انرژی درونی:

در بخش کار، گرما و انرژی، برای یک سیستم ماکروسکوپی (سیستمی که از تعداد بسیار زیادی مولکول اتم یون و مانند آنها درست شده و به مشاهده و اندازه‌گیری درمی‌آید) واقع در میدان‌های پایستار انرژی، انرژی جنبشی و انرژی ذخیره را به عنوان انرژی مکانیکی در نظر گرفتیم. این انرژی جنبشی و انرژی ذخیره به حرکت ماکروسکوپی سیستم و موقعیت آن در میدان‌های خارجی مربوط است. حال هرگاه فرض کنیم که سیستم مورد مطالعه بدون حرکت ماکروسکوپی باشد، مثل هوای درون یک توپ بازی که در گوشه‌ای ساکن است و علاوه بر آن تحت تأثیر هیچ میدان خارجی هم نباشد (از میدان جاذبه زمین صرف‌نظر می‌کنیم) در آن صورت انرژی جنبشی و انرژی پتانسیل آن به شرح بالا برابر با مقدار صفر خواهد بود. اما از سوی دیگر همان‌طور که می‌دانید هر سیستم ترمودینامیکی، سیستمی مادی است و از انبوهی از اتم‌ها، مولکول‌ها، یون‌ها و مانند آنها درست شده است. اتم‌ها، مولکول‌ها یا یون‌های تشکیل دهنده یک سیستم، علی‌رغم سکون ماکروسکوپی سیستم و قرار نداشتن در میدان‌های خارجی، دارای انرژی‌های گوناگونی هستند. برای مثال، آنها انرژی‌های جنبشی در سطح مولکولی و انرژی‌های پتانسیل ناشی از برهمکنش‌های مولکول‌ها بر هم دارا هستند. بدین‌سان یک سیستم ترمودینامیکی هر چند در حال سکون باشد و در میدان‌های خارجی هم قرار نداشته باشد، باز سرشار از انرژی است؛ انرژیی که از مجموع انرژی‌های گوناگون مولکول‌های موجود در سیستم ناشی می‌شود. به این انرژی، انرژی درونی می‌گویند و آن را با نماد U نشان می‌دهند. U انرژی کلی یک سیستم را در موقعی که در حالت سکون به سر می‌برد و در میدان‌های خارجی قرار ندارد، نشان می‌دهد

$$U = \text{انرژی درونی}$$

در حالت کلی که سیستم ممکن است دارای حرکت ماکروسکوپی باشد (مانند موقعی که یک توپ بازی در

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

فضا در حال حرکت است) و میدان‌های خارجی نیز بر آن تأثیر داشته باشند (مثلاً میدان جاذبه زمین آن را به درون خود بکشاند)، انرژی کل، E ، آن برابر است با

$$E = K + V + U$$

هر یک از نمادهای K ، V و U در معادله بالا، دارای همان معنائی است که پیش از این برای آن بیان شد. سیستم‌های مورد مطالعه در ترمودینامیک در بیشتر اوقات حرکت ماکروسکوپی ندارند و تأثیر میدان‌های خارجی بر آنها نیز ناچیز است. در چنین شرایطی مقدار هر یک از جمله‌های K و V برابر با صفر است و از آنجا می‌توان نوشت

$$E = U$$

تعیین مقدار مطلق انرژی درونی یک سیتم ممکن نیست، اما می‌توان تغییر آن را در فرایندهای مختلف اندازه گرفت. تغییر انرژی درونی، ΔU ، سیستمی که از یک حالت اولیه با انرژی U_i به یک حالت بعدی با انرژی U_f تحول می‌یابد، برابر است با

$$\Delta U = U_f - U_i$$

براساس قانون اول ترمودینامیک، انرژی درونی یک خصوصیت وابسته به حالت سیستم است و مقدار آن، تنها تابع حالت موجود سیستم است و به این‌که این حالت چگونه و به چه ترتیب حاصل شده هیچ بستگی ندارد. برای مثال، انرژی درونی یک مول گاز فلوئور در $27\,^{\circ}C$ و فشار $1\ atm$ از هر راهی که به دست آمده باشد، یک مقدار بیش نیست. خواصی مانند دما، فشار و حجم نیز جزو خواص مربوط به حالت هستند.

انرژی درونی یک کمیت جمع‌پذیر است و مقدار آن تابع مقدار ماده تشکیل دهنده سیستم است. برای مثال، انرژی درونی یک کیلوگرم آب، در دما و فشار یکسان دو برابر انرژی درونی نیم کیلوگرم آب است.

انرژی درونی با واحد ژول، J ، اندازه‌گیری می‌شود. ژول به صورت

$$1J = 1kgm^2s^{-2}$$

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

تعریف می‌شود. برای مثال، انرژی جنبشی یک جرم ۲ کیلوگرمی که با سرعت ms^{-1} ۱ در حال حرکت است برابر با ۱ ژول است

$$K = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2} \times 2kg \times \left(1ms^{-1}\right)^2 = 1J$$

جالب توجه است که قلب انسان در هر ضربان در حدود J ۱ انرژی مصرف می‌کند.

مثال. حساب کردن یک تغییر انرژی درونی

یک موتور الکتریکی و منبع تغذیه آن را به عنوان یک سیستم بسته در نظر بگیرید. هرگاه این سیستم در هر ثانیه kJ ۱۰ کار انجام دهد و ۲ گرما نیز به دنیای اطراف خود روانه کند، تغییر در انرژی درونی آن در هر ثانیه چقدر است؟

حل.

چون این سیستم کار از دست می‌دهد، پس مقدار کار در بیلان انرژی آن منفی است، $W = -10kJ$.

گذشته از آن، چون گرما نیز از دست می‌دهد، مقدار گرما هم برای آن منفی است، $q = -2kJ$ بدین‌سان

$$\Delta U = q + W = -2kJ - 10kJ = -12kJ$$

تمرین. یک سیستم بسته با دریافت $kcal$ ۱۰۰ گرما kJ ۱۰۰ کار انجام می‌دهد. تغییر انرژی درونی آن را حساب کنید.

جواب:

$[+318kJ]$

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