آونگ و مقاومت هوا ناچیز است.)



«آزمون‌های گاج»

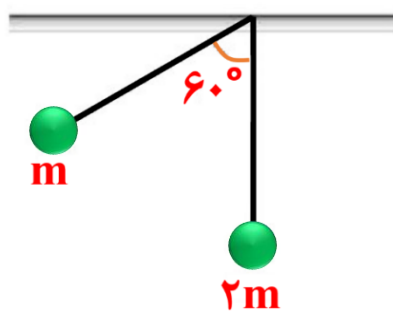
(۱) ۴۵

(۲) ۳۰

(۳) $\cos^{-1}\left(\frac{5}{8}\right)$

(۴) $\cos^{-1}\left(\frac{3}{8}\right)$

سوال: دو گلوله به جرم‌های m و $2m$ به وسیله دو نخ هم‌طول از یک نقطه آویزان هستند. گلوله سبک‌تر را به اندازه



۶۰ درجه از وضع تعادل منحرف کرده و رها می‌کنیم تا به گلوله دیگر برخورد کند. اگر در این برخورد ۸۰ درصد انرژی جنبشی گلوله سبک به گلوله دیگر منتقل شود، گلوله سنگین‌تر حداکثر چند درجه از وضع تعادل منحرف می‌شود؟ (از مقاومت هوا صرف نظر کنید.)

«سری ۲»

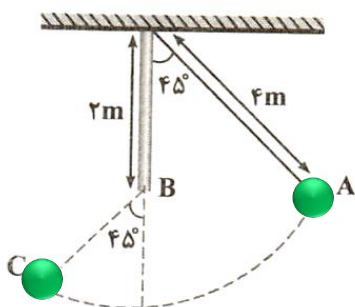
۳۷ (۲)

۵۳ (۴)

۳۰ (۱)

۴۵ (۳)

سوال: مطابق شکل، جرم گلوله آونگی برابر 2kg است و با تندی 8m/s از نقطه A پرتاب می‌شود. آونگ در مسیر حرکت خود به میله‌ای قائم برخورد کرده و پس از آن حداکثر تا C بالا می‌رود. در طول مسیر AC، تقریباً چند ژول



«ل۱»

انرژی تلف شده است؟ ($g=10\text{N/kg}$)

۲۸ (۱)

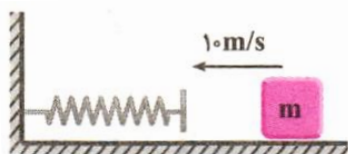
۵۶ (۲)

۷۶ (۳)

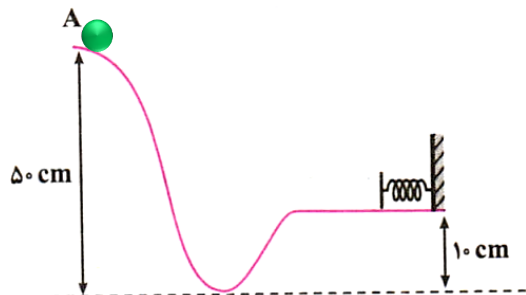
۱۰۴ (۴)

۳- فنر

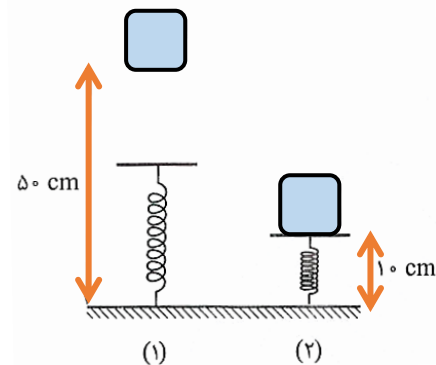
سوال: مطابق شکل، وزنه‌ای به جرم 800gr با تندی 10m/s روی سطح افقی بدون اصطکاک به فنری برخورد می‌کند. در لحظه‌ای که تندی وزنه به ۵۰ درصد مقدار اولیه‌اش می‌رسد، انرژی پتانسیل کشسانی ذخیره شده در فنر چند ژول است؟



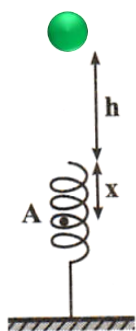
سوال: مطابق شکل، گلوله‌ای از نقطه A رها می‌شود. اگر اصطکاک سطح و مقاومت هوا در برابر حرکت گلوله ناچیز باشد، در لحظه‌ای که انرژی جنبشی گلوله با انرژی پتانسیل کشسانی ذخیره‌شده در فنر برابر می‌شود، تندی گلوله چند واحد SI است؟ ($g=10\text{N/kg}$)



سوال: در شکل مقابل، مطابق وضعیت (۱) جسمی به جرم 1kg از ارتفاع 50cm بدون تندی اولیه رها می‌شود. اگر تندی جسم در وضعیت (۲)، 2m/s باشد، انرژی پتانسیل کشسانی ذخیره‌شده در فنر در این حالت چند ژول است؟ (از مقاومت هوا صرف نظر کنید و $g=10\text{N/kg}$)



سوال: مطابق شکل، گلوله‌ای به جرم m از ارتفاع h بالای یک فنر قائم رها می‌شود و پس از برخورد به فنر و فشردن آن، تا نقطه A پایین می‌آید. اگر گلوله از ارتفاع $2h$ از بالای فنر رها شود، انرژی جنبشی آن در همان نقطه A کدام است؟ (شتاب گرانش برابر g است و از اتلاف انرژی صرف نظر شود).



«کنکور ریاضی»

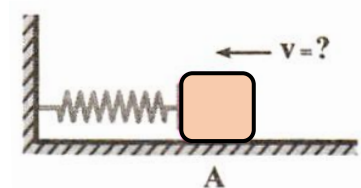
(۴) $2mgh$

(۳) $mg(h-x)$

(۲) mgh

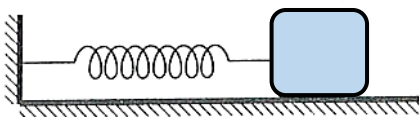
(۱) $mg(h+x)$

سوال: مطابق شکل، جسمی روی سطح افقی در نقطه A با فنری برخورد کرده و آن را فشرده می‌کند. اگر بیشترین انرژی ذخیره شده در فنر 6J و اندازه کار نیروی اصطکاک در مسیر فشرده کردن فنر $3/2\text{J}$ باشد، انرژی جنبشی جسم هنگام برخورد به فنر چند میکروژول بوده است؟

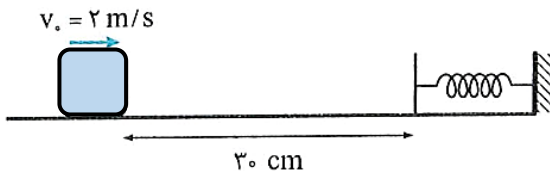


سوال: در سوال قبل، انرژی جنبشی بسته در مسیر بازگشت در نقطه A چند ژول خواهد بود؟ (کار نیروی اصطکاک در مسیر رفت و برگشت را یکسان در نظر بگیرید.)

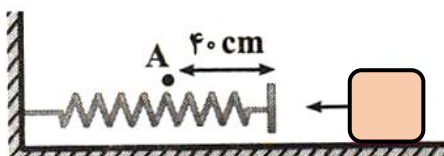
سوال: مطابق شکل، جسمی به جرم 5 kg به وسیله فنری به دیوار متصل شده است. این جسم را به اندازه‌ای به سمت راست می‌کشیم که انرژی پتانسیل ذخیره شده در فنر 10 J شود و سپس جسم را رها می‌کنیم. جسم پس از چند نوسان به دلیل نیروی اصطکاک 25 نیوتونی که در مسیر وجود دارد، متوقف می‌شود. کل مسافتی که جسم پیموده است چند سانتی‌متر است؟



سوال: مطابق شکل جسمی به جرم 1 kg با تندی اولیه 2 m/s روی سطح افقی پرتاب می‌شود. اگر نیروی اصطکاک بین جسم و سطح 5 N باشد و بیشینه انرژی پتانسیل کشسانی ذخیره شده در فنر 0.25 J باشد، فنر حداکثر چند سانتی‌متر فشرده می‌شود؟



سوال: مطابق شکل، جسمی به جرم 4 kg با تندی 10 m/s به فنری برخورد کرده و حداکثر آن را به اندازه 40 cm فشرده می‌کند و به نقطه A می‌رسد. اگر جسم را به گونه‌ای پرتاب کنیم که تندی آن در هنگام برخورد به فنر، 2 برابر شود، انرژی جنبشی جسم در نقطه A چند ژول خواهد شد؟ (نیروی اصطکاک سطح ثابت فرض شود.) «گاج»



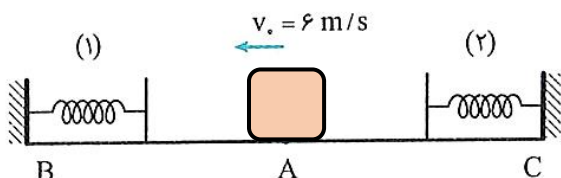
(۱) ۶۴۰

(۲) ۵۶۰

(۳) ۶۰۰

(۴) ۲۴۰

سوال: مطابق شکل، جسمی به جرم 1 kg با تندی 6 m/s به سمت فنر (۱) در حال حرکت است و آن را تا رسیدن به نقطه B متراکم و پس از بازگشت، فنر (۲) را تا نقطه C متراکم می‌کند. سطح AB بدون اصطکاک و سطح AC دارای اصطکاک است. اگر کار نیروی اصطکاک بر جسم در مسیر AC، -10 J باشد، حداکثر انرژی پتانسیل کشسانی ذخیره شده در فنر (۱) چند برابر فنر (۲) است؟ **«نردبام - پیشرفته»**



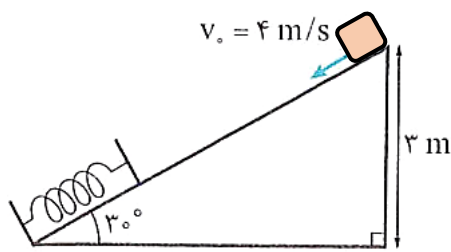
۱ (۱)

۱/۷۵ (۲)

۲/۲۵ (۳)

۳/۵ (۴)

سوال: مطابق شکل، جسمی به جرم 2 kg با تندی 2 m/s از بالای سطح شیب‌داری به سمت پایین شروع به حرکت می‌کند. این جسم پس از برخورد به فنر در انتهای مسیر باعث فشردن آن می‌شود. اگر حداکثر انرژی ذخیره شده در فنر 10 J شود، متوسط اندازه نیروی اصطکاک وارد بر جسم در طول مسیر چند نیوتون است؟ ($g = 10\text{ N/kg}$ و از طول فنر در حالی که بیشترین فشردگی را دارد، صرف نظر شود). **«نردبام - مشابه قلم‌چی»**



۱۱ (۴)

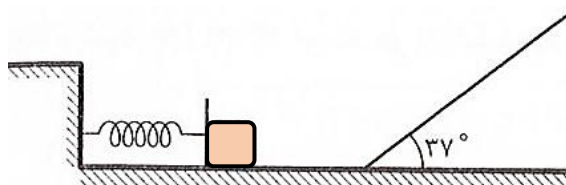
۷ (۳)

۵ (۲)

۱ (۱)

سوال: مطابق شکل، جسمی به جرم 200 g را به اندازه‌ای به فنر فشار می‌دهیم که انرژی پتانسیل ذخیره شده در فنر 15 J شود. اگر در این حالت جسم را رها کنیم، حداکثر تا چه ارتفاعی بر حسب متر بر روی سطح شیب‌دار بالا می‌رود؟ (مسیر افقی بدون اصطکاک و نیروی اصطکاک بین جسم و سطح شیب‌دار $1/8\text{ N}$ است و $\sin 37^\circ = 0.6$ و $g = 10\text{ N/kg}$)

«نردبام»



۱ (۱)

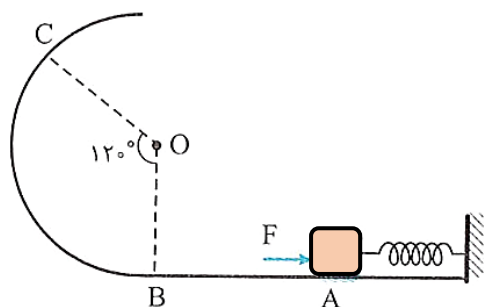
۲ (۲)

۳ (۳)

۴ (۴)

سوال: در شکل زیر اگر نیروی F حذف شود، جسم به جرم 2 kg از فنر جدا می‌شود و با تندی 4 m/s از نقطه C عبور می‌کند. اگر کار نیروی اصطکاک در مسیر AB ، 5 J - و سطح کروی بدون اصطکاک باشد، حداکثر انرژی پتانسیل کشسانی ذخیره شده در فنر چند ژول است؟ (شعاع کره 1 m و $g=10\text{ N/kg}$ است.)

«نردبام»

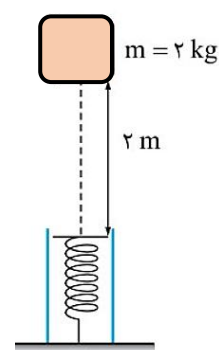


۹ (۱)

۱۹ (۲)

۴۱ (۳)

۵۱ (۴)



سوال: مطابق شکل روبه‌رو، وزنه‌ای به جرم 2 کیلوگرم را با سرعت اولیه 2 m/s از 2 متری بالای یک فنر قائم به سمت فنر پرتاب می‌کنیم. اگر از جرم فنر و مقاومت هوا صرف نظر کنیم و پیشینه انرژی ذخیره شده در فنر 46 J باشد، بیشینه تراکم طول فنر چند سانتی‌متر است؟ ($g=10\text{ N/kg}$)

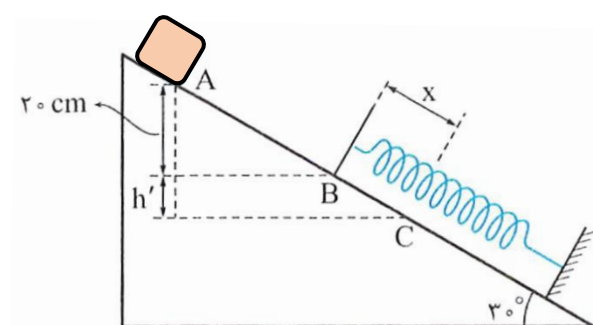
«تجربی ۹۹- سری Z»

۵ (۲)

۱/۳ (۱)

۱۰ (۴)

۸ (۳)



سوال: جسمی به جرم 2 کیلوگرم روی یک سطح شیب دار با اصطکاک ناچیز به سمت پایین می‌لغزد و با سرعت 2 m/s از نقطه A عبور کرده و در نقطه B به فنر برخورد می‌کند. اگر حداکثر فشردگی فنر x و بیشینه انرژی ذخیره شده در فنر 10 J ژول باشد، x چند سانتی‌متر است؟ ($g=10\text{ N/kg}$)

۲۰ (۲)

۱۰ (۱)

۴۰ (۴)

۳۰ (۳)

«ریاضی ۹۸- سری Z»

۴- آسانسور

سوال: شخصی که درون یک آسانسور قرار دارد، وزنه‌ای به جرم 2kg را کف دستش نگه داشته و آسانسور با شتاب ثابت 3m/s^2 رو به بالا شروع به حرکت می‌کند. اگر کار نیروی گرانشی روی وزنه در جابه‌جایی h برابر W و کاری که کف دست شخص روی وزنه انجام می‌دهد برابر W' باشد، نسبت W' به W کدام است؟ ($g=10\text{N/kg}$) «خیلی سبز»

(۴) $-1/3$ (۳) -1 (۲) $-0/7$

(۱) صفر

مطالعه آزاد: مقایسه نیروهای پایستار و ناپایستار

مرور نکات و فرمول‌ها:

درسنامه ۳: توان و پـژده

توان

برای شخم زدن یک زمین کشاورزی، هم از گاو و هم از تراکتور می‌توان استفاده کرد. یعنی هر دو کار یکسانی انجام می‌دهند. اما کدام بهتر است؟ تراکتور! چرا؟ زیرا همان کار را در زمان کمتری انجام می‌دهد. یعنی آهنگ انجام کار بالاتری دارد یا توان بیشتری دارد.

توان متوسط: برابر است با کار انجام شده (W) در واحد زمان (Δt). طبق فرمول:

واحد توان: به افتخار جیمز وات، واحد توان در SI وات (W) است که برابر است:

نکته: توان همانند کار و انرژی، کمیتی نرده‌ای است و فقط دارای عدد و یکا است و جهت ندارد. منفی یا مثبت بودن توان یک نیرو، به معنی دادن یا گرفتن انرژی در واحد زمان است.

اسب بخار ($horse\ power$): یکی دیگر از یکه‌های توان است (نه انرژی) که معادل وات است. این واحد نخستین بار توسط جیمز وات برای ارزیابی توان اختراع جدیدش، ماشین بخار، معرفی شد. توان موتور بیشتر وسایل نقلیه با این یکا بیان می‌شود. (مثلاً توان موتور پراید ۶۷ و بوگاتی شیرون ۱۴۷۹ اسب بخار هستند!!!)

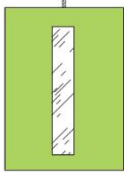
روش حل: در حل سوالات مربوط به توان، نخست کار را با استفاده از روش‌هایی که آموختیم، حساب کرده و در آخر بر زمان انجام کار تقسیم می‌کنیم.

انواع فرمول‌های توان:

سوال: نیروی F با زاویه α منجر به جابه‌جایی d متری جسم در زمان Δt شده است. توان متوسط این نیرو از چه رابطه‌ای محاسبه می‌شود؟

سوال: نیروی F به جسمی به جرم m که روی سطح افقی بدون اصطکاکی با تندی v_1 در حال حرکت است، اثر می‌کند و ظرف زمان Δt ثانیه تندی آن را به v_2 می‌رساند. توان متوسط این نیرو از چه رابطه‌ای محاسبه می‌شود؟

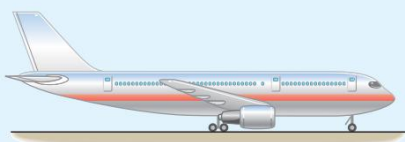
سوال: در شرایط خلأ یک بالابر، جسمی به جرم m را در مدت زمان Δt ثانیه به اندازه h متر با تندی ثابت بالا می‌برد. توان متوسط موتور این بالابر از چه رابطه‌ای محاسبه می‌شود؟



اتاقک بالابر

سوال: در شرایط خلأ یک بالابر در مدت زمان Δt ، ضمن بالا بردن h متری جسمی به جرم m ، تندی آن را از v_1 به v_2 می‌رساند. توان متوسط موتور این بالابر از چه رابطه‌ای محاسبه می‌شود؟

تمرین ۳-۱۶



هر یک از دو موتور جت یک هواپیمای مسافربری، پیشرانده‌ای (نیروی جلوبر هواپیما) برابر $2 \times 10^5 N$ ایجاد می‌کند. اگر هواپیما در هر دقیقه $15 km$ در امتداد این نیرو حرکت کند، توان متوسط هر یک از موتورهای هواپیما چند اسب بخار است؟

نکته: در صورتی که جسمی تحت تاثیر یک نیرو با تندی ثابت حرکت کند، می‌توان توان این نیرو را چنین محاسبه کرد:

سوال: کدام موارد الزاماً درست هستند؟

الف) در شرایط برابر، دو خودرو با توان برابر در زمان‌های برابر از حال سکون، به تندی برابر خواهند رسید.

ب) اسب بخار از یکای قدیمی انرژی است که توسط وات استفاده می‌شد.

پ) کیلووات ساعت از یکاهای انرژی است.

سوال: جسمی به جرم 4 kg تحت تاثیر نیروی 20 نیوتونی که با افق زاویه 60° درجه می‌سازد، ظرف مدت 20 ثانیه

روی سطح افقی بدون اصطکاک، 50 متر جابه‌جا می‌شود. توان این نیرو چند واحد SI است؟

سوال: بالابری با موتوری به توان خروجی 200 وات، جسمی 40 کیلوگرمی را با تندی ثابت بالا می‌کشد. اگر از نیروهای

اتلافی صرف نظر کنیم، تندی جسم چند متر بر ثانیه است؟ ($g = 10 \text{ N/kg}$)

سوال: آسانسوری با سرعت ثابت 7 در راستای قائم در حال حرکت است. اگر جرم آسانسور و بار آن روی هم 1492

کیلوگرم باشد و ظرف 20 ثانیه آسانسور 40 متر بالا برود، توان موتور این آسانسور چند اسب بخار است؟ ($g = 10 \text{ N/kg}$)

سوال: یک بالابر الکتریکی باری با جرم کل 400 کیلوگرم از حال سکون حرکت کرده و پس از 20 ثانیه و طی 40 متر

به تندی 10 متر بر ثانیه می‌رسد. توان خروجی موتور این بالابر چند کیلووات است؟ (نیروهای اتلافی را نادیده بگیرید)

سوال: یک وسیله الکتریکی با توان خروجی $4/8 \text{ kW}$ ، ظرف مدت یک دقیقه از حال سکون جسمی 240 کیلوگرمی را از ارتفاع 80 به ارتفاع 20 متری می‌رساند. تندی جسم در ارتفاع 20 متری چند متر بر ثانیه خواهد بود؟ ($g=10 \text{ N/kg}$) و از نیروهای اتلافی صرف نظر شود.

سوال: یک خودروی سبک به جرم 680 کیلوگرم، ظرف مدت 10 ثانیه تندی خود را 20 m/s افزایش می‌دهد. در صورتی که جرم راننده 66 کیلوگرم باشد و توان این خودرو 100 hp باشد، تندی اولیه خودرو چند متر بر ثانیه است؟ (از کلیه نیروهای اتلافی صرف نظر کنید.)

(۱) ۲۰

(۲) ۳۰

(۳) ۴۰

(۴) ۵۰

سوال: ماشین‌های A و B کارهای یکسانی را به ترتیب در زمان‌های ۲ و ۳ دقیقه به انجام می‌رسانند. توان این دو ماشین را مقایسه کنید.

سوال: توان ماشین A، ۳ برابر توان ماشین B است. اگر در مدت زمان یکسان ماشین A، ۲۰ ژول کار بیشتری انجام دهد، ماشین B در این مدت زمان چند ژول کار انجام می‌دهد؟

سوال: دو بالابر A و B کار یکسانی را به ترتیب در مدت زمان ۲ و $2/5$ ساعت انجام می‌دهند. اگر اختلاف توان آن‌ها 300 وات باشد، توان هر کدام چند وات است؟

سوال: در یک درگ بین دو خودروی هم جرم A و B در مسیر افقی، در زمان برابر به ترتیب ماشین A و B تندی خود را به ۲ و ۳ برابر تندی اولیه خود می‌رساند. اگر توان خودروی A ، $\frac{2}{3}$ برابر توان خودرو B باشد، تندی اولیه خودروی B چند برابر تندی اولیه خودروی A است؟ (از کلیه نیروهای اتلافی چشم پوشی شود).

سوال: یک آسانسور با توان خروجی مشخص، بارهای ۲۰۰ و ۵۰۰ کیلوگرمی را به ترتیب در زمان ۶ و ۱۲ دقیقه از سطح زمین به ارتفاع h برده و متوقف می‌شود. جرم آسانسور چند کیلوگرم است؟ (از کلیه نیروهای اتلافی چشم پوشی شود).

«تالیفی»

۲۰۰ (۴)

۱۵۰ (۳)

۱۰۰ (۲)

۵۰ (۱)

سوال: تندی یک موتورسیکلت مسابقه‌ای ظرف زمان ۲ ثانیه از ۳۶ به ۱۰۸ کیلومتر بر ساعت می‌رسد. اگر این موتورسیکلت با همین توان به حرکت ادامه دهد، چند ثانیه بعد به سرعت ۶۰ متر بر ثانیه می‌رسد؟ (اصطکاک ناچیز است).

سوال: توانی که باید صرف شود تا یک اتومبیل از حال سکون با شتاب ثابت به تندی ۷ برسد چند برابر توانی است که لازم است همان اتومبیل با همان شتاب از تندی ۷ به ۳۷ برسد؟

«تالیفی»

۲ (۴)

۴ (۳)

$\frac{1}{2}$ (۲)

$\frac{1}{4}$ (۱)

سوال: اتومبیلی به جرم ۱ تن با سرعت ثابت 10 m/s بر سطح جاده‌ای که به افق زاویه 30° درجه می‌سازد، به سمت بالا حرکت می‌کند. اگر توان موتور اتومبیل در این حالت 100 hp باشد، نیروی اصطکاک اتومبیل با سطح جاده چند نیوتون است؟ ($g=10\text{ N/kg}$ و $1\text{ hp}=746\text{ W}$)

«خیلی سبز»

(۴) ۶۹۶۰۰

(۳) ۷۴۶۰

(۲) ۵۰۰۰

(۱) ۲۴۶۰

نکته: در یک حرکت تندشونده، در بازه‌های زمانی برابر و متوالی، توان آن نیرو به تدریج افزایش می‌یابد.

نکته: در یک حرکت کندشونده، در بازه‌های زمانی برابر و متوالی، توان آن نیرو به تدریج کاهش می‌یابد.

سوال: نیروی ثابت F که با جهت مثبت محور x زاویه 45° درجه می‌سازد، در جابه‌جایی $r = 4\mathbf{i}$ در مدت زمان ۲ ثانیه، توانی برابر ۴ وات دارد. بردار این نیرو کدام یک از گزینه‌های زیر می‌تواند باشد؟ (تمامی بردارها در SI هستند.)

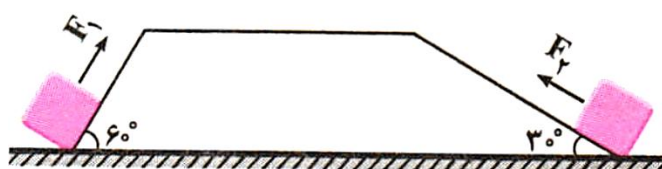
(۴) $4\mathbf{i} + 4\mathbf{j}$

(۳) $3\mathbf{i} + 3\mathbf{j}$

(۲) $2\mathbf{i} + 2\mathbf{j}$

(۱) $\mathbf{i} + \mathbf{j}$

سوال: مطابق شکل، دو جسم یکسان تاثیر نیروهای F_1 و F_2 با تندی ثابت و یکسان از پایین سطح شیبدار بدون اصطکاک تا بالای آن جابه‌جا می‌شوند. در این جابه‌جایی توان نیروی F_1 چند برابر توان نیروی F_2 است؟ «۱۰»



(۲) $\sqrt{3}$

(۴) ۱

(۱) $\frac{\sqrt{3}}{3}$

(۳) $\frac{1}{2}$

سوال: آسانسور A می تواند وزنه ۳۰۰ کیلوگرمی را با تندی ثابت در مدت ۲۰ ثانیه به اندازه ۴۰ متر بالا ببرد. آسانسور B می تواند وزنه ۲۰۰ کیلوگرمی را با تندی ثابت در مدت ۱۲ ثانیه به اندازه ۴۸ متر بالا ببرد. اگر نیروی موتور آسانسورهای A و B را به ترتیب F_A و F_B و توان موتور آسانسورها را به ترتیب P_A و P_B نمایش دهیم، کدام مقایسه در مورد آن ها صحیح است؟ (از جرم اتاقک آسانسورها صرف نظر شود).

سوال: یک هواپیمای باری چهار موتور در هر ساعت، ۷۲۰ km می پیماید. اگر توان متوسط هر یک از موتورهای هواپیما ۲۰۰۰ hp باشد، نیروی پیشرانۀ هر یک از موتورها چند نیوتون است؟ ($1 \text{ hp} = 746 \text{ W}$)

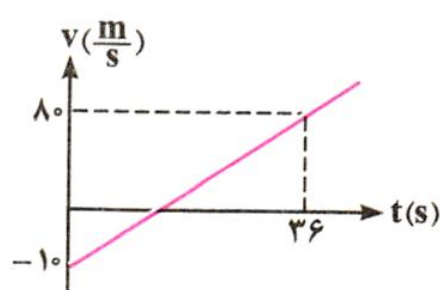
«خیلی سبز»

(۱) $1/24 \times 10^5$

(۲) $1/24 \times 10^4$

(۳) $7/46 \times 10^5$

(۴) $7/46 \times 10^4$



سوال: نمودار سرعت - زمان متحرکی به جرم ۴ کیلوگرم که بر روی مسیر مستقیم در حال حرکت است، مطابق شکل مقابل است. توان متوسط متحرک در ۲۰ ثانیه اول حرکت چند وات هست؟

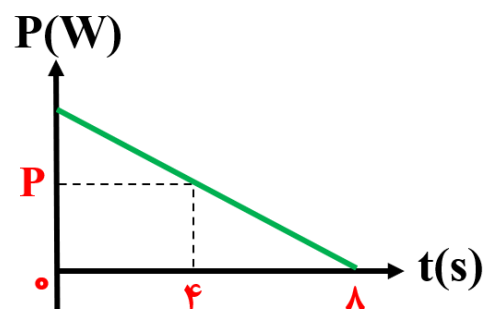
(۱) ۱۵۰

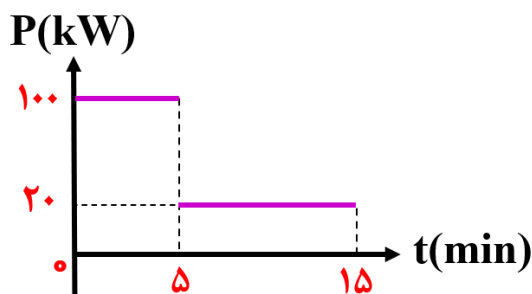
(۲) ۶۳۰

(۳) ۶۴۰

(۴) ۶۵۰

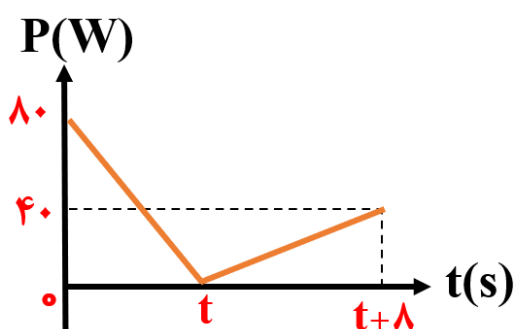
سوال: موتور یک بالابر در مدت ۸ ثانیه، ۶۴ kJ ژول کار انجام داده است. در نمودار مقابل P معادل چند وات است؟ «تالیفی»





سوال: نمودار توان - زمان برای یک اتومبیل در زمان‌های مختلف به صورت مقابل است. اگر نیروی اتلافی نداشته باشیم، کار نیروی موتور این اتومبیل در ۵ دقیقه اول چند برابر ۱۰ دقیقه بعد است؟

- (۱) ۲ (۲) ۲/۵ «تالیفی»
(۳) ۳ (۴) ۴/۵

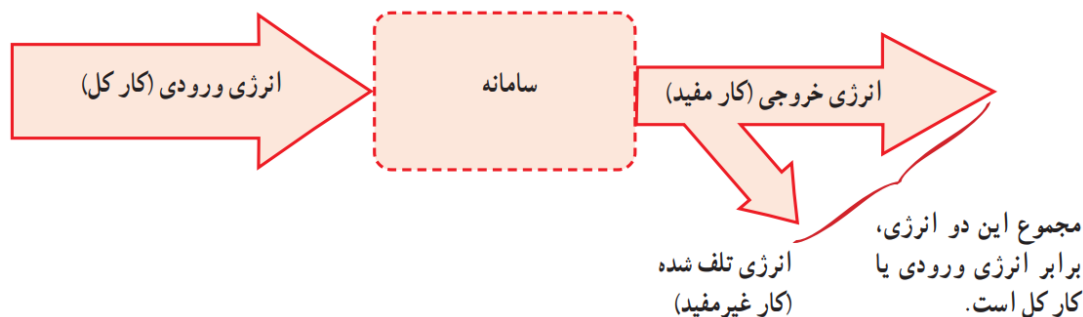


سوال: در نمودار زیر توان یک خودرو در لحظات مختلف در طی حرکت روی سطح افقی نشان داده شده است. اگر کار انجام شده توسط موتور این خودرو در دو بازه $(0, t)$ و $(t, t+8)$ ثانیه، برابر باشد، t چند ثانیه است؟

- (۱) ۶ (۲) ۸ «تالیفی»
(۳) ۱۰ (۴) ۱۲

بازده

به نسبت کار مفید (یا انرژی خروجی) یک سامانه به کل کار (یا انرژی ورودی) آن، بازده می‌گویند که عددی کوچک‌تر از یک است و معمولاً به صورت درصد بیان می‌شود و آن را با Ra نشان می‌دهند و یکان ندارد!



فرمول‌های بازده:

سوال: توان متوسط مصرفی موتور یک بالابر ۱۲۵۰ وات و بازده آن ۸۰ درصد است. این موتور در مدت چند ثانیه، ۱۰۰kg بار را با سرعت ثابت به اندازه ۳۰m بالا می‌برد؟ ($g=10\text{N/kg}$)

سوال: 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؟ ($g=10\text{N/kg}$)

«تجربی ۹۸»

سوال: یک ماشین بالابر، برای بالا بردن وزنه‌ای به جرم ۵۰kg تا ارتفاع معینی از سطح زمین ۲۰۰۰J انرژی مصرف می‌کند. اگر این وزنه از ارتفاع فوق بدون سرعت اولیه در شرایط خلأ رها شود، با تندی ۸m/s به زمین می‌رسد. بازده این ماشین چند درصد است؟ ($g=10\text{N/kg}$)

«تجربی ۱۴۰۰»

سوال: پمپ آبی در هر دقیقه ۳ متر مکعب از آب رودخانه‌ای را به نقطه‌ای منتقل می‌کند که ارتفاع آن تا سطح آب رودخانه ۲۴ متر است. اگر توان ورودی پمپ ۲۰ کیلووات باشد، بازده پمپ چند درصد است؟ ($g=10\text{N/kg}$ و چگالی آب 1g/cm^3 است).

«ریاضی ۹۹»

سوال: یک پمپ آب با توان مصرفی ۱۰۰W، آب را از طبقه همکف یک آپارتمان به طبقه ششم در ارتفاع ۲۰ متری سطح زمین می‌فرستد. اگر بازده این پمپ ۴۰ درصد باشد، آهنگ انتقال آب به طبقه ششم چند لیتر بر ثانیه است؟ ($g=10\text{N/kg}$ و چگالی آب 1g/cm^3 است).

سوال: ماشین A با گرفتن ۱۰۰kJ انرژی، می تواند وزنه ای را در مدت زمان t به اندازه ۴ m بالا ببرد. اگر ماشین B با گرفتن ۳۰۰kJ انرژی، بتواند همین وزنه را در مدت زمان ۲t به اندازه ۶m بالا ببرد، کدام یک از گزینه های زیر صحیح است؟

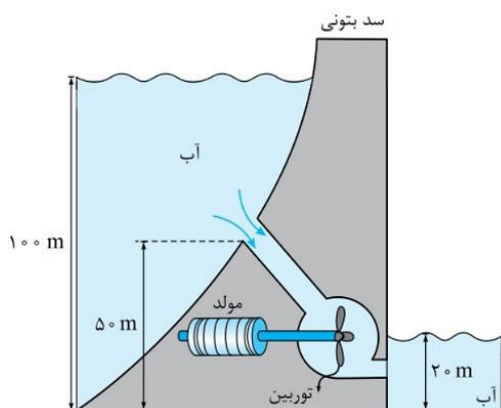
«نردبام»

- (۱) توان ماشین A، ۲ برابر توان ماشین B است.
(۲) توان ماشین A، $\frac{2}{3}$ برابر توان ماشین B است.
(۳) بازده ماشین A، ۲ برابر بازده ماشین B است.
(۴) بازده ماشین A، $\frac{1}{3}$ برابر بازده ماشین B است.

سوال: ارتفاع یک سد ۱۰۰m است. توان الکتریکی مولدی که در پایین این سد قرار دارد، تقریباً برابر با ۲۰۰MW است. اگر ۸۰ درصد کار نیروی گرانش به انرژی الکتریکی تبدیل شود، در هر ثانیه چند متر مکعب آب باید روی پره های توربین ریخته شود؟ ($g=10\text{N/kg}$ و چگالی آب 1g/cm^3 است.)

«خیلی سبز»

- (۱) ۱۶۰ (۲) ۲۵۰ (۳) $1/6 \times 10^5$ (۴) $2/5 \times 10^5$



سوال: مطابق شکل، آب از پشت یک سد بتونی بر روی پره های توربین مولد الکتریسیته می ریزد و آن را می چرخاند. اگر ۷۵ درصد از کار نیروی وزن آب به انرژی الکتریکی تبدیل شود و در هر ثانیه 250m^3 آب بر روی توربین بریزد، توان الکتریکی خروجی مولد چند گیگاوات است؟ ($g=10\text{N/kg}$ و چگالی آب 1g/cm^3 است.)

«خیلی سبز»

- (۱) ۲۰۰ (۲) ۰/۲۰۰ (۳) ۱۵۰ (۴) ۰/۱۵

سوالات پیشرفته توان و بازده

سوال: در صورتی که بر روی یک خودرو موتور A نصب شود، این خودرو با شتاب ثابت a ظرف مدت t_A از حال سکون به تندی $2v$ می‌رسد. اگر روی همین خودرو موتور B که هم‌جرم موتور قبلی است نصب شود، این خودرو با شتاب ثابت $3a$ ظرف مدت t_B تندی خود را از v به $5v$ می‌رساند. توان موتور B چند برابر توان موتور A است؟ (از کلیه نیروهای اتلافی صرف نظر شود).

«تالیفی - پیشرفته»

(۴) ۹

(۳) ۳

(۲) $\frac{1}{3}$

(۱) $\frac{1}{9}$

سوال: دو آسانسور هم‌جرم A و B با اندازه شتاب a از حال سکون به ترتیب به سمت بالا و پایین حرکت می‌کنند. اگر توان متوسط موتور آسانسور A، ۵۰ درصد بیشتر از توان متوسط موتور آسانسور B باشد، نسبت a/g کدام است؟ (g شتاب گرانشی است).

«آزمون‌های گاج»

(۴) باید ۷ معلوم باشد.

(۳) ۰/۴

(۲) ۰/۲

(۱) ۰/۱

سوال: پمپ آبی مقدار ۲ لیتر آب را با تندی ثابت v تا ارتفاع h بالا می‌برد. اگر همین پمپ، مقدار ۴ لیتر روغن را با تندی ثابت v' تا ارتفاع h بالا ببرد، نسبت v'/v کدام است؟ ((چگالی روغن) $\times \frac{5}{4}$ = (چگالی آب))

«IQ جامع»

(۴) ۰/۴

(۳) ۱

(۲) $\frac{5}{8}$

(۱) ۱/۶

سوال: خودروهای A و B با توان برابر با تندی ثابت در حال حرکت به سوی مقصدی معین هستند. اگر نیروی اصطکاک بین خودروی A و سطح جاده، $\frac{4}{5}$ برابر خودروی B باشد و خودروی A مسافت بین مبدأ و مقصد را ۲۴ دقیقه زودتر از خودروی B طی کند، خودروی B این فاصله را در چند دقیقه طی خواهد کرد؟

«گاج - پیشرفته»

۷۲ (۴)

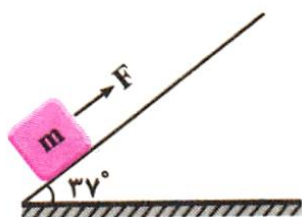
۹۶ (۳)

۹۰ (۲)

۱۲۰ (۱)

سوال: مطابق شکل، جسمی به جرم ۵ کیلوگرم تحت تاثیر نیروی F از حال سکون با شتاب 1 m/s^2 به سمت بالای سطح شیبدار به حرکت در می‌آید. اگر نیروی اصطکاک در مقابل حرکت جسم برابر 10 N باشد و جسم در مدت زمان ۶s به اندازه 18 m روی سطح شیبدار بالا برود، در این مدت زمان، توان نیروی F چند برابر توان متوسط برآیند نیروهای وارد بر جسم است؟ ($\sin 37^\circ = 0.6$ و $g = 10 \text{ N/kg}$)

«IQ جامع»



۹ (۱)

۴/۵ (۲)

۳ (۳)

۱ (۴)

سوال: مصرف بنزین خودرویی که با سرعت 90 km/h حرکت می‌کند، در هر 100 کیلومتر، 6 لیتر است. انرژی شیمیایی موجود در هر لیتر بنزین $3/5 \times 10^7 \text{ J}$ است. اگر 80 درصد انرژی ناشی از سوختن بنزین تلف شود، توان مفید این خودرو تقریباً چند اسب بخار است؟

«خیلی سبز - پیشرفته»

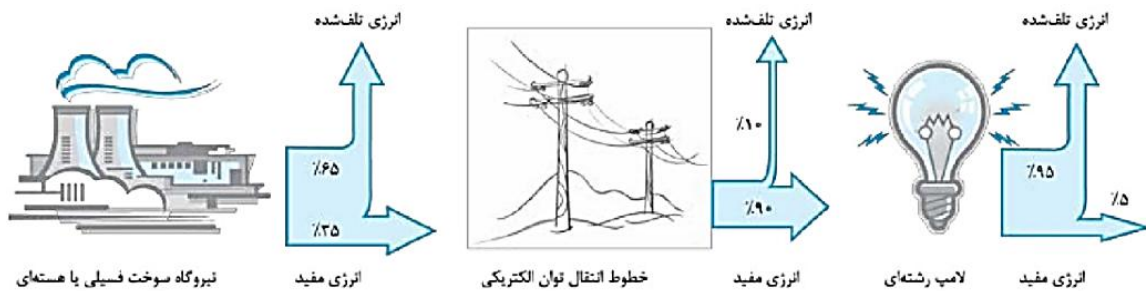
۵۶ (۴)

۲۸ (۳)

۱۴ (۲)

۷ (۱)

سوال: در یک نیروگاه سوخت فسیلی با سوختن هر لیتر گازوئیل حدود 36 MJ انرژی گرمایی تولید می‌شود. با توجه به طرح‌واره زیر، برای اینکه یک لامپ رشته‌ای 100 واتی در طول یک ماه، به‌طور میانگین در هر شبانه‌روز ۶ ساعت روشن بماند، چند لیتر گازوئیل باید در نیروگاه مصرف شود؟ (هر ماه را ۳۰ روز در نظر بگیرید).



$$\frac{40}{V} \quad (1) \quad \frac{80}{V} \quad (2) \quad \frac{400}{V} \quad (3) \quad \frac{800}{V} \quad (4) \quad \text{«خیلی سبز - پیشرفته»}$$

سوال: توان مصرفی متوسط یک واحد صنعتی برابر 1200 kW و هر واحد مسکونی برابر 5 kW است. توان مورد نیاز 2400 واحد مسکونی و تعدادی واحد صنعتی توسط یک نیروگاه گازی 54 مگاواتی و یک نیروگاه برق آبی با بازده $\%$ ۴۰ تامین می‌شود. اگر در نیروگاه برق آبی، در هر دقیقه 180 تن آب از ارتفاع 500 متری روی توربین‌ها بریزد، تعداد واحدهای صنعتی کدام است؟ ($g = 10 \text{ N/kg}$)

$$20 \quad (1) \quad 30 \quad (2) \quad 40 \quad (3) \quad 50 \quad (4)$$

سوال: یک پمپ الکتریکی آب داخل چاهی به عمق 20 m را با آهنگ $2 \text{ m}^3/\text{s}$ به بالا آورده و با تندی 10 m/s به بیرون پرتاب می‌کند. اگر بازده پمپ 40 درصد باشد، توان مصرفی آن چند کیلووات است؟ ($g = 10 \text{ N/kg}$) و چگالی آب 1 g/cm^3 است.

$$200 \quad (1) \quad 250 \quad (2) \quad 1000 \quad (3) \quad 1250 \quad (4) \quad \text{«خیلی سبز - سری»}$$

سوال: اتومبیلی در یک جاده صاف، با سرعت 50 km/h حرکت می کند. در این شرایط توان موتور اتومبیل 20 kW است. و به ازای هر کیلومتر، 0.2 لیتر بنزین مصرف می شود. اگر انرژی شیمیایی تولیدی بنزین به ازای هر کیلوگرم، $5 \times 10^7 \text{ J}$ و چگالی بنزین 800 kg/m^3 باشد، بازده موتور اتومبیل چند درصد است؟

«خیلی سبز - سری Z»

۹۰ (۱۴)

۳۶ (۳)

۱۸ (۲)

۹ (۱)