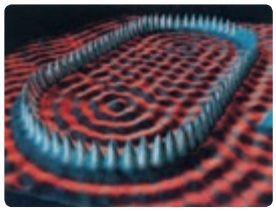
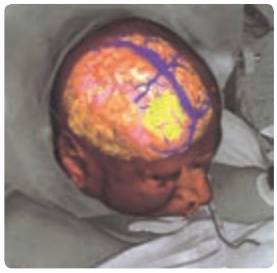
۱ انرژی

آیا می‌دانید «چگونه می‌توان انرژی تابشی خورشید را مهار کرد؟»



شکل ۱ــ۱ــ چیدن دقیق و هدفمند اتم های آهن روی اتم های مس که به وسیلهٔ فناوری جدید فیزیک امکان‌پذیر شده است.



شکل ۱ــ۲ــ تصویر تومور و رگ‌های خونی مغز یک بیمار که به کمک رایانه مدل‌سازی شده است.

شکل ۱ــ۳ــ ماهوارهٔ مخابراتی قادر است اطلاعات را به‌صورت موج‌های الکترومغناطیسی از یک فرستندهٔ زمینی دریافت کند و در ناحیهٔ وسیعی از زمین پخش کند.

شکل ۱ــ۴ــ تصویر، یکی از میلیون‌ها کهکشان جهان هستی را نشان می‌دهد که خود از میلیون‌ها ستاره تشکیل شده است. این تصویر توسط تلسکوپ فضایی هابل، که در مداری به فاصلهٔ ۵۰۰ کیلومتری سطح زمین قرار دارد، گرفته شده است.

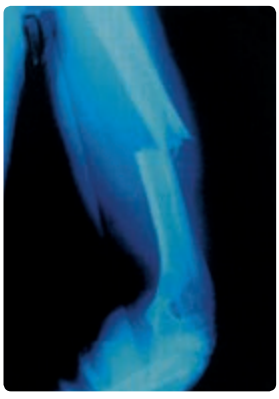
هنگامی که به اطراف خود نگاه می‌کنیم، با پدیده‌ها و دستگاه‌های مختلفی مواجه می‌شویم و سؤال‌های زیادی برای ما مطرح می‌شود رنگین‌کمان چگونه تشکیل می‌شود؟ دمای سطح خورشید را چگونه اندازه می‌گیرند؟ بنیادی‌ترین ذرات تشکیل‌دهندهٔ عالم چه ذراتی هستند؟ سن و ابعاد کیهان چقدر است؟ یک DVD چگونه اطلاعات زیادی را در خود ذخیره می‌کند؟ باتری‌های شارژ شدنی مانند باتری تلفن همراه، لپ‌تاپ و ... چگونه کار می‌کنند؟ کارت‌های اعتباری مانند کارت عابربانک، کارت سوخت، کارت تلفن و ... چگونه طراحی می‌شوند؟ چگونه با دستگاه آندوسکوپی درون بدن را می‌بینیم؟ چگونه یک دستگاه سونوگرافی تصویری سه‌بعدی از بدن را ایجاد می‌کند؟ اجاق میکروموج چگونه غذا را گرم می‌کند؟ یک مولد تولید برق چگونه انرژی مکانیکی را به انرژی الکتریکی تبدیل می‌نماید؟ موتور یک خودروی امروزی برچه اساسی طراحی می شود تا قدرت آن با کمترین مصرف بهینه باشد؟ کوچک‌ترین ذراتی که توسط میکروسکوپ‌های پیشرفتهٔ امروزی نشان داده می‌شوند، چه ابعادی دارند؟ در طراحی یک ساختمان چه مسائلی را باید رعایت کرد تا اتلاف انرژی به حداقل برسد؟

با فراگیری فیزیک می‌توانیم پاسخ‌ها و توضیحات مناسبی برای هریک از این پرسش‌ها یا پرسش‌های مشابه بیابیم. پس فیزیک در زندگی هرکس نقش بسیار مهمی ایفا می‌کند، چه با فیزیک آشنا باشد، چه نباشد. بسیاری از مردم مانند خلبان هواپیما، تعمیرکار خودرو یا هواپیما، یک جوشکار حرفه‌ای و ... چیزهای زیادی از فیزیک می‌دانند، و از آن در زندگی روزمره استفاده می‌کنند. هروقت بخواهید پدیده‌های اطراف خود را به‌طور علمی توضیح دهید به دنیای فیزیک وارد می‌شوید.

مطالعات علمی نشان داده‌اند که پدیده‌ها از قانون‌های خاصی پیروی می‌کنند. هدف اصلی علم فیزیک کشف و بیان این قانون‌ها است و همان‌طور که در این کتاب خواهید دید، پاسخ به پرسش‌ها نیز براساس این قانون‌ها صورت می‌گیرد. قلمرو فیزیک از ریزترین ذرات همچون اجزای تشکیل‌دهندهٔ اتم‌ها تا اجسام بسیار بزرگی همچون ستارگان و کهکشان‌ها را شامل می‌شود (شکل‌های ۱ــ۱ تا ۱ــ۷).

شکل ۱ــ ۵ــ از تارهای نوری می‌توان در انواع گوناگون وسایل ارتباطِ از دور، انتقال داده‌ها با رایانه یا آندوسکوپی استفاده کرد.

شکل ۱ــ۶ــ برخی از ایستگاه‌های بین المللی فضایی را به صورت قطعه‌های جدا از هم می‌سازند و در فضا به یکدیگر وصل می‌کنند.



شکل ۱ــ۷ــ تصویری از استخوان بازوی دست انسان که به کمک پرتوهای X گرفته شده است و پزشک را قادر می‌سازد تا محل آسیب‌دیدگی و چگونگی آن را مشخص کند.

موضوع انرژی در زندگی روزمرهٔ ما جایگاه ویژه‌ای دارد و در زمینه‌های مختلفی مطرح می‌شود. چگونگی تولید و مصرف انرژی، ملاحظات اقتصادی، اجتماعی، سیاسی، زیست‌محیطی و ... انرژی اهمیت زیادی دارد. در این فصل ضمن یادآوری انواع مختلف انرژی که در دورهٔ راهنمایی با آنها آشنا شدید موضوع انرژی را در فیزیک بررسی می‌کنیم و قانون پایستگی انرژی را توضیح می‌دهیم و با کاربرد آن در برخی مثال‌ها آشنا می‌شویم. در پایان نیز به بررسی تعدادی از منابع انرژی و چگونگی بهینه‌سازی انرژی می‌پردازیم.

۱ــ۱ انرژی و شما

بدن شما که نوجوانی فعال و در حال رشد هستید روزانه به‌طور متوسط حدود ۱۲۰۰۰ کیلوژول انرژی نیاز دارد. این انرژی را با خوردن مواد غذایی به دست می‌آورید. بعضی از غذاها، به‌ویژه غذاهای حاوی پروتئین‌ها، به سلول‌های بدن کمک می‌کنند تا سلول‌های تازهٔ بدن را بسازند و بعضی غذاهای دیگر، مانند چربی‌ها و مواد قندی، عمدتاً انرژی لازم را برای گرم‌نگه‌داشتن بدن در دمای $37\,^{\circ}C$ و فعالیت‌های روزانهٔ ما فراهم می‌کنند.

مواد غذایی، همچون سوخت ماشین‌ها (شکل ۱ــ۸)، دارای انرژی شیمیایی هستند و برای آزادشدن این انرژی لازم است در آنها تغییرات شیمیایی صورت پذیرد.

شکل ۱ــ۸ــ تصویر خودرو در حال دریافت گاز CNG

در هر گرم از غذایی که می‌خوریم و یا سوختی که در ماشین می‌ریزیم مقداری انرژی شیمیایی ذخیره شده است. این انرژی را با یکای کیلوژول بر گرم و با نماد kJ/g بیان می‌کنند[1]. در جدول ۱ــ۱ انرژی شیمیایی موجود در بعضی از غذاها و سوخت‌های معمولی داده شده است. این عددها نشان می‌دهند که هر گرم از یک مادهٔ غذایی یا سوخت، بر اثر واکنش‌های شیمیایی چند کیلوژول انرژی آزاد می‌کند. مثلاً برای کره عدد ۳۰/۲ ذکر شده است. یعنی، هرگرم کره ۳۰/۲kJ انرژی برای بدن فراهم می‌کند. یا انرژی شیمیایی موجود در گاز طبیعی ۵۴/۶ kJ/g است، یعنی هر گرم گاز طبیعی بر اثر واکنش شیمیایی ۵۴/۶ kJ انرژی آزاد می‌کند.[2]

جدول ۱ــ۱ــ انرژی شیمیایی موجود در غذاها و سوخت معمولی به‌طور تقریبی برحسب kJ/g (کیلوژول بر گرم)

غذاهای معمولی		غذاهای معمولی		سوخت‌های معمولی	
سیب	۲/۴	چربی	۳۹/۱	زغال	۳۳/۶
حبوبات، غلّه	۵	شیر	۲/۷	نفت	۴۷/۶
کره	۳۰/۲	شیر کم‌چربی	۱/۸	گاز طبیعی	۵۴/۶
هویج	۱/۸	پرتقال	۲/۱	چوب	۱۶/۸
کرفس	۰/۶	نخود	۳	بنزین	۴۴
پنیر تازه	۴/۵	تخم‌مرغ	۶/۸		
مرغ	۶/۷	راستهٔ گوساله	۷		
شکلات	۲۲/۲	سیب‌زمینی پخته	۳/۹		
پلو	۴/۶	شکر	۱۶/۸		
انگور	۲/۹	گوجه‌فرنگی	۰/۹		
گوشت پخته	۹/۴	ماهی تُن	۸/۳		
بستنی	۹/۳	نان لواش	۱۱/۳		

۱ــ یکاها را با علامت اختصاری آنها نشان می‌دهیم که معمولاً حرف اول کلمهٔ انگلیسی آنهاست.

۲ــ یکای مرسوم دیگر برای انرژی شیمیایی موجود در غذاها kcal/g است که معمولاً به ازای هر ۱۰۰ گرم مادهٔ غذایی به صورت kcal بر روی ظرف مواد غذایی حک می‌شود.

فعالیت ۱

فهرستی از غذاهایی که در یک روز معین مصرف می‌کنید به همراه مقدار تقریبی آنها تهیه کنید. با استفاده از این فهرست و جدول ۱ــ۱ مشخص کنید که در این روز معین، بدن شما چه مقدار انرژی از این مواد غذایی کسب می‌کند.

انرژی حاصل از خوردن غذا در بدن افراد صرف انجام فعالیت‌های گوناگون می‌شود. آهنگ مصرف انرژی برای برخی فعالیت‌ها در جدول ۱ــ۲ آمده است. منظور از آهنگ مصرف انرژی این است که در یک زمان معین (مثلاً یک دقیقه در این جدول) چه مقدار انرژی مصرف می‌شود. آهنگ مصرف انرژی را توان مصرفی می‌نامیم. به‌عنوان مثال، برای خوابیدن عدد ۵ آمده است که معنی آن این است که در حالت خواب، در هر دقیقه ۵kJ انرژی مصرف می‌شود با اینکه فرد در حالت خواب جنبش خاصی ندارد ولی دمای بدن او حدود $37^{\circ}C$ می‌ماند، نفس می‌کشد و قلبش می‌تپد؛ به همین دلیل فرد در حالت خواب انرژی مصرف می‌کند. یا وقتی مثلاً می‌گوییم آهنگ مصرف انرژی در بالا رفتن از پله ۴۱/۲ kJ/min است یعنی وقتی از پله بالا می‌رویم ۴۱/۲ kJ انرژی در مدت یک دقیقه صرف بالا رفتن از پله، تنفس، گردش خون، گرم نگه‌داشتن بدن و ... می‌شود.

جدول ۱ــ۲ــ آهنگ مصرف انرژی در فعالیت‌های گوناگون

نوع فعالیت	آهنگ مصرف انرژی (kJ/min) (کیلوژول بر دقیقه)
خواب	۵
نشستن در حال استراحت	۷/۱
ایستادن در حالت معمولی	۷/۶
نشستن در کلاس	۱۲/۶
راه رفتن آرام	۱۶
دوچرخه‌سواری *(با سرعت کم)	۲۳/۹
دوچرخه‌سواری (با سرعت معمولی)	۴۲
دوچرخه‌سواری (مسابقه)	۱۱۱/۳
تنیس	۲۶/۵
شنا (قورباغه)	۲۸/۶
بالا رفتن از پله	۴۱/۲
بسکتبال	۴۷/۱

* معمولاً محدودهٔ سرعت دوچرخه سواری آرام بین ۱۳ تا ۱۸۰ کیلومتر بر ساعت و دوچرخه‌سواری با سرعت معمولی حدود ۲۰ کیلومتر بر ساعت فرض می‌شود.

جیمز پری اسکات ژول[1]

فیزیکدان انگلیسی در ۲۴ دسامبر ۱۸۱۸م. (۱۱۹۷هـ.ش) به دنیا آمد و در ۱۱ اکتبر ۱۸۸۹م. (۱۲۶۸هـ.ش) درگذشت. او به اندازه‌گیری علاقهٔ زیادی داشت و به‌طور تجربی ثابت کرد که گرما شکلی از انرژی مکانیکی است و نخستین اندازه‌گیری مستقیم برای نشان دادن این موضوع را به انجام رساند. ژول با یک رشته آزمایش‌های دقیق مکانیکی، گرمایی، و الکتریکی قانون پایستگی انرژی را به‌طور تجربی ثابت کرد و نیز نشان داد که مقدار گرمایی که از عبور جریان الکتریکی در یک مدار حاصل می‌شود متناسب با مجذور جریان الکتریکی و مقاومت مدار است. او همچنین با لرد کلوین در تعیین مقیاس دقیق دما همکاری داشت. یکای SI انرژی به افتخار او، ژول نامیده شده است.

۱ــ James Prescot Joule

مثال ۱

این فرض که «بدن از خرد کردن بافت‌های چربی خود همان اندازه انرژی می‌گیرد که از هضم چربی» یک فرض معقول است. دانش‌آموزی در طی روز مجموعاً ۲ ساعت آرام راه می‌رود، ۶ ساعت در کلاس می‌نشیند، ۸ ساعت می‌خوابد و بقیهٔ روز به‌طور متوسط در هر دقیقه ۱۴ kJ انرژی مصرف می‌کند.

الف) کل انرژی مصرفی دانش‌آموز در یک شبانه‌روز چقدر است؟

ب) اگر این دانش‌آموز روزانه ۱۳۲۳۰ kJ انرژی با مصرف موادغذایی کسب کند در هر روز چندگرم چربی از دست می‌دهد؟

پاسخ : الف) با استفاده از جدول ۱ــ۱ انرژی مصرفی در هر فعالیت دانش‌آموز را به‌دست می‌آوریم :

انرژی مصرفی راه رفتن : $2 \times 60 \times 16 = 1920\,kJ$

انرژی مصرفی نشستن در کلاس : $6 \times 60 \times 12/6 = 4536\,kJ$

انرژی مصرفی خوابیدن : $8 \times 60 \times 5 = 2400\,kJ$

انرژی بقیهٔ فعالیت‌های روزانه : $8 \times 60 \times 14 = 6720\,kJ$

مجموع انرژی مصرفی : $1920 + 4536 + 2400 + 6720 = 15576\,kJ$

ب) مصرف انرژی این دانش‌آموز روزانه بیش از انرژی‌ای است که با مصرف موادغذایی کسب می‌کند.

$15576 - 13230 = 2346\,kJ$

با استفاده از جدول ۱ــ۱ می‌توانیم مقدار چربی‌ای که برای تأمین این انرژی سوخته می‌شود را به‌دست آوریم :

$$\text{مقدار چربی سوخته شده} = \frac{2346}{39/1} = 60\,g$$

مثال ۲

انرژی شیمیایی موجود در هر گرم بنزین ۴۴ kJ/g است. یک خودروی جدید در هر ۱۰۰ کیلومتر، ۷ لیتر بنزین (معادل ۵۶۰۰ گرم) مصرف می‌کند.

الف) این خودرو در مسافت یکصد کیلومتر چه مقدار انرژی برحسب کیلوژول مصرف می‌کند؟

ب) از کرج تا زنجان به‌طور تقریبی ۳۰۰ کیلومتر است. اگر شرایط مصرف بنزین مانند قسمت قبل باشد، اتومبیل چه مقدار بنزین مصرف می‌کند و این مقدار بنزین معادل چه مقدار انرژی برحسب کیلوژول است؟

پاسخ : الف) در یکصد کیلومتر ۷ لیتر معادل ۵۶۰۰ g بنزین مصرف می‌کند، بنابراین $5600\,g \times 44\,kJ/g = 246400\,kJ$ انرژی مصرف می‌کند.

ب) $$\text{حجم بنزین مصرف شده} = \frac{300}{100} \times 7 = 21 \text{ لیتر}$$

جرم ۷ لیتر بنزین ۵۶۰۰ g است، جرم ۲۱ لیتر برابر $\frac{21}{7} \times 5600 = 16800\,g$ است.

یک گرم بنزین ۴۴ کیلوژول انرژی فراهم می‌کند؛ بنابراین، ۱۶۸۰۰ گرم بنزین، $16800\,g \times 44\,kJ/g = 739200\,kJ$ انرژی تأمین می‌کند.

تمرین ۱

الف) در ده دقیقه دوچرخه‌سواری با سرعت ۲۱ km/h، چه مقدار انرژی مصرف می‌شود؟
ب) با خوردن چه مقدار بستنی این انرژی برای او فراهم می‌شود؟

۱ـ۲ انرژی جنبشی

اجسام متحرک می‌توانند اجسام دیگر را به حرکت درآورند؛ مثلاً چکش در حال حرکت با برخورد به یک میخ سبب فرورفتن میخ در چوب می‌شود (شکل ۱ـ۹). بنابراین چکش در حال حرکت دارای انرژی است. انرژی‌ای که اجسام متحرک، به علت حرکتشان دارند، انرژی جنبشی نامیده می‌شود.

شکل ۱ـ۹ـ چکش با برخورد به میخ، سبب فرو رفتن آن می‌شود.

توپ در حال حرکت، پرهٔ پنکهٔ روشن، خودروی در حال حرکت، چکش متحرک و ... انرژی جنبشی دارند. انرژی جنبشی یک جسم، به جرم جسم (m) و سرعت آن (v) بستگی دارد و با رابطهٔ ۱ـ۱ محاسبه می‌شود.

$$K = \frac{1}{2}mv^2 \qquad (۱ـ۱)$$

در این رابطه، اگر m برحسب کیلوگرم (kg) و v برحسب متر برثانیه (m/s) باشد، K برحسب ژول (J) به‌دست می‌آید.

مثال ۳

انرژی جنبشی اردکی را حساب کنید که جرم آن ۳kg است و با سرعت ۲m/s پرواز می‌کند.

پاسخ :

$m = ۳kg \ , \ v = ۲m/s \ , K = ?$

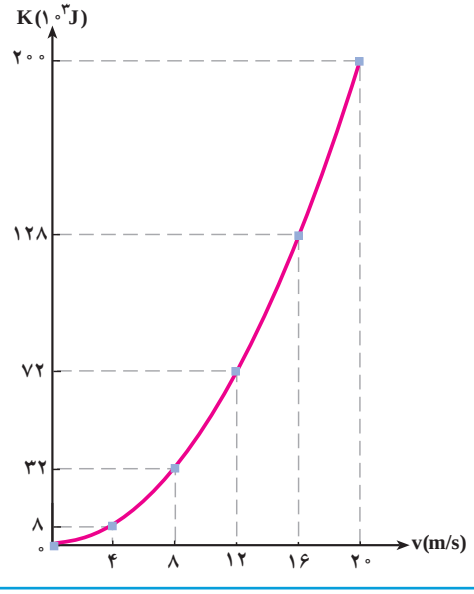
$$K = \frac{1}{2}mv^2$$

$$K = \frac{1}{2} \times ۳ \times ۲^2 = ۶J$$

مثال ۴

اتومبیلی به جرم ۱۰۰۰kg از حال سکون به راه می‌افتد و پس از مدتی سرعتش به ۷۲ km/h (۲۰m/s) می‌رسد.
نمودار انرژی جنبشی اتومبیل را بر حسب سرعت رسم کنید.

پاسخ : ابتدا جدولی رسم می‌کنیم و انرژی جنبشی اتومبیل را برای سرعت‌های مختلف به‌دست می‌آوریم. توجه داریم حداکثر سرعت انتخابی ۲۰m/s است. سپس نمودار K برحسب v را رسم می‌کنیم.



m(kg)	v(m/s)	K(J)
۱۰۰۰	۰	۰
۱۰۰۰	۴	۸×۱۰^{۳}
۱۰۰۰	۸	۳۲×۱۰^{۳}
۱۰۰۰	۱۲	۷۲×۱۰^{۳}
۱۰۰۰	۱۶	۱۲۸×۱۰^{۳}
۱۰۰۰	۲۰	۲۰۰×۱۰^{۳}

تمرین ۲

دانهٔ تگرگی به جرم ۲g با سرعت ۱۰m/s به سطح زمین برخورد می‌کند. انرژی جنبشی دانهٔ تگرگ در لحظهٔ برخورد با زمین چقدر است؟

۱ــ۳ انرژی درونی

هنگامی که سماور برقی را روشن می‌کنید یا ظرف آبی را روی شعله قرار می‌دهید، آب پس از مدتی گرم‌تر می‌شود. در اینجا، انرژی الکتریکی یا انرژی شیمیایی مصرف شده است. این انرژی کجا رفته است؟ در مورد انرژی مصرف شده، چه می‌توان گفت؟

انرژی مصرف شده، باید به طریقی در سماور یا ظرف آب موجود باشد. در این حالت انرژی دیگری را معرفی می‌کنیم که انرژی درونی نامیده می‌شود. در مورد مثال بالا می‌گوییم که انرژی مصرف شده، باعث افزایش انرژی درونی آب و یا ظرف آن شده است. انرژی درونی یک جسم، مجموع انرژی‌های ذره‌های تشکیل دهندهٔ آن است. معمولاً بالا رفتن انرژی درونی جسم به صورت گرم‌تر شدن آن ظاهر می‌شود.

شکل ۱ــ۱۰ــ با گرفتن ترمز، لاستیک‌های خودرو و سطح جاده گرم‌تر می‌شود و بر انرژی درونی آنها افزوده می‌شود.

هرچه ذرات سازندهٔ یک جسم بیشتر و انرژی هر ذرهٔ آن زیادتر باشد، انرژی درونی آن جسم بیشتر است. وقتی خودرویی ترمز می‌کند و در اثر اصطکاک متوقف می‌شود لاستیک‌های آن و سطح جاده گرم‌تر می‌شود. در این حالت انرژی جنبشی خودرو کجا رفته است؟ چون لاستیک‌ها و سطح جاده گرم‌تر شده‌اند، می‌توان نتیجه گرفت که انرژی درونی آنها افزایش یافته است. درنتیجه می‌توان گفت که، در اثر اصطکاک، انرژی جنبشی خودرو به انرژی درونی آنها تبدیل شده است.

پاسخ دهید !

۱ــ توپی را که بر روی زمین در حال حرکت است، در نظر بگیرید. سرعت توپ رفته‌رفته کم شده و سرانجام متوقف می‌شود. انرژی جنبشی توپ کجا رفته است؟

۲ــ پنکه‌ای را که روشن است خاموش می‌کنیم. پنکه پس از مدتی متوقف می‌شود. انرژی جنبشی پرهٔ پنکه کجا رفته است؟

توجه داریم که در اثر مالش دو سطح بر روی یکدیگر، مقداری انرژی به انرژی درونی دو جسم تبدیل می‌شود. در این‌گونه موارد، اصطلاحاً می‌گوییم انرژی تلف شده است. در واقع، همان‌طورکه اشاره شد، در این حالت انرژی ازبین نرفته است، بلکه به انرژی درونی دو جسم تبدیل شده است ولی چون این انرژی را در اغلب موارد نمی‌توان عملاً مورد استفاده قرار داد، از اصطلاح «تلف‌شدن» استفاده می‌شود.

مثال ۵

خودروی سمندی را درنظر بگیرید که با جرم تقریبی ۱۲۰۰ kg با سرعت ۹۰ km/h (۲۵ m/s) در یک بزرگراه در حال حرکت است. اگر راننده ترمز کند و خودرو متوقف شود، افزایش انرژی درونی لاستیک، سطح جاده و ... چقدر است؟

پاسخ : انرژی جنبشی خودرو براثر ترمز به‌طور کامل به انرژی درونی لاستیک و ... تبدیل می‌شود. بنابراین می‌توانیم بنویسیم :

اندازهٔ کاهش انرژی جنبشی = افزایش انرژی درونی

$$= \frac{۱}{۲}mv^{۲} = \frac{۱}{۲}\times ۱۲۰۰\times ۲۵^{۲} = ۳۷۵۰۰۰J = ۳۷۵kJ$$

تمرین ۳

دوچرخه‌سواری سرعت خود را از ۸m/s به ۵m/s می‌رساند. اگر جرم دوچرخه‌سوار و دوچرخه ۸۰ kg باشد، چند ژول انرژی جنبشی به انرژی درونی لاستیکِ دوچرخه، محیط و ... تبدیل شده است؟

پاسخ دهید ۲

در ظرفی حاوی مخلوط آب و یخ دماسنجی می‌گذاریم و مجموعه را روی شعلهٔ چراغ قرار می‌دهیم. درحالی که از شعله به ظرف و محتویات آن انرژی منتقل می‌شود و انرژی درونی آنها را بالا می‌برد، دماسنج تغییر دمایی را نشان نمی‌دهد. علت را توضیح دهید.

۱ـ۴ قانون پایستگی انرژی

فرض کنید احمد مقداری پول (مثلاً ۱۰۰۰۰ تومان به صورت یک اسکناس ۵۰۰۰ تومانی، دو اسکناس ۲۰۰۰ تومانی و یک اسکناس ۱۰۰۰ تومانی) دارد. احمد پس از مدتی پول خود را می‌شمارد و متوجه می‌شود که مقدار آن کمتر (مثلاً ۸۰۰۰ تومان) شده است. او چه فکر می‌کند؟ آیا او فکر می‌کند که یک اسکناس ۲۰۰۰ تومانی خود به خود در جیب او از بین رفته است؟ خیر، او به یاد می‌آورد که مثلاً آن را در مدرسه خرج کرده یا به دوستش قرض داده است و بالاخره توجیهی برای کم شدن پول پیدا می‌کند. همچنین، ممکن است پس از شمارش دریابد که پولش زیاد (مثلاً ۱۲۰۰۰ تومان) شده است. آیا او فکر خواهد کرد که پول خودبه‌خود در جیبش به‌وجود آمده است؟ خیر، او به یاد می‌آورد که مثلاً از دوستش طلب داشته و او قرض خود را ادا کرده است.

از این مثال می‌توان نتیجه گرفت که : پول احمد هیچگاه از بین نمی‌رود و خودبه‌خود نیز به‌وجود نمی‌آید و همواره ثابت می‌ماند، مگر اینکه مقداری از آن را به فرد دیگری (به دوستش یا فروشنده و...) بدهد یا اینکه مقداری پول از کسی دریافت کند.

آزمایش‌های متعدد نشان می‌دهد انرژی یک جسم نیز چنین رفتاری دارد و **قانون پایستگی انرژی** نیز این رفتار را بیان می‌کند. بنابراین قانون :

انرژی یک جسم هیچ‌گاه از بین نمی‌رود و خودبه‌خود نیز به‌وجود نمی‌آید و همواره پایسته (ثابت) می‌ماند، مگر اینکه مقداری از آن را به جسم دیگری بدهد یا اینکه از جسم دیگری انرژی دریافت کند.

مثال ۶

توپ ساکنی را روی سطح افقی زمین در نظر بگیرید. با پا به آن ضربه‌ای می‌زنید و توپ شروع به حرکت می‌کند. این آزمایش را با قانون پایستگی انرژی توضیح دهید.

پاسخ : بنابر قانون پایستگی انرژی، اگر به توپ انرژی منتقل نشود، باید انرژی آن پایسته بماند. پس تا وقتی به آن ضربه نزنیم ساکن می‌ماند. با ضربه زدن به توپ مقداری انرژی به آن منتقل کرده‌ایم و به همین دلیل توپ به‌حرکت درآمده است.

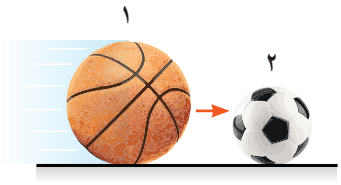
تمرین ۴

در مثال قبل اگر جرم توپ ۰/۵ kg و سرعت آن هنگام جدا شدن از پا ۱۰ m/s باشد، انرژی انتقال یافته به توپ در اثر ضربه چند ژول است؟

مثال ۷

در شکل الف توپ‌های ۱ و ۲ روی زمین ساکن‌اند. به‌توپ ۱ طوری ضربه می‌زنیم که به طرف توپ ۲ حرکت کند (شکل ب). پس از برخورد آنها، توپ ۲ شروع به حرکت می‌کند و سرعت توپ ۱ کاهش می‌یابد (شکل پ). این آزمایش را با قانون پایستگی انرژی توضیح دهید.

(الف)



(ب)

(پ)

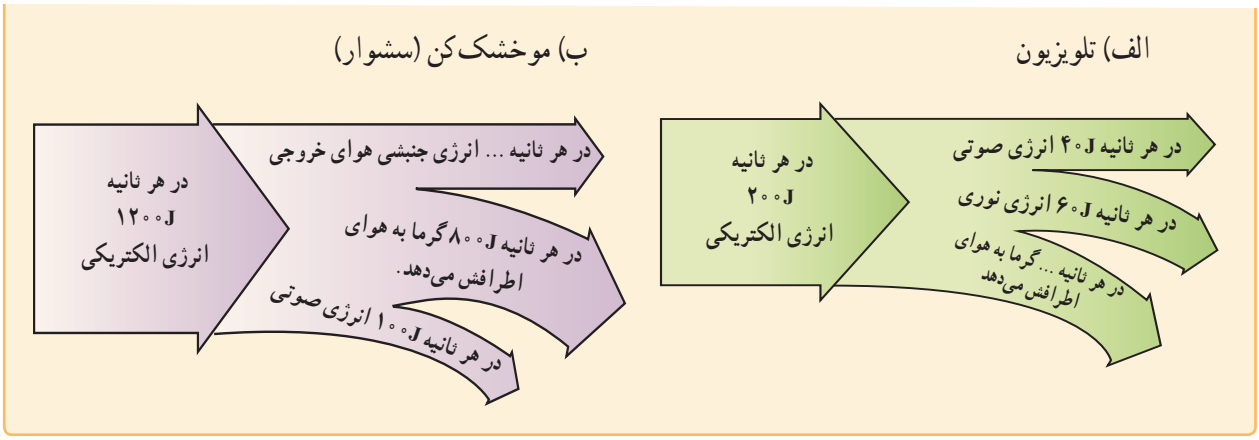
پاسخ : بنابر این قانون توپ ۱ در اثر ضربه انرژی گرفته و به حرکت درآمده است. پس از برخورد آن به توپ ۲، مقداری از انرژی توپ ۱ به ۲منتقل شده است. پس انرژی توپ ۱ و در نتیجه سرعت آن کاهش یافته و در عوض توپ ۲ با گرفتن انرژی به حرکت درآمده است.

در این مثال‌ها دیدید که انرژی جسم ثابت می‌ماند، مگر اینکه به طریقی به آن انرژی داده یا از آن انرژی گرفته شود. اکنون یک حالت جدید را بررسی می‌کنیم. خودرویی را در نظر بگیرید که ساکن است. راننده، خودرو را روشن می‌کند و در یک جادهٔ افقی شروع به حرکت می‌کند. خودرو از جسم دیگری انرژی دریافت نکرده است، پس انرژی جنبشی آن از کجا آمده است؟

انرژی جنبشی خودرو از تبدیل انرژی شیمیایی موجود در سوخت آن حاصل شده است. توجه داریم که وقتی خودرو شروع به حرکت می‌کند همهٔ انرژی شیمیایی سوخت تبدیل به انرژی جنبشی نمی‌شود، بلکه بخش زیادی از آن به انرژی درونی خودرو و محیط اطرافش تبدیل می‌شود و سبب گرم شدن آنها می‌گردد. بنابراین می‌گوییم، انرژی خلق یا نابود نمی‌شود؛ بلکه از شکلی به شکل دیگر تبدیل یا از جسمی به جسم دیگر منتقل می‌شود.

تمرین ۵

تبدیل انرژی در هر دستگاه را می‌توان با نمودارهایی نشان داد که پهنای هر نوار در آن با مقیاس مناسبی، نشان دهندهٔ یک شکل از انرژی است. با استفاده از قانون پایستگی انرژی، جاهای خالی در شکل‌های الف و ب را پرکنید.



۱ــ۵ انرژی پتانسیل گرانشی

در پارک تفریحی پدری کودک خود را روی سرسره می‌گذارد و رها می‌کند. کودک روبه پایین به حرکت درمی‌آید و به تدریج سرعت و انرژی جنبشی‌اش بیشتر می‌شود. انرژی جنبشی کودک از کجا آمده است؟ تجربیات روزمرهٔ دیگری هم به ما نشان می‌دهند که جسمی که در بلندی قرار دارد می‌تواند به حرکت درآید. یعنی اجسامی که از سطح زمین بالاتر هستند انرژی دارند و این انرژی می‌تواند به انرژی جنبشی تبدیل شود.

انرژی‌ای که هر جسم به دلیل قرار گرفتن در ارتفاع نسبت به زمین دارد را انرژی پتانسیل گرانشی می‌نامیم.

آزمایش کنید ۱

وسیله‌های آزمایش : ریل پردهٔ ساده و یا چند خط‌کش (به طول تقریبی ۵۰ سانتی‌متر) ــ پایه ــ نخ ــ وزنهٔ قلاب‌دار ــ مکعب چوبی (جرم آن با وزنهٔ قلاب‌دار برابر باشد و یا با چسباندن خمیر بازی هم‌جرم شود) ــ گیرهٔ پرده ــ چسب نواری (در صورت امکان چسب حرارتی)

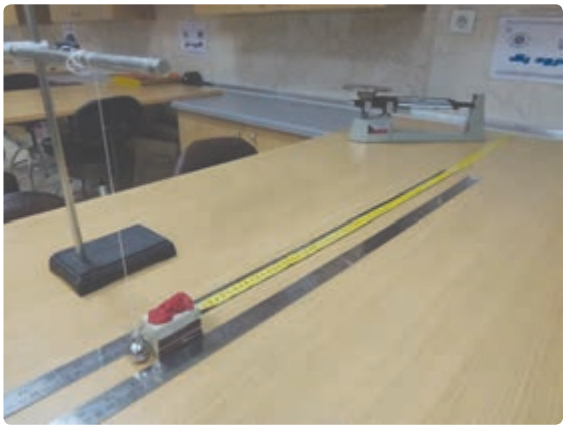
شرح آزمایش :

۱ــ گیرهٔ پرده را داخل ریل قرار دهید.

۲ــ مکعب چوبی را روی ریل و مماس بر گیره قرار دهید و گیره را به آن بچسبانید. و یا خط‌کش‌ها را به موازات هم در طرفین جعبه روی میز بچسبانید. به این ترتیب مکعب روی ریل و یا بین دو خط‌کش به راحتی عقب و جلو می‌رود.

۳ــ با پایه، نخ و وزنهٔ قلابدار آونگی درست کنید که در حالت تعادل بتوان وزنه را مماس بر جعبه نگهداشت.

۴ــ وزنهٔ آونگ را با دست بگیرید و بالا بیاورید تا فاصلهٔ عمودی آن از سطح ریل پرده ۱۰ سانتی‌متر باشد.



شکل ۱ــ۱۱ــ برای سادگی می‌توانید به‌جای ریل پرده از خط‌کش‌هایی در طرفین جعبهٔ چوبی استفاده کنید.

۵ــ وزنه را رها کنید تا با برخورد به جعبه آن را حرکت دهد. جابه‌جایی جعبه را اندازه بگیرید و در جدول ثبت کنید.

۶ــ آزمایش را برای ارتفاع‌های ۱۵ ، ۲۰ و ۲۵ سانتی‌متر تکرار کنید.

۷ــ با تحلیل عددهای به‌دست آمده نتیجه را بنویسید.

۸ــ در مورد تبدیل انرژی‌های مربوط به این آزمایش با اعضای گروه خود بحث کنید.

شمارهٔ آزمایش	ارتفاع وزنه (cm)	جابه‌جایی جعبه (cm)
۱	۱۰	
۲	۱۵	
۳	۲۰	
۴	۲۵	

در آزمایش کنید ۱ دیدید که هرچه ارتفاع وزنه بیشتر باشد انرژی پتانسیل گرانشی آن بیشتر است. به نظر شما چه عامل یا عامل‌های دیگری در اندازهٔ انرژی پتانسیل گرانشی یک جسم مؤثرند؟

فعالیت ۲

آزمایشی طراحی کنید که نشان دهد در یک ارتفاع معین از سطح زمین هرچه جرم جسمی بیشتر باشد انرژی پتانسیل گرانشی آن جسم بیشتر است.

با توجه به آزمایش‌هایی که انجام دادیم و آزمایش‌های مشابه نتیجه می‌گیریم که انرژی پتانسیل گرانشی هر جسم (U)، به جرم (m) و ارتفاع آن از زمین (h) بستگی دارد. این بستگی را می‌توانیم در رابطهٔ ۱ــ۲ ببینیم.

$$U = mgh \qquad (۱ــ۲)$$

در این رابطه یکای اندازه‌گیری انرژی پتانسیل گرانشی ژول (J)، جرم کیلوگرم (kg) و ارتفاع متر (m) است. g در این رابطه شتاب گرانشی زمین نام دارد و مقدار آن $۹/۸\ m/s^۲$ است که معمولاً می‌توانیم آن را برابر با $۱۰\ m/s^۲$ درنظر بگیریم.

مثال ۸

انرژی پتانسیل گرانشی کودکی به جرم ۱۰ kg را حساب کنید وقتی که بالای سرسره‌ای به ارتفاع ۲ m نشسته است.

پاسخ :

$m = ۱۰ kg$ و $h = ۲ m$ و $g = ۱۰ m/s^۲$ و $U = ?$

$U = mgh$

$U = ۱۰ \times ۱۰ \times ۲ = ۲۰۰ J$

مثال ۹

سنگی به جرم ۲kg را از ارتفاع ۴ متری سطح زمین رها می‌کنیم. با نادیده گرفتن مقاومت هوا، سرعت سنگ را در لحظهٔ برخورد به زمین حساب کنید.

پاسخ : در لحظهٔ برخورد سنگ با زمین همهٔ انرژی پتانسیل گرانشی آن پس از رهاشدن، به انرژی جنبشی تبدیل می‌شود؛ درنتیجه طبق قانون پایستگی انرژی داریم :

$m = ۲kg \ , \ h = ۴m \ , \ g = ۱۰ m/s^۲$

$$K = U \Rightarrow \frac{۱}{۲}mv^۲ = mgh \Rightarrow v = \sqrt{۲gh} = \sqrt{۲\times ۱۰\times ۴} \simeq ۹m/s$$

مثال ۱۰

در آزمایش کنید ۱ اگر وزنهٔ ۱۰۰ گرمی را تا ارتفاع ۲۰cm از سطح زمین بالا ببریم و رها کنیم، با نادیده گرفتن مقاومت هوا، وزنه با چه سرعتی به جعبه می‌رسد؟

پاسخ : وزنه در ارتفاع ۲۰ سانتی‌متری دارای انرژی پتانسیل گرانشی است که پس از رها شدن و با پایین آمدن وزنه این انرژی به انرژی جنبشی تبدیل می‌شود. بنابراین از پایستگی انرژی داریم :

$$K = U \Rightarrow \frac{۱}{۲}mv^۲ = mgh \Rightarrow v^۲ = ۲gh \Rightarrow v = \sqrt{۲gh} = \sqrt{۲\times ۱۰\times ۰/۲} = ۲m/s$$

تمرین ۷

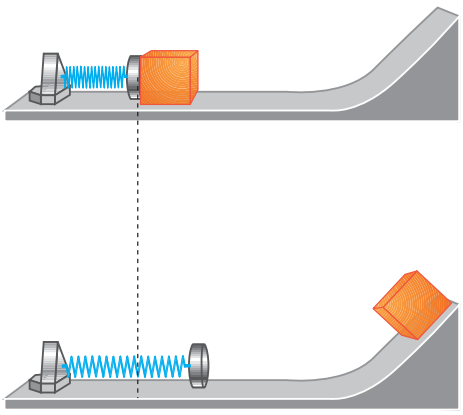
کارگری آجری به جرم ۲ kg را با سرعت ۸ m/s روبه بالا پرتاب می‌کند.

الف) انرژی جنبشی آجر در لحظهٔ پرتاب چقدر است؟

ب) با نادیده گرفتن اتلاف انرژی، آجر تا چه ارتفاعی بالا می‌رود؟

۱ــ۶ انرژی پتانسیل کشسانی

مطابق شکل ۱ــ۱۲ هرگاه جعبهٔ ساکن واقع در جلوی فنر فشرده را رها کنیم، جعبه به حرکت درمی‌آید. تجربه نشان می‌دهد که هرچه فشردگی فنر بیشتر باشد جعبه با انرژی بیشتری پرتاب خواهد شد.



شکل ۱ــ۱۲ــ فنر فشرده شده، جعبهٔ ساکن را به بالای شیب پرتاب می‌کند.

فعالیت ۳

اگر جعبه‌ای به یک فنر وصل باشد و در ابتدا طوری جعبه و فنر را نگه داریم تا فنر کشیده شده باشد، پیش‌بینی کنید که پس از رها کردن جعبه چه رخ خواهد داد؟

انرژی ذخیره شده در فنر کشیده یا فشرده شده را انرژی پتانسیل کشسانی می‌نامیم.

در زندگی روزمره با وسایل دیگری غیر از فنر آشنا هستید که در آنها نیز انرژی پتانسیل کشسانی ذخیره می‌شود. از جملهٔ این وسایل اسباب‌بازی‌های کوکی، تیروکمان، نیزهٔ خمیده و تفنگ‌های ساچمه‌ای را می‌توان نام برد که در شکل ۱ــ۱۳ نشان داده شده‌اند.

شکل ۱ــ۱۳ــ تعدادی از وسایلی که در آنها از ذخیرهٔ انرژی پتانسیل کشسانی استفاده می‌شود.

فعالیت ۴

نمونه‌های دیگری مثال بزنید که در آنها انرژی پتانسیل کشسانی عامل ایجاد حرکت است.

۱ــ۷ منابع انرژی

در یک نگاه کلی، منابع انرژی را می‌توان به دو دستهٔ تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر تقسیم‌بندی کرد که در ادامه به بررسی هریک خواهیم پرداخت.

منابع انرژی تجدیدناپذیر

انرژی‌های تجدیدناپذیر تنها یک بار قابلیت مصرف دارند و منابع آنها محدود است و پس از مدتی تمام می‌شوند. سوخت‌های فسیلی و سوخت‌های هسته‌ای از جملهٔ این منابع محسوب می‌شوند که در زیر به‌شرح آنها خواهیم پرداخت.

الف) سوخت‌های فسیلی : میلیون‌ها سال طول می‌کشد تا تنه‌های پوسیدهٔ درختان یا باقی‌ماندهٔ جانوران در زیر گِل و لای، تحت فشار و دمای مناسب، به زغال‌سنگ یا نفت و گاز تبدیل شود. از مجموعهٔ این مواد که سوخت‌های فسیلی نامیده می‌شوند می‌توان در صنایع پالایش و پتروشیمی

هزاران مادهٔ مفید همچون قطران (از زغال‌سنگ)، بنزین، نفت سفید، نفت گاز، روغن موتور، رنگ، کود شیمیایی، دارو، پلاستیک و حتی غذا به‌دست آورد.

مهم‌ترین مشکل سوخت‌های فسیلی آلوده‌کردن محیط زیست ناشی از تولید گازهای مضر مانند CO_2 و SO_2 است که باعث گرم‌شدن زمین می‌شوند. مقدار این سوخت‌ها، به‌ویژه نفت، محدود است که با توجه به آهنگ مصرف کنونی و بنابر پیش‌بینی‌های انجام‌شده، در چند دههٔ آینده منابع آن به اتمام می‌رسد.

ب) سوخت‌های هسته‌ای : بر اثر شکسته شدن هستهٔ برخی اتم‌های سنگین مانند اورانیم و توریم انرژی بسیار زیادی آزاد می‌شود. این واکنش را **شکافت هسته‌ای** می‌نامند. همچنین بر اثر جوش‌خوردن هستهٔ اتم‌های سبک مانند هیدروژن و تشکیل هسته‌های اندکی سنگین‌تر چون هلیم نیز انرژی بسیار زیادی آزاد می‌شود. این واکنش که **همجوشی هسته‌ای** نامیده می‌شود همان واکنشی است که در ستارگان و خورشید صورت می‌گیرد و انرژی لازم برای تداوم زندگی بر روی کرهٔ زمین را فراهم می‌سازد.[1]

شکل ۱ــ۱۴ــ نمایی از نیروگاه هسته‌ای بوشهر

اکنون در بیشتر کشورهای توسعه یافته و معدودی از کشورهای در حال توسعه از شکافت هسته‌ای در راکتورها برای تولید انرژی الکتریکی و تأمین برق مورد نیاز استفاده می‌شود. در این نیروگاه‌ها به جای زغال سنگ، نفت، یا گاز از مادهٔ شکافت پذیری مانند اورانیوم برای تولید گرما و به راه‌انداختن توربین بخار استفاده می‌شود. انرژی حاصل از این واکنش هزاران بار بیشتر از انرژی ناشی از سوزاندن سوخت‌های فسیلی است.

در کشور ما ایران نیز از ده‌ها سال قبل برنامه‌های جامعی برای تولید انرژی الکتریکی از طریق نیروگاه‌های هسته‌ای انجام شده و ساخت و راه‌اندازی نیروگاه هسته‌ای بوشهر (شکل ۱ــ۱۴) بخش کوچکی از این برنامه‌هاست. به جهت اهمیت راهبردی فناوری‌های نو و از جمله فناوری هسته‌ای در دنیای امروز، مدیران ارشد کشور در دو دههٔ اخیر تمرکز بیشتری روی توسعهٔ این گونه فناوری‌ها گذاشته‌اند؛ به طوری که در زمینهٔ تولید سوخت هسته‌ای هم اینک بخشی از این برنامه‌ها به نتیجه رسیده و امروزه ایران در ردهٔ چند کشور معدودی است که فناوری غنی‌سازی اورانیوم را به جهت استفاده در مصالح صلح‌آمیز در اختیار دارد.

نیروگاه‌های هسته‌ای آلاینده‌هایی چون CO_2 و SO_2 تولید نمی‌کنند و درنتیجه مسائل زیست‌محیطی ناشی از کار آنها کمتر از نیروگاه‌های با سوخت فسیلی است. البته بر اثر شکافت هسته‌ای مواد پسماند پرتوزایی تولید می‌شود که با دورریزی درست و ایمن آنها می‌توان مسائل زیست‌محیطی ناشی از این نیروگاه‌ها را بسیار کم کرد. همچنین طراحی صحیح و مناسب نیروگاه‌های هسته‌ای خطر ناشی از حوادث آنها را کمینه می‌سازد.

مسائل زیست‌محیطی ناشی از همجوشی هسته‌ای بسیار کمتر از واکنش شکافت هسته‌ای است. اما واکنش‌های آن در دماهای بسیار زیاد انجام می‌شوند که طراحی نیروگاه‌های مربوطه را به فناوری بسیار پیشرفته‌ای نیازمند می‌سازد. دانشمندان امیدوارند که در آینده با غلبه بر مشکلات مربوط به طراحی این نیروگاه‌ها، همجوشی هسته‌ای علاوه بر ستارگان و خورشید، چشمهٔ مهم تولید انرژی بر روی زمین نیز بشود.

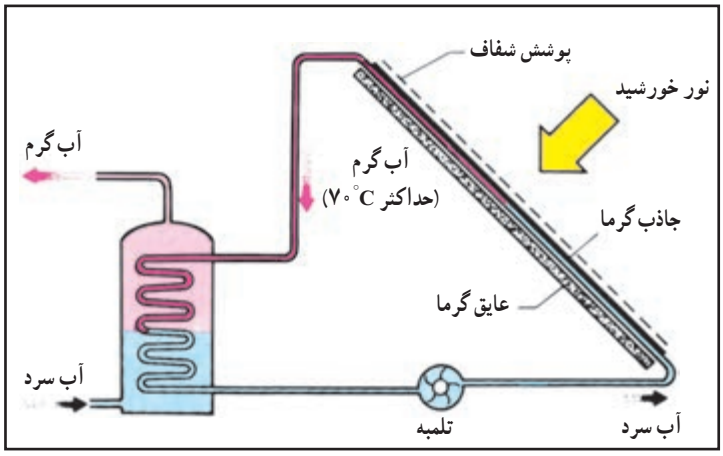
---

۱ ــ در دورهٔ پیش‌دانشگاهی با واکنش‌های شکافت هسته‌ای و همجوشی هسته‌ای به‌طور کامل‌تری آشنا می‌شوید.

منابع انرژی تجدیدپذیر

منابع انرژی تجدیدپذیر تمام نمی‌شوند و معمولاً آلودگی به‌وجود نمی‌آورند. برخی از این منابع عبارت‌اند از : انرژی خورشیدی، انرژی باد، انرژی امواج دریا، انرژی هیدروالکتریک (برق آبی)، انرژی زمین‌گرمایی، سوخت‌های گیاهی (بیومَس) و هیدروژن که به‌اختصار به‌شرح هریک می‌پردازیم.

الف) انرژی خورشیدی : مقدار کل انرژی‌ای که زمین از خورشید دریافت می‌کند بسیار زیاد و در هر ثانیه معادل انرژی حاصل از سوختن ۳ میلیون تن بنزین است. تقریباً نیمی از این انرژی به سطح زمین و آب اقیانوس‌ها می‌رسد و خاک و آب و هوای زمین را گرم می‌کند و مقداری از آن بر اثر فتوسنتز به‌صورت انرژی شیمیایی جذب گیاهان و سبب رشد آنها می‌شود. از نور خورشید برای گرم‌کردن، خشک‌کردن و حتی آتش‌زدن از زمان‌های گذشته استفاده می‌شده ولی بهره‌برداری به روش‌های جدید، در چند دههٔ اخیر معمول شده است.



الف ــ طرحی از چگونگی تبدیل انرژی نورانی خورشید به انرژی گرمایی در آب‌گرم‌کن‌های خورشیدی

ب ــ تصویری واقعی از یک آب‌گرم‌کن خورشیدی

شکل ۱ــ۱۵

راحت‌ترین راه بهره‌گیری از انرژی خورشیدی، در آب‌گرم‌کن‌های با دمای کم است. در این وسیله از صفحه‌های خورشیدی به‌عنوان وسیلهٔ تبدیل انرژی استفاده می‌شود که نور خورشید را به انرژی گرمایی تبدیل می‌کند (شکل ۱ــ۱۵). از این وسیله برای تولید آبِ گرم خانگی با دمای حدود ۷۰°C استفاده می‌شود.

از انرژی خورشیدی می‌توان برای تولید دماهای زیاد، تا ۳۰۰۰°C و بالاتر، نیز بهره گرفت. در این مورد از آینه‌های مقعّر بزرگ (کورهٔ خورشیدی) برای متمرکزکردن پرتوهای خورشید در ناحیه‌ای کوچک استفاده می‌شود (شکل ۱ــ۱۶). این انرژی را می‌توان برای تبدیل آب به بخار، برای به‌راه‌انداختن توربین یک نیروگاه برق به‌کار برد.

روش دیگر بهره‌گیری از انرژی خورشیدی، به‌کاربردن سلول‌های خورشیدی است که نور خورشید را مستقیماً به الکتریسیته تبدیل می‌کنند. با اتصال تعداد زیادی از این سلول‌ها می‌توان انرژی لازم را برای

شکل ۱ــ۱۶ــ نمایی از نوعی کورهٔ خورشیدی که در آن از آینه‌های مقعر بزرگ استفاده شده است.

شکل ۱ــ۱۷ــ خودرویی که با انرژی خورشیدی کار می‌کند.

دستگاه‌های برقی، مخابراتی و ماهواره‌ها تأمین کرد. می‌توان از این سلول‌ها برای تولید انرژی الکتریکی در مقیاس کوچک و برای نواحی دورافتاده بهره گرفت. به تازگی با گسترش فنّاوری ساخت این سلول‌ها می‌توان آنها را برای تولید برق در مقیاس بزرگ نیز به‌کار گرفت به‌طوری که یک نیروگاه تولید الکتریسیته از این نوع در طالقان به نام نیروگاه خورشیدی طالقان ساخته شده است. همچنین طرح‌های بسیاری برای خودروهای سبک به مرحلهٔ اجرا درآمده است که در آنها با استفاده از انرژی خورشیدی حرکت ایجاد می‌شود (شکل ۱ــ۱۷). هم‌اکنون روشنایی برخی از پارک‌ها و حتی چراغ‌های احتیاط و راهنمای خیابان‌ها در شهرهای مختلف ایران توسط سلول‌های خورشیدی تأمین می‌گردد.

فعالیت ۵

معماری سنتی ایران، به‌ویژه در مناطق گرمسیری، نشان‌دهندهٔ توجه خاص ایرانیان در استفادهٔ صحیح و مؤثر از انرژی خورشیدی در زمان‌های قدیم است. در این زمینه تحقیق کنید و نتیجه را به کلاس خود گزارش دهید.

ب) انرژی باد : انرژی باد مانند سایر منابع انرژی تجدیدپذیر از نظر جغرافیایی گسترده و در عین حال به‌صورت پراکنده و تقریباً همیشه در دسترس است. بیشترین منابع انرژی باد در نواحی ساحلی و کوهستانی واقع شده‌اند. بهره‌برداری از انرژی باد توسط توربین‌های بادی تفکری بسیار قدیمی است.

کاربرد آسیاب‌های بادی پیش از قرن دهم میلادی در ایران معمول بوده و در قرن هیجدهم در اروپا گسترش فراوان داشته است. آسیاب‌های بادی با استفاده از انرژی باد سنگ‌های آسیاب را می‌چرخانند و بدین وسیله دانه‌های غلات را خرد می‌کنند. آسیاب‌های بادی خواه به صورت قدیمی یا به صورت جدید با اصول یکسانی کار می‌کنند. پره‌های آسیاب (توربین بادی) پیچش خاصی دارند که وقتی باد به آنها برخورد می‌کند آسیاب یا توربین را می‌چرخاند و در واقع انرژی باد باعث چرخش توربین می‌گردد.

شکل ۱ــ۱۸ــ تصویری از نیروگاه بادی منجیل

امروزه از انرژی باد بیشتر برای تولید انرژی الکتریکی استفاده می‌شود (شکل ۱ــ۱۸). چرخش توربین باد باعث چرخش قسمت چرخندهٔ (روتور) مولد برق می‌شود و بدین ترتیب انرژی الکتریکی تولید می‌گردد.

براساس پیش‌بینی‌های صورت گرفته توسط انجمن جهانی انرژی باد، این انرژی تا سال ۲۰۲۰ قادر به تأمین دست‌کم ۱۲٪ از برق مصرفی جهان خواهد بود. همچنین ظرفیت نصب شده جهانی در این سال به حداقل ۱۵۰۰ گیگاوات خواهد رسید که حدوداً برابر با انرژی حاصل از ۱۵۰۰ نیروگاه هسته‌ای است. به‌طور کلی با استفاده از انرژی باد به عنوان یک منبع انرژی در درازمدت می‌توان دوبرابر مصرف انرژی الکتریکی فعلی جهان را تأمین کرد.

از مزایای بهره‌برداری از انرژی باد می‌توان به موارد زیر اشاره کرد.

۱ــ عدم نیاز توربین‌های بادی به سوخت، که در نتیجه از میزان مصرف سوخت‌های فسیلی می‌کاهد.

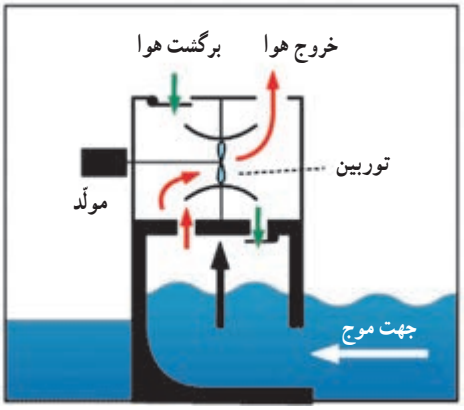
۲ــ رایگان بودن انرژی باد

۳ــ کمتر بودن نسبی قیمت انرژی حاصل از باد نسبت به انرژی های فسیلی

۴ــ عدم نیاز به آب

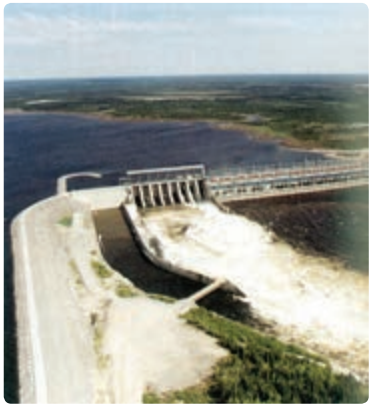
۵ــ کم بودن آلودگی زیست‌محیطی آن نسبت به سوخت‌های فسیلی

پ) انرژی امواج دریا : افت و خیز امواج دریا را می‌توان به کمک نوعی مبدّل به انرژی لازم برای به‌کار انداختن مولدهای برق تبدیل کرد. هرچند این کار مشکل است و تولید الکتریسیته در مقیاس بزرگ با این روش تا آینده‌ای نزدیک عملی نخواهد بود، ولی اکنون دستگاه‌های کوچکی از این نوع در تأمین انرژی لازم برای مردمانی به‌کار می‌رود که در جزیره‌ها زندگی می‌کنند. در شکل ۱ــ۱۹ طرحی از چگونگی مهار انرژی امواج دریا را مشاهده می‌کنید.

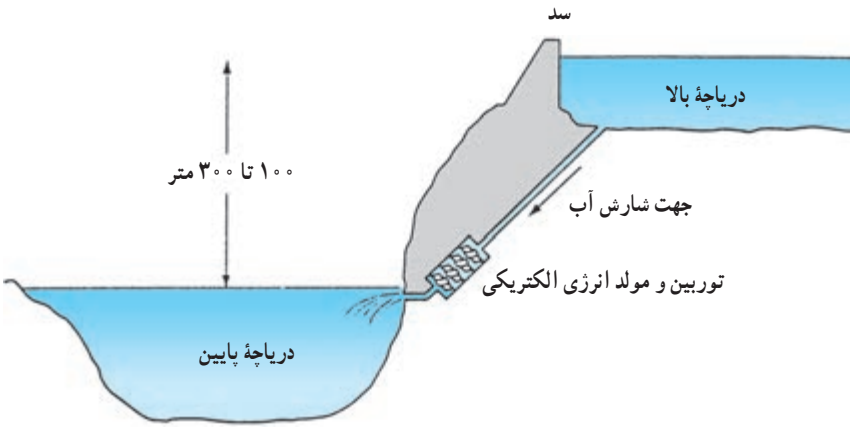


شکل ۱ــ۱۹ــ موج در داخل محفظه بالا می‌رود. آب بر هوای داخل محفظه نیرو وارد می‌کند. این هوا، توربین را می‌چرخاند و مولد را راه می‌اندازد.

ت) انرژی برق آبی (هیدروالکتریک) : در مناطقی که بارش سالانهٔ آنها زیاد است و یا رودخانه‌های پرآبی دارند با ساخت سد و احداث دریاچه‌های مصنوعی آب را ذخیره می‌کنند تا هم مصرف آب در طول سال مدیریت شود و هم انرژی الکتریکی تولید شود (شکل ۱ــ۲۰). آب از دریچه‌های روی دیوارهٔ سد خارج می‌شود و در مسیر کانالی حرکت می‌کند که به همین منظور ساخته شده است.

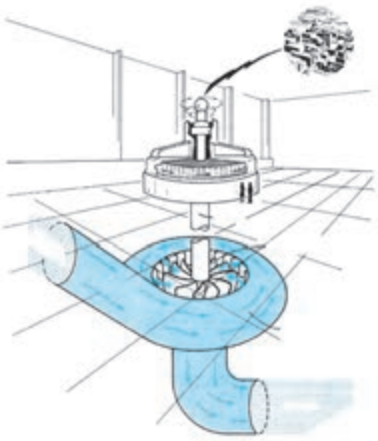


الف ــ آب از دریچه‌های روی دیوارهٔ سد خارج می‌شود.



ب ــ با پایین آمدن آب، انرژی پتانسیل گرانشی به انرژی جنبشی تبدیل می‌شود و پره‌های توربین را می‌چرخاند.

شکل ۱ــ۲۰



شکل ۱ــ۲۱ــ چرخش توربین باعث تولید انرژی الکتریکی می‌شود.

با پایین آمدن آب از کانال انرژی پتانسیل گرانشی آن به انرژی جنبشی تبدیل می‌شود. در پایین کانال آب با برخورد به پره‌های توربین آنها را می‌چرخاند. چرخش توربین باعث چرخیدن قسمت چرخندهٔ مولد جریان برق (روتور) و تولید انرژی الکتریکی می‌شود (شکل ۱ــ۲۱).

نیروگاه‌های برق آبی از منبع انرژی‌ای استفاده می‌کنند که در صورت مصرف نشدن هدر می‌رود. علاوه بر آن موجب آلودگی محیط زیست هم نمی‌شوند.

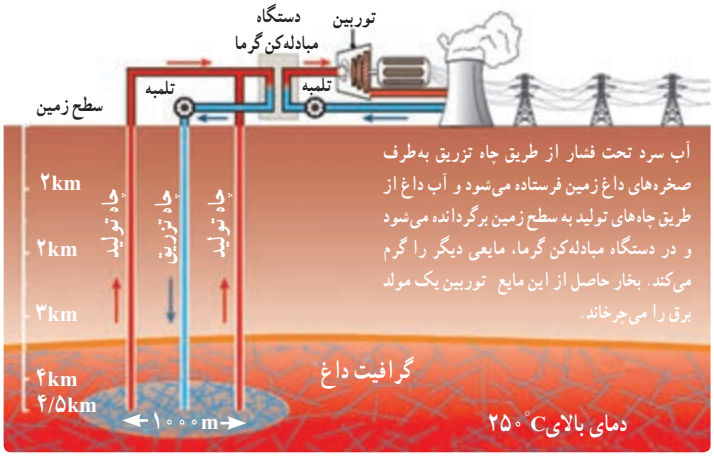
امروزه حدود ۲۰درصد از انرژی الکتریکی تولید شده در جهان برق آبی است. این سهم در ایران حدود ۱۰درصد است، که به کم‌آبی کشور ایران باز می‌گردد.

ث) انرژی زمین‌گرمایی : انرژی زمین‌گرمایی به گرمای موجود در زیر سطح کرهٔ زمین گفته می‌شود. مقدار این انرژی به مراتب بیشتر از مصرف فعلی انرژی در جهان است، ولی تولید آن، به‌جز در نواحی‌ای که به‌عنوان محل آتش‌فشان یا زلزله شناخته می‌شوند، بسیار کم است.

برای استفاده از انرژی زمین‌گرمایی، مطابق شکل ۱ــ۲۲، آب سرد را از طریق مجرایی (چاه تزریق) به طرف صخره‌های داغ، در عمق زمین می‌فرستند و آن را از طریق مجراهای (چاه‌های تولید) دیگر به‌صورت آب گرم خارج می‌کنند. از این آب گرم می‌توان برای گرم کردن خانه‌ها و به‌کارانداختن یک توربین بخار مولد برق استفاده کرد.

انرژی زمین‌گرمایی درصورتی تجدیدپذیر محسوب می‌شود که انرژی برداشت‌شده بیش از انرژی‌ای که از طریق مرکز زمین (این انرژی، براثر واکنش‌های هسته‌ای به‌صورت پیوسته تولید می‌شود) جایگزین می‌شود نباشد و همچنین مقدار آب تزریق‌شده و آب خارج‌شده برابر باشد.

ب ــ نمایی از یک نیروگاه زمین گرمایی



الف ــ طرحی از چگونگی استفاده از انرژی زمین گرمایی

شکل ۱ــ۲۲

ج) زیست توده (بیومَس) : زیست توده همهٔ اجزای قابل تجزیهٔ زیستی از محصولات و زایدات کشاورزی، صنایع جنگلی و سایر صنایع مرتبط، فاضلاب‌ها و زباله‌های شهری و صنعتی است. تفالهٔ دانه‌های روغنی و کاه، ضایعات کشاورزی مانند نیشکر و چغندر، فضولات حیوانی، فاضلاب‌ها و زباله‌های شهری، پسماندهای صنایع غذایی،چوبی و جنگلی و ... از جمله منابع زیست‌توده هستند.

انرژی زیست‌توده، بعد از انرژی خورشیدی بالاترین پتانسیل انرژی را دارد و در حال حاضر بالاترین سهم مصرف را در میان انرژی‌های تجدیدپذیر به خود اختصاص داده است. منابع انرژی حاصل از زیست‌توده می‌تواند مانند برق و یا حامل‌های انرژی چون سوخت‌های گازی و مایع نیاز بخش‌های مختلف جامعهٔ بشری را تأمین کند. منابع زیست توده حاوی ترکیبات آلی با مولکول‌هایی هستند که اغلب آن‌ها پلیمر هستند. این مولکول‌ها در طی فرایندهای هضم (مدفون در زمین، داخل مخازن مخصوص و یا رها شده در طبیعت) شکسته و به مولکول‌های ساده تبدیل می‌شوند. محصول نهایی این فرایند، گازی قابل اشتعال به نام **بیوگاز** است. این گاز شامل دوجزء عمدهٔ متان و کربن‌دی‌اکسید است. این مخلوط گازی با ارزش حرارتی ۴۰ تا ۷۰ درصد ارزش حرارتی گاز طبیعی، می‌تواند به شکل‌های مختلف مورد استفاده قرار گیرد (شکل ۱ــ۲۳).

الف ــ تصویری از چاه واقعی استحصال بیوگاز

ب ــ نمایی از نیروگاه تولید انرژی از زیست توده

شکل ۱ــ۲۳

گفته می‌شود محمدبن حسین عاملی معروف به شیخ بهایی جزء نخستین کسانی بوده که از بیوگاز حاصل از زیست توده (فاضلاب انسانی) استفاده کرده و آن را به عنوان سوخت یک حمام در اصفهان به‌کار برده است.

امروزه سوخت‌های زیستی مایع مانند بیواتانول، بیومتانول و بیودیزل در کشورهای زیادی مورد توجه و استفاده قرار گرفته‌اند. در کشور برزیل بخش زیادی از مصارف بنزین و گازوئیل با این سوخت‌های جدید جایگزین شده است و در برخی از کشورها از این سوخت به عنوان ماده افزودنی به بنزین به عنوان جایگزین سرب برای بهسوزی و ... استفاده می‌شود.

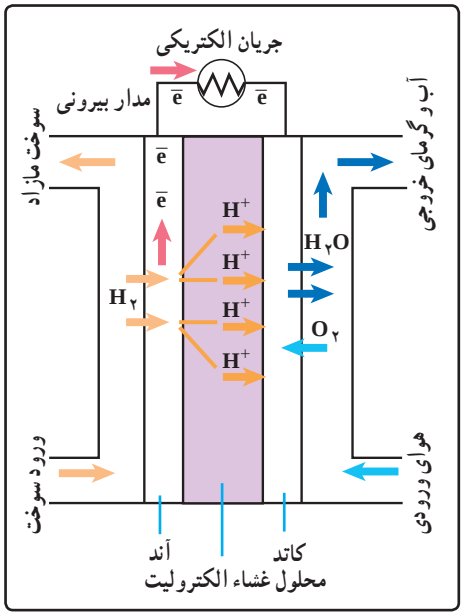
ج) هیدروژن : امکان دسترسی به انرژی‌های نو و تجدیدپذیر در هر زمان و مکانی وجود ندارد. می‌توان با استفاده از منابع انرژی نو و همین‌طور با استفاده از منابع انرژی فسیلی، هیدروژن تولید کرد. یکی از راه‌های تولید هیدروژن الکترولیز آب به وسیلهٔ جریان الکتریکی است. هیدروژن از فراوان‌ترین عناصر موجود در سطح زمین است. هیدروژن تولید شده را به شکل‌های مختلفی مثل گاز یا مایع ذخیره و به محل مصرف منتقل می‌کنند. به این ترتیب هیدروژن به عنوان یک واسطه عمل می‌کند که انرژی را از منابع انرژی‌نو یا منابع انرژی فسیلی می‌گیرد و به محل مصرف می‌رساند. در محل مصرف، می‌توان هیدروژن را به عنوان سوخت در موتورهای احتراق داخلی سوزاند، یا از آن

شیخ بهایی

بهاء الدّین محمدبن حسین عاملی معروف به شیخ بهایی در سال ۹۲۵ هجری شمسی در بعلبک لبنان به‌دنیا آمد و اندکی بعد به جبل‌عامل رفت. در زمانی که شیخ بهایی تقریباً ۱۳ سال داشت، به همراه پدر به قزوین کوچ کرد که در آن زمان پایتخت صفویان بود. شیخ بهایی در همین شهر فارسی را آموخت و تا ۳۱ سالگی در همین شهر سکنی گزید و سپس به امر شاه‌تهماسب عازم هرات شد. پس از آنکه شاه عباس اول برتخت سلطنت نشست، پایتخت را از قزوین به اصفهان منتقل کرد و شیخ‌بهایی نیز به اصفهان کوچ کرد. از شیخ بهایی بیش از ۱۰۰ رساله و کتاب در حوزه‌های مختلف علوم دین و غیر آن به زبان‌های فارسی و عربی برجای مانده است.

گفته شده است شیخ بهایی در ریاضی و معماری و مهندسی هم دستی بر آتش داشت. برخی پژوهندگان بر این عقیده‌اند که تعدادی از بناهای معروف دورهٔ صفویه نتیجهٔ تدبیر و طراحی او بوده است، گرچه برخی دیگر از پژوهشگران با این امر موافق نیستند. مشهورترین ساخته منتسب به شیخ‌بهایی، کورهٔ مشهور او در حمام موسوم به شیخ بهایی بوده است. این کوره تنها با یک شمع، آب حمام را گرم می‌کرد. در واقع طبق طراحی، فاضلاب شهر به وسیلهٔ لوله‌هایی در مخزنی جمع‌آوری می‌شد. از این فاضلاب گاز متان متصاعد می‌شد که گازی قابل اشتعال است. سپس این گاز به محل شمع هدایت می‌شد و چون فاضلاب همواره وارد مخزن می‌شد، شعلهٔ شمع برافروخته باقی می‌ماند. شمع، مخزن آبی از جنس طلا را گرم می‌کرد که انتخاب طلا به دلیل رسانایی بالای آن در انتقال گرماست. شیخ بهایی علاوه بر علوم طبیعی، در سیاست، ادبیات، فلسفه، عرفان و فقه نیز سرآمد دوران خود بود. از شاگردان معروف شیخ بهایی می‌توان به ملاصدرای شیرازی و ملامحسن فیض کاشانی اشاره کرد. شیخ بهایی در سال ۱۰۰۰ هجری شمسی در اصفهان درگذشت و بنا به وصیت خویش در مشهد به خاک سپرده شد.

در پیل‌های سوختی استفاده کرد. پیل سوختی هیدروژن و اکسیژن را مصرف و با یک واکنش شیمیایی الکتریسیته تولید می‌کند (شکل ۱ــ۲۴). پیل‌های سوختی و موتورهای احتراقی که هیدروژن مصرف می‌کنند آلاینده‌های شیمیایی و آلودگی زیست‌محیطی ندارند، بنابراین هیدروژن را یک حامل انرژی پاک می‌نامند. در چنین پیل‌های سوختی برخلاف باتری‌ها تازمانی که به آنها سوخت رسانده شود از کار نمی‌افتند و نیاز به شارژ مجدد ندارند. امروزه سلول‌های سوختی تازه‌ای نیز به بازار راه یافته‌اند که در آنها به‌جای گاز خطرناک و آتش‌گیر H_2 از سوخت‌های ارزان‌تری مثل گاز شهری استفاده می‌کنند.



شکل ۱ــ۲۴ــ در این پیل سوختی، اتم‌های هیدروژن آند، در حضور اکسیژن‌های کاتد به یون‌های هیدروژن و الکترون شکسته می‌شوند. یون‌های هیدروژن به غشاء الکترولیت نفوذ کرده و به سمت کاتد می‌روند، اما الکترون‌ها نمی‌توانند از محلول غشاء عبور کنند زیرا برای جابه‌جایی الکترون‌ها به وسیله‌ای خارجی نیاز است و بنابراین الکترون‌ها مجبور به طی مدار بیرونی تعبیه شده در شکل می‌شوند که همین باعث تولید جریان الکتریکی می‌شود. در کاتد، الکترون‌ها و یون‌های هیدروژن با اکسیژن ترکیب شده و تشکیل آب می‌دهند.

فعالیت ۴

در مورد مزایا و معایب انواع پیل‌های سوختی، و نحوهٔ عملکرد آنها تحقیق کرده و نتیجه را به کلاس گزارش کنید.

۱ــ۸ بهینه‌سازی مصرف انرژی

مصرف روز افزون و بی‌رویهٔ انرژی، به خصوص سوخت‌های فسیلی، مسایل و مشکلات فراوانی را برای انسان و محیط زیست کرهٔ زمین به‌وجود آورده است. لازم است این مشکلات را بشناسیم و روش‌های برطرف‌کردن آن مسایل و بهترین راه مصرف انرژی را بیابیم تا زندگی انسان دوام یابد و توسعهٔ پایدار صورت گیرد.

هر گونه مصرف انرژی در نهایت صرف گرم کردن محیط می‌شود. به عنوان مثال یک خودرو در حال حرکت را در نظر بگیرید. خودرو در اثر احتراق بنزین انرژی جنبشی کسب می‌کند. در اثر احتراق **موتور** گرم می‌شود. برای خنک کردن موتور از آبی استفاده می‌شود که به دور آن می‌گردد. آب نیز در رادیاتور به وسیلهٔ جریان هوا خنک می‌شود و درنتیجه **هوا** را گرم می‌کند. انرژی جنبشی نیز در اثر اصطکاک با سطح جاده و ترمز کردن به انرژی درونی تبدیل می‌شود و صرف گرم کردن **محیط** می‌شود. بنابراین در یک سفر که از یک محل به محل دیگری می‌رویم، بیشتر انرژی شیمیایی بنزین به روش‌های مختلف صرف گرم کردن محیط می‌شود.

به عنوان یک مثال دیگر، می‌توان نیروگاهی را در نظر گرفت که با نوعی سوخت فسیلی کار می‌کند. مقداری از انرژی شیمیایی سوخت در این نیروگاه به انرژی الکتریکی تبدیل می‌شود و بقیه به روشی که گفته شد، صرف گرم کردن محیط می‌شود. انرژی الکتریکی از طریق شبکهٔ سراسری برق به خانه‌ها منتقل و در آنجا برای مقاصد گوناگون به کار گرفته می‌شود. بخشی از این انرژی صرف روشنایی منزل می‌شود.

انرژی نورانی توسط دیوارها و وسیله‌های موجود در اتاق جذب و باعث گرم‌ترشدن فضای اتاق می‌شود. بخشی دیگر، صرف راه‌اندازی وسیله‌های برقی می‌شود که در نهایت آنها نیز محیط را گرم می‌کنند.

به این ترتیب می‌بینیم که در زنجیرهٔ تبدیل منابع انرژی همواره در انتها به نوعی از انرژی می‌رسیم که در عمل غیرقابل استفاده و موجب گرم شدن محیط است.

فعالیت ۷

چند وسیلهٔ برقی را در گروه خود در نظر بگیرید و توضیح دهید که انرژی الکتریکی‌ای که به هر یک از آنها داده می‌شود، چگونه در نهایت به گرم‌ترشدن محیط می‌انجامد.

باید دانست که، با توجه به توسعهٔ اقتصادی کشورها، مصرف انرژی در حال افزایش است و برآورد شده است که در هر ۱۰ سال مصرف انرژی دو برابر می‌شود. اما چون بیشتر انرژی‌ها از سوخت‌های فسیلی تأمین می‌شود که منابع محدودی دارند (پیش‌بینی می‌شود که ذخیره‌های نفت خام تا چند دههٔ دیگر پایان می‌یابد) مصرف سوخت‌های فسیلی انواع آلودگی‌ها را به همراه می‌آورد که به‌شدت برای شهروندان زیان‌آور است و باعث تشدید بعضی بیماری‌ها می‌شود. صرفه‌جویی و استفادهٔ بهینه از منابع انرژی ضروری است.

با استفادهٔ بیشتر از وسیله‌های نقلیهٔ عمومی، به جای استفاده از وسایل شخصی، می‌توان در جهت کاهش مصرف سوخت و کاهش آلودگی هوا گام برداشت. همچنین با عایق‌بندی بهتر ساختمان‌ها می‌توان مصرف انرژی برای گرم و یا سرد کردن ساختمان‌ها را کاهش داد که در این باره در فصل دوم صحبت خواهیم کرد. مورد صرفه‌جویی در مصرف انرژی الکتریکی را نیز در فصل سوم مورد بحث قرار می‌دهیم.

فعالیت ۸

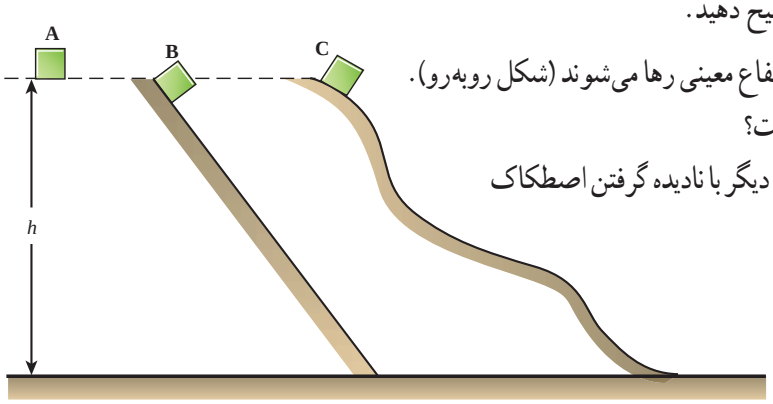
در گروه خود تحقیق کنید، گرم‌ترشدن هوای کرهٔ زمین چه اثرهای نامطلوبی می‌تواند بر زندگی بشر و محیط زیست داشته باشد. نتیجهٔ تحقیق خود را به کلاس درس ارائه دهید.

پرسش ها

۱ شیری با خوردن یک گوزن انرژی کسب می کند. شرح دهید چگونه منشأ اصلی این انرژی خورشید است؟

۲ توپی را از ارتفاع یک متری سطح زمین از حال سکون رها می کنیم. توپ بعد از برخورد با زمین، تا ارتفاع کمتر از یک متر بالا می‌رود. این مثال را براساس پایستگی انرژی توضیح دهید.

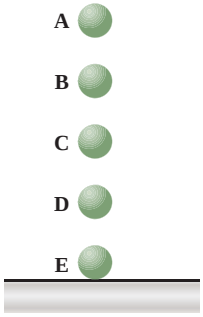
۳ سه جسم A و B و C با جرم‌های مساوی از ارتفاع معینی رها می‌شوند (شکل روبه‌رو).



سرعت کدام یک، هنگام رسیدن به زمین بیشتر است؟

پاسخ خود را یک‌بار با درنظر گرفتن اصطکاک و بار دیگر با نادیده گرفتن اصطکاک بیان کنید. (از مقاومت هوا چشم‌پوشی شود.)

۴ در شکل روبه‌رو گلوله‌ای از نقطهٔ A رها شده و به سطح زمین (نقطهٔ E) رسیده است. نقطه‌های A، B ، C، D و E در امتداد قائم و در فاصله‌های مساوی قرار دارند. اگر انرژی پتانسیل گرانشی در سطح زمین صفر باشد، در چه نقطه‌ای ممکن است انرژی پتانسیل و جنبشی باهم برابر باشند؟ (از مقاومت هوا چشم‌پوشی کنید)



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

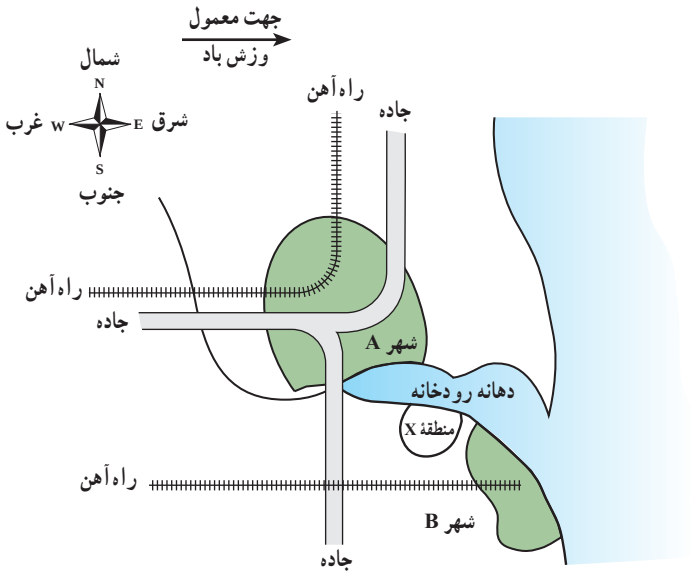
الف) کسانی که در نواحی کوهستانی زندگی می کنند.

ب) کسانی که در نواحی کویری زندگی می کنند.

پ) کسانی که در نواحی ساحلی زندگی می کنند.

ت) کسانی که در نواحی دارای چشمه‌های آب گرم زندگی می کنند.

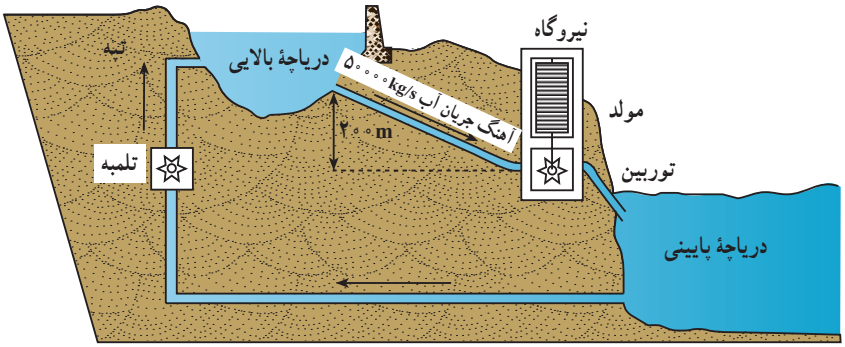
۶ نقشهٔ شکل روبه‌رو وضعیت شهرهای A و B را در حاشیهٔ یک رودخانه و در دهانهٔ آن نشان می‌دهد.



شهر A به‌خاطر ماهی‌گیری و حمل و نقل اهمیت دارد. باد معمولاً از غرب می‌وزد و جاده و راه‌آهن‌های عمدهٔ شهر در نقشه مشخص شده است. قرار است در منطقهٔ X ایستگاهی برای تأمین برق ناحیه ساخته شود. این ایستگاه می‌تواند از انرژی هسته‌ای یا زغال‌سنگ استفاده کند.

الف) مزیت‌ها و عیب‌های هریک از این دو روش را بنویسید.

ب) شما برای این منطقه کدام روش را پیشنهاد می‌کنید؟ دلیل‌های خود را بنویسید.



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

الف) چرا این نیروگاه برای شرکت‌های برق مفید است؟

ب) آیا این نوع نیروگاه هنگام تولید الکتریسیته جو را آلوده می‌کند؟

پ) انرژی برای تلمبه‌کردن دوبارهٔ آب به دریاچهٔ بالایی از کجا تأمین می‌شود؟

ت) چه نوع تبدیل انرژی هنگام جریان‌یافتنِ آب از دریاچهٔ بالایی به دریاچهٔ پایینی انجام می‌شود؟

مسئله‌ها

۱ با توجه به جدول ۱ــ۲ به پرسش‌های زیر پاسخ دهید :

الف) اگر شخصی یک شبانه‌روز بخوابد، چه مقدار انرژی مصرف می‌کند؟

ب) انرژی‌ای که برای ۵۰ دقیقه نشستن در کلاس مصرف می‌شود بیشتر است یا انرژی‌ای که صرف ۲۰ دقیقه دوچرخه‌سواری با سرعت کم می‌شود؟

۲ شخصی به‌طور متوسط، روزانه ۱۲۰۰۰ kJ انرژی مصرف می‌کند. آیا این شخص می‌تواند انرژی موردنیازش در یک روز را با مصرف مواد زیر تأمین کند؟ (از جدول ۱ــ۱ استفاده کنید.)

۵۰ g پنیر، ۱۰۰ g سیب، ۲۰۰ g پلو، ۲۰۰ g نان، ۱۵۰ g مرغ، ۱۰۰ g گوشت پخته، ۲۰۰ g شیر، ۱۰۰ g سیب‌زمینی پخته، ۱۰۰ g کرفس.

۳ انرژی جنبشی اجسام زیر را به‌دست آورید.

الف) شخصی به جرم ۶۰ kg که با سرعت ۴ m/s درحال دویدن است.

ب) گلوله‌ای به جرم ۲۰ g که با سرعت ۲۰۰ m/s از دهانهٔ تفنگی خارج می‌شود.

پ) خودرویی به جرم یک تن که با سرعت ۷۲ km/h در حال حرکت است.

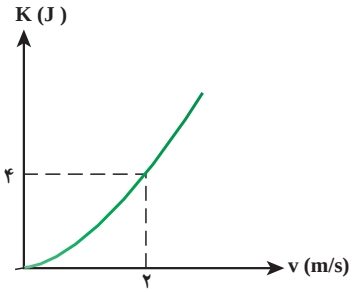
ت) زمین که با سرعت تقریباً ۳×۱۰^{۴} m/s به دور خورشید می‌چرخد. (حرکت چرخشی زمین به دور خودش را درنظر نگیرید. جرم زمین تقریباً ۶×۱۰^{۲۴} kg است)

ث) الکترونی که با سرعت ۵×۱۰^{۷} m/s در حالت حرکت است. ($m_e \simeq ۹ \times ۱۰^{-۳۱}$kg)

۴ یک بازیکن حرفه‌ای با شوت کردن یک توپ ۰/۵ کیلوگرمی، به آن انرژی‌ای معادل ۱۵۶/۲۵J می‌دهد. سرعت این توپ هنگام جدا شدن از پای بازیکن چند m/s است؟

۵ جرم خودرویی با راننده حدود ۱۳۰۰kg است.
الف) انرژی جنبشی این خودرو و راننده‌اش وقتی با سرعت ۵۴km/h در حرکت باشد چقدر است؟
ب) اگر راننده سرعت خودرو را به دوبرابر (یعنی ۱۰۸km/h) برساند انرژی جنبشی چند برابر می‌شود؟

۶ نمودار تغییرات انرژی جنبشی جسمی برحسب سرعت آن، همانند شکل روبه‌رو است.



الف) جرم این جسم چقدر است؟
ب) وقتی سرعت این جسم 5m/s است، انرژی جنبشی آن چقدر است؟

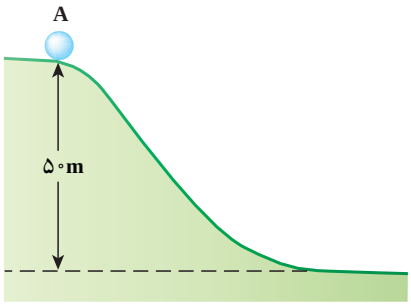
۷ بهداد سلیمی قهرمان وزنه‌برداری سنگین وزن جهان، وزنهٔ ۲۴۷ کیلوگرمی را در حرکت دو ضرب تا ارتفاع تقریباً ۲متری سطح زمین بالا برده است.

الف) انرژی پتانسیل گرانشی ذخیره شده در وزنهٔ بالای سر او در این حالت نسبت به زمین چند ژول است؟
ب) اگر وزنه از همان ارتفاع رها شود، سرعت آن در برخورد با زمین چقدر است؟

۸ توپی به جرم ۲۰۰g را با سرعت ۱۰m/s در امتداد قائم به طرف بالا پرتاب می‌کنیم.
الف) انرژی پتانسیل گرانشی در بالاترین ارتفاعی که توپ به آن می‌رسد، چقدر است؟ از مقاومت هوا چشم‌پوشی کنید.
ب) حداکثر ارتفاعی که توپ به آن می‌رسد، چند متر است؟

۹ گلوله‌ای به جرم ۲۰ گرم با سرعت ۲۰۰ m/s به مانع برخورد می‌کند و در آن فرورفته و متوقف می‌شود.
انرژی درونی گلوله و مانع چقدر افزایش می‌یابد؟

۱۰ مطابق شکل روبه‌رو گلولهٔ کوچکی به جرم 1kg از نقطهٔ A از حال سکون رها می‌شود. اگر ارتفاع نقطهٔ A از پایین تپه ۵۰ متر باشد :



الف) سرعت آن در پایین تپه چقدر است؟ از اصطکاک چشم‌پوشی شود.
ب) اگر ۲۰درصد انرژی پتانسیل گرانشی که جسم در مسیر از دست می‌دهد در اثر اصطکاک تلف شود، سرعت جسم در پایین تپّه چقدر می‌شود؟

۱۱ گلوله‌ای به جرم یک کیلوگرم به فنر نزدیک شده و با سرعت ۶ m/s به آن برخورد می‌کند. اگر از اصطکاک چشم‌پوشی کنیم، حداکثر انرژی پتانسیل کشسانی که در فنر ذخیره می‌شود چقدر است؟

۱۲ در یک نیروگاه برق آبی، ارتفاع آب دریاچهٔ بالایی حدود ۲۰۰ متر بالاتر از توربین نزدیک دریاچهٔ پایینی است.
الف) سرعت برخورد آب با توربین، تقریباً چقدر است؟
ب) اگر در هر ثانیه حدود ۱۳۰ تن آب به مجموعهٔ توربین‌ها برخورد کند و بازده توربین‌ها حدود ۴۰ درصد باشد، توان این نیروگاه چقدر است؟
پ) اگر برق مصرفی یک خانواده به‌طور متوسط ۱۶۰۰ W باشد، این نیروگاه برق چند خانواده را می‌تواند تأمین کند؟

پرسش‌ها و تمرین‌های اضافی

۱ اندازه‌گیری‌های انجام شده توسط فضاپیماهای خارج از جوّ زمین نشان می‌دهد که مقدار انرژی ناشی از تابش خورشید در هر ثانیه به ازای هر متر مربع ۱۳۶۰ ژول است. با باتری‌های خورشیدی می‌توان انرژی خورشیدی را به‌طور مستقیم به انرژی الکتریکی تبدیل کرد. اما بازده این باتری‌ها بسیار کم است (حدود ۱۰ الی ۲۰درصد). اگر مساحت هریک از صفحه‌های خورشیدی تلسکوپی $25m^2$ و بازده صفحه‌های خورشیدی ۱۴ درصد فرض شود، توان الکتریکی تولید شده توسط این صفحه‌های خورشیدی چقدر است؟

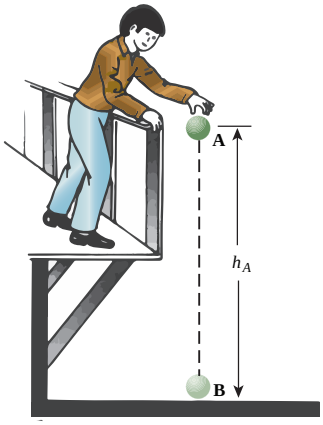
۲ در یک نیروگاه برق آبی، آب دریاچهٔ پشت سد بالایی حدود ۳۰۰ متر بالاتر از توربین در دریاچهٔ پایینی است.

الف) انرژی جنبشی هر کیلوگرم آب هنگام برخورد با توربین چقدر است؟

ب) سرعت برخورد آب با توربین به‌طور تقریبی چقدر است؟

پ) اگر در هر دقیقه ۳۰ تن آب به مجموعهٔ توربین‌ها برخورد کند و بازده توربین‌ها را ۵۰ درصد فرض کنیم، توان این نیروگاه چقدر است؟

۳ شخصی یک توپ به جرم ۳۰۰ g را از روی پلی که ارتفاع آن از سطح آب ۱۲ m است، رها می‌کند.

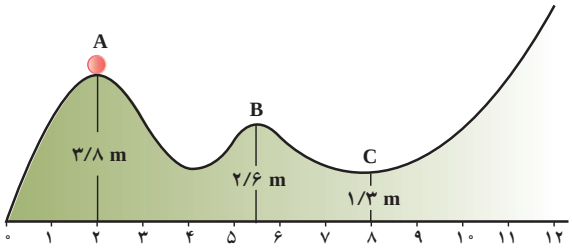


الف) سرعت برخورد توپ با سطح آب چه مقدار است؟ (از مقاومت هوا چشم‌پوشی می‌شود.)

ب) اگر ۲۰ درصد از انرژی پتانسیلی که توپ در مسیر سقوط از دست می‌دهد به انرژی درونی توپ و هوا تبدیل شود، سرعت توپ هنگام برخورد با سطح آب چه مقدار است؟

پ) به‌نظر شما اگر جرم توپ ۳۰۰g نبود، آیا سرعت برخورد توپ با آب در حالت الف تغییر می‌کرد؟ چرا؟

۴ شکل زیر مسیر حرکت جسمی را نشان می‌دهد که از نقطهٔ A رها شده است. اگر جرم جسم ۰/۲ kg باشد؛

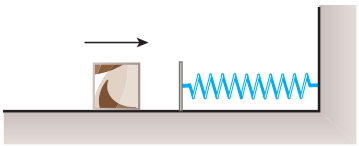


الف) به‌طور کیفی در مورد تغییر سرعت جسم از نقطهٔ A تا نقطه‌ای که متوقف می‌شود، بحث کنید.

ب) انرژی پتانسیل گرانشی جسم در نقطه‌های A، B و C را به‌دست آورید.

پ) انرژی جنبشی گلوله در نقطه‌های A، B و C را به‌دست آورید.

۵ در شکل روبه‌رو جرم مکعب ۲ kg است و با سرعت ۱/۸ m/s به فنر برخورد می‌کند.



الف) حداکثر انرژی پتانسیل کشسانی ذخیره شده در فنر چند ژول است؟

ب) در بازگشت، وقتی انرژی پتانسیل کشسانی فنر ۲J است، سرعت مکعب چقدر است؟ (از اتلاف انرژی چشم‌پوشی می‌شود.)