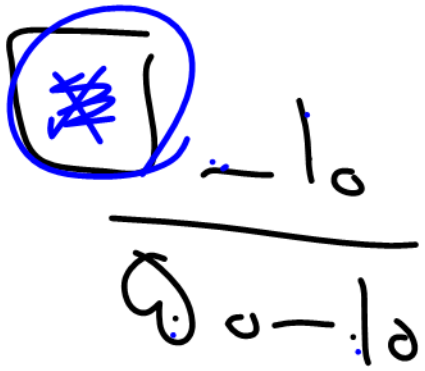
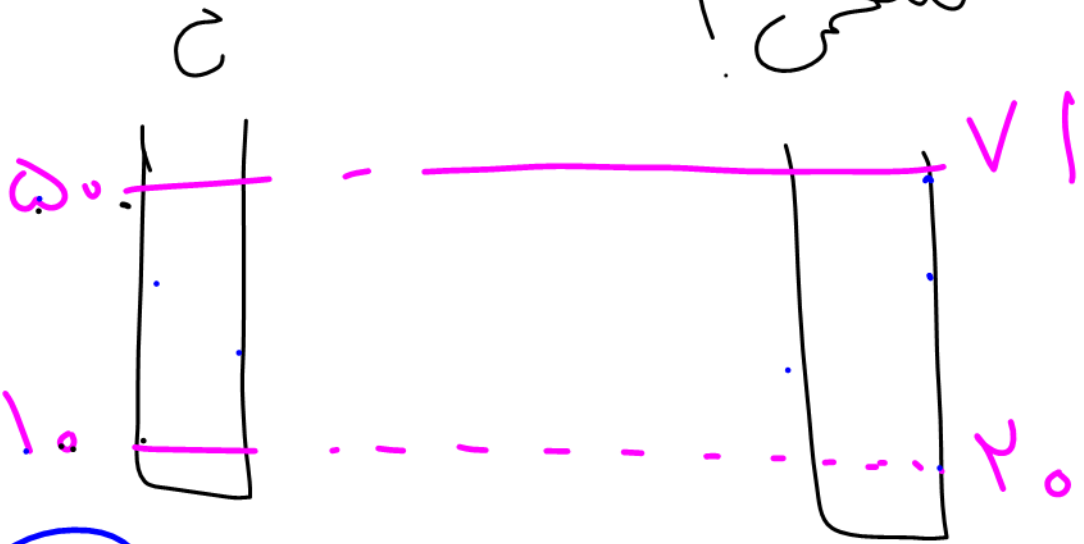


$$\begin{cases}
 K = C + \mu V \mu \\
 F_i = \frac{1}{2} C + \mu \mu
 \end{cases}$$

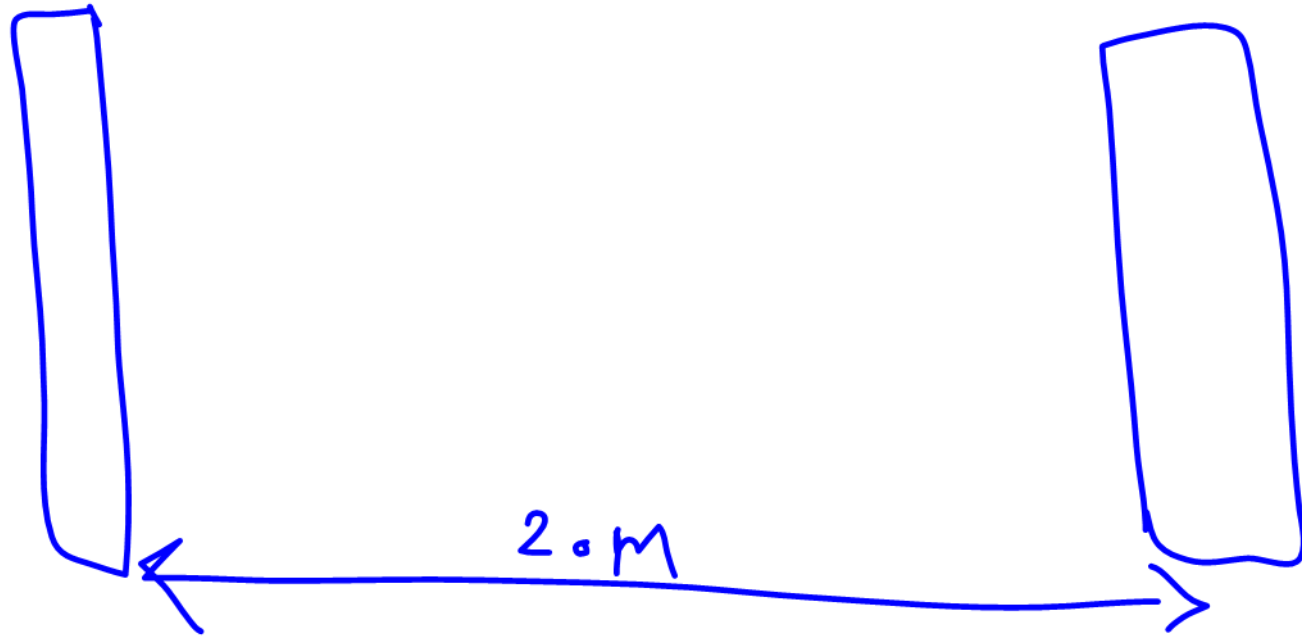
انگرسا : انرژى

سیمی! <sup>۲</sup>



||





تغییر طول

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

طول تازه

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

طول چند برابر

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

طول چند صدتیکه

تغییر چند صدتیکه

$$= 100 \alpha \Delta \theta$$

$$L_1 = r_m$$

$$\Theta = r_0 \alpha^0$$

$$\Theta = 1 r_0 \alpha^0$$

$$\alpha = 0.01 = 10^{-2}$$

$$\Delta L = L_1 \alpha \Delta \Theta$$

$$\Delta L = r (10^{-2}) (100) = 0.1 r_m$$

$$L_r = L_1 + \Delta L = r + 0.1 r = 1.1 r$$

$$L_r = L_1 (1 + \alpha \Delta \Theta) = 1.1 r$$

$$\frac{L_r}{L_1} = \frac{1.1 r}{r} = 1.1$$
$$\frac{L_r}{L_1} = (1 + \alpha \Delta \Theta) = 1.1$$

$$r_{100} = 100 \alpha \Delta \Theta = 100 (10^{-2}) 100 = 10$$

تغیرات  $\Delta A = A_1 (\gamma \alpha) \Delta \theta$

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

$$\frac{A_r}{A_1} = (1 + \gamma \alpha \Delta \theta)$$

$$\gamma \alpha = \gamma_{00} \alpha \Delta \theta$$

$$\Delta \bar{v} = v_1 3\alpha \Delta \theta$$

$$\bar{v}_r = v_1 (1 + 3\alpha \Delta \theta)$$

$$\frac{\bar{v}_r}{v_1} = (1 + 3\alpha \Delta \theta)$$

$$\Delta \theta = \frac{\Delta \bar{v}}{v_1 3\alpha}$$



کارنامه خرد

# دما و گرما

مهندس مهدی باباخانی

سال تحصیلی ۱۴۰۱-۱۴۰۲

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 فیلم‌ها برای سایرین شرعا و اخلاقا حرام است

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

021-26401062

[www.karnamehkherad.com](http://www.karnamehkherad.com)

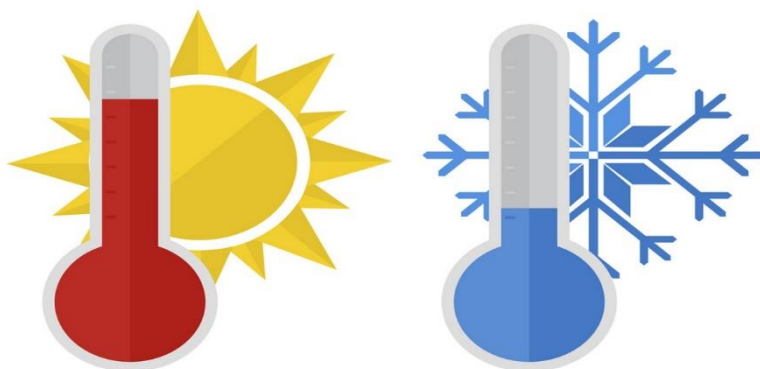




## دما و گرما

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 می‌توانیم 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 دماسنج‌ها، 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.

### مقیاس‌های متداول دما:

از مقیاس‌های 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- تفسنج (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.



$$PV = nRT$$

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

$$R_{T_2} = R_{T_1} (1 + \alpha \Delta T)$$

توضیح دماسنج های صفحه قبل:

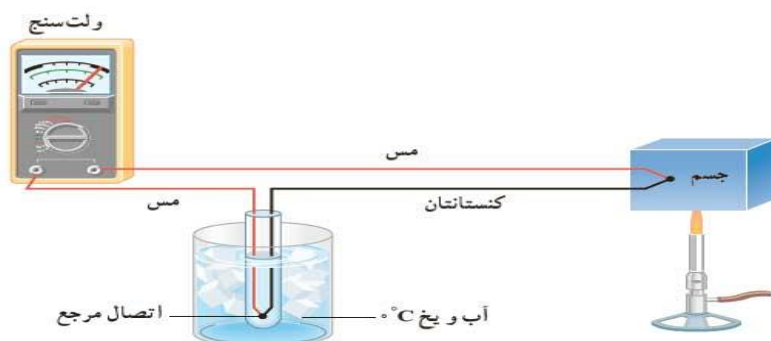
۱- ترمومتر و یا دماسنج گازی در حقیقت از همان قوانین ساده گازهای کامل استفاده کرده و با توجه به افزایش فشار در اثر افزایش دما در حجم ثابت با اندازه گیری این فشار و کالیبره آن بر حسب دما مقدار دما را اندازه گیری کرد. در حقیقت دماسنج گازی نوع فشار سنج محسوب میگردد

۲- آشکارساز دمای مقاومتی که در صنعت به اختصار **RTD** خوانده می شود، نوعی حسگر برای تشخیص دما است. این وسیله مطابق بر این اصل کار می کند که مقاومت الکتریکی فلزات با افزایش دما افزایش می یابد. به این پدیده مقاومت گرمایی گفته می شود. در نتیجه برای سنجش دما کفایت مقاومت الکتریکی آرتی دی اندازه گیری شود.

۳- به روش های اندازه گیری دما مبتنی بر تابش گرمایی، تف سنجی می گویند تفسنج (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  $1100^{\circ}\text{C}$  اهمیت ویژه ای دارد.

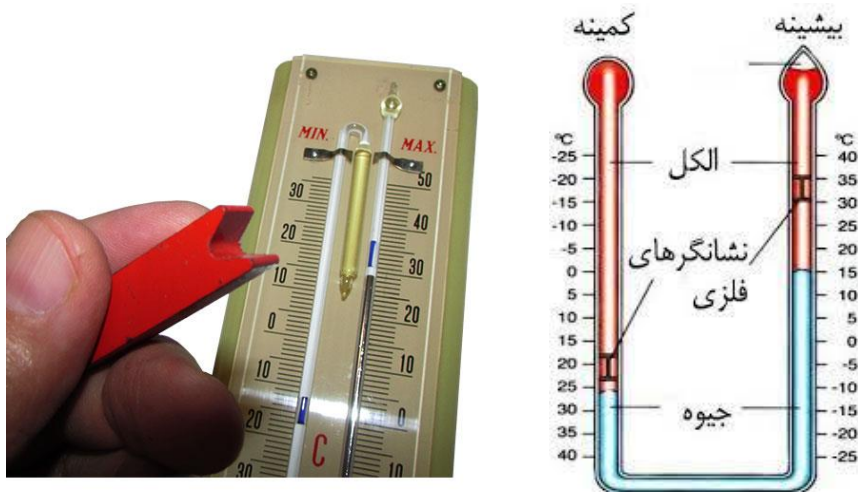
تف سنج نوری به عنوان دماسنج معیار برای اندازه گیری دماهای بالا انتخاب شده است هر جسمی که دمایی بیش از صفر مطلق ( $273-$  درجه سانتی گراد) داشته باشد تابشی از خود ساطع می کند. این انرژی گرمایی توسط دستگاه ردیاب دریافت و به سیگنال های الکتریکی تبدیل می شود. سپس با الگوریتم های مربوطه به یک دما تبدیل شده 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 که می خواهیم دمای آن را بدست آوریم. این مجموعه با سیمهای مسی رابط به یک ولت سنج بسته میشود. با تغییر دمای محل مورد اندازه گیری، عددی که ولت سنج نشان میدهد، تغییر میکند. اگر آزمایش را چندین بار و برای دماهای متفاوت تکرار کنیم، می توانیم 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 اندازه گیری میشود به حالت تعادل گرمایی میرسد و به علاوه میتواند در مدارهای الکترونیکی به کار 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:** ساده ترین و رایجترین نوع دماسنج، دماسنجهای جیوه ای 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 ✓

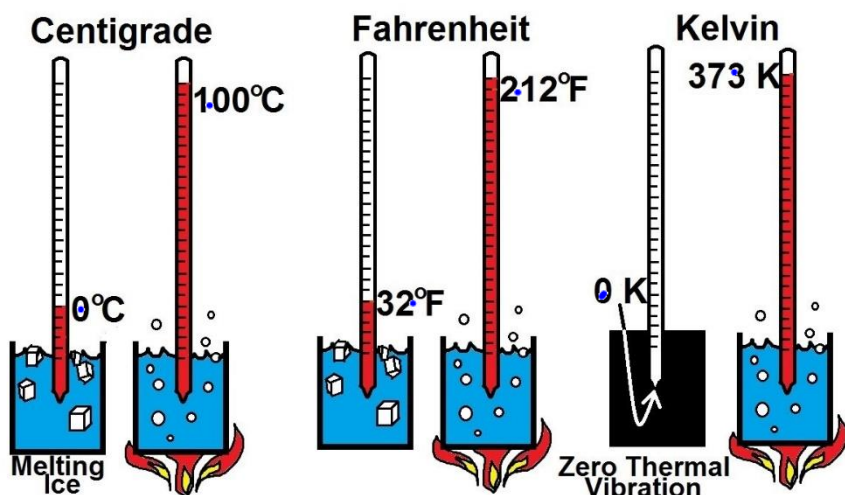
**د:** دماسنج گازی و دماسنج مقاومت پلاتینی و تفسنج (پیرومتر) دماسنج های معیار هستند البته در گذشته استفاده از دماسنج ترموکوپل نیز معمول بوده است که به دلیل دقت کمتر آن نسبت به دماسنجهای بیان شده، از مجموعه دماسنجهای معیار کنار گذاشته شد ✓

**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 عملاً 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 نمی شود و به همین دلیل با سایر واحدها تفاوت دارد. کلوین به افتخار فیزیکدان معروف، ویلیام تامسون (لرد کلوین) نامگذاری شده است

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

$$K = C^{\circ} + 273$$

$$F = 1/8C^{\circ} + 32$$





چه قدر تغییر

تست: دمای اتاقی را ۱۰ درجه سانتیگراد افزایش می دهیم، دما بر اساس کلوین و فارنهایت می کند؟

$K = C + 273$       ۲۸۳-۴۰ (۴)      ۲۸۳-۵۰ (۳)      ۱۸-۱۰ (۲) ✓      ۱۰-۱۰ (۱)

$K = 10 + 273 = 283$

$F = 1.8C + 32$

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

$\Delta K = \Delta C = 10$

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

تست: اگر دمای جسمی بر حسب درجه فارنهایت ۱۰ برابر شود، دمای آن بر حسب درجه سلسیوس ۲۰ برابر می شود. دمای ثانویه جسم، بر حسب کلوین کدام است؟ (آزمون کانون)

$F_2 = 10 F_1$

$\theta_2 = 20 \theta_1$

- ۳۲۰ (۲)
- ۵۹۳ (۴)
- ۱۶ (۱)
- ۲۸۹ (۳)

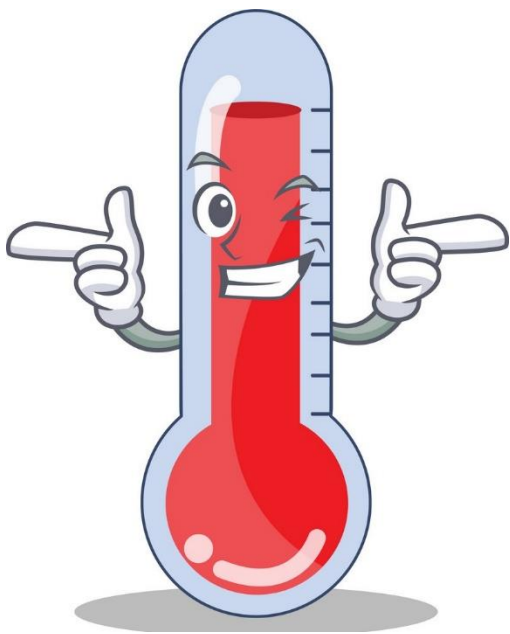
$$\frac{F_2}{F_1} = \frac{1.8C_2 + 32}{1.8C_1 + 32}$$

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

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

$$320 + 273 = 593$$





## 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

در اینصورت دماسنج دیگر که از واحد دیگری استفاده می کند

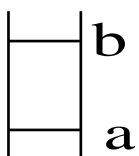
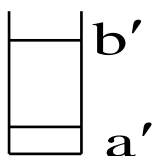
دمای محیط را چقدر نشان می دهد؟ و چگونه می توان این

دما را به دست آورد؟

برای این محاسبه کافیه که .....

رابطه ی درجه بندی دماسنج بصورت زیر می باشد. ثابت  $\frac{x-a}{b-a}$  که در آن  $x$  دمای مورد نظر  $a$  نقطه ی ثابت پایینی در واحد

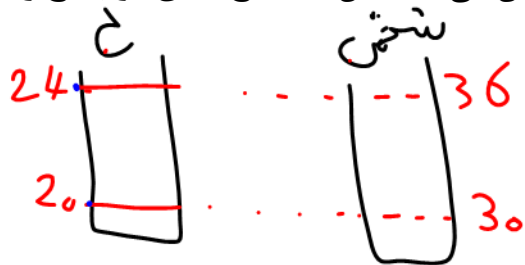
موردنظر و  $b$  ثابت بالایی در واحد موردنظر می باشد.



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

**تست:** دماسنجی دمای  $20^\circ\text{C}$  را  $30$  درجه و  $24^\circ\text{C}$  را  $36$  درجه نشان می دهد. این دماسنج دمای ذوب یخ را

در فشار یک جو چند درجه نشان می دهد؟



(۱) صفر ✓      -۱۰ (۲)      ۴ (۳)      -۴ (۴)

$$\frac{\boxed{0} - 20}{24 - 20} = \frac{\boxed{x} - 30}{36 - 30}$$

$$\begin{aligned} \frac{-20}{4} &= \frac{x - 30}{6} \\ -30 &= x - 30 \\ x &= 0 \end{aligned}$$



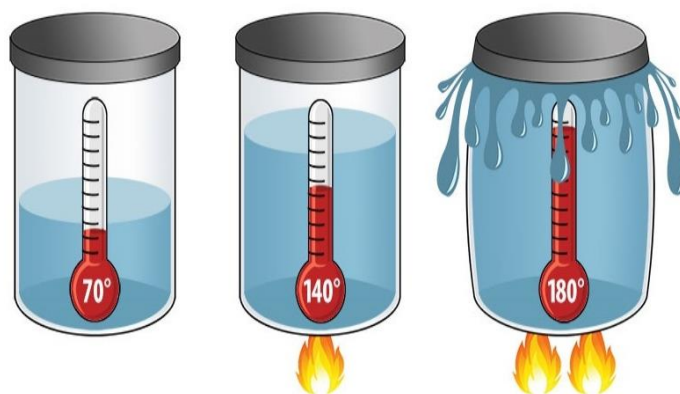
## انبساط

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**  $= \frac{\Delta L}{L_1} \times 100$  یا  $= 100(\alpha) \Delta \theta$

**درصد تغییرات سطح**  $= \frac{\Delta A}{A_1} \times 100$  یا  $= 200(\alpha) \Delta \theta$

**درصد تغییرات حجم**  $= \frac{\Delta V}{V_1} \times 100$  یا  $= 300(\alpha) \Delta \theta$





**تست:** ضریب انبساطی حجمی میله ای  $(k^{-1}) 6 \times 10^{-5}$  است. اگر دمای این میله  $50^{\circ}C$  افزایش یابد. طول آن چند درصد افزایش می یابد و چند برابر می شود؟

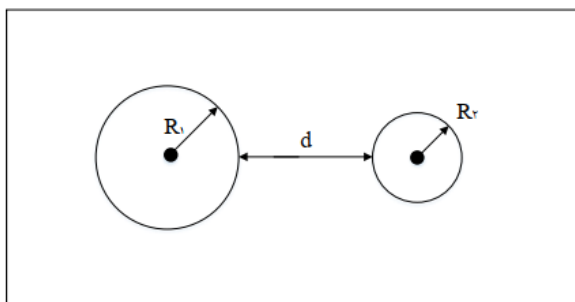
- (۱)  $0/1 - 1/001$       (۲)  $0/1 - 1/1$       (۳)  $1/10 - 1$       (۴)  $0/1 - 1/01$

**تست:** دمای یک ورقه ی فلزی را  $250$  درجه سلسیوس افزایش می دهیم. مساحت آن یک درصد افزایش می یابد. ضریب انبساط حجمی آن فلز در SI کدام است؟

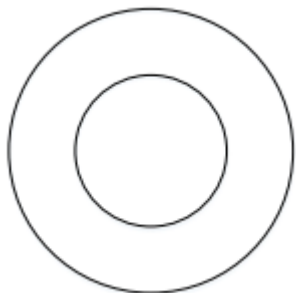
- (۱)  $2 \times 10^{-4}$       (۲)  $2 \times 10^{-5}$       (۳)  $6 \times 10^{-4}$       (۴)  $6 \times 10^{-5}$

**تست:** مطابق شکل، از یک صفحه ی فلزی دو دایره با شعاع های  $R_1$  و  $R_2$  به فاصله ی  $d$  از یکدیگر جدا می کنیم. اگر کل صفحه را گرم کنیم، کدام گزینه صحیح است؟

- (۱) شعاع های  $R_1$  و  $R_2$  هر دو کاهش و فاصله ی  $d$  افزایش می یابد.  
 (۲) شعاع های  $R_1$  و  $R_2$  هر دو کاهش و فاصله ی  $d$  کاهش می یابد.  
 (۳) شعاع های  $R_1$  و  $R_2$  هر دو افزایش و فاصله ی  $d$  کاهش می یابد.  
 (۴) شعاع های  $R_1$  و  $R_2$  هر دو افزایش و فاصله ی  $d$  افزایش می یابد.



**تست:** مطابق شکل یک دیسک به قطر خارجی  $60\text{cm}$ ، که از وسط آن دایره‌ای به شعاع  $10$  سانتی‌متر جدا شده است، از فلزی با ضریب انبساط حجمی  $\left(\frac{1}{K}\right) 6 \times 10^{-5}$  ساخته شده است. اگر دمای دیسک را بدون حالت آن،  $100^\circ\text{C}$  بالا ببریم مساحت قسمت فلزی چند سانتی‌متر مربع خواهد شد؟ آزمون قلمچی



- (۱)  $803/2\pi$       (۲)  $800\pi$   
 (۳)  $400\pi$       (۴)  $401/6\pi$

ابتدا مساحت اولیه قسمت گوشتی فلزی را محاسبه می‌کنیم

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

$$3\alpha = 6 \times 10^{-5} \quad \alpha = 2 \times 10^{-5}$$

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

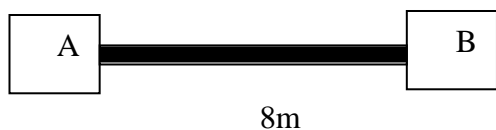
**تست:** در دمای صفر درجه سلسیوس حجم ظرف شیشه‌ای توسط یک لیتر جیوه کاملاً پر شده است. وقتی دمای مجموعه را به  $80$  درجه سلسیوس می‌رسانیم،  $12\text{cm}^3$  جیوه از ظرف خارج می‌شود. اگر ضریب انبساط حجمی جیوه  $1/8 \times 10^{-4} \text{K}^{-1}$  باشد، ضریب انبساط خطی شیشه در SI چقدر است؟

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

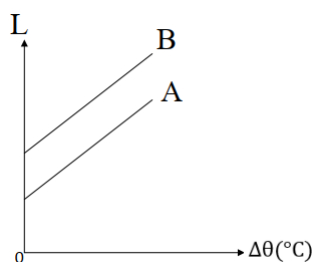


**تست:** میله AB به طول ۸ متر مطابق شکل موجود است و در وسط آن شکافی وجود دارد، اگر دمای میله را از ۵ درجه به ۳۰ درجه سانتیگراد برسانیم، میله به سمت بالا شکسته می شود و از محل شکاف اولیه به اندازه X متر بالا میرود، اگر ضریب انبساط طولی میله  $(\alpha = 1/1000)$  باشد، X حدوداً چند متر است؟ (آزمون کانون)

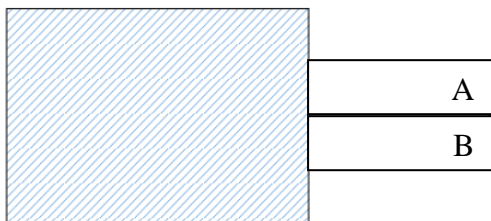
۱ (۱)      ۲ (۲)      ۳ (۳)      ۴ (۴)



**تست VIP:** - نمودار طول دو میله A و B بر حسب تغییرات دما، به صورت دو خط موازی مطابق شکل مقابل رسم شده است.



اگر دو میله هم دما و هم طول 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 می افتد؟



- ۱)  $\alpha_B < \alpha_A$  میله ها به طرف بالا خم می شوند.
- ۲)  $\alpha_B > \alpha_A$  میله ها ابتدا به طرف پایین و سپس به طرف بالا خم می شوند.
- ۳)  $\alpha_B < \alpha_A$  میله ها به طرف پایین خم می شوند.
- ۴)  $\alpha_B > \alpha_A$  میله ها ابتدا به طرف بالا و سپس به طرف پایین خم می شوند.

**گزینه ۳**

نکته ۱: شیب این نمودارها  $L_1 \alpha$  رو نشون میده پس چون شیبها مساوی هست میتونیم بگیم که  $L_B \alpha_B = L_A \alpha_A$  و در نمودار B چون اولیه  $L_B$  بیشتره پس  $\alpha_B$  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 بر مترمکعب میشود؟

۱۰۵۰                      ۹۹                      ۹۹۰۰                      ۱۰۰۰

**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 تقریباً چند لیتر مایع از ظرف سرریز می‌شود؟ (ضریب انبساط خطی ظرف  $10^{-4}$  است)

$2 \times 10^{-2}$  (۲)                       $8 \times 10^{-2}$  (۱)

$4 \times 10^{-3}$  (۴)                       $10^{-3}$  (۳)

طبق فرمول بالا داریم:

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

**ظرف  $\Delta V$  - مایع  $\Delta V$  = حجم مایع خروجی از ظرف**

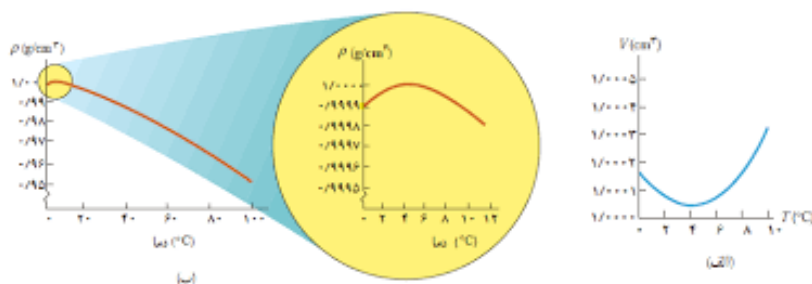
$$\text{حجم مایع خروجی} = V_1\beta\Delta\theta - V_13\alpha\Delta\theta$$

$$\text{حجم مایع خروجی} = 1(11 \times 10^{-4})(10) - 1(3 \times 10^{-4})(10) = 8 \times 10^{-2}$$



### انبساط غیرعادی آب:

رفتار آب در محدوده دمایی  $0^{\circ}\text{C}$  تا  $4^{\circ}\text{C}$  متفاوت است؛ یعنی در این محدوده با کاهش دما، حجم آب افزایش و در نتیجه چگالی آن کاهش مییابد اما پس از دمای  $4^{\circ}\text{C}$  مانند دیگر اجسام، با افزایش دما، حجم افزایش و چگالی کاهش مییابد. همین تغییر حجم غیرعادی آب است که موجب میشود دریاچه‌ها به جای اینکه از پایین به بالا یخ بزنند، از بالا یخ بزنند و وقتی دمای سطح آب مثلاً از  $10^{\circ}\text{C}$  اندکی کمتر شود، چگالی آب نسبت به آب زیر خود افزایش مییابد و این آب، پایین میرود. این رفتار تا رسیدن به دمای  $4^{\circ}\text{C}$  ادامه مییابد؛ ولی همانطور که دیدیم در دمای پایینتر از  $4^{\circ}\text{C}$  درجه سانتیگراد حجم آب افزایش پیدا میکند و در نتیجه چگالی آن کاهش مییابد؛ 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 می‌دهد.

$$\left[ \begin{array}{l} K = C^{\circ} + 273 \\ F = 1/8C^{\circ} + 32 \end{array} \right.$$

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

$$\left[ \begin{array}{l} Q = Mc\Delta\theta \\ Q = ML_f \\ Q = ML_v \end{array} \right.$$

برای محاسبه گرما ۳ تا فرمول و دستور داریم:

اگر حالت یک ماده تغییر نکند در اثر دریافت گرما دمای جسم بالاتر می‌رود 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 می‌شوند.

**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 بی شکل مانند شیشه و جامدهای ناخالصی مانند قیر نقطه ذوب کاملاً مشخصی ندارند. در واقع وقتی این مواد را گرم میکنیم، پیش از ذوب شدن خمیریشکل میشوند. این مواد در گستره‌های از دما به تدریج 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 ۴ برابر 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  $10\text{kg}$  یخ  $30^\circ\text{C}$  را به  $10\text{kg}$  بخار آب  $100^\circ$  تبدیل کنیم؟

( $L_v = 2270000$ ,  $L_f = 334000$  یخ  $C = 2100$  و آب  $C = 4200$ )

۱)  $1044000$  (۲)  $10440000$  (۳)  $2088000$  (۴)  $30870000$

**تست:** چند ژول گرما  $10\text{kg}$  بخار آب  $100^\circ$  را از دست بدهد تا به  $10\text{kg}$  یخ  $30^\circ$  تبدیل شود؟

۱)  $1044000$  (۲)  $10440000$  (۳)  $2088000$  (۴)  $30870000$

**تست:** از بالای ساختمانی به ارتفاع  $50$  متر گلوله‌ای را با سرعت اولیه  $20 \frac{\text{m}}{\text{s}}$  رو به پایین پرتاب می‌کنیم. اگر در اثر اصطکاک و برخورد  $80$  درصد از انرژی اولیه گلوله به گرما تبدیل شود دمای این گلوله برحسب **کلوین** چند درجه افزایش می‌یابد؟ ( $C=100$  گلوله)

۱)  $273$  (۲)  $5/6$  (۳)  $278/6$  (۴) هیچکدام





### ترکیب فرمول توان و بازده با گرما

رابطه  $R_a \times P_{کل} = \frac{\text{انرژی}}{t}$  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

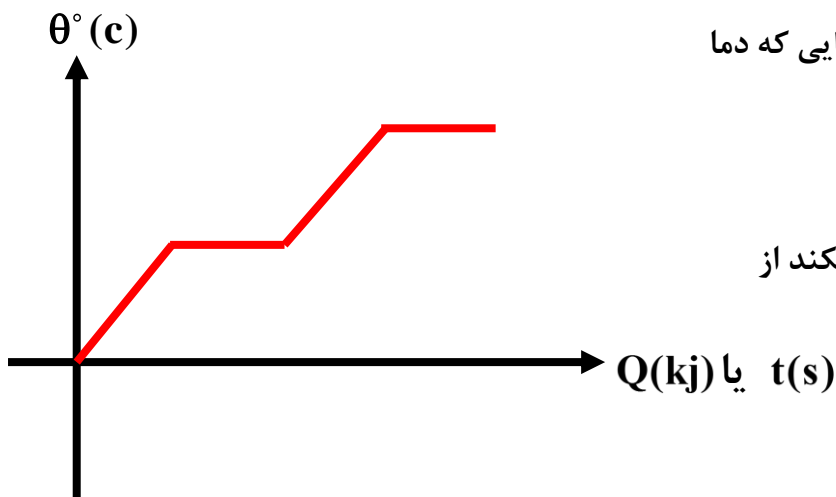
در نمودارهای دما-زمان و دما-گرما جاهایی که دما

ثابت است و عوض نشده از فرمول‌های

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

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  $30^\circ$  - را به ۱۰kg بخار آب  $100^\circ$  تبدیل کنید؟

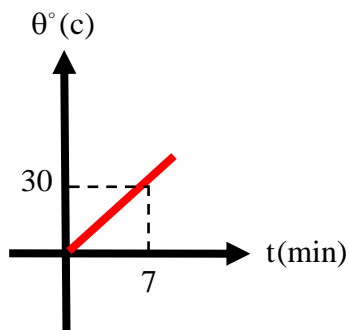
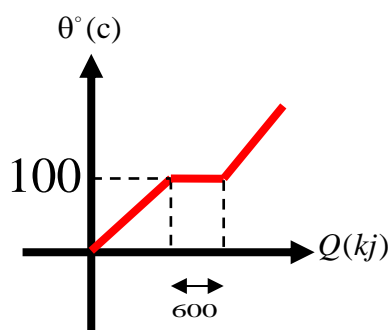
۱۰ (۱)                      ۱۰۰ (۲)

۰/۱ (۳)                      ۰/۰۱ (۴)



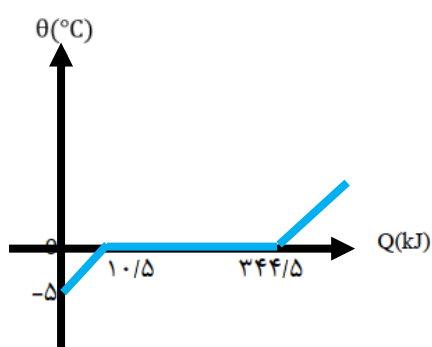
**تست:** یک گرمکن درون ظرفی که محتوی آب است، قرار دارد. نمودارهای  $\theta$  دمای آب بر حسب زمان و دما مطابق شکل های زیر است. توان گرمکن چند وات است؟

(فرض کنید انرژی مصرفی فقط صرف گرم کردن آب شود.)  $(C = 4200 \frac{J}{kg \cdot c})$  و  $L_v = 3000000 SI$



- ۳۰۰ (۱)
- ۶۰۰ (۲)
- ۱۲۰۰ (۳)
- ۳۶۰۰ (۴)

**تست:** 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 گرم کنی با توان ۲۰۰۰ وات و بازده ۸۰ درصد به ۲ کیلوگرم از این ماده در حالت مایع و دمای صفر بخواهیم تبدیل کنیم، چند ثانیه طول می کشد؟



- ۶۸۰ (۱)
- ۵۶۷ (۲)
- ۱۲۰ (۳)
- ۶۰ (۴)

ابتدا به کمک نمودار، مقادیر  $L_f$  و  $c$  را پیدا میکنیم سپس از فرمول

$$Q = mc\Delta\theta \quad c = 2100 \quad Q = mL_f \quad L_f = 334000$$

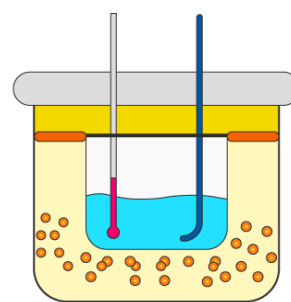
$$R_a \times P = \frac{mc\Delta\theta + mL_f}{t} \quad \text{حالا:}$$

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



## دمای تعادل

گرما به طور طبیعی از جای گرم تر به جای سردتر منتقل می شود. 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 می شود. طی این فرآیند دمای جسم گرمتر کاهش و دمای جسم سردتر افزایش می یابد تا جایی که دمای هر دو جسم برابر شود. به این پدیده تعادل گرمایی می گویند و دمایی که دو جسم به آن دما رسیده اند دمای تعادل است. برای محاسبه دمای تعادل، همه  $Q$  ها را باهم جمع کنید و مساوی صفر قرار دهید



Calorimeter

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

حالت خاص : هرگاه تبدیل حالت در میان نباشد می توان از رابطه ی تستی زیر میزان دمای تعادل را بدست آورد.

$$\theta_e = \frac{\sum mc\theta}{\sum mc} = \frac{m_1 c_1 \theta_1 + m_2 c_2 \theta_2 + \dots}{m_1 c_1 + m_2 c_2 + \dots}$$

که در آن  $\theta_e$  دمای تعادل،  $\theta_1$  دمای اولیه جسم اول و  $\theta_2$  دمای اولیه جسم دوم و ... می باشد.

مثال: ۱۰ گرم آب  $84^\circ\text{C}$  را با ۵۰ گرم آب صفر درجه سانتی گراد مخلوط می کنیم. هرگاه هیچگونه مبادله ی گرمایی با محیط انجام نگیرد و تغییر حالتی نیز رخ ندهد، دمای تعادل مخلوط چند درجه سانتی گراد است؟

$$mc(\theta_e - \theta_1) + mc(\theta_e - \theta_2) = 0 \quad \text{راه اصلی:}$$

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

$$\theta_e = \frac{10 \times c \times 84 + 50 \times c \times 0}{10 \times c + 50 \times c} = \frac{84c}{6c} \Rightarrow \theta = 14^\circ\text{C} \quad \text{راه تستی:}$$



**تست:**  $m_1$  گرم از مایعی به دمای اولیه 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

**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° می‌رسد. ظرفیت گرمایی تکه فلز چند واحد SI بوده است؟ ( $c=4200$  آب)

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

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

پاسخ:



### 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 گرماها را مساوی صفر قرار دهیم مثلاً:

$$\text{آب } 70 \longleftarrow \text{آب } \theta_e \longrightarrow \text{آب } 0 \longrightarrow \text{یخ } 0 \longrightarrow \text{یخ } 50 -$$

$$\sum Q = 0$$

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

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

- ۱- تبدیل یخ  $\theta_e -$  درجه سلسیوس به یخ صفر درجه که گرمای آن را  $Q$  فرض می‌کنیم.
  - ۲- تبدیل آب  $\theta_e$  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 می‌نمائیم 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  $L_f = 336000$  باشد راه‌های تستی وجود دارد که فقط سوالات خاص را حل می‌کند! گول نخورید!!! راه اصلی را هم یاد بگیرید!!!



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

۱۰/۲

۱۷/۷

۱۶

۱۳/۵

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

۳۶ (۴)

۳ (۳)

۱۴ (۲)

۷ (۱)



تست: ۱۲/۵ گرم یخ ۱۶- درجه سلسیوس را درون ۳۵ گرم آب ۲۰ درجه سلسیوس قرار می‌دهیم با صرف نظر از اتلاف انرژی پس از ایجاد تعادل چند گرم آب و چگونه در سیستم موجود می‌باشد؟ ( $L_F = 3 / 36 \times 10^5 \frac{J}{kg}$ )

$$C = 2 / 1 \frac{kJ}{kg \cdot c} \text{ یخ} , C = 4 / 2 \frac{kJ}{kg \cdot c} \text{ آب}$$

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

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

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

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

تستی:

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

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

تست: ۱۴ گرم آب ۱۰۰° را با ۱۰g یخ ۳۰° مخلوط می‌کنیم. دمای تعادل چه قدر می‌شود؟

$$(L_F = 3 / 36 \times 10^5 \frac{J}{kg}) , (C = 2 / 1 \frac{kJ}{kg \cdot c} \text{ یخ} , C = 4 / 2 \frac{kJ}{kg \cdot c} \text{ آب})$$

- (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 با ۱۰ کیلوگرم یخ ۳۰- درجه مخلوط می کنیم. کدام گزینه تقریباً صحیح

است؟  $(L_F = 3/36 \times 10^5 \frac{J}{kg})$  ،  $(C = 4/2 \frac{kJ}{kg \cdot c}$  ، آب ،  $C = 2/1 \frac{kJ}{kg \cdot c}$  یخ)

(۱) تمام یخ ذوب می شود و ۱۷ کیلوگرم آب در ظرف وجود دارد.

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

(۳) دمای تعادل مجموعه صفر می گردد و حجم آب باقی مانده ۱۴ کیلوگرم می شود.

(۴) دمای تعادل مجموعه صفر می شود و حجم یخ باقی مانده ۵ کیلوگرم می شود.

$$\frac{2m\theta_{\text{آب}} - m\theta_{\text{یخ}}}{160} = \frac{2 \times 7 \times 100 - 10 \times 30}{160} \approx 7$$

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 تقریباً چه قدر می شود؟

(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:

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

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





جمع‌بندی دمای تعادل

فرمول اصلی دمای تعادل

$$\sum Q = 0$$

$$\theta_e = \frac{\text{یخ اوسکول } m\theta - \text{آب } 640m}{m \text{ یخ} + m \text{ آب}}$$

دمای تعادل آب و یخ

$$\theta_e = \frac{\text{آب } m\theta + \text{بخار } 640m}{m \text{ آب} + m \text{ بخار}}$$

دمای تعادل آب و بخار

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

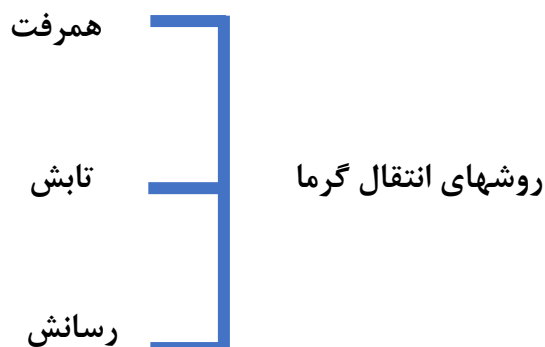
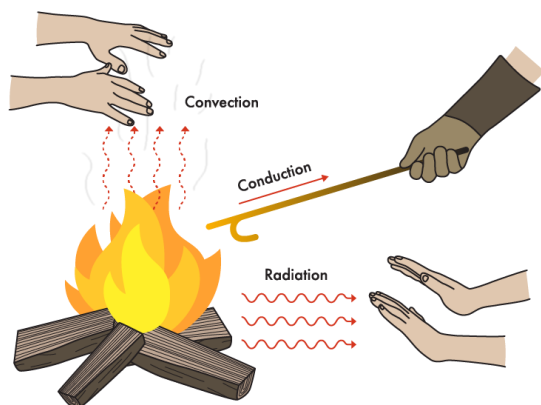
دمای تعادل بخار و یخ

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 همدم شوند و اصطلاحاً به تعادل گرمایی برسند



## انتقال حرارت به روش همرفت:

در انتقال گرما به روش همرفت قسمتی از ماده که گرم شده است به طرف بالا حرکت می کند و قسمت های اطراف آن که هنوز گرم نشده اند جای آن را می گیرند. 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 می شود

## انتقال حرارت به روش تابش:

تابش گرمایی، انرژی منتشر شده به وسیله ماده با موج الکترومغناطیسی است، که شامل همه موادی که دارای دمای بالاتر از صفر مطلق هستند، می باشد. تابش گرمایی بدون حضور ماده، از میان فضای خالی منتشر می شود و تابش گرمایی نتیجه حرکات تصادفی اتمها و مولکولها در ماده است. تابش گرمایی از سطح هر جسم علاوه بر دما به مساحت، میزان صیقلی بودن 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 درجه سانتیگراد عمدتاً به صورت تابش فروسرخ است که نامرئی است. برای آشکارسازی تابشهای فروسرخ از ابزاری موسوم به دمانگار استفاده میکنیم و به تصویر به دست 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، به خصوص در اندازه‌گیری دماهای بالای °C اهمیت ویژه‌ای دارد. تف سنج تابشی و تف سنج نوری، تفسنجهایی برای اندازه‌گیری این دماها هستند و تفسنج نوری به عنوان دماسنج معیار برای اندازه‌گیری این دماها انتخاب شده است

### انتقال حرارت به روش رسانش:

وقتی جسمی گرم می‌شود میانگین سرعت مولکول‌هایش به شدت افزایش می‌یابد و مولکول‌ها با انرژی با به مولکول‌های نزدیک به خود برخورد می‌کند و آنها را نیز به حرکت در می‌آورد، بدین ترتیب انرژی گرمایی در اجسام جامد انتقال می‌یابد. 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 می‌شود

فرمول‌های رسانش: (مطالعه آزاد)

$$Q = \frac{KA\Delta\theta}{L} \text{ گرمای رسانش}$$

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

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 اتم‌ها، حرکت الکترون‌های آزاد نیز نقش مهمی در رسانش دارند.

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

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

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

ج) انتقال گرما در گازها و مایعات عمدتاً به روش همرفت انجام می‌گیرد.

د) در رساناهای فلزی سهم الکترون‌های آزاد در رسانش گرمایی بیشتر از اتم‌ها است.

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

ه) تابش گرمایی سطوح تیره بیش‌تر 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.

$$PV = nRT$$

$$\frac{P_1 V_1}{n_1 T_1} = \frac{P_2 V_2}{n_2 T_2}$$

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 می‌نماید. که آن 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:** جرم  $\frac{8}{3}$  لیتر هلیوم در فشار  $6 \times 10^5$  پاسکال و دمای  $27$  درجه سانتی‌گراد چند گرم است؟ (جرم

مولکولی هلیوم برابر  $4 \frac{\text{gr}}{\text{mol}}$  و  $R = \frac{8}{3}$  است)

۱۶ (۱)      ۸ (۲)      ۴ (۳)      ۲ (۴)

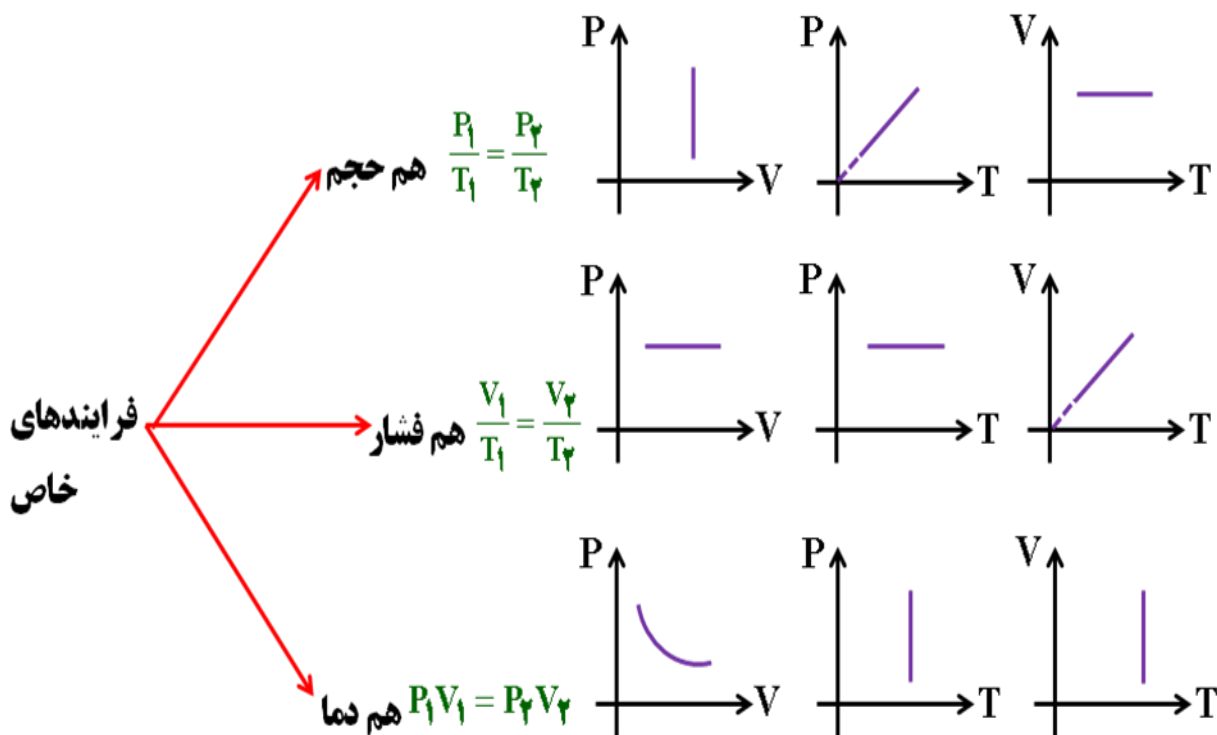
**تست:** اگر حجم مقدار معینی گاز کامل  $240$  درصد افزایش و فشار آن  $20$  درصد کاهش یابد، دمای گاز چگونه تغییر می‌کند؟

۱)  $272$  درصد افزایش می‌یابد.      ۲)  $72$  درصد افزایش می‌یابد.

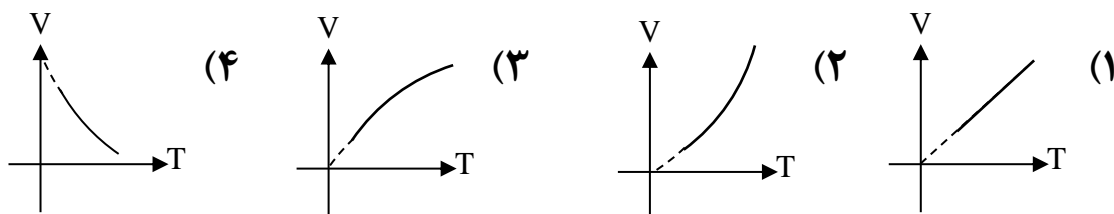
۳)  $172$  درصد افزایش می‌یابد.      ۴)  $272$  درصد کاهش می‌یابد.



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؟



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 سانتیمترمکعب باشد، عمق دریاچه تقریباً چند متر است؟ ( $g=10\text{N/kg}$ ، دما ثابت است).

- ۷۰ (۱)      ۸۰ (۲)      ۹۰ (۳)      ۱۰۰ (۴)



چگالی گاز کامل

چگالی یک گاز کامل از رابطه‌ی روبرو محاسبه می‌گردد:

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

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

- ۰/۳۵ (۱)      ۰/۷ (۲)      ۱/۴ (۳)      ۲/۸ (۴)

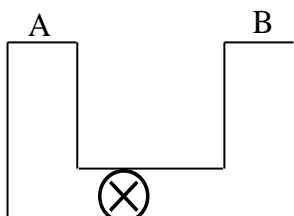
مخلوط گازهای کامل (قانون دالتون)

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؟

- ۶/۵ (۱)      ۹ (۲)      ۰/۹ (۳)      ۱۰/۵ (۴)



## 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
  - (۲) انبساط و انقباض - تغییر حجم
  - (۳) قانون گازهای کامل - تابش گرمایی
  - (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  $270^{\circ}\text{C}$  - تا  $1372^{\circ}\text{C}$  است.
  - (۳) کمیت دماسنجی ترموکوپل، ولتاژ است.
  - (۴) از دماسنج بیشینه - کمینه معمولا در مراکز پرورش گل و گیاه استفاده می شود
- ۴- دمای  $122$  درجه فارنهایت معادل با چند درجه سلسیوس و چند کلوین است؟
  - (۱)  $50$  و  $332$
  - (۲)  $50$  و  $323$
  - (۳)  $59$  و  $332$
  - (۴)  $59$  و  $323$



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

- ۱) ۱۹۲/۲ (۱)      ۲) ۳۰۱/۲۵ (۲)      ۳) ۴۸/۲ (۳)      ۴) ۶۰/۲۵ (۴)

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  $1100^{\circ}\text{C}$  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  $20^{\circ}\text{C}$  کاهش می دهیم. دمای آن بر حسب کلوین ۱۰ درصد کم می شود. دمای اولیه ی جسم چند درجه سلسیوس بوده است؟

- ۱) -۲۰ (۱)      ۲) -۲۷۳ (۲)      ۳) +۲۰ (۳)      ۴) +۲۷۳ (۴)

۹- یک دماسنج دمای  $-50^{\circ}\text{C}$  را به ۵ درجه و دمای  $15^{\circ}\text{C}$  را ۳۵ درجه نشان می دهد. این دماسنج دمای ۷۷ فارنهایت را چند درجه نشان می دهد؟

- ۱) ۴۴ (۱)      ۲) ۲۲ (۲)      ۳) ۷۵ (۳)      ۴) ۵۰ (۴)

۱۰- دمای یک میله ی مسی را  $100^{\circ}\text{C}$  افزایش می دهیم، طول آن  $17/0$  درصد افزایش می یابد. اگر دمای یک ورقه ی مسی را  $100^{\circ}\text{C}$  افزایش دهیم، مساحت آن چند برابر می شود؟

- ۱)  $17/00$  (۱)      ۲)  $34/00$  (۲)      ۳)  $3400/0$  (۳)      ۴)  $34/00$  (۴)





۱۱- مساحت جانبی یک مکعب فلزی  $0/25$  متر مربع و ضریب انبساط خطی آن  $10^{-5} K^{-1} \times 2$  است. اگر دمای این مکعب  $100$  درجه سلسیوس افزایش یابد، سطح جانبی آن تقریباً چند سانتی متر مربع افزایش می یابد؟

- ۸ (۱)      ۱۰ (۲)      ۸۰ (۳)      ۱۰۰ (۴)

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

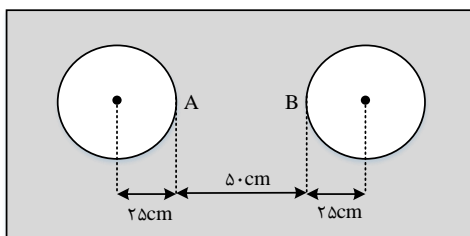
- ۳۰ (۱)      ۵۰ (۲)      ۷۰ (۳)      ۱۰۰ (۴)

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  $\Delta R_1$  و  $\Delta R_2$  باشد،  $\frac{\Delta R_2}{\Delta R_1}$  چقدر است؟

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

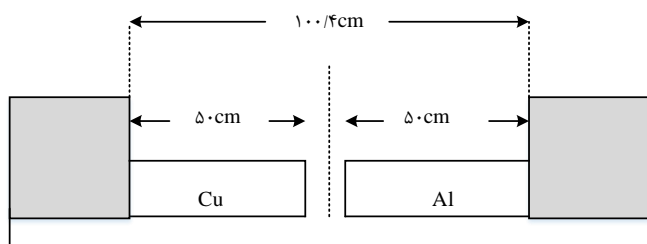
۱۴- در وسط یک صفحه ی فلزی نازک که ضریب انبساط سطحی آن  $3.6 \times 10^{-5} K^{-1}$  است، دو دایره به شعاع های  $25$  سانتی متر را در دمای صفر درجه سلسیوس خارج نموده ایم. اگر دمای صفحه را به آرامی از صفر به  $200$  درجه سلسیوس برسانیم، فاصله ی AB چند میلی متر می شود؟

- ۴۹۶/۴ (۱)      ۴۹۸/۲ (۲)      ۵۰۱/۸ (۳)      ۵۰۳/۶ (۴)



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

- ۴۷۰ (۱)      ۳۴۷ (۲)      ۲۵۰ (۳)      ۲۰۰ (۴)



۱۶- در دمای صفر درجه‌ی سلسیوس، طول دو میله‌ی آلومینیومی و فولادی با هم برابر و هر کدام ۴ متر است. دمای میله‌ها را تا چند درجه سلسیوس افزایش دهیم تا اختلاف طول آنها  $\frac{2}{3}$  میلی متر شود؟

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

- ۱۵ (۱)                      ۲۵ (۲)                      ۵۰ (۳)                      ۱۰۰ (۴)

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 می‌یابد؟

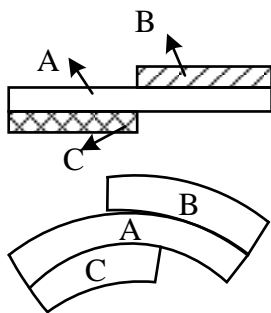
- ۰/۱۵ (۱)                      ۱/۵ (۲)                      ۰/۲۵ (۳)                      ۲/۵ (۴)

۱۸- دمای یک میله‌ی فلزی به  $\theta_2$  می‌رسد. اگر طول آن  $0/1$  درصد افزایش یابد، چگالی آن تقریباً .....

- (۱)  $0/1$  درصد کاهش می‌یابد.  
 (۲)  $0/3$  درصد کاهش می‌یابد.  
 (۳)  $0/1$  درصد افزایش می‌یابد.  
 (۴)  $3/0$  درصد افزایش می‌یابد.

۱۹- سه میله از جنس‌های مختلف را مطابق شکل به هم دیگر چسبانده ایم. دمای محیط را بالا می‌بریم و مشاهده می‌کنیم که میله‌ها به شکل روبه‌رو تغییر می‌کنند. چه رابطه‌ای بین ضریب انبساط خطی میله‌ها برقرار است؟

- (۱)  $\alpha_C > \alpha_B > \alpha_A$                        $\alpha_C > \alpha_A > \alpha_B$  (۲)  
 (۳)  $\alpha_A > \alpha_C > \alpha_B$                        $\alpha_C = \alpha_B > \alpha_A$  (۴)



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

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

- ۵۰۰ (۱)                      ۴۴۱ (۲)                      ۲۳۱ (۳)                      ۱۰۲ (۴)

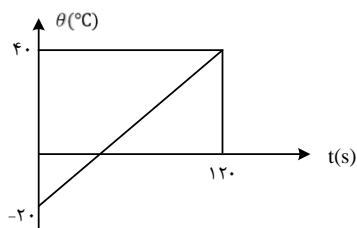


۲۱- اگر نسبت جرم جسم A به جرم جسم B برابر با  $\frac{2}{5}$  نسبت گرمای ویژه جسم A به گرمای ویژه جسم B برابر  $\frac{3}{4}$  یابد، افزایش باشد و به آنها گرمای مساوی بدهیم تا بدون تغییر حالت، دمای جسم A به میزان  $20^{\circ}\text{C}$  افزایش دمای جسم B چند درجه سلسیوس خواهد بود؟

- ۶ (۱)      ۸ (۲)      ۸۰ (۳)      ۱۰۰ (۴)

۲۲- نمودار تغییرات دمای جسم جامدی به جرم ۱۰۰ گرم، بر حسب زمان مطابق شکل است. اگر گرمای ویژه ی جسم  $400 \frac{\text{J}}{\text{kg}^{\circ}\text{C}}$  باشد، جسم در هر ثانیه چند ژول گرما گرفته است؟

- ۱۰ (۱)      ۱۲ (۲)      ۲۰ (۳)      ۲۴ (۴)



۲۳- یک اجاق برقی دمای مقدار معینی آب را در مدت ۸ دقیقه از  $20^{\circ}\text{C}$  درجه سلسیوس به نقطه ی جوش ( $100^{\circ}\text{C}$  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  $4/2 \text{ J/g.K}$  و گرمای نهان تبخیر  $2268 \text{ J/g}$  است.)

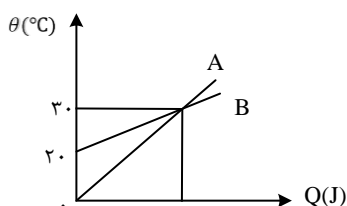
- ۲۸ (۱)      ۳۶ (۲)      ۵۴ (۳)      ۱۰۸ (۴)

۲۴- یک گرمکن برقی در مدت ۲۴ ثانیه، دمای  $60^{\circ}\text{C}$  گرم مایعی را از  $30^{\circ}\text{C}$  درجه سلسیوس به  $50^{\circ}\text{C}$  درجه سلسیوس می رساند. اگر توان این گرمکن  $300$  وات باشد و گرمای ویژه ی مایع  $1500 \frac{\text{J}}{\text{kg.K}}$  باشد، چند درصد گرمای تولیدی به مایع فوق رسیده است؟

- ۱۶ (۱)      ۲۵ (۲)      ۷۵ (۳)      ۸۴ (۴)

۲۵- نمودار تغییرات دمای دو جسم جامد A و B بر حسب گرمای داده شده به آنها به صورت زیر است. گرمایی که دمای  $2 \text{ kg}$  از ماده ی جامد A را  $12^{\circ}\text{C}$  بالا می برد. دمای  $4 \text{ kg}$  از ماده ی جامد B را چند درجه ی سلسیوس افزایش می دهد؟ (از اتلاف انرژی صرف نظر کنید.)

- ۲۴ (۱)      ۱۶ (۲)      ۲ (۳)      ۶ (۴)





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  $-6^{\circ}\text{C}$  وجود دارد. اگر یک گرمکن الکتریکی که توان آن ۷۵۰ وات و بازده آن ۸۰ درصد است درون یخ قرار گیرد، پس از  $122/5$  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؟ ( $L_F = 336000 \frac{J}{g^{\circ}\text{C}}$  و  $C_{\text{آب}} = 4/2$ )

- (۱) ۱۰۹۲۰ (۲) ۹۰۵۰

- (۳) ۸۱۹۰ (۴) ۷۵۶۰

۳۷- در ظرف عایقی که حاوی ۱۹۰ گرم آب  $12^{\circ}\text{C}$  است، قطعه فلزی به جرم ۸۴ گرم و دمای  $90^{\circ}\text{C}$  می اندازیم. دمای تعادل  $15^{\circ}\text{C}$  می شود. گرمای ویژه ی فلز چند  $J/kg^{\circ}\text{C}$  است؟ (گرمای ویژه ی آب  $4200 \frac{J}{kg^{\circ}\text{C}}$  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 ۸۰°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  $C_{آب} = 4200 \frac{J}{kg.K}$ )

- (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۵ (۴) ۱۰

۳۹- درون ۲kg آب ۴۰°C مقدار یخ ۵°C- میاندازیم. اگر این آب ۲۹۴kJ گرما از دست بدهد تا سیستم به دمای تعادل برسد، جرم یخ چند گرم بوده است؟ ( $L_F = 336 \frac{KJ}{kg}$ ,  $C_{یخ} = 2100 \frac{J}{kg.K}$ ,  $C_{آب} = 4200 \frac{J}{kg.K}$ )

- (۱) ۴۰۰ (۲) ۶۰۰ (۳) ۸۰۰ (۴) ۱۲۰۰

۴۰- ۲ گرم آب ۲۵°C را روی ۱۰۰ گرم یخ ۲۰°C- می ریزیم. اگر اتلاف گرما، ناچیز باشد نتیجه ی نهایی تقریباً چیست؟ ( $L_F = 80 \frac{Cal}{g}$ ,  $C_{یخ} = 0/5 \frac{Cal}{g°C}$ ,  $C_{آب} = 1 \frac{Cal}{g°C}$ )

(۱) ۱۰۲ گرم آب صفر درجه سلسیوس

(۲) ۱۰۲ گرم یخ ۱۵- درجه سلسیوس

(۳) ۲ گرم آب ۵°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؟

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

- (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 صیفلی 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) کلمه اسکانک می تواند دمایش را بالاتر از دمای محیط ببرد.

۴۴- در یک روز زمستانی که هوای داخل اتاق توسط شوفاز 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 شوفاز
- (۴) دوجداره کردن شیشه ها

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

- (۱) انتقال گرما در گازها و مایعات عمدتاً 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  $P_0 = 10^5 \text{ Pa}$ ,  $\rho_{\text{آب}} = 100 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ ,  $g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ )

(۴) ۲۰

(۳) ۱۵

(۲) ۱۰

(۱) ۵

۴۹- در یک مخزن گاز با ظرفیت ۵۰L، مقداری گاز کامل هیدروژن با فشار ۱۰atm و دمای ۲۳°C وجود دارد. اگر با خارج شدن مقداری از این گاز، فشار گاز داخل مخزن به ۶atm کاهش پیدا کند، اما دمای آن تا ۱۰۲°C افزایش یابد، جرم گاز خارج شده چند گرم است؟ ( $R = 8 \frac{\text{J}}{\text{mol.K}}$ ,  $M_{H_2} = 2 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$ )

(۴) ۳۵

(۳) ۳۰

(۲) ۲۵

(۱) ۲۰

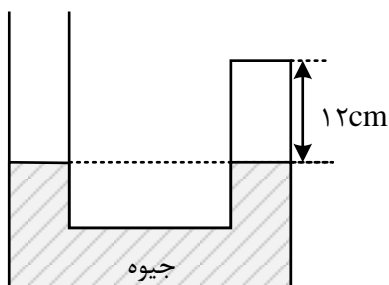
۵۰- در شکل زیر، مساحت سطح مقطع شاخه های لوله ی U شکل یکسان است و در دمای ۲۳°C مقدار گاز در شاخه ی سمت راست بالای جیوه گیر افتاده است. دمای گاز محبوس را به چند درجه سلسیوس برسانیم تا سطح جیوه در شاخه ی سمت راست ۳cm پایین بیاید؟ (فشار هوا در محل ۷۴cmHg فرض شود.)

(۴) ۴۰

(۳) ۷۷

(۲) ۱۲۷

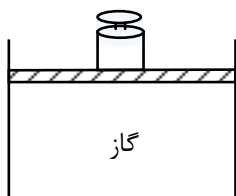
(۱) ۴۰۰





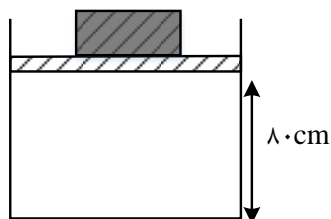
۵۱- در شکل زیر، جرم پیستون یک کیلوگرم، جرم وزنه ی روی آن ۴ کیلوگرم و دمای گاز درون ظرف ۲۷ درجه ی سلسیوس است. اگر دمای گاز را به آرامی به ۸۷ درجه سلسیوس برسانیم. ضمن گرم شدن گاز، چند کیلوگرم وزنه به تدریج باید روی پیستون اضافه کنیم تا پیستون جابه جا نشود؟  
(سطح پیستون  $5\text{cm}^2$ ، فشار هوا  $10^5$  پاسکال و  $g = 10 \frac{m}{s^2}$  است.)

- (۱) ۲      (۲) ۳      (۳) ۶      (۴) ۷



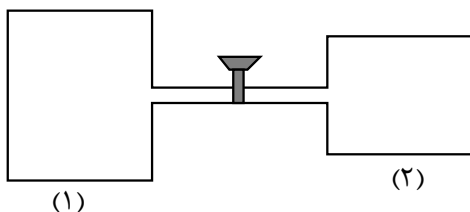
۵۲- در شکل مقابل اصطکاک پیستون با دیواره ها ناچیز است. اگر دمای گاز کامل درون سیلندر را به آرامی از  $182^\circ\text{C}$  به  $637^\circ\text{C}$  برسانیم، پس از رسیدن به وضعیت تعادل، پیستون چند سانتی متر بالاتر رفته است؟

- (۱) ۶۰      (۲) ۸۰      (۳) ۴۰      (۴) ۲۰



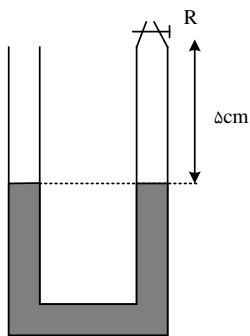
۵۳- در شکل زیر، حجم مخزن (۱) برابر ۱۲L و حجم مخزن (۲) برابر ۸L است. اگر درون مخزن (۱) مقدار گاز هیدروژن در فشار ۲atm و در مخزن (۲) مقدار گاز هلیوم در فشار ۷atm محبوس شده باشد، با باز کردن شیر رابط و پس از برقراری تعادل، فشار نهایی به چند اتمسفر می رسد؟ (دمای گازها ثابت فرض شود و حجم لوله ی رابط ناچیز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

- (۱) ۲/۱      (۲) ۲/۴      (۳) ۲/۸      (۴) ۳/۲



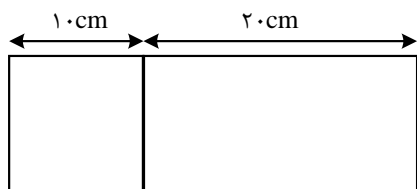
۵۴- در شکل زیر، شیر R را بسته و دمای هوای محبوس در لوله را از ۳۹ درجه ی سلسیوس، چند درجه افزایش بدهیم تا اختلاف ارتفاع ستون جیوه در دو لوله به ۲ سانتی متر برسد؟ (فشار هوای محل ۷۸ سانتی متر جیوه و قطر در لوله با یک دیگر مساوی است. از انبساط جیوه و ظرف صرف نظر کنید).

- ۷۲ (۱)      ۱۰۰ (۲)      ۲۱۱ (۳)      ۳۸۴ (۴)



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  $627^{\circ}\text{C}$  و فشار ۳atm و در قسمت سمت راست، مقداری گاز با دمای  $\theta_1$  و فشار ۱atm وارد می کنیم. تا برقراری تعادل، صفحه ی فلزی ۵ سانتی متر به طرف راست حرکت می کند. دمای  $\theta_1$  چند درجه سلسیوس بوده است؟

- ۶۲۷ (۱)      ۲۲۷ (۲)      ۳۲۷ (۳)      ۴۲۷ (۴)



## 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  $273^{\circ}\text{C}$  تا  $1372^{\circ}\text{C}$  است.

۴- گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

$$F = 1/8\theta + 32 \Rightarrow 122 = 1/8\theta + 32 \rightarrow 1/8\theta = 90 \rightarrow \theta = 50^{\circ}\text{C}$$

$$\rightarrow T = 273 + \theta = 273 + 50 = 323\text{K}$$

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

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

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

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  $1200\text{K}$ ) انتخاب شده است.

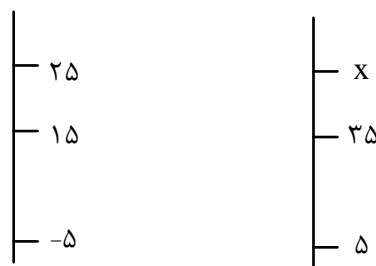
۸- گزینه ۲ پاسخ صحیح است. می دانیم که تغییرات دما بر حسب سلسیوس و کلوین یکسان است، بنابراین:

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

$$\rightarrow \theta_1 + 273 = 200 \rightarrow \theta_1 = -273^{\circ}\text{C}$$

۹- گزینه ۴ پاسخ صحیح است. ابتدا  $77^{\circ}$  فارنهایت را به درجه سلسیوس تبدیل می کنیم:





$$F = \frac{9}{5}\theta + 32 \rightarrow 77 = \frac{9\theta}{5} + 32 \rightarrow \theta 25^\circ\text{C}$$

حال داریم:

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

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

۱۰- گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

$$I = I_0(1 + \alpha\Delta\theta) \rightarrow \Delta I = \alpha\Delta\theta I_0 \rightarrow 17 \times 10^{-4} = \alpha \times 100 \rightarrow 1/7 \times 10^{-5}$$

$$A = A_0(1 + 2\alpha\Delta\theta) \rightarrow \Delta A = 2\alpha\Delta\theta A_0 \rightarrow \Delta A = 2 \times 1/7 \times 10^{-5} \times 100A_0 = 0/0034A_0$$

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

۱۱- گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

$$\Delta A = 2\alpha A_1 \Delta\theta \rightarrow \Delta A = 2 \times 2 \times 10^{-5} \times 0/25 \times 100 = 10^{-3} \times 10^4 \text{cm} = 10 \text{cm}^2$$

۱۲- گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

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

$$I_B - I_A = 8 \times 10^{-4} \text{m} = I_0\Delta\theta(\alpha_B - \alpha_A) = 2\Delta\theta(8 \times 10^{-6}) \rightarrow \Delta\theta = 50^\circ\text{C}$$

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 ( $\rho$ ) یکسان و ضخامت ( $h$ ) یکسان دارند. بنابراین:

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

$$Q_2 = 2Q_1 \rightarrow m_2 C \Delta\theta_2 = 2m_1 C \Delta\theta_1 \rightarrow 2m_1 \Delta\theta_2 \rightarrow 2m_1 \Delta\theta_2 = 2m_1 \Delta\theta_1 \rightarrow \Delta\theta_2 = \Delta\theta_1$$

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

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:

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

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

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 که ۰/۴ 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.

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

$$\rightarrow \Delta T = 50$$

۱۷- گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

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

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:

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

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

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

بنابراین درصد تغییرات چگالی میله برابر است با:

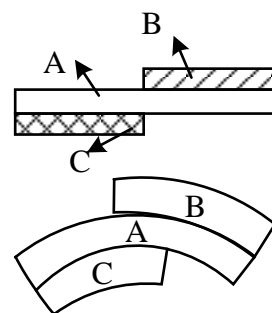


$$\frac{\Delta\rho}{\rho_1} \times 100 = \frac{\rho_2 - \rho_1}{\rho_1} \times 100 = \frac{\frac{\rho_1}{1/003} - \rho_1}{\rho_1} \times 100 = \frac{-0/3}{1/003} \approx \%0/3$$

بنابراین چگالی میله تقریباً ۰/۳ 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  $\alpha_A < \alpha_B$ ، بنابراین 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:

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

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

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

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

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

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

۲۲- گزینه ی ۳ پاسخ صحیح است.

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

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



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 ویژه دو مادهی A و B را به دست می آوریم:

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

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

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

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

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

۲۶- گزینه ی ۳ پاسخ صحیح است.

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

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

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

$$Q_1 = Q_2$$

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

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

$$\Delta \theta_B = 36^\circ \rightarrow \Delta F_B = 1/8 \Delta \theta_B = 64/8^\circ\text{F}$$

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.

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

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

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

$$\text{انرژی جذب شده در بهار توسط دریاچه} = Q_F = mL_F = (45 \times 10^9 kg)(336 \frac{kJ}{kg})$$

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.

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

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

۳۲- گزینه ی 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 ی ۱ پاسخ صحیح است.

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



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

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

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

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

۳۴- گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

۳۵- گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

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

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

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

$$Q_{\text{کل}} = Q_1 + Q_2$$

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

۳۶- گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

$$F = 50$$

$$F = \frac{9}{5}\theta + 32 \rightarrow \theta = 10^\circ\text{C}$$

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

۳۷- گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

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

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

$$\rightarrow C_2 = 380 J/kg^\circ\text{C}$$

۳۸- گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

$$\underbrace{30g}_{80^\circ\text{C}} \rightarrow \underbrace{30g}_{0^\circ\text{C}} \quad Q = mc\Delta\theta = 0/03 \times 420 \times 80 = 1008$$

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



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

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

$$\theta - 40 = -35 \rightarrow \theta = 5^\circ\text{C}$$

یعنی در نهایت آب  $5^\circ\text{C}$  خواهیم داشت.

$$\text{آب } 40^\circ\text{C} \xleftarrow{m} 5^\circ\text{C} \rightarrow \text{آب } m' \xrightarrow{\text{یخ } m'} 0^\circ\text{C} \rightarrow \text{یخ } m' \xrightarrow{\text{یخ } m'} -5^\circ\text{C}$$

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

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

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

آب  $25^\circ\text{C}$  به  $0^\circ\text{C}$

$$\longrightarrow Q_1 = mc\Delta\theta = 2(1)(0 - 25) = -50\text{cal}$$

یخ  $20^\circ\text{C}$  به  $0^\circ\text{C}$

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

یخ  $0^\circ\text{C}$  به آب  $0^\circ\text{C}$

$$\longrightarrow Q_3 = m' L_F = 100(80) = 8000\text{cal}$$

می بینیم که اگر آب  $25^\circ\text{C}$  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:

آب  $25^\circ\text{C}$  به  $0^\circ\text{C}$

$$\longrightarrow Q_1 = -50\text{cal}$$

آب  $0^\circ\text{C}$  به یخ  $0^\circ\text{C}$

$$\longrightarrow Q_2 = -mL_F = -(2)(80) = -160\text{cal}$$

یخ  $20^\circ\text{C}$  به  $0^\circ\text{C}$

$$\longrightarrow Q_3 = 100 = +1000\text{cal}$$

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

$$m'(0/5)(T_F - (-20)) + m(1)(0 - 25) - m(0/5)(T_F - 0) = 0 \rightarrow T_F \cong -15^\circ\text{C}$$

(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  $20$  گرمی، گرمای زیر لازم است،

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



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 برابر 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  $Q = \frac{kA\Delta\theta t}{L}$  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 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 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.

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

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

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):

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

$$\Rightarrow n_1 = \frac{10 \times 10^5 \times 50 \times 10^{-3}}{8 \times (273 - 23)} = \frac{50 \times 10^2}{8 \times 250} = 25 \text{ mol}$$

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

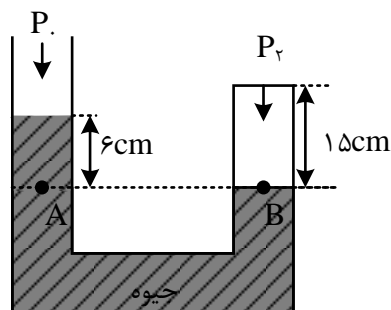
پس  $15 \text{ mol} = 25 - 10$  گاز از مخزن خارج شده است که جرم آن برابر است با:

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

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

$$P_1 = P_0 = 74 \text{ cmHg}$$

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



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

$$\rightarrow P_2 = 80 \text{ cmHg}$$

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



$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2} \rightarrow \frac{74 \times A \times 12}{(273 + 23)} = \frac{80 \times A \times 15}{T_2}$$

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

$$\rightarrow T_2 = \theta_2 + 273 \rightarrow 400 = \theta_2 + 273 \rightarrow \theta = 127^\circ C$$

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

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

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

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

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:

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2} \rightarrow \frac{80 \times A}{182 + 273} = \frac{h \times A}{637 + 273} \rightarrow \frac{80}{5 \times 91} = \frac{h}{10 \times 91}$$

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

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:

$$n = n_1 + n_2 \xrightarrow{n = \frac{PV}{RT}, T=T_1=T_2} PV = P_1 V_1 + P_2 V_2$$

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

$$V = V_1 + V_2 \rightarrow P(V_1 + V_2) = P_1 V_1 + P_2 V_2$$

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

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.

$$P_{1gas} = P_{\text{هوا}} = 78cmHg$$



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

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2} \rightarrow \frac{80 \times \overbrace{(6cm \times A)}^{V_2 \text{ سطح مقطع لوله}}}{T_2} = \frac{78 \times (5cm \times A)}{312} \rightarrow T_2 = \frac{312 \times 80 \times 6}{5 \times 78}$$

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

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

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

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

سمت راست تساوی های فوق یکسان است.

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

### تست برای تمرین شما در منزل:

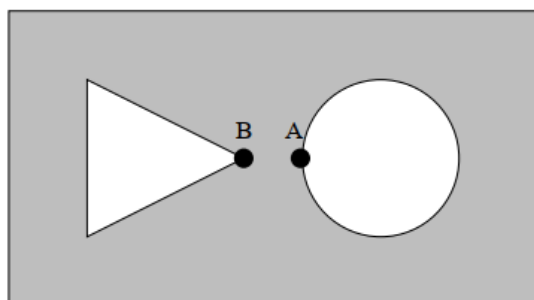
**تست:** کدام یک از عبارات‌های زیر در رابطه با پدیده‌ی تبخیر سطحی نادرست است؟

- (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 تقریباً کدام گزینه می‌شود؟ (اتلاف انرژی ناچیز است،  $L_F = c_{\text{آب}} = 4200 \frac{J}{Kg.^{\circ}C}$ ،  $340000 \frac{J}{Kg}$ )

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

(۲) تمام یخ ذوب شده و ۲۰۰ گرم 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 سرمای 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 بر ثانیه پرتاب کنیم، انرژی جنبشی گلوله اول تقریباً چند درصد بیشتر از گلوله دوم می-

شود؟

(۱) ۲۵

(۲) ۴۰۰

(۳) ۵۰۰

(۴) ۵۰

فرمول  $mc\Delta\theta$  را برای هر دو گلوله مینویسیم و متوجه میشویم که جرم اولی آنها  $\frac{5}{4}$  برابر دومی و سرعت

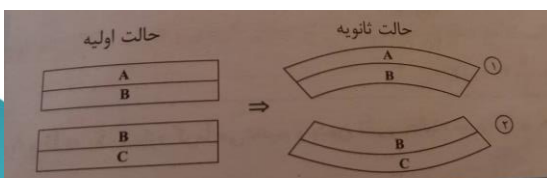
اولی نیز دوبرابر اولی است بنابراین انرژی جنبشی اولی، ۵ برابر دومی می‌شود یعنی ۴۰۰ درصد بیشتر

**تست:** در شکل‌های زیر سه نوع تیغه‌ی فلزی داریم که در یک دمای معین با تیغه‌ی هم طول خود پرچ شده-

اند. 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)

$$\alpha_A < \alpha_B < \alpha_C \quad (۱)$$



$$\alpha_B > \alpha_A > \alpha_C \quad (2)$$

$$\alpha_A > \alpha_B > \alpha_C \quad (3)$$

$$\alpha_B < \alpha_A < \alpha_C \quad (4)$$

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  $20^\circ C$  افزایش دهیم، شعاع آن  $0.04\text{mm}$

افزایش می‌یابد. اگر دمای کره را  $100^\circ C$  افزایش دهیم، به ترتیب از راست به چپ مساحت و حجم کره چند درصد تغییر می‌کند؟

$$1/2, 0/8 \quad (1) \quad 0/12, 0/80 \quad (2)$$

$$0/12, 0/6 \quad (3) \quad 4, 3 \quad (4)$$

$$\Delta L = L_1 \alpha \Delta \theta \quad 0.04 = 50 \alpha (20) \quad \alpha = 4 \times 10^{-6}$$

$$\text{درصد تغییر مساحت} = 200 \alpha \Delta \theta \rightarrow 200(4 \times 10^{-6})(100) = 0.08$$

$$\text{درصد تغییر حجم} = 300 \alpha \Delta \theta \rightarrow 300(4 \times 10^{-6})(100) = 0.12$$

**تست:** جسمی به جرم  $0.5\text{kg}$  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؟

$$(c = 39 \frac{J}{kg \cdot ^\circ C}, g = 10 \frac{N}{kg})$$

$$1 \quad (2) \quad 5 \quad (1)$$

$$2 \quad (4) \quad 25 \quad (3)$$

$$\text{تلفات} = mgh_1 - mgh_2 - \frac{1}{2}mv^2 = 50 - 10 - 1 = 39$$

$$39 = 0.5(39)\Delta\theta \rightarrow \Delta\theta = 2$$

**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  $\alpha_1$  و

$\alpha_2$  به ترتیب ضریب انبساط طولی ماده‌ی سازنده‌ی کره‌ی اول و دوم باشند، نسبت  $\frac{\alpha_1}{\alpha_2}$  کدام است؟ آزمون

قلمچی

$$6 \quad (2)$$

$$\frac{3}{16} \quad (1)$$

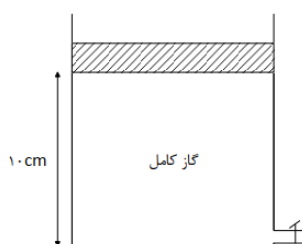


$$\frac{16}{3} \quad (۴)$$

$$\frac{1}{6} \quad (۳)$$

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

**تست:** داخل مایعی، دو دماسنج که یکی بر حسب کلوین و دیگری بر حسب 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)



$$۳۶۴ \quad (۲)$$

$$۹۱ \quad (۱)$$

$$۲۷۳ \quad (۴)$$

$$۳۵۰ \quad (۳)$$

$$\theta = T - 273$$

$$T + \theta = 5\theta$$

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

**تست:** یک پارچ آب  $50^\circ C$  را درون یخچال قرار می‌دهیم، پس از ۵ دقیقه به آب صفر درجه‌ی سلسیوس تبدیل می‌شود. مجموعاً چند ثانیه 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 صرف نظر کنید).

$$۷۸۰ \quad (۲)$$

$$۴۸۰ \quad (۱)$$

$$۵۲۰ \quad (۴)$$

$$۸۹۰ \quad (۳)$$

چون توان یخچال ثابت است پس داریم:

$$P = P \quad \frac{Q_1}{t_1} = \frac{Q_2}{t_2} \rightarrow \frac{mc\Delta\theta}{5 \times 60} = \frac{mc\Delta\theta + mL_f}{t}$$

$$\frac{m(4200)(50)}{5 \times 60} = \frac{m(4200)(50) + m(336000)}{t}$$

$$t=780$$

**تست:** اگر ضریب انبساط حجمی آلومینیوم را در حالت جامد  $\beta_1$  و ضریب انبساط حجمی جیوه را در حالت مایع  $\beta_2$  فرض کنیم، کدام رابطه‌ی زیر صحیح است؟

$$\frac{\beta_1}{\beta_2} < 1 \quad (۲)$$

$$\frac{\beta_1}{\beta_2} > 1 \quad (۱)$$

(۴) در دماهای مختلف هر سه گزینه می‌توانند صحیح باشند.

$$\frac{\beta_1}{\beta_2} = 1 \quad (۳)$$

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





$$\theta_e = \frac{m\theta + 640m \text{ بخار}}{m \text{ آب} + m \text{ بخار}}$$

**تست:** یک کیلوگرم آب  $20^\circ\text{C}$  را با  $2\text{kg}$  یخ صفر درجه‌ی سلسیوس مخلوط می‌کنیم. اگر تبادل گرمایی

مخلوط با محیط ناچیز باشد، کدام گزینه صحیح است؟  $(L_F = 336 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}, c_{\text{یخ}} = 2100 \frac{\text{J}}{\text{kg}\cdot^\circ\text{C}}, c_{\text{آب}} = 4200 \frac{\text{J}}{\text{kg}\cdot^\circ\text{C}})$

- (۱) ۳ کیلوگرم آب بین صفر تا  $20^\circ\text{C}$  خواهیم داشت.
- (۲) ۳ کیلوگرم یخ صفر درجه‌ی سلسیوس خواهیم داشت.
- (۳)  $1/75$  کیلوگرم یخ صفر درجه‌ی سلسیوس و  $1/25$  کیلوگرم آب صفر درجه‌ی سلسیوس خواهیم داشت.
- (۴)  $1/5$  کیلوگرم یخ صفر درجه‌ی سلسیوس و  $1/5$  کیلوگرم آب صفر درجه‌ی سلسیوس خواهیم داشت.

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

گزینه ۳

**تست:** در فشار یک اتمسفر به وسیله‌ی یک گرمکن الکتریکی با توان  $1000\text{W}$  به  $200$  گرم یخ با دمای  $5^\circ\text{C}$ ،

گرما می‌دهیم. پس از یک دقیقه دمای محتوی گرمکن .....  $(L_F = 336 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}, c_{\text{یخ}} = 2100 \frac{\text{J}}{\text{kg}\cdot^\circ\text{C}}, c_{\text{آب}} = 4200 \frac{\text{J}}{\text{kg}\cdot^\circ\text{C}})$  (آزمون قلمچی)

- (۱) به صفر درجه‌ی سلسیوس می‌رسد. (۲) زیر صفر درجه‌ی سلسیوس باقی می‌ماند.
  - (۳) بین صفر و  $5^\circ\text{C}$  درجه سلسیوس می‌رسد. (۴) بالاتر از  $5^\circ\text{C}$  می‌شود.
- گرمای ایجاد شده در مدت ۱ دقیقه برابر است با:

$$Q = Pt = 1000 \times 60 = 60000 \text{ J} = 2/1 \text{ kg}$$

گرمای لازم برای این که یخ  $50^\circ\text{C}$  به نقطه ذوب برسد:

$$Q = mc\Delta\theta = 0.2 \times 2100 \times 5 = 2100 \text{ J} = 2/1 \text{ kJ}$$



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

$$Q_2 = mL_F = 0.2 \times 340 = 68$$

چون  $Q > Q_1$  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 اندازه ی  $\Delta\theta$  افزایش دهیم، به اندازه ی ۲ درصد به طول آن اضافه می شود. اگر دمای یک صفحه ی نازک مسی به ابعاد  $3L \times 4L$  را به همان اندازه افزایش دهیم، چند درصد به مساحت آن اضافه خواهد شد؟ (آزمون قلمچی)

$$2 \quad (1)$$

$$6 \quad (3)$$

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

$$\begin{aligned} \Delta L &= 0.02L_1 \\ \Delta L &= L_1 \alpha \Delta\theta \longrightarrow 0.02L_1 = L_1 \alpha \Delta\theta \\ \rightarrow \alpha \Delta\theta &= 0.02 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \alpha \Delta\theta &= 0.02 \\ \Delta A &= A_1 (2\alpha \Delta\theta) \longrightarrow \Delta A = A_1 \times 2 \times 0.02 \end{aligned}$$

$$\rightarrow \frac{\Delta A}{A_1} = 0.04 \rightarrow \frac{\Delta A}{A_1} \times 100 = 4\%$$

فرض می کنیم  $m$  گرم یخ  $0^\circ$  ابتدا به آب  $0^\circ$  درجه و سپس به آب  $100^\circ$  تبدیل شده است. چون تبادل حرارتی با محیط اطراف ناچیز است. گرمایی که  $m$  گرم یخ می گیرد، باید از تبدیل  $g$  ۱۸۰ آب  $100^\circ$  به دست آید. بنابراین مکی توان نوشت:

$$Q_{\text{بخار آب}} + Q_{\text{یخ}} = 0 \rightarrow mL_F + mc_{\text{آب}} \Delta\theta - m'L_v = 0$$

**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 می شود؟

$$(L_v = 2268 \frac{kJ}{kg}, c_{\text{آب}} = 4200 \frac{J}{kg \cdot ^\circ C})$$

۲۰ ۱۸ ۱۷ ۱۶



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:

$$Q_1 + Q_2 = 0.84 \times P \times T$$

$$Q_1 = mc\Delta\theta$$

$$\longrightarrow mc\Delta\theta + m'L_v = 0.84 P \times T$$

$$Q_2 = m' L_v$$

$$m = 600 \text{ g} = 0.6 \text{ kg}, c_{\text{آب}} = 4200 \frac{\text{J}}{\text{kg}^\circ\text{C}} = 4/2 \frac{\text{J}}{\text{kg}^\circ\text{C}}$$

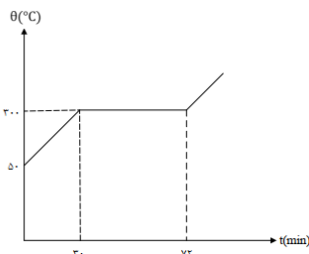
$$L_v = 2268 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}, p = 1000 \text{ w} = 1 \text{ Kw}, m_2 = \frac{m}{2} = 300 \text{ g} = 0.3 \text{ kg}, \Delta\theta = (100 - 30)^\circ\text{C}$$

$$0.6 \times 4/2 \times 70 + 0.3 \times 2268 = 0.84 \times 1 \times t$$

$$\longrightarrow t = \frac{0.6(294 + 1134)}{0.84} = 1020 \text{ s} = 17 \text{ min}$$

**تست:** نمودار روبه‌رو، مربوط به جسمی است که گرمای ویژه‌ی حالت جامد آن  $80 \frac{\text{J}}{\text{kgK}}$  است و در هر دقیقه

$10^3$  ژول گرما می‌گیرد. گرمای نهان ویژه‌ی ذوب این جسم چند ژول بر گرم است؟



۲۸ (۲)

$28 \times 10^3$  (۱)

۴۸ (۴)

$48 \times 10^3$  (۳)

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

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

$$m = \frac{3 \times 10^4}{80 \times 250} = 1.5 \text{ kg}$$

در فاصله ی زمانی ۳۰ تا ۷۲ دقیقه، فرایند ذوب صورت می‌گیرد و داریم:





$$Q_F = mL_F \rightarrow (72 - 30) \times 10^3 = 1/5 L_F$$

$$\rightarrow L_F = \frac{42 \times 10^2}{1/5} = 28 \times 10^3 \frac{J}{kg} = 28 \frac{J}{g}$$

**تست:** در ظرفی مقداری یخ صفر درجه‌ی سلسیوس و بخار آب  $100^\circ C$  می‌ریزیم، تا به تعادل برسند. اگر پس از رسیدن به تعادل دمایی، تنها آب  $40^\circ C$  در ظرف باقی بماند و تبادل حرارتی با محیط اطراف ناچیز

باشد، جرم یخ چند برابر جرم بخار آب بوده است؟  $(L_V = 2268 \frac{kJ}{kg}, L_F = 336 \frac{kJ}{kg}, c_{\text{آب}} =$

$4200 \frac{J}{kg.K}$ ) (آزمون قلمچی)

۵ (۲)

۴/۲ (۱)

۶/۲۵ (۴)

۶ (۳)

فرض کنیم در ابتدا  $m \times k$  کیلوگرم یخ صفر درجه سلسیوس و  $m$  کیلوگرم بخار آب  $100^\circ C$  در ظرف ریخته ایم. در این حالت گرمایی که بخار آب از دست می‌دهد، یخ می‌گیرد. بنابراین می‌توان نوشت:

$$\Sigma Q = 0 \rightarrow Q_{\text{بخار}} + Q_{\text{یخ}} = 0 \rightarrow Q_{\text{یخ}} = |Q_{\text{بخار}}|$$

$$\rightarrow km(L_F + c_{\text{آب}} \Delta\theta) = m(L_V + c \Delta\theta')$$

$$k = \frac{L_V + c_{\text{آب}} \Delta\theta'}{L_F + c_{\text{آب}} \Delta\theta} \rightarrow k = \frac{2268 + 4/2 \times 60}{226 + 4/2 \times 40} = 5$$

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

**تست:** دو سطح فلزی دایره‌ای شکل A و B به شعاع‌های  $10\text{cm}$  و  $20\text{cm}$  در دمای  $50^\circ C$  درجه‌ی سلسیوس در اختیار داریم. در چه دمایی بر حسب درجه‌ی سلسیوس، مساحت سطح B، ۲ برابر مساحت سطح A می‌باشد؟

$(\alpha_A = 6 \times 10^{-3} \frac{1}{^\circ C}, \alpha_B = 2 \times 10^{-3} \frac{1}{^\circ C})$  (آزمون قلمچی)

۳۰۰ (۲)

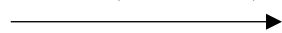
۲۵۰ (۱)

۱۵۰ (۴)

۲۰۰ (۳)

$$A_{\text{B}} = 2A_{\text{A}}$$

$$A_{\text{B}} = A_{\text{B}}(1 + 2\alpha_{\text{B}}\Delta\theta) \quad A_{\text{A}} = 2A_{\text{A}}(1 + 2\alpha_{\text{A}}\Delta\theta)$$





$$\rightarrow \pi(r_B)^2 (1+2\alpha_B \Delta\theta) = 2 \pi(r_A)^2 (1+2\alpha_A \Delta\theta)$$

$$r_B = 2 \text{ cm}, r_A = 1 \text{ cm}$$

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

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

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

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

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

$$\theta_1 = 50^\circ\text{C}$$

$$\theta_1 - \theta_2 = 250^\circ\text{C} \rightarrow \theta_2 = 300^\circ\text{C}$$

**تست:** درون گرماسنجی که ظرفیت گرمایی آن  $84 \frac{J}{^\circ\text{C}}$  است، مقدار  $480$  گرم آب  $10^\circ\text{C}$  موجود است، که با آن در تعادل گرمایی است. گلوله‌ای به ظرفیت  $210 \frac{J}{^\circ\text{C}}$  را وارد آب درون گرماسنج می‌کنیم. پس از مدتی دمای مجموعه روی  $12^\circ\text{C}$  ثابت می‌ماند. دمای اولیه‌ی گلوله چند درجه‌ی سلسیوس بوده است؟ (گرمای ویژه‌ی آب  $4200 \frac{J}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}}$  است و از هرگونه اتلاف انرژی صرف نظر شود.) (آزمون قلمچی)

۲۲ (۲)

۲۱ (۱)

۲۴ (۴)

۳۲ (۳)



دمای اولیه ی گرماسنج و آب با یکدیگر یکسان و برابر با  $10^{\circ}\text{C}$  است. پس از وارد کردن گلوله، دمای تعادل کل مجموعه به  $\theta_e = 12^{\circ}\text{C}$  می رسد. اگر گرماسنج، آب و گلوله را به ترتیب با اندیس های ۱، ۲ و ۳ نشان دهیم، داریم:

$$=Q_1 + Q_2 + Q_3 = 0$$

$$\rightarrow A_1 (\theta_e - \theta_1) + m_2 c_2 (\theta_e - \theta_2) + A_3 (\theta_e - \theta_3) = 0$$

$$\rightarrow 84 \times (12 - 10) + \frac{480}{1000} \times 4200 \times (12 - 10)$$

$$+ 210 \times (12 - \theta_3) = 0$$

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

**تست:** مقداری یخ صفر درجه ی سلسیوس را با همان مقدار آب  $30^{\circ}\text{C}$  مخلوط می کنیم. اگر گرمای نهان ذوب یخ  $80 \frac{\text{cal}}{\text{g}}$  و گرمای ویژه ی آب  $1 \frac{\text{cal}}{\text{g}^{\circ}\text{C}}$  باشد، پس از برقراری تعادل حرارتی، ... (آزمون قلمچی)

(۱) تمام یخ، آب می شود. (۲)  $\frac{5}{8}$  جرم یخ، آب می شود.

(۳)  $\frac{11}{8}$  جرم اولیه ی یخ، آب در ظرف وجود خواهد داشت. (۴)  $\frac{1}{2}$  جرم یخ، آب می شود.

گزینه ۳: ابتدا مقدار گرمایی که برای ذوب کامل یخ مورد نیاز است و هم چنین مقدار گرمایی که آب  $30^{\circ}\text{C}$  باید از دست بدهد تا به دمای صفر درجه سلسیوس برسد را محاسبه می کنیم:

$$Q_F = m L_F = 80 m,$$

$$\text{آب } Q_W = mc \Delta \theta = m \times 1 \times (30 - 0) = 30m \rightarrow Q_W < Q_F$$

$$\rightarrow m = (336000 + 420 \times 100) = 0.18 \times 2268 \times 10^3$$

$$\rightarrow m = 0.54 \text{ kg} = 540 \text{ g}$$

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

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

$$\rightarrow m' \times 80 = m \times 1 \times (30 - 0) \rightarrow m' = \frac{3}{8} m$$

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

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



**تست:** درون ظرفی سر بسته حاوی آب  $100^{\circ}\text{C}$ ، مقدار  $m$  گرم بخار آب  $101^{\circ}\text{C}$  وارد می کنیم، در صورتی که هیچ گونه تبادل گرمایی با محیط وجود نداشته باشد، مقدار بخار آب موجود در ظرف پس از رسیدن مجموعه به تعادل کدام است؟ (آزمون قلمچی)

(۱) بیش تر از  $m$  گرم

(۲)  $m$  گرم

(۳) کم تر از  $m$  گرم

(۴) بسته به مقدار  $m$  هر کدام از گزینه ها می توانند صحیح باشند.

گزینه یک زیرا در این حالت، گرما از بخار آب به آب  $100$  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 میله ی هم جنس،  $10$  سانتی متر است. اگر آن ها را به دنبال هم متصل و دمای آن ها را  $100$  درجه ی سلسیوس افزایش دهیم، مجموع طول آن دو به  $30/09$  سانتی متر می رسد. طول اولیه ی هر کدام از میله ها چند سانتی متر است؟ ( $\alpha = 3 \times 10^{-5} \frac{1}{K}$ ) (آزمون قلمچی)

(۱)  $20$  و  $10$

(۲)  $15/5$  و  $14/5$

(۳)  $17/5$  و  $12/5$

(۴)  $14$  و  $16$

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

$$L_1 - L_2 = 10 \text{ cm} \quad (1)$$

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

$$30/09 = (L_1 + L_2) (1 + 3 \times 10^{-5} \times 100)$$

$$\rightarrow L_1 + L_2 = 30 \text{ cm} \quad (2)$$

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

$$A_3 = 25 \cdot \frac{j}{^{\circ}\text{C}}$$

