فصل چهارم: دما و گرما

((دمای منفی گرمتر از دما مثبت است))

❖ ۴-۱ دما:

معیاری برای تعیین میزان گرمی و سردی یه جسم را گرما میگوییم. یکای آن درجه سلسیوس است. با نماد ^{o}C نمایش داده می‌شود. به تعبیر دیگر دمای هر جسم متشکل از انرژی جنبشی متوسط مولکولهای آن چسم است.

در SI به حای سلسیوس از واحد دیگری به نام کلوین استفاده میشود. که صفر کلوین برابر با ۲۷۳- درجه سلسیوس است. پس می‌توان دمای کلوین و سلسیوس را از رابطه زیر به هم تبدیل کرد: $T(K) = \theta(^{0}C) + 273$

✓ **نکته‌ی ۱: اختلاف دو دمای مختلف بر حسب کلوین و سلسیوس همواره برابر است.**

$$\Delta T(K) = \Delta\theta(C)$$

یکی دیگر از واحدهایی که هنوز هم در صنعت برای دما به کار می‌رود فارنهایت است. برای تبدیل بدست آوردن دمای فارنهایت با فرض دانستن دما بر مبنای سلیسیوس داریم:

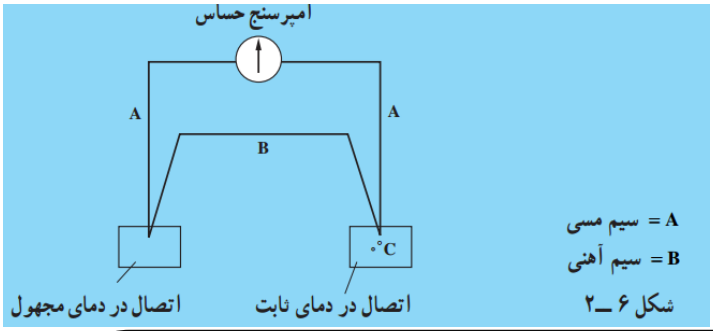
$$F = \frac{9}{5}\theta + 32$$

مثال۱: دمای ۱۲۲ درجه‌ی فارنهایت معادل با چند درجه‌ی سلسیوس و چند کلوین است؟[سراسری-ریاضی۹۸]

۱) ۵۰ و ۳۳۲ ۲) ۵۰ و ۳۲۳ ۳) ۵۹ و ۳۳۲ ۴) ۵۹ و ۳۲۳

✓ دماسنج ترموکوپل:

این دما سنج بر مبنای ایجاد اختلاف پتانسیل در دو جسم گرم و سرد طراحی شده است. بین دو جسم با دماهای مختلف یک اختلاف پتانسیل وجود دارد که سبب شارش گرما و سبب شارش جریان الکتریکی می‌شود. با توجه به اینکه دمای یک جسم معلوم است می‌توان از میزان جریان نشان داده شده در آمپرسنج میزان اختلاف دما و دمای جسم مجهول را پیدا کنیم.



✓ **نکته‌ی ۲:**

برترهای دماسنج ترموکوپل نسبت به جیوه‌ای:

۱- کوچک بودن اتصالات سبب سریع‌تر شدن انتقال دما و بالا بردئت دقت می‌شود.

۲- از آنجاییکه تغییرات دما به صورت تغییرات الکتریکی گزارش می‌شود میتوان از آن در دستگاههای هشدار مانند آژیر خطر بهره برد.

۳- حساسیت تا حدود ۰,۰۰۱ سلسیوس.

۴- اندازه گیری دماهای بالا مانند ۱۵۰۰ سلسیوس

❖ **۲-۴ اثر تغییر دما بر طول و حجم جسم:**

در اکثر فازها با افزایش دما طول جسم افزایش و با کاهش آن طول جسم کاهش می‌یابد. لذا طول نسبت مستقیم با دما دارد.

۱- **انبساط طولی:** افزایش واحد طول یک جسم در اثر افزایش دمای یک کلوین است.

$$\Delta L = \alpha L_1 \Delta T$$

مثال۲: انبساط طولی یک پل بتونی به طول ۱۰ متر وقتی دمای آن ۲۰ درجه افزایش می‌یابد را محاسبه کنید. ضریب انبساط طولی بتون 12×10^{-6} عکس سلسیوس است

۲- **انبساط سطحی:** افزایش واحد سطح یک جسم در اثر افزایش دمای یک کلوین است. ضریب انبساط سطحی دو برابر انبساط طولی است.

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

۳- **انبساط حجمی:** افزایش واحد حجم یک جسم در اثر افزایش دمای یک کلوین.

$$\Delta V = \beta V_1 \Delta T = 3\alpha V_1 \Delta T$$

مثال۳: مساحت یک ورقه مسی ۲۵۰۰ سانتی‌متر مربع است. اگر دمای این ورقه را ۵۰ درجه سلسیوس افزایش دهیم، مساحت آن چقدر افزایش خواهد یافت؟

مثال۴: در یک روز داغ تابستان که دمای هوا ۴۰ درجه سلسیوس است، شخصی باک (مخزن) ۵۵ لیتری اتومبیل خود را از بنزین کاملاً پر میکند. فرض کنید بنزین از منبعی در زیرزمین با دمای ۱۲۰ درجه سلسیوس بالا آمده باشد. شخص اتومبیل را پارک میکند و ساعتی بعد بازمی‌گردد. مشاهده می‌کند بنزین قابل توجهی از باک سرریز شده است. چقدر بنزین از باک بیرون ریخته است؟ (از افزایش حجم باک که بسیار ناچیز است صرف نظر میشود).

مثال۵: به یک میله آنقدر گرما می‌دهیم تا طول آن یک درصد افزایش یابد. حجم آن تقریبا چند درصد افزایش داشته است؟[سراسری-ریاضی۹۱]

مثال۶: دمای یک قرص فلزی را ۲۵۰ درجه‌ی سلسیوس افزایش می‌دهیم، در نتیجه مساحت آن یک درصد افزایش پیدا می‌کند. ضریب انبساط خطی را بیابید.[سراسری-ریاضی۹۳]

مثال۷: ضریب انبساط طولی یک حلقه فلزی برابر با $۲X۱۰^{-۵}$ است. اگر دمای این حلقه را به آرامی ۵۰ درجه‌ی سلسیوس افزایش دهیم، قطر حلقه چند درصد افزایش می‌یابد؟[سراسری-تجربی۹۳]

مثال۸: ضریب انبساط طولی فلزی $۱۰^{-۵}$ است. اگر دمای قطعه‌ای از این فلز را ۱۰۰ درجه‌ی سلسیوس افزایش دهیم، حجم آن چند درصد افزایش می‌یابد؟[سراسری-تجربی۹۴]

مثال۹: طول یک میله‌ی آهنی در دمای صفر درجه‌ی سلسیوس، یک میلی‌متر بیشتر از یک میله‌ی مسی در همین دما است. اگر دمای میله‌ها را بخ ۱۰۰ درجه‌ی سلسیوس برسانیم، طول میله‌ی مسی ۰/۵ میلی‌متر بیشتر از طول میله‌ی آهنی خواهد شد. طول اولیه‌ی میله‌ی آهنی چند متر است؟[سراسری-تجربی۹۵]

$\alpha_{Fe} = 1.2\times10^{-5}[K^{-1}]$

$\alpha_{Cu} = 1.8\times10^{-5}[K^{-1}]$

مثال۱۰: یک تیر آهن در اثر افزایش دمای ۵۰ درجه‌ی سلسیوس، ۰/۰۶ درصد به طولش اضافه می‌شود. ضریب انبساط طولی این تیر آهن در SI، کدام است؟[سراسری-تجربی۹۷]

۱) 1.2×10^{-5} ۲) 1.6×10^{-5} ۳) 6×10^{-5} ۴) 8×10^{-5}

مثال۱۱: ضریب انبساط طولی آلومینیم $2.3\times10^{-5}k^{-1}$ است و روی یک ورقه‌ی تخت آلومینیمی، حفره‌ای دایره‌ای شکل ایجاد کرده‌ایم که مساحت آن در دمای صفر درجه‌ی سلسیوس $50cm^2$ است. اگر ورقه را به آرامی ۸۰ درجه‌ی سلسیوس برسانیم، مساحت حفره چند سانتی‌متر مربع می‌شود؟[سراسری-تجربی۹۸]

۱) ۴۹/۸۱۶ ۲) ۴۹/۹۰۸ ۳) ۵۰/۰۹۲ ۴) ۵۰/۱۸۴

✓ **نکته‌ی ۳:**

با افزایش دما در اجسام انبساط گرمایی رخ می‌دهد. از آنجاییکه جرم اجسام ثابت می‌ماند انتظار داریم تغییرات چگالی در جسم رخ دهد. برای بدست آوردن تغییرات چگالی از رابطه‌ی زیر استفاده می‌کنیم:

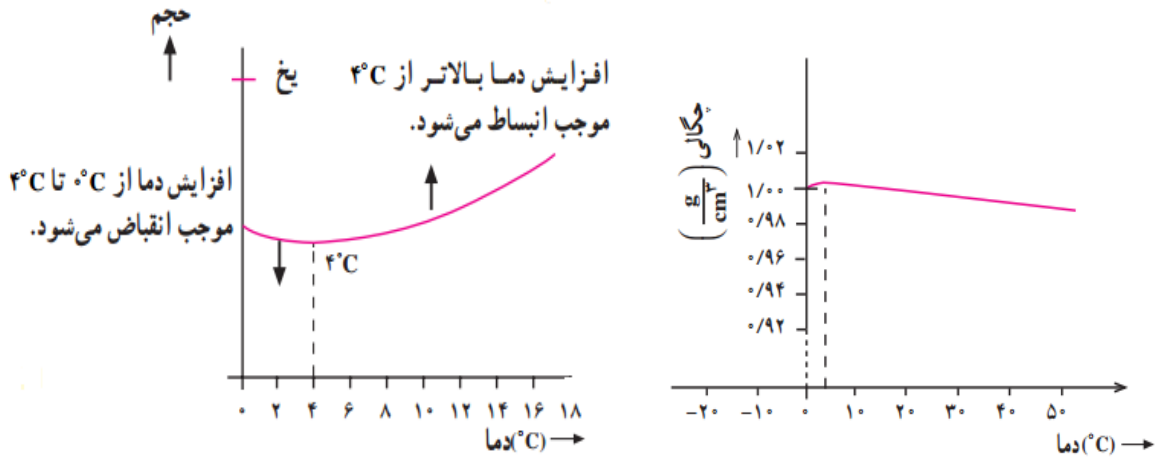
$$\rho = \rho_0(1-\beta\Delta\theta)$$

مثال۱۲: یک قطعه سرب را در دمای اتاق در نظر بگیرید. اگر دمای این قطعه را ۲۰۰ درجه سلسیوس افزایش دهیم، چگالی آن چند برابر می‌شود؟

مثال۱۳: در دمای صفر درجه‌ی سلسیوس حجم ظرف شیشه‌ای توسط یک لیتر جیوه کاملا پر شده است. وقتی که دمای مجموعه به ۸۰ درجه سلسیوس می‌رسانیم ۱۲ سانتی‌متر مکعب از جیوه از ظرف خارج می‌شود. اگر ضریب انبساط حجمی جیوه $۱/۸X۱۰^{-۴}$ باشد، ضریب انبساط خطی شیشه در SI چقدر است؟[سراسری- تجربی۸۶]

❖ ۴-۳ انبساط غیر عادی آب:

آب همانند سایر مایعات تا دمای ۴ درجه سلسیوس رفتاری عادی دارد و با کاهش دما حجم آن کاهش و چگالی آن افزایش می‌یابد. اما این روند در ۴ تا صفر درجه برعکس میشود. یعنی با کاهش دما حجم آب افزایش و در صفر درجه به بیشترین حد خود میرسد(منظور حجم بین ۴ تا صفر درجه است) و چگالی آن نیز به دلیل افزایش حجم کاهش می‌یابد. دلیل این رفتار غیر عادی به تغییر رفتار پیوندی مولکولهای آب و تغییر شبکه کریستال آن است.



✓ ۴-۴ گرما و تعادل گرمایی:

گرما مقدار انرژی است که به سبب اختلاف دما بین دو جسم منتقل می‌شود. با توجه به قانون پاستگی انرژی که جسم با دمای بالا از دست می‌دهد دقیقا برابر خواهد بود با انرژی که جسم با دمای پایین‌تر میگیرد. این مبادله به جایی میرسد که دو جسم دقیقا هم دما(به معنایی هم انرژی) میشود. در این صورت می‌گوییم دو جسم در تعادل گرمایی با یکدیگر هستند.

❖ ۴-۵ تغییرات دما و گرمای ویژه(C):

گرمای ویژه، مقدار گرمایی است که به یک کیلوگرم از جسمی داده می‌شود تا دمای آن یک درجه‌ی سلسیوس(کلوین) افزایش یابد. گرمای Q مورد نیاز برای تغییر دمایی به اندازه ΔT در جسمی به جرم m از رابطه‌ی زیر بدست می‌آید:

$$Q = mc\Delta T = mc(T_2 - T_1) = mc(\theta_2 - \theta_1)$$

مثال۱۴: یکای گرمای ویژه را بیابید.

مثال۱۵: یک ظرف حاوی ۲ کیلوگرم آب در دمای ۳۰ درجه سلسیوس است. برای افزایش دما تا ۱۰۰ درجه سلسیوس چه مقدار گرما نیاز است؟($c=4200$).

✓ نکته‌ی ۴:

اگر دمای جسم در حین یک فرآیند بالا برود همواره $\theta_2 > \theta_1$ و Q مثبت است. اگر دمای جسم کاهش یابد $\theta_2 < \theta_1$ و لذا Q منفی است. لذا در حالت اول جسم گرما گرفته و در حالت دوم گرما از دست داده.

✓ نکته‌ی ۵:

ظرفیت گرمایی مقدار گرمایی است تا به جسمی بدهیم تا دمای آن یک درجه سلسیوس افزایش یابد و با C نمایش داده می‌شود. دقت شود که ظرفیت گرمایی فقط به جنس و جرم جسم بستگی دارد.
رابطه‌ی میان ظرفیت گرمایی و گرمای ویژه به شکل $c=C/m$ است.

✓ نکته‌ی ۶:

مول و عدد آووگادرو: یک مول از هر ماده به معنای $۶/۰۲\times۱۰^{۲۳}$ واحد از اتم‌های آن ماده است. اگر جرم جسمی را با m و جرم یک مول ازهمان ماده را با M نمایش دهیم(که به آن جرم مولی می‌گویند) آنگاه تعداد مول به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$n = \frac{m}{M}$$

✓ نکته‌ی ۷:

گرمای ویژه مولی، مقدار گرمایی است که به یک مول ماده می‌دهیم تا دمای آن یک درجه کلوین تغییر کند و با توجه به تعریف فوق آن را به صورت C/n می‌توان محاسبه کرد.

مثال۱۶: به دو جسم هم حجم A و B گرمای مساوی داده‌ایم. اگر گرمای ویژه‌ی جسم A دو برابر گرمای ویژه‌ی جسم B و همچنین چگالی A دو برابر چگالی B باشد، تغییر دمای جسم A چند برابر تغییر دمای جسم B است؟[سراسری-تجربی۹۸]

۱) ۰/۲۵ ۲) ۰/۵ ۳) ۱ ۴) ۴

❖ **۴-۶ دمای تعادل:**

اگر چند جسم با یکدیگر در حال مبادله‌ی گرما باشند فرآیند تا جایی ادامه پیدا خواهد کرد که تمامی اجسام هم دما شوند. در این لحظه گویند سیستم به تعادل دمایی رسیده است.

نکته: با استفاده از قانون پایستگی انرژی می‌توان برای یک سیستم با N جسم که در تعادل دمایی با هم هستند رابطه‌ی زیر را نوشت:

$$Q_1 + Q_2 + ... + Q_N = 0$$

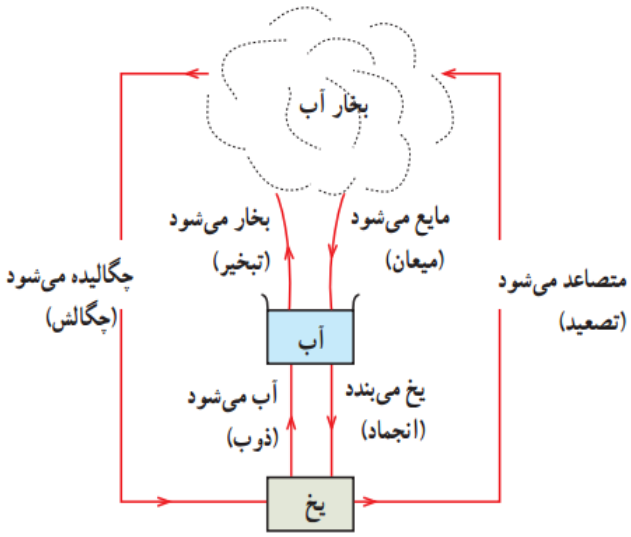
مثال۱۷: یک قطعه ۱۵۰ گرمی آلومینیوم را که در دمای ۷۰ درجه قرار دارد در یک عایق حاوی ۲۵۰ گرم آب در دمای ۲۱ درجه انداخته‌ایم. دمای تعادل را بیابید. گرمای ویژه الومینیوم ۹۰۰ و برای آب ۴۲۰۰ می‌باشد.

۴-۷ تغییر حالات ماده:

می‌دانیم که ماده بر سه فاز جامد و مایع و گاز وجود دارد. گذار از یک فاز به فاز دیگر را تغییر فاز(یا تغییر حالت) می‌نامیم. معمولا گذار فاز در فشار ثابت در یک دمای مشخص دخ می‌دهد که به آن دما، دمای گذار گویند. گذار فاز معمولا با گرفتن و یا از دست دادن گرما همراه است و حجم و چگالی سیستم را تحت تاثیر قرار می‌دهد.

✓ **نکته‌ی ۸:**

تبدیل جامد به مایع را ذوب، تبدیل مایع به بخار را تبخیر، تبدیل مایع به جامد را انجماد و تبدیل گاز به مایع را میعان گویند. همچنین تبدیل مستقیم بخار به جامد را چگالش و جامد به گاز را تصعید گویند.



مثال۱۸: تبدیل بخار به مایع، جامد به بخار و مایع به بخار را به ترتیب چه می‌نامند؟[سراسری-تجربی۹۷]

۱) تصعید، چگالش و تبخیر
۲) میعان، چگالش و تصعید
۳) تصعید، تبخیر و میعان
۴) میعان، تصعید و تبخیر

---

۱) ذوب:

در این فرآیند دمای جسم افزایش یافته تا در یک دمای مشخص و ثابت شروع به تبدیل فاز از جامد به مایع کند. به این دمای مشخص دمای ذوب می‌گویند. فرآیند گرما گیر است.

➢ گرمای نهان ذوب:

گرمایی که جسم در لحظه‌ی ذوب میگیرد و سبب تغییر فاز آن می‌شود گرمای نهان ذوب نام دارد. معمولا در این دمای ذوب تمامی گرمای داده شده به جسم صرف تبدیل فاز می‌شود و دمای جسم را بالا نمیبرد به همین علت به آن گرمای نهان می‌گویند.

❖ گرمای نهان ویژه ذوب:

مقدار انرژی که در دمای ذوب به یک جسم می‌دهیم تا یک کیلوگرم از آن جسم به مایع با همان دما تبدیل شود. با L_f نشان می‌دهند. یکای آن ژول بر کیلوگرم(j/kg) است. از رابطه‌ی زیر بدست می‌آید:

$$Q = mL_f$$

✓ **نکته‌ی 9: گرمای نهان ذوب همواره مثبت است. زیرا در فرآیند ذوب جسم گرما می‌گیرد.**

مثال۱۹: گرمای لازم برای ذوب کردن ۱۵ گرم طلا که در دمای ذوب خود قرار دارد را محاسبه کنید.

ماده	نقطهٔ ذوب ($^\circ C$)	گرمای نهان ذوب (kJ/kg)
هیدروژن	-۲۵۹	۵۸/۶
ازت	-۲۰۹	۲۵/۵
اکسیژن	-۲۱۸	۱۳/۸
جیوه	-۳۹	۱۱/۸
یخ	۰	۳۳۴
گوگرد	۱۱۹	۳۸/۱
سرب	۳۲۷	۲۴/۵
قلع	۶۳۰	۱۶۵
نقره	۹۶۰	۸۸/۳
طلا	۱۰۶۳	۶۴/۵
مس	۱۰۸۳	۱۳۴

۲) انجماد:

دقیقا مانند حالت ذوب با این تفاوت که فرآیند تبدیل فاز مایع به جامد است. لذا از رابطه‌ی زیر گرمایی انجماد را می‌توان بدست آورد:

$$Q = -mL_f$$

✓ **نکته‌ی .I: فرآیند انجماد به هماند اندازه‌ی ذوب یک جسم گرما میخواهد اما با علامت منفی. بدین معنی که در این فرآیند جسم گرما از دست می‌دهد. میزان گرمای از دست داده شده دقیقا برابر با میزان گرمای گرفته شده برای ذوب همان ماده اما با علامت منفی است.**

۳)تبخیر:

وقتی مایعی را گرم می‌کنیم دمای آن تا جایی بالا می‌رود که به دمای مورد نیاز برای تبدیل به بخار شود(تبدیل مایع به گاز). در این دما تمامی مقدار گرمای داده شده سبب تبخیر مایع می‌شود و دما در آن نقطه کاملا ثابت است. این دمای ثابت نقطه‌ی جوش و یا دمای جوش نام دارد.

✓ **نکته‌ی II:**

نقطه جوش هر مایع به جنس آن و فشاری که در آن قرار دارد بستگی دارد. افزایش فشار باعث سبب افزایش نقطه‌ی جوش خواهد شد.

❖ **گرمای نهان تبخیر:**

گرمایی که یک مایع در نقطه‌ی جوش خود می‌گیرد تا به بخار تبدیل شود.

❖ **گرمای نهان ویژه تبخیر:**

مقدار گرمایی که یک کیلو گرم جسم در فاز مایع در نقطه‌ی جوش خود می‌گیرد تا به فاز گاز با همان دما نبدیل شود را می‌گویند. واحد آن **ژول بر کیلوگرم** است.

$$Q = mL_v$$

مثال ۲۰: یک کتری برقی ۱/۶ کیلوگرم آب دارد. از آغاز جوش چه مقدار گرما برای تبدیل تمام مایع به بخار نیاز است؟ با فرض اینکه کتری ۲/۵ واتی است چه مقدار زمان برای این کار لازم است؟

$$L_v = 2256 \times 10^3 \frac{J}{kg}$$

---

۴) میعان:

واران فرآیند تبخیر است. یعنی تبدیل گاز به مایع.

$$Q = -mL_v$$

✓ **نکته‌ی ۱۲:**

گرمای منتقل شده در میعان دقیقا برابر با گرمای منتقل شده در تبخیر است اما چون از جسم گرما گرفته‌ایم یا به عبارتی جسم گرما از دست داده است علامت منفی در رابطه بالا ظاهر شده است.

مثال ۲۱: گرمای لازم برای تبدیل ۵ کیلوگرم یخ ۲۰- درجه را به بخاز ۱۰۰ درجه بیابید.

گرمای ویژه یخ ۲۱۰۰، گرمای نهان ذوب ۳۳۴۰۰۰، گرمای ویژه آب ۴۲۰۰، گرمای نهان تبخیر ۲۲۵۶۰۰۰

مثال۲۲: ۱ کیلوگرم یخ ۱۰- درجه‌ی سلسیوس را در فشار ۱ جو در ۵ کیلوگرم آب ۲۰ درجه‌ی سلسیوس می‌اندازیم. پس از برقراری تعادل حرارتی، چه خواهیم داشت؟[سراسری-ریاضی۸۹]

(گرمای ویژه یخ ۲۱۰۰، گرمای ویژه آب ۴۲۰۰، $L_f = 336\frac{J}{g}$)

مثال۲۳: از ۵۰۰ گرم آب صفر درجه‌ی سلسیوس، در فشار ۱ اتمسفر، ۱۰۰/۸ کیلوژول گرما می‌گیریم. اگر گرمای نهان ذوب یخ $336\frac{KJ}{kg}$ باشد، چند درصد آب منجمد می‌شود؟[سراسری-ریاضی۹۰]

مثال۲۴: درون ظرفی ۲۰۰ گرم یخ ۱۰- درجه‌ی سلسیوس وجود دارد. حداقل چند گرم آب با دمای ۲۰ درجه‌ی سلسیوس به آن اضافه کنیم، تا تمام یخ ذوب شود؟[سراسری-ریاضی۹۲]

($L_f = 336\frac{J}{g}$، گرمای ویژه آب ۴۲۰۰، گرمای ویژه یخ ۲۱۰۰)

مثال۲۵: یک قطعه یخ با دمای ۲۰- درجه‌ی سلسیوس را درون ۲۵۰ گرم آب با دمای ۲۰ درجه‌ی سلسیوس می‌اندازیم. اگر بعد از برقراری تعادل گرمایی، ۵۰ گرم یخ ذوب نشده باقی مانده باشد، جرم قطعه یخ اولیه چند گرم بوده است؟[سراسری-ریاضی۹۳]

(گرمای ویژه یخ ۲۱۰۰، گرمای ویژه آب ۴۲۰۰، $L_f = 336\frac{J}{g}$)

مثال۲۶: مساحت دریاچه‌ای $۵۰۰\ km^2$ است. در زمستان لایه‌ای از یخ صفر درجه‌ی سلسیوس به ضخامت متوسط $۱۰\ cm$ سطح دریاچه را می‌پوشاند. دریاچه در بهار چند مگاژول انرژی برای ذوب یخ ایجاد می-کند؟[سراسری-تجربی۹۳]

$\left(L_f = 336\frac{KJ}{kg}, \rho_{ice} = 0.9\frac{gr}{cm^3} \right)$

مثال۲۷: چند کیلوژول گرما لازم است تا ۲۰۰ گرم یخ ۵- درجه‌ی سلسیوس به آب ۵۰ درجه‌ی سلسیوس برسد؟[سراسری-تجربی۹۵]

(گرمای ویژه یخ ۲۱۰۰، گرمای نهان ذوب ۳۳۴۰۰۰، گرمای ویژه آب ۴۲۰۰)

مثال۲۸: در ظرفی که عایق گرما است، یک قطعه یخ صفر درجه‌ی سلسیوس وجود دارد. اگر ۸۰۰ گرم آب ۵۰ درجه‌ی سلسیوس در ظرف بریزیم، پس از برقراری تعادل گرمایی، ۱۰۰ گرم یخ در ظرف باقی می‌ماند. جرم اولیه‌ی یخ را بیابید؟[سراسری-ریاضی۹۵]

(گرمای ویژه یخ ۲۱۰۰، گرمای ویژه آب ۴۲۰۰، $L_f = 336\frac{J}{g}$)

مثال۲۹: ظرفی به محتوای ۱۰۰۰ گرم آب و ۲۰۰ گرم یخ صفر درجه‌ی سلسیوس، در تعادل گرمایی هستند. یک قطعه فلز به گرمای ویژه‌ی $\frac{J}{kg.K}$ ۴۰۰ و دمای ۲۵۰ درجه‌ی سلسیوس را درون ظرف می‌اندازیم. جر فلز حداقل چند گرم باشد، تا یخی در ظرف باقی نماند؟[سراسری-ریاضی۹۶]

(گرمای ویژه آب ۴۲۰۰، $L_f = 336\frac{J}{g}$)

مثال۳۰: ۸۰۰ گرم یخ صفر درجه سلسیوس را با ۸۰۰ گرم آب ۲۰ درجه سلسیوس مخلوط می‌کنیم. اگر گرما فقط بین یخ و آب مبادله شود، بعد از برقراری تعادل چند گرم آب و با چه دمایی بر حسب سلسیوس خواهیم داشت؟ [سراسری-ریاضی۹۷]

$(C_{آب} = ۴/۲\frac{J}{g.K}$ و $L_f = ۳۳۶\frac{J}{g})$

۱) ۱۰۰۰ و صفر ۲) ۱۲۰۰ و صفر ۳) ۱۶۰۰ و ۲ ۴) ۱۶۰۰ و ۴

مثال۳۱: در ظرفی یک قطعه یخ صفر درجه‌ی سلسیوس وجود دارد. اگر ۸۰۰ گرم آب ۲۰ درجه‌ی سلسیوس در ظرف وارد کنیم و فقط بین آب و یخ تبادل گرما صورت گیرد، پس از برقراری تعادل گرمایی، $\frac{1}{3}$ جرم قطعه یخ در ظرف باقی می‌ماند، جرم اولیه قطعه یخ چند گرم بوده است؟[سراسری-تجربی۹۸]

$(C_{آب} = ۴۲۰۰\frac{J}{kg.K}$ و $L_f = ۳۳۶۰۰۰\frac{J}{kg})$

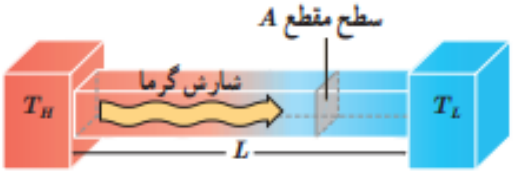
۱) ۲۰۰ ۲) $\frac{۸۰۰}{۳}$ ۳) ۳۰۰ ۴) ۶۰۰

۴-۸ انتقال گرما:

فرآیند رسانش گرما در یک یا چند ماده را انتقال گرما می‌نامیم. انتقال گرما به سه طریق از جسمی با دمای بالاتر به جسمی با دمای پایین تر اتفاق می‌افتد.

۱-انتقال با روش رسانش ۲-انتقال با روش همرفتی ۳-انتقال با روش تابش

۱-**رسانش:** روشی که معمولا در اجسام جامد رخ می‌دهد. معمولا فلزات رسانای گرمایی خوبی دارند.



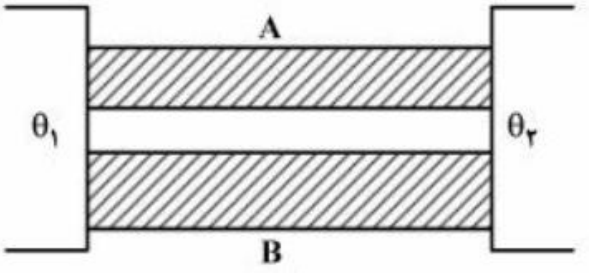
$$Q = k\frac{At\Delta\theta}{L} = k\frac{At(T_H - T_L)}{L}$$

مثال۳۲: یک میله سه متری آهنی را که یک سر آن در آب و یخ و سر دیگر آن در آب جوش است در نظر بگیرید. اگر شعاع سطح مقطعه میله استوانه‌ای ۲ متر باشد در مدت ۵ دقیقه چه مقدار انرژی در میله شارش می‌یابد؟

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		

مثال۳۳: مطابق شکل زیر، اختلاف دمای دو سر میله‌های A و B با هم برابر است و سطح مقطع میله‌ی B، ۲ برابر سطح مقطع میله‌ی A است. اگر آهنگ انتقال گرمای میله‌ی A، ۲/۵ برابر آهنگ انتقال گرمای میله‌ی B باشد، ضریب رسانندگی میله‌ی A چند برابر ضریب رسانندگی میله‌ی B است؟[سراسری-ریاضی۹۷]



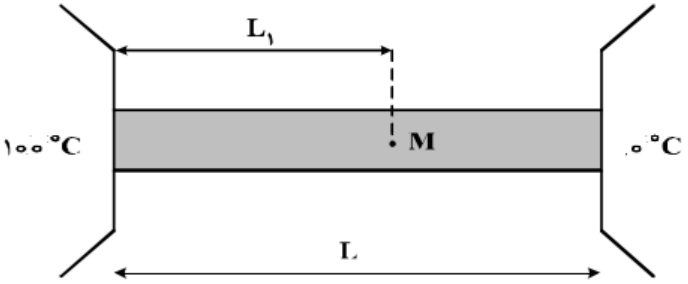
۱) ۱/۲۵

۲) ۱/۵۰

۳) ۴

۴) ۵

مثال۳۴: یک میله‌ی همگن به طول L بین دو منبع با دماهای ۱۰۰ و صفر درجه‌ی سلسیوس قرار دارد. طول L_1 چه کسری از L باشد تا دمای نقطه‌ی M از میله برابر با ۳۰ درجه‌ی سلسیوس باشد؟[سراسری-ریاضی۹۸]



۱) ۰/۳

۲) ۰/۵

۳) ۰/۷

۴) ۰/۷۵

۲- **همرفتی:** روشی که معمولا در مایعات و گازها دیده می‌شود. معمولا به صورت شارش جریان بدلیل اختلاف چگالی توسط خود ماده از سطحی به سطح دیگر رخ می‌دهد.

نوع دیگری از همرفت، همرفت واداشته است که در آن شاره به کمک یک تلمبه (طبیعی یا مصنوعی) به حرکت واداشته می‌شود تا با این حرکت، انتقال گرما صورت پذیرد. سیستم گرم کننده مرکزی در ساختمانها سیستم خنک کننده‌ی موتور اتومبیل و نیز گرم و سرد شدن بخش‌های مختلف بدن بر اثر گردش جریان خون در بدن جانوران خون گرم مثال هایی عینی از انتقال گرما به روش همرفت واداشته هستند.

۳-تابش: انتقال گرما توسط نور یا امواج الکترومغناطیسی از جسم ملتهب را گویند. انتقال گرما نیازی به محیط مادی ندارد و سرعت رسانش آن بسیار بالاست.

تابش گرمایی در پدیده های زیستی نیز کاربردهای فراوانی دارد که در اینجا به دو نمونه از آنها اشاره میشود.

الف) شکار تابش فروسرخ: نوعی از مارهای زنگی اندام هایی حفرهای بر روی پوزه خود دارند که نسبت به تابش فروسرخ حساس‌اند این مارها اغلب در سیاهی شب شکار می‌کنند. در واقع اندام‌های حفرهای به آنها کمک می کند که طعمه‌های خون گرم خود را به واسطه تابش فرو سرخشان در تاریکی و سرمای شب مشاهده کنند.

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

✓ **نکته‌ی ۱۳:**

به روشهای اندازه‌گیری دما مبتنی بر تابش گرمایی، تف سنجی و به ابزارهای اندازه‌گیری دما به این روش، تف سنج می‌گویند. تف سنج بر خلاف سایر دماسنج‌ها بدون تماس با جسمی که می‌خواهیم دمای آن را اندازه بگیریم، دمای جسم را اندازه می‌گیرد.

❖ ۴-۹ **اثر گلخانهای:** بخشی از نور خورشید با عبور از جو زمین به سطح آن می‌رسد و بخش عمده این نور جذب زمین می‌شود. زمین گرم میشود و با تابش گرمایی از خود امواج فروسرخ گسیل می‌کند. وجود گازهایی مانند کربن دی اکسید CO_2 که مولکول‌های جذب کننده بسیار خوبی برای امواج فروسرخ هستند، در لایه پوش‌سپهر جو زمین، باعث کدرشدن این لایه برای تابش‌های فروسرخ می‌شود. این لایه بخش عمده تابش گرمایی حاصل از زمین را جذب می‌کند. خود این لایه نیز تابش گرمایی می‌کند. بخشی از تابش گرمایی لایه پوش سپهر از جو خارج می‌شود، ولی بیشتر آن به زمین بازمیگردد و به این ترتیب، رفت و برگشتی از تابش گرمایی بین این لایه و سطح زمین رخ می‌دهد. در تشابه با گلخانه‌ها که با ایجاد محیطی محصور مانع از جریان هوا و خروج هوای گرم از گلخانه‌ها می‌شوند، به این به دام افتادن تابش

گرمایی بین لایه پوش سپهر و سطح زمین اثر گلخانه‌ای می‌گویند و به گازهای موجود در لایه پوش سپهر که سبب این پدیده می‌شوند گازهای گلخانه‌ای می‌گویند. اگر لایه پوش سپهر وجود نداشت، دمای میانگین سطح زمین چیزی در حدود $18^{\circ}C$ ~ می‌شد، ولی اینک این دما چیزی در حدود $15^{\circ}C+$ است؛ یعنی اثر گلخانهای حدود $33^{\circ}C$ به دمای میانگین سطح زمین افزوده است.

❖ **۴-۱۰ قانون گازها:**

برای مقدار معینی از یک گاز کامل همواره مقدار $\frac{PV}{T}$ *ثابت است. لذا برای حالت ثانویه و اولیه یک گاز کامل می‌توان نوشت:*

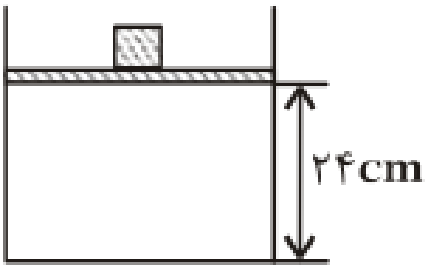
$$\frac{P_1V_1}{T_1}=\frac{P_2V_2}{T_2}$$

دما در رابطه‌ی فوق بر حسب کلوین است و نمیتوان در آن از دمای سلسیوس استفاده کرد. لذا در صورت سلسیوس دادن دما در مسائل باید تبدیل واحد انجام بگیرد.

مثال۳۵: اگر دمای گازی را از ۲۷ درجه سلسیوس به ۱۲۷ درجه برسانیم در صورت ثابت بودن فشار حجم گاز چند برابر حجم اولیه می‌شود؟

مثال۳۶: در صورت ثابت بودن حجم یک مخزن در صورت افزایش دمای به میزان ۲۷ درجه‌ی سلسیوس فشار گاز ۲ برابر حالت اولیه می‌شود. دما اولیه‌ی جسم گاز را بیابید.

مثال۳۷: در زیر پیستون گازی با دمای ۲۷ درجه سلسیوس وجود دارد. اگر دمای گاز را به ۱۲۷ درجه سیلیسوس برسانیم پیستون چقدر جابجا می‌شود.



مثال۳۸: هوا با فشار یک اتمسفر درون استوانه‌ی یک دستگاه باد دچرخه با طول ۲۴ سانتی متر محبوس شده است.

الف- اگر در دمای ثابت طول استوانه به ۳۰ سانتی متر افزایش یابد فشار هوای محبوس را بیابید.

ب- برای آنکه در دمای ثابت فشار هوای محبوس به ۳ اتمسفر برسد طول استوانه باید چقدر کاهش یابد.

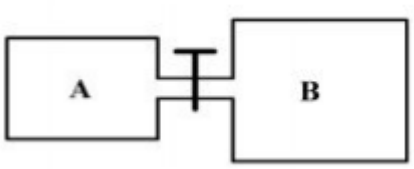
مثال۳۹: اگر در حجم ثابت، دمای مقدار معینی گاز کامل را از ۲۷ درجه‌ی سلسیوس به ۸۷ درجه‌ی سلسیوس برسانیم، فشار گاز چند درصد افزایش می‌یابد؟[سراسری-تجربی۹۲]

۱) ۱۰ ۲) ۲۰ ۳) ۱۲ ۴) ۱۵

مثال۴۰: اگر در فشار ثابت، دمای گاز کاملی را از ۲۷ درجه‌ی سلسیوس به ۴۴ درجه‌ی سلسیوس برسانیم، حجم گاز چند درصد افزایش می‌یابد؟[سراسری-تجربی۹۳]

۱) ۵۰ ۲) ۲۵ ۳) ۱۰ ۴) ۵

مثال۴۱: در شکل روبه‌رو، ظرف A به حجم ۲ لیتر حاوی گاز اکسیژن با دمای ۴۷ درجه‌ی سلسیوس و فشار ۴ اتمسفر است. ظرف B به حجم ۵ لیتر، کاملا خالی است. اگر شیر را باز کنیم و دمای گاز در طرف‌ها به ۷ درجه‌ی سلسیوس برسد، فشار گاز چند اتمسفر می‌شود؟[سراسری-ریاضی۹۴]



۱) ۰/۷۵

۲) ۱/۲۵

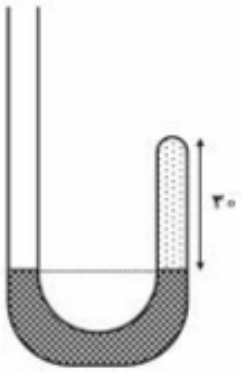
۳) ۱

۴) ۲

مثال۴۲: در دمای ثابت، حجم گاز کاملی ۶۰ درصد تغییر می‌کند، در نتیجه فشار آن $15\times10^4\,pa$ افزایش می‌یابد. فشار اولیه‌ی گاز چند پاسکال بوده است؟[سراسری-تجربی ۹۵]

۱) 10^5 ۲) 2×10^5 ۳) 3.75×10^4 ۴) 9×10^4

مثال۴۳: در شکل زیر، در ابتدا ارتفاع جیوه در دو طرف لوله یکسان است و مقداری گاز کامل در طرف راست محبوس است. اگر جیوه به شاخه‌ی سمت چپ افزوده شود به طوریکه اختلاف ارتفاع جیوه در دو طرف لوله به ۳۸ سانتی‌متر برسد، ارتفاع ستون گاز چند سانتی‌متر است؟ فشار هوا ۷۶ سانتی‌متر جیوه و دما ثابت است. [سراسری-تجربی۹۶]



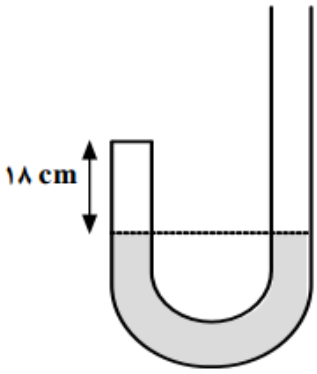
۱) ۵

۲) ۱۰

۳) ۱۵

۴) ۲۰

مثال۴۴: در شکل زیر، جیوه در دو طرف لوله‌ی U شکل در یک سطح قرار دارد و سطح مقطع لوله ۱ سانتی‌متر مربع است. از طرف باز لوله ۲۱ سانتی‌متر مکعب جیوه می‌ریزیم و ارتفاع در طرف بسته به ۱۵ سانتی‌متر می‌رسد. فشار هوای محیط چند سانتی‌متر جیوه است؟(دمای هوای داخل لوله ثابت فرض شود).[سراسری-ریاضی۹۳]



۱) ۷۳

۲) ۷۴

۳)۷۵

۵) ۷۶

مثال۴۵: در شکل زیر، جرم پیستون یک کیلوگرم، جرم وزنه‌ی روی آن ۴ کیلوگرم و دمای گاز درون ظرف ۲۷ درجه‌ی سلسیوس است. اگر دمای گاز را به آرامی به ۸۷ درجه‌ی سلسیوس برسانیم، ضمن گرم شدن گاز، چند کیلوگرم وزنه به تدریج باید روی پیستون اضافه کنیم تا پیستون جابجا نشود؟ سطح قاعده‌ی پیستون ۵ سانتی‌متر مربع، فشار هوا ۱ اتمسفر است. [سراسری-ریاضی۹۶]

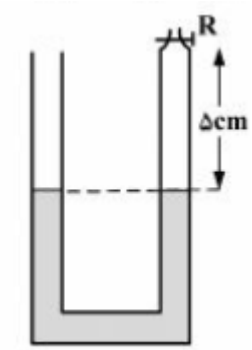
۱) ۲

۲) ۳

۳) ۶

۴) ۷

مثال۴۶: در شکل زیر، شیر R بسته و دمای هوای محبوس در لوله را از ۳۹ درجه‌ی سلسیوس، چند درجه افزایش بدهیم تا اختلاف ستون جیوه در دو طرف لوله به ۲ سانتی‌متر برسد؟ (فشار هوای محل ۷۸ سانتی‌متر جیوه و قطر دو طرف مساوی است. از انبساط ظرف و جیوه صرف نظر کنید). [سراسری-ریاضی۹۶].



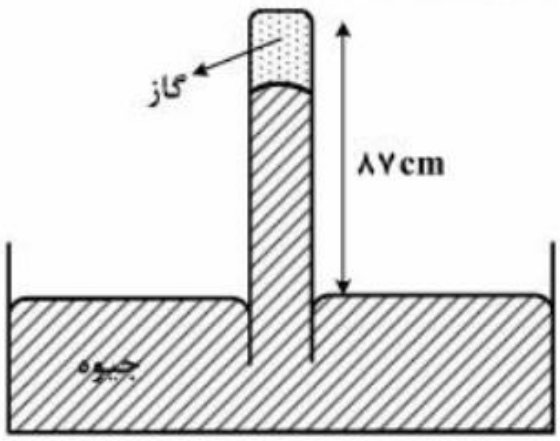
۱) ۷۲

۲) ۱۰۰

۳) ۲۱۱

۴) ۳۸۴

مثال۴۷: در شکل زیر، پیوسته ۷۸ سانتی‌متر از لوله خارج از لوله نگه داشته می‌شود. در شرایطی که فشار هوا ۷۵ سانتی‌متر جیوه و دمای گار ۲۷ درجه سلسیوس است، ارتفاع ستون جیوه در لوله ۷۲ سانتی‌متر است. بر اثر افزایش فشار هوا ستون جیوه بالا می‌رود. دمای گاز را به ۴۷ درجه سلسیوس می‌رسانیم تا دوباره ستون جیوه به ۷۲ سانتی‌متر برسد. فشار هوا چگونه تغییر کرده است؟ [سراسری-ریاضی۹۷]



۱) ۲ میلی متر جیوه کاهش یافته است.

۲) ۲ میلی‌متر جیوه افزایش یافته است.

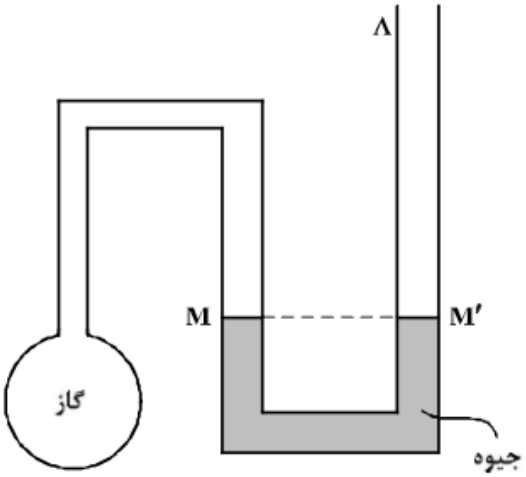
۳) ۰/۲ میلی متر جیوه کاهش یافته است.

۴) ۰/۲ میلی متر جیوه افزایش یافته است.

مثال۴۸: حجم معینی گاز کامل در دمای ۷ درجه سلسیوس ۲ لیتر است. در فشار ثابت دمای گاز را چند درجه کلوین افزایش دهیم تا حجم گاز ۴۰۰ سانتی‌متر مکعب افزایش یابد؟[سراسری-تجربی۹۷]

۱) ۴۶ ۲) ۵۶ ۳) ۳۱۹ ۴) ۳۲۹

مثال۴۹: در شکل زیر دمای گاز ۲۷ درجه-ی سلسیوس و فشار آن ۷۵ سانتی‌متر جیوه است. اگر دمای گاز را به ۳۰ درجه‌ی سلسیوس افزایش دهیم، چند سانتی‌متر به ارتفاع جیوه در شاخه‌ی A اضافه کنیم تا سطح جیوه در شاخه‌ی سمت چپ، در سطح M بماند؟[سراسری-ریاضی۹۸]



۱) ۲۰

۲) ۱۵

۳) ۷/۵

۴) ۵/۵

مثال۵۰: یک حباب هوا به حجم $1.40cm^3$ از عمق دریاچه‌ای که فشار در آن محل 1.8×10^5 پاسکال و دما ۷ درجه‌ی سلسیوس است، به سطح دریاچه می‌رسد که دمای آن ۲۷ درجه‌ی سلسیوس و فشار 1×10^5 پاسکال است. در این انتقال، حجم حباب چند سانتی‌متر مکعب تغییر کرده است؟[سراسری-ریاضی۹۸]

۱) ۱/۳۰ ۲) ۱/۲۸ ۳) ۱/۰۷ ۴) ۰/۷۰

جمع‌بندی فصل چهارم (تعاریف)

دما: معیاری برای تعیین میزان گرمی و سردی یه جسم را گرما میگوییم.

گرما: گرما مقدار انرژی است که به سبب اختلاف دما بین دو جسم منتقل می‌شود.

انبساط طولی: افزایش واحد طول یک جسم در اثر افزایش دمای یک کلوین است.

انبساط سطحی: افزایش واحد سطح یک جسم در اثر افزایش دمای یک کلوین است. ضریب انبساط سطحی دو برابر انبساط طولی است.

انبساط حجمی: افزایش واحد حجم یک جسم در اثر افزایش دمای یک کلوین.

انبساط غیر عادی آب: آب همانند سایر مایعات تا دمای ٤ درجه سلسیوس رفتاری عادی دارد و با کاهش دما حجم آن کاهش و چگالی آن افزایش می‌یابد. اما این روند در ٤ تا صفر درجه برعکس میشود. یعنی با کاهش دما حجم آب افزایش و در صفر درجه به بیشترین حد خود میرسد(منظور حجم بین ٤ تا صفر درجه است) و چگالی آن نیز به دلیل افزایش حجم کاهش می‌یابد. دلیل این رفتار غیر عادی به تغییر رفتار پیوندی مولکولهای آب و تغییر شبکه کریستال آن است.

گرمای ویژه: گرمای ویژه، مقدار گرمایی است که به یک کیلوگرم از جسمی داده می‌شود تا دمای آن یک درجه‌ی سلسیوس(کلوین) افزایش یابد.

گرمای ویژه مولی: گرمای ویژه مولی، مقدار گرمایی است که به یک مول ماده می‌دهیم تا دمای آن یک درجه کلوین تغییر کند.

تبدیل فازها: تبدیل جامد به مایع را ذوب، تبدیل مایع به بخار را تبخیر، تبدیل مایع به جامد را انجماد و تبدیل گاز به مایع را میعان گویند. همچنین تبدیل مستقیم بخار به جامد را چگالش و جامد به گاز را تصعید گویند.

گرمای نهان ذوب: گرمایی که جسم در لحظه‌ی ذوب میگیرد و سبب تغییر فاز آن می‌شود گرمای نهان ذوب نام دارد. معمولا در این دمای ذوب تمامی گرمای داده شده به جسم صرف تبدیل فاز می‌شود و دمای جسم را بالا نمیبرد به همین علت به آن گرمای نهان می‌گویند.

گرمای نهان ویژه ذوب: مقدار انرژی که در دمای ذوب به یک جسم می‌دهیم تا یک کیلوگرم از آن جسم به مایع با همان دما تبدیل شود. با L_f نشان می‌دهند.

گرمای نهان تبخیر: گرمایی که یک مایع در نقطه‌ی جوش خود می‌گیرد تا به بخار تبدیل شود.

گرمای نهان ویژه تبخیر: مقدار گرمایی که یک کیلو گرم جسم در فاز مایع در نقطه‌ی جوش خود می‌گیرد تا به فاز گاز با همان دما تبدیل شود را می‌گویند. واحد آن **ژول بر کیلوگرم** است.

رسانش: روشی که معمولا در اجسام جامد رخ می‌دهد. معمولا فلزات رسانای گرمایی خوبی دارند

همرفتی: روشی که معمولا در مایعات و گازها دیده می‌شود. معمولا به صورت شارش جریان بدلیل اختلاف چگالی توسط خود ماده از سطحی به سطح دیگر رخ می‌دهد.

تابش: انتقال گرما توسط نور یا امواج الکترومغناطیسی از جسم ملتهب را گویند. انتقال گرما نیازی به محیط مادی ندارد و سرعت رسانش آن بسیار بالاست.

تابش گرمایی در پدیده های زیستی نیز کاربردهای فراوانی دارد که در اینجا به دو نمونه از آنها اشاره میشود.

الف) شکار تابش فروسرخ: نوعی از مارهای زنگی اندام هایی حفره‌ای بر روی پوزه خود دارند که نسبت به تابش فروسرخ حساس‌اند این مارها اغلب در سیاهی شب شکار می‌کنند. در واقع اندام‌های حفره‌ای به آنها کمک می کند که طعمه‌های خون گرم خود را به واسطه تابش فرو سرخشان در تاریکی و سرمای شب مشاهده کنند.

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

قانون گازها: برای مقدار معینی از یک گاز کامل همواره مقدار $\frac{PV}{T}$ ثابت است.

تمرین های تکمیلی فصل چهارم

تمرین اول: دماهای زیر را بر حسب سلسیوس و فارنهایت بنویسید.

الف- ۰ درجه کلوین ب- ۲۷۳ درجه کلوین ج- $-27^{o}K$

تمرین دوم: - به لیوان آبی ۱۰۰ ژول گرما می‌دهیم و دمای آن به ۹۷ درجه سلسیوس می‌رسد. اگر جرم آب ۱۰ گرم باشد دمای اولیه‌ی آن را بیابید. $c=4200$

تمرین سوم: جسمی به جرم ۲۵۰ گرم در دمای ۳ درجه سلسیوس را به ظرف عایقی حاوی ۵۰۰ گرم آب با دمای ۲۵ درجه می‌اندازیم. پس از گذشت زمان دمای تعادل به ۲۱ درجه سلسیوس می‌رسد. گرمای ویژه جسم را بیابید. $c=4200$

تمرین چهارم: گرما سنجی به جرم ۲۰۰ گرم از مس ساخته شده است. یک قطعه ۸۰ گرمی از یک ماده نامعلوم همراه با ۵۰ گرم آب به آن اضافه می‌کنیم. دمای کل مجموعه ۳۰ درجه است. در این هنگام ۱۰۰ گرم آب ۷۰ درجه به گرماسنج اضافه می‌کنیم و دمای تعادل به ۵۲ درجه می‌رسد. گرمای ویژه جسم نامعلوم را بیابید. $c=4200$ و برای مس $c=380$

تمرین پنجم: دمای یک قطعه فلز ۰/۶ کیلوگرمی را توسط یک گرمکن ۵۰ واتی در ۱۱۰ ثانیه از ۱۸ به ۳۸ درجه سلسیوس می‌رسانیم. گرمای ویژه فلز را بیابید.

تمرین ششم: انبساط یک تیر فلز آهنی با طول اولیه ۲۵ متر وقتی دمای آن از ۱۰- درجه سلسیوس ۳۰ درجه سلسیوس میرسد را بیابید.

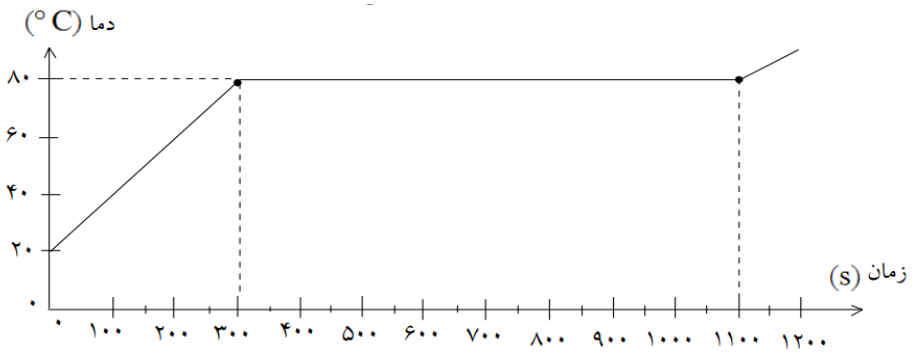
$$\alpha_{Fe} = 12\times10^{-6}$$

تمرین هفتم: چه مقدار افزایش دما باعث میشود طول خط کش ۰٫۵ متری به ۱٫۱ میلی متر افزایش یابد.جنش خط کش از فلز برنج است.

$$\alpha = 19\times10^{-6}$$

تمرین هشتم: هنگامیکه ۱ کیلوگرم آب را با گرمکن به مدت ۳۰ دقیقه گرم می‌کنیم. دمای آب ۳۰ درجه بالا می‌رود. توان گرم کن را بیابید.

تمرین نهم: با استفاده از نمودار گرمای ویژه جامد و گرمای نهان ویژه ذوب را بیابید. جرم جسم ۰/۵ کیلوگرم و توان گرمکنی که در آن قرار دارد ۱۰۰ وات است.



تمرین دهم: یک گرمکن ۲۰۰ واتی داریم. چقدر طول می‌کشد تا این گرم کن ۰/۱ کیلوگرم آب ۱۰۰ درجه را به بخار ۱۰۰ درجه تبدیل کند.

$$L_V = 2256 \times 10^3$$

تمرین یازدهم: یک گرم کن ۵۰ واتی در ۱۰۰ گرم آب غوطه ور و دورن گرماسنج است. در مدت ۱ دقیقه دمای تعادل کل مجموعه از ۲۰ به ۲۵ درجه افزایش می‌یابد. ظرفیت گرمای گرماسنج را بیابید؟ چه مدت طول می‌کشد تا دمای آب درون گرماسنج به نقطه‌ی جوش خود برسد؟

تمرین دوازدهم: گرمای لازم برایی تبدیل ۲۰۰۰ گرم یخ در دمای منفی ۲۰ درجه سلسیوس به بخار آب ۱۰۰ درجه را بیابید. گرمای ویژه یخ ۲۱۰۰، گرمای نهان ذوب ۳۳٤۰۰۰، گرمای ویژه آب ٤۲۰۰، گرمای نهان تبخیر۲۲۵٦۰۰۰

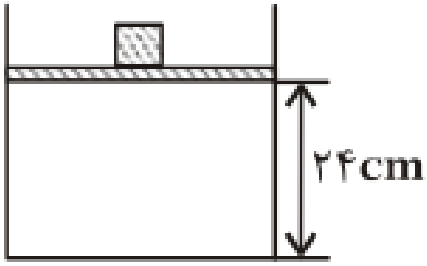
تمرین سیزدهم: چه مقدار گرما نیاز است تا یک ورقه مستطیل شکل به جرم ۱ کیلوگرم بدهیم تا افزایش سطح آن ۰/۰۰۰٤ برابر سطح اولیه شود.

$$\alpha = 2 \times 10^{-6} \left(\frac{1}{C} \right)$$

$$C = 400 \left(\frac{J}{KgC} \right)$$

تمرین چهاردهم: در فشار ثابت دمای گاز را ۳۰ درجه‌ی سلسیوس افزایش می‌دهیم. حجم آن به اندازه ۱/۰ حجم اولیه افزایش می‌یابد. دمای اولیه را بیابید.

تمرین پانزدهم: در زیر پیستون گازی با دمای ۲۷ درجه سلسیوس وجود دارد. اگر دمای گاز را به ۱۲۷ درجه سیلیسوس برسانیم پیستون چقدر جابجا می‌شود.



تمرین شانزدهم: در یک روز زمستانی دمایی داخل اتاق ۲۰ درجه و دمای بیرون ۰ درجه است. چه مقدار گرما در ۱ ساعت به خارج اتاق منتقل می‌شود. فرض کنید اتاق فقط یک پنجره به ابعاد ۱ متر عرض و ۲ متر طول باشد و ضخامت آن ۲ میلی متر باشد.

تمرین هفدهم: اگر در طول سال به طور متوسط دمای یک منزل ۸ درجه بیشتر از محیط بیرون آن باشد. اتاق همانند تمرین ۱۶ است.

تمرین هجدهم: تایر یک اتومبیل شامل مقداری هواست. وقتی دما ۱۷ درجه سلسیوس است فشار تایر ۲ اتمسفر بیشتر از فشار جو است. پس از مقداری طی مسافت فشار داخل تایر ۲/۳ اتمسفر بیشتر از فشار جو اندازه‌گیری می‌شود. با فرض ثابت بودن حجم تایر دمای ثانویه را بیابید.

تمرین نوزدهم: هوا با فشار یک اتمسفر درون استوانه‌ی یک دستگاه بار دچرخه با طول ۲٤ سانتی متر محبوس شده است.

الف- اگر در دمای ثابت طول استوانه به ۳۰ سانتی متر افزایش یابد فشار هوای محبوس را بیابید.

ب- برای آنکه در دمای ثابت فشار هوای محبوس به ۳ اتمسفر برسد طول استوانه باید چقدر کاهش یابد.

تمرین بیستم: چرا عرق کردن باعث خنک شدن بدن می‌شود؟

تمرین بیستم و یکم: چرا پوشیدن لباس تر باعث احساس سرما در بدن می‌شود؟

تمرین بیست و دوم: چرا غذا در زودپز سریعتر پخته می‌شود؟

تمرین بیست و سوم: آب در چه دمایی کمترین حجم را داراست؟چگالی در این حالت را با چگالی در دمای صفر درجه مقایسه کنید.

تمرین بیست و چهارم: چرا در لباس آتش نشانی از پوشش‌های براق استفاده می‌شود؟

تمرین بیست و پنجم: چرا وقتی در یخچال را باز می‌کنیم هوای سرد از قسمت پایینی خارج می‌شود؟

تمرین بیست و ششم: چرا شوفاژ را در قسمت پایینی اتاق و کولر را در قسمت بالایی نصب می‌کنند؟

تمرین بیست و هفتم: چرا در شهرهای گرم بیشتر نمای ساختمان‌ها را سفید انتخاب می‌کنند؟

تمرین بیست و هشتم: چرا وقتی روی کف پوشهای مختلفی یکی از جنس چوب و یکی از جنس سنگ با دمای یکسان و پایین‌تر از دمای بدن راه می‌رویم احساس سرمای متفاوتی داریم؟