

## بسمه تعالی

نام و نام خانوادگی:

### فصل چهارم: انتقال گرما

- اگر در هنگام پختن شله زرد نذری به کسانی که در حال پخت و پز هستند کمک کرده باشی، حتماً به تو اجازه داده اند که با ملاقه های بلندی که مخصوص دیگ های بزرگ است، شله زرد را هم بزنی، وقتی انتهای ملاقه را بگیری و با آن شله زرد را هم بزنی، در دستان خودت احساس گرما می کنی و متوجه داغ شدن ملاقه ای که دسته ی آن در دستان توست می شوی.



Photo : Mansoreh Motamedi

FARS NEWS AGENCY

شکل ۱: هم زدن شله زرد

- در فصل زمستان، در محیط بیرون، اگر به نرده ی آهنی دست بزنی حس متفاوتی با زدن دست به یک دیوار خواهی داشت.
- اگر به بدنه ی فلزی میزی که پشت آن نشستی دست بزنی حس متفاوتی با چوب روی آن خواهی داشت.
- اگر دستگیره ی قابلمه فلزی باشد، وقتی قابلمه روی شعله قرار دارد، نمی توانی آن را برداری، اما اگر دستگیره ها پلاستیکی باشد، به راحتی دستگیره ها را می گیری و قابلمه را بلند می کنی.
- اگر دست را به اتوی روشن نزدیک کنی (البته با احتیاط) حرارت آن را حس می کنی.



شکل ۲: اتو

- وقتی دستت را بالای بخاری یا شوفاژ می گیری جریان هوای گرم را احساس می کنی.
- در شب های سرد، زیر پتو می خوابی و احساس گرما می کنی.
- هنگام برف بازی از دستکش ضخیم استفاده می کنی و سرمای کمتری را حس می کنی.

- قاشق یا کفگیر چوبی و پلاستیکی در داخل قابلمه کمتر از قاشق یا کفگیر فلزی داغ می‌شود.
- همیشه وقتی در مقابل آفتاب می‌ایستی گرما و حرارت آن را حس می‌کنی.



شکل ۳: حرارت آفتاب

اتفاق‌های بالا به چه دلیل رخ می‌دهند؟ چرا با گذشت زمان، گرمای سر قاشق به دسته‌ی آن و سپس به دست تو منتقل می‌شود؟ چرا با این‌که می‌دانیم بین ما و خورشید در فاصله‌ی بسیار طولانی فضای خالی (خلأ) وجود دارد و با این حال حرارت آن را احساس می‌کنیم؟!

دلیل همه‌ی این پدیده‌ها، انتقال گرما است. انرژی گرمایی در مواد منتقل می‌شود. در این فصل، انتقال گرما و انواع روش‌های آن را با هم بررسی می‌کنیم.

## انتقال گرما:

در فصل اول در بخش تبادل گرمایی، یاد گرفتید که در اثر اختلاف دما بین دو جسم، گرما از جسمی با دمای بالاتر به جسمی با دمای پایین‌تر منتقل می‌شود تا هنگامی که هم‌دما شوند. در این فصل به این پدیده موشکافانه‌تر نگاه می‌کنیم.

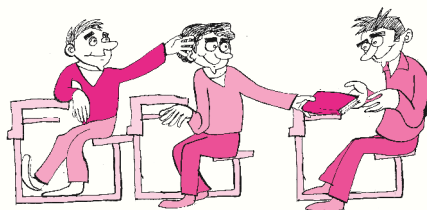
اصولاً گرما هم می‌تواند از طریق ماده منتقل شود و هم می‌تواند بدون نیاز به ماده منتقل شود. برای انتقال به کمک ماده نیز دو روش وجود دارد. یا گرما به خودی خود در طول ماده حرکت می‌کند و منتقل می‌شود و یا در یک ماده ذخیره شده و بعد ماده منتقل می‌شود و گرما را با خود حمل می‌کند. اما در روش بدون ماده، گرما خودبه‌خود و از طریق نورهای مرئی و غیر مرئی بین اجسام منتقل می‌شود. بنابراین سه روش برای انتقال گرما وجود دارد. البته باید دقت کنید که گرما فقط در صورتی بین اجسام مبادله می‌شود که دمای دو جسم با هم متفاوت باشد. اختلاف دما عامل ضروری انتقال گرما محسوب می‌شود.

## انتقال گرما به روش رسانش یا هدایت:

مثال پختن شله‌زرد را به خاطر داری؟ وقتی ملاقه را به دست گرفتی، با گذشت زمان، دسته‌ی آن داغ‌تر شد. مگر سر ملاقه در مجاورت گرما نیست؟ پس چرا در انتهای آن احساس گرما می‌کنی؟

به این مثال توجه کنید:

فرض کن سر کلاس در ردیف اول و در گوشه‌ی سمت راست کلاس نشسته‌ای و می‌خواهی کتاب دوستت را که از او قرض گرفته بودی به او پس بدهی. دوستت در ردیف آخر کلاس و در گوشه‌ی سمت چپ کلاس می‌نشیند. برای این‌که کتاب را به دوستت بدهی آن را به نفر کناری‌ات می‌دهی تا بعد او آن را به نفر بعدی بدهد و به همین ترتیب کتاب دست به دست منتقل می‌شود تا به دست دوستت برسد.



شکل ۴: کتابی با دست به دست کردن منتقل می‌شود.

اکنون با توجه به این مثال و مرور مطالبی که در مورد گرما و جنبش گفتیم، می‌توانی بگویی چرا دسته‌ی ملاقه پس از مدتی داغ شد؟!

وقتی سر ملاقه درون شله‌زرد قرار می‌گیرد، به آن گرما داده می‌شود و جنبش مولکول‌های آن بخش افزایش پیدا می‌کند. وقتی جنبش مولکول‌ها زیاد شود، به این معنی است که برخورد مولکول‌ها با مولکول‌های مجاور آن‌ها هم افزایش پیدا می‌کند. پس کم‌کم این جنبش به مولکول‌های دسته‌ی ملاقه نیز منتقل می‌شود. در حقیقت، هر مولکول با برخورد به مولکول کناری خود، آن‌را به حرکت وا می‌دارد و این روند تا انتهای ملاقه ادامه خواهد داشت. با افزایش جنبش، میانگین انرژی جنبشی نیز افزایش پیدا خواهد کرد. بنابراین دمای دسته‌ی ملاقه نیز افزایش پیدا می‌کند و تو احساس می‌کنی دسته داغ شده است. یعنی جنبش و گرما در طول ملاقه حرکت کرد تا به انتهای آن رسید. در مثال سر کلاس هم همین اتفاق افتاد. در آن‌جا نیز کتاب به ترتیب به نفر بعدی منتقل شد و به انتهای کلاس رسید. به این‌گونه انتقال گرما که در آن گرما خودبه‌خود در درون یک جسم حرکت کرده و از نقطه‌ای از جسم با دمای بالاتر به نقطه‌ای از جسم با دمای پایین‌تر منتقل می‌شود **رسانش یا هدایت** می‌گوییم.

### عوامل مؤثر در میزان انتقال گرما در روش رسانش:

در مجموع، انتقال گرما به روش رسانش به ۴ عامل بستگی دارد که در ادامه با هم می‌بینیم.

#### آزمایش کنید

دو میله‌ی مسی هم‌شکل و هم‌اندازه انتخاب کنید. یک ظرف آب با دمای ۱۰۰ درجه‌ی سلسیوس و ظرف دیگری با دمای ۵۰ درجه‌ی سلسیوس تهیه کنید. دو میله‌ی مسی را با دو دست خود بردارید و انتهای هر کدام را با یک دست بگیرید. هم‌زمان نوک هر کدام از میله‌ها را درون یکی از ظرف‌های آب فرو کنید، یعنی نوک یکی از میله‌ها در آب ۱۰۰ درجه و نوک دیگری را در آب ۵۰ درجه فرو کنید. میله‌ها را تا جایی در دست نگه دارید تا در هر دو دست احساس گرما بکنید.

در کدام دست گرما را بیش‌تر و سریع‌تر احساس می‌کنید؟ در دستی که انتهای میله در آب ۱۰۰ درجه بود و یا در دستی که انتهای میله در آب ۵۰ درجه بود؟



شکل ۶: آب جوش



شکل ۵: میله‌ی مسی

نتیجه‌ی این آزمایش نشان می‌دهد که میله‌ای که در آب با دمای ۱۰۰ درجه قرار داشت، حرارت را بیش‌تر و وسیع‌تر به انتهای خود که در دستان شما قرار داشت، منتقل کرده است.

دمای بدن انسان ۳۷ درجه‌ی سلسیوس است، پس بخشی از میله که در دست شما بود حدود ۳۷ درجه دما داشت و بخشی که در ظرف با دمای پایین‌تر قرار داشت، دمای ۵۰ درجه‌ی سلسیوس داشت. بنابراین اختلاف دمای دو سر میله ۱۳ درجه است. در رسانش توضیح دادیم که گرما از قسمتی که دمای بالاتری دارد به سمتی که دمای پایین‌تری دارد حرکت می‌کند. پس در این آزمایش گرمای آب از سر میله‌ی مسی به انتهای آن، که در دستان شما است منتقل شده است.

اما در مورد ظرف آبی که در دمای ۱۰۰ درجه بود، اختلاف دمای دو سر میله ۶۳ درجه بود. تقریباً پنج برابر اختلاف دمای اولیه است. می‌توانیم نتیجه بگیریم که هر چه **اختلاف دما** در دو سر جسم بیش‌تر باشد، میزان گرمای منتقل شده در طول جسم نیز بیش‌تر خواهد بود.

## آزمایش کنید

این بار دو میله‌ی مسی هم شکل انتخاب کنید، با این تفاوت که طول یکی سه برابر دیگری باشد. سپس هم‌زمان با هر دو دست انتهای دو میله را نگه داشته و سر هر دو میله را با هم درون آب جوش فرو ببرید.

در این حالت، در کدام دست خود بیش‌تر و سریع‌تر گرما را احساس کردی؟

این بار در دستی که میله‌ی کوتاه‌تر را نگه داشته بود گرمای بیش‌تری را احساس کردی. در بحث رسانش توضیح دادیم که گرما موجب جنبش می‌شود و این جنبش و حرکت در اثر برخورد به مولکول‌های مجاور منتقل می‌شود و این روند ادامه پیدا می‌کند تا گرما به انتهای میله برسد. حال اگر طول میله بلندتر شود، مدت زمانی که طول می‌کشد تا در اثر برخورد بین مولکول‌ها، جنبش در طول میله حرکت کند و به انتهای آن برسد هم بیش‌تر می‌شود.

مثال انتقال کتاب به انتهای کلاس را بیاد بیاور. اگر تعداد نفراتی که کتاب را بین تو و دوستت دست به دست منتقل می‌کنند بیش‌تر شود، زمان رسیدن کتاب به دوستت هم بیش‌تر می‌شود. مثال دیگری که در این باره می‌توان زد، گرفتن قاشق با یک دست و سیخ کباب با دست دیگر بر روی یک شعله می‌باشد. دستی که قاشق را نگه داشته به سرعت داغی را متوجه می‌شود، حال آن‌که دستی که سیخ را نگه داشته به لین زودی گرمایی را احساس نمی‌کند.

بنابراین هرچه **طول جسم** کوتاه‌تر باشد، سرعت و میزان انتقال حرارت به انتهای آن نیز بیش‌تر خواهد شد.

## پرسش:

۱) چرا دیواره‌ی شیشه‌ای مخزن دماسنج را نازک می‌سازند؟

## آزمایش کنید

این بار دو میله‌ی مسی که طول آن‌ها برابر است را انتخاب کنید. فقط باید سطح مقطع یکی بزرگ‌تر از دیگری باشد. این بار هم انتهای هر میله را با یک دست گرفته و سر آن‌ها را درون آب جوش فرو ببرید.

این بار در کدام دست خود بیش‌تر و سریع‌تر گرما را احساس کردی؟

در این مرحله گرما در میله‌ای که سطح مقطع بزرگ‌تری داشت، بیش‌تر و سریع‌تر منتقل شد. وقتی سطح مقطع میله بزرگ‌تر شود یعنی مولکول‌های بیش‌تری می‌توانند با مولکول‌های مجاور خود برخورد کنند، بنابراین جنبش در آن واحد بیش‌تر می‌تواند منتقل شود. وقتی جنبش بیش‌تری منتقل شود بنابراین گرما هم سریع‌تر منتقل می‌شود.

بر گردیم به مثال انتقال کتاب. یک صف از دوستان را در نظر بگیر که یک کتاب را دست به دست منتقل می‌کنند. حالا دو صف دیگر به دوستان اضافه کن. این بار دوستان می‌توانند ۳ کتاب را با همان سرعت قبل منتقل کنند.

## آزمایش کنید

یک سیخ چوبی (یا لوله‌ی خودکار) و یک میله‌ی مسی را برداشته و آن‌ها را هم‌زمان درون آب جوش فرو ببرید و منتظر بمانید تا گرما را در دستان خود احساس کنید.

این بار در کدام دست خود گرما را بیش‌تر و سریع‌تر احساس کردی؟

در این آزمایش دستی که فلز را گرفته است، گرما را بیش‌تر و سریع‌تر احساس می‌کند. این آزمایش نشان می‌دهد که گرما در فلز سریع‌تر از چوب یا پلاستیک منتقل می‌شود. یا می‌توان گفت فلزات نسبت به چوب و پلاستیک، رسانای بهتری برای گرما هستند. دلیل این‌که مردم در زمستان ترجیح می‌دهند به جای صندلی آهنی روی صندلی چوبی بنشینند نیز همین است، زیرا انتقال حرارت و گرما در فلز خیلی سریع صورت می‌گیرد و بدن به سرعت گرمای خود را به آهن داده و احساس سرمای شدید می‌کند.

بنابراین عامل دیگری که در سرعت و میزان انتقال حرارت و گرما از طریق رسانش مؤثر می‌باشد، **جنس جسم** است.

پس دیدید که انتقال گرما به روش رسانش به ۴ عامل زیر بستگی دارد:

(۱) اختلاف دما در دو سر جسم

(۲) طول جسم

(۳) سطح مقطع جسم

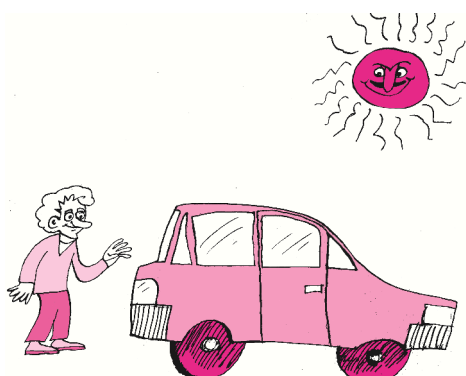
(۴) جنس جسم

## زمان!

نکته‌ای که باید به آن دقت کنید این است که مقدار انتقال گرما به زمان وابسته است. یعنی هر ماده‌ای اگر مدت زمان بیش‌تری گرما دریافت کند، مسلماً میزان انرژی گرمایی آن نیز بیش‌تر خواهد شد. به طور مثال، اگر یک ظرف آب را روی شعله قرار دهید، میزان گرمایی که در طی یک دقیقه دریافت کرده بسیار کم‌تر از میزان گرمایی است که در طول یک ساعت می‌تواند دریافت کند.

## چرا در تابستان وقتی به بدنه‌ی ماشین دست می‌زنیم، دستمان می‌سوزد؟!

اگر در تابستان دستت را به شیشه و بعد به بدنه‌ی ماشین بزنی، حس می‌کنی که بدنه‌ی ماشین داغ‌تر است، دلیل آن هم رسانایی بالاتر بدنه‌ی ماشین است. پس با وجود هم‌دما بودن، بدنه‌ی ماشین داغ‌تر حس می‌شود.



شکل ۷: داغ بودن بدنه‌ی ماشین در تابستان.

۲) در اتاقی که همه‌ی اجسام آن هم‌دما هستند یک میز آهنی و یک میز چوبی را با دست لمس کنید. کدام را گرم‌تر حس می‌کنید؟ چرا؟

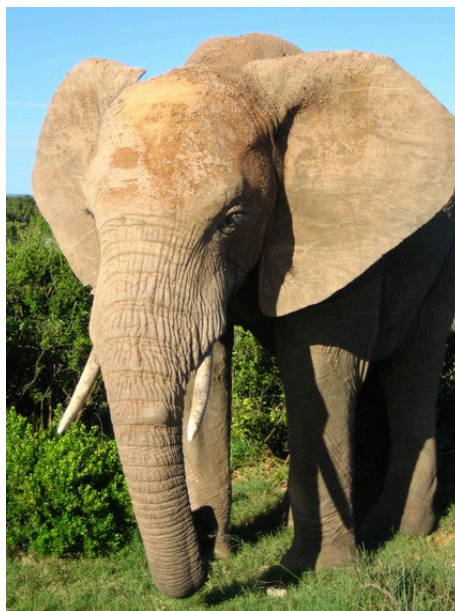
۳) دو قطعه‌ی هم اندازه از چوب و فلز را تا دمایی معین گرم کرده‌ایم. با قرار دادن آن‌ها در هوای محیط، کدام یک زودتر سرد می‌شود؟ چرا؟

۴) چرا بدنه‌ی قابلمه‌ها را فلزی و دسته‌های آن‌را از گونه‌ای پلاستیک می‌سازند؟

### بیش‌تر بدانید:

#### گوش‌های فیل

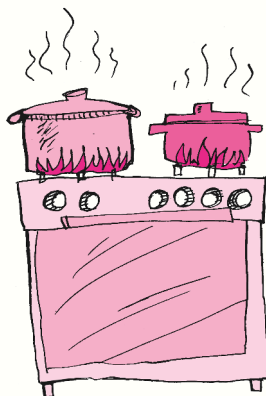
فیل‌ها گوش‌های بزرگی دارند. آن‌ها با کمک گوش‌های خود بدن خود را خنک می‌کنند. سطح بزرگ گوش‌های فیل، در انتقال سریع حرارت بدن او مؤثر است. گوش‌های فیل بسیار نازک هستند. رگ‌های فراوانی در گوش‌های فیل خون را در آن می‌گردانند. به دلیل فاصله‌ی کم رگ‌ها با سطح گوش، انتقال حرارت خیلی سریع رخ می‌دهد. پس عملاً، گوش‌های فیل با ضخامت کم و سطح زیاد، رسانایی زیادی دارند.



شکل ۸: یک فیل

## اتلاف انرژی گرمایی:

شاید تا به حال دقت کرده باشی که وقتی چند قابلمه غذای در حال پختن روی گاز قرار دارند، وقتی به اجاق گاز نزدیک می‌شوی، هوای پیرامون آن از جاهای دیگر داغ‌تر است.



شکل ۹: اجاق گاز

با توجه به مطالبی که تا این جا گفته شد می‌دانی که هر وقت بین دو جسم، اختلاف دما وجود داشته باشد گرما مبادله می‌شود و هرچه اختلاف دما بیش‌تر باشد گرمای بیش‌تری نیز منتقل می‌شود. حال فرض کن یک کتری آب را روی شعله قرار می‌دهی تا آب داخل آن جوش بیلید و بعد چای درست کنی و بنوشی. همان‌طور که شعله به کتری و آب داخل آن حرارت می‌دهد، دمای آب و کتری نیز بالا می‌رود. با بالا رفتن دمای آب و کتری، اختلاف دمای آن‌ها با هوا و محیط اطراف آن بیش‌تر می‌شود و هرچه اختلاف دما بیش‌تر شود، میزان گرمایی که از کتری و آب به محیط منتقل می‌شود نیز افزایش خواهد یافت. در واقع گرما توسط شعله به کتری و آب داده شده و بعد با افزایش دما مقداری از آن گرما از کتری و آب خارج شده و به محیط منتقل می‌شود. بنابراین در طی این اتفاق، مقداری از گرما که باید صرف جوش آمدن آب می‌شد هدر رفت. در مثال اول لین بخش نیز همین اتفاق می‌افتد. وقتی مقداری از انرژی گرمایی مورد استفاده، در اثر اختلاف دما به محیط منتقل می‌شود و به اصطلاح هدر می‌رود، به این فرآیند **اتلاف انرژی گرمایی** گفته می‌شود.

گاهی بسیاری از این موارد در خانه‌های ما نیز دیده می‌شود. در زمستان که هوای خارج خانه از داخل آن سردتر است، گرما از داخل به خارج منتقل می‌شود. در این حالت، دیوار خانه مانند یک جسم رسانا بین هوای گرم داخل خانه و هوای سرد خارج خانه عمل می‌کند.

دیوار نیز مانند هر جسمی، مقداری رسانایی گرمایی دارد که مقدار قابل توجهی دارد. بنابراین گرما در عمق دیوار حرکت کرده و به بیرون منتقل می‌شود. در بحث رسانش توضیح دادیم که هرچه سطح مقطع جسم بیش‌تر و طول آن کم‌تر باشد، میزان انتقال گرما هم بیش‌تر می‌شود که این امر در مورد خانه کاملاً صادق است. یعنی سطح مقطع دیوار بسیار زیاد است. یک آپارتمان حدود ۱۰۰ متر مربع دیوار خارجی دارد. ضخامت دیوارها هم حدود ۲۵ سانتی‌متر است. از این‌رو، انتقال گرما خیلی راحت صورت می‌گیرد و از داخل به خارج خانه منتقل می‌شود. بر این اساس، اتلاف انرژی گرمایی صورت می‌گیرد.

اما برای جلوگیری از این اتلاف انرژی باید خانه را عایق‌بندی کرد. برای کاهش انرژی تلف شده باید از موادی استفاده کنیم که رسانایی گرمایی پایینی دارند و گرمای کمی را از خود عبور می‌دهند. به طور مثال، اگر درون دیوار؛ پشم شیشه و یا یونولیت استفاده شود، اتلاف انرژی به شدت کاهش می‌یابد. بنابراین می‌توان از اجسامی که رسانش گرمایی خیلی پایینی دارند و یا اصلاً ندارند استفاده کرد تا گرما را منتقل نکنند و گرما اتلاف نشود.



شکل ۱۰: پشم شیشه



شکل ۱۱: برای عایق‌بندی دیوار از یونولیت استفاده می‌شود.

اما اتلاف رسانی در خانه تنها از طریق دیوارها صورت نمی‌گیرد، بلکه مقدار زیادی از گرما از پنجره تلف می‌شود. در مورد پنجره‌ها راه حل مناسب دیگری وجود دارد. این راه حل، استفاده از پنجره‌های دوجداره می‌باشد.

پنجره‌های دوجداره از دو لایه شیشه که نسبت به هم فاصله دارند، ساخته شده و فضای بین آنها نیز توسط گاز مخصوص آرگون پر شده که رسانایی گرمای بسیار پایینی دارد. بنابراین، هنگامی که گرما از شیشه‌ی اول عبور کند به گاز آرگون می‌رسد که رسانایی پایینی دارد و گرمای بسیار کمی را به شیشه‌ی دوم و به بیرون خانه منتقل می‌کند. در نتیجه به کمک پنجره‌های دوجداره می‌توانیم از اتلاف انرژی جلوگیری می‌کنیم.





شکل ۱۲: ینجره‌ی دوجداره

تمامی این کارهایی که گفتیم علاوه بر این که در زمستان اجازه نمی‌دهد گرما از خانه خارج شود، در تابستان نیز جلوی نفوذ گرما به داخل خانه را می‌گیرد.

### پرسش و پاسخ:

پرسش: چرا در گذشته در فصل زمستان، لوله‌های آب را با گونی به‌طور کامل می‌پوشاندند؟

پاسخ: سرمای زمستان می‌تواند موجب یخ زدگی آب و ترکیدگی لوله‌ها شود. برای جلوگیری از این پدیده، دور لوله‌ها گونی می‌کشیدند تا سرمای کم‌تری به لوله‌ها منتقل شود (در واقع باید گفت تا لوله‌ها کم‌تر گرمای خود را از دست بدهند و سرد شوند). با این کار لوله‌ها عایق بندی می‌شدند. انجام این کار در تابستان نیز از گرم شدن بیش از حد آب جلوگیری می‌کرد و باعث می‌شد که آب با دمای مناسب در اختیار افراد قرار بگیرد.

### پرسش:

(۵) تعدادی از عایق‌های حرارتی به روش هدایت را نام ببرید.

(۶) عوامل مؤثر بر اندازه‌ی گرمای انتقال یافته از روش هدایت را نام ببرید و تأثیر هر یک را بیان کنید.

(۷) چرا پرندگان وقتی گرفتار سرمای شدید زمستان می‌شوند، پرهايشان را پُف داده و شبیه یک توپ از پر می‌شوند؟



شکل ۱۳: دو پرنده در هوای سرد

### انتقال گرما به روش همرفت یا جابه‌جایی:

اگر در یک روز گرم تابستانی زیر باد کولر بنشینیم، خنکی مطبوعی را احساس خواهیم کرد. تا به حال از خود پرسیده‌ای که چرا در بچه‌ی کولر نزدیک سقف اتاق نصب می‌شود و بخاری یا شوفاژ در روی زمین قرار دارند و یا این که اصلاً شوفاژ چگونه باعث گرم شدن خانه می‌شود؟

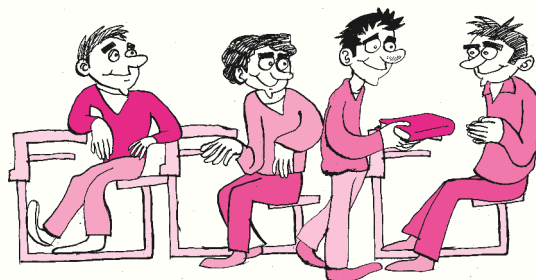


شکل ۱۵: شوفاژ در پایین اتاق‌ها نصب می‌شود.



شکل ۱۴: کولر گازی در نزدیکی سقف قرار می‌گیرد.

در این جا می‌خواهیم یک بار دیگر از مثال جابه‌جایی کتاب در سر کلاس استفاده کنیم. این بار برای انتقال کتاب، به جای این‌که از دوستان کمک بگیری خودت برمی‌خیزی، کتاب را برمی‌داری و همراه خودت می‌بری و به دوستت تحویل می‌دهی.



شکل ۱۶: رساندن کتاب با جابجا شدن خود شما.

در همرفت نیز، خود ماده جابجا می‌شود و گرما را انتقال می‌دهد. مثلاً وقتی شعله‌ی گاز روشن است، هوای داغ به بالا می‌رود و به قابلمه برخورد کرده و آن را گرم می‌کند. یا وقتی دستانتان را بالای یک بخاری می‌گیرید، جریانی از هوای گرم احساس می‌کنید که به دست شما برخورد می‌کند. در واقع در این موارد با همرفت هوا مواجه هستیم. یعنی هوای گرم جابجا شده و گرما را منتقل می‌کند.

پدیده‌ی همرفت به دلیل تغییر چگالی یک سیال رخ می‌دهد. وقتی یک بخاری روشن می‌شود، حرارت شعله، بدنه‌ی بخاری را گرم می‌کند و دمای آن بالا می‌رود. بر این اساس، کم‌کم هوای پیرامون بخاری هم گرم می‌شود. هوا به دلیل گرم شدن منبسط می‌شود و چگالی آن کم می‌شود. چون چگالی هوای گرم از هوای سرد کمتر است، به سمت بالا حرکت می‌کند و هوای سرد جای آن را می‌گیرد. در این حالت یک جریان از هوای گرم به بالا و جریانی از هوای سرد به پایین ایجاد می‌شود.

روش کار کولر نیز مانند بخاری است. هوای گرم اطراف کولر، گرمای خود را به هوای سردی که از کولر خارج می‌شود می‌دهد و خود سرد می‌شود، پس به سمت پایین حرکت می‌کند و هوای گرم به بالا می‌رود و این چرخه ادامه پیدا می‌کند تا هوای خانه خنک شود. حتماً می‌توانید توضیح دهید که چرا دریچه‌ی کولر را نزدیک سقف نصب می‌کنند؟!

## پرسش و پاسخ:

پرسش: چرا در حمام‌های قدیمی لوله‌های آب گرم در کف حمام قرار داشت؟

پاسخ: با عبور لوله‌های آب گرم در کف حمام، سطح زمین گرم می‌شود. گرم شدن سطح زمین باعث گرم شدن هوای مجاور کف زمین شده و دمای هوای مجاور کف بالا می‌رود. با افزایش دما، هوای مجاور کف به علت پدیده‌ی همرفت رو به بالا حرکت می‌کند و جای خود را به هوای سرد درون حمام می‌دهد و به این ترتیب، این فرآیند ادامه پیدا می‌کند تا دمای هوای داخل حمام بالا رفته و حمام گرم شود. در واقع با این کار، دمای هوای داخل حمام را مناسب و مطبوع نگه می‌دارند.

طرز کار شوفاژ نیز مانند بخاری است. شوفاژها به دو روش در ساختمان‌ها استفاده می‌شوند. بدین صورت که یا کل ساختمان یک موتورخانه برای شوفاژهای همه‌ی واحدهای ساختمان دارد و یا هر واحد به صورت جداگانه یک پکیج حرارتی در داخل خانه دارد، ولی عملکرد هر دو به یک صورت است. ابتدا در موتورخانه یا پکیج، آب گرم می‌شود. یعنی آب داخل منبع، روی شعله قرار می‌گیرد تا دمای آن افزایش پیدا کند و بعد از افزایش دمای آب، آن را توسط پمپ و از طریق لوله‌های آب به درون رادیاتورهای درون خانه پمپ می‌کنند. وقتی آب داغ به درون رادیاتور وارد شود، گرمای خود را به رادیاتور داده و باعث افزایش دمای بدنه‌ی رادیاتور می‌شود. وقتی بدنه‌ی رادیاتور گرم شود و دمای آن افزایش یابد، این گرما به هوای اطراف رادیاتور نیز منتقل می‌شود و کم‌کم تمام فضای خانه گرم می‌شود.



شکل ۱۷: رادیاتور

در این روش برای گرم کردن خانه، درون خانه را مستقیم با شعله‌ی آتش گرم نکردیم، بلکه آتش گرمای خود را به آب داد و بعد آب این گرما را همراه خود به درون خانه منتقل کرد.

به این روش که در آن «گرما به همراه جسم از جایی به جای دیگر منتقل می‌شود، **همرفت** گفته می‌شود».

باید دقت شود که تفاوت این روش با رسانش در این است که در حالت انتقال رسانش، جسم ثابت بود و گرما در طول آن حرکت می‌کرد. اما در حالت انتقال همرفت، جسم حرکت می‌کند و به همراه خود گرما را منتقل می‌کند.

اما همرفت به دو نوع است. یک نوع آن «**همرفت اجباری**» است که در بخش شومیز آن را توضیح دادیم. در این حالت باید با اجبار جسم گرم شده را منتقل می‌کردیم و برای این کار انرژی مصرف می‌کردیم. به‌طور مثال در شومیز، انرژی الکتریکی، پمپ آب را به کار می‌انداخت تا آب گرم شده را به رادیاتورهای داخل بفرستد و بعد آبی که گرمای خود را به رادیاتور داده و خنک شده را دوباره به منبع بازگرداند تا دوباره گرم شود.

در این حالت باید انرژی مصرف می‌کردیم تا جسم گرم را منتقل کنیم. اما در نوع دیگری از همرفت، جسم گرم بدون نیاز به مصرف انرژی حرکت می‌کند و گرما را منتقل می‌کند. در این حالت، حرکت جسم کاملاً خودبه‌خودی و به دلیل اختلاف چگالی بوده و از این رو به این نوع انتقال حرارت، «**همرفت خودبه‌خودی**» گفته می‌شود، مانند بخاری.

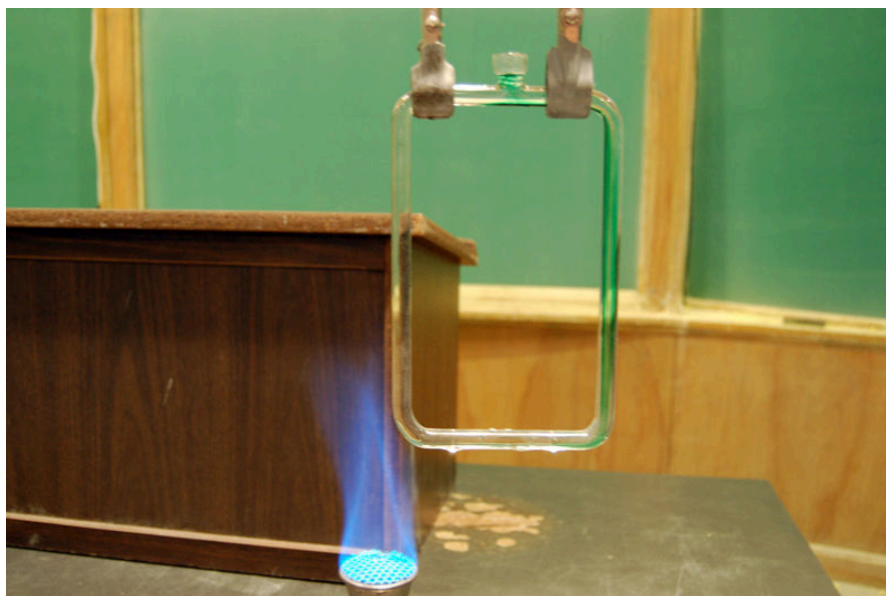
## آزمایش کنید:

در آزمایشگاه برای نشان دادن شیوه‌ی انتقال گرما به روش همرفت، از یک لوله‌ی شیشه‌ای ویژه استفاده می‌شود. این لوله که به نام لوله‌ی همرفت شناخته شده می‌شود، به شکل یک قاب مستطیلی است و یک حلقه‌ی کامل را ایجاد می‌کند. برای مشاهده‌ی جریان همرفت، درون این لوله آب می‌ریزند و سپس کمی ماده‌ی رنگی از بالای این لوله به درون آب می‌افزایند.

در گام بعدی یکی از گوشه‌های لوله‌ی همرفت را بالای شعله گرفته و از چگونگی پخش شدن و حرکت ماده‌ی رنگی درون لوله، متوجه می‌شوند که ماده‌ی گرم در چه جهتی حرکت می‌کند.

شما هم یک لوله‌ی همرفت را برداشته و آزمایش بالا را انجام دهید. درون لوله را پر از آب کنید و بعد مقداری جوهر را به آرامی از دهانه‌ی لوله به آب اضافه کنید.

حالا همان ضلع عمودی لوله را که زیر دهانه قرار دارد، روی شعله قرار بدهید تا گرم شود. به آب و جوهر داخل لوله دقت کنید. چه اتفاقی می افتد؟



شکل ۱۸: لوله‌ی همرفت

### پرسش و پاسخ:

پرسش: چرا قسمت جایی همیشه در بالای یخچال قرار دارد؟

پاسخ: هنگامی که جایی در بالای یخچال قرار داشته باشد، هوای سرد جایی به علت پدیده‌ی همرفت، خودبه‌خود به قسمت‌های پایین یخچال منتقل می‌شود و موجب خنک شدن مواد درون یخچال می‌گردد. اما اگر جایی در پایین یخچال باشد، هوای سرد جایی نیز در همان قسمت پایین یخچال باقی مانده و مواد درون یخچال خنک نمی‌شوند.

پرسش: چرا هوای گرم، بالاتر از هوای سرد قرار می‌گیرد؟

پاسخ: در بحث انبساط و انقباض توضیح دادیم که هرچه دمای جسم بالاتر رود، حجم آن نیز افزایش پیدا می‌کند و می‌دانید که با افزایش حجم، چگالی جسم کاهش پیدا می‌کند. همچنین در بحث چگالی خواندیم که جسم با چگالی کم‌تر، به بالا می‌رود و جسم با چگالی بیش‌تر، در زیر آن قرار می‌گیرد. بنابراین چون هوای مجاور بخاری داغ می‌شود، منبسط شده و چگالی آن کاهش پیدا می‌کند. سپس به سمت بالا حرکت می‌کند تا هوای سرد که چگالی بیش‌تری دارد، در زیر آن قرار بگیرد. برای همین است که بخاری یا شوفاژ را روی زمین قرار می‌دهند. اگر بخاری را نزدیک سقف نصب می‌کردند، هوای بالای اتاق‌ها گرم می‌شد اما هوای پایین سرد باقی می‌ماند!

طرز کار کولر و بخاری از نوع همرفت خودبه‌خودی است. این نوع از همرفت، تنها به دلیل اختلاف چگالی رخ می‌دهد و گرما از نقطه‌ای به نقطه‌ای دیگر منتقل می‌شود.

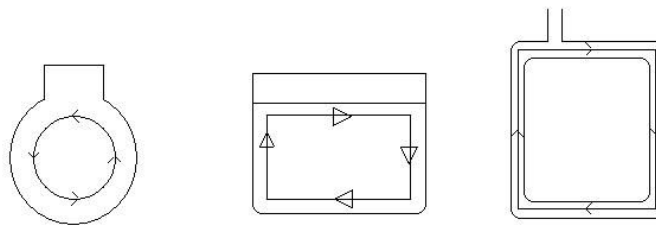
### پرسش:

۹) نحوه‌ی کار شوفاژ را شرح دهید.

۱۰) چرا موتور یخچال در پایین آن قرار دارد؟

۱۱) چرا بخش یخساز یخچال در بالای آن قرار دارد؟

۱۲) در هر یک از شکل‌های زیر، قسمتی را که باید حرارت دهیم تا جریان همرفتی مانند شکل صورت گیرد را نشان دهید.



۱۳) در زمستان وقتی پتو را روی خود می‌کشید، ابتدا احساس سرما و بعد کم‌کم احساس گرما خواهید داشت. این فرآیند را توضیح دهید.

### بیش‌تر بدانید:

#### چرا هنگام آتش سوزی باید سینه خیز در کف اتاق حرکت کرد؟

حتماً دیده‌اید که وقتی جسمی آتش می‌گیرد، دود حاصل از آن، به سوی بالا حرکت می‌کند. این اتفاق به دلیل دمای بالاتر دود نسبت به هواست. در واقع چگالی دود به خاطر گرم‌تر بودن از چگالی هوا کم‌تر است. پس هنگام آتش سوزی، دود به طرف بالا می‌رود و هوا به سمت کف اتاق می‌آید. به همین دلیل در هنگام آتش سوزی باید در کف اتاق سینه خیز حرکت کرد، تا هم دود مانع دید ما نشود، هم بتوانیم به راحتی تنفس کنیم.

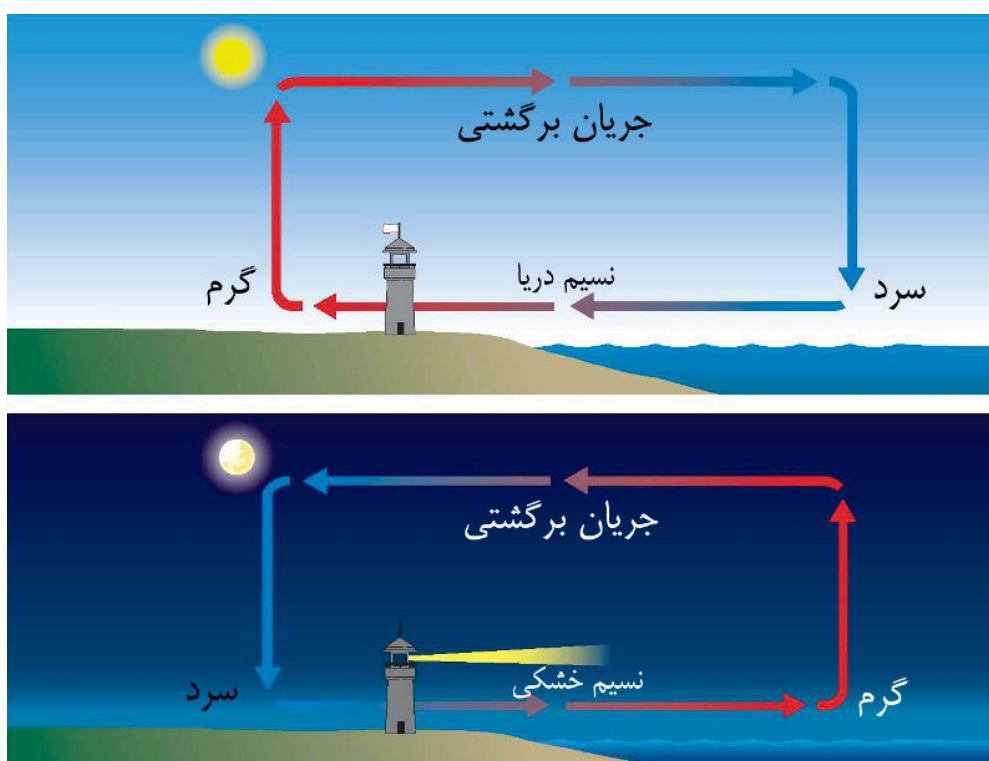


شکل ۱۹: آتش سوزی

## نسیم ساحل - نسیم دریا:

یکی از ویژگی‌های آب، ظرفیت گرمایی ویژه‌ی زیاد آن است. بنابراین در سرتاسر روز که خورشید به دریا و ساحل می‌تابد، دمای آب در مقایسه با دمای ساحل، کمتر تغییر می‌کند. بنابراین در هنگام روز، ساحل گرم‌تر از آب دریا خواهد شد. در این هنگام هوای بالای آب دریا نیز خنک‌تر از هوای بالای ساحل داغ خواهد بود. هوای گرم ساحل به سمت بالا حرکت می‌کند و هوای خنک، بالای آب جایگزین آن می‌شود. بنابراین اگر در طول روز به ساحل دریا بروید نسیمی را که از جانب دریا به سوی ساحل می‌وزد، حس می‌کنید.

شب‌ها که خورشید نیست و محیط سرد می‌شود، آب دریا و شن‌های ساحل (که در روز داغ شده بودند) به دلیل اختلاف دما با هوا، گرمای خود را به محیط می‌دهند. در این فرآیند هوای بالای ساحل اندکی گرم می‌شود، ولی آب که ظرفیت زیادی برای حفظ گرما در خود داشته، گرمای بیشتری نسبت به ساحل به هوای اطراف خود می‌دهد (البته دمای آب کاهش چشم‌گیری نخواهد داشت). و هوای بالای آب، دمای بیشتری در مقایسه با دمای هوای بالای ساحل پیدا خواهد کرد. پس اگر شب به ساحل دریا بروی، این بار نسیم از جانب ساحل به سوی دریا می‌وزد.



شکل ۲۰: بالا: شکل‌گیری نسیم دریا در روز. پایین: شکل‌گیری نسیم خشکی، در شب.

## وارونگی دما

در شرایط معمولی هرچه از سطح زمین تا ارتفاع نزدیک به ۱۱ کیلومتر از آن بالاتر برویم، با افزایش ارتفاع، دما کاهش می‌یابد. بنابراین اگر توده‌ای هوای گرم یا بخار آب داشته باشیم، به خاطر کمتر بودن چگالی آن نسبت به هوای محیط، رو به بالا خواهد رفت.

اگر هوای سطح زمین به هر دلیلی سردتر از هوای بالای آن باشد، دیگر نمی‌تواند رو به بالا حرکت کند، و اگر در هوای سطح زمین دود و غبار و ذرات ریز یا آلودگی‌هایی باشد، همان‌جا می‌ماند و بالاتر نمی‌رود. در نتیجه این آلودگی‌های سطح زمین، باعث بیماری انسان‌ها می‌شود.

اگر بخواهیم پدیده‌ی وارونگی هوا از بین بروی، باید لایه‌های گرد و غبار و آلوده‌ی بالای جوی که بیشتر نور خورشید را جذب می‌کردند و داغ می‌شدند به کناری برانیم تا نور خورشید بیشتر به لایه‌های پایین‌تر برسد و لایه‌های سطح زمین دمایی بالاتر از لایه‌های هوای بالاتر پیدا کنند.



شکل ۲۱: وارونگی هوا در تهران باعث آلودگی شده است.

### پرسش:

(۱۴) چگونه ایجاد باد را بیان کنید.

### جلوگیری از اتلاف انرژی به وسیله همرفت

در بحث رسانش توضیح دادیم که وقتی در دو سر یک جسم، اختلاف دما ایجاد شود گرما از طریق جسم منتقل می‌شود. اما انتقال حرارت همرفتی به همراه جسم منتقل می‌شود. بنابراین اگر از حرکت جسم جلوگیری شود گرما نیز منتقل نمی‌شود و اتلاف انرژی رخ می‌دهد.

هوای گرم از فضاهای خالی بین در خانه و پنجره‌ها و کانال کولر به خارج منتقل می‌شود و این انتقال موجب خروج گرما از خانه می‌شود.

برای جلوگیری از اتلاف همرفتی باید تمام منافذ را به کمک درزگیرها مسدود کرد. وقتی هوای داخل خانه گرم شود، چگالی هوا کاهش پیدا می‌کند. از این رو تمایل شدیدی به بالا رفتن دارد. وقتی دریچه‌ی کولر باز باشد و یا به خوبی پوشیده نشده باشد، گرما خودبه‌خود از طریق ه‌وای گرمی که چگالی پایینی دارد از دریچه عبور کرده و از طریق کانال‌ها به بالا منتقل می‌شود. از این‌رو مسدود کردن کانال کولر در فصل سرما روی اتلاف گرمای داخل خانه بسیار تأثیر گذار می‌باشد.



شکل ۲۲: پوشاندن کولر در فصل سرما برای جلوگیری از هدر رفتن انرژی



۱۵) از همرفت در مایع‌ها کجا و در چه دستگاه‌هایی کمک می‌گیرند؟

۱۶) از همرفت در گازها چگونه در خانه‌ها استفاده می‌شود؟

### انتقال گرما به روش تابش

درست کردن آتش در زمستان برای گرم شدن در محیط باز طبیعت، خیلی لذت بخش است. وقتی در مقابل آتش می‌ایستی از شدت گرمای آتش گاهی صورت خود را بر می‌گردانی تا پوست صورتت دچار سوختگی نشود، اما در همین حال روی کمر خود که پشت به آتش قرار دارد احساس سرمای شدیدی خواهی داشت.



شکل ۲۳: نشستن در مقابل آتش

اگر به یک لامپ روشن دست بزنی متوجه دمای بالای شیشه‌ی آن خواهی شد. تنگستن رشته‌ای داخل لامپ، علاوه بر تولید نور؛ گرمای شدیدی نیز تولید می‌کند. داخل حباب لامپ، خلاء می‌باشد، بنابراین هیچ هوایی وجود ندارد که گرمای تولید شده در رشته، توسط جنبش مولکول‌های آن (هوا) به حباب منتقل شود. پس چگونه حباب گرم شده است؟



شکل ۲۴: لامپ التهایبی روشن.

فاصله‌ی زمین تا خورشید حدود صد و پنجاه میلیون کیلومتر است (خیلی زیاد است!!). در این فاصله تقریباً هیچ ماده‌ای وجود ندارد تا از راه رسانش و یا همرفت گرمای خورشید را به ما برساند. اما ما روی زمین گرمای خورشید را احساس می‌کنیم. و نور که بیش‌ترین سرعت را دارد یعنی سیصد هزار کیلومتر بر ثانیه، این فاصله را در مدت ۸ دقیقه طی می‌کند. یعنی هر پرتوی نوری که به چشم شما می‌رسد ۸ دقیقه قبل، از خورشید راه افتاده است. این اعداد و ارقام، فاصله‌ی زیاد خورشید از ما را نشان می‌دهد. اما پرسشی که مطرح می‌شود این است که با وجود این فاصله‌ی زیاد، گرمای خورشید چگونه به ما منتقل می‌شود؟

### پرسش:

۱۷) در فضای بیرون خانه دو دماسنج قرار می‌دهیم. یکی درون سایه و دیگری را زیر آفتاب می‌گذاریم. یکی دمای هوا را ۴۰ درجه و دیگری ۳۰ درجه نشان می‌دهند. دلیل اختلاف دمای هوایی که نشان می‌دهند چیست؟

۱۸) چرا هر چه شب ادامه می‌یابد و به صبح نزدیک می‌شویم زمین و هوای اطراف ما سردتر می‌شود؟

۱۹) سردترین هنگام در شبانه‌روز کدام یک از گزینه‌های زیر است؟

۳) کمی پیش از سپیده‌ی صبح

۲) نیمه‌ی شب

۱) آغاز شب



شکل ۲۵: زمین در مقابل خورشید.

یک‌بار دیگر به سراغ مثال رساندن کتاب به دوست در سر کلاس می‌رویم. در دو روش قبل یا کتاب دست به دست منتقل شد و یا خودت کتاب را بردی و به دوست دادی. راه دیگر برای رساندن کتاب به دوست این است که از همان جایی که نشسته‌ای کتاب را به سمت دوست پرتاب کنی. در دو روش قبل برای انتقال کتاب به افرادی نیاز بود که یا کتاب را دست به دست کنند و یا کتاب را بردارند و ببرند. اما در این روش دیگر نیازی به افراد در انتقال کتاب وجود ندارد و کتاب به تنهایی منتقل می‌شود.

اکنون می‌خواهیم که به کمک این مثال، به بررسی مثال‌های اول بخش بپردازیم. می‌دانیم که بین جو زمین تا خورشید، خلاء کامل است یعنی هیچ هوایی وجود ندارد. پس هیچ جسمی وجود ندارد که گرما بتواند در طول آن حرکت کند و به زمین برسد و یا جسمی که در نزدیکی خورشید گرم شود و بعد این گرما را با خود به زمین بیاورد. یعنی انتقال گرما از خورشید به زمین نه از طریق رسانش انجام می‌گیرد و نه از طریق همرفت. پس چگونه

وقتی که یک ذره از خود جنبش داشته باشد و حرکت کند، در اثر این جنبش، نورهای مرئی و غیر مرئی از خود ساطع می‌کند. بر عکس این قضیه برای ذرات نیز حاکم است. یعنی اگر نور خاصی (مرئی و غیر مرئی) به یک ذره تابیده شود، آن ذره دچار جنبش می‌شود. بنابراین گرما موجب ایجاد جنبش در مولکول‌ها می‌شود و بعد جنبش مولکول‌ها نور (مرئی و غیر مرئی) تولید می‌کند. سپس این نور (مرئی و غیر مرئی) به مولکول‌های ماده دیگری برخورد می‌کند و در آن‌ها جنبش ایجاد می‌کند و با افزایش جنبش مولکول‌ها، ماده گرم می‌شود.

برگردیم به مسأله‌ی خورشید. در خورشید حرارت به شدت زیاد است و دمای سطح آن نزدیک ۵۵۰۰ درجه‌ی سانتی‌گراد است. این دما به‌الای باعث جنبش شدید ذرات موجود در سطح خورشید می‌شود. وقتی که این ذرات به جنبش درمی‌آیند، در اثر آن نورهای مرئی و غیر مرئی از ذرات در همه‌ی جهات ساطع می‌شود و چون دمای خورشید و جنبش ذرات آن خیلی زیاد است، انرژی این نورها هم بسیار زیاد است. اصلاً به دلیل همین دما بالاست که خورشید را نورانی می‌بینیم. برخی از این انوار به سطح زمین می‌رسند و به‌طور مثال به پوست صورت ما برخورد می‌کنند. این نور توسط مولکول‌های پوست جذب شده و جنبش مولکول‌ها زیاد می‌شود. این افزایش جنبش ذرات مولکول‌ها، همان افزایش انرژی گرمایی است. بدین شکل ما در پوست صورت خود گرما و حرارت خورشید را احساس می‌کنیم. در این حالت «گرما از طریق انوار مرئی و غیر مرئی و بدون نیاز به ماده‌ی واسطه، بین دو جسم با دماهای متفاوت، از جسم گرم‌تر به جسم سردتر منتقل می‌شود» که به این روش انتقال گرما؛ «تابش» گفته می‌شود.

همان‌طور که گفتیم هر ذره‌ای که جنبش داشته باشد، از خود نور ساطع می‌کند و مولکول‌های مواد در هر دمایی جنبش دارند. این بدان معنا است که تمام اجسام از خود نور ساطع می‌کنند. یعنی میزها و صندلی‌های این اتاق از خود نور ساطع می‌کنند. نکته‌ی قابل توجه این است که با ساطع کردن نور، مواد انرژی گرمایی خود را از دست می‌دهند. در حقیقت این ذرات مقداری از انرژی جنبشی خود را به صورت نور از خود ساطع می‌کنند، در نتیجه مقداری گرما از دست می‌دهند و دمای آن‌ها کاهش پیدا می‌کند. همچنین انوار ساطع شده از اجسام دیگر به آن‌ها تابیده می‌شود و موجب افزایش جنبش مولکول‌های آن جسم می‌گردد. در نتیجه گرمای آن جسم زیاد شده و دمای آن افزایش پیدا می‌کند.

با توجه به این مطالب، دمای یک جسم ممکن است خودبه‌خود افزایش یابد و یا خودبه‌خود کاهش پیدا کند. اما همه می‌دانیم که این اتفاق نمی‌افتد. در حقیقت اجسام به همان اندازه که از طریق نورهای مرئی و غیر مرئی، انرژی جذب می‌کنند به همان اندازه نیز از طریق نورهایی که ساطع می‌کنند از خود انرژی دفع می‌کنند. بدین ترتیب دمای آن‌ها ثابت می‌ماند. اما اگر در مقابل جسمی با دمای متفاوت قرار گیرند در آن صورت تعادل بین جذب و نشر انرژی از طریق نورهای ساطع شده تغییر می‌کنند تا دو جسم به دمای تعادل دست یابند.

## پرسش و پاسخ:

پرسش: چرا در آتش سوزی‌های بسیار شدید، آتش‌نشان‌ها لباس‌هایی نقره‌ای رنگ برتن می‌کنند؟

پاسخ: هنگامی که آتش‌نشان‌ها برای خاموش کردن شعله‌های آتش یا نجات دادن کسی که میان شعله‌ها گرفتار شده به آتش نزدیک می‌شوند، گرمای بسیاری از راه تابش به لباس‌های آن‌ها خواهد رسید و لباس‌ها و بدن آن‌ها بسیار داغ خواهند شد.

برای جلوگیری از این پدیده، از لباس‌های ویژه و نقره‌ای رنگ استفاده می‌شود. سطح براق و نقره‌ای این لباس‌ها مانند آینه رفتار کرده و بخش بسیاری از تابش شعله‌ها را بازتاب می‌کند. بنابراین، گرمای کمتری از طریق تابش به بدن آتش‌نشان‌ها جذب می‌شود. این موضوع به آن‌ها اجازه می‌دهد تا به شعله‌ها نزدیک‌تر شوند.



شکل ۲۶: لباس‌های ضد آتش

## بیش‌تر بدانید:

### فلاسک:

فلاسک وسیله‌ای است که عایق بسیار خوبی برای گرماست. از این رو می‌تواند دمای ماده‌ی درون خود را تا مدت طولانی حفظ کند. مثلاً اگر چای داغ داخل فلاسک بریزیم، تا چند ساعت داغ می‌ماند. این وسیله از دو بطری که یکی داخل دیگری قرار گرفته، ساخته شده است. اما این دو بطری فقط در قسمت لبه‌ی در فلاسک به هم متصل هستند و در بقیه‌ی قسمت‌های بدنه، از هم فاصله دارند. این مسأله انتقال حرارت ظرف داخلی را از طریق رسانش به حداقل می‌رساند. گفتیم که در فلاسک دو بطری که یکی داخل دیگری قرار دارد ساخته شده است. در ناحیه‌ی فاصله‌ی بین این دو تقریباً خلأ است. به دلیل خلأ بودن این فاصله، همرفت نیز از بین می‌رود. در نتیجه جلوی انتقال گرما از طریق رسانش و همرفت با این شیوه گرفته می‌شود. برای جلوگیری از اتلاف گرما از طریق تابش نیز از نقره اندود کردن سطوح استفاده می‌کنند. بدین ترتیب که سطح خارجی بطری داخلی و سطح داخلی بطری خارجی را نقره اندود می‌کنند و در نتیجه انتقال گرما از بطری داخلی به خارجی بسیار کم می‌شود. همچنین اگر ماده‌ی سرد درون فلاسک باشد، گرما از بیرون به آن منتقل نمی‌شود. بطری داخلی گرمای انتقالی از طریق تابش را هم باز می‌تاباند. بدین ترتیب می‌توان ماده‌های درون فلاسک را به مدت ۲۴ ساعت یا بیش‌تر بدون تغییر محسوس دما نگه داشت.

### پرسش:

۲۰) هدر رفتن انرژی به روش تابش چگونه روی می‌دهد؟

۲۱) روش‌های جلوگیری از هدر رفتن انرژی تابشی را بیان کنید و مثال بزنید.



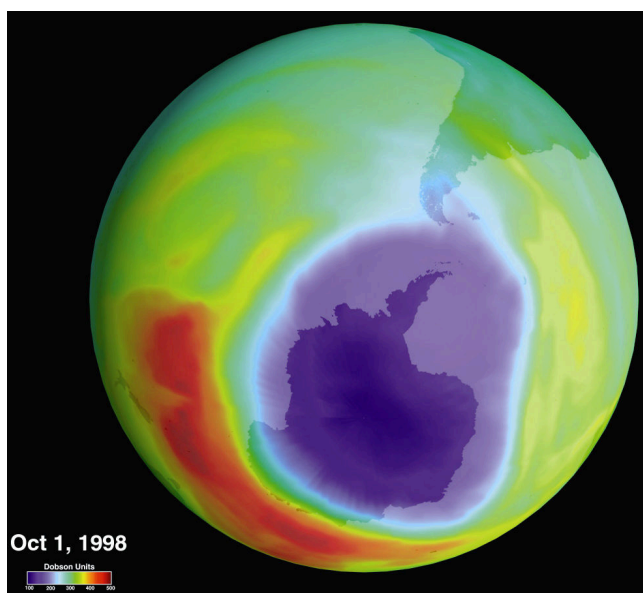
شکل ۲۲: فلاسک



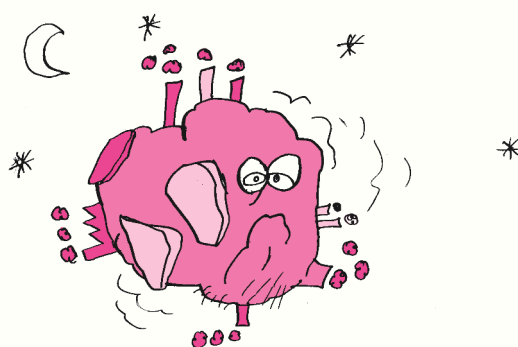
شکل ۲۸: برج‌های خنک کننده در نیروگاه‌ها

### لایه‌های جو زمین

توضیح دادیم که انوار پر انرژی خورشید به جو زمین می‌رسند و بعد فیلتر می‌شوند و مقداری از انرژی خود را از دست می‌دهند. این فیلتر، لایه‌ی اوزون است. لایه‌ی اوزون ۹۹ درصد از امواج فرابنفش خورشید را که برای حیات بسیار مضر است را جذب می‌کند و اجازه‌ی عبور به آن‌ها نمی‌دهد. حال اگر لایه‌ی اوزون نابود شود، این امواج به راحتی از جو عبور می‌کنند و وارد سطح زمین می‌شوند و به طور کامل حیات را از بین می‌برند. این لایه در صورت تولید گازهای گلخانه‌ای به مرور از بین می‌رود. در حال حاضر مقداری از لایه‌ی اوزون در بالای قطب جنوب از بین رفته است.



شکل ۲۹: نمایش لایه‌ی اوزون در اطراف زمین. رنگ تیره (آبی) نشان دهنده نازک بودن یا نبودن لایه‌ی اوزون است. رنگ روشن (سبز و قرمز) ضخامت زیاد لایه‌ی اوزون را نشان می‌دهد.



شکل ۳۰: حال زمین خوب نیست!

---

**پرسش‌های نهایی بخش پنجم:**

۲۲) روش‌های انتقال گرما را نام ببرید.

۲۳) نحوه‌ی انتقال حرارت به روش هدایت را توضیح دهید.

۲۴) اتلاف انرژی گرمایی چیست؟

۲۵) روش‌های جلوگیری از اتلاف گرما به روش هدایت در ساختمان را نام ببرید و توضیح دهید.

۲۶) شیوه‌ی انتقال گرما به روش همرفت را توضیح دهید.

۲۷) چرا دریچه‌ی کانال کولر در بالا و رادیاتور شوفاژ در پایین اتاق قرار دارد؟

۲۸) اتلاف گرما به روش همرفت را توضیح دهید.

۲۹) شیوه‌ی انتقال گرما به روش تابش را شرح دهید.

۳۰) نشر تابشی را توضیح دهید.

۳۱) نور در برخورد با سطح اجسام چه رفتارهایی می‌تواند از خود نشان دهد؟



۳۲ چرا موتورخانه‌ی شوفاژ در پایین ساختمان قرار دارد؟

۳۳ اگر در یک روز تابستانی از استخر بیرون بیایید و زیر تابش خورشید بایستید، احساس سرمای شدیدی خواهید کرد. چرا؟

۳۴ کشاورزی می‌خواهد در زمستان گیاهانش را در برابر سرمای شدید محافظت کند. چه پیشنهادی برای او دارید؟

۳۵ در یک روز گرم تابستان که آسفالت خیابان‌ها خیلی گرم شده می‌شود، لایه‌ی هوای نزدیک سطح زمین بسیار گرم‌تر از هوای محیط می‌شود. به نظر شما علت چیست؟ گرمای زمین از چه روشی به این لایه‌ی نازک منتقل شده است؟ چرا این گرما به زودی به لایه‌های بالایی هوا منتقل نمی‌شود؟

۳۶ در زمستان وقتی روی نیمکت چوبی می‌نشینید، نسبت به نیمکت فلزی کم‌تر احساس سرما می‌کنید. چرا؟

- ۳۷ شیوه‌ی انتقال گرما در هر گزینه را تعیین کنید.
- نیاز به جابه‌جایی ویژه‌ای در مولکول‌ها ندارد.
  - نمی‌تواند در جامدها انجام شود.
  - تنها راه ممکن انتقال گرما در خلاء می‌باشد.
  - در همه‌ی حالت‌های ماده می‌تواند روی دهد.
  - در جامدها زودتر از مایع‌ها و در گازها بسیار آرام و بد انجام می‌شود.
  - تنها در جایی روی می‌دهد که در آنجا ماده داشته‌ایم.

۳۸ چرا شب‌ها زمین سرد می‌شود؟ انرژی آن به چه روشی از دست می‌رود؟

۳۹ مهم‌ترین دلیل ایجاد باد چیست؟

- ۴۰ در هریک از پدیده‌های زیر شیوه‌ی انتقال گرما را تعیین کنید.
- الف) اتو
  - ب) بخاری برقی
  - پ) بخاری گازی
  - ت) سماور برقی
  - ث) پخت غذا درون قابلمه
  - ج) آب‌گرم‌کن