

فصل چهارم

دما و گرما

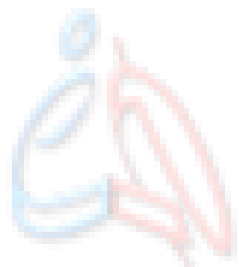
تمرین ۴-۱

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

جواب:

$$\Delta T = T_r - T_l = (\theta_r + 273) - (\theta_l + 273) = \theta_r + 273 - \theta_l - 273 = \theta_r - \theta_l = \Delta \theta \Rightarrow \Delta T = \Delta \theta$$

همیار فیزیک



www.hamyarphysics.ir

تمرین ۲-۴

تمرین ۲-۴: الف) دمای بدن یک انسان سالم تقریباً 37°C است. این دما را برحسب کلوین و فارنهایت بنویسید.

ب) گرمترین نقطه 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 برحسب کلوین و فارنهایت به دست آورید.

جواب:

$$T = \theta + 273 \Rightarrow T = 37 + 273 \Rightarrow T = 310 \text{ K}$$

$$F = \frac{9}{5}\theta + 32 \Rightarrow F = \frac{9}{5}(37) + 32 \Rightarrow F \approx 98,6^{\circ}\text{F}$$

الف)

ب)

$$T = \theta + 273 \Rightarrow T = 70 + 273 \Rightarrow T = 343 \text{ K}$$

$$F = \frac{9}{5}\theta + 32 \Rightarrow F = \frac{9}{5}(70) + 32 \Rightarrow F \approx 158^{\circ}\text{F}$$

$$T = \theta + 273 \Rightarrow T = -89 + 273 \Rightarrow T = 184 \text{ K}$$

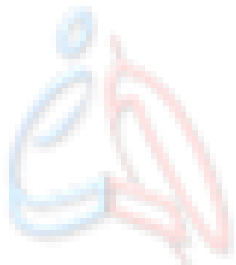
$$F = \frac{9}{5}\theta + 32 \Rightarrow F = \frac{9}{5}(-89) + 32 \Rightarrow F \approx -128,2^{\circ}\text{F}$$

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.



www.hamyarphysic.ir

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.

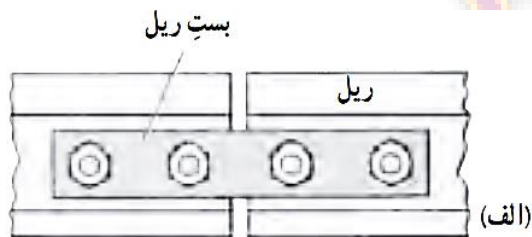
ب) همیشه باید بین دو طرف درب (قسمت ثابت و متحرک) مقداری فاصله باشد. اگر این فاصله از یک مقدار مشخصی کمتر باشد، با افزایش دما، هردو قسمت درب منبسط شده و به هم گیر می‌کنند.

فعالیت ۳-۴

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

۲) امروزه بین قسمت‌های متوالی خط آهن فاصله‌ای در نظر 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:



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.



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 مستطیلی شکل به اضلاع a_1 و b_1 را در نظر 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 $\Delta A = A_1(2\alpha)\Delta T$ به دست می‌آید.

جواب:

$$A_2 = a_2 b_2 = (a_1 + \Delta a)(b_1 + \Delta b)$$

$$\Delta a = a_1 \alpha \Delta T$$

$$\Delta b = b_1 \alpha \Delta T$$

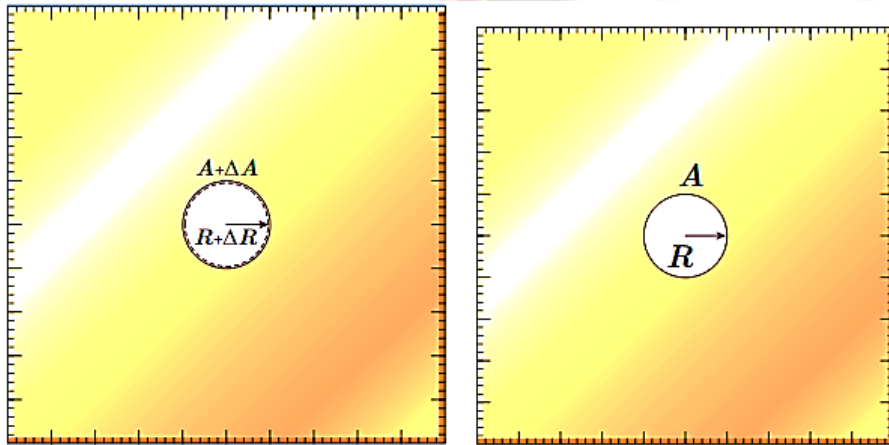
$$A_2 = a_2 b_2 = (a_1 + a_1 \alpha \Delta T)(b_1 + b_1 \alpha \Delta T) = a_1 b_1 + a_1 b_1 \alpha \Delta T + a_1 b_1 \alpha \Delta T + a_1 b_1 \alpha^2 \Delta T^2$$

$$A_2 = A_1 + 2A_1 \alpha \Delta T \Rightarrow A_2 - A_1 = A_1(2\alpha)\Delta T \Rightarrow \Delta A = A_1(2\alpha)\Delta T$$

تمرین ۳-۴

تمرین ۳-۴: 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 200°C افزایش یابد، افزایش مساحت حفره چقدر خواهد شد؟ ($\alpha = 19 \times 10^{-6} \text{ } 1/^{\circ}\text{C}$)

جواب:



(ب)

(الف)

$$\begin{aligned}\Delta A &= A_1 (\alpha) \Delta T \Rightarrow \Delta A = (\pi r^2) (\alpha) \Delta T \\ &= (3.14 \times (1.27 \text{ cm})^2) \times (2 \times 19 \times 10^{-6} \frac{1}{^{\circ}\text{C}}) \times (200^{\circ}\text{C}) \\ \Rightarrow \Delta A &= 3.8 \times 10^{-3} \text{ cm}^2\end{aligned}$$

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 $\rho_r = \rho_l / (1 + \beta \Delta T)$ است که در آن ρ_r و ρ_l به ترتیب چگالی ماده در دماهای T_r و T_l ، ضریب انبساط حجمی β و $\Delta T = T_r - T_l$ است. (الف) رابطه چگالی با تغییر دما را به دست آورید. (ب) نشان دهید با تقریب مناسبی می‌توان چگالی جسم را از رابطه $\rho_r = \rho_l (1 - \beta \Delta T)$ نیز به دست می‌آید.

جواب:

(الف)

$$V_r = V_l (1 + \beta \Delta T) \xrightarrow{\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow V = \frac{m}{\rho}} \frac{m_r}{\rho_r} = \frac{m_l}{\rho_l} (1 + \beta \Delta T) \xrightarrow{m_l = m_r} \frac{1}{\rho_r} = \frac{1}{\rho_l} (1 + \beta \Delta T)$$

$$\Rightarrow \rho_r = \frac{\rho_l}{(1 + \beta \Delta T)}$$

(ب)

$$\Rightarrow \rho_r = \frac{\rho_l}{(1 + \beta \Delta T)} \times \frac{(1 - \beta \Delta T)}{(1 - \beta \Delta T)} = \frac{\rho_l (1 - \beta \Delta T)}{(1 - \beta \Delta T)} = \rho_l (1 - \beta \Delta T)$$

♦

پرسش ۲-۴

پرسش ۲-۴: 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 ۲-۴

پرسش ۲-۴: پ) در شکل ۱۷-۴ 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 ۱۷-۴ وقتی دو جسم با دمای متفاوت را در تماس با یکدیگر قرار می‌دهیم، انرژی از جسم گرم به جسم سرد، منتقل می‌شود. با رسیدن به تعادل گرمایی، دیگر گرمایی منتقل نمی‌شود.

پرسش ۳-۴

پرسش ۳-۴: 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 در حال 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 در حال 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 $0,250 \text{ kg}$ و دمای $37,0^\circ\text{C}$ را درون ظرف عایقی حاوی $0,500 \text{ kg}$ آب $25,0^\circ\text{C}$ می‌اندازیم. پس از چند دقیقه دمای تعادل را اندازه می‌گیریم. دمای تعادل $21,0^\circ\text{C}$ می‌شود. گرمای ویژه جسم را محاسبه کنید. از تبادل گرما بین ظرف و سایر اجسام چشم‌پوشی کنید. ($c_w = 4200 \text{ J/kg}^\circ\text{C}$)

جواب:

$$Q_t = Q_1 + Q_2 = 0 \Rightarrow m_w c_w \Delta\theta_w + m_x c_x \Delta\theta_x = 0$$

$$\Rightarrow \left((0,500 \text{ kg}) \times (4200 \frac{\text{J}}{\text{kg}^\circ\text{C}}) \times (21,0^\circ\text{C} - 25,0^\circ\text{C}) \right) + \left((0,250 \text{ kg}) \times c_x \times (21,0^\circ\text{C} - 37,0^\circ\text{C}) \right) = 0$$

$$\Rightarrow -8400 + 4,5c_x = 0 \Rightarrow 4,5c_x = 8400 \Rightarrow c_x = 1866 \frac{\text{J}}{\text{kg}^\circ\text{C}} = 1,866 \times 10^3 \frac{\text{J}}{\text{kg}^\circ\text{C}}$$

فعالیت ۴-۶

فعالیت ۴-۶: برف و یخ دو شکل آشنای حالت جامد آب هستند، اما با وجود این، ظاهر متفاوتی 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 می‌شوند.

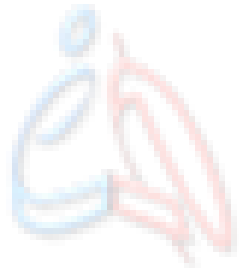
اما در تشکیل یخ، مولکول‌های آب که از ابتدا در کنار هم قرار دارند، با کاهش دما جنب و جوش خود را از دست داده و به یخ تبدیل می‌شوند.

فعالیت ۴-۷

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

جواب:

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



www.hamyarphysics.ir

فعالیت ۴-۸

فعالیت ۴-۸: 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.

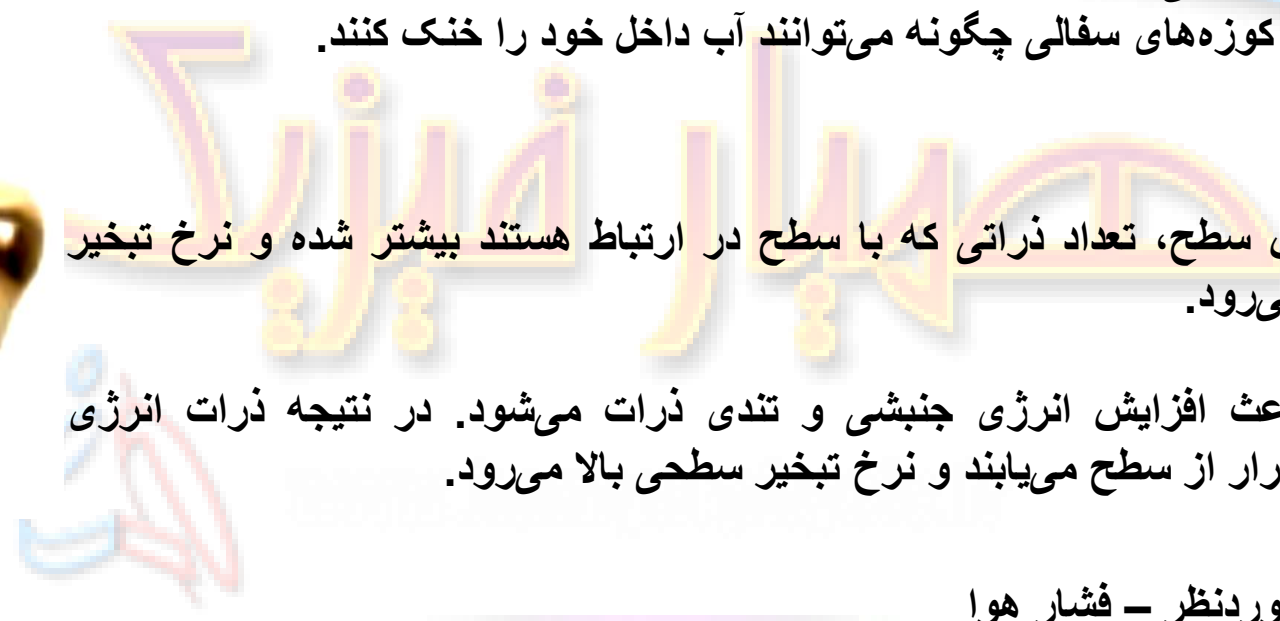
جواب:

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 گرمای مورد نیاز این تبخیر از کوزه گرفته می‌شود. در نتیجه دمای خود کوزه پایین آمده و آب درون آن خنک می‌ماند.

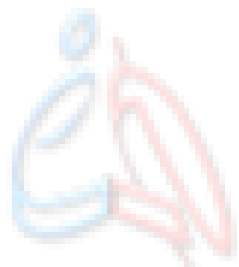


فعالیت ۴-۹

فعالیت ۴-۹: از تفاوت نقطه جوش اجسام مختلف در صنعت، استفاده 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.



www.hamyarphysic.ir

پرسش ۴-۴

پرسش ۴-۴: چرا در جدول ۴-۵ 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 ۴-۵ مقادیر L_V برای آب در دماهای مختلف °

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

* مقادیر تا ۱۰۰°C در فشار ۱ atm است.

پرسش ۴-۵

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

ب) دلیل دیرتر پخته شدن تخمرغ 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.

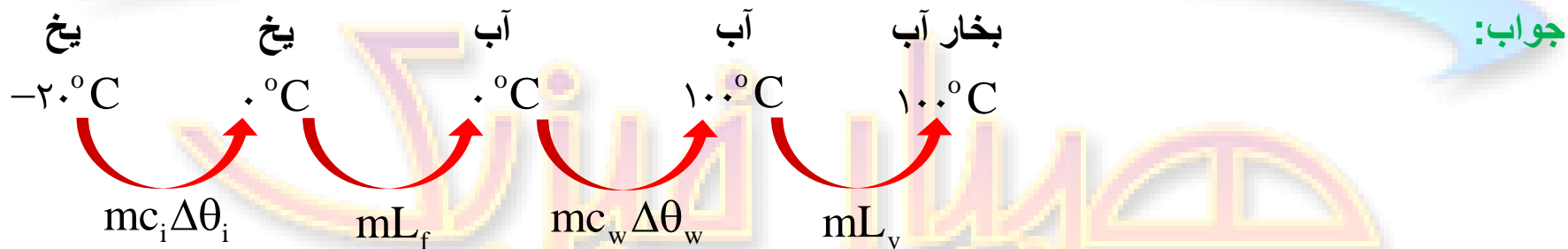
ب) در ارتفاعات فشار کاهش یافته و در نتیجه دمای جوش آب پایین می‌آید که موجب دیرتر پخته شدن تخمرغ می‌شود.

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 $1,0 \text{ kg}$ و دمای اولیه -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؟

$$(c_w = 4200 \text{ J/kg } ^\circ\text{C}, L_f = 334 \text{ kJ/kg}, c_i = 2100 \text{ J/kg } ^\circ\text{C}, L_v = 2256 \text{ kJ/kg})$$



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

$$\Rightarrow Q_t = \left((1,0 \text{ kg}) \times \left(2100 \frac{\text{J}}{\text{kg } ^\circ\text{C}} \right) \times (0^\circ\text{C} - (-20^\circ\text{C})) \right) + \left((1,0 \text{ kg}) \times \left(334 \times 10^3 \frac{\text{J}}{\text{kg}} \right) \right) + \left((1,0 \text{ kg}) \times \left(4200 \frac{\text{J}}{\text{kg } ^\circ\text{C}} \right) \times (100^\circ\text{C} - 0^\circ\text{C}) \right) + \left((1,0 \text{ kg}) \times \left(2256 \times 10^3 \frac{\text{J}}{\text{kg}} \right) \right)$$

$$\Rightarrow Q_t \approx 42000 \text{ J} + 334000 \text{ J} + 420000 \text{ J} + 2256000 \text{ J} = 3052 \text{ kJ}$$

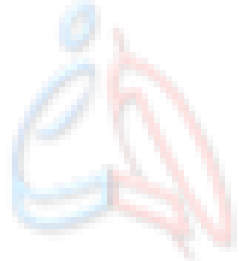
فعالیت ۴-۱۰

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.



www.hamyarphysic.ir

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:

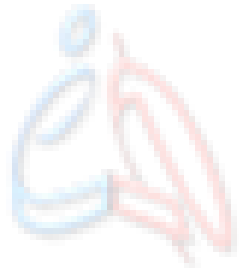
زیرا گرمای داده شده در این حالت باعث افزایش انرژی جنبشی و پتانسیل یعنی باعث افزایش انرژی درونی می‌شود. در واقع از دیدگاه میکروسکوپیک، با ادامه روند گرما دادن به ماده، جنب و جوش ذرات آن بالا رفته و پیوند میان آن‌ها سست می‌شود که این موضوع خود را بصورت افزایش انرژی پتانسیل نشان می‌دهد.

فعالیت ۴-۱۲

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

جواب:

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



www.hamyarphysics.ir

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 دهانه یک بطری قرمز را با کارت ویزیت گرفته‌اید، دهانه آن را دقیقاً روی دهانه 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 دهانه آن با کارت پوشیده شده است را روی دهانه 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

۱- دماهای زیر را بر حسب درجه سلسیوس و فارنهایت مشخص کنید:

$$T = \theta + 273 \Rightarrow \theta = T - 273 \Rightarrow \theta = 0 - 273 = -273^\circ\text{C}$$

الف) ۰ K

$$F = \frac{9}{5}\theta + 32 \Rightarrow F = \frac{9}{5}(-273^\circ\text{C}) + 32 = -459.4^\circ\text{F}$$

ب) ۲۷۳ K

$$\theta = T - 273 \Rightarrow \theta = 273 - 273 = 0^\circ\text{C}$$

$$F = \frac{9}{5}(0^\circ\text{C}) + 32 = 32^\circ\text{F}$$

پ) ۳۷۳ K

$$\theta = T - 273 \Rightarrow \theta = 373 - 273 = 100^\circ\text{C}$$

$$F = \frac{9}{5}(100^\circ\text{C}) + 32 = 212^\circ\text{F}$$

ت) ۵۴۶ K

$$\theta = T - 273 \Rightarrow \theta = 546 - 273 = 273^\circ\text{C}$$

$$F = \frac{9}{5}(273^\circ\text{C}) + 32 = 523.4^\circ\text{F}$$

مسائل فصل

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.)

جواب:

- ۱- دماسنج دقت لازم را برای اندازه‌گیری داشته باشد.
- ۲- شخص آزمایشگر مهارت لازم را برای اندازه‌گیری داشته باشد.
- ۳- اندازه‌گیری چند بار تکرار شود و پس از حذف اعدادی که فاصله زیادی با اعداد دیگر دارند، میانگین اعداد باقی‌مانده را محاسبه کنی.
- ۴- مقداری صبر شود تا دماسنج با جسم به تعادل دمایی برسد.

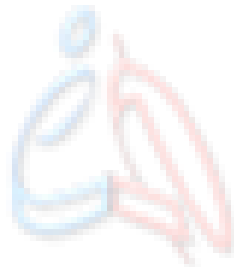
مسائل فصل

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 اغراق آمیزی 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

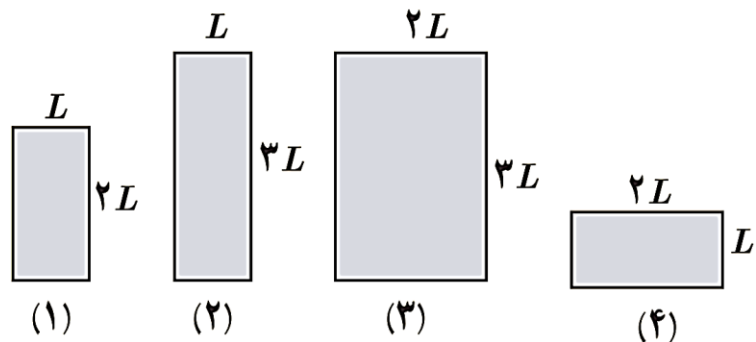
۴- شکل روبه‌رو چهار صفحه فلزی همجنس به اضلاع متفاوت را در یک دما نشان می‌دهد. اگر دمای همه آن‌ها را به اندازه یکسان زیاد کنیم،

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

(ب) مساحت کدام یک بیشتر افزایش پیدا می‌کند؟

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

جواب:



(الف) طبق رابطه انبساط طولی $\Delta L = L_0 \alpha \Delta T$ ، هرچه ارتفاع اولیه بیشتر باشد، افزایش ارتفاع نیز بیشتر می‌شود. بنابراین افزایش ارتفاع در شکل‌های (۲) و (۳) بیشتر خواهد بود.

(ب) طبق رابطه انبساط سطحی $\Delta A = A_0 \alpha \Delta T$ ، هرچه مساحت اولیه بیشتر باشد، افزایش مساحت نیز بیشتر می‌شود. حال باید مساحت اولیه هر شکل را به دست آوریم:

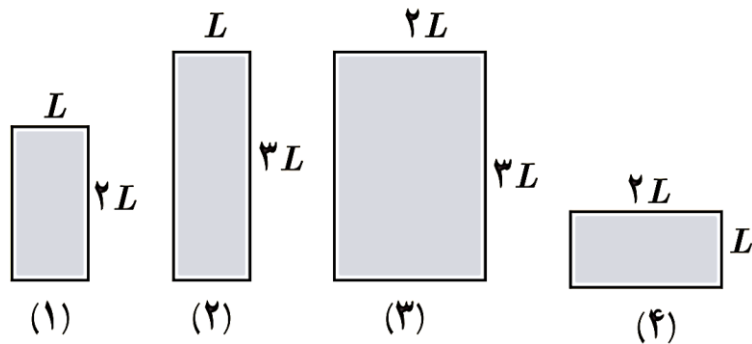
بنابراین افزایش مساحت در شکل (۳) بیشتر خواهد بود.

مسائل فصل

۴- شکل روبه‌رو چهار صفحه فلزی همجنس به اضلاع متفاوت را در یک دما نشان می‌دهد. اگر دمای همه آن‌ها را به اندازه یکسان زیاد کنیم،

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

جواب:



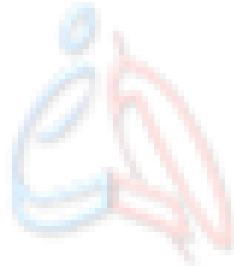
پ) چون روزنه‌ها هم‌اندازه‌اند و هر چهار قطعه از یک جنس‌اند، افزایش قطر هر چهار روزنه به یک اندازه خواهد بود.

مسائل فصل

۵- یک بزرگراه از بخش‌های بتونی به طول 2570 m ساخته شده است. این بخش‌ها در دمای 10.0°C ، بتون‌ریزی و عمل آورده شده‌اند. برای جلوگیری از تاب برداشتن بتون در دمای 50.0°C ، مهندسان باید چه فاصله‌ای را بین این قطعه‌ها در نظر بگیرند؟ ($\alpha = 14 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$)

جواب:

$$\Delta L = L_0 \alpha \Delta T = (2570 \text{ m}) \times (14 \times 10^{-6} \frac{1}{^\circ\text{C}}) \times (50.0^\circ\text{C} - 10.0^\circ\text{C}) = 1.4 \times 10^{-2} \text{ m} = 1.4 \text{ cm}$$



www.hamyarphysics.ir

مسائل فصل

۶- یک ظرف آلومینیمی با حجم 400 cm^3 در دمای 10°C به طور کامل از گلیسرین پر شده است. اگر دمای ظرف و گلیسرین به 30°C برسد، چقدر گلیسرین از ظرف بیرون می‌ریزد؟
($\beta_G = 0.49 \times 10^{-3} \frac{1}{^\circ\text{C}}$ ، $\alpha_{Al} = 23 \times 10^{-6} \frac{1}{^\circ\text{C}}$)

جواب:

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

$$\Delta V_G = V_{G} \beta \Delta T \Rightarrow \Delta V_G = (400 \text{ cm}^3) \times (0.49 \times 10^{-3} \frac{1}{^\circ\text{C}}) \times (30^\circ\text{C} - 10^\circ\text{C}) \Rightarrow \Delta V_G = 1.96 \text{ cm}^3$$

$$\Delta V_{Al} = V_{Al} (3\alpha) \Delta T \Rightarrow \Delta V_{Al} = (400 \text{ cm}^3) \times (3 \times 23 \times 10^{-6} \frac{1}{^\circ\text{C}}) \times (30^\circ\text{C} - 10^\circ\text{C}) \Rightarrow \Delta V_{Al} = 0.276 \text{ cm}^3$$

$$\Delta V = \Delta V_G - \Delta V_{Al} = (1.96 \text{ cm}^3 - 0.276 \text{ cm}^3) = 1.684 \text{ cm}^3$$

رابطه تستی:

$$\Delta V = V (\beta - 3\alpha) \Delta T = (400 \text{ cm}^3) \times \left[0.49 \times 10^{-3} \frac{1}{^\circ\text{C}} - (3 \times 23 \times 10^{-6} \frac{1}{^\circ\text{C}}) \right] \times (30^\circ\text{C} - 10^\circ\text{C}) = 1.684 \text{ cm}^3$$

مسائل فصل

۷- مقداری بنزین در مخزنی استوانه‌ای به ارتفاع $h = 10 \text{ m}$ ریخته شده است. در دمای 10°C - فاصله بین سطح بنزین تا بالای ظرف برابر $\Delta h = 50 \text{ cm}$ است. اگر از انبساط ظرف در نتیجه افزایش دما چشمپوشی شود، در چه دمایی بنزین از ظرف سرریز می‌شود؟ ($\beta = 1,0 \times 10^{-3} \text{ K}^{-1}$)

جواب:

$$\Delta h = h_r - h_l \Rightarrow 0,5 \text{ m} = (10 \text{ m}) - h_l \Rightarrow h_l = 9,5 \text{ m}$$

$$\Delta V = V_l \beta \Delta T \Rightarrow A \Delta h = (A h_l) \beta \Delta T \Rightarrow \Delta h = h_l \beta \Delta T$$

$$\Rightarrow 0,5 \text{ m} = (9,5 \text{ m}) \times (1,0 \times 10^{-3} \frac{1}{^\circ\text{C}}) \times \Delta \theta \Rightarrow \Delta \theta = \frac{0,5}{9,5 \times 10^{-3}} \approx 53^\circ\text{C}$$

$$\Delta \theta = \theta_r - \theta_l \Rightarrow 53^\circ\text{C} = \theta_r - (-10^\circ\text{C}) \Rightarrow 53^\circ\text{C} = \theta_r + 10^\circ\text{C} \Rightarrow \theta_r = 43^\circ\text{C}$$

مسائل فصل

۸- 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؟
($\alpha_B = 19 \times 10^{-6} \frac{1}{K}$, $\alpha_F = 12 \times 10^{-6} \frac{1}{K}$)



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

۹- طول خط های لوله گاز و نفت در کشورمان که مواد سوختی را از جنوب کشور به مرکز و شمال منتقل می کند به چند صد کیلومتر می رسد. دمای هوا در زمستان ممکن است تا -10°C و در تابستان تا $+50^{\circ}\text{C}$ برسد. جنس این لوله ها 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 می شود؟

ب) چگونه می توان تأثیر این انبساط را برطرف کرد؟

جواب:

الف)

$$\Delta L = L \alpha \Delta T = (230 \times 10^3 \text{ m}) \times (10 \times 10^{-6} \frac{1}{^{\circ}\text{C}}) \times \underbrace{(50^{\circ}\text{C} - (-10^{\circ}\text{C}))}_{60^{\circ}\text{K}} = 138 \text{ m}$$

ب) با عایق بندی مناسب می توان 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 30000 L بنزین بارگیری شده است. هوا در محل تحویل سوخت 27.0°C سردتر از محلی است که در آنجا سوخت بار زده شده است. راننده چند لیتر سوخت را در این محل تحویل می‌دهد؟ ($\beta = 1.0 \times 10^{-3} \text{ K}^{-1}$)

جواب:

$$\Delta V = V_1 \beta \Delta T = (30000 \text{ L}) \times (1.0 \times 10^{-3} \text{ K}^{-1}) \times (-27.0 \text{ K}) = -600 \text{ L}$$

$$\Delta V = V_2 - V_1 \Rightarrow -600 \text{ L} = V_2 - 30000 \text{ L} \Rightarrow V_2 = 29400 \text{ L}$$

مسائل فصل

۱۱- برای گرم کردن ۲۰۰ g آب جهت تهیه چای، از یک گرمکن الکتریکی غوطه‌ور در آب استفاده می‌کنیم. روی برچسب گرمکن ۲۰۰ W نوشته شده است. با نادیده گرفتن اتلاف گرما، زمان لازم برای رساندن دمای آب از ۳۰°C به ۱۰۰°C را محاسبه کنید.



جواب:

$$Q = mc\Delta T = (0,2 \text{ kg}) \times (4200 \frac{\text{J}}{\text{kg} \text{ } ^\circ\text{C}}) \times (100^\circ\text{C} - 30^\circ\text{C}) = 58800 \text{ J}$$

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

مسائل فصل

۱۲- دمای یک قطعه فلز ۰/۶ کیلوگرمی را توسط یک گرمکن ۵۰ واتی در مدت ۱۱۰s از ۱۸ °C به ۳۸ °C رسانده‌ایم. این آزمایش برای گرمای ویژه 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:

$$P = \frac{Q}{t} \Rightarrow Q = Pt = (50 \cdot W) \times (110 \cdot s) = 5500 \cdot J$$

$$Q = mc\Delta T \Rightarrow 5500 \cdot J = (0.6 \text{ kg}) \times c \times (38 \text{ }^\circ\text{C} - 18 \text{ }^\circ\text{C}) \Rightarrow 5500 = 12c \Rightarrow c = \frac{5500}{12} \approx 458 \frac{J}{\text{kg } ^\circ\text{C}}$$

مسائل فصل

۱۳- گرماسنجی به جرم ۲۰۰ گرم از مس ساخته شده است. یک قطعه ۸۰ گرمی از یک ماده 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 ویژه قطعه را محاسبه کنید.

جواب:

در این مثال ما ۴ جسم داریم که با هم در تعادل گرمایی قرار دارند: ۱- گرماسنج از جنس مس ۲- قطعه مجهول ۳- ۵۰ گرم آب 30°C ۴- ۱۰۰ گرم آب 70°C

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

$$\left[(0.2 \text{ kg}) \times \left(386 \frac{\text{J}}{\text{kg}^{\circ}\text{C}} \right) \times \overbrace{(\Delta 22^{\circ}\text{C})}^{22^{\circ}\text{C}} \right] + \left[(0.8 \text{ kg}) \times c_x \times \overbrace{(\Delta 22^{\circ}\text{C})}^{22^{\circ}\text{C}} \right]$$

$$+ \left[(0.5 \text{ kg}) \times \left(4200 \frac{\text{J}}{\text{kg}^{\circ}\text{C}} \right) \times \overbrace{(\Delta 22^{\circ}\text{C})}^{22^{\circ}\text{C}} \right] + \left[(0.1 \text{ kg}) \times \left(4200 \frac{\text{J}}{\text{kg}^{\circ}\text{C}} \right) \times \overbrace{(\Delta -18^{\circ}\text{C})}^{-18^{\circ}\text{C}} \right] = 0$$

$$1698.4 + 1.76c_x + 4620 + (-7560) = 0 \Rightarrow 1.76c_x - 1241.6 = 0 \Rightarrow 1.76c_x = 1241.6$$

$$\Rightarrow c_x = \frac{1241.6}{1.76} \approx 705 \frac{\text{J}}{\text{kg}^{\circ}\text{C}}$$

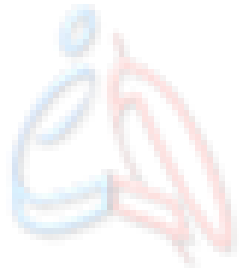
مسائل فصل

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 درجه سانتی‌گراد باعث تبدیل شدن یخ به آب و گرما دادن به آب در دمای ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد باعث تبدیل شدن آب به بخار آب می‌شود.



www.hamyarphysic.ir

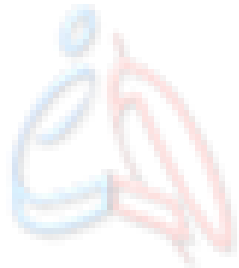
مسائل فصل

۱۵- قبل از تزریق دارو یا سرم 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

۱۶- کدام گزینه درباره فرایند ذوب نادرست است؟

الف) افزایش فشار وارد بر جسم در بیشتر مواد، سبب پایین رفتن نقطه ذوب می شود.

ب) افزایش فشار بر روی یخ، سبب کاهش اندک نقطه ذوب آن می شود.

پ) فرایند ذوب، عملی گرماگیر است.

ت) گرمایی که جسم جامد در نقطه ذوب خود می گیرد تا به مایع تبدیل شود، سبب تغییر دمای آن نمی شود.

جواب:

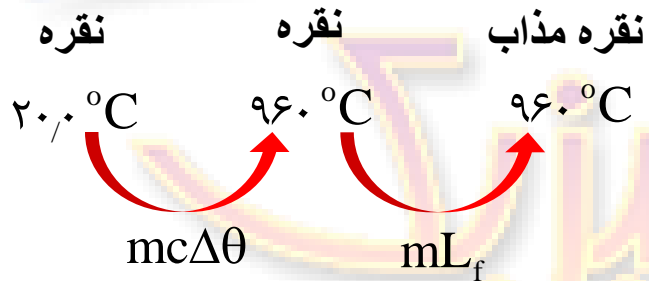
الف) افزایش فشار وارد بر جسم در بیشتر مواد **(بجز یخ)**، سبب **بالا رفتن** نقطه ذوب می شود.

بقیه جملات صحیح اند.

مسائل فصل

۱۷- کمترین گرمای لازم برای ذوب کامل ۲۰۰ g نقره که در آغاز در دمای 20.0°C قرار دارد چقدر است؟ (فشار هوا را یک اتمسفر فرض کنید. دمای نقطه ذوب نقره 96.0°C و گرمای نهان ذوب آن $88.3 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$ است.)

$$(c = 236 \frac{\text{J}}{\text{kg}^{\circ}\text{C}})$$



جواب:

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

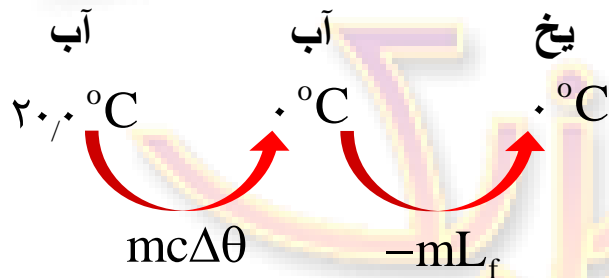
$$\Rightarrow Q = \left((0.2 \text{ kg}) \times \left(236 \frac{\text{J}}{\text{kg}^{\circ}\text{C}} \right) \times (96.0^{\circ}\text{C} - 20.0^{\circ}\text{C}) \right) + \left((0.2 \text{ kg}) \times \left(88.3 \times 10^3 \frac{\text{J}}{\text{kg}} \right) \right)$$

$$= 44368 \text{ J} + 17660 \text{ J} = 62028 \text{ J} \approx 62 \times 10^3 \text{ J} = 62 \text{ kJ}$$

مسائل فصل

۱۸- یک راه برای جلوگیری از سرد شدن بیش از حد یک سالن سر بسته 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 150 kg و دمای اولیه آن 20.0°C باشد و همه آن به یخ 0.0°C تبدیل شود، آب چقدر گرما به محیط پیرامونش می‌دهد؟

$$(c_w = 4200 \frac{\text{J}}{\text{kg } ^\circ\text{C}})$$



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

$$\Rightarrow Q = \left((150 \text{ kg}) \times \left(4200 \frac{\text{J}}{\text{kg } ^\circ\text{C}} \right) \times (0.0^\circ\text{C} - 20.0^\circ\text{C}) \right) + \left(-(150 \text{ kg}) \times (333.7 \times 10^3 \frac{\text{J}}{\text{kg}}) \right)$$

$$\Rightarrow Q = 12.6 \times 10^6 \text{ J} + 50.0 \times 10^6 \text{ J} = 62.6 \times 10^6 \text{ J} = 62.6 \text{ MJ}$$

جواب:

مسائل فصل

۱۹- 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 20°C به 25°C می‌رساند. ظرفیت گرمایی گرماسنج را حساب کنید.

ب) چه مدت طول می‌کشد تا دمای آب درون گرماسنج از 25°C به نقطه جوش (100°C) برسد؟
پ) چه مدت طول می‌کشد تا ۲۰ گرم آب در حال جوش درون این گرماسنج به بخار تبدیل شود؟

جواب:

الف)

$$P = \frac{Q_t}{t} \Rightarrow Q_t = Pt = (50 \cdot W) \times (60 \cdot s) = 3000 \cdot J$$

$$Q_t = Q_1 + Q_2 = m_w c_w \Delta\theta_w + C_x \Delta\theta_x$$

$$\Rightarrow 3000 \cdot J = \left((0.1 \text{ kg}) \times \left(4200 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot ^{\circ}\text{C}} \right) \times (25^{\circ}\text{C} - 20^{\circ}\text{C}) \right) + \left(C_x \times (25^{\circ}\text{C} - 20^{\circ}\text{C}) \right)$$

$$\Rightarrow 3000 = 2100 + 5C_x \Rightarrow 5C_x = 900 \Rightarrow C_x = \frac{900}{5} = 180 \frac{\text{J}}{\text{kg}}$$

مسائل فصل

(ب) چه مدت طول می‌کشد تا دمای آب درون گرماسنج از 25°C به نقطه جوش (100°C) برسد؟
 (پ) چه مدت طول می‌کشد تا ۲۰ گرم آب در حال جوش درون این گرماسنج به بخار تبدیل شود؟

جواب:

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

$$= \frac{\left((0.7 \text{ kg}) \times \left(4200 \frac{\text{J}}{\text{kg}^{\circ}\text{C}} \right) \times (100^{\circ}\text{C} - 25^{\circ}\text{C}) \right) + \left(180 \frac{\text{J}}{\text{kg}} \right) \times (100^{\circ}\text{C} - 25^{\circ}\text{C})}{(50 \text{ W})}$$

$$t = \frac{31500 + 13500}{50} = \frac{45000}{50} = 900 \text{ s} \Rightarrow t = 900 \text{ s}$$

(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 به بخار آب می‌شود. بنابراین:

$$P = \frac{Q}{t} = \frac{mL_v}{t} \Rightarrow (50 \text{ W}) = \frac{(0.02 \text{ kg}) \times (2256 \times 10^3 \frac{\text{J}}{\text{kg}})}{t} \Rightarrow t \approx 902 \text{ s}$$

مسائل فصل

۲۰- گرمکنی در هر ثانیه ۲۰۰/۰ ژول گرما می‌دهد.

(الف) چقدر طول می‌کشد تا این گرمکن ۰/۱۰۰ کیلوگرم آب 100°C را به بخار آب 100°C تبدیل کند؟

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

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

جواب:

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

(الف)

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

(ب)

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

مسائل فصل

۲۱- اگر به جسم جامدی که ابعاد آن به اندازه 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 50.0 g رسم شده که توسط یک گرم کن 10.0 W گرم شده است.

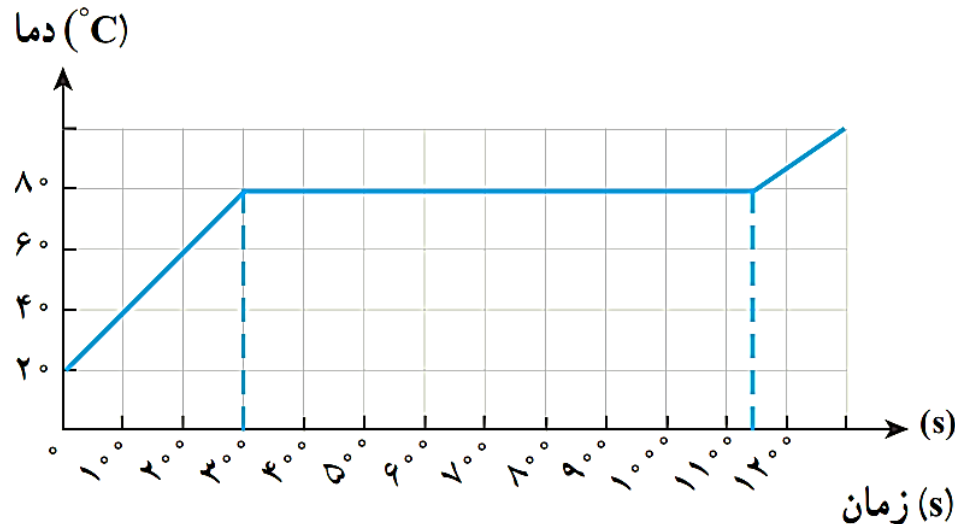
الف) چقدر طول می‌کشد تا این جامد به نقطه ذوب خود برسد؟

ب) گرمای ویژه جامد و

پ) گرمای نهان ذوب آن را محاسبه کنید.

جواب:

تفسیر نمودار: در ابتدا جسم جامد گرما می‌گیرد و در مدت 300 ثانیه، دمای آن از 20 به 80 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 داده شده در زمان بین 300 ثانیه تا حدود 1150 ثانیه (850 ثانیه)، گرمای نهان ذوب است. بعد از این مرحله با ادامه روند گرمادهی، دمای جسم بالاتر می‌رود.



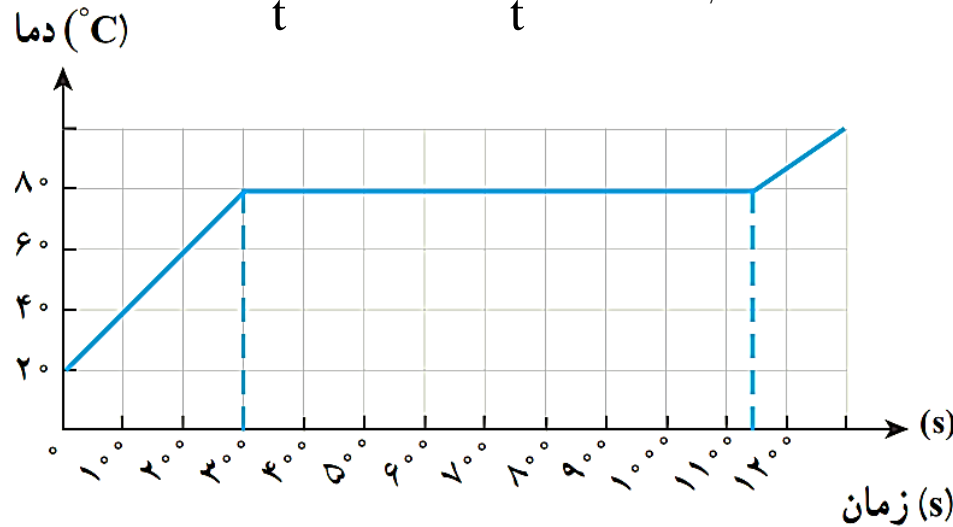
الف) 300 ثانیه

مسائل فصل

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

جواب:

$$P = \frac{Q}{t} \Rightarrow P = \frac{mc\Delta\theta}{t} \Rightarrow (1.7 \cdot W) = \frac{(5.0 \times 10^{-3} \text{ kg}) \times c \times (\overbrace{18.0^\circ\text{C} - 2.0^\circ\text{C}}^{6.0^\circ\text{C}})}{30.0 \text{ s}} \Rightarrow c = 1.0 \times 10^5 \frac{\text{J}}{\text{kg}^\circ\text{C}}$$



$$P = \frac{Q}{t} \Rightarrow P = \frac{mL_f}{t} \Rightarrow (1.7 \cdot W) = \frac{(5.0 \times 10^{-3} \text{ kg}) \times L_f}{\underbrace{(115.0 \text{ s} - 30.0 \text{ s})}_{85.0 \text{ s}}} \Rightarrow L_f = 1.7 \times 10^5 \frac{\text{J}}{\text{kg}}$$

مسائل فصل

۲۲- در چاله کوچکی $۱,۰۰ \text{ kg}$ آب ۰°C قرار دارد. اگر بر اثر تبخیر سطحی قسمتی از آب تبخیر شود و بقیه آن یخ ببندد، جرم آب یخ زده چقدر می شود؟

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

جواب:

$$Q_t = Q_s + Q_r \Rightarrow m_w L_{v_w} - m_i L_{f_i} = 0 \Rightarrow m_w L_{v_w} = m_i L_{f_i} \Rightarrow m_w = \frac{m_i L_{f_i}}{L_{v_w}} = \frac{m_i \times (۳۳۳,۷ \frac{\text{kJ}}{\text{kg}})}{(۲۲۵۶ \frac{\text{kJ}}{\text{kg}})} \Rightarrow m_w = ۰,۱۴۸ m_i$$

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

حال اگر جرم آب تبخیر شده را بخواهیم، خواهیم داشت:

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

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 50 kg به اندازه 1.00°C کاهش یابد؟ گرمای نهان تبخیر آب در دمای (37°C) برابر $2.42 \times 10^6\text{ J/kg}$ و گرمای ویژه بدن در حدود 3480 J/kg.K است. ب) حجم آبی که شخص باید برای جبران آب تبخیر شده بنوشد، چقدر است؟ ($\rho_w = 1\text{ g/cm}^3$)

جواب:

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

$$Q_t = Q_1 + Q_r = m_w c_w \Delta\theta_w + C_x \Delta\theta_x$$

$$Q_w + Q_B = 0 \Rightarrow Q_w = -Q_B \Rightarrow m_w \times (2.42 \times 10^6 \frac{\text{J}}{\text{kg}}) = -(50\text{ kg}) \times (3480 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}}) \times (-1.0^\circ\text{C}) = 0 \Rightarrow m_w \approx 7.2 \times 10^{-2} \text{ kg} = 72\text{ g}$$

$$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow V = \frac{m}{\rho} = \frac{72\text{ g}}{1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}} = 72\text{ cm}^3$$

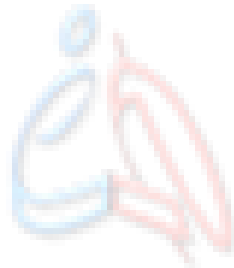
مسائل فصل

۲۴- اگر شما یک تیر چوبی و یک لوله 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 لوله 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.



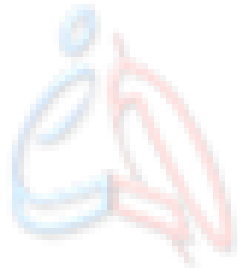
www.hamyarphysic.ir

مسائل فصل

۲۵- 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.



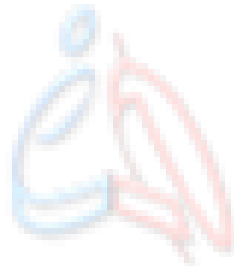
www.hamyarphysic.ir

مسائل فصل

۲۶- دو قوری هم جنس و هم اندازه را در نظر 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 آهنک تابش گرما از قوری سیاه رنگ بیشتر است و این قوری زودتر خنک می‌شود.



www.hamyarphysic.ir