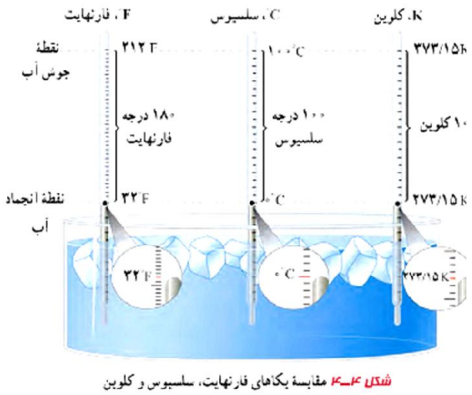
دما : دما معیاری است که میزان گرمی یا سردی اجسام را مشخص می‌کند ، به عبارت دیگر یک کمیّت مقایسه‌ای است .

دماسنجی : راه و شیوه اندازه گیری و تعیین دما را دماسنجی می‌گویند .

: اساس کار دماسنج‌های جیوه‌ای و الکلی بر انبساط مایعات است .

مقیاس دمای مطلق (یا کلوین) : در SI به جای سلسیوس از یکای کلوین استفاده می‌کنند که ، با نماد T نمایش می‌دهند ، و واحد کلوین را با K نشان می‌دهند .



شکل ۴-۴ مقایسهٔ یکاهای فارنهایت، سلسیوس و کلوین

رابطه تبدیل سلسیوس به کلوین : $T = \theta + ۲۷۳$

θ = دما بر حسب سلسیوس T = دما بر حسب کلوین

: با آنکه مبدأ مقیاس کلوین و سلسیوس متفاوت است ، ولی اندازه هردو مقیاس یکی است . $\Delta T = \Delta \theta$

فارنهایت : یکای رایج دیگری است که هنوز در صنعت و هواشناسی کاربرد دارد . که با نماد F نمایش میدهند

رابطه تبدیل سلسیوس به فارنهایت : $F = \frac{۹}{۵}\theta + ۳۲$

تناسب بین درجه بندی ها : $\frac{T - ۲۷۳}{۱۰۰} = \frac{\theta - ۰}{۱۰۰} = \frac{F - ۳۲}{۱۸۰}$

بازه دمایی بین جوش و انجماد آب در مخرج کسر های درجه بندی ها ظاهر شده است .

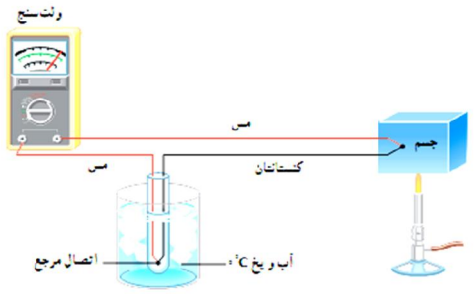
مثال ۱ : جدول زیر را کامل کنید :

ردیف	سلسیوس(θ)	کلوین(T)	فارنهایت(F)
۱	۳۸		
۲			-۴۰
۳		۲۰	
۴	۲۲۷		
۵		۴۰۰	
۶			۲۰۸

مثال ۲ : دمای مقداری آب ۱۷ درجه سلسیوس است اگر آنرا ۹۰ درجه فارنهایت افزایش دهیم ، دمای آن به چند درجه کلوین می‌رسد ؟

مثال ۳ : دمای جسمی بر حسب کلوین ۴ برابر دمای آن بر حسب سلسیوس است . دمای این جسم را بر حسب سلسیوس و کلوین بدست آورید .

ترموکوپل : وسیله‌ای است که از دو فلز غیر هم جنس (مانند مس و کنستانتان) ، که خاصیّت الکترون خواهی متفاوتی دارند . این دو فلز از ابتدا و انتها به یکدیگر وصل شده‌اند ، که اگر بین این دو نقطه اختلاف دما ایجاد کنیم جریان الکتریکی بین دو فلز بوجود می‌آید .شدت جریان الکتریکی متناسب بااختلاف دماست ،به کمک تناظر دما با جریان الکتریکی می‌توان آمپر سنج را بر حسب دما مدرج کرد .



<u>مزیتهای ترموکوپل نسبت به دماسنج‌های دیگر :</u>

۱ – به سرعت به تغییر دما پاسخ می‌دهد زیرا اتصال سیمها کوچک است .

۲ – چون خروجی دستگاه جریان الکتریکی است ، می‌توان آنرا مستقیماً برای دستگاه هشدار دهنده ، یا ثبت تغییرات پیوسته دما بکار برد .

۳ – به اختلاف دماهای بسیار کوچک ، حتی ۰/۰۰۱ درجه سلسیوس حساس است .

۴ – برای اندازه گیری دماهای بالا ، تا حدود ۱۵۰۰ درجه سلسیوس بکار می‌رود . (گستره ۲۷۰– تا ۱۳۷۲ سلسیوس)

انبساط جامدات: انبساط جامدات را می‌توان در سه حالت ، <u>انبساط طولی</u> و <u>انبساط سطحی</u> و <u>انبساط حجمی</u> بررسی کرد که در جدول زیر روابط مربوط به آنها آمده است :

انبساط حجمی	انبساط سطحی	انبساط طولی
V_1 = حجم اولیه	A_1 = سطح اولیه	L_1 = طول اولیه
V_2 = حجم ثانویه	A_2 = سطح ثانویه	L_2 = طول ثانویه
تغییرات دما =$\Delta\theta$	تغییرات دما =$\Delta\theta$	تغییرات دما =$\Delta\theta$
ضریب انبساط حجمی=$\beta=3\alpha$	ضریب انبساط سطحی =2α	ضریب انبساط طولی =α
$V_2 = V_1(1+3\alpha\Delta\theta)$ $\Delta V = V_1(3\alpha)\Delta\theta$	$A_2 = A_1(1+2\alpha\Delta\theta)$ $\Delta A = A_1(2\alpha)\Delta\theta$	$L_2 = L_1(1+\alpha\Delta\theta)$ $\Delta L = L_1\alpha\Delta\theta$

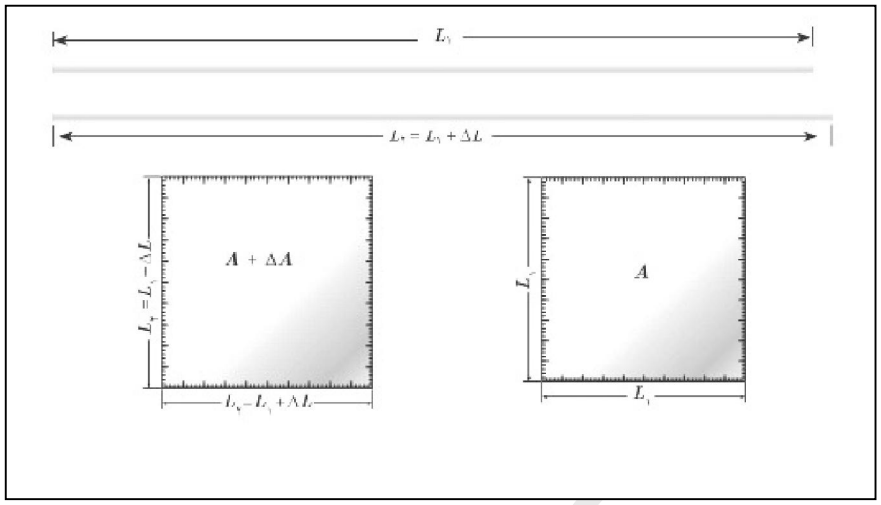
جدول ۴ــ۱ ضریب انبساط طولی برخی اجسام

ماده	ضریب انبساط طولی $(\frac{1}{K})$	ماده	ضریب انبساط طولی $(\frac{1}{K})$
الماس	$1/2\times10^{-6}$	مس	17×10^{-6}
شیشهٔ پیرکس	$3/2\times10^{-6}$	برنج	19×10^{-6}
شیشهٔ معمولی	$9\text{ـ}12\times10^{-6}$	آلومینیم	23×10^{-6}
فولاد	$10\text{ـ}13\times10^{-6}$	سرب	29×10^{-6}
بتون	$10\text{ـ}14\times10^{-6}$	یخ (در $0^\circ C$)	51×10^{-6}

ضریب انبساط طولی (α) : افزایش طول یک متر از جسم جامد به ازای یک درجه افزایش دما .

ضریب انبساط سطحی (2α) : افزایش مساحت یک مترمربع از جسم جامد به ازای یک درجه افزایش دما .

ضریب انبساط حجمی ($3\alpha=\beta$) : افزایش حجم یک مترمکعب از جسم جامد به ازای یک درجه افزایش دما .

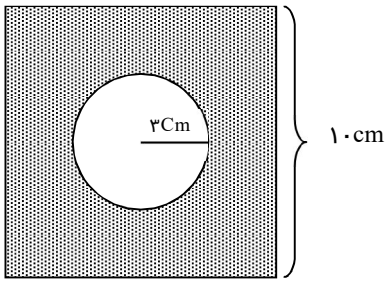


مثال ۴ : اگر یک میله ۱۲ m فولادی را از دمای ۲۰ ^{o}C به ۷۰ ^{o}C برسانیم طول میله چقدر خواهد بود ؟

$\alpha = ۱۲\times۱۰^{-۶}$

مثال ۵ : در یک منطقه جغرافیایی در طول سال کمترین دما ۱۵ ^{o}C- و بیشترین دما ۴۵ ^{o}C می‌باشد . اگر طول قطعات ریل راه آهن ، ۲۰m باشد حداقل فاصله بین قطعات ریل راه آهن چقدر باید باشد ؟ $\alpha = ۱۲\times۱۰^{-۶}$

مثال ۶ : اگریک صفحه آلومینیومی مربع شکل ، به ضلع ۱۰cm داشته باشیم که در وسط آن ، حفره‌ای دایره‌ای به شعاع ۳cm باشد و آنرا ۱۰۰ درجه گرم کنیم ، مساحت صفحه چقدر خواهد بود ؟

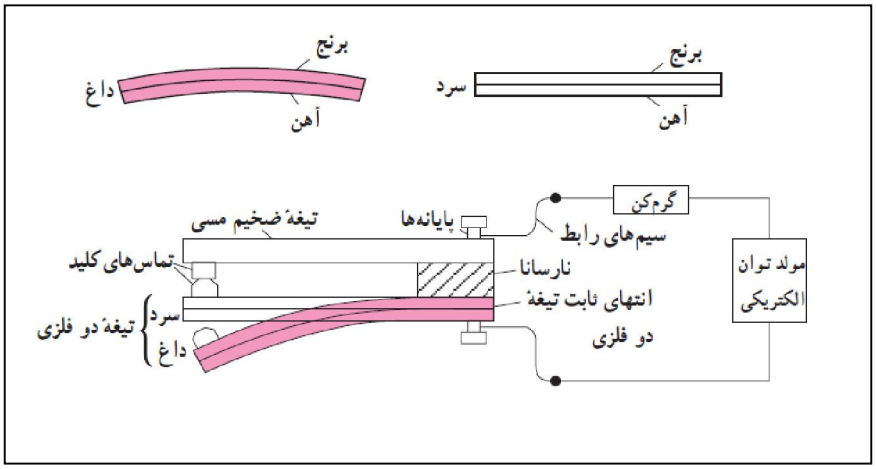


مثال ۷ : دمای یک صفحه آهنی $۲۰^{o}C$ است . در چه دمایی مساحت این صفحه به اندازه ۰/۰۰۱ سطح اولیه افزایش می‌یابد؟ $\alpha_{آهن} = ۱۰\times۱۰^{-۶}\frac{۱}{k}$

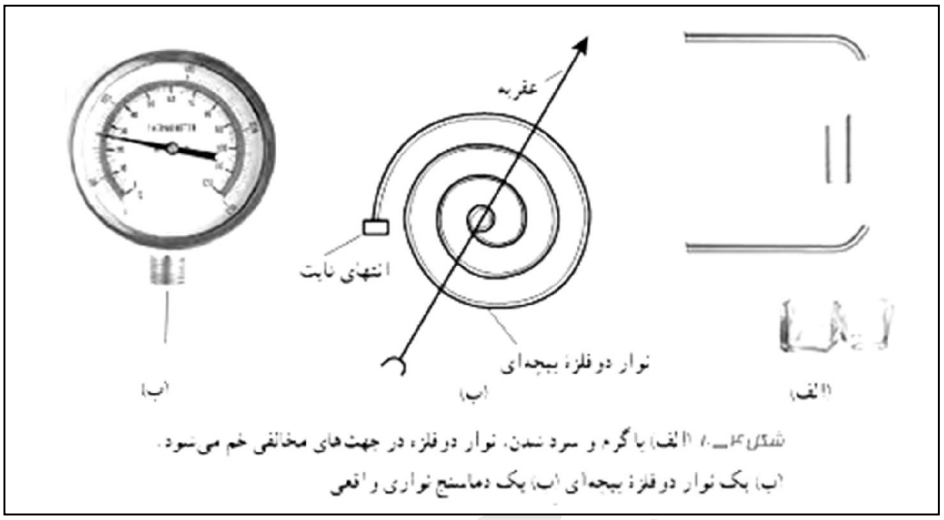
مثال ۸ : دمای مکعب مستطیل فلزی به ابعاد $۱۰cm$ و $۶cm$ و $۵cm$ را به اندازه $۲۰۰^{o}C$ افزایش می‌دهیم ، حجم جدید آنرا محاسبه کنید . $\alpha_{فلز} = ۳\times۱۰^{-۵}\frac{۱}{^{o}C}$

مثال ۹ : اگر حجم یک گلوله سربی در دمای $۳۰^{o}C$ برابر $۵۰\ cm^{۳}$ باشد ، در دمای $۶۰^{o}C$ چه مقدار خواهد بود ؟ $(\alpha_{سرب} = ۲۹\times۱۰^{-۶}\frac{۱}{k})$

ترموستات (دماپا) : ترموستات وسیله‌ای است که ، از دو فلز غیر هم جنس ، با ضریب انبساط طولی متفاوت (مانند آهن و برنج) درست شده است که به یکدیگر جوش خورده اند . در اثر گرما هردو منبسط می‌شوند ، و فلزی که ضریب انبساط طولی بیشتری دارد فلز دیگر را خم می‌کند . از این وسیله برای قطع و وصل کردن جریان الکتریکی ، در وسایل اتوماتیک مانند اتو و سماور برقی یا پلوپز استفاده می‌کنند .



دما سنج نواری دوفلزه (بی متال) : نوار دو فلزه ازدو تیغه متفاوت مانند برنج و آهن ساخته شده که دو نوار فلزی به یکدیگر پرچ شده اند که با سرد و گرم شدن خمیده می‌شوند و عقربه متصل به نوار مارپیچی را در دو جهت به چرخش در می‌آورند و که این چرخش متناسب با دما در صفحه دایره‌ای شکل مدرج می‌شود .



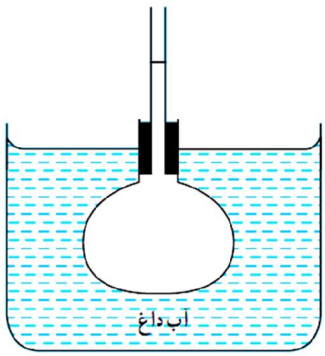
شکل ۴ـ۷ (الف) با گرم و سرد شدن، نوار دوفلزه در جهت‌های مخالفی خم می‌شود.
(ب) یک نوار دوفلزهٔ پیچه‌ای (پ) یک دماسنج نواری واقعی

انبساط مایعات : چون برای گرم کردن مایعات به ظرف نیاز داریم ، گرما ابتدا به ظرف می‌رسد ، سپس به مایع منتقل می‌شود، یعنی ابتداظرف منبسط می‌شود و بعد ازآن مایع منبسط می‌شود ، بنابر این ما انبساط ظاهری مایعات را می‌بینیم .

(انبساط ظرف) – (انبساط واقعی مایع) = (انبساط ظاهری مایع)

: با مقایسه جدولهای ضریب انبساط مایعات و جامدات کتاب ، متوجه می‌شویم که انبساط مایعات تقریباً ۱۰۰۰ برابر انبساط جامدات است .

ماده	ضریب انبساط $(\frac{1}{K})$
جیوه	$۰/۱۸ \times ۱۰^{-۳}$
آب	$۰/۲۷ \times ۱۰^{-۳}$
گلیسیرین	$۰/۴۹ \times ۱۰^{-۳}$
روغن زیتون	$۰/۷۰ \times ۱۰^{-۳}$
پارافین	$۰/۷۶ \times ۱۰^{-۳}$
بنزین	$۱/۰۰ \times ۱۰^{-۳}$
اتانول	$۱/۰۹ \times ۱۰^{-۳}$
استیک اسید	$۱۱/۰ \times ۱۰^{-۳}$
بنزن	$۱۲/۵ \times ۱۰^{-۳}$
کلروفرم	$۱۲/۷ \times ۱۰^{-۳}$
استون	$۱۴/۳ \times ۱۰^{-۳}$
اتر	$۱۶/۰ \times ۱۰^{-۳}$
آمونیاک	$۲۴/۵ \times ۱۰^{-۳}$



مثال ۱۰ : دمای یک لیتر از مایعی را از $۵۰^{o}C$ به $۷۵^{o}C$ افزایش می‌دهیم . تغییر حجم مایع برابر $۶\ cm^{۳}$ می‌شود . ضریب انبساط حجمی مایع را محاسبه کنید .

مثال ۱۱ : ظرفی به حجم $500\ cm^3$ را از مایعی پر می‌کنیم و دمای آنرا 400^oC افزایش میدهیم . چند cm^3 مایع از ظرف سرریز می‌شود ؟ (ضریب انبساط طولی ظرف $10^{-5}\frac{1}{^oC}$ و ضریب انبساط حجمی مایع $1/8\times10^{-4}\frac{1}{^oC}$)

تغییرات چگالی با دما : با افزایش دما جرم جسم تغییری نمی‌کند ، ولی حجم آن افزایش می‌یابد ، در نتیجه چگالی کاهش می‌یابد .

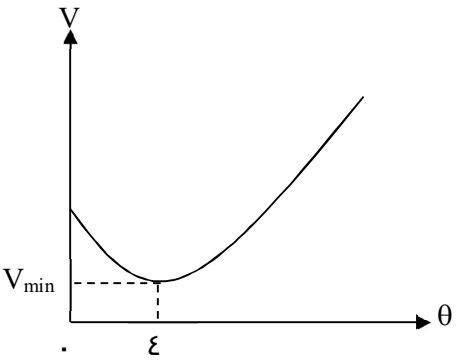
$$\downarrow \rho = \frac{m}{\uparrow V}$$

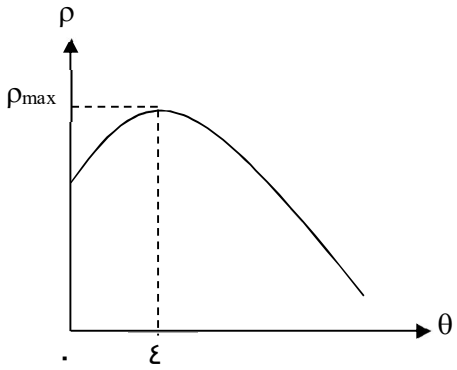
$$\rho_1 = \frac{m}{V_1} \quad و \quad \rho_2 = \frac{m}{V_2} = \frac{m}{V_1(1+\beta\Delta\theta)} \Rightarrow \boxed{\frac{\rho_2}{\rho_1} = \frac{1}{1+\beta\Delta\theta}}$$

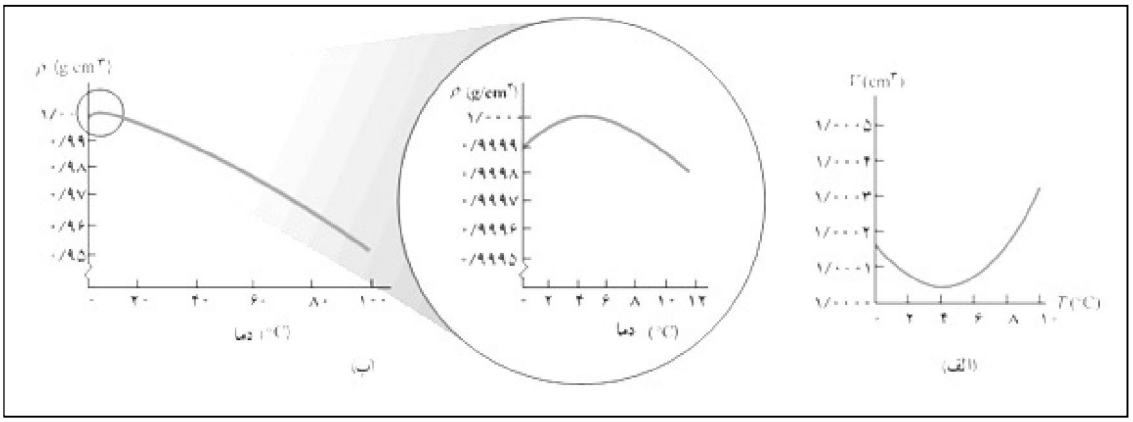
مثال ۱۲ : چگالیآهن در دمای 10^oC برابر $7/8\ g/cm^3$ است . اگر دمای آنرا 100^oC افزایش دهیم چگالی آن چه مقدار تغییر می‌کند ؟ $(\alpha_{آهن}=12\times10^{-6}\frac{1}{k})$

انبساط غیر عادی آب : معمولاً حجم مایعات ، با کاهش دما کاهش می‌یابد ، ولی آب از 4^oC تا 0^oC ، با افزایش حجم دارد ، که به این پدیده انبساط غیر عادی آب می‌گویند .

: آب در 4^oC کمترین حجم و در نتیجه بیشترین چگالی را دارد ، این مطلب در نمودارهای زیر نشان داده شده است .







گرما :(یادآوری) مقدار انرژی است که به دلیل اختلاف دما ، بین دو جسم مبادله می‌شود واحد آن ژول است و در موارد خاصی ازواحد کالری استفاده می‌شود ($1Cal = 4/1860J$) .

ظرفیت گرمایی(C) **:** مقدار گرمایی را که باید به یک جسم داده شود تا دمای آن یک درجه سلسیوس افزایش یابد و به جنس و جرم جسم بستگی دارد و واحد آن ژول بر کلوین $\frac{J}{^{\circ}K}$ یا ژول بر سلیسیوس $\frac{J}{^{\circ}C}$ است .

$$Q = C\Delta\theta = C\Delta T$$

گرمای ویژه (c) : مقدار گرمایی را که باید به یک کیلوگرم از جسم داده شود تا دمای آن یک درجه سلسیوس افزایش یابد و واحد آن ژول بر کلوین $\frac{J}{Kg\,^{\circ}K}$ یا ژول بر سلیسیوس $\frac{J}{Kg^{\circ}C}$ است $c = \frac{C}{m}$

برای محاسبه گرمای مبادله شده در یک جسم از رابطه زیر استفاده می‌کنیم :

$$\boxed{Q = mc\Delta\theta = mc\Delta T}$$

Q = گرما بر حسب ژول(J) – m = جرم بر حسب کیلوگرم (Kg) –

θ = دما بر حسب سلسیوس – C

گرمای ویژه بر حسب ($\frac{J}{Kg^{\circ}C}$ یا $\frac{J}{Kg\,^{\circ}K}$)

: اگر $\Delta\theta > 0$ باشد ، یعنی $\theta_1 < \theta_2$ است ، درنتیجه دمای جسم بالا رفته یعنی‌گرما گرفته است $(Q > 0)$ و اگر $\Delta\theta < 0$ باشد ، یعنی $\theta_1 > \theta_2$ است،درنتیجه دمای جسم پایین آمده گرما ازدست داده است $(Q < 0)$.

	ماده	گرمای ویژه $(J/kg.K)$
عناصر جامد	سرب	۱۲۸
	تنگستن	۱۳۴
	نقره	۲۳۶
	مس	۳۸۶
	آلومینیم	۹۰۰
جامدهای دیگر	برنج	۳۸۰
	نوعی فولاد (آلیاژ آهن با ۲٪ کربن)	۴۵۰
	فولاد زنگ‌نزن	۴۹۰
	گرانیت	۷۹۰
	بتون	۸۰۰
	شیشه	۸۴۰
	یخ	۲۲۲۰
مایعات	جیوه	۱۴۰
	اتانول	۲۴۳۰
	آب دریا	۳۹۰۰
	آب	۴۱۸۷

* تمام مواد غیر از یخ در دمای $20^{\circ}C$

مثال ۱۳: برای آنکه $400gr$ آلومینیم را از دمای $40\ ^{\circ}C$ به دمای $90\ ^{\circ}C$ برسانیم چند ژول گرما لازم داریم ؟

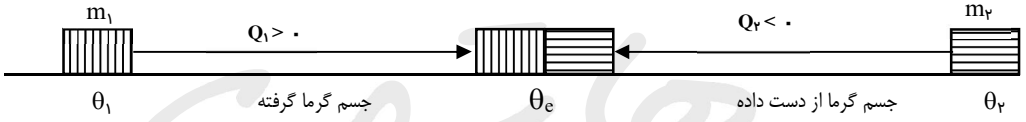
مثال۱۴: اگر به $200gr$ شیشه ۴۹۰۰ ژول گرما بدهیم دمای آن چند درجه افزایش می‌یابد؟

مثال ۱۵ : یک قالب یخ $۲۰kg$ که دمای آن -۱۵^oC است به داخل آبی می‌اندازیم تا دمای یخ به -۵^oC برسد چه مقدار انرژی از قالب یخ گرفته شده است ؟

دمای تعادل : دمای مشترک دو جسم با دماهای متفاوت است که مدتی در تماس کامل با یکدیگر قرار داشته اند.

تعادل گرمایی : دو جسم هنگامی در تعادل گرمایی هستند که ، اگر درتماس کامل با یکدیگر باشند دمای آنها تغییر نکند.

تعادل گرمایی دو جسم : دو جسم $m_۱$و $m_۲$ را در دماهای اولیه $\theta_۱$ و $\theta_۲$ در نظرمی‌گیریم ، که مدتی در تماس کامل با یکدیگر بوده‌اند تا به دمای مشترک θ_e برسند ، دمای تعادل θ_e برای هردو آنها دمای ثانویه محسوب می‌شود . در این تبادل گرمایی ، اگر اتلاف گرمایی نداشته باشیم ، گرمایی که یکی از جرمها از دست داده ، برابر با گرمایی است که جرم دیگر بدست آورده است ، بنابراین مجموع آنها صفر خواهد بود .



$$Q_۲ < ۰ \text{ و } Q_۱ > ۰ \Rightarrow Q_۱ + Q_۲ = ۰ \qquad \boxed{m_۱c_۱(\theta_e - \theta_۱) + m_۲c_۲(\theta_e - \theta_۲) = ۰}$$

: اگر مجهول مسئله‌ای θ_e باشد ، می‌توان رابطه بالا را به شکل رابطه زیر درآورد تا محاسبات سریعتر شود ، لازم به ذکر است ، رابطه زیر همان رابطه قبلی است که به صورت کسری نوشته می‌شود .

$$\theta_e = \frac{m_۱c_۱\theta_۱ + m_۲c_۲\theta_۲}{m_۱c_۱ + m_۲c_۲}$$

مثال ۱۶ : یک قطعه فولادی را در دمای $۱۲۰\ ^oC$، داخل $۰/۵Kg$ آب در دمای $۳۰\ ^oC$ قرار می‌دهیم ، تا پس از تعادل گرمایی دماهای آنها $۵۰\ ^oC$ شود . جرم قطعه فولادی را حساب کنید . $C = ۴۲۰ \frac{J}{Kg^oC}$ فولاد $C = ۴۲۰۰ \frac{J}{Kg^oC}$ آب

مثال ۱۷ : اگر $۴Kg$ آب $۳۰\ ^oC$ را با $۶Kg$ آب $۱۰۰\ ^oC$ مخلوط کنیم ، دمای تعادل آنها چقدر است ؟

مثال ۱۸: چند کیلوگرم آب $۶۰\ ^oC$ را باچند کیلو گرم آب $۱۰\ ^oC$ مخلوط کنیم تا $۲۴Kg$ آب $۳۰\ ^oC$ داشته باشیم ؟

روابط تعمیم یافته تعادل گرمایی : اگر بیش از دو جسم در تعادل گرمایی شرکت کنند ، روابط گفته شده به شکل زیر تعمیم پیدا می‌کنند :

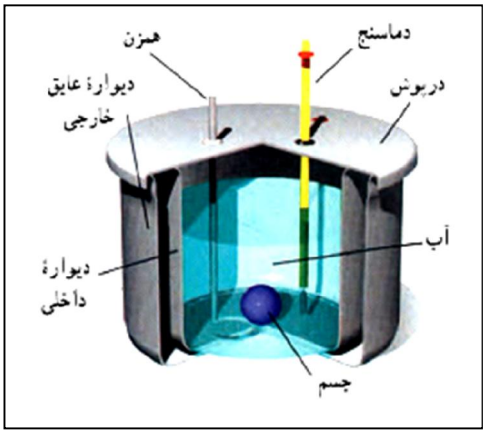
$$m_۱c_۱(\theta_e-\theta_۱)+m_۲c_۲(\theta_e-\theta_۲)+m_۳c_۳(\theta_e-\theta_۳)+.....=۰$$

$$\theta_e=\frac{m_۱c_۱\theta_۱+m_۲c_۲\theta_۲++m_۳c_۳\theta_۳+...}{m_۱c_۱+m_۲c_۲+m_۳c_۳+...}$$

$$Q_۱+Q_۲+Q_۳+\cdots=۰$$

مثال ۱۹ : اگردر یک ظرف شیشه‌ای به جرم ۴۰۰g ، در دمای ۲۰ ^oC به اندازه ۰/۵kg آب ، با دمای ۳۵ ^oC بریزیم و یک قطعه فولادی در دمای ۱۲۰ ^oC بیندازیم تا پس از مدتی دمای آنها به ۴۰ ^oC برسد ، جرم قطعه فولادی را حساب کنید .

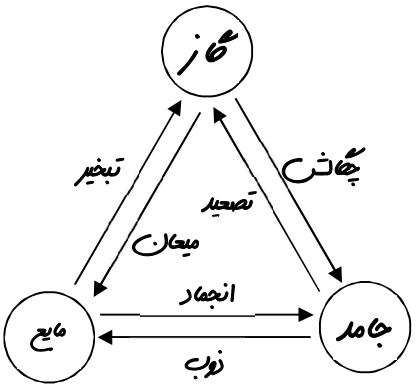
مثال ۲۰ : در یک ظرف شیشه‌ای به جرم ۶۰۰g ، به اندازه ۱Kg آب ۲۰ ^oC وجود دارد ، اگر ۰/۵ Kg آب جوش اضافه کنیم ، دمای مشترک آنها چند درجه خواهد شد ؟



گرما سنج (کالری متر) و گرما سنجی : اجزای گرماسنج عبارتند از:
۱ – ظرف استوانه ای دو جداره ۲- درپوش ۳ – دما سنج ۴ – همزن
روش گرماسنجی : مرحله اول : مقداری آب با جرم مشخص مثلا ۲۰۰ گرم آب در ظرف می‌ریزیم و صبر می‌کنیم تا همدما شوند و دماسنج را ثبت می‌کنیم . مرحله دوم : جسم مورد نظر را که همدما با هوای اتاق است را داخل ظرف قرار می‌دهیم و با همزن آب را هم می‌زنیم و درپوش را می‌بندیم و صبر می‌کنیم تا همدما می‌شویم سپس دماسنج مجددا را ثبت می‌کنیم . مرحله سوم : با استفاده از رابطه زیر گرمای ویژه جسم را حساب می‌کنیم .

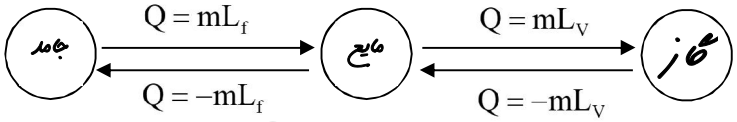
$$Q_{آب}+Q_{جسم}+Q_{ظرف}=۰$$

$$m_{آب}c_{آب}(\theta-\theta_{آب_۱})+m_{جسم}c_{جسم}(\theta-\theta_{جسم_۱})+m_{ظرف}c_{ظرف}(\theta-\theta_{ظرف_۱})=۰$$



تبدیل حالات ماده : نمودار مقابل بطور خلاصه تغییرات حالات ماده را نشان میدهد ، به تغییرات حالات ماده تغییر فاز نیز می‌گویند .

تغییر فاز : زمانیکه ماده‌ای تغییر فاز می‌دهد ، درطول مدت گذار از یک حالت به حالت دیگر، با آنکه ماده گرما از دست می‌دهد یا گرما می‌گیرد دمای آن تغییر نمی‌کند ($\Delta\theta = 0$) ، بنابر این رابطه $Q = mC\Delta\theta$ کاربردی ندارد .برای محاسبه گرمای مبادله شده در هنگام تغییر فاز از رابطه های $Q = mL_f$ و $Q = mL_V$ استفاده می‌کنیم .



نقطه ذوب : دمای گذار جامد به مایع را دمای نقطه ذوب می‌نامند که به جنس جسم و فشار وارد بر آن بستگی دارد .

ماده	نقطهٔ ذوب (°C)	گرمای نهان ذوب (kJ/kg)
هیدروژن	−۲۵۹	۵۸/۶
اکسیژن	−۲۱۸	۱۳/۸
نیتروژن	−۲۱۰	۲۵/۵
جیوه	−۳۹	۱۱/۸
یخ	۰	۳۳۳/۷
گوگرد	۱۱۹	۳۸/۱
سرب	۳۲۷	۲۴/۵
قلع	۶۳۰	۱۶۵
نقره	۹۶۰	۸۸/۳
طلا	۱۰۶۴	۶۴/۵
مس	۱۰۸۳	۱۳۴

: اغلب جامدهای بلورین هنگام ذوب شدن افزایش حجم دارند .

: جامدهای بی شکل مانند شیشه و جامدهای ناخالصی مانند قیرنقطه ذوب کاملاً مشخصی ندارند .

: معمولا افزایش فشار وارد بر اجسام سبب بالا رفتن نقطه ذوب جسم می‌شود ولی در مورد یخ برعکس است .

گرمای نهان ویژه ذوب (L_F) : برابر است بامقدار انرژی که، باید به یک کیلوگرم از جسم جامد ، در دمای نقطه ذوب داده شود ، تا به مایع در همان دما تبدیل شود و واحد آن $\frac{J}{Kg}$ است .

تبخیر سطحی : تجربه نشان می‌دهد در هر دمایی در سطح آزاد مایع عمل تبخیر روی می‌دهد ، به عبارت دیگر مولکولهای پر انرژی در هردمایی از سطح مایع جدا می‌شوند ، که به این پدیده تبخیر سطحی می‌گویند . تبخیر سطحی یک فرآیند گرما گیر است .

عوامل موثر بر تبخیر سطحی :

۱ – دمای مایع ۲ – مساحت سطح آزاد مایع ۳ – وزش باد یا نسیم بر سطح مایع

: عوامل موثر بر نقطه جوش عبارتند از : جنس ماده و فشار وارد بر جسم .

: افزایش فشار وارد بر جسم دمای نقطه جوش را بالا می‌برد.

گرمای نهان ویژه تبخیر (L_V) : برابر است بامقدار انرژی که، باید به یک کیلوگرم از مایع در دمای نقطه جوش داده شود ، تا به بخار در همان دما تبدیل شود و واحد آن $\frac{J}{Kg}$ است .

: اگر تغییر فاز در ماده ، فرایندی گرماده باشد یعنی گرما از دست بدهد در روابط گفته شده از علامت منفی استفاده می‌کنند .

انجماد ← $\boxed{Q=-mL_F}$ و میعان ← $\boxed{Q=-mL_V}$

جدول ۴ــ۵ مقادیر L_V برای آب در دماهای مختلف*

دما (°C)	L_V (kJ/kg)
۰	۲۴۹۰
۱۵	۲۴۵۴
۵۰	۲۳۷۴
۱۰۰	۲۲۵۶
۱۵۰	۲۱۱۵
۲۰۰	۱۹۴۰

* مقادیر تا ۱۰۰°C در فشار ۱atm است.

مثال ۲۱ : محاسبه کنید چند ژول گرما لازم است ، تا ۱Kg یخ دردمای $-10\ ^oC$ ، به بخار آب $100\ ^oC$ تبدیل شود ؟

یخ $C = 2100\ \frac{J}{Kg^oC}$ آب $C = 4200\ \frac{J}{Kg^oC}$ یخ $L_F = 334000\ \frac{J}{Kg}$ بخار $L_V = 2256000\ \frac{J}{Kg}$

مثال ۲۲ : محاسبه کنید چند ژول گرما لازم است ، تا ۰/۵Kg یخ دردمای $-5\ ^oC$ ، به آب $20\ ^oC$ تبدیل شود ؟

مثال ۲۳ : داخل ۲Kg آب $20\ ^oC$ قالب یخی در دمای صفر می‌اندازیم ، پس از تعادل گرمایی $\frac{1}{4}$ قالب یخ باقی می‌ماند ، جرم قالب یخ را حساب کنید .

انتقال گرما: انتقال گرما از جسم گرم به جسم سرد ، به سه روش زیر انجام می‌گیرد :

۱ - رسانش : انتقال گرما دریک جسم جامد از نقطه‌ای با دمای بیشتر به نقطه‌ای با دمای کمتر را رسانش می‌گویند .

در فلزات ۱ - ارتعاش اتمها و گسترش این ارتعاش ۲ - الکترونهای آزاد (عامل اصلی) دلیل رسانش هستند ولی در نافلزات الکترون آزاد وجود ندارد بنابر این در رسانش بسیار ضعیف هستند .

۲ – همرفتی : انتقال گرما در مایعات و گازها ، به سبب اختلاف چگالی را همرفتی می‌نامند ، یعنی مایع یا گاز گرمتر، با چگالی کم بالا می‌رود و مایع یا گاز سردتر، با چگالی بیشتر به پایین حرکت کرده ، جای آنرا می‌گیرد . مانند حرکت آب گرم از شوفاژ خانه ، به طبقات بالاتر درساختمان .

همرفت واداشته : اگر به کمک پمپ یا تلمبه شاره وادار به حرکت شود تا انتقال گرما صورت پذیرد به این پدیده همرفت واداشته می‌گویند . مانند سیستم گرم کننده مرکزی ساختمانها و سیستم خنک کننده اتومبیلها و سیستم گردش خون در جانوران خونگرم .

سوال : جهت وزش باد از خشکی به دریا یا برعکس را ، در ساعات مختلف شبانه روز را ،با پدیده همرفتی توجیه کنید .

۳ – تابش : انتقال گرما به وسیله تابیدن نور را ، تابش می‌نامند ،که نیاز به محیط مادی ندارد .

مانند رسیدن گرمای خورشید به زمین ، با تابش نور خورشید و تابیدن گرما از کف اتو، به پوست دست هنگام مجاورت با کف اتو.

دمانگار : ابزاری برای آشکار سازی تابش های فروسرخ بکار می‌رود .

دما نگاشت : به تصویر ثبت شده به وسیله دما نگار گفته می‌شود .

: تابش گرمایی از سطح اجسام علاوه بر دما به صیقلی بودن و زنگ سطح بستگی دارد . سطوح صاف و درخشان با رنگ های روشن تابش گرمایی کمتری دارند در حالی که سطوح تیره و ناصاف و مات تابش گرمایی بیشتری دارند .

در همه جا اجسامی که تیره تر هستند زود تر گرما را به خود جذب و زود تر از دست میدهند و تابش گرمایی بیشتری دارند حالا اگر جسمی باشد که رنگ یکسانی داشته باشد ولی تفاوتشان این باشد که یکی مات و دیگری براق باشد، جسم مات باز هم زودتر گرمارا به خود جذب و زود تر هم از دست میدهد و تابش گرمایی بیشتری دارند.

: شکار تابش فرو سرخ و کلم ایکانک دو نمونه از پدیده های زیستی تابش گرمایی هستند .

تف سنجی : به روشهای اندازه گیری دما بر اساس تابش گرمایی را تف سنجی می‌گویند .

تف سنج : ابزارهای اندازه گیری دما بر اساس تف سنجی را تف سنج می‌گویند که بر خلاف دیگر دماسنجها با جسم تماس ندارند .