



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 هر یک 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 نوشیم. 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 ۱-۲-۲ به دمایی که در آن آب یخ می‌زند عدد صفر و به دمای جوش آب عدد ۱۰۰ را اختصاص می‌دهیم.



آندره سلسیوس

منجم سوئدی در ۲۷ نوامبر ۱۷۰۱ م. (۱۷۰۸ ه.ش) به دنیا آمد و در ۲۵ آوریل ۱۷۴۴ م. (۱۱۲۳ ه.ش) درگذشت. او بنیان‌گذار 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 لینائوس^۲ این مقیاس را به مقیاس امروزی سلسیوس تغییر داد. او در ابتدا مقیاس خود را سانتی‌گراد نامید که برآمده از واژه لاتینی به معنای 100° گام است.

به نام درجه تقسیم شده است (شکل ۲-۲). از این رو دماسنجی که چنین مدرج شده باشد دماسنج با مقیاس سانتی‌گراد (برگرفته از سانتی (centi) به معنی «یک‌صدم» و گراد (grade) به معنی «درجه») نامیده می‌شود. با این همه، اکنون به افتخار آندره سلسیوس، منجم سوئدی و کسی که اولین بار این مقیاس را پیشنهاد کرد، آن را درجه‌بندی سلسیوس می‌نامند. وقتی دما برحسب درجه سلسیوس مشخص می‌شود معمولاً آن را با θ (تا) نمایش می‌دهند.

چگونگی استفاده از دماسنج: برای اندازه‌گیری دما، مخزن دماسنج را در تماس با جسمی قرار می‌دهیم که می‌خواهیم دمای آن را اندازه بگیریم. مدتی صبر می‌کنیم تا ارتفاع مایع در لوله باریک دماسنج دیگر تغییر نکند. آنگاه عددی را می‌خوانیم که در مقابل سطح مایع در لوله نوشته شده است. این عدد دمای آن جسم را نشان می‌دهد. بنابراین دما کمیتی است که نشان می‌دهد هر جسم، با مقیاسی استاندارد، چه قدر گرم یا سرد است.

در جدول ۱-۲ و شکل ۲-۳ برخی از دماهای مهم ارائه شده است.

جدول ۱-۲- برخی از دماهای مهم*

| موضوع | دما برحسب C |
|-------------------------------|-------------|
| نقطه جوش هیدروژن مایع | -۲۳۵ |
| نقطه جوش اکسیژن مایع | -۱۸۳ |
| نقطه انجماد الکل | -۱۱۵ |
| نقطه انجماد جیوه | -۳۹ |
| نقطه ذوب یخ | |
| دمای هوا در یک روز معمولی | ۲۵ |
| دمای بدن انسان سالم | ۳۷ |
| نقطه ذوب موم | ۵ |
| نقطه جوش الکل اتیلیک (اتانول) | ۷۸ |
| نقطه جوش آب | ۱ |
| نقطه ذوب قلع | ۲۳۲ |
| نقطه جوش جیوه | ۳۵۷ |
| نقطه ذوب طلا | ۱۶۷ |
| دمای هسته زمین | 37 ± 1 |
| دمای سطح خورشید | 57 ± 1 |

* 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 حیوانی 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 الکی نامیده می‌شوند و در زندگی روزمره به کار می‌روند می‌تواند الکل، تولوئن، 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 هر یک از این دماسنج‌ها چه گسترهٔ دمایی را می‌تواند اندازه‌گیری کند.

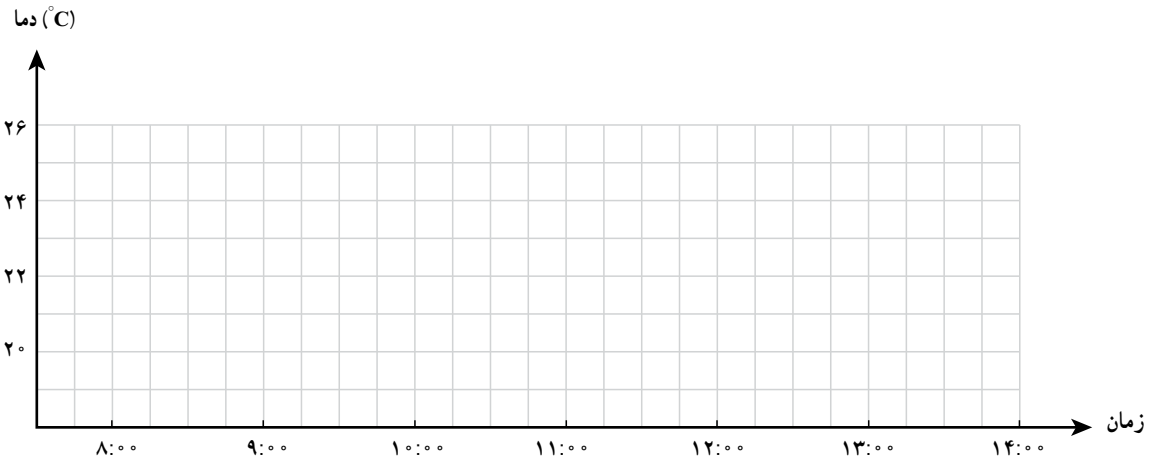
آزمایش کنید ۱

وسایله‌های 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 برحسب 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. در ارتفاع‌های بالاتر که فشار هوا کمتر است دمای نقطه جوش پایین می‌آید. آزمایش نشان می‌دهد 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.



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؟



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. 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 بدعی در الگوهای بطلمیسی 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 کوبرنیک منطبق هستند و جنبه «زمین مرکزی» دارند. بعد از این پژوهش‌ها بررسی 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. از جزئیات زندگی ابن شاطر اطلاع چندانی در دست نیست. شش سال بیشتر نداشت که پدرش درگذشت و پدر بزرگش سرپرستی او را به عهده گرفت و به او هنر کنده‌کاری 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.

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 هم‌دما 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 هم‌دما 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.

اگر در یک لیوان آب، جسمی با دمای پایین‌تر از دمای آب بیندازیم، آیا تغییری در انرژی درونی آب و انرژی درونی جسم رخ می‌دهد؟ انرژی از کدام جسم به دیگری منتقل می‌شود؟

اگر همین آزمایش را با جسمی انجام دهیم که دمای آن با آب یکسان باشد، تغییری در دمای جسم و آب روی نمی‌دهد. یعنی انرژی درونی آب و جسم هر دو ثابت می‌ماند. در مثال‌های 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 می‌شود و از انرژی درونی یکی کاسته و به انرژی درونی دیگری افزوده می‌شود.

این انرژی را که در اثر وجود اختلاف دما بین دو جسم از یکی به دیگری منتقل می‌شود **گرما** می‌نامیم و آن را با Q نشان می‌دهیم. به این ترتیب می‌توان گفت:

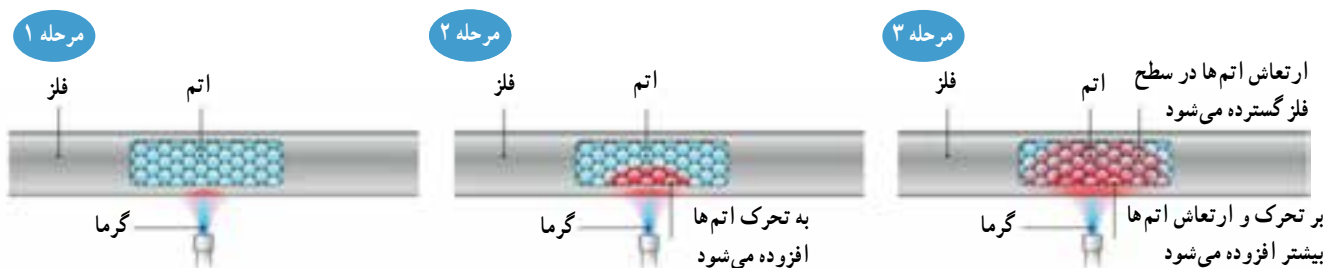
گرما انرژی‌ای است که به دلیل اختلاف دما بین دو جسم مبادله می‌شود.

۲-۴ رسانش گرما

اگر یک سر میله فلزی را مطابق شکل ۲-۵ روی شعله نگه دارید، طولی نمی‌کشد که سر دیگر آن آتقدر داغ می‌شود که دیگر نمی‌توانید آن را در دست بگیرید. گرما از سری که روی شعله است به سر دیگر منتقل می‌شود. انتقال گرما بدین روش را **رسانش گرما** می‌نامیم. آتش باعث می‌شود که الکترون‌های آزاد، که می‌توانند در فلز رانده شوند، انرژی بگیرند و در برخورد با اتم‌ها و دیگر الکترون‌های آزاد انرژی را در میله منتقل کنند. شکل ۲-۶ رسانش گرما را در چنین میله‌ای نشان می‌دهد. رسانش گرما در یک جسم به پیوندهای ساختار اتمی یا مولکولی آن جسم بستگی دارد. جامدهایی که از اتم‌های با یک یا چند الکترون خارجی سست تشکیل شده باشند، گرما را خوب هدایت می‌کنند. فلزها سست‌ترین الکترون‌های خارجی را دارند، که می‌توانند انرژی را آزادانه از طریق برخورد در فلز منتقل کنند. بدین دلیل، آنها رساناهای عالی گرما هستند.



شکل ۲-۵- سر میله‌ای فلزی را در بالای شعله یک اجاق نگه داشته‌ایم.



شکل ۲-۶- چگونه رسانش گرما در یک میله از دیدگاه اتمی. با برخورد الکترون‌های آزاد با اتم‌ها، بر تحرک و ارتعاش اتم‌ها افزوده می‌شود.

آزمایش کنید ۳

وسایله‌های آزمایش: چند میله فلزی هم‌اندازه از جنس‌های مختلف، چراغ‌گاز، 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.

در این آزمایش مشاهده کردید 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 ضعیف‌تر هستند. الکترون‌های خارجی این مواد دارای پیوند محکمی با اتم‌ها هستند. رساناهای ضعیف گرما را **عایق** می‌نامند.



شکل ۲-۷ از چوب و کائوچو در ساخت دسته قابل‌مها استفاده می‌شود.

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.

شعابیت ۵

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.

بخار



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

وسایله‌های آزمایش: المنت سماور برقی، بطری پلاستیکی شفاف، دو عدد تبسنج نواری، منبع تغذیه، سیم رابط، لوله پلاستیکی یا کائوچویی نازک

شرح آزمایش:



- ۱- مطابق شکل دو سر المنت حرارتی 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 اجرای این آزمایش دیدیم 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 منفذهای 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.

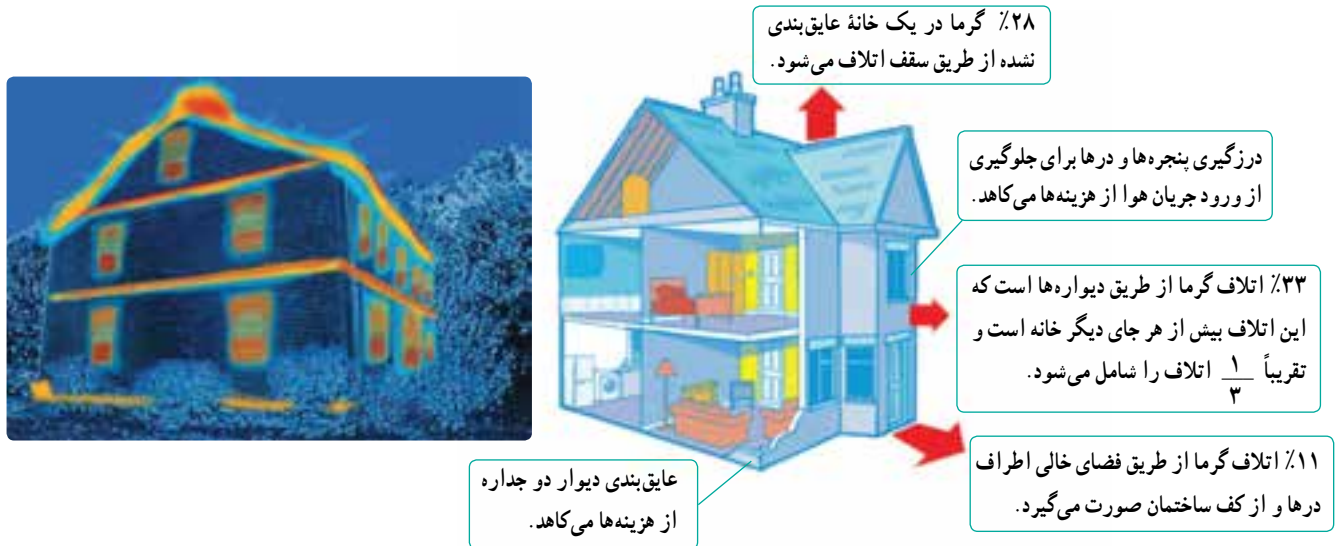
فناوری و کاربرد - چند مورد استفاده از رساناها و نارسناهای خوب گرما در خانه

- ۱- شعله پخش‌کن، وسیله‌ای است فلزی که روی شعله چراغ گاز قرار می‌دهند تا گرمای حاصل را در ناحیه وسیع‌تری پخش کند و از سوختن غذا در یک نقطه، بلافاصله بالای شعله، جلوگیری شود.
- ۲- قابلمه‌های آلومینیومی، چدنی، مسی، آهنی و یا ترکیبی از این مواد رساناهای خوبی هستند زیرا گرما را به آسانی از شعله به مواد غذایی درون خود می‌رسانند.

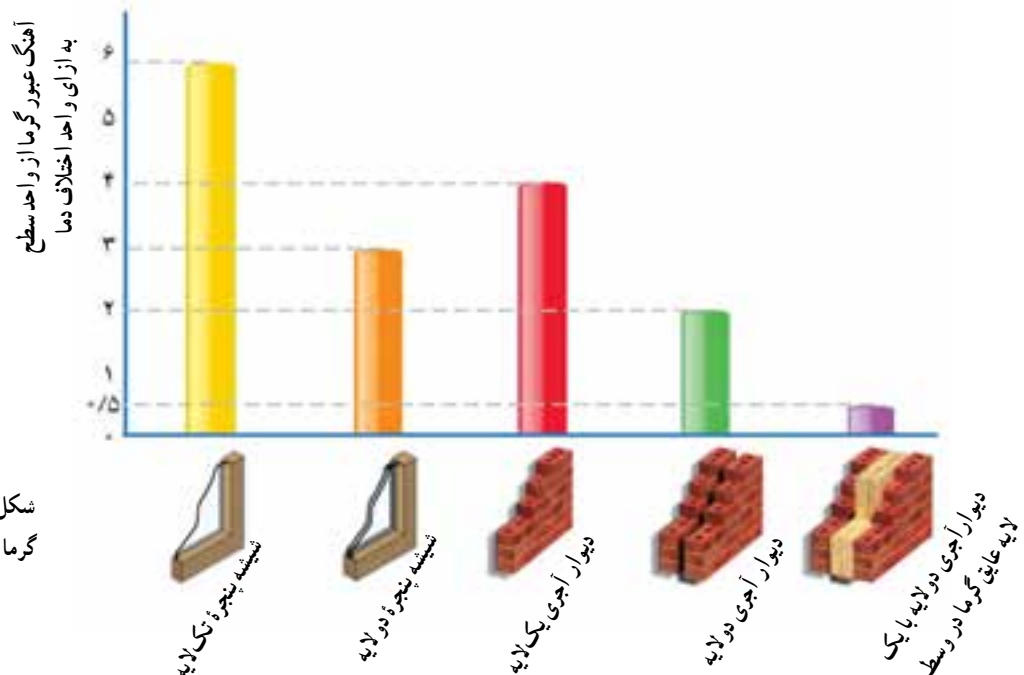
۳- چوب و کائوچو عایق‌های خوبی هستند. از آنها در دسته‌ ظرف‌های آشپزخانه استفاده می‌شود. دسته‌های چوبی و کائوچویی قابلمه‌های حاوی غذای داغ را می‌توانیم به راحتی با دست بگیریم.

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- ۲۰ 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 ۴۰ 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- ۲۰ 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 $\frac{Q}{m.\Delta\theta}$ همواره مقدار ثابتی است. این مقدار ثابت را **گرمای ویژه آب** می‌نامیم.

آزمایش کنید ۷

وسایله‌های 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 | ۹ |
| مس | ۳۸۷ |
| بدن انسان (37°C) | ۳۵ |
| یخ (15°C) | ۲ |
| استیل | ۴۵۲ |
| سرب | ۱۲۸ |
| نقره | ۲۳۵ |
| بتون | ۸ |
| گرانیت | ۸ |
| شیشه | ۸۵ |
| فولاد | ۵ |
| جیوه | ۱۵ |
| برنج | ۳۸ |
| مایعات | |
| الکل اتیلیک | ۲۴۵ |
| گلیسرین | ۲۴۱ |
| جیوه | ۱۳۹ |
| آب (15°C) | ۴۱۸۵ |
| آب دریا | ۳۹ |

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

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

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

اگر در مخرج این کسر m را برابر یک کیلوگرم و $\Delta\theta$ را برابر یک درجه سلسیوس بگیریم، 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 جرم m از جسمی با گرمای ویژه c را به اندازه $\Delta\theta$ تغییر دهیم، گرمای Q لازم است و از تعریف گرمای ویژه داریم:

$$Q = mc\Delta\theta \quad (2-2) \quad mc(\theta_2, \theta_1)$$

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_1 کمتر از θ_2 باشد، θ_1 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 1kg در نظر بگیرید.

پاسخ:

$$\theta_1 = 24^\circ\text{C}, \theta_2 = 4^\circ\text{C}, m = 2\text{kg}, c = 4200\text{ J/kg}\cdot^\circ\text{C}$$

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

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 150°C کار کند. اگر 196kJ گرما لازم باشد تا دمای آن از 20°C به 150°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، 23mg است. اگر جریان برق در هر ثانیه گرمایی معادل $10^4 \times 7/4\text{ J}$ 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:

$$m = 23 \text{ mg} = 2/3 \times 10^{-5} \text{ kg}, \quad Q = 7/4 \times 10^{-3} \text{ J}, \quad c = 705 \text{ J/kg} \cdot \text{C}$$

(الف)

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

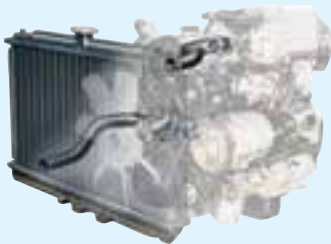
$$\Rightarrow \Delta\theta = \frac{7/4 \times 10^{-3}}{2/3 \times 10^{-5} \times 705} \Rightarrow \Delta\theta = 0/46^\circ \text{C}$$

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.

شناوری 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 فانه‌ها 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 ۴



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.

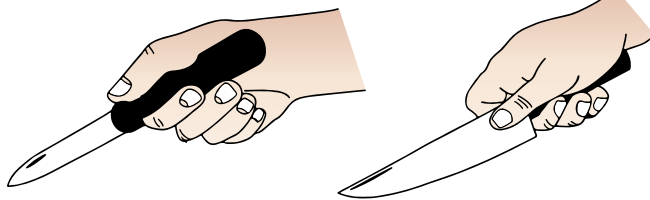
چرا آهن سردتر به نظر می‌آید؟ آیا این به دلیل خطای لامسه

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

دست فرد لمس‌کننده به یک اندازه کمتر است.)

تیغه فلزی این کارد سردتر از
دسته آن احساس می‌شود.

دسته پلاستیکی این کارد از تیغه آن
گرم‌تر احساس می‌شود.



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 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

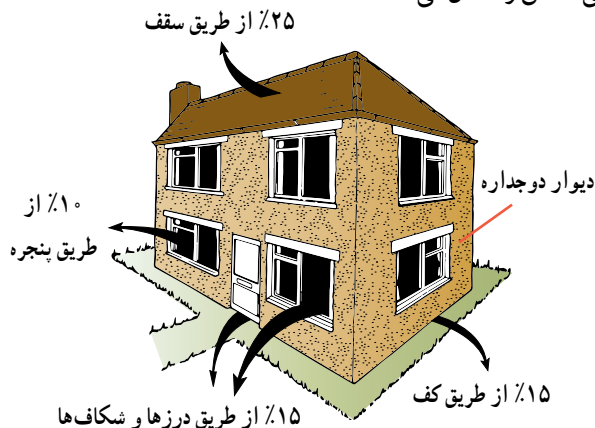
می‌کند؟

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

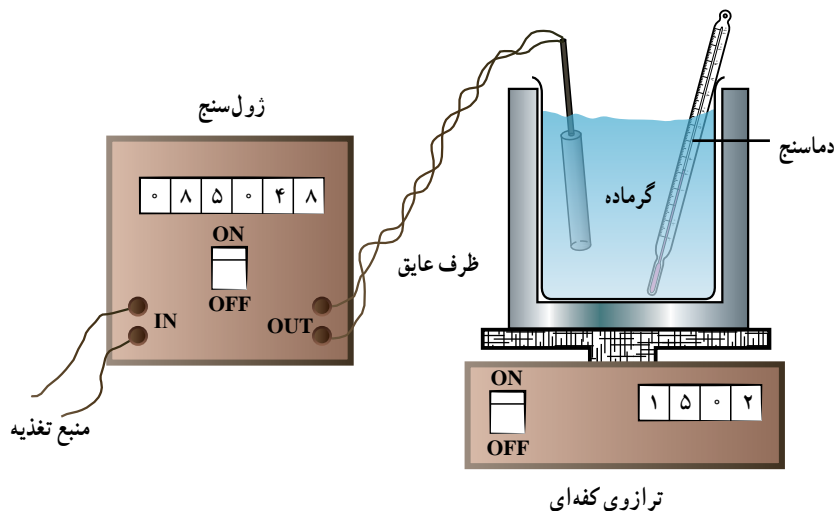


شما کدام عایق بندی در اولویت است؟ شیشه‌های دوجداره یا عایق بندی سقف؟ چرا؟

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 برشته کن 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 ژول سنج 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 ، 50°C آب وجود دارد. در یک روز گرم و آفتابی، دمای آب به 40°C می‌رسد. این مخزن و آب درونش چه مقدار گرما گرفته‌اند؟

۳ الف) دمای یک قطعه آلومینیوم 15 کیلوگرمی از 60°C به 10°C می‌رسد. این قطعه آلومینیوم چقدر گرما از دست داده است؟
ب) اگر 15 کیلوگرم آب از دمای 60°C به دمای 10°C برسد چقدر گرما از دست داده است؟

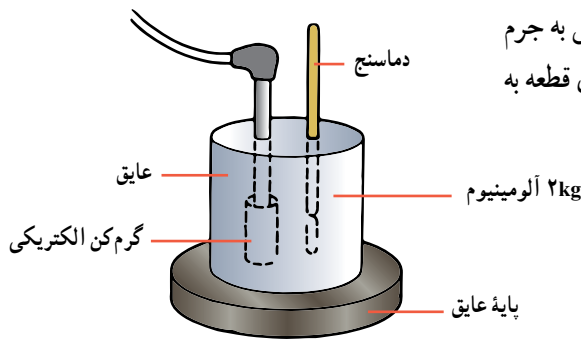
۴ در سیستم خنک‌کننده موتور یک کامیون از 20 لیتر آب استفاده می‌شود. (جرم هر لیتر آب را 1 kg فرض کنید)

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 1°C)

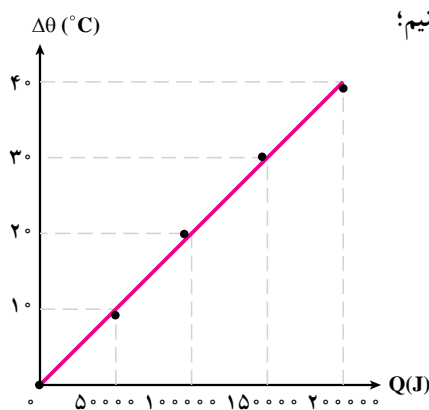
ب) برای خنک کردن موتور، آب بهتر است یا ضد یخ؟ توضیح دهید.



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 $Q = m\Delta\theta c$ ، 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؟

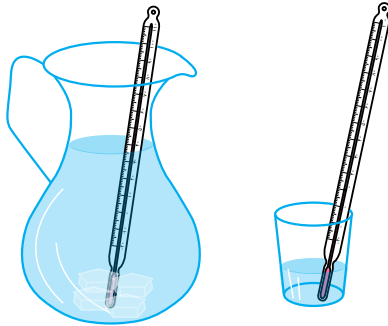
۸ در شکل پرسش ۸، گرمای داده شده به مایع درون ظرف عایق، توسط ژول سنسج و دمای آن توسط دماسنج اندازه گیری می شود. جرم مایع 2 kg است و نتایج به دست آمده بر روی نمودار روبه رو رسم شده است. گرمای ویژه این مایع چه مقدار است؟ آیا با استفاده از جدول ۲-۲، می توانید نوع احتمالی این مایع را حدس بزنید؟ از گرمای داده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

۹ از یک گرم کن الکتریکی به توان 300 W ، برای گرم کردن آب درون یک فنجان 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 فنجان به نقطه جوش (100°C) برسد؟ $c = 700\text{ J/kg}^\circ\text{C}$ فنجان

فرض کنید در تمام لحظه ها، دمای آب و فنجان یکی است و همه گرمای گرم کن صرف افزایش دمای آب و فنجان می شود و گرما به بیرون داده نمی شود.

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 مطرح شده 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 اندازه‌ای 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 فنجان 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، 2 kg است، 3 kg 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 46°C ، 46°C چدن مجموعه قابلمه و محتویاتش، 8°C گرم‌تر شود؟

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.