

فصل 10: گرما و بهینر سازی مصرف انرژی

نکته: جست و جوی حیات روی سیارات دیگر بر اساس وجود آب در حالت مایع انجام می شود و در صورتی آب به صورت مایع وجود خواهد داشت که دمای محیط مناسب باشد.

نکته: گیاهان و جانوران نیز متأثر از محیطی هستند که در آن زندگی می کنند. به همین دلیل است که شکل گیاهان و جانوران مشابه در مناطق گرمسیری با جانوران و گیاهان مناطق سردسیری متفاوت است. به طور مثال خرس های قطبی که در مناطق سرد و برفی زندگی می کنند بر خلاف سایر خرس ها رنگشان سفید است، موهای بدنشان نیز بلندتر است

نکته: هر مکانی احتیاج به یک دمای مناسب دارد. به طور مثال دمای مناسب برای اتاق ۲۲ درجه سانتیگراد است. برای رسیدن به دمای مناسب گاهی نیاز به وسایل گرم سازی مانند بخاری و شوفاژ هستیم و گاهی نیز باید با وسایل سرد سازی همچون کولر آبی و گازی محیط را سردتر کنیم

۱. آیا دما و گرما به یک معنا هستند؟ توضیح دهید؟ خیر؛ گرما انرژی منتقل شده از جسم گرم به جسم سرد است. ولی دمای یک جسم در واقع میزان سرعت حرکت ذرات تشکیل دهنده آن جسم و در واقع معیاری است که میزان گرمی و سردی مواد را نشان می دهد. برای درک این تفاوت به مثال زیر توجه کنید:

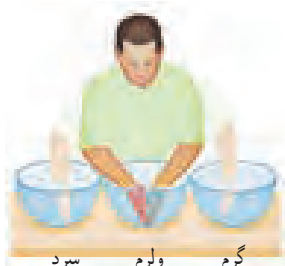
یک لیوان آب جوش و یک کتری آب جوش دارای دمای یکسان و ۱۰۰ درجه سانتیگراد هستند اما گرمای یک کتری آب جوش بیشتر از یک فنجان آب جوش است، چون مقدارش بیشتر است

۲. چه رابطه ای بین گرما و دما وجود دارد؟ با مثال توضیح دهید. هر چه جسمی گرمتر باشد دمای آن بیشتر است مثلاً دمای یک فنجان چای داغ بیشتر از دمای یک فنجان آب خنک است. به عبارت دیگر به جسم های گرم تر دمای بیشتر و به جسم های سردتر دمای کمتر نسبت می دهیم.

۳. ساده ترین روش برای تشخیص گرمای برخی اجسام چیست؟ آیا این شیوه دقیق است؟ با استفاده از حس لامسه خود می توانیم تشخیص دهیم چه جسمی داغ و چه جسمی سرد است، اما نمی توانیم به طور دقیق مقدار گرمی و سردی آن را مشخص کنیم. به عنوان مثال وقتی می خواهیم ببینیم فردی تب دارد یا نه، معمولاً دست خود را روی پیشانی او قرار می دهیم و با مقایسه دمای بدن او با دمای بدنمان تشخیص می دهیم که شخص تب دارد یا نه ولی نمی توانیم تشخیص دهیم او چند درجه تب دارد.

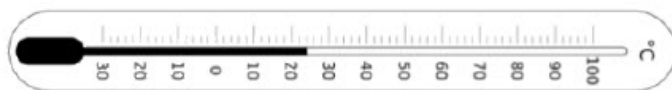
نکته: استفاده از حس لامسه برای تشخیص دما دقیق نیست و گاهی همراه با خطا نیز می باشد. به عنوان مثال اگر ما یک دستمان را در آب سرد و دست دیگرمان را در آب گرم قرار دهیم و پس از حدود ۳۰ ثانیه دو دستمان را وارد ظرف آب ولرم کنیم، دستی که در آب سرد بود، آب ولرم را گرم احساس می کند و دستی که در آب گرم بود، آب ولرم را

سرد احساس می کند.



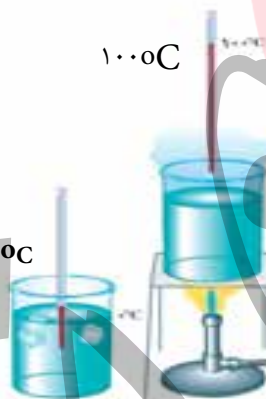
۴. دماسنج چیست؟ دماسنج وسیله ای است که با استفاده از آن دما را اندازه می گیریم.

۵. رایج ترین دماسنج ها از چه نوعی هستند و چگونه کار می کنند؟ دماسنج های جیوه ای و الکلی رایج ترین دماسنج ها هستند. اگر این دماسنج ها را در محیط گرم قرار دهیم، جیوه یا الکل درون مخزن آن ها منبسط می شود و از لوله نازک بالا می رود. در این حالت ارتفاع الکل رنگی یا جیوه درون لوله، دمای محیط را نشان می دهد.



نکته: اساس کار دماسنج ها تفاوت انبساط و انقباض جیوه و الکل با شیشه است. چون انبساط و انقباض جیوه یا الکل که حالت مایع دارند از شیشه جامد بیشتر است، در هوای گرم بیشتر از شیشه منبسط می شوند و بالا می روند و در هوای سرد منقبض شده و پایین می روند و دمای کمتری را نشان می دهند.

۶. دماسنج های جیوه ای و الکلی چگونه مُدرج (درجه بندی) می شوند؟ برای درجه بندی دماسنج های جیوه ای و الکلی، ابتدا مخزن آن ها را در مخلوط آب و یخ قرار می دهند و سطح جیوه یا الکل را با صفر نشانه گذاری می کنند سپس دماسنج را در مجاورت بخار آب در حال جوش قرار داده و سطح مایع درون دماسنج را با عدد ۱۰۰ علامت گذاری می کنند. بین این دو عدد (صفر تا صد) را به صد قسمت مساوی تقسیم می کنند و هر قسمت را یک درجه سلسیوس یا سانتی گراد (1°C) می نامند.



به دمایی که آب در آن یخ می زند عدد صفر و به دمایی که آب در آن به جوش می آید عدد ۱۰۰ اختصاص می دهیم

نکته: در ساحل دریا، آب در دمای صفر درجه یخ می زند و در ۱۰۰ درجه می جوشد. در واقع تمام نقاط ذوب و انجماد و جوش را در فشار یک اتمسفری سطح دریا اندازه می گیرند. در مناطق با فشار کمتر مثل ارتفاعات این دما ها اندکی کمتر و در مناطق پرفشارتر مثل دشت ها این دماها اندکی بیشتر هستند

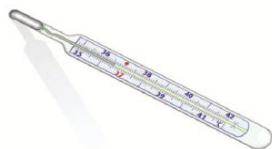
۷. چگونه دمای یک جسم را با دماسنج جیوه ای و الکلی اندازه می گیریم؟ به این منظور، مخزن دماسنج را در تماس با جسم مورد نظر قرار می دهیم و مدتی صبر می کنیم تا ارتفاع مایع در لوله باریک دیگر تغییر نکند. آن گاه عددی را که مایع در آن ارتفاع قرار دارد، می خوانیم این عدد همان دمای جسم است.

نکته: دقت بیشتر باید لوله باریک دماسنج و خط نشان مایع دماسنجی را در خط افق در مقابل دیدگانمان قرار دهیم.

۸. چرا لوله های درون دماسنج معمولاً باریک و بلند هستند؟ زیرا کوچکترین تغییر در حجم جیوه یا الکل بتواند به تغییر ارتفاع قابل ملاحظه ای در لوله بیانجامد.

۹. بعضی از انواع دماسنج هایی که در پزشکی کاربرد دارند را نام ببرید و طرز کارشان را نیز بنویسید.

الف) دماسنج پزشکی - جیوه ای : در این نوع دماسنج نیز از جیوه استفاده شده است . در این دماسنج یک خمیدگی وجود دارد که باعث می شود پس از بیرون آوردن دماسنج از دهان و تا زمانی که می خواهیم دما را بخوانیم ، مایع درون دماسنج بالا و پایین نرود .



ب) دماسنج دیجیتالی: با قرار دادن این دماسنج در دهان نمایشگر آنها عددی را نشان می دهد که همان دمای بدن است
 پ) دماسنج نواری : با قرار دادن این نوع دماسنج روی بدن و تغییر رنگ کریستال های مایع آن و با توجه به این که هر رنگ بیان کننده یک دما است می توانیم دمای بدن را اندازه بگیریم .
 ۱۰. گرما را تعریف کنید . به مقدار انرژی ای که بر اثر اختلاف دما از جسمی به جسم دیگر منتقل می شود ، گرما می گویند .

۱۱. گرما چگونه بین دو جسم منتقل می شود ؟ هنگامی که دو جسم با دماهای متفاوت در تماس با یکدیگر قرار بگیرند گرما از جسم گرم تر به جسم سردتر منتقل می شود . بنابراین دمای جسم گرم پایین می آید و دمای جسم سرد بالا می رود و این فرایند آن قدر ادامه پیدا می کند تا دمای دو جسم یکسان شود . به طور مثال وقتی ظرف غذا را روی اجاق گاز قرار می دهیم ، چون اجاق گرم تر از ظرف غذا است ، گرما می دهد و انرژی را به ظرف منتقل می کند .

۱۲. منظور از اینکه دو جسم با یکدیگر در تعادل گرمایی هستند ، چیست ؟ زمانی که دو جسم با دماهای متفاوت با هم در تماس باشند فرایند انتقال گرما از جسم گرم تر به جسم سرد تا زمانی که دو جسم هم دما شوند ادامه می یابد . این دما را دمای تعادل دو جسم می نامیم .



فرایند انجام تعادل گرمایی از دیدگاه مولکولی

نکته : گرم ترین نقطه روی زمین ، ناحیه ای در کویر لوت است که دمای آن تا ۷۰ درجه سانتیگراد نیز اعلام شد

است و سردترین نقطه در قطب جنوب است که دمای آن تا ۸۹- گزارش شده است

۱۳. یکای اندازه گیری گرما چیست ؟ گرما نوعی انرژی است بنابراین یکا آن J (ژول) است . از یکای ژول برای اندازه گیری تمام شکل های انرژی استفاده می شود .

۱۴. نظریه مولکولی را در مورد افزایش دما بیان کنید . جسمی که گرم تر است دمای آن بالاتر است و مولکول هایش جنب و جوش بیشتری دارند ، یعنی انرژی مولکول ها به طور متوسط بیشتر از جسمی است که سردتر است . در جسم سردتر ، جنب و جوش مولکول ها کم تر است ، یعنی به طور متوسط مولکول ها انرژی کمتری دارند

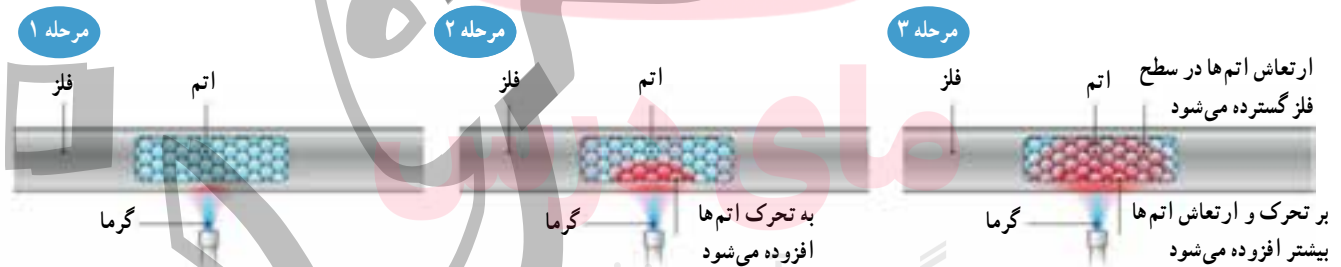
۱۵. جنب و جوش مولکول هایی آب در ظرفی که بر روی شعله است را با توجه به نظریه مولکولی توجیه کنید. وقتی ظرف آبی را روی شعله قرار می دهیم ، انرژی داده شده به آب ، سبب افزایش انرژی مولکول های آب می شود و جنبش مولکول ها افزایش می یابد و در نتیجه دمای آب هم بالا می رود

۱۶. انواع روش های انتقال گرما را نام ببرید . ۱. رسانش - ۲. همرفت - ۳. تابش
نکته: در انتقال گرما مانند هر انرژی دیگری قانون پایستگی انرژی برقرار است .

۱۷. نحوه انتقال گرما به روش رسانش را توضیح دهید . در انتقال گرما به روش رسانش ، انرژی گرمایی از طریق جنبش مولکول های ماده و ضربه زدن هر مولکول به مولکول های مجاور خود، به تدریج به تمام ماده منتقل می شود.
۱۸. مثالی از انتقال گرما به روش رسانش بنویسید . یک سر میله فلزی را روی شعله قرار می دهیم . طولی نمی کشد که سر دیگر که در دست ماست ، آن قدر داغ می شود که دیگر نمی توانیم آن را نگه داریم . در واقع گرما از سری که روی شعله قرار دارد ، وارد می شود و آن را داغ می کند . با توجه به اختلاف دمای دو سر میله ، گرما از سر داغ به سمت دیگر میله منتقل می شود.

۱۹. اجسام رسانا و نارسانا را با ذکر مثال تعریف کنید . به اجسامی مانند شیشه ، چوب ، لاستیک ، هوا ، پشم و چوب پنبه که گرما را بسیار آهسته منتقل می کنند ، نارسانا یا عایق گرما می گویند و به اجسامی که مانند انواع فلزات گرما را بسیار سریع منتقل می کنند ، رسانای گرمایی می گویند

۲۰. رسانایی در کدام حالت ماده ، بهتر منتقل می شود ؟ چرا ؟ جامد ؛ زیرا هر چه فاصله های مولکول ها از هم کمتر باشد، یعنی مولکول ها به هم نزدیکتر باشند گرما با سرعت بیشتری در ماده منتقل می شود. به همین دلیل است که رسانایی گرمایی جامدات بیش از مایعات و مایعات بیش از گازها است.



شکل ۲-۶- چگونگی 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.

نکته : در جامدات نیز رسانایی فلزات بیشتر بوده و در بین فلزات نیز رسانایی به یک اندازه نیست . مثلاً رسانایی مس بیشتر از آلومینیوم و آلومینیوم نیز بیشتر از آهن است .



از چوب و کائوچو به عنوان دسته ظروف آشپزخانه استفاده به عمل می آید

نکته : موادی مثل پشم شیشه ، فایبرگلاس و همچنین پنجره دو جداره به علت داشتن هوای محبوس نارسانای خوب محسوب می شوند .

۲۱. روش انتقال گرما همرفت را توضیح دهید. در انتقال گرما به روش همرفت قسمتی از ماده که گرم شده است به طرف بالا حرکت می کند و قسمت های اطراف آن که هنوز گرم نشده اند جای آن را می گیرند. به این ترتیب انرژی گرمایی از یک نقطه به نقطه دیگر منتقل شده و به تدریج تمام ماده گرم می شود.

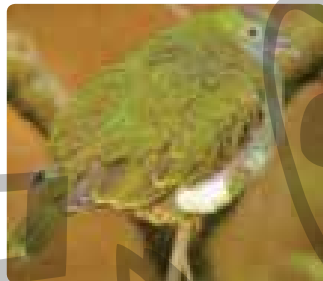
۲۲. شرایط لازم برای ایجاد جریان همرفتی را بنویسید. ماده، مایع یا گاز باشد. ۲. بین دو نقطه اختلاف دما وجود داشته باشد. (یعنی قسمتی از آن گرم تر و قسمتی سردتر باشد). ۳. قسمت گرم پایین تر از قسمت سرد باشد.

۲۳. چرا در جامدات گرما به روش همرفت منتقل نمی شود؟ زیرا در جامدات فاصله ی بین ذرات بسیار کم است ذرات نمی توانند جابه جا شوند.

۲۴. علت به وجود آمدن جریان های همرفتی چیست؟ وقتی ماده ای گرم می شود منبسط می شود یعنی فاصله ی مولکول های آن از هم بیشتر می گردد. در نتیجه چگالی آن کاهش می یابد و در واقع سبکتر می گردد. به همین دلیل آن قسمت به طرف بالا حرکت می کند. در این هنگام مایعات اطراف که چگالی بیشتری دارند و سنگین تر هستند جای آن را پر می کند. این روال ادامه می یابد و بتدریج تمام مایع گرم می شود.



آزمایشی را شرح دهید که نشان دهد آب مایع مناسبی برای عمل همرفت نیست؟

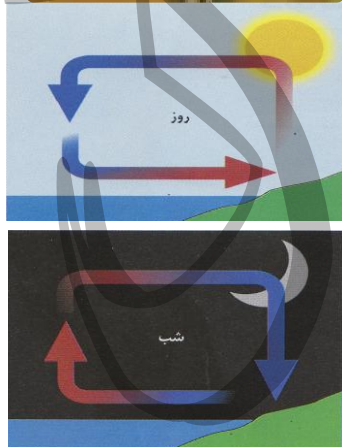


الف) برای جلوگیری از اتلاف گرمای مخزن ها و لوله های آب گرم در ساختمان ها از چه روش هایی استفاده می شود؟

ب) به عکس مقابل نگاه کنید. در زمستان با این حالت پرندگان، که پره های خود را باد کرده اند، زیاد مواجه می شویم. دلیل این حالت پرندگان را توضیح دهید.

۲۵. جریان های همرفتی چگونه باعث ایجاد نسیم در مناطق ساحلی می شوند؟

در روز ساحل گرم تر از دریاست و هوای گرم از سطح ساحل بالا رفته و از طرف دریا هوای سرد به سمت ساحل حرکت می کند. به همین دلیل نسیم به سمت ساحل یا خلاف جهت دریا می وزد



در شب چون دریا گرم تر از ساحل است، هوای گرم از دریا بالا می رود و هوای سردتر از سمت ساحل به سوی دریا می وزد، به همین دلیل نسیم به طرف دریاست

۲۶. بخاری نفتی و گازی به چه روشی باعث گرم شدن اتاق می شود؟ توضیح دهید. روش همرفت؛ بخاری نفتی و گازی معمولاً یک جریان همرفتی در اتاق ایجاد می کند که سبب می شود اتاق گرم شود؛ بدین ترتیب که هوای سرد اطراف بدنه ی بخاری گرم شده و به روش همرفت به طرف بالا حرکت می کند و هوای سرد اطراف جای آن را می گیرد و گرم می شود و بالا می رود. این عمل ادامه پیدا می کند تا همه ی هوای اتاق گرم شود.

نکته: برای انتقال گرما به روش رسانش و همرفت نیاز به محیط مادی (وجود مولکول ها) است. این روش ها در شرایط نبود هوا (خلا) انجام نمی شوند.

۲۷. در روش تابش چگونه گرما منتقل می شود؟ مثال بزنید. در این روش انتقال گرما به صورت امواج الکترومغناطیس و بدون نیاز ماده و در خلا منتقل می شود. گرمای خورشید به همین شیوه در فضای خالی از ماده (خلأ) منتقل می شود و به زمین می رسد. اگر تا به حال در مقابل یک بخاری برقی یا هیز می قرار گرفته باشید، انتقال گرما به این روش را به خوبی حس کرده اید.



۲۸. چگونه گرمای خورشید به روش تابش به زمین منتقل می شود؟ در تابش خورشید پرتوهایی نامرئی وجود دارد که یک دسته از آنها پرتوهای فرسرخ (مادون قرمز) است. این پرتوها وقتی به جسمی بتابد گرمای بیشتر تولید می کنند.

۲۹. دمای جسم چه تاثیری بر تابش انرژی گرمایی دارد؟ توضیح دهید. همه اجسام می توانند انرژی خود را به صورت تابش منتشر کنند؛ اما اجسام گرم تر، مقدار بیشتری انرژی تابشی منتشر می کنند. مثلاً سطح خورشید که دمای بالایی دارد، انرژی تابشی زیادی گسیل می کند.

نکته: وقتی در یک روز آفتابی در حال پیاده روی هستید، پرتوهای خورشید به شما برخورد می کنند. قسمتی از این پرتوها جذب بدن شما می شوند و شما را گرم تر می کنند و قسمتی از پرتوها، بازتابش می کنند.

۳۰. رنگ اجسام و سطح آن ها چه تاثیری بر میزان تابش گرما دارند؟ توضیح دهید. هر چه رنگ جسم تیره تر باشد و سطح آن ناهموار تر باشد تابش بیشتری را جذب می کند و همینطور انرژی تابشی بیشتری را نیز گسیل یا منتشر می کند ولی اجسام سفید و براق و دارای سطح هموار مقداری کمتری گرما را به صورت تابش دریافت می کنند و بیشتر آن را بازتابش می کنند.

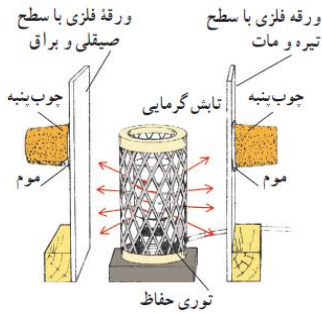
نکته: اجسام تیره هنگامی که در معرض محیط یا جسمی با دمای کمتر از خود باشند انرژی تابشی بیشتری نسبت به اجسام روشن تابش می کنند و هنگامی که در معرض محیط یا جسمی با دمای بیشتر از خود باشند انرژی تابشی بیشتری نسبت به اجسام روشن جذب می کنند.

نکته: اجسام روشن و براق هنگامی که در معرض محیط یا جسمی با دمای کمتر از خود باشند انرژی تابشی کمتری نسبت به اجسام تیره تابش می کنند و هنگامی که در معرض محیط یا جسمی با دمای بیشتر از خود باشند انرژی تابشی کمتری نسبت به اجسام تیره جذب می کنند و بیشتر آن را بازتاب می کنند.

نکته: با توجه به توضیحات ارائه شده تابش گرمایی می تواند

الف) تاییده شود. (در اجسام گرمتر و تیره تر انرژی تابشی بیشتری گسیل می شود)

ب) جذب شود. (در اجسام تیره تابش گرمایی بیشتری جذب می شود)



پ) بازتابیده شود. (در اجسام روشن و هموار تابشی گرمایی بیشتری بازتابیده می شود

۳۱) با شرح آزمایشی نشان دهید انرژی تابشی در اجسام تیره و مات

بیشتر است یا اجسام براق؟ در یک آزمایش، بخاری برقی استوانه ای بین دو

ورقه ی فلزی قرار داده شده است. سطح هایی از ورقه ها که مقابل بخاری قرار دارند

یکی صیقلی و براق و دیگری سیاه و مات است. در طرف دیگر ورقه های چوب پنبه ای توسط موم یا پارافین به ورق

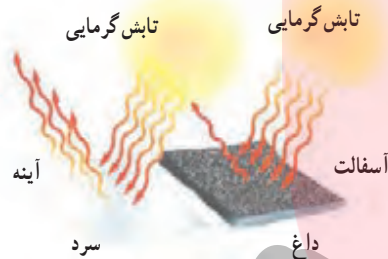
ها چسبانده شده اند. وقتی بخاری را روشن می کنیم خواهیم دید که چوب پنبه پشت سطح سیاه زودتر می افتد که

این نتیجه حاکی از آن است که اجسام تیره مقدار بیشتری انرژی تابشی را جذب می کنند.

۳۲) در یک روز تابستانی آینه ای را روی آسفالت قرار می دهیم. آسفالت بیشتر گرم می شود یا آینه؟ چرا؟ روکش

آسفالت بسیار داغ می شود، زیرا آسفالت به علت تیره و ناهموار بودن بیشتر تابش گرمایی خورشید را جذب می کند،

اما آینه خیلی گرم نمی شود چرا که مقدار کمی از گرمای تابیده شده را جذب می کند و بیشتر آن را باز می تاباند.



۳۳) در هر یک از حالات زیر چه رنگ لباسی مناسب تر است؟

الف) یک روز گرم در زیر آفتاب: لباس روشن؛ زیرا انرژی تابشی کمتری جذب می کند و اینگونه خنک تر می شویم.

ب) یک روز گرم در زیر سایه یا هوای ابری: لباس تیره؛ زیرا گرمای بیشتری به روش تابش از بدن ما منتشر می شود

و اینگونه خنک تر می شویم.

پ) یک روز سرد و آفتابی: لباس تیره؛ زیرا انرژی تابشی بیشتری جذب می کند و در این صورت گرم تر می شویم.

ت) یک روز سرد و ابری: لباس روشن؛ زیرا انرژی کمتری از بدنمان تابش می کند و با حفظ گرما، باعث می شود

گرمای کمتری از دست بدهیم.

۳۴) چرا لازم است تا دمای وسایل را کنترل کنیم؟ زیرا اگر دمای خیلی از چیزها را کنترل نکنیم، ممکن است خراب

شوند. مثلاً اگر دمای موتور خیلی بالا رود، موتور آسیب جدی می بیند و حتی ممکن است بسوزد.

۳۵) برای کنترل دمای موتور خودرو چه سازوکاری در اتومبیل ها ایجاد شده است؟ برای جلوگیری از این اتفاق،

سامانه ی خنک کننده ی خودرو طراحی و ساخته شده است تا انرژی گرمایی موتور را به رادیاتور منتقل کند

رادیاتورها به صورت پهن و در نتیجه با سطح زیاد ساخته شده اند. این طراحی سبب از دست دادن گرما به صورت

همرفت و تابش خواهد شد. علاوه بر این خودروها فن خنک کننده نیز دارند. هنگامی که موتور داغ شود، فن ها

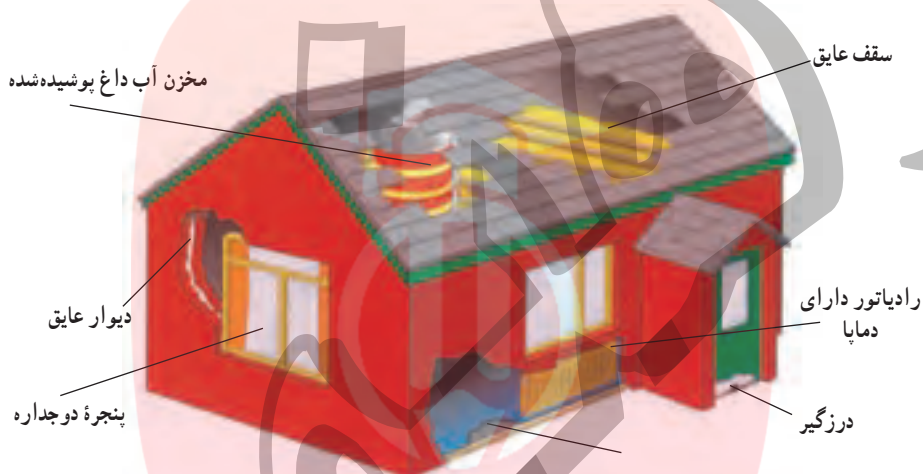
روشن می شوند و سبب دور شدن هوای داغ اطراف رادیاتور می شوند

۳۶) از چه راه هایی در فصول سرد ممکن است گرما از خانه خارج شود و یا در فصول گرم، گرما وارد خانه شود؟

(گرما تلف شود). درز و شکاف پنجره ها - از طریق رسانش دیوارها، سقف، کف و در و پنجره ها - از طریق تابش

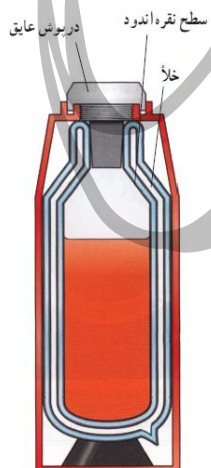
از شیشه های پنجره - کانال کولر (خروج هوای گرم در فصول سرد)

۳۷. روش های مختلف جلوگیری از اتلاف گرما را در خانه بنویسید. عایق کردن دیوارها و سقف با موادی مثل پشم شیشه و یونولیت - استفاده از شیشه های دوجداره برای پنجره ها و درها - استفاده از درزگیر برای درزهای دیوارها درها و پنجره ها - فرش و موکت کردن کف ساختمان - استفاده از رادیاتورهای دارای دماپا (دماپا باعث می شود تا هنگامی که دمای محیط به حد کافی گرم شد جریان آب داغ قطع شود و به این طریق از اتلاف گرما توسط رادیاتور جلوگیری می شود .)



۳۸. برای ثابت نگه داشتن دمای نوشیدنی ها از چه وسیله ای می توانیم استفاده کنیم؟ چرا؟ فلاسک خلا، در فلاسک خلا هر سه راه انتقال گرما (رسانش، همرفت و تابش) به آن یا به بیرون آن تقریباً امکان پذیر نیست. به همین دلیل می توان از آن برای خنک ماندن نوشیدنی هایی مثل آب میوه و یا گرم نگه داشتن نوشیدنی هایی مثل: چای و قهوه استفاده نمود.

۳۹. در مورد طرز کار فلاسک خلا توضیح دهید. (چرا گرما نمی تواند به آن وارد یا از آن خارج شود؟) اصلی ترین جز فلاسک یک بطری شیشه ای دو جداره است که بین آن خلا است و روی سطح آن، هم از داخل و هم از بیرون نقره اندود است. در فلاسک خلا به دلایل زیر گرما نمی تواند به هر یک از سه روش انتقال گرما وارد یا خارج شود رسانش: خلا به طور کامل از رسانش گرما از دیواره های فلاسک جلوگیری می کند.



در پوش چوب پنبه ای یا پلاستیکی توخالی نیز حاوی هواست که رسانای ضعیف گرما می باشد.

همرفت: در خلا بین دو دیواره شیشه ای جریان همرفتی نیز وجود ندارد.

تنها هنگامی که در پوش فلاسک برداشته شود جریان همرفتی می تواند باعث انتقال گرما شود.

تابش: جلوگیری از تابش گرما از همه مشکل تر است زیرا این تابش می تواند از خلا بین دو دیواره بگذرد. پوشش نقره ای روی دیواره های شیشه ای باعث کاهش انتقال گرما از طریق تابش می شود