مجموعه کتاب‌های
علامه حلی

فیزیک هفتم

• پوریا دیار کجوری • سیدحسین منیفی • مهدی قهرمانی

مجموعه کتاب‌های علامه حلی

فیزیک هفتم

- پوریا دیارکجوری
- سیدحسین حنیفی
- مهدی قهرمانی

شناسنامه کتاب

عنوان و نام پدیدآور	:	فیزیک هفتم
مشخصات نشر	:	تهران: انتشارات حلی، ۱۳۹۸
مشخصات ظاهری	:	۲۹×۲۲ س م. ۱: مصور (رنگی)، جدول (رنگی)، نمودار (رنگی)؛ ص ۱۴۴
فروست	:	مجموعه کتاب علامه‌حلی
شابک	:	۹۷۸-۶۰۰-۹۴۶-۱۵۰-۹
وضعیت فهرست نویسی	:	فیپای مختصر
یادداشت	:	فهرست‌نویسی کامل این اثر در نشانی http://opac.nlai.ir : قابل دسترسی است
یادداشت	:	پدیدآورندگان: پوریا دیارکجوری، سیدحسین حنیفی‌یزدی، مهدی قهرمانی
یادداشت	:	واژه‌نامه
شماره کتابشناسی ملی	:	۳۶۳۲۳۶۸

علامه حلی

عنوان کتاب	فیزیک هفتم
ناشر	انتشارات حلی
مؤلفان	پوریا دیارکجوری، سیدحسین حنیفی‌یزدی، مهدی قهرمانی
مسئول هماهنگی	سمیه سادات فاطمی
صفحه‌آرا	راضیه فرهانیان
طراح جلد	الهه شرفی
تصویرساز	محمدحسن فاضلی، محمدحسین صفدریان
سال چاپ	۱۴۰۱
نوبت چاپ	چهارم (ویرایش دوم)
شمارگان	۳۰۰۰ جلد
قیمت	۱۱۳۰۰۰ تومان
شماره شابک	۹۷۸-۶۰۰-۹۴۶-۱۵۰-۹

تهران، خیابان انقلاب، میدان فردوسی، ابتدای کوچه براتی، پلاک ۱۶ واحد ۱۴

تلفن دفتر مرکزی: ۹-۶۶۷۴۴۳۸۴

جالب است براتی

کلیه حقوق این اثر برای ناشر محفوظ است.

هیچ شخص حقیقی یا حقوقی حق برداشت تمام یا قسمتی از اثر را به صورت چاپ، فتوکپی، جزوه و مجازی ندارد.

متخلفان به موجب بند ۵ از ماده ۲ قانون حمایت از ناشران تحت پیگرد قانونی قرار می‌گیرند.

فهرست مطالب

فصل ۱ اندازه‌گیری در علوم
درسنامه ۵
تمرین ۲۹
پرسش‌های چهارگزینه‌ای ۳۴

فصل ۲ انرژی و تبدیل آن
درسنامه ۴۱
تمرین ۶۲
پرسش‌های چهارگزینه‌ای ۶۷

فصل ۳ منابع انرژی
درسنامه ۷۳
تمرین ۹۰
پرسش‌های چهارگزینه‌ای ۹۲

فصل ۴ گرما و ...
درسنامه ۹۷
تمرین ۱۱۹
پرسش‌های چهارگزینه‌ای ۱۲۷

پاسخ‌ها ۱۳۵

قبل از شروع به مطالعه کتاب این قسمت را بخوانید:

وقتی شروع به خواندن این کتاب کنید با بخش‌های مختلفی مواجه می‌شوید که غالباً یک لاک‌پشت متفاوت برای هرکدام وجود دارد که در هریک از این بخش‌ها از شما انتظار داریم کار متفاوتی انجام دهید. این قسمت‌ها براساس تئوری‌های نوین آموزش و تجارب موفق تدریس برای آموزش دانش‌آموزان مستعد طراحی شده است. این بخش‌ها شامل:

درخت دانش: در صفحه اول هر فصل، نموداری رسم شده تا به شما کمک کند در کمترین حجم، مطالب علمی فصل و چگونگی تقسیم‌بندی و ارتباط آن‌ها را با هم درک کنید. درواقع این بخش نقشه‌ای است برای گم نشدن در موضوعات علمی.

اهداف رفتاری: بعد از درخت دانش، چند جمله نوشته شده که از اول کار معلوم کند این فصل را می‌خوانیم که چه بشود. خوب است در آخر فصل هم برگردیم و ببینیم، آیا می‌توانیم کارهایی را که در این بخش گفته انجام دهیم یا نه!

ببینش: درباره برخی از قسمت‌ها لازم است که چیزهایی غیر از نوشته ببینیم. اگر به قسمت این کتاب در سایت سر بزنید برای هر ببینش فیلم، نرم افزار یا ... هست که خوب است ببینیدش!

پاسخگو باش: در این قسمت باید پاسخگوی مطالبی که تا اینجا خوانده‌اید باشید. پاسخگوی سؤالاتی که انتظار می‌رود بعد از خواندن درس تا آن قسمت، بتوانید باکمی فکرکردن به آن‌ها جواب دهید.

فسفر بسوزان: شاید لازم باشد مقدار بیشتری از مغز خودمان استفاده کنیم و قدری فسفر ذخیره شده را بسوزانیم. البته اگر نتوانستید به سوالات این بخش جواب دهید افسرده نشوید؛ برخی از فسفر بسوزانیدها را خود مولفان هم بلد نیستند جواب دهند!

کنکاش کن: همه یادگیری در زمان کلاس اتفاق نمی‌افتد. گاهی لازم است راجع‌به یک موضوع خارج از فضای کلاس تحقیق کنیم و نتیجه آن را در کلاس ارائه دهیم. کتابخانه، خانواده، دوستان، اینترنت و ... منابعی هستند که برای این کار میتوانیم استفاده کنیم.

دست‌به‌کارشو: در موضوعات علمی مخصوصاً علوم تجربی، یادگیری باکیفیت بدون انجام آزمایش، مشاهده و ساخت وسایل علمی امکان‌پذیر نیست. در قسمت دست‌به‌کارشو نحوه انجام آزمایش، دستورالعمل ساخت وسیله و یا نوع مشاهده توضیح داده می‌شود.

تاریخ علم: در این بخش شخصیتی در متن درس معرفی می‌شود و درکنار صفحه، عکس و مختصری از زندگی وی می‌بینید. حق مسلم ما است که حداقل قیافه این دانشمندان دوست داشتنی را ببینیم، شاید در کتاب‌های آینده عکس شما هم اینجا قرار بگیرد!

جالب است بدانی: برای افرادی که دوست دارند بیشتر از سطح استاندارد با موضوعات آشنا شوند این قسمت توصیه می‌شود. در این قسمت مطالبی آورده شده که خواندن و یادگرفتن آن الزامی نیست ولی آن‌قدر جذاب است که نشود به‌راحتی بی‌خیال خواندن آن شد.

جمع‌بندی کن: در انتهای فصل برای یک جمع‌بندی سریع می‌توان از این قسمت کمک گرفت. در این قسمت با هم فصل را جمع می‌کنیم و نکات و مطالب مهم را برای خود تکمیل می‌کنیم.

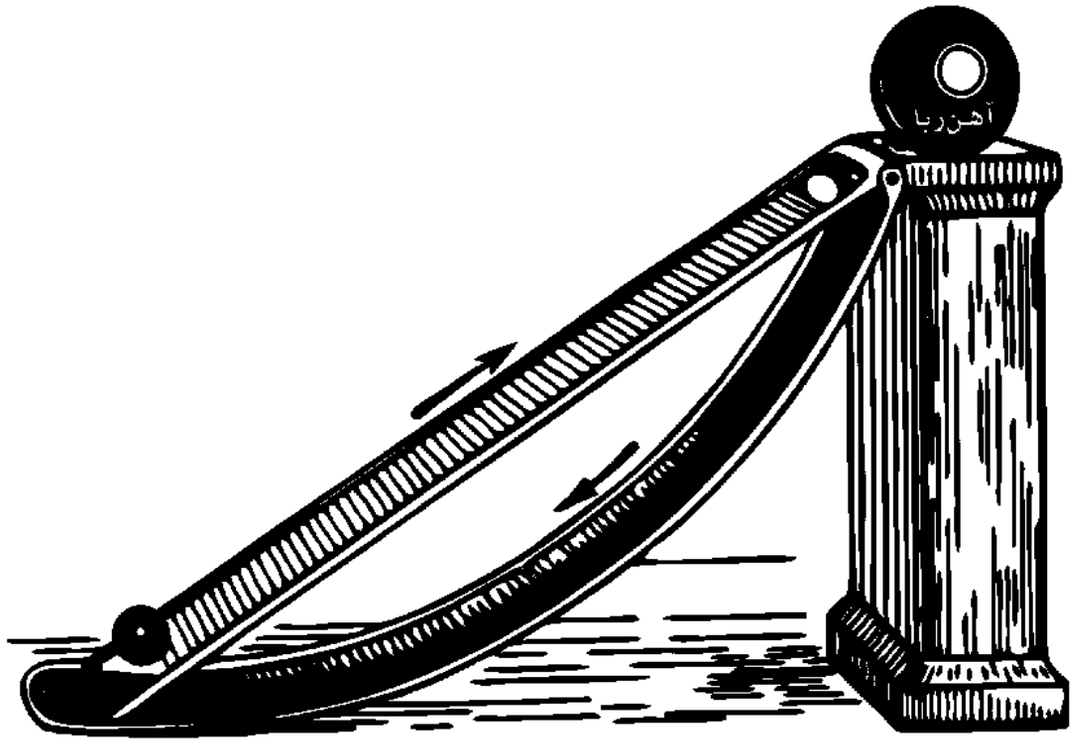
تصحیح کن: یک بار هم خودمان را جای معلم‌ها بگذاریم و برگه تصحیح کنیم. این قسمت یک برگه امتحانی با جواب است که برخی از جواب‌ها دارای غلط و اشتباه است. برگه را تصحیح کنید و نمره دهید.

تمرین‌ها: در آخر هر فصل تمرین‌های مرتبط با آن آورده شده است. تعداد تمرین‌ها، وقت لازم برای انجام آن‌ها، تعداد سؤالات سخت و آسان و نوع سؤالات کاملاً محاسبه شده، پس خیالتان راحت که همه را می‌توانید انجام دهید. سوالات سخت با ستاره مشخص شده، اگر این سوالات را نتوانستید حل کنید خیلی به خودتان آسیب نزنید!

پرسش‌های چهارگزینه‌ای: سؤالات چهارگزینه‌ای یا همان تست هم در آخر هر فصل طراحی شده است. سؤالات چهارگزینه‌ای با این پیش فرض طراحی شده است که اگر نکات مربوط به سؤال را بلد باشید حداکثر در ۲ دقیقه بتوانید به آن جواب دهید.

یک پژوهش دانش‌آموزی: تجربه انجام یک پروژه واقعی با مطالب درسی، به آدم این حس را می‌دهد که این درس‌ها به یک دردی هم می‌خورند! به‌صورت کوتاه یکی از این تجربیات موفق در آخر کتاب در این بخش ارائه شده است.

پاسخ‌ها: پاسخ تشریحی سؤالات چهارگزینه‌ای همه فصل‌ها به‌طور کامل و پاسخ تشریحی تمرین‌های زوج آورده شده است. سوالات فرد هم می‌ماند که خودتان حل کنید.



آهنربا گوی آهنی را به سمت خود می‌کشد، اما پیش از رسیدن گوی به آهنربا، از شکاف به مسیر پایین افتاده و دوباره سر جای اولش قرار بازمی‌گردد و این چرخه ادامه می‌یابد. آیا ممکن است سیستم تا ابد کار کند؟

فصل دوم انرژی و تبدیل‌های آن

اهداف رفتاری

اگر این فصل را به خوبی مطالعه کنی و کارهای خواسته‌شده را به دقت انجام دهی؛

- با تعریف کار و نحوه محاسبه آن آشنا می‌شوی.
- مفهوم انرژی را می‌شناسی و می‌توانی انواع انرژی و شکل‌های گوناگون آن را نام ببری.
- می‌توانی تبدیلات انرژی در پدیده‌های گوناگون یا وسایل را بیان کنی.
- رابطه کار و انرژی را یاد می‌گیری.
- با مفهوم آهنگ مصرف انرژی آشنا می‌شوی و می‌توانی محاسبات آن را انجام دهی.

خاطرات خوش نیرو

در علوم تجربی سال ششم، راجع به نیرو مطالبی آموختید. دانستید که نیروها در تمام زندگی حضور دارند؛ ما آن‌ها را نمی‌بینیم اما اثر آن‌ها را روی اجسام یا خودمان مشاهده می‌کنیم.

هرگونه **کشیدن** اجسام یا **هل‌دادن** آن‌ها، **وارد کردن نیرو** است. کشیدن یا هل‌دادن می‌تواند سبب اتفاقات گوناگونی شود؛ مثل به حرکت درآمدن جسم، متوقف‌شدن جسم، تغییر کردن جهت حرکت جسم، تغییر کردن شکل جسم، تند شدن حرکت جسم و ...

پاسنگو باش

مشخص کن هریک از اتفاقاتی که بیان شده‌اند، به‌خاطر هل دادن بوده یا کشیدن؟

همچنین مانند دو نمونه اول مشخص کن چه چیزی جسم را هل داده یا کشیده است؟

الف) کوبیده‌شدن میخ به دیوار: چکش میخ را به دیوار هل می‌دهد.

ب) بالا رفتن اتاقک آسانسور: کابل فولادی اتاقک آسانسور را بالا می‌کشد.

پ) در رفتن بادکنک بادشده‌ای که انتهایش را نبسته‌ایم:

ت) افتادن تخم‌مرغ از بالای کابینت آشپزخانه:

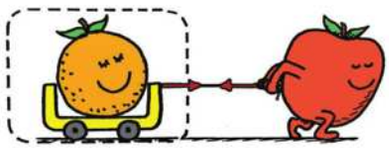
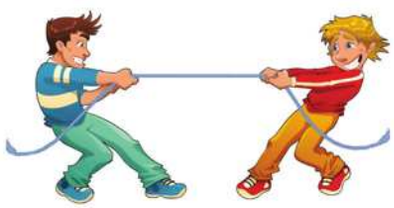
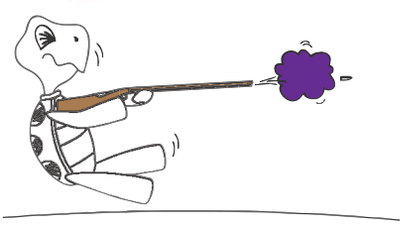
ث) شکستن تخم‌مرغ پس از برخورد به زمین:

ج) سقوط نکردن لوستر:

فسفر بسوزان

وقتی توپ فوتبال را طوری شوت می‌کنیم که کات می‌گیرد، به‌نظر شما چه نیرویی مسیر حرکت توپ را عوض می‌کند؟ این نیرو را چه جسمی به توپ وارد می‌کند؟

عمل و رهما!

همان‌طور که در سال ششم دیدید، نیرو اثر متقابل دو جسم روی هم است. یعنی اگر یک جسم، جسم دیگری را بکشد، خودش به همان میزان کشیده می‌شود؛ و اگر یک جسم، جسم دیگری را هل دهد، خودش به همان میزان هل داده می‌شود. به این قانون، قانون **عمل و عکس‌العمل** یا **قانون سوم نیوتون** می‌گوییم (قانون‌های اول و دوم را در سال نهم می‌خوانیم).

اگر شما میز را هُل بدهید و به آن نیرو وارد کنید، میز هم به دست شما نیرو وارد می‌کند و در اثر ایجاد نیرو، دست شما تغییر شکل پیدا می‌کند.

اگر شما با مشت به دیوار بکوبید و به دیوار نیرو وارد کنید، دیوار هم به دست شما به همان اندازه نیرو وارد می‌کند و دست‌تان درد می‌گیرد!

وقتی در بازی فوتبال، به جای توپ، پای بازیکن را می‌شوتید، پای هر دوی شما در اثر نیروهای عمل و عکس‌العمل درد می‌گیرد.

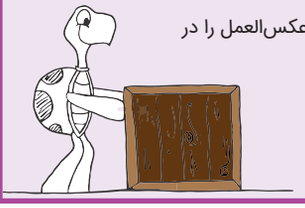
یک قطعه آهن‌ربا، آهن را می‌رباید و آهن هم آهن‌ربا را می‌رباید.

گلوله در اثر نیرویی که تفنگ به آن وارد می‌کند، شلیک می‌شود و تفنگ در اثر عکس‌العمل نیرویی که خودش به گلوله وارد کرده، به عقب پرتاب می‌شود. سربازان خیلی باید مراقب این نیرو که به «لگد تفنگ» معروف است باشند، چرا که می‌تواند خطرناک باشد.

فسفر بسوزان

نیروی وزن ما، نیروی جاذبه‌ای است که زمین به ما وارد می‌کند. بنا بر قانون عمل و عکس‌العمل، ما هم به زمین نیروی جاذبه‌ای وارد می‌کنیم، دقیقاً به همان اندازه‌ای که زمین به ما نیرو وارد می‌کند! با این وجود، چرا زمین به طرف ما سقوط نمی‌کند و همیشه ما به طرف زمین سقوط می‌کنیم؟!

پاسخگو باش



در شکل روبه‌رو لاکی در حال هل دادن جسم بر روی سطح زمین است. تمام نیروهای عمل و عکس‌العمل را در این تصویر مشخص کن. برای این کار می‌توانی از دوستانت و معلمت هم کمک بگیری.

انواع نیروها

در سال ششم با برخی نیروها مثل نیروی وزن، نیروی مغناطیسی، نیروی الکتریکی، نیروی اصطکاک، نیروی مقاومت هوا و نیروی بالابری آشنا شدید. امسال نیز در فصل اندازه‌گیری، با نیروی شناوری آشنا شدید. برای یادآوری، به پرسش زیر پاسخ دهید:

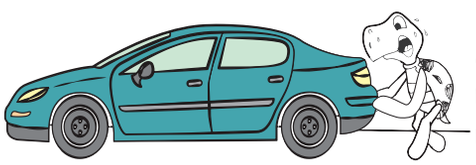
پاسخگو باش

در هریک از عکس‌های زیر، یک یا دو نیرویی که نقش مهم‌تری در آن عکس دارند را نام ببر. پاسخت را با دوستانت مقایسه کن.

فسفر بسوزان

یک برگه کاغذ A_4 صاف و به‌دردنخور را بردار و آن را از وسط تا کن. دوباره از وسط تا کن. این کار را ادامه بده. چند بار توانستی آن را تا کنی؟ چه نیرویی نمی‌گذارد که تا کردن را بیشتر ادامه بدهی؟

چقدر؟ کدوم طرفی؟

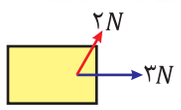


نیرو یک کمیت فیزیکی است که به جز اندازه، دارای جهت هم هست. هم اندازه و هم جهت یک نیرو، در اثری که آن نیرو دارد و تغییری که ایجاد می‌کند، اهمیت دارند. مثلاً ممکن است شما یک خودرو را هل دهید، ولی حرکت نکند، چون اندازه نیرویتان کم بوده است. یا ممکن است شما نیروی زیادی به این خودرو وارد کنید، ولی باز هم حرکت نکند، چون نیرو را از کنار وارد کرده‌اید. در حالی‌که همین نیرو اگر در جهت مناسب وارد شود، می‌تواند باعث حرکت این خودرو شود.

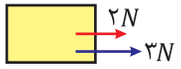
همان‌طور که در فصل قبل گفتیم، یکای اندازه‌گیری نیرو در SI **نیوتون** نام دارد. یک نیوتون تقریباً معادل وزن یک سیبِ متوسط (۱۰۰ گرمی) روی کره زمین است.

به کمیت‌هایی که مانند نیرو، علاوه‌بر اندازه، جهت هم دارند، **کمیت برداری** می‌گوییم. در مقابل کمیت‌هایی که جهت ندارند و آن‌ها را فقط با اندازه (یک عدد به همراه یکا) مشخص می‌کنیم، **کمیت عددی** نام دارند. جرم، طول، زمان، دما و بسیاری دیگر از کمیت‌ها از دسته کمیت‌های عددی هستند؛ و نیرو و چند کمیت دیگر که در سال‌های بعد با آن‌ها آشنا می‌شوید، جزء کمیت‌های برداری هستند.

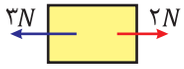
جمع شدن کمیت‌های برداری، با جمع شدن کمیت‌های عددی متفاوت است. جمع جرم ۲ کیلوگرم سیب و ۳ کیلوگرم نارنگی، می‌شود ۵ کیلوگرم. اما جمع یک نیروی ۲ نیوتونی و یک نیروی ۳ نیوتونی می‌تواند هر عددی بین ۱ نیوتون و ۵ نیوتون باشد؛ در واقع حاصل‌جمع نیروها بستگی به جهت نیروها دارد. شکل‌های زیر را ببینید:



جمع نیروها عددی بین ۱ و ۵ نیوتون است. (فعلاً مهم نیست چند است!)



جمع نیروها، ۵ نیوتون است



جمع نیروها، ۱ نیوتون است.

جالب است بدانی

با وجود آن‌که مورچه‌ها در کارهای گوناگون خود نظیر ساختن خانه، تأمین سرمایش و گرمایش برای آن و... قوانین فیزیک را خوب رعایت می‌کنند، اما در بردن غذا به خانه، چندان فیزیک خوبی ندارند!

برای انتقال غذاهای بزرگ به سمت خانه، تعداد زیادی مورچه دور غذا را می‌گیرند. مورچه‌ها هریک غذا را به سمت خود می‌کشند. نتیجه‌اش مشخص است! هر مورچه‌ای نیروی مورچه مقابل خود را خنثی می‌کند! پس چطور مورچه‌ها در آخر کار می‌توانند غذا را به سمت خانه خود ببرند؟!

پاسخ دراین واقعیت نهفته است که به صورت غریزی، تعداد مورچه‌هایی که غذا را به سمت خانه می‌کشند، بیشتر از مورچه‌هایی است که غذا را در خلاف جهت می‌کشند. پس برآیند نیروهای مورچه‌ها، غذا را به خانه می‌رساند!

در واقع، شاید اگر تقریباً نیمی از مورچه‌ها در حمل غذا به سمت خانه کمک نمی‌کردند، غذا با سرعت بسیار بیشتری به سمت خانه می‌رفت!!

جالب است بدانی

قوی‌ترین حیوان دنیا

فکر می‌کنید قوی‌ترین حیوان دنیا چیست؟ خرس خاکستری، فیل، ببر، عقاب یا گوریل؟

خرس خاکستری جرمی در حدود ۶۸۰ کیلوگرم دارد و می‌تواند اجسامی به سنگینی ۵۴۰ کیلوگرم را بلند کند، یعنی حدود ۰/۸ وزنش!

فیل جرمی در حدود ۵۵۰۰ کیلوگرم دارد و می‌تواند اجسامی به سنگینی ۹۰۰۰ کیلوگرم را بلند کند، یعنی حـدود ۱/۵ برابر وزنش.

ببر جرمی در حدود ۲۷۰ کیلوگرم دارد و می‌تواند اجسامی به سنگینی ۵۵۰ کیلوگرم را بلند کند، یعنی حدود ۲ برابر وزنش.

عقاب قوی‌ترین پرنده است و قادر است در حال پرواز جسمی با سنگینی ۴ برابر وزنش را حمل کند.

گوریل حیوانی است در حدود ۲۰۰ کیلوگرم و قادر است ۱۰ برابر وزنش را بلند کند؛ یعنی نزدیک ۲۰۰۰ کیلوگرم!

اما، آیا قوی‌ترین حیوان گوریل است؟!

قوی‌ترین حیوان دنیا که می‌تواند بیشترین وزن را نسبت به جثه‌اش بلند کند، سوسک کرگدنی است! این سوسک قادر است با سرش وزنی معادل ۸۵۰ برابر وزن خود را بلند کند. اگر شما به نسبت سوسک کرگدنی قدرت داشتید می‌توانستید ۵۰ خودرو مثل پیکان را بالای سرتان بلند کنید!

کار

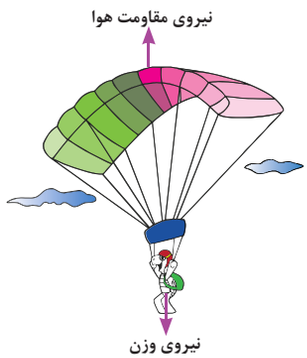
واژه کار در زندگی روزمره کاربردهای گوناگونی دارد. مثلاً:

- پدرت چه‌کاره است؟ (منظور شغل پدر است)
- خیلی روی این مسئله کار کردم. (منظور فکر کردن است)
- ناظم گفت باهات کار داره! (منظور گفتگو است با کمی مخلفات!)
- دروغ گفتن کار خوبی نیست. (منظور رفتار است!)

اما کار در فیزیک، یک کمیت است و باید به‌گونه‌ای تعریف شود که با عدد و رقم قابل بیان باشد. در فیزیک، کار توسط نیرو انجام می‌شود:

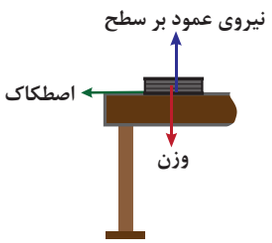
هر وقت به جسم نیرویی وارد شود و جسم در راستای نیرو (و نه لزوماً در جهت نیرو) جابه‌جایی داشته باشد، آن نیرو روی جسم کار انجام می‌دهد. بنابراین نیرویی که روی جسم کار انجام می‌دهد، می‌خواهد حرکت جسم را تندتر یا کندتر کند.

برای این که تعریف بالا را بهتر متوجه شوید، در دو نمونه زیر، نیروها و انجام شدن یا نشدن کار توسط آن‌ها را بررسی کرده‌ایم:



۱ چتربازی را درنظر بگیرید که در حال سقوط است. نیروی وزن (جاذبه زمین) روی چترباز کار انجام می‌دهد. زیرا چترباز در راستای نیروی وزن یعنی راستای قائم، جابه‌جایی دارد.

در این مثال، نیروی مقاومت هوا در حرکت و سقوط چترباز مؤثر است و از زیادشدن سرعت چترباز جلوگیری می‌کند. پس این نیرو هم کار انجام می‌دهد.



۲ فرض کنید کتاب علوم خود را روی سطح میز هل می‌دهید. پس از این‌که کتاب از دست شما جدا می‌شود، مدتی به حرکت خود ادامه می‌دهد و سپس متوقف می‌شود. در حین سُر خوردن کتاب روی سطح میز، سه نیروی زیر به کتاب وارد می‌شوند:

- نیروی جاذبه زمین (وزن)
- نیروی عمود بر سطح که از طرف سطح میز به کتاب وارد می‌شود.
- نیروی اصطکاک بین سطح میز و کتاب

کتاب پس از جدا شدن از دست شما، بعد از مدتی می‌ایستد. این به‌خاطر کار نیروی اصطکاک است. نیروی اصطکاک کار انجام می‌دهد و نتیجه آن کند شدن حرکت کتاب و سرانجام، ایستادن آن است.

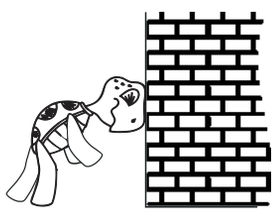
نیروی نیکوکار، نیروی خلافکار، نیروی بی‌کار!

کار یک نیرو روی جسم، می‌تواند مثبت، منفی یا صفر باشد.

در حرکت یک جسم، نیروهایی وجود دارند که باعث به وجود آمدن حرکت شده‌اند و یا به ادامه حرکت کمک می‌کنند. از نظر فیزیکی، کار این نیروها مثبت است. همین‌طور ممکن است نیروهایی وجود داشته باشند که باعث کُندی حرکت شوند و بخواهند جلوی حرکت را بگیرند. از نظر فیزیکی، کار این نیروها منفی است.

مثلاً فرض کنید تخته‌پاک‌کن کلاس را که روی زمین افتاده است، بلند می‌کنید و در جای خود می‌گذارید. شما به تخته‌پاک‌کن رو به بالا نیرو وارد می‌کنید و در نتیجه تخته‌پاک‌کن رو به بالا حرکت می‌کند. جهت حرکت تخته‌پاک‌کن، در همان جهتی است که شما نیرو وارد می‌کنید. بنابراین کاری که نیروی دست شما روی تخته‌پاک‌کن انجام می‌دهد، مثبت است.

حالا در همین حرکت، نیروی وزن تخته‌پاک‌کن در هنگام بالا بردن آن، با حرکت رو به بالا مخالفت می‌کند و هرچه اندازه آن بیشتر باشد، حرکت رو به بالا سخت‌تر است. نیروی وزن در خلاف جهت حرکت است و باعث کند شدن حرکت می‌شود. کار نیروی وزن، منفی است.



در مثال سُر دادن کتاب روی سطح میز که بالاتر دیدیم، نیروی عمود بر سطح، در حرکت و متوقف شدن کتاب نقشی ندارد (اگر اصطکاک نباشد، کتاب متوقف نمی‌شود). حرکت کتاب بر روی سطح میز افقی است، در حالی‌که نیروی عمود بر سطح، در راستای قائم است و هیچ تأثیری در تغییر سرعت کتاب ندارد. در این حالت می‌گوییم، نیروی عمود بر سطح، روی کتاب کاری انجام نمی‌دهد یا کار آن صفر است.

همچنین اگر جابه‌جایی جسم صفر باشد، هیچ نیرویی روی جسم کار انجام نمی‌دهد. مثلاً اگر شما دیوار را هل دهید، هرچقدر هم نیرو وارد کنید و خسته شوید، روی دیوار کاری انجام نداده‌اید.

در تحلیل پدیده‌های سقوط چترباز و سُر دادن کتاب روی سطح افقی میز که بالاتر بیان شد، تعیین کن کار نیروهای وزنِ چترباز و مقاومت هوای وارد بر چترباز مثبت است یا منفی؟ کار نیروی وزن کتاب چطور؟

در هریک از پدیده‌های زیر، مشخص کن چه نیروهایی روی جسمِ مشخص شده کار انجام می‌دهند؟ کار هر کدام مثبت است یا منفی؟ مثل نمونه حل‌شده عمل کن:

الف) بالا رفتن اتاقک آسانسور: نیروی کابل فولادی کار مثبت و نیروی وزن کار منفی انجام می‌دهد.

ب) گلوله‌ای که مستقیماً به بالا شلیک شده: هم نیروی وزن و هم نیروی مقاومت هوا کار منفی انجام می‌دهند. هیچ نیرویی کار مثبت انجام نمی‌دهد (هیچ نیرویی پس از شلیک، به ادامه حرکت گلوله کمک نمی‌کند!

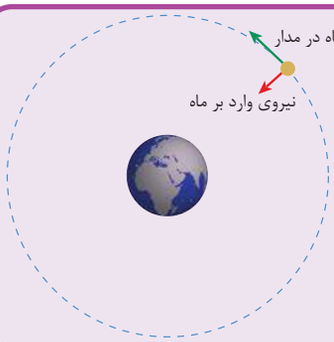
پ) کودکی که از سرسره به پایین سر می‌خورد:

ت) هواپیمایی که در حال پرواز در مسیر افقی است:

ث) لامپی که از سیم آویزان است:

فسفر بسوزان

ماه در مدار خود به دور زمین تقریباً با اندازه سرعت ثابتی در حرکت است، یعنی حرکتش تند و کند نمی‌شود. با توجه به مطالبی که آموختی، به‌نظر تو نیروی جاذبه زمین روی ماه کار انجام می‌دهد؟ با توجه به شکل روبه‌رو و جهت نیروی وارد بر ماه و جابه‌جایی ماه استدلال کن.



حساب و کتابِ کار و بار!

دیدیم که کار یک نیرو روی جسم می‌تواند مثبت، منفی یا صفر باشد. برای محاسبه کار مثبت یا منفی یک نیرو روی جسم، از رابطه زیر استفاده می‌کنیم:

(کار نیروی هم‌جهت با جابه‌جایی) = (مقدار نیرو) × (مقدار جابه‌جایی جسم در حضور نیرو)

(کار نیروی مخالف جهت جابه‌جایی) = (−) × (مقدار نیرو) × (مقدار جابه‌جایی جسم در حضور نیرو)

همان‌طور که از رابطه‌های بالا معلوم است، یکای کار که حاصل‌ضرب یکای نیرو و جابه‌جایی است ($N \times m$)، **ژول** نام دارد و با J نشان داده می‌شود.

البته رابطه بالا برای حالت‌هایی که نیرو کاملاً هم‌جهت با جابه‌جایی یا کاملاً خلاف جهتِ جابه‌جایی باشد، استفاده می‌شود. اگر نیرو تقریباً هم‌جهت با جابه‌جایی یا تقریباً خلاف جهت جابه‌جایی باشد (مثل شکل‌های زیر)، رابطه کامل‌تری لازم است که در سال دهم خواهید آموخت.

برای آشنایی بیشتر با نحوه محاسبه کار، مثال‌های زیر را ببینید:

مثال ۱: برای این‌که یک چمدان ۲۰ کیلوگرمی را به اندازه ۰/۵ متر بالا بیاوریم، چقدر باید کار انجام دهیم؟

پاسخ:

برای بلند کردن چمدان باید حداقل به اندازه وزن چمدان و به طرف بالا به آن نیرو وارد کنیم، پس:

$$\text{کار لازم} = \text{مقدار نیروی لازم} \times \text{مقدار جابه‌جایی}$$

$$= \text{وزن چمدان} \times \text{مقدار جابه‌جایی}$$

$$= \text{جرم چمدان} \times \text{شدت جاذبه زمین} \times \text{مقدار جابه‌جایی}$$

$$= ۲۰\ kg \times ۱۰\ \frac{N}{kg} \times ۲\ m = ۴۰۰\ N \times m = ۴۰۰\ J$$

مثال ۲: کیسه خرید همسایه (که سن و سالی از او گذشته) را برایش بالا می‌بریم. کاری که روی کیسه خرید انجام می‌دهیم تا آن را سه طبقه بالا ببریم، چند برابر کاری است که روی کیسه خرید انجام می‌دهیم تا آن را یک طبقه بالا ببریم؟

پاسخ:

اگر اندازه نیرو ثابت باشد، هرچه مقدار جابه‌جایی بیشتر شود، مقدار کاری که انجام می‌شود بیشتر است. وقتی کیسه خرید را سه طبقه بالا ببرید، مقدار کاری که انجام می‌دهید، سه برابر مقدار کار شما در هنگامی است که کیسه خرید را یک طبقه بالا ببرید.

مثال ۳: یک جرثقیل، جعبه بزرگی به جرم ۴/۵ تن را به آهستگی، به اندازه ۲ متر بالا می‌برد. مقدار کار نیروهای وارد بر جعبه را در این جابه‌جایی محاسبه کنید.

پاسخ:

ابتدا ببینیم چه نیروهایی به جعبه وارد می‌شود:

نیروی وزن جعبه و نیرویی که جرثقیل به جعبه وارد می‌کند. کار نیروی جرثقیل مثبت است. زیرا این نیرو عامل بالا رفتن جعبه است و با جابه‌جایی هم‌جهت است. کار نیروی وزن جعبه منفی است، زیرا نیروی وزن با جابه‌جایی جعبه مخالفت می‌کند (نیروی وزن و جابه‌جایی خلاف جهت یکدیگرند). از طرفی، چون جعبه دارد به آهستگی بالا می‌رود، پس اندازه نیروی بالابر با اندازه نیروی وزن تقریباً برابر است (اگر نیروی بالابر از نیروی وزن خیلی بیشتر باشد، حرکت جعبه خیلی سریع می‌شود!). بنابراین می‌توانیم بنویسیم:

کار نیروی بالابر جرثقیل = مقدار نیروی بالابر × مقدار جابه‌جایی

$$= \text{وزن جعبه} \times \text{مقدار جابه‌جایی}$$

$$= ۴۵۰۰\ kg \times ۱۰\ \frac{N}{kg} \times ۲\ m$$

$$= ۹۰۰۰۰\ N \times m = ۹۰۰۰۰\ J$$

کار نیروی وزن = (-۱) × مقدار نیروی وزن × مقدار جابه‌جایی

$$= (-۱) \times ۴۵۰۰\ kg \times ۱۰\ \frac{N}{kg} \times ۲\ m$$

$$= -۹۰۰۰\ N \times m = -۹۰۰۰\ J$$

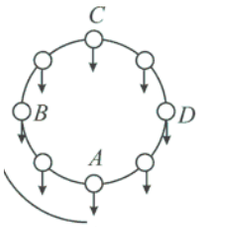
جالب است بدانی

محاسبه کار وزن و کار اصطکاک در مسیر بسته

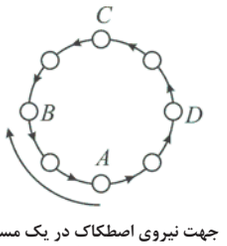
می‌خواهیم کار نیروهای وزن و اصطکاک را در دو مسیر بسته دایره‌ای شکل که در بالا ترسیم کرده‌ایم، بررسی نماییم. برای آن‌که بتوانید تصور کنید، فرض کنید در یک چرخ و فلک نشسته‌اید و در حال چرخیدن هستید. می‌خواهیم کار نیروی وزن شما را در یک دور کامل حساب کنیم

در مثال دیگر شما در حال هل دادن یک جعبه بر روی زمین و در یک مسیر دایره‌ای شکل هستید(!). می‌خواهیم کار نیروی اصطکاک وارد بر جعبه را بررسی کنیم.

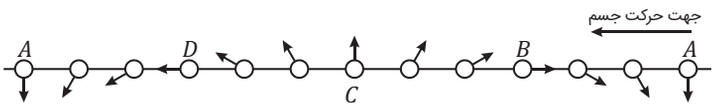
برای محاسبه کار نیروهای وزن و اصطکاک می‌توانیم مسیر دایره‌ای شکل را باز کنیم و آن را به شکل خطی صاف در نظر بگیریم. در نتیجه، جابه‌جایی جسم و جهت نیرو در طول مسیر جابه‌جایی جسم، مانند شکل‌های زیر می‌شود:



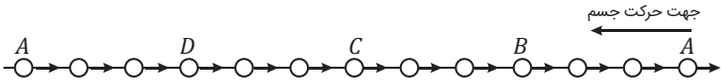
جهت نیروی اصطکاک در یک مسیر بسته مسیر بسته دایره‌ای شکل



جهت نیروی وزن در یک مسیر بسته دایره‌ای شکل



جهت نیروی وزن در نقاط مختلف

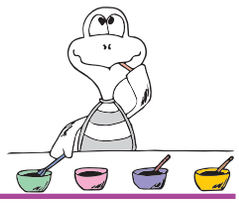


جهت نیروی اصطکاک در نقاط مختلف

در مورد نیروی وزن مشاهده می‌شود که جهت نیرو نسبت به جابه‌جایی دائم در حال تغییر است. همان‌طور که می‌بینیم، وضعیت نیروی وزن و جهت جابه‌جایی در نقاط مختلف از A تا C هرطور که هست، در نقاط نیمه دیگر یعنی از C تا A دقیقاً قرینه می‌شود. به خاطر این تقارن، در یک قسمت‌هایی نیروی وزن به جابه‌جایی (حرکت) کمک می‌کند و مقدار کار آن مثبت است. در یک قسمت‌هایی نیروی وزن با جابه‌جایی (حرکت) مخالفت می‌کند و کار آن منفی است. در مجموع، جمع کار نیروی وزن در این دو قسمت صفر می‌شود. بنابراین می‌توان گفت کار نیروی وزن در کل جابه‌جایی صفر است.

در مورد نیروی اصطکاک با دقت در شکل بالا متوجه می‌شویم که در تمام قسمت‌ها و جابه‌جایی‌های کوچک، نیروی اصطکاک در خلاف جهت جابه‌جایی است. پس کار آن در کل مسیر برابر خواهد بود با:

کار اصطکاک = (-۱) × مقدار نیروی اصطکاک × طول مسیر طی‌شده



پرسش‌های چهارگزینه‌ای

کار

۱. وزنه‌برداری وزنه‌ای به جرم ۲۰۰ کیلوگرم را از زمین تا ارتفاع ۲ متری بالا آورده است و روی سرش نگه داشته است. از این به بعد وزنه‌بردار برای نگه داشتن وزنه بالای سر خود، در هر ثانیه چقدر کار روی وزنه انجام می‌دهد؟

۱) ۲۰۰۰ ژول
۲) ۴۰۰۰ ژول
۳) ۴۰۰ ژول
۴) صفر

۲. کدام‌یک از نیروهای زیر کار انجام نمی‌دهند؟

۱) نیروهایی که در راستای قائم به جسم وارد می‌شوند.
۲) نیروهایی که با جابه‌جایی جسم موازی هستند.
۳) نیروهایی که جسم را در وضعیت ساکن و متعادل نگه می‌دارند.
۴) نیروهایی که سرعت جسم را کاهش می‌دهند.

۳. در وزنه‌برداری دوضرب، وزنه‌بردار ابتدا در حالی که می‌نشیند، وزنه را روی سینه می‌برد. سپس می‌ایستد و در نهایت وزنه را بالای سر می‌برد. در کدام‌یک از این سه مرحله، وزنه‌بردار حتماً کار بیشتری روی وزنه انجام می‌دهد؟

۱) مرحله‌ای که می‌نشیند و وزنه را روی سینه می‌برد.
۲) مرحله‌ای که همراه با وزنه می‌ایستد.
۳) مرحله‌ای که وزنه را بالای سر می‌برد.
۴) به تناسب اندازه‌های اعضای بدن وزنه‌بردار ربط دارد.

۴. در کدام گزینه روی جسم کار انجام می‌شود؟

۱) لامپی که از سیم آویزان است.
۲) دیواری که توسط کودکی هُل داده می‌شود.
۳) آسانسوری که با سرعت ثابت پایین می‌آید.
۴) ماه که در مدار دایره‌ایِ خود به دور زمین می‌گردد.

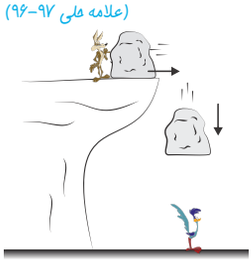
۵. وقتی یک آونگ حرکت می‌کند، کدام نیرو روی وزنه آونگ کاری انجام نمی‌دهد؟

۱) وزن
۲) کشش نخ
۳) مقاومت هوا
۴) هر سه نیرو کار انجام می‌دهند

۶. در مورد کار کدام عبارت درست نیست؟ (علامه حلی ۹۷-۹۶)

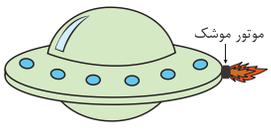
۱) باید به‌صورت قابل اندازه‌گیری تعریف شود.
۲) هرگاه به جسمی نیرو وارد شود باعث انجام کار می‌شود.
۳) با کار انجام می‌شود می‌توان انرژی را منتقل کرد.
۴) انجام کار می‌تواند باعث ذخیره‌شدن انرژی در اجسام شود.

۷. کایوت (گرگ بدشانس) تخته‌سنگ بزرگی را بر روی سطح افقی (بدون اصطکاک) هل می‌دهد و آن را به لبه پرتگاه می‌رساند. سپس سنگ از لبه پرتگاه به پایین پرت می‌شود. در قسمت اول (حرکت روی سطح افقی) و دومِ (حرکت عمودی به سمت پایین) به‌ترتیب کدام نیروها، بر روی سنگ کار انجام می‌دهند؟ (از مقاومت هوا صرف‌نظر کنید.) (علامه حلی ۹۷-۹۶)



۱) بخش اول: وزن سنگ و نیروی کایوت ـ بخش دوم: وزن سنگ
۲) بخش اول: نیروی کایوت ـ بخش دوم: وزن سنگ
۳) بخش اول: نیروی تکیه‌گاه، وزن سنگ و نیروی کایوت ـ بخش دوم: وزن سنگ
۴) بخش اول: وزن سنگ ـ بخش دوم: نیروی کایوت و وزن سنگ

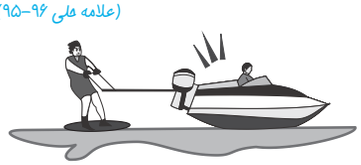
۸. به یک کاوشگر، موتور موشکی بسته شده است که با سوختن سوخت درونش و خروج گاز به کاوشگر نیرو وارد می‌کند. ویژگی این موتور آن است که در هر لحظه جهت حرکت موشک را تشخیص می‌دهد و نیروی دقیقاً عمود بر جهت حرکت به موشک وارد می‌کند. در زمانی که موشک روشن است کدام گزاره‌ها درست است؟ (علامه حلی ۹۶-۹۵)



الف) موتور موشک هرگز نمی‌تواند روی کاوشگر کاری انجام دهد.
ب) موتور موشک قادر است جهت حرکت موشک را تغییر دهد.
ج) موتور موشک همواره روی کاوشگر کار انجام می‌دهد.

۱) «الف» ـ «ب»
۲) «ب» ـ «ج»
۳) فقط «ب»
۴) فقط «الف»

۹. مطابق شکل، یک قایق موتوری اسکی‌باز را روی سطح آب با خود می‌کشد و اسکی‌باز در مسیری کاملاً افقی حرکت می‌کند. کدام گزینه درست نیست؟ (علامه حلی ۹۶-۹۵)



۱) در تمام طول مسیر طناب روی اسکی‌باز کار انجام می‌دهد.
۲) وزن اسکی‌باز در طول مسیر کاری انجام نمی‌دهد.
۳) نیروی موتور قایق روی اسکی‌باز کاری انجام نمی‌دهد.
۴) کار نیروی وارده از طرف هوا بر روی اسکی‌باز صفر است.

۱۰. با وارد کردن نیروی F به جعبه، آن را روی زمین افقی با اصطکاک به آرامی از نقطه A تا نقطه B می‌بریم. سپس دوباره از سمت مخالف جعبه را با نیروی F هل می‌دهیم و آن را به نقطه A برمی‌گردانیم. در این رفت و برگشت، کار کدام نیروی وارد بر جسم صفر است؟ (پیشرفت تحصیلی سمپاد ۹۷-۹۶)

۱) نیروی تکیه‌گاه و نیروی وزن جسم
۲) نیروی F و نیروی اصطکاک
۳) نیروی تکیه‌گاه و نیروی F
۴) کار همه نیروها صفر است.

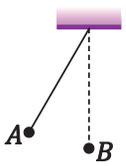
۱۱. میلاد دانش‌آموز پایه هفتم است. وی پس از تخمین‌زدن جرم کتاب علومش و ارتفاع سطح میز، کتاب علوم تجربی خود را به آرامی و با سرعت ثابت از روی زمین برمی‌دارد و روی سطح میز قرار می‌دهد. میلاد روی کتابش تقریباً چند ژول کار انجام داده است؟ (پیشرفت تحصیلی سمپاد ۹۶-۹۵)

۱) ۰/۳ ژول ۲) ۳ ژول ۳) ۳۰ ژول ۴) ۳۰۰ ژول

۱۲. جسمی را کف دست خود قرار داده و آن را به صورت افقی به حرکت در می‌آوریم. چه نیرویی روی آن کار انجام می‌دهد؟ (پیشرفت تحصیلی سمپاد ۹۵-۹۴)

۱) اصطکاک ۲) تکیه‌گاه ۳) وزن ۴) نیروی خود جسم

۱۳. آونگی در هوا مطابق شکل زیر از نقطه A رها می‌شود. کدام گزینه به‌طور کامل‌تر شامل نیروهایی است که روی وزنه آونگ، از رها شدنش از نقطه A تا رسیدنش به نقطه B کار انجام می‌دهند؟ (پیشرفت تحصیلی سمپاد ۹۵-۹۴)



۱) وزن ۲) کشش نخ، مقاومت هوا
۳) وزن، کشش نخ، مقاومت هوا ۴) وزن، مقاومت هوا

۱۴. در کدام گزینه، روی جسم کار انجام نمی‌شود؟ (پیشرفت تحصیلی سمپاد ۹۴-۹۳)

۱) جسمی روی میز افقی بدون اصطکاکی درحال سر خوردن است.
۲) جسمی روی سطح شیب‌دار بدون اصطکاکی در حال حرکت است.
۳) جسمی در محیط بدون مقاومت هوایی درحال سقوط است.
۴) همه موارد

۱۵. جسمی به جرم ۵۰ کیلوگرم روی سطح افقی قرار دارد. شخصی با اعمال نیروی افقی ۲۰۰ نیوتون آن را روی سطح زمین به اندازه ۴ متر هل می‌دهد. کار انجام شده روی جسم چند ژول است؟ (پیشرفت تحصیلی سمپاد ۹۴-۹۳)

۱) ۲۸۰۰ ۲) صفر ۳) ۲۰۰۰ ۴) ۸۰۰

۱۶. در چند مثال از مثال‌های زیر، نیروی وزن روی جسم کار انجام می‌دهد؟
- خودرویی که در حال طی کردن مسیر افقی با سرعت ثابت و یکنواخت است.
- توپی که از روی تپّه‌ای به سمت پایین در حال غلتیدن است.
- گوی فلزی متحرّکی که به فنر افقی برخورد می‌کند و باعث فشرده‌شدن آن می‌شود.
- ماهواره‌ای که در مدار دایره‌ای شکل، با ارتفاع ثابت، به‌دور زمین می‌چرخد.
- خودرویی که با سرعت ثابت و یکنواخت مسیر شیب‌دار را رو به بالا حرکت می‌کند.

۱) یک مثال ۲) دو مثال ۳) سه مثال ۴) چهار مثال

شکل‌های انرژی

۱۷. انرژی پتانسیل کشسانی در چند تا از گزینه‌های زیر می‌تواند ذخیره شود؟
«نیزه ورزش پرش با نیزه ـ زه کمان ـ توپ بسکتبال ـ زردپی آشیل»

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۱۸. کدام جمله درباره انرژی شیمیایی درست نیست؟

۱) از نوع انرژی پتانسیل است.
۲) همان انرژی نهفته در باتری است.
۳) از جنس گرما و حرارت است.
۴) در چوب، قند و بنزین وجود دارد.

۱۹. انرژی جنبشی یک جسم به کدام یک از کمیت‌های زیر بستگی دارد؟

الف) وزن **ب) جرم** **پ) نیرو** **ت) سرعت**

۱) هر چهار کمیت ۲) کمیت‌های الف و ت ۳) کمیت‌های ب و پ و ت ۴) کمیت‌های ب و ت

پایه: هفتم
تاریخ آزمون:
نام و نام‌خانوادگی: شبنم قهرمانی

بسمه تعالی
مبحث آزمون: انرژی
نام دبیر: خانم روحانی

مدت آزمون: ۴۰ دقیقه
بارم آزمون: ۱۵ نمره

بارم

۱. در موارد زیر، از بین کلمات داخل پرانتز دور کلمه درست خط بکشید. — ۲ نمره

- اگر نیرو و جابه‌جایی در (یک جهت ـ یک راستا) باشند، کار انجام می‌شود.
- وقتی روی جسمی کار انجام می‌شود (انرژی پتانسیل ـ انرژی جنبشی) جسم تغییر می‌کند.
- انرژی پتانسیل گرانشی جسم به (سرعت ـ ارتفاع) جسم بستگی دارد.
- انرژی جنبشی جسم به (وزن ـ سرعت) جسم بستگی دارد. هر دو صحیح است!

۲. در هر کدام از موارد زیر بگویید کار انجام می‌شود یا خیر؟ (با ذکر دلیل) — ۴ نمره

الف) سنگی که در فضا به دور از جاذبه در حال حرکت مستقیم است.
کار انجام نمی‌شود چون نیرویی به سنگ وارد نمی‌شود.

ب) ماهواره‌ای که در فضا در مدار زمین می‌چرخد.
کار انجام می‌شود چون هم نیروی جاذبه به آن وارد می‌شود و هم جابه‌جایی دارد.

پ) جعبه‌ای که روی سطح افقی در حال سرخوردن است و کم‌کم متوقف می‌شود.
کار انجام می‌شود چون نیروی اصطکاک به جعبه وارد می‌شود و جابه‌جایی هم دارد.

ت) عنکبوتی که از یک تار آویزان است و ساکن است.
کار انجام نمی‌شود چون جابه‌جایی ندارد.

۳. در هریک از موارد زیر تبدیل انرژی را بیان کنید. — ۲ نمره

الف) سقوط یک سنگ: انرژی پتانسیل گرانشی به جنبشی
ب) روشن‌شدن لامپ: انرژی الکتریکی به نورانی
پ) موتور الکتریکی: انرژی الکتریکی به جنبشی
ت) ترکیدن بادکنک: انرژی کشسانی به صوتی

۴. برای بلند کردن یک کیف ۱۰ کیلوگرمی به بالای سر (ارتفاع ۲ متری) چقدر کار باید انجام دهیم؟ — ۲ نمره

کار = نیرو × جابه‌جایی ⟵ کار $= ۱۰۰ \times ۲ = ۲۰۰ J$
نیرو = وزن کیف $= ۱۰ \times ۱۰ = ۱۰۰ N$

۵. یک سنگ ۵ کیلوگرمی از بالای پشت‌بامی به ارتفاع ۱۵ متر سقوط می‌کند. بعد از برخورد و متوقف‌شدن سنگ روی زمین چند ژول انرژی گرمایی و صوتی ایجاد شده است؟ — ۲ نمره

وزن سنگ $= ۵ \times ۱۰ = ۵۰ N$
کار انجام شده توسط نیروی وزن روی سنگ = نیرو × جابه‌جایی $= ۵۰ \times ۱۵ = ۷۵۰ J$
استاد! فقط تا همینجاشو بلد بودم، نمی‌دونم این کار انجام شده چه ربطی به گرما و صوت ایجاد شده داره!!

۶. اگر یک دانش‌موز معمولی در شبانه‌روز ۱۲۰۰۰ kJ انرژی لازم داشته باشد، با خوردن چند عدد تخم‌مرغ می‌تواند کل این انرژی را تأمین کند؟ (هر تخم‌مرغ حدوداً ۵۰ گرم است و انرژی آن ۶ کیلوژول بر گرم است) — ۳ نمره

انرژی هر تخم مرغ $= \frac{۶\ kJ \times g}{۵۰\ g} = ۱۲۰\ kJ$

تخم‌مرغ	
۱	۱۲۰ kJ
x	۱۲۰۰۰ kJ

$\longrightarrow x = \frac{۱۲۰۰۰}{۱۲۰} = ۱۰$ عدد تخم مرغ

نمره نهایی:

تمرین‌های زوج فصل ۲: انرژی و ...

۲. دو نیرویی که این دو فرد به‌هم وارد می‌کنند، عمل و عکس‌العمل یکدیگر است. پس باهم برابرند.

۴. خیر! نیرویی که دست به مو و مو به دست وارد می‌کنند، اثر همدیگر را در کل بدن انسان از بین می‌برند. پس کل بدن حرکت نمی‌کند. این مثالی از قرار گرفتن دو نیروی عمل و عکس‌العمل در یک سیستم است.

۶. طبق قانون سوم نیوتون، همیشه نیرویی که ما به صندوق وارد می‌کنیم با نیرویی که صندوق به ما وارد می‌کند، یکسان است. حرکت کردن یا نکردن صندوق به اندازه نیروی دیگری که به صندوق وارد می‌شود (یعنی اصطکاک) ربط دارد.

۸. الف) منفی است. زیرا جابه‌جایی توپ به سمت بالاست، اما وزن آن را به پایین می‌کشد و این دو در خلاف جهت هم‌اند. وزن باعث کاهش سرعت توپ می‌شود.
ب) مثبت است. جابه‌جایی و نیروی فنر هم‌جهت‌اند. سرعت جسم هم رو به افزایش است.
پ) مثبت است. نیروی وزن و جابه‌جایی هم‌جهت‌اند. سرعت سیب هم رفته‌رفته زیاد می‌شود.
ت) منفی است. نیروی مقاومت هوا جابه‌جایی ماشین در خلاف‌جهت‌هم‌اند. مقاومت هوا می‌خواهد سرعت ماشین را کم کند.
ث) صفر است. زیرا نیروی نخ در تمام مسیر جابه‌جایی آونگ برجهت حرکت وزنه عمود است.
ج) در پایین‌آمدن نیروی وزن کار مثبت و در بالا رفتن کار منفی انجام می‌دهد.
چ) نیروی وزن کار منفی انجام می‌دهد. زیرا جابه‌جایی کوهنورد به سمت بالا است و نیروی وزن به سمت پایین.

۱۰. نیروهای وزن، مقاومت آب و شناوری. وزن و مقاومت آب کار منفی و شناوری کار مثبت.

۱۲. الف) مقدار جابه‌جایی × مقدار نیرو (وزن تخت) = کار اندرسون روی تخت

$$۲۷۰kg \times ۱۰\frac{N}{kg} \times ۰/۰۱m = ۲۷۰J$$

ب) مقدار جابه‌جایی × مقدار نیرو (وزن کوله‌پشتی) = کار شما روی کوله‌پشتی

$$۱۵kg \times ۱۰\frac{N}{kg} \times ۲m = ۳۰۰J$$

شما به راحتی بیش از اندرسون کار انجام داده‌اید، اما با نیرویی بسیار کمتر. حیرت‌انگیزی کار اندرسون در نیرویی بود که وارد کرده است.

۱۴. برای قرار دادن کتاب دوم روی کتاب اول آن را ۲ cm بالا می‌بریم و برای قرار دادن کتاب بیستم، آن را ۲ × ۱۹ یعنی ۳۸ سانتی‌متر بالا می‌بریم.

کار روی کتاب آخر + ... + کار روی کتاب اول = کل کار

$$= (۲kg \times ۱۰\frac{N}{kg}) \times ۰/۰۲m + \ldots + (۲kg \times ۱۰\frac{N}{kg}) \times ۰/۳۸m$$

$$= \frac{۴۰}{۱۰۰}(۱ + \ldots + ۱۹) = ۰/۴ \times \underbrace{(۹ \times ۲۰ + ۱۰)}_{۱۹۰} = ۷۶\,\mathrm{J}$$

۱۶. چون تی در مسیر افقی حرکت می‌کند و تغییر ارتفاع ندارد، کار وزن روی آن صفر است، اما کار نیروی اصطکاک از رابطه زیر حساب می‌شود:

طول مسیر × مقدار اصطکاک × (۱-) = کار اصطکاک روی تی

$$= (-۱) \times ۲۰N \times (۲ \times ۳/۱۴ \times ۱)m = -۱۲۵/۶J$$

۱۸. الف) رها کردن تاب
ب) قرار دادن آن در مدار یا وسایل برقی
پ) رها شدن کشش (در رفتن آن!)
ت) آتش گرفتن آن
ث) خوردن آن!

۲۰. جسم متحرک می‌تواند به جسم دیگری برخورد کند و آن را جابه‌جا کند؛ پس روی آن کار انجام داده است، یعنی انرژی دارد.

۲۲. هرچه ارتفاع جسم بیشتر باشد، انرژی پتانسیلش بیشتر است. بنابراین:

$$U_A = U_E > U_C > U_B > U_D$$

۲۴. الف) مولد (ژنراتور)
ب) بخاری برقی
پ) شارژ شدن باتری
ت) سلول خورشیدی
ث) مارماهی
ج) مالیدن دست‌ها به هم
چ) در رفتن تیر از تیرکمان
ح) بمب صوتی
خ) کرم شب‌تاب
د) موتور بخار

۲۶. مانند سؤال قبل، وقتی بالن هوای گرم بالا می‌رود، هوای سرد اطراف جای آن را می‌گیرد. پس انرژی پتانسیل گرانشی هوای سرد اطراف به انرژی پتانسیل گرانشی بالن و انرژی حرکتی بالن تبدیل می‌شود. البته چگالی بالن باید کم باشد تا بالا برود و برای کم‌کردن چگالی، باید هوای داخل بالن گرم شود که انرژی لازم برای این کار از انرژی پتانسیل شیمیایی کپسول گاز بالن تأمین می‌شود.

۲۸. انرژی پتانسیل شیمیایی بدن شناگر ← انرژی کشسانی تخته ← انرژی حرکتی شناگر ← انرژی پتانسیل گرانشی شناگر ← انرژی حرکتی شناگر ← انرژی گرمایی و صوتی و حرکتی آب (در برخورد با آب).

۳۰. زیرا در بدن ما، ماهیچه‌های ما در حال انجام کار داخلی هستند و انرژی مصرف می‌کنند.

۳۲. الف) هر سه مرحله ب) مرحله اول و سوم پ) زیرا برای نگه‌داشتن وزنه انرژی صرف می‌کند (ماهیچه‌های او در حال انجام کار داخلی هستند).

۳۴. کار انجام‌شده توسط ما به انرژی حرکتی (جنبشی) جسم‌ها تبدیل می‌شود. پس دو جسم انرژی جنبشی یکسانی خواهند داشت؛ پس جسمی که جرم بیشتری دارد، سرعت کمتری خواهد داشت.

۳۶. به انرژی گرمایی تبدیل می‌شود. بچه‌ها می‌توانند با خم‌کردن مکرر یک تکه آلومینیوم ضخیم، گرما را در محل تا شدن حس کنند.

۳۸. انرژی حاصل از سوختن ۱۰۰ چوب کبریت برابر ۲۰۰۰ × ۱۰۰ ژول یا ۲۰۰ kJ است. اگر هیچ مقداری از انرژی تلف نشود، می‌توان همه آن را صرف انجام کار روی آب کرد. پس:

مقدار جابه‌جایی × مقدار نیرو (وزن آب) = کار انجام‌شده روی آب

۵۰۰ kg = جرم آب ⟵ ۵۰۰۰ N = وزن آب ⟵ ۴۰ m × وزن آب = ۲۰۰۰۰۰ J

۴۰. طبق قانون پایستگی انرژی، تمام انرژی پتانسیل گرانشی پتک به انرژی گرمایی و صوتی تبدیل شده است. پس:

$$\text{انرژی گرمایی و صوتی تولیدشده} = ۲۰ \times (۱۰kg \times ۱۰\frac{N}{kg} \times ۱m) = ۲۰۰۰J$$

۴۲. برای متوقف شدن جعبه به‌طور کامل، کار نیروی اصطکاک باید به ۱۶۰- ژول برسد، یعنی:

مقدار جابه‌جایی × مقدار نیروی اصطکاک × (۱-) = کار نیروی اصطکاک

۱/۶ m = مقدار جابه‌جایی ⟵ مقدار جابه‌جایی × ۱۰ N × (۱-) = ۱۶۰- J

۴۴. در هر برخورد و بالا آمدن، بخشی از انرژی حرکتی شیطونک به انرژی گرمایی تبدیل می‌شود و باقی آن دوباره به انرژی پتانسیل گرانشی تبدیل می‌شود. پس هر بار شیطونک کم‌تر از قبل بالا می‌آید. هیچ انرژی‌ای نابود نمی‌شود و قانون پایستگی انرژی برقرار است. فقط انرژی از شیطونک به محیط اطراف (به شکل انرژی گرمایی) منتقل می‌شود.

۴۶. انرژی پتانسیل شیمیایی نارنجک، پس از انفجار به انرژی حرکتی ترکش‌ها، انرژی گرمایی و انرژی صوتی درآمده است. پس مجموع انرژی‌های پس از انفجار، برابر انرژی پتانسیل شیمیایی نارنجک بوده است.

$$\text{انرژی پتانسیل شیمیایی نارنجک} = ۵۰ \times ۲۰۰۰ + ۲۰۰۰۰ + ۱۲۰۰۰ = ۲۴۰۰۰۰J = ۲۴۰kJ$$

۴۸. در وضعیت (۱) زیرا در وضعیت (۱) فنر بیشتر کشیده است و انرژی پتانسیل کشسانی بیشتری دارد. ضمناً می‌توان گفت بخشی از انرژی پتانسیل کشسانی فنر در وضعیت (۲) به انرژی پتانسیل گرانشی وزنه تبدیل شده است.

۵۰. هر نان لواش تقریباً ۱۰۰ گرم است. اگر در یک صبحانه معمولی، یک نان لواش به همراه حدود ۵۰ گرم پنیر، حدود ۲۵ گرم کره، حدود ۲۰ گرم شکر و یک لیوان ۲۰۰ گرمی شیر مصرف کنیم، انرژی این وعده برابر خواهد بود با:

$$= ۱۰۰g \times ۱۱۳۰۰\frac{J}{g} + ۵۰g \times ۴۵۰۰\frac{J}{g} + ۲۵g \times ۳۰۰۰۰\frac{J}{g}$$

$$+ ۲۰g \times ۱۶۸۰۰\frac{J}{g} + ۲۰۰g \times ۲۵۰۰\frac{J}{g} = ۲۹۴۱۰۰۰J \simeq ۳۰۰۰kJ$$

انرژی شیر را $\frac{kJ}{g}$ ۲/۵ (چیزی بین کم‌چرب و پرچرب) در نظر گرفتیم.

این مقدار انرژی، با آهنگ متوسط ۲۰۰ W مصرف می‌شود. پس:

$$\text{زمان مصرف انرژی صبحانه در بدن} = \frac{۳۰۰۰۰۰۰J}{۲۰۰\frac{J}{s}} = ۱۵۰۰۰s = ۲۵۰\min$$

یعنی برای تأمین انرژی حدود ۴ ساعت از فعالیت‌های ما کافی است.

سؤالات چهارگزینه‌ای فصل ۲

۱. گزینه «۴»

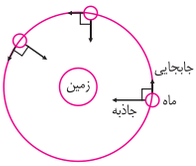
اگر جسم جابه‌جا نشود کاری روی آن انجام نخواهد شد. نگه‌داشتن جسم یعنی عدم حرکت آن و انجام‌نشدن کار. البته حتماً وزنه‌بردار خیلی خسته خواهد شد. اما این به دلیل انجام کار روی وزنه نیست، بلکه برای نگه‌داشتن وزنه، وزنه‌بردار کلی انرژی درون ماهیچه‌هایش مصرف می‌کند.

۲. گزینه «۳»

در صورتی یک نیرو (با مقدار غیر صفر) کاری انجام نمی‌دهد که:
۱) جسم جابه‌جا نشود. ۲) جابه‌جایی جسم عمود بر راستای نیرو باشد.
دقت کنید در گزینه یک این سؤال گفته‌شده نیرویی که در راستای قائم است! این شرط عدم انجام کار توسط نیرو نیست. بلکه نیرو باید بر جابه‌جایی عمود باشد. نیروی موازی با جابه‌جایی بیشترین کار ممکن را انجام می‌دهد. اما نیروهایی که جسم را در وضعیت تعادل نگه می‌دارند، چون جسم جابه‌جایی نخواهد داشت، کاری انجام نمی‌دهند. اگر نیرو باعث کاهش سرعت جسم شود هم در حال انجام کار است؛ چرا که در امتداد حرکت جسم و در خلاف جهت حرکت آن اثر می‌کرده است. (کار منفی انجام می‌دهد).

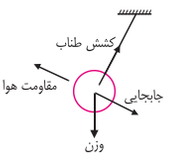
۳. گزینه «۴»
انجام کار در هریک از این سه مرحله بستگی به این دارد که جابه‌جایی وزنه در کدام مرحله بیشتر است. اما مقدار جابه‌جایی در این سه مرحله قابل مقایسه نیست. درواقع در افراد مختلف و با تناسب‌های مختلف اندام‌های آن‌ها این مقدارها متفاوت است.

۴. گزینه «۳»
در گزینه ۱ لامپ جابه‌جایی ندارد و کاری رویش انجام نمی‌شود.
در گزینه ۲ دیوار جابه‌جایی ندارد و کاری رویش انجام نمی‌شود.
در گزینه ۳ آسانسور جابه‌جا می‌شود و کابل آسانسور به آن نیرو وارد می‌کند. از آن‌جا که نیروی کابل در راستای جابه‌جایی آسانسور است، کابل روی آسانسور کار انجام می‌دهد.



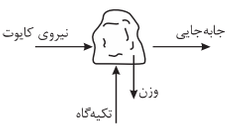
در گزینه ۴ نیروی وزن ماه (جاذبه زمین بر ماه) در تمام لحظات بر مسیر حرکت ماه عمود است. پس کاری روی آن انجام نمی‌دهد.

۵. گزینه «۲»
آن‌طور که از شکل پیدا است نیروی کشش طناب در تمام لحظات بر جابه‌جایی آونگ عمود است. پس کاری روی آن انجام نمی‌دهد.
اما آونگ هم در راستای وزن و هم در راستای نیروی مقاومت هوا جابه‌جایی دارد. پس این دو نیرو روی آونگ کار انجام می‌دهند.



۶. گزینه «۲»
با توجه به متن کتاب علوم تجربی (صفحه ۶۴) «در علوم کار را طوری تعریف می‌کنیم تا بتوانیم مقدار آن را از طریق اندازه‌گیری به‌دست آوریم». بنابراین گزینه ۱ درست است. گزینه‌های ۳ و ۴ نیز درست هستند. وقتی شما توپی را شوت می‌کنید، با انجام کار انرژی از بدن شما به توپ منتقل می‌شود. با انجام کار می‌شود انرژی را به‌صورت انرژی پتانسیل ذخیره کرد. اما وارد شدن نیرو به تنهایی باعث انجام کار نمی‌شود. بلکه علاوه‌بر آن جسم باید در راستای نیرو جابه‌جایی داشته باشد.

۷. گزینه «۲»
در بخش اول حرکت، نیروها و جابه‌جایی سنگ مطابق شکل زیر است:



وزن و تکیه‌گاه بر جابه‌جایی عمودند و کاری انجام نمی‌دهند و فقط نیروی کایوت روی سنگ کار انجام می‌دهد. در بخش دوم هم تنها نیروی وزن بر سنگ اثر می‌کند و روی آن کار انجام می‌دهد.

۸. گزینه «۱»
وقتی نیروی موشک بر مسیر حرکت عمود باشد، روی آن کار انجام نمی‌دهد. اما این نیرو قادر است جهت حرکت موشک را عوض کند.

۹. گزینه «۴»
طناب اسکی‌باز را می‌کشد و به جلو می‌برد؛ بنابراین روی اسکی‌باز کار انجام می‌دهد. چون قید شده حرکت اسکی‌باز کاملاً افقی است، وزن اسکی‌باز بر جابه‌جایی او عمود است؛ پس وزن کاری انجام نمی‌دهد. نیروی موتور قایق به قایق وارد می‌شود و ربطی به اسکی‌باز ندارد؛ پس روی او کار انجام نمی‌دهد. اما مقاومت هوا روی اسکی‌باز کار انجام می‌دهد. زیرا در راستای حرکت او اما در خلاف جهت حرکتش اثر می‌کند.

۱۰. گزینه «۱»
نیروهای تکیه‌گاه و وزن جسم بر جابه‌جایی عمودند و کارشان در همه قسمت‌های مسیر صفر است. اما کار نیروهای F و اصطکاک صفر نیست. ممکن است بگویید که جابه‌جایی جعبه صفر است و باید کار همه نیروها صفر باشد؛ اما چنین نیست. نیروی F در مسیر رفت کار مثبتی انجام می‌دهد. در مسیر برگشت هم همین‌طور! بنابراین نمی‌تواند مجموع کارش در رفت و برگشت صفر شود. درباره نیروی اصطکاک هم شبیه همین استدلال وجود دارد؛ با این فرق که کار اصطکاک در رفت و برگشت منفی است و مجموعش نمی‌تواند صفر باشد.

۱۱. گزینه «۲»
لازم است جرم کتاب علوم و فاصله میز از سطح زمین را تخمین بزنیم. کتاب علوم حدود ۱۰۰ برگ دارد و هر برگ کاغذ A_4 حدود ۵ گرم است. بنابراین کتاب علوم ۵۰۰ گرم جرم دارد. ارتفاع میز از سطح زمین هم که تا کمر ماست، تقریباً ۱ متر برآورد می‌شود.

بنابراین کار لازم برای جابه‌جایی کتاب تقریباً برابر است با:

$$\text{کار لازم} = \text{مقدار نیرو (وزن)} \times \text{مقدار جابه‌جایی} = ۰/۵\,kg \times ۱۰\frac{N}{kg} \times ۱m = ۵\,J$$

و گزینه ۲ نزدیک‌ترین گزینه است.

۱۲. گزینه «۱»
نیروهای وزن و تکیه‌گاه که بر مسیر حرکت عمودند؛ بنابراین کاری انجام نمی‌دهند. نیروی خود جسم هم مفهومی ندارد! اما اصطکاک نیرویی است که جسم را در جهت حرکتش به حرکت درمی‌آورد و روی آن کار انجام می‌دهد.

۱۳. گزینه «۴»
می‌دانیم نیروهایی که برجسم در طول جابه‌جایی‌اش عمود باشند، بر روی آن کاری انجام نمی‌دهند.
در حرکت آونگ، کشش نخ که همواره در راستای شعاع حرکت دایره‌ای آونگ است، بر مسیر حرکت عمود است و کاری انجام نمی‌دهد. اما وزن و مقاومت هوا نیروهایی هستند که بر روی جسم کار انجام می‌دهند.

۱۴. گزینه «۱»
در سه حالت کاری انجام نمی‌شود:
۱- نیرو صفر باشد.
۲- جابه‌جایی صفر باشد.
۳- نیرو بر جابه‌جایی عمود باشد.
در گزینه ۱ نیروهای وزن و تکیه‌گاه بر جابه‌جایی افقی جسم عمودند و کاری انجام نمی‌دهند. نیروی افقی دیگری هم نیست که کار انجام دهد. (به‌شرط آن‌که از مقاومت هوا صرف‌نظر کنیم)
در گزینه ۲ نیروی وزن در پایین آمدن جسم روی سطح شیبدار کار انجام می‌دهد.
در گزینه ۳ هم نیروی وزن عامل سقوط است و روی جسم کار انجام می‌دهد.

۱۵. گزینه «۴»
کار = مقدار نیرو × مقدار جابه‌جایی = ۲۰۰ N × ۴ m = ۸۰۰ J

۱۶. گزینه «۲»
برای انجام کار توسط نیروی وزن، باید ارتفاع جسم تغیر کند (زیرا جابه‌جایی در راستای وزن به معنی تغییر ارتفاع است). فقط در مثال دوم (غلتیدن توپ از تپه به پایین) و مثال آخر (بالا رفتن خودرو از مسیر شیب‌دار) ارتفاع جسم در حال تغییر است. دقت کنید که ارتفاع ماهواره‌ای که در مدار دایره‌ای شکل می‌چرخد، ثابت است.

۱۷. گزینه «۴»
همه اجسامی که تغییر شکل غیردائمی در آن‌ها ایجاد می‌شود، می‌توانند انرژی پتانسیل کشسانی ذخیره کنند. مثلاً وقتی توپ بسکتبال به زمین برخورد می‌کند، تغییر شکل می‌دهد. اما این تغییر شکل دائمی نیست و توپ دوباره به وضعیت اول خود برمی‌گردد. طی این فرآیند، ابتدا انرژی کشسانی در توپ ذخیره می‌شود و با بازگشت توپ به حالت اول، انرژی دوباره آزاد می‌شود. همه اجسام ذکرشده این خاصیت را دارند و می‌توان در آن‌ها انرژی پتانسیل کشسانی ذخیره کرد.

۱۸. گزینه «۳»
تنها گزینه ۳ نادرست است. انرژی شیمیایی، انرژی پتانسیل نهفته در پیوندهای شیمیایی مواد نظیر قند، بنزین و .... است. این انرژی با آزادشدن می‌تواند به گرما و حرارت تبدیل شود.

۱۹. گزینه «۴»
انرژی جنبشی یک جسم به جرم و سرعت آن بستگی دارد. نیروی جسم که بی‌معناست و جسم می‌تواند در جایی که وزن نیست هم، دارای انرژی حنبشی باشد، یعنی انرژی جنبشی به وزن اجسام وابسته نیست.

۲۰. گزینه «۳»
هر جسم در حال حرکت انرژی جنبشی دارد. انرژی جنبشی به سرعت و جرم بستگی دارد. مهم نیست به کدام سمت در حرکت باشد. بنابراین گزینه‌های ۱، ۲ و ۴ دارای انرژی جنبشی هستند، اما کامیون ساکن انرژی جنبشی ندارد.

۲۱. گزینه «۲»
نیروی شناوری هوا به بالن باعث بالا رفتن بالن می‌شود با بالارفتن بالن، انرژی پتانسیل گرانشی بالن زیاد می‌شود.

۲۲. گزینه «۱»
سیب در حال حرکت انرژی جنبشی دارد و انرژی پتانسیل شیمیایی هم که درون سیب هست و با از بین رفتن جاذبه زمین از بین نمی‌رود. اما انرژی پتانسیل گرانشی به وزن و ارتفاع جسم بستگی دارد که با از بین رفتن جاذبه، این انرژی هم از بین می‌رود.

۲۳. گزینه «۲»
بدیهی است که شما روی کیف کار انجام نمی‌دهید (زیرا کیف حرکتی ندارد) و همچنین انرژی کیف تغییر نمی‌کند؛ زیرا کیف هیچ حرکتی نمی‌کند. نیروی شما هم برابر نیروی وزن کیف است؛ چرا که کیف ساکن ایستاده است. اما ماهیچه‌های شما برای نگه داشتن کیف در حال انجام کار و مصرف انرژی هستند. برای همین است که خسته می‌شویم. در واقع مکانیزم عملکرد یک بافت زنده مثل ماهیچه برای نگه داشتن کیف با یک جسم بی‌جان متفاوت است. مثلا زنجیر نگه‌دارنده لوستر پس از مدتی خسته نمی‌شود و لوستر را رها نمی‌کند. اگر قرار بود برای نگه داشتن لوستر کار انجام دهد، در واقع ما به یک منبع بسیار بزرگ و بی‌پایان انرژی دست یافته بودیم؛ چرا که زنجیر می‌تواند تا ابد لوستر را نگه دارد و کار انجام دهد!!