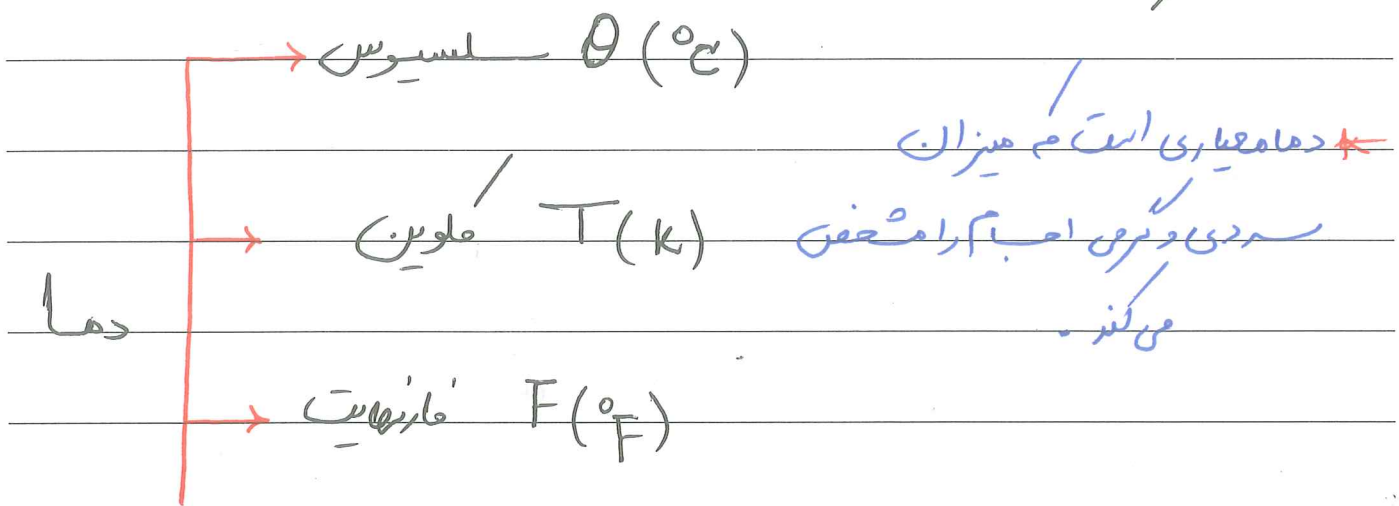


- دما و گرمی ما:



نقده 1: $T (\text{K}) = \theta (^{\circ}\text{C}) + 273$, $F (^{\circ}\text{F}) = \frac{9}{5} \theta (^{\circ}\text{C}) + 32$

نقده 2: $\Delta T_{(\text{K})} = \Delta \theta_{(^{\circ}\text{C})} \neq \Delta F_{(^{\circ}\text{F})}$; $\Delta F = \frac{9}{5} \Delta \theta$

مثال 1: $37^{\circ}\text{C} = ? \text{K}$, $?^{\circ}\text{F}$

$$T (\text{K}) = 37 (^{\circ}\text{C}) + 273 = 310 \text{ K}$$

$$F (^{\circ}\text{F}) = \frac{9}{5} (37^{\circ}\text{C}) + 32 = 98.6 (^{\circ}\text{F})$$

مثال 2: دمای جسی بر حسب $^{\circ}\text{C}$ در صد از دمای آن بر حسب کلوین کمتر است. دمای این جسم چند $^{\circ}\text{C}$ است؟

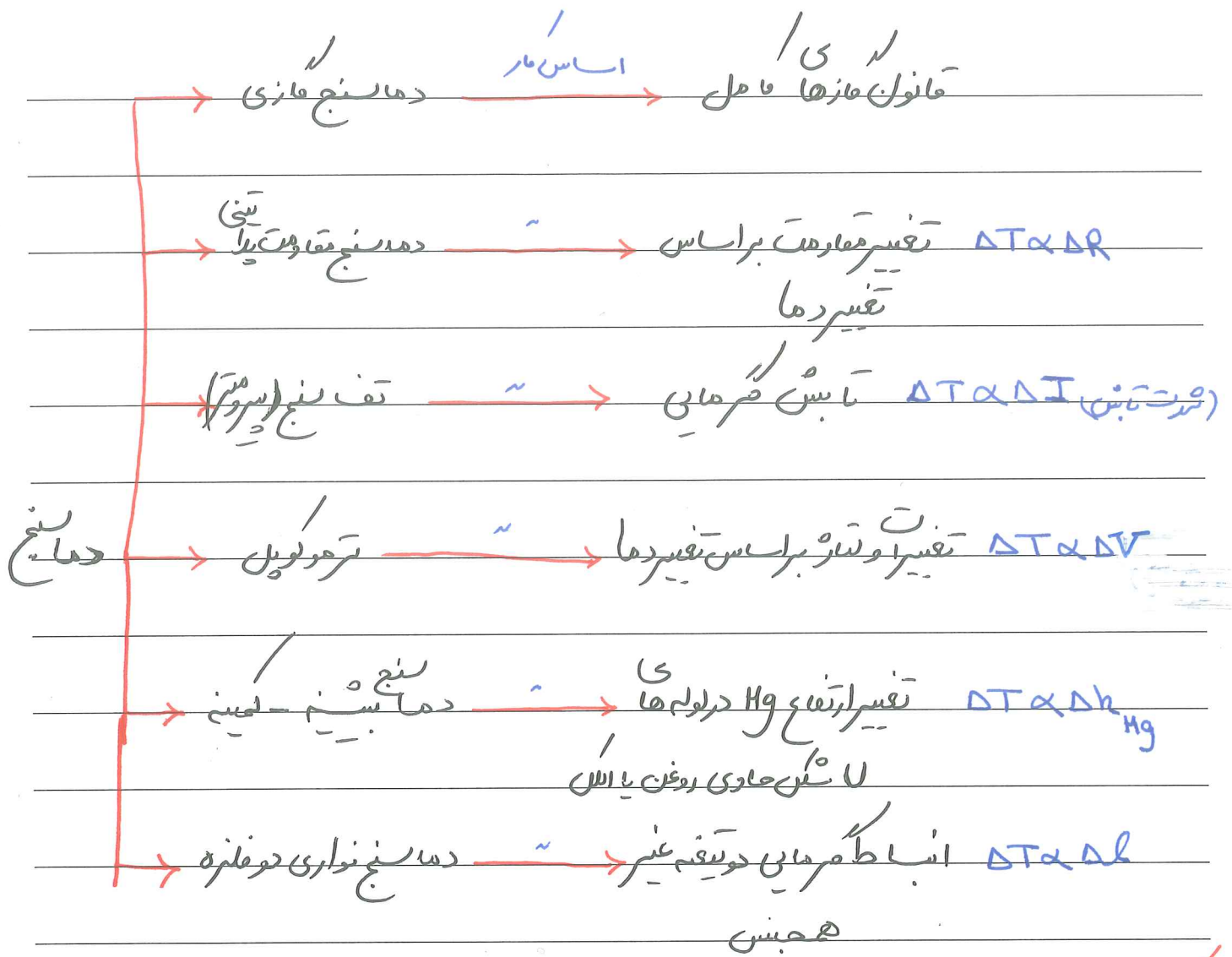
$$\theta (^{\circ}\text{C}) = T_{(\text{K})} - \frac{75}{100} T_{(\text{K})} \Rightarrow \theta (^{\circ}\text{C}) = \frac{T_{(\text{K})}}{4} \Rightarrow T_{(\text{K})} = 4 \theta (^{\circ}\text{C})$$

$$\Rightarrow \theta (^{\circ}\text{C}) + 273 = 4 \theta (^{\circ}\text{C}) \Rightarrow \boxed{\theta (^{\circ}\text{C}) = 91^{\circ}\text{C}}$$

مثال 3: دمای جسم بر حسب $^{\circ}\text{C}$ چند باشد دمای آن بر حسب $^{\circ}\text{F}$ و K برابر باشند؟

$$T (\text{K}) = F (^{\circ}\text{F}) \Rightarrow \theta (^{\circ}\text{C}) + 273 = \frac{9}{5} \theta (^{\circ}\text{C}) + 32 \Rightarrow \frac{4}{5} \theta = 241$$

$$\Rightarrow \theta = \frac{1205}{4} = 301.25^{\circ}\text{C}$$



نکات مهم:

- ① دماسنج‌ها را که دماسنج مقاومت پلاتینی و پیرومترا، دماسنج‌ها معیار هستند
- ② ترموکوپل:
 - * از دو سیم غیر همجنس به از یک طرف به جایی می‌خواهیم دما سنجی را اندازه بگیریم از طرف دیگر در طرف محتوی آب دما سنجی قرار دارد
 - * اختلاف دما سبب ایجاد اختلاف پتانسیل و در نتیجه حرکت الکترون‌ها و ایجاد جریان الکتریکی در سیم‌ها می‌شود که جهت این جریان از جسم سرد به جسم گرم است.
 - * مزیت‌های ترموکوپل ۱- جسم کم نقطه اتصال و در نتیجه دقتش سریع ۲- دقت بالا (mA, mA)
- ③ ستره دما سنجی بالا

3) دما سنج بستن / بستن:

از این دما سنج در هر آنزیم در پس من و لیاه ، با غداری ، هوا شناسی و ... استفاده می شود.

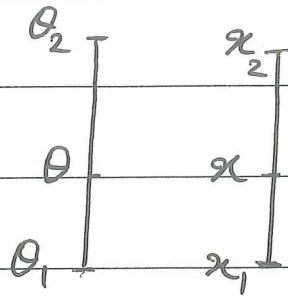
اگر در محیطی که این دما سنج قرار دارد ، دما افتزایش یابد ، روغن یا الکل موجود در سمت چپ لوله همیشه سرد و جیوه موجود در لوله راست را در سمت چپ لوله به پایین می راند و جیوه در سمت راست لوله با راهی آید تا مقدار max دما ؛ از اینجاست بعد آن دما کاهش یابد ، جیوه در لوله راست پایین می آید اما سطح فولادی در همان نقطه قبلی می ماند و عددی که سطح فولادی روی آن قرار دارد max دما را نشان می دهد.

اگر همین روزی کاهش دما اندام سیر افتزایش موجود در لوله عقبین سرد و جیوه در لوله سمت چپ بالا می رود تا کمترین دمای محیط از آنجا به بعد با افتزایش دمای محیط جیوه در سمت چپ لوله به پایین می آید اما سطح فولادی در همان جایی قبلی باقی می ماند و عددی که سطح فولادی روی آن قرار دارد min دما را نشان می دهد.

نتیجه: رابطه بین دماهای آنها:

هرگاه خواستیم یک دما را با مقیاس نامعلوم را بر حسب یک دما را با مقیاس معلوم درج کنیم، در صورتی که دما را با مقیاس نامعلوم، دو دمای مشخص θ_1 و θ_2 را به ترتیب با x_1 و x_2 نشان دهد، رابطه بین مقیاس دما را با مقیاس نامعلوم، در دما را با مقیاس معلوم به صورت زیر یک تناسب ساده خواهد بود:

$$\frac{\theta - \theta_1}{\theta_2 - \theta_1} = \frac{x - x_1}{x_2 - x_1}$$



دماهای معلوم دماهای دلخواه

مثال: یک دما را با مقیاس مخصوص، نقطه ذوب بزرگ را 2 درجه و نقطه جوش آب را 100 درجه نشان دهد. این دما را با مقیاس جسی را که 25°C است، چند درجه نشان خواهد داد؟

نقطه ذوب بزرگ 0°C و نقطه جوش آب 100°C است. $x_1 = 20$ و $x_2 = 100$ و $\theta = 25$

$$\frac{\theta - \theta_1}{\theta_2 - \theta_1} = \frac{x - x_1}{x_2 - x_1} \Rightarrow \frac{25 - 0}{100 - 0} = \frac{x - 20}{100 - 20} \Rightarrow x = 40$$

مثال: فرض کنید بین دماهای نقطه ذوب بزرگ و جوش آب را در رابطه معکوس 10 و 220 اتفاق کرده باشند.

اگر دمای این دما را با θ_F و دمای دما را با θ_C نشان دهیم، هر دو رابطه درین است؟

$$\theta_{F1} = 40 \quad \theta_{C1} = 0^\circ\text{C}$$

$$\theta_{F2} = 220 \quad \theta_{C2} = 100^\circ\text{C}$$

$$\theta_F = \frac{9}{5}\theta_C + 40 \quad (1)$$

$$\theta_F - 32 = \frac{\theta_C}{1.8} \quad (2)$$

$$\theta_F = \frac{9}{5}\theta_C - 32 \quad (3)$$

$$\theta_F = 2.2\theta_C + 40 \quad (4)$$

$$\frac{\theta_C - \theta_{C1}}{\theta_{C2} - \theta_{C1}} = \frac{\theta_F - \theta_{F1}}{\theta_{F2} - \theta_{F1}} \Rightarrow \frac{\theta_C - 0}{100 - 0} = \frac{\theta_F - 40}{220 - 40}$$

$$\Rightarrow \theta_F = \frac{9}{5}\theta_C + 40$$

مثال: به ازای ماوا در تغییرات دما در یک دما سنج به صورت خطی مدرج شده است. عدد دما سنج ۲۰ سیوس ۱۵ درجه

سیوس تغییر می کند. این دما سنج اگر در فشار $1 \text{ atm} = 60^\circ \text{C}$ را برابر ۲۰ نشان دهد، درجه دمای

بر حسب درجه سیوس در همین فشار این دما سنج و دما سنج سیوس عدد یکسانی را نشان می دهد؟

$$\Delta x = 10 \Rightarrow x_2 - x_1 = 10 \quad , \quad \theta_1 = 60 \quad , \quad x_1 = 20$$

$$\Delta \theta = 15 \Rightarrow \theta_2 - \theta_1 = 15 \quad ? - \theta = x$$

$$\Rightarrow \frac{\theta - \theta_1}{\Delta \theta} = \frac{x - x_1}{\Delta x} \Rightarrow \frac{\theta - 60}{15} = \frac{\theta - 20}{10} \Rightarrow \theta = x = 60^\circ \text{C}$$

مثال: ارتفاع ستون جیوه دما سنجی در دمای 90°C برابر 50 mm و در دمای 34°C برابر 159 mm است

ارتفاع ستون جیوه این دما سنج در دمای 48°C چند mm است؟ (P ثابت) (تفسیر ارتفاع جیوه خطی است)

انبساط گرمایی: بیشتر مواد با افزایش دما حجمتان زیاد و با کاهش دما حجمتان کم می شود.

افزایش دما \rightarrow ایجاد نوسان با دامنه‌ی بیشتر در جسم جامد \rightarrow افزایش فاصله‌ی اتم‌ها از یکدیگر

کاهش دما \leftarrow کاهش دامنه‌ی نوسان اتم‌ها \leftarrow کاهش فاصله‌ی اتم‌ها \leftarrow انقباض

باز شدن درب قوطی شیشه‌ای با ریختن آب گرم روی آن،

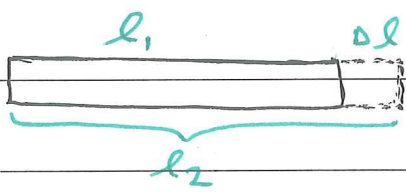
جدا شدن یوانتهای که در هم هر کرده اند، در صورتی که در لیوان داخل آب سرد ریخته و لیوان را

در آب گرم قرار داده ایم

ساخت مواد پرکننده دندان با ضریب انبساطی با دندان فرد؛ مثال‌هایی شهومی

از بحث انبساط گرمایی اجسام می‌آید

انبساط گرمایی به صورت اشتقاقی افتد:

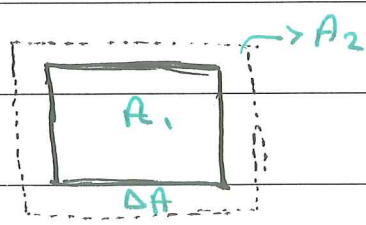


$$l_2 = l_1 (1 + \alpha \Delta \theta)$$

$$\Delta l = l_1 \alpha \Delta \theta$$

① طولی یا خطی

α : ضریب انبساط طولی
در جسم بی‌شکل دانه

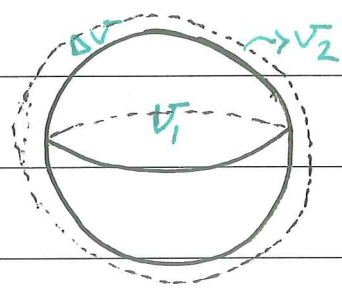


$$A_2 = A_1 (1 + \gamma \Delta \theta)$$

$$\Delta A = A_1 (2\alpha) \Delta \theta$$

② سطحی

تقریباً $\gamma = 2\alpha$
که ضریب انبساط سطحی



$$V_2 = V_1 (1 + \beta \Delta \theta)$$

$$\Delta V = V_1 (3\alpha) \Delta \theta$$

③ حجمی

تقریباً $\beta = 3\alpha$
که ضریب انبساط حجمی

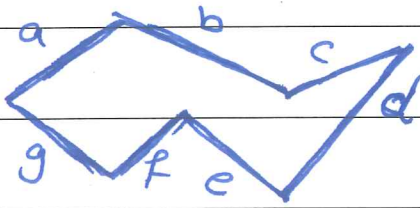
8) برای دو جسم A و B در صورتی که ضریب انبساط طولی A از ضریب انبساط طولی B بیشتر باشد ($\alpha_A > \alpha_B$)، آنگاه تغییر طول A نیز از تغییر طول B بیشتر است.
 چه دمایی شود و چه زیاد.
 ($\Delta L_A > \Delta L_B$)

اگر دما بیشتر شود طول A نسبت به طول B خیلی زیاد می شود.
 اگر دما کمتر شود طول A نسبت به طول B کمی کم می شود.

9) نکته 8 اساساً دارد اما با ترموستات است.

10) نسبت تغییر حجم به تغییر طول همان نسبت $\frac{\beta}{\alpha}$ است، در نسبت تغییر مساحت به تغییر طول $\frac{\gamma}{\alpha}$ $N_{\alpha \beta}$

11) امر مجموعه ای از تعدادی میله با ضریب انبساط طولی یکسان که به شکل های مختلف به هم وصل شده اند تشکیل شده است، پس از گرم کردن مجموعه به اندازه ΔT هیچ یک از طولهای بین میله ها تغییر نمی کنند $N_{\alpha \beta}$



12) رابطه ای تغییر حال حجم با دما به صورت $\rho_2 = \frac{\rho_1}{1 + \beta \Delta T}$ است، و تقریبی مناسب به صورت $\rho_2 = \rho_1 (1 - 3\beta \Delta T)$ خواهد بود.

13) اگر دما را افزایش دما مقداری از مایع درون ظرفی به ضریب انبساط طولی α بیرون بیرون بیفتد، آنگاه: $N_{\alpha \beta}$

حجم مایع منبسط شده = حجم ظرف + حجم مایع بیرون ریخته
 فرض این است که ظرف از مایع در ابتدا پر بوده است

$$V_1 = V_2 \Delta \theta (\beta - 3\alpha)$$

 بیرون ریخته شده
 ظرف این است که ظرف از مایع در ابتدا پر بوده است

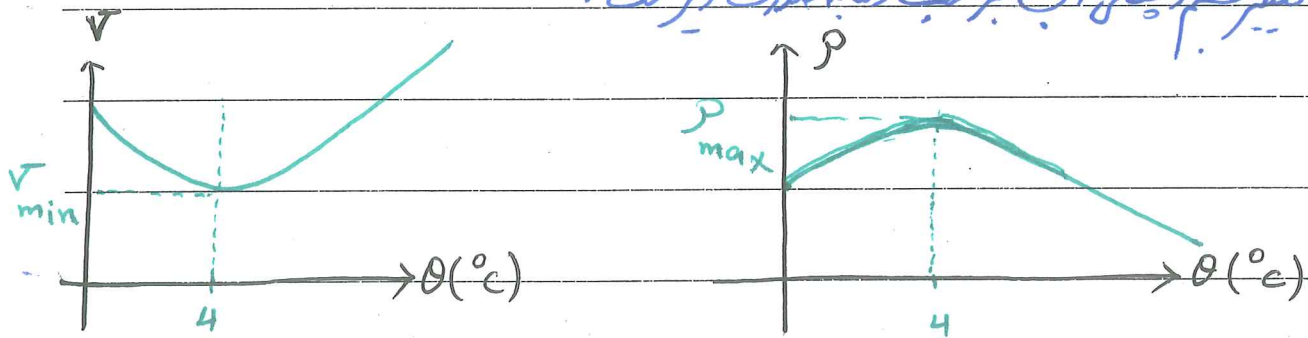
$$V_1 = V_2 \Delta \theta (\beta - 3\alpha)$$

اسماء غیر عادی آب: همانطور که قبلاً گفتیم اکثر مواد با افزایش دما حجمشان افزایش می‌دهد اما آب در این مورد استثنای است! البته نه در همه دماهای. این رفتار غیر عادی تنها در دماهای صفر تا 4 درجهی سلسیوس قابل مشاهده است؛ یعنی اگر آب را به تدریج گرم کنیم دماهای صفر به 4 درجهی سلسیوس برابر است با حجمش ما مشاهده می‌کنیم و جغالی آن افزایش می‌یابد. از این دما (4°C) به بعد با افزایش دما مانند دیگر اجسام هم آب افزایش خواهد یافت.

این اتفاق باعث می‌شود که آب دریاچه‌ها و دریاچه‌ها از بالا به پایین یخ بزنند و همین عامل باعث می‌شود که موجوداتی که در زیر آب زندگی می‌کنند در فصل زمستان زنده بمانند.

این یعنی دمای سطح آب از دمای نقاط عمیق تر آب کمتر است.

نمودار تغییر حجم جغالی آب بر حسب دما به صورت زیر است.



باتوجه به نمودار، کمترین حجم (V_min) در کمترین جغالی (P_max) جغالی آب در دما 4°C اتفاق می‌افتد.

ماهس جغالی و افزایش حجم در دماهای بالاتر از 4°C
 4°C
 ماهس جغالی و افزایش حجم در دماهای پایین تر از صفر
 $\rho_{max} = 1 \frac{g}{cm^3}$
 $V_{min} = 1 \text{ cm}^3$

نکات:

① یغی α ، δ و β همگی بیان دبرابر $\frac{1}{c} = \frac{1}{\alpha} = \frac{1}{\beta} = \frac{1}{\delta}$ است

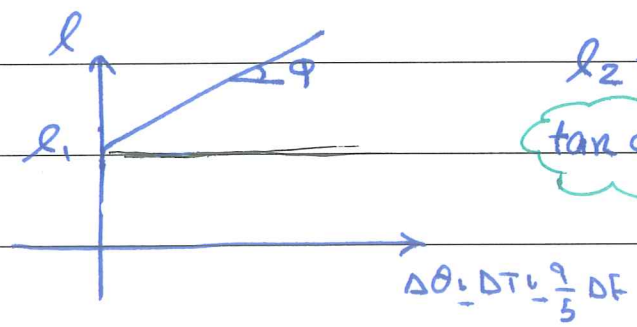
② انبساط طولی سترها مدتها در راستاها مختلف با ضریب انبساط طولی یکسان است

③ انبساط مایعات تنها به صورت حجمی در نظر گرفته می شود

④ افزایش حجم مایعات از افزایش حجم جامدات ستر است؛ زیرا اولاً فاصله‌ی مولکولهای مایع از جامد ستر است و ثانیاً ضریب انبساط حجمی مایعات از جامدات ستر است. بنابراین از انبساط حجمی جامدات در مقابل مایعات صرف نظر می کنیم.

⑤ با توجه به این روابط با افزایش دما طول و مساحت و حجم جامدات و مایعات دما این مقادیر نیز افزایش می یابند.
 $\Delta l \propto \Delta \theta$

⑥ نمودار تغییرات طول بر حسب دما برای اجسامی با ضریب انبساط طولی α و طول اولیه l_1 به صورت زیر است



$$l_2 = l_1 (1 + \alpha \Delta \theta) = l_1 + l_1 \alpha \Delta \theta$$
$$\tan \phi = l_1 \alpha$$

⑦ نمودار تغییرات سطح و تغییرات حجم بر حسب دما نیز همینطور است اما با شیب در عرض از مبدأ

$$\beta > \gamma > \alpha$$

* هنگامی که دمای مقداری آب را پایین می آوریم بین مولکول ها و مولکول های مجاورشان پیوندهایی
 (با طول بیشتر و قدرت ضعیف تر نسبت به پیوندهای بین خود مولکول های آب) ایجاد می شود
 این پیوندها باعث مولکول های یخ در فاصلی بیشتری نسبت به آب از هم قرار می گیرند و دما کمی نوسان
 این مولکول ها نیز کمتر خواهد شد و در نتیجه حجم یخ نسبت به آب بیشتر می شود.

NaqB
 * با توجه به شکل کتاب درسی تعداد پیوندهای بین مولکول در آب 2 یا 3 است.
 اما در یخ تعداد پیوندهای بین مولکول 3 یا 4 است.

* از آب به چه دلیل نمی توان بعنوان دما یخ استفاده کرد؟

① اصول کار دماسنج های جیوه ای و الکی انبساط مایع با افزایش دما است (دما بیشتر، انبساط بیشتر)
 اما رفتار غیر عادی آب باعث می شود که آب ماده ای دما سنجی مناسب نباشد.

② به دلیل ظرفیت گرمایی بالای آب باعث می شود که بازه ی تغییراتی دمای آب نسبت به هر مایعی که
 می لید خیلی کم باشد (مثلاً ۵۰ کلم) یعنی آب نسبت به تغییرات گرمایی معمولی در زمین روزمره
 و انش زیادی از خود نشان ندهد و بر این اساس تغییرات دمای آب حسوس نبوده و برای
 ماده ای دما سنجی معرود مناسب نیست. البته در این مورد در ادامه ی درس بیشتر صحبت خواهیم کرد.

* وجود یک جریان هرفتی (در ادامه توضیح داده خواهد شد) باعث می شود که بعنوان مثال اتم دمای آب بر از
 ۱۰°C کم نسیم تا دمای 4°C، آب با دمای بیشتر به دلیل چگالی بیشتر نقاط عمیق تر در آب با دما کمتر
 به دلیل چگالی کمتر در سطح قرار لید.

NaqB
 * با افزایش دمای آب از صفر به بالا غفاری که آب به لفظی که در آن قرار دارد تغییر نمی کند چون
 به هر نسبت که ارتفاع آب زیاد شود (در اثر انبساط) چگالی آب کاهش می یابد و فشار آبت می ماند

(مابت) $P \propto \rho g h$

مسئله 1) (تقریباً ص 100 انتساب):

$$d_1 = 2,154 \text{ cm} \Rightarrow r_1 = 1,27 \text{ cm}$$

پایخ: $\Delta\theta = 200^\circ\text{C}$

$$\Delta A = A_1 (2\alpha) \Delta\theta$$

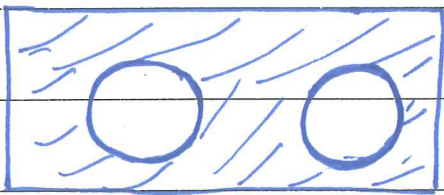
$\Delta A = ?$

$$\Delta A = \pi (1,27)^2 \times 10^{-4} \times 2 (19 \times 10^{-6}) \times 200$$

$$\alpha_{\text{پایخ}} = 19 \times 10^{-6} \frac{1}{\text{K}}$$

$$\Rightarrow \Delta A = 3,84 \times 10^{-6} \text{ m}$$

مسئله 2) در شش زیر با افزایش دما قطر دایره ها و فاصله ی بین دایره ها چگونه تغییر خواهد کرد؟



پایخ: هر دو دایره در هنگام افزایش دما، تمام نقاط نسبتاً متحرک و فاصله ی تمام نقاط از یکدیگر نیز افزایش خواهد یافت. از آنجمله قطر دایره ها و فاصله ی بین آنها.

مسئله 3) ضریب انبساط خطی فلزی $9 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ می باشد. ضریب انبساط حجمی آن برابر چه $\frac{1}{^\circ\text{F}}$ است؟

$$\alpha = \frac{\Delta l}{l_0 \Delta\theta} \xrightarrow{\Delta F = \frac{9}{5} \Delta\theta} \alpha \left(\frac{1}{^\circ\text{F}} \right) = \frac{5}{9} \left(\frac{\Delta l}{l_0 \Delta\theta} \right)$$

$$\alpha \left(\frac{1}{^\circ\text{C}} = \frac{1}{\text{K}} \right)$$

$$\Rightarrow \alpha \left(\frac{1}{^\circ\text{C}} \right) = 9 \times 10^{-6} \Rightarrow \alpha \left(\frac{1}{^\circ\text{F}} \right) = \frac{5}{9} \times 9 \times 10^{-6} = 5 \times 10^{-6} \frac{1}{^\circ\text{F}}$$

$$\text{ضریب انبساط حجمی} = \beta = 3\alpha = 3 \times 5 \times 10^{-6} = 15 \times 10^{-6} \frac{1}{^\circ\text{F}}$$

مثال (4) پیل‌های ۱۰ متری را در یک روز زمستانی به دمای ۱۰°C به دنبال هم می‌گذارند. اگر دمای تابستان ۴۰°C باشد، از ابتدا (در دمای ۱۰°C) حداقل چند mm باید فاصله بین پیل‌ها خالی بماند تا به هم نرسند؟

$$\left(\alpha = 12 \times 10^{-6} \frac{1}{K} \right)$$

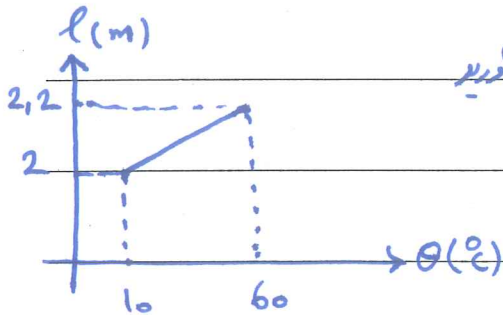
پایان: $\Delta \theta = 50^\circ C$

$$l_1 = 10^m$$

$$\Delta l = l_1 \alpha \Delta \theta$$

$$\alpha = 12 \times 10^{-6} = 10 \times 12 \times 10^{-6} \times 50 = 6 \times 10^{-3} m = 6 mm$$

مثال (5) با توجه به نمودار ضریب انبساط طولی علیه را بریت آورید.

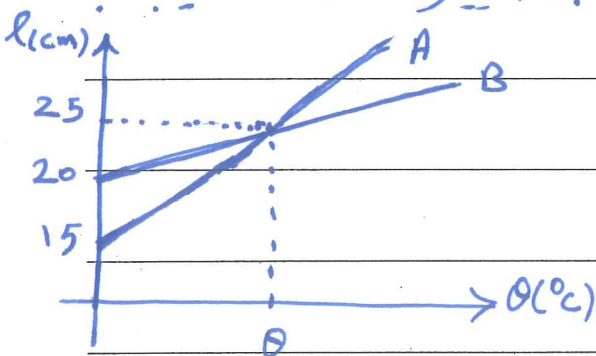


چون داریم Δl به سبب $\Delta \theta$ در همان l_1 است.

$$\alpha l_1 = \tan \varphi = \frac{2.12 - 2}{60 - 10} = \frac{\frac{2}{10}}{50} = \frac{2}{500}$$

$$\Rightarrow \alpha (2) = \frac{2}{500} \Rightarrow \alpha = \frac{1}{500} = 2 \times 10^{-3} \frac{1}{C}$$

مثال (6) شش زیر نمودار تغییرات طول جسمی A و B نسبت به تغییرات دماست. ضریب انبساط طولی جسمی A چند برابر جسمی B است؟



$$(\alpha l_1)_A = (\tan \varphi)_A = \frac{25 - 15}{\theta} = \frac{10}{\theta}$$

$$(\alpha l_1)_B = (\tan \varphi)_B = \frac{25 - 20}{\theta} = \frac{5}{\theta}$$

$$\Rightarrow \frac{\alpha_A}{\alpha_B} \times \frac{l_{1A}}{l_{1B}} = 2 \Rightarrow \frac{\alpha_A}{\alpha_B} \times \frac{15}{20} = 2 \Rightarrow \frac{\alpha_A}{\alpha_B} = \frac{8}{3}$$

مثال (7) یکای ضریب انبساط حجمی جامدات در SI کدام است؟

- (1) بر طولی (2) بر موقدعب (3) متر بر طولی (3) طولی بر موقدعب

مثال 8) دو میله ی فلزی به ضریب انبساط طولی α و α' در دمای 5°C هم طول هستند. امر دمای آنها را به 25°C برسانیم و طول آنها در این دماها به ترتیب l' و l باشد. نسبت $\frac{l'}{l}$ کدام است؟

$$\begin{aligned} (1) \quad \frac{l + 20\alpha'}{1 + 20\alpha} \\ (2) \quad \frac{1 - 20\alpha'}{1 + 20\alpha} \\ l' = l_1(1 + \alpha' \Delta\theta) = l + 30\alpha' \\ l = l_1(1 + \alpha \Delta\theta) = l + 30\alpha \\ (3) \quad \frac{1 + 30\alpha'}{1 + 30\alpha} \\ (4) \quad \frac{1 - 30\alpha'}{1 - 30\alpha} \end{aligned}$$

R-88 KH

مثال 9) در دمای 0°C مجموع طول میله های l_1 و l_2 با طول میله ی واحد برابر است و ضریب انبساط طولی میله ها نیز به ترتیب α_1 ، α_2 و α_3 است. اگر در هر دمای بالاتر از صفر نیز این برابری برقرار باشد. مقدار رابطه ی درست است؟



$$l_3 = l_1 + l_2$$

$$\alpha_3 = \frac{\alpha_1 + \alpha_2}{2} \quad (2) \quad \alpha_3 = \alpha_1 + \alpha_2 \quad (1)$$

$$\alpha_3 = \frac{l_1\alpha_1 + l_2\alpha_2}{l_3} \quad (3) \quad \alpha_3 = \frac{l_1\alpha_1 - l_2\alpha_2}{l_3} \quad (4)$$

پایه :

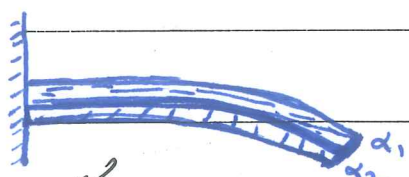
$$l_3 = l_1 + l_2$$

چون در صورت سوال گفته به در هر دمای این رابطه برقرار است پس

$$\Delta l_3 = \Delta l_1 + \Delta l_2$$

$$\Rightarrow l_3 \alpha_3 \Delta\theta = l_2 \alpha_2 \Delta\theta + l_1 \alpha_1 \Delta\theta \Rightarrow \alpha_3 = \frac{l_2 \alpha_2 + l_1 \alpha_1}{l_3}$$

مثال 10) در مثلث زیر با فرض دما نوار دوقنده به پایین خم شود. اگر ضریب انبساط طولی میله ها به ترتیب α_1 و α_2 باشد، α_1 و α_2 را با هم مقایسه کنید؟



ضریب انبساط طولی مثال دهنده ی میزان واکنش میله به افت دماش دماش

دماست. هر چه α بزرگ تر باشد تغییر طول میله به ازای دماها مختلف شدت خواهد بود. یعنی اگر

دما زیاد شود طول میله خیلی زیاد دانه دما کم شود طول میله خیلی کم خواهد شد. با توجه به این از آنجا پس کم میله ی

پایینی بیشتر خم شده یعنی تغییر طول بیشتری داشته پس α بیشتری نیز داشته در نتیجه $\alpha_1 > \alpha_2$ است

مثال (15): مقداری بزرگ در ظرفی استوانه‌ای به ارتفاع $h = 10^3$ م ریخته شده است. در دمای 10°C - فاصله‌ی

بین سطح بزرگ تا بالای ظرف برابر 50cm است. اگر از اسباب ظرف در دمای افزایش دما صرف نظر

کنیم، در چه دمای بزرگ از ظرف بیرون می‌ریزد؟ $(\alpha = 10^{-3} \frac{1}{\text{K}})$ _{بزرگ}

اسباب ظرف را باید به صورت حجم بررسی کنیم اما از آنجایی که ظرف اسبابی ندارد پس سطح مقطع

آن ثابت می‌ماند و در دمای تغییر حجم بزرگ با همان تغییر ارتفاع آن متناسب است پس از رابطه‌ی مربوطه

به اسباب خاص استفاده می‌کنیم: $9.15 = 10 = \text{ارتفاع اولیه بزرگ}$

$$\Delta h = (h_1 \alpha \Delta \theta) \Rightarrow 50 \times 10^{-2} = 9.15 \times 10^{-3} \times \Delta \theta \Rightarrow \Delta \theta = 5216^\circ\text{C}$$

$$\theta_2 - \theta_1 = 5216 \Rightarrow \theta_2 = (-10^\circ\text{C}) + 5216^\circ\text{C} \Rightarrow \theta_2 = 4216^\circ\text{C}$$

مثال (16): در یک مخزن فلزی با انقباض 1m^3 ، مقداری پارافین مایع در دمای 20°C ریخته ایم. اگر دمای

مخزن و پارافین داخل آن را از 20°C به 50°C افزایش دهیم، بیشترین حجم پارافین داخل مخزن

چه قدر باید باشد تا در طول آن آزمایش سرریز نکند؟ $(\alpha = 10^{-5} \text{K}^{-1})$ و $(\beta = 0.75 \times 10^{-3} \text{K}^{-1})$ _{پارافین}

برای آنکه پارافین از درون مخزن سرریز نشود، باید حجم نهایی آن، حجم نهایی مخزن برابر باشد.

$$V_2 = V_2 \Rightarrow V_1 (1 + \beta \Delta \theta) = V_1 (1 + 3\alpha \Delta \theta)$$

$$\Rightarrow V_1 (1 + 0.75 \times 10^{-3} \times 30) = 1 (1 + 3 \times 10^{-5} \times 30) \Rightarrow V_1 = 0.978 \approx 0.98 \text{m}^3$$

مثال (17): در دمای 20°C ظرفی با ابعاد $5 \times 5 \times 5$ از مایع با دمای 70°C پر می‌شود و در نتیجه 2.5cm^3

مایع از ظرف سرریز می‌شود. اگر ضریب انبساط حجمی مایع 11.6×10^{-4} باشد، ضریب انبساط طولی ظرف چقدر است؟

حجم مایع بیرون ریخته شده + حجم ظرف منبسط شده = حجم مایع منبسط شده

$$\Rightarrow V_2 = V_2 + 2.5\text{cm}^3 \Rightarrow V_2 - V_2 = 2.5 \times 10^{-6}$$

$$\Rightarrow V_1 (1 + \beta \Delta \theta) - (1 + 3\alpha \Delta \theta) = 2.5 \times 10^{-6} \Rightarrow V_1 (\beta - 3\alpha) \Delta \theta = 2.5 \times 10^{-6}$$

$$\Rightarrow 5 \times 10^{-4} (11.6 \times 10^{-4} - 3\alpha) 50 = 2.5 \times 10^{-6} \Rightarrow \alpha = 2 \times 10^{-5} \frac{1}{\text{K}}$$

(T-94)

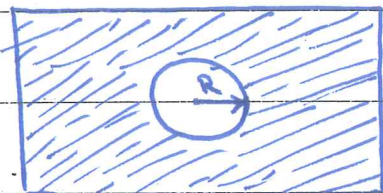
سوال 11: ضریب انبساط طولی فلزی 10^{-5} K^{-1} است. اگر دمای قطعه‌ای از این فلز را 100°C افزایش دهیم، حجم آن چند درصد افزایش می‌یابد؟

$$\Delta V = V_1 (3\alpha) \Delta\theta$$

$$\text{درصد تغییر } V = \frac{\Delta V}{V_1} \times 100\%$$

$$\left. \begin{aligned} & \Delta V = V_1 (3\alpha) \Delta\theta \\ & \text{درصد تغییر } V = \frac{\Delta V}{V_1} \times 100\% \end{aligned} \right\} \Rightarrow \text{درصد تغییر } V = 3\alpha \Delta\theta = 3 \times 10^{-5} \times 100 \times 100\% = 0.3\%$$

سوال 12: ضریب انبساط سطحی صغیری α بوده در سوراخ به شعاع R در آن وجود دارد. اگر دمای آنرا به اندازه $\Delta\theta$ افزایش دهیم، میزان افزایش محیط و مساحت این سوراخ را بدست آورید.



$$P = 2\pi R \Rightarrow \Delta P = 2\pi (\Delta R)$$

$$\Delta R = R \alpha \Delta\theta$$

$$\left. \begin{aligned} & \Delta P = 2\pi (\Delta R) \\ & \Delta R = R \alpha \Delta\theta \end{aligned} \right\} \Rightarrow \Delta P = 2\pi R \alpha \Delta\theta$$

برای یافتن میزان افزایش مساحت سوراخ فرض می‌کنیم ابتدا دایره توپر بوده است و افزایش مساحت آنرا حساب می‌کنیم که با افزایش مساحت سوراخ برابر است.

$$\Delta A = A_1 (2\alpha) \Delta\theta = \pi R^2 (2\alpha) \Delta\theta = 2\pi R^2 \alpha \Delta\theta$$

سوال 13: جغالی یک جسم فلزی در دمای صفر درجه سلسیوس $12 \frac{\text{gr}}{\text{cm}^3}$ است. جغالی جسم تقریباً درجه دمای بزرگ سلسیوس به $11.95 \frac{\text{gr}}{\text{cm}^3}$ می‌رسد. $(\alpha = 1.5 \times 10^{-5} \frac{1}{\text{K}})$ فلز

$$\rho_2 = \rho_1 (1 - (3\alpha) \Delta\theta) \Rightarrow 11.95 = 12 (1 - 3(1.5 \times 10^{-5}) \Delta\theta)$$

$$\Rightarrow 54 \times 10^{-5} \Delta\theta = \frac{5}{100} \Rightarrow \Delta\theta = \frac{5}{100} \times 10^5 = 93^\circ\text{C}$$

سوال 14: جغالی یک قطعه بونئی توپر در دمای 0°C است. چنانچه برابر جغالی همان قطعه در دمای 0°C صفر است؟

$$(\alpha = 2 \times 10^{-5} \frac{1}{\text{K}}) \quad \rho_2 = \rho_1 (1 - 3\alpha \Delta\theta) \Rightarrow \frac{\rho_2}{\rho_1} = 1 - 3\alpha \Delta\theta$$

$$\Rightarrow \frac{\rho_{100}}{\rho_0} = 1 - 3(2 \times 10^{-5}) \times 100 = 994 \times 10^{-3} = 0.994$$

سوال 18) ظرفی لبریز از مایع است. اگر ضریب انبساط طولی ماده سازنده ظرف α برابر ضریب انبساط حجمی

مایع درون ظرف باشد، دمای ظرف و مایع درون آن را بطور یکنواخت افزایش دهیم. نسبت حجم مایع بیرون ریخته شده از ظرف به افزایش حجم ظرف در هر لحظه از زمان کدام است؟ $(\frac{1}{2} < n < 1)$

1) دمای اولیه مایع در ظرف یکسان است. $V = V_1 \Delta \theta (\beta - 3\alpha)$

بیرون ریخته شده \rightarrow V \rightarrow V_1 \rightarrow $\Delta \theta$ \rightarrow $(\beta - 3\alpha)$

(1) $3n$

(2) $\frac{3n}{1-3n}$

(3) $\frac{1}{3n}$

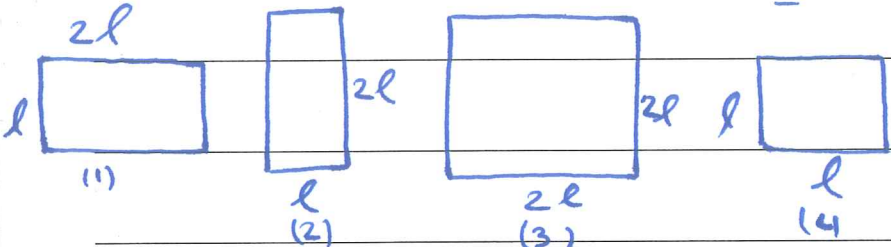
(4) $\frac{1-3n}{3n}$

$\Delta V_{ظرف} = V_1 \Delta \theta (3\alpha)$

$\Rightarrow \frac{V_{بیرون ریخته شده}}{\Delta V_{ظرف}} = \frac{V_1 \Delta \theta (\beta - 3\alpha)}{V_1 \Delta \theta (3\alpha)} = \frac{\beta - 3\alpha}{3\alpha}$

با $\alpha = n\beta$ $\rightarrow \frac{\beta - 3(n\beta)}{3(n\beta)} = \frac{1-3n}{3n}$

سوال 19) مطابق شکل چهار صفحه با ابعاد مشخص در اختیار داریم. اگر دمای آنها را به یک اندازه بالا ببریم تغییر سطح آنها برابر خواهد بود. کدام گزینه رابطه بین ضریب انبساط طولی ماده‌های سازنده ظرف‌ها را به درستی نشان می‌دهد؟



- (1) $\alpha_3 > \alpha_1 = \alpha_2 > \alpha_4$
- (2) $\alpha_1 = \alpha_4 > \alpha_2 = \alpha_3$
- (3) $\alpha_1 > \alpha_2 = \alpha_3 > \alpha_4$
- (4) $\alpha_4 > \alpha_1 = \alpha_2 > \alpha_3$

$\Delta A = A_1 \Delta \alpha \Rightarrow \Delta A \propto A_1 \alpha$

$\Delta A_1 = 2l^2 \alpha_1$ $\Delta A_3 = 4l^2 \alpha_3$

$\Delta A_2 = 2l^2 \alpha_2$ $\Delta A_4 = l^2 \alpha_4$

$\alpha_4 > \alpha_1 = \alpha_2 > \alpha_3$

سوال 20) وقتی دمای یک جسم فلزی را به مقدار معینی افزایش دهیم، طول آن 2.3٪ افزایش می‌یابد. در اثر این تغییر دما، چگالی آن تقریباً چند درصد چگونه تغییر می‌کند؟

$\Delta l = \alpha \Delta \theta l$

$\frac{\Delta l}{l} = 2.3\% = \frac{\Delta l}{l} \times 100\% \Rightarrow \Delta l = 2.3 \times 10^{-3} l$

$\Rightarrow \alpha \Delta \theta = 2.3 \times 10^{-3} \Rightarrow 3\alpha \Delta \theta = 6.9 \times 10^{-3}$

$\rho_2 = \rho_1 - \rho_1 3\alpha \Delta \theta \Rightarrow \Delta \rho = -3\alpha \Delta \theta \rho_1 = -6.9 \times 10^{-3} \rho_1 \Rightarrow \frac{\Delta \rho}{\rho_1} = -6.9 \times 10^{-3} \times 100\% = -0.69\%$