



۱- رسانش گرمایی در یک میله‌ی رسانا به کدام یک از عوامل زیر بستگی ندارد؟

- ① جنس میله و طول آن
 ② تغییرات دمای دو سر میله و سطح مقطع آن
 ③ جنس میله و مدت زمان انتقال آن
 ④ جرم میله و ظرفیت گرمایی مولی آن

۲- کدام یک از گزینه‌های زیر در مورد انتقال گرما از طریق همرفت صحیح نیست؟

- ① پدیده‌ی همرفت در اثر افزایش چگالی شاره با افزایش دما صورت می‌گیرد.
 ② همرفت می‌تواند در همه‌ی شاره‌ها، چه مایع و چه گاز، به وقوع بپیوندد.
 ③ در همرفت، انتقال گرما با انتقال بخش‌هایی از خود ماده صورت می‌گیرد.
 ④ نیروی شناوری موجب بالا رفتن بخشی از شاره می‌شود که در تماس با جسم گرم است.

۳- در ظرفی فلزی حاوی شاره که از زیر ظرف به آن گرما می‌دهیم، پدیده‌ی همرفت در شاره، به ترتیب بر اثر چگالی شاره و با دما صورت می‌گیرد.

- ① کاهش - کاهش
 ② افزایش - افزایش
 ③ افزایش - کاهش
 ④ کاهش - افزایش

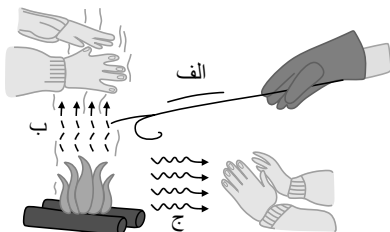
۴- کدام یک از گزینه‌های زیر، انتقال گرما به روش همرفت واداشته نمی‌باشد؟

- ① سیستم گرم‌کننده‌ی مرکزی در ساختمان
 ② سیستم خنک‌کننده‌ی موتور اتومبیل
 ③ گرم و سرد شدن بخش‌های مختلف بدن بر اثر گردش خون در بدن جانوران خونگرم
 ④ جریان‌های باد ساحلی

۵- کدام گزینه صحیح است؟

- ① در انتقال گرما به روش تابش گرمایی، اجسام از خود پرتوهایی گسیل می‌کنند که این پرتوها از نوع امواج الکترومغناطیسی هستند.
 ② تفسنج تابشی به عنوان دماسنج معیار، برای اندازه‌گیری دماهای بالا انتخاب شده است.
 ③ همه‌ی اجسام فقط در دماهای بالا در حال تابش از سطح خود هستند.
 ④ تابش گرمایی از سطح هر جسم فقط به دمای جسم بستگی دارد.

۶- شکل‌های (ب) و (ج) به ترتیب از راست به چپ، انتقال گرما به کدام روش را نشان می‌دهند؟



- ① تابش - همرفت
 ② رسانش - تابش
 ③ همرفت - تابش
 ④ تابش - رسانش

۷- چه تعداد از موارد زیر نادرست است؟

- (الف) هنگامی که دست خود را زیر لامپ رشته‌ای روشن قرار می‌دهیم، انتقال گرما از لامپ به دست به روش همرفت نمی‌تواند رخ دهد.
 (ب) در انتقال گرما به روش همرفت، شارش مایع یا گاز در اثر تغییر چگالی است.
 (پ) گرم و سرد شدن بخش‌های مختلف بدن بر اثر گردش خون در بدن جانوران خونگرم، نمونه‌ای از انتقال گرما به روش همرفت طبیعی است.
 (ت) در نافلزات، رسانش گرمایی از طریق ارتعاش اتم‌ها و گسترش این ارتعاش‌ها در طول جسم انجام می‌شود.

- ① ۱
 ② ۲
 ③ ۳
 ④ ۴



۸- کدام یک از عبارات‌های زیر درست است؟

- (۱) نسیمی که شب‌ها از سمت ساحل به سمت دریا می‌وزد، نمونه‌ای از همرفت واداشته است.
 (۲) برای آشکارسازی تابش‌های فروسرخ از ابزاری به نام دمانگاشت استفاده می‌کنیم.
 (۳) به روش‌های اندازه‌گیری دما مبتنی بر تابش گرمایی، تفسنجی و به ابزارهای اندازه‌گیری دما به این روش تفسنج می‌گوییم.
 (۴) تفسنج تابشی به عنوان دماسنج معیار برای اندازه‌گیری دماهای بالای $1100^{\circ}C$ انتخاب شده است.

۹- کدام گزینه در مورد روش‌های انتقال گرما صحیح نیست؟

- (۱) در رساناهای فلزی سهم الکترون‌های آزاد در رسانش گرمایی بیشتر از ارتعاش اتم‌ها است.
 (۲) انتقال گرما در گازها و مایع‌ها عمدتاً به روش همرفت است.
 (۳) همرفت واداشته نوعی از همرفت به کمک یک تلمبه (طبیعی یا مصنوعی) است.
 (۴) هرچه جسم ناصاف‌تر، مات‌تر و تیره‌تر باشد تابش گرمایی کمتری دارد.

۱۰- یک سر میله‌ای آهنی درون یک کوره و سر دیگر آن درون ظرفی حاوی ۱ کیلوگرم آب قرار دارد. اگر پس از گذشت ۵۰ ثانیه، دمای آب $1^{\circ}C$ افزایش یابد، آهنگ رسانش گرمایی از طریق میله آهنی چند واحد SI بوده است؟ $c_{\text{آب}} = 4200 J/kg \cdot K$ اثر افزایش دمای آب بر رسانش گرمایی میله و اتلاف گرما صرف نظر کنید و انتقال گرما به آب فقط از طریق رسانش گرمایی میله بوده است.

- (۱) ۲۱ (۲) ۴۲ (۳) ۸۴ (۴) ۱۶۸

۱۱- میله‌ای از جنس آلومینیوم به طول 12cm و سطح مقطع 5cm^2 ، از یک طرف در ظرف بزرگ محتوی مخلوط آب و بخار آب جوش 100° و از سمت دیگر در تماس با قالب یخ با دمای صفر درجه سلسیوس به جرم 200 گرم قرار دارد. پس از ۸ دقیقه، چند گرم از یخ، ذوب نشده باقی می‌ماند؟ $(k_{AI} = 210 W/m \cdot K, L_F = 336 J/g)$

- (۱) ۵۰ (۲) ۱۲۵ (۳) ۷۵ (۴) ۱۰۰

۱۲- در یک میله فلزی با رسانندگی گرمایی $400 \frac{W}{m \cdot K}$ گرما با آهنگ $480 W$ در حال شارش است. اگر اختلافات دمای دو سر میله 36° درجه فارنهایت، چگالی میله $20 \frac{g}{\text{cm}^3}$ و طول آن 5cm باشد، جرم میله چند کیلوگرم است؟

- (۱) ۲۴ (۲) ۳۰ (۳) ۳۲ (۴) ۳۶

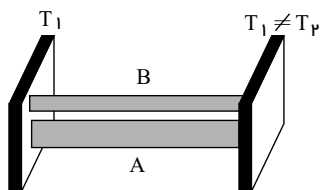
۱۳- استوانه‌ای فلزی را از دستگاهی می‌گذرانیم به طوری که در دمای ثابت، طول آن به‌طور یکنواخت ۵ برابر شود. چنانچه اختلاف دمای دو سر استوانه ثابت بماند، آهنگ رسانش گرمایی استوانه چند برابر حالت قبل می‌شود؟

- (۱) $\frac{1}{25}$ (۲) $\frac{1}{5}$ (۳) ۵ (۴) ۲۵

۱۴- مطابق شکل زیر دو میله هم‌جنس در اختیار داریم و قطر مقطع میله (۲)، ۲ برابر قطر مقطع میله (۱) است. اگر آهنگ رسانش گرما در دو میله یکسان باشد، طول میله (۲) چند برابر طول میله (۱) است؟

- (۱) $\frac{8}{3}$ (۲) $\frac{4}{3}$ (۳) $\frac{3}{2}$ (۴) $\frac{5}{4}$

۱۵- در شکل زیر، دو میله با سطح مقطع‌های متفاوت بین دو منبع گرمای موازی هم قرار دارند. اگر آهنگ رسانش گرمایی میله A، $\frac{1}{4}$ آهنگ رسانش گرمایی میله B و رسانندگی گرمایی میله B، ۶ برابر رسانندگی گرمایی میله A باشد، سطح مقطع میله A چند برابر سطح مقطع میله B است؟



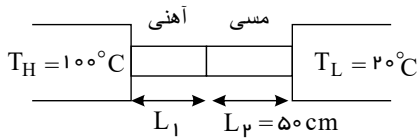
- (۱) $\frac{2}{3}$ (۲) $\frac{3}{2}$ (۳) ۶ (۴) $\frac{1}{6}$



۱۶- قطر دو میله‌ی استوانه‌ای هم‌جنس، D_1 و D_2 است. اگر به‌ازای اختلاف دمای یکسان در دو سر میله‌ها، آهنگ شارش گرما در آن‌ها یکسان باشد، طول این دو میله چه رابطه‌ای باهم دارند؟

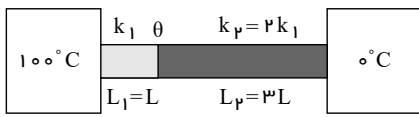
$\frac{L_1}{L_2} = \left(\frac{D_2}{D_1}\right)^2$ (۴)
 $\frac{L_1}{L_2} = \frac{D_2}{D_1}$ (۳)
 $\frac{L_1}{L_2} = \left(\frac{D_1}{D_2}\right)^2$ (۲)
 $\frac{L_1}{L_2} = \frac{D_1}{D_2}$ (۱)

۱۷- دو میله آهنی و مسی به طول‌های L_1 و L_2 و سطح مقطع‌های یکسان و برابر بین دو منبع حرارتی قرار دارند. اگر رسانندگی گرمایی آهن و مس به ترتیب $80 \frac{W}{m \cdot K}$ و $400 \frac{W}{m \cdot K}$ باشد و دمای مشترک دو میله $40^\circ C$ باشد، طول L_1 چند سانتی‌متر است؟



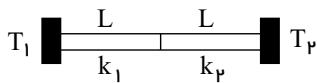
40 (۲) 50 (۱)
 15 (۴) 30 (۳)

۱۸- در شکل زیر سطح مقطع دو میله یکسان و دمای سطح مشترک دو میله θ است. اگر جای منبع گرم و سرد را عوض کنیم دمای سطح مشترک دو میله θ' خواهد شد. حاصل $\frac{\theta'}{\theta}$ کدام است؟



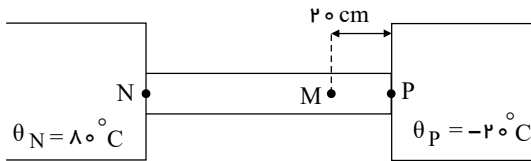
$\frac{1}{2}$ (۴) $\frac{2}{3}$ (۳) $\frac{2}{3}$ (۲) 1 (۱)

۱۹- مطابق شکل زیر، دو میله‌ی استوانه‌ای به طول و سطح مقطع مساوی به هم چسبیده‌اند و دمای دو طرف، T_1 و T_2 است ($T_2 > T_1$) و ($k_2 > k_1$). اگر آهنگ شارش گرما در طول هر دو میله یکسان باشد، دمای سطح مشترک دو میله کدام است؟



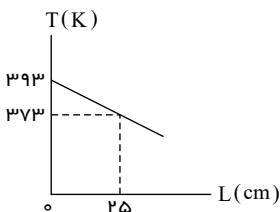
$\frac{k_1 T_1 - k_2 T_2}{k_2 + k_1}$ (۴)
 $\frac{k_1 T_1 + k_2 T_2}{k_2 + k_1}$ (۳)
 $\frac{k_1 T_1 - k_2 T_2}{k_2 - k_1}$ (۲)
 $\frac{k_1 T_1 + k_2 T_2}{k_2 - k_1}$ (۱)

۲۰- مطابق شکل یک میله‌ی فلزی به طول 80 cm و سطح مقطع 25 cm^2 را بین دو نقطه با دماهای $80^\circ C$ و $-20^\circ C$ قرار می‌دهیم. بعد از ایجاد تعادل، دمای نقطه‌ی M واقع در 20 سانتی‌متری نقطه‌ی P ، چند درجه‌ی سلسیوس است؟



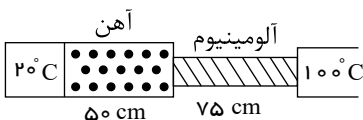
5 (۲) -5 (۱)
 -10 (۴) 10 (۳)

۲۱- میله‌ای رسانا به طول 1 m بین دو منبع گرم و سرد قرار گرفته است و در شرایطی که آهنگ رسانش گرمایی آن ثابت است، نمودار دمای نقاط مختلف میله برحسب فاصله آن‌ها از منبع گرم مطابق شکل زیر است. دمای منبع سرد چند درجه‌ی فارنهایت است؟



104 (۲) 313 (۱)
 120 (۴) 40 (۳)

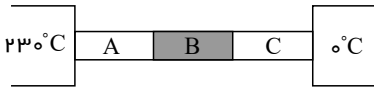
۲۲- مطابق شکل زیر، دو میله آهنی و آلومینیومی به یکدیگر وصل شده‌اند. اگر سطح مقطع میله آهنی، دو برابر سطح مقطع میله آلومینیومی باشد، بعد از ایجاد تعادل، اختلاف دمای دو سر میله آهنی چند درجه‌ی فارنهایت است؟ (رسانندگی آلومینیوم ۳ برابر رسانندگی آهن است و اتلاف انرژی نداریم.)



104 (۲) 40 (۱)
 72 (۴) 60 (۳)



۲۳- مطابق شکل زیر سه میله هم طول A, B و C با سطح مقطع یکسان بین دو منبع گرمایی قرار گرفته‌اند. اگر رسانندگی گرمایی میله‌های A, B و C به ترتیب k_A, k_B و $k_C = \frac{5}{3}k_B$ و $k_B = 3k_A$ باشد و آهنگ رسانش گرمایی در میله‌ها یکسان باشد، دمای سطح مشترک بین میله‌های B و C چند درجه سلسیوس است؟



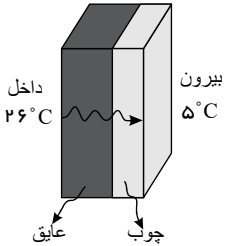
۲۰ (۷)

۴۰ (۱)

۳۰ (۴)

۱۵ (۳)

۲۴- دیوار خانه‌ای مطابق شکل از دو لایه، یکی چوب با ضخامت 2 cm و دیگری نوعی عایق با ضخامت 6 cm ساخته شده است. اگر مساحت دیوار 10 m^2 باشد، در مدت ۵ دقیقه چند کیلوژول انرژی از داخل خانه به بیرون شارش می‌کند؟ (دمای داخل خانه 26°C و دمای بیرون خانه 5°C و ضریب رسانندگی چوب $0.08\text{ W/m}\cdot\text{K}$ و ماده عایق $0.04\text{ W/m}\cdot\text{K}$ است.)



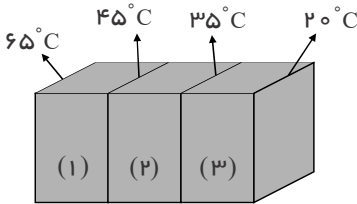
۳۶۰ (۷)

۱۸ (۱)

۱۸۰ (۴)

۳۶ (۳)

۲۵- مطابق شکل زیر، سه جعبه فلزی با ابعاد یکسان به یکدیگر متصل شده‌اند. اگر آهنگ رسانش گرما ثابت باشد و دماهای مشخص شده، دمای نقطه اتصال جعبه‌ها باشد، کدام گزینه در مورد ضریب رسانندگی گرمایی آن‌ها صحیح است؟



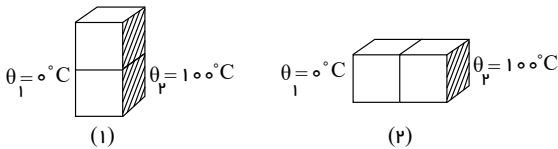
$k_1 > k_3 > k_2$ (۷)

$k_1 > k_2 > k_3$ (۱)

$k_2 > k_3 > k_1$ (۴)

$k_3 > k_1 > k_2$ (۳)

۲۶- دو مکعب مشابه و هم‌جنس همگن در اختیار داریم. مطابق شکل در حالت اول دو مکعب را روی یکدیگر قرار می‌دهیم و در حالت دوم، دو مکعب را در کنار هم قرار می‌دهیم. آهنگ رسانش گرما درون مکعب‌ها در حالت اول چند برابر آهنگ رسانش گرما در حالت دوم است؟ ($\theta_1 = 100^\circ\text{C}$ و $\theta_2 = 0^\circ\text{C}$)



۱ (۷)

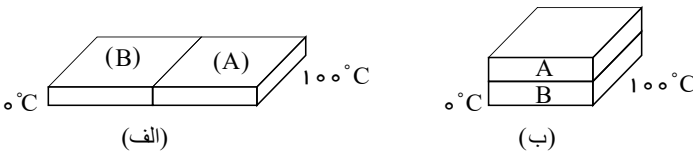
۴ (۱)

۸ (۴)

۲ (۳)

۲۷- دو میله فلزی با طول و سطح مقطع یکسان، مطابق شکل (الف) با یکدیگر در تماس‌اند و در حالت تعادل در مدت ۲ دقیقه 4 kJ گرما از آن‌ها عبور می‌کند. اگر دو میله را به صورت شکل (ب) و با یک عایق گرمایی بین آن‌ها بین همان اختلاف دمای قبلی قرار دهیم، در حالت تعادل طی چند ثانیه همان 4 kJ گرما از مجموعه آن‌ها عبور می‌کند؟

($k_B = 600\text{ W/m}\cdot\text{K}$ و $k_A = 200\text{ W/m}\cdot\text{K}$)



۱۳۵ (۴)

۹۰ (۳)

۴۵ (۷)

۲۲٫۵ (۱)

۲۸- در یک شب زمستانی که دمای بیرون 27°K و دمای اتاق 17°C است، با فرض ثابت ماندن دمای داخل اتاق و دمای بیرون، در هر ساعت چند کیلوژول انرژی گرمایی از طریق رسانش از پنجره‌های شیشه‌ای به عرض 1.5 m و ارتفاع 2 m و ضخامت 3 mm شارش می‌یابد؟ ($k_{\text{شیشه}} = 0.9 \frac{\text{W}}{\text{m}\cdot\text{K}}$)

۴۵۳۶۰ (۴)

۶۴۸۰۰ (۳)

۱۸۰۰۰ (۷)

۸۱۹۷۲۰ (۱)



۲۹- اگر دمای اتاقی از θ به 4θ برسد و دمای محیط بیرون $-\theta$ باشد، آهنگ اتلاف گرمای اتاق با محیط بیرون چند برابر می‌گردد؟ ($\theta > 0$ و θ بر حسب درجه‌ی سلسیوس است.)

- ① ۱ ② ۲٫۵ ③ ۴ ④ ۶

۳۰- مساحت شیشه پنجره‌ای در یک اتاق $۲٫۵m^2$ و ضخامت آن $۲cm$ است. در یک روز سرد زمستانی که دمای سطح بیرون شیشه $5^\circ C$ - و دمای سطح داخل شیشه $5^\circ C$ است. با گرمایی که در مدت t از طریق رسانش از داخل به بیرون شیشه می‌رود، می‌توانیم $۵kg$ آب در دمای $۲۵^\circ C$ را در فشار $1atm$ به طور کامل به بخار آب جوش $100^\circ C$ تبدیل می‌کنیم. در این صورت t چند دقیقه است؟
($L_V = ۲۲۵۰kJ/kg$, $c_{\text{آب}} = ۴۲۰۰J/kg \cdot ^\circ C$, $k_{\text{شیشه}} = 1W/m \cdot K$)

- ① ۶۳ ② ۱۳۶ ③ ۱۷۱ ④ ۲۵۲

۳۱- جعبه یخدانی از جنس پلی‌استیرن، با مساحت کل دیواره‌های $1٫1m^2$ و ضخامت دیواره $۲cm$ در اختیار داریم. اگر اختلاف دمای سطح داخلی و خارجی این یخدان برابر با $15^\circ C$ باشد، آهنگ ذوب شدن یخ داخل یخدان چند گرم بر ثانیه است؟ ($L_F = ۳۳۰kJ/kg$ و $k = 0٫۰۱W/m \cdot K$)

- ① $0٫۰۲۵$ ② $۲٫۵ \times 10^{-۵}$ ③ $0٫۰۴$ ④ ۴×10^{-۵}

۳۲- درون قابلمه‌ای آلومینیومی آب در حال جوشیدن است و با آهنگ $۳۱٫۴$ گرم بر ثانیه تبخیر می‌شود. ضخامت کف قابلمه $۵mm$ و قطر آن $۲۰cm$ است. دمای کف قابلمه که با شعله اجاق در تماس است چند درجه سلسیوس است؟ (گرمای نهان ویژه تبخیر آب و رسانندگی گرمایی آلومینیوم در SI به ترتیب $۱۰^۶ J/kg$ و $۲۴۰W/m \cdot K$ و اتلاف انرژی نداریم.)

- ① ۱۰۱ ② ۱۱۰ ③ ۱۵۰ ④ ۱۶۰



پاسخنامه تشریحی

- ۱ - گزینه ۴ با توجه به رابطه انتقال گرما به روش رسانش $Q = K \frac{A \Delta T}{L}$ ، مشاهده می شود انتقال گرما به جرم و ظرفیت گرمایی مولی (که مخصوص گاز است)، بستگی ندارد.
- ۲ - گزینه ۱ انتقال گرما در مایعات و گازها که معمولاً رساناهای گرمایی خوبی نیستند، عمدتاً به روش همرفت، یعنی همراه با جابه جایی بخشی از خود ماده، انجام می گیرد. این پدیده بر اثر کاهش چگالی شاره با افزایش دما صورت می گیرد. در همرفت، برخلاف رسانش گرمایی، انتقال گرما با انتقال بخش هایی از خود ماده صورت می گیرد و وقتی شاره در تماس با جسمی گرم تر از خود قرار گیرد، فاصله متوسط مولکولها در بخشی از شاره که در تماس با جسم گرم است، افزایش می یابد؛ بدین ترتیب حجم آن زیاد می شود. در نتیجه چگالی این قسمت از شاره کاهش می یابد. چون اکنون چگالی این شاره انبساط یافته کمتر از شاره سردتر اطراف خود است، نیروی شناوری (بنا به اصل ارشمیدس) موجب بالا رفتن آن می شود.
- ۳ - گزینه ۴ در پدیده همرفت، دمای بخشی از شاره که در تماس با منبع گرم است، افزایش می یابد که منجر به افزایش حجم و کاهش چگالی می شود و در نتیجه شاره به بالا می رود و جای خود را به شاره سردتر می دهد. بنابراین پدیده همرفت بر اثر کاهش چگالی شاره با افزایش دما صورت می گیرد.
- ۴ - گزینه ۴ همرفت می تواند در همه شاره ها، چه مایع و چه گاز به وقوع بپیوندد، این پدیده به دو نوع همرفت طبیعی و همرفت واداشته است که نمونه هایی از هر کدام عبارتند از: همرفت طبیعی: گرم شدن هوای داخل اتاق به وسیله بخاری و رادیاتور شوفاژ، گرم شدن آب درون قابلمه، جریان های باد ساحلی، انتقال گرما از مرکز خورشید به سطح آن و ... همرفت واداشته: سیستم گرم کننده های مرکزی در ساختمان ها، سیستم خنک کننده های موتور اتومبیل و نیز گرم و سرد شدن بخش های مختلف بدن بر اثر گرمایش جریان خون در بدن جانوران خونگرم

تذکر: در همرفت واداشته، شاره به کمک یک تلمبه (طبیعی یا مصنوعی) به حرکت واداشته می شود تا با این حرکت، انتقال گرما صورت پذیرد.

۵ - گزینه ۱ تفاسنج نوری به عنوان دماسنج معیار برای اندازه گیری دماهای بالا انتخاب شده است.

همه اجسام در هر دمایی در حال تابش از سطح خود هستند.

تابش گرمایی از سطح هر جسم علاوه بر دما به مساحت، میزان صیقلی بودن و رنگ سطح آن جسم بستگی دارد.

۶ - گزینه ۳ با توجه به شکل مورد (ب) همرفت و مورد (ج) تابش است.

۷ - گزینه ۱ بررسی مورد نادرست:

«پ»: در همرفت واداشته، شاره به کمک یک تلمبه (طبیعی یا مصنوعی) به حرکت واداشته می شود تا با این حرکت، انتقال گرما صورت پذیرد. بنابراین گرم و سرد شدن بخش های مختلف بدن بر اثر گردش خون در بدن جانوران خونگرم، نمونه ای از انتقال گرما به روش همرفت واداشته است.

۸ - گزینه ۳ نسیمی که شبها از سمت ساحل به سمت دریا می وزد، نمونه ای از همرفت طبیعی است. برای آشکارسازی تابش های فرسرخ از ابزاری به نام دمانگار استفاده می کنیم.

تفاسنج نوری، به عنوان دماسنج معیار برای اندازه گیری دماهای بالای $1100^{\circ}C$ انتخاب شده است.

۹ - گزینه ۴ هرچه جسم ناصاف تر، تیره تر و مات تر باشد تابش گرمایی بیشتری دارد.

۱۰ - گزینه ۳ ابتدا گرمای لازم برای افزایش دمای آب به میزان $1^{\circ}C$ را می یابیم:

$$Q = mc\Delta\theta = 1 \times 4200 \times 1 = 4200J$$

بنابراین:

$$H = \frac{Q}{t} = \frac{4200}{50} = 84W$$

۱۱ - گزینه ۳ گرمای انتقال یافته از طریق رسانش از رابطه $Q_1 = k \frac{A(T_H - T_L)}{L} \times t$ به دست می آید:

$$A = \Delta cm^2 = 5 \times 10^{-4} m^2$$

$$L = 12cm = 12 \times 10^{-2} m$$

$$t = 8 \text{ دقیقه} = 8 \times 60s$$

$$Q_1 = 210 \times \frac{5 \times 10^{-4} \times (100 - 1)}{12 \times 10^{-2}} \times 8 \times 60 = 42000J$$

گرمای لازم برای ذوب کردن یخ از رابطه $Q_2 = mL_F$ به دست می آید، بنابراین:

$$Q_2 = mL_F \longrightarrow mL_F = Q_1 \Rightarrow m \times 336 = 42000 \Rightarrow m = 125g \Rightarrow \text{جرم یخ ذوب نشده} : m' = 200 - 125 = 75g$$

۱۱ - گزینه ۲ ابتدا سطح مقطع و سپس حجم میله را به دست می آوریم:

$$F = 1,8\theta + 32 \Rightarrow \Delta F = 1,8\Delta\theta \Rightarrow 360 = 1,8\Delta\theta \Rightarrow \Delta\theta = 200^{\circ}C$$

۱، استفاده از رابطه آهنگ رسانش گرمایی، داریم:

$$H = \frac{kA\Delta\theta}{L} \Rightarrow 480 = \frac{400 \times A \times 200}{0,5} \Rightarrow A = 3 \times 10^{-3} m^2$$

بنابراین جرم میله برابر است با:

$$m = \rho \cdot V = \rho(A \cdot L) \Rightarrow m = 20 \times 10^3 \times (3 \times 10^{-3} \times 0,5) = 30kg$$



۱۳ - گزینه ۱ در دمای ثابت جرم استوانه تغییر نکرده است و بنابراین حجم آن نیز ثابت است. داریم:

$$V_1 = V_2 \Rightarrow A_1 L_1 = A_2 L_2 \Rightarrow \frac{A_2}{A_1} = \frac{L_1}{L_2} = \frac{1}{5}$$

از طرفی طبق رابطه آهنگ رسانش گرمایی داریم:

$$H = \frac{kA(T_H - T_L)}{L} \Rightarrow \frac{H_2}{H_1} = \frac{A_2}{A_1} \times \frac{L_1}{L_2} = \frac{1}{5} \times \frac{1}{5} = \frac{1}{25}$$

۱۴ - گزینه ۴ با توجه به رابطه آهنگ رسانش گرما داریم:

$$H = \frac{Q}{t} = k \frac{A \Delta \theta}{L} \Rightarrow \begin{cases} k_1 = k_2 \\ A = \pi \frac{D^2}{4} \rightarrow D_2 = 2D_1 \\ \rightarrow A_2 = 4A_1 \end{cases}$$

با توجه به این که آهنگ رسانش گرما در دو میله یکسان است، داریم:

$$H_1 = H_2 \Rightarrow k_1 \frac{A_1 \Delta \theta_1}{L_1} = k_2 \frac{A_2 \Delta \theta_2}{L_2} \Rightarrow \frac{A_1 \times 80}{L_1} = \frac{4A_1 \times 30}{L_2} \Rightarrow L_2 = \frac{3}{2} L_1$$

۱۵ - گزینه ۲ بر اساس رابطه $H = \frac{kA \Delta \theta}{L}$ آهنگ رسانش داریم:

$$\frac{H_A}{H_B} = \frac{k_A}{k_B} \times \frac{A_A}{A_B} \times \frac{L_B}{L_A} \times \frac{\Delta \theta_A}{\Delta \theta_B} \xrightarrow{\text{یکسان } \Delta \theta, L} \frac{H_A}{H_B} = \frac{k_A}{k_B} \times \frac{A_A}{A_B}$$

$$\rightarrow \frac{1}{4} = \frac{1}{6} \times \frac{A_A}{A_B} \rightarrow \frac{A_A}{A_B} = \frac{3}{2}$$

۱۶ - گزینه ۲ مطابق رابطه رسانش گرمایی داریم:

$$\frac{\Delta Q}{\Delta t} = K \frac{A \Delta T}{L} \xrightarrow{K_1 = K_2, \Delta T_1 = \Delta T_2} \frac{L_1}{L_2} = \frac{A_1}{A_2} \xrightarrow{A \propto D^2} \frac{L_1}{L_2} = \left(\frac{D_1}{D_2}\right)^2$$

۱۷ - گزینه ۳ آهنگ رسانش گرمایی در دو میله یکسان است. بنابراین:

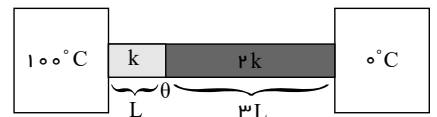
$$H_{\text{آهن}} = H_{\text{مس}} \Rightarrow k_{\text{آهن}} \frac{A_{\text{آهن}} \Delta T_1}{L_1} = k_{\text{مس}} \frac{A_{\text{مس}} \Delta T_2}{L_2} \xrightarrow{A_{\text{آهن}} = A_{\text{مس}}} k_{\text{آهن}} \frac{(100 - 40)}{L_1} = k_{\text{مس}} \frac{(40 - 20)}{0.5}$$

$$\Rightarrow 80 \times \frac{60}{L_1} = 400 \times \frac{20}{0.5} \Rightarrow L_1 = 0.3m = 30cm$$

۱۸ - گزینه ۲ می دانیم وقتی دو میله پشت سرهم (سری) متصل شوند، آهنگش رسانش گرمایی یکسان دارند پس برای هر دو حالت داریم:

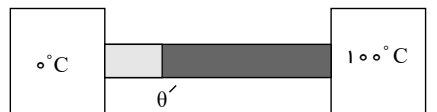
حالت اول:

$$\frac{kA(100 - \theta)}{L} = \frac{2kA(\theta - 0)}{3L} \rightarrow 100 - \theta = \frac{2}{3}\theta \Rightarrow \boxed{60^\circ C}$$



حالت دوم:

$$\frac{kA(0 - \theta')}{L} = \frac{2kA(\theta' - 100)}{3L} \rightarrow 5\theta' = 200 \Rightarrow \boxed{\theta' = 40^\circ C}$$



جواب تست برابر است با $\frac{\theta}{\theta'} = \frac{40}{60} = \frac{2}{3}$

۱۹ - گزینه ۳ در این جا دو میله به طور متوالی به هم چسبیده اند. بنابراین آهنگ شارش گرما در دو میله یکسان است، بنابراین داریم:

$$H_1 = H_2 \Rightarrow \frac{k_1 A_1 (\theta - T_1)}{L_1} = \frac{k_2 A_2 (T_2 - \theta)}{L_2}$$

از طرف دیگر می دانیم $A_1 = A_2$ و $L_1 = L_2$. بنابراین داریم:

$$k_1 (\theta - T_1) = k_2 (T_2 - \theta) \Rightarrow k_1 \theta - k_1 T_1 = k_2 T_2 - k_2 \theta$$

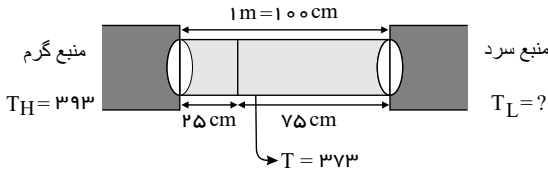
$$\Rightarrow \theta (k_1 + k_2) = k_2 T_2 + k_1 T_1 \Rightarrow \theta = \frac{k_1 T_1 + k_2 T_2}{k_1 + k_2}$$

۲۰ - گزینه ۲ آهنگ عبور گرما از تمام نقاط میله یکسان است. داریم:

$$\frac{Q_{MN}}{t} = \frac{Q_{MP}}{t} \Rightarrow \frac{KA \times \Delta \theta_1}{L_1} = \frac{KA \times \Delta \theta_2}{L_2} \Rightarrow \frac{80 - \theta_M}{60} = \frac{\theta_M - (-20)}{20}$$

$$\Rightarrow \frac{80 - \theta_M}{3} = \theta_M + 20 \Rightarrow 80 - \theta_M = 3\theta_M + 60 \Rightarrow 4\theta_M = 20 \Rightarrow \theta_M = 5^\circ C$$

با توجه به نمودار، شکل میله را رسم می کنیم.



از آن جایی که آهنگ رسانش در طول میله یکسان است می توان نوشت $H_{\nu_{\Delta cm}} = H_{\nu_{\Delta cm}}$ انتهای $H_{\nu_{\Delta cm}}$ ابتدایی و با جایگذاری خواهیم داشت:

$$\frac{KA\Delta\theta}{25} = \frac{KA\Delta\theta}{75} \rightarrow \frac{(393 - 373)}{1} = \frac{(373 - T_L)}{3} \Rightarrow T_L = 313K$$

خواسته سؤال مقدار بر حسب f میدانیم:

$$T_K = \theta_f = 1,8(T_K - 273) + 32 \Rightarrow \theta_f = 1,8(313 - 273) + 32 = 1,8 \times 40 + 32 = 104^\circ f$$

۲۲ - گزینه ۴ آهنگ رسانش گرمایی در دو میله با هم برابر است. برای بررسی مسئله آهن را با اندیس (۱) و آلومینیم را با اندیس (۲) در نظر می گیریم:

برای محاسبه دمای نقطه اتصال داریم:

$$H = k \frac{A(T_H - T_L)}{L}$$

$$H_1 = H_2 \rightarrow \frac{k_1 A_1 (\theta - 20)}{L_1} = \frac{k_2 A_2 (100 - \theta)}{L_2}$$

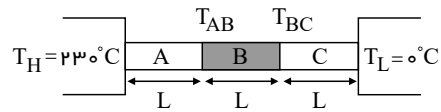
$$\rightarrow \frac{1 \times 2A_2 \times (\theta - 20)}{50} = \frac{3 \times A_2 \times (100 - \theta)}{75} \rightarrow \frac{2(\theta - 20)}{5} = \frac{3(100 - \theta)}{3} \rightarrow \theta = 60^\circ C$$

اکنون اختلاف دمای دو سر میله آهنی را محاسبه کرده، داریم:

$$\Delta\theta_1 = 60 - 20 = 40^\circ C$$

$$\Delta F = \frac{9}{5}\Delta\theta \rightarrow \Delta F = \frac{9}{5} \times 40 \rightarrow \Delta F = 72^\circ F$$

۲۳ - گزینه ۴ چون آهنگ شارش گرما در میله ها یکسان است برای دو میله A و B می توان نوشت:



$$H_A = H_B \rightarrow \frac{k_A A \Delta T}{L} = \frac{k_A A (T_H - T_{AB})}{L_A} = \frac{k_B A (T_{AB} - T_{BC})}{L_B}$$

$$\frac{L_A = L_B = L}{k_B = 3k_A, T_H = 230^\circ C} \rightarrow \frac{k_A (230 - T_{AB})}{L} = \frac{3k_A (T_{AB} - T_{BC})}{L} \Rightarrow 230 - T_{AB} = 3T_{AB} - 3T_{BC} \Rightarrow 4T_{AB} - 3T_{BC} = 230 \quad (1)$$

و برای دو میله B و C می توان نوشت:

$$H_B = H_C \Rightarrow \frac{k_B A (T_{AB} - T_{BC})}{L} = \frac{k_C A (T_{BC} - T_L)}{L} \xrightarrow{\substack{k_C = \frac{5}{3}k_B \\ T_L = 0^\circ C}} k_B (T_{AB} - T_{BC}) = \frac{5}{3}k_B (T_{BC} - 0)$$

$$\Rightarrow 3T_{AB} - 3T_{BC} = 5T_{BC} \Rightarrow 3T_{AB} = 8T_{BC} \Rightarrow T_{AB} = \frac{8}{3}T_{BC} \quad (2)$$

با استفاده از رابطه های (۱) و (۲) داریم:

$$\xrightarrow{(1),(2)} 4 \times \frac{8}{3}T_{BC} - 3T_{BC} = 230 \Rightarrow \frac{23}{3}T_{BC} = 230 \Rightarrow T_{BC} = 30^\circ C$$

۲۴ - گزینه ۳ آهنگ شارش گرما از عایق و چوب یکسان است، اگر دمای محل اتصال آن دو را θ' فرض کنیم، داریم:

$$H_{\text{عایق}} = H_{\text{چوب}} \Rightarrow k_{\text{عایق}} \frac{A(\theta_{\text{داخل}} - \theta')}{L_{\text{عایق}}} = k_{\text{چوب}} \frac{A(\theta' - \theta_{\text{بیرون}})}{L_{\text{چوب}}}$$

$$0,04 \times \frac{(26 - \theta')}{6} = 0,08 \times \frac{(\theta' - 5)}{2} \Rightarrow \theta' = 8^\circ C$$

f دمای سطح مشترک دو لایه است. حالا می توان گرمای شارش یافته در مدت ۵ دقیقه را حساب کرد:

$$Q_1 = Q_{\text{چوب}} = Q_{\text{عایق}} = H_{\text{عایق}} \times t = k_{\text{عایق}} \frac{At(\theta_{\text{داخل}} - \theta')}{L_{\text{عایق}}} = 0,04 \times \frac{10 \times 300 \times 18}{0,06} = 36000 J = 36 kJ$$

۲۵ - گزینه ۴ آهنگ رسانش گرما در هر سه جسم برابر است، در نتیجه داریم:

$$H_1 = H_2 = H_3 \Rightarrow k_1 \frac{A_1 (T_H - T_L)_1}{L_1} = k_2 \frac{A_2 (T_H - T_L)_2}{L_2} = k_3 \frac{A_3 (T_H - T_L)_3}{L_3}$$



$$A_1 = A_p = A_p$$

$$\frac{A_1 = A_p = A_p}{L_1 = L_p = L_p} \rightarrow k_1(65 - 45) = k_p(45 - 35) = k_p(35 - 20)$$

$$\Rightarrow 4k_1 = 2k_p = 2k_p \Rightarrow k_p > k_p > k_1$$

۲۶ - گزینه ۱ اگر a را طول ضلع مکعب در نظر بگیریم، با استفاده از آهنگ رسانش گرمایی داریم:

$$H = k \frac{A \Delta \theta}{L} \Rightarrow \frac{H_1}{H_p} = \frac{A_1}{A_p} \times \frac{L_p}{L_1} = \frac{2a^2}{a^2} \times \frac{2a}{a} = 4$$

۲۷ - گزینه ۱ آهنگ رسانش گرمایی در دو میله در شکل (الف) یکسان است. بنابراین:

$$H_A = H_B \Rightarrow k_A \frac{A_A(T_H - T_C)_A}{L_A} = k_B \frac{A_B(T_H - T_C)_B}{L_B}$$

$$\frac{A_A = A_B}{L_A = L_B} \rightarrow 200 \times (100 - \theta) = 600(\theta - 0) \Rightarrow \theta = 25^\circ C$$

از طرفی:

$$H_A = \frac{Q_A}{t} \Rightarrow k_A \frac{A_A(T_H - T_C)_A}{L_A} = \frac{Q_A}{t}$$

$$\Rightarrow 200 \times \frac{A \times (100 - 25)}{L} = \frac{4 \times 10^3}{2 \times 60} \Rightarrow \frac{A}{L} = \frac{1}{450} m$$

در شکل (ب) داریم:

$$Q'_A + Q'_B = 4 \times 10^3 \Rightarrow H'_A t' + H'_B t' = 4 \times 10^3$$

$$\Rightarrow [k_A \frac{A_A(T_H - T_C)_A}{L_A} + k_B \frac{A_B(T_H - T_C)_B}{L_B}] \times t' = 4 \times 10^3$$

$$\Rightarrow [200 \times (100 - 0) + 600 \times (100 - 0)] \times \frac{1}{450} t' = 4 \times 10^3 \Rightarrow t' = 22.5 s$$

۲۸ - گزینه ۳ برای محاسبه میزان گرمای شارش شده از طریق رسانش از رابطه زیر استفاده می‌کنیم:

$$Q = \frac{kAt(T_H - T_L)}{L} \Rightarrow Q = \frac{0.9 \times 2 \times 1.5 \times 1 \times 3600 \times (17 - (-3))}{3 \times 10^{-3}} \Rightarrow Q = 648 \times 10^5 J = 648000 kJ$$

۲۹ - گزینه ۲ با توجه به رابطه‌ی آهنگ رسانش گرمایی (H) می‌توان نتیجه گرفت:

$$H = \frac{kA}{L} \Delta T \Rightarrow \frac{H_p}{H_1} = \frac{\Delta T_p}{\Delta T_1} = \frac{4\theta - (-\theta)}{\theta - (-\theta)} = \frac{5\theta}{2\theta} = \frac{5}{2} = 2.5$$

۳۰ - گزینه ۳ ابتدا آهنگ رسانش گرمایی از طریق شیشه را می‌یابیم:

$$H = k \frac{A(\theta_H - \theta_L)}{L}$$

$$L = 2cm = 0.02m \Rightarrow H = 1 \frac{2.5 \times (5 - (-5))}{0.02} = \frac{2.5 \times 10}{0.02} = 1250 W$$

گرمایی که لازم است تا $5kg$ آب با دمای $25^\circ C$ را به طور کامل به بخار آب جوش $100^\circ C$ تبدیل کند می‌یابیم:

$$LV = 2250 kJ/kg = 2250 \times 10^3 J/kg$$

$$\Rightarrow Q = mc \Delta \theta + mL_V = 5 \times 4200 \times (100 - 25) + 5 \times 2250 \times 10^3 = 12825 \times 10^3 J$$

$$H = \frac{Q}{t} \Rightarrow t = \frac{Q}{H} = \frac{12825 \times 10^3}{1250} = 10260 s = \frac{10260}{60} دقیقه = 171 دقیقه$$

۳۱ - گزینه ۱ گرمایی که از طریق رسانش دیواره‌ها به یخ می‌رسد از رابطه $Q = kA \frac{\Delta T}{L} t$ به دست می‌آید. این گرما باعث ذوب شدن یخ داخل یخدان می‌شود. پس می‌توان نوشت:

$$mL_F = kA \frac{\Delta T}{L} t \Rightarrow \frac{m}{t} = \frac{kA \Delta T}{L_F \times L}$$

$$= \frac{0.01 \times 1.1 \times 15}{330 \times 2 \times 10^{-2}} = 0.025 g/s$$

۳۲ - گزینه ۳ با استفاده از رابطه آهنگ رسانش گرمایی داریم:

$$H = \frac{Q}{t} = \frac{kA \Delta \theta}{L} \xrightarrow{Q=mL_V} \frac{mL_V}{t} = \frac{kA \Delta \theta}{L} \xrightarrow{r=0.1m} \frac{31.4 \times 10^{-2} \times 2.74 \times 10^6}{1} = \frac{240 \times 3.14 \times 10^{-2} \times \Delta \theta}{5 \times 10^{-3}}$$

$$\Delta \theta = 50^\circ C \xrightarrow{\theta_1 = 100^\circ C} \theta_p - 100 = 50^\circ C \Rightarrow \theta_p = 150^\circ C$$

$$\Delta \theta = \theta_p - \theta_1$$

پاسخنامه کلیدی

۱ - ۴

۲ - ۱

۳ - ۴

۴ - ۴

۵ - ۱

۶ - ۳

۷ - ۱

۸ - ۳

۹ - ۴

۱۰ - ۳

۱۱ - ۳

۱۲ - ۲

۱۳ - ۱

۱۴ - ۴

۱۵ - ۲

۱۶ - ۲

۱۷ - ۳

۱۸ - ۲

۱۹ - ۳

۲۰ - ۲

۲۱ - ۲

۲۲ - ۴

۲۳ - ۴

۲۴ - ۳

۲۵ - ۴

۲۶ - ۱

۲۷ - ۱

۲۸ - ۳

۲۹ - ۲

۳۰ - ۳

۳۱ - ۱

۳۲ - ۳