فصـــل چهارم

دما و گرما

تمرین ۴-۱

تمرین ۴-۱: نشان دهید که تغییر دما در مقیاس‌های سلسیوس و کلوین با هم برابر است.

جواب:

$$\Delta T = T_2 - T_1 = (\theta_2 + ۲۷۳) - (\theta_1 + ۲۷۳) = \theta_2 + ۲۷۳ - \theta_1 - ۲۷۳ = \theta_2 - \theta_1 = \Delta\theta \Rightarrow \Delta T = \Delta\theta$$

همیار فیزیک
www.hamyarphysic.ir

تمرین ۴-۲

تمرین ۴-۲: الف) دمای بدن یک انسان سالم تقریباً $۳۷^{\circ}C$ است. این دما را برحسب کلوین و فارنهایت بنویسید.

ب) گرم‌ترین نقطهٔ روی زمین، ناحیه‌ای در کویر لوت است که دمای آن تا حدود $۷۰^{\circ}C$ و سردترین نقطه در قطب جنوب است که دمای آن تا $-۸۹^{\circ}C$ گزارش شده است. این دماها را برحسب کلوین و فارنهایت به دست آورید.

جواب:

الف)

$$T = \theta + ۲۷۳ \Rightarrow T = ۳۷ + ۲۷۳ \Rightarrow T = ۳۱۰\,K$$

$$F = \frac{۹}{۵}\theta + ۳۲ \Rightarrow F = \frac{۹}{۵}(۳۷) + ۳۲ \Rightarrow F \simeq ۹۸/۶\,^{\circ}F$$

ب)

$$T = \theta + ۲۷۳ \Rightarrow T = ۷۰ + ۲۷۳ \Rightarrow T = ۳۴۳\,K$$

$$F = \frac{۹}{۵}\theta + ۳۲ \Rightarrow F = \frac{۹}{۵}(۷۰) + ۳۲ \Rightarrow F \simeq ۱۵۸\,^{\circ}F$$

$$T = \theta + ۲۷۳ \Rightarrow T = -۸۹ + ۲۷۳ \Rightarrow T = ۱۸۴\,K$$

$$F = \frac{۹}{۵}\theta + ۳۲ \Rightarrow F = \frac{۹}{۵}(-۸۹) + ۳۲ \Rightarrow F \simeq -۱۲۸/۲\,^{\circ}F$$

فعالیت ۴-۱

فعالیت ۴-۱: تحقیق کنید برای نگهداری یاخته‌های بنیادی بندناف خون، به چه دمایی نیازمندیم. این دما چگونه ایجاد و حفظ می‌شود؟

جواب:

برای این کار به دمای حدود ۲۰۰- درجه سانتی‌گراد نیاز است. این دما توسط نیتروژن مایع که دمای نقطه جوش آن ۱۹۶- درجه سانتی‌گراد است، بوجود می‌آید. این مجموعه در مخزن‌های مخصوصی نگه داشته می‌شود که درون این مخزن‌ها خلا هست تا از تبادل گرما جلوگیری شود.

پرسش ۴-۱

پرسش ۴-۱: الف) چرا بهتر است قفل و کلید یک در، هم‌جنس باشند؟
ب) چرا در برخی از فصل‌های سال، بعضی از درب‌ها در چارچوب خود گیر می‌کنند؟

جواب:

الف) با این کار در صورت افزایش دما، ابعاد هردو جسم به یک اندازه تغییر می‌کند و کلید درون قفل گیر نمی‌کند.

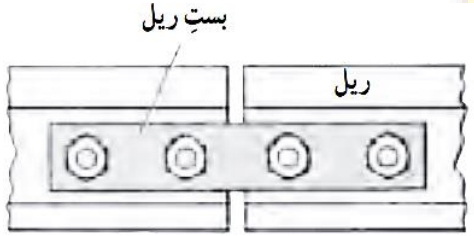
ب) همیشه باید بین دو طرف درب (قسمت ثابت و متحرک) مقداری فاصله باشد. اگر این فاصله از یک مقدار مشخصی کمتر باشد، با افزایش دما، هردو قسمت درب منبسط شده و به هم گیر می‌کنند.

فعالیت ۴-۳

فعالیت ۴-۳: ۱) شکل (الف) طرحی از دو قسمت متوالی ریل راه‌آهن‌های قدیمی و شکل (ب) تصویر واقعی از آن را در گذشته نشان می‌دهد. اگر فاصلهٔ خالی بین این دو قسمت به حدّ کافی زیاد نمی‌بود، چه مشکلی پیش می‌آمد؟

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

جواب:



(الف)

۱) با افزایش دما ریل‌ها منبسط شده و به هم نیرو وارد می‌کردند و باعث خمیدگی یکدیگر می‌شدند یا با کاهش دما و انقباض ریل‌ها اتصالات از هم جدا می‌شدند.

(ب) بست ریل

۲) در این روش ریل‌ها را از زیر به یک پایه وصل کرده و از بالا به هم جوش می‌دهند و در این حالت با یک ریل بسیار بزرگ سروکار داریم که از دو طرف آزاد بوده و می‌تواند منبسط شود.

فعالیت ۴-۴

فعالیت ۴-۴: ورقه‌ای فلزی و مستطیلی‌شکل به اضلاع $a_۱$ و $b_۱$ را درنظر بگیرید. بر اثر افزایش دمای ΔT ، طول اضلاع مستطیل به اندازه Δa و Δb افزایش می‌یابند. اگر ضریب انبساط طولی ورقه α باشد، نشان دهید که افزایش مساحت این ورقه با تقریب مناسب از رابطه $\Delta A = A_۱(۲\alpha)\Delta T$ به دست می‌آید.

جواب:

$$A_۲ = a_۲ b_۲ = (a_۱ + \Delta a)(b_۱ + \Delta b)$$

$$\Delta a = a_۱ \alpha \Delta T$$

$$\Delta b = b_۱ \alpha \Delta T$$

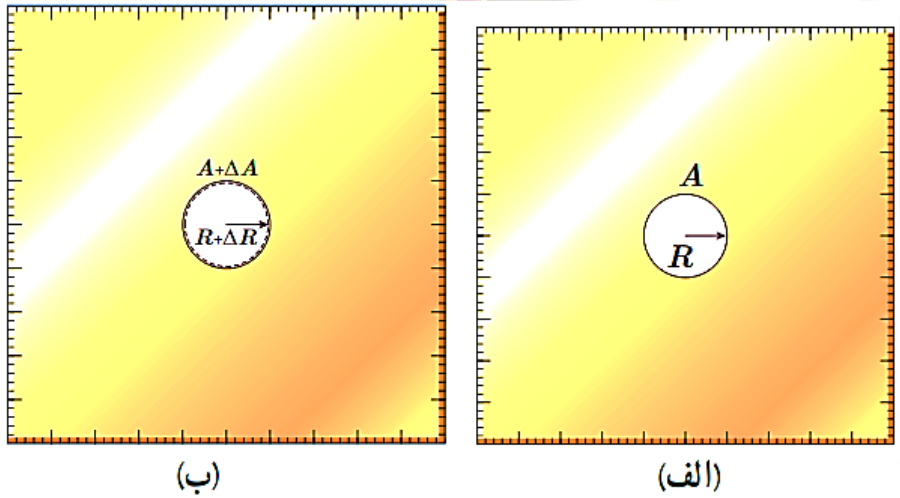
$$A_۲ = a_۲ b_۲ = (a_۱ + a_۱\alpha\Delta T)(b_۱ + b_۱\alpha\Delta T) = a_۱ b_۱ + a_۱ b_۱ \alpha \Delta T + a_۱ b_۱ \alpha \Delta T + a_۱ b_۱ \alpha^۲ \Delta T^۲$$

$$A_۲ = A_۱ + ۲A_۱\alpha\Delta T \Rightarrow A_۲ - A_۱ = A_۱(۲\alpha)\Delta T \Rightarrow \Delta A = A_۱(۲\alpha)\Delta T$$

تمرین ۴-۳

تمرین ۴-۳: شکل‌های (الف) و (ب) نشان می‌دهند که وقتی روی یک ورقه فلزی حفره‌ای دایره‌ای داشته باشیم و ورقه را گرم کنیم، ورقه 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 $۲۰۰^{o}C$ افزایش یابد، افزایش مساحت حفره چقدر خواهد شد؟ $(\alpha = ۱۹\times ۱۰^{-۶}\,۱/^{o}C)$

جواب:



$$\Delta A = A_{۱}(۲\alpha)\Delta T \Rightarrow \Delta A = (\pi r^{۲})(۲\alpha)\Delta T$$

$$= (۳٫۱۴\times (۱٫۲۷\,cm)^{۲})\times (۲\times ۱۹\times ۱۰^{-۶}\,\frac{۱}{^{o}C})\times (۲۰۰^{o}C)$$

$$\Rightarrow \Delta A = ۳٫۸\times ۱۰^{-۲}\,cm^{۲}$$

نکته: هرگاه دمای جسمی را که داخل آن حفره وجود دارد، بالا ببریم؛ تمام قسمت‌های جسم (حتی حفره) به یک نسبت منبسط می‌شوند.

تمرین ۴-۴

تمرین ۴-۴: افزایش دما که به طور معمول موجب افزایش حجم اجسام میشود، بر جرم آنها تأثیری ندارد. به همین دلیل چگالی اجسام با افزایش دما کاهش می‌یابد. رابطه چگالی با تغییر دما $\rho_۲ = \rho_۱ / (۱+\beta \Delta T)$ است که در آن $\rho_۱$ و $\rho_۲$ به ترتیب چگالی ماده در دماهای $T_۱$ و $T_۲$، β ضریب انبساط حجمی و $\Delta T = T_۲ - T_۱$ است.

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

ب) نشان دهید با تقریب مناسبی می‌توان چگالی جسم را از رابطه $\rho_۲ = \rho_۱(۱-\beta \Delta T)$ نیز به دست می‌آید.

جواب:

الف)

$$V_۲ = V_۱(۱+\beta \Delta T) \xrightarrow{\rho=\frac{m}{V} \Rightarrow V=\frac{m}{\rho}} \frac{m_۲}{\rho_۲} = \frac{m_۱}{\rho_۱}(۱+\beta \Delta T) \xrightarrow{m_۱=m_۲} \frac{۱}{\rho_۲} = \frac{۱}{\rho_۱}(۱+\beta \Delta T)$$

$$\Rightarrow \rho_۲ = \frac{\rho_۱}{(۱+\beta \Delta T)}$$

ب)

$$\Rightarrow \rho_۲ = \frac{\rho_۱}{(۱+\beta \Delta T)} \times \frac{(۱-\beta \Delta T)}{(۱-\beta \Delta T)} = \frac{\rho_۱(۱-\beta \Delta T)}{(۱-\beta^۲ \Delta T^۲)} = \rho_۱(۱-\beta \Delta T)$$

پرسش ۴-۲

پرسش ۴-۲: الف) منظور از این جمله که «دماسنج‌های معمولی دمای خودشان را اندازه‌گیری می‌کنند» چیست؟

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

جواب:

الف) زیرا دماسنج باید ابتدا با جسم موردنظر هم‌دما شود و بعد دما را اندازه‌گیری کند. یعنی دمای خودش را که با دمای جسم یکسان شده است، اندازه‌گیری کند.

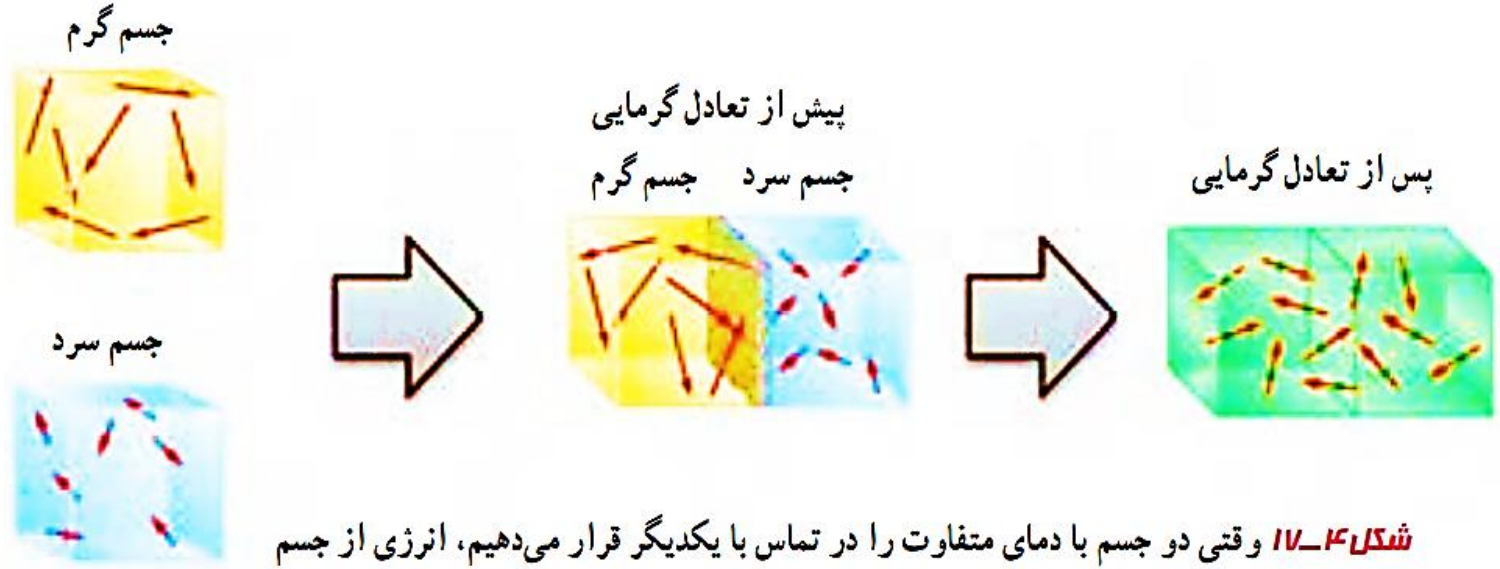
ب) در حالت عادی دمای همه اجسام با هم یکسان بوده و در تعادل گرمایی هستند. اما دمای بدن انسان به دلیل فرایندهای بیولوژیکی درون بدن می‌تواند بالاتر از دمای محیط باشد. شیشه و پنجره نیز به دلیل در ارتباط بودن با هوای بیرون باید دمای کمتری داشته باشند.

پرسش ۴-۲

پرسش ۴-۲: پ) در شکل ۴ـ۱۷ میانگین انرژی جنبشی ذرات دو جسم چگونه تغییر کرده است؟

جواب:

پ) میانگین انرژی جنبشی جسم گرم، کاهش و میانگین انرژی جنبشی جسم سرد، افزایش می‌یابد.



شکل ۴ـ۱۷ وقتی دو جسم با دمای متفاوت را در تماس با یکدیگر قرار می‌دهیم، انرژی از جسم گرم به جسم سرد، منتقل می‌شود. با رسیدن به تعادل گرمایی، دیگر گرمایی منتقل نمی شود.

پرسش ۴-۳

پرسش ۴-۳: چند گوی فلزی از جنس‌های مختلف، مثلا از آلومینیم، فولاد، برنج، مس، سرب و ...، را اختیار می‌کنیم که همگی جرم یکسانی داشته باشند. گوی‌ها را توسط ریسمان‌هایی داخل ظرف آبی قرار می‌دهیم که آب آن درحال جوشیدن است و پس از مدتی گوی‌ها را بیرون آورده و آن‌ها را روی یک ورقه پارافین قرار می‌دهیم. به نظر شما کدام گوی، پارافین بیشتری را ذوب می‌کند و علت آن چیست؟

جواب:

دمای هر سه گوی یکسان است زیرا هر سه از آب درحال جوشیدن بیرون آمده‌اند. اما طبق رابطه $Q = mc\Delta T$ هر کدام که گرمای ویژه بیشتری داشته باشد، در فرایند به تعادل رسیدن با دمای محیط، می‌تواند گرمای بیشتری به محیط داده و در نتیجه پارافین بیشتری را ذوب کند.

تمرین ۴-۵

تمرین ۴-۵: جسمی به جرم $۰/۲۵۰\,kg$ و دمای $۳/۰^{\circ}C$ را درون ظرف عایقی حاوی $۰/۵۰۰\,kg$ آب $۲۵/۰^{\circ}C$ می‌اندازیم. پس از چند دقیقه دمای تعادل را اندازه می‌گیریم. دمای تعادل $۲۱/۰^{\circ}C$ می‌شود. گرمای ویژه جسم را محاسبه کنید. از تبادل گرما بین ظرف و سایر اجسام چشم‌پوشی کنید. $(c_w = ۴۲۰۰\ J/kg^{\circ}C)$

جواب:

$$Q_t = Q_۱ + Q_۲ = ۰ \Rightarrow m_w c_w \Delta\theta_w + m_x c_x \Delta\theta_x = ۰$$

$$\Rightarrow \left((۰/۵۰۰\,kg)\times(۴۲۰۰\frac{J}{kg^{\circ}C})\times(۲۱/۰^{\circ}C - ۲۵/۰^{\circ}C)\right) + \left((۰/۲۵۰\,kg)\times c_x \times(۲۱/۰^{\circ}C - ۳/۰^{\circ}C)\right) = ۰$$

$$\Rightarrow -۸۴۰۰ + ۴/۵\,c_x = ۰ \Rightarrow ۴/۵\,c_x = ۸۴۰۰ \Rightarrow c_x \simeq ۱۸۶۶\frac{J}{kg^{\circ}C} = ۱/۸۶۶\times ۱۰^{۳}\frac{J}{kg^{\circ}C}$$

فعالیت ۴-۶

فعالیت ۴-۶: برف و یخ دو شکل آشنای حالت جامد آب هستند، اما با وجود این، ظاهرمتفاوتی دارند. دلیل این امر را تحقیق کنید.

جواب:

در تشکیل برف، مولکول‌های بخار آب به کریستال یخ تبدیل شده و در مسیر فرود به زمین با مولکول‌های بخار آب برخورد می‌کنند و حالت گازی خود را از دست داده و به کریستال جامد تبدیل می‌شود.

اما در تشکیل یخ، مولکول‌های آب که از ابتدا در کنار هم قرار دارند، با کاهش دما جنب و جوش خود را از دست داده و به یخ تبدیل می‌شوند.

فعالیت ۴-۷

فعالیت ۴-۷: تحقیق کنید وجود ناخالصی در مایع چه تأثیری بر نقطهٔ انجماد آن دارد.

جواب:

وجود ناخالصی باعث می‌شود که مایع نقطه انجماد مشخصی نداشته باشد و فرایند انجماد در گستره‌ای از دما رخ دهد.

همیار فیزیک
www.hamyarphysic.ir

فعالیت ۸-۴

فعالیت ۸-۴: **الف) بررسی کنید از دیدگاه مولکولی، افزایش دما و افزایش مساحت سطح مایع چگونه بر آهنگ تبخیر سطحی مایع اثر می‌گذارد؟**

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.

پ) تحقیق کنید کوزه‌های سفالی چگونه می‌توانند آب داخل خود را خنک کنند.

جواب:

الف) با افزایش سطح، تعداد ذراتی که با سطح در ارتباط هستند بیشتر شده و نرخ تبخیر سطحی بالاتر می‌رود.

افزایش دما باعث افزایش انرژی جنبشی و تندی ذرات می‌شود. در نتیجه ذرات انرژی بیشتری برای فرار از سطح می‌یابند و نرخ تبخیر سطحی بالا می‌رود.

ب) نوع مایع موردنظر – فشار هوا

پ) در این کوزه‌ها مقداری عمل تبخیر صورت می‌گیرد و گزمای مورد نیاز این تبخیر از کوزه گرفته می‌شود. در نتیجه دمای خود کوزه پایین آمده و آب درون آن خنک می‌ماند.

فعالیت ۹-۴

فعالیت ۹-۴: از تفاوت نقطهٔ جوش اجسام مختلف در صنعت، استفادهٔ زیادی می‌شود. تحقیق کنید چگونه از این ویژگی برای جدا کردن محصولات نفتی استفاده می‌شود؟

جواب:

با افزایش دما مواد موردنظر به دمای جوش خود می‌رسند و تبدیل به بخار می‌شوند. در این میان با بخار شدن نفت، بخار آن را با فرایند میعان به نفت مایع تبدیل می‌کنند.

پرسش ۴-۴

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

جواب:

زیرا افزایش دما باعث افزایش تندی ذرات شده و در نتیجه انرژی کمتری برای تبخیر نیاز است. اما در دماهای پایین‌تر، باید مقداری از انرژی صرف این شود که ذرات مورد نظر تندی لازم برای فرار از سطح را پیدا کنند. در نتیجه با افزایش دما، گرمای تبخیر کاهش می‌یابد.

جدول ۴ــ ۵ مقادیر L_V برای آب در دماهای مختلف*

دما ($^\circ C$)	L_V (kJ/kg)
۰	۲۴۹۰
۱۵	۲۴۵۴
۵۰	۲۳۷۴
۱۰۰	۲۲۵۶
۱۵۰	۲۱۱۵
۲۰۰	۱۹۴۰

* مقادیر تا $100^\circ C$ در فشار $1 atm$ است.

پرسش ۴-۵

پرسش ۴-۵: الف) چرا غذا در دیگ زودپز، زودتر پخته می‌شود؟

ب) دلیل دیرتر پخته شدن تخم‌مرغ در ارتفاعات چیست؟ کوهنوردان برای رفع این مشکل چه کاری انجام می‌دهند؟

جواب:

الف) با محبوس بودن زودپز، فشار درون دیگ بالا رفته که باعث بالا رفتن دما شده که موجب می‌شود غذا زودتر بپزد.

ب) در ارتفاعات فشار کاهش یافته و در نتیجه دمای جوش آب پایین می‌آید که موجب دیرتر پخته شدن تخم‌مرغ می‌شود.

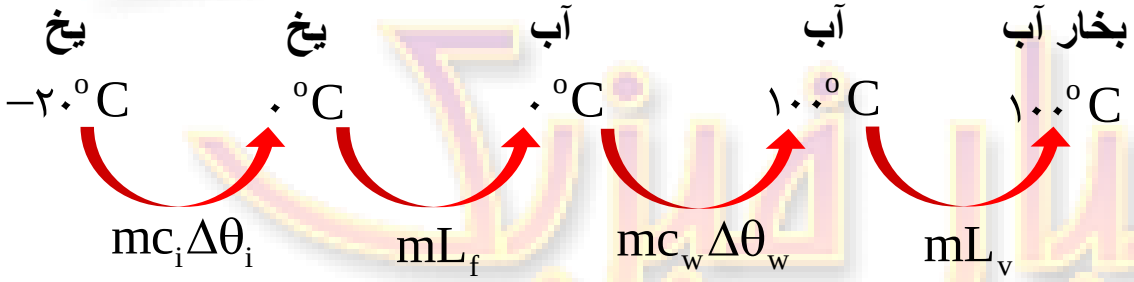
کوهنوردان برای رفع این مشکل از ظروف دربسته استفاده می‌کنند که باعث بارفتن فشار و دمای جوش می‌شود.

تمرین ۴-۶

تمرین ۴-۶: قطعه یخی به جرم $۱/۰\,kg$ و دمای اولیه $-۲۰^{o}C$ را آن قدر گرم می‌کنیم تا تمام آن تبدیل به بخار $۱۰۰^{o}C$ شود. کل گرمای مورد نیاز برای این تبدیل چند کیلوژول است؟

$$(c_w = ۴۲۰۰\,J/kg\,^{o}C \;,\; L_f = ۳۳۴\,kJ/kg \;,\; c_i = ۲۱۰۰\,J/kg\,^{o}C \;,\; L_v = ۲۲۵۶\,kJ/kg)$$

جواب:



$$Q_t = mc_i\Delta\theta_i + mL_f + mc_w\Delta\theta_w + mL_v$$

$$\Rightarrow Q_t = \left((۱/۰\,kg)\times(۲۱۰۰\frac{J}{kg\,^{o}C})\times(۰\,^{o}C-(-۲۰\,^{o}C))\right)+\left((۱/۰\,kg)\times(۳۳۴\times۱۰^{۳}\,\frac{J}{kg})\right)$$

$$+\left((۱/۰\,kg)\times(۴۲۰۰\frac{J}{kg\,^{o}C})\times(۱۰۰\,^{o}C-۰\,^{o}C)\right)+\left((۱/۰\,kg)\times(۲۲۵۶\times۱۰^{۳}\,\frac{J}{kg})\right)$$

$$\Rightarrow Q_t \simeq ۴۲۰۰\,J + ۳۳۴۰۰\,J + ۴۲۰۰۰\,J + ۲۲۵۶۰۰\,J = ۳۰۵۲\,kJ$$

فعالیت ۴-۱۰

فعالیت ۴-۱۰: در مورد ایجاد شبنم صبحگاهی روی گیاهان تحقیق کنید.

جواب:

قبل از طلوع آفتاب دمای هوا سرد بوده و موجب تبدیل بخار آب به آب می‌شود (میعان) که در هنگام صبح بصورت شبنم صبحگاهی دیده می‌شود.

فعالیت ۴-۱۱

فعالیت ۴-۱۱: در فرایندهای تغییر حالت (تغییر فاز) دما تغییر نمی‌کند، اما انرژی درونی ماده تغییر می‌کند. در این مورد تحقیق کنید.

جواب:

زیرا گرمای داده شده در این حالت باعث افزایش انرژی جنبشی و پتانسیل یعنی باعث افزایش انرژی درونی می‌شود. در واقع از دیدگاه میکروسکوپیک، با ادامه روند گرما دادن به ماده، جنب و جوش ذرات آن بالا رفته و پیوند میان آن‌ها سست می‌شود که این موضوع خود را بصورت افزایش انرژی پتانسیل نشان می‌دهد.

فعالیت ۴-۱۲

فعالیت ۴-۱۲: موهای خرس قطبی توخالی هستند. تحقیق کنید این موضوع چه نقشی در گرم نگه‌داشتن بدن خرس در سرمای قطب دارد؟

جواب:

می‌دانیم هوا رسانای خوبی برای گرما نیست، بنابراین توخالی بودن موهای بدن خرس باعث می‌شود که گرمای بدن این جاندار به محیط بیرون منتقل نشود.

پرسش ۴-۶

پرسش ۴-۶: به نظر شما چه ارتباطی بین انتقال گرما به روش همرفت و ضریب انبساط حجمی، برای یک مایع وجود دارد؟

جواب:

بالا بودن ضریب انبساط حجمی مایعات باعث می‌شود که اختلاف چگالی بین قسمت‌های سرد و گرم مایع بیشتر شده و در نتیجه همرفت با سرعت بیشتری انجام شود.

فعالیت ۴-۱۳

فعالیت ۴-۱۳: به 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 دهانهٔ یک بطری قرمز را با کارت ویزیت گرفته‌اید، دهانهٔ آن را دقیقاً روی دهانهٔ یک بطری آبی قرار دهید و سپس کارت را بیرون بکشید. همین آزمایش را به طور معکوس نیز انجام دهید؛ یعنی این‌بار، یک بطری آبی رنگ که دهانهٔ آن با کارت پوشیده شده است را روی دهانهٔ بطری قرمز رنگ قرار دهید و سپس کارت را بیرون بکشید. مشاهدات خود را توضیح دهید. از این آزمایش چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟

جواب:

در حالتی که آب گرم در بطری بالایی قرار دارد، پس از برداشتن کارت ویزیت شرایط تغییری نمی‌کند.
اما در حالتی که آب گرم در بطری پایینی قرار دارد، پس از برداشتن کارت ویزیت، آب گرم به دلیل همرفت به سمت بالا حرکت می‌کند و آب سرد به سمت پایین می‌آید، در نتیجه آب در دو بطری به شکل مخلوطی از رنگ‌های قرمز و آبی خواهد بود.

مسائل فصل

۱ـ دماهای زیر را بر حسب درجهٔ سلسیوس و فارنهایت مشخص کنید:

الف) ۰ K

$$T = \theta + ۲۷۳ \Rightarrow \theta = T - ۲۷۳ \Rightarrow \theta = ۰ - ۲۷۳ = -۲۷۳\ ^{o}C$$

$$F = \frac{۹}{۵}\theta + ۳۲ \Rightarrow F = \frac{۹}{۵}(-۲۷۳\ ^{o}C) + ۳۲ = -۴۵۹/۴\ ^{o}F$$

ب) ۲۷۳ K

$$\theta = T - ۲۷۳ \Rightarrow \theta = ۲۷۳ - ۲۷۳ = ۰^{o}C$$

$$F = \frac{۹}{۵}(۰\ ^{o}C) + ۳۲ = ۳۲\ ^{o}F$$

پ) ۳۷۳ K

$$\theta = T - ۲۷۳ \Rightarrow \theta = ۳۷۳ - ۲۷۳ = ۱۰۰^{o}C$$

$$F = \frac{۹}{۵}(۱۰۰\ ^{o}C) + ۳۲ = ۲۱۲\ ^{o}F$$

ت) ۵۴۶ K

$$\theta = T - ۲۷۳ \Rightarrow \theta = ۵۴۶ - ۲۷۳ = ۲۷۳^{o}C$$

$$F = \frac{۹}{۵}(۲۷۳\ ^{o}C) + ۳۲ = ۵۲۳/۴\ ^{o}F$$

www.hamyarphysic.ir hamyarphysic @hamyarphysic مدرس: مهندس محمد پوررضا

مسائل فصل

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

جواب:

۱ـ دماسنج دقت لازم را برای اندازه‌گیری داشته باشد.

۲ـ شخص آزمایشگر مهارت لازم را برای اندازه‌گیری داشته باشد.

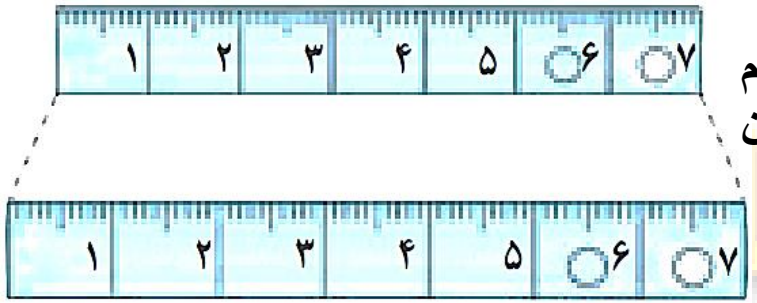
۳ـ اندازه‌گیری چند بار تکرار شود و پس از حذف اعدادی که فاصلهٔ زیادی با اعداد دیگر دارند، میانگین اعداد باقی‌مانده را محاسبه کنی.

۴ـ مقداری صبر شود تا دماسنج با جسم به تعادل دمایی برسد.

مسائل فصل

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

جواب:



این شکل نشان می‌دهد که انبساط گرمایی باعث انبساط جسم در تمام ابعاد می‌شود. حتی اگر حفره‌ای هم داخل جسم باشد، حفره هم به همان نسبت منبسط می‌شود.

www.hamyarphysic.ir

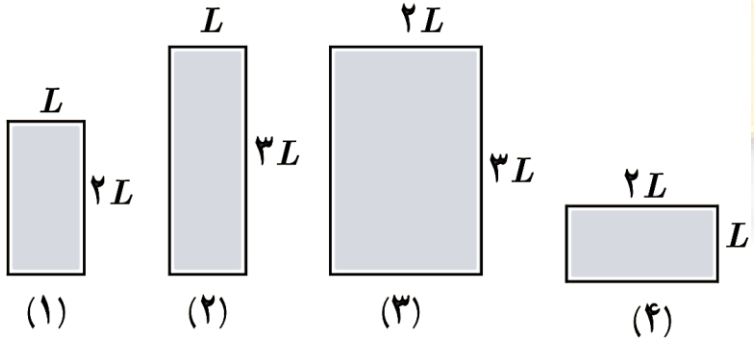
مسائل فصل

۴ـ شکل روبه‌رو چهار صفحهٔ فلزی همجنس به اضلاع متفاوت را در یک دما نشان می‌دهد. اگر دمای همهٔ آن‌ها را به اندازهٔ یکسان زیاد کنیم،

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

ب) مساحت کدام یک بیشتر افزایش پیدا می‌کند؟

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



جواب:

الف) طبق رابطهٔ انبساط طولی $\Delta L = L_{\backslash}\alpha\Delta T$ ، هرچه ارتفاع اولیه بیشتر باشد، افزایش ارتفاع نیز بیشتر می‌شود. بنابراین افزایش ارتفاع در شکل‌های (۲) و (۳) بیشتر خواهد بود.

ب) طبق رابطهٔ انبساط سطحی $\Delta A = A_{\backslash}\alpha\Delta T$ ، هرچه مساحت اولیه بیشتر باشد، افزایش مساحت نیز بیشتر می‌شود. حال باید مساحت اولیهٔ هر شکل را به دست آوریم:

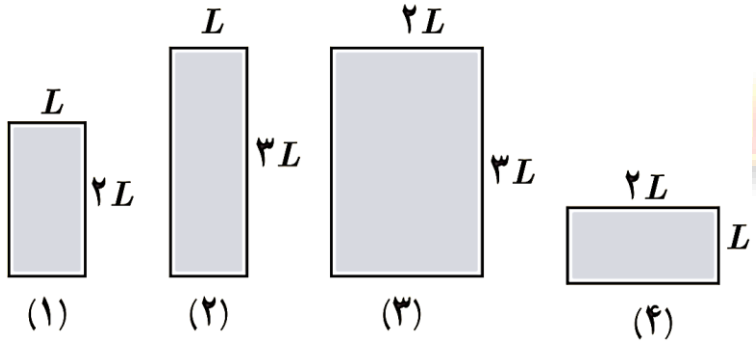
بنابراین افزایش مساحت در شکل (۳) بیشتر خواهد بود.

مسائل فصل

۴ـ شکل روبه‌رو چهار صفحهٔ فلزی هم‌جنس به اضلاع متفاوت را در یک دما نشان می‌دهد. اگر دمای همهٔ آن‌ها را به اندازهٔ یکسان زیاد کنیم،

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

جواب:



پ) چون روزنه‌ها هم‌اندازه‌اند و هر چهار قطعه از یک جنس‌اند، افزایش قطر هر چهار روزنه به یک اندازه خواهد بود.

مسائل فصل

۵ـ یک بزرگراه از بخش‌های بتونی به طول $۲۵٫۰\,m$ ساخته شده است. این بخش‌ها در دمای $۱۰٫۰\,^{o}C$، بتون‌ریزی و عمل آورده شده‌اند. برای جلوگیری از تاب برداشتن بتون در دمای $۵۰٫۰\,^{o}C$، مهندسان باید چه فاصله‌ای را بین این قطعه‌ها در نظر بگیرند؟ $(\alpha = ۱۴\times۱۰^{-۶}\,K^{-۱})$

جواب:

$$\Delta L = L_{۱}\alpha\Delta T = (۲۵٫۰\,m)\times(۱۴\times۱۰^{-۶}\,\frac{۱}{^{o}C})\times(۵۰٫۰\,^{o}C - ۱۰٫۰\,^{o}C) = ۱٫۴\times۱۰^{-۲}\,m = ۱٫۴\,cm$$

مسائل فصل

۶- یک ظرف آلومینیمی با حجم $۴۰۰\,cm^۳$ در دمای $۲۰/۰\,^oC$ به طور کامل از گلیسیرین پر شده است. اگر دمای ظرف و گلیسیرین به $۳۰/۰\,^oC$ برسد، چقدر گلیسیرین از ظرف بیرون می‌ریزد؟

$$(\alpha_{Al} = ۲۳\times ۱۰^{-۶}\,\frac{۱}{^oC}\ ,\ \beta_G = ۰/۴۹\times ۱۰^{-۳}\,\frac{۱}{^oC})$$

جواب:

حجم اولیهٔ ظرف و گلیسیرین برابر است. ابتدا باید تغییر حجم ظرف و گلیسیرین را به دست آوریم و سپس از هم کم کنیم:

$$\Delta V_G = V_{۰G}\beta\Delta T \Rightarrow \Delta V_G = (۴۰۰\,cm^۳)\times(۰/۴۹\times ۱۰^{-۳}\,\frac{۱}{^oC})\times(۳۰/۰\,^oC - ۱۰/۰\,^oC) \Rightarrow \Delta V_G = ۱/۹۶\,cm^۳$$

$$\Delta V_{Al} = V_{۰Al}(۳\alpha)\Delta T \Rightarrow \Delta V_{Al} = (۴۰۰\,cm^۳)\times(۳\times ۲۳\times ۱۰^{-۶}\,\frac{۱}{^oC})\times(۳۰/۰\,^oC - ۱۰/۰\,^oC) \Rightarrow \Delta V_{Al} = ۰/۲۷۶\,cm^۳$$

$$\Delta V = \Delta V_G - \Delta V_{Al} = (۱/۹۶\,cm^۳ - ۰/۲۷۶\,cm^۳) = ۱/۶۸۴\,cm^۳$$

رابطه تستی:

$$\Delta V = V_۰(\beta - ۳\alpha)\Delta T = (۴۰۰\,cm^۳)\times\left[۰/۴۹\times ۱۰^{-۳}\,\frac{۱}{^oC} - (۳\times ۲۳\times ۱۰^{-۶}\,\frac{۱}{^oC})\right]\times(۳۰/۰\,^oC - ۱۰/۰\,^oC) = ۱/۶۸۴\,cm^۳$$

مسائل فصل

۷ـ مقداری بنزین در مخزنی استوانه‌ای به ارتفاع $h = ۱۰\,m$ ریخته شده است. در دمای $-۱۰\,^{o}C$ فاصلهٔ بین سطح بنزین تا بالای ظرف برابر $\Delta h = ۵۰\,cm$ است. اگر از انبساط ظرف در نتیجهٔ افزایش دما چشم‌پوشی شود، در چه دمایی بنزین از ظرف سرریز می‌شود؟ $(\beta = ۱/۰ \times ۱۰^{-۳}\,K^{-۱})$

جواب:

$$\Delta h = h_۲ - h_۱ \Rightarrow ۰/۵\,m = (۱۰\,m) - h_۱ \Rightarrow h_۱ = ۹/۵\ m$$

$$\Delta V = V_۱ \beta \Delta T \Rightarrow A\,\Delta h = (A h_۱)\beta \Delta T \Rightarrow \Delta h = h_۱ \beta \Delta T$$

$$\Rightarrow ۰/۵\,m = (۹/۵\ m) \times (۱/۰ \times ۱۰^{-۳}\ \frac{۱}{^{o}C}) \times \Delta\theta \Rightarrow \Delta\theta = \frac{۰/۵}{۹/۵ \times ۱۰^{-۳}} \simeq ۵۳\ ^{o}C$$

$$\Delta\theta = \theta_۲ - \theta_۱ \Rightarrow ۵۳\ ^{o}C = \theta_۲ - (-۱۰\ ^{o}C) \Rightarrow ۵۳\ ^{o}C = \theta_۲ + ۱۰\ ^{o}C \Rightarrow \theta_۲ = ۴۳\ ^{o}C$$

مسائل فصل

۸ـ در شکل روبه‌رو با کاهش دما، نوار دوفلزه به طرف پایین خم می‌شود. اگر یکی از نوارها، برنجی و نوار دیگر فولادی باشد؛

الف) نوار بالایی از چه جنسی است؟

ب) اگر نوارها را گرم کنیم به کدام سمت خم می‌شوند؟ $(\alpha_F = ۱۲\times ۱۰^{-۶}\ \frac{۱}{K}\ ,\ \alpha_B = ۱۹\times ۱۰^{-۶}\ \frac{۱}{K})$

جواب:

الف) با کاهش دما، طول فلزات کاهش می‌یابد. چون ضریب انبساط طولی برنج از فولاد بیشتر است، کاهش طول برنج در اثر کاهش دما بیشتر از کاهش طول فولاد است. بنابراین فلز بالایی از جنس فولاد و فلز پایینی از جنس برنج است.

ب) با کاهش دما، طول فلزات کاهش می‌یابد. چون ضریب انبساط طولی برنج از فولاد بیشتر است، افزایش طول برنج در اثر افزایش دما بیشتر از افزایش طول فولاد است. بنابراین با توجه به اینکه فلز پایینی از جنس برنج است، مجموعه به سمت بالا خم می‌شود.

مسائل فصل

۹ـ طول خط های 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 $-۱۰\,^{o}C$ و در تابستان تا $+۵۰\,^{o}C$ برسد. جنس این لوله‌ها عموما از فولاد با $\alpha \approx ۱۰\times۱۰^{-۶}\,K^{-۱}$ است.

طول خط لوله، بین دو ایستگاه تهران اصفهان تقریباً $۲۳۰\,km$ است.
الف) در اثر این اختلاف دما این خط چقدر منبسط می‌شود؟
ب) چگونه می‌توان تأثیر این انبساط را برطرف کرد؟

جواب:

الف)

$$\Delta L = L_{۱}\alpha\Delta T = (۲۳۰\times۱۰^{۳}\,m)\times(۱۰\times۱۰^{-۶}\,\frac{۱}{^{o}C})\times\underbrace{(۵۰/۰\,^{o}C-(-۱۰/۰\,^{o}C))}_{۶۰/۰\,K} = ۱۳۸\,m$$

ب) با عایق‌بندی مناسب می‌توان از تغییر دما و در نتیجه انبساط خط لوله تا حد قابل توجهی جلوگیری کرد.

مسائل فصل

۱۰- در یک روز گرم یک تانکر حامل سوخت با $۳۰۰۰۰\ L$ بنزین بارگیری شده است. هوا در محل تحویل سوخت $۲۰/۰\ ^oC$ سردتر از محلی است که در آنجا سوخت بار زده شده است. راننده چند لیتر سوخت را در این محل تحویل می‌دهد؟ $(\beta = ۱/۰ \times ۱۰^{-۳} K^{-۱})$

جواب:

$$\Delta V = V_۱ \beta \Delta T = (۳۰۰۰۰ L) \times (۱/۰ \times ۱۰^{-۳} K^{-۱}) \times (-۲۰/۰ K) = -۶۰۰ L$$

$$\Delta V = V_۲ - V_۱ \Rightarrow -۶۰۰ L = V_۲ - ۳۰۰۰۰ L \Rightarrow V_۲ = ۲۹۴۰۰ L$$

مسائل فصل

۱۱- برای گرم کردن $200\ g$ آب جهت تهیهٔ 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 $30/0\ ^oC$ به $100\ ^oC$ را محاسبه کنید.

جواب:

$$Q = mc\Delta T = (0/2\ kg) \times (4200\ \frac{J}{kg\ ^oC}) \times (100\ ^oC - 30\ ^oC) = 58800\ J$$

$$P = \frac{Q}{t} \Rightarrow t = \frac{Q}{P} = \frac{58800\ J}{200\ W} = 294\ s$$

مسائل فصل

۱۲ـ دمای یک قطعه فلز ۰/۶ کیلوگرمی را توسط یک گرمکن ۵۰ واتی در مدت ۱۱۰s از $18\,^{o}C$ به $38\,^{o}C$ رسانده‌ایم. این آزمایش برای گرمای ویژهٔ فلز چه مقداری را به دست می‌دهد؟ حدس می‌زنید که این پاسخ از مقدار واقعی گرمای ویژه فلز بیشتر باشد یا کمتر؟ توضیح دهید .

جواب:

$$P=\frac{Q}{t}\Rightarrow Q=Pt=(۵۰W)\times(۱۱۰s)=۵۵۰۰J$$

$$Q=mc\Delta T\Rightarrow ۵۵۰۰J=(۰/۶kg)\times c\times(۳۸\,^{o}C-۱۸\,^{o}C)\Rightarrow ۵۵۰۰=۱۲c\Rightarrow c=\frac{۵۵۰۰}{۱۲}\simeq ۴۵۸\frac{J}{kg\,^{o}C}$$

www.hamyarphysic.ir hamyarphysic @hamyarphysic مدرس: مهندس محمد پوررضا

مسائل فصل

۱۳ـ گرماسنجی به جرم ۲۰۰ گرم از مس ساخته شده است. یک قطعهٔ ۸۰ گرمی از یک مادهٔ نامعلوم همراه با ۵۰ گرم آب به درون گرماسنج ریخته می‌شود. اکنون دمای این مجموعه $30\ ^oC$ شده است. در این هنگام ۱۰۰ گرم آب $70\ ^oC$ به گرماسنج اضافه می‌شود، دمای تعادل $52\ ^oC$ می‌شود. گرمای ویژهٔ قطعه را محاسبه کنید.

جواب:

در این مثال ما ۴ جسم داریم که با هم در تعادل گرمایی قرار دارند: ۱ـ گرماسنج از جنس مس ۲ـ قطعهٔ مجهول ۳ـ ۵۰ گرم آب $30\ ^oC$ ۴ـ ۱۰۰ گرم آب $70\ ^oC$

$$Q_1+Q_2+Q_3+Q_4=m_{cu}c_{cu}\Delta\theta_{cu}+m_xc_x\Delta\theta_x+m_{w_1}c_{w_1}\Delta\theta_{w_1}+m_{w_2}c_{w_2}\Delta\theta_{w_2}=0$$

$$\left((0/2\,kg)\times(386\frac{J}{kg\,^oC})\times(\overbrace{52\,^oC-30\,^oC}^{22\,^oC})\right)+\left((0/08\,kg)\times c_x\times(\overbrace{52\,^oC-30\,^oC}^{22\,^oC})\right)$$

$$+\left((0/05\,kg)\times(4200\frac{J}{kg\,^oC})\times(\overbrace{52\,^oC-30\,^oC}^{22\,^oC})\right)+\left((0/1\,kg)\times(4200\frac{J}{kg\,^oC})\times(\overbrace{52\,^oC-70\,^oC}^{-18\,^oC})\right)=0$$

$$1698/4+1/76c_x+4620+(-7560)=0\Rightarrow 1/76c_x-1241/6=0\Rightarrow 1/76c_x=1241/6$$

$$\Rightarrow c_x=\frac{1241/6}{1/76}\simeq 705\frac{J}{kg\,^oC}$$

مسائل فصل

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.

جواب:

خیر، اگر جسم در دمای تغییر حالت باشد، دمای آن بالا نمی‌رود.

برای مثال گرما دادن به یخ در دمای صفر درجهٔ سانتی‌گراد باعث تبدیل شدن یخ به آب و گرما دادن به آب در دمای ۱۰۰ درجهٔ سانتی‌گراد باعث تبدیل شدن آب به بخار آب می‌شود.

مسائل فصل

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

جواب:

زیرا الکل باعث تبخیر سطحی روی پوست می‌شود که فرآیندی گرماگیر است. در نتیجه احساس خنکی روی پوست ایجاد می‌شود.

همیار فیزیک
www.hamyarphysic.ir

مسائل فصل

۱۶ـ کدام گزینه دربارهٔ فرایند ذوب نادرست است؟

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

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

پ) فرایند ذوب، عملی گرماگیر است.

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

جواب:

الف) افزایش فشار وارد بر جسم در بیشتر مواد (بجز یخ)، سبب بالا رفتن نقطهٔ ذوب می‌شود.

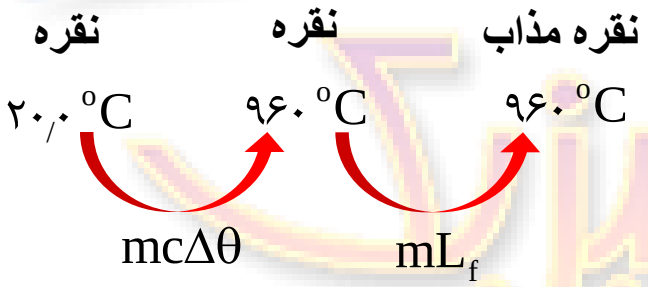
بقیه جملات صحیح‌اند.

مسائل فصل

۱۷- کم‌ترین گرمای لازم برای ذوب کامل ۲۰۰ g نقره که در آغاز در دمای $۲۰/۰\ ^{o}C$ قرار دارد چقدر است؟ (فشار هوا را یک اتمسفر فرض کنید. دمای نقطهٔ ذوب نقره $۹۶۰\ ^{o}C$ و گرمای نهان ذوب آن $۸۸/۳\ \frac{kJ}{kg}$ است.)

$$(c = ۲۳۶\ \frac{J}{kg\ ^{o}C})$$

جواب:



$$Q = mc\Delta\theta + mL_f$$

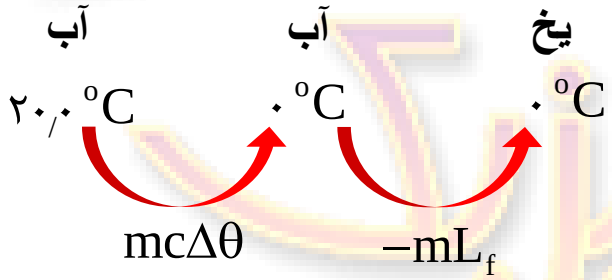
$$\Rightarrow Q = \left((۰/۲\ kg) \times (۲۳۶\ \frac{J}{kg\ ^{o}C}) \times (۹۶۰\ ^{o}C - ۲۰\ ^{o}C)\right) + \left((۰/۲\ kg) \times (۸۸/۳ \times ۱۰^{۳}\ \frac{J}{kg})\right)$$

$$= ۴۴۳۶۸\ J + ۱۷۶۶۰\ J = ۶۲۰۲۸\ J \simeq ۶۲ \times ۱۰^{۳}\ J = ۶۲\ kJ$$

مسائل فصل

۱۸- یک راه برای جلوگیری از سرد شدن بیش از حد یک سالن سربسته در شب هنگام، وقتی که دمای زیر صفر پیش‌بینی شده است قرار دادن تشت بزرگ پر از آب در سالن است. اگر جرم آب درون تشت $۱۵۰\,kg$ و دمای اولیهٔ آن $۲۰/۰\,^oC$ باشد و همهٔ آن به یخ $۰/۰\,^oC$ تبدیل شود، آب چقدر گرما به محیط پیرامونش می‌دهد؟

$$(c_w = ۴۲۰۰\frac{J}{kg\,^oC})$$



جواب:

$$Q = mc\Delta\theta + (-mL_f)$$

$$\Rightarrow Q = \left((۱۵۰\,kg)\times(۴۲۰۰\frac{J}{kg\,^oC})\times(۰\,^oC - ۲۰\,^oC)\right) + \left(-(۱۵۰\,kg)\times(۳۳۳/۷\times۱۰^۳\,\frac{J}{kg})\right)$$

$$\Rightarrow Q \simeq ۱۲/۶\times۱۰^۶\,J + ۵۰/۰\times۱۰^۶\,J = ۶۲/۶\times۱۰^۶\,J = ۶۲/۶\,MJ$$

مسائل فصل

۱۹ـ یک گرمکن ۵۰ واتی به طور کامل در ۱۰۰ گرم آب درون یک گرماسنج قرار داده می‌شود.
الف) این گرمکن در مدت یک دقیقه دمای آب و گرماسنج را از $۲۰\,^{o}C$ به $۲۵\,^{o}C$ می‌رساند. ظرفیت گرمایی گرماسنج را حساب کنید.
ب) چه مدت طول می‌کشد تا دمای آب درون گرماسنج از $۲۵\,^{o}C$ به نقطهٔ جوش $(۱۰۰\,^{o}C)$ برسد؟
پ) چه مدت طول می‌کشد تا ۲۰ گرم آب در حال جوش درون این گرماسنج به بخار تبدیل شود؟

جواب:

الف)

$$P=\frac{Q_t}{t}\Rightarrow Q_t=Pt=(۵۰W)\times(۶۰s)=۳۰۰۰J$$

$$Q_t=Q_۱+Q_۲=m_w c_w \Delta\theta_w+C_x\Delta\theta_x$$

$$\Rightarrow ۳۰۰۰J=\left((۰/۱kg)\times(۴۲۰۰\frac{J}{kg\,^{o}C})\times(۲۵^{o}C-۲۰^{o}C)\right)+\left(C_x\times(۲۵^{o}C-۲۰^{o}C)\right)$$

$$\Rightarrow ۳۰۰۰=۲۱۰۰+۵C_x\Rightarrow ۵C_x=۹۰۰\Rightarrow C_x=\frac{۹۰۰}{۵}=۱۸۰\frac{J}{kg}$$

مسائل فصل

ب) چه مدت طول می‌کشد تا دمای آب درون گرماسنج از $۲۵\,^{o}C$ به نقطهٔ جوش $(۱۰۰\,^{o}C)$ برسد؟
پ) چه مدت طول می‌کشد تا ۲۰ گرم آب در حال جوش درون این گرماسنج به بخار تبدیل شود؟

جواب:

ب)

$$P=\frac{Q_t}{t}\Rightarrow t=\frac{Q_t}{P}=\frac{m_w c_w \Delta\theta_w + C_x \Delta\theta_x}{P}$$

$$=\frac{\left((۰/۱\,kg)\times(۴۲۰۰\frac{J}{kg\,^{o}C})\times\overbrace{(۱۰۰\,^{o}C-۲۵\,^{o}C)}^{۷۵\,^{o}C}\right)+\left((۱۸۰\frac{J}{kg})\times\overbrace{(۱۰۰\,^{o}C-۲۵\,^{o}C)}^{۷۵\,^{o}C}\right)}{(۵۰W)}$$

$$t=\frac{۳۱۵۰۰+۱۳۵۰۰}{۵۰}=\frac{۴۵۰۰۰}{۵۰}=۹۰۰s\Rightarrow t=۹۰۰s$$

پ) چون آب در حال جوشیدن است، دما افزایش نمی‌یابد و تمام گرمای داده شده به گرماسنج و آب صرف تغییر حالت آب از مایع بع بخار آب می‌شود. بنابراین:

$$P=\frac{Q}{t}=\frac{mL_v}{t}\Rightarrow(۵۰W)=\frac{(۰/۰۲\,kg)\times(۲۲۵۶\times۱۰^{۳}\frac{J}{kg})}{t}\Rightarrow t\simeq۹۰۲s$$

مسائل فصل

۲۰- گرمکنی در هر ثانیه ۲۰۰/۰ ژول گرما می‌دهد.
الف) چقدر طول می‌کشد تا این گرمکن ۰/۱۰۰ کیلوگرم آب $100\ ^oC$ را به بخار آب $100\ ^oC$ تبدیل کند؟
ب) این گرمکن در همین مدت، چه مقدار یخ $0\ ^oC$ را می‌تواند به آب $0\ ^oC$ تبدیل کند؟

$$(L_f = 333/7\ \frac{kJ}{kg} \quad , \quad L_v = 2256\ \frac{kJ}{kg})$$

جواب:

الف)

$$P = \frac{Q}{t} = \frac{200\ J}{1\ s} = 200\ W$$

$$P = \frac{Q}{t} = \frac{mL_v}{t} \Rightarrow (200\ W) = \frac{(0/100\ kg) \times (2256 \times 10^3\ \frac{J}{kg})}{t} \Rightarrow t = 1128\ s$$

ب)

$$P = \frac{Q}{t} = \frac{mL_f}{t} \Rightarrow (200\ W) = \frac{m \times (333/7 \times 10^3\ \frac{J}{kg})}{1128\ s} \Rightarrow m = 676 \times 10^{-3}\ kg = 676\ g$$

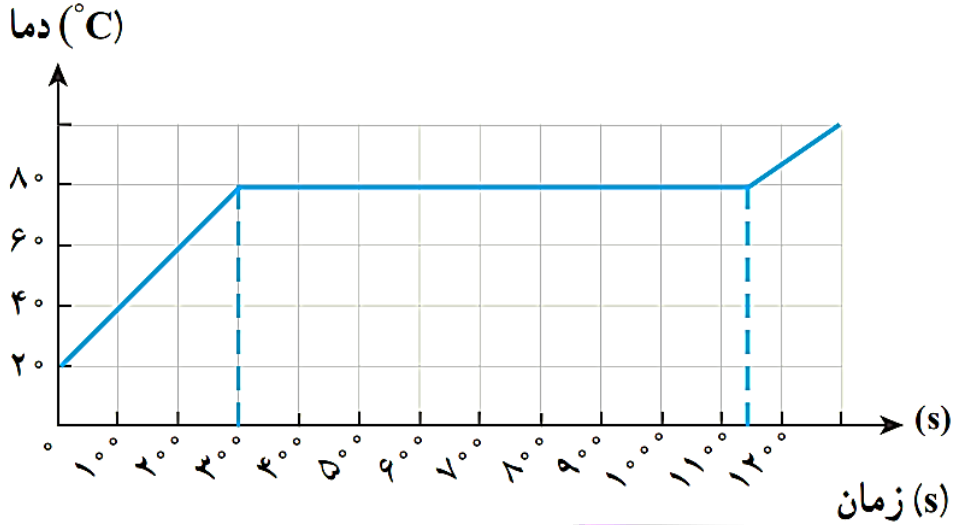
مسائل فصل

۲۱- اگر به جسم جامدی که ابعاد آن به اندازهٔ 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 ۵۰/۰ g رسم شده که توسط یک گرم کنِ ۱۰/۰ W گرم شده است.

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

ب) گرمای ویژهٔ جامد و

پ) گرمای نهان ذوب آن را محاسبه کنید.



جواب:

تفسیر نمودار: در ابتدا جسم جامد گرما می‌گیرد و در مدت ۳۰۰ ثانیه، دمای آن از ۲۰ به ۸۰ درجه سانتیگراد می‌رسد. با گذشت زمان و با وجود گرمایی که به جسم داده می‌شود، دمای جسم بالا نمی‌رود و شیب نمودار برابر صفر است. در این مرحله می‌توان نتیجه گرفت که گرمای داده شده صرف شکستن پیوندهای درونی جسم شده و جسم تغییر حالت می‌دهد، یعنی گرمای داده‌شده در زمان بین ۳۰۰ ثانیه تا حدود ۱۱۵۰ ثانیه (۸۵۰ ثانیه)، گرمای نهان ذوب است. بعد از این مرحله با ادامه روند گرمادهی، دمای جسم بالاتر می‌رود.

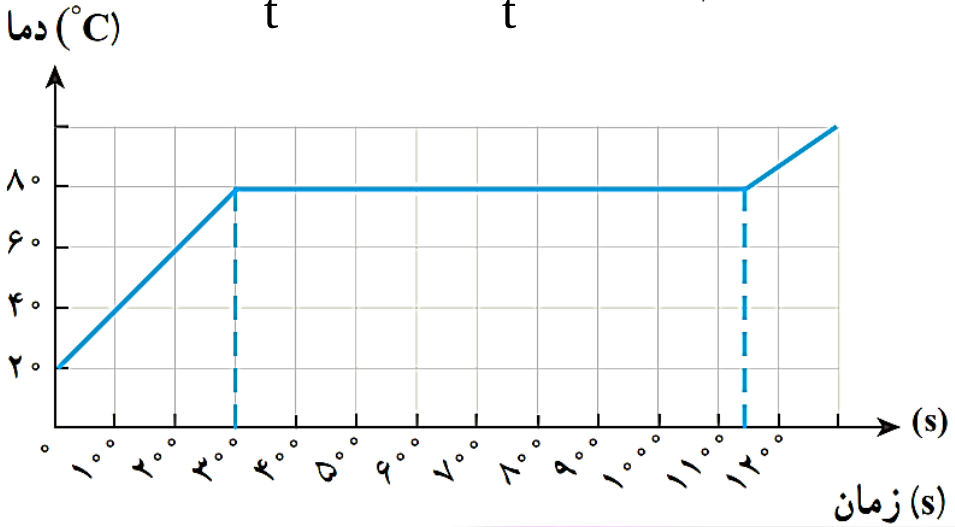
الف) ۳۰۰ ثانیه

مسائل فصل

ب) گرمای ویژهٔ جامد و
پ) گرمای نهان ذوب آن را محاسبه کنید.

جواب:

$$P=\frac{Q}{t}\Rightarrow P=\frac{mc\Delta\theta}{t}\Rightarrow (۱۰/۰\,W)=\frac{(۵۰\times۱۰^{-۳}\,kg)\times c\times \overbrace{(۸۰^{o}C-۲۰^{o}C)}^{۶۰^{o}C}}{۳۰۰\,s}\Rightarrow c=۱۰۰۰\,\frac{J}{kg\,^{o}C}$$



$$P=\frac{Q}{t}\Rightarrow P=\frac{mL_f}{t}\Rightarrow (۱۰/۰\,W)=\frac{(۵۰\times۱۰^{-۳}\,kg)\times L_f}{\underbrace{(۱۱۵۰\,s-۳۰۰\,s)}_{۸۵۰\,s}}\Rightarrow L_f=۱/۷\times۱۰^{۵}\,\frac{J}{kg}$$

مسائل فصل

۲۲- در چالهٔ کوچکی $۱/۰۰\,kg$ آب $۰\,^oC$ قرار دارد. اگر بر اثر تبخیر سطحی قسمتی از آب تبخیر شود و بقیهٔ آن یخ ببندد، جرم آب یخ زده چقدر می‌شود؟

$$(L_{f_i} = ۳۳۳/۷\,\frac{kJ}{kg} \quad , \quad L_{v_w} = ۲۲۵۶\,\frac{kJ}{kg})$$

جواب:

$$Q_t = Q_۱ + Q_۲ \Rightarrow m_w L_{v_w} - m_i L_{f_i} = ۰ \Rightarrow m_w L_{v_w} = m_i L_{f_i} \Rightarrow m_w = \frac{m_i L_{f_i}}{L_{v_w}} = \frac{m_i \times (۳۳۳/۷\,\frac{kJ}{kg})}{(۲۲۵۶\,\frac{kJ}{kg})} \Rightarrow m_w = ۰/۱۴۸\,m_i$$

$$\begin{cases} m_w + m_i = ۱\,kg \\ m_w = ۰/۱۴۸\,m_i \end{cases} \Rightarrow ۰/۱۴۸\,m_i + m_i = ۱\,kg \Rightarrow ۱/۱۴۸\,m_i = ۱\,kg \Rightarrow m_i = \frac{۱\,kg}{۱/۱۴۸} \simeq ۰/۸۷\,kg \Rightarrow m_i = ۸۷۰\,g$$

حال اگر جرم آب تبخیرشده را بخواهیم، خواهیم داشت:

$$m_w + m_i = ۱\,kg \Rightarrow m_w = ۱\,kg - m_i \Rightarrow m_w = ۱\,kg - ۰/۸۷\,kg = ۰/۱۳\,kg \Rightarrow m_w = ۱۳۰\,g$$

مسائل فصل

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 $۵۰/۰\,kg$ به اندازهٔ $۱/۰۰\,^{o}C$ کاهش یابد؟ گرمای نهان تبخیر آب در دمای $(۳۷\,^{o}C)$ برابر $۲/۴۲\times۱۰^{۶}\,J/kg$ و گرمای ویژهٔ بدن در حدود $۳۴۸۰\,J/kg.K$ است.
ب) حجم آبی که شخص باید برای جبران آب تبخیر شده بنوشد، چقدر است؟ $(\rho_w = ۱\,g/cm^{۳})$

جواب:

با کم‌شدن دمای بدن، شخص گرما از دست می‌دهد و این گرما باعث تبخیر آب می‌شود:

$$Q_t = Q_۱ + Q_۲ = m_w c_w \Delta\theta_w + C_x \Delta\theta_x$$

$$Q_W + Q_B = ۰ \Rightarrow Q_W = -Q_B \Rightarrow m_w \times (۲/۴۲\times۱۰^{۶}\,\frac{J}{kg}) = -(۵۰\,kg)\times(۳۴۸۰\,\frac{J}{kg.^{o}C})\times(-۱/۰\,^{o}C) = ۰ \Rightarrow m_w \simeq ۷/۲\times۱۰^{-۲}\,kg = ۷۲g$$

$$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow V = \frac{m}{\rho} = \frac{۷۲g}{۱\,\frac{g}{cm^{۳}}} = ۷۲\,cm^{۳}$$

مسائل فصل

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

جواب:

فلزات رسانای خوب گرما هستند. بنابراین وقتی به لولهٔ فلزی دست می‌زنیم، گرمای دست ما از طریق لوله منتقل شده و دست ما احساس سرد شدن می‌کند.

زیرا امکان دارد که رطوبت بین دست ما و سطح فلز در اثر کاهش دما به بلورهای یخ تبدیل شده و دست ما به فلز بچسبد.

مسائل فصل

۲۵ـ یک پالتو چگونه شما را گرم نگه می‌دارد؟ چرا استفاده از چند لباس زیر پالتو این عمل را تشدید می‌کند؟

جواب:

در بین الیاف پالتو هوا وجود دارد و چون هوا رسانای خوبی برای گرما نیست، مانع انتقال گرمای بدن ما به محیط اطراف می‌شود و بدن ما گرم می‌ماند.
استفاده از چند لباس زیر پالتو باعث افزایش لایه‌های هوا و در نتیجه کم‌تر شدن آهنگ انتقال گرما می‌شود.

مسائل فصل

۲۶- دو قوری هم جنس و هم اندازه را درنظر بگیرید که سطح بیرونی یکی سیاه رنگ و دیگری سفیدرنگ است. هر دو را با آب داغ با دمای یکسان پر می‌کنیم. آب کدام قوری زودتر خنک می‌شود؟

جواب:

قوری سیاه رنگ، تابش گرمایی از سطوح تیره بیشتر از سطوح روشن است. بنابراین آهنگ تابش گرما از قوری سیاه رنگ بیشتر است و این قوری زودتر خنک می‌شود.