مقدمه (قانون اول ترمودینامیک):

ترمودینامیک یکی از شاخه‌های علوم تجربی است. موضوع اصلی درس ترمودینامیک مطالعه شکل‌های مختلف انرژی و تبدیل آنها به یکدیگر است، در این مطالعه، تبدیل انرژی گرمایی به کار مکانیکی یا به انرژی‌های دیگر و به عکس و ارتباط آنها با هم، اهمیت ویژه‌ای دارد. گذشته از آن، چون در تغییر و تبدیل انرژی‌ها به یکدیگر، عموماً برخی تغییرهای شیمیایی یا فیزیکی هم پیش می‌آید، پس علم ترمودینامیک ارتباط بسیار نزدیکی با آن تغییرها دارد. در واقع از راه مطالعه انرژی وابسته به رویدادهای فیزیکی یا شیمیایی می‌توان اطلاعات بسیار مفید و ارزنده‌ای را در خصوص انجام آنها به دست آورد. از این دید، می‌توان ترمودینامیک را علم مطالعه رویدادهای مادی با تکیه بر تغییر انرژی وابسته به آنها قلمداد نمود. قلمرو ترمودینامیک با چنین نگرشی بسیار گسترده خواهد شد و مطالعه بسیاری از فرایندهای مادی را از نظر تغییر و تبدیل انرژی در آنها، دربر خواهد گرفت.

قوانین ترمودینامیک که از نظر استواری و جامع بودن کمتر همتایی در بین سایر قوانین علمی دارند، از جمع‌بندی پژوهش‌های تجربی زیادی حاصل شده‌اند. با استفاده از این قوانین، روابط ریاضی بسیار دقیق و سودمندی در مورد بستگی‌های میان خواص سیستم‌های ترمودینامیکی تدوین و توسعه یافته است. بدون شک، این روابط به نوبه خود در پیشبرد علم ترمودینامیک نقش بسیار سازنده‌ای را ایفا کرده‌اند.

واژه ترمودینامیک را از نظر معنا شاید بتوان با "قدرت محرکه گرمایی" معادل گرفت. این واژه از دو جزء *thermo* و *dynamic* درست شده است. *thermo* از کلمه *therme* از زبان یونانی، به معنای گرما، گرفته شده است و *dynamic* از کلمه *dynamikos* که آن نیز از زبان یونانی است و به معنای قدرت، حرکت، زورمندی و مانند آنها است گرفته شده است.

از نظر تاریخی، ترمودینامیک در آغاز برای مطالعه و بهبود کار ماشین‌های گرمایی که با دریافت گرما کار

شبکه رشد – شبکه ملی مدارس ایران
Olympiad.roshd.ir
www.ShimiPedia.ir

انجام می‌دهند شکل گرفت. اما امروزه از آن به عنوان وسیله‌ای بسیار نیرومند برای مطالعه رخدادهای فیزیکی و شیمیایی و تغییر انرژی وابسته به آنها استفاده می‌شود. در حال حاضر، مهندسان زیادی با استفاده از قوانین و دستاوردهای ترمودینامیکی مشغول طراحی ماشین‌های درونسوز، نیروگاههای تولید قدرت، سیستم‌های سردکن و تهویه مطبوع، سیستم‌های پرتاب موشک‌ها، سفینه‌ها و نظایر اینها هستند. از آن گذشته، بیشتر علوم شیمی فیزیکی یا فیزیکی شیمیایی با ترمودینامیک و کاربردهای آن سر و کار دارند. بطور مثال، مطالعه دقیق تعادل‌های شیمیایی، دستیابی به دماهای بسیار پایین، مطالعه بخش‌های مهمی از سینتیک شیمیایی و شناخت بسیاری از فرایندهای زیستی مانند آنها صرفاً در پرتو ترمودینامیک امکان‌پذیر می‌شود.

ترمودینامیک بر سه قانون بسیار جامع و بنیادی استوار است. قانون اول ترمودینامیک همان قانون بقای انرژی را بیان می‌کند. قانون دوم ترمودینامیک ناظر بر تعیین جهتی است که انرژی در آن به طور خودبه‌خود از جائی به جای دیگر جریان می‌یابد و قانون سوم به این که به دمای صفر مطلق رسیدن ناممکن است، اشاره دارد. در ترمودینامیک با قانون دیگری به نام قانون صفرم نیز سر و کار پیدا می‌کنیم. این قانون می‌گوید هرگاه دو سیستم هر کدام به طور مستقل با یک سیستم سومی در حال تعادل گرمایی یا دمایی باشد، آن دو سیستم نیز با یکدیگر در حال تعادل گرمایی یا دمایی خواهند بود.

با استفاده از این قانون بوده است که مقیاس دماسنجی طرح‌ریزی شده و تکامل یافته است.

در ترمودینامیک کلاسیک بدون استفاده از هیچ‌گونه مدل یا نظریه مولکولی به مطالعه خواص قابل اندازه‌گیری مواد از قبیل فشار، دما، حجم، انرژی و چون آنها پرداخته می‌شود. با وجود این، می‌توان بسیاری از خواص ترمودینامیکی مواد را در پرتو مدل‌ها و نظریه‌های مولکولی مورد تجزیه و تحلیل قرار داد؛ این کار برای درک عمیق خواص یاد شده بسیار سودمند است.

انواع فرایندهای ترمودینامیکی:

شبکه رشد - شبکه ملی مدارس ایران
Olympiad.roshd.ir
www.ShimiPedia.ir

در ترمودینامیک، به مطالعه تغییر و تبدیل انرژی در رویدادهای مادی پرداخته می‌شود. به یک رویداد اغلب یک فرایند، یک پدیده، و یا یک تحول هم می‌گویند. برای مثال، وقتی بالن دارای مقداری معین آب را به وسیله یک شعله یا یک اجاق برقی گرم می‌کنید، آب دستخوش یک تغییر ترمودینامیکی می‌شود و شما شاهد یک فرایند، یا تحول یا پدیده ترمودینامیکی هستید. در هر فرایندی، یک سیستم ترمودینامیکی دستخوش نوعی تغییر حالت می‌شود، تغییر حالت بدان معنا که خواص ترمودینامیکی سیستم مانند انرژی، حجم، دما، فشار و ... تغییر می‌کنند و از مقدارهای اولیه‌ای مانند E_1، V_1، T_1، P_1 و ... به مقدارهای دیگری مانند E_2، V_2، T_2، P_2 و ... تبدیل می‌شوند. وقتی آب داخل یک بالن را با یک شعله یا یک اجاق برقی گرم می‌کنید، انرژی، حجم، دما و ... آن دچار تغییر می‌شود و از آنجا می‌گوییم که آب دستخوش یک تغییر حالت ترمودینامیکی شده و از این‌رو یک فرایند ترمودینامیکی رخ داده است. وقتی سیستمی در یک فرایند ترمودینامیکی شرکت می‌کند، از راه معینی از یک حالت اولیه به یک حالت نهایی تغییر می‌یابد. همان‌طور که می‌دانید، یک راه مجموع تعداد زیادی حالت‌های ترمودینامیکی پشت سر همی است که سیستم برای رفتن از یک حالت اولیه به یک حالت نهایی از آنها می‌گذرد. همان‌طور که می‌دانید، هر حالت ترمودینامیکی سیستم به وسیله عده‌ای از خواص ترمودینامیکی سیستم مانند انرژی، حجم، فشار و ... توصیف می‌شود.

برای ایجاد یک تغییر معین در یک سیستم، می‌توان مسیرهای متفاوتی را برای آن در نظر گرفت. در این صورت، جزئیات تغییر مورد مطالعه در هر یک از مسیرها از هم متفاوت است؛ اما تغییر هر یک از تابع‌های حالت در آنها با هم یکی است.

در بیشتر اوقات فرایندهای ترمودینامیکی را در شرایطی ثابت و زیر نظر به مطالعه درمی‌آورند. برخی از آنها که بیشتر اهمیت دارند عبارتند از:

فرایند همدما: دما در یک فرایند همدما ثابت است. یک ظرف نسبتاً بزرگ دارای آب و یخ را در نظر بگیرید. فرض

شبکه رشد – شبکه ملی مدارس ایران
Olympiad.roshd.ir
www.ShimiPedia.ir

کنید قسمت‌های خارجی این ظرف نسبت به انتقال گرما نارسانا شده است. دمای مخلوط آب و یخ در داخل چنین ظرفی برابر با $0\,^{\circ}C$ است و می‌تواند برای زمانی قابل توجه ثابت بماند. حال هرگاه یک لوله آزمایش را که تا نیمه از بنزن پر شده است در مخلوط آب و یخ قرار دهید تا با آن همدما شود و سپس کم‌کم مقدار کمی ید با دمای $0\,^{\circ}C$ را در آن حل کنید، در آن صورت می‌توانید بگویید فرایند حل شدن ید در بنزن در دمای ثابت انجام شده است و از آن به عنوان یک فرایند همدما یاد نمایید. همان‌طور که می‌دانید، در آزمایشگاه برای ثابت نگهداشتن دما از دستگاه برقی خودکاری به نام دماپای استفاده می‌شود.

فرایند هم‌حجم: حجم سیستم در این گونه فرایندها ثابت می‌ماند. در یک فرایند حجم ثابت، سیستم مورد مطالعه را در درون ظرف مسدودی با دیوارهای سخت و محکم جای می‌دهند.

فرایند هم‌فشار: فشار حاکم بر سیستم در یک فرایند هم‌فشار ثابت می‌ماند. وقتی یک مقدار یخ در هوای آزاد ذوب می‌شود، فشار روی آن همان فشار هوا است که تقریباً ثابت است. از این‌رو، فرایند ذوب یخ در هوای آزاد، یک فرایند فشار ثابت به حساب می‌آید. به همین ترتیب، هرگاه مقداری از یک گاز را در یک استوانه جای دهید و پیستون بدون اصطکاکی را روی آن سوار کنید، گاز محبوس در استوانه در زیر فشار ثابتی که از وزن پیستون و هوای درون آن ناشی می‌شود قرار خواهد داشت. حال هرگاه گاز را به آهستگی گرم یا سرد کنید، در فشار ثابت منبسط یا منقبض خواهد شد و از آنجا با یک انبساط یا تراکم هم‌فشار روبرو خواهید بود.

فرایند آدیاباتیک: در فرایند آدیاباتیک، مبادله گرما برای سیستم مورد مطالعه پیش نمی‌آید. هرگاه یک ماده سوختنی و اکسیژن لازم را در ظرف مسدودی که جدار آن نسبت به انتقال گرما نارسانا است (آدیاباتیک است) قرار دهید و سپس شرایط سوختن ماده سوختنی در آن را فراهم سازید، در آن صورت، سوختن ماده سوختنی در ظرف یاد شده، یک فرایند آدیاباتیک خواهد بود.

فرایند ایستامانند: یک فرایند ایستامانند فرایندی است که در مقایسه با هر فرایند دیگری که با مبادله انرژی یا ماده

شبکه رشد – شبکه ملی مدارس ایران
Olympiad.roshd.ir
www.ShimiPedia.ir

با دنیای دور و بر همراه است طوری آهسته صورت گیرد که در جریان آن، هیچ‌گونه آشفتگی انرژیی یا مادی در هیچ منطقه‌ای ایجاد نشود. بیان دیگری از فرایند ایستا مانند آن است که در جریان انجام آن، تعادل درونی دنیای دور و بر محفوظ می‌ماند و هیچ‌گونه جریان ماده یا انرژی که محسوس باشد از ناحیه‌ای از دنیای دور و بر به ناحیه دیگر آن انجام نمی‌شود. اگر فرایندی ایستامانند باشد، می‌توان اطمینان داشت که تعادل درونی دنیای دور و بر در جریان انجام آن به هم نمی‌خورد.

فرایند چرخه‌ای: فرایند چرخه‌ای فرایندی است که سیستم در آن پس از شرکت در یک عده تغییر و تحول‌های گوناگون، از نو به همان شرایط آغازی خود برمی‌گردد و دقیقاً به همان صفات و خواصی را که در آغاز فرایند داشت دست می‌یابد. همان‌طور که آشکار است، تغییر هر خاصیت حالتی سیستم در چنین فرایندی برابر با صفر است، مثلاً برای آن داریم $\Delta V = 0$ ، $\Delta T = 0$ و ...

اکنون لازم است تفاوت موجود میان مقداری از یک ویژگی که به سیستم متعلق است و مقداری از همان ویژگی که به فرایند مربوط است نیک توجه کنیم. برای مثال، حجم، V، یک ویژگی از سیستم است و مقدار آن برای یک سیستم مفروض در یک شرایط داده شده معین است. مثلاً می‌توان گفت حجم سیستم در یک شرایط داده شده برابر با ۰/۰۰۱ مترمکعب است. در مقابل، $\Delta V = V_2 - V_1$ تغییر حجم برای فرایندی را می‌رساند که طی آن، سیستم از حالت ۱ به حالت ۲ تحول یافته است. پیداست که یک سیستم معین در هر حالت ترمودینامیکی دارای حجم معینی است و در ازای هر تغییر حالت ترمودینامیکی که برای آن پیش آید، تغییر مشخصی در حجم آن حاصل می‌شود. این روند برای سایر متغیرهای ترمودینامیکی سیستم و تغییر آنها نیز درست است.

شبکه رشد – شبکه ملی مدارس ایران
Olympiad.roshd.ir
www.ShimiPedia.ir