

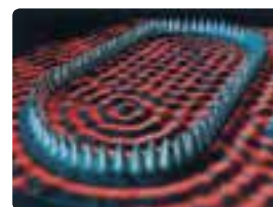
انرژی



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

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 تشکیل‌دهنده عالم چه ذراتی هستند؟ سن و ابعاد کیهان چقدر است؟ یک DVD چگونه اطلاعات زیادی را در خود ذخیره می‌کند؟ باتری‌های شارژ شدن می‌مانند باتری تلفن همراه، لپ‌تاپ و ... چگونه کار می‌کنند؟ کارت‌های اعتباری مانند کارت عابریانک، 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 بر چه اساسی طراحی می‌شود تا قدرت آن با کمترین مصرف بهینه باشد؟ کوچک‌ترین ذراتی که توسط میکروسکوپ‌های پیشرفته 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 سؤال‌ها 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 تشکیل‌دهنده اتم‌ها تا اجسام بسیار بزرگی همچون ستارگان و کهکشان‌ها را شامل می‌شود (شکل‌های ۱-۱ تا ۱-۷).



شکل ۱-۱- چیدن دقیق و هدفمند اتم‌های آهن روی اتم‌های مس که به وسیله فناوری جدید فیزیک امکان پذیر شده است.



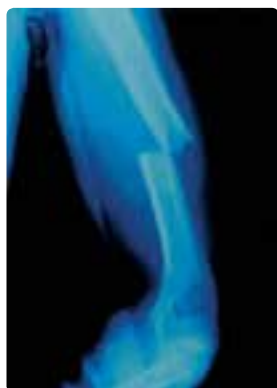
شکل ۱-۲- تصویر تومور و رگ‌های خونی مغز یک بیمار که به کمک رایانه مدل‌سازی شده است.



شکل ۱-۳- ماهواره مخابراتی قادر است اطلاعات را به صورت موج‌های الکترومغناطیسی از یک فرستنده زمینی دریافت کند و در ناحیه وسیعی از زمین پخش کند.



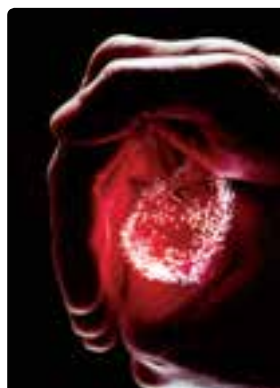
شکل ۱-۴- تصویر، یکی از میلیون‌ها کهکشان جهان هستی را نشان می‌دهد که خود از میلیون‌ها ستاره تشکیل شده است. این تصویر توسط تلسکوپ فضایی هابل، که در مداری به فاصله ۵۰۰ کیلومتری سطح زمین قرار دارد، گرفته شده است.



شکل ۱-۷- تصویری از استخوان بازوی دست انسان که به کمک پرتوهای X گرفته شده است و پزشک را قادر می‌سازد تا محل آسیب دیدگی و چگونگی آن را مشخص کند.



شکل ۱-۶- برخی از ایستگاه‌های بین‌المللی فضایی را به صورت قطعه‌های جدا از هم می‌سازند و در فضا به یکدیگر وصل می‌کنند.



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

موضوع انرژی در زندگی روزمره 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 دوره 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.

۱-۱ انرژی و شما



شکل ۱-۸- تصویر خودرو در حال دریافت گاز CNG

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 تازه بدن را بسازند و بعضی غذاهای دیگر، مانند چربی‌ها و مواد قندی، عمدتاً انرژی لازم را برای گرم نگه داشتن بدن در دمای 37°C و فعالیت‌های روزانه ما فراهم می‌کنند.

مواد غذایی، همچون سوخت ماشین‌ها (شکل ۱-۸)، دارای انرژی شیمیایی هستند و برای آزاد شدن این انرژی لازم است در آنها تغییرات شیمیایی صورت پذیرد.

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

سوخت‌های معمولی		غذاهای معمولی		غذاهای معمولی	
۳۳/۶	زغال	۳۹/۱	چربی	۲/۴	سیب
۴۷/۶	نفت	۲/۷	شیر	۵	حبوبات، غله
۵۴/۶	گاز طبیعی	۱/۸	شیر کم چربی	۳/۲	کره
۱۶/۸	چوب	۲/۱	پرتقال	۱/۸	هویج
۴۴	بنزین	۳	نخود	۱/۶	کرفس
		۶/۸	تخم مرغ	۴/۵	پنیر تازه
		۷	راسته گوساله	۶/۷	مرغ
		۳/۹	سیب زمینی پخته	۲۲/۲	شکلات
		۱۶/۸	شکر	۴/۶	پلو
		۱/۹	گوجه فرنگی	۲/۹	انگور
		۸/۳	ماهی تن	۹/۴	گوشت پخته
		۱۱/۳	نان لواش	۹/۳	بستنی

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^۱. در جدول ۱-۱ انرژی شیمیایی موجود در بعضی از غذاها و سوخت‌های معمولی داده شده است. این مقادارها مشخص می‌کنند که هر گرم از یک ماده غذایی یا سوخت، بر اثر واکنش‌های شیمیایی چند کیلوژول انرژی آزاد می‌کند. مثلاً برای کره عدد $30/2$ ذکر شده است. یعنی، هر گرم کره $30/2 \text{ kJ}$ انرژی برای بدن فراهم می‌کند. یا انرژی شیمیایی موجود در گاز طبیعی $54/6 \text{ kJ/g}$ است، یعنی هر گرم گاز طبیعی بر اثر واکنش شیمیایی $54/6 \text{ kJ}$ انرژی آزاد می‌کند.

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



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

انرژی حاصل از خوردن غذا در بدن افراد صرف انجام فعالیت های گوناگون می شود. **آهنگ مصرف انرژی** برای برخی فعالیت ها در جدول ۱-۲ آمده است. منظور از **آهنگ مصرف انرژی** این است که در یک زمان معین (مثلاً یک دقیقه در این جدول) چه مقدار انرژی مصرف می شود. **آهنگ مصرف انرژی** را توان مصرفی می نامیم. به عنوان مثال، برای خوابیدن عدد ۵ آمده است که معنی آن این است که در حالت خواب، در هر دقیقه ۵ kJ انرژی مصرف می شود با اینکه فرد در حالت خواب جنبش خاصی ندارد ولی دمای بدن او حدود 37°C می ماند، نفس می کشد و قلبش می تپد؛ به همین دلیل فرد در حالت خواب انرژی مصرف می کند. یا وقتی مثلاً می گوئیم **آهنگ مصرف انرژی** در بالا رفتن از پله $41/2 \text{ kJ/min}$ است یعنی وقتی از پله بالا می رویم $41/2 \text{ kJ}$ انرژی در مدت یک دقیقه صرف بالا رفتن از پله، تنفس، گردش خون، گرم نگه داشتن بدن و ... می شود.

جدول ۱-۲- آهنگ مصرف انرژی در فعالیت های 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
دوچرخه سواری* (۱۸-۱۳ km/h)	۲۳/۹
دوچرخه سواری (۲۱ km/h)	۴۲
دوچرخه سواری (مسابقه)	۱۱۱/۳
تنیس	۲۶/۵
شنا (قورباغه)	۲۸/۶
بالا رفتن از پله	۴۱/۲
بسکتبال	۴۷/۱

* کیلومتر بر ساعت را با نماد km/h نمایش می دهند.

جیمز پری اسکات ژول^۱



فیزیکدان انگلیسی در
۲۴ دسامبر ۱۸۱۸ م.
(۱۱۹۷ ه.ش) به دنیا
آمد و در ۱۱ اکتبر
۱۸۸۹ م. (۱۲۶۸
ه.ش) درگذشت. او

به اندازه گیری علاقه زیادی داشت و به طور تجربی ثابت کرد که گرما شکلی از انرژی مکانیکی است و نخستین اندازه گیری مستقیم برای نشان دادن این موضوع را به انجام رساند. ژول با یک رشته آزمایش های دقیق مکانیکی، گرمایی، و الکتریکی قانون پایستگی انرژی را به طور تجربی ثابت کرد و نیز نشان داد که مقدار گرمایی که از عبور جریان الکتریکی در یک مدار حاصل می شود 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.

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 بقیه 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 مواد غذایی کسب کند در هر روز چند گرم چربی از دست می‌دهد؟
پاسخ: الف) با استفاده از جدول ۲-۱ انرژی مصرفی در هر فعالیت دانش‌آموز را به‌دست می‌آوریم:

$$۱۹۲۰ \text{ kJ} \quad ۱۶ \times ۶۰ \times ۲: \text{انرژی مصرفی راه رفتن}$$

$$۴۵۳۶ \text{ kJ} \quad ۱۲/۶ \times ۶۰ \times ۶: \text{انرژی مصرفی نشستن در کلاس}$$

$$۲۴۰۰ \text{ kJ} \quad ۵ \times ۶۰ \times ۸: \text{انرژی مصرفی خوابیدن}$$

$$۶۷۲۰ \text{ kJ} \quad ۱۴ \times ۶۰ \times ۸: \text{انرژی بقیه فعالیت‌های روزانه}$$

$$۱۵۵۷۶ \text{ kJ} \quad ۶۷۲۰ + ۲۴۰۰ + ۴۵۳۶ + ۱۹۲۰: \text{مجموع انرژی مصرفی}$$

(ب) مصرف انرژی این دانش‌آموز روزانه بیش از انرژی ای است که با مصرف مواد غذایی کسب می‌کند.

$$۱۵۵۷۶ - ۱۳۲۳۰ = ۲۳۴۶ \text{ kJ}$$

با استفاده از جدول ۲-۱ می‌توانیم مقدار چربی ای که برای تأمین این انرژی سوخته می‌شود را به‌دست آوریم.

$$\text{مقدار چربی سوخته شده} = \frac{۲۳۴۶}{۳۹/۱} = ۶۰ \text{ g}$$

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

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

(ب) از تهران تا زنجان به‌طور تقریبی ۳۳۰ 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 $۵۶۰۰ \text{ g} \times ۴۴ \text{ kJ/g} = ۲۴۶۴۰ \text{ kJ}$
انرژی مصرف می‌کند.

$$\text{ب) لیتر } ۲۱ = \frac{۳۳۰}{۱۰۰} \times ۷ = \text{حجم بنزین مصرف شده}$$

$$\text{جرم } ۷ \text{ لیتر بنزین } ۵۶۰۰ \text{ g است، جرم } ۲۱ \text{ لیتر برابر } ۱۶۸۰۰ \text{ g است.}$$

یک گرم بنزین ۴۴ کیلوژول انرژی فراهم می‌کند؛ بنابراین، ۱۶۸۰۰ گرم بنزین، $۱۶۸۰۰ \text{ g} \times ۴۴ \text{ kJ/g} = ۷۳۹۲۰ \text{ kJ}$ انرژی تأمین می‌کند.

تمرین ۱

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

۲-۱ انرژی جنبشی

اجسام متحرک می توانند اجسام دیگر را به حرکت در آورند؛ مثلاً چکش در حال حرکت با برخورد به یک میخ سبب فرو رفتن میخ در چوب می شود (شکل ۱-۹). بنابراین چکش در حال حرکت دارای انرژی است. انرژی ای که اجسام متحرک، به علت حرکتشان دارند، **انرژی جنبشی** نامیده می شود.

توپ در حال حرکت، پره پنکه روشن، خودروی در حال حرکت، چکش متحرک و ... انرژی جنبشی دارند. انرژی جنبشی یک جسم به جرم آن جسم (m) و سرعت آن (v) بستگی دارد و با رابطه ۱-۱ محاسبه می شود.



شکل ۱-۹- چکش با برخورد به میخ، سبب فرو رفتن آن می شود.

$$K = \frac{1}{2}mv^2 \quad (1-1)$$

در این رابطه، اگر m برحسب کیلوگرم (kg) و v برحسب متر بر ثانیه (m/s) باشد، K برحسب ژول (J) به دست می آید.

مثال ۳



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

پاسخ:

$m = 3 \text{ kg}, v = 2 \text{ m/s}, K = ?$

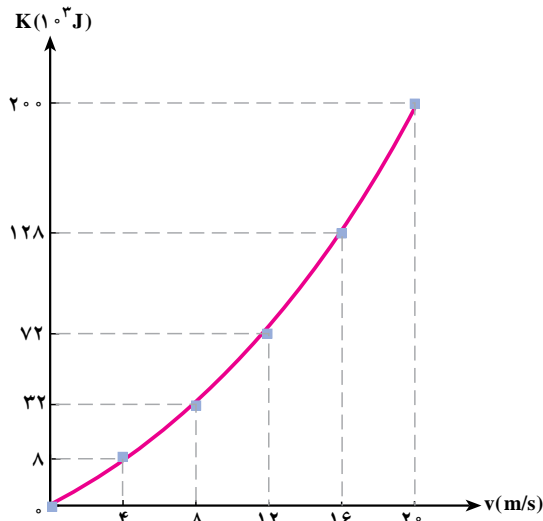
$$K = \frac{1}{2}mv^2$$

$$K = \frac{1}{2} \times 3 \times 2^2 = 6 \text{ J}$$

مثال ۴

اتومبیلی به جرم ۱۰۰۰ kg از حال سکون به راه می افتد و در مدت ۱۰ s سرعتش به ۷۲ km/h (۲۰ m/s) می رسد. نمودار انرژی جنبشی اتومبیل را بر حسب سرعت رسم کنید.

پاسخ: ابتدا جدولی رسم می کنیم و انرژی جنبشی اتومبیل را برای سرعت های مختلف به دست می آوریم. توجه داریم حداکثر سرعت انتخابی ۲۰ m/s است. سپس نمودار K بر حسب v را رسم می کنیم.



m(kg)	v(m/s)	K(J)
۱		
۱	۴	۸×۱^۲
۱	۸	۳۲×۱^۲
۱	۱۲	۷۲×۱^۲
۱	۱۶	۱۲۸×۱^۲
۱	۲۰	۲۰۰×۱^۲

تمرین ۲

دانه تگرگی به جرم ۲g با سرعت ۱۰m/s به سطح زمین برخورد می کند. انرژی جنبشی دانه تگرگ در لحظه برخورد با زمین چقدر است؟

۳-۱ انرژی درونی



شکل ۱-۱- با گرفتن ترمز، لاستیک های خودرو و سطح جاده گرم تر می شود و بر انرژی درونی آنها افزوده می شود.

هنگامی که سماور برقی را روشن می کنید یا ظرف آبی را روی شعله قرار می دهید، آب پس از مدتی گرم تر می شود. در اینجا، انرژی الکتریکی یا انرژی شیمیایی مصرف شده است. این انرژی کجا رفته است؟ در مورد انرژی مصرف شده، چه می توان گفت؟

انرژی مصرف شده، باید به طریقی در سماور یا ظرف آب موجود باشد. در این حالت نوع دیگری انرژی را معرفی می کنیم که انرژی درونی نامیده می شود. در مورد مثال بالا می گوئیم که انرژی مصرف شده، باعث افزایش انرژی درونی آب و یا ظرف آن شده است. **انرژی درونی یک جسم، مجموع انرژی های ذره های تشکیل دهنده آن است.**

معمولاً بالا رفتن انرژی درونی جسم به صورت گرم تر شدن آن ظاهر

می شود. هرچه ذرات سازنده یک جسم بیشتر و انرژی هر ذره آن زیادتر باشد، انرژی درونی آن جسم بیشتر است. وقتی خودرویی ترمز می کند و در اثر اصطکاک متوقف می شود لاستیک های آن و سطح جاده گرم تر می شود. در این حالت انرژی جنبشی خودرو کجا رفته است؟ چون لاستیک ها و سطح جاده گرم تر شده اند، می توان نتیجه گرفت که انرژی درونی آنها افزایش یافته است. در نتیجه می توان گفت که، در اثر اصطکاک، انرژی جنبشی خودرو به انرژی درونی آنها تبدیل شده است.

پاسخ دهید ۱



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



۲- پنکه ای را که روشن است خاموش می کنیم. پنکه پس از مدتی متوقف می شود. انرژی جنبشی پره پنکه کجا رفته است؟

توجه داریم که در اثر مالش دو سطح بر روی یکدیگر، مقداری انرژی به انرژی درونی دو جسم تبدیل می شود. در این گونه موارد، اصطلاحاً می گوئیم انرژی تلف شده است. در واقع، همان طور که اشاره شد، در این حالت انرژی از بین نرفته است، بلکه به انرژی درونی دو جسم تبدیل شده است ولی چون این انرژی را در اغلب موارد نمی توان عملاً مورد استفاده قرار داد، از اصطلاح «تلف شدن» استفاده می شود.

مثال ۵

خودروی سمندی را در نظر بگیرید که با جرم تقریبی 1200 kg با سرعت 90 km/h (25 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 بر اثر ترمز به طور کامل به انرژی درونی لاستیک و ... تبدیل می شود. بنابراین می توانیم بنویسیم: اندازه کاهش انرژی جنبشی افزایش انرژی درونی

$$\frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2} \times 1200 \times 25^2 = 375000 \text{ J} = 375 \text{ kJ}$$

تمرین ۳

دوچرخه سواری سرعت خود را از 8 m/s به 5 m/s می رساند. اگر جرم دوچرخه سوار و دوچرخه 80 kg باشد، چند ژول انرژی به انرژی درونی لاستیک دوچرخه، محیط و ... تبدیل شده است؟



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.

۴-۱ 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 خود به خود در جیبش به وجود 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 خود به خود نیز به وجود 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 خود به خود نیز به وجود 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 ۲



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.

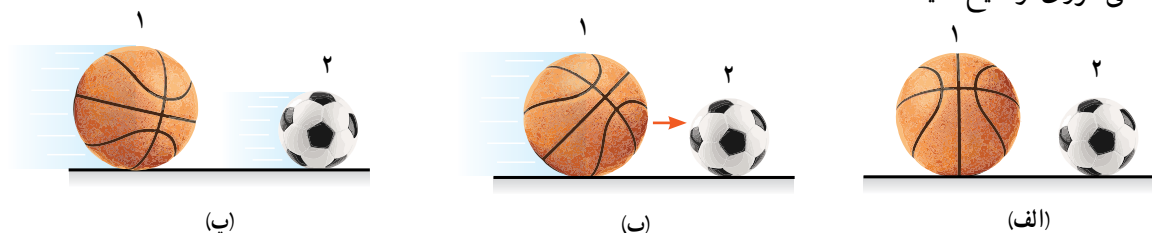
پاسخ: بنابراین قانون، اگر به توپ انرژی منتقل نشود، باید انرژی آن پایسته بماند. پس تا وقتی به آن ضربه تزئیم ساکن می‌ماند. با ضربه زدن به توپ مقداری انرژی به آن منتقل کرده‌ایم و به همین دلیل توپ به حرکت درآمده است.

تمرین ۴

در مثال قبل اگر جرم توپ 5 kg و سرعت آن هنگام جدا شدن از پا 10 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 ساکن اند. به توپ 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.



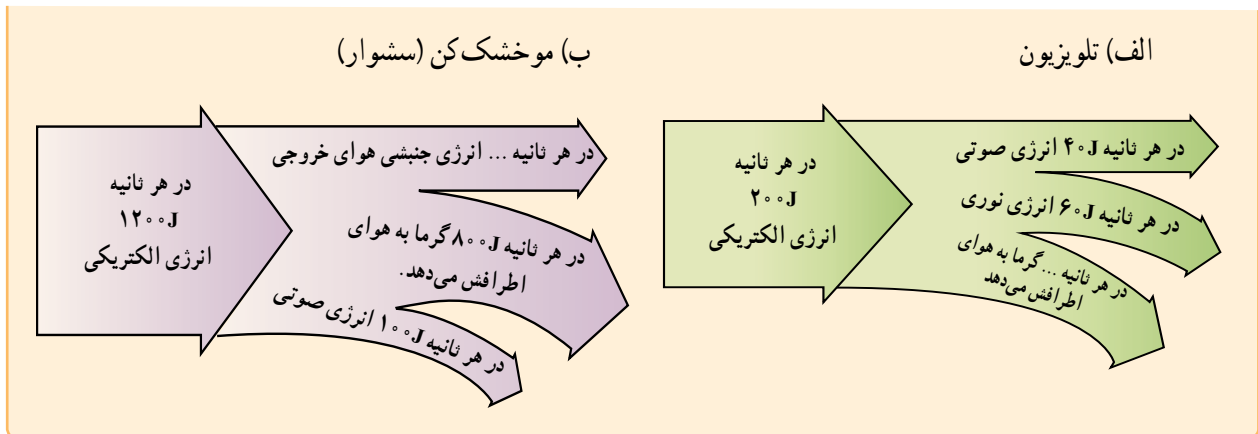
پاسخ: بنابراین قانون توپ ۱ در اثر ضربه انرژی گرفته و به حرکت درآمده است. پس از برخورد آن به توپ ۲، مقداری از انرژی توپ ۱ به توپ ۲ منتقل شده است. پس انرژی توپ ۱ و در نتیجه سرعت آن کاهش یافته و در عوض توپ ۲ با گرفتن انرژی به حرکت درآمده است.

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 جاده 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 همه 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 دهنده یک شکل از انرژی است. با استفاده از قانون پایستگی انرژی، جاهای خالی در شکل‌های الف و ب را پر کنید.



۵-۱ انرژی پتانسیل گرانشی

در پارک تفریحی پدری کودک خود را روی سرسره می‌گذارد و رها می‌کند. کودک رویه پایین به حرکت درمی‌آید و به تدریج سرعت و انرژی جنبشی‌اش بیشتر می‌شود. انرژی جنبشی کودک از کجا آمده است؟ تجربیات روزمره 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

وسایله‌های آزمایش: ریل پرده ساده و یا چند خط کش (به طول تقریبی ۵۰ سانتی متر) - پایه - نخ - وزنه قلاب دار - مکعب چوبی (جرم آن با وزنه قلاب دار برابر باشد و یا با چسباندن خمیر بازی هم جرم شود) - گیره پرده - چسب نواری (در صورت امکان چسب حرارتی)

شرح آزمایش:



شکل ۱۱-۱ - برای سادگی می‌توانید به جای ریل پرده از خط کش‌هایی در طرفین جعبه چوبی استفاده کنید.

- ۱- گیره پرده را داخل ریل قرار دهید.
- ۲- مکعب چوبی را روی ریل و مماس بر گیره قرار دهید و گیره را به آن بچسبانید. و یا خط کش‌ها را به موازات هم در طرفین جعبه روی میز بچسبانید. به این ترتیب مکعب روی ریل و یا بین دو خط کش به راحتی عقب و جلو می‌رود.
- ۳- با پایه، نخ و وزنه قلاب دار آونگی درست کنید که در حالت تعادل بتوان وزنه را مماس بر جعبه نگهداشت.
- ۴- وزنه آونگ را با دست بگیرید و بالا بیاورید تا فاصله عمودی آن از سطح ریل پرده ۱۰ سانتی متر باشد.

شماره آزمایش	ارتفاع وزنه (cm)	جابه جایی جعبه (cm)
۱	۱	
۲	۱۵	
۳	۲	
۴	۲۵	

- ۵- وزنه را رها کنید تا با برخورد به جعبه آن را حرکت دهد. جابه جایی جعبه را اندازه بگیرید و در جدول ثبت کنید.
- ۶- آزمایش را برای ارتفاع های ۱۵، ۲۰ و ۲۵ سانتی متر تکرار کنید.
- ۷- با تحلیل عددهای به دست آمده نتیجه را بنویسید.
- ۸- در مورد تبدیل انرژی های مربوط به این آزمایش با اعضای گروه خود بحث کنید.

در آزمایش کنید ۱ دیدید که هرچه ارتفاع وزنه بیشتر باشد انرژی پتانسیل گرانشی آن بیشتر است. به نظر شما چه عامل یا عامل های دیگری در اندازه 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 آزمایش هایی که انجام دادیم و آزمایش های مشابه نتیجه می گیریم که انرژی پتانسیل گرانشی هر جسم (U)، به جرم (m) و ارتفاع آن از زمین (h) بستگی دارد. این بستگی را می توانیم در رابطه ۱-۲ ببینیم.

$$U = mgh \quad (۱-۲)$$

در این رابطه یکای اندازه گیری 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 9.8 m/s^2 است که معمولاً می توانیم آن را برابر با 10 m/s^2 در نظر بگیریم.

مثال ۸

انرژی پتانسیل گرانشی کودکی به جرم 10 kg را حساب کنید وقتی که بالای سرسره ای به ارتفاع 2 m نشسته است.

پاسخ: U و 10 m/s^2 g و 2 m h و 10 kg m

$$U = mgh$$

$$U = 10 \times 10 \times 2 = 200 \text{ J}$$

سنگی به جرم 2 kg را از ارتفاع 4 متری سطح زمین رها می‌کنیم. با نادیده گرفتن مقاومت هوا، سرعت سنگ را در لحظه برخورد به زمین حساب کنید.

پاسخ: در لحظه برخورد سنگ با زمین همه انرژی پتانسیل گرانشی آن، پس از رها شدن، به انرژی جنبشی تبدیل می‌شود؛ در نتیجه داریم:

$$m = 2\text{ kg}, h = 4\text{ m}, g = 10\text{ m/s}^2, v = ?$$

در لحظه برخورد، انرژی وزنه به شکل جنبشی است.

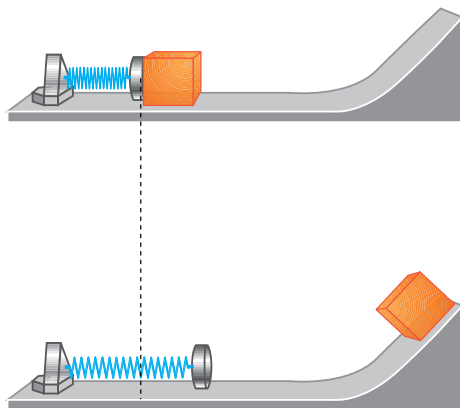
$$K = U \Rightarrow \frac{1}{2}mv^2 = mgh \Rightarrow v = \sqrt{2gh} = \sqrt{2 \times 10 \times 4} = 9\text{ m/s}$$

در آزمایش کنید ۱ اگر وزنه 100 g گرمی را تا ارتفاع 20 cm از سطح زمین بالا ببریم و رها کنیم، با نادیده گرفتن مقاومت هوا، وزنه با چه سرعتی به جعبه می‌رسد؟

پاسخ: وزنه در ارتفاع 20 سانتی متری دارای انرژی پتانسیل گرانشی است که پس از رها شدن و با پایین آمدن وزنه این انرژی به انرژی جنبشی تبدیل می‌شود.

$$K = U \Rightarrow \frac{1}{2}mv^2 = mgh \Rightarrow v^2 = 2gh \Rightarrow v = \sqrt{2gh} = \sqrt{2 \times 10 \times 0.2} = 2\text{ m/s}$$

کارگری آجری به جرم 2 kg را با سرعت 8 m/s روبه بالا پرتاب می‌کند.
الف) انرژی جنبشی آجر در لحظه پرتاب چقدر است؟
ب) با نادیده گرفتن اتلاف انرژی، آجر تا چه ارتفاعی بالا می‌رود؟



۱-۶ انرژی پتانسیل کشسانی

مطابق شکل ۱-۱۲ هرگاه جعبه ساکن 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 ۱-۱۲- فنر فشرده شده، جعبه‌ی 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 جمله این وسایل اسباب‌بازی‌های کوکی، تیروکمان، نیزه خمیده و تفنگ‌های ساچمه‌ای را می‌توان نام برد که در شکل ۱-۱۳ نشان داده شده‌اند.



شکل ۱-۱۳- تعدادی از وسایلی که در آنها از ذخیره انرژی پتانسیل کشسانی استفاده می‌شود.

فعالیت ۴

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

۷-۱ منابع انرژی

در یک نگاه کلی، منابع انرژی را می‌توان به دو دسته 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 جمله این منابع محسوب می‌شوند که در زیر به شرح آنها خواهیم پرداخت.

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

هزاران ماده مفید همچون قطران (از زغال سنگ)، بنزین، نفت سفید، نفت گاز، روغن موتور، رنگ، کود شیمیایی، دارو، پلاستیک و حتی غذا به دست آورد.

مهم ترین مشکل سوخت های فسیلی آلوده کردن محیط زیست ناشی از تولید گازهای مضر مانند CO_2 و SO_2 است که باعث گرم شدن زمین می شوند. مقدار این سوخت ها، به ویژه نفت، محدود است که با توجه به آهنگ مصرف کنونی و بنابر پیش بینی های انجام شده، در چند دهه آینده منابع آن به اتمام می رسد.

(ب) سوخت های هسته ای: بر اثر شکسته شدن هسته برخی اتم های سنگین مانند اورانیم و توریم انرژی بسیار زیادی آزاد می شود. این واکنش را شکافت هسته ای می نامند. همچنین بر اثر جوش خوردن هسته اتم های سبک مانند هیدروژن و تشکیل هسته های اندکی سنگین تر چون هلیم نیز انرژی بسیار زیادی آزاد می شود. این واکنش که همجوشی هسته ای نامیده می شود همان واکنشی است که در ستارگان و خورشید صورت می گیرد و انرژی لازم برای تداوم زندگی بر روی کره زمین را فراهم می سازد. در واقع بیشتر انرژی مورد نیاز ما را واکنش های هسته ای با مصرف سوخت های هسته ای تأمین می کنند.^۱ اکنون در بیشتر کشورهای توسعه یافته و معدودی از کشورهای در حال توسعه از شکافت هسته ای در راکتورها برای تولید انرژی الکتریکی و تأمین برق مورد نیاز استفاده می شود. در این نیروگاه ها به جای زغال سنگ، نفت، یا گاز از ماده شکافت پذیری مانند اورانیوم برای تولید گرما و به راه انداختن توربین بخار استفاده می شود. انرژی حاصل از این واکنش هزاران بار بیشتر از انرژی ناشی از سوزاندن سوخت های فسیلی است.

در کشور ما ایران نیز از ده ها سال قبل برنامه های جامعی برای تولید انرژی الکتریکی از طریق نیروگاه های هسته ای انجام شده و ساخت و راه اندازی نیروگاه هسته ای بوشهر بخش کوچکی از این برنامه هاست. به جهت اهمیت راهبردی فناوری های نو و از جمله فناوری هسته ای در دنیای امروز، مدیران ارشد کشور در دو دهه اخیر تمرکز بیشتری روی توسعه این گونه فناوری ها گذاشته اند؛ به طوری که در زمینه تولید سوخت هسته ای هم اینک بخشی از این برنامه ها به نتیجه رسیده و امروزه ایران در رده چند کشور معدودی است که فناوری غنی سازی اورانیوم را به جهت استفاده در مصالح صلح آمیز در اختیار دارد. نیروگاه های هسته ای آلاینده هایی چون CO_2 و SO_2 تولید نمی کنند و در نتیجه مسائل زیست محیطی ناشی از کار آنها کمتر از نیروگاه های با سوخت فسیلی است. البته بر اثر شکافت هسته ای مواد پسماند پرتوزایی تولید می شود که با دورریزی درست و ایمن آنها می توان مسائل زیست محیطی ناشی از این نیروگاه ها را بسیار کم کرد. همچنین طراحی صحیح و مناسب نیروگاه های هسته ای خطر ناشی از حوادث آنها را کمینه می سازد.

مسائل زیست محیطی ناشی از همجوشی هسته ای بسیار کمتر از واکنش شکافت هسته ای است. اما واکنش های آن در دماهای بسیار زیاد انجام می شوند که طراحی نیروگاه های مربوطه را به فناوری بسیار پیشرفته ای نیازمند می سازد. این امید وجود دارد که در آینده با غلبه بر مشکلات مربوط

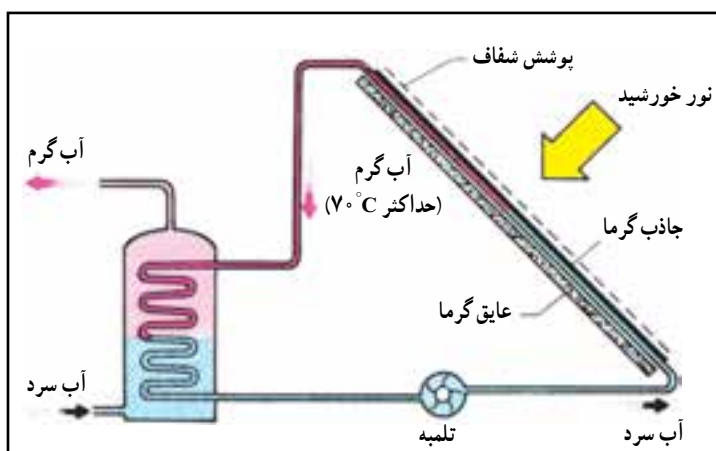
۱ - در دوره پیش دانشگاهی با واکنش های شکافت هسته ای و همجوشی هسته ای به طور کامل تری آشنا می شوید.

به طراحی این نیروگاه‌ها، همجوشی هسته‌ای علاوه بر ستارگان و خورشید، چشمه مهم تولید انرژی بر روی زمین نیز بشود.

منابع انرژی تجدیدپذیر

منابع انرژی تجدیدپذیر تمام نمی‌شوند و معمولاً آلودگی به وجود نمی‌آورند. برخی از این منابع عبارت‌اند از: انرژی خورشیدی، انرژی باد، انرژی امواج دریا، انرژی هیدروالکتریک (برق آبی)، انرژی زمین گرمایی، سوخت‌های گیاهی (بیومس) که به اختصار به شرح 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 به صورت انرژی شیمیایی جذب گیاهان و سبب رشد آنها می‌شود. از نور خورشید برای گرم کردن، خشک کردن و حتی آتش زدن از زمان‌های گذشته استفاده می‌شده ولی بهره‌برداری به روش‌های جدید، در چند دهه اخیر معمول شده است.



شکل ۱۴-۱- طرحی از چگونگی تبدیل انرژی نورانی خورشید به انرژی گرمایی در آب گرم‌کن‌های خورشیدی

راحت‌ترین راه بهره‌گیری انرژی خورشیدی، در آب گرم‌کن‌های با دمای کم است. در این وسیله از **صفحه‌های خورشیدی** به عنوان وسیله تبدیل انرژی استفاده می‌شود که نور خورشید را به انرژی گرمایی تبدیل می‌کند (شکل ۱۴-۱). از این وسیله برای تولید آب گرم خانگی با دمای حدود 70°C استفاده می‌شود.

از انرژی خورشیدی می‌توان برای تولید دماهای زیاد، تا 3000°C و بالاتر، نیز بهره گرفت. در این مورد از آینه‌های مقعر بزرگ (کوره خورشیدی) برای متمرکز کردن پرتوهای خورشید در ناحیه‌ای کوچک استفاده می‌شود (شکل ۱۵-۱). این انرژی را می‌توان برای تبدیل آب به بخار، برای به راه انداختن توربین یک نیروگاه برق به کار برد.

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



شکل ۱۵-۱- نمایی از یک کوره خورشیدی



شکل ۱-۱۶- خودرویی که با انرژی خورشیدی کار می‌کند.

لازم را برای 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 فناوری ساخت این سلول‌ها می‌توان آنها را برای تولید برق در مقیاس بزرگ نیز به کار گرفت به طوری که یک نیروگاه تولید الکتریسیته از این نوع در شیراز به نام نیروگاه خورشیدی شیراز ساخته شده است. همچنین طرح‌های بسیاری برای خودروهای سبک به مرحله اجرا درآمده است که در آنها با استفاده از انرژی خورشیدی حرکت ایجاد می‌شود (شکل ۱-۱۶). هم‌اکنون روشنایی برخی از پارک‌ها و حتی چراغ‌های احتیاط و راهنمای خیابان‌ها در شهرهای مختلف ایران توسط سلول‌های خورشیدی تأمین می‌گردد.

فعالیت

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



شکل ۱-۱۷- تصویری از نیروگاه بادی منجیل

(ب) انرژی باد: انرژی باد مانند سایر منابع انرژی تجدیدپذیر از نظر جغرافیایی گسترده و در عین حال به صورت 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 در این عمل سرعت باد کند می‌شود. و انرژی باد باعث چرخش توربین می‌گردد.

امروزه از انرژی باد بیشتر برای تولید انرژی الکتریکی استفاده می‌شود (شکل ۱-۱۷). چرخش توربین باد باعث چرخش قسمت چرخنده (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 دست کم ۱۲٪ از برق مصرفی جهان خواهد بود. همچنین ظرفیت نصب شده جهانی در این سال به حداقل ۱۵۰۰ گیگاوات خواهد رسید. 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.

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

می‌کاهد.

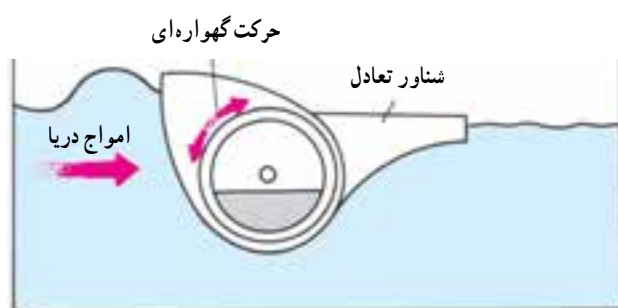
۲- رایگان بودن انرژی باد

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

۴- عدم نیاز به آب

۵- کم بودن آلودگی زیست محیطی آن نسبت به سوخت های فسیلی

(پ) انرژی امواج دریا: افت و خیز امواج دریا را می توان به کمک نوعی مبدل به انرژی لازم برای به کار انداختن مولدهای برق تبدیل کرد. هرچند این کار مشکل است و تولید الکتریسیته در مقیاس بزرگ با این روش تا آینده ای نزدیک عملی نخواهد بود، ولی اکنون دستگاه های کوچکی از این نوع در تأمین انرژی لازم برای مردمانی به کار می رود که در جزیره ها زندگی می کنند. در شکل ۱۸-۱ طرحی از چگونگی مهار انرژی امواج دریا را مشاهده می کنید.



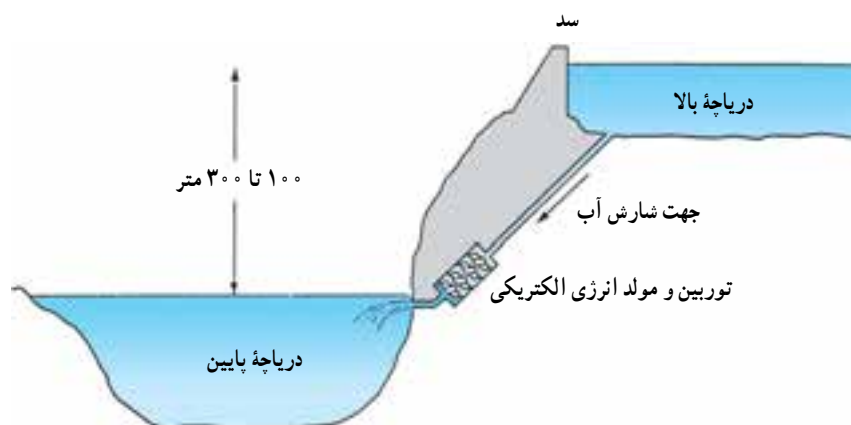
ب



الف

شکل ۱۸-۱- طرحی از چگونگی مهار انرژی امواج دریا

(ت) انرژی برق آبی (هیدروالکتریک): در مناطقی که بارش سالانه آنها زیاد است و یا رودخانه های پرآبی دارند با ساخت سد و احداث دریاچه های مصنوعی آب را ذخیره می کنند تا هم مصرف آب در طول سال مدیریت شود و هم انرژی الکتریکی تولید شود (شکل ۱۹-۱). آب از دریاچه های روی دیواره سد خارج می شود و در مسیر کانالی حرکت می کند که به همین منظور ساخته شده است.



ب- با پایین آمدن آب، انرژی پتانسیل گرانشی به انرژی جنبشی تبدیل می شود و پره های توربین را می چرخاند.



الف- آب از دریاچه های روی دیواره سد خارج می شود.

شکل ۱۹-۱

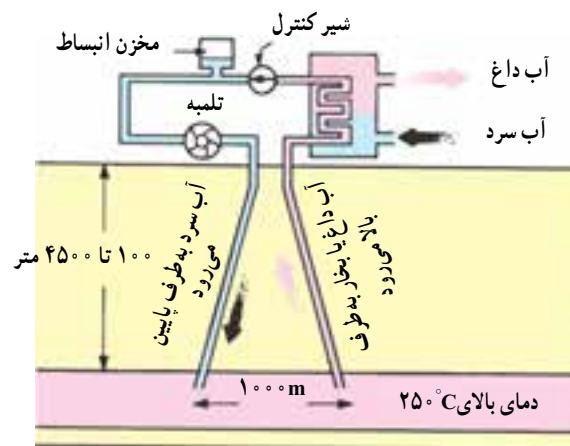


شکل ۱-۲- چرخش توربین باعث تولید انرژی الکتریکی می شود.

با پایین آمدن آب از کانال انرژی پتانسیل گرانشی آن به انرژی جنبشی تبدیل می شود. در پایین کانال آب با برخورد به پره های توربین آنها را می چرخاند. چرخش توربین باعث چرخیدن قسمت چرخنده مولد جریان برق (روتور) و تولید انرژی الکتریکی می شود (شکل ۱-۲). نیروگاه های برق آبی از منبع انرژی ای استفاده می کنند که در صورت مصرف نشدن هدر می رود. علاوه بر آن موجب آلودگی محیط زیست هم نمی شوند. امروزه حدود ۲۰ درصد از انرژی الکتریکی تولید شده در جهان برق آبی است. این سهم در ایران حدود ۱۰ درصد است.

ث) انرژی زمین گرمایی: انرژی زمین گرمایی به گرمای موجود در زیر سطح کره زمین گفته می شود. مقدار این انرژی به مراتب بیشتر از مصرف فعلی انرژی در جهان است، ولی تولید آن، به جز در نواحی ای که به عنوان محل آتش فشان یا زلزله شناخته می شوند، بسیار کم است. برای استفاده از انرژی زمین گرمایی، مطابق شکل ۱-۲۱، آب سرد را از طریق مجرایی به طرف صخره های داغ، در عمق زمین می فرستند و آن را از طریق مجرای دیگر به صورت آب گرم و یا بخار خارج می کنند. از این آب گرم و یا بخار می توان برای گرم کردن خانه ها و به کار انداختن یک توربین بخار مولد برق استفاده کرد.

انرژی زمین گرمایی در صورتی تجدید پذیر محسوب می شود که انرژی برداشت شده بیش از انرژی ای که از طریق مرکز زمین (این انرژی، بر اثر واکنش های هسته ای به صورت پیوسته تولید می شود) جایگزین می شود نباشد و همچنین مقدار آب تزریق شده و آب خارج شده برابر باشد.



شکل ۱-۲۱- طرحی از چگونگی استفاده از انرژی زمین گرمایی برای گرم کردن آب

ج) زیست توده (بیومس): زیست توده همه اجزای قابل تجزیه زیستی از محصولات و زایدات کشاورزی، صنایع جنگلی و سایر صنایع مرتبط، فاضلاب ها و زباله های شهری و صنعتی است. تفرافه دانه های روغنی و کاه، ضایعات کشاورزی مانند نیشکر و چغندر، فضولات حیوانی، فاضلاب ها و زباله های شهری، پسماندهای صنایع غذایی، چوبی و جنگلی و ... از جمله منابع زیست توده هستند.

شیخ بهایی



بهاء لدین محمد بن حسین عاملی
معروف به شیخ بهایی در سال
۹۲۵ هجری شمسی در بعلبک
لبنان به دنیا آمد و ندکی بعد
به جبل عامل رفت که در
آن زمان زمره مهم شیعه

بود. در زمانی که شیخ بهایی تقریباً ۱۳ سال داشت،
گروهی از اهل سنت به آرزو و ذیت شیعیان آن منطقه
پرداختند و چنین شد که بهاء لدین به همراه پدر به قزوین
کوچ کرد که در آن زمان پایتخت صفویان و یکی از
مرکز مهم شیعه بود. شیخ بهایی در همین شهر فارسی
را آموخت و تا ۳۱ سالگی در همین شهر سکنی گزید
و سپس به مرشاهه ماسب عازم هرات شد و منصب
شیخ اسلامی هرات را که مهمترین منصب روحانیت
آن زمان بود برعهده گرفت. پس از آنکه شاه عباس اول
بر تخت سلطنت نشست، پایتخت را از قزوین به صفهان
منتقل کرد و شیخ بهایی نیز به صفهان کوچ کرد. سپس به
مرشاهه عباس منصب شیخ اسلامی صفهان را برعهده
گرفت. از شیخ بهایی بیش از ۱۰۰ رساله و کتاب در
حوزه های مختلف علوم دین و غیر آن به زبان های 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 عقیده اند که تعدادی از بناهای معروف دوره صفویه
نتیجه تدبیر و طراحی و بوده است، گرچه برخی دیگر از
پژوهشگران با این مرسوم قی نیستند. مشهورترین ساخته
منتسب به شیخ بهایی، کوره مشهور و در حمام موسوم
به شیخ بهایی بوده است. این کوره تنها با یک شمع، آب
حمام را گرم می کرد. در واقع طبق طرحی، فاضلاب شهر
به وسیله لوله هایی در مخزنی جمع آوری می شد. از این
فاضلاب گاز متان متصاعد می شد که گازی قابل اشتعال
است. سپس این گاز به محل شمع هدایت می شد و چون
فاضلاب همواره در مخزن می شد، شعله شمع بر فروخته
باقی می ماند. شمع، مخزن آبی از جنس طلا را گرم
می کرد که انتخاب طلا به دلیل رسانایی بالای آن در انتقال
گرم است. شیخ بهایی علاوه بر علوم طبیعی، در سیاست،
دبیات، فلسفه، عرفان و فقه نیز سرآمد دور خود بود و
چنان که آمد منصب شیخ اسلامی را نیز برعهده داشت.
از شاگردان معروف شیخ بهایی می توان به ملاصدرا
شیرازی و ملا محسن فیض کاشانی اشاره کرد. شیخ بهایی
در سال ۱۰۰۰ هجری شمسی در صفهان درگذشت و بنا
به وصیت خویش در مشهد به خاک سپرده شد.

انرژی زیست توده، بعد از انرژی خورشیدی بالاترین پتانسیل انرژی را دارد و در حال حاضر
بالاترین سهم مصرف را در میان انرژی های تجدیدپذیر به خود اختصاص داده است. منابع انرژی
حاصل از زیست توده می تواند مانند برق و یا حامل های انرژی چون سوخت های گازی و مایع نیاز
بخش های مختلف جامعه بشری را تأمین کند. منابع زیست توده حاوی ترکیبات آلی با مولکول های
درشت زنجیرند. این مولکول ها در طی فرایندهای هضم (مدفون در زمین، داخل مخازن مخصوص
و یا رها شده در طبیعت) شکسته و به مولکول های ساده تبدیل می شوند. محصول نهایی این فرایند،
گازی قابل اشتعال به نام بیوگاز است. این گاز شامل دوجزء عمده متان و دی اکسید کربن است. این
مخلوط گازی با ارزش حرارتی ۴۰ تا ۷۰ درصد ارزش حرارتی گاز طبیعی، می تواند به شکل های
مختلف مورد استفاده قرار گیرد (شکل ۱-۲۲).



ب- نمایی از نیروگاه تولید انرژی از زیست توده



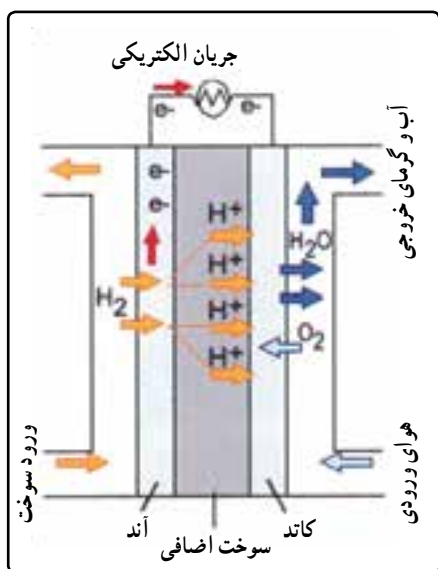
الف- تصویری از چاه واقعی
استحصال بیوگاز

شکل ۱-۲۲

گفته می شود محمد بن حسین عاملی معروف به شیخ بهایی جزء نخستین کسانی بوده که از بیوگاز
حاصل از زیست توده (فاضلاب حمام) استفاده کرده و آن را به عنوان سوخت یک حمام در اصفهان
به کار برده است.

امروزه سوخت های زیستی مایع مانند بیواتانول، بیومتانول و بیودیزل در کشورهای زیادی
مورد توجه و استفاده قرار گرفته اند. در کشور برزیل بخش زیادی از مصارف بنزین و گازوئیل با این
سوخت های 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 می شود.

ج) هیدروژن: امکان دسترسی به انرژی های نو و تجدیدپذیر در هر زمان و مکانی وجود
ندارد. می توان با استفاده از منابع انرژی نو و همین طور با استفاده از منابع انرژی فسیلی، هیدروژن
تولید کرد. یکی از راه های تولید هیدروژن الکترولیز آب به وسیله جریان الکتریکی است. هیدروژن
از فراوان ترین عناصر موجود در سطح زمین است. هیدروژن تولید شده را به شکل های مختلفی مثل
گاز یا مایع ذخیره و به محل مصرف منتقل می کنند. به این ترتیب هیدروژن به عنوان یک واسطه عمل
می کند که انرژی را از منابع انرژی نو یا منابع انرژی فسیلی می گیرد و به محل مصرف می رساند. در
محل مصرف، می توان هیدروژن را به عنوان سوخت در موتورهای احتراق داخلی سوزاند، یا از آن



در پیل‌های سوختی استفاده کرد. پیل سوختی هیدروژن و اکسیژن را مصرف و با یک واکنش شیمیایی الکتریسیته تولید می‌کند (شکل ۱-۲۳). 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 باموها مادامی که به آنها سوخت رسانده شوند از کار نمی‌افتند و نیاز به شارژ مجدد ندارند.

شکل ۱-۲۳- در این پیل سوختی، اتم‌های هیدروژن به یون‌های هیدروژن و الکترون شکسته می‌شوند. یون‌های هیدروژن به غشاء نفوذ کرده و به سمت کاتد می‌روند، اما الکترون‌ها نمی‌توانند از غشاء عبور کنند و مجبور به طی مدار خارجی می‌شوند که همین باعث تولید جریان الکتریکی می‌شود.

شعاعیت ۴

در مورد مزایای انواع پیل‌های سوختی، و نحوه عملکرد آنها بررسی و نتیجه را به کلاس گزارش کنید.

۸-۱ بهینه‌سازی مصرف انرژی

مصرف روزافزون و بی‌رویه انرژی، به خصوص سوخت‌های فسیلی، مسایل و مشکلات فراوانی را برای انسان و محیط زیست کره زمین به وجود آورده است. لازم است این مشکلات را بشناسیم و روش‌های برطرف کردن آن مسایل و بهترین راه مصرف انرژی را بیابیم تا زندگی انسان دوام یابد و توسعه 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 وسیله جریان هوا خنک می‌شود و در نتیجه 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 شبکه 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 گرم تر شدن 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 زنجیره 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 وسیله برقی را در گروه خود در نظر بگیرید و توضیح دهید که انرژی الکتریکی ای که به هر یک از آنها داده می شود، چگونه در نهایت به گرم تر شدن محیط می انجامد.

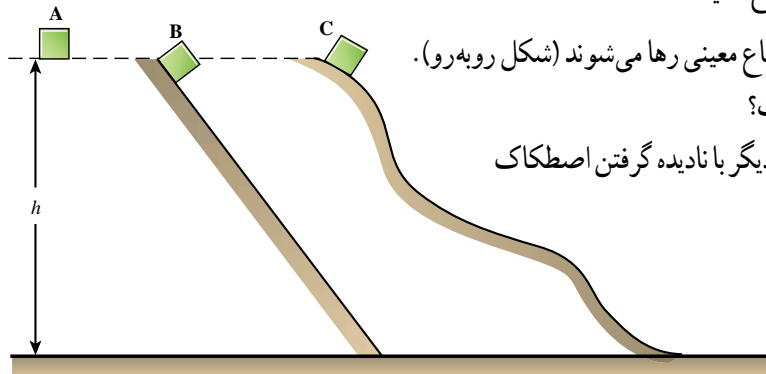
باید دانست که، با توجه به توسعه اقتصادی کشورها، مصرف انرژی در حال افزایش است و برآورد شده است که در هر ۱۰ سال مصرف انرژی دو برابر می شود. اما چون بیشتر انرژی ها از سوخت های فسیلی تأمین می شود که منابع محدودی دارند (پیش بینی می شود که ذخیره های نفت خام تا چند دهه دیگر پایان می یابد) مصرف سوخت های فسیلی انواع آلودگی ها را به همراه می آورد که به شدت برای شهروندان زیان آور است و باعث تشدید بعضی بیماری ها می شود. صرفه جویی و استفاده بهینه از منابع انرژی ضروری است. با استفاده بیشتر از وسیله های نقلیه عمومی، به جای استفاده از وسایل شخصی، می توان در جهت کاهش مصرف سوخت و کاهش آلودگی هوا گام برداشت. همچنین با عایق بندی بهتر ساختمان ها می توان مصرف انرژی برای گرم و یا سرد کردن ساختمان ها را کاهش داد که در این باره در فصل دوم صحبت خواهیم کرد. مورد صرفه جویی در مصرف انرژی الکتریکی را نیز در فصل سوم مورد بحث قرار می دهیم.

فعالیت ۸

در گروه خود تحقیق کنید، گرم تر شدن هوای کره زمین چه اثرهای نامطلوبی می تواند بر زندگی بشر و محیط زیست داشته باشد. نتیجه تحقیق خود را به کلاس درس ارائه دهید.

۱ شیرری با خوردن یک گوزن انرژی کسب می‌کند. شرح دهید چگونه منشأ اصلی این انرژی خورشید است؟

۲ تویی را از ارتفاع یک متری سطح زمین از حال سکون رها می‌کنیم. توپ بعد از برخورد با زمین، تا ارتفاع کمتر از یک متر بالا می‌رود. این مثال را براساس پایداری 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 یک بار با در نظر گرفتن اصطکاک و بار دیگر با نادیده گرفتن اصطکاک

بیان کنید. (از مقاومت هوا چشم‌پوشی شود.)

A ●

B ●

C ●

D ●

E ●

۴ در شکل روبه‌رو گلوله‌ای از نقطه A رها شده و به سطح زمین (نقطه E) رسیده است. نقطه‌های

A, B, C, D, 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)

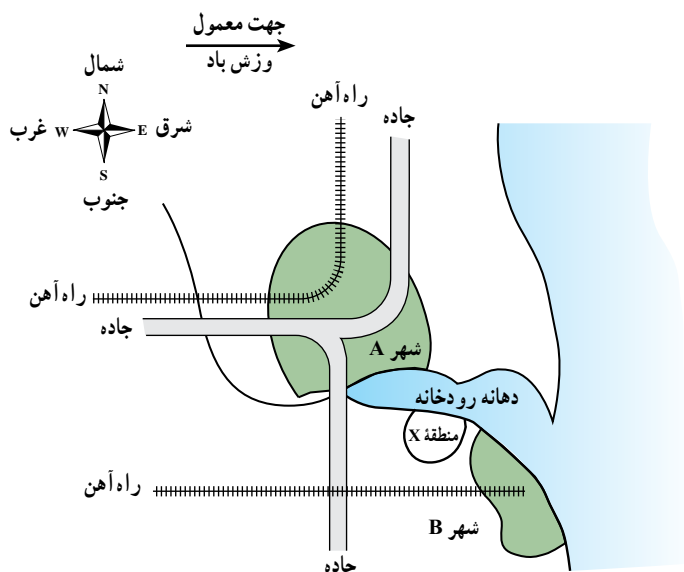
۵ دو منبع انرژی تجدیدپذیر را نام ببرید که افراد زیر بتوانند از آنها استفاده کنند.

الف) کسانی که در نواحی کوهستانی زندگی می‌کنند.

ب) کسانی که در نواحی کویری زندگی می‌کنند.

پ) کسانی که در نواحی ساحلی زندگی می‌کنند.

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



۶ نقشه شکل روبه‌رو وضعیت شهرهای A و B را در

حاشیه یک رودخانه و در دهانه آن نشان می‌دهد.

شهر A به خاطر ماهی‌گیری و حمل و نقل اهمیت دارد. باد

معمولاً از غرب می‌وزد و جاده و راه آهن‌های عمده شهر در

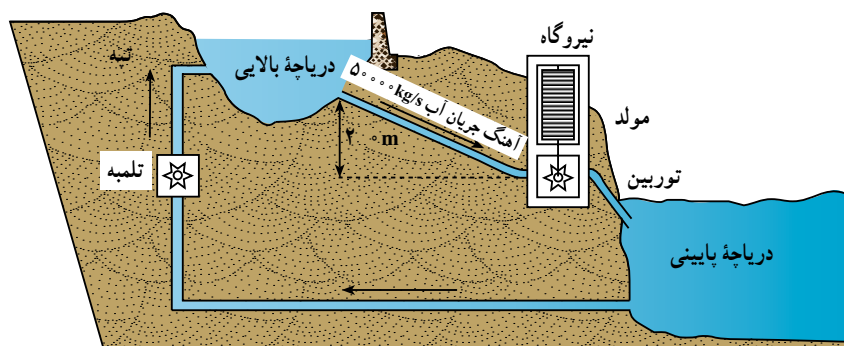
نقشه مشخص شده است. قرار است در منطقه X ایستگاهی

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.



۶ در یک شبکه برق مقادیر مصرف انرژی در ساعت‌های مختلف شبانه‌روز متفاوت است. نیروگاه‌های تلمبه - ذخیره‌ای وظیفه انتقال مقادیر انرژی اضافی تولید شده در زمان مصرف انرژی کم به زمان‌های اوج مصرف را برعهده دارند. این کار از طریق تلمبه آب ذخیره

شده از سد پایین دست به سد بالادست در زمان مصرف کم، میسر است. در طول ساعات روز، زمانی که نیاز مصرف بسیار بیشتر از توان تولیدی نیروگاه‌های شبکه است، توربین‌های نیروگاه تلمبه - ذخیره‌ای مانند نیروگاه‌های معمولی برق - 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 تلمبه کردن دوباره آب به دریاچه بالایی از کجا تأمین می‌شود؟

ت) چه نوع تبدیل انرژی هنگام جریان یافتن آب از دریاچه بالایی به دریاچه پایینی انجام می‌شود؟

مسئله‌ها

۱ با توجه به جدول ۱-۲ 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 به طور متوسط، روزانه ۱۲۰۰۰ kJ انرژی مصرف می‌کند. آیا این شخص می‌تواند انرژی مورد نیازش در یک روز را با مصرف مواد زیر تأمین کند؟ (از جدول ۱-۱ 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 سیب زمینی پخته، ۱۰۰ g کرفس.

۳ انرژی جنبشی اجسام زیر را به دست آورید.

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

ب) گلوله‌ای به جرم ۲۰ g که با سرعت ۲۰۰ m/s از دهانه 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 3×10^4 m/s به دور خورشید می‌چرخد. (حرکت چرخشی زمین به دور خودش را در نظر نگیرید. جرم زمین تقریباً 6×10^{24} kg است)

ث) الکترونی که با سرعت 5×10^7 m/s در حالت حرکت است. ($m_e \approx 9 \times 10^{-31}$ kg)

۴ یک بازیکن حرفه‌ای با شوت کردن یک توپ ۵/۰ کیلوگرمی، به آن انرژی‌ای معادل $156/25 J$ می‌دهد. سرعت این توپ هنگام جدا شدن از پای بازیکن چند m/s است؟

۵ جرم خودرویی با راننده حدود $1300 kg$ است.

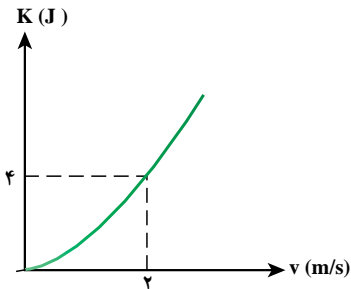
الف) انرژی جنبشی این خودرو و راننده‌اش وقتی با سرعت $54 km/h$ در حرکت باشد چقدر است؟

ب) اگر راننده سرعت خودرو را به دو برابر (یعنی $108 km/h$) برساند انرژی جنبشی چند برابر می‌شود؟

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

الف) جرم این جسم چقدر است؟

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



۷ بهداد سلیمی قهرمان وزنه‌برداری سنگین وزن جهان، وزنه 247 کیلوگرمی را در حرکت

دو ضرب تا ارتفاع تقریباً 2 متری سطح زمین بالا برده است.

الف) انرژی پتانسیل گرانشی ذخیره شده در وزنه 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 تویی به جرم $200 g$ را با سرعت $10 m/s$ 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 20 گرم با سرعت $200 m/s$ به مانع برخورد می‌کند و در آن فرورفته و متوقف می‌شود.

انرژی درونی گلوله و مانع چقدر افزایش می‌یابد؟

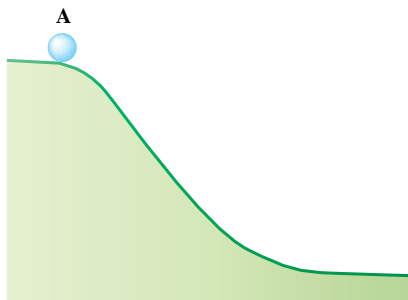
۱۰ مطابق شکل روبه‌رو جسمی به جرم یک کیلوگرم در نقطه A از حال سکون رها

می‌شود. اگر ارتفاع نقطه A از پایین تپه 50 متر باشد:

الف) سرعت آن در پایین تپه چقدر است؟ از اصطکاک چشم‌پوشی شود.

ب) اگر 20 درصد انرژی پتانسیل گرانشی که جسم در مسیر از دست می‌دهد در اثر

اصطکاک تلف شود، سرعت جسم در پایین تپه چقدر می‌شود؟



۱۱ گلوله‌ای به جرم یک کیلوگرم به فنر نزدیک شده و با سرعت $6 m/s$ 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 دریاچه بالایی حدود 200 متر بالاتر از توربین نزدیک دریاچه پایینی است.

الف) سرعت برخورد آب با توربین، تقریباً چقدر است؟

ب) اگر در هر دقیقه حدود 20 تن آب به مجموعه توربین‌ها برخورد کند و بازده توربین‌ها حدود 40 درصد باشد، توان این نیروگاه

چقدر است؟

پ) اگر برق مصرفی یک خانواده به طور متوسط $1600 W$ باشد، این نیروگاه برق چند خانواده را می‌تواند تأمین کند؟

۱ اندازه‌گیری‌های انجام شده توسط فضاییماهای خارج از جو زمین نشان می‌دهد که مقدار انرژی ناشی از تابش خورشید در هر ثانیه به ازای هر متر مربع 1360 ژول است. با باتری‌های خورشیدی می‌توان انرژی خورشیدی را به‌طور مستقیم به انرژی الکتریکی تبدیل کرد. اما بازده این باتری‌ها بسیار کم است (حدود 10° الی 20° درصد). اگر مساحت هریک از صفحه‌های خورشیدی تلسکوپی 25m^2 و بازده صفحه‌های خورشیدی 14 درصد فرض شود، توان الکتریکی تولید شده توسط این صفحه‌های خورشیدی چقدر است؟

۲ در یک نیروگاه برق آبی، آب دریاچه پشت سد بالایی حدود 300 متر بالاتر از توربین در دریاچه 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 30 تن آب به مجموعه توربین‌ها برخورد کند و بازده توربین‌ها را 50 درصد فرض کنیم، توان این نیروگاه چقدر است؟

۳ شخصی یک توپ به جرم 300g را از روی پلی که ارتفاع آن از سطح آب 12m است،

رها می‌کند.

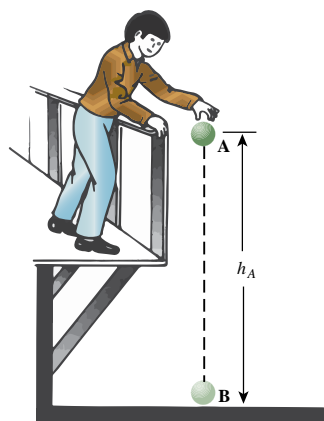
الف) سرعت برخورد توپ با سطح آب چه مقدار است؟ (از مقاومت هوا چشم‌پوشی می‌شود).

ب) اگر 20 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 300g نبود، آیا سرعت برخورد توپ با آب در حالت الف تغییر

می‌کرد؟ چرا؟



۴ شکل زیر مسیر حرکت جسمی را نشان می‌دهد که از نقطه A رها شده است. اگر جرم جسم

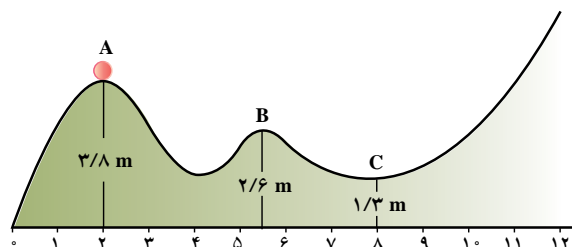
2kg باشد؛

الف) به‌طور کیفی در مورد تغییر سرعت جسم از نقطه 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 2kg است و با سرعت $1/8\text{m/s}$ به فنر برخورد می‌کند.

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

ب) در بازگشت، وقتی انرژی پتانسیل کشسانی فنر 2J است، سرعت مکعب چقدر است؟ (از

اتلاف انرژی چشم‌پوشی می‌شود).

