

بروزترین و برترین
سایت کنکوری کشور

WWW.KONKUR.INFO

Konkur
.info

<https://konkur.info>

دما و گرما

دما: کمیتی است که میزان سردی یا گرمی اجسام را مشخص می کند.

کمیت دماسنجی: یک مشخصه ی قابل اندازه گیری که با گرمی یا سردی اجسام تغییر می کند کمیت دماسنجی نام دارد.

نکته: کمیت دماسنجی دماسنج های الکلی و جیوه ای انبساط مایع درون دماسنج در اثر افزایش دما است.

مقیاس های رایج دما:

(۱) مقیاس سلسیوس یا سانتیگراد: این مقیاس مبتنی بر دو نقطه ی ثابت است: یکی دمای شروع یخ زدن آب خالص در فشار ۱ atm و دیگری دمای آب در حال جوش در فشار ۱ atm که به نقطه ی اول ، عدد صفر و به نقطه ی دوم عدد ۱۰۰ را اختصاص می دهند و فاصله ی بین این دو را به ۱۰۰ قسمت مساوی تقسیم می کنند و هر قسمت ۱ درجه ی سانتیگراد یا سلسیوس نامیده می شود. دمای سلسیوس را با نماد θ و یکای آن با $^{\circ}\text{C}$ نمایش می دهند.

(۲) مقیاس کلوین یا دمای مطلق: این مقیاس یکای بین المللی اندازه گیری دماست . دمای مطلق را با نماد T و یکای آن با نماد k نشان داده می شود. رابطه میان دمای سلسیوس و دمای کلوین به صورت زیر است:

$$T = \theta + ۲۷۳$$

(۳) مقیاس فارنهایت: این یکا در صنعت و هوا شناسی کاربرد دارد. دمای فارنهایت با نماد F و یکای آن با $^{\circ}\text{F}$ نمایش داده می شود. رابطه میان دمای سلسیوس و دمای فارنهایت به صورت زیر است:

$$F = \frac{۹}{۵}\theta + ۳۲$$

نکته ۱- صفر کلوین برابر $۲۷۳/۱۵-$ درجه سانتیگراد است ، که این کمترین دمای ممکن نیز هست. اما برای دما، حد بالایی وجود ندارد.

نکته ۲- تغییر دما در مقیاس های سلسیوس و کلوین با هم برابر است.

مثال ۱- به پرسش های زیر پاسخ دهید:

الف) ۵۰ درجه ی فارنهایت چند درجه ی سانتی گراد است؟

ب) ۳۷۳ کلوین چند درجه ی فارنهایت است؟

تمرین ۱- باکمک روابط ریاضی:

الف) نشان دهید تغییر دما در مقیاس های سلسیوس و کلوین با هم برابر است.

ب) نشان دهید $\Delta F = 1/180 \Delta \theta$ است.



تمرین ۲- محاسبه کنید ۲۹۸ کلوین چند درجه ی فارنهایت است؟

دماسنج های معیار: دانشمندان برای کارهای علمی سه دماسنج را به عنوان دماسنج های معیار برای اندازه گیری

گستره ی دماهای مختلف پذیرفته اند:

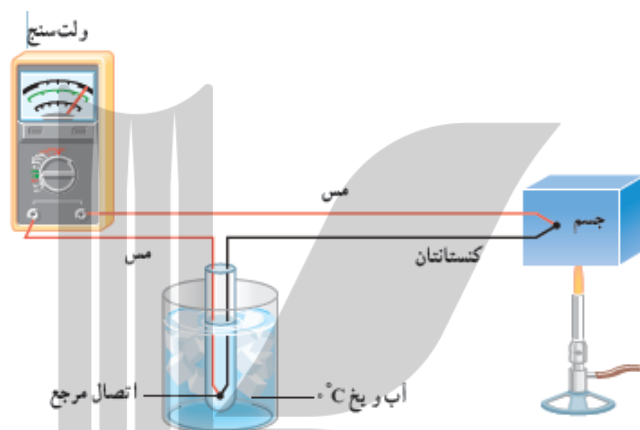
(۱) دماسنج گازی (۲) دماسنج مقاومت پلاتینی (۳) تف سنج (پیرومتر)

نکته- اساس کار دماسنج های گازی مبتنی بر قانون گازهای کامل است و همچنین اساس کار تف سنج ، مبتنی بر

تابش گرمایی است.

دماسنج ترموکوپل: این دماسنج در دهه های گذشته به عنوان دماسنج معیار استفاده می شد اما به دلیل پایین تر بودن دقت آن نسبت به دماسنج های معیار امروزی کنار گذاشته شد.

ساختمان و نحوه ی عملکرد دماسنج ترموکوپل: کمیت دماسنجی این دماسنج ولتاژ است. مطابق شکل دو سیم فلزی غیر هم جنس مانند مس و کنستانتان از طرفی در دمای ذوب یخ نگه داشته شده اند و از طرف دیگر ، در مکانی به هم متصلند که می خواهیم دمای مجهول آنرا به دست آوریم. این مجموعه شامل دو اتصال با سیمهای مسی رابط است که به یک ولت سنج بسته می شود. با افزایش دمای محل مورد اندازه گیری ،ولتاژ دو سرسیم های غیر هم جنس بیشتر می شود.اگر آزمایش را چندین بار و برای دماهای متفاوت تکرار کنیم، می توانیم ولتاژهای مربوط به هر دمای را مشخص کنیم.



نکته: گستره ی دماسنجی یک ترموکوپل به جنس سیمهای متصل به دمای مجهول بستگی دارد.

مزیت دماسنج ترموکوپل:

- ۱) به دلیل جرم کوچک محل اتصال دو سیم ، خیلی سریع با دستگاهی که دمای آن اندازه گیری می شود به تعادل گرمایی می رسد.
- ۲) این دماسنج می تواند در مدارهای الکترونیکی که در بسیاری از وسایل صنعتی ، گرمایشی و سرمایشی یافت می شود به کار رود.

تمرین ۳ - برای اندازه گیری دمای یک جسم توسط دماسنج به چه نکاتی باید توجه کنیم؟

انبساط: افزایش ابعاد یک جسم در اثر دریافت گرما انبساط نامیده می شود که انواع آن عبارتند از:

۱) انبساط طولی: افزایش طول یک جسم در اثر افزایش دما انبساط طولی نامیده می شود که به صورت زیر محاسبه

می شود:

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

ΔL : افزایش طول یا انبساط طولی

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

L_1 : طول اولیه

$\Delta \theta$: افزایش دما ($^\circ C$ یا K)

۲) انبساط سطحی: افزایش مساحت یک جسم در اثر افزایش دما انبساط سطحی نامیده می شود که به صورت زیر

محاسبه می شود:

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

ΔA : افزایش مساحت یا انبساط سطحی

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

A_1 : مساحت اولیه

$\Delta \theta$: افزایش دما ($^\circ C$ یا K)

۳) انبساط حجمی: افزایش حجم یک جسم در اثر افزایش دما انبساط حجمی نامیده می شود که به صورت زیر محاسبه

می شود:

$$\Delta V = 3\alpha V_1 \Delta \theta \quad \text{برای جامدات}$$

ΔV : افزایش حجم یا انبساط حجمی

3α : ضریب انبساط حجمی جامدات ($\frac{1}{K}$ یا $\frac{1}{^\circ C}$)

$$\Delta V = \beta V_1 \Delta \theta \quad \text{برای سیالات}$$

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

V_1 : حجم اولیه

$\Delta \theta$: افزایش دما ($^\circ C$ یا K)

نکته ۱- ضرایب انبساط طولی، سطحی و حجمی همگی به جنس جسم بستگی دارند. (البته وابستگی ناچیزی به دما نیز

دارند که در محاسبات چشم پوشی می شود)

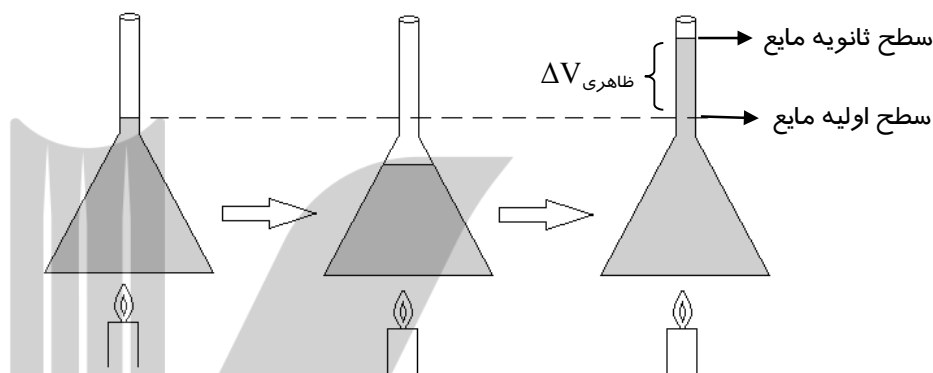
نکته ۲- چون مایعات شکل معینی ندارند بنابراین انبساط آنها اغلب به صورت حجمی بررسی می شود، و به جای

عبارت 3α ، از β استفاده می شود.

نکته ۳- در سؤالات برای سیالات، منظور از «ضریب انبساط» به تنهایی همان ضریب انبساط حجمی است.

نکته ۴- هنگام انبساط سطحی و حجمی شکل جسم تغییر نمی کند.

نکته ۵- هنگامی که مایع درون یک ظرف را روی حرارت قرار می دهیم در ابتدا مایع داخل ظرف پایین می رود اما پس از مدتی شروع به بالا رفتن نموده و از سطح اولیه ی خود نیز بالاتر می رود، علت پایین رفتن مایع داخل ظرف این است که در ابتدا خود ظرف گرما می گیرد و انبساط پیدا می کند و فضای بازتری برای مایع ایجاد می شود، مقدار تغییر حجم مایع داخل ظرف که با چشم مشاهده می گردد *انبساط ظاهری* نامیده می شود که به صورت زیر محاسبه می گردد:



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

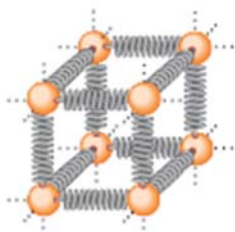
تذکره: در سوالات هنگامی که مطرح می شود مایع، تمام ظرفی را اشغال کرده است و در اثر حرارت مقداری از مایع از ظرف بیرون می ریزد، در حقیقت منظور از مقدار مایع بیرون ریخته از ظرف، همان انبساط ظاهری مایع است.

نکته ۵- در تمام مسائل اینگونه نیست که مانند تصویر بالا مایع الزاماً به بالاتر از سطح اولیه خود برسد، با توجه به ضرایب انبساط ممکن است مایع پایین تر یا مساوی سطح اولیه خود قرار گیرد، به طور کلی سه حالت زیر رخ می دهد:

- الف) اگر مایع از سطح اولیه خود بالاتر رود $\Delta V_{\text{ظاهری}} > 0$
- ب) اگر مایع از سطح اولیه خود پایین تر رود $\Delta V_{\text{ظاهری}} < 0$
- پ) اگر مایع از سطح اولیه خود حرکت نکند $\Delta V_{\text{ظاهری}} = 0$

توجیه میکروسکوپی انبساط گرمایی: انبساط گرمایی یک جسم پیامد تغییر فاصله بین

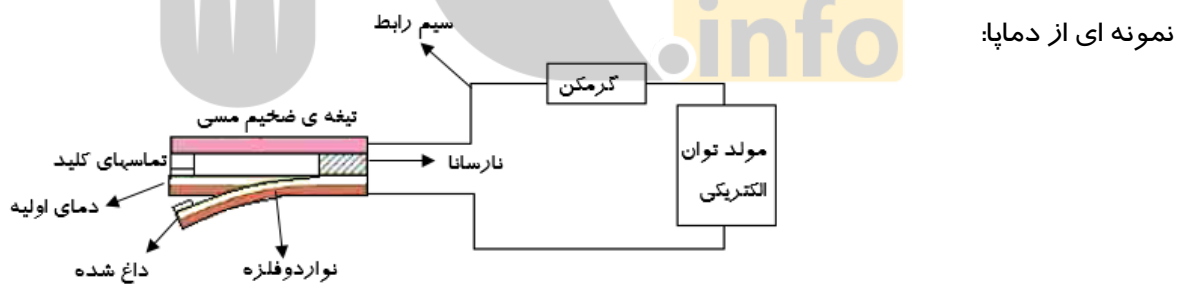
اتمها و مولکولهای تشکیل دهنده ی آن است. در واقع اتمها را می توان ذراتی در نظر گرفت که با فنرهایی به اتمهای مجاور متصل شده اند، در دمای معمولی، اتمها حول مکانهای تعادل خود با دامنه ی کم نوسان می کنند. می توان نشان داد با افزایش دمای جامد، فاصله متوسط بین اتمها افزایش می یابد، در نتیجه کل جسم منبسط می شود.



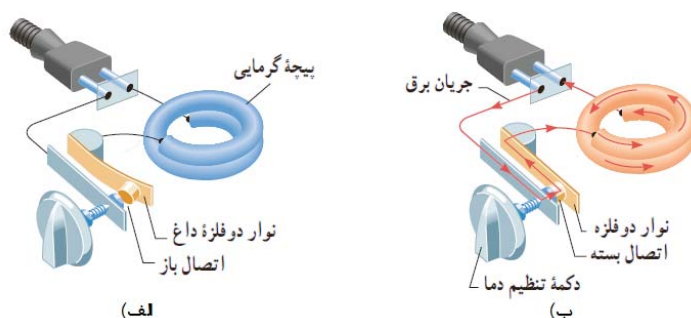
دماسنج نواری دوفلزه: نوار دوفلزه (بی متال) از دو تیغه فلزی متفاوت، مانند برنج و آهن ساخته شده است که سرتاسر به هم جوش داده شده اندیا پرچ شده اند. هر گاه این نوار، گرم یا سرد شود مانند شکل الف خم می شود. از این ویژگی می توان برای ساخت دماسنج هایی استفاده نمود که به دماسنج های دو فلزه معروفند، شکل ب، طرحی از این نوع دماسنج را نشان می دهد که از یک نوار دوفلزه حلزونی شکل استفاده شده است:



دماپا (ترموستات): دماپا یک کلید الکترونیکی است که در آن قطع و وصل جریان با استفاده از حسگرهای گرمایی انجام می شود، برای ساخت دماپا از نوارهای دوفلزه به عنوان حسگر استفاده می شود، مطابق شکل عبور جریان الکتریکی از گرمکن برقی باعث گرم شدن نوار دوفلزه می شود. وقتی دمای نوار به اندازه ی معینی برسد، بر اثر خم شدن نوار، جریان قطع شده و گرمکن برقی خاموش می شود. با خاموش شدن گرمکن، دمای تیغه کاهش می یابد و نوار دوباره به شکل وضعیت قبلی خود باز می گردد و به این ترتیب دوباره مدار وصل شده و گرمکن برقی روشن می شود. دماپاها در بسیاری از وسایل الکترونیکی مانند یخچال، آبگرمکن، سماور برقی و... کاربرد دارند:



نمونه ای دیگر از دماپا:



اصطلاحات رایج در مسائل انبساط:

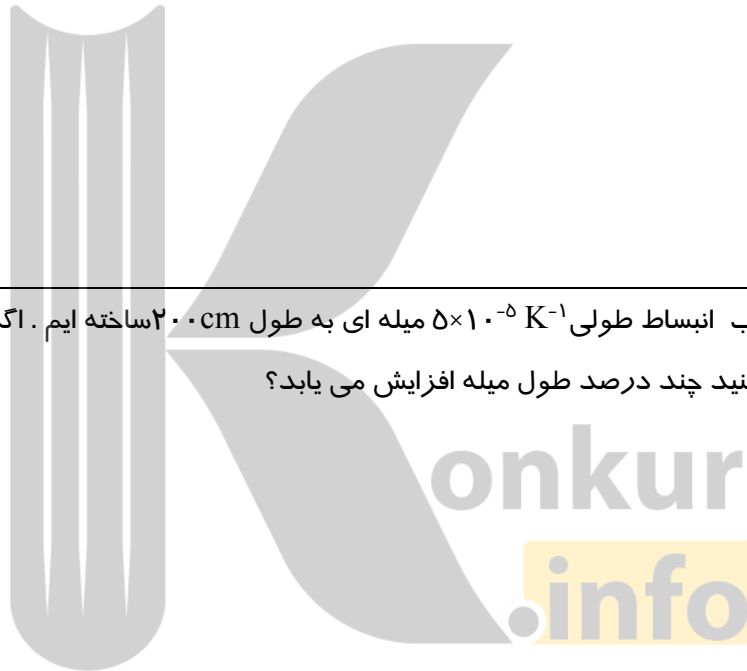
مثال ۲- ضریب انبساط طولی آهن $12 \times 10^{-5} \text{ K}^{-1}$ است. کارگران در زمستان و در دمای 10°C می خواهند ریل های ۱۲ متری خط آهن را روی زمین نصب کنند. حداقل فاصله ی بین دو ریل متوالی چند میلی متر باید باشد تا در تابستان و در دمای 40°C دو ریل متوالی به هم برخورد نکنند؟

مثال ۳- ضریب انبساط سطحی نوعی فلز $2 \times 10^{-5} \text{ K}^{-1}$ است. از این فلز یک کره به شعاع ۱۰ cm در دمای 40°C ساخته ایم، محاسبه کنید در دمای 90°C حجم این کره چقدر می شود؟ ($\pi=3$)

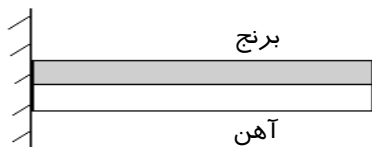
مثال ۴- ضریب انبساط نوعی مایع $K^{-1} \times 10^{-5} \times 8$ است. دمای مایع را چقدر افزایش دهیم تا حجم آن 0.04 درصد افزایش پیدا کند؟ (از تبخیر سطحی مایع صرف نظر کنید)

مثال ۵- مایعی به حجم 500 cm^3 و ضریب انبساط $K^{-1} \times 10^{-5} \times 8$ داخل ظرفی با ضریب انبساط طولی $K^{-1} \times 10^{-5} \times 2$ ریخته شده است، به گونه ای که تمام ظرف توسط مایع اشغال شده است. اگر دمای ظرف و مایع را 100°C افزایش دهیم، چند cm^3 از مایع از ظرف بیرون می ریزد؟ (از تبخیر سطحی مایع صرف نظر کنید).

مثال ۶- از فلزی با ضریب انبساط طولی $K^{-1} \times 10^{-5} \times 5$ میله ای به طول 200 cm ساخته ایم. اگر دمای میله را 100°C افزایش دهیم، محاسبه کنید چند درصد طول میله افزایش می یابد؟



تمرین ۴- دو تیغه ی فلزی از جنس های آهن و برنج مانند شکل زیر در امتداد طول به هم جوش داده شده اند. اگر ضریب انبساط طولی آهن و برنج به ترتیب $K^{-1} \times 10^{-6} \times 12$ و $K^{-1} \times 10^{-6} \times 19$ باشد، توضیح دهید با گرم کردن میله ها چه اتفاقی می افتد؟



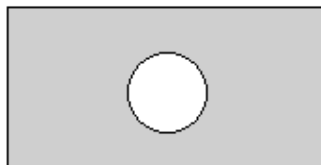
تمرین ۵- چرا بهترین است قفل و کلید یک درب ، هم جنس باشند؟

تمرین ۶- هنگامی که یک دندانپزشک سوراخ دندانی را پر می کند ، باید ماده ی پرکننده ی دندان همان مشخصه های انبساط گرمایی دندان را داشته باشد. علت چیست؟

تمرین ۷- ورقه ای فلزی به اضلاع a_1 و b_1 را در نظر بگیرید. بر اثر افزایش دمای ΔT ، طول اضلاع مستطیل به اندازه Δa و Δb افزایش می یابند. اگر ضریب انبساط طولی ورقه α باشد، نشان دهید که افزایش مساحت این ورقه با تقریب مناسب از رابطه ی $\Delta A = 2\alpha A_1 \Delta T$ به دست می آید.



تمرین ۸- روی یک ورقه ی فلزی مطابق شکل حفره ای دایره ای شکل به قطر 10 cm وجود دارد ، اگر ضریب انبساط طولی این فلز $5 \times 10^{-5} \text{ K}^{-1}$ باشد ، هنگامی که دمای ورقه از 50°C به 150°C افزایش یابد ، مساحت حفره چقدر می شود؟ ($\pi=3$)



تمرین ۹- ضریب انبساط حجمی نوعی فلز $K^{-1} \times 10^{-5}$ است و از آن ورقه ای در دمای 125°C ساخته ایم. در چه دمایی افزایش مساحت این ورق 0.04 مساحت اولیه اش می شود؟

تمرین ۱۰- ضریب انبساط طولی نوعی فلز $K^{-1} \times 10^{-5}$ است و قطعه ای از آن را در دمای معین در اختیار داریم. دمای این قطعه را چقدر افزایش دهیم تا حجم آن 0.06 درصد افزایش یابد؟

تمرین ۱۱- ضریب انبساط سطحی یک ورقه ی فلزی $K^{-1} \times 10^{-5}$ است. اگر دمای این ورقه را 20.0°C افزایش دهیم، مساحت آن چند درصد افزایش می یابد؟



تمرین ۱۲- در ظرفی به ضریب انبساط طولی $K^{-1} \times 10^{-5}$ مایعی به ضریب انبساط $K^{-1} \times 10^{-5}$ به گونه ای ریخته شده است که مایع تمام ظرف را اشغال کرده است. هنگامی که دمای ظرف و مایع را از 25°C به 225°C می رسانیم، 8 cm^3 از مایع از ظرف بیرون می ریزد. حجم ظرف در دمای 25°C چقدر بوده است؟ (از تبخیر مایع صرف نظر کنید)

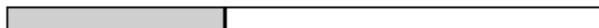
تمرین ۱۳- گنجایش باک بنزین یک خودرو ۵۰ لیتر و ضریب انبساط حجمی آن $10^{-4} K^{-1}$ است. در یک روز گرم که دمای هوا $40^{\circ}C$ است، ۴۷ لیتر بنزین از منبعی در زیر زمین که دمای آن $10^{\circ}C$ است وارد باک خودرو می‌کنیم و خودرو را پارک می‌کنیم تا به دمای محیط برسد. اگر ضریب انبساط بنزین $10^{-3} K^{-1}$ باشد...

الف) آیا بنزین از باک خودرو سرریز می‌شود؟

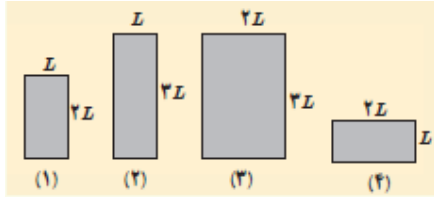
ب) اگر پاسخ الف مثبت است حجم بنزین سرریز شده از باک را به دست آورید و در غیر اینصورت حجم فضای خالی باک پس از انبساط را محاسبه کنید.

تمرین ۱۴- درون یک مکعب فلزی به ضلع 20 cm حفره ای کروی به شعاع 5 cm وجود دارد. اگر در اثر افزایش دما ضلع مکعب به اندازه 4 cm افزایش یابد، شعاع حفره چقدر افزایش می‌یابد؟

تمرین ۱۵- دو میله ی آلومینیومی به طول 10 cm و آهنی به طول 20 cm را مطابق شکل به هم جوش داده ایم و دمای آنها را $100^{\circ}C$ افزایش می‌دهیم، اگر مجموع طول دو میله 48 cm افزایش پیدا کند و بدانیم که ضریب انبساط آلومینیوم ۲ برابر ضریب انبساط آهن است، ضریب انبساط طولی هر فلز را به دست آورید.



تمرین ۱۶ - شکل روبه رو چهار صفحه ی فلزی هم جنس به اضلاع متفاوت را در یک دما نشان می دهد. اگر دمای



همه ی آنها را به یک اندازه ی یکسان زیاد کنیم،

الف) ارتفاع کدام صفحه یا صفحه ها بیشتر افزایش پیدا می کند؟

ب) مساحت کدام یک بیشتر افزایش پیدا می کند؟

پ) اگر در هر چهارتای آنها روزنه ی کوچک هم اندازه ای وجود داشته باشد، افزایش قطر روزنه در اثر افزایش دمای یکسان را با هم مقایسه کنید.

تمرین ۱۷ - مقداری بنزین در مخزنی استوانه ای به ارتفاع $h = 10/2 \text{ m}$ ریخته شده است. در دمای 10°C درجه سانتیگراد

فاصله ی بین سطح بنزین تا بالای ظرف $\Delta h = 20 \text{ cm}$ است. اگر از انبساط ظرف در نتیجه افزایش دما چشم پوشی

شود و ضریب انبساط بنزین 10^{-3} K^{-1} باشد، در چه دمایی بنزین از مخزن سرریز می شود؟

اثر دما روی چگالی: هنگامی که جسمی گرم می شود جرم آن تغییری نمی کند، اما در اثر انبساط حجم آن اغلب

افزایش می یابد، طبق رابطه ی $\rho = \frac{m}{V}$ می توان نتیجه گرفت با افزایش دما، چگالی جسم کاهش می یابد.

رابطه ی چگالی با دما:

$$\rho_2 = \frac{\rho_1}{1 + 3\alpha\Delta T}$$

۱: چگالی اولیه

۲: چگالی اولیه

α : ضریب انبساط طولی

ΔT : افزایش دما

مثال ۸- رابطه ی $\rho_2 = \frac{\rho_1}{1 + 3\alpha\Delta T}$ را به دست آورید.

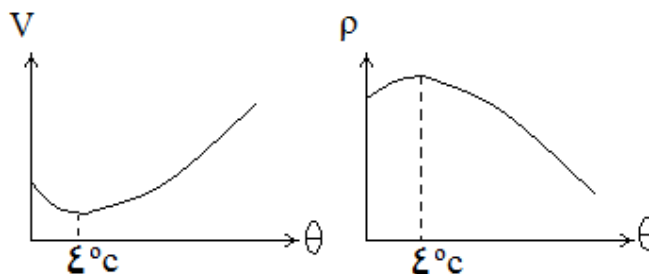
مثال ۹- چگالی شاره ای ۶ گرم بر سانتیمتر مکعب و ضریب انبساط آن $10^{-3} K^{-1}$ است، اگر دمای شاره ۲۰۰ درجه سانتیگراد بالا رود چگالی شاره چقدر کاهش می یابد؟

تمرین ۱۸- نشان دهید با تقریب مناسبی می توان چگالی جسم را از رابطه ی زیر نیز به دست آورد.

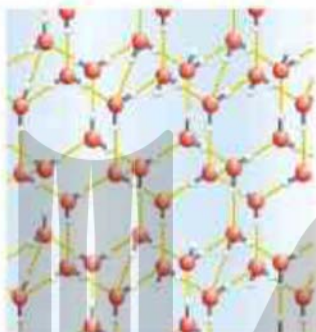
$$\rho_2 = \rho_1(1 - \beta\Delta T)$$



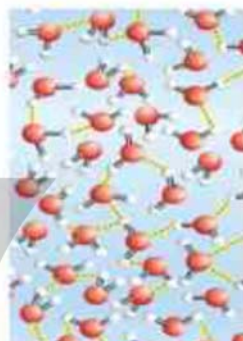
انبساط غیر عادی آب: آب در دمای $0^{\circ}C$ تا $4^{\circ}C$ برخلاف سایر مایعات با افزایش دما کاهش حجم دارد یعنی در این محدوده با افزایش دما چگالی آب بر خلاف سایر مایعات افزایش می یابد. نمودارهای زیر تغییرات حجم و چگالی آب را در دماهای مختلف نشان می دهد:



علت انبساط غیر عادی آب: رفتار شگفت انگیز آب را می توان با ساختار مولکول های آن در یخ توضیح داد. مولکول های آب در یخ شبکه ی بلوری تشکیل می دهند، به طوری که مولکول ها در بعضی نواحی خیلی به هم نزدیکند و در نواحی دیگر بین آنها فضای خالی وجود دارد (مطابق شکل). وقتی آب از حالت یخ به حالت مایع تبدیل می شود دیگر شبکه ی بلوری وجود ندارد و آرایش مولکول های آن یکنواخت تر می شود و در نتیجه حجم اشغال شده کاهش می یابد، اما مطلب مهم این است که در محدوده ی 0°C تا 4°C بقایای ساختار مولکولی یخ هنوز در آب وجود دارد و موجب رفتار غیر عادی آب می شود.



یخ در حالت مایع شبکه بلوری دارد.



آب در حالت مایع شبکه بلوری ندارد.

مثال ۱۰- چرا آب داخل یک ظرف به جای آن که از پایین به بالا یخ بزند از بالا یخ می زند؟

تعادل گرمایی: هنگامی که دو یا چند جسم در تماس با یکدیگر دارای دمای یکسان باشند، در اصطلاح گفته می شود در تعادل گرمایی هستند.

انرژی گرمایی: انرژی ای که به علت اختلاف دما بین دو جسم مبادله می شود انرژی گرمایی نام دارد.

یکاهای انرژی گرمایی:

(۱) ژول: یکای SI انرژی ژول می باشد.

(۲) کالری: این یکا به صورت زیر به ژول تبدیل می شود:

$$1\text{cal} = 4.184\text{J}$$

تمرین ۱۹- منظور از اینکه دماسنج های معمولی دمای خودشان را اندازه گیری می کنند، چیست؟

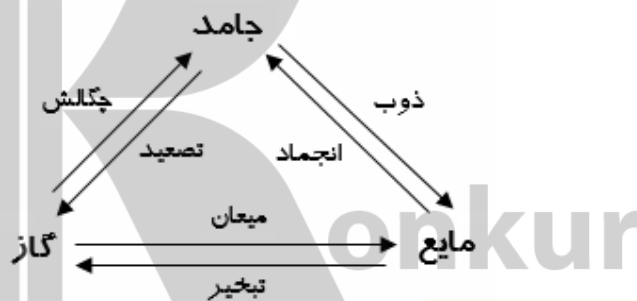
ظرفیت گرمایی (C): مقدار گرمایی است که باید به یک جسم داده شود تا دمای آن یک درجه ی سانتیگراد افزایش یابد. (یکای آن J/K است)

گرمای ویژه (c): مقدار گرمایی است که باید به یک کیلوگرم از جسم داده شود تا دمای آن یک درجه ی سانتیگراد افزایش یابد. (یکای آن J/Kg.K است)

قاعده ی دولن و پتی: اگر گرمای ویژه ی مولی مواد مختلف را با هم مقایسه کنیم ، به نظم شگفت انگیزی پی می بریم و در می یابیم برای بیش تر فلزها مقدار آن تقریباً مساوی 25 J/mol.K است . این نظم با آنکه تقریبی است به نام قاعده ی «دولن و پتی» معروف است. (بر اساس این قاعده می توان گفت گرمای ویژه ی مولی فلزها مقدار یکسانی است و به جنس آنها بستگی ندارد.)

تغییر حالت (گذار فاز): گذار از یک حالت (فاز) به یک حالت (فاز) دیگر را یک تغییر حالت (گذار فاز) گفته می شود. (هنگام تغییر حالت دمای جسم ثابت می ماند)

انواع تغییر فاز:



نقطه ی ذوب (دمای گذار جامد به مایع): هنگامی که به جسم جامدی گرما دهیم ، در ابتدا دمای آن افزایش می یابد . اگر عمل گرما دادن ادامه یابد ، وقتی دمای جسم به مقدار معینی برسد افزایش دما متوقف می شود و در این دما جسم شروع به ذوب شدن می کند و به مایع تبدیل می شود. این دمای ثابت را نقطه ی ذوب می گویند.

نقطه ی جوش (دمای گذار مایع به گاز) و جوشیدن کامل: وقتی مایعی را حرارت می دهیم به دمای مشخصی می رسیم که در آن حبابهای گاز از درون مایع بالا می آیند، که نشانه ای از آغاز فرآیندی موسوم به جوشیدن است، به این دمای مشخص ، نقطه ی جوش می گویند. در مورد آب به محض اینکه حبابها بالا می آیند و به آب کمی سردتر می رسند و پیش از رسیدن به سطح آزاد آب با صدای تیزی فرو می پاشند و در آنجا دوباره به مایع تبدیل می شوند. ولی وقتی دمای آب همچنان بالا رود ، حبابها می توانند بیشتر بالا روند تا اینکه سرانجام به سطح آزاد آب می رسند و در آنجا با صدای دیگری که به آن غلغل کردن می گویند فرو می پاشند. در این حالت است که می گوئیم آب به جوش کامل رسیده است.

نقطه ی سه گانه: برای آب نقطه ای موسوم به نقطه ی سه گانه وجود دارد که در آن سه حالت یخ ، آب و بخار در تعادلند. دمای این نقطه $0/01$ درجه سانتیگراد است.

تبخیر سطحی: تبخیر مایع از سطح آن تا پیش از رسیدن به نقطه ی جوش مایع تبخیر سطحی نامیده می شود. در پدیده ی تبخیر برخی از مولکول های مایع که تندی آن ها به حد کافی افزایش یابد از سطح مایع فرار می کنند.

عوامل مؤثر بر تبخیر سطحی:

(۱) دما (۲) مساحت سطح مایع (۳) فشار (۴) وزش باد (۵) تابش نور (۶) افزودن ناخالصی (افزایش دما ، افزایش مساحت سطح مایع ، تابش نور و وزش باد همگی موجب افزایش سرعت تبخیر سطحی می گردند، اما افزایش فشار روی مایع و افزودن ناخالصی به مایع موجب کاهش سرعت تبخیر سطحی می شود)

تذکر: خشک شدن لباس خیس روی بند یا خشک شدن سریع زمین خیس در هوای گرم تابستان ، مثال هایی از تبخیر سطحی هستند.

گرمای نهان ویژه ذوب (L_f): نسبت گرمای منتقل شده برای تغییر حالت یک جسم از جامد به مایع، به جرم آن می باشد یا مقدار گرمایی است که باید به یک کیلوگرم جسم برای تغییر حالت از جامد به مایع داده شود. (یکای آن J/Kg است)

گرمای نهان ویژه تبخیر (L_v): نسبت گرمای منتقل شده برای تغییر حالت یک جسم از مایع به گاز، به جرم آن می باشد یا مقدار گرمایی است که باید به یک کیلوگرم جسم برای تغییر حالت از مایع به گاز داده شود. (یکای آن J/Kg است)

نکته ۱- منظور از ظرفیت گرمایی (C) این نیست که جسم توانایی محدودی برای مبادله ی گرما دارد. بلکه تا وقتی که اختلاف دما وجود داشته باشد، مبادله ی گرما امکانپذیر است.

نکته ۲- برای c و C روابطی به صورت زیر نیز وجود دارد:

$$C = mc$$

m : جرم جسم

نکته ۳- گرمای ویژه (c)، گرمای نهان ویژه ی ذوب (L_f)، گرمای نهان ویژه ی تبخیر (L_v)، تنها به جنس جسم بستگی دارند.

نکته ۴- ظرفیت گرمایی (C) علاوه بر جنس به جرم جسم نیز بستگی دارد.

نکته ۵- هرچه گرمای ویژه (c) جسمی بیشتر باشد ، افزایش دمای آن دشوارتر است و نیاز به انرژی گرمایی بیش تری برای افزایش دما دارد.

نکته ۶- نقطه ی ذوب و جوش به جنس جسم و فشار وارد بر آن بستگی دارد و اغلب با افزایش فشار وارد بر جسم نقطه ی ذوب و جوش جسم نیز افزایش می یابد.

نکته ۷- برخلاف سایر مواد، در مورد یخ ، با افزایش فشار، نقطه ی ذوب آن کاهش می یابد.

نکته ۸- افزودن ناخالصی موجب کاهش نقطه ی انجماد مایع و افزایش نقطه ی جوش آن می شود.

نکته ۹- برخلاف جامدهای خالص و بلورین ، جامدهای بی شکل مانند شیشه و قیر نقطه ی ذوب کاملاً مشخصی ندارند. در واقع وقتی این مواد را گرم می کنیم ، پیش از ذوب شدن خمیری شکل می شوند. این مواد در گستره ای از دما به تدریج ذوب می شوند.

نکته ۱۰- فرآیندهای ذوب و تبخیر گرماگیر و فرآیندهای انجماد و میعان گرماده اند.

تمرین ۲۰- علت دیرتر ذوب شدن برف روی قله کوه ها چیست؟

تمرین ۲۱- دو جسم با جرم های برابر در نظر بگیرید که به آن ها مقدار گرمای مساوی داده ایم ، اگر گرمای ویژه ی اولی بیش تر از گرمای ویژه ی دومی باشد، توضیح دهید کدام جسم افزایش دمای بیش تری خواهد داشت؟

تمرین ۲۲- چند گوی فلزی از جنس های مختلف ، مثلاً از آلومینیم ، فولاد، برنج، مس و سرب و ... را اختیار می کنیم که همگی جرم یکسانی داشته باشند. گوی ها را توسط ریسمان هایی داخل ظرف آب در حال جوشی قرار می دهیم و پس از مدتی گوی ها را بیرون آورده و آنها را روی یک ورقه ی پارافین قرار می دهیم . به نظر شما کدام گوی پارافین بیش تری را ذوب می کند و علت چیست؟ (مقدار گرمای ویژه این فلزها را می توانید از جداول کتاب درسی ببینید)

تمرین ۲۳- چرا آب مایع مناسب برای خنک کردن موتور اتومبیل است؟

تمرین ۲۴- چرا غذا در دیگ زود پز زودتر آماده می شود؟

تمرین ۲۵- علت هر یک از موارد زیر را بنویسید.

الف) با پوشیدن لباس های تر احساس سرما می کنید.

ب) عرق کردن به خنک نگه داشتن بدن کمک می کند.

پ) هنگامی که دوش می گیرید بخار آب روی شیشه ی پنجره ی حمام مایع می شود.

تمرین ۲۶- چرا ظاهر برف با یخ تفاوت دارد؟

تمرین ۲۷- کوزه های سفالی چگونه می توانند آب داخل خود را خنک کنند؟

تمرین ۲۸- چگونه با استفاده از تفاوت دمای جوش ، برای جدا کردن محصولات نفتی کمک گرفته می شود؟

تمرین ۲۹- گرمای نهان ویژه ی تبخیر آب با افزایش دما کاهش می یابد، علت چیست؟

تمرین ۳۰- علت دیرتر آب پز شدن تخم مرغ در ارتفاعات چیست؟ کوهنوردان برای بر طرف شدن این مشکل چه

کاری انجام می دهند؟

(۱) گرمای لازم برای تغییر دما:

$$Q=mc\Delta\theta \quad , \quad Q=C\Delta\theta$$

الف) گرمای نهان ذوب:

$$Q=mL_f$$

ب) گرمای نهان انجماد:

$$Q=-mL_f$$

پ) گرمای نهان تبخیر:

$$Q=mL_v$$

ت) گرمای نهان میعان:

$$Q=-mL_v$$

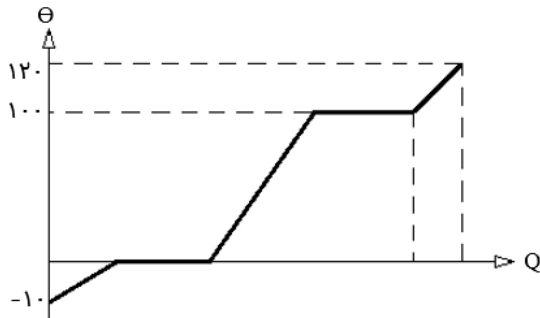
(۲) گرمای لازم برای تغییر حالت

محاسبه گرما

نکته ۱- با توجه به اینکه یخ در 0°C ذوب می شود و آب در 100°C شروع به تبخیر شدن می نماید، به مثال زیر برای بررسی مراحل که یخ طی می کند تا تبخیر شود برای محاسبه ی گرما توجه نمایید:

بخار آب 120°C → بخار آب 100°C → آب 100°C → آب 0°C → یخ 0°C → یخ -10°C

نکته ۲- نمودار زیر برای نشان دادن مراحل فوق استفاده می شود:



نکته ۳- منظور از توان گرمایی ، مقدار گرمایی است که یک وسیله در مدت یک ثانیه تولید می کند که به صورت زیر محاسبه می گردد:

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

P: توان (W)

گرماسنج (کالری متر): شامل ظرفی درپوش دار است که به خوبی عایق بندی گرمایی شده است . این ظرف در آزمایش های گرماسنجی مانند تعیین گرمای ویژه ی اجسام به کار می رود.



گرماسنج بمبی: نوعی گرماسنج است که از آن برای تعیین ارزش غذایی مواد با اندازه گیری انرژی آزاد شده آنها در حین سوختن استفاده می شود . نمونه ای که جرم آن با دقت اندازه گیری شده است در ظرف سر بسته ای که محتوی اکسیژن است (که اصطلاحاً به آن بمب گفته می شود) قرار داده می شود. سپس این محفظه در آب یک گرماسنج قرار داده می شود و توسط جریان الکتریکی عبوری از یک سیم نازک ، محفظه گرم و مخلوط داخل آن سوزانده می شود. با اندازه گیری تغییر دمای آب ، انرژی حاصل از احتراق ماده ی مورد نظر را به دست می آورند که تقریباً معادل انرژی آزاد شده از آن ماده است.

مثال ۱۱- گرمایی که باید از ۲ کیلوگرم آب 10°C گرفته شود تا بتوان آن را کاملاً منجمد نمود چقدر است؟

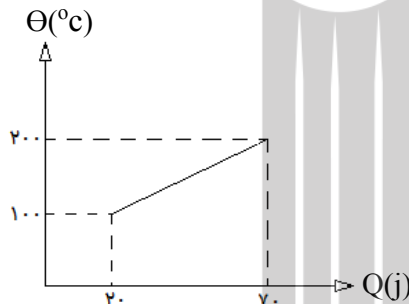
$$(C_{\text{آب}} = 4200 \frac{J}{\text{Kg} \cdot ^{\circ}\text{C}}, L_f = 334 \frac{Kj}{\text{Kg}})$$

مثال ۱۲- داخل یک گرمکن با توان $1/128$ کیلووات، 10 کیلوگرم آب جوش در فشار 1 atm موجود است، پس از 50

دقیقه چند کیلوگرم آب داخل گرمکن می ماند؟ ($L_v = 2256 \frac{\text{Kj}}{\text{Kg}}$)

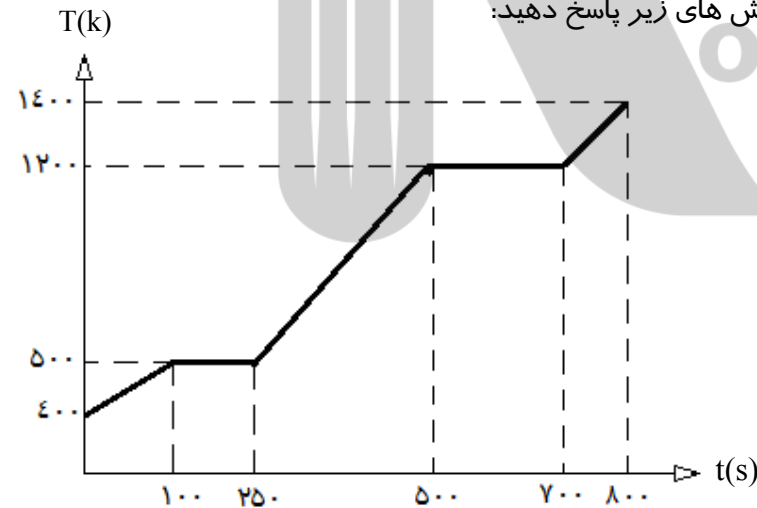
مثال ۱۳- نمودار تغییرات دمای 10 کیلوگرم از یک ماده برحسب گرمای داده شده به آن به صورت زیر است،

گرمای ویژه جسم چقدر است؟



مثال ۱۴- جسم جامدی به جرم 2 Kg داخل یک گرمکن با توان 0.6 Kw قرار داده شده است. اگر نمودار تغییرات

دمای جسم با زمان به صورت زیر باشد، به پرسش های زیر پاسخ دهید:



الف) دمای ذوب و جوش این جسم چند درجه

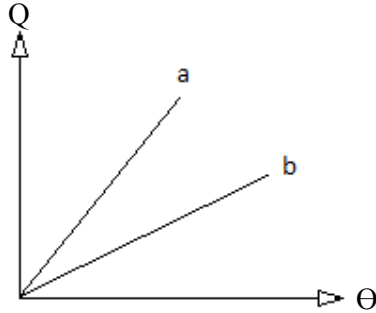
سانتی گراد است؟

ب) گرمای ویژه ی مایع چقدر است؟

پ) گرمای نهان ویژه ذوب جسم چقدر است؟

ت) درچه لحظه ای جسم کاملاً مایع شده است؟

تمرین ۳۱- نمودار گرمای گرفته شده برحسب تغییرات دمای دو جسم متفاوت با جرم های برابر به صورت زیر است. توضیح دهید گرمای ویژه کدام جسم بیش تر است؟

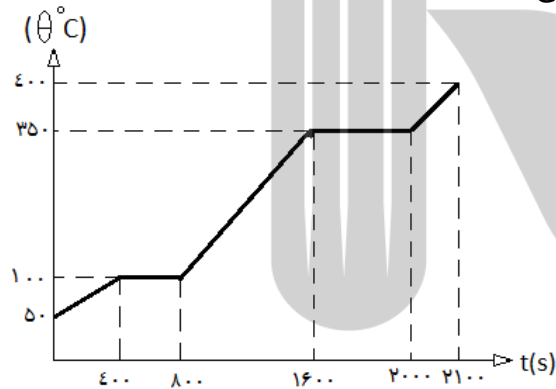


تمرین ۳۲- داخل گرمکنی با توان $6/68 \text{ kW}$ مقدار 5 کیلوگرم یخ صفر درجه سلسیوس موجود است، پس از یک

دقیقه و چهل ثانیه چند درصد از یخ باقی می ماند؟ ($L_f = 334 \frac{\text{Kj}}{\text{Kg}}$)

تمرین ۳۳- جسم جامدی به جرم 500 گرم داخل یک گرمکن با توان 400 وات قرار داده شده است. اگر نمودار

تغییرات دمای جسم با زمان به صورت زیر باشد، به پرسش ها پاسخ دهید:



الف) دمای ذوب و جوش جسم چند کلوین است؟

ب) گرمای ویژه ی مایع چقدر است؟

پ) گرمای ویژه نهان تبخیر چقدر است؟

ت) در چه لحظه ای جسم کاملاً بخار شده است؟

تمرین ۳۴- داخل یک گرماسنج مقدار $0/5$ کیلوگرم آب 60°C که در تعادل گرمایی با گرماسنج است موجود است.

اگر 900 کیلوژول به مجموعه گرما بدهیم، آب به جوش می آید. ظرفیت گرمایی گرماسنج چقدر است؟

$$(C_{\text{بآ}} = 4200 \frac{\text{J}}{\text{Kg} \cdot ^\circ\text{C}})$$

تمرین ۳۵- چند لیتر آب با چگالی ۱/۲ گرم بر سانتیمتر مکعب با گرفتن ۸۴۰۰ ژول گرما ۵ درجه سانتیگراد افزایش

$$\text{دما دارد؟} \left(C_{\text{آب}} = 4200 \frac{J}{Kg \cdot ^\circ C} \right)$$

دمای تعادل: اگر دو یا چند جسم در تماس با یکدیگر قرار گیرند، پس از مدتی همدمای می شوند. به این دما، دمای تعادل می گویند. شکل زیر از نظر مولکولی این فرآیند را نشان می دهد:



محاسبه ی دمای تعادل: با توجه به قانون پایستگی انرژی رابطه ی زیر برقرار است:

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

مثال ۱۵- شخصی ۲۴۰ گرم آب $50^\circ C$ را در یک لیوان آلومینیومی ۱۰۰ گرمی با دمای $20^\circ C$ می ریزد. دمای نهایی پس از آنکه آب و لیوان به تعادل گرمایی برسند چقدر است؟ (ظرفیت گرمایی ویژه ی آب و آلومینیم به ترتیب

$$\frac{J}{Kg \cdot ^\circ C} \text{ و } 4200 \frac{J}{Kg \cdot ^\circ C} \text{ (است) } 0.12$$

مثال ۱۶- قطعه ای ۶۰۰ گرمی از یک فلز با دمای $100^\circ C$ را در گرماسنجی با ظرفیت گرمایی $200 \frac{J}{^\circ C}$ که حاوی ۵۰۰ گرم آب با دمای $20^\circ C$ است می اندازیم. اگر دمای نهایی مجموعه $25^\circ C$ گردد، ظرفیت گرمایی ویژه این فلز چقدر

$$\text{است؟} \left(C_{\text{آب}} = 4200 \frac{J}{Kg \cdot ^\circ C} \right)$$

حالت های خاص دمای تعادل:

(۱) مخلوط یخ 0°C با جسم بالای 0°C : به طور مثال اگر یک قطعه آهن 80°C روی یک قطعه یخ 0°C گذاشته شود، حالت های زیر ممکن است رخ دهد که باید به آن توجه کنید:

الف) اگر همه ی یخ ذوب شود \leftarrow دمای تعادل بالای 0°C خواهد بود و فرآیندهای زیر رخ می دهد:

$$0^{\circ}\text{C یخ} \longrightarrow 0^{\circ}\text{C آب} \longrightarrow \Theta_e$$

$$80^{\circ}\text{C آهن} \longrightarrow \Theta_e$$

ب) اگر همه ی یخ ذوب نشود \leftarrow دمای تعادل برابر 0°C خواهد بود (زیرا در نهایت مقداری یخ 0°C در ظرف می ماند) و فرآیندهای زیر رخ می دهد:

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

$$80^{\circ}\text{C آهن} \longrightarrow 0^{\circ}\text{C آهن}$$

پ) اگر نامعلوم باشد که آیا همه یخ ذوب می شود یا نه \leftarrow ابتدا به طور جداگانه برای هر جسم مراحل زیر را می نویسیم و سپس گرمای لازم برای ذوب یخ و همچنین گرمایی که آهن برای ذوب یخ فراهم می کند را جداگانه به دست می آوریم و در نهایت با مقایسه ی اعداد نتیجه گیری می کنیم:

$$0^{\circ}\text{C یخ} \xrightarrow{Q_1=mL_f} 0^{\circ}\text{C آب}$$

$$80^{\circ}\text{C آهن} \xrightarrow{Q_2=mC\Delta\theta} 0^{\circ}\text{C آهن}$$

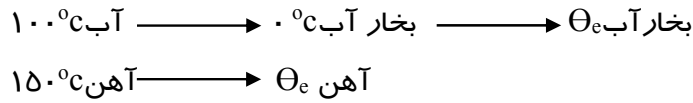
$$\left. \begin{array}{l} (1) Q_1 > Q_2 \implies \Theta_e = 0 \\ (2) Q_1 < Q_2 \implies \Theta_e > 0 \end{array} \right\} \begin{array}{l} \text{همه ی یخ ذوب نمی شود} \\ \text{همه ی یخ ذوب می شود} \end{array}$$

تذکره: در تمام حالت های بالا با رابطه ی زیر می توان پاسخ سوال را تعیین نمود:

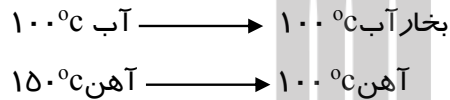
$$Q_1 + Q_2 + Q_3 + \dots = 0$$

۲) مخلوط آب 100°C با جسم بالای 100°C : به طور مثال اگر یک قطعه آهن 150°C روی مقداری آب 100°C انداخته شود، حالت های زیر ممکن است رخ دهد که باید به آن توجه کنید:

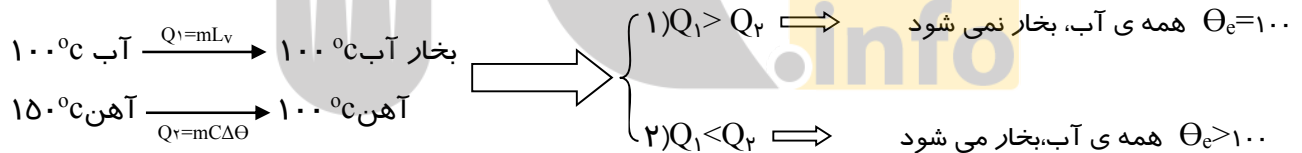
الف) اگر همه ی آب بخار شود \leftarrow دمای تعادل بالای 100°C خواهد بود و فرآیندهای زیر رخ می دهد:



ب) اگر همه ی آب بخار نشود \leftarrow دمای تعادل برابر 100°C خواهد بود (زیرا در نهایت مقداری آب 100°C در ظرف می ماند) و فرآیندهای زیر رخ می دهد:



پ) اگر نامعلوم باشد که آیا همه آب بخار می شود یا نه \leftarrow ابتدا به طور جداگانه برای هر جسم مراحل زیر را می نویسیم و سپس گرمای لازم برای تبخیر آب و همچنین گرمایی که آهن برای تبخیر آب فراهم می کند را جداگانه به دست می آوریم و در نهایت با مقایسه ی اعداد نتیجه گیری می کنیم:



تذکره: در تمام حالت های بالا با رابطه ی زیر می توان پاسخ سؤال را تعیین نمود:

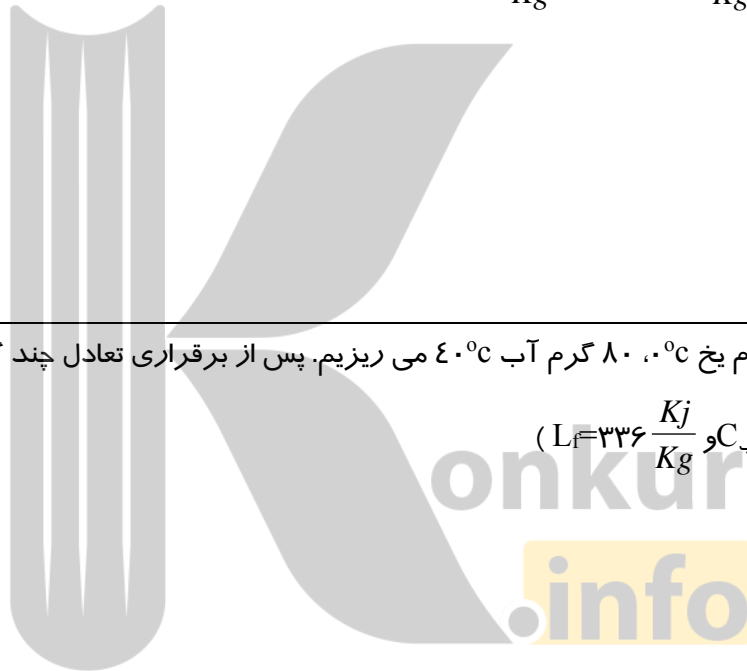
$$Q_1 + Q_2 + Q_3 + \dots = 0$$

روش تعیین ظرفیت گرمایی با کمک گرماسنج: در گرماسنج مقداری آب با جرم معین می ریزیم و پس از هم دما شدن آب و گرماسنج، دمای آب را اندازه گیری می کنیم. سپس جسمی که می خواهیم گرمای ویژه اش را پیدا کنیم و جرم و دمای اولیه آن را اندازه گرفته ایم، درون گرماسنج قرار می دهیم و به کمک همزن آب را هم می زنیم تا مجموعه سریعتر به دمای تعادل برسد. پس از برقراری تعادل، دمای تعادل را اندازه گیری می کنیم. سپس با رابطه ی زیر و باز کردن آن می توان به ظرفیت گرمایی جسم دست یافت:

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

مثال ۱۷-۱۷ اگر ۲۵ گرم یخ 0°C را در ۱۷۵ گرم آب 20°C وارد کنیم پس از ذوب همه ی یخ، دمای تعادل چند درجه

سانتیگراد می شود؟ ($C_{\text{آب}} = 4200 \frac{J}{\text{Kg} \cdot ^\circ\text{C}}$ و $L_f = 336 \frac{Kj}{\text{Kg}}$)



مثال ۱۸-۱۸ بر روی ۵۰ گرم یخ 0°C ، ۸۰ گرم آب 40°C می ریزیم. پس از برقراری تعادل چند گرم آب و چند گرم یخ

داریم؟ ($C_{\text{آب}} = 4200 \frac{J}{\text{Kg} \cdot ^\circ\text{C}}$ و $L_f = 336 \frac{Kj}{\text{Kg}}$)

مثال ۱۹-۱۹ در ظرفی ۴۰ گرم یخ 0°C و ۵۰ گرم آب 10°C می ریزیم. پس از برقراری تعادل در ظرف چه خواهیم

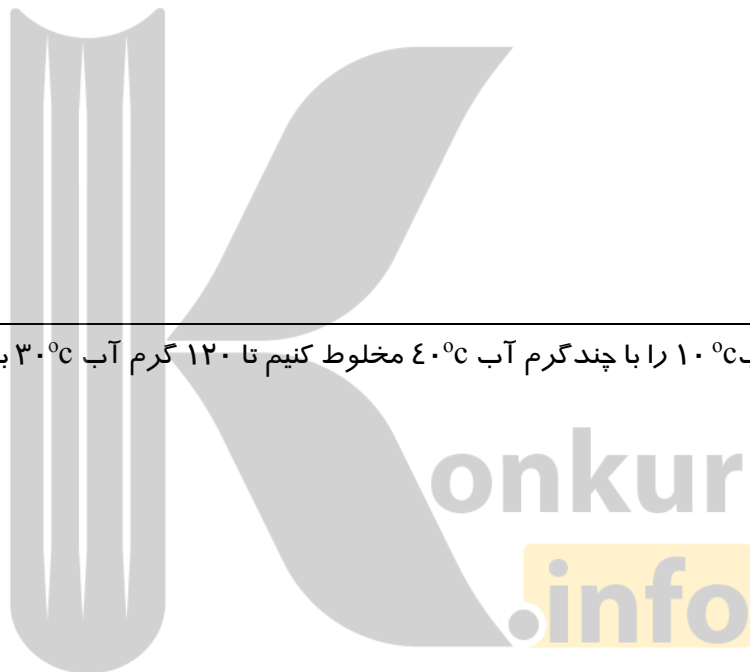
داشت؟ ($C_{\text{آب}} = 1 \frac{cal}{g \cdot ^\circ\text{C}}$ و $L_f = 80 \frac{cal}{g}$)

مثال ۲۰-۱۱/۲۸ کیلوگرم فولاد 200°C ، حداکثر چند گرم آب 100°C را تبخیر می کند؟

$$(C_{\text{فولاد}} = 500 \frac{\text{J}}{\text{Kg} \cdot ^{\circ}\text{C}}, L_v = 2256 \frac{\text{Kj}}{\text{Kg}})$$

تمرین ۳۶- در ظرفی ۲۰۰ لیتر آب 50°C موجود است، چند لیتر آب 10°C به آن اضافه کنیم تا دمای آب درون ظرف به 30°C برسد؟ (چگالی آب را ۱ گرم بر سانتی متر مکعب فرض کنید.)

تمرین ۳۷- چند گرم آب 10°C را با چند گرم آب 40°C مخلوط کنیم تا ۱۲۰ گرم آب 30°C به دست آید؟



تمرین ۳۸- اگر داخل ۴۰۰ گرم آب 60°C چند تکه یخ 0°C به جرم ۲۰ گرم بیندازیم پس از ذوب کامل یخ دمای

$$\text{مخلوط چند درجه سلسیوس می شود؟} (L_f = 336 \frac{\text{Kj}}{\text{Kg}} \text{ و } C_{\text{آب}} = 4200 \frac{\text{J}}{\text{Kg} \cdot ^{\circ}\text{C}})$$

تمرین ۳۹- یک قطعه فولاد به جرم ۱۰ کیلوگرم و دمای °C ۱۶۰ روی یک قطعه یخ °C ۰ به جرم ۲۰ کیلوگرم قرار

داده شده است. پس از برقراری تعادل چند کیلوگرم یخ باقی می ماند؟ ($C_{\text{فولاد}} = 0.1 \frac{\text{cal}}{\text{g} \cdot ^\circ\text{C}}$ و $L_f = 80 \frac{\text{cal}}{\text{g}}$)

تمرین ۴۰- ۴۰ گرم یخ °C ۰ را در ۱۰۰ گرم آب °C ۲۰ می اندازیم. پس از برقراری تعادل دمای نهایی مخلوط چقدر

می شود؟ ($C_{\text{آب}} = 1 \frac{\text{cal}}{\text{g} \cdot ^\circ\text{C}}$ و $L_f = 80 \frac{\text{cal}}{\text{g}}$)

تمرین ۴۱- داخل یک لیوان آب با دمای °C ۵۰ مقداری یخ °C ۰ به جرم ۲۰ گرم می اندازیم. پس از ذوب کامل یخ ، ۵۲ گرم آب °C ۴۵ داخل ظرف خواهیم داشت. ظرفیت گرمایی لیوان را به دست آورید.

($C_{\text{آب}} = 1 \frac{\text{cal}}{\text{g} \cdot ^\circ\text{C}}$ و $L_f = 80 \frac{\text{cal}}{\text{g}}$)

تمرین ۴۲- چند گرم فولاد °C ۸۰ می تواند ۱۰ گرم یخ °C ۰ را ذوب نماید؟ ($C_{\text{فولاد}} = 0.1 \frac{\text{cal}}{\text{g} \cdot ^\circ\text{C}}$ و $L_f = 80 \frac{\text{cal}}{\text{g}}$)

تمرین ۴۳- اگر ۵۰ گرم یخ ۰°C را در ۵۰ گرم آب ۶۰°C وارد کنیم، پس از برقراری تعادل چه خواهیم داشت؟

$$(L_f = 80 \frac{\text{cal}}{\text{g}} \text{ و } C_{\text{آب}} = 1 \frac{\text{cal}}{\text{g} \cdot ^\circ\text{C}})$$

تمرین ۴۴- در ظرفی ۱۰۰ گرم آب ۲۰°C موجود است. روی آن مقداری یخ ۰°C می ریزیم، پس از برقراری تعادل

$$\text{جرم یخ به ۲۵ گرم می رسد. جرم اولیه ی یخ را به دست آورید. (} L_f = 80 \frac{\text{cal}}{\text{g}} \text{ و } C_{\text{آب}} = 1 \frac{\text{cal}}{\text{g} \cdot ^\circ\text{C}} \text{)}$$

تمرین ۴۵- در ظرفی ۴۰ گرم یخ ۰°C و ۳۰ گرم آب ۲۰°C می ریزیم. پس از برقراری تعادل در ظرف چه خواهیم

$$\text{داشت؟ (} L_f = 80 \frac{\text{cal}}{\text{g}} \text{ و } C_{\text{آب}} = 1 \frac{\text{cal}}{\text{g} \cdot ^\circ\text{C}} \text{)}$$

تمرین ۴۶- اگر ۵/۶۴ کیلوگرم فولاد ۲۰۰°C داخل ۳ کیلوگرم آب ۱۰۰°C انداخته شود، پس از برقراری تعادل چقدر

$$\text{آب باقی می ماند؟ (} L_v = 2256 \frac{\text{Kj}}{\text{Kg}} \text{ و } C_{\text{فولاد}} = 500 \frac{\text{J}}{\text{Kg} \cdot ^\circ\text{C}} \text{)}$$

تمرین ۴۷- یک قطعه ی ۵۰۰ گرمی آلومینیم -۴°C داخل یک کیلوگرم آب ۰°C انداخته می شود. پس از برقراری

$$\text{تبادل چقدر آب داخل ظرف باقی می ماند؟} \left(C_{\text{آلومینیم}} = ۰/۲ \frac{\text{cal}}{\text{g} \cdot ^{\circ}\text{C}} \text{ و } L_f = ۸۰ \frac{\text{cal}}{\text{g}} \right)$$

تمرین ۴۸- ۸۰ گرم یخ -۱۰°C را در یک استخر آب ۰°C می اندازیم. اگر از اتلاف انرژی صرف نظر کنیم، جرم یخ چقدر

$$\text{می شود؟} \left(C_{\text{یخ}} = ۰/۵ \frac{\text{cal}}{\text{g} \cdot ^{\circ}\text{C}} \text{ و } L_f = ۸۰ \frac{\text{cal}}{\text{g}} \right)$$

تمرین ۴۹- ۴۰ گرم یخ -۵°C را در ۱۰۰ گرم آب ۰°C می اندازیم. اگر بدانیم همه ی آب منجمد نمی شود، پس از

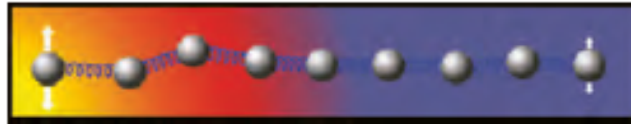
$$\text{برقراری تبادل جرم آب و یخ چقدر می شود؟} \left(C_{\text{یخ}} = ۰/۵ \frac{\text{cal}}{\text{g} \cdot ^{\circ}\text{C}} \text{ و } L_f = ۸۰ \frac{\text{cal}}{\text{g}} \right)$$

روش های انتقال گرما: عبارتند از:

۱- رسانش ۲- همرفت ۳- تابش

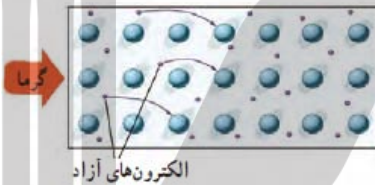
۱) رسانش: روشی از انتقال گرما است که در آن به دلیل ارتعاش اتمها در اثر گرما و گسترش این ارتعاشات در طول

آنها صورت می گیرد. شکل زیر نشان دهنده ی این پدیده است:



نکته: در فلزات علاوه بر ارتعاش های اتمی ، الکترونها ی آزاد نیز در انتقال گرما نقش دارند و بنابراین نسبت به سایر اجسام ، رساناهای گرمایی بهتری هستند. در واقع چون الکترون ها بسیار کوچک اند و به سرعت حرکت می کنند با برخورد با سایر الکترون ها و اتمها سبب رسانش گرما می شوند . بنابراین در رساناهای فلزی سهم الکترون های

آزاد در رسانش گرما بیش تر از اتم است:



محاسبه ی گرمای رسانش شده و آهنگ رسانش گرما:

$$H = \frac{Q}{t} = \frac{kA(T_H - T_L)}{L}$$

$$Q = \frac{kAt(T_H - T_L)}{L}$$

K: ثابت رسانندگی میله (J/m.s.k یا w/m.k)

A: سطح مقطع (m²)

t: زمان شارش گرما (s)

(T_H-T_L): اختلاف دمای دو انتها (K)

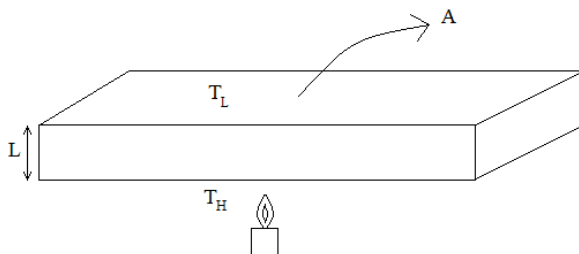
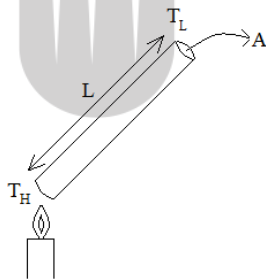
T_H: دمای قسمت گرمتر (K)

T_L: دمای قسمت سردتر (K)

L: طول یا ضخامت (m)

Q: گرمای رسانش شده (J)

H یا $\frac{Q}{t}$: آهنگ رسانش گرما (W یا J/s)



نکته: ثابت رسانندگی (k) به جنس جسم بستگی دارد.

عوامل مؤثر بر آهنگ رسانش گرما: با توجه به رابطه ی $H = \frac{kA(T_H - T_L)}{L}$ عبارتند از:

۱- ثابت رسانندگی یا جنس جسم ۲- مساحت سطح مقطع ۳- طول ۴- اختلاف دمای دو انتها

۲) همرفت: انتقال گرما در شاره ها که اغلب رسانای خوب گرما نیستند به روش همرفت صورت می گیرد ، یعنی همراه با جابه جایی بخشی از خود ماده ، انجام می گیرد. در این روش انتقال گرما، دما قسمتی از شاره که در تماس با جسم گرم است ، افزایش می یابد و به این ترتیب حجم آن زیاد می شود ، در نتیجه چگالی این قسمت از شاره کاهش می یابد. چون اکنون چگالی این شاره انبساط یافته کم تر از شاره سرد اطراف خود است ، نیروی شناوری (طبق اصل ارشمیدس) موجب بالا رفتن آن می شود. آنگاه مقداری از شاره سردتر اطراف آن جایگزین شاره گرمتر می شود که بالا رفته است و این فرآیند به همین ترتیب ادامه پیدا می کند تا کل شاره گرم شود. آزمایش زیر این پدیده را نشان می دهد: (در اثر فرآیند همرفت مایع رنگی همراه با گرما حرکت کرده و کل مایع رنگی می شود)



نکته: گرم شدن هوای داخل اتاق به وسیله ی بخاری و رادیاتور ، گرم شدن آب درون قابلمه ، جریان های باد ساحلی، انتقال گرما از مرکز خورشید به سطح آن و ... همگی بر اثر پدیده همرفت رخ می دهند.

همرفت واداشته: نوعی از همرفت است که در آن 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 ساختمان ها ، سیستم خنک کننده موتور اتومبیل ، دستگاه گردش خون در بدن جانداران خونگرم مثالهایی از انتقال گرما به این روش هستند.

۳) تابش گرمایی: روشی از انتقال گرما است که در آن انتقال انرژی از طریق تابش الکترومغناطیس گسیل شده از مواد صورت می گیرد. در واقع تابش الکترومغناطیس در هر دمایی رخ می دهد اما با افزایش دما بیشتر می شود.

دما نگار و دما نگاشت: تابش گرمایی در دماهای زیر ۵۰۰ درجه سانتیگراد عمدتاً به صورت تابش فرورسرخ است ، تابش فرورسرخ ، نامرئی است ، ابزاری که می تواند تابش های فرورسرخ را نشان دهد دمانگار نامیده می شود و تصویر به دست آمده از آن دما نگاشت نام دارد. در این تصویر از رنگهای نمادین استفاده می شود و ناحیه های گرمتر با رنگ قرمز و ناحیه های سردتر با رنگ آبی مشخص می شود.

عوامل مؤثر بر تابش گرمایی:

۱) مساحت جسم (۲) دمای جسم (۳) رنگ سطح جسم (۴) میزان صیقلی بودن (سطوح صاف و درخشان یا رنگ های روشن تابش گرمایی کمتری دارند، در حالیکه تابش گرمایی سطوح تیره، ناصاف و مات بیشتر است.)

کاربردهای زیستی تابش گرمایی:

۱) **شکار با تابش فروسرخ:** نوعی از مارهای زنگی اندام هایی حفره ای بر روی پوزه ی خود دارند که نسبت به تابش فروسرخ حساس اند. این مارها اغلب در سیاهی شب شکار می کنند . در واقع اندامهای حفره ای به آنها کمک می کند که طعمه های خونگرم خود را به واسطه تابش فروسرخ در تاریکی و سرمای شب مشاهده کنند.

۲) **کلم اسکانک:** یکی از چندین گیاهی است که می تواند دمایش را تا بیشتر از دمای محیط بالا ببرد. این نوع کلم به خاطر بالا رفتن دمایش ، انرژی خود را از طریق تابش فروسرخ از دست می دهد و می تواند برف اطرافش را در زمستان آب کند.

تف سنج و تف سنجی: از تابش گرمایی می توان به عنوان مبنایی برای اندازه گیری دمای اجسام استفاده کرد. به روش های اندازه گیری دما مبتنی بر تابش گرمایی ، تف سنجی و به ابزارهای اندازه گیری به این روش، تف سنج می گوئیم.

نکته ۱- تف سنج برخلاف سایر دماسنج ها بدون تماس با جسمی که می خواهیم دمای آن را اندازه گیری کنیم ، دمای جسم را می توانند اندازه گیری کنند و همچنین تف سنجی برای اندازه گیری دماهای بالای ۱۱۰۰ درجه سانتیگراد اهمیت ویژه ای دارد.

نکته ۲- تف سنج نوری و تف سنج تابشی دو نوع تف سنج پر کاربرد محسوب می شوند که تف سنج نوری به عنوان دماسنج معیار برای اندازه گیری این دماها انتخاب شده است.

اثر گلخانه ای: بخشی از نور خورشید با عبور از جو زمین به سطح آن می رسد و بخش عمده ی این نور جذب زمین می شود، زمین گرم می شود و با تابش گرمایی از خود امواج فروسرخ گسیل می کند . وجود گازهایی مانند کربن دی اکسید که مولکولهای جذب کننده بسیار خوبی برای امواج فروسرخ هستند ، در لایه ی استراتوسفر (پوش سپهر) از جو خارج می شود، ولی بیشتر آن به زمین باز می گردد و به این ترتیب رفت و برگشتی از تابش گرمایی بین این لایه و سطح زمین رخ می دهد. در تشابه با گلخانه ها که با ایجاد محیطی محصور مانع از جریان هوا و خروج هوای گرم از گلخانه ها می شوند، به دام افتادن تابش گرمایی بین لایه ی استراتوسفر و سطح زمین اثر گلخانه ای می گویند و به گازهای موجود در لایه ی استراتوسفر گازهای گلخانه ای می گویند.

نکته: اگر لایه ی استراتوسفر (پوش سپهر) وجود نداشت، دمای میانگین سطح زمین در حدود ۱۸- درجه سانتیگراد می شد ولی اینک این دما چیزی در حدود ۱۵+ درجه سانتیگراد است یعنی اثر گلخانه ای حدود ۳۳ درجه سانتیگراد به دمای میانگین سطح زمین افزوده است.

مثال ۲۱- یک میله به طول ۸۰ cm از فلزی با ثابت رسانندگی $\epsilon \frac{w}{m.k}$ و مساحت مقطع ۲ cm^2 در اختیار داریم. یک سر میله داخل یخ ۵°C و سر دیگر آن داخل آب ۱۵°C قرار دارد. محاسبه کنید در مدت یک دقیقه و چهل ثانیه چه مقدار گرما در در میله شارش می شود؟

مثال ۲۲- دوقوری همجنس و هم اندازه را در نظر بگیرید که سطح بیرونی یکی سیاه رنگ و دیگری سفید رنگ است. هر دو را با آب داغ با دمای یکسان پر می کنیم. آب کدام قوری زودتر خنک می شود؟

تمرین ۵۰- دو تفاوت بین رسانش و همرفت بنویسید.

تمرین ۵۱- هر یک از پدیده های زیر نشان دهنده ی کدام روش انتقال گرماست؟
 الف) هنگامی که دسته قاشق غذاخوری درون ظرف غذای در حال پخت است را لمس می کنیم آنرا گرم احساس می کنیم.
 ب) سیستم گرمایشی خانه ها با به جریان انداختن آب گرم در رادیاتور ها موجب گرم شدن خانه می شود.
 پ) با نزدیک کردن دستتان به یک جسم گرم ، گرمای آن را احساس می کنید.

تمرین ۵۲- برخی آشپزها برای آنکه سيب زمينی زودتر آب پز شود ابتدا چند سيخ کوچک فلزی درون سيب زمينی فرو می کنند و بعد آن را در آب انداخته و روی اجاق قرار می دهند. علت اين کار آشپزها چیست؟

تمرین ۵۳- علت هر يك از موارد زیر را بيان کنید.

الف) در لباس های آتشنشانی از پوششهای براق استفاده می کنند.

ب) هنگامی که در یخچال را باز می کنید، هوای سرد از پایین آن بیرون می آید.

پ) در زمستان وقتی با پای برهنه روی کف سنگی یا سیمانی راه می روید احساس سرما می کنید اما روی کفپوش چوبی با همان دما راه می روید احساس سرما نمی کنید.

تمرین ۵۴- چرا در کنار ساحل در هنگام روز نسیم از سمت دریا به طرف ساحل می وزد اما هنگام شب وزش نسیم از سمت ساحل به طرف دریاست؟

تمرین ۵۵- در رابطه با روش های انتقال گرما به پرسش های زیر پاسخ دهید.

الف) کدام روش انتقال گرما از سایر روشها سریعتر است؟

ب) کدام روش انتقال گرما در جامدها رخ نمی دهد؟

پ) در کدام روش انتقال گرما، انرژی گرمایی همراه ماده منتقل می شود؟

ت) کدام روش انتقال گرما نیاز به محیط مادی ندارد؟

ث) در کدام روش انتقال گرما اختلاف دما بین دو نقطه از جسم نقش اساسی دارد؟

ج) علت وزش باد کدامیک از روش های انتقال گرما است؟

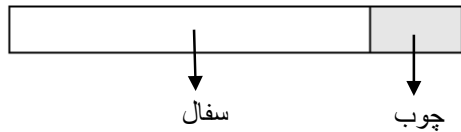
تمرین ۵۶- چهار بطری شیشه ای یکسان ، دو رنگ جوهر قرمز و آبی ، دو کارت ویزیت مقوایی و آب بسیار سرد و بسیار گرم تهیه کنید. در دو تا از بطری ها جوهر آبی و در دو بطری دیگر جوهر قرمز بریزید . سپس بطری های آبی را با آب خیلی سرد و بطری های قرمز را با آب خیلی گرم پر کنید. اکنون در حالی که دهانه یک بطری قرمز را با کارت ویزیت گرفته اید، دهانه آن را دقیقاً روی دهانه یک بطری آبی قرار دهید و سپس کارت ویزیت را بیرون بکشید. همین آزمایش را به طور معکوس نیز انجام دهید یعنی این بار ، یک بطری آبی رنگ که دهانه آن با کارت پوشیده شده است را روی دهانه بطری قرمز رنگ قرار دهید و سپس کارت را بیرون بکشید. توضیح دهید در هر حالت چه اتفاقی رخ می دهد؟ چرا؟

تمرین ۵۷- ثابت رسانندگی نوعی شیشه به ضخامت ۱ cm برابر $۲ \frac{w}{m.k}$ است و از آن پنجره ای مستطیل شکل به ابعاد $۳m \times ۲m$ ساخته شده است . دمای داخل و خارج اتاق به ترتیب $۱۸^{\circ}C$ و $-۲^{\circ}C$ است . محاسبه کنید در هر دقیقه چه مقدار انرژی از پنجره ی اتاق تلف می شود؟

تمرین ۵۸- ظرف مسی حاوی آب جوش $۱۰۰^{\circ}C$ است و روی یک صفحه ی داغ قرار دارد. مساحت کف ظرف $۵۰۰ cm^2$ و ضخامت آن ۵mm است . اگر صفحه ی داغ در هر ثانیه ۲۰۰۰ ژول گرما به کف ظرف بدهد ، دمای سطح بالایی صفحه ی داغ که در تماس با ظرف است ، چند درجه سلسیوس است؟ (ثابت رسانندگی مس $۴۰۰ \frac{w}{m.k}$ است)

تمرین ۵۹- میله سفالی به طول ۳۰ cm و یک میله چوبی به طول ۱ cm مطابق شکل در امتداد هم قرار دارند. اگر سطح بیرونی سفال و چوب به ترتیب ۱۰°C و ۲۰°C باشد. دمای سطح مشترک سفال با چوب چقدر است؟ (ثابت

رسانندگی سفال و چوب به ترتیب $\frac{W}{m.k}$ و $\frac{W}{m.k}$ است)



تمرین ۶۰- به نظر شما چه ارتباطی بین انتقال گرما به روش همرفت و ضریب انبساط حجمی، برای یک مایع وجود دارد؟

تمرین ۶۱- اگر یک تیر چوبی و یک لوله فلزی بسیار سرد را که همدم هستند لمس کنید، چرا حس می کنید که لوله سردتر است؟ چرا ممکن است دست شما به لوله بچسبند؟

تمرین ۶۲- جریان همرفتی در بالای یک شعله سبب رسیدن اکسیژن هوا به شعله و در نتیجه سبب ماندگاری شعله می شود. فرض کنید درون محفظه ای اکسیژن کافی برای سوختن شمع وجود دارد اما در این محفظه پدیده همرفت رخ نمی دهد (مثلاً در فضایی دور از کره زمین که نیروی وزن بسیار ناچیز است و بنابراین، نیروی ارشمیدوسی برای رخ دادن پدیده همرفت تقریباً وجود ندارد). درون محفظه شمعی را روشن می کنیم.

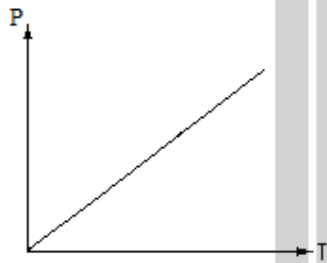
الف) چه اتفاقی برای شعله شمع رخ می دهد؟ چرا؟

ب) استفاده از چه راه حلی برای برطرف شدن این مشکل پیشنهاد می کنید؟

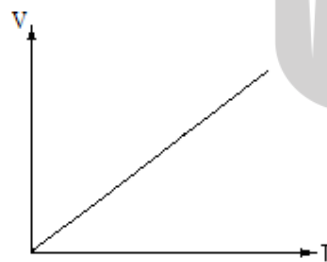
قوانین گازها: طبق قانون عمومی گازها برای مقدار معینی گاز کامل $\frac{PV}{T}$ مقدار ثابتی است بنابراین برای گازهای کامل رابطه هایی بصورت زیر نوشته می شود: (این رابطه هنگامی درست است که مقدار گاز ثابت باشد).

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2} \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} 1) \text{ در حجم ثابت} \Rightarrow \frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2} \\ 2) \text{ در فشار ثابت} \Rightarrow \frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \\ 3) \text{ در دمای ثابت} \Rightarrow P_1 V_1 = P_2 V_2 \end{array} \right.$$

قانون گیلوساک: برای مقدار معینی گاز در حجم ثابت ، دما و فشار گاز با هم رابطه مستقیم دارند:



قانون شارل: برای مقدار معینی گاز در فشار ثابت ، دما و حجم گاز با هم رابطه مستقیم دارند:



قانون بویل: برای مقدار معینی گاز در دمای ثابت ، فشار و حجم گاز با هم رابطه وارونه دارند:



قانون آووگادرو: در دما و فشار ثابت، نسبت حجم گاز به تعداد مولکول آن ثابت است:

$$\frac{V_1}{N_1} = \frac{V_2}{N_2}$$

$$\frac{V_1}{n_1} = \frac{V_2}{n_2}$$

V: حجم گاز

N: تعداد مولکول ها

n: تعداد مول ها

تعریف مول: به تعداد 6.02×10^{23} مولکول از یک ماده یک مول گفته می شود. بر این اساس تعداد مولکولهای یک

گاز به صورت زیر قابل محاسبه است:

$$N = n N_A$$

N: تعداد مولکول های گاز

N_A : عدد آووگادرو (6.02×10^{23})

n: تعداد مول ها

گاز آرمانی (گاز کامل): گازی که به اندازه کافی رقیق باشد ویا چگالی آن به حد کافی کم باشد مولکول های آنها

به حدی از هم دورند که بر هم تأثیر چندانی نمی گذارند، چنین گازهایی از قوانین گازها پیروی می نمایند و به آنها

گاز کامل گفته می شود.

قانون گازهای آرمانی: برای گازهای کامل حاصل عبارت $\frac{PV}{nT}$ مقدار ثابتی است که این مقدار ثابت را با R نمایش

می دهند و به آن ثابت جهانی گازها می گویند. بنابراین قانون گازهای کامل را به صورت زیر می نویسند:

$$PV = nRT$$

$$R = 8.314 \frac{J}{mol \cdot K}$$

P: فشار گاز (pa)

V: حجم گاز (m^3)

T: دمای مطلق گاز (K)

R: ثابت عمومی گازها

n: تعداد مول های گاز (mol)

مثال ۲۳- حجم گازی را که فشار آن ۶atm است، نصف می کنیم و دمای آن را از $127^\circ C$ به $327^\circ C$ می رسانیم. فشار

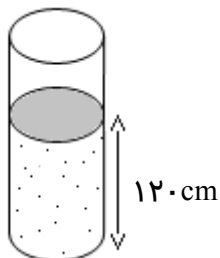
گاز چقدر می شود؟

مثال ۲۴- دمای گازی 27°C و حجم آن ۲۰ لیتر است. اگر حجم گاز را به ۱۰ لیتر برسانیم و فشار آن را ۳ برابر کنیم، دمای گاز چند درجه سانتی گراد افزایش می یابد؟

مثال ۲۵- در فشار ثابت حجم گازی را دو برابر می کنیم، مشاهده می شود دمای آن بر حسب سلسیوس سه برابر می شود، دمای اولیه ی گاز چند درجه سلسیوس بوده است؟

مثال ۲۶- حباب هوایی در یک عملیات غواصی در عمق ۷۰ متری آب ایجاد شده است و به طرف سطح آب حرکت می کند. اگر دمای آب را ثابت فرض کنیم شعاع این حباب در سطح آب چند برابر می شود؟ (فشار هوای محیط را 10^5 پاسکال و چگالی آب دریاچه را $1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ فرض کنید)

مثال ۲۷- داخل یک ظرف استوانه ای مانند شکل زیر مقداری گاز زیر یک پیستون بدون اصطکاک قرار دارد، مساحت پیستون 20 cm^2 و فشار هوای محیط 10^5 پاسکال است. اگر یک وزنه ۶۰ کیلوگرمی روی پیستون قرار داده شود با فرض ثابت ماندن دما، حجم گاز داخل ظرف چقدر می شود؟

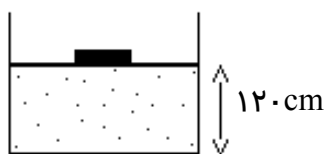


مثال ۲۸- اتاقی به ابعاد $8m, 6m, 1m$ در دمای $27^{\circ}C$ و فشار $1atm$ در نظر بگیرید. در این اتاق چند مولکول هوا موجود است؟ (ثابت عمومی گازها را $8J/mol.k$ فرض کنید).

تمرین ۶۳- در حجم ثابت مقداری گاز با دمای $127^{\circ}C$ و فشار $8atm$ در اختیار داریم. برای آنکه فشار گاز $12atm$ افزایش یابد، باید دمای گاز به چند درجه سلسیوس برسد؟

تمرین ۶۴- در فشار ثابت، حجم گازی با دمای $27^{\circ}C$ را 40% درصد کاهش می دهیم. دمای گاز چند درجه سلسیوس می شود؟

تمرین ۶۵- مطابق شکل، زیر پیستون، گاز کامل با دمای $27^{\circ}C$ محبوس است. اگر دمای گاز را به $127^{\circ}C$ برسانیم، پیستون چند سانتیمتر جابه جا می شود؟ (از اصطکاک پیستون صرف نظر کنید).



تمرین ۶۶- در دمای ثابت حجم گاز کاملی را چند درصد افزایش دهیم تا فشار آن ۲۰ درصد کم شود؟

تمرین ۶۷- در یک عملیات غواصی و در عمق ۱۰۰ متری سطح آب دریاچه ای با چگالی $1 \frac{g}{cm^3}$ ، حباب هوایی به حجم 6 cm^3 در دمای 7°C ایجاد شده است. حجم حباب در سطح دریا و در دمای 12°C چقدر می شود؟ (فشار هوای روی سطح آب 10^5 پاسکال است)

تمرین ۶۸- در ظرفی به حجم ۱۲ لیتر، در دمای 23°C حداکثر چند گرم اکسیژن با فشار 2 atm می تواند وجود داشته باشد؟ (جرم مولی اکسیژن 32 g/mol و ثابت عمومی گازها 8 J/mol.k است)

تمرین ۶۹- دما و فشار متعارف (STP) برای گاز، دمای صفر درجه سانتیگراد و فشار 1 atm معرفی می شود. حجم یک مول گاز کامل در دما و فشار متعارف چقدر است؟ (ثابت عمومی گازها $8/314 \text{ J/mol.k}$ است).

بروزترین و برترین
سایت کنکوری کشور

WWW.KONKUR.INFO

Konkur
.info

<https://konkur.info>