



بخش آموزش رسانه تفریحی سنتر

کلیک کنید  www.tafrihicenter.ir/edu

نمونه سوال  گام به گام

امتحان نهایی  جزوه

دانلود آزمون های آزمایشی 

متوسطه اول : هفتم ... هشتم ... نهم

فصل چهارم : دما و گرما

تمرین ۱-۴ صفحه ۹۷



نشان دهید که تغییر دما در مقیاس‌های سلسیوس و کلونین با هم برابر است.

اگر T_1 و T_2 به ترتیب دمای اولیه و نهایی جسمی در مقیاس کلونین و θ_1 و θ_2 به ترتیب دمای اولیه و نهایی جسم در مقیاس سلسیوس باشد، می‌توان نوشت:

$$\begin{aligned} T_1 &= \theta_1 + 273 \\ T_2 &= \theta_2 + 273 \rightarrow T_2 - T_1 = (\theta_2 + 273) - (\theta_1 + 273) = \theta_2 + 273 - \theta_1 - 273 = \theta_2 - \theta_1 \\ \rightarrow T_2 - T_1 &= \theta_2 - \theta_1 \end{aligned}$$

تمرین ۲-۴ صفحه ۹۷



الف) دمای بدن یک انسان سالم تقریباً 37°C است. این دما را بر حسب کلونین و فارنهایت بنویسید.

$$\theta = 37^\circ\text{C} \begin{cases} T = \theta + 273 = 37 + 273 = 310\text{K} \\ F = \frac{9}{5}\theta + 32 = \frac{9}{5} \times 37 + 32 = 98.6^\circ\text{F} \end{cases}$$

ب) گرم‌ترین نقطه‌ی روی زمین، ناحیه‌ای در کویر لوت است که دمای آن تا حدود 70°C و سردترین نقطه در قطب جنوب است که دمای آن تا -89°C گزارش شده است. این دماها را بر حسب کلونین و فارنهایت به دست آورید.

$$\begin{aligned} \theta = 70^\circ\text{C} & \begin{cases} T = \theta + 273 = 70 + 273 = 343\text{K} \\ F = \frac{9}{5}\theta + 32 = \frac{9}{5} \times 70 + 32 = 158^\circ\text{F} \end{cases} \\ \theta = -89^\circ\text{C} & \begin{cases} T = \theta + 273 = -89 + 273 = 184\text{K} \\ F = \frac{9}{5}\theta + 32 = \frac{9}{5} \times (-89) + 32 = -128.2^\circ\text{F} \end{cases} \end{aligned}$$

فعالیت ۱-۴ صفحه ۹۷

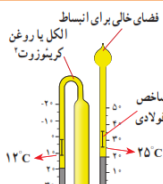


تحقیق کنید برای نگهداری یاخته‌های بنیادی بندناف خون، به چه دمایی نیازمندیم. این دما چگونه ایجاد و حفظ می‌شود؟
دمای نگهداری سلول‌های بند ناف در حدود -196°C است. این دما توسط نیتروژن مایع با نقطه‌ی جوش -196°C ایجاد می‌شود. در این حالت نیتروژن و سلول‌های بند ناف در تانک‌های خلاء که مبادله‌ی گرما با محیط را تقریباً به صفر می‌رسانند، نگهداری می‌شوند. در این تانک‌ها بین جداری داخلی و بیرونی خلاء وجود دارد.

فعالیت ۲-۴ صفحه ۹۹



نوع ویژه‌ای از دماسنج‌های مایعی که بیشینه و کمینه‌ی دما را در یک مدت زمان معین 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.



با خود بالا می‌برد. اگر سطح جیوه در لوله‌ی سمت راست پایین بیاید، شاخص فولادی که به آن فنرهای ریزی متصل است همراه با آن حرکت نمی‌کند و در همان محل قبلی خود در مقابل دمای بیشینه می‌ایستد. هنگامی که الکل به علت کاهش دما منقبض می‌شود جیوه از طرف چپ لوله U شکل بالا می‌رود و شاخص فولادی دیگر را در این طرف لوله به بالا می‌راند اگر سطح جیوه در لوله سمت چپ پایین بیاید. شاخص فولادی سمت چپ نیز که به آن فنرهای ریزی متصل است همراه با آن حرکت نمی‌کند و در همان محل قبلی خود در مقابل دمای کمینه می‌ایستد. در پایان مدت زمان مورد نظر، با استفاده از آهن‌ربا این دو شاخص به سطح جیوه برگردانده می‌شود. در شکل مقابل حداقل دما 0°C و حداکثر آن 30°C است.

صفحه ۱۰۰

پرسش ۱-۴



(الف) چرا بهتر است قفل و کلید یک در، هم جنس باشند؟

زیرا در این صورت در اثر تغییر دما، ابعاد هر دو به یک میزان تغییر کرده و کلید در قفل گیر نمی‌کند.

(ب) چرا در برخی از فصل‌های سال، بعضی از درب‌ها در چارچوب خود گیر می‌کنند؟

زیرا تغییرات دما در فصول مختلف سال، تغییرات متفاوتی را در ابعاد درب و چارچوب ایجاد کرده (این تغییر می‌تواند به دلیل تفاوت جنس درب و چارچوب باشد) و در نتیجه در گیر می‌کند.

صفحه ۱۰۰

فعالیت ۳-۴



(۱) شکل (الف) طرحی از دو قسمت متوالی خط آهن (ریل راه‌آهن) های قدیمی و شکل (ب) تصویر واقعی از آن را در گذشته نشان می‌دهد. اگر فاصله‌ی خالی بین این دو قسمت به حد کافی زیاد نمی‌بود، چه مشکلی پیش می‌آمد؟

تغییر طول هر بخش از ریل‌ها در اثر انبساط و انقباض ناشی از تغییرات دما، موجب وارد شدن نیرو به بخش‌های دیگر می‌شد و این نیرو باعث خمیده شدن ریل‌ها و یا جدا شدن اتصالات آن می‌شد.

(۲) امروزه بین قسمت‌های متوالی خط آهن فاصله‌ای در نظر گرفته نمی‌شود و این قسمت‌ها پشت سر هم جوشکاری می‌شوند. تحقیق کنید در این روش چگونه مشکل ناشی از انبساط در یک روز گرم تابستانی برطرف می‌شود؟

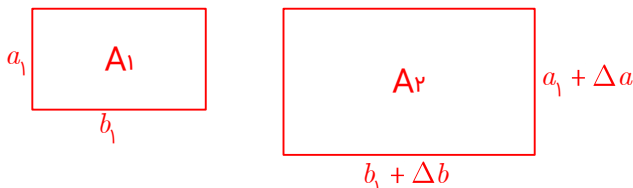
امروزه برای اتصال ریل‌ها به پایه‌های زیرین خطوط (به این پایه‌ها تراورس می‌گویند) از پیچ و مهره استفاده نمی‌شود بلکه ریل توسط بسط‌های فلزی محکمی به پایه‌ها می‌چسبد در نتیجه امکان انبساط طولی به هر میزان از دو طرف آزاد ریل که معمولاً در محل تعویض خطوط در ایستگاه‌ها است وجود دارد.

صفحه ۱۰۴

فعالیت ۴-۴



ورقه‌ای فلزی و مستطیلی شکل به اضلاع a_1 و a_2 را در نظر بگیرید. بر اثر افزایش دمای ΔT ، طول اضلاع مستطیل به اندازه‌ی Δa و Δb افزایش می‌یابند. اگر ضریب انبساط طولی ورقه α باشد، نشان دهید که افزایش مساحت این ورقه با تقریب مناسب از رابطه‌ی $\Delta A = 2\alpha A \Delta T$ به دست می‌آید.



$$A_p = (a_1 + \Delta a)(b_1 + \Delta b) = a_1 b_1 + a_1 \Delta b + b_1 \Delta a + \Delta a \Delta b$$

$$\left. \begin{aligned} \Delta a &= a_1 \alpha \Delta T \\ \Delta b &= b_1 \alpha \Delta T \end{aligned} \right\} \rightarrow A_p = a_1 b_1 + a_1 b_1 \alpha \Delta T + b_1 a_1 \alpha \Delta T + a_1 \alpha \Delta T b_1 \alpha \Delta T$$

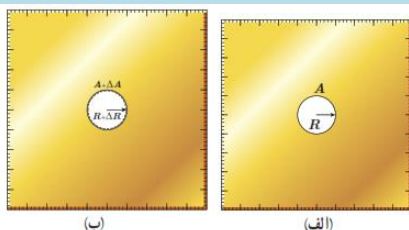
$$A_1 = a_1 b_1 \rightarrow A_p = A_1 + A_1 \alpha \Delta T + A_1 \alpha \Delta T + A_1 (\alpha \Delta T)^2$$

با توجه به کوچک بودن ضریب α از عبارت $A_1 (\alpha \Delta T)^2$ می‌توان صرف نظر کرد. در نتیجه:

$$A_p = A_1 + 2A_1 \alpha \Delta T \rightarrow A_p - A_1 = 2\alpha A_1 \Delta T \rightarrow \Delta A = 2\alpha A_1 \Delta T$$

صفحه ۱۰۴

تمرین ۳-۴



شکل‌های (الف) و (ب) نشان می‌دهند که وقتی روی یک ورقه‌ی فلزی حفره‌ای دایره‌ای داشته باشیم و ورقه را گرم کنیم، قطر (یا مساحت) حفره بزرگ می‌شود. فرض کنید جنس ورقه، برنجی است و حفره‌ای به قطر یک اینچ (۲/۵۴ cm) درون آن ایجاد شده است. وقتی دمای ورقه، 200°C افزایش یابد، افزایش مساحت حفره چقدر خواهد شد؟

$$\alpha = 19 \times 10^{-6} \frac{1}{K}, \quad R = 2/54 \div 2 = 1/27, \quad \Delta T = 200^\circ\text{C}$$

شعاع حفره ۱/۲۷ است. حال مساحت اولیه‌ی حفره را محاسبه می‌کنیم:

$$A_1 = \pi R^2 = 3/14 \times (1/27)^2 \simeq 5 \text{ cm}^2$$

$$\Delta A = 2\alpha A_1 \Delta T = 2 \times 19 \times 10^{-6} \times 5 \times 200 = 2 \times 19 \times 5 \times 2 \times 10^{-4} = 380 \times 10^{-4} = 38 \times 10^{-3} \text{ cm}^2 \rightarrow \Delta A = 3/8 \times 10^{-2} \text{ cm}^2$$

صفحه ۱۰۶

فعالیت ۵-۴



آزمایشی را طراحی و اجرا کنید که با آن بتوانید حجم گلیسیرین سرریز شده در مثال ۴-۴ را اندازه بگیرید. سپس از روی آن، ضریب انبساط حجمی گلیسیرین را تعیین کنید.

وسایل آزمایش: گلیسیرین، استوانه‌ی مدرج، دریوش پلاستیکی استوانه‌ی مدرج با دو سوراخ، دماسنج، لوله‌ی مدرج، چراغ الکلی و پایه.

شرح آزمایش: داخل استوانه‌ی مدرج تا حجم 100 cm^3 گلیسیرین می‌ریزیم. $V_1 = 100 \text{ cm}^3$. دماسنج و لوله‌ی مدرج را از سوراخ‌های دریوش عبور داده و دریوش را بر روی ظرف طوری قرار می‌دهیم که سطح گلیسیرین را به طور کامل بپوشاند. دمای اولیه‌ی گلیسیرین را با دماسنج اندازه‌گیری می‌کنیم. ($\theta_1 = 20^\circ\text{C}$)

ظرف را بر روی پایه قرار داده و توسط چراغ به آن گرما می‌دهیم تا دمای آن به 60°C برسد ($\theta_2 = 60^\circ\text{C}$). گلیسیرین منبسط شده و از لوله‌ی مدرج بالا می‌آید. حجم گلیسیرین منبسط شده در دمای 60°C را توسط لوله‌ی مدرج مشخص می‌کنیم. ($\Delta V = 2 \text{ cm}^3$) حال با کمک رابطه $\Delta V = \beta V_1 \Delta T$ ضریب انبساط حجمی گلیسیرین را محاسبه می‌کنیم:

$$V_1 = 100 \text{ cm}^3, \quad \theta_1 = 20^\circ\text{C}, \quad \theta_2 = 60^\circ\text{C}, \quad \Delta T = \Delta \theta = 40^\circ\text{C}, \quad \Delta V = 2 \text{ cm}^3$$

$$\Delta V = \beta V_1 \Delta T \rightarrow 2 = \beta \times 100 \times 40 \rightarrow \beta = \frac{2}{4000} \rightarrow \beta = 5 \times 10^{-4} = 5/0 \times 10^{-4} \frac{1}{K}$$

صفحه ۱۰۶

تمرین ۴-۴



افزایش دما که به طور معمول موجب افزایش حجم اجسام می‌شود، بر جرم آنها تأثیری ندارد. به همین دلیل انتظار داریم که

الف) رابطه‌ی چگالی با تغییر دما را به دست آورید.

$$V_\nu = V_1 + \Delta T = V_1 + \beta V_1 \Delta T = V_1(1 + \beta \Delta T) \rightarrow V_\nu = V_1(1 + \beta \Delta T) \rightarrow \frac{m}{\rho_\nu} = \frac{m}{\rho_1}(1 + \beta \Delta T)$$

$$\rightarrow \frac{1}{\rho_\nu} = \frac{1 + \beta \Delta T}{\rho_1} \rightarrow \rho_\nu = \frac{\rho_1}{1 + \beta \Delta T}$$

ب) نشان دهید با تقریب مناسبی می‌توان چگالی جسم را از رابطه‌ی $\rho_\nu = \rho_1(1 - \beta \Delta T)$ نیز به دست آورد.

عبارت را در $\frac{1 - \beta \Delta T}{1 - \beta \Delta T}$ ضرب می‌کنیم:

$$\rho_\nu = \frac{\rho_1}{1 + \beta \Delta T} \times \frac{1 - \beta \Delta T}{1 - \beta \Delta T} = \frac{\rho_1(1 - \beta \Delta T)}{1 - (\beta \Delta T)^2}$$

با توجه به اینکه $(\beta \Delta T)^2$ مقدار کوچکی است می‌توان از آن صرف نظر کرد. $(\beta \Delta T)^2 \simeq 0$ بنابراین:

$$\rho_\nu = \frac{\rho_1(1 - \beta \Delta T)}{1 - 0} \rightarrow \rho_\nu = \rho_1(1 - \beta \Delta T)$$

صفحه ۱۰۸

فعالیت ۶-۴



وقتی آب در یک ظرف روباز یخ می‌بندد معمولاً یک برآمدگی مرکزی ایجاد می‌شود. در این مورد تحقیق کنید.
یخ زدن از سطح آب شروع شده و نقاطی که نزدیک به دیواره‌های ظرف هستند سریع‌تر یخ می‌زنند (چون رسانندگی گرمایی جامدها بیشتر از مایع‌ها است مولکول‌های آب نزدیک دیواره سریع‌تر گرمای خود را از دست می‌دهند) می‌دانیم با کاهش دمای آب از 4°C تا 0°C حجم آب افزایش می‌یابد. پس در حین یخ زدن آب از طرف دیواره‌ها حجم نیز افزایش می‌یابد. چون مایع‌ها تراکم ناپذیرند این افزایش حجم به تدریج به نقطه‌ی میانی ظرف منتقل و باعث بالا آمدن سطح آب در حین انجام می‌شود.

صفحه ۱۰۹

پرسش ۲-۴



الف) منظور از این جمله که «دماسنج‌های معمولی دمای خودشان را اندازه‌گیری می‌کنند» چیست؟
چون در اندازه‌گیری دما، دماسنج و محیط به تعادل گرمایی رسیده و هم دما می‌شوند، دماسنج‌ها با نشان دادن دمای خودشان، دمای محیط را نیز نشان می‌دهند.

ب) در یک کلاس درس میز، صندلی، دانش‌آموز، تخته، شیشه پنجره و... وجود دارد. در یک روز زمستانی، دمای کدام یک از آنها بیشتر از دمای هوای اتاق است؟ دمای کدام یک کمتر از دمای هوای اتاق است؟

بدن انسان چون منبع تولید گرماسات دمایی بیشتر از دمای هوای کلاس دارد. اجسامی مثل شیشه و پنجره که به هوای بیرون در ارتباط هستند نیز به دلیل مبادله‌ی گرما با بیرون دمای کمتری نسبت به دمای هوای کلاس دارند. سایر اجسام داخل کلاس نیز چون همگی با هوای کلاس در تعادل گرمایی هستند دمای ثابتی دارند.

پ) در شکل ۴-۱۷ میانگین انرژی جنبشی ذرات دو جسم چگونه تغییر کرده است؟

با رسیدن به تعادل گرمایی، میانگین انرژی جنبشی ذرات جسم گرم کاهش و جسم سرد افزایش می‌یابد.

صفحه ۱۱۱

پرسش ۳-۴



چندگوی فلزی از جنس‌های مختلف، مثلاً از آلومینیم، فولاد، برنج، مس، سرب و... را اختیار می‌کنیم که همگی جرم یکسانی داشته باشند. گوی‌ها را توسط ریسمان‌هایی داخل ظرف



و آنها را روی یک ورقه‌ی پارافین قرار می‌دهیم. به نظر شما کدام گوی، پارافین بیشتری را ذوب می‌کند و علت آن چیست؟ این آزمایش را نخستین بار فیزیک‌دان ایرلندی، جان تیندال (۱۸۹۳-۱۸۲۰م) طراحی و اجرا کرد.

گویی که گرمای ویژه‌ی بیشتری دارد پارافین بیشتری را ذوب می‌کند. زیرا اجسامی که گرمای ویژه‌ی بالاتری دارند در زمان سرد شدن گرمای بیشتری را به محیط و اجسامی که در تماس با آنها هستند منتقل می‌کنند.

ک صفحه ۱۱۴

تمرین ۵-۴



جسمی به جرم 250 kg و دمای 3°C را درون ظرف عایقی حاوی 500 kg آب 25°C می‌اندازیم. پس از چند دقیقه دمای تعادل را اندازه می‌گیریم. دمای تعادل 21°C می‌شود. گرمای ویژه‌ی جسم را محاسبه کنید. از تبادل گرما بین ظرف و سایر اجسام چشم‌پوشی کنید.

$$\text{آب: } c = 4200 \frac{\text{J}}{\text{kg}^\circ\text{C}}$$

ابتدا خلاصه اطلاعات مسئله را به صورت زیر می‌نویسیم:

$$\left. \begin{array}{l} \text{جسم: } m_1 = 250 \text{ kg}, \theta_1 = 3^\circ\text{C}, c_1 = ? \\ \text{آب: } m_2 = 500 \text{ kg}, \theta_2 = 25^\circ\text{C}, c_2 = 4200 \frac{\text{J}}{\text{kg}^\circ\text{C}} \end{array} \right\} \xrightarrow{\text{دمای تعادل}} \theta = 21^\circ\text{C}$$

چون جسم و آب به تعادل گرمایی رسیده‌اند، می‌توان نوشت:

$$Q_{\text{آب}} + Q_{\text{جسم}} = 0 \rightarrow m_1 c_1 (\theta - \theta_1) + m_2 c_2 (\theta - \theta_2) = 0$$

$$\rightarrow 250 \times c_1 \times (21 - 3) + 500 \times 4200 \times (21 - 25) = 0$$

$$4/5 c_1 - 84000 = 0 \rightarrow 4/5 c_1 = 84000 \rightarrow c_1 = \frac{84000 \times 5}{4} \simeq 105000 \frac{\text{J}}{\text{kg}^\circ\text{C}}$$

ک صفحه ۱۱۷

فعالیت ۷-۴



در نقطه‌ی سه‌گانه‌ی آب، سه فاز آب در تعادل‌اند.

نقطه‌ی ذوب یخ در فشار 1 atm برابر 0°C است. برای آب نقطه‌ای موسوم به نقطه‌ی سه‌گانه وجود دارد که در آن سه حالت یخ، آب و بخار در تعادل‌اند. دمای این نقطه 0°C است. تحقیق کنید برای رسیدن به این نقطه به چه فشاری نیاز است؟

نقطه سه‌گانه آب نقطه ثابتی است که در آن یخ، آب و بخار در حال تعادل قرار دارند. این حالت فقط در فشار معینی حاصل می‌شود. فشار بخار آب در نقطه سه‌گانه $4/58$ میلی‌مترجیوه یا 612 پاسکال است.

ک صفحه ۱۱۷

فعالیت ۸-۴



برف و یخ دو شکل آشنای حالت جامد آب هستند، اما با وجود این، ظاهر متفاوتی دارند. دلیل این امر را تحقیق کنید.

علت این تفاوت مربوط به نحوه‌ی فرآیند تشکیل برف و یخ است. در تشکیل برف، هوای سرد، مولکول‌های بخار آب را به کریستال‌های یخ تبدیل می‌کند. این کریستال‌ها در مسیر فرود به زمین با مولکول‌های بخار آب برخورد می‌کنند. به محض برخورد بخار آب با کریستال، بخار آب حالت گازی خود را از دست داده و به کریستال جامد تبدیل شده و به هسته‌ی دانه‌ی برف می‌پیوندد. این فرآیند مدام تکرار و دانه‌های بزرگ‌تری از برف ساخته می‌شود. ولی در فرایند شکل‌گیری یخ، مولکول‌های مایع از ابتدا در کنار هم قرار دارند، و با سرد شدن، ساختار یخ را تشکیل می‌دهند.



فعالیت ۹-۴

صفحه ۱۱۹

تحقیق کنید وجود ناخالصی در مایع چه تأثیری بر نقطه‌ی انجماد آن دارد؟

وجود ناخالصی موجب می‌شود که مایع، نقطه‌ی انجماد مشخصی نداشته و انجماد در گستره‌ای دماها رخ دهد. مثلاً هنگام یخ زدن آب نمک، اولین بلورها در دمای کمتر از 0°C تشکیل می‌شود و انجماد کامل در دماهای کمتر، (تا -18°C) روی می‌دهد.



فعالیت ۱۰-۴

صفحه ۱۲۰

الف) بررسی کنید از دیدگاه مولکولی، افزایش دما و افزایش مساحت سطح مایع چگونه بر آهنگ تبخیر سطحی مایع اثر می‌گذارد؟ با افزایش دما جنبش مولکولی افزایش یافته و مولکول‌های بیشتری تندی کافی را برای جداشدن از سطح مایع پیدا می‌کنند. بنابراین آهنگ تبخیر سطحی افزایش می‌یابد. با افزایش مساحت مایع، تعداد مولکول‌های جدا شده از سطح نیز بیشتر می‌شود، در نتیجه آهنگ تبخیر سطحی افزایش می‌یابد.

ب) با بررسی تبخیر سطحی در شرایط مختلف سعی کنید از راه تجربه، عامل یا عامل‌های دیگری را پیدا کنید که بر آهنگ تبخیر سطحی مؤثر باشند؟

۱- جنس مایع: تبخیر سطحی در برخی مایع‌ها بیشتر از سایر مواد است. مثلاً تبخیر سطحی در الکل بسیار بیشتر از آب است.
۲- فشار سطح مایع: فشار سطح مایع و تبخیر سطحی نسبت عکس دارند، یعنی کاهش فشار بر سطح مایع‌ها باعث افزایش آهنگ تبخیر سطحی می‌شود. بنا بر همین قاعده، جریان هوا هم می‌تواند بر آهنگ تبخیر سطحی مؤثر باشد. طبق اصل برنولی، جریان هوا بر روی سطح مایع باعث کاهش فشار هوا در سطح مایع و در نتیجه افزایش آهنگ تبخیر سطحی می‌شود.

پ) تحقیق کنید کوزه‌های سفالی چگونه می‌توانند آب داخل خود را خنک کنند؟
کوزه‌های سفالی مولکول‌های آب را از داخل به سطح خارجی خود منتقل می‌کنند و چون تبخیر فرآیندی گرماگیر است این مولکول‌ها برای تبخیر شدن، از سطح کوزه گرما گرفته و آب درون کوزه خنک می‌شود.



فعالیت ۱۱-۴

صفحه ۱۲۱

از تفاوت نقطه‌ی جوش اجسام مختلف در صنعت، استفاده‌ی زیادی می‌شود. تحقیق کنید چگونه از این ویژگی برای جدا کردن محصولات نفتی استفاده می‌شود؟

در این روش مخلوط مواد و محصولات نفتی را گرما می‌دهند. از آنجا که دمای جوش اجزای تشکیل دهنده‌ی مخلوط متفاوت است، بخارهای نفتی ایجاد شده در دماهای مختلف، هر یک مربوط به جزء خاصی از اجزای مخلوط است که طی فرایند میعان و تقطیر، جمع‌آوری می‌شوند.



پرسش ۴-۴

صفحه ۱۲۱

چرا در جدول ۴-۵ گرمای تبخیر آب با افزایش دمای آن کاهش می‌یابد؟

با افزایش دما جنبش مولکولی و تندی حرکت مولکول‌ها افزایش یافته در نتیجه پیوند بین آنها سست‌تر می‌شود و مولکول‌ها برای جدا شدن از سطح به انرژی کمتری نیاز دارند؛ بنابراین با افزایش دمای آب گرمای کمتری برای تبخیر آن نیاز است.



پرسش ۵-۴

صفحه ۱۲۳

الف) چرا غذا در دیگ زودپز، زودتر پخته می‌شود؟

بسته بودن در دیگ زودپز باعث محبوس شدن بخار آب در آن و افزایش فشار در سطح مایع می‌شود. بنابراین نقطه جوش مایع

در ارتفاعات به دلیل کاهش فشار هوا نقطه‌ی جوش آب پایین می‌آید. در نتیجه تخم‌مرغ در دمای کمتری قرار می‌گیرد و دیرتر پخته می‌شود. کوهنوردان برای رفع این مشکل تخم‌مرغ‌ها را در ظروف در بسته می‌جوشانند زیرا با بسته شدن در ظرف فشار هوا و در نتیجه نقطه جوش افزایش می‌یابد.

صفحه ۱۲۴

تمرین ۶-۴



قطعه یخی به جرم 1 kg و دمای اولیه‌ی -20°C را آن قدر گرم می‌کنیم تا تمام آن تبدیل به بخار 100°C شود. کل گرمای مورد نیاز برای این تبدیل چند کیلوژول است؟

$$L_F = 334 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}, \quad c_{\text{یخ}} = 2100 \frac{\text{J}}{\text{kg}^\circ\text{C}}, \quad L_V = 2256 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}, \quad c_{\text{آب}} = 4200 \frac{\text{J}}{\text{kg}^\circ\text{C}}$$

مراحل طی شده در این فرآیند به صورت زیر است:



به منظور سهولت در محاسبات نتایج را بر حسب کیلوژول می‌نویسیم:

$$Q_1 = mc\Delta\theta = 1 \times 2100 \times (0 - (-20)) = 42000 \text{ J} = 42 \text{ kJ}$$

$$Q_2 = mL_F = 1 \times 334 = 334 \text{ kJ}$$

$$Q_3 = mc\Delta\theta = 1 \times 4200(100 - 0) = 420000 \text{ J} = 420 \text{ kJ}$$

$$Q_4 = mL_V = 1 \times 2256 = 2256 \text{ kJ}$$

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 = 42 + 334 + 420 + 2256 = 3052 \text{ kJ} \rightarrow Q = 3 / 1 \times 10^3 \text{ kJ}$$

صفحه ۱۲۴

فعالیت ۱۲-۴



در مورد ایجاد شبنم صبحگاهی روی گیاهان تحقیق کنید.

صبحگاهان قبل از طلوع خورشید خنک‌ترین زمان شبانه‌روز است. زیرا بیشترین فاصله‌ی زمانی را از زمان تابش خورشید به زمین دارد. در صبحگاهان بخار آب موجود در هوا در اثر برخورد بار سطوح سردتر مثل شاخه و برگ گیاهان با از دست دادن گرما و طی فرآیند میعان به مایع تبدیل شده و شبنم صبحگاهی ایجاد می‌شود.

صفحه ۱۲۴

فعالیت ۱۳-۴



در فرآیندهای تغییر حالت (تغییر فاز) دما تغییر نمی‌کند، اما انرژی درونی ماده تغییر می‌کند. در این باره تحقیق کنید.

انرژی درونی مجموع انرژی‌های جنبشی همه‌ی اتم‌ها و مولکول‌های تشکیل دهنده جسم و انرژی پتانسیل مربوط به برهم کنش‌های اتم‌ها و مولکول‌های آنهاست. وقتی جسم گرم می‌شود، چون انرژی جنبشی ذرات تشکیل دهنده‌ی آن افزایش می‌یابد، انرژی درونی آن بیشتر می‌شود. اما در زمان تغییر حالت ماده، چون گرمای داده شده صرف غلبه بر نیروهای بین مولکولی می‌شود انرژی جنبشی متوسط مولکول‌ها تغییر نمی‌کند، بنابراین دما ثابت می‌ماند ولی چون با از بین رفتن نیروهای بین مولکولی، انرژی پتانسیل آنها افزایش می‌یابد انرژی درونی بیشتر می‌شود.

صفحه ۱۲۶

پرسش ۶-۴



برخی آشپزها برای آنکه سیب‌زمینی زودتر آب‌پز شود، ابتدا چند سیخ کوچک فلزی درون سیب‌زمینی فرو می‌کنند و بعد آن را در

آب انداخته و می‌پزد. علت این کار چیست؟

چون فلزات رساناهای گرمایی خوبی هستند، گرما از طریق این میله‌های فلزی به داخل سیب‌زمینی منتقل شده و سیب‌زمینی زودتر پخته می‌شود.

صفحه ۱۲۷

تمرین ۷-۴



مساحت استخری با کف تخت، ۸۲۰ متر مربع و عمق آن ۲/۰ متر است. در یک روز گرم دمای سطح آب 25°C و دمای کف آب 12°C است. آهنگ رسانش گرمایی از سطح استخر به کف آن چقدر است؟

$$k = 0.6 \frac{\text{W}}{\text{m.K}}, \quad A = 820 \text{ m}^2, \quad L = 2 \text{ m}, \quad T_H - T_L = 25 - 12 = 13 \text{ K}$$

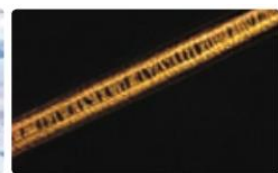
$$H = k \frac{A(T_H - T_L)}{L} = \frac{0.6 \times 820 \times 13}{2} = 3198 \rightarrow H = 3/2 \times 10^3 \text{ W}$$

صفحه ۱۲۷

فعالیت ۱۴-۴



موهای خرس قطبی تو خالی هستند. تحقیق کنید این موضوع چه نقشی در گرم نگه داشتن بدن خرس در سرمای قطب دارد؟ از آنجا که بخش عمده‌ای از گرمای بدن جانداران از طریق فرآیند رسانش به بیرون منتقل می‌شود و این فرآیند نیاز به محیط مادی دارد، توخالی بودن موهای خرس قطبی انتقال گرما به طریق رسانش را از بدن جاندار به حداقل می‌رساند.



تصویری بسیار بزرگ شده از موی یک خرس قطبی

صفحه ۱۲۹

پرسش ۷-۴



به نظر شما چه ارتباطی بین انتقال گرما به روش همرفت و ضریب انبساط حجمی، برای یک مایع وجود دارد؟ هرچه ضریب انبساط حجمی یک مایع بیشتر باشد پدیده همرفت با سرعت بیشتری در آن ماده رخ می‌دهد. چون پدیده همرفت به علت اختلاف چگالی بین شاره گرم و شاره سرد روی می‌دهد، این اختلاف چگالی در مایعاتی که ضریب انبساط حجمی بزرگ‌تری دارند بیشتر است.

صفحه ۱۲۹

فعالیت ۱۵-۴



چهار بطری شیشه‌ای یکسان، دو رنگ جوهر قرمز و آبی، دو کارت ویزیت مقوایی و آب بسیار سرد و بسیار گرم تهیه کنید. در دو تا از بطری‌ها جوهر آبی و در دو بطری دیگر جوهر قرمز بریزید. سپس بطری‌های آبی را با آب خیلی سرد و بطری‌های قرمز را با آب خیلی گرم پر کنید. اکنون در حالی که دهانه‌ی یک بطری قرمز را با کارت ویزیت گرفته اید، دهانه‌ی آن را دقیقاً روی دهانه‌ی یک بطری آب قرار دهید و سپس کارت را بیرون بکشید. همین آزمایش را به طور معکوس نیز انجام دهید؛ یعنی این بار، یک بطری آبی رنگ که دهانه‌ی آن با کارت پوشیده شده است را روی دهانه‌ی یک بطری قرمز رنگ قرار دهید و سپس کارت را بیرون بکشید. مشاهدات خود را توضیح دهید. از این آزمایش چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟



اگر بطری قرمز بالا باشد، با بیرون کشیدن کارت، رنگ‌ها به حالت اولیه خود باقی مانده و ترکیب نمی‌شوند. ولی اگر بطری آبی بالا باشد با بیرون کشیدن کارت، رنگ آبی به سمت پایین و رنگ قرمز به طرف بالا حرکت کرده و رنگ‌ها ترکیب می‌شوند.



فعالیت ۴-۱۶

صفحه ۱۳۱

رادیومتر وسیله‌ای است که از یک حباب شیشه‌ای تشکیل شده است که درون آن چهار پره‌ی فلزی قائم قرار دارد که می‌توانند حول یک محور (سوزن عمودی) بچرخند. دو وجه هر چهار پره، یک در میان سفید و سیاه است. وقتی این وسیله کنار یک چشمه‌ی نور قرار گیرد، پره‌ها حول سوزن عمودی می‌چرخند و هر چه شدت نور بیشتر باشد، این چرخش سریع‌تر است. در مورد چرخش پره‌ها تحقیق کنید.



در این وسیله یک طرف هر پره سفید و طرف دیگر سیاه است. زمانی که این پره‌ها در مقابل نوری که از یک جسم گرم تابش می‌کند قرار می‌گیرند می‌چرخند، جهت چرخش به گونه‌ای است که سمت سیاه‌پره‌ها از نور دور و سمت سفید به نور نزدیک می‌شوند. در این وسیله گرما از طریق تابش امواج الکترومغناطیسی به سمت سیاه هر پره که گرمای بیشتری را جذب می‌کند منتقل و سبب گرم شدن پره و مولکول‌های هوای اطراف آن می‌شود، با گرم شدن مولکول‌های هوا انرژی جنبشی آنها افزایش یافته و این مولکول‌ها به سطح پره سیاه برخورد کرده و ضربه می‌زنند که باعث حرکت پره سیاه می‌شود.

اگر داخل این وسیله خلاء کامل باشد مولکول‌های هوایی وجود ندارد که باعث حرکت پره‌ها شود و برعکس اگر با هوای تحت فشار جو پر شده باشد انباشت مولکول‌های هوا مانع از انتقال انرژی جنبشی مولکول‌های هوا به سطح پره برای چرخش می‌شود.



فعالیت ۴-۱۷

صفحه ۱۳۵

سر سرنگی را که پیستون آن آزادانه حرکت می‌کند به فشارسنجی می‌بندیم و آن را به طور افقی درون ظرف آبی می‌گذاریم و ظرف را به آرامی گرم می‌کنیم. توضیح دهید کدام یک از کمیت‌های دما، حجم، فشار و مقدار هوای درون سرنگ تغییر می‌کند و تغییر آنها چگونه است؟



- ۱) دمای هوای داخل سرنگ افزایش می‌یابد چون هوای سرنگ با آب داخل ظرف به تعادل گرمایی می‌رسد.
- ۲) فشار هوای درون سرنگ ثابت می‌ماند و مقدار آن برابر با مقدار فشاری است که از طرف آب و هوای بالای آن به سرنگ وارد می‌شود.
- ۳) حجم هوای سرنگ افزایش می‌یابد. چون در فشار ثابت، حجم و دمای گاز نسبت مستقیم دارند. با افزایش دما، حجم گاز هم افزایش می‌یابد.
- ۴) مقدار هوای داخل سرنگ تغییر نمی‌کند زیرا هوایی از سرنگ خارج نمی‌شود.



فعالیت ۴-۱۸

صفحه ۱۳۸

با وجود تلاش در جهت ثابت نگه داشتن فشار هوای درون هواپیما، همواره مقدار آن کمتر از فشار هوای روی زمین است. وقتی هواپیما بالا می‌رود و فشار هوا کم می‌شود، بسته‌های نوشیدنی یا دسر باد می‌کنند و حتی گاهی درشان باز می‌شود. با فرض ثابت بودن دما، این پدیده را توضیح دهید.

چون این نوشیدنی‌ها بر روی زمین پر می‌شوند، فشار هوای داخل آنها به اندازه‌ی فشار در سطح زمین است. زمانی که فشار هوای بیرون بسته‌ها کاهش می‌یابد، اختلاف فشار ایجاد شده بین داخل و بیرون نیرویی به در و دیواره بسته‌ها وارد و باعث باد کردن دیواره‌ها و باز شدن دربسته می‌شود.

پرسش‌ها و مسئله‌های فصل ۴

۱-۴ دماسنجی

(۱) دماهای زیر را بر حسب درجه‌ی سلسیوس و فارنهایت مشخص کنید.

الف) $0^\circ K$ $\begin{cases} \theta = 0 - 273 = -273^\circ C \\ F = \frac{9}{5} \times (-273) + 32 = -459 / ^\circ F \end{cases}$

ب) $273^\circ K$ $\begin{cases} \theta = 273 - 273 = 0^\circ C \\ F = \frac{9}{5} \times 0 + 32 = 32^\circ F \end{cases}$

پ) $373^\circ K$ $\begin{cases} \theta = 373 - 273 = 100^\circ C \\ F = \frac{9}{5} \times 100 + 32 = 212^\circ F \end{cases}$

ت) $546^\circ K$ $\begin{cases} \theta = 546 - 273 = 273^\circ C \\ F = \frac{9}{5} \times 273 + 32 = 523 / ^\circ F \end{cases}$

(۲) برای اندازه‌گیری دمای یک جسم توسط دماسنج به چه نکاتی باید توجه کنیم؟ (راهنمایی: به نکاتی که در فصل ۱ خواندید نیز توجه کنید.)

در اندازه‌گیری دمای یک جسم با دماسنج مدرج:

(۱) جسم در تماس با مخزن دماسنج‌های جیوه‌ای و الکلی قرار گیرد.

(۲) بعد از تماس جسم با دماسنج مدتی صبر کرد تا جسم و دماسنج به تعادل گرمایی برسند.

(۳) چشم در وضعیت عمود بر دماسنج‌های مدرج قرار گیرد تا اعداد به درستی خوانده شوند.

(۴) اندازه‌گیری دما را باید چند بار تکرار کرد و اعدادی که فاصله زیادی با سایر اعداد دارند، کنار گذاشته و میانگین آنها را به عنوان نتیجه پذیرفت.

۲-۴ انبساط گرمایی

(۳) شکل روبه‌رو، یک خط‌کش فلزی را که در آن سوراخی ایجاد شده است در دو دمای متفاوت نشان می‌دهد (برای روشن بودن مطلب، انبساط به صورت اغراق آمیزی رسم شده است). از این شکل چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟



انبساط گرمایی در همه ابعاد (طول، سطح و حجم) ایجاد می‌شود و اگر حفره‌ای در جسمی وجود داشته باشد، اندازه حفره هم به همان نسبت افزایش پیدا می‌کند.

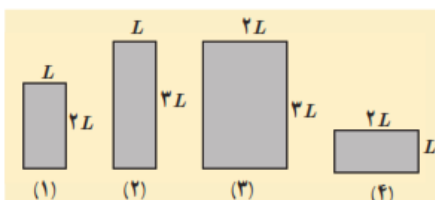
(۴) شکل روبه‌رو چهار صفحه‌ی فلزی هم جنس به اضلاع متفاوت را در یک دما نشان می‌دهد. اگر دمای همه‌ی آنها را به اندازه‌ی یکسان زیاد کنیم،

الف) ارتفاع کدام صفحه یا صفحه‌ها بیشتر افزایش پیدا می‌کند؟

با توجه به رابطه $\Delta L = L_1 \alpha \Delta T$ ، هر قدر طول اولیه جسم بیشتر باشد، تغییر طول آن در اثر انبساط نیز بیشتر است؛ بنابراین ارتفاع شکل‌های ۲ و ۳ افزایش بیشتری دارد.

ب) مساحت کدام یک بیشتر افزایش پیدا می‌کند؟

با توجه به رابطه $\Delta A = A_1 (2\alpha) \Delta T$ ، هر قدر مساحت اولیه جسم بیشتر باشد، تغییر مساحت آن در اثر انبساط نیز بیشتر است، بنابراین مساحت شکل ۳ افزایش دارد.



پ) اگر در هر چهارتای آنها روزنه‌ی کوچک هم اندازه‌ای وجود داشته باشد، افزایش قطر چهار روزنه در اثر افزایش دمای یکسان را با هم مقایسه کنید.

چون جنس هر چهار قطعه یکسان است و هر چهار روزنه هم اندازه هستند، افزایش قطر آنها در اثر افزایش دمای یکسان به یک اندازه است.

۵) یک بزرگراه از بخش‌های بتونی به طول $25 / \text{km}$ ساخته شده است. این بخش‌ها در دمای $10 / ^\circ\text{C}$ ، بتون ریزی و عمل آورده شده‌اند. برای جلوگیری از تاب برداشتن بتون در دمای $50 / ^\circ\text{C}$ ، مهندسان باید چه فاصله‌ای را بین این قطعه‌ها در نظر بگیرند؟ ($\alpha \simeq 14 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ بتون)

$$L_1 = 25 \text{ km}, \Delta T = 50 - 10 = 40 \text{ K}, \Delta L = ?$$

$$\Delta L = L_1 \alpha \Delta T \rightarrow \Delta L = 25 \times 14 \times 10^{-6} \times 40 = 14000 \times 10^{-6} = 1 / 4 \times 10^{-2} \text{ m} = 1 / 4 \text{ cm} \rightarrow \Delta L = 1 / 4 \text{ cm}$$

۶) یک ظرف آلومینیمی با حجم 400 cm^3 در دمای $20 / ^\circ\text{C}$ به طور کامل از گلیسیرین پر شده است. اگر دمای ظرف و گلیسیرین به $30 / ^\circ\text{C}$ برسد، چقدر گلیسیرین از ظرف بیرون می‌ریزد؟

افزایش حجم ظرف و گلیسیرین را جداگانه محاسبه و اختلاف آنها را به دست می‌آوریم:

$$V_1 \text{ ظرف} = 400 \text{ cm}^3, \Delta T = 30 - 20 = 10 \text{ K}, \alpha_{Al} = 23 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}, \beta_{\text{گلیسیرین}} = 0 / 49 \times 10^{-3} \text{ K}^{-1}$$

$$\Delta V \text{ ظرف} = V_1 \text{ ظرف} (\alpha \Delta T) = 400 \times 23 \times 10^{-6} \times 10 = 276000 \times 10^{-6} = 0 / 276 \text{ cm}^3$$

چون ظرف به طور کامل از گلیسیرین پر شده است، حجم اولیه ظرف و گلیسیرین برابر است:

$$\Delta V_{\text{گلیسیرین}} = V_1 \text{ گلیسیرین} \beta \Delta T = 400 \times 0 / 49 \times 10^{-3} \times 10 = 1960 \times 10^{-3} = 1 / 96 \text{ cm}^3$$

$$\Delta V = \Delta V_{\text{گلیسیرین}} - \Delta V_{\text{ظرف}} = 1 / 96 - 0 / 276 = 1 / 684 \text{ cm}^3 \rightarrow \Delta V = 1 / 684 \text{ cm}^3 \text{ سرریز شده}$$

۷) مقداری بنزین در مخزنی استوانه‌ای به ارتفاع $h = 10 \text{ m}$ ریخته شده است. در دمای $10 / ^\circ\text{C}$ فاصله‌ی بین سطح بنزین تا بالای ظرف برابر $\Delta h = 50 \text{ cm}$ است. اگر از انبساط ظرف در نتیجه‌ی افزایش دما چشم‌پوشی شود، در چه دمایی بنزین از ظرف سرریز می‌شود؟

$$\beta_{\text{بنزین}} = 1 \times 10^{-3} \frac{1}{\text{K}}, h = 10 - 0 / 5 = 9 / 5 \text{ m}, \Delta h = 0 / 5 \text{ m}$$

تغییر ارتفاع جهت سرریز شدن

$$V_1 = A \times h = A \times 9 / 5 = 9 / 5 A$$

$$\Delta V = A \times \Delta h = A \times 0 / 5 = 0 / 5 A$$

$$\Delta V = V_1 \beta \Delta T \rightarrow 0 / 5 A = 9 / 5 A \times 1 \times 10^{-3} \times \Delta T$$

$$\rightarrow \Delta T = \frac{0 / 5}{0 / 5 \times 10^{-3}} \simeq 0 / 553 \times 10^3 = 53 \text{ K}$$

$$T_p = T_1 + \Delta T \rightarrow T_p = -10 + 53 = 43 \rightarrow T_p = 43 / ^\circ\text{C}$$

۸) در شکل روبه‌رو با کاهش دما، نوار دو فلز به طرف پایین خم می‌شود. اگر

یکی از نوارها، برنجی و نوار دیگر فولادی باشد؛

الف) نوار بالایی از چه جنسی است؟

با سرد شدن فلزات طول آنها کاهش می‌یابد. طبق جدول ۴-۱ چون ضریب انبساط طولی برنج بیشتر از فولاد است، کاهش طول برنج در اثر کاهش دما بیشتر از کاهش طول فولاد خواهد بود؛ بنابراین فلز پایینی برنج و فلز بالایی فولاد است.

ب) اگر نوارها را گرم کنیم به کدام سمت خم می‌شوند؟

با گرم کردن نوارها چون ضریب انبساط طولی برنج بیشتر است، افزایش طول آن نیز بیشتر خواهد بود. فلز پایینی برنج است؛ بنابراین نوار به سمت بالا خم خواهد شد.

۹) طول خط‌های لوله گاز و نفت در کشورمان که مواد سوختی را از جنوب کشور به مرکز و شمال منتقل می‌کند به چند صد کیلومتر می‌رسد. دمای هوا در زمستان ممکن است تا -10°C و در تابستان تا $+50^{\circ}\text{C}$ برسد. جنس این لوله‌ها عموماً از فولاد با $\alpha \approx 10 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ است. طول خط لوله بین دو ایستگاه تهران- اصفهان تقریباً 230 km است.

الف) در اثر این اختلاف دما این خط چقدر منبسط می‌شود؟

$$\Delta T = 50 - (-10) = 60 \text{ K}, \quad \alpha \approx 10 \times 10^{-6} \frac{1}{\text{K}}, \quad L_1 = 230 \text{ km} = 230 \times 10^3 \text{ m}$$

$$\Delta L = L_1 \alpha \Delta T \rightarrow \Delta L = 230 \times 10^3 \times 10 \times 10^{-6} \times 60 = 138 \text{ m} \rightarrow \Delta L = 138 \text{ m}$$

ب) چگونه می‌توان تأثیر این انبساط را برطرف کرد؟

با عایق‌بندی صحیح لوله‌ها در زیرزمین می‌توان مانع از تغییر دما و در نتیجه تغییر طول لوله‌ها شد. همچنین استفاده از اتصالات آکاردئونی (قابل انعطاف) می‌تواند از خم شدن لوله‌ها در اثر افزایش طول جلوگیری کند.

۱۰) در یک روز گرم یک تانک حامل سوخت با 30000 L بنزین بارگیری شده است. هوا در محل تحویل سوخت 20°C سردتر از محلی است که در آنجا سوخت بار زده شده است. راننده چند لیتر سوخت را در این محل تحویل می‌دهد؟

$$V_1 = 30000 \text{ L}, \quad \Delta T = -20 \text{ K}, \quad \beta = 1 \times 10^{-3} \text{ K}^{-1}, \quad V_p = ?$$

$$V_p = V_1 + \Delta V = V_1 + V_1 \beta \Delta T = V_1 (1 + \beta \Delta T) \rightarrow V_p = V_1 (1 + \beta \Delta T) = 30000 (1 + 1 \times 10^{-3} \times (-20))$$

$$V_p = 30000 \times (1 - 0.02) = 30000 \times 0.98 = 29400 \text{ L} \rightarrow V_p = 29400 \text{ L}$$

۴-۳ گرما

۱۱) برای گرم کردن 200 g آب جهت تهیه‌ی چای، از یک گرمکن الکتریکی غوطه‌ور در آب استفاده می‌کنیم. روی برچسب گرمکن 200 W نوشته شده است. با نادیده گرفتن اتلاف گرما، زمان لازم برای رساندن دمای آب از 30°C به 100°C را محاسبه کنید.

$$m = 200 \text{ g} = 0.2 \text{ kg}, \quad P = 200 \text{ W}, \quad \theta_1 = 30^{\circ}\text{C}, \quad \theta_p = 100^{\circ}\text{C}, \quad c = 4200 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot ^{\circ}\text{C}}, \quad t = ?$$

ابتدا مقدار گرمای لازم جهت تغییر دمای آب از 30°C به 100°C را محاسبه می‌کنیم:

$$Q = mc\Delta\theta = 0.2 \times 4200 \times (100 - 30) = 58800 \text{ J} \rightarrow Q = 58800 \text{ J}$$

با استفاده از رابطه توان در گرمکن الکتریکی می‌توان نوشت:

$$Q = Pt \rightarrow t = \frac{Q}{P} = \frac{58800}{200} = 294 \text{ s}$$

۱۲) دمای یک قطعه فلز 60°C / کیلوگرمی را توسط یک گرمکن 50 W واتی در مدت 11 s از 18°C به 38°C رسانده‌ایم. این آزمایش برای گرمای ویژه‌ی فلز چه مقداری را به دست می‌دهد؟ حدس می‌زنید که این پاسخ از مقدار واقعی گرمای ویژه فلز بیشتر باشد یا کمتر؟ توضیح دهید.

$$m = 0.06 \text{ kg}, \quad P = 50 \text{ W}, \quad \Delta\theta = 38 - 18 = 20^{\circ}\text{C}, \quad t = 11 \text{ s}, \quad c = ?$$

مقدار گرمای تولیدی گرمکن برابر است با مقدار گرمایی که آب برای تغییر دما دریافت می‌کند:

$$Q = Pt = 50 \times 11 = 550 \text{ J}$$

چون در واقعیت همه گرمای تولیدی گرمکن به آب داده نمی‌شود و بخشی از آن هدر می‌رود، بنابراین در رابطه $c = \frac{Pt}{m\Delta\theta}$ فلز، صورت کسر کاهش و گرمای ویژه واقعی فلز کمتر از مقدار محاسبه شده خواهد بود.

(۱۳) گرماسنجی به جرم ۲۰۰ گرم از مس ساخته شده است. یک قطعه‌ی ۸۰ گرمی از یک ماده‌ی نامعلوم همراه با ۵۰ گرم آب به درون گرماسنج ریخته می‌شود. اکنون دمای این مجموعه 30°C شده است. در این هنگام ۱۰۰ گرم آب 70°C به گرماسنج اضافه می‌شود، دمای تعادل 52°C می‌شود. گرمای ویژه‌ی قطعه را محاسبه کنید.

$$\left. \begin{array}{l} \text{گرماسنج: } m_1 = 200\text{g} = 0.2\text{kg}, c_{\text{مس}} = 386 \frac{\text{J}}{\text{kg}\cdot^\circ\text{C}}, \theta_1 = 30^\circ\text{C} \\ \text{جسم: } m_p = 80\text{g} = 0.08\text{kg}, c = ?, \theta_p = 30^\circ\text{C} \\ \text{آب: } m_w = 50\text{g} = 0.05\text{kg}, c_{\text{آب}} = 4200 \frac{\text{J}}{\text{kg}\cdot^\circ\text{C}}, \theta = 30^\circ\text{C} \\ \text{آب: } m_f = 100\text{g} = 0.1\text{kg}, c_{\text{آب}} = 4200 \frac{\text{J}}{\text{kg}\cdot^\circ\text{C}}, \theta_f = 70^\circ\text{C} \end{array} \right\} \xrightarrow{\text{دمای تعادل}} \theta = 52^\circ\text{C}$$

در تعادل گرمایی: $Q_1 + Q_p + Q_w + Q_f = 0$

$$Q_1 = m_1 c_{\text{مس}} (\theta - \theta_1) = 0.2 \times 386 \times (52 - 30) = 1698.4 \text{ J}$$

$$Q_p = m_p c_{\text{جسم}} (\theta - \theta_p) = 0.08 \times c_{\text{جسم}} \times (52 - 30) = 1.76 c_{\text{جسم}}$$

$$Q_w = m_w c_{\text{آب}} (\theta - \theta_w) = 0.05 \times 4200 \times (52 - 30) = 4620 \text{ J}$$

$$Q_f = m_f c_{\text{آب}} (\theta - \theta_f) = 0.1 \times 4200 \times (52 - 70) = -7560 \text{ J}$$

$$1698.4 + 1.76 c_{\text{جسم}} + 4620 - 7560 = 0 \rightarrow 1.76 c_{\text{جسم}} = 1241.6$$

$$\rightarrow c_{\text{جسم}} = \frac{1241.6}{1.76} \simeq 705 \frac{\text{J}}{\text{kg}\cdot^\circ\text{C}} \rightarrow c_{\text{جسم}} \simeq 705 \frac{\text{J}}{\text{kg}\cdot^\circ\text{C}}$$

۴-۴ تغییر حالت‌های ماده

(۱۴) یکی از روش‌های بالابردن دمای یک جسم، دادن گرما به آن است. اگر به جسمی گرما دهیم، آیا دمای آن حتماً بالا می‌رود؟ توضیح دهید.

خیر، در برخی موارد گرمای داده شده به جسم دمای آن را افزایش نمی‌دهد بلکه صرف تغییر حالت جسم می‌شود، مثلاً اگر به یخ 0°C گرما دهیم تبدیل به آب 0°C می‌شود.

(۱۵) قبل از تزریق دارو یا سُرُم به یک بیمار، محل تزریق را با الکل تمیز می‌کنند. این کار سبب احساس خنکی در محل تزریق می‌شود. علت را توضیح دهید.

الکل برای تبخیر سطحی از روی پوست گرما گرفته و پوست در محل تماس با الکل خنک می‌شود.

(۱۶) کدام گزینه درباره‌ی فرایند ذوب نادرست است؟

(الف) افزایش فشار وارد بر جسم در بیشتر مواد، سبب پایین رفتن نقطه‌ی ذوب می‌شود.

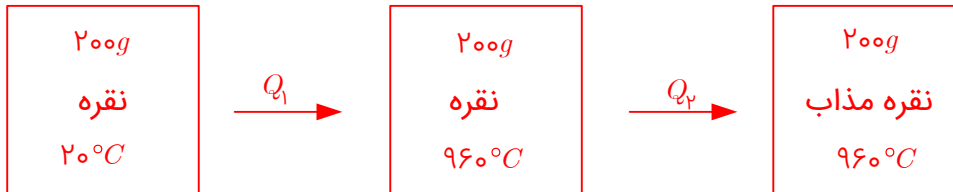
(ب) افزایش فشار بر روی یخ، سبب کاهش اندک نقطه‌ی ذوب آن می‌شود.

(پ) فرایند ذوب، عملی گرماگیر است.

(ت) گرمایی که جسم جامد در نقطه‌ی ذوب خود می‌گیرد تا به مایع تبدیل شود، سبب تغییر دمای آن نمی‌شود.

۱۷) کمترین گرمای لازم برای ذوب کامل $200g$ که در آغاز در دمای $20^\circ C$ قرار دارد چقدر است؟ (فشار هوا را یک اتمسفر فرض کنید.)

برای ذوب $200g$ نقره با دمای اولیه $20^\circ C$ مراحل زیر طی می‌شود:
توجه: مطابق جدول ۴-۴ دمای ذوب نقره $960^\circ C$ است.



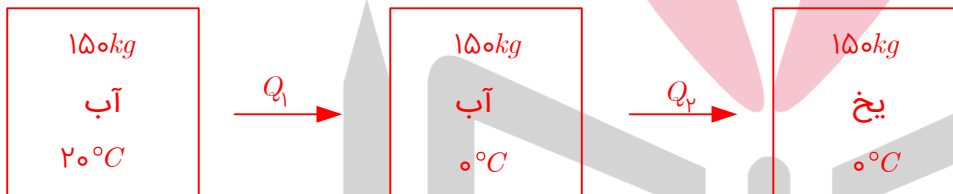
$$m = 200g = 0.2kg, \quad c = 236 \frac{J}{kg \cdot ^\circ C}, \quad L_f = 88 / 3 \frac{kJ}{kg} = 88 / 3 \times 10^3 \frac{J}{kg}$$

$$Q_1 = mc\Delta\theta = 0.2 \times 236 \times (960 - 20) = 44368J$$

$$Q_2 = mL_f = 0.2 \times 88 / 3 \times 10^3 = 17660J$$

$$Q = Q_1 + Q_2 = 44368 + 17660 = 62028J \rightarrow Q = 62028J$$

۱۸) یک راه برای جلوگیری از سرد شدن بیش از حد یک سالن سر بسته در شب هنگام، وقتی که دمای زیر صفر پیش بینی شده است، قرار دادن تشت بزرگ پر از آب در سالن است. اگر جرم آب درون تشت $150kg$ و دمای اولیه آن $20^\circ C$ باشد و تمامی آن به یخ $0^\circ C$ تبدیل شود، آب چقدر گرما به محیط پیرامونش می‌دهد؟
مراحل طی شده برای این فرآیند به صورت زیر است:



$$m = 150kg, \quad c = 4200 \frac{J}{kg \cdot ^\circ C}, \quad L_f = 333 / 7 \frac{kJ}{kg}$$

$$Q_1 = mc\Delta\theta = 150 \times 4200 \times (0 - 20) = -126000J \rightarrow Q_1 = -126000J$$

$$Q_2 = -mL_f = -150 \times 333 / 7 = -50055J \rightarrow Q_2 = -50055J$$

$$Q = Q_1 + Q_2 = -126000 - 50055 = -176055J \rightarrow Q = -176055J$$

۱۹) یک گرمکن 50 واتی به طور کامل در 100 گرم آب درون یک گرماسنج قرار داده می‌شود.
الف) این گرمکن در مدت یک دقیقه دمای آب و گرماسنج را از $20^\circ C$ به $25^\circ C$ می‌رساند. ظرفیت گرمایی گرماسنج را حساب کنید.

$$P = 50W, \quad m_{\text{آب}} = 100g = 0.1kg, \quad t = 1\text{min} = 60s, \quad \Delta\theta = 25 - 20 = 5^\circ C$$

$$C_{\text{آب}} = 4200 \frac{J}{kg \cdot ^\circ C}, \quad C_{\text{گرماسنج}} = ?$$

$$Q = Pt \quad \text{گرمای تولیدی گرمکن} \quad Q_2 = C_{\text{گرماسنج}} \Delta\theta \quad \text{گرمای دریافتی گرماسنج} \quad Q_1 = m_{\text{آب}} c_{\text{آب}} \Delta\theta \quad \text{گرمای دریافتی آب}$$

$$Q = Q_1 + Q_2 \rightarrow Pt = m_{\text{آب}} c_{\text{آب}} \Delta\theta + C_{\text{گرماسنج}} \Delta\theta \rightarrow 50 \times 60 = 0.1 \times 4200 \times 5 + C_{\text{گرماسنج}} \times 5$$

$$\rightarrow 3000 = 2100 + 5C_{\text{گرماسنج}} \rightarrow 900 = 5C_{\text{گرماسنج}} \rightarrow C_{\text{گرماسنج}} = \frac{900}{5} = 180 \rightarrow C_{\text{گرماسنج}} = 180 \frac{J}{^\circ C}$$

ب) چه مدت طول می‌کشد تا دمای آب درون گرماسنج از 25°C به نقطه‌ی جوش (100°C) برسد؟
چون با افزایش دمای آب، دمای گرماسنج نیز افزایش می‌یابد، گرمای تولیدی گرمکن برابر است با گرمای لازم برای تغییر دمای آب و گرماسنج.

$$m_{\text{آب}} = 100\text{g} = 0.1\text{kg}, P = 500\text{W}, c_{\text{آب}} = 4200 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot ^{\circ}\text{C}}, \Delta\theta = 100 - 25 = 75^{\circ}\text{C}$$

$$C_{\text{گرماسنج}} = 180 \frac{\text{J}}{^{\circ}\text{C}}, Q = Pt, Q_1 = m_{\text{آب}} c_{\text{آب}} \Delta\theta, Q_2 = C_{\text{گرماسنج}} \Delta\theta, t = ?$$

$$Q = Q_1 + Q_2 \rightarrow Pt = m_{\text{آب}} c_{\text{آب}} \Delta\theta + C_{\text{گرماسنج}} \Delta\theta$$

$$\rightarrow 500 \times t = 0.1 \times 4200 \times 75 + 180 \times 75$$

$$\rightarrow 500t = 31500 + 13500 \rightarrow 500t = 45000 \rightarrow t = \frac{45000}{500} = 90\text{s} \rightarrow t = 90\text{s}$$

پ) چه مدت طول می‌کشد تا 20°C گرم آب در حال جوش درون این گرماسنج به بخار تبدیل شود؟
چون در نقطه جوش آب، دما افزایش نمی‌یابد، بنابراین گرمای تولیدی گرمکن صرف افزایش دمای آب و گرمکن نمی‌شود و صرفاً باعث تغییر فاز آب از مایع به بخار خواهد شد.

$$m = 20\text{g} = 0.02\text{kg}, P = 50\text{W}, L_V_{\text{آب}} = 2256 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} = 2256 \times 10^3 \frac{\text{J}}{\text{kg}}, t = ?$$

$$Q = Pt \quad \text{گرمای تبخیر آب} \quad Q' = m_{\text{آب}} L_V_{\text{آب}} \quad \text{گرمای تولیدی گرمکن}$$

$$Q = Q' \rightarrow Pt = m_{\text{آب}} L_V_{\text{آب}} \rightarrow 50 \times t = 0.02 \times 2256 \times 10^3$$

$$\rightarrow 50t = 45120 \rightarrow t = \frac{45120}{50} = 902.4\text{s} \rightarrow t = 902.4\text{s}$$

(۲۰) گرمکنی در هر ثانیه 2000J گرما می‌دهد.

الف) چقدر طول می‌کشد تا این گرمکن 0.100kg کیلوگرم آب 100°C را به بخار آب 100°C تبدیل کند؟

$$P = 200\text{W}, m = 0.1\text{kg}, L_V = 2256 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} = 2256 \times 10^3 \frac{\text{J}}{\text{kg}}, t = ?$$

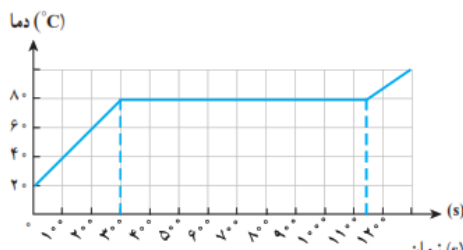
گرمای تولیدی گرمکن برابر است با گرمای لازم جهت تبدیل 0.1kg آب 100°C به بخار 100°C .

$$Q = Q' \rightarrow Pt = mL_V \rightarrow 200t = 0.1 \times 2256 \times 10^3 \rightarrow t = \frac{2256 \times 10^2}{2 \times 10^2} = 1128\text{s} \rightarrow t = 1128\text{s}$$

ب) این گرمکن در همین مدت، چه مقدار یخ 0°C را می‌تواند به آب 0°C تبدیل کند؟

$$P = 200\text{W}, t = 1128\text{s}, L_f = 333 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} = 333 \times 10^3 \frac{\text{J}}{\text{kg}}, m = ?$$

$$Q = Q' \rightarrow Pt = mL_f \rightarrow 200 \times 1128 = m \times 333 \times 10^3 \rightarrow m = \frac{200 \times 1128}{333 \times 10^3} \approx 676 \times 10^{-3}\text{kg} \Rightarrow m \approx 676\text{g}$$



(۲۱) اگر به جسم جامدی که ابعاد آن به اندازه‌ی کافی کوچک است با توان ثابتی گرما بدهیم نمودار دما-زمان آن به صورت کیفی مانند شکل روبه‌رو می‌شود. این نمودار در اینجا برای جسم جامدی به جرم 50g رسم شده که توسط یک گرم‌کن 10W گرم شده است.

الف) چقدر طول می‌کشد تا این جامد به نقطه‌ی ذوب خود برسد؟

با توجه به نمودار در بازه زمانی ۰ تا ۳۰۰s دمای جسم افزایش می‌یابد و در بازه زمانی ۳۰۰s تا ۱۱۵۰s دمای جسم ثابت بوده و جسم تغییر حالت می‌دهد (ذوب می‌شود) پس ۳۰۰s طول می‌کشد تا جسم به نقطه‌ی ذوب برسد.
(ب) گرمای ویژه‌ی جامد و پ) گرمای نهان ذوب آن را محاسبه کنید.
با توجه به شکل و اطلاعات مسئله داریم:

$$m = 50g = 0.05kg, P = 10W, t = 300s, \Delta\theta = 80 - 20 = 60^\circ C, c = ?$$

$$Q = Q' \rightarrow Pt = mc\Delta\theta \rightarrow 10 \times 300 = 0.05 \times c \times 60$$

$$\rightarrow 3000 = 30c \rightarrow c = \frac{3000}{3} = 1000 \frac{J}{kg \cdot ^\circ C} \rightarrow C = 1000 \frac{J}{kg \cdot ^\circ C} \text{ گرمای ویژه جسم}$$

$$Q = Q' \rightarrow Pt = mL_f \rightarrow 10 \times 850 = 0.05 \times L_f \rightarrow L_f = \frac{8500}{0.05} = 170000 \frac{J}{kg}$$

$$\rightarrow L_f = 170000 \frac{J}{kg} \text{ گرمای نهان ذوب جسم}$$

(۲۲) در چاله‌ی کوچکی $1/00kg$ آب $0^\circ C$ قرار دارد. اگر بر اثر تبخیر سطحی قسمتی از آب تبخیر شود و بقیه‌ی آن یخ ببندد، جرم آب یخ زده چقدر می‌شود؟
مقدار گرمایی که بخشی از آب برای انجماد از دست می‌دهد برابر است با مقدار گرمایی که بخش دیگر آب برای تبخیر می‌گیرد.
در دمای $0^\circ C$ داریم:

$$L_V = 2490 \frac{kJ}{kg}, L_f = 333 \frac{kJ}{kg}$$

اگر جرم آب یخ زده را با m و جرم آب تبخیر شده را با m' نشان دهیم، می‌توان نوشت:

$$Q_{\text{تبخیر}} + Q_{\text{انجماد}} = 0 \rightarrow -mL_f + m'L_V = 0 \rightarrow m'L_V = mL_f \rightarrow m' = m \frac{L_f}{L_V}$$

مجموع جرم آب یخ زده و جرم آب تبخیر شده $1kg$ است، بنابراین:

$$m + m' = 1 \rightarrow m + \frac{mL_f}{L_V} = 1 \rightarrow \frac{mL_V + mL_f}{L_V} = 1 \rightarrow m \frac{L_V + L_f}{L_V} = 1 \rightarrow m = \frac{1}{\frac{L_V + L_f}{L_V}}$$

$$\rightarrow m = \frac{L_V}{L_V + L_f} \rightarrow m = \frac{2490}{2490 + 333 \times 7} = \frac{2490}{2823 \times 7} \simeq 0.0882kg \rightarrow m \simeq 88.2g$$

(۲۳) در گروهی از جانوران خونگرم و انسان، تبخیر عرق بدن، یکی از راه‌های مهم کنترل دمای بدن است.
(الف) چه مقدار آب تبخیر شود تا دمای بدن شخصی به جرم $50/00kg$ به اندازه‌ی $1/00^\circ C$ کاهش یابد؟ گرمای نهان تبخیر آب در دمای بدن ($37^\circ C$) برابر $2420 J/kg$ و گرمای ویژه‌ی بدن در حدود $3480 J/kg \cdot K$ است.

گرمایی که شخص در کاهش دمای بدن، شخص از دست می‌دهد برابر است با گرمایی که آب هنگام تبخیر می‌گیرد. بنابراین:

$$Q = Q' \rightarrow mL_V = mc\Delta\theta \rightarrow m \times 2420 \times 10^3 = 50 \times 3480 \times 1$$

$$\text{جرم آب: } m = \frac{50 \times 3480}{2420 \times 10^3} = 719 \times 10^{-4} kg = 71.9 \times 10^{-3} kg \simeq 72g \rightarrow m \simeq 72g$$

(ب) حجم آبی که شخص باید برای جبران آب تبخیر شده بنوشد، چقدر است؟

$$m = 72g, V = \frac{m}{\rho} = \frac{72}{1000} = 0.072L$$

۵-۴ روش‌های انتقال گرما

۲۴) اگر شما یک تیر چوبی و یک لوله‌ی فلزی سرد را که هم دما هستند لمس کنید، چرا حس می‌کنید که لوله سردتر است؟ چرا ممکن است دست شما به لوله بچسبد؟

چوب رسانای ضعیف گرما است، بنابراین گرمای دست را در محل تماس نگه داشته و گرم به نظر می‌رسد ولی فلز چون رسانای گرما است، گرمای دست را از محل تماس منتقل کرده و سردتر به نظر می‌رسد. اگر دمای لوله خیلی پایین باشد، رطوبتی که بین پوست دست و سطح فلز قرار دارد، در اثر کاهش دما به بلورهای یخ تبدیل شده و دست را به سطح فلز می‌چسباند.

۲۵) یک پالتو چگونه شما را گرم نگه می‌دارد؟ چرا استفاده از چند لباس زیر پالتو این عمل را تشدید می‌کند؟
لایه‌ای از هوا در بین الیاف پالتو قرار گرفته و چون هوا رسانای ضعیف گرما است، مانع از انتقال گرمای بدن به خارج می‌شود. با افزایش ضخامت لایه‌های عایق پوشاننده بدن، آهنگ رسانش گرمای بدن به هوای بیرون کاهش می‌یابد.
۲۶) شیشه‌ی پنجره‌ای دارای عرض ۲/۰ متر، ارتفاع ۱/۰ متر و ضخامت ۴/۰ mm است.

الف) در یک روز زمستانی دمای وجهی از شیشه که در تماس با هوای سرد بیرون است $2/0^{\circ}\text{C}$ و دمای وجهی از شیشه که در تماس با هوای گرم داخل اتاق است $7/0^{\circ}\text{C}$ است. چه مقدار گرما در هر ثانیه از طریق شیشه ($k \simeq 1/0 \text{ W/m.K}$) به بیرون اتاق انتقال پیدا می‌کند؟

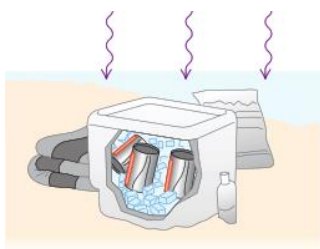
$$A = 2 \times 1 = 2 \text{ m}^2, \quad L = 4 \text{ mm} = 4 \times 10^{-3} \text{ m}, \quad T_L = 2^{\circ}\text{C}, \quad T_H = 7^{\circ}\text{C}, \quad k = 1 \frac{\text{W}}{\text{m.K}}, \quad H = ?$$

$$H = k \frac{A(T_H - T_L)}{L} = 1 \times \frac{2 \times (7 - 2)}{4 \times 10^{-3}} = 2 / 5 \times 10^3 \text{ W} \rightarrow H = 2 / 5 \times 10^3 \text{ W}$$

ب) چه مقدار انرژی در طول یک روز به این ترتیب تلف می‌شود؟

یک روز ۸۶۴۰۰ ثانیه است، بنابراین انرژی‌ای که در طول یک روز تلف می‌شود برابر است با:

$$Q = Ht \rightarrow Q = 2 / 5 \times 10^3 \times 86400 = 2 / 16 \times 10^8 \text{ J} \rightarrow Q = 2 / 16 \times 10^8 \text{ J}$$



۲۷) جعبه‌ی یخ‌دانی از جنس پلی استیرن با مساحت کل دیواره‌های $0/8 \text{ m}^2$ و ضخامت دیواره‌های $2/0 \text{ cm}$ در اختیار دارید. اختلاف دمای سطح داخلی و خارجی یخ‌دان $20/0^{\circ}\text{C}$ است. در یک روز

(۲۴h) چقدر یخ آب می‌شود؟ رسانندگی گرمایی پلی استیرن برابر است با $k = 0/01 \text{ W/m.K}$.

برای محاسبه مقدار گرمایی که در مدت ۲۴ ساعت از بیرون به داخل جعبه منتقل می‌شود باید آهنگ رسانش گرما از جعبه را به دست آوریم:

$$A = 0/8 \text{ m}^2, \quad L = 2 \text{ cm} = 2 \times 10^{-2} \text{ m}, \quad T_H - T_L = 20^{\circ}\text{C}, \quad t = 24 \text{ h} = 86400 \text{ s}, \quad m = ?, \quad L_f = 333 \text{ J/kg}, \quad k = 0/01 \frac{\text{W}}{\text{m.K}}$$

$$H = k \frac{A(T_H - T_L)}{L} = 0/01 \times \frac{0/8 \times 20}{2 \times 10^{-2}} = \frac{16 \times 10^{-2}}{2 \times 10^{-2}} = 8 \text{ W} \rightarrow H = 8 \text{ W}$$

گرمایی که در ۲۴ ساعت به داخل جعبه منتقل می‌شود:

$$Q = H.t \rightarrow Q = 8 \times 86400 = 691200 \text{ J} \rightarrow Q = 691200 \text{ J}$$

حال باید ببینیم این مقدار گرما چند گرم یخ 0°C را ذوب می‌کند:

$$Q = mL_f \rightarrow m = \frac{Q}{L_f} = \frac{691200}{333 / 10^3} \simeq 2 \text{ kg} \rightarrow m = 2 \text{ kg}$$

۲۸) دو قوری همجنس و هم اندازه را در نظر بگیرید که سطح بیرونی یک سیاه رنگ و دیگری سفیدرنگ است. هر دو را با آب داغ با دمای یکسان پر می‌کنیم. آب کدام قوری زودتر خنک می‌شود؟

۶-۴ قوانین گازها

(۲۹) گازی در دمای 20°C دارای حجم 100 cm^3 است.

(الف) این گاز را باید تا چه دمایی گرم کنیم تا در فشار ثابت، حجم آن 200 cm^3 شود؟

فشار ثابت، $T_1 = 20 + 273 = 293\text{ K}$, $V_1 = 100\text{ cm}^3$, $V_2 = 200\text{ cm}^3$, $T_2 = ?$

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2} \rightarrow \frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \rightarrow \frac{100}{293} = \frac{200}{T_2} \rightarrow T_2 = \frac{293 \times 200}{100} = 586\text{ K} \rightarrow T_2 = 586\text{ K} = 313^{\circ}\text{C}$$

(ب) این گاز در همین فشار در چه دمایی دارای حجم 50 cm^3 خواهد شد؟

فشار ثابت، $T_1 = 293\text{ K}$, $V_1 = 100\text{ cm}^3$, $V_2 = 50\text{ cm}^3$, $T_2 = ?$

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2} \rightarrow \frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \rightarrow \frac{100}{293} = \frac{50}{T_2} \rightarrow T_2 = \frac{50}{100} = 146\text{ K} \rightarrow T_2 = 146\text{ K} = -126^{\circ}\text{C}$$

(۳۰) هوایی با فشار 1 atm درون استوانه‌ای یک تلمبه دوچرخه به طول 24 cm محبوس است. راه‌های ورودی و خروجی هوای استوانه تلمبه را می‌بندیم. اکنون:

(الف) اگر طول استوانه را در دمای ثابت به 30 cm افزایش دهیم، فشار هوای محبوس چقدر خواهد شد؟

دما ثابت , $P_1 = 1\text{ atm}$, $L_1 = 24\text{ cm}$, $L_2 = 30\text{ cm}$, $P_2 = ?$

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2} \rightarrow P_1 V_1 = P_2 V_2 \xrightarrow{V=AL} P_1 A L_1 = P_2 A L_2 \rightarrow P_1 L_1 = P_2 L_2$$

$$\rightarrow 1 \times 24 = P_2 \times 30 \rightarrow P_2 = \frac{24}{30} = 0.8\text{ atm} \rightarrow P_2 = 0.8\text{ atm}$$

(ب) برای آنکه در دمای ثابت، فشار هوای محبوس 3 atm شود، طول استوانه را چقدر باید کاهش دهیم؟

دما ثابت , $P_1 = 1\text{ atm}$, $L_1 = 24\text{ cm}$, $P_2 = 3\text{ atm}$, $L_2 = ?$

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2} \rightarrow P_1 V_1 = P_2 V_2 \rightarrow P_1 A L_1 = P_2 A L_2$$

$$P_1 L_1 = P_2 L_2 \rightarrow 1 \times 24 = 3 \times L_2 \rightarrow L_2 = \frac{24}{3} = 8\text{ cm} \rightarrow L_2 = 8\text{ cm}$$

$$|\Delta L| = |L_2 - L_1| = |8 - 24| = 16\text{ cm} \rightarrow |\Delta L| = 16\text{ cm}$$

تغییر طول استوانه ۱۶ سانتی‌متر است.

(۳۱) لاستیک یک اتومبیل حاوی مقدار معینی هواست. هنگامی که دمای هوا 17°C است، فشار سنج، فشار درون لاستیک $2/00$ اتمسفر را نشان می‌دهد. دمای هوای درون لاستیک در این وضعیت چقدر است؟ حجم لاستیک را ثابت و فشار جو را $1/00$ اتمسفر در نظر بگیرید.

چون فشارسنج‌ها، فشار پیمانه‌ای گاز را اندازه‌گیری می‌کنند. برای محاسبه فشار مطلق هوای داخل لاستیک باید فشار پیمانه‌ای را

با فشار جو جمع کرد: $P = P_g + P_0$

حجم ثابت، $T_1 = 17 + 273 = 290\text{ K}$, $P_1 = 2 + 1 = 3\text{ atm}$, $P_2 = 2 / 3 + 1 = 3 / 3\text{ atm}$, $T_2 = ?$

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2} \rightarrow \frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2} \rightarrow \frac{3}{290} = \frac{3 / 3}{T_2} \rightarrow T_2 = \frac{290 \times 3 / 3}{3} = 319\text{ K} \rightarrow T_2 = 319\text{ K} = 46^{\circ}\text{C}$$

(۳۲) دما و فشار متعارف (STP) برای گاز، دمای 273 K و فشار $1\text{ atm} = 1013 \times 10^5\text{ Pa}$ معرفی می‌شود. حجم یک مول

$$T = 273K, P = 1atm = 1/013 \times 10^5 Pa, n = 1mol, R = 8/314 \frac{J}{mol.K}, V = ?$$

طبق قانون گازها داریم:

$$PV = nRT \rightarrow V = \frac{nRT}{P} = \frac{1 \times 8/314 \times 273}{1/013 \times 10^5} \simeq 2240 \times 10^{-6} m = 22/40 \times 10^{-3} m^3 \rightarrow V \simeq 22/4L$$

(۳۳) یک حباب هوا به حجم $20cm^3$ در ته یک دریاچه به عمق $40m$ قرار دارد که دما در آنجا $4^\circ C$ است. حباب تا سطح آب بالا می‌آید که در آنجا دما $20^\circ C$ است (دمای هوای حباب با دمای آب اطراف آن یکسان است). در لحظه‌ای که حباب به سطح آب می‌رسد حجم آن چقدر است؟ فشار هوا در سطح دریاچه را $1/01 \times 10^5 Pa$ در نظر بگیرید.

$$V_1 = 20cm^3, T_1 = 4 + 273 = 277K, T_2 = 20 + 273 = 293K$$

$$P_1 = P_0 + \rho gh = 1/01 \times 10^5 + (1000 \times 10 \times 40)$$

$$P_1 = 5/01 \times 10^5 Pa \rightarrow \text{و فشار در عمق } 40 \text{ متری دریاچه} \quad P_2 = P_0 = 1/01 \times 10^5 Pa \quad \text{فشار در سطح آب}$$

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2} \rightarrow \frac{5/01 \times 10^5 \times 20/1000}{277} = \frac{1/01 \times 10^5 \times V_2}{293} \rightarrow \frac{1/002}{277} = \frac{1/01 V_2}{293}$$

$$\rightarrow V_2 = \frac{293 \times 1/002}{277 \times 1/01} \simeq 1/05 cm^3 \rightarrow V_2 \simeq 1/05 cm^3 \quad \text{حجم حباب در سطح آب:}$$

(۳۴) سحابی سیاره‌ای، ابری است حلقوی (شکل روبه‌رو) که عمدتاً از گاز هیدروژن با غلظت $1000/0$ مولکول بر سانتی‌متر مکعب و دمای $10000K$ تشکیل شده است. فشار گاز در این سحابی را محاسبه کنید.

$$N = 1000, V = 1cm^3 = 1 \times 10^{-6} m^3, T = 10000K = 1 \times 10^4 K, Na = 6/02 \times 10^{23}$$

$$R \simeq 8/314 \frac{J}{mol.K}, P = ?$$

با توجه به تعریف مول داریم:

$$N = n Na = n = \frac{N}{Na}$$

با توجه به قانون گازها می‌توان نوشت:

$$PV = nRT \rightarrow PV = \frac{N}{Na} RT \rightarrow PV = \frac{NRT}{Na} \rightarrow P = \frac{NRT}{VNa}$$

$$\rightarrow P = \frac{1000 \times 8/314 \times 10^4}{10^{-6} \times 6/02 \times 10^{23}} = 1/38 \times 10^{-10} Pa$$

