فصل اول: هم‌دمایی، گرما و دما

وقتی سرما می‌خوری، تب می‌کنی و مادرت برای بهبود حال تو، یک دستمال خیس روی پیشانی‌ات می‌گذارد و پاشویه‌ات می‌کند.

هیچ وقت به ظرفی که روی شعله‌ی اجاق گاز است؛ دست نمی‌زنی، چون می‌دانی چه بلایی سر دستت خواهد آمد!!

حتماً نوشیدن یک فنجان چای داغ در فصل زمستان برایت بسیار دلچسب است. وقتی فنجان چای را با دست برمی‌داری، داغی فنجان را احساس می‌کنی و هنگامی‌که چای را می‌نوشی، در فضای دهان و کم‌کم تمام وجودت گرمای مطلوبی را احساس می‌کنی.

شکل ۱) تصویریک فنجان چای داغ که از آن بخار بلند می‌شود

در مقابل، در فصل تابستان وقتی از بیرون به خانه می‌آیی، یک لیوان شربت که تکه‌های یخ در آن شناور است، بسیار گوارا است. این‌بار اگر لیوان را در دست بگیری، در دستان خود احساس سرما می‌کنی و با نوشیدن آن تمام وجودت خنک می‌شود.

شکل ۲) تصویر لیوان شربت با تکه‌های شناوریخ

همه می‌دانند که اگر به یک جسم داغ دست بزنند یا دستشان می‌سوزد یا احساس داغی خواهند کرد و اگر به یک جسم سرد دست بزنند، در دست خود احساس سرما می‌کنند. برای خنک شدن شربت، داخل آن تکه‌های یخ می‌اندازند و برای تهیه‌ی آب داغ و درست کردن چای، آب را روی شعله حرارت می‌دهند.

اگر ۲ ظرف را از آب داغ پر کنی (آب ظرف اول داغ‌تر از ظرف دوم می‌باشد) و انگشت خود را در آب هر ظرف فرو ببری، قطعاً می‌توانی مقایسه کنی و بگویی کدام آب داغ‌تر است.

اما چگونه سنجش خود را قوی‌تر کنیم و حتی به آن عدد و رقم نسبت دهیم؟

شکل ۳) دماسنج طبی

اخبار هواشناسی، دمای هوای مناطق مختلف کشور را در هر ۲۴ ساعت اعلام می‌کند.

گوینده‌ی اخبار هواشناسی در تیرماه، بندرعباس را با دمای ۴۵ درجه‌ی سانتی‌گراد، داغ‌ترین و شهرکرد را با دمای ۸ درجه‌ی سانتی‌گراد، سردترین مناطق کشور معرفی می‌کند و با مقایسه‌ی میزان دمای شهرهای مختلف، بیش‌ترین و کم‌ترین دما را مشخص می‌کند.

می‌بینی که برای سنجش سردی و گرمی هوای شهرها، از واژه‌ای به نام دما استفاده می‌شود. بله! معیار و کمیتی که دانشمندان برای سنجش سردی و گرمی اجسام به کار می‌برند، دما است.

در مثال ۲ ظرف آب، گفتیم که آب ظرف اول از ظرف دوم داغ‌تر است، یعنی دمای آب ظرف اول بیش‌تر از ظرف دوم است.

هنگامی‌که لیوان چای داغ را در دست می‌گیری، به این دلیل آن‌را داغ احساس می‌کنی که دمای لیوان چای از دمای دستان تو بیش‌تر است و یا وقتی لیوان شربت خنک را به‌دست گرفتی و احساس سرما کردی، به این معنا بود که دمای لیوان شربت از دمای دستان تو کم‌تر بوده است. در واقع اگر آن‌را داغ‌تر یا سردتر احساس نکنی، دمای آن با دست تو برابر است.

آزمایش کنید:

تعدادی چوب کبریت بردارید و به سراغ شعله‌ی گاز بروید. هر دفعه یک چوب کبریت را در یک ناحیه از شعله فرو کنید. در کدام ناحیه چوب کبریت سریع‌تر روشن می‌شود؟ این نشانه‌ی چیست؟

توضیح: با این آزمایش خواهی فهمید که مکان‌های مختلف یک شعله، در روشن کردن کبریت، سرعت متفاوتی دارند. هر قسمت که دمای بیش‌تری داشته باشد، کبریت را نیز سریع‌تر روشن خواهد کرد.

آزمایش کنید:

۳ ظرف آب تهیه کن. در یکی آب سرد، در دیگری آب داغ و در سومی آب ولرم بریز. ابتدا یک دستت را در آب داغ و دیگری را در آب سرد قرار بده. هر دست تو چه احساسی خواهد داشت؟

حالا هر دو دستت را در آب ولرم قرار بده! این بار در دستانت چه احساسی داری؟

با انجام آزمایش بالا متوجه شدی که حواس ما برای اندازه‌گیری دما چندان دقیق نیستند. پس برای بیان دقیق دمای هر جسم و مقایسه‌ی راحت‌تر، به یکای مناسبی برای اندازه‌گیری دما احتیاج داریم.

یکای اندازه‌گیری دما:

در مثال هواشناسی دیدی که دمای شهرها با یک عدد معین و با واحدی به نام درجه‌ی سانتی‌گراد معرفی شد. این اعداد و ارقام از کجا آمده و به چه معناست؟

برای تعیین واحد اندازه‌گیری دما، دانشمندان؛ دو نقطه‌ی انجماد آب و جوش آب را معیار قرار دادند. یعنی فرض کردند که مقدار عدد صفر را برابر دمایی درنظر بگیرند که آب در آن به یخ تبدیل می‌شود و مقدار عدد ۱۰۰ را برابر دمایی بگیرند که آب در آن می‌جوشد. سپس فاصله‌ی این دو دما را به ۱۰۰ قسمت مساوی تقسیم کردند و سایر دماها را بر اساس این مقدار تعیین نمودند. دمای هر جسم را می‌توانی بر حسب این واحدها بیان کنی. مثلاً دمای عمومی بدن را در حالت سلامتی کامل، تقریباً با ۳۷ و دمای هوای اتاق را در شرایط متعارف با ۲۵ نشان می‌دهند. نام این واحد برای دما را درجه‌ی سلسیوس و یا درجه‌ی سانتی‌گراد گذاشتند. بنابراین آب در دمای صفر درجه‌ی سلسیوس منجمد می‌شود و در دمای ۱۰۰ درجه‌ی سلسیوس هم می‌جوشد. برای اندازه‌گیری دما، ۲ واحد معروف دیگر به نام‌های فارنهایت و کلوین وجود دارند. از آن‌جا که تمامی این واحدها مربوط به یک کمیت هستند، پس می‌توانند به هم تبدیل شوند. به‌طور مثال، می‌توان تعیین نمود که صفر درجه‌ی سلسیوس چند درجه‌ی فارنهایت و چند درجه‌ی کلوین است.

بیش‌تر بدانید: درجه‌بندی فارنهایت

شکل ۴) فارنهایت در حال تعریف واحد دمایی عجیب غریبش!

یکی از روش‌هایی که برای مدرّج کردن دماسنج می‌توان به کار برد، روش آقای گابریل فارنهایت است. در این روش، مایع دماسنجی، جیوه است. برای تعیین نقطه‌ی صفر، مخزن را در مخلوط یخ و نشادر قرار می‌دهند. (نشادر، نمکی جامد، بلورین و بی رنگ است که از ترکیب اسید کلریدریک و آمونیاک به‌دست می‌آید.) پس از این‌که جیوه در پایین‌ترین حد ثابت شد، محل آن‌را علامت زده و برابر صفر درجه‌ی فارنهایت می‌گیرند. برای تعیین حد بالایی نیز آن‌را در تعادل با دمای بدن انسان سالم قرار داده و بالاترین ارتفاع جیوه را علامت می‌زنند. این محل را ۹۸/۶ گذاشته و بین صفر تا ۹۸/۶ را به ۹۸/۶ قسمت مساوی تقسیم می‌کنند و هر قسمت را یک درجه‌ی فارنهایت می‌نامند. در این روش قدیمی دماسنجی، نقطه‌ی جوش آب عدد ۲۱۲ است. از این مقیاس، امروزه در بعضی لوازم مانند فر و مایکروفر و در بعضی نقاط برای اعلام دمای هوا استفاده می‌کنند.)

۳۷۳/۱۵ درجه‌ی کلوین — ۲۱۲ درجه‌ی فارنهایت — ۱۰۰ درجه‌ی سلسیوس

۲۷۳/۱۵ درجه‌ی کلوین — ۳۲ درجه‌ی فارنهایت — ۰ درجه‌ی سلسیوس

۲۵۵/۳۸ درجه‌ی کلوین — ۰ درجه‌ی فارنهایت — ۱۷/۷۷– درجه‌ی سلسیوس

۲۷۳/۱۵– درجه سلسیوس = ۰ درجه‌ی کلوین

پرسش‌ها:

۱) دما چیست؟

۲) واحدهای اندازه‌گیری دما را نام ببرید.

۳) دماسنج سلسیوس چگونه درجه‌بندی شده است؟ نقطه‌های مهم دماسنجی در این شیوه چه مواردی هستند؟

۴) تعیین کن ۳۰۳ درجه‌ی کلوین، چند درجه‌ی سلسیوس و چند درجه‌ی فارنهایت است (شکل زیر کمک می‌کند)؟

شکل ۵) درجه‌بندی دماسنج بر اساس واحدهای سلسیوس و فارنهایت

دماسنجی:

وقتی دمای جسمی بالا می‌رود، تغییراتی قابل مشاهده و اندازه‌گیری اتفاق می‌افتد. اگر بتوانیم این تغییرات را خوب مشاهده و اندازه‌گیری کنیم، می‌توانیم تغییرات دما را هم بسنجیم که به این کار؛ دماسنجی گفته می‌شود. متداول‌ترین روش دماسنجی به کمک انبساط و انقباض صورت می‌گیرد که در فصل‌های آینده درباره‌ی این روش‌ها توضیح خواهیم داد.

اکنون می‌خواهیم بررسی کنیم که وقتی یک جسم داغ در کنار یک جسم سرد قرار می‌گیرد و یا به زبان علمی‌تر وقتی دو جسم با دماهای متفاوت در کنار هم قرار می‌گیرند، چه اتفاقی رخ می‌دهد؟

گرما، تبادل گرمایی و هم‌دمایی

حتماً برایت پیش آمده که یادت رفته باشد که چای را بنوشی و مدتی درون اتاق مانده و سرد شده باشد و یا لیوان شربت بعد از مدتی گرم شود. در هر دو فرآیند محتویات درون لیوان‌ها در مجاورت هوای درون اتاق قرار دارند.

پرسش:

۵) آزمایشی که یک دستت را در آب سرد و دیگری را در آب داغ فرو می‌بردی به خاطر داری؟ چرا وقتی دستانت را در آب ولرم قرار دادی احساس هر دست تو دقیقاً برعکس شد؟

دیدی که دمای چای داغ از دمای هوای اتاق بیش‌تر است و پس از مدتی دمای آن کاهش یافت، اما در مورد شربت درست عکس این قضیه اتفاق افتاد. پس می‌توان نتیجه گرفت وقتی دمای دو جسم با یک‌دیگر متفاوت است و در مجاورت یک‌دیگر قرار می‌گیرند، چیزی بین این دو جسم مبادله می‌شود تا دمای یکی افزایش و دمای دیگری کاهش پیدا کند. در این فرآیند، نوعی انرژی بین مواد جابه‌جا شده و از ماده‌ای به ماده‌ی دیگر منتقل می‌شود. به این نوع انرژی، گرما گفته می‌شود. **گرما انرژی است که بین دو جسم با دماهای متفاوت جابه‌جا می‌شود و همیشه از جسم با دمای بالاتر به جسم با دمای پایین‌تر منتقل می‌شود.**

یکای رایج اندازه‌گیری گرما، ژول است اما در قدیم از کالری هم استفاده می‌شده، حتی امروزه در بعضی موارد مانند بیان انرژی مواد غذایی، از کالری استفاده می‌شود.

تا به این‌جا یاد گرفتی که وقتی دو جسم با دماهای متفاوت در کنار هم قرار بگیرند، با هم تبادل گرمایی خواهند داشت، بدین صورت که گرما از جسم با دمای بالاتر به جسم با دمای پایین‌تر منتقل خواهد شد و به دنبال این فرآیند، جسمی که گرما از دست می‌دهد، کاهش دما و جسمی که گرما دریافت می‌کند، افزایش دما پیدا خواهد کرد.

شکل ۶) آدم برفی با چای خوردن از بین می‌رود!

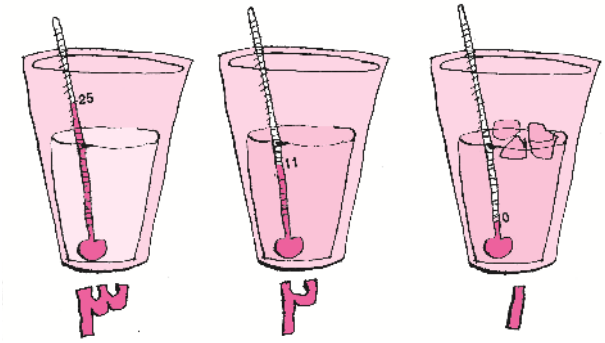
پرسش:

۶) تبادل گرما بین دو جسم تا چه زمانی ادامه پیدا می‌کند؟

اگر یک لیوان چای داغ و یک لیوان شربت خنک را درون اتاق رها کنی تا با هوای داخل اتاق تبادل گرمایی داشته باشند و بعد از مدت زمانی نسبتاً طولانی به سراغ آن‌ها بروی و هر یک از دستان خود را درون یکی از آن‌ها فرو کنی، خواهی دید که با هم هیچ تفاوت دمایی ندارند. اگر آن‌ها را ساعت‌ها رها کنی، باز به همین گونه باقی می‌مانند و تغییری نخواهند کرد.

گفته بودیم که وقتی دمای جسمی از دیگری بالاتر باشد، مقداری از گرمای خود را از دست داده و به آن جسم منتقل می‌کند. این فرآیند تا وقتی که اختلاف دما وجود داشته باشد، ادامه پیدا خواهد. زمانی که دو جسم هم‌دما شوند و دیگر تفاوتی بین دمای آن‌ها وجود نداشته باشد، تبادل گرما نیز متوقف خواهد شد.

به چنین وضعیتی که دو جسم غیر هم‌دما در کنار هم قرار می‌گیرند تا زمانی که دمای جسم‌ها ثابت شده و دیگر تبادل گرما با هم نداشته باشند، هم‌دمایی گفته می‌شود.



شکل ۷) تصویر یک لیوان شربت به همراه یک دماسنج در طول زمان: اول دمای لیوان صفر است و تکه‌های یخ در آن دیده می‌شود. دوم دما بالاتر آمده و تکه‌های یخ درون لیوان نیست. سوم دمای لیوان به دمای اتاق (۲۵) رسیده است.

اگر یک لیوان آب جوش را درون یک استخر آب بریزی، چون با هم اختلاف دما دارند، قطعاً تبادل گرما خواهند داشت، اما دمای آب استخر چقدر تغییر خواهد کرد؟ واضح است که چون حجم آب لیوان در مقایسه با آب استخر بسیار ناچیز است، دمای آب درون استخر تغییر چندانی نخواهد داشت و می‌توان از آن صرف نظر کرد.

یک لیوان آب ۶۰ درجه را با یک لیوان آب ۳۰ درجه مخلوط کنیم چه اتفاقی می‌افتد؟ چون مقدار هر دو یکسان است، دمای تعادل، دقیقاً میانگین این دو دما خواهد بود. اگر به جای یک لیوان، ۲ لیوان آب ۶۰ درجه بریزی چطور؟ این‌بار مقدار آب ۶۰ درجه بیش‌تر است، پس دمای تعادل به ۶۰ نزدیک‌تر است. اگر ۳ یا تعداد بیش‌تری لیوان آب ۶۰ درجه بریزی چطور؟ باز هم دمای تعادل به ۶۰ درجه نزدیک‌تر می‌شود.

اگر این بار یک لیوان آب ۶۰ درجه را با یک لیوان روغن ۳۰ درجه مخلوط کنی چطور؟ نتیجه‌ی این آزمایش نشان می‌دهد که دمای تعادل به ۶۰ درجه نزدیک‌تر است. از این آزمایشات ساده نتیجه می‌گیریم که به هنگام تبادل گرمایی و رسیدن به دمای تعادل، برخی مواد قدرت بیش‌تری دارند و دمای تعادل را به سمت خود می‌کشند. این قدرت را ظرفیت گرمایی می‌نامیم که در فصل بعدی به آن خواهیم پرداخت.

اکنون می‌خواهیم رابطه‌ی دما و گرما را در یک جسم با رفتار مولکول‌های آن جسم بررسی کنیم.

پرسش‌ها:

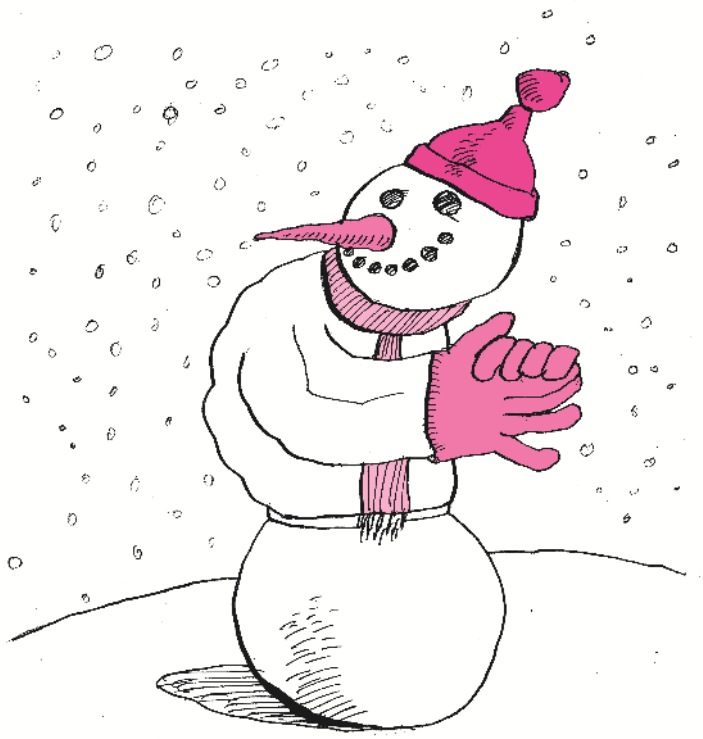
۷) گرما چیست؟

۸) در چه صورتی گرما از جسمی به جسم دیگر منتقل می‌شود؟

۹) تبادل گرمایی و هم‌دمایی را شرح دهید.

انرژی درونی

حتماً تا به حال برایت پیش آمده که در فصل زمستان و هوای سرد، هنگام زنگ تفریح در حیاط مدرسه، دستان خود را روی هم مالش دهی تا اندکی گرم شود و یا شروع به دویدن می‌کنی و یا حتی در همان جایی‌که ایستاده‌ای مقداری تحرک و جنبش داری تا بدن خود را گرم کنی.



شکل ۸) تصویر یک دانش آموز با پوشش فصل سرما که دست‌هایش را به هم مـ مالد

یک ظرف آب را روی شعله قرار بده. آب داخل ظرف کم‌کم داغ می‌شود تا جایی که شروع به قل‌قل می‌کند. اگر دقت کنی در این حالت، سطح آب درون ظرف به تلاطم افتاده و گاهی قطراتی از آب به بالا پرتاب می‌شوند.

شکل ۹) تصویر جوشیدن آب

ازدیاد جنبش و تحرک در دو وضعیت بالا مشهود است. اکنون می‌خواهیم تأثیر جنبش بر گرم شدن و برعکس آن‌را بررسی کنیم.

می‌دانی که تمام مواد از مولکول ساخته شده‌اند و مولکول‌ها نیز با هم پیوندی شبیه فنر دارند، یعنی می‌توانی مولکول‌ها را گوی‌هایی تصور کنی که بین آن‌ها یک فنر ساده وجود دارد.

شکل ۱۰) دو گوی که با یک فنر به هم متصل هستند

مولکول‌ها به خاطر پیوند فنری که دارند، می‌توانند تحرک و جنبش داشته باشند. در شکل بالا، اگر مولکول‌ها حرکت کنند، هم دارای سرعت می‌شوند، هم فاصله‌ی آن‌ها تغییر می‌کند که باعث تغییر طول فنر می‌شود.

در اثر سرعت، مولکول‌ها دارای انرژی جنبشی می‌شوند و در اثر جابه‌جایی بسیار ناچیز خود و تغییر فاصله‌ی بین مولکول‌ها، دارای انرژی پتانسیل می‌شوند. از آن‌جا که مولکول‌های تمام مواد می‌توانند در سر جای خود جنبش کنند، نتیجه می‌گیریم که تمامی مواد در درون خود دارای انرژی جنبشی و پتانسیل هستند که به مجموع این انرژی‌ها، انرژی درونی گفته می‌شود. در واقع تمامی مواد، این ساختار فنری پیوندها را دارا هستند و به همین دلیل، همگی انرژی درونی دارند اما مقدار آن قابل محاسبه نیست. به‌طور مثال، شما نمی‌توانید بگویید که یک توپ فوتبال چقدر انرژی درونی دارد، ولی می‌توانید بگویید که انرژی درونی یک توپ فوتبال بعد از این‌که به آن ضربه وارد می‌شود، چقدر تغییر می‌کند.

شکل ۱۱) تصویر توپ شوت شده

در مثال دوم، وقتی که جنبش درون آب زیاد شود، سرعت و جنبش مولکول‌های آب افزایش می‌یابد و با افزایش جنبش، انرژی جنبشی نیز افزایش پیدا خواهد کرد و در نتیجه انرژی درونی آب زیاد شده است. در مثال اول هم دیدی که افزایش جنبش، روشی برای گرم کردن بدن بود. بنابراین، نتیجه می‌گیریم که جنبش و گرما با هم رابطه‌ی مستقیم دارند و با افزایش یا کاهش یکی، حتماً دیگری افزایش یا کاهش پیدا خواهد کرد.

اکنون می‌توانیم به گونه‌ای دیگر نیز گرما را تعریف کنیم. گرما صورتی از انرژی است که باعث تغییر انرژی درونی اجسام می‌ش ود. هنگامی‌که به ماده‌ای گرما می‌دهیم، جنبش مولکول‌های آن افزایش می‌یابد و وقتی جنبش زیاد می‌شود؛ سرعت مولکول‌ها نیز بیش‌تر می‌شود و به دنبال آن انرژی جنبشی ماده نیز افزایش می‌یابد و افزایش انرژی جنبشی موجب افزایش انرژی درونی جسم می‌شود. بنابراین می‌توان گفت گرما با مجموع انرژی جنبشی مولکول‌های جسم، متناسب است. نکته‌ای که در این‌جا اهمیت دارد این است که جنبش‌های نامنظم مولکول‌های ماده موجب گرما می‌شود، ولی اگر جنبش‌ها منظم و همگی در یک جهت باشند، موجب حرکت کلی جسم می‌شوند و در این صورت فقط همان انرژی جنبشی کل را منجر خواهد شد و هیچ ربطی به گرما ندارد.

می‌توان نتیجه گرفت که اگر به جسم؛ گرما دهیم انرژی جنبشی کل افزایش پیدا می‌کند. از تقسیم انرژی جنبشی کل بر تعداد مولکول‌ها، به متوسط انرژی جنبشی دست پیدا خواهیم کرد. از آن‌جا که تعداد مولکول‌ها ثابت است با افزایش انرژی کل جنبشی، انرژی متوسط جنبشی جسم نیز افزایش پیدا خواهد کرد و برعکس اگر جسم؛ گرما از دست بدهد، متوسط انرژی جنبشی کاهش پیدا خواهد کرد. از این رو، می‌توان گفت که دما با متوسط انرژی جنبشی متناسب است. اگر دمای جسمی بالا باشد، یعنی متوسط انرژی جنبشی مولکول‌های آن جسم نیز بالا است و اگر دما پایین باشد یعنی متوسط انرژی جنبشی مولکول‌های آن جسم نیز پایین است. البته باید توضیح دهیم که تناسبی که برای دما و متوسط انرژی جنبشی در نظر گرفته می‌شود، برای مواد مختلف متفاوت است. به طور مثال، اگر یک تکه آهن و یک لیوان آب؛ دمای یکسانی داشته باشند، دلیل نمی‌شود که متوسط انرژی جنبشی مولکول‌های آن‌ها نیز با هم برابر باشد. حتی این تناسب برای یک ماده در حالت‌های مختلف آن نیز با هم متفاوت است. به طور مثال، این تناسب در آب به صورت مایع، با حالت یخ و بخار متفاوت است. از این تناسب برای هر ماده به صورت جداگانه و در همان حالت اصلی ماده می‌توان استفاده کرد و با تغییر حالت ماده این تناسب نیز تغییر خواهد کرد.

گاز	جرم مولی (g/mol)	سرعت مؤثر ذره‌ها در دمای ۲۰ درجه‌ی سلسیوس (واحد سرعت متر بر ثانیه است)	انرژی ذره‌ها (j/Kg)
هیدروژن	۲/۰۲	۱۹۰۰	۱۸۱۰۰۰۰
هلیوم	۴/۰۰	۱۳۵۲	۹۱۰۰۰۰
آب	۱۸/۰	۶۳۷	۲۰۲۰۰۰
نئون	۲۰/۲	۶۰۲	۱۸۱۰۰۰
نیتروژن و منوکسید کربن	۲۸/۰	۵۱۱	۱۳۱۰۰۰
منوکسید نیتروژن	۳۰/۰	۴۹۴	۱۲۲۰۰۰
اکسیژن	۳۲/۰	۴۷۸	۱۱۴۰۰۰
دی اکسید کربن	۴۴/۰	۴۰۸	۸۳۲۰۰
دی اکسید گوگرد	۶۴/۱	۳۳۸	۵۷۱۰۰

جدول ۱) تفاوت انرژی جنبشی مواد در دمای یکسان

پرسش:

۱۰) انرژی درونی چیست؟

۱۱) رابطه‌ی دما با انرژی جنبشی ذرات یک جسم چیست؟

۱۲) گرم کردن یک جسم چه اثری بر انرژی جنبشی آن دارد؟

آزمایش کنید:

یک قطره جوهر را درون یک لیوان آب سرد و یک قطره جوهر هم درون یک لیوان آب گرم بریزید. نتیجه‌ی آزمایش را بررسی کنید.

توضیح: در این آزمایش، قطره‌ی جوهر به کندی درون آب سرد پخش می‌شود، اما درون آب گرم با سرعت پخش شده و تمام آب را رنگی می‌کند.

دلیل این پدیده روشن است. جنبش مولکول‌های آب گرم به علت دمای بالای آن، بیشتر است. از این رو، مولکول‌های جوهر در لابه‌لای مولکول‌های آب که جنبش بالایی دارند قرار می‌گیرند و همراه آن‌ها و با سرعت بیش‌تری در تمام فضای لیوان پخش می‌شوند و رنگ تمام آب را

تغییر می‌دهند. اما در آب سرد، به علت جنبش کم‌تر، این فرآیند با سرعت کم‌تری رخ می‌دهد.

بیش‌تر بدانید: صفر کلوین

توضیح دادیم که دمای هر جسم با متوسط انرژی جنبشی مولکول‌های آن جسم متناسب است. اگر انرژی جنبشی مولکول‌های جسم کاهش پیدا کند، متناسب با میزان کاهش انرژی جنبشی، دمای جسم نیز کاهش پیدا می‌کند و یا اگر دمای جسم کاهش پیدا کند، انرژی جنبشی و به اصطلاح، جنبش جسم نیز کاهش پیدا می‌کند. با توجه به این نکته با کاهش دمای جسم، کم‌کم جنبش مولکول‌های آن نیز کاهش می‌یابد.

دانشمندی به نام کلوین، با توجه به نکاتی که در بالا گفتیم و با انجام آزمایشاتی سعی کرد تا به دماهای پایین دست پیدا کند. هرچه دما پایین‌تر بیاید، جنبش مولکول‌های ماده هم کم‌تر می‌شود. کلوین با توجه به آزمایش‌های خود تصمیم گرفت دمایی را تعیین کند که در آن مولکول‌های ماده به طور کامل از جنبش می‌ایستند. در واقع اگر با کاهش دما جنبش نیز کاهش پیدا کند، شاید جنبش آن‌قدر کم شود تا مولکول‌ها از حرکت بایستند. کلوین این دما را تعیین کرد و آن‌را دمای صفر کلوین نام‌گذاری کرد. واحد کلوین از نظر اندازه با درجه‌ی سلسیوس برابر است، یعنی وقتی یک درجه‌ی سلسیوس افزایش دما داشته باشیم، دقیقاً یک کلوین هم افزایش دما داریم.

اما این دو واحد با هم ۲۷۳ درجه اختلاف دارند. کلوین دمای صفر کلوین را با توجه به آزمایشات و نمودارهای مربوط به آن‌ها تعیین نمود که برابر با ۲۷۳- درجه‌ی سلسیوس است. فرض بر این است که در این دما، جنبش مولکولی تمام مواد برابر صفر می‌شود و انرژی جنبشی مولکولی آن‌ها برابر صفر خواهد بود. در این دما تمام مولکول‌ها ساکن می‌شوند و دیگر هیچ حرکت مولکولی وجود ندارد.

پرسش:

۱۳) آیا می‌توان مقدار مطلق انرژی درونی یک جسم را محاسبه نمود؟ توضیح بدهید.

۱۴) انرژی درونی ماده در دمای صفر کلوین چه تغییری می‌کند؟

گرم‌تر دمایی یا گرم‌تر گرمایی!

در زندگی روزمره و گفتارهای عامیانه، گاهی واژه‌های دما و گرما به جای هم به کار می‌روند. به طور مثال، وقتی می‌خواهیم بگوییم دمای یک جسم از جسم دیگر بالاتر است، می‌گوییم این از آن گرم‌تر است. اما این معادل بیش‌تر بودن انرژی گرمایی جسم اول از جسم دوم نیست. برای همین وقتی می‌خواهی بگویی دمای یک جسم بالاتر از دیگری است، بهتر است که بگویی جسم اول **داغ‌تر** از جسم دوم است.

یک لیوان آب جوش و یک استخر آب را تصور کن. واضح است که دمای آب جوش از آب استخر بالاتر است. اما انرژی درونی و به دنبال آن انرژی گرمایی که یک استخر آب دارد، خیلی بیش‌تر از انرژی گرمایی است که یک لیوان آب دارد، زیرا مقدار آب استخر خیلی بیش‌تر است. اگر در این‌جا بگوییم انرژی گرمای لیوان آب جوش بیش‌تر است، از نظر عامه جمله‌ی نادرستی نیست اما از نظر علمی کاملا نادرست است. در این‌جا انرژی گرمایی استخر آب از یک لیوان آب جوش به مراتب بیش‌تر است اما دمای آب جوش از آب استخر بالاتر است. یعنی آب جوش داغ‌تر از آب استخر است، نه گرم‌تر!

بنابراین در استفاده از کلمه‌های گرم‌تر، گرما و انرژی گرمایی دقت کن.

رفتار ماده در اثر گرما:

در این فصل با مفهوم گرما، دما و تبادل گرما آشنا شدید. اما هنگامی‌که به جسمی گرما می‌دهیم یا از آن گرما می‌گیریم، چه اتفاقی می‌افتد؟ آیا ماده تغییر می‌کند؟ آیا گرما می‌تواند تغییرات قابل مشاهده‌ای ایجاد کند؟

پاسخ این پرسش‌ها با بررسی رفتار ماده در اثر گرما به‌دست می‌آید. هنگامی‌که به یک ماده گرما داده و یا از آن گرفته می‌شود، سه اتفاق رخ خواهد داد: دمای ماده تغییر می‌کند، اندازه‌ی ماده تغییر می‌کند و یا ماده دچار تغییر حالت می‌شود. در سه فصل آینده این سه پدیده را توضیح خواهیم داد.

پرسش‌های تکمیلی فصل اول:

۱۵) انرژی گرمایی یک لیوان آب جوش بیش‌تر است یا یک استخر آب معمولی؟ توضیح دهید.

۱۶) اگر به یک ماده گرما داده شود، چه اتفاقاتی ممکن است برای آن ماده رخ دهد؟

۱۷) در چه دماهایی بر حسب کلوین و فارنهایت، انرژی درونی جسم یکسان است؟

۱۸) دمایی را بیابید که اندازه‌ی دما برحسب درجه‌ی سانتی‌گراد و درجه‌ی فارنهایت، هر دو یک عدد را نمایش بدهند. مقدار این دما را برحسب کلوین به‌دست آورید.

۱۹) ۳۲ درجه‌ی کلوین چند درجه‌ی فارنهایت است؟

۲۰) اگر یک لیوان چای داغ و یک لیوان شربت خنک را درون اتاقی با دمای ۲۵ درجه قرار دهیم، دمای نهایی آن چقدر خواهد بود؟

۲۱) اگر ۱ کیلوگرم آب جوش را با ۱ کیلوگرم آب صفر درجه مخلوط کنیم، دمای نهایی چقدر است؟

۲۲) هنگامی‌که جسمی سرد می‌شود، انرژی درونی آن چه تغییری می‌کند؟

۲۳) یک لیوان آب جوش و یک استخر آب جوش داریم. دما و گرمای هر دو را با هم مقایسه کنید.

۲۴) چرا انسان‌ها به ساختن ابزاری به نام دماسنج نیاز پیدا کردند؟

۲۵) اگر از ماده‌ای گرما بگیریم، چه پدیده‌هایی می‌تواند رخ دهد؟

۲۶) یک لیوان آب داغ و یک لیوان آب سرد داریم. انگشت‌های خود را درون این دو لیوان فرومی‌بریم. شدت برخوردها و ضربه‌های مولکول‌های مایع به انگشت‌های ما در کدام لیوان بیش‌تر است؟

۲۷) یک لیوان آب داغ و یک قابلمه آب داغ داریم. انگشت‌های خود را درون هر دو مایع فرو برده و اندکی نگه می‌داریم. اندازه‌ی برخوردها و شدت ضربه‌های وارد شده به انگشت ما از سویِ مایع کدام ظرف بیش‌تر است؟