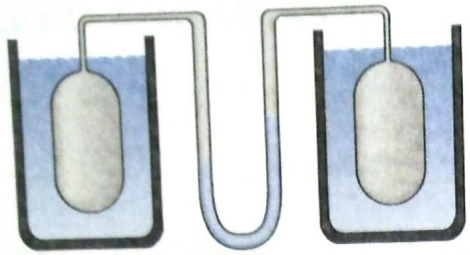
بسم الله الرحمن الرحيم

حل سوال های آخر فصل پنجم

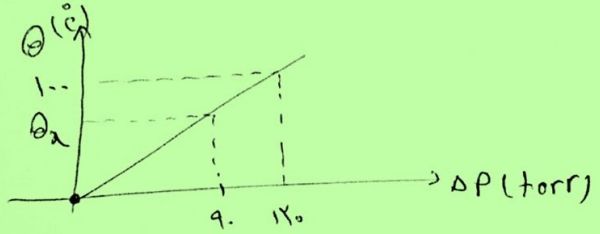


شکل ۱۸-۳۰ مسئله‌ی ۳

۳۰ یک دماسنج از دو حباب حاوی گاز ساخته شده است که همانند شکل ۱۸-۳۰ هر یک در ظرف آبی قرار گرفته‌اند. همان‌طور که نشان داده شده است، اختلاف فشار بین دو حباب با یک فشارسنج جیوه‌ای اندازه‌گیری می‌شود. مخزن‌های مخصوصی (در شکل نشان داده نشده است) حجم گاز در دو حباب را ثابت نگه می‌دارند. وقتی هر دو ظرف در نقطه‌ی سه‌گانه‌ی آب قرار داشته باشند، هیچ اختلاف فشاری وجود ندارد. وقتی یکی از ظرف‌ها در نقطه‌ی سه‌گانه و ظرف دیگر در نقطه‌ی جوش آب قرار گیرد، اختلاف فشار برابر ۱۲۰torr می‌شود. وقتی یکی از ظرف‌ها در نقطه‌ی سه‌گانه و ظرف دیگر در دمای نامعلومی قرار گیرد که باید اندازه گرفته شود، اختلاف فشار برابر ۹۰torr می‌شود. دمای نامعلوم چقدر است؟

۵-۳۰

اختلاف فشار لحیت دماسنجی



$\theta_x = ?$

1°_0

نمودار تغییرات دما برحسب اختلاف فشار به صورت خطی است

$$\text{شیب نمودار (عکس)} = \frac{\Delta P_{100} - \Delta P_0}{\theta_{100} - \theta_0} = \frac{120 - 0}{100 - 0}$$

$$\text{شیب نمودار} = \frac{\theta_{100} - \theta_0}{\Delta P_{100} - \Delta P_0} = \frac{100 - 0}{120 - 0} = \frac{1}{1,2}$$

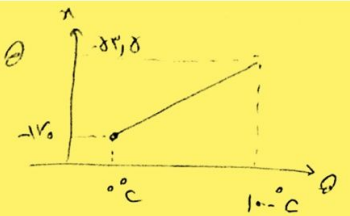
$$\theta = \theta_0 + \frac{1}{1,2}\Delta P \Rightarrow \boxed{\theta = 0 + \frac{1}{1,2} \times \Delta P}$$ معادله دمایی

$$\Delta P = 90 \rightarrow \quad \theta_x = \frac{1}{1,2} \times 90 = 75^\circ C$$

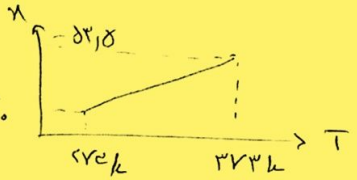
۷۰۰ ILW فرض کنید که در مقیاس دمایی خطی X، آب در $-53,5^{\circ}X$ به جوش می‌آید و در $-170^{\circ}X$ یخ می‌زند. دمای $340K$ برحسب مقیاس X چقدر می‌شود؟ (فرض کنید نقطه‌ی جوش آب $373K$ است.)

۶-۸:

۵) χ- نمودار



χ-T نمودار



$$\text{شیب نمودار} = \frac{6{,}36\times10^{-5} - (-120\times10^{-6})}{373-273} = \frac{184{,}6\times10^{-6}}{100} = 1{,}846\times10^{-6}$$

نمودار دما بستگی $\chi = \chi_0 + 1{,}846\times10^{-6}\,T$

$T = 273 \rightarrow -120\times10^{-6} = \chi_0 + 1{,}846\times10^{-6}\times273$

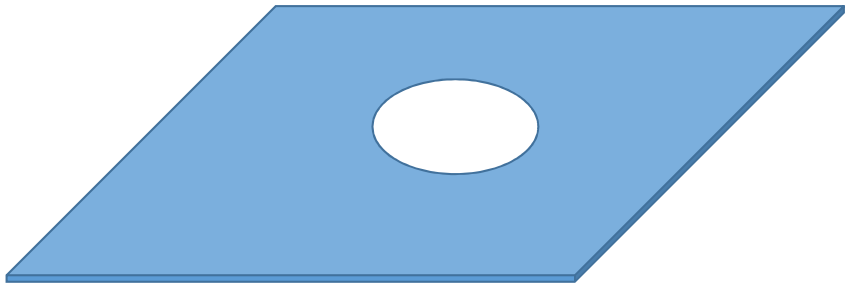
$$\chi_0 = -480{,}704\times10^{-6}$$

رابطه دما و χ برای ایزوتوپ

$$\chi = -480{,}704\times10^{-6} + 1{,}846\times10^{-6}\,T$$

$T = 340k \quad \chi = -480{,}704\times10^{-6} + 1{,}846\times340$

• ۹ ILW قطر یک حفره‌ی دایره‌ای در صفحه‌ای آلومینیومی در دمای ۰٫۰۰۰°C برابر ۲٫۷۲۵cm است. وقتی دمای صفحه تا ۱۰۰٫۰°C افزایش یابد، قطر حفره چقدر می‌شود؟



در اثر افزایش دما قطر حفره افزایش می‌یابد

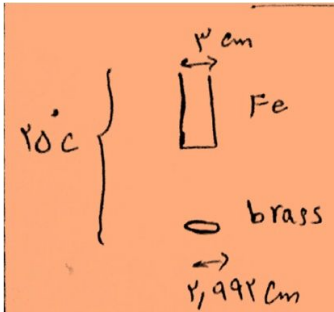
$$D_1 \xrightarrow[\Delta T]{} D_2 \qquad D_2 = D_1 + \Delta D$$

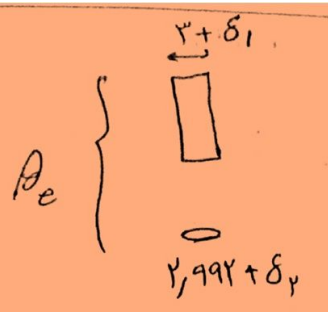
$$\Delta D = \alpha_{Al}\, D_1\, \Delta T \approx 2\,3 \times 10^{-6} \times 2{,}728 \times 10^{-2} \times 100$$

$$= 62{,}978 \times 10^{-6}\ m$$

$$= 0.062978\ mm$$

۱۵۰۰ ILW قطر یک میله‌ی فولادی در دمای ۲۵٫۰۰°C برابر با ۳٫۰۰۰cm است. قطر داخلی یک حلقه‌ی برنجی در دمای ۲۵٫۰۰°C برابر با ۲٫۹۹۲cm است. در چه دمای مشترکی، حلقه درست از میله می‌گذرد؟





$\alpha_{Fe} = 12 \times 10^{-6} \frac{1}{k}$, $\alpha_{brass} = 19 \times 10^{-6} \frac{1}{k}$

θ_e ⁄ب‌رای $\quad 3 + \delta_1 = 2,992 + \delta_2$ (*)

Fe ⁄ب‌رای تغییر $\delta_1 = \alpha_{Fe} \times 3 \times (\theta_e - 25)$ (cm)

$\delta_2 = \alpha_b \times 2,992 (\theta_e - 25)$ (cm)

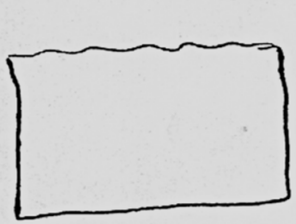
(*) $\Rightarrow 3 + 3\alpha_{Fe}(\theta_e - 25) = 2,992 + 2,992\alpha_b(\theta_e - 25)$

$\Rightarrow \theta_e =$

۱۷۰۰ WWW پیاله‌ای آلومینیومی با حجم $100\,cm^3$، در دمای $22^\circ C$ کاملاً با گلیسیرین پر شده است. اگر دمای پیاله و گلیسیرین در صورت امکان تا $28^\circ C$ افزایش یابد، چقدر گلیسیرین از پیاله سرریز می‌شود؟ (ضریب انبساط حجمی گلیسیرین $5/1\times10^{-4}/C^\circ$ است.)

۱۷- ۵

با فرض نسبیت نگردن حجم ظرف در اثر تغییر دمای $60^\circ C$



(۱)

$\theta_1 = 22^\circ C$

$V_1 = 100\ cm^3$

$\theta_2 = 28^\circ C$

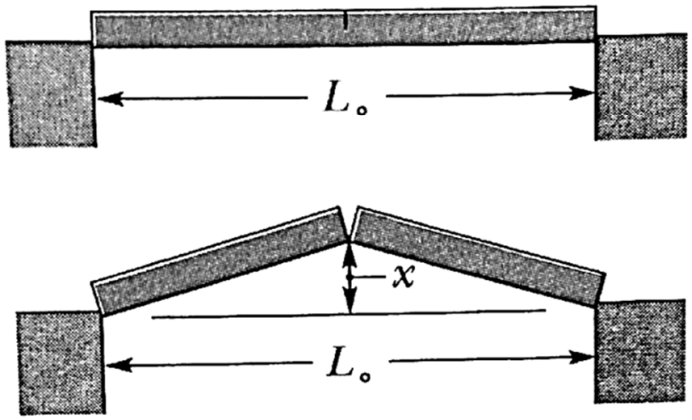
$V_2 = 100 + \Delta V$

حجمی از گلیسیرین که بیرون ریخته است

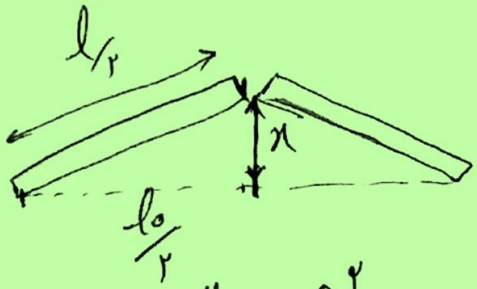
$$\Delta V = \beta V_1 \Delta\theta = 5 \times 1 \times 10^{-4} \times 100 \times (28 - 22)$$

$$= 30/6 \times 10^{-2}\ (cm^3)$$

۲۱۰۰۰ ILW بر اثر افزایش دما به اندازه‌ی $32\ C^\circ$، میله‌ای که در مرکز آن شکافی وجود دارد، رو به بالا تاب می‌خورد (شکل ۱۸-۳۲). اگر فاصله‌ی ثابت L_0 برابر $3/77\ m$ و ضریب انبساط خطی میله $25\times10^{-6}/C^\circ$ باشد، بالارفتگی x مرکز میله را به‌دست آورید.



۲۱ – ۵ :



$$x^2 = \frac{l^2}{4} - \frac{l_0^2}{4} = \frac{1}{4}(l^2 - l_0^2)$$

$$\Delta l = l - l_0 = \alpha l_0 \Delta\theta \Rightarrow l = l_0 + \alpha l_0 \Delta\theta$$

Δl ← تصحیح طول کل میله

$$l = (3{,}27 + 25\times10^{-6} \times 3{,}27 \times 34) = (3{,}27 + 0{,}0036) \text{ m}$$

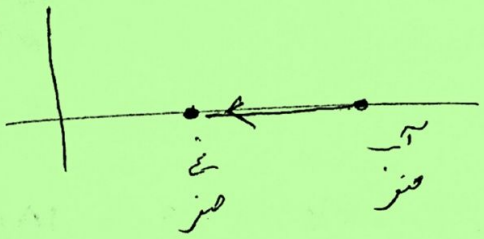
$$x = \frac{1}{2}\left[14{,}44 - 14{,}21\right]^{1/2}$$

۲۸• پس از آنکه ۵۰٫۲kJ انرژی به‌صورت گرما از آبی به جرم ۲۶۰g گرفته شود که در ابتدا در نقطه‌ی انجماد خود قرار دارد، چقدر آب یخ‌نزده باقی می‌ماند؟

۲۶/۷

$m_0 = ۲۹۰\,g = ۰/۲۹\,kg$

۰۲۸ - ۵



$Q = m L_F =$

$\Rightarrow ۵۰/۴ \times ۱۰^۳ = m \times ۳۳۶ \times ۱۰^۳$

تبدیل شده به یخ صفر

$m = ۰/۱۵۰\,g$

$m_0 - m =$ آب یخ نزده

۳۲۰۰ گرمای ویژه‌ی ماده‌ای بر طبق رابطه‌ی $c = ۰٫۲۰ + ۰٫۱۴T + ۰٫۰۲۳T^۲$ با دما تغییر می‌کند، که در آن T بر حسب $°C$ و c برحسب $cal/g \cdot K$ است. انرژی لازم برای افزایش دمای $۲٫۰g$ از این ماده، از $۵٫۰°C$ به $۱۵°C$ چقدر است؟

۵- ۳۲ :

$$c = 0.2 + 0.14T + 0.023T^2$$

به ازای یک بازه تغییر دمایی کوچک dT ی توان c را ثابت در نظر گرفت

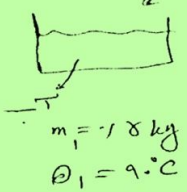
گرمای رد و بدل شده در این تغییر dT برابر با dQ

$$dQ = mc\,dT \Rightarrow Q = m\int c\,dT = 2\int_{5}^{15}(0.2 + 0.14T + 0.023T^2)\,dT$$

$$Q = 2\left[0.2T + \frac{0.14}{2}T^2 + \frac{0.023}{3}T^3\right]_{5}^{15}$$

●● ۳۷ شخصی با مخلوط کردن ۵۰۰g چای (در واقع آب) داغ با جرمی مساوی از یخ در نقطه‌ی ذوب آب، مقداری چای سرد درست می‌کند. فرض کنید تبادل انرژی این مخلوط با محیط ناچیز است. اگر دمای اولیه‌ی چای $T_i = ۹۰°C$ باشد، وقتی تعادل گرمایی حاصل شود (الف) دمای T_f مخلوط و (ب) جرم m_f یخ به‌جای مانده چقدر می‌شود؟ اگر $T_i = ۷۰°C$ باشد، وقتی تعادل گرمایی حاصل شود (پ) T_f و (ت) m_f چقدر است؟

۳۶/۵



$m_2 = 0.15\,kg$ ، $\theta_2 = 0^\circ C$: ۳۷-۵

$c_w = 4186.8 \frac{J}{kg.^\circ C}$ ، $L_F = 343\,\frac{kJ}{kg}$

$Q_1 = m_1 c_w \Delta\theta = 1.5 \times 4186.8 \times 90 = 188.14 \times 10^3\,J$ = گرمایی که آب $90^\circ C$ از دست می دهد تا به آب صفر تبدیل شود

$Q_2 = m L_F = 0.5 \times 343 \times 10^3 = 171.5 \times 10^3\,J$ گرمایی که یخ صفری گیرد تا کاملا به آب صفر تبدیل شود

سوالات

- $Q_1 > Q_2$ همه یخ ذوب شده و در نهایت آب با دمای بالاتر از صفر داریم (دمای تعادل)
- $Q_1 = Q_2$ همه یخ ذوب شده و در نهایت آب صفر داریم
- $Q_1 < Q_2$ بخشی از یخ ذوب شده و در نهایت آب و یخ در دمای تعادل صفر داریم

مغلوط

در اینجا $Q_1 > Q_2$ ← انتقال گرما صرف بالا رفتن دمای 1kg آب می شود

$Q_1 - Q_2 = m_{آب} c_w (\theta_e - 0) \Rightarrow 16.9 \times 10^3 = 1 \times 4186.8 \times \theta_e$

$\theta_e \simeq 4^\circ C$

●●● ۴۱ WWW (الف) دو قالب یخ به جرم ۵۰g درون ۲۰۰g آب در ظرفی انداخته می‌شود که از لحاظ گرمایی عایق‌بندی شده است. اگر دمای اولیه‌ی آب ۲۵°C باشد، و یخ مستقیماً از فریزری در دمای ۱۵°C− بیرون آورده شده باشد، دمای نهایی در تعادل گرمایی چقدر است؟ (ب) اگر فقط از یک قالب یخ استفاده شود، دمای نهایی چقدر می‌شود؟

۳۶/۵

$m_2 = 2 \times 0.05\ kg$ یخ

$\theta_2 = -15^\circ C$

$c_w = 4186/8$

$c_{ice} = 2/11 \times 10^3$

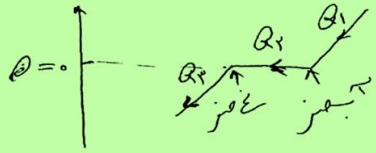
$L_F = 334 \times 10^3$

۴۱-۵ :

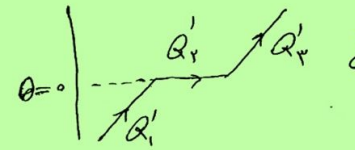
$m_1 = 1/2\ kg$ آب

$\theta_1 = 25^\circ C$

۱) آب در مجاورت یخ سردی را که اندکی از دست بدهد می یخ بزند یا به یخ منفی تبدیل شود (البته در مجاورت مقدار مناسبی یخ با دمای منفی زیاد)



۲) یخ در مجاورت آب گرمای گیرد و می تواند ابتدا به یخ صفر بعد به آب صفر و بعد هم اگر گرمای لازم موجود باشد به آب با دمای بالاتر صفر تبدیل شود



آب $Q_1 = m_1 c_w (\theta_1 - 0) = 20/934 \times 10^3\ j$

$Q_2 = m_1 L_F = 0/2 \times 334 \times 10^3 = 66/8 \times 10^3\ j$

یخ $Q'_1 = m_2 c_{ice} (0 - (-18)) = 0/1 \times 2/11 \times 10^3 \times 18 = 3/198 \times 10^3\ j$

$Q'_2 = m_2 L_F = 0/1 \times 334 \times 10^3 = 33/4 \times 10^3\ j$

۳۶/۵

Q'_1 و Q_1 مقایسه $Q'_1 < Q_1$ همه یخ به یخ صفر تبدیل می‌شود

$Q'_1 + Q'_2$ با Q_1 مقایسه $Q'_1 + Q'_2 > Q_1$

چون برای ذوب شدن کامل یخ و تبدیل به آب صفر درجه انرژی $Q'_1 + Q'_2$ گرمایی گرفته شده از آب اولیه است و Q_1

لذا همه یخ ذوب نمی‌شود بلکه در نهایت مخلوطی از آب و یخ صفر درجه داریم

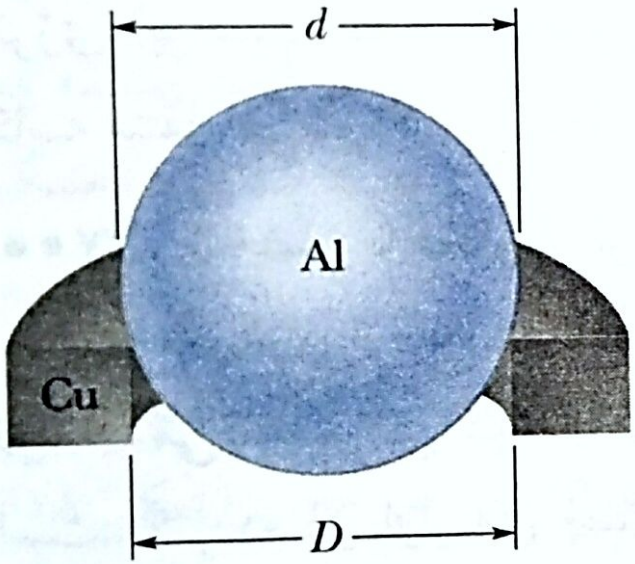
$Q_1 - Q'_1 =$ صرف ذوب شدن یخ و تبدیل به آب صفر می‌شود

$Q_1 - Q'_1 = m' L_F =$

m' ↓ جرم یخ ذوب شده

$(20/934 - 3/198) \times 10^3 = m' \times 334 \times 10^3$

$m' = \dfrac{20/934 - 3/198}{334}$ (kg)



شکل ۱۸-۳۶ مسئله‌ی ۴۲

●●●۴۲ GO قطر داخلی حلقه‌ای مسی به جرم ۲۰٫۰g در دمای ۰٫۰۰۰°C برابر با $D = ۲٫۵۴۰۰۰\,cm$ است. یک کره آلومینیومی در دمای ۱۰۰°C دارای قطر $d = ۲٫۵۴۵۰۸\,cm$ است. کره را بر بالای حلقه قرار می‌دهیم (شکل ۱۸-۳۶) و می‌گذاریم با حلقه به تعادل گرمایی برسد، در حالی‌که هیچ اتلاف گرمایی به محیط اطراف نداریم. کره در دمای تعادل درست از حلقه رد می‌شود. جرم کره چقدر است؟

ضمن تبادل گرمای بین گوی آلومینیومی و حلقه‌ی مسی قطر آن‌ها نیز تغییر می‌کند

گوی	حلقه
$\alpha_{Al} = 23 \times 10^{-6} \frac{1}{^\circ C}$	$m_{Cu} = 0.2\ kg$
$d_1 = 2.54508\ cm$	$\alpha_{Cu} = 17 \times 10^{-6} \frac{1}{^\circ C}$
$\theta_{Al} = 100^\circ C$	$D_1 = 2.54\ldots\ cm$
$c_{Al} = 900 \frac{J}{kg^\circ C}$	$\theta_{Cu} = 0^\circ C$
	$c_{Cu} = 380 \frac{J}{kg^\circ C}$

گوی گرما از دست می‌دهد — قطرش کوچک‌تر می‌شود

حلقه گرما می‌گیرد — قطرش بزرگ‌تر می‌شود

دمای تعادل گوی و حلقه (θ_e)

$$Q_{گوی} = Q_{حلقه} \Rightarrow m_{گوی} c_{Al} (100 - \theta_e) = m_{حلقه} c_{Cu} (\theta_e - 0)$$

$$\Rightarrow m_{گوی} \times 900 \times (100 - \theta_e) = 0.2 \times 380 \times \theta_e \quad (1)$$

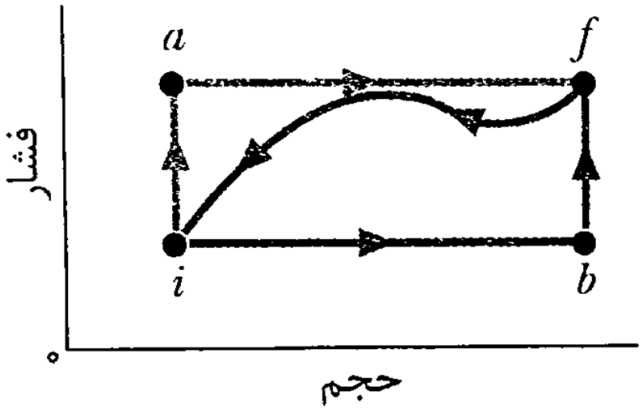
در تعادل $d_2 = D_2$ (قطرها در دمای تعادل)

$$d_1 (1 + \alpha_{Al} (\theta_e - 100)) = D_1 (1 + \alpha_{Cu} (\theta_e - 0))$$

$$2.54508\ [1 + 23 \times 10^{-6} \times (\theta_e - 100)] = 2.54\ [1 + 17 \times 10^{-6} (\theta_e - 0)] \quad (2)$$

معادله (1) و (2) را داریم و دو مجهول θ_e و m_{Al} که می‌توان از این دو معادله دو مجهول را بدست آورد

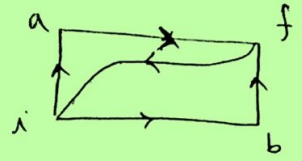
●● ٤٧ WWW وقتی دستگاهی در امتداد مسیر iaf شکل ۱۸-۴۰ از حالت i به حالت f برود، $Q = ۵۰\,\text{cal}$ و $W = ۲۰\,\text{cal}$ است. در امتداد مسیر ibf، $Q = ۳۶\,\text{cal}$ است. (الف) W



شکل ۱۸-۴۰ مسئله‌ی ۴۷

در امتداد مسیر ibf چقدر است؟ (ب) اگر برای مسیر برگشت fi، $W = -۱۳\,\text{cal}$ باشد، Q در این مسیر چقدر است؟ (پ) اگر $E_{\text{int},i} = ۱۰\,\text{cal}$ باشد، $E_{\text{int},f}$ چقدر است؟ اگر $E_{\text{int},b} = ۲۲\,\text{cal}$ باشد، Q برای (ت) مسیر ib و (ث) مسیر bf چقدر است؟

۴۷ـ۵ :



$$\begin{cases} W_{i\to a} = 0 \\ Q_{i\to a\to f} = 50\ cal \end{cases} \quad , \quad W_{i\to a\to f} = W_{i\to a} + W_{a\to f} = 20\ cal \Rightarrow W_{a\to f} = 20\ cal$$

$$\begin{cases} W_{b\to f} = 0 \\ Q_{i\to b\to f} = 36\ cal \end{cases} \quad W_{i\to b} = ?$$

طبق قانون اول $E_f - E_i = Q - W$

در مسیر $i\to a\to f$ $\quad E_f - E_i = 50 - 20 = 30\ cal$

در مسیر $i\to b\to f$ هم $\Rightarrow E_f - E_i = 30\ cal$

---

۱ در ایزوال ۴۷ـ۵

در مسیر $i\to b\to f$ $\quad E_f - E_i = Q_{ibf} - W_{ibf}$

$$= Q_{ibf} - W_{i\to b} =$$

$$\Rightarrow 30 = 24 - W_{i\to b} \Rightarrow W_{i\to b} = 6\ cal$$

ب) $E_i - E_f = -(E_f - E_i) = -30 = Q - W$

$$-30 = Q - (-12) \Rightarrow Q = -30 - 12 = -42\ cal$$

ج) $E_{int,i} = 10\ cal$

$$E_{int,f} - E_{int,i} = 20 \Rightarrow E_{int,f} = 30 + 10 = 40\ cal$$

د) $E_b = 22\ cal$

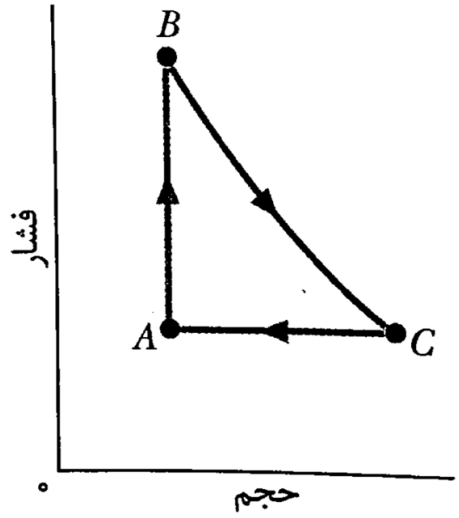
$$E_b - E_i = 22 - 10 = Q_{i\to b} - W_{i\to b} = Q_{i\to b} - 0$$

$$Q_{i\to b} = 12\ cal$$

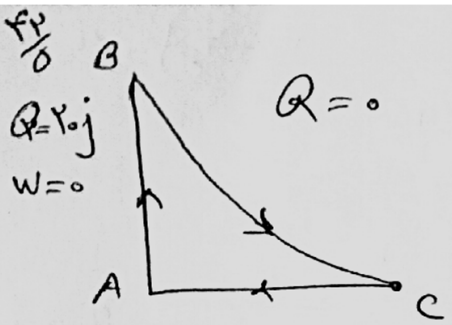
ه) $Q_{i\to b\to f} = 24 = Q_{i\to b} + Q_{b\to f}$

$$24 = 12 + Q_{b\to f} \Rightarrow Q_{b\to f} = 12\ cal$$

۴۸•• GO گاز داخل یک اتاقک، چرخه‌ی نشان داده شده در شکل ۱۸-۴۱ را طی می‌کند. اگر در فرآیند هم‌حجم AB انرژی Q_{AB} اضافه شده به‌صورت گرما برابر ۲۰٫۰J باشد، انرژی منتقل‌شده توسط دستگاه به‌صورت گرما در فرآیند CA را در صورتی تعیین کنید که هیچ انرژی‌ای به‌صورت گرما در فرآیند BC منتقل نشود و کار خالص انجام شده در چرخه برابر ۱۵٫۰J باشد.



ف ٤٨ :



$W_{\text{حرضة}} = ١٥\ j$

حرضة $E_A - E_A = 0 \Rightarrow Q_{\text{حرضة}} - W_{\text{حرضة}} = 0$

$\Rightarrow (Q_{A\to B} + Q_{B\to C} + Q_{C\to A}) - (W_{A\to B} + \underbrace{W_{B\to C} + W_{C\to A}}_{١٥}) = 0$

$٢٠ + 0 + Q_{CA} - 0 - ١٥ = 0$

$Q_{CA} = -٥\ j$

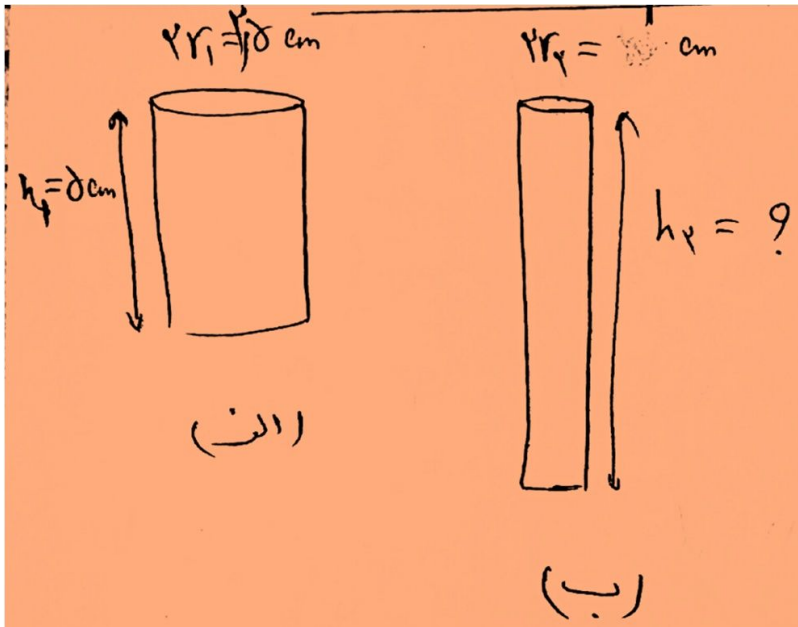
●● ۵۸ استوانه‌ی توپُری به شعاع $r_1 = ۲٫۵\,\text{cm}$، طول $h_1 = ۵٫۰\,\text{cm}$، گسیلمندی ۰٫۸۵، و دمای ۳۰°C در محیطی با دمای ۵۰°C قرار گرفته است. (الف) آهنگ خالص انتقال تابش گرمایی P_1 استوانه چقدر است؟ (ب) اگر استوانه آنقدر کشیده شود تا شعاع آن برابر $r_2 = ۰٫۵۰\,\text{cm}$ شود، آهنگ خالص انتقال تابش گرمایی آن برابر P_2 می‌شود. نسبت P_2 / P_1 چقدر است؟

۵۸ - ۵ :

$T_{محیط} = ۳۰^\circ C$

$T_{محیط} = ۵۰^\circ C$

$\varepsilon_0 = ۰/۸۵$



الف) مساحت سطح $A_1 =$ قاعده‌ی بالایی + قاعده‌ی پایینی + سطح جانبی $= ۲\pi r_1^2 + ۲\pi r_1 h_1$

ب) مساحت سطح $A_2 = ۲\pi r_2^2 + ۲\pi r_2 h_2$

●●۵۹ در شکل ۱۸-۴۵ الف، دو میله‌ی یکسانِ فلزی مستطیل شکل، سربه‌سر به هم جوش خورده‌اند، طوری‌که دمای سمت چپ آن‌ها $T_1 = 0°C$ و دمای سمت راست آن‌ها $T_2 = 100°C$ است. در مدت ۲٫۰ دقیقه، ۱۰J انرژی با آهنگ ثابت از سمت راست به سمت چپ رسانش پیدا می‌کند. اگر میله‌ها مانند شکل ۱۸-۴۵ ب سطح به سطح جوش خورده باشند، چقدر زمان لازم است تا ۱۰J انرژی از آن‌ها رسانش پیدا کند؟

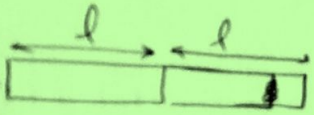
(الف)

(ب)

۴۴/۵

۵۹- ۵ :

الف)



$$P_1 = A\frac{\Delta T}{\frac{l}{k}+\frac{l}{k}} = kA\frac{T_2-T_1}{2l}$$

$$P_1 = \frac{10\,J}{2\times 40\,s} = \frac{10}{120} = \frac{kA}{l}\times\frac{1}{2}$$

$$\rightarrow \frac{kA}{l} = \frac{1}{600} \quad (*)$$

ب)

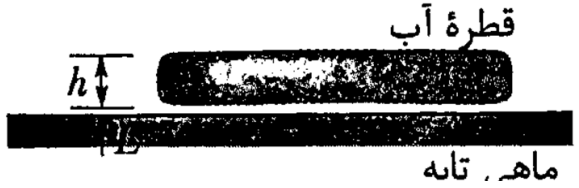
$$P_2 = k\,2A\,\frac{\Delta T}{l} = \frac{kA}{l}\times 200$$

$$(*) \Rightarrow P_2 = \frac{1}{600}\times 200 = \frac{1}{3}\ \frac{J}{s}$$

$$P_2 = \frac{Q}{t} \Rightarrow \frac{1}{3} = \frac{10}{t} \Rightarrow \boxed{t = 30\,s}$$

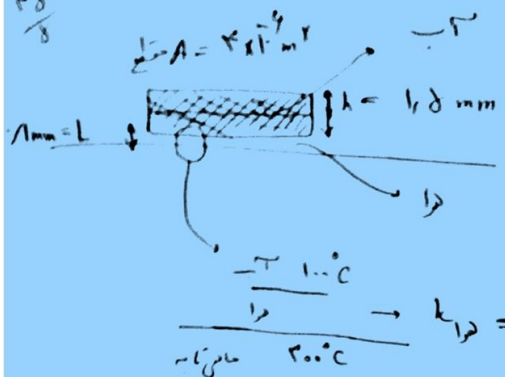
●●۶۲۰۰ *اثر لیدن فراست*[1]. یک قطره‌ی آب روی ماهی‌تابه‌ای با دمای بین ۱۰۰°C تا حدود ۲۰۰°C، تقریباً ۱s دوام می‌آورد. ولی اگر ماهی‌تابه بسیار داغ‌تر باشد، قطره می‌تواند چند دقیقه دوام آورد، اثری که به نام نخستین کاوشگر آن نامگذاری شده است. عمر طولانی‌تر آن ناشی از تکیه بر لایه‌ی نازکی (به اندازه‌ی فاصله‌ی L در شکل۱۸-۴۸) از هوا و بخار آب است که قطره را از فلز

جدا می‌کند. $L = ۰/۱۰۰\,\text{mm}$ در نظر بگیرید و فرض کنید که سطح قطره تخت، بلندی آن $h = ۱/۵۰\,\text{mm}$، و مساحت پایینی آن $A = ۴/۰۰ \times ۱۰^{-۶}\,\text{m}^۲$ باشد. همچنین فرض کنید ماهی‌تابه دارای دمای ثابت $T_s = ۳۰۰^\circ\text{C}$، و دمای قطره ۱۰۰°C است. چگالی آب $\rho = ۱۰۰۰\,\text{kg/m}^۳$ و رسانندگی گرمایی لایه‌ی تکیه‌گاه $k = ۰/۰۲۶\,\text{W/m}\cdot\text{K}$ است. (الف) انرژی با چه آهنگی از طریق سطح پایینی قطره، از ماهی‌تابه به قطره رسانش پیدا می‌کند؟ (ب) اگر رسانش، روش اصلی انتقال انرژی از ماهی‌تابه به قطره باشد، این قطره چه مدت دوام می‌آورد؟



۴۵/۵

۶۲ـ۵ :



با فرض تغییر نکردن مساحت قطره ـ تغییر فقط در ضخامت آن

$$P = kA\frac{\Delta T}{L} = 0.26 \times 4\times10^{-6} \times \frac{200}{1.2\times10^{-2}} = 1.208\ \frac{J}{s}$$

$$Q = Pt \Rightarrow mL_v = Pt \quad , \quad L_v = 2256\times10^3\ \frac{J}{kg}$$

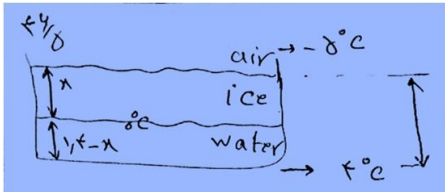
m = مقدار آبی که تبخیر می‌شود

$$\text{جرم قطره} = m = \underbrace{Ah}_{\text{حجم قطره}} \times \underbrace{\rho}_{\text{چگالی آب}} = 4\times10^{-6} \times 1.5\times10^{-3} \times 10^3 = 6\times10^{-6}\ kg$$

$$mL_v = Pt \Rightarrow 6\times10^{-6} \times 2256\times10^3 = 1.208\ t \Rightarrow t \approx 6\ s$$

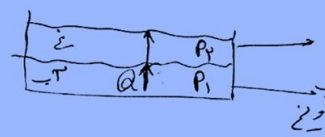
●●۶۵ روی دریاچه‌ی کم‌عمقی، یخ تشکیل شده و به حالت پایا رسیده است، طوری که دمای هوای بالای یخ $-۵٫۰°C$ و دمای آب در ته دریاچه $۴٫۰°C$ است. اگر عمق کلّ یخ + *آب برابر* $۱٫۴m$ باشد، ضخامت یخ چقدر است؟ (فرض کنید رسانندگی‌های گرمایی یخ و آب به‌ترتیب برابر $۰٫۴۰cal/m·C°$ و $۰٫۱۲cal/m·C°$ باشند.)

۴۶/۵



۶-۶۵:

دما در مرز یخ و آب صفر است. چون آب بیشتر باشد که یخ آب می‌شود
و اگر کمتر باشد آب به یخ تبدیل می‌شود



$$P_1 = k_w A \frac{\Delta T_{\text{آب}}}{1/4 - x} = k_w A \frac{4-0}{1/4-x}$$

$$P_2 = k_{ice} A \frac{\Delta T}{x} \xrightarrow{\text{اختلاف دما در طرفین یخ}} = k_{ice} A \frac{0-(-5)}{x}$$

$$= k_{ice} A \frac{5}{x}$$

در حالت پایا

$$P_1 = P_2 \Rightarrow k_w A \frac{4}{1/4-x} = k_{ice} A \frac{5}{x}$$

$$0/4 \times \frac{4}{1/4-x} = 0/12 \frac{5}{x}$$

$$\frac{4}{1/4-x} = \frac{0/3 \times 5}{x} \Rightarrow 4x = 1/5 \times 1/4 - 1/5x$$

$$5/5x = 2/1 \Rightarrow x = \frac{2/1}{5/5} \text{ (m)}$$

۸۲ یک میله‌ی مسی، یک میله‌ی آلومینیومی، و یک میله‌ی برنجی، هر یک به طول ۶٫۰۰m و قطر ۱٫۰۰cm طوری سر به سر قرار گرفته‌اند که میله‌ی آلومینیومی در میان آن دوتای دیگر قرار دارد. سرِ آزاد میله‌ی مسی در نقطه‌ی جوش آب، و سرِ آزاد میله‌ی مسی در نقطه‌ی جوش آب، و سرِ آزاد میله‌ی برنجی در نقطه‌ی انجماد آب قرار گرفته‌اند. دمای حالتِ پایای (الف) پیوندگاه مس - آلومینیوم و (ب) پیوندگاه آلومینیوم ـ برنج چقدر است؟

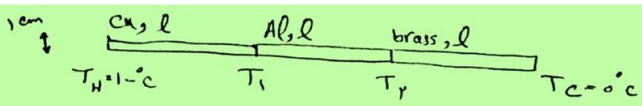
سوال ۵-۸۲ :

دو مجهول داریم : T_1 و T_2 و دو معادله پس مجهول حل قابل محاسبه است

$$\Rightarrow T_1(k_{Al}+k_{Cu}) - T_2(k_{Al}) = T_H(k_{Cu}) \quad (1)$$

$$T_1(k_{Al}) - T_2(k_{Al}+k_b) = -T_C(k_b) \quad (2)$$

$$\Rightarrow \begin{cases} T_1(230+400) - T_2(230) = 100 \times 400 & (1) \\ T_1(230) - T_2(230+109) = 0 \times 109 & (2) \end{cases}$$



$$k_{Al} = 230 \frac{J}{s.m.k} \quad , \quad k_{Cu} = 400 \frac{J}{s.m.k} \quad , \quad k_{brass} = 109 \frac{J}{s.m.k}$$

$$P_y - P_{Cu} = P_{Al} = P_{brass}$$

$$P_y = \frac{A(T_H - T_C)}{\frac{l}{k_{Cu}} + \frac{l}{k_{Al}} + \frac{l}{k_{brass}}} = \frac{A}{l} \times \frac{100}{\left(\frac{1}{k_{Cu}} + \frac{1}{k_{Al}} + \frac{1}{k_b}\right)}$$

$1cm \updownarrow 0$ $\quad A = \pi r^2 = \frac{\pi}{4}\left(\frac{1}{100}\right)^2 = \frac{\pi}{4} \times 10^{-4}\ m^2$

$$P_y = 8124 \times 10^{-2} \frac{J}{s}$$

$$P_{Cu} = k_{Cu} A \frac{T_H - T_1}{l} \quad , \quad P_{Al} = \frac{k_{Al} A (T_1 - T_2)}{l} \quad , \quad P_b = \frac{k_b A}{l} \frac{T_2 - T_C}{l}$$

$$\frac{P_{Cu}}{P_{Al}} = 1 = \frac{k_{Cu}(T_H - T_1)}{k_{Al}(T_1 - T_2)} \Rightarrow k_{Cu}(T_H - T_1) = k_{Al}(T_1 - T_2) \quad (1)$$

$$\frac{P_{Al}}{P_b} = 1 = \frac{k_{Al}(T_1 - T_2)}{k_b(T_2 - T_C)} \Rightarrow k_{Al}(T_1 - T_2) = k_b(T_b - T_C) \quad (2)$$