



۱

گرما و مقنون‌ها

دما معیاری برای سردی و گرمی جسم است و گرما سطحی از انرژی است که گاه به دلیل اختلاف دما بین دو جسم سرازیر می‌شود.

- مجموع انرژی ذرات یک ماده را، انرژی درونی می‌گویند.

- به هر برانگیخته‌ای که میان ذرات ماده (یا ماده مناسب 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 در تماس هستند گرما تا جایی منتقل می‌شود که دما دو جسم با هم برابر شود.

معیارها دما و روابط بین دما و انرژی

۱) برای اندازه‌گیری دما می‌توان از حسگر لایسه استفاده کرد. دقت لازم آن را ندارد و محدودی نمی‌باشد.

۲) برای اندازه‌گیری دما، ابزار دما روی سایر کمیت‌ها از جمله فشار، حجم، رنگ، جریان الکتریکی و... استفاده می‌کنیم.

۳) انواع دما سنسورها:

- ۱) ترموکوپل وسیله‌ای است که جریان عبوری را متناسب با اختلاف دما تنظیم می‌کند.
- ۲) دما سنسورهای هیروه ای و انسی، محدود بر اساس افزایش حجم در افزایش دما کار می‌کنند.
- ۳) دما سنسورهای انسی محدودی دما کمی را اندازه‌گیری می‌کنند.



۲
 د) واحد اصلی دما در سیستم SI، کلوین [K] است و واحد دیگر آن، سانتیگراد یا سلسیوس [°C] می باشد و رابطه آنها بهم بصورت زیر است:

$$T_{(K)} = \theta_{(°C)} + 273,15$$

* می توان دما را با T یا θ نمایش دهیم.

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

ف) اگر دما را پایین آوریم، می توانیم تادما صفر مطلق یا صفر کلوین، وجود دارد مراد است با 0°C و در پایین تر از این دما، هیچ ماده ای وجود ندارد.

$$0^\circ\text{C} = -273,15\text{K}$$

۹) رابطه بین دما در سطح صلب بصورت زیر است:

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

T: دما حقیقی واقعی

T_A : دما اولیه واقعی

T_B : دما ثانویه واقعی

θ : دما حقیقی اندازه گیری شده

θ_A : دما اولیه اندازه گیری شده

θ_B : دما ثانویه اندازه گیری شده

۳

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

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

ارتفاع ستون مایع و دما: T, h

ارتفاع ستون مایع A و دما: T_A, h_A

ارتفاع ستون مایع B و دما: T_B, h_B

انرژی ما برصواد (II)

گرمای تواند به دو صورت زیر صادر شود:

الف) برای تغییرات دما (بدون تغییر حالت):

$$Q = mc\Delta\theta$$

$$\Delta Q = C\Delta\theta$$

ب) برای تغییرات حالت:

گرمای تبخیر $Q = mL_v$

گرمای میعان $Q = -mL_v$

گرمای ذوب $Q = mL_f$

گرمای انجماد $Q = -mL_f$

Q: گرمای واحد کالری [cal] و واحد سیستم سیتی [J]

m: جرم واحد سیستم سیتی [kg] و واحد سیستم سیتی [g]

C: ظرفیت گرمایی ویژه $\left[\frac{\text{cal}}{\text{gr}^\circ\text{C}} \right] = \left[\frac{\text{cal}}{\text{grK}} \right] = \left[\frac{\text{J}}{\text{kg}^\circ\text{C}} \right] = \left[\frac{\text{J}}{\text{kgK}} \right]$

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

L_f : نهال ذوب ویژه (در قسمت حرکات بررسی می شود)

L_v : نهال تبخیر ویژه (در بخش حرکات تعریف می شود)



۴

- ظرفیت گرمایی ویژه: مقدار گرمایی است که باید به یک کیلوگرم از جسم به حجم V داده شود تا درجه سلسیوس آن 1° بالا رود.

- ظرفیت گرمایی: مقدار گرمایی است که باید به یک جسم به حجم V داده شود تا درجه سلسیوس آن 1° بالا رود.

نکته

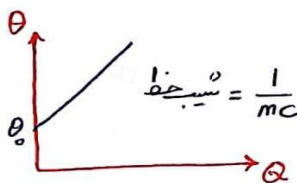
a) باید دقت کنیم که اگر از ما گرمای Q گرفته شود، نگاه جسم باید بر حسب کیلوگرم باشد ولی اگر گرمای Q داده شود، نگاه جسم بر حسب کیلوگرم می آید.

b) $Q = mc \Delta T$ تبدیل دمای به درجه سانتیگراد

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

d) وقتی جسمی به دما ذوب (انجماد) و تبخیر (میعان) برسد، دما زمانی که کاملاً تغییر حالت نکرده است، دمای آن تغییر نمی کند.

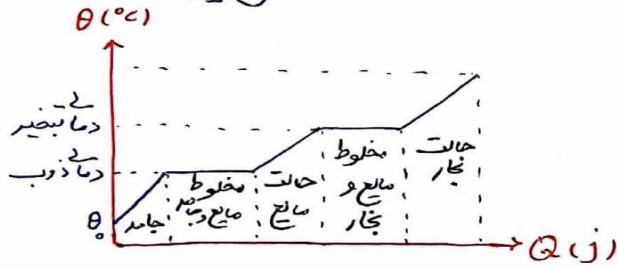
e) نمودار دما - گرما برای جسم بدون تغییر حالت بصورت روبرو است:



f) دمای ذوب و انجماد و هم چنین دمای تبخیر و میعان یکی است.

۱۵

۱) نمودار مبادله گرمایی برای یک جسم با در نظر گرفتن تغییر حالت خاص شکل زیر است:



- مفهوم تبخیر سطحی:

h) تبخیر از سطح مایع در هر دمایی صورت می‌گیرد که به آن تبخیر سطحی می‌گویند. مولکول‌ها مایع گرمای لازم برای تبخیر را از سایر مولکول‌ها مایع می‌گیرند بنابراین با تبخیر سطحی، انرژی درونی مایع کاهش می‌یابد.

i) میزان تبخیر سطحی مایع با سطح مایع و دمای مایع رابطه‌ی مستقیم و با فشار روی مایع رابطه‌ی عکس دارد.

III) تعادل گرمایی:

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

الف) منابع گرم، گرمای خود و منابع سرد، گرمای می‌گیرند

ب) همه گرمای داده شده برابر گرمای گرفته شده است

ج) سبب از دست دادن، صحتی به دمای بیسانی می‌رسند به آن دما تعادل (θ_c) یا (θ_e)

د) در دما تعادل تبادل گرما متوقف می‌شود.

*) تعادل گرمایی به قانون حفظ انرژی معروف است



۴

① تعادل گرمایی بدون تغییر حالت:

$$Q_1 + Q_2 + \dots = 0$$

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

$$\text{در نهایت: } \theta_c = \frac{m_1c_1\theta_1 + m_2c_2\theta_2 + \dots}{m_1c_1 + m_2c_2 + \dots}$$

* حالات خاص:

① اگر ضرایب هم جنس باشند:

$$c_1 = c_2 = \dots$$

$$\theta_c = \frac{m_1\theta_1 + m_2\theta_2 + \dots}{m_1 + m_2 + \dots}$$

② اگر ضرایب هم جنس و هم جرم باشند:

$$\left. \begin{array}{l} c_1 = c_2 = \dots \\ m_1 = m_2 = \dots \end{array} \right\} \text{در این حالت}$$

$$\theta_c = \frac{\theta_1 + \theta_2 + \dots}{n}$$

n ← تعداد ضرایب

② تعادل گرمایی با تغییر حالت:

در این حالت اگر دمای نهایی را بدانیم مسئله ساده حل می شود ولی اگر ندانیم با توجه به اعداد مسئله یک دمای نهایی حدس می زنیم و مسئله را حل می کنیم. اگر جواب نهایی با فرض ما مسئله منطبق بود حدس اولیه صحیح بوده است ولی اگر منطبق نبود فرض را تغییر می دهیم و مسئله را دوباره حل می کنیم.

۷

IV) سوالات :

1) ذوب و عکس کن انجام است. ذوب یعنی تبدیل کامل جامد به مایع در درجه ثابت ذوب. گرمای لازم را گرمای نهان ذوب می نامند و نهان ذوب ویژه را با L_F نشان می دهند و برای حرارتی ثابت و متفاوت است. مثلاً برای تبدیل یخ 0°C به آب 0°C خواهیم داشت :

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

2) تبخیر و عکس کن میعان است. تبخیر یعنی تبدیل کامل مایع به بخار در درجه ثابت تبخیر. گرمای لازم را گرمای نهان تبخیر می نامند و نهان تبخیر ویژه را با L_v نشان می دهند و برای حرارتی ثابت و متفاوت است. مثلاً برای تبدیل آب 100°C به بخار 100°C خواهیم داشت :

$$L_v = 540 \frac{\text{cal}}{\text{gr}} = 2260000 \frac{\text{J}}{\text{kg}}$$

3) تصعید و عکس کن چگالش است. تصعید یعنی تبدیل کامل جامد به گاز در درجه ثابت تصعید مانند یخبندان، بزرگساختن و ... چگالش مانند شبنم بر روی درختچه ها، دره در بخاری و ...

Δ

⑦ اثر گرما بر ابعاد جسم:

- با افزایش دما غالباً ابعاد جسم افزایش می‌یابد.
- برای اجسام جامد داریم:

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

L: طول ثانویه [m]

L₀: طول اولیه [m]

ΔL: تغییرات طول [m]

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

S: مساحت ثانویه [m²]

S₀: مساحت اولیه [m²]

ΔS: تغییرات مساحت [m²]

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

V: حجم ثانویه [m³]

V₀: حجم اولیه [m³]

ΔV: تغییرات حجم [m³]

④ ثابت ماندن جرم $\Rightarrow m = m_0$

Δθ: تغییرات دما [°C] و [K]

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

α: ضریب انبساط طولی [1/°C] و [1/K]

β: ضریب انبساط سطحی [1/°C] و [1/K]

γ: ضریب انبساط حجمی [1/°C] و [1/K]

* رابطه بین ضرایب انبساط $\rightarrow \gamma \approx \frac{3}{2} \beta \approx 3\alpha$

ρ: چگالی ثانویه [kg/m³]

ρ₀: چگالی اولیه [kg/m³]

m: جرم ثانویه [kg]

m₀: جرم اولیه [kg]



4

- انرژی یک جسم دارای حفره را افزایش دهیم، حفره داخل جسم با همان ضریب انبساط حجمی جسم افزایش می‌یابد.

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

* برای مایعات از ضریب انبساط طولی و سطح تعریف کرد و فقط ضریب انبساط حجمی داریم.

- لازم است بدانیم ریل‌گذاری راه آهن در تابستان و لوله انتقال گاز و کابل‌های سیم برق رسانی در زمستان صورت می‌گیرد.

* جامداتی داریم که با افزایش دما، چگالی کم می‌شود مانند قیر، موم، بسموت، سرب، نایلون، لاستیک، مانژرو و ...

۱۰

(VI) استنات آب:

۱) بزرگترین ظرفیت گرمایی درجه رادریبیت دارد و ظرفیت گرمایی و درجه یخ نصف آب است.

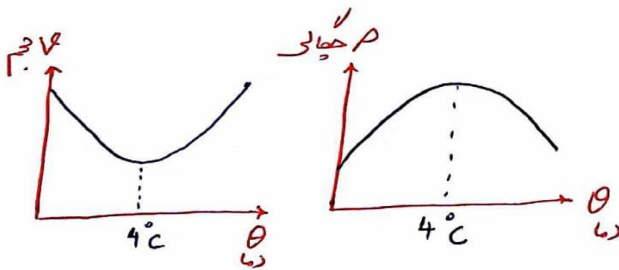
$$c_{\text{آب}} = 1 \frac{\text{cal}}{\text{gr}^\circ\text{C}} = 4200 \frac{\text{J}}{\text{kg}^\circ\text{C}}$$

$$c_{\text{یخ}} = 0.5 \frac{\text{cal}}{\text{gr}^\circ\text{C}} = 2100 \frac{\text{J}}{\text{kg}^\circ\text{C}}$$

۲) به سوراخ خلص بودن درجه یخ و درجه ۱۰۰ به جوشی آب.

۳) افت درون ناخالصی به آب باعث می شود که دما ذوب پایین تر از ۰ و دما جوشی بالاتر از ۱۰۰ برود.

۴) آب ۴°C کمترین حجم و بیشترین چگالی را دارد است. نیبر این از آب به عنوان مایع در دما یخ ها استوار د نمی شود.



۷۲) روش‌های انتقال گرما

- ۱) رسانش
- ۲) حرکت
- ۳) تابش

- در مواد جامد انتقال گرما بصورت رسانش است.
- در مواد مایع و گاز انتقال گرما از طریق حرکتی است.
- در مواد داغ (جامد، مایع، گاز) انتقال گرما بصورت تابش است.
- در انتقال گرما بصورت رسانش و حرکت نیاز به محیط ماده داریم ولی انتقال گرما از طریق تابش نیازی به محیط مادی نیست.

۱) رسانش:

مولد از نظر رسانایی گرمایی به دو دسته تقسیم می‌شوند: الف) مولد رسانا که گرما را از خود عبور می‌دهد و مثل فن‌هاست و ب) اموات عایق یا رسانا که مانع عبور جریان می‌شوند مثل هوا، سیم، بزم و...
گرمایی که از طریق رسانش منتقل می‌شود عبارت است از:

$$Q = k \frac{A \Delta \theta}{L}$$

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

Q: گرما [J]

k: ضریب رسانایی - به نسبت رسانایی جسمی طرد

A: سطح مقطع [m²]

t: زمان [s]

L: ضخامت یا طول [m]

H: شار گرما [W] یا [J/s]

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

ب) هرفتی:

وقتی دمای یک جسم افزایش می یابد، چگالی آن کم می شود و مایع از نقطه عادی به سمت بالا حرکت می کند و چگالی بیشتری دارند، به سمت آن نقطه حرکت کرده و مایع را با چگالی کم به سمت بالا انتقال می دهند. این انتقال، جریان 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 هرفتی نامیده می شود.

* هرفتی انتقال گرما به همراه انتقال ماده است

© تابش:

- هرچه دمای جسم بالاتر باشد، میزان تابش گرما را بیشتر می کند.
- تابش همانند نور از جنس امواج الکترومغناطیس است و به سرعت نور منتقل می شود.
- هر جسم علاوه بر تابش گرما را خود، تحت تأثیر تابش گرما را سایر اجسام نیز هست و بنابراین قسمتی از تابش گرما را جذب می کند و قسمتی دیگر را بازتاب می دهد.

- میزان تابش علاوه بر دما بالا به سطح ظاهری جسم از جمله جنس، صافی و زبری، روشن و تیره هم بستگی دارد.

- هرچه سطح جسم خشک تر، تیره تر باشد هم میزان تابش بیشتری شود و هم جنس مینا 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 سریعتر از سرعت انتقال گرما از طریق رسانش و هرفتی است

۱۳

III قانون گازها:

معادله حالت یک گاز حاصل عبارت است از:

$$PV = nRT$$

$$R = 8,314 \left[\frac{J}{K} \right]$$

P: فشار [Pa]

V: حجم [m³]

n: مول

R: ثابت جهانی گازها

T: دما [K]

در این معادله سه متغیر به همراه تغییر کردن مول وجود دارد (P و V و T) که روابط زیر به سبب تغییرات آنها بدست می آید:

این حالت ها بر سیستم بسته بدون تغییر حجم است.

a) دما ثابت باشد $\Rightarrow P_1 V_1 = P_2 V_2$

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 $\Rightarrow \frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$

e) برای دو گاز متفاوت خواهیم داشت:

$$\frac{P_A V_A}{n_A T_A} = \frac{P_B V_B}{n_B T_B}$$

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

$$\frac{P_T V_T}{T_T} = \frac{P_A V_A}{T_A} + \frac{P_B V_B}{T_B} + \dots$$

g) برای سیستم باز و تغییر حجم خواهیم داشت:

$$\frac{P_1 V_1}{n_1 T_1} = \frac{P_2 V_2}{n_2 T_2}$$