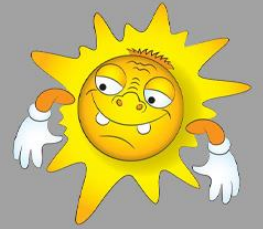


# دما و گرما



## فصل دما و گرما

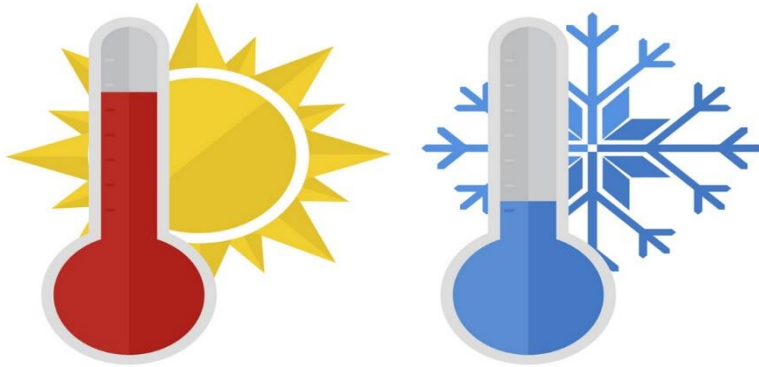
مهندس مهدی باباخانی

[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 کلونین 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 ~~ترمز کویل~~ 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.



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

### توضیح انواع دماسنج ها

۱- **ترموتر 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

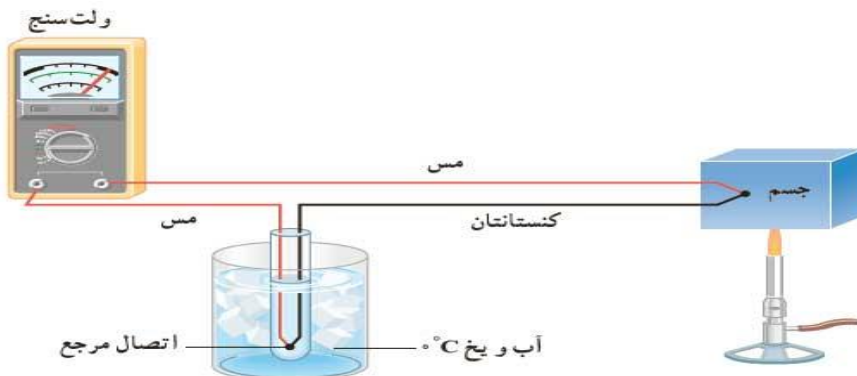
۲- **آشکارساز دمای مقاومتی** که در صنعت به اختصار **RTD** خوانده می شود، نوعی حسگر برای تشخیص دما است. این وسیله مطابق بر این اصل کار می کند که مقاومت الکتریکی فلزات با افزایش دما افزایش می یابد. به این پدیده مقاومت گرمایی گفته می شود. در نتیجه برای سنجش دما کفایت مقاومت الکتریکی آرتی دی اندازه گیری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

$$R_2 = R_1(1 + \alpha \Delta\theta)$$

۳- **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. (به روش های اندازه گیری دما مبتنی بر تابش گرمایی، تف سنجی می گویند)

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 ( $273^{\circ}\text{C}$  - درجه سانتی گراد) داشته باشد تابشی از خود ساطع می کند. این انرژی گرمایی توسط دستگاه ردیاب دریافت و به سیگنال های الکتریکی تبدیل می شود. سپس با الگوریتم های مربوطه به یک دما تبدیل شده و دمای سطح مورد نظر را آشکار می کند. در حقیقت، اساس کار این دستگاه ها انرژی های منتشر شده از سطوح اجسام است.

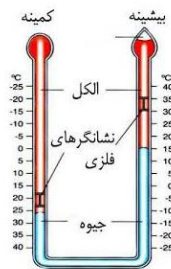
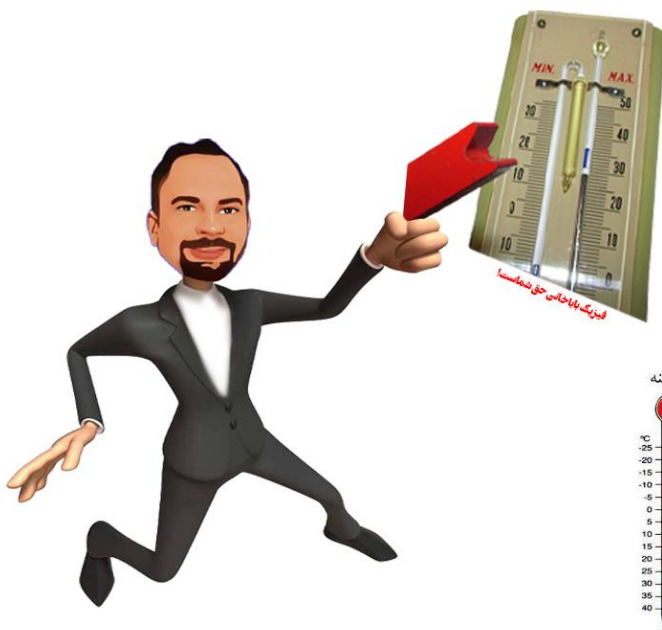
۴- **ترموکوپل**، دارای دو سیم رسانای غیر همجنس مانند مس و کنستانتان از طرفی در دمای ذوب یخ نگهداشته شده و از طرف دیگر در مکانی به هم متصلند که میخواهیم دمای آن را بدست آوریم. این مجموعه با سیمهای مسی رابط به یک ولتسنج بسته میشود. با تغییر دمای محل مورد اندازه گیری، عددی که ولتسنج نشان میدهد، تغییر میکند. 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 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 جیوه‌ای و الکلی است. در این دماسنج ها، **کمیت دماسنجی**، ارتفاع مایع درون لوله دماسنج است؛ زیرا به جز چند مورد استثنا تمام مواد با افزایش دما منبسط و با کاهش آن منقبض میشوند

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

**و:** دماسنج ماکزیمم مینیمم یکی از انواع دماسنج است که با استفاده از آن می توانیم دما را در طول یک شبانه روز در بیشترین 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

**تست:** کدام یک از گزینه های زیر درست است؟

- (۱) برای کم ترین دمای ممکن، حدی وجود ندارد **ع**
- (۲) دما شکلی از انرژی است. **ع**
- (۳) تغییر کمیت دماسنجی، اساس کار دماسنجهای است **ص**
- (۴) یکای سلسیوس در حال حاضر به عنوان مقیاس بین المللی دما به کار می رود.

پاسخ: ۳ بررسی گزینه ها

صفر کلوین، برابر ۲۷۳/۱۵- درجه سانتی گراد حد پایین دما است

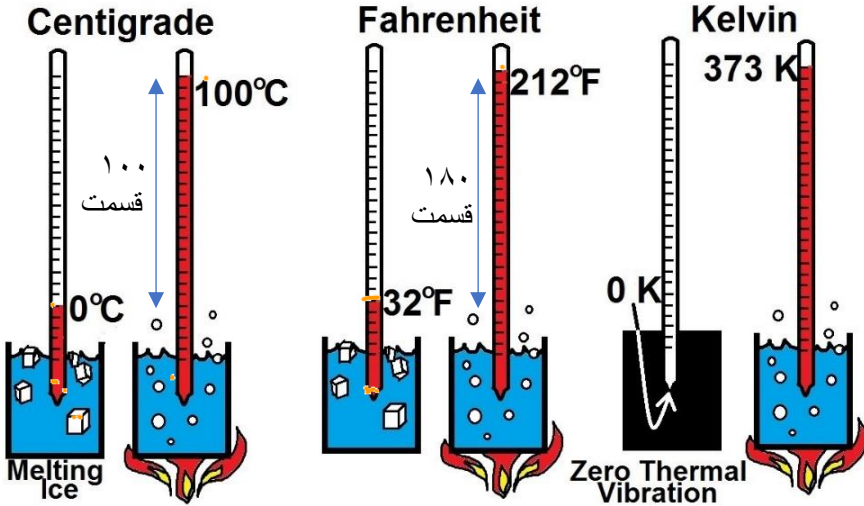
دما کمیتی است که میزان گرمی و سردی اجسام را مشخص می کند

تغییر کمیت دماسنجی، اساس کار دماسنجهای است

از سال ۱۹۵۴ میلادی، یکای کلوین به عنوان مقیاس بین المللی دما انتخاب شد



## واحدهای مهم دما



### 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 و به همین دلیل از درجه بندی سلیسیوس دقیقتر 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:

$$\begin{cases} K = C^{\circ} + 273 = 28^{\circ} \\ F = 1/8 C^{\circ} + 32 = 50 \end{cases}$$

تبدیلات

$$\begin{cases} \Delta K = \Delta C = 1^{\circ} \\ \Delta F = 1/8 \Delta C = 1/8 \end{cases}$$



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

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

**تست :** دمای اتاقی برابر ۱۰+ درجه سانتیگراد است، دما بر اساس کلوین و فارنهایت چه قدر تغییر می‌کند؟

$$K = C + 273 = 10 + 273 = 283$$

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

$$F = 1.8C + 32$$

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

**تست :** دمای جسم A برابر با ۱۲۴+ درجه سانتیگراد و دمای جسم B برابر با ۱۱۰- درجه سانتیگراد است کدام گزینه صحیح است؟

- (۱) دمای هر دو جسم را با دماسنج الکلی میتوانیم اندازه گیری کنیم  
 (۲) دمای هر دو جسم را با دماسنج جیوه ای میتوانیم اندازه گیری کنیم  
 (۳) دمای جسم A را با دماسنج جیوه‌ای و دمای جسم B را با دماسنج الکلی میتوانیم اندازه گیری کنیم  
 (۴) دمای جسم A را با دماسنج الکلی و دمای جسم B را با دماسنج جیوه ای میتوانیم اندازه گیری کنیم

نکته: .....

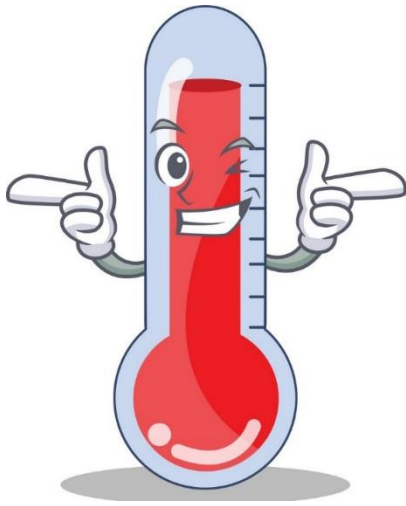
$$+78 \leq \text{الکل مایع} \leq -115 \quad \text{و} \quad -39 \leq \text{جیوه} \leq +357$$

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

- (۱) ۱۶ (۲) ۳۲۰ (۳) ۲۸۹ (۴) ۵۹۳

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

$$\theta_1 = 16, (20\theta_1) = 320 \quad 320 + 273 = 593$$



## 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 .....

رابطه‌ی 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.

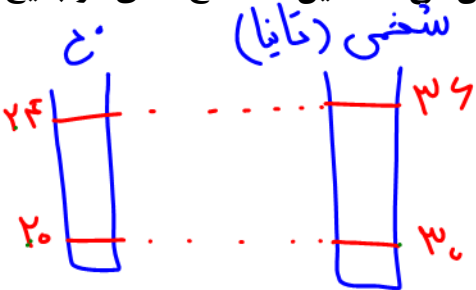


$$\frac{\text{کران پایین} - x'}{\text{کران بالا} - \text{کران پایین}} = \frac{\text{کران پایین} - x}{\text{کران بالا} - \text{کران پایین}}$$

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

در فشار یک جو چند درجه نشان می دهد؟

(۱) صفر (۲)  $-10$  (۳)  $4$  (۴)  $-4$



$$\frac{-20}{36} = \frac{x - 30}{6}$$

$$-20 = x - 30$$

$$x = 10$$

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

**تست:** دماسنجی ساخته ایم که دمای آب  $20^\circ\text{C}$  را  $35$  و دمای آب  $60^\circ\text{C}$  را  $115$  نشان می دهد. این دماسنج

اختلاف دمای  $45^\circ\text{C}$  را چند درجه نشان می دهد؟

(۱)  $55$  (۲)  $45$  (۳)  $80$  (۴)  $90$

ابتدا دلتا سانتیگراد را با دلتای دماسنج مجهول مقایسه میکنیم:

$$\Delta c = 60 - 20 = 40$$

$$\Delta x = 115 - 35 = 80$$

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

## Home work 1

۱) چه تعداد از عبارتهای زیر صحیح می باشد؟  
 الف) یکی از بهترین انواع دماسنجها جهت استفاده در وسایل صنعتی، دماسنج بیشینه - کمینه است.  
 ب) برای اندازه گیری دما، می توانیم از هر مشخصه قابل اندازه گیری ای که با گرمی و سردی جسم تغییر می کند، استفاده کنیم که به این مشخصه کمیت دماسنجی می گوئیم.  
 پ) دماسنج های گازی، مقاومت پلاتینی و پیرومتر، دماسنج های معیار هستند که دلیل انتخاب آنها دسترسی آسان و همگانی به آنها است.  
 ت) تمامی اجسام با افزایش دما منبسط می شوند و چگالی آنها کاهش می یابد.

۱) ۱      ۲) ۲      ۳) ۳      ۴) ۴

۲) کدام یک از گزینه های زیر در مورد تفسنج صحیح نیست؟

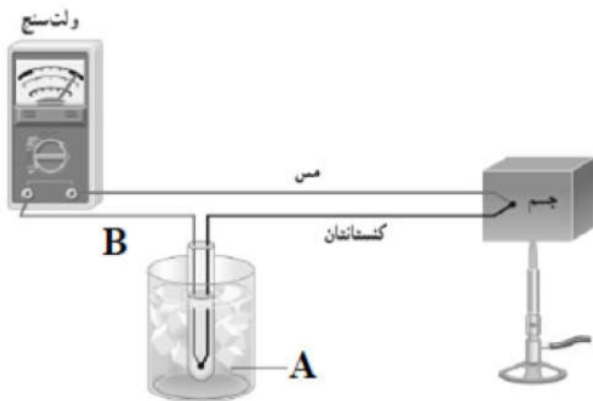
۱) بدون تماس با جسم دما را اندازه گیری می کند.

۲) در اندازه گیری دماهای بالاتر از  $1100^{\circ}C$  اهمیت ویژه ای دارد.

۳) تفسنج تابشی به عنوان دماسنج معیار برای اندازه گیری دماهای بالاتر از  $1100^{\circ}C$  انتخاب شده است.

۴) در تفسنج مبنای اندازه گیری دمای اجسام مبتنی بر تابش گرمایی است.

۳) شکل مقابل، طرحی از یک دماسنج ترموکوپل را نشان می دهد. A و B به ترتیب از راست به چپ، کدام اند؟



۱) آب  $100^{\circ}C$ ، مس      ۲) آب و یخ  $0^{\circ}C$ ، کنستانتان

۳) آب  $100^{\circ}C$ ، کنستانتان      ۴) آب و یخ  $0^{\circ}C$ ، مس

۴) امروزه کدام یک از دماسنج های زیر، جزو دماسنج های معیار محسوب نمی شود؟

۱) تفسنج (پیرومتر)      ۲) ترموکوپل

۳) دماسنج گازی      ۴) دماسنج مقاومت پلاتینی



۵ گستره‌ی دماسنجی یک ترموکوپل به ..... آن بستگی دارد و مزیت آن این است که ..... (به ترتیب از راست به چپ)

- ۱ جنس سیم‌های - خیلی سریع با دستگاهی که دمای آن اندازه‌گیری می‌شود به تعادل گرمایی می‌رسد.
- ۲ قطر سیم‌های - خیلی سریع با دستگاهی که دمای آن اندازه‌گیری می‌شود به تعادل گرمایی می‌رسد.
- ۳ جنس سیم‌های - دقت بسیار بالایی دارد.
- ۴ قطر سیم‌ها - دقت بسیار بالایی دارد.

۶ یک دماسنج خراب، نقطه‌ی ذوب یخ را  $10^\circ$  و نقطه‌ی جوش آب در فشار یک اتمسفر را  $90^\circ$  نشان می‌دهد. این دماسنج دمای جسمی را که دمای آن  $20^\circ C$  است، چه عددی نشان خواهد داد؟

- ۱ ۲۲      ۲ ۲۴      ۳ ۲۶      ۴ ۲۸

۷ کدامیک از گزینه‌های زیر ندارست است؟

- ۱ دما کمیتی است که میزان سردی و گرمی اجسام را مشخص می‌کند.
- ۲ تغییر کمیت دماسنجی، اساس کار دماسنج‌ها است.
- ۳ تمام مواد با افزایش دما، منبسط و با کاهش آن منقبض می‌شوند.
- ۴ در دماسنج جیوه‌ای، ارتفاع مایع درون لوله‌ی دماسنج، کمیت دماسنجی است.

۸ چه تعداد از عبارتهای زیر درست است؟

- کمیت دماسنجی در دماسنج ترموکوپل، مقاومت الکتریکی است.
- گسترده‌ی دماسنجی یک دماسنج ترموکوپل به جنس سیم‌های آن بستگی دارد.
- امروزه دماسنج ترموکوپل از مجموعه دماسنج‌های معیار کنار گذاشته شده و دیگر کاربردی ندارد.
- دانشمندان برای کارهای علمی، چهار دماسنج را به عنوان دماسنج‌های معیار پذیرفته‌اند.

- ۱ ۱      ۲ ۲      ۳ ۳      ۴ ۴

۹ کدامیک از موارد زیر جزو مزیت‌های دماسنج معیار نسبت به دماسنج ترموکوپل محسوب می‌شود؟

- ۱ دقت بهتر اندازه‌گیری دما
- ۲ گستره‌ی بالاتر دماسنجی
- ۳ سرعت بالاتر اندازه‌گیری دما
- ۴ ارزان‌تر بودن

۱۰ کمیت دماسنجی در کدام دماسنج زیر با بقیه متفاوت است؟

- ۱ جیوه‌ای      ۲ ترموکوپل      ۳ الکلی      ۴ بیشینه - کمینه

۱۱ دمای جسمی  $127^\circ C$  است. دمای این جسم را چند درجه‌ی فارنهایت افزایش دهیم تا دمای آن برحسب کلوین ۲۵ درصد افزایش یابد؟

- ۱ ۱۰۰      ۲ ۵۴۰      ۳ ۲۱۲      ۴ ۱۸۰

۱۲ یک دماسنج، دمای  $36^\circ C$  را عدد ۲۰ و دمای  $96^\circ C$  را عدد ۲۰۰ نشان می‌دهد. این دماسنج دمای  $41^\circ F$  را چه عددی نشان می‌دهد؟

- ۱ -۷۳      ۲ ۷۳      ۳ ۳۵      ۴ -۳۵



۱۳ در چه دمایی دماسنج‌های سلسیوس و فارنهایت یک عدد را نشان می‌دهند؟

- ۱) ۴۰      ۲) ۴۰۰      ۳) ۱۴۰      ۴) ۶۰-

۱۴ اگر دمای جسمی برحسب درجه‌ی فارنهایت ۹ درصد کاهش یابد، دمای آن ۷ کلوین تغییر می‌کند. دمای جسم در ابتدا چند درجه‌ی سلسیوس بوده است؟

- ۱) ۱۲/۶      ۲) ۱۵۰      ۳) ۱۴۰      ۴) ۶۰

۱۵ در ..... که دماسنجی معیار است، ..... مبنای اندازه‌گیری دماست.

- ۱) تفسنج تابشی - تابش گرمایی      ۲) تفسنج نوری - رسانش گرمایی  
۳) تفسنج نوری - تابش گرمایی      ۴) تفسنج تابشی - رسانش گرمایی

۱۶ اگر دمای جسمی برحسب درجه‌ی سلسیوس ۸ برابر شود، دمای آن برحسب درجه‌ی فارنهایت ۳ برابر می‌شود. دمای اولیه‌ی جسم تقریباً چند کلوین بوده است؟

- ۱) ۲۸۰      ۲) ۲۵۳      ۳) ۷      ۴) ۳۰۵

۱۷ در یک دماسنج جیوه‌ای هنگامی که دماسنج دمای  $20^\circ C$  را نشان می‌دهد. ارتفاعی که جیوه از مخزن گرفته است ۱۵ mm و هنگامی که دماسنج دمای  $60^\circ C$  را نشان می‌دهد. ارتفاعی که جیوه از مخزن گرفته ۲۵ mm است، کدام رابطه بین دما بر حسب درجه‌ی سلسیوس ( $\theta$ ) و ارتفاع جیوه بر حسب میلی‌متر از مخزن ( $h$ ) درست است؟

- ۱)  $\theta = 4h - 40$       ۲)  $\theta = 4h + 40$       ۳)  $\theta = 2h - 20$       ۴)  $\theta = 2h + 20$

۱۸ گرم‌ترین نقطه‌ی روی زمین ناحیه‌ای در کویر لوت با دمای  $70^\circ C$  و سردترین نقطه در قطب جنوب با دمای  $90^\circ C-$  است. مقدار عددی این اختلاف دما بر حسب کلوین چند برابر آن برحسب فارنهایت است؟

- ۱)  $\frac{5}{9}$       ۲)  $\frac{9}{5}$       ۳)  $\frac{18}{5}$       ۴)  $\frac{5}{18}$

۱۹ کدام دماسنج دقت کم‌تری دارد؟

- ۱) گازی      ۲) مقاومت پلاتینی      ۳) تفسنج      ۴) ترموکوپل

۲۰ یک دماسنج که به صورت خطی مدرج شده است، در فشار atm، دمای نقطه‌ی ذوب یخ را  $30-$  درجه و دمای نقطه‌ی جوش آب را  $120$  درجه نشان می‌دهد. رابطه‌ی بین دمای این دماسنج ( $x$ ) و دماسنج فارنهایت ( $F$ ) کدام است؟

- ۱)  $F = \frac{2}{3}x + 20$       ۲)  $F = \frac{6}{5}x + 36$       ۳)  $\frac{9}{5}F = \frac{2}{3}x - 12$       ۴)  $F = \frac{6}{5}x + 68$



## انبساط

کنکور

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

**مساحت 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؟

$\Delta \theta$   $\alpha =$

(۴)  $1/0.1 - 0.1$       (۳)  $1/1.0 - 1$       (۲)  $1/1 - 0.1$       (۱)  $1/0.01 - 0.1$

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

$L_2 = L_1 (1 + \alpha \Delta \theta)$   $L_2 = L_1 (1 + 1)$   $L_2 = 1.01 L_1$

درصد افزایش طول  $= 100 \times 0.01 = 1\%$

**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؟

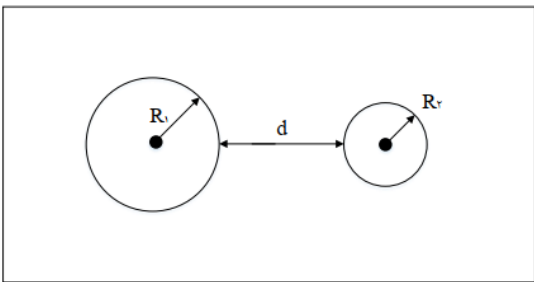
$6 \times 10^{-5}$  (۴)  $6 \times 10^{-4}$  (۳)  $2 \times 10^{-5}$  (۲)  $2 \times 10^{-4}$  (۱)

$\alpha = \frac{1}{2.0 \times 25.0} = 2 \times 10^{-5}$

$1 = 200 (\alpha) (250) \Rightarrow \alpha = 2 \times 10^{-5}$

ضریب انبساطی  $= 2 \times 10^{-5}$

**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.



- (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:** 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 رابطه ی زیر صحیح است؟

$\beta_1 < \beta_2$  (۲)  $\beta_1 > \beta_2$  (۱)

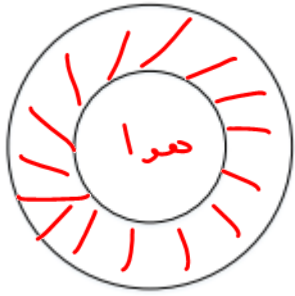
$\beta_1 = \beta_2$  (۳)

در دماهای مختلف هر سه گزینه می توانند صحیح باشند.

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



**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  $\frac{1}{R} \times 10^{-5}$  ساخته شده است. اگر دمای دیسک را بدون حالت آن،  $100^\circ\text{C}$  بالا ببریم مساحت قسمت فلزی چند سانتی‌متر مربع خواهد شد؟



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

$$A_2 = \pi(R_2^2 - r_2^2) (1 + 2(\alpha \times 10^{-5})(100))$$

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

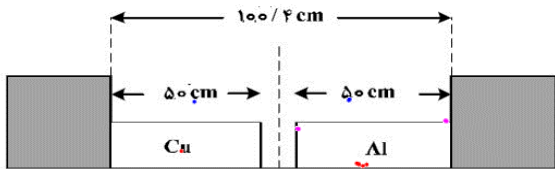
ابتدا مساحت اولیه قسمت گوهی فلزی را محاسبه می‌کنیم

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

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

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

**تست:** دو میله مسی و آلومینیومی بین دو دیواره ثابت قرار دارند. دمای دو میله را چند کلوین بالا ببریم تا دو میله به یکدیگر برسند؟ ( $\alpha_{cu} = 17 \times 10^{-6}$ ) ( $\alpha_{AL} = 23 \times 10^{-6}$ )



به یکدیگر برسند؟ (۱) ۱۵۰ (۲) ۱۰۰ (۳) ۲۰۰ (۴) ۳۰۰

$$\Delta L_{Cu} + \Delta L_{AL} = 0.4$$

$$L_{Cu}(\alpha)\Delta\theta + L_{AL}(\alpha)\Delta\theta = 0.4$$

$$50(17 \times 10^{-6})(\Delta\theta) + 50(23 \times 10^{-6})(\Delta\theta) = 0.4$$

$$\Delta\theta = \frac{0.4}{2000 \times 10^{-6}} = 200$$

**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  $1/2 \times 10^{-4}\text{ K}^{-1}$  باشد، ضریب انبساط خطی شیشه در SI چقدر است؟

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

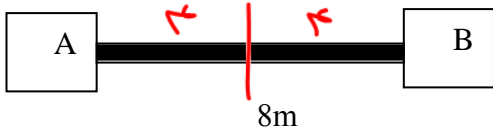
حجم مایع باقی‌مانده =  $\Delta V_{ظرف} - \Delta V_{مایع}$

$$12 \times 10^{-6} = 10^{-3} (1/2 \times 10^{-4} \times 80) - 10^{-3} \times 3 \times 10^{-5} \times 80$$

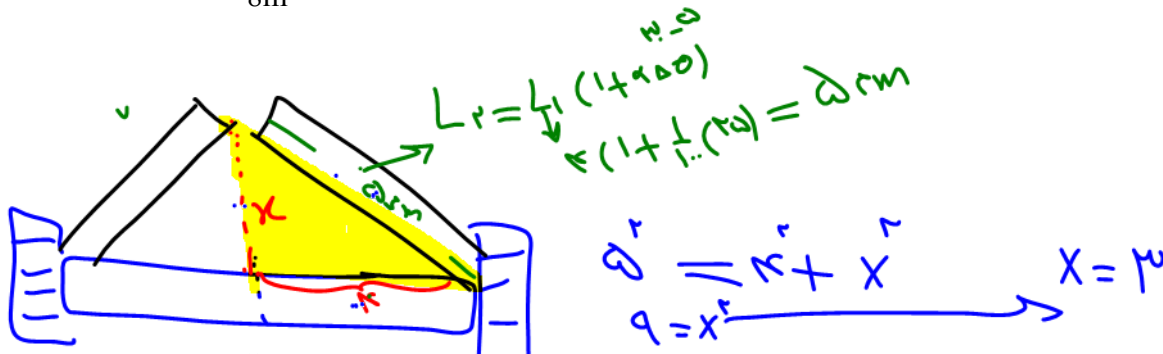
$$\alpha = 1.5$$



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



- ۱ (۱)    ۲ (۲)    ۳ (۳) ✓    ۴ (۴)



**تست:** اگر دمای یک کره‌ی فلزی به قطر ۱۰cm را به اندازه‌ی  $20^{\circ}C$  افزایش دهیم، شعاع آن  $0.04mm$  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؟ (بررسی در منزل)

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

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

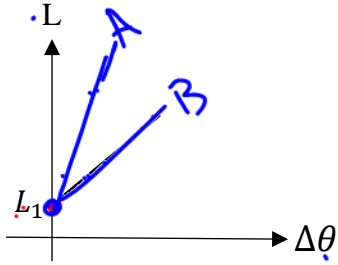
$$\text{درصد تغییر مساحت} = 200 \alpha \Delta \theta \rightarrow 200(4 \times 10^{-6})(100) = 0.08$$

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



فیزیک باباغانی حق شماس!

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



نکته ۱: در نمودارهای  $L - \Delta\theta$  شیب این نمودارها مقدار  $L_1\alpha$  رو نشان میده.

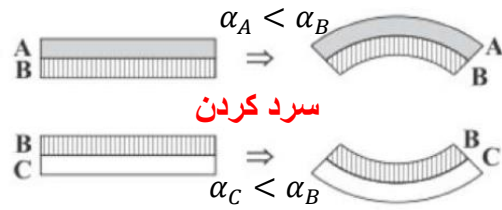
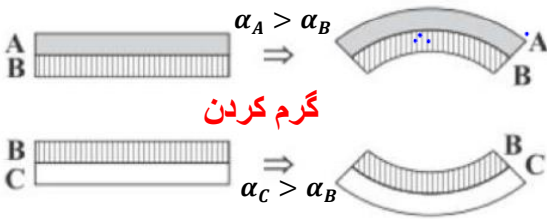
$$L = L_1\alpha\Delta\theta + L_1$$

$$y = ax + b$$

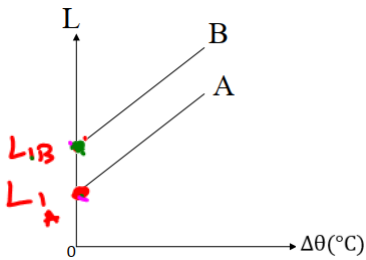
شیب

شیب =  $L_1\alpha$

نکته ۲: در حالتی که دو میله به هم جوش خورده اند و یک طرفشان به دیواری فیکس شده در کاهش دما: اونیکه آلفای بیشتری داره دایره کوچیکه هست! و در افزایش دما: اونیکه آلفای بیشتری داره دایره بزرگه هست!

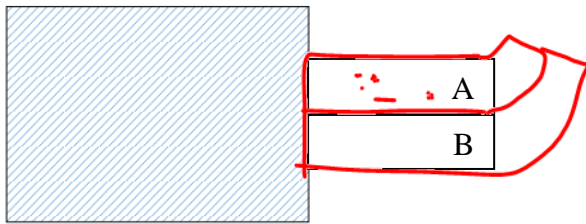


نکته ۳: نمودار طول دو میله A و B بر حسب تغییرات دما، به صورت دو خط موازی مطابق شکل مقابل رسم شده است.



شیب A = شیب B  
 $L_1A \alpha_A = L_1B \alpha_B$   
 $\alpha_B < \alpha_A$

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

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

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

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

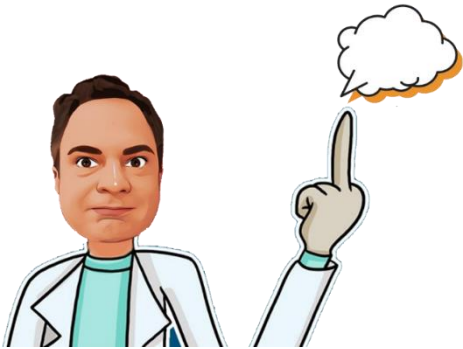


**نکته:** با تغییر حجم، چگالی نیز تغییر میکند و از رابطه تقریبی زیر قابل محاسبه است

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

**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؟

- ۱) ۱۰۰۰      ۲) ۹۹۰      ۳) ۹۹      ۴) ۱۰۵۰



**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 پر کنیم و دمایش را از ۳۰ به ۴۰ برسانیم تقریباً چند لیتر مایع از ظرف سرریز می‌شود؟ (ضریب انبساط خطی ظرف  $10^{-4}$  است)

- ۱)  $8 \times 10^{-3}$       ۲)  $2 \times 10^{-2}$   
۳)  $10^{-3}$       ۴)  $4 \times 10^{-3}$

طبق فرمول بالا داریم:

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

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

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

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



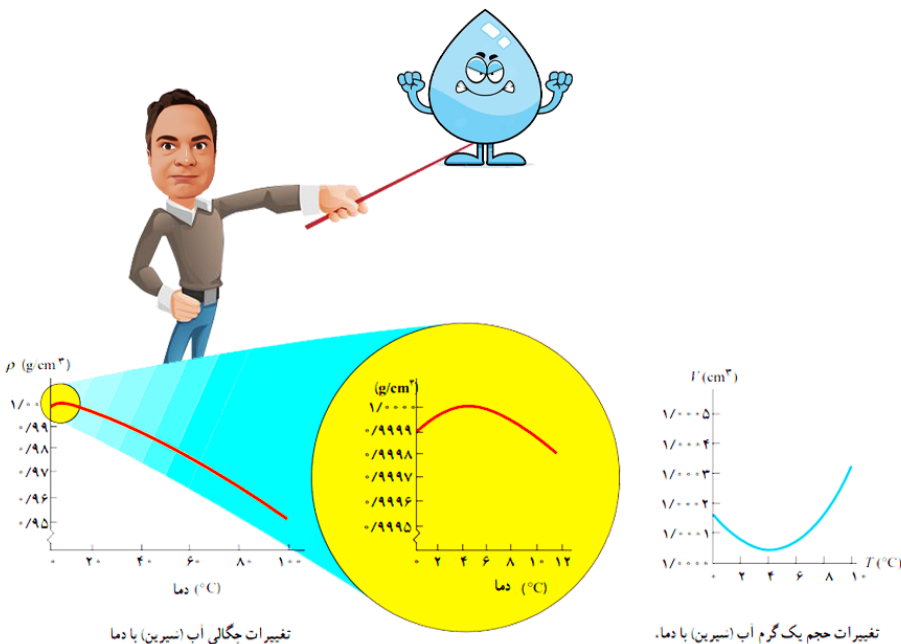
## انبساط غیرعادی آب:

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، 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.

### اما دلیل این رفتار غیرعادی چیست؟ (بیشتر بدانیم!)

دلیل این پدیده در درس شیمی بررسی میگردد اما بطور خلاصه علت این رفتار غیر عادی به پیوندهای هیدروژنی بین مولکولهای آب برمیگردد. به زبان ساده ساختار مولکولهای آب مولکولهای آب مثل آهنرباهای کوچک هستند. قسمت اکسیژن بار منفی و قسمت هیدروژن بار مثبت دارد. این بارها باعث میشوند مولکولها به هم بچسبند (پیوند هیدروژنی). وقتی آب سرد میشود:

در دمای بالای  $4^{\circ}\text{C}$  مولکولها آزادانه حرکت میکنند و با سرد شدن، به هم نزدیکتر میشوند (منقبض میشوند). و در دمای  $0^{\circ}\text{C}$  تا  $4^{\circ}\text{C}$  پیوندهای هیدروژنی مولکولها را مجبور میکند تا شبکه‌های بازتری (شبیه ساختار یخ) تشکیل دهند. این شبکهها فضای بیشتری میگیرند، در نتیجه آب منبسط میشود و چگالی آن کم میشود

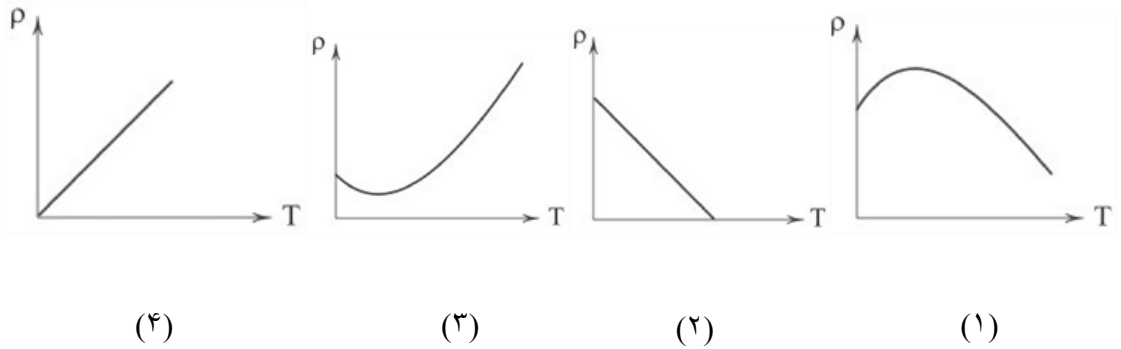




**تست:** اگر دمای مقداری آب شیرین را از  $283$  مقیاس کلوین به  $33/8$  فارنهایت برسانیم چگالی آن چگونه تغییر میکند؟

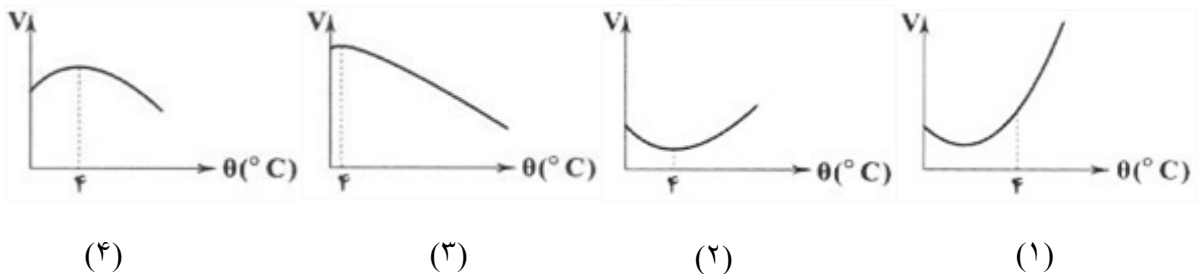
- (۱) همواره کاهش (۲) همواره افزایش (۳) ابتدا افزایش سپس کاهش (۴) ابتدا کاهش سپس افزایش

**تست:** کدام یک از نمودارهای زیر، چگالی آب را بر حسب دما به درستی نشان می‌دهد؟



پاسخ: ۱

**تست:** نمودار تغییرات حجم آب خالص بر حسب دما، مشابه کدام یک از نمودارهای زیر است؟



گزینه ۲

## Home work 2

۱ دو میله فلزی همگن با طول یکسان و ضرایب انبساط طولی  $\alpha_1 = 3 \times 10^{-6} K^{-1}$  و

$\alpha_2 = 4 \times 10^{-6} K^{-1}$  در اختیار داریم. اگر دمای میله اول را به اندازه  $200^\circ C$  افزایش داده و دمای میله دوم را به اندازه  $100^\circ C$  کاهش دهیم، اختلاف طول نهایی دو میله چه کسری از طول اولیه آنها خواهد بود؟

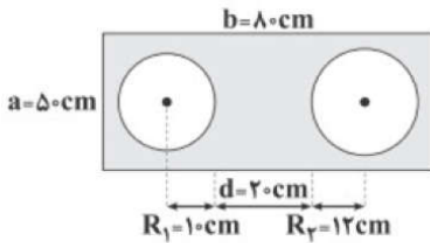
$\frac{1}{3}$  (۴)

$\frac{2}{3}$  (۳)

$\frac{1}{4}$  (۲)

$\frac{2}{4}$  (۱)

۲ مطابق شکل زیر، در یک صفحه‌ی فلزی نازک، دو دایره را در دمای صفر درجه‌ی سلسیوس خارج نموده‌ایم. اگر دمای صفحه را به آرامی به  $200^\circ C$  برسانیم، طول ضلع  $a$  به اندازه‌ی  $1\text{cm}$  افزایش می‌یابد. کدام گزینه صحیح است؟



۱ ضریب انبساط سطحی فلز برابر  $\frac{1}{K}$  است.  $10^{-4}$  طول  $d$  به اندازه‌ی  $0.44\text{cm}$  کاهش می‌یابد.

۳ شعاع  $R_1$  به اندازه‌ی  $0.4\text{cm}$  افزایش می‌یابد. ۴ شعاع  $R_2$  به اندازه‌ی  $0.44\text{cm}$  افزایش می‌یابد.

۳ یک کره‌ی توپر به حجم  $500\text{cm}^3$  را می‌خواهیم از یک حفره‌ی دایره‌ای شکل به شعاع  $4\text{cm}$  که روی یک صفحه به وجود آمده است، عبور دهیم. برای این کار، دمای صفحه را چند کلونین باید افزایش دهیم؟

$(\pi = 3, \alpha_{\text{کره}} = 2 \times 10^{-3} K^{-1}, \alpha_{\text{صفحه}} = 10^{-3} K^{-1})$

۴۰۰ (۴)

۳۰۰ (۳)

۲۵۰ (۲)

۱۲۵ (۱)



۴ به مکعب فلزی توخالی که حجم ظاهری آن  $320 \text{ cm}^3$  و جرم آن  $900 \text{ g}$  است، گرما می‌دهیم تا دمای آن  $150^\circ \text{C}$  افزایش یابد. اگر چگالی بخش فلزی مکعب  $90 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$  تغییر کند، حجم حفره درون مکعب چند سانتی‌متر مکعب افزایش می‌یابد؟  $\left( \frac{1}{C} = 10^{-5} \times 4 = \text{ضریب انبساط طولی فلز} \right)$

- ۱)  $3/24$       ۲)  $5/76$       ۳)  $2/52$       ۴)  $0/84$

۵ در دمای صفر درجه‌ی سلسیوس، شعاع کره‌ی توپر مسی  $A$ ، سه برابر شعاع کره‌ی تو خالی مسی  $B$  است. اگر جرم کره‌ی  $A$  نیز سه برابر جرم کره‌ی  $B$  باشد و به هر دو کره به یک اندازه گرما بدهیم، افزایش شعاع کره‌ی  $B$  چند برابر افزایش شعاع کره‌ی  $A$  است؟

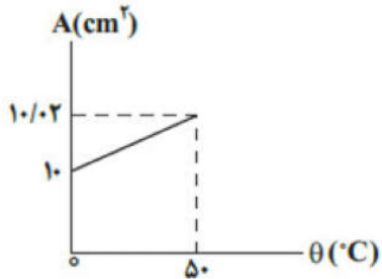
- ۱)  $1$       ۲)  $\frac{1}{3}$       ۳)  $\frac{1}{9}$       ۴)  $9$

۶ اگر دمای یک ظرف شیشه‌ای خالی را  $60$  درجه‌ی سلسیوس افزایش دهیم، ارتفاع ظرف  $4/0$  درصد افزایش می‌یابد. این ظرف را به طور کامل از مایعی پر می‌کنیم. دمای مجموعه را چند درجه‌ی سلسیوس افزایش دهیم تا حجم مایع بیرون ریخته شده، برابر با  $8$  درصد حجم اولیه‌ی ظرف باشد؟

$$\left( \beta_{\text{مایع}} = \frac{1}{2} \times 10^{-2} \frac{1}{K} \right)$$

- ۱)  $60$       ۲)  $80$       ۳)  $100$       ۴)  $120$

۷ نمودار مساحت سطح یک کره برحسب دمای آن، مطابق شکل مقابل است. اگر دمای کره را به  $77^\circ \text{F}$  برسانیم، شعاع آن نسبت به شعاعی که در دمای  $0^\circ \text{C}$  داشته است، چند درصد افزایش می‌یابد؟



- ۱)  $0/5$       ۲)  $0/05$       ۳)  $1$       ۴)  $0/1$

۸ کدام گزینه رابطه‌ی بین چگالی و دمای یک جسم را نشان می‌دهد؟

- ۱)  $\frac{\rho_2}{\rho_1} \approx 1 - \beta \Delta T$       ۲)  $\frac{\rho_2}{\rho_1} \approx \frac{1}{1 + \beta \Delta T}$       ۳)  $\frac{\rho_2}{\rho_1} \approx 1 + \beta \Delta T$       ۴) گزینه‌های ۱ و ۲



۹ درون یک صفحه فلزی با ضریب انبساط طولی  $4 \times 10^{-5} K^{-1}$ ، یک سوراخ دایره‌ای شکل ایجاد کرده‌ایم. اگر بخواهیم مساحت سوراخ  $0/4$  درصد افزایش پیدا کند، باید به صورت یکنواخت، دمای ورقه را به اندازه ..... .

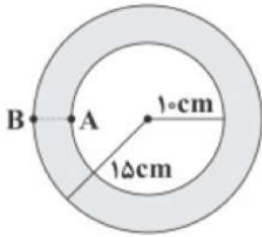
۱  $100^\circ C$  افزایش دهیم.

۲  $50^\circ C$  افزایش دهیم.

۳  $100^\circ C$  کاهش دهیم.

۴  $50^\circ C$  کاهش دهیم.

۱۰ در شکل زیر، دمای صفحه‌ی فلزی را از  $60^\circ C$  به  $90^\circ C$  می‌رسانیم، فاصله‌ی نقاط  $A$  و  $B$  چند ملی‌متر افزایش می‌یابد؟  $\left(\alpha = 2 \times 10^{-5} \frac{1}{K}\right)$



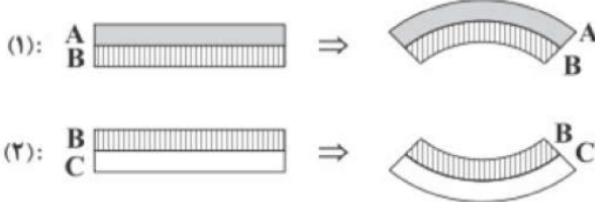
۴  $0/003$

۳  $0/03$

۲  $0/006$

۱  $0/06$

۱۱ در شکل‌های زیر، سه نوع تیغه‌ی فلزی  $A$ ،  $B$  و  $C$  را در اختیار داریم که در یک دمای معین با تیغه‌ی هم‌طور خود پرچ شده‌اند. در شکل (۱) دمای مجموعه کاهش و در شکل (۲) دمای مجموعه افزایش یافته است. کدام رابطه بین ضرایب انبساط طولی این سه تیغه صحیح است؟



۱  $\alpha_A < \alpha_B < \alpha_C$

۲  $\alpha_B > \alpha_A, \alpha_B > \alpha_C$

۳  $\alpha_A > \alpha_B > \alpha_C$

۴  $\alpha_B < \alpha_A, \alpha_B < \alpha_C$

۱۲ کدام گزینه در مورد انبساط مایعات و آب صحیح است؟

۱ حجم بیشتر مایعات با افزایش دما، کاهش می‌یابد.

۲ چگالی آب با افزایش دما، همواره کاهش می‌یابد.

۳ آب در دمای  $4^\circ C$  کم‌ترین چگالی خود را دارد.

۴ تغییر حجم غیرعادی آب، باعث می‌شود که آب دریاچه‌ها از بالا شروع به یخ زدن کند.



۱۳ طول یک میله آهنی در دمای صفر درجه سلسیوس، یک میلی‌متر بیشتر از طول یک میله مسی در همین دما است. اگر دمای هر دو میله را به  $100^\circ C$  برسانیم، طول میله مسی  $5/0$  میلی‌متر بیش‌تر از طول میله آهنی خواهد بود. طول اولیه میله آهنی (در دمای صفر درجه سانتی‌گراد) چند متر است؟

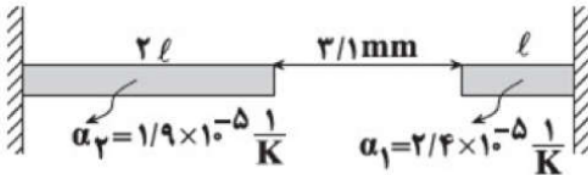
$$\left( \alpha_{\text{آهن}} = 1/2 \times 10^{-5} \frac{1}{K}, \alpha_{\text{مس}} = 1/8 \times 10^{-5} \frac{1}{K} \right)$$

- ۱)  $1/102$       ۲)  $2/498$       ۳)  $2/503$       ۴)  $4/448$

۱۴ اگر دمای یک کره‌ی فلزی توپر را  $200$  درجه‌ی سلسیوس افزایش دهیم، حجم آن  $3$  درصد افزایش می‌یابد. ضریب انبساط سطحی فلز در SI برابر با کدام گزینه است؟

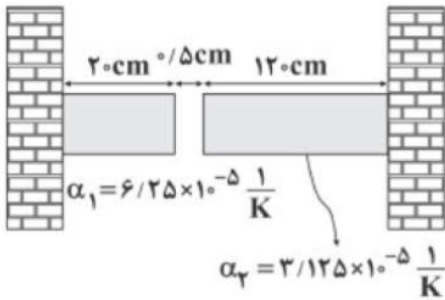
- ۱)  $10^{-4}$       ۲)  $5 \times 10^{-4}$       ۳)  $5 \times 10^{-5}$       ۴)  $3 \times 10^{-4}$

۱۵ مطابق شکل مقابل، دو میله‌ی افقی بر روی یک سطح افقی بدون اصطکاک قرار دارند. هنگامی‌که دمای میله‌ها به اندازه‌ی  $50^\circ C$  افزایش می‌یابد، فاصله‌ی آن‌ها از هم تقریباً به صفر می‌رسد.  $L$  چند متر است؟



- ۱)  $0/5$       ۲)  $1$       ۳)  $2$       ۴)  $1/5$

۱۶ در شکل زیر، دو میله‌ی فلزی هم‌دما به دیوار متصل شده‌اند. دمای میله‌ها را حداقل چند درجه‌ی فارنهایت زیاد کنیم تا دو میله به هم برخورد کنند؟



- ۱)  $200$       ۲)  $360$       ۳)  $100$       ۴)  $180$

۱۷ در یک روز داغ تابستان که دمای هوا  $40^\circ C$  است، شخصی باک (مخزن)  $55$  لیتری اتومبیل خود را از بنزین کاملاً پر می‌کند. فرض کنید بنزین از منبعی در زیرزمین با دمای  $12^\circ C$  بالا آمده باشد. شخص اتومبیل را پارک می‌کند و ساعتی بعد باز می‌گردد. مشاهده می‌کند بنزین قابل توجهی از باک سرریز شده است. چند لیتر بنزین از باک بیرون ریخته است؟ (ضریب انبساط حجمی بنزین برابر  $10^{-3} \frac{1}{K}$  است و از افزایش حجم باک که بسیار ناچیز است، صرف‌نظر می‌شود).

- ۱)  $1/12$       ۲)  $1/54$       ۳)  $1/8$       ۴)  $2$



۱۸ دو کره‌ی هم‌جنس  $A$  و  $B$  داریم، به طوری که کره‌ی  $A$  توپر به شعاع  $20\text{ cm}$  و کره‌ی  $B$  توخالی با شعاع خارجی  $20\text{ cm}$  می‌باشند. اگر به دو کره به یک اندازه گرما دهیم و تغییر حجم کره‌ی  $A$  برابر  $\Delta V_A$  و تغییر حجم فلز به کار رفته در کره‌ی  $B$  برابر  $\Delta V_B$  باشد، نسبت  $\frac{\Delta V_A}{\Delta V_B}$  برابر کدام گزینه است؟

۱  ۱      ۲   $\frac{7}{8}$

۳   $\frac{8}{7}$       ۴  باید حجم حفره‌ی درون کره‌ی  $B$  معلوم باشد.

۱۹ در یک ظرف به حجم  $V$  و ضریب انبساط طولی  $\alpha = 30 \times 10^{-6} \frac{1}{K}$  که در دمای  $20^\circ C$  قرار دارد، مقداری مایع به حجم  $\frac{3}{4}V$  و ضریب انبساط حجمی  $\beta = 10 \times 10^{-3} \left(\frac{1}{K}\right)$  در دمای  $20^\circ C$  می‌ریزیم. اگر مجموعه را تا دمای  $100^\circ C$  گرم کنیم، کدام گزینه رخ می‌دهد؟ (از تبخیر سطحی مایع صرف نظر کنید.)

۱  قسمتی از مایع از ظرف بیرون می‌ریزد.

۲  قسمتی از فضای ظرف خالی می‌ماند.

۳  ظرف، لب به لب از مایع پر می‌شود و مایع بیرون نمی‌ریزد.

۴  نمی‌توان نظر قطعی داد و ممکن است هر سه گزینه صحیح باشد.

۲۰ به دو میله هم‌طول و هم‌جرم  $A$  و  $B$  گرمای یکسان می‌دهیم. اگر نسبت گرمای ویژه دو میله به صورت  $\frac{c_A}{c_B} = 2$  و نسبت ضریب انبساط طولی آن‌ها به صورت  $\frac{\alpha_A}{\alpha_B} = \frac{1}{2}$  باشد، تغییر طول میله  $A$  چند برابر تغییر طول میله  $B$  است؟

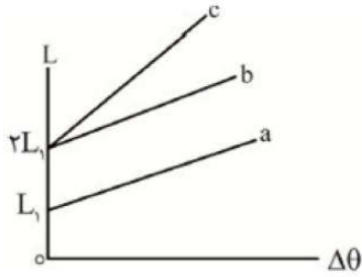
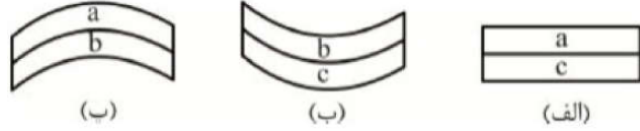
۱  ۱      ۲   $\frac{1}{4}$       ۳  ۴      ۴   $\frac{1}{2}$

۲۱ دمای یک میله‌ی مسی را  $100^\circ C$  افزایش می‌دهیم، طول آن  $17/0$  درصد افزایش می‌یابد. اگر دمای یک مکعب مسی را  $100^\circ C$  افزایش دهیم، حجم آن چند برابر می‌شود؟

۱   $0/0051$       ۲   $1/0017$       ۳   $1/0051$       ۴   $0/0034$



۲۲ شکل مقابل نمودار تغییرات طول برحسب تغییر دما برای سه میله فلزی a و b و c را نشان می‌دهد. خط های a و b با یکدیگر موازی هستند و شیب خط c دو برابر شیب خط b است. اگر میله‌هایی با طول یکسان از جنس این سه فلز را به طور کامل به یکدیگر جوش دهیم و دمای آن‌ها را بالا ببریم، چه تعداد از شکل‌های زیر وضعیت نهایی میله‌ها را به درستی نشان می‌دهد؟ (ضریب انبساط طولی میله‌ها را مقداری ثابت در نظر بگیرید.)

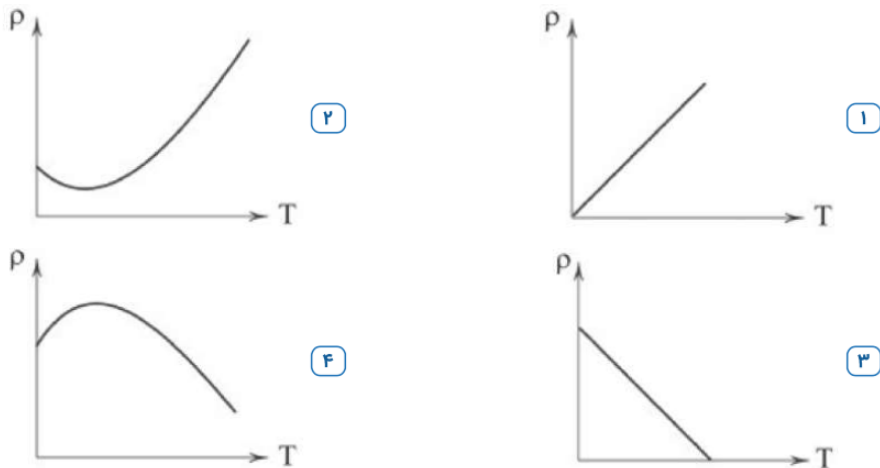


- ۱ ( )      ۲ ( )      ۳ ( )      ۴ ( )

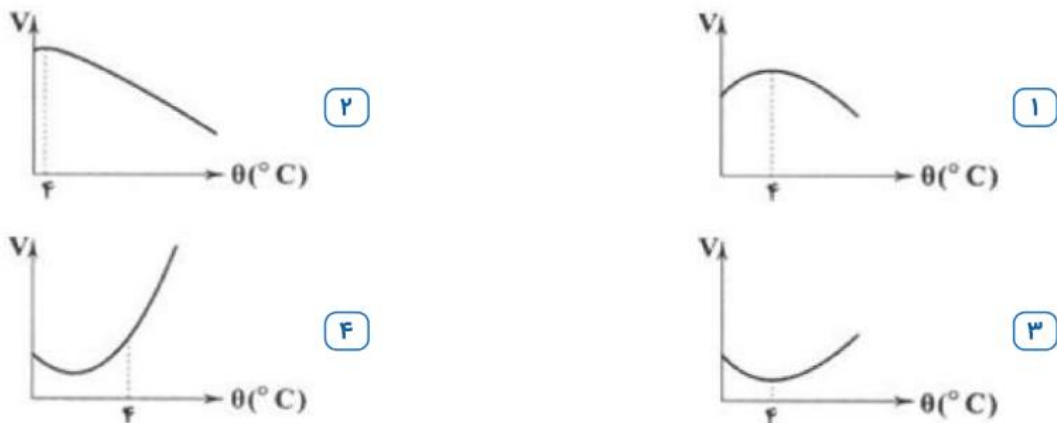
۲۳ دمای مقداری آب را از  $F^{\circ} 41$  به  $F^{\circ} 50$  می‌رسانیم. در این حالت چگالی آب چگونه تغییر می‌کند؟

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

۲۴ کدامیک از نمودارهای زیر، چگالی آب را برحسب دما به درستی نشان می‌دهد؟



۲۵ نمودار تغییرات حجم آب خالص بر حسب دما، مشابه کدامیک از نمودارهای زیر است؟





## 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.

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

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

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

$$Q = Mc\Delta\theta$$

$$Q = ML_f$$

$$Q = ML_v$$

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 می شوند.

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

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

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

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



### چند تعریف مهم:

**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 به مایع را چگالش و بخار به مایع یا میعان مینامیم.

حال امکان دارد که تغییر حالت از جامد به بخار و وارون آن از بخار به جامد نیز به طور 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 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 خمیری شکل 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 به طور 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:** برای افزایش دمای یکسان، کدام یک از گوی‌های زیر به گرمای بیش تری نیاز دارد؟

(گرما ویژه مس ۴۰۰ و گرمای ویژه آلومینیوم ۹۰۰ واحد SI است)

(۱) گوی مسی ۱۰۰ گرمی

(۲) گوی مسی ۲۰۰ گرمی

(۳) گوی آلومینیومی ۱۰۰ گرمی

(۴) گوی آلومینیومی ۲۰۰ گرمی

هرکی که mc بزرگتری داشته باشه! یعنی با ظرفیت تر باشه!! پاسخ گزینه ۴



## تست: چند مورد از موارد زیر نادرست است؟

یک مورد دو مورد 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.

و: آب به عنوان خنک کننده موتور اتومبیلها کاربرد دارد زیرا ظرفیت گرمایی ویژه بالایی دارد یعنی آب به راحتی گرم

نمیشود و هم مایع در دسترس و نسبتاً ارزانی است.

گزینه ۲ موارد ب و ه غلط هستند، زیرا در تبخیر سطحی دمای مایع کاهش می‌یابد و همینطور گرمای ویژه به جنس

جسم بستگی دارد

**یادآوری:** برای محاسبه گرما از کالری به ژول، تبدیل واحد زیر را از دبستان! به یاد داشته باشید!

$$\text{ژول} \xrightarrow{\times 4.2} \text{کالری}$$

**قرارداد:** بچه‌ها از الان به بعد در جزوه من اگر در خصوص آب و یخ به گرمای ویژه آب و یخ و گرمای نهان ویژه تبخیر و

گرمای نهان ویژه ذوب احتیاج داشتید از اعداد زیر استفاده کنید ولی در کنکور و در مدرسه طراحان اعداد مربوطه را به

شما میدهند! (به گرم و کیلوگرم‌ها هم دقت کن!)

$$C_{\text{آب}} = 4200 \frac{J}{Kg \cdot K} \qquad C_{\text{آب}} = 1 k \frac{cal}{g \cdot c}$$

$$C_{\text{یخ}} = 2100 \frac{J}{Kg \cdot c} \qquad C_{\text{یخ}} = 0.5 k \frac{cal}{g \cdot c}$$

$$L_f = 336000 \frac{J}{Kg \cdot K} \qquad L_f = 80 k \frac{cal}{g \cdot c}$$

$$L_f = 2226800 \simeq 2227000 \frac{J}{Kg \cdot K} \qquad L_f = 540 k \frac{cal}{g \cdot c}$$



**تست:** چند ژول گرما لازم است تا  $10\text{kg}$  یخ  $30^\circ\text{C}$  را به  $10\text{kg}$  بخار آب  $100^\circ\text{C}$  تبدیل کنیم؟

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

راه اول: ژولی و کیلوگرمی!

راه دوم: کالری و گرمی کالرایبی!

$$Q_{\text{کالری}} = 10000(0.5)(30) + 10000(80) + 10000(1)(100) + 10000(540) = 7350000 \text{ کالری}$$

$$7350000 \text{ کالری} \times 4.2 = 30870000 \text{ j}$$

چرا با بالایی یکی نشد؟ به خاطر  $L_f$ ! ما در بخش اول  $L_f = 2227000$  گرفتیم اگه  $L_f = 2226800$  می گرفتیم جوابها یکی میشد!!!!

**تست:** چند ژول گرما  $10\text{kg}$  بخار آب  $100^\circ\text{C}$  را از دست بدهد تا به  $10\text{kg}$  یخ  $30^\circ\text{C}$  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 پائین پرتاب می کنیم. اگر در اثر اصطکاک و برخورد  $80$  درصد از انرژی اولیه گلوله به گرما تبدیل شود دمای این گلوله بر حسب **کلوین** چند درجه افزایش می یابد؟ ( $C=100$  گلوله)

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



### ترکیب فرمول توان و بازده با گرما

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

**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 پارچ آب  $50^\circ\text{C}$  را درون یخچالی با توان ثابت P 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 صرف‌نظر کنید.)

۴۸۰ (۱)                      ۷۸۰ (۲)

۸۹۰ (۳)                      ۵۲۰ (۴)

چون توان یخچال ثابت است پس داریم:

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

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

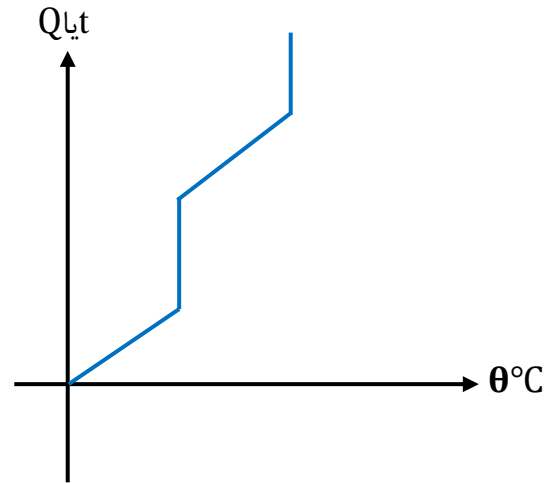
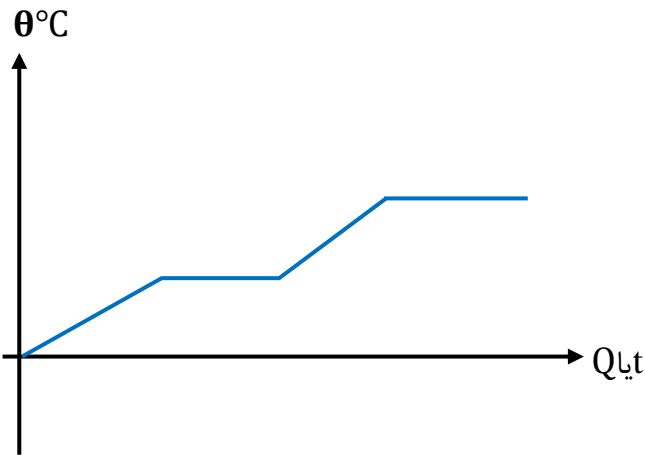
t=780



## تحلیل نمودارهای دما-زمان و دما-گرما

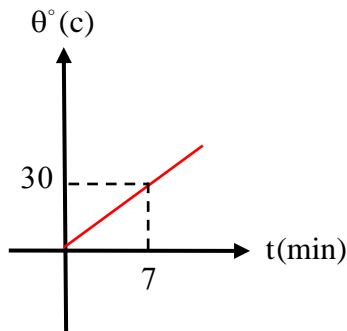
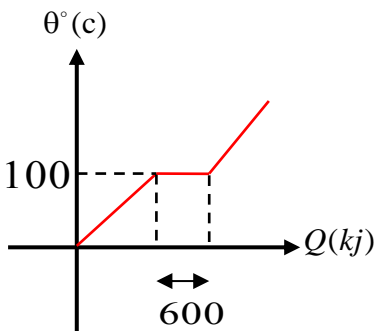
در نمودار  $Q - \theta$  شیب نمودار ظرفیت گرمایی (A) و در نمودار  $\theta - Q$  با محاسبه شیب معکوس A را میتوانیم محاسبه کنیم.

همچنین در نمودارها در جاهایی که دما ثابت است و عوض نشده از فرمول های  $Q = mL_f$  و  $Q = mL_v$  باید استفاده کنیم و جاهایی که دما تغییر میکند از فرمول  $Q = mc\Delta\theta$  استفاده میکنیم



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

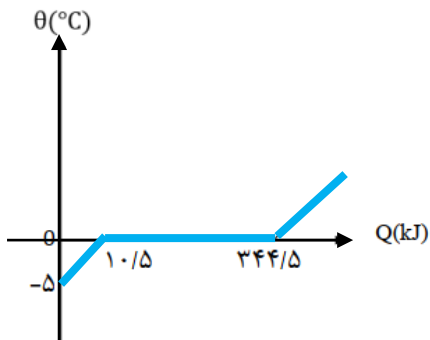
(فرض کنید انرژی مصرفی فقط صرف گرم کردن آب شود.)  $(C = 4200 \frac{J}{kg \cdot ^\circ C})$  و  $L_v = 3000000 \text{ SI}$



- |          |          |
|----------|----------|
| 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؟



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

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

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

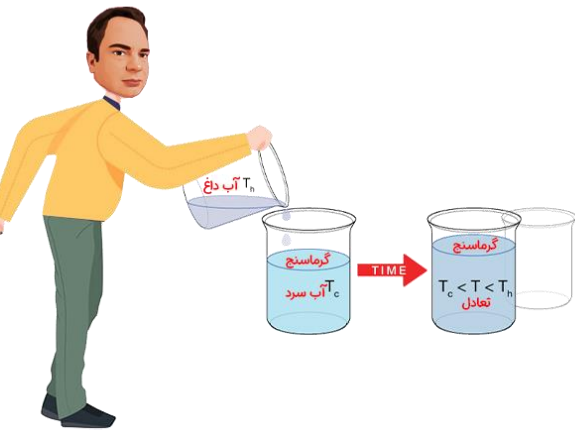
$$R_a \times P = \frac{mc\Delta\theta + mL_f}{t}$$

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



## 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 با هم جمع کنید و مساوی صفر قرار دهید.



$$Q_1 + Q_2 + Q_3 + \dots + Q_{\text{تلف شده}} = 0 \quad \Longrightarrow \quad \text{فرمول اصلی تعادل}$$

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

$$\theta_e = \frac{m_1 c_1 \theta_1 + m_2 c_2 \theta_2 + \dots + Q_{\text{تلف شده}}}{m_1 c_1 + m_2 c_2 + \dots}$$

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؟

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

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

راه تستی:

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

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

$$555 \quad (4) \quad 280 \quad (3) \quad 2234 \quad (2) \quad 300 \quad (1)$$

جمع  $Q$  ها را برابر صفر قرار میدهیم راستی گرمای تلف هم داریم که جمع کردیم!!

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

$$m = 2/8 \quad 280\text{g}$$



**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.

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 نداده‌اند 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  $100^\circ$  درجه را با  $10$  گرم یخ  $-30$  مخلوط میکنیم، اگر دمای تعادل در پایان،  $+20$  شود، مقدار  $m$  تقریباً چه قدر بوده است؟

۱۰/۲ (۴)

۱۷/۷ (۳)

۱۶ (۲)

۱۳/۵ (۱)

**تست:**  $m$  گرم آب  $100^\circ$  را با  $10g$  یخ  $-30^\circ$  درجه مخلوط می کنیم. اگر در پایان ،  $3g$  یخ بصورت ذوب نشده در ظرف باقی بماند مقدار  $m$  تقریباً چند، گرم بوده است؟

۳۶ (۴)

۳ (۳)

۱۴ (۲)

۶/۹ (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؟  $(L_F = 3/36 \times 10^5 \frac{J}{kg})$

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

(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

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

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

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

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

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

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

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

(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 می‌کنیم. 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 می‌شود و ۱۷ کیلوگرم آب در ظرف وجود دارد.
- (۲) تمام آب یخ می‌زند و ۱۷ کیلوگرم یخ در ظرف باقی می‌ماند.
- (۳) دمای تعادل مجموعه صفر می‌گردد و حجم آب باقی مانده ۱۴ کیلوگرم می‌شود.
- (۴) دمای تعادل مجموعه صفر می‌شود و حجم یخ باقی مانده ۵ کیلوگرم می‌شود.

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

گزینه ۳

**تست مهم:** درون ظرفی مقدار ۲۴۸۰ گرم آب صفر درجه سانتیگراد قرار دارد. اگر بر اثر تبخیر سطحی مقداری از آب بخار شده و بقیه ی و بقیه یخ ببندد، جرم آب یخ زده چند گرم است؟

$$(L_f = 80 \quad L_v = 560)$$

$$310(4) \quad 1550(3) \quad 2170(2) \quad 2480(1)$$

$$m_v L_v = m_f L_f \Rightarrow m_v \times 560 = (m - m_v) \times 80$$

$$\Rightarrow m_f = 2170g$$

**تست:** مقداری یخ صفر درجه‌ی سلسیوس را با همان مقدار آب ۳۰°C مخلوط می‌کنیم. اگر گرمای نهان

ذوب یخ  $80 \frac{cal}{g}$  و گرمای ویژه‌ی آب  $1 \frac{cal}{g \cdot c}$  باشد، پس از برقراری تعادل حرارتی، ... (آزمون قلمچی)

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

(۳)  $\frac{11}{8}$  جرم اولیه‌ی یخ، آب در ظرف وجود خواهد داشت. (۴)  $\frac{1}{2}$  جرم یخ، آب می‌شود.

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

$$Q_F = mL_F = 80m$$

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

$$m = (336000 + 420 \times 100) / 0.18 \times 2268 \times 103$$

$$\rightarrow m = 0.54kg = 540g$$



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

- ۳۵ (۱)      ۴۰ (۲)      ۴۵ (۳)      ۵۰ (۴)

کالری ایییییی میریم!

$$mc\Delta\theta + mc\Delta\theta + mL_v = 0$$

$$590(1)(40) = m(1)(100 - 50) + m(540) = 0$$

$$m = 40$$

**تست:** اگر ۲ گرم بخار آب ۱۰۰ درجه را با ۱۵ گرم یخ ۱۰- مخلوط کنیم دمای تعادل تقریباً چه قدر می شود؟

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

کالری ایییییی میریم!

$$Q_{\text{سرمایی}} = mc\Delta\theta + mL_F = 15 \times \frac{1}{2} \times 10 + 15 \times 80 = 1275$$

$$Q_{\text{گرمایی}} = mc\Delta\theta + mL_V = 2 \times 1 \times 100 + 2 \times 540 = 1280$$

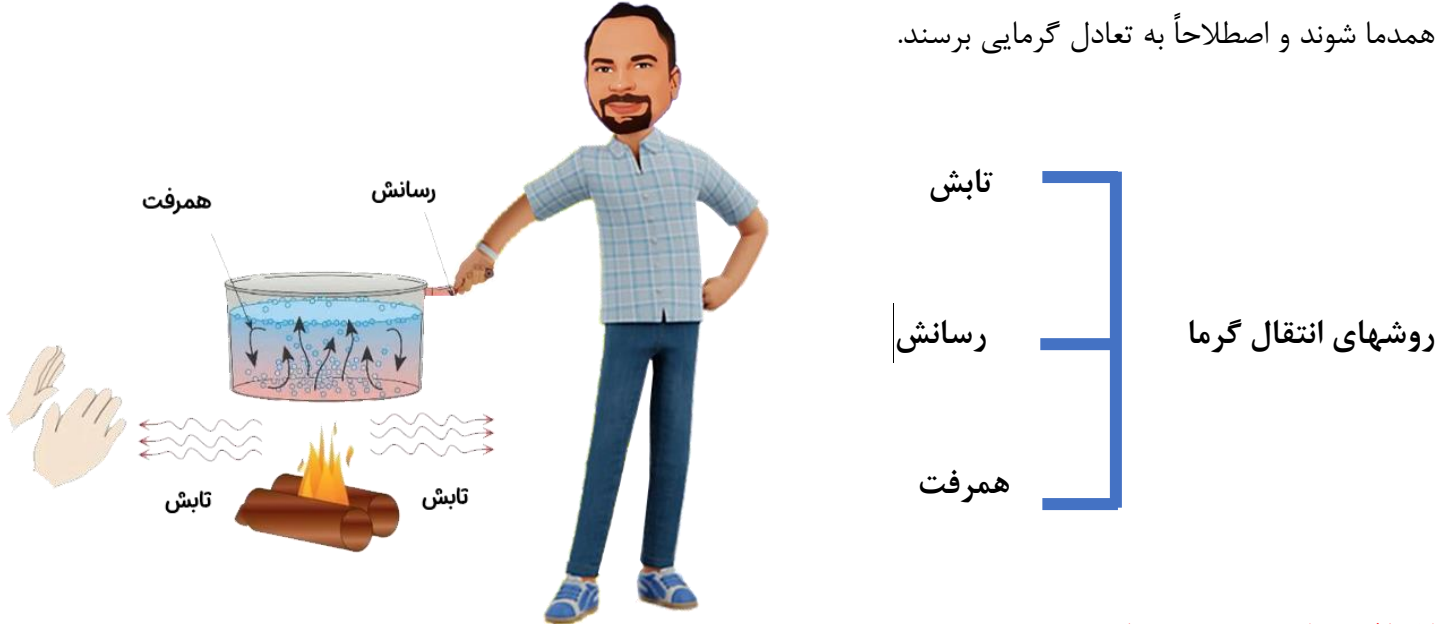
$$5 = (15 + 2) \times 1 \times \theta_e \quad \theta_e \cong 0.29$$



### روش های انتقال گرما

شارش گرما به سه صورت متفاوت انجام میشود که عبارتند 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 همدمای شوند و اصطلاحاً به تعادل گرمایی برسند.



### انتقال حرارت به روش تابش

تابش گرمایی، انرژی منتشرشده به وسیله ماده با موج الکترومغناطیسی است، که شامل همه موادی که دارای دمای بالاتر از صفر مطلق هستند، 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.

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 اندازه گیری دمای اجسام استفاده کرد. به روشهای اندازه گیری دما مبتنی بر تابش گرمایی، تفسنجی و به ابزارهای اندازه گیری 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 اندازه گیری دماهای بالای  $^{\circ}\text{C}$  اهمیت ویژه ای دارد. تفسنج تابشی و تفسنج نوری، تفسنجهایی برای اندازه گیری این دماها هستند و تفسنج نوری به عنوان دماسنج معیار برای اندازه گیری این دماها انتخاب شده است.



تابش گرمایی در پدیده‌های زیستی نیز کاربردهای فراوانی دارد که کتاب درسی شما به دو نمونه از آنها اشاره کرده است:

**مورد اول** در خصوص نوعی از مارهای زنگی است که اندامهایی حفره‌ای بر روی پوزه خود دارند که نسبت به تابش فرسرخ حساس اند و این مارها اغلب در سیاهی شب شکار میکنند.

در واقع اندامهای حفره‌ای به آنها کمک میکند که طعمه‌های خونگرم خود را به واسطه تابش فرسرخشان در تاریکی و سرمای شب مشاهده کنند که به این مورد شکار تابش فرسرخ میگویند.

**مورد دوم** یک گیاه به نام کلم اسکانک است، که گیاهی است که میتواند دمایش را تا بیشتر از دمای محیط بالا ببرد. این نوع کلم به خاطر بالا رفتن دمایش، انرژی خود را از طریق تابش فرسرخ از دست میدهد و میتواند برف اطرافش را در زمستان آب کند

### تست: چند مورد از موارد زیر درست است؟

- (۱) سه مورد (۲) ۴ مورد (۳) ۵ مورد (۴) همه موارد صحیح است

(الف) در دماهای معمولی (کمتر از ۵۰۰ درجه سانتیگراد)، بیشتر تابش گسیل شده از سطح اجسام در ناحیه فرسرخ قرار دارد.

(ب) یک جسم جامد، فقط در دمای کمتر از ۵۰۰ درجه سانتیگراد تابش گرمایی دارد

(پ) یک گیاه به نام کلم اسکانک میتواند دمایش را تا بیشتر از دمای محیط بالا ببرد. این نوع کلم به خاطر بالا رفتن دمایش، انرژی خود را از طریق تابش فرسرخ از دست میدهد و میتواند برف اطرافش را در زمستان آب کند

(ج) سطوح صاف و درخشان با رنگهای روشن تابش گرمایی کمتری دارند، در حالی که تابش گرمایی سطوح تیره ناصاف و مات بیشتر است

(د) نوعی از مارهای زنگی وجود دارند که که اندامهایی حفره‌ای بر روی پوزه خود دارند که نسبت به تابش فرسرخ حساس اند اندامهای حفره‌ای به آنها کمک میکند که طعمه‌های خونگرم خود را به واسطه تابش فرسرخشان در تاریکی و سرمای شب مشاهده کنند که به این مورد شکار تابش فرسرخ میگویند.

(ه) برای آشکارسازی تابشهای فرسرخ از ابزاری موسوم به دمانگار استفاده میکنیم و به تصویر به دست آمده از آن دمانگاشت میگوییم.

پاسخ گزینه ۳ (زیرا قسمت ب غلط است)



## انتقال حرارت به روش رسانش

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

البته دقت کنید که رسانش گرمایی فقط برای جامدات فلزی نیست و در واقع هم در فلزات (مانند آهن و مس و...) و هم غیر فلزات (مانند شیشه و چوب) وجود دارد .

**در اجسام غیر فلز**، به دلیل ارتعاش اتمها و گسترش این ارتعاشها رسانش گرمایی به وجود می آید اما به دلیل نبودن الکترونهاي آزاد، این اجسام رساناهای گرمایی خوبی نیستند. به همین دلیل از برخی از این مواد در دیوارها و سقف بناها استفاده میکنند تا حتیالامکان از خروج گرما در زمستان و ورود آن در تابستان جلوگیری کنند.

**در فلزات** افزون بر ارتعاشهای اتمی، الکترونهاي آزاد نیز در انتقال گرما نقش دارند. بنابراین، نسبت به سایر اجسام، رساناهای گرمایی بسیار بهتری هستند. درواقع چون الکترونها بسیار کوچکاند و به سرعت حرکت میکنند با برخورد با سایر الکترونها و اتمها سبب رسانش گرما میشوند بنابراین، در رساناهای فلزی سهم الکترونهاي آزاد در رسانش گرما بیشتر از اتمهاست!!

### تست: چند مورد در مورد انتقال گرما از طریق رسانش درست است؟

(۱) یک مورد      (۲) دومورد      (۳) سه مورد      (۴) چهار مورد

(الف) در فلزات افزون بر ارتعاشهای اتمی، الکترونهاي آزاد نیز در انتقال گرما نقش دارند

(ب) در اجسام غیر فلز، فقط ارتعاش اتمها و گسترش این ارتعاشها باعث رسانش گرمایی میشود.

(ج) به طور عمده انتقال گرما از مرکز خورشید به سطح آن از طریق رسانش صورت می گیرد

(د) وقتی جسمی جامد گرم می شود میانگین سرعت مولکول هایش به شدت افزایش می یابد و مولکول ها با انرژی با به مولکول های نزدیک به خود برخورد می کند و آنها را نیز به حرکت در می آورد ، بدین ترتیب انرژی گرمایی در اجسام جامد انتقال می یابد

گزینه ۳ (مورد ج غلط است)



## انتقال حرارت به روش همرفت

انتقال گرما در مایعات و گازها که معمولاً رساناهای گرمایی خوبی نیستند عمدتاً به روش همرفت، یعنی همراه با جابه‌جایی بخشی از خود ماده، انجام می‌گیرد

دقت کنید که مهمترین عامل در همرفت تغییر چگالی می باشد، هوای گرم حجم بیشتر و چگالی کمتری دارد به سمت بالا می رود و هوای سرد چون حجم کمتر و چگالی بیشتری دارد در پایین جایگزین آن می شود .

به این ترتیب انرژی گرمایی از یک نقطه به نقطه دیگر منتقل شده و همرفت هم میتواند به صورت طبیعی یا واداشته انجام گردد.

توجه کنید که روش همرفت فقط در مایعات و گازها انجام می گیرد همچنین در روش همرفت به محیط مادی نیاز داریم ، و ماده منتقل می شود.

گرم شدن هوای داخل اتاق بوسیله بخاری و رادیاتور شوفاژ، گرم شدن آب درون قابلمه ، جریان های باد ساحلی و انتقال گرما از مرکز خورشید به سطح آن نمونه هایی از همرفت طبیعی هستند.

اما نوع دیگری از همرفت وجود دارد که خود به خود و طبیعی نیست که به آن همرفت واداشته میگویند.

در همرفت واداشته ، گاز یا مایع (شاره) به کمک یک تلمبه(طبیعی یا مصنوعی) به حرکت واداشته می شود تا با این حرکت، انتقال گرما صورت پذیرد. سیستم گرم کننده مرکزی در ساختمانها ، سیستم خنک کننده موتور اتومبیل و دستگاه گردش خون در بدن جانوران خون گرم نمونه همرفت واداشته است.

جالب است بدانید که نسیم کنار دریاها نیز از همرفت تاثیر میپذیرند و در واقع .....

**در روز** زمین ساحل گرمتر از آب دریا است و پدیده همرفت موجب نسیمی از سوی دریا به سمت ساحل می شود

**در شب** زمین ساحل سرد تر از آب دریا است و پدیده همرفت موجب نسیمی از سوی ساحل به سمت دریا می شود

(شبیه همون اتفاقی که در شوفاژ رخ میدهد!)



**تست:** چند مورد از موارد زیر غلط است؟

- صفر مورد      یک مورد      دو مورد      سه مورد
- (الف) در رسانش گرمایی فلزات، در رسانش گرمایی فلزات علاوه بر ارتعاش اتم ها، حرکت الکترون های آزاد نیز نقش مهمی در رسانش دارند.
- (ب) روش همرفت در انتقال گرما، بر اثر کاهش چگالی شاره در اثر افزایش دما صورت می گیرد.
- (ج) انتقال گرما از مرکز خورشید به سطح آن از طریق همرفت صورت می گیرد.
- (د) کلم اسکانک می تواند دمایش را بالاتر از دمای محیط ببرد.
- (ج) انتقال گرما در گازها و مایعات عمدتاً به روش همرفت انجام می گیرد.
- (د) در رساناهای فلزی سهم الکترون های آزاد در رسانش گرمایی بیشتر از اتم ها است.
- (و) گرم و سرد شدن بخش های مختلف بدن جانوران خونگرم بر اثر گردش خون، مثالی از همرفت واداشته است.
- (ه) تابش گرمایی سطوح تیره بیش تر از سطوح روشن است.

پاسخ: همه موارد صحیح است      گزینه ۱

**تست:** کدام یک از گزینه های زیر، نمونه ای از انتقال گرما به روش همرفت واداشته است؟

- 1) گرم شدن هوای داخل اتاق به وسیله ی رادیاتور شوفاژ
  - 2) گرم شدن آب داخل قابلمه
  - 3) گرم و سرد شدن بخش های مختلف بدن بر اثر گردش جریان خون
  - 4) جریان های باد ساحلی
- گزینه ۳

## Home work 3

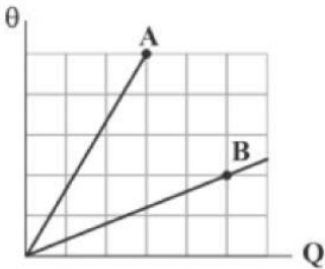
۱ یک گلوله‌ی فلزی به جرم ۵۰ گرم با سرعت افقی  $200 \frac{m}{s}$  به یک قطعه چوب برخورد می‌کند و درون آن متوقف می‌شود. اگر ۶۰ درصد انرژی جنبشی گلوله صرف گرم کردن خودش شود، دمای گلوله چند درجه‌ی سلسیوس افزایش می‌یابد؟ (گرمای ویژه‌ی فلز  $400 \frac{J}{kg \cdot K}$  است.)

- ۱۰ (۱)      ۲۰ (۲)      ۳۰ (۳)      ۶۰ (۴)

۲ جرم جسم A، ۲ برابر جرم جسم B و ظرفیت گرمایی آن ۳ برابر ظرفیت گرمایی جسم B است. به جسم B چند برابر جسم A باید گرما دهیم، تا دمای هر دو به یک اندازه افزایش یابد؟

- $\frac{2}{3}$  (۱)       $\frac{1}{6}$  (۲)       $\frac{1}{2}$  (۳)       $\frac{1}{3}$  (۴)

۳ نمودار تغییرات دمای دو کره‌ی توپر A و B برحسب گرمای داده‌شده به آن‌ها مطابق شکل است. اگر چگالی کره‌ی A، ۲۰ درصد کمتر از چگالی کره‌ی B باشد و گرمای ویژه‌ی B، ۷۰ درصد کمتر از گرمای ویژه‌ی A باشد، حجم کره‌ی B چند برابر حجم کره‌ی A است؟



- $\frac{9}{100}$  (۱)       $\frac{100}{9}$  (۲)       $\frac{10}{3}$  (۳)       $\frac{3}{10}$  (۴)

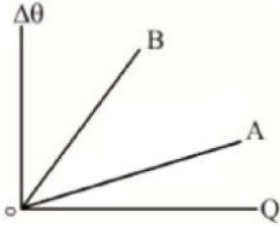
۴ دو گوی A و B هم‌جنس در اختیار داریم که قطر ظاهری هر دو گوی برابر d و یکی از آن‌ها توپر و دیگری توخالی است. اگر به هر دو گوی گرمای یکسانی بدهیم، افزایش دمای گوی B،  $\frac{7}{8}$  افزایش دمای گوی A است، در این صورت گوی ..... توخالی بوده و قطر داخلی آن ..... است.

- گوی B -  $\frac{d}{2}$  (۱)      گوی B -  $\frac{d}{4}$  (۲)      گوی A -  $\frac{d}{2}$  (۳)      گوی A -  $\frac{d}{4}$  (۴)



۵ نمودار تغییرات دما برحسب گرمای داده شده به دو جسم A و B به صورت مقابل است. شیب خط A،  $\frac{2}{5}$  برابر شیب خط B است. اگر گرمای داده شده به جسم A، ۲ برابر گرمای داده شده بر جسم B باشد،

نسبت  $\frac{\Delta\theta_A}{\Delta\theta_B}$  کدام است؟



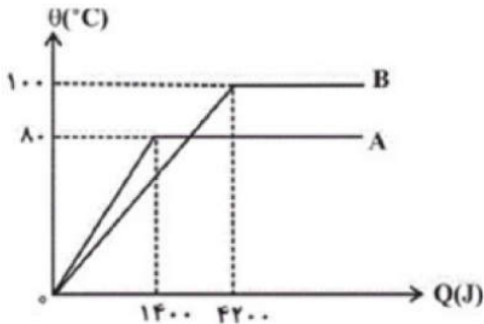
$\frac{1}{5}$  (۴)

$\frac{4}{5}$  (۳)

۱ (۲)

$\frac{5}{4}$  (۱)

۶ نمودار شکل زیر، مربوط به تغییرات دما برحسب گرمای داده شده به دو مایع هم جرم A و B است. گرمای ویژه مایع A چند برابر گرمای ویژه مایع B است؟



۱ (۴)

$\frac{4}{5}$  (۳)

$\frac{5}{12}$  (۲)

$\frac{1}{3}$  (۱)

۷ اگر جرم جسمی را نصف کنیم، به ترتیب از راست به چپ، گرمای ویژه و گرمای ویژه مولی آن چند برابر می‌شوند؟

$\frac{1}{2} - \frac{1}{2}$  (۴)

$2 - \frac{1}{2}$  (۳)

$\frac{1}{2} - 2$  (۲)

۱ - ۱ (۱)

۸ یک گرم‌کن ۵۰۰ واتی در مدت ۳ دقیقه، دمای ۴۰۰ گرم آب را همراه با ظرف آن از  $20^\circ C$  به  $60^\circ C$  می‌رساند. با فرض آنکه ۲۰ درصد گرمای تولیدشده توسط دستگاه از ظرف خارج شود، ظرفیت گرمایی

ظرف، چند ژول بر کلوین است؟  $\left( c_{\text{آب}} = 4200 \frac{J}{kg \cdot K} \right)$

۵۶۰ (۴)

۱۲۰ (۳)

۱۶۰ (۲)

۴۸۰ (۱)



۹ با گرمای حاصل از تبدیل ۱۰ گرم بخار آب  $100^{\circ}C$  به آب  $0^{\circ}C$  در فشار یک اتمسفر، حداکثر می‌توان چند گرم یخ  $0^{\circ}C$  را ذوب کرد؟ (از اتلاف گرما صرف‌نظر کنید،  $L_V = 2268 \frac{kJ}{kg}$ ،  $L_F = 336 \frac{kJ}{kg}$  و

$$c_{\text{آب}} = 4/2 \frac{kJ}{kg \cdot ^{\circ}C}$$

- ۱) ۵۰      ۲) ۸۰      ۳) ۰/۰۶      ۴) ۰/۰۹

۱۰ برای آن‌که ۲۰۰ گرم یخ  $30^{\circ}C$  - را به آب  $50^{\circ}C$  تبدیل کنیم. چند کیلوژول گرما باید به آن دهیم؟ (گرمای ویژه‌ی آب و یخ به ترتیب  $4200 \frac{J}{kg \cdot ^{\circ}C}$  و  $2100 \frac{J}{kg \cdot ^{\circ}C}$  و گرمای نهان ذوب یخ

$$L_f = 336 \frac{kJ}{kg} \text{ است.})$$

- ۱) ۸۴/۶      ۲) ۲۱۸/۲      ۳) ۵۶/۳      ۴) ۱۲۱/۸

۱۱ به دو جسم  $A$  و  $B$  مقدار یکسانی گرما می‌دهیم. دمای جسم  $A$  بیش از دمای جسم  $B$  افزایش می‌یابد. در این صورت الزاماً.....

۱) گرمای ویژه‌ی جسم  $A$  از گرمای ویژه‌ی جسم  $B$  بیشتر است.

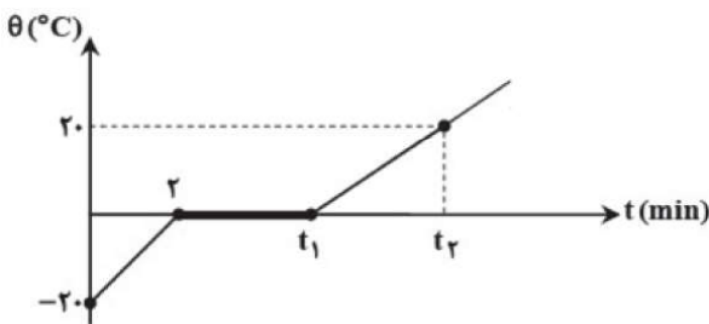
۲) جرم جسم  $A$  از جرم جسم  $B$  کمتر است.

۳) ظرفیت گرمایی جسم  $A$  از ظرفیت گرمایی جسم  $B$  کمتر است.

۴) گرمای ویژه‌ی جسم  $B$  از گرمای ویژه‌ی جسم  $A$  بیشتر است.

۱۲ اگر با توان ثابت به مقداری یخ  $20^{\circ}C$  - گرما بدهیم، نمودار دما بر حسب زمان به صورت مقابل خواهد بود. زمان‌های  $t_1$  و  $t_2$  بر حسب دقیقه کدام هستند؟

$$(c_{\text{آب}} = 2c_{\text{یخ}} \text{ و } \frac{L_f}{c_{\text{آب}}} = 80^{\circ}C)$$



۲)  $t_1 = 16 \text{ min}, t_2 = 20 \text{ min}$

۱)  $t_1 = 18 \text{ min}, t_2 = 22 \text{ min}$

۴)  $t_1 = 16 \text{ min}, t_2 = 22 \text{ min}$

۳)  $t_1 = 18 \text{ min}, t_2 = 20 \text{ min}$



۱۳ درون گرماسنجی با ظرفیت گرمایی  $\frac{J}{C}$   $150$  مقدار  $5/0$  kg آب با دمای  $10^{\circ}C$  وجود دارد. یک قطعه مس به جرم  $6/0$  kg و دمای  $120^{\circ}C$  را وارد گرماسنج می‌کنیم. اگر در این حالت دمای تعادل مجموعه

$$20^{\circ}C \text{ شود، گرمای ویژه مس چند } \frac{J}{\text{kg} \cdot ^{\circ}C} \text{ است؟ } \left( c_{\text{آب}} = 4200 \frac{J}{\text{kg} \cdot ^{\circ}C} \right)$$

- ۱) ۳۶۰      ۲) ۴۰۰      ۳) ۴۵۰      ۴) ۳۷۵

۱۴ یک گرمکن برقی، در مدت ۲۴s، دمای  $60g$  از مایعی را از  $30^{\circ}C$  به  $50^{\circ}C$  می‌رساند. اگر توان این

گرمکن  $300W$  و گرمای ویژه مایع  $1500 \frac{J}{\text{kg} \cdot K}$  باشد، چند درصد گرمای تولیدی توسط مایع جذب شده است؟

- ۱) ۱۲      ۲) ۲۵      ۳) ۷۵      ۴) ۸۴

۱۵ چند لیتر آب  $50^{\circ}C$  را با چند لیتر آب  $20^{\circ}C$  مخلوط کنیم تا  $60$  لیتر آب  $30^{\circ}C$  به دست آوریم؟

$$\left( \rho_{\text{آب}} = 1 \frac{g}{\text{cm}^3} \right)$$

- ۱) ۲۰ و ۴۰      ۲) ۱۰ و ۵۰      ۳) ۲۵ و ۳۵      ۴) ۳۰ و ۳۰

۱۶  $m_1$  گرم آب با دمای  $20^{\circ}C$  را با  $m_2$  گرم آب با دمای  $60^{\circ}C$  مخلوط می‌کنیم. اگر به مجموعه  $840J$  گرما دهیم،  $100g$  آب با دمای  $50^{\circ}C$  خواهیم داشت. با صرف نظر از اتلاف انرژی، دمای تعادل مخلوطی

از  $2m_1$  گرم آب با دمای  $10^{\circ}C$  و  $m_2$  گرم آب با دمای  $20^{\circ}C$  چند درجه سلسیوس می‌شود؟

$$\left( c_{\text{آب}} = 4/2 \frac{J}{g \cdot K} \right)$$

- ۱) ۲۰      ۲) ۱۷      ۳)  $\frac{13}{200}$       ۴)  $\frac{200}{13}$

۱۷  $80$  گرم آب با دمای  $15^{\circ}C$  را با  $20$  گرم آب با دمای  $45^{\circ}C$  مخلوط می‌کنیم. پس از برقراری تعادل

گرمایی، گرمکنی الکتریکی با توان  $120W$  را داخل مجموعه قرار می‌دهیم. اگر از اتلاف انرژی صرف نظر

شود، چند ثانیه زمان نیاز است تا دمای مجموعه به  $81^{\circ}C$  برسد؟  $\left( c_{\text{آب}} = 4200 \frac{J}{\text{kg} \cdot ^{\circ}C} \right)$

- ۱) ۲۰۰      ۲) ۲۱۰      ۳) ۲۲۰      ۴) ۲۴۰



۱۸)  $m$  کیلوگرم یخ با دمای  $-20^{\circ}C$  را درون  $2\text{ kg}$  آب با دمای  $60^{\circ}C$  می‌اندازیم. اگر دمای تعادل برابر صفر درجه‌ی سلسیوس شود، بر حسب کیلوگرم در کدام محدوده قرار دارد؟  
 $(L_F = 336000 \frac{J}{kg}$  و  $c_{\text{یخ}} = 2100 \frac{J}{kg \cdot K}$ ,  $c_{\text{آب}} = 4200 \frac{J}{kg \cdot K}$ )  
 آب صورت گرفته است.)

- ۱)  $\frac{4}{3} \leq m \leq 28$       ۲)  $\frac{2}{3} \leq m \leq 28$       ۳)  $\frac{4}{3} \leq m \leq 22$       ۴)  $\frac{2}{3} \leq m \leq 22$

۱۹) چند گرم آب با دمای  $30^{\circ}C$  را با  $300\text{ g}$  یخ با دمای  $-20^{\circ}C$  مخلوط کنیم تا پس از برقراری تعادل گرمایی، ۷۵ درصد از جرم مخلوط، یخ ذوب نشده باشد؟  
 $(L_F = 336 \frac{kJ}{kg}$ ,  $c_{\text{آب}} = 2c_{\text{یخ}} = 4/2 \frac{kJ}{kg \cdot ^{\circ}C}$ )

- ۱) ۱۰۰      ۲) ۷۵      ۳) ۵۰      ۴) ۲۵

۲۰) یک سماور برقی، دمای مقدار معینی آب را در مدت‌زمان ۶ دقیقه از  $40^{\circ}C$  به  $100^{\circ}C$  (نقطه‌ی جوش) می‌رساند. با فرض ثابت بودن توان گرمادهی سماور، چند دقیقه‌ی دیگر طول خواهد کشید تا تمام آب بخار شود؟

$$(L_V = 2268 \frac{J}{g}, c_{\text{آب}} = 4/2 \frac{J}{g \cdot K})$$

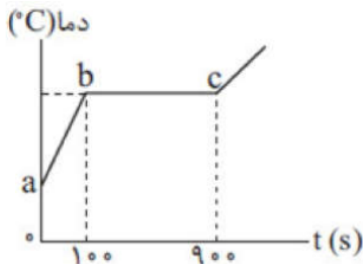
- ۱) ۳۶      ۲) ۵۴      ۳) ۸۶      ۴) ۹۸

۲۱) ۱۰۰ گرم یخ با دمای  $(-20)^{\circ}C$  و ۴۰ گرم آب با دمای  $10^{\circ}C$  را با هم مخلوط می‌کنیم. در این صورت، پس از برقراری تعادل، جرم آب داخل ظرف چند گرم خواهد شد؟

$$(L_F = 336 \frac{J}{g}, c_{\text{آب}} = 4/2 \frac{J}{g \cdot K}, c_{\text{یخ}} = 2/1 \frac{J}{g \cdot K})$$

- ۱) ۴۷/۵      ۲) ۵۷/۵      ۳) ۲۲/۵      ۴) ۳۲/۵

۲۲) به مقدار معینی از یک جسم جامد توسط یک گرمکن با توان ثابت گرما می‌دهیم. منحنی تغییرات دمای این جسم با زمان مطابق شکل مقابل است. با توجه به این نمودار، چند ثانیه پس از شروع گرما دادن به جسم، ۲۵ درصد آن ذوب شده است؟



- ۱) ۱۲۵      ۲) ۲۰۰      ۳) ۲۲۵      ۴) ۳۰۰



۲۳) توان ورودی یک گرمکن الکتریکی  $2 \text{ kW}$  است. اگر بازده این گرمکن برابر با  $80\%$  درصد باشد، در مدت  $7$  ساعت چند کیلوگرم یخ صفر درجه سلسیوس را به آب با دمای  $40^\circ \text{C}$  تبدیل می‌کند؟

$$\left( c_{\text{آب}} = 4200 \frac{\text{J}}{\text{kgC}}, L_F = 336 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \right)$$

- ۸ (۱)      ۴ (۲)      ۴۰ (۳)      ۸۰ (۴)

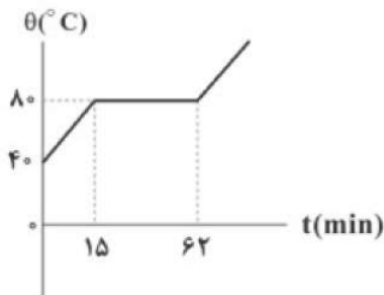
۲۴)  $120 \text{ g}$  بخار آب با دمای  $100^\circ \text{C}$  در فشار یک اتمسفر را درون  $2/4 \text{ kg}$  آب با دمای  $52^\circ \text{C}$  وارد می‌کنیم. دمای تعادل چند درجه سلسیوس می‌شود؟  $(c_{\text{آب}} = 4200 \text{ J/kg}\cdot^\circ\text{C})$  و  $L_V = 540 \text{ cal}$  و مبادله‌ی گرما فقط بین آب و بخار صورت می‌گیرد.)

- ۶۰ (۱)      ۸۰ (۲)      ۹۰ (۳)      ۱۰۰ (۴)

۲۵)  $1 \text{ kg}$  یخ  $10^\circ \text{C}$  را در فشار یک جو در  $5 \text{ kg}$  آب  $20^\circ \text{C}$  می‌اندازیم. پس از برقراری تعادل حرارتی، چه خواهیم داشت؟  $(c_{\text{یخ}} = 2100 \frac{\text{J}}{\text{kg}\cdot^\circ\text{C}}, c_{\text{آب}} = 4200 \frac{\text{J}}{\text{kg}\cdot^\circ\text{C}}, L_F = 336 \frac{\text{J}}{\text{g}})$

- ۱)  $6 \text{ kg}$  یخ  $0^\circ \text{C}$       ۲)  $6 \text{ kg}$  آب  $0^\circ \text{C}$       ۳)  $6 \text{ kg}$  آب  $5^\circ \text{C}$       ۴)  $6 \text{ kg}$  آب  $75^\circ \text{C}$

۲۶) نمودار زیر تغییرات دما برحسب زمان برای جسمی که گرمای ویژه‌ی آن در حالت جامد  $75 \frac{\text{J}}{\text{kg}\cdot\text{K}}$  است و در هر دقیقه  $100$  ژول گرما می‌گیرد، را نشان می‌دهد. گرمای نهان ذوب این جسم چند کیلوژول بر کیلوگرم است؟ (از اتلاف انرژی صرف‌نظر کنید.)



- ۹/۴ (۱)      ۴/۷ (۲)      ۱/۵ (۳)      ۱۲/۴ (۴)

۲۷) فرایندهای تصعید، چگالش و میعان به ترتیب از راست به چپ چه نوع فرایندهایی هستند؟

- ۱) گرماده، گرماگیر، گرماگیر      ۲) گرماده، گرماده، گرماگیر  
۳) گرماگیر، گرماده، گرماگیر      ۴) گرماگیر، گرماده، گرماده



۲۸ کدام عبارت درباره‌ی تبخیر سطحی یک مایع، نادرست است؟

- ۱ تبخیر سطحی مایع در هر دمایی اتفاق می‌افتد.
- ۲ با افزایش فشار محیط بر سطح مایع، آهنگ تبخیر سطحی افزایش می‌یابد.
- ۳ با افزایش دما، آهنگ تبخیر سطحی افزایش می‌یابد.
- ۴ با افزایش سطح آزاد مایع، تبخیر سطحی آن نیز افزایش می‌یابد.

۲۹ یک کیلوگرم یخ صفر درجه‌ی سانتی‌گراد را با یک کیلوگرم آب ۴۰ درجه‌ی سانتی‌گراد مخلوط می‌کنیم. با صرف نظر از اتلاف گرما، حالت نهایی تعادل چگونه است؟ (مقدار  $L_f$ ، ۸۰ برابر  $C$  در نظر گرفته شود).

- ۱ یک کیلوگرم آب و یک کیلوگرم یخ در ظرف باقی می‌ماند.
- ۲ ۱/۵ کیلوگرم آب و ۰/۵ کیلوگرم یخ در ظرف باقی می‌ماند.
- ۳ ۲ کیلوگرم آب صفر درجه‌ی سانتی‌گراد در ظرف باقی می‌ماند.
- ۴ ۲ کیلوگرم آب ۲۰ درجه‌ی سانتی‌گراد در ظرف باقی می‌ماند.

۳۰ یک کیلوگرم آب  $20^\circ C$  را با  $2 \text{ kg}$  یخ صفر درجه‌ی سلسیوس مخلوط می‌کنیم. اگر تبادل گرمایی مخلوط با محیط ناچیز باشد، کدام گزینه درست است؟ (آب  $c_{\text{آب}} = \frac{1}{4} c_{\text{یخ}}$  و  $c_{\text{آب}} = 4200 \frac{J}{\text{kg} \cdot K}$ )

$$(L_f = 336 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}})$$

- ۱ ۱/۵ کیلوگرم یخ  $0^\circ C$  و  $1/5 \text{ kg}$  آب  $0^\circ C$  خواهیم داشت.
- ۲ ۱/۷۵ کیلوگرم یخ  $0^\circ C$  و  $1/25$  کیلوگرم آب  $0^\circ C$  خواهیم داشت.
- ۳ ۳ کیلوگرم آب بین  $0^\circ C$  تا  $20^\circ C$  خواهیم داشت.
- ۴ ۳ کیلوگرم یخ  $0^\circ C$  خواهیم داشت.

۳۱ اگر  $200 \text{ g}$  یخ  $10^\circ C -$  را با  $1 \text{ kg}$  آب  $18^\circ C$  مخلوط کنیم، در نهایت دمای تعادل چند درجه سلسیوس خواهد شد؟

$$\left( c_{\text{یخ}} = 2100 \frac{J}{\text{kg} \cdot ^\circ C}, c_{\text{آب}} = 4200 \frac{J}{\text{kg} \cdot ^\circ C}, L_f = 336 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \right)$$

- ۱ صفر      ۲  $\frac{5}{6}$       ۳  $\frac{1}{2}$       ۴ ۲



**دما:** معیاری است که میزان سردی یا گرمی جسم را نشان میدهد

**گرما:** مقدار انرژی که به دلیل اختلاف دما بین دو جسم مبادله

می شود.

$$K = C^0 + 273$$

$$F = 1.8C + 32$$

سانتی گراد

کلوین

فارنهایت

فرق دما با گرما

واحد های معروف  
دما

تبدیل دما

در دو دماسنج

متفاوت

$$\frac{\text{حد پایین } x}{\text{حد بالا } x} = \frac{\text{حد پایین } y}{\text{حد بالا } y}$$

$$Q = Mc\Delta\theta$$

$$Q = ML_f$$

$$Q = ML_v$$

هم حالت

جامد-مایع

مایع-بخار

فرمول های گرما

$$\Sigma Q = 0$$

دمای تعادل

تابش

همرفت

رسانش

انتقال گرما

فیزیک مندرس باغانی



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

افزایش طول:

$$\frac{\Delta L}{L_1} \times 100 = \alpha \Delta \theta \times 100$$

درصد افزایش طول

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

افزایش مساحت

$$\frac{\Delta A}{A_1} \times 100 = 2\alpha \Delta \theta \times 100$$

درصد افزایش مساحت

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

افزایش حجم

$$\frac{\Delta V}{V_1} \times 100 = 3\alpha \Delta \theta \times 100$$

درصد افزایش حجم

انبساط و انقباض

$$PV = nRT$$

و

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

معادله

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

هم حجم

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

هم فشار

$$P_1 V_1 = P_2 V_2$$

هم دما

حالت خاص

قانون گازهای کامل

$$\frac{P_T V_T}{T_T} = \frac{P_1 V_1}{T_1} + \frac{P_2 V_2}{T_2} + \dots$$

مخلوط گازهای کامل

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

فیزیک مهندس باباغانی

چگالی گاز کامل

بخش قانون گازهای کامل ویژه ریاضی هاست که همراه ترمودینامیک تدریس میشود.....



## Final Home work

۱- بهترین تعریف «ترموکوپل» کدام گزینه است؟

(۱) وسیله ای برای سنجش رسانایی حرارتی اجسام است.

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

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

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

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

راست به چپ)

(۱) تابش گرمایی - قانون گازهای کامل

(۳) قانون گازهای کامل - تابش گرمایی

(۲) انبساط و انقباض - تغییر حجم

(۴) تغییر حجم - انبساط و انقباض

۳- کدام یک از گزینه های زیر نادرست است؟

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

(۲) گستره ی دماسنجی همه ی ترموکوپل ها از  $270^{\circ}\text{C}$  - 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  $122^{\circ}\text{C}$  درجه فارنهایت معادل با چند درجه سلسیوس و چند کلوین است؟

(۱)  $50^{\circ}\text{C}$  و  $332^{\circ}\text{K}$

(۲)  $50^{\circ}\text{C}$  و  $323^{\circ}\text{K}$

(۳)  $59^{\circ}\text{C}$  و  $332^{\circ}\text{K}$

(۴)  $59^{\circ}\text{C}$  و  $323^{\circ}\text{K}$



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 (۲) ۳۰۱/۲۵ (۳) ۴۸/۲ (۴) ۶۰/۲۵

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

- (۱) دماسنج گازی  
(۲) دماسنج مقاومت پلاتینی  
(۳) پیرومتر  
(۴) ترموکوپل

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

- (۱) تف سنج برخلاف سایر دماسنج ها نیاز به تماس با جسمی که دمای آن را اندازه می گیریم، ندارند.  
(۲) تفسنجی، به خصوص در اندازه گیری دماهای بالای  $1100^{\circ}\text{C}$  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 (۲) -۷۳ (۳) +۲۰ (۴) +۲۷۳

۹- یک دماسنج دمای  $5^{\circ}\text{C}$  را به  $5^{\circ}\text{C}$  + درجه و دمای  $15^{\circ}\text{C}$  را  $35^{\circ}\text{C}$  درجه نشان می دهد. این دماسنج دمای ۷۷ فارنهایت را چند درجه نشان می دهد؟

- (۱) ۴۴ (۲) ۲۲ (۳) ۷۵ (۴) ۵۰

۱۰- دمای یک میله ی مسی را  $100^{\circ}\text{C}$  افزایش می دهیم، طول آن  $1/17$  درصد افزایش می یابد. اگر دمای یک ورقه ی مسی را  $100^{\circ}\text{C}$  افزایش دهیم، مساحت آن چند برابر می شود؟

- (۱)  $1/17$  (۲)  $1/34$  (۳)  $1/3400$  (۴)  $1/34$



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

- (۱) ۸ (۲) ۱۰ (۳) ۸۰ (۴) ۱۰۰

۱۲- طول دو میله ی فلزی A و B در دمای  $20^{\circ}C$  هر یک برابر ۲ متر است. دمای دو میله را چند درجه ی سلسیوس افزایش دهیم تا اختلاف طول آنها برابر  $0/8mm$  شود؟

$$(\alpha_A = 12 \times 10^{-6} \frac{1}{^{\circ}C}, \alpha_B = 20 \times 10^{-6} \frac{1}{^{\circ}C})$$

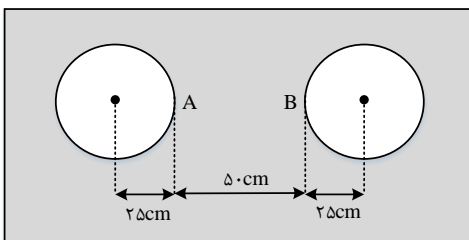
- (۱) ۳۰ (۲) ۵۰ (۳) ۷۰ (۴) ۱۰۰

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

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

۱۴- در وسط یک صفحه ی فلزی نازک که ضریب انبساط سطحی آن  $3.6 \times 10^{-5} K^{-1}$  است، دو دایره به شعاع های  $25$  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؟

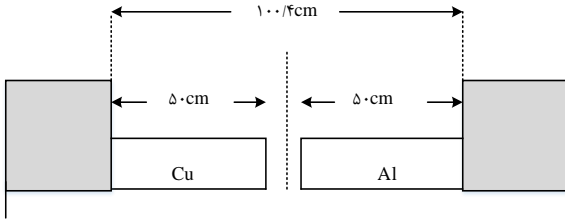
- (۱)  $496/4$  (۲)  $498/2$  (۳)  $501/8$  (۴)  $503/6$





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

- (۱) ۴۷۰ (۲) ۳۴۷ (۳) ۲۵۰ (۴) ۲۰۰



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

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

- (۱) ۱۵ (۲) ۲۵ (۳) ۵۰ (۴) ۱۰۰

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

- (۱) ۰/۱۵ (۲) ۱/۵ (۳) ۰/۲۵ (۴) ۲/۵

۱۸- دمای یک میله ی فلزی به  $\theta_2$  می رسد. اگر طول آن ۰/۱ درصد افزایش یابد، چگالی آن تقریباً .....

- (۱) ۰/۱ درصد کاهش می یابد.  
 (۲) ۰/۳ درصد کاهش می یابد.  
 (۳) ۰/۱ درصد افزایش می یابد.  
 (۴) ۳/۰ درصد افزایش می یابد.



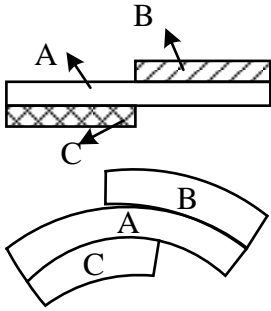
۱۹- سه میله از جنس های مختلف را مطابق شکل به هم دیگر چسبانده ایم. دمای محیط را بالا می بریم و مشاهده می کنیم که میله ها به شکل روبه رو تغییر می کنند. چه رابطه ای بین ضریب انبساط خطی میله ها برقرار است؟

$$\alpha_C > \alpha_A > \alpha_B \quad (۲)$$

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

$$\alpha_C = \alpha_B > \alpha_A \quad (۴)$$

$$\alpha_A > \alpha_C > \alpha_B \quad (۳)$$



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

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

$$۱۰۲ \quad (۴)$$

$$۲۳۱ \quad (۳)$$

$$۴۴۱ \quad (۲)$$

$$۵۰۰ \quad (۱)$$

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؟

$$۱۰۰ \quad (۴)$$

$$۸۰ \quad (۳)$$

$$۸ \quad (۲)$$

$$۶ \quad (۱)$$

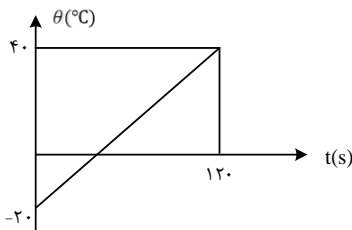
۲۲- نمودار تغییرات دمای جسم جامدی به جرم ۱۰۰ گرم، بر حسب زمان مطابق شکل است. اگر گرمای ویژه ی جسم  $400 \frac{\text{J}}{\text{kg}\cdot^{\circ}\text{C}}$  باشد، جسم در هر ثانیه چند ژول گرما گرفته است؟

$$۲۴ \quad (۴)$$

$$۲۰ \quad (۳)$$

$$۱۲ \quad (۲)$$

$$۱۰ \quad (۱)$$





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

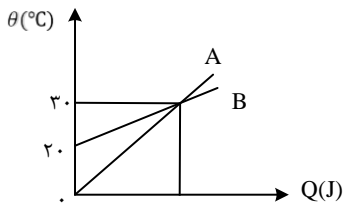
- ۱) ۲۸ (۲) ۳۶ (۳) ۵۴ (۴) ۱۰۸

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

- ۱) ۱۶ (۲) ۲۵ (۳) ۷۵ (۴) ۸۴

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

- ۱) ۲۴ (۲) ۱۶ (۳) ۲ (۴) ۶



۲۶- به دو گلوله ی مسی به ترتیب ۱۲۰۰J و ۳۰۰J گرما می دهیم. دمای هر کدام از آنها  $30^{\circ}C$  افزایش می یابد. اگر گرمای ویژه ی مس  $400 J/kg.^{\circ}C$  باشد، اختلاف جرم آنها چند گرم است؟

- ۱) ۲۵ (۲) ۵۰ (۳) ۷۵ (۴) ۱۲۵

۲۷- جرم مولی فلز ۸ برابر با  $28 \frac{g}{mol}$  و گرمای ویژه ی آن  $2700 \frac{J}{kg.K}$  و جرم مولی فلز B برابر  $۴۲ \frac{g}{mol}$  است. اگر به جرم های مساوی از این دو فلز، گرمای  $242800 J$  داده شود، دمای فلز A به اندازه ی ۲۴ افزایش می یابد. دمای فلز B چند درجه فارنهایت افزایش می یابد؟

- ۱) ۳۶ (۲) ۴۸ (۳) ۶۴/۸ (۴) ۷۲/۶

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

- ۱) ۳۷/۵ (۲) ۱۸۷/۵ (۳) ۱۸۰ (۴) ۲۲۵



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

- (۱) ۵۰ (۲) ۱۰۰ (۳) ۲۵۰ (۴) ۳۰۰

۳۰- مساحت دریاچه ای  $500 \text{ Km}^2$  است. در زمستان لایه ای از یخ صفر درجه سلسیوس به ضخامت متوسط ۱۰cm سطح دریاچه را می پوشاند. دریاچه در بهار چند مگاژول انرژی برای ذوب یخ جذب می کند؟

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

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

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

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

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

- (۱) ۵ (۲) ۱۶۰ (۳) ۱۶۵ (۴) ۲۰۰

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

- (۱) ۳۷۵ (۲) ۶۷۲ (۳) ۸۶۰ (۴) ۹۵۰

۳۳- در گرماسنجی که ظرفیت گرمایی آن ناچیز است، ۵۰۰ گرم یخ با دمای  $6^\circ\text{C}$ - 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

$$\text{چند گرم یخ در گرماسنج باقی می ماند؟ } (L_F = 336000 \frac{J}{kg.K} \text{ و } C_{\text{آب}} = 4200 \frac{J}{kg.K})$$

- (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 1atm، 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؟

$$(C_{\text{آب}} = 4200 \frac{J}{kg.K} \text{ و } L_F = 336 \frac{KJ}{kg})$$

۷۵ (۴)

۸۵ (۳)

۸۰ (۲)

۹۰ (۱)

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؟

$$(C_{\text{آب}} = 4/2 \frac{J}{g} \text{ و } L_F = 336000 \frac{J}{g})$$

۹۰۵۰ (۲)

۱۰۹۲۰ (۱)

۷۵۶۰ (۴)

۸۱۹۰ (۳)

۳۷- در ظرف عایقی که حاوی ۱۹۰ گرم آب 12°C است، قطعه فلزی به جرم ۸۴ گرم و دمای 90°C می

اندازیم. دمای تعادل 15°C می شود. گرمای ویژه ی فلز چند J/kg°C است؟

$$(گرمای ویژه ی آب 4200 \frac{J}{kg°C} \text{ است})$$

۴۲۰ (۴)

۹۰۰ (۳)

۳۹۰ (۲)

۳۸۰ (۱)

۳۸- مخلوطی از یک کیلوگرم یخ و یک کیلو گرم آب در تعادل گرمایی قرار دارند. یک گلوله ی فلزی ۳۰

گرمی که دمای آن 80°C و گرمای ویژه ی آن 420 \frac{J}{kg.K} است، درون آن می اندازیم. تا رسیدن به تعادل

گرمایی، چند گرم از یخ ذوب می شود؟

$$(C_{\text{آب}} = 4200 \frac{J}{kg.K} \text{ و } L_F = 336 \frac{KJ}{kg})$$

۱۰ (۴)

۵ (۳)

۳ (۲)

۲ (۱)



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

- (۱) ۴۰۰ (۲) ۶۰۰ (۳) ۸۰۰ (۴) ۱۲۰۰

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

(۱) ۱۰۲ گرم آب صفر درجه سلسیوس

(۲) ۱۰۲ گرم یخ ۱۵- درجه سلسیوس

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

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

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

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

- (۱) ۱۶/۶۵ (۲) ۳۳/۳ (۳) ۶۶/۶ (۴) ۸/۸۲

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

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

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

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

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

۴۳- کدام جمله ی زیر نادرست است؟

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

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

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

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



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

(۱) عایق کردن دیوارها

(۲) افزایش ضخامت دیوارها

(۳) بیش تر کردن دمای شوفاژ

(۴) دوجداره کردن شیشه ها

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

(۱) انتقال گرما در گازها و مایعات 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؟ (ویژه رشته ریاضی)

(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) (ویژه رشته ریاضی)

(۱) دمای - فشار - حجم - مستقیم

(۲) حجم - فشار - دما - مستقیم

(۳) دمای - فشار - حجم - وارون

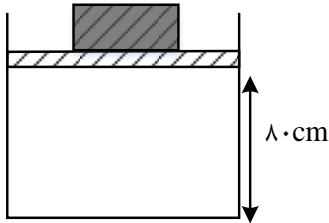
(۴) حجم - فشار - دما - وارون





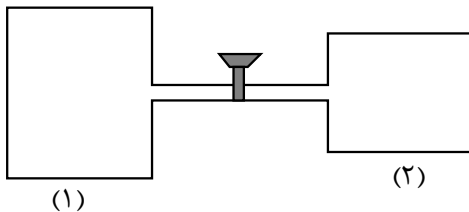
۵۲- در شکل مقابل اصطکاک پیستون با دیواره ها ناچیز است. اگر دمای گاز کامل درون سیلندر را به آرامی از  $182^{\circ}\text{C}$  به  $637^{\circ}\text{C}$  برسانیم، پس از رسیدن به وضعیت تعادل، پیستون چند سانتی متر بالاتر رفته است؟ (ویژه رشته ریاضی)

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



۵۳- در شکل زیر، حجم مخزن (۱) برابر  $12\text{L}$  و حجم مخزن (۲) برابر  $8\text{L}$  است. اگر درون مخزن (۱) مقدار گاز هیدروژن در فشار  $2\text{atm}$  و در مخزن (۲) مقدار گاز هلیوم در فشار  $7\text{atm}$  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.) (ویژه رشته ریاضی)

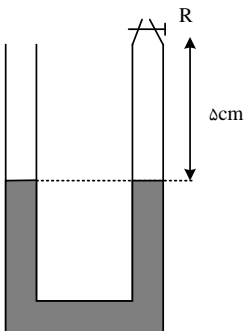
- (۱)  $2/1$       (۲)  $2/4$       (۳)  $2/8$       (۴)  $3/2$



۵۴- در شکل زیر، شیر R را بسته و دمای هوای محبوس در لوله را از  $39^{\circ}\text{C}$  درجه ی سلسیوس، چند درجه افزایش بدهیم تا اختلاف ارتفاع ستون جیوه در دو لوله به  $2$  سانتی متر برسد؟ (ویژه رشته ریاضی)

(فشار هوای محل  $78$  سانتی متر جیوه و قطر در لوله با یک دیگر مساوی است. از انبساط جیوه و ظرف صرف نظر کنید.)

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





۵۵- در شکل مقابل، دو قسمت یک مخزن به شکل مکعب مستطیل توسط یک صفحه ی فلزی (رسانای گرما) از هم جدا شده و صفحه می تواند بدون اصطکاک به چپ یا راست بلغزد. در یک لحظه در قسمت سمت چپ، مقداری گاز با دمای  $627^{\circ}\text{C}$  و فشار  $3\text{atm}$  و در قسمت سمت راست، مقداری گاز با دمای  $\theta_1$  و فشار  $1\text{atm}$  وارد می کنیم. تا برقراری تعادل، صفحه ی فلزی  $5$  سانتی متر به طرف راست حرکت می کند. دمای  $\theta_1$  چند درجه سلسیوس بوده است؟ (ویژه رشته ریاضی)

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