مقیاس دمای مطلق (یا کلوین) :

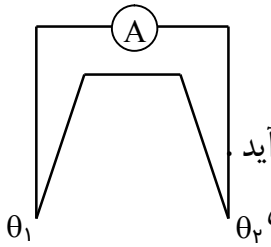
در SI به جای سلسیوس از یکای کلوین استفاده می‌کنند که ، با نماد T نمایش می‌دهند ، و واحد کلوین را با K نشان می‌دهند .

رابطه تبدیل سلسیوس به کلوین : $\boxed{T = \theta + ۲۷۳}$ 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 . $\boxed{\Delta T = \Delta\theta}$

ترموکوپل

وسیله‌ای است که از دو فلز غیر هم جنس ، 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 .



مزیتهای ترموکوپل نسبت به دماسنج‌های دیگر :

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 .

محاسبه گرما

یادآوری از فیزیک ۱ :

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

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

$$\boxed{Q = mC\Delta\theta = mC(\theta_۲ - \theta_۱)}$$

θ = دما بر حسب سلسیوس – C گرمای ویژه بر حسب ژول بر کیلوگرم سلسیوس $(\frac{J}{Kg^{\circ}C})$

گرمای ویژه (C) : مقدار گرمایی را که بایدبه یک کیلوگرم از جسم داده شود تا دمای آن یک درجه سلسیوس افزایش یابد.

: اگر $\Delta\theta > ۰$ باشد ، یعنی $\theta_۱ < \theta_۲$ است ، درنتیجه دمای جسم بالا رفته یعنی گرما گرفته است $(Q > ۰)$

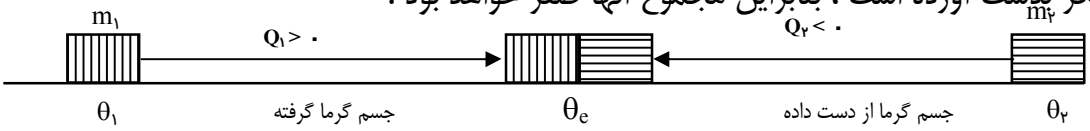
و اگر $\Delta\theta < ۰$ باشد ، یعنی $\theta_۱ > \theta_۲$ است،درنتیجه دمای جسم پایین آمده گرما ازدست داده است $(Q < ۰)$.

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 .



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

: 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 : 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 . فولاد $C = ۴۲۰ \frac{J}{Kg^oC}$

آب $C = ۴۲۰۰ \frac{J}{Kg^oC}$

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

مثال : 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 :

$$Q_۱ + Q_۲ + Q_۳ + \cdots = ۰$$

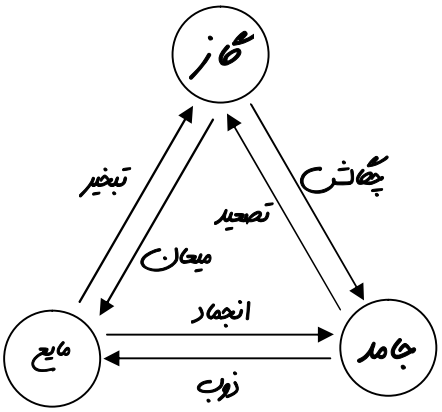
$$m_۱c_۱(\theta_e - \theta_۱) + m_۲c_۲(\theta_e - \theta_۲) + m_۳c_۳(\theta_e - \theta_۳) + \ldots = ۰$$

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

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

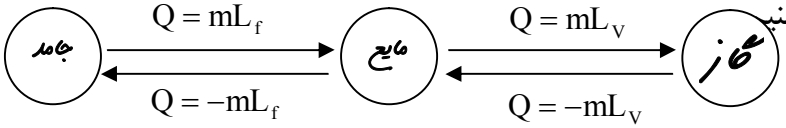
مثال : در یک ظرف شیشه‌ای به جرم ۶۰۰g ، به اندازه ۱Kg آب ۲۰ ^{o}C وجود دارد ، اگر ۰/۵ Kg آب جوش اضافه کنیم ، دمای مشترک آنها چند درجه خواهد شد ؟

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 ($\Delta\theta = ۰$) ، 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



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 .

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 بدهددر روابط گفته شده از علامت منفی استفاده می‌کنند . انجماد ← $\boxed{Q=-mL_F}$ و میعان ← $\boxed{Q=-mL_V}$

مثال : محاسبه کنید چند ژول گرما لازم است ، تا ۱Kg یخ دردمای $-۱۰\ ^oC$ ، به بخار آب $۱۰۰\ ^oC$ تبدیل شود ؟ یخ $C = ۲۱۰۰ \frac{J}{Kg^oC}$ آب $C = ۴۲۰۰ \frac{J}{Kg^oC}$ یخ $L_F = ۳۳۴۰۰۰ \frac{J}{Kg}$ بخار $L_V = ۲۲۵۶۰۰۰ \frac{J}{Kg}$

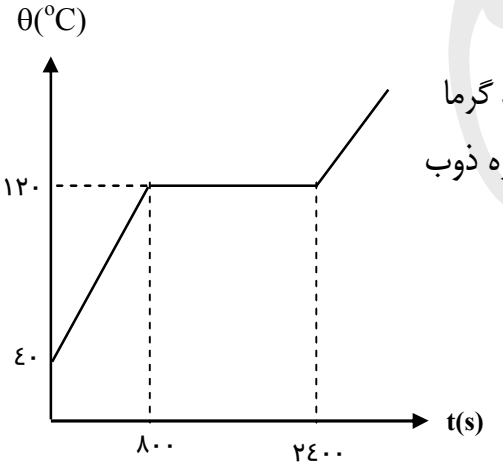
مثال : محاسبه کنید چند ژول گرما لازم است ، تا ۰/۵Kg یخ دردمای $-۵\ ^oC$ ، به آب $۲۰\ ^oC$ تبدیل شود ؟

مثال : داخل ۲Kg آب $۲۰\ ^oC$ قالب یخی در دمای صفر می‌اندازیم ، پس از تعادل گرمایی $\frac{۱}{۴}$ قالب یخ باقی می‌ماند ، جرم قالب یخ را حساب کنید .

توان گرمایی مقدارگرمایی را که یک مولدگرمایی درواحد زمان تولید می‌کند توان گرمایی نامیده می‌شود، که با نماد P نمایش میدهند و واحد آن وات (W) می‌باشد . Q = گرمای تولید شده – t = زمان لازم برای تولید گرما $\boxed{P=\frac{Q}{t}}$

مثال: با یک گرمکن الکتریکی ۲۰۰۰ واتی ، چندثانیه طول می‌کشد تا ۲Kg آب ^{o}C ۴۰ را ، کاملاً تبخیر کنیم ؟

مثال: با یک گرمکن الکتریکی ۱۰۰۰ واتی ، چندثانیه طول می‌کشد تا ۲Kg یخ ^{o}C ۱۰- را به آب ^{o}C ۴۰ تبدیل کنیم ؟



مثال: با یک گرمکن ۲۰۰ واتی به جسم جامدی به جرم ۸۰۰g گرما می‌دهیم ، با توجه به نمودار مقابل گرمای ویژه و گرمای نهان ویژه ذوب آنرا محاسبه کنید .

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 .

عوامل موثر بر تبخیر سطحی :

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

انبساط جامدات

انبساط جامدات را می‌توان در سه حالت ، انبساط طولی و انبساط سطحی و انبساط حجمی 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
$\Delta\theta$ = تغییرات دما	$\Delta\theta$ = تغییرات دما	$\Delta\theta$ = تغییرات دما
$\beta = 3\alpha$= ضریب انبساط حجمی	2α= ضریب انبساط سطحی	α = ضریب انبساط طولی
$V_2 = V_1(1+3\alpha\Delta\theta)$ $\Delta V = V_1(3\alpha)\Delta\theta$	$A_2 = A_1(1+2\alpha\Delta\theta)$ $\Delta A = A_1(2\alpha)\Delta\theta$	$L_2 = L_1(1+\alpha\Delta\theta)$ $\Delta L = L_1\alpha\Delta\theta$

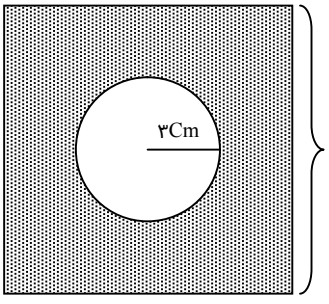
ضریب انبساط طولی (α) : افزایش طول یک متر از جسم جامد به ازای یک درجه افزایش دما .

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

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

مثال : اگر یک میله ۱۲m آهنی را از دمای $20\ ^oC$ به $70\ ^oC$ برسانیم طول میله چقدر خواهد بود ؟

مثال : در یک منطقه جغرافیایی در طول سال کمترین دما $-15\ ^oC$ و بیشترین دما $45\ ^oC$ می‌باشد . اگر طول قطعات ریل راه آهن ، ۲۰m باشد حداقل فاصله بین قطعات ریل راه آهن چقدر باید باشد ؟ $\alpha = 12\times10^{-6}$

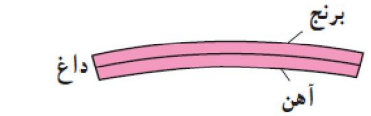


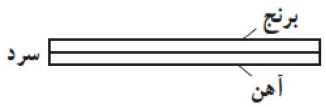
مثال : اگریک صفحه آلومینیومی مربع شکل ، به ضلع ۱۰cm داشته با شیم که در وسط آن ، حفره‌ای دایره‌ای به شعاع ۳cm باشد و آنرا ۱۰۰ درجه گرم کنیم مساحت صفحه چقدر خواهد بود ؟

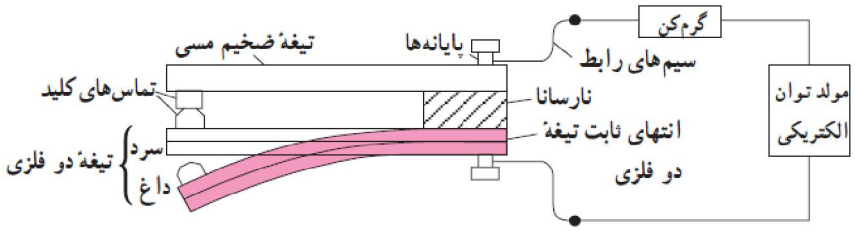
مثال (اختیاری) : اگر دو کره یکسان داشته باشیم ، که یکی توپر و دیگری توخالی باشد و هردو را به یک اندازه گرم کنیم ، حجم کدامیک بیشتر خواهد بود ؟

ترموستات (دماپا)

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 .



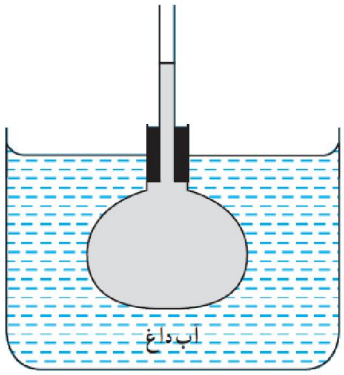




انبساط مایعات

چون برای گرم کردن مایعات به ظرف نیاز داریم ، گرما ابتدا به ظرف می‌رسد ، سپس به مایع منتقل می‌شود، یعنی ابتدا ظرف 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 .

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

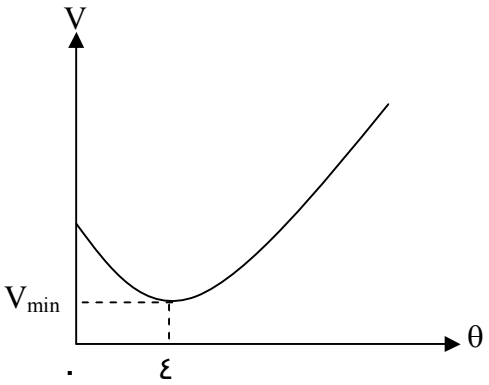
$$\downarrow \rho = \frac{m}{\uparrow V}$$

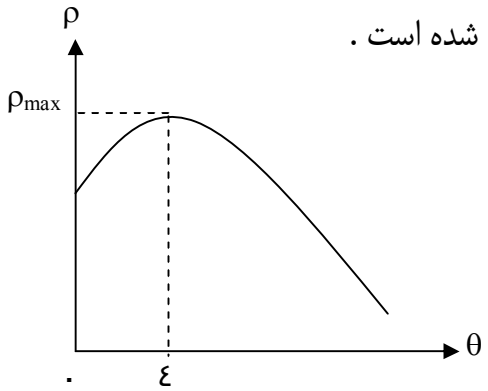
$$\rho_1 = \frac{m}{V_1} \quad \text{و} \quad \rho_2 = \frac{m}{V_2} = \frac{m}{V_1(1+\beta\Delta\theta)} \Rightarrow \boxed{\frac{\rho_2}{\rho_1} = \frac{1}{1+\beta\Delta\theta}}$$

انبساط غیر عادی آب

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

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





انتقال گرما

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

۱ – رسانش : نتقال گرما دریک جسم جامد از نقطه‌ای با دمای بیشتر به نقطه‌ای با دمای کمتر را رسانش می-گویند .

آهنگ شارش گرما:برای محاسبه آهنگ شارش گرما (مقدار گرمایی که در واحد زمان از مقطع جسم می‌گذرد) در پدیده رسانش از رابطه زیر استفاده می‌کنند : $\frac{Q}{t}=\frac{KA\Delta\theta}{L}$ $\Delta\theta$ = اختلاف دمای دو نقطه از جسم

A= مساحت مقطع جسم L = طول جسم Q= مقدار گرمای شارش شده t= زمان

ثابت رسانندگی گرمایی(K): مقدار گرمایی که در واحد زمان ، از جسمی به طول یک متر و مقطع یک متر مربع ، به ازای یک در جه اختلاف دما عبور می‌کند .

مثال : یک میله مسی به طول $40cm$ و مقطع $1\ cm^2$در دمای $20\ ^oC$قرار دارد ، اگر دمای سر دیگر میله را به $100\ ^oC$ برسانیم ،و در مدت $2s$ به اندازه $16J$ گرما در آن شارش کند ، ضریب رسانندگی گرمایی را حساب کنید .

مثال : یک سرمیله‌ای به طول $50cm$ و مقطع $10\ cm^2$ را در یخ صفر درجه قرار داده‌ایم و سر دیگر میله را به دمای $300\ ^oC$ می‌رسانیم اگر ضریب رسانندگی گرمایی میله $300\ \frac{J}{m.s.k}$ باشد ، در مدت ۱۰ دقیقه چند کیلو گرم یخ ذوب می‌شود ؟ $L_F = 330\ \frac{KJ}{Kg}$

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 می-گیرد . مانند حرکت آب گرم از شوفاژ خانه ، به طبقات بالاتر درساختمان .

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.
: اجسامی که سطوح صیقلی تری دارند باز تابش بیشتری دارند و بخش کمتری از تابش را جذب می‌کنند .مانند آینه

قانون گازها

گاز کامل : به گاز بسیار رقیقی گفته می‌شود که اتمها یا مولکولهای آن هیچ گونه واکنش شیمیایی و یا فیزیکی (مانند جاذبه یا دافعه الکتریکی یا مغناطیسی) با یکدیگر ندارند . مانند : اکسیژن – نیتروژن – هیدوژن – گازهای نجیب .....

قانون گازهای کامل : برای مقدار معینی از یک گاز کامل کمیت $\frac{PV}{T}$ یعنی حاصلضرب فشارگاز درحجم آن تقسیم بر دمای مطلق (برحسب کلوین) مقدار ثابتی است .

$$\frac{PV}{T} = \text{ثابت}$$

اگر کمیّات فوق تغییر کنند گاز از یک حالت اولیه به حالت ثانویه می‌رود ولی قانون گازهای کامل تغییر نمی-کند .

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

بررسی سه فرایند خاص :

۱ – فرایند هم حجم : در این فرایند حجم گاز ثابت است و از طرفین معادله بالا حذف می‌شود .

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

مثال : در یک زودپز در بسته مقداری گاز کامل ، در فشار ۱ atm و دمای ۷۷ ^{o}C داریم ، اگر در اثر گرم کردن گاز فشار آن سه برابر شود ، دمای ثانویه گاز چند درجه سلسیوس است ؟

۲ – فرایند هم فشار (قانون شارل و گیلوساک) : در این فرایند فشار گاز ثابت است و از طرفین معادله حذف می‌شود . $P_1 = P_2 \rightarrow \boxed{\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}}$

مثال : در یک سیلندر به مساحت مقطع ۵cm^2 ، به اندازه ۲ Lit گاز اکسیژن داریم ، اگر در فشار ثابت دمای آنرا از ۲۷ ^{o}C به ۵۷ ^{o}C برسانیم ، پیستون بالای گاز چند cm بالا می‌آید ؟

۳ – فرایند هم دما (قانون بویل و ماریوت) : دراین فرایند‌دمای گاز ثابت است و از طرفین معادله حذف می‌شود .

$T_1 = T_2 \rightarrow \boxed{V_1P_1 = V_2P_2}$

مثال : دردمای ثابت ، ۴Lit گاز کامل را از فشار ۱۱۴cmHg به فشار ۲atm می‌رسانیم ،حجم ثانویه آن چند لیتر می‌شود ؟

تمرینات دوره‌ای

۱ – چرا سوختگی با بخار آب شدیدتر از سوختگی با آب جوش است ؟

۲ – می‌توان آب را دریک کیسه پلاستیکی ودرمجاورت آتش بجوش آورد . چگونه چنین چیزی ممکن است؟

۳ – ظرفی محتوی ۷۰Kg آب ۴۰ ^{o}C است چه مدت طول میکشد تا آنرا با یک گرمکن الکتریکی به توان ۶ Kw به آب ۱۰۰ ^{o}C تبدیل کنیم ؟ اگر ۶۰ دقیقه صرف تبخیر کامل این آب شود گرمای تبخیر نهان آب را محاسبه کنید .

۴ – یک قطعه فلز به جرم ۴۰۰gr و در دمای ۱۵۰ C^{o} را داخل ۶۰۰gr آب ۱۶ ^{o}C قرار می‌دهیم اگر پس ار برقراری تعادل گرمایی دمای مجموعه ۲۰ ^{o}C شود گرمای ویژه این فلز چقدراست ؟

۵ – می‌خواهیم ۲۰۰gr یخ ۵- ^{o}C را به بخار آب صددرجه تبدیل کنیم اگر از یک گرمکن ۱۲۰۰ واتی استفاده کنیم این عمل چقدر طول می‌کشد ؟

۶ – ۱۰۰ gr آب ۴۰ ^{o}C را با ۷۰gr یخ صفر درجه را مخلوط می‌کنیم ۲۰gr یخ ذوب نشده باقی می‌ماند گرمای نهان ذوب یخ چقدر است ؟

۷ – یک گلوله آهنی از ارتفاع ۲۰m رها میشود و در اثر برخورد با زمین ۶۰٪ انرژی جنبشی خود را صرف‌گرم شدن خود می‌کند در اینصورت دمای آن چند درجه بالا میرود ؟

۸ - دو میله آهنی A و B به طول .L دردمای صفر درجه کنار یکدیگر قرار دارند میله A را ۶۰ ^{o}C و میله B را ۴۰ ^{o}C- تغییر دما می‌دهیم در این حالت مجموع تغییرات طول دومیله ۱۲ cm میشود طول .L را پیدا کنید .

۹ – در یک سیلندر به مساحت قاعده $۲۰cm^{۲}$ و فشـــار $۱atm$ به اندازه $۲Lit$ گاز هیدروژن وجود دارد . اگر یک وزنه $۴Kg$ روی پیستون قرار دهیم پیستون چند سانتیمتر پایین می‌آید درصورتیکه دمای گاز تغییر نکند ؟

۱۰ – به اندازه ۲۰۰ سانتی متر مکعب گاز کامل را در دمای $۲۷C^{o}$ و فشار ۵۰ سانتی متر جیوه گرم می‌کنیم تا به دمای $۸۷C^{o}$ و فشار آن را به ۶۰ سانتی متر جیوه برسد ، در این حالت حجم آن چقدر خواهد بود ؟

هاشمی