بیان قانون اول ترمودینامیک:

سیستم بسته‌ای را که در حال سکون است و میدان‌های خارجی هم بر آن بی‌تأثیرند در نظر بگیرید. همان‌طور که پیش از این گفتیم، یک سیستم بسته با دنیای دور و بر خود هیچ ماده‌ای را مبادله نمی‌کند، در حالی که انرژی مبادله می‌کند. اکنون فرض کنید سیستم بسته یاد شده، کاری برابر با W و گرمائی برابر با q را از دنیای دور و برش دریافت نماید. پیداست که انرژی درونی سیستم با این دریافت تغییر می‌کند. براساس قانون اول ترمودینامیک، این تغییر انرژی درونی، ΔU ، سیستم بایستی از معادله زیر که یکی از معادله‌های بسیار اساسی در ترمودینامیک است پیروی کند

$$\Delta U = q + W$$

از سوی دیگر، در جریان تغییر یاد شده، انرژی درونی دنیای دور و بر سیستم نیز تغییر می‌کند و مقدار آن براساس همان قانون اول ترمودینامیک بایستی برابر با $-\Delta U$ باشد، تا این‌که مجموع تغییر انرژی درونی سیستم و دنیای دور و بر آن همواره مساوی صفر شود

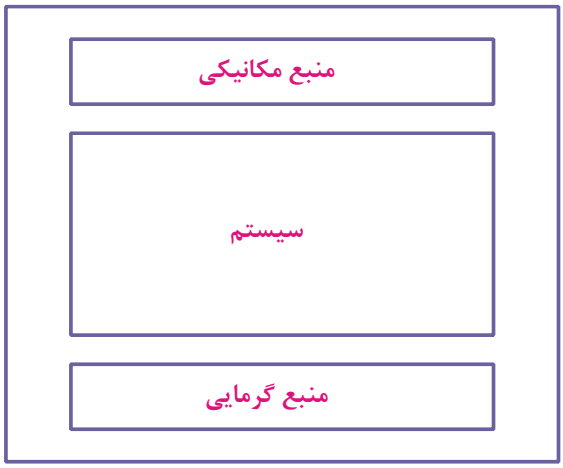
$$\Delta U + (-\Delta U) = 0$$

به خاطر داشته باشید، ΔU تغییر انرژی درونی سیستم بسته مورد مطالعه را می‌رساند و $-\Delta U$ تغییر انرژی دنیای دور و بر آن را معرفی می‌نماید. نظر به این‌که هر سیستمی بسته به دنیای دور و بر آن، روی هم یک سیستم منزوی را می‌رساند، پس یک بیان ساده و روشن از قانون اول آن است که بگوییم انرژی درونی یک سیستم منزوی همواره ثابت است و مقدار آن در جریان رویدادهائی که در سیستم رخ می‌دهد تغییر نمی‌کند. در یک سیستم منزوی انرژی‌ها طی رویدادهای گوناگون، تنها به هم تبدیل می‌شوند و یا از جائی به جای دیگر جریان می‌یابند.

می‌توان دنیای دور و بر یک سیستم را به یک منبع کار و یک منبع گرما که ظرفیت هر کدام در مقایسه با سیستم بسته مورد مطالعه بسیار زیاد است محدود کرد. سیستم در این شرایط، تنها با این دو منبع در ارتباط است

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

و با آنها به ترتیب کار و گرما را مبادله می‌کند (شکل زیر را از نظر بگذرانید).



جهان سیستم

سیستم و منبع‌های گرمایی و مکانیکی در ارتباط با آن. به مجموع سیستم و دو منبع یاد شده، جهان سیستم می‌گویند. جهان هستی از بی‌نهایت جهان سیستمی درست شده است. جهان هر سیستم خود یک سیستم منزوی است.

به مجموع سیستم و دو منبع یاد شده جهان سیستم می‌گویند. جهان سیستم خود یک سیستم منزوی است. جهان خلقت که در آن زندگی می‌کنیم شامل تعداد بی‌شماری جهان سیستم است و در عین حال، جهان خلقت خود به منزله یک سیستم منزوی بسیار بزرگی است. بدین‌سان، تعمیمی از قانون اول ترمودینامیک بدین شیوه است که بگوییم انرژی در جهان خلقت ثابت است و در جریان رویدادهای بی‌شماری که در هر لحظه در آن رخ می‌دهند، تنها انرژی از شکلی به شکل دیگر تبدیل می‌شود و یا از جائی به جای دیگر جریان می‌یابد.

نظر به این‌که امروزه برایمان آشکار است که ماده و انرژی به هم تبدیل می‌شوند، بهتر است قانون ثابت بودن انرژی در جهان خلقت را به قانون ثابت بودن انرژی و ماده برگردانیم و بگوییم براساس قانون اول ترمودینامیک می‌توان نتیجه گرفت که مجموع انرژی و ماده تشکیل‌دهنده جهان خلقت ثابت است و در جریان رخ دادن این همه رویدادهای شگفت‌انگیز و آموزنده در آن، تنها انرژی‌ها به هم تبدیل می‌شوند و از جائی به جای دیگر جریان

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

می‌یابند.

قانون اول و کار آدیاباتیک: یک کیلوگرم آب را که در یک ظرف آدیاباتیک جای دارد در نظر بگیرید. برای بالا بردن دمای این آب بایستی بدان کار داد. فرض کنید بخواهیم دمای آن را از $14/5\,^{\circ}C$ به $15/5\,^{\circ}C$ برسانیم. برای این افزایش دما، به $4180\ J$ کار نیاز است. تجربه‌های گوناگون نشان داده‌اند که از هر راهی که این مقدار انرژی در اختیار آب قرار گیرد، همواره افزایش دمای آن، درست همان $1\,^{\circ}C$ است. برای مثال، این انرژی خواه از راه مکانیکی، مانند به هم زدن آب به وسیله یک به همزن مناسب، خواه از راه الکتریکی مانند گذراندن یک جریان الکتریکی از درون یک گرمکن برقی، و خواه از راه‌های دیگر در اختیار آب قرار گیرد، افزایش دمای آن همواره همان $1\,^{\circ}C$ است. از این تجربه، درمی‌یابیم که مقدار کار لازم برای ایجاد یک تغییر مشخص در یک سیستم آدیاباتیک همواره ثابت است و به راه و چگونگی تأمین کار بستگی ندارد. با در نظر گرفتن این واقعیت است که می‌توان به هر حالت مشخصی از سیستم یک انرژی درونی، U ، نسبت داد و کار آدیاباتیک، W_{ad} ، مصرف شده را مساوی با تغییر آن گرفت

$$W_{ad} = U_f - U_i = \Delta U$$

از این معادله برای اندازه‌گیری تغییر انرژی درونی سیستم وقتی از یک حالت اولیه، i ، به یک حالت نهائی، f ، تحول می‌یابد نیز می‌توان استفاده کرد. همان‌طور که از معادله بالا پیداست، تغییر انرژی یاد شده مساوی کار آدیاباتیکی است که بتواند سیستم را از حالت i به حالت f برساند.

انرژی درونی یک تابع حالت ترمودینامیکی است: از قانون بقای انرژی درمی‌یابیم، هرگونه تغییری در حالت ترمودینامیکی یک سیستم با یک تغییر مشخص در انرژی آن همراه است. همان‌طور که پیش از این بیان کردیم، از ملاحظات ترمودینامیکی پی می‌بریم که انرژی درونی یک تابع حالت ترمودینامیکی است و قانون بقای انرژی برای آن صادق است. بدین‌سان، انرژی درونی یک سیستم منزوی همواره ثابت است و برای آن داریم

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

$$dU = 0$$ (سیستم منزوی)

از سوی دیگر برای هر تغییری که با انتقال انرژی از یک سیستم بسته به دنیـای دور و بـرش و بـه عکـس همراه است، همواره داریم

$$dU_{\text{سیستم}} + dU_{\text{دور و بر سیستم}} = 0$$

و از آنجا

$$dU_{\text{دور و بر سیستم}} = - dU_{\text{سیستم}}$$

و برای هر فرایند چرخه‌ای داریم

$$\oint dU = 0$$ (فرایند چرخه‌ای)

$\oint dU$ انتگرال بسته U را می‌رساند، انتگرال بسته بدان معنا است که تابع مورد نظر پس از یک سلسله تغییرهای پی در پی به همان شرایطی که در آغاز داشت برمی‌گردد.

تغییر بی‌نهایت کوچک انرژی درونی، dU ، یک سیستم بسته در یک تغییر حالت ترمودینامیکی مـشخص عبارت است از

$$dU = \delta q + \delta W$$

تغییر قابل اندازه‌گیری انرژی درونی، ΔU ، برابر است با

$$\Delta U = q + W$$

در حالی که

$$\Delta U = \int_{U_i}^{U_f} dU = U_f - U_i$$

در ضمن

$$W = \sum \delta W \text{ (نه } W_2 - W_1\text{)} \quad ، \quad q = \sum \delta q \text{ (نه } q_2 - q_1\text{)}$$

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

به خاطر داشته باشید، هر چند انرژی درونی، U، یک تابع حالت است، اما گرما و کار در حالت کلی تابع مسیر هستند.

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