به نام خدا

سازمان آموزش وپرورش استان اصفهان

مدیریت آموزش وپرورش شهرستان کاشان

دبیرستان حاج عباس کریم

فیزیک (۱) پایه ی دهم دوره ی دوم متوسطه

فصل چهارم(دما وگرما)

تهیه کننده:محمد انصاری تبار

فهرست

انواع دماسنج ها

انبساط طولی،سطحی

انبساط حجمی جامدات ومایعات

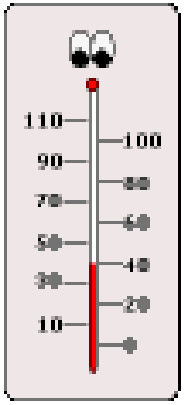
گرما ودمای تعادل

حالات ماده وگرمای نهان ذوب

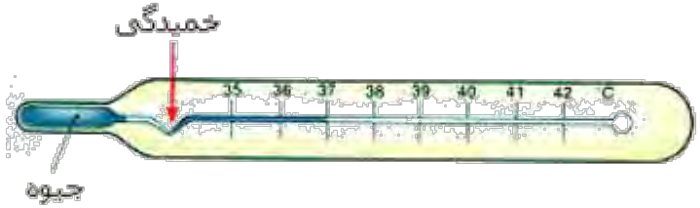
جوش ومیعان

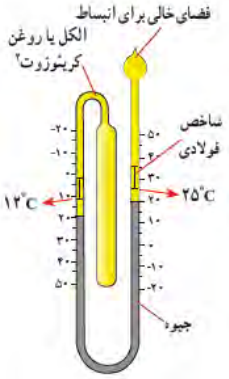
روش های انتقال گرما

قانون گازها



موضوع:انواع دماسنج





دمـــا چیست

کمّیتی است که میزان گرمی و سـردی اجسـام را مشـخص می کنـد

ساده ترین و رایج ترین نوع دماسنج،دماسنج های جیوه ای و الکلی است

کمّیت دماسنجی:

هرمشخصهٔ قابل اندازه گیری که با گرمی و سردی جسم تغییر می کند.**کمّیت دماسنجی می گویند.**

چندمثال ازکمّیت دماسنجی

ارتفاع مایع ،فشار،حجم،رنگ،جریان الکتریکی و....

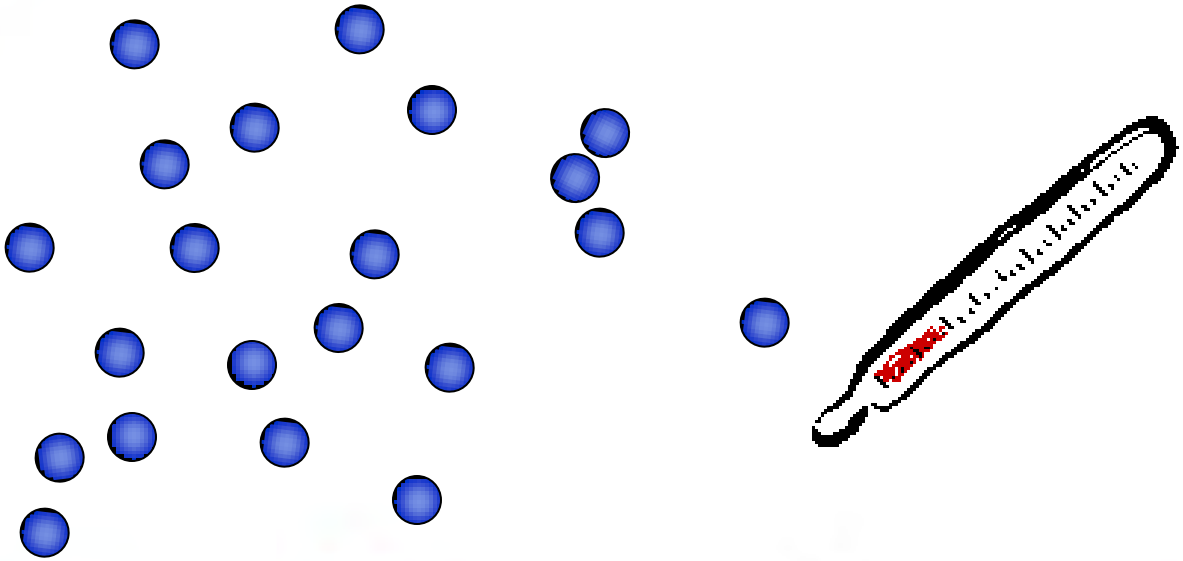
تعبیر مولکولی دما وانرژی درونی

انرژی درونی:

به مجموع انرژی‌های جنبشی و پتانسیل مولکولی **تمام ذره‌های جسم**، انرژی درونی گفته می‌شود

دمای هرجسم :

متناسب با **انرژی جنبشی متوسط** مولکول های سازنده ی آن است



نکته:

انرژی درونی به جرم و دمای جسم وابسته است.

وقتی دمای جسمی کاهش یاافزایش می‌یابد،انرژی درونی آن کاهش یاافزایش یافته است .

درتغییرحالت‌های جسم(ذوب، تبخیر) انرژی درونی جسم تغییر می‌کند، اما دمای جسم تغییر نمی‌کند.

پرسش:

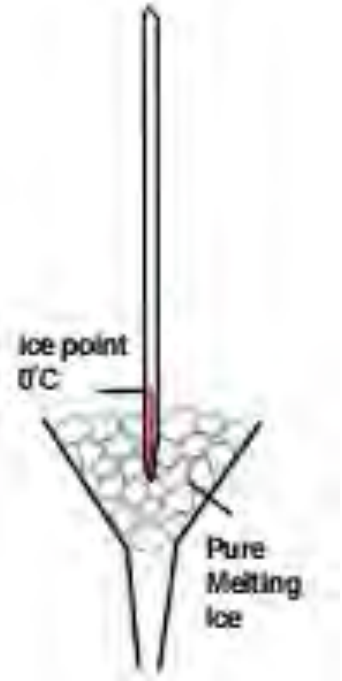
دماسنج های معمولی بر چه اساسی کار می کند؟

پاسخ:

براساس انبساط و انقباض مایع درون دماسنج(جیوه و الکل)است.

نقاط ثابت دماسنجی درمقیاس سلسیوس:

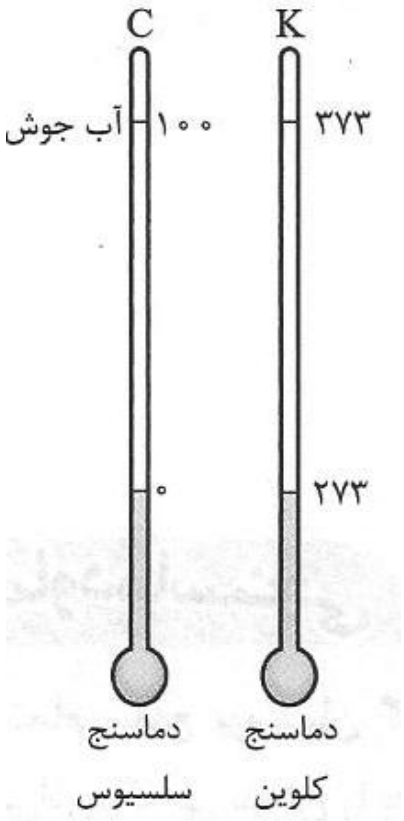
دمای یخ خالص درحال ذوب ودمای جوش آب خالص، هردو درفشاریک اتمسفر به عنوان نقاط ثابت دماسنجی درمقیاس سلسیوس انتخاب شده‌اندو به آن‌هابه ترتیب دمای صفر و صدنسبت داده شده است.درجه‌ی سلسیوس را با نماد«^0C» نشان می‌دهیم.



نکته:

در SI یکای دما برحسب کلوین است که با نماد K نمایش داده می‌شود

دما برحسب کلوین را با نماد«T»و برحسب درجهٔ سلسیوس را با نماد «θ» (تِتا) نشان می دهیم.



رابطه‌ی بین دما درمقیاس های سلسیوس و کلوین

دمابرحسب کلوین

$$T_{(k)} = \theta_{(^{\circ}c)} + ۲۷۳$$

دمابرحسب سلسیوس

پرسش :

صفر کلوین معادل چند درجه‌ی سلسیوس است؟

پاسخ:

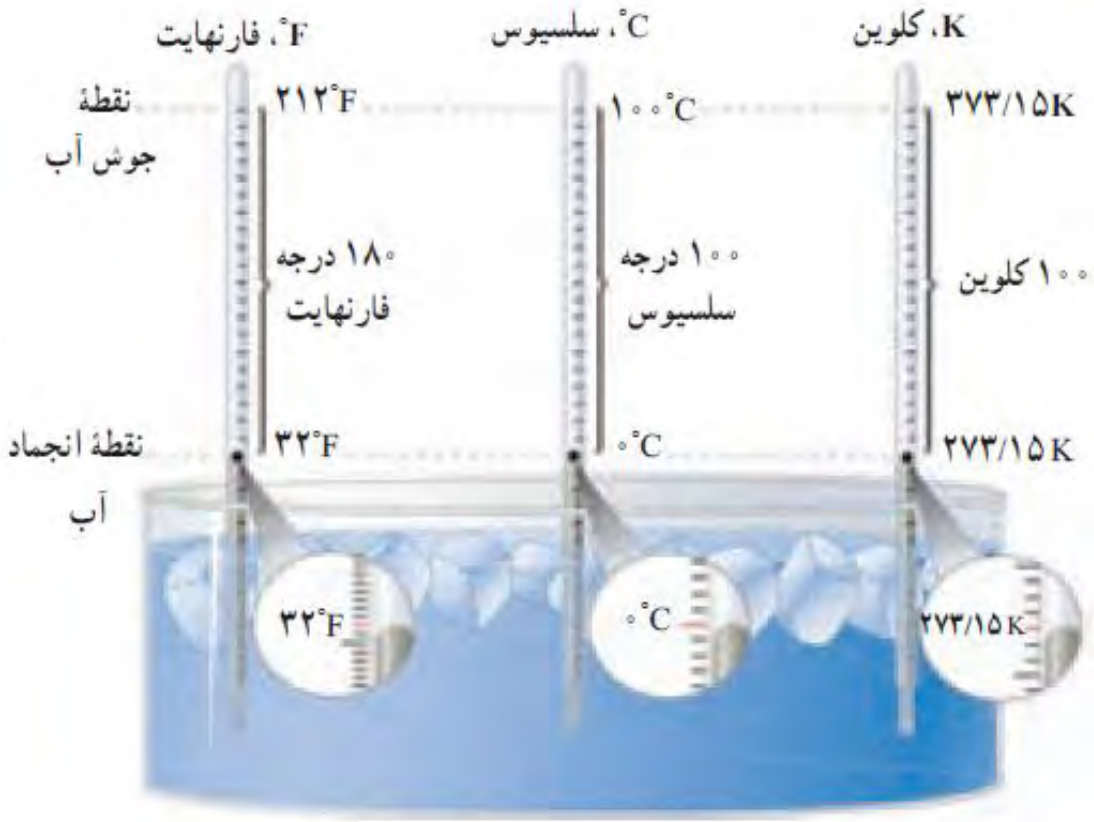
$$\begin{cases} T = 0K \\ \theta = ? \end{cases}$$

$$T_K = \theta_{^\circ C} + 273 \Rightarrow 0 = \theta + 273 \Rightarrow \theta = -273^\circ C$$

صفر مطلق

پایین‌ترین دمای ممکن که برابر $-273\ ^{0}C$ است را صفر مطلق گویند .

مقایسه سه یکای دماسنجی: سلسیوس ،فارنهایت وکلوین



شکل ۴ـ۴ مقایسهٔ یکاهای فارنهایت، سلسیوس و کلوین

رابطه‌ی بین یکای سلسیوس و یکای فارنهایت

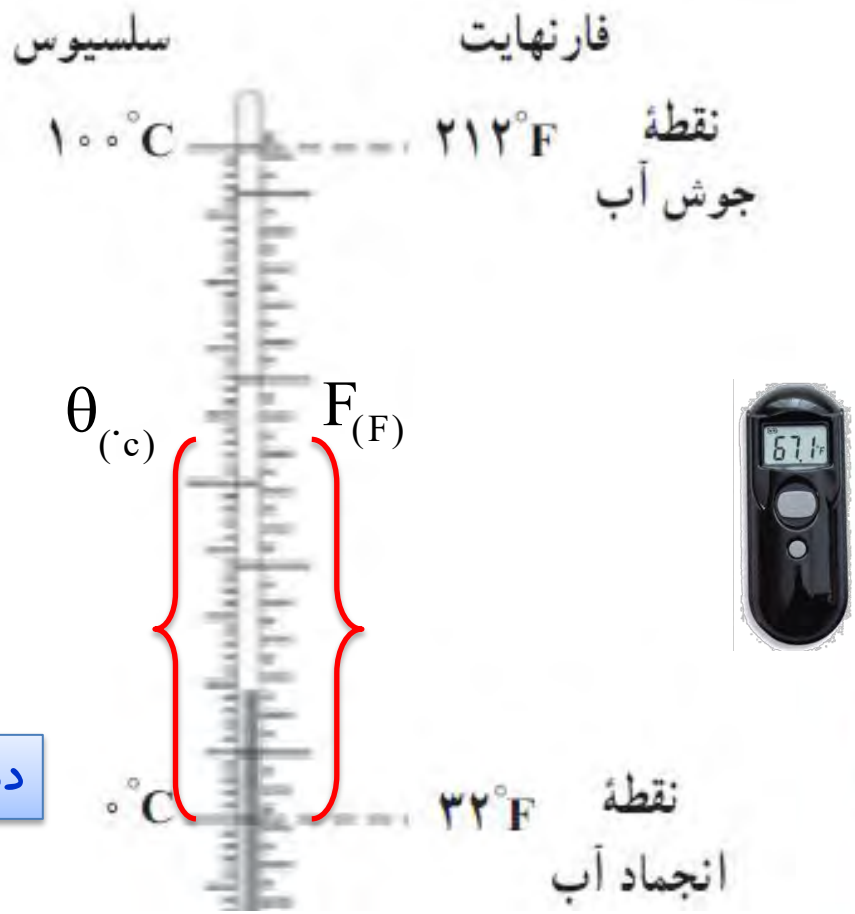
$$\frac{F_{(F)} - ۳۲}{۲۱۲ - ۳۲} = \frac{\theta_{(^\circ C)} - ۰}{۱۰۰ - ۰}$$

$$F_{(F)} - ۳۲ = \frac{۱۸۰\theta_{(^\circ C)}}{۱۰۰}$$

$$F_{(F)} = ۱/۸\theta_{(^\circ C)} + ۳۲$$

دمابرحسب سلسیوس

دمابرحسب فارنهایت



پرسش :

$27\ ^0C$ چندکلوین وچند درجه‌ی فارنهایت است؟

پاسخ:

$\theta = ۲۷^\circ C$

$T = ?$ $\quad T_{(k)} = \theta_{(^\circ C)} + ۲۷۳ \Rightarrow T = ۲۷ + ۲۷۳ \Rightarrow T = ۳۰۰k$

$F = ?$ $\quad F_{(F)} = ۱/۸\theta_{(^\circ C)} + ۳۲ \Rightarrow F = ۱/۸ \times ۲۷ + ۳۲ \Rightarrow F = ۸۰/۶^\circ F$

پرسش :

$20\ ^0C$ چنددرجه‌ی فارنهایت وچند کلوین است؟

پاسخ:

$\theta = ۲۰^\circ C$

$F = ?$ $\quad F_{(F)} = ۱/۸\theta_{(^\circ C)} + ۳۲ \Rightarrow F = ۱/۸ \times ۲۰ + ۳۲ \Rightarrow F = ۶۸^\circ F$

$T = ?$ $\quad T_{(k)} = \theta_{(^\circ C)} + ۲۷۳ \Rightarrow T = ۲۰ + ۲۷۳ \Rightarrow T = ۲۹۳k$

تمرین ۴-۱:

نشان دهید که تغییردما درمقیاسهای سلسیوس و کلوین با هم برابر است.

پاسخ:

$$\left.\begin{aligned} T_1 &= \theta_1 + ۲۷۳ \\ T_2 &= \theta_2 + ۲۷۳ \end{aligned}\right\} \Delta T = T_2 - T_1$$

$$\Delta T = \theta_2 + ۲۷۳ - (\theta_1 + ۲۷۳)$$

$$\Delta T = \Delta\theta$$

نکته:

یک درجهٔ سلسیوس وکلوین بایکدیگربرابرولی یک درجهٔ فارنهایت کوچکتر ازیک درجهٔ سلسیوس ویک کلوین است.

پرسش:

ویژگی های مقیاس کلوین چیست؟

پاسخ:

۱-صفرکلوین کمترین دمای ممکن است یعنی درمقیاس کلوین دمای منفی ندارد.

۲-تغییردما درمقیاس سلسیوس باتغییردما درمقیاس کلوین برابر است:

$$\Delta T_K = \Delta \theta_{^\circ C}$$

به طور مثال اگردمای اتاقی بر حسب درجه‌ی سلسیوس ۵ °C افزایش یابد برحسب مقیاس کلوین نیز ۵ K افزایش یافته است.

۳-دردمای صفرکلوین انرژی جنبشی وانرژی درونی ذرات به کمترین مقدار خود می رسد. اما برابر صفر نیست

تمرین:

چه رابطه ای بین تغییرات مقیاسهای سلسیوس و فارنهایت است

پاسخ:

$$\Delta F = ۱/۸\Delta\theta$$

$$\left.\begin{array}{l} F_۱ = ۱/۸\theta_۱ + ۳۲ \\ F_۲ = ۱/۸\theta_۲ + ۳۲ \end{array}\right\} \Delta F = F_۲ - F_۱ \Rightarrow \Delta F = ۱/۸\theta_۲ + ۳۲ - (۱/۸\theta_۱ + ۳۲) = ۱/۸\Delta\theta$$

نکته:

اگردمایک درجهٔ سلسیوس تغییر کند.دردرجه بندی فارنهایت$^\circ F$ ۱/۸ تغییر خواهد کرد

تمرین ۴-۲:

الف)دمای بدن یک انسان سالم تقریباً $37\,^{\circ}C$ است. این دما را بر حسب کلوین وفارنهایت بنویسید.

پاسخ:

الف)

$$\theta = ۳۷^{\circ}C \begin{cases} T_{(k)} = \theta_{(^{\circ}c)} + ۲۷۳ \Rightarrow T = ۳۷ + ۲۷۳ \Rightarrow T = ۳۱۰k \\ F_{(f)} = ۱/۸\theta_{(^{\circ}c)} + ۳۲ \Rightarrow F = ۱/۸ \times ۳۷ + ۳۲ \Rightarrow F = ۹۸/۶^{\circ}F \end{cases}$$

تمرین ۴-۲:

ب) گرمترین نقطهٔ روی زمین،ناحیه ای درکویرلوت است که دمای آن تا حدود $70^\circ C$ و سردترین نقطه در قطب جنوب است که دمای آن تا $-89^\circ C$ گزارش شده است. این دماها را برحسب کلوین و فارنهایت به دست آورید.

پاسخ:

ب)

$$T_{(k)} = \theta_{(^\circ C)} + ۲۷۳$$

$$\theta_۱ = ۷۰^\circ C \Rightarrow T_۱ = ۷۰ + ۲۷۳ \Rightarrow T_۱ = ۳۴۳k$$

$$\theta_۲ = -۸۹^\circ C \Rightarrow T_۲ = -۸۹ + ۲۷۳ \Rightarrow T_۲ = ۱۸۴k$$

$$F_{(f)} = ۱/۸\theta_{(^\circ C)} + ۳۲$$

$$\theta_۱ = ۷۰^\circ C \Rightarrow F_۱ = ۱/۸ \times (۷۰) + ۳۲ \Rightarrow F_۱ = ۱۵۸^\circ F$$

$$\theta_۲ = -۸۹^\circ C \Rightarrow F = ۱/۸ \times (-۸۹) + ۳۲ \Rightarrow F_۲ = -۱۲۸/۲^\circ F$$

فعالیت۴-۱:

تحقیق کنید برای نگهداری یاخته های بنیادی بندناف خون، به چه دمایی نیازمندیم. این دما چگونه ایجادو حفظ می شود؟

پاسخ:

دمای نگهداری سلول های بندناف درحدود$-۱۹۶^{o}C$ است این نمونه به همراه نیتروژن مایع درظرف های مخصوص(تانک های مخصوص که بین جدارهٔ داخلی وبیرونی خلاء وجود دارد) نگهداری می شود

پرسش :

$86\ ^{0}F$ چند درجه‌ی سلسیوس است؟

پاسخ:

$$\begin{cases} F = 86^{\circ}F \\ \theta = 27^{\circ}C \end{cases}$$

$$F_{(F)} = 1/8\theta_{(^{\circ}C)} + 32 \Rightarrow 86 = 1/8\theta + 32$$

$$86 - 32 = 1/8\theta \Rightarrow \theta = \frac{54}{1/8} \Rightarrow \theta = 30^{\circ}C$$

پرسش :

درچه دمایی عددی که دماسنج سلسیوس نشان می دهد،باعددی که دماسنج با درجه بندی فارنهایت نشان می دهد،یکی است؟

پاسخ:

$\theta = ?$

$F = \theta$

$$F_{(f)} = ۱/۸\theta_{(^\circ C)} + ۳۲$$

$$\theta = ۱/۸\theta + ۳۲$$

$$\theta - ۱/۸\theta = ۳۲$$

$$-./۸\theta = ۳۲$$

$$\theta = \frac{۳۲}{-./۸} \Rightarrow \theta = -۴۰^\circ C$$

پرسش :

دمای مقداری آب برابر با $17\ ^{o}C$ است.اگردمای آب را $90\ ^{o}f$ افزایش دهیم، دمای آن به چندکلوین می رسد؟

پاسخ:

$\theta_1 = 17^{\circ}C$

$\Delta F = 90^{\circ}F \qquad \Delta F = 1/8\Delta\theta \Rightarrow 90 = 1/8\Delta\theta \Rightarrow \Delta\theta = 50^{\circ}C$

$T_2 = ? \qquad \theta_2 - \theta_1 = 50 \Rightarrow \theta_2 = 67^{\circ}c \Rightarrow T_2 = 273 + 67 = 340k$

پرسش :

دمای جسمی برحسب کلوین ۴ برابردمای آن برحسب سلسیوس است .دمای این جسم برحسب سلسیوس وکلوین به دست آورید.

پاسخ:

$$\theta = ۹۱^{\circ}\,C$$

$$T = ۳۶۴k$$

پرسش :

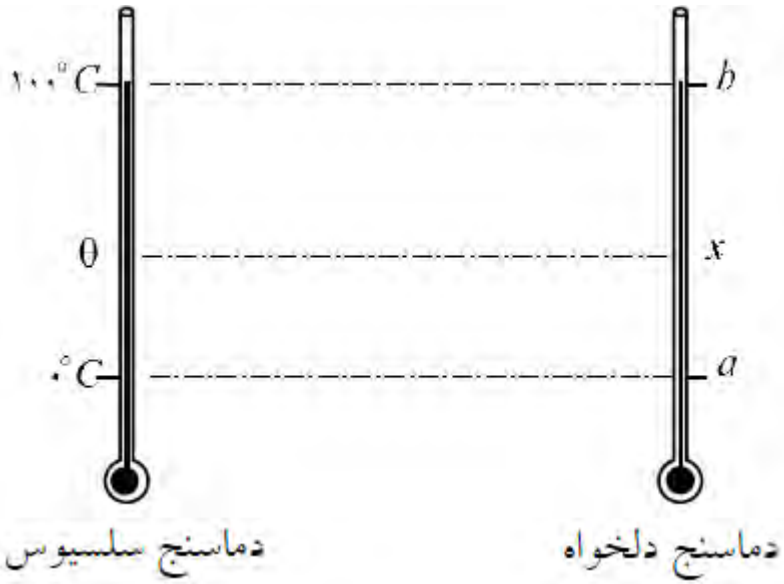
درچه دمایی عدد یکای فارنهایت نصف عدد دمای سلسیوس است؟

پاسخ:

$$F \approx -۱۲/۳^{\circ}F$$

مدرج ساختن دماسنج با یک مقیاس دلخواه:

اگردماسنجی وجودداشته باشدکه نقطه ذوب یخ را با aونقطه جوش آب را با bنشان دهد. برای مدرج کردن آن بایستی فاصله بین این دو مقدار را به $b-a$قسمت مساوی تقسیم کنیم. حال می خواهیم بدانیم این دماسنج دمایی را که دماسنج سلسیوس برابرθ نشان می دهد، چقدر (X) نشان خواهد داد؟



$$\frac{x-a}{b-a}=\frac{\theta_{(^\circ C)}-۰}{۱۰۰-۰}$$

تمرین :

دماسنجی که دمای نقطه‌ی ذوب یخ را ۲۰- و دمای نقطه‌ی جوش آب را ۱۰۵ درجه نشان می‌دهد ، دمای یک محیط را ۵ درجه نشان می دهد. دماسنجی که بر حسب درجه ی سلسیوس درجه بندی شده است دمای این محیط را چند درجه نشان می دهد؟

پاسخ:

دماسنج نامعلوم را با x و دماسنج سلسیوس را با θنشان می دهیم

$$\frac{x-x_1}{x_2-x_1}=\frac{\theta-\theta_1}{\theta_2-\theta_1} \Rightarrow \frac{۵+۲۰}{۱۰۵+۲۰}=\frac{\theta-۰}{۱۰۰-۰} \Rightarrow \frac{۲۵}{۱۲۵}=\frac{\theta}{۱۰۰}$$

$$\theta = ۲۰^\circ C$$

تمرین :

یکی ازمقیاس‌های دما که درایالات آمریکا رایج است، مقیاس رانکین($^{\circ}R$) است که فاصله‌ی هر یک درجه‌ی آن با یک درجه‌ی فارنهایت برابر است و در آن، دمای ذوب یخ معادل $۴۹۲^{\circ}R$ و دمای نقطه‌ی جوش آب برابر $۶۷۲^{\circ}R$ است.

الف) رابطه‌ی این درجه‌بندی با درجه‌بندی سلسیوس را بیابید.

ب) دمای بدن انسان($۳۷\ ^{\circ}C$) در این درجه‌بندی چقدر است؟

پاسخ:

الف)

$$\frac{R-۴۹۲}{۶۷۲-۴۹۲}=\frac{\theta-۰}{۱۰۰-۰} \Rightarrow \frac{R-۴۹۲}{۱۸۰}=\frac{\theta}{۱۰۰} \Rightarrow R=۱/۸\theta+۴۹۲$$

ب)

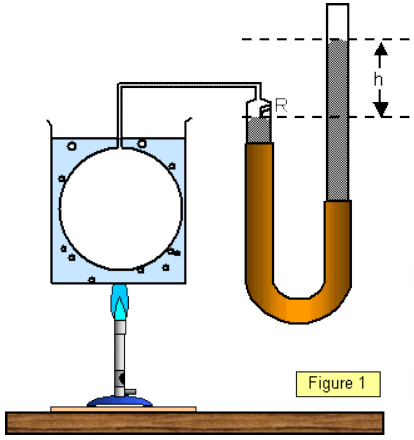
$$\left.\begin{array}{l} R=۱/۸\theta+۴۹۲ \\ \theta=۳۷^{\circ}C \end{array}\right\} R=۱/۸\times ۳۷+۴۹۲ \Rightarrow R=۵۵۸/۶^{\circ}R$$

دماسنج های معیار

۱-دماسنج گازی: اساس کار این دماسنج ها برمبنای قانون گازهای کامل است.

۲-دماسنج مقاومت پلاتینی: اساس کار این دماسنج ها برمبنای تغییرمقاومت بادما است.

۳-تف سنج(پیرومتر): اساس کار این دماسنج ها برمبنای تابش گرمایی است.



پرسش:

چرا به این سه دماسنج(گازی-مقاومت پلاتینی -تف سنج)دماسنج های معیار گویند؟

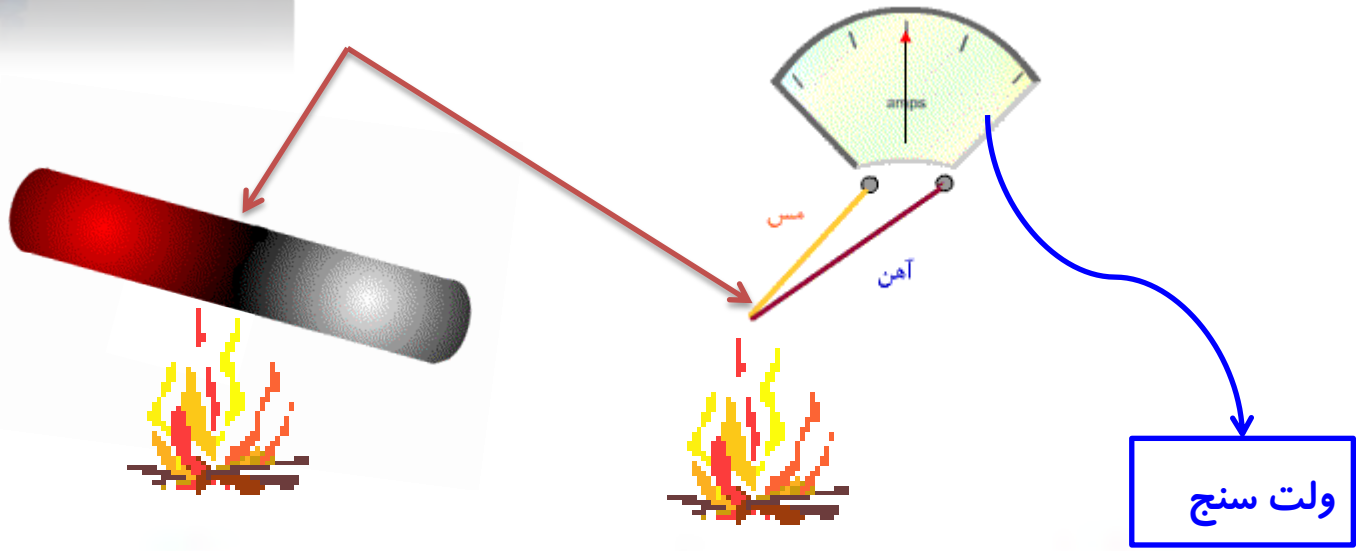
پاسخ:

۱-کاربرد این دماسنجها درصنعت وآزمایشگاه زیاد است.

۲-دقت اندازه گیری این دماسنج ها زیاد بوده یعنی در محدوده ی یک هزارم درجه و کمتر از آن دما را می توانند اندازه بگیرند

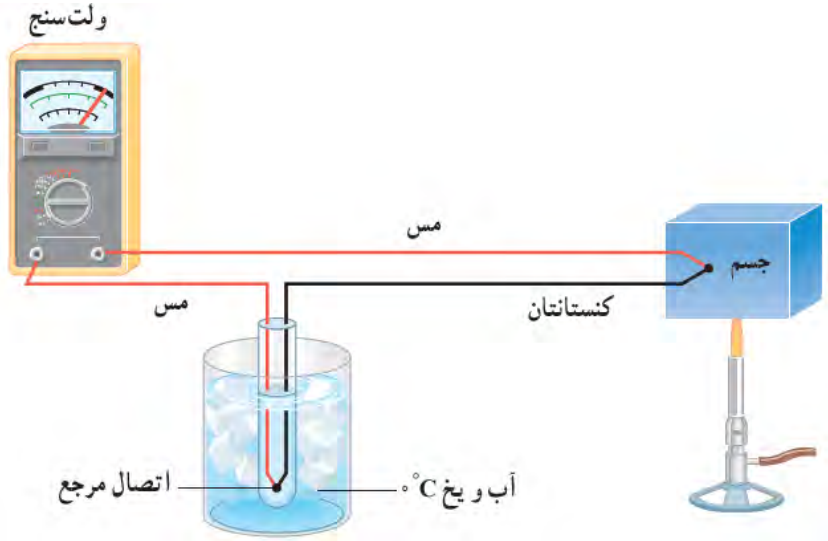
ترموکوپل:

وسیله‌ای برای اندازه‌گیری دماست که براساس تغییرولتاژ ناشی از اختلاف دمای دو سر مدار تشکیل‌دهنده‌ی آن کار می‌کند



ساختمان ترموکوپل

دوسیم فلزی غیرهمجنس مانندمس وکنستانتان ازیک سو درظرف مخلوط آب ویخ بادمای ثابت صفردرجه نگه داشته شده اندو ازطرف دیگربه جسمی با دمای مجهول متصل اند. وبه وسیلهٔدوسیم مسی به ولت سنج بسته می شوند.با افزایش دمای مجهول ولتاژدوسرسیم های غیرهم جنس افزایش می یابد.با اندازه گیری ولتاژمربوط به هردما می توان دمای مجهول را مشخص کرد.



برتریهای دماسنج ترموکوپل نسبت به دماسنجهای دیگر چیست؟

۱-دقت اندازه گیری آن زیاداست(امادقت آن کمترازدماسنجهای معیاراست)

۲- تغییرات ناگهانی دما را خیلی سریع و پیوسته نشان می دهد.

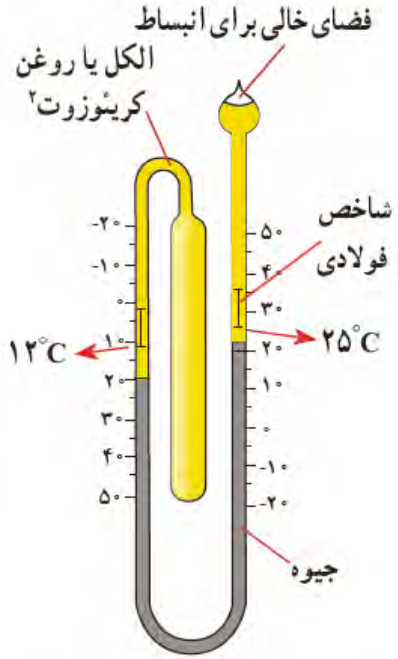
۳- گستره ی دماسنج ترموکوپل به جنس سیمها بستگی دارد مثلاًبرای جنس سیم ازآلیاژخاص گسترهٔ دماسنجی ^0C ۲۷۰- تا ^0C ۱۳۷۲ است.

۴-دربسیاری از وسایل صنعتی،گرمایشی و سرمایشی یافت می شود.

فعالیت۴-۲:

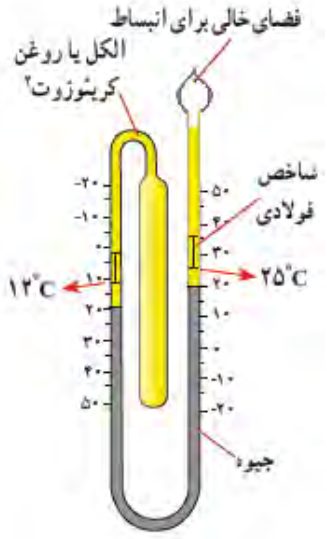
نوع ویژه ای ازدماسنجهای مایعی که بیشینه وکمینهٔ دما را در یک مدت زمان معیّن نشان می دهد،دماسنج بیشینه کمینه نام دارد.از این دماسنج ها معمولاً در مراکز پرورش گل و گیاه، باغداری،هواشناسی و ... استفاده می شود.در مورد چگونگی کار این دماسنجها تحقیق کنید.

پاسخ:



فعالیت۴-۲:

پاسخ:

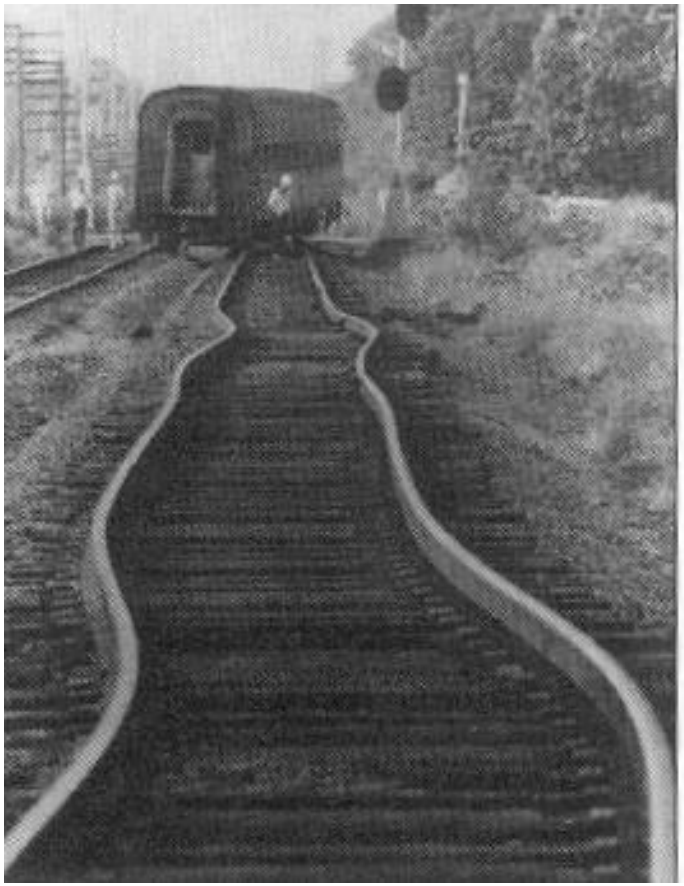


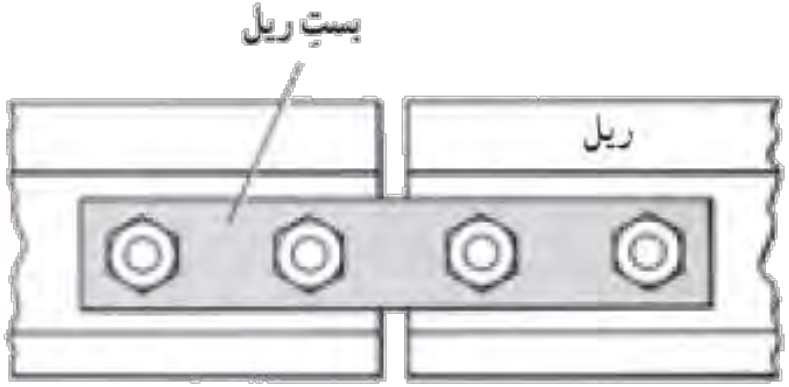
هنگامی که دما بالا رود، به دلیل انبساط الکل یا روغن موجود در مخزن وسطی و لولهٔ سمت چپ دماسنج، جیوه در لولهٔ سمت راست به بالا رانده می شود و شاخص فولادی لولهٔ سمت راست را با خود بالا می برد. اگر سطح جیوه در لولهٔ سمت راست پایین بیاید، شاخص فولادی که به آن فنرهای ریزی متصل است، همراه آن حرکت نمی کند و در همان محل قبلی خود در مقابل دمای بیشینه می ایستد.

وقتی الکل به علت کاهش دما منقبض می شود، جیوه از طرف چپ لولهٔ Uشکل بالا می رودوشاخص فولادی دیگر را دراین طرف لوله بالا می راند. اگر سطح جیوه در لولهٔ سمت چپ پایین بیاید شاخص فولادی سمت چپ که به آن نیزفنرهای ریزی متصل است همراه با آن حرکت نمی کندودر همان محل قبلی خوددر مقابل دمای کمینه می ایستد.با استفاده از آهنربا، این دو شاخص در پایان مدت زمان موردنظر به سطح جیوه برگردانده می شود.

موضوع :انبساط طولی،سطحی

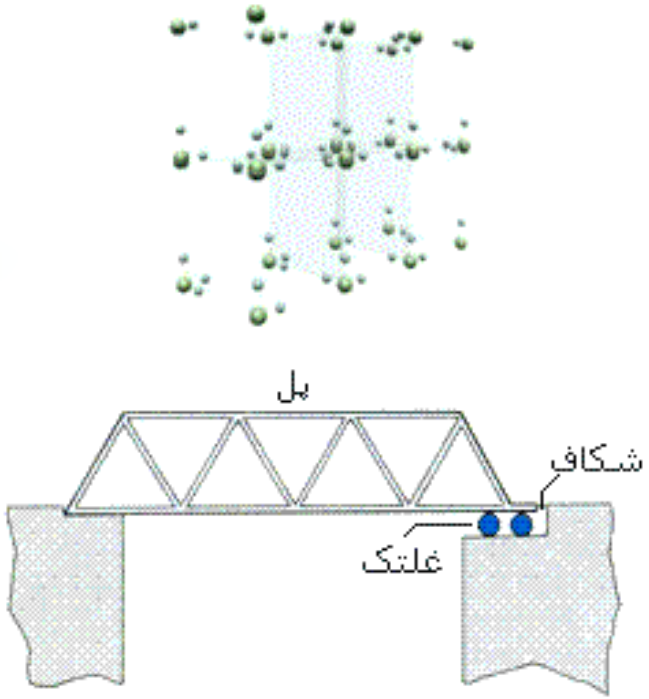
اگر ریل های راه آهن یکپارچه باشد چه اتفاقی می افتد؟





انبساط جامدها:

با افزایش دما،دامنهٔ نوسان مولکول ها واتم های ماده ودرنتیجه فاصلهٔ متوسط آنها ازیکدیگر افزایش یافته وجسم جامد منبسط می شود.



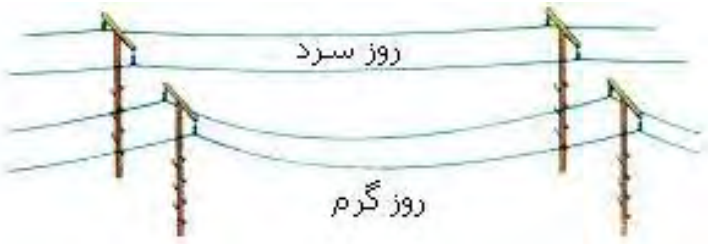
انواع انبساط ها

اکثراجسام دراثرافزایش دما،منبسط می شوند.این انبساط به صورتهای زیراست:

۱- انبساط جامدها:
- **الف) طولی**
- **ب) سطحی**
- **ج) حجمی**

۲- انبساط مایعها

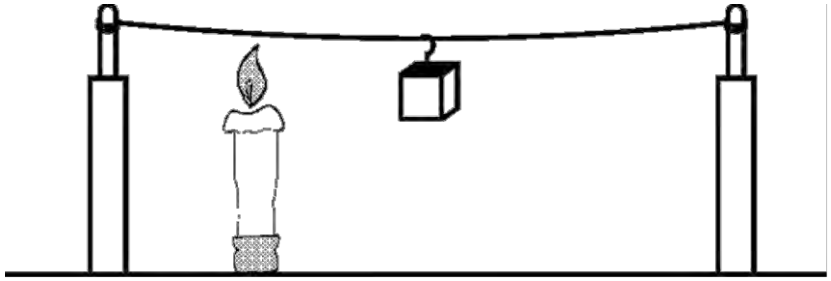
۳- انبساط گازها (قانون گازها)



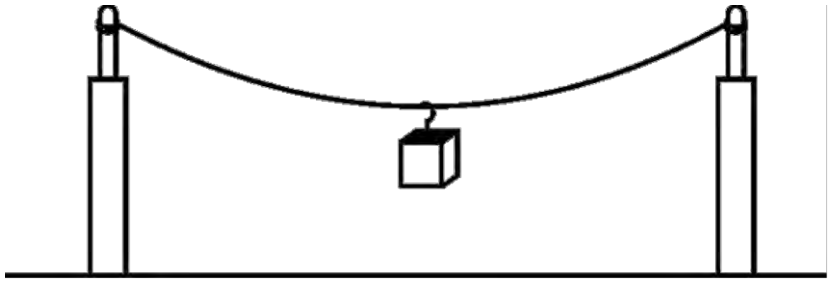
آزمایش

سیمی را بر روی دو پایهٔ چوبی محکم کرده و به وسط آن وزنه ای آویزان می کنیم حال اگر با شمع یا چراغ الکلی سیم را گرم کنیم ،می بینیم که سیم شل و خمیده می شود، چرا؟

پاسخ:



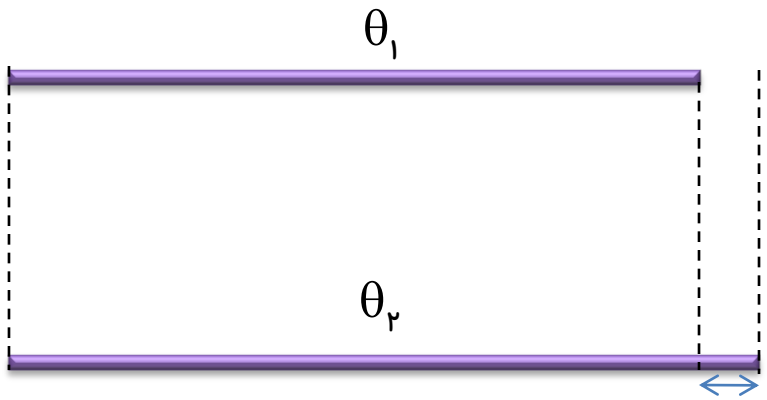
در اثر گرم شدن ، سیم منبسط شده و طول آن افزایش یافته و وزنه پایین تر می‌آید .



۱ – انبساط جامدها

الف) انبساط طولی جامدها:

افزایش دماباعث افزایش طول جامدهامی شود.انبساط طولی اجسام مختلف به دلیل تفاوت جنسشان با یکدیگر متفاوت است



تغییر طول

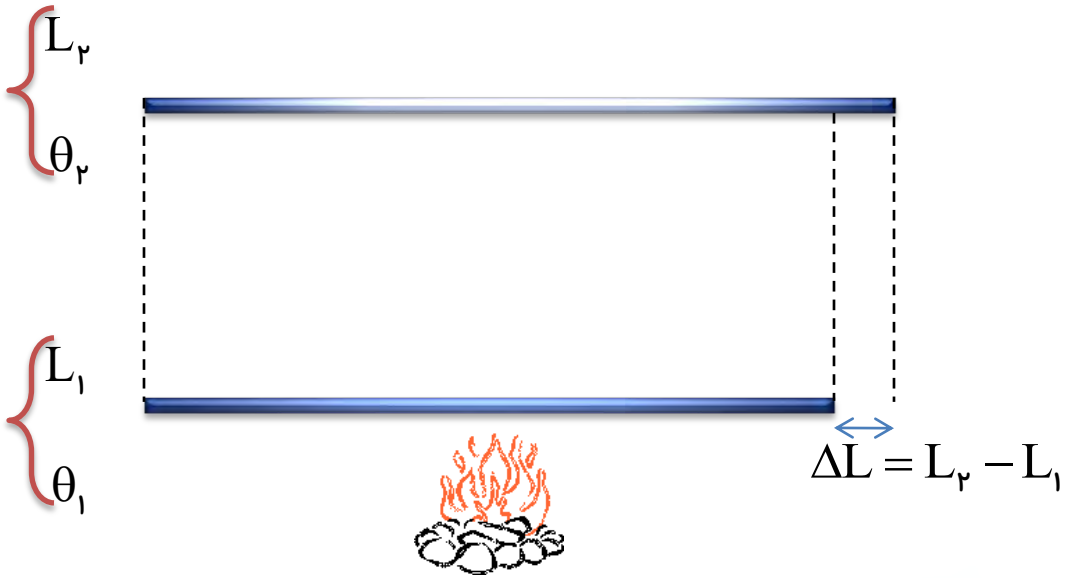
تغییر طول یک میله‌ی جامد، به چه عواملی بستگی دارد؟ ΔL

۱-به طول اولیه‌ی L_1 $\Delta L \propto L_1$

۲-تغییرات دما $\Delta\theta$ $\Delta L \propto \Delta\theta$

۳-جنس میله(ضریب انبساط طولی) α $\Delta L \propto \alpha$

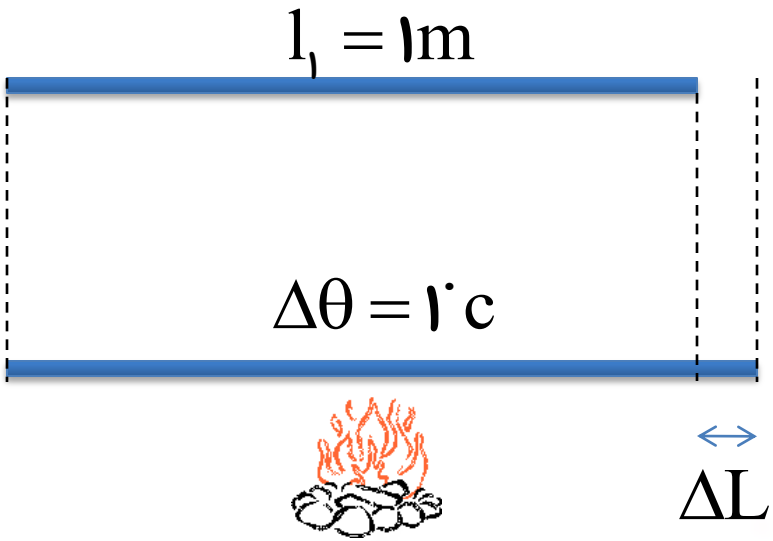
$$\Delta L = \alpha L_1 \Delta\theta$$



ضریب انبساط طولی (آلفا α)

افزایشِ طولِ واحدطولِ ($1m$) یک جسم جامد وقتی که دمای آن یک کلوین (یا سانتی گراد) بالا رود.

$$\alpha = \frac{\Delta L}{L_1 \Delta\theta} \rightarrow \alpha = \frac{\Delta L}{1m \times 1^\circ C} \rightarrow \alpha = \frac{\text{افزایشِ طولِ}}{\text{یک درجه سانتی گراد} \times \text{واحدِ طولِ}}$$



فرمول انبساط طولی

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

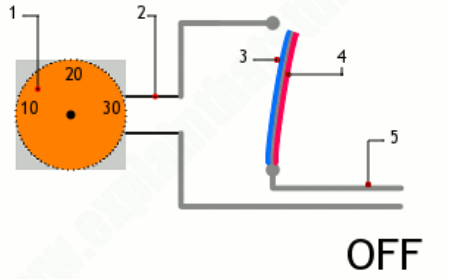
$$\rightarrow L_2 = L_1(1 + \alpha\Delta\theta)$$

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

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

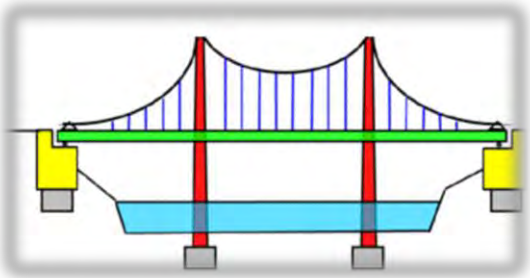
جنبه های مختلف انبساط گرمایی در زندگی

جنبه های مفید: اساس کاردماسنج ها وترموستات ها،انبساط گرمایی است



جنبه های دردسرساز انبساط طولی:

انبساط طولی درساختن پل ها،ساختمان ها،خط راه آهن،خطوط نیرو وسوخت مشکل ایجاد می کند.



تمرین :

ارتفاع برج ایفل دریک روزازسال ۳۰۱m است اگراختلاف دما درآن روز ۲۲°C باشد.افزایش طول این برج چقدراست؟

$\alpha_{\text{فلز}} = ۱۰/۵ \times ۱۰^{-۶} \frac{۱}{°C}$

پاسخ:

$\Delta L \approx ./۰۷m = ۷cm$

$L_۱ = ۳۰۱m$

$\Delta\theta = ۲۲^{\circ}C$

$\alpha = ۱۰/۵ \times ۱۰^{-۶} \frac{۱}{°C}$

$\Delta L = ?$

$\Delta L = \alpha L_۱ \Delta\theta$

$\Delta L = ۱۰/۵ \times ۱۰^{-۶} \times ۳۰۱ \times ۲۲$

$\Delta L \approx ۰/۰۷m = ۷cm$

تمرین :

اگر دمای میله‌ای فلزی به طول ۱m را ۴۰۰ °C افزایش دهیم،طول میله چند سانتی‌متر می‌شود (ضریب انبساط طولی میله $۱۲\times۱۰^{-۶}\ \frac{۱}{°C}$ است)

پاسخ:

$L_۲ = ۱۰۰/۴۸cm$

$L_۱ = ۱m$

$\Delta\theta = ۴۰۰^{\circ}C$

$L_۲ = ?$

$\alpha = ۱۲\times۱۰^{-۶}\ \frac{۱}{^{\circ}C}$

$L_۲ = L_۱(۱+\alpha\Delta\theta)$

$L_۲ = ۱\times(۱+۱۲\times۱۰^{-۶}\times۴۰۰)$

$L_۲ = (۱+./۰۰۴۸)$

$L_۲ = ۱/۰۰۴۸m$

$L_۲ = ۱/۰۰۴۸\times۱۰۰ = ۱۰۰/۴۸cm$

تمرین :

انبساط تیرآهنی با طول اولیهٔ ۲۵ متر،دراثرافزایش دمای از $-۱۰^{\circ}C$ تا $۳۰^{\circ}C$ را حساب کنید. $\alpha_{\text{آهن}} = ۱۱\times۱۰^{-۶}\ \frac{۱}{^{\circ}C}$

پاسخ:

$\Delta L = ۱/۱cm$

$L_۱ = ۲۵m$

$\theta_۱ = -۱۰^{\circ}C$

$\theta_۲ = ۳۰^{\circ}c$

$\alpha = ۱۱\times۱۰^{-۶}\ \frac{۱}{^{\circ}C}$

$\Delta L = ?$

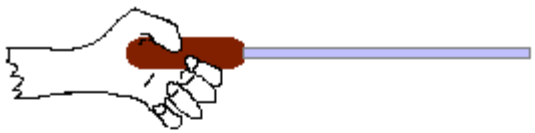
$$\Delta L = \alpha L_۱ \Delta\theta$$

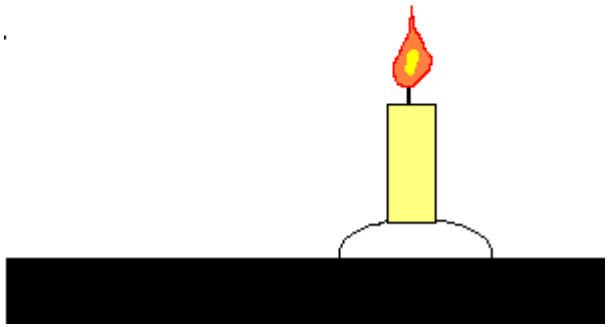
$$\Delta L = ۱۱\times۱۰^{-۶}\times۲۵\times(۳۰-(-۱۰))$$

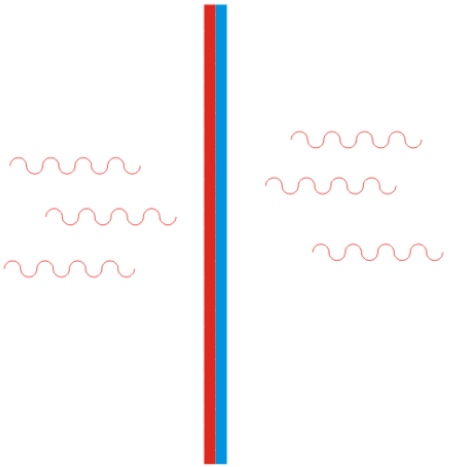
$$\Delta L = ۱/۱\times۱۰^{-۲}m = ۱/۱cm$$

دماپا (ترموستات) :

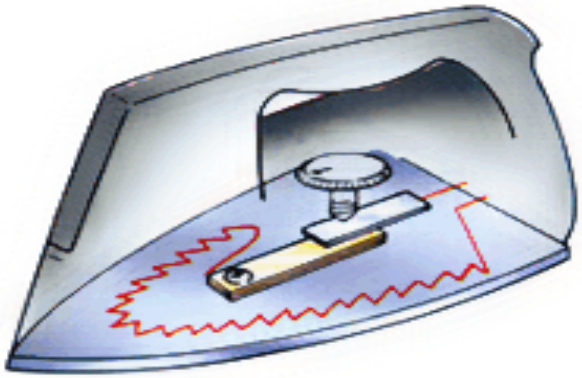
وسیله ای برای تنظیم دماست که ازدو فلزغیرهم جنس بامیزان انبساط متفاوت که به یک دیگر پرچ یا لحیم شده اند، ساخته شده است .



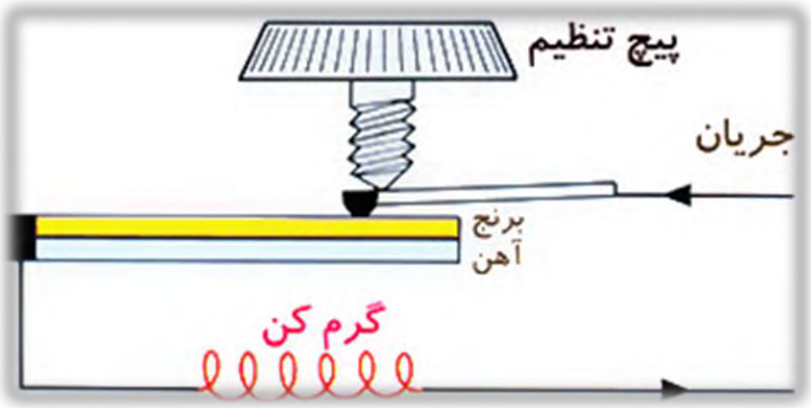




در اتوی برقی

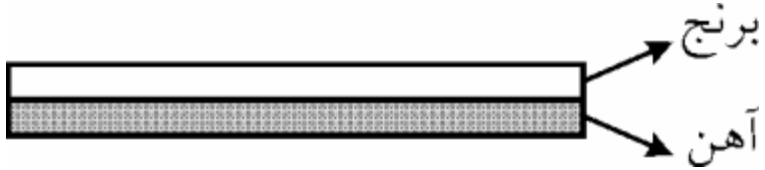


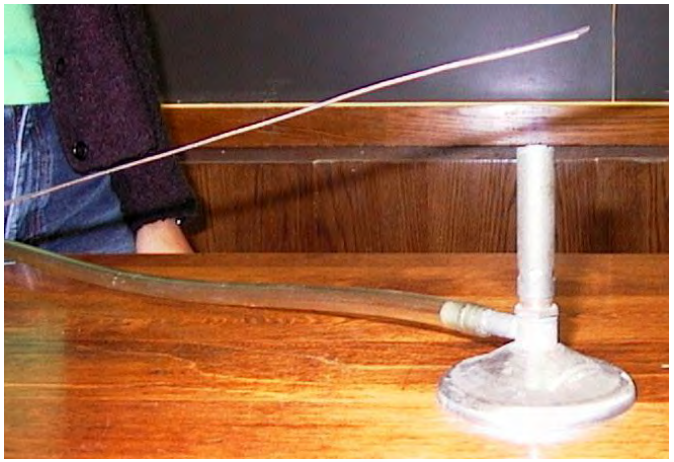
گرم کن
برق
تیغه ترموستات (سرد)
مدار بسته
تنظیم


پیچ تنظیم
جریان
برنج
آهن
گرم کن

نکته:

اگردماپا (نواردوفلز)دریک مدارالکتریکی قراردهیم بابرقراری جریان نوار دو فلزگرم می شود ونوار خم شده واتصال قطع می شود واگردماپا سرد شود دوباره طول دو فلز یک اندازه می‌شود و نقاط اتصال وصل می‌شوند و دستگاه روشن می‌شود.



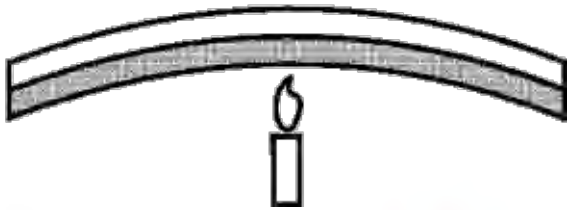


پرسش :

دو نوار فلزی متفاوت(آهن و برنج) را به هم می چسبانیم.اگر روی میله (دماپا) یک بار یخ قرار داده و بار دیگر زیر آن را شمع روشن کنیم به چه شکلی تبدیل می شود؟

پاسخ:

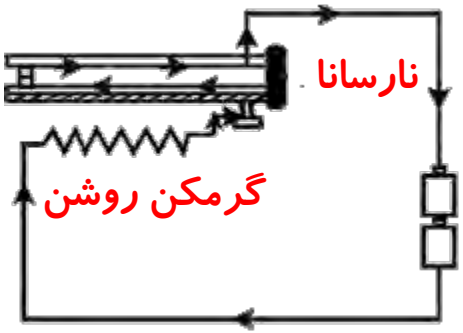
هرچه آلفا بزرگتر باشد افزایش طول میله به علت افزایش دما بیشتر است.هرچه آلفا بزرگتر باشد کاهش طول میله به علت کاهش دما بیشتر است.چون آلفای برنج بیشتر از آهن است پس بیشتر منبسط و بیشتر منقبض می شود.



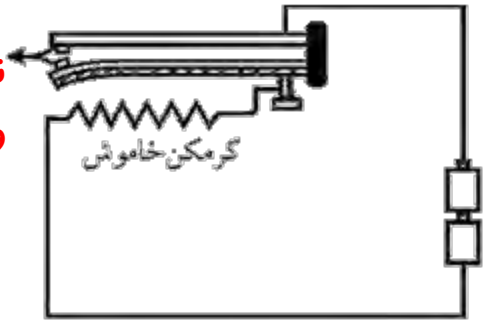
پرسش :

در سماور برقی ، اتوی برقی ، پلوپز برقی و ...برای تنظیم دما از چه وسیله ای استفاده می شود؟

پاسخ:



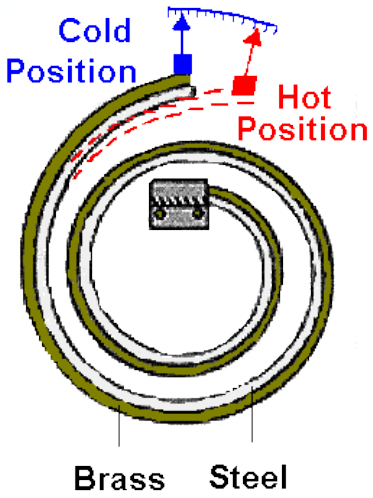
از ترموستات برقی

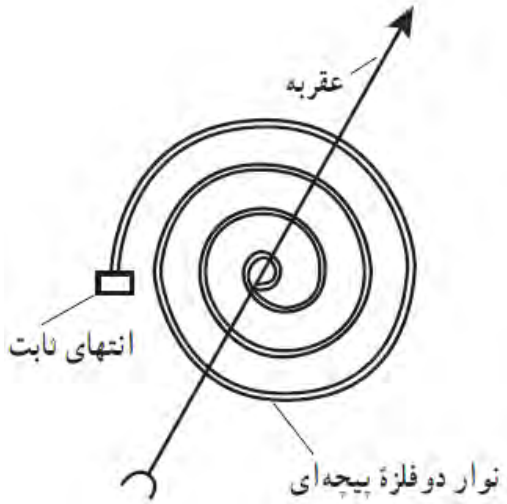


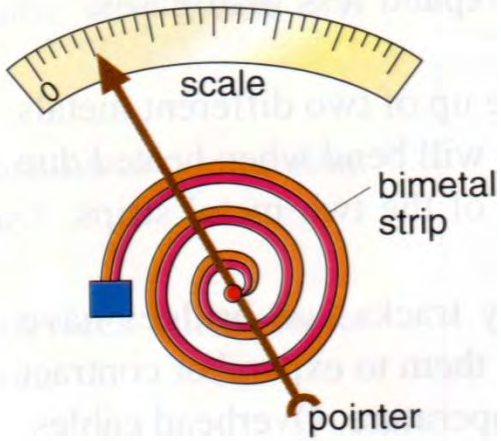
دماسنج نواری دوفلز(بی متال)

این نوع دماسنج مثل ترموستات ازدو تیغه ی فلزی با ضریب انبساط متفاوت که سرتاسر به هم جوش داده شده اند، می سازند.

دردماسنج بی متال تیغه های فلزی به شکل یک نوارحلزونی است.دراین جاهم تیغه ی فلزی که ضریب انبساط بیشتری داره کمان خارجی راتشکیل می دهدبه همین دلیل با افزایش دما،نوارِبی متال حلزونی، خمیده شده وعقربه به سمت راست می چرخد.







پرسش :

چرابایدمادهٔپرکنندهٔدندان همان مشخصه های انبساط گرمایی دندان را داشته باشد؟

پاسخ:

انبساط گرمایی موادمختلف باهم فرق دارد،برای همین بایدجنس مادهٔپرکنندهٔ دندان با خود دندان یکی باشد،چرا که درغیر این صورت به احتمال زیاد دندان ها شکسته خواهند شد.

پرسش :

چرا در لوله کشی لوله های آب گرم شوفاژ یا نیروگاه ها در صورتی که طول لوله خیلی زیاد باشد،در بین مسیرخمیدگی هایی به شکل زیرقرار می دهند؟

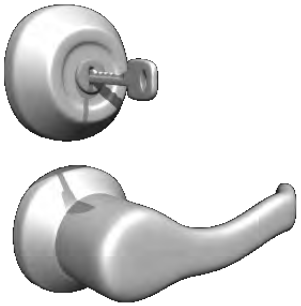
پاسخ:

لوله های آب گرم دراثرگرما منبسط می شوندوطول آن ها افزایش می یابد.قرار دادن خم هایی درمسیر لوله ها فاصله ی مناسبی را برای ازدیاد طول ایجاد می کند .

پرسش۴-۱:

الف)چرا بهتر است قفل و کلید یک در، هم جنس باشند؟

ب) چرا در برخی از فصلهای سال، بعضی از درب ها در چارچوب خود گیر می کنند؟



پاسخ:

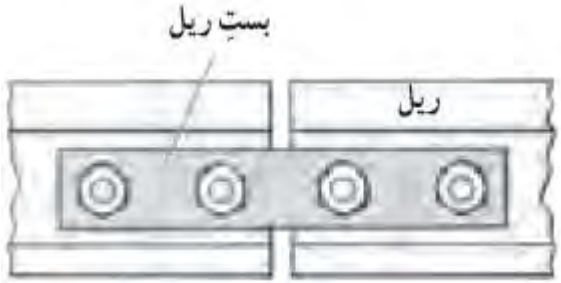
الف)زیرا دراین صورت دراثر تغییردما،ابعاد هردوبه یک میزان تغییرکرده وکلید درقفل گیرنمی کند.هردو به یک میزان منبسط ومنقبض می شوند.

ب)به دلیل انبساط های گرمایی متفاوت درب و چارچوب، تغییرات ابعاد آنها یکسان نخواهد بود.

فعالیت۴-۳:

۱ -شکل(الف)تصویری واقعی ازدو قسمت متوالی خط آهن(ریل راه آهن)های قدیمی را در گذشته نشان می دهد. اگر فاصلهٔخالی بین این دو قسمت به حدّ کافی زیاد نمی بود، چه مشکلی پیش می آمد؟

(الف)



(الف)

پاسخ:

۱)تغییرطول هربخش ازریل ها دراثرانبساط و انقباض ناشی ازتغییرات دما،موجب وارد شدن نیرو به بخش های دیگرمی شد واین نیرو باعث خمیده شدن ریل ها ویا جداشدن اتصالات آن می شد.

فعالیت۴-۳:

۲-امروزه بین قسمت های متوالی خطّ آهن فاصل های درنظر گرفته نمی شود و این قسمت ها پشت سرهم جوشکاری می شوند(شکل ب)تحقیق کنید در این روش چگونه مشکل ناشی از انبساط در یک روز گرم تابستانی برطرف می شود؟

(ب)

پاسخ:

۲)امروزه برای اتصال ریل هابه پایه های زیرین خطوط ازپیچ ومهره استفاده نمی شودبلکه ریل توسط بسط های فلزی محکمی به پایه ها می چسبد درنتیجه امکان انبساط طولی به هر میزان ازدوطرف آزاد ریل که معمولاً درمحل تعویض خطوط درایستگاه است وجود دارد.

(معمولاً ریل گذاری درزمانی از شبانه روز یا زمانی از سال انجام می شودکه منطقه مورد نظردمایی درحدود دمای میانگین آن منطقه داشته باشد)

تمرین :

چه مقدار افزایش دما باعث می‌شود که طول یک خط‌کش ۵ / ۰ متری برنجی ۱/۱ میلی متر افزایش یابد؟

$\alpha_{\text{برنج}} = ۱۹ \times ۱۰^{-۶} \frac{۱}{^\circ C}$

پاسخ:

$\Delta\theta \approx ۱۱۶^\circ C$

تمرین :

فاصلهٔ بین هر قطعه ریل آهنی به طول ۵۰۰m که در زمستان و در دمای ۰°C کار گذاشته اند ۳cm است حداکثر دمای هوا در تابستان چه قدر باشد تا این فاصله پوشانده شود. $\alpha_{\text{آهن}} = ۱۲ \times ۱۰^{-۶} \frac{۱}{^\circ C}$

پاسخ:

$\theta_۲ = ۵۰^\circ C$

تمرین :

دمای یک میله فلزی را چند درجه‌ی سلسیوس بالا ببریم تا افزایش طول آن $\frac{۱}{۴۰۰}$ ، طول اولیه اش باشد؟ $\alpha_{\text{فلز}} = ۲\times۱۰^{-۵}\ \frac{۱}{^\circ C}$

پاسخ:

$$\Delta L = \alpha L_۱ \Delta\theta$$

$$\Delta\theta = ۱۲۵^\circ C$$

$$\begin{cases} \Delta\theta = ? \\ \Delta L = \frac{۱}{۴۰۰} L_۱ \\ \alpha = ۲\times۱۰^{-۵}\ \frac{۱}{^\circ C} \end{cases}$$

$$\frac{۱}{۴۰۰} L_۱ = ۲\times۱۰^{-۵} L_۱ \Delta\theta$$

$$\Delta\theta = \frac{\frac{۱}{۴۰۰}}{۲\times۱۰^{-۵}} = \frac{۱۰^{+۵}}{۸۰۰}$$

$$\Delta\theta = ۱۲۵^\circ C$$

تمرین :

یک خط کش فولادی به طول ۵۰cm در دمای ۲۰°C برای اندازه‌گیری تنظیم شده است. بوسیله‌ی این خط کش طول یک میله در دمای ۲۰°C دقیقا ۲۸cm بدست می‌آید. وقتی مجموعه را تا ۱۷۰°C گرم می‌کنیم .طول میله با این خط کش ۲۸/۰۷ cm بدست می‌آید. ضریب انبساط خطی میله را بیابید. $\alpha_f = ۱/۱\times ۱۰^{-۵}\ \frac{۱}{^\circ C}$

پاسخ:

$L_{۱f} = ۵۰cm$

$\theta_{۱f} = ۲۰^\circ C$

$\theta_{۱m} = ۲۰^\circ C$

$L_{۱m} = ۲۸cm$

$\theta_{۲f} = \theta_{۲m} = ۱۷۰^\circ C$

$\Delta L_m - \Delta L_f = ۲۸/۰۷ - ۲۸ = ./۰۷cm$

$\alpha_f = ۱/۱\times ۱۰^{-۵}\ \frac{۱}{^\circ C}$

$\alpha_m = ?$

$\Delta L_m - \Delta L_f = ./۰۷cm$

$\alpha_m L_{۱m}\Delta\theta - \alpha_f L_{۱f}\Delta\theta = ./۰۷$

$۲۸(\alpha_m - ۱/۱\times ۱۰^{-۵})\times ۱۵۰ = ۷\times ۱۰^{-۲}$

$\alpha_m = ۲/۷۷\times ۱۰^{-۵}\ \frac{۱}{^\circ C}$

تمرین :

طول دو میله آهنی و آلومینیومی در دمای $0\,^\circ C$ یکسان و هریک برابر $1\ m$ است. درچه دمایی اختلاف طول آنها $0/66 mm$ می‌شود؟

$$\alpha_{AL} = 2/4 \times 10^{-5} \frac{1}{^\circ C} \qquad \alpha_{fe} = 1/2 \times 10^{-5} \frac{1}{^\circ C}$$

پاسخ:

$$\theta_{1fe} = \theta_{1AL} = 0\,^\circ C$$

$$L_{1fe} = L_{1AL} = 1 m$$

$$\theta_2 = ?$$

$$\Delta L_{AL} - \Delta L_{fe} = 0/66 mm$$

$$\alpha_{fe} = 1/2 \times 10^{-5} \frac{1}{^\circ C}$$

$$\alpha_{AL} = 2/4 \times 10^{-5} \frac{1}{^\circ C}$$

$$\alpha_{AL} L_{1AL} \Delta\theta - \alpha_{fe} L_{1fe} \Delta\theta = 0/66 \times 10^{-3}$$

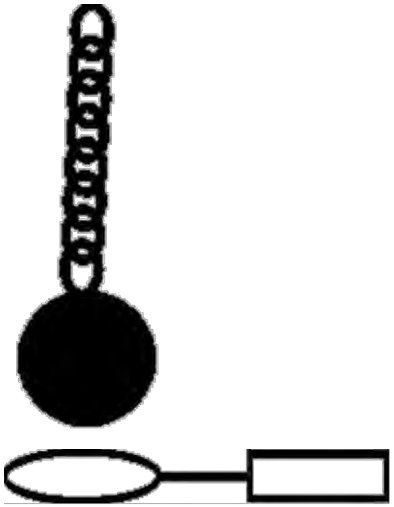
$$(\alpha_{AL} - \alpha_{fe}) \Delta\theta = 0/66 \times 10^{-3}$$

$$(2/4 - 1/2) \times 10^{-5} \Delta\theta = 0/66 \times 10^{-3}$$

$$\Delta\theta = 55\,^\circ C \Rightarrow \theta_2 - \theta_1 = 55 \Rightarrow \theta_2 = 55\,^\circ C$$

پرسش:

مطابق شکل،قطر گلوله(داغی) اندکی بزرگتر از قطر حلقه است برای اینکه گلوله به راحتی از حلقه عبور می کند باید کدام را گرم یا سرد کنیم .

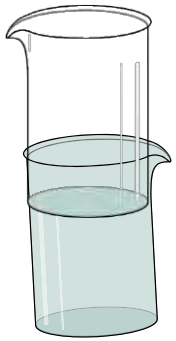


پاسخ:

گلوله را سرد یا حلقه را گرم کنیم

تست:

برای جدا کردن دو لیوان شیشه ای که درهم گیرکرده اند چه راهی مناسب است؟



۱) ریختن آب گرم روی لیوان خارجی

۲) قرار دادن لیوان خارجی در آب یخ

۳) ریختن آب گرم درون لیوان داخلی

۴) ریختن آب سرد درون لیوان داخلی

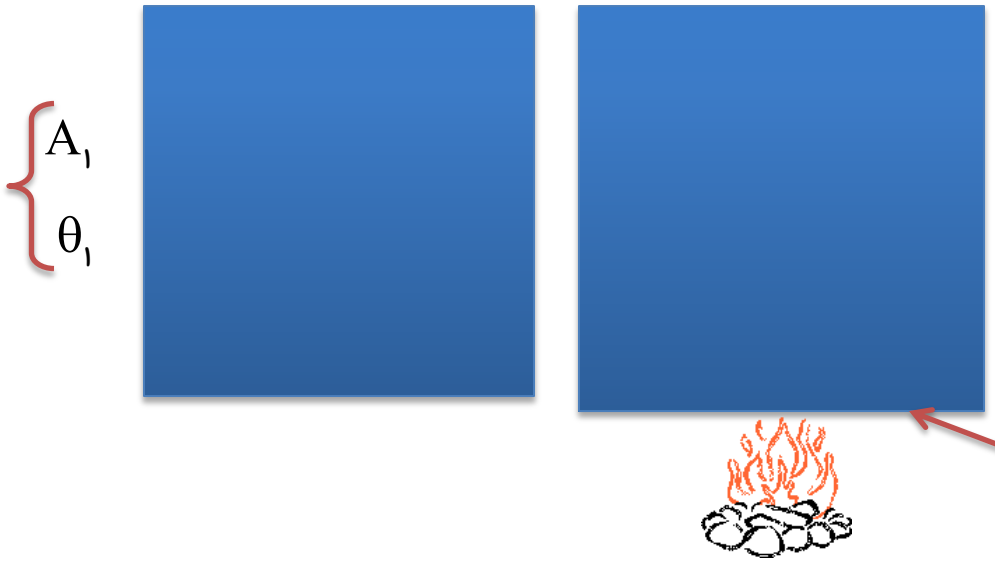
پاسخ:

گزینه ۴

وقتی روی لیوان خارجی آب گرم ریخته شود، دیواره ی آن منبسط شده و لیوان درونی از آن خارج می شود .

۲) انبساط سطحی:

افزایش دما باعث افزایش سطح جامدها نیز می شود.



تغییر مساحت یک ورقه ی فلزی، به چه عواملی بستگی دارد؟ ΔA

۱-به مساحت اولیه‌ی A_1 $\Delta A \propto A_1$

۲-تغییرات دما $\Delta\theta$ $\Delta A \propto \Delta\theta$

۳-ضریب انبساط سطحی ورقه 2α $\Delta A \propto 2\alpha$

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

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

فعالیت۴-۴:

ورقه ای فلزی ومستطیلی شکل به اضلاع a_1وb_1را درنظربگیرید.براثرافزایش دمای ΔT، طول اضلاع مستطیل به اندازهٔ Δaو Δbافزایش می یابند. اگرضریب انبساط طولی ورقه α باشد، نشان دهیدکه افزایش مساحت این ورقه باتقریب مناسب ازرابطهٔ $\Delta A = 2\alpha A_1 \Delta T$ به دست می آید.

پاسخ:

$$a_2 = a_1(1+\alpha\Delta T)$$
$$b_2 = b_1(1+\alpha\Delta T)$$
$$A_1 = a_1 b_1$$

$$A_2 = a_2 b_2 = a_1(1+\alpha\Delta T)b_1(1+\alpha\Delta T)$$

$$A_2 = a_1 b_1(1+\alpha\Delta T)^2$$

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

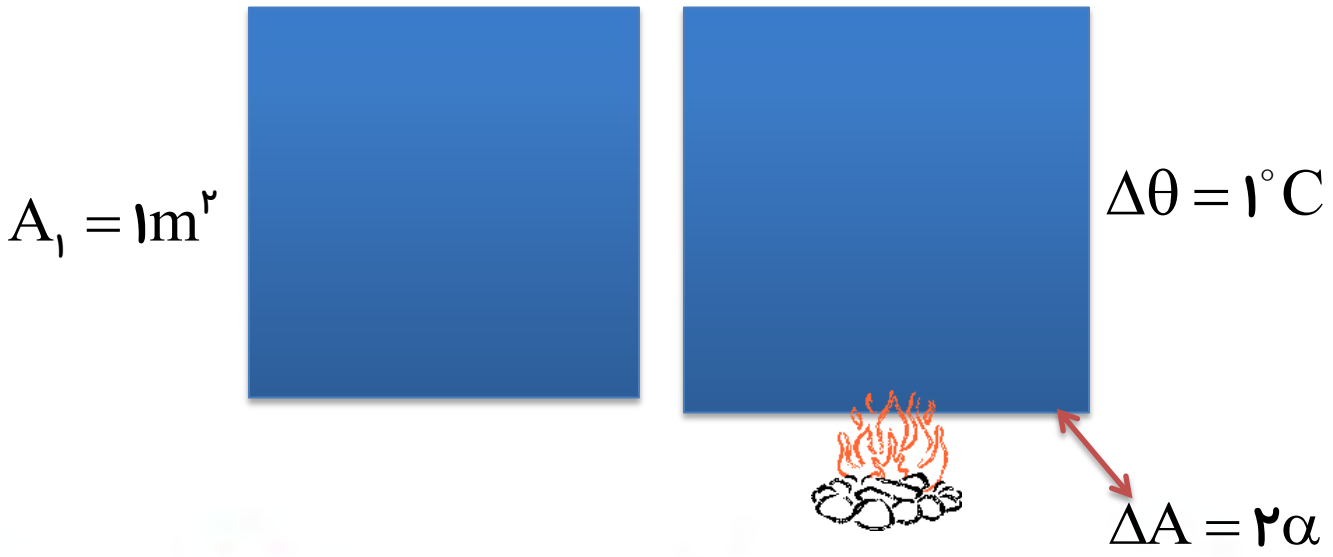
باتوجه به کوچک بودن ضریب αازعبارت $A_1(\alpha\Delta T)^2$ می توان صرف نظر کرد.

$$A_2 - A_1 = 2A_1\alpha\Delta T \Rightarrow \Delta A = 2\alpha A_1\Delta T$$

ضریب انبساط سطحی: (۲α)

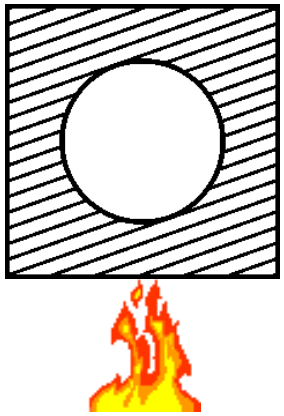
افزایشِ مساحتِ واحدِ سطحِ ($۱m^۲$) یک جسم جامد وقتی که دمای آن یک کلوین (یا سانتی گراد) بالا رود

$$۲\alpha = \frac{\Delta A}{A_۱ \Delta\theta} \Rightarrow ۲\alpha = \frac{\Delta A}{۱m^۲ \times ۱^\circ C} \Rightarrow ۲\alpha = \frac{\text{افزایشِ مساحتِ}}{\text{یک درجه کلوین} \times \text{واحدِ سطحِ}}$$



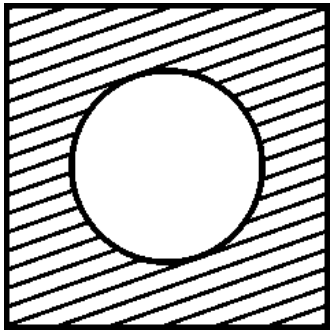
پرسش :

دروسط یک صفحهٔمسی به شکل مربع،سوراخ دایره ای شکل ایجادکرده ایم اگرصفحه را گرم کنیم مساحت سوراخ ومساحت صفحه چه تغییری می کند؟



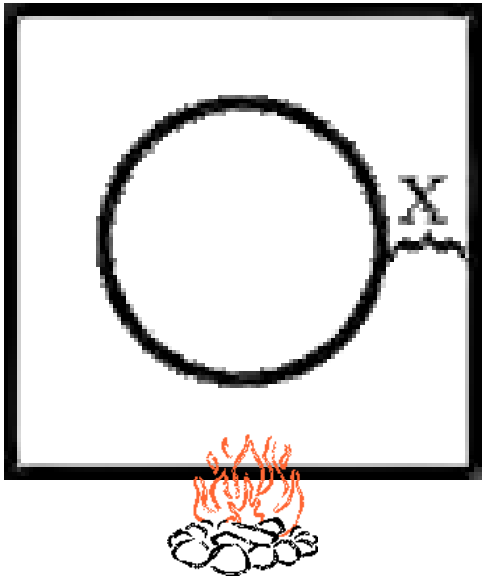
پاسخ:

مساحت هر دو افزایش می یابد .



پرسش:

شکل زیریک صفحهٔفلزی را که درآن سوراخ دایره شکلی وجود دارد، نشان می دهد اگرآن را گرم کنیم،فاصلهٔ X مشخص شده روی شکل چه تغییری می یابد.



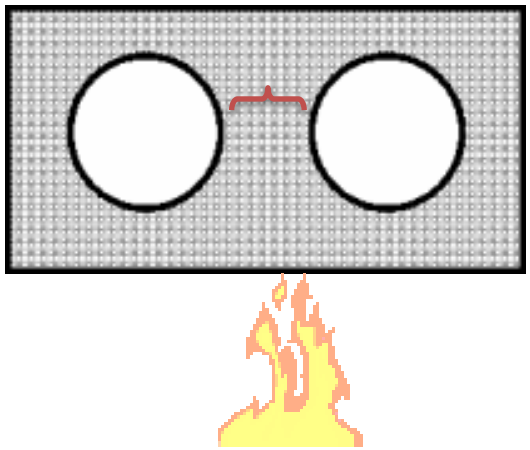
پاسخ:

افزایش می یابد .

تست:

روی یک صفحهٔ مسی دو سوراخ دایره ای شکل وجوددارد اگردمای صفحه را از $10^{\circ}C$ به $25^{\circ}C$ برسانیم فاصلهٔ بین دو سوراخ از هم چه تغییری می کند؟

۱)کمتر می شود ۲)تغییر نمی کند ۳) ۲/۵برابر می شود ۴)بیشتر می شود.



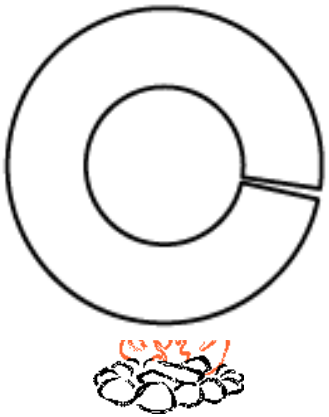
پاسخ:

گزینه ی۴)

از آن جا که وقتی جسمی انبساط می یابد،فاصلهٔ تمام ذره های آن از یک دیگر افزایش می یابد، فاصلهٔذره ها که بین دو سوراخ اند، افزایش یافته و فاصله ی دو سوراخ از هم ، بیش تر می شود .در ضمن قطر سوراخ ها و مساحت کل صفحه نیز افزایش می یابد .

پرسش:

مطابق شکل،شکاف کوچکی را دریک واشر فلزی بریده ایم.اگر واشر را گرم کنیم، شکاف پهن تر می شود یا باریک تر؟



پاسخ:

دراثر گرمامساحت کل واشر چه قسمت فلزی وچه قسمت خالی افزایش می یابد ودرنتیجه شکاف بین واشر هم افزایش می یابد .

تمرین :

دمای یک قرص فلزی $400^{\circ}C$ افزایش دهیم به مساحت آن به اندازهٔ ۰/۰۰۸ مساحت اولیه افزوده می شودضریب انبساط طولی این قرص چقدراست؟

پاسخ:

$$\alpha = 10^{-5}\ \frac{1}{^{\circ}C}$$

$$\Delta\theta = 400^{\circ}C$$

$$\Delta A = +/0008 A_1$$

$$\alpha = ?$$

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

$$/0008 A_1 = 2\alpha A_1 \times 400$$

$$\alpha = \frac{/0008}{800}$$

$$\alpha = 10^{-5}\ \frac{1}{^{\circ}C}$$

تمرین ۴-۳:

شکل های(الف)و(ب)نشان می دهندکه وقتی روی یک ورقهٔ فلزی حفرهای دایره ای داشته باشیم و ورقه را گرم کنیم،قطر(یامساحت)حفره بزرگ می شود.فرض کنید جنس ورقه، برنجی است و حفره ای به قطر یک اینچ (۲/۵۴cm)درون آن ایجاد شده است. وقتی دمای ورقه،$۲۰۰^\circ C$ افزایش یابد،افزایش مساحت حفره چقدرخواهد شد؟ $\alpha_{\text{فلز}} = ۱۹\times ۱۰^{-۶}\ \frac{۱}{^\circ C}$

پاسخ:

شعاع حفره

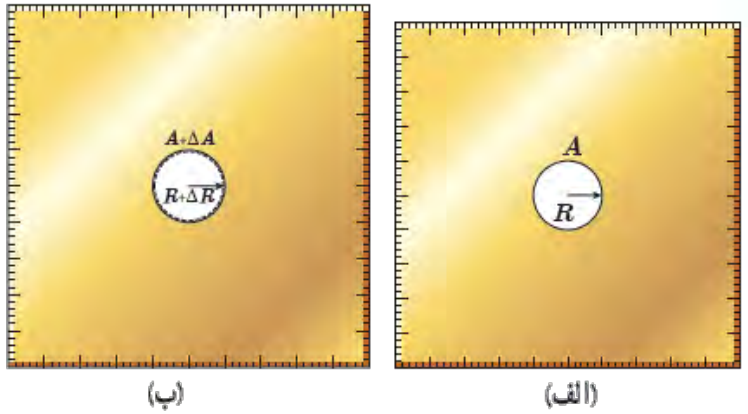
$$r = \frac{۲/۵۴}{۲}\,cm = ۱/۲۷cm \Rightarrow A_۱ = \pi r^۲ \Rightarrow A_۱ = ۳/۱۴\times ۱/۲۷^۲ \approx ۵cm^۲$$

$$\Delta\theta = ۲۰۰^\circ C \qquad \Delta A = ۲\alpha A_۱ \Delta T$$

$$\Delta A = ? \qquad \Delta A = ۲\times ۱۹\times ۱۰^{-۶}\times ۵\times ۲۰۰$$

$$\Delta A = ۳/۸\times ۱۰^{-۲} cm^۲$$

$$\alpha_{\text{فلز}} = ۱۹\times ۱۰^{-۶}\ \frac{۱}{^\circ C}$$



تمرین :

دمای یک صفحهٔ فلزی $-۱۰^{\circ}C$ است. دمای آن را به چند درجهٔ سلسیوس برسانیم تا مساحتش به اندازه‌ی ۰/۰۰۳ سطح اولیه کاهش یابد؟ $\alpha_{\text{فلز}} = ۳\times۱۰^{-۵}\ \frac{۱}{^{\circ}C}$

پاسخ:

$\theta_۱ = -۱۰^{\circ}C$

$\theta_۲ = ?$

$\Delta A = -./۰۰۳A_۱$

$\alpha_{\text{فلز}} = ۳\times۱۰^{-۵}\ \frac{۱}{^{\circ}C}$

$\Delta A = ۲\alpha A_۱ \Delta\theta$

$-./۰۰۳A_۱ = ۲\times۳\times۱۰^{-۵}\times A_۱\times\Delta\theta$

$-۳\times۱۰^{-۳} = ۶\times۱۰^{-۵}\times\Delta\theta$

$\Delta\theta = \frac{-۳\times۱۰^{-۳}}{۶\times۱۰^{-۵}} = -۵۰$

$\theta_۲ - \theta_۱ = -۵۰$

$\theta_۲ + ۱۰ = -۵۰$

$\theta_۲ = -۵۰ - ۱۰ = -۶۰^{\circ}C$

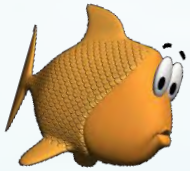
$\theta_۲ = -۶۰^{\circ}C$

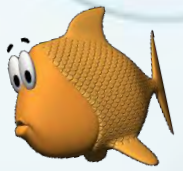
تمرین:

ابعادصفحهٔ آهنی با ضریب انبساط طولی $۱/۲\times۱۰^{-۵}\ \frac{۱}{^\circ C}$ به صورت $۱۰cm\times۲۰cm$ است اگردمای صفحه $۵۰^\circ C$ افزایش یابد مساحت صفحه چقدرافزایش پیدا می کند.

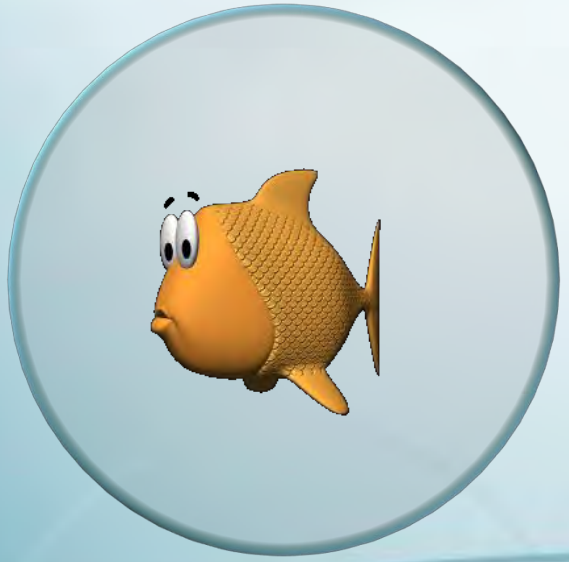
پاسخ:

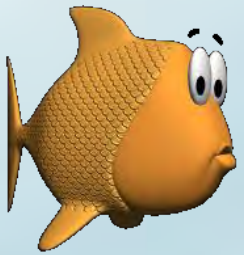
$$\Delta A = ./۲۴ cm^۲$$





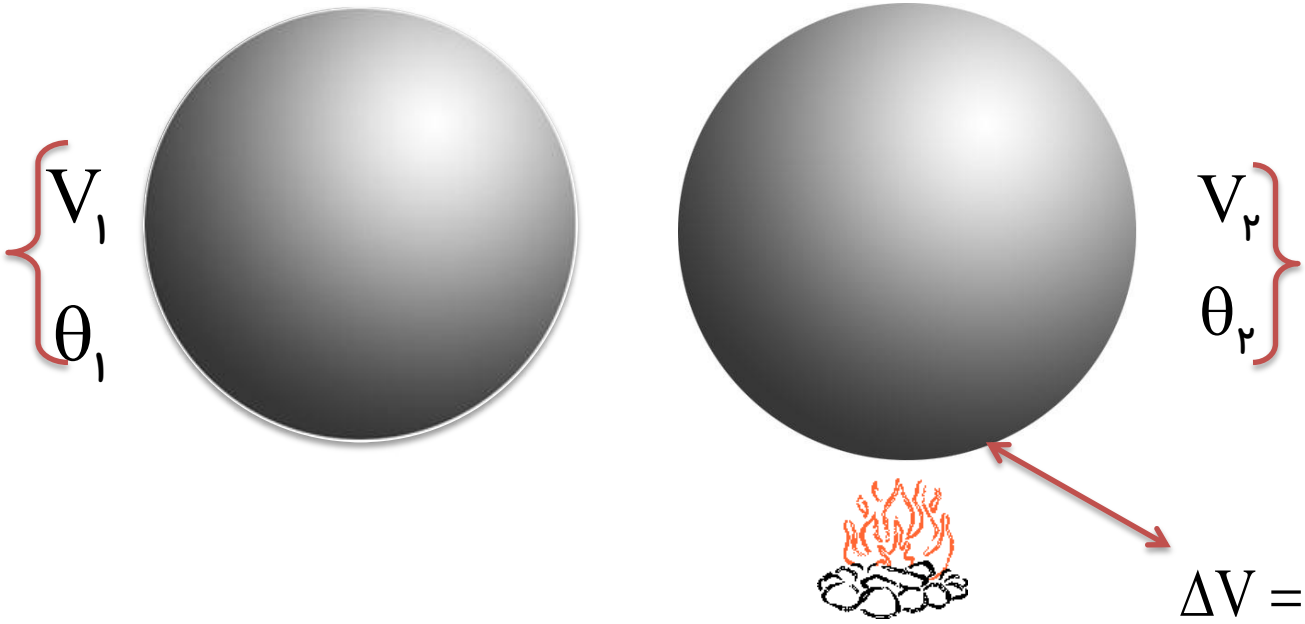
موضوع :انبساط حجمی جامدات ومایعات





ج) انبساط حجمی جامدها:

افزایش دما باعث افزایش حجم جامدها نیز می شود.



تغییر حجم یک جسم، به چه عواملی بستگی دارد؟ ΔV

۱-به حجم اولیه‌ی V_1 $\Delta V \propto V_1$

۲-تغییرات دما $\Delta\theta$ $\Delta V \propto \Delta\theta$

۳-ضریب انبساط حجمی جسم 3α $\Delta V \propto 3\alpha$

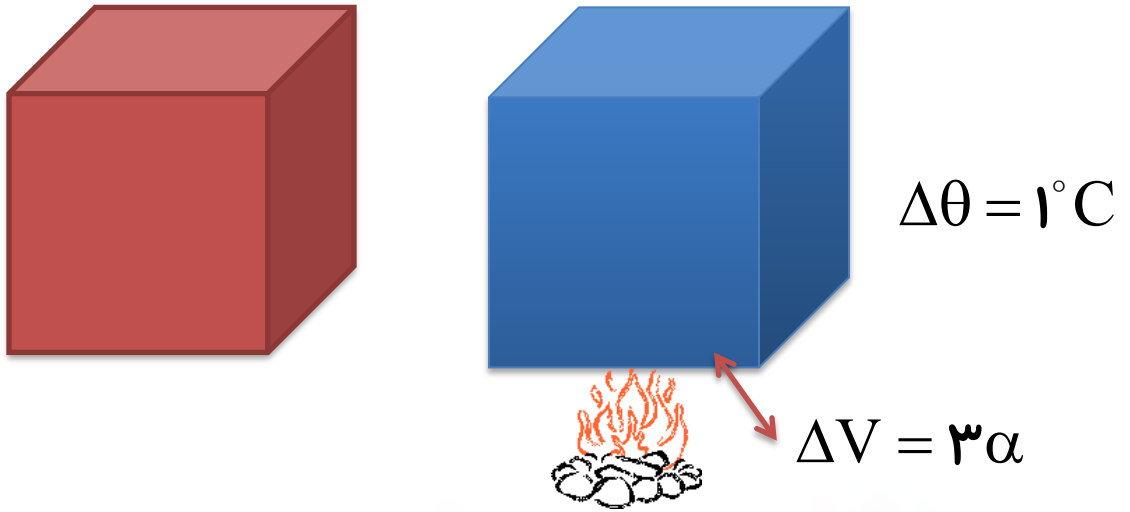
$$\Delta V = 3\alpha V_1 \Delta\theta$$

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

ضریب انبساط حجمی: (3α)

افزایشِ حجمِ واحدِ حجمِ($1m^3$)یک ماده وقتی که دمای آن یک کلوین (یا سانتی گراد) بالا رود

$$3\alpha = \frac{\Delta V}{V_1 \Delta\theta} \Rightarrow 3\alpha = \frac{\Delta V}{1m^3 \times 1^\circ C} \Rightarrow 3\alpha = \frac{\text{افزایشِ حجمِ}}{\text{یک درجه کلوین} \times \text{واحدِ حجمِ}}$$



تمرین :

دمای مکعب مستطیلی فلزی به ابعاد ۱۰cm، ۶cm و ۵cm را به اندازه‌ی ۲۰۰°C افزایش می‌دهیم، حجم جدید چقدر می‌شود؟ $\alpha_{\text{فلز}} = ۳ \times ۱۰^{-۵} \frac{۱}{^\circ C}$

پاسخ:

$V_۲ = ۳۰۵/۴ cm^۳$

پاسخ:

$a = ۵cm$

$b = ۶cm$

$c = ۱۰cm$

$\Delta\theta = ۲۰۰^{\circ}c$

$V_۲ = ?$

$\alpha_{\text{فلز}} = ۳\times۱۰^{-۵}\ \frac{۱}{^{\circ}C}$

$V_۱ = abc \Rightarrow V_۱ = ۵\times۶\times۱۰ = ۳۰۰\ cm^۳$

$V_۲ = V_۱(۱+۳\alpha\Delta\theta)$

$V_۲ = ۳۰۰(۱+۳\times۳\times۱۰^{-۵}\times۲۰۰)$

$V_۲ = ۳۰۰(۱+۰/۰۱۸)$

$V_۲ = ۳۰۵/۴cm^۳$

تمرین :

دردمای $20^{o}C$،حجم یک ظرف مسی برابریک لیتراست.حجم این ظرف در دمای $100^{o}C$ چقدراست؟ $\alpha_{\text{مس}} = 17 \times 10^{-6} \frac{1}{^{o}C}$

پاسخ:

$V_2 = 1/0041L$

تمرین :

اگرحجم یک گلولهٔسربی دردمای $30^{\circ}C$برابر $50cm^3$ باشد،حجم آن دردمای $60^{\circ}C$ چه مقدار خواهد بود؟ ($\alpha_{\text{سرب}} = 29\times10^{-6}\frac{1}{k}$)

پاسخ:

$$V_2 = 50/13cm^3$$

محاسبه ی درصدتغییرات طول،سطح وحجم

درصدتغییرهرکمیت از رابطه ی $\frac{\text{کمیت}\Delta}{\text{کمیت اولیه}}\times ۱۰۰\,\%$ به دست می آید.

$$\Delta L = \alpha L_۱ \Delta\theta \Rightarrow \text{درصدتغییرات طول} = \frac{\Delta L}{L_۱}\times ۱۰۰\% = (\alpha\times\Delta\theta)\times ۱۰۰\%$$

$$\Delta A = ۲\alpha A_۱ \Delta\theta \Rightarrow \text{درصدتغییرات سطح} = \frac{\Delta A}{A_۱}\times ۱۰۰\% = (۲\alpha\times\Delta\theta)\times ۱۰۰\%$$

$$\Delta V = ۳\alpha V_۱ \Delta\theta \Rightarrow \text{درصدتغییرات حجم} = \frac{\Delta V}{V_۱}\times ۱۰۰\% = (۳\alpha\times\Delta\theta)\times ۱۰۰\%$$

درصدتغییرات **سطح** دوبرابردرصد تغییرات طولش ودرصدتغییرات **حجم** **سه برابر** درصدتغییرات طولش است.

تمرین :

دمای صفحه‌ای از آلومینیوم به اندازه‌ی $200^\circ C$ کاهش می‌یابد، مساحت صفحه چنددرصد کاهش می‌یابد؟ ($\alpha_{AL} = 25 \times 10^{-6} \frac{1}{^\circ C}$)

پاسخ:

درصد مساحت کاهش یافته $= 1\%$

درصد تغییرات مساحت $= \frac{\Delta A}{A_1} \times 100\% = \frac{2\alpha A_1 \Delta\theta}{A_1} \times 100\%$

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

$\Delta\theta = -200^\circ C$

درصد تغییرات مساحت = ?

درصد تغییرات مساحت $= 2 \times 25 \times 10^{-6} \times (-200) \times 100\%$

$\alpha = 25 \times 10^{-6} \frac{1}{^\circ C}$

درصد تغییرات مساحت $= -1\%$

تمرین :

ضریب انبساط سطحی کره ای $۲\times۱۰^{-۵}\ \frac{۱}{^\circ C}$ دمای این کره را $۲۰۰^\circ C$ بالا ببریم، حجم آن چنددرصدافزایش می یابد؟

پاسخ:

درصد حجم افزایش یافته $= ./۶\%$

$$\text{درصدتغییرات حجم} = \frac{\Delta V}{V_۱}\times ۱۰۰\% = (۳\alpha\times\Delta\theta)\times ۱۰۰\%$$

$$\text{درصدتغییرات حجم} = (\frac{۳}{۲}\times ۲\alpha\times\Delta\theta)\times ۱۰۰\%$$

$$\text{درصدتغییرات حجم} = (\frac{۳}{۲}\times ۲\times ۱۰^{-۵}\times ۲۰۰)\times ۱۰۰\%$$

$$\text{درصدتغییرات حجم} = ./۶\%$$

$۲\alpha = ۲\times ۱۰^{-۵}\ \frac{۱}{^\circ C}$

$\Delta\theta = ۲۰۰^\circ C$

درصد تغییرات حجم=?

تمرین :

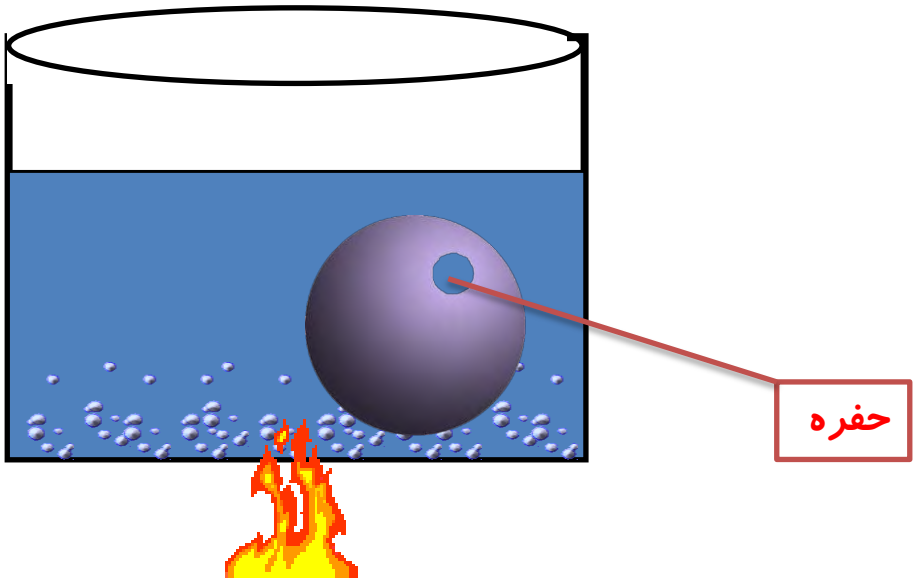
دمای یک صفحهٔ آهنی $۲۰^{\circ}C$ است. درچه دمایی مساحت این صفحه به اندازه‌ی ۱۰۰/۰ سطح اولیه افزایش می یابد؟ $\alpha_{\text{آهن}} = ۱۰ \times ۱۰^{-۶} \frac{۱}{k}$

پاسخ:

$$\theta_۲ = ۷۰^{\circ}C$$

پرسش:

داخل کره فلزی ازجنس فولاد حفره ای وجود دارد.اگراین کره را داخل آب جوش بیندازیم حجم حفره چه تغییری می کند ؟



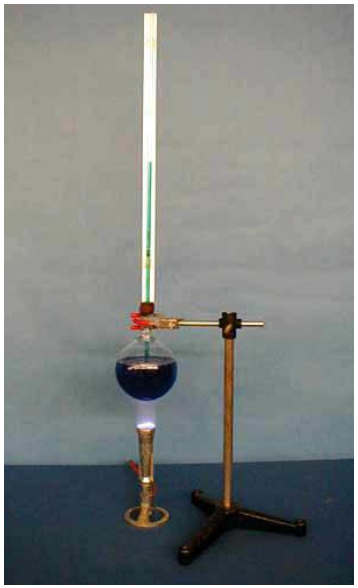
پاسخ:

با افزایش دماشعاع وحجم حفره وحجم کره هردوافزایش می یابدزیرا فاصلهٔ تمام مولکول های روی سطح کرهٔ توخالی براثر افزایش دما ،منبسط و مساحت این کره افزایش می یابد.

انبساط حجمی مایعها:

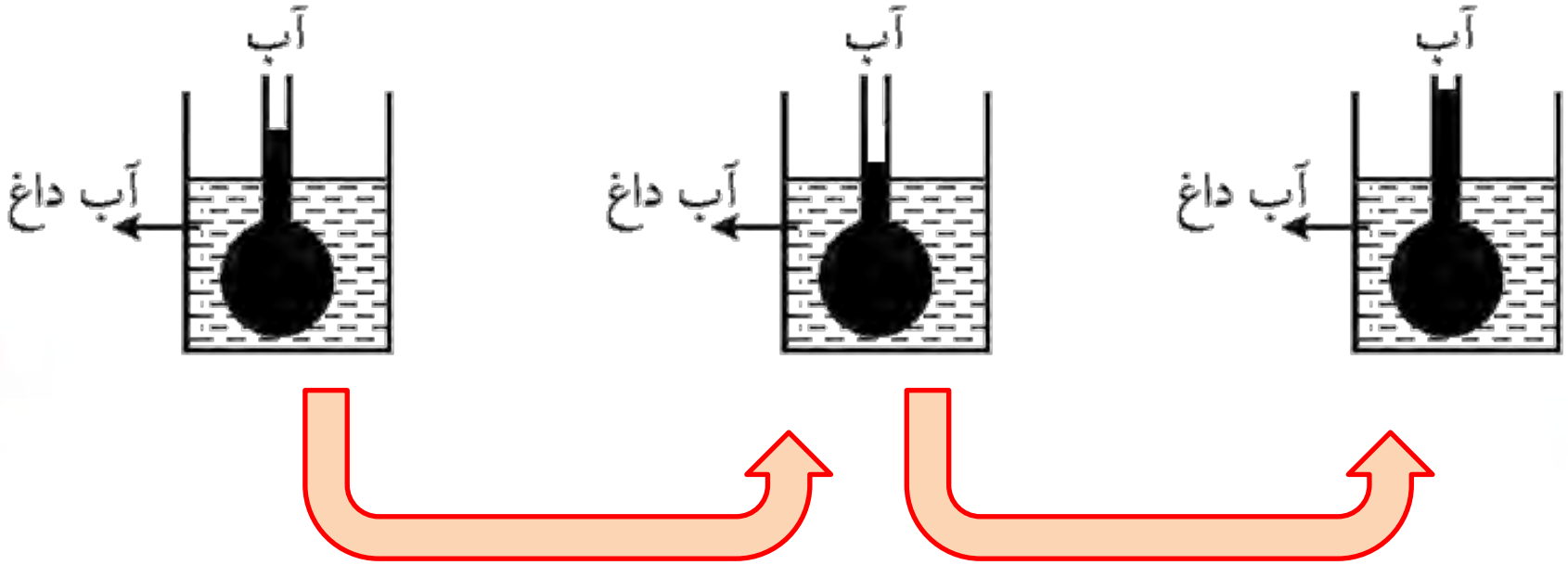
با افزایش دمای مایع،حرکت کاتوره ای اتم ها ومولکولها افزایش می یابد.در نتیجه اتمها و مولکول ها ازهم دور شده وحجم مایع بیشترمی شود.

انبساط و انقباض مایعات تنها از نوع انبساط و انقباض حجمی است.



پرسش :

انبساطی که از مایعات می بینیم انبساط واقعی است یاخیر؟

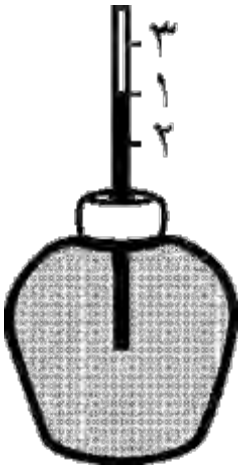


سپس مایع (ضریب انبساطش بیشتر است) منبسط می شود

ابتدا مایع پایین می رود (ظرف شیشه ای رسانای ضعیف گرماست منبسط می شود)

پرسش :

آب رنگی را درون ظرف شیشه ای که با یک درپوش پلاستیکی بسته شده است، می ریزیم و لولهٔشیشه ای راطوری در دهانه ی بالون قرار می دهیم که هیچ هوایی وارد بالون نشود.حال بالون را درون ظرف آبی قرار داده و ظرف را حرارت می دهیم .چه اتفاقی می افتد؟



پاسخ:

قبل ازحرارت،مایع درنقطه ی ۱قراردارد و بعدازگرم کردن ابتدا تا نقطه ی۲پایین آمده سپس تا نقطه ی ۳بالا می رود

پرسش :

اگر دمای ظرف پراز مایع افزایش یابد چه اتفاقی می افتد؟

پاسخ:

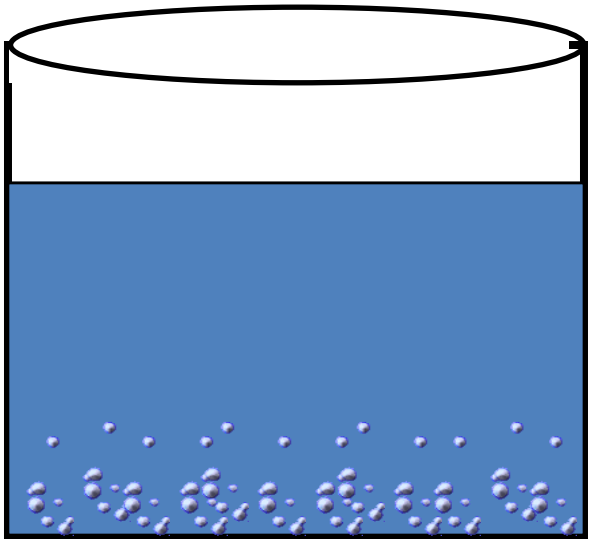
مقداری ازمایع ازظرف بیرون می‌ریزد،به حجم مایع بیرون ریخته شده«انبساط ظاهری مایع» می‌گویندومی‌توان نوشت:

انبساط ظرف + انبساط ظاهری مایع = انبساط واقعی مایع

چندنکته :

همیشه انبساط واقعی مایع از انبساط ظاهری مایع بیشتر است.

ضریب انبساط حجمی مایعات بسیار بزرگ‌تر از ضریب انبساط حجمی جامدات است بنابراین انبساط مایع بیشتر از انبساط ظرف است



«انبساط واقعی مایع»

اگر حجم اولیه‌ی مایع را V_1 بنامیم تغییرحجم واقعی مایع دراثرتغییردمای $\Delta\theta$ از رابطه‌ی رو به رو محاسبه می‌شود:

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

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

حجم نهایی مایع

حجم اولیه مایع

ضریب انبساط حجمی مایع

تغییرات دما

«انبساط ظاهری مایع»

تفاضل انبساط واقعی مایع ازانبساط ظرف «انبساط ظاهری مایع» بدست می آید.

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

$$\beta' = \beta - 3\alpha$$

ضریب انبساط ظاهری مایع

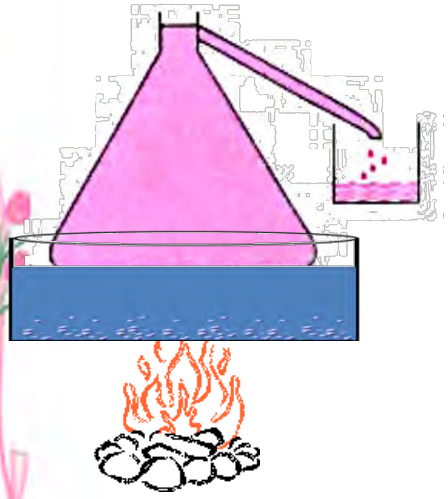
ضریب انبساط واقعی مایع

ضریب انبساط حجمی ظرف

فعالیت۴-۵:

آزمایشی را طراحی و اجرا کنید که با آن بتوانید حجم گلیسیرین سرریز شده را اندازه بگیرید.سپس از روی آن، ضریب انبساط حجمی گلیسیرین را تعیین کنید.

پاسخ:



یک ارلن شیشه ای را پرازگلیسیرین می کنیم دمای اولیه گلیسیرین θ_1و حجم اولیه آن V_1است که با حجم ارلن شیشه ای برابر است. مجموعه ی آن ها را درون یک ظرف محتوی آب داغ قرار می دهیم تا به صورت یکنواخت گرما به ارلن داده شود گلیسیرین و ظرف هر دو منبسط می شوند و مقداری از گلیسرین سرریزمی شود که با اندازه گیری حجم گلیسیرین سرریز شده و داشتنα شیشه باقرار دادن در رابطه ی زیرβ گلیسیرین را محاسبه می کنیم

$$\text{حجم گلیسیرین سریزشده} = \Delta V_{\text{گلیسیرین}} - \Delta V_{\text{ظرف}} = (\beta_{\text{گلیسیرین}} - 3\alpha_{\text{ظرف}})V_1\Delta\theta$$

پرسش:

چرا کتری پر ازآب دراثرگرم شدن سرریز می شود؟

پاسخ:

پیوندهای بین مولکولی مایع ازپیوندهای مولکولی جامدضعیف تراست.به همین علت مایع انبساط بیشتری دارد.درواقع ضریب انبساط حجمی مایع(β) ازضریب انبساط حجمی جامد(3α) بیشتر است

تمرین :

ظرف آلومینومی به حجم یک لیتربه طورکامل ازجیوه پرشده است اگردمای آن را $100^{\circ}C$ افزایش دهیم. چه مقدارجیوه ازظرف سرریز می شود؟

(ضریب انبساط طولی ظرف $23\times10^{-6}\frac{1}{^{\circ}C}$ وضریب انبساط حجمی مایع $1/8\times10^{-4}\frac{1}{^{\circ}C}$)

پاسخ:

حجم جیوه سریزشده $=11/1cm^3$

$V_1=1L=1000cm^3$

$\Delta\theta=100^{\circ}c$

?=حجم جیوه سریزشده

$\alpha_{\text{فلز}}=23\times10^{-6}\frac{1}{^{\circ}C}$

$\beta_{\text{مایع}}=1/8\times10^{-4}\frac{1}{^{\circ}C}$

$\Delta V_{\text{جیوه}}=\beta V_1\Delta\theta$

$\Delta V_{\text{جیوه}}=1/8\times10^{-4}\times1000\times100=18cm^3$

$\Delta V_{\text{ظرف}}=3\alpha V_1\Delta\theta$

$\Delta V_{\text{ظرف}}=3\times23\times10^{-6}\times1000\times100=6/9cm^3$

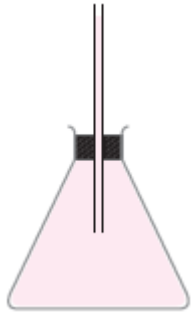
حجم جیوه سریزشده $=\Delta V_{\text{جیوه}}-\Delta V_{\text{ظرف}}=18-6/9$

حجم جیوه سریزشده $=11/1cm^3$

تمرین :

ظرفی به حجم $500\,cm^3$ را از مایعی پرمی کنیم ودمای آن را $40^\circ C$ افزایش می دهیم. چند سانتی مترمکعب مایع ازظرف سرریز می شود؟

(ضریب انبساط طولی ظرف $10^{-5}\,\frac{1}{^\circ C}$ و ضریب انبساط حجمی مایع $1/8\times10^{-4}\,\frac{1}{^\circ C}$)



پاسخ:

$\Delta V' = 30\,cm^3$

تمرین :

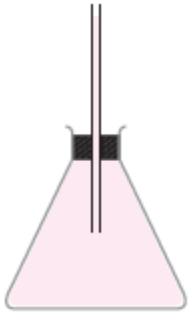
دمای یک لیتر از مایعی را از $50^{\circ}C$ به $75^{\circ}C$ افزایش می دهیم .تغییر حجم مایع برابر $6cm^3$ می شود.ضریب انبساط حجمی مایع را بدست آورید.

پاسخ:

$$\beta = 2/4 \times 10^{-4} \frac{1}{k}$$

تمرین :

ظرفی به حجم ۲لیترلبریزازگلیسیرین است.اگردمای مجموعه $50^{\circ}C$ افزایش دهیم چه حجمی ازگلیسیرین از ظرف بیرون می ریزد؟(ضریب انبساط طولی ظرف $2\times10^{-5}\frac{1}{^{\circ}C}$ وضریب انبساط حجمی گلیسیرین $15\times10^{-5}\frac{1}{^{\circ}C}$ است)



پاسخ:

$\Delta V = 9\times10^{-3}L$

پرسش :

با افزایش دما ، چگالی یک جسم چه تغییری می کند؟

پاسخ:

با افزایش دما،جرم جسم ثابت وحجم آن افزایش می یابد.بنابر این طبق رابطهٔ $\rho = \frac{m}{V}$ چگالی جسم کاهش می یابد

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

تمرین ۴-۴:

افزایش دما که به طور معمول موجب افزایش حجم اجسام می شود، بر جرم آنها تأثیری ندارد. به همین دلیل انتظار داریم که چگالی اجسام با افزایش دما کاهش یابد. رابطهٔ چگالی با تغییر دما به صورت $\rho_2=\rho_1/(1+\beta\Delta T)$ است که در آن ρ_1 و ρ_2 به ترتیب چگالی ماده در دماهای T_1 و T_2، β ضریب انبساط حجمی و $\Delta T=T_2-T_1$ است. الف) رابطهٔ چگالی با تغییر دما را به دست آورید.

ب)نشان دهیدبا تقریب مناسبی می توان چگالی جسم را از رابطهٔ $\rho_2=\rho_1(1-\beta\Delta T)$ نیز به دست آورد.

پاسخ:

تمرین ۴-۴:

پاسخ:

الف)

$$\rho = \frac{m}{v} \xrightarrow{\text{جرم ثابت است}} \frac{\rho_2}{\rho_1} = \frac{v_1}{v_2}$$

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

$$\frac{\rho_2}{\rho_1} = \frac{v_1}{v_1(1+\beta\Delta\theta)} \Rightarrow \rho_2 = \frac{\rho_1}{(1+\beta\Delta\theta)}$$

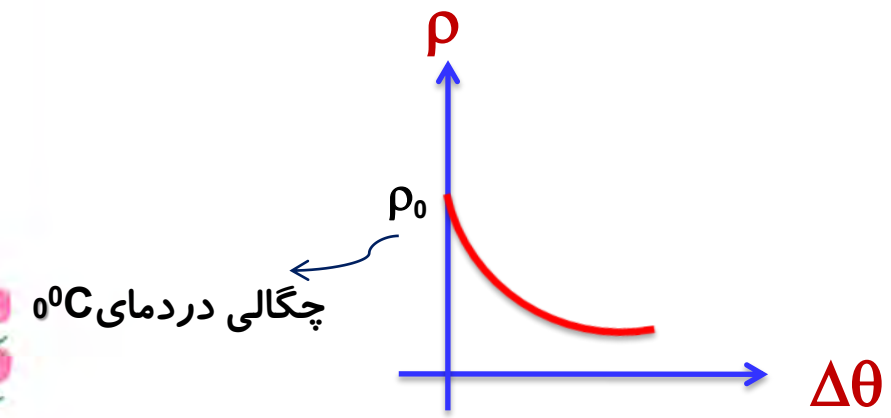
ب)

$$\rho_2 = \frac{\rho_1}{(1+\beta\Delta\theta)} \xrightarrow[\text{زیر ضرب می کنیم}]{\text{صورت ومخرج را در رابطهٔ}} \rho_2 = \frac{\rho_1 \times (1-\beta\Delta\theta)}{(1+\beta\Delta\theta)\times(1-\beta\Delta\theta)}$$

$$\rho_2 = \frac{\rho_1 \times (1-\beta\Delta\theta)}{1-\beta^2\Delta\theta^2} \xrightarrow[\text{می توان صرف نظر کرد.}]{\text{باتوجه به کوچک بودن ضریب } \beta \text{ازعبارت } (\beta\Delta T)^2} \rho_2 = \rho_1(1-\beta\Delta\theta)$$

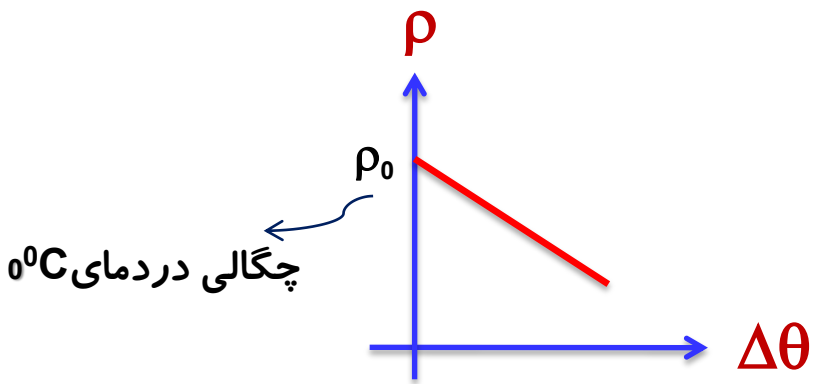
پرسش :

نمودارتغییرات چگالی برحسب دما(برای بیشتر موادغیرازآب) را رسم کنید.



$$\rho = \frac{\rho_0}{(1+\beta\Delta\theta)}$$

به طور دقیق



$$\rho = \rho_0(1-\beta\Delta\theta)$$

به طورتقریبی
(نسبت به رابطه اصلی)

تمرین :

اگر دمای الکل $50^{\circ}C$ افزایش دهیم چگالی آن چقدر می شود؟

($\beta_{\text{الکل}} = 1/1\times10^{-3}\ \frac{1}{^{\circ}C}$ و $\rho_{\text{الکل}} = 800\ \frac{kg}{m^3}$)

پاسخ:

$\rho_2 = 756\ \frac{kg}{m^3}$

$\Delta\theta = 50^{\circ}C$

$\rho_2 = ?$

$\rho_1 = 800\ \frac{kg}{m^3}$

$\beta = 1/1\times10^{-3}\ \frac{1}{^{\circ}C}$

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

$$\rho_2 = 800\times(1-0/0011\times50) = 800\times(1-0/055)$$

$$\rho_2 = 756\ \frac{kg}{m^3}$$

تمرین :

دمای یک قطعهٔ فولادی را چقدر افزایش دهیم تا چگالی آن ۱ درصد کاهش یابد؟

($\alpha_{\text{فولاد}} = ۱۱ \times ۱۰^{-۶} \frac{۱}{k}$)

پاسخ:

$\Delta T \approx ۳۰۳K$

$\Delta T = ?$

$\rho_۲ = ./۹۹\rho_۱$

$\alpha_{\text{فولاد}} = ۱۱ \times ۱۰^{-۶} \frac{۱}{k}$

$\beta = ۳\alpha$

$$\rho_۲ = \rho_۱(۱ - \beta \Delta T)$$

$$./۹۹\rho_۱ = \rho_۱(۱ - ۳ \times ۱۱ \times ۱۰^{-۶} \Delta T)$$

$$./۹۹ = ۱ - ۳۳ \times ۱۰^{-۶} \Delta T$$

$$۳۳ \times ۱۰^{-۶} \Delta T = ۱ - ./۹۹ = ./۰۱$$

$$\Delta T = \frac{./۰۱}{۳۳ \times ۱۰^{-۶}} \approx ۳۰۳K$$

تمرین :

اگر دمای مقداری بنزین از 20^0C به 30^0C برسد، چگالی آن چند درصد تغییر می کند؟ ($\beta_{\text{بنزین}} = 10^{-3}\ \frac{1}{k}$)

پاسخ:

$\theta_1 = 20^\circ C$

$\theta_2 = 30^\circ C$

$\Delta\theta = 30 - 20 = 10^\circ C$

$\Delta T \approx 303K$

$\beta_{\text{جیوه}} = 10^{-3}\ \frac{1}{k}$

$\frac{\Delta\rho}{\rho_1} = ?$

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

$\rho_2 - \rho_1 = -\rho_1\beta\Delta T$

$\frac{\Delta\rho}{\rho_1} = -\beta\Delta T$

درصد تغییرات چگالی $= \frac{\Delta\rho}{\rho_1} \times 100\% = -10^{-3} \times 10 \times 100\% = -1$

تمرین :

چگالی آهن در دمای $10^{\circ}C$ برابر $7/8 g/cm^3$ است. اگر دمای آن را $100^{\circ}C$ افزایش دهیم چگالی آن چه مقدار تغییر می کند؟ ($\alpha_{\text{آهن}} = 12 \times 10^{-6} \frac{1}{k}$)

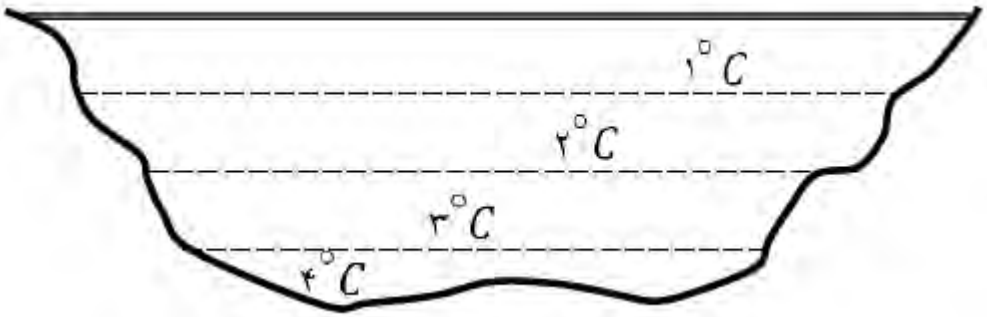
پاسخ:

$$\Delta\rho = -28/08 \frac{kg}{m^3}$$

انبساط غیر عادی آب

حجم بیشترمایعها باکاهش دما،کاهش می یابدولی آب رفتاری متفاوت دارد.

وقتی مقدار مشخصی از آب را سرد می کنیم تا دمای آن به $۴^{\circ}C$ برسد، حجم آن طبق روال عادی کاهش می یابد .

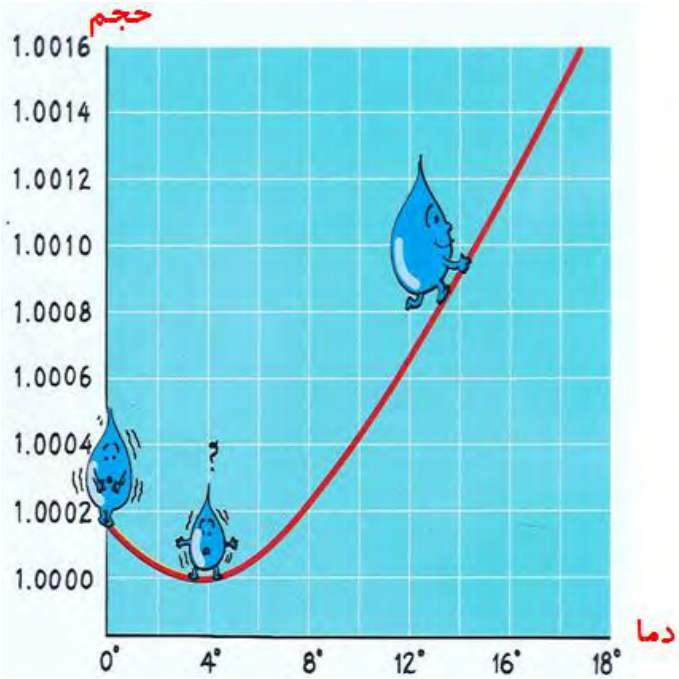


پرسش :

اگر آب ۴°C را تا دمای ۰°C سرد کنیم چه اتفاقی می افتد؟

پاسخ:

آب از دمای ۴ درجه تا صفر درجه افزایشِ حجم پیدا می کند و در دمای ۴°C حجم آن کمترین مقدار را دارد.



تغییرات چگالی با دما

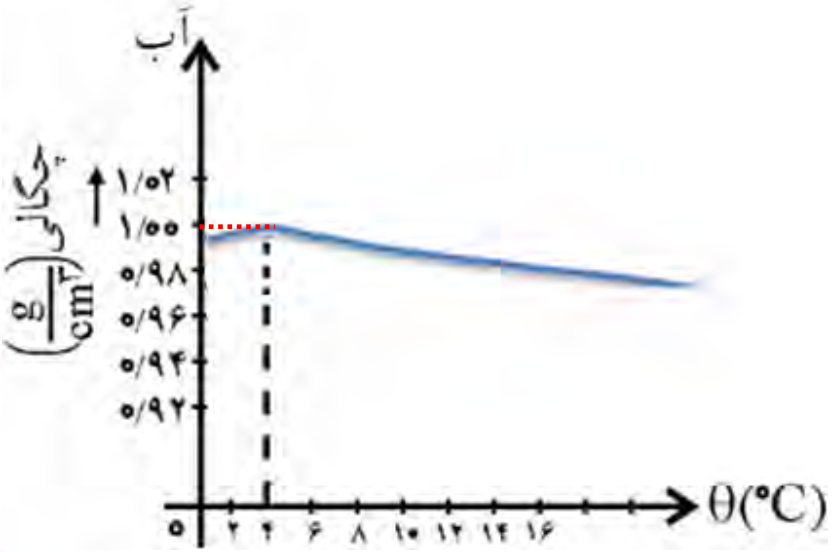
با افزایش دما جرم جسم ثابت می ماند.

با توجه به اینکه افزایش دما، حجم جسم را افزایش می دهد می توان گفت افزایش دما چگالی راکاهش می دهد.زیرا چگالی باحجم رابطه وارون دارند.

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

تغییرات چگالی آب با دما

حجم آب در ۴°C کمترین مقدار خود را دارد در نتیجه چگالی آب در ۴°C نیز به بیشترین مقدار خود می‌رسد.



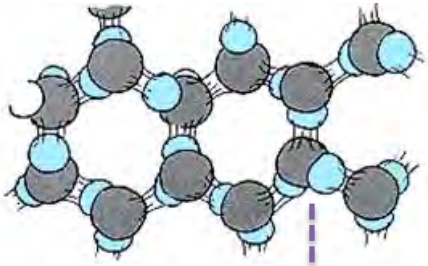
بازهٔ دمایی	دما	حجم	چگالی
۰°C تا ۴°C	↑	↓	↑
۴°C تا ۰°C	↓	↑	↓

پرسش :

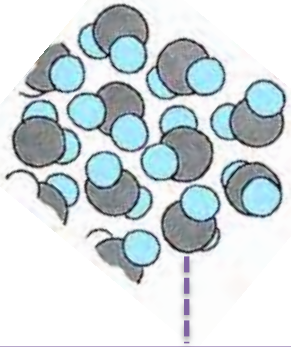
دلیل رفتار غیر عادی آب درمحدودهٔ دمایی۰°C تا ۴°C چیست؟

پاسخ:

آرایش مولکولی آب دربُلوریخ به گونه ای است که دربعضی ازنقاط،مولکول به هم نزدیک ودربعضی نقاط ازهم دورندوبین آنهافضای خالی وجوددارددر۴°Cتقریباًتمام ساختارمولکولی بلوریخ ازبین می رودوفضای خالی پُروآرایش مولکولهایکنواخت می شود.که این رفتارمنجر به کاهش حجم وافزایش چگالی می شود.درمحدودهٔ ۰°C تا۴°C بقایای ساختارمولکولی یخ هنوز وجود داردواین باعث می شودآب،رفتاری غیرعادی داشته باشد.



مولکولهای یخ ازهم دورند



مولکولهای آب به هم نزدیک اند

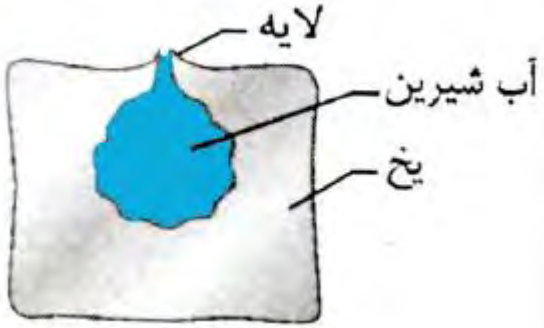
فعالیت۴-۶:

وقتی آب در یک ظرف روباز یخ می بندد معمولاً یک برآمدگی مرکزی ایجاد می شود.در این مورد تحقیق کنید.

پاسخ:

یخ زدن آب ازدیواره های ظرف وسطح آب شروع می شود،همچنین با کاهش دمای آب از ۴°Cتا۰°Cحجم آب افزایش می یابد.پس درحین یخ زدن آب ازطرف دیواره ها حجم نیز افزایش می یابد.چون مایع ها تراکم ناپذیرند.این افزایش حجم به تدریج به نقطهٔمیانی ظرف منتقل وباعث بالا آمدن سطح آب درحین انجماد می شود.

Figure 27 - Glass of gelatin.



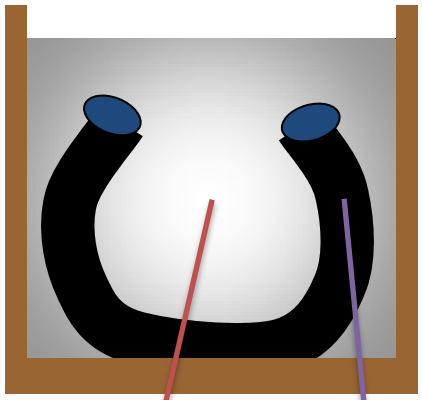
موضوع :گرما ودمای تعادل

گرما Q

به انرژی خالص انتقال یافته براثراختلاف دمای دو جسم، گرما گفته می شود.

نکته:

عبارت :گرمایی که جسم دارد، نادرست است.گرما مربوط به انرژی درحال گذار(انرژی انتقال یافته) است



$\theta_2 \rangle \theta_1$

چند نکته:

یکای گرما : گرما ازجنس انرژی است.بنابراین یکای آن در SIژول است.

علت انتقال گرما : اختلاف دما است .

$$1\text{Cal} \approx 4/2\text{J}$$

دمای جسم A ازدمای جسم B بیشتراست. ⟷ گرمای خالص از A به B منتقل می شود

دمای دوجسم A وB یکسان است. ⟷ گرمای خالصی بین دوجسم مبادله نمی شود.

پرسش :

ازدیدگاه میکروسکوپی برای دو جسم سردوگرم که درتماس بایکدیگرقرار می گیرند، چه اتفاقی می افتد تا به تعادل گرمایی می رسند؟

پاسخ :

هنگام کاهش دمای جسم گرم،میانگین انرژی جنبشی وپتانسیل ذرات آن کاهش وباعث بالا بردن،میانگین انرژی جنبشی وپتانسیل ذرات جسم سردودرنتیجه افزایش دمای آن می شود تا آنکه دو جسم به تعادل گرمایی برسند

پرسش۴-۲:

الف)منظور از این جمله که «دماسنجها دمای خودشان را اندازه گیری می کنند » چیست؟

ب)در یک کلاس درس میز، صندلی،دانش آموز، تخته، شیشه پنجره و ... وجود دارد. در یک روز زمستانی، دمای کدام یک از آنها بیشتر از دمای هوای اتاق است؟ دمای کدا میک کمتر از دمای هوای اتاق است؟

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

پاسخ:

الف) چون دراندازه گیری دما،دماسنج ومحیط به تعادل گرمایی رسیده وهم دما می شوند،دماسنج ها با نشان دادن دمای خودشان،دمای محیط را نیزنشان می دهند.

ب)دمای بدن دانش آموزبیشترازدمای بقیهٔ اجسام است. دمای شیشهٔ پنجره که در تماس با هوای سرد بیرون است ازدمای بقیه اجسام کمتر است. سایر اجسام داخل کلاس نیز چون همگی باهوای کلاس درتعادل گرمایی هستند دمای ثابتی دارند.

پ)بارسیدن به تعادل گرمایی،میانگین انرژی جنبشی ذرات جسم گرم کاهش وجسم سرد افزایش می یابد. (با هم دما شدن دو جسم، میانگین انرژی جنبشی ذرات آنها با هم مساوی است.)

ظرفیت گرمایی: با نماد C(بزرگ)نمایش داده می‌شود

مقدار گرمایی است که دمای جسم را 1^0c یا $1k$ افزایش می دهد.

یکای آن $\frac{J}{k}$ است

پرسش:

ظرفیت گرمای یک جسم $1000\frac{J}{k}$ است یعنی چه؟

پاسخ:

اگر به جسم ،J ۱۰۰۰ گرما دهیم ،دمایش k ۱افزایش می یابد.

نکته:

ظرفیت گرمایی اجسام به جنس جسم و جرم آن ها بستگی دارد.

محاسبه گرما با استفاده ازظرفیت گرمایی:

$$Q = C\Delta T$$

- گرما
  - برحسب ژول
- ظرفیت گرمای جسم
  - برحسب ژول بر کلوین
- تغییر دما
  - بر حسب کلوین

پرسش:

این جمله که«ظرفیت گرمایی آب بالاست یعنی توانایی محدودی در مبادلهٔ گرما دارد» درست است .چرا؟

پاسخ:

خیر.زیرا اگرمقدارآب زیادباشد(درمقایسه بامواددیگر)می تواندگرمای زیادی از محیط بگیرد یا اینکه به محیط بدهد، بدون آنکه دمایش تغییر زیادی بکند.

گرمای ویژه: با نماد **c**(کوچک)نمایش داده می‌شود

ظرفیت گرمایی واحد جرم اجسام را گرمای ویژه آن جسم گویند.

$$c = \frac{C}{m}$$

گرمای ویژه — c — ظرفیت گرمای C / جرم m

یکای آن $\frac{J}{kg.k}$ است

گرمای ویژهٔ یک جسم به جنس مادّهٔ تشکیل دهندهٔ آن بستگی دارد.

تعریف دیگر گرمای ویژه:

مقدار گرمایی است که،بایدبه یک کیلوگرم از هرجسم داده شودتا دمای آن یک درجهٔ سلسیوس(یایک کلوین) افزایش یابد .

پرسش:

گرمای ویژه آب $\frac{J}{kg\,.k}$ ۴۲۰۰ است یعنی چه؟

پاسخ:

بایدبه ۱kg آب،۴۲۰۰J انرژی گرمایی داده شود،تادمایش ۱k افزایش یابد.

مقایسهٔ گرمای ویژه با ظرفیت گرمایی

گرمای ویژه یک جسم (c)	ظرفیت گرمای یک جسم (C)
مقدار گرمایی که 1kg ازیک جسم می گیرد تادمایش 1^0c بالا رود	مقدار گرمایی که یک جسم می گیرد تادمایش 1^0c بالا رود
فقط به جنس مادهٔ سازندهٔ جسم بستگی دارد	به جرم وجنس مادهٔ سازندهٔ جسم بستگی دارد
یکای آن J/Kg^0c است	یکای آن $J/^0c$ است
برای هرماده عدد مشخصی است.	بسته به جرم ماده تغییر می کند.

فرمول مقدار گرمای لازم برای تغییردما یک جسم:

$$Q = C\Delta T = m\,c\,\Delta T$$

- گرما → برحسب ژول
- ظرفیت گرمای جسم → برحسب ژول بر کلوین $\frac{J}{K}$
- جرم → برحسب کیلوگرم
- گرمای ویژه → برحسب ژول بر کیلوگرم کلوین $\frac{J}{kg.K}$
- تغییر دما → بر حسب کلوین

نکته:

رابطه‌ی $Q=mc\Delta\theta$ تا هنگامی برای یک جسم صادق است که ، حالت جسم در اثر مبادلهٔ گرما تغییر نکند، یعنی جامد تبدیل به مایع نشود، مایع تبدیل به گاز نشود و .....

گرما:کمیتی نرده‌ای است، اما برای آن علامت مثبت و منفی تعریف می‌شود.

حالت ذوب

حالت تبخیر

دمای جسم بعد از مبادله‌ی گرما:

اگر دما افزایش یابد: $(\theta_1 < \theta_2)$؛

بنابراین $\Delta\theta > 0$ و مقداری که برای Q به‌دست می‌آید، مثبت است و جسم گرما گرفته است.

اگر دما کاهش یابد: $(\theta_1 > \theta_2)$ ؛

بنابراین $\Delta\theta < 0$ و مقداری که برای Q به‌دست می‌آید، منفی است و جسم گرما از دست داده است.

جسم گرما از دست می دهد. $Q<0$ → **جسم** → $Q>0$ جسم گرما گرفته است.

پرسش:

چرا در شوفاژها از آب استفاده می کنند؟

پاسخ:

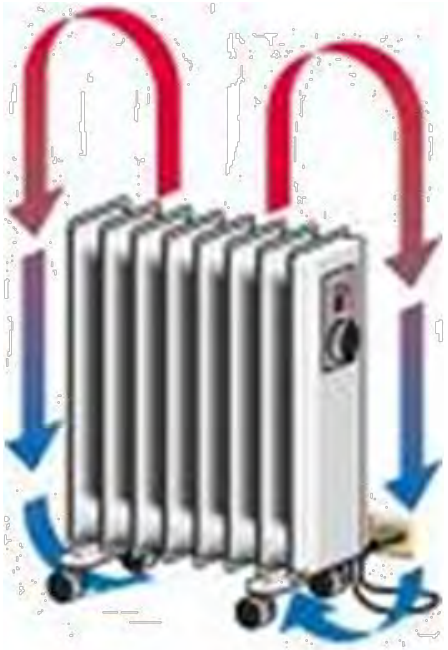
زیراگرمای ویژه آب زیاد است،یعنی آب داغ،گرمای زیادی ازدست می دهد اما دمای آن فقط اندکی تغییرکرده، درنتیجه محیط را بیشترگرم می کند .

پرسش:

چرا شوفاژها راپره پره وفلزی می سازند؟

پاسخ:

تامبادلهٔ گرما به روش همرفت بین محیط وشوفاژ راحت تر صورت گیرد.

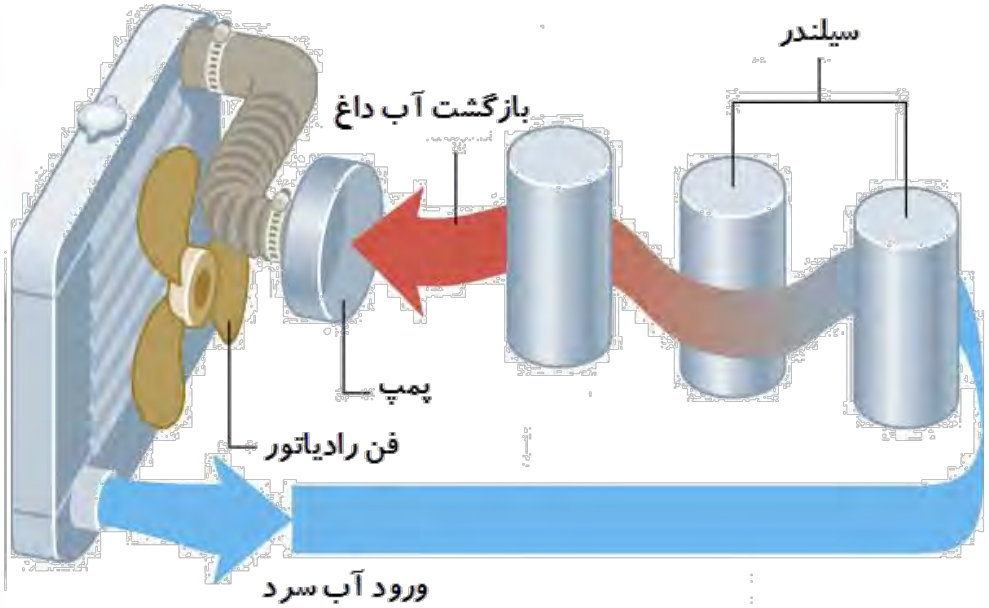


پرسش:

چرا در رادیاتورماشین از آب استفاده می کنند؟

پاسخ:

زیراگرمای ویژه آب زیاد است یعنی آب می تواند **گرمای زیادی بگیرد اما دمای آن فقط اندکی بالا رفته**،درنتیجه محیط بیشتری رادر اطراف خود(موتورماشین) خنک کند .



یک مول : n

شامل $۶/۰۲ \times ۱۰^{۲۳}$ از اجزای سازندهٔ آن ماده(اتم یامولکول) است.

$$\frac{\text{۱مول}}{n} = \frac{N_A = ۶/۰۲ \times ۱۰^{۲۳}\ \text{مای}}{N}$$

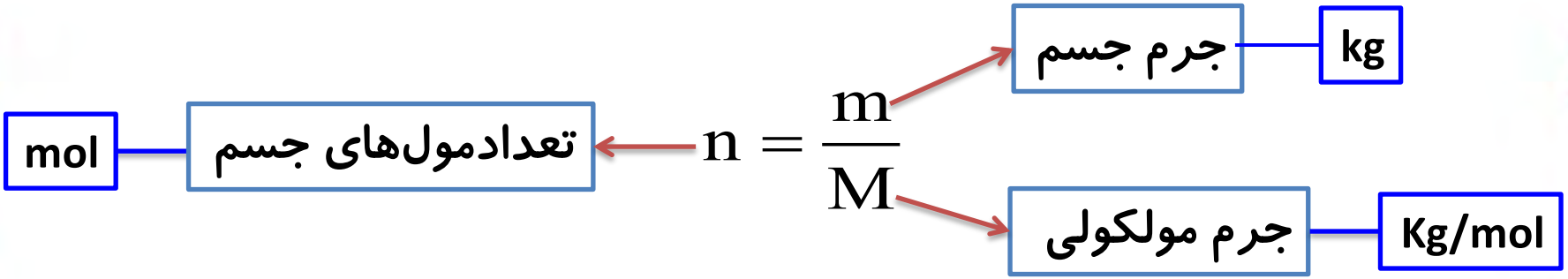
$$n = \frac{N}{N_A}$$

- n: تعداد مول‌های یک جسم
- N: تعداد مولکول
- N_A: عددآووگادرو

جرم مولی: M

جرم یک مول ازهرماده راجرم مولی می گویند.

تعداد مول‌ها را نیزمی‌توان از رابطه‌ی زیر به‌دست آورد:



گرمای ویژه مولی:

مقدار گرمایی است که دمای یک مول ازماده را 1K افزایش می دهد.

نکته:

گرمای ویژهٔ بیشتر فلزات مساوی وتقریباً برابر $\frac{J}{mol.k}$ ۲۵ است.

قاعدهٔ «دولن و پتی »

گرمای لازم برای بالا بردن دمای یک مول ازهرفلزبرابراست وبه جنس آنها بستگی ندارد.

مقدارثابت

$$Q = nC_m\Delta\theta \Rightarrow Q \propto n$$

تمرین :

می دانیم الماس ازکربن تشکیل شده است.یک قطعه الماس به جرم ۹ g ازچه تعداد کربن تشکیل شده است؟($M_{کربن} = ۱۲ \frac{g}{mol}$)

پاسخ:

$N = ۴/۵۱۵ \times ۱۰^{۲۳}$

$m = ۹g$

$N = ?$

$M = ۱۲ \frac{g}{mol}$

$N_A = ۶/۰۲ \times ۱۰^{۲۳}$ ثابت

$$n = \frac{m}{M} \Rightarrow n = \frac{۹}{۱۲} = ./۷۵mol$$

$$n = \frac{N}{N_A} \Rightarrow N = nN_A = ./۷۵ \times ۶/۰۲ \times ۱۰^{۲۳}$$

$$N = ۴/۵۱۵ \times ۱۰^{۲۳}$$

تمرین :

۳۶گرم آب شامل چه تعداد مولکول است؟($M_{آب} = ۱۸ \frac{g}{mol}$)

پاسخ:

$N = ۱۲/۰۴ \times ۱۰^{۲۳}$

$m = ۳۶g$

$N = ?$

$M = ۱۸ \frac{g}{mol}$

$N_A = ۶/۰۲ \times ۱۰^{۲۳}$ مولکول

$$n = \frac{m}{M} \Rightarrow n = \frac{۳۶}{۱۸} = ۲mol$$

$$n = \frac{N}{N_A} \Rightarrow N = nN_A = ۲ \times ۶/۰۲ \times ۱۰^{۲۳}$$

$$N = ۱۲/۰۴ \times ۱۰^{۲۳}$$

تمرین :

۵۰گرم جیوه طی یک فرآیند،۳۶۰Jگرما ازدست می‌دهداگردمای اولیهٔجیوه $52^{0}C$ باشد،دمای پایانی آن چند درجه‌ی سلسیوس می‌شود؟گرمای ویژهٔ جیوه $150\ \frac{J}{Kg\cdot C}$ است.

پاسخ:

$$\begin{cases} m = ./05kg \\ Q = -360J \\ \theta_1 = 52^{\circ}C \\ \theta_2 = ? \\ C = 150\frac{J}{kg^{\circ}C} \end{cases}$$

$$Q = mc\Delta\theta$$

$$-360 = ./05 \times 150 \times (\theta_2 - 52)$$

$$-360 = 7/5 \times (\theta_2 - 52)$$

$$(\theta_2 - 52) = \frac{-360}{7/5} = -48$$

$$\theta_2 = +52 - 48$$

$$\theta_2 = 4^{\circ}C$$

$$\theta_2 = 4^{\circ}C$$

تمرین :

دمای یک لیتر آب جوش 100^0C بعدازمدتی سردشدن به 15^0C کاهش یافته است.اگر گرمای ویژه آب $4200\ \frac{J}{Kg\cdot C}$ باشد، آب چند ژول گرما از دست داده است؟

پاسخ:

$Q = -357000J$

تمرین :

برای آن‌که دمای ۲ لیتر آب $20^{0}C$ به دمای جوش برسد، چه مقدار انرژی گرمایی لازم دارد؟(گرمای ویژه‌ی آب $4200\ J/kg^{0}c$ است.)

پاسخ:

$$Q = ۶۷۲۰۰۰J$$

$$\begin{cases} m = ۲kg \\ \theta_۱ = ۲۰^{\circ}C \\ \theta_۲ = ۱۰۰^{\circ}C \\ Q = ? \\ C = ۴۲۰۰\frac{J}{kg^{\circ}C} \end{cases} \quad \Delta\theta = \theta_۲ - \theta_۱ = ۱۰۰ - ۲۰ = ۸۰^{\circ}C$$

$$Q = mc\Delta\theta$$

$$Q = ۲ \times ۴۲۰۰ \times ۸۰$$

$$Q = ۶۷۲۰۰۰J$$

تمرین :

می خواهیم دمای آب یک سماور را که ۵kg جرم دارد، ^{0}C ۷۰ افزایش دهیم.چه مقدار انرژی گرمایی باید به آب سماور داده شود؟(گرمای ویژه آب $۴۲۰۰\frac{J}{kg\cdot c}$ است.)

پاسخ:

$$Q = ۱,۴۷۰,۰۰۰J$$

$$\begin{cases} m = ۵kg \\ \Delta\theta = ۷۰^{\circ}C \\ Q = ? \\ C = ۴۲۰۰\frac{J}{kg^{\circ}C} \end{cases}$$

$$Q = mc\Delta\theta$$

$$Q = ۵ \times ۴۲۰۰ \times ۷۰$$

$$Q = ۱,۴۷۰,۰۰۰J$$

تمرین

دمای ۲۰۰ گرم آلومینیوم از $35\ ^0C$ به $25\ ^0C$ رسیده است. مقدار گرمایی را که در این فرآیند منتقل شده است چند کیلوژول است.(گرمای ویژه آلومینیوم $C= 900\ J/kg^0c$)

پاسخ:

$$Q = -1800J$$

$$\begin{cases} m = 200g = 0/2kg \\ \theta_1 = 35^\circ C \\ \theta_2 = 25^\circ C \\ Q = ? \\ C = 900\frac{J}{kg^\circ C} \end{cases}$$

$$\Delta\theta = \theta_2 - \theta_1 = 25 - 35 = -10^\circ C$$

$$Q = mc\Delta\theta$$

$$Q = 0/2 \times 900 \times (-10)$$

$$Q = -1800J = -1/8kJ$$

تمرین:

مقدار $۲۵۲۰۰۰J$ انرژی گرمایی به چند کیلوگرم آب داده شود دمایش از ۵^0C به ۲۵^0C می رسد. (گرمای ویژه آب $C= ۴۲۰۰J/kg^0c$)

پاسخ:

$$m = ./۳kg$$

تمرین:

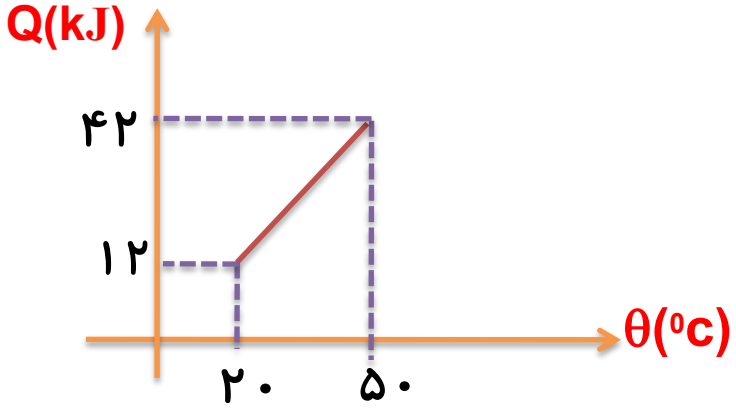
مقدار $۱۲۶۰۰۰\ J$ انرژی گرمایی به $۳kg$ آب داده شود دمایش چند درجه سلسیوس تغییر می کند. (گرمای ویژه آب $C= ۴۲۰۰ J/kg^0c$)

پاسخ:

$$\Delta\theta = ۱۰^\circ C$$

تمرین:

نمودار گرمای داده شده به جسم برحسب دما مطابق شکل زیر است اگر گرمای ویژهٔ جسم $400\ J/kg^0c$ باشد جرم جسم رامحاسبه کنید.



پاسخ:

$m = ۲/۵kg$

$$\begin{cases} C = ۴۰۰\frac{J}{kg^\circ C} \\ \theta_۱ = ۲۰^\circ C \\ Q_۱ = ۱۲kJ \\ \theta_۲ = ۵۰^\circ C \\ Q_۲ = ۴۲kJ \\ m = ? \end{cases}$$

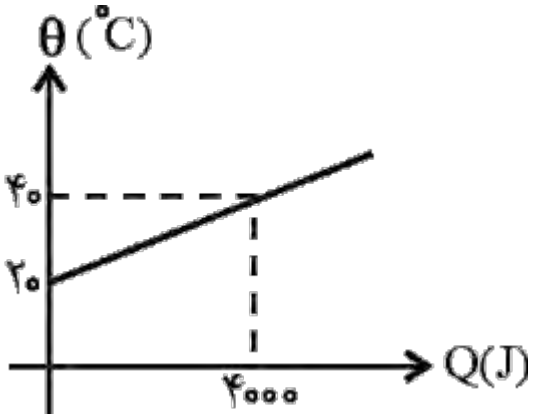
$$\Delta Q = mc\Delta\theta$$

$$m = \frac{\Delta Q}{c\Delta\theta} = \frac{(۴۲۰۰۰ - ۱۲۰۰۰)}{۴۰۰ \times (۵۰ - ۲۰)} = \frac{۳۰۰۰}{۱۲۰۰}$$

$$m = ۲/۵kg$$

تمرین:

شکل زیر،تغییرات دمای جسمی به جرم۵kg/. را برحسب گرمای داده شده به آن نشان می‌دهد گرمای ویژه‌ی جسم برحسب J /kg°c رابدست آورید



پاسخ:

$$C = ۴۰۰ \frac{J}{kg^{\circ}C}$$

تمرین:

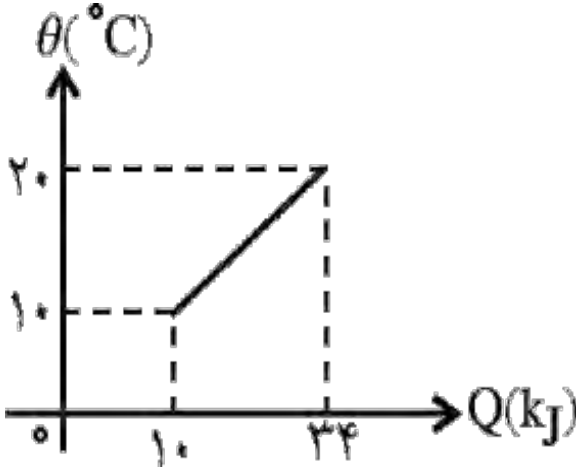
مقدار $۲۵۲۰۰۰\,J$ انرژی گرمایی به $۳kg$ آب داده شود دمایش از $۱۵^{0}C$ به چنددرجه سلسیوس می رسد. (گرمای ویژه آب $C= ۴۲۰۰ J/kg^{0}c$)

پاسخ:

$$\theta_{۲} = ۳۵^{\circ}C$$

تمرین:

نمودار تغییرات دمای ۱۰kg از یک ماده برحسب گرمای داده شده به آن، مطابق شکل است. گرمای ویژه‌ی جسم چند J/kg^0c است؟



پاسخ:

$$C = ۲۴۰ \frac{J}{kg^\circ C}$$

دمای تعادل: θ_e

هرگاه دوياچندجسم درتماس بايكديگرقرارگيرندبعد ازمبادلهٔانرژی ، دمای تمام جسم‌ها یکسان می‌شود. به این دما «دمای تعادل» می‌گوییم .

قانون پایستگی انرژی درتعادل گرمایی :

همان قدرکه اجسام گرم انرژی ازدست می دهند،اجسام سردانرژی می گیرند.

یعنی جمع جبری این Qها صفر است:

$$Q_1 + Q_2 + \ldots + Q_n = 0$$

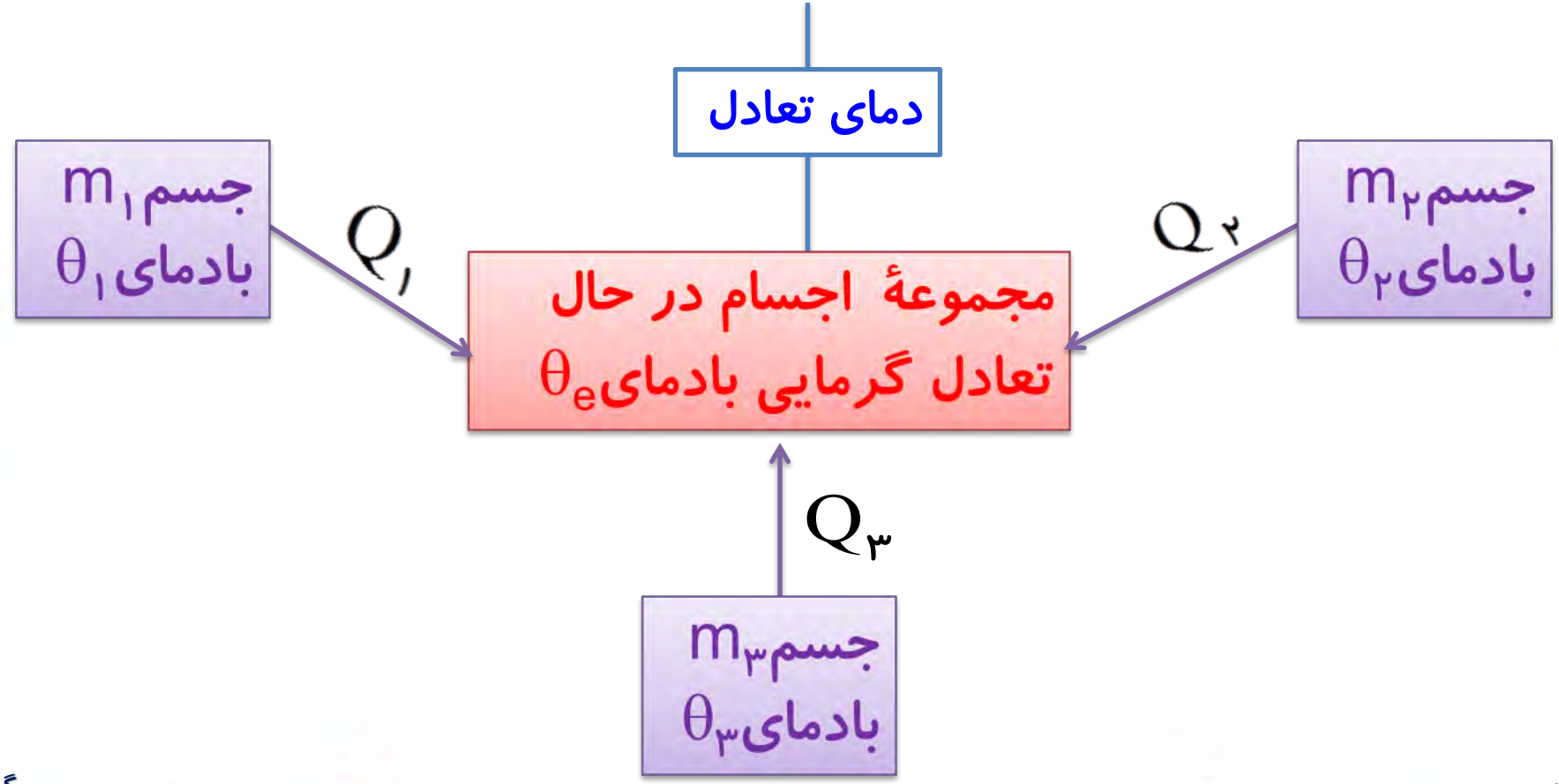
$$m_1c_1(\theta_e - \theta_1) + m_2c_2(\theta_e - \theta_2) + m_3c_3(\theta_e - \theta_3) + \cdots = 0$$

دمای تعادل(نهایی) — دمای اولیهٔ جسم دوم — دمای اولیهٔ جسم سوم

شرط تعادل گرمایی :

دمای نهایی جسم‌های درتماس با هم برابر شوند.

دمای جسم گرم $\rangle \theta_e \langle$ دمای جسم سرد

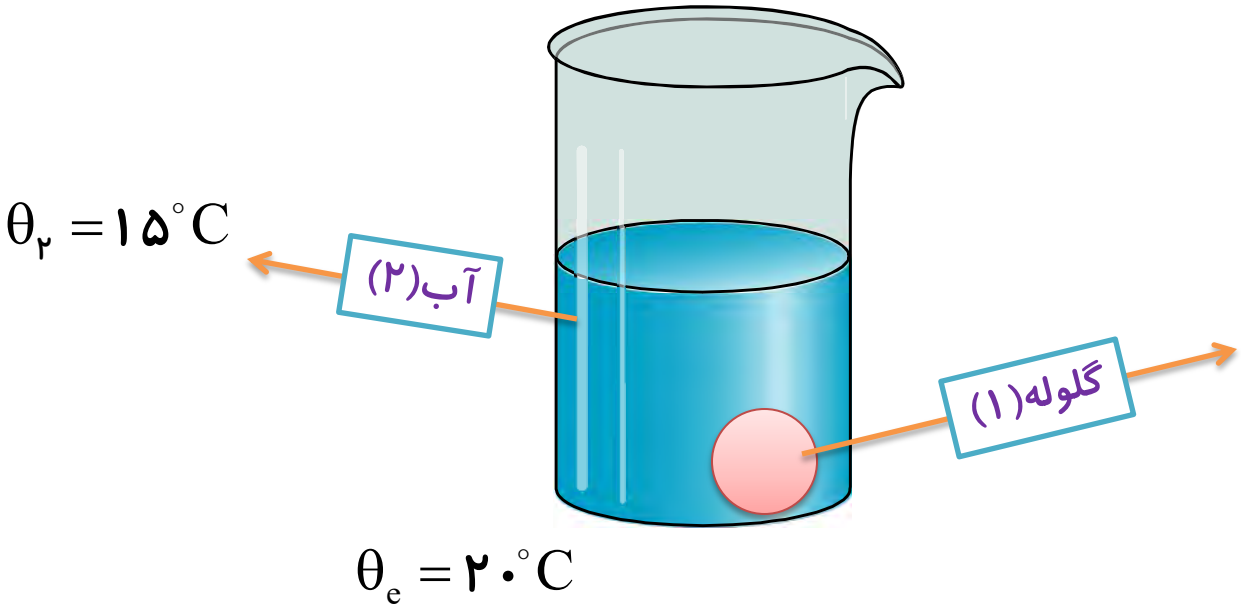


تمرین :

گلوله‌ای به جرم ۱۰۰g را داخل ۸۰۰g آب $15^{0}C$ می‌اندازیم؛ دمای تعادل $20^{0}C$ می‌شود. دمای اولیه‌ی گلوله چند درجه‌ی سلسیوس بوده است؟ گرمای ویژه‌ی گلوله $840\frac{J}{kg.K}$ و گرمای ویژه‌ی آب $4200\frac{J}{kg.K}$ است .

پاسخ:

$\theta_1 = 220^{\circ}C$



پاسخ:

گرمایی که آب می گیرد تابه دمای تعادل برسد + گرمایی که گلوله‌ازدست می دهد تابه دمای تعادل برسد = ۰

گلوله(۱):
$m_1 = ۱۰۰g = ./۱Kg$
$\theta_1 = ?$
$c_1 = ۸۴۰\frac{J}{Kg^\circ C}$

آب(۲):
$m_2 = ۸۰۰g = ./۸Kg$
$\theta_2 = ۱۵^\circ C$
$c_2 = ۴۲۰۰\frac{J}{Kg^\circ C}$

$\theta_e = ۲۰^\circ C$

$Q_1 + Q_2 = ۰$

$m_1c_1(\theta_e - \theta_1) + m_2c_2(\theta_e - \theta_2) = ۰$

$./۱\times ۸۴۰(۲۰ - \theta_1) + ./۸\times ۴۲۰۰(۲۰ - ۱۵) = ۰$

$۸۴(۲۰ - \theta_1) + ۱۶۸۰۰ = ۰$

$(۲۰ - \theta_1) = \frac{-۱۶۸۰۰}{۸۴} = -۲۰۰$

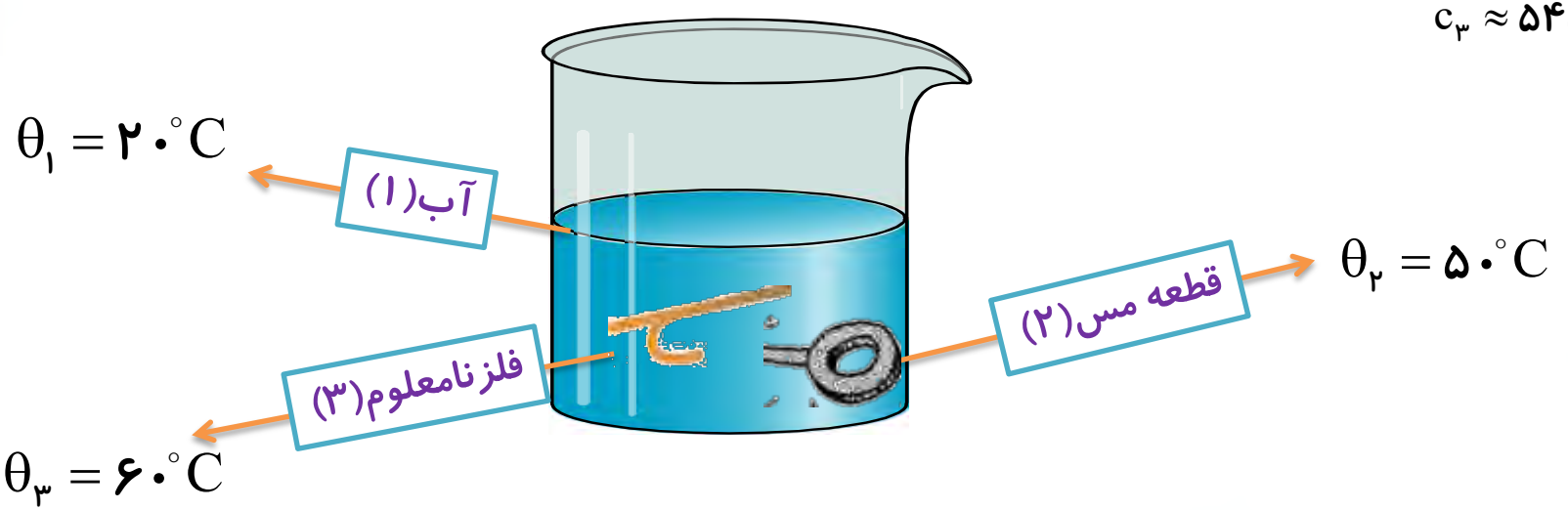
$\theta_1 = ۲۰۰ + ۲۰ = ۲۲۰^\circ C$

تمرین :

درظرف عایقی حاوی $500\,g$ آب $20^\circ C$، یک قطعه مس $100\,g$ گرمی به دمای $50^\circ C$ و یک قطعه فلزدیگربه جرم $150\,g$ و به دمای $60^\circ C$ وگرمای ویژهٔ نامعلوم می اندازیم و دمای تعادل را اندازه می گیریم. دمای تعادل $22^\circ C$ شده است.باچشم پوشی از تبادل گرما بین ظرف وسایر اجسام،گرمای ویژهٔ فلزرامحاسبه کنید.($c_{مس} = 390 \frac{J}{Kg \cdot c}$ و $c_{آب} = 4200 \frac{J}{Kg \cdot c}$)

پاسخ:

$$c_3 \approx 545 \frac{J}{Kg^\circ C}$$



پاسخ:

گرمایی که فلز ازدست می دهد تابه دمای تعادل برسد + گرمایی که مس ازدست می دهد تابه دمای تعادل برسد + گرمایی که آب می گیرد تابه دمای تعادل برسد = ۰

آب (۱):
$m_1 = ./۵ Kg$
$\theta_1 = ۲۰^\circ C$
$c_1 = ۴۲۰۰ \frac{J}{Kg^\circ C}$

مس (۲):
$m_2 = ./۱ Kg$
$\theta_2 = ۵۰^\circ C$
$c_2 = ۳۹۰ \frac{J}{Kg^\circ C}$

فلز (۳):
$m_3 = ./۱۵ Kg$
$\theta_3 = ۶۰^\circ C$
$c_3 = ?$

$\theta_e = ۲۲^\circ C$

$$m_1 c_1 (\theta_e - \theta_1) + m_2 c_2 (\theta_e - \theta_2) + m_3 c_3 (\theta_e - \theta_3) = ۰$$

$$./۵ \times ۴۲۰۰ (۲۲ - ۲۰) + ./۱ \times ۳۹۰ (۲۲ - ۵۰) + ./۱۵ c_3 (۲۲ - ۶۰) = ۰$$

$$۴۲۰۰ - ۱۰۹۲ + ۵/۷ c_3 = ۰$$

$$۵/۷ c_3 = ۳۱۰۸$$

$$c_3 \approx ۵۴۵ \frac{J}{kg^\circ C}$$

تمرین :

$400\,g$ آب $10^{0}C$ را داخل ظرف آلومینیومی به جرم $100\,g$ و دمای $80^{0}C$ می ریزیم دمای تعادل چقدر می شود؟(از تبادل گرما با محیط صرف نظر کنید.) گرمای ویژه‌ی آب $4200\,J/kg\,^{0}C$ و گرمای ویژه ی آلومینیوم $900\,J/kg\,^{0}C$ می‌باشد

پاسخ:

$\theta_e \approx 13/5^{\circ}C$

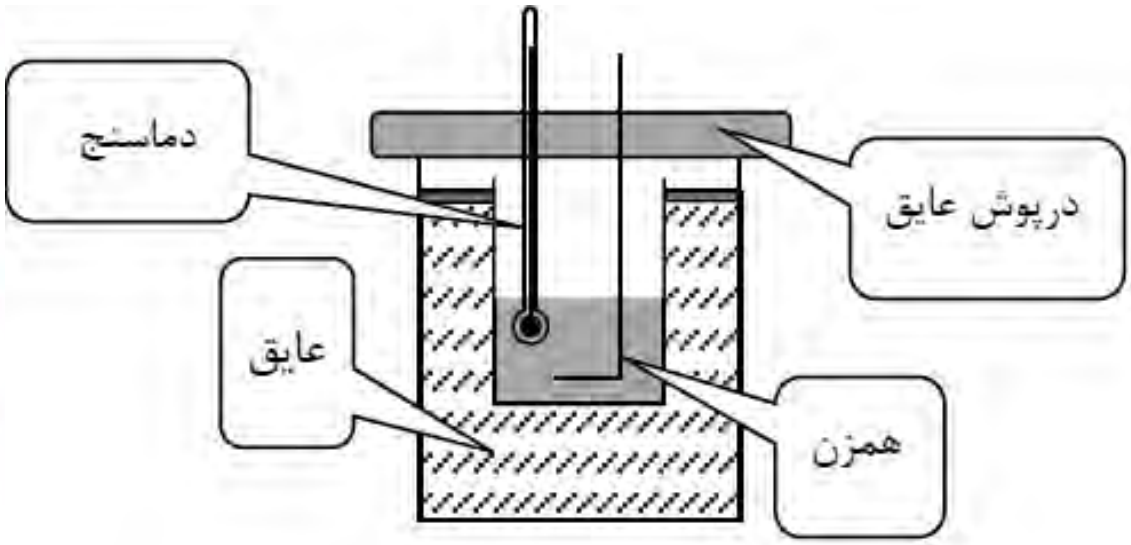
گرماسنج(کالری متر):

ظرفی فلزی و درپوش دار است که به خوبی عایق بندی گرمایی شده است.

مجموعهٔ فلاسک وهمزن و دماسنج درون آن را گرماسنج می نامند.

نکته :

این ظرف در آزمایشگاه برای تعیین گرمای ویژهٔ اجسام به کار می رود.



پیدا کردن ظرفیت گرمایی گرماسنج:

$$\text{ظرفیت گرمایی گرماسنج} = Mc_f + M' c_h + M'' c_d = C_{\text{گرماسنج}}$$

جرم فلاسک

جرم همزن

جرم دماسنج

گرمای ویژه فلاسک

گرمای ویژه همزن

گرمای ویژه دماسنج

ادامه:

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

۲ -جرم جسم فلزی را به کمک ترازو اندازه بگیرید

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 بجوشد. 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 بزنید و دمای تعادل را اندازه گرفته و یادداشت کنید.

۷ -با استفاده از رابطهٔزیر ظرفیت گرمایی گرماسنج به دست می آید.

$$m_{\text{آب}} c_{\text{آب}} (\theta_e - \theta_{۱\text{آب}}) + m_{\text{جس م}} c_{\text{جس م}} (\theta_e - \theta_{۱\text{جس م}}) + C_{\text{گرماسنج}} (\theta_e - \theta_{۱\text{گرماسنج}}) = ۰$$

تمرین :

۲/۵ kg ازمایعی به گرمای ویژهٔ $۴۰۰\frac{J}{kg.c}$ درون گرماسنجی قراردارد ودمای مجموعهٔ آنها ۴۰^0C است درچنین شرایطی۵kg/. ازفلزی به گرمای ویژهٔ $۱۰۰۰\frac{J}{kg.c}$ ودمای۲۰۰^0Cدرون گرماسنج قرارمی دهیم.اگردمای تعادل۸۰^0C شود ظرفیت گرمایی گرماسنج چقدراست؟

پاسخ:

$$C_{\text{گرماسنج}} = ۵۰۰\frac{J}{^\circ C}$$

$$\text{مایع}\begin{cases} m_۱ = ۲/۵kg \\ \theta_۱ = ۴۰^\circ C \\ c_۱ = ۴۰۰J/kg^\circ C \end{cases}$$

$$\text{گرماسنج}\begin{cases} m_۲ = ? \\ \theta_۲ = ۴۰^\circ C \\ c_۲ = ? \end{cases}$$

$$\text{فلز}\begin{cases} m_۳ = ۰/۵kg \\ \theta_۳ = ۲۰۰^\circ C \\ c_۳ = ۱۰۰۰J/kg^\circ C \end{cases}$$

$$\theta_e = ۸۰^\circ C$$

پاسخ:

گرمایی که فلز ازدست می دهد تابه دمای تعادل برسد + گرمایی که گرماسنج می گیرد تابه دمای تعادل برسد + گرمایی که آب می گیرد تابه دمای تعادل برسد = ۰

$$Q_1 + Q_2 + Q_3 = 0$$

مایع(۱)
$m_1 = 2/5\,Kg$
$\theta_1 = 40^\circ C$
$c_1 = 400 \frac{J}{Kg^\circ C}$

گرماسنج (۲)
$m_2 = ?$
$\theta_2 = 40^\circ C$
$c_2 = ?$

فلز(۳)
$m_3 = 0/5\,Kg$
$\theta_3 = 200^\circ C$
$c_3 = 1000 \frac{J}{Kg^\circ C}$

$\theta_e = 80^\circ C$

$$m_1 c_1 (\theta_e - \theta_1) + m_2 c_2 (\theta_e - \theta_2) + m_3 c_3 (\theta_e - \theta_3) = 0$$

$$2/5 \times 400 (80 - 40) + C_{\text{گرماسنج}} (80 - 40) + 0/5 \times 1000 (80 - 200) = 0$$

$$40{,}000 + 40 C_{\text{گرماسنج}} - 60{,}000 = 0$$

$$40 C_{\text{گرماسنج}} = 20{,}000$$

$$C_{\text{گرماسنج}} = 500 \frac{J}{^\circ C}$$

تمرین ۴-۵:

جسمی به جرم ۰/۲۵kg و دمای ۳°C را درون ظرف عایقی حاوی ۰/۵kg آب ۲۵°C می اندازیم پس از چند دقیقه دمای تعادل را اندازه می گیریم. دمای تعادل ۲۱°C می شود. گرمای ویژهٔ جسم را محاسبه کنید. از تبادل گرما بین ظرف و سایر اجسام چشم پوشی کنید.

پاسخ:

جسم (۱):
$m_1 = ./۲۵Kg$
$\theta_1 = ۳^\circ C$
$c_1 = ?$

آب (۲):
$m_2 = ./۵Kg$
$\theta_2 = ۲۵^\circ C$
$c_2 = ۴۲۰۰ \frac{J}{Kg^\circ C}$

$\theta_e = ۲۱^\circ C$

$$Q_{\text{جسم}} + Q_{\text{آب}} = ۰$$

$$m_1 c_1 (\theta_e - \theta_1) + m_2 c_2 (\theta_e - \theta_2) = ۰$$

$$./۲۵ \times c_1 (۲۱ - ۳) + ./۵ \times ۴۲۰۰ (۲۱ - ۲۵) = ۰$$

$$۴/۵ c_1 - ۸۴۰۰ = ۰$$

$$c_1 = \frac{۸۴۰۰}{۴/۵} \approx ۱۸۶۶ \frac{J}{Kg^\circ C}$$

$c_1 \approx ۱۸۶۶ \frac{J}{Kg^\circ C}$

توان گرمایی: P

مقدارانرژی گرمایی راکه یک گرمکن برقی درهرثانیه تولیدمی کند

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

- Q: انرژی گرمایی
- P: توان گرمایی
- Δt: بازهٔ زمانی

نکته:

واحدتوان برابر ژول برثانیه (J/s) یا وات است.

تمرین :

جسمی به جرم $1\,kg$ و دمای $3\,^0C$ را درون ظرف عایقی حاوی $500\,g$ آب $25\,^0C$ می اندازیم. پس از چند دقیقه دمای تعادل را اندازه می گیریم. دمای تعادل $21\,^0C$ می شود، گرمای ویژهٔ جسم را محاسبه کنید. از تبادل گرما بین ظرف و سایر اجسام چشم پوشی کنید. گرمای ویژهٔ آب $4200\,\frac{J}{kg.K}$ است.

پاسخ:

$$c_x \approx 467\,\frac{J}{Kg^\circ C}$$

تمرین :

یک ظرف عایق حاوی مقداری آب 10^0C است.یک قطعهٔ مس ۱۰۰ گرمی در دمای 40^0C را به درون ظرف می اندازیم،دمای تعادل 20^0C می‌شود.چه مقدار آب درون ظرف بوده است؟ (از تبادل گرما بین آب وظرف چشم‌پوشی کنید،گرمای ویژه‌ی آب $4200\ J/kg^0C$ وگرمای ویژه ی مس $380\ J/kg^0C$ می‌باشد.)

پاسخ:

$m_1 \approx 18g$

نکته:

از رابطه‌ی $Q_1 + Q_2 + \ldots + Q_n = 0$ **می‌توان رابطه‌ی زیر را به‌دست آورد .در این رابطه،** θ_e **دمای تعادل است.**

$$\theta_e = \frac{m_1c_1\theta_1 + m_2c_2\theta_2 + m_3c_3\theta_3 + \cdots}{m_1c_1 + m_2c_2 + m_3c_3 + \cdots}$$

تازمانی می توان ازرابطهٔدمای تعادل استفاده کرد که در اثر مبادلهٔگرما حالت جسم تغییرنکند(گرماسنج وظرفیت گرمایی گرماسنج داخل مساله نباشد)

نکته:

اگر تبادل گرمایی بین دوياچندجسم بادماهای اولیهٔ متفاوت ولی از یک جنس انجام شود،دمای تعادل از رابطهٔ زیربدست می آید

$$c_۱ = c_۲ = c_۳ = \cdots$$

$$\theta_e = \frac{m_۱\theta_۱ + m_۲\theta_۲ + m_۳\theta_۳ + \cdots}{m_۱ + m_۲ + m_۳ + \cdots}$$

نکته:

اگر تبادل گرمایی بین دویاچندجسم مشابه وفقط دمای اولیه شان متفاوت است،انجام شود،دمای تعادل از رابطهٔ زیربدست می آید

$$c_۱ = c_۲ = c_۳ = \cdots$$

$$m_۱ = m_۲ = m_۳ = \cdots$$

$$\theta_e = \frac{\theta_۱ + \theta_۲ + \theta_۳ + \cdots}{۱+۱+۱+\cdots} = \frac{\theta_۱ + \theta_۲ + \theta_۳ + \cdots}{n}$$

n → تعداداجسام

یعنی درواقع دراین حالت یک عملیات میانگین گیری بین دماهای اولیه باید انجام داد.

تمرین :

قطعه ای فولاد به جرم ۴kg و دمای $300^{\circ}C$ را درون ۲ لیتر آب $20^{\circ}C$ می اندازیم. دمای تعادل چقدر است؟ ($c_{فولاد} = 450\frac{J}{Kg^{\circ}C}$ و $c_{آب} = 4200\frac{J}{Kg^{\circ}C}$)

پاسخ:

$$\theta_e \approx 69/5^{\circ}C$$

تمرین :

مقدار m_1 گرم آب $28\ ^0C$ را با مقدار m_2 گرم آب $49\ ^0C$ مخلوط می کنیم تا ۲ لیتر آب $40\ ^0C$ به دست آید. m_1 و m_2 را پیدا کنید.

پاسخ:

$$m_2 = \frac{24}{21}\,kg$$

$$m_1 = \frac{18}{21}\,kg$$

تمرین :

درظرفی ۴۰۰g آب20^0C و۳۷۵g مس بادمای 50^0C و۲۰۰g فلزی بادمای 60^0C قرار داردا گردمای تعادل آنها 30^0C شود،گرمای ویژهٔفلزچقدراست؟

(ازتبادل گرما بامحیط صرف نظرکنید.) گرمای ویژهٔآب $4200\ J/kg^0C$ وگرمای ویژهٔ مس $400\ J/kg^0C$می‌باشد

پاسخ:

$$c_{\text{مس}} \approx 2300 \frac{J}{Kg^\circ C}$$

تمرین :

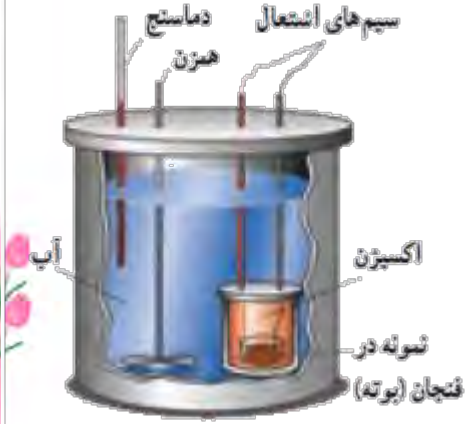
گرماسنجی حاوی ۴۰۰g آب $40\ ^0C$ است.اگریک قطعهٔ ۸۰۰g ازفلزی با گرمای ویژهٔ $420\ J/kg\ ^0C$ ودمای $180\ ^0C$ راداخل آب قراردهیم دمای تعادل $60\ ^0C$ می شود. ظرفیت گرمایی گرماسنج چقدراست؟($c_{آب} = 4200 \frac{J}{Kg^\circ C}$ ، $c_{فلز} = 420 \frac{J}{Kg^\circ C}$)

پاسخ:

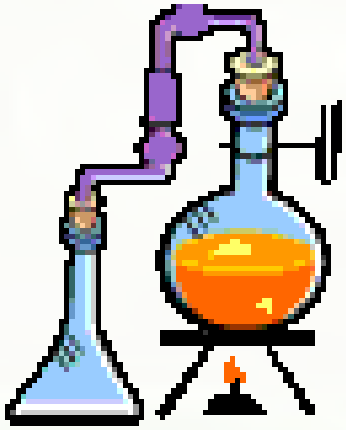
$C_{گرماسنج} \approx 336 \frac{J}{^\circ C}$

گرماسنج(بمبی):

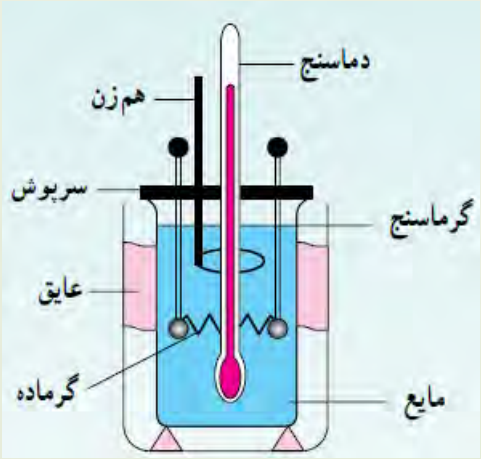
نوعی گرماسنج است که ازآن برای تعیین ارزش غذایی مواد با اندازه گیری انرژی آزاد شدهٔ آنها درحین سوختن استفاده می شود.



نمونه ای که جرم آن به دقت اندازه گیری شده است در ظرف سربسته ای که محتوی اکسیژن است(که اصطلاحاً به آن بمب گفته می شود)سپس این محفظه در آب یک گرماسنج قرار داده می شود و توسط جریان الکتریکی عبوری از یک سیم نازک، نمونهٔ داخل آن سوزانده می شود. با اندازه گیری تغییردمای آب، **انرژی حاصل از احتراق مادهٔموردنظر** را به دست می آورند که **تقریباً معادل انرژی آزاد شده** از آن ماده است.



موضوع :حالات ماده وگرمای نهان ذوب

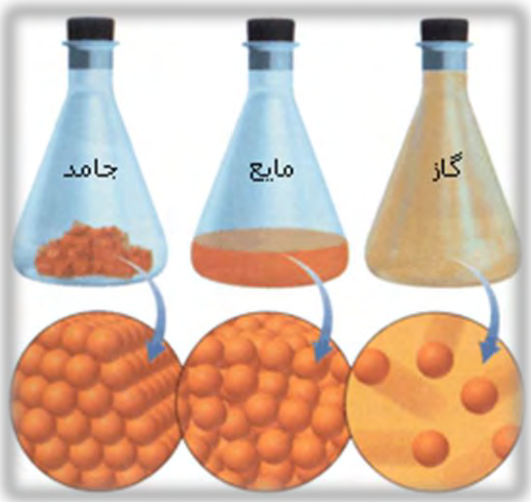


حالتهای ماده

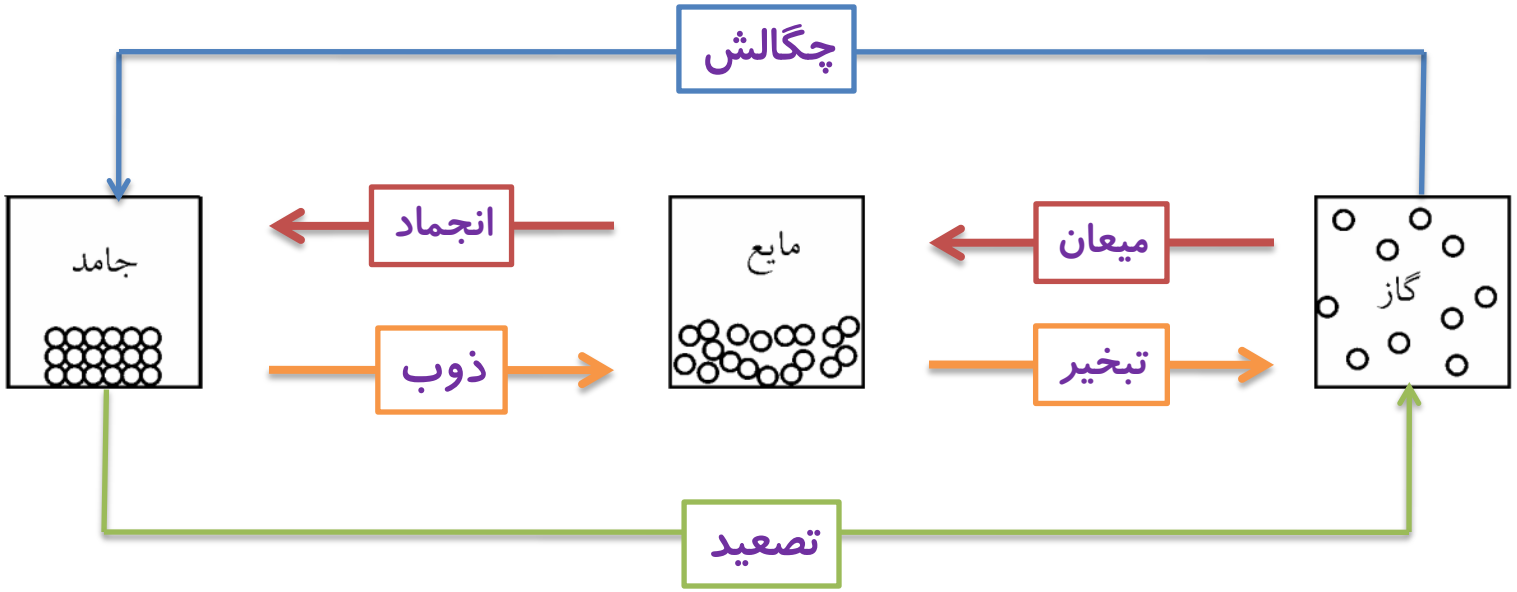
ماده به سه حالت جامد، مایع و گاز یافت می شود

گذار ماده از یک حالت (فاز) به حالت (فاز) دیگر را تغییر حالت (تغییر فاز) گویند

تغییر حالتها معمولاً با گرفتن یا از دست دادن گرما همراهند



به نمودار زیر توجه کنید، تغییرحالتهای ماده در آن نشان داده شده است.



تصعید

تغییر حالت مستقیم جامد به بخار راتصعید گویند.

مانند:نفتالین ویخ خشک بدون این‌که به مایع تبدیل شوند مستقیماً به بخارتبدیل می‌شوند بنابراین می‌گوییم متصاعد شده‌اند .

وقتی لباس‌های تَردرزمستان یخ زده‌اند، به هنگام طلوع خورشیدبدون این‌که یخ ذوب شود به بخار تبدیل می‌شود .

چگالش

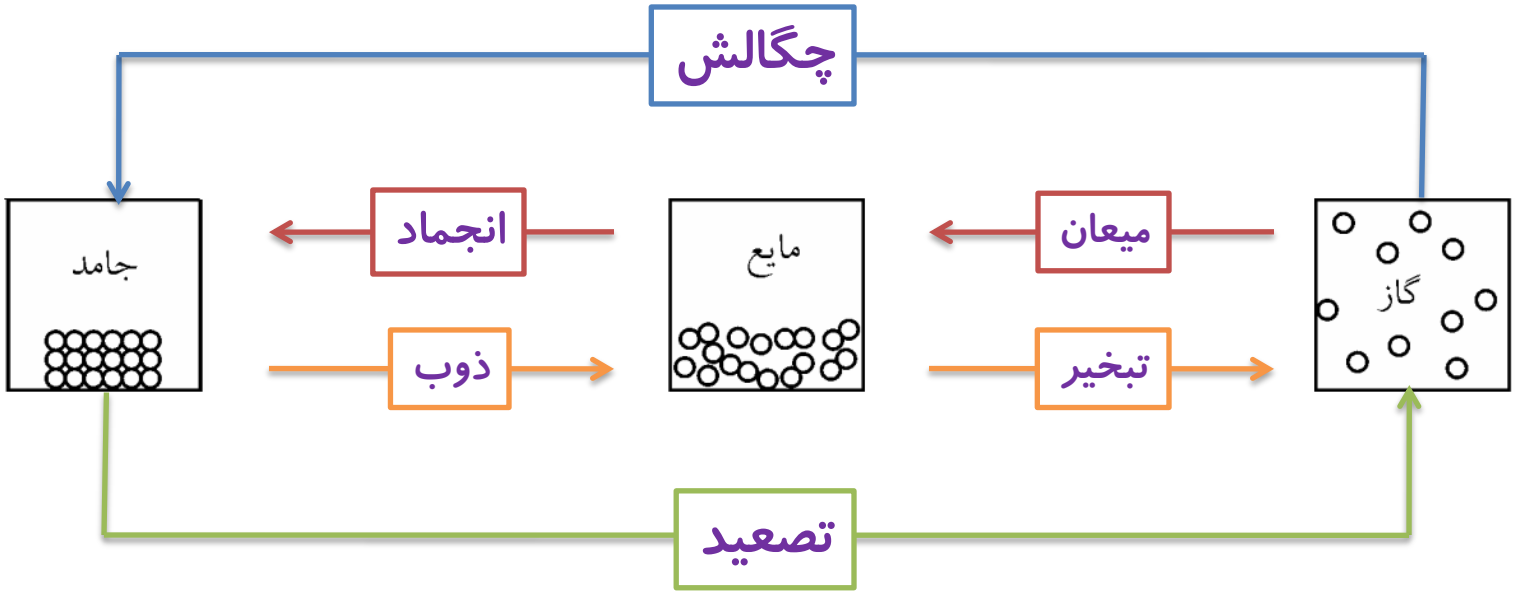
تغییرحالت مستقیم بخاربه جامد را چگالش گویند.

تشکیل برف، برفک روی چمن‌ها و برفک درون یخچال، چگالش است .

اگر آب جوش،به هوا دردمای 40^0C-پاشیده شود،مستقیماً به یخ تبدیل می شود.

نکته:

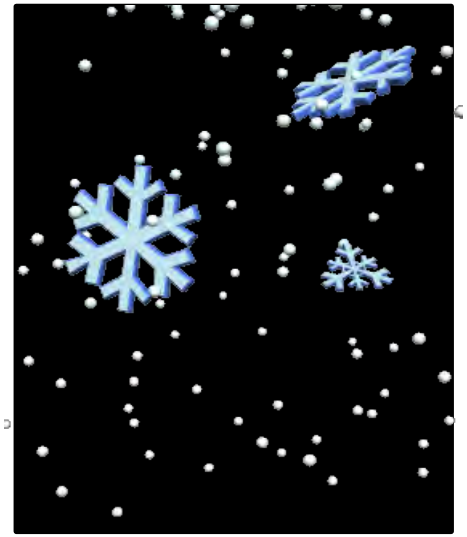
ذوب و تبخیرو تصعید گرماگیر هستند.



انجماد و میعان و چگالش گرماده(گرمازا) هستند.

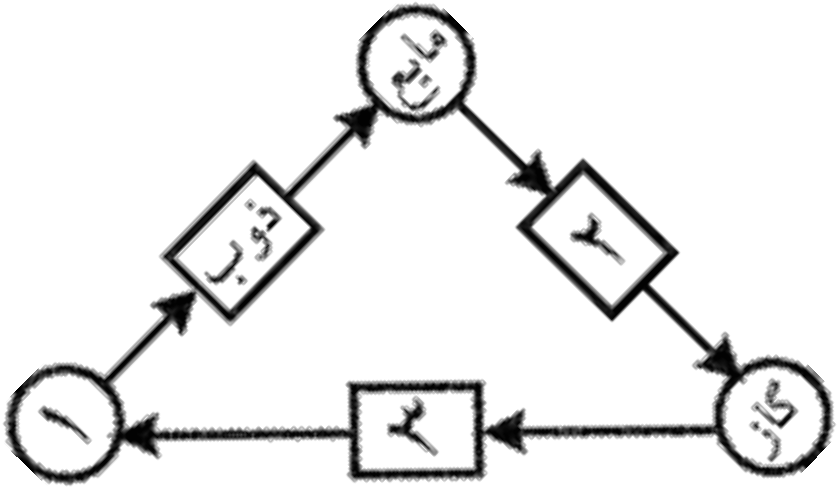
نکته:

هرگاه دمای هوا به زیرنقطهٔانجمادآب برسد،بخارآب موجود در هوا مستقیماً به ذرّه‌های جامد برف تبدیل می‌شوند.از آن‌جا که عمل چگالش گرمازا است، روز بارش برف، هوا کمی گرم می‌شود .

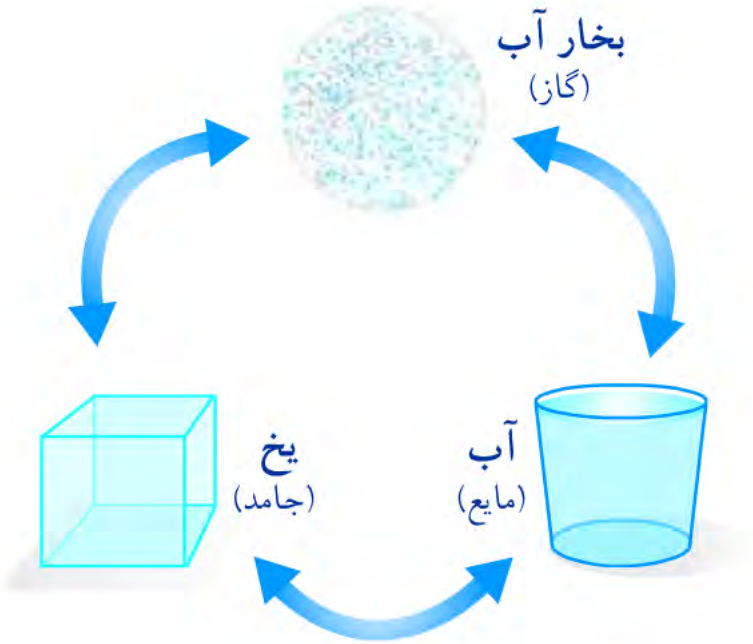


پرسش :

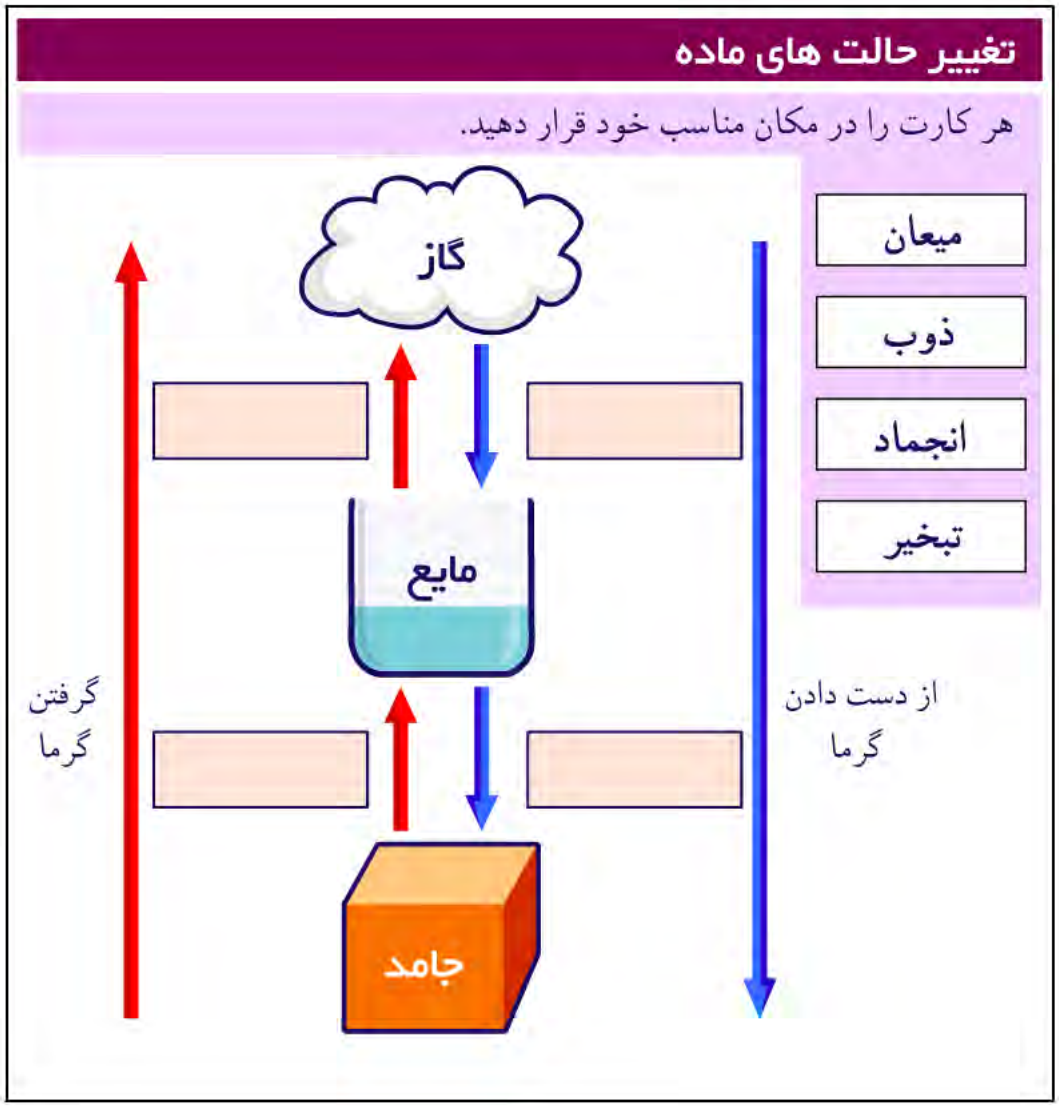
در شکل زیر به جای ۱، ۲ و ۳ کلمه‌ی مناسب بنویسید .



انیمیشن تغییر حالت ماده



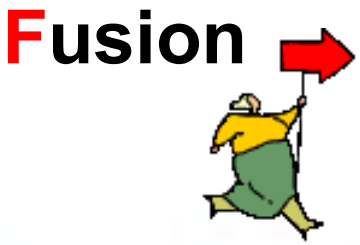
انیمیشن تغییر حالت ماده



۱-ذوب

هر جسم جامد در دمای ثابتی به نام دمای ذوب (نقطه‌ی ذوب) که به جنس و فشار وارد بر جسم بستگی دارد، شروع به ذوب شدن می‌کند .

در تمام مدت ذوب، دمای جسم ثابت می‌ماند .



نکته

افزایش فشار، سبب بالا رفتن دمای ذوب می‌شود؛ در بعضی از جسم‌ها مانند یخ با افزایش فشار ، نقطه‌ی ذوب، پایین می‌آید

کاهش فشار، سبب بالا رفتن دمای ذوب یخ می‌شود.

- بیشتر مواد
  - فشار ↑ ⇒ نقطهٔ ذوب ↑
  - فشار ↓ ⇒ نقطهٔ ذوب ↓
- در آب (یخ)
  - فشار ↑ ⇒ نقطهٔ ذوب ↓
  - فشار ↓ ⇒ نقطهٔ ذوب ↑

پرسش :

چرا جامدهای بی شکل مانند شیشه و قیر نقطهٔ ذوب کاملاً مشخصی ندارند

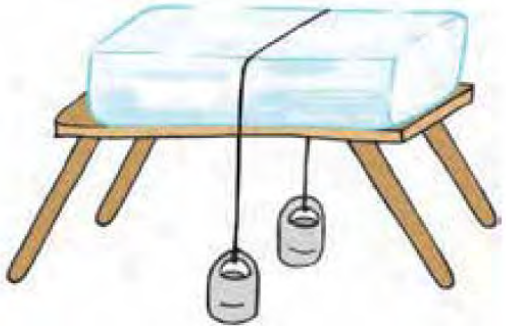
پاسخ:

زیرا وقتی این موادرا گرم می کنیم،پیش ازذوب شدن خمیری شکل می شوند.
درنتیجه این مواددر گستره ای از دماها به تدریج ذوب می شوند.

پرسش:

چرا افزایش فشاربرروی یخ نقطهٔ ذوب یخ راکاهش می دهد

پاسخ:



افزایش فشارباعث می شودکه ساختارمولکولی بلوریخ تاحدی ازبین برودیعنی فضای خالی پُرو آرایش مولکول ها یکنواخت وبه هم نزدیکتر شده وبه مولکول آب تبدیل شود

در آب(یخ)

- فشار ↑ ⇒ نقطهٔذوب ↓
- فشار ↓ ⇒ نقطهٔذوب ↑

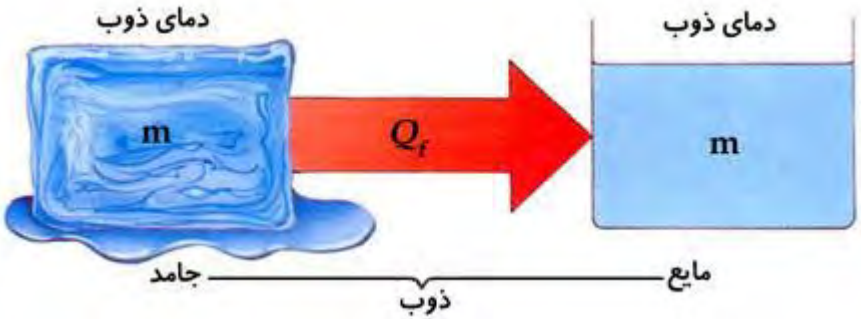
گرمای ذوب: Q_F

گرمایی است که هر جسم جامد در نقطه‌ی ذوب خود می‌گیرد تا به مایع درهمان دماتبدیل شود.

نکته:

گرمای ذوب جسم به جنس جسم و جرم آن بستگی دارد.

یخ ۰ °C



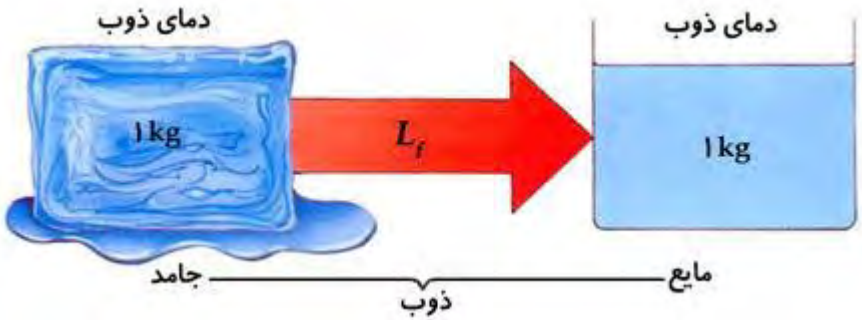
آب ۰ °C

گرمای نهان ذوب: L_F

گرمایی است که بایدبه یک کیلوگرم جسم جامد در دمای ذوب داده شود تا به مایع درهمان دما تبدیل شود .

گرمای ذوب واحد جرم اجسام را گرمای نهان ذوب گویند. $L_F = \frac{Q_F}{m}$

اگربه یخ $0\,^{\circ}C$ گرما دهیم دمای آن افزایش نمی یابدبلکه به آب $0\,^{\circ}C$ تبدیل می‌شود.



نکته:

گرمای نهان ذوب اجسام فقط به جنس جسم آنها بستگی دارد.

فرمول گرمای ذوب:

$$Q_F = mL_F$$

گرمای ذوب	جرم جسم جامد	گرمای نهان ذوب
ژول	کیلوگرم	ژول برکیلوگرم

تمرین:

گرمای ذوب ۳ کیلوگرم یخ صفر درجه‌ی سلسیوس چند ژول است؟ $L_F = ۳۳۴\frac{KJ}{Kg}$

پاسخ:

$Q_F = ۱۰۰۲KJ$

چون یخ در نقطه‌ی ذوبش یعنی $۰^{\circ}C$ است بنابراین هرگرمایی که بگیرد باعث ذوب آن می‌شود:

$$\begin{cases} L_F = ۳۳۴۰۰۰\frac{J}{kg} \\ m = ۳Kg \\ Q_F = ? \end{cases}$$

$$Q_F = mL_F$$

$$Q_F = ۳ \times ۳۳۴۰۰۰$$

$$Q_F = ۱۰۰۲۰۰J = ۱۰۰۲KJ$$

تمرین:

۲Kg یخ ۱۰°C- مفروض است. گرمایی که یخ می‌گیرد تا تبدیل به آب ۲۰ °C شود، چند کیلو ژول است؟

(آب $C = ۴۲۰۰ \frac{J}{Kg\,°C}$ ، یخ $C = ۲۱۰۰ \frac{J}{Kg\,°C}$ ، $L_F = ۳۳۴ \frac{KJ}{Kg}$)

پاسخ:

$Q_{کل} = ۸۷۸KJ$

این پرسش با مراحل زیر حل می‌شود:

یخ ۱۰°C- $\xrightarrow{Q_۱}$ یخ ۰ °C $\xrightarrow{Q_F}$ آب ۰ °C $\xrightarrow{Q_۲}$ آب ۲۰ °C

گرمای لازم برای تغییر دما گرمای لازم برای تغییر حالت گرمای لازم برای تغییر دما

پاسخ:

$$Q_1 = mc_{\text{یخ}}\Delta\theta \longrightarrow Q_1 = ۲\times ۲۱۰۰\times(۰-(-۱۰)) = ۴۲۰۰۰J$$

$$+$$

$$Q_F = mL_F \longrightarrow Q_F = ۲\times ۳۳۴۰۰۰ = ۶۶۸۰۰۰J$$

$$+$$

$$Q_۲ = mc_{\text{آب}}\Delta\theta' \longrightarrow Q_۲ = ۲\times ۴۲۰۰\times(۲۰-۰) = ۱۶۸۰۰۰J$$

$$Q_{\text{کل}} = Q_1 + Q_F + Q_۲ \longrightarrow$$

$$Q_{\text{کل}} = ۴۲۰۰۰ + ۶۶۸۰۰۰ + ۱۶۸۰۰۰ = ۸۷۸۰۰۰J = ۸۷۸KJ$$

پرسش :

هرچه گرمای نهان ذوب جامدات بزرگ‌تر باشد، ذوب آنها چه ویژگی ای دارد؟

ماده	گرمای ذوب (kJ/kg)
هیدروژن	۵۸/۶
اکسیژن	۱۳/۸
ازت	۲۵/۵
جیوه	۱۱/۸
یخ	۳۳۳/۷
گوگرد	۳۸/۱
سرب	۲۴/۵
قلع	۱۶۵
نقره	۸۸/۳
طلا	۶۴/۵
مس	۱۳۴

پاسخ:

هرچه L_F بزرگ‌تر باشد، گرمای معین، جرم کمتری از جامد در نقطه‌ی ذوبش رابه مایع تبدیل می‌کند. به عبارت ساده‌تر هرچه L_F بزرگ‌تر باشد ذوب کردن نیاز به گرمای بیشتری دارد.

انجماد:

فرآیند انجماد وارون فرآیند ذوب است ، یعنی در این فرآیند مایع تبدیل به جامد می‌شود.

دمای نقطه‌ی ذوب با دمای نقطه‌ی انجماد برابر است،

به طور مثال دمای ذوب یخ و دمای انجماد آب هر دو صفردرجه می‌باشد.

نکته:

هرگاه از مایعی در دمای انجمادش گرما بگیریم، کاهش دما رخ نداده و مایع تبدیل به جامد می‌شود.

مقدار گرمایی که جسم از دست می‌دهد تا انجماد یابد برابر مقدار گرمایی است که جسم می‌گیرد تا ذوب شود.

گرمای نهان انجماد : $-L_F$

گرمای نهان انجماد، منفی گرمای نهان ذوب است.

به طور مثال گرمای نهان ذوب یخ برابر $L_F = ۳۳۴ \frac{KJ}{Kg}$ **و گرمای نهان انجماد آب برابر** $L_F = -۳۳۴ \frac{KJ}{Kg}$ **می‌باشد**

فرمول گرمای انجماد : Q_F

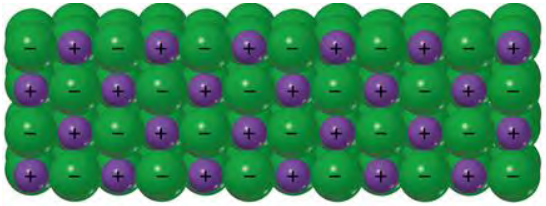
$$Q_F = -m L_F$$

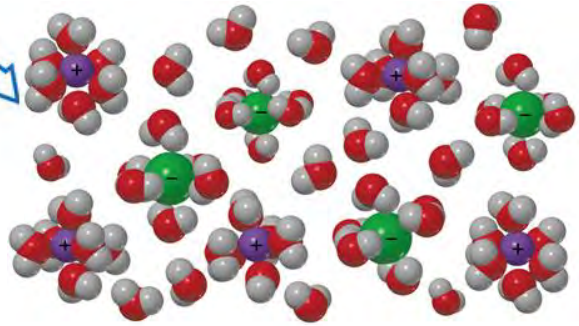
- L_F : گرمای نهان ذوب — ژول بر کیلوگرم
- m : جرم جسم مایع — کیلوگرم
- Q_F : گرمای انجماد — ژول

پرسش :

چرا برای پاک کردن پیاده روها ازبرف(درزمستان)،روی برف نمک می پاشند؟

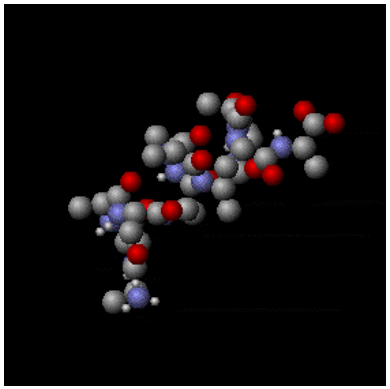
یونهای نمک طعام

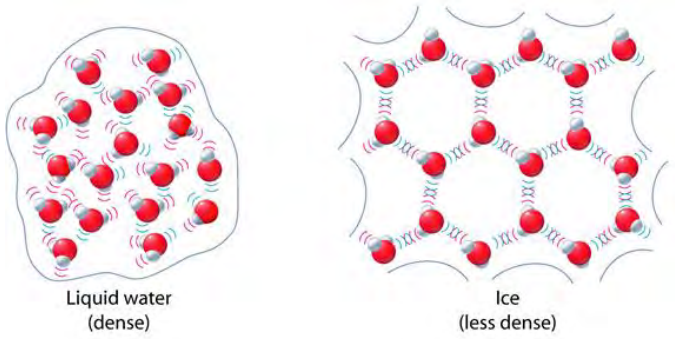




پرسش :

چرا برای پاک کردن پیاده روها ازبرف(درزمستان)،روی برف نمک می پاشند؟





پاسخ:

یونهای نمک به سرعت جایگزین فضای خالی دربلور یخ شده وپیوندمولکولی یخ را می شکنندباشکسته شدن پیوندمولکولی،گرمایی آزادمی شود که باعث ذوب شدن مولکولهای اطراف یخ می شود.درنتیجه وجودنمک نقطهٔ ذوب یخ را(درهوای سرد)پایین می آورند.

پرسش :

چرا برف بر روی قلهٔ کوه ها دیرتر آب می شود؟

پاسخ:

می دانیم هرچه ازسطح دریا بالاترمی رویم،فشارهواکمترمی شود.باکاهش فشار هوا نقطهٔذوب یخ افزایش می یابدوازطرف دیگردمای هوادربالای کوه نیزکاهش می یابد.به همین دلیل برف دیرتر آب می شود.

در یخ

↑ نقطهٔذوب ⟹ ↓ فشار در بالای کوه

تمرین :

۵۰۰g آب ۴°C چند کیلوژول گرما مبادله کند تا به یخ ۲°C- تبدیل شود؟

(آب $C = ۴۲۰۰ \frac{J}{Kg^{\circ}C}$ ، یخ $C = ۲۱۰۰ \frac{J}{Kg^{\circ}C}$ ، $L_F = ۳۳۴ \frac{KJ}{Kg}$)

پاسخ:

$Q_{کل} = -۱۷۷/۵KJ$

این پرسش با مراحل زیر حل می‌شود:

آب ۴°C $\xrightarrow{Q_۱}$ آب ۰°C $\xrightarrow{Q_F}$ یخ ۰°C $\xrightarrow{Q_۲}$ یخ ۲°C-

گرما برای تغییر دما — گرما برای تغییر حالت — گرما برای تغییر دما

پاسخ:

$$Q_1 = mc_{\text{آب}}\Delta\theta \longrightarrow Q_1 = ./۵ \times ۴۲۰۰ \times (۰ - ۴) = -۸۴۰۰J$$

$$+$$

$$Q_F = -mL_F \longrightarrow Q_F = -./۵ \times ۳۳۴۰۰۰ = -۱۶۷۰۰۰J$$

$$+$$

$$Q_۲ = mc_{\text{یخ}}\Delta\theta' \longrightarrow Q_۲ = ./۵ \times ۲۱۰۰ \times (-۲ - ۰) = -۲۱۰۰J$$

$$Q_{\text{کل}} = Q_1 + Q_F + Q_۲ \longrightarrow$$

$$Q_{\text{کل}} = -۸۴۰۰ - ۱۶۷۰۰۰ - ۲۱۰۰ = -۱۷۷۵۰۰J = -۱۷۷/۵kJ$$

تمرین :

اگرازg ۲۰۰ آب ^{o}C ۰به اندازه‌ی J ۶۶۸۰گرما بگیریم،جرم نهایی آب چند گرم است؟ $L_F = ۳۳۴ \frac{KJ}{Kg}$

پاسخ:

$m = ۱۸۰g$

ابتدا باید دریافت که J ۶۶۸۰ گرما چند گرم آب را منجمدمی‌کند:

$Q_F = -mL_F \longrightarrow -۶۶۸۰ = -m \times ۴۴۶۰۰۰ \longrightarrow m = ./۰۲kg = ۲۰g$

پس g ۲۰ از آب یخ می‌زند در نتیجه g ۱۸۰ از آب باقی می‌ماند.

فعالیت۴-۷:

نقطهٔذوب یخ درفشار۱atmبرابر۰°c است.برای آب نقطه ای موسوم به نقطهٔ سه گانه وجود دارد که در آن سه حالت یخ، آب و بخار درتعادل اند. دمای این نقطه ۰/۰۱°c است. تحقیق کنید برای رسیدن به این نقطه به چه فشاری نیاز است.

پاسخ:

در نقطهٔ سه‌گانهٔ آب، سه فاز آب در تعادل‌اند.

نقطهٔسه گانه آب،نقطه ثابتی است که درآن یخ،آب وبخاردرتعادل قرار دارند. این حالت فقط درفشار معینی حاصل می شود.فشاربخارآب درنقطه سه گانه ۴/۵۸میلی مترجیوه یا ۶۱۲ پاسکال است.

فعالیت۴-۸:

برف ویخ دو شکل آشنای حالت جامدآب هستند،اما با وجود این،ظاهرمتفاوتی دارند. دلیل این امر را تحقیق کنید.

پاسخ:

وقتی دمای محیط درابتدا بالای نقطهٔ انجمادآب باشد و هوا خنک شود. بخار به شکل باران تبدیل می شود. با سردترشدن هوا،این آب به شکل تگرگ یخ می زند.اما اگردر ابتدا دما زیرنقطهٔ انجمادآب باشد، بخارآب مستقیماً ازحالت گازی به حالت جامدمی رود. (چگالش)در این صورت بلورهای یخ معلق درهوا ضمن حفظ تقارن شش وجهی خود، به آرامی رشد می کند و تشکیل دانه های برف را می دهند.

فعالیت۴-۹:

تحقیق کنید وجود ناخالصی در مایع چه تأثیری بر نقطهٔ انجماد آن دارد.

پاسخ:

در اغلب موارد افزودن ناخالصی باعث پایین آمدن نقطه انجمادجسم می شودوجودناخالصی موجب می شودکه مایع نقطهٔ انجمادمشخصی نداشته وانجماددرگستره ای ازدماها رخ دهد. مثلاً در هنگام یخ زدن آب نمک طعام(NaCl)اولین بلورها دردمای کمترازC°۰تشکیل می شود وانجمادکامل دردماهای کمتر(تا C°۲۱-)روی می دهد

تمرین :

۶۰۰گرم آب ۴۰ °C،حداکثرچندگرم یخ صفردرجه را می‌تواند ذوب کند؟

(آب $C = ۴۲۰۰ \frac{J}{Kg^{o}C}$ ، $L_F = ۳۳۴ \frac{KJ}{Kg}$)

پاسخ:

$m_۲ = ۳۰۰g$

پاسخ:

مقدار گرمایی که آب از دست می‌دهد با مقدار گرمایی که $m_۲$ کیلوگرم یخ می‌گیرد تا ذوب شود برابر است .بنابراین:

گرمایی که یخ می‌گیرد تا ذوب شود + گرمایی که آب از دست می‌دهد = ۰

$$Q_۱ + Q_F = ۰$$

آب(۱):
$m_۱ = ۶۰۰g = ۰/۶Kg$
$\theta_۱ = ۴۰^\circ C$
$c_۱ = ۴۲۰۰\frac{J}{Kg^\circ C}$

یخ(۲):
$m_۲ = ?$
$\theta_۲ = ۰^\circ C$
$L_f = ۳۳۶۰۰۰\frac{J}{Kg}$
$\theta_e = ۰^\circ C$

$$۰/۶ \times ۴۲۰۰ \times (۰ - ۴۰) + m_۲ \times ۳۳۶۰۰۰ = ۰$$

$$-۱۰۰۸۰۰ = -m_۲ \times ۳۳۶۰۰۰$$

$$m_۲ = \frac{۱۰۰۸۰۰}{۳۳۶۰۰۰} = ۰/۳kg = ۳۰۰g$$

تمرین :

یک گرمکن که باآهنگ ثابت ۵۰۰ وات انرژی تولید می کند،به طور کامل در یک قطعه یخ بزرگ با دمای ۰°C گذاشته شده است.درمدت ۱۳۲۰ ثانیه،۲kg آب با دمای ۰°C تولیدمی شود.گرمای نهان ویژهٔذوب یخ را حساب کنید.

پاسخ:

$$L_F = ۳۳۰۰۰۰ \frac{J}{Kg}$$

$$\begin{cases} p = ۵۰۰\,w \\ \text{یخ } ۰\,^\circ C \Longrightarrow \text{آب } ۰\,^\circ C \\ t = ۱۳۲۰\,s \\ m = ۲kg \\ L_F = ? \end{cases} \qquad \begin{cases} Q = pt \\ Q_F = mL_F \end{cases} \Rightarrow pt = mL_F \Rightarrow L_F = \frac{pt}{m} = \frac{۵۰۰ \times ۱۳۲۰}{۲}$$

$$L_F = ۳۳۰,۰۰۰ \frac{J}{kg}$$

تمرین :

یک گرمکن الکتریکی می‌تواند در مدت نیم دقیقه مقداری یخ را به نقطهٔ ذوب برساند و دو دقیقهٔ دیگر طول می کشد تا تمام آن را ذوب کند، دمای اولیه‌ی یخ چند درجه‌ی سلسیوس بوده است؟

(یخ $C = ۲۱۰۰ \frac{J}{Kg^{\circ}C}$ ، $L_F = ۳۳۶ \frac{KJ}{Kg}$)

پاسخ:

$\theta_1 = -۴۰^{\circ}C$

پاسخ:

توان گرمکن ثابت وبرابر $\frac{Q}{\Delta t}$ است بنابراین در بازه‌های زمانی مختلف می‌توان نوشت:

$$\Delta t_1 = ./۵\,\text{min} = ۳۰\,\text{s}$$

$$\theta_۲ = ۰^\circ C$$

$$\Delta t_۲ = ۲\,\text{min} = ۱۲۰\,\text{s}$$

$$\theta_1 = ?$$

$$c = ۲۱۰۰ \frac{J}{Kg^\circ C}$$

$$L_F = ۳۳۶۰۰۰ \frac{J}{Kg}$$

$$P = \frac{Q_۱}{\Delta t_1} = \frac{Q_F}{\Delta t_۲}$$

$$\frac{mc\Delta\theta}{\Delta t_1} = \frac{mL_F}{\Delta t_۲}$$

$$\frac{۲۱۰۰ \times (۰ - \theta_1)}{۳۰} = \frac{۳۳۶۰۰۰}{۱۲۰}$$

$$\frac{-۲۱ \times (\theta_1)}{۱} = \frac{۳۳۶۰}{۴}$$

$$\theta_1 = -\frac{۳۳۶۰}{۴ \times ۲۱}$$

$$\theta_1 = -۴۰^\circ C$$

نکته ۱:

اگر یکی از ماده‌های مبادله کننده‌ی گرما مقدار نامحدود و زیادی از آب $0^{\circ}C$ بود مثل استخر پر از آب $0^{\circ}C$ یا ظرف بزرگی حاوی آب $0^{\circ}C$ ،آنگاه دمای تعادل هم $0^{\circ}C$ است.

نکته ۲:

اگر یکی از ماده‌های مبادله کنندهٔ گرما مقدار نامحدودو زیادی یخ $0^{\circ}C$ بود بازهم دمای تعادل در این وضعیت $0^{\circ}C$ است.

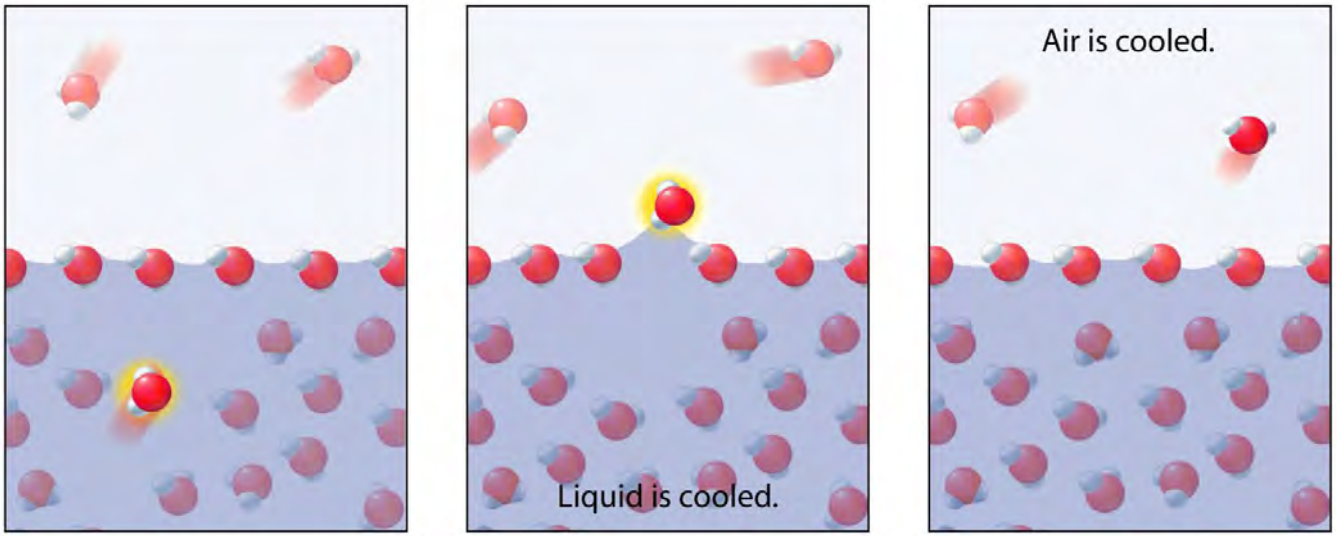
موضوع : جوش ومیعان

تبخیر سطحی

بخارشدن مایع‌ها ازسطح آزاد آن‌ها دردمای محیط،را تبخیرسطحی می‌گوییم.

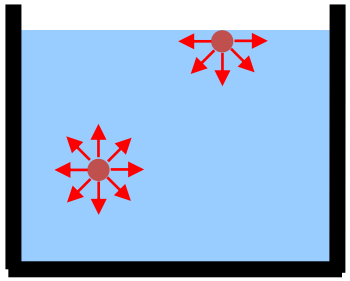
نکته:

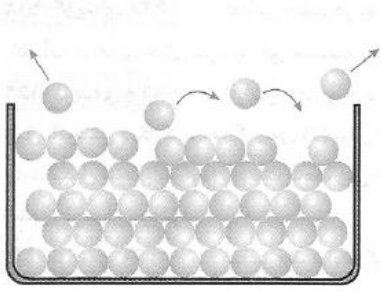
تا پیش از رسیدن به نقطهٔ جوش مایع، تبخیر به طور پیوسته ای از سطح مایع رخ می دهد .



پرسش:

درتبخیرسطحی گرمای لازم برای تبخیر ازچه منبعی تامین می شود؟





پاسخ:

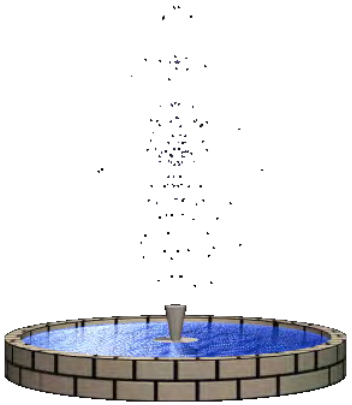
این گرما راملولکول های سطح ازمحیط پیرامون ودر اغلب مواقع ازمولکول های زیرین دریافت می کنند.

نکته:

تازمانی که دمای مایع به نقطهٔجوش نرسیده حبابی تشکیل نخواهد شد.

نکته:

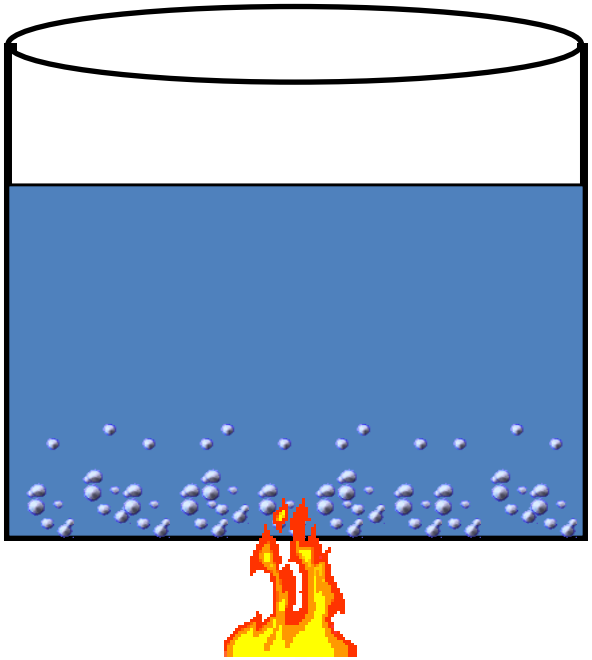
عمل تبخیر گرماگیر است،مولکول‌های بخار شده،انرژی گرمایی لازم جهت تبخیر را ازمولکول‌های باقی‌مانده می‌گیرند.در نتیجه، انرژی درونی مایع باقی‌مانده کاهش یافته و دمای آن نیز کاهش می‌یابد .



شباهت تبخیر سطحی و جوش :

۱-درهردومایع به بخارتبدیل می شود.

۲-هردوگرماگیرند.

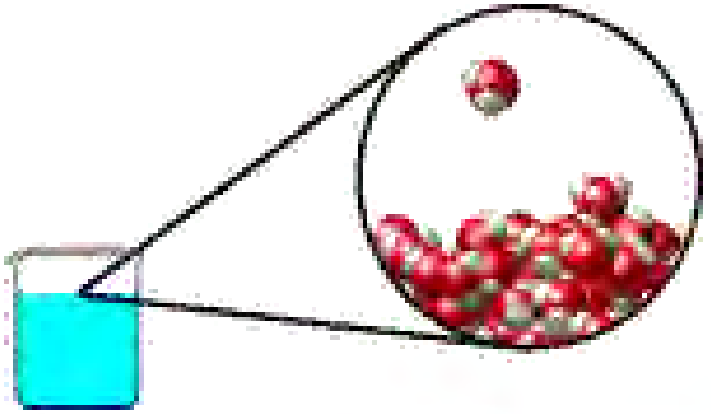


تفاوت تبخیر سطحی و جوش :

۱-تبخیرسطحی درهردمایی صورت می‌گیرد،ولی جوشیدن مایع درنقطهٔ جوش صورت می‌گیرد

۲-درتبخیرسطحی فقط مولکول‌های سطح مایع به بخارتبدیل می‌شوند، ولی درجوش مولکول‌های زیرین مایع نیز بخارشده وازسطح مایع خارج می‌شوند .

۳-درتبخیرسطحی باحباب (قل زدن)همراه نیست ،ولی در جوش باقل زدن (وصدای غلغل کردن) همراه است .



آهنگ تبخیر سطحی چگونه افزایش می یابد؟

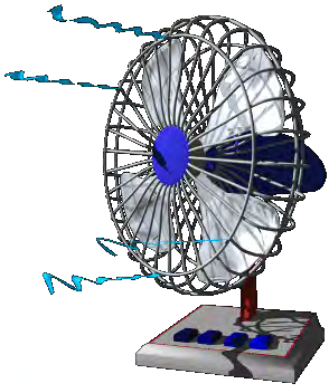
۱-«افزایش دمای محیط»

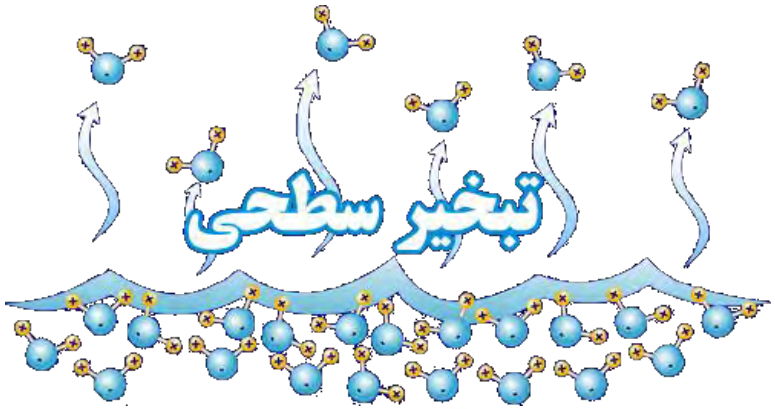
۲-«افزایش مساحت سطح آزادمایع»

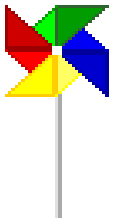
۳-«وزش باد»

۴-«کاهش رطوبت»

۵-«کاهش فشارهوا»







پرسش:

وقتی مقداری بنزین والکل روی دست شما می ریزد احساس خنکی می کنید،علت چیست؟

پاسخ:

بنزین والکل ازپوست دست شما گرما می گیرندتابه بخارتبدیل شوند، بنابر این دست شما به دلیل ازدست دادن گرما احساس خنکی می کند.

پرسش:

چگونه عرق کردن به خنک نگه داشتن بدن کمک می کند؟

پاسخ:

وقتی بدن عرق می کندآبی روی سطح بدن ایجادمی شود،این آب برای بخار شدن ازپوست گرما می گیرد که سبب احساس خنکی می شود(درواقع تبخیر عرق بدن،یکی از راه های کنترل دمای بدن است)

پرسش:

چرا قرار دادن دستمال خیس روی بدن شخص تب دار به پایین آوردن دمای بدن بیمارکمک می کند؟

پاسخ:

برای آن که آب درون دستمال تبخیر شود،نیاز به گرما دارد.این گرما از طریق بدن شخص بیمار تامین می شود وبدین ترتیب باعث پایین آمدن بدن بیمار می شود

۳-نقطه ی جوش

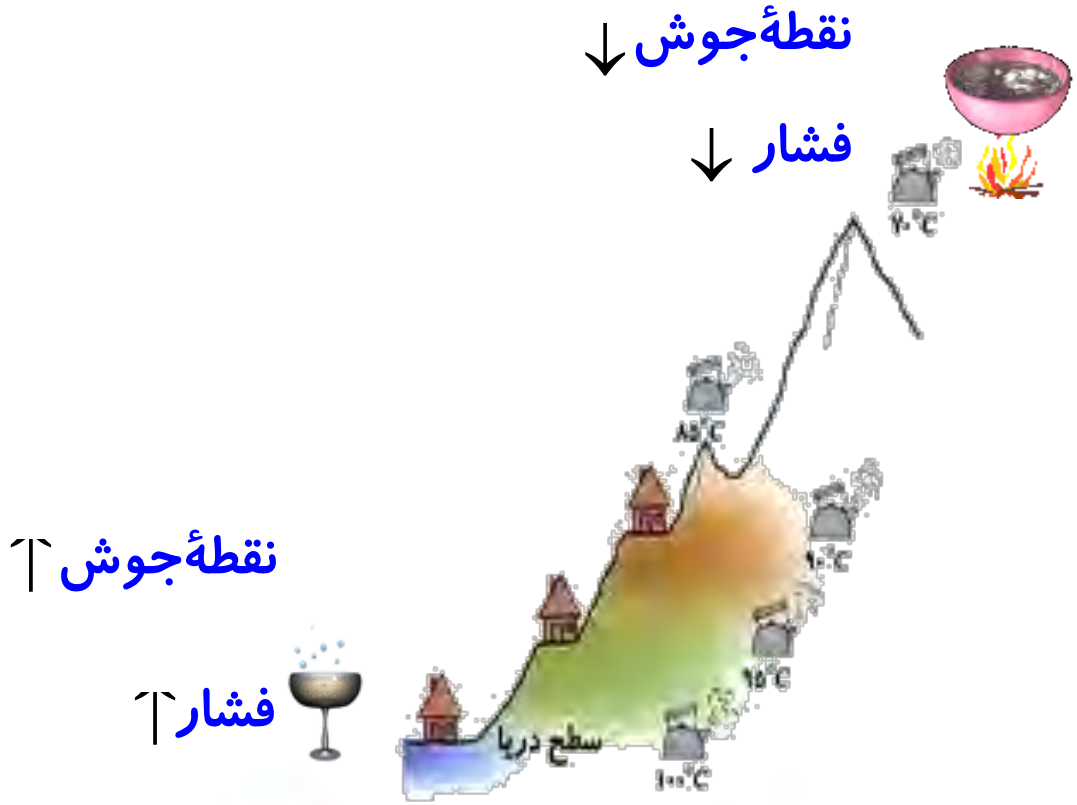
هرمایعی دردمای ثابتی به نام دمای جوش که به **جنس** و **فشار** وارد برآن بستگی دارد ، به جوش آمده و تبدیل به بخار می‌شود .

Vaporization

نکته

افزایش فشار، سبب بالا رفتن دمای جوش آب می‌شود .

کاهش فشار، سبب پایین آمدن نقطه ی جوش آب می‌شود .

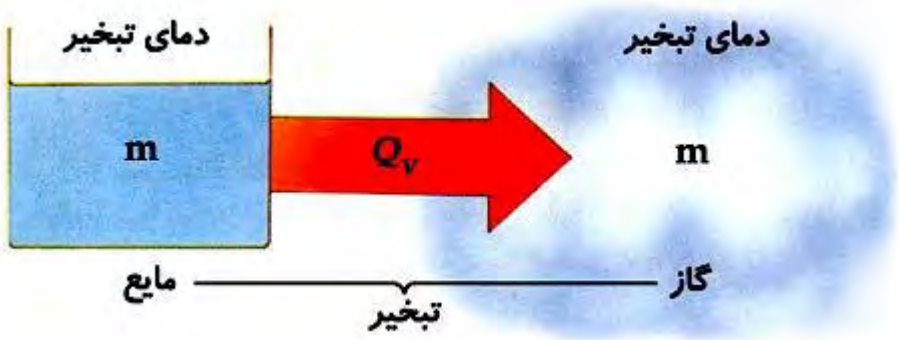


گرمای تبخیر Q_v

مقدار گرمایی است که هرمایع درنقطه‌ی جوش خود می‌گیرد تا به بخاردرهمان دماتبدیل شود.

نکته:

گرمای تبخیر جسم به جنس جسم و جرم آن بستگی دارد.



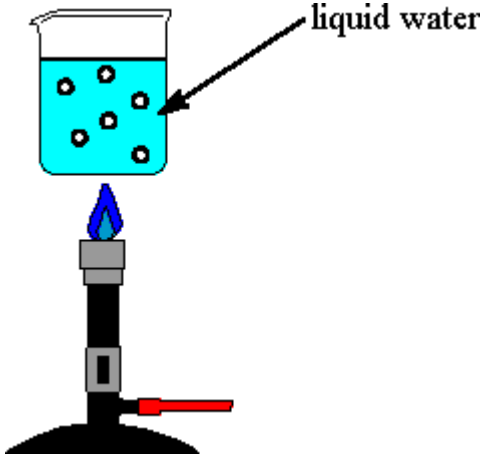
آب ۱۰۰ °c

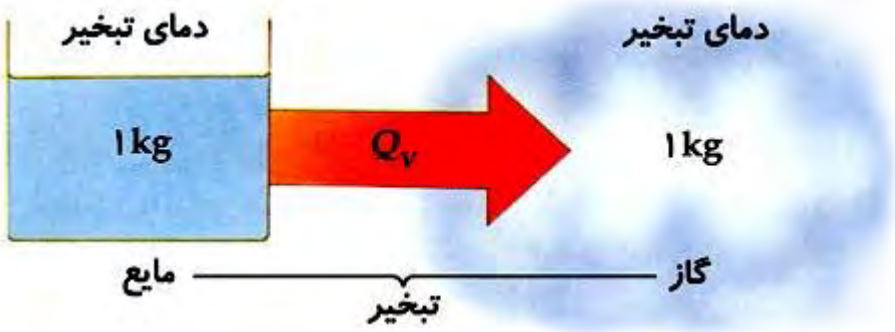
بخارآب ۱۰۰ °c

گرمای نهان تبخیر: L_V

گرمایی است که به یک کیلوگرم از مایع در نقطه‌ی جوش می‌دهیم تا به بخار درهمان دماتبدیل شود

گرمای تبخیر واحد جرم اجسام را **گرمای نهان تبخیر** گویند. $L_v = \frac{Q_v}{m}$





نکته:

گرمای نهان تبخیر اجسام فقط به جنس آنها بستگی دارد.

فرمول گرمای تبخیر: Q_V

$$Q_V = mL_V$$

گرمای نهان تبخیر	جرم جسم مایع	گرمای تبخیر
ژول بر کیلوگرم	کیلوگرم	ژول

پرسش:

چرا افزایش فشارنقطهٔ جوش همهٔ موادرا بالا می برد؟

پاسخ:

زیرا وقتی فشار واردبرسطح مایع زیادمی شود،مولکول ها **برای جدا شدن** ازمایع وبخارشدن،باید**انرژی جنبشی بیشتری** داشته باشند.یعنی دردمای بالاتری قراربگیرند.

پرسش۴-۴:

چرا در جدول زیر گرمای تبخیر آب با افزایش دمای آن کاهش می یابد؟

پاسخ:

جدول ۴ــ۵ مقادیر L_V برای آب در دماهای مختلف*	
دما ($^\circ C$)	L_V (kJ/kg)
۰	۲۴۹۰
۱۵	۲۴۵۴
۵۰	۲۳۷۴
۱۰۰	۲۲۵۶
۱۵۰	۲۱۱۵
۲۰۰	۱۹۴۰

* مقادیر تا $100^\circ C$ در فشار ۱atm است.

با افزایش دماجنبش مولکولها افزایش یافته درنتیجه پیوندبین آنها سست تر می شودومولکول ها برای جدا شدن ازسطح به انرژی کمتری نیاز دارند؛بنابر این با افزایش دمای آب گرمای کمتری برای تبخیرآن نیاز است.

تمرین :

چند کیلوژول گرما لازم است تا ۲۰۰g آب ۲۰°c به بخار آب ۱۰۰°C تبدیل شود؟

(آب $C = ۴۲۰۰ \frac{J}{Kg^{\circ}C}$ ، بخار $L_v = ۲۲۵۶ \frac{KJ}{Kg}$)

پاسخ:

$Q_{کل} = ۵۱۸/۴kj$

پاسخ:

این پرسش با مراحل زیر حل می‌شود:

بخار آب ۱۰۰ °c $\xrightarrow{Q_V}$ آب ۱۰۰ °c $\xrightarrow{Q_1}$ آب ۲۰ °c

گرمای لازم برای تغییر حالت

گرمای لازم برای تغییر دما

$$Q_1 = mc\Delta\theta \rightarrow Q_1 = ./۲ \times ۴۲۰۰ \times (۱۰۰ - ۲۰) = ۶۷۲۰۰J$$

+

$$Q_V = mL_V \rightarrow Q_v = ./۲ \times ۲۲۵۶۰۰۰ = ۴۵۱۲۰۰J$$

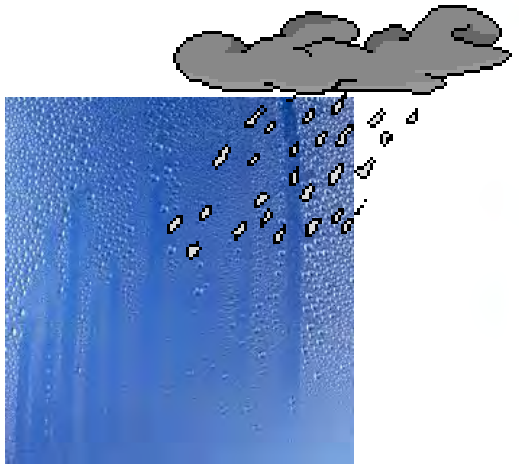
$$Q_{کل} = Q_1 + Q_v \rightarrow Q_{کل} = ۶۷۲۰۰ + ۴۵۱۲۰۰ = ۵۱۸۴۰۰\ J = ۵۱۸/۴kJ$$

۴) میعان:

فرآیند میعان وارون فرآیند تبخیر است یعنی دراین فرآیندبخار به مایع در همان دماتبدیل می‌شود

دمای نقطه‌ی میعان یک ماده با دمای نقطه‌ی جوش آن برابراست به طورمثال دمای نقطه‌ی میعان آب $100\ ^oC$ است.

هر بخار هنگام میعان همان قدر گرما از دست می‌دهد که به هنگام تبخیر می‌گیرد



نکته:

گرمای نهان میعان منفی گرمای نهان تبخیر است

اگر ازبخارآب$100^{\circ}C$ گرمابگیریم،دمای آن کاهش نمی یابدبلکه تغییرحالت داده و به آب $100^{\circ}C$ تبدیل می‌شود

بخارآب$100^{\circ}C$

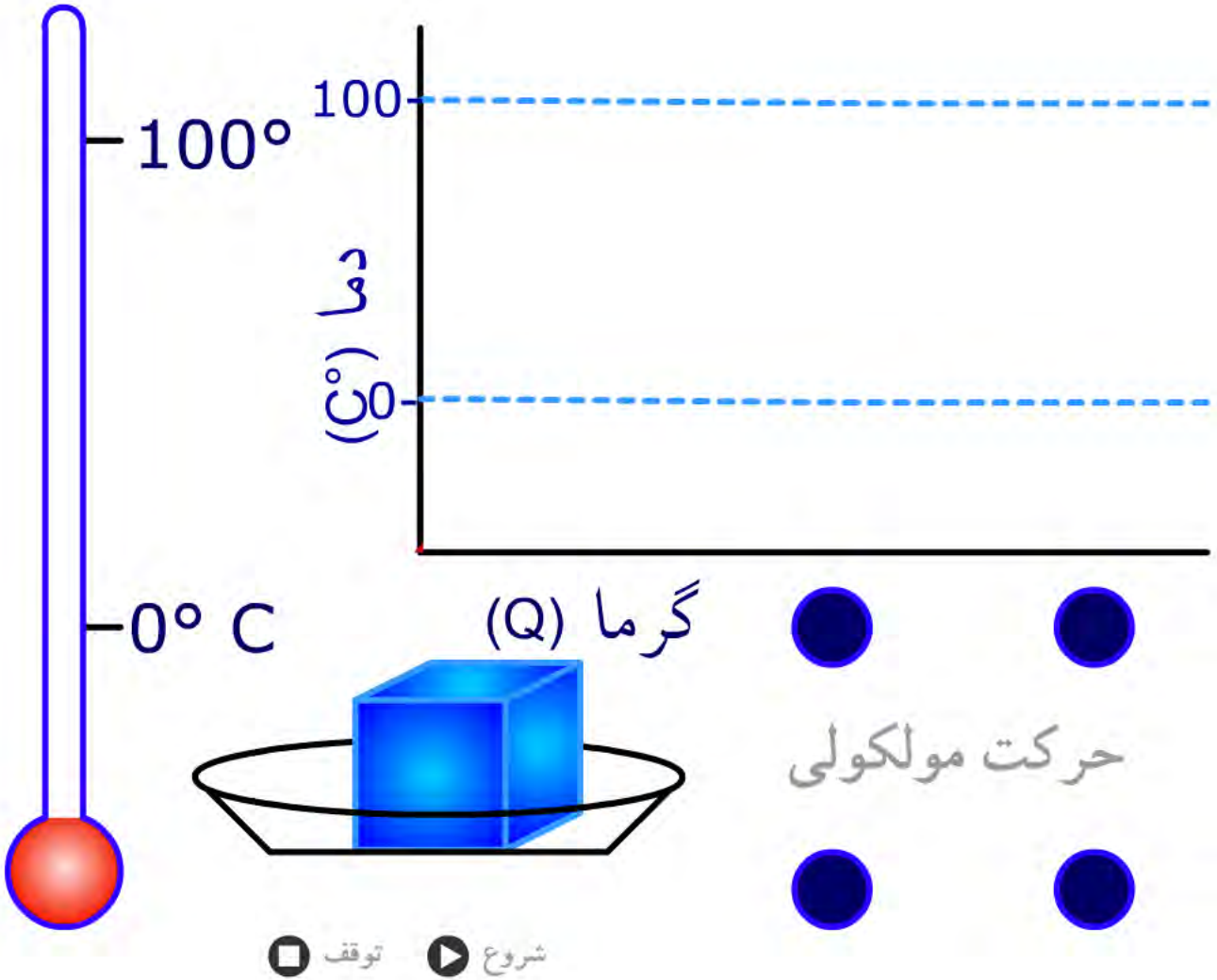
آب$100^{\circ}C$

فرمول گرمای میعان: Q_V

$$Q_V = -mL_V$$

- Q_V: گرمای میعان — ژول
- m: جرم گاز — کیلوگرم
- L_V: گرمای نهان تبخیر — ژول بر کیلوگرم

انیمیشن تحول یخ به بخارآب



تمرین :

گرمکنی درهر ثانیه ۲۰۰J انرژی فراهم می کند.چه مدت زمان طول می کشد تا این گرمکن ۱kg/ ۰ آب ۰°C ۱۰۰ را به بخار آب ۰°C ۱۰۰ تبدیل کند؟ $L_V = ۲۲۵۶ \frac{KJ}{Kg}$

پاسخ:

$t = ۱۱۲۸s$

$$\begin{cases} p = ۲۰۰w \\ t = ? \\ m = ./۱kg \end{cases} \quad \begin{cases} Q = pt \\ Q_V = mL_V \end{cases} \quad pt = mL_v \Rightarrow t = \frac{mL_v}{p} = \frac{./۱ \times ۲۲۵۶ \times ۱۰^{۳}}{۲۰۰}$$

$$t = ۱۱۲۸s$$

بخار آب ۰°C ۱۰۰ ⟸ آب ۰°C ۱۰۰

$L_F = ?$

تمرین :

بدن یک شخص با آب ترشده است چه مقدارآب تبخیرشودتا دمای بدن شخصی به جرم$50kg$را،1^0Cسردترکند؟

(گرمای ویژهٔ آب $C_{\text{شخص}} = 3480 \frac{J}{Kg}$ **، گرمای تبخیرآب** $L_V = 2/42 \times 10^6 \frac{J}{Kg}$ **)**

پاسخ:

$m_{\text{آب}} \approx ./072kg$

فرض می کنیم تمام انرژی لازم برای تبخیر آب، از بدن شخص گرفته شود

$$Q_{\text{آب}} = \left|Q_{\text{شخص}}\right|$$

$$m_{\text{آب}} L_F = m_{\text{شخص}} c_{\text{شخص}} \left|\Delta\theta\right|$$

$$m_{\text{آب}} = \frac{m_{\text{شخص}} c_{\text{شخص}} \Delta\theta}{L_F}$$

$$m_{\text{آب}} = \frac{50 \times 3480 \times 1}{2/42 \times 10^6} = ./072kg$$

تمرین :

در چالهٔ کوچکی $1kg$ آب $0^{\circ}C$ قرار دارد.اگربراثر تبخیرسطحی قسمتی از آب تبخیر شود و بقیهٔآن یخ ببندد، جرم آب یخ زده چقدر است؟

($L_f = 334 \frac{KJ}{Kg}$ یخ ، $L_v = 2490 \frac{KJ}{Kg}$ بخار)

پاسخ:

$m_1 \approx 0/88kg$

پاسخ :

درحین یخ زدن جرم m_1 آب 0^0C مقدار گرمایی برابر Q_F آزادشده وباعث تبخیر m_2 آب می شود.

جرم m_1 آب 0^0C $\xleftarrow{Q_F}$ جرم m_1 یخ 0^0C

جرم m_2 بخار آب 0^0C $\xrightarrow{Q_V}$ جرم m_2 آب 0^0C

$$\left.\begin{array}{l} |Q_F| = |Q_V| \Rightarrow m_1 L_F = m_2 L_V \\ m_1 + m_2 = 1kg \end{array}\right\} m_1 L_F = (1 - m_1) L_V \Rightarrow m_1 L_F = L_V - m_1 L_V$$

$$\Rightarrow m_1 = \frac{L_V}{L_F + L_V} \Rightarrow m_1 = \frac{2490}{2490 + 334} \approx 0/88kg$$

تمرین :

یک گرمکن الکتریکی می‌تواند در مدت ۱۰ دقیقه، ۱۰۰g یخ صفردرجه را به آب صفردرجه تبدیل کند. این گرمکن همین آب را تقریباً در مدت چند دقیقهٔ به بخار آب ۱۰۰ درجه تبدیل می کند؟

(آب $C = ۴/۲ \frac{kJ}{Kg\,^{\circ}C}$ ، $L_F = ۳۳۶ \frac{KJ}{Kg}$ ، $L_v = ۲۲۵۶ \frac{KJ}{Kg}$)

پاسخ:

$t_۲ \approx ۸۰ \min$

پاسخ:

توان گرمکن ثابت وبرابر $\frac{Q}{\Delta t}$ است بنابراین در بازه‌های زمانی مختلف می‌توان نوشت:

$$P = \frac{Q_F}{\Delta t_1} = \frac{Q_2 + Q_v}{\Delta t_2}$$

$$\frac{mL_F}{\Delta t_1} = \frac{mc_2\Delta\theta + mL_v}{\Delta t_2}$$

$$\frac{۳۳۶۰۰۰}{۶۰۰} = \frac{۴۲۰۰ \times ۱۰۰ + ۲,۲۵۶,۰۰۰}{\Delta t_2}$$

$$\frac{۳۳۶۰۰۰}{۶۰۰} = \frac{۲,۶۷۶,۰۰۰}{\Delta t_2}$$

$$\Delta t_2 = ۴۷۷۸/۵ s = \frac{۴۷۷۸/۵}{۶۰} \approx ۸۰ min$$

$\Delta t_1 = ۶۰۰ s$

۰^0C یخ ⟶ $۰^\circ c$ آب

$\Delta t_2 = ? min$

$۰^\circ c$ آب ⟶ $۱۰۰^\circ c$ بخار آب

$L_F = ۳۳۶۰۰۰ \frac{J}{Kg}$

$c_2 = ۴۲۰۰ \frac{J}{Kg \cdot c}$

$L_v = ۲,۲۵۶,۰۰۰ \frac{J}{Kg}$

فعالیت۴-۱۰:

الف) بررسی کنید از دیدگاه مولکولی، افزایش دما و افزایش مساحت سطح مایع چگونه بر آهنگ تبخیر سطحی مایع اثر می گذارد؟

پاسخ:

۱)با **افزایش دما** انرژی جنبشی مولکول ها افزایش یافته ومولکول های بیشتری تندی کافی رابرای فرار از چنگ کشش سطحی مایع پیدا می کنند.بنابراین آهنگ تبخیر سطحی افزایش می یابد.

۲) با **افزایش مساحت مایع**،تعدادمولکول های جدا شده(فرارازسطح)نیزبیشترمی شود.درنتیجه آهنگ تبخیر سطحی افزایش می یابد.

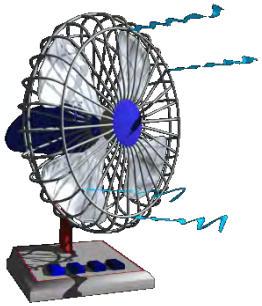
فعالیت۴-۱۰:

ب)با بررسی تبخیر سطحی در شرایط مختلف سعی کنید از راه تجربه، عامل یاعامل های دیگری را پیدا کنید که بر آهنگ تبخیر سطحی مؤثر باشند.

پاسخ:

۱-جنس مایع:تبخیر سطحی دربرخی مایع ها بیشترازسایر مواددیگر است. مثلاً تبخیر سطحی در الکل بسیار بیشتر ازآب است.

۲-فشارسطح مایع:فشارسطح مایع وتبخیرسطحی نسبت عکس دارندیعنی اگرسطح آزاد مایع را درمعرض نسیم(یا باد پنکه) قراردهیم.طبق اصل برنولی جریان هوا برروی سطح مایع باعث کاهش فشاردرسطح مایع ودرنتیجه افزایش آهنگ تبخیر سطحی می شود.



فعالیت۴-۱۰:

پ)تحقیق کنید کوزه های سفالی چگونه می توانند آب داخل خود را خنک کنند.

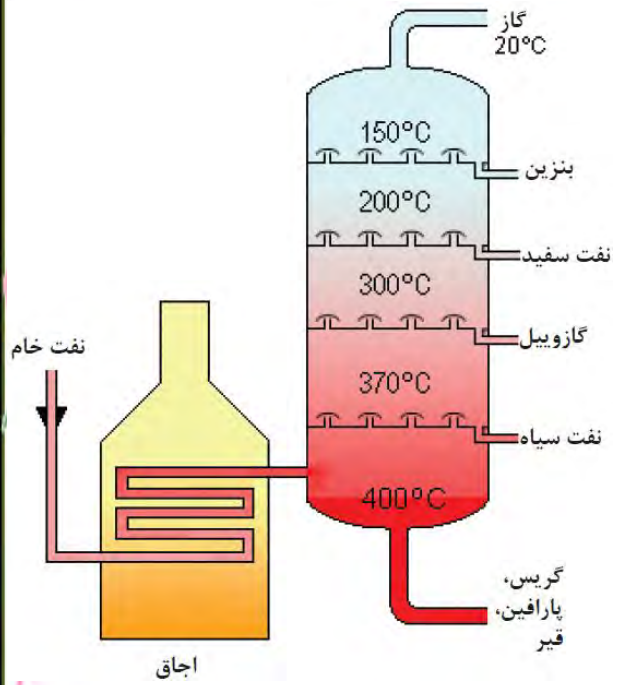
پاسخ:

پ) کوزهٔسفالی به علت دیواره متخلخل و داشتن سطح تراوا آب را ازداخل به بدنه خارجی خودمنتقل می کنندوچون تبخیر فرآیندی گرماگیر است. این مولکول های آب برای تبخیر شدن،ازبدنه کوزه گرما گرفته وآب درون کوزه خنک می شود.آب می تواند به درون بدنه کوزه نفوذ کند و مولکولهایی که جذب بدنه کوزه می شوند برای تبخیر از کوزه گرما می گیرند و آن را سرد می کنند

فعالیت۴-۱۱:

از تفاوت نقطهٔ جوش اجسام مختلف درصنعت،استفادهٔ زیادی می شود.تحقیق کنید چگونه از این ویژگی برای جدا کردن محصولات نفتی استفاده می شود؟

پاسخ:



اگرنفت خام را چنان حرارت دهیم که ناگهان همهٔ اجزای آن تبدیل به بخار گردد و سپس آنها را سرد کنیم تا به مایع تبدیل شوند، اجزای مختلف نفت خام با نقاط جوش مختلف را می توان در یک ستون تقطیر از هم جدا کرد. سبک ترین محصولات با پایین ترین نقطهٔ جوش از بالای ستون و سنگین ترین محصولات با بالاترین نقطهٔ جوش از پایین ستون خارج می شود.

پرسش۴-۵:

الف)چرا غذا در دیگ زودپز، زودتر پخته می شود؟

ب)دلیل دیرتر پخته شدن تخم مرغ در ارتفاعات چیست؟ کوهنوردان برای رفع این مشکل چه کاری انجام می دهند؟

پاسخ:

الف)دردرون دیگ زودپز،با افزایش فشاربخارآب برروی سطح مایع درون دیگ،نقطهٔ جوش افزایش می یابد و در نتیجه مواد درون زودپز در دمای بالاتر و سریع ترپخته می شود.

ب)درارتفاعات،به دلیل کاهش فشارهوا نقطهٔجوش آب پایین می آید.درنتیجه تخم مرغ دردمای کمتری قرار گرفته و زمان پختن را طولانی می کند.

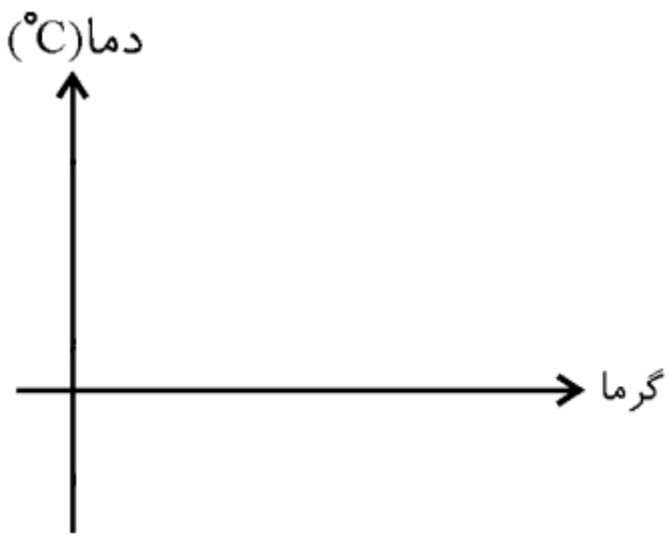
معمولاً کوهنوردان مقداری نمک داخل آب می ریزندیا ظروف دربسته برای آب پزکردن تخم مرغ استفاده می کنند.

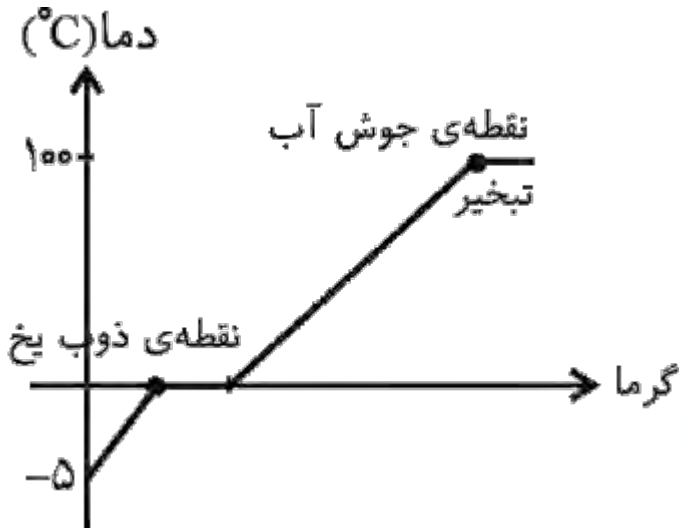
پرسش:

به مقداری یخ $-5\ ^{0}C$ گرما می‌دهیم تا به بخار آب جوش تبدیل شود.با رسم نموداری مرحله‌های تغییر و تبدیل را روی نمودار نشان دهید.

پاسخ:

درتغییرحالت،دماثابت است ودربقیهٔموردها با دادن گرما،دما افزایش می‌یابد.





تمرین ۴-۶:

قطعه یخی به جرم $1\,kg$ و دمای اولیهٔ $-20\,^{\circ}C$ را آن قدر گرم می کنیم تا تمام آن تبدیل به بخار $100\,^{\circ}C$ شود. کل گرمای مورد نیاز برای این تبدیل چند کیلو ژول است؟

پاسخ:

تمرین ۴-۶:

پاسخ : این پرسش با تحول‌های زیر حل می‌شود:

θ_1 یخ $-۲۰^\circ C$ $\xrightarrow{Q_1}$ θ_2 یخ $۰^\circ C$ $\xrightarrow{Q_F}$ θ'_1 آب $۰^\circ C$ $\xrightarrow{Q_2}$ θ'_2 آب $۱۰۰^\circ C$ $\xrightarrow{Q_v}$ θ'_3 بخار $۱۰۰^\circ C$

گرمای لازم برای تغییر دما — گرمای لازم برای تغییر حالت — گرمای لازم برای تغییر دما — گرمای لازم برای تغییر حالت

$$Q_1 = mc_{\text{یخ}}\Delta\theta \rightarrow Q_1 = ۱\times ۲۲۰۰\times(۰-(-۲۰)) = ۴۴۰۰۰J$$

$$Q_F = mL_F \rightarrow Q_F = ۱\times ۳۳۴۰۰۰ = ۳۳۴,۰۰۰J$$

$$Q_2 = mc_{\text{آب}}\Delta\theta' \rightarrow Q_2 = ۱\times ۴۲۰۰\times(۱۰۰-۰) = ۴۲۰,۰۰۰J$$

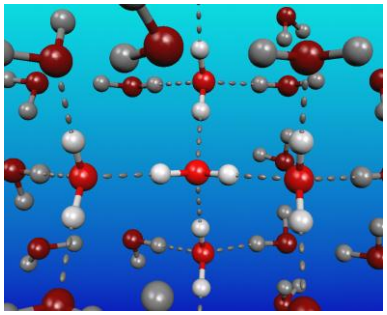
$$Q_v = mL_v \rightarrow Q_v = ۱\times ۲,۲۵۶,۰۰۰ = ۲,۲۵۶,۰۰۰J$$

$$Q_{\text{کل}} = Q_1 + Q_F + Q_2 + Q_v \rightarrow$$

$$Q_{\text{کل}} = ۴۴,۰۰۰ + ۳۳۴,۰۰۰ + ۴۲۰,۰۰۰ + ۲,۲۵۶,۰۰۰ = ۳,۰۵۴KJ$$

فعالیت۴-۱۳:

در فرایندهای تغییر حالت(تغییرفاز)دما تغییر نمی کند، اما انرژی درونی ماده تغییر می کند. در این باره تحقیق کنید.



پاسخ:

انرژی درونی مجموع انرژهای جنبشی وانرژی پتانسیل اتمها ومولکول های تشکیل دهنده جسم است. وقتی جسم گرم می شود،چون انرژی جنبشی ذرات تشکیل دهندهٔ آن افزایش می یابد،انرژی درونی آن بیشتر می شود.اما درزمان تغییر حالت ماده، چون گرمای داده شده صرف غلبه برنیروهای بین مولکولی می شود انرژی جنبشی متوسط مولکول ها تغییر نمی کند،بنابر این دما،ثابت می ماندولی با ازبین رفتن نیروهای بین مولکولی ،انرژی پتانسیل آنها افزایش می یابد درنتیجه انرژی درونی ماده بیشتر می شود.

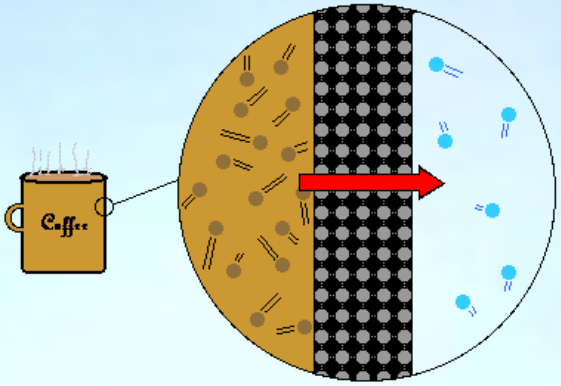
پرسش:

گرمای نهان ویژهٔتبخیر برای آب $L_V=2256 kJ/kg$ وگرمای نهان ویژهٔ ذوب برای آب $L_F=336 kJ/kg$ است آیا می توانید علت بزرگ تر بودن L_Vرا از L_F بیان کنید.

پاسخ:

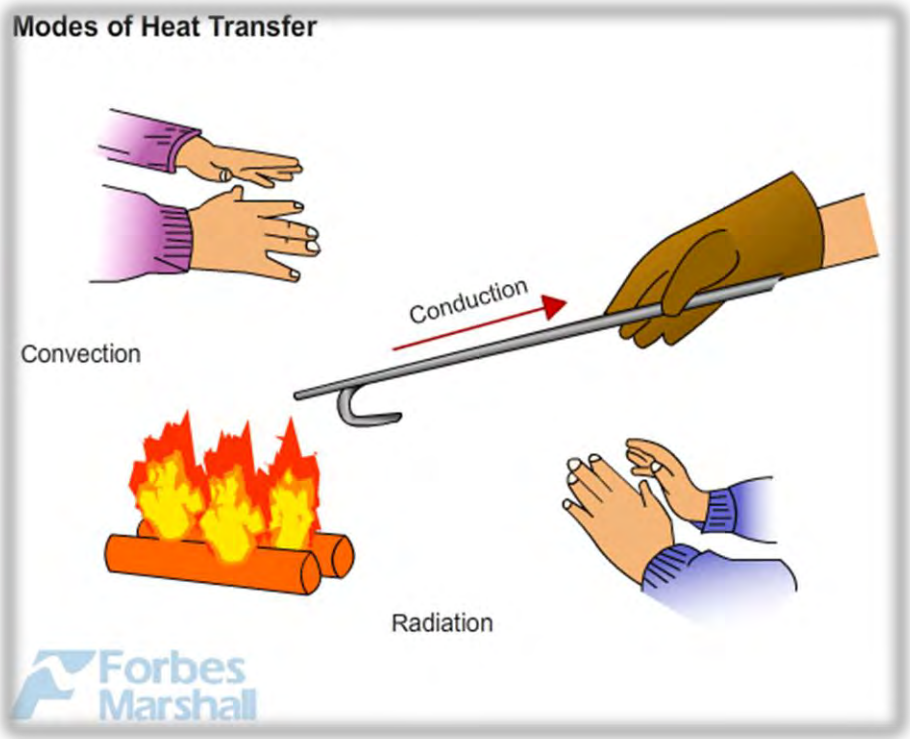
هنگامی که جامددرنقطهٔذوب گرمامی گیردگرماصرف سست شدن پیوندهای جامدوتبدیل آن به مایع می شوداماًدرنقطهٔجوش پیوندهاشکسته شده ومولکول ها ازهم جدا شده ومایع به بخارتبدیل می شودکه شکستن پیوندها به گرمای (انرژی)بیشتری نیاز دارد

موضوع :روش های انتقال گرما

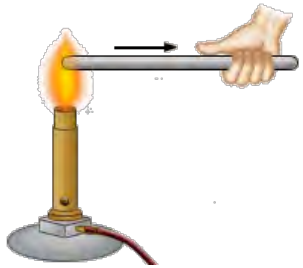


انتقال گرما

اختلاف دما باعث شارش گرما از جسم با دمای بالاتر به جسم با دمای پایین تر می شود. این شارش گرما به سه صورت انجام می شود:

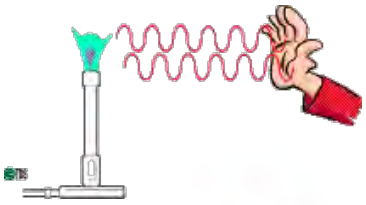


۱-رسانش

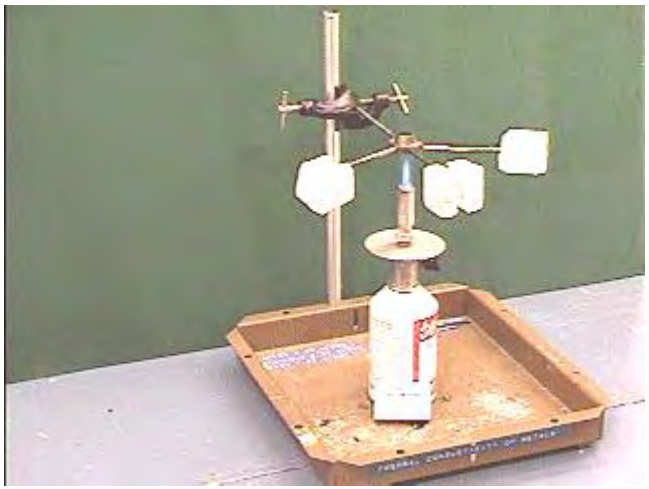


۲- همرفتی

۳- تابش



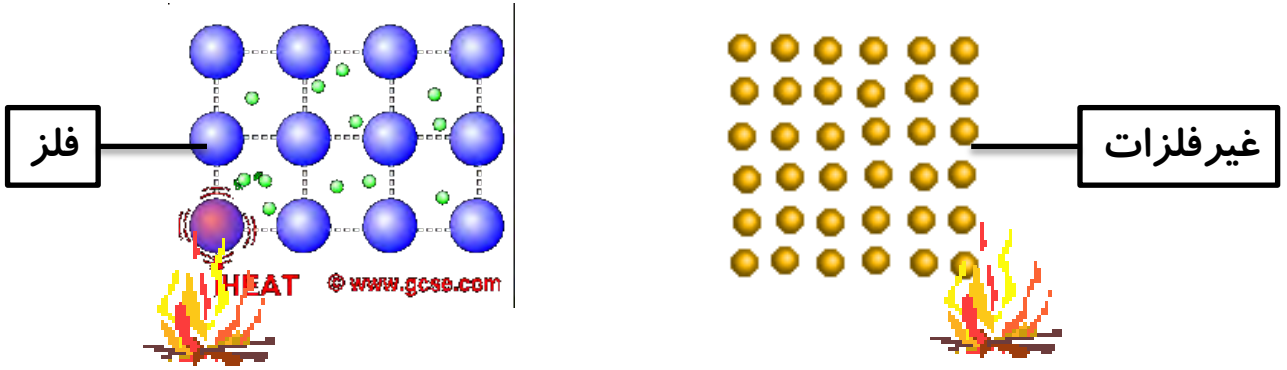
آزمایشی طراحی کنید که نشان دهدآهنگ رسانش گرما در موادمختلف، متفاوت است؟



پرسش:

چرا رسانش گرمایی درفلزات بیشترازغیرفلزات است؟

پاسخ:



درغیرفلزات گرما فقط ازطریق ارتعاش اتم ها انتقال می یابد

امادرفلزات،افزون برارتعاش اتمها،الکترونهای آزاد(درون فلز)هم درانتقال گرما نقش دارند.درواقع این الکترونهای آزادکه نسبت به اتمهابسیارکوچک هستند ،در اثردریافت گرما،سرعت گرفته و به سایر الکترون ها و اتم ها برخورد می کنند وبه این ترتیب رسانندگی گرمایی فلزات را افزایش می دهند.

آهنگ رسانش گرمایی H

مقدار گرمای عبوری ازجسم درهر ثانیه راآهنگ رسانش گرماگویند.

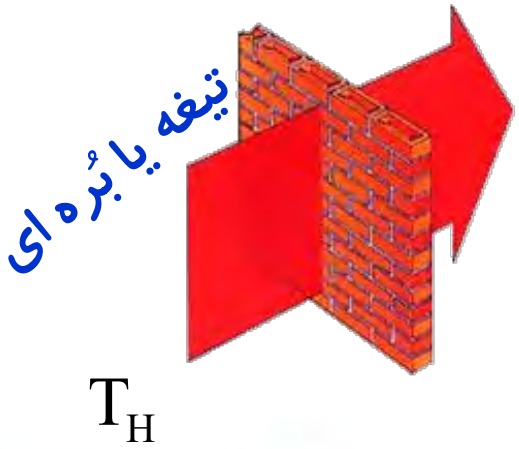
$$H = \frac{Q}{t}$$

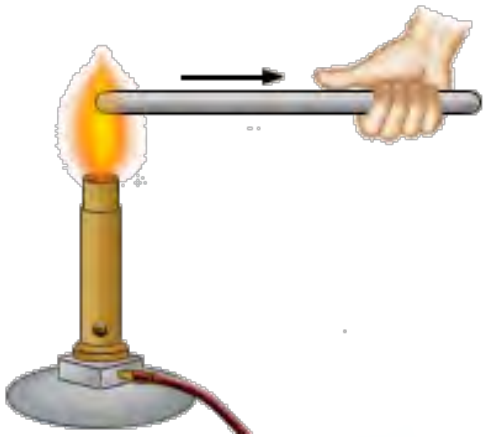
یکای آن J/S یا W است

آهنگ رسانش گرمایی دررساناهای فلزی بیشتراز سایر مواد دیگر است.

جهت شارش یا انتقال گرما ازمولکولهای گرم به طرف مولکولهای سرد است.

$$\Delta T = (T_H - T_L)$$

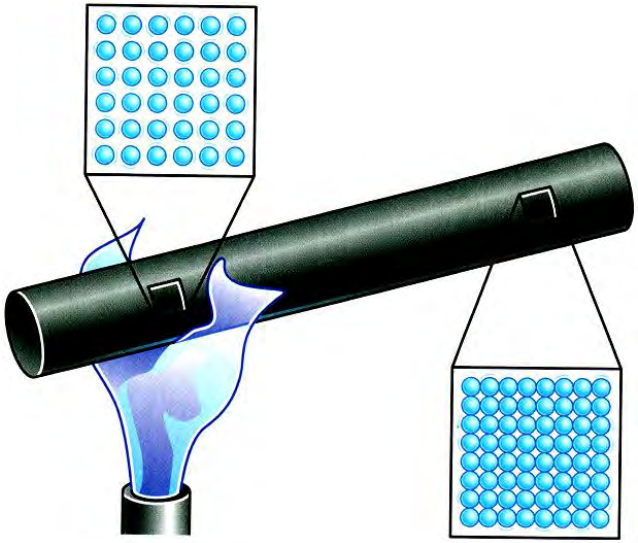


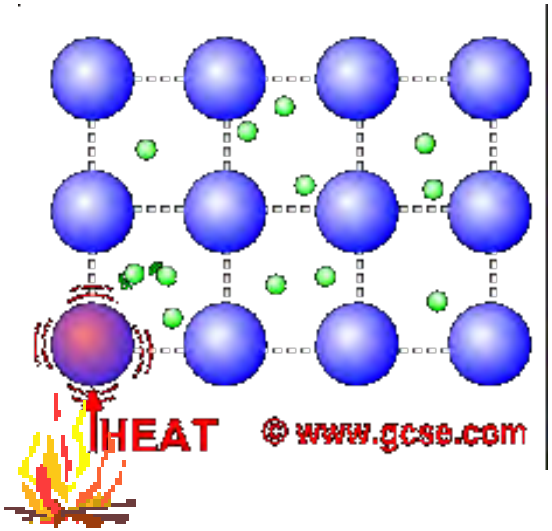


روشهای انتقال گرما

الف)رسانش گرمایی:

دراین روش به دلیل ارتعاش اتم ها وحرکت الکترون های آزاددرقسمت های گرمتر وگسترش این حرکت وارتعاشات به سراسر جسم،گرمامنتقل می شود، مانند انتقال گرما درفلزات





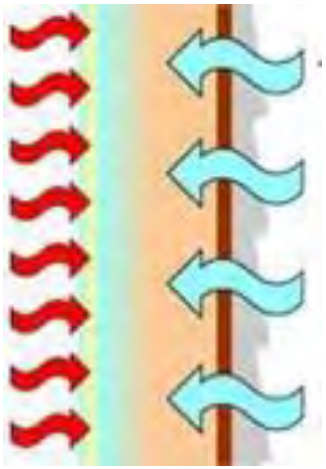
تست :

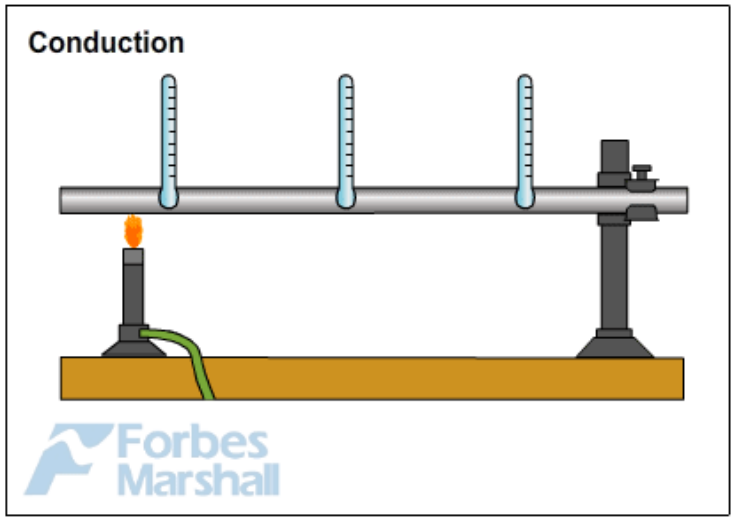
آهنگ رسانش گرما(درشرایط یکسان)در کدامیک با بقیّه متفاوت است؟

۱) پلاستیک ۲) آب ۳) مس ۴) شیشه

پاسخ : گزینه «۳» صحیح است .

پلاستیک،آب،شیشه،آهنگ رسانش گرمای کندی دارنددرصورتی که مس رسانا می باشد. بنابراین دررساناهای فلزی سهم حرکت الکترونهای آزاد دررسانش گرما بیشتراز سهم ارتعاش اتم هاست.

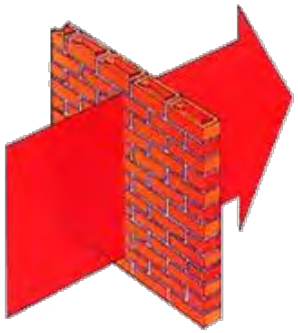




پرسش:

آهنگ شارش گرما(انتقال گرمابه روش رسانش)ازیک سرمیله(تیغه یابُره ای) به سردیگرآن به چه عواملی بستگی دارد؟

پاسخ:



۱-با طول میله(ضخامت بُره)نسبت وارون دارد $H \propto \frac{1}{L}$

۲-بامساحت مقطع میله نسبت مستقیم دارد. $H \propto A$

۳-با اختلاف دما دردو انتهای میله نسبت مستقیم دارد. $H \propto (T_H - T_L)$

۴-با جنس میله یا رسانندگی گرمایی میله نسبت مستقیم دارد. $H \propto K$

$$H = K\frac{A(T_H - T_L)}{L} \Rightarrow Q = K\frac{At(T_H - T_L)}{L}$$

پرسش:

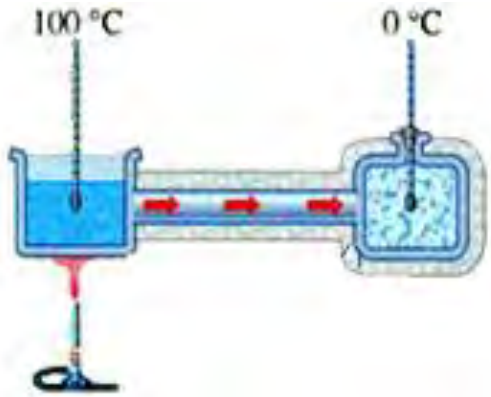
یکای رسانندگی گرمایی در SI چیست؟

پاسخ:

ابتدا k رابرحسب سایرکمیت های دیگر به دست می آوریم وسپس یکاهای این کمیت ها را دررابطه قرار می دهیم

$$Q = K\frac{At\Delta T}{L} \Rightarrow K = \frac{QL}{At\Delta T}$$

یکای رسانندگی گرمایی $K = \frac{J.m}{m^2.s.K} = \frac{J}{m.s.K} = \frac{W}{m.K}$



فرمول آهنگ شارش گرماوگرمای عبوری ازیک سرمیله به سردیگر

آهنگ شارش گرما

$$H = K\frac{A\Delta\theta}{L} \Rightarrow Q = K\frac{At\Delta\theta}{L}$$

اختلاف دما

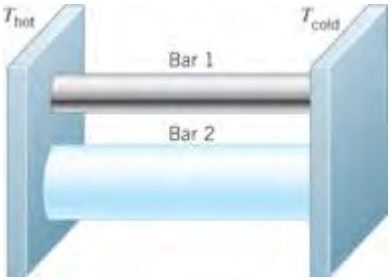
رسانندگی عبوری

گرمای عبوری

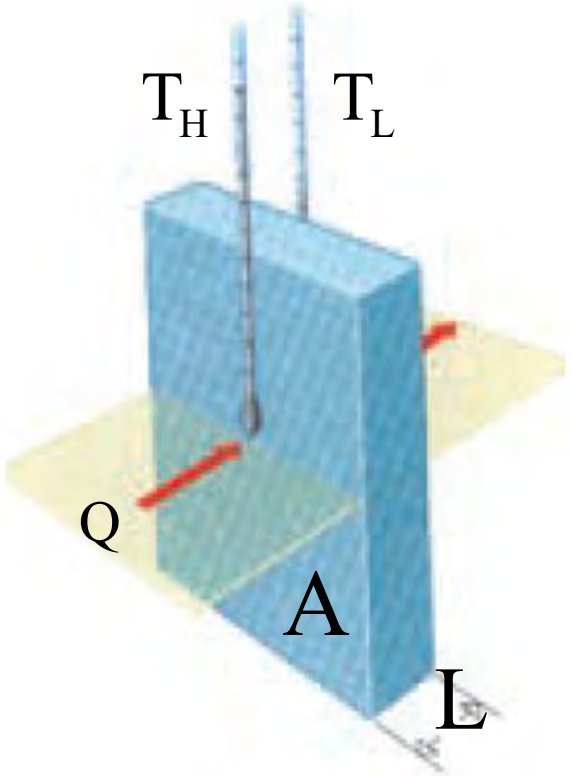
مدت زمان

مساحت سطح

طول میله یا ضخامت بُره



$$\Delta T = (T_H - T_L)$$



جدول ۴ــ ۷ رسانندگی گرمایی برخی از مواد

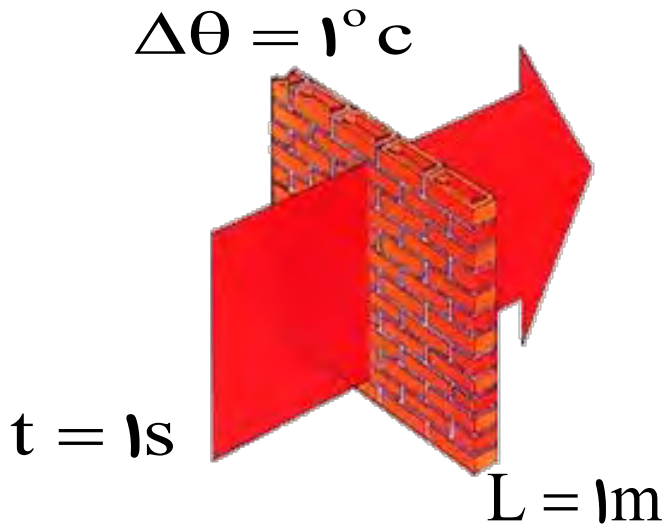
ماده	رسانندگی گرمایی (W/m.K)	ماده	رسانندگی گرمایی (W/m.K)
پشم شیشه	۰/۰۵	یخ	۲
چوب پنبه	۰/۰۴	سرب	۳۵
هوای خشک	۰/۰۲۴	آهن	۸۰
انواع چوب	۰/۱ تا ۰/۲	آلومینیم	۲۳۵
آب	۰/۶	نقره	۴۲۰
آجر	۰/۶ تا ۰/۸	مس	۴۰۰
انواع شیشه	۰/۶ تا ۱		

پرسش:

مفهوم رسانندگی گرمایی از دیوار $K = ./۶ \frac{J}{ms^{\circ}c}$ است چیست؟

پاسخ:

یعنی از هرمترمربع دیواربه ضخامت ۱متر که اختلاف دمای دو طرف آن یک درجه سلیسوس باشد در مدت یک ثانیه، ۶/. ژول انرژی عبور می کند.



تمرین ۴-۷:

مساحت استخری با کف تخت، ۸۲۰ مترمربع و عمق آن ۲متر است.در یک روز گرم دمای سطح آب$25^\circ C$ودمای کف آب$12^\circ C$ است.آهنگ رسانش گرمایی از سطح استخر به کف آن چقدر است؟ $k = ./۶\frac{w}{mk}$

پاسخ:

$$\begin{cases} A = ۸۲۰ m^۲ \\ L = ۲m \\ \theta_H = ۲۵^\circ c \\ \theta_L = ۱۲^\circ c \\ H = ? \\ K = ./۶\frac{w}{mk} \end{cases}$$

$$H = K\frac{A(T_H - T_L)}{L}$$

$$H = ./۶ \times \frac{۸۲۰ \times (۲۵ - ۱۲)}{۲}$$

$$H \approx ۳/۲ \times ۱۰^۳ \frac{J}{s}$$

$$H \approx ۳/۲ \times ۱۰^۳ \frac{J}{s}$$

تمرین :

مکعب مستطیل فلزی به ابعاد ۳cm، ۲cm و ۶cm درمجاورت منبع گرمایی قراردارد،به طوری که شارش گرمادرآن بیشینه است.اگراختلاف دمای دو وجه متقابل این قطعه فلز ۴۰°C باشد،آهنگ رسانش گرمایی فلز چندژول برثانیه است؟($K_{\text{فلز}} = ۲۰۰ \frac{J}{s.m.k}$)

پاسخ:

$$H_{max} = ۷۲۰ \frac{J}{s}$$

وقتی یک کسر بیشینه‌ی مقدار خود را دارد که صورت آن بیشینه و مخرج آن کمینه باشد، یعنی باید A_{max} و L_{min} باشد.

$$H = K\frac{A\Delta\theta}{L} \Rightarrow H_{max} = ۲۰۰ \times \frac{۳ \times ۶ \times ۱۰^{-۴} \times ۴۰}{۲ \times ۱۰^{-۲}} \Rightarrow H_{max} = ۷۲۰ \frac{J}{S}$$

تمرین :

ضخامت دیواری ازبتون به ابعاد $۳m \times ۵m$ برابر $۳۰cm$ است در روزی که دمای سطح خارجی دیوار $-۱۵^\circ C$ ودمای سطح داخلی آن $۲۵^\circ C$ است آهنگ شارش گرمااز دیواربرابر $۳۴۰۰ \frac{J}{S}$ است پشم شیشه به ضخامت تقریبی چندمیلی متر رامی توان به عنوان عایق معادل،جایگزین این دیوارکرد($K_{پشم} = ./۰۴ \frac{w}{m.k}$)

پاسخ:

$$A = ۳ \times ۵ = ۱۵ m^۲$$

$$L_۱ = ./۳ m$$

$$\Delta\theta = (۲۵ + ۱۵) = ۴۰^\circ C$$

$$H_۱ = ۳۴۰۰ \frac{J}{s}$$

$$L_۲ = ?$$

$$K_۲ = ./۰۴ \frac{w}{mk}$$

$$H_{۱بتون} = H_{۲پشم}$$

$$H_۱ = K_۲ \frac{A\Delta\theta}{L_۲}$$

$$L_۲ = K_۲ \frac{A\Delta\theta}{H_۱}$$

$$L_۲ = \frac{./۰۴ \times ۱۵ \times ۴۰}{۳۴۰۰} \approx ./۰۰۷ m = ۷mm$$

$L_۲ \approx ۷mm$

برگشت خروج

تمرین :

یک خانه را ازدیوارهای آجری به ضخامت ۳۰cm ساخته اندو ازداخل باروکش چوبی به ضخامت ۱cm پوشانده شده است.دمای سطح داخل خانه ۲۰°C ودمای سطح خارجی دیوار ۱۰°C- است دمای سطح مشترک چوب باآجر تقریباًچنددرجه سلسیوس است؟

$\left(K_{\text{آجر}} = ./۶\ \frac{w}{m.k} \ ، \ K_{\text{چوب}} = ./۰۸\ \frac{w}{m.k} \right)$

پاسخ:

$$\begin{cases} A_۱ = A_۲ \\ L_۱ = ۳۰cm \\ L_۲ = ۱cm \\ \Delta\theta_۱ = (۲۰ - \theta) \\ \Delta\theta_۲ = (\theta + ۱۰) \\ K_۱ = ./۶\ \frac{w}{mk} \\ K_۲ = ./۰۸\ \frac{w}{mk} \end{cases}$$

$$\left|H_{\text{آجر}۱}\right| = \left|H_{\text{چوب}۲}\right|$$

$$K_۱ \frac{A\Delta\theta_۱}{L_۱} = K_۲ \frac{A\Delta\theta_۲}{L_۲}$$

$$\frac{./۶(\theta + ۱۰)}{۳۰} = \frac{./۰۸(۲۰ - \theta)}{۱}$$

$$./۶(\theta + ۱۰) = ۲/۴(۲۰ - \theta)$$

$$\theta \approx ۱۴^\circ C$$

$\theta \approx ۱۴^\circ C$

تمرین :

ابعاد دیوار اتاقی ۳m و ۵m وضخامت آن ۱۵cm است اگراین دیوار از آجر با رسانندگی گرمایی $K = ./۸ \frac{W}{m.k}$ ساخته شده ودمای داخل اتاق ۲۵°C ودمای بیرون ۵°C- باشد.

الف)آهنگ رسانش گرمااز این دیوار چقدراست؟ب)از این دیوار درمدت ۵دقیقه چند کیلوژول گرماعبورمی کند؟

پاسخ:

$H = ۲۴۰ \frac{J}{s}$

$Q = ۷۲۰KJ$

تمرین :

یک سرمیلهٔ آهنی به طول ۱۲۰cm رادرآب جوش وسردیگرآن رادرمخلوط آب ویخ قرار می دهیم.اگرشعاع میله ۲cm باشدچندژول گرما درمدت یک دقیقه ازاین میله شارش می کند؟($\pi \approx ۳$ و $K = ۸۰\frac{W}{m.k}$)

پاسخ:

$Q = ۲۸۸۰۰J$

پرسش۴-۶:

برخی آشپزها برای آنکه سیب زمینی زودتر آب پز شود،ابتدا چندسیخ کوچک فلزی درون سیب زمینی فرو می کنند و بعد آن را در آب انداخته و روی اجاق قرار می دهند.علت این کار آشپزها چیست؟

پاسخ:

چون فلزات رسانای گرمایی خوبی هستند،گرما ازطریق این سیخ های فلزی به داخل سیب زمینی منتقل شده وسیب زمینی زودتر پخته می شود.(اگرسرآزادسیخ سنگین ویاپهن باشد، پختن آن به مراتب سریع تراست.)

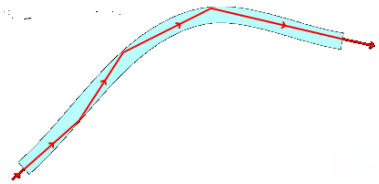
فعالیت۴-۱۴:

موهای خرس قطبی توخالی هستند.تحقیق کنید این موضوع چه نقشی در گرم نگه داشتن بدن خرس در سرمای قطب دارد؟

پاسخ:

تصویری بسیار بزرگ شده از موی یک خرس قطبی

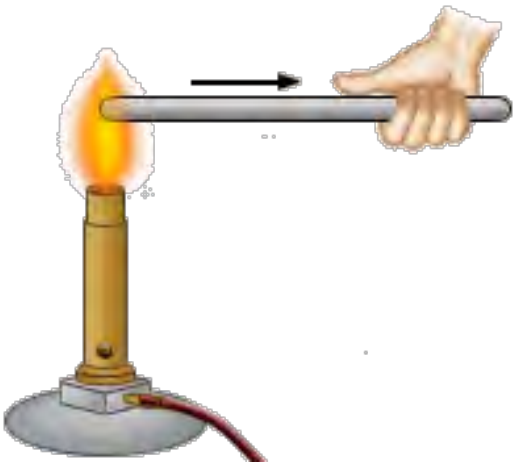
موهای سفیدخرس توخالی هستندومانندلوله های توخالی رسانای بسیارضعیف گرمایا عایق هستند.(این موها مانند یک فیبر نوری، امواج فرو سرخ نورخورشیدرا پس از بازتاب های مکرر درون مو به پوست منتقل می کند. در آنجا نور جذب پوست می شود و بدین ترتیب دمای بدن خرس افزایش می یابد.)



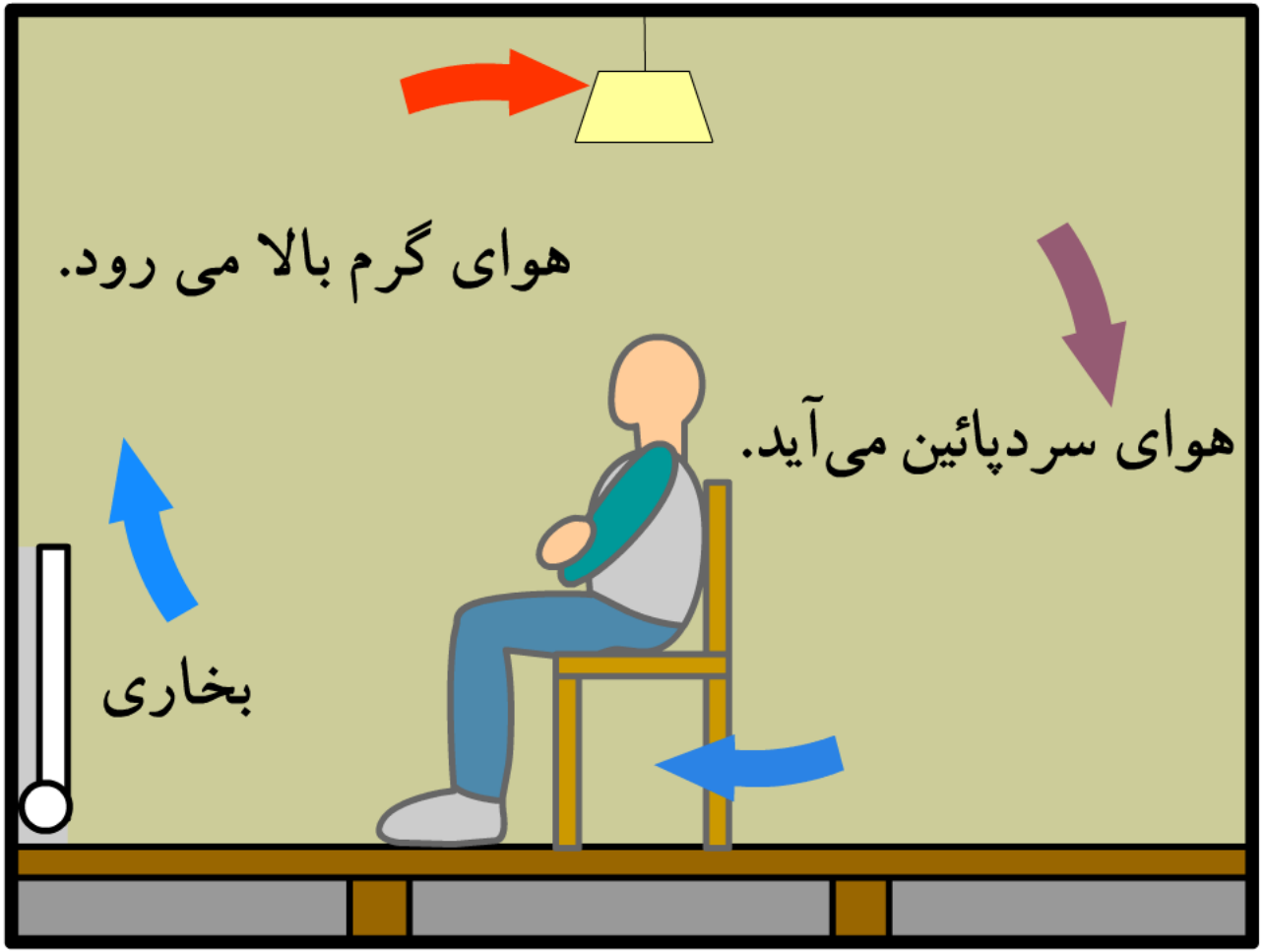
در پدیده‌ی رسانش:

گرما ازیک بخش جسم به بخش دیگرآن شارش می‌کند،بدون آن‌که مولکول های جسم جابه‌جا شوند

به جسم‌هایی که می‌توانند گرما را(درزمان کوتاهی)به این روش منتقل کنند، رسانای گرما گفته می‌شود .



انیمیشن جریان همرفتی دراتاق



پرسش:

دریک روز خنک،اگرکف اتاق بخوابید،نسبت به زمانی که روی یک صندلی در همان اتاق نشسته ایداحساس سرمای بیشتری می کنید.علت چیست؟

پاسخ:

هوای سرد دارای چگالی بیشتری است ودرکف اتاق جمع می شود به همین علت دمای هوای کف اتاق از دمای هوای نقاط بالاترکمتر بوده واحساس سرمای بیشتری می کنید.

پدیده‌ی همرفت:

انتقال گرما همراه با انتقال ماده را همرفت می گویند.که مختص مایعات وگازها است.

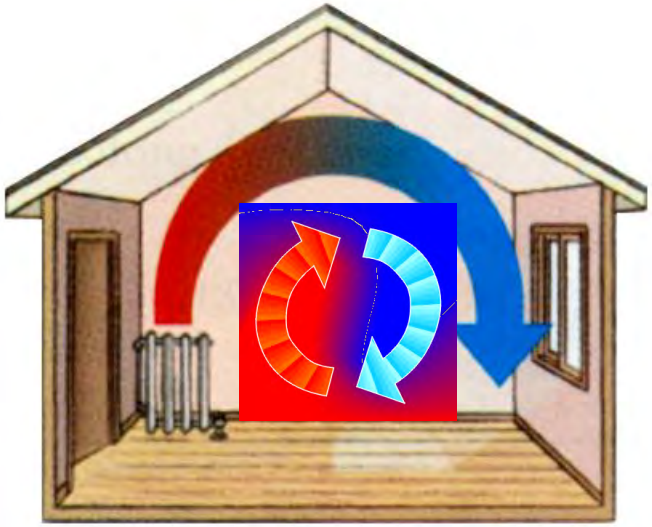
جریان همرفتی

پرسش :

علت انتقال گرما درجریان همرفتی چیست؟

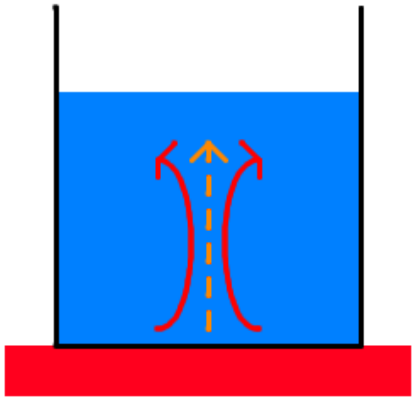
پاسخ:

دراثر گرما فاصلهٔ متوسط مولکو لها دربخشی ازشاره که در تماس با جسم گرم است،افزایش یافته وحجم آن زیادمی شود،درنتیجه چگالی شاره کاهش یافته وبنابه اصل ارشمیدس،نیروی شناوری باعث بالا آمدن درمحیط می شود.آنگاه شاره سردتر اطراف آن،جایگزین شاره گرم تر شده وگرما منتقل می شود.



پرسش۴-۷:

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



پاسخ:

پدیدهٔ همرفت به دلیل اختلاف چگالی بین شاره گرم وشاره سرد روی می دهد.این اختلاف چگالی درمایعات که ضریب انبساط حجمی بزرگتری(β) دارند بیشتر است.درنتیجه انتقال گرما به روش همرفت درموادی که(β) بیشتری دارد بهتر صورت می گیرد

انواع جریان همرفتی

همرفت طبیعی

دراین روش، به دلیل اختلاف چگالی شارهٔ گرم وسردبه صورت خودبه خود اتفاق می افتد. شارهٔ باچگالی کمتربه طرف بالا حرکت می کند

مانند: گرم شدن آب درون قابلمه وهوای داخل اتاق وجریان های باد ساحلی و...

همرفت واداشته

شاره به کمک یک تلمبه(مصنوعی)به حرکت واداشته می شودتا با این حرکت انتقال گرما انجام شود.

سیستم گرم کننده ساختمان ها(شوفاژ)،سیستم خنک کنندهٔ موتوراتومبیل، دستگاه گردش خون دربدن جانوران خونگرم و ...

همرفت طبیعی هوا

درشرایط عادی هوای اطراف سطح زمین گرم وهوای لایه های بالاترسرداست. دراین شرایط دراثرپدیدهٔهمرفت هوای گرم با چگالی کمتربه بالا رفته وهوای سردتر باچگالی بیشترجای آن رامی گیرد وبدین ترتیب چرخش هوا درسطح زمین ایجاد می شود.

وارونگی هوا(وارونگی دما)

درروزهای سردزمستانی هوای اطراف سطح زمین سردوچگالی آن زیادوهوای لایه های بالاتر،گرمتروچگالی آنها کمتراست.تحت این شرایط همرفت طبیعی هوا متوقف می شود که به آن وارونگی هوا می گویند.

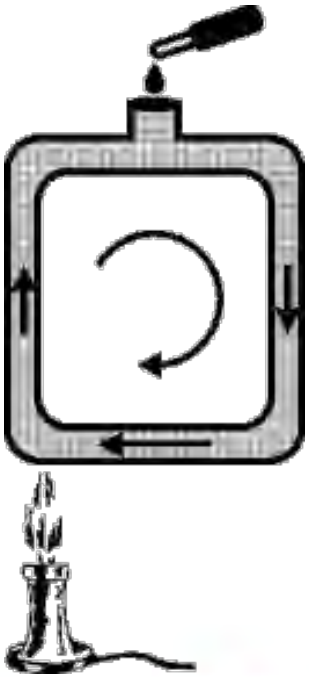
وارونگی هوا باعث انباشت آلاینده های موجود درلایه هوای سرد سطح زمین ودرنتیجه آلودگی هوا درشهرهای صنعتی می شود.

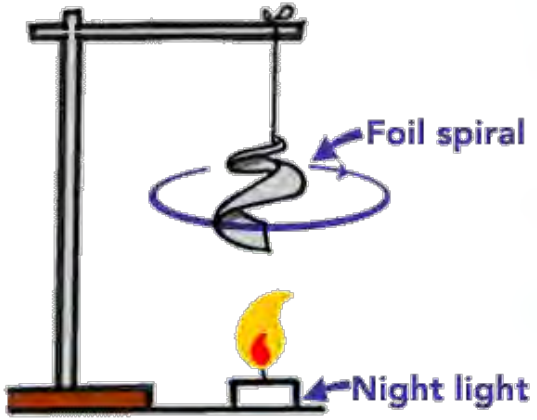
پرسش :

آزمایش طراحی کنید که جریان همرفتی رانشان دهد؟

پاسخ:

درون ظرفی،مقداری آب سرد ریخته وطبق شکل، قطره چکانی پر از جوهر را در یک گوشه از ته ظرف قرار می دهیم طرف دیگرظرف را روی شعله نگه می داریم وگرمامی دهیم بعدازمدت کوتاهی مشاهده می کنیم که جوهردرکف ظرف حرکت کرده وبه سمت قسمتی که گرما می دهیم، می آیدوضمن بالارفتن دور می زند و این عمل تکرار می شود تا کل آب رنگی شود



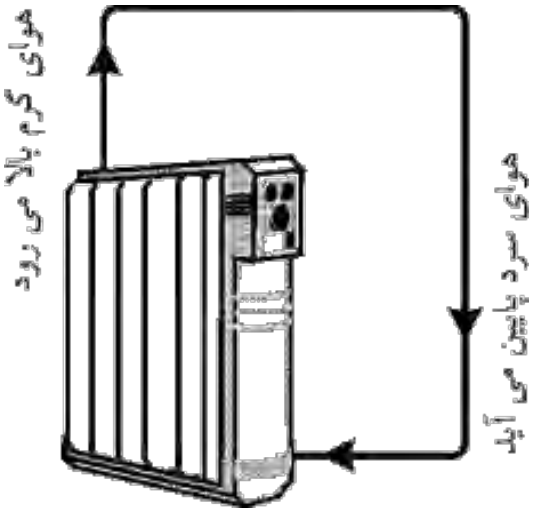


پرسش :

شوفاژ چگونه خانه را گرم می کند؟

پاسخ:

شوفاژ با جریان همرفتی خانه را گرم می کند.

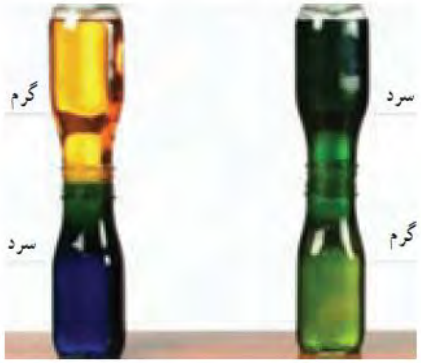


نکته::

در صورتی که شوفاژ در بالا و دریچه ی کولر در پایین قرار گیرد، جریان همرفتی انجام نمی شود و همه ی مکان موردنظر گرم یا سرد نمی شود .

فعالیت۴-۱۵:

چهار بطری شیشه ای یکسان،دو رنگ جوهرزردوآبی،دو کارت ویزیت مقوایی وآب بسیارسرد و بسیارگرم تهیه کنید.دردوتا از بطری ها جوهر آبی و در دو بطری دیگر جوهر زرد بریزید. سپس بطری های آبی رابا آب خیلی سرد و بطری های زرد را با آب خیلی گرم پر کنید. اکنون درحالی که دهانهٔ یک بطری زرد را با کارت ویزیت گرفته اید، دهانهٔ آن را دقیقاً روی دهانهٔ یک بطری آبی قرار دهید و سپس کارت را بیرون بکشید. همین آزمایش را به طور معکوس نیز انجام دهید؛ یعنی این بار، یک بطری آبی رنگ که دهانهٔ آن با کارت پوشیده شده است را روی دهانهٔ بطری زرد رنگ قراردهید و سپس کارت را بیرون بکشید. مشاهدات خود را توضیح دهید. ازاین آزمایش چه نتیجه ای می گیرید؟



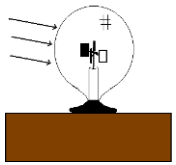
پاسخ:

وقتی بطری گرم را روی بطری سرد قرار می دهید.تنها در ناحیهٔ تماس دو بطری تغییررنگ ناچیزی مشاهده خواهیم کرد.ولی درموردی که بطری سردرا روی بطری گرم قرار می دهیم، آب های دو بطری در هم می آمیزد و پس از مدتی شاهد تغییر رنگ هر دو به رنگ سبز خواهیم بود.

از این آزمایش نتیجه می گیریم،اختلاف دما بین بخش های مختلف یک شاره،تنها زمانی که شاره سردتر بالاتراز شارهٔ گرمترباشدموجب به وجودآمدن جریان همرفتی می شود.وضعیت اول رامی توان مشابه حالت وارونگی هوا درنظرگرفت، در حالی که وضعیت دوم مثل وضعیت طبیعی هواست که در روزهای معمولی رخ می دهد.

فعالیت۴-۱۶:

رادیومتر وسیله ای است که از یک حباب شیشه ای تشکیل شده است که درون آن چهار پرهٔ فلزی قائم قرار داردکه می توانندحول یک محور(سوزن عمودی) بچرخند.دو وجه هر چهارپره، یک در میان سفید و سیاه است. وقتی این وسیله کنار یک چشمهٔ نور قرار گَیرد، پره ها حول سوزن عمودی می چرخندو هرچه شدت نور بیشتر باشد، این چرخش سریع تر است. در مورد دلیل چرخش پره ها تحقیق کنید.



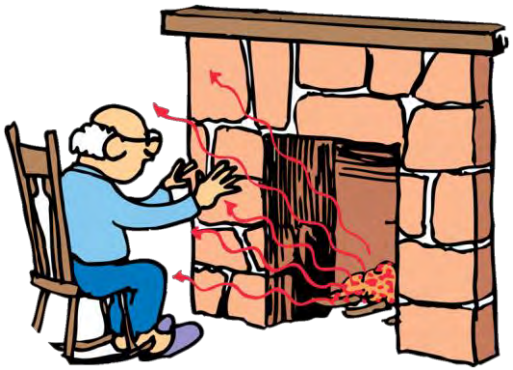
پاسخ:

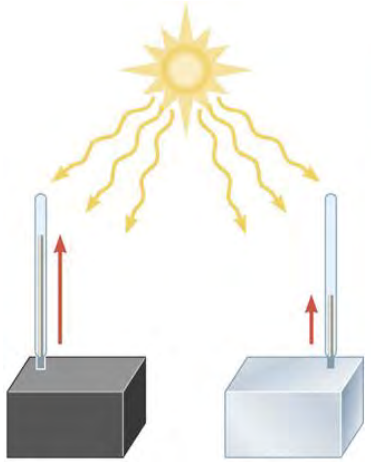
تابش نورفروسرخ و نورمرئی در طرف سیاه پره بیشتر ازطرف سفید آن جذب می شود و بدین ترتیب طرف سیاه قدری گرم تر از طرف سفید می گردد و مولکول های هوای اطراف خود را نیز بیشترگرم می کند.به علت اختلاف دما، مولکول های هوا در طرف سیاه پره ها سریع تر از مولکول های هوا درطرف سفید آن حرکت می کنند و بنابراین نیروی وارد بر طرف سیاه بزرگ تر از نیروی وارد برطرف سفید است و بنابراین پره ها در جهت نیروی وارداز‌طرف مولکول های هوا پره های سیاه می چرخند.

ولی اگر داخل حباب شیشه ای کاملاًتخلیه شده باشد،مولکول های هوایی وجودنداردکه باعث حرکت پره ها شودوبرعکس اگرباهوای تحت فشارپرشده باشدانباشت مولکول هامانع ازانتقال انرژی جنبشی مولکولهای هوا به سطح پره برای چرخش می شود.

تابش گرمایی:

به انتقال گرما ازطریق امواج الکترومغناطیسی که از اجسام منتشر می شود، تابش گرمایی می گویند.



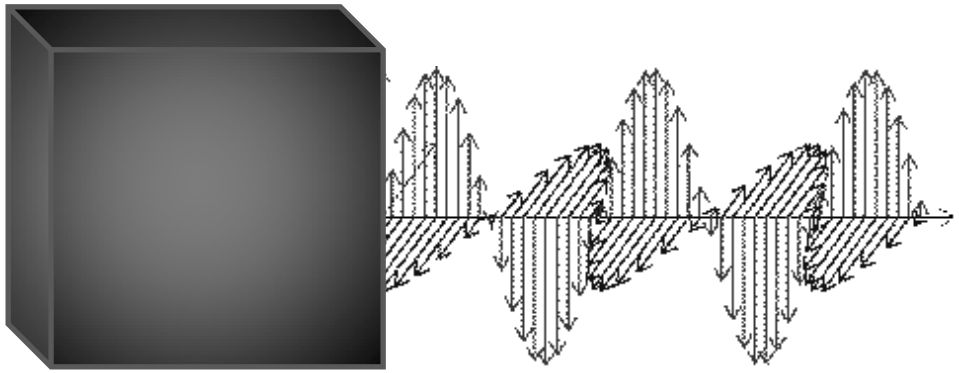


چند نکته:

اجسام درهردمایی تابش الکترومغناطیسی گسیل می کنند.

در تابش گرمایی ، انرژی برای انتقال نیازی به محیط مادی ندارد و گرمای تابش شده بسیار سریع(با سرعت نور)درخلا نیز منتشرمی‌شود.

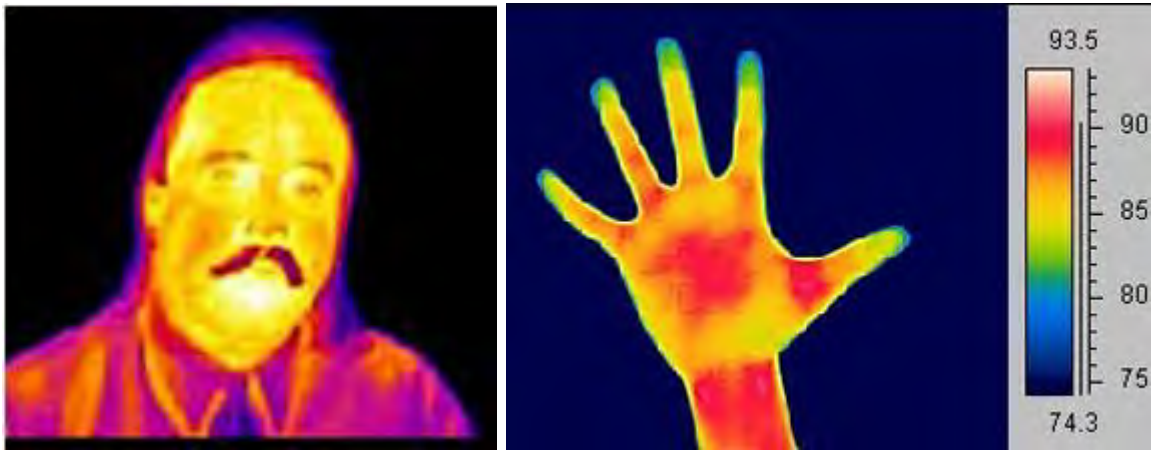
دردماهای زیرحدود$500^{\circ}C$ عمدتاً به صورت تابش فروسرخ است که نامرئی است.



چند نکته:

بخشی از تابش گرمایی منتشر شده ازاجسام،تابش نامرئی فروسرخ است که برای آشکارسازی آن از ابزاری به نام دمانگار استفاده می شود.

سطح بدن یک فرد معمولی درمحیطی با دمای ۲۲درجه سانتی گراد،تابش گرمایی با آهنگ حدود W ۱۰ دارد



پرسش :

تابش گرمایی از سطح هرجسم به چه عواملی بستگی دارد؟

پاسخ:

۱-دما: هرچه دمای جسم بیشترباشد،آهنگ تابش آن نیز بیشتراست.

۲-مساحت: هرچه مساحت جسم بیشترباشد،میزان تابش آن نیز بیشتراست.

۳-رنگ: هرقدررنگ جسم مات وتیره تر باشد،جذب و تابش بهتری دارد.

۴-میزان صیقلی بودن: جسم هایی که سطح صیقلی ودرخشان تری دارند، تابش کمتری دارندوبخش کمتری از گرمای دریافتی را جذب می کنند.

پرسش :

کاربردهای تابش گرمایی در پدیده های زیستی را شرح دهید

پاسخ:

مارزنگی دارای اندام های حفره ای هستندکه گرما را آشکارمی کنند.

کلم اسکانک برف اطراف خودرا آب کرده است.

پرسش :

کاربردهای تابش گرمایی در پدیده های زیستی را شرح دهید

پاسخ:

الف-گیرندهٔ فروسرخ در مارزنگی:

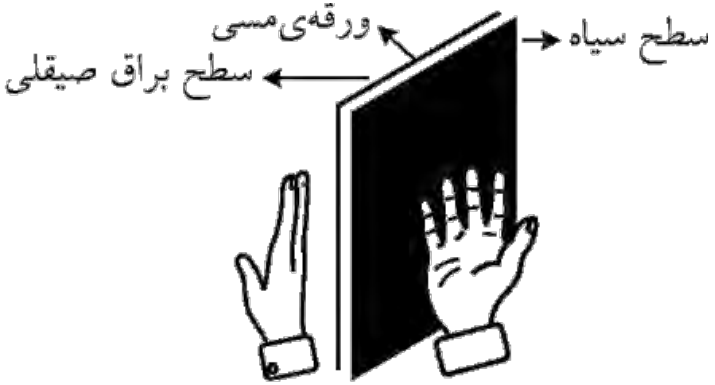
برروی پوزهٔنوعی مار زنگی،اندام های حفره ای وجوددارد که نسبت به پرتوهای فروسرخ حساس اند. این مارها پرتوهای فروسرخ را که از سطح بدن جانوران خون گرم تابش می شود، دریافت می کندوبرای همین می توانند در تاریکی شب شکارکنند.

ب- کلم اسکانک

گیاهی است که می تواند دمایش را ازدمای محیط اطراف بالاتر ببرد. وبا این کار پرتوهای فروسرخ تابش می کنداین گیاه باتابش فروسرخ برف های اطرافش را ذوب می کند.

پرسش :

ورقه ی ضخیمی از مس را که یک سطح آن به رنگ سیاه تیره و سطح دیگر آن بسیار صیقلی است ، حرارت می دهیم اگر پشت دستان خود را در دو طرف ورقه و نزدیک سطح آن قرار دهیم، دمای کدام نقطه بیشترحس می شود؟



پاسخ:

سطح تیره با وجود هم دما بودن با سطح براق ، داغ تر حس می شود یعنی سطح سیاه تابش گرمایی بیش تری را گسیل می کند .

نکته:

همه ی جسم ها درهردمایی، ازخودتابش گرمایی گسیل می کنند ولی مقدارآن به دما و رنگ جسم بستگی دارد .

پرسش :

درون مکعبی فلزی که چهار دیواره ی آن به رنگ های سفید، نقره ای ، قرمز و سیاه است ، مقداری آب جوش ریخته و مخزن چهار دماسنج را نزدیک هر یک از این سطح ها قرارمی دهیم ازاین آزمایش چه نتیجه ای می گیرید؟

پاسخ:

درمکعب(فلزی) لسلی،دمای همه سطوح به خاطر تعادل با آب درون مکعب یکسان است ، اما دمای دماسنج نزدیک به سطح سیاه بیشتر است، دمای دماسنج نزدیک به سطح قرمز کمتر از آن و دمای دماسنج های نزدیک به سطوح نقره ای وسفید کمتر از آنهاست.

پرسش :

انواع تف سنج و ویژگی های مهم تف سنج چیست؟

پاسخ:

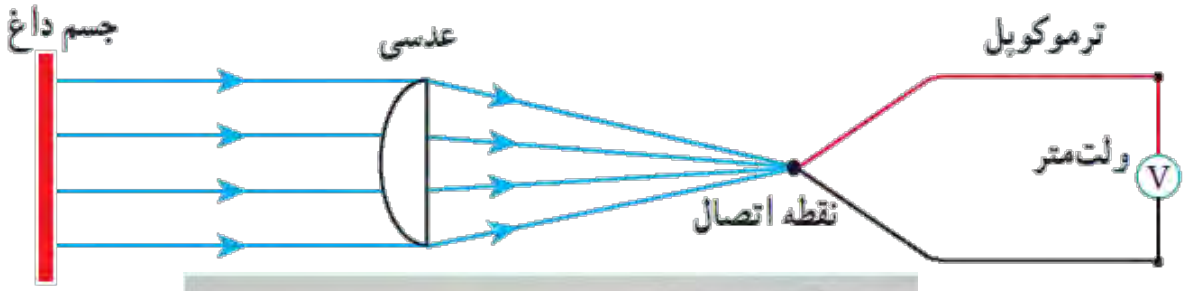
تف سنجِ تابشی و تف سنجِ نوری

۱-بدون تماس با جسم دمای آن را اندازه می گیرد.

۲-برای اندازه گیری دماهای بالای ۱۱۰۰°C بسیارمناسب اند.

پرسش :

تف سنج تابشی ابزار اندازه گیری چه کمیتی است وبر چه اساسی کار می کند؟



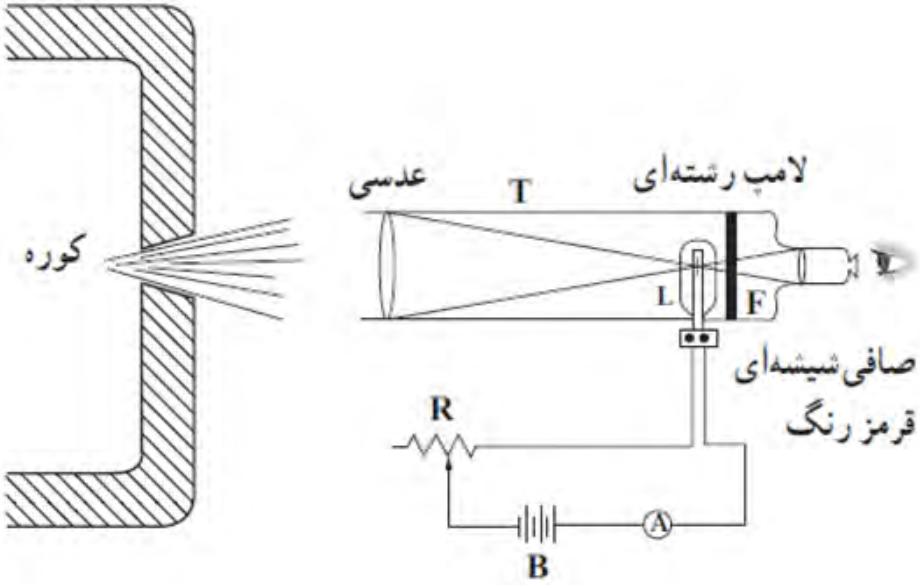
پاسخ:

وسیله ای برای اندازه گیری دما برای اجسام داغ است. اساس کار این وسیله،تابش گرمایی گسیل شده از سطح جسم است.

پرسش :

اساس کارتف سنج نوری چیست؟

پاسخ:



مقایسه رنگ وشدت نورتابیده ازکوره بارنگ وشدت نوریک لامپ رشته ای است.همچنین این دماسنج به عنوان دماسنج معیار برای انداز ه گیری این دماها انتخاب شده است

پرسش :

اثر گلخانه ای راتعریف کنید؟

پاسخ:

نورخورشید باعبورازجو به سطح زمین می رسدوبخشی از آن جذب زمین وبخش دیگر با انعکاس وتابش گرمایی گسیل می شود.وجود گازهایی مانند دی اکسیدکربن درلایهٔ پوش سپهرباعث بازتابش دوباره گرمای گسیل شده به سطح زمین می شودرفت وبرگشت تابش گرمایی بین لایه وسطح زمین با ایجادمحیطی محصورمانع ازخروج گرما ازسطح زمین ودرنتیجه افزایش دمای زمین می شود.به این پدیده یعنی به دام افتادن تابش گرمایی بین لایهٔپوش سپهروسطح زمین اثرگلخانه ای می گویند.

به گازهای موجود درلایه پوش سپهرکه باعث به وجودآمدن اثرگلخانه ای می شوند،گازهای گلخانه ای می گویند.

چند نکته درباره ی رنگ و تابش :

۱- لباس های روشن در تابستان و لباس های تیره در زمستان مناسب ترند .

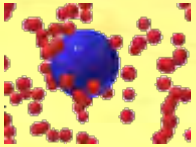
۲-دیواره ی مخزن ها و لوله های بخارآب را صیقلی و سفیدمی کنندتاگرمای کمتری ازآن ها به بیرون منتقل شود .

۳- ظرف های آشپزخانه که روی اجاق قرار می گیرند، رنگ تیره دارند .

۴-در بخاری های برقی از فلزهای صیقلی برای بازتاب نور و گرما استفاده می شود .

۵-در پالایشگاه ها و چاه های نفت از لباس های براق استفاده می شود .

موضوع :قانون گازها



آزمایش

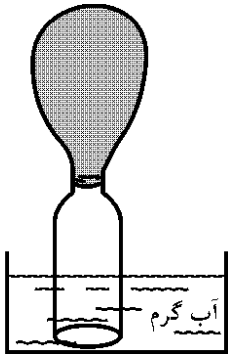
طبق شکل بادکنکی را سر بطری شیشه ای محکم می کنیم و آن را درون ظرف آب گرم قرار می دهیم بادکنک باد می کند؛ چرا؟

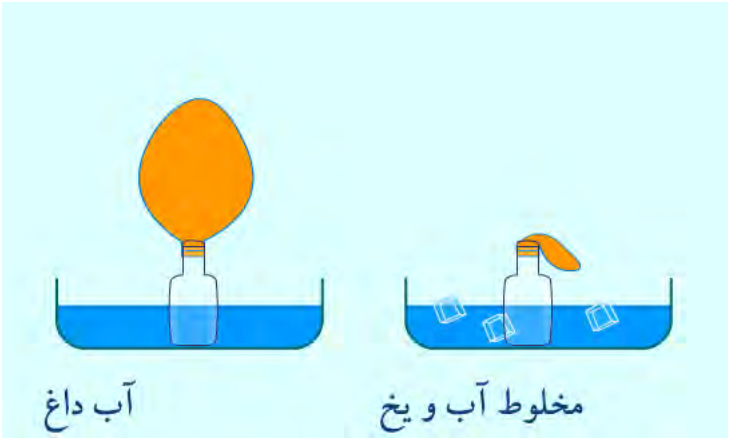
پاسخ:

جنبش ذرات هوای درون شیشه و بادکنک دراثر گرم شدن زیاد شده وهوا منبسط می شود و حجم آن افزایش یافته و این افزایش حجم موجب باد شدن بادکنک می شود.

$$V \propto T$$

$$P = \text{ثابت}$$





پرسش :

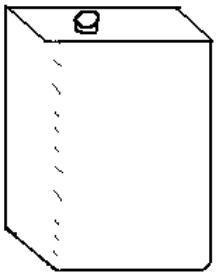
چرا اسپری ها را نباید روی آتش قرار داد؟

پاسخ:

باداغ کردن قوطی اسپری،جنبش مولکولی گازدرون آن زیادمی شود و فشاروارد از گاز به دیواره های آن افزایش می یابدو این می تواند حتی موجب ترکیدن قوطی شود

پرسش :

در یک بطری نوشابهٔ پلاستیکی و توخالی، اندکی آب داغ بریزیم و سپس آب را در بطری چرخانده و دور بریزیم و آنگاه درِ بطری را محکم ببندیم،چرا بطری پس از مدتی مچاله می شود ؟

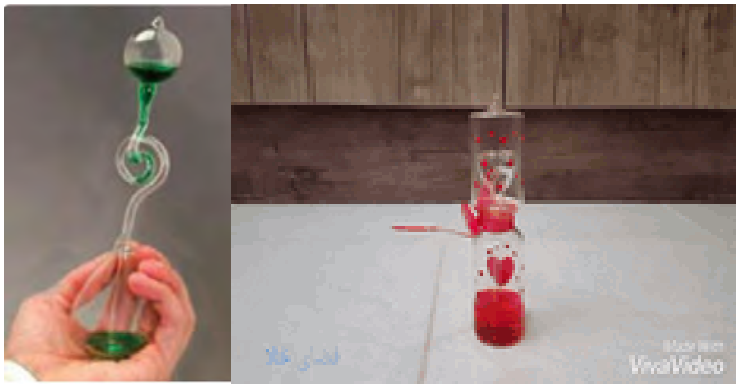


پاسخ:

باریختن آب داغ درون بطری،بخارآب جایگزین هوای درون بطری می‌شود، پس ازبستن درِ بطری،سردشدن بخار آب درون آن وتبدیل آن به مایع،باعث کاهش فشار درَون بطری و در نتیجه مچاله شدن آن می‌شود .

پرسش :

طرز کار حباب احساساتی(عشق سنج)چیست؟



پاسخ:

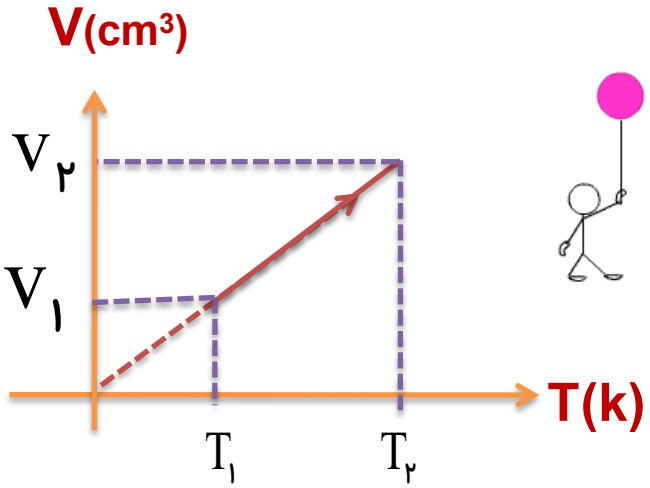
وقتی این مخزن را در دستتان می گیرید، فشار هوا و بخار مایع در نیمهٔ خالی مخزن زیادمی شودو سطح مایع این مخزن را به طرف پایین می راند.این کار سبب می شودمایع رنگی مخزن پایینی از لولهٔباریکِ مارپیچ که انتهای پایینی آن درون این مخزن قرار دارد بالا رود.هرچه دستتان گرمترباشدوبهترمخزن شیشه ای را در برگیرد،مایع در لوله بیشتر بالا می رود.

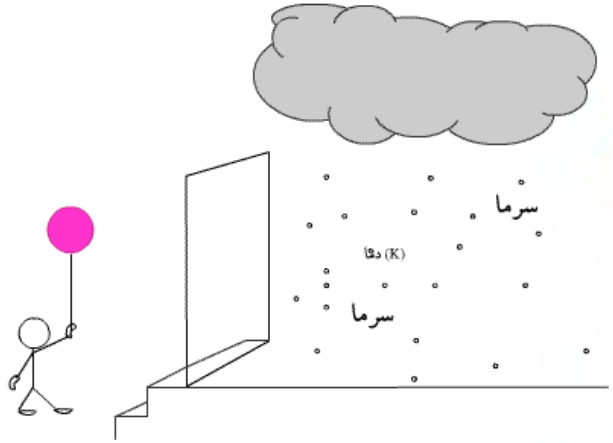
بررسی گاز در فشار ثابت: قانون شارل :

درفشار ثابت،حجم گاز با دمای آن در مقیاس کلوین نسبت مستقیم دارد.

درفشارثابت،نسبت حجم به دمای مطلق مقداری گازکامل،مقداری ثابت است.

$$V \propto T \Rightarrow \frac{V}{T} = \text{ثابت} \Rightarrow \frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} = \dots$$ (فشار و جرم ثابت)

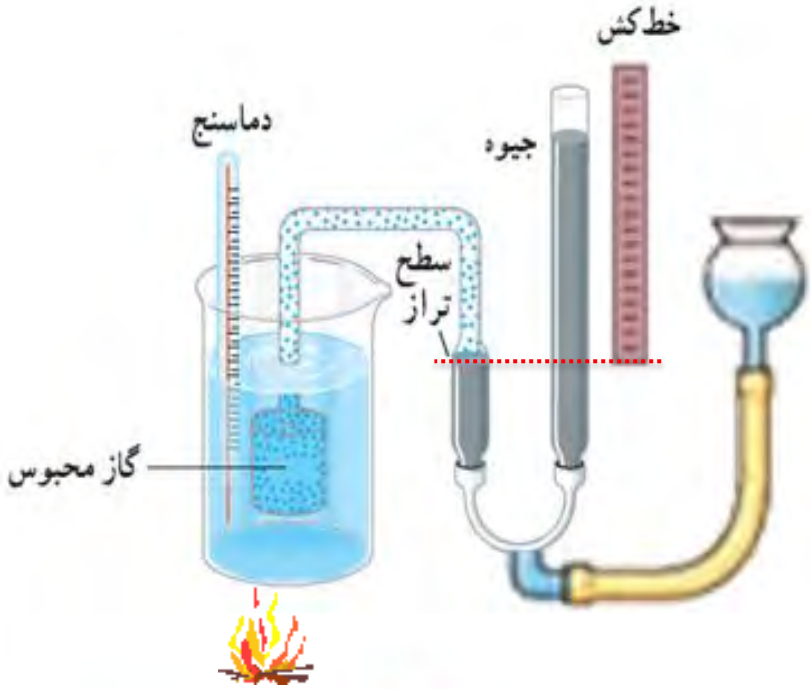


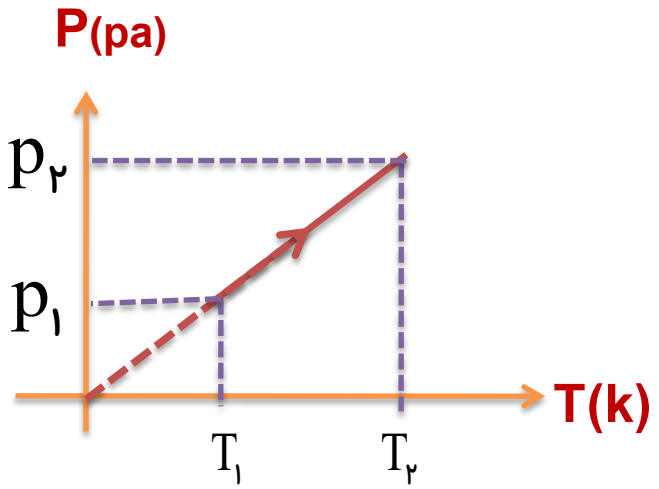


بررسی گازدرحجم ثابت: قانون گی لوساک

درحجم ثابت،فشار گاز با دمای آن در مقیاس کلوین نسبت مستقیم دارد.

$$P \propto T \Rightarrow \frac{P}{T} = \text{ثابت} \Rightarrow \frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$$ (حجم و جرم ثابت)

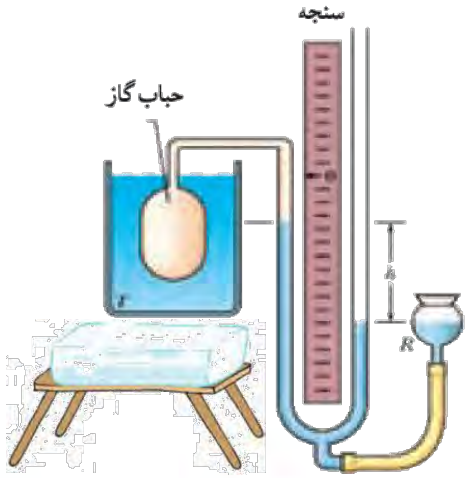


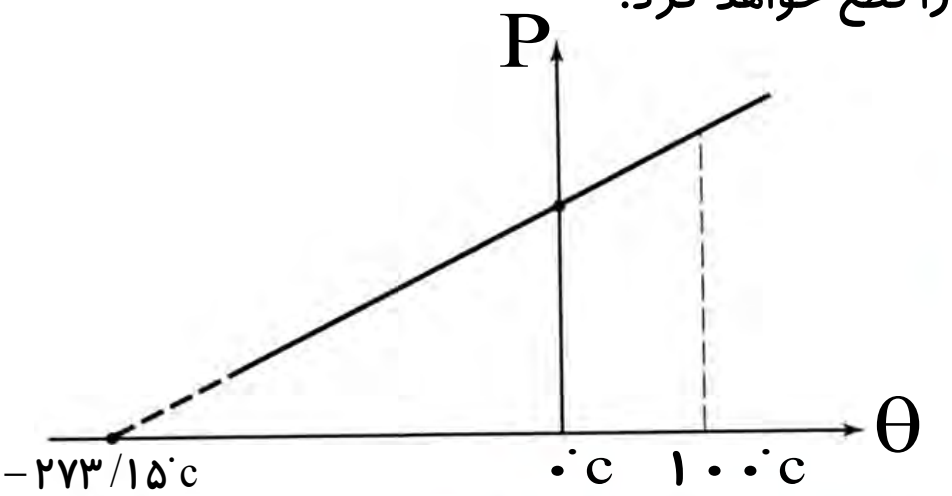


دماسنج گازی حجم ثابت:

اساس کار یک دماسنج گازی ، تغییرات فشار با دما، در حجم ثابت است.در این دماسنج مقداری گاز (که معمولاً هیدروژن یا هلیم است)درون یک مخزن با حجم معین قرار می‌گیرد که این مخزن به لولهٔ U شکلی که محتوی جیوه متصل است.وقتی مطابق شکل مخزن محتوی گاز در محیط مورد اندازه‌گیری قرار می‌گیرد، گاز درون آن منبسط یا منقبض می‌شود. حال با بالا یا پایین بردن بخش سمت راست لولهٔ U شکل، سطح جیوه را در سمت چپ در یک سطح مرجع معین ثابت نگه می‌داریم، تا حجم گاز ثابت بماند. اگر لولهٔ سمت راست روی یک خط‌کش مدرج قرارداده شود، می‌توان با یادداشت کردن مقادیر فشار در دماهای مختلف، نمودار P-T آن را رسم کنیم.

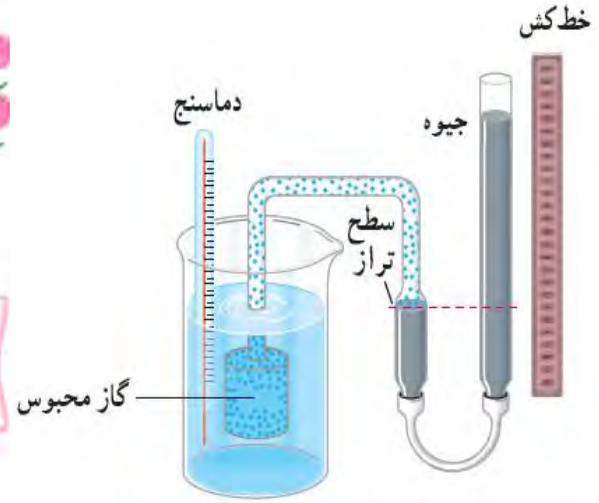
اگر این خط راست را به کمک برون‌یابی در فشارهای پایین‌تر ادامه دهیم، در دمای $-273/15\ ^\circ C$ محور دما را قطع خواهد کرد.

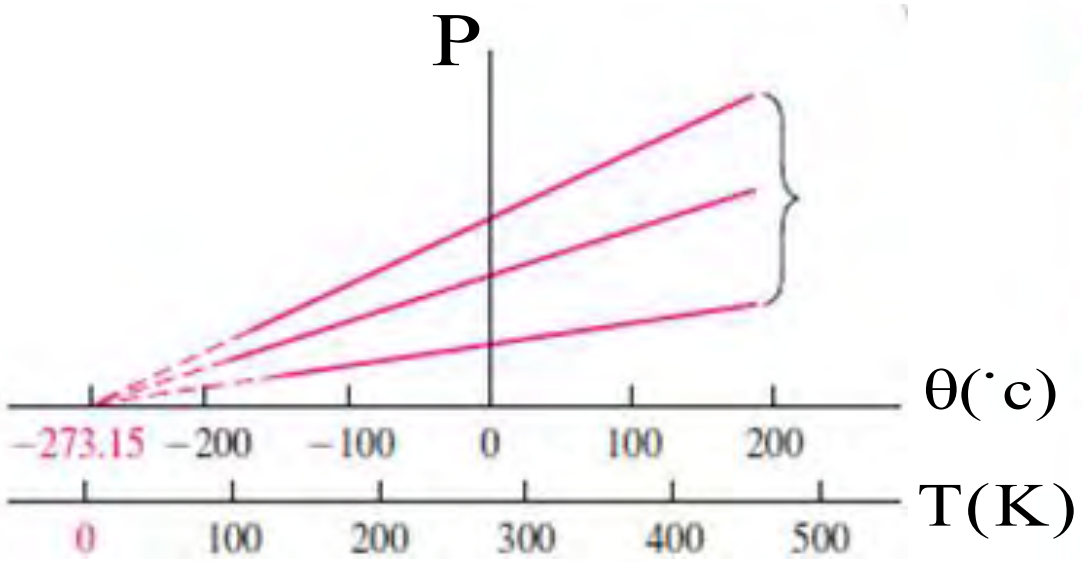




نمودار فشاربرحسب دما درحجم ثابت

در واقع هیچ گازی(از هیدروژن و هلیم که در این دماسنج به کار می‌روند) تا این دما سرد نمی‌شود، زیرا قبل از رسیدن به این دما همهٔ گازها مایع می‌شوند. برای انواع متفاوت گازها می‌توان این نمودار را به دست آورد، که در همهٔ موارد،نقطهٔ برخورد با محور دما همان $-۲۷۳/۱۵^{\circ}\ c$ خواهد بود که این همان صفر مطلق است. با یک تغییر مقیاس از درجه سلسیوس به کلوین دماهای منفی نیز حذف خواهند شد و از رابطهٔ $\frac{P_۱}{T_۱} = \frac{P_۲}{T_۲}$ نیز فشار منفی به دست نخواهد آمد.



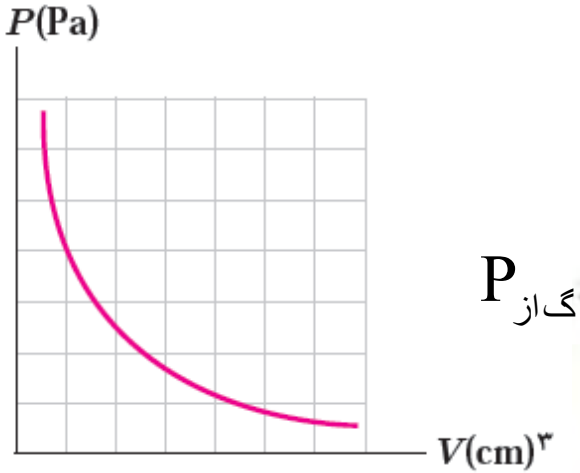


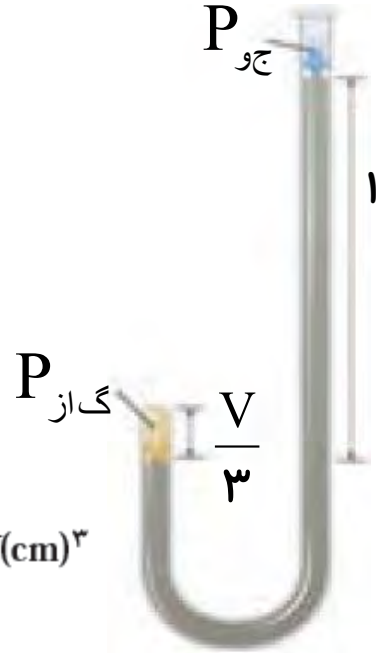
بررسی گازدردمای ثابت: قانون بویل و ماریوت

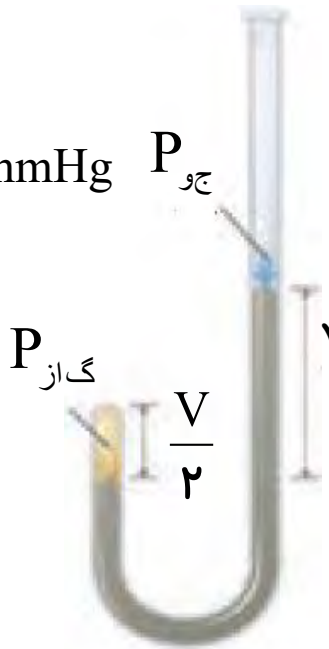
در دمای ثابت، حجم مقدارمعینی ازگاز بافشار آن نسبت وارون دارد.

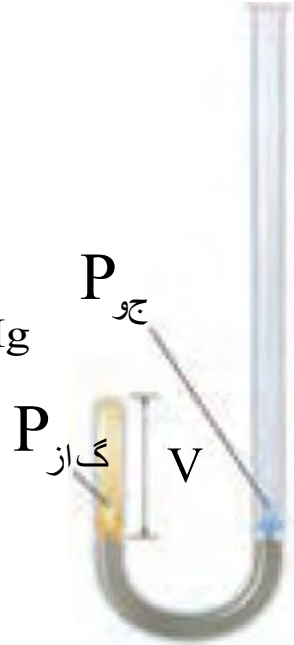
برای یک گاز کامل در دمای ثابت، حاصل‌ضرب حجم در فشار آن مقداری ثابت است .

$$T = \text{ثابت} \Rightarrow V \propto \frac{1}{P} \Rightarrow P_1V_1 = P_2V_2 = \dots$$



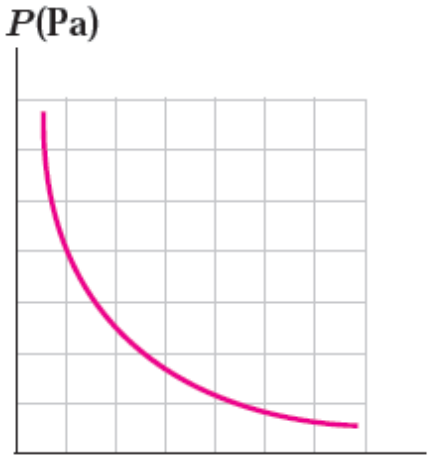


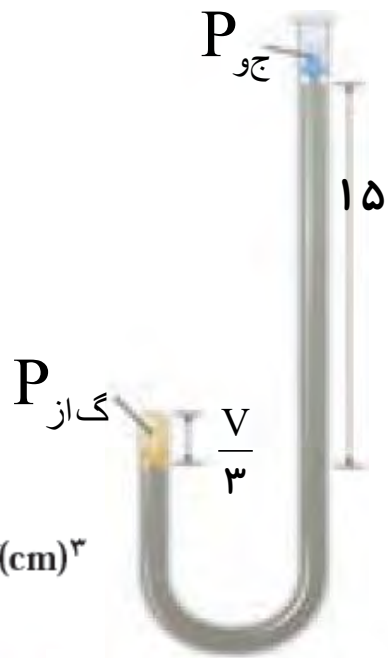


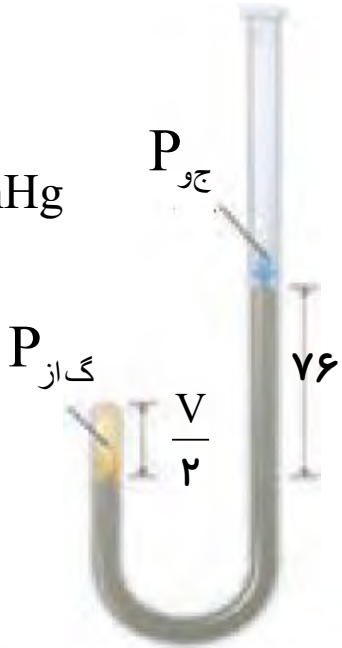


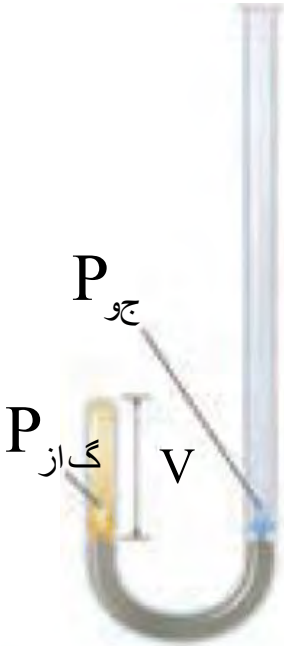
آزمایش بویل و ماریوت

در ابتدا گاز در فشار $1atm = ۷۶۰mmHg$ است توجه کنید که ارتفاع جیوه در هر دو شاخه یکسان است و دهانهٔ شاخهٔ سمت راست باز است .حجم گاز محبوس Vاست .ب) اگر جیوه به شاخهٔ سمت راست افزوده شود به طوری که اختلاف ارتفاع دو سطح جیوه $۷۶۰mmHg$ گردد،فشارگازبرابرفشارجو $۷۶۰mmHg$ به علاوهٔ $۷۶۰mmHg$، یعنی برابر $۱۵۲۰mmHg$ و حجم گاز محبوس $V/۲$ می شود .پ) اگر باز هم به شاخهٔ سمت راست جیوه افزوده شود به طوری که اختلاف ارتفاع دو سطح جیوه $۱۵۲۰mm$ گردد فشار کل وارد به گاز به $۲۲۸۰mmHg$ می رسد و حجم گاز محبوس $V/۳$ کاهش می یابد.









قانون آووگادرو:

در دما و فشار یکسان، نسبت حجم گاز V به تعداد مولکول های آن N ثابت است

جرم گاز و یا به طورمعادل n تعداد مول گاز است.

(دما و فشار یکسان)

$$\left.\begin{array}{l} \dfrac{V}{N} = \text{مقدار ثابت} \\ n = \dfrac{N}{N_A} \end{array}\right\} \Rightarrow \frac{V}{n} = \text{مقدار ثابت}$$

قانون گازهای آرمانی کامل:

۱-هنگامی که گازها بسیار رقیق یا چگالی آن به حدکافی کم باشد

۲-گازی که مولکول‌های آنها به حدی ازهم دورند که برهم تاثیر چندانی نمی گذارند.

درگازهای کامل،معادله ی حالت آن ها ساده ومستقل ازنوع گازاست. دراین حالت گازکامل نامیده می شوند

با استفاده از قوانین بالا می توان نتیجه زیر را بدست آورد

$$\frac{PV}{nT} = \text{مقدارثابت} \Rightarrow PV = nRT$$

فرمول قانون گازهای کامل

$$PV = nRT$$

- دمای گاز → برحسب (k)
- ثابت گاز → $\frac{J}{moL.k}$
- تعداد مول‌های گاز → مول(moL)
- حجم گاز → برحسب(m^3)
- فشار گاز → برحسب(pa)

نکته:

درصورتی که با تغییرشرایط یک گاز، مقدارآن تغییر نکند $n_1 = n_2$

$$PV = nRT \Rightarrow n = \frac{PV}{RT} \Rightarrow n_1 = n_2 \Rightarrow \frac{P_1V_1}{T_1\cancel{R}} = \frac{P_2V_2}{T_2\cancel{R}}$$

$$\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2}$$

نکته :

دراستفاده از رابطه‌ی بالا فشاروحجم بایددردوطرف تساوی هم‌واحد باشند اما بایددما تنها برحسب کلوین باشد.

نکته :

رابطهٔ گاز کامل،درفُرم مقایسه ای آن(برای دوگاز مختلف) به شکل زیر نوشته می شود:

برای همهٔ گازها $\frac{PV}{nT}=R \Rightarrow \frac{P_1V_1}{n_1T_1}=\frac{P_2V_2}{n_2T_2}$

نکته :

در نوشتن روابط نسبی فوق فشار و حجم هرواحدی می‌توانند باشندولی برای نوشتن نسبت ،دما باید برحسب کلوین باشند.

رابطهٔ چگالی گازهای کامل

به طورکلی چگالی یک گازکامل بافشارآن نسبت مستقیم وبا دمای مطلق آن نسبت عکس دارد.

$$\rho = \frac{m}{v} \xrightarrow{\text{جرم ثابت است}} \frac{\rho_2}{\rho_1} = \frac{v_1}{v_2}$$

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

$$\frac{\rho_2}{\rho_1} = \frac{P_2}{P_1} \times \frac{T_1}{T_2}$$

تمرین :

حجم ۸ ./. مول گاز کامل هنگامی که فشارآن ۴۰۰۰Pa ودمای آن ۲۷ ^0C است، تعیین کنید $(R = \frac{۲۵}{۳} \frac{J}{mol.k})$

پاسخ:

$V = ./۰۵ \ m^۳$

$n = ./۰۸ mol$

$P = ۴۰۰۰ pa$

$\theta = ۲۷^{\circ} c \Rightarrow T = ۲۷۳ + ۲۷ = ۳۰۰ K$

$V = ?$

$R = \frac{۲۵}{۳} \frac{J}{mol.k}$

$PV = nRT \Rightarrow V = \frac{nRT}{P}$

$V = \frac{./۰۸ \times \frac{۲۵}{۳} \times ۳۰۰}{۴۰۰۰}$

$V = ./۰۵ \ m^۳$

تمرین :

دمای گازی $27\ ^{0}C$ است. اگر فشار گاز را نصف و حجم گاز را ۳ برابر کنیم، دمای گاز چند درجه‌ی سلسیوس می‌شود؟

$\theta_1 = 27^\circ C \Rightarrow T_1 = \theta_1 + 273 \Rightarrow T_1 = 273 + 27 = 300K$

$P_2 = \frac{P_1}{2}$

$V_2 = 3V_1$

$\theta_2 = ?$

$$\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2}$$

$$\frac{P_1V_1}{300} = \frac{\frac{P_1}{2}3V_1}{T_2}$$

$$T_2 = 450K$$

$$273 + \theta_2 = 450$$

$$\theta_2 = 177^\circ C$$

پاسخ:

$\theta_2 = 177^\circ C$

تمرین:

فشارسنجی،فشارلاستیک دوچرخه را،قبل ازحرکت ۱/۵ atmوپس ازحرکت ، ۲atmنشان می دهد.اگردمای داخل لاستیک قبل ازحرکت ۲۷ °C باشد، دمای داخل این لاستیک بعدازحرکت چنددرجه سانتی گراد شده است؟ (فشارهوای محیط ۱ اتمسفراست)

پاسخ:

فشارسنج فشار پیمانه‌ای را نشان می‌دهد $P_g = P - P_0$

$$\begin{cases} P_{g1} = ۱/۵\text{atm} \Rightarrow P_1 = ۱ + ۱/۵ = ۲/۵\text{atm} \\ P_{g2} = ۲\text{atm} \Rightarrow P_2 = ۱ + ۲ = ۳\text{atm} \\ \theta_1 = ۲۷ + ۲۷۳ = ۳۰۰\text{k} \\ \theta_2 = ? \\ V_1 = V_2 \\ P_0 = ۱\text{atm} \end{cases}$$

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

$$T_2 = \frac{۳ \times ۳۰۰}{۲/۵} = ۳۶۰\text{k}$$

$$\theta_2 = ۳۶۰ - ۲۷۳ = ۸۷^\circ\text{C}$$

تمرین :

حجم گازی درفشار 10^5 pa و دمای $27\ ^0C$ برابر $1\ cm^3$ است تعداد مولکول های گاز چقدر است؟ ($N_A = 6\times10^{23}$ عدد آووگادرو و $R \approx 8\ j/mol^0k$)

پاسخ:

$$P = 10^5\ pa$$

$$\theta = 27^\circ C \Rightarrow T = 273 + 27 = 300\ K$$

$$V = 1cm^3 = 1\times10^{-6}\ m^3$$

$$N = ?$$

$$N_A = 6\times10^{23}$$

$$R \approx 8\ \frac{J}{mol.k}$$

$$PV = nRT$$

$$n = \frac{N}{N_A}$$

$$PV = \frac{N}{N_A}RT \Rightarrow N = \frac{N_A PV}{RT}$$

$$N = \frac{6\times10^{23}\times10^5\times10^{-6}}{8\times300} \Rightarrow N = 2/5\times10^{19}$$

$$N = 2/5\times10^{19}$$

تمرین :

گازی در دمای $20^{0}C$ دارای حجم $100cm^{3}$ است. این گاز را باید تا چه دمایی گرم کنیم تا حجم آن در فشار ثابت $200cm^{3}$ شود؟

پاسخ:

$$\theta_1 = 20^{\circ}C \Rightarrow T_1 = 273 + 20 = 293\ K$$

$$V_1 = 100cm^3$$

$$\theta_2 = ?$$

$$P_2 = P_1$$

$$V_2 = 200cm^3$$

$$n_1 = n_2$$

$$\frac{P_1V_1}{T_1R} = \frac{P_2V_2}{T_2R}$$

$$\frac{100}{293} = \frac{200}{T_2}$$

$$\frac{1}{293} = \frac{2}{T_2}$$

$$T_2 = 586K$$

$$586 = 273 + \theta_2$$

$$\theta_2 = 313^{\circ}c$$

$$\theta_2 = 313^{\circ}C$$

تمرین:

دریک سیلندر ۱۰ لیتر گاز اکسیژن با فشار ۴ atm ودمای ۲۷ °c موجود است، جرم گازرا تعیین کنید. ($R \approx 8\ J/molk$) . (O = ۱۶ g/moL)

پاسخ

$$m = ۵۳/۳۳g$$

$$\begin{cases} V = ۱۰L = ۱۰\times۱۰^{-۳}m^۳ = ۱۰^{-۲}m^۳ \\ P = ۴atm = ۴\times۱۰^۵pa \\ \theta = ۲۷^\circ C \rightarrow T = ۲۷۳+۲۷ = ۳۰۰K \\ m = ? \\ R \cong ۸\ \frac{J}{mol.k} \end{cases} \qquad \begin{cases} n = \frac{m}{M} \\ PV = nRT \end{cases} \rightarrow PV = \frac{m}{M}RT$$

$$۴\times۱۰^۵\times۱۰^{-۲} = \frac{m}{۳۲}\times۸\times۳۰۰ \rightarrow m = \frac{۴\times۳۲\times۱۰^۳}{۸\times۳\times۱۰^۲} \rightarrow m = ۵۳/۳۳g$$

تمرین :

اگر فشار گاز کاملی را ۲۵ درصد افزایش داده و هم زمان دمای مطلق آن را ۲۰ درصد کاهش دهیم، حجم گاز چگونه تغییر می کند؟

پاسخ:

$$\begin{cases} P_2 = P_1 + ./۲۵P_1 = ۱/۲۵P_1 \\ T_2 = T_1 - ./۲T_1 = ./۸T_1 \\ \dfrac{\Delta V}{V_1} = ? \end{cases}$$

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

$$\frac{۱/۲۵P_1 V_2}{./۸T_1} = \frac{P_1 V_1}{T_1}$$

$$V_2 = \frac{./۸}{۱/۲۵} V_1 = ./۶۴V_1$$

$$\frac{\Delta V}{V_1} = \frac{./۶۴V_1 - V_1}{V_1} = \frac{-./۳۶V_1}{V_1} = -./۳۶$$

$$\frac{\Delta V}{V_1} \times ۱۰۰\% = -۳۶\%$$

تمرین :

فشار گازی ۱۴mmHg ودمای آن ^0C ۷ می‌باشد. اگردمای گازرا به ^0C ۱۰۲ و فشارگازرا به ۷۵mmHg برسانیم،حجم گازچندبرابر می‌شود؟

پاسخ:

$$P_1 = ۱۴mmHg$$

$$\theta_1 = ۷^\circ C \Rightarrow T_1 = ۲۷۳ + ۷ = ۲۸۰K$$

$$\theta_2 = ۱۰۲^\circ C \Rightarrow T_2 = ۲۷۳ + ۱۰۲ = ۳۷۵K$$

$$P_2 = ۷۵mmHg$$

$$V_2 = ? V_1$$

$$\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2}$$

$$\frac{۱۴V_1}{۲۸۰} = \frac{۷۵V_2}{۳۷۵}$$

$$\frac{۱V_1}{۲۰} = \frac{۱V_2}{۵}$$

$$V_2 = \frac{۱}{۴}V_1$$

$$V_2 = \frac{۱}{۴}V_1$$

تمرین :

دمای گاز را در حجم ثابت از $20^{\circ}C$ به $40^{\circ}C$ می‌رسانیم، فشار گاز چند برابر می‌شود؟

پاسخ:

$$\frac{P_2}{P_1} = \frac{313}{293}$$

تمرین :

اگرفشارودمای مطلق مقدارمعینی گازکامل نصف شودچگالی گازچه تغییری می کند؟

پاسخ:

$$\begin{cases} P_۲ = \frac{۱}{۲} P_۱ \\ T_۲ = \frac{۱}{۲} T_۱ \\ \frac{\rho_۲}{\rho_۱} = ? \end{cases}$$

$$\frac{\rho_۲}{\rho_۱} = \frac{P_۲}{P_۱} \times \frac{T_۱}{T_۲}$$

$$\frac{\rho_۲}{\rho_۱} = \frac{\frac{۱}{۲} P_۱}{P_۱} \times \frac{T_۱}{\frac{۱}{۲} T_۱}$$

$$\frac{\rho_۲}{\rho_۱} = ۱$$

تمرین :

مقداری گازکامل دریک محفظه قراردارداگرحجم گازرانصف ودمای مطلق آن را دوبرابرکرده ومقدارگاز را ازنظرجرمی به نصف کاهش دهیم،فشارچندبرابر می شود؟

پاسخ:

$$\begin{cases} V_۲ = \frac{۱}{۲} V_۱ \\ T_۲ = ۲T_۱ \\ n_۲ = \frac{۱}{۲} n_۱ \\ P_۲ = ? P_۱ \end{cases}$$

$$\frac{P_۱V_۱}{n_۱T_۱} = \frac{P_۲V_۲}{n_۲T_۲}$$

$$\frac{P_۱V_۱}{n_۱T_۱} = \frac{P_۲ \frac{۱}{۲} V_۱}{\frac{۱}{۲} n_۱ ۲T_۱}$$

$$P_۲ = ۲P_۱$$

تمرین :

دمای مقدار معینی گاز را در فشار ثابت $30\ ^{0}C$ افزایش می‌دهیم درنتیجه حجم گاز به اندازهٔ ۱ / ۰ حجم اولیهٔ آن افزایش پیدا می‌کند، دمای اولیه‌ی گاز چند درجه سلسیوس بوده است؟

پاسخ:

$$\theta_1 = ۲۷^{\circ}C$$

تمرین :

لاستیک یک اتومبیل حاوی مقدار معینی هواست. هنگامی که دمای هوا $17\ ^0C$ است فشار اندازه گیری شده در لاستیک $2\ atm$ بیش ازفشار جو است. پس ازیک اتومبیل رانی بسیار سریع،فشار هوای لاستیک دوباره اندازه گیری می شود.مشاهده می شودکه فشار $2/3\ atm$ بیش ازفشارجو است.دمای هوای درون لاستیک در این وضعیت چقدر است(حجم لاستیک را ثابت بگیرید)

پاسخ:

$$\theta_1 = ۴۶^\circ C$$

تمرین :

مقداری گاز در دمای $300^{0}k$ زیر پیستونی قرار دارد اگر با جابه‌جایی پیستون، حجم گاز را دو برابر کرده و دمای گاز را نیز به $400\ k$ برسانیم، فشار گاز چند برابر می‌شود؟

پاسخ:

$$\frac{P_2}{P_1} = \frac{2}{3}$$

تمرین :

یک حباب هوا ازکف دریا به عمق h به سطح آب حرکت می کند.دما درعمق مذکور ۱۷c° ودرسطح آب ۳۷ c° است.اگر قطرحباب درسطح آب ۳ برابر شده باشد،عمق h تقریبا چندمتر است ؟ (فشار هوا را در سطح آب $۱۰^{۵}$ Pa وچگالی آب $۱ g/cm^{3}$ را فرض کنید)

پاسخ:

$h = ۲۴۲/۵m$

تست:

بادکنکی را باد کرده آن را از روی سطح آب تاکف استخر پائین می‌بریم.با فرض ثابت بودن دما،حجم بادکنک ازبالابه پائین.....

۱) کم می‌شود.

۲)زیاد می‌شود.

۳) تغییر نمی‌کند

۴) معلومات مسئله برای پاسخ کافی نیست.

پاسخ:

گزینه ی ۱

تست:

دردمای ثابت،فشارگازی راچندبرابرکنیم تا حجم آن به $\frac{1}{4}$ حجم اولیه‌اش برسد؟

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

پاسخ

گزینه ۴ صحیح است.

شناسنامه دما وگرما

نام کمیت	علامت	یکا(SI)
تغییرات دما	ΔT یا $\Delta\theta$	K یا ^0C
ضریب انبساط طولی	α	$1/^0C$
ضریب انبساط سطحی	2α	$1/^0C$
ضریب انبساط حجمی	3α	$1/^0C$
ضریب انبساط مطلق مایع	β	$1/^0C$
گرما	Q	J(ژول)
گرمای ویژه	C	J/kg^0c
گرمای ذوب وتبخیر	Q_V , Q_F	J(ژول)
گرمای نهان ذوب وتبخیر	L_V , L_F	J/kg
آهنگ شارش گرما	H	J/S
رسانندگی گرمایی	k	j/mk
حجم گاز	V	m^3

۱-رابطهٔ بین یکای سلسیوس و کلوین
$$T = \theta + ۲۷۳$$
$$\Delta T = \Delta\theta$$

۲-رابطهٔ بین یکای سلسیوس و فارنهایت:
$$F = ۱/۸\theta + ۳۲$$
$$\Delta F = ۱/۸\Delta\theta$$

۳-انبساط طولی: $\Delta L = \alpha L_۱ \Delta\theta$

۴-انبساط سطحی: $\Delta A = ۲\alpha A_۱ \Delta\theta$

۵-انبساط حجمی جامدات: $\Delta V = ۳\alpha V_۱ \Delta\theta$

۶- انبساط واقعی مایعات : $\Delta V = \beta V_۱ \Delta\theta$

۷- انبساط ظاهری مایعات :
$$\Delta V = \beta' V_۱ \Delta\theta$$
$$\beta' = \beta - ۳\alpha$$
حجم مایع سریزشده $= \Delta V_{\text{ظرف}} - \Delta V_{\text{ظاهری}}$

۸-رابطهٔ چگالی باتغییردما: $\rho_۲ = \rho_۱(۱ - \beta\Delta\theta)$

۹-گرمای لازم برای تغییردما: $Q = mc\Delta\theta$

۱۰- دمای تعادل:
$$Q_۱ + Q_۲ + \ldots + Q_n = ۰$$
$$m_۱c_۱(\theta_e - \theta_۱) + m_۲c_۲(\theta_e - \theta_۲) + \cdots = ۰$$

۱۱- گرمای ذوب وانجماد : $Q_F = \pm mL_F$

۱۲-گرمای تبخیرومیعان : $Q_v = \pm mL_v$

۱۳-آهنگ شارش گرما در جامدات
$$H = K\frac{A\Delta T}{L}$$

۱۴-تعداد مول‌ها
$$n = \frac{m}{M} = \frac{N}{N_A}$$

۱۵-قانون گازهای کامل
$$PV = nRT$$

۱۶-رابطهٔ گازکامل(برای یک گاز)
$$\frac{P_۱V_۱}{T_۱} = \frac{P_۲V_۲}{T_۲}$$

۱۷-رابطهٔ گازکامل(برای دوگازمختلف)
$$\frac{P_۱V_۱}{n_۱T_۱} = \frac{P_۲V_۲}{n_۲T_۲}$$

۱۸-رابطهٔ چگالی گازکامل(برای یک گاز)
$$\frac{\rho_۲}{\rho_۱} = \frac{P_۲}{P_۱} \times \frac{T_۱}{T_۲}$$

با نظارت جمعی از اساتید و معلمان گروه فیزیک البرز :

حمیدرضا ایزدی

مهرداد باقرپور

محمد علی سبکبار

فاطمه زارعی

فتانه باقرزاده

محمد انصاری تبار

تاریخ ویرایش نهایی : شهریور ۱۳۹۶

ارتباط تلگرامی : @ansari132

موفق وپیروز باشید