دما و گرما

در عکس های دما نگاشت حرارتی ، مناطق با رنگ روشن دمای بیشتری دارند و نقاط تیره دمای کمتری دارند

دما : کمیتی نسبی و مقایسه‌ای است که سردی و گرمی یک جسم را مشخص می‌کند .

کمیت دماسنجی : هر مشخصه قابل اندازه گیری است که با گرمی و سردی جسم تغییر کند .

اساس کارهٔ دماسنج‌ها ، تغییر کمیت دماسنجی است .

ساده ترین و رایج ترین دماسنج ها ، دماسنج الکلی و جیوه‌ای است که ارتفاع مایع درون دماسنج کمیت دماسنجی است .

چون جیوه بسیار سمّی است امروزه بیشتر از الکل استفاده می‌شود

مقیاس های دما : سلسیوس - سانتی گراد - فارنهایت - کلوین

برای دمای عالم حدّ بالائی وجود ندارد . کلوین کمترین دمای ممکن $-273/15^{\circ}C$ است که به صفر معروف است

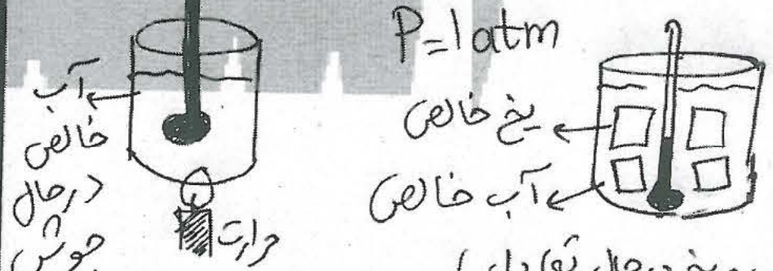
رابطهٔ بین درجهٔ سانتی گراد و کلوین :

$$T_{(k)} = \theta_{(^{\circ}C)} + 273$$

قانون صفرم ترمودینامیک : امکان ندارد دمای نقطه‌ای صفر کلوین شود یعنی $-273/15^{\circ}C$ گردد .

مقیاس دما برحسب درجهٔ سلسیوس مبتنی بر دو نقطهٔ ثابت در فشار جوّ متعارف ($1atm$) است .

$P = 1atm$



(آب و یخ در حال تعادل)

$0^{\circ}C$ = عدد

$100^{\circ}C$ = عدد

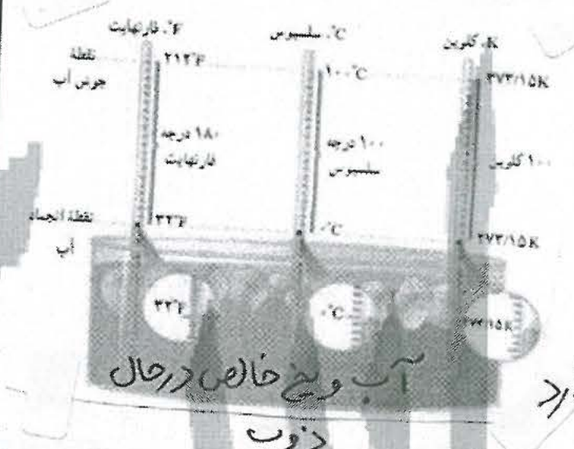
بین این دو عدد را به صد درجه مساوی تقسیم می‌کنیم

سانتی گراد ← یعنی $\frac{1}{100}$ درجه (سانتی) (گراد)

دانلود از اپلیکیشن پادرس

نکات :

① اندازه تقسیم بندی کلوین و °C یکسان است و فقط شروع آنها ۲۷۳ واحد فرق دارد



② اندازه تقسیم بندی °F نسبت به °C ، ۱/۸ برابر بزرگتر است و شروع آنها ۳۲ واحد فرق دارد.

انرژی درونی : مجموع انرژی های پتانسیل و جنبشی کل ذرات جسم است

متوسط انرژی جنبشی ذرات یک جسم با دمای آن متناسب

جسم	دما	متوسط انرژی جنبشی	انرژی درونی	جرم	اگر تماس دهیم
کوه یخ			✓	✓	✓	گرما از میخ
میخ داغ	✓	✓				به کوه می رود
یک لیوان آب	مساوی	مساوی				تبادل گرما در
آب استخر	مساوی	مساوی	✓	✓	✓	نهایت صفر

نشان دهید تغییر دمای کلوین و درجه سانتی گراد برابر است؟

$T_2 = \theta_2 + 273$

$T_1 = \theta_1 + 273$

تفریق می کنیم

$T_2 - T_1 = \theta_2 - \theta_1$

$\Delta T = \Delta \theta$

دمای یک اتاق $27^\circ C$ است و دراثر حرارت $3^\circ C$ زیادی شود. دمای پایانی چند °C و چند K است؟

$\theta_1 = 27^\circ C \longrightarrow T_1 = 27 + 273 = 300\ K$

$\theta_2 = 30^\circ C \longrightarrow T_2 = 30 + 273 = 303\ K$

مقیاس دما که به خصوص در هواشناسی کاربرد دارد فارنهایت است :

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

دمایی را پیدا کنید که مقیاس کلوین آن ۴ برابر درجه °C باشد. این دما چند K و °C و °F است؟

$T = 3\theta$ و $T = \theta + 273 \longrightarrow 4\theta = \theta + 273$

$3\theta = 273 \rightarrow \theta = 91^\circ C \longrightarrow T = 3 \times 91 = 273\ K$

$F = \frac{9}{5}\theta + 32 = \frac{9}{5} \times 91 + 32 = 195/8\ ^\circ F$

دانلود از اپلیکیشن پادرس

$$\frac{A - \text{دمای پایین}}{\text{دمای پایین} - \text{دمای بالا}} = \frac{B - \text{دمای پایین}}{\text{دمای پایین} - \text{دمای بالا}}$$

درجه بندی A درجه بندی B

در درجه بندی فارنهایت نقطه پائین ۳۲ و نقطه بالا ۲۱۲ است چه رابطه‌ای بین فارنهایت و سانتی گراد است؟

$$\frac{F-32}{212-32} = \frac{\theta - 0}{100 - 0} \rightarrow F = \frac{9}{5}\theta + 32$$

یک دماسنج را خودمان درجه‌بندی می‌کنیم و روبروی $0^\circ C$ عدد -10 و روبروی $100^\circ C$ عدد $+40$ را می‌نویسیم عدد صفر این دماسنج چند $^\circ C$ است؟

$$\frac{0-(-10)}{40-(-10)} = \frac{\theta - 0}{100 - 0} \rightarrow \frac{10}{50} = \frac{\theta}{100} \rightarrow \theta = 20$$

در دمای صفر کلوین، انرژی جنبشی و انرژی درونی جسم صفر نیست ولی کمترین مقدار خود است.

ساختمان‌های بنیادی بندناف باید در دمای $-196^\circ C$ در محفظه‌هایی دوجداره که لایهٔ خلأ بین آنهاست و نیتروژن مایع دور آن است نگهداری شود.

درجه دمایی $^\circ C$ و $^\circ F$ هم عددند؟

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

$$T = 233K, \quad F = -40^\circ F, \quad \theta = -40^\circ C$$

دانشمندان سه دماسنج را به عنوان دماسنج معیار قبول کرده‌اند: دماسنج گازی - دماسنج پلاتینی

تف سنج یا بیرومتر

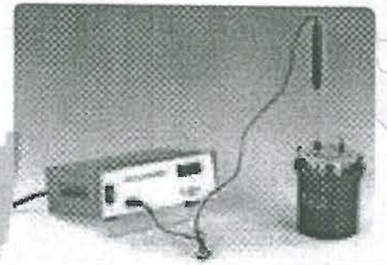
تا پیش از سال ۱۹۹۰ دماسنج ترموکوپل هم معیار بود ولی چون دقت آن از بقیه کمتر است کنار گذاشته شد.

مثال) در نوعی از ترموکوپل‌ها گسترهٔ دماسنجی $-270^\circ C$ تا $+1372^\circ C$ است این گستره چند $^\circ F$ و چند $^\circ C$ و چند K است؟

$$\Delta\theta = \Delta T = 1642 \qquad \frac{\Delta F}{1F} = \frac{1.8C}{1642} \rightarrow \Delta F = 912.2$$

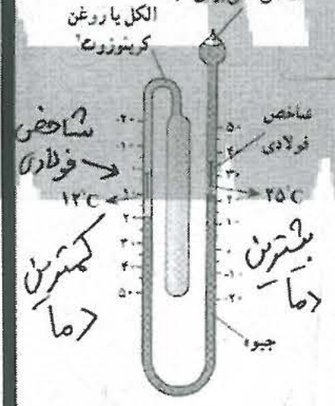
دانلود از اپلیکیشن پادرس

(ب) دماسنج تابشی که بر اساس آشکارسازی شدت تابش گرمایی کار می‌کند.



در این تصویر دمای یک گرماسنج به روش الکتریکی اندازه‌گیری می‌شود.

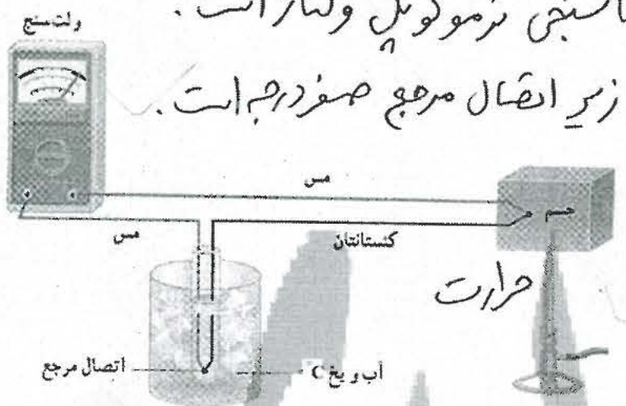
با دماسنج روبرو بیشینه و کمینه دما قابل محاسبه است و در مراکز هواشناسی، باغداری و گل و گیاه کاربرد دارد.



وقتی دما زیاد می‌شود الکل یا روغن کریوزوت از مخزن منبسط می‌شود و در شاخه چپ پایین می‌رود ولی آن شاخص فولادی را پایین نمی‌برد و در عوض جیوه در سمت راست شاخص را حرکت می‌دهد (یعنی شاخص فقط با جیوه بالا و پایین می‌رود) البته برای تنظیم از آهنربا کمک می‌گیرند

✓ کمیت دماسنجی ترموکوپل ولتاژ است.

✓ در طرح زیر اتصال مرجع صفر درجه است.



✓ وقتی دمای جسم تغییر کند، ولتاژ تولیدی هم تغییر می‌کند.

✓ اگر سیم‌ها از جنس (Ni+Cr) کرومل و (Ni+AL+Mn) آلومل باشند گسترهٔ دماسنجی ← (از ۲۷۰- تا ۱۳۷۲) درجه سانتی‌گراد

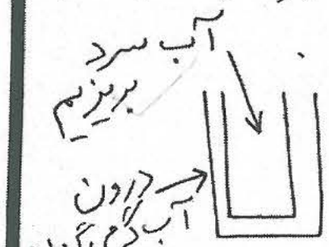
یعنی گسترهٔ دماسنجی ترموکوپل ثابت نیست و به جنس سیم‌های آن بستگی دارد.

دو مزیت ترموکوپل: ① کوچک بودن جرم نقطه اتصال که باعث می‌شود پس از تماس با جسم مجهول، بلافاصله به تعادل گرمایی برسد و سریع دما را نشان دهد.

② می‌توانند در وسایل الکتریکی و گرمایی و سرمایی استفاده شوند

دانلود از اپلیکیشن پادرس

انبساط گرمائی : ✓ باز کردن در ظرف شیشه‌ای با ریختن آب گرم روی در آن .



✓ جدا کردن دو لیوان درهم فرورفته

✓ مادهٔ پرکنندهٔ دندان باید دارای همان مشخصه‌های فیزیکی (انبساط گرمائی) دندان را داشته باشد تا وقتی محیط دهان سرد و گرم می‌شود ایجاد درد و شکستگی نکند

قفل و کلید برای راحت عمل کردن از یک جنس باشند (باهم و به یک مقدار بزرگ و کوچک شوند)

اگر چارچوب درها و یا پنجره‌ها به دقت انتخاب نشود ممکن است در گیر کند و یا شیشه بشکند .

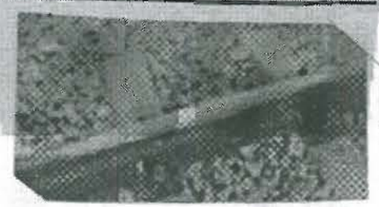
بیشتر اجسام با افزایش دما حجمشان زیاد می‌شود و با کاهش شد دما ، حجمشان کاهش می‌یابد .

گلوله	حلقه	نوع حرکت
۱۰۰	۳۰	عدم عبور
۳۰	۱۰۰	عبور آزاد
۱۰۰	۱۰۰	عبور مماس

(عبور مماس)

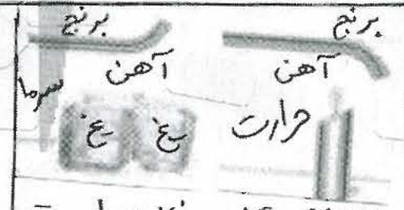
ریل بابست مخصوص قدیمی (فاصله بین قطعات)

ریل آهن یکپارچه قدیمی (انبساط پیدا کرده است)

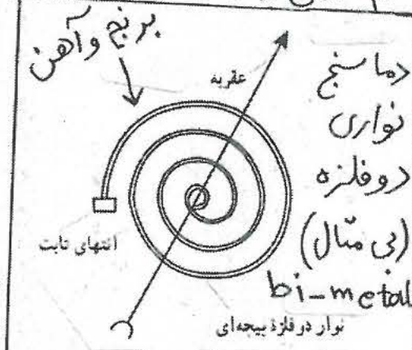


ریل آهنی یکپارچه جدید (انبساط پیدا نمی‌کند)

در این روش ریل با پیچ و مهره محکم نمی‌شود بلکه با بست قوی ثابت می‌شود که انبساط و انقباض در کل طول ریل به آزادی رخ می‌دهد

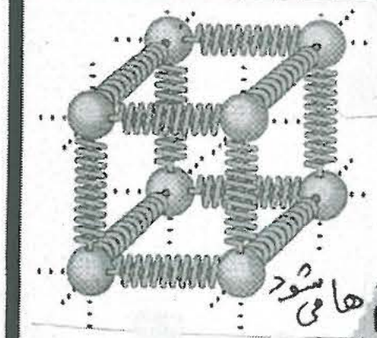


خم شدگی تیغه مخالف است



دماسنج نواری دوفلزه (بی متال) bi-metal

دانلود از اپلیکیشن پادرس



شکل ۱۲ـ۱۴ در جامدها، نیروی بین اتمی مثل فنر عمل می‌کند.

توجه علت انبساط جامدات در اثر گرما، که باعث افزایش فاصله متوسط بین اتم‌ها می‌شود

نوعی از دماپا (ترموستات)

✓ اساس ساخت همان دماسنج نواری دوفلزه است.

✓ می‌توان گفت دما مانند یک کلید قطع و وصل جریان الکتریکی عمل می‌کند که اغلب از نوارهای دوفلزه به عنوان حسگرهای گرمایی استفاده می‌شود.

گرم شدن ↑ سرد شدن ↓

فرمول انبساط طولی

$\Delta L = L_1 \alpha \Delta\theta$

ΔL تغییر طول

L_1 طول اولیه

$\Delta\theta$ تغییر دما

$\Delta\theta$ (ΔT) ↳ °C یا K

α ضریب انبساط طولی

یا خطی $\frac{1}{°C}$ یا $\frac{1}{K}$

ماده	ضریب انبساط طولی $\frac{1}{K}$
الماس	$1/2 \times 10^{-6}$
شیشهٔ پیرکس	$3/2 \times 10^{-6}$
شیشهٔ معمولی	9ـ12×10^{-6}
فولاد	11ـ13×10^{-6}
بتون	10ـ14×10^{-6}
مس	17×10^{-6}
برنج	19×10^{-6}
آلومینیم	23×10^{-6}
سرب	29×10^{-6}
یخ (در °C ۰)	51×10^{-6}

توجه α علاوه بر جنس جسم، اندکی هم به تغییر دما بستگی دارد ولی در مسائل آن را نادیده می‌گیریم

توجه α برای بتون و فولاد تقریباً برابر است و در عمران از ترکیب آنها بتون آرمه (بتون مسلح) ساخته می‌شود که در برابر تغییر دما بسیار مقاوم است

دانلود از اپلیکیشن پادرس

اگر $\alpha = 5\times10^{-6}$ باشد چقدر دما تغییر کند :

الف) تغییر طول ۱٪ طول اولیه باشد.

$\Delta L = L_1 \alpha \Delta\theta \longrightarrow 1 = 100\times5\times10^{-6}\Delta\theta$

$\Delta\theta = \frac{1}{5\times10^{-4}} = 2000\ ^\circ C$ $\quad \Delta\theta = \pm 2000\ ^\circ C$

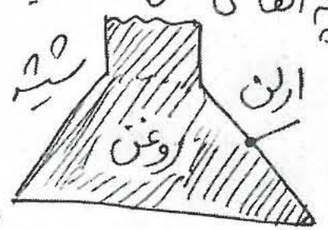
ب) طول جدید ۹۹٪ طول اولیه باشد.

$\Delta L = L_1 \alpha \Delta\theta \longrightarrow L_2 - L_1 = L_1 \alpha \Delta\theta$

$\frac{99}{100}L_1 - L_1 = L_1 \times 5\times10^{-6}\times\Delta\theta$

$-\frac{1}{100} = 5\times10^{-6}\Delta\theta \longrightarrow \Delta\theta = -2000\ ^\circ C$

اگر دما $2000\ ^\circ C$ زیاد شود چه اتفاقی می افتد؟



$\Delta V = V_1 \beta \Delta\theta$

روغن $\Delta V = 2000\times49\times10^{-5}$

روغن $\Delta V = 3{,}0\ cm^3$

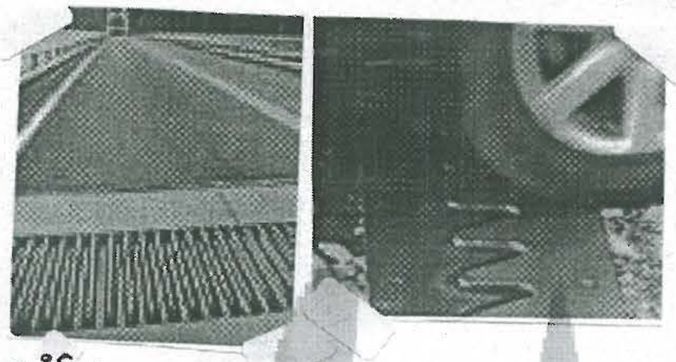
شیشه $\Delta V = V_1(3\alpha)\Delta\theta$

$\Delta V = 0{,}2\ cm^3$

$\beta_{روغن} = 49\times10^{-5} = \beta$

$\alpha_{شیشه} = 9\times10^{-6}$

$\Delta V = 3{,}2\ cm^3$ روغن سرریز شده $V = 2000\ cm^3$ اولیه



پلی فولادی به طول $1158\ m$ بین دو دمای $\pm 50\ ^\circ C$ ($\alpha = 13\times10^{-6}$) حداکثر چند متر تغییر طول دارد؟

$\Delta L = L_1 \alpha \Delta\theta = 1158\times13\times10^{-6}\times100$

$\Delta L = 1{,}5\ m$

در عمل این $1{,}5\ m$ را به چندین قسمت کوچکتر تقسیم می کنند و از بست هایی به نام بست انبساط انگشتی استفاده می کنند.

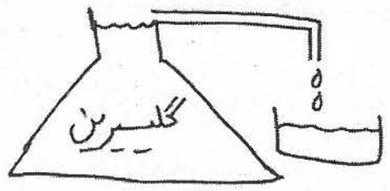
(نوعی فلز)

انبساط طولی ΔA : اثبات فرمول

a_1	A_1	$A_2 - A_1 = \Delta A$
b_1		$(a_1+\Delta a)(b_1+\Delta b) - a_1 b_1 = \Delta A$
$a_1+\Delta a$	A_2	$a_1\Delta b + b_1\Delta a + \Delta a\,\Delta b = \Delta A$
$b_1+\Delta b$		$a_1 b_1 \alpha\Delta\theta + b_1 a_1 \alpha\Delta\theta + 0 = \Delta A$ (ناچیز)

$\Delta A = a_1 b_1 (2\alpha\Delta\theta) = A_1(2\alpha)\Delta\theta$

دانلود از اپلیکیشن پادرس



توجه: اگر با یک لوله روغن خروجی را به ظرف مدرّج منتقل می‌کردیم و حجم مایع خروجی را به دست می‌آوردیم:

$\Delta V_{(\text{مایع خروجی})} = \Delta V - \Delta V$

$\Delta V_{(\text{مایع خروجی})} = V_1 \beta \Delta\theta - V_1 (3\alpha \Delta\theta)$

(معلوم) (معلوم) (معلوم) (معلوم) (معلوم) (معلوم)

یعنی ضریب انبساط حجمی گلیسیرین به دست می‌آید.

طولی: $\Delta L = L_1(1\alpha)\Delta\theta \longrightarrow L_2 = L_1(1+\alpha\Delta\theta)$

سطحی: $\Delta A = A_1(2\alpha)\Delta\theta \longrightarrow A_2 = A_1(1+2\alpha\Delta\theta)$

حجمی: $\Delta V = V_1(3\alpha)\Delta\theta \longrightarrow V_2 = V_1(1+3\alpha\Delta\theta)$

چگالی: $\Delta\rho = \rho_1(3\alpha)\Delta\theta \longrightarrow \rho_2 = \rho_1(1+3\alpha\Delta\theta)$

1α و 2α و $3\alpha = \beta \longrightarrow$ یکا $= \frac{1}{K} = \frac{1}{^\circ C}$ (برحسب سانتی گراد) (برکلوین)

افزایش دما که به طور معمول موجب افزایش حجم اجسام می شود، بر جرم آنها تأثیری ندارد. به همین دلیل انتظار داریم که چگالی اجسام با افزایش دما کاهش یابد. رابطهٔ چگالی با تغییر دما به صورت $\rho_2 = \rho_1/(1+\beta\Delta T)$ است که در آن ρ_1 و ρ_2 به ترتیب چگالی ماده در دماهای T_1 و T_2، β ضریب انبساط حجمی و $\Delta T = T_2 - T_1$ است. الف) رابطهٔ چگالی با تغییر دما را به دست آورید.

ب) نشان دهید با تقریب مناسبی می توان چگالی جسم را از رابطهٔ $\rho_2 = \rho_1(1-\beta\Delta T)$ نیز به دست آورد.

$$\rho = \frac{m}{V} \longrightarrow \frac{\rho_2}{\rho_1} = \frac{V_1}{V_2}$$

$$\frac{\rho_2}{\rho_1} = \frac{V_1}{V_1(1+\beta\Delta\theta)} \times \frac{(1-\beta\Delta\theta)}{(1-\beta\Delta\theta)}$$

$$\frac{\rho_2}{\rho_1} = \frac{1-\beta\Delta\theta}{1-\beta^2\Delta\theta^2}$$ ← مرتبه (β^2) صفر

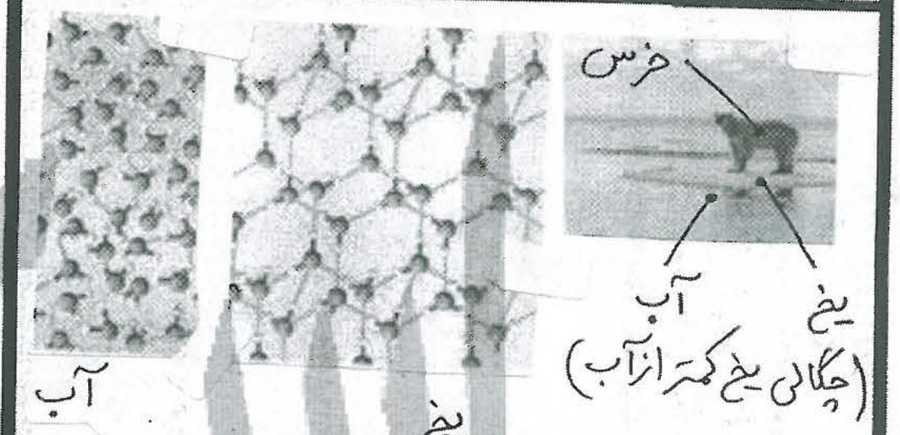
$$\rho_2 = \rho_1(1-\beta\Delta\theta)$$ عدد یک مساوی

ضریب انبساط خطی سرب $29\times10^{-6}\ \frac{1}{K}$ است اگر دما $200^\circ C$ زیاد شود چگالی چند برابر می‌شود

$$\frac{\rho_2}{\rho_1} = 1+3\alpha\Delta\theta = 1+3\times29\times10^{-6}\times200$$

$$\rho_2 = 0/98\,\rho_1$$

دانلود از اپلیکیشن پادرس

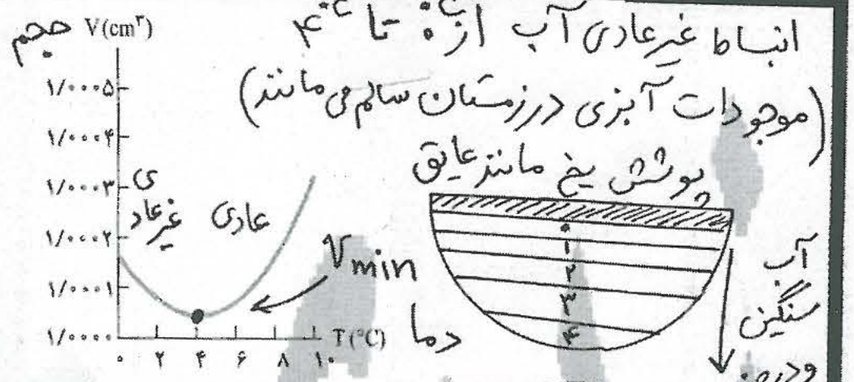


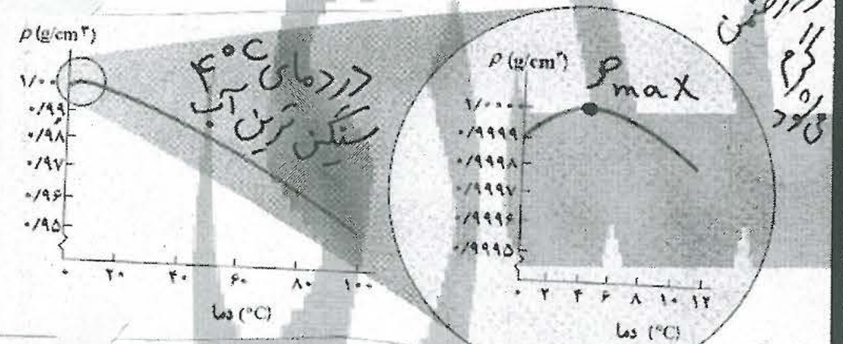
(چگالی یخ کمتر از آب)

در شکل وسط هر نقطه همان مولکول آب است. در واقع یخ از بلورهای مولکول آب درست می‌شود. برای تولید بلور نظم خاصی لازم است یعنی فاصله مولکول‌ها باید از حدی معین بیشتر شود درست مثل اینکه شاگردان یک مدرسه به صف می‌شوند در شکل سمت چپ یخ به آب تبدیل شده و نظم بلوری آن برهم خورده و فاصله مولکول‌ها کم‌تر گردیده است از ۰ تا ۴ درجه هنوز بقایای ساختار بلوری (مولکولی) یخ در آب وجود دارد و از ۴ درجه به بعد دیگر رفتار آب عادی شده است.

انباط غیرعادی آب از ۰°C تا ۴°C

(موجودات آبزی در زمستان سالم می‌مانند)

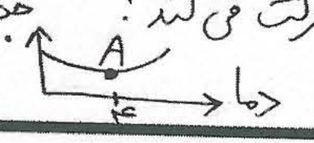




در دما سنج مقابل آب وجود دارد و دمای محیط ۴°C است. اگر دمای محیط ۲°C تغییر کند محل ستون آب از نقطه A چگونه حرکت می‌کند؟

$\Delta\theta = +2^{\circ}C$

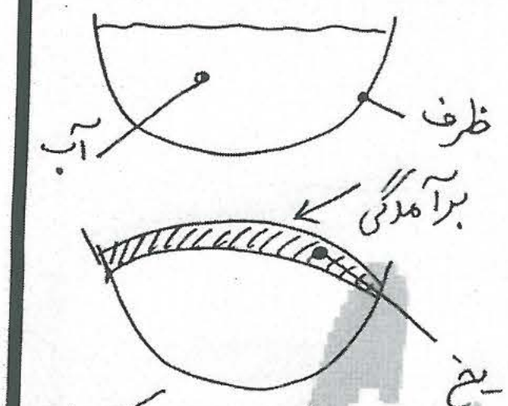
$\Delta\theta = -2^{\circ}C$



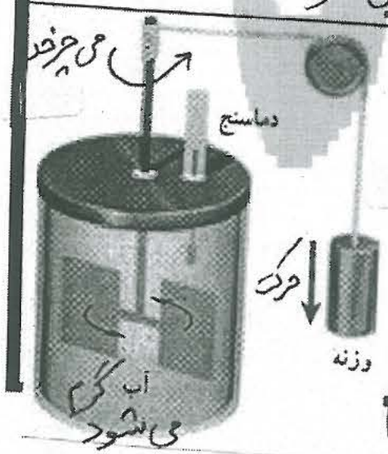
(در هر دو حالت ستون بالا می‌رود)

دانلود از اپلیکیشن پادرس

اگر این مجموعه سرد شود چه شکلی ایجاد می‌گردد؟



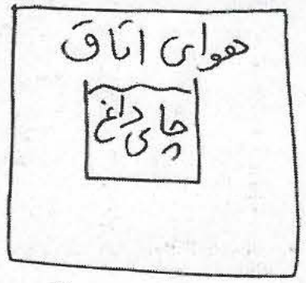
چون وقتی سطح آب یخ می‌بندد حجمش بیشتر می‌شود از طرف دیگر آب که مایع است و تراکم ناپذیر می‌باشد و یخ نمی‌تواند آن را متراکم کند پس حجم اضافی را به صورت برآمدگی در مرکز و بالای سطح خارج خود نشان می‌دهد.



گرما: صورتی از انرژی است که به دلیل اختلاف دما از مکانی با دمای زیاد به مکانی با دمای کم می‌رود $Q(J)$

آزمایش ژول: کار نیروی وزن برابر گرمای لازم برای افزایش دما

تا پیش از قرن نوزدهم تصور می‌شد موجودی به نام کالریک از جسم گرم به جسم سرد منتقل می‌شود تا به تعادل برسند تا اینکه کنت رامفورد و جیمز ژول ثابت کردند که این پدیده‌ها چیزی جز انتقال انرژی نیست.



از نظر میکروسکوپی وقتی انتقال گرما رخ می‌دهد

وقتی دو جسم با دمای متفاوت را در تماس با یکدیگر قرار می‌دهیم، انرژی از جسم گرم به جسم سرد، منتقل می‌شود. با رسیدن به تعادل گرمایی، دیگر گرمایی منتقل نمی‌شود.

در انرژی گرمائی همواره نوعی انتقال مطرح است.

گرمای جسم A (غ) گرمای منتقل شده به جسم A (>)

در این تماس متوسط انرژی جنبش جسم Q کم می‌شود و متوسط انرژی جنبش جسم S زیاد می‌شود تا به تعادل گرمائی و دمای یکسان برسند

جسم	S	Q
	سرد	گرم

دانلود از اپلیکیشن پادرس

وقتی دماسنج به یک جسم تماس پیدا می‌کند پس از مدتی با آن هم‌دما می‌شود بنابراین عددی که نشان می‌دهد دمای خود دماسنج است که چون با آن جسم یکی است، ما آن را برای جسم در نظر می‌گیریم.

$Q = m c \Delta\theta$ → تغییر دما (K) یا ($^\circ C$)

Q: گرمای مبادله شده (J)

m: جرم (kg)

c: گرمای ویژه ($\frac{J}{kg.K}$)

گرمای ویژه مقدار گرمائی است که باید به یک کیلوگرم از یک جسم بدهیم تا دمای آن $1^\circ C$ یا $1 K$ زیاد شود. گرمای ویژه جسم به جنس جسم و دمای جسم بستگی دارد.

$Q = mc\Delta\theta \rightarrow Q = C\Delta\theta$

C ($\frac{J}{K}$) ظرفیت گرمائی است، یعنی مقدار گرمائی که باید به جسم بدهیم تا دمایش $1^\circ C$ یا $1 K$ بالا برود و به جرم و جنس جسم بستگی دارد.

وقتی می‌گوئیم ظرفیت گرمائی یک جسم $50 \frac{J}{K}$ است یعنی اگر به آن جسم $50 J$ گرما بدهیم دمایش $1^\circ C$ زیاد می‌شود.

وقتی می‌گوئیم گرمای ویژه جسمی $50 \frac{J}{kg.K}$ است یعنی اگر به $1 kg$ از آن جسم $50 J$ گرما بدهیم دمایش $1^\circ C$ زیاد می‌شود.

نباید کلمه ظرفیت گرمائی ما را دچار این توهم کند که ظرفیت گرمائی عددی محدود است، بلکه $C = mc$ جرم می‌تواند خیلی خیلی زیاد باشد مثلا جسم اقیانوس

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

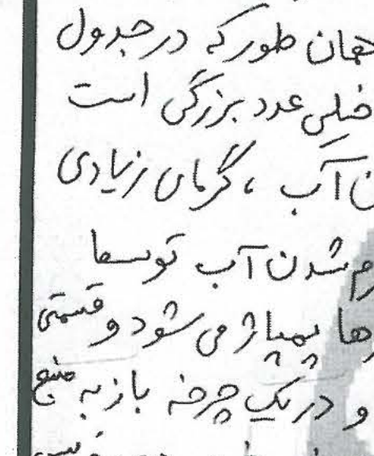
ماده	گرمای ویژه ($J/kg.K$)
سرب	۱۲۸
تنگستن	۱۳۴
نقره	۲۳۶
مس	۳۸۶
آلومینیم	۹۰۰

یخ	۳۸۰
نوعی فولاد (آلیاژ آهن با ۲٪ کربن)	۴۵۰
فولاد زنگ‌نزن	۴۹۰
گرانیت	۷۹۰
بتون	۸۰۰
شیشه	۸۴۰
یخ	۲۲۲۰

مایعات	
جیوه	۱۴۰
اتانول	۲۴۳۰
آب دریا	۳۹۰۰
آب	۴۱۸۷

دانلود از اپلیکیشن پادرس

چرا آب مایع مناسبی برای خنک کردن در رادیاتور خودروها و شوفاژهاست؟ همان طور که در جدول ملاحظه شد گرمای ویژه آب خیلی عدد بزرگی است یعنی جوش آوردن یا منجمد کردن آب، گرمای زیادی می خواهد. در منازل پس از گرم شدن آب توسط مشعل شوفاژ، آب به رادیاتورها پمپاژ می شود و قسمتی از گرمای خود را به آتاق ها می دهد و در یک چرخه باز به منبع برمی گردد. در خودروها هم یک چرخه رخ می دهد و پس از اینکه آب با گرمای موتور داغ شد توسط واتر پمپ به رادیاتور می رسد و با حرکت هوای پروانه فن یا پره های رادیاتور، آب خنک می شود.



اگر جرم گلوله ها یکی باشد و هر سه گلوله در آب در حال جوش به دمای صد درجه برسند و بام روی پارافین قرار گیرند در پایان آنکه گرمای ویژه بیشتری دارد بیشتر در پارافین فرو می رود

زیرا گرمای بیشتری مبادله می کند

$AL > Fe > Cu$

کالری مقدار گرمایی است که ظرف درپوش دار و عایق بندی شده برای آزمایش ۴ ی گرماست (فرض می شود با محیط تبادل گرمایی ندارد)

مول: به $6/02\times10^{23}$ عدد از یک واحد قابل شمارش مول می گوئیم. یک مول اتم $= 6/02\times10^{23}$ اتم

یک مول مولکول $= 6/02\times10^{23}$ مولکول

یک مول H_2 (مولکول هیدروژن) ۲ گرم جرم دارد. اگر در یک سرنگ ۵ mg هیدروژن باشد چند مولکول H_2 وجود دارد؟

$$5\,mg \times \frac{10^{-3}\,g}{1\,mg} = 5\times10^{-3}\,g$$

$$\frac{2\,g}{5\times10^{-3}\,g} = \frac{6/02\times10^{23}\ \text{مولکول}}{N} \longrightarrow N = 15/05\times10^{20}\ \text{مولکول}$$

اگر مقدار مول را می خواست $n = \frac{m}{M} = \frac{5\times10^{-3}}{2} = 2/5\times10^{-3}$

دانلود از اپلیکیشن پادرس

قاعده «دولن و پتی»: در اکثر فلزات مقدار گرمائی که لازم است به یک مول از آنها بدهیم تا دمای آنها یک کلوین بالا رود عدد ثابتی است و به جنس آنها بستگی ندارد: ($25 \frac{J}{mol.K}$) تقریباً

نکته: محدودهٔ دمائی خاصی وجود دارد که قاعدهٔ دولن و پتی در آن صدق می‌کند مثلاً برای مس فقط از ۵۰۰ تا ۷۰۰ کلوین درست است

A	B
۳۰°C	۲۰°C

تماس کامل

⟹ از A به B آن‌قدر گرما منتقل می‌شود تا هم‌دما شده و تعادل گرمائی رخ دهد: $30 > \theta_e > 20$

در این حالت هر جسم هر قدر گرما بدهد همان قدر گرما می‌گیرد و $Q = 0$ (خالص مبادله شده)

$C_{آب} = 4200 \frac{J}{kg.K} = 1 \frac{cal}{g.K}$ $\quad 1 cal = 4/2 J$

یک قیراط ۰/۲ g است. یک قطعه الماس ۴۴/۵ قیراط جرم دارد ($M_{کربن} = 12/011 \frac{g}{mol}$) تعداد اتم کربن این نمونه چند است:

$$۴۴/۵ \text{ قیراط} \times \frac{۰/۲ \text{ گرم}}{۱ \text{ قیراط}} = ۸/۹ g$$

$$\frac{12/011 g}{۸/۹} = \frac{6/02 \times 10^{23}}{N} \text{ اتم} \rightarrow N = 4/46 \times 10^{23}$$

روش دوم $\quad \frac{12/011 g}{۸/۹ g} = \frac{۱ \text{ مول}}{n} \rightarrow n = 0/74 mol$

$$N = n N_A = 0/74 \times 6/02 \times 10^{23} = 4/46 \times 10^{23}$$

گرمای ویژه مولی (هم حجم): مقدار گرمائی که در حجم ثابت باید به یک مول از ماده بدهیم تا دمایش ۱k زیاد شود.

گرمای ویژه مولی (هم فشار): مقدار گرمائی که در فشار ثابت باید به یک مول از ماده بدهیم تا دمایش ۱k زیاد شود

دانلود از اپلیکیشن پادرس

محدودهٔ دمائی مایعات دماسنجی (* آب از ۴ تا ۱۰۰)

ماده	انجماد	جوش
آب	۰	۱۰۰
جیوه	−۳۹	+۳۵۷
الکل	−۱۱۵	+۷۸

ماده	−۲۰۹	−۱۰۰	−۱۰	۳	۳۰	۹۰	۲۰۰	۳۰۰	۶۰۰
آب	×	×	×	×	✓	✓	✓	×	×
جیوه	×	×	✓	✓	✓	✓	✓	✓	×
الکل	×	✓	✓	✓	✓	✓	×	×	×

درون گرماسنج با ظرف گرمائی ناچیز $0.4\,kg$ آب $60^\circ C$ و یک قطعه مس صفر درجه و $500\,g$ آب $100^\circ C$ وارد می‌کنیم دمای تعادل $50^\circ C$ می‌شود جرم مس را بدست آورید. $c_{مس}=400\ \frac{J}{kg.K}$

$$Q_1+Q_2+Q_3=0$$
$$m_1c_1(\theta_e-\theta_1)+m_2c_2(\theta_e-\theta_2)+m_3c_3(\theta_e-\theta_3)=0$$
$$m_{مس}(400)(50-0)+0.4(4200)(50-100)+0.5(4200)(50-60)=0$$
$$m_{مس}\times 4\times 5+4\times 42\times(-5)+5\times 42\times(-10)=0$$
$$m_{مس}-4\times 21\times 5-5\times 21=0$$
$$m_{مس}=430.5\ g$$

جسم به جرم $0.25\,kg$ و دمای $3^\circ C$ را وارد ظرف عایقی حاوی $500\,g$ آب $25^\circ C$ می‌کنیم و دمای تعادل $21^\circ C$ می‌شود. گرمای ویژهٔ جسم چند است؟ (آزمایش محاسبهٔ گرمای ویژهٔ جسم)

$$Q_1+Q_2+Q_3=0$$
$$m_1c_1(\theta_e-\theta_1)+m_2c_2(\theta_e-\theta_2)+m_3c_3(\theta_e-\theta_3)=0$$
$$\frac{25}{100}c_1(21-3)+\frac{5}{10}(4200)(21-25)=0$$
$$c_1=1866\ \frac{J}{kg.^\circ C}$$

(درعمل ظرف عایق وجود ندارد) ← ظرف عایق $c\approx 0$

درون گرماسنج $100\,g$ آب $20^\circ C$ وجود داشت و $400\,g$ آب $80^\circ C$ اضافه شد و دمای تعادل آن $55^\circ C$ شد ظرفیت گرمائی گرماسنج را بدست آورید. (آزمایشی)

$$Q_1+Q_2+Q_3=0$$
$$m_1c_1(55-20)+100(4200)(55-20)+400(4200)(55-80)$$
$$m_1c_1(35)=-100\times 4200\times 35+400\times 4200\times 25$$
$$m_1c_1=780\ J/K$$

دانلود از اپلیکیشن پادرس

کمیت	نماد	فرمول	یکا	بردار	نرده	علامت
گرما	Q	$mc\Delta\theta$	J	×	✓	+ یا ۰ یا −
گرمای ویژه	c	c	$\frac{J}{kg.K}$	×	✓	+
ظرفیت گرمایی	C	mc	$\frac{J}{K}$	×	✓	+

توجه: وقتی به جسم گرما می دهیم $Q+$

وقتی از جسم گرما می گیریم $Q-$

شکل ۳۴ـ۲ اجزای یک گرماسنج بمبی

گرماسنج بمبی Bomb Calorimeter

نوعی گرماسنج که برای تعیین ارزش غذائی و اندازه گیری انرژی آزاد شده آنها هنگام سوختن استفاده می شود.

نمونه غذائی را در فنجان یا بوته که دارای اکسیژن است می گذارند و کل مجموعه را در آب قرار می دهند و از طریق سیم های اشتعال الکتریکی نمونه را می سوزانند در نتیجه آب گرم می شود و با محاسبهٔ گرمای منتقل شده به آب انرژی معادل آزاد شدهٔ آن جسم را بدست می آورند.

گذار از یک حالت (فاز) به حالت دیگر (فاز نهایی) را تغییر حالت (گذار فاز اولیه) می گوئیم.

جامد ⟵ مایع ⟵ گاز (بخار) ⟵ پلاسما

گاز با بخار فرق دارد ولی ما آن را در نظر نمی گیریم

تبدیل حالت ..... به ..... در دمای ثابت را ..... می گویند.

در مورد تصعید و چگالش باید بگوئیم بدون گذر از مایع و بطور مستقیم

تصعید ⟵ نفتالین

مستقیم از جامد به بخار

چگالش ⟵ برفک روی برگ و پنجره در زمستان

دانلود از اپلیکیشن پادرس

نقطهٔ ذوب : دمای ثابتی است که اگر جامد در آن قرار گیرد به مایع تبدیل می‌شود

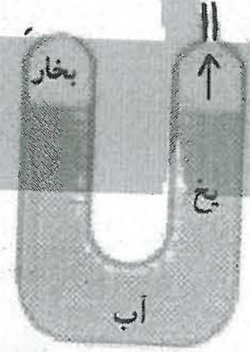
نقطه ذوب به جنس جسم و فشار وارد بر آن بستگی دارد

به جز چند حالت استثنائی ، حجم جامدهای بلورین هنگام ذوب شدن زیاد می‌شود در اکثر جامدهای بلورین حجم بلورهای جامد از حجم مولکول‌های مایع آن جسم کم‌تر است ، ولی در مورد یخ دیدیم که حجم بلورهای یخ از آب بیشتر بود .

معمولاً با افزایش فشار ، نقطهٔ ذوب بالا می‌رود ولی در بعضی از جامدات برعکس است . در مورد یخ ، افزایش فشار اندکی نقطهٔ ذوب را پائین می‌آورد (کاهش نقطهٔ ذوب ناچیز)

جامدهای خالص و بلورین نقطهٔ ذوب معین دارند ولی جامدهای ناخالص و بی شکل پیش از ذوب شدن خمیری شکل می‌شوند و به جای آنکه در یک دما ذوب شوند در یک گسترهٔ دمائی ذوب می‌شوند .

در شکل با خروج هوا فشار هوا کم می‌شود اگر به فشار ۴/۵۸ mmHg معادل ۶۱۲ پاسکال برسیم در دمای ۰/۰۱°C هر سه حالت فازی آب (یخ - آب - بخار) به تعادل می‌رسند که به این حالت نقطهٔ سه‌گانه آب می‌گویند .

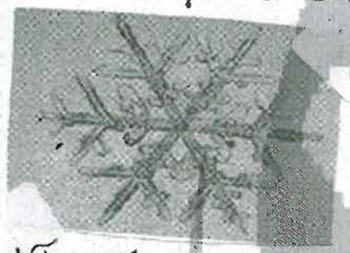


کاهش فشار هوا ، نقطهٔ اینجا را بالا و نقطهٔ جوش را پائین می‌آورد .

دانلود از اپلیکیشن پادرس

مخلوط آب و یخ در حال تعادل (یخ در حال ذوب) دمای ثابت صفر درجه

عمل ذوب گرماگیر است تا جسم جامد که مولکول هائی با ساختار صُلب (محکم) دارند



به ساختار مایع تبدیل شوند

نکته: برف و یخ هردو حالت جامد آب هستند ولی اگر دمای هوای محیط از بالای صفر درجه آرام آرام پائین آید، یخ تولید می شود (روی سطح زمین و یا تگرگ) ولی اگر ناگهان خنک شود بلورهای کوچک چند وجهی بصورت برف (چگالش) ایجاد می شوند.

L_F گرمای نهان ویژهٔ ذوب یا گرمای نهان ذوب: مقدار گرمای منتقل شده به جسم به جرم جسم $Q = m L_F$ در دمای ثابت تا از جامد به مایع (یا از مایع به جامد) تغییر حالت دهد.

جامد ⟵ ذوب ⟶ مایع

مایع ⟵ انجماد ⟶ جامد

$Q = +mL_F$ گرمای نهان ذوب جرم = گرمای ذوب

$Q = -mL_F$

گرمای نهان ذوب به جرم جسم بستگی ندارد و فقط به جنس آن وابسته است: L_F یخ $= 336 \frac{kJ}{kg}$ (در امتحان)

در سطح دریای آزاد		در ارتفاعات
$P = 1\ atm$		$P = 0.9\ atm$
$100\ ^\circ C$ نقطه جوش	↑ بالا می رود	$100\ ^\circ C$ نقطه جوش ↓ کم می شود
آب خالص	آب ناخالص	آب خالص
$0\ ^\circ C$ نقطه انجماد	↓ پائین می رود	$0\ ^\circ C$ نقطه انجماد ↑ زیاد می شود

پاشیدن نمک روی برف و یخ در زمستان، نقطه ذوب را پائین برده و آنها را ذوب می کند.

✓ وجود برف در قله ها در دمای بیش از صفر درجه (کاهش فشار با بالا رفتن نقطه انجماد)

✓ تخم مرغ در ارتفاع آب پز نمی شود (کاهش فشار، کاهش نقطه جوش)

(اگر کمی نمک بریزیم یا از ظروف دربسته استفاده کنیم آب پز می شود)

دانلود از اپلیکیشن پادرس

نقطه جوش نقره $96^{\circ}C$ و $C = 236 \frac{J}{kg.k}$ نقره و $L_F = 88,3 \frac{kJ}{kg}$ نقره می باشد چقدر گرما می تواند ۲۰۰ گرم نقره $60^{\circ}C$ را کاملاً ذوب کند؟

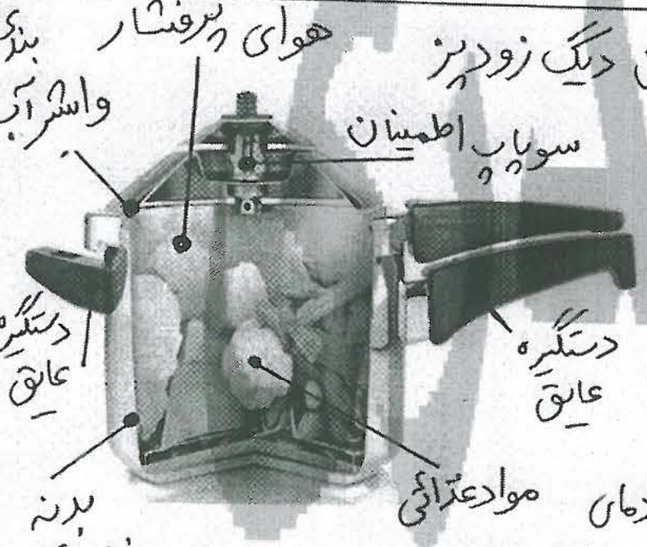
$Q_t = Q_1 + Q_2$

$60 \to 96$ ذوب $96 \to 96$

$Q = 4780$

$Q = mc\Delta\theta + mL_F = 0,2 \times 236 \times 90 + 0,2 \times 88300$

ساختمان دیگ زودپز



جالب است بدانیم جیوه در $-39^{\circ}C$ و یخ در $0^{\circ}C$ و گالیم (Ga) در $+29,8^{\circ}C$ ذوب می شوند.

آزمایشی که گرمای نهان ذوب یخ را بدست آورد.

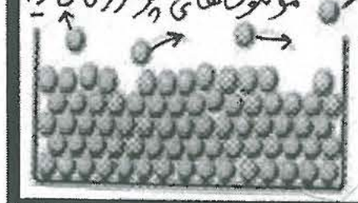
درون گرماسنجی که $C = mc$ معین دارد مقداری آب می ریزیم و مدتی صبر می کنیم دمای مجموعه θ_1 می شود تفاوت جرم ظرف و آب با جرم آب برابر است. از سوی دیگر یک قطعه یخ را از مجموعهٔ آب و یخ متعادل بیرون می آوریم و خشک می کنیم و وارد ظرف می کنیم مدتی بعد دمای تعادل را محاسبه می کنیم و جرم یخ را هم بدست می آوریم:

$$Q_{\text{یخ} \leftarrow \text{آب}} + Q_{\text{آب} \leftarrow \text{آب}} + Q_{\text{ظرف} \leftarrow \text{ظرف}} + Q_{\text{آب} \leftarrow \text{آب}} = 0$$

$$mL_F + mc(\theta_e - 0) + mc(\theta_e - \theta_1) + mc(\theta_e - \theta_1) = 0$$

(یخ: مجهول، آب، ظرف، آب)

تبدیل حالت مایع به بخار پیش از رسیدن به نقطهٔ جوش را تبخیر سطحی می گویند.



اگر دما زیاد شود و سطح تماس با هوا زیاد شود و غلظت مایع کم شود و فشار هوا کم شود تبخیر سطحی زیاد می شود از دیدگاه مولکولی در تمام این موارد شانس فرار مولکول ها زیاد می شود

دانلود از اپلیکیشن پادرس

تفاوت جوشیدن و تبخیر سطحی : ① جوشیدن کامل فقط در نقطه جوش رخ می دهد در حالیکه تبخیر سطحی در هر دمائی رخ می دهد ② جوشیدن در کل حجم مایع و با تولید حباب و صداهای تیز همراه است ولی تبخیر سطحی فقط در سطح مایع و خیلی آرام است

فرآیند تبخیر تا پیش از رسیدن به نقطه جوش را تبخیر سطحی و در نقطه جوش را جوشیدن می گوئیم در حالیکه هردو تبخیر هستند

در کوزه های سفالی آب به علت خاصیت مویینگی از درون به بدنه می رسد و از آنجا به علت تبخیر سطحی با گرفتن گرمای محیط تبخیر می شود و آب درون کوزه خنک می شود.

احساس خنکی از پوشیدن لباس نم دار و خشک شدن صورت و عرق کردن و مالیدن الکل بر پوست و خشک کردن عرق

وزش باد هم افزایش تبخیر سطحی است. طبق اصل برنولی

v زیاد ← P کم

باد → آب

از تبخیر سطحی و تفاوت نقطه جوش میعانات نفتی استفاده فراوان می برند، ابتدا کل نفت خام را به جوش می آورند و سپس بخار آن را سرد می کنند به ترتیب میعان های زیر رخ می دهد

گاز ← بنزین ← نفت سفید ← گازوئیل ← نفت سیاه ← گریس و قیر

تبخیر سطحی

گرمای نهان ویژه تبخیر یا گرمای نهان تبخیر $L_V\left(\frac{J}{kg}\right)$

نسبت گرمای لازم برای تبخیر به جرم مایع

$Q = m L_V$

گرمای نهان ویژه یا گرمای نهان تبخیر × جرم = گرمای تبخیر

L_V به جنس مایع و دمای مایع بستگی دارد

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

هرچه دمای مایع بیشتر باشد انرژی متوسط جنبشی مولکول ها هم بیشتر می شود و شانس فرار مولکول ها بیشتر می گردد و مایع سریعتر به جوش می آید.

(دما زیاد ← L_V کم)

تبخیر ← مایع به بخار ← $Q=+mL_V$ ← گرما گیر

میعان ← بخار به مایع ← $Q=-mL_V$ ← گرما زا

یادآوری : نقطه جوش به فشار هوای محیط هم بستگی دارد (افزایش فشار ← افزایش نقطه جوش) و این جدول براساس فشار 1 atm درست شده است.

دانلود از اپلیکیشن پادرس

برای تبخیر ۲۰۰g آب در دمای $50^\circ C$ چقدر گرما لازم داریم؟

دمای $50^\circ C \rightarrow L_v = 2374 \frac{kJ}{kg}$

$Q = mL_v = 0/2 \times 2374... = 4/75 \times 10^5$ J

درون یک کتری با توان $0/21\ kw$ به مقدار ۰/۲ لیتر آب $20^\circ C$ وجود دارد. چه مدت لازم است تا تمام آب به بخار آب $100^\circ C$ تبدیل شود.

$C_w = 4200$

$L_v = 2268 \times 10^3$

$Q = Q_1 + Q_2 = mc\Delta\theta + mL_v$

آب ۲۰° ← آب ۱۰۰° ، آب ۱۰۰° ← بخار ۱۰۰°

$Q = 0/2 \times 4200 \times 80 + 0/2 \times 2268000$

$Q = 67200 + 453600$

$P = \frac{Q}{t} \rightarrow t = \frac{520800}{0/21 \times 1000} = 2480\ s$

اگر بازده این کتری ۸۴٪ باشد چه مدت لازم است؟

$\frac{Ra}{100} = \frac{Q}{Pt} \rightarrow \frac{84}{100} = \frac{520800}{210t}$ $t = 2952$

حوض زیر بادگیر

بادگیر مکعبی

باد بعد از برخورد به بادگیرها، کاهش سرعت و افزایش فشار پیدا می‌کند (طبق اصل برنولی)

باد طبق اصل پاسکال به زیرزمین می‌رسد و دوباره طبق اصل برنولی با افزایش تندی و کاهش فشار هوای بالای حوض، آب تبخیر سطحی می‌شود و از محیط گرما می‌گیرد، این هوای سرد مجدداً به ساختمان می‌رود

بادگیر: P زیاد ← باد ← P کم: زیرزمین

حوض آب

آزمایش گرمای نهان ذوب (برای یک وسیله گرمائی با توان P معلوم)

$P = \frac{Q}{t} \rightarrow Q = Pt$

$mc\Delta\theta + mL_v = Pt$

(مقدار معینی آب از دمای θ_1 تا بخار $100^\circ C$ و مدت معلوم)

دانلود از اپلیکیشن پادرس

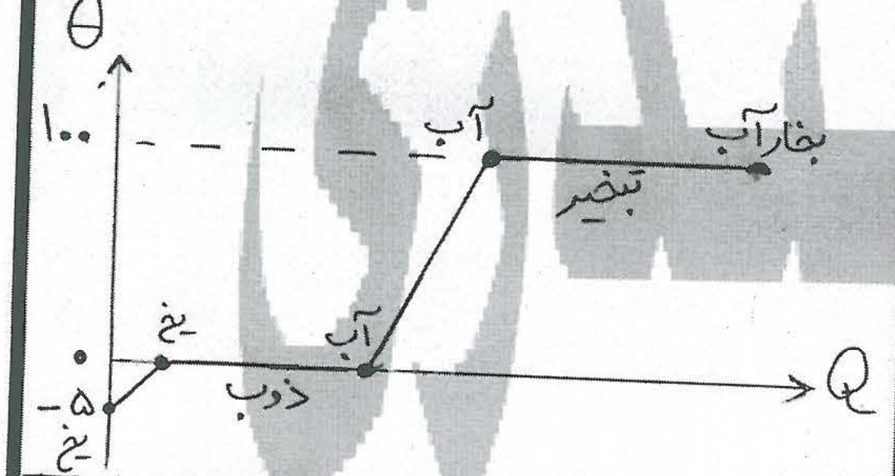
مراحل تبدیل یخ $-5^{\circ}C$ به بخار آب $100^{\circ}C$

یخ -5 ⟵ یخ 0 $\quad Q=mc\Delta\theta$

یخ 0 ⟵ آب 0 $\quad Q=mL_F$

آب 0 ⟵ آب 100 $\quad Q=mc\Delta\theta$

آب 100 ⟵ بخار آب 100 $\quad Q=mL_V$



$Q=-mL_V$ میعان	$Q=+mL_V$ تبخیر
گرما زا	گرما گیر

در مناطقی که رطوبت هوا زیاد می باشد، چون بخار هنگام تبدیل به آب، گرما تولید می کند احساس گرمی بیشتری می شود

تولید شبنم: در صبح به دلیل کم بودن دمای هوا بخار آب موجود در هوا هنگام برخورد با سطح برگ، گرمای خود را از دست داده و با میعان به قطره آب تبدیل می شوند.

توجه: بخار آب در فضای داخل حمام با برخورد به دیواره و شیشه حمام، گرما داده و میعان می کنند.

در یک روز زمستانی که دما صفر درجه است برای آنکه $50g$ از بخار آب روی شیشه میعان کند، چقدر به شیشه گرما می دهد؟ ($L_V=2490\ kJ/kg$ برای $0^{\circ}C$)

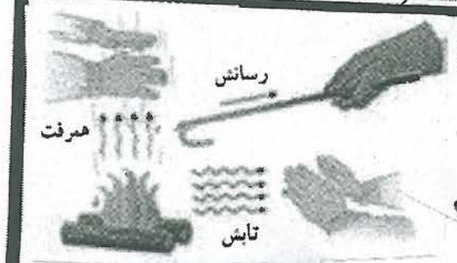
$$Q=-mL_V=-(50\times10^{-3}\ kg)(2490\times10^{3})$$

$$Q=-1/2\times10^{5}\ J$$

با اینکه می دانیم هنگام تغییر حالت دما تغییر نمی کند پس چرا انرژی درونی تغییر می کند؟ زیرا در هنگام تغییر حالت همهٔ گرمائی که مبادله می شود برای غلبه بر نیروهای بین مولکولی است و متوسط انرژی جنبشی تغییر نمی کند پس انرژی درونی = انرژی پتانسیل + انرژی جنبشی ثابت زیاد

دانلود از اپلیکیشن پادرس

روش های انتقال گرما
رسانش گرمائی و همرفت
و تابش. که ممکن است
هر سه روش هم در یک پدیده وجود داشته باشد.



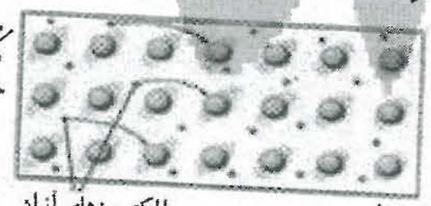
اختلاف دما ← عامل انتقال گرما

در نافلزها چون الکترون آزاد ندارند رساناهای خوب حرارتی نیستند

در نافلزات گرما صرفاً از طریق ارتعاش اتم‌ها انتقال می‌یابد. در شکل، این انتقال ارتعاشات توسط فنرها شبیه‌سازی شده است.

و به عنوان عایق در وسایل و در دیوارها و سقف ساختمان استفاده می شوند.

در فلزات علاوه بر ارتعاش اتمی، الکترون آزاد هم وجود دارد و چون الکترون ها خیلی کوچکتر و سریعتر از اتم‌ها هستند سهم بیشتری از اتم‌ها در رسانش دارند.



الکترون‌های آزاد

شکل ۳۶_۳۶ الکترون‌های آزاد با برخورد به یکدیگر و اتم‌ها موجب رسانش بهتری برای گرما می‌شوند.

عامل های موثر بر انتقال گرما به روش رسانش:

شکل ۳۶_۳۰ میله‌ای به طول L و مقطع A بین دو منبع با دماهای T_L و T_H قرار گرفته است.

گرمای منتقل شده از طریق رسانش $Q = \frac{KA\Delta\theta t}{L}$

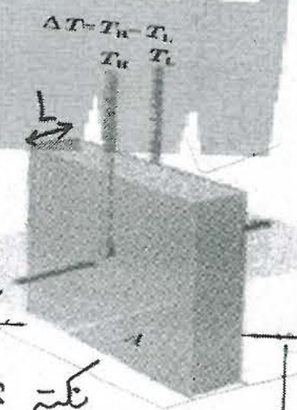
K رسانندگی گرمائی $\left(\frac{W}{mK}\right)$ یا $\left(\frac{J}{msK}\right)$

$\Delta T = T_H - T_L$

$H = \frac{Q}{t}$

$H = \frac{kA\Delta\theta}{L}$

آهنگ رسانش گرمائی



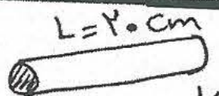
ضخامت تیغه یا بره

نکته: برای سرعت در پختن سیب زمینی می توان چند میخ به آن زد تا از طریق رسانش حرارت به مرکز آن برسد

نکته: اگر در یک روز سرد قطعه فلز و قطعه چوبی را لمس کنیم فلز سردتر حس می شود چون حرارت دست را منتقل کرده (فلز و چوب هم دما هستند) ↔

دانلود از اپلیکیشن پادرس

رسانندگی تیپ اول :

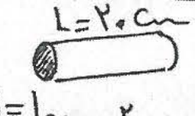


$A=10\,mm^2$ $K=80$

اگر اختلاف دما $200^\circ C$ باشد توان رسانش گرمائی را بدست آورید.

$$H=\frac{KA\Delta\theta}{L}=\frac{80\times10\times10^{-6}\times200}{20\times10^{-2}}=0/8\,W$$

تیپ دوم : اگر یک طرف درون مخلوط آب و یخ $0^\circ C$ و طرف دیگر درون مخلوط آب و بخار $100^\circ C$ باشد برای ذوب 5g یخ چقدر زمان لازم است؟



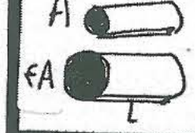
$A=10\,mm^2$ $K=80$ $L_F=336...$

$$Q_{\text{رسانش}}=Q_{\text{ذوب}}\rightarrow\frac{KAt\Delta\theta}{L}=mL_F$$

$$\frac{80\times10\times10^{-6}\times t\times100}{20\times10^{-2}}=\frac{5}{1000}\times336...$$

$t=420$

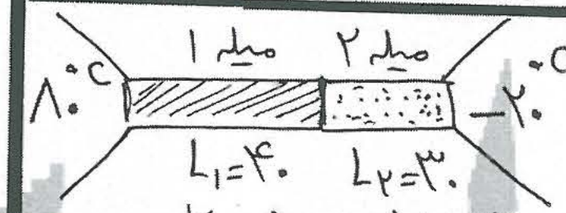
اگر ابتدا و انتهای میله‌ها در مکان‌های S و H مشابه باشد توان گرمائی S به H :



$K_S=5K_H$

$$P_S/P_H=K_SA_S/K_HA_H=5/4$$

تیپ سوم : دمای نقطه اشتراک



$K_1=800$ $K_2=300$ $A_1=A_2$ $t_1=t_2$

$$Q_1=Q_2$$

$$\frac{K_1A_1t_1\Delta\theta_1}{L_1}=\frac{K_2A_2t_2\Delta\theta_2}{L_2}$$

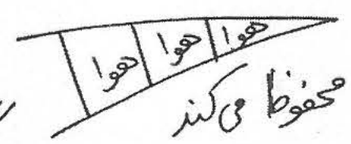
$$\frac{800(\theta-80)}{40}=\frac{300(-20-\theta)}{30}$$

$30\theta=1400$

$20\theta-1600=-2000-10\theta\rightarrow\theta=46/6$

نوخالی بودن موهای خرس قطبی :

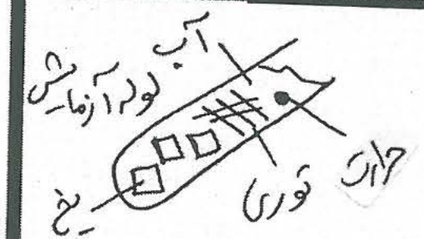
هوا تقریباً عایق گرماست و بدن خرس را از سرما محفوظ می‌کند



به همین دلیل است که لباس‌های پشمی و یا پرهای پرندگان مانند عایق هستند و یا اینکه یخ که بین مولکول‌های آب آن هوا وجود دارد عایق است (خانه اسکیموها) و یا زیر برف از هوای آزاد گرم‌تر است .

دانلود از اپلیکیشن پادرس

اگر به مکان مشخص شده حرارت بدهم آب می جوشد ولی یخ ذوب نمی شود یعنی آب تقریباً عایق حرارت است.



به جز فلزات ، اجسام دیگر معمولا رسانندهٔ خوب حرارتی نیستند. (جیوه یک مایع و فلز است)

درمایعات وگازها که رسانندگی حرارتی معمولاً خیلی کم است ، گرما از طریق هرفت منتقل می شود یعنی قسمتی از خود جسم حرکت می کند. (تغییر چگالی در اثر تغییر دما)

در رسانش گرمائی ماده جاری نمی شود

درهرفت قسمتی از ماده جاری می شود

علت مولکولی پدیده هرفت

۱- حرارت باعث افزایش فاصلهٔ متوسط مولکول ها می شود

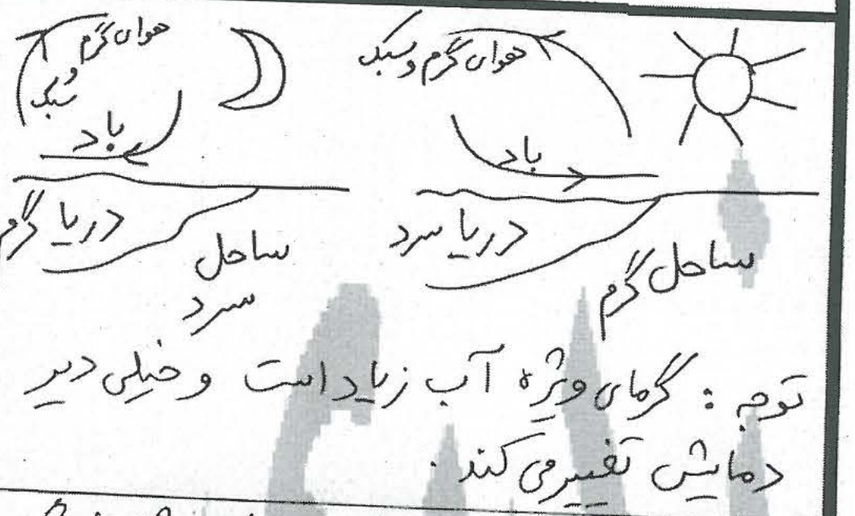
۲- $\text{چگالی} = \frac{\text{جرم}}{\text{حجم}} = \frac{m}{V}$

۳- این قسمت از مایع که چگالی کمتری دارد طبق اصل ارشمیدس و با نیروی شناوری به بالا می رود

۴- شارهٔ سردتر جایگزین آن می شود.

گرم شدن هوای داخل اتاق توسط بخاری یا رادیاتور شوفاژ و گرم شدن آب درون یک قابلمه یا انتقال گرما از مرکز خورشید به سطح آن همگی نمونه ای از هرفت طبیعی هستند.

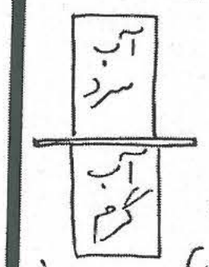
دانلود از اپلیکیشن پادرس



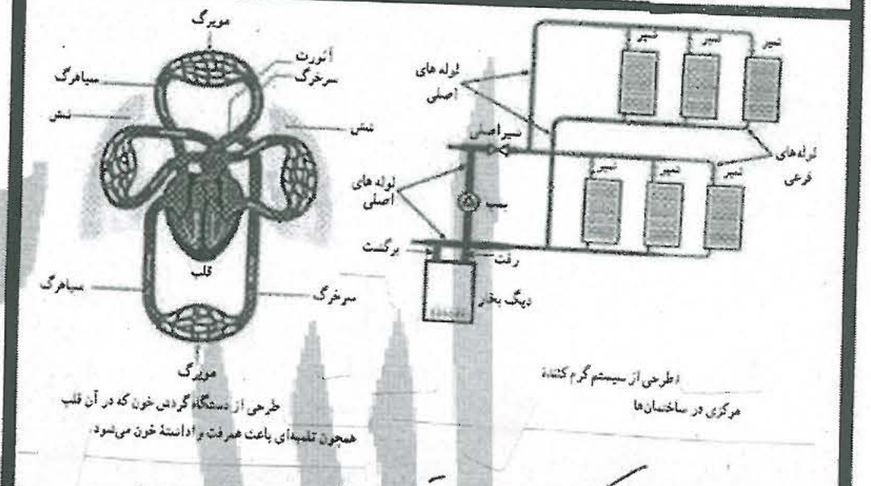
توجه: گرمای ویژهٔ آب زیاد است و خیلی دیر دمایش تغییر می‌کند.

توجه: هرچه ضریب انبساط حجمی مایع بیشتر باشد خیلی راحت‌تر حجمش کم و زیاد می‌شود و هرفت سریع رخ می‌دهد.

توجه مشابه همین آزمایش باروش وآب هم وجود دارد که آن به دلیل هرفت نیست بلکه فقط تفاوت چگالی دلیل آن است



با خروج کارت از بین دولیوان پدیدهٔ هرفت رخ می‌دهد (انتقال گرما)



طرحی از دستگاه گردش خون که در آن قلب همچون تلمبه‌ای باعث هرفت و ادامهٔ خون می‌شود.

طرحی از سیستم گرم کنندهٔ مرکزی در ساختمان‌ها

هر نوع هرفتی که توسط تلمبه یا پمپ چه به صورت طبیعی (قلب) چه به صورت مصنوعی (شوفاژ) رخ دهد، هرفت واداشته است.

توجه: آنچه یک اتاق را گرم می‌کند گرچه رادیاتور هم مطرح است، ولی فرآیندی خود به خودی است و هرفت طبیعی است ولی آنچه رادیاتور را گرم می‌کند فرآیندی اجباری توسط گردش آب به کمک پمپ است

توجه: بدن انسان به سه روش گرما مبادله می‌کند مثلاً دردمای ۲۲ درجه (سهم تابش گرمائی ۱۰W طبق عکس دماناگاشت) ثابت شده است (سهم هرفت و رسانش ۱۰۰W

دانلود از اپلیکیشن پادرس

هوا رسانای خوب حرارت نیست.

خورشید، لامپ روشن، کتری داغ، رادیاتور شوفاژ گسیل امواج الکترومغناطیسی دارند.

امواج الکترومغناطیسی	رادیویی	فروسرخ	مرئی	فرابنفش	اکس	گاما

هر جسم در هر دمائی تابش امواج الکترومغناطیسی دارد.

به گسیل امواج الکترومغناطیسی، تابش گرمائی می گویند

اگر دمای جسم در محدودهٔ تقریبی کمتر از $500^{\circ}C$ باشد تابش فروسرخ دارد که نامرئی است.

وسیله آشکارسازی تابش های فروسرخ دماسنگار است

تصویر حاصل از دماسنگار را دماسنگاشت می گویند.

رنگ قرمز (روشن تر) ← گرم تر

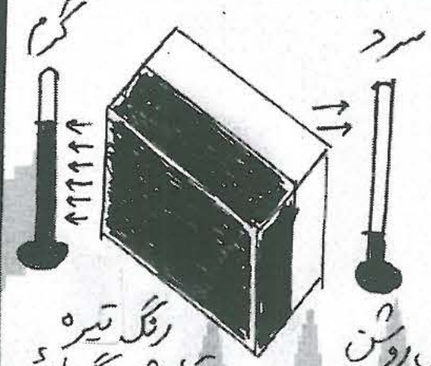
رنگ آبی (تیره تر) ← سردتر

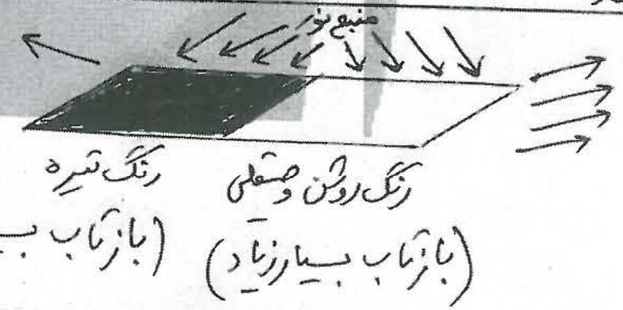
عوامل موثر در تابش گرمائی: دما - مساحت - میزان صیقلی بودن و رنگ سطح جسم

توجه: بین تابش گرمائی و بازتابش گرمائی تفاوت وجود دارد

یک منبع گرما مثلا" رادیاتور شوفاژ که یک وجه آن رنگی تیره و یک وجه آن رنگی روشن دارد

یعنی رنگ خارج بخاری ها باید تیره باشد





لباس تیره در روز زمستانی مناسب ← جذب بالا	لباس روشن در روز تابستانی مناسب ← بازتاب بالا

اگر فردی در یک دست دستکش تیره و در دست دیگر دستکش روشن داشته باشد و ما هر دو دست او را لمس کنیم تیره ← گرم تر روشن ← سردتر

دانلود از اپلیکیشن پادرس

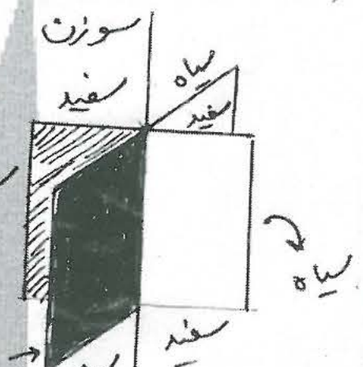
مکعب لسلی توخالی است و درون آن آب داغ می ریزند
۴ وجه آن سفید، نقره‌ای مرمز و سیاه است که چون همگی با یک منبع گرما در تماس هستند دمای همگی برابر است ولی اگر با دماسنج یا تف سنج دماها را مقایسه کنیم طرفی که سیاه است بالاترین و طرف سفید (صیقلی) پائین ترین دما را دارا است.

نوعی مار رنگی دارای اندام های جلوی که آشکارساز حرارتی است (فروسرخ) اغلب در شب شکار می کنند که طعمه های خونگرم قابل ردیابی می شوند

کلمه اسکانک یکی از چندین گیاهی است که می تواند بطور طبیعی دمای خود را از دمای محیط بالا ببرد و با تابش فروسرخ برف را آب کند

توجه: تابش نیاز به ماده ندارد و از خلأ هم می گذرد (مانند نور خورشید) و سرعت آن ۳۰۰ هزار کیلومتر بر ثانیه

پرتو سنج یا رادیومتر



۴ پره دارد، هر پره ۲ وجه دارد، یکی سیاه و دیگری سفید و وقتی این دستگاه در معرض نور قرار گیرد می چرخد (افزایش شدت نور، سرعت چرخش بیشتر)

علت: وقتی این دستگاه در معرض نور (فروسرخ و مرئی) باشد، طرف سیاه هر وجه، جذب بیشتری دارد و گرما از طرف سفید خواهد شد پس مولکول های هوای مجاورش انرژی جنبشی بیشتری خواهند گرفت و به طرف سیاه رنگ ضربه و نیروی بیشتری وارد می کنند و آن را پس می زنند

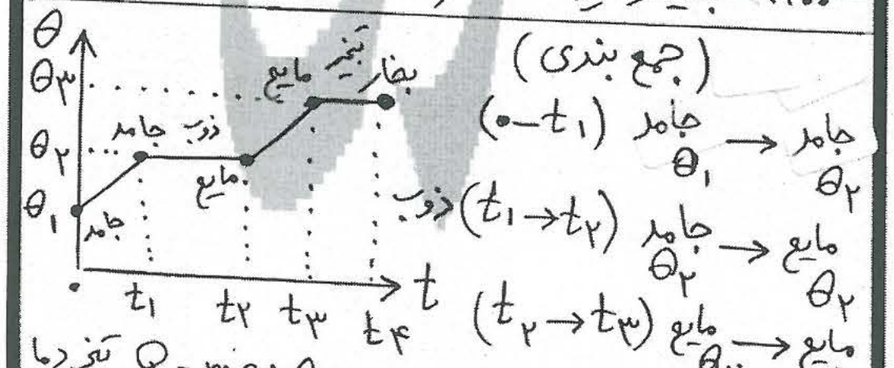
حال اگر شرایط خلأ باشد ← عدم چرخش
اگر فشار هوا خیلی زیاد باشد ← عدم چرخش

دانلود از اپلیکیشن پادرس

یادآوری : دماسنج های معیار
گازی - مقاومت پلاتینی - تف سنج (نوری، پیرومتر)

از تابش گرمائی هم می توان به عنوان مبنائی برای اندازه گیری دما استفاده کرد. روش های اندازه گیری دما مبتنی بر تابش گرمائی را تف سنجی می گویند و به ابزار این اندازه گیری تف سنج (دونوع دارد تابشی و نوری)

نکته : در این روش بین ابزار و آن جسم تماس وجود ندارد بنابراین برای دماهای خیلی بالا مثلاً بیش از ۱۱۰۰°C جیار مفید است. (تف سنج نوری دماسنج معیار)



(جمع بندی)

جامد θ_1 $(0 \to t_1)$ جامد θ_2

ذوب $(t_1 \to t_2)$ جامد θ_2 → مایع θ_2

مایع θ_2 $(t_2 \to t_3)$ مایع θ_2 → مایع θ_3

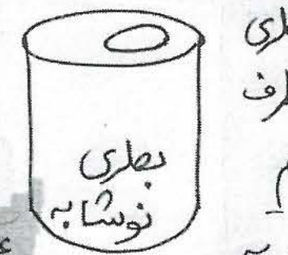
بخار θ_3 بخیر $(t_3 \to t_4)$ مایع θ_3

تغییر دما $Q = mc\Delta\theta$

ذوب $Q = mL_F$

بخیر $Q = mL_V$

گازها: اگر آب جوش درون بطری خالی بریزیم، بعد آن را در یک ظرف وارونه کنیم و آب سرد روی آن بریزیم



میچاله می شود (فشار هوای بیرون بیشتر از هوای درون)

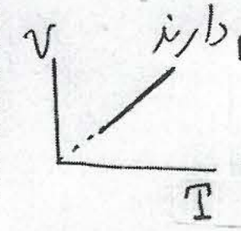
گرمای دست، انباط در گاز محزن پائین بالا رفتن مایع حباب احساساتی

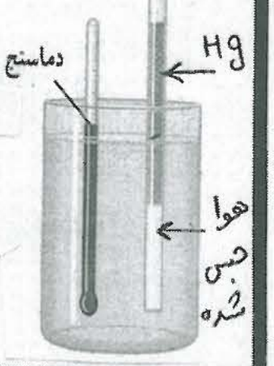
(عمق سنجی)

ژاک شارل :

$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$ = عدد ثابت

در فشار ثابت، حجم و دمای مطلق گاز رابطه مستقیم دارند

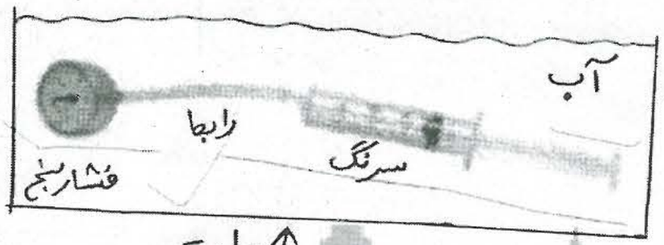




وسیله ای برای تحقیق رابطه حجم و دما در فشار ثابت

(مقدار گاز ثابت است) (مول ثابت)

دانلود از اپلیکیشن پادرس



① دما زیاد

② مقدار مول ثابت

③ حجم زیاد

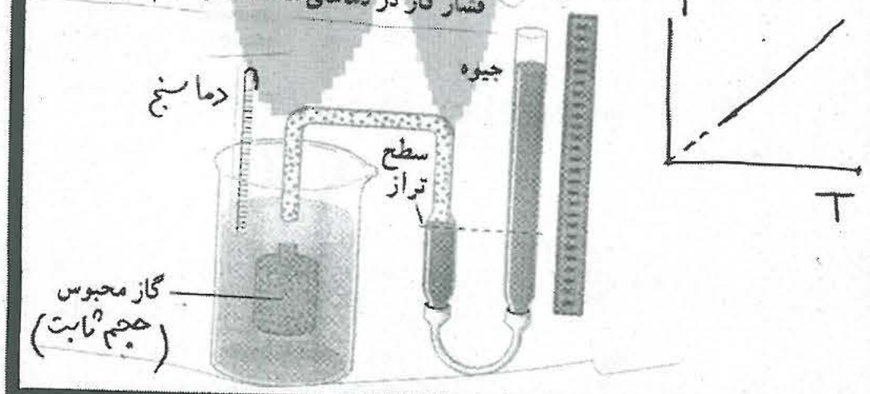
④ چون پیستون امکان حرکت دارد فشار تقریبا ثابت می ماند.

↑ حرارت

$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2} = \text{عدد ثابت}$: قانون گی لوساک

برای مقدار معینی گاز در حجم ثابت فشار و دمای مطلق رابطه مستقیم دارند.

شکل ۴-۵۵ آزمایشی ساده برای اندازه‌گیری فشار گاز در دماهای مختلف (در حجم ثابت)



مثال) در شروع رانندگی فشارسنج، فشار لاستیک خودرو را ۲۱۹ kPa و در انتها ۲۵۹ kPa می‌خواند اگر حجم ثابت و فشار محیط $P_0 = 101$ kPa باشد دما از $-33^\circ C$ به چند $^\circ C$ رسیده است؟

عدد فشارسنج = $P_1 - P_0 = 219 \rightarrow P_1 = 320$

$P_2 - P_0 = 259 \rightarrow P_2 = 360$

$\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2} \rightarrow \frac{320}{240} = \frac{360}{T_2}$

$T_1 = \theta_1 + 273 = -33 + 273 = 240$ $\quad T_2 = 270\ K$

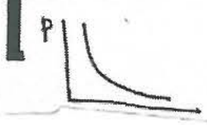
$T_2 = \theta_2 + 273 \rightarrow \theta_2 = 270 - 273 = -3^\circ C$

$\Delta T = \Delta\theta = 30$

قانون بویل و ماریوت (دو نفر مستقل ازهم با هیچ مشابهی)

اگر دمای گاز که مقدار معینی دارد ثابت بماند فشار با حجم گاز رابطه عکس دارند

$PV = \text{عدد ثابت} \rightarrow$ (P زیاد و V کم) یا (P کم و V زیاد)



دانلود از اپلیکیشن پادرس

قانون آووگادرو: در یک گاز با دما و فشار ثابت، نسبت حجم به تعداد مولکول‌های گاز عدد ثابتی است:

$$\frac{V}{N} = \text{عدد ثابت}$$

از طرف دیگر دیدیم: $N = n N_a$ (تعداد مولکول = تعداد مول × عدد آووگادرو)

پس قانون آووگادرو: $\frac{V}{n} = \text{عدد ثابت}$

(در دما و فشار ثابت، نسبت حجم به تعداد مول ثابت است)

(ثابت = P و T)

گاز کامل یا آرمانی: خیلی رقیق ـ جگالی خیلی کم

مولکول‌ها خیلی ازهم دورند و برهم تاثیر چندانی ندارند.

گاز واقعی، جگالی بالا دارد و این روابط در مورد آن دقیق نیست بلکه تقریبی است.

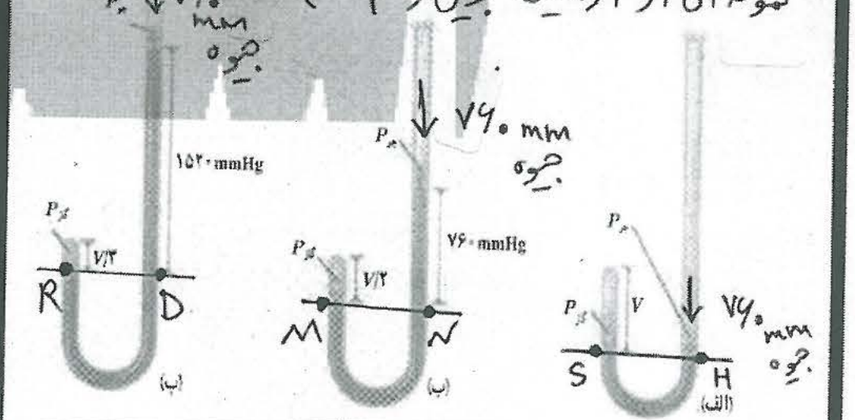
قانون گازهای آرمانی یا کامل: $PV = nRT$

$R = ۸/۳۱۴ \ \frac{J}{mol.k}$ (معادله حالت گاز)

$P(Pa)$ و $V(m^3)$ و $n(mol)$ و $T(K)$

دستگاهی که قانون گاز آرمانی را تحقق می‌کند.

نمونه‌ای از آزمایش بویل (هم‌دما)



$P_R = P_D = ۳(۷۶۰)$ $P_M = P_N = ۲(۷۶۰)$ $P_S = P_H = P_0 = ۷۶۰$ میلی‌متر جیوه

$\frac{V}{۳}$ حجم گاز $\frac{V}{۲}$ حجم گاز V حجم گاز

T ثابت: $P_1V_1 = P_2V_2 = P_3V_3 = ۷۶۰V$

دانلود از اپلیکیشن پادرس

کتاب دهم
فصل پنجم

عقیل اسکندری | چهارم | دهم | ۶۱

از عمق $V_0 m$ دریا، حبابی در دمای ثابت آزاد می‌شود. وقتی به سطح آب می‌رسد Ⓐ حجم آن چند برابر می‌شود؟ Ⓑ شعاع آن چند برابر می‌شود؟

$$\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2} \rightarrow P_1V_1 = P_2V_2 \quad (2)$$

$T_1 = T_2$

$$P_1 = \rho hg + P_0 = 10^3 \times 20 \times 10 + 10^5 \quad (1)$$

$P_1 = 8 \times 10^5$

$P_2 = P_0 = 1 \times 10^5$

$P_1V_1 = P_2V_2 \rightarrow 8 \times 10^5 V_1 = 1 \times 10^5 V_2$

Ⓐ $V_2 = 8 V_1$

Ⓑ $V_{کره} = \frac{4}{3}\pi r^3 \rightarrow \frac{V_2}{V_1} = \left(\frac{r_2}{r_1}\right)^3 = 8 \rightarrow r_2 = 2r_1$

همین طور در هواپیما

از مغازه‌ای در کوهپایه یک بسته پفک می‌خرم، در قله کوه، بسته پفک پف کرده است چرا؟

در پایین کوه فشار درون و بیرون بسته مساوی بود و بسته بندی رخ داد. در قله فشار بیرون کمتر است و گاز درون به بیرون نیرو وارد می‌کند.

دانلود از اپلیکیشن پادرس