

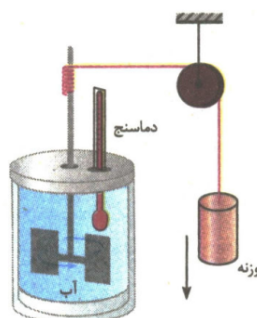


زمان پیشنهادی	تعداد تست	مبحث آزمون
۶۰ دقیقه	۳۰ عدد	دما و گرما

پاسخنامه

پاسخ تست ۱

۵۳ با توجه به شکل، تغییر انرژی پتانسیل وزنه، درون ظرف تبدیل به انرژی گرمایی می شود، بنابراین می توان نوشت:



$$|\Delta U| = |mg\Delta h| \xrightarrow[m=7\text{kg}, \Delta h=0.3\text{m}]{g=10\text{m/s}^2} |\Delta U| = 7 \times 10 \times 0.3 = 21\text{J}$$

$$Q = m_{\text{آب}} c_{\text{آب}} \Delta \theta = |\Delta U|$$

$$\xrightarrow[m_{\text{آب}}=2\text{kg}]{c_{\text{آب}}=4200\text{J/kg}\cdot^\circ\text{C}} 2 \times 4200 \times \Delta \theta = 21 \Rightarrow \Delta \theta = \frac{1}{400}^\circ\text{C}$$

پاسخ تست ۲

۶۱ **گام اول:** مطابق نمودار (۱)، دمای ۲kg آهن در مدت ۴ دقیقه، توسط گرمکن A از ۱۰°C به ۳۰°C رسیده است، بنابراین داریم:

$$P_A t = mc\Delta\theta \Rightarrow P_A \times 4 = 2c \times (30 - 10) \Rightarrow P_A = 10c$$

گام دوم: هم چنین مطابق نمودار (۲)، دمای ۴kg آهن در مدت ۱۰ دقیقه، توسط دستگاه سرمازای B از ۳۰°C به صفر درجه سلسیوس رسیده است، بنابراین می توان نوشت:

$$P_B t = mc\Delta\theta \Rightarrow P_B \times 10 = 4c \times (-30) \Rightarrow P_B = -12c$$

دقت کنید علامت منفی به معنی سرمازا بودن دستگاه B است.

گام سوم: حال اگر دو دستگاه با هم کار کنند تا دمای ۸kg آهن را تغییر دهند، تغییر

$$P_{\text{کل}} = P_A + P_B = 10c + (-12c) = -2c \quad \text{دمای آهن برابر است با:}$$

$$P_{\text{کل}} t = mc\Delta\theta \Rightarrow -2c \times 20 = 8 \times c \times \Delta\theta \Rightarrow \Delta\theta = -5^\circ\text{C}$$

بنابراین دما ۵°C کاهش می یابد.

دقت

در روابط فوق، زمان را از دقیقه به ثانیه تبدیل نکردیم، چون در روند محاسبه ساده می شد.

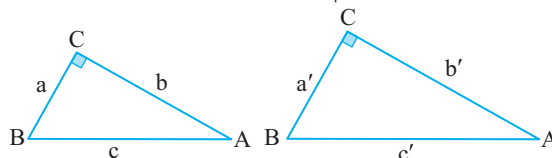


پاسخ تست ۳

۷۸۱

خط فکری

وقتی می‌خواهیم زاویه قائمه (راست) تغییر نکند، یعنی بعد از تغییر دما شکل جسم بدون تغییر بماند. بنابراین در تمام دماها باید رابطه فیثاغورس برای این مثلث برقرار باشد.



راه حل اول: بنابر رابطه فیثاغورس داریم: $a^2 + b^2 = c^2$

همچنین در دمای θ در اثر تغییر دما طول اضلاع خواهد شد:

$$a' = a(1 + \alpha \Delta\theta), b' = b(1 + \alpha \Delta\theta), c' = c(1 + \alpha \Delta\theta)$$

چون در هر دمایی زاویه بین a و b برابر 90° است، یعنی بین اضلاع رابطه فیثاغورس برقرار است.

$$a'^2 + b'^2 = c'^2$$

$$a^2(1 + \alpha \Delta\theta)^2 + b^2(1 + \alpha \Delta\theta)^2 = c^2(1 + \alpha \Delta\theta)^2 \Rightarrow$$

$$(1 + \alpha \Delta\theta)^2(a^2 + b^2) = c^2(1 + \alpha \Delta\theta)^2 \xrightarrow{a^2 + b^2 = c^2}$$

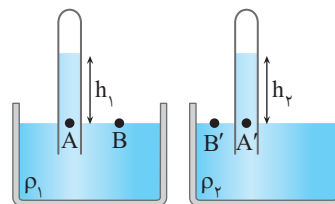
$$(1 + \alpha \Delta\theta)^2 = (1 + \alpha \Delta\theta)^2 \Rightarrow \alpha_c = \alpha \Rightarrow \frac{\alpha_c}{\alpha} = 1$$

راه حل دوم: برای آنکه زاویه قائمه بماند باید تمام اضلاع با نسبت یکسانی تغییر کنند

$$\frac{c}{c'} = \frac{a}{a'} = \frac{b}{b'} \Rightarrow \frac{c}{c(1 + \alpha_c \Delta\theta)} = \frac{a}{a(1 + \alpha \Delta\theta)} = \frac{b}{b(1 + \alpha \Delta\theta)} \Rightarrow \alpha_c = \alpha$$

پاسخ تست ۴

۷۸۳



با توجه به آنچه از فصل فشار یاد گرفته‌ایم فشار نقاط A و B ، همچنین A' و B' با هم برابر است:

$$P_A = P_B \Rightarrow \rho_1 g h_1 = P_0$$

$$P_{A'} = P_{B'} \Rightarrow \rho_2 g h_2 = P_0$$

$$\rho_1 g h_1 = \rho_2 g h_2 \Rightarrow \frac{h_2}{h_1} = \frac{\rho_1}{\rho_2}$$

بنابراین:

حال با توجه به رابطه دمایی چگالی $\rho_2 = \rho_1(1 - \beta \Delta\theta)$ داریم:

$$\frac{h_2}{h_1} = \frac{\rho_1}{\rho_1(1 - \beta \Delta\theta)} = \frac{1}{1 - \beta \Delta\theta}$$

مزدوج مخرج را در صورت و مخرج ضرب می‌کنیم:

$$\frac{h_2}{h_1} = \frac{1}{1 - \beta \Delta\theta} \times \frac{1 + \beta \Delta\theta}{1 + \beta \Delta\theta} \Rightarrow \frac{h_2}{h_1} = \frac{1 + \beta \Delta\theta}{1 - (\beta \Delta\theta)^2} \xrightarrow{(\beta \Delta\theta)^2 \sim 0} \frac{h_2}{h_1} \approx 1 + \beta \Delta\theta$$



زمان پیشنهادی

۶۰ دقیقه

تعداد تست

۳۰ عدد

مبحث آزمون

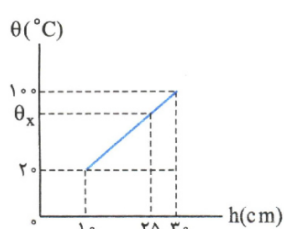
دما و گرما

پاسخنامه

پاسخ تست ۵

۶۴ در ناپدید شدن قرص نفتالن، نفتالن جامد به گاز تبدیل می‌شود. بنابراین این پدیده تصعید است. در تشکیل برفک در یخچال، بخارهای آب درون یخچال به یخ تبدیل می‌شوند، بنابراین این پدیده چگالش است و در خشک شدن لباس‌ها، آب روی لباس‌ها به بخار تبدیل می‌شود، بنابراین این پدیده تبخیر است. پس گزینه (۲) صحیح است.

پاسخ تست ۷



۱۱۷۳- گزینه ۳ گام اول: شیب نمودار دماسنج مایعی را به دست می‌آوریم و سپس با استفاده از آن، دمای محیط

(θ_x) هنگامی که ارتفاع ستون مایع ۲۵ cm است، محاسبه می‌کنیم: $a = \frac{\Delta\theta}{\Delta h} = \frac{10 - 2}{25 - 0} = \frac{8}{25}$ شیب نمودار

$$4 = \frac{\theta_x - 2}{25 - 0} \Rightarrow \theta_x = 8^{\circ}\text{C} \Rightarrow T_x = 273 + 8 = 281\text{ K}$$

گام دوم: از معادله داده شده برای دماسنج ترموکوپل در صورت تست، ولتاژ دو ترموکوپل را در دمای محیط ($T_x = 281\text{ K}$) به دست می‌آوریم:

$$T = 4000V + 153 \Rightarrow 281 = 4000V + 153 \Rightarrow V = 0.05\text{ V} = 50\text{ mV}$$

پاسخ تست ۷

۵۹- گزینه ۲ در دمای $^{\circ}\text{C}$ حجم مخزن و حجم جیوه درون

آن با یکدیگر برابر است: $(V_1)_{\text{مخزن}} = (V_1)_{\text{جیوه}} = 2\text{ cm}^3$ هنگامی که دما به 100°C افزایش می‌یابد، تغییر حجم جیوه و مخزن برابر است با:

$$(\Delta V)_{\text{جیوه}} = (V_1)_{\text{جیوه}} \beta \Delta\theta = 2 \times 18 \times 10^{-5} \times 100 = 0.36\text{ cm}^3$$

$$(\Delta V)_{\text{مخزن}} = (V_1)_{\text{مخزن}} (3\alpha) \Delta\theta$$

$$= 2 \times (3 \times 5 \times 10^{-6}) \times 100 = 0.3\text{ cm}^3$$

در نتیجه حجم جیوه‌ای که از درون لوله بالا می‌آید، برابر است با:

$$\Delta V = (\Delta V)_{\text{جیوه}} - (\Delta V)_{\text{مخزن}} = 0.36 - 0.3 = 0.06\text{ cm}^3$$

ارتفاع این حجم از جیوه درون لوله برابر خواهد شد با: $\Delta V = A_r h$ دقت کنید در رابطه فوق سطح مقطع لوله را در دمای 100°C قرار دهید:

$$A_r = A_1 (1 + 2\alpha \Delta\theta)$$

$$= 5\text{ mm}^2 (1 + 2 \times 5 \times 10^{-6} \times 100) = 5.1\text{ mm}^2$$

$$\Delta V = A_r h$$
 در نتیجه خواهیم داشت:

$$\Rightarrow h = \frac{\Delta V}{A_r} = \frac{0.06\text{ cm}^3}{5.1\text{ mm}^2} = \frac{0.06\text{ cm}^3}{5.1 \times 10^{-2}\text{ cm}^2}$$

$$= \frac{0.6}{5.1}\text{ cm} \approx 0.12\text{ cm}$$



زمان پیشنهادی	تعداد تست	مبحث آزمون
۶۰ دقیقه	۳۰ عدد	دما و گرما

پاسخنامه

پاسخ تست ۸

۱۱۸۹- گزینه ۱: روش اول: فشار هوا در بالای کوه کمتر از فشار هوا در سطح دریا است که در نتیجه آن در بالای کوه نسبت به سطح دریا نقطه ذوب یخ افزایش و به $0/02^{\circ}\text{C}$ و نقطه جوش آب کاهش و به 90°C می‌رسد؛ بنابراین مقدار گرمای لازم برای به جوش رساندن قطعه یخ با دمای 5°C - برابر است با:

$$Q = mc\Delta\theta_1 + mL_F + mc\Delta\theta_2 \Rightarrow Q = mc(\theta_1 - \theta_2) + mL_F + mc(\theta_2 - \theta_3)$$

$$\Rightarrow Q = 1 \times 2100 \times (0/02 - (-5)) + 1 \times 336000 + 1 \times 4200 \times (90 - 0/02) = 724 / 458 \text{ J}$$

روش دوم: نقطه ذوب یخ در بالای کوه نسبت به سطح دریا تفاوت چندانی نمی‌کند ($0/02^{\circ}\text{C}$) و می‌توان برای راحتی محاسبه آن را 0°C در نظر گرفت، ولی چون اختلاف نقطه جوش آب در بالای کوه نسبت به سطح دریا قابل ملاحظه است (10°C) آن را در نظر می‌گیریم، بنابراین:

$$Q = mc(\theta_1 - \theta_2) + mL_F + mc(\theta_2 - \theta_3) \Rightarrow Q = 1 \times 2100 \times (0 - (-5)) + 1 \times 336000 + 1 \times 4200 \times (90 - 0) = 724500$$

که به ۱) بسیار نزدیک است.

پاسخ تست ۹

۸۷۸ خط نقره‌ای

آهنگ یعنی مقدار آبی که در هر ثانیه در حوض ریخته می‌شود و جرم هر لیتر آب برابر 1 kg است، از طرفی دمای نهایی هر دو آب 20°C است. زیرا دمای آب حوض ثابت است. در ضمن مقداری از گرما به محیط داده شده است که در نوشتن پایستگی انرژی باید در نظر گرفته شود.

در هر ثانیه مجموع جرم آب سرد و گرم برابر 48 kg است. دقت کنید که هر 1 L آب 1 kg جرم دارد:

$$m_C + m_H = 48 \text{ kg} \Rightarrow m_C = 48 - m_H$$

حال پایستگی انرژی را می‌نویسیم:

$$Q_T = 0 \Rightarrow Q_C + Q_H = Q_F \Rightarrow m_C c(\theta_e - \theta_C) + m_H c(\theta_e - \theta_H) = Q_F$$

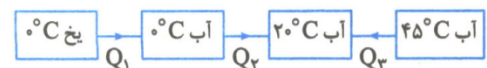
$$\xrightarrow{Q_F < 0} (48 - m_H) \times 4200(20 - 0) + m_H(4200)(20 - 80) = -4200$$

$$\xrightarrow{\text{دو طرف بر } 4200 \text{ تقسیم شوند}} 20(48 - m_H) - 60m_H = -1$$

$$\Rightarrow 9/6 - 80m_H = -1 \Rightarrow 80m_H = 10/6 \Rightarrow m_H = 0/1325 \text{ kg} = 132/5 \text{ g}$$

پاسخ تست ۱۰

۳۰۶ فرض می‌کنیم جرم آب با دمای 45°C برابر m'' باشد، در این حالت داریم:



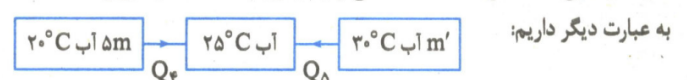
$$Q_1 + Q_2 + Q_3 = 0$$

$$\Rightarrow mL_F + mc\Delta\theta_1 + m''c\Delta\theta_2 = 0$$

$$m \times 336000 + m \times 4200 \times 20 + m'' \times 4200 \times (-25) = 0$$

$$\xrightarrow{+(4200)} 80m + 20m - 25m'' = 0 \Rightarrow m'' = 4m$$

بنابراین هنگامی که مجموعه برای اولین بار به حالت تعادل می‌رسد، در ظرف $5m$ آب با دمای 20°C وجود دارد. حال می‌خواهیم به مقدار m' آب با دمای 30°C به ظرف اضافه کنیم تا دمای تعادل 25°C شود. با توجه به این که دمای تعادل در حالت جدید دقیقاً میانگین 20°C و 30°C است، می‌توانیم بگوییم که m' دقیقاً برابر $5m$ است.



$$Q_4 + Q_5 = 0$$

$$\Rightarrow 5m \times c \times 5 + m'c(-5) = 0 \Rightarrow m' = 5m$$



زمان پیشنهادی	تعداد تست	مبحث آزمون
۶۰ دقیقه	۳۰ عدد	دما و گرما

پاسخنامه

پاسخ تست ۱۱

برای مقایسه سرعت متوسط انتهای دو میله می‌توان نوشت:

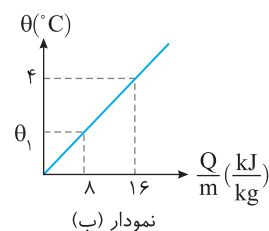
$$\begin{cases} v_A = \frac{\Delta L_A}{\Delta t} \\ v_B = \frac{\Delta L_B}{\Delta t} \end{cases} \Rightarrow \frac{v_A}{v_B} = \frac{\Delta L_A}{\Delta L_B} = \frac{L_A \alpha_A \Delta \theta}{L_B \alpha_B \Delta \theta}$$
$$\xrightarrow{L_A = L_B} \frac{v_A}{v_B} = \frac{\alpha_A}{\alpha_B} = \frac{5 \times 10^{-5}}{2/5 \times 10^{-5}} = 2$$

پاسخ تست ۱۲

نمودار (ب) به صورت خطی است که از مبدأ می‌گذرد، بنابراین می‌توانیم تناسب ساده‌ای بنویسیم:

$$\frac{16}{8} = \frac{4}{\theta_1} \Rightarrow \theta_1 = 2^\circ \text{C}$$

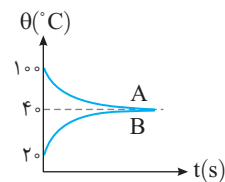
$$Q = mc\Delta\theta \Rightarrow \frac{Q}{m} = c\Delta\theta \Rightarrow 16 \times 10^3 \text{ J/kg} = c_B \times 4 \Rightarrow c_B = 4 \times 10^3 \text{ J/kg}^\circ\text{C}$$



با توجه به نمودار (الف)، تا رسیدن به حالت تعادل یعنی دمای 40°C ، تغییر دماها نیز مشخص شده است، قانون پایستگی انرژی گرمایی را می‌نویسیم:

$$Q_A + Q_B = 0 \Rightarrow m_A c_A (40 - \theta_A) + m_B c_B (40 - \theta_B) = 0$$

$$\Rightarrow 5 \times c_A (40 - 100) + 1/5 \times 4 \times 10^3 \times (40 - 20) = 0 \Rightarrow c_A = 4000 \text{ J/kg}^\circ\text{C}$$



نمای ۱۸

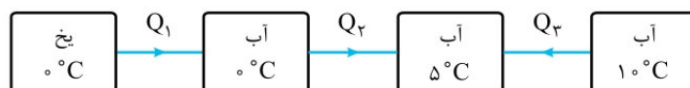
نمودار (الف)



پاسخ تست ۴

۱۵۴- گزینه ۳ با توجه به متن تست با دو مرحله مواجه هستیم:

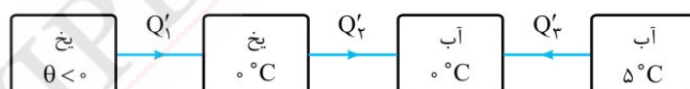
مرحله اول: قطعه یخ به جرم m و دمای 0°C به درون آب به جرم m' و دمای 10°C انداخته می‌شود و پس از برقراری تعادل، آب با دمای 5°C خواهیم داشت؛ در نتیجه:



$$\begin{aligned}Q_1 + Q_2 + Q_3 &= 0 \Rightarrow mL_F + mc_{\text{آب}}\Delta\theta + m'c_{\text{آب}}\Delta\theta' = 0 \\&\Rightarrow m \times 336000 + m \times 4200(5 - 0) + m' \times 4200(5 - 10) = 0 \\&\Rightarrow 80m + 5m = 5m' \Rightarrow 85m = 5m' \\&\Rightarrow m' = 17m \quad (\text{I})\end{aligned}$$

در پایان این مرحله $(m + m')$ گرم آب با دمای 5°C درون ظرف وجود دارد.

مرحله دوم: قطعه یخ به جرم m و دمای $\theta (< 0)$ به درون آب به جرم $(m + m')$ و دمای 5°C انداخته می‌شود و پس از برقراری تعادل، آب با دمای 0°C خواهیم داشت، بنابراین:



$$\begin{aligned}Q'_1 + Q'_2 + Q'_3 &= 0 \\&\Rightarrow mc_{\text{یخ}}\Delta\theta_{\text{یخ}} + mL_F + (m + m')c_{\text{آب}}\Delta\theta_{\text{آب}} = 0 \\&\Rightarrow m \times 2100 \times (0 - \theta) + m \times 336000 \\&\quad + (m + m') \times 4200 \times (0 - 5) = 0 \\&\Rightarrow m(-\theta) + 160m = 10(m + m') \\&\xrightarrow{\text{رابطه (I)}} m(-\theta) + 160m = 10(m + 17m) \\&\Rightarrow m(-\theta) + 160m = 180m \Rightarrow -m\theta = 20m \\&\Rightarrow \theta = \frac{20m}{-m} = -20^\circ\text{C}\end{aligned}$$



زمان پیشنهادی	تعداد تست	مبحث آزمون
۶۰ دقیقه	۳۰ عدد	دما و گرما

پاسخنامه

پاسخ تست ۱۴

۱۵۰ ۴ رابطه چگالی با تغییر دما به صورت $\rho = \frac{\rho_0}{1 + \beta \Delta T}$ است که در آن ρ_0 چگالی ماده، قبل و بعد از تغییر دماست؛ بنابراین:

$$\frac{\rho_2}{\rho_1} = \frac{1 + \beta \Delta T_1}{1 + \beta \Delta T_2} = \frac{1 + 10^{-3} \times 200}{1 + 10^{-3} \times 400} = \frac{1/2}{1/4} = \frac{6}{7}$$

مواظب باشید، رابطه دیگری برای چگالی جسم در کتاب درسی موجود است به شکل $\rho = \rho_0(1 - \beta \Delta T)$. اگر از این رابطه استفاده کنیم، خواهیم داشت:

$$\frac{\rho_2}{\rho_1} = \frac{1 - \beta \Delta T_2}{1 - \beta \Delta T_1} = \frac{1 - 10^{-3} \times 400}{1 - 10^{-3} \times 200} = \frac{0/6}{0/8} = \frac{3}{4}$$

چون در صورت تست گفتیم $((\beta \Delta T)^2 \neq 0)$ ؛ پس نباید با این روش حل کنید.

پاسخ تست ۱۵

۱۳۱۰ C

آزمایش اول: در واقع یک قطعه فلز به جرم ۲۰۰g و دمای ۲۵۰°C را درون آب انداخته ایم. با توجه به قانون پایستگی انرژی دمای تعادل را حساب می‌کنیم (در صورت مسئله دمای تعادل θ_1 نامیده شده است).

$$Q_{\text{فلز}} + Q_{\text{آب}} = 0 \Rightarrow m_{\text{فلز}} c_{\text{فلز}} (\theta_1 - \theta_{\text{فلز}}) + m_{\text{آب}} c_{\text{آب}} (\theta_1 - \theta_{\text{آب}}) = 0$$

$$\frac{m_{\text{فلز}} = 0/2 \text{ kg}, c_{\text{فلز}} = \frac{c_{\text{آب}}}{5}}{m_{\text{آب}} = 0/5 \text{ kg}, \theta_{\text{فلز}} = 250^\circ \text{C}, \theta_{\text{آب}} = 0^\circ \text{C}} \rightarrow 0/2 \times \frac{c_{\text{آب}}}{5} (\theta_1 - 250) + 0/5 \times c_{\text{آب}} (\theta_1 - 0) = 0$$

$$0/4 \theta_1 - 10 + 0/5 \theta_1 = 0 \Rightarrow \theta_1 = \frac{10}{0/54} \Rightarrow \theta_1 = \frac{1000}{54}^\circ \text{C}$$

آزمایش دوم: ابتدا دمای تعادل قطعه فلز ۱۰۰ گرمی با آب را به کمک قانون پایستگی انرژی حساب می‌کنیم.

$$Q_{\text{آب}} + Q_{\text{فلز}} = 0 \Rightarrow m_{\text{آب}} c_{\text{آب}} (\theta_e - \theta_{\text{آب}}) + m_{\text{فلز}} c_{\text{فلز}} (\theta_e - \theta_{\text{فلز}}) = 0$$

$$\frac{m_{\text{آب}} = 0/5 \text{ kg}, m_{\text{فلز}} = 0/1 \text{ kg}}{\theta_{\text{آب}} = 0^\circ \text{C}, \theta_{\text{فلز}} = 250^\circ \text{C}} \rightarrow 0/5 \times c_{\text{آب}} (\theta_e - 0) + 0/1 \times c_{\text{فلز}} (\theta_e - 250) = 0$$

$$0/5 \times c_{\text{آب}} (\theta_e - 0) + 0/1 \times c_{\text{فلز}} (\theta_e - 250) = 0$$

$$0/5 c_{\text{آب}} \theta_e + 0/1 \times \frac{c_{\text{آب}}}{5} (\theta_e - 250) = 0 \Rightarrow 0/5 \theta_e + 0/2 \theta_e - 5 = 0$$

$$\theta_e = \frac{5}{0/52} \Rightarrow \theta_e = \frac{500}{52} = \frac{250}{26} \Rightarrow \theta_e = \frac{250}{26}^\circ \text{C}$$

یعنی دمای آب و قطعه فلز اولیه $\frac{250}{26}$ درجه سلسیوس شده است.

اکنون قطعه فلز دوم را درون ظرف می‌اندازیم و دمای تعادل جدید را به دست می‌آوریم. البته در صورت مسئله دمای نهایی θ_2 نامیده شده است.

$$Q_{\text{آب}} + Q_{\text{فلز قدیم}} + Q_{\text{فلز جدید}} = 0$$

$$\Rightarrow 0/1 \times \frac{c_{\text{آب}}}{5} \times (\theta_2 - 250) + 0/1 \times \frac{c_{\text{آب}}}{5} (\theta_2 - \frac{250}{26}) + 0/5 \times c_{\text{آب}} (\theta_2 - \frac{250}{26}) = 0$$

$$0/2 \theta_2 - 5 + 0/2 \theta_2 - \frac{5}{26} + 0/5 \theta_2 - \frac{125}{26} = 0$$

$$0/54 \theta_2 = 5 + \frac{5}{26} + \frac{125}{26} \Rightarrow 0/54 \theta_2 = \frac{130 + 5 + 125}{26} \Rightarrow \theta_2 = \frac{10}{0/54} = \frac{1000}{54}^\circ \text{C}$$

$$\frac{\theta_2}{\theta_1} = 1 \quad \text{بنابراین نسبت } \frac{\theta_2}{\theta_1} \text{ خواهد شد:}$$



در این مسئله طراح، سه بار مایع‌ها را دوباره دو مخلوط می‌کند تا به تعادل برسند و در تمام حالت‌ها اتلاف نداریم:

۱) مایع‌های A و B با جرم‌های به ترتیب m و ۲m و دماهای ۳۰°C و ۲۰°C:

$$Q_A + Q_B = 0 \Rightarrow m_A c_A (\theta_e - \theta_A) + m_B c_B (\theta_e - \theta_B) = 0$$

$$\frac{m_A = m, \theta_e = 30^\circ C}{m_B = 2m, \theta_B = 20^\circ C} \rightarrow mc_A (25 - 30) + 2mc_B (25 - 20) = 0$$

$$\Rightarrow -5mc_A + 10mc_B = 0 \Rightarrow c_A = 2c_B$$

۲) مایع‌های B و C با جرم‌های ۲m و ۳m و دماهای ۲۰°C و ۱۰°C:

$$Q_B + Q_C = 0 \Rightarrow m_B c_B (\theta'_e - \theta_B) + m_C c_C (\theta'_e - \theta_C) = 0$$

$$\frac{m_B = 2m, \theta_B = 20^\circ C}{m_C = 3m, \theta_C = 10^\circ C} \rightarrow 2mc_B (15 - 20) + 3mc_C (15 - 10) = 0$$

$$\Rightarrow -10mc_B + 15mc_C = 0 \Rightarrow c_C = \frac{10}{15} c_B \Rightarrow c_C = \frac{2}{3} c_B$$

۳) حال شرایط خواسته شده سؤال را می‌نویسیم یعنی دو مایع A و C را با هم مخلوط می‌کنیم:

$$Q_A + Q_C = 0 \Rightarrow m_A c_A (\theta''_e - \theta_A) + m_C c_C (\theta''_e - \theta_C) = 0$$

$$\frac{m_A = m, c_A = 2c_B}{m_C = 3m, c_C = \frac{2}{3} c_B} \rightarrow m \times 2c_B (\theta''_e - 30) + 3m \times \frac{2}{3} c_B (\theta''_e - 10) = 0$$

$$\Rightarrow 2mc_B (\theta''_e - 30) + 2mc_B (\theta''_e - 10) = 0$$

۴) از دو طرف معادله ۲mc_B را حذف می‌کنیم:

$$\theta''_e - 30 + \theta''_e - 10 = 0 \Rightarrow 2\theta''_e = 40 \Rightarrow \theta''_e = 20^\circ C$$

میانبر: اگر دو جسم با دماهای θ_1 و θ_2 را کنار هم قرار دهیم و دمای تعادل

$$\frac{\theta_1 + \theta_2}{2} \text{ شود، در آن صورت ظرفیت گرمایی دو جسم با هم برابر است:}$$

دمای جسم B: ۲۰°C و دمای جسم A: ۳۰°C در حالت (۱)

$$\frac{30 + 20}{2} = 25^\circ C \text{ دمای تعادل} \Rightarrow C_A = C_B \text{ و}$$

دمای جسم C: ۱۰°C و دمای جسم B: ۲۰°C در حالت (۲)

$$\frac{20 + 10}{2} = 15^\circ C \text{ دمای تعادل} \Rightarrow C_B = C_C \quad (2)$$

$$(1), (2) \Rightarrow C_A = C_C \Rightarrow mc_A = 3mc_C$$

در حالت خواسته شده چون m گرم از A با ۳m گرم از C مخلوط شدن و $C_A = C_C$

بوده، بنابراین دمای تعادل برابر میانگین دمای دو مایع $\frac{10 + 30}{2} = 20^\circ C$ است.

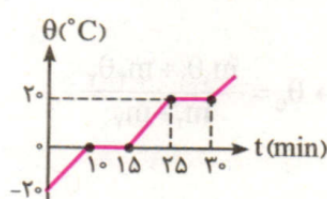


مبحث آزمون	تعداد تست	زمان پیشنهادی
دما و گرما	۳۰ عدد	۶۰ دقیقه

پاسخنامه

پاسخ تست ۱۷

۷۲) ۱) مطابق نمودارهای داده شده، نقطه ذوب جسم اول برابر صفر درجه سلسیوس است و نقطه ذوب جسم دوم برابر 2°C است، بنابراین وقتی به مجموع این دو ماده گرما می دهیم، نمودار گرما برحسب زمان باید در دماهای صفر و 2° درجه سلسیوس به صورت افقی باشد (گزینه های (۳) و (۴) نادرست هستند). هم چنین دقت کنید که مطابق نمودار جسم (۱)، گرمکن در مدت ۵ دقیقه دمای این جسم را از -2°C به صفر درجه سلسیوس رسانده است، بنابراین وقتی با این گرمکن به مجموع دو ماده گرما می دهیم، باید زمان بیشتری طول بکشد تا دمای دو جسم از -2°C به صفر درجه سلسیوس برسد و گزینه (۲) نادرست است. بنابراین گزینه (۱)، شکل نمودار دما برحسب زمان را به درستی نشان می دهد.



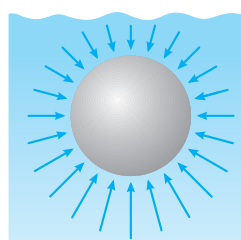
پاسخ تست ۱۸

۷۶۵) باید افزایش حجم مایع برابر با افزایش حجم ظرف باشد، یعنی هر مقداری که حجم مایع افزایش یابد، حجم ظرف نیز همان مقدار افزایش یابد:

$$\Delta V' = \Delta V \Rightarrow V' \beta \Delta \theta = V (\alpha) \Delta \theta \Rightarrow \frac{V'}{V} = \frac{\beta}{\alpha}$$

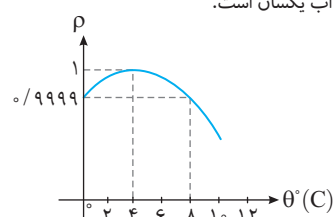
پاسخ تست ۱۹

۷۸۹) خط فکری



با توجه به شکل، فشار وارد بر سطح بالایی جسم از فشار بر سطح پایینی جسم کمتر است و همین اختلاف فشار ($\Delta P = \rho g \Delta h$) سبب ایجاد نیروی شناوری می شود بنابراین نیروی شناوری به چگالی مایع بستگی دارد و هرچه چگالی مایع بیشتر باشد، نیروی شناور بزرگ تر است.

خط فکری با تغییر دمای آب از 0°C تا 4°C حجم آب کاهش و چگالی آن افزایش می یابد و با تغییر دمای آب از 4°C به بالاتر حجم آب افزایش و چگالی آن کاهش می یابد. خط فکری با توجه به نمودار تغییرات چگالی برحسب دما، در دمای 0°C و 8°C تقریباً چگالی آب یکسان است.



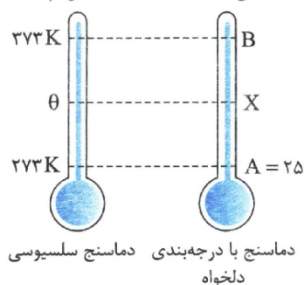


پاسخ تست ۲۰

۱۱۷۲- گزینه ۳ گام اول: هر $^{\circ}\text{K} / 2$ به صورت یک درجه تغییر دما در دماسنج X نمایش داده می‌شود، بنابراین ΔT برحسب کلون به صورت ۵ برابر بزرگ‌تر در دماسنج X نشان داده می‌شود، زیرا: (تغییر دمای ΔX ، ۵ برابر تغییر دما برحسب کلون است.)

$$\frac{^{\circ}\text{K}}{\Delta T} \mid \frac{^{\circ}\text{X}}{\Delta X} \Rightarrow \Delta X = 5\Delta T \quad (I)$$

گام دوم: با توجه به شکل زیر که در آن نقطه ذوب یخ و نقطه جوش آب در دماسنج با درجه‌بندی دلخواه به ترتیب A و B نشان داده شده است، داریم:



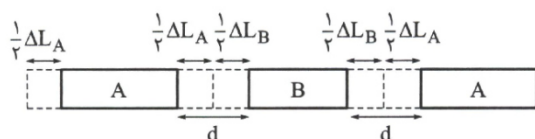
$$\frac{T - 273}{373 - 273} = \frac{X - 25}{B - 25} \Rightarrow X - 25 = \frac{B - 25}{100} \theta \Rightarrow X = \frac{B - 25}{100} \theta + 25$$

$$\Delta X = X_2 - X_1 = \left(\frac{B - 25}{100} \theta_2 + 25 \right) - \left(\frac{B - 25}{100} \theta_1 + 25 \right) = \frac{B - 25}{100} (\theta_2 - \theta_1)$$

$$\Rightarrow \Delta X = \frac{B - 25}{100} \Delta T$$

$$\xrightarrow{(I)} 5\Delta\theta = \frac{B - 25}{100} \Delta T \Rightarrow 5 = \frac{B - 25}{100} \Rightarrow B = 525^{\circ}\text{X}$$

پاسخ تست ۲۱



۱۱۷۷- گزینه ۱ شکل روبه‌رو وضعیت قرارگیری ریل‌ها را در روز زمستانی با دمای 10°C (توپر) و روز تابستانی با دمای 40°C (خط‌چین) نشان می‌دهد. بر اثر افزایش دما، ریل‌های A و B به ترتیب افزایش طولی به اندازه ΔL_A و ΔL_B پیدا می‌کنند که نیمی از افزایش طول هر ریل از سمت راست و نیمی دیگر از آن از سمت چپ ریل است، پس:

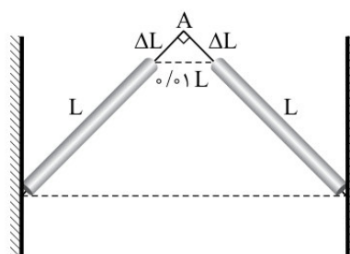
$$d = \frac{1}{3} \Delta L_A + \frac{1}{3} \Delta L_B = \frac{1}{3} L_A \alpha_A \Delta\theta + \frac{1}{3} L_B \alpha_B \Delta\theta \Rightarrow d = \frac{1}{3} \times 10 \times (15 \times 10^{-6}) \times (40 - (-10)) + \frac{1}{3} \times 5 \times (10 \times 10^{-6}) \times (40 - (-10))$$

$$\Rightarrow d = 5000 \times 10^{-6} \text{ m} = 5 \times 10^{-3} \text{ m} = 5 \text{ mm}$$

پاسخ تست ۲۲

۴۰- گزینه ۴ اگر دما را به مقدار $\Delta\theta$ افزایش دهیم، هر یک از میله‌ها به اندازه ΔL افزایش طول پیدا می‌کنند:

$$\Delta L = \alpha L \Delta\theta \quad (I)$$



پس از این‌که دو میله به دلیل افزایش طول به نقطه A رسیدند، با توجه به رابطه فیثاغورس خواهیم داشت:

$$(\Delta L)^2 + (\Delta L)^2 = (0.1L)^2 \Rightarrow 2(\Delta L)^2 = (0.1L)^2 \quad (I)$$

$$\xrightarrow{\text{رابطه (I)}} 2(\alpha L \Delta\theta)^2 = (0.1L)^2$$

$$\Rightarrow 2\alpha^2 L^2 (\Delta\theta)^2 = (0.1L)^2$$

$$\Rightarrow 2\alpha^2 (\Delta\theta)^2 = (0.1)^2 \Rightarrow \sqrt{2}\alpha\Delta\theta = 0.1$$

$$\Rightarrow \Delta\theta = \frac{0.1}{\sqrt{2}\alpha} = \frac{0.1}{\sqrt{2}(\sqrt{2} \times 10^{-5})} = \frac{0.1}{2 \times 10^{-5}} = \frac{10^3}{2} = 500^{\circ}\text{C}$$



مبحث آزمون	تعداد تست	زمان پیشنهادی
دما و گرما	۳۰ عدد	۶۰ دقیقه

پاسخ تست ۲۳

۸۷۱

خط فکری

۰/۱ کار نیروی وزن صرف افزایش دمای جسم ۱۰ کیلوگرمی و ۰/۹ کار نیروی وزن با توجه به اتصال آن به همزن صرف افزایش دمای آب می‌شود.

گرمایی که جسم ۱۰ kg دریافت می‌کند:

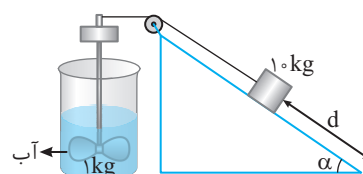
$$Q_{\text{جسم}} = W_{\text{mg}} \Rightarrow 0.1 \times (W_{\text{mg}}) = 10 \times 400 \times \Delta\theta_{\text{جسم}}$$

گرمایی که ۱ kg آب دریافت می‌کند:

$$Q_{\text{آب}} = W_{\text{mg}} \Rightarrow 0.9 \times (W_{\text{mg}}) = 1 \times 400 \times \Delta\theta_{\text{آب}}$$

$$\frac{1 \times 400 \times \Delta\theta_{\text{آب}}}{10 \times 400 \times \Delta\theta_{\text{جسم}}} = \frac{\Delta\theta_{\text{آب}}}{\Delta\theta_{\text{جسم}}} = 9$$

دو رابطه را بر هم تقسیم می‌کنیم:



پاسخ تست ۲۴

۱۱۹۹- گزینه ۱ سرد شدن آب درون لوله از طریق تابش گرمایی، فقط به دمای آب درون لوله بستگی دارد و به دمای آب درون ظرف وابسته نیست، برای سرد شدن آب درون لوله از طریق رسانش گرمایی تنها کافی است، دمای آب درون ظرف کمتر از دمای آب درون لوله باشد که هر چهار گزینه این شرط را دارا هستند، ولی برای سرد شدن آب درون لوله از طریق همرفت طبیعی لازم است تا آب انتهای لوله به دمایی کمتر از 4°C برسد تا با توجه به انبساط غیرعادی آب در بازه صفر تا 4°C ، چگالی آب انتهای لوله کمتر از چگالی آب بالای لوله شود و از این طریق جابه‌جایی آب پایین لوله با دمای کمتر با آب بالای لوله با دمای بیشتر صورت بگیرد که فقط ① این شرط را داراست.

پاسخ تست ۲۵

۹۵۶

با توجه به نمودار در مدت ۴۰ دقیقه دمای یخ از -3°C به -1°C و دمای آب نیز از 4°C به $^{\circ}\text{C}$ رسیده چون گرمایی که آب از دست داده برابر گرمایی است که یخ می‌گیرد بنابراین می‌توان نوشت:

$$|Q_{\text{آب}}| = Q_{\text{یخ}} \Rightarrow 0.5 \times 4200 \times 40 = m \times 2100 \times 20 \Rightarrow m = 2 \text{ kg}$$

از ۴۰ دقیقه تا ۶۰ دقیقه آب صفر درجه گرما از دست می‌دهد و به یخ تبدیل می‌شود چون آهنگ گرمایی ثابت بوده پس می‌توان نوشت:

$$P = \frac{Q_{\text{آب}}}{t} = \frac{Q_{\text{تبدیل آب به یخ}}}{t} \Rightarrow \frac{0.5 \times 336000}{40} = \frac{m' \times 80}{20} \Rightarrow m' = 0.125 \text{ kg}$$

بنابراین به اندازه $2 + 0.125 = 2.125 \text{ kg}$ یخ درون ظرف باقی می‌ماند.



زمان پیشنهادی

۶۰ دقیقه

تعداد تست

۳۰ عدد

مبحث آزمون

دما و گرما

پاسخنامه

پاسخ تست ۲۶

شیب نمودار تغییرات دما برحسب مقدار گرمای گرفته شده برای یک جسم، برابر با $\frac{1}{C}$ است که C ظرفیت گرمایی جسم می باشد $(\frac{\Delta\theta}{Q} = \frac{1}{C})$. در نتیجه می توانیم با توجه به نمودار و شیب خطها، ظرفیت گرمایی جسم در دو حالت جامد و مایع را حساب کنیم:

$$\frac{-y - (-4y)}{x - 0} = \frac{1}{C_{\text{جامد}}} \Rightarrow C_{\text{جامد}} = \frac{x}{3y}$$

$$\frac{0 - (-y)}{5x - 4x} = \frac{1}{C_{\text{مایع}}} \Rightarrow C_{\text{مایع}} = \frac{x}{y}$$

با توجه به رابطه $Q = C\Delta\theta$ ، می توانیم نسبت گرماهای لازم برای افزایش دمای مورد نظر در دو حالت جامد و مایع را تشکیل دهیم:

$$\frac{Q_{\text{جامد}}}{Q_{\text{مایع}}} = \frac{C_{\text{جامد}}}{C_{\text{مایع}}} \times \frac{\Delta\theta_{\text{جامد}}}{\Delta\theta_{\text{مایع}}} = \frac{\frac{x}{3y}}{\frac{x}{y}} \times \frac{10}{30} = \frac{1}{9}$$

پاسخ تست ۲۷

۱۶۹- گزینه ۲ مقدار گرمای گرفته شده از m' گرم آب 60°C

برای این که به طور کامل یخ بزند، برابر است با:

$$Q = Q_1 + Q_2 = m'c_{\text{آب}}(0 - 60) - m'L_F$$

$$Q = m' \times 4200(-60) - m'(336000)$$

$$\Rightarrow Q = -252000m' - 336000m' = -588000m'$$

اگر با استفاده از این گرمای گرفته شده، m'' گرم آب 60°C را به دمای جوش برسانیم، خواهیم داشت:

$$|Q| = m''c_{\text{آب}}(100 - 60) = m'' \times 4200 \times 40 = 168000m''$$

در نتیجه خواهیم داشت:

$$588000m' = 168000m'' \Rightarrow \frac{m''}{m'} = \frac{588000}{168000} = 3/5$$



زمان پیشنهادی

۶۰ دقیقه

تعداد تست

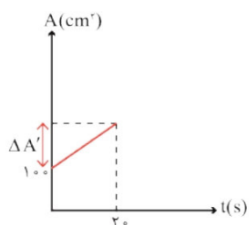
۳۰ عدد

مبحث آزمون

دما و گرما

پاسخنامه

پاسخ تست ۲۸



(۱) در سؤال گفته شده آهنگ گرما دادن، یعنی $\frac{Q}{t} = 2500 \text{ J/s}$ است. در ۲۰s نخست گرما را حساب

$$\frac{Q'}{20} = 2500 \rightarrow Q' = 5 \times 10^4 \text{ J}$$

می‌کنیم:

(۲) تغییر دمای حاصل از $5 \times 10^4 \text{ J}$ گرما را به‌دست می‌آوریم:

$$Q' = mc\Delta\theta' \rightarrow 5 \times 10^4 = 2 \times 800 \times \Delta\theta' \rightarrow \Delta\theta' = 31/25^\circ\text{C}$$

$$\Delta A' = A_1 \alpha \Delta\theta' \rightarrow \Delta A' = 100 \text{ cm}^2 (4 \times 10^{-5}) (31/25) = 0/125 \text{ cm}^2$$

(۳) حال $\Delta A'$ را حساب می‌کنیم:

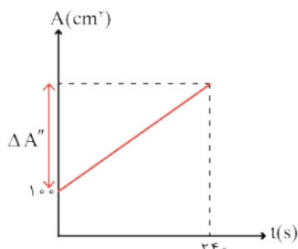
$$\frac{Q''}{t} = 2500 \rightarrow \frac{Q''}{240} = 2500 \rightarrow Q'' = 6 \times 10^5 \text{ J}$$

(۴) در مدت ۲۴۰s گرمای داده‌شده به جسم را به‌دست می‌آوریم:

$$Q'' = mc\Delta\theta'' \rightarrow 6 \times 10^5 = 2 \times 800 \times \Delta\theta'' \rightarrow \Delta\theta'' = 375^\circ\text{C}$$

(۵) حال با توجه به گرما تغییر دما را حساب می‌کنیم:

(۶) در نمودار $\Delta A''$ را حساب می‌کنیم:

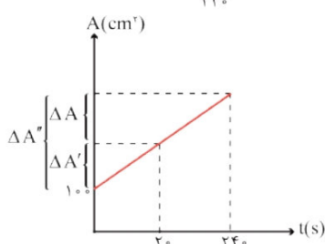


$$\Delta A'' = A_1 \alpha \Delta\theta''$$

$$\Delta A'' = 100 \times (4 \times 10^{-5}) (375^\circ)$$

$$\Delta A'' = 1/5 \text{ cm}^2$$

(۷) در نهایت مقدار ΔA را به‌دست می‌آوریم:



$$\Delta A = \Delta A'' - \Delta A'$$

$$\Delta A = 1/5 - 0/125$$

$$\Delta A = 1/375 \text{ cm}^2$$

(۸) این مقدار برحسب میلی‌مترمربع خواسته شده است. هر سانتی‌متر 10^4 میلی‌متر بوده؛ پس هر سانتی‌متر مربع 10^8 میلی‌مترمربع است:

$$1/375 \text{ cm}^2 \times \frac{10^8 \text{ mm}^2}{1 \text{ cm}^2} = 137/5 \text{ mm}^2$$



زمان پیشنهادی

۶۰ دقیقه

تعداد تست

۳۰ عدد

مبحث آزمون

دما و گرما

پاسخنامه

پاسخ تست ۲۹

۱ ۳۳۵ C

با یک تست چند مرحله‌ای سروکار داریم. باید از آخر مسئله را حل کنیم، یعنی از کاهش حجم به جرم یخ پی ببریم. سپس گرمای لازم برای ذوب این مقدار را حساب می‌کنیم و در نهایت ρ را به دست می‌آوریم.

یادآوری: دمای مخلوط آب و یخ در حال تعادل 0°C است، از طرفی با ذوب یخ حجم آن کاهش می‌یابد.

۱. کاهش حجم مخلوط آب و یخ ناشی از کاهش حجم یخ است. البته جرم یخ و جرم آب حاصل از ذوب یخ برابر است.

$$m_{\text{یخ}} = m_{\text{آب}} \Rightarrow \rho_{\text{یخ}} V_{\text{یخ}} = \rho_{\text{آب}} V_{\text{آب}} \xrightarrow{\rho_{\text{یخ}} = 0.9 \text{ g/cm}^3, \rho_{\text{آب}} = 1 \text{ g/cm}^3}$$

$$V_{\text{یخ}} - V_{\text{آب}} = 20 \text{ cm}^3 \xrightarrow{0.9 V_{\text{یخ}} = V_{\text{آب}}} V_{\text{یخ}} - 0.9 V_{\text{یخ}} = 20 \Rightarrow V_{\text{یخ}} = 200 \text{ cm}^3$$

$$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow 0.9 = \frac{m}{200} \Rightarrow m = 180 \text{ g}$$

۲. جرم یخ برابر است با:

۳. اکنون مقدار گرمای لازم برای ذوب 180 g یخ 0°C را حساب می‌کنیم.

$$Q = mL_F \Rightarrow Q = \frac{180}{1000} \times 336000 = 180 \times 336 \text{ J}$$

۴. این مقدار گرما در مدت ۳ دقیقه به مخلوط آب و یخ داده شده است. بنابراین توان

$$P = \frac{Q}{t} \Rightarrow P = \frac{180 \times 336}{3 \times 60} \Rightarrow P = 336 \text{ W}$$

P خواهد شد:

پاسخ تست ۳۰

۲ ۶۸

• موازنه باشد.

برای پاسخ دادن به این سؤال، به نکات زیر توجه کنید:

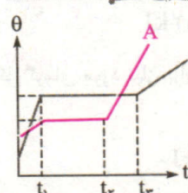
۱. وقتی دمای جسمی را با گرمکن بالا می‌بریم، شیب نمودار دما بر حسب زمان با توان گرمکن رابطه مستقیم و با ظرفیت گرمایی آن رابطه عکس دارد.

$$P \Delta t = mc \Delta \theta \Rightarrow \text{شیب نمودار } \theta \text{ بر حسب } t: \frac{\Delta \theta}{\Delta t} = \frac{P}{mc} = \frac{P}{C}$$

۲. وقتی مایعی را با یک گرمکن تبخیر کنیم، مدت زمان تبخیر کل مایع با جرم و گرمای نهان تبخیر مایع رابطه مستقیم و با توان گرمکن رابطه عکس دارد.

$$P \Delta t = mL_V \Rightarrow \Delta t = \frac{mL_V}{P}$$

• بزرگتر از آنها



الف) نمودار مایع B در دمای بیشتری به خط افقی تبدیل می‌شود، بنابراین دمای جوش مایع B بزرگتر از A است.

ب) از لحظه صفر تا t_1 که دمای مایع‌ها بالا می‌رود، شیب نمودار θ بر حسب t برای B بیشتر از A است، بنابراین با توجه به اینکه شیب نمودار با ظرفیت گرمایی مایع‌ها رابطه عکس دارد و جرم دو مایع برابر است، گرمای ویژه مایع A بیشتر از B است.

$$\text{شیب } A < \text{شیب } B \xrightarrow{\text{یکسان}} c_A > c_B$$

نکته (۱): $\text{شیب} = \frac{P}{mc}$

ج) مدت زمان تبخیر کامل مایع B، طولانی‌تر از A است، بنابراین مطابق نکته (۲)،

$$L_{V_B} \text{ هم بزرگتر از } L_{V_A} \text{ است.} \xrightarrow{\text{یکسان}} L_{V_B} > L_{V_A}$$

نکته (۲): $\Delta t = \frac{mL_V}{P}$

با توجه به توضیحات فوق، عبارت (الف) نادرست و عبارت‌های (ب) و (ج) صحیح هستند.