TRG-MT-49-01

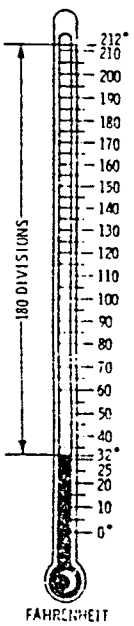
شرکت ملی نفت ایران

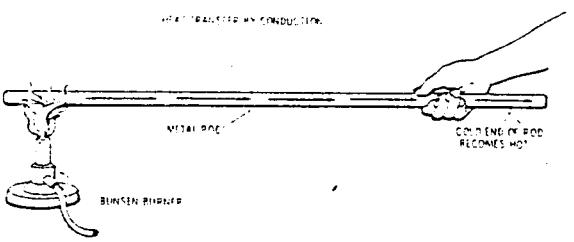
شرکت ملی مناطق نفتخیزجنوب

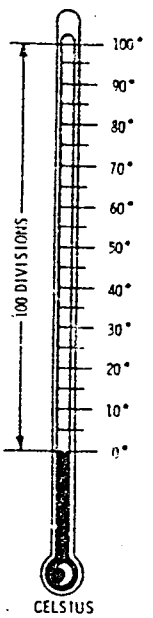
مجتمع آموزش فنون شهید مجدزاده

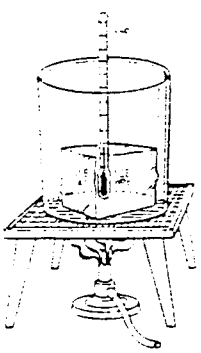
اصول مقدماتی

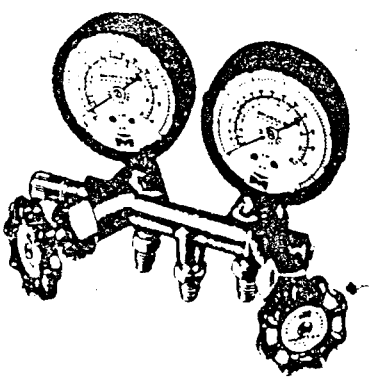
تبرید

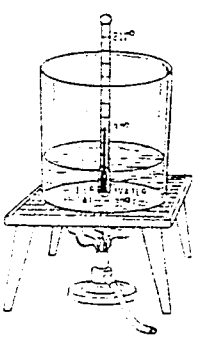












ترجمه و تنظیم یاسین سرخه‌ویس

بازنگری بهمن ۸۴ آموزش مکانیک و توربین

باسمه تعالی

مقدمه:

هر بنائی، براساسی ساخته میشود. استحکام، دوام و قوام آن به اصل و اساسش بستگی دارد علوم نیز پایه و اساسی دارند که بنای آنها بر همان پایه و اساس استوار است. احاطه بر هر علمی مستلزم آنست که بر اصول و اساس آن تسلط کافی یافت با عنایت به این مهم بر آن شدم تا جزوه‌ای در زمینه اصول مقدماتی تبرید تهیه نمایم که مشتمل بر مطالبی مفید و مورد نیاز کارکنان ادارات تهویه باشد مطالب جزوه بعضاً از کتب مرجع فارسی و انگلیسی تهیه شده و بعضی دیگر مطالبی هستند که بصورت اطلاعات علمی کسب شده از طریق مطالعه میباشند اجتناب ناپذیر است که بشر دچار خطا میشود، لذا انتظار میرود چنانچه در این جزوه به مطلبی اشتباه برخورد نمودید یا نقصانی در مطالب یافتید بر این بنده منت نهاده تذکر دهید تا در ارائه خدمت بهتر، تواناتر گردیم توصیحام به کارآموزان عزیز این است که چون عیب‌یابی دستگاههای سردکننده یا تجزیه و تحلیل اطلاعات ظاهری دستگاه میسر میگردد نیاز به اصول اساسی وحیطه کامل براصول مقدماتی تبرید است، لذا سعی نمائید به این اصول کاملاً واقف گردید و آنها را خوب درک نمائید.

در پایان از کلیه همکارانی که بنحوی در تهیه این جزوه مرا یاری نمودند همچنین از آقای آهک‌پور که در تهیه مقدمات و چاپ جزوه همکاری کردند و همچنین از دایره ماشین‌نویسی که تایپ این جزوه را برعهده داشتند تشکر و قدردانی مینمایم و برای همه آرزوی توفیق روزافزون از درگاه احدیت خواستارم.

باتشکر – یاسین سرخه‌ویس

فهـرست مطالـب

عنـوان	صفحـه
بخش ماده و انرژی :	
ماده – انرژی	۱
حالتهای سه‌گانه ماده – حالت جامد	۲
حالت مایع – حالت بخار	۳
گرما – واحدهای حرارت	۴
تقسیم‌بندی دستگاههای سردکننده	۵
روابط بین کالری و بی‌تی‌یو – تن سرمائی	۶
تأثیر گرما برحالتهای ماده- تغییرات شیمیایی - تغییرات فیزیکی	۷
تبخیر – اثر خنک‌کنندگی تبخیر	۸
میعان	۹
یخ خشک	۱۰
کنترل جریان حرارت	۱۰
جهت و مقدار انتقال حرارت	۱۴
سرما – روشهای انتقال گرما	۱۵
گرمای محسوس و گرمای نهان	۱۹
کاربرد گرمای نهان	۲۳
بخش دما:	
دما – واحدهای درجه حرارت	۲۴

عنوان	صفحه
دماسنج – انواع دماسنج	۲۷
دمای اشباع – دمای محیط (امبینت تمپرچر) :	۳۲
بخش فشار:	
فشار	۳۳
فشار جو	۳۴
بارومتر	۳۴
وسائل اندازه‌گیری فشار	۳۵
مانومتر	۳۶
گیج‌های بوردونی	۳۸
فشار مطلق و فشار گیج	۴۱
تأثیر فشار بردمای تبخیر	۴۲
تأثیر فشار بر دمای انجماد	۴۲
سیستمهای سردکننده مقدماتی	۴۳
ایجاد برودت به کمک ذوب یخ	۴۴
سردکننده تبخیری	۴۵
سیستم سردکننده تراکمی با کمپرسورباز	۴۷
سیستم سردکننده تراکمی مجهز به اکسپنشن ولو اتوماتیک	۴۸
سیستم سردکننده تراکمی مجهز به اکسپنشن ولوترموستاتیکی	۵۰
سیستم سردکننده تراکمی مجهز به لوله موئی	۵۲
سیستم سردکننده چنداواپراتور	۵۴
منابع	۵۵

مـاده

هر چیزی که دارای جرم باشد و فضا اشغال کند ماده نام دارد همه مواد از مولکول تشکیل شده‌اند مولکول کوچکترین جزء یک ماده است که خاصیت آن ماده را دارد. مثلاً یک دانه نمک طعام میتواند به مولکولهای نمک شکسته شود که هر یک از مولکولها خصوصیات نمک طعام را دارند همه مولکولها از اتم ساخته شده‌اند اگر مولکول را تجزیه کنیم به اتمهای تشکیل دهنده آن میرسیم یک مولکول نمک از یک اتم سدیم و یک اتم کلر ساخته شده است بنابراین اگر مولکول نمک به اتمهای خود تجزیه شود اتمها دیگر خاصیت نمک را ندارند بلکه دو اتم ماده کاملاً متفاوت با هم هستند که یکی سدیم و دیگری کلر است.

بعضی از مواد هستند که مولکول آنها فقط از یک نوع اتم ساخته شده‌اند برای مثال یک مولکول اکسیژن از دو اتم اکسیژن تشکیل شده است اگر مولکول اکسیژن را به اتمهای تشکیل دهنده آن تقسیم کنیم هر یک از آنها یک اتم اکسیژن خواهد بود.

مولکول‌های تشکیل دهنده ماده همدیگر را با نیروی جاذبه متقابل به نام نیروی پیوستگی نگهداری میکنند با وجود نیروی جاذبه متقابل بین مولکولها و تأثیری که هر مولکول بر دیگر مولکول‌ها دارد مولکولها به هم نمی‌چسبند بلکه بین آنها مقدار معینی فضا وجود دارد که بطور نسبتاً آزاد در آن می‌توانند حرکت کنند بنا بر فرضیه ملکولی، ملکولها در حال حرکت هستند مقدار و اندازه حرکت آنها به مقدار انرژی که در آنها نهفته بستگی دارد.

انرژی

انرژی قابلیت انجام کار است وقتی که شیء یا وسیله‌ای را جابجا می‌کنیم انرژی مصرف می‌کنیم، راه می‌رویم انرژی مصرف می‌کنیم بعبارت دیگر برای انجام کار انرژی لازم است ملکولهای مواد نیز به کمک انرژی حرکت می‌کنند انرژی نه بوجود می‌آید نه از بین می‌رود بلکه از صورتی به صورت دیگر تبدیل میشود انرژی بصورتهای مختلفی در زندگی روزمره استفاده میشود از جمله انرژی مکانیکی، الکتریکی، شیمیائی، حرارتی، صوتی، ماهیچه‌ای و غیره.

انرژی به سهولت از صورتی به صورت دیگر تبدیل میشود مثلاً انرژی الکتریکی در یک بخاری برقی به انرژی حرارتی تبدیل میشود در موتورهای الکتریکی و شیرهای برقی انرژی الکتریکی به انرژی مکانیکی تبدیل میشود.

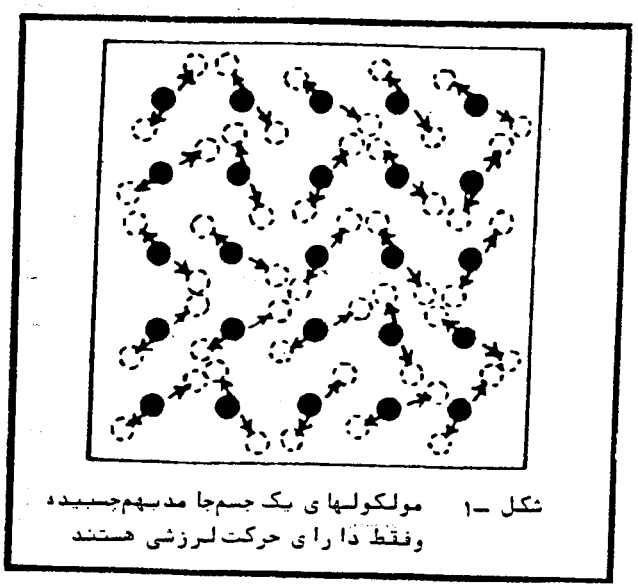
انرژی مکانیکی، شیمیائی و حرارتی به ترتیب توسط ژنراتور، باطری و ترموکوپل به انرژی الکتریکی تبدیل میشود.
انرژی شیمیائی در فعل و انفعالات شیمیائی به انرژی حرارتی تبدیل میشود مانند احتراق و اکسیداسیون، منبع و منشاء تمام انرژی‌ها خورشید است.

حالتهای سه‌گانه ماده

ماده می‌تواند در سه فاز مختلف یا سه حالت متفاوت از جمله جامد، مایع و یا گاز باشد مثلاً آب مایع است اما همین ماده می‌تواند بصورت یخ که جامد است یا بصورت بخار یا گاز وجود داشته باشد.

حالت جامد

ماده در حالت جامد دارای مقدار انرژی پتانسیل نسبتاً کوچکی است ملکولها در این حالت تمایل دارند با نیروی جاذبه خود یکدیگر را محدود کنند مواد در فاز جامد بیشتر دارای ساختمان ملکولی محکمی هستند و موقعیت هر ملکول کم و بیش ثابت است حرکت ملکولها به یک حرکت لرزشی محدود می‌شود و بسته به مقدار انرژی جنبشی درونی که ملکولها دارند سرعت لرزش آنها کند یا تند است.



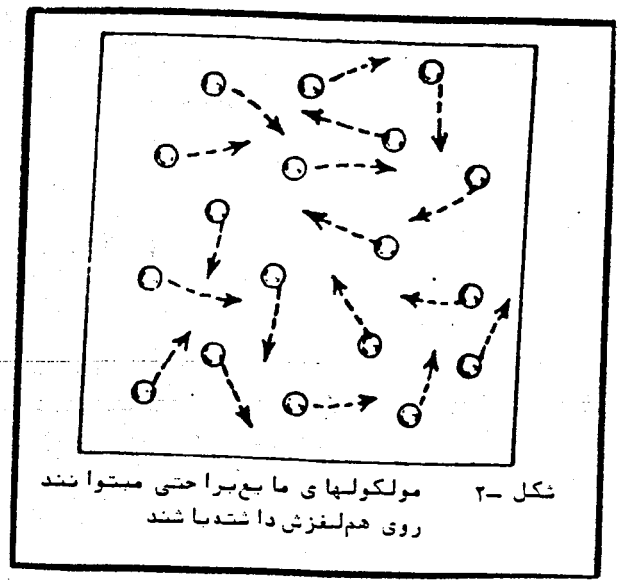
شکل ـ۱ ملکولها ی یک جسم جا مد بهم چسبیده وفقط دا را ی حرکت لرزشی هستند

حامد بدلیل ساختمان ملکولی محکم خود تمایل دارد که حجم و شکل خود را ثابت نگه دارد جامد عملاً غیرقابل تراکم است و در مقابل هرگونه تغییر شکل مقاومت میکند.

حالت مایع

ملکولهای مواد در فاز مایع انرژی زیادتری نسبت به مواد جامد دارند ملکولها چسبیده به هم و محدود نیستند انرژی زیاد به آنها اجازه می‌دهد که بر نیروی جاذبه یکدیگر غلبه کنند و آزادی عمل بیشتری برای حرکت داشته باشند ملکولها آزاد هستند که در هر جهتی روی یکدیگر بلغزند به این حرکت جریان گفته میشود.

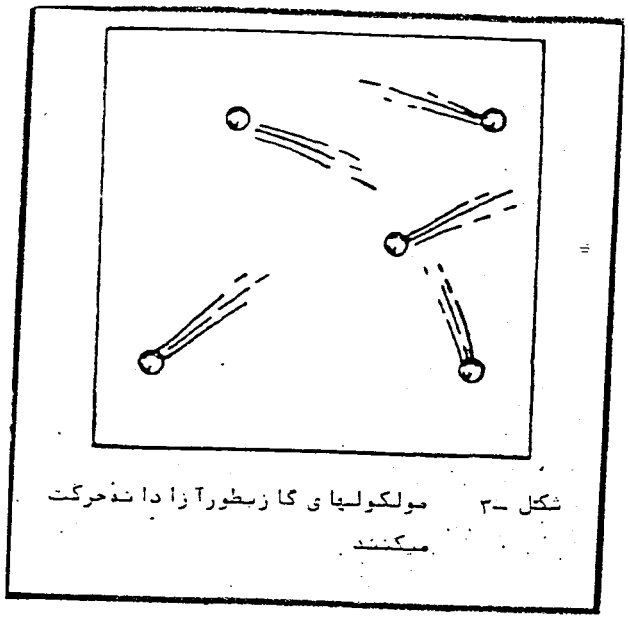
مایع نیز عملاً غیرقابل تراکم است و بدلیل ساختمان ملکولی سیال حجم خود را ثابت نگه می‌دارد ولی شکل خود را حفظ نمی‌کند و به شکل ظرفی که در آن قرار میگیرد در می‌آید.



شکل ـ۲ ملکولهای مایع‌را حتی میتوانند روی هم‌لغزش داشته‌باشند

حالت بخار یا گاز

مقدار انرژی ملکولهای ماده در حالت گاز خیلی بیشتر از مقدار انرژی ملکولهای مایع است ملکولهای گاز بقدری انرژی دارند که بر همه نیروها غلبه می‌کنند آنها نه با نیروی جاذبه ملکولی محدود می‌شوند نه با نیروی جاذبه زمین در نتیجه با سرعت زیاد در حرکت هستند. با یکدیگر و دیواره ظرف دائماً در حال برخورد هستند بهمین دلیل گاز نه حجم خود را نگه می‌دارد و نه شکل خود را حفظ می‌کند گاز بسهولت قابل فشرده شدن است و در هر ظرفی قرار گیرد آنرا کاملاً پر می‌کند علاوه بر این اگر گاز در ظرف کاملاً بسته‌ای ذخیره نشود از ظرف خارج شده و در هوای اطراف پراکنده می‌شود.



شکل ـ۳ مولکولهای گاز بطور آزاد حرکت میکنند.

گرما

گرما یا حرارت نوعی انرژی است که خواص مادی ندارد بعبارت دیگر قابل رویت نیست حجم و جرم ندارد گرما انرژی در حال گذر است یعنی از نقطه‌ای به نقطه دیگر می‌رود. جهت انتقال آن از نقطه گرم به طرف نقطه سرد است این انرژی در همه ملکولهای مواد نهفته است و بیشترین تأثیر را در سرعت ملکولها دارد.

واحدهای حرارت (گرما)

گرما همانند سایر انرژی‌ها دارای کمیت است برای بیان کمیت حرارت از واحدهای مختلفی استفاده میشود در اینجا ما با دو واحد بطور عمده سروکار داریم که هر کدام از این واحدها در یکی از سیستم‌های اندازه‌گیری تعریف می‌شوند در سیستم اندازه‌گیری بین المللی (SI) از واحدی به نام کالری یا کیلوکالری استفاده می‌شود و در سیستم اندازه‌گیری انگلیسی (BS) بی تی یویاتن سرمائی بکار می‌بریم.

کالری

اگر مقدار یک سانتی متر مکعب آب خالص ۱۵ درجه سانتیگراد را حرارت دهیم یا از آن حرارت بگیریم بطوریکه دمای آن به اندازه یک درجه سانتیگراد تغییر نماید مقدار گرمائی که به آب داده‌ایم یا از آن گرفته‌ایم معادل یک کالری خواهد بود. بعبارت دیگر به مقدار گرمائی که به یک گرم آب خالص ۱۵ درجه سانتیگراد داده می‌شود یا از آن گرفته میشود تا دمای آب باندازه یک درجه سانتیگراد تغییر نماید یک کالری می‌گویند واحد بزرگتر کالری، کیلوکالری است که معادل با ۱۰۰۰ کالری می‌باشد کالری و کیلوکالری را به ترتیب با CAL و K CAL نشان می‌دهند.

بی تی یو

چنانچه یک پوند آب خالص ۶۰ درجه فارنهایت را حرارت دهیم بطوریکه دمای آن یک درجه فارنهایت تغییر کند مقدار گرمائی که صرف بالا بردن دمای یک پوند آب شده است را یک بی تی یو می‌گوئیم بعبارت دیگر مقدار گرمائی که به یک پوند آب خالص ۶۰ درجه فارنهایت می‌دهیم یا از آن می‌گیریم تا دمای آب با اندازه یک درجه فارنهایت تغییر نماید یک بی تی یو می‌گوئیم و آنرا با BTU نشان می‌دهند. واحد بزرگتر بی تی یو را تن سرمائی می‌نامند که با T.R نشان داده می‌شود.

کاربرد کالری، بی تی یو

طبق یک قرارداد استفاده از کالری و بی تی یو معین شده است بدین ترتیب که برای بیان ظرفیت گرم کنندگی دستگاههای گرم کننده از قبیل بخاری گازی، شوفاژ و غیره از کالری و یا کیلو کالری استفاده می‌شود همچنین ظرفیت سردکنندگی دستگاههای سردکننده را با بی تی یو یا تن سرمائی بیان می‌کنند.

تقسیم‌بندی دستگاههای سردکننده

دستگاههای سردکننده را از نظر ظرفیت به دو دسته سبک و سنگین تقسیم‌بندی می‌کنند بدین ترتیب که دستگاههای دارای ظرفیت کمتر از ۳ تن سرمائی را دستگاههای سردکننده سبک و دستگاههای دارای ظرفیت ۳ تن سرمائی به بالا را دستگاههای سردکننده سنگین می‌گویند.

لازم به ذکر است که ظرفیت دستگاههای سبک را معمولاً با بی تی یو بیان می‌کنند و ظرفیت دستگاههای سنگین با تن سرمائی بیان می‌شود هر چند اخیراً این قاعده بهم خورده و مشاهده شده است که ظرفیت بعضی از دستگاههای سبک را با تن سرمائی نیز بیان کرده‌اند.

روابط بین کالری و بی تی یو

هر یک کالری معادل ۰/۲۵۱۹۹۶ بی تی یو است و هر بی تی یو معادل ۳/۹۶۸ کالری می‌باشد.

۱ CAL = ۰/۲۵۱۹۹۶ BTU ⟹ ۱ CAL ۰/۲۵۲ BTU

۱ BTU = ۳/۹۶۸ CAL ⟹ ۱ BTU ۳/۹۷ CAL

۱ KCAL = ۱۰۰۰ CAL

۱ KCAL = ۲۵۲ BTU

تن سرمائی

ظرفیت خنک‌کنندگی دستگاههای سردکننده قدیمی اغلب با تن سرمائی بیان می‌شد یک تن سرمائی عبارتست از برودت ایجاد شده بوسیله ذوب یک تن یخ (۲۰۰۰ پوند) در مدت ۲۴ ساعت.

یخ ابتدا بصورت جامد با دمای صفر درجه سانتیگراد است سپس تبدیل به آب صفر درجه سانتیگراد میشود انرژی جذب شده بوسیله یخ عبارتست از گرمای نهان یخ ضربدر وزن آن دستگاه سردکننده‌ای که بتواند برودتی معادل با برودت ذوب این مقدار یخ ایجاد کند دستگاه یک تنی نامیده میشود و با علامت T.R ۱ نشان داده میشود ظرفیت خنک‌کنندگی دستگاههای سردکننده بر حسب BTU/hr نیز بدست میآید یک تن سرمائی معادل با ۱۲۰۰۰ BTU/hr است.

مقدار BTU معادل با یک تن سرمائی عبارتست ۲۸۸۰۰۰ بی تی یو در مدت ۲۴ ساعت. این مقدار با ضرب وزن یخ (۲۰۰۰ پوند) در گرمای نهان ذوب یخ (۱۴۴ بی تی یو بر پوند) محاسبه میشود.

$$\text{یک تن سرمائی} = ۲۰۰۰ \frac{\text{پوند}}{\text{۲۴ ساعت}} \times ۱۴۴ \frac{\text{BTU}}{\text{پوند}} = ۲۸۸۰۰۰ \frac{\text{BTU}}{\text{۲۴ ساعت}}$$

$$\text{یک تن سرمائی} = ۲۸۸۰۰۰ \frac{\text{BTU}}{\text{۲۴ ساعت}} \div ۲۴ = ۱۲۰۰۰ \frac{\text{BTU}}{\text{ساعت}}$$

تأثیر گرما بر حالتهای ماده

خیلی از مواد تحت شرایط مناسب فشار و درجه حرارت می‌توانند در یکی از حالتهای سه گانه فیزیکی وجود داشته باشند مقدار انرژی که ملکولهای مواد دارند با درجه حرارت ماده بلکه با فازی که ماده در آن قرار دارد نیز معین میشود بعبارت دیگر افزایش یا کاهش انرژی می‌تواند در حالت فیزیکی ماده تغییر ایجاد کند.

این حقیقت که انرژی در حالت ماده تغییر ایجاد کند از آنجا آشکار می شود که وقتی به خیلی از مواد مانند فلزات گرمای بخصوصی داده شود مذاب خواهند شد پدیده ذوب یخ و جوشیدن آب برای همه کس آشناست هر یک از این تغییرات در حالات فیزیکی بر اثر افزودن انرژی بوقوع می‌پیوندد.

بنابراین انرژی حرارتی می‌تواند بر مواد تأثیر بگذارد و نتیجه این تأثیر ایجاد دو نوع تغییر در مواد است:

۱- تغییرات شیمیایی

۲- تغییرات فیزیکی

تغییرات شیمیائی

وقتی که کاغذی را می‌سوزانیم یا بنزین را در موتور اتومبیل به مصرف سوخت می رسانیم اتفاقی که می‌افتد این است که کاغذ و بنزین تغییر ماهیت می‌دهند یعنی جنس آنها تغییر می‌کند کاغذ به حرارت و خاکستر تبدیل می‌شود بنزین نیز به حرارت و منواکسیدکربن و غیره تبدیل میشود که مواد حاصل دیگر مواد اولیه نیستند به این تغییرات، تغییرات شیمیائی می‌گویند.

تغییرات فیزیکی

می‌دانید که اگر آب را سرد کنیم در دمای صفر درجه سانتیگراد در فشار جو به یخ تبدیل میشود یا اگر در فشار جو آب را گرم کنیم در ۱۰۰ درجه سانتیگراد به جوش می‌آید و تبخیر میشود اینگونه تغییر حالتها که براثر جذب یا دفع گرما صورت می‌گیرد را تغییرات فیزیکی می‌نامیم در تغییرات فیزیکی جنس مواد تغییر نمی‌کند بلکه حالت آنها عوض میشود.

تغییرات فیزیکی به پنج صورت اتفاق می‌افتند که عبارتند از :

۱- تبخیر ۲- میعان ۳- انجماد ۴- ذوب ۵- تصعید

تبخیر

عمل تبخیر مایع میتواند به دو روش صورت گیرد:

۱- تبخیر سطحی

۲- جوشیدن

تبخیر سطحی مایع فقط در سطح آزاد مایع اتفاق می‌افتد و در هر دمائی پائین‌تر از دمای اشباع ممکن صورت گیرد این نوع تبخیر بدون اینکه در مایع تلاطمی صورت گیرد اتفاق می‌افتد.

جوشیدن فقط در دمای اشباع اتفاق می‌افتد از آنجا که دمای اشباع دمائی است که فشار بخار در آن برابر با فشار اعمال شده روی مایع است این نوع تبخیر به همان شکلی که در سطح آزاد مایع اتفاق می‌افتد در سراسر مایع رخ میدهد و با تلاطم شدید در مایع و تشکیل سریع حبابهائی که بزرگ شده و به سطح می‌آیند و می‌ترکند همراه است.

اثر خنک‌کنندگی تبخیر

از آنجائیکه ملکولهای با سرعت زیاد از سطح مایع فرار میکنند این باعث میشود که انرژی متوسط جرم کاهش یا بدو دمای آن نیز پائین آید هر وقت قسمتی از مایع تبخیر شود مقداری گرما معادل با گرمای نهان آن مقدار مایع بایستی بوسیله همان مقدار مایع جذب شود این گرما ممکن است از جرم مایع، هوای اطراف یا از اشیاء مجاور جذب شود بدین ترتیب انرژی و دمای جرم کاهش مییابد زیرا گرمای نهان تبخیر آن قسمت از مایع را که تبخیر شده تأمین میکند.

دمای جرم تا نقطه‌ای کمی پائین‌تر از دمای محیط اطراف کاهش مییابد و اختلاف دمای بوجود آمده باعث جریان یافتن گرما از محیط اطراف به طرف جرم مایع میگردد.

انرژی که در طول تبخیر، جرم از دست میدهد به این ترتیب مجدداً به جرم برمیگردد و تا زمانی که مایع وجود دارد تبخیر بصورت مداوم صورت میگیرد و بخار بوجود آمده در هوا منتشر میشود.

میعـان

میعان بخار ممکن است به چند روش صورت گیرد:

۱) با دفع حرارت از بخار (سردکردن)

۲) با افزایش فشار بخار

۳) با ترکیب دو روش ذکر شده

میعان با دفع حرارت از بخار اشباع

همانطور که قبلاً اشاره شد بخار اشباع را هر چه سرد کنیم قسمتی از آن به مایع تبدیل خوهد شد علت آن اینست که بخار نمیتواند در دمای پائین‌تر از دمای اشباع بصورت بخار باقی بماند وقتی که بخار سرد شود ملکولهای آن نمیتوانند انرژی و سرعت کافی داشته باشند تا بر نیروی بین ملکولی غلبه کنند و بصورت بخار باقی باشند بعضی از مولکولها براثر نیروی بین مولکولی به حالت مولکولهای مایع برمیگردند وقتی که میعان اتفاق می‌افتد و حجم ثابت نگه داشته شود دانسیته و فشار بخار کاهش پیدا خواهد کرد بطوریکه دمای اشباع نیز کاهش مییابد اگر در یک کاندنسر بخار بیشتری وارد شود بطوریکه میعان کند و بصورت مایع از کاندنسر خارج شود دانسیته، فشار و دمای اشباع بخار ثابت خواهد ماند و تا زمانی که جذب حرارت از بخار صورت میگیرد میعان ادامه خوهد داشت.

میعان با استفاده از افزایش فشار بخار

وقتی که بخار در یک دمای ثابت متراکم شود حجم آن کاهش مییابد و دانسیته آن افزایش پیدا میکند زیرا مولکولهای بخار در یک حجم کوچکتری قرار میگیرند در بخار بس تافته دمای اشباع بخار افزایش یافته هنگامیکه فشار افزایش مییابد تا به نقطه‌ای برسد که در آن نقطه دمای اشباع بخار برابر با دمای واقعی بخار گردد وقتی این اتفاق بیافتد دانسیته بخار در آن شرایط به حداکثر خود خواهد رسید و هر چه تراکم بیشتر شود باعث خواهد شد قسمتی از بخار به ساختمان مولکولی مایع نزدیکتر شود از آن به بعد تراکم بیشتر سبب افزایش فشار و دمای اشباع مخلوط بخار – مایع خواهد شد با ادامه یافتن این شرایط بخار بحالت مایع در خواهد آمد.

تصعید

تبدیل جامد به بخار را (مستقیماً) تصعید گویند این امکان وجود دارد که ماده‌ای مستقیماً از حالت جامد به حالت بخار درآید بدون اینکه از حالت مایع عبور کند بعضی مواد جامد در هر دمائی پائین‌تر از دمای ذوب خود تصعید خواهند کرد عمل تصعید به شکلی شبیه تبخیر رخ میدهد هر چند خیلی از تبخیر کندتر اتفاق می افتد به این ترتیب تصعید صورت میگیرد که مولکولهای با سرعت زیاد نزدیک به سطح ماده از هوای اطراف آن میگریزند و مولکولهای بخار میگردند معروفترین موادی که عمل تصعید انجام میدهند دی‌اکسید کربن جامد (یخ‌خشک) است که در فشار و دمای معمولی مستقیماً از جامد به بخار تصعید انجام میدهد.

یخ خشک (دی اکسیدکربن جامد CO_2)

یخ خشک جسمی جامد، سفیدرنگ و بصورت کریستال است از خواص این ماده تغییر حالت مستقیم آن از جامد به بخار است که به این تغییر حالت تصعید گویند دی اکسیدکربن جامد تحت فشار جو در ۱۰۸ – درجه فارنهایت به بخار تبدیل شده و ایجاد برودت زیاد میکند که از آن برای منجمد نگهداشتن مواد غذایی استفاده میکنند.

گرمای نهان تصعید یخ خشک برابر با ۲۴۸ بی تی یو است که در دمای ۱۰۸ – درجه فارنهایت جذب میکند همچنین مقدار گرمائی که بخار ۱۰۸- درجه فارنهایت دی اکسید کربن جذب میکند تا به بخار ۳۲ درجه فارنهایت تبدیل شود در حدود ۲۸ بی تی یو است. بنابراین کل گرمای جذب شده توسط یک پوند یخ خشک ۲۷۵ بی تی یو خواهد بود که این مقدار در مقایسه با یخ معمولی بسیار زیاد است.

کنترل جریان حرارت

قبلاً گفتیم که حرارت دارای جریان بوده و به سه طریق منتقل میشود. حال میخواهیم بگوئیم که جریان حرارت همانند سیالات قابل کنترل بوده و این کنترل بستگی به نحوه انتقال حرارت و نیاز مورد نظر دارد.

برای کنترل جریان حرارت کافی است به عوامل مؤثری که قبلاً بطور جداگانه برای هر یک از طریقه‌های انتقال حرارت شرح داده شده توجه کرد و برای افزایش یا کاهش جریان حرارت عوامل مؤثر را باید در نظر گرفت. مثلاً در انتقال حرارت بطریقه تشعشعی(تابشی) برای افزایش جریان حرارت میبایستی از اجسامی که دارای سطح

ناهموار و رنگ تیره هستند استفاده نمود. و بر عکس برای کاهش مقدار جریان حرارت باید از اجسامی که صاف و براق و یا دارای رنگ روشنی هستند استفاده کرد. زیرا اجسام تیره و ناهموار حرارتی را که بصورت امواج (تشعشع) جریان دارد جذب و اجسامی که دارای سطح صاف و رنگ روشنی هستند امواج تشعشعی حرارت را دفع میکنند.

برای کنترل جریان حرارت در مواقعی که حرارت بطریقه هدایتی منتقل میشود باید دو مسئله مهم یکی سطح تماس و دیگری جنس جسم بکار رفته را در نظر داشت. بنابراین برای افزایش جریان حرارت باید سطح تماس را بیشتر نموده و جنس جسمی را که بکار میبریم از نظر انتقال حرارت هادی خوبی باشد مانند آهن، مس، آلومینیم و بر عکس برای کاهش مقدار آن باید سطح تماس را کوچکتر و جنس جسم را از عایقهای حرارتی مناسبی انتخاب نمائیم.

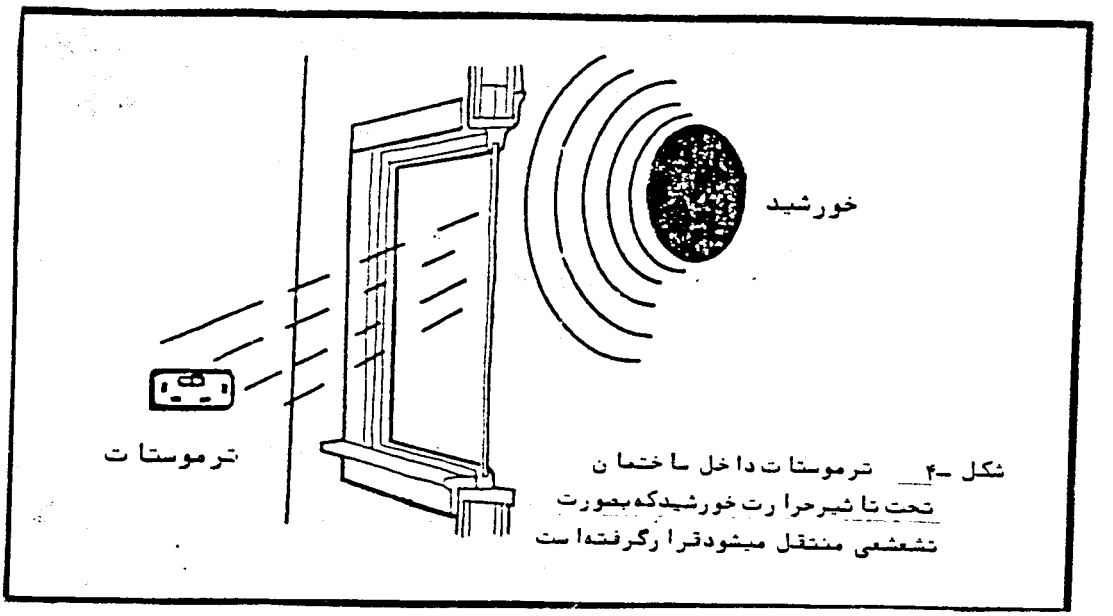
همچنین لازم بذکر است که در کنترل جریان حرارت در مواقعی که حرارت بطریقه هدایتی جریان دارد یکی دیگر از عوامل مؤثر ضخامت جسم است زیرا با افزایش ضخامت جسم جریان حرارت کاهش یافته و با کم کردن ضخامت آن جریان حرارت افزایش مییابد و بهمین دلیل هم بیرون جداره سیلندر موتورهائی را که با هوا خنک میشوند بصورت تیغه‌های نازک در می‌آورند تا عمل تبادل حرارت با هوای محیط اطراف بیشتر صورت بگیرد.

در انتقال حرارت بصورت جابجائی چیزیکه زیاد حائز اهمیت است یکی اختلاف درجه حرارت بین ملکولهای سرد وگرم و دیگری سرعت جریان ملکولها است. مسئله اولی یکی از فاکتورهای اصلی برای انتقال حرارت در سه روش یاد شده محسوب میشود و امریست ضروری ولی در مورد مسئله دومی باید گفت سرعت جریان ملکولهاست که جریان حرارت را افزایش یا کاهش میدهد. یعنی اینکه اگر سرعت ملکولها افزایش یابد جریان حرارت هم افزایش یافته و چنانچه سرعت ملکولها کم شود جریان حرارت هم کم میشود.

بهمین دلیل برای اینکه کاندنسردستگاهی را بهتر خنک کنیم یکی از راههائی که موجود است افزایش سرعت فن (پنکه) آن دستگاه است. زیرا در اثر افزایش سرعت فن تعداد برخورد ملکولهای هوا با لوله‌های کاندنسر بیشتر شده و باعث خنک شده آن میگردد.

دانستن اطلاعات صحیح از نحوه کنترل حرارت، راندمان دستگاههای برودتی و حرارتی را افزایش داده که در نهایت باعث صرفه‌جوئی در هزینه‌ها خواهد شد و برای تکنسینهای تهویه و افرادی که روی دستگاههای سرکننده کار میکنند مسئله مهمی بحساب میآید.

محل نصب ترموستات داخلی در یک ساختمان مسئله خیلی مهمی است. چرا که، ترموستات نباید در محلی قرار بگیرد که تحت تأثیر علائم غلط و موقتی عمل نماید. در این صورت مدت زمان کارکرد دستگاه برودتی در تابستان افزایش یافته و بلعکس زمان کارکرد دستگاه حرارتی در فصل زمستان کم میشود که در هر دو صورت شرایط نامناسبی را برای ساکنین ایجاد خواهد کرد.

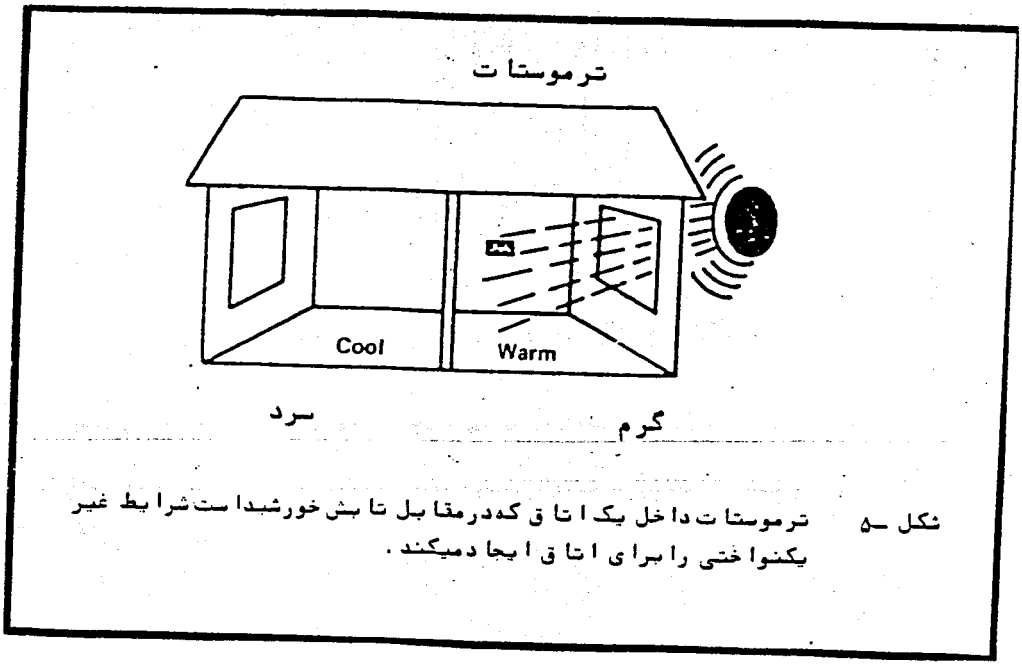


شکل ـ۴ ترموستات داخل ساختمان تحت تاثیر حرارت خورشید که بصورت تشعشعی منتقل میشود قرار گرفته است

در اطاقی که دارای پنجره بزرگی روبه آفتاب است، اگر ترموستات در مقابل نور و حرارت خورشید نصب شده باشد، تحت تأثیر حرارت خورشید قرار گرفته و زودتر (برای سیستمهای حرارت مرکزی) و دیرتر (برای سیستمهای سردکننده) از موعد مقرر عمل مینماید. تحت این شرایط فقط درجه حرارت محل نصب ترموستات افزایش یافته و بقیه قسمتهای اطاق سرد است. بهمین دلیل توصیه میشود که ترموستات باید در محلی نصب گردد که معمولاً دور از تشعشع خورشید بوده و تقریباً با سایر قسمتهای دیگر ساختمان در ارتباط باشد تا اینکه در مقابل درجه حرارت صحیح و مناسب حساسیت داشته و تا زمانیکه شرایط دلخواه و یکسان برای کل ساختمان تأمین نشده است، سیستمهای برودتی (در تابستان) و حرارتی (در زمستان) به کار خود ادامه دهند.

استفاده از مواد عایق در ساختمان و عایق‌کاری کردن لوله‌های آبگرم (درسیستمهای شوفاژ – حرارت مرکزی) و لوله‌های آب سرد (در سیستمهای سردکننده) و کانالهای هوا در تهویه مطبوع باعث میشود که تلافات انرژی باندازه قابل ملاحظه‌ای کاهش یافته، بطوریکه پوشاندن سطح خارجی پنجره‌ها و استفاده از شیشه‌های دوجداره چیزی در حدود ۳۰ تا ۴۰ درصد از هزینه سوخت (برای دستگاههای گرم کننده) و برق (برای سیستمهای سردکننده) را کم میکند.

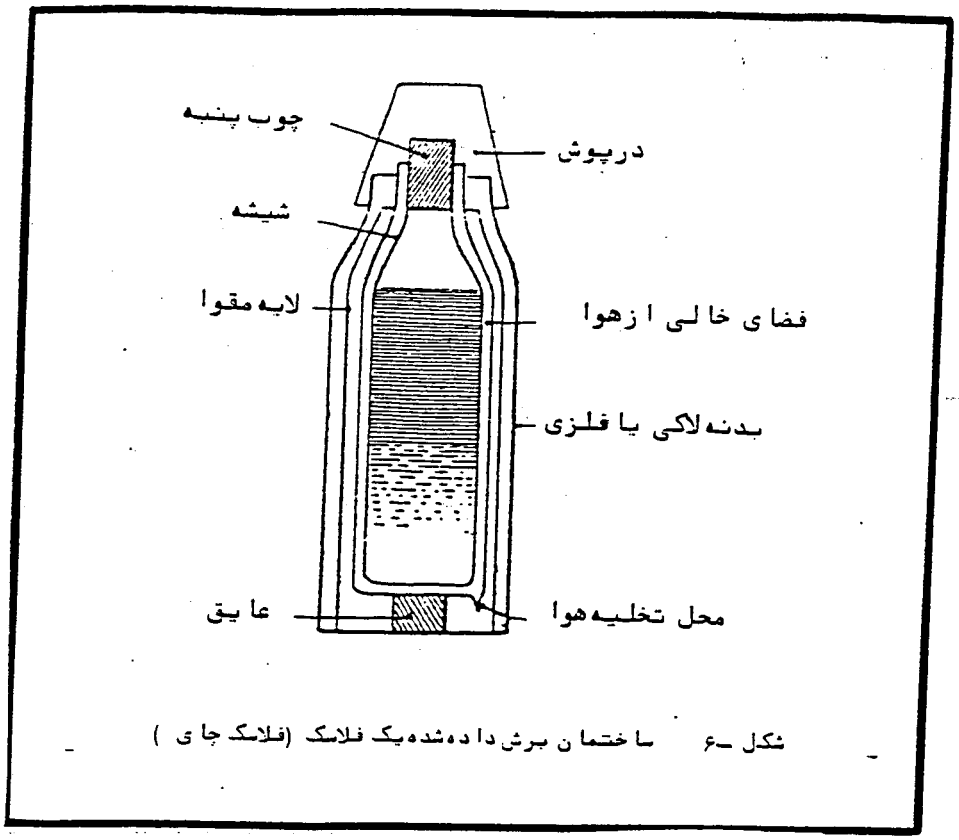
در بعضی از جاها دیوارهای ساختمان را دوجداره طراحی میکنند و بین آنها را با پشم‌شیشه و یا مواد عایق‌کننده دیگر پر مینمایند. (مانند سردخانه‌ها)



شکل ـ ۵ ترموستات داخل یک اتاق که در مقابل تابش خورشید است شرایط غیر یکنواختی را برای اتاق ایجاد میکند.

با توجه به روشهای انتقال حرارت، یکی از بهترین مثالهائی که برای جلوگیری کردن از انتقال حرارت میتوان ذکر کرد، ظرف مخصوصی است که به آن فلاسک (FLASK) میگویند. ظرف از یک بطری شیشه‌ای دوجداره تشکیل شده که فضای بین آنها خالی از هواست. سطح داخلی هر دو جداره نقره اندود شده است تا هر دو جداره از بیرون بصورت آئینه درآید. منفذی برای ریختن یا برداشتن مایع از آن در نظر گرفته شده است که پس از استفاده با یک درپوش چوب پنبه‌ای بسته میشود. خالی بودن میان دوجداره از هوا راههای هدایتی و جابجائی را مسدود میسازد و با صیقلی و آئینه‌ای کردن جدار ظرف از

انتقال حرارت بطریقه تشعشعی جلوگیری میشود و بدین ترتیب باعث میشود که فلاسک مایعات گرم یا سرد را برای مدت زیادی در خود گرم یا سرد نگاه دارد.



شکل ـ۶ ساختمان برش داده شده یک فلاسک (فلاسک چای)

جهت و مقدار انتقال حرارت

حرارت از جسمی به جسم دیگر میرود وقتی که فقط وقتی که اختلاف ما بین آن دو جسم وجود داشته باشد وقتی که یک جسم در تعادل ترمودینامیکی با محیط اطراف باشد هیچ نوع انتقال انرژی (مانند گرما) بین جسم و محیط اطراف نمیتواند صورت گیرد. انتقال حرارت همیشه از ناحیه با دمای زیاد به ناحیه با دمای کم صورت میگیرد (از جسم گرم به جسم سرد) و هرگز در جهت عکس منتقل نمیشود از آنجائیکه گرما انرژی است که نه از بین میرود و نه مصرف میشود وقتی جسمی را ترک میکند به جسم دیگر (که دمای آن ازجسم گرما از دست داده کمتر است) میرود و جذب آن میشود مقدار گرمای انتقالی همیشه متناسب است با اختلاف دمائی که سبب انتقال شده است.

سرما

سرما اصطلاح مناسبی است که جهت بیان کردن درجه حرارت کم بکار برده میشود.
سرما در نتیجه جابجا کردن گرما حاصل میشود و بهمین دلیل هم است که یک سیستم سردکننده نمیتواند گرما را از بین ببرد بلکه فقط با جابجا کردن آن ایجاد سرما میکند.
سرما و گرما دو نقطه متضاد همدیگر هستند و همیشه حرکت گرما از طرف یک جسم گرم به طرف یک جسم سرد صورت میگیرد. (طبق قانون دوم علم ترمودینامیک).

روشهای انتقال گرما

انتقال گرما به سه طریق صورت میگیرد:

۱- هدایت
۲- جابجائی
۳- تشعشعی

انتقال حرارت بطریقه هدایتی

انتقال حرارت بطریقه هدایتی وقتی صورت میگیرد که انتقال انرژی به روش تماس مستقیم بین دو ملکول از یک جسم با مولکولی از یک جسم و مولکولی از جسم دیگر با اجسام دیگر به شکلی که تماس بخوبی صورت گرفته باشد انجام میشود بعبارت دیگر مولکولهای گرم انرژی خودشان را به مولکولهای مجاور منتقل میکنند انتقال انرژی از مولکولی به مولکول دیگر بطریقه هدایتی شبیه به حالتی است که بین گلوله‌های بیلیارد رخ میدهد که تمام یا قسمتی از انرژی حرکت یک گلوله در لحظه برخورد به دیگر گلوله‌ها منتقل میشود.
وقتی که یک طرف میله‌ای فلزی بوسیله شعله‌ای گرم میشود قسمتی از انرژی حرارتی از طرف گرم شده میله بطریقه هدایت بروش مولکول بمولکول درون میله بطرف سردیگر میله که سرد است جریان مییابد وقتی که مولکولهای طرف گرم شده میله از شعله انرژی جذب میکنند انرژی آنها افزایش مییابد و در فضای بزرگتری با سرعت بیشتری حرکت میکنند انرژی زیاد آنها سبب میشود که به مولکولهای مجاور خود برخورد کنند در لحظه برخورد به دلیل حرکت سریعتر مقداری از انرژی خود را به مولکولهای با سرعت کم منتقل میکنند بطوریکه سرعت کم مولکولها افزایش پیدا میکند خیلی سریع به حرکت درمیآیند.

در این روش انتقال، انرژی از مولکولی به مولکول دیگر از قسمت گرم شده میله به سر دیگر که سرد است عبور میکند توجه به این نکته نیز لازم است که در هیچ حالتی انرژی مولکولهائی که از منبع حرارت دورترند بیشتر از انرژی مولکولهای نزدیک به منبع حرارت نخواهد بود.

وقتی که حرارت از میله فلزی عبور میکند هوای اطراف میله نیز بیدرنگ بطریق هدایتی گرم میشود بر اثر سرعت لرزش زیاد، مولکولهای میله با مولکولهای هوای اطراف میله برخورد کرده و انرژی حرارتی که به مولکول‌های هوا داده میشود سبب میشود که میزان حرکت آنها بیشتر شده و انرژی خود را به دیگر مولکول‌های نزدیک خود منتقل کنند بدین ترتیب مقداری از گرمای داده شده به میله هدایت میشود و مقداری بوسیله هوای اطراف آن گرفته میشود.

اگر گرمائی که به میله داده میشود قطع گردد گرما از میله به هوای اطراف آن منتقل خواهد شد تا زمانی که درجه حرارت میله افت کند و به درجه حرارت هوا برسد وقتی چنین اتفاقی بیافتد هیچگونه اختلاف دمائی وجود نخواهد داشت و سیستم در تعادل خواهد بود در نتیجه هیچ نوع حرارتی منتقل نخواهد شد.

عوامل مؤثر در انتقال حرارت به روش هدایتی

۱- اختلاف دما بین نقطه گرم وسرد
۲- شدت منبع حرارت
۳- سطح تماس
۴- جنس ماده
۵- فاصله بین نقطه گرم و سرد

انتقال حرارت به طریقه جابجائی

انتقال حرارت بطریقه جابجائی وقتی اتفاق می‌افتد که گرما بوسیله جریانهائی که درون مایع شکل می‌گیرند از جائی به جای دیگر میرود چنین جریانهایی بنام جریانهای جابجائی نامیده میشوند که در نتیجه تغییر چگالی سیال براثر گرم شدن قسمتی از آن ایجاد میشوند وقتی که هر قسمت از سیال گرم شود منبسط میگردد و نسبت حجم به جرم آن افزایش مییابد بدین ترتیب قسمت گرم شده سبکتر میشود و به سمت بالا میرود و بلافاصله به جای آن سیال سرد قرار میگیرد.

فرض کنید که ظرفی پر از آب را بوسیله یک شعله گرم میکنیم گرما از طریق شعله به بدنه فلزی ظرف و سپس به درون آب هدایت میشود وقتی که آب مجاور منبع حرارت گرما جذب میکند درجه حرارت آن بالا میرود و منبسط میشود قسمت گرم شده آب از قسمتهای اطراف خود سبکتر میشود بطرف بالا رفته و جای آنرا قسمت سردتر میگیرد این آب سرد نیز که در مجاورت شعله قرار گرفته گرم شده و بالا میرود و مجدداً آب سرد اطراف جای آنرا میگیرد بدین ترتیب این چرخه ادامه مییابد در نتیجه گرما بوسیله جریانهای جابجائی که توسط سیال ایجاد میشود در سراسر سیال توزیع میشود نمونه دیگر جریانهای هوای گرم بالای بخاری یا دیگر اجسام گرم که صورت میگیرد برای همه آشناست.

عوامل مؤثر در انتقال حرارت به روش جابجائی

۱- اختلاف دما
۲- شدت منبع حرارت
۳- سطح تماس
۴- غلظت سیال (سرعت جریان سیال)

انتقال حرارت بطریقه تشعشعی

انتقال حرارت بطریقه تشعشعی بشکل حرکت موج مانند امواج نور رخ میدهد بطوریکه انرژی از جسمی به جسم دیگر بدون نیاز به واسطه مادی منتقل میشود انرژی حرارتی منتقل شده بوسیله موج را انرژی تابشی مینامند.

فرض بر اینست که مولکولهای یک جسم حرکت سریع لرزشی دارند و این لرزش یک حرکت موجی در فضای اطراف جسم ایجاد میکند بدین ترتیب انرژی مولکولی درونی جسم به امواج انرژی تابشی تبدیل میشود وقتی این امواج انرژی بوسیله اجسام مادی دیگر قطع میشوند جذب اجسام شده و تبدیل به انرژی درونی میشوند.

زمین بصورت تشعشعی از خورشید گرما میگیرد انرژی لرزشی مولکولهای خورشید بشکل امواج انرژی تابشی به فضای اطراف خورشید داده میشود امواج انرژی تابشی از میان میلیونها کیلومتر فضا عبور کرده و انرژی خود را به زمین و دیگر اجسام مادی که مسیر آنها را قطع میکنند میدهند انرژی تابشی جذب میشود و به انرژی درونی تبدیل میشود

بطوریکه حرکت ارتعاشی جسم گرم (خورشید) در جسم سرد (زمین) دوباره بحرکت ارتعاشی تبدیل میشود.

همه مواد گرما را بشکل انرژی تابشی جذب و دفع میکنند هر وقت دمای جسمی بیشتر از محیط اطراف آن باشد گرمائی که دفع خواهد کرد بیشتر از گرمائی است که جذب میکند بنابراین جسم انرژی به محیط اطراف خود میدهد انرژی درونی آن کاهش مییابد اگر دمای جسمی کمتر از دمای محیط اطراف آن باشد انرژی تابشی که جذب میکند بیشتر از انرژی است که دفع میکند و انرژی درونی آن افزایش مییابد وقتی که اختلاف دما وجود نداشته باشد تبادل انرژی در حال تعادل است و جسم نه انرژی میگیرد نه انرژی از دست میدهد.

انتقال حرارت در خلاء بطریقه هدایتی و جابجائی امکان ندارد چون در این روشها طبعاً به ماده بعنوان واسطه انتقال نیاز است ولی انرژی تابشی به واسطه مادی بستگی ندارد بنابراین میتواند از خلاء انتقال یابد بعلاوه وقتی که انرژی تابشی از یک جسم گرم به جسم سردی از طریق واسطه حائل مانند هوا منتقل میشود دمای حائل واسطه از عبور انرژی تابشی تأثیرنمی‌پذیرد مثلاً گرما از دیوار گرم به دیوار سرد از طریق هوای حائل متشعشع میشود بدون اینکه تأثیر محسوسی روی دمای هوا داشته باشد چون مولکولهای هوا نسبتاً کم و فاصله بین آنها زیاد است امواج انرژی تابشی میتوانند بسهولت از بین آنها عبور کنند بطوریکه فقط قسمت کوچکی از انرژی تابشی بوسیله مولکولهای هوا قطع شده و جذب میشود و قسمتهای به مراتب بزرگتری از انرژی تابشی به دیوار جامد که ساختمان مولکولی آن خیلی فشرده‌تر و محکم‌تر است برخورد میکنند و جذب آن میشود.

امواج گرما خیلی شبیه به امواج نور هستند فقط اختلاف آنها در طول موج و فرکانس آنهاست امواج نورانی امواج انرژی تابشی هستند که بدلیل طول موجشان با چشم انسان دیده میشوند بعبارت دیگر امواج نورانی امواج گرمائی قابل رویت هستند امواج گرمائی چه قابل دیدن باشند یا نباشند به درجه حرارت جسم در حال تشعشع بستگی دارند. مثلاً وقتی که فلزی به اندازه کافی با درجه حرارت بالا گرم شود برافروخته خواهد شد که این برافروختگی انتشار امواج گرمائی قابل رویت (نور) است.

وقتی امواج انرژی تابشی قابل رویت یا غیر قابل رویت به یک جسم مادی برخورد میکنند ممکن است منعکس شوند یا تجزیه گردند (شکسته شوند) یا بوسیله آن جذب شوند یا ممکن است از میان جسم عبور کنند و بطرف بعضی دیگر از مواد آنطرف جسم بروند

مقدار انرژی تابشی که از میان جسم عبور کنند بدرجه شفافیت جسم بستگی دارد اجسام خیلی شفاف مانند شیشه تمیز یا هوا اجازه میدهند که اکثر انرژی تابشی از میان آنها عبور کند و به اجسام ماوراء شان برسد در صورتیکه مواد حاجب و تیره مانند چوب، فلز چوب پنبه و غیره مانع از عبور امواج انرژی تابشی شده و انرژی تابشی از آنها عبور نخواهد کرد.

انرژی تابسی که توسط مواد منعکس یا جذب میشود به کیفیت سطح مواد بستگی دارد یعنی به رنگ و بافت سطح بستگی دارد موادی با رنگ روشن یا سطح صیقلی مانند آئینه حداکثر انرژی تابشی را منعکس میکنند در صورتیکه موادی با سطح زبر و خشن یا تیره و سطح تاریک حداکثر مقدار انرژی تابشی را جذب میکنند.

عوامل مؤثر در انتقال حرارت بطریقه تشعشعی

۱- اختلاف دما
۲- سطح تماس
۳- شدت منبع تابش
۴- رنگ جسم
۵- نوع سطح جسم
۶- فاصله منبع تابش تا جسم
۷- زاویه تابش

گرمای محسوس و گرمای نهان

انرژی حرارتی منتقل شده به یک جسم میتواند در حالت آن جسم تغییر ایجاد کند همانطوریکه در درجه حرارت آن نیز تغییر ایجاد مینماید بعبارت روشن‌تر انرژی حرارتی با توجه به اینکه چه اثری روی مواد جذب کننده یا دفع کننده حرارت میگذارد دو نوع است:

انرژی حرارتی که باعث تغییر درجه حرارت مواد میشود را گرمای محسوس مینامند و انرژی حرارتی که باعث تغییر در حالت ماده میشود را گرمای نهان میگویند.

بطور کلی با افزایش دما اغلب مواد و تغییرات حالت پیدا خواهند کرد ابتدا از حالت جامد به حالت مایع درمی‌آیند سپس چنانچه دمای مایع افزایش پیدا کند بطوریکه مایع نتواند در این حالت باقی بماند به بخار تبدیل میشود، وقتی که تغییر حالت بین جامد و مایع

رخ دهد در هر شرایطی گرمای جابجا شده را گرمای نهان ذوب مینامند وقتی که تغییرات حالت بین مایع و بخار اتفاق بیافتد گرمای جابجا شده را گرمای نهان تبخیر میگویند.

گرمای محسوس جامد

برای درک بهتر انرژی مولکولی (انرژی درونی) تغییراتی که بر اثر دادن انرژی به ماده جامدی که دمای آن صفر مطلق است را در نظر بگیرید از نظر تئوری در این شرایط مولکولهای ماده فاقد انرژی هستند و بطور کامل در حالت سکون میباشند.
وقتی که انرژی (بصورت انرژی حرارتی یا کار) به آن داده میشود مولکولها به آهستگی شروع به لرزش میکنند و دمای آن نیز افزایش مییابد هر چه انرژی بیشتری به ماده داده شود حرکت مولکولها و دمای آن نیز بیشتر شده تا ماده به دمای ذوب برسد مقدار انرژی مورد نیاز برای رساندن جامد از شرایط صفر مطلق تا دمای ذوب را گرمای محسوس جامد مینامند.

گرمای نهان ذوب

با رسیدن دمای جامد به دمای ذوب، سرعت مولکولهای آن به حداکثر سرعت ممکن در محدوده جامد میرسد در این دما هر اندازه انرژی به جامد داده شود باعث ذوب قسمتی از آن خواهد شد و اگر به اندازه کافی انرژی به آن داده شود تمام جرم جامد به مایع تغییر حالت خواهد داد در حالیکه دما ثابت خواهد بود این مطلب فقط برای جامدات کریستالی صادق است جامدات غیرکریستالی مانند شیشه دارای دماهای ذوب مختلفی است یعنی طی تغییر حالت دما تغییر خواهد کرد بهرحال بمنظور محاسبه مقادیر حرارت معمولاً دما را در طول عمل تغییر فاز ثابت فرض میکنند.
دمای دقیقی که در آن ذوب اتفاق می‌افتد برای مواد مختلف و با فشارهای مختلف تغییر میکند مثلاً در فشار اتمسفر استاندارد دمای ذوب سرب حدود ۳۱۵ درجه سانتیگراد (۵۹۹ درجه فارنهایت) است در صورتیکه دمای ذوب مس در همان فشار ۱۰۹۵ درجه سانتیگراد (۲۰۰۳ درجه فارنهایت) و یخ صفر درجه سانتیگراد (۳۲ درجه فارنهایت) میباشد.
بطور کلی دمای ذوب کاهش مییابد وقتی که فشار افزایش پیدا کند جز در جامدات غیر کریستالی که با افزایش فشار دمای ذوب آنها نیز افزایش مییابد.

اغلب تأثیر فشار روی دمای ذوب نسبتاً کوچک است بعبارت دیگر عملاً دمای ذوب در دامنه نسبتاً وسیعی از فشار ثابت میماند.

انرژی که به ماده داده میشود طی تغییر حالت از جامد به مایع بوسیله مولکولها برای غلبه بر نیروی جاذبه بین مولکولی که مولکولها را در کنار هم نگه میدارد مورد استفاده قرار میگیرد و بدان وسیله تا جائیکه قادر باشند در محدوده بزرگتری حرکت کنند از همدیگر جدا میشوند بطوریکه جامد استحکام ساختمان خود را از دست میدهد و مایع میگردد در حالت مایع ماده نمیتواند خود را مستقلاً نگهدارد و به شکل ظرفی که در آن قرار میگیرد در خواهد آمد.

نیروی جاذبه بین مولکولهای جامد قابل توجه است و مقدار انرژی زیادی لازم است تا بر این نیرو غلبه کرد برای هر ماده مقدار انرژی لازم جهت تغییر حالت از جامد به مایع به ازاء واحد جرم گرمای نهان ذوب آن ماده است.

لازم به ذکر است که عمل ذوب در هر شرایطی در دمای ذوب اتفاق می‌افتد و دمائی که در آن جامد به مایع تبدیل میشود همان دمائی خواهد بود که در آن مایع به جامد تبدیل میگردد بعلاوه مقدار انرژی که برای تغییر حالت ذوب لازم است همان مقدار انرژی برای تغییر حالت انجماد نیز لازم است.

گرمای محسوس در مایع

وقتی که یک ماده از حالت جامد به حالت مایع تبدیل میشود دمای مایع بدست آمده دمای ذوب خواهد بود. اگر مایع در تماس با جامد در حالت ذوب نباشد دما با دادن انرژی به مایع بالا و بالاتر خواهد رفت انرژی که بعد از تغییر حالت به مایع داده میشود باعث افزایش انرژی جنبشی درونی (سرعت مولکولها) میشود و به این ترتیب دمای مایع افزایش مییابد تا جائیکه سرانجام سرعت مولکولها به حداکثر ممکن در محدوده مایع میرسد دمای مایع وقتی به این نقطه میرسد بالاترین دمائی است که مایع تحت یک فشار معین میتواند بحالت مایع باقی باشد و از این مرحله به بعد هر چه انرژی به آن داده شود مایع به بخار شدن ادامه میدهد تا اینکه همه مایع به بخار تبدیل گردد در حالیکه دمای آن ثابت باقی میماند.

مجموع انرژی که به مایع داده میشود از دمای ذوب تا دمای تبخیر بنام گرمای محسوس مایع معروف است.

گرمای نهان تبخیر

بعد از رسیدن مایع به دمای اشباع هر نوع انرژی داده شده به آن صرف افزایش فاصله بین مولکولها (افزایش انرژی پتانسیل درونی) شده وسیال از حالت مایع بحالت بخار درمی‌آید از آنجائیکه این افزایش انرژی باعث افزایش انرژی جنبشی درونی (سرعت مولکولها) نمیشود دمای سیال در طول تغییر حالت ثابت باقی میماند و دمای بخار بوجود آمده دمای تبخیر (دمای اشباع) میباشد.

وقتی که ماده از مایع به بخار تغییر حالت میدهد اساساً مولکولهای آن انرژی کافی برای غلبه بر نیروی جاذبه زمین و تمام نیروها را بدست می‌آورند مقدار انرژی لازم برای کار داخلی مورد نیاز غلبه بر تمام نیروها بسیار زیاد است بهمین دلیل ظرفیت یک ماده برای جذب انرژی در طول تغییر فاز از مایع به بخار بسیار زیاد خواهد بود حتی چندین برابر بیشتر از ظرفیت جذب گرما در تغییر حالت از جامد به مایع میباشد.

مقدار انرژی که یک پوند جرم مایع جذب خواهد کرد تا از مایع به بخار تبدیل شود یا از دست میدهد تا از بخار به مایع تبدیل گردد به ترتیب گرمای نهان تبخیر و گرمای نهان میعان نامیده میشود گرمای نهان تبخیر برای مایعات مختلف متفاوت است و مانند دمای اشباع با فشار سیال تغییر میکند بطور کلی وقتی که فشار افزایش یابد دمای اشباع سیال افزایش و گرمای نهان تبخیر کاهش پیدا میکند.

مقدار انرژی مورد نیاز عمل تبخیر یا میعان هر ماده را میتوان با استفاده از رابطه زیر بدست آورد:

$$Q_L = (m)\,(h_{fg})$$

Q_L : گرمای نهان برحسب بی تی یو

M : جرم بر حسب پوند

hfg : گرمای نهان تبخیر برحسب بی تی یو برحسب پوند

کاربرد گرمای نهان

در کار تبرید گرمای نهان اهمیت خاصی دارد، با استفاده از این اصل محیط سرد یا دمای انجماد مورد نظر را میتوان ایجاد کرد وقتی یخ ذوب میشود دمای آن ثابت میماند با وجود این یخ در تغییر حالت از جامد به مایع مقدار حرارت قابل توجهی را جذب میکند برای ذوب یک پوند یخ ۱۴۴ بی تی یو لازم است وقتی که ماده‌ای از مایع به بخار تبدیل میشود توانائی جذب حرارت آن خیلی زیاد میگردد از این اصل در دستگاههای تبرید استفاده میشود.

دمائی که در آن ماده تغییر حالت میدهد به فشار بستگی دارد در فشار زیاد دمای بالاتری برای تغییر حالت نیاز است بالعکس اگر فشار پائین باشد دمائی که در آن تغییر حالت رخ میدهد پائین‌تر خواهد بود.

مایع در فشار کم در دمای پائینی بجوش می‌آید اگر بخار بدست آمده از این جوشیدن تحت تراکم قرار گیرد بخار در دمای بالاتری به مایع تبدیل خواهد شد.

هر ماده دارای گرمای نهان خاصی است زیرا ساختمان مولکولی مواد متفاوت است گرمای نهان تبخیر، میعان، انجماد و ذوب آب و برخی مبردهای معروف در جدول داده شده است در یخچال، فریزر یا کولر مایع مبرد با فشار به اواپراتور فرستاده میشود در اواپراتور فشار بشدت کاهش مییابد مبرد بجوش می‌آید (تبخیر میشود) و از اواپراتور گرما جذب میکند که باعث ایجاد دمای پائین میشود اواپراتور سرد میگردد.

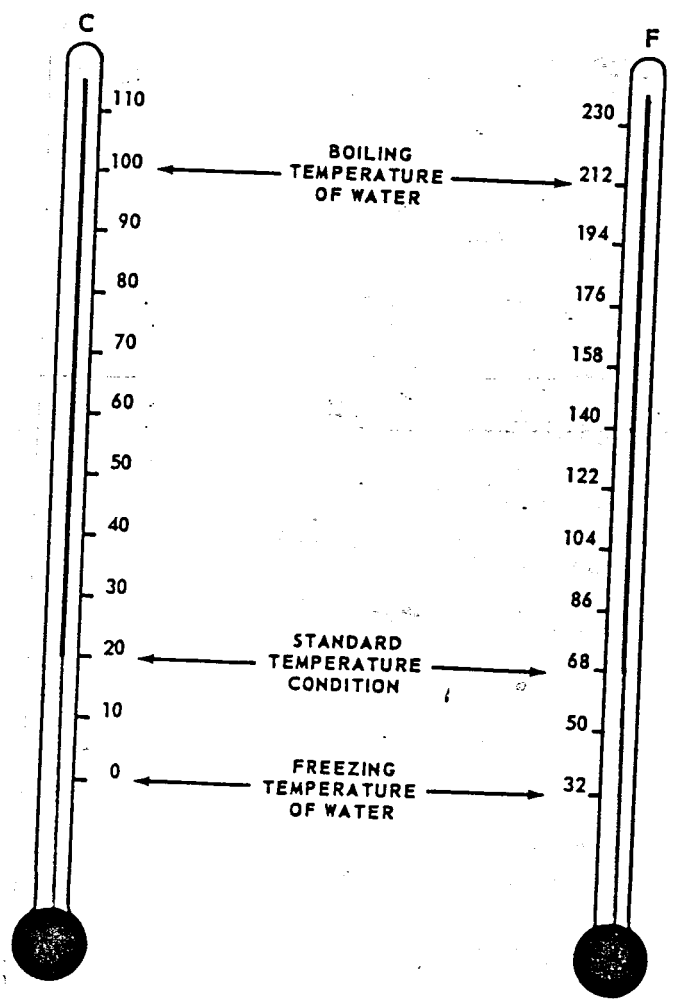
کمپرسور بخار مبرد تبخیر شده در اواپراتور را مکش کرده متراکم میسازد و به کاندنسر می‌فرستد در کاندنسر گرمائی را که مبرد در اواپراتور جذب کرده بود به هوای محیط اطراف کاندنسر دفع میکند با از دست دادن گرمای تبخیر مبرد مجدداً به مایع تبدیل میشود.

دما (درجه حرارت)

شدت گرمی یا سردی جسم را دما یا درجه حرارت جسم گویند دما یکی از خواص ماده است جسمی که دمای زیاد داشته باشد جسم گرم و جسمی که دارای دمای کم باشد را جسم سرد گویند دما یا درجه حرارت به جرم ماده بستگی ندارد و آنرا می‌توان با دماسنج اندازه گیری کرد.

واحدهای درجه حرارت

واحدهای معمول اندازه‌گیری درجه حرارت عبارتند از درجه سانتیگراد یا سلسیوس که با حرف C نشان داده می‌شود و دیگر درجه فارنهایت که علامت آن حرف F می‌باشد.

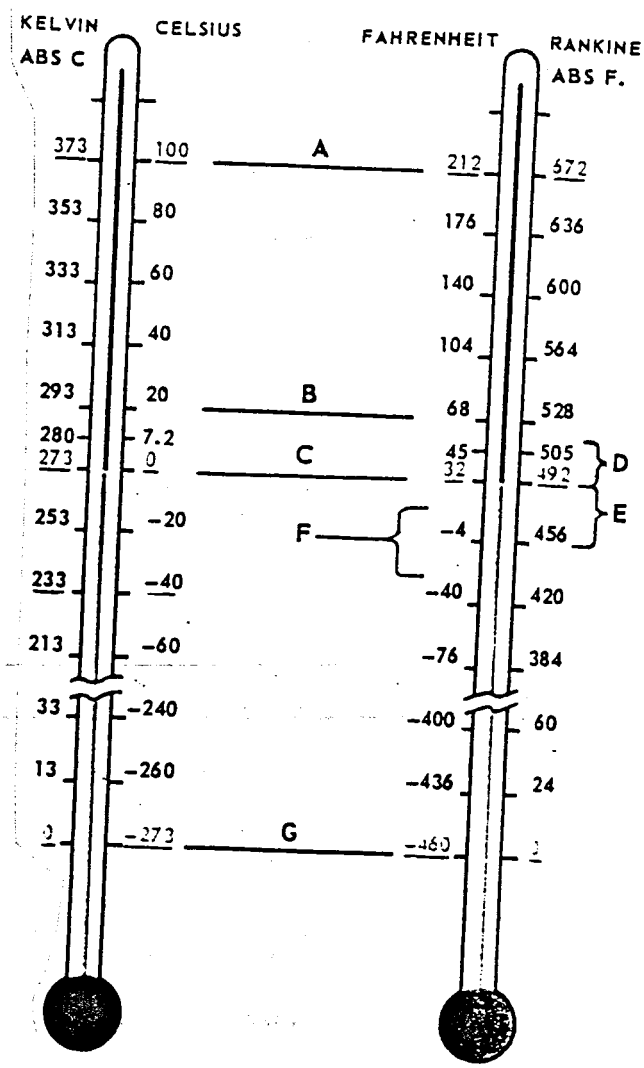


شکل ۷ـ درجه‌بندی فارنهایت و سانتیگراد

در سیستم اندازه‌گیری بین‌المللی (SI) از درجه سانتیگراد استفاده میشود و درجه فارنهایت در سیستم اندازه‌گیری انگلیسی (BS) بکار برده میشود.
این دو درجه قابل تبدیل به یکدیگرند رابطه تبدیل به شرح زیر است:

$$\frac{C}{۱۰۰} = \frac{F - ۳۲}{۱۸۰} \Longrightarrow \frac{C}{۵} = \frac{F - ۳۲}{۹}$$

در مقیاس سلسیوس نقطه انجماد آب در فشارجو در کنار دریا بعنوان صفر و نقطه جوش آب در فشار جو در کنار دریا بعنوان ۱۰۰ سلسیوس در نظر گرفته شده است فاصله بین صفر و ۱۰۰ را بصد قسمت مساوی تقسیم کرده‌اند که به هر قسمت یک درجه سلسیوس (سانتی‌گراد) می‌نامند اختلاف بین نقطه جوش و انجماد آب در این مقیاس ۱۰۰ درجه است آب در صفر درجه سانتیگراد منجمد و در ۱۰۰ درجه سانتیگراد می‌جوشد. در مقیاس فارنهایت نقطه انجماد آب در فشار جود در کنار دریا ۳۲ درجه و نقطه جوش آب در فشارجو در کنار دریا ۲۱۲ درجه فارنهایت است بین نقطه انجماد و نقطه جوش آب به ۱۸۰ قسمت تقسیم شده است که به هر یک از آنها یک درجه فارنهایت گویند.
خواندن درجه حرارت در مقیاس سلسیوس یا فارنهایث بر مبنای صفر اختیاری قرار دارد وقتی که فقط تغییرات دما که در طی یک عمل رخ می‌دهد را بدانیم یا دمای یک ماده در رابطه نقطه مرجع را بدست آوریم استفاده از درجات سلسیوس یا فارنهایت کافی و مناسب است ولی چنانچه دما را برای بکار بردن در معادله‌ایکه طبق یک قانون اصولی معینی باشد لازم است درجه حرارتی بکار برده شود که نقطه مرجع آن واقعی یا صفر مطلق باشد تجربه نشان داده است که چنین نقطه‌ای که بنام صفر مطلق شناخته شده تقریباً در ۲۷۳- درجه سانتیگراد یا ۴۶۰- درجه فارنهایت وجود دارد.
چنانچه بدرجه سلسیوس ۲۷۳ درجه اضافه کنیم به دمای مطلق تبدیل می‌شود که درجه بدست آمده برحسب کلوین بیان می‌شود و با حرف K نشان داده میشود یک درجه کلوین برابر با یک درجه سلسیوس است.
اگر به درجه فارنهایت ۴۶۰ درجه اضافه کنیم دمای مطلق برحسب را نکین بدست میآید و با حرف R آن را نشان میدهند که یک درجه را نکین برابر با یک درجه فارنهایت است.



شکل ۸- مقایسه درجه بندی سلسیوس (سانتیگراد، فارنهایت، کلوین و رانکین)

A) دمای جوش آب　　B) دمای تهویه مطبوع استاندارد

C) دمای انجماد آب　　D) دمای نگهدای مواد تازه

E) دمای اواپریتور　　F) دمای نگهداری مواد منجمد　　G) صفر مطلق

برای تبدیل درجه سلسیوس به کلوین و بالعکس از روابط زیر استفاده میشود:

$$^{\circ}K = ^{\circ}C + ۲۷۳$$

$$^{\circ}C = ^{\circ}K - ۲۷۳$$

برای تبدیل درجه فارنهایت به رانکین و بالعکس از روابط زیر استفاده میشود:

$$^{\circ}R = ^{\circ}F + ۴۶۰$$

$$^{\circ}F = ^{\circ}R - ۴۶۰$$

دماسنج

دماسنج وسیله‌ای است که برای اندازه‌گیری درجه حرارت از آن استفاده میشود دماسنج‌ها معمولاً دارای عاملی هستند که نسبت به درجه حرارت حساس میباشد و براساس همین عوامل آنها را دسته‌بندی میکنند مقیاسی را که دماسنج براساس آن درجه‌بندی شده روی دماسنج حک میکنند.

انواع دماسنج

دماسنج‌ها با توجه به عامل حساسی که تحت تأثیر دما تغییر میکند به شش دسته تقسیم میشوند:

۱- دماسنج مایعی
۲- دماسنج گازی
۳- دماسنج مقاومتی
۴- دماسنج ترموکوپل
۵- دماسنج بی‌متالی
۶- دماسنج نوری(اپتیکی)

دماسنج مایعی

معمول‌ترین وسیله اندازه‌گیری درجه حرارت دماسنج مایعی است نحوه عمل اکثر دماسنج‌ها به خاصیت مایعی که به ترتیب براثر افزایش و کاهش دما منبسط و منقبض میشود بستگی دارد.

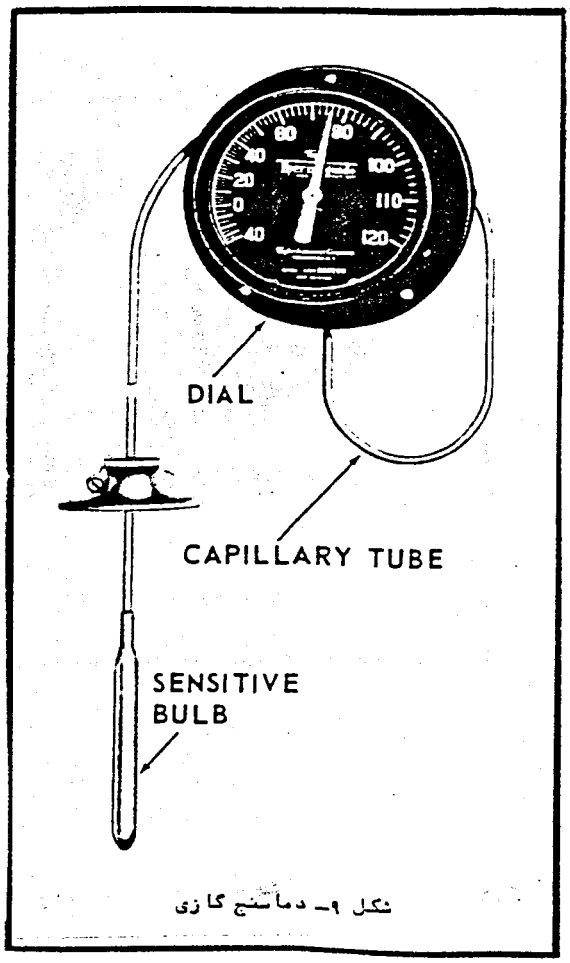
الکل و جیوه بدلیل درجه انجماد پائین و ضریب انبساط نسبتاً ثابت آنها غالباً در این نوع دماسنجها بکار میروند.

دماسنج جیوه‌ای از دماسنج الکلی دقیقتر است زیرا ضریب انبساط آن ثبات بیشتری نسبت به دماسنج الکلی در رنج‌های بزرگتر درجه حرارت را دارد.

عیب دماسنج جیوه‌ای یکی اینکه خیلی گرانتر از دماسنج الکلی است و دیگر خواندن آن مشکل‌تر از خواندن دماسنج الکلی است ضمناً الکل ارزانتر است و میتوان برای آسان خواندن آنرا رنگی کرد.

دماسنج گازی

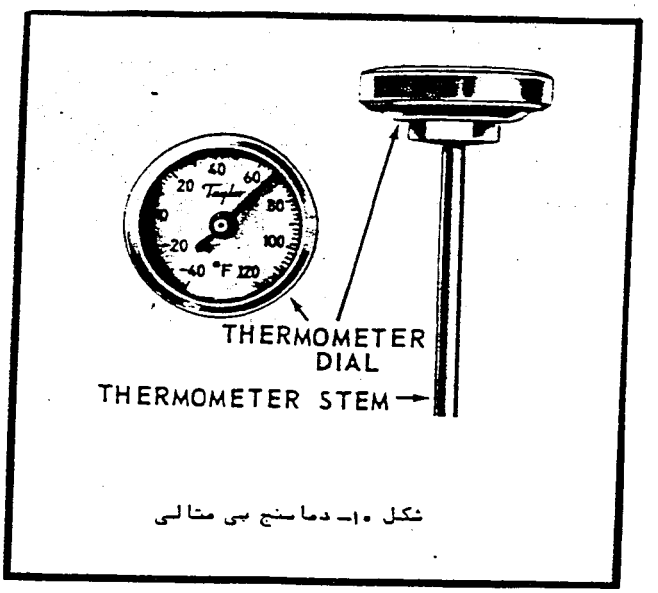
این دماسنج از یک محفظه محتوی گاز که به یک فشارسنج متصل است تشکیل شده که صفحه فشارسنج براساس دما درجه‌بندی گردیده است در این نوع دماسنج دما متناسب با فشارگاز است وقتی که محفظه محتوی گاز تحت تأثیر دما قرار گیرد چون حجم آن ثابت است فشار گاز تغییر کرده که این تغییر در فشارسنج دیده میشود فشاری را که فشارسنج نشان میدهد چون براثر اعمال دمای معینی میباشد لذا بجای عدد فشار روی صفحه فشارسنج عدد دما حک میشود.



شکل ۹ـ دماسنج گازی

دماسنج بی‌متالی

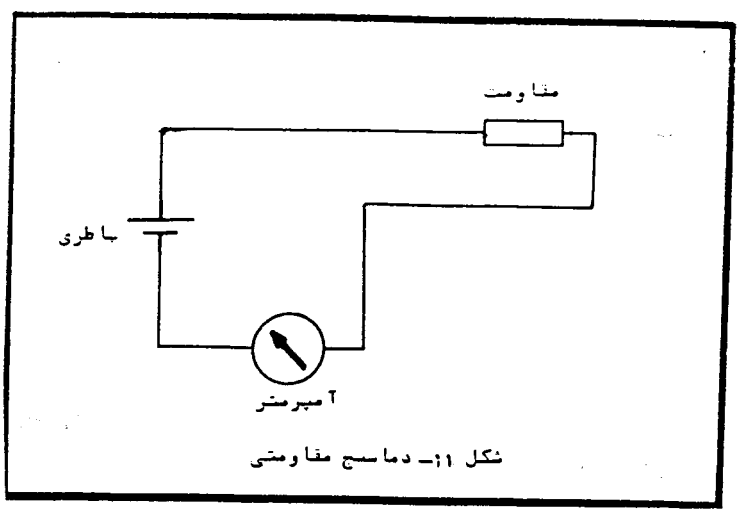
این دماسنج تشکیل شده از یک فنر و یک عقربه که یک طرف فنر ثابت و سر دیگر آن به عقربه وصل است عقربه میتواند آزادانه حرکت کند فنر از یک نوار بی‌متالی ساخته شده است بی‌متال عبارتست از دو فلز غیر همجنس با ضریب‌های انبساط مختلف که آنها را به یکدیگر چسبانده‌اند ضریب انبساط یکی خیلی زیاد و دیگری کم است بهمین دلیل وقتی به آن حرارت اعمال شود چون یکی از ان فلزات سریعاً منبسط میشود ولی دیگری منبسط نمیشود بی‌متال به یکطرف منحنی میشود از این خاصیت استفاده شده و یک بی‌متال را به شکل فنر درآورده و یک سرآن را ثابت نگهداشته و سر دیگر را آزاد میگذارند و عقربه‌ای را به آن متصل میکنند به این ترتیب دماسنج بی‌متالی بوجود میآید در هر دمائی عقربه درمکانی قرار میگیرد که آن مکان نشان دهنده دمای خاصی است وقتی فنر حرارت ببنید باز شده و وقتی که سرد شود فنر جمع میگردد.



شکل ۱۰ـ دماسنج بی متالی

دماسنج مقاومتی

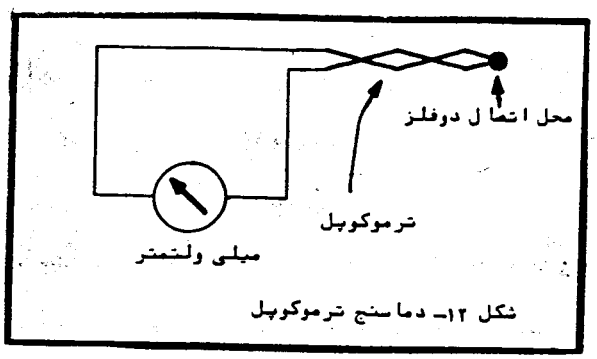
این نوع دماسنج تشکیل شده از یک باطری، یک مقاومت و یک آمپرمتر که بصورت سری بسته شده‌اند جنس مقاومت طوری است که وقتی حرارت به آن برسد مقاومت الکتریکی آن کاهش یافته و جریانی را از خود عبور میدهد در هر دمائی تغییر مقاومت مقدار مشخصی است و بالتبع جریانی که عبور میکند متفاوت است بعبارت دیگر به ازای هر دمائی جریانی خاص از مقاومت عبور میکند که آمپرمتر آن را نشان میدهد. از آنجا که هر آمپری که آمپرمتر نشان دهد نتیجه اعمال دمائی خاص است بنابراین بجای عدد آمپر روی صفحه آمپرمتر عدد دما درج شده است.



شکل ۱۱ـ دماسنج مقاومتی

دماسنج ترموکوپل

این نوع دماسنج متشکل از یک ترموکوپل و یک میلی ولتمتر است ترموکوپل تشکیل شده از دو فلز با دوجنس مختلف که در یک نقطه به یکدیگر متصل شده‌اند خاصیت ترموکوپل این است که وقتی به محل اتصال دو فلز حرارت اعمال شود در دو سر دیگر آن اختلاف پتانسیلی ایجاد میشود که این اختلاف پتانسیل با میلی ولتمتر خوانده میشود هر دمائی که به ترموکوپل اعمال کنیم ولتاژ خاصی در دو سر آن ایجاد میشود بنابراین چون هر ولتاژ که در دو سر ترموکوپل پدید میآید نتیجه اعمال دمائی خاص است روی صفحه میلی ولتمتر بجای اعداد ولتاژ از اعداد دما استفاده میشود.



شکل ۱۲ـ دماسنج ترموکوپل

دماسنج نوری

این دماسنج براساس طول موج منتشر شده از اجسام کار میکند چون هر دمائی طول موج خاصی دارد بنابراین با اندازه‌گیری طول موج میتوان دمای مورد نظر را بدست آورد.

دمای اشباع

دمائی که در آن یک ماده از حالت مایع به بخار تبدیل میشود و یا بالعکس از بخار به مایع تبدیل میگردد را دمای اشباع میگویند مایعی که در دمای اشباع باشد را مایع اشباع و بخاری را که در دمای اشباع قرار دارد بخار اشباع مینامند در هر فشار خاص دمای اشباع بالاترین دمائی است که مایع میتواند داشته باشد و پائین‌ترین دمائی است که بخار میتواند دارا باشد.

دمای اشباع برای سیالات مختلف متفاوت است همچنین برای یک سیال خاص با فشار سیال تغییر میکند مثلاً آهن در دمائی در حدود ۲۴۵۵ درجه سانتیگراد، مس در دمای ۲۳۴۵ درجه سانتیگراد دو سرب در ۱۶۵۰ درجه سانتیگراد تبخیر میشوند در فشار یک اتمسفر آب در ۱۰۰ درجه سانتیگراد، الکل در ۷۷ درجه سانتیگراد تبخیر میشوند، بعضی از مایعات در دماهای خیلی پائین تبخیر میگردند. آمونیاک، اکسیژن و هلیوم از جمله آنهائی هستند که به ترتیب در فشارجو ۳۳- درجه سانتیگراد، ۱۸۲- درجه سانتیگراد و ۲۶۹- درجه سانتیگراد به بخار تبدیل میشوند.

دمای محیط (امبینت تمپرچر)

دمای محیط به معنی دمای هوای اطراف یک موتور، یک وسیله کنترل یا هر وسیله دیگری است بعبارت دیگر امبینت تمپرچر عبارتست از دمای هوای اطراف یک دستگاه یا دمای محیطی که دستگاه باید در آن بکار گرفته شود.

مثلاً تضمین شده که موتوری با حداکثر توان خودش کار کند وقتی که دمای موتور ۴۰ درجه سانتیگراد بالاتر از دمای محیط نشود این بدین معنی است که دمای موتور نباید ۴۰ درجه سانتیگراد گرمتر از هوای اطراف خودش باشد اگر بخواهیم ضریب عملکرد موتور حفظ شود.

مثال: اگر دمای اطاق $^{\circ}$ ۲۲ سانتیگراد و افزایش دمای موتور ۴۰ درجه سانتیگراد باشد دمای موتور ۶۲ درجه سانتیگراد میشود (۶۲=۴۲+۲۲) چنانچه دمای محیط از ۲۲ درجه سانتیگراد بالاتر رود ضریب عملکرد موتور کاهش پیدا کرده و راندمان آن کم میشود.

توجه داشته باشید که همیشه دمای محیط ثابت نیست و ممکن است روز به روز یا ساعت به ساعت تغییر نماید و این بستگی به فضای مورد استفاده نور آفتاب و خیلی عوامل دیگر دارد.

فشار

فشار عبارت از نیروی وارده بر سطح است ممکن است فشار بصورت شدت نیروی وارده بر نقطه‌ای از سطح نیز تعریف شود هر وقت نیروئی بطور یکنواخت بر سطحی وارد گردد فشار در هر نقطه از سطح با دیگر نقاط آن سطح برابر است و میتوان با تقسیم کل نیروی وارده بر کل سطح که نیرو بر آن وارد شده فشار را محاسبه کرد این رابطه را با معادله زیر بیان میکنند.

$$P = \frac{F}{A}$$

معمولاً فشار در سیستم اندازه‌گیری انگلیسی برحسب پوند بر اینچ مربع یا پوند بر فوت مربع و در سیستم متر یک بر حسب کیلوگرم بر سانتیمتر مربع یا گرم بر سانتیمتر مربع بیان میشود.

در فرمول فشار اگر F (نیرو) بر حسب پوند و A (سطح) برحسب اینچ مربع باشد P (فشار) برحسب پوند بر اینچ مربع خواهد بود و اگر F (نیرو) برحسب کیلوگرم و A (سطح) بر حسب سانتیمتر مربع باشد P (فشار) برحسب کیلوگرم برسانتیمتر مربع بدست میآید.

بعبارت دیگر یک پوند براینچ مربع (PSI) برابر است با نیروئی معادل یک پوند که بر سطحی به مساحت یک اینچ مربع وارد آید.

$$1 \quad PSI = \frac{۱ \ LP}{۱ \ IN^2}$$

یک کیلوگرم بر سانتیمتر مربع kg/cm^2 برابر است با نیروئی معادل یک کیلوگرم که بر سطح یک سانتیمتر مربعی وارد گردد.

روابط بین PSI و kg/cm^2 بشرح زیر است:

$$1 \quad PSI = ۰/۰۷ \ kg/cm^2$$

$$1 \ kg/cm^2 = ۱۴/۳ \ PSI$$

فشار جو

زمین با پوششی از هوا یا اتمسفر احاطه شده که از سطح زمین تا فاصله‌ای در حدود ۱۰۰ کیلومتر بالای سطح زمین ارتفاع دارد و از آنجائیکه هوا دارای جرم است و جاذبه زمین روی آن اثر دارد فشاری وارد میکند که به آن فشار اتمسفر یا فشار جو میگویند ستونی از هوا را با قاعده یک سانتیمتر مربع در نظر بگیرید که از سطح زمین تا آخرین نقطه جو امتداد داشته باشد این ستون فرضی از هوا جرمی دارد که در کنار دریا نیروئی برابر ۱/۰۲۹ کیلوگرم وارد میکند چون مجموع این نیرو به سطح یک سانتیمتر مربعی وارد میشود فشار وارده در کنار دریا بوسیله جو عبارتست از ۱/۰۲۹ kg/cm^2 فشار این حجم از هوا را فشار اتمسفر درکنار دریا و بعنوان مبنای فشار در نظر میگیرند.

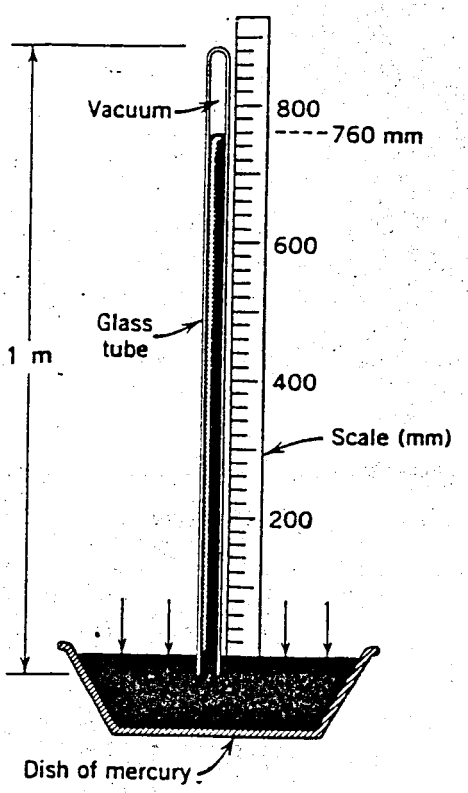
فشار اتمسفر ثابت نیست و با دما، رطوبت و بعضی از شرایط قدری تغییر میکند همچنین با ارتفاع از سطح دریا تغییر مییابد بطوریکه با کاهش ارتفاع فشار اتمسفر افزایش مییابد.

بارومتر

بارومترها وسائل اندازه‌گیری هستند که برای سنجش فشار جو بکار میروند این وسائل چند نوع هستند یک نوع ساده بارومتر که برای سنجش فشار برحسب ستون جیوه بکار میرود تشکیل شده از یک لوله شیشه‌ای بطول تقریبی یک متر که پر از جیوه شده و یک طرف آن بسته است بوسیله انگشت شست در شیشه را گرفته و آنرا در ظرفی پر از جیوه واژگون میکنیم وقتی که انگشت خود را از در شیشه برداشته و شیشه را بطور عمود نگهداریم ارتفاع سطح جیوه در لوله شیشه‌ای بوجود میآید فشار وارده بر سطح جیوه که درون ظرف روباز است سبب میشود جیوه تا ارتفاعی از لوله شیشه‌ای (ارتفاع جیوه بستگی به فشار وارده دارد) را پر نماید ارتفاع ستون جیوه در لوله اندازه فشار وارده از جو است و آنرا برحسب میلیمتر ستون جیوه (mm Hg) یا اینچ ستون جیوه (IN Hg) میخوانیم. فشار معمول اتمسفر در کنار دریا که بطرف روباز وارد میگردد باعث میشود جیوه تا ارتفاعی در حدود ۷۶۰ میلی‌متر یا ۲۹/۹۲ اینچ درون لوله بایستد به این ترتیب ستونی از جیوه به ارتفاع ۷۶۰ میلیمتر یا ۲۹/۹۲ اینچ برابر با ۱۴/۷ PSI یا ۱/۰۲۹ kg/cm^2 است که با تقسیم ۱۴/۷ بر ۲۹/۹۲ مقدار تقریبی فشار معادل IN Hg ۱ برابر با ۰/۵ PSI خواهد بود.

۱ IN Hg = ۰/۵ PSI

۱ PSI = ۲ IN Hg



شکل ۱۳- فشار وارد بر جیوه درون ظرف روباز از طرف جو سبب میشود جیوه درون لوله در ارتفاعی مشخص با بستد ارتفاع ستون جیوه در لوله از سطح دریا را تعیین میکند

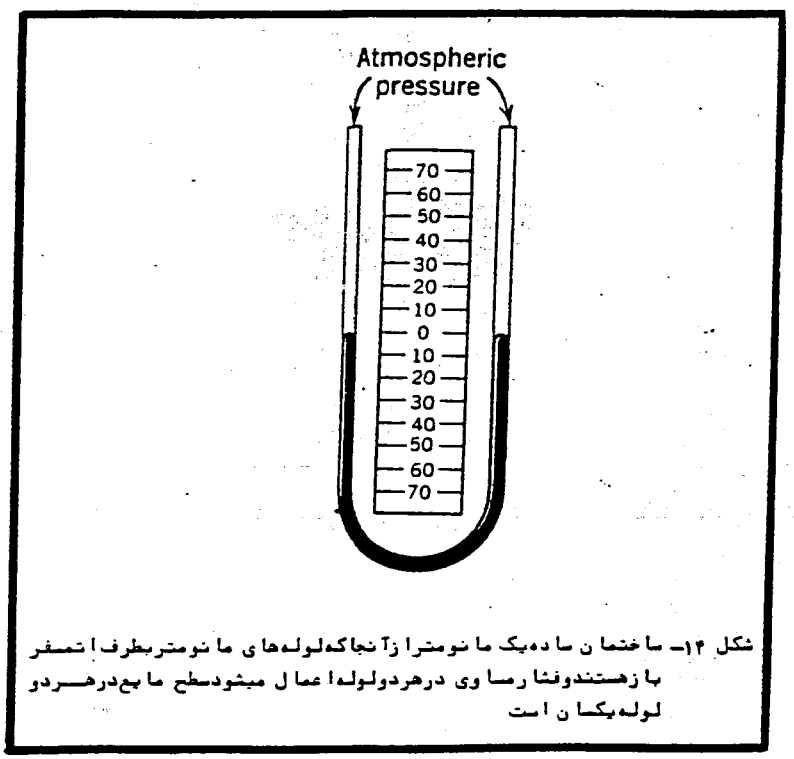
بهمین ترتیب فشار نرمال جو(۱۴/۷ PSI) باعث میشود که آب ۴ درجه سانتیگراد در لوله عمودی با ارتفاع تقریبی ۱۰/۳۳۲ میلی‌متر بایستد.

وسائل اندازه‌گیری فشار

وسائل اندازه‌گیری فشار دستگاههائی هستند که برای اندازه‌گیری فشار سیالات در ظروف بسته بکار میروند در صنعت تبرید معمولاً به دو دسته اصلی تقسیم می‌شوند مانومتر و گیج بوردونی (BOURDON TUBE).

مانومتر

مانومتر نوعی وسیله سنجش فشار است که برای اندازه‌گیری فشار، ستونی از مایع را مورد استفاده قرار میدهند ارتفاع ستون مایع نشان دهنده اندازه فشار است مایع بکار رفته در مانومتر میتواند آب یا جیوه باشد وقتی در مانومتر از جیوه استفاده شود به آن مانومتر جیوه‌ای گویند و اگر در مانومتر آب بکار برده شود آنرا مانومتر آبی مینامند بارومتر ساده‌ای که قبلاً توضیح داده شد نوعی مانومتر است. مانومتر ساده جیوه ای در شکل ۱۴ نشان داده شده است. مانومتر شامل یک لوله U شکل است که دو طرف آن باز و قسمتی از لوله با جیوه پرگردیده است.

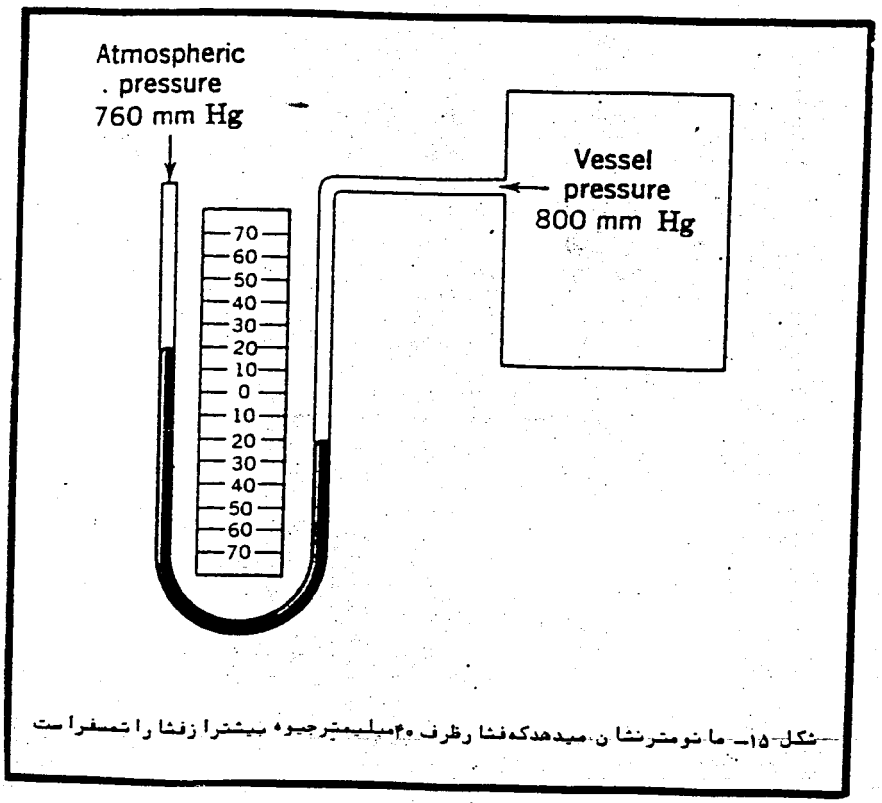


شکل ۱۴ـ ساختمان ساده‌یک مانومترا زآنجاکه‌لوله‌های مانومتربطرف اتمسفر با زهستندوفشارسا وی درهردولوله‌اعمال میشودسطح مایع‌درهردو لوله‌یکسان است

وقتی دو طرف مانومتر به جوراه داشته باشد فشار جو به جیوه‌ای که در هر دو لوله مانومتر وجود دارد وارد میشود در نتیجه ارتفاع ستون جیوه در هر دو لوله مانومتر یکسان است ارتفاع ستون جیوه در این نقطه را بعنوان صفر خط‌کش در نظر میگیرند خط‌کش میتواند برحسب میلی‌متر (mm) یا اینچ (IN) مدرج شود و از هر دو طرف صفر قابل خواندن است.

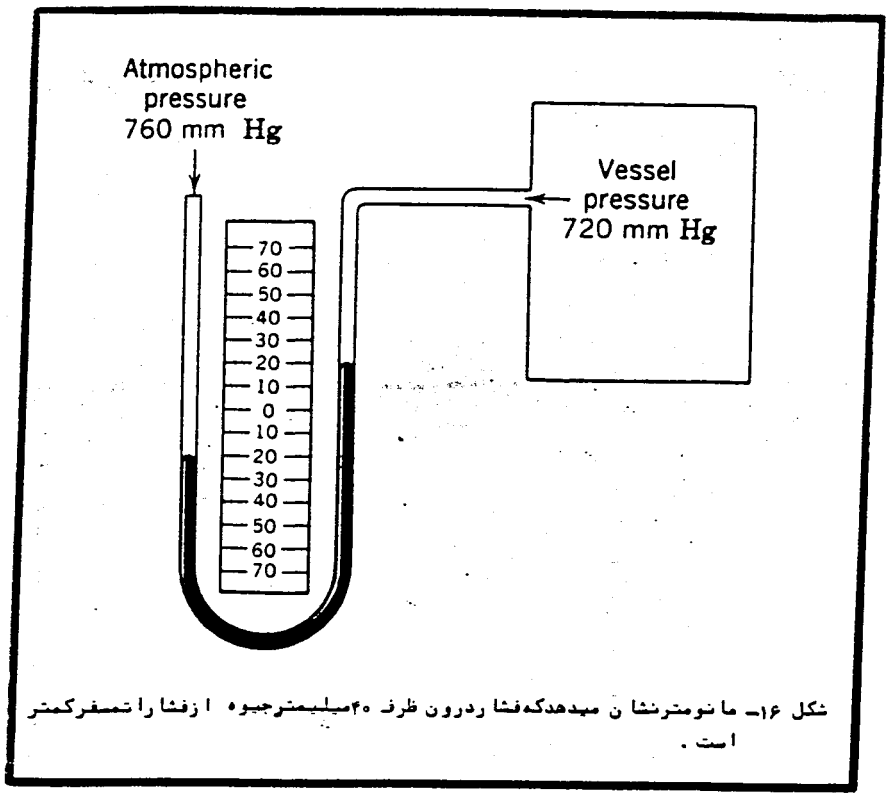
یک طرف مانومتر را بظرفی که قرار است فشار آن سنجیده شود متصل میکنند فشار درون ظرف که به یکی از دو ستون جیوه وارد میشود با فشار اتمسفر که بطرف دیگر

مانومتر وارد میشود مقابله میکند اگر فشار ظرف بیشتر از فشار جو باشد جیوه‌ای که در لوله سمت ظرف قرار دارد پائین میرود و جیوه‌ای که طرف دیگر لوله مانومتر است بطرف بالا میآید (شکل ۱۵) در هر صورت اختلاف ارتفاع سطح جیوه در دو طرف مانومتر اندازه اختلاف فشار بین فشار درون ظرف و فشار جو میباشد.



شکل ۱۵ـ مانومتر نشان میدهد که فشار ظرف ۴۰ میلیمتر جیوه بیشتر از فشار صفر است

در شکل ۱۵ ارتفاع سطح جیوه در لوله‌ای که بظرف متصل است ۲۰ میلیمتر پائین‌تر از صفر و در لوله‌ای که به جو راه دارد ۲۰ میلیمتر بالاتر از صفر قرار دارد این مطلب بیانگر آن‌است که فشار در مخزن ۴۰ mmHg بیشتر از فشار جو است در شکل ۱۶ ارتفاع سطح جیوه در لوله مرتبط به جو ۲۰ میلیمتر پائین رفته و در لوله متصل به ظرف ۲۰ میلیمتر بالا رفته است در نتیجه این نشان میدهد که فشار ظرف ۴۰ mmHg پائین‌تر از فشار جو است معمولاً فشارهای کمتر از جو را واکیوم (VACUUM) مینامند و با اضافه کردن حروف VAC به مقدار قرائت شده آنرا بیان میکنند.



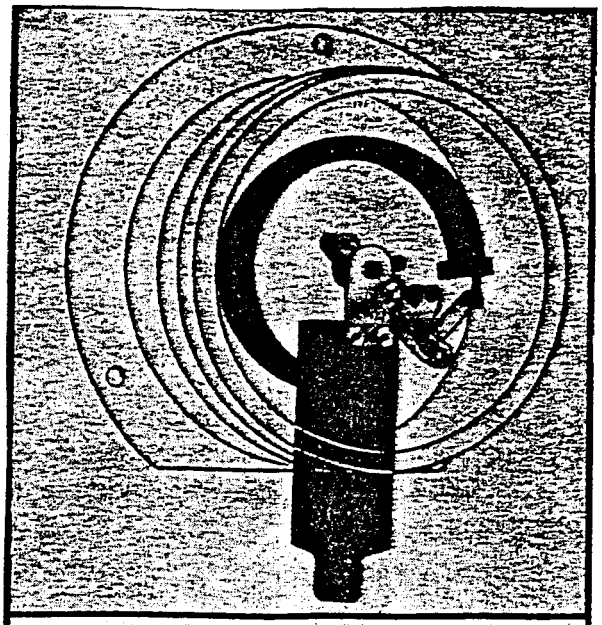
شکل ۱۶ـ مانومتر نشان میدهدکه فشار درون ظرف ۴۰میلیمترجیوه از فشار اتمسفرکمتر است.

مانومترهای آبی برای اندازه‌گیری فشارهای خیلی جزئی بسیار مناسبند بدلیل اختلاف دانسیته آب و جیوه، فشارهائی که برستون جیوه تأثیر بسیار جزئی میگذارند بر ستون آب تغییرات آشکاری ایجاد میکنند. همانطور که قبلاً گفته شد فشارجو ستونی از جیوه به ارتفاع ۷۶۰ میلیمتر را نگه میدارد حال آنکه همان فشار ستونی از آب را به ارتفاع ۱۰/۳۳ متر نگه خواهد داشت از آنجائیکه همه سیالات تحت تأثیر ما منبسط و منقبض میشوند جائیکه نهایت دقت نیاز است فشار خوانده شده بوسیله مانومتر، باید متناسب با دما تصحیح شود.

گیج‌های بوردونی

بدلیل طول زیاد لوله مورد نیاز و مشکلات دیگر در عمل مانومتر برای اندازه‌گیری فشارهای بیش از یک اتمسفر بکار برده نمیشود برای اندازه‌گیری فشارهای بالا که در صنعت تبرید با آنها مواجه هستیم گیج‌های بوردونی کاربرد وسیعی دارند طرز کار گیج بوردونی در شکل ۱۷ نشان داده شده است لوله بوردون لوله‌ای فلزی منحنی با سطح مقطع بیضوی است بطوریکه وقتی فشار سیالی به آن وارد شود تمایل به راست شدن

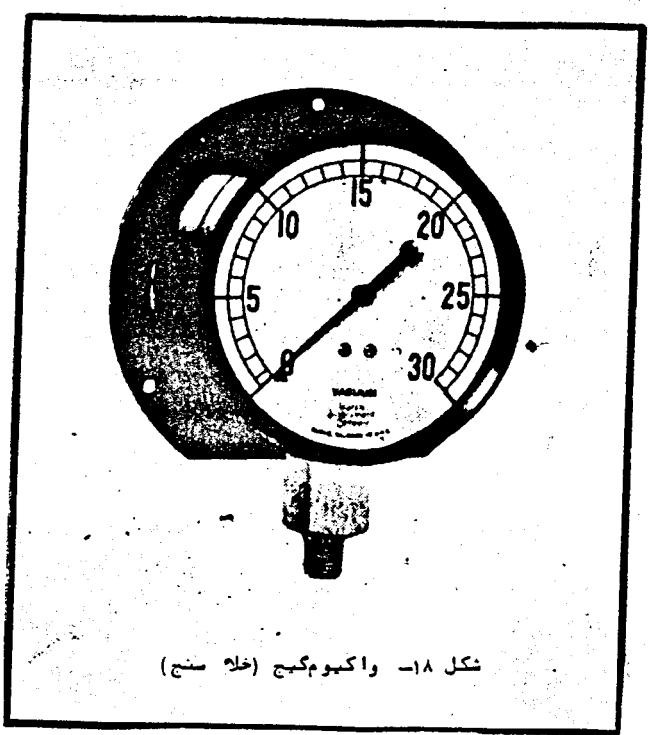
دارد و هنگامی که فشار کم شود لوله جمع میگردد هر نوع تغییر در انحنای لوله بوسیله یک سیستم چرخ و دنده به عقربه نشاندهنده منتقل میشود جهت و مقدار حرکت عقربه بستگی به جهت و مقدار تغییر در انحنای لوله دارد.



شکل ۱۷ـ ساختمان وطرزکار گیج بوردونی

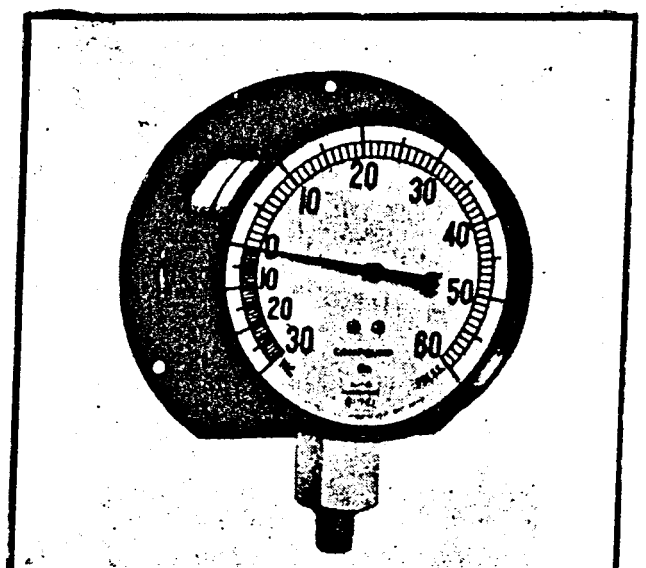
گیجهای بوردونی بسیار مقاوم هستند بطوریکه هم فشارهای بالاتر از فشار جو را میتوانند اندازهگیری کنند هم فشارهای کمتر از فشار جو را بسنجند.

گیجهائی که برای سنجش فشارهای کمتر از فشار جو بکار میروند را خلاء سنج (شکل ۱۸) گویند.



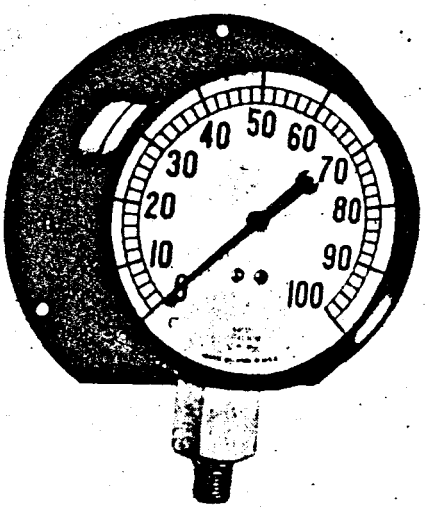
شکل ۱۸ـ واکیوم‌گیج (خلاء سنج)

اغلب نوعی گیج ساخته میشود که کمپوند گیج نام دارد این گیج میتواند هر دو فشار یعنی



شکل ۱۹ـ کمپوندگیج

فشار بالای فشار جو و فشار کمتر از فشار جو بسنجد (شکل ۱۹) بطور معمول فشارسنج (پریشرگیج) از صفر تا حدود ۳۰۰ PSI یا ۵۰۰ PSI درجه‌بندی میشود حال آنکه خلاء سنج از صفر تا ۳۰ IN Hg VAC را میتواند بخواند کمپوند گیج (فشارسنج مرکب) معمولاً دارای دو نوع درجه‌بندی میباشد از یک طرف صفر تا حدود ۱۲۰ PSI و از طرف دیگر از صفر تا ۳۰ IN Hg VAC مدرج میشود.



شکل ۲۰ـ پریشرگیج (فشارسنج)

فشار مطلق و فشار گیج

مانومترها و گیج‌های بوردونی فشار مطلق یا فشار حقیقی سیال درون یک ظرف را اندازه‌گیری نمیکنند. بلکه هر دو فقط اختلاف فشار بین فشار سیال درون ظرف و فشار جو را می‌سنجند این نوع اندازه‌گیری فشار در واقع فشار گیج را به ما نشان میدهد بعبارت دیگر در این نوع سنجش فشار عقربه گیج در حالت عادی روی عدد صفر قرار دارد که مساوی با فشار جو است.

فشار مطلق عبارتست از مجموع فشار یک سیال یا فشار واقعی آن در این نوع گیج‌ها

	POUNDS PER SOUARE INCH		INCHES MERCURY VACUUM Hg	Cm Hg	Kpa
	ABSOLUTE psia	GAUGE Psig or psi			
Positive pressure	105	90			725
	90	75			621
	75	60			518
	60	45			414
	45	30			311
	30	15			207
Atmospheric pressure	14.7	0	0	0	101.3
Negative Pressure Or Vacuum	10	-5	10	25.4	69
	5	-10	20	50.8	35
	0	-15	30	76.2	0

جدول مقایسه واحدهای مختلف فشار

صفر مساوی با خلاء کامل است و عقربه آنها در حالت عادی تقریباً روی عدد PSI ۱۵ قرار میگیرد بعبارت دیگر فشار مطلق حدود PSI ۱۵ بیشتر از فشار گیج است رابطه بین فشار مطلق و فشار گیج به شرح زیر است:

$$PSIg = PSIa - ۱۵$$

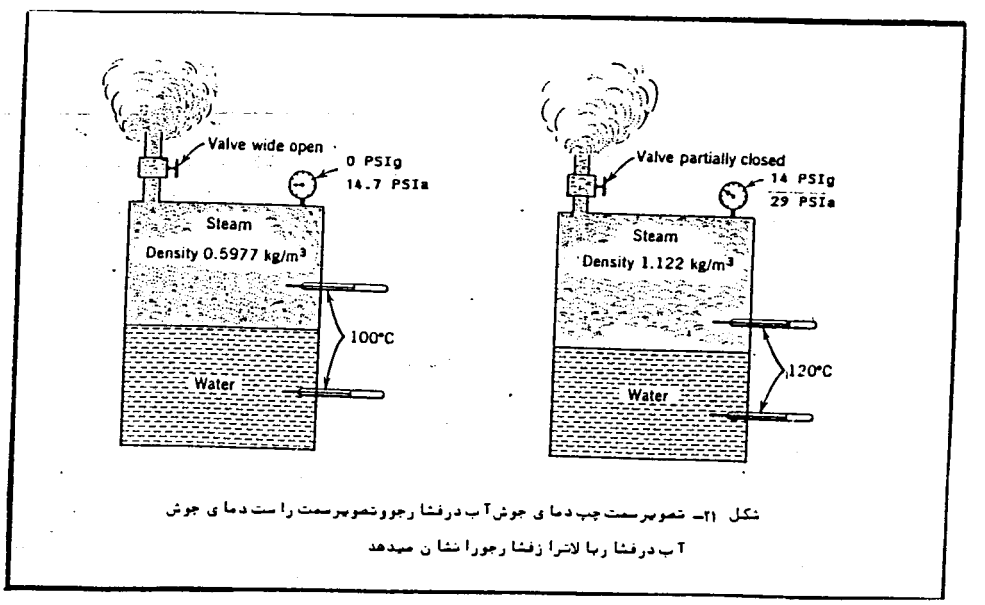
$$PSIa = PSIg + ۱۵$$

تأثیر فشار بر دمای تبخیر

دمای تبخیر هر مایعی بوسیله فشار محیطی که در آن قرار دارد کنترل میشود آب در فشار جود (14/7 PSI) معمولاً در ۱۰۰ درجه سانتیگراد (۲۱۲ درجه فارنهایت) بجوش میآید اگر فشار تا ۴۵ پی اس آی افزایش پیدا کند دمای جوش آب به ۱۲۵ درجه سانتیگراد (۲۵۷ درجه فارنهایت) افزایش مییابد اگر فشار تا ۷ پی اس آی پائین بیاید دمای جوش آب تا ۸۰ درجه سانتیگراد خواهد رسید.

در دستگاههای سردکننده تراکمی و جذبی از اثر کاهش فشار بر دمای تبخیر استفاده میشود مبرد ۱۲- R را در نظر بگیرید در فشار جو در دمای ۲۹- درجه سانتیگراد (۲۰- درجه فارنهایت) تبخیر میشود اگر فشار تا ۹ پی اس آی پائین آورده شود دمای تبخیر آن به ۴۱- درجه سانتیگراد خواهد رسید پس اگر فشار را و اپراتور تا ۹ پی اس آی پائین بیاید دمای آن تا ۴۱- درجه پائین میآید اما اگر فشار را و اپراتور برابر با فشار اتمسفر گردد و مبرد ۱۲- R باشد پائین‌ترین دمای ممکن ۲۹- درجه سانتیگراد خواهد بود

شکل ۲۱- تأثیر فشار بر دمای تبخیر آب را نشان میدهد.



شکل ۲۱- تصویرسمت چپ دمای جوش آب درفشار رجوتصویرسمت راست دمای جوش آب درفشار ربا لاترا زفشار رجورا نشان میدهد

تأثیر فشار بر دمای انجماد

دمائی که آب در آن منجمد میشود تحت تأثیر فشار وارده برسطح آب است افزایش فشار باعث پائین آمدن دمای انجماد میگردد و کاهش فشار باعث بالا رفتن دمای انجماد میشود.

سیستمهای سردکننده مقدماتی BASIC REFRIGERATION SYSTEM

در این فصل با انواع سیستمهای سردکننده و نحوه کار آنها آشنا خواهید شد. تقسیم‌بندی سیستمهای سردکننده به روشهای مختلفی انجام میگیرد که از آن جمله میتوان نوع کنترل‌کننده‌مایع‌مبرد، نوع‌کنترل موتور، سیستم تراکمی، سیستم جذبی و غیره را نام برد.

انواع سیستم‌های سردکننده عبارتنداز:

۱- ایجاد برودت به کمک ذوب یخ ICE REERIGERATION

۲- سردکننده تبخیری EVAPORATIVE REFRIGERATION

۳- سیستم سردکننده تراکمی مجهز به کمپرسورباز
OPEN-EXTERNAL DRIVE REFRIGERATION SYSTEM

۴- سیستم سردکننده تراکمی مجهز به اکسپنشن ولواتوماتیک
COMPRESSION SYSTEM WITH A.E .V

۵- سیستم سردکننده تراکمی مجهز به اکسپنشن ولوترموستاتیکی
COMPRESSION SYSTEM WITHE T.E.V

۶- سیستم سردکننده تراکمی مجهز به لوله موئین
COMPRESSION SYSTEM WITH CAPILLARY TUBE

۷- سیستم سردکننده تراکمی با اواپراتورهای مختلف (چند اواپراتوره)
MULTIPLE EVAPORATOR SYSTEM

۸- سیستم سردکننده تراکمی مرکب
COMPOUND REFRIGERATION SYSTE

۹- سیستم سردکننده متوالی CASCADE REFRIGERATION SYSTEM

۱۰- سیستم سردکننده متغیر
MODULATING REFRIGERATION SYSTEM

۱۱- یخ سازی ICE MAKER

۱۲- آبسردکن DRINKING WATER COOLER

۱۳- سیستم سردکننده شیمیایی یا سردکننده با سیکل باز
EXPENDABLE REFRIGERANT REFRIGERATION SYSTEM

۱۴- سیستم سردکننده ترموالکتریک
THERMOELECTRIC REFRIGERATION

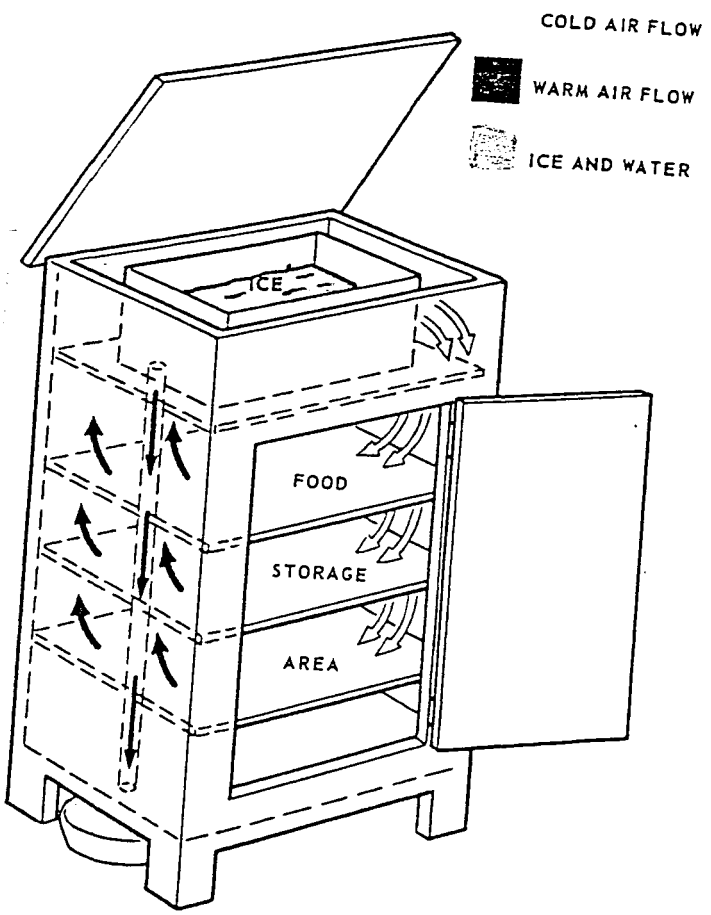
۱۵- ایجاد برودت به کمک یخ‌خشک DRY ICE REFRIGERATION

۱۶- سیستم سردکننده جذبی
ABSORPTION REFRIGERATION SYSTEM

۱۷- سیستم سردکننده جت‌بخار
STEAM JET REFRIGERATION SYSTEM

ICE REFRIGERATION — ایجاد برودت به کمک ذوب یخ

قبل از پیدایش صنعت تبرید، تا مدتها فقط از ذوب یخ میتوانستند برای ایجاد برودت استفاده کنند. استفاده از ذوب یخ هنوز هم معمول است. صندوق یخی از جمله وسایلی است که در آن با استفاده از ذوب یخ برودت ایجاد میکنند. صندوق یخی از یک اتاقک عایق شدوه ویک ظرف مخصوص که در قسمت بالای آن تعبیه شده، تشکیل شده است. شکل ۳۵



شکل ـ ۳۵ صندوق یخی

هوا در اثر برخورد با یخ سردشده و بطرف پائین میبابد و قفسه‌های مربوط به غذا و سایر خوراکیها را خنک میکند و پس از گرم شدن از قسمت دیگر بطرف بالا جریان-یافته-و پس از عبور از روی یخ مجدداً سرد میشود و دوباره عمل را تکرار میکند.

ایجاد برودت به کمک ذوب یخ یک مزیت مختص به خود دارد و آن داشتن رطوبت کافی است که در این صورت از خشک شدن سریع مواد غذائی جلوگیری میشود.

تا قبل از پیدایش و توسعه یخچالهای مکانیکی ، ایجاد برودت به کمک ذوب یخ در ابعاد وسیعی استفاده میشد، در زمستان یخ روی سطح استخرها و یا دریاچه‌ها را جمع‌آوری میکردند و در محل‌هائیکه بدنه آنها عایق‌کاری شده بود برای مصرف تمام سال انبار میکردند.

در سیستمهائی که از ذوب یخ استفاده میکنند درجه حرارت را بوسیله کنترل مقدار جریان هوای سرد که از روی یخ و از روی قفسه‌های غذا عبور میکند تنظیم میکنند.

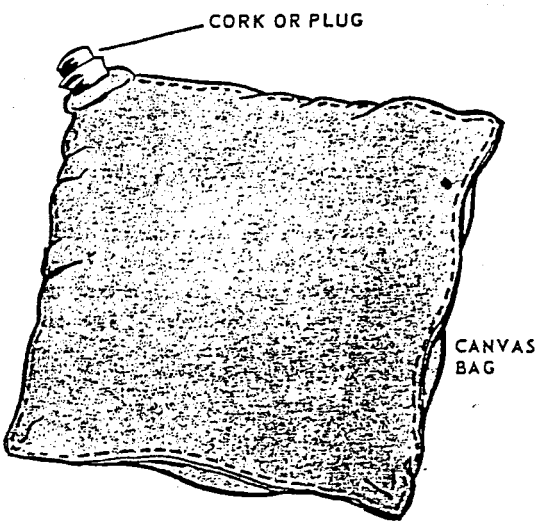
درجه حرارت اتاقک اینگونه یخچالها بین ۴۰ تا ۵۰ درجه فارنهایت است.

درصورتیکه درجه حرارتهای زیر ۳۲ درجه فارنهایت مورد نیاز باشد از مخلوط یخ و نمک استفاده میشود.

سردکننده تبخیری EVAPORATIVE REFRIGERATION

زمانیکه مایعی به بخار تبدیل شود، مقداری حرارت جذب میکند. مانند بخار شدن آب عرق کردن و بخار شدن عرق بدن باعث میشود که انسان و حیوانات خنک شوند و بدین طریق بتوانند درجه حرارت بدن خودشان را ثابت نگهدارند.

نمونه دیگری را که در این مورد میتوان نام برد قمقمه صحرائی است که برای خنک کردن آب آشامیدنی مورد استفاده قرار میگیرد. جنس این قمقمه از پارچه ریز بافت و بدون منفذ است.



شکل ـ ۳۶ قمقمه صحرائی

این کیسه (قمقمه صحرائی) کاملاً غیرقابل نفوذ نبوده و مقدار کمی آب از جداره آن به بیرون نفوذ کرده و سطح کیسه را مرطوب میکند. این رطوبت در اثر هوای گرم و خشک صحرا به سرعت بخار میشود که قسمت زیادی از گرمای مورد نیاز برای تبخیر آن از کیسه و آب درون تأمین میگردد و بدین طریق آب درون قمقمه چندین درجه خنک تر ازمحیط اطراف خود خواهد شد.

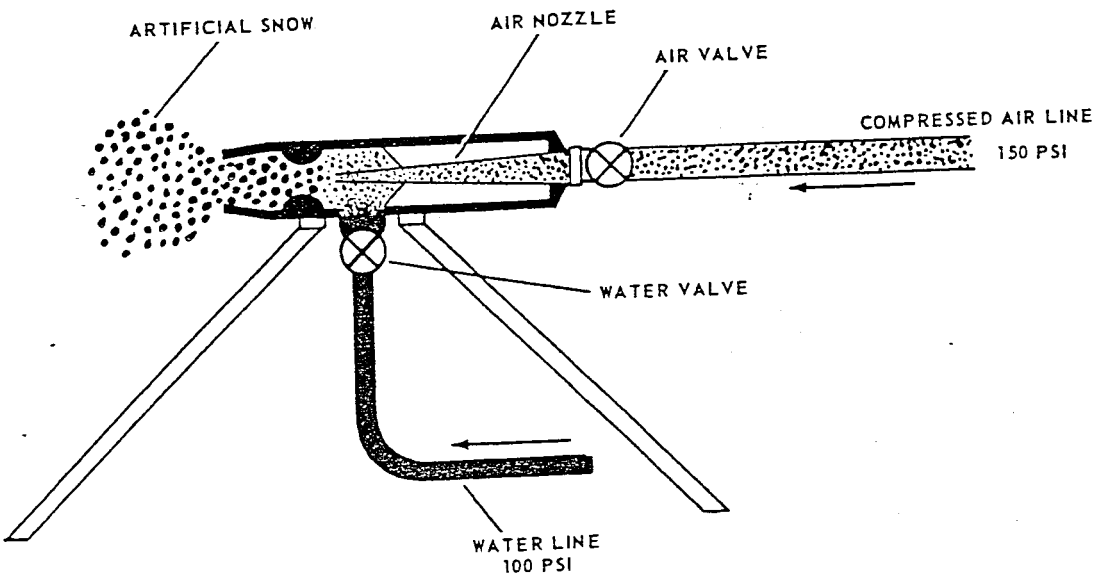
نمونه دیگری که از این نوع سردکننده‌ها میتوان نام برد کولرهای آبی است. از سیستمهای سردکننده تبخیری در شرایط گرم و خشک بخوبی میتوان سود برد. بالا بودن رطوبت نسبی هوا کیفیت کار این نوع سردکننده‌ها را کم خواهد کرد.

یکی دیگر از سیستمهای سردکننده تبخیری که کاربرد آن متداول است، سیستمهائیست که از آنها به جهت ساختن برف مصنوعی در پیستهای اسکی استفاده میکنند.

این وسیله شامل یک نازل است که از یک قسمت آن آب با فشاری در حدود ۱۰۰ پوند براینچ مربع و از قسمت دیگر آن هوای فشرده شده با فشار برابر با ۱۵۰ پوند براینچ مربع بصورت جت وارد میشود. بدلیل بالا بودن فشار در این قسمت آب بصورت پودر خارج میشود و چنانچه درجه حرارت هوای محیط برابر با ۳۲ درجه فارنهایت یا صفر درجه سانتیگراد باشد ذرات ریز آب به برف تبدیل میشود.

چنانچه رطوبت هوای محیط کم باشد و درجه حرارت آن در حدود ۳۴ درجه فارنهایت هم باشد امکان تولید برف مصنوعی توسط این دستگاه وجود دارد و علتش هم تبخیر سریعی است که در قسمت خروجی این وسیله صورت میگیرد.

از جمله سیستمهائی که درکار آنها از روش سردکردن تبخیری استفاده میشود، میتوان کولینگ تاورها و کاندنسرهای تبخیری را نام برد.



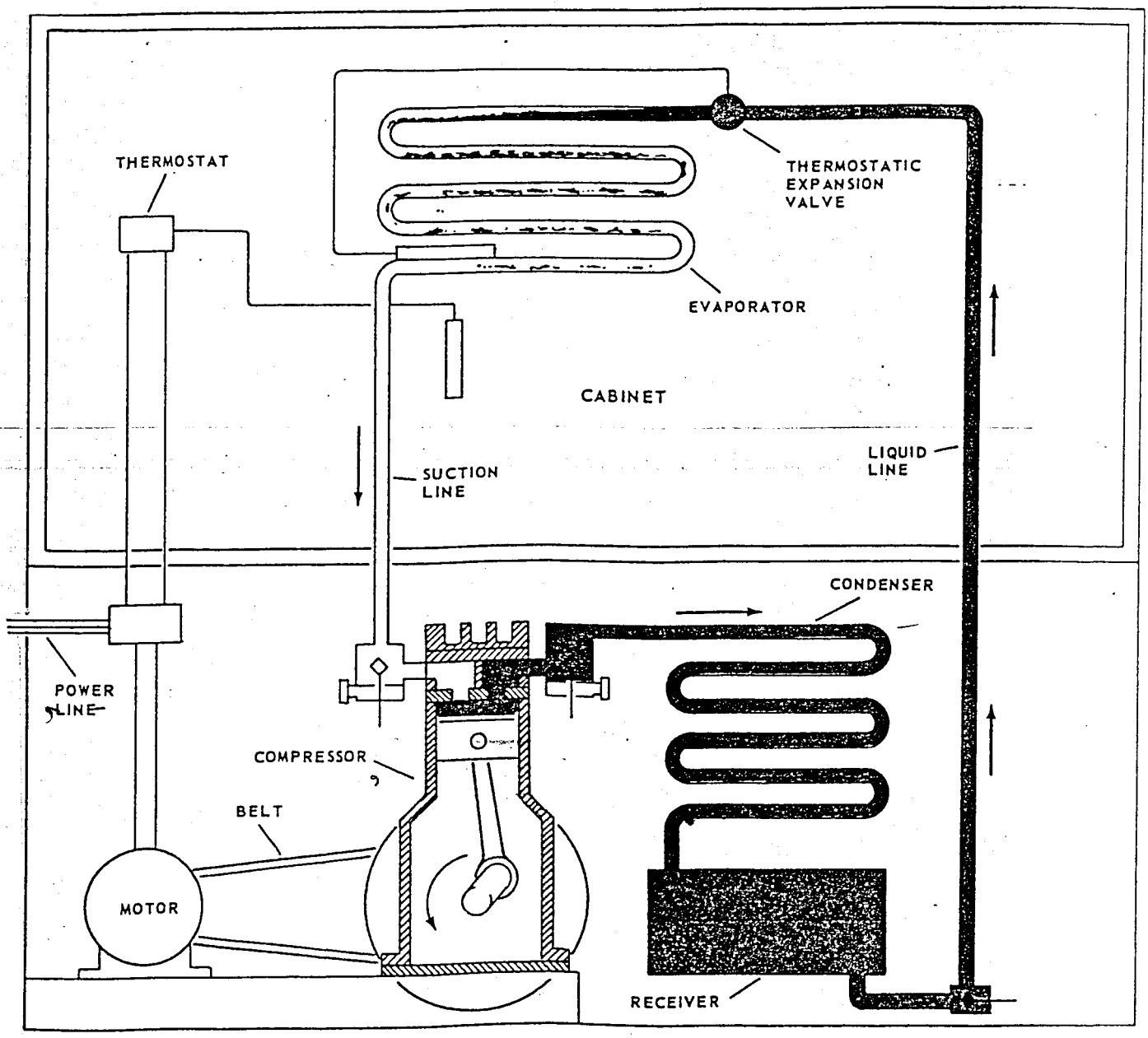
شکل ۳۷ –

سیستم سردکننده تراکمی با کمپرسورباز

OPEN – EXTERNAL DRIVE REFRIGERATION SYSTEM

در این سیستمها کمپروسور از نوع باز بوده و حرک توسط تسمه و پولی از الکتروموتور به کمپرسور منتقل میشود.

سرعت کمپرسور همیشه کمتر از الکتروموتور است که بهمین منظور از یک پولی کوچک برای الکتروموتور و از یک پولی بزرگتر (FLYWHEEL) برای کمپرسور استفاده میکنند.



شکل ـ ۳۸ سیستم‌سردکننده‌تراکمی مجهزبه‌کمپرسورباز

سرعت کمپرسور در این سیستمها باید دقیقاً مورد توجه قرار بگیرد، چرا که افزایش و یا کاهش آن روی فشارهای قسمت فشار زیاد(های پریشرساید) و قسمت فشار کم (لوپریشرساید) اثر گذاشته که نهایتاً کیفیت کار دستگاه را تغییر خواهد داد. در ضمن جهت چرخش این کمپرسورها (کمپرسورهای باز) بخاطر مسئله روغنکاری حائز اهمیت است که باید به آن توجه نمود.

نحوه‌کار این سیستمها بدین صورت است با راه‌اندازی کمپرسور دستگاه مایع مبرد با عبور از یک اکسپنشن ولوتر موستاتیکی وارد اپراتور شـده و در آنجا در اثر جذب حرارت به بخار تبدیل‌میشود وسپس‌ازطریق لوله سکشن وارد کمپرسور شده و در این قسمت متراکم و با فشار زیادی از طریق لوله دیسچارج به‌کاندنسر فرستاده میشود. درکاندنسر، مبرد با از دست دادن گرمای نهان‌میعان به‌مایع‌تبدیل شده‌و دوباره از همین‌جا سیکل تکرارمیگردد.

بدلیل جدا بودن الکتروموتور و کمپرسور از یکدیگر، در قسمت کارتل کمپرسور اینگونه سیستمها برای ممانعت از خروج مبرد به بیرون و یا نفوذ هوا در سیستم از مکانیکال سیل (آب‌بندکن مکانیکی) استفاده میکنند.

فشار داخل کارتل این نوع کمپرسورها با توجه به نوع مبرد و درجه حرارت اواپراتور دستگاه متفاوت بوده و ممکن است که مقدار آن از فشار جو بیشتر و یا کمتر از آن باشد، در اینصورت خراب شدن دستگاه در نتیجه نفوذ هوا ویا خروج مبرد از دستگاه در مواقعی که مکانیکال سیل صدمه دیده باشد حتمی است.

سیستم سردکننده تراکمی مجهز به اکسپنشن ولو اتوماتیک

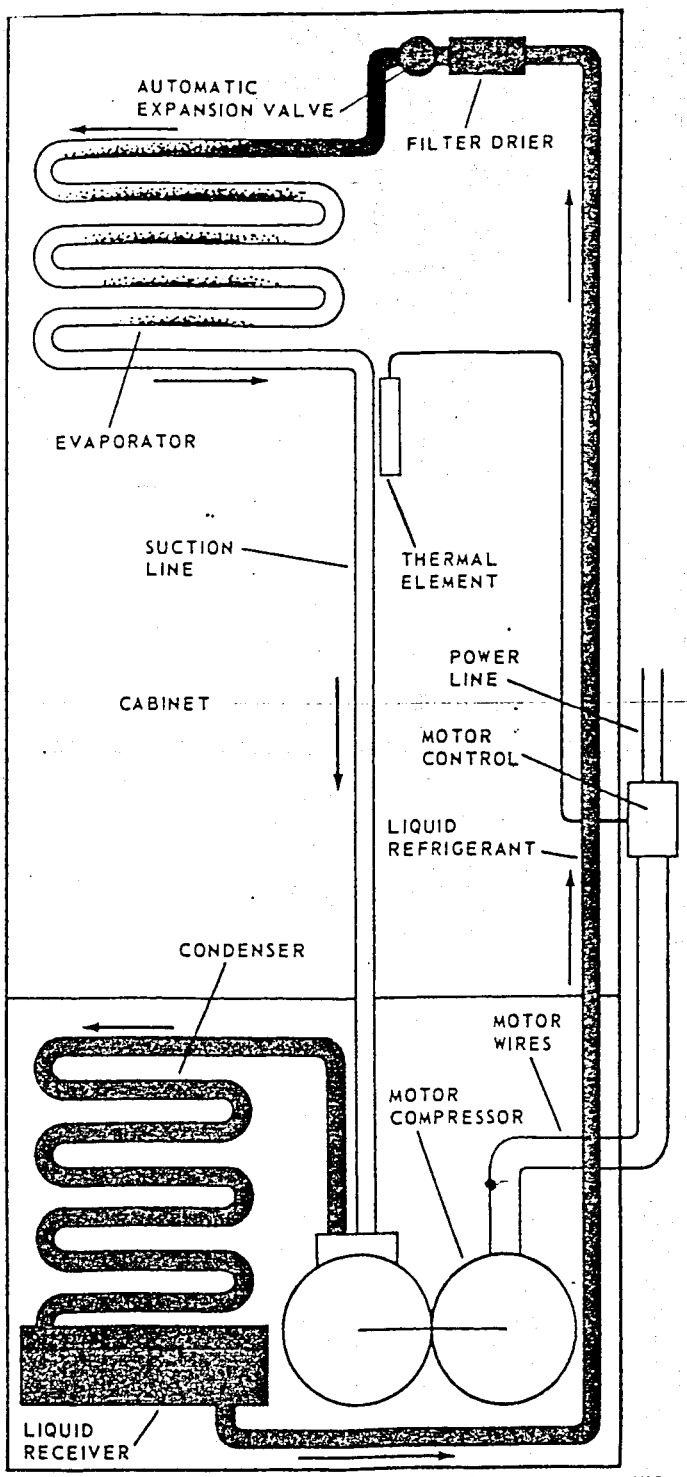
COMPRESSION SYSTEM WITH AEV

طرز کار یک سیستم سردکننده اتوماتیک مجهز به کنترل کننده مایع مبرد از نوع اکسپنشن ولواتوماتیک (AEV) در شکل نشان داده شده است. کمپرسور، الکتروموتور و کاندنسر (کاندنسینگ یونیت) در قسمت پائین سیستم قرار دارند.

مایع مبرد از مخزن رسیورو از طریق لوله مایع جریان یافته و پس از عبور از فیلتر در ایروارد اکسپنشن ولو اتوماتیک میشود. طرح و ساختمان این ولو طوری است که مایع مبرد وقتی از آن میتواند عبور کند که فشار قسمت اواپراتور در اثر مکش کمپرسور کم شده باشد . مایع مبرد پس از گذشتن از اکسپنشن ولو اتوماتیک وارد قسمت فشار کم

دستگاه میشود و در اثر پائین بودن فشار در لوله‌های اواپراتور به جوش آمده و به سرعت تبخیر میشود.

بخارات حاصله توسط کمپرسور مکش و سپس متراکم میگردد و با فشار زیاد به قسمت کاندنسر فرستاده میشود. در این قسمت مبرد با از دست دادن گرمای نهان میعان مجدداً به مایع تبدیل شده و سپس وارد مخزن رسیور میشود و برای تکرار سیکل مجدد در آنجا ذخیره میگردد.

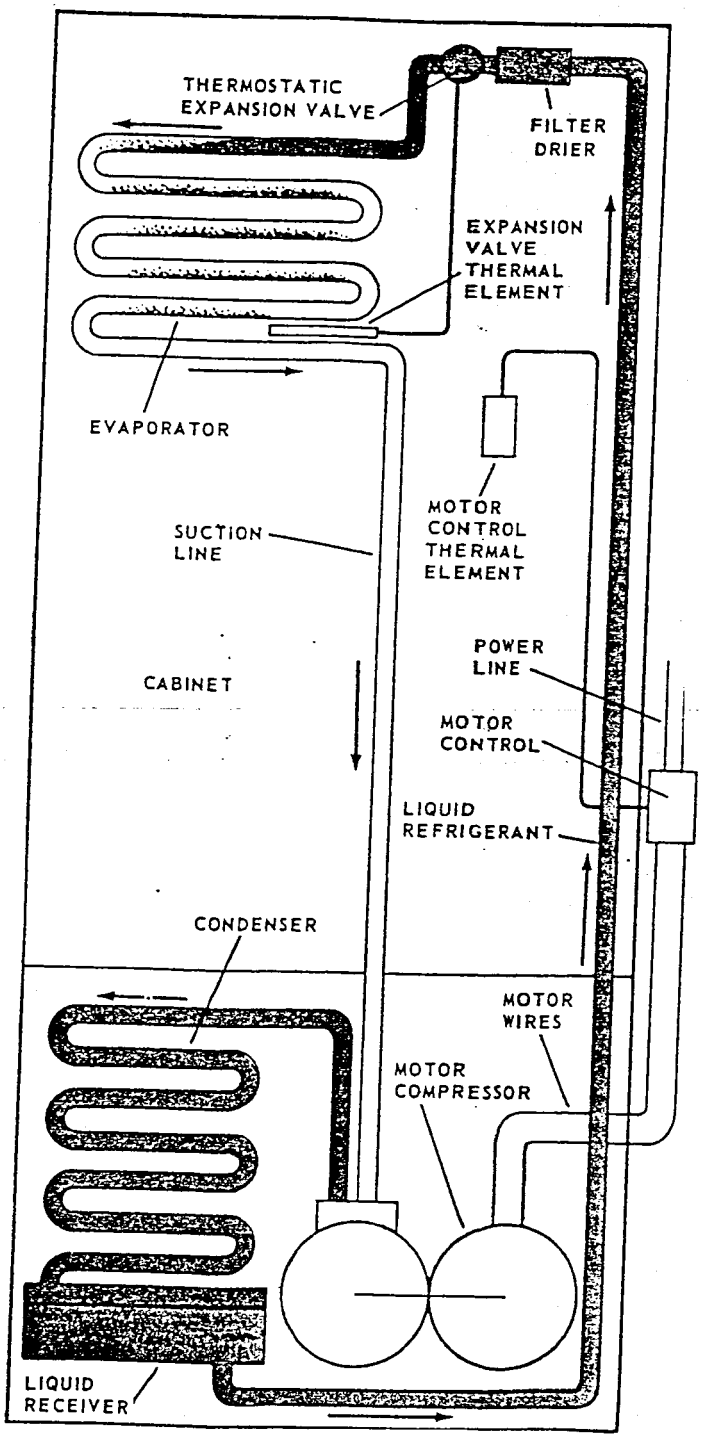


شکل ۳۹ سیستم سردکننده تراکمی مجهز به اکسپنشن ولو اتوماتیک

سیستم سردکننده تراکمی مجهز به اکسپنشن ولو ترموستاتیکی

COMPRESSION SYSTEM WITH T.E.V

اساس کار یک سیستم سردکننده تراکمی مجهز به اکسپنشن ولو ترموستاتیکی در شکل نشان داده شده است.



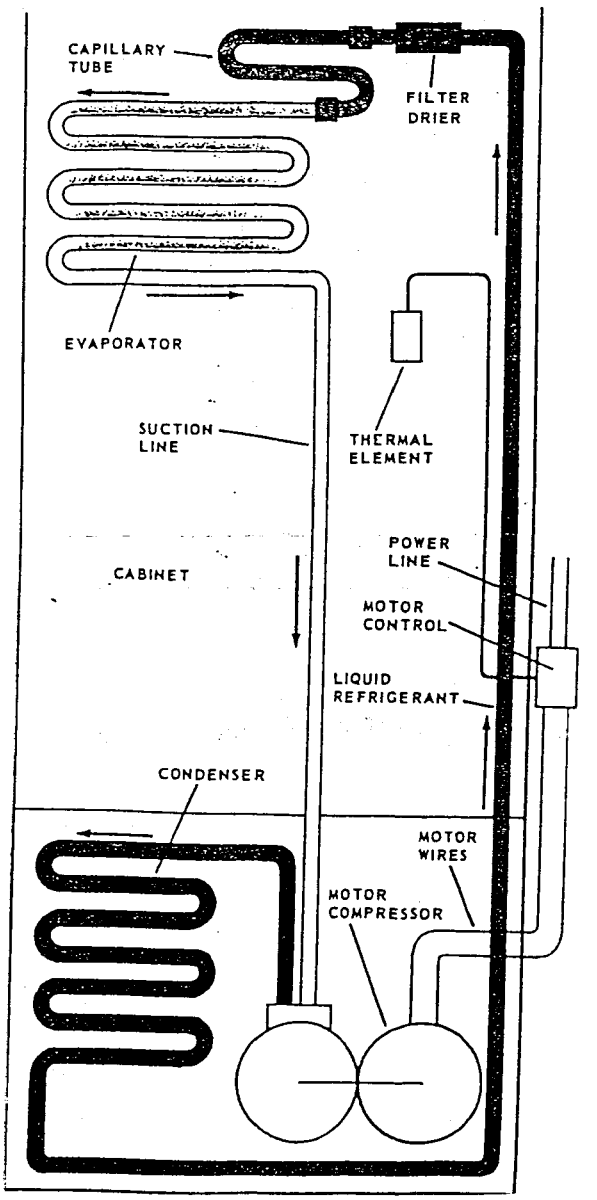
شکل ۴۰ سیستم سردکننده تراکمی مجهز به اکسپنشن ولو ترموستاتیکی

در این سیستم مایع مبرد از طریق لوله لیکوئید و پس از گذشتن از فیلتردرایر وارد اکسپنشن ولو میشود. عملکرد این ولو در نتیجه دو عامل است، یکی فشار گاز داخل با لب و بلوز اکسپنشن ولو و دیگری فشار اواپراتور است. فشار گاز داخل بالب و بلوز اکسپنشن ولو با سرد شدن و گرم شدن بالب اکسپنشن ولو که در تماس مستقیم با لوله‌های خروجی اواپرایتور است تغییر نموده واکسپنشن ولو در نتیجه اختلاف بین این فشار و فشار اواپراتور عمل کرده و جریان مایع مبرد مورد نیاز اواپراتور را کنترل مینماید.
زمانیکه درجه حرارت اواپراتور زیاد شود،اکسپنشن ولو مسیر را بازتر نموده و اجازه عبور مایع بیشتری را بداخل لوله‌های اواپراتور میدهد و برعکس با کاهش درجه حرارت اواپراتور اکسپنش ولو مسیر را تنگتر و عبور جریان مایع مبرد را محدودتر میسازد.
مایع مبرد پس از عبور از اکسپنشن ولو به قسمت اواپراتور وارد شده و در آنجا به علت وجود فشار کم میجوشد و به بخار تبدیل میگردد. مبرد تبخیر شده از طریق لوله سکشن وارد کمپرسور شده، در آنجا متراکم میگردد وسپس از طریق لوله دیسچارج به کاندنسر میرود. در کاندنسر بخار مبرد حرارت خود را از دست داده، سرد میشود و بصورت مایع درآمده وبه مخزن رسیور میریزد و از آنجا مجدداً سیکل را تکرار میکند این عمل تا رسیدن به درجه حرارت دلخواه ادامه دارد تا اینکه کنترل کننده موتور که از نوع حرارتی است (ترموستات) جریان برق را قطع کرده و کمپرسور را از کار میاندازد و با از کار افتادن کمپرسور و بالا رفتن فشار زیر دیافراگم اکسپنشن ولو، ولو نیز بسته میشود. و تا زمانیکه کمپرسور مجدداً بکار نیفتد و فشار در قسمت اواپراتورکم نشود، اکسپنشن ولو عمل نمیکند.
از این سیستمها بیشتر در یخچالهای بزرگ تجارتی و سیستمهای تهویه مطبوع استفاده میکنند. در این سیستمها چون هنگام خاموش بودن کمپرسور فشار قسمت فشار زیاد و فشار قسمت فشار کم بالانس نیستند، موتور کمپرسور این نوع سیستمها باید از نوعی باشد که تحت بار زیاد روشن شود.
یعنی برای راه‌اندازی موتور کمپرسورهای این نوع سیستمها به نیروی راه‌اندازی بیشتری نیاز است. علت بالانس نبودن قسمت زیاد و قسمت فشارکم، بسته بودن اکسنشن ولو به هنگام خاموش بودن کمپرسور دستگاه است و تا زمانیکه فشار داخل اواپراتور کم نشود حرارت اطراف بالب آن بالا نرود، اکسپنشن ولو بحالت بسته باقی خواهد ماند. برفک زدن یا عرق کردن لوله سکشن کمپرسور دلیل بر تنظیم نبودن اکسپنشن ولو است.

سیستم سردکننده تراکمی مجهز به لوله موئی

COMPRESSION SYSTEM WITH CAPILARY TUBE

سیستم مجهز به لوله موئی در شکل نشان داده شده است سیستمهای مجهز به لوله‌های موئین یکی از پر مصرف‌ترین سیستمهای سردکننده تراکمی بحساب میآیند و بیشتر در سیستمهای سردکننده خانگی مورد استفاده قرار میگیرند. با توجه به شکل ، کمپرسور دستگاه در قسمت پائین کابینت جاسازی شده است.

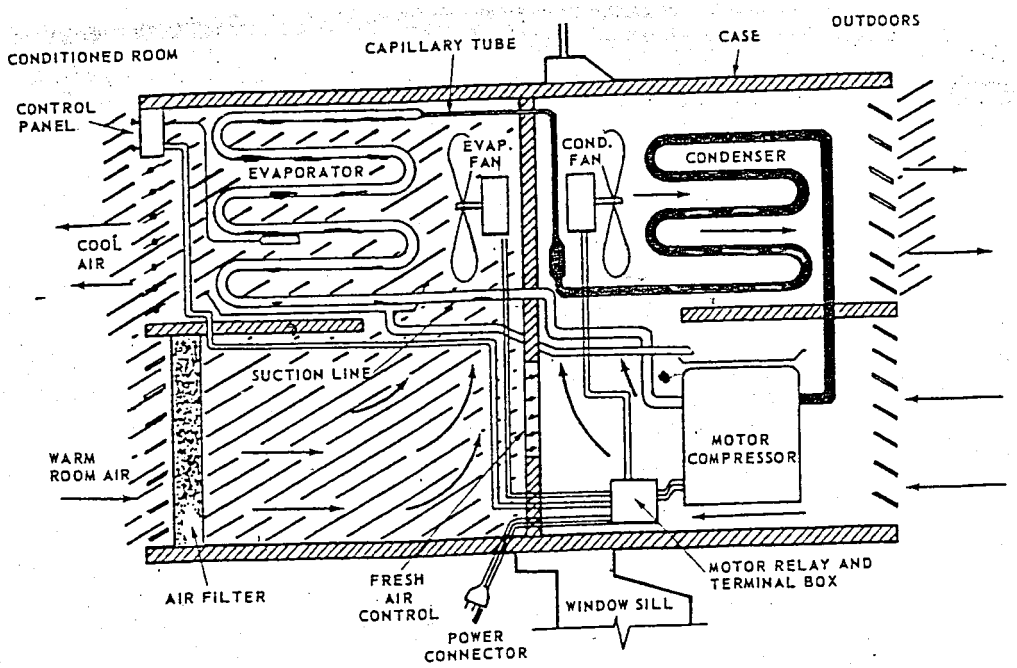


شکل ۴۱ سیستم سردکننده تراکمی مجهز به لوله موئی

مایع مبرد از قسمت کاندنسر با فشار زیاد از طریق لوله لیکوئید بطرف بالا جریان یافته و پس از عبور از فیلتر در ایر وارد لوله موئی (CAPILLARY TUBE) که کنترل کننده جریان مایع مبرد بداخل او اپراتور است، میشود.

بدلیل‌باریک‌بودن لوله موئی و بلند بودن طول آن، فشار مایع مبرد کاهش یافته و سرعتش زیاد میشود(تحول حفقان با انتالپی ثابت) و سپس وارد محفظه اواپراتور میگردد. اندازه طول و قطر لوله‌های موئین را با توجه به قدرت کمپرسور، فشار قسمت‌های پریشر و نقطه جوش مورد نظر محاسبه و طراحی مینمایند. مایع مبرد تحت فشار کمی که در نتیجه مکش کمپرسور تأمین و ثابت نگهداشته شده است، میجوشدوبه‌بخار تبدیل میگردد و باعث خنک شدن محیط اطراف اواپراتور میشود. مبردبه صورت بخاراز طریق لوله‌سکشن وارد کمپرسورشده وپس‌ازعمل‌تراکم در کمپرسور، بوسیله لوله دیسچارج به قسمت کاندنسر فرستاده‌میشودودرآنجادراثر عمل تبادل حرارت(معمولاً با هوای محیط)به مایع تبدیل شده و سیکل را تا رسیدن به درجه حرارت مطلوب تکرار میکند. کنترل موتور در این سیستمها معمولاً ترموستات است ولی در بعضی مواقع بدلیل اهمیت کاردستگاه‌وبالا بودن ارزش آنها از کنترل موتورهای فشاری(های‌پریشر سویچ) هم استفاده میکنند.

درزمان‌خاموش‌بودن‌اینگونه سیستمها، بدلیل وجود لوله موئی فشار قسمت فشار زیاد با فشار قسمت فشارکم دستگاه بالانس شده و در نتیجه در موقع راه‌اندازی مجدد به گشتاور بالائی نیاز ندارند و این مسئله یکی از مزیتهای با ارزش این نوع سیستمها بحساب میآید.



شکل ۴۲۰... ـ کولرپنجره‌ای مجهزبه‌لوله‌موئی

سیستم سردکننده چند اواپراتور MULTIPLE EVAPORATOR SYSTEM

در بسیاری از سیستمهای سردکننده تجارتی، یک کاند نسینگ یونیت به چند اواپراتور متصل شده است.

مایع مبرد از چند اکسپنشن ولو عبور کرده و وارد اواپراتورها میگردد. اواپراتورها ممکن است دارای درجه حرارت یکسانی باشند و یا هر کدام از آنها در درجه حرارتهای متفاوتی عمل تبخیر را انجام دهند.

چنانچه درجه حرارت اواپراتورها یکسان باشد از اکسپنش ولو ترموستاتیکی بعنوان کنترل کننده جریان مبرد استفاده میکنند . در صورتیکه درجه حرارت تبخیر در اواپرتورها متفاوت باشد، سیستم باید به وسیله‌ای مجهز باشد که فشار عمل تبخیر را برای اواپراتورهای مختلف متناسب با درجه حرارت مورد نظر حفظ نماید.

به شکل شماتیکی نگاه کنید . در این سیستم بدلیل متفاوت بودن درجه حرارت اواپراتورها و متفاوت بودن فشار آنها، برروی لوله خروجی اواپراتور B (اپزاتور گرمتر) و لوله سکشن کمپرسور از یک شیر کنترل‌کننده مخصوص (TWO-TEMPERATURE VALVE) استفاده شده است تا اینکه فشار داخل لوله‌های اواپراتورB را در سطحی بالاتر از فشار لوله‌های اواپراتور A نگاه دارد. یک شیر یکطرفه در مسیر لوله خروجی اواپراتور A نصب شده است که در زمان خاموش بودن دستگاه که ممکن است بخار گرمتر تحت فشار زیاد از اواپراتور B بطرف اواپراتور A نفوذ کند، جلوگیری بعمل آورد. به فیلتر در ایرنصب شده در مسیر لوله مایع توجه کنید. این وسیله علاوه برجدا کردن ناخالصیهای همراه مبرد، رطوبت آنرا میگیرد در این سیستم یک عدد شیشه گاز نما (SIGHT GLASS) در مسیر لوله مایع کار گذاشته‌اند که برای بازرسی و چک کردن مقدار مبرد و رطوبت موجود در آن مورد استفاده قرار میگیرد.

منابع :

۱- Priciples of Refrigeration

۲- Modern Refrigeration And Air Conditioning

۳- تهویه مطبوع (۱) اصول مقدماتی سیستمهای سردکننده