با ایران توشه
یک قدم جلوتر
باش!

ایران توشه
توشه ای برای موفقیت



ایران توشه، مرجع دانلود فایل های کمک آموزشی دانش آموزان و کنکوری ها

همه چیز
برای موفقیت
تو!

- دانلود رایگان آزمون های آزمایشی قلمچی، خیلی سبز، گاج و ...
- دانلود رایگان گام به گام تمامی دروس
- دانلود رایگان نمونه سوالات امتحانی (نوبت اول و دوم) و امتحانات نهایی
- دانلود رایگان جزوه های کمک آموزشی و شب امتحانی

کافیست هر فایلی که نیاز دارید را در گوگل به این صورت جستجو کنید:

فایل مورد نیاز + ایران توشه

مثال:

دانلود گام به گام دوازدهم تجربی ایران توشه



irantooshe.ir

t.me/irantooshe

گام به گام فیزیک ۱ دهم تجربی
فصل چهارم

عنوان فصل: دما و گرما

از صفحه‌ی ۸۳ تا صفحه‌ی ۱۲۰ کتاب

در این فایل پاسخ فعالیت‌ها، کارهای کلاسی، تمرین‌ها و پرسش‌های فصل دما و گرما آمده است.

مباحث فصل: دما و دماسنجی، انبساط گرمایی، گرما، تغییر حالت‌های ماده، روش‌های انتقال گرما

تهیه‌شده در ایران‌توشه، توشه‌ای برای موفقیت

irantooshe.ir

فهرست پرسش‌ها

۱ صفحه ۸۵ · تمرین — تمرین ۴-۱ (تغییر دما در کلوین و سلسیوس) ۵

۲ صفحه ۸۵ · تمرین — تمرین ۴-۲ (تبدیل دما) ۵

۳ صفحه ۸۶ · فعالیت — فعالیت ۴-۱ (نگهداری یاخته‌های بنیادی بندناف) ۵

۴ صفحه ۸۷ · فعالیت — فعالیت ۴-۲ (دماسنج بیشینه ــ کمینه) ۶

۵ صفحه ۸۸ · پرسش — پرسش ۴-۱ (قفل و کلید، درها) ۶

۶ صفحه ۸۸ · فعالیت — فعالیت ۴-۳ (خط‌آهن و انبساط) ۷

۷ صفحه ۹۰ · آزمایش — آزمایش ۴-۱ (اندازه‌گیری ضریب انبساط طولی) ۷

۸ صفحه ۹۲ · تمرین — تمرین ۴-۳ (انبساط سطحی ورقه‌ی مستطیلی) ۸

۹ صفحه ۹۲ · فعالیت — فعالیت ۴-۴ (حفره‌ی ورقه‌ی برنجی) ۸

۱۰ صفحه ۹۴ · فعالیت — فعالیت ۴-۵ (اندازه‌گیری ضریب انبساط حجمی گلیسیرین) ۹

۱۱ صفحه ۹۴ · تمرین — تمرین ۴-۴ (چگالی و دما) ۹

۱۲ صفحه ۹۷ · پرسش — پرسش ۴-۲ (دما و تعادل گرمایی) ۱۰

۱۳ صفحه ۹۹ · پرسش — پرسش ۴-۳ (آزمایش تیندال) ۱۰

۱۴ صفحه ۱۰۱ · تمرین — تمرین ۴-۵ (گرمای ویژه‌ی جسم) ۱۱

۱۵ صفحه ۱۰۲ · آزمایش — آزمایش ۴-۲ (گرمای ویژه‌ی فلز) ۱۱

۱۶ صفحه ۱۰۴ · فعالیت — فعالیت ۴-۶ (برف و یخ) ۱۲

۱۷ صفحه ۱۰۵ · فعالیت — فعالیت ۴-۷ (اثر ناخالصی بر انجماد) ۱۲

۱۸ صفحه ۱۰۶ · آزمایش — آزمایش ۴-۳ (گرمای نهان ذوب یخ) ۱۲

۱۹ صفحه ۱۰۷ · فعالیت — فعالیت ۴-۸ (تبخیر سطحی) ۱۳

۲۰ صفحه ۱۰۸ · فعالیت — فعالیت ۴-۹ (تقطیر نفت) ۱۴

۲۱ صفحه ۱۰۸ · پرسش — پرسش ۴-۴ (گرمای نهان تبخیر و دما) ۱۴

۲۲ صفحه ۱۰۹ · پرسش — پرسش ۴-۵ (فشار و جوش) ۱۴

۲۳ صفحه ۱۱۰ · آزمایش — آزمایش ۴-۴ (گرمای نهان تبخیر آب) ۱۵

۲۴ صفحه ۱۱۰ · تمرین — تمرین ۴-۶ (گرمای تبدیل یخ به بخار) ۱۵

۲۵ صفحه ۱۱۱ · فعالیت — فعالیت ۴-۱۰ (شبنم) ۱۶

۲۶ صفحه ۱۱۱ · فعالیت — فعالیت ۴-۱۱ (انرژی درونی در تغییر حالت) ۱۶

۲۷ صفحه ۱۱۲ · فعالیت — فعالیت ۴-۱۲ (موی خرس قطبی) ۱۶

۲۸ صفحه ۱۱۳ · آزمایش — آزمایش ۴-۵ (مشاهده‌ی همرفت) ۱۶

۲۹ صفحه ۱۱۴ · پرسش — پرسش ۴-۶ (همرفت و ضریب انبساط حجمی) ۱۷

۳۰ صفحه ۱۱۴ · فعالیت — فعالیت ۴-۱۳ (بطری‌های رنگی سرد و گرم) ۱۷

۳۱ صفحه ۱۱۶ · فعالیت — فعالیت ۴-۱۴ (پرتوسنج) ۱۸

۳۲ صفحه ۱۱۸ · مسئله — مسئله ۱ (تبدیل دما) ۱۸

۳۳ صفحه ۱۱۸ · مسئله — مسئله ۲ (نکات اندازه‌گیری دما) ۱۹

۳۴ صفحه ۱۱۸ · مسئله — مسئله ۳ (خط‌کش فلزی سوراخ‌دار) ۱۹

۳۵ صفحه ۱۱۸ · مسئله — مسئله ۴ (چهار صفحه‌ی فلزی) ۲۰

۳۶ صفحه ۱۱۸ · مسئله — مسئله ۵ (بخش‌های بتونی بزرگراه) ۲۰

۳۷ صفحه ۱۱۸ · مسئله — مسئله ۶ (ظرف آلومینیمی و گلیسیرین) ۲۱

۳۸ صفحه ۱۱۸ · مسئله — مسئله ۷ (بنزین در مخزن استوانه‌ای) ۲۱

۳۹ صفحه ۱۱۸ · مسئله — مسئله ۸ (نوار دوفلزه) ۲۱

۴۰ صفحه ۱۱۸ · مسئله — مسئله ۹ (خط لوله‌ی نفت و گاز) ۲۲

۴۱ صفحه ۱۱۹ · مسئله — مسئله ۱۰ (کامیون حمل سوخت) ۲۲

۴۲ صفحه ۱۱۹ · مسئله — مسئله ۱۱ (گرم کردن آب چای) ۲۳

۴۳ صفحه ۱۱۹ · مسئله — مسئله ۱۲ (گرمای ویژه‌ی فلز با گرمکن) ۲۳

۴۴ صفحه ۱۱۹ · مسئله — مسئله ۱۳ (گرماسنج مسی) ۲۳

۴۵ صفحه ۱۱۹ · مسئله — مسئله ۱۴ (گرما دادن و افزایش دما) ۲۴

۴۶ صفحه ۱۱۹ · مسئله — مسئله ۱۵ (الکل و احساس خنکی) ۲۴

۴۷ صفحه ۱۱۹ · مسئله — مسئله ۱۶ (گزینه‌ی نادرست درباره‌ی ذوب) ۲۴

۴۸ صفحه ۱۱۹ · مسئله — مسئله ۱۷ (ذوب نقره) ۲۵

۴۹ صفحه ۱۱۹ · مسئله — مسئله ۱۸ (تشت آب در سالن) ۲۵

۵۰ صفحه ۱۱۹ · مسئله — مسئله ۱۹ (گرمکن و گرماسنج) ۲۵

۵۱ صفحه ۱۲۰ · مسئله — مسئله ۲۰ (گرمکن و تبخیر آب و ذوب یخ) ۲۶

۵۲ صفحه ۱۲۰ · مسئله — مسئله ۲۱ (نمودار دما ــ زمان جامد) ۲۶

۵۳ صفحه ۱۲۰ · مسئله — مسئله ۲۲ (آب یخ‌زده در چاله) ۲۷

۵۴ صفحه ۱۲۰ · مسئله — مسئله ۲۳ (تعریق و تنظیم دمای بدن) ۲۷

۵۵ صفحه ۱۲۰ · مسئله — مسئله ۲۴ (تیر چوبی و لوله‌ی فلزی) ۲۸

۵۶ صفحه ۱۲۰ · مسئله — مسئله ۲۵ (پالتو و لباس‌های چندلایه) ۲۸

۵۷ صفحه ۱۲۰ · مسئله — مسئله ۲۶ (دو قوری سیاه و سفید) ۲۸

ایران توشه
توشه ای برای موفقیت

۱ صفحه ۸۵ تمرین

نشان دهید که تغییر دما در مقیاس‌های سلسیوس و کلوین با هم برابر است ($\Delta T = \Delta\theta$).

طبق رابطه‌ی $T = \theta + 273.15$ دمای کلوین در دو حالت اولیه و ثانویه برابر است با:

$$T_1 = \theta_1 + 273.15 \quad , \quad T_2 = \theta_2 + 273.15$$

با کم کردن این دو رابطه از هم:

$$\Delta T = T_2 - T_1 = (\theta_2 + 273.15) - (\theta_1 + 273.15) = \theta_2 - \theta_1 = \Delta\theta$$

عدد ثابت 273.15 در تفاضل حذف می‌شود؛ پس تغییر دما در دو مقیاس برابر است ($\Delta T = \Delta\theta$).

۲ صفحه ۸۵ تمرین

الف) دمای بدن یک انسان سالم تقریباً $37\ ^\circ C$ است. این دما را برحسب کلوین و فارنهایت بنویسید.

ب) گرم‌ترین نقطه‌ی روی زمین، ناحیه‌ای در کویر لوت است که دمای آن تا حدود $70\ ^\circ C$ و سردترین نقطه در قطب جنوب است که دمای آن تا $89\ ^\circ C-$ گزارش شده است. این دماها را برحسب کلوین و فارنهایت به‌دست آورید.

از رابطه‌های $T = \theta + 273$ و $F = \frac{9}{5}\theta + 32$ استفاده می‌کنیم (مقدار تقریبی 273 برای محاسبه‌ها).

الف)

$$T = 37 + 273 = 310\ K$$
$$F = (9/5)(37) + 32 = 98.6\ ^\circ F$$

ب) گرم‌ترین نقطه ($70\ ^\circ C$):

$$T = 70 + 273 = 343\ K \quad , \quad F = (9/5)(70) + 32 = 158\ ^\circ F$$

سردترین نقطه ($89\ ^\circ C-$):

$$T = -89 + 273 = 184\ K \quad , \quad F = (9/5)(-89) + 32 = -128.2\ ^\circ F$$

۳ صفحه ۸۶ فعالیت

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

یاخته‌های بنیادی بندناف را در دمای بسیار پایین، حدود $196\ ^\circ C-$ (دمای نیتروژن مایع؛ در برخی روش‌ها فاز بخار نیتروژن در حدود $150\ ^\circ C-$) نگهداری می‌کنند. در این دما فعالیت‌های زیستی و شیمیایی یاخته‌ها عملاً متوقف می‌شود و آنها سال‌ها سالم می‌مانند.

ایران توشه
توشه‌ای برای موفقیت

ابتدا نمونه را با ماده‌ی محافظ یخ‌زدگی مخلوط می‌کنند و با آهنگ آهسته و کنترل‌شده سرد می‌کنند تا بلور یخ درون یاخته‌ها تشکیل نشود و به آنها آسیب نرسد. سپس نمونه را در مخزن‌های عایق‌بندی‌شده‌ی پر از نیتروژن مایع نگه می‌دارند و سطح نیتروژن و دما را پیوسته پایش می‌کنند و در صورت لزوم نیتروژن اضافه می‌کنند.

۴ صفحه ۸۷ فعالیت

دماسنج بیشینه ــ کمینه: نوع ویژه‌ای از دماسنج‌های مایعی که بیشینه و کمینه‌ی دما را در یک مدت زمان معین نشان می‌دهد، دماسنج بیشینه ــ 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.

این دماسنج لوله‌ی U شکلی است که یک سمت آن مخزن الکل (یا روغن) و سمت دیگر مخزن کوچکی با فضای خالی برای انبساط دارد؛ در بخش میانی لوله ستون جیوه قرار دارد و روی هر یک از دو شاخه‌ی لوله یک شاخص فولادی کوچک سوار است.

با افزایش دما، الکل مخزن اول منبسط می‌شود و جیوه را در شاخه‌ی دیگر بالا می‌برد و شاخص آن شاخه را هم بالا می‌راند؛ با کاهش دما جیوه برمی‌گردد، ولی شاخص (که با فنر یا اصطکاک به لوله چسبیده است) در بالاترین جایی که رسیده می‌ماند. شاخص یک شاخه بیشینه و شاخص شاخه‌ی دیگر کمینه‌ی دمای رسیده شده را نشان می‌دهد.

پس از خواندن اعداد، شاخص‌ها را با آهنربا دوباره روی سطح جیوه می‌آورند تا اندازه‌گیری تازه‌ای آغاز شود.

۵ صفحه ۸۸ پرسش

الف) چرا بهتر است قفل و کلید یک در، هم‌جنس باشند؟

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

الف) اگر قفل و کلید هم‌جنس باشند، ضریب انبساط طولی آنها یکسان است و با تغییر دما هر دو به یک نسبت منبسط یا منقبض می‌شوند. بنابراین اندازه‌ی کلید و جای آن در قفل با هم متناسب می‌ماند و کلید در همه‌ی دماها در قفل جا می‌رود. اگر جنس‌ها متفاوت بودند، در دماهای مختلف ممکن بود کلید در قفل گیر کند یا شُل شود.

ب) در فصل گرم یا مرطوب سال، در (به‌ویژه درهای چوبی یا فلزی) و چارچوب آن بر اثر افزایش دما (و جذب رطوبت در چوب) منبسط می‌شوند و فاصله‌ی بین در و چارچوب کم می‌شود؛ در نتیجه در به چارچوب فشار می‌آورد و گیر می‌کند.

۶ صفحه ۸۸ فعالیت

۱) شکل (الف) تصویری واقعی از دو قسمت متوالی خط‌آهن (ریل راه‌آهن)های قدیمی را در گذشته نشان می‌دهد. اگر فاصله‌ی خالی بین این دو قسمت به حد کافی زیاد نمی‌بود، چه مشکلی پیش می‌آمد؟
۲) امروزه بین قسمت‌های متوالی خط‌آهن فاصله‌ای در نظر گرفته نمی‌شود و این قسمت‌ها پشت‌سرهم جوشکاری می‌شوند (شکل ب). تحقیق کنید در این روش چگونه مشکل ناشی از انبساط در یک روز گرم تابستانی برطرف می‌شود؟

۱) در روزهای گرم، ریل‌ها منبسط می‌شوند و طولشان زیاد می‌شود. اگر فاصله‌ی بین دو ریل کافی نبود، ریل‌ها به هم فشار می‌آوردند و بر اثر نیروی بسیار زیاد، ریل‌ها کج و خم می‌شدند و خط‌آهن از حالت مستقیم خارج می‌شد (تاب‌برداشتن خط)؛ این امر ممکن بود موجب خروج قطار از ریل شود.

۲) ریل‌های جوشکاری‌شده را در دمای مناسبی (نزدیک به میانگین دمای منطقه) و در حالتی که کمی کشیده شده‌اند، روی تکیه‌گاه‌ها محکم می‌کنند (پیش‌تنیدگی). همچنین با بست‌های محکم و بستر سنگی (بالاست) که ریل را به‌خوبی نگه می‌دارد، از کج شدن ریل جلوگیری می‌شود. در روز گرم، ریل نمی‌تواند آزادانه منبسط شود و به‌جای افزایش طول، تنش فشاری در آن ایجاد می‌شود که ریل با استحکام خود و مهار بست‌ها آن را تحمل می‌کند. در دو سر هر قطعه‌ی بلند نیز اتصال‌های انبساطی ویژه قرار می‌دهند.

۷ صفحه ۹۰ آزمایش

هدف: اندازه‌گیری ضریب انبساط طولی. وسیله‌های موردنیاز: دستگاه اندازه‌گیری ضریب انبساط طولی، چند لوله‌ی فلزی توخالی، ارلن با لوله‌ی جانبی و درپوش، لوله‌ی الستیکی، دماسنج، مجموعه پایه و گیره و چراغ الکلی. آزمایش را انجام دهید و با استفاده از رابطه‌ی $\Delta L = \alpha L_1 \Delta T$ ضریب انبساط طولی را به‌دست آورید.

نتیجه‌ی نمونه (داده‌های فرضی، لوله‌ی آلومینیمی):

L_1 (m)	θ_1 (°C)	θ_2 (°C)	$\Delta\theta$ (°C)	ΔL (mm)
0.600	22	98	76	1.05

$\alpha = \Delta L / (L_1 \Delta\theta) = (1.05 \times 10^{-3}\ m) / [(0.600\ m)(76\ °C)] \approx 2.3 \times 10^{-5}\ 1/°C$

این مقدار با ضریب انبساط طولی آلومینیم در جدول ۴-۱ ($23 \times 10^{-6}\ 1/K$) هم‌خوانی دارد. آزمایش را می‌توان برای لوله‌های دیگر (مس، برنج و ...) تکرار کرد و ضریب‌ها را با هم مقایسه کرد.

برای کاهش خطا: دمای لوله‌ی کاملاً گرم‌شده را بخوانید و اندازه‌گیری ΔL را چند بار تکرار و میانگین بگیرید.

این فایل توسط سایت ایران‌توشه تهیه شده است.
irantooshe.ir

۸ صفحه ۹۲ تمرین

ورقه‌ای فلزی و مستطیل‌شکل به اضلاع a_1 و b_1 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 $\Delta A = 2\alpha A_1 \Delta T$ به‌دست می‌آید.

مساحت اولیه $A_1 = a_1 b_1$ و مساحت نهایی:

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

پس:

$$\Delta A = A_2 - A_1 = a_1 \Delta b + b_1 \Delta a + \Delta a \Delta b$$

از $\Delta a = \alpha a_1 \Delta T$ و $\Delta b = \alpha b_1 \Delta T$ داریم:

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

چون α بسیار کوچک است (مرتبه‌ی 10^{-5}) و $\alpha\Delta T$ بسیار کوچک‌تر از یک است، جمله‌ی دوم در برابر جمله‌ی اول ناچیز است ($a_1\Delta b + b_1\Delta a \gg \Delta a \Delta b$). بنابراین با تقریب مناسب:

$\Delta A \approx 2\alpha A_1 \Delta T$

۹ صفحه ۹۲ فعالیت

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 (2.54 cm) درون آن ایجاد شده است. وقتی دمای ورقه 200 °C افزایش یابد، افزایش مساحت حفره چقدر خواهد شد؟

حفره مانند ماده‌ای از همان جنس ورقه که آن را پر کرده باشد، منبسط می‌شود؛ پس از رابطه‌ی انبساط سطحی با α برنج = 19×10^{-6} 1/K (جدول ۴-۱) استفاده می‌کنیم.

$$A_1 = \pi r^2 = 3.14 \times (1.27\ \text{cm})^2 \approx 5.07\ \text{cm}^2$$

$$\Delta A = 2\alpha A_1 \Delta T = 2\,(19 \times 10^{-6}\ 1/°\text{C})(5.07\ \text{cm}^2)(200\ °\text{C}) \approx 3.9 \times 10^{-2}\ \text{cm}^2$$

مساحت حفره حدود $0.039\ \text{cm}^2$ زیاد می‌شود (حفره بزرگ‌تر می‌شود، نه کوچک‌تر).

۱۰ صفحه ۹۴ فعالیت

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.

1. ظرف شیشه‌ای مدرجی (مثلاً ارلن یا بالن با لوله‌ی باریک) را تا لبه با گلیسیرین پر می‌کنیم و حجم گلیسیرین V_1 و دمای اولیه θ_1 را یادداشت می‌کنیم. ظرف را درون ظرف بزرگ‌تر یا درون سینی قرار می‌دهیم.
2. ظرف را درون حمام آب گرم می‌گذاریم تا همدما شود و دمای نهایی θ_2 را می‌خوانیم.
3. گلیسیرین سرریز شده را در ظرف زیرین جمع می‌کنیم و حجم آن سرریز_ΔV را با استوانه‌ی مدرج اندازه می‌گیریم.
4. چون انبساط ظرف ناچیز است، ضریب انبساط حجمی را از رابطه‌ی $\beta = \Delta V / (V_1 \Delta\theta)$ (با افزودن انبساط ظرف: $\beta = \Delta V_{\text{سرریز}} / (V_1 \Delta\theta) + 3\alpha_{\text{ظرف}}$) به‌دست می‌آوریم.

نمونه: $V_1 = 200\ cm^3$، $\Delta\theta = 40\ ^\circ C$ و سرریز $= \Delta V_{\text{سرریز}} = 3.7\ cm^3$ نتیجه می‌دهد $\beta \approx 4.6 \times 10^{-4}\ 1/K + 3(9.0 \times 10^{-6}) \approx 4.9 \times 10^{-4}\ 1/K$ که با مقدار جدول سازگار است.

۱۱ صفحه ۹۴ تمرین

افزایش دما که به طور معمول موجب افزایش حجم اجسام می‌شود، بر جرم آنها تأثیری ندارد. به همین دلیل انتظار داریم که چگالی اجسام با افزایش دما کاهش یابد. رابطه‌ی چگالی با تغییر دما به صورت $\rho_2 = \rho_1 / (1 + \beta\Delta T)$ است که در آن ρ_1 و ρ_2 به ترتیب چگالی ماده در دماهای T_1 و T_2، β ضریب انبساط حجمی و $\Delta T = T_2 - T_1$ است.

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

ب) نشان دهید با تقریب مناسبی می‌توان چگالی جسم را از رابطه‌ی $\rho_2 = \rho_1(1 - \beta\Delta T)$ نیز به دست آورد.

الف) جرم جسم با تغییر دما ثابت می‌ماند: $m = \rho_1 V_1 = \rho_2 V_2$. حجم نهایی $V_2 = V_1 + \Delta V = V_1(1 + \beta\Delta T)$ است. پس:

$$\rho_2 = m / V_2 = \rho_1 V_1 / [V_1(1 + \beta\Delta T)] = \rho_1 / (1 + \beta\Delta T)$$

ب) چون $\beta\Delta T \ll 1$ است، از تقریب $1/(1 + x) \approx 1 - x$ (برای $x \ll 1$) استفاده می‌کنیم:

$$\rho_2 = \rho_1 (1 + \beta\Delta T)^{-1} \approx \rho_1 (1 - \beta\Delta T)$$

(در واقع $(1 + x)(1 - x) = 1 - x^2 \approx 1$، پس $1 - x$ وارون تقریبی $1 + x$ است.)

ایران توشه
بوسته‌ای برای موفقیت

۱۲ صفحه ۹۷ پرسش

الف) منظور از این جمله که «دماسنج‌ها دمای خودشان را اندازه‌گیری می‌کنند» چیست؟

ب) در یک کلاس درس میز، صندلی، دانش‌آموز، تخته، شیشه‌ی 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؟

پ) در شکل ۴-۱۶ میانگین انرژی جنبشی ذرات دو جسم چگونه تغییر کرده است؟

الف) دماسنج را در تماس با جسم قرار می‌دهیم تا با آن به تعادل گرمایی برسد. وقتی تعادل برقرار شد، دمای دماسنج با دمای جسم برابر است؛ پس عددی که دماسنج نشان می‌دهد در واقع دمای خود دماسنج (ماده‌ی دماسنجی آن) است که برابر دمای جسم شده است.

ب) میز، صندلی، تخته و ... که مدت‌ها در اتاق بوده‌اند با هوای اتاق به تعادل گرمایی رسیده‌اند و دمایشان با دمای هوای اتاق برابر است. تنها دانش‌آموز (بدن با دمای حدود $37\ ^\circ C$) دمایی بیشتر از هوای اتاق دارد. شیشه‌ی پنجره چون در تماس با هوای سرد بیرون است، دمایش کمتر از دمای هوای اتاق است.

پ) میانگین انرژی جنبشی ذرات جسم گرم کاهش و میانگین انرژی جنبشی ذرات جسم سرد افزایش می‌یابد تا پس از تعادل گرمایی، میانگین انرژی جنبشی ذرات دو جسم برابر شود.

۱۳ صفحه ۹۹ پرسش

چند گوی 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 آبی قرار می‌دهیم که آب آن در حال جوشیدن است و پس از مدتی گوی‌ها را بیرون آورده و آنها را روی یک ورقه‌ی پارافین قرار می‌دهیم. به نظر شما کدام گوی، پارافین بیشتری را ذوب می‌کند و علت آن چیست؟

همه‌ی گوی‌ها پس از مدتی در آب جوش به دمای $100\ ^\circ C$ می‌رسند و دمای اولیه‌ی یکسانی دارند. گرمایی که هر گوی هنگام سرد شدن (تا دمای ذوب پارافین) آزاد می‌کند از $Q = mc\Delta T$ به‌دست می‌آید. چون جرم و تغییر دما برای همه یکسان است، گرمای آزادشده با گرمای ویژه‌ی جنس گوی متناسب است.

گوی آلومینیمی (با بیشترین گرمای ویژه در میان این فلزها، 900 J/kg.K) گرمای بیشتری آزاد می‌کند و پارافین بیشتری را ذوب می‌کند؛ گوی سربی (با کمترین گرمای ویژه، 128 J/kg.K) کمترین پارافین را ذوب می‌کند.

۱۴ صفحه ۱۰۱ تمرین

جسمی به جرم 0.250 kg و دمای 3.0 °C را درون ظرف عایقی حاوی 0.500 kg آب 25.0 °C می‌اندازیم. پس از چند دقیقه دمای تعادل را اندازه می‌گیریم. دمای تعادل 21.0 °C می‌شود. گرمای ویژه‌ی جسم را محاسبه کنید. از تبادل گرما بین ظرف و سایر اجسام چشم‌پوشی کنید.

از رابطه‌ی جسم = Q_0 + آب_Q داریم:

$$(0.500\ \text{kg})(4187\ \text{J/kg.°C})(21.0 - 25.0)°\text{C} + (0.250\ \text{kg})\ c\ (21.0 - 3.0)°\text{C} = 0$$

$$-8374\ \text{J} + (4.5\ \text{kg.°C})\ c = 0$$

$c = 8374 / 4.5 \approx 1.86 \times 10^3$ J/kg.°C

۱۵ صفحه ۱۰۲ آزمایش

هدف: تعیین گرمای ویژه‌ی فلزی با جنس نامعین. وسیله‌های موردنیاز: گرماسنج با ظرفیت گرمایی معین، دماسنج، ترازو، بشر شیشه‌ای، چراغ گازی، سه‌پایه و شعله‌پخش‌کن، انبر و یک جسم کوچک فلزی. آزمایش را شرح داده شده در کتاب انجام دهید و با استفاده از رابطه‌ی ۴-۹ گرمای ویژه‌ی جسم فلزی را به دست آورید.

نتیجه‌ی نمونه (داده‌های فرضی):

کمیت	مقدار
جرم آب گرماسنج	0.250 kg
دمای اولیه‌ی آب و گرماسنج	20.0 °C
ظرفیت گرمایی گرماسنج	150 J/K
جرم فلز	0.300 kg
دمای فلز (آب در حال جوش)	98.0 °C
دمای تعادل	34.4 °C

$$m_{\text{آب}}\ c_{\text{آب}}\ (\theta - \theta_1) + C\ (\theta - \theta_1) + m_{\text{فلز}}\ c_{\text{فلز}}\ (\theta - \theta_2) = 0$$

$$(0.250)(4187)(34.4 - 20.0) + (150)(34.4 - 20.0) + (0.300)\ c\ (34.4 - 98.0) = 0$$

$$15073 + 2160 = 19.08\ c \Rightarrow c \approx 9.0 \times 10^2\ \text{J/kg.K}$$

این مقدار با گرمای ویژه‌ی آلومینیم در جدول ۴-۳ (900 J/kg.K) برابر است؛ پس فلز احتمالاً آلومینیم بوده است.

ایران توشه
توشه‌ای برای موفقیت

۱۶ صفحه ۱۰۴ فعالیت

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

یخ از انجماد آب مایع به‌دست می‌آید و بلور درشت و یکپارچه‌ای است که نور را کمابیش عبور می‌دهد (شفاف)، اما برف از میعان مستقیم بخار آب موجود در ابرها به‌صورت بلورهای ریز یخ (با شکل‌های شش‌ضلعی و ستاره‌مانند) پدید می‌آید. بلورهای برف به‌صورت پرزهای سبک و پراکنده روی هم می‌نشینند و میان آنها حجم زیادی هوا هست.

نور در سطح‌های بی‌شمار بلورها بارها بازتاب و شکست می‌یابد و به همه‌ی سمت‌ها پراکنده می‌شود (بازتاب پخشیده)، و به همین دلیل برف سفید و مات به نظر می‌رسد، در حالی که یخ شفاف یا نیمه‌شفاف است.

۱۷ صفحه ۱۰۵ فعالیت

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

وجود ناخالصی (مانند نمک یا شکر حل‌شده) نقطه‌ی انجماد مایع را پایین می‌آورد. مثلاً آب نمک در دمای کمتر از $0\ ^\circ C$ یخ می‌زند و هرچه غلظت ماده‌ی حل‌شده بیشتر باشد، افت نقطه‌ی انجماد بیشتر است. دلیل آن است که ذرات ناخالصی از قرار گرفتن مولکول‌های مایع در ساختار منظم بلور جلوگیری می‌کنند و برای انجماد باید مایع سردتر شود.

از این ویژگی برای آب‌کردن یخ جاده‌ها با نمک و در ضدیخ‌های خودرو استفاده می‌شود.

۱۸ صفحه ۱۰۶ آزمایش

هدف: تعیین گرمای نهان ذوب یخ. وسیله‌های موردنیاز: بشر شیشه‌ای با حجم $400\ cm^3$، چراغ گازی، سه‌پایه، توری نسوز، ترازو، مقداری مخلوط آب و یخ، گرماسنج با ظرفیت گرمایی معلوم و دماسنج. آزمایش را مطابق شرح کتاب انجام دهید و گرمای نهان ذوب یخ (L_F) را حساب کنید.

نتیجه‌ی نمونه (داده‌های فرضی):

کمیت	مقدار
جرم آب گرم	0.200 kg
ظرفیت گرمایی گرماسنج	100 J/K
دمای تعادل آب گرم و گرماسنج (دمای اولیه)	58.0 °C
جرم قطعه‌ی یخ (0 °C)	0.050 kg
دمای تعادل نهایی	33.0 °C

گرمایی که آب گرم و گرماسنج از دست می‌دهند، صرف ذوب یخ و گرم کردن آب حاصل از ذوب (از 0 °C تا 33.0 °C) می‌شود:

$$m_{\text{یخ}} L_F + m_{\text{یخ}} c_{\text{آب}} (0 - 33.0) = (m_{\text{آب}} c_{\text{آب}} + C)(58.0 - 33.0)$$

$$(0.050)\, L_F + (0.050)(4187)(33.0) = [(0.200)(4187) + 100](25.0)$$

$$0.050\, L_F + 6909 = 23435 \Rightarrow L_F \approx 3.3 \times 10^5 \text{ J/kg}$$

که با مقدار جدول ۴-۴ (333.7 kJ/kg) سازگار است.

۱۹ صفحه ۱۰۷ **فعالیت**

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.

الف) با افزایش دما، میانگین تندی (انرژی جنبشی) مولکول‌های مایع زیاد می‌شود و تعداد بیشتری از مولکول‌ها تندی لازم برای غلبه بر نیروهای چسبندگی و فرار از سطح را پیدا می‌کنند؛ پس آهنگ تبخیر زیاد می‌شود. با افزایش مساحت سطح، تعداد مولکول‌هایی که در سطح قرار دارند و می‌توانند فرار کنند بیشتر است، پس آهنگ تبخیر بیشتر می‌شود.

ب) وزش باد یا جریان هوا (بخار آب را از کنار سطح می‌برد)، کم بودن رطوبت هوا، کم بودن فشار هوا و نوع مایع (فرّار بودن آن) نیز آهنگ تبخیر را زیاد می‌کنند.

پ) دیواره‌ی کوزه‌ی سفالی متخلخل است و کمی آب از آن به بیرون تراوش می‌کند. این آب از سطح بیرونی کوزه تبخیر می‌شود و گرمای نهان تبخیر لازم را از کوزه و آب داخل آن می‌گیرد؛ در نتیجه آب درون کوزه خنک می‌شود.

۲۰ صفحه ۱۰۸ فعالیت

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

نفت خام مخلوطی از هیدروکربن‌های گوناگون با نقطه‌ی جوش‌های متفاوت است. آن را در کوره تا حدود 350 °C گرم می‌کنند و بخار حاصل را به برج تقطیر می‌فرستند. دمای برج از پایین (گرم‌تر) به بالا (سردتر) کاهش می‌یابد.

هر جزء در جایی از برج که دمای آن کمتر از نقطه‌ی جوش آن جزء است، به مایع تبدیل می‌شود (میعان) و جمع‌آوری می‌شود. اجزای سبک با نقطه‌ی جوش کم (گاز مایع، بنزین) در بالای برج و اجزای سنگین‌تر (نفت سفید، گازوئیل) در میانه و باقی‌مانده‌های سنگین (روغن موتور، قیر) در پایین برج جدا می‌شوند.

۲۱ صفحه ۱۰۸ پرسش

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

با افزایش دمای آب، مولکول‌های آن انرژی جنبشی (و درونی) بیشتری دارند و مقدار بیشتری از انرژی لازم برای جدا شدن از مایع را از قبل در اختیار دارند. بنابراین برای تبدیل واحد جرم آب به بخار، انرژی کمتری باید از بیرون داده شود و L_V کمتر می‌شود.

۲۲ صفحه ۱۰۹ پرسش

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؟

الف) درِ دیگ زودپز بخار را بیرون نمی‌دهد و فشار درون دیگ از فشار جو بیشتر می‌شود. با افزایش فشار، نقطه‌ی جوش آب بالا می‌رود (بیشتر از 100 °C)؛ پس غذا در دمای بیشتری می‌پزد و زودتر آماده می‌شود.

ب) در ارتفاعات فشار هوا کمتر است و در نتیجه نقطه‌ی جوش آب پایین‌تر از 100 °C است. آب در دمای کمتری می‌جوشد و تخم‌مرغ دیرتر می‌پزد. کوهنوردان از زودپز (دیگ‌های دربسته) استفاده می‌کنند تا فشار و دمای جوش را بالا ببرند.

۲۳ صفحه ۱۱۰ آزمایش

هدف: تعیین گرمای نهان تبخیر آب. وسیله‌های مورد نیاز: بشر 200 cc، دماسنج، سه‌پایه، توری، پایه و گیره، چراغ گاز، زمان‌سنج، آب و ترازو. آزمایش را مطابق شرح کتاب انجام دهید و گرمای نهان تبخیر آب را به دست آورید.

نتیجه‌ی نمونه (داده‌های فرضی): جرم آب $0.200\ kg$؛ در $t_1 = 0\ s$ دمای آب $\theta_1 = 70\ ^\circ C$؛ آب در $t_2 = 50\ s$ به $\theta_2 =$ $100\ ^\circ C$ می‌رسد؛ در $t_3 = 142\ s$ پایان گرما دادن؛ جرم آب بخارشده $m' = 0.020\ kg$.

توان گرمادهی چراغ:

$$P = m\,c\,(\theta_2 - \theta_1)/(t_2 - t_1) = (0.200)(4187)(30)/50 \approx 502\ W$$

گرمای نهان تبخیر:

$$L_V = P\,(t_3 - t_2)/m' = (502\ W)(92\ s)/(0.020\ kg) \approx 2.3 \times 10^6\ J/kg$$

که به مقدار جدول ($2256\ kJ/kg$) نزدیک است (اختلاف از اتلاف گرما به محیط ناشی می‌شود).

۲۴ صفحه ۱۱۰ تمرین

قطعه یخی به جرم $1.0\ kg$ و دمای اولیه‌ی $-20\ ^\circ C$ را آن قدر گرم می‌کنیم تا تمام آن تبدیل به بخار $100\ ^\circ C$ شود. کل گرمای مورد نیاز برای این تبدیل چند کیلوژول است؟ گرمای ویژه‌ی یخ را در محدوده‌ی دمایی $-20\ ^\circ C$ تا $0\ ^\circ C$ به طور متوسط $2200\ J/kg.K$ فرض کنید.

چهار مرحله داریم (از جدول‌های ۴-۳ تا ۴-۶):

1. گرم کردن یخ از $-20\ ^\circ C$ تا $0\ ^\circ C$: $Q_1 = mc_{\text{یخ}}\Delta\theta = (1.0)(2200)(20) = 44\ kJ$
2. ذوب یخ در $0\ ^\circ C$: $Q_2 = mL_F = (1.0)(333.7) = 333.7\ kJ$
3. گرم کردن آب از $0\ ^\circ C$ تا $100\ ^\circ C$: $Q_3 = mc_{\text{آب}}\Delta\theta = (1.0)(4187)(100) = 418.7\ kJ$
4. تبخیر آب در $100\ ^\circ C$: $Q_4 = mL_V = (1.0)(2256) = 2256\ kJ$

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 \approx 3.05 \times 10^3\ kJ$$

این فایل توسط سایت ایران‌توشه تهیه شده است.
irantooshe.ir

۲۵ صفحه ۱۱۱ فعالیت

در مورد ایجاد شبنم صبحگاهی روی گیاهان تحقیق کنید.

هوا همواره مقداری بخار آب دارد. هرچه دمای هوا کمتر باشد، گنجایش آن برای نگه‌داشتن بخار آب کمتر است. در شب‌های صاف، سطح گیاهان با تابش گرما به آسمان سرد می‌شود. اگر دمای سطح برگ به زیر دمایی برسد که هوا در آن از بخار آب سیر شده است (دمای نقطه‌ی شبنم)، بخار آب موجود در هوای مجاور برگ چگالیده (میعان) می‌شود و به‌صورت قطره‌های ریز آب (شبنم) روی گیاه می‌نشیند. گرمای نهان آزادشده‌ی میعان از سرد شدن بیشتر گیاه تا حدی جلوگیری می‌کند.

۲۶ صفحه ۱۱۱ فعالیت

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

انرژی درونی مجموع انرژی‌های جنبشی کاتوره‌ای و پتانسیل ذرات سازنده‌ی ماده است. دما فقط معیار میانگین انرژی جنبشی ذرات است. هنگام تغییر حالت، گرمای داده‌شده (یا گرفته‌شده) انرژی جنبشی ذرات را عوض نمی‌کند (پس دما ثابت می‌ماند)، بلکه صرف تغییر آرایش ذرات و تغییر انرژی پتانسیل بین آنها می‌شود. مثلاً در ذوب یا تبخیر، ذرات از هم دور می‌شوند و انرژی پتانسیل بین ذره‌ای افزایش می‌یابد؛ در نتیجه انرژی درونی بالا می‌رود، حتی اگر دما ثابت بماند. در انجماد و میعان عکس این رخ می‌دهد.

۲۷ صفحه ۱۱۲ فعالیت

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

درون موی توخالی خرس قطبی هوا حبس شده است و هوا رسانای گرمایی ضعیفی است؛ پس این موها مانند یک لایه‌ی عایق، رسانش گرما از بدن به محیط سرد را به‌شدت کاهش می‌دهند. همچنین هوای محبوس بین موها مانع همرفت و تلف شدن گرما می‌شود. افزون بر آن، پوست سیاه خرس و موهای توخالی (که مانند لوله‌ی نور عمل می‌کنند) نور خورشید و گرمای آن را به پوست می‌رسانند.

۲۸ صفحه ۱۱۳ آزمایش

هدف: مشاهده‌ی پدیده‌ی همرفت. وسیله‌های موردنیاز: لوله‌ی همرفت، گیره و پایه، آب سرد، دانه‌های پتاسیم‌پرمنگنات یا جوهر، چراغ الکلی یا گازی. شرح آزمایش: ۱) لوله را از آب سرد پر کنید و به آرامی چند

دانه‌ی پتاسیم پرمنگنات (یا چند قطره جوهر) را از دهانه‌ی لوله به داخل آن بریزید. ۲) یکی از شاخه‌های قائم لوله را مطابق شکل روی شعله بگیرید و در همان لحظه شاخه‌ی قائم دیگر لوله را با دست لمس کنید. ۳) دستتان را از شاخه‌ی قائم بردارید و در حالی که گرما دادن را ادامه می‌دهید به مایع درون لوله با دقت نگاه کنید. پس از چند دقیقه دوباره همان شاخه‌ی قائم لوله را لمس کنید. ۴) مشاهدات خود را بنویسید و با بحث در گروه، دلیل هر یک از مشاهدات را توضیح دهید.

- در لحظه‌ی اول، شاخه‌ی دیگر لوله هنوز سرد است؛ زیرا آب رسانای گرمایی ضعیفی است و رسانش در آب بسیار کند است.
- رنگ (پرمنگنات یا جوهر) نشان می‌دهد که آبِ نزدیک شعله گرم می‌شود، منبسط می‌شود و چگالی‌اش کم می‌شود؛ پس بر اثر نیروی شناوری بالا می‌رود و رنگ را با خود می‌برد. آب سردتر و چگال‌تر از شاخه‌ی دیگر پایین می‌آید و جای آن را می‌گیرد؛ یعنی جریان چرخشی پدید می‌آید.
- پس از چند دقیقه، آب گرم همراه جریان به شاخه‌ی قائم دیگر می‌رسد و هنگام لمس آن، گرم شدن شاخه را حس می‌کنیم؛ پس گرما همراه با جابه‌جایی خود ماده (همرفت) منتقل شده است.

۲۹ صفحه ۱۱۴ **پرسش**

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

همرفت بر اثر کاهش چگالی بخش گرم‌شده‌ی مایع و بالا رفتن آن رخ می‌دهد. هرچه ضریب انبساط حجمی مایع بیشتر باشد، برای یک تغییر دمای معین، حجم بخش گرم‌شده بیشتر زیاد می‌شود و چگالی آن بیشتر کاهش می‌یابد. در نتیجه اختلاف چگالی با مایع سردتر اطراف بیشتر و نیروی شناوری بزرگ‌تر است و همرفت شدیدتر (جریان تندتر) رخ می‌دهد. پس هرچه β مایع بیشتر باشد، انتقال گرما به روش همرفت در آن مؤثرتر است.

۳۰ صفحه ۱۱۴ **فعالیت**

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 گرفته‌اید، دهانه‌ی آن را دقیقاً روی دهانه‌ی یک بطری آبی 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

ایران توشه
توشه ای برای موفقیت

پوشیده شده است را روی دهانه‌ی بطری قرمز رنگ قرار دهید و سپس کارت را بیرون بکشید. مشاهدات خود را توضیح دهید. از این آزمایش چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟

حالت اول (بطری گرم و قرمز پایین، بطری سرد و آبی بالا): آب گرم کم‌چگال‌تر است و می‌خواهد بالا برود؛ آب سرد و چگال‌تر پایین می‌آید. دو مایع به سرعت با هم مخلوط می‌شوند و رنگ بنفش یکنواخت ایجاد می‌شود (همرفت).

حالت دوم (بطری گرم و قرمز بالا، بطری سرد و آبی پایین): مایع گرم و سبک بالا و مایع سرد و سنگین پایین است؛ شاره‌ها پایدار می‌مانند و تقریباً مخلوط نمی‌شوند (دو لایه‌ی رنگی جدا می‌ماند).

نتیجه: در همرفت طبیعی، شاره‌ی گرم (با چگالی کمتر) بالا می‌رود و شاره‌ی سرد (با چگالی بیشتر) پایین می‌آید؛ بنابراین برای گرم کردن یک شاره باید منبع گرما را در پایین آن گذاشت و برای سرد کردن، منبع سرما را در بالا.

۳۱ صفحه ۱۱۶ فعالیت

پرتوسنج (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 دلیل چرخش پره‌ها تحقیق کنید.

وجه سیاه هر پره بیشتر تابش را جذب می‌کند و گرم‌تر می‌شود، ولی وجه سفید بیشتر آن را بازتاب می‌دهد. مولکول‌های گاز کم‌فشار درون حباب پس از برخورد با وجه گرم‌تر (سیاه) با تندی بیشتری بازمی‌گردند و تکانه‌ی بیشتری به پره می‌دهند (و یا بر اثر اختلاف دمای دو وجه، نیروی خالص ناشی از برخوردها ایجاد می‌شود). پس به وجه سیاه نیروی بزرگ‌تری وارد می‌شود و پره‌ها به سمت وجه سفید می‌چرخند. شدت نور بیشتر ← اختلاف دمای بیشتر ← چرخش سریع‌تر.

۳۲ صفحه ۱۱۸ مسئله

دماهای زیر را بر حسب درجه‌ی سلسیوس و فارنهایت مشخص کنید:

الف) 0 K ب) 273 K پ) 373 K ت) 546 K

از $\theta = T - 273$ و $F = (9/5)\theta + 32$ استفاده می‌کنیم.

T (K)	θ (°C)	F (°F)
0	−273	−459.4
273	0	32
373	100	212
546	273	523.4

مثلاً برای ت): $\theta = 546 - 273 = 273\ ^\circ C$ و $F = (9/5)(273) + 32 = 523.4\ ^\circ F$.

۳۳ صفحه ۱۱۸ مسئله

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

- دماسنج مناسب را با توجه به گستره‌ی دمای جسم و دقت مورد نیاز انتخاب کنیم و ابتدا دقت (کوچک‌ترین درجه‌بندی) و گستره‌ی آن را بخوانیم.
- مخزن دماسنج را کاملاً در تماس با جسم (یا درون آن) قرار دهیم و آن را با جداره‌ی ظرف یا منبع گرما تماس ندهیم.
- صبر کنیم تا دماسنج با جسم به تعادل گرمایی برسد و ستون مایع ثابت شود؛ سپس عدد را بخوانیم.
- هنگام خواندن، چشم را مقابل سطح مایع و عمود بر درجه‌بندی نگه داریم (برای جلوگیری از خطای دید) و عدد را با توجه به رقم‌های بامعنا بنویسیم.
- جرم و ظرفیت گرمایی دماسنج در برابر جسم ناچیز باشد تا اندازه‌گیری دمای جسم را تغییر ندهد.
- اندازه‌گیری را چند بار تکرار و میانگین بگیریم (کاهش خطای تصادفی) و خطای صفر دماسنج را بررسی کنیم.

۳۴ صفحه ۱۱۸ مسئله

شکل زیر، یک خط‌کش 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؟

در دمای بالاتر، فاصله‌ی بین درجه‌بندی‌ها (طول خط‌کش) و اندازه‌ی سوراخ هر دو زیاد شده‌اند. نتیجه می‌گیریم که وقتی جسم جامد منبسط می‌شود، شکل آن تغییر نمی‌کند و همه‌ی ابعاد آن (از جمله ابعاد سوراخ) به یک نسبت بزرگ می‌شوند؛ سوراخ همانند بخشی از ماده‌ی خود جسم منبسط می‌شود و با گرم شدن، بزرگ‌تر می‌شود (نه کوچک‌تر).

ایران توشه
توشه ای برای موفقیت

این جواب ممکن است دقیق نباشد.

۳۵ صفحه ۱۱۸ مسئله

شکل زیر چهار صفحه‌ی فلزی هم‌جنس 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؟

ب) مساحت کدام یک بیشتر افزایش پیدا می‌کند؟

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

چون صفحه‌ها هم‌جنس‌اند، α و ΔT یکسان است.

الف) از $\Delta L = \alpha L_1 \Delta T$: افزایش طول با طول اولیه (در اینجا ارتفاع) متناسب است؛ پس ارتفاع صفحه‌ای (یا صفحه‌هایی) که ارتفاع اولیه‌ی بیشتری دارد (بزرگ‌ترین ضلع قائم، یعنی 3L) بیشتر زیاد می‌شود؛ صفحه‌هایی با ارتفاع یکسان افزایش ارتفاع یکسان دارند.

ب) از $\Delta A = 2\alpha A_1 \Delta T$: افزایش مساحت با مساحت اولیه متناسب است؛ پس صفحه‌ای که مساحت اولیه‌ی آن (حاصل‌ضرب دو ضلعش) از همه بیشتر است، بیشترین افزایش مساحت را دارد.

پ) قطر هر روزنه مانند طولی از همان جنس منبسط می‌شود: $\Delta D = \alpha D \Delta T$. چون جنس و قطر اولیه‌ی هر چهار روزنه و تغییر دما یکسان است، افزایش قطر چهار روزنه با هم برابر است (به اندازه و شکل صفحه بستگی ندارد).

این جواب ممکن است دقیق نباشد.

۳۶ صفحه ۱۱۸ مسئله

یک بزرگراه از بخش‌های بتونی به طول 25.0 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؟ ($\alpha \approx 14 \times 10^{-6}\ K^{-1}$)

هر بخش با گرم شدن از 10.0 °C تا 50.0 °C منبسط می‌شود و این افزایش طول باید در فاصله‌ی بین قطعه‌ها جا شود:

$$\Delta L = \alpha L_1 \Delta T = (14 \times 10^{-6}\ K^{-1})(25.0\ m)(50.0 - 10.0)\ K = 1.4 \times 10^{-2}\ m$$

فاصله‌ی بین هر دو قطعه باید دست‌کم 1.4 cm باشد (اگر انبساط هر دو قطعه‌ی مجاور را در نظر بگیریم، به‌ازای هر قطعه 1.4 cm است و فاصله باید حدود همین مقدار در نظر گرفته شود).

۳۷ صفحه ۱۱۸ مسئله

یک ظرف آلومینیمی با حجم $400\ cm^3$ در دمای $20.0\ ^\circ C$ به طور کامل از گلیسیرین پر شده است. اگر دمای ظرف و گلیسیرین به $30.0\ ^\circ C$ برسد، چقدر گلیسیرین از ظرف بیرون می‌ریزد؟

داده‌ها: $V_1 = 400\ cm^3$، $\Delta T = 10.0\ ^\circ C$، β گلیسیرین $= 0.49 \times 10^{-3}\ K^{-1}$ (جدول ۴-۲)، $\alpha_{Al} = 23 \times 10^{-6}\ K^{-1} \leftarrow \beta_{Al} = 3\alpha = 69 \times 10^{-6}\ K^{-1}$.

$\Delta V_{1.96} = (10.0)(400)(0.49 \times 10^{-3}) =$ گلیسیرین cm^3

$\Delta V_{0.276} = (10.0)(400)(69 \times 10^{-6}) =$ ظرف cm^3

$\Delta V_{1.7} \approx 1.96 - 0.276 =$ سرریز cm^3

حدود $1.7\ cm^3$ گلیسیرین از ظرف بیرون می‌ریزد.

۳۸ صفحه ۱۱۸ مسئله

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

ارتفاع اولیه‌ی بنزین $h_1 = 10 - 0.50 = 9.5\ m$ است و مساحت مقطع ثابت است، پس تغییر حجم با تغییر ارتفاع متناسب است. بنزین وقتی سرریز می‌شود که ارتفاع آن $0.50\ m$ زیاد شود:

$\Delta V = \beta V_1 \Delta T \Rightarrow A\Delta h = \beta A h_1 \Delta T \Rightarrow \Delta T = \Delta h / (\beta h_1) = 0.50 / [(1.00 \times 10^{-3})(9.5)] \approx 52.6\ K$

$T = -10 + 52.6 \approx 42.6\ ^\circ C$

بنزین در دمای حدود $43\ ^\circ C$ از ظرف سرریز می‌شود (β بنزین $= 1.00 \times 10^{-3}\ K^{-1}$ از جدول ۴-۲).

این جواب ممکن است دقیق نباشد.

۳۹ صفحه ۱۱۸ مسئله

در شکل زیر با افزایش 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؟

ایران توشه
توشه ای برای موفقیت

ب) اگر نوارها را سرد کنیم به کدام سمت خم می‌شوند.

الف) فلزی که ضریب انبساط بزرگ‌تری دارد، با گرم شدن بیشتر منبسط می‌شود و روی بیرونی (محدب) انحنا قرار می‌گیرد. چون نوار به سمت پایین خم می‌شود، نوار بالایی باید بیشتر منبسط شده باشد. ضریب انبساط برنج ($19 \times 10^{-6}\ K^{-1}$) بیشتر از فولاد ($13 \times 10^{-6}\ K^{-1}$) است؛ پس **نوار بالایی برنجی** و نوار پایینی فولادی است.

ب) با سرد شدن، برنج بیشتر از فولاد منقبض می‌شود و نوار بالایی کوتاه‌تر می‌شود؛ در نتیجه نوار به سمت **بالا** خم می‌شود.

این جواب ممکن است دقیق نباشد.

۴۰ صفحه ۱۱۸ **مسئله**

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

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

ب) چگونه می‌توان تأثیر این انبساط را برطرف کرد؟

الف) اختلاف دما $\Delta T = 50 - (-10) = 60\ K$ است:

$$\Delta L = \alpha L_1 \Delta T = (10 \times 10^{-6}\ K^{-1})(230 \times 10^{3}\ m)(60\ K) = 138\ m$$

ب) با نصب اتصال‌های انبساطی (مثل بست‌های انبساطی و دم‌دار) و ساختن خم‌های U شکل یا زیگ‌زاگ در مسیر لوله (حلقه‌ی انبساطی) در فاصله‌های معین، لوله می‌تواند بدون ایجاد تنش آسیب‌رسان منبسط یا منقبض شود. همچنین لوله را به صورت شل (نه کاملاً کشیده) روی تکیه‌گاه‌های لغزنده قرار می‌دهند و در بخش‌های بلند آن را قطعه‌قطعه می‌کنند.

۴۱ صفحه ۱۱۹ **مسئله**

در یک روز گرم، یک کامیون حمل سوخت، 30000 L بنزین بارگیری می‌کند. دمای هوا در محل تحویل سوخت $20.0\ ^\circ C$ کمتر از محلی است که در آنجا کامیون بارگیری کرده است. راننده چند لیتر سوخت را در این محل تحویل می‌دهد؟

با کاهش دما بنزین منقبض می‌شود ($\Delta T = -20.0\ K$، $\beta = 1.00 \times 10^{-3}\ K^{-1}$):

$$\Delta V = \beta V_1 \Delta T = (1.00 \times 10^{-3})(30000\ L)(-20.0) = -600\ L$$

$V_2 = 30000 - 600 = 29400\ L$ بنزین تحویل داده می‌شود (حدود ۶۰۰ لیتر کمتر).

۴۲ صفحه ۱۱۹ مسئله

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 30.0 °C به 100 °C را محاسبه کنید.

```
Q = mcΔθ = (0.200 kg)(4187 J/kg.K)(70.0 K) ≈ 5.86 × 10^4 J
Q = P Δt ⇒ Δt = Q / P = 58618 J / 200 W ≈ 293 s
```

حدود 293 s (تقریباً 4.9 min).

۴۳ صفحه ۱۱۹ مسئله

دمای یک قطعه فلز 0.60 kg را توسط یک گرمکن 50 W در مدت 110 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 ویژه‌ی فلز بیشتر باشد یا کمتر؟ توضیح دهید.

```
Q = P t = (50 W)(110 s) = 5500 J
c = Q / (mΔθ) = 5500 / [(0.60 kg)(20 K)] ≈ 4.6 × 10^2 J/kg.K
```

پاسخ آزمایش از مقدار واقعی بیشتر است.

دلیل: بخشی از گرمای گرمکن به محیط و ظرف و ... تلف می‌شود و همه‌ی 5500 J به فلز نمی‌رسد؛ یعنی گرمای واقعی جذب‌شده توسط فلز کمتر از Pt است. چون ما کل Pt را در فرمول گذاشته‌ایم، گرمای ویژه‌ی محاسبه‌شده بیشتر از مقدار واقعی به دست می‌آید.

۴۴ صفحه ۱۱۹ مسئله

گرماسنجی به جرم 200 g از مس ساخته شده است. یک قطعه‌ی 80 g از یک ماده‌ی نامعلوم همراه با 50 g آب به درون گرماسنج ریخته می‌شود. اکنون دمای این مجموعه 30 °C است. در این هنگام 100 g آب 70 °C به گرماسنج اضافه می‌شود، دمای تعادل 52 °C می‌شود. گرمای ویژه‌ی قطعه را محاسبه کنید.

گرمای مس: $c_{\text{مس}} = 386\ J/kg.K$. از $\Sigma Q = 0$:

```
m_آب‌گرم c_آب (70 − 52) + [m_مس c_مس + m_آب c_آب + m_قطعه c](52 − 30) = 0
(0.100)(4187)(−18) + [(0.200)(386) + (0.050)(4187) + 0.080 c](22) = 0
−7536.6 + (77.2 + 209.35 + 0.080 c)(22) = 0
```

$286.55 + 0.080\ c = 342.57 \Rightarrow c = 56.0 / 0.080 \approx 7.0 \times 10^2\ J/kg.K$

گرمای ویژه‌ی قطعه حدود 700 J/kg.K است.

۴۵ صفحه ۱۱۹ مسئله

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

خیر. هنگامی که جسم در حال تغییر حالت است (مثلاً ذوب یخ در $0\ ^\circ C$ یا جوشیدن آب در $100\ ^\circ C$)، گرمای داده‌شده صرف تغییر حالت (گرمای نهان) می‌شود و دمای جسم ثابت می‌ماند. همچنین اگر هم‌زمان جسم همان مقدار یا بیشتر گرما به محیط بدهد یا کار انجام دهد (مثلاً گاز در حال انبساط)، دمای آن بالا نمی‌رود.

۴۶ صفحه ۱۱۹ مسئله

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.

الکل مایعی بسیار فرّار است و به‌سرعت تبخیر می‌شود. برای تبخیر، الکل باید گرمای نهان تبخیر را از پوست بگیرد؛ بنابراین گرما از پوست محل تزریق گرفته می‌شود و دمای آن کاهش می‌یابد و احساس خنکی می‌کنیم.

۴۷ صفحه ۱۱۹ مسئله

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 روی یخ، سبب کاهش اندک نقطه‌ی ذوب آن می‌شود.

پ) فرایند ذوب، عملی گرماگیر است.

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

گزینه‌ی «الف» نادرست است.

در بیشتر مواد افزایش فشار سبب **بالا رفتن** نقطه‌ی ذوب می‌شود و یخ از موارد استثنا است که افزایش فشار نقطه‌ی ذوبش را اندکی کاهش می‌دهد (گزینه‌ی «ب» درست است). گزینه‌های «پ» و «ت» نیز درست‌اند.

۴۸ صفحه ۱۱۹ مسئله

کمترین گرمای لازم برای ذوب کامل 200 g نقره که در آغاز در دمای 20.0 °C قرار دارد چقدر است؟ (فشار هوا را یک اتمسفر فرض کنید)

نقره باید ابتدا تا نقطه‌ی ذوب (960 °C) گرم شود و سپس ذوب شود (جدول‌های ۴-۳ و ۴-۴: c = 236 J/kg.K، L_F = 88.3 kJ/kg):

$$Q_1 = mc\Delta\theta = (0.200)(236)(960 - 20.0) = 4.44 \times 10^4\ J$$

$$Q_2 = mL_F = (0.200)(88.3 \times 10^3) = 1.77 \times 10^4\ J$$

$$Q = Q_1 + Q_2 \approx 6.2 \times 10^4\ J = 62\ kJ$$

۴۹ صفحه ۱۱۹ مسئله

یک راه برای جلوگیری از سرد شدن بیش از حد یک سالن سربسته در شب‌هنگام، 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 اولیه‌ی آن 20.0 °C باشد و همه‌ی آن به یخ 0.0 °C تبدیل شود، آب چقدر گرما به محیط پیرامونش می‌دهد؟ اگر بخواهیم به‌جای این تشت آب از یک بخاری برقی 2000 W استفاده کنیم، بخاری چند ساعت باید روشن باشد تا همان‌قدر گرما به سالن بدهد؟

آب ابتدا از 20.0 °C تا 0 °C سرد می‌شود و سپس منجمد می‌شود:

$$Q_1 = mc\Delta\theta = (150)(4187)(20.0) = 1.26 \times 10^7\ J$$

$$Q_2 = mL_F = (150)(333.7 \times 10^3) = 5.01 \times 10^7\ J$$

$$Q = Q_1 + Q_2 \approx 6.26 \times 10^7\ J$$

زمان لازم برای بخاری:

$$t = Q / P = 6.26 \times 10^7\ J / 2000\ W \approx 3.13 \times 10^4\ s \approx 8.7\ h$$

۵۰ صفحه ۱۱۹ مسئله

یک گرمکن 50 W به‌طور کامل در 100 g 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 نقطه‌ی جوش (100 °C) برسد؟

ایران توشه
توشه‌ای برای موفقیت

پ) چه مدت طول می‌کشد تا 20 g آب در حال جوش درون این گرماسنج به بخار تبدیل شود؟

الف) گرمای گرمکن صرف گرم کردن آب و گرماسنج می‌شود:

$$Pt = (m\,c_{آب} + C)\,\Delta\theta \Rightarrow (50)(60) = (0.100 \times 4187 + C)(5)$$

$$3000 = 2093.5 + 5C \Rightarrow C \approx 1.8 \times 10^2\ J/K$$

ب)

$$Pt' = (m\,c_{آب} + C)(100 - 25) = (418.7 + 181.3)(75) = 4.5 \times 10^4\ J \Rightarrow t' = 4.5 \times 10^4 / 50 = 900\ s = 15\ min$$

پ) آب در حال جوش و گرماسنج در $100\ ^\circ C$ هستند و فقط گرمای تبخیر لازم است:

$$Q = mL_V = (0.020)(2256 \times 10^3) = 4.51 \times 10^4\ J \Rightarrow t'' = Q / P = 4.51 \times 10^4 / 50 \approx 9.0 \times 10^2\ s \approx 15\ min$$

۵۱ صفحه ۱۲۰ مسئله

گرمکنی در هر ثانیه 200.0 J گرما می‌دهد.

الف) چقدر طول می‌کشد تا این گرمکن 0.100 kg آب $100\ ^\circ C$ را به بخار $100\ ^\circ C$ تبدیل کند؟

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

الف)

$$Q = mL_V = (0.100)(2256 \times 10^3) = 2.256 \times 10^5\ J \Rightarrow t = Q / P = 2.256 \times 10^5 / 200.0 = 1128\ s \approx 18.8\ min$$

ب) گرمای فراهم‌شده در همین مدت $2.256 \times 10^5\ J$ است:

$$m = Q / L_F = 2.256 \times 10^5 / (333.7 \times 10^3) \approx 0.676\ kg$$

۵۲ صفحه ۱۲۰ مسئله

اگر به جسم جامدی که ابعاد آن به اندازه‌ی کافی کوچک است با توان ثابتی گرما بدهیم نمودار دما ــ زمان آن به‌صورت کیفی مانند شکل زیر می‌شود. این نمودار در اینجا برای جسم جامدی به جرم 50.0 g رسم شده که توسط یک گرمکن 10.0 W گرم شده است.

الف) چقدر طول می‌کشد تا این جامد از دمای اولیه‌ی $20\ ^\circ C$ به نقطه‌ی ذوب خود برسد؟

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

با فرض اینکه از روی نمودار بخوانیم: دمای ذوب $60\ ^\circ C$؛ گرم شدن جامد از $20\ ^\circ C$ تا $60\ ^\circ C$ در $t = 200\ s$ و ذوب شدن در بازه‌ی $200\ s$ تا $700\ s$ انجام می‌شود (مقدارهای خوانده‌شده تقریبی‌اند).

الف) $t = 200\ s$.

ب)

$$c = Pt / (m\Delta\theta) = (10.0)(200) / [(0.0500)(60 - 20)] = 1.0 \times 10^3 \text{ J/kg.K}$$

پ)

$$L_F = P\ \Delta t_{\text{ذوب}} / m = (10.0)(700 - 200) / 0.0500 = 1.0 \times 10^5 \text{ J/kg}$$

این جواب ممکن است دقیق نباشد.

---

۵۳ صفحه ۱۲۰ مسئله

در چاله‌ی کوچکی 1.00 kg آب 0.0 °C قرار دارد. اگر بر اثر تبخیر سطحی قسمتی از آب تبخیر شود و بقیه‌ی آن یخ ببندد، جرم آب یخ‌زده چقدر می‌شود؟

فرض می‌کنیم گرمای لازم برای تبخیر قسمتی از آب، تنها از انجماد بقیه‌ی آب تأمین شود و دمای همه‌ی آب 0 °C بماند. اگر جرم آب تبخیرشده m_v و جرم یخ m_i باشد: $m_v + m_i = 1.00\ \text{kg}$ و $L_V = 2490\ \text{kJ/kg}$ در 0 °C (جدول ۴-۵)، $L_F = 333.7\ \text{kJ/kg}$):

$$m_v L_V = m_i L_F \Rightarrow m_i = L_V / (L_V + L_F) \times 1.00\ \text{kg} = 2490 / 2823.7 \approx 0.88\ \text{kg}$$

جرم یخ ≈ 0.88 kg و جرم آب تبخیرشده ≈ 0.12 kg است.

این جواب ممکن است دقیق نباشد.

---

۵۴ صفحه ۱۲۰ مسئله

در گروهی از جانوران خون‌گرم و انسان، تبخیر عرق بدن، یکی از راه‌های مهم تنظیم دمای بدن است.

الف) چه مقدار آب تبخیر شود تا دمای بدن شخصی به جرم 50.0 kg به اندازه‌ی 1.00 °C کاهش یابد؟ گرمای نهان تبخیر آب در دمای بدن (حدود 37 °C) برابر 2.42 × 10^6 J/kg و گرمای ویژه‌ی بدن در حدود 3480 J/kg.K است.

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

الف) گرمایی که بدن از دست می‌دهد:

$$Q = mc\Delta\theta = (50.0)(3480)(1.00) = 1.74 \times 10^5\ \text{J}$$

$$Q = m_{\text{آب}} L_V \Rightarrow m_{\text{آب}} = 1.74 \times 10^5 / 2.42 \times 10^6 \approx 7.2 \times 10^{-2}\ \text{kg} = 72\ \text{g}$$

ب) با چگالی $1\ \text{g/cm}^3$ ($1\ \text{kg/L}$) برای آب:

$$V = m / \rho \approx 72\ \text{cm}^3 \approx 0.072\ \text{L} \approx 72\ \text{mL}$$

این فایل توسط سایت ایران‌توشه تهیه شده است.

irantooshe.ir

۵۵ صفحه ۱۲۰ مسئله

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

فلز رسانای گرمایی بسیار خوبی است (به دلیل الکترون‌های آزاد) ولی چوب رسانای ضعیفی است. وقتی دست را روی لوله می‌گذاریم، گرما با آهنگ زیادی از دست به لوله منتقل می‌شود و دمای سطح دست به‌سرعت کاهش می‌یابد؛ پس لوله را سردتر احساس می‌کنیم، در حالی که انتقال گرما به چوب بسیار کندتر است. این احساس به دمای واقعی مربوط نیست و به آهنگ انتقال گرما بستگی دارد.

اگر دمای لوله بسیار پایین (زیر $0\ ^\circ C$) باشد، رطوبت پوست دست در تماس با لوله به‌سرعت یخ می‌زند و دست به لوله می‌چسبد.

۵۶ صفحه ۱۲۰ مسئله

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

پالتو (و لباس) از الیافی ساخته می‌شود که لایه‌ی هوای زیادی را در خود حبس می‌کند. هوا رسانای گرمایی ضعیفی است و هوای محبوس همرفت نمی‌کند؛ بنابراین گرمای بدن به‌سختی به محیط سرد منتقل می‌شود (پالتو عایق گرمایی است و گرما را نگه نمی‌دارد، بلکه خروج آن را کند می‌کند).

چند لباس زیر پالتو، چند لایه‌ی هوای محبوس شده‌ی دیگر بین لایه‌ها ایجاد می‌کند؛ هر لایه‌ی هوا مانع بیشتری برابر شارش گرما است و در نتیجه عایق‌بندی بهتری ایجاد می‌شود و گرمای بیشتری نگه داشته می‌شود.

ایران توشه
توشه ای برای موفقیت

۵۷ صفحه ۱۲۰ مسئله

دو قوری هم‌جنس و هم‌اندازه را در نظر بگیرید که سطح بیرونی یکی سیاه‌رنگ و دیگری سفیدرنگ است. هر دو را با آب داغ با دمای یکسان پر می‌کنیم. آب کدام قوری زودتر خنک می‌شود؟

سطح تیره و مات بیشتر از سطح روشن و صیقلی، تابش گرمایی گسیل می‌کند. پس قوری سیاه گرما را با آهنگ بیشتری به محیط تابش می‌کند و آب آن زودتر خنک می‌شود. (قوری سفید به‌دلیل تابش کمتر، گرمای خود را بهتر نگه می‌دارد.)