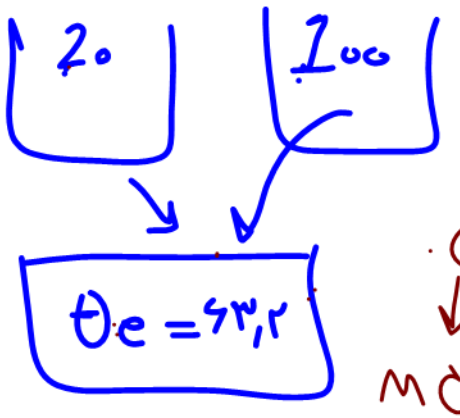
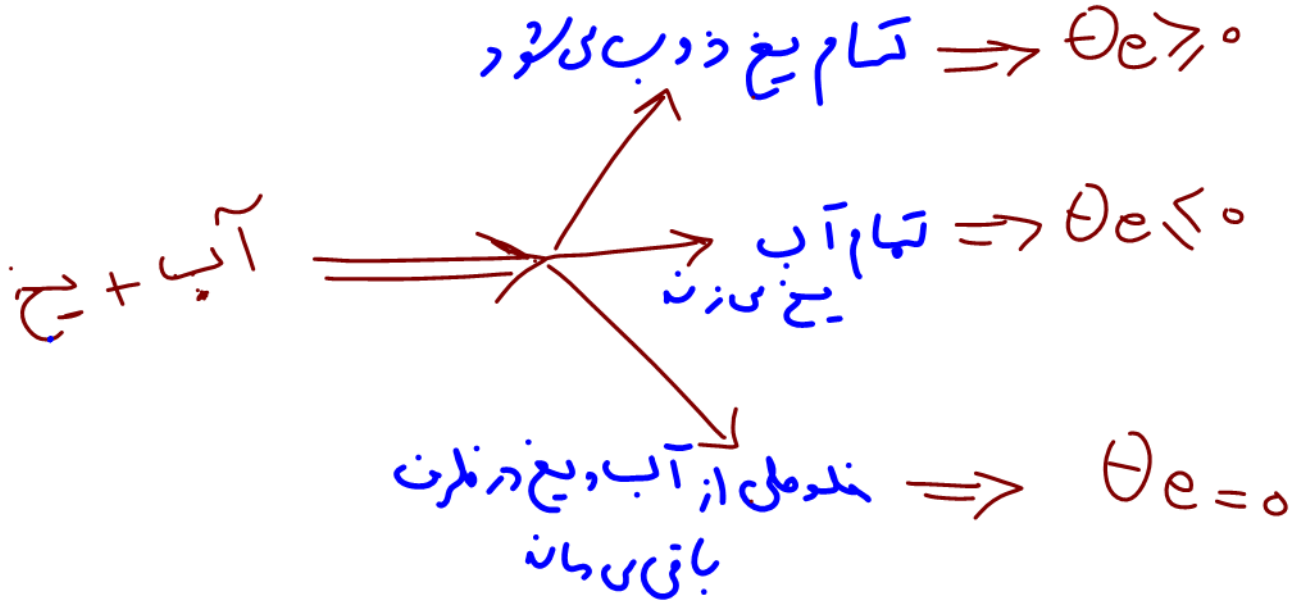


$$\theta_e = \frac{m_1 c_1 \theta_1 + m_2 c_2 \theta_2 + \cdots}{m_1 c_1 + m_2 c_2 + \cdots}$$

$$Q_1 + Q_2 + Q_3 + \cdots = 0$$

$$mc(\theta_e - \theta_1) + mc(\theta_e - \theta_2) + \cdots = 0$$


تمام یخ ذوب می‌شود ⟹ $\theta_e \geq 0$
آب + یخ
تمام آب یخ می‌زند ⟹ $\theta_e \leq 0$
مخلوطی از آب و یخ در ظرف باقی می‌ماند ⟹ $\theta_e = 0$

کارنامه خرد

دما و گرما

مهندس مهدی باباخانی

سال تحصیلی ۱۴۰۲-۱۴۰۱

این مجموعه با زحمت فراوان تهیه گردیده و برای کسانی است که فیلمها و جزوات را از موسسه ما خریداری کرده‌اند و تکثیر و استفاده غیر مجاز از جزوات و فیلم ها برای سایرین شرعا و اخلاقا حرام است

جهت تهیه فیلم ها و جزوات بنده به صورت قانونی با شماره زیر تماس حاصل فرمایید

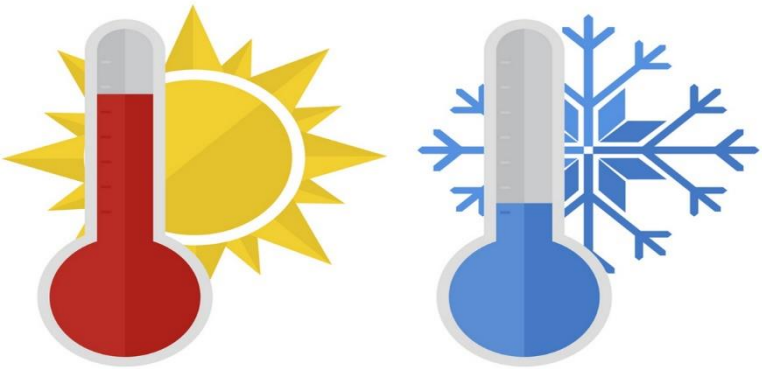
021-26401062

www.karnamehkherad.com

دما و گرما

گرما و دما دو کمیت مرتبط به یکدیگر هستند، اما هر دو دارای یک یک معنا نمی‌باشند. دما را نباید با گرما که شکلی از انرژی است اشتباه گرفت. دما میزان سرعت مولکول‌های یک جسم را نشان می‌دهد در حالی که گرما نه تنها نشان دهنده‌ی سرعت حرکت مولکول‌هاست بلکه تعیین‌کننده تعداد مولکول‌هایی است که تحت تاثیر آن قرار گرفته‌اند.

به زبان ساده‌تر دما معیاری است که میزان سردی یا گرمی اجسام را نشان می‌دهد اما گرما مقدار انرژی است که به سبب اختلاف دما بین دو جسم ردو بدل می‌شود.



مقیاسهای دما:

برای اندازه‌گیری دما لازم است مقیاس دمایی داشته باشیم و برای این کار می توانیم از هر مشخصه قابل اندازه‌گیری بهره بگیریم که با گرمی و سردی جسم تغییر میکند. به این ویژگی، اصطلاحاً کمیت دماسنجی می‌گویند. تغییر کمیت دماسنجی، اساس کار دماسنجهاست. ساده‌ترین و رایجترین نوع دماسنج، دماسنجهای جیوه‌ای و الکلی است. در این دماسنج ها، کمیت دماسنجی، ارتفاع مایع درون لوله دماسنج است؛ زیرا به جز چند مورد استثنا تمام مواد با افزایش دما منبسط و با کاهش آن منقبض میشوند

مقیاس های متداول دما:

از مقیاس های متداول دما، مقیاس دما برحسب درجه سلسیوس و کلوین و فارنهایت میتوان نام برد امروزه از انواع دماسنجها در زندگی روزمره استفاده میشود دانشمندان برای کارهای علمی، سه دماسنج را به عنوان دماسنجهای معیار برای اندازه‌گیری گستره دماهای مختلف پذیرفته‌اند:

۱- دماسنج گازی ۲- دماسنج مقاومت پلاتینی ۳- ترمسنج (پیرومتر)

البته در گذشته استفاده از دماسنج ترموکوپل نیز معمول بوده است که به دلیل دقت کمتر آن نسبت به دماسنجهای بیان شده، از مجموعه دماسنجهای معیار کنار گذاشته شد؛ ولی این دماسنج همچنان کاربرد فراوانی در صنعت و آزمایشگاهها دارد و کمیت دماسنجی این دماسنج، ولتاژ است.

$R_2 = R_1(1+\alpha\Delta\theta)$ $\quad \frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2}$ $\quad PV = nRT$

توضیح دماسنج های صفحه قبل:

۱- ترمومتر و یا دماسنج گازی در حقیقت از همان قوانین ساده گازهای کامل استفاده کرده و با توجه به افزایش فشار در اثر افزایش دما در حجم ثابت با اندازه گیری این فشار و کالیبره آن بر حسب دما مقدار دما را اندازه گیری کرد . در حقیقت دماسنج گازی نوع فشار سنج محسوب میگردد

۲- آشکارساز دمای مقاومتی که در صنعت به اختصار **RTD** خوانده می‌شود، نوعی حسگر برای تشخیص دما است. این وسیله مطابق بر این اصل کار می‌کند که مقاومت الکتریکی فلزات با افزایش دما افزایش می‌یابد. به این پدیده مقاومت گرمایی گفته می‌شود .در نتیجه برای سنجش دما کافیست مقاومت الکتریکی آرتی‌دی اندازه‌گیری شود.

۳- به روش های اندازه گیری دما مبتنی بر تابش گرمایی، تف سنجی می گویندتفسنج (پیرومتر) دمای اجسام را با اندازه گیری تشعشع حرارتی ساطع شده از سطح اجسام، تشخیص می دهد تف سنج برخلاف سایر دماسنج ها نیاز به تماس با جسمی که دمای آن را اندازه می گیریم، ندارند.

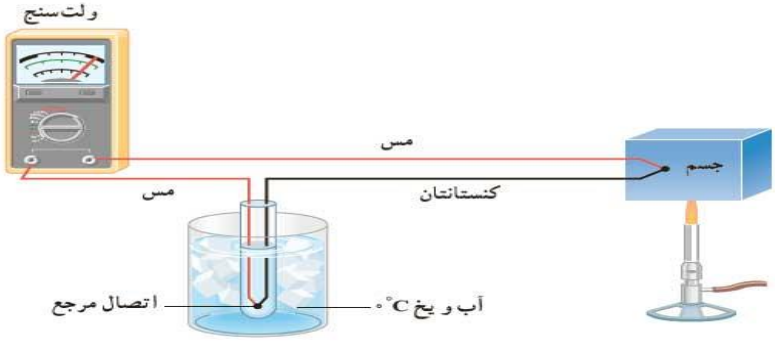
تفسنجی، به خصوص در اندازه گیری دماهای بالای $1100^{\circ}C$ اهمیت ویژه ای دارد.

تف سنج نوری به عنوان دماسنج معیار برای اندازه گیری دماهای بالا انتخاب شده است

هر جسمی که دمایی بیش از صفر مطلق (۲۷۳- درجه سانتی گراد) داشته باشد تابشی از خود ساطع می کند.این انرژی گرمایی توسط دستگاه ردیاب دریافت و به سیگنال های الکتریکی تبدیل می شود. سپس با الگوریتم های مربوطه به یک دما تبدیل شده و دمای سطح مورد نظر را آشکار می کند.

در حقیقت، اساس کار این دستگاه ها انرژی های منتشر شده از سطوح اجسام است.

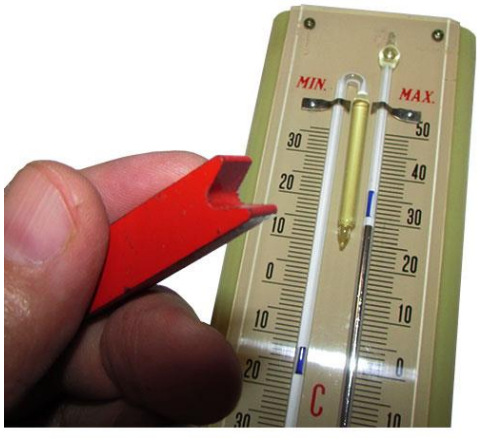
۴- ترموکوپل،دارای دو سیم رسانای غیر همجنس مانند مس و کنستانتان از طرفی در دمای ذوب یخ نگهداشته شده و از طرف دیگر در مکانی به هم متصلاند که میخواهیم دمای آن را بدست آوریم. این مجموعه با سیمهای مسی رابط به یک ولت‌سنج بسته میشود. با تغییر دمای محل مورد اندازه‌گیری، عددی که ولت‌سنج نشان میدهد، تغییر میکند. اگر آزمایش را چندین بار و برای دماهای متفاوت تکرار کنیم، می‌توانیم ولتاژهای مربوط به هر دمایی را مشخص کنیم. گستره دماسنجی یک ترموکوپل به جنس سیمهای آن بستگی دارد مزیت ترموکوپل این است که به دلیل جرم کوچک محل اتصال، خیلی سریع با دستگاهی که دمای آن اندازهگیری میشود به حالت تعادل گرمایی میرسد و به علاوه میتواند در مدارهای الکترونیکی به‌کار رود که در بسیاری از وسایل صنعتی، گرمایشی و سرمایشی یافت میشود

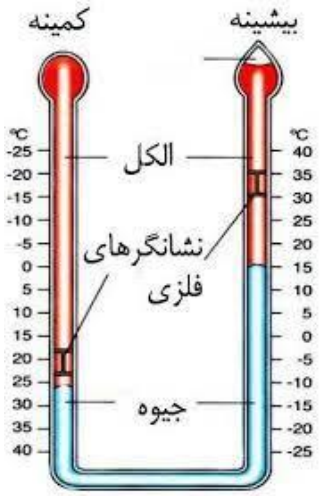


۵- دماسنج ماکزیمم مینیمم یکی از انواع دماسنج است که با استفاده از آن می توانیم دما را در طول یک شبانه روز در بیشتری و کم ترین حالت اندازه گرفت در این دما سنج روند کار به این صورت است که در زمان گرم تر شدن هوا الکلی که در شاخه سمت چپ قرار دارد انبساط پیدا می کند و همین موضوع باعث می شود که جیوه در این شاخه پایین رانده شود و سپس جیوه ای که در شاخه سمت راست قرار داد به طرف بالا رانده می شود.در زمان سردتر شدن هوا به خاطر انقباضی که در الکل اتفاق می افتد جیوه در شاخه سمت چپ به سمت بالا فرستاده می شود و در شاخه سمت راست به سمت پایین رانده می شود اما در زمان تمام این مراحل و اتفاقات نشانه فولادی ثابت در جای خود باقی می ماند و تغییری نمی کند اگر هوا دوباره گرم شود همان اتفاق قبل رخ می دهد یعنی سطح جیوه در شاخه چپ کاهش پیدا می کند اما باز هم نشانه فولادی تغییری نمی کند.بعد از گذشت یک شبانه روز شما با بررسی جای نشانه فولادی می توانید بیش ترین و کم ترین دما را در شبانه روز گذشته اندازه بگیرید به این صورت که محلی که نشانه فولادی در شاخه سمت راست قرار دارد نشان دهنده بیش ترین دما و موقعیت نشانه فولادی در شاخه سمت چپ نشان دهنده کم ترین دما است.اگر بخواهید برای بار دیگر و دوباره از این دماسنج استفاده کنید در این صورت نشانه فولادی را باید به کمک آهن ربا به اندازه ای که با سطح جیوه هم تراز شود پایین بکشانید این دما سنج که به نام دماسنج بیشینه کمینه کلید دار معروف است برای بررسی و ثبت حداقل و حداکثر دما در یک محیط استفاده می شود و امکان سنجش دمای بدن یا اجسام و مواد دیگر را ندارد.

این دما سنج یکی از انواع دماسنج هایی که از نوع آنالوگ هستند می باشد و به همین دلیل به هیچ گونه باتری نیاز ندارد و همین گزینه باعث می شود که در هزینه ها صرفه جویی شود. (دما سنجی را آنالوگ می گویند که از فلز جیوه که یک فلز مایع در دمای اتاق است استفاده شده است و هیچ قطعه الکترونیکی در آن وجود ندارد)

یکی از مشاغلی که از این نوع از دما سنج استفاده می کنند باغداران و پرورش دهندگان گیاهان در گلخانه های خود از آن استفاده می کنند.





تست: چند مورد از موارد زیر صحیح است

دو مورد سه مورد چهارمورد همه موارد

الف: ترموکوپل» دماسنجی است که در آن تغییر دما باعث تغییر شدت جریان الکتریکی می شود.

ب: به روش های اندازه گیری دما مبتنی بر تابش گرمایی، تف سنجی می گویند و تف سنج برخلاف سایر دماسنج ها نیاز به تماس با جسمی که دمای آن را اندازه می گیریم، ندارند و تف سنج نوری به عنوان دماسنج معیار برای اندازه گیری دماهای بالا انتخاب شده است

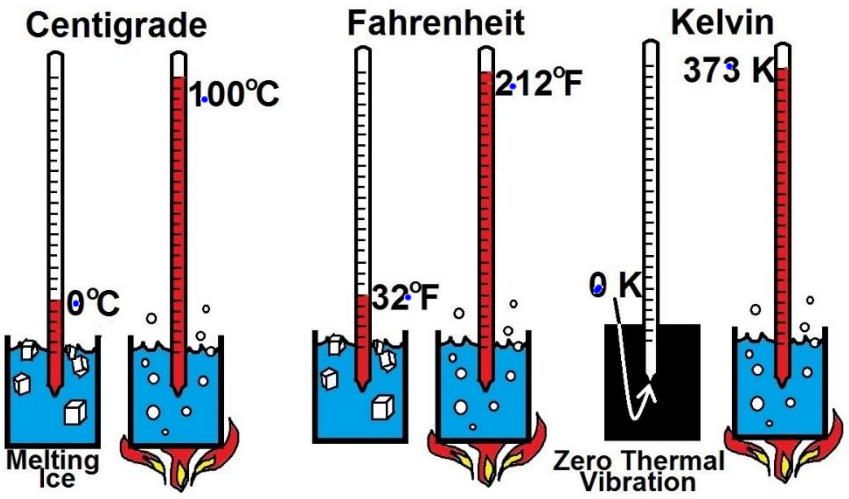
ج: ساده‌ترین و رایجترین نوع دماسنج، دماسنجهای جیوه‌ای و الکلی است. در این دماسنج ّ ها، کمیت دماسنجی، ارتفاع مایع درون لوله دماسنج است؛ زیرا به جز چند مورد استثنا تمام مواد با افزایش دما منبسط و با کاهش آن منقبض میشوند

د: دماسنج گازی و دماسنج مقاومت پلاتینی و تفسنج (پیرومتر) دماسنج های معیار هستند البته در گذشته استفاده از دماسنج ترموکوپل نیز معمول بوده است که به دلیل دقت کمتر آن نسبت به دماسنجهای بیان شده، از مجموعه دماسنجهای معیار کنار گذاشته شد

و: دماسنج ماکزیمم مینیمم یکی از انواع دماسنج است که با استفاده از آن می توانیم دما را در طول یک شبانه روز در بیشتری و کم ترین حالت اندازه گرفت و باغداران و پرورش دهندگان گیاهان میتوانند در گلخانه های خود از آن استفاده کنند.

پاسخ: گزینه ۴ همه موارد صحیح است

واحدهای مهم دما :



$$\begin{cases} c \\ K = c + 273 \\ F = \frac{9}{5}c + 32 \end{cases}$$

درجه سانتی گراد (سلسیوس)

این روش اندازه گیری دما به این صورت است که در سطح دریا، به دمای انجماد آب عدد ۰ درجه سانتی گراد و به دمای جوش آب عدد ۱۰۰ درجه سانتی گراد را نسبت میدهیم حال اگر این فاصله را به صد قسمت مساوی تقسیم کنیم و به هر قسمت ۱ درجه سانتی گراد گفته می شود.

درجه فارنهایت

در این روش اندازه گیری، دمای انجماد آب و جوش آب در کنار دریا اندازه گیری شده است. به دمای انجماد آن عدد ۳۲ و به دمای جوش آن عدد ۲۱۲ اختصاص داده شده است. بین این دو عدد به ۱۸۰ درجه تقسیم شده است

کلوین

از آنجایی که دماهایی کمتر از انجماد آب نیز وجود دارد و با استفاده از واحد درجه سلسیوس باید این دما به صورت منفی اعلام شود. سیستمی در نظر گرفته شد تا تمامی دماهای اندازه گیری شده به صورت مطلق باشند. در این سیستم دمای ۲۷۳- درجه سانتی گراد به عنوان دمای مطلق مشخص شده است. به این معنا که هیچ ماده ای نمی تواند دمایی کمتر از این داشته باشد و عملا در این دما ماده فاقد انرژی و حرکات ذرات است ، دمای ۲۷۳- درجه سانتی گراد، دمای صفر مطلق است که معادل صفر کلوین است. با همان اندازه بندی، هر کلوین معادل یک درجه سانتی گراد است. مقیاس کلوین بر حسب درجه بیان نمی‌شود و به همین دلیل با سایر واحدها تفاوت دارد. کلوین به افتخار فیزیکدان معروف، ویلیام تامسون (لرد کلوین) نامگذاری شده است

برای تبدیل واحد های سانتیگراد و فارنهایت و کلوین به یکدیگر از دستور زیر استفاده کنید:

$$K = C^\circ + ۲۷۳$$

$$F = ۱/۸C^\circ + ۳۲$$

تست: دمای اتاقی را ۱۰ درجه سانتیگراد افزایش می‌دهیم، دما بر اساس کلوین و فارنهایت چه قدر تغییر می‌کند؟

۱) ۱۰-۱۰ ۲) ۱۰- ۱۸ ۳) ۵۰-۲۸۳ ۴) ۴۰-۲۸۳

$K = C + 273$

$K = 10 + 273 = 283$

$\Delta K = \Delta C = 10$

$F = 1.8C + 32$

$F = 1.8(10) + 32 = 50$

$\Delta F = 1.8 \Delta C = 18$

تست: اگر دمای جسمی بر حسب درجه‌ی فارنهایت ۱۰ برابر شود، دمای آن برحسب درجه‌ی سلسیوس ۲۰ برابر می‌شود. دمای ثانویه‌ی جسم، برحسب کلوین کدام است؟(آزمون کانون)

۱) ۱۶ ۲) ۳۲۰

۳) ۲۸۹ ۴) ۵۹۳

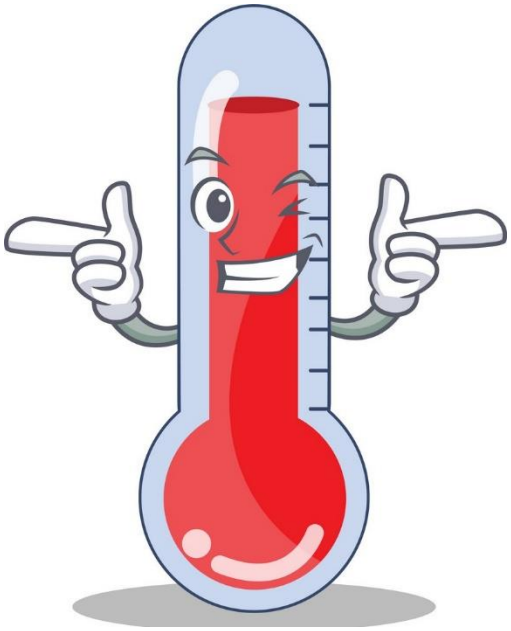
$F_2 = 10 F_1$

$\theta_2 = 20 \theta_1$

$\frac{F_2}{F_1} = \frac{1.8(20\theta_1) + 32}{1.8\theta_1 + 32} \rightarrow 10 = \frac{1.8(20\theta_1) + 32}{1.8\theta_1 + 32}$

$\theta_1 = 16 \; , (20\theta_1) = 320$

$320 + 273 = 593$



دماسنج مجهول

(دماسنج شخمی!!!)

فرض کنید دو دماسنج مختلف در اختیار داشته باشیم.

اگر دما محیط توسط یک دماسنج با مقدار X درجه نشان داده شود

دراینصورت دماسنج دیگر که از واحد دیگری استفاده می کند

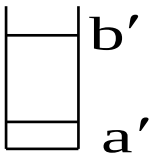
دمای محیط را چقدر نشان می دهد؟ و چگونه می توان این

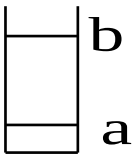
دما را به دست آورد؟

برای این محاسبه کافیه که .....

.....

رابطه‌ی درجه بندی دماسنج بصورت زیر می‌باشد. ثابت $\frac{x-a}{b-a}$ که در آن x دمای مورد نظر a نقطه ی ثابت پایینی در واحد موردنظر و b ثابت بالایی در واحد موردنظر می‌باشد.

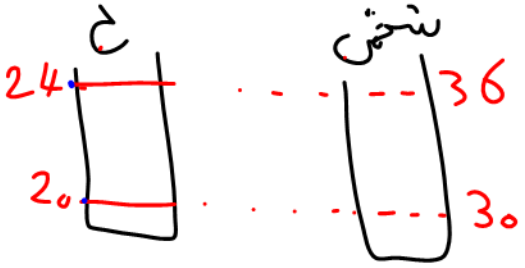




$$\frac{\text{کران پایین} - x'}{\text{کران پایین} - \text{کران}} = \frac{\text{کران پایین} - x}{\text{کران پایین} - \text{کران بالا}}$$

تست: دماسنجی دمای $20^\circ c$ را ۳۰ درجه و $24^\circ c$ را ۳۶ درجه نشان می‌دهد. این دماسنج دمای ذوب یخ را در فشار یک جو چند درجه نشان می‌دهد؟

۱) صفر ۲) ۱۰- ۳) ۴ ۴) ۴-



$$\frac{0-2_0}{24-2_0} = \frac{X-3_0}{36-3_0}$$

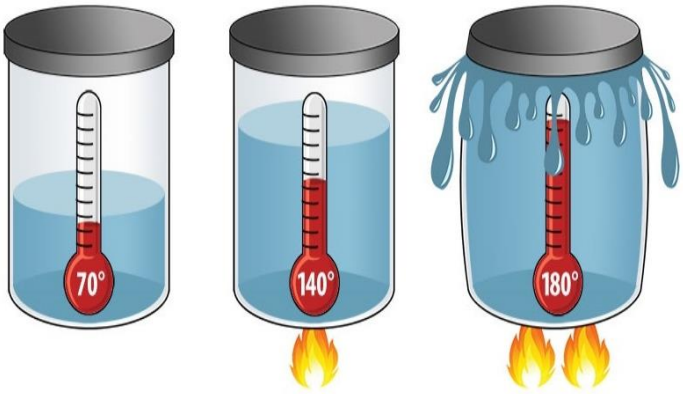
$$\frac{-2_0}{4} = \frac{X-3_0}{6}$$

$$-3_0 = X-3_0$$

$$X=0$$

انبساط

وقتی دمای جسمی تغییر میکند معمولا طول و مساحت و حجم آن نیز تغییر میکند که این تغییرات را میتوانیم از روابط زیر محاسبه کنیم



تغییر طول $\Delta L = L_1 \alpha \Delta\theta$

تغییر مساحت $\Delta A = A_1 2\alpha \Delta\theta$

تغییر حجم $\Delta V = v_1 3\alpha \Delta\theta$

همچنین بدیهی است که طول و مساحت و حجم ثانویه از روابط زیر محاسبه میگردد

طول ثانویه $L_2 = L_1(1 + \alpha\Delta\theta)$

سطح ثانویه $A_2 = A_1(1 + 2\alpha\Delta\theta)$

حجم ثانویه $V_2 = V_1(1 + 3\alpha\Delta\theta)$

همچنین در تست ها درصد تغییر طول یا مساحت یا حجم را پرسیدند، از فرمول های زیر استفاده نمایید

درصد تغییرات طول $= \frac{\Delta L}{L_1} \times ۱۰۰$ یا $= ۱۰۰(\alpha)\Delta\theta$

درصد تغییرات سطح $= \frac{\Delta A}{A_1} \times ۱۰۰$ یا $= ۲۰۰(\alpha)\Delta\theta$

درصد تغییرات حجم $= \frac{\Delta V}{V_1} \times ۱۰۰$ یا $= ۳۰۰(\alpha)\Delta\theta$

تست: ضریب انبساطی حجمی میله ای $(k^{-1})\ 6\times10^{-5}$ است. اگر دمای این میله $50^{\circ}c$ افزایش یابد، طول آن چند درصد افزایش می‌یابد و چند برابر می‌شود؟

۱) ۰/۱ و ۱/۰۰۱ − ۲) ۰/۱ و ۱/۱ − ۳) ۱/۱ و ۱/۱۰ − ۴) ۰/۱ و ۱/۰۱ −

$3\alpha = 6\times10^{-5}$

$\alpha = 2\times10^{-5}$

$\Delta\theta = 50$

درصد طول $= 100\,\alpha\,\Delta\theta$

$100(2\times10^{-5})\times50 = 0.1$

$L_2 = L_1(1+\alpha\Delta\theta)$

$L_2 = L_1(1+2\times10^{-5}\times50) \Rightarrow L_2 = 1.001L_1$

تست: دمای یک ورقه ی فلزی را ۲۵۰ درجه سلسیوس افزایش می‌دهیم. مساحت آن یک درصد افزایش می‌یابد. ضریب انبساط حجمی آن فلز در SI کدام است؟

۱) 2×10^{-4} ۲) 2×10^{-5} ۳) 6×10^{-4} ۴) 6×10^{-5}

درصد مساحت $= 200\,\alpha\,\Delta\theta$

$1 = 200\,\alpha\,250$

$\alpha = \frac{1}{200\times250} = \frac{1}{50000} = 0.2\times10^{-4}$

$\alpha = 2\times10^{-5}$

$3\alpha = 6\times10^{-5}$

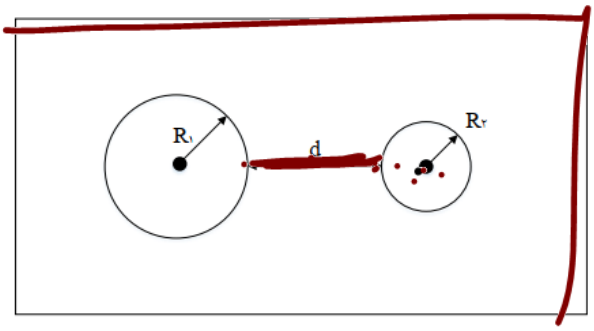
تست : مطابق شکل، از یک صفحه‌ی فلزی دو دایره با شعاع‌های R_1 و R_2 به فاصله‌ی d از یکدیگر جدا می‌کنیم. اگر کل صفحه را گرم کنیم، کدام گزینه صحیح است؟

۱) شعاع‌های R_1 و R_2 هر دو کاهش و فاصله‌ی d افزایش می‌یابد.

۲) شعاع‌های R_1 و R_2 هر دو کاهش و فاصله‌ی d کاهش می‌یابد.

۳) شعاع‌های R_1 و R_2 هر دو افزایش و فاصله‌ی d کاهش می‌یابد.

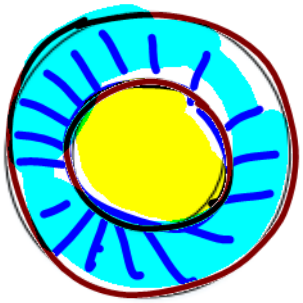
۴) شعاع‌های R_1 و R_2 هر دو افزایش و فاصله‌ی d افزایش می‌یابد.



تست: مطابق شکل یک دیسک به قطر خارجی ۶۰cm، که از وسط آن دایره‌ای به شعاع ۱۰ سانتی‌متر جدا شده است، از فلزی با ضریب انبساط حجمی $6\times10^{-5}(\frac{1}{K})$ ساخته شده است. اگر دمای دیسک را بدون حالت آن، $100^{\circ}C$ بالا ببریم مساحت قسمت فلزی چند سانتی‌متر مربع خواهد شد؟ آزمون قلمچی

۱) $803/2\pi$ ۲) 800π

۳) 400π ۴) $401/6\pi$



ابتدا مساحت اولیه قسمت گوشتی فلزی را محاسبه می‌کنیم

$$A_1=\pi(30^2-10^2)=800\pi\ cm^2$$

$$3\alpha=6\times10^{-5}\quad \alpha=2\times10^{-5}$$

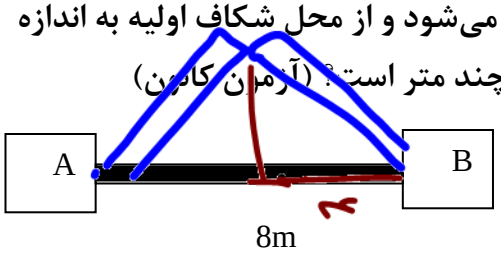
$$A_2=A_1(1+2\alpha\Delta\theta)=803/2\pi$$

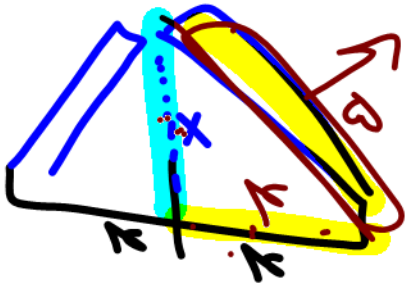
تست: در دمای صفر درجه سلسیوس حجم ظرف شیشه‌ای توسط یک لیتر جیوه کاملاً پر شده است. وقتی دمای مجموعه را به ۸۰ درجه سلسیوس می رسانیم، ۱۲cm³ جیوه از ظرف خارج می‌شود. اگر ضریب انبساط حجمی جیوه $1/8\times10^{-4}k^{-1}$ باشد، ضریب انبساط خطی شیشه در SI چقدر است؟

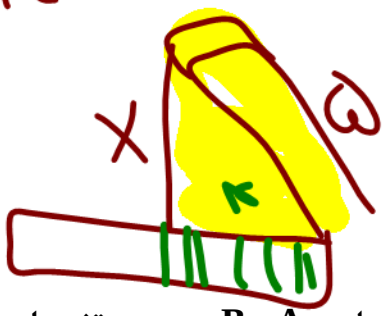
۱) $1/2\times10^{-4}$ ۲) 10^{-4} ۳) 10^{-5} ۴) 3×10^{-5}

تست: میله **AB** به طول ۸ متر مطابق شکل موجود است و در وسط آن شکافی وجود دارد، اگر دمای میله را از ۵ درجه به ۳۰ درجه سانتیگراد برسانیم، میله به سمت بالا شکسته می‌شود و از محل شکاف اولیه به اندازه **X** متر بالا میرود، اگر ضریب انبساط طولی میله ۰/۰۱ باشد، **X** حدودا چند متر است؟ (آزمون کانون)

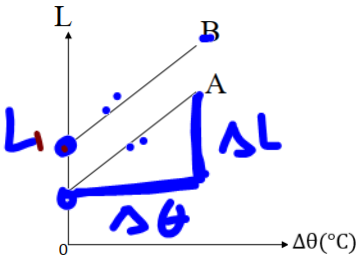
۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴



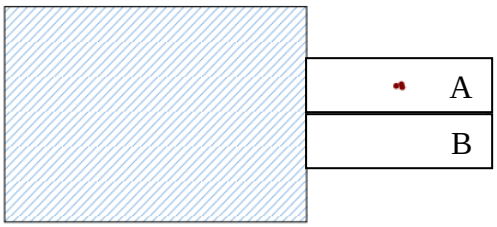




تست VIP: – نمودار طول دو میله‌ی **A** و **B** برحسب تغییرات دما، به صورت دو خط موازی مطابق شکل مقابل رسم شده است.



اگر دو میله‌ی هم‌دما و هم‌طول فلزی از این دو فلز را به یکدیگر بچسبانیم و از یک طرف به دیواری محکم کنیم، و به یک اندازه کاهش دما دهیم، کدام گزینه اتفاق می‌افتد؟



۱) $\alpha_B < \alpha_A$ میله‌ها به طرف بالا خم می‌شوند.

۲) $\alpha_B > \alpha_A$ میله‌ها ابتدا به طرف پایین و سپس به طرف بالا خم می‌شوند.

۳) $\alpha_B < \alpha_A$ میله‌ها به طرف پایین خم می‌شوند.

۴) $\alpha_B > \alpha_A$ میله‌ها ابتدا به طرف بالا و سپس به طرف پایین خم می‌شوند.

گزینه۳

نکته۱: شیب این نمودارها $L_1\alpha$ رو نشون میده پس چون شیبها مساوی هست میتونیم بگیم که

$L_{B_{\text{اولیه}}}\ \alpha_B = L_A\ \alpha_A$ ودر نمودار **B** چون L_B بیشتره پس α_B کوچتره!

$$\alpha_B < \alpha_A$$

نکته ۲ : در کاهش دما: اونیکه آلفای بیشتری داره دایره کوچیکه هست!

در افزایش دما: اونیکه آلفای بیشتری داره دایره بزرگه هست!

نکته: با تغییر حجم، چگالی نیز تغییر میکند و از رابطه تقریبی زیر قابل محاسبه است

$\rho_2 = \rho_1(1- \beta\Delta T)$

نکته مهم:

تست: ضریب انبساط حجمی مایعی $\beta = 10^{-3}$ است و چگالی آن در دمای 20 درجه سانتیگراد، $1100\ \frac{kg}{m^3}$ است، اگر دما را (بدون آنکه به جوش آید) به 120 درجه سانتیگراد برسانیم،چگالی این مایع چند کیلوگرم برمترمکعب میشود؟

۱۰۰۰ ✓ ۹۹۰۰ ۹۹ هیچکدام

تست: اگر دمای مایعی را از ۲۰ به ۷۰ درجه‌ی سلسیوس افزایش دهیم، چگالی آن از $800\ \frac{kg}{m^3}$ به اندازه $44\ \frac{kg}{m^3}$ کاهش می‌یابد.اگر درون ظرفی یک لیتری این مایع را لب به لب پرکنیم و دمایش را از ۳۰ به ۴۰ برسانیم تقریبا چند لیتر مایع از ظرف سرریز می‌شود؟ (ضریب انبساط خطی ظرف 10^{-4} است)

۱) 8×10^{-2} ۲) 2×10^{-2}

۳) 10^{-3} ۴) 4×10^{-3}

طبق فرمول بالا داریم:

$(800 - 44) = 800(1 - \beta(50)) \rightarrow \beta = 11 \times 10^{-4}$

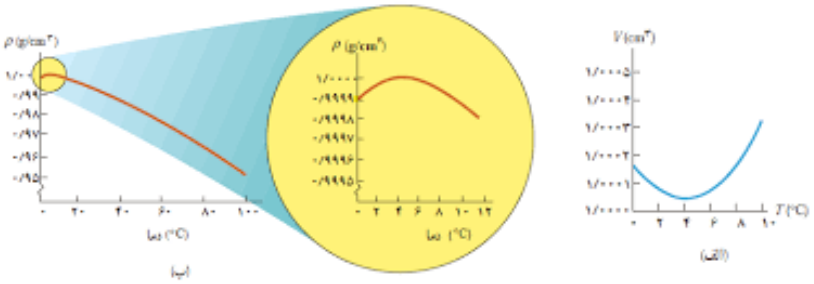
$\Delta V_{\text{ظرف}} - \Delta V_{\text{مایع}} = \text{حجم مایع خروجی از ظرف}$

حجم مایع خروجی $= V_1\beta\Delta\theta - V_1 3\alpha\Delta\theta$

حجم مایع خروجی $= 1(11 \times 10^{-4})(10) - 1(3 \times 10^{-4})(10) = 8 \times 10^{-3}$

انبساط غیرعادی آب:

رفتار آب در محدوده دمایی $0°C$ تا $4°C$ متفاوت است؛ یعنی در این محدوده با کاهش دما، حجم آب افزایش و در نتیجه چگالی آن کاهش میابد اما پس از دمای $4°C$ مانند دیگر اجسام، با افزایش دما، حجم افزایش و چگالی کاهش میابد. همین تغییر حجم غیرعادی آب است که موجب میشود دریاچه‌ها به جای اینکه از پایین به بالا یخ بزنند، از بالا یخ بزنند وقتی دمای سطح آب مثلاً از $10°C$اندکی کمتر شود، چگالی آب نسبت به آب زیر خود افزایش میابد و این آب، پایین میرود. این رفتار تا رسیدن به دمای $4°C$ادامه میابد؛ ولی همانطور که دیدیم در دمای پایینتر از ۴درجه سانتیگراد حجم آب افزایش پیدا میکند و در نتیجه چگالی آن کاهش میابد؛ یعنی سرد شدن بیشتر آب موجب میشود که چگالی آب سطح دریاچه نسبت به آب زیر آن کمتر شود و در نتیجه در سطح باقی بماند تا اینکه یخ بزند .بنابراین در حالی که آب زیر دریاچه هنوز مایع است و دمایی بیش از صفر درجه دارد، سطح آب یخ میزند.



گرما:

قبلا هم در ابتدای فصل به شما گفته بودم که دما معیاری است که میزان سردی یا گرمی اجسام را نشان می‌دهد اما گرما مقدار انرژی است که به سبب اختلاف دما بین دو جسم ردو بدل می‌شود

تفاوت دما با گرما

دما : معیاری است که میزان سردی یا گرمی اجسام را نشان می دهد.

$K = C^\circ + ۲۷۳$

$F = ۱/۸C^\circ + ۳۲$

گرما : مقدار انرژی است که به سبب اختلاف دما بین دو جسم ردو بدل می شود.

$Q = MC\Delta\theta$ → هم حالت

$Q = ML_f$ → جامد ⇄ مایع

$Q = ML_v$ → گاز ⇄ مایع

برای محاسبه گرما ۳تا فرمول و دستور داریم:

اگه حالت یک ماده تغییر نکند در اثر دریافت گرما دمای جسم بالاتر می رود که فرمول گرما در این حالت به صورت $Q=mc\Delta\theta$ هست ، در فرمول گرما Q معرف گرما ، m معرف جرم ، c معرف ظرفیت گرمایی ویژه و $\Delta\theta$ معرف تغییرات دما هست.

ولی حالت ماده تغییر کند (مثلا اگر به یک یخ صفر درجه سلسیوس حرارت بدهیم تبدیل به آب صفر درجه بشود، درواقع حرارتی که دادیم باعث افزایش دما نمیشه بلکه باعث میشه و از حالت جامد به حالت مایع تبدیل بشود ، یا مثلا اگر به آب ۱۰۰ درجه سلسیوس به اندازه کافی حرارت بدهیم تبدیل به بخار آب ۱۰۰ درجه میشود ، یعنی در این حالت هم دمای قبل و بعد از حرارت دادن دقیقا ۱۰۰ بوده پس دمای جسم بالا نرفته است بلکه در این حالت مایع به بخار تبدیل شده است یعنی حرارت داده شده باعث تغییر حالت ماده شده است ، در این دو حالت فرمول گرما به فرم های زیر تبدیل می شوند.

فرمول گرما در تبدیل جامد به مایع: $Q = mL_f$

فرمول گرما در تبدیل مایع به گاز: $Q = mL_v$

فرمول گرما اگر تغییر حالت نداشته باشیم: $Q = mc\Delta\theta$

در فرمول های بالا L_f گرمای نهان ذوب و L_v گرمای نهان تبخیر و c گرمای ویژه است

چند تعریف مهم و مقدماتی

ظرفیت گرمایی: یک کمیت فیزیکی برای یک ماده است، و آن مقدار گرمائی است که اگر به مقدار معینی از آن ماده داده شود دمای آن یک واحد افزایش خواهد یافت یکای SI برای ظرفیت گرمایی ژول بر کلوین است

ظرفیت گرمایی ویژه: معادل مقدار گرمایی است که لازم است تا یک کیلوگرم از ماده‌ای دریافت کند تا دمای آن یک واحد افزایش یابد

گرمای نهان ویژه ذوب : مقدار گرمایی که باید به یک کیلوگرم از یک جسم جامد در نقطه ذوب داده شود تا به مایع تبدیل شود، گرمای نهان ویژه ذوب L_f نام دارد.

گرمای نهان ویژه تبخیر: مقدار گرمایی که باید به یک کیلوگرم از یک ماده در دمای نقطه جوش داده شود تا به بخار تبدیل شود گرمای نهان ویژه تبخیر (L_V) نام دارد.

نکته: تبدیل جامد به مایع را ذوب، تبدیل مایع به بخار را تبخیر و تبدیل مایع به جامد را انجماد و تبدیل بخار انجماد و تبدیل بخار به مایع را چگالش بخار به مایع یا میعان مینامیم.امکان دارد که تغییر حالت از جامد به بخار و وارون آن از بخار به جامد نیز بهطور مستقیم و بدون گذر از حالت مایع صورت گیرد. تغییر حالت از جامد به بخار، تصعید و تغییر حالت وارون آن، یعنی از بخار به جامد چگالش بخار به جامد گفته می‌شود

نکته : معمولاً افزایش فشار وارد بر جسم سبب بالا رفتن نقطه ذوب جسم میشود. اما در برخی مواد مانند یخ، افزایش فشار به کاهش نقطه ذوب میانجامد که این در مورد یخ بسیار ناچیز است برخلاف جامدهای خالص و بلورین، جامدهای بیشکل مانند شیشه و جامدهای ناخالصی مانند قیر نقطه ذوب کاملاًمشخصی ندارند. در واقع وقتی این مواد را گرم میکنیم، پیش از ذوب شدن خمیریشکل میشوند. این مواد در گسترهای از دما به‌تدریج ذوب میشوند

تبخیر سطحی : نوعی تبخیر است که تا پیش از رسیدن به نقطه جوش مایع، تبخیر به‌طور پیوستهای از سطح مایع رخ میدهد . در پدیده تبخیر سطحی، تندی برخی از مولکول‌های مایع به حدی میرسد که میتوانند از سطح مایع فرار کنند و آهنگ رخ دادن این فرایند به عواملی از جمله دما و مساحت سطح مایع بستگی دارد

تست: چند مورد از موارد زیر نادرست است؟

یک مورد دومورد سه مورد چهار مورد

الف: در نوک قله یک کوه به علت کاهش فشار، دمای نقطه‌ی جوش آب کاهش و دمای انجماد افزایش می‌یابد

ب: اگر جرم ماده‌ای را ۴برابر و گرمای داده شده به آن را ۲ برابر کنیم، گرمای ویژه‌ی آن ماده نصف می‌شود

ج: انرژی جنبشی متوسط مولکول‌های ماده در حین تغییر حالت ثابت است.

د: در شرایط یکسان دمای نقطه‌ی انجماد و دمای نقطه‌ی ذوب یک ماده با هم برابر است.

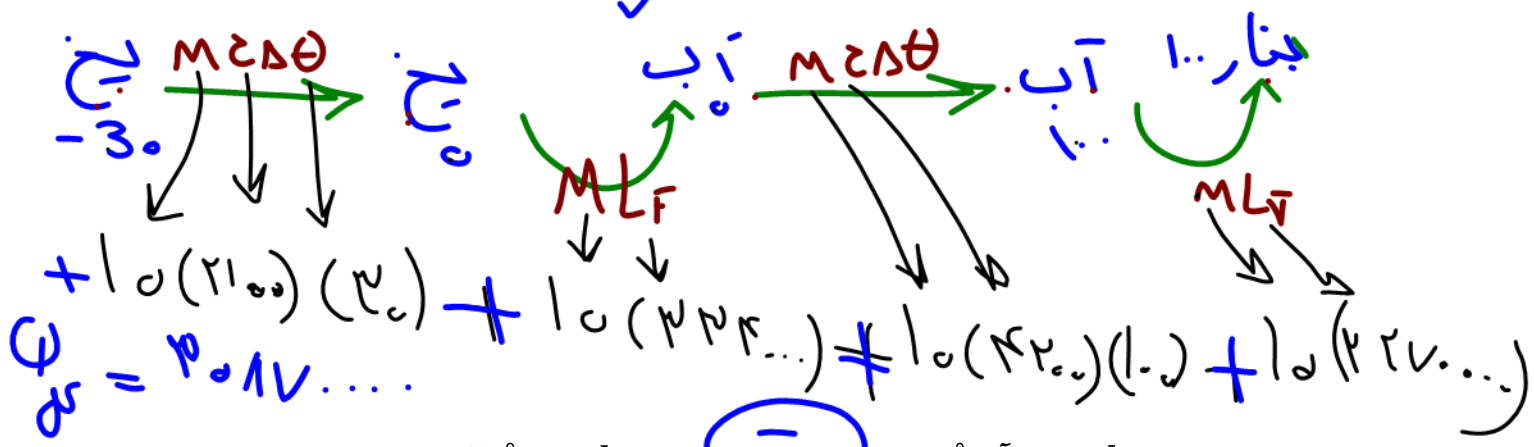
ه : طی فرآیند تبخیر سطحی، دمای مایع ثابت می‌ماند.

موارد ب و ه غلط هستند، زیرا در تبخیر سطحی دمای مایع کاهش می‌یابد و همینطور گرمای ویژه به جنس جسم بستگی دارد

تست: چند ژول گرما لازم است تا ۱۰kg یخ -30° را به ۱۰kg بخار آب 100° تبدیل کنیم؟

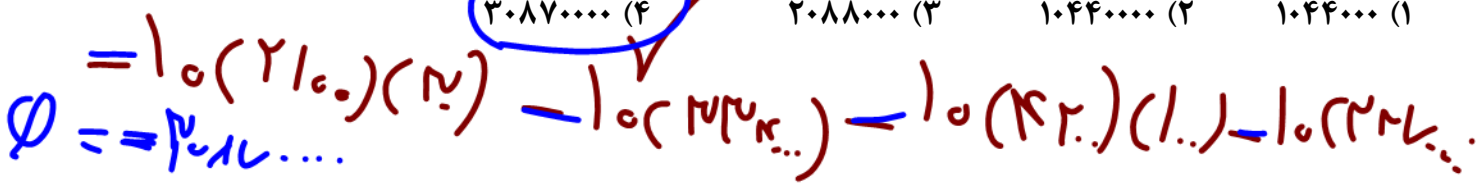
($C_{\text{آب}} = 4200$ و $C_{\text{یخ}} = 2100$, $L_f = 334000$, $L_v = 2270000$)

۱) ۱۰۴۴۰۰۰ ۲) ۱۰۴۴۰۰۰۰ ۳) ۲۰۸۸۰۰۰ ۴) ۳۰۸۷۰۰۰۰



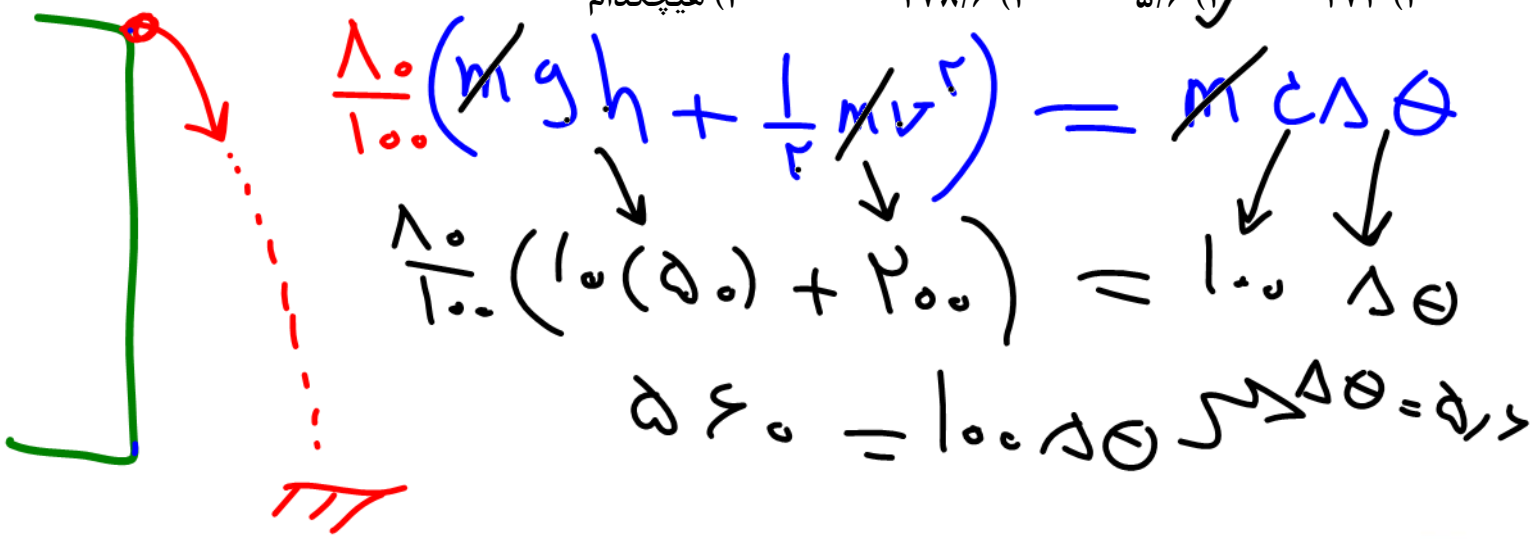
تست: چند ژول گرما ۱۰kg بخار آب 100° را از دست بدهد تا به ۱۰kg یخ -30° تبدیل شود؟

۱) ۱۰۴۴۰۰۰ ۲) ۱۰۴۴۰۰۰۰ ۳) ۲۰۸۸۰۰۰ ۴) ۳۰۸۷۰۰۰۰



تست: از بالای ساختمانی به ارتفاع ۵۰ متر گلوله‌ای را با سرعت اولیهٔ $20\frac{m}{s}$ رو به پائین پرتاب می کنیم. اگر در اثر اصطکاک و برخورد ۸۰ درصد از انرژی اولیهٔ گلوله به گرما تبدیل شود دمای این گلوله برحسب کلوین چند درجه افزایش می‌یابد؟ ($C_{\text{گلوله}} = 100$)

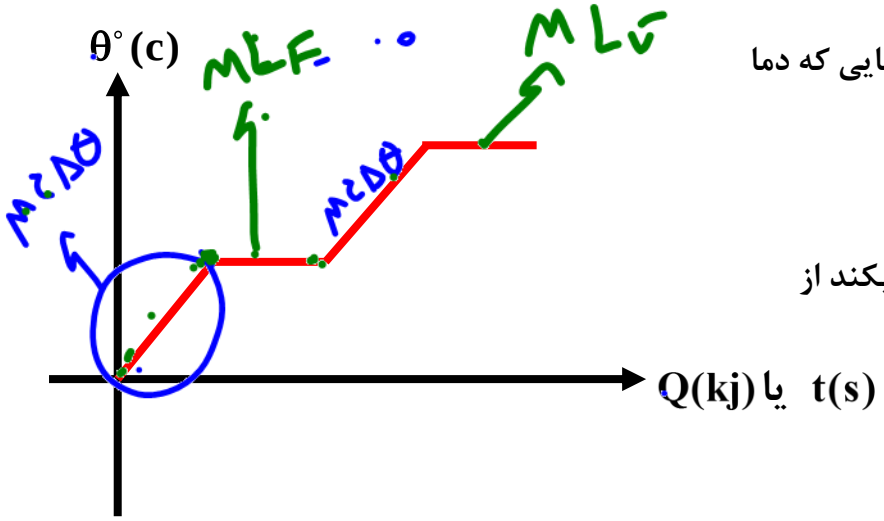
۱) ۲۷۳ ۲) ۵/۶ ۳) ۲۷۸/۶ ۴) هیچکدام



ترکیب فرمول توان و بازده با گرما

رابطه $R_a \times P_{کل} = \frac{انرژی}{t}$ را در فصل کار و انرژی خوانده بودیم،حال در این فصل هم میتوانیم از این رابطه استفاده کنیم و به جای انرژی، فرمول‌های گرما را بنویسیم

تحلیل نمودارهای دما– زمان و دما – گرما



در نمودارهای دما- زمان و دما – گرما جاهایی که دما ثابت است و عوض نشده از فرمول های

$$Q = mL_f \quad Q = mL_v$$

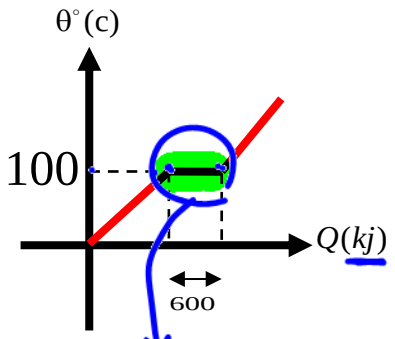
باید استفاده کنیم و جاهایی که دما تغییر میکند از فرمول $Q = mc\Delta\theta$ استفاده میکنیم

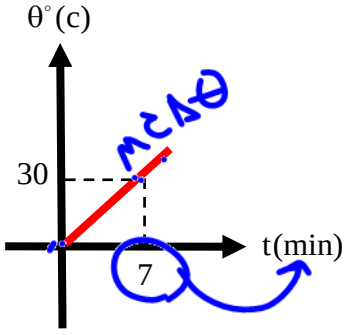
تست: راندمان یک گرمکن برقی ۵۰ درصد است و توان آن ۶۱۷۴۰۰ وات است. چند ثانیه طول می‌کشد تا این گرمکن ۱۰kg یخ -30° را به ۱۰kg بخار آب 100° تبدیل کنید؟

۱) ۱۰ ۲) ۱۰۰
۳) ۰/۱ ۴) ۰/۰۱

تست: یک گرمکن درون ظرفی که محتوی آب است، قرار دارد. نمودارهای θ دمای آب برحسب زمان و دما مطابق شکل‌های زیر است. توان گرمکن چند وات است؟

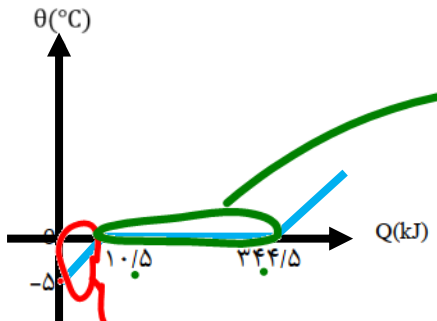
(فرض کنید انرژی مصرفی فقط صرف گرم کردن آب شود.) $(C = ۴۲۰۰ \frac{J}{kg^\circ c})$ و $L_v = ۳۰۰۰۰۰ SI$





۱) ۳۰۰
۲) ۶۰۰
۳) ۱۲۰۰
۴) ۳۶۰۰

تست VIP: در شکل زیر، منحنی تغییرات دمای جسم جامدی به جرم یک کیلوگرم بر حسب گرمای داده شده به آن نشان داده شده است. اگر ۴ کیلوگرم از این ماده در دمای ۵۰- را توسط گرم‌کنی با توان ۲۰۰۰وات و بازده ۸۰ درصد به ۲کیلوگرم از این ماده در حالت مایع و دمای صفر بخواهیم تبدیل کنیم، چندثانیه طول می‌کشد؟



۱) ۶۸۰
۲) ۵۶۷
۳) ۱۲۰
۴) ۶۰

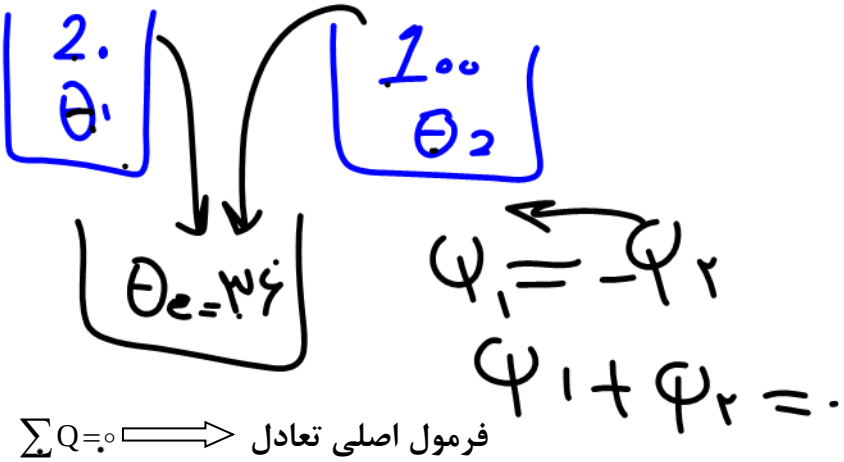
ابتدا به کمک نمودار، مقادیر L_f و c را پیدا میکنیم سپس از فرمول $Q = mc\Delta\theta$ $c = 2100$ و $Q = mL_f$ $L_f = 334000$

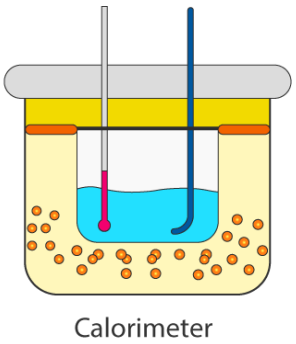
حالا: $R_a \times P = \frac{mc\Delta\theta + mL_f}{t}$

$$0.8 \times 2000 = \frac{4(2100)(50) + 2(334000)}{t} \rightarrow t = 680$$

دمای تعادل

گرما به طور طبیعی از جای گرم‌تر به‌جای سردتر منتقل می‌شود.هرگاه دو جسم با دماهای مختلف در تماس با یکدیگر قرار بگیرند، مقداری گرما از جسم با دمای بیشتر به جسم با دمای کمتر منتقل می‌شود. طی این فرآیند دمای جسم گرمتر کاهش و دمای جسم سردتر افزایش می‌یابد تا جایی که دمای هر دو جسم برابر شود. به این پدیده تعادل گرمایی می‌گویند و دمایی که دو جسم به آن دما رسیده‌اند دمای تعادل است. برای محاسبه دمای تعادل،همه Q ها را باهم جمع کنید و مساوی صفر قرار دهید




Calorimeter

فرمول اصلی تعادل $\sum Q=0 \Longrightarrow$

حالت خاص : هرگاه تبدیل حالت در میان نباشد می‌توان از رابطه‌ی تستی زیر میزان دمای تعادل را بدست آورد.

$$\theta_e = \frac{\sum mc\theta}{\sum mc} = \frac{m_1c_1\theta_1 + m_2c_2\theta_2 + ...}{m_1c_1 + m_2c_2 + ...}$$

که در آن θ_e دمای تعادل، θ_1دمای اولیه جسم اول و θ_2دمای اولیه جسم دوم و ... می‌باشد.

مثال: ۱۰ گرم آب $84^\circ c$ را با ۵۰ گرم آب صفر درجه سانتی‌گراد مخلوط می‌کنیم. هرگاه هیچگونه مبادله ی گرمایی با محیط انجام نگیرد و تغییر حالتی نیز رخ ندهد، دمای تعادل مخلوط چند درچه سانتی‌گراد است؟

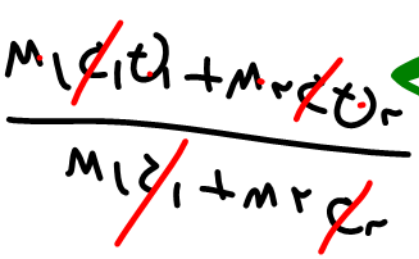
راه اصلی:

$$mc(\theta_e - \theta_1) + mc(\theta_e - \theta_2) = 0$$

$$10c(\theta_e - 84) + 50c(\theta_e - 0) = 0 \quad \theta_e = 14$$

راه تستی:

$$\theta_e = \frac{10\times c\times 84 + 50\times c\times 0}{10\times c + 50\times c} = \frac{84c}{6c} \Rightarrow \theta = 14^\circ c$$



$$\theta_e = \frac{m_1 c_1 \theta_1 + m_2 c_2 \theta_2}{m_1 c_1 + m_2 c_2}$$

تست: m_1 گرم از مایعی به دمای اولیهٔ ۲۶ را با m_2 گرم از همان مایع ولی با دمای ۱۸ مخلوط می‌کنیم. تا ۲۰۰ گرم از همان مایع با دمای ۲۰ داشته باشیم. حاصلضرب m_1 و m_2 (بر حسب گرم) چقدر می‌شود؟

۱) ۷۵۰۰ ۲) ۳۶۰۰ ۳) ۱۰۰۰۰ ۴) ۴۰۰

$Q_1 + Q_2 = 0$

$m_1 c(\theta_e - 26) + m_2 c(\theta_e - 18) = 0$

$m_1(-6) + m_2(2) = 0$

$2m_2 = 6m_1 \rightarrow m_2 = 3m_1$

θ_e

$m_1 + m_2 = 200$

$m_1 + 3m_1 = 200$

$4m_1 = 200$

$m_1 = 50 \rightarrow m_2 = 150$

تست: درون گرماسنجی به ظرفیت گرمایی ۱۵۰ واحد SI، ۵۰۰g آب ۸° درجه سانتی‌گراد در حالت تعادل موجود است. اگر تکه فلزی با دمای ۱۱۰° را وارد مجموعه کنیم، دمای نهایی به ۱۰° می رسد.ظرفیت گرمایی تکه فلز چند واحد SI بوده است؟(c=۴۲۰۰ آب)

۱) ۳۵ ۲) ۴۵ ۳) ۵۵ ۴) اطلاعات کافی نیست.

تذکر: گرماسنج که به آن کالریمتر نیز میگویند ظرفی است درپوشدار که به خوبی عایقبندی گرمایی شده است و مانع از تبادل گرمایی اجسام داخلش با محیط بیرون میشود

پاسخ:

$Q_{آب} + Q_{ظرف} + Q_{فلز} = 0$

$mc(\theta_e - \theta) + mc(\theta_e - \theta) + mc(\theta_e - \theta) = 0$

$0.5(4200)(10-8) + 150(10-8) + x(10-110) = 0$

$4200 + 300 + x(100) = 0$

$4500 = 100x \quad x = 45$

محاسبه دمای تعادل در حضور یخ (اگر دمای تعادل را داده باشند)

کافیست دمای تعادل را در وسط بنویسیم و مواد داده شده را در اطراف آن یادداشت کنیم، سپس با رسم فلش‌های متوالی آنها را به دمای تعادل برسانیم و در آخرین قدم جمع همه گرما ها را مساوی صفر قرار دهیم مثلاً :

آب ۷۰ ←— آب θ_e —→ آب ۰ —→ یخ ۰ —→ یخ ۵۰ -

$\sum Q=0$

محاسبه دمای تعادل در حضور یخ(اگر دمای تعادل را نداشته باشیم)

در مسائلی که یخ $-\theta_c$ درجه را با آب θ'_c مخلوط می‌کنیم و دمای تعادل را در سوال به ما نداده اند ا بتدا باید انرژی گرمایی حالت‌های زیر را بدست آوریم:

۱- تبدیل یخ $-\theta_c$ درجه سیلسیوس به یخ صفر درجه که گرمای آن را Q فرض می‌کنیم.

۲- تبدیل آب θ_c درجه سلسیوس به آب صفر درجه که گرمای آن را Q' در نظر می‌گیریم.

بعد از بدست آوردن Q و Q' آنها را با هم مقایسه می نمائیم که ۳ حالت زیر بدست می‌آید:

۱. $Q = Q'$ دمای تعادل صفر درجه می‌باشد و آب و یخ در حالت تعادل می‌باشند.

۲. $Q > Q'$ در اینصورت آب می‌تواند به یخ تبدیل شود.

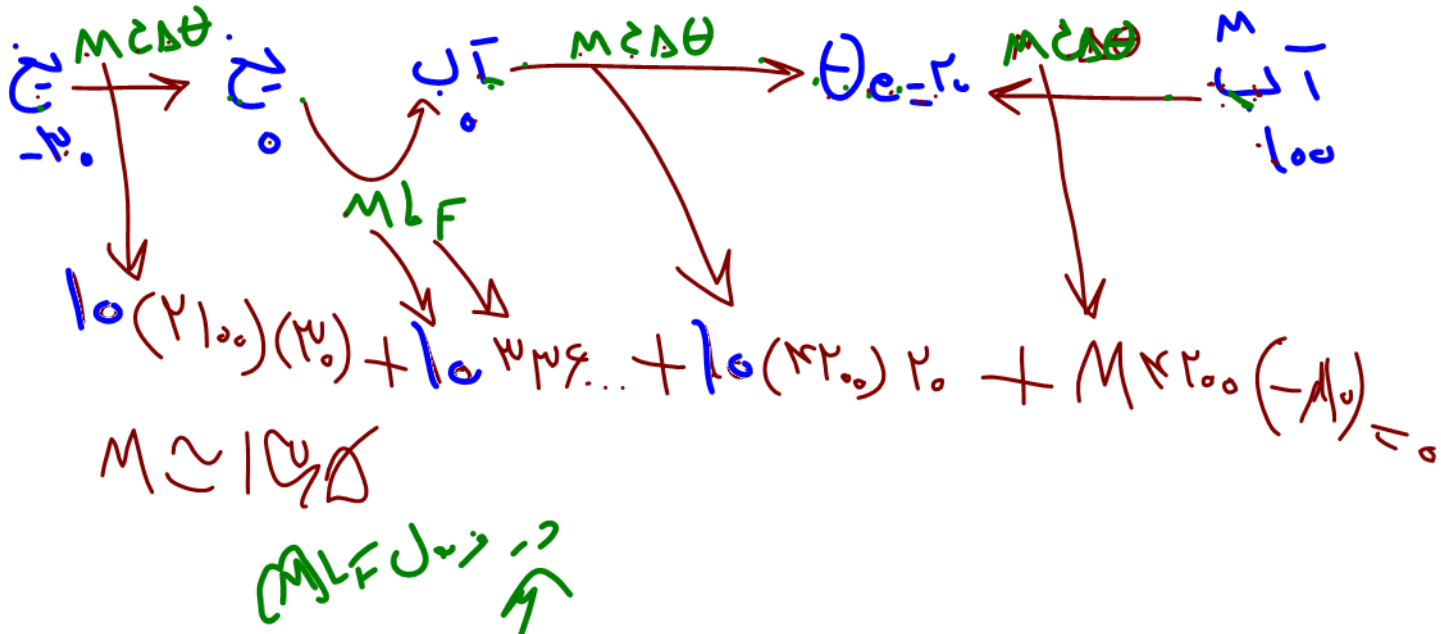
۳. $Q' > Q$ در اینصورت یخ می‌تواند به آب تبدیل گردد.

تذکر بسیار مهم: برای حالت خاصی که مواد مورد نظر فقط آب و یخ باشند و $L_f = ۳۳۶۰۰۰$ باشد راه های تستی وجود داره که فقط سوالات خاص را حل می‌کند! گول نخورید!!! راه اصلی را هم یاد بگیرید!!!

$$Q_1 + Q_2 + Q_3 + \cdots = 0$$

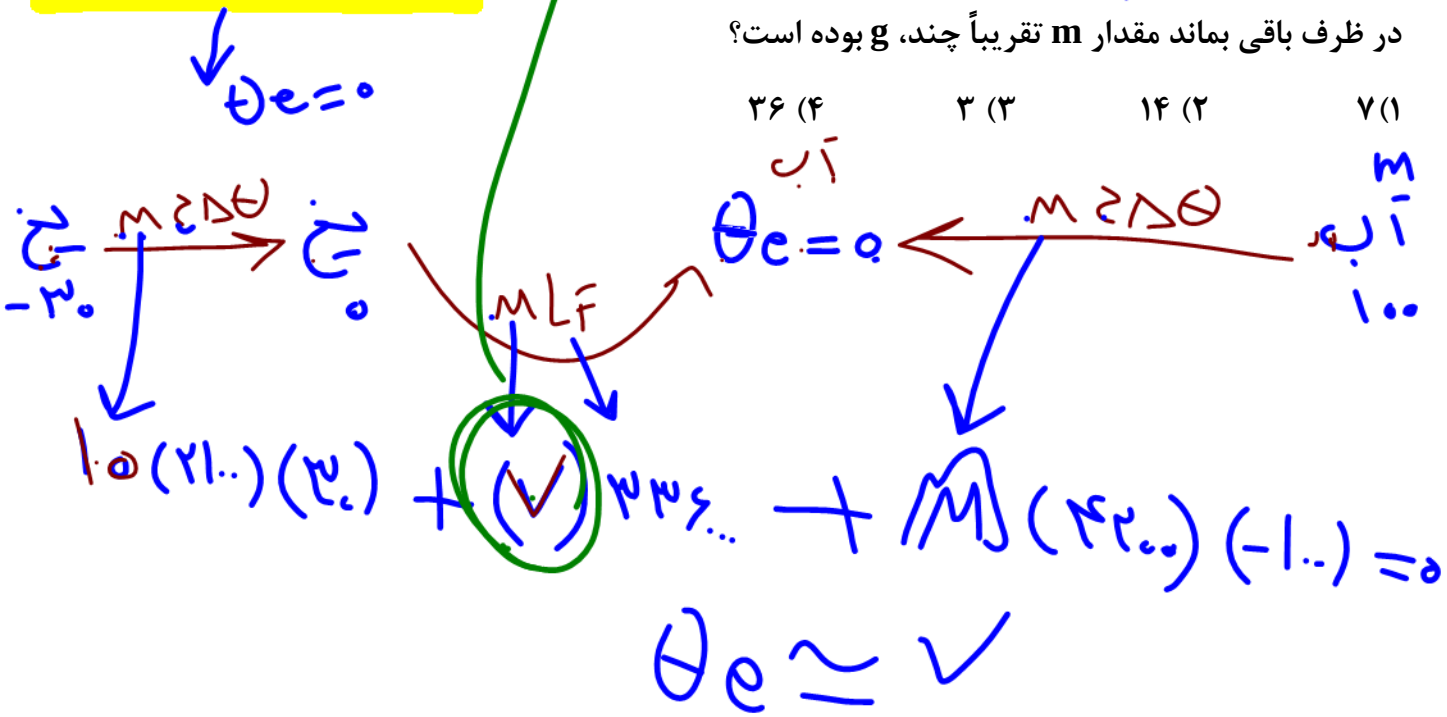
تست: M گرم آب ۱۰۰ درجه را با ۱۰ گرم یخ ۳۰- مخلوط میکنیم،اگر دمای تعادل در پایان،۲۰+ شود، مقدار m تقریبا چه قدر بوده است؟

۱۳/۵ ۱۶ ۱۷/۷ ۱۰/۲



تست: m گرم آب ۱۰۰° را با ۱۰gr یخ ۳۰°- درجه مخلوط می‌کنیم.اگر در پایان ، ۳g یخ بصورت ذوب نشده در ظرف باقی بماند مقدار m تقریباً چند، g بوده است؟

۱) ۷ ۲) ۱۴ ۳) ۳ ۴) ۳۶



تست: ۱۲/۵ گرم یخ ۱۶- درجه سلسیوس را درون ۳۵ گرم آب ۲۰ درجه سلسیوس قرار می‌دهیم با صرف‌نظر از اتلاف انرژی پس از ایجاد تعادل چند گرم آب و چگونه در سیستم موجود می‌باشد؟ $(L_F = ۳/۳۶\times۱۰^۵ \frac{J}{kg}$ ، آب $C = ۴/۲ \frac{kj}{kg^\circ c}$ ، یخ $C = ۲/۱ \frac{kj}{kg^\circ c})$

۱) ۳۷ گرم آب صفر درجه
۲) ۴۲/۵ گرم اب صفر درجه
۳) ۲۷/۵ گرم اب با دمای مثبت
۴) ۴۷/۵ گرم آب با دمای مثبت

$Q_{\text{سرمایی}} = mc\Delta\theta = 420$

$Q_{\text{گرمایی}} = mc\Delta\theta = 2940$

$\Delta Q = mLf \quad = \quad m = 7.5\ g$

تستی:

$$m = \frac{2m\theta_{\text{آب}} - m\theta_{\text{یخ}}}{160}$$

$$\frac{2m\theta_{\text{آب}} - m\theta_{\text{یخ}}}{160} = \frac{2\times 35\times 20 - 12.5\times 16}{160} = 7.5$$

تست: ۱۴گرم آب ۱۰۰° را با $۱۰gr$ یخ -۳۰° مخلوط می‌کنیم. دمای تعادل چه قدر می‌شود؟ $(L_F = ۳/۳۶\times۱۰^۵ \frac{J}{kg})$ ، آب $C = ۴/۲ \frac{kj}{kg^\circ c}$ ، یخ $C = ۲/۱ \frac{kj}{kg^\circ c}$)

۱) ۷ ۲) ۱۴ ۳) ۳ ۴) ۱۹

$$\theta_e = \frac{m\theta_{\text{آب}} - m\theta_{\text{یخ اوسکول}}}{m_{\text{آب}} + m_{\text{یخ}}} = \frac{m\theta_{\text{آب}} - m(\frac{1}{2}\theta + 80)}{m_{\text{آب}} + m_{\text{یخ}}}$$

$$\theta_e = \frac{m\theta_{\text{آب}} - m\theta_{\text{یخ اوسکول}}}{m_{\text{آب}} + m_{\text{یخ}}} = \frac{1400 - 10(95)}{m_{\text{آب}} + m_{\text{یخ}}} \approx 19$$

تست: ۷ کیلوگرم آب ۱۰۰ درجه را با۱۰کیلوگرم یخ ۳۰- درجه مخلوط می‌کنیم. کدام گزینه تقریبا صحیح است؟ $(L_F = ۳/۳۶\times ۱۰^۵ \frac{J}{kg})$ ، $(C = ۴/۲ \frac{kj}{kg^\circ c}$ آب ، $C = ۲/۱ \frac{kj}{kg^\circ c}$ یخ)

۱) تمام یخ ذوب می‌شود و ۱۷ کیلوگرم آب در ظرف وجود دارد.

۲) تمام آب یخ می زند و ۱۷ کیلوگرم یخ در ظرف باقی می‌ماند.

۳) دمای تعادل مجموعه صفر می‌گردد و ۱۴ کیلوگرم آب باقی مانده می‌شود.

۴) دمای تعادل مجموعه صفر می‌شود و ۵ کیلوگرم یخ باقی مانده می‌شود.

$$m_{\text{یخ ذوب شده}} = \frac{2m\theta_{\text{آب}} - m\theta_{\text{یخ}}}{160} = \frac{2\times 7\times 100 - 10\times 30}{160} \cong 7$$

$V+V=14$ آب

گزینه ۳

تست: چند گرم بخار آب ۱۰۰ را در ۵۹۰ گرم آب ۱۰ درجه وارد کنیم تا دمای تعادل به ۵۰ برسد؟

۱) ۳۵ ۲) ۴۰ ۳) ۴۵ ۴) ۵۰

$$\theta_e = \frac{640m_{\text{بخار}} + m\theta_{\text{آب}}}{m_{\text{بخار}} + m_{\text{آب}}} = \frac{640(m) + 59000}{m + 590} = 50$$

M=40

تست: اگر ۲ گرم بخار آب ۱۰۰ درجه را با ۱۵ گرم یخ ۱۰- مخلوط کنیم دمای تعادل تقریبا چه قدر می‌شود؟

۱) ۳ ۲) ۵ ۳) ۱ ۴) ۲

$$Q_{\text{سرمایی}} = mc\Delta\theta + mL_F = 15\times\frac{1}{2}\times 10 + 15\times 80 = 1275$$
$$Q_{\text{گرمایی}} = mc\Delta\theta + mL_V = 2\times 1\times 100 + 2\times 540 = 1300$$
$$25 = (15+2)\times 1\times\theta_e \quad \theta_e \cong 3$$

راه تستی:

$$\theta_e = \frac{640m_{\text{بخار}} - m\theta_{\text{یخ اوسکول}}}{m_{\text{بخار}} + m_{\text{یخ}}}$$

$$\theta_e = \frac{m\theta_{\text{آب}} - m\theta_{\text{یخ اوسکول}}}{m_{\text{آب}} + m_{\text{یخ}}} = 3$$

جمعبندی دمای تعادل

فرمول اصلی دمای تعادل

$$\sum Q = 0$$

دمای تعادل آب و یخ

$$\theta_e = \frac{\text{یخ اوسکول}\theta m - \text{آب } ۶۴۰m}{\text{یخ}m + \text{آب } m}$$

دمای تعادل آب و بخار

$$\theta_e = \frac{\text{آب } \theta m + \text{بخار } ۶۴۰m}{\text{آب } m + \text{بخار } m}$$

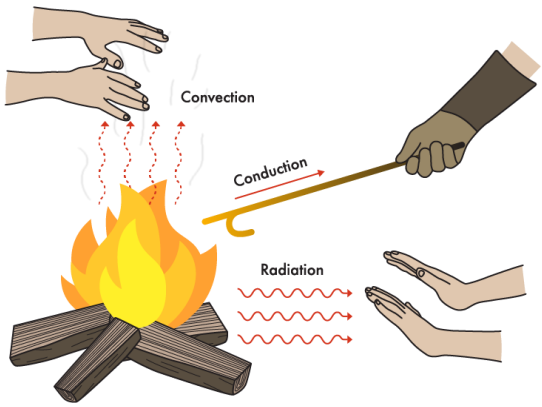
دمای تعادل بخار و یخ

$$\theta_e = \frac{\text{یخ اوسکول}\theta m - \text{بخار } ۶۴۰m}{\text{یخ } m + \text{بخار} m}$$

یخ اوسکول! : یخی که دماش رو با علامت + نصف کنیم و با ۸۰ جمعش کنیم!!!

روش های انتقال گرما:

شارش گرما به سه صورت متفاوت انجام میشود که عبارتاند از: رسانش گرمایی، همرفت و تابش گرمایی. در هر فرایند انتقال گرما، ممکن است هر سه این ساز و کارها دخالت داشته باشند اختلاف دما باعث شارش گرما از جسم با دمای بالاتر به جسم با دمای پایینتر میشود انتقال گرما، از جسم گرم به جسم سرد تا وقتی ادامه مییابد که دو جسم همدما شوند و اصطلاحاً به تعادل گرمایی برسند



روشهای انتقال گرما
- همرفت
- تابش
- رسانش

انتقال حرارت به روش همرفت:

در انتقال گرما به روش همرفت قسمتی از ماده که گرم شده است به طرف بالا حرکت می‌کند و قسمت‌های اطراف آن که هنوز گرم نشده اند جای آن را می‌گیرند. به این ترتیب انرژی گرمایی از یک نقطه به نقطه دیگر همرفت میتواند به صورت طبیعی یا واداشته انجام گردد.منتقل شده و به تدریج تمام ماده گرم می‌شود

انتقال حرارت به روش تابش:

تابش گرمایی، انرژی منتشرشده به وسیله ماده با موج الکترومغناطیسی است، که شامل همه موادی که دارای دمای بالاتر از صفر مطلق هستند، می‌باشد. تابش گرمایی بدون حضور ماده، از میان فضای خالی منتشر می‌شود و تابش گرمایی نتیجه حرکات تصادفی اتم‌ها و مولکول‌ها در ماده است. تابش گرمایی از سطح هر جسم علاوه بر دما به مساحت، میزان صیقلیبودن و رنگ سطح آن جسم بستگی دارد و سطوح صاف و درخشان با رنگهای روشن تابش گرمایی کمتری دارند، در حالی که تابش گرمایی سطوح تیره ناصاف و مات بیشتر است. تابشهای گرمایی در دماهای کمتر از ۵۰۰ رجه سانتیگراد عمدتاً بهصورت تابش فروسرخ است که نامرئی است. برای آشکارسازی ابشهای فروسرخ از ابزاری موسوم به دمانگار استفاده میکنیم و به تصویر به‌دست آمده از آن دمانگاشت میگوییم.

از تابش گرمایی میتوان به عنوان مبنایی برای اندازهگیری دمای اجسام استفاده کرد. به روشهای اندازهگیری دما مبتنی بر تابش گرمایی، تفسنجی و به ابزارهای اندازهگیری دما به این روش، تفسنج میگویند. تفسنج بر خلاف سایر دماسنجها بدون تماس با جسمی که میخواهیم دمای آن را اندازه بگیریم، دمای جسم را اندازه

میگیرد. تفسنجی، به‌خصوص در اندازهگیری دماهای بالای $^{\circ}C$ اهمیت ویژهای دارد. تفِ سنج تابشی و تفِ سنج نوری، تفسنجهایی برای اندازهگیری این دماها هستند و تفِسنج نوری به عنوان دماسنج معیار برای اندازه‌گیری این دماها انتخاب شده است

انتقال حرارت به روش رسانش:

وقتی جسمی گرم می شود میانگین سرعت مولکول هایش به شدت افزایش می یابد و مولکول ها با انرژی با به مولکول های نزدیک به خود برخورد می کند و آنها را نیز به حرکت در می آورد ، بدین ترتیب انرژی گرمایی در اجسام جامد انتقال می یابد.برای مثال اگر قسمتی از یک میله آهنی را روی اجاق گاز قرار دهیم ،بعد از مدتی خواهیم دید که انتهای دیگر آن نیز گرم شده است .گرما از طریق بدنه میله آهنی از انتها داغ به انتهای سرد منتقل می شود

فرمول های رسانش: (مطالعه آزاد)

آهنگ رسانش $\frac{Q}{t}=\frac{KA\Delta\theta}{L}$ گرمای رسانش $Q=\frac{KAt\Delta\theta}{L}$

۴۳- چند مورد از موارد زیر غلط است؟

صفر مورد یک مورد دو مورد سه مورد

الف) در رسانش گرمایی فلزات، در رسانش گرمایی فلزات علاوه بر ارتعاش اتم ها، حرکت الکترون های آزاد نیز نقش مهمی در رسانش دارند.

ب) روش همرفت در انتقال گرما، بر اثر کاهش چگالی شاره در اثر افزایش دما صورت می گیرد.

ج) انتقال گرما از مرکز خورشید به سطح آن از طریق همرفت صورت می گیرد.

د) کلم اسکانک می تواند دمایش را بالاتر از دمای محیط ببرد.

ج) انتقال گرما در گازها و مایعات عمدتا به روش همرفت انجم می گیرد.

د) در رساناهای فلزی سهم الکترون های آزاد در رسانش گرمایی بیشتر از اتم ها است.

و) گرم و سرد شدن بخش های مختلف بدن جانوران خونگرم بر اثر گردش خون، مثالی از همرفت واداشته است.

ه) تابش گرمایی سطوح تیره بیش تر از سطوح روشن است.

پاسخ: همه موارد صحیح است گزینه ۱

قانون گازهای کامل

(مخصوص رشته ریاضی)(این بخش به همراه ترمودینامیک تدریس می‌گردد)

برای بررسی رفتار گاز میتوان مقداری گاز را درون یک استوانه قرار داد و در هر لحظه دما فشار و حجم آن را اندازهگیری کرد. دانشمندانی مانند بویل، ماریوت، شارل، گی لوساک تلاشهای بسیاری کرده اند تا رابطه بین فشار، حجم، دما و مقدار گاز درون یک محفظه را بیابند.

$$PV = nRT$$

$$\frac{P_1V_1}{n_1T_1} = \frac{P_2V_2}{n_2T_2}$$

گازی را کامل می‌گویند که تنها بین مولکولهای آن انرژی جنبشی برقرار باشد که این عمل توسط رقیق نمودن گاز صورت می‌پذیرد در این حالت فاصله‌ی بین مولکولها زیاد می‌شود تا بر روی هم تأثیر نگذارند. در این حالت رفتار گاز از رابطه‌ی حالت $\frac{PV}{T} = nR$ تبعیت می نماید. که آن P فشار برحسب پاسگال، V حجم بر حسب مترمکعب و T دما برحسب درجه کلوین می‌باشد.n تعداد مولهای ماده و R ثابت گازها برحسب ژول بر مول درجه کلوین می‌باشد.

تست : جرم۸/۳ لیتر هلیم در فشار ۶×۱۰^{۵} پاسکال و دمای ۲۷ درجه سانتی‌گراد چند گرم است؟ (جرم مولکولی هلیم برابر $۴\frac{gr}{mol}$ و R=۸/۳ است)

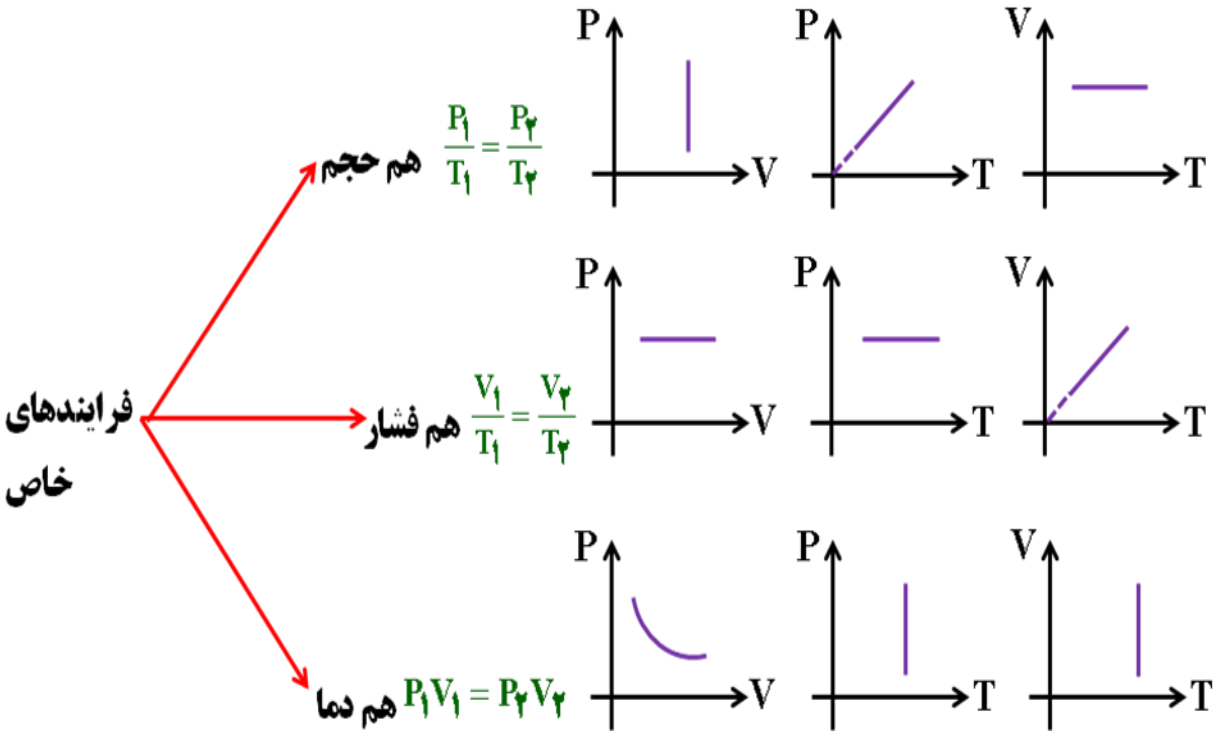
۱) ۱۶ ۲) ۸ ۳) ۴ ۴) ۲

تست: اگر حجم مقدار معینی گاز کامل ۲۴۰ درصد افزایش و فشار آن ۲۰ درصد کاهش یابد، دمای گاز چگونه تغییر می‌کند؟

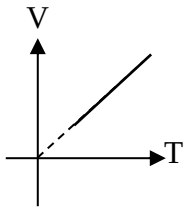
۱) ۲۷۲درصد افزایش می‌یابد. ۲) ۷۲درصد افزایش می‌یابد.

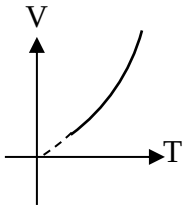
۳) ۱۷۲ درصد افزایش می‌یابد. ۴) ۲۷۲درصد کاهش می‌یابد.

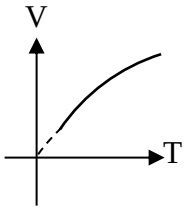
نمودار و فرمول چند فرایند خاص (در سطح این فصل)

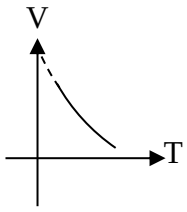


تست: کدام نمودار، تغییرات حجم گاز(در فشار ثابت) را نسبت به دمای مطلق نشان می‌دهد؟

۱) 

۲) 

۳) 

۴) 

تست : یک حباب هوا وقتی که از ته دریاچه به سطح آب می‌آید حجمش ۷۰۰ درصد افزایش می‌یابد در صورتیکه فشار هوا در سطح آب یک جو و چگالی آب ۱ گرم بر سانتیمترمترمکعب باشد، عمق دریاچه تقریبا چند متر است؟ ($g=10N/kg$ ، دما ثابت است.)

۱) ۷۰ ۲) ۸۰ ۳) ۹۰ ۴) ۱۰۰

چگالی گاز کامل

چگالی یک گاز کامل از رابطه‌ی روبرو محاسبه می‌گردد:

$$\rho = \frac{PM}{RT}$$

تست: چگالی گاز کاملی در دمای صفر درجه ی سلسیوس و فشار یک جو برابر ۱/۴ کیلوگرم برمترمکعب است. چگالی این گاز در فشار ۲ جو و دمای ۲۷۳ درجه سلسیوس چند کیلوگرم برمترمکعب است؟

۱) ۰/۳۵ ۲) ۰/۷ ۳) ۱/۴ ۴) ۲/۸

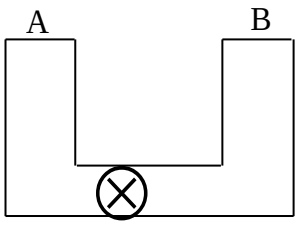
مخلوط گازهای کامل (قانون دالتون)

فرض کنیم گاز کامل (۱) با فشار p_1 ، حجم v_1، و دمای T_1 با گاز کامل (۲) با فشار p_2، حجم v_2 و دمای T_2 مخلوط شوند و یک گاز با فشار p ، حجم v و دمای T تشکیل دهند. در اینصورت رابطه‌ی روبرو برقرار است:

$$\frac{PV}{T} = \frac{P_1V_1}{T_1} + \frac{P_2V_2}{T_2}$$

تست: در شکل مقابل فشار گاز و حجم ظرف A به ترتیب برابر ۵ اتمسفر و ۲ لیتر و فشار گاز و حجم ظرف B برابر ۱۰ اتمسفر و ۸ لیتر است. اگر دمای دو ظرف برابر باشد، وقتی شیر رابط بین دو ظرف را باز کنیم، فشار نهایی درون ظرف چند اتمسفر می‌شود؟

۱) ۶/۵ ۲) ۹ ۳) ۰/۹ ۴) ۱۰/۵



Home work

۱- بهترین تعریف «ترموکوپل» کدام گزینه است ؟

۱) وسیله ای برای سنجش رسانایی حرارتی اجسام است.

۲) دماسنجی است که در آن تغییر دما باعث تغییر شدت جریان الکتریکی می شود.

۳) دماسنجی است که در آن تغییر دما باعث تغییر حجم گاز یا مایع می شود.

۴) وسیله ای برای ثابت نگه داشتن دمای داخلی ساختمان است.

۲- اساس کار دما سنج گازی بر ..... است و اساس کار تف سنج مبتنی بر ..... مبتنی است. (به ترتیب از راست به چپ)

۱) تابش گرمایی - قانون گازهای کامل

۳) قانون گازهای کامل - تابش گرمایی

۲) انبساط و انقباض- تغییر حجم

۴) تغییر حجم - انبساط و انقباض

۳- کدام یک از گزینه های زیر نادرست است؟

۱) دقت دماسنج مقاومت پلاتینی از دقت دماسنج ترموکوپل بیشتر است.

۲) گستره ی دماسنجی همه ی ترموکوپل ها از 270°C - تا 1372°C است.

۳) کمیت دماسنجی ترموکوپل، ولتاژ است.

۴) از دماسنج بیشینه - کمینه معمولا در مراکز پرورش گل و گیاه استفاده می شود

۴- دمای ۱۲۲ درجه فارنهایت معادل با چند درجه سلسیوس و چند کلوین است؟

۱) ۵۰ و ۳۳۲

۲) ۵۰ و ۳۲۳

۳) ۵۹ و ۳۳۲

۴) ۵۹ و ۳۲۳

۵- دمای یک جسم برحسب درجه سلسیوس چه قدر باشد تا دماسنج های کلوین و فارنهایت، دمای آن را یک عدد یکسان نشان دهند؟

۱) ۱۹۲/۲ ۲) ۳۰۱/۲۵ ۳) ۴۸/۲ ۴) ۶۰/۲۵

۶- کدام یک از موارد زیر جزء دماسنج های معیار نیست؟

۱) دماسنج گازی

۲) دماسنج مقاومت پلاتینی

۳) پیرومتر

۴) ترموکوپل

۷- کدام یک از گزینه های زیر در خصوص تف سنج ها نادرست است؟

۱) تف سنج برخلاف سایر دماسنج ها نیاز به تماس با جسمی که دمای آن را اندازه می گیریم، ندارند.

۲) تفسنجی، به خصوص در اندازه گیری دماهای بالای 1100°C اهمیت ویژه ای دارد.

۳) تف سنج تابشی، به عنوان دماسنج معیار برای اندازه گیری دماهای بالا انتخاب شده است

۴) به روش های اندازه گیری دما مبتنی بر تابش گرمایی، تف سنجی می گویند.

۸- دمای جسمی را 20°C کاهش می دهیم. دمای آن بر حسب کلوین ۱۰ درصد کم می شود. دمای اولیه ی جسم چند درجه سلسیوس بوده است؟

۱) ۲۰- ۲) ۲۷۳- ۳) ۲۰+ ۴) ۲۷۳+

۹- یک دماسنج دمای 50°C− را به ۵ درجه و دمای 15°C را ۳۵ درجه نشان می دهد. این دماسنج دمای ۷۷ فارنهایت را چند درجه نشان می دهد؟

۱ ۴۴ ۲) ۲۲ ۳) ۷۵ ۴) ۵۰

۱۰- دمای یک میله ی مسی را 100°C افزایش می دهیم، طول آن ۰/۱۷ درصد افزایش می یابد. اگر دمای یک ورقه ی مسی را 100°C افزایش دهیم، مساحت آن چند برابر می شود؟

۱) ۱/۰۰۱۷ ۲) ۰/۰۰۳۴ ۳) ۰/۳۴۰۰ ۴) ۱/۰۰۳۴

۱۱- مساحت جانبی یک مکعب فلزی ۰/۲۵ متر مربع و ضریب انبساط خطی آن $۲ \times ۱۰^{-5}\mathrm{K}^{-1}$ است. اگر دمای این مکعب ۱۰۰ درجه سلسیوس افزایش یابد، سطح جانبی آن تقریبا چند سانتی متر مربع افزایش می یابد؟

۱) ۸ ۲) ۱۰ ۳) ۸۰ ۴) ۱۰۰

۱۲- طول دو میله ی فلزی A و B در دمای 20℃ هر یک برابر ۲ متر است. دمای دو میله را چند درجه ی سلسیوس افزایش دهیم تا اختلاف طول آنها برابر $0/8mm$ شود؟ $(\alpha_A = 12 \times 10^{-6}\frac{1}{℃}, \alpha_B = 20 \times 10^{-6}\frac{1}{℃})$

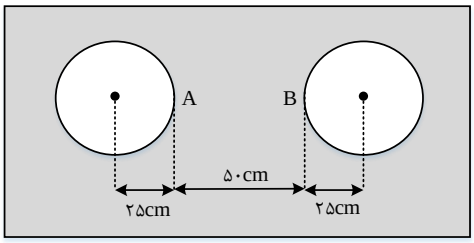
۱) ۳۰ ۲) ۵۰ ۳) ۷۰ ۴) ۱۰۰

۱۳- از یک ورق مسی، دو صفحه ی دایره ای شکل به مساحت های S_1 و $S_2 = 2S_1$ بریده و جدا کرده ایم. حال اگر به اولی گرمای Q_1 و به دومی گرمای $Q_2 = 2Q_1$ را بدهیم و بر اثر این گرما، افزایش شعاع آنها به ترتیب ΔR_1 و ΔR_2 باشد، $\frac{\Delta R_2}{\Delta R_1}$ چقدر است؟

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

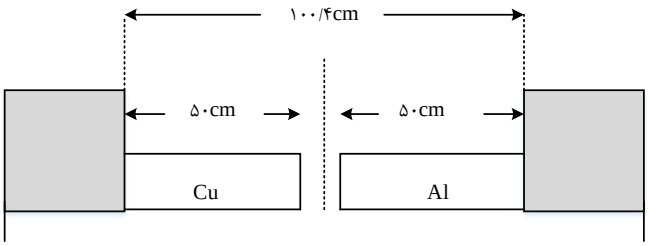
۱۴- در وسط یک صفحه ی فلزی نازک که ضریب انبساط سطحی آن $3.6 \times 10^{-5}K^{-1}$ است، دو دایره به شعاع های ۲۵ سانتی متر را در دمای صفر درجه سلسیوس خارج نموده ایم. اگر دمای صفحه را به آرامی از صفر به ۲۰۰ درجه سلسیوس برسانیم، فاصله ی AB چند میلی متر می شود؟

۱) ۴۹۶/۴ ۲) ۴۹۸/۲ ۳) ۵۰۱/۸ ۴) ۵۰۳/۶



۱۵- دو میله ی مسی و آلومینیمی بین دو دیوارهی ثابت قرار دارند. دمای دو میله را چند کلوین بالا ببریم تا دو میله به یکدیگر برسند؟ $(\alpha_{مس} = 1/7 \times 10^{-5}\,K^{-1}, \alpha_{Al} = 2/3 \times 10^{-5}K^{-1})$

۱) ۴۷۰ ۲) ۳۴۷ ۳) ۲۵۰ ۴) ۲۰۰



۱۶- در دمای صفر درجهی سلسیوس، طول دو میلهی آلومینیمی و فولادی با هم برابر و هر کدام ۴ متر است. دمای میله ها را تا چند درجه سلسیوس افزایش دهیم تا اختلاف طول آنها ۲/۳ میلی متر شود؟

$(\alpha_{\text{فولاد}} = 11/5 \times 10^{-6}\ K^{-1}\ , \alpha_{Al} = 23 \times 10^{-6} K^{-1})$

۱) ۱۵ ۲) ۲۵ ۳) ۵۰ ۴) ۱۰۰

۱۷- ضریب انبساط طولی فلزی $2 \times 10^{-5}\ K^{-1}$ و دمای آن صفر درجه سلسیوس است. اگر دمای این فلز را به ۲۵۰ درجه سلسیوس برسانیم، حجم آن چند درصد افزایش می یابد؟

۱) ۰/۱۵ ۲) ۱/۵ ۳) ۰/۲۵ ۴) ۲/۵

۱۸- دمای یک میله ی فلزی به θ_2 می رسد. اگر طول آن ۰/۱ درصد افزایش یابد، چگالی آن تقریبا .....

۱) ۰/۱ درصد کاهش می یابد.

۲) ۰/۳ درصد کاهش می یابد.

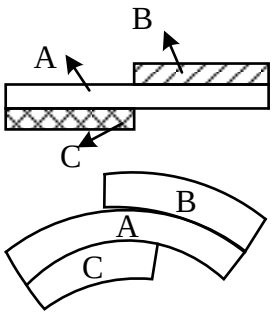
۳) ۰/۱ درصد افزایش می یابد.

۴) ۰ /۳ درصد افزایش می یابد.

۱۹- سه میله از جنس های مختلف را مطابق شکل به هم دیگر چسبانده ایم. دمای محیط را بالا می بریم و مشاهده می کنیم که میله ها به شکل روبه رو تغییر می کنند. چه رابطه ای بین ضریب انبساط خطی میله ها برقرار است؟

۱) $\alpha_C > \alpha_B > \alpha_A$ ۲) $\alpha_C > \alpha_A > \alpha_B$

۳) $\alpha_A > \alpha_C > \alpha_B$ 4) $\alpha_C = \alpha_B > \alpha_A$



۲۰- چند کیلوژول گرما به یک کیلو گرم یخ $-10°C$ بدهیم تا به آب $20°C$ تبدیل شود؟

$(C_{\text{یخ}} = 2/1\ \frac{KJ}{kg.K}\ , L_F = 336 \frac{KJ}{kg}\ , C_{\text{آب}} = \frac{KJ}{kg.K})$

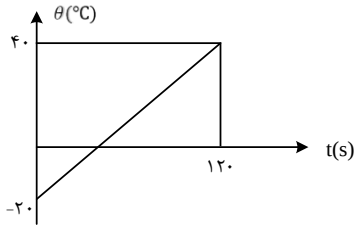
۱) ۵۰۰ ۲) ۴۴۱ ۳) ۲۳۱ ۴) ۱۰۲

۲۱- اگر نسبت جرم جسم A به جرم جسم B برابر با $\frac{2}{5}$ نسبت گرمای ویژه جسم A به گرمای ویژه جسم B برابر $\frac{3}{4}$ یابد، افزایش باشد و به آنها گرمای مساوی بدهیم تا بدون تغییر حالت، دمای جسم A به میزان 20°C افزایش دمای جسم B چند درجه سلسیوس خواهد بود؟

۱) ۶ ۲) ۸ ۳) ۸۰ ۴) ۱۰۰

۲۲- نمودار تغییرات دمای جسم جامدی به جرم ۱۰۰ گرم، بر حسب زمان مطابق شکل است. اگر گرمای ویژه ی جسم $۴۰۰ \frac{J}{kg°C}$ باشد، جسم در هر ثانیه چند ژول گرما گرفته است؟

۱) ۱۰ ۲) ۱۲ ۳) ۲۰ ۴) ۲۴



۲۳- یک اجاق برقی دمای مقدار معینی آب را در مدت ۸ دقیقه از ۲۰ درجه سلسیوس به نقطه ی جوش (۱۰۰ درجه ی سلسیوس) می رساند. چند دقیقه دیگر طول خواهد کشید تا با ثابت ماندن توان گرماده ی اجاق، تمام آب بخار شود؟ (گرمای ویژه ی ب $4/2\,J/g.K$ و گرمای نهان تبخیر $2268\,J/g$ است.)

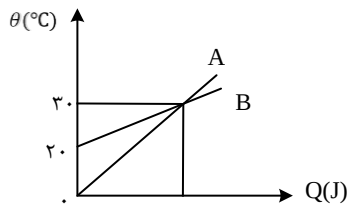
۱) ۲۸ ۲) ۳۶ ۳) ۵۴ ۴) ۱۰۸

۲۴- یک گرمکن برقی در مدت ۲۴ ثانیه، دمای ۶۰ گرم مایعی را از ۳۰ درجه سلسیوس به ۵۰ درجه سلسیوس می رساند. اگر توان این گرمکن ۳۰۰ وات باشد و گرمای ویژه ی مایع $1500 \frac{J}{kg.K}$ باشد، چند درصد گرمای تولیدی به مایع فوق رسیده است؟

۱) ۱۶ ۲) ۲۵ ۳) ۷۵ ۴) ۸۴

۲۵- نمودار تغییرات دمای دو جسم جامد A و B بر حسب گرمای داده شده به آنها به صورت زیر است. گرمایی که دمای ۲kg از ماده ی جامد A را 12°C بالا می برد. دمای ۴kg از ماده ی جامد B را چند درجه ی سلسیوس افزایش می دهد؟ (از اتلاف انرژی صرف نظر کنید.)

۱) ۲۴ ۲) ۱۶ ۳) ۲ ۴) ۶



۲۶- به دو گلوله ی مسی به ترتیب 1200J و 300J گرما می دهیم. دمای هر کدام از آنها 30°C افزایش می یابد. اگر گرمای ویژه ی مس $400\ J/kg.°C$ باشد، اختلاف جرم آنها چند گرم است؟

۱) ۲۵ ۲) ۵۰ ۳) ۷۵ ۴) ۱۲۵

۲۷- جرم مولی فلز ۸ برابر با $28\frac{g}{mol}$ و گرمای ویژه ی آن $2700\frac{J}{kg.K}$ و جرم مولی فلز B برابر $42\frac{g}{mol}$ است. اگر به جرم های مساوی از این دو فلز، گرمای $242800J$ داده شود، دمای فلز A به اندازه ی ۲۴ افزایش می یابد. دمای فلز B چند درجه فارنهایت افزایش می یابد؟

۱) ۳۶ ۲) ۴۸ ۳) ۶۴/۸ ۴) ۷۲/۶

۲۸- یک قطعه یخ صفر درجه سلسیوس را در ۷۵۰ گرم آب 20°C می اندازیم. پس از ایجاد تعادل، ۳۷/۵ گرم یخ ذوب نشده باقی ماند. جرم اولیه ی چند گرم بوده است؟ $(L_F = 336\frac{KJ}{kg}\ ,C_{\text{آب}} = 4/2\frac{KJ}{kg.L})$

۱) ۳۷/۵ ۲) ۱۸۷/۵ ۳) ۱۸۰ ۴) ۲۲۵

۲۹- یک قطعه یخ با دمای ۲۰- درجه سلسیوس را درون ۲۵۰ گرم آب با دمای ۲۰ درجه سلسیوس می اندازیم. اگر بعد از برقراری تعادل گرمایی، ۵۰ گرم یخ ذوب نشده باقی مانده باشد، جرم قطعه یخ اولیه چند گرم بوده است؟ $(L_F =$ $C_{\text{آب}} = 4/2\frac{J}{g.K}\ ,C_{\text{یخ}} = 2/1\frac{J}{g.K}$ و $336\frac{J}{k}$ و تبادل گرما فقط بین آب و یخ بوده است.)

۱) ۵۰ ۲) ۱۰۰ ۳) ۲۵۰ ۴) ۳۰۰

۳۰- مساحت دریاچه ای 500Km^2 است. در زمستان لایه ای از یخ صفر درجه سلسیوس به ضخامت متوسط 10cm سطح دریاچه را می پوشاند. دریاچه در بهار چند مگاژول انرژی برای ذوب یخ جذب می کند؟

$(L_F = 336\frac{KJ}{kg}$ و $\rho\left(\text{یخ}\right) = 0/9\ \frac{g}{cm^3})$

۱) $1/512 \times 10^7$ ۲) $1/512 \times 10^{10}$

۳) $1/512 \times 10^{13}$ ۴) $1/512 \times 10^{16}$

۳۱- در ظرفی ۲۰۰ گرم یخ ۵- درجه سلسیوس وجود دارد، حداقل چند گرم آب ۱۰۰ درجه سلسیوس در ظرف وارد کنیم تا یخی در ظرف باقی نماند؟ (فقط بین آب و یخ تبادل گرما صورت می گیرد.)

$(L_F = 336000\frac{J}{kg.K}\ ,C_{\text{یخ}} = 2100\frac{J}{kg.K}\ ,C_{\text{آب}} = 4200\frac{J}{kg.K})$

۱) ۵ ۲) ۱۶۰ ۳) ۱۶۵ ۴) ۲۰۰

۳۲- ظرفی محتوی ۱۰۰۰ گرم آب و ۲۰۰ گرم یخ صفر درجه ی سلسیوس، در تعادل گرمایی است. یک قطعه فلز به گرمای ویژه ی $400\frac{J}{kg.K}$ و دمای ۲۵۰ درجه سلسیوس را درون ظرف می اندازیم، جرم فلز، حداقل چند گرم باشد، تا یخی در ظرف باقی نماند؟ ($L_F = 336000\frac{J}{kg.K}$ و $C_{\text{آب}} = 4200\frac{J}{kg.K}$ و اتلاف گرما ناچیز است.)

۱) ۳۷۵ ۲) ۶۷۲ ۳) ۸۶۰ ۴) ۹۵۰

۳۳- در گرماسنجی که ظرفیت گرمایی آن ناچیز است، ۵۰۰ گرم یخ با دمای $-6°C$ وجود دارد. اگر یک گرمکن الکتریکی که توان آن ۷۵۰ وات و بازده آن ۸۰ درصد است درون یخ قرار گیرد، پس از ۱۲۲/۵ ثانیه چند گرم یخ در گرماسنج باقی می ماند؟ ($L_F = 336000\frac{J}{kg.K}$ و $C_{\text{آب}} = 4200\frac{J}{kg.K}$)

۱) ۳۰۰ ۲) ۲۵۴ ۳) ۲۰۰ ۴) ۱۵۰

۳۴- تبدیل بخار به مایع، جامد به بخار و مایع به بخار را به ترتیب چه می نامند؟

۱) تصعید، چگالی و تبخیر

۲) میعان، چگالش و تصعید

۳) تصعید، تبخیر و میعان

۴) میعان، تصعید و تبخیر

۳۵- به مقدار یخ صفر درجه سلسیوس در فشار ۱atm، گرما می دهیم و آن را به آب با دمای ۲۰ درجه سلسیوس تبدیل می کنیم. چند درصد گرمای داده شده، صرف ذوب کردن یخ شده است؟ ($L_F = 336\frac{KJ}{kg}$ و $C_{\text{آب}} = 4200\frac{J}{kg.K}$)

۱) ۹۰ ۲) ۸۰ ۳) ۸۵ ۴) ۷۵

۳۶- ۲۰ گرم یخ در دمای صفر درجه سلسیوس (نقطه ی ذوب) قرار دارد. چند ژول گرما لازم است تا آن را ذوب کرده و دمای آب حاصل را به ۵۰ درجه ی فارنهایت برساند؟ ($L_F = 336000\frac{J}{g°C}$ و $C_{\text{آب}} = 4/2\frac{J}{g}$)

۱) ۱۰۹۲۰ ۲) ۹۰۵۰

۳) ۸۱۹۰ ۴) ۷۵۶۰

۳۷- در ظرف عایقی که حاوی ۱۹۰ گرم آب $12°C$ است، قطعه فلزی به جرم ۸۴ گرم و دمای $90°C$ می اندازیم. دمای تعادل $15°C$ می شود. گرمای ویژه ی فلز چند $J/kg°C$ است؟ (گرمای ویژه ی آب $4200\frac{J}{kg°C}$ است)

۱) ۳۸۰ ۲) ۳۹۰ ۳) ۹۰۰ ۴) ۴۲۰

۳۸- مخلوطی از یک کیلوگرم یخ و یک کیلو گرم آب در تعادل گرمایی قرار دارند. یک گلوله ی فلزی ۳۰ گرمی که دمای آن 80°C و گرمای ویژه ی آن $420\frac{J}{kg.K}$ است، درون آن می اندازیم. تا رسیدن به تعادل گرمایی، چند گرم از یخ ذوب می شود؟ ($L_F = 336\frac{KJ}{kg}$ و $C_{\text{آب}} = 4200\frac{J}{kg.K}$)

۱) ۲ ۲) ۳ ۳) ۵ ۴) ۱۰

۳۹- درون ۲kg آب 40°C مقدار یخ 5°C− میاندازیم. اگر این آب ۲۹۴kJ گرما از دست بدهد تا سیستم به دمای تعادل برسد، جرم یخ چند گرم بوده است؟ ($L_F = 336\frac{KJ}{kg}$ ، $C_{\text{یخ}} = 2100\frac{J}{kg.K}$ ، $C_{\text{آب}} = 4200\frac{J}{kg.K}$)

۱) ۴۰۰ ۲) ۶۰۰ ۳) ۸۰۰ ۴) ۱۲۰۰

۴۰- ۲ گرم آب 25°C را روی ۱۰۰ گرم یخ 20°C− می ریزیم. اگر اتلاف گرما، ناچیز باشد نتیجه ی نهایی تقریبا چیست؟ ($L_F = 80\frac{Cal}{g}$ ، $C_{\text{یخ}} = 0/5\frac{Cal}{g°C}$ ، $C_{\text{آب}} = 1\frac{Cal}{g°C}$)

۱) ۱۰۲ گرم آب صفر درجه سلسیوس

۲) ۱۰۲ گرم یخ ۱۵- درجه سلسیوس

۳) ۲ گرم آب 5°C و ۱۰۰ گرم یخ صفر درجه سلسیوس

۴) ۲ گرم آب ۱۷/۵ درجه سلسیوس و ۱۰۰ گرم یخ صفر درجه سلسیوس

۴۱- یک قطعه یخ ۲۰ گرمی از حالت سکون، داخل دریاچه ای با آب صفر درجه سلسیوس سقوط می کند و نیمی از آن ذوب می شود. حداقل ارتفاعی که یخ از آن جا افتاده چند کیلومتر است؟

($L_F = 333\frac{kJ}{kg}$ ، $g = 10\frac{m}{s^2}$ ، $C_{\text{آب}} = 4/2\frac{KJ}{kg.K}$)

۱) ۱۶/۶۵ ۲) ۳۳/۳ ۳) ۶۶/۶ ۴) ۸/۸۲

۴۲- کدام گزینه در مورد انتقال گرما به روش تابش درست است؟

۱) این نوع انتقال گرما به محیط مادی نیاز دارد.

۲) سرعت انتقال گرما از طریق تابش بسیار کم است.

۳) همه جسم ها در حال تابش از سطح خود هستند.

۴) جسم های صیقلی بخش عمده تابش دریافتی را جذب می کنند.

۴۳- کدام جمله ی زیر نادرست است؟

۱) در رسانش گرمایی فلزات، فقط ارتعاش اتم ها گرما را منتقل می کند.

۲) روش همرفت در انتقال گرما، بر اثر کاهش چگالی شاره در اثر افزایش دما صورت می گیرد.

۳) انتقال گرما از مرکز خورشید به سطح آن از طریق همرفت صورت می گیرد.

۴) کلم اسکانک می تواند دمایش را بالاتر از دمای محیط ببرد.

۴۴- در یک روز زمستانی که هوای داخل اتاق توسط شوفاژ گرم می شود و هوای بیرون اتاق سرد است، گرما از طریق دیوارها تلف می شود. کدام مورد می تواند اتلاف گرما را بیشتر کند؟

۱) عایق کردن دیوارها

۲) افزایش ضخامت دیوارها

۳) بیش تر کردن دمای شوفاژ

۴) دوجداره کردن شیشه ها

۴۵- درباره روش های انتقال گرما کدام گزینه نادرست است؟

۱) انتقال گرما در گازها و مایعات عمدتا به روش همرفت انجام می گیرد.

۲) در رساناهای فلزی سهم الکترون های آزاد در رسانش گرمایی بیشتر از اتم ها است.

۳) گرم و سرد شدن بخش های مختلف بدن جانوران خونگرم بر اثر گردش خون، مثالی از همرفت طبیعی است.

۴) تابش گرمایی سطوح تیره بیش تر از سطوح روشن است.

۴۶- اگر فشار گازی را ۴۰ درصد افزایش داده و هم زمان دمای مطلق را ۳۰ درصد کاهش دهیم، حجم گاز چگونه تغییر می کند؟

۱) ۵۰ درصد کاهش

۲) ۴۰ درصد کاهش

۳) ۳۰ درصد کاهش

۴) ۳۰ درصد افزایش

۴۷- طبق قانون بویل (ماریوت) در ..... ثابت، ..... مقدار معینی گاز با ..... آن نسبت ..... دارد. (به ترتیب از راست به چپ)

۱) دمای - فشار - حجم - مستقیم

۲) حجم - فشار - دما - مستقیم

۳) دمای - فشار - حجم - وارون

۴) حجم - فشار - دما - وارون

۴۸- حجم حباب های هوا در رسیدن از ته یک دریاچه تا سطح آب ۲ برابر می شود. عمق آب چندمتر است؟ (دمای آب را ثابت فرض کنید و فشار هوای درون حباب را با فشار آب پیرامون حباب مساوی در نظر بگیرید و $P_0 = 10^5 Pa$ ، $g = 10 \frac{m}{s^2}$ ، $\rho_{آب} = 100 \frac{Khg}{m^3}$)

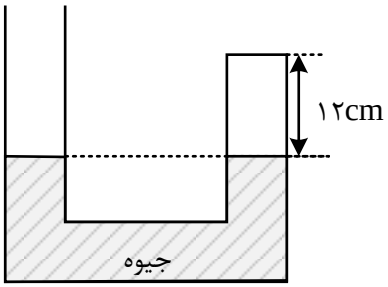
۱) ۵ ۲) ۱۰ ۳) ۱۵ ۴) ۲۰

۴۹- در یک مخزن گاز با ظرفیت ۵۰L، مقداری گاز کامل هیدروژن با فشار ۱۰atm و دمای $-23°C$ وجود دارد. اگر با خارج شدن مقداری از این گاز، فشار گاز داخل مخزن به ۶atm کاهش پیدا کند، اما دمای آن تا $102°C$ افزایش یابد، جرم گاز خارج شده چند گرم است؟ ($R = 8 \frac{J}{mol.K}$ ، $M_{H_2} = 2 \frac{g}{mol}$)

۱) ۲۰ ۲) ۲۵ ۳) ۳۰ ۴) ۳۵

۵۰- در شکل زیر، مساحت سطح مقطع شاخه های لوله ی U شکل یکسان است و در دمای $23°C$ مقدار گاز در شاخه ی سمت راست بالای جیوه گیر افتاده است. دمای گاز محبوس را به چند درجه سلسیوس برسانیم تا سطح جیوه در شاخه ی سمت راست 3cm پایین بیاید؟ (فشار هوا در محل ۷۴cmHg فرض شود.)

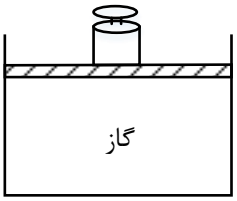
۱) ۴۰۰ ۲) ۱۲۷ ۳) ۷۷ ۴) ۴۰



۵۱- در شکل زیر، جرم پیستون یک کیلوگرم، جرم وزنه ی روی آن ۴ کیلوگرم و دمای گاز درون ظرف ۲۷ درجه ی سلسیوس است. اگر دمای گاز را به آرامی به ۸۷ درجه سلسیوس برسانیم. ضمن گرم شدن گاز، چند کیلوگرم وزنه به تدریج باید روی پیستون اضافه کنیم تا پیستون جابه جا نشود؟

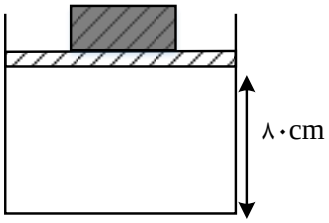
(سطح پیستون $5cm^2$، فشار هوا 10^5 پاسکال و $g = 10\frac{m}{s^2}$ است.)

۱) ۲ ۲) ۳ ۳) ۶ ۴) ۷



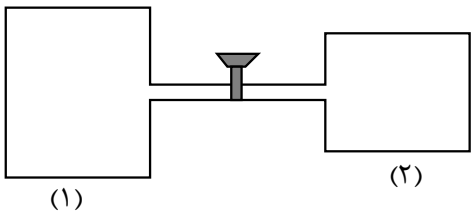
۵۲- در شکل مقابل اصطکاک پیستون با دیواره ها ناچیز است. اگر دمای گاز کامل درون سیلندر را به آرامی از 182°C به 637°C برسانیم، پس از رسیدن به وضعیت تعادل، پیستون چند سانتی متر بالاتر رفته است؟

۱) ۶۰ ۲) ۸۰ ۳) ۴۰ ۴) ۲۰



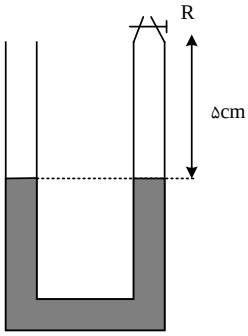
۵۳- در شکل زیر، حجم مخزن (۱) برابر ۱۲L و حجم مخزن (۲) برابر ۸L است. اگر درون مخزن (۱) مقدار گاز هیدروژن در فشار ۲atm و در مخزن (۲) مقدار گاز هلیوم در فشار ۷atm محبوس شده باشد، با باز کردن شیر رابط و پس از برقراری تعادل، فشار نهایی به چند اتمسفر می رسد؟ (دمای گازها ثابت فرض شود و حجم لوله ی رابط ناچیز است.)

۱) ۲/۱ ۲) ۲/۴ ۳) ۲/۸ ۴) ۳/۲



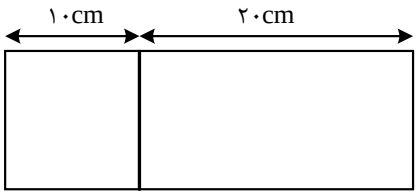
۵۴- در شکل زیر، شیر R را بسته و دمای هوای محبوس در لوله را از ۳۹ درجه ی سلسیوس، چند درجه افزایش بدهیم تا اختلاف ارتفاع ستون جیوه در دو لوله به ۲ سانتی متر برسد؟ (فشار هوای محل ۷۸ سانتی متر جیوه و قطر در لوله با یک دیگر مساوی است. از انبساط جیوه و ظرف صرف نظر کنید.)

۱) ۷۲ ۲) ۱۰۰ ۳) ۲۱۱ ۴) ۳۸۴



۵۵- در شکل مقابل، دو قسمت یک مخزن به شکل مکعب مستطیل توسط یک صفحه ی فلزی (رسانای گرما) از هم جدا شده و صفحه می تواند بدون اصطکاک به چپ یا راست بلغزد. در یک لحظه در قسمت سمت چپ، مقداری گاز با دمای $627^{\circ}C$ و فشار $3atm$ و در قسمت سمت راست، مقداری گاز با دمای θ_1 و فشار $1atm$ وارد می کنیم. تا برقراری تعادل، صفحه ی فلزی ۵ سانتی متر به طرف راست حرکت می کند. دمای θ_1 چند درجه سلسیوس بوده است؟

۱) ۶۲۷ ۲) ۲۲۷ ۳) ۳۲۷ ۴) ۴۲۷



Answers of Home work

۱- گزینه ی ۲ پاسخ صحیح است.

۲) گزینه ۳ پاسخ صحیح است. اساس کار دماسنج گازی مبتنی بر قانون گازهای کامل است و اساس کار تف سنج بر تابش گرمایی میبینی است.

۳) گزینه ۲ پاسخ صحیح است. گستره ی دماسنجی ترموکوپل به جنس سیم های آن بستگی دارد و تنها برای نوع خاصی از ترموکوپل بین $-273°C$ تا $1372°C$ است.

۴- گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

$$F = 1/8\theta + 32 \Rightarrow 122 = 1/8\theta + 32 \rightarrow 1/8\theta = 90 \rightarrow \theta = 50°C$$

$$\rightarrow T = 273 + \theta = 273 + 50 = 323K$$

5- گزینه ۲ پاسخ صحیح است. همان طور که میدانیم، رابطه ی بین کلوین و درجه فارنهایت با درجه سلسیوس به صورت زیر است:

$$\begin{cases} T(K) = \theta(°C) + 273 \\ \theta_F = \frac{9}{5}\theta(°C) + 32 \end{cases} \xrightarrow{T(K)=\theta_F} \theta(°C) + 273 = \frac{9}{5}\theta(°C) + 32$$

$$\rightarrow \frac{4}{5}\theta(°C) = 273 - 32 = 241 \rightarrow \theta(°C) = \frac{1205}{4°}C = 301/25°C$$

۶- گزینه ۴ پاسخ صحیح است. سه دماسنج گازی، مقاومت پلاتینی و کف سنج (پیرومتر) جزء دماسنج های معیار هستند. اما دماسنج ترموکوپل به دلیل آن که نسبت به دماسنج های بیان شده دقت کمتری دارد از مجموعه دماسنج های معیار کنار گذاشته شده است.

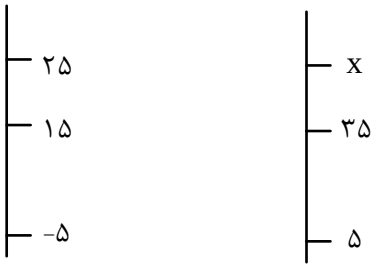
۷- گزینه ۳ پاسخ صحیح است. تف سنج نوری به عنوان دماسنج معیار، برای اندازه گیری دماهای بالا (بیش از $۱۲۰۰K$) انتخاب شده است.

۸- گزینه ۲ پاسخ صحیح است. می دانیم که تغییرات دما بر حسب سلسیوس و کلوین یکسان است، بنابراین:

$$\begin{cases} \Delta\theta = \Delta T = -20K \\ \Delta T = -\frac{1}{10}T_1 = -\frac{1}{10}(\theta_1 + 273) \end{cases} \rightarrow -\frac{1}{10}(\theta_1 + 273) = -20$$

$$\rightarrow \theta_1 + 273 = 200 \rightarrow \theta_1 = -273°C$$

۹- گزینه ۴ پاسخ صحیح است. ابتدا ۷۷° فارنهایت را به درجه سلسیوس تبدیل می کنیم:



$$F = \frac{9}{5}\theta + 32 \rightarrow 77 = \frac{9\theta}{5} + 32 \rightarrow \theta 25℃$$

حال داریم:

$$\frac{25-15}{15-(-5)} = \frac{x-35}{35-5}$$

$$15 = x - 35 \rightarrow x = 50$$

۱۰- گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

$$I = I_0(1+\alpha\Delta\theta) \rightarrow \Delta I = \alpha\Delta\theta I_0 \rightarrow 17\times10^{-4} = \alpha\times100 \rightarrow 1/7\times10^{-5}$$

$$A = A_0(1+2\alpha\Delta\theta) \rightarrow \Delta A = 2\alpha\Delta\theta A_0 \rightarrow \Delta A = 2\times1/7\times10^{-5}\times100A_0 = 0/0034A_0$$

$$\rightarrow A' = A_0 + \Delta A = A_0 + (0/0034)A_0 = (1/0034)\,A_0$$

۱۱- گزینه ی ۲ پاسخ صحیح است.

$$\Delta A = 2\alpha A_1\Delta\theta \rightarrow \Delta A = 2\times2\times10^{-5}\times0/25\times100 = 10^{-3}\times10^4 cm = 10cm^2$$

۱۲- گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

$$I = I_0(1+\alpha\Delta\theta) \rightarrow \Delta I = I_0 + I_0\alpha\Delta\theta$$

$$I_B - I_A = 8\times10^{-4}m = I_0\Delta\theta(\alpha_B - \alpha_A) = 2\Delta\theta(8\times10^{-6}) \rightarrow \Delta\theta = 50℃$$

۱۳- گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

$$S_2 = 2S_1 \rightarrow \pi R_2^2 = 2\pi R_1^2 \rightarrow R_2 = \sqrt{2}R_1$$

صفحه های مسی، چگالی (ρ) یکسان و ضخامت (h) یکسان دارند. بنابراین:

$$\rho = \frac{m}{V} \rightarrow m = \rho V \xrightarrow{V=S.h} m = \rho.S.h \rightarrow \frac{m_2}{m_1} = \frac{S_2}{S_1} = 2 \rightarrow m_2 = 2m_1$$

$$Q_2 = 2Q_1 \rightarrow m_2C\Delta\theta_2 = 2m_1C\Delta\theta_1 \rightarrow 2m_1\Delta\theta_2 \rightarrow 2m_1\Delta\theta_2 = 2m_1\Delta\theta_1 \rightarrow \Delta\theta_2 = \Delta\theta_1$$

$$\rightarrow \frac{\Delta R_2}{\Delta R_1} = \frac{R_2\alpha.\Delta\theta_2}{R_1\alpha.\Delta\theta_1} = \frac{\sqrt{2}R_1}{R_1} = \sqrt{2}$$

۱۴- گزینه ۳ پاسخ صحیح است. با افزایش دمای صفحه، هم شعاع هر دو دایره و هم فاصله AB زیاد می شود (رد گزینه های ۱ و ۲) ولی این فاصله AB با توجه به رابطه زیر زیاد می شود:

$$\Delta L_{AB} = L_{1AB}\alpha\Delta\theta$$

در این رابطه آلفا ضریب انبساط خطی است ولی در صورت سوال ضریب انبساط سطحی داده شده است که می دانیم این ضریب دو برابر ضریب انبساط خطی است پس داریم:

$$\Delta L_{AB} = L_{1AB}\alpha\Delta\theta = 50 \times (\frac{3/6 \times 10^{-5}}{2}) \times 200 = 0/18cm = 1/8mm$$

$$\rightarrow AB_2 = 500 + 1/8 = 501/8mm$$

اگر این تغییرات را به اشتباه ۲ برابر کنیم حاصل ۳/۶ میلی متر شده و پاسخ گزینه ۴ می شود.

۱۵- گزینه ۴ پاسخ صحیح است. برای رسیدن دو فلز مقدار فاصله ی آنها که۰/۴ سانتی متر است باید جبران شود

$$\Delta L = \Delta L'_{Cu} + \Delta L_{AL} \rightarrow 100.4 - 100 = 50 \times 2/3 \times 10^{-5}\Delta\theta + 50 \times 1/7 \times 10^{-5}\Delta\theta \rightarrow \Delta\theta = 200$$

۱۶- گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

$$\Delta L = (L\alpha_2\Delta L) - (L\alpha_1\Delta T) = l\Delta T(\alpha_2 - \alpha_1) \rightarrow 2/3 \times 10^{-3} = 4 \times \Delta L \times 11/5 \times 10^{-6}$$

$$\rightarrow \Delta T = 50$$

۱۷- گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

$$\%\frac{\Delta V}{V_0} = 3\alpha.\Delta T \times 100 = 6 \times 10^{-5} \times 250 \times 100 = 1/5\%$$

۱۸- گزینه ی ۲ پاسخ صحیح است. روش اول: با استفاده از رابطه ی انبساط خطی، داریم:

$$\Delta L = L_1\alpha\Delta\theta \rightarrow \frac{0/1}{100}L_1 = L_1\alpha\Delta\theta \rightarrow \alpha\Delta\theta = \frac{0/1}{100} \quad (1)$$

بنابراین حجم میله در این دما برابر است با:

$$\overset{(1)}{\rightarrow} V_2 = V_1(1 + 3\alpha\Delta\theta) \rightarrow V_2 = V_1(1 + \frac{0/3}{100}) \rightarrow V_2 = 1/003V_1 \ (2)$$

در نتیجه با استفاده از تعریف چگالی و در نظر گرفتن این نکته که جرم میله ی فلزی ثابت است، می توان نوشت:

$$\rho_2 = \frac{m}{V_2} = \frac{m}{1/003V_1} \rightarrow \rho_2 = \frac{\rho_1}{1/003}$$

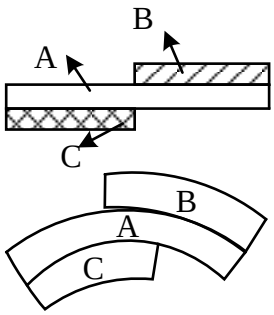
بنابراین درصد تغییرات چگالی میله برابر است با:

$$\frac{\Delta\rho}{\rho_1}\times 100=\frac{\rho_2-\rho_1}{\rho_1}\times 100=\frac{\frac{\rho_1}{1/003}-\rho_1}{\rho_1}\times 100=\frac{-0/3}{1/003}\approx \%0/3$$

بنابراین چگالی میله تقریبا۰/۳ درصد کاهش می یابد.

۱۹- گزینه ی ۲ پاسخ صحیح است. همان طور که در شکل مشاهده می کنید، در ازای یک افزایش دمای برابر، میله ی A افزایش طولی بیشتر از افزایش طول میله ی C داشته است که سبب شده سمت چپ میله A رو به پایین خم شود در نتیجه: $\alpha_C<\alpha_A$ از طرفی در ازای همان افزایش دما میله ی B هم افزایش طولی بیشتر از میله ی A داشته و سبب شده که سمت راست میله ی A نیز رو به پایین خم شود و این به این معنی است که $\alpha_A<\alpha_B$، بنابر این داریم:

$$\alpha_C<\alpha_A<\alpha_B$$



۲۰- گزینه ۲ پاسخ صحیح است. یخ سه مرحله را طی می کند تا به آب 20°C تبدیل شود:

$$-10°C\ \text{یخ}\xrightarrow{Q_1}0°C\ \text{یخ}\xrightarrow{Q_2}0°C\ \text{آب}\xrightarrow{Q_3}20°C\ \text{آب}$$

$$Q=Q_1+Q_2+Q_3=mc_{\text{یخ}}\Delta\theta+mL_F+mc_{\text{آب}}\Delta\theta$$

$$=(1\times 2/1\times 10)+(1\times 336)+(1\times 4/2\times 20)=441kJ$$

۲۱- گزینه ۱ پاسخ صحیح است. گرمای داده شد به دو جسم برابر است، بنابراین:

$$\begin{cases}Q_A=Q_B\\ Q_A=m_Ac_A\Delta\theta_A\\ Q_B=m_Bc_B\Delta\theta_B\end{cases}\rightarrow\frac{Q_A}{Q_B}=\frac{m_Ac_A\Delta\theta_A}{m_Bc_B\Delta\theta_B}=\frac{m_A}{m_B}\times\frac{c_A}{c_B}\times\frac{\Delta\theta_A}{\Delta\theta_B}$$

$$\rightarrow 1=\frac{2}{5}\times\frac{3}{4}\times\frac{20}{\Delta\theta_B}\rightarrow\Delta\theta_B=6°C$$

۲۲- گزینه ی ۳ پاسخ صحیح است.

$$Q=mc\Delta\theta=\frac{0}{1}\times 400\times\big(400-(-20)\big)=2400J$$

$$\text{گرمایی که جسم در هر ثانیه گرفته}=\frac{Q}{\Delta t}=\frac{2400}{120}=20\,J/s$$

۲۳- گزینه ی ۳ پاسخ صحیح است.

$$P = \frac{Q}{t} \rightarrow \frac{Q_1}{t_1} = \frac{Q_2}{t_2} \rightarrow \frac{m_1 C \Delta\theta}{t_1} = \frac{m_1 L_V}{t_2} \rightarrow \frac{4/2 \times (100-20)}{8} = \frac{2268}{t_2} \rightarrow t_2 = 54 \text{ دقیقه}$$

۲۴- گزینه ی ۲ پاسخ صحیح است.

$$Q_1 = mc\Delta\theta = \frac{60}{1000} \times 1500 \times 20 = 1800J$$

$$P = \frac{Q_2}{t} \rightarrow Q_2 = P_0 t = 24 \times 300 = 7200J \rightarrow \frac{Q_1}{Q_2} = \frac{1800}{7200} = 25\%$$

۲۵- گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

گام اول: ابتدا به کمک نمودار رسم شده نسبت ظرفیت گرمایی ویژهی دو مادهی A و B را به دست می آوریم:

$$Q_A = Q_B \xrightarrow{Q=mc\Delta\theta} mc_A\Delta\theta_B$$

$$\rightarrow c_A \times 30 = c_B \times 10 \rightarrow c_B = 3c_A$$

گام دوم: با نوشتن یک تناسب ساده خواسته ی سوال به دست می آید:

$$Q = mc\Delta\theta \rightarrow \frac{Q_A}{Q_B} = \frac{m_A}{m_B} \times \frac{c_A}{c_B} \times \frac{\Delta\theta_A}{\Delta\theta_B}$$

$$\xrightarrow{Q_A=Q_B} 1 = \frac{2}{4} \times \frac{1}{3} \times \frac{12}{\Delta\theta_B} \rightarrow \Delta\theta_B = 2°C$$

۲۶- گزینه ی ۳ پاسخ صحیح است.

$$Q = mc\Delta\theta \rightarrow \begin{cases} 1200 = m_1 \times 400 \times 30 \\ 300 = m_2 \times 400 \times 30 \end{cases} \rightarrow$$

$$(1200-300) = (m_1 - m_2) \times 400 \times 30 \rightarrow 900 = \Delta m \times 1200 \rightarrow \Delta m = 75 \times 10^{-3} kg = 75g$$

۲۷- گزینه ۳ پاسخ صحیح است. بنا به قاعده ی دولن - پتی، گرمای ویژه ی مولی فلزات با هم برابر است، بنابراین:

$$Q_1 = Q_2$$

$$\rightarrow n_A C_M \Delta\theta_A = n_B C_M \Delta\theta_B$$

$$\rightarrow \frac{m}{M_A}\Delta\theta_A = \frac{m}{M_B}\Delta\theta_B \rightarrow \frac{24}{28} = \frac{\Delta\theta_B}{42}$$

$$\Delta\theta_B = 36° \rightarrow \Delta F_B = 1/8\Delta\theta_B = 64/8°F$$

۲۸- گزینه ۴ پاسخ صحیح است. اگر 'm جرم یخ ذوب شده باشد، داریم:

$$m' L_F = mc\theta \rightarrow m' \times 336 = 750 \times 4/2 \times 20 \rightarrow m' = 187/5g$$

$$\text{جرم یخ اولیه} = 37.5 + 187/5 = 225g$$

۲۹- گزینه ی ۲ پاسخ صحیح است.

مقدار گرمایی که آب ۲۰ درجه می دهد تا به آب صفر تبدیل شود. = گرمایی که آن مقدار از یخ صفر که ذوب می شود می گیرد. + گرمایی که یخ ۲۰- درجه می گیرد یخ صفر تبدیل شود.

$$MC'[0-(-20)]+(M-50)L_F = mC(20-0) \rightarrow M\times 2/1\times 20+(M-50)\times 336 = 250\times 4/2\times(20)$$

از تقسیم طرفین بر $4/2$

$$\rightarrow M\times 10+(M-50)\times 80 = 250\times 20 \rightarrow 10M+80M-4000=5000 \rightarrow 90M=9000 \rightarrow M = 100g$$

۳۰- گزینه ی ۲ پاسخ صحیح است.

$$V = \text{حجم یخ} = Ah = \underbrace{(500\times 10^6 m^2)}_{5\times 10^8}\underbrace{(10\times 10^{-2}m)}_{10^{-1}} = 5\times 10^7 m^3$$

$$\rho_{\text{یخ}} = 0/9\ \frac{g}{cm^3} = 900\frac{kg}{m^3} = 9\times 10^2\frac{kg}{m^3}$$

$$\rho = \frac{m}{V} \rightarrow 9\times 10^2 = \frac{m}{5\times 10^7} \rightarrow m = 45\times 10^9 kg$$

$$\text{گرمایی که برای ذوب یخ لازم است} = Q_F = mL_F = (45\times 10^9 kg)(336\frac{kJ}{kg})$$

$$= \text{انرژی جذب شده در بهار توسط دریاچه}$$

$$\rightarrow Q_F = 15120\times 10^9 KJ = 15120\times 10^9(10^{-3}MJ) = 15120\times 10^6 MJ = 1/512\times 10^{10}MJ$$

۳۱- گزینه ی ۳ پاسخ صحیح است. ابتدا گرمای لازم برای ذوب شدن یخ و تبدیل به آب صفر درجه سلسیوس را محاسبه می کنیم.

$$\begin{cases} Q_1 = mC\Delta\theta = 0/2\times 2100\times 5 = 2100J \\ Q_2 = mLf = 0/2\times 336000 = 67200J \end{cases}$$

$$Q_1+Q_2 = mC\Delta\theta = m\times 4200\times 100 \rightarrow \quad 67200+2100 = m(420000) \quad m = 0/165kg = 165g$$

۳۲- گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

$$(mL_F)_{\text{یخ}} = (mc\Delta\theta)_{\text{فلز}} \rightarrow 200\times 336000 = m\times 400\times 250 \rightarrow m = 2\times 336 = 672g$$

۳۳- گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

$$P = \frac{Q_{\text{کل}}}{t} \rightarrow 750 = \frac{Q_{\text{کل}}}{122/5} \rightarrow Q_{\text{کل}} = 91875J$$

$$Ra = 0.8 = \frac{Q_{\text{مفید}}}{Q_{\text{کل}}} = \frac{Q_{\text{مفید}}}{91875} \rightarrow Q_{\text{مفید}} = 73500J \rightarrow \text{توسط یخ جذب می‌شود}$$

$$Q_{\text{مفید}} = mC\Delta\theta + mLf \rightarrow 73500 = \frac{1}{2} \times 2100 \times 6 + m \times 336000$$

$$\rightarrow m \text{ آب شده} = 0/2kg = 200g$$

$$m = 500 - 200 = 300g \text{ باقیمانده}$$

۳۴- گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

۳۵- گزینه ۲ پاسخ صحیح است .

$$\text{یخ صفر درجه} \xrightarrow{+\lambda_1} \text{آب صفر درجه} \xrightarrow{+\lambda_2} \text{آب 20 درجه}$$

$$Q_1 = mL_F = 336m = 336000$$

$$Q_2 = mc\Delta\theta = 84000m$$

$$Q_{\text{کل}} = Q_1 + Q_2$$

$$\text{نسبت} = \frac{Q_1}{Q_{\text{کل}}} = \frac{mL_F}{mL_F + mc\Delta\theta} = \frac{L_F}{L_F + c\Delta\theta} = \frac{336000}{420000} = 0/8 \rightarrow \text{80 درصد انرژی}$$

۳۶- گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

$$F = 50$$

$$F = \frac{9}{5}\theta + 32 \rightarrow \theta = 10℃$$

$$Q = mL_F + mc\Delta\theta \rightarrow 0/2 \times 336000 + 0/2 \times 4200 \times 10 = 7560J$$

۳۷- گزینه ی ۱ پاسخ صحیح است.

$$Q_1 + Q_2 = 0 \rightarrow M_1C_1\Delta\theta_1 + M_2C_2\Delta\theta_2 = 0 \rightarrow$$

$$190 \times 4200 \times (15 - 12) + 84 \times C_2 \times (15 - 90) = 0 \rightarrow 190 \times 4200 \times 3 = 84 \times C_2 \times 75$$

$$\rightarrow C_2 = 380\, J/kg℃$$

۳۸- گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

$$\underbrace{30g}_{80℃} \rightarrow \underbrace{30g}_{0℃} \qquad Q = mc\Delta\theta = 0/03 \times 420 \times 80 = 1008$$

$$1008 = mL_f = m \times 336000 \rightarrow m = \frac{3}{1000}kg = 3g$$

۳۹- گزینه ۳ پاسخ صحیح است. ابتدا دمای نهایی آب را به دست می آوریم.

$$Q = mc\Delta\theta \rightarrow -294000 = 2 \times 4200\Delta\theta \rightarrow \Delta\theta = -35$$

$$\theta - 40 = -35 \rightarrow \theta = 5℃$$

یعنی در نهایت آب $5℃$ خواهیم داشت.

$$-5℃\text{یخ} \xrightarrow{m'} ℃\text{یخ} \xrightarrow{m'} ℃\text{آب} \xrightarrow{m'} 5℃ \xleftarrow{m} 40℃\text{آب}$$

$$m'C_{i\Delta\theta} + m'L_F + m'C_W\Delta\theta + mc\Delta\theta = 0 \rightarrow m' \times 2100(5) + m'(336000) + m'(4200)(5)$$

$$-294000 = 0 \rightarrow m' = 0/8kg = 800g$$

40- گزینه ی ۲ پاسخ صحیح است. 'm را جرم یخ و m را جرم آب در نظر میگیریم:

$$\xrightarrow{0℃\text{آب به آب}\ 25℃} Q_1 = mc\Delta\theta = 2(1)(0-25) = -50cal$$

$$\xrightarrow{0℃\text{یخ به یخ}\ -20℃} Q_2 = m'c'\Delta\theta' = 100\left(\frac{0}{5}\right)(0-(-20)) = 1000cal$$

$$\xrightarrow{0℃\text{یخ به آب}\ 0℃} Q_3 = m'L_F = 100(80) = 8000cal$$

می بینیم که اگر آب $25℃$ به آب صفر درجه سلسیوس برسد حتی نمی تواند یخ را به یخ صفر برساند $|Q_1| < |Q_2|$

بنابراین فرض می کنیم که همه به یخ صفر درجه سلسیوس برسند:

$$\xrightarrow{0℃\text{آب به آب}\ 25℃} Q_1 = -50cal$$

$$\xrightarrow{0℃\text{آب به یخ}\ 0℃} Q_2 = -mL_F = -(2)(80) = -160cal$$

$$\xrightarrow{0℃\text{یخ به یخ}\ -20℃} Q_2 = 100 = +1000cal$$

می بینیم که $|Q_3| > |Q_1| + |Q_2|$، یعنی حتی با یخ شدن آب $25℃$ نیز، گرمای لازم برای یخ صفر درجه ی سلسیوس شدن یخ $-20℃$ تأمین نمی شود. پس $T_F < 0$ است:

$$m'(0/5)(T_F - (-20)) + m(1)(0-25) - m(0/5)(T_F - 0) = 0 \rightarrow T_F \cong -15℃$$

(در عبارت آخر ظرفیت گرمای ویژه ی یخ را قرار دادیم زیرا آب به یخ صفر تبدیل شده و پس از آن یخ صفر به دمای زیر صفر می رسد.)

۴۱- گزینه ۱ پاسخ صحیح است. برای ذوب شدن نیمی از یخ ۲۰ گرمی، گرمای زیر لازم است،

$$Q = m'L_f = \left(\frac{20}{2} \times 10^{-3}\right) \times (333 \times 10^3) = 3/33 \times 10^3 J = 3/33kJ$$

بنابراین یخ هنگام رسیدن به سطح دریاچه باید بیش از این مقدار، انرژی جنبشی داشته باشد و چون انرژی جنبشی یخ هنگام رسیدن به سطح دریاچه، حداکثر با انرژی پتانسیل گرانشی آن هنگام آغاز سقوط بر ابر است، پس داریم:

$$U_g > K > Q \rightarrow mgh > \frac{1}{2}mV^2 > Q$$

پس سقوط قطعه یخ از ارتفاع h و رسیدن آن با سرعت V به سطح دریاچه، سبب می شود که انرژی گرانشی قطعه یخ به گرما تبدیل شده و نیمی از یخ را ذوب کرده باشد.

$$Q < mgh \rightarrow 3/33 \times 10^{+3} < 20 \times 10^{-3} \times 10 \times h \rightarrow h > \frac{3/33 \times 10^3}{2 \times 10^{-1}} \rightarrow h > 16650m$$

$$\rightarrow h_{min} = 15560m = 16/5km$$

.

این مقدار حداقل ارتفاعی است که یخ از آن سقوط کرده است.

۴۲- گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

۴۳- گزینه ۱ پاسخ صحیح است. در رسانش گرمایی فلزات علاوه بر ارتعاش اتم ها، حرکت الکترون های آزاد نیز نقش مهمی در رسانش دارند.

۴۴- گزینه ۳ پاسخ صحیح است. برای اتلاف بیشتر با توجه به رابطه ی $Q = \frac{kA\Delta\theta t}{L}$ افزایش دمای شوفاژ می تواند اختلاف دمای داخل و بیرون اتاق را بیشتر کند و اتلاف گرما بیش تر می شود.

۴۵- گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

گرم و سرد شدن بخش های مختلف بدن بر اثر گردش خون مثالی از همرفت واداشته است.

۴۶- گزینه ی ۱ پاسخ صحیح است.

$$\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2} \rightarrow \frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{(P_1 + 0/4P_1)V_2}{T_1 - 0/3T_1} \rightarrow \frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{1/4P_1V_2}{0/7T_1} \rightarrow V_1 = \frac{1/4V_2}{0/7}$$

$$\rightarrow V_1 = 2V_2 \rightarrow V_2 = \frac{V_1}{2}$$

۴۷- گزینه ۳ پاسخ صحیح است. دقت کنید که سه قانون تجربی گازها را با هم اشتباه نگیرید، برای مثال گزینه ی ۲ قانون گیلوساک است. طبق قانون بریل (ماریوت) در دمای ثابت، فشار مقدار معینی گاز با حجم آن نسبت وارون دارد.

$$PV = \text{ثابت} \rightarrow P \propto \frac{1}{V}$$

۴۸- گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

$$\Rightarrow P_1 V_1 = P_2 \times 2V_1$$

$$\Rightarrow \begin{cases} P_1 = 2P_2 \\ P_1 = P_0 + \rho gh \Rightarrow P_0 + \rho gh = 2P_0 \Rightarrow 1000 \times 10 \times h = 10^5 \Rightarrow \rho h = 10\,m \\ P_2 = P_0 \end{cases}$$

۴۹-

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. باید تعداد مول داخل مخزن را قبل و بعد از خارج شدن گاز محاسبه کنیم (واحدها باید تبدیل شوند):

$$PV = nRT \Rightarrow n = \frac{PV}{RT}$$

$$\Rightarrow n_1 = \frac{10 \times 10^5 \times 50 \times 10^{-3}}{8 \times (273 - 23)} = \frac{50 \times 10^3}{8 \times 250} = 25\,mol$$

$$n_2 = \frac{6 \times 10^5 \times 50 \times 10^{-3}}{8 \times (273 + 102)} = \frac{300 \times 10^2}{8 \times 375} = 10\,mol$$

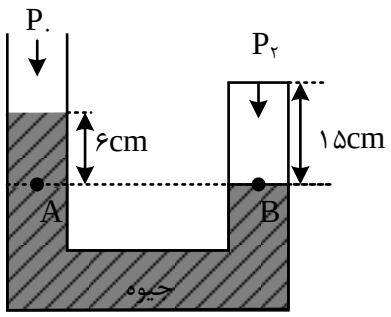
پس $25 - 10 = 15\,mol$ گاز از مخزن خارج شده است که جرم آن برابر است با:

$$n = \frac{m}{M} \Rightarrow 15 = \frac{m}{2} \Rightarrow m = 30g$$

۵۰- گزینه ۲ پاسخ صحیح است. فشار گاز محبوس در حالت اول برابر است با:

$$P_1 = P_0 = 74cmHg$$

اگر سطح جیوه در شاخه راست به اندازه 3cm پایین بیاید، چون سطح مقطع شاخه ها یکسان است، سطح جیوه در شاخه ی چپ نیز به اندازه ی 3cm بالا می رود و اختلاف ارتفاع جیوه در دو شاخه 6cm می شود



$$P_A = P_B \rightarrow P_0 + 6 = P_2$$

$$\rightarrow P_2 = 80cmHg$$

با توجه به قانون گازها برای گاز محبوس می توان نوشت:

$$\frac{P_1V_1}{T_1}=\frac{P_2V_2}{T_2}\rightarrow\frac{74\times A\times 12}{(273+23)}=\frac{80\times A\times 15}{T_2}$$

$$\rightarrow\frac{74\times 12}{296}=\frac{80\times 15}{T_2}\rightarrow T_2=\frac{80\times 15}{3}=400K$$

$$\rightarrow T_2=\theta_2+273\rightarrow 400=\theta_2+273\rightarrow\theta=127℃$$

۵۱- گزینه ۱ پاسخ صحیح است. با توجه به اینکه پیستون جابه جا نمی شود داریم:

$$V_1=V_2\rightarrow\frac{P_1}{T_1}=\frac{P_2}{T_2}\rightarrow\frac{P_1}{300}=\frac{P_2}{360}$$

$$\rightarrow\frac{P_2}{P_1}=1/2=\frac{P_{\text{هوا}}+\frac{mg}{A}}{P_{\text{هوا}}+\frac{mg}{A}}=\frac{10^5+\frac{m_2\times 10}{5\times 10^{-4}}}{10^5+\frac{50}{5\times 10^{-4}}}=\frac{10^5+2\times 10^4m_2}{2\times 10^5}$$

$$\rightarrow 2/4\times 10^5=10^5+2\times 10^4m_2\rightarrow m_2=\frac{\frac{1}{4}\times 10^5}{2\times 10^4}=7kg$$

مقدار جرم اضافه شده برابر است با:

$$m_3-m_1=2kg$$

۵۲- گزینه ۲ پاسخ صحیح است. چون پیستون اصطکاک ندارد، فشار داخل و خارج همواره با هم برابرند:

$$\frac{P_1V_1}{T_1}=\frac{P_2V_2}{T_2}\rightarrow\frac{80\times A}{182+273}=\frac{h\times A}{637+273}\rightarrow\frac{80}{5\times 91}=\frac{h}{10\times 91}$$

$$\rightarrow h=160cm\rightarrow\Delta h=80cm$$

۵۳- گزینه ۲ پاسخ صحیح است. اگر در مخزن (۱)، n_1 مول گاز هیدروژن و در مخزن (۲)، n_2 مول گاز هلیوم موجود باشد، بعد از باز کردن شیر رابط تعداد مول مخلوط گازها برابر است با:

$$n=n_1+n_2\xrightarrow{n=\frac{PV}{RT},T=T_1=T_2}PV=P_1V_1+P_2V_2$$

واضح است که حجم مخلوط برابر مجموع حجم دو مخزن است:

$$V=V_1+V_2\rightarrow P(V_1+V_2)=P_1V_1+P_2V_2$$

$$\rightarrow P\times(12+8)=(2\times 12)+(3\times 8)\rightarrow P\times 20=48\rightarrow P=\frac{48}{20}=2/4atm$$

۵۴- گزینه ۱ پاسخ صحیح است. جیوه ۱cm در ستون راست پایین می آید و $1cm$ در ستون چپ بالا می رود تا اختلاف ارتفاع به ۲cm برسد.

$$P_{1gas}=P_{\text{هوا}}=78cmHg$$

$$P_{2gas} = P_{\text{هوا}} + 2cmHg = 80cmHg$$

$$\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2} \rightarrow \frac{80 \times \overbrace{(6cm \times A)}^{V_2 \text{ سطح مقطع لوله}}}{T_2} = \frac{78 \times (5cm \times A)}{312} \rightarrow T_2 = \frac{312 \times 80 \times 6}{5 \times 78}$$

$$= 24 \times 16 = 384K \rightarrow \Delta T = 72K = 72°C$$

۵۵- گزینه ۳ پاسخ صحیح است. در وضع تعادل فشار و دمای دو طرف یکسان می شود.

قانون گازها برای قسمت چپ $\rightarrow \frac{PV}{T} = \frac{P'V'}{T'} \rightarrow \frac{3 \times 10A}{627 + 273} = \frac{P' \times 15A}{T'}$

قانون گازها برای قسمت راست $\rightarrow \frac{PV}{T} = \frac{P'V'}{T'} \rightarrow \frac{1 \times 20A}{T_1} = \frac{P' \times 15A}{T'}$

سمت راست تساوی های فوق یکسان است.

$$\rightarrow \frac{30}{900} = \frac{20}{T_1} \rightarrow T_1 = 600K = 327°C$$

تست برای تمرین شما در منزل:

تست: کدام‌یک از عبارت‌های زیر در رابطه با پدیده‌ی تبخیر سطحی نادرست است؟

۱) پدیده‌ی تبخیر سطحی در سطح آزاد مایع رخ می‌دهد.

۲) پدیده‌ی تبخیر سطحی در هر دمایی که مایع دارد، رخ می‌دهد.

۳) در اثر تبخیر سطحی، دمای مایع تغییر نمی‌کند.

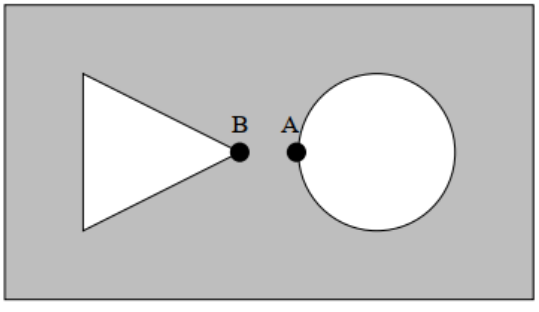
۴) آهنگ تبخیر سطحی به مساحت سطح مایع بستگی دارد.

گزینه ۳

تست: مطابق شکل زیر، یک صفحه‌ی فلزی که دارای حفره‌هایی مثلثی و دایره‌ای است، در اختیار داریم. اگر این صفحه را به طور یکنواخت حرارت دهیم، قطر سوراخ دایره‌ای ..... و فاصله‌ی دو نقطه‌ی A و B ..... می‌شود.

۱) کم – کم **۲) کم – زیاد**

۳) زیاد – کم **۴) زیاد – زیاد**



گزینه ۴

تست: ۱۰۰ گرم یخ صفر درجه‌ی سلسیوس را با ۱۰۰ گرم آب $50^\circ C$ مخلوط می‌کنیم. پس از تعادل گرمایی، موجودی ظرف تقریبا کدام گزینه می‌شود؟ (اتلاف انرژی ناچیز است، $c_{\text{آب}} = 4200 \frac{J}{Kg.^\circ C}$ و $L_F = 340000 \frac{J}{Kg}$)

۱) ۱۳۸ گرم آب و ۶۲ گرم یخ در دمای صفر موجود است

۲) تمام یخ ذوب شده و ۲۰۰گرم آب با دمای صفر موجود است

۳) تمام یخ ذوب شده و ۲۰۰ گرم آب با دمای ۱۲+ موجود است

۴) ۱۶۲ گرم آب و ۴۸ گرم یخ در دمای صفر موجود است

چون $L_F = 340000$ هست! پس راه تستی که میترکه!!! بریم از راه اصلی،اول گروه گرمایی و سرمایی رو محاسبه کنیم (فقط گرمایی داریم!)

$$Q_{\text{گرمایی}} = mc\Delta\theta = 100(4.2)(50) = 21000$$

$$Q = mL_F = 21000 \rightarrow M(34000) \rightarrow M = 62$$

گزینه ۴

تست: دو گلوله‌ی مسی با گرمای ویژه c را به طور جداگانه به یک اندازه گرما می‌دهیم و در اثر این کار، دمای گلوله‌ی اول $40^\circ C$ و دمای گلوله‌ی دوم $50^\circ C$ افزایش می‌یابد. اگر در شرایط خلا، گلوله اول را با سرعت ۲۰ و دومی را با ۱۰ متر برثانیه پرتاب کنیم، انرژی جنبشی گلوله اول تقریبا چند درصد بیشتر از گلوله دوم می‌شود؟

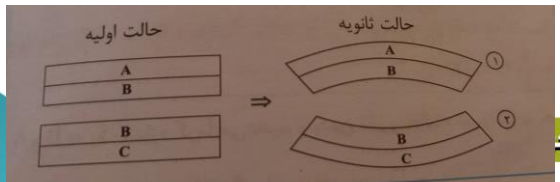
۱) ۲۵ ۲) ۴۰۰

۳) ۵۰۰ ۴) ۵۰

فرمول $mc\Delta\theta$ را برای هردو گلوله مینویسیم و متوجه میشویم که جرم اولی آنها $\frac{5}{4}$ برابر دومی و سرعت اولی نیز دوبرابر اولی است بنابراین انرژی جنبشی اولی، ۵برابر دومی می‌شود یعنی ۴۰۰ درصد بیشتر

تست: در شکل‌های زیر سه نوع تیغه‌ی فلزی داریم که در یک دمای معین با تیغه‌ی هم طول خود پرچ شده‌اند. در شکل (۱) دمای مجموعه کاهش و در شکل (۲) دما افزایش یافته است. کدام رابطه بین ضرایب بین انبساط طولی آن‌ها صحیح است؟(آزمون قلمچی)

۱) $\alpha_A < \alpha_B < \alpha_C$



۲) $\alpha_B > \alpha_A > \alpha_C$
۳) $\alpha_A > \alpha_B > \alpha_C$
۴) $\alpha_B < \alpha_A < \alpha_C$

در کاهش دما: اونیکه آلفای بیشتری داره دایره کوچیکه هست!
در افزایش دما: اونیکه آلفای بیشتری داره دایره بزرگه هست!
گزینه ۱ درست هست

تست: اگر دمای یک کره‌ی فلزی به قطر ۱۰cm را به اندازه‌ی $20°C$ افزایش دهیم، شعاع آن ۰/۰۴mm افزایش می‌یابد. اگر دمای کره را $100°C$ افزایش دهیم، به ترتیب از راست به چپ مساحت و حجم کره چند درصد تغییر می‌کند؟

۱) ۰/۸، ۱/۲
۲) ۰/۸۰، ۰/۱۲
۳) ۰/۶، ۰/۱۲
۴) ۳، ۴

$$\Delta L = L_1 \alpha \Delta\theta \quad 0.04 = 50\,\alpha(20)\ \alpha = 4\times10^{-6}$$
$$\text{درصد تغییر مساحت} = 200\alpha\Delta\theta \ \rightarrow\ 200(4\times10^{-6})(100) = 0.08$$
$$\text{درصد تغییر حجم} = 300\alpha\Delta\theta \ \rightarrow\ 300(4\times10^{-6})(100) = 0.12$$

تست: جسمی به جرم ۰/۵kg از ارتفاع ۱۰ متری سطح زمین رها شده و پس از برخورد به زمین از کنار پنجره ای که در ارتفاع ۲ متری از سطح زمین قرار دارد با سرعت ۲ متر بر ثانیه عبور میکند. اگر تمام انرژی مکانیکی تلف شده توسط جسم تا رسیدن به کنار پنجره صرف گرم شدن آن شده باشد، دمای جسم چند درجه‌ی سلسیوس افزایش می‌یابد؟

$(g = 10\frac{N}{kg}، c = 39\frac{J}{kg.°C})$

۱) ۵
۲) ۱
۳) ۲۵
۴) ۲

$$\text{تلفات} = mgh_1 - mgh_2 - \frac{1}{2}mv^2 = 50 - 10 - 1 = 39$$
$$39 = 0.5(39)\Delta\theta \ \rightarrow\ \Delta\theta = 2$$

تست: دو کره‌ی توپر و هم‌دما به شعاع‌های $R_1 = R$ و $R_2 = \frac{2}{3}R$ را تا دمای معین و یکسانی گرم می‌کنیم. افزایش حجم کره‌ی اول به ازای این تغییر دما، ۱۸ برابر افزایش حجم کره‌ی دوم است. در صورتی که α_1 و α_2 به ترتیب ضریب انبساط طولی ماده‌ی سازنده‌ی کره‌ی اول و دوم باشند، نسبت $\frac{\alpha_1}{\alpha_2}$ کدام است؟ آزمون قلمچی

۱) $\frac{3}{16}$
۲) ۶

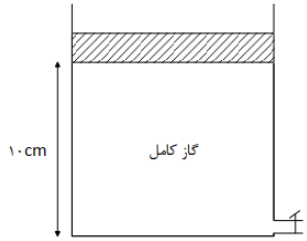
۳) $\frac{1}{6}$ ۴) $\frac{16}{3}$

$$\frac{18\,\Delta V}{\Delta V}=\frac{R^3}{\frac{8}{27}R^3}\times\frac{3\alpha_1}{3\alpha_2}\rightarrow\frac{\alpha_1}{\alpha_2}=\frac{16}{3}$$

تست: داخل مایعی، دو دماسنج که یکی برحسب کلوین و دیگری برحسب درجه‌ی سلسیوس مدرج شده، قرار گرفته‌اند. اگر مجموع اعدادی که دو دماسنج نشان می‌دهند، ۵ برابر عددی باشد که دماسنج مدرج شده بر حسب درجه‌ی سلسیوس نشان می‌دهد، دمای مایع چند کلوین است؟ (آزمون قلمچی)

۱) ۹۱ ۲) ۳۶۴

۳) ۳۵۰ ۴) ۲۷۳



$$\theta=T-273$$
$$T+\theta=5\theta$$
$$T+(T-273)=5(T-273)\rightarrow T=364$$

تست: یک پارچ آب $50^\circ C$ را درون یخچال قرار می‌دهیم،پس از ۵ دقیقه به آب صفر درجه‌ی سلسیوس تبدیل می‌شود. مجموعا چندثانیه طول میکشد تا همه‌ی آب مذکور به یخ صفر درجه‌ی سلسیوس تبدیل شود؟ ($c_{\text{آب}}=4200\frac{J}{kg.K}$ ، $L_F=33600\frac{J}{kg}$ و از اتلاف گرما صرف‌نظر کنید.)

۱) ۴۸۰ ۲) ۷۸۰

۳) ۸۹۰ ۴) ۵۲۰

چون توان یخچال ثابت است پس داریم:

$$P=P\quad\frac{Q_1}{t_1}=\frac{Q_2}{t_2}\rightarrow\frac{mc\Delta\theta}{5\times60}=\frac{mc\Delta\theta+mL_f}{t}$$
$$\frac{m(4200)(50)}{5\times60}=\frac{m(4200)(50)+m(336000)}{t}$$

t=780

تست: اگر ضریب انبساط حجمی آلومینیوم را در حالت جامد β_1 و ضریب انبساط حجمی جیوه را در حالت مایع β_2 فرض کنیم، کدام رابطه‌ی زیر صحیح است؟

۱) $\frac{\beta_1}{\beta_2}>1$ ۲) $\frac{\beta_1}{\beta_2}<1$

۳) $\frac{\beta_1}{\beta_2}=1$ ۴) در دماهای مختلف هر سه گزینه می‌توانند صحیح باشند.

ضریب انبساط حجمی مایعات از جامدات بیشتر است پس گزینه ۲ درست هست

تست: m کیلوگرم آب $25^\circ C$ را با ۵ کیلوگرم آب $65^\circ C$ مخلوط کنیم درصورتیکه ، ۲۱۰۰۰ ژول گرما به محیط داده شود و دمای تعادل $50^\circ C$ شود مقدار m چند گرم بوده است ؟

۱) ۳۰۰ ۲) ۲۲۳۴

۳) ۲۸۰ ۴) ۵۵۵

جمع Qها را برابر صفر قرار میدهیم

$$m(4200)(50-25)+5(4200)(50-65)+21000=0$$

m=2/8 280g

تست: دماسنجی ساخته‌ایم که دمای آب $20^\circ C$ را 35 و دمای آب $60^\circ C$ را ۱۱۵ نشان می‌دهد. این دماسنج اختلاف دمای $45^\circ C$ را چند درجه نشان می‌دهد؟

۱) ۵۵ ۲) ۴۵

۳) ۸۰ ۴) ۹۰

ابتدا دلتا سانتیگراد را با دلتای دماسنج مجهول مقایسه میکنیم:

$$\Delta c=60-20=40$$
$$\Delta x=115-35=80$$

بنابراین $\Delta x=2\Delta c \rightarrow \Delta x=2(45)=90$

تست: 50 گرم بخار آب $100^\circ C$ را در ۱۰۰۰ گرم آب $10^\circ C$ وارد می‌کنیم. دمای تعادل بر حسب درجه‌ی سلسیوس کدام است؟ (گرمای نهان ویژه‌ی تبخیر آب ۲۲۶۸۰۰۰ و گرمای ویژه‌ی آب ۴۲۰۰ است.)

۱) ۴۰ ۲) ۸۰

۳) ۵۰ ۴) ۹۵

از صورت سوال میفهمیم که گرمای نهان ویژه‌ی تبخیر آب ۵۴۰ برابر گرمای ویژه‌ی آب ۴۲۰۰ است پس:

$$mc(\theta_e-10)+mc(\theta_e-100)-mL_v=0$$
$$1000c(\theta_e-10)+50c(\theta_e-100)-50(540\,c)=0$$
$$\theta_e=40$$

راه تستی:

$$\theta_e = \frac{۶۴۰m_{\text{بخار}} + m\theta_{\text{آب}}}{m_{\text{بخار}} + m_{\text{آب}}}$$

تست: یک کیلوگرم آب $20°C$ را با ۲kg یخ صفر درجه‌ی سلسیوس مخلوط می‌کنیم. اگر تبادل گرمایی مخلوط با محیط ناچیز باشد، کدام گزینه صحیح است؟ ($L_F = 336\frac{kJ}{kg}$ ، $c_{\text{یخ}} = 2100\frac{J}{kg.°C}$، $c_{\text{آب}} = 4200\frac{J}{kg.°C}$)

۱) ۳ کیلوگرم آب بین صفر تا $20°C$ خواهیم داشت.

۲) ۳ کیلوگرم یخ صفر درجه‌ی سلسیوس خواهیم داشت.

۳) ۱/۷۵ کیلوگرم یخ صفر درجه‌ی سلسیوس و ۱/۲۵ کیلوگرم آب صفر درجه‌ی سلسیوس خواهیم داشت.

۴) ۱/۵ کیلوگرم یخ صفر درجه‌ی سلسیوس و ۱/۵ کیلوگرم آب صفر درجه‌ی سلسیوس خواهیم داشت.

$$\frac{2m\theta_{\text{آب}} - m\theta_{\text{یخ}}}{160} = \frac{2 \times 1 \times 20 - 0}{160} \approx 0.25$$

گزینه ۳

تست: در فشار یک اتمسفر به وسیله‌ی یک گرمکن الکتریکی با توان ۱۰۰۰W به ۲۰۰ گرم یخ با دمای $-5°C$، گرما می‌دهیم. پس از یک دقیقه دمای محتوی گرمکن ..... ($L_F = 336\frac{kJ}{kg}$ ، $c_{\text{یخ}} = 2100\frac{J}{kg.°C}$، $c_{\text{آب}} = 4200\frac{J}{kg.°C}$)(آزمون قلمچی)

۱) به صفر درجه‌ی سلسیوس می‌رسد.

۲) زیر صفر درجه‌ی سلسیوس باقی می‌ماند.

۳) بین صفر و ۵ درجه سلسیوس می‌رسد.

۴) بالاتر از $5°C$ می‌شود.

گرمای ایجاد شده در مدت ۱دقیقه برابر است با:

Q=Pt=۱۰۰۰×۶۰ = ۶۰۰۰۰j= ۲/۱kg

گرمای لازم برای این که یخ □ ۵۰- به نقطه ذوب برسد:

Q=mcΔθ=۰ /۲×۲۱۰۰× ۵= ۲۱۰۰j= ۲/۱kj

و گرمایی که لازم است تا یخ را در نقطه ی ذوب آن کند.

$Q_۲= mL_F= ۰/۲\times340=68$

چون $Q > Q_۱$ است. پس دمای یخ به صفر درجه سلسیوس می رسد. اما چون $Q<Q_2+Q_3$ است. تمام یخ ذوب نمی شود و دمای مخلوط آب و یخ حاصل صفر درجه ی سلسیوس باقی می ماند.

تست: اگر دمای یک سیم نازک مسی به طول L را به اندازه‌ی $\Delta\theta$ افزایش دهیم، به اندازه‌ی ۲ درصد به طول آن اضافه می‌شود. اگر دمای یک صفحه‌ی نازک مسی به ابعاد $3L \times 4L$ را به همان اندازه افزایش دهیم، چند درصد به مساحت آن اضافه خواهد شد؟ (آزمون قلمچی)

۱) ۲ **۲) ۳**

۳) ۴ **۴) ۶**

با استفاده از رابطه ی تغییر طول سیم می توان نوشت:

$$\Delta L=0/02L_1$$

$$\Delta L=L_۱\alpha\Delta\Theta \longrightarrow ۰,۰۲\ L_۱= L_۱\alpha\Delta\Theta$$

$$\rightarrow\alpha\Delta\Theta=۰,۰۲$$

$$\alpha\Delta\Theta =۰,۰۲$$

$$\Delta A=A_۱(۲\alpha\Delta\Theta) \longrightarrow \Delta A=A_۱\times۲\times۰,۰۲$$

$$\rightarrow\frac{\Delta A}{A1} = ۰,۰۴\rightarrow \frac{\Delta A}{A1}\times۱۰۰= ۴\%$$

فرض می کنیم m گرم یخ □۰ ابتدا به آب □۰درجه و سپس به آب □۱۰۰ تبدیل شده است. چون تبادل حرارتی با محیط اطراف ناچیز است. گرمایی که m گرم یخ می گیرد، باید از تبدیلg ۱۸۰ آب □۱۰۰ به دست آید. بنابراین مکی توان نوشت:

$Q_{\text{یخ}}+Q_{\text{بخارآب}} =۰ \rightarrow mL_F+ mc_{\text{آب}}\Delta\Theta-m'L_v=۰$

تست: درون یک کتری برقی با توان الکتریکی مصرفی ۱۰۰۰ ولت، ۶۰۰ گرم آب با دمای $30^\circ C$ موجود است. اگر ۸۴ درصد از توان الکتریکی مصرفی کتری به صورت انرژی گرمایی به آب داده شود، چند دقیقه پس از روشن کردن کتری نیمی از آب موجود در آن بخار می‌شود؟ ($L_V = 2268\frac{kJ}{kg}$ ، $c_{\text{آب}} = 4200\frac{J}{kg.^\circ C}$)

۱۶ ۱۷ ۱۸ ۲۰

گرمایی که توسط کتری به آب داده می شود. ابتدا صرف افزایش دمای آب تا صد درجه ی سلسیوس و پس از آن صرف تبدیل آب صد درجه ی سلسیوس به بخار صد درجه سلسیوس می گردد. باتوجه به رابطه ی گرمای ویژه و گرمای نهان تبخیر داریم:

$Q_1 + Q_2 = 0/84 \times P \times T$

$Q_1 = mc\Delta\Theta$

$\longrightarrow \quad mc\Delta\Theta + m'L_v = 0/84\ P \times T$

$Q_2 = m'\ Lv$

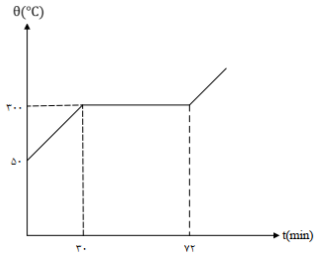
$m = 600g = 0/6kg$, $c_{آب} = 4200 \frac{j}{kg℃} = 4/2 \frac{j}{kg℃}$

$L_v = 2268 \frac{kj}{kg}$, $p = 1000w = 1Kw$, $m_2 = \frac{m}{2} = 300g = 0/3kg$, $\Delta\theta = (100-30)\ ℃$

$0/6 \times 4/2 \times 70 + 0/3 \times 2268 = 0/84 \times 1 \times t$

$\rightarrow t = \frac{0/6(294+1134)}{0/84} = 1020s = 17min$

تست: نمودار روبه‌رو، مربوط به جسمی است که گرمای ویژه‌ی حالت جامد آن $80 \frac{J}{kgK}$ است و در هر دقیقه 10^3 ژول گرما می‌گیرد. گرمای نهان ویژه‌ی ذوب این جسم چند ژول بر گرم است؟



۱) 28×10^3 ۲) ۲۸

۳) 48×10^3 ۴) ۴۸

با استفاده از قسمت اول نمودار جرم جسم را به دست می آوریم:

$Q = mc\Delta\Theta \rightarrow 30 \times 10^3 = m \times 80 \times (300-50)$

$m = \frac{3 \times 10^4}{80 \times 250} = 1/5kg$

در فاصله ی زمانی ۳۰تا۷۲دقیقه، فرایند ذوب صورت می گیرد و داریم:

$Q_F=mL_F \rightarrow (۷۲-۳۰) \times ۱۰^3=۱/۵L_F$

$\rightarrow L_F=\frac{42\times10^2}{1/5}=۲۸\times۱۰^3\frac{j}{kg}=۲۸\frac{j}{g}$

تست: **در ظرفی مقداری یخ صفر درجه‌ی سلسیوس و بخار آب $100°C$ می‌ریزیم، تا به تعادل برسند. اگر پس از رسیدن به تعادل دمایی، تنها آب $40°C$ در ظرف باقی بماند و تبادل حرارتی با محیط اطراف ناچیز باشد، جرم یخ چند برابر جرم بخار آب بوده است؟** ($L_F = 336\frac{kJ}{kg}$ ،$L_V = 2268\frac{kJ}{kg}$ ،$c_{آب} = 4200\frac{J}{kg.K}$) (آزمون قلمچی)

۱) ۴/۲ ۲) ۵

۳) ۶ ۴) ۶/۲۵

فرض کنیم در ابتدا $k \times m$ کیلوگرم یخ صفر درجه سلسیوس و m کیلوگرم بخار آب □۱۰۰ در ظرف ریخته ایم. در این حالت گرمایی که بخار آب از دست می دهد، یخ می گیرد. بنابراین می توان نوشت:

$\sum Q=۰ \rightarrow Q_{یخ} + Q_{بخار} = ۰ \rightarrow Q_{یخ} = |Q_{بخار}|$

$\rightarrow km(L_F+c_{آب}\Delta\Theta)=m(Lv+c\Delta\Theta')$

$k=\frac{Lv+c_{آب}\Delta\Theta'}{LF+c_{آب}\Delta\Theta} \rightarrow k=\frac{2268+4/2\times60}{226+4/2\times40}=۵$

بنابراین جرم یخ اولیه پنج برابر جرم بخار آب اولیه بوده است.

تست: **دو سطح فلزی دایره‌ای شکل A و B به شعاع‌های ۱۰cm و ۲۰cm در دمای ۵۰ درجه‌ی سلسیوس در اختیار داریم. در چه دمایی برحسب درجه‌ی سلسیوس، مساحت سطح B، ۲ برابر مساحت سطح A می‌باشد؟** ($\alpha_A = 6\times10^{-3}\frac{1}{°C}$ ،$\alpha_B = 2\times10^{-3}\frac{1}{°C}$) (آزمون قلمچی)

۱) ۲۵۰ ۲) ۳۰۰

۳) ۲۰۰ ۴) ۱۵۰

$A_{۲B}=۲A_{۲A}$

$A_۲=A_۱(۱+۲\alpha\Delta\Theta) \longrightarrow A_{۱B}(1+2\alpha_B\Delta\Theta)=۲A_{۱A}(۱+۲\alpha_A\Delta\Theta)$

$\rightarrow \pi(r_{1B})^2 (1+2\alpha_B \Delta\Theta)=2 \pi(r_{1A})^2 (1+2 \alpha_A \Delta\Theta)$

$r_{1B}=20cm, r_{1A}=10cm$

$\alpha_A = 6\times 10^{-3}\frac{1}{^\circ C}$. $\alpha_B = 2\times 10^{-3}\frac{1}{^\circ C}$

$(20)^2(1+2\times 2\times 10^{-3}\Delta\Theta)= 2(10)^2(1+2\times 6\times 10^{-3}\Delta\Theta)$

$\rightarrow 400(1+4\times 10^{-3}\Delta\Theta)= 200(1+12\times 10^{-3}\Delta\Theta)$

$\rightarrow 2+8\times 10^{-3}\Delta\Theta= 1+12\times 10^{-3}\Delta\Theta \rightarrow 1=4\times 10^{-3}\Delta\Theta$

$\rightarrow \Delta\Theta = \frac{1}{4\times 10^{-3}} = \frac{10^3}{4}=\frac{1000}{4}=250^\circ C$

$\theta_1 = 50^\circ C$

$\theta_1-\theta_2= 250^\circ C \longrightarrow \theta_2 = 300^\circ C$

تست: درون گرماسنجی که ظرفیت گرمایی آن $84\frac{J}{^\circ C}$ است، مقدار ۴۸۰ گرم آب $10^\circ C$ موجود است، که با آن در تعادل گرمایی است. گلوله‌ای به ظرفیت $210\frac{J}{^\circ C}$ را وارد آب درون گرماسنج می‌کنیم. پس از مدتی دمای مجموعه روی $12^\circ C$ ثابت می‌ماند. دمای اولیه‌ی گلوله چند درجه‌ی سلسیوس بوده است؟ (گرمای ویژه‌ی آب $4200\frac{J}{kg.^\circ C}$ است و از هرگونه اتلاف انرژی صرف‌نظر شود.) (آزمون قلمچی)

۱) ۲۱ ۲) ۲۲

۳) ۳۲ ۴) ۲۴

دمای اولیه ی گرماسنج و آب با یکدیگر یکسان و برابر با ۱۰ °C است. پس از وارد کردن گلوله، دمای تعادل کل مجموعه به $\theta e = ۱۲°C$ می رسد. اگر گرماسنج، آب و گلوله را به ترتیب با اندیس های ۱، ۲ و ۳ نشان دهیم، داریم:

$=Q_{۱}+ Q_{۲}+ Q_{۳}= ۰$

$\rightarrow A_{۱} (\theta_e-\theta_1) + m_{۲}c_{۲} (\theta_e-\theta_2) + A_{۳} (\theta_e-\theta_3) = ۰$

$\rightarrow ۸۴\times(12-10)+ \frac{480}{1000}\times ۴۲۰۰\times(12-10)$

$+۲۱۰\times(۱۲-\theta_3) = ۰$

$168+4032+210+12-\theta=0 \quad \theta=32$

تست: مقداری یخ صفر درجه‌ی سلسیوس را با همان مقدار آب $30°C$ مخلوط می‌کنیم. اگر گرمای نهان ذوب یخ $80\frac{cal}{g}$ و گرمای ویژه‌ی آب $1\frac{cal}{g°C}$ باشد، پس از برقراری تعادل حرارتی، ... (آزمون قلمچی)

۱) تمام یخ، آب می‌شود.

۲) $\frac{5}{8}$ جرم یخ، آب می‌شود.

۳) $\frac{11}{8}$ جرم اولیه‌ی یخ، آب در ظرف وجود خواهد داشت.

۴) $\frac{1}{2}$ جرم یخ، آب می‌شود.

گزینه ۳ : ابتدا مقدار گرمایی که برای ذوب کامل یخ مورد نیاز است و هم چنین مقدار گرمایی که آب ۳۰°C باید از دست بدهد تا به دمای صفر درجه سلسیوس برسد را محاسبه می کنیم:

$Q_F=mL_F = ۸۰m$,

آب $Q_W=mc\Delta\theta = m\times۱\times(30-0)=30m\rightarrow QW<QF$

$\rightarrow m=(۳۳۶۰۰۰+420\times100)=0/18\times2268\times103$

$\rightarrow m=۰/۵۴kg=۵۴۰g$

مشاهده می شود که گرمای داده شده توسط آب از گرمای مورد نیاز برای ذوب کامل یخ کمتر است و این بدان معناست که آب نمی تواند تمام یخ را ذوب کند. اگر جرم یخی که ذوب می شود m' باشد، داریم

$Q_F = m' L_F = Qw = mc \Delta\theta$

$\rightarrow m' \times ۸۰ = m \times۱ \times (۳۰-۰) \rightarrow m' = \frac{3}{8} m$

جرم یخ باقی مانده $= m - m' = m - \frac{3}{8} m= \frac{5}{8} m$

ظرف در موجود جرم آب $= m + m'= m+ \frac{3}{8} m = \frac{11}{8} m$

تست: **درون ظرفی سربسته حاوی آب $100^\circ C$، مقدار m گرم بخار آب $101^\circ C$ وارد می‌کنیم، در صورتی که هیچ‌گونه تبادل گرمایی با محیط وجود نداشته باشد، مقدار بخار آب موجود در ظرف پس از رسیدن مجموعه به تعادل کدام است؟ (آزمون قلمچی)**

۱) بیش‌تر از m گرم **۲) m گرم**

۳) کم‌تر از m گرم **۴) بسته به مقدار m هر کدام از گزینه‌ها می‌توانند صحیح باشند.**

گزینه یک زیرا در این حالت، گرما از بخار آب به آب ۱۰۰ منتقل می شود و این گرما باعث بالا رفتن دمای آب جوش نمی شود، بلکه باعث می شود که مقداری از آب جوش موجود در ظرف، تغییر حالت بدهد و به بخار آب تبدیل شود، پس به مقدار بخار آب موجود در ظرف افزوده می شود.

تست: **تفاوت طول دو میله‌ی هم‌جنس، ۱۰ سانتی‌متر است. اگر آن‌ها را به دنبال هم متصل و دمای آن‌ها را ۱۰۰ درجه‌ی سلسیوس افزایش دهیم، مجموع طول آن دو به ۳۰/۰۹ سانتی‌متر می‌رسد. طول اولیه‌ی هر کدام از میله‌ها چند سانتی‌متر است؟ ($\alpha = 3 \times 10^{-5}\frac{1}{K}$) (آزمون قلمچی)**

۱) ۲۰ و ۱۰ **۲) ۱۵/۵ و ۱۴/۵**

۳) ۱۷/۵ و ۱۲/۵ **۴) ۱۴ و ۱۶**

اگر فرض کنیم میله ی بلندتر دارای طول L_1 و میله ی کوتاه تر دارای طول می باشد L_2، می توان نوشت :

$$L_1 - L_2 = ۱۰\,\text{cm} \qquad (۱)$$

از طرفی با توجه به رابطه ی افزایش طول برحسب افزایش دما، داریم :

$$۳۰/۰۹ = (L_1 + L_2)\,(۱ + ۳\times ۱۰^{-5} \times ۱۰۰)$$

$$\rightarrow L_1 + L_2 = ۳۰\,\text{cm} \qquad (۲)$$

با حل هم زمان معادلا ت(۱)و (۲)، خواهیم داشت :

$$A_۲ = ۲۵۰\frac{j}{^\circ C}$$