

جرم: یکای جرم در SI، کیلوگرم (kg) نامیده می‌شود و به صورت جرم استوانه‌ای فلزی از جنس آلیاژ پلاتین – ایریدیوم تعریف شده است. **جرم** این استوانه که به دقت درون دو حباب شیشه‌ای جای گرفته، کیلوگرم استاندارد بین‌المللی است که در موزه سِور فرانسه نگهداری می‌شود^۱. نسخه‌های کاملاً مشابهی از این نمونه ساخته و برای کشورهای دیگر ارسال شده است (شکل ۱-۷).

در علوم سال هفتم با ابزارهای اندازه‌گیری جرم آشنا شدید. مقادیر تقریبی برخی جرم‌ها در جدول ۱-۴ آمده است.

جرم : یکای جرم در SI، کیلوگرم (kg) نامیده می‌شود. تا پیش از بیست‌وششمین مجمع عمومی اوزان و مقیاس‌ها، یک کیلوگرم به صورت جرم استوانه‌ای فلزی از جنس آلیاژ پلاتین – ایریدیوم تعریف شده بود. این استوانه به دقت درون دو حباب شیشه‌ای جای گرفته است و در موزه سِؤر فرانسه نگهداری می‌شود^۱. نسخه‌های کاملاً مشابهی از این نمونه ساخته و برای کشورهای دیگر ارسال شده است (شکل ۱-۷).

در علوم سال هفتم با ابزارهای اندازه‌گیری جرم آشنا شدید. مقادیر تقریبی برخی جرم‌ها در جدول ۱-۴ آمده است.

- ۱۹ الف) ستاره‌های کوتوله سفید بسیار چگال هستند و چگالی آنها در SI حدود ۱۰۰ میلیون است. اگر شما یک قوطی کبریت از ماده تشکیل دهنده این ستاره‌ها در اختیار داشتید، جرم آن چند کیلوگرم می‌شد؟ ابعاد قوطی کبریت را با خط‌کش اندازه‌گیری کنید.
- ب) اگر جمعیت کره زمین ۷ میلیارد نفر، جرم میانگین هر نفر ۶۰ کیلوگرم و ماده تشکیل دهنده انسان‌ها از جنس ستاره‌های کوتوله سفید فرض شود (فرضی ناممکن!)، ابعاد یک اتاق چقدر باشد تا همه انسان‌ها در آن جای گیرند؟

- ۱۹ الف) ستاره‌های کوتوله سفید بسیار چگال هستند و چگالی آنها در SI حدود ۱۰۰ میلیون است. اگر شما یک قوطی کبریت از ماده تشکیل‌دهنده این ستاره‌ها در اختیار داشتید، جرم آن چند کیلوگرم می‌شد؟ ابعاد قوطی کبریت را با خط‌کش اندازه‌گیری کنید.
- ب) اگر جمعیت کره زمین حدود ۸ میلیارد نفر، جرم میانگین هر نفر ۶۰ کیلوگرم و ماده تشکیل‌دهنده انسان‌ها از جنس ستاره‌های کوتوله سفید فرض شود (فرضی ناممکن!)، ابعاد یک اتاق چقدر باشد تا همه انسان‌ها در آن جای گیرند؟

ذرات سازنده جامدهای بی‌شکل (آئورف) برخلاف جامدهای بلورین، در طرح‌های منظمی کنار هم قرار ندارند. وقتی مایعی به سرعت سرد شود معمولاً جامد بی‌شکل به وجود می‌آید. در این فرایند سردسازی سریع، ذرات فرصت کافی ندارند تا در طرحی منظم، مرتب شوند. بنابراین در طرح نامنظمی که در حالت مایع داشتند باقی می‌مانند. شبیه، مثالی از یک جامد بی‌شکل است (شکل ۲-۲-ب).

ذرات سازنده جامدهای بی شکل (آمورف) برخلاف جامدهای بلورین، در طرح‌های منظمی کنار هم قرار ندارند. شیشه، مثالی از یک جامد بی شکل است (شکل ۲-۳-ب). ماهیت آمورف شیشه‌های طبیعی کاملاً پایدار است. گروه دیگری از مواد هستند که وقتی در حالت مایع یا بخار به سرعت سرد شوند جامد بی شکل به وجود می‌آید ولی وقتی این مواد تا دمای معینی گرم شوند به سرعت ساختار بلورین پیدا می‌کنند. فلزات مثالی از این دسته مواد هستند. در این فرایند سردسازی سریع، ذرات فرصت کافی ندارند تا در طرحی منظم، مرتب شوند. بنابراین در طرح نامنظمی که در حالت مایع داشتند باقی می‌مانند.

مایع : مولکول‌های مایع نظم و تقارن جامدهای بلورین را ندارند و به صورت نامنظم

و نزدیک به یکدیگر قرار گرفته‌اند. مایع به راحتی جاری می‌شود و به شکل ظرف خودش

درمی‌آید. فاصله ذرات سازنده مایع و جامد تقریباً یکسان و در حدود یک آنگستروم است.

مایع : فاصله ذرات سازنده مایع و جامد تقریباً یکسان و در حدود یک آنگستروم است.

اما مولکول‌های مایع نظم و تقارن جامدهای بلورین را ندارند. مایع به راحتی جاری می‌شود

و به شکل ظرف خودش درمی‌آید.

الف) وقتی در شیشه عطری را در گوشه‌ای از اتاق باز می‌کنید، پس از چند ثانیه ذرات عطر در همه جای اتاق پخش و بوی آن حس می‌شود. با توجه به شکل روبه‌رو این پدیده را چگونه توجیه می‌کنید؟ چرا پدیده پخش در گازها سریع‌تر از مایع‌ها رخ می‌دهد؟

ب) هوای اطراف کره زمین، آمیزه‌ای از نیتروژن (۷۸ درصد)، اکسیژن (۲۱ درصد)، کربن دی‌اکسید، بخار آب و مقدار کمی گازهای بی‌اثر (کریپتون، نئون و هلیم) است. این مولکول‌ها به طور کاتوره‌ای و با تنیدی زیاد همواره در حرکت‌اند. برخورد مولکول‌های هوا به یکدیگر سبب پخش آنها می‌شود. اهمیت این پدیده را برای حیات روی کره زمین توضیح دهید.

وقتی در شیشه عطری را در گوشه‌ای از اتاق باز می‌کنید، پس از چند ثانیه ذرات عطر در همه جای اتاق پخش و بوی آن حس می‌شود. با توجه به شکل روبه‌رو این پدیده را چگونه توجیه می‌کنید؟ چرا پدیده پخش در گازها سریع‌تر از مایع‌ها رخ می‌دهد؟



شکل روبه‌رو خروج قطره‌های روغن با دمای متفاوت را از دهانه دو قطره‌چکان نشان می‌دهد.

الف) توضیح دهید در کدام شکل دمای قطره‌های روغن کمتر است.

ب) افزایش دما چه تأثیری بر نیروی هم‌چسبی مولکول‌های یک مایع می‌گذارد؟

پ) چرا هنگام شستن ظروف، افزودن مایع ظرف‌شویی، ترجیح می‌دهیم از آب گرم

نیز استفاده کنیم؟

شکل رویه‌رو خروج قطره‌های روغن با دمای متفاوت را از دهانه دو قطره‌چکان نشان می‌دهد.

الف) افزایش دما چه تأثیری بر نیروی هم‌چسبی مولکول‌های یک مایع می‌گذارد؟

ب) توضیح دهید در کدام شکل دمای قطره‌های روغن کمتر است.

پ) چرا هنگام شستن ظروف، افزون بر استفاده از مایع ظرف‌شویی، ترجیح می‌دهیم از آب گرم

نیز استفاده کنیم؟

در هواشناسی و روی نقشه های آب و هوا، معمولاً از یکای بار (bar) برای فشار هوا استفاده می کنند. به طوری که داریم:

$$1 \text{ bar} = 1/000 \times 10^5 \text{ N/m}^2 = 1/000 \times 10^5 \text{ Pa}$$

یک ستون به سطح مقطع 1 m^2 در نظر بگیرید که از سطح دریای آزاد تا بالاترین بخش جو زمین ادامه می یابد (شکل روبه رو). اگر فشار هوا را در سطح دریا 1 bar در نظر بگیریم، چند کیلوگرم هوا در این ستون فرضی وجود دارد؟ با توجه به شکل ۲-۱۶ ب، چند درصد این جرم تا ارتفاع ۹ کیلومتری این ستون فرضی قرار دارد؟

در هواشناسی و روی نقشه های آب و هوا، معمولاً از یکای بار (bar) برای فشار هوا استفاده می کنند. به طوری که داریم:

$$1 \text{ bar} = 1/000 \times 10^5 \text{ N/m}^2 = 1/000 \times 10^5 \text{ Pa}$$

یک ستون فرضی از هوا به سطح مقطع 1 m^2 در نظر بگیرید که از سطح دریای آزاد تا بالاترین بخش جو زمین ادامه می یابد (شکل روبه رو). اگر فشار هوا را در سطح دریا 1 bar در نظر بگیریم، چند کیلوگرم هوا در این ستون فرضی وجود دارد؟ با توجه به شکل ۲-۱۶-ب، چند درصد این جرم تا ارتفاع ۹ کیلومتری این ستون فرضی قرار دارد؟

الف) توضیح دهید چرا توربجلی در آزمایش خود ترجیح داد به جای آب از جیوه استفاده کند؟ (ممکن است شکل الف بتواند در پاسخ به این پرسش به شما کمک کند).

ب) برای لوله‌های غیرمویین، اگر سطح مقطع و طول لوله‌ها متفاوت باشد، ارتفاع ستون جیوه تغییر نمی‌کند (شکل ب). علت را توضیح دهید.

پ) در قلم خودکار، جوهر از طریق یک لوله وارد نوک قلم شده و در آنجا توسط یک گوی فلزی ضد زنگ غلتان، روی ورقه کاغذ پخش می‌شود. در بدنه لاک‌پشت یا درپوش بالایی این نوع قلم‌های خودکار، سوراخ ریزی ایجاد می‌کنند (شکل پ). دلیل این کار را توضیح دهید.

(الف) توضیح دهید چرا تورپچلی در آزمایش خود ترجیح داد به جای آب از جیوه استفاده کند؟ (ممکن است شکل الف بتواند در پاسخ به این پرسش به شما کمک کند.)

(ب) در آزمایش تورپچلی از لوله‌های غیرمویین استفاده می‌شود. شکل (ب) این آزمایش را با سه لوله با سطح مقطع و طول متفاوت نشان می‌دهد. توضیح دهید چرا ارتفاع ستون جیوه در سه لوله برابر است.

(پ) در قلم خودکار، جوهر از طریق یک لوله وارد نوک قلم شده و در آنجا توسط یک گوی فلزی ضد زنگ غلتان، روی ورقه کاغذ پخش می‌شود. در بدنه لاک‌پشت یا درپوش بالایی این نوع قلم‌های خودکار، سوراخ‌ریزی ایجاد می‌کنند (شکل پ). دلیل این کار را توضیح دهید.

شکل روبه‌رو یک کیسه پلاستیکی حاوی محلولی را نشان می‌دهد که در حال تزریق به یک بیمار است. سوزن سرنگی را به قسمت خالی از مایع بالای این کیسه وارد می‌کنند طوری که فشار هوا در این بخش از کیسه همواره با فشار هوای بیرون برابر بماند. اگر فشار پیمانه‌ای در سیاهرگ 1330 پاسکال باشد، ارتفاع کمینه h چقدر باشد تا محلول در سیاهرگ نفوذ کند؟ چگالی محلول را 1045 kg/m^3 بگیرید.

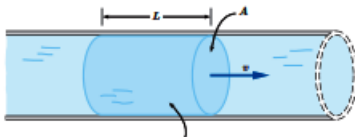
شکل روبه‌رو یک کیسه پلاستیکی حاوی محلولی را نشان می‌دهد که در حال تزریق به یک بیمار است. سوزن سرنگی را به قسمت خالی از مایع بالای این کیسه وارد می‌کنند طوری که فشار هوا در این بخش از کیسه همواره با فشار هوای بیرون برابر بماند. اگر ارتفاع کیسه نسبت به دست بیمار 120 cm باشد، فشار پیمانه‌ای این مایع در محل تزریق چند میلی‌متر جیوه است؟ چگالی محلول را 1050 kg/m^3 بگیرید.



دانیل برنولی، فیزیک‌دان و ریاضی‌دان سوئیسی، متوجه شد که در جاهایی از لوله که جریان آب تندتر است، فشار^۱ کمتر است. برنولی همچنین متوجه شد که این اصل نه تنها برای مایع‌ها، بلکه برای گازها نیز برقرار است. **اصل برنولی** برای شاره‌ای که به طور لایه‌ای و در امتداد افق حرکت می‌کند به صورت زیر بیان می‌شود:

در مسیر حرکت شاره، با افزایش تندی شاره، فشار آن کاهش می‌یابد.

آهنگ شارش حجمی شاره: شکل ۲-۲۵ جریان یکنواخت شاره‌ای را نشان می‌دهد که با تندی v درون لوله‌ای با سطح مقطع A در حرکت است.



حجم این بخش شاره برابر AL است.

شکل ۲-۲۵ آهنگ شارش حجمی
درون یک لوله، به صورت نسبت حجم شاره جابه‌جا شده به زمان تعریف می‌شود.

برای شارش تراکم‌ناپذیر، اگر در بازه زمانی Δt ، حجم معینی از شاره ($\Delta V = AL$) از مقطع A این لوله عبور کند، **آهنگ شارش حجمی شاره** از این مقطع فرضی، از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$(2-5) \quad \text{آهنگ شارش حجمی شاره} = \frac{\text{حجم شاره}}{\text{زمان}} = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{AL}{\Delta t} = Av$$

دانیل برنولی (۱۷۰۰-۱۷۸۲م) یکی از فیزیک‌دانان و ریاضی‌دانان نامدار سوئیسی است. پدر و برخی دیگر از اعضای قابل وی، چهره‌های سرشناسی در دانش ریاضیات زمان خود بودند. هرچند برنولی در ریاضیات، پزشکی و آمار تلاش‌هایی داشته است اما دلیل اصلی شهرت وی، اصلی موسوم به اصل برنولی است که در اثر معروفش به نام هیدرودینامیکا به آن پرداخته است. این اصل امکان درک گستره وسیعی از پدیده‌های مختلف را تا کنون در اختیار بشر قرار داده است.

۱- اگرچه در صفحه ۳۳ فشار برای شاره ساکن تعریف شده است، اما این تعریف برای شاره در حال حرکت نیز به کار می‌رود.

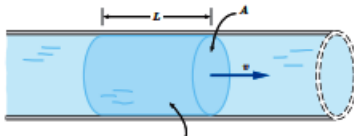


دانیل برنولی (۱۷۸۲-۱۷۰۰م) یکی از فیزیک‌دانان و ریاضی‌دانان نامدار سوئیس است. پدر و برخی دیگر از اعضای فامیل وی، چهره‌های سرشناسی در دانش ریاضیات و فیزیک بودند. هرچند برنولی در ریاضیات، پزشکی و آمار تلاش‌هایی داشته است اما دلیل اصلی شهرت وی، اصلی موسوم به اصل برنولی است که در اثر معروفش به نام هیدرودینامیکا به آن پرداخته است. این اصل امکان درک گستره وسیعی از پدیده‌های مختلف را تاکنون در اختیار بشر قرار داده است.

دانیل برنولی، فیزیک‌دان و ریاضی‌دان سوئیس، متوجه شد که در جاهایی از لوله که جریان آب تندتر است، فشار کمتر است. برنولی همچنین متوجه شد که این نتیجه به تنها برای مایع‌ها، بلکه برای گازها نیز برقرار است. بیان ساده اصل برنولی برای شاره‌ای که به طور لایه‌ای و در امتداد افق حرکت می‌کند به صورت زیر است.^۱

در مسیر حرکت شاره، با افزایش تندی شاره، فشار آن کاهش می‌یابد.

آهنگ شارش حجمی شاره: شکل ۲-۲۵ جریان یکنواخت شاره‌ای را نشان می‌دهد که با تندی v درون لوله‌ای با سطح مقطع A در حرکت است.



حجم این بخش شاره برابر AL است.

شکل ۲-۲۵ آهنگ شارش حجمی
درون یک لوله، به صورت ثابت حجم شاره جابه‌جا شده به زمان تعریف می‌شود.

برای شارش تراکم‌ناپذیر، اگر در بازه زمانی Δt ، حجم معینی از شاره ($\Delta V = AL$) از مقطع A این لوله عبور کند، **آهنگ شارش حجمی شاره** از این مقطع فرضی، از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$(2-5) \quad \text{آهنگ شارش حجمی شاره} = \frac{\text{حجم شاره}}{\text{زمان}} = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{AL}{\Delta t} = Av$$

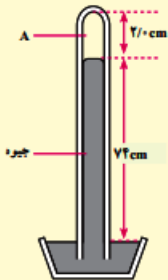
۱- اگرچه در صفحه ۳۳ فشار برای شارش ساکن تعریف شده است، اما این تعریف برای شارش در حال حرکت نیز به کار می‌رود.

۲- معادله برنولی که برای بررسی حرکت لایه‌ای شارش آرامانی است، حرکت غیراقتنی شاره را نیز شامل می‌شود و رابطه ریاضی بین فشار، چگالی، تندی و ارتفاع شاره در هر نقطه از مسیر حرکت شاره را نشان می‌دهد.

۸ نوعی ماهی به نام ماهی کمان گیر^۱ با جمع کردن آب در دهان خود و پرتاب آن به سوی حشراتی که در بیرون از آب، روی گیاهان نشسته‌اند، آنها را شکار می‌کند و می‌خورد. هدف‌گیری آنها به اندازه‌ای دقیق است که معمولاً در این کار اشتباه نمی‌کنند. کدام ویژگی فیزیکی آب این امکان را به ماهی کمان گیر برای شکار می‌دهد؟



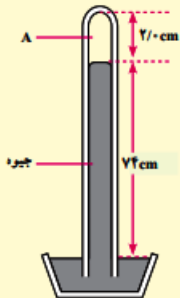
۱۰ شکل زیر یک جوسنج ساده جیوه‌ای را نشان می‌دهد. (ضخامت دیواره شیشه‌ای را نادیده بگیرید.)



۸ نوعی ماهی به نام ماهی کمان گیر^۱ با جمع کردن آب در دهان خود و پرتاب آن به سوی حشراتی که در بیرون از آب، روی گیاهان نشسته‌اند، آنها را شکار می‌کند و می‌خورد. هدف‌گیری آنها به اندازه‌ای دقیق است که معمولاً در این کار اشتباه نمی‌کنند. کدام ویژگی فیزیکی آب این امکان را به ماهی کمان گیر برای شکار می‌دهد؟



۱۰ شکل زیر یک جوسنج ساده جیوه‌ای را نشان می‌دهد.



در این رابطه F اندازه نیروی وارد بر جسم و dx اندازه جابه جایی آن است. کار، همان یکای انرژی را دارد و کمیتی نرده‌ای است. برای استفاده از این رابطه به منظور محاسبه کار باید به دو نکته توجه کرد. اول آنکه، نیروی ثابت وارد بر جسم، باید با جابه جایی آن هم جهت باشد و دوم آنکه، باید بتوان

جسم را مانند یک ذره فرض کرد (بخش مدل سازی را در فصل اول ببینید).

در این رابطه F اندازه نیروی وارد بر جسم و d اندازه جابه جایی آن است. کار، همان یکای انرژی را دارد و کمیتی نرده‌ای است. برای استفاده از این رابطه به منظور محاسبه کار باید به دو نکته توجه کرد. اول آنکه، نیروی ثابت وارد بر جسم، باید با جابه جایی آن هم جهت باشد و دوم آنکه، باید بتوان از هر گونه چرخش یا تغییر شکل جسم صرف نظر کرد.

تمرین ۳-۴ را دوباره ببینید. کار انجام شده توسط ورزشکار را روی وزنه برای حالتی حساب کنید که ورزشکار با وارد کردن همان نیروی $\vec{F}$ ، وزنه را به آرامی پایین می‌آورد (شکل روبه رو). توضیح دهید که در این دو حالت، چه تفاوتی بین مقادیر به دست آمده برای کار انجام شده توسط ورزشکار وجود دارد.

تمرین ۳-۳ را دوباره ببینید. کار انجام شده توسط ورزشکار را روی وزنه برای حالتی حساب کنید که ورزشکار با وارد کردن همان نیروی $\vec{F}$ ، وزنه را به آرامی پایین می‌آورد (شکل روبه‌رو). توضیح دهید که در این دو حالت، چه تفاوتی بین کار انجام شده توسط ورزشکار وجود دارد.

کار کل: اگر به جای یک نیرو، چند نیرو بر جسمی وارد شود، با استفاده از رابطه ۲-۲، کار انجام شده توسط هر نیرو را به طور جداگانه محاسبه می‌کنیم. سپس با جمع جبری کار انجام شده توسط تک‌تک نیروها کار کل (W_r) را می‌یابیم.

کار کل : اگر به جای یک نیرو، چند نیرو بر جسمی وارد شود، با استفاده از رابطه ۲-۳، کار انجام شده توسط هر نیرو را به طور جداگانه محاسبه می‌کنیم. سپس با جمع جبری کار انجام شده توسط تک تک نیروها کار کل (W_R) را می‌یابیم. می‌توان نشان داد کار کل انجام شده روی جسم با

کار نیروی خالص وارد بر جسم، برابر است.

انرژی پتانسیل، کمیتی مربوط به یک سامانه است. در اغلب موارد وقتی دو یا چند جسم به یکدیگر نیرو وارد می کنند به دلیل موقعیت مکانی شان در سامانه، انرژی پتانسیل دارند. از نظر تاریخی، اصطلاح انرژی پتانسیل را نخستین بار ویلیام رانکین در میانه قرن نوزدهم (۱۸۵۳ م) معرفی کرد؛ هر چند دانشمندان دیگری پیش از وی، به گونه ای مفهوم آن را به کار برده بودند. اواخر قرن ۱۷، کریستیان هویگنس، کتابی درباره حرکت نوشت و در آن به نوعی به انرژی پتانسیل اشاره کرد. با وجود این، اصطلاح انرژی پتانسیل را به کار نبرده بود و به اهمیت آن نیز پی نبرده بود. همچنین، لاگرانژ، لاپلاس، بواسون و گرین از برجسته ترین دانشمندان زمان خود، در اواخر قرن ۱۸ و اوایل قرن ۱۹، مفهوم پتانسیل الکتریکی را در فرمول بندی ریاضی اثرات الکتریکی به کار برده بودند.

انرژی پتانسیل، کمیتی مربوط به یک سامانه است. در برخی موارد وقتی دو یا چند جسم به یکدیگر نیرو وارد می‌کنند به دلیل موقعیت مکانی‌شان در سامانه، انرژی پتانسیل دارند. از نظر تاریخی، اصطلاح انرژی پتانسیل را نخستین بار ویلیام رانکین در میانه قرن نوزدهم (۱۸۵۳ م) معرفی کرد؛ هر چند دانشمندان دیگری پیش از وی، به گونه‌ای مفهوم آن را به کار برده بودند. اواخر قرن ۱۷، کریستیان هویگنس، کتابی دربارهٔ حرکت نوشت و در آن به نوعی به انرژی پتانسیل اشاره کرد. با وجود این، اصطلاح انرژی پتانسیل را به کار نبرده بود و به اهمیت آن نیز پی نبرده بود. همچنین، لاگرانژ، لاپلاس، پواسون و گرین از برجسته‌ترین دانشمندان زمان خود، در اواخر قرن ۱۸ و اوایل قرن ۱۹، مفهوم پتانسیل الکتریکی را در فرمول‌بندی ریاضی اثرات الکتریکی به کار برده بودند.

توجه: انرژی پتانسیل گرانشی، یک ویژگی مشترک جسم و زمین است و برای سامانه‌ای متشکل از این دو، تعریف می‌شود. بنابراین، $U = mgh$ را باید انرژی پتانسیل گرانشی سامانه جسم - زمین بخوانیم؛ زیرا اگر زمین ثابت بماند و جسم از زمین دور شود، U افزایش می‌یابد و اگر جسم به زمین نزدیک شود U کاهش می‌یابد. توجه کنید که رابطه $U = mgh$ شامل هر دو ویژگی جسم (جرم آن m) و زمین (مقدار g) است. (برخی مواقع و صرفاً برای سادگی در گفتار، به انرژی پتانسیل گرانشی سامانه جسم - زمین، انرژی پتانسیل گرانشی جسم نیز می‌گویند.)

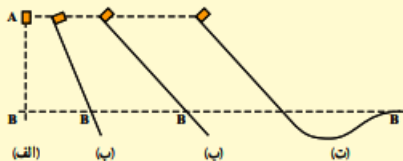
هنگامی که با انرژی پتانسیل گرانشی سر و کار داریم می‌توانیم $h = 0$ را در هر ارتفاعی انتخاب کنیم؛ زیرا اگر مبدأ انرژی پتانسیل گرانشی را انتقال دهیم، مقدارهای h_1 و h_2 تغییر می‌کنند و همین‌طور مقدارهای U_1 و U_2 . ولی باید توجه داشته باشیم که این انتقال مبدأ، تأثیری بر **اختلاف** ارتفاع $h_2 - h_1$ یا بر **اختلاف** انرژی پتانسیل گرانشی $U_2 - U_1 = mg(h_2 - h_1)$ ندارد.

توجه: انرژی پتانسیل گرانشی، یک ویژگی مشترک جسم و زمین است و برای سامانه‌ای متشکل از این دو، تعریف می‌شود. بنابراین، $U = mgh$ را باید انرژی پتانسیل گرانشی سامانه جسم - زمین بخوانیم؛ زیرا اگر زمین ثابت بماند و جسم از زمین دور شود، U افزایش می‌یابد و اگر جسم به زمین نزدیک شود U کاهش می‌یابد. توجه کنید که رابطه $U = mgh$ شامل هر دو ویژگی جسم (جرم آن m) و زمین (مقدار g) است. (برخی مواقع و صرفاً برای سادگی در گفتار، به انرژی پتانسیل گرانشی سامانه جسم - زمین، انرژی پتانسیل گرانشی جسم نیز می‌گویند.)

هنگامی که با انرژی پتانسیل گرانشی سر و کار داریم می‌توانیم $h = 0$ را در هر ارتفاعی انتخاب کنیم؛ زیرا اگر مبدأ انرژی پتانسیل گرانشی را انتقال دهیم، مقدارهای h_1 و h_2 تغییر می‌کنند و همین طور مقدارهای U_1 و U_2 . ولی باید توجه داشته باشیم که این انتقال مبدأ، تأثیری بر تغییر ارتفاع $h_2 - h_1$ یا بر تغییر انرژی پتانسیل گرانشی $U_2 - U_1 = mg(h_2 - h_1)$ ندارد.

چون نقطه‌های (۱) و (۲) در مسیر حرکت جسم در شکل ۷-۳ اختیاری‌اند، نتیجه می‌گیریم با نادیده گرفتن نیروی مقاومت هوا، انرژی مکانیکی در تمام نقاط مسیر مقدار یکسانی دارد و پایسته می‌ماند. این نتیجه، اصل پایستگی انرژی مکانیکی نام دارد و برای شرایطی که بتوان اثر ناشی از نیروهای مانند اصطکاک و مقاومت هوا را نادیده گرفت، کاربرد دارد.

پوش ۳-۳



شکل روبه‌رو، چهار وضعیت متفاوت را برای حرکت جسمی نشان می‌دهد. در وضعیت الف، جسم از حال سکون سقوط می‌کند و در سه وضعیت دیگر جسم از حال سکون روی مسیری بدون اصطکاک و رو به پایین حرکت می‌کند. تندی جسم را در نقطه B برای هر چهار وضعیت با هم مقایسه کنید.

مثال ۳-۱۱

شکل روبه‌رو ورزشکاری را در حال پرتاب توپ بسکتبالی با تندی $v_1 = 7/0 \text{ m/s}$ به طرف سبد نشان می‌دهد. تندی توپ هنگام رسیدن به دهانه سبد چقدر است؟ مقاومت هوا را هنگام حرکت توپ نادیده بگیرید.

پاسخ: چون اثر نیروی مقاومت هوا را در حین حرکت توپ ناچیز فرض کردیم، پایستگی انرژی مکانیکی برقرار است. لذا از رابطه ۷-۳ می‌توان نوشت:

$$K_1 + U_1 = K_2 + U_2 \Rightarrow \frac{1}{2}mv_1^2 + mgh_1 = \frac{1}{2}mv_2^2 + mgh_2$$

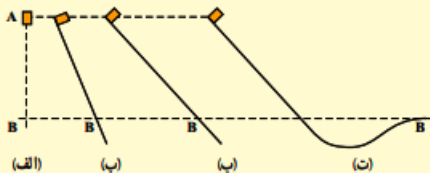
با حذف m از طرفین معادله بالا، و جایگذاری مقادیر داده شده داریم:

$$\frac{1}{2}(7/0 \text{ m/s})^2 + (9/8 \text{ m/s}^2)(2/0 \text{ m}) = \frac{1}{2}v_2^2 + (9/8 \text{ m/s}^2)(3/0 \text{ m})$$

با حل معادله بالا، تندی توپ در دهانه سبد تقریباً برابر $v_2 = 5/4 \text{ m/s}$ به دست می‌آید.

چون نقطه‌های (۱) و (۲) در مسیر حرکت جسم در شکل ۷-۳ اختیاری‌اند، نتیجه می‌گیریم با نادیده گرفتن نیروی مقاومت هوا، انرژی مکانیکی در تمام نقاط مسیر مقدار یکسانی دارد و پایسته می‌ماند. این نتیجه، اصل پایستگی انرژی مکانیکی نام دارد. در مواردی شبیه این، که هنگام حرکت جسم فقط نیروی وزن کار انجام می‌دهد، انرژی مکانیکی جسم در نقاط مختلف مسیر یکسان است.^۱

پوش ۳-۲



شکل روبه‌رو، چهار وضعیت متفاوت را برای حرکت جسمی نشان می‌دهد. در وضعیت الف، جسم از حال سکون سقوط می‌کند و در سه وضعیت دیگر جسم از حال سکون روی مسیری بدون اصطکاک و رو به پایین حرکت می‌کند. تندی جسم را در نقطه B برای هر چهار وضعیت با هم مقایسه کنید.

مثال ۳-۱۱

شکل روبه‌رو ورزشکاری را در حال پرتاب توپ بسکتبالی با تندی $v_1 = 7/0 \text{ m/s}$ به طرف سبد نشان می‌دهد. تندی توپ هنگام رسیدن به دهانه سبد چقدر است؟ مقاومت هوا را هنگام حرکت توپ نادیده بگیرید.

پاسخ: چون اثر نیروی مقاومت هوا را در حین حرکت توپ ناچیز فرض کردیم، پایستگی انرژی مکانیکی برقرار است. لذا از رابطه ۳-۷ می‌توان نوشت:

$$K_1 + U_1 = K_2 + U_2 \Rightarrow \frac{1}{2}mv_1^2 + mgh_1 = \frac{1}{2}mv_2^2 + mgh_2$$

با حذف m از طرفین معادله بالا، و جایگذاری مقادیر داده شده داریم:

$$\frac{1}{2}(7/0 \text{ m/s})^2 + (9/8 \text{ m/s}^2)(2/0 \text{ m}) = \frac{1}{2}v_2^2 + (9/8 \text{ m/s}^2)(3/0 \text{ m})$$

با حل معادله بالا، تندی توپ در دهانه سبد تقریباً برابر $v_2 = 5/4 \text{ m/s}$ به دست می‌آید.

۱- در مواردی که انرژی پتانسیل الکتریکی یا انرژی پتانسیل کشسانی برای سامانه تعریف می‌شود و کار نیروهای انلاقی و نیروهای دیگر (نیروهای که برای کار انجام شده توسط آنها، تغییر انرژی پتانسیل تعریف نمی‌شود) صفر است، نیز انرژی مکانیکی پایسته می‌ماند که در سال‌های بعد، با آنها آشنا می‌شویم.

همان طور که طرح واره شکل ۳-۱۰ نشان می دهد تنها بخشی از انرژی ورودی قابل استفاده است که به آن انرژی خروجی یا کار مفید می گویند. نسبت انرژی خروجی به انرژی ورودی را بازده می نامیم. معمولاً بازده هر سامانه را بر حسب درصد بیان می کنند، که همواره عددی کوچک تر از ۱۰۰ است. با توجه به تعریف بازده، از رابطه زیر می توان درصد بازده هر سامانه را به سادگی محاسبه کرد.

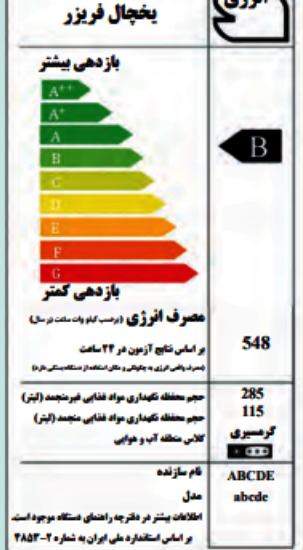
$$\text{بازده بر حسب درصد} = \frac{\text{انرژی خروجی}}{\text{انرژی ورودی}} \times 100 \quad (3-10)$$

همان طور که طرح واره شکل ۳-۱۰ نشان می‌دهد تنها بخشی از انرژی ورودی قابل استفاده است که به آن انرژی خروجی یا کار مفید می‌گویند. نسبت انرژی خروجی به انرژی ورودی را بازده می‌نامیم. معمولاً بازده هر سامانه را برحسب درصد بیان می‌کنند، که همواره عددی کوچک‌تر از ۱۰۰ است. از رابطه زیر می‌توان درصد بازده هر سامانه را به سادگی محاسبه کرد.

$$\text{بازده برحسب درصد} = \frac{\text{انرژی خروجی}}{\text{انرژی ورودی}} \times 100 \quad (3-10)$$

همان‌گونه که کمیت توان متوسط را برای کار انجام شده تعریف کردیم، می‌توانیم در انتقال‌های انرژی نیز کمیت توان را تعریف کنیم. اگر در مدت زمان Δt ، انرژی ΔE منتقل شده باشد، توان متوسط آن از نسبت ΔE به Δt به دست می‌آید.

همان‌طور که دیده می‌شود بهینه‌سازی مصرف انرژی از نظر اقتصادی نه تنها یک ضرورت است؛ بلکه از جنبه زیست محیطی نیز اهمیت بسزایی دارد. بهینه‌سازی مصرف انرژی به بیان ساده به مجموعه‌ای از راهکارها و عملکردها گفته می‌شود که منجر به کاهش مصرف مقدار انرژی در بخش‌های مختلفی از قبیل تولید، خدمات و مسکونی شود. به این منظور دولت‌ها تلاش می‌کنند تا برنامه‌های مختلفی را پس از برنامه‌ریزی دقیق و به خصوص توجه به جنبه‌های زیست محیطی آن به اجرا در آورند. برای مثال، یکی از موارد مهمی که در سال‌های اخیر در ایران از طرف مسئولان مورد تأکید نظری و عملی قرار گرفته است، تعیین ملاک‌هایی برای مصرف انرژی کلیه وسایل خانگی است که عملکرد آنها به انرژی وابسته است. حاصل این کار تهیه و تدوین پرچسب انرژی است که شامل اطلاعات مربوط به مصرف انرژی کالای تولید شده است (شکل روبه رو).



پرچسب مصرف انرژی مربوط به نوعی از یخچال فریزر. همان‌طور که دیده می‌شود شاخص مصرف انرژی این کالا، از رتبه A تا G، دارای رتبه B است که رتبه متوسطی محسوب می‌شود.



بازدهی بیشتر



بازدهی کمتر

مصرف انرژی (بر حسب کیلو وات ساعت در سال)

بر اساس نتایج آزمون در ۲۴ ساعت

(بر اساس انرژی مصرفی به جای استفاده از دستگاه یخچال)

548

حجم محفظه نگهداری مواد غذایی غیر منجمد (لیتر)
حجم محفظه نگهداری مواد غذایی منجمد (لیتر)
کلاس منطقه آب و هوایی

285

115

گره‌بندی



نام سازنده

ABCDE

مدل

abcde

اطلاعات بیشتر در دفترچه راهنمای دستگاه موجود است.

بر اساس استاندارد ملی ایران به شماره ۴۸۵۲-۲

همان‌طور که دیده می‌شود بهینه‌سازی مصرف انرژی از نظر اقتصادی نه تنها یک ضرورت است؛ بلکه از جنبه زیست محیطی نیز اهمیت بسزایی دارد. بهینه‌سازی مصرف انرژی به بیان ساده به مجموعه‌ای از راهکارها و عملکردها گفته می‌شود که منجر به کاهش مصرف مقدار انرژی در بخش‌های مختلفی از قبیل تولید، خدمات و استفاده‌های مسکونی شود. به این منظور دولت‌ها تلاش می‌کنند تا برنامه‌های مختلفی را پس از برنامه‌ریزی دقیق و به خصوص توجه به جنبه‌های زیست محیطی آن به اجرا در آورند. برای مثال، یکی از موارد مهمی که در سال‌های اخیر در ایران از طرف مسئولان مورد تأکید نظری و عملی قرار گرفته است، تعیین ملاک‌هایی برای مصرف انرژی کلیه وسایل خانگی است که عملکرد آنها به انرژی وابسته است. حاصل این کار تهیه و تدوین برچسب انرژی است که شامل اطلاعات مربوط به مصرف انرژی کالای تولید شده است (شکل روبه رو).

برچسب مصرف انرژی مربوط به نوعی از یخچال فریزر. همان‌طور که دیده می‌شود شاخص مصرف انرژی این کالا، از رتبه A تا G، دارای رتبه B است که رتبه متوسطی محسوب می‌شود.



۱۷ گلوله‌ای به جرم 50 g از دهانه تفنگی با تندی $1/5\text{ km/s}$ و ارتفاع $1/6\text{ m}$ از سطح زمین شلیک می‌شود. اگر گلوله با تندی $0/45\text{ km/s}$ به زمین برخورد کند،

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

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



۱۷ گلوله‌ای به جرم 50g از دهانه تفنگی با تندی $1/5\text{km/s}$ و ارتفاع $1/6\text{m}$ از سطح زمین شلیک می‌شود. اگر گلوله با تندی $0/45\text{km/s}$ به زمین برخورد کند،

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

ب) مقدار به‌دست آمده در قسمت الف) را با کار نیروی وزن

مقایسه کنید. از این مقایسه چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟

آورند. شکل زیر یکی از این مراکز را نشان می‌دهد که در ارتفاع 2050m از سطح دریای آزاد قرار دارد. در این مرکز، در هر ثانیه یک متر مکعب مواد نفتی از طریق لوله‌ای با قطر $32/0$ اینچ ($81/2\text{cm}$) توسط دو دستگاه پمپ (تلمبه) تا ارتفاع 2700m از

سطح دریای آزاد فرستاده می‌شود. اگر بازده هر یک از پمپ‌های این مرکز حدود 28 درصد باشد، توان ورودی هر یک از آنها بر حسب مگاوات (MW) و اسب بخار (hp) چقدر است؟ (چگالی مواد نفتی را 860kg/m^3 بگیرید.)

آورند. شکل زیر یکی از این مراکز را نشان می‌دهد که در ارتفاع

2050m از سطح دریای آزاد قرار دارد. در این مرکز، در هر ثانیه

$1/000\text{m}^3$ مواد نفتی از طریق لوله‌ای با قطر $32/0$ اینچ ($81/2\text{cm}$)

توسط دو دستگاه پمپ (تلمبه) تا ارتفاع 2700m از سطح دریای

آزاد فرستاده می‌شود. اگر بازده هر یک از پمپ‌های این مرکز

حدود 28 درصد باشد، توان ورودی هر یک از آنها برحسب

مگاوات (MW) و اسب بخار (hp) چقدر است؟ (چگالی مواد

نفتی را 860kg/m^3 بگیرید.)

جدول ۴-۳ - گرمای ویژه برخی از مواد *

ماده	گرمای ویژه (J/kg.K)
سرب	۱۲۸
تنگستن	۱۳۴
نقره	۲۳۶
مس	۳۸۶
آلومینیم	۹۰۰
برنج	۳۸۰
نوعی فولاد (آلیاژ آهن با ۲٪ کربن)	۴۵۰
فولاد زنگ‌نزن	۴۹۰
گراویت	۷۹۰
بتون	۸۰۰
شیشه	۸۴۰
یخ	۲۲۲۰

عناصر جامد

جامدهای دیگر

مثال ۴-۶

مقدار ۲٪ آب با دمای 20°C در اختیار داریم. چقدر گرما لازم است تا دمای این آب را به نقطه جوش آن (در دمای 100°C) برسانیم؟

$$Q = mc\Delta T$$

(۴-۷)

گرمای ویژه: تجربه نشان می‌دهد ظرفیت گرمایی اجسامی که از یک نوع ماده ساخته شده‌اند متناسب با جرم آنهاست. بنابراین، مناسب‌تر آن است که ظرفیت گرمایی واحد جرم اجسام را تعریف کنیم که به آن ظرفیت گرمایی ویژه یا به سادگی **گرمای ویژه** می‌گویند. گرمای ویژه هر جسم، مقدار گرمایی است که باید به یک کیلوگرم از آن جسم داده شود تا دمای آن یک درجه سلسیوس (یا یک کلوین) افزایش یابد. گرمای ویژه را با c نشان می‌دهند و طبق تعریف، رابطه‌اش با ظرفیت گرمایی به صورت $c = C/m$ است. در نتیجه رابطه ۴-۶ چنین می‌شود:

جدول ۴-۳ - گرمای ویژه برخی از مواد *	
ماده	گرمای ویژه (J/kg.K)
سرب	۱۲۸
تنگستن	۱۳۴
نقره	۲۳۶
مس	۳۸۶
آلومینیم	۹۰۰
برنج	۳۸۰
نوعی فولاد (آلیاژ آهن با ۲٪ کربن)	۴۵۰
فولاد زنگ‌نزن	۴۹۰
گرانیت	۷۹۰
بتون	۸۰۰
شیشه	۸۴۰
یخ (دما: 0°C)	۲۱۰۰

عناصر جامد

جامدهای دیگر

جدول ۴-۳ - گرمای ویژه برخی از مواد *

ماده

گرمای ویژه
(J/kg.K)

سرب

۱۲۸

تنگستن

۱۳۴

نقره

۲۳۶

مس

۳۸۶

آلومینیم

۹۰۰

برنج

۳۸۰

نوعی فولاد
(آلیاژ آهن با ۲٪ کربن)

۴۵۰

فولاد زنگ‌نزن

۴۹۰

گرانیت

۷۹۰

بتون

۸۰۰

شیشه

۸۴۰

یخ (دما: 0°C)

۲۱۰۰

مثال ۴-۶

مقدار $2/0\text{ L}$ آب با دمای 20°C در اختیار داریم. چقدر گرما لازم است تا دمای

این آب را به نقطه جوش آن (دما: 100°C) برسانیم؟

$$Q = mc\Delta T$$

(۷-۴)

گرمای ویژه: تجربه نشان می‌دهد ظرفیت گرمایی اجسامی که از یک نوع ماده ساخته شده‌اند متناسب با جرم آنهاست. بنابراین، مناسب‌تر آن است که ظرفیت گرمایی یکای جرم اجسام را تعریف کنیم که به آن ظرفیت گرمایی ویژه یا به سادگی **گرمای ویژه** می‌گویند. گرمای ویژه را با c نشان می‌دهند و طبق تعریف، رابطه‌اش با ظرفیت گرمایی به صورت $c = C/m$ است. در نتیجه رابطه ۴-۶ چنین می‌شود:

در رابطه ۷-۴ یکای Q ، ژول (J) و یکای m ، کیلوگرم (kg) و یکای ΔT ، کلون (K) است؛ بنابراین، یکای c در SI، ژول بر کیلوگرم - کلون (J/kg.K) است.

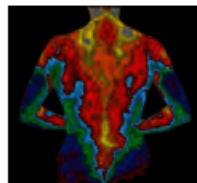
گرمای ویژه یک جسم به جنس ماده تشکیل دهنده آن و دما بستگی دارد. گرمای ویژه برخی از مواد در جدول ۴-۳ داده شده است. در این جدول گرمای ویژه آلومینیم 900 J/kg.K است یعنی برای اینکه دمای 1 kg آلومینیم را به اندازه 1 K افزایش دهیم؛ باید به آن 900 J گرما بدهیم.

قطعه یخی به جرم $1/0 \text{ kg}$ و دمای اولیه -20°C را آن قدر گرم می‌کنیم تا تمام آن تبدیل به بخار 100°C شود. کل گرمای مورد نیاز برای این تبدیل چند کیلو ژول است؟

قطعه یخی به جرم $1/0 \text{ kg}$ و دمای اولیه -2°C را آن قدر گرم می‌کنیم تا تمام آن تبدیل به بخار 100°C شود. کل گرمای مورد نیاز برای این تبدیل چند کیلو ژول است؟ گرمای ویژه یخ را در محدوده دمایی -2°C تا 0°C به طور متوسط 2200 J/kg.K فرض کنید.

تابش گرمایی: همه ما تجربه گرم شدن در آفتاب را داریم. با نزدیک کردن دستمان به اجسام گرمی مانند رادیاتور گرم شوفاژ، یا زیر لامپ رشته‌ای روشن نیز تجربه مشابهی خواهیم داشت. آیا با نزدیک کردن دستتان به زیر لامپ رشته‌ای، گرما با روش رسانش، یا همرفت به دستتان می‌رسد؟

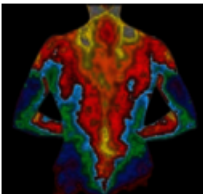
می‌دانید که هوا رسانای خوبی نیست و چون دست شما زیر لامپ قرار دارد، انتقال گرما به روش همرفت نیز نمی‌تواند رخ داده باشد. خورشید، لامپ داغ، کتری، رادیاتور شوفاژ و ... از خود پرتوهایی گسیل می‌کنند که دست ما با جذب کردن آنها گرم می‌شود. این پرتوها از نوع امواج الکترومغناطیسی هستند که در سال‌های بعد خواهید دید شامل امواج رادیویی، تابش فروسرخ، نور مرئی، تابش فرابنفش، پرتوهای x و پرتوهای γ است. هر کدام از این امواج چشمه‌های تولیدکننده مربوط به خود را دارد. ما در این بخش، به تابش الکترومغناطیسی گسیل‌شده از مواد پیراثر دمای آنها سروکار داریم. در واقع هر جسم در هر دمایی تابش الکترومغناطیسی گسیل می‌کند. به این نوع تابش، تابش گرمایی می‌گویند. نشان داده می‌شود که تابش گرمایی در دماهای زیر حدود



شکل ۱-۴ تصویر دماگانت از بدن یک فرد. سطح بدن یک فرد معمولی در محیطی با دمای 22°C به دلیل تابش گرمایی با آهنگی در حدود 10 W گرما از دست می‌دهد در حالی که در همین شرایط به دلیل همرفت و رسانش در هوای مجاور سطح بدن، در مجموع با آهنگی در حدود 100 W گرما از دست می‌دهد.

تابش گرمایی: همه ما تجربه گرم شدن در آفتاب را داریم. با نزدیک کردن دستمان به اجسام گرمی مانند رادیاتور گرم شوفاژ، یا زیر لامپ رشته‌ای روشن نیز تجربه مشابهی خواهیم داشت. آیا با نزدیک کردن دستتان به زیر لامپ رشته‌ای، گرما با روش رسانش، یا همرفت به دستتان می‌رسد؟

می‌دانید که هوا رسانای خوبی نیست و چون دست شما زیر لامپ قرار دارد، انتقال گرما به روش همرفت نیز نمی‌تواند رخ داده باشد. خورشید، لامپ داغ، کتری، رادیاتور شوفاژ و ... از خود پرتوهایی گسیل می‌کنند که دست ما با جذب کردن آنها گرم می‌شود. این پرتوها از نوع امواج الکترومغناطیسی هستند که در سال‌های بعد خواهید دید شامل امواج رادیویی، تابش فروسرخ، نور مرئی، تابش فرابنفش، پرتوهای x و پرتوهای γ است. هر کدام از این امواج چشمه‌های تولیدکننده مربوط به خود را دارد. ما در این بخش، به تابش الکترومغناطیسی گسیل‌شده از مواد بر اثر دمای آنها سروکار داریم. در واقع هر جسم در هر دمایی تابش الکترومغناطیسی گسیل می‌کند. به این نوع تابش، تابش گرمایی می‌گویند. نشان داده می‌شود که تابش گرمایی در دماهای زیر حدود



شکل ۱-۳ تصویری دمانگاشت از بدن یک فرد. سطح بدن یک فرد معمولی با دمای 30°C ، در محیطی با دمای 20°C به دلیل تابش گرمایی، با آهنگی در حدود 70 W گرما از دست می‌دهد.

از تابش گرمایی می‌توان به عنوان مبنایی برای اندازه‌گیری دمای اجسام استفاده کرد. به روش‌های اندازه‌گیری دما مبتنی بر تابش گرمایی، **تفسنجی**^۱ و به ابزارهای اندازه‌گیری دما به این روش، **تفسنج**^۱ می‌گویند. تفسنج بر خلاف سایر دماسنج‌ها بدون تماس با جسمی که می‌خواهیم دمای آن را اندازه بگیریم، دمای جسم را اندازه می‌گیرد. **تفسنجی، به‌خصوص در اندازه‌گیری دماهای بالای 1100°C اهمیت ویژه‌ای دارد. تفسنج تابشی و تفسنج نوری، تفسنج‌هایی برای اندازه‌گیری این دماها هستند و تفسنج نوری به عنوان دماسنج معیار برای اندازه‌گیری این دماها انتخاب شده است.**

از تابش گرمایی می‌توان به عنوان مبنایی برای اندازه‌گیری دمای اجسام استفاده کرد. به روش‌های اندازه‌گیری دما مبتنی بر تابش گرمایی، **تفسنجی** و به ابزارهای اندازه‌گیری دما به این روش، **تفسنج** می‌گویند. تفسنج برخلاف سایر دماسنج‌ها بدون تماس با جسمی که می‌خواهیم دمای آن را اندازه بگیریم، دمای جسم را اندازه می‌گیرد.

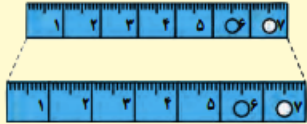
۸ در شکل زیر با کاهشی دما، نوار دوقلزه به طرف پایین خم می‌شود. اگر یکی از نوارها، برنجی و نوار دیگر فولادی باشد؛
الف) نوار بالایی از چه جنسی است؟
ب) اگر نوارها را گرم کنیم به کدام سمت خم می‌شوند.



۶ شکل زیر چهار صفحه فلزی هم جنس به اضلاع متفاوت را در یک دما نشان می‌دهد. اگر دمای همه آنها را به اندازه یکسان



۸ در شکل زیر با افزایش دما، نوار دوفلزه به طرف پایین خم می‌شود. اگر یکی از نوارها، برنجی و نوار دیگر فولادی باشد؛
 الف) نوار بالایی از چه جنسی است؟
 ب) اگر نوارها را سرد کنیم به کدام سمت خم می‌شوند.



۹ شکل زیر چهار صفحه فلزی هم جنس به اضلاع متفاوت را در یک دما نشان می‌دهد. اگر دمای همه آنها را به اندازه یکسان

۴-۴ تغییر حالت های ماده

۱۲ یکی از روش های بالابردن دمای یک جسم، دادن گرما به آن است. اگر به جسی گرما دهیم، آیا دمای آن حتماً بالا می رود؟ توضیح دهید.

۱۵ قبل از تزریق دارو یا سرم به یک بیمار، محل تزریق را با الکل تمیز می کنند. این کار سبب احساس خنکی در محل تزریق می شود. علت را توضیح دهید.

۱۶ کدام گزینه درباره فرایند ذوب نادرست است؟

الف) افزایش فشار وارد بر جسم در بیشتر مواد، سبب پایین رفتن نقطه ذوب می شود.

ب) افزایش فشار بر روی یخ، سبب کاهش اندک نقطه ذوب آن می شود.

پ) فرایند ذوب، عملی گرماگیر است.

ت) گرمایی که جسم جامد در نقطه ذوب خود می گیرد تا به مایع تبدیل شود، سبب تغییر دمای آن نمی شود.

۱۷ کمترین گرمای لازم برای ذوب کامل 200 g قره که در آغاز در دمای 20°C قرار دارد چقدر است؟ (فشار هوا را یک اتمسفر فرض کنید)

۱۸ یک راه برای جلوگیری از سرد شدن بیش از حد یک سالن سرسته در شب هنگام، وقتی که دمای زیر صفر پیش بینی شده است، قرار دادن تشت بزرگ پر از آب در سالن است. اگر جرم آب درون تشت 15 kg و دمای اولیه آن 20°C باشد و همه آن به یخ 0°C تبدیل شود، آب چقدر گرما به محیط پیرامونش می دهد؟

الف) در اثر این اختلاف دما، این چقدر منبسط می شود؟

ب) چگونه می توان تأثیر این انبساط را برطرف کرد؟

۱۹ در یک روز گرم یک باری مخزنی حامل سوخت با $30,000\text{ L}$ بنزین بارگیری شده است. دمای هوا در محل تحویل سوخت 20°C کمتر از محلی، است که در آنجا سوخت بار زده شده است. راننده چند لیتر سوخت را در این محل تحویل می دهد؟

۴-۳ گرما

۱۱ برای گرم کردن 200 g آب جهت تهیه چای، از یک گرمکن الکتریکی غوطه ور در آب استفاده می کنیم. روی برجسب گرمکن 200 W نوشته شده است. با نادیده گرفتن اتلاف گرما، زمان لازم برای رساندن دمای آب از 30°C به 100°C را محاسبه کنید.



۱۲ دمای یک قطعه فلز 60°C کیلوگرایی را توسط یک گرمکن 50 W وانی در مدت 11 s از 18°C به 28°C رسانده ایم. این آزمایش برای گرمای ویژه فلز چه مقداری را به دست می دهد؟

الف) در اثر این اختلاف دما، این خط چقدر منبسط می‌شود؟

ب) چگونه می‌توان تأثیر این انبساط را برطرف کرد؟

۱۰) در یک روز گرم، یک کامیون حمل سوخت، $30,000\text{ L}$

بنزین بارگیری می‌کند. دمای هوا در محل تحویل سوخت

$20/0^{\circ}\text{C}$ کمتر از محلی است که در آنجا کامیون بارگیری

کرده است. راننده چند لیتر سوخت را در این محل تحویل

می‌دهد؟

۳-۴ گرما

۱۱) برای گرم کردن 200 g آب جهت تهیه چای، از یک گرمکن

الکتریکی غوطه‌ور در آب استفاده می‌کنیم. روی برچسب

گرمکن 200 W نوشته شده است. با نادیده گرفتن اتلاف گرما،

زمان لازم برای رساندن دمای آب از $30/0^{\circ}\text{C}$ به 100°C را

محاسبه کنید.



۱۲) دمای یک قطعه فلز $60/0^{\circ}\text{C}$ کیلوگرمی را توسط یک گرمکن

50 W واتن در مدت 110 s از 18°C به 38°C رسانده‌ایم. این

آزمایش برای گرمای ویژه فلز چه مقداری را به دست می‌دهد؟

۴-۴ تغییر حالت‌های ماده

۱۲) یکی از روش‌های بالابردن دمای یک جسم، دادن گرما به

آن است. اگر به جسمی گرما دهیم، آیا دمای آن حتماً بالا می‌رود؟

توضیح دهید.

۱۵) قبل از تزریق دارو یا سرم به یک بیمار، محل تزریق را با

الکل تمیز می‌کنند. این کار سبب احساس خنکی در محل تزریق

می‌شود. علت را توضیح دهید.

۱۶) کدام گزینه درباره فرایند ذوب نادرست است؟

الف) افزایش فشار وارد بر جسم در بیشتر مواد، سبب پایین رفتن

نقطه ذوب می‌شود.

ب) افزایش فشار روی یخ، سبب کاهش اندک نقطه ذوب آن می‌شود.

پ) فرایند ذوب، عملی گرماگیر است.

ت) گرمایی که جسم جامد خالص و بلورین در نقطه ذوب خود

می‌گیرد تا به مایع تبدیل شود، سبب تغییر دمای آن نمی‌شود.

۱۷) کمترین گرمای لازم برای ذوب کامل 200 g نقره که در آغاز

در دمای $20/0^{\circ}\text{C}$ قرار دارد چقدر است؟ (فشار هوا را یک

اتمسفر فرض کنید)

۱۸) یک راه برای جلوگیری از سرد شدن یش از حد یک سالن

سریسته در شب هنگام، وقتی که دمای زیر صفر پیش‌بینی شده

است، قرار دادن تشت بزرگ پر از آب در سالن است. اگر جرم

آب درون تشت 150 kg و دمای اولیه آن $20/0^{\circ}\text{C}$ باشد و همه

آن به یخ $0/0^{\circ}\text{C}$ تبدیل شود، آب چقدر گرما به محیط پیرامونش

می‌دهد؟ اگر بخواهیم به جای این تشت آب از یک بخاری برقی

2000 W واتن استفاده کنیم، بخاری چندساعت باید روشن باشد تا

همان قدر گرما به سالن بدهد؟