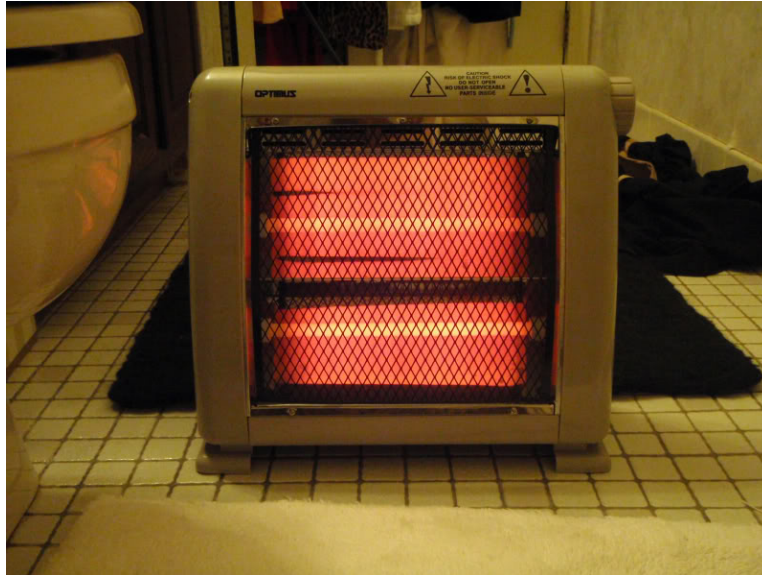


فصل دوم: تغییرات دما در اثر گرما

- اگر ظرف آبی را روی حرارت بگذاری و انگشت خود را در آب فرو ببری، داغ شدن آب را احساس می‌کنی و تا زمانی که انگشت می‌سوزد می‌توانی آن را تحمل کنی.
- بطری آب را که از شیر آب پر کرده بودی، درون یخچال می‌گذاری. پس از مدتی که به سراغ یخچال می‌روی تا آب بنوشی، متوجه سردتر شدن آب می‌شوی.
- در زمستان، برای گرم شدن خانه، بخاری را روشن می‌کنی و بعد از مدتی دمای هوای داخل خانه بالا می‌رود و دیگر احساس سرما نخواهی کرد.



شکل ۱) بخاری روشن

- برای نوشیدن یک لیوان چای، ابتدا آب را درون کتری روی شعله گرم می‌کنی و بعد با آب جوش، چای را دم می‌کنی و می‌نوشی.



شکل ۲) چایی داغ

مثال‌های بالا همگی نمونه‌هایی از تغییر دما، نخستین تأثیر گرما دادن یا گرما گرفتن از ماده هستند. تغییر دمای ماده، وابسته به عواملی است که در ادامه آن‌ها را می‌بینید.

عوامل مؤثر در تغییر دما:

۱- میزان گرما:

در فصل گذشته توضیح دادیم که وقتی به جسم گرما می‌دهیم، مجموع انرژی جنبشی جسم افزایش پیدا می‌کند و در نتیجه میانگین انرژی جنبشی جسم هم زیاد می‌شود. بنابراین دمای جسم افزایش پیدا می‌کند. پس نتیجه می‌گیریم تغییرات دمای یک جسم به **میزان گرمایی** که به جسم داده یا از آن گرفته می‌شود بستگی دارد و با آن رابطه‌ی مستقیم و خطی دارد. یعنی هرچه گرما بیشتر شود تغییرات دمای جسم هم بیشتر می‌شود. همچنین اگر به جسم گرما بدهیم تغییرات دما مثبت خواهد بود، به این معنی که دمای ثانویه از دمای اولیه بیشتر خواهد بود و اگر از جسم گرما بگیریم تغییرات دما منفی خواهد بود، یعنی دمای ثانویه از دمای اولیه پایین‌تر خواهد بود. به طور مثال، اگر گرمای داده شده به جسم را ۲ برابر کنیم **تغییرات دمای** (نه خود دما) جسم نیز ۲ برابر می‌شود.

منظور از تغییرات دما چیست؟

برای درک بهتر مطلب بالا مثالی می‌آوریم. فرض کن دمای جسمی ۱۰ درجه‌ی سلسیوس باشد. مقداری به آن گرما می‌دهیم تا دمای آن به ۴۰ درجه‌ی سلسیوس برسد. اگر در این مثال، گرمای داده شده به جسم را ۲ برابر کنیم دمای ثانویه چقدر خواهد بود؟

اگر همان اشتباهی را بکنی که معمولاً همه در ابتدا مرتکب می‌شوند، سریع می‌گویی گرما ۲ برابر شده، پس دمای ثانویه هم باید ۲ برابر شود و بعد ۴۰ درجه را ۲ برابر می‌کنی و می‌گویی که جواب مسأله ۸۰ درجه‌ی سلسیوس است!! این جواب نادرست است.

در ابتدای بخش توضیح دادیم که گرما با تغییرات دما متناسب است، نه با خود دما. بنابراین در مثال بالا ابتدا تغییرات دما را حساب می‌کنی.

$$\text{دمای اولیه} - \text{دمای ثانویه} = \text{تغییرات دما}$$

بنابراین تغییرات دما در ازای گرمای اولیه برابر ۳۰ درجه می‌باشد. وقتی گرما ۲ برابر شود، تغییرات دما نیز ۲ برابر می‌شود. پس ۳۰ درجه را ۲ برابر می‌کنیم و به این نتیجه می‌رسیم که تغییرات دما در ازای گرمای ۲ برابر، ۶۰ درجه خواهد بود. حال باید دمای ثانویه را حساب کرده و جواب را اعلام کنیم. با توجه به رابطه‌ی بالا، از جمع کردن دمای اولیه که ۱۰ درجه بود با تغییرات دما که ۶۰ درجه بود، دمای ثانویه به‌دست می‌آید که برابر با ۷۰ درجه‌ی سلسیوس می‌باشد.

بنابراین، در تمامی مطالب مربوط به گرما و دما دقت کن تا دما و تغییرات دما را به جای هم استفاده نکنی.

۲- مقدار جرم:

تا به این‌جا تأثیر میزان گرما بر تغییر دما را بررسی کردیم. اما تغییر دما برای هر جسم تنها به میزان گرما بستگی ندارد. اکنون می‌خواهیم آزمایشی انجام دهیم تا عامل مؤثر دیگری را بر روی تغییرات دما بسنجیم.

آزمایش کنید

درون یک بشر به اندازه‌ی ۱۰۰ سی‌سی آب بریز. بعد شعله را تنظیم کن و بشر را روی ۳ پایه‌ی مخصوص قرار بده، به گونه‌ای که شعله کاملاً زیر بشر باشد. در حین آزمایش، به نکات زیر دقت کن:

۱- در طول آزمایش، شعله نباید تغییر کند و کم و زیاد شود. پس به شیر گاز اصلاً دست نزن.

۲- حتماً بشر باید روی شعله‌پخش‌کن باشد تا شعله‌ی مستقیم به بشر برخورد نکند.

۳- باید دمای داخل آب را با دماسنج اندازه بگیری، پس دقت کن که دماسنج با بدنه‌ی ظرف (بشر) برخورد نکند.

اکنون یک زمانسنج بردار و هر ۶۰ ثانیه دمای آب را یادداشت کن تا این‌که دمای آب به ۸۰ درجه‌ی سلسیوس برسد. بعد از پایان آزمایش اول، همین آزمایش را با ۵۰ سی‌سی آب تکرار کن و این‌بار هم هر ۶۰ ثانیه دمای آب را یادداشت کن تا باز هم دمای آب به ۸۰ درجه‌ی سلسیوس برسد. بعد از این‌که آزمایش تمام شد؛ جدول داده‌ها را برداشته و اختلاف دمای بین هر دو زمان متوالی را در یک ستون دیگر یادداشت کن. به‌طور مثال:

زمان (دقیقه)	دما (درجه‌ی سلسیوس)	اختلاف دما (درجه‌ی سلسیوس)
۰	۲۵	-
۱	۳۱	۶
۲	۳۶	۵
۳	۴۱	۵

جدول (۱) مثال از جدول پر شده

سپس اختلاف دمای دو آزمایش را با هم مقایسه کن. چه می بینی؟ چرا؟

از آن جا که شعله ثابت بود و دما هر ۶۰ ثانیه یادداشت می‌شد، پس مقدار حرارت و گرمایی که در دو آزمایش به بشرها و آب داخل آنها داده می‌شد هیچ تفاوتی ندارند و یکسان است. اما بین دو آزمایش یک تفاوت وجود داشت، جرم مقدار آب در آزمایش دوم ۲ برابر مقدار جرم آب در آزمایش اول بود. وقتی به هر ۲ جسم گرمای مساوی دادیم، پس یعنی هر دو به مقدار مساوی افزایش انرژی جنبشی در کل جسم داشته‌اند.

پیشکش‌ها:

(۱) به یک جسم، مقداری گرما می‌دهیم تا دمای آن از ۲۰ درجه به ۴۵ درجه‌ی سلسیوس برسد. اگر میزان گرمای داده شده به جسم را ۳ برلیر کنیم به دمای نهایی، جسم چند درجه‌ی سلسیوس افزوده خواهد شد؟

۲) به یک لیوان آب ۲۰ درجه و یک استخر آب ۲۰ درجه به یک اندازه گرما می‌دهیم. دمای کدام یک بیشتر تغییر می‌کند؟ انرژی گرمایی کدام یک بیش‌تر افزایش پیدا کرده است؟

۲- ظرفیت گرمایی ویژه:

آزمایش کنید

در یک بشر ۵۰ سی‌سی روغن بریز. بشر و روغن را روی شعله قرار بده. دقت کن که شعله با شدت آزمایش قبل باشد. سپس هر ۶۰ ثانیه دمای روغن را یادداشت کن. این کار را تا زمانی انجام بده که دمای روغن به ۸۰ درجه برسد.

۵۰ سی‌سی روغن		
زمان (دقیقه)	دما (درجه‌ی سلسیوس)	اختلاف دما (درجه‌ی سلسیوس)

جدول ۳) دمای روغن

در مقایسه‌ی ۵۰ سی‌سی روغن با ۵۰ سی‌سی آب، چه می‌بینی؟ چرا؟

با این آزمایش متوجه می‌شوی که تأثیر میزان گرمای یکسان (شعله برای هر دو یکسان بود) بر روی مواد مختلف، متفاوت است. یک جسم با دریافت مقدار مشخصی گرما تغییر دما پیدا می‌کند و جسم هم‌جرم دیگری با دریافت همان مقدار گرما، تغییر دمایی متفاوت دارد.

برای تعیین میزان تأثیر گرما در مواد مختلف، نیاز به یک معیار وجود دارد تا میزان تغییرات دمای هر ماده را در قبال گرمای داده شده به آن تعیین کند. محققان با انجام آزمایش روی هر ماده به طور جداگانه این ضریب و معیار را برای آن ماده تعیین می‌کنند و این ضریب را ظرفیت گرمایی ویژه می‌نامند. **ظرفیت گرمایی ویژه میزان گرمای مورد نیاز برای ۱ کیلوگرم ماده است تا دمای آن ماده ۱ درجه‌ی سلسیوس افزایش یابد.**

جدول ظرفیت گرمایی ویژه

ماده	ظرفیت گرمایی ویژه (kJ / kg °C)
آب	۴۲۰۰
آب دریا	۳۹۰۰
بخار آب	۲۱۰۰
یخ	۲۱۰۰
اتانول	۲۵۰۰
روغن پارافین	۲۱۰۰
هیدروژن	۱۴۳۰۰
هوا	۹۹۳
هلیوم	۵۲۴۰
اکسیژن	۹۳۰
گرانیت	۸۲۰
مس	۳۸۰
سرب	۱۲۶
آلومینیوم	۹۰۰
سدیم	۱۲۴۰
جیوه	۱۵۰
آهن	۳۹۰
فولاد	۴۲۰
سنگ مرمر	۹۰۰

ظرفیت گرمایی ویژه برای هر ماده، منحصر به فرد است و همان‌طور که از نام آن مشخص است، ظرفیت حرارتی یک ماده را نشان می‌دهد، یعنی چقدر گرما باید به یک کیلوگرم ماده داده شود تا به اندازه‌ی یک درجه افزایش دما داشته باشد. با این تعاریف اگر ظرفیت گرمایی ویژه‌ی یک ماده زیاد باشد، این ماده به گرمای زیادی نیاز دارد تا تغییرات دمای لازم را داشته باشد، ولی اگر ظرفیت گرمایی ویژه‌ی یک ماده کم باشد، این ماده با مقدار کمی گرما، تغییرات دمای زیادی را از خود نشان خواهد داد.

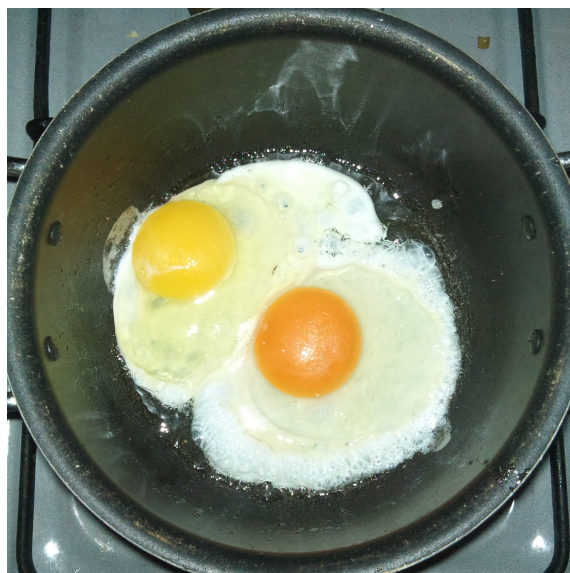
پرسش‌ها:

۳) ظرفیت گرمایی ویژه را تعریف کنید.

(۴) جسم ۱ و جسم ۲ از دو جنس متفاوت ساخته شده‌اند. اگر هر دو مقدار یکسانی انرژی گرمایی جذب کنند، افزایش دمای آن‌ها یکسان خواهد بود. آیا می‌توان گفت که ظرفیت گرمایی ویژه‌ی هر دو با هم برابر است؟

(۵) عوامل مؤثر در میزان تغییر دما را نام ببرید و تأثیر هر یک را به طور مختصر توضیح دهید.

(۶) وقتی شیر را درون ظرف می‌ریزی و آن را روی شعله قرار می‌دهی تا گرم شود، زمان زیادی می‌برد تا شیر جوش بیاید و یا وقتی شیر داغ را درون لیوان می‌ریزی، خیلی طول می‌کشد تا خنک شود و بتوان آن را نوشید. اما وقتی می‌خواهی نیمرو بپزی، روغن را درون ماهی‌تابه می‌ریزی و بعد ماهی‌تابه را روی شعله قرار می‌دهی تا روغن داغ شود. در کمتر از یک دقیقه روغن داغ می‌شود و بعد تخم مرغ را می‌شکنی و به درون ماهی‌تابه می‌اندازی. چرا دمای شیر به آرامی و دمای روغن به سرعت افزایش پیدا می‌کند؟



شکل (۳) نیمرو



شکل ۴) یک لیوان شیر داغ

در پاسخ به این سؤال دو نکته مهم است. اول اینکه ظرفیت گرمایی شیر زیاد است، بنابراین به گرمای زیادی نیاز دارد تا تغییر دما داشته باشد. در مقابل، ظرفیت گرمایی روغن کم است، پس با مقدار کمی گرما افزایش دمای زیادی خواهد داشت. دوم اینکه جرم یک لیوان شیر خیلی بیش‌تر از روغن داخل ماهی‌تابه است. پس هم جرم مواد و هم ظرفیت گرمایی ویژه‌ی آن‌ها دست به دست هم داده است تا تغییرات دمایی یک لیوان شیر سخت‌تر از روغن داخل ماهی‌تابه رخ می‌دهد.

۷) به جسمی یک کیلوگرمی با دمای ۲۰ درجه‌ی سلسیوس مقداری گرما می‌دهیم و دمای آن به ۴۵ درجه‌ی سانتی‌گراد می‌رسد. اگر همین مقدار گرما را به جسم یک کیلوگرمی دیگر با دمای ۲۰ درجه‌ی سلسیوس و ظرفیت گرمایی ویژه‌ی نصف جسم نخست بدهیم، دمای جسم دوم چقدر خواهد شد؟

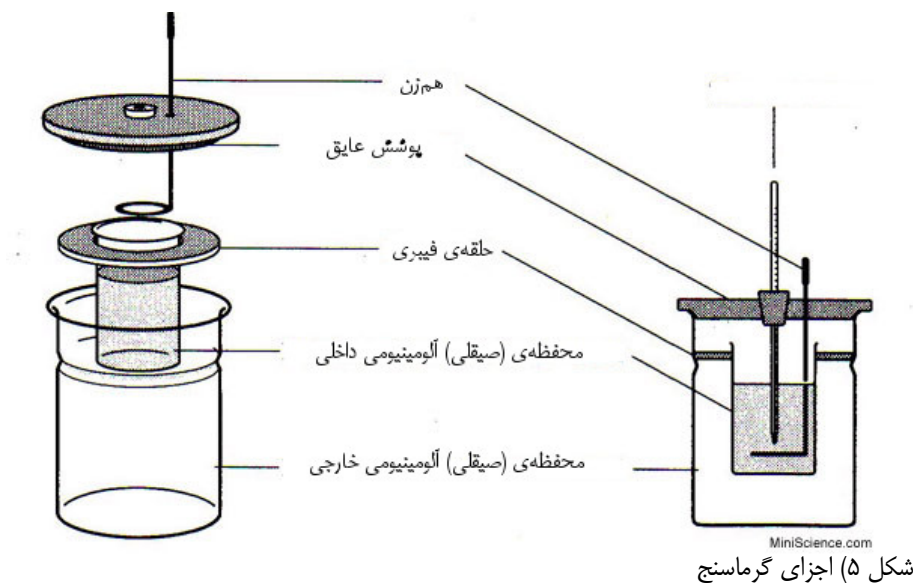
۸) دمای دو جسم ۱۰۰ گرمی ۲۶ درجه‌ی سانتی‌گراد است. به هر دو جسم در شرایط یکسان به یک اندازه گرما می‌دهیم. دمای جسم نخست به ۳۰ درجه‌ی سانتی‌گراد و دمای جسم دوم به ۲۷ درجه‌ی سانتی‌گراد می‌رسد. درباره‌ی ظرفیت گرمایی ویژه این دو جسم چه می‌توان گفت؟

۹) ظرفیت گرمایی ویژه‌ی آلومینیوم نزدیک به دو برابر ظرفیت گرمایی ویژه‌ی مس است. جرم‌های یکسانی از آلومینیوم و مس را که هر دو دمای یکسانی دارند، با هم به داخل ظرف آب داغ می‌اندازیم.
الف) دمای دو قطعه را پس از رسیدن مجموعه به تعادل، با هم مقایسه کنید.
ب) گرمای مبادله شده با هریک از قطعه‌ها چه رابطه‌ای با هم دارند؟

بیش‌تر بدانید:

گرماسنج (کالری‌متر):

برای تعیین گرمای ویژه‌ی یک جسم جامد، می‌توانیم آن را در تماس با جسمی که در دمای دیگری است، و به طور مثال از آن سردتر است، قرار دهیم. معمولاً از آب به عنوان ماده‌ی دوم استفاده می‌کنند، زیرا هم گرمای ویژه‌ی کاملاً معینی دارد و هم به راحتی تبادل گرما کرده و به تعادل می‌رسد. در این صورت، با برابر قرار دادن تمام گرمایی که جسم گرم می‌دهد، با تمام گرمایی که جسم سرد، یعنی آب می‌گیرد، می‌توانیم گرمای ویژه‌ی جسم جامد را محاسبه کنیم. اما اگر جسم جامد و آب را در محیط آزمایشگاه و فضای باز در تماس قرار دهیم، خطای آزمایش بسیار زیاد خواهد شد. چرا که نمونه‌ی جامد، بخشی از گرمای خود را به محیط می‌دهد، نه به آب و به عبارت دیگر، اتلاف گرمای زیادی خواهیم داشت. برای جلوگیری از بروز این خطا، آب و جسم جامد را داخل ظرفی دو جداره که عایق گرما است، قرار می‌دهیم و اجازه می‌دهیم به تعادل گرمایی برسند و هم‌دم شوند. در این صورت، تقریباً تمام گرمایی را که جسم می‌دهد، صرف افزایش دمای آب می‌شود. به چنین ظرفی، کالری‌متر یا گرماسنج می‌گوییم. گاهی برای این که ماده‌های درون کالری‌متر به تعادل گرمایی برسند، از هم زدن ماده‌ها کمک می‌گیریم.



شکل (۵) اجزای گرماسنج



شکل (۷) گرماسنج بسته



شکل (۶) گرماسنج باز شده

۱۰) ظرفیت گرمایی ویژه چیست؟

۱۱) مقدار معینی گرما را به یک کیلوگرم آب صفر درجه‌ی سانتی‌گراد می‌دهیم. تغییرات دمای آب به ۵ درجه‌ی سانتی‌گراد می‌رسد. الف) اگر همان مقدار گرما را به یک کیلوگرم آب ۵۰ درجه بدهیم، دمای نهایی آب چقدر می‌شود؟

ب) اگر همان مقدار گرما را به دو کیلوگرم آب صفر درجه بدهیم، دمای نهایی آن چقدر می‌شود؟

پ) اگر همان مقدار گرما را به دو کیلوگرم آب ۵۰ درجه بدهیم، دمای نهایی آن چقدر خواهد شد؟

۱۲) دو حجم ۱۰۰ سی‌سی و ۳۰۰ سی‌سی از یک مایع در اختیار داریم که هر دو دمای یکسانی دارند. الف) اگر به هر دو حجم، انرژی یکسانی بدهیم، کدام ظرف دمای کم‌تری خواهد داشت؟

ب) اگر به ۱۰۰ سی‌سی از مایع، گرمایی معادل ۱۵۰ کیلو کالری بدهیم، تعیین کنید به ظرف حاوی ۳۰۰ سی‌سی چه میزان گرما بدهیم تا دمای مایع‌ها در پایان یکسان باشد؟

۱۳) یک قطعه مس به جرم ۱۰۰ گرم و دمای ۵۷ درجه و قطعه‌ی دیگری از مس به جرم ۵۰۰ گرم و دمای ۳۵ درجه در اختیار داریم. اگر به هر دو قطعه به میزان مساوی انرژی گرمایی بدهیم و دمای قطعه‌ی ۱۰۰ گرمی به ۶۲ درجه برسد: الف) افزایش دمای قطعه‌ی دوم را حساب کنید.

ب) دمای قطعه‌ی دوم را حساب کنید.