

# Energia interna (U ou E)

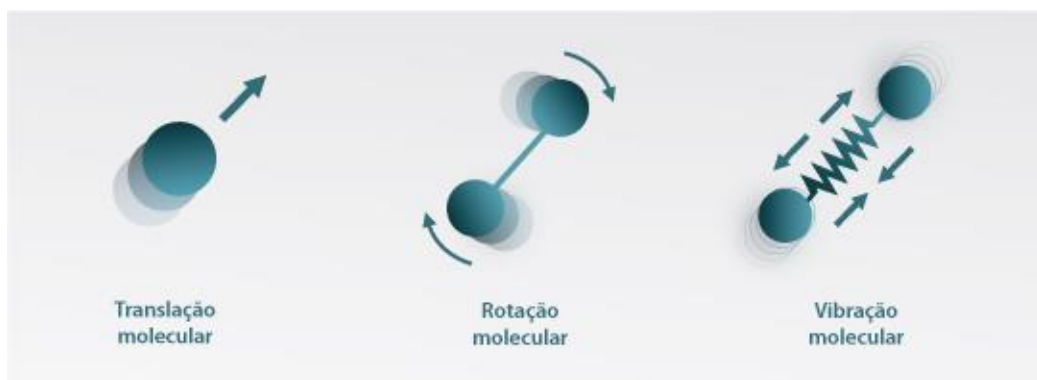
Qualquer molécula possui certa quantidade de energia interna armazenada no seu interior. Chamamos de energia interna a fração da energia total de um sistema físico que é determinada apenas pelo seu estado e que corresponde a soma das energias cinética e potencial das partículas (átomos, moléculas) que compõe esse sistema.

A energia interna é soma de todas as modalidades de energia que um sistema possui em seu interior que está associada com os seus constituintes microscópicos (átomos e moléculas), do ponto de vista de um [referencial](#) em repouso, relativamente ao [centro de massa do sistema](#).

É considerada energia interna, quando um sistema é capaz de realizar um trabalho.

A energia interna (U) de um sistema termodinâmico (Ex.: Célula Vegetal), composto por um grande número de partículas tais como íons, átomos e moléculas pode ser **decomposta em duas partes**:

1. **CINÉTICA de movimento entre as moléculas** - Energia atrelada ao movimento de todo o sistema e ao **movimento das partículas que o constituem**. Trata-se de uma forma de energia **térmica** devido ao **movimento de translação, rotação e de vibração dos átomos e moléculas**. É a soma das energias cinéticas de cada elemento (íon, átomo ou molécula) de um sistema sobre seu centro de massa. Para aplicar a mecânica quântica à química é necessário entender três tipos de movimento: Translação, rotação e vibração.



**Translação:** movimento através do espaço que ocorre em uma dimensão; **Rotação:** está envolvido nas formas das distribuições eletrônicas nos átomos e nas direções das quais os átomos podem formar ligações; **Vibração:** as vibrações das ligações dos átomos se dão em: estiramento, compressão e deformação.

2. **POTENCIAL de ligação entre as moléculas** - É aquela **armazenada** no sistema para que posteriormente possa ser utilizada para a **realização de trabalho**. Está associada com os **componentes estáticos** da matéria e com as interações entre moléculas, íons, átomos, elétrons, núcleos, e demais elementos que constituem esse sistema. 3 forças principais: (a) **Química** - ligações entre os átomos, na coesão das moléculas, forças de adesão, etc.; (b) **Elétrica** - Energia **eletrostática** de átomos dentro das moléculas ou de cristais. São forças que afetam a eletrosfera dos átomos; (c) A **energia nuclear** e a massa: a energia nuclear é a parte da energia interna devido a forças intra-nucleares. Dada a sua ordem de grandeza, a energia potencial nuclear associada à coesão dos nucleôns figura como elemento determinante da massa do átomo, e aparece na parcela de energia associada à massa de repouso do átomo,  $E=mc^2$ .

Existem, portanto, dois níveis de escala para a energia **total** do sistema:

- **Nível macroscópico**, sensível aos sentidos, ou seja, definido em escala humana ou superior, abarcando a energia cinética macroscópica do sistema quando em movimento em relação a um referencial inercial à parte dele, e as energias potenciais do sistema quando imerso em campos gravitacional, elétrico ou magnético macroscopicamente estabelecidos por fontes externas.
- **Nível microscópico**, inacessível aos nossos sentidos, abarcando a soma das energias cinéticas das partículas constituintes - atrelada ao movimento térmico destas; as energias potenciais de todas as interações entre tais partículas microscópicas, com destaque para a elétrica no caso das energias nas ligações químicas (energia química) e para a nuclear no caso das energias de interação entre núcleons (energia nuclear).

$$U = EC_{\text{translação}} + EC_{\text{rotação}} + EC_{\text{vibração}} \text{ das partículas} + EP \text{ de ligação entre as partículas.}$$

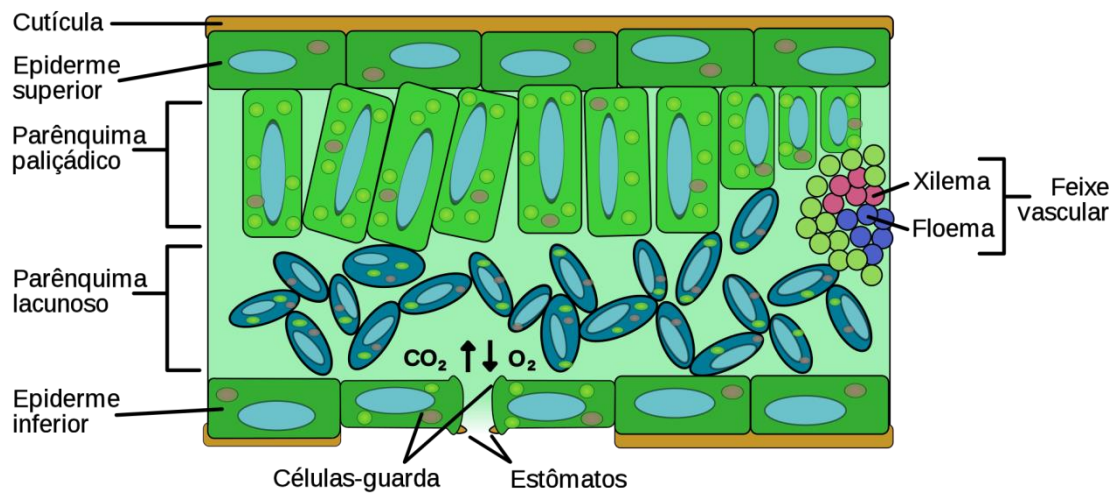
A energia interna é a energia necessária para criar o sistema. De acordo com esta definição, **é excluído todos os campos relacionados com a energia de força externa ou energia associada com movimento**. O fato de se considerar um referencial em repouso e relativo ao centro de massa do sistema, assegura que não se contabiliza a energia cinética devido ao movimento do sistema. Por exemplo, se tivermos um objeto sólido em movimento com certa velocidade, a energia cinética associada a esse movimento não contribui para a energia interna do sólido. Deste modo, a energia interna de um sistema termodinâmico, que normalmente se denota por U ou E, é a **soma da energia cinética**, devido à **rotação, translação e vibração das partículas** e da **energia potencial**, que inclui a **energia potencial entre partículas e a energia da ligação química entre os átomos das moléculas**.

A energia interna de um sistema pode ser modificada exercendo trabalho sobre ele ou por aquecimento (fornecendo energia térmica). Se você olhar para a primeira lei

da termodinâmica, vemos que esse postulado que o aumento da energia interna é igual ao calor acrescentado total mais o trabalho feito pelo meio ambiente. Se o sistema é isolado, sua energia interna permanece constante.

A energia interna é a soma de dois tipos diferentes de energia: A energia cinética interna e a energia potencial interna.

**A 1ª Lei da termodinâmica estabelece que a variação da energia interna ( $dU$ ) de um sistema corresponde à energia térmica ( $Q$ ) recebida pelo sistema na forma de calor durante o processo menos a correspondente energia cedida pelo sistema à sua vizinhança na forma de trabalho ( $W$ ).**



**A partícula em uma caixa: Vapor d'água em espaços intercelulares:**