

#### ۴-۱ دما و دماسنجی

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

(الف)  $^{\circ}\text{K}$  (ب)  $273\text{K}$

(پ)  $373\text{K}$  (ت)  $546\text{K}$

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)

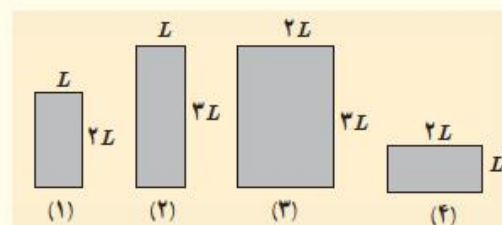
#### ۴-۲ انبساط گرمایی

۳ 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 اغراق آمیزی رسم شده است). از این شکل چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟



۴ شکل زیر چهار صفحه فلزی هم جنس 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.



۵ یک بزرگراه از بخش‌های بتونی به طول  $250\text{ m}$  ساخته شده است. این بخش‌ها در دمای  $10^{\circ}\text{C}$ ، بتون‌ریزی و عمل آورده شده‌اند. برای جلوگیری از تاب برداشتن بتون در دمای  $50^{\circ}\text{C}$ ، مهندسان باید چه فاصله‌ای را بین این قطعه‌ها در نظر بگیرند؟ ( $\alpha_{\text{بتون}} \approx 14 \times 10^{-6}\text{K}^{-1}$ )

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

۷ مقداری بنزین در مخزنی استوانه‌ای به ارتفاع  $h=1\text{ m}$  ریخته شده است. در دمای  $10^{\circ}\text{C}$  فاصله بین سطح بنزین تا بالای ظرف برابر  $5\text{ cm}$  است. اگر از انبساط ظرف در نتیجه افزایش دما چشم‌پوشی شود، در چه دمایی بنزین از ظرف سرریز می‌شود؟

۸ در شکل زیر 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.



۹ طول خط‌های لوله 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  $10^{\circ}\text{C}$  - و در تابستان تا  $50^{\circ}\text{C}$  + برسد. جنس این لوله‌ها عموماً از فولاد با  $\alpha \approx 10 \times 10^{-6}\text{K}^{-1}$  است. طول خط لوله، بین دو ایستگاه تهران - اصفهان تقریباً  $230\text{ km}$  است.



جواب ۱)

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

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

الف)

$$T = 273 \text{ K} \rightarrow T = \theta + 273 \rightarrow 273 = \theta + 273 \rightarrow \theta = 0^\circ \text{C}$$

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

ب)

$$T = 373 \text{ K} \rightarrow T = \theta + 273 \rightarrow 373 = \theta + 273 \rightarrow \theta = 100^\circ \text{C}$$

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

پ)

$$T = 544 \text{ K} \rightarrow T = \theta + 273 \rightarrow 544 = \theta + 273 \rightarrow \theta = 271^\circ \text{C}$$

$$F = \frac{9}{5} \theta + 32 = \frac{9}{5} (271) + 32 = 523.4^\circ \text{F}$$

ت)

جواب ۲) ۱- دماسنج دقت لازم را برای اندازه گیری داشته باشد. ۲- شخص آزمایشگر مهارت لازم را برای اندازه گیری داشته باشد. ۳- اندازه گیری چند بار تکرار شود و

پس از حذف اعدادی که فاصله ی زیادی با اعداد دیگر دارند، میانگین اعداد باقی مانده را حساب می کنیم. ۴- مقارن می گیریم دماسنج با جسم به تعادل دمایی برسند.

جواب ۳) این شکل نشان می دهد که انبساط گویایی باعث انبساط جسم در تمام ابعاد می شود. حتی اگر حفره ای هم داخل جسم باشد، حفره هم به همان نسبت منبسط

می شود.

جواب ۴) الف، طبق رابطه ی انبساط طولی  $\Delta L = L_1 \alpha \Delta T$  هر چه ارتفاع اولیه بیشتر باشد، افزایش ارتفاع نیز بیشتر می شود. پس افزایش ارتفاع در شکل های ۱ و ۲

$$\Delta L_2 = \Delta L_3 > \Delta L_1 > \Delta L_4 \text{ بیشتر است.}$$

$$\Delta L_2 > \Delta L_3 > \Delta L_1 = \Delta L_4 \text{ ب، طبق رابطه ی انبساط سطحی } \Delta A = A_1 2\alpha \Delta T \text{ هر چه مساحت اولیه بیشتر باشد، افزایش مساحت نیز بیشتر می شود.}$$

پ، چون روزنه ها هم اندازه هستند و هر چهار قطعه از یک جنس اند، افزایش قطر هر چهار روزنه ب یک اندازه خواهد بود.

$$L_1 = 25 \text{ m} \quad \overbrace{\theta_1 = 10^\circ \text{C} \quad \theta_2 = 50^\circ \text{C}}^{\Delta \theta = 40^\circ \text{C}} \quad \alpha = 14 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$$

جواب ۵)

$$\Delta L = L_1 \alpha \Delta \theta = 25 \times 14 \times 10^{-6} \times 40 = 14 \times 10^{-3} \text{ m}$$

جواب ۶)

$V = ?$  بیرون ریخته

$$\alpha_{AL} = 23 \times 10^{-4} \frac{1}{K}$$

$$\beta_B = 49 \times 10^{-5} \frac{1}{K}$$

$$\Delta \theta = 10^\circ C$$

$$\theta_1 = 1^\circ C \quad \theta_2 = 11^\circ C$$

$$V_1 = 1.5 \text{ cm}^3$$

روش اول:

$$\Delta V_B = V_1 \beta \Delta \theta = 1.5 \times 49 \times 10^{-5} \times 10 = 1.49 \text{ cm}^3$$

$$\Delta V_{AL} = V_1 \alpha \Delta \theta = 1.5 \times 23 \times 10^{-4} \times 10 = 0.345 \text{ cm}^3$$

$$V = \Delta V_B - \Delta V_{AL} = 1.49 - 0.345 = 1.145 \text{ cm}^3$$

روش دوم:

$$V = V_1 \Delta \theta (\beta_B - \alpha_{AL}) = 1.5 \times 10 (49 \times 10^{-5} - 23 \times 10^{-4}) = 1.145 \text{ cm}^3$$

جواب ۷)

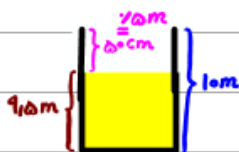
$$\Delta V_{\text{مغ}} = \Delta V_{\text{مجموع}}$$

$$\Delta V_{\text{مغ}} = A \times 1.5 = 1.5A$$

$$\Delta V_{\text{مجموع}} = V_1 \beta \Delta \theta = 9.15A \times 10^{-3} \Delta \theta$$

$$1.5A = 9.15A \times 10^{-3} \Delta \theta$$

$$\Delta \theta = 52^\circ C \quad \Delta \theta = \theta_2 - \theta_1 \quad \theta_2 = \theta_1 + 52 = 10 + 52 = 62^\circ C$$



جواب ۸) الف) از آن جایی که  $\alpha$  فولاد  $> \alpha$  است، چون با کاهش دما نوار به سمت پایین خم شده است پس  $\alpha$  نوار پایین باید بیشتر از نوار بالایی بوده باشد.

پس نوار بالایی از جنس فولاد است.

ب) در این حالت نوارها به سمت بالا خم می شوند.

جواب ۹) الف)

$$L_1 = 23 \text{ Km} \quad \alpha = 10^{-5} \frac{1}{K} \quad \Delta \theta = 4^\circ C \quad \theta_1 = -10^\circ C \quad \theta_2 = 5^\circ C \quad \Delta L = ?$$

$$\Delta L = L_1 \alpha \Delta \theta = 23 \times 10^{-5} \times 4 = 0.14 \text{ Km}$$

ب) با عایق بندی مناسب می توان از تغییر دما و در نتیجه انبساط خط لوله تا حد قابل توجهی جلوگیری کرد.



#### ۴-۴ تغییر حالت‌های ماده

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

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.

۱۶ کدام گزینه درباره فرایند ذوب نادرست است؟

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

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

پ) فرایند ذوب، عملی گرماگیر است.

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

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

۱۸ یک راه برای جلوگیری از سرد شدن بیش از حد یک سالن سرپشته 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  $15\text{ kg}$  و دمای اولیه آن  $20^\circ\text{C}$  باشد و همه آن به یخ  $0^\circ\text{C}$  تبدیل شود، آب چقدر گرما به محیط پیرامونش می‌دهد؟

۱۹ یک گرمکن  $50^\circ\text{C}$  واتی به‌طور کامل در  $100^\circ\text{C}$  گرم آب درون یک گرماسنج قرار داده می‌شود.

الف) این گرمکن در مدت یک دقیقه دمای آب و گرماسنج را از  $20^\circ\text{C}$  به  $25^\circ\text{C}$  می‌رساند. ظرفیت گرمایی گرماسنج را حساب کنید.

ب) چه مدت طول می‌کشد تا دمای آب درون گرماسنج از  $25^\circ\text{C}$  به نقطه جوش ( $100^\circ\text{C}$ ) برسد؟

پ) چه مدت طول می‌کشد تا  $20^\circ\text{C}$  گرم آب در حال جوش درون این گرماسنج به بخار تبدیل شود؟

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

ب) چگونه می‌توان تأثیر این انبساط را برطرف کرد؟

۱۰ در یک روز گرم یک باری مخزنی حامل سوخت با  $3000\text{ L}$  بنزین بارگیری شده است. دمای هوا در محل تحویل سوخت  $20^\circ\text{C}$  کمتر از محلی، است که در آنجا سوخت بار زده شده است. راننده چند لیتر سوخت را در این محل تحویل می‌دهد؟

#### ۴-۳ گرما

۱۱ برای گرم کردن  $200\text{ g}$  آب جهت تهیه چای، از یک گرمکن الکتریکی غوطه‌ور در آب استفاده می‌کنیم. روی برجسب گرمکن  $200\text{ W}$  نوشته شده است. با نادیده گرفتن اتلاف گرما، زمان لازم برای رساندن دمای آب از  $30^\circ\text{C}$  به  $100^\circ\text{C}$  را محاسبه کنید.



۱۲ دمای یک قطعه فلز  $60^\circ\text{C}$  کیلوگرایی را توسط یک گرمکن  $50^\circ\text{C}$  واتی در مدت  $11\text{ s}$  از  $18^\circ\text{C}$  به  $38^\circ\text{C}$  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.

۱۳ گرماسنجی به جرم  $200^\circ\text{C}$  گرم از مس ساخته شده است. یک قطعه  $80^\circ\text{C}$  گرمی از یک ماده نامعلوم همراه با  $50^\circ\text{C}$  گرم آب به درون گرماسنج ریخته می‌شود. اکنون دمای این مجموعه  $30^\circ\text{C}$  شده است. در این هنگام  $100^\circ\text{C}$  گرم آب  $70^\circ\text{C}$  به گرماسنج اضافه می‌شود، دمای تعادل  $52^\circ\text{C}$  می‌شود. گرمای ویژه قطعه را محاسبه کنید.

$$V_1 = 1000 \text{ L} \quad \Delta\theta = -10^\circ\text{C} \quad \beta = 10^{-3} \frac{1}{^\circ\text{C}} \quad V_2 = ?$$

جواب ۱۰

$$\Delta V = V_2 - V_1 = 1000 \times 10^{-3} \times (-10) = -10 \text{ L} \quad V_2 = V_1 + \Delta V = 1000 + (-10) = 990 \text{ L}$$

$$m = 100 \text{ g} = 0.1 \text{ kg} \quad P = 100 \text{ W} \quad C_p = 4200 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}} \quad \Delta\theta = 15^\circ\text{C} \quad \theta_1 = 10^\circ\text{C} \quad \theta_2 = 25^\circ\text{C} \quad \Delta t = ?$$

جواب ۱۱

$$P = \frac{Q}{\Delta t} \rightarrow P = \frac{m C \Delta\theta}{\Delta t} \rightarrow 100 = \frac{0.1 \times 4200 \times 15}{\Delta t} \rightarrow \Delta t = 63 \text{ s}$$

$$m = 0.4 \text{ kg} \quad P = 50 \text{ W} \quad \Delta t = 110 \text{ s} \quad \theta_1 = 10^\circ\text{C} \quad \theta_2 = 20^\circ\text{C} \quad C = ?$$

جواب ۱۲

$$P = \frac{Q}{\Delta t} \rightarrow 50 = \frac{0.4 \times C \times 10}{110} \rightarrow C = 1375 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}}$$

چون بخشی از گرمای داده شده توسط الکتریک به هوا و مواد پیرامون فلز داده شده است.  
پس مقدار واقعی گرمای ویژه فلز کمتر از پاسخ بدست آمده است.

$$\begin{cases} m_1 = 100 \text{ g} \\ C_1 = 1000 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}} \\ \theta_1 = 10^\circ\text{C} \end{cases} \text{ گرماسنج} \quad \begin{cases} m_2 = 10 \text{ g} \\ C_2 = ? \\ \theta_2 = 10^\circ\text{C} \end{cases} \text{ قطعه} \quad \begin{cases} m_3 = 50 \text{ g} \\ C_3 = 4200 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}} \\ \theta_3 = 10^\circ\text{C} \end{cases} \text{ آب ۱} \quad \begin{cases} m_4 = 100 \text{ g} \\ C_4 = 4200 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}} \\ \theta_4 = 20^\circ\text{C} \end{cases} \text{ آب ۲}$$

جواب ۱۳

$$\theta = 52^\circ\text{C}$$

$$Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 = 0 \quad m_1 C_1 (\theta - \theta_1) + m_2 C_2 (\theta - \theta_2) + m_3 C_3 (\theta - \theta_3) + m_4 C_4 (\theta - \theta_4) = 0$$

$$100 \times 1000 (\theta - 10) + 10 \times C_2 (\theta - 10) + 50 \times 4200 (\theta - 10) + 100 \times 4200 (\theta - 20) = 0 \quad C_2 = 4700 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}}$$

جواب ۱۴ خیر، اگر جسم در دمای تغییر حالت باشد دمای آن بالا نمی رود. به عنوان مثال گرم کردن یخ باعث تبدیل شدن یخ به آب و یا گرم کردن آب به آب در دمای ۱۰۰ باعث تبدیل شدن آب به بخار آب می شود.

آب و یا گرم کردن آب به آب در دمای ۱۰۰ باعث تبدیل شدن آب به بخار آب می شود.

جواب ۱۵ زیرا اکال باعث تغییر سطح روی پوست می شود که فرآیند گرمای گیر است. در نتیجه احساس خنکی روی پوست ایجاد می شود.

جواب ۱۶ الف) X ب) ✓ ج) ✓ د) ✓

$$m = 100 \text{ g} = 0.1 \text{ kg} \quad C = 250 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}} \quad L_f = 90 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \quad \theta = 94^\circ\text{C}$$

جواب ۱۷

$$\begin{aligned} Q_1 &= 0.1 \times 250 \times 94 = 2350 \text{ J} \\ Q_2 &= 0.1 \times 90000 = 9000 \text{ J} \\ Q_T &= Q_1 + Q_2 = 11350 \text{ J} \end{aligned}$$

$m = 150 \text{ kg}$     $c = 440 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}}$     $L_f = 334 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$     $\text{K}^\circ\text{C} \xrightarrow{Q_1 = mc\Delta\theta} \text{C}^\circ \xrightarrow{Q_2 = -mL_f} \text{C}^\circ$     $\text{بج } \text{C}^\circ$    (جواب 18)

$Q_1 = 150 \times 440 \times -10 = -114000 \text{ J}$   
 $Q_2 = -150 \times 334000 = -50100000 \text{ J}$   
 $Q_T = Q_1 + Q_2 = -50214000 \text{ J}$

$\rho = 50 \text{ W}$     $m = 100 \text{ g} = 0.1 \text{ kg}$     $\overbrace{\theta_1 = 10^\circ\text{C}}^{\Delta\theta = 5^\circ\text{C}}$     $\theta_2 = 15^\circ\text{C}$     $c = 440 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}}$     $\Delta t = 40 \text{ s}$     $m_c = ?$   
 $\rho = \frac{Q}{\Delta t} \rightarrow \rho = \frac{m_c c \Delta\theta + m c \Delta\theta}{\Delta t} \rightarrow 50 = \frac{0.1 \times 440 \times 5 + m_c \times 5}{40}$     $m_c = 180 \frac{\text{J}}{^\circ\text{C}}$

$\Delta t = ?$     $\rho = 50 \text{ W}$     $\overbrace{\theta_1 = 15^\circ\text{C}}^{\Delta\theta = 10^\circ\text{C}}$     $\theta_2 = 100^\circ\text{C}$     $c = 440 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}}$     $c = 180 \frac{\text{J}}{^\circ\text{C}}$     $m = 0.1 \text{ kg}$   
 $\rho = \frac{m_c c \Delta\theta + m c \Delta\theta}{\Delta t} \rightarrow 50 = \frac{0.1 \times 440 \times 10 + 180 \times 10}{\Delta t}$     $\Delta t = 900 \text{ s}$

$m = 10 \text{ g} = 0.01 \text{ kg}$     $L_v = 2254 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$     $\rho = 50 \text{ W}$     $\Delta t = ?$

$\rho = \frac{Q}{\Delta t} \rightarrow \rho = \frac{m L_v}{\Delta t} \rightarrow 50 = \frac{0.01 \times 2254000}{\Delta t} \rightarrow \Delta t = 450.8 \text{ s}$



چند لباس زیر پالتو این عمل را تشدید می کند؟  
 ۲۶ دو قوری همجنس و هم اندازه را در نظر بگیرید که سطح بیرونی یکی سیاه رنگ و دیگری سفید رنگ است. هر دو را با آب داغ با دمای یکسان پر می کنیم. آب کدام قوری زودتر خنک می شود؟

۲۵ گرمی در هر ثانیه ۲۰۰٪ ژول گرما می دهد. الف) چقدر طول می کشد تا این گرمکن ۱۰۰٪/کیلوگرم آب  $10^{\circ}\text{C}$  را به بخار آب  $100^{\circ}\text{C}$  تبدیل کند؟ ب) این گرمکن در همین مدت، چه مقدار یخ  $0^{\circ}\text{C}$  را می تواند به آب  $0^{\circ}\text{C}$  تبدیل کند؟

۲۱ اگر به جسم جامدی که ابعاد آن به اندازه کافی کوچک است بتوان ثابتی گرما بدهیم نمودار دما-زمان آن به صورت کیفی مانند شکل زیر می شود. این نمودار در اینجا برای جسم جامدی به جرم  $500\text{g}$  رسم شده که توسط یک گرمکن  $100\text{W}$  گرم شده است. الف) چقدر طول می کشد تا این جامد به نقطه ذوب خود برسد؟ ب) گرمای ویژه جامد و پ) گرمای نهان ذوب آن را محاسبه کنید.



۲۲ در چاله کوچکی  $100\text{kg}$  آب  $10^{\circ}\text{C}$  قرار دارد. اگر بر اثر تبخیر سطحی قسمتی از آب تبخیر شود و بقیه آن یخ ببندد، جرم آب یخ زده چقدر می شود؟

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

الف) چه مقدار آب تبخیر شود تا دمای بدن شخصی به جرم  $50\text{kg}$  به اندازه  $10^{\circ}\text{C}$  کاهش یابد؟ گرمای نهان تبخیر آب در دمای بدن ( $37^{\circ}\text{C}$ ) برابر  $2420\text{J/kg}$  و گرمای ویژه بدن در حدود  $3480\text{J/kg.K}$  است. ب) حجم آبی که شخص باید برای جبران آب تبخیر شده بنوشد، چقدر است؟

#### ۴-۵ روش های انتقال گرما

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

۲۵ یک پالتو چگونه شما را گرم نگه می دارد؟ چرا استفاده از

جواب (۱۰) الف) بخار ۱۰۰°C  $\rightarrow$  آب ۱۰۰°C  $Q = mL_v$   $m = 0.1 \text{ kg}$   $L_v = 2254 \dots \frac{\text{J}}{\text{kg}}$   $\Delta t = 1 \text{ s}$   $Q = 200 \text{ J}$

$\rho = \frac{Q}{\Delta t} = \frac{200 \text{ J}}{1} = 200 \text{ W}$   $\rho = \frac{Q}{\Delta t} \rightarrow \rho = \frac{m L_v}{\Delta t} \rightarrow 200 = \frac{0.1 \times 2254 \dots}{\Delta t} \rightarrow \Delta t = 1128 \text{ s}$

جواب (۱۱) الف) طبق نمودار ۱۰۰°C طول می کشد.  $\Delta t = 1128 \text{ s}$   $m = ?$   $L_f = 334 \frac{\text{KJ}}{\text{kg}}$   $Q = mL_f$   $\rho = \frac{Q}{\Delta t}$

$\rho = \frac{Q}{\Delta t} \rightarrow \rho = \frac{m L_f}{\Delta t} \rightarrow 200 = \frac{m \times 334 \dots}{1128} \rightarrow m = 0.47 \text{ kg}$

جواب (۱۲) الف) طبق نمودار ۱۰۰°C طول می کشد.  $m = 50 \text{ g} = 50 \times 10^{-3} \text{ kg}$   $\rho = 100 \text{ W}$

جواب (۱۳) الف)  $\rho = \frac{Q}{\Delta t} \rightarrow \rho = \frac{m c \Delta \theta}{\Delta t} \rightarrow 100 = \frac{50 \times 10^{-3} \times c \times 40}{100} \rightarrow c = 1000 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}}$

جواب (۱۴) الف)  $\rho = \frac{Q}{\Delta t} \rightarrow \rho = \frac{m L_f}{\Delta t} \rightarrow 100 = \frac{50 \times 10^{-3} \times L_f}{180} \rightarrow L_f = 170000 \frac{\text{J}}{\text{kg}}$

جواب (۱۵) الف)  $m_1 + m_2 = 1$   $L_f = 334 \dots \frac{\text{J}}{\text{kg}}$   $L_v = 2238 \frac{\text{KJ}}{\text{kg}}$   $m_1 = 1 \rightarrow m_1 = \frac{1}{\lambda} \text{ kg}$   $m_2 = \frac{V}{\lambda} \text{ kg}$

جواب (۱۶) الف)  $Q_1 = +m_1 L_v$   $Q_2 = -m_2 L_f$   $Q_1 + Q_2 = 0 \rightarrow m_1 L_v + (-m_2 L_f) = 0 \rightarrow m_1 L_v = m_2 L_f \rightarrow m_1 \times 2238 \dots = m_2 \times 334 \dots$   $V m_1 = m_2$

جواب (۱۷) الف)  $m = ?$   $m = 50 \text{ kg}$   $\Delta \theta = -10^\circ\text{C}$   $L_v = 242 \dots \frac{\text{J}}{\text{kg}}$   $c = 3480 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}}$   $\rho = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$

جواب (۱۸) الف)  $Q_{\text{عرق}} + Q_{\text{شخص}} = 0 \rightarrow m L_v + m c \Delta \theta = 0 \rightarrow m \times 242 \dots + 50 \times 3480 \times -1 = 0 \rightarrow m = 0.719 \text{ kg}$

جواب (۱۹) الف)  $\rho = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$  و  $m = 0.719 \text{ kg} \rightarrow \rho = \frac{m}{V} \rightarrow 1000 = \frac{0.719}{V} \rightarrow V = 7.19 \times 10^{-5} \text{ m}^3$

جواب (۲۰) الف) فلزات رسانای خوب گرما هستند. بنابراین وقتی به لوله فلزی دست می زنیم، گرمای دست ما از طریق لوله منتقل شده و دست ما احساس سرد شدن می کند. 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.



جواب ۲۵) در بین الیاف پالتو هوا وجود دارد و چون هوا رسانای خوبی برای گرما نیست، مانع انتقال گرمای بدن ما به محیط اطراف می شود و بدن ما

گرم می ماند. استفاده از چند لباس زیر پالتو باعث افزایش لایه های هوا و در نتیجه کم تر شدن آهنگ انتقال گرما می شود.

جواب ۲۶) 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 می شود.