

استفاده از درجات پائین و خیلی پائین حرارت

نوشته :

علاءالدین قزوینیان

استاد دانشکده فنی

استفاده از درجات حرارتی غیر از آنچه که روی سیاره ما موجود است همیشه مورد توجه متخصصین فنی و مهندسی بوده ، قدما از درجات حرارت زیاد جهت ذوب فلزات و ایجاد پدیده‌های فیزیکی مختلف استفاده میکرده‌اند بوجود آوردن درجات حرارت زیاد و تولید آتش شاید آسانتر بوده است ولی مصرف یخ و برف که بادقت و مشکلات زیاد در زیرزمینها و غارها نگهداری میشد بموانع زیادی برخورد مینمود و همین مشکلات ایجاد سرما ، حس کنجکاوی بشر را بیشتر تحریک میکرد در اثر تجربه و تحقیق بزودی متوجه شده‌اند که اگر بوجود آوردن حرارتهای زیاد و ایجاد گرما تقریباً نامحدود میباشد . ایجاد سرما و تهیه درجات حرارت پائین طبق قوانین ترمودینامیک محدود به صفر مطلق (۲۷۳- سانتیگراد) است گرچه بعضی از فیزیکدانها درحال حاضر از درجات حرارتی پائین تر از صفر مطلق بحث مینمایند ولی عملاً ایجاد صفر مطلق اگر غیرممکن نیست بسیار مشکل میباشد .

جدول صفحه بعد درجات پائین حرارت مورد استفاده فعلی صنایع را نشان میدهد و از آنجا معلوم میگردد که درجات حرارت پائین شامل چه محدودیتهائی میباشد .

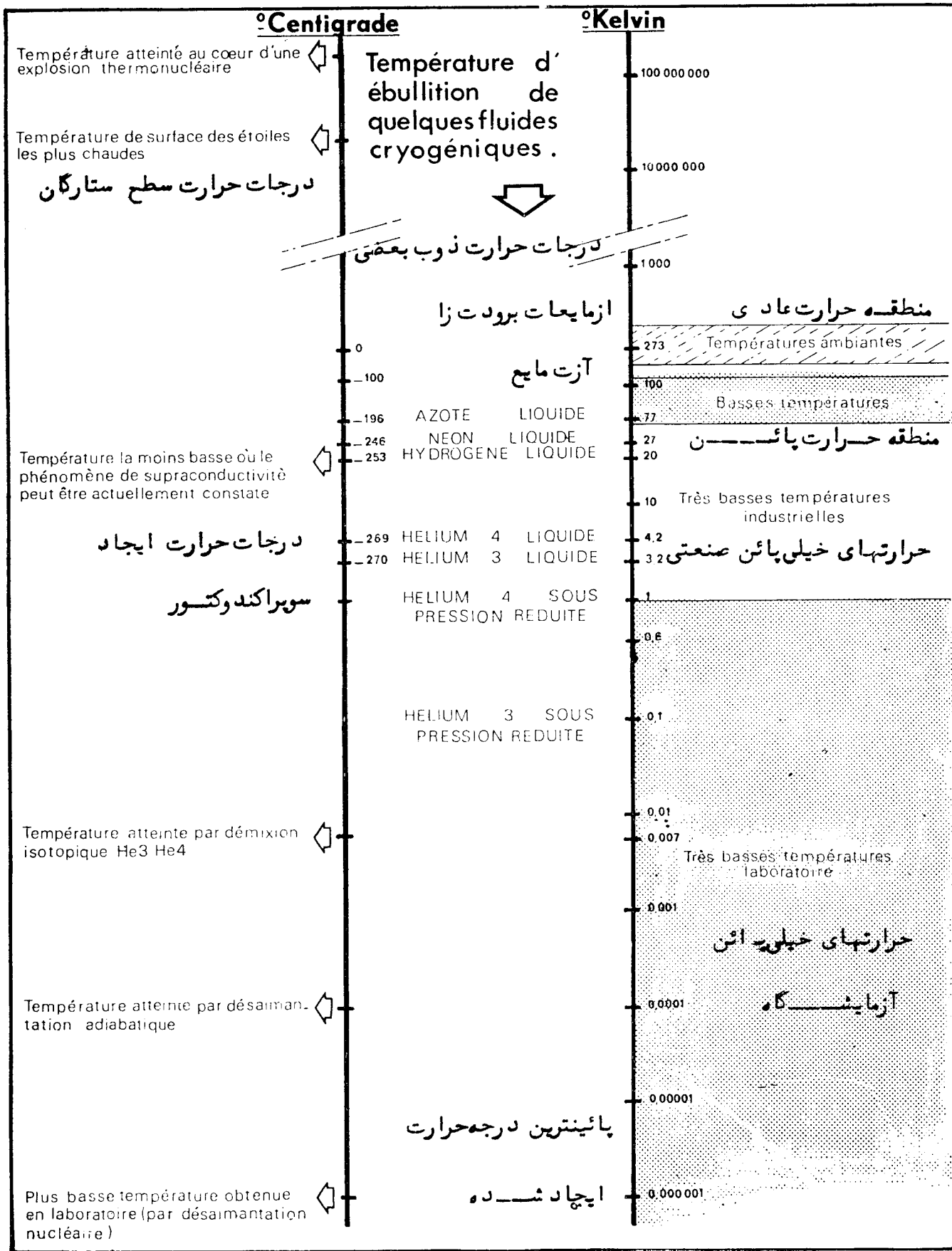
مشطور از این مقاله بحث در موارد استعمال صنعتی برودت و ضمن آن تشریح میکنیم که از برودت چه استفاده‌های صنعتی و علمی میتوان نمود .

اصولاً استفاده از برودت و درجات خیلی پائین حرارت از اصول اساسی ترمودینامیک و فیزیک کوآنتیک زیر ناشی میشود .

- انتروی یک سیستم بتدریج با درجه حرارت تنزل مینماید و در صفر مطلق مساوی صفر میشود .

- انرژی داخلی یک سیستم با درجه حرارت تنزل مینماید بدون آنکه در صفر مطلق صفر بشود (در

صفر مطلق یک نوع انرژی ارتعاشی موسوم به انرژی صفر در سیستم موجود است) .



- تحرك ذرات با درجه حرارت تنزل مینماید و هرسیستم درصفر مطلق بحالت نهائی خود میرسد .

پدیده‌های انجماد و میعان :

هرقدر درجه حرارت پائین میآید اثر پدیده‌های داخلی ذرات نسبت بیکدیگر کم میشود و اجسام دارای حجم کمتری میگردد ، گازها تبدیل بمایع ومایعات تبدیل بجامدات وجامدات بتدریج منقبض میشوند درصفر مطلق تقریباً تمام اجسام بحالت جامد بوده باستثنای انواع هلیوم که بحالت مایع باقی میمانند استفاده از برودت برای تخلیص مواد بوسیله تقطیر و انجماد یکی از پدیده‌های جاری درصنعت است .

۱- جدا نمودن گازها و بالاختص گازهای موجود در هوا بوسیله میعان درسالهای اخیر بسط زیادی پیدا نموده و درحال حاضر اکسیژن مصرفی صنایع منحصراً ازطریقه میعان گازهای هوا بدست میآید و کارخانجاتی ایجاد شده که روزانه یکک هزار تن اکسیژن مایع تولید مینمایند و همچنین است تهیه ازت مایع و گازهای نادر موجود در هوا مانند آرگن .

برای تخلیص گازهای حاصله از تقطیر ذغال سنگ و کوره‌های کک - کارخانجات عظیمی نصب شده است .

۲- حمل و نقل و ذخیره همین مواد و نگهداری آنها در انبارها بعلت نقصان حجم با استفاده از برودت انجام پذیر است مخصوصاً نقل و انتقال اکسیژن و گازهای سوختنی مانند متان و گازهای نفت .

۳ - صنایع فضائی - مواد سوختنی و باعث احتراق مصرفی خود مانند پروپرگول Propergol و اکسیژن را بصورت مایع تهیه و حمل مینمایند و همچنین است اکسیژن مصرفی تنفس فضانوردان داخل سفینه‌های فضائی .

در سالهای اخیر مخصوصاً مصرف اکسیژن و ئیدروژن مایع برای تغذیه پیل‌های اتمی و همچنین ئیدروژن مایع برای مصرف در موتورهای محرك سفینه‌های فضائی بسیار مورد توجه واقع شده حتی در هواپیماهای عادی که با سرعت ماوراء صوت حرکت میکنند از ئیدروژن و متان مایع بعنوان سوخت استفاده میگردد .

۴- تکنیک ایجاد خلاء و تخلیص گازها بوسیله خلاء جز با استفاده از برودت و ایجاد فریگوری با هیچ طریقه دیگر مقرون بصرفه نیست .

تبخیر ازت مایع روی جدار خارجی یک ظرف محدود و مسدود گازهای محتوی ظرف را تبدیل به مایع و جامد مینماید و با خروج مایع و جامد در داخل ظرف مورد بحث خلاء لازم ایجاد میشود (Cryopompage) این طریقه و با استفاده از هلیوم مایع میتوان خلأئی کمتر از (10^{-8}) تر یسلی) بوجود آورد .

استفاده از ازت و یا هلیوم مایع برای تخلیص و جدا کردن گازهای را که در خود حل مینمایند و یا در اثر برودت تبدیل بمایع میشود درحال حاضر یک امر عادی است (Cryosorption) .

۵- انجماد زمینهای نرم و باطلاقی به مقیاس بسیار وسیع مورد استفاده کارهای ساختمانی و حمل

و نقل در زمینهای غیرقابل عبور واقع شده است با تزریق مواد منجمد کننده حاصله از کارخانجات ایجاد برودت (آب نمک) زمینهای باطلاتی و مردابها بهسولت مستحکم و منجمد میشود و با سرعت و فوریت این زمینها آماده عبور وسایل نقلیه و کارهای ساختمانی مختلف میگرددند (پی کنی و ایجاد پی وغیره) متد انجماد زمین در خیلی از موارد نسبت بسایر متدها بیشتر مقرون بصرفه است تا آنجا که حتی ازت مایع را نیز برای انجماد زمین میتوان بکار برد.

۶- برودت وانجماد بعضی از اجسام مخصوصاً مواد نرم و پلاستیک سختی وصلابت در آنها ایجاد نموده و آنها را آماده بعضی از کارهای مکانیکی مثلاً تراشکاری می کند ارزانتترین طریقه برای تراشکاری کائوچو آنست که آنرا با فرو بردن در ازت مایع منجمد نمائیم.

۷- در مورد کارهای مکانیکی فلزات مخصوصاً برای داخل کردن یک محور فولادی در یک لوله استوانه از مواد برودتزا استفاده میشود محور را داخل ازت مایع میکنیم و بعد آنرا وارد لوله استوانه مینمائیم پس از آنکه فلزات بدرجه حرارت عادی رسیدند این دو قطعه بطور مستحکم همدیگر را دربر میگیرند (اتوفرتاژ Autofretage لوله های تحت فشار).

۸- مایعات برودتزا برای ایجاد ابر مصنوعی و یا از بین بردن ابر و بخار آب در صحنه های تأثر و سینما مورد استفاده است.

پدیده های تحرك مولكولى و اتميك :

بتدریج که درجه حرارت جسم تنزل مینماید تحرك اتمی و ملکولی آن کم میشود و در صفر مطلق فقط مقداری انرژی ارتعاشی ذرات باقی مینماید.

۱- از نظر صنایع شیمیائی تنزل تحرك ملکولی باعث نقصان فعل و انفعالات شیمیائی و اثر مواد روی یکدیگر میشوند در صنایع شیمیائی از این خاصیت برای تهیه کائوچوی مصنوعی بوسیله پولی مریزاسیون در درجات حرارت پائین استفاده میشود و همچنین خیلی از مواد شیمیائی فقط در حرارتهای پائین وجود دارد برودت خیلی از رادیکالهای شیمیائی را غیرفعال و منجمد مینماید و این تکنیک برای تهیه (سوپر پروپرگل) Superpropogol سوخت سفینه های فضائی مورد توجه است.

۲- انجماد آب مواد بیوشیمییک مکانیسم پدیده های فیزیکی و شیمیائی را بکلی از بین میبرد از این خاصیت در بیولوژی جهت دو منظور اساسی که عبارت از حفظ موجودات زنده و محصولات غذائی است استفاده میشود.

جهت نگهداری و حفظ اعضاء زنده حیوانات از درجات پائین حرارت (-196°C) استفاده میشود و باید انتظار داشت در آتیبه نزدیک بانک مخصوصی جهت حفظ اعضاء زنده حیوانات برای پیوند آنها به حیوانات دیگر ایجاد شود.

علاوه بر این در جراحی مغز و اعصاب و چشم چاقوهائی بکار برده میشود که در آنها ازت مایع

جریان دارد و یا قبلاً در این مایع فرو برده شده است و همچنین حفظ نطفه‌ی حیوانات برای تلقیح مصنوعی و تغییر نژاد آنها بوسیله برودت و ایجاد فریگوری کاملاً میسر شده است.

حفظ مواد خوراکی و نگهداری آنها در سردخانه‌ها یک موضوع عادی است فقط نکته‌ای که حائز اهمیت است آنکه بعضی از مواد خوراکی در اثر سرما و برودت و انجماد از نظر خوراکی بودن آسیب پذیرند گرچه این مشکل با استفاده از طریقه‌های شیمیائی و آغشته کردن مواد خوراکی بمواد شیمیائی حل شده معدلک تجربه و تحقیق نشان داده است که سرعت انجماد اولیه نیز تأثیر فراوانی دارد و چنانچه این مواد با سرعتی بیش از سرعت معمولی منجمد شوفند احتیاجی بمواد شیمیائی که بنوبه خود مضرند نمیباشد از اینجا مسئله سرعت انجماد در ابتدای کار پیش می‌آید که جداگانه باید مورد بحث قرار گیرد.

۲- نقصان تحرك ملكولها بوسیله برودت در الکترونیک و مخصوصاً در مازر Maser مورد استفاده است نقل و انتقال تصاویر تلویزیونی از طریقه قمر مصنوعی بوسیله این دستگاهها با استفاده از هلیوم مایع انجام میشود.

پدیده هدایت الکتریکی

قابلیت هدایت الکتریکی Hyperconductivité :

ما میدانیم در اثر نقصان درجه حرارت قابلیت هدایت الکتریکی زیاد میشود در درجات حرارت پائین این پدیده با شدت بیشتری بوجود می‌آید مثلاً مقاومت الکتریکی آلومینیم خیلی خالص (که ناخالصی آن در حدود ۲ تا ۳ قسمت در یک میلیون است) در 4.2°K هزار برابر کم تر میشود این پدیده در آزمایشگاه الکترونیک برای ایجاد میدان مغناطیسی و تولید انرژی الکتریکی مورد استفاده است.

ازدیاد قابلیت هدایت الکتریکی سوپراکندوکتور Supraconductivité :

عبارتست از خاصیت بعضی از فلزات و آلیاژها است که در درجات حرارت پائین نزدیک به حرارت هلیوم مایع دارای مقاومت الکتریکی تقریباً صفر میباشند این پدیده فیزیکی قابل برگشت است و از آن در الکترونیک استفاده میشود در حال حاضر بوینهاهی سیم پیچی شده سوپراکندوکتور در بازار تجارتی موجود است که بمصرف تهیه میدانهای مغناطیسی بسیار شدید مصرف میشود.

باید انتظار داشت حمل و نقل انرژی الکتریکی بوسیله کابلهای از آلیاژهای مخصوص انجام گیرد که داخل آن مایعات مبرد جریان دارد.

بالاخص در حال حاضر در ماشینهای حساب و کمپوترها این سیم پیچیها مصرف میشوند و با ایجاد میدانهای مغناطیسی شدید حجم دستگاه را کم می‌کنند.

نتیجه :

با یادآوری قسمتی از موارد استعمال درجات حرارت پائین و برودت در صنایع مختلف و آزمایشگاهها میتوان با اهمیت دستگاههای مبرد که روز بروز در توسعه میباشند پی برد و مخصوصاً در آزمایشگاههای صنایع اتمی از نظر مطالعه تحرك الکترونها و مسیر آنها تحت تأثیر میدانهای مقناطیسی شدید موضوع ایجاد برودت تحت مطالعه و تحقیق میباشد و مخصوصاً هیچکس نمیداند که در اثر برودت و حرارتهای خیلی پائین چه قسمت از خواص فیزیکی و شیمیائی اجسام چه تغییراتی مینماید چه بسا اتفاق افتد که در اثر این مطالعات اغلب قوانین عمومی فیزیکی و شیمیائی دستخوش تغییرات جدیدی شوند.

نقل از مجلات خارجی *Revue des Arts et Manufactures*.