گرما و تغییر گازها

- دما معیاری برای سردی و گرمی جسم است و گرما شکلی از انرژی است که گاهی به دلیل اختلاف دما بین دو جسم شارشی پیدا می‌کند.

- مجموع انرژی ذرات یک ماده را، انرژی درونی می‌گویند

- باید بدانیم که میانگین انرژی جنبشی ذرات ماده با دمای ماده متناسب است

- افزایش دمای یک جسم، نشان دهنده افزایش انرژی درونی جسم است.

- دمای جسم به مقدار ماده بستگی ندارد ولی انرژی درونی متناسب با مقدار جسم است.

- وقتی دو جسم با هم دما نیستند گرما تا جایی منتقل می‌شود که دمای دو جسم با هم برابر شود.

مقیاس‌های دما و رابطه بین دماسنج‌ها

(I)

(a) برای اندازه‌گیری دما می‌توان از خیلی چیزها استفاده کرد که دقت لازم را ندارد و محدوده‌ی کمی را اندازه‌گیری می‌کند.

(b) برای اندازه‌گیری دما، از اثر دما روی سایر کمیت‌ها از جمله فشار، حجم، رنگ، جریان الکتریکی و ... استفاده می‌کنیم.

(c) انواع دماسنج‌ها:

(I) ترموکوپل وسیله‌ای است که جریان عبوری را متناسب با اختلاف دما تنظیم می‌کند

(II) دماسنج‌های جیوه‌ای و الکلی، هردو بر اساس افزایش حجم در اثر افزایش دما کار می‌کنند.
دماسنج‌های الکلی محدوده‌ی دمای کمتری را اندازه‌گیری می‌کنند.

مای درس
گروه آموزشی مای درس
www.my-dars.ir

(d) واحد اصلی دما در سیستم SI، کلوین [K] است و واحد دیگر آن، سانتیگراد یا سلسیوس [°C] می‌باشد و رابطه آنها با هم بصورت زیر است:

$$T(K) = \theta(°C) + 273,15$$

* می‌توان دما را با T یا θ نمایش داد.

(e) تغییرات دما را بصورت $\Delta\theta$ یا ΔT نمایش می‌دهیم و باید بدانیم که واحد آن در سیستم SI، کلوین [K] یا سلسیوس [°C] است.

(f) اگر دما را پایین آوریم، می‌توانیم تا دمای صفر مطلق یا صفر کلوین، وجود ماده را داشته باشیم و در پایین‌تر از این دما، هیچ ماده‌ای وجود ندارد.

$$0K = -273,15\ °C$$

(g) رابطه بین دماهای سنج‌ها بصورت زیر است:

$$\frac{T - T_A}{T_B - T_A} = \frac{\theta - \theta_A}{\theta_B - \theta_A}$$

T : دمای محیط واقعی

T_A : دمای اولیه واقعی

T_B : دمای ثانویه واقعی

θ : دمای محیط اندازه گیری شده

θ_A : دمای اولیه اندازه گیری شده

θ_B : دمای ثانویه اندازه گیری شده

گروه آموزشی عصر
ASR_Group @ outlook.com
@ASRschool2
مای درس
گروه آموزشی عصر
www.my-dars.ir

(h) رابطه بین دما و ارتفاع ستون مایع به صورت زیر است :

$$\frac{T - T_A}{T_B - T_A} = \frac{h - h_A}{h_B - h_A}$$

T ، h : ارتفاع ستون مایع و دما ی دلخواه

T_A ، h_A : ارتفاع ستون مایع A و دما ی دلخواه

T_B ، h_B : ارتفاع ستون مایع B و دما ی دلخواه

(II) اگر گرما بر مواد

گرما می تواند به دو صورت زیر مبادله شود :

الف) بر اساس تغییرات دما (بدون تغییر حالت) :

$$Q = mc\Delta\theta$$

$$\text{یا } Q = C\Delta\theta$$

ب) بر اساس تغییرات حالت :

گرمای تبخیر $Q = mL_V$

گرمای میعان $Q = -mL_V$

گرمای ذوب $Q = mL_F$

گرمای انجماد $Q = -mL_F$

Q : گرما - واحد آن ژول $[J]$ و واحد دیگر آن کالری $[cal]$

m : جرم واحد آن کیلوگرم $[kg]$ و واحد دیگر آن گرم $[gr]$

c : ظرفیت گرمایی ویژه $\left[\frac{J}{kg\,K}\right] \doteq \left[\frac{J}{kg\,^\circ C}\right] \doteq \left[\frac{cal}{gr\,K}\right] \doteq \left[\frac{cal}{gr\,^\circ C}\right]$

$C = mc$: ظرفیت گرمایی $\left[\frac{J}{K}\right] \doteq \left[\frac{J}{^\circ C}\right] \doteq \left[\frac{cal}{K}\right] \doteq \left[\frac{cal}{^\circ C}\right]$

L_F : نهان ذوب ویژه (در قسمت تحولات بررسی می شود)

L_V : نهان تبخیر ویژه (در بخش تحولات تعریف می شود)

مای درس
www.my-dars.ir

- ظرفیت گرمایی ویژه : مقدار گرمایی است که باید به یک کیلوگرم از جسم بدهیم تا دمایش ۱ درجه سلسیوس افزایش یابد.

- ظرفیت گرمایی : مقدار گرمایی است که باید به یک جسم بدهیم تا دمایش ۱ درجه سلسیوس بالا رود.

نکته

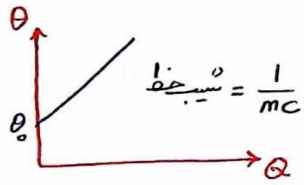
ⓐ باید دقت کنیم که اگر از ما گرما بر حسب ژول خواسته شد، نهاد جرم باید بر حسب کیلوگرم باشد ولی اگر گرما را بر حسب کالری خواستند، جرم بر حسب گرم می‌آید.

ⓑ ★ تبدیل کالری به ژول : $cal \times 4,2 = j$

ⓒ باید بدانیم که ظرفیت گرمایی ویژه برای یک کیلوگرم از جسم ولی ظرفیت گرمایی، گرمای تبخیر، گرمای انجماد برای کل جسم تعریف می‌شوند.

ⓓ وقتی جسمی به دما ذوب (انجماد) و تبخیر (میعان) برسد، تا زمانی که کاملاً تغییر حالت نداده است، دمای آن تغییر نمی‌کند.

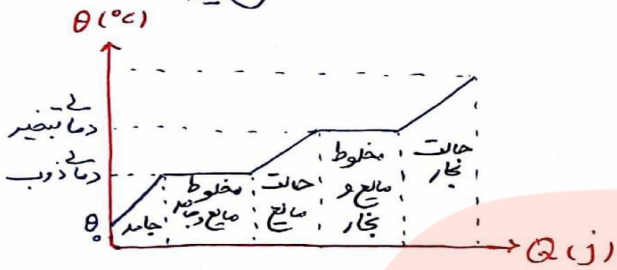
ⓔ نمودار دما - گرما برای جسم بدون تغییر حالت به صورت روبرو است:



ⓕ دمای ذوب و انجماد و هم‌چنین دمای تبخیر و میعان یکی است.

مای درس
گروه آموزشی عصر
www.my-dars.ir

ز) نمودار مبادله گرمایی برای یک جسم با در نظر گرفتن تغییر حالت ها به شکل زیر است:



- مفهوم تبخیر سطحی:

ح) تبخیر از سطح مایع در هر دمایی صورت می گیرد که به آن تبخیر سطحی می گویند. مولکول های مایع گرمای لازم برای تبخیر را از سایر مولکول های مایع می گیرند بنابراین با تبخیر سطحی، انرژی درونی مایع کاهش می یابد.

ط) میزان تبخیر سطحی مایع با سطح مایع و دمای مایع رابطه ی مستقیم و با فشار روی مایع رابطه عکس دارد.

III) تعادل گرمایی:

هرگاه چند منبع سرد و گرم با هم مخلوط یا در تماس با یکدیگر باشند:

الف) منابع گرم، گرما می دهند و منابع سرد، گرما می گیرند

ب) همیشه گرمای داده شده برابر گرمای گرفته شده است

ج) پس از مدتی، همگی به دمای یکسانی می رسند به نام دمای تعادل (θ_T) یا (θ_e)

د) در دمای تعادل تبادل گرما متوقف می شود.

ه) تعادل گرمایی به قانون صفرم ترمودینامیک معروف است

① تعادل گرمایی بدون تغییر حالت :

داریم $Q_1 + Q_2 + \cdots = 0$

می‌دانیم $Q = mc\Delta\theta \Rightarrow m_1c_1(\theta_c - \theta_1) + m_2c_2(\theta_c - \theta_2) + \cdots = 0$

در نهایت : $\theta_c = \dfrac{m_1c_1\theta_1 + m_2c_2\theta_2 + \cdots}{m_1c_1 + m_2c_2 + \cdots}$

* حالات خاص :

① اگر ضایع هم جنس باشند :

داریم $c_1 = c_2 = \cdots$

پس $\theta_c = \dfrac{m_1\theta_1 + m_2\theta_2 + \cdots}{m_1 + m_2 + \cdots}$

② اگر ضایع هم جنس و هم جرم باشند :

داریم $\begin{cases} c_1 = c_2 = \cdots \\ m_1 = m_2 = \cdots \end{cases}$

در نتیجه $\theta_c = \dfrac{\theta_1 + \theta_2 + \cdots}{n}$ ← تعداد ضایع

② تعادل گرمایی با تغییر حالت :

در این حالت اگر دمای نهایی را ندانیم مسئله ساده حل می‌شود ولی اگر ندانیم با توجه به اعداد مسئله یک دمای نهایی حدس می‌زنیم و مسئله را حل می‌کنیم. اگر جواب نهایی با فرض‌های مسئله منطبق بود حدس اولیه صحیح بوده است ولی اگر منطبق نبود فرض را تغییری دهیم و مسئله را دوباره حل می‌کنیم.

مای درس
گروه آموزشی عصر
www.my-dars.ir

(IV) تحولات :

① ذوب و عکس آن انجماد است. ذوب یعنی تبدیل کامل جامد به مایع در دمای ثابت ذوب.
گرمای لازم را گرمای نهان ذوب می نامند و نهان ذوب ویژه را با L_F نشان می دهند و برای هر ماده ای ثابت و متفاوت است.
مثلاً برای تبدیل یخ $0^\circ C$ به آب $0^\circ C$ خواهیم داشت :

$$L_F = 80 \frac{cal}{gr} = 336000 \frac{j}{kg}$$

② تبخیر و عکس آن میعان است. تبخیر یعنی تبدیل کامل مایع به بخار در دمای ثابت تبخیر.
گرمای لازم را گرمای نهان تبخیر می نامند و نهان تبخیر ویژه را با L_V نشان می دهند و برای هر ماده ای ثابت و متفاوت است.
مثلاً برای تبدیل آب $100^\circ C$ به بخار $100^\circ C$ خواهیم داشت :

$$L_V = 540 \frac{cal}{gr} = 2260000 \frac{j}{kg}$$

③ تصعید و عکس آن چگالش است. تصعید یعنی تبدیل کامل جامد به گاز در دمای ثابت.
تصعید مانند نفتالین، بوگیرهای یخ خشک و...
چگالش مانند تشکیل برف در یخچال، دوده در بخاری و...

مای درس
گروه آموزشی عصر
www.my-dars.ir

⑦ اثر گرما بر ابعاد جسم :

- با افزایش دما غالباً ابعاد جسم افزایش می یابد.

- برای اجسام جامد داریم :

① افزایش طول $\Rightarrow L = L_0(1+\alpha\Delta\theta)$

$\Delta L = L_0\alpha\Delta\theta$

② افزایش سطح $\Rightarrow S = S_0(1+\beta\Delta\theta)$

$\Delta S = S_0\beta\Delta\theta$

③ افزایش حجم $\Rightarrow V = V_0(1+K\Delta\theta)$

$\Delta V = V_0 K\Delta\theta$

④ ثابت ماندن جرم $\Rightarrow m = m_0$

⑤ کاهش چگالی $\Rightarrow \rho = \frac{\rho_0}{1+k\Delta\theta}$

L : طول ثانویه $[m]$

L_0 : طول اولیه $[m]$

ΔL : تغییرات طول $[m]$

S : مساحت ثانویه $[m^2]$

S_0 : مساحت اولیه $[m^2]$

ΔS : تغییرات مساحت $[m^2]$

V : حجم ثانویه $[m^3]$

V_0 : حجم اولیه $[m^3]$

ΔV : تغییرات حجم $[m^3]$

$\Delta\theta$: تغییرات دما $[^\circ C]$ یا $[K]$

α : ضریب انبساط طولی $[\frac{1}{^\circ C}] = [\frac{1}{K}]$

β : ضریب انبساط سطحی $[\frac{1}{^\circ C}] = [\frac{1}{K}]$

K : ضریب انبساط حجمی $[\frac{1}{^\circ C}] = [\frac{1}{K}]$

* رابطه بین ضرایب انبساط $\rightarrow K \simeq \frac{3}{2}\beta \simeq 3\alpha$

ρ : چگالی ثانویه $[\frac{Kg}{m^3}]$

ρ_0 : چگالی اولیه $[\frac{Kg}{m^3}]$

m : جرم ثانویه $[Kg]$

m_0 : جرم اولیه $[Kg]$

مای درس
گروه آموزشی عصر
www.my-dars.ir

- اگر دمای یک جسم دارای حفره را افزایش دهیم، حفره داخل جسم با همان ضریب انبساط حجمی جسم افزایش می یابد.

- اگر به دو جسم هم اندازه یکی توپر و دیگری توخالی (دارای حفره) از یک جنس، گرمای مساوی بدهیم جسم توخالی به دلیل جرم کمتر افزایش دمای بیشتر ($Q=mc\Delta\theta$) و افزایش حجم بیشتر خواهد داشت اما اگر دمای هر دو را به یک اندازه افزایش دهیم، افزایش حجم آنها یکی خواهد بود.

* برای مایعات از جعبه نمی توان طول و سطح تعریف کرد و فقط ضریب انبساط حجمی دارد.

- لازم است بدانیم ریل گذاری راه آهن در تابستان و لوله انتقال گاز و گسترش شبکه برق رسانی در زمستان صورت می گیرد.

* جامداتی داریم که با افزایش دما، مچمشان کم می شود مانند قیر، موم، بیسموت، سرب، نایلون، لاستیک و کائوچو و ....

مای درس
گروه آموزشی عصر
www.my-dars.ir

(VI) استثنائات آب :

① بزرگترین ظرفیت گرمایی ویژه را در طبیعت دارد و ظرفیت گرمایی ویژه یخ نصف آب است.

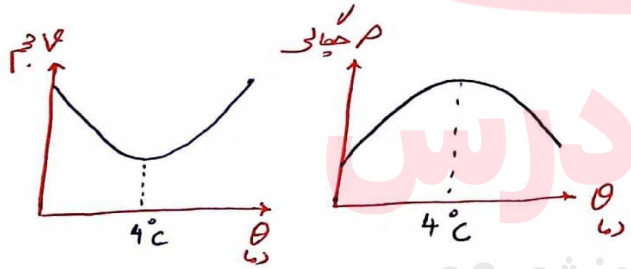
$$c_{\text{آب}} = 1 \frac{cal}{gr\,^\circ c} = 4200 \frac{j}{kg\,^\circ c}$$

$$c_{\text{یخ}} = 0/5 \frac{cal}{gr\,^\circ c} = 2100 \frac{j}{kg\,^\circ c}$$

② به گرما خالص بودن در $0^\circ c$ یخ و در $100^\circ c$ به جوشی می‌آید.

③ افزودن ناخالصی به آب باعث می‌شود که دمای ذوب پایین‌تر از 0° و دمای جوش بالاتر از 100° برود.

④ آب $4^\circ c$ کمترین حجم و بیشترین چگالی را داراست. بنابراین از آب به عنوان مایع در دماسنج‌ها استفاده نمی‌شود.



مای درس
گروه آموزشی عصر
www.my-dars.ir
گروه آموزشی عصر
ASR_Group @ outlook.com
@ASRschool2

(VI) روش‌های انتقال گرما

ⓐ رسانش ⓑ همرفت ⓒ تابش

- در مواد جامد انتقال گرما بصورت رسانش است.
- در مواد مایع و گاز انتقال گرما از طریق همرفتی است.
- در مواد داغ (جامد، مایع، گاز) انتقال گرما بصورت تابشی است.
- در انتقال گرما بصورت رسانشی و همرفت نیاز به محیط ماده دارم ولی انتقال گرما از طریق تابش، نیازی به محیط مادی نیست.

ⓐ رسانش:

مواد از نظر رسانایی گرمایی به دو دسته تقسیم می‌شوند: الف) مواد رسانا که گرما را از خود عبور می‌دهند مثل فلزات ب) مواد عایق یا نارسانا که مانع عبور جریان می‌شوند مثل هوا، شیشه، پشم شیشه و...

گرمایی که از طریق رسانش منتقل می‌شود عبارت است از:

$$Q = K \frac{A t \Delta\theta}{L}$$

$$H = \frac{Q}{t} = K \frac{A \Delta\theta}{L}$$

Q: گرما [J]

K: ضریب رسانندگی - به جنس وسیله رسانایی بستگی دارد

A: سطح مقطع [m^2]

t: زمان [s]

L: ضخامت یا طول [m]

H: شارش گرما [W] یا [$\frac{J}{s}$]

$\Delta\theta$: تغییرات دما [°C] یا [K]

مای درس
گروه آموزشی عصر
www.my-dars.ir

ⓑ همرفتی :

وقتی دمای یک جسم افزایش می یابد ، چگالی آن کم می شود و مایع از نقطه ها دیگر که دمای کمتر و چگالی بیشتری دارند ، به سمت آن نقطه حرکت کرده و مایع را با چگالی کم به سمت بالا انتقال می دهند . این انتقال ، جریانی را در مایع بوجود می آورد که باعث می شود ، مایع گرم به بالا و مایع سرد به پایین منتقل شود . این روش انتقال گرما همرفتی نامیده می شود .

* همرفتی انتقال گرما به همراه انتقال ماده است

ⓒ تابش :

- هرچه دمای جسم بالاتر باشد ، میزان تابش گرمایی بیشتری می شود .
- تابش همانند نور از جسم امواج الکترومغناطیسی است و با سرعت نور منتقل می شود
- هر جسم علاوه بر تابش گرمایی خود ، قدرت تأثیر تابش گرمایی سایر اجسام نیز هست و بنابراین قسمتی از تابش آنها را جذب می کند و قسمتی دیگر را بازتاب .
- میزان تابش علاوه بر دما بالا به سطح ظاهری جسم از جمله جنس ، صافی و زبری ، روشن و تیرگی هم بستگی دارد .
- هرچه سطح جسم خشن تر ، تیره تر باشد هم میزان تابش بیشتری می شود و هم چنین میزان جذب

* جسمی که بهترین تابش کننده باشد ، جذب کننده خوبی هم هست که به آن جسم سیاه می گویند

* سرعت انتقال گرما از طریق تابش بسیار بیشتر از سرعت انتقال گرما از طریق رسانش و همرفت است

مای درس
گروه آموزشی عصر
www.my-dars.ir

VIII) قانون گازها :

معادله حالت یک گاز کامل عبارت است از :

$$PV = nRT$$

P : فشار [Pa]

V : حجم [m^3]

n : مول

R : ثابت جهانی گازها

T : دما [K]

و $R = 8,314 \ [\frac{J}{K}]$

در این معادله سه متغیر به شرط تغییر نکردن مول وجود دارد (P و V و T) که روابط زیر به سبب تغییرات آنها بدست می‌آید :

(این حالت‌ها برای سیستم بسته بدون تغییر جرم است)

a) دما ثابت باشد $\Rightarrow P_1V_1 = P_2V_2$

b) فشار ثابت باشد $\Rightarrow \frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$

c) حجم ثابت باشد $\Rightarrow \frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$

d) هر سه متغیر باشند $\Rightarrow \frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2}$

e) برای دو گاز متفاوت خواهیم داشت :

$$\frac{P_AV_A}{n_AT_A} = \frac{P_BV_B}{n_BT_B}$$

f) اگر دو یا چند گاز را با هم مخلوط کنیم داریم :

$$\frac{P_TV_T}{T_T} = \frac{P_AV_A}{T_A} + \frac{P_BV_B}{T_B} + \cdots$$

g) برای سیستم باز و با تغییر جرم خواهیم داشت :

$$\frac{P_1V_1}{n_1T_1} = \frac{P_2V_2}{n_2T_2}$$

مای درس
گروه آموزشی عصر
www.my-dars.ir