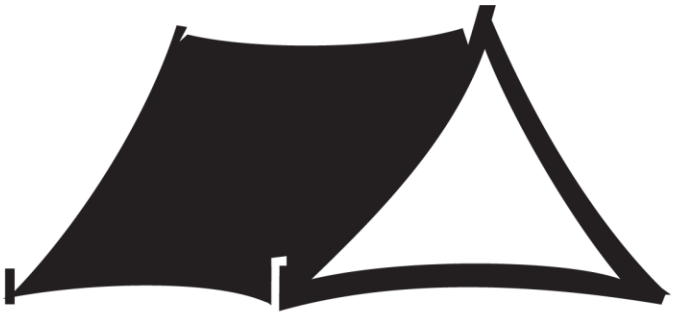


کمپ فیزیک

60 20 100

استاد ارسلان رحمانی

حفظیات فیزیک پایه‌ی دهم

ویژه‌ی رشته‌ی تجربی

فصل اول دهم

برای بیان برخی از کمیت‌های فیزیکی، تنها از یک عدد و یکای مناسب آن استفاده می‌شود. این‌گونه کمیت‌ها، کمیت نرده‌ای نامیده می‌شوند.

برخی دیگر از کمیت‌های فیزیکی، افزون بر یک عدد و یکای مناسب آن، لازم است به جهت آن نیز اشاره کنیم. این دسته از کمیت‌ها را، کمیت بـرداری می‌نامند.

برای انجام اندازه‌گیری‌های درست و قابل اطمینان به یکاهای اندازه‌گیری‌ای نیاز داریم که تغییر نکننـد و دارای قابلیـت بازتولیـد در مکـان‌هـای مختلـف باشند.

جدول ۱-۱ کمیت‌های اصلی و یکای آن‌ها

کمیت	نام یکا	نماد یکا
طول	متر	m
جرم	کیلوگرم	kg
زمان	ثانیه	s
دما	کِلوین	K
مقدار ماده	مُول	mol
جریان الکتریکی	آمپر	A
شدت روشنایی	کَندِلا (شمع)	cd

جدول ۱-۶ پیشوندهای یکاها

ضریب	پیشوند	نماد	ضریب	پیشوند	نماد
$۱۰^{۲۴}$	یوتا	Y	$۱۰^{-۲۴}$	یوکتو	y
$۱۰^{۲۱}$	زِتا	Z	$۱۰^{-۲۱}$	زیتو	z
$۱۰^{۱۸}$	اِگزا	E	$۱۰^{-۱۸}$	اَتو	a
$۱۰^{۱۵}$	پِتا	P	$۱۰^{-۱۵}$	فِمتو	f
$۱۰^{۱۲}$	تِرا	T	$۱۰^{-۱۲}$	پیکو	p
$۱۰^{۹}$	گیگا (جیگا)	G	$۱۰^{-۹}$	نانو	n
$۱۰^{۶}$	مِگا	M	$۱۰^{-۶}$	میکرو	μ

10^{3}	کیلو	k	10^{-3}	میلی	m
10^{2}	هِکتو	h	10^{-2}	سانتی	c
10^{1}	دِکا	da	10^{-1}	دِسی	d
پیشوندهایی که کاربرد بیش‌تری دارند و بهتر است آن‌ها را به خاطر بسپارید با رنگ قرمز نشان داده شده‌اند.					

اندازه‌گیری و دقت وسیله‌های اندازه‌گیری

وسیله‌های دقیق و روش صحیح اندازه‌گیری، تنها می‌توان خطای اندازه‌گیری را کاهش داد، ولی هیچ‌گاه نمی‌توان آن را به صفر رساند. با وجود این، توجه به عوامل زیر نقش مهمی در افزایش دقت اندازه‌گیری دارد.

۱- دقت وسیلهٔ اندازه‌گیری :یکی از عوامل مهم در دقت اندازه‌گیری، دقت و حساسیت وسیلهٔ اندازه‌گیری است. برای مثال، دقت خط‌کشی که تا میلی‌متر مدرج شده، بیشتر از دقت خط‌کشی است که تا سانتی‌متر درجه‌بندی شده است.

۲- مهارت شخص آزمایشگر: یکی دیگر از عوامل مهم و تأثیرگذار روی دقت اندازه‌گیری، مهارت‌های شخص آزمایشگر است. یکی از این مهارت‌ها نحوهٔ خواندن نتیجهٔ اندازه‌گیری است. خواندن نتیجهٔ اندازه‌گیری از منظرهای A و C خطا را افزایش می‌دهد در حالی که گزارش شخصی که از منظر B نتیجهٔ اندازه‌گیری را می‌خواند دقت بیش‌تری دارد.

۳- تعداد دفعات اندازه‌گیری: برای کاهش خطا در اندازه‌گیری هر کمیت، معمولاً اندازه‌گیری آن را چند بار تکرار می‌کنند. میانگین عددهای حاصل از اندازه‌گیری به عنوان نتیجهٔ اندازه‌گیری گزارش می‌شود. البته در میان عددهای متفاوت، اگر یک یا دو عدد اختلاف زیادی با بقیه داشته باشند در میانگین‌گیری به حساب نمی‌آیند.

فصل دوم دهم

جامدها بخش بزرگی از محیط فیزیکی پیرامون ما را می‌سازند و آن‌ها را به هر شکلی که بخواهیم در می‌آوریم. خورشید، که به زمین نور و گرما می‌بخشد، از حالت چهارم ماده به نام پلاسما ساخته شده است.

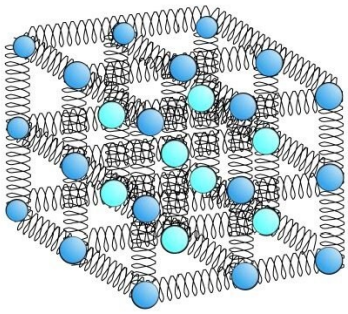
حالت‌های ماده

سال‌های قبل در درس علوم دیدید که به هر چیزی که فضا را اشغال کند (حجم داشته باشد)ماده می‌گوییم. مواد از ذره‌های ریزی به نام اتم یا مولکول ساخته شده‌اند. اندازهٔ اتم‌ها حدود یک تا چند انگستروم $\left(1\dot{A}=10^{-10}m\right)$ است و اندازهٔ مولکول‌ها به این بستگی دارد که از چند اتم ساخته شده باشند. اندازهٔ برخی از درشت مولکول‌ها، مانند بَسپارها (پلیمرها)، می‌تواند تا ۱۰۰۰ انگستروم نیز باشد. ذره‌های سازندهٔ مواد همواره

چهار حالت ماده در این تصویر وجود دارد. یخ (جامد)، آب (مایع)، هوا (گاز) و خورشید (پلاسما)

در حرکت‌اند و به یکدیگر نیرو وارد می‌کنند. حالت ماده به چگونگی حرکت این ذره‌ها و اندازهٔ نیروی بین آن‌ها بستگی دارد.

جامد، مایع و گاز سه حالت آشنای ماده هستند که در این فصل به بررسی برخی از ویژگی‌های فیزیکی آن‌ها خواهیم پرداخت. حالت چهارم ماده، پلاسما نامیده می‌شود که اغلب در دماهای خیلی بالا به وجود می‌آید. ماده درون ستارگان و بیش‌تر فضای بین ستاره‌ای، آذرخش، شفق‌های قطبی، آتش و ماده داخل لولهٔ تابان لامپ‌های مهتابی از پلاسما تشکیل شده است.

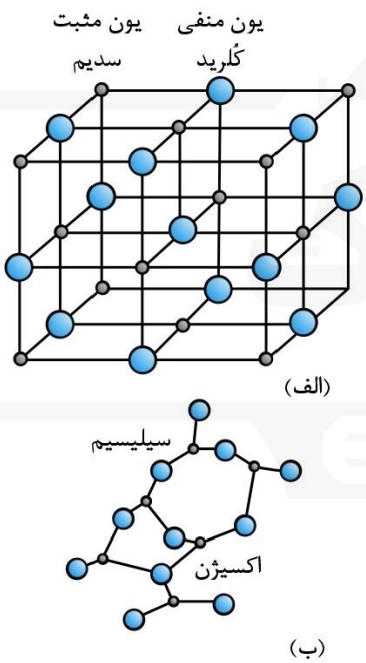


مدلی از ساختار یک جامد که از میلیاردها بخش، مانند این تشکیل شده است.

جامد: هزاران سال است که بشر از مواد جامد بهره می‌گیرد. اصطلاح‌های عصر حجر، عصر برنز، و عصر آهن اهمیت مواد جامد را در توسعهٔ تمدن‌های پیشین نشان می‌دهد. تجربهٔ روزمره نشان می‌دهد که جسم جامد، حجم و شکل معینی دارد. ذرات جسم جامد به سبب نیروهای الکتریکی که به یکدیگر وارد می‌کنند در کنار یکدیگر می‌مانند .این ذرات در مکان‌های معینی نسبت به یکدیگر قرار دارند و در اطراف این مکان‌ها، نوسان‌های بسیار کوچکی دارند.

برای درک بهتر ساختار جسم جامد، معمولاً مدلی مطابق شکل ارائه می‌دهند و فرض می‌کنند که ذرات آن توسط فنرهایی به یکدیگر متصل‌اند. اگر این ذرات نسبت به وضعیت تعادل، به هم نزدیک‌تر یا از هم دورتر شوند، نیروی کشسانی بین فنرها آن‌ها را به وضع تعادل برمی‌گرداند و جسم جامد، شکل و اندازهٔ اولیه‌اش را حفظ می‌کند.

اتم‌های برخی از جامدها در طرح‌های منظمی مانند شکل‌های مقابل کنار هم قرار می‌گیرند جامدهایی را که در یک الگوی سه بعدی تکرار شونده از این واحدهای منظم ساخته می‌شود جامد بلورین می‌نامیم. فلزها، نمک‌ها، الماس، یخ و بیشتر مواد معدنی جزو جامدهای بلورین‌اند. وقتی مایعی را به آهستگی سرد کنیم اغلب جامدهای بلورین تشکیل می‌شوند. در این *فرایند سردسازی آرام*، ذرات سازندهٔ مایع فرصت کافی دارند تا در طرح‌های منظم خود را مرتب کنند.



(الف) ساختار بلورین NaCl ، که در آن یون‌های سدیم و یون‌های کلرید به‌صورت یک در میان در گوشه‌های یک مکعب قرار گرفته‌اند. (ب) ذرات سازندهٔ یک جامد بی‌شکل، مانند شیشه که در طرحی نامنظم در کنار هم قرار گرفته‌اند.

ذرات سازنده جامدهای بی‌شکل(آمُورف) برخلاف جامدهای بلورین، در طرح‌های منظمی کنار هم قرار ندارند. وقتی مایعی به سرعت سرد شود معمولاً جامد بی‌شکل به وجود می‌آید. در این *فرایند سردسازی* سریع، ذرات فرصت کافی ندارند تا در طرحی منظم، مرتب شوند. بنابراین در طرح نامنظمی که در حالت مایع داشتند باقی می‌مانند. شیشه، مثالی از یک جامد بی‌شکل است.

مایع: مولکول‌های مایع نظم و تقارن جامدهای بلورین را ندارند و به‌صورت نامنظم و نزدیک به یکدیگر قرار گرفته‌اند. مایع به راحتی جاری می‌شود و به شکل ظرف خودش در می‌آید. فاصلهٔ ذرات سازندهٔ مایع و جامد تقریباً یکسان و در حدود یک آنگستروم است.

پدیدهٔ پخش در مایع‌ها: اگر مقداری نمک را در یک لیوان آب بریزید، پس از مدتی آب، شور می‌شود. اگر چند قطره جوهر را به آب درون لیوانی اضافه کنید، به تدریج رنگ آب تغییر می‌کند. تجربه‌های ساده‌ای مانند این، نشان می‌دهند که ذرات سازندهٔ نمک و جوهر در آب درون لیوان پخش شده‌اند. دلیل پخش ذرات نمک و جوهر در آب، به حرکت مولکول‌های آب مربوط می‌شود. در واقع به دلیل حرکت‌های نامنظم و کاتوره‌ای (تصادفی) مولکول‌های آب و برخورد آن‌ها با ذرات سازندهٔ نمک و جوهر، این‌گونه مواد در آب پخش می‌شوند.

گاز: گاز، ماده‌ای است که شکل مشخصی ندارد. اتم‌ها و مولکول‌های آن آزادانه و با تندی بسیار زیاد به اطراف حرکت و با یکدیگر و با دیواره‌های ظرفی که در آن قرار دارند برخورد می‌کنند. فاصلهٔ میانگین مولکول‌های گاز در مقایسه با اندازهٔ آن‌ها، خیلی بیش‌تر است. مثلاً اندازهٔ مولکول‌های هوا بین ۱ تا ۳ آنگستروم است در حالی که فاصلهٔ میانگین آن‌ها در شرایط معمولی در حدود 35Å است.

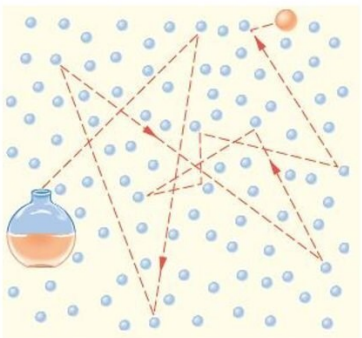
فعالیت:

یک سرنگ، مثلاً ۱۰ سی سی، اختیار کنید. پیستون آن را بکشید تا هوا وارد سرنگ شود. انگشت خود را محکم روی دهانهٔ خروجی سرنگ قرار دهید و تا جایی که می‌توانید پیستون را حرکت دهید تا هوای درون سرنگ متراکم شود.

هوای درون سرنگ را خالی و آن را تا نیمه از آب پر کنید. با مسدود نمودن انتهای سرنگ سعی کنید تا جایی که ممکن است مایع درون آن را متراکم کنید. از این آزمایش ساده چه نتیجه‌ای در مورد تراکم‌پذیری گازها و مایع‌ها می‌گیرید؟ توضیح دهید.

پرسش

الف) وقتی درِ شیشهٔ عطری را در گوشه‌ای از اتاق باز می‌کنید، پس از چند ثانیه ذرات عطر در همه جای اتاق پخش و بوی آن حس می‌شود. با توجه به شکل روبه رو این پدیده را چگونه توجیه می‌کنید؟ چرا پدیدهٔ پخش در گازها سریع‌تر از مایع‌ها رخ می‌دهد؟



ب) هوای اطراف کرهٔ زمین، آمیزه‌ای از نیتروژن (۷۸ درصد)، اکسیژن (۲۱ درصد)، کربن‌دی‌اکسید، بخار آب و مقدار کمی گازهای بی‌اثر (کریپتون، نئون و هلیم) است. این مولکول‌ها به‌طور کاتوره‌ای و با تندی زیاد همواره در حرکت‌اند. برخورد مولکول‌های هوا به یکدیگر سبب پخش آن‌ها می‌شود. اهمیت این پدیده را برای حیات روی کرهٔ زمین توضیح دهید.

نیروهای بین مولکولی

پیش از این با انجام فعالیت دیدید که متراکم کردن آب درون سرنگ عملاً امکان‌پذیر نیست. برای توجیه پدیده‌هایی مشابه این، باید به نیروهای بین مولکولی در یک مایع توجه کنیم. به‌طورکلی نیروهای بین مولکول‌های همسان مانند نیروهای بین مولکول‌های آب را نیروی هم چسبی می‌نامیم. وقتی سعی می‌کنیم فاصلهٔ بین مولکول‌های مایع را کم کنیم نیروی دافعهٔ بزرگی بین آن‌ها ظاهر می‌شود که از تراکم‌پذیری مایع جلوگیری می‌کند. همین‌طور وقتی مولکول‌های مایع را کمی از هم دور کنیم، نیروی جاذبهٔ بین آن‌ها ظاهر می‌شود. این جاذبه در قطرهٔ آب آویزان از شاخهٔ درخت دیده می‌شود.

نیروهای بین مولکولی کوتاه بُرد هستند، یعنی وقتی فاصلهٔ بین مولکول‌ها چند برابر فاصلهٔ بین مولکولی شود، نیروهای بین مولکولی بسیار کوچک و عملاً صفر خواهند شد.

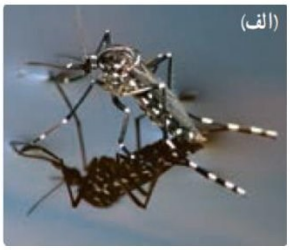
مولکول‌های آب به یکدیگر نیروی جاذبه وارد می‌کنند.

قطره‌های شبنمی که روی شاخ و برگ درختان در نور خورشید صبحگاهی می‌درخشند، نشانه‌ای از نیروی جاذبهٔ بین مولکول‌های آب است.

پرسش

وقتی شیشه می‌شکند با نزدیک کردن قطعه‌های آن به هم نمی‌توان اجزای شیشه را دوباره به هم چسباند؛ ولی اگر قطعه‌های شیشه را آن‌قدر گرم کنیم که نرم شوند می‌توان آن‌ها را به هم چسباند. این پدیده‌ها را با توجه به کوتاه بُرد بودن نیروهای بین مولکولی توجیه کنید.

کشش سطحی: نشستن یا راه رفتن برخی حشره‌ها روی سطح آب (مطابق شکل)، شناور ماندن گیرهٔ فلزی کاغذی روی سطح آب و تشکیل حباب‌های آب و صابون تنها نمونه‌هایی از وجود کشش سطحی هستند. کشش سطحی ناشی از هم‌چسبی مولکول‌های سطح مایع است و آن را می‌توان با نیروهای بین مولکولی توضیح داد. به دلیل نیروهای ربایشی که مولکول‌های سطح مایع به یکدیگر وارد می‌کنند سطح مایع شبیه یک پوستهٔ تحت کشش رفتار می‌کند و کشش سطحی روی می‌دهد. با کشش سطحی همچنین می‌توان توضیح داد که چرا قطره‌هایی که آزادانه سقوط می‌کنند تقریباً کروی‌اند. به ازای حجمی معین، کره نسبت به هر شکل هندسی دیگری، کوچک‌ترین مساحت سطح را دارد. به این ترتیب سطح قطره‌ای که آزادانه سقوط می‌کند مانند یک پوسته کشیده شده، تمایل به کمینه کردن مساحتش را دارد.



(الف) نشستن حشره روی سطح آب، (ب) قرار گرفتن گیرهٔ فلزی روی سطح آب، (پ) تشکیل حباب‌های آب و صابون و (ت) قطره‌های کروی آب در حال سقوط آزاد، جلوه‌هایی از کشش سطحی هستند.

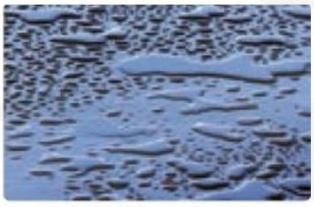
فعالیت

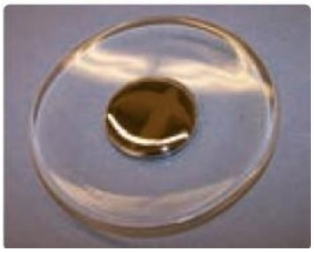
الف) سعی کنید یک سوزن ته گرد یا گیرهٔ کاغذ را مطابق شکل روی سطح آب شناور کنید .برای این منظور می‌توانید از یک تکه دستمال کاغذی استفاده کنید.

ب) پس از شناور شدن سوزن یا گیره، سطح آب را به دقت مشاهده کنید و مشاهدات خود را به کلاس گزارش دهید.

پ) اکنون یکی دو قطره مایع شوینده را به آرامی به آب درون ظرف بیفزایید. مشاهدات خود را به کلاس گزارش کنید و دلیلی برای آن ارائه دهید.

نَرشوندگی: دیدیم که نیروی هم چسبی بین مولکو ل‌های یک ماده سبب بروز پدیده‌های جالبی می‌شود. هنگامی که دو مادهٔ مختلف در تماس با یکدیگر قرار گیرند نیز جاذبهٔ مولکولی مشابهی بین مولکول‌های آن‌ها ظاهر می‌شود که به آن نیروی دگرچسبی می‌گوییم .هم‌چسبی و دگرچسبی هر دو نیروهایی بین مولکولی هستند. تفاوت آن‌ها در این است که هم‌چسبی، جاذبه بین مولکول‌های همسان و دگرچسبی جاذبه بین مولکول‌های ناهمسان است.





(الف) پخش آب روی سطح شیشه (ب) قطره‌ای شدن جیوه روی سطح شیشه

هرگاه مایعی در تماس با جامدی قرار گیرد دو حالت می‌تواند رخ دهد. یکی اینکه دگرچسبی بین مولکول‌های مایع و جامد از هم‌چسبی بین مولکول‌های مایع بیش‌تر باشد. در این صورت می‌گوییم مایع، جامد را تر یا خیس می‌کند. مثلاً در شکل مقابل می‌بینیم که آب، سطح شیشهٔ تمیز را خیس کرده و روی آن پهن شده است. اما اگر نیروی هم‌چسبی بین مولکو های مایع از نیروی دگرچسبی بین مولکول‌های مایع و جامد بیش‌تر باشد می‌گوییم مایع جامد را تر نمی‌کند. در شکل می‌بینیم که سطح شیشه با جیوه خیس نشده و جیوه به شکل قطره روی سطح شیشه باقی مانده است (هرچه قطره بزرگ‌تر باشد نیروی گرانش زمین، آن را تخت‌تر می‌کند.)

پرسش

شکل روبه‌رو خروج قطره‌های روغن با دمای متفاوت را از دهانهٔ دو قطره چکان نشان می‌دهد.

الف) توضیح دهید در کدام شکل دمای قطره‌های روغن کمتر است.

ب) افزایش دما چه تأثیری بر نیروی هم‌چسبی مولکول‌های یک مایع می‌گذارد؟

پ) چرا هنگام شستن ظروف، افزون بر استفاده از مایع ظرف‌شویی، ترجیح می‌دهیم از آب گرم نیز استفاده کنیم؟

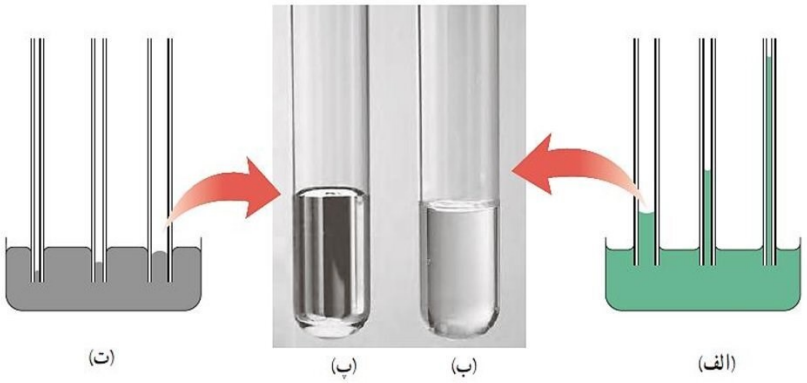
فعالیت

یک طرف یک تکه شیشهٔ کوچک (با ابعادی حدود ۱۰cm در ۱۰cm) را کمی بالاتر از شعلهٔ شمع بگیرید تا سطح شیشه به‌طور کامل دوداندود شود. شیشه را از طرف تمیز آن روی سطحی افقی قرار دهید و سپس روی سطح دوداندود شدهٔ آن چند قطره آب بریزید. آنچه را مشاهده می‌کنید در گروه خود به بحث بگذارید و نتیجه را به کلاس ارائه دهید.

بار دیگر سطح شیشه را به جای دوداندود کردن، با روغن چرب کنید و آزمایش را تکرار کنید. مشاهدهٔ خود را توضیح دهید و نتیجه را به کلاس گزارش دهید. (پس از بحث کافی در خصوص این فعالیت، دوباره به تصویر و پرسش شروع فصل بازگردید و پاسخی قانع‌کننده ارائه دهید.)

اثر مویینگی: لوله‌هایی که قطر داخلی آن‌ها حدود یک دهم میلی‌متر $(\sim 0/1\text{mm})$ باشد، معمولاً لولهٔ مویین نامیده می‌شوند. واژهٔ مویین به معنی «مُو مانند» است. آزمایش نشان می‌دهد اگر چند لولهٔ مویین شیشه‌ای و تمیز را وارد یک ظرف آب کنیم، آب در لوله‌های مویین بالا می‌رود و سطح آن بالاتر از سطح آب ظرف قرار می‌گیرد. همچنین هرچه قطر لولهٔ مویین کم‌تر باشد ارتفاع ستون آب در آن بیش‌تر است. افزون بر این‌ها سطح آب در بالای لوله‌های مویین فرورفته است.

اگر همین آزمایش‌ها را با جیوه انجام دهیم مشاهده می‌کنیم که جیوه در لوله‌های مویین مقداری بالا می‌رود ولی سطح آن پایین‌تر از سطح جیوهٔ ظرف قرار می‌گیرد. همچنین هرچه قطر لولهٔ مویین کم‌تر باشد ارتفاع ستون جیوه در آن کم‌تر است. افزون بر این‌ها سطح جیوه در لولهٔ مویین برآمده است. اثر مویینگی در لوله‌های با قطر داخلی بزرگ‌تر از لوله‌های مویین نیز قابل مشاهده است. شکل‌های الف و ب، اثر مویینگی را برای آب و شکل‌های پ و ت اثر مویینگی را برای جیوه، در چنین لوله‌هایی نشان می‌دهد.



(الف) و (ب) اثر مویینگی برای آب (پ) و (ت) اثر مویینگی برای جیوه

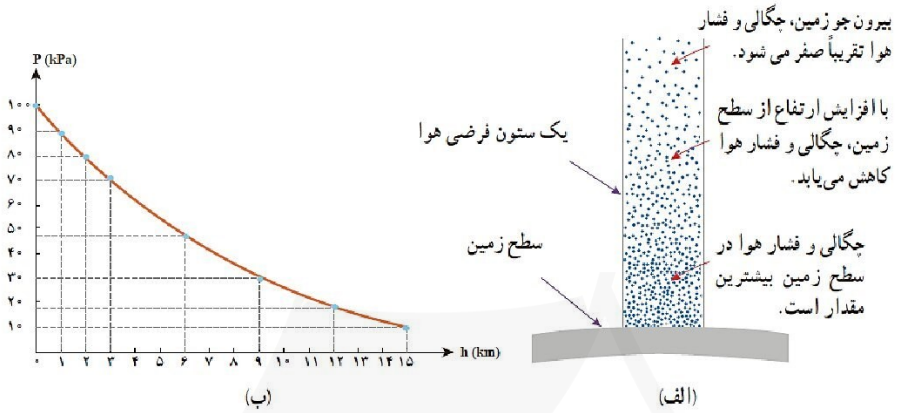
برای توجیه فیزیکی تفاوت اثر مویینگی آب و جیوه، باید به نیروهای هم‌چسبی و دگرچسبی توجه کرده و اندازهٔ آن‌ها را با یکدیگر مقایسه کنیم. آب تمایل به چسبیدن به دیواره‌های شیشه‌ای دارد زیرا نیروی دگرچسبی بین مولکول‌های آب و مولکول‌های شیشه بیش‌تر از نیروی هم‌چسبی بین مولکول‌های آب است. در نتیجه آب سطح شیشه را خیس می‌کند و مانند شکل «الف» در لوله بالا می‌رود. در مورد جیوه نیروی دگرچسبی بین مولکول‌های جیوه و مولکول های شیشه کم‌تر از نیروی هم‌چسبی بین خود مولکول‌های جیوه است. در نتیجه جیوه سطح شیشه را خیس نمی‌کند و مانند شکل «ت» سطح جیوه در لولهٔ مویین پایین‌تر از سطح جیوه درون ظرف قرار می‌گیرد.

فعالیت

در ساختن دیوارهای ساختمان باید اثر مویینگی در نظر گرفته شود، زیرا تراوش آب از منفذهای مویین در این دیوارها می‌تواند سبب خسارت در داخل ساختمان شود. برای جلوگیری از این خسارت، دیوارهای داخل یا خارج ساختمان را معمولاً با مواد ناتراوا (مانند قیر) می‌پوشانند. تحقیق کنید در معماری سنتی ایران به جای قیراندود کردن، چگونه از نفوذ آب به داخل سازه‌ها جلوگیری می‌کردند.

رابطه‌های $P_2 = P_1 + \rho gh$ و $P = P + \rho gh$ برای همهٔ شاره‌های ساکن و در حال تعادل کاربرد دارد. یعنی هم برای مایع‌ها و هم برای گازها می‌توان از آن استفاده کرد. مثلاً می‌توان اختلاف فشار آب در عمق‌های متفاوت یک اقیانوس با اختلاف فشار هوای بالا و پایین یک ساختمان را با استفاده از این رابطه‌ها حساب کرد. با توجه به اینکه چگالی گازها خیلی کم است، در محفظه‌های کوچک گاز، اختلاف فشار در نقاط مختلف داخل محفظه ناچیز است. برای محاسبهٔ اختلاف فشار بین دو نقطه از هوا که اختلاف ارتفاع قابل توجهی دارند، دیگر نمی‌توان از رابطهٔ اول استفاده کرد. برای مثال، اختلاف فشار قلهٔ دماوند و سطح دریا با استفاده از این رابطه، حدود $74\,kPa$ به‌دست می‌آید در حالی که مقدار واقعی آن نزدیک به $50\,kPa$ است!

برای یافتن دلیل تفاوت آشکار بین این مقادیر، باید توجه کنیم که با افزایش ارتفاع از سطح زمین، چگالی هوا کاهش می‌یابد. (مطابق شکل الف). محاسبه‌های دقیق‌تر نشان می‌دهند که تغییر فشار برحسب ارتفاع از سطح زمین، مطابق نمودار شکل ب است. نیروی جاذبهٔ زمین سبب می‌شود که لایه‌های زیرین هوا نسبت به لایه‌های بالایی هوا متراکم‌تر شوند. در نتیجه هرچه به سطح زمین نزدیک‌تر می‌شویم، چگالی و فشار هوا بیش‌تر می‌شود.

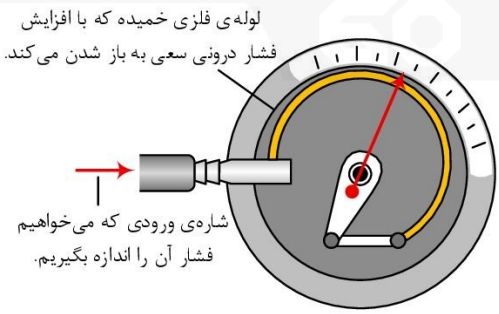


(الف) با افزایش ارتفاع از سطح زمین، چگالی و فشار هوا کاهش می‌یابد. (ب) نمودار فشار هوا برحسب ارتفاع از سطح دریای آزاد.

فشار P را فشار مطلق و $P-P_0$ که تفاوت بین فشار مطلق و فشار جو است را فشار پیمانه‌ای می‌نامند و معمولاً آن را با نماد P_g نشان می‌دهند.[1]

فناوری و کاربرد

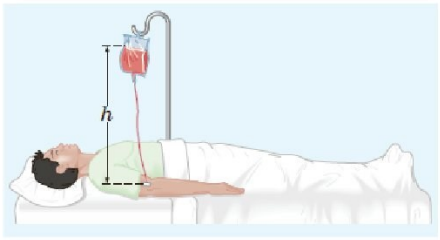
فشارسنج بوردون: بسیاری از فشارسنج‌ها برای اندازه‌گیری فشار یک شاره، از یک لولهٔ خمیده یک سر بسته و قابل انعطاف استفاده می‌کنند (شکل روبه‌رو). انتهای این لوله به عقربه‌ای متصل است که فشار را روی صفحه‌ای مدرج نشان می‌دهد. تغییر فشار پیمانه‌ای شاره درون لوله سبب تغییر شکل لوله و در نتیجه حرکت عقربه روی صفحهٔ مدرج می‌شود. این فشارسنج‌ها که به *فشارسنج بوردون* شناخته می‌شوند معمولاً برای اندازه‌گیری فشار در مخزن‌های گاز و همچنین اندازه‌گیری فشار باد لاستیک وسیله‌های نقلیه به کار می‌روند.



۱- نمایه g از سر حرف واژهٔ gauge به معنای پیمانه (سنجه) گرفته شده است.

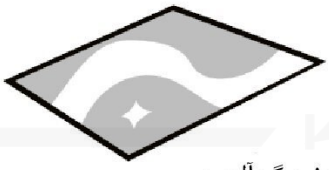
تمرین

شکل روبه‌رو یک کیسهٔ پلاستیکی حاوی محلولی را نشان می‌دهد که در حال تزریق به یک بیمار است. سوزن سرنگی را به قسمت خالی از مایع بالای این کیسه وارد می‌کنند طوری که فشار هوا در این بخش از کیسه همواره با فشار هوای بیرون برابر بماند. اگر فشار پیمانه‌ای در سیاهرگ ۱۳۳۰ پاسکال باشد، ارتفاع کمینهٔ h چقدر باشد تا محلول در سیاهرگ نفوذ کند؟ چگالی محلول را $1045\frac{kg}{m^3}$ بگیرید.



فعالیت

درون یک ظرف مقداری آب بریزید .یک پوش برگ (فویل) آلومینیمی به ابعاد تقریبی $20cm \times 20cm$ اختیار کنید و آن را مچاله کنید. پیش‌بینی کنید با قرار دادن پوش برگ مچاله شده روی سطح آب، چه اتفاقی می‌افتد؟ آزمایش را انجام دهید.



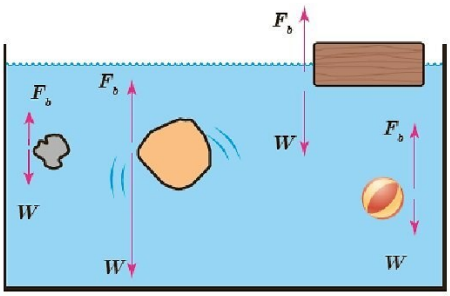
پوش‌برگ آلومینیمی

پوش برگ دیگری با همان ابعاد اختیار کنید و به جای مچاله کردن، آن را چندین بار (دست کم ۵ بار) روی هم تا کنید. اگر این پوش برگ چند لایه را، روی سطح آب قرار دهید، پیش‌بینی کنید چه اتفاقی می‌افتد؟ آزمایش را انجام دهید. پیش‌بینی‌ها و نتایج مشاهدهٔ (آزمایش) خود را در گروهتان به بحث بگذارید و نتیجه را به کلاس ارائه دهید.

پوش‌برگ آلومینیمی مچاله شده

پرسش

در شکل روبه‌رو، نیروی شناوری F_b و نیروی وزن W وارد بر چند جسم نشان داده شده است. با توجه به نیروی خالص وارد بر هر جسم، وضعیت آن را به کمک یکی از واژه‌های شناوری، غوطه‌وری، فرو رفتن و بالارفتن توصیف کنید.



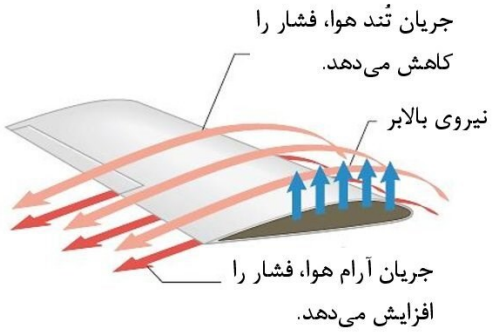
شارهٔ در حرکت و اصل برنولی

تا اینجا به بررسی برخی از ویژگی‌های فیزیکی شاره‌های ساکن پرداختیم. اکنون آماده‌ایم تا یک شارهٔ در حال حرکت را بررسی کنیم. وقتی شاره‌ای حرکت می‌کند، این حرکت می‌تواند یکنواخت و لایه‌ای یا تلاطمی و آشوبناک باشد. درست مانند هوا، که گاهی به‌صورت نسیمی ملایم و گاهی به‌صورت طوفانی پر انرژی می‌وزد.

هنگام حرکت آب در شیلنگ، جریان تُند و سریع آب در یک رودخانه (مطابق شکل زیر)، حرکت خون درون رگ‌ها، حرکت هوا درون سامانه‌های گرمایش و سرمایش، جریان دود در هوا پدیده‌های جالبی رخ می‌دهد .بررسی این پدیده‌ها اغلب می‌تواند بسیار پیچیده باشد .برای پرهیز از این پیچیدگی‌ها، مدل آرمانی و ساده شده‌ای از یک شارهٔ در حال حرکت و بدون تلاطم را بررسی می‌کنیم، افزون بر این فرض می‌کنیم شاره تراکم‌ناپذیر است (یعنی، چگالی آن ثابت است) و اصطکاک داخلی (گران‌رَوی) ندارد.[1]

(الف) پل زمان خان (شهر سامان، استان چهار محال و بختیاری) هنگام عبور آب از مجاری زیر پل. جریان آب در برخی نواحی آشوبناک است.
(ب) جریان لایه‌ای و تلاطم دود. جریان دود از سر چوپ عود، در ابتدا لایه‌ای است و سپس در بالا متلاطم می‌شود.

کاربردهایی از اصل برنولی: از بررسی نیروی بالابر وارده به بال‌های هواپیما گرفته تا بررسی حرکت کات‌دار توپ فوتبال و افشانهٔ عطر، از اصل برنولی استفاده می‌شود. وقتی یک ورق کاغذ را جلو دهانتان می‌گیرید و در سطح بالای آن می‌دمید، کاغذ به طرف بالا حرکت می‌کند. دلیل این پدیده را با توجه به اصل برنولی می‌توان به سادگی توضیح داد.



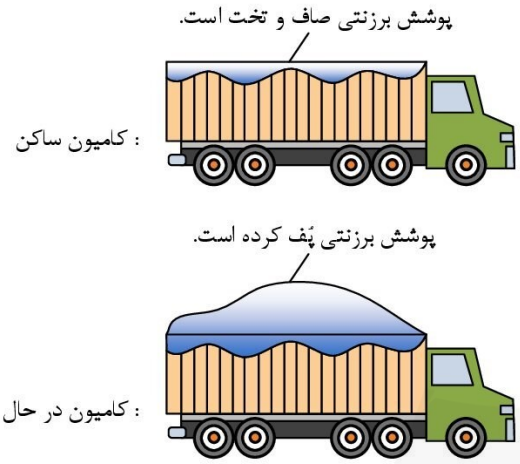
کاربرد اصل برنولی در بال هواپیما برای ایجاد نیروی بالابر خالص.

۱- معمولاً از واژهٔ گران‌رَوی (ویسکوزیته) برای اشاره به اصطکاک داخلی در شاره‌ها استفاده می‌شود.

پرسش

الف) روزهایی که باد می‌وزد، ارتفاع موج‌های دریا یا اقیانوس بالاتر از ارتفاع میانگین می‌شود. با اصل برنولی چگونه می‌توان افزایش ارتفاع موج را توضیح داد؟

ب) شکل روبه‌رو کامیونی را در دو وضعیت سکون و در حال حرکت نشان می‌دهد. با استفاده از اصل برنولی توضیح دهید چرا وقتی کامیون در حال حرکت است پوشش برزنتی آن پُف می‌کند.



فصل سوم دهم

یکای SI توان، وات (W) است که به احترام جیمزوات مخترع انگلیسی نام‌گذاری شده است. مطابق تعریف توان، یک وات برابر است با یک ژول بر ثانیه $\left(1W = 1\frac{J}{s}\right)$. استفاده از یکاهای بزرگ‌تر توان، مانند کیلووات (kW) و مگاوات (MW) نیز متداول است. یکای قدیمی توان، به نام اسب بخار $(1hp = 746W)$ هنوز نیز استفاده می‌شود. این یکا نخستین بار توسط وات برای ارزیابی توان خروجی اختراع جدیدش، ماشین‌بخار، معرفی شد. توان موتور بیش‌تر وسایل نقلیه با این یکا بیان می‌شود.

فصل چهارم

دما و دماسنجی

وقتی شخص بیماری به پزشک مراجعه می‌کند، یکی از مهم‌ترین اطلاعات برای پزشک، تعیین دمای بدن بیمار است. برای این منظور پزشک از دماسنج استفاده می‌کند. برای نگهداری مواد غذایی و جلوگیری از فاسد شدن آن‌ها، دمای یخچال بسیار مهم است و اگر دما نامناسب باشد، ممکن است در زمان کوتاهی مواد غذایی فاسد شود. بنابراین، ایجاد دمای معیّن و حفظ آن در فنّاوری و صنعت و پژوهش‌های علمی، اهمیت فراوان دارد.

در کتاب‌های علوم خود دیدید دما کمّیتی است که میزان سردی و گرمی اجسام را مشخص می‌کند. برای اندازه‌گیری دما لازم است مقیاس دمایی داشته باشیم و برای این کار می‌توانیم از هر مشخصهٔ قابل اندازه‌گیری بهره بگیریم که با گرمی و سردی جسم تغییر می‌کند. به این ویژگی، اصطلاحاً کمّیت دماسنجی می‌گویند. تغییر کمّیت دماسنجی، اساس کار دماسنج‌هاست. ساده‌ترین و رایج‌ترین نوع دماسنج، دماسنج‌های جیوه‌ای[1] و الکلی است که در

۱- جیوه بسیار سمی است و از این رو امروزه غالباً از الکل در دماسنج‌ها استفاده می‌شود.

کتاب‌های علوم با آن‌ها آشنا شده‌اید. در این دماسنج‌ها، کمّیت دماسنجی، ارتفاع مایع درون لولهٔ دماسنج است؛ زیرا به جز چند مورد استثنا تمام مواد با افزایش دما، منبسط و با کاهش آن منقبض می‌شوند.

مقیاس‌های دما: یکی از مقیاس‌های متداول دما، مقیاس دما برحسب درجهٔ سلسیوس است. این مقیاس مبتنی بر دو نقطهٔ ثابت است: یکی دمایی که در آن آب خالص در فشار جوّ متعارف $(1atm)$ شروع به یخ‌زدن می‌کند و دیگری دمایی که آب خالص در فشار جوّ متعارف در حال جوشیدن است. به نقطهٔ اوّل، عدد صفر و به نقطهٔ دوم، عدد ۱۰۰ را اختصاص می‌دهند و فاصلهٔ بین این دو را به ۱۰۰ قسمت مساوی تقسیم می‌کنند و هر قسمت را ۱ درجه می‌نامند. قبلاً به چنین دماسنجی، دماسنج با مقیاس سانتی‌گراد[1] گفته می‌شد. یکای درجهٔ سلسیوس را با نماد $°C$، و دما برحسب درجهٔ سلسیوس را معمولاً با θ نمایش می‌دهند.

از سال ۱۹۵۴ میلادی، یکای دیگری به نام کلوین به عنوان مقیاس بین‌المللی دما انتخاب شد. این یکا، با نماد K نمایش داده می‌شود. دما برحسب کلوین را معمولاً با T نشان می‌دهند. رابطهٔ میان دما در مقیاس‌های سلسیوس و کلوین به‌صورت زیر است:

$$T = \theta + ۲۷۳/۱۵$$

یکای رایج دیگر دما که هنوز هم در صنعت و هواشناسی کاربرد دارد، فارنهایت است.

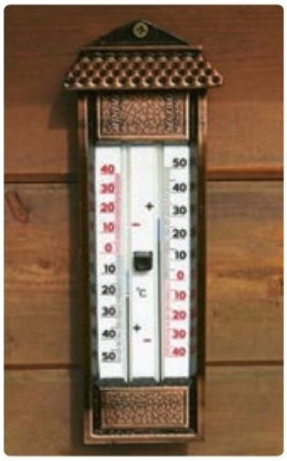
دانشمندان برای کارهای علمی، سه دماسنج را به عنوان دماسنج‌های معیار برای اندازه‌گیری گسترهٔ دماهای مختلف پذیرفته‌اند: دماسنج گازی، دماسنج مقاومت پلاتینی و تفسنج (پیرومتر). یکی از دماسنج‌های مهم دیگر که تا پیش از سال ۱۹۹۰ میلادی جزو دماسنج‌های معیار شمرده می‌شد، دماسنج ترموکوپل است که به دلیل دقت کمتر آن نسبت به دماسنج‌های بیان شده، از مجموعه دماسنج‌های معیار کنار گذاشته شد؛ ولی این دماسنج همچنان کاربرد فراوانی در صنعت و آزمایشگاه‌ها دارد. از این‌رو، در ادامه به معرفی این دماسنج می‌پردازیم. کمیت دماسنجی این دماسنج، ولتاژ است.

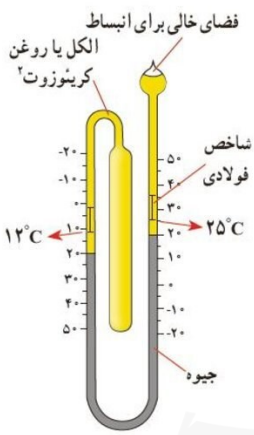
دو سیم رسانای غیر هم‌جنس مانند مس و کنستانتان از طرفی در دمای ذوب یخ نگه داشته شده و از طرف دیگر در مکانی به هم متصل‌اند که می‌خواهیم دمای آن را به‌دست آوریم. این مجموعه با سیم‌های مسی رابط به یک ولت‌سنج بسته می‌شود. با تغییر دمای محل مورد اندازه‌گیری، عددی که ولت‌سنج نشان می‌دهد، تغییر می‌کند. اگر آزمایش را چندین بار و برای دماهای متفاوت تکرار کنیم، می‌توانیم ولتاژهای مربوط به هر دمایی را مشخص کنیم. گسترهٔ دماسنجی یک ترموکوپل به جنس سیم‌های آن بستگی دارد؛ مثلاً در یکی از انواع ترموکوپل‌ها که جنس سیم‌ها از آلیاژهای خاصی است، گسترهٔ دماسنجی از $-۲۷۰°C$ تا $۱۳۷۲°C$ است. مزیت ترموکوپل این است که به دلیل جرم کوچک محل اتصال، خیلی سریع با دستگاهی که دمای آن اندازه‌گیری می‌شود به حالت تعادل گرمایی می‌رسد و به علاوه می‌تواند در مدارهای الکترونیکی به کار رود که در بسیاری از وسایل صنعتی، گرمایشی و سرمایشی یافت می‌شود.

۱- برگرفته از centi به معنای یک‌صدم و grade به معنای درجه.

فعالیت

نوع ویژه‌ای از دماسنج‌های مایعی که بیشینه و کمینهٔ دما را در یک مدت زمان معیّن نشان می‌دهد، دماسنج بیشینه – کمینه نام دارد. از این دماسنج‌ها معمولاً در مراکز پرورش گل و گیاه، باغداری، هواشناسی و ... استفاده می‌شود. در مورد چگونگی کار این دماسنج‌ها تحقیق کنید.





انبساط گرمایی

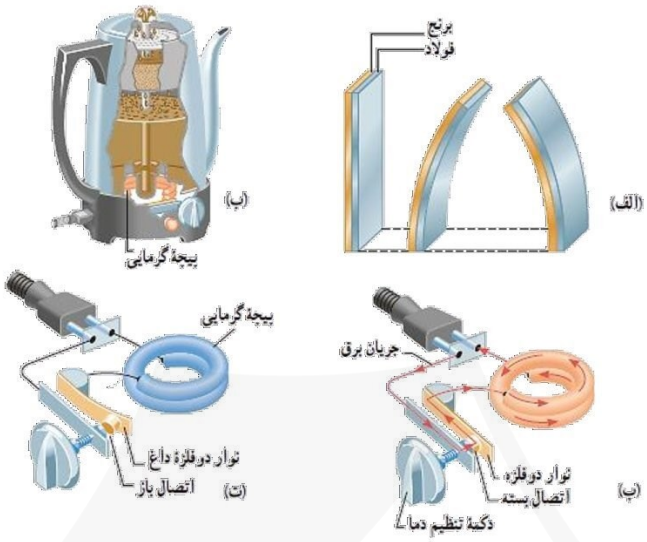
اگر درِ یک ظرف شیشه‌ای محکم باشد، معمولاً برای باز کردن درِ ظرف روی آن آب داغ می‌ریزیم .وقتی دو لیوان شیشه‌ای درهم، گیر کرده باشند، با ریختن آب سرد در لیوان داخلی و گذاشتن لیوان بیرونی در آب گرم، می‌توانیم دو لیوان را از هم جدا کنیم. وقتی دندانپزشک سوراخ دندانی را پر می‌کند، باید مادهٔ پرکنندهٔ دندان همان مشخصه‌های انبساط گرمایی دندان را داشته باشد، زیرا در غیر این‌صورت، خوردن یک بستنی سردو در پی آن نوشیدن چای داغ، بسیار دردناک خواهد بود و ممکن است سبب شکستن دندان نیز بشود.

دماسنج نواری دو فلزه: نوار دوفلزه (بی‌متال) از دو تیغهٔ فلزی متفاوت، مانند برنج و آهن ساخته شده است که سرتاسر به هم جوش داده شده یا پرچ شده‌اند. هرگاه این نوار، گرم یا سرد شود، نوار خم می‌شود. از این ویژگی می‌توان برای دماسنجی و ساختن دماسنج استفاده کرد. به این نوع دماسنج‌ها، دماسنج نواری دوفلزه گفته می‌شود.

فناوری و کاربرد

دماپا (ترموستات): در دماسنج نواری دوفلزه دیدیم که یک نوار دوفلزه با افزایش یا کاهش دما خم می‌شود. این خم‌شدگی طوری است که در هنگام گرم شدن، تیغهٔ با ضریب انبساط بیش‌تر، کمان خارجی و تیغهٔ دیگر کمان داخلی را تشکیل می‌دهد (شکل الف). از این ویژگی برای ساخت نوعی دماپا (ترموستات) استفاده می‌شود. دماپاها در بسیاری از وسایل الکتریکی مانند یخچال، آبگرم‌کن، کتری برقی و ... کاربرد دارند (شکل ب). در واقع دماپا کلیدی الکتریکی است که در آن، قطع و وصل جریان با استفاده از حسگرهای گرمایی انجام می‌شود. اغلب از نوارهای دوفلزه به عنوان حسگرهای گرمایی در دماپا استفاده می‌شود. در مدار سادهٔ نشان داده شده در شکل پ، عبور جریان الکتریکی از کتری برقی باعث گرم شدن نوار دوفلزه می‌شود .وقتی دمای

نوار به اندازهٔ معینی برسد، بر اثر خم شدن نوار، جریان قطع شده و کتری برقی خاموش می‌شود (شکل ت). با خاموش شدن کتری، دمای تیغه کاهش می‌یابد و نوار دوباره به شکل وضعیت قبلی خود بازمی‌گردد و به این ترتیب، دوباره مدار وصل شده و کتری برقی روشن می‌شود.

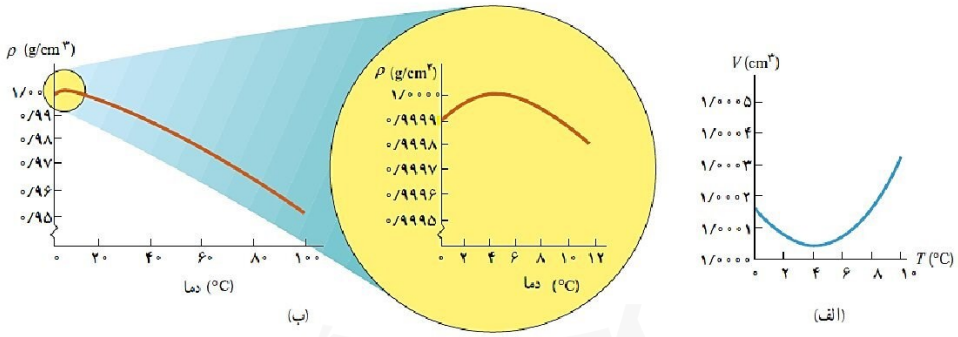


الف) تیغهٔ دو فلزه با تغییر دما در جهت‌های مختلفی خم می‌شود، ب) دماپا در یک کتری برقی، پ) با برقرار شدن جریان الکتریکی، نوار دو فلزه گرم می‌شود. ت) سپس نوار خم شده و اتصال را قطع می‌کند.

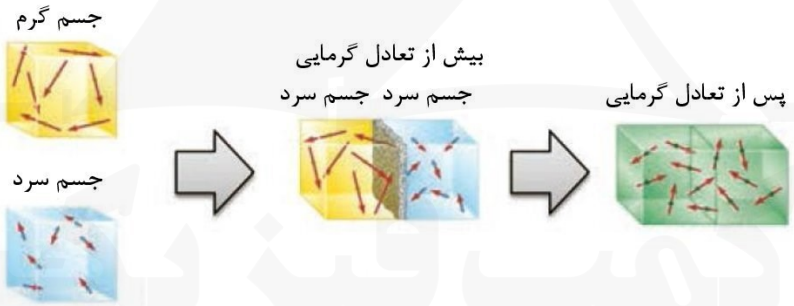
مقایسهٔ ضریب انبساط حجمی جامدها با ضریب انبساط حجمی مایعات نشان می‌دهد انبساط حجمی جامدها عموماً از مایعات بسیار کمتر است و به همین دلیل در بسیاری از محاسبات می‌توان از مقدار افزایش حجم جامد در مقابل مقدار افزایش حجم مایع صرف‌نظر کرد.

انبساط غیرعادی آب: در زمستان‌های سرد، سطح آب آبگیرها و دریاچه‌های کوچک یخ می‌زند و به تدریج یخ ضخیم‌تر می‌شود؛ اما در ته آبگیرها، دمای آب بالاتر از $0^{\circ}C$ بوده و برای موجودات زنده‌ای که آنجا زندگی می‌کنند، نسبتاً گرم و مناسب است. در واقع حجم بیش‌تر مایع‌ها با کم شدن دما کاهش و در نتیجه چگالی آن‌ها افزایش می‌یابد، ولی رفتار آب در محدوده دمایی $0^{\circ}C$ تا $4^{\circ}C$ متفاوت است؛ یعنی در این محدوده با کاهش دما، حجم آب افزایش و در نتیجه چگالی آن کاهش می‌یابد. شکل‌های زیر نمودار حجم برحسب دما و نمودار چگالی برحسب دما را برای آب شیرین نشان می‌دهد که در آن‌ها رفتار غیرعادی آب در محدودهٔ $0^{\circ}C$ تا $4^{\circ}C$ دیده می‌شود. همان‌طور که در این شکل‌ها نشان داده شده است، در بازهٔ دمایی $0^{\circ}C$ تا $4^{\circ}C$ با افزایش دما، حجم آب کاهش و چگالی آن افزایش می‌یابد. پس از دمای $4^{\circ}C$ مانند دیگر اجسام، با افزایش دما، حجم افزایش و چگالی کاهش می‌یابد .همین تغییر حجم غیرعادی آب است که موجب می‌شود دریاچه‌ها به جای این‌که از پایین به بالا یخ بزنند، از بالا یخ بزنند. وقتی دمای سطح آب مثلاً از $10^{\circ}C$ اندکی کم‌تر شود، چگالی آب نسبت به آب زیر خود افزایش می‌یابد و این آب، پایین می‌رود. این رفتار تا رسیدن به دمای $4^{\circ}C$ ادامه می‌یابد؛ ولی همان‌طور که دیدیم در دمای پایین‌تر از $4^{\circ}C$، حجم آب افزایش پیدا می‌کند و در نتیجه چگالی آن کاهش می‌یابد؛ یعنی سرد شدن بیش‌تر آب موجب می‌شود که چگالی آب سطح دریاچه نسبت به آب زیر آن کم‌تر شود و در نتیجه در سطح باقی بماند تا این‌که یخ بزند.

بنابراین، در حالی که آب زیر دریاچه هنوز مایع است و دمایی بیش از صفر درجه دارد، سطح آب یخ می‌زند. اگر آب دریاچه‌ها از پایین به بالا یخ می‌زد، اثرات زیست‌محیطی زیان‌باری در پی داشت و حیات گیاهی و جانوری در عمق دریاچه‌ها از بین می‌رفت.



(الف) تغییرات حجم یک گرم آب (شیرین) با دما، (ب) تغییرات چگالی آب (شیرین) با دما



وقتی دو جسم با دمای متفاوت را در تماس با یکدیگر قرار می‌دهیم، انرژی از جسم گرم به جسم سرد، منتقل می‌شود. با رسیدن به تعادل گرمایی، دیگر گرمایی منتقل نمی‌شود.

تصویری از سواحل قشم. آب دریا به دلیل داشتن ظرفیت گرمایی زیادف دمای هوا را متعادل نگه می‌دارد، اما دمای خودش تغییر محسوسی نمی‌کند.

تغییر حالت جامد – مایع: دیدیم که اگر به جسم جامدی گرما دهیم، دمای آن افزایش می‌یابد. اگر عمل گرما دادن را برای جامدهای خالص و بلورین ادامه دهیم، وقتی دمای جسم به مقدار مشخصی برسد، افزایش دما متوقف می‌شود و دما ثابت باقی می‌ماند. در این حالت، جسم شروع به ذوب شدن می‌کند و به مایع تبدیل می‌شود. این دمای ثابت را نقطهٔ ذوب یا دمای گذار جامد به مایع می‌نامند که به جنس جسم و فشار وارد بر آن بستگی دارد. به استثنای چند مورد خاص، حجم جامدهای بلوری هنگام ذوب شدن افزایش می‌یابد؛ زیرا حجمی که بلور با آرایش منظم مولکول‌ها در حالت جامد اشغال می‌کند، نسبت به این حجم در حالت مایع که آرایش مولکولی نامنظمی دارد، کم‌تر است.

برخلاف جامدهای خالص و بلورین، جامدهای بی‌شکل مانند شیشه و جامدهای ناخالصی مانند قیر نقطهٔ ذوب کاملاً مشخصی ندارند. در واقع وقتی این مواد را گرم می‌کنیم، پیش از ذوب شدن خمیری‌شکل می‌شوند. این مواد در گستره‌ای از دما به تدریج ذوب می‌شوند.

معمولاً افزایش فشار وارد بر جسم سبب بالا رفتن نقطهٔ ذوب جسم می‌شود. اما در برخی مواد *مانند یخ*، افزایش فشار به *کاهش نقطهٔ ذوب می‌انجامد* که این در مورد یخ بسیار ناچیز است.

تغییر حالت مایع – بخار: دیدیم که به تبدیل مایع به بخار تبخیر می‌گویند. خشک شدن لباس خیسی که روی بند رخت آویخته شده است، یا خشک شدن سریع یک زمین خیس در هوای گرم تابستان مثال‌هایی از نوعی تبخیر هستند که به آن تبخیر سطحی گفته می‌شود. تا پیش از رسیدن به نقطهٔ جوش مایع، تبخیر به‌طور پیوسته‌ای از سطح مایع رخ می‌دهد. در پدیدهٔ تبخیر سطحی، تندی برخی از مولکول‌های مایع به حدّی می‌رسد که می‌توانند از سطح مایع فرار کنند.

به فرایند تبخیر تا پیش از رسیدن به نقطهٔ جوش، تبخیر سطحی و به فرایند تبخیر در نقطهٔ جوش، اصطلاحاً جوشیدن می‌گویند، در حالی که هردو فرایند، تبخیرند.

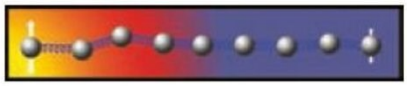
روش‌های انتقال گرما

همان‌طور که در کتاب علوم هفتم دیدیم، شارش گرما به سه صورت متفاوت انجام می‌شود که عبارت‌اند از: رسانش گرمایی، همرفت و تابش گرمایی. در هر فرایند انتقال گرما، ممکن است هر سهٔ این ساز و کارها دخالت داشته باشند.

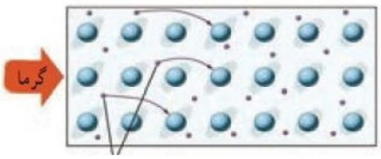
اختلاف دما باعث شارش گرما از جسم با دمای بالاتر به جسم با دمای پایین‌تر می‌شود. انتقال گرما، از جسم گرم به جسم سرد تا وقتی ادامه می‌یابد که دو جسم هم دما شوند و اصطلاحاً به تعادل گرمایی برسند. در ادامه به بررسی دقیق‌تر ساز وکار هریک از این روش‌ها می‌پردازیم.

رسانش گرمایی: بسیاری از ما این تجربه را داریم که انتهای قاشق فلزی درون ظرف غذای روی اجاق روشن را با دست گرفته و داغی آن را احساس کرده‌ایم. اما همچنین دیده‌ایم اجسامی دیگر مانند شیشه، چوب و... نیز می‌توانند گرما را تا حدودی انتقال دهند. رسانش گرمایی در این اجسام، به دلیل ارتعاش اتم‌ها و گسترش این ارتعاش‌ها در طول آن‌هاست (مطابق شکل). به جهت نبودِ الکترون‌های آزاد، این اجسام رساناهای گرمایی خوبی نیستند. به همین دلیل از برخی از این مواد در دیوارها و سقف بناها استفاده می‌کنند تا حتی‌الامکان از خروج گرما در زمستان و ورود آن در تابستان جلوگیری کنند.

اما در فلزات افزون بر ارتعاش‌های اتمی، الکترون‌های آزاد نیز در انتقال گرما نقش دارند. بنابراین، نسبت به سایر اجسام، رساناهای گرمایی بسیار بهتری هستند. در واقع چون الکترون‌ها بسیار کوچک‌اند و به سرعت حرکت می‌کنند با برخورد با سایر الکترون‌ها و اتم‌ها سبب رسانش گرما می‌شوند (مطابق شکل). بنابراین در رساناهای فلزی سهم الکترون‌های آزاد در رسانش گرما بیش‌تر از اتم‌هاست.



در نافلزات گرما صرفاً از طریق ارتعاش اتم‌ها انتقال می‌یابد. در شکل، این انتقال ارتعاشات توسط فنرها شبیه‌سازی شده است.



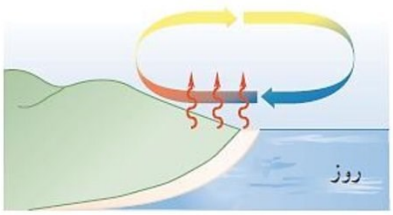
الکترون‌های آزاد الکترون‌های آزاد با برخورد به یکدیگر و اتم‌ها موجب رسانش بهتری برای گرما می‌شوند.

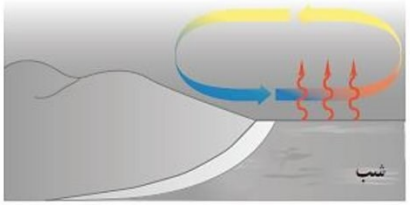
همرفت: وقتی ظرف بزرگی از آب را روی اجاق می‌گذاریم چگونه همهٔ آب آن در مدت نه چندان زیادی گرم می‌شود؟ بخاری چگونه هوای داخل اتاق را گرم می‌کند؟

انتقال گرما در مایعات و گازها که معمولاً رساناهای گرمایی خوبی نیستند عمدتاً به روش همرفت، یعنی همراه با جابه‌جایی بخشی از خود ماده، انجام می‌گیرد. همان‌طور که در کتاب علوم هشتم دیدید این پدیده بر اثر کاهش چگالی شاره با افزایش دما صورت می‌گیرد. انتقال گرما به روش همرفت را می‌توان به سادگی با انجام آزمایش نمایش داد.

همرفت می‌تواند در همهٔ شاره‌ها، چه مایع و چه گاز، به وقوع بپیوندد. در همرفت، بر خلاف رسانش گرمایی، انتقال گرما با انتقال بخش‌هایی از خود ماده صورت می‌گیرد و وقتی شاره در تماس با جسمی گرم‌تر از خود قرار گیرد، فاصلهٔ متوسط مولکول‌ها در بخشی از شاره که در تماس با جسم گرم است، افزایش می‌یابد؛ بدین‌ترتیب حجم آن زیاد می‌شود، در نتیجه چگالی این قسمت از شاره کاهش می‌یابد؛ چون اکنون چگالی این شارهٔ انبساط یافته کم‌تر از شارهٔ سردتر اطراف خود است. نیروی شناوری (بنا به اصل ارشمیدس) موجب بالا رفتن آن می‌شود. آن‌گاه مقداری از شارهٔ سردتر اطراف آن، جایگزین شارهٔ گرم‌تر می‌شود که بالا رفته است و این فرایند به همین ترتیب ادامه می‌یابد. گرم شدن هوای داخل اتاق به وسیلهٔ بخاری و رادیاتور شوفاژ، گرم شدن آب درون قابلمه (مطابق شکل)، جریان‌های باد ساحلی (مطابق شکل)، انتقال گرما از مرکز خورشید به سطح آن و ... همگی بر اثر پدیدهٔ همرفت رخ می‌دهند. همهٔ این مثال‌ها نمونه‌هایی از همرفت طبیعی است.

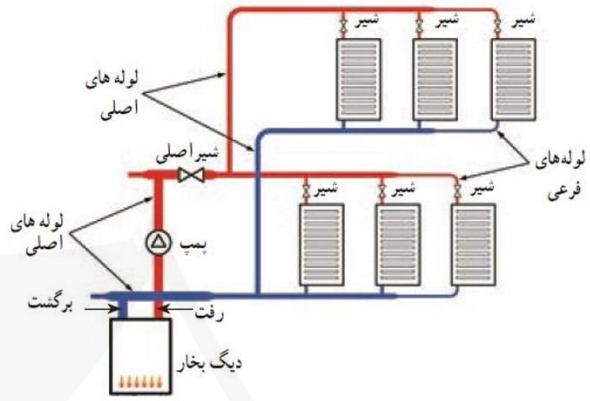
گرم شدن آب درون قابلمه به روش همرفت



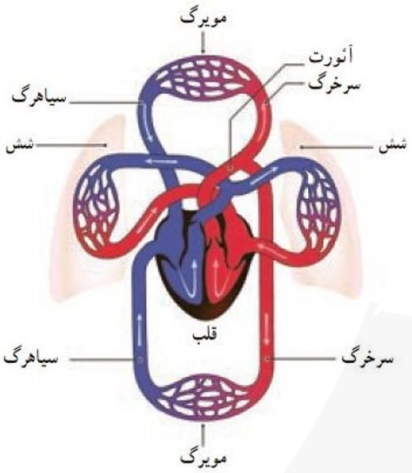


روز: زمین ساحل گرم‌تر از آب دریاست. پدیدهٔ همرفت موجب نسیمی از سوی دریا به سمت ساحل می‌شود. شب: زمین ساحل سردتر از آب دریاست. پدیدهٔ همرفت موجب نسیمی از سوی ساحل به سمت دریا می‌شود.

نوع دیگری از همرفت، همرفت واداشته است که در آن شاره به کمک یک تلمبه (طبیعی یا مصنوعی) به حرکت واداشته می‌شود تا با این حرکت، انتقال گرما صورت پذیرد. سیستم گرم کنندهٔ مرکزی در ساختمان‌ها (مطابق شکل)، سیستم خنک کنندهٔ موتور اتومبیل و نیز گرم و سرد شدن بخش‌های مختلف بدن بر اثر گردش جریان خون (مطابق شکل) در بدن جانوران خون‌گرم مثال‌هایی عینی از انتقال گرما به روش همرفت واداشته هستند.



طرحی از سیستم گرم کنندهٔ مرکزی در ساختمان‌ها



طرحی از دستگاه گردش خون که در آن قلب همچون تلمبه‌ای باعث همرفت واداشتهٔ خون می‌شود.

تابش گرمایی: همهٔ ما تجربهٔ گرم شدن در آفتاب را داریم. با نزدیک کردن دستمان به اجسام گرمی مانند رادیاتور گرم شوفاژ، یا زیر لامپ رشته‌ای روشن نیز تجربهٔ مشابهی خواهیم داشت. آیا با نزدیک کردن دستتان به زیر لامپ رشته‌ای، گرما با روش رسانش، یا همرفت به دستتان می‌رسد؟ می‌دانید که هوا رسانای خوبی نیست و چون دست شما زیر لامپ قرار دارد، انتقال گرما به روش همرفت نیز نمی‌تواند رخ داده باشد. خورشید، لامپ داغ، کتری، رادیاتور شوفاژ و... از خود پرتوهایی گسیل می‌کنند که دست ما با جذب کردن آن‌ها گرم می‌شود. این پرتوها از نوع امواج الکترومغناطیسی هستند که در سال‌های بعد خواهید دید شامل امواج رادیویی، تابش فروسرخ، نور مرئی، تابش فرابنفش، پرتوهای X و پرتوهای γ است. هرکدام از این امواج چشمه‌های تولید کنندهٔ مربوط به خود را دارد. ما در این بخش، به تابش الکترومغناطیسی گسیل شده از مواد بر اثر دمای آن‌ها سروکار داریم. در واقع هر جسم در هر دمایی تابش الکترومغناطیسی گسیل می‌کند. به این نوع تابش، تابش گرمایی می‌گویند. نشان داده می‌شود که تابش گرمایی در دماهای زیر حدود $500^{\circ}C$ عمدتاً به صورت تابش فروسرخ است که نامرئی است. برای آشکارسازی تابش‌های فروسرخ از ابزاری موسوم به دمانگار استفاده می‌کنیم و به تصویر به‌دست آمده دمانگاشت می‌گوییم.

تابش گرمایی از سطح هر جسم علاوه بر دما به مساحت، میزان صیقلی بودن و رنگ سطح آن جسم بستگی دارد. سطوح صاف و درخشان با رنگ‌های روشن تابش گرمایی کم‌تری دارند، در حالی که تابش گرمایی سطوح تیره، ناصاف و مات بیش‌تر است.

تابش گرمایی در پدیده‌های زیستی نیز کاربردهای فراوانی دارد که در اینجا به دو نمونه از آن‌ها اشاره می‌شود.

الف) شکارِ تابش فروسرخ: نوعی از مارهای زنگی اندام هایی حفره‌ای بر روی پوزهٔ خود دارند که نسبت به تابش فروسرخ حساس‌اند. این مارها اغلب در سیاهی شب شکار می‌کنند. در واقع اندام‌های حفره‌ای به آن‌ها کمک می‌کند که طعمه‌های خون‌گرم خود را به واسطه تابش فروسرخشان در تاریکی و سرمای شب مشاهده کنند.

ب) کلم اسکانک: کلم اسکانک یکی از چندین گیاهی است که می‌تواند دمایش را تا بیش‌تر از دمای محیط بالا ببرد. این نوع کلم به خاطر بالا رفتن دمایش، انرژی خود را از طریق تابش فروسرخ از دست می‌دهد و می‌تواند برف اطرافش را در زمستان آب کند.

از تابش گرمایی می‌توان به عنوان مبنایی برای اندازه‌گیری دمای اجسام استفاده کرد. به روش‌های اندازه‌گیری دما مبتنی بر تابش گرمایی، تفسنجی و به ابزارهای اندازه‌گیری دما به این روش، تفسنج می‌گویند. تفسنج بر خلاف سایر دماسنج‌ها بدون تماس با جسمی که می‌خواهیم دمای آن را اندازه بگیریم، دمای جسم را اندازه می‌گیرد. تفسنجی، به خصوص در اندازه‌گیری دماهای بالای $1100^{\circ}C$ اهمیت ویژه‌ای دارد. تفسنجِ تابشی و تفسنجِ نوری، تفسنج‌هایی برای اندازه‌گیری این دماها هستند و تفسنجِ نوری به عنوان دماسنج معیار برای اندازه‌گیری این دماها انتخاب شده است.