



این عکس که «دمانگاشت» نام دارد، با استفاده از یک دوربین ویژه تهیه شده است. به کمک این تصویر می‌توان نشان داد که اتلاف گرما در چه بخشی از ساختمان، بیشتر روی داده است.

دمای محیط کار و زندگی و نیز دمای جسم‌هایی که روزانه با آنها سروکار داریم معمولاً تأثیر زیادی روی نحوه کار و زندگی ما دارد. به یاد بیاورید که برای گرم کردن منزل و مدرسه در زمستان یا سرد کردن این محیط‌ها در تابستان چه هزینه‌ای پرداخت می‌شود. شکل ۱-۲ برخی وسایل مختلف برای کاهش یا افزایش دما را نشان می‌دهد. ایجاد یک دمای معین و حفظ آن در فناوری و صنعت و همین‌طور در پژوهش‌های علمی اهمیت فراوان دارد. در این فصل با یادآوری مفهوم دما به شرح برخی از دماسنج‌ها و همچنین عایق‌بندی گرمایی، به منظور حفظ دمای موردنظر در یک محیط می‌پردازیم.

۱-۲ دما

در درس علوم راهنمایی دیدید که هرچه یک جسم گرم‌تر باشد، می‌گوییم دمایش بیشتر است و هرچه سردتر باشد، می‌گوییم دمایش کمتر است.

فرض کنید در یک روز سرد زمستانی، برای پذیرایی از دوست خود یک استکان چای آورده باشید. اگر دوستان در نوشیدن چای کمی تأخیر کند، او را به نوشیدن چای ترغیب می‌کنید و می‌گویید «چای سرد شده است» و منظورتان آن است که چای سردتر از آن است که برای نوشیدن مناسب باشد. با بیان این جمله شما به هیچ وجه معلوم نکرده‌اید که چای چقدر سرد است.

برای آنکه بتوانیم پاسخ چنین پرسش‌هایی را مشخص کنیم از کمیتی به نام **دما** استفاده می‌کنیم و به جسم‌های گرم‌تر دمای بیشتر و به جسم‌های سردتر دمای کمتر نسبت می‌دهیم. اگر دمای چند جسم را بدانیم می‌توانیم به‌طور دقیق بگوییم که هریک از آنها از کدام یک از جسم‌های دیگر سردتر و از کدام یک گرم‌تر است. به عبارتی دما معیاری است که میزان گرمی و سردی اجسام را مشخص می‌کند. دمای برخی اجسام را می‌توانیم به‌طور تقریبی به کمک حس لامسه خود برآورد کنیم. این روش یکی از ساده‌ترین و بی‌دقت‌ترین شیوه‌های دماسنجی (شیوه اندازه‌گیری و تعیین دما) است. جالب این است که این روش را حتی کسانی هم که هیچ‌گونه آموزش علمی ندیده‌اند به کار می‌برند. برای مثال، بطری آب را با دستان خود لمس می‌کنیم تا ببینیم که آیا به اندازه دلخواه سرد است یا نه. استکان چای داغ را نخست بال‌های خود امتحان می‌کنیم تا اگر دمای چای آن قدر بالاست که دهان را می‌سوزاند، آن را ننوشیم. تب شخص بیمار را با قرار دادن دست خود روی پیشانی او تشخیص می‌دهیم.

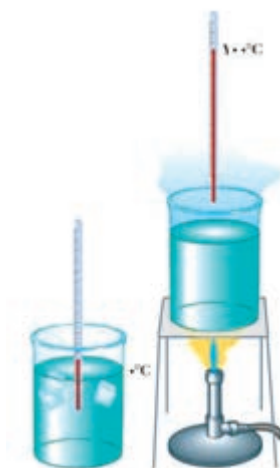
در این‌گونه دماسنجی به کمک حس لامسه، تنها می‌توانیم به‌طور تقریبی تشخیص دهیم که دمای چه جسمی بالاتر یا پایین‌تر از دمای بدن ما است. در این تشخیص نمی‌توانیم عدد دقیقی به دمای جسم نسبت دهیم.

دماسنج: اندازه‌گیری دقیق دما با **دماسنج** انجام می‌شود. ساده‌ترین و رایج‌ترین نوع دماسنج، دماسنج‌های جیوه‌ای و الکلی است. به‌جز چند استثنا، تمام مواد با افزایش دما منبسط و با کاهش آن منقبض می‌شوند. دما در اغلب دماسنج‌ها با انبساط یا انقباض یک مایع (معمولاً جیوه یا الکل رنگی) در لوله شیشه‌ای مدرج اندازه گرفته می‌شود.

در متداول‌ترین مقیاس دما، عدد صفر مختص دمایی است که آب در آن یخ می‌زند و عدد ۱۰۰ به دمای جوشیدن آب (در فشار استاندارد) اختصاص دارد. فاصله بین این دو به ۱۰۰ قسمت مساوی



شکل ۱-۲ برخی وسایل مختلف برای کاهش یا افزایش دما



شکل ۲-۲ به دمایی که در آن آب یخ می‌زند عدد صفر و به دمای جوش آب عدد ۱۰۰ را اختصاص می‌دهیم.

به نام درجه تقسیم شده است (شکل ۲-۲). از این رو دماسنجی که چنین مدرج شده باشد دماسنج با **مقیاس سانتی گراد** (برگرفته از سانتی (centi) به معنی «یک صدم» و گراد (grade) به معنی «درجه») نامیده می شود. با این همه، اکنون به افتخار آندره سلسیوس، منجم سوئدی و کسی که اولین بار این مقیاس را پیشنهاد کرد، آن را درجه بندی سلسیوس می نامند. وقتی دما برحسب درجه سلسیوس مشخص می شود معمولاً آن را با θ (تتا) نمایش می دهند.



آندره سلسیوس

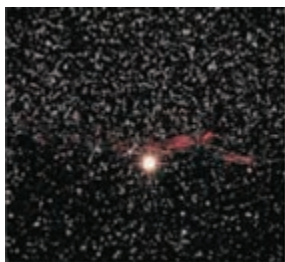
منجم سوئدی در ۲۷ نوامبر ۱۷۰۱ م. (۱۰۸۰ ه.ش) به دنیا آمد و در ۲۵ آوریل ۱۷۴۴ م. (۱۱۲۳ ه.ش) درگذشت. او بنیان گذار رصدخانه اُپسالا^۱ بود و در سال ۱۷۴۲ م. (۱۱۲۱ ه.ش) مقیاس دمای مشهور سلسیوس را پیشنهاد داد. جالب است که او در مقیاس دمایی خود برای نقطه انجماد عدد 100° و برای نقطه جوش آب عدد 0° را انتخاب کرده بود. یک سال پس از مرگ او کارل لینهائوس^۲ این مقیاس را به مقیاس امروزی سلسیوس تغییر داد. او در ابتدا مقیاس خود را سانتی گراد نامید که برآمده از واژه لاتینی به معنای 100 گام است.

چگونگی استفاده از دماسنج: برای اندازه گیری دما، مخزن دماسنج را در تماس با جسمی قرار می دهیم که می خواهیم دمای آن را اندازه بگیریم. مدتی صبر می کنیم تا ارتفاع مایع در لوله باریک دماسنج دیگر تغییر نکند. آنگاه عددی را می خوانیم که در مقابل سطح مایع در لوله نوشته شده است. این عدد دمای آن جسم را نشان می دهد. بنابراین دما کمیتی است که نشان می دهد هر جسم، با مقیاسی استاندارد، چه قدر گرم یا سرد است. در جدول ۱-۲ و شکل ۳-۲ برخی از دماهای مهم ارائه شده است.

جدول ۱-۲- برخی از دماهای مهم*

موضوع	دما برحسب $^{\circ}\text{C}$
نقطه جوش هیدروژن مایع	-۲۳۵
نقطه جوش اکسیژن مایع	-۱۸۳
نقطه انجماد الکل	-۱۱۵
نقطه انجماد جیوه	-۳۹
نقطه ذوب یخ	۰
دمای هوا در یک روز معمولی	۲۵
دمای بدن انسان سالم	۳۷
نقطه ذوب موم	۵۰
نقطه جوش الکل اتیلیک (اتانول)	۷۸
نقطه جوش آب	۱۰۰
نقطه ذوب قلع	۲۳۲
نقطه جوش جیوه	۳۵۷
نقطه ذوب طلا	۱۰۶۷
دمای هسته زمین	3700 ± 100
دمای سطح خورشید	5700 ± 100

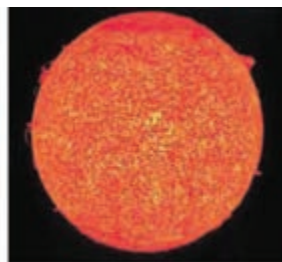
* نقاط جوش، ذوب و انجماد، در فشار یک اتمسفر داده شده است.



ت) دما در فضای بین ستاره‌ای
(حدود -27°C)



پ) دمای بدن انسان
(حدود 37°C)



ب) دما در سطح خورشید
(حدود 6000°C)



الف) دما در مرکز قارچ انفجار هسته‌ای
(حدود 10^7°C)

شکل ۲-۳. برخی از دماهای مهم

فعالیت ۱



الف) با استفاده از جدول ۱-۲ گسترهٔ سنجش دما در دماسنج‌های حیوه‌ای را تعیین کنید.
ب) آیا با استفاده از این دماسنج می‌توان دمای قطب جنوب که به -5°C می‌رسد را اندازه‌گیری کرد؟

پاسخ دهید ۱

مایع درون دماسنج‌هایی که اصطلاحاً الکلی نامیده می‌شوند و در زندگی روزمره به کار می‌روند می‌تواند الکل، تلوئن، کروزین (نفت چراغ) و یا برخی مواد دیگر باشد. به همین دلیل گسترهٔ دماسنجی آنها با محدودهٔ نقطهٔ جوش و انجماد الکل اتیلیک خالص متفاوت است.
اگر دماسنج مورد استفادهٔ ما از اتانول خالص پر شده باشد، آیا با این دماسنج می‌توان دمای جوش آب را اندازه گرفت؟

فعالیت ۲



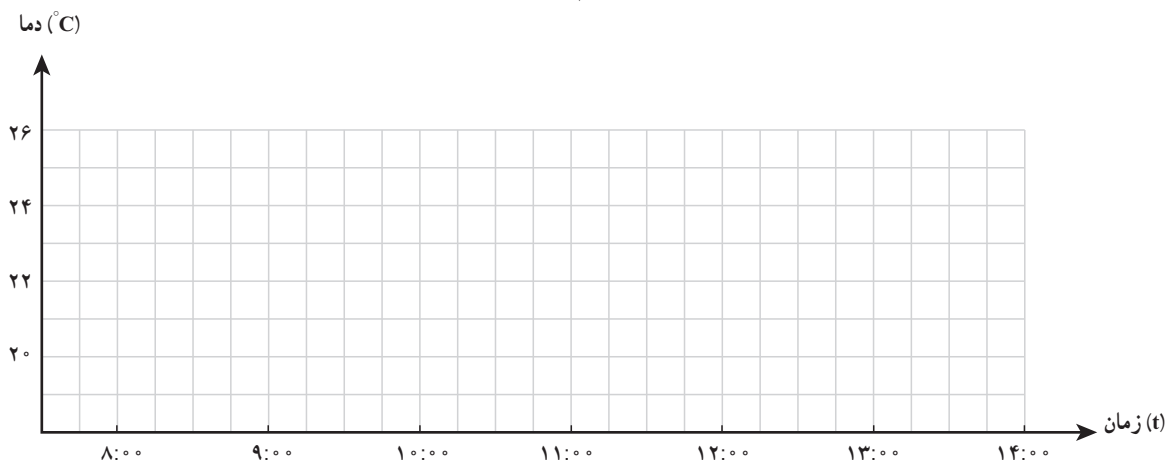
امروزه از انواع دماسنج‌ها در زندگی روزمره استفاده می‌شود. برخی از این دماسنج‌ها عبارت‌اند از: دماسنج ترموکوپل، تفسنج، دماسنج نواری (کریستال مایع)، دماسنج الکترونیکی و ...
تحقیق کنید که هریک از این دماسنج‌ها چه گسترهٔ دمایی را می‌تواند اندازه‌گیری کند.

وسيله‌های آزمایش : یک دماسنج، یک عدد ساعت.

شرح آزمایش :

۱- به کمک یک دماسنج جیوه‌ای، دمای کلاس درس را در طول یک روز درسی در بازه‌های زمانی معین، مثلاً هر ۱۵ دقیقه یک بار، اندازه بگیرید.

۲- منحنی تغییرات دمای کلاس بر حسب زمان را در نمودار رسم کنید.



بستگی نقطه انجماد و نقطه جوش آب به فشار و ناخالصی : پیش از این گفتیم که آب

در دمای 0°C یخ می‌زند؛ ولی دیده می‌شود در مکان‌هایی که در ارتفاع بالاتری نسبت به سطح دریا قرار دارند، آب در دمای بالاتری یخ می‌زند و به همین ترتیب در این مکان‌ها یخ در دمای بالاتری ذوب می‌شود.

افزایش ارتفاع از سطح دریا روی دمای جوش نیز اثر می‌گذارد. آزمایش نشان می‌دهد در ارتفاع‌های بالاتر که فشار هوا کمتر است دمای نقطه جوش پایین می‌آید، و همچنین افزایش فشار باعث بالا رفتن نقطه جوش می‌شود.

وجود ناخالصی در آب نیز باعث تغییر نقطه جوش و انجماد آن می‌شود. برای مثال افزودن نمک به آب می‌تواند نقطه جوش آب را بالا و نقطه انجماد آن را تا بیشتر از -18°C پایین ببرد. با توجه به تأثیری که فشار و وجود ناخالصی بر نقطه جوش و نقطه انجماد آب دارد، به صورت دقیق‌تر می‌توان گفت :

آب خالص در جایی که فشار هوا یک اتمسفر باشد در دمای صفر درجه سلسیوس یخ می‌زند و در دمای صد درجه سلسیوس می‌جوشد.

پاسخ دهید ۲



الف) دلیل افزودن مادهٔ ضدیخ به آب رادیاتور اتومبیل‌ها در زمستان چیست؟
 ب) کوهنوردان می‌گویند که تخم مرغ در ارتفاعات دیرتر آب‌پز می‌شود. دلیل این امر چیست؟ برای رفع این مشکل چه باید کرد؟
 پ) چرا غذا در دیگ زودپز زودتر پخته می‌شود؟

فعالیت ۳



با توجه به تصویرها دماسنج پزشکی را با دماسنج جیوه‌ای معمولی مقایسه کنید.

۲-۲ تعادل گرمایی، دمای تعادل

آزمایش کنید ۲

وسایله‌های آزمایش: لیوان آب، دماسنج، چراغ گاز، وزنهٔ فلزی قلابدار
 شرح آزمایش:

- ۱- در لیوان تا نیمه آب بریزید و دمای آن را اندازه بگیرید.
 - ۲- وزنه را با شعله داغ کنید و آن را در لیوان بیندازید.
 - ۳- به تغییر دمای آب توجه و آن را یادداشت کنید.
 - ۴- پس از آنکه تغییر دما متوقف شد، وزنه را از آب درون لیوان بیرون بیاورید. آیا وزنه هنوز داغ است؟
 - ۵- بار دیگر به جای داغ کردن وزنه، آن را در قسمت یخساز یخچال قرار دهید تا کاملاً سرد شود و آن را به سرعت درون آب لیوان بیندازید.
 - ۶- نتیجهٔ دو آزمایش را با هم مقایسه کنید.
- از این آزمایش‌ها چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟

ابن شاطر

علاءالدین ابوالحسن علی بن ابراهیم ملقب به ابن شاطر شاید برجسته‌ترین منجم مسلمان قرن هشتم بوده است. از جزئیات زندگی ابن شاطر اطلاع چندانی در دست نیست. شش سال بیشتر نداشت که پدرش درگذشت و پدرزگش سرپرستی او را به عهده گرفت و به او هنر کنده کاری روی عاج را آموخت. ابن شاطر حدوداً ده ساله بود که به قاهره و اسکندریه سفر کرد تا علم نجوم را بیاموزد و ظاهراً توجه وی به نجوم و ابزار مربوط به این علم، از همان جا آغاز شد. یکی از کارهای این دانشمند تعیین اوقات نماز از طریق علم نجوم بود. به اسطرلاب و رُبع علاقه داشت و ساعت‌های آفتابی می‌ساخت. مهم‌ترین کار وی در علم نجوم نظریه سیاره‌ای اوست. ابوالحسن تغییرات بدیعی در الگوهای بطلمیوسی وارد کرد. نظریه سیاره‌ای ابن شاطر اولین بار در دهه ۱۳۳۰ هجری شمسی مورد پژوهش قرار گرفت. این پژوهش‌ها نشان می‌داد که الگوهای او از نظر ریاضی با الگوهای کوپرنیکی منطبق هستند و جنبه «زمین مرکزی» دارند. بعد از این پژوهش‌ها پرسشی جالب مطرح شد که «آیا نظریه سیاره‌ای او به اروپا انتقال یافته است یا خیر؟» در مورد این پرسش از آن به بعد تحقیقاتی انجام شده است.

با انجام آزمایش‌های مشابه، می‌توانیم نتیجه بگیریم که هرگاه دو جسم، با دو دمای متفاوت، در تماس کامل با یکدیگر قرار گیرند، دمای هر دو تغییر می‌کند. به این ترتیب که دمای جسم گرم‌تر پایین می‌آید و این جسم سرد می‌شود و دمای جسم سردتر بالاتر می‌رود و این جسم گرم می‌شود. تغییر دما تا جایی ادامه می‌یابد که دمای دو جسم یکسان شود. این دما را **دمای تعادل** دو جسم می‌نامیم. در این وضعیت می‌گوییم که دو جسم با یکدیگر در **تعادل گرمایی** اند. به عبارت دیگر: جسم‌هایی که در تماس با یکدیگر باشند و دمای آنها تغییر نکند، در تعادل گرمایی هستند. دمای این جسم‌ها در این حالت، دمای تعادل نامیده می‌شود.



شکل ۲-۴— تعادل گرمایی از دیدگاه مولکولی

فعالیت ۴

آزمایش‌های دیگری طراحی کنید که در آنها دو یا چند جسم غیر هم‌دم در تماس با یکدیگر قرار گیرند. آنگاه دمای تعادل آنها را در وضعیت تعادل گرمایی اندازه بگیرید. روش کار خود را در هر مورد شرح دهید. همچنین با انجام یک آزمایش تحقیق کنید که وقتی دو جسم هم‌دم در تماس کامل با یکدیگر قرار می‌گیرند، تغییری در دمای آنها روی نمی‌دهد.

۳-۲ گرما

اگر از شما خواسته شود که دمای آب درونی ظرفی را بالا ببرید، یعنی آب را گرم کنید، چه می‌کنید؟ به احتمال زیاد ظرف آب را روی یک شعله قرار می‌دهید. این شعله را با مصرف انرژی شیمیایی گاز یا نفت به وجود آورده‌اید. با قراردادن ظرف آب روی شعله، دمای آب بالا می‌رود، یعنی انرژی درونی آن افزایش می‌یابد. روشن است که باید مقداری انرژی از شعله به آب منتقل شده باشد. این امکان نیز وجود دارد که برای گرم کردن آب، جسم با دمای بالایی را به درون آن بیندازید. در این صورت نیز مشاهده می‌کنید که دمای آب بالا می‌رود، ولی دمای جسم داغی که درون آب انداخته‌اید کاهش می‌یابد. در اینجا نیز انرژی درونی آب افزایش یافته و انرژی درونی جسم کاهش یافته است. روشن است که مقداری انرژی از جسم به آب منتقل شده است.

در یک لیوان آب، جسمی با دمای پایین تر از دمای آب می اندازیم. آیا تغییری در انرژی درونی آب و انرژی درونی جسم رخ می دهد؟ انرژی از کدام جسم به دیگری منتقل می شود؟

اگر همین آزمایش را با جسمی انجام دهیم که دمای آن با آب یکسان باشد، تغییری در دمای جسم و آب روی نمی دهد. یعنی انرژی درونی آب و جسم هر دو ثابت می ماند. در مثال های قبل دیدیم اگر دو جسم در تماس با یکدیگر اختلاف دما داشته باشند، انرژی از جسم با دمای بیشتر به جسم با دمای کمتر منتقل می شود و از انرژی درونی یکی کاسته و به انرژی درونی دیگری افزوده می شود.

این انرژی را که در اثر وجود اختلاف دما بین دو جسم از یکی به دیگری منتقل می شود **گرما** می نامیم و آن را با Q نشان می دهیم. به این ترتیب می توان گفت:

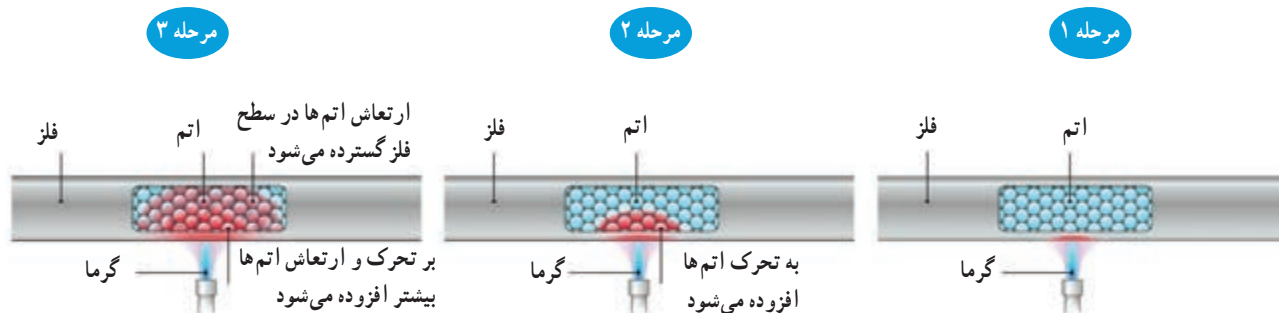
گرما انرژی ای است که به دلیل اختلاف دما بین دو جسم مبادله می شود.

۲-۲ رسانش گرما

اگر یک سر میله فلزی را مطابق شکل ۲-۵ روی شعله نگه دارید، طولی نمی کشد که سر دیگر آن آنقدر داغ می شود که دیگر نمی توانید آن را در دست بگیرید. گرما از سری که روی شعله است به سر دیگر منتقل می شود. انتقال گرما بدین روش را **رسانش گرما** می نامیم. آتش باعث می شود که الکترون های آزاد، که می توانند در فلز رانده شوند، انرژی بگیرند و در برخورد با اتم ها و دیگر الکترون های آزاد انرژی را در میله منتقل کنند. شکل ۲-۶ رسانش گرما را در چنین میله ای نشان می دهد. رسانش گرما در یک جسم به پیوندهای ساختار اتمی یا مولکولی آن جسم بستگی دارد. جامدهایی که از اتم های با یک یا چند الکترون خارجی سست تشکیل شده باشند، گرما را خوب هدایت می کنند. فلزها سست ترین الکترون های خارجی را دارند، که می توانند انرژی را آزادانه از طریق برخورد در فلز منتقل کنند. به همین دلیل، آنها رساناهای بسیار خوب گرما هستند.



شکل ۲-۵ سر میله ای فلزی را در بالای شعله یک اجاق نگه داشته ایم.



شکل ۲-۶ چگونه رسانش گرما در یک میله از دیدگاه اتمی. با برخورد الکترون های آزاد با اتم ها، بر تحرک و ارتعاش اتم ها افزوده می شود.

آزمایش کنید ۳

وسيله‌های آزمایش: چند میله فلزی هم اندازه از جنس‌های مختلف، چراغ گاز، سه پایه، چوب کبریت و پارافین جامد (یا وازلین)
شرح آزمایش:



- ۱- میله‌ها را مطابق شکل روبه‌رو روی سه پایه قرار دهید.
- ۲- به انتهای هر میله، چوب کبریتی را به کمک پارافین بچسبانید.
- ۳- سر دیگر میله‌ها را به طور هم‌زمان روی شعله چراغ بگیرید و کمی صبر کنید.
- ۴- مشاهدات خود را گزارش دهید و نتیجه‌گیری کنید.



شکل ۲-۷ از چوب و کانوچو در ساخت دسته قابلمه‌ها استفاده می‌شود.

با انجام این آزمایش مشاهده می‌شود که گرما در میله‌های متفاوت، با آهنگ‌های مختلفی شارش می‌کند (جریان پیدا می‌کند). نقره بهترین رسانا است و مس پس از آن قرار دارد. در میان فلزهای معمولی آلومینیوم، برنج و آهن به ترتیب در مرتبه‌های بعدی قرار می‌گیرند. از طرف دیگر پشم، چوب، کاه، کاغذ، چوب پنبه و پلاستیک رساناهای ضعیف گرمایند، زیرا الکترون‌های خارجی این مواد دارای پیوند محکمی با اتم‌ها هستند. رساناهای ضعیف گرما را **عایق** می‌نامند. از عایق‌های گرمایی در دسته وسایل آشپزخانه استفاده می‌شود. می‌توانید دسته چوبی یک قابلمه داغ را با دست بگیرید و آن را بدون هیچ آسیبی از روی اجاق داغ بردارید. گرفتن دسته آهنی با همان دما حتماً دستتان را می‌سوزاند.

فعالیت ۵

بخار



در دوره راهنمایی برای بررسی رسانایی گرمایی آب، آزمایش نشان داده شده در شکل روبه‌رو را انجام داده‌اید. در این آزمایش چند قطعه یخ کوچک را درون لوله آزمایش انداخته و یک توری فلزی را روی آن قرار داده‌اید. سپس درون لوله آزمایش آب ریخته و بالای لوله را روی شعله گرفته‌اید. درحالی که آب در بالای لوله می‌جوشید، قطعه‌های یخ در پایین لوله باقی مانده بودند.

با توجه به این آزمایش، عبارت‌های زیر را کامل کنید:

- الف) دما در پایین لوله تقریباً و در بالای آن است.
- ب) این آزمایش نشان می‌دهد که آب

آزمایش کنید ۴

وسيله‌های آزمایش : المنت (سیم گرماده) سماور برقی، بطری پلاستیکی شفاف، دو عدد تب‌سنج نواری، منبع تغذیه، سیم رابط، لوله پلاستیکی یا کاتوچویی نازک

شرح آزمایش :



۱- مطابق شکل دو سر المنت را به سیم‌های نازک وصل کنید و سیم‌ها را از داخل لوله پلاستیکی بیرون آورید.

۲- تب‌سنج‌های نواری را در بالا و پایین بطری بچسبانید.

۳- سیم‌های نازک متصل با المنت را به دو سر منبع تغذیه وصل کنید.

۴- ولتاژ منبع تغذیه را روی کمترین مقدار قرار دهید و منبع را روشن کنید. به تدریج ولتاژ منبع را افزایش دهید تا المنت افروخته شود.

۵- پس از مدتی به دماهایی که تب‌سنج‌ها نشان می‌دهند توجه کنید.

۶- از این آزمایش چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟

با انجام این آزمایش مشاهده می‌شود که هوا رسانای بسیار ضعیف گرما است. در زمستان که هوا سرد است، برای گرم نگه داشتن خود لباس‌های ضخیم و پشمی می‌پوشیم. در واقع این لباس‌ها بسته‌هایی از هوا را بین تارها و منافذهای خود نگه می‌دارند و از آنجا که هوا عایق خوبی برای گرماست، به این ترتیب بدن ما عایق‌بندی گرمایی می‌شود.

پاسخ دهید ۴



الف) برای جلوگیری از اتلاف گرمای مخزن‌ها و لوله‌های آب گرم در ساختمان‌ها از چه روش‌هایی استفاده می‌شود؟

ب) به عکس مقابل نگاه کنید. در زمستان با این حالت پرندگان، که پرهای خود را باد کرده‌اند، زیاد مواجه می‌شویم. دلیل این حالت پرندگان را توضیح دهید.

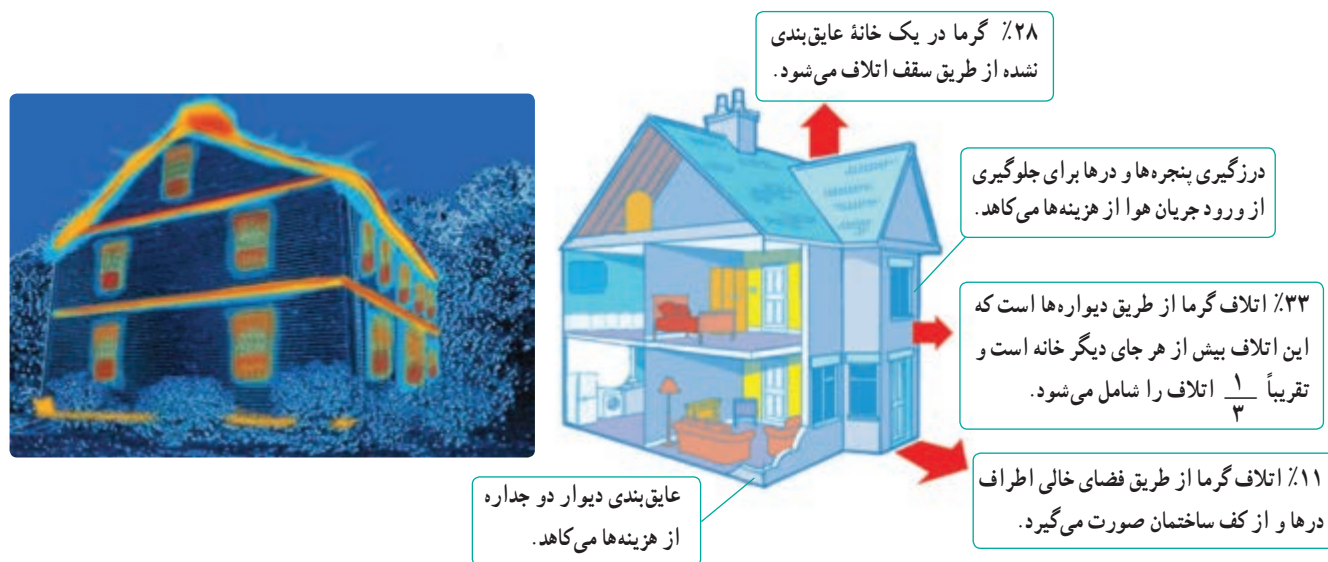
فناوری و کاربرد - چند مورد استفاده از رساناها و نارسناهای خوب گرما در خانه

- ۱- شعله‌پخش‌کن، وسیله‌ای است فلزی که روی شعله چراغ گاز قرار می‌دهند تا گرمای حاصل را در ناحیه وسیع‌تری پخش کند و از سوختن غذای بالای شعله، جلوگیری شود.
- ۲- قابلمه‌های آلومینیومی، چدنی، مسی، آهنی و یا ترکیبی از این مواد رساناها را خوب هستند زیرا گرما را به آسانی از شعله به مواد غذایی درون خود می‌رسانند.
- ۳- چوب و کاتوچو عایق‌های خوبی هستند. از آنها در دسته ظرف‌های آشپزخانه استفاده

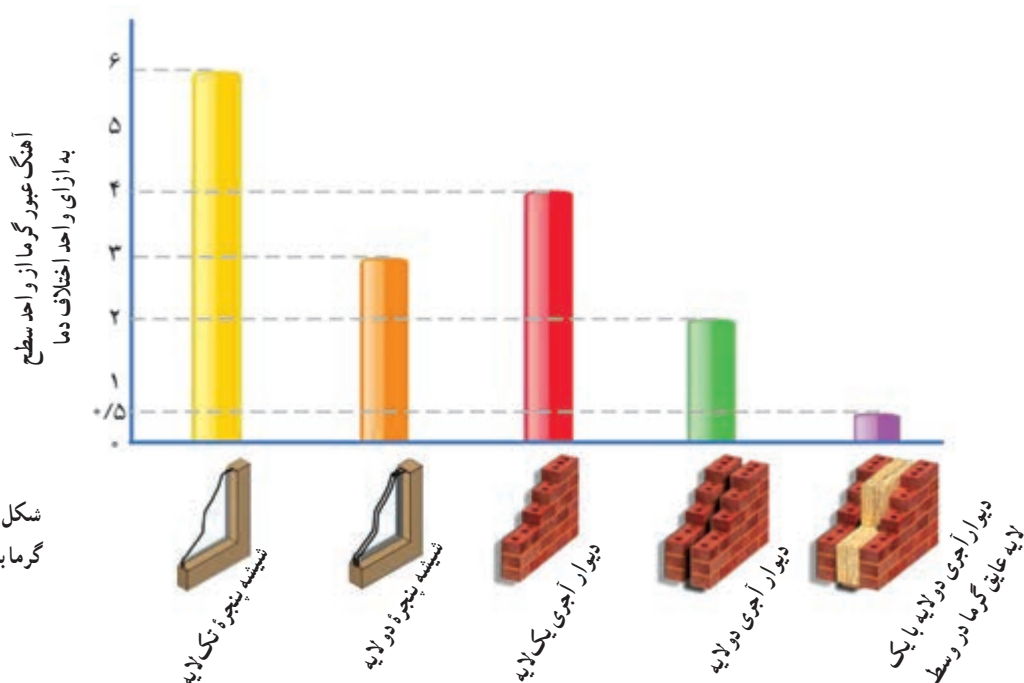
می‌شود. دسته‌های چوبی و کائوچویی قابلمه‌های حاوی غذای داغ را می‌توانیم به راحتی با دست بگیریم.

۴- در فصل زمستان، اختلاف دمای بین هوای بیرون و درون خانه باعث می‌شود که مقدار زیادی گرما، از طریق رسانش گرمایی دیوارها، درها، شیشه‌ها و پنجره‌ها به بیرون نشت کند یا به اصطلاح تلف شود. بنابراین اگر سعی شود که در ساختمان خانه‌ها و اماکن عمومی بیشتر از مصالح ساختمانی عایق گرما استفاده شود، صرفه‌جویی زیادی در مصرف انرژی صورت می‌گیرد. در تصویر ۲-۸ چگونگی اتلاف انرژی از قسمت‌های مختلف نوعی خاص از یک ساختمان نشان داده شده است.

در نمودار شکل ۲-۹ مقایسه‌ای بین اتلاف انرژی از طریق سطوح مختلف یک ساختمان صورت گرفته است. این ستون‌ها آهنگ عبور گرما از واحد سطح را به ازای واحد اختلاف دما نشان می‌دهند.



شکل ۲-۸- اتلاف انرژی در بخش‌های مختلف از یک ساختمان خاص در شکل نشان داده شده است



شکل ۲-۹- مقایسه آهنگ عبور گرما برای سطوح‌های مختلف ساختمان

۲-۵ گرمای ویژه

فرض کنید تکه‌ای گوشت و مقداری سیب زمینی هم اندازه آن را در قابلمه کاملاً پخته باشیم. وقتی گوشت و سیب زمینی را هم‌زمان در بشقاب بگذاریم، پس از گذشت مدت زمان کوتاهی دمای گوشت آنقدر کم می‌شود که آن را می‌توان به راحتی خورد. اما سیب زمینی همچنان داغ و غیرقابل خوردن است. این تجربه‌ها و تجربه‌های مشابه نشان می‌دهد که مواد مختلف برای ذخیره انرژی درونی، ظرفیت‌های مختلفی دارند.

آزمایش کنید ۵

وسایله‌های آزمایش: ترازو، بشر، چراغ گاز، سه پایه، توری نسوز، ساعت (زمان سنج)

شرح آزمایش:

- ۱- ۲۰۰ کیلوگرم آب در بشر بریزید و دمای آن (θ_1) را اندازه بگیرید و یادداشت کنید.
- ۲- ظرف آب را روی چراغ قرار دهید و زمان لازم برای آنکه دمای آب 20°C افزایش یابد را اندازه بگیرید.
- ۳- مراحل ۱ و ۲ را با ۴۰۰ کیلوگرم آب تکرار کنید.
- ۴- زمان‌های اندازه‌گیری شده را با هم مقایسه کنید. چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟

در این آزمایش، اگر بدانیم که شعله چراغ در هر ثانیه چند ژول گرما به آب می‌دهد، می‌توانیم گرمای داده شده به آب در هر مرحله را حساب کنیم. اندازه‌گیری‌های دقیق نشان می‌دهند برای آنکه دمای مقداری آب به اندازه معینی افزایش یابد، گرمای لازم (Q) متناسب با جرم آب (m) است. یعنی:

$$Q \propto m$$

آزمایش کنید ۶

وسایله‌های آزمایش: ترازو، بشر، چراغ گاز، سه پایه، توری نسوز، ساعت (زمان سنج)

شرح آزمایش:

- ۱- ۲۰۰ کیلوگرم آب در بشر بریزید و دمای آن (θ_1) را اندازه بگیرید و یادداشت کنید.
- ۲- ظرف آب را روی شعله چراغ قرار دهید و زمان لازم برای آنکه دمای آب 20°C افزایش یابد را اندازه بگیرید.
- ۳- مراحل ۱ و ۲ را برای تغییر دمای 40°C انجام دهید.
- ۴- زمان‌های اندازه‌گیری شده را با هم مقایسه کنید. چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟

اندازه‌گیری‌های دقیق نشان می‌دهد که گرمای لازم (Q) برای افزایش دمای مقدار معینی آب، با تغییر دمای آن ($\Delta\theta$) متناسب است. یعنی:

$$Q \propto \Delta\theta$$

نتیجه آزمایش‌های ۵ و ۶ را می‌توان به شکل زیر خلاصه کرد:

$$Q \propto m \cdot \Delta\theta$$

یعنی برای مثال اگر جرم آب یا افزایش دما را دو برابر کنیم، گرمای لازم دو برابر می‌شود. به عبارت دیگر نسبت $\frac{Q}{m \cdot \Delta\theta}$ همواره مقدار ثابتی است. این مقدار ثابت را **گرمای ویژه آب** می‌نامیم.

آزمایش کنید ۷

وسایلهای آزمایش: ترازو، بشر، چراغ گاز، سه پایه، توری نسوز، ساعت (زمان سنج)

شرح آزمایش:

۱- ۲/۰ کیلوگرم آب در بشر بریزید و دمای آن (θ_1) را اندازه بگیرید و یادداشت کنید.
۲- ظرف آب را روی شعله چراغ قرار دهید و زمان لازم برای آنکه دمای آب 20°C افزایش یابد را اندازه بگیرید.

۳- مراحل ۱ و ۲ را با ۲/۰ کیلوگرم روغن مایع خوراکی انجام دهید.

۴- زمان‌های اندازه‌گیری شده را با هم مقایسه کنید. چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟

جدول ۲-۲- گرمای ویژه چند ماده مختلف

ماده	گرمای ویژه برحسب $\frac{\text{J}}{\text{kg}^\circ\text{C}}$
جامدات	
آلومینیوم	۹۰۰
مس	۳۸۷
بدن انسان (37°C)	۳۵۰۰
یخ (-15°C)	۲۰۰۰
استیل	۴۵۲
سرب	۱۲۸
نقره	۲۳۵
بتون	۸۰۰
گرانیت	۸۰۰
شیشه	۸۵۰
فولاد	۵۰۰
جیوه	۱۵۰
برنج	۳۸۰
مایعات	
الکل اتیلیک	۲۴۵۰
گلیسرین	۲۴۱۰
جیوه	۱۳۹
آب (15°C)	۴۱۸۵
آب دریا	۳۹۰۰

با انجام این آزمایش نتیجه می‌گیریم که مقدار $\frac{Q}{m \cdot \Delta\theta}$ برای هر ماده، مقدار ثابتی است که گرمای ویژه آن نام دارد و آن را با c نمایش می‌دهیم.

$$\text{گرمای لازم برای افزایش دما} = \frac{Q}{m \cdot \Delta\theta} = \frac{\text{گرمای ویژه آب}}{\text{افزایش دما} \times \text{جرم آب}}$$

$$c = \frac{Q}{m \cdot \Delta\theta} \quad (1-2)$$

اگر در مخرج این کسر m را برابر یک کیلوگرم و $\Delta\theta$ را برابر یک درجه سلسیوس بگیریم، $c = Q$ می‌شود. یعنی:

گرمای ویژه هر ماده برابر گرمایی است که باید به یک کیلوگرم از آن ماده بدهیم تا یک درجه سلسیوس افزایش دما پیدا کند.

با توجه به رابطه ۱-۲ یکای گرمای ویژه، ژول بر کیلوگرم درجه سلسیوس ($\text{J/kg} \cdot ^\circ\text{C}$) است.

گرمای ویژه چند ماده در جدول ۲-۲ داده شده است.

با توجه به آنچه بیان شد می‌توان نتیجه گرفت برای آنکه دمای جسمی به جرم m و با گرمای ویژه C را به اندازه $\Delta\theta$ تغییر دهیم، گرمای Q لازم است که با استفاده از تعریف گرمای ویژه به صورت زیر به دست می‌آید:

$$Q = mc\Delta\theta = mc(\theta_f - \theta_i) \quad (2-2)$$

در این رابطه، Q (گرما) برحسب ژول، m (جرم) برحسب کیلوگرم، c (گرمای ویژه) برحسب ژول بر کیلوگرم درجه سلسیوس و $\Delta\theta$ (تغییر دما) برحسب درجه سلسیوس است. رابطه ۲-۲ درباره جسمی که گرما از دست می‌دهد نیز درست است. به این ترتیب که اگر دمای θ_f کمتر از θ_i باشد، $\theta_f - \theta_i$ منفی خواهد شد و در نتیجه Q نیز منفی می‌شود. علامت منفی برای Q نشان می‌دهد که جسم گرما از دست داده است.

مثال ۱

دو لیتر آب 24°C را درون یخچالی قرار می‌دهیم که دمای آن روی 4°C تنظیم شده باشد. پس از مدتی دمای آب نیز 4°C می‌شود. در این مدت آب چه مقدار گرما از دست داده است؟ جرم هر لیتر آب را 1 kg در نظر بگیرید.

پاسخ:

$$\theta_i = 24^\circ\text{C}, \quad \theta_f = 4^\circ\text{C}, \quad m = 2\text{ kg}, \quad c = 4200 \text{ J/kg} \cdot ^\circ\text{C}$$

$$Q = mc\Delta\theta = 2 \times 4200 \times (4 - 24) = -168000 \text{ J}$$

علامت منفی نشان می‌دهد که آب گرما از دست داده است.

تمرین ۱



قطعه‌ای از موتور یک خودرو به جرم $1/9\text{ kg}$ ، که از ترکیب دو فلز آهن و آلومینیوم ساخته شده است، باید در دمای 15°C کار کند. اگر 196 kJ گرما لازم باشد تا دمای آن از 2°C به 15°C برسد، گرمای ویژه این آلیاژ چه مقدار است؟

مثال ۲

جرم یک قطعه الکترونیکی از جنس سیلیسیم، که در یک مدار الکترونیکی به کار رفته، 23 میلی‌گرم است. اگر جریان برق در هر ثانیه گرمایی معادل $10^{-3} \times 7/4$ به این قطعه بدهد:

الف) دمای این قطعه در مدت یک ثانیه چه مقدار افزایش می‌یابد؟

ب) اگر روند افزایش دما به این ترتیب ادامه پیدا کند، این قطعه خواهد سوخت. به نظر شما چه تدبیری باید اندیشید؟



پاسخ:

$$m = 23 \text{ mg} = 23 \times 10^{-3} \text{ g} = 2/3 \times 10^{-5} \text{ kg} \quad , \quad Q = 7/4 \times 10^{-3} \text{ J} \quad ,$$

$$c = 705 \text{ J/kg} \cdot ^\circ \text{C}$$

(الف)

$$Q = mc\Delta\theta \Rightarrow 7/4 \times 10^{-3} = 2/3 \times 10^{-5} \times 705 \times \Delta\theta$$

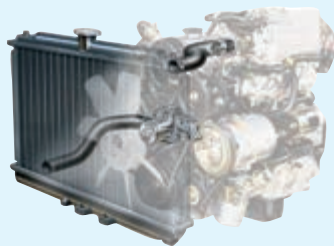
$$\Rightarrow \Delta\theta = \frac{7/4 \times 10^{-3}}{2/3 \times 10^{-5} \times 705} \Rightarrow \Delta\theta = 0/46^\circ \text{C}$$

ب) با این آهنگ افزایش دما، بلور سیلیسیم خواهد سوخت؛ به همین علت، انتقال گرما در ساختن مدارهای الکترونیکی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. به همین دلیل از فن برای دور کردن هوای گرم از اطراف دستگاه استفاده می‌شود.

فناوری و کاربرد

در جدول ۲-۲ دیدیم که گرمای ویژه آب از سایر مواد بیشتر است. این نشان می‌دهد که وقتی یک کیلوگرم آب به اندازه یک درجه سلسیوس گرم می‌شود، در مقایسه با سایر مواد گرمای بیشتری از محیط اطراف خود و از اجسامی که با آنها در تماس است دریافت می‌کند. از این خاصیت آب برای گرم کردن فضای خانه‌ها به وسیله شوفاژ استفاده می‌شود. آب گرم شده از مخزن به وسیله پمپ و از طریق لوله‌کشی‌های مربوط، به رادیاتور می‌رسد. در آنجا در تماس با رادیاتور، که در تماس با هوای سرد است، سرد می‌شود و بخشی از انرژی درونی خود را به رادیاتور می‌دهد و بار دیگر، از طریق لوله‌های برگشت، آب به مخزن بر می‌گردد و در این چرخه باز همین عمل تکرار می‌شود.

فعالیت ۷



در مورد استفاده از آب در دستگاه خنک‌کننده موتور اتومبیل تحقیق و نتیجه آن را به کلاس ارائه کنید.

۱ پاسخ دهید :

الف) چرا دیواره شیشه‌ای مخزن دماسنج باید نازک باشد؟

ب) چرا آب مایع مناسبی برای استفاده در خنک کردن موتور اتومبیل است؟

پ) چرا در زمستان هنگامی که سطح آب دریاچه یخ می‌بندد، با افزایش ضخامت یخ، آهنگ افزایش ضخامت یخ کند می‌شود؟

۲ پاسخ دهید :

الف) چرا موادی نظیر پشم و تارهای شیشه‌ای عایق‌های

گرمایی خوبی هستند؟

ب) یک قطعه چوب و یک قطعه آهن هم‌دما را لمس کنید.

چرا آهن سردتر به نظر می‌آید؟ آیا این به دلیل خطای لامسه

است؟ توضیح دهید. (فرض کنید دمای هر دو قطعه از دمای

دست فرد لمس‌کننده به یک اندازه کمتر است.)

۳ تجربه نشان می‌دهد در یک شب سرد زمستانی دمای قسمتی از زمین که برف روی آن است چند درجه سلسیوس بیشتر از دمای

زمین بدون برف است. علت را توضیح دهید.

۴ با توجه به عکس دمانگاشت یک ساختمان، که در آغاز این فصل آمده است، شما چه پیشنهادی برای کم‌شدن اتلاف گرما از

بخش‌های مختلف ساختمان دارید؟



۵ یکی از راه‌های اتلاف انرژی ساختمان‌های عمومی (مثل هتل‌ها، بانک‌ها، مغازه‌های

خواربارفروشی و ...) در ورودی آنهاست که یا باید همواره باز باشد و یا تعداد باز و بسته شدن آنها

زیاد است. برای جلوگیری از این اتلاف انرژی چه پیشنهادهایی دارید؟ در هر مورد توضیح دهید.

۶ شکل روبه‌رو، مهم‌ترین راه‌های اتلاف انرژی در یک نوع منزل مسکونی خاص را نشان می‌دهد.

الف) چند درصد از کل انرژی تلف شده از طریق دیواره‌های

دو جداره بیرون می‌رود؟

ب) چرا وقتی فاصله جداره‌های دیوار را از پوششی مانند

اسفنج پر می‌کنیم، اتلاف انرژی به صورت گرما کاهش پیدا

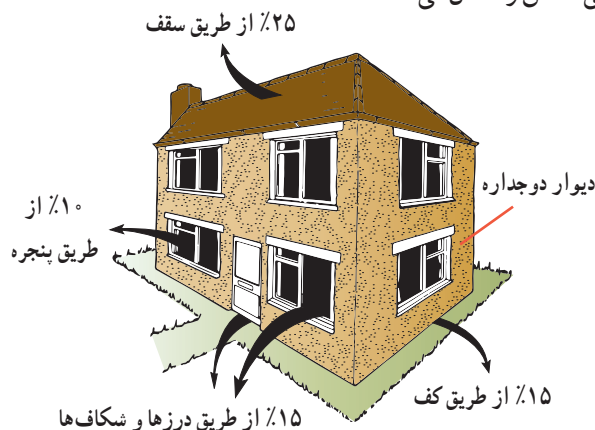
می‌کند؟

پ) چرا اتاق‌های شمالی خانه‌های ما ممکن است از اتاق‌هایی

که رو به جنوب هستند، خنک‌تر باشد؟

ت) صاحب خانه قصد دارد که عایق‌بندی منزل را با استفاده از

شیشه‌های دو جداره یا عایق‌بندی سقف بهبود بخشد. به نظر

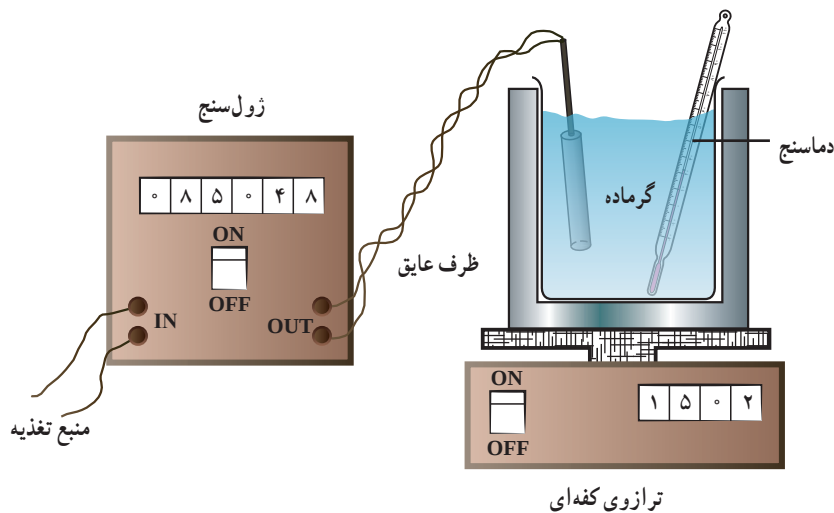


شما کدام عایق بندی در اولویت است؟ شیشه‌های دوجداره یا عایق بندی سقف؟ چرا؟

۷ احتمالاً متوجه شده‌اید که بعضی غذاها مدتی بیشتر از غذاهای دیگر داغ می‌مانند.

الف) توضیح دهید چرا اگر یک تکه نان برشته را از نان برشته‌کن دریاورید و همزمان مقداری سوپ داغ را در کاسه بریزید چند دقیقه بعد سوپ هنوز دمای مطبوعی دارد درحالی که نان برشته کاملاً سرد شده است؟

ب) با استدلال پیش‌بینی کنید اگر پیش از خوردن گوشت و مقداری پوره سیب‌زمینی (هم جرم با گوشت)، که هر دو در ابتدا دمای یکسانی دارند، اندکی صبر کنید کدام یک زودتر سرد می‌شود؟



۸ شکل روبه‌رو آزمایشی را نشان می‌دهد که توسط آن می‌توان گرمای ویژه هر مایعی را به‌طور تقریبی اندازه‌گیری کرد (مثلاً آب). چگونگی انجام آزمایش را توضیح دهید. توجه داشته باشید ژول‌سنج می‌تواند گرمای داده‌شده به گرماده الکتریکی را اندازه‌گیری کند. ضمناً فرض کنید تمام گرمای داده‌شده، صرف افزایش دمای آب شده است.

مسئله‌ها

۱ وقتی شیر آب گرم را در ماشین ظرف‌شویی باز می‌کنیم لوله‌های آب، گرم می‌شوند. چه مقدار گرما توسط لوله‌های مسی، که جرم آنها $2/3 \text{ kg}$ است، گرفته می‌شود تا دمای آنها از 20°C به 80°C برسد؟

۲ در یک مخزن آلومینیومی به جرم 5 kg ، مقداری آب به جرم 50 kg و دمای 20°C وجود دارد. در یک روز گرم و آفتابی، دمای آب و مخزن به 40°C می‌رسد. این مخزن و آب درونش چه مقدار گرما گرفته‌اند؟

۳ الف) دمای یک قطعه آلومینیوم 15 کیلوگرمی از 6°C به 1°C می‌رسد. این قطعه آلومینیوم چقدر گرما از دست داده است؟
ب) اگر 15 کیلوگرم آب از دمای 6°C به دمای 1°C برسد چقدر گرما از دست داده است؟

۴ در سیستم خنک‌کننده موتور یک کامیون از 20 لیتر آب استفاده می‌شود. (جرم هر لیتر آب را 1 kg فرض کنید)

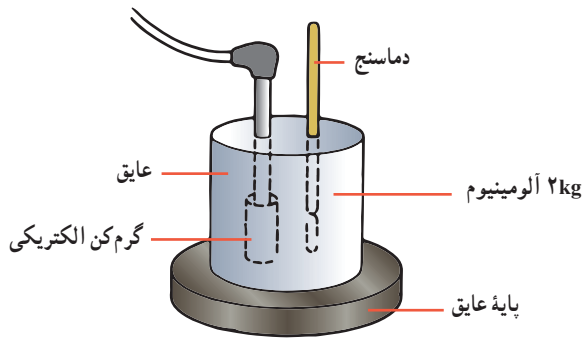
الف) اگر در اثر کارکردن موتور کامیون، 84 kJ گرما به آب داده شود، دمای آب چه مقدار افزایش می‌یابد؟

ب) در زمستان، برای جلوگیری از یخ‌زدگی آب درون موتور از ضد یخ (مخلوط آب و اتیلن گلیکول) استفاده می‌شود. با توجه به اینکه چگالی ضد یخ کمتر از آب است، در یک طرح آزمایشگاهی 16 kg ضد یخ به‌طور کامل جایگزین 20 لیتر، آب می‌شود. اگر در

این حالت به ضد یخ 84 kJ گرما بدهیم، دمای آن چه مقدار افزایش می‌یابد؟ (آب $1^\circ\text{C} = 9^\circ\text{C}$ ضد یخ)

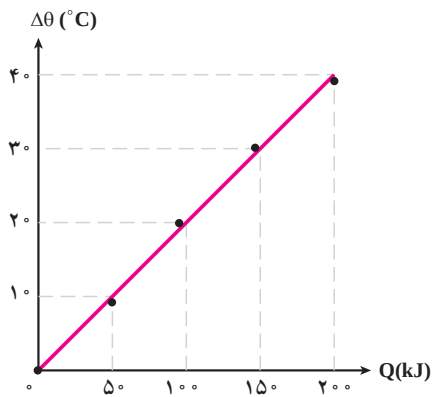
پ) برای خنک کردن موتور، آب بهتر است یا ضد یخ؟ توضیح دهید.

۵ یک گرم کن الکتریکی 100 واتی را درون یک قطعه آلومینیومی به جرم 2 kg که دور آن عایق است، قرار می دهیم. اگر پس از ده دقیقه دمای قطعه به اندازه 33°C افزایش یابد گرمای ویژه آلومینیوم چقدر است؟



۶ در یک برنامه رژیم غذایی ادعا شده است: هر مقدار دلتان می خواهد بخورید ولی به مقدار کافی آب سرد بنوشید. در این صورت چاق نمی شوید. فرض کنید کل انرژی غذا در بدن به گرما تبدیل و صرف رساندن دمای آب سرد از 7°C به 37°C شود. با استفاده از جدول زیر معین کنید چند لیتر آب سرد 7°C باید بنوشیم تا تأثیر یک همبرگر 100 گرمی و 200 گرم سیب زمینی سرخ شده همراه آن را خنثی کنیم؟

غذا	همبرگر	سیب زمینی
انرژی بر حسب ژول بر کیلوگرم	8×10^6	6×10^6



۷ در رابطه $c = Q/m\Delta\theta$ ، اگر جرم آب را 2 برابر کنیم و گرمای داده شده را 4 برابر کنیم؛

الف) گرمای ویژه آب چند برابر می شود؟

ب) تغییر دمای آب چند برابر می شود؟

۸ در شکل پرسش ۸، گرمای داده شده به مایع درون ظرف عایق، توسط ژول سنج و دمای آن توسط دماسنج اندازه گیری می شود. جرم مایع 2 kg است و نتایج به دست آمده بر روی نمودار روبه رو رسم شده است. گرمای ویژه این مایع چه مقدار است؟ آیا با استفاده از جدول ۲-۲، می توانید نوع احتمالی این مایع را حدس بزنید؟ از گرمای داده شده به ظرف عایق صرف نظر شود.

۹ از یک گرم کن الکتریکی به توان 300 W ، برای گرم کردن آب درون یک پارچ شیشه ای به جرم 300 g ، که حاوی 250 g آب 15°C است، استفاده می کنیم. چه مدت طول می کشد تا آب درون پارچ به نقطه جوش (100°C) برسد؟ فرض کنید در تمام لحظه ها، دمای آب و پارچ یکی است و همه گرمای گرم کن صرف افزایش دمای آب و پارچ می شود و گرما به بیرون داده نمی شود. ($c_{\text{پارچ}} = 700\text{ J/kg}\cdot^\circ\text{C}$)

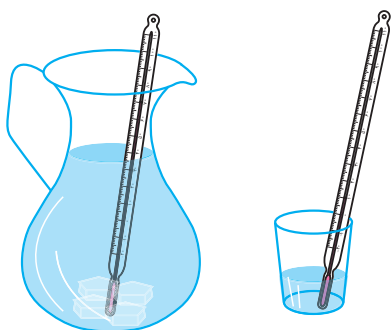
۱۰ یک کتری برقی دمای 1 kg آب را مدت 5 دقیقه از 20°C به نقطه جوش می رساند. اگر توان کتری برقی 1800 W باشد. بازده کتری چند درصد است (چند درصد از گرمایی که کتری می دهد به آب می رسد)؟

۱۱ یک گرم کن الکتریکی در هر ثانیه 1100 ژول انرژی الکتریکی را به گرما تبدیل می کند. این گرم کن را درون 3 کیلوگرم آب قرار می دهیم. اگر گرم کن 120 ثانیه روشن باشد دمای آب در هریک از حالت های زیر چقدر افزایش می یابد؟

الف) همه گرمایی که گرم کن می دهد به آب داده شود.

ب) 80 درصد گرمایی که گرم کن می دهد به آب داده شود.

۱ متن زیر را بخوانید و سپس به پرسش مطرح‌شده پاسخ دهید.



دماسنج در واقع دمای خودش را نمایش می‌دهد. وقتی دماسنج در تماس گرمایی با چیزی قرار می‌گیرد که می‌خواهیم دمای آن را بدانیم، بین این دو انرژی به صورت گرما جریان می‌یابد تا دمایشان برابر و تعادل گرمایی برقرار شود. اگر دمای مربوط به دماسنج را بدانیم، دمای جسم مورد نظر را خواهیم دانست. دماسنج باید به اندازه‌ای کوچک باشد که دمای جسم مورد اندازه‌گیری را خیلی تغییر ندهد. اگر دمای اتاق را اندازه می‌گیرید، دماسنج شما به اندازه لازم کوچک است. اما اگر دمای یک قطره آب را اندازه می‌گیریم، تماس قطره با دماسنج ممکن است باعث تغییر دمای قطره شود و در نتیجه عددی که دماسنج نشان می‌دهد با دمای اولیه قطره، متفاوت باشد.

یک فجان کوچک و یک پارچ محتوی آب که در مدت نسبتاً طولانی در یخچال قرار داشته‌اند را از یخچال بیرون می‌آوریم. دو دماسنج یکسان را در هریک از آنها قرار می‌دهیم. کدام یک از دماسنج‌ها، دمای آب را درست‌تر نشان می‌دهد؟ توضیح دهید.

۲ درون یک قابلمه چدنی که جرم آن با در قابلمه ۲kg است، ۳kg خورش سرد می‌ریزیم و در آن را می‌بندیم و مجموعه را برای گرم کردن روی اجاق برقی قرار می‌دهیم. با توجه به اینکه بیشتر خورش از آب است، الف) تقریباً چه مقدار گرما لازم است تا مجموعه قابلمه و محتویاتش، 8°C گرم‌تر شود؟ $(c_{\text{چدن}} = 460 \text{ J/kg} \cdot ^{\circ}\text{C})$ ب) اگر توان الکتریکی اجاق 500 W باشد، زمان لازم برای گرم کردن خورش چند دقیقه است؟ فرض کنید تمام انرژی داده شده توسط اجاق سبب گرم شدن قابلمه و خورش می‌شود.

۳ با استفاده از جدول ۲-۲، به سؤال‌های زیر پاسخ دهید.

الف) گرم کردن یک جرم مشخص از جیوه گرمای کمتری می‌خواهد یا گرم کردن همان مقدار جرم از فولاد؟ توضیح دهید. ب) فرض کنید یک جرم مشخص از آلومینیوم 20°C و به همان اندازه، نقره 20°C داریم. اگر این دو را در هوای آزاد قرار دهیم، کدام یک گرمای بیشتری به هوا می‌دهد؟ توضیح دهید.