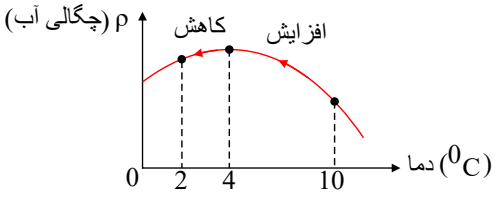
۱ دمای مقداری آب از $۱۰^\circ C$ به $۲^\circ C$ می‌رسد. چگالی آن چگونه تغییر می‌کند؟

۱) پیوسته افزایش
۲) پیوسته کاهش
۳) ابتدا افزایش و سپس کاهش
۴) ابتدا کاهش و سپس افزایش

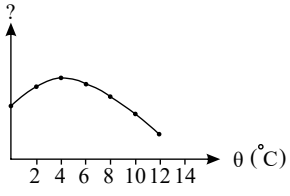
پاسخ: ۴ ۳ ۲ ۱

در محدوده‌ی دمای $۴^\circ C$ تا $۰^\circ C$ رفتار آب غیر عادی است، یعنی در این محدوده با کاهش دما، حجم آب افزایش و در نتیجه چگالی آن کاهش می‌یابد. پس می‌توان گفت از دمای $۱۰^\circ C$ تا $۴^\circ C$ با کاهش دما، حجم آب کاهش و در نتیجه چگالی آب افزایش می‌یابد و از دمای $۴^\circ C$ تا $۰^\circ C$ چگالی آن کاهش می‌یابد.

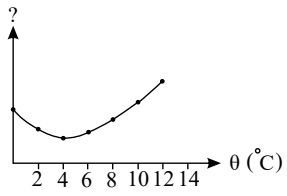


۲ با توجه به نمودارهای زیر، (۱) و (۲) به ترتیب از راست به چپ نمودارهای ..... آب و ..... آب در دماهای نزدیک به صفر هستند. (مقدار ثابتی آب درون یک ظرف را در نظر بگیرید.)

۱) حجم – چگالی
۲) حجم – جرم
۳) چگالی – حجم
۴) چگالی – جرم



(۲)



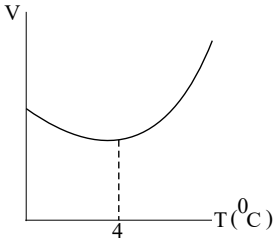
(۱)

پاسخ: ۴ ۳ ۲ ۱ رفتار آب در دماهای نزدیک به صفر غیرعادی است (با کاهش دمای آب). از دماهای بالا تا $۴^\circ C$ حجم آب کاهش و چگالی آن افزایش می‌یابد اما پس از آن حجم آب افزایش و چگالی آن کاهش می‌یابد.

۳ دو ظرف یکسان پر از آب در اختیار داریم. ظرف اول در دمای $۳^\circ C$ قرار دارد و دمای آن را تا $۱^\circ C$ کاهش می‌دهیم و ظرف دیگر در دمای $۱^\circ C$ قرار دارد و دمای آن را تا $۳^\circ C$ افزایش می‌دهیم. سطح آب در ظرف اول و دوم به‌ترتیب چه تغییری می‌کند؟

۱) پایین می‌آید - لبریز می‌گردد.
۲) هر دو سطح تغییری نمی‌کند.
۳) لبریز می‌گردد - پایین می‌آید.
۴) پایین می‌آید - پایین می‌آید.

پاسخ: ۴ ۳ ۲ ۱



در ظرف اول آب $۳^\circ C$ تبدیل به آب $۱^\circ C$ می‌گردد. پس حجم آب افزایش می‌یابد. از طرفی با کاهش دما حجم ظرف نیز کاهش می‌یابد، پس آب لبریز می‌گردد. در ظرف دوم آب $۱^\circ C$ به آب $۳^\circ C$ تبدیل می‌گردد پس حجم آب کاهش می‌یابد. از طرفی ظرف در اثر افزایش دما دچار افزایش حجم می‌گردد و سطح آب پایین می‌آید.

۴ در یک روز تابستانی که دمای باک بنزین اتومبیل شخصی $۴۰^\circ C$ است، شخص باک ۵۰ لیتری اتومبیل خود را پر از بنزین می‌کند. اگر در ابتدا بنزین در مخزنی در زیرزمین با دمای $۱۰^\circ C$ نگهداری شود و سپس به باک منتقل شود، پس از هم‌دما شدن باک و بنزین، چند لیتر بنزین از باک بیرون می‌ریزد؟ ($\beta_{\text{بنزین}} = ۱۰^{-۳}\frac{۱}{K}$ و از افزایش حجم باک صرف نظر کنید.)

۱) ۲ ۲) ۱٫۵ ۳) ۱ ۴) ۰٫۵

پاسخ: ۴ ۳ ۲ ۱ از رابطهٔ انبساط حجمی استفاده می‌کنیم و تغییر حجم بنزین را می‌یابیم:

$$\Delta V = \beta V_۱ \Delta T \Rightarrow \Delta V = ۱۰^{-۳} \times ۵۰ \times (۴۰ - ۱۰) = ۱٫۵L$$

با توجه به این‌که از تغییر حجم باک صرف‌نظر شده است، بنابراین ۱٫۵ لیتر بنزین از باک بیرون می‌ریزد.

۵ در فشار $۱atm$، اگر دمای مقداری آب را از $۳۲^\circ F$ به $۵۰^\circ F$ برسانیم، چگالی آب چگونه تغییر می‌کند؟

۱) پیوسته کاهش می‌یابد.
۲) ابتدا کاهش و سپس افزایش می‌یابد.
۳) پیوسته افزایش می‌یابد.
۴) ابتدا افزایش و سپس کاهش می‌یابد.

پاسخ: ۴ ۳ ۲ ۱ ابتدا با استفاده از رابطهٔ $F = \frac{۹}{۵}\theta + ۳۲$، دمای آب را از درجهٔ فارنهایت به درجهٔ سلسیوس تبدیل می‌کنیم:

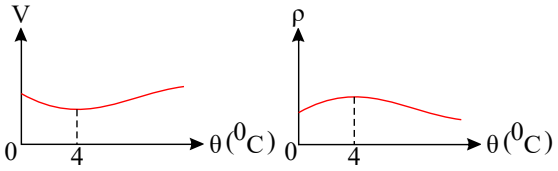
$$F = \frac{۹}{۵}\theta + ۳۲ \Rightarrow \begin{cases} F_۱ = ۳۲^\circ F \Rightarrow ۳۲ = \frac{۹}{۵}\theta_۱ + ۳۲ \Rightarrow \theta_۱ = ۰^\circ C \\ F_۲ = ۵۰^\circ F \Rightarrow ۵۰ = \frac{۹}{۵}\theta_۲ + ۳۲ \Rightarrow \theta_۲ = ۱۰^\circ C \end{cases}$$

از طرفی می‌دانیم که وقتی دمای آب از $۰^\circ C$ افزایش می‌یابد، در بازهٔ $۰^\circ C$ تا $۴^\circ C$، حجم آب کاهش و چگالی آن افزایش و از $۴^\circ C$ به بعد با افزایش دما، حجم آب افزایش و چگالی آن کاهش می‌یابد. بنابراین می‌توان گفت، در بازهٔ دمایی $۳۲^\circ F = ۰^\circ C$ تا $۵۰^\circ F = ۱۰^\circ C$، چگالی آب ابتدا افزایش و سپس کاهش می‌یابد.

۶ اگر دمای آب درون ظرفی از یک درجه‌ی سلسیوس تا ۴ درجه‌ی سلسیوس افزایش یابد، به ترتیب از راست به چپ، حجم و چگالی آن چگونه تغییر می‌کند؟

۱) افزایش می‌یابد، کاهش می‌یابد.
۲) افزایش می‌یابد، افزایش می‌یابد.
۳) کاهش می‌یابد، کاهش می‌یابد.
۴) کاهش می‌یابد، افزایش می‌یابد.

پاسخ: ۴ ۳ ۲ ۱ نمودار تغییرات چگالی و حجم آب بر حسب تغییر دما مطابق شکل‌های روبه‌رو رسم شده است.



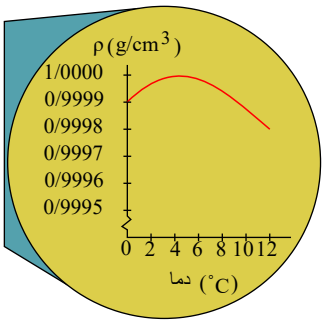
وقتی دمای آب از $۱^\circ C$ تا $۴^\circ C$ افزایش می‌یابد، حجم آن کاهش و چگالی آن افزایش می‌یابد.

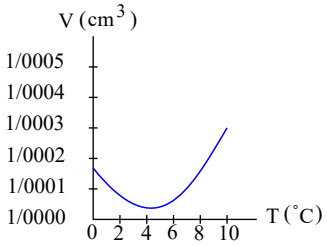
۷ اگر دمای آب درون ظرفی از یک درجهٔ سلسیوس تا ۱۰ درجهٔ سلسیوس افزایش یابد، چگالی آن چگونه تغییر می‌کند؟

۱) ابتدا کاهش سپس افزایش می‌یابد.
۲) افزایش می‌یابد.
۳) کاهش می‌یابد.
۴) ابتدا افزایش سپس کاهش می‌یابد.

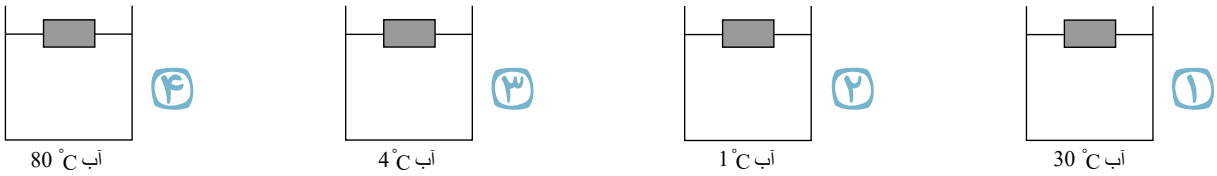
پاسخ: ۴ ۳ ۲ ۱ با توجه به این که آب از دمای صفر تا $۴^\circ C$ رفتاری غیر عادی دارد، با افزایش دما در این بازهٔ دمایی حجم آن کاهش یافته و در نتیجه چگالی آن افزایش می‌یابد و از دمای $۴^\circ C$ تا $۱۰^\circ C$ با افزایش دما، حجم آن

افزایش یافته و در نتیجه چگالی آن کاهش می‌یابد.





۸ در کدام‌یک از شکل‌های زیر مکعب چوبی یکسان کمتر داخل آب فرو رفته است؟ (دمای مکعب در همهٔ شکل‌ها برابر است.)



پاسخ: ۱ ۲ **۳** ۴ آب در $4^\circ C$ کمترین حجم خود و درنتیجه بیشترین چگالی خود را دارد، پس طبق اصل شناوری، حجم کمتری از مکعب چوبی داخل آب قرار می‌گیرد.

در فاصله‌های دمایی بیشتر نسبت به $4^\circ C$ حجم آب افزایش یافته و چگالی آن کاهش می‌یابد. به این ترتیب حجم بیشتری از چوب داخل آب قرار می‌گیرد.

۹ ظرفی شیشه‌ای به حجم $100 cm^3$ را به طور کامل از جیوه پُر می کنیم. اگر دمای مجموعه را $50^\circ C$ افزایش دهیم، چند سانتی‌متر مکعب جیوه از ظرف خارج می‌شود؟ ($\alpha_{\text{شیشه}} = 10^{-5}\frac{1}{K}$ و $\beta_{\text{جیوه}} = 0/18 \times 10^{-3}\frac{1}{K}$)

۱) ۱/۰۵ ۲) ۰/۷۵ ۳) ۰/۱۵ ۴) ۰/۹

پاسخ: ۱ ۳ ۴ **۲** ۱ افزایش حجم جیوه و افزایش گنجایش ظرف را محاسبه می کنیم:

$$\Delta V_{\text{جیوه}} = \beta_{\text{جیوه}} V_1 \Delta\theta = 18 \times 10^{-5} \times 100 \times 50 = 0/9 cm^3$$

$$\Delta V_{\text{شیشه}} = 3\alpha_{\text{شیشه}} V_1 \Delta\theta = 3 \times 10^{-5} \times 100 \times 50 = 0/15 cm^3$$

بنابراین حجم جیوه‌ای که از ظرف بیرون می ریزد، برابر است با:

$$\Delta V_{\text{جیوه}} - \Delta V_{\text{ظرف}} = 0/9 - 0/15 = 0/75 cm^3$$

۱۰ ارلنی شیشه‌ای با دمای $۱۰^\circ C$ و گنجایش $۲۰۰ cm^۳$ در اختیار داریم. این ارلن را با گلیسیرین (که با ارلن هم‌دماست) کاملاً پر کرده‌ایم. اگر دمای ارلن و گلیسیرین را به‌طور هم‌زمان به $۶۰^\circ C$ برسانیم، حجم گلیسیرینی که از ظرف بیرون می‌ریزد، برحسب سانتی‌متر مکعب کدام است؟

($\beta_{\text{گلیسیرین}} = ۵ \times ۱۰^{-۴} \frac{۱}{^\circ C}$ و ضریب انبساط طولی شیشه $۱۰^{-۵} \frac{۱}{^\circ C}$ است.)

۱) ۴٫۷ ۲) ۴۷ ۳) ۵ ۴) ۵۰

پاسخ: ۴ ۳ ۲ **۱** تغییر حجم فضای داخل ارلن و گلیسیرین را بر اثر افزایش دما محاسبه می‌کنیم:

$$\Delta V_{\text{گلیسیرین}} = \beta_{\text{گلیسیرین}} V_۱ \Delta T = ۵ \times ۱۰^{-۴} \times ۲۰۰ \times (۶۰ - ۱۰) = ۵ cm^۳$$

$$\beta_{\text{ارلن}} = ۳\alpha_{\text{ارلن}} = ۳ \times ۱۰^{-۵} \frac{۱}{^\circ C}$$

$$\Rightarrow \Delta V_{\text{ارلن}} = \beta_{\text{ارلن}} V_۱ \Delta T = ۳ \times ۱۰^{-۵} \times ۲۰۰ \times (۶۰ - ۱۰) = ۰٫۳ cm^۳$$

حجم گلیسیرین سرریز شده برابر است با:

$$\Rightarrow \Delta V_{\text{گلیسیرین}} - \Delta V_{\text{ارلن}} = ۵ - ۰٫۳ = ۴٫۷ cm^۳$$

۱۱ مقداری آب داخل یک استوانه‌ی مدرج داریم. مشاهده می‌کنیم ارتفاع آب داخل استوانه‌ی مدرج افزایش می‌یابد. اگر جرم آب ثابت باشد و از تغییر حجم استوانه صرف‌نظر کنیم، کدام‌یک از تغییر دماهای زیر ممکن است برای آب رخ داده باشد؟

A : $۴^\circ C \leftarrow ۳^\circ C$ $\quad$ C : $۱٫۵^\circ C \leftarrow ۳٫۵^\circ C$

B : $۳٫۵^\circ C \leftarrow ۱٫۵^\circ C$ $\quad$ D : $۵٫۵^\circ C \leftarrow ۴٫۵^\circ C$

۱) تمام موارد ۲) B, A ۳) فقط D ۴) D, C

پاسخ: **۴** ۳ ۲ ۱ در بازه‌ی دمایی $۰^\circ C$ تا $۴^\circ C$ با افزایش دما، حجم آب کاهش و چگالی آن افزایش می‌یابد. پس می‌توان نتیجه گرفت با تغییر دمای مشابه مورد C $(۱٫۵^\circ C \leftarrow ۳٫۵^\circ C)$، حجم افزایش می‌یابد و موارد مشابه A $(۴^\circ C \leftarrow ۳^\circ C)$ و B $(۳٫۵^\circ C \leftarrow ۱٫۵^\circ C)$ باعث کاهش حجم می‌شوند.

همچنین پس از دمای $۴^\circ C$ آب نیز مانند دیگر اجسام، با افزایش دما، افزایش حجم و کاهش چگالی دارد. پس می‌توان نتیجه گرفت با تغییر دمای مشابه مورد D $(۵٫۵^\circ C \leftarrow ۴٫۵^\circ C)$، حجم افزایش می‌یابد. بنابراین موارد C , D باعث

افزایش حجم می‌شوند.

۱۲ چگالی جسمی در دمای $100^\circ C$ برابر $5\frac{g}{cm^3}$ است. در چه دمایی بر حسب کلوین، چگالی جسم به $4/82\frac{g}{cm^3}$ می‌رسد؟ $(\alpha_{\text{جسم}} = 4\times10^{-5}\frac{1}{K})$

۱) ۳۰۰ ۲) ۴۰۰ ۳) ۵۷۳ ۴) ۶۷۳

پاسخ: ۱ ۲ ۳ **۴**

با استفاده از رابطهٔ تغییر چگالی با تغییرات دما، داریم:

$$\Delta\rho = -\rho_1\beta\Delta\theta$$

$$\Rightarrow 4/82 - 5 = -5\times3\times4\times10^{-5}\times\Delta\theta \Rightarrow \Delta\theta = 300^\circ C$$

$$\Rightarrow \theta_2 - 100 = 300 \Rightarrow \theta_2 = 400^\circ C = 673K$$

۱۳ ظرفی توسط ۲ لیتر مایع با ضریب انبساط حجمی $1/2\times10^{-4}\frac{1}{K}$ به طور کامل پر شده است. اگر دمای ظرف و مایع را $60^\circ C$ افزایش دهیم، چند سانتی‌متر مکعب مایع از ظرف بیرون می‌ریزد؟ (ضریب انبساط خطی ظرف $\frac{2}{3}\times10^{-5}K^{-1}$ است.)

۱) $13/6\times10^{-3}$ ۲) ۱۲ ۳) ۱۳/۶ ۴) ۱۶/۸

پاسخ: ۱ ۳ ۴ **۲**

با استفاده از رابطه‌ی بین دما و افزایش حجم مایع و ظرف، می‌توان نوشت:

$$\Delta V_{\text{ظاهری}} = \Delta V_{\text{مایع}} - \Delta V_{\text{ظرف}} = V_1(\beta - 3\alpha)\Delta\theta$$

$$\Delta V_{\text{ظاهری}} = 2\times10^3\times(1/2\times10^{-4} - 3\times\frac{2}{3}\times10^{-5})\times60 \Rightarrow \Delta V_{\text{ظاهری}} = 12cm^3$$

۱۴ ظرفی به حجم $۱۰۰cm^۳$ را به‌وسیله‌ی مایعی به‌طور کامل پُر می‌کنیم و سپس دمای ظرف ومایع را $۵۰^\circ C$ افزایش می‌دهیم. اگرضریب انبساط سطحی ظرف $\frac{۲}{۳}$ برابر ضریب انبساط حجمی مایع باشد، چند $cm^۳$ مایع از ظرف بیرون می‌ریزد؟

۱) ۱٫۵ ۲) ۱٫۲ ۳) ۰٫۵ ۴) صفر

پاسخ: ۴ ۳ ۲ ۱ چون ضریب انبساط سطحی ظرف، $\frac{۲}{۳}$ برابر ضریب انبساط حجمی مایع است. داریم:

$$۲\alpha_{\text{ظرف}} = \frac{۲}{۳}\beta_{\text{مایع}} \Rightarrow \beta_{\text{مایع}} = ۳\alpha_{\text{ظرف}}$$

باتوجه به این‌که $\beta_{\text{مایع}} = ۳\alpha_{\text{ظرف}}$ است، طبق رابطه‌ی $\Delta V = V_۱\beta\Delta T$، با حجم اولیه‌ی یکسان و به‌ازای تغییر دمای یکسان، تغییر حجم ظرف و مایع باهم برابر است، بنابراین مایع از ظرف بیرون نمی‌ریزد.

$$\begin{cases} \Delta V_{\text{ظرف}} = V_۱(۳\alpha)\Delta T \\ \Delta V_{\text{مایع}} = V_۱\beta\Delta T \xrightarrow{\beta=۳\alpha} \Delta V_{\text{مایع}} = V_۱(۳\alpha)\Delta T \end{cases}$$

$$\Delta V_{\text{ظرف}} = \Delta V_{\text{مایع}}$$

۱۵ بالنی شیشه‌ای را که حجم آن در دمای $۰^\circ C$ برابر ۱۰۰۰ سانتی‌متر مکعب است، با جیوه با همان دمای بالن پر کرده‌ایم. اگر بالن و جیوه را تا دمای $۱۰۰^\circ C$ گرم کنیم، ۱۵٫۲ سانتی‌متر مکعب جیوه از بالن بیرون می‌ریزد. اگر ضریب انبساط حجمی جیوه $\frac{۱}{K}$ ۱۸×۱۰^{-۵} باشد، ضریب انبساط خطی شیشه برحسب $\frac{۱}{K}$ تقریباً کدام است؟

۱) $۲٫۸ \times ۱۰^{-۵}$ ۲) ۶×۱۰^{-۵} ۳) $۹٫۳ \times ۱۰^{-۶}$ ۴) $۸٫۴ \times ۱۰^{-۶}$

پاسخ: ۴ ۳ ۲ ۱

$$\Delta V = V\cdot(\beta_{\text{جیوه}} - ۳\alpha_{\text{بالن}})\Delta T \Rightarrow \beta_{\text{جیوه}} - ۳\alpha_{\text{بالن}} = \frac{\Delta V}{V\cdot\Delta T} \Rightarrow ۳\alpha_{\text{بالن}} = \beta_{\text{جیوه}} - \frac{\Delta V}{V\cdot\Delta T}$$

$$۳\alpha_{\text{بالن}} = ۱۸ \times ۱۰^{-۵} - \frac{۱۵٫۲}{۱۰۰۰ \times ۱۰۰} = ۲٫۸ \times ۱۰^{-۵} \Rightarrow \alpha \simeq ۹٫۳ \times ۱۰^{-۶}\frac{۱}{K}$$

۱۶ ظرفی به گنجایش ۰٫۵ لیتر حاوی $۴۸۰cm^۳$ از مایعی به ضریب انبساط حجمی $۵\times ۱۰^{-۴}\frac{۱}{K}$ است. اگر دمای مجموعه را $۱۰۰^\circ C$ افزایش دهیم، $۲٫۵cm^۳$ مایع از ظرف سرریز می‌کند. ضریب انبساط طولی ظرف چند واحد SI است؟

۱) $۱٫۵\times ۱۰^{-۴}$ ۲) $۱۰^{-۵}$ ۳) ۳×۱۰^{-۵} ۴) ۵×۱۰^{-۵}

پاسخ: ۱ ۲ ۳ ۴

حجم مایع سرریز شده $= \Delta V_{\text{مایع}} - \Delta V_{\text{ظرف}} = (۵۰۰ - ۴۸۰)$

$\Rightarrow ۲٫۵ = V_{۱\,\text{مایع}}\,\beta_{\text{مایع}}\,\Delta T - V_{۱\,\text{ظرف}}\,۳\alpha_{\text{ظرف}}\,\Delta T - ۲۰$

$\Rightarrow ۲٫۵ = ۴۸۰\times ۵\times ۱۰^{-۴}\times ۱۰۰ - ۵۰۰\times ۳\times \alpha_{\text{ظرف}}\times ۱۰۰ - ۲۰$

$\Rightarrow ۵۰۰\times ۳\times ۱۰۰\times \alpha_{\text{ظرف}} = ۱٫۵ \Rightarrow \alpha_{\text{ظرف}} = ۱۰^{-۵}\frac{۱}{^\circ C}$

۱۷ درون ظرفی به حجم $۵۰cm^۳$ مقدار $۴۹cm^۳$ مایع در دمای $۲۰^\circ C$ وجود دارد. اگر دمای مجموعه را به $۷۰^\circ C$ برسانیم، چند سانتی‌متر مکعب از مایع درون ظرف سرریز می‌شود؟ ($\beta_{\text{مایع}} = ۱۰^{-۳}K^{-۱}$ ، $\alpha_{\text{ظرف}} = ۱۰^{-۴}K^{-۱}$)

۱) ۱٫۲ ۲) ۱٫۷ ۳) ۰٫۷ ۴) صفر

پاسخ: ۱ ۲ ۳ ۴

$$\Delta V_{\text{مایع واقعی}} = \beta V_۱ \Delta T \xrightarrow[V_۱=۴۹cm^۳\ ,\ \beta=۱۰^{-۳}K^{-۱}]{\Delta T=۷۰-۲۰=۵۰^\circ C=۵۰K} \Delta V_{\text{مایع واقعی}} = ۱۰^{-۳}\times ۴۹\times ۵۰ \Rightarrow \Delta V_{\text{مایع واقعی}} = ۲٫۴۵cm^۲$$

اکنون افزایش حجم ظرف را حساب می‌کنیم:

$$\Delta V_{\text{ظرف}} = \beta_{\text{ظرف}} V'_۱ \Delta T \xrightarrow[V'_۱=۵۰cm^۳\ ,\ \Delta T=۷۰-۲۰=۵۰^\circ C=۵۰K]{\beta_{\text{ظرف}}=۳\alpha=۳\times ۱۰^{-۴}K^{-۱}} \Delta V_{\text{ظرف}} = ۳\times ۱۰^{-۴}\times ۵۰\times ۵۰ \Rightarrow \Delta V_{\text{ظرف}} = ۰٫۷۵cm^۳$$

از طرف دیگر می‌دانیم حجم مایع سرریزشده برابر اختلاف افزایش حجم واقعی مایع و افزایش حجم ظرف است. با توجه به این که در ابتدا قسمتی از حجم ظرف خالی بوده است، لذا وقتی مایع افزایش حجم می‌یابد، ابتدا حجم قسمت خالی را پر می‌کند و سپس بقیهٔ آن سرریز می‌شود.

حجم مایع سرریزشده

$= \Delta V_{\text{واقعی مایع}} - (\Delta V_{\text{ظرف}} + \text{حجم فضای خالی ظرف}) = ۲٫۴۵ - (۰٫۷۵ + (۵۰ - ۴۹))$

$\Rightarrow$ حجم مایع سرریز شده $= ۲٫۴۵ - ۱٫۷۵ = ۰٫۷cm^۳$

۱۸ یک ظرف نازک به حجم ۲ لیتر از مایعی هم‌دما با ظرف پر شده است. اگر ضریب انبساط خطی ظرف و ضریب انبساط حجمی مایع به ترتیب از راست به چپ برابر $۲\times۱۰^{-۵}\frac{۱}{^\circ C}$ و $۹\times۱۰^{-۵}\frac{۱}{^\circ C}$ باشد، وقتی دمای ظرف و مایع $۵۰^\circ C$ افزایش می‌یابد، چند سانتی‌متر مکعب از ظرف بیرون می‌ریزد؟

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۶

پاسخ: ۴ ۳ ۲ ۱ تغییر حجم مایع و ظرف را محاسبه می‌کنیم و از هم کم می‌کنیم. توجه داشته باشید که ضریب انبساط حجمی ۳ برابر ضریب انبساط خطی جامدها می‌باشد.

تغییر حجم ظرف $\Delta V_۱ = V_۱(۳\alpha)\Delta\theta = ۲۰۰۰\times۳\times۲\times۱۰^{-۵}\times۵۰ = ۶cm^۳$

تغییر حجم مایع $\Delta V_۲ = V_۲(\beta)\Delta\theta = ۲۰۰۰\times۹\times۱۰^{-۵}\times۵۰ = ۹cm^۳$

حجم مایعی که از ظرف خارج می‌شود. $= ۹ - ۶ = ۳cm^۳$

نکته: هر لیتر برابر $۱۰^۳$ سانتی‌متر مکعب است.

۱۹ بالنی شیشه‌ای که در دمای صفر درجهٔ سلسیوس حجم آن دقیقاً برابر $۱۰۰۰cm^۳$ است با جیوه با همین دما پُر شده است. اگر شیشه و جیوه را تا دمای $۱۰۰^\circ C$ گرم کنیم $۱۵٫۲cm^۳$ جیوه از آن بیرون می‌ریزد. اگر ضریب انبساط حجمی جیوه $۱۸\times۱۰^{-۵}K^{-۱}$ باشد، ضریب انبساط خطی شیشه تقریباً چند $K^{-۱}$ است؟

۱) $۲٫۸\times۱۰^{-۵}$ ۲) ۶×۱۰^{-۲} ۳) $۹٫۳\times۱۰^{-۶}$ ۴) $۸٫۴\times۱۰^{-۶}$

پاسخ: ۴ ۳ ۲ ۱

افزایش حجم ظرف − افزایش حجم مایع = حجم مایع بیرون ریخته شده

$\Rightarrow \Delta V = \Delta V_{\text{مایع}} - \Delta V_{\text{ظرف}} \Rightarrow \Delta V = V_۱\beta\Delta T - V_۱۳\alpha\Delta T$

$$\Delta V = V_۱(\beta - ۳\alpha)\Delta T \Rightarrow \beta - ۳\alpha = \frac{\Delta V}{V_۱\Delta T} \Rightarrow ۳\alpha = \beta - \frac{\Delta V}{V_۱\Delta T}$$

$$\Rightarrow ۳\alpha = ۱۸\times۱۰^{-۵} - \frac{۱۵٫۲}{۱۰۰۰\times۱۰۰} = ۲٫۸\times۱۰^{-۵}\frac{۱}{K} \Rightarrow \alpha \simeq ۹٫۳\times۱۰^{-۶}\frac{۱}{K}$$

۲۰ ظرفی را به‌طور کامل از مایعی به ضریب انبساط حجمی $۵۱ \times ۱۰^{-۵} \frac{۱}{K}$ پر می‌کنیم. اگر دمای ظرف و مایع را $۲۰^{\circ}c$ افزایش دهیم، $۰/۳cm^{۳}$ مایع از ظرف بیرون می‌ریزد. اگر در همان دمای اولیه ظرف را به‌طور کامل از مایعی دیگر به ضریب انبساط حجمی $۳۵ \times ۱۰^{-۵} \frac{۱}{K}$ پر کنیم و دما را به همان اندازه افزایش دهیم، $۰/۲cm^{۳}$ مایع از ظرف بیرون می‌ریزد. ضریب انبساط طولی ظرف چند واحد SI است؟

۱) ۳×۱۰^{-۵} ۲) ۱×۱۰^{-۵} ۳) $۱/۵ \times ۱۰^{-۵}$ ۴) $۰/۵ \times ۱۰^{-۵}$

پاسخ: ۴ ۳ **۲** ۱ رابطهٔ انبساط مایع سرریز از ظرفی که پر است برابراست با:

سرریزی مایع $\Delta V = V_{۱}(B_{\text{مایع}} - ۳\alpha_{\text{ظرف}})\Delta\theta$

با تقسیم این رابطه در هر دو حالت داریم:

$$\frac{\Delta V = V_{۱}(B - ۳\alpha)\Delta\theta}{\Delta V' = V_{۱}(B' - ۳\alpha)\Delta\theta} \rightarrow \frac{۰/۳}{۰/۲} = \frac{۵۱ \times ۱۰^{-۵} - ۳\alpha}{۳۵ \times ۱۰^{-۵} - ۳\alpha} \xrightarrow{\text{طرفین وسطین}}$$

$$۱۰/۲ \times ۱۰^{-۵} - ۰/۶\alpha = ۱۰/۵ \times ۱۰^{-۵} - ۰/۹\alpha \Rightarrow ۰/۳\alpha = ۰/۳ \times ۱۰^{-۵} \Rightarrow \alpha = ۱۰^{-۵}(\frac{۱}{K})$$