خلاصه فیزیک هالیدی - فصل چهاردهم: دما، گرما و قانون اول ترمودینامیک

دما, دماسنج ها: دما یکی از کمیت های اصلی **SI** است که به احساس ما از سردی و گرمی مربوط می شود دما را با دماسنج اندازه می گیرند , که دارای یک ماده ی کاری با یک خاصیت قابل اندازه گیری مانند طول یا فشار است که به روش منظم در هنگام گرم یا سرد شدن تغییر می کند.

قانون صفرم ترمودینامیک: هر گاه یک دماسنج و جسم دیگری در تماس با یکدیگر قرار گیرند, سرانجام به تعادل دمایی می رسند . در این صورت عدد خوانده شده از دماسنج به عنوان دمای جسم در نظر گرفته می شود . این فرآیند به دلیل قانون صفرم ترمودینامیک اندازه گیری های دما را به طور مفید و سازگار فراهم می کند : اگر دو جسم A و Bهر یک با جسم سوم C(دماسنج) در حالت تعادل گرمایی یاشند.آنگاه A وB با یکدیگر در تعادل گرمایی اند.

مقیاس دمایی کلوین: در سامانه **SI** دما **در** مقیاس کلوین اندازه گیری می شود ,که بر نقطه ی سه گانه ی آب استواراست. دماهای دیگر با استفاده از یک دماسنج گازی با حجم ثابت ,که در آن فشار یک نمونه ی گازی باحجم ثابت با دمای آن متناسب است,تعریف می شوند.دمایT رابه صورتی که با یک دماسنج گازی اندازه گیری می شودتعریف می کنیم که عبارت است از:

$$T=(273/16K)[\lim_{\text{مقدار گاز}\to 0} \frac{p}{p_3}]$$

در اینجا Tبر حسب کلوین و p_3وp به ترتیب فشار گاز در دمای(273/16K) و فشار گاز در دمای اندازه گیری شده است.

مقیلس هاس سلسیوس و فارنهایت: مقیاس دمای سلسیوس به صورت زیر تعریف می شود:

$$T_{\mathrm{c}} = \mathrm{T} - 273/15^{\circ}$$

که در آن T بر حسب کلوین است .مقیاس دمای فارنهایت به صورت زیر تعریف می شود:

$$T_{\mathrm{F}} = \frac{9}{5} T_{\mathrm{c}} + 32^{\circ}$$

انبساط گرمایی: ابعاد همهٔ جسمها با تغییر دما تغییر می کند.به ازای تغییر دم$\Delta \boldsymbol{t}$,تغییر ΔL در بعد خطی L با رابطهٔ زیر داده می شود:

$$\Delta L = L\alpha\, \Delta T$$

که در آنα ضریب انبساط خطی است.تغییر Δvدر حجم v یک جامد یا مایع عبارت است از

$$\Delta v = v\, \beta\, \Delta T$$

که در آن $\beta = 3\alpha$ ضریب انبساط حجمی ماده است.

گرما: گرمای **Q** انرژی است که به علت وجود اختلاف دما بین یک سامانه و محیط آن مبادله می شود .گرما را می توان بر حسب ژول(J),کالری(cal),کیلو کالری (kcal),یا یکای بریتانیایی گرما (Btu) اندازه گیری کرد:

$$1cal = \frac{3}{969} \times 10^{-3}\, Btu = 4/1868J$$

ظرفیت گرمایی و گرمای ویژه: اگر گرمای Q توسط جسمی جذب شود تغییر دمای $T_{\mathrm{f}} - \mathrm{T_i}$ جسم با گرمای Q با رابطهٔ زیر داده می شود

$$Q = C(T_{\mathrm{f}} - \mathrm{T_i})$$

که در آن Cظرفیت گرمایی جسم است.اگر جرم جسم m باشد,آنگاه:

$$Q = cm(T_{\mathrm{f}} - \mathrm{T_i})$$

که C گرمای ویژهٔ ماده ای است که جسم از آن ساخته شده است.گرمای ویژهٔ مولی یک ماده برابر است با ظرفیت گرمایی هر مول ,یا$6/02 \times 10^{23}$ برابر واحد بنیادی ماده.

گرمای تغییر حالت: گرمای جذب شده توسط یک ماده ممکن است حالت فیزیکی ماده را تغییر دهد مثلا از جامد به مایع یا از مایع به گاز . مقدار انرژی مورد نیاز برای تغییر حالت (نه تغییر دمای) یکای جرم یک مادهٔ معین را گرمای تغییر حالت L می نامند ,بنابراین

$$Q = Lm$$

گرمای تبخیر: L_v عبارت است از مقدار انرژی مربوط به یکای جرم که باید به مایع داد تا بخار شود یا از گاز گرفت تا به مایع تبدیل شود.گرمای ذوب L_{F} عبارت است از مقدار انرژی مربوط به یکای جرم که باید به یک جسم جامد داد تا ذوب شود, یا از یک مایع گرفت تا منجمد شود.

کار مربوط به تغییر حجم: یک گاز می تواند با محیط خود از طریق کار انرژی مبادله کند.مقدار کار Wانجام شده به وسیلهٔ گاز در هنگام انبساط یا تراکم آن از حجم اولیه v_{i}تا حجمv_f با رابطهٔ زیر داده می شود:

$$w = \int dw = \int_{v_i}^{v_f} p\, dv$$

چون فشار p ممکن است در طی تغییر حجم تغییر کند,انتگرالگیری ضروری است.

قانون اول ترمودینامیک: اصل پایستگی انرژی برای یک فرآیند ترمودینامیکیبه صورت قانون اول پایستگی بیان می شود,که می تواند شکل های زیر را داشته باشد:

$$\Delta E_{int} = E_{int,f} - E_{int,i} = Q - w \quad (\text{قانون اول})$$

$$dE_{int} = dQ - dW \quad (\text{قانون دوم})$$

E_{int}انرژی درونی ماده را نشان می دهدکه فقط به حالت ماده (دما,فشار, حجم) بستگی دارد.Qانرژی مبادله شده به صورت گرما بین سامانه و محیط آن است . اگر سامانه گرما جذب کند Q مثبت و اگر سامانه گرما از دست بدهدQمنفی است.w کار انجام شده به وسیلهٔ سامانه است؛اگر سامانه براثر نیروی خارجی وارد شدده از محیط اطراف منبسط شود,w مثبت و اگر سامانه بر اثر نیروی خارجی وارد شده منقبض شود,w منفی است.Q و w هر دو به مسیر بستگی دارند ولیΔE_{int} منتقل از مسیر است.

کاربردهای قانون اول ترمودینامیک: قانون اول ترمودینامیک در چند حالت خاص به کار می رود:

$Q = 0\,, \Delta E_{int} = -w$ (فرآیند های بی دررو)

$w = 0\ \,, \Delta E_{int} = Q$ (فرآیند های حجم ثابت)

$\Delta E_{int} = 0, \mathrm{Q} = \mathrm{w}$ (فرآیند های چرخه ای)

$Q = w = \Delta E_{int} = 0$ (انبساط های آزاد)

رسانش و همرفت و تابش: آهنگ رسانش انرژی $\boldsymbol{p}_{\text{رسانش}}$ **از** طریق بره ای که وجوه آن در دماهای T_{H} و T_{C} قرار دارند عبارت است از :

$$\boldsymbol{p}_{\text{رسانش}} = \frac{Q}{\mathrm{t}} = \mathrm{k\,A}\,\frac{\mathrm{T_H} - \mathrm{T_C}}{\mathrm{L}}$$

که در آن Aمساحت,L ضخامت بره, وK رسانندگی گرمایی ماده است .همرفت هنگامی رخ می دهد که اختلاف دما باعث انتقال انرژی به وسیلهٔ حرکت در داخل یک شاره شود تابش , عبارت است از انتقال انرژی از طریق گسیل انرژی الکترومغناطیسی . آهنگ تابش $\boldsymbol{p}_{\text{رسانش}}$, که با آن جسمی انرژی را از طریق تابش گرمایی گسیل می کند برابر است با:

$$\boldsymbol{p}_{\text{رسانش}} = \boldsymbol{\sigma\, \varepsilon\, A\, T^4}$$

که در آن $\boldsymbol{\sigma} = (\frac{\mathbf{5}}{\mathbf{6703}} \times \frac{\mathbf{10^5 w}}{\boldsymbol{m^2}}.\boldsymbol{k^4})$ ثابت استفان بولنزمن ,$\boldsymbol{\varepsilon}$گسیلندگی سطح جسم,$\boldsymbol{A}$ مساحت سطح و Tدمای سطح(بر حسب کلوین) است . آهنگ جذب $\boldsymbol{p}_{\text{جذب}}$ که با آن جسمی انرژی را از طریق تابش گرمایی از محیط خود,که در دمای یکنواخت $\boldsymbol{p}_{\text{محیط}}$ (بر حسب کلوین) قرار دارد جذب می کند,عبارت است از :

$$\boldsymbol{p}_{\text{جذب}} = \boldsymbol{\sigma\, \varepsilon\, A T^4_{\text{محیط}}}$$