دما و دماسنجی

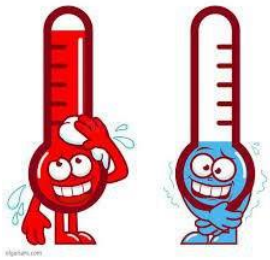
- **تعریف دما:** «دما کمیتی است که میزان سردی و گرمی اجسام را مشخص می‌کند.»
- **تعریف کمیت دماسنجی:** «برای اندازه‌گیری دما، لازم است از هر مشخصهٔ قابل اندازه‌گیری که با گرمی و سردی جسم تغییر می‌کند، بهره بگیریم. به این مشخصه اصطلاحاً کمیت دماسنجی می‌گویند.»

◄ اساس کار دماسنج‌ها، تغییر کمیت دماسنجی است.

◄ در ساده‌ترین و رایج‌ترین دماسنج‌ها، یعنی دماسنج‌های «جیوه‌ای و الکلی»، کمیت دماسنجی، ارتفاع مایع درون لوله است.

- **دما:** از دیدگاه میکروسکوپی، دما به انرژی جنبشی مولکول‌های ماده بستگی دارد. لکن به دلیل پیچیدگی‌های فراوان این ارتباط، برای تعریف دما از دیدگاه ماکروسکوپی استفاده می‌شود. از دیدگاه ماکروسکوپی، دما کمیتی است که میزان سردی و گرمی اجسام را مشخص می‌کند. همانند هر کمیت فیزیکی دیگر، به منظور کامل شدن تعریف دما، یکا، روش و ابزار اندازه‌گیری آن مشخص شده است.

مقیاس‌های دما



۱- درجهٔ سلسیوس یا سانتی‌گراد ($^\circ C$): در متداول‌ترین مقیاس دما، عدد صفر مختص دمایی است که در فشار $1atm$ آب خالص در آن یخ می‌زند و عدد ۱۰۰ به دمای جوشیدن آب خالص (در فشار استاندارد یک اتمسفر) اختصاص دارد. فاصلهٔ بین این دو به قسمت مساوی به نام درجه تقسیم شده است. دما برحسب درجهٔ سلسیوس را معمولاً با θ نشان می‌دهند.

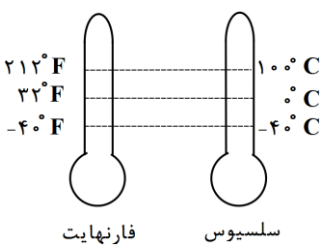
۲- کلوین (K): در SI به جای سلسیوس، از یکای کلوین استفاده می‌شود. صفر کلوین برابر با $-273^\circ C$ است. دما برحسب کلوین را معمولاً با T نشان می‌دهند. رابطهٔ میان دما در مقیاس‌های سلسیوس و کلوین به صورت روبه‌رو می‌باشد:

$$T = \theta + 273$$

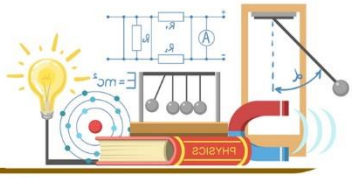
توجه: اختلاف بین دو دما در مقیاس‌های سلسیوس و کلوین با هم برابر است، یعنی $\Delta T = \Delta\theta$.

۳- درجهٔ فارنهایت ($^\circ F$): یکای رایج دیگر دما که امروزه در صنعت کاربرد فراوانی دارد، فارنهایت نام دارد. در این مقیاس، عدد ۳۲ به نقطهٔ انجماد آب خالص و عدد ۲۱۲ به نقطهٔ جوش آب خالص اختصاص دارد. (در فشار یک اتمسفر) رابطهٔ میان دما در مقیاس‌های سلسیوس θ و فارنهایت به صورت روبه‌رو می‌باشد:

$$F = \frac{9}{5}\theta + 32$$



در شکل مقابل، درجه‌بندی‌های سلسیوس و فارنهایت با هم مقایسه شده‌اند.



دماسنجی

شیوهٔ اندازه‌گیری و تعیین دما، دماسنجی نامیده می‌شود. برای دماسنجی از هر خاصیت قابل اندازه‌گیری استفاده می‌کنیم که با گرمی و سردی جسم تغییر می‌کند. این مشخصه، کمیت دماسنجی نام دارد. ساده‌ترین و بی‌دقت‌ترین شیوهٔ دماسنجی، برآورد دمای تقریبی اجسام به کمک حس لامسه است. در این شیوه نمی‌توان عدد دقیقی به دمای جسم نسبت داد و تنها به طور تقریبی تشخیص داده می‌شود که دمای چه جسمی بالاتر یا پایین‌تر از دمای بدن انسان است.

- **دماسنج:** وسیله‌ای است که با استفاده از آن می‌توان دما را به‌طور دقیق اندازه‌گیری کرد. برخی از انواع دماسنج‌ها عبارتند از:

۱- دماسنج جیوه‌ای و الکلی: ساده‌ترین و رایج‌ترین نوع دماسنج، دماسنج‌های جیوه‌ای و الکلی هستند. در این دماسنج‌ها، دما با انبساط یا انقباض یک مایع (معمولاً جیوه یا الکل رنگی) در لولهٔ شیشه‌ای مدرج اندازه گرفته می‌شود. در حقیقت در این دماسنج‌ها، ارتفاع مایع درون لولهٔ دماسنج کمیت دماسنجی است.

اندازه‌گیری دما توسط این دماسنج‌ها، برای دماهایی امکان‌پذیر است که بالاتر از نقطهٔ انجماد و پایین‌تر از نقطهٔ جوش مایع درون دماسنج باشد. گسترهٔ سنجش دما در دماسنج‌های الکلی (الکل اتیلیک یا اتانول خالص) از $-۱۱۵^\circ C$ تا $۷۹^\circ C$ است. این گستره برای دماسنج‌های جیوه‌ای از $-۳۹^\circ C$ تا $۳۵۷^\circ C$ می‌باشد.

۲- دماسنج ترموکوپل: کمیت دماسنجی در این دماسنج، ولتاژ است. گسترهٔ دماسنجی یک ترموکوپل می‌تواند از صفر تا حدود $۱۶۰۰^\circ C$ باشد. مزیت ترموکوپل در این است که به خاطر جرم کوچک محل اتصال خیلی سریع با دستگاهی که دمای آن اندازه‌گیری می‌شود، به حال تعادل گرمایی می‌رسد. (گستره‌ی دماسنجی یکی از انواع ترموکوپل‌ها به جنس سیم‌های آن بستگی دارد. مثلاً از یکی از انواع ترموکوپل‌ها که جنس سیم‌ها از آلیاژهای خاصی است گستره‌ی دماسنجی از $-۲۷۰^\circ C$ تا $۱۳۷۲^\circ C$ است.)

۳- دماسنج بیشینه - کمینه: این دماسنج نوع ویژه‌ای از دماسنج‌های مایعی است که بیشینه و کمینهٔ دما را در یک مدت زمان معین نشان می‌دهد. از این دماسنج معمولاً در مراکز پرورش گل و گیاه، باغداری، هواشناسی و ... استفاده می‌کنند.

- **رابطهٔ بین دماسنج:** می‌خواهیم یک دماسنج با مقیاس نامعلوم را بر حسب یک دماسنج با مقیاس معلوم مدرج کنیم. اگر دماسنجی که با مقیاس نامعلوم کار می‌کند، دو دمای θ_1 و θ_2 را به ترتیب برابر با x_1 و x_2 نشان دهد، رابطهٔ بین مقیاس دماسنج نامعلوم و دماسنج معلوم به صورت مقابل می‌باشد:

$$\frac{\theta-\theta_1}{\theta_2-\theta_1}=\frac{x-x_1}{x_2-x_1}$$

مثال: دماسنجی ساخته‌ایم که دمای آب $36^\circ C$ را $20^\circ C$ و دمای آب $96^\circ C$ را 200° نشان می‌دهد.

الف) رابطهٔ بین مقیاس این دماسنج و دماسنج سلسیوس را به‌دست آورید.

ب) در چه دمایی این دو دماسنج، یک عدد را نشان می‌دهند؟

پ) اگر دماسنج سلسیوس اختلاف دمای دو جسم A و B را $40^\circ C$ نشان دهد، دماسنج مذکور این اختلاف دما را چند درجه نشان خواهد داد؟ (آزمون کانون ۹۳- با تغییر)

حل: الف) $\frac{\theta-\theta_1}{\theta_2-\theta_1}=\frac{x-x_1}{x_2-x_1} \xrightarrow[x_1=20^\circ, x_2=200^\circ]{\theta_1=36^\circ C, \theta_2=96^\circ C} \frac{\theta-36}{96-36}=\frac{x-20}{200-20} \rightarrow x=3\theta-88$

ب) $x=\theta \rightarrow \theta=3\theta-88 \rightarrow 2\theta=88 \rightarrow \theta=44^\circ C$

پ) ابتدا اختلاف هر واحد این دماسنج را برحسب دماسنج سلسیوس به دست می‌آوریم:

$$\frac{200-20}{96-36}=3$$

$$\Delta\theta_{A,B}=40^\circ C \rightarrow \Delta x_{A,B}=40\times 3=120^\circ$$

دماسنج‌های معیار: دانشمندان برای پروژه‌های علمی، سه دماسنج را به عنوان دماسنج‌های معیار برای اندازه‌گیری گسترهٔ دماهای مختلف پذیرفته‌اند و این به دلیل دقت بسیار بالای این دماسنج‌هاست.

۱- دماسنج گازی؛ اساس کار این دماسنج مبتنی بر قانون گازهای کامل است.

۲- دماسنج مقاومت پلاتینی؛ اساس کار این دماسنج مبتنی بر تغییر جریان الکتریکی است.

۳- تف سنج (پیرومتر)؛ اساس کار این دماسنج مبتنی بر تابش گرمایی است.

تست ۱

اساس کار دماسنج گازی مبتنی بر ..... و اساس کار تف‌سنج مبتنی بر ..... است.

۱) تابش گرمایی- قانون گازهای کامل
۲) قانون گازهای کامل- تابش گرمایی
۳)همرفت گرمایی- تغییر حالت
۴) تغییر حالت- همرفت گرمایی

تست ۲

ترموکوپل چیست؟ *(خارج تجربی ۸۹- با تغییر جزئی)*

۱) وسیله‌ای برای سنجش رسانایی حرارتی اجسام است.

۲) دماسنجی است که کمیت دماسنجی آن ولتاژ است.

۳) دماسنجی است که در آن تغییر دما باعث تغییر حجم گاز یا مایع می‌شود.

۴) وسیله‌ای برای ثابت نگه داشتن دمای داخل ساختمان است.

تست ۳

در کدام دما برحسب درجه‌ی سلسیوس، با پنج برابر کردن دما در مقیاس سلسیوس دما در مقیاس کلوین دو برابر می‌شود؟

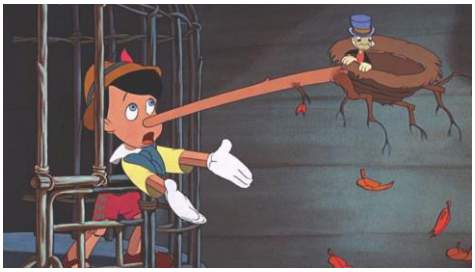
۱) ۵۴۶ ۲) ۳۶۴ ۳) ۱۸۲ ۴) ۹۱

تست ۴

یک دماسنج مخصوص، نقطه‌ی ذوب یخ را ۲۰ درجه و نقطه جوش آب در فشار یک اتمسفر را ۱۰۰ درجه نشان می‌دهد. این دماسنج دمای جسمی را که $25^{\circ}C$ است چند درجه نشان می‌دهد؟

۱) ۲۰ ۲) ۴۰ ۳) ۶۰ ۴) ۸۰

انبساط گرمایی

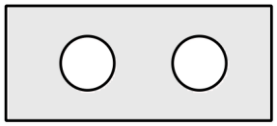


انبساط طولی

مفهوم انبساط: تقریباً تمامی اجسام (به غیر از آب در محدودهٔ دمایی $0^{\circ}C$ تا $4^{\circ}C$ و پلاستیک‌ها)، با افزایش دما، منبسط شده و چگالی آن‌ها کاهش می‌یابد. انبساط گرمایی از دیدگاه مولکولی نیز قابل درک است. نیروهایی بین اتمی در جامدها مانند فنر عمل می‌کنند، در نتیجه هر اتم در اطراف مکان تعادل خود نوسان می‌کند و با افزایش دما، بر انرژی دامنهٔ نوسان اتم‌ها افزوده می‌شود. در این حالت، فاصلهٔ متوسط اتم‌ها از یک‌دیگر افزایش یافته و جسم منبسط می‌شود.

توجه: پدیدهٔ انبساط گرمایی اجسام در تمام جهات صورت می‌گیرد، یعنی فاصلهٔ بین همهٔ مولکول‌ها زیاد می‌شود.

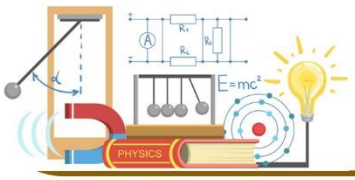
مثال: روی یک صفحهٔ نازک فلزی دو سوراخ وجود دارد. دمای این صفحه را به طور یکنواخت ۲۰ درجهٔ سلسیوس افزایش می‌دهیم. کدام گزینه به ترتیب از راست به چپ در مورد نحوهٔ تغییر قطر هر یک از سوراخ‌ها و نحوهٔ تغییر فاصلهٔ بین دو سوراخ صحیح است؟



۱) کاهش – کاهش ۲) کاهش – افزایش

۳) افزایش – افزایش ۴) افزایش – کاهش

حل: گزینهٔ «۳»: هم قطرها و هم فاصلهٔ AB هر دو افزایش می‌یابد. یعنی:



$$\begin{cases} D'_۱ > D_۱ \\ D'_۲ > D_۲ \\ A'B' > AB \end{cases}$$

رابطهٔ انبساط طولی: اگر جسم به شکل میله باشد، یعنی طول آن در مقایسه با قطر مقطع آن بسیار بزرگتر باشد، انبساط حجمی به شکل انبساط طولی ظاهر می‌شود. اگر میله‌ای به طول اولیهٔ $L_۱$ را به اندازهٔ ΔT گرم کنیم (با این شرط که ΔT خیلی زیاد نباشد)، به طول آن به اندازهٔ ΔL افزوده شده و میله به طول ثانویهٔ $L_۲$ می‌رسد، داریم:

$$\Delta L = \alpha L_۱ \Delta T, \Delta T = T_۲ - T_۱$$
$$L_۲ = L_۱ + \Delta L \quad \text{یا} \quad L_۲ = L_۱(۱ + \alpha \Delta T)$$

درصد تغییرات طول: $\frac{\Delta L}{L_۱} \times ۱۰۰ = \alpha \Delta T \times ۱۰۰$

α ضریب انبساط طولی میله می‌گویند که به جنس میله بستگی دارد و یکای آن بر کلوین $(\frac{۱}{K})$ یا بر درجهٔ سلسیوس $(\frac{۱}{^\circ C})$ است. α معمولاً از مرتبهٔ $۱۰^{-۵}$ بر کلوین برای فلزات می‌باشد.

توجه: در حقیقت، ضریب انبساط طولی (α) علاوه بر جنس ماده، به دما نیز اندکی وابسته است. اما به دلیل این‌که این وابستگی ناچیز است، معمولاً برای مصارف عملی نادیده گرفته می‌شود.

جمع‌بندی: ۱- در فرایند انبساط، فاصلهٔ هر دو نقطهٔ دلخواه از مادهٔ جامد افزایش می‌یابد. (مانند بادکنکی که تصویری روی آن کشیده شده باشد، در طی باد شدن، تمام تصویر و فاصلهٔ هر دو نقطه از آن افزایش می‌یابد.)

۲- تغییرات هر کمیتی که از جنس طول باشد، مانند طول یک میله، ابعاد یک جسم، فاصلهٔ دو نقطه از سطح یک جسم، شعاع و قطر یک دایره (یا کره یا حفره) همگی با استفاده از رابطهٔ $\Delta L = \alpha L_۱ \Delta T$ محاسبه می‌شود و طول جدید از روابط $L_۲ = L_۱ + \Delta L$ یا $L_۲ = L_۱ + (۱ + \alpha \Delta T)$ به‌دست می‌آید.

تست ۵

طول تیر آهنی ۱۲ متر است. اگر دمای آن از صفر درجه سلسیوس به $۵۰^\circ C$ برسد، طول آن چند میلی‌متر افزایش می‌یابد؟ $(\alpha = ۱/۲ \times ۱۰^{-۵} \frac{۱}{C^\circ})$ (خارج تجربی ۹۲)

۱) ۷/۲ ۲) ۷۲ ۳) $۷/۲ \times ۱۰^{-۱}$ ۴) $۷/۲ \times ۱۰^{-۲}$

تست ۶

ضـریب انبسـاط طولی یک حلقه فلزی برابر با $۲\times۱۰^{-۵}K^{-۱}$ اسـت. اگر دمای این حلقه را به آرامی به اندازه‌ی ۵۰ درجه‌ی سلسیوس افزایش دهیم قطر حلقه چند درصد افزایش می‌یابد؟ (تجربی ۹۳)

۱) ۲ ۲) ۱ ۳) ۰/۲ ۴) ۰/۱

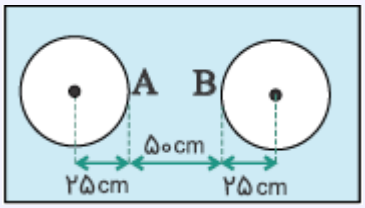
تست ۷

دو میله‌ی فلزی A و B در دمای $۲۰^{\circ}C$ به ترتیب دارای طول‌های ۵۰cm و ۷۰cm می‌باشـند. دمای دو میله را $۳۰^{\circ}C$ افزایش می‌دهیم، باز هم اختلاف طول آن‌ها ۲۰cm می‌شـود. نسبت ضریب انبساط طولی میله‌ی A به ضریب انبساط طولی میله‌ی B کدام است؟ (خارج ریاضی ۹۳)

۱) $\frac{۳}{۷}$ ۲) $\frac{۷}{۳}$ ۳) $\frac{۵}{۷}$ ۴) $\frac{۷}{۵}$

تست ۸

در وسـط یک صـفحه‌ی فلزی نازک که ضـریب انبساط سطحی آن $۳/۶\times۱۰^{-۵}K^{-۱}$ است. دو دایره به شعاع‌های ۲۵cm را در دمای صفر درجه‌ی سلسیوس خارج نموده‌ایم. اگر دمای صفحه را به آرامی از صفر به $۲۰۰^{\circ}C$ برسانیم فاصله‌ی AB چند میلی‌متر می‌شود؟ (سراسری خارج از کشور تجربی- ۹۵)



۱) ۴۹۶/۴ ۲) ۴۹۸/۲
۳) ۵۰۱/۸ ۴) ۵۰۳/۶

تست ۹

طول دو میلهٔ مسی و آهنی در دمای صفر درجهٔ سلسیوس، هر یک برابر ۰/۵ متر است. دمای میله‌ها را تا چند درجهٔ سلسیوس افزایش دهیم تا اختلاف طول آن‌ها به ۰/۳ میلی‌متر برسد؟ (ضریب انبساط طولی مس و آهن در به‌ترتیب $۱/۸\times۱۰^{-۵}$ و $۱/۲\times۱۰^{-۵}$ است.) *(کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۴۰۱)*

۱) ۵۰ ۲) ۱۰۰ ۳) ۱۵۰ ۴) ۲۰۰

تست ۱۰

در دمای صفر درجهٔ سلسیوس، طول دو میلهٔ آلومینیمی و فولادی با هم برابر و هر کدام ۴ متر است. دمای میله‌ها را تا چند درجهٔ سلسیوس افزایش دهیم تا اختلاف طول آن‌ها ۲/۳ میلی‌متر شود؟

$(\alpha_{\text{آلومینیوم}}=۲۳\times۱۰^{-۶}k^{-۱}, \alpha_{\text{فولاد}}=۱۱/۵\times۱۰^{-۶}k^{-۱})$ *(کنکور سراسری علوم تجربی خارج ۱۴۰۰)*

۱) ۱۵ ۲) ۲۵

۳) ۵۰ ۴) ۱۰۰

انبساط سطحی

انبساط سطحی: اگر جسم به شکل ورقه باشد، یعنی ضخامت آن در مقایسه با ابعاد سطح آن ناچیز باشد، انبساط به شکل انبساط ظاهر می‌شود. اگر دمای ورقه‌ای به مساحت اولیهٔ $A_۱$ را به اندازهٔ ΔT افزایش دهیم، به مساحت آن به اندازهٔ ΔA افزوده شده و ورقه به مساحت ثانویهٔ $A_۲$ می‌رسد، داریم:

$\Delta A = ۲\alpha A_۱ \Delta T$, ضریب انبساط سطحی ورقه $\cong ۲a$

$A_۲ = A_۱(۱+۲\alpha\Delta T)$

درصد تغییرات مساحت: $\frac{\Delta A}{A_۱}\times۱۰۰ = ۲\alpha\Delta T\times۱۰۰$

تست ۱۱

دمای یک قرص فلزی را ۲۵۰ درجه سلسیوس افزایش می‌دهیم. در نتیجه مساحت آن یک درصد افزایش می‌یابد. ضریب انبساط خطی فلز در SI کدام است؟ (ریاضی ۹۳)

۱) ۲×۱۰^{-۵} ۲) ۴×۱۰^{-۵} ۳) ۲×۱۰^{-۶} ۴) ۴×۱۰^{-۶}

تست ۱۲

دمای یک میله‌ی مسی را $۱۰۰^{\circ}C$ افزایش می‌دهیم. طول آن ۰/۱۷ درصد افزایش می‌یابد اگر دمای یک ورقه‌ی مسی را $۱۰۰^{\circ}C$ افزایش دهیم، مساحت آن چند برابر می‌شود؟ (خارج ریاضی ۹۱)

۱) ۱/۰۰۱۷ ۲) ۰/۰۳۴ ۳) ۰/۳۴۰۰ ۴) ۱/۰۰۳۴

انبساط حجمی

انبساط حجمی: اگر حجم اولیهٔ جسم (جامد یا مایع) $V_۱$ و افزایش دمای آن ΔT باشد، جسم افزایش حجمی به اندازهٔ ΔV پیدا کرده و به حجم ثانویهٔ $V_۲$ می‌رسد، داریم:

$$\Delta V = \beta V_۱ \Delta T, \Delta T = T_۲ - T_۱$$

$$V_۲ = V_۱(۱ + \beta \Delta T)$$

درصد تغییرات حجم: $\frac{\Delta V}{V_۱} \times ۱۰۰ = \beta \Delta T \times ۱۰۰$

به β ضریب انبساط حجمی جامد یا مایع می‌گویند که یکای آن بر کلوین $(\frac{۱}{K})$ یا بر درجهٔ سلسیوس $(\frac{۱}{^{\circ}C})$ است.

@haghparastphysics m_haghparast

نکته:

برای بیش‌تر جامدها، انبساط طولی در راستاهای مختلف با ضریب انبساط طولی یکسان صورت می‌گیرد. ثابت می‌شود که ضریب انبساط حجمی این جامدها (که همسانگرد نام دارند) تقریباً ۳ برابر ضریب انبساط طولی آن‌هاست. ($\beta_{\text{جامد}} \cong 3\alpha$) توجه شود که انبساط حجمی جامدها به مراتب کم‌تر از مایعات می‌باشد، اما انبساط حجمی مایعات بسته به جنس مایع متفاوت است.

توجه: ضریب انبساط حجمی مایعات بسیار بیشتر از جامدات است.

انبساط ظاهری و واقعی: اگر ظرفی به ضریب انبساط طولی α را که در دمای T_1 گنجایشی برابر با V_1 دارد، با مایعی به ضریب انبساط حجمی β در همان دما کاملاً پر کنیم، سپس دمای ظرف و مایع درونش را به T_2 برسانیم $(T_2 > T_1)$، مقدار مایع بیرون ریخته شده از ظرف ($\Delta V_{\text{ظاهری مایع}}$) به صورت زیر محاسبه می‌شود:

گاما: ضریب انبساط مایعات

$$\Delta V_{\text{ظاهری مایع}} = \Delta V_{\text{واقعی مایع}} - \Delta V_{\text{ظرف}} = (\gamma - \underbrace{3\alpha}_{\beta=3\alpha})V_1\Delta T, T_2 - T_1$$

ضریب انبساط حجمی ظرف

تست ۱۳

ضریب انبساط طولی فلزی $10^{-5}k^{-1}$ است. اگر دمای قطعه‌ای از این فلز را ۱۰۰ درجه‌ی سلسیوس افزایش دهیم، حجم آن چند درصد افزایش می‌یابد؟ (تجربی ۹۴)

۱) ۰/۱ ۲) ۰/۳ ۳) ۱ ۴) ۳

تست ۱۴

با یک میله آن‌قدر گرما می‌دهیم تا طول آن یک درصد افزایش یابد. حجم آن تقریباً چند درصد افزایش می‌یابد؟ (ریاضی ۹۱)

۱) ۰/۵ ۲) ۱ ۳) ۲ ۴) ۳

m_haghparast @haghparastphysics

تست ۱۵

حجم قطعه آلیاژی در دمای صفر درجهٔ سلسیوس، $1000cm^3$ است. دمای آن را از ۱۲۰کلوین افزایش می‌دهیم، حجم آن $8/1cm^3$ افزایش می‌یابد. ضریب انبساط طولی این آلیاژ در SI، چقدر است؟

(کنکور سراسری علوم تجربی خارج از کشور ۱۴۰۱)

۱) $1/83\times10^{-5}$ ۲) $2/25\times10^{-5}$ ۳) $6/1\times10^{-6}$ ۴) $7/5\times10^{-6}$

تست ۱۶

یک قطعه سرب در دمای $20^\circ C$ قرار دارد. اگر دمای این قطعه را $200^\circ C$افزایش دهیم، حجم آن چند درصد افزایش می‌یابد؟ ($\frac{1}{^\circ C}$ ضریب انبساط طولی سرب $=3\times10^{-5}$)

(کنکور سراسری ریاضی و فیزیک داخل ۱۴۰۱)

۱) ۰/۶ ۲) ۱/۸ ۳) ۶ ۴) ۱۸

تست ۱۷

ضریب انبساط طولی فلزی $2\times10^{-5}k^{-1}$و دمای آن صفر درجهٔ سلسیوس است. اگر دمای این فلز را به ۲۵۰ درجهٔ سلسیوس برسانیم، حجم آن چند درصد افزایش می‌یابد؟ (کنکور سراسری ریاضی و فیزیک خارج از کشور ۱۴۰۰)

۱) ۰/۱۵ ۲) ۱/۵ ۳) ۰/۲۵ ۴) ۲/۵

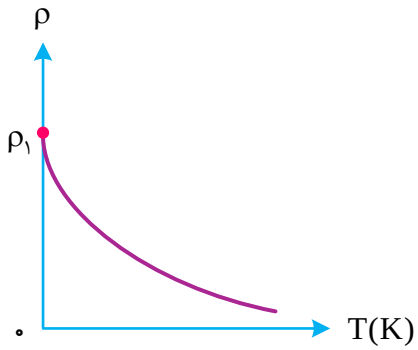
تست ۱۸

در دمای صفر درجه‌ی سلسیوس حجم ظرف شیشه‌ای توسط یک لیتر جیوه کاملاً پر شده است. وقتی دمای مجموعه را به ۸۰ درجه‌ی سلسیوس می‌رسانیم $۱۲cm^۳$ جیوه از ظرف خارج می‌شود. اگر ضریب انبساط حجمی جیوه $۱/۸\times۱۰^{-۴}K^{-۱}$ باشد ضریب انبساط خطی شیشه در SI چقدر است؟

۱) $۱/۲\times۱۰^{-۴}$ ۲) $۱۰^{-۴}$ ۳) $۱۰^{-۵}$ ۴) ۳×۱۰^{-۵}

تغییر چگالی با دما و انبساط غیر عادی آب

● **تغییرات چگالی:** افزایش دما که به طور معمول موجب افزایش حجم اجسام می‌شود، بر جرم آن‌ها تأثیری ندارد. در نتیجه، با افزایش دما، چگالی اجسام کاهش می‌یابد و برعکس. اگر $\rho_۱$ و $\rho_۲$ چگالی ماده‌ای در دماهای $T_۱$ و $T_۲$ بوده و β ضریب انبساط حجمی ماده باشد، رابطهٔ چگالی با تغییر دما به‌صورت زیر خواهد بود:



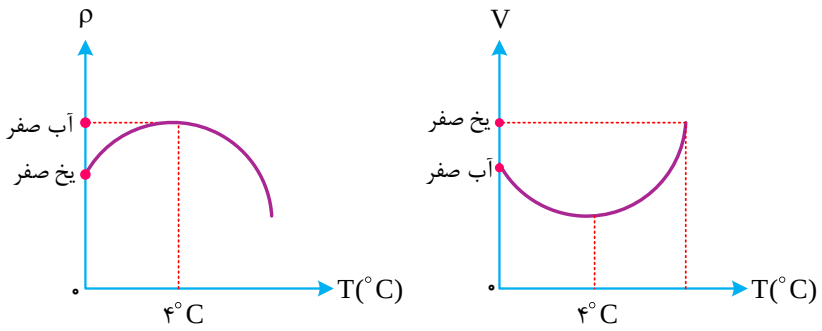
$$m_۱=m_۲\Rightarrow\rho_۱v_۱=\rho_۲v_۲=\rho_۲v_۲(۱+\beta\Delta t)\Rightarrow\rho_۲=\frac{\rho_۱}{۱+\beta\Delta t}$$

که با ضرب صورت و مخرج عبارت اخیر در مزدوج مخرج داریم:

$$\rho_۲=\frac{\rho_۱}{۱+\beta\Delta t}\times\frac{(۱-\beta\Delta t)}{(۱-\beta\Delta t)}=\frac{\rho_۱(۱-\beta\Delta t)}{۱-\beta^۲(\Delta t)^۲}\xrightarrow[\beta^۲\simeq۰]{\text{عبارت }\beta^۲\text{ ناچیز}}\rho_۲=\rho_۱(۱-\beta\Delta T)$$

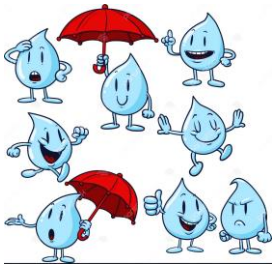
● **انبساط غیر عادی آب:** حجم بیش‌تر مایع‌ها با کم شدن دما کاهش و در نتیجه چگالی آن‌ها، افزایش می‌یابد. ولی آب رفتاری متفاوت دارد. بدین صورت که از دمای $۱۰۰^\circ C$ تا دمای $۴^\circ C$ مانند هر مایع معمولی دیگری با کاهش دما، کاهش حجم پیدا می‌کند. اما از دمای $۴^\circ C$ تا دمای $۰^\circ C$ این رفتار عوض

می‌شـــود و کاهش دما، موجب افزایش حجم آب و در نتیجه کاهش چگالی آن می‌شـــود. نمودار تغییرات حجم و چگالی آب (شیرین) بر حسب دما به شکل زیر است:



توجه: از دمای $0^\circ C$ تا دمای $4^\circ C$، ضریب انبساط حجمی آب منفی است و آب رفتار غیر عادی دارد. در دماهای بالاتر از $4^\circ C$ که رفتار آب طبیعی اسـت، ضـریب انبسـاط حجمی آب مثبت بوده و با افزایش دما، حجم آن افزایش می‌یابد.

توجه: رفتار غیر عـادی آب را می‌توان با ســاختار غیر عادی شـــبکهٔ بلوری یخ توضـــیح داد. در بلور یخ، مولکول‌های آب در بعضـی نواحی بسـیار نزدیک به هم‌اند و در نواحی دیگر، بین آن‌ها فضـای خالی وجود دارد. برخلاف سایر اجسام، هنگام ذوب شدن یخ، آرایش مولکول‌های آن یکنواخت‌تر شده و در نتیجه حجم اشغال شده کاهش می‌یابد. در محدودهٔ دمایی $0^\circ C$ تا $4^\circ C$ به دلیل وجود بقایای ساختار مولکولی یخ در آب، آب رفتاری غیرعادی دارد.



- **فواید رفتار غیرعادی آب برای محیط زیست:**

۱- موجب می‌شود دریاچه‌ها به جای این‌که از پایین به بالا یخ بزنند، از بالا منجمد شـوند. در واقع، در فصـل‌های سـرد در حالی که آب در عمق دریاچه هنوز مایع است و دمایی بیش از صفر درجه سلسیوس دارد، فقط سطح آب یخ می‌زند، اگر آب دریاچه‌ها از پایین به بالا یخ می‌زد، حیات گیاهی و جانوری در عمق دریاچه‌ها از بین می‌رفت.

۲- وجود لایه‌های یخ در ســطح دریاچه مانند یک عایق گرمایی عمل می‌کند و مانع ســرد شــدن آب عمق دریاچه می‌گردد. در نتیجه شرایط برای زندگی آبزیان در دریاچه مساعد خواهد بود.

گرما

ظرفیت گرمایی و گرمای ویژه

◄ **مفهوم گرما:** مقدار انرژی‌ای است که به دلیل اختلاف دما، بین دو جسم مبادله می‌شود. به عبارت دیگر، شرط مبادلهٔ گرما بین دو جسم، اختلاف دما بین آن‌هاست و جهت خودبه‌خودی انتقال گرما همواره از جسمی با دمای بالاتر به طرف جسمی با دمای پایین‌تر است. برای آن‌که دمای جرم m از جسمی با گرمای ویژهٔ c بدون تغییر حالت به اندازهٔ $\Delta\theta$ تغییر کند، جسم باید گرمای Q را با محیط مبادله نماید. داریم:

$$Q = mc\Delta\theta \quad (Q:\text{J},\ m:\text{kg},\ c:\frac{\text{J}}{\text{kg}^\circ\text{c}},\ \Delta\theta:{}^\circ\text{C})$$

$\frac{\text{J}}{\text{kg}^\circ\text{c}}$ ظرفیت گرمایی ویژه

Q گرما J ← $mc\Delta\theta$ → تغییرات دما $^\circ$C

m جرم (kg)

علامت گرما (Q) برای جسمی که گرما را می‌گیرد، مثبت $(Q>0)$ و برای جسمی که گرما را از دست می‌دهد، منفی $(Q<0)$ می‌باشد.

◄ **گرمای ویژه (c):** گرمای ویژهٔ هر جسم، مقدار گرمایی است که باید به یک کیلوگرم از آن جسم داده شود تا دمای آن یک درجهٔ سلسیوس (یا یک کلوین) افزایش یابد. یکای c، $\frac{\text{J}}{\text{Kg.K}}$ یا $\frac{\text{J}}{\text{Kg.}^\circ\text{C}}$ است.

◄ **ظرفیت گرمایی (C):** حاصل‌ضرب جرم در گرمای ویژهٔ یک جسم را ظرفیت گرمایی آن جسم می‌نامند. به عبارت دیگر، ظرفیت گرمایی هر جسم، مقدار گرمایی است که باید به آن جسم داده شود تا دمای آن یک درجهٔ سلسیوس (یا یک کلوین) افزایش یابد. یکای C، $\frac{\text{J}}{\text{K}}$ یا $\frac{\text{J}}{^\circ\text{C}}$ است.

$$A = mc \quad (A:\text{J},\ m:\text{kg},\ c:\frac{\text{J}}{\text{kg}^\circ\text{C}})$$

A یا C ظرفیت گرمایی

m جرم kg

c ظرفیت گرمای ویژه

معرفی عدد آووگادرو: یک مول از هر ماده به معنای از اجزای سازندهٔ آن ماده است که به آن عدد آووگادرو گفته می‌شود.

- تعداد مول‌های موجود در یک نمونه به جرم و جرم‌مولی (جرم یک مول از ماده) به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$n = \frac{m}{M}$$

گرمای ویژه مولی: مقدار گرمایی است که باید به یک مول از ماده‌ای بدهیم تا در شرایط فیزیکی معینی، دمای آن یک کلوین افزایش یابد.

قاعدهٔ دولن و پتی: گرمای ویژهٔ مولی برای بیش‌تر فلزها، (مواد بلورین در حجم ثابت) تقریباً با هم مساوی است.

طبق قاعدهٔ «دولن و پتی»، گرمای لازم برای بالا بردن دمای یک مول از هر کدام از این فلزها، مقدار یکسانی است و به جنس آن‌ها بستگی ندارد.

تست ۱۹

یک لوله‌ی مسی را بریده و جرم آن را نصف می‌کنیم. ظرفیت گرمایی و گرمای ویژه آن به ترتیب چند برابر می‌شوند؟ *(خارج تجربی ۹۶)*

۱) $1,\frac{1}{2}$ ۲) $\frac{1}{2},\frac{1}{2}$ ۳) $\frac{1}{2},1$ ۴) $1,1$

تست ۲۰

ظرفیت گرمایی فلزی در SI برابر ۲۱۰۰ است. اگر یک کیلوگرم از جرم این فلز کم شود، ظرفیت گرمایی آن ۲۰ درصد کاهش می‌یابد. گرمای ویژهٔ فلز در SI چقدر است؟ *(کنکور سراسری ریاضی و فیزیک خارج از کشور ۱۴۰۱)*

۱) ۲۱۰ ۲) ۲۷۰ ۳) ۴۲۰ ۴) ۸۴۰

تست ۲۱

یک نیروگاه هسته‌ای روزانه $10^{5}\,m^{3}$ آب از رودخانه می‌گیرد و ۲۱۰۰ گیگاژول از گرمای اتلافی خود را به این آب می‌دهد. اگر دمای آب ورودی $25^{\circ}c$ باشد دمای آب خروجی چند درجه‌ی سلسیوس است؟

$(\text{آب } c=4200\frac{j}{kgc^{\circ}} \text{ و آب } \rho=1000\frac{kg}{m^{3}})$

۱) ۵۰ ۲) ۲۵/۵ ۳) ۳۰ ۴) ۷۵

دما و گرما

تست ۲۲

گرمای Q دمای ۳ گرم از ماده‌ی A را ۵ درجه سلسیوس و دمای ۲ گرم از ماده‌ی B را ۳ درجه‌ی سلسیوس بالا می‌برد. گرمای ویژه‌ی A چند برابر گرمای ویژه‌ی ماده‌ی Bاست؟ (تجربی ۹۴)

۱) ۰/۴ ۲) ۰/۵ ۳) ۱/۵ ۴) ۲/۵

تست ۲۳

حجم جسم A، دو برابر حجم جسم Bو چگالی آن ۰/۸ چگالی جسم B است. اگر گرمای ویژه‌ی A نصف گرمای ویژه‌ی B باشد و به هر یک به یک اندازه گرما بدهیم. افزایش دمای جسم A، چند برابر افزایش دمای جسم Bمی‌شود؟ (تجربی ۹۶)

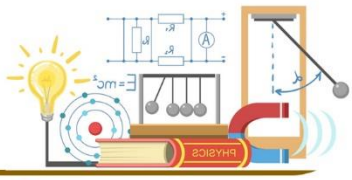
۱) $\frac{۵}{۴}$ ۲) $\frac{۴}{۵}$ ۳) $\frac{۳}{۲}$ ۴) $\frac{۲}{۳}$

بررسی تعادل گرمایی بدون تغییر حالت

تعریف تعادل گرمایی: هرگاه دو جسم با دو دمای متفاوت، در تماس کامل با یکدیگر قرار گیرند، مبادلهٔ گرما بین آن‌ها تا زمانی ادامه می‌یابد که دمای دو جسم یکسان شود. در این حالت می‌گوییم دو جسم با هم در تعادل گرمایی‌اند و دمای مشترک آن‌ها را دمای تعادل می‌نامیم.

محاسبهٔ دمای تعادل: اگر دو یا چند جسم با دماهای مختلف در تماس کامل با یکدیگر قرار گیرند، پس از مدتی به دمای تعادل می‌رسند. برای رسیدن به تعادل گرمایی، بعضی اجسام گرما از دست می‌دهند $(Q<۰)$ و بقیهٔ اجسام گرما می‌گیرند $(Q>۰)$ برای محاسبهٔ دمای تعادل، براساس قانون پایستگی انرژی، باید جمع جبری گرماهای مبادله شده بین اجسام صفر باشد. یعنی:

$$\sum Q=۰ \rightarrow Q_۱+Q_۲+Q_۳+\ldots=۰$$



در صورتی که اجسام در حین تبادل گرما تغییر حالت ندهند، رابطهٔ فوق به صورت زیر نوشته می‌شود:

$$m_۱c_۱\Delta\theta_۱ + m_۲c_۲\Delta\theta_۲ + m_۳c_۳\Delta\theta_۳ + \ldots = ۰$$

که در آن $\Delta\theta$ برابر است با دمای تعادل نهایی (θ_e) منهای دمای اولیهٔ جسم. در این صورت، اگر رابطهٔ فوق را ساده کنیم، می‌توان گفت که هرگاه چند جسم متفاوت با گرماهای ویژهٔ $c_۱, c_۲, c_۳$ و .... به جرم‌های $m_۱, m_۲, m_۳$ و ... با دماهای اولیهٔ $\theta_۱, \theta_۲, \theta_۳$ و ... در تماس کامل با یک‌دیگر قرار گیرند و بدون تغییر حالت به دمای تعادل برسند، دمای تعادل (θ_e) آن‌ها برابر است با: (در این رابطه، اتلاف انرژی ناچیز فرض شده است.)

$$\theta_e = \frac{m_۱c_۱\theta_۱ + m_۲c_۲\theta_۲ + m_۳c_۳\theta_۳ + \ldots}{m_۱c_۱ + m_۲c_۲ + m_۳c_۳}$$

در صورتی که تمامی اجسام هم‌جنس باشند $(c_۱ = c_۲ = c_۳ = \ldots)$ رابطهٔ فوق به‌صورت زیر ساده می‌گردد:

$$\theta_e = \frac{m_۱\theta_۱ + m_۲\theta_۲ + m_۳\theta_۳ + \ldots}{m_۱ + m_۲ + m_۳ + \ldots}$$

تست ۲۴

گرمای ویژه‌ی آلومینیوم بیش از ۲ برابر گرمای ویژه‌ی مس است. اگر $۱Kg$ آلومینیوم $۲۰^\circ C$ و $۱Kg$ مس $۲۰^\circ C$ را با هم داخل مقداری آب $۱۰۰^\circ C$ بیندازیم، پس از برقرای تعادل: (خارج ریاضی ۹۱)

۱) افزایش دمای آلومینیوم و مس یکسان است.

۲) تغییر دمای مس بیش‌تر از آلومینیوم است.

۳) گرمایی که مس و آلومینیوم می‌گیرند یکسان است.

۴) گرمایی که مس می‌گیرد بیش‌تر از گرمایی است که آلومینیوم می‌گیرد.

تست ۲۵

۲۰۰ گرم آب $۲۲/۵^\circ C$ را با ۱۵۰ گرم آب $۴۰^\circ C$ مخلوط می‌کنیم. پس از برقراری تعادل گرمایی دمای آب به چند درجه سلسیوس می‌رسد؟ (تجربی ۹۲)

۱) $۲۷/۵$ ۲) ۳۰ ۳) ۳۲ ۴) $۳۲/۵$

دما و گرما

تست ۲۶

یک قطعهٔ آلومینیومی به جرم m و دمای $۹۴^\circ C$ را درون $۴/۵kg$ آب $۵۰^\circ C$ می‌اندازیم. اگر پس از برقراری تعادل گرمایی، دمای آب به $۵۲^\circ C$ برسد، چند کیلوگرم است؟ $(C_{Al}=۹۰۰\frac{J}{kg.^\circ C}, C_{آب}=۴۲۰۰\frac{J}{kg.^\circ C})$

(کنکور سراسری علوم تجربی خارج از کشور ۱۴۰۱)

۱) ۲/۵ ۲) ۲ ۳) ۱/۵ ۴) ۱

- **مفهوم تغییر حالت:** مواد پیرامون ما در سه حالت (فاز) جامد، مایع و گاز یافت می‌شوند. گذار از یک حالت (فاز) به حالت (فاز) دیگر را یک تغییر حالت (گذار فاز) می‌نامند. تغییر حالت‌ها معمولاً با گرفتن یا از دست دادن گرما همراه‌اند. انواع مختلف تغییر حالت‌ها عبارتند از: ذوب (تبدیل جامد به مایع)، انجماد (تبدیل مایع به جامد)، تبخیر (تبدیل مایع به بخار)، میعان یا چگالش بخار به مایع (تبدیل بخار به مایع)، تصعید (تبدیل مستقیم جامد به بخار) و چگالش بخار به جامد (تبدیل مستقیم بخار به جامد).
- **ذوب:** عمل ذوب، فرایندگرماگیر است. گرمای لازم برای ذوب جسم جامدی به جرم m و گرمای نهان ذوب L_F از رابطهٔ زیر به دست می‌آید:

$$Q=mL_F$$

- **گرمای نهان ویژهٔ ذوب (گرمای نهان ذوب):** به نسبت گرمای لازم برای تغییر حالت جسم از جامد به مایع به جرم جسم، گرمای ذوب می‌گویند و آن را با L_F نشان می‌دهند. گرمای نهان ذوب به جنس جسم بستگی دارد و یکای آن در SI، ژول بر کیلوگرم $(\frac{J}{Kg})$ است.

نکته:

۱- دمای ذوب (نقطهٔ ذوب یا دمای گذار جامد به مایع) به دمایی گفته می‌شود که در آن گرمای داده شده به جسم صرف افزایش دما نمی‌شود، بلکه صرف ذوب شدن جسم و تبدیل آن به مایع می‌گردد. این دمای ثابت، به جنس جسم و فشار وارد بر آن بستگی دارد.

۲- اگر به جامدی خالص و بلورین گرما دهیم، با رسیدن به دمای ذوب، جسم شروع به ذوب شدن کرده و به مایع تبدیل می‌شود. معمولاً حجم جامدهای بلوری هنگام ذوب شدن افزایش می‌یابد. در مقابل، جامدهای بی‌شکل پیش از ذوب شدن، خمیری شکل می‌شوند. این مواد نقطهٔ ذوب کاملاً مشخصی ندارند و در گستره‌ای از دما به تدریج ذوب می‌شوند.

۳- معمولاً افزایش فشار وارد بر جسم سبب بالا رفتن نقطهٔ ذوب جسم می‌شود. در برخی اجسام مانند یخ، افزایش فشار به کاهش نقطهٔ ذوب می‌انجامد.

m_haghparast @haghparastphysics

◄ **انجماد:** عمل انجماد، فرایندی گرماده است. در فشار یکسان، دمای انجماد هر ماده با دمای ذوب آن برابر است. هر جسم به هنگام انجماد، همان‌قدر گرما از دست می‌دهد که هنگام ذوب می‌گیرد. لذا برای محاسبهٔ گرما به هنگام انجماد مایعی به جرم m داریم:

$$Q = -mL_F$$

توجه: وجود ناخالصی موجب می‌شود که مایع نقطهٔ انجماد مشخصی نداشته باشد و انجماد در گستره‌ای از دماها رخ دهد. مثلاً هنگام انجماد آب نمک، اولین بلورها در دمای کم‌تر از $0^\circ C$ تشکیل می‌شود و انجماد کامل در دماهای کم‌تر، تا $-18^\circ C$ روی می‌دهد.

◄ **تبخیر سطحی:** مایعات در هر دمایی تبخیر می‌شوند. در واقع بعضی از مولکول‌های مایع که سرعتشان به اندازهٔ کافی زیاد می‌شود، از سطح مایع فرار می‌کنند که به این فرایند تبخیر سطحی می‌گویند. تجربه نشان می‌دهد که آهنگ تبخیر سطحی به عامل‌های مختلفی از جمله دمای مایع، مساحت سطح مایع، فشار وارد بر سطح آن، جریان هوا، رطوبت هوا و میزان ناخالصی ماده بستگی دارد.

◄ **تبخیر:** عمل تبخیر، فرایندی گرماگیر است. گرمای لازم برای تبخیر مایعی به جرم m و گرمای تبخیر L_V از رابطهٔ زیر به‌دست می‌آید:

$$Q = mL_V$$

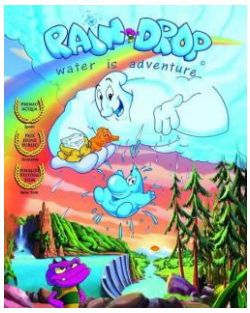
◄ **گرمای نهان ویژهٔ تبخیر (گرمای نهان تبخیر):** به نسبت گرمای لازم برای تبخیر هر مایع به جرم مایع بخار شده، گرمای نهان تبخیر می‌گویند و آن را با L_V نشان می‌دهند. گرمای نهان تبخیر هر مایع به جنس و دمای آن بستگی دارد و یکای آن در SI، ژول بر کیلوگرم $(\frac{J}{Kg})$ است.

نکته:

۱- هنگام گرم کردن یک مایع، دمایش بالا می‌رود تا این‌که در دمای خاصی حباب‌های گاز درون مایع شکل می‌گیرند، سپس به سطح مایع می‌آیند و از آن خارج می‌شوند. به این پدیده، جوشیدن مایع و به این دمای خاص، دمای جوش یا نقطهٔ جوش می‌گوییم. آهنگ تبخیر هر مایع در نقطهٔ جوش آن به بیش‌ترین مقدار خود می‌رسد. نقطهٔ جوش هر مایع، به جنس مایع و فشار وارد بر آن بستگی دارد.

۲- گرمای نهان تبخیر آب با افزایش دمای آن کاهش می‌یابد.

۳- افزایش فشار وارد بر مایع سبب بالا رفتن نقطهٔ جوش آن می‌شود.



◄ **میعان (چگالش بخار به مایع):** عمل میعان، فرایندی گرماده اســت. میعان نیز مانند تبخیر، در هر دمایی رخ می‌دهد. گرمایی که بخار هنگام تبدیل شدن به مایع از دســت می‌دهد، برابر گرمایی اســت که مایع هنگام تبخیر می‌گیرد. در نتیجه، گرمای مربوط به میعان مقداری بخار به جرم m و گرمای تبخیر L_V از رابطهٔ روبه‌رو به دست می‌آید:

$$Q = -mL_V$$

جمع‌بندی: مرحله‌های طرح‌وار تبدیل m گرم یخ $-\theta^\circ C$ به m گرم بخار آب $\theta'^\circ C$ به‌صورت زیر است:
(c_i گرمای ویژهٔ یخ، c_w گرمای ویژهٔ آب خالص، c_v گرمای ویژهٔ بخار آب در فشار یک اتمسفر است.)

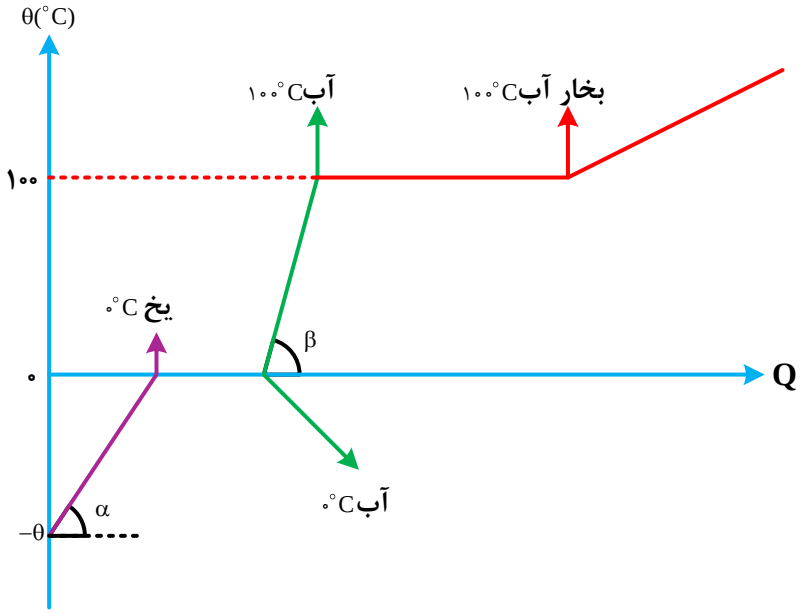
$$-\theta^\circ C \text{ یخ} \xrightarrow[\Delta\theta=0-(-\theta)]{Q=mc_i\Delta\theta} 0^\circ C \text{ یخ} \xrightarrow{Q=mL_F} 0^\circ C \text{ آب} \xrightarrow[\Delta\theta=100-0]{Q=mc_w\Delta\theta} 100^\circ C \text{ آب}$$

$$\xrightarrow{Q=mL_V} 100^\circ C \text{ بخار آب} \xrightarrow{Q=mc_v\theta'} \theta'^\circ C \text{ بخار آب}$$

نمودار دمای آب برحسب گرمای داده شده به آن $(\theta - Q)$ در فشار یک اتمسفر در زیر رسم شده است.

$$(\beta \text{ شیب خط} = \frac{1}{mc_w},\ \alpha \text{ شیب خط} = \frac{1}{mc_i})$$

◄ **تبدیل انرژی‌های دیگر به انرژی گرمایی:** در تبدیل انرژی‌های جنبشی، پتانسیل و ... به انرژی گرمایی، همواره رابطهٔ بین گرمای Q و انرژی موردنظر را می‌نویسیم. هم‌چنین اگر توان گرمایی یک گرمکن ثابت باشد، انرژی گرمایی به صورت $Q = P.t$ حاسبه می‌شود.



تست ۲۷

مساحت دریاچه‌ای $۵۰۰Km^۲$ است. در زمستان لایه‌ای از یخ صفر درجه‌ی سلسیوس به ضخامت متوسط $۱۰cm$ سطح دریاچه را می‌پوشاند. دریاچه در بهار چند مگاژول انرژی برای ذوب یخ جذب می‌کند؟

($\rho_{یخ}=۰/۹\frac{g}{cm^۳}$ و $L_F=۳۳۶\frac{Kj}{Kg}$) (تجربی ۹۳)

۱) $۱/۵۱۲\times۱۰^۷$ ۲) $۱/۵۱۲\times۱۰^{۱۰}$ ۳) $۱/۵۱۲\times۱۰^{۱۳}$ ۴) $۱/۵۱۲\times۱۰^{۱۶}$

تست ۲۸

اگر گرمای ویژه آب و یخ به ترتیب $۴۲۰۰\frac{j}{Kg.k}$ و $۲۱۰۰\frac{j}{Kg.k}$ و هم‌چنین $L_F=۳۳۵۰۰۰\frac{j}{Kg}$ باشد چند کیلو ژول لازم است تا ۲۰۰ گرم یخ -۵ درجه‌ی سلسیوس به آب $۵۰c^\circ$ تبدیل شود؟ (تجربی ۹۵)

۱) ۱۱/۳۲ ۲) ۱۱۱/۱ ۳) ۱۱۳/۲ ۴) ۱۱۱۱۰۰

تست ۲۹

۲۰ گرم یخ در دمای صفر درجه‌ی سلسیوس (نقطه‌ی ذوب) قرار دارد. چند ژول گرما لازم است تا آن را ذوب کرده و دمای آب حاصل را به ۵۰ درجه‌ی فارنهایت برساند؟ ($L_f=۳۳۶\frac{J}{g}$, $c_{آب}=۴/۲\frac{J}{g^\circ C}$)

(کنکور سراسری ریاضی و فیزیک داخل ۱۴۰۰)

۱) ۱۰۹۲۰ ۲) ۹۰۵۰ ۳) ۸۱۹۰ ۴) ۷۵۶۰

تست ۳۰

به مقداری یخ صفر درجهٔ سلسیوس در فشار ۱atm، گرما می‌دهیم و آن را به آب با دمای ۲۰ درجهٔ سلسیوس تبدیل می‌کنیم. چند درصد گرمای داده شده، صرف ذوب کردن یخ شده است؟

$(c = ۴۲۰۰\frac{J}{kg.k}, L_f = ۳۳۶\frac{kJ}{kg})$ (کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۴۰۰)

۱) ۹۰ ۲) ۸۰ ۳) ۸۵ ۴) ۷۵

تست ۳۱

۸۰۰ گرم یخ صفر درجه سلسیوس را با ۸۰۰ گرم آب ۶۰ درجه سلسیوس مخلوط می‌کنیم اگر فقط بین یخ و آب تعادل گرما صورت گیرد و $c = ۴۲۰۰\frac{j}{Kg.k}$ آب و $L_F = ۳۳۶۰۰۰\frac{j}{Kg}$ باشد تا برقراری تعادل چند Kg آب صفر درجه‌ی سلسیوس ایجاد می‌شود؟ (خارج تجربی ۹۱)

۱) ۰/۲ ۲) ۰/۶ ۳) ۱/۲ ۴) ۱/۴

تست ۳۲

یک قطعه یخ با دمای $-۲۰C^\circ$ را درون ۲۵۰ گرم آب با دمای ۲۰ درجه‌ی سلسیوس می‌اندازیم اگر بعد از برقراری تعادل گرمایی، ۵۰ گرم یخ ذوب نشده باقی‌مانده باشد، جرم قطعه یخ اولیه چند گرم بوده است؟ ($C = ۴/۲\frac{j}{g.k}$ آب و $C = ۲/۱\frac{j}{g.k}$ یخ و $L_F = ۳۳۶\frac{j}{g}$ و تبادل گرما فقط بین آب و یخ بوده است.)

۱) ۵۰ ۲) ۱۰۰ ۳) ۲۵۰ ۴) ۳۰۰

تست ۳۳

در ظرف که عایق گرما است یک قطعه یخ صفر درجه‌ی سلسیوس وجود دارد. اگر ۸۰۰ گرم آب ۵۰ درجه سیلسیوس در ظرف بریزیم، پس از برقراری تعادل گرمایی، ۱۰۰ گرم یخ در ظرف باقی می‌ماند. جرم اولیه یخ چند گرم بوده است؟ (فقط بین آب و یخ تعادل گرما صورت می‌گیرد. *(ریاضی ۹۵)*

$(c_{\text{آب}} = ۴۲۰۰ \frac{j}{Kg.k}$ و $L_F = ۳۳۶۰۰۰ \frac{j}{Kg})$

۱) ۳۰۰ ۲) ۴۰۰ ۳) ۵۰۰ ۴) ۶۰۰

تست ۳۴

درون ظرفی $۴۰۰gr$ مخلوط آب و یخ در دمای صفر درجه‌ی سلسیوس در حالت تعادل قرار دارد. اگر فلزی به جرم $۲۰۰gr$ در دمای $۱۰۵c^\circ$ را داخل آب بیندازیم بعد از برقراری تعادل دمای آب به $۵c^\circ$ می‌رسد، جرم یخ چند گرم بوده است؟ $(L_F = ۳۳۶ \frac{Kj}{Kg}$ و $c_{\text{فلز}} = ۸۴۰ \frac{j}{Kg^\circ c}$ و $c_{\text{آب}} = ۴۲۰۰ \frac{j}{Kg.k})$ *(تجربی ۹۴)*

۱) ۲/۵ ۲) ۵ ۳) ۲۵ ۴) ۵۰

تست ۳۵

قطعه یخی به جرم m و دمای صفر درجه‌ی سلسیوس را، درون همان جرم آب ۹۰ درجه‌ی سلسیوس می‌اندازیم اگر از اتلاف گرما صرف‌نظر کنیم دمای تعادل چند درجه‌ی سلسیوس خواهد شد؟*(تجربی ۹۰)*

$(c_{\text{آب}} = ۴۲۰۰ \frac{j}{Kg.k}$ و $L_F = ۸۰ \times ۴۲۰۰ \frac{j}{Kg})$

۱) صفر ۲) ۲/۵ ۳) ۵ ۴) ۱۰

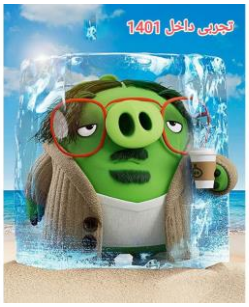
دما و گرما

تست ۳۶

یک کیلوگرم یخ $-10^\circ C$ را در فشار یک اتمسفر درون مقداری آب $20^\circ C$ می‌اندازیم. اگر پس از برقراری تعادل گرمایی، دمای آب به $5^\circ C$ برسد، جرم آب چند کیلوگرم است؟

$(L_F = 336000 \frac{J}{kg}, C_{آب} = 2C_{یخ} = 4200 \frac{J}{kg.^\circ C})$ *(کنکور سراسری علوم‌تجربی داخل ۱۴۰۱)*

۱) ۲ ۲) ۳ ۳) ۴ ۴) ۶



روش‌های انتقال گرما

- **مفاهیم انتقال گرما:** اختلاف دما باعث شارش گرما از جسم با دمای بالاتر به جسم با دمای پایین‌تر می‌شود. این شارش گرما به سه صورت متفاوت انجام می‌شود که عبارتند از رسانش گرمایی، همرفت و تابش گرمایی. در هر فرایند انتقال گرما، ممکن است هر سهٔ این ساز و کارها دخالت داشته باشند. انتقال گرما تا زمان رسیدن دو جسم به یک دمای مشترک و برقراری تعادل گرمایی ادامه می‌یابد.

- **رسانش گرمایی**

در این روش انتقال گرما، ارتعاش اتم‌ها و الکترون‌های آزاد در ناحیهٔ گرم شدهٔ جسم موجب انتقال بخشی از انرژی آن‌ها به اتم‌ها و الکترون‌های مجاورشان می‌شود. در حقیقت در این روش مولکول‌های جسم منتقل نشده و فقط در مکان خود نوسان می‌کنند. به همین دلیل رسانش گرما در یک جسم به پیوندهای ساختار اتمی یا مولکولی آن جسم بستگی دارد.

۱- انتقال گرما به روش رسانش، به محیط مادی نیاز دارد.
۲- به دلیل فاصلهٔ کم‌تر اتم‌ها و مولکول‌ها در جامدات نسبت به مایعات و گازها، روش رسانش برای انتقال گرما در جامدات مؤثرتر است.
۳- در رساناهای فلزی سهم الکترون‌های آزاد در رسانش گرمایی بیش‌تر از اتم‌هاست. ترتیب رسانایی گرمایی فلزات (به ترتیب از زیاد به کم) بدین صورت است: نقره، مس، آلومینیم، برنج و آهن.
٤- آب و هوا رساناهای خوبی برای گرما نیستند.

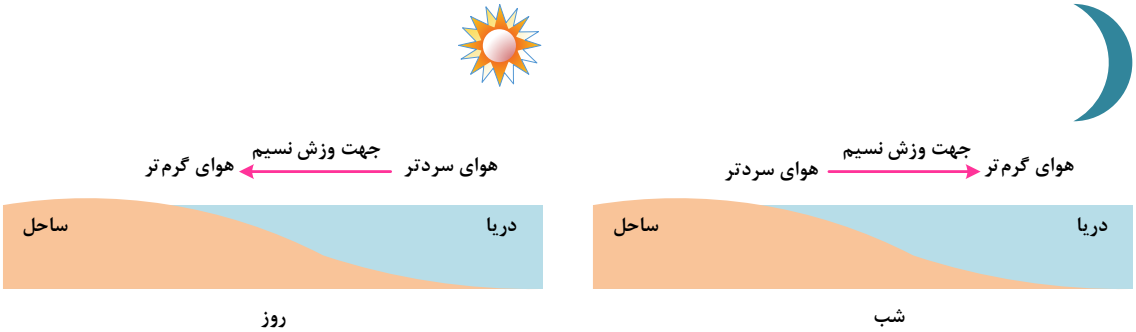
همرفت

انتقال گرما در همهٔ شاره‌ها (مایعات و گازها) که معمولاً رساناهای گرمایی خوبی نیستند، به روش همرفت انجام می‌گیرد. در همرفت، برخلاف رسانش گرمایی، انتقال گرما با انتقال تکه‌هایی از خود ماده صورت می‌گیرد و مولکول‌ها مسافت‌هایی طولانی را طی می‌کنند تا انرژی منتقل شود. دو نوع پدیدهٔ همرفت عبارتند از:

الف) همرفت طبیعی: وقتی شاره‌ای (چه مایع و چه گاز) از زیر در تماس با منبعی گرم‌تر از خود قرار می‌گیرد، مولکول‌های زیرین شاره حرکت می‌کنند و بیش‌تر از هم دور می‌شوند. چگالی این قسمت از شاره کاهش می‌یابد و به بالا رانده می‌شود. شارهٔ خنک‌تر و چگال‌تر پایین آمده و چای شارهٔ گرم شده را می‌گیرد و به این ترتیب جریان‌های همرفتی به وجود می‌آیند. این پدیده همرفت طبیعی نام دارد و مثال‌هایی از آن عبارتند از: گرم شدن هوای داخل اتاق به وسیلهٔ بخاری، گرم شدن آب درون قابلمه، جریان‌های باد ساحلی، انتقال گرما از کورهٔ هسته‌ای واقع در مرکز خورشید به سطح آن و ....

ب) همرفت واداشته: در این نوع همرفت، شاره به کمک تلمبه (طبیعی یا مصنوعی) به چرخش واداشته می‌شود تا با این چرخش انتقال گرما صورت پذیرد. مثال‌هایی از این نوع همرفت عبارتند از: دستگاه گردش خون در بدن جانوران خون‌گرم، سیستم گرم‌کنندهٔ مرکزی در ساختمان‌ها، سیستم خنک کنندهٔ موتور اتومبیل و ...

نسیم‌های ساحلی: در ساحل اغلب بین خشکی و دریا اختلاف دما وجود دارد. تغییر دمای آب دریا به دلیل گرمای ویژهٔ بالای آب، بین شب و روز اندک است، اما دمای خشکی در روز بیش‌تر از دمای دریاست و در شب کم‌تر از آن می‌شود. در روز که دمای خاک زیاد است، دمای هوای اطراف خاک را بیش‌تر می‌کند، هوا بالا می‌رود و جریان هوا از دریا به ساحل است. در شب، هوای اطراف دریا که دمای بیش‌تری دارد، بالا می‌رود و هوای سردتر از خشکی جای آن را می‌گیرد و به این ترتیب، جریان هوا از ساحل به طرف دریاست.



بیشتر بدانید

وارونگی هوا: در شب‌های آرام و بدون ابر زمستان، لایه هوایی بسیار سرد وچگال بین سطح زمین و لایه هوای گرم بالاتر قرار گرفته و مانع از چرخش هوا بر اثر پدیدهٔ همرفت می‌شود. در این وضعیت که پیامد توقف همرفت طبیعی در جو زمین است، گرد و غبار و گازهای آلایندهٔ شهری واقع در لایهٔ هوای سرد مجاور زمین در این لایه حبس می‌شوند. در این پدیده، الگوی تغییرات دما در یک روز طبیعی به هم می‌خورد، به همین دلیل آن را وارونگی دما نیز می‌نامند. دو راه برای پایان این پدیده عبارتند از:

۱- جابه‌جایی لایه‌های هوای سرد و گرم بر اثر وزیدن باد.

۲- آغاز دوبارهٔ همرفت طبیعی در جو زمین با افزایش دمای قابل توجه لایهٔ سرد مجاور زمین.

توجه: در روش همرفت، برای انتقال گرما به محیط مادی نیاز داریم، لذا در خلأ انتقال گرما با این روش صورت نمی‌گیرد.

۳- تابش گرمایی: هر جسم می‌تواند از خود تابش الکترومغناطیسی گسیل کند که آن را تابش گرمایی می‌نامیم. در نتیجه همهٔ جسم‌ها تابش جسم‌های دیگر را که در اطراف آن‌ها قرار دارند، دریافت می‌کنند و با جذب کردن آن‌ها گرم می‌شوند.

نکته:

۱- شدت و بسامد تابش الکترومغناطیسی (تابش گرمایی) به این عوامل بستگی دارد: دمای جسم، مساحت، میزان صیقلی بودن و رنگ سطح آن جسم. سطوح صاف و درخشان با رنگ‌های روشن تابش گرمایی کم‌تری دارند و تابش گرمایی سطوح تیره، ناصاف و مات بیش‌تر است.

۲- در دماهای متداول، اجسام معمولاً تابش فروسرخ دارند.

۳- این نوع انتقال گرما به محیط مادی نیاز ندارد و با سرعت نور در خلأ منتشر می‌شود. به‌همین دلیل تنها روش انتقال گرما از خورشید به زمین، تابش گرمایی است.

٤- برای آن‌که نشان دهیم تابش گرمایی از سطح هر جسم به رنگ سطح آن بستگی دارد، از آزمایش مکعب لسلی استفاده می‌نماییم. اگر درون این مکعب آب داغ بریزیم، تابش گرمایی از ٤ وجه جانبی مکعب (که رنگ‌های متفاوتی دارند) با هم فرق دارد.

۵- تف‌سنج‌های تابشی یکی از وسایل اندازه‌گیری دما برای اجسام داغ هستند که اساس کار آن‌ها بر تابش گرمایی گسیل شده از سطح اجسام بنا شده است.

- **اثر گلخانه‌ای:** به دام افتادن تابش گرمایی بین لایه‌های پوش سپهر و سطح زمین، اثر گلخانه‌ای نام دارد. به گازهای موجود در لایهٔ پوش‌سپهر که سبب این پدیده می‌شوند (مانند CO_2، بخار آب و CH_4 که مولکول‌های جذب کنندهٔ بسیار خوبی برای امواج فروسرخ هستند)، گازهای گلخانه‌ای می‌گویند. با افزایش غلظت گازهای گلخانه‌ای در پوش‌سپهر، اثر گلخانه‌ای تشدید شده و دمای زمین افزایش می‌یابد.

نکته:

لایهٔ پوش‌سپهر که نام دیگر آن استراتوسفر است، در فاصلهٔ ۱۰ تا ۱۸ کیلومتری از سطح زمین قرار دارد. اگر این لایه وجود نداشت، دمای میانگین سطح زمین در حدود $-۱۸^\circ C$ می‌شد، ولی اینکه این دما در حدود است، به عبارت دیگر، اثر گلخانه‌ای حدود $۳۲^\circ C$ به دمای میانگین سطح زمین افزوده است.

دو مثال از کاربردهای تابش گرمایی در پدیده‌های زیستی

۱- شکار تابش فروسرخ: نوعی از مارهای زنگی، دارای گیرنده‌های تابش فروسرخ در حفره‌های روی پوزهٔ خود هستند که به کمک آن‌ها می‌توانند طعمه‌های خود را در تاریکی شب ببینند و شکار کنند.

۲- کلم اسکانک: این کلم‌ها می‌توانند برف‌های اطراف خود را در زمستان ذوب کنند، این پیاه توانایی آن را دارد که دمایش را به بالاتر از دمای محیط برساند و این انرژی افزوده با تابش فروسرخ و آب شدن برف‌های اطرافش، از دست می‌رود.

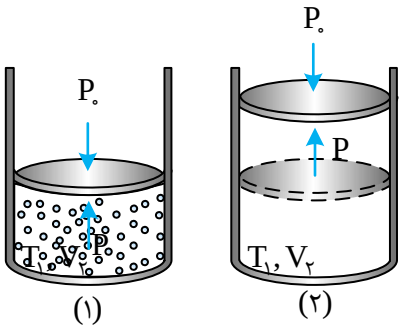
قوانین گازها

بررسی گاز در فشار ثابت، حجم ثابت

بررسی کلی رفتار گازها

همان‌طور که می‌دانیم حجم مقدار معینی گاز مثلاً یک کیلوگرم هلیم ثابت نیست و از ظرف دیگر تغییر می‌کند (حجم گاز همواره حجم ظرفی است که درون آن قرار دارد.) ویژگی‌های گاز از جمله تراکم‌پذیری آن موجود بروز رفتارهای جالبی بر اثر تغییر دما یا فشار یا حجم آن می‌شود. با یک آزمایش تغییر حجم گاز را برحسب تغییر دما در فشار ثابت بررسی می‌کنیم.

آزمایش ساده: مطابق شکل (۱) مقداری گاز درون یک استوانه با یک پیستون که آزادانه می‌تواند به بالا رانده می‌شود و در واقع حجم گاز (حجم استوانه در حالت جدید) افزایش می‌یابد. (شکل ۲) در این فرایند فشار گاز ثابت است (چون در هر دو حالت، پیستون آزاد، از بیرون تحت فشار ثابت هواست و مجموعه در حال تعادل است) نتیجه این‌که در فشار ثابت با افزایش دمای گاز، حجم گاز افزایش می‌یابد.

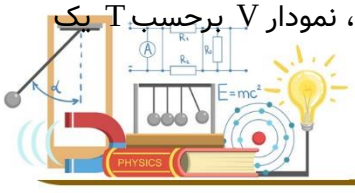


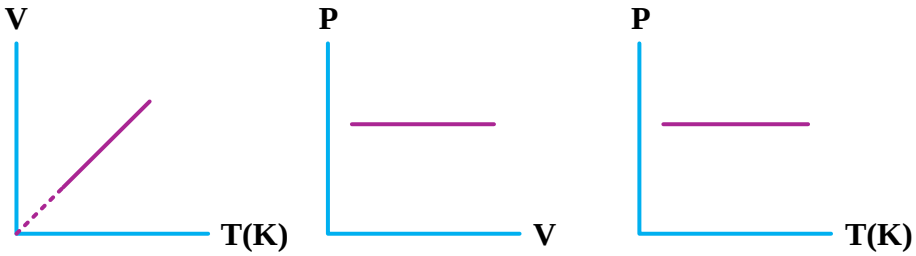
بررسی گاز در فشار ثابت: در فشار ثابت، حجم مقدار معینی گاز کامل با دمای مطلق آن نسبت مستقیم دارد. این رابطه را در حدود ۲۰۰ سال پیش ژاک شارل و ژوزف گیلوساک به‌طور مستقل از یکدیگر به‌دست آوردند که به قانون شارل – گیلوساک معروف است.

$$\text{فشار ثابت}:\Rightarrow \frac{V}{T}=\text{ثابت}\rightarrow \frac{V_1}{T_1}=\frac{V_2}{T_2}=\dots$$

به‌عبارتی در فشار ثابت اگر T ، n برابر شود، v نیز n برابر خواهد شد.

نمودارهای فرایند هم‌فشار به شکل زیر هستند. همان‌گونه که ملاحظه می‌شود، نمودار V برحسب T یک خط راست با شیب ثابت است که امتداد آن از مبدأ می‌گذرد.





نکته:

در استفاده از رابطهٔ $\frac{V_1}{T_1}=\frac{V_2}{T_2}$ به موارد زیر توجه کنید:

۱- یکای T الزاماً باید برحسب کلوین باشد و یکای V در طرفین رابطه یکسان باشد. (الزامی ندارد یکای V در SI باشد.)

۲- در حل مسائل دقت کنید تغییر دما برحسب درجهٔ سلسیوس و کلوین یکسان است. $\Delta T(K)=\Delta\theta(^\circ C)$

۳- طبق قاعدهٔ ریاضی $\frac{a}{b}=\frac{c}{d}\Leftrightarrow\frac{a-b}{b}=\frac{c-d}{d}$، اگر مقداری گاز از T_1 و V_1 به T_2 و V_2 تغییر کند، نسبت تغییرات یا درصد تغییرات هر کمیت در فشار ثابت، به‌صورت زیر قابل محاسبه است.

$$\frac{V_2}{V_1}=\frac{T_2}{T_1}\Rightarrow\frac{V_2-V_1}{V_1}=\frac{T_2-T_1}{T_1}\Rightarrow\frac{\Delta V}{V_1}=\frac{\Delta T}{T_1}$$

$$\text{درصد تغییر حجم}=\frac{\Delta V}{V_1}\times100\ \text{یا}\ (\frac{V_2}{V_1}-1)\times100\ \text{و درصد تغییر دما}=\frac{\Delta T}{T_1}\times100\ \text{یا}\ (\frac{T_2}{T_1}-1)\times100$$

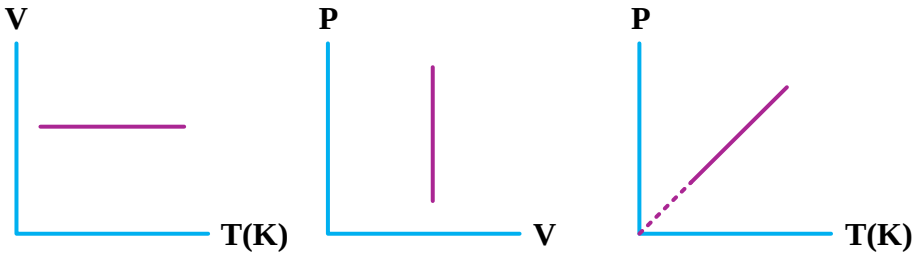
- **بررسی گاز در حجم ثابت:** اگر با حرارت دادن دمای گاز درون یک کپسول در بسته را افزایش دهیم، جنبش مولکول‌ها و در نتیجه فشار گاز افزایش می‌یابد، و با ادامهٔ افزایش دما ممکن است، آن‌قدر فشار گاز بالا رود که انفجار رخ دهد و یا برعکس اگر گاز درون کپسول را سرد کنیم، فشار گاز کاهش می‌یابد و اگر جدارهٔ ظرف ضعیف باشد، ممکن است در اثر فشار هوا له شود.
- **رابطهٔ فشار برحسب دما در حجم ثابت**

بررسی گاز در حجم ثابت: در حجم ثابت، فشار مقدار معینی گاز کامل با دمای مطلق آن نسبت مستقیم دارد.

$$\text{حجم ثابت}:\frac{P}{T}=\text{ثابت}\Rightarrow\frac{P_1}{T_1}=\frac{P_2}{T_2}=\dots$$

یعنی در حجم ثابت اگر دمای مطلق n برابر شود فشار نیز n برابر خواهد شد.

نمودارهای فرایند هم‌حجم به شکل زیر هستند. همان‌گونه که ملاحظه می‌شود، نمودار P برحسب T یک خط راست با شیب ثابت است که امتداد آن را از مبدأ می‌گذرد.



نکته:

۱- در رابطهٔ فوق T ، دمای مطلق گاز الزاماً برحسب کلوین است. اما کافی است یکای P در دو طرف یکسان باشد.

۲- نسبت و درصد تغییرات در حجم ثابت به‌صورت زیر قابل محاسبه است.

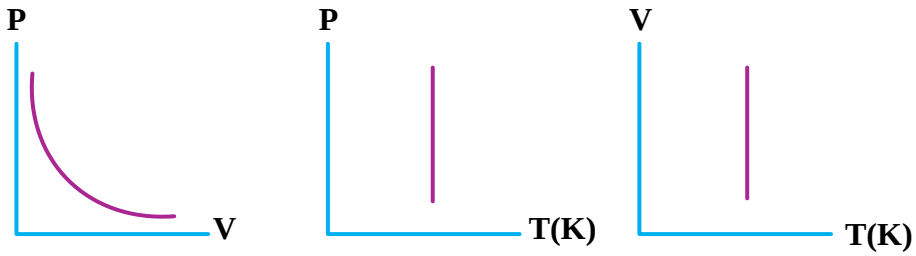
$$\text{درصد تغییر دما} = \frac{\Delta T}{T_1}\times 100 \text{ یا } (\frac{T_2}{T_1}-1)\times 100 \quad \text{و} \quad \text{درصد تغییر فشار} = \frac{\Delta P}{P_1}\times 100 \text{ یا } (\frac{P_2}{P_1}-1)\times 100$$

بررسی گاز در دمای ثابت

بررسی گاز در دمای ثابت: در دمای ثابت، فشار مقدار معینی گاز کامل با حجم آن نسبت وارون دارد. این رابطه را در حدود ۳۵۰ سال پیش رابرت بویل انگلیسی و امه ماریوت فرانسوی به‌طور مستقل از یکدیگر به‌دست آوردند که به قانون بویل – ماریوت مشهور است.

دما ثابت: $PV = \text{ثابت} \Rightarrow P_1V_1 = P_2V_2 = \dots$

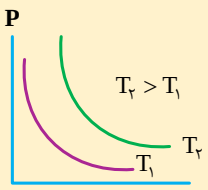
نمودارهای فرایند هم‌دما به شکل زیر هستند. همان‌گونه که ملاحظه می‌شود، نمودار P برحسب V به‌شکل یک منحنی هموگرافیک می‌باشد.



نکته:

۱- در رابطهٔ بالا الزاماً یکای کمیت‌های همسان در دو طرف یکسان است اما ضرورتی به در SI بودن آن‌ها نیست.

۲- در مقایسهٔ نمودار دو گاز در فرایند هم‌دما $(P-V)$ ، نمودار $T_2 > T_1$ بالاتر دمای بیشتری دارد.



تست ۳۷

تســت ۳۷: دمای ۳ گرم گاز هیدروژن را در فشــار ثابت از ۲۷ درجه سلسیوس به ۸۷ درجه‌ی سلسیوس می‌رسانیم. حجم گاز در این فرآیند چند درصد افزایش می‌یابد؟ (خارج تجربی ۹۴)

۱) ۱۵ ۲) ۲۰ ۳) ۲۵ ۴) ۳۰

تست ۳۸

اگر در حجم ثابت، دمای مقدار معینی گاز کامل را از $27^\circ C$ به $87^\circ C$ برســانیم، فشــار گاز چند درصــد افزایش می‌یابد؟ (تجربی داخل ۹۲)

۱) ۲۰ ۲) ۱۰ ۳) ۱۲ ۴) ۱۵

تست ۳۹

در دمای ثابت، حجم گاز کاملی ۶۰ درصــد تغییر می‌کند، در نتیجه فشار آن $15\times10^4 Pa$ افزایش می‌یابد. فشار اولیه‌ی گاز چند پاسکال بوده است؟ (تجربی ۹۵)

۱) 10^5 ۲) 2×10^5 ۳) $3/75\times10^4$ ۴) 9×10^4

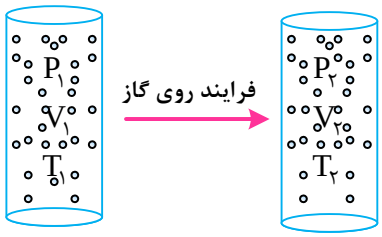
تست ۴۰

حجم حباب هوا در رســیدن از ته یک دریاچه تا سطح آب ۳ برابر می‌شود. اگر دمای آب ثابت فرض شود، عمق آب تقریباً چند متر اســت؟ (فشــار هوا برابر 10^5 پاســکال، چگالی آب $1000\frac{kg}{m^3}$ و $g=10\frac{N}{kg}$ فرض شود.) (خارج تجربی ۸۷)

۱) ۱۵ ۲) ۲۰ ۳) ۲۵ ۴) ۳۰

قانون گازهای آرمانی (کامل با جرم ثابت)

- **گاز کامل (آرمانی):** گازی را که به اندازهٔ کافی رقیق و یا چگالی آن به حد کافی کم باشد، یعنی مولکول‌های گاز آن‌قدر از هم دور باشند که باهم برهم کنش نداشته باشند، گاز کامل (آرمانی) می‌نامند.
- **قانون گاز کامل (آرمانی):** از ترکیب دو فرایند گاز در فشار ثابت $(\frac{V_1}{T_1}=\frac{V_2}{T_2})$ و دمای ثابت $(P_1V_1=P_2V_2)$ که توسط دانشمندانی مانند بویل، ماریوت، شارل و گیلوساک محقق شد، این قانون به‌صورت زیر بیان می‌شود. اگر برای مقدار معینی گاز کامل جرم و یا تعداد مول‌های آن ثابت باشد، نسبت $\frac{PV}{T}$ مقداری ثابت است. یعنی اگر فشار، حجم و دمای مطلق یک گاز کامل از وضعیت (P_2, V_2, T_2) تحول یابد، آنگاه داریم:



$$\frac{P_1V_1}{T_1}=\frac{P_2V_2}{T_2}=\dots$$

نکته:

۱- در این رابطه اگر را ثابت بگیریم، فرایند هم‌فشار $(\frac{V_1}{T_1}=\frac{V_2}{T_2})$ و اگر V را ثابت در نظر بگیریم فرایند هم‌حجم $(\frac{P_1}{T_1}=\frac{P_2}{T_2})$ و اگر T را ثابت در نظر بگیریم، فرایند هم‌دما $(P_1V_1=P_2V_2)$ را خواهیم داشت.

۲- در این‌جا نیز همواره T دمای مطلق برحسب است اما یکای کمیت‌های همسان P و V در دو طرف باید یکسان باشد.

تست ۴۱

درون استوانه‌ای ۴ لیتر گاز کامل در دمای $27C^\circ$ قرار دارد. فشارسنج، فشار گاز را $4atm$ نشان می‌دهد. اگر دمای گاز را به $87C^\circ$ و حجم آن را به ۸ لیتر برسانیم. فشارسنج فشار گاز را چند اتمسفر نشان می‌دهد؟ (فشار هوای بیرون $1atm$ است.) *(خارج ریاضی ۹۶)*

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

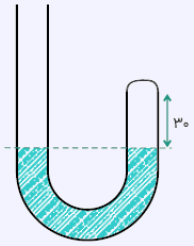
تست ۴۲

حجم گاز کاملی را نصف می‌کنیم و هم‌زمان دمای آن را از $27^\circ C$ به $627^\circ C$ می‌رسانیم، فشار گاز چند برابر می‌شود؟ (خارج تجربی ۹۳)

۱) $\frac{2}{3}$ ۲) $\frac{3}{2}$ ۳) ۴ ۴) ۶

تست ۴۳

در شکل زیر، در ابتدا ارتفاع جیوه در دو طرف لوله یکسان است و مقداری گاز کامل در طرف راست لوله محبوس است. اگر جیوه به شاخه‌ی سمت چپ افزوده شود، به طوری که اختلاف ارتفاع جیوه در دو طرف لوله به ۳۸ سانتی‌متر برسد، ارتفاع ستون گاز چند سانتی‌متر می‌شود؟ (فشار هوا ۷۶ سانتی‌متر جیوه است و دما ثابت فرض شود.) (تجربی داخل ۹۶)



۱) ۵ ۲) ۱۰
۳) ۱۵ ۴) ۲۰

قانون گازهای آرمانی (کامل) با در نظر گرفتن جرم گاز

- **قانون آووگادرو:** در دما و فشار یکسان، نسبت حجم گاز به تعداد مولکول آن (N) ثابت است.

$$\text{ثابت} = \frac{v}{n} \xrightarrow{N=n\times N_A} \text{ثابت} \Rightarrow \frac{V}{N} = \text{ثابت} \Rightarrow \text{(دما و فشار یکسان)}$$

- در هر مول گاز به تعداد عدد آووگادرو $(N_A = 6/02\times10^{23})$ مولکول وجود دارد.

گاز آرمانی: به گازهایی که به اندازه‌ی کافی رقیق و چگالی آن‌ها به حد کافی کم باشد، گاز آرمانی می‌گویند.

قانون گازهای آرمانی (کامل): طبق این قانون سه کمیت مربوط به گاز کامل یعنی سه کمیت فشار (P) و حجم (V) و دمای مطلق (T)، مستقل از هم نیستند و با رابطهٔ زیر به‌هم وابسته‌اند: $PV = nRT$

که در آن: P فشار گاز برحسب (Pa) و V حجم گاز برحسب (m^3) و n تعداد مول‌های گاز و R ثابت جهانی گازها: $R = 8/314 \frac{J}{mol.k}$ و T دمای مطلق گاز برحسب (K) است.

m_haghparast @haghparastphysics

رابطهٔ بین N و n و N_A : می‌دانیم در یک مول گاز تعداد $N_A = ۶/۰۲\times۱۰^{۲۳}$ (عدد آووگادرو) مولکول وجود دارد. بنابراین تعداد مولکول‌های گاز (N) در n مول گاز از تناسب سادهٔ مقابل به‌دست می‌آید:

۱ مول گاز	n
N_A تعداد	N

$$\Rightarrow N = n.N_A$$

مولکول‌های گاز (N) در n مول گاز از تناسب سادهٔ مقابل به‌دست می‌آید.

رابطهٔ m و M و n : اگر M جرم مولکولی گاز و m جرم معینی از گاز باشد. آن‌گاه $n = \frac{m}{M}$ خواهد بود.

نکته:

۱- هنگام محاسبهٔ یکی از کمیت‌های موجود در رابطهٔ $PV = nRT$ ، و استفاده از این رابطه، الزاماً کمیت‌ها باید در SI باشند.

۲- داریم: $۱m^۳ = ۱۰^۶ cm^۳$ و $۱L = ۱۰^۳ cm^۳$ و $۱m^۳ = ۱۰^۳ L$ و $۱atm = ۱۰^۵ Pa$

۳- برای دو گاز مختلف (ناهم جنس) در دو وضعیت متفاوت می‌توانیم، با تقسیم دو رابطه مسائل را حل کنیم (R ثابت است).

$$PV = nRT = \frac{P_۲}{P_۱}\times\frac{V_۲}{V_۱} = \frac{n_۲}{n_۱}\times\frac{T_۲}{T_۱}$$

٤- اگر دو گاز هم‌جنس باشند در این‌صورت جرم مولکولی آن‌ها (M) یکسان خواهد بود در این‌صورت با توجه به رابطهٔ $m = n.M$ تساوی $\frac{n_۲}{n_۱} = \frac{m_۲}{m_۱}$ برقرار است و خواهیم داشت:

۵- برای گازها شرایط متعارفی تعریف می‌شود که دمای گاز صفر درجهٔ سلسیوس $(۲۷۳K)$ و فشار $۱atm$ است. در این حالت حجم یک مول گاز $(n = ۱)$ برابر $۲۲/۴Lit$ خواهد بود.

در برخی موارد می‌توانیم مسائل را به کمک این شرایط متعارفی حساب کنیم (مثلاً مسائلی که R داده نشده باشد) و در این‌صورت خواهیم داشت:

شرایط متعارفی $(T_۰ = ۲۷۳K, P_۰ = ۱atm, V_۰ = ۲۲/۴Lit, n_۰ = ۱)$

شرایط دیگر (t, p, v, n) $\quad \frac{PV}{P_۰V_۰} = \frac{n}{n_۰}\times\frac{T}{T_۰}$

دقت کنید همان‌طور که قبلاً ذکر شد در تساوی نسبت‌ها (در تمام حالات) کافی است یکاهای همسان، در دو طرف تساوی یکسان باشد و فقط T استثنا است که الزاماً باید برحسب کلوین باشد.

- **مخلوط گازها در یک ظرف:** اگر در یک مخزن چه یک نوع گاز و چه مخلوطی از چند گاز وجود داشته باشد، در هر صورت قانون گازها صادق است. یعنی $PV = nRT$ ، بنابراین اگر دو (یا چند) گاز به جرم‌های $m_۱$ و $m_۲$ و جرم مولکول‌های $M_۱$ و $M_۲$ در یک مخزن به‌صورت مخلوط باشند ابتدا کل n را می‌یابیم سپس در قانون گازها قرار می‌دهیم:

$$n_{کل} = n_۱ + n_۲ = \frac{m_۱}{M_۱} + \frac{m_۲}{M_۲} \quad , \quad PV = nRT$$

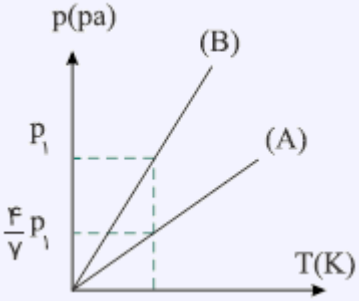
تست ۴۴

حجم گاز کاملی در فشـار $۱۰^{۵}Pa$ و دمای $۲۷^{\circ}C$، برابر $۱cm^{۳}$ اسـت. مقدار مولکول‌های گاز کدام است؟ ($R=۸\frac{j}{mol.K}$ و $۶\times۱۰^{۲۳}=$ عدد آووگادرو) *(ریاضی ۹۱)*

۱) $۲/۵\times۱۰^{۲۱}$ ۲) $۲/۵\times۱۰^{۱۹}$ ۳) $\frac{۱۰^{۱۳}}{۲۴}$ ۴) $\frac{۱۰^{۲۳}}{۲۴}$

تست ۴۵

اگر نمودار $(P-T)$ ۵ مول گاز کامل A به حجم ۱۰ لیتر و n مول گاز کامل B با حجم ۱۶ لیتر به‌صـورت شکل زیر باشد، n کدام است؟ *(ریاضی ۹۵)*



۱) ۱۰ ۲) ۱۴

۳) ۲۰ ۴) ۲۸

تست ۴۶

مخزنی بـا حجم ثـابت ۱۴ لیتر محتوی مخلوطی از ۶ گرم گاز هیدروژن و ۱۱۲ گرم گاز نیتروژن با دمای ۲۷ درجه‌ی سـلسـیوس است. فشار مخلوط گازها چند اتمسفر است؟ ($R=۸\frac{j}{mol.K}$ ، $۱atm=۱۰^{۵}Pa$ ،

$M_{H_۲}=۲\frac{gr}{mol}$ و $M_{N_۲}=۲۸\frac{g}{mol}$) *(ریاضی داخل ۹۶)*

۱) ۶ ۲) ۸ ۳) ۹ ۴) ۱۲

چگالی گازها، اتصال دو مخزن گاز، خروج یا ورود گاز

بررسی چگالی گازها

چگالی گاز: چگالی هر ماده از رابطهٔ $\rho = \frac{m}{v}$ به‌دست می‌آید.

برای مقداری گاز به جرم m و v با توجه به قانون گازها داریم:

$$PV = nRT \xrightarrow{n=\frac{m}{M}} PV = \frac{m}{M}RT \xrightarrow{\rho=\frac{m}{v}} \rho = \frac{m}{v} = \frac{PM}{RT}$$

در رابطهٔ به‌دست آمده برای یک گاز معین جرم مولکولی (M) و ثابت R است، بنابراین چگالی گاز با $\frac{P}{T}$ نسبت مستقیم خواهد داشت:

$$\rho = \frac{P}{T}\underbrace{\left[\frac{M}{R}\right]}_{\text{ثابت}} \Rightarrow \rho \alpha \frac{P}{T}$$

و در مقایسهٔ چگالی یک گاز در دو حالت داریم:

$$\rho = \frac{P}{T}\frac{M}{R} \Rightarrow \frac{\rho_2}{\rho_1} = \frac{P_2}{P_1} \times \frac{T_1}{T_2}$$

یعنی چگالی گاز با فشار گاز نسبت مستقیم دارد (هرچه فشرده‌تر، چگالی بیشتر) و با دمای مطلق گاز نسبت عکس خواهد داشت.

اتصال دو مخزن گاز، خروج یا ورود گاز

اگر مخزن a شامل n_1 مول گاز با مشخصات (P_1, V_1, T_1) را به مخزن b شامل n_2 مول گاز با مشخصات (P_2, V_2, T_2) متصل و گازها را مخلوط کنیم، در این‌صورت تعداد مول گاز مخلوط (n) برابر مجموع n_1 و n_2 و حجم مخلوط برابر $V = (V_1 + V_2)$ بوده و خواهیم داشت:

$$n_{\text{مخلوط}} = n_1 + n_2 \xrightarrow{PV=nRT \Rightarrow n=\frac{PV}{RT}} \frac{PV}{T} = \frac{P_1V_1}{T_1} + \frac{P_2V_2}{T_2} \quad (1)$$

دما و گرما

نکته:

۱- بسته به شرایط مسئله هر کمیتی که در قبل و بعد از مخلوط کردن، ثابت باشد از طرفین وسطین تساوی (۱) ساده خواهد شد.

۲- در صورتی که یکی از مخزن‌ها خالی باشد. در واقع حجم تغییر کرده است و خواهیم داشت:

$$\frac{PV}{T}=\frac{P_1(V_1+V_2)}{T_2}$$

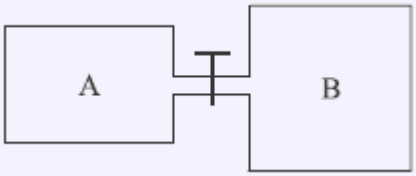
تست ۴U

در یک فرآیند هم‌فشـــار، دمای مطلق گاز ۲۵ درصـــد افزایش می‌یابد. چگالی این گاز چند درصـــد کاهش می‌یابد؟ *(خارج تجربی ۹۱)*

۱) ۲۰ ۲) ۲۵ ۳) ۷۵ ۴) ۸۰

تست ۴N

در شـــکل زیر، ظرف A به حجم ۲ لیتر حاوی گاز اکسیژن با دمای $47C^{\circ}$ و فشار ۴atm است. و ظرف B به حجم ۵ لیتر، کاملاً خالی اســـت اگر شـــیر راب را باز کنیم و دمای گاز در ظرف‌ها به ۷ درجه‌ی ســـلسیوس برسد، فشار گاز چند ؟ *(سراسری ریاضی ۹۴)*



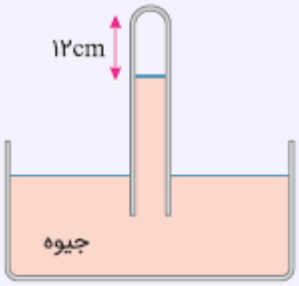
۱) ۰/۷۰ ۲) ۱/۲۵

۳) ۱ ۴) ۲

تست ۴۹

تســت ۴۹: در شــکل زیر، فشار هوا برابر ۷۶cmHg و فشار گاز محبوس در لوله ۲cmHg است. در دمای ثابت، لوله را چند سانتی‌متر بیشتر در جیوه فرو ببریم، تا فشار گاز درون لوله ۳cmHg شود؟

(کنکور سراسری علوم تجربی خارج از کشور ۱۴۰۰)

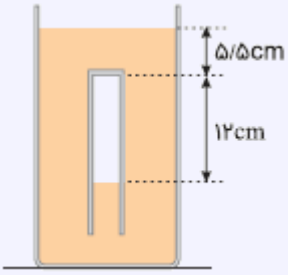


۱) ۴ ۲) ۵

۳) ۶ ۴) ۷

تست ۵۰

در شــکل زیر مایع درون ظرف، جیوه اســت و لوله‌ای که در آن هوا محبوس است به صورت وارونه درون جیوه نگه داشــته شده است. اگر فشار هوا ۷۵ سانتی‌متر جیوه باشد، انتهای لوله را در راستای قائم چند سانتی‌متر از سطح جیوه بالاتر ببریم تا جیوه درون ظرف و لوله در یک سطح قرار گیرند؟ (دما ثابت فرض شود.) *(کنکور سراسری ریاضی و فیزیک خارج از کشور ۱۴۰۰)*



۱) ۱۴/۸ ۲) ۱۸/۶

۳) ۲۰/۳ ۴) ۲۷/۲