



## فصل چهارم

### دما و گرما

@ ahmadiii - physics

**توجه:** برای آماده سازی این جزوات، زمان و هزینه زیادی صرف شده است و هرگونه کپی (محتوا،

قالب، ایده و ...) حرام و غیرمجاز است.





## دما

دما کمیته است که میزان سردی و گرمی اجسام را مشخص می‌کند. برای اندازه‌گیری دما لازم است مقیاس دمایی داشته باشیم و برای اینکار می‌توانیم از هر مشخصه قابل اندازه‌گیری بهره بگیریم که با گرمی و سردی جسم تغییر می‌کند. به این ویژگی، اصطلاحاً **کمیت دما سنجی** می‌گویند. **تغییر کمیت دماسنجی**، اساس کار دماسنج‌ها است. ساده‌ترین و رایج‌ترین نوع دماسنج‌ها، دماسنج‌های **جیوه‌ای و الکلی** هستند. در این دماسنج‌ها، **کمیت دماسنجی، ارتفاع مایع درون لوله دماسنج است**؛ زیرا به جز چند مورد استثناء، تمام مواد با افزایش دما، منبسط و با کاهش دما منقبض می‌شوند.



دما معیاری از میانگین انرژی جنبشی ذرات ماده است.

سه یکای پر کاربرد دما:

درجه سلسیوس (°C)

کلوین (K)

درجه‌ی فارنهایت (°F)

رابطه سلسیوس و کلوین  $\Rightarrow$   $T = \theta + 273$   $\Rightarrow \Delta T = \Delta \theta$

رابطه سلسیوس و فارنهایت  $\Rightarrow \Delta F = \frac{9}{5} \Delta \theta + 32$   $\Rightarrow \Delta F = \frac{9}{5} \Delta \theta$

$\theta = 10^\circ C$   
 $T = 273 K$

$F = 50^\circ F$



صفر کلوین برابر  $-273^\circ C$  است که این کمترین دمای ممکن است. اما برای دما حد بالایی

وجود ندارد.



## دماسنج‌های معیار

دانشمندان برای کارهای علمی، ۳ دماسنج را به عنوان دماسنج معیار پذیرفته‌اند:

(۱) دماسنج گازی ← مبتنی بر قانون گازهای کامل

(۲) دماسنج مقاومت پلاتینی

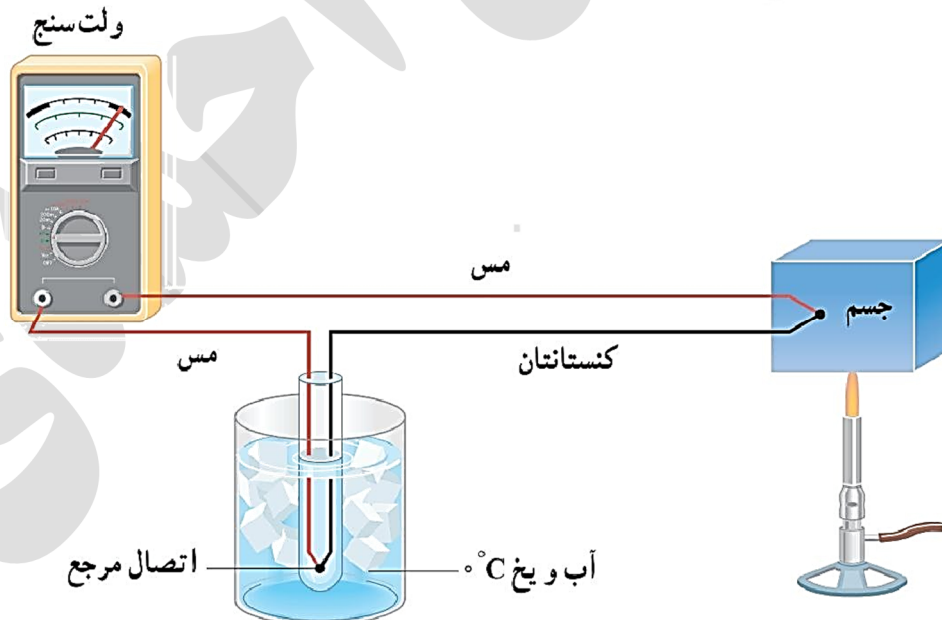
(۳) تف‌سنج (پیرومتر) ← مبتنی بر تابش گرمایی

\* در گذشته دماسنج **ترموکوپل** جزو دماسنج‌های معیار شمرده می‌شد اما به علت دقت کمتر نسبت به بقیه

**دماسنج‌های معیار** از مجموعه دماسنج‌های معیار کنار گذاشته شد.

کمیت دما سنجی این دماسنج، **ولتاژ** است.

مطابق این شکل، دو سیم رسانای غیر همجنس مانند مس و کنستانتان از طرفی در دمای ذوب یخ نگه داشته شده و از طرف دیگر در مکانی به هم متصل‌اند که می‌خواهیم دمای آن را به دست آوریم. این مجموعه با سیم‌های مسی رابط به یک ولت‌سنج بسته می‌شود. با تغییر دمای محل مورد اندازه‌گیری، عددی که ولت‌سنج نشان می‌دهد، تغییر می‌کند. اگر آزمایش را چندین بار و برای دماهای متفاوت تکرار کنیم، می‌توانیم ولتاژهای مربوط به هر دمایی را مشخص کنیم.



\* گستره دماسنجی آن به جنس سیم‌های آن بستگی دارد.

\* به دلیل جرم کم محل اتصال، خیلی سریع با جسم مورد نظر به تعادل گرمایی می‌رسد.

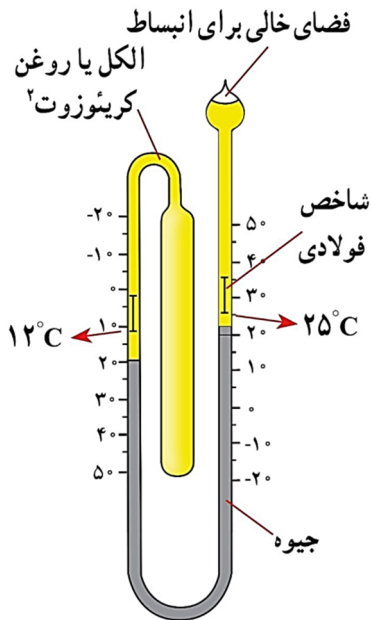
\* می‌تواند در مدارهای الکترونیکی از جمله وسایل صنعتی، سرمایشی و گرمایشی به کار رود.





### دماسنج بیشینه - کمینه:

نوعی از دماسنج‌های مایعی که بیشینه و کمینه‌ی دما را در یک مدت زمان معین نشان می‌دهد، دماسنج بیشینه - کمینه نام دارد. از این دماسنج‌ها معمولاً در مراکز پرورش گل و گیاه، باغداری، هواشناسی و ... استفاده می‌شود.





جایگذاری

نقطه A

(ریاضی داخل ۹۸)

۱ دمای ۱۲۲ درجه‌ی فارنهایت معادل با چند درجه‌ی سلسیوس و چند کلون است؟

$F = 122$

$F = \frac{9}{5}\theta + 32 \Rightarrow 122 = \frac{9}{5}\theta + 32 \Rightarrow \theta = 100^\circ C$

$T = \theta + 273 \Rightarrow T = 100 + 273 = 373 K$

(۱) ۳۳۲، ۵۰ (۲) ۳۳۳، ۵۰ (۳) ۳۳۲، ۵۹ (۴) ۳۳۳، ۵۹



$\Delta T = \Delta \theta$

$\Delta F = \frac{9}{5} \Delta \theta$

۲ دمای جسمی را ۴۵ درجه‌ی فارنهایت افزایش می‌دهیم. دمای این جسم چند کلون افزایش یافته است؟

$\Delta F = 45^\circ F$

$\Delta F = \frac{9}{5} \Delta \theta \Rightarrow 45 = \frac{9}{5} \Delta \theta \Rightarrow \Delta \theta = 25^\circ C$

$\Delta T = \Delta \theta = 25 K$

(۱) ۲۵ (۲) ۴۵ (۳) ۲۹۸ (۴) ۳۱۸

۳ در جمله‌های زیر جاهای خالی را با کلمه یا عبارت مناسب کامل کنید.

- الف) میزان گرمی و سردی اجسام با معیار دما ..... مشخص می‌شود.
- ب) اساس کار دماسنج‌ها، تغییر کمیت دماسنجی ..... است.
- پ) دماسنج‌های جیوه‌ای و الی ..... ساده‌ترین و رایج‌ترین نوع دماسنج هستند.
- ت) در ترموکوپل هر چه اختلاف دما ..... دو اتصال بیشتر باشد. ولتاژ دو سر سیم‌های غیرهم‌جنس بیشتر می‌شود.
- ث) اساس کار دماسنج گازی مبتنی بر قانون گازهای کامل ..... است.
- ج) در دماسنج‌های مایعی، کمیت دماسنجی، تغییر ارتفاع مایع ..... است.



۴) درستی یا نادرستی عبارت‌های زیر را تعیین کنید.

الف) به هر خاصیت قابل اندازه‌گیری که با گرمی و سردی جسم تغییر می‌کند، دما می‌گوییم. ✓

ب) تغییرات دما در مقیاس‌های کلون و درجه سلسیوس با هم برابر است. >

پ) هر چه ضخامت دیواره مخزن یک دماسنج مایعی بیشتر باشد، دماسنج، دما را دقیق‌تر نشان می‌دهد.

ت) دما در مقیاس فارنهایت همواره مثبت خواهد بود.

ث) دما معیاری از انرژی جنبشی کل ماده است.

$$F = -\frac{9}{5} \theta + 32$$

۵) کلمه مناسب را از داخل پرانتز انتخاب کنید.

الف) دما (کمیتی - یکایی) است که میزان سردی و گرمی اجسام را مشخص می‌کند.

ب) دما بر حسب کلون را با (T-K) نشان می‌دهند.

پ) دماسنج ترموکوپل به خاطر جرم کوچک محل اتصال، (دقت - سرعت) اندازه‌گیری بالایی دارد.

ت) در مقیاس (سلسیوس) - کلون، به دمایی که در آن آب خالص در فشار یک اتمسفر شروع به یخ زدن می‌کند،

عدد صفر را نسبت می‌دهند.

$$T = \theta + 273$$

۶) چرا خودمان با لمس پیشانی‌مان نمی‌توانیم متوجه داشتن یا نداشتن تب شویم؟

پاسخ:

چرا که هم دست و هم پیشانی جزئی از بدن هستند و به همین خاطر اختلاف دمای پنداری ندارند، پس وقتی دستان را روی پیشانی‌مان می‌گذاریم، گرمی و سردی را درست متوجه نمی‌شویم.

۷) مزیت‌های ترموکوپل را بنویسید.

پاسخ:

۱- به خاطر جرم کوچک محل اتصال، سرعت اندازه‌گیری بالایی دارد؛ چرا که فیلی سریع با تغییرات دمای محیط، تغییر می‌کند.

۲- کستره دماسنجی زیادی دارد و می‌تواند دماهای بالا را اندازه بگیرد.

۳- در مدارهای الکترونیکی قابل استفاده است.





۸ الف) دانشمندان چه دماسنج‌هایی را به عنوان دماسنج‌های معیار پذیرفته‌اند؟ آن‌ها را نام ببرید.

ب) دماسنج ترموکوپل به چه علت از مجموعه دماسنج‌های معیار کنار گذاشته شد؟

پاسخ:

الف) ۱- دماسنج گازی ۲- دماسنج مقاومت پلاتین ۳- تفسنج (پیرومتر)

ب) به دلیل دقت پایین‌تر نسبت به دیگر دماسنج‌های معیار

۹ کار دماسنج کمینه - بیشینه چیست؟

پاسخ:

مشخص کردن بیشینه و کمینه دما در یک مدت زمان معین

۱۰ در چه دمایی بر حسب کلونین، عددی که دماسنج سلسیوس نشان می‌دهد، همان عددی است که دماسنج

فارنهایت نشان می‌دهد؟

$$F = \frac{9}{5}\theta + 32 \Rightarrow \theta = \frac{5}{9}(F - 32) \Rightarrow \frac{d}{d\theta} \theta = \frac{5}{9} \Rightarrow \theta = -40^\circ C$$

$$T = 273 + \theta \Rightarrow T = 273 + (-40) = 233 K$$

۱۱ نشان دهید که تغییر دما در مقیاس‌های سلسیوس و کلونین با هم برابر است. ( $\Delta\theta = \Delta T$ )

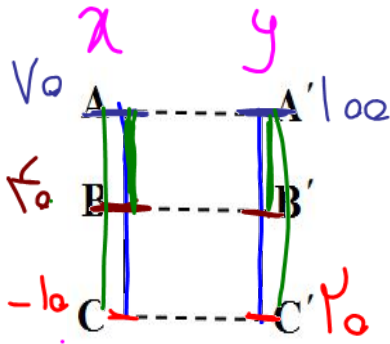
$$\Delta T = T_2 - T_1 = \frac{5}{9}(273 + \theta_2) - \frac{5}{9}(273 + \theta_1)$$

$$\Rightarrow \Delta T = \theta_2 - \theta_1 = \Delta\theta$$



## دوتا ستون معادل

شعبه B



استفاده از قضیه تالس:

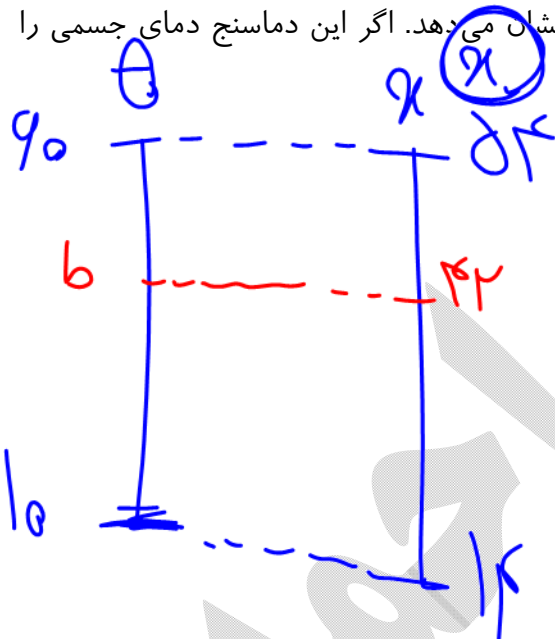
$$\frac{A-B}{A-C} = \frac{A'-B'}{A'-C'}$$

توجه: دوتا ستون معادل می‌توانند دوتا دماسنج باشند و یا یک خط کش و یک دماسنج.



دماسنجی دماهای  $10^{\circ}\text{C}$  و  $60^{\circ}\text{C}$  را به ترتیب 14 و 54 نشان می‌دهد. اگر این دماسنج دمای جسمی را

42 نشان دهد، دمای این جسم چند درجه‌ی سلسیوس است؟



$$\frac{90-b}{10-14} = \frac{x-42}{14-10}$$

$$10 = 90 - b \Rightarrow b = 80$$







## انبساط گرمایی



توجه: توجیه انبساط گرمایی، مبتنی بر دیدگاه میکروسکوپی است.

### انبساط طولی

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

$$L_2 - L_1 = L_1 \alpha \Delta \theta$$

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

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



$\alpha$ : ضریب انبساط طولی (یکا:  $\frac{1}{K}$  یا  $\frac{1}{^{\circ}C}$ )

نکته

ضریب انبساط طولی به جنس ماده و اندکی به دما بستگی دارد.



توجه: تنها کیفیت یکای طول ( $L_2, L_1, \Delta L$ ) در طرزیج یکی باشد، و نیز  $C$  به SI بودن یکا نیست.

### انبساط سطحی

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

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

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

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



مس

$$\alpha = 1 \times 10^{-7}$$

$2\alpha$ : ضریب انبساط سطحی (یکا:  $\frac{1}{K}$  یا  $\frac{1}{^{\circ}C}$ )

$$\frac{2\alpha}{C} = 2\alpha$$

### انبساط حجمی

$$\Delta V = V_1 \beta \Delta \theta$$

$\beta$ : ضریب انبساط حجمی (یکا:  $\frac{1}{K}$  یا  $\frac{1}{^{\circ}C}$ )

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

$$\beta = 3\alpha$$

$$\beta = 3\alpha$$

$$\beta = 3\alpha$$

نکته

در جامدها





۴ در یک روز گرم یک باری مخزنی حامل سوخت با  $30000L$  بنزین بارگیری شده است. دمای هوا در محل تحویل سوخت  $20/^\circ C$  کمتر از محلی، است که در آنجا سوخت بار زده شده است. راننده چند لیتر سوخت را در این محل تحویل می‌دهد؟ (ضریب انبساط حجمی بنزین  $0.001$  است.) (کتاب درسی)

$\Delta T = -20$

$\Delta V = V_1 \times \beta \times \Delta T = 30000 \times \frac{1}{1000} \times (-20) = -600L$

$V_2 - V_1 = -600 \Rightarrow V_2 - 30000 = -600 \Rightarrow V_2 = 29400L$

۵ اگر دمای یک کره فلزی را به اندازه  $900^\circ F$  افزایش دهیم، حجم آن به اندازه  $\frac{3}{100}$  حجم اولیه اش افزایش می‌یابد. ضریب انبساط طولی فلز چقدر است؟

$\Delta F = 900^\circ F$

$\Delta V = \frac{3}{100} V$

$\Delta V = V_1 \beta \Delta T$

$\Rightarrow \Delta V = V_1 \times \beta \times \Delta T \Rightarrow \frac{3}{100} V_1 = V_1 \times \beta \times 900$

$\beta = \frac{3}{100 \times 900} = \frac{1}{30000} = 92 \times 10^{-6} / ^\circ C$

آزمایشی با هدف اندازه‌گیری ضریب انبساط طولی طرح کنید.

پاسخ:

وسایله‌های مورد نیاز: دستگاه اندازه‌گیری ضریب انبساط طولی، چند لوله فلزی توفالی، ارلن با لوله جانبی و درپوش لوله لاستیکی، دماسنج، مجموعه پایه و کبیره و چراغ الکلی.

شرح آزمایش:



- طول لوله توفالی مورد نظر را اندازه بگیرید ( $L_1$ ) و لوله را روی دستگاه نصب کنید.
- در ارلن مقداری آب بریزید و درپوش آن را بگذارید.
- دمای محیط را بفوانید  $\theta_1$  دماسنج را در جای نشان داده شده قرار دهید.
- ارلن را گرم کنید تا آب به جوش آید.
- آن قدر صبر کنید تا بخار آب از لوله خارج و لوله توفالی کاملاً گرم شود و سپس دمای دماسنج را بفوانید  $\theta_2$ .
- افزایش طول میله توفالی را با ریزسنج متصل به دستگاه اندازه بگیرید ( $\Delta L$ ).
- با استفاده از رابطه  $2-3$  ضریب انبساط طولی را به دست آورید.

$\Delta L = L \alpha \Delta T$



**چگالی** **B** **نقطه**

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

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

$$\rho = \frac{m}{V}$$

اثبات  $\Rightarrow \frac{\rho_2}{\rho_1} = \frac{V_1}{V_2} = \frac{V_1}{V_1(1 + \beta \Delta \theta)} \times \frac{1 - \beta \Delta \theta}{1 - \beta \Delta \theta} = \frac{1 - \beta \Delta \theta}{1 + \beta \Delta \theta}$



توجه:  $\beta \Delta \theta$  یک عدد با توان منفی است که اگر به توان ۲ برسد، عدد خیلی کوچک قابل صرف نظر

کردن می شود.

$$\rho_2 = \rho_1 (1 - \beta \Delta \theta) = \rho_1 - \rho_1 \beta \Delta \theta \Rightarrow \rho_2 - \rho_1 = -\rho_1 \beta \Delta \theta$$

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

یک گلوله مس به شعاع ۱cm و جرم ۴۴g در دمای  $100^\circ\text{C}$  قرار دارد. اگر دمای گلوله به  $10^\circ\text{C}$  برسد،

چگالی آن چند کیلوگرم بر متر مکعب و چگونه تغییر می کند؟ ( $\pi = 3$ ،  $\alpha_{\text{مس}} = 3 \times 10^{-5} \text{ K}^{-1}$ ) (ریاضی خارج ۹۸)

$$\Delta \rho = -\rho_1 \beta \Delta \theta = -11 \times 10^3 \times 3 \times 10^{-5} \times (-100) =$$

$$\rho_1 = \frac{m_1}{V_1} = \frac{44 \times 10^{-3}}{\frac{4}{3} \pi \times 10^{-4}} = 11 \times 10^3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = +99 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$



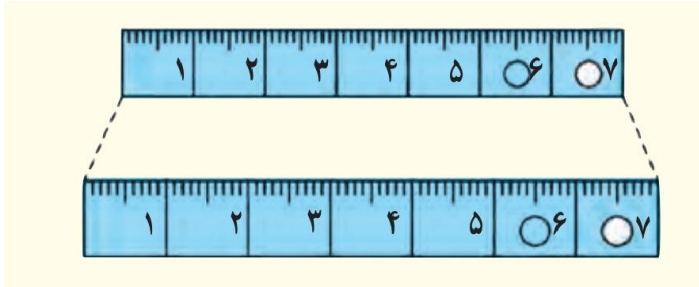
الف) رابطه چگالی با تغییر دما را به دست آورید. ب) نشان دهید با تقریب مناسبی می توان چگالی جسم را از رابطه  $\rho_2 = \rho_1 (1 - \Delta T)$  نیز به دست آورد. (کتاب درسی)

$$V = \frac{4}{3} \pi r^3 = \frac{4}{3} \pi \times 10^{-4}$$



۱ شکل زیر، یک خط کش فلزی را که در آن سوراخی ایجاد شده است در دو دمای متفاوت نشان می‌دهد (برای روشن بودن مطلب، انبساط به صورت اغراق آمیزی رسم شده است). از این شکل چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟

(کتاب درسی)



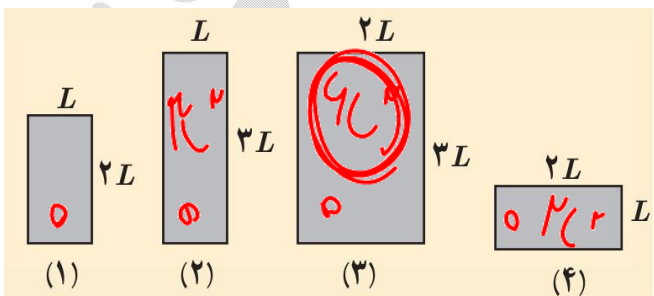
پاسخ:

انبساط گرمایی در همه ابعاد جسم (طول، سطح و حجم) ایجاد می‌شود و اگر مقعرهای در جسمی وجود داشته باشد، اندازه مقعر هم به همان نسبت افزایش پیدا می‌کند.

۲ شکل زیر چهار صفحه فلزی هم جنس به اضلاع متفاوت را در یک دما نشان می‌دهد. اگر دمای همه آنها را به اندازه یکسان زیاد کنیم،

(کتاب درسی)

الف) ارتفاع کدام صفحه یا صفحه‌ها بیشتر افزایش پیدا می‌کند؟  
 ب) مساحت کدام یک بیشتر افزایش پیدا می‌کند؟  
 پ) اگر در هر چهار تایی آنها روزنه کوچک هم اندازه‌ای وجود داشته باشد، افزایش قطر چهار روزنه در اثر افزایش دمای یکسان را با هم مقایسه کنید.



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

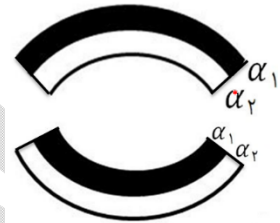


$$\Delta L = L_1 \alpha \Delta \theta$$



$$\alpha_1 > \alpha_2$$

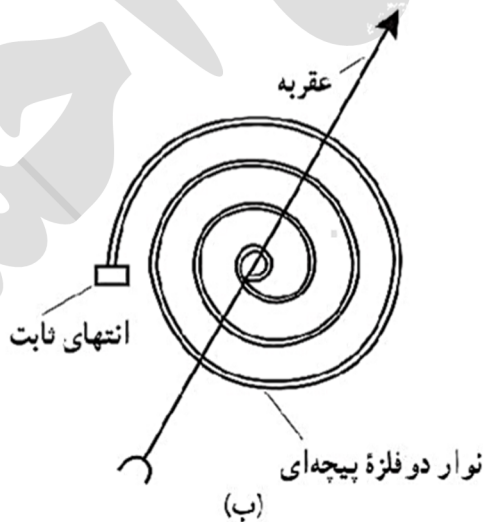
توجه: دو نوار به هم جوش خورده:



دماسنج نواری دوفلزه: نوار دوفلزه (بی‌متال) از دو تیغه فلزی متفاوت، مانند برنج و آهن ساخته شده است که سرتاسر به هم جوش داده شده یا پرچ شده‌اند. هرگاه این نوار، گرم یا سرد شود، نوار مانند شکل (الف) خم می‌شود (شکل با اندکی اغراق رسم شده است). از این ویژگی می‌توان برای دماسنجی و ساختن دماسنج استفاده کرد. به این نوع دماسنج‌ها، دماسنج نواری دوفلزه گفته می‌شود. شکل (ب)، طرحی از این دماسنج را که در آن از یک نوار دوفلزه پیچیده‌ای استفاده شده است، نشان می‌دهد و شکل (پ)، تصویری واقعی از این نوع دماسنج است.



(پ)



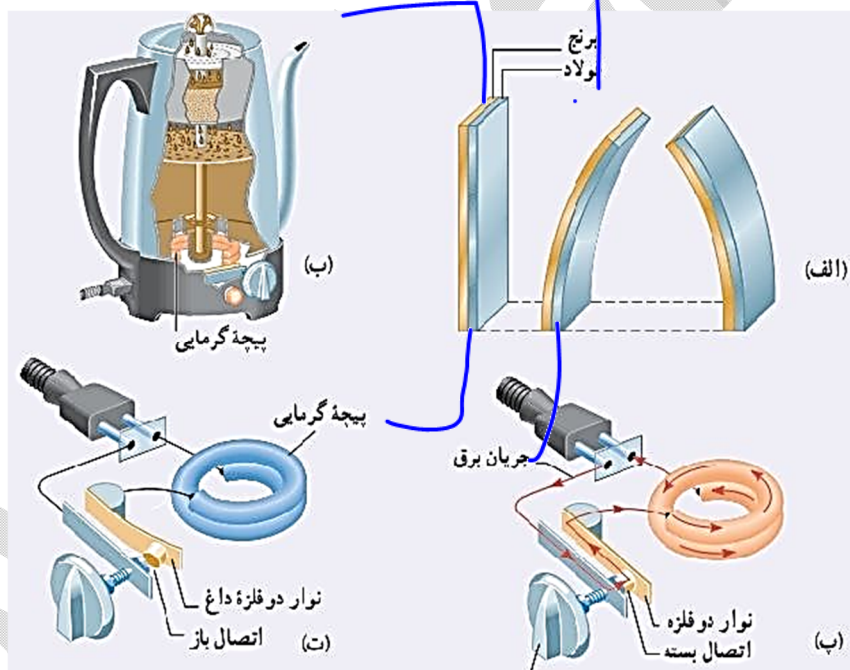
(ب)



(الف)



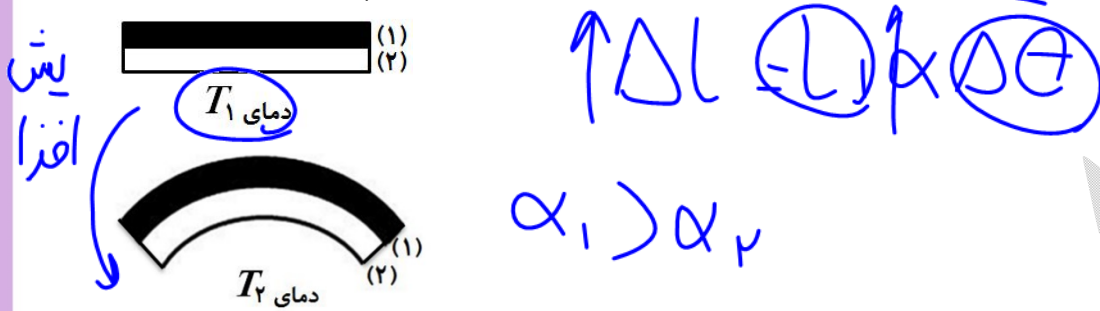
**دماپا (ترموستات):** در دماسنج نواری دوفلزه دیدیم که یک نوار دوفلزه با افزایش یا کاهش دما خم می‌شود. این خم‌شدگی طوری است که در هنگام گرم‌شدن، تیغه با ضریب انبساط بیشتر، کمان خارجی و تیغه دیگر کمان داخلی را تشکیل می‌دهد (شکل الف). از این ویژگی برای ساخت نوعی دماپا (ترموستات) استفاده می‌شود. دماپاها در بسیاری از وسایل الکتریکی مانند یخچال، آبگرم‌کن، کتری برقی و... کاربرد دارند (شکل ب). در واقع دماپا کلیدی الکتریکی است که در آن، قطع و وصل جریان با استفاده از حسگرهای گرمایی انجام می‌شود. اغلب از نوارهای دوفلزه به عنوان حسگرهای گرمایی در دماپا استفاده می‌شود. در مدار ساده نشان داده شده در شکل ب، عبور جریان الکتریکی از کتری برقی باعث گرم‌شدن نوار دوفلزه می‌شود. وقتی دمای نوار به اندازه معینی برسد، بر اثر خم شدن نوار، جریان قطع شده و کتری برقی خاموش می‌شود (شکل ت). با خاموش شدن کتری، دمای تیغه کاهش می‌یابد و نوار دوباره به شکل وضعیت قبلی خود بازمی‌گردد و به این ترتیب، دوباره مدار وصل شده و کتری برقی روشن می‌شود.



الف) تیغه در فلز، با تغییر دما در جهت‌های مختلفی خم می‌شود، ب) دماپا در یک کتری برقی، ب) با برقرار شدن جریان الکتریکی، نوار دوفلزه گرم می‌شود. ت) سپس نوار خم شده و اتصال را قطع می‌کند.



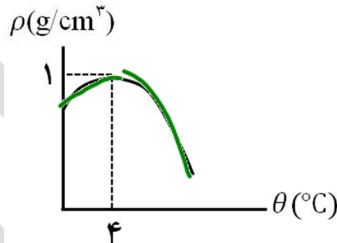
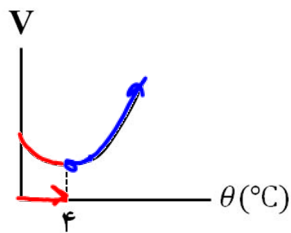
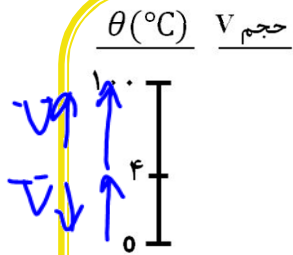
مطابق شکل، دو فلز به هم چسبیده‌اند و در دمای  $T_1$  قرار دارند و اگر دما را به  $T_2 > T_1$  برسانیم مطابق شکل زیر خواهند شد. اگر ضریب انبساط فلز (۱) و (۲) به ترتیب  $\alpha_1$  و  $\alpha_2$  باشد،  $\alpha_1$  و  $\alpha_2$  را با هم مقایسه کنید.



**نکته**

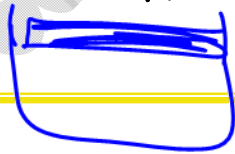
انبساط غیرعادی آب:

• اگر دمای آب را از صفر تا ۴ درجه سلسیوس افزایش دهیم، حجم آن کاهش می‌یابد.



**نکته**

به دلیل همین تغییر حجم غیرعادی آب است که دریاچه‌ها به جای اینکه از پایین به بالا یخ بزنند، از بالا یخ می‌زنند.



**۳**

در جمله‌های زیر جاهای خالی را با کلمه یا عبارت مناسب کامل کنید.

- الف) بیشتر اجسام با افزایش دما ..... حجمشان زیاد می‌شود.
- ب) ضریب انبساط سطحی یک جسم جامد تقریباً ..... برابر ۲ ضریب انبساط طولی آن است.
- پ) در دماسنج نواری، دو تیغه فلزی ..... به هم جوش یا پرچ داده می‌شود.
- ت) اغلب از نوارهای دوفلزه به عنوان ..... در ترموستات استفاده می‌شود.

غیرفلزی  
 حسگر دما





$$\cancel{(\alpha)} = \frac{\cancel{L}}{\cancel{L}} \cancel{(\alpha)}$$

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

درستی یا نادرستی عبارتهای زیر را تعیین کنید.

الف) ضریب انبساط سطحی جامدها  $\frac{2}{3}$  ضریب انبساط حجمی آنها است.

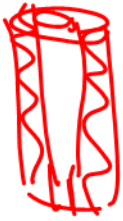
ب) انبساط اجسام بزرگ، محسوس‌تر از اجسام کوچک است.

ج) انبساط سطحی یک ورقه فلزی علاوه بر تغییر دمای آن، به ضخامتش هم بستگی دارد.

$$\Delta A = A \alpha \Delta \theta$$

د) وقتی که یک استوانه توخالی را گرم می‌کنیم، قطر داخلی آن کوچک‌تر می‌شود.

ه) ضریب انبساط طولی فقط به جنس میله بستگی دارد.



کلمه مناسب را از داخل پرانتز انتخاب کنید.

الف) هر چه دما - طول اولیه جسمی بیشتر باشد، افزایش طول آن هم بیشتر خواهد بود.

ب) در دما، تغییر با ضریب انبساط بیشتر، کمان (داخلی - خارجی) را تشکیل می‌دهد.

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

«ضریب انبساط طولی الماس  $\frac{1}{K} \times 10^{-6}$  است.» مفهوم این جمله را بنویسید.

پاسخ:

یعنی اگر دمای یک قطعه الماس به طول ۱m را یک کلوین بالا ببریم، طول آن  $10^{-6} \times 1/2$  m زیاده می‌شود.

چرا بین ریل‌های راه‌آهن فضای خالی وجود دارد؟

پاسخ:

به خاطر پدیده انبساط گرمایی! چرا که اگر این اتفاق نیفتد، در ماه‌های گرم سال، ریل‌ها منبسط می‌شوند و این پدیده باعث کج شدن خطوط راه‌آهن و فروج قطارها از ریل می‌شود.

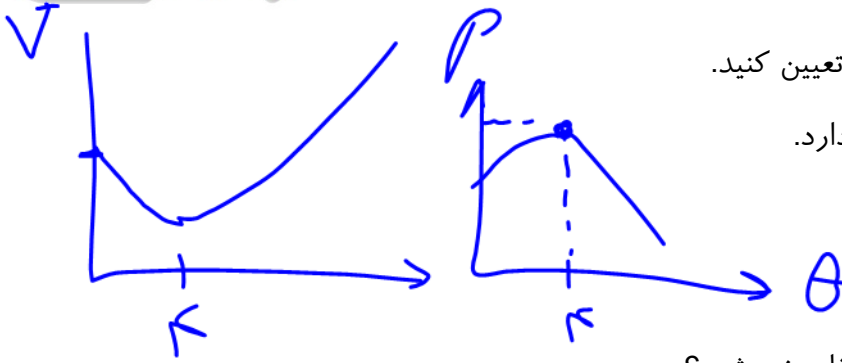
افزایش

در جمله‌های زیر جاهای خالی را با کلمه یا عبارت مناسب کامل کنید.

الف) با افزایش دما از صفر درجه سلسیوس تا ۴ درجه سلسیوس، چگالی آب ..... می‌یابد.

ب) انبساط مایع‌ها اساس کار ..... است.

دماسنج حیوه‌ای والکی



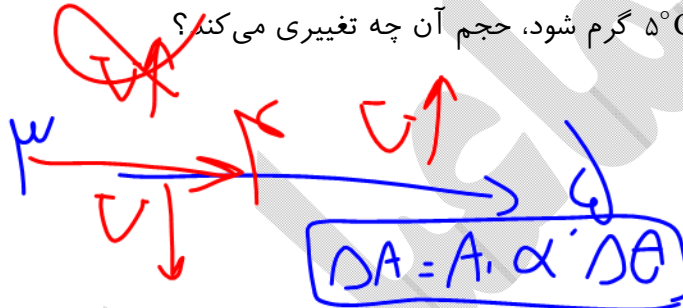
۹ درست یا نادرستی عبارتهای زیر را تعیین کنید.

الف) آب در دمای  $4^{\circ}\text{C}$  کمترین چگالی را دارد.

ب) آب دریاچهها از پایین به بالا یخ میزند.

۱۰ چرا از آب در دماسنجهای مایعی استفاده نمی‌شود؟

۱۱ اگر آب از  $3^{\circ}\text{C}$  تا  $5^{\circ}\text{C}$  گرم شود، حجم آن چه تغییری می‌کند؟



۱۲ اگر ضریب انبساط سطحی یک ماده را با  $\alpha'$  و ضریب انبساط طولی آنرا با  $\alpha$  نشان دهیم، ثابت کنید که

تقریباً  $\alpha' = 2\alpha$

$$\Delta L = L_1 \alpha \Delta \theta \Rightarrow L_2 - L_1 = L_1 \alpha \Delta \theta \Rightarrow L_2 = L_1 + L_1 \alpha \Delta \theta$$

$$L_2 = L_1 (1 + \alpha \Delta \theta) \Rightarrow A_2 = L_2^2 = L_1^2 (1 + \alpha \Delta \theta)^2 = L_1^2 (1 + 2\alpha \Delta \theta + \alpha^2 \Delta \theta^2)$$

$$A_2 = A_1 + A_1 2\alpha \Delta \theta$$

۱۳ الف) چرا بهتر است قفل و کلید یک در، همجنس باشند؟

ب) چرا در برخی از فصلهای سال، بعضی از درها در چارچوب خود گیر می‌کنند؟

$$A_2 = A_1 + A_1 2\alpha \Delta \theta \Rightarrow \Delta A = A_1 2\alpha \Delta \theta$$

۱۴ چرا بتن و میلگرد فولادی به همراه هم مناسبترین مصالح در ساخت پلها هستند؟

پاسخ:

پون اختلاف اندازه ضریب انبساط طولی این دو ماده خیلی کم است، به هنگام انبساط گرمایی، افزایش طول تقریباً یکسانی دارند؛ برای همین در سافت پلها از این مصالح استفاده می‌کنند تا به هنگام انبساط گرمایی مشکلی پیش نیاید.



چند جسم با هم

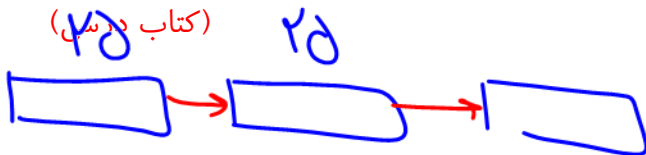
تپ D



با کشیدن شکل یک معادله درست می کنیم.

۱ یک بزرگراه از بخش‌های بتونی به طول  $25/0m$  ساخته شده است. این بخش‌ها در دمای  $10/0^{\circ}C$  بتون‌ریزی و عمل آورده شده‌اند. برای جلوگیری از تاب برداشتن بتون در دمای  $50/0^{\circ}C$ ، مهندسان باید چه فاصله‌ای را بین این قطعه‌ها در نظر بگیرند؟ ( $\alpha_{\text{بتون}} \approx 14 \times 10^{-6} K^{-1}$ )

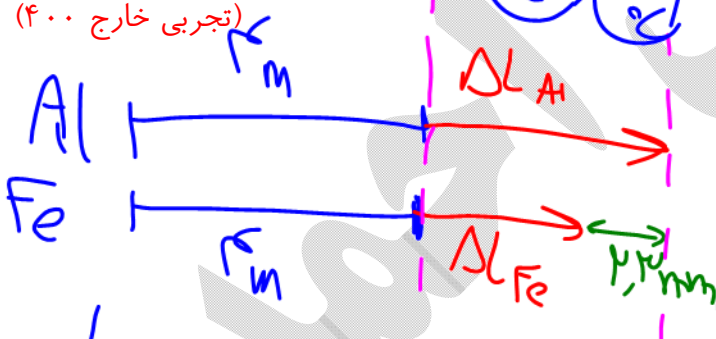
(کتاب درسی)



$$\Delta L_{\text{max}} = L_1 \alpha \Delta T_{\text{max}} = 25 \times 14 \times 10^{-6} \times 40 = 14 \times 10^{-4} m$$

۲ در دمای صفر درجه سلسیوس، طول دو میله آلومینیومی و فولادی باهم برابر و هر کدام ۴ متر است. دمای میله‌ها را تا چند درجه فارنهایت افزایش دهیم تا اختلاف طول آنها  $1/3$  میلی متر شود؟

(تجربی خارج ۴۰۰)



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

$$\Delta L_{\text{Al}} - \Delta L_{\text{Fe}} = 1,2 \text{ mm}$$

$$L_{\text{Al}} \alpha \Delta T - L_{\text{Fe}} \alpha \Delta T = 1,2$$

$$4000 \times 23 \times 10^{-6} \times \Delta T - 4000 \times 11/5 \times 10^{-6} \times \Delta T = 1,2$$

$$\Delta T (23 \times 10^{-3} - 88 \times 10^{-3}) = 1,2$$

$$\Delta T = \frac{1,2}{10^{-2}} = 120 K \Rightarrow \Delta \theta = \Delta T = 120^{\circ}C$$

$$\Delta F = \frac{9}{5} \Delta \theta = \frac{9}{5} 120 = 216^{\circ}F$$



نقطه E

انبساط ظاهری مایع



۱۲۰ جیب ۱۰۰ طرف  
۱۵۰ جیب ۱۰۰ مایع

$\Delta V_{ظرف} - \Delta V_{واقعی مایع} = \Delta V_{ظاهری مایع}$

توجه: ظاهری مایع  $\Delta V =$  سرریزی + قیمت حالی ظرف در حالت اولیه

جام (مایع B)  $\Delta V_{ظرف} + \Delta V_{ظاهری} = \Delta V_{واقعی مایع}$

۱ در یک روز داغ تابستان که دمای هوا  $40^{\circ}C$  است، شخصی باک (مخزن) ۵۵ 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 بازمی‌گردد. مشاهده می‌کند بنزین قابل توجهی از باک سرریز شده است. چقدر بنزین از باک بیرون ریخته است؟ (از افزایش حجم باک که بسیار ناچیز است صرف نظر می‌شود، ضریب انبساط حجمی بنزین

در SI برابر  $0.001$  است.) (کتاب درسی)

$\Delta \theta = 40 - 12 = 28$

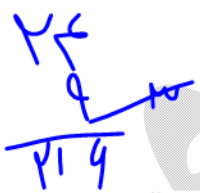
$\Delta V = V_1 \beta \Delta \theta = 55 \times \frac{1}{1000} \times 114 = 6.27 L$

۲ ارنی شیشه‌ای با ضریب انبساط طولی  $9.0 \times 10^{-6} / ^{\circ}C$  را که در دمای  $20^{\circ}C$  گنجایشی برابر با  $200 cm^3$  دارد، مطابق شکل با گلیسرین در همان دما پر کرده‌ایم. اگر دمای ظرف و گلیسرین را با  $60^{\circ}C$  برسانیم. (ضریب

انبساط گلیسرین در SI برابر  $0.0005$  است.) (کتاب درسی)

الف) آیا گلیسرین از ظرف بیرون می‌ریزد؟

ب) اگر پاسخ قسمت (الف) مثبت است، حجم گلیسرین سرریز شده چقدر است؟

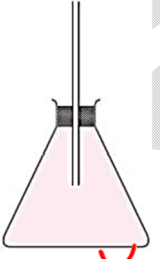


$\Delta \theta = 40$

$209 / 114 cm^3$

$\Delta V_{ظرف} = V_1 \alpha \Delta \theta = 200 \times 10^{-6} \times 9 \times 40 = 7.2 cm^3$

$= 7.2 cm^3$



ظرف  $\Delta V_{ظرف} = V_1 \alpha \Delta \theta = 200 \times 10^{-6} \times 9 \times 40 = 7.2 cm^3$

گلیسرین  $\Delta V_{گلیسرین} = V_1 \beta \Delta \theta = 200 \times 0.0005 \times 40 = 4 cm^3$



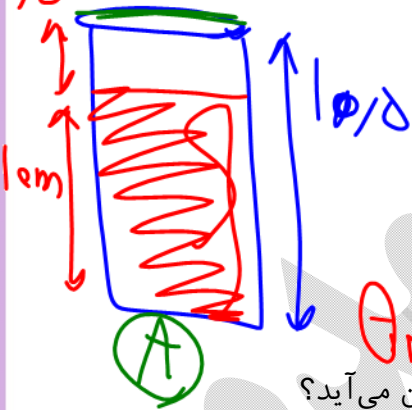
۳ درون یک ارلن (ظرف مطابق شکل) مایعی رنگی ریخته‌ایم به شکلی که بخشی از مایع از لوله شیشه‌ای بالا رفته است. مجموعه‌ی ارلن و مایع درون آن را داخل یک ظرف آب گرم قرار می‌دهیم. نحوه‌ی تغییر ارتفاع مایع در لوله را پیش‌بینی کنید.



۴ مقداری بنزین در مخزنی استوانه‌ای به ارتفاع  $h = 10/5m$  ریخته شده است. در دمای  $-10^\circ C$  فاصله بین سطح بنزین تا بالای ظرف برابر  $\Delta h = 5cm$  است. اگر از انبساط ظرف در نتیجه افزایش دما چشم‌پوشی شود، در

(کتاب درسی)

چه دمایی بنزین از ظرف سرریز می‌شود؟  $(\beta_{\text{بنزین}} = 10^{-3} \frac{1}{^\circ C})$



$$\Delta V = Ah = A \times \frac{\Delta h}{c} = \Delta A$$

$$\Delta V = V_1 \beta \Delta \theta$$

$$\Delta A = \frac{10}{5} A \times 10^{-3} \times \Delta \theta \Rightarrow \frac{10}{5} = \Delta \theta = 50^\circ C$$

۵ چرا وقتی دما بیشتر گرم می‌شود، سطح جیوه قبل بالا رفتن، برای مدت اندکی پایین می‌آید؟



آزمایشی طرح کنید با استفاده از آن بتوان ضریب انبساط حجمی یک مایع را به دست آورد.

پاسخ:

وسایل آزمایش: کلیسیرین، استوانهٔ مدرج، درپوش پلاستیکی استوانهٔ مدرج با دو سوراخ، دماسنج، لولهٔ مدرج، چراغ الکلی و پایه.

شرح آزمایش: داخل استوانهٔ مدرج تا حجم کلیسیرین می‌ریزیم. دماسنج و لولهٔ مدرج را از سوراخ‌های درپوش عبور داده و درپوش را بر روی ظرف

طوری قرار می‌دهیم که سطح کلیسیرین را به‌طور کامل بپوشاند. دمای اولیه کلیسیرین را با دماسنج اندازه‌گیری می‌کنیم.

ظرف را بر روی پایه قرار داده و توسط چراغ به آن گرما می‌دهیم تا دمای آن به برسد. کلیسیرین منبسط شده و از لولهٔ مدرج بالا می‌آید. حجم

کلیسیرین منبسط شده در دمای  $\Delta V = \beta V_1 \Delta T$  را توسط لولهٔ مدرج مشفق می‌کنیم. حال با کمک رابطه ضریب انبساط حجمی کلیسیرین را مناسبه

می‌کنیم:



نہج G درصد تغییرات

$$\text{درصد تغییرات طول} = \frac{\Delta L}{L_0} \times 100$$

$$\% \text{ درص } = \frac{\% \text{ اولی}}{\text{اولی}} \times 100$$

یک قطعه سرب در دمای  $20^\circ\text{C}$  قرار دارد. اگر دمای این قطعه را  $200^\circ\text{C}$  افزایش دهیم، حجم آن چند

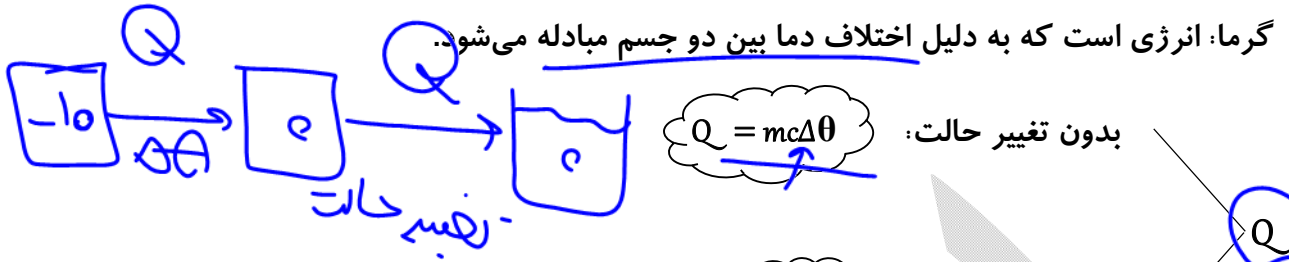
۱

درصد افزایش می یابد؟  $(\frac{1}{^\circ\text{C}} \times 10^{-5} = 3 \times 10^{-5})$  (ضریب انبساط طولی سرب) (ریاضی داخل ۱۴۰۱)

$$\begin{aligned} \text{حجم} \quad (\text{درصد تغییرات}) &= \frac{\Delta V}{V_1} \times 100 = \frac{V_1 \beta \Delta T}{V_1} \times 100 \\ &= \cancel{V_1} \times 10^{-5} \times 3 \times 10^{-5} \times 100 = 1.1\% \end{aligned}$$



## گرما



Q

اسماعیل احمدی





## گرما (بدون تغییر حالت)

c: گرمای ویژه ← تعریف: مقدار گرمایی که به یک کیلوگرم از جسم داده شود تا دمای آن را یک درجه‌ی

سلسیوس افزایش دهد.

یکا: ..... یا .....

$$Q = mc\Delta\theta$$

Handwritten annotations: 'J' with an arrow pointing to 'Q', 'kg' with an arrow pointing to 'm', and 'C' with an arrow pointing to 'c'. The symbol 'Δθ' is circled in red.

$$\frac{Q}{m\Delta\theta} = c$$

Handwritten annotations: 'J' with an arrow pointing to 'Q', 'kg' with an arrow pointing to 'm', and 'C' with an arrow pointing to 'c'. The symbol 'Δθ' is circled in red.

$$c = \frac{Q}{m\Delta\theta}$$

Handwritten annotations: 'J' with an arrow pointing to 'Q', 'kg' with an arrow pointing to 'm', and 'C' with an arrow pointing to 'c'. The symbol 'Δθ' is circled in red.

اسماعیل احمدی



**نویس A جایگذاری**

گرفتن گرما  $Q = (+)$

توجه مهم:

از دست دادن گرما  $Q = (-)$

۱ جسمی به جرم ۲ کیلوگرم، بدون تغییر حالت ۴۰ کیلو ژول گرما از دست می دهد. اگر دمای اولیه جسم

$Q = -20000$  (با  $m$  و  $c = 400 \frac{J}{kg.K}$ )  
 ۵۰°C دمای ثانویه اش چند درجه ی سلسیوس است؟

$Q = mc\Delta T$   
 $-20000 = 2 \times 400 \times (\Delta T)$   
 $\Delta T = -25 K \Rightarrow \Delta \theta = -25^\circ C$

۲ ظرفیت گرمایی: تعریف: مقدار گرمایی که باید به جسم داده شود تا دمای آن را یک درجه ی سلسیوس

$\theta_2 - \theta_1 = -10 \Rightarrow \theta_2 = 10^\circ C$  افزایش دهد.

یک:  $\frac{J}{K}$  یا  $\frac{J}{^\circ C}$   
 $C = mc$   
 $C = 2000$   
 $m = 2$   
 $C = 400$   
 $C = 1000$  (یکای C)

**نکته**

ظرفیت گرمایی ویژه به جنس بستگی دارد - اما ظرفیت گرمایی به جرم و جنس بستگی دارد.  
 گرمای ویژه (C)

۲ ظرفیت گرمایی فلزی در SI برابر ۲۱۰۰ است. اگر یک کیلوگرم از جرم این فلز کم شود، ظرفیت گرمایی آن

۲۰ درصد کاهش می یابد. گرمای ویژه فلز در SI چقدر است؟ (ریاضی خارج ۱۴۰۱)

$C_1 = m_1 c \Rightarrow 2100 = m_1 c$   
 $C_2 = m_2 c \Rightarrow 1410 = m_2 c = (m_1 - 1) c = m_1 c - c$   
 $1410 = 2100 - c \Rightarrow c = 420 \frac{J}{kg.K}$



۳ در جمله‌های زیر جاهای خالی را با کلمه یا عبارت مناسب کامل کنید.

الف) گرما انرژی ای است که به دلیل امتلاف دما بین دو جسم مبادله می‌شود.

ب) یکای گرمای ویژه ..... است.

$$\frac{J}{kg \cdot ^\circ C}$$

۴ درستی یا نادرستی عبارتهای زیر را تعیین کنید.

الف) هر چه گرمای ویژه یک جسم بیشتر باشد، مقاومت آن در برابر تغییر دما کم‌تر است.

ب) ظرفیت گرمایی به جرم اجسام بستگی ندارد.

$$C = mc$$

۵ کلمه مناسب را از داخل پرانتز انتخاب کنید.

الف) ظرفیت گرمایی یک ماده مشخص متناسب با (گرمای ویژه - جرم) آن است.

ب) واحد ظرفیت گرمایی در SI  $\left(\frac{J}{kg \cdot K}\right)$  است.

آهن

$$C = mc$$

۶ دو جسم A و B، هم جنس و هم دما هستند، ولی جرمشان متفاوت است. کدام یک از کمیت‌های زیر برای این

دو جسم یکسان نیست؟ (علت انتخاب خود را بنویسید.)

۱- گرمای ویژه ✓ ۲- ظرفیت گرمایی ✓ ۳- انرژی جنبشی متوسط مولکولی ✗

$$C = mc$$

۷ دو گلوله ی هم جنس و هم اندازه یکی توپر و دیگری تو خالی موجود است. اگر به هر دو گلوله گرمای یکسانی

بدهیم:

الف) دمای کدام گلوله بیشتر افزایش می‌یابد؟ چرا؟  
تو پالی -  $Q = mc \Delta T$

ب) جرم کدام گلوله بیشتر افزایش می‌یابد؟ چرا؟

تو خالی -  $\Delta T = \frac{Q}{m \cdot c}$





چند گوی فلزی از جنس‌های مختلف، مثلاً از آلومینیم، فولاد، برنج، مس، سرب و ... را اختیار می‌کنیم که همگی گرم یکسانی داشته باشند. گوی‌ها را توسط ریسمان‌هایی داخل ظرف آبی قرار می‌دهیم که آب آن در حال جوشیدن است و پس از مدتی گوی‌ها را بیرون آورده و آنها را روی یک ورقه پارافین قرار می‌دهیم. به نظر شما کدام گوی، پارافین بیشتری را ذوب می‌کند و علت آن چیست؟ (کتاب درسی)

$$Q = mc\Delta T$$

اسماعیل احمدی



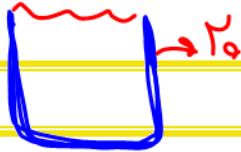
## توان گرمایی (یا آهنگ انتقال گرما)

نقطه B

گرمای  
زمان

$$P = \frac{Q}{t}$$

یکا: W وات یا  $\frac{J}{s}$



نقطه

رمای گرمایی و مایعی که در شرایط اولیه داخل آن است. یکسان است.

1 درون گرما سنجی با ظرفیت گرمایی  $\frac{J}{^{\circ}C}$  ۲۰۰، مقدار ۱۰۰ گرم آب  $^{\circ}C$  ۲۰ وجود دارد. توسط گرمکن در مدت ۵ دقیقه دمای مجموعه را به  $^{\circ}C$  ۷۰ می رسانیم، با صرف نظر از اتلاف گرما، توان گرمکن تقریباً چند وات

است؟  $(c_{\text{آب}} = 4200 \frac{J}{kg \cdot ^{\circ}C})$

$$P = \frac{Q}{t} = \frac{31000}{20} = 1550 \text{ W}$$

$$Q_{\text{آب}} = mc\Delta\theta = 100 \times 4200 \times 50 = 21000 \text{ J}$$

نقطه

به آب داده میشه → انرژی مفید گرمکن

$$Q = m c \Delta\theta = 100 \times 4200 \times 50 = 21000 \text{ J}$$

$$Q_{\text{کل}} = Q_{\text{آب}} + Q_{\text{گرمکن}} = 21000 + 10000 = 31000 \text{ J}$$

2 دمای یک قطعه فلز  $\frac{J}{kg \cdot ^{\circ}C}$  ۰/۶۰ کیلوگرمی را توسط یک گرمکن ۵۰ واتی در مدت ۱۱۰s از  $^{\circ}C$  ۱۸ به  $^{\circ}C$  ۳۸ رسانده ایم.

این آزمایش برای گرمای ویژه فلز چه مقداری را به دست می دهد؟ حدس می زنید که این پاسخ از مقدار واقعی گرمای ویژه فلز بیشتر باشد یا کمتر؟ توضیح دهید.

$$P = \frac{Q}{t} = \frac{mc\Delta\theta}{t}$$

$$50 = \frac{m \times c \times 20}{110} \Rightarrow c = \frac{50 \times 110}{12} \frac{J}{kg \cdot ^{\circ}C}$$

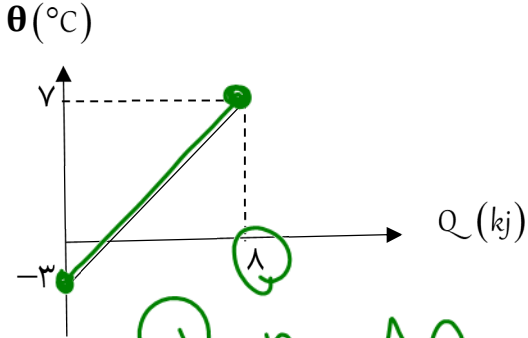


نمودار

نقطه C

نمودار تغییرات دما بر حسب گرمای داده شده به جسمی به جرم ۲ کیلوگرم مطابق شکل مقابل است. چند کیلوژول گرما لازم است تا دمای این جسم ۳ کلوین افزایش یابد؟

(ریاضی خارج ۹۷)



$\Delta T = 3$

$Q = m c \Delta T$

$Q = 2 \times 1000 \times 3 = 12000 \text{ J}$

$Q = mc\Delta\theta$

$1000 = 2 \times c \times 10 \Rightarrow c = \frac{1000}{20} = 50 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$

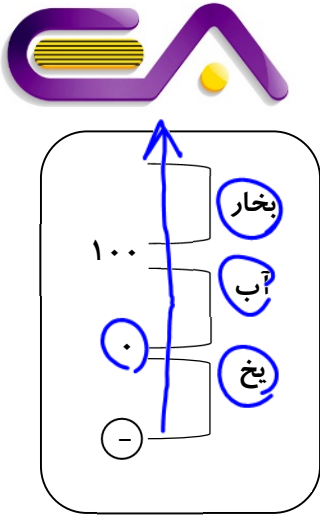


نقطه D نسبتی

1 حجم جسم A دو برابر حجم جسم B و چگالی آن 0/8 چگالی جسم B است. اگر گرمای ویژه A، نصف گرمای ویژه B باشد و به هر دو به یک اندازه گرما بدهیم، افزایش دمای جسم A، چند برابر افزایش دمای جسم B است؟

(تجربی داخل ۹۶)

$$\begin{aligned}
 & \rho = \frac{m}{V} \\
 & m = \rho V \\
 & Q_A = Q_B \\
 & Q = m c \Delta \theta \\
 & Q = \rho V c \Delta \theta \\
 & \Rightarrow \frac{\Delta \theta_A}{\Delta \theta_B} = \frac{Q_A}{Q_B} \times \frac{\rho_B}{\rho_A} \times \frac{V_B}{V_A} \times \frac{c_B}{c_A} \\
 & \frac{\Delta \theta_A}{\Delta \theta_B} = 1 \times \frac{\rho_B}{\rho_A} \times \frac{V_B}{V_A} \times \frac{c_B}{c_A} = \frac{1}{1} \times \frac{1}{0.8} \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{1} = \frac{1}{1.6}
 \end{aligned}$$



۱ atm

## گرما ( همراه با تغییر حالت )

\* با بالا رفتن از شکل روبرو، جسم گرما می گیرد و برعکس.

ذوب و انجماد: گرمای مبادله شده برای تبدیل جامد و مایع به یکدیگر در نقطه ذوب:

$Q = mL_F$

$+ mL_F$

$- mL_F$



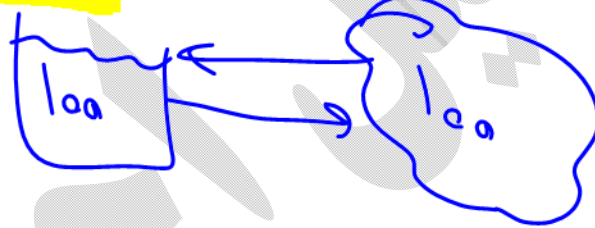
$Q \leftarrow$  ژول

$m \leftarrow$  کیلوگرم

$L_F \leftarrow$  گرمای نهان ذوب،  $\frac{J}{kg}$

تبخیر و میعان: گرمای مبادله شده برای تبدیل مایع و گاز به یکدیگر در نقطه جوش:

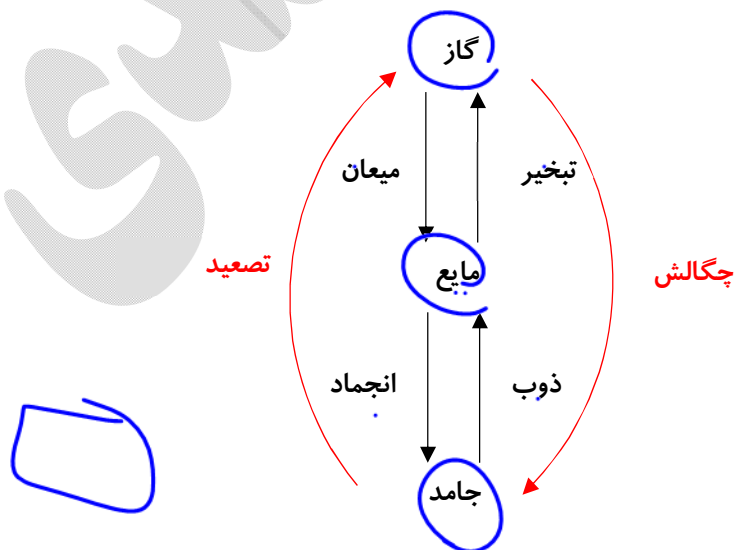
$Q = mL_V$



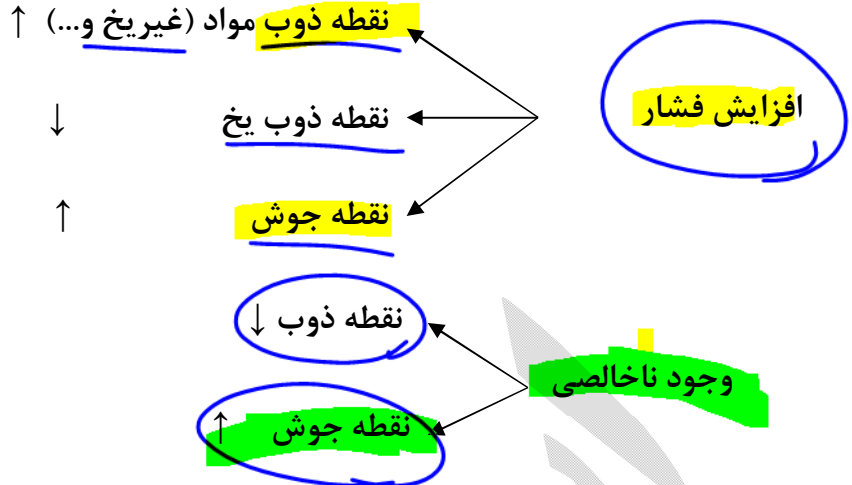
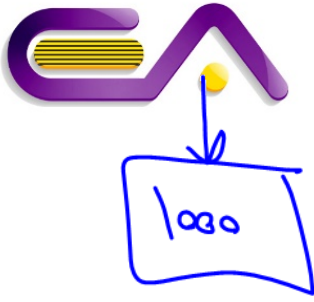
$Q \leftarrow$  ژول

$m \leftarrow$  کیلوگرم

$L_V \leftarrow$  گرمای نهان ~~ذوب~~ تبخیر،  $\frac{J}{kg}$



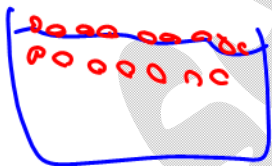




وابسته به .....	
<u>جنس و دمای جسم</u>	$\alpha$
جنس	C (گرمای ویژه)
جنس	$L_F$
جنس و دما	$L_V$
جنس و فشار وارد بر آن	نقطه ذوب
جنس مایع و فشار وارد بر آن	نقطه جوش

**تبخیر سطحی**

- \* تبخیر سطحی از سطح مایع انجام می‌شود (جوشیدن از همه جای مایع انجام می‌شود)
- \* تبخیر سطحی در هر دمایی رخ می‌دهد (جوشیدن فقط در دمای جوش رخ می‌دهد)
- \* در تبخیر سطحی، مولکول‌های سطح مایع، انرژی موردنیاز خود را از ذرات زیرین خود می‌گیرند. در نتیجه اگر دمای آب صفر باشد، ذرات سطح آب تبخیر شده و ذرات زیر آن یخ می‌زنند.



**عوامل مؤثر بر تبخیر سطحی:**

- \* رابطه مستقیم با تبخیر سطحی: دمای مایع، مساحت سطح مایع، جریان باد
- \* رابطه عکس با تبخیر سطحی: فشار

برخلاف جامدهای خالص و بلورین، جامدهای بی‌شکل 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 گستره‌ای از دما به تدریج ذوب می‌شوند.



**ثبته A جایگذاری**

**نکته**

در فرایند تغییر حالت (فاز)، دما تغییر نمی‌کند، اما انرژی درونی ماده تغییر می‌کند.

**نکته**

هنگامی که به یخ گرما می‌دهیم، مراحل زیر را طی می‌کند:

\* در دو مرحله A و C همه آب و همه یخ با هم دمایشان تغییر می‌کند. اما در مرحله B همه C یخ با هم به آب تبدیل نمی‌شود، بلکه با توجه به مقدار گرما C داده شده مقدار مشخصی از یخ، آب می‌شود.

مقدار ۱۸۹۰۰ ژول گرما لازم است تا مقداری یخ  $-20^{\circ}\text{C}$  به آب صفر درجه تبدیل شود. مقدار این یخ چند

گرم است؟ (گرمای ویژه ی یخ  $\frac{\text{J}}{\text{kg}}$  و گرمای نهان ویژه ی ذوب یخ  $\frac{\text{J}}{\text{kg}}$  است.)

$Q_{\text{کل}} = Q_1 + Q_2$   
 $189000 = 2100m + 336000m$   
 $\frac{1}{20} \text{ kg} = m$   
 $m = \frac{1}{20} \times 1000 = 50 \text{ g}$

به ۵۰۰ گرم یخ  $-20^{\circ}\text{C}$  مقداری گرما با آهنگ  $\frac{10}{5} \frac{\text{kJ}}{\text{min}}$  در مدت ۱۰ دقیقه می‌دهیم. دمای نهایی آب

حاصل، چند درجه است؟ ( $L_f = 336 \frac{\text{J}}{\text{g}}$ ،  $c_{\text{آب}} = 4200 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot ^{\circ}\text{C}}$ )

(تجربیه داخل ۹۹)

$Q = P t = 10 \times 10 = 100 \text{ kJ} = 100000 \text{ J}$

**صفر درجه**

$Q_1 = m c \Delta T$   
 $Q_2 = m L_f = 336000m$



$$L_f = 334 \text{ J/kg} \rightarrow \frac{334 \text{ J}}{1 \text{ kg}} = 334000 \frac{\text{J}}{\text{kg}}$$

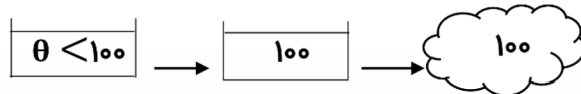
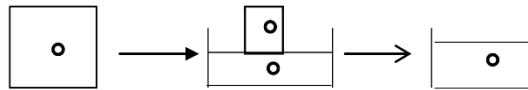
بخار



آب

دمای منجمد آب و یخ در حال تعادل = صفر درجه سلسیوس

یخ



تبخیر

$$C = 420$$

یک گرمکن ۵۰ واتی به طور کامل در ۱۰۰ گرم آب درون یک گرماسنج قرار داده می‌شود.



الف) این گرمکن در مدت یک دقیقه دمای آب و گرماسنج را از  $20^\circ\text{C}$  به  $25^\circ\text{C}$  می‌رساند. ظرفیت گرمایی گرماسنج را حساب کنید.

$$Q = P \cdot t = 50 \times 60 = 3000 \text{ J}$$

$$Q_{\text{آب}} = mc\Delta\theta = \frac{1}{100} \times 4200 \times 5 = 210 \text{ J} \quad \left\{ \begin{array}{l} Q_{\text{گرماسنج}} = C\Delta\theta = 5C \\ Q_{\text{کل}} = Q_{\text{آب}} + Q_{\text{گرماسنج}} \end{array} \right.$$

$$L_v = 2254000 \text{ J/kg}$$

ب) چه مدت طول می‌کشد تا ۲۰ گرم آب در حال جوش درون این گرماسنج به بخار تبدیل شود؟

$$Q_{\text{کل}} = Q_{\text{آب}} + Q_{\text{تبخیر}} \Rightarrow 3000 = 210 + Q_{\text{تبخیر}} \Rightarrow Q_{\text{تبخیر}} = 2790 \text{ J}$$



در جمله‌های زیر جاهای خالی را با کلمه یا عبارت مناسب کامل کنید.

- الف) عمل ذوب یک فرایند ..... و فرایند میعان، فرایندی ..... است.
- ب) ناخالصی باعث ..... دمای ذوب می‌شود.
- پ) در هنگام ذوب یا تبخیر، دما ..... زیرا گرما صرف ..... می‌شود.
- ت) تبدیل گاز به جامد را ..... و تبدیل گاز به مایع را ..... می‌نامند.
- ث) گرمای نهان انجماد ..... گرمای نهان ذوب است.
- ج) افزایش فشار روی یخ سبب ..... نقطه ذوب آن می‌شود.
- چ) دمای ذوب و نقطه جوش به ..... بستگی دارد.
- ح) در شرایط یکسان، دمای ذوب با ..... و دمای جوش با ..... برابر می‌باشد.



درستی با نادرستی عبارتهای زیر را تعیین کنید.

الف) دمای ذوب تمام مواد با فشار بر روی آنها رابطه مستقیم دارد.

ب) گرمای نهان تبخیر به جنس و دمای جسم بستگی دارد.



کلمه مناسب را از داخل پرانتز انتخاب کنید.

الف) تغییر حالت نفتالین در دمای اتاق از نوع (تبخیر - تصعید) است.

ب) تبخیر سطحی، دمای مایع را (کاهش) - افزایش می دهد.

کدام یک از مواد زیر ذوب یا منجمد می شوند. ولی تغییر فاز نمی دهند؟

الف) آب      ب) قیر      پ) جیوه      ت) شیشه      ث) گلیسرین

یکی از روشهای بالابردن دمای یک جسم، دادن گرما به آن است. اگر به جسمی گرما بدهیم، آیا دمای آن

حتماً بالا می رود؟



چرا در ارتفاعات بالا، تخم مرغ دیرتر می پزد؟ یه راهکار برای اینکه تخم مرغ زودتر بپزد چیست؟

پاسخ:

در ارتفاعات فشار هوا کم است، پس دمای جوش آب هم کمتر خواهد بود و برای همین اگر بخواهیم تخم مرغ را داخل این آب بپزیم، زمان پخت

طولانی تر خواهد بود. (زیرا پخت و پز در دمای پایین تری انجام می شود.)

راهکار: با افزودن نمک، نقطه جوش آب بالا می رود.





۱۰ علت سریع تر پخته شدن غذا در دیگ زودپز چیست؟

افزایش فشار ← نقطه جوش ↑

۱۱ چرا یک گرم بخار آب  $100^{\circ}\text{C}$  سوختگی شدیدتری نسبت به یک گرم آب  $100^{\circ}\text{C}$  ایجاد می کند؟

۱۲ چرا وقتی الکل روی دستمان می ریزیم، احساس خنکی می کنیم؟

۱۳ چرا قراردادن دستمال خیس روی بدن شخص تب دار به پایین آوردن دمای بدن بیمار کمک می کند؟

۱۵ ذوب یخ

چرا برف روی قله کوهها دیرتر آب می شود؟

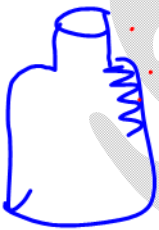
پاسخ:

در بالای کوه به دلیل فشار کم هوا، نقطه ذوب یخ افزایش می یابد و در نتیجه یخ دیرتر آب می شود.

۱۶ چرا سطح بیرونی نوشابه سرد، در هوای گرم عرق می کند؟

پاسخ:

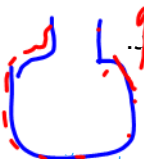
ذرات بخار آب هوای اطراف نوشابه، در اثر برافروزدن به برنه سرد قوطی نوشابه، گرما از دست می دهند و به آب تبدیل می شوند.



۱۷ در قدیم، برای خنک نگه داشتن آب، از کوزه های سفالی استفاده می شد. علت این موضوع را بنویسید.

پاسخ:

علت این موضوع به تبخیر سطحی آب برمی گردد. به این صورت که سطح بیرونی کوزه را کمی خیس می کردند. پس از مدتی در اثر تبخیر سطحی، آب روی سطح کوزه تبخیر می شد. گرمای لازم برای این تبخیر، از آب داخل کوزه گرفته می شد و به این ترتیب، دمای آب داخل کوزه پایین می آمد.





۵

۲۰

۳

۱۵

### گرما یزهان

$L_v$

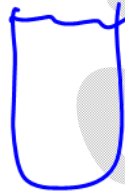
$$Q = m L_v$$

۱۷ چرا با افزایش دمای آب تبخیر آن کاهش می یابد؟

۱۸ کوتاه پاسخ دهید.

سه عامل مؤثر بر آهنگ تبخیر سطحی: .....

۱۹ افزایش سطح تماس با محیط موجب افزایش آهنگ تبخیر سطحی می شود؟ چرا؟



۲۰ چرا تعریق (عرق کردن) باعث خنکی پوست می شود؟

۲۱ درستی یا نادرستی جملات زیر را تعیین کنید.

الف) تبخیر در هر دمایی می تواند رخ دهد.

ب) در همه ی دماها آهنگ تبخیر در مایعات یکسان است.

پ) تبخیر سطحی باعث کاهش دمای مایع می شود.

۲۲ دو فرق بین تبخیر سطحی و جوشیدن را بنویسید.

پاسخ:

تبخیر سطحی در هر دمایی صورت می گیرد، اما برای جوشیدن یک مایع، دمای آن تماماً باید به نقطه جوش برسد.

در هنگام جوشیدن، دمای مایع ثابت می ماند ولی تبخیر سطحی موجب کاهش دمای مایع می شود.





بله

الف) آیا می‌توان یخ را بدون آن که ذوب شود، تا دمایی بالاتر از  $0^{\circ}\text{C}$  گرم کرد؟

۲۳

ب) آیا می‌توان آب را بدون آن که یخ ببندد، تا دمایی پایین‌تر از  $0^{\circ}\text{C}$  سرد کرد؟



چگونه می‌توان فهمید که در یک ماده ناخالصی وجود دارد؟

۲۴

در یک روز زمستانی، بخار آب موجود در اتاقی روی شیشه پنجره به شکل مایع درمی‌آید و قطره‌قطره می‌شود. اگر دمای شیشه حدود  $0^{\circ}\text{C}$  باشد برای آنکه  $50\text{g}$  آب روی شیشه تشکیل شود چقدر گرما به شیشه داده

۲۵

(کتاب درسی)

می‌شود؟  $(L_v) = 2250 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$

$$Q = mL_v = \frac{50}{1000} \times 2250000 = 112500 \text{ J}$$

وقتی می‌گوییم «گرمای نهان ذوب یخ  $334 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$  است» منظورمان چیست؟

۲۶

$$Q = mL_f$$

(کتاب درسی)

چرا گرمای نهان تبخیر با افزایش دمای آن کاهش می‌یابد؟

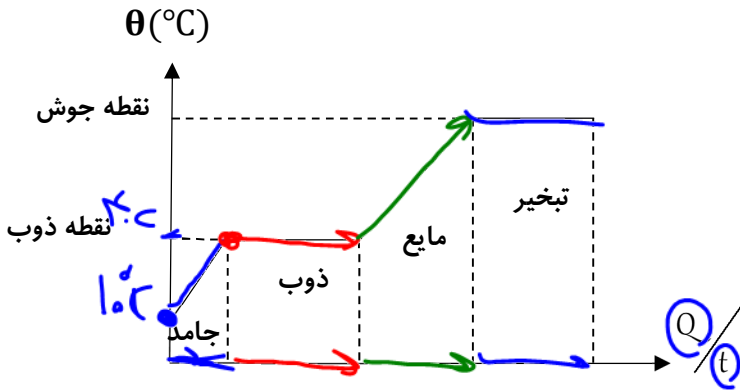
۲۷





نمودار

نقطه B



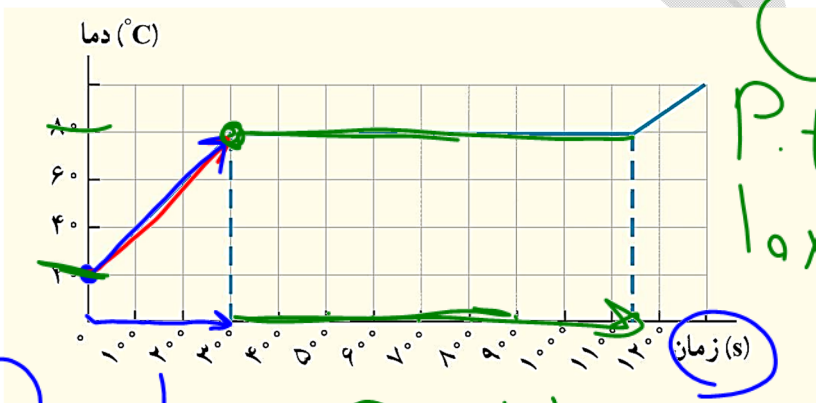
۱ اگر به جسم جامدی که ابعاد آن به اندازه کافی کوچک است با توان ثابتی گرما بدهیم نمودار دما - زمان آن

به صورت کیفی مانند شکل زیر می شود. این نمودار در اینجا برای جسم جامدی به جرم  $50g$  رسم شده که توسط یک گرمکن  $100W$  گرم شده است.

$Q = P \cdot t = 100 \times 30 = 3000 \text{ J}$

الف) چقدر طول می کشد تا این جامد به نقطه ذوب خود برسد؟

ب) گرمای ویژه جامد و پ) گرمای نهان ذوب آن را محاسبه کنید.

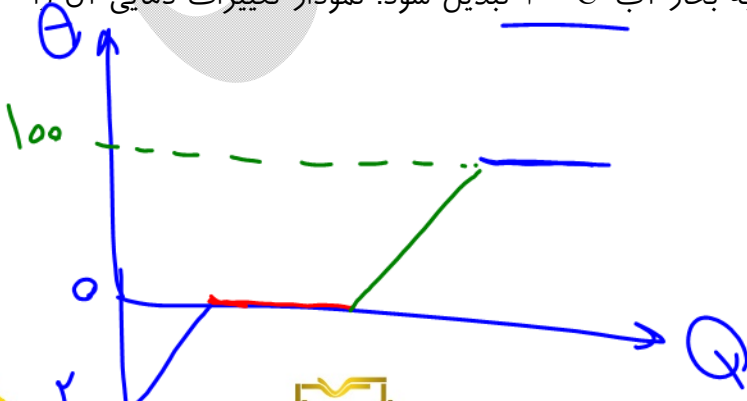


$Q = mc \Delta \theta$   
 $P \cdot t = mc \Delta \theta$   
 $100 \times 30 = m \times c \times 10$   
 $c = 1000 \text{ J/kg} \cdot \text{C}$

$Q = mL_f \Rightarrow P \cdot t = mL_f$   
 $100 \times 30 = m \times L_f \Rightarrow L_f = 170000 \text{ J/kg}$

۲ به یک کتلو گرم یخ  $-20^\circ\text{C}$  گرما می دهیم تا به بخار آب  $100^\circ\text{C}$  تبدیل شود. نمودار تغییرات دمایی آن را

برحسب گرمای داده شده به طور دقیق رسم کنید.







## تبادل گرمایی



وقتی چند جسم به تبادل گرمایی برسند، اجزای دمای یک نوبت دارند.



وقتی چند جسم با دماهای مختلف در تماس با یکدیگر قرار گیرند تا به تبادل گرمایی برسند، جمع جبری گرماها صفر می شود:

$$Q_1 + Q_2 + \dots = 0$$

می شود:



## نقطه A بدون تغییر حالت

توجه: تغییرات (m, c) را بر حسب هر یک می توانید قرار دهید، فقط باید یکا برای همه ماده ها یکسان باشد.

توجه: اگر دمای تعادل را نداده بود، آن را  $\theta$  فرض میکنیم.

در ظرفی ۸۰۰ گرم آب صفر درجه سلسیوس وجود دارد. یک قطعه فلز به جرم ۴۲۰ گرم و دمای ۸۴ درجه سلسیوس را درون آب می اندازیم. پس از برقراری تعادل، دمای مجموعه چند درجه سلسیوس می شود؟

(اتلاف گرما ناچیز و  $c_{\text{فلز}} = 400 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}}$  و  $c_{\text{آب}} = 4200 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}}$  است.)  
 (تجربی خارج ۹۹)

$$Q_A + Q_B = 0 \Rightarrow m_A c_A \Delta T_A + m_B c_B \Delta T_B = 0$$

$$\frac{1}{10} \times 4200 \times (\theta - 0) + \frac{420}{10} \times 400 \times (\theta - 84) = 0$$

$$4200\theta = -420 \times 4 (\theta - 84) \Rightarrow 10\theta = -\theta + 14 \Rightarrow 11\theta = 14 \Rightarrow \theta = \frac{14}{11} \approx 1.27$$

چند لیتر آب ۵۰ درجه را با چند لیتر آب ۲۰ درجه مخلوط کنیم تا ۴۰ لیتر آب با دمای ۴۰ درجه سلسیوس داشته باشیم؟ (به ترتیب از راست به چپ)

(تجربی خارج ۸۶)

$$m_B = \rho V_B$$

$$V_A + V_B = 40$$

$$Q_A + Q_B = 0 \Rightarrow m_A c_A \Delta T_A + m_B c_B \Delta T_B = 0$$

$$\rho V_A c_{\text{آب}} (-10) + \rho V_B c_{\text{آب}} (20) = 0$$

$$\rho V_A c_{\text{آب}} (-10) = -\rho V_B c_{\text{آب}} (20) \Rightarrow V_A = 2V_B$$

$V_B = 10$   
 $V_A = 30$



۳ یک قطعه فلز به جرم ۲۰۰g و دمای ۱۵°C را در یک گرماسنج با ظرفیت گرمایی  $\frac{J}{K}$  که محتوی آب ۰/۵kg است، می‌اندازیم. اگر دمای تعادل ۵°C باشد:  $C_{\text{آب}} = 4200 \frac{J}{kg \cdot ^\circ C}$  (کتاب درسی)

الف) گرمای ویژه فلز را محاسبه کنید.  
 ب) مقدار واقعی گرمای ویژه فلز از مقدار به دست آمده کمتر است یا بیشتر؟ چرا؟

Handwritten notes and diagrams for question 3:

- Diagram showing heat exchange between a metal block (A) and water (B) in a calorimeter.
- Equation:  $Q_A + Q_B + Q_{\text{گرماسنج}} = 0$
- Equation:  $m_A c_A \Delta T_A + m_B c_B \Delta T_B + C \Delta T = 0$
- Equation:  $\frac{1}{4} \times C \times (-10) + \frac{1}{4} \times 200 \times (15) + 110 \times (15) = 0$
- Equation:  $-2.5C + 7500 + 1650 = 0 \Rightarrow 2.5C = 9150 \Rightarrow C = 3660 \frac{J}{kg \cdot ^\circ C}$

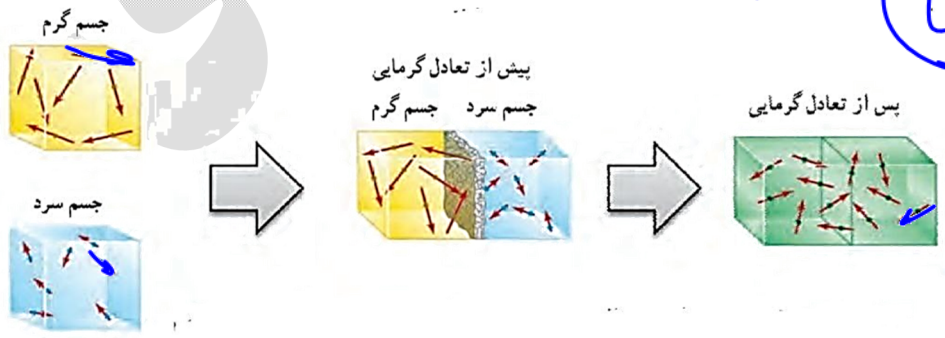
۴ وقتی دو جسم با دمای متفاوت در مجاورت هم قرار می‌گیرند و تبادل گرما می‌کنند با صرف نظر از تبادل گرمایی با محیط:

الف) آیا همان مقدار که از انرژی درونی جسم گرم کاسته می‌شود به انرژی درونی جسم سرد افزوده می‌گردد؟ چرا؟  
 ب) آیا همان مقدار که از دمای جسم گرم کاسته می‌شود، دمای جسم سرد افزایش می‌یابد؟ چرا؟



۵ الف) منظور از این جمله که «دماسنج‌ها دمای خودشان را اندازه‌گیری می‌کنند» چیست؟ (کتاب درسی)  
 ب) در یک کلاس درس میز، صندلی دانش‌آموز، تخته، شیشه پنجره و... وجود دارد. در یک روز زمستانی، دمای کدام یک از آنها بیشتر از دمای هوای اتاق است؟ دمای کدام یک کمتر از دمای هوای اتاق است؟

پ) در شکل زیر میانگین انرژی جنبشی ذرات دو جسم چگونه تغییر کرده است؟





$$Q = mc\Delta T$$

آزمایشی با هدف تعیین گرمای ویژه فلزی با جنس نامعین طرح کنید



پاسخ:



وسایله‌های مورد نیاز: گرماسنج با ظرفیت گرمایی معین، یک جسم کوچک فلزی (مثل یک وزنه فلزی قلاب‌دار)، دماسنج، ترازو، بشر شیشه‌ای، چراغ گازی، سه پایه و شعله‌پخش‌کن، انبر.

شرح آزمایش:

۱- مقداری آب با جرم معلوم را درون گرماسنج بریزید و صبر کنید تا دمای گرماسنج و آب، یکسان شود. این دما را اندازه بگیرید و یادداشت کنید.

۲- جرم جسم فلزی را به کمک ترازو اندازه بگیرید و یادداشت کنید.

۳- جسم فلزی را درون بشر قرار دهید، مقداری آب روی آن بریزید و سپس مجموعه را روی چراغ گازی روشن بگذارید.

۴- صبر کنید تا آب چند دقیقه بیوشد. دمای آب را در این حالت اندازه بگیرید. این دما، همان دمای جسم فلزی نیز هست.

۵- جسم داغ شده را توسط انبر به سرعت درون گرماسنج بیندازید.

۶- آب درون گرماسنج را با همزن آن به هم بریزید و دمای تعادل را اندازه گرفته و یادداشت کنید.

۷- با استفاده از رابطه ۴-۹ گرمای ویژه جسم فلزی را به دست آورید.





**تجربہ B** ہمراہ تغییر حالت ← معلوم بودن نقطه تعادل



گرما می دهند. ~~توجه: منظور از مواد این طرف و آن طرف: موادی که برای رسیدن به نقطه تعادل گرما میگیرند یا~~

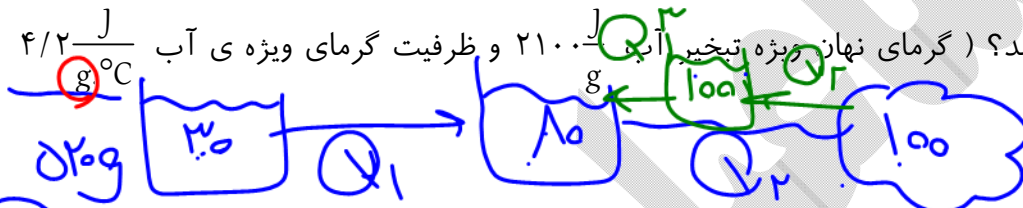


گرما می دهند.

$$\frac{4.2 \text{ J}}{\text{g}^\circ\text{C}} \times \frac{1000 \text{ g}}{1 \text{ kg}} = 4200 \frac{\text{J}}{\text{kg}^\circ\text{C}}$$

چند گرم بخار آب ۱۰۰ درجه سلسیوس را در ۵۲۰ گرم آب ۳۰ درجه سلسیوس وارد کنیم تا دمای تعادل

به ۸۰ درجه سلسیوس برسد؟ ( گرمای نهان ویژه تبخیر آب ۲۱۰۰ و ظرفیت گرمای ویژه ی آب ۴/۲ است.)



$$Q_1 = Q_2 + Q_3 = 0$$

$$mC\Delta\theta + (mL + mC\Delta\theta) = 0 \Rightarrow \frac{4.2}{100} \times 520 \times 50 - m \times 210000 + m \times 4200 \times 70 = 0$$

نقطه تعادل ← مقدار مواد (تبدیل شده / باقی مانده) ← متقیم / غیر متقیم: مقدار یکنوا (مواد اولیه زیاد باشد) ← آخر سر مقدار یکنوا  
 آن باقی می ماند ← متقیم

$$4.2 \times 100 = 210000m + 4200m$$

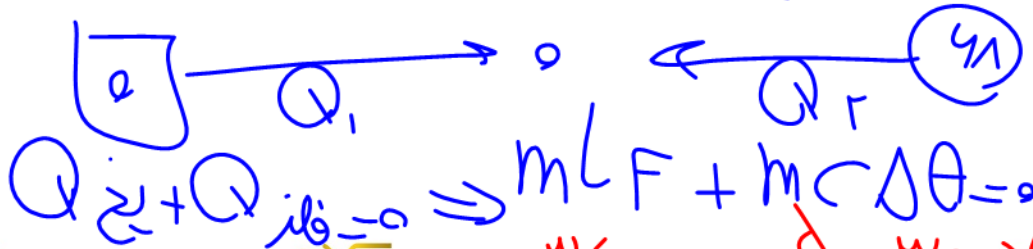
$$\theta_e = 0 \quad \text{غیر متقیم: مخلوط آب و یخ در حال تعادل} \quad \theta_e = 0$$

$$4.2 = 10200m \quad m = \frac{1}{25} \text{ kg} = 0.05$$

قطعه فلزی به جرم ۲/۵ کیلوگرم با دمای ۶۸ درجه سلسیوس را روی یک قطعه یخ بزرگ سفر درجه قرار

می دهیم. اگر گرمای نهان ویژه ذوب یخ ۳/۴ × ۱۰<sup>۵</sup> و گرمای ویژه فلز ۳۸۰  $\frac{\text{J}}{\text{g}^\circ\text{C}}$  باشد، چند گرم از یخ ذوب

می شود؟ (سراسری)



$$Q_{\text{یخ}} + Q_{\text{فلز}} = 0 \Rightarrow mL + mC\Delta\theta = 0$$

$$m \times 334 + \frac{5}{25} \times 380 \times (-41) = 0$$



~~$1000 \text{ J/kg} \cdot \text{C} = \frac{1}{100} \times 1000 \times 100$~~   ~~$19 \text{ m} = \frac{19}{100} \text{ kg}$~~   
 $m = 19 \text{ kg}$   
 $m = 1900 \text{ g}$

یک قطعه یخ با دمای  $-20^\circ\text{C}$  درجه سلسیوس را درون  $250 \text{ g}$  گرم آب با دمای  $20^\circ\text{C}$  درجه سلسیوس می اندازیم. اگر بعد از برقراری تعادل گرمایی، مقدار  $50 \text{ g}$  گرم یخ ذوب نشده باقی بماند، جرم قطعه یخ اولیه چند گرم بوده است؟

تبادل گرما فقط بین یخ و آب بوده است و  $L_F = 333 \frac{\text{J}}{\text{kg}}$  و  $c_{\text{Ice}} = 2100 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{C}}$  و  $c_{\text{Water}} = 4200 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{C}}$  (ریاضی داخل ۹۳)



$$Q_1 + Q_2 + Q_3 = 0 \Rightarrow m_1 c \Delta\theta + m_2 L_F + m_3 c \Delta\theta = 0$$

$$250 \times 4200 \times 20 + (1 - \frac{50}{100}) \times 1000 \times 333 + \frac{50}{100} \times 2100 \times (-20) = 0$$

در ظرف کوچکی،  $1340 \text{ g}$  آب  $0^\circ\text{C}$  وجود دارد. اگر بر اثر تبخیر سطحی مقداری از آب موجود در ظرف تبخیر شود و بقیه یخ ببندد، جرم آب یخ زده چند گرم است؟

$$250000 + 1000000 - 141000 = 110000$$

$L_V = 5900 \text{ cal/g}$ ,  $L_F = 800 \text{ cal/g}$  (تمام آب در دستند)

قلم چی ۹۸

$$m_1 + m_2 = 144 \text{ g}$$

$$m_1 = \frac{1}{10} \text{ kg} = 100 \text{ g}$$

آزمایشی با هدف تعیین گرمای نهان ذوب یخ طرح کنید.

انجبار  $Q_{\text{تبخیر}} = Q$

$$m_1 L_V = m_2 L_F \Rightarrow m_1 + \frac{59}{1} m_1 = 144 \Rightarrow \frac{64}{1} m_1 = 144$$

وسيله‌های مورد نیاز: بشر شیشه‌ای با حجم  $400 \text{ cm}^3$ ، چراغ گازی، سه پایه، توری نسوز، ترازو، مقداری مفلوط آب و یخ، گرماسنج با ظرفیت گرمایی معلوم و دماسنج

$$m_1 \times 59 = m_2 \times 80 \Rightarrow \frac{59}{80} m_1 = m_2$$

شرح آزمایش:  
 $m_1 = 14 \text{ g}$   
 $m_2 = 110 \text{ g}$

۱-  $200 \text{ cc}$  آب در بشر بریزید و آن را روی سه پایه قرار دهید. چراغ گاز را روشن کنید تا دمای آب دست کم به برسد.

۲- آب گرم را درون گرماسنج بریزید و پس از مدتی دمای تعادل آب و گرماسنج را با دماسنج اندازه بگیرید و یادداشت کنید.

۳- قطعه یخی به جرم تقریبی  $50 \text{ kg}$  را از درون مفلوط آب و یخ (با دمای  $0^\circ\text{C}$ ) بیرون آورده و جرم آن را اندازه گرفته و یادداشت کنید.

۴- یخ را درون گرماسنج بیندازید و صبر کنید تا کاملاً ذوب شود. اینک دمای تعادل را اندازه بگیرید.

۵- با استفاده از اعداد به دست آمده، گرمای ذوب یخ ( $L_F$ ) را حساب کنید.



۶ آزمایش با هدف تعیین گرمای نهان تبخیر آب طرح کنید.

پاسخ:

وسایله‌های مورد نیاز: بشر ۲۰۰CC، دماسنج، سه پایه، توری، پایه و کبیره، چراغ گاز، زمان‌سنج، آب و ترازو

شرح آزمایش:

۱- جرم بشر خالی را اندازه‌گیری کنید و مقدار معینی آب (مثلاً  $200 \text{ kg}$ ) در آن بریزید.

۲- توری را روی سه پایه بگذارید. چراغ را زیر آن روشن کنید و بشر را روی توری قرار دهید.

۳- دماسنج را به کمک پایه و کبیره طوری درون بشر قرار دهید تا مفزن آن کمی پایین‌تر از سطح آب باشد.

۴- در لحظه‌ای که دمای آب به  $\theta_1 = 70^\circ \text{C}$  می‌رسد زمان‌سنج را روشن کنید ( $t_1 = 0 \text{ s}$ ).

۵- صبر کنید تا آب به جوش آید. زمان ( $t_2$ ) و دما ( $\theta_2$ ) را ثبت کنید.

۶- با استفاده از رابطه  $P(t_2 - t_1) = mc(\theta_2 - \theta_1)$  و جای‌گذاری مقادیر معلوم، توان گرمادهی چراغ به آب ( $P$ ) را به دست آورید.

۷- گرمای دادن را آن قدر ادامه دهید تا مقدار قابل ملاحظه‌ای از آب بخار شود (تذکره: در طول گرمادادن باید شرایط چراغ و بشر ثابت بماند تا توان

گرمادهی چراغ به آب تغییر نکند).

۸- زمان ( $t_3$ ) را ثبت کنید. بشر را از روی چراغ بردارید و با وزن کردن آن جرم آب بخار شده ( $m'$ ) را به دست آورید.

۹- گرمای تبخیر را با استفاده از رابطه  $P(t_3 - t_2) = m'L_v$  به دست آورید.



## روش‌های انتقال گرما

### (۱) تابش

هر جسم در هر دمایی تابشی از جنس امواج الکترومغناطیسی دارد که شامل امواج رادیویی، فرسرخ، نور مرئی، فرابنفش، ایکس و گاما است. (در دماهای زیر ۵۰۰ درجه سانتی‌گراد، عمدتاً به صورت فرسرخ) 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.

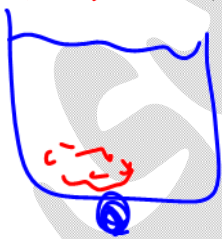
به روش‌های اندازه‌گیری دما مبتنی بر تابش گرمایی، تف‌سنجی و به ابزارهای اندازه‌گیری دما به این روش تف‌سنج می‌گویند.

تف‌سنج برخلاف سایر دماسنج‌ها، بدون تماس با جسمی که می‌خواهیم دمای آن را اندازه بگیریم، دمای جسم را اندازه می‌گیرد.

### (۲) 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. این پدیده بر اثر کاهش چگالی شاره با افزایش دما صورت می‌گیرد.

اگر این پدیده خود بخود رخ دهد، به آن همرفت طبیعی و اگر با نیروی خارجی باشد، به آن همرفت واداشته می‌گوییم.



### (۳) رسانش

این پدیده در اثر تماس ۲ جسم با دماهای مختلف رخ می‌دهد و تا جایی گرما از جسم با دمای بیشتر به جسم با دمای کمتر انتقال پیدا می‌کند تا ۲ جسم هم دما شوند. در این روش بر خلاف روش همرفت، ماده منتقل نمی‌شود.

رسانش هم در اجسام رسانا و هم نارسانا اتفاق می‌افتد. در هر دو نوع جسم، ارتعاش ذرات ماده باعث انتقال گرما می‌شود اما در رساناها، وجود الکترون‌های آزاد نقش بیشتری را در رسانش گرمایی دارد.





هر سه روش انتقال گرما را در این تصویر مشاهده می‌کنید.

۱ در جمله‌های زیر جاهای خالی را با کلمه یا عبارت مناسب کامل کنید.

(ب) جریان همرفتی در مایعات گازها و ..... رخ می‌دهد.

(پ) همه اجسام در حال ..... از سطح خود هستند.

۲ درستی یا نادرستی عبارت‌های زیر را تعیین کنید.

(الف) سطوح صاف و صیقلی، تابش و گرمایی بهتری دارند. ن

۳ کلمه مناسب را از داخل پرانتز انتخاب کنید.

(الف) رسانش گرمایی در فلزات (بیشتر) - کمتر از مواد دیگر است.

(ب) روش تابش برای انتقال گرما نیاز به محیط مادی (دارد) - ندارد.

۴ در هر یک از موارد زیر، فرایند انتقال گرما به کدام روش انجام می‌شود؟

تابش	همرفت	رسانش	فرایند انتقال گرما
✓			۱) این نوع از انتقال گرما نیاز به محیط مادی ندارد.
	✓		۲) گرما، با تغییر مکان واقعی ماده منتقل می‌شود.
		✓	۳) گرما، بر اثر برهم‌کنش اتم‌ها با مولکول‌ها با یکدیگر منتقل می‌شود.





۵ ماهواره‌ای حول کره زمین در گردش است و اطراف آن خلأ کامل است. کدام یک از پدیده‌های انتقال گرما

ممکن است دمای ماهواره را تغییر دهد؟  
با بتن گرمایی



۶ هنگام راه رفتن با پای برهنه در زمستان روی کفپوش سنگی احساس سرما می‌کنیم، ولی روی کفپوش

چوبی با همان دما و شرایط جوی، احساس سرما نمی‌کنیم. چرا؟

پاسخ:

احساس این‌که یک جسم چه قدر سرد است به آهنگ رسانش گرما از پاهای ما به جسم بستگی دارد؛ برای همین، سنگ که نسبت به چوب، رسانای گرمایی بهتری است، گرما را با آهنگ بیشتری از پاهای ما به کفپوش منتقل می‌کند و باعث می‌شود که کفپوش سنگی سردتر به نظر برسد.

۷ چرا بهتر است بخاری‌ها نزدیک به کف اتاق گذاشته شوند نه سقف؟

پاسخ:

با توجه به این‌که هوای گرم دارای چگالی کمتری است، هنگامی که بخاری در پایین قرار دارد گرما از طریق همرفتن در تمام فضا پخش می‌شود، ولی اگر بخاری در نزدیکی سقف قرار داشته باشد، گرما فقط در همان قسمت پخش می‌شود.

۸ چرا معمولاً هواکش آشپزخانه‌ها را در نزدیکی سقف نصب می‌کنند؟

پاسخ:

چون که مطابق تعریف جریان همرفتنی، ماده با دمای بیشتر بالا می‌رود و ماده با دمای کم‌تر جای آن را می‌گیرد، پس بهتر است هواکش را در نزدیکی سقف آشپزخانه نصب کنیم تا هوا با دمای بیشتر از آن خارج شود.

۹ چگونه خرس قطبی در سرمای قطب، بدن خود را گرم نگه می‌دارد؟

پاسخ:

موهای سفید فرس قطبی تنها قسمت‌های مرئی و فروسرخ نور فورشید را به پوست انتقال می‌دهد. در آنها نور جذب پوست می‌شود و در نتیجه دمای بدن فرس بالا می‌رود؛ اما گرمای حاصل در پوست تا حد فزونی حفظ می‌شود، چرا که موهای فرس قطبی توفالی هستند و مثل لوله‌های توفالی، رساننده ضعیف گرما هستند.





۱۰ آزمایشی با هدف مشاهده پدیده همرفت طرح کنید.



پاسخ:

وسایله‌های مورد نیاز: لوله همرفت، کبره و پایه، آب سرد، دانه‌های پتاسیم پرمنگنات یا جوهر، چراغ الکلی یا کازی.

شرح آزمایش:

- ۱- لوله را از آب سرد پر کنید و به آرامی چند دانه پتاسیم پرمنگنات (با چند قطره جوهر) را از دهانه لوله به داخل آن بریزید.
- ۲- یکی از شافه‌های قائم لوله را مطابق شکل روی شعله بگیرید و در همان لظه شافه قائم دیگر لوله را با دست لمس کنید.
- ۳- دستتان را از شافه قائم بردارید و در حالی که گرما دادن را ادامه می‌دهید به مایع درون لوله با دقت نگاه کنید. پس از چند دقیقه دوباره همان شافه قائم لوله را لمس کنید.

۱۱

چه ارتباطی بین انتقال گرما به روی همرفت و ضریب انبساط حجمی، برای یک مایع وجود دارد؟

(کتاب درسی)

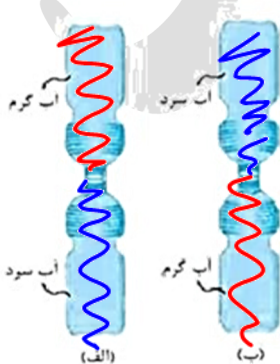
پاسخ:

هرچه ضریب انبساط حجمی یک مایع بیشتر باشد پدیده همرفت با سرعت بیشتری در آن مایع رخ می‌دهد. چون پدیده همرفت به علت اختلاف چگالی بین شاره گرم و شاره سرد روی می‌دهد. این اختلاف چگالی در مایعاتی که ضریب انبساط حجمی بزرگ‌تری دارند بیشتر است.

۱۲

دو بطری را از آب سرد پر می‌کنیم و در آن جوهر آبی رنگ می‌ریزیم. دو بطری دیگر را از آب بسیار گرم پر می‌کنیم در آن جوهر قرمز می‌ریزیم. سپس دهانه‌ی بطری‌ها را روی هم می‌گذاریم. با استدلال بنویسید در هر یک از حالات زیر چه اتفاقی رخ می‌دهد؟

(کتاب درسی)



الف) بطری آب سرد زیر و بطری آب گرم بالا باشد.

ب) بطری آب گرم زیر و بطری آب سرد بالا باشد.





در گروهی از جانوران خونگرم و انسان، تبخیر عرق بدن، یکی از راه‌های مهم تنظیم دمای بدن است.  
 الف) چه مقدار آب تبخیر شود تا دمای بدن شخصی به جرم  $50\text{ kg}$  به اندازه  $1/100^\circ\text{C}$  کاهش یابد؟ گرمای نهان تبخیر آب در دمای بدن ( $37^\circ\text{C}$ ) برابر  $2/42 \times 10^6 \frac{\text{J}}{\text{kg}}$  و گرمای ویژه بدن در حدود  $3480 \frac{\text{J}}{\text{kg}\cdot\text{K}}$  است.

(کتاب درسی)



$$mC\Delta T = mL_{\text{عرق}}$$

شخص

$$J \times 10 \times 50 = m \times 2420000$$

اسماعیل احمدی