

Energia em diferentes perspectivas

Miguel Almeida



1 Calor

Quantas vezes no dia a dia já ouvimos alguém dizer "estou com calor" ou mesmo "estou morrendo de frio"? Bem pelo menos a primeira frase está incorreta nos conceitos da Física atual. Diferente do que falamos na informalidade, um corpo não pode reter calor. O termo calor é proveniente de uma teoria obsoleta chamada de Teoria Calorífica. Esta afirmava que o calor é o fluido que é transmitido de um corpo que tem mais calor (maior temperatura) para um corpo com menos calor (menor temperatura). Entretanto esta teoria foi abandonada, mas o termo calor se consagrou e foi redefinido. O calor atualmente é definido como en-

ergia em trânsito, dessa forma por definição um corpo não pode ter ou ficar com calor pois o mesmo não é uma propriedade de estado.

Equacionamos o calor através da definição de calor específico que é uma constante para cada material em um determinado estado físico da matéria.

O calor específico é a constante para uma certa faixa de temperatura da quantidade de calor necessária para elevar uma unidade de temperatura absoluta para uma certa quantidade de matéria de um certo material. Em outras palavras é a energia necessária para se vencer as forças atrativas intermoleculares de um certo material para se dar um grau de agitação maior as partículas internas do mesmo. Pelo fato das forças intermoleculares entre diferentes materiais terem magnitudes diferentes os calores específicos também são diferentes logo essa "constante" depende do material e do estado de agregação da matéria.

$$c = \frac{q}{m\Delta T}$$

Logo temos que:

$$q = mc\Delta T$$

Dessa forma nos é permitido fazer diversos cálculos relacionando sistemas. No decorrer do nosso curso será mais vantajoso utilizar a fórmula em função não da massa, mas sim da quantidade de matéria (de qualquer modo, as fórmulas são interconvertíveis)

$$q = nc\Delta T$$

O calor específico também varia com as condições de pressão e volume, isto é, se o volume é constante o calor específico é um e se a pressão é constante o calor específico é outro. Isto não importa para sólidos e líquidos devido a característica da incompressibilidade, entretanto, para os gases há uma discrepância notável entre as duas condições. A relação entre os calores específicos para gases ideais é:

$$c_p = c_v + R$$

Isto será demonstrado mais a frente.

O calor não pode ser medido diretamente. Pode se medir apenas os efeitos que o mesmo causa na matéria e assim é possível quantificá-lo. Definimos dois tipos calor: calor sensível e o calor latente. Essa nomenclatura é utilizada pois definimos que o calor sensível é aquele que quando fornecido a um corpo aumenta

a temperatura do mesmo e o latente é quando o calor é fornecido a um corpo mas não se aumenta a temperatura do mesmo. Isso ocorre quando o material está em mudança do estado de agregação. Em fenômeno de superebulição ou sobrefusão o calor sensível pode ser transformado bruscamente em calor latente e dessa forma ocasionar uma mudança de estado repentina.

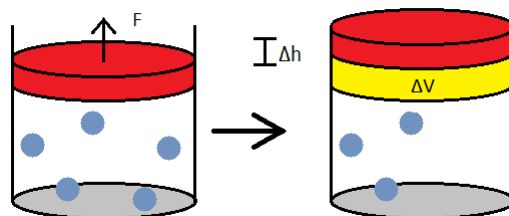
2 Trabalho

O trabalho é a energia utilizada para se deslocar algo como uma massa ou uma carga. Na Física definimos a fórmula do trabalho para deslocamento de massas e de cargas é dada da seguinte forma:

$$W = Fd\cos\alpha$$

Com α sendo o ângulo entre o vetor de força e o vetor do sentido do deslocamento.

No nosso curso de Termoquímica usaremos a relação do trabalho envolvendo gases que no caso é um tipo de trabalho expansivo, entretanto, mais a frente trabalharemos com trabalhos não-expansivos que é o caso do trabalho elétrico. Podemos demonstrar a fórmula do trabalho dos gases facilmente com o seguinte exemplo:



Como o trabalho seria calculado nessa situação? Ora, pela fórmula expressa antes! Nesse caso como o ângulo entre os vetores força e deslocamento é 0, $\cos\alpha$ é igual a 1. A força aplicada pelos gases está relacionada a pressão que os gases exercem sobre o embolo dessa forma:

$$P = \frac{F}{A}$$

Logo temos que:

$$F = PA$$

O deslocamento nada mais é do que Δh , logo colocando todos os termos já citados na fórmula teremos que:

$$W = PA\Delta h$$

Então finalmente temos que:

$$W = P\Delta V$$

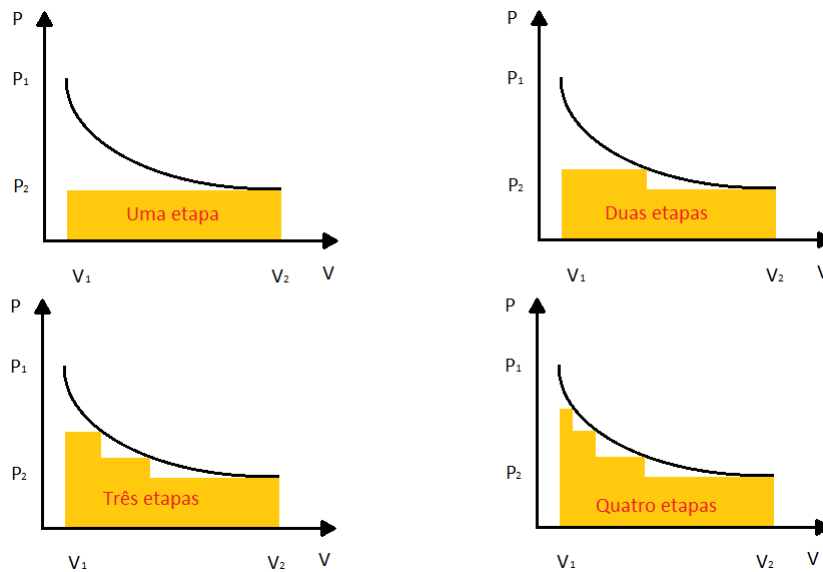
A forma de calcular o trabalho em módulo geralmente será dessa forma, mas para efeitos em energia interna o sinal matemático adotado sob um referencial será importante. Por convenção matemática trabalhos de expansão tem sinal negativo e trabalhos de compressão tem sinal positivo.

3 Processos reversíveis e irreversíveis

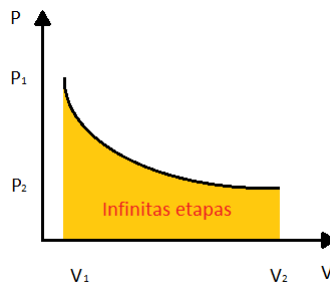
Processos em geral podem ser reversíveis ou irreversíveis. Os nomes são um tanto quanto sugestivos, o processo reversível é aquele em que o sistema pode ir de um estado A para um B e desse B pode voltar para A sem afetar sua vizinhança permanentemente. O irreversível é o que isso não ocorre. No caso citado a vizinhança afetada não seria recuperada e ficaria alterada permanentemente e tentar ajustar ela demandaria energia. No mundo real não existem situações que sejam totalmente reversíveis, os processos em geral são irreversíveis devido a segunda lei da termodinâmica, retomaremos isso depois. Mas por que estudar coisas que não acontecem na vida real? A resposta pode parecer sem sentido em fato, entretanto, situações como essas são tratadas para testar os limites na vida real e dessa forma servem para estudar e verificar a eficácia, rendimento, durabilidade, resistência, entre outros atributos de máquinas reais.

Mas o que isso influencia no trabalho que pode ser realizado por sistemas?

Em gráficos onde variam pressão e volume, o trabalho pode ser calculado pela área restringida pela delimitação do estado final da etapa. Veja a seguir gráfico para expansão de um gás:



A área laranja delimita o trabalho realizado pelo gás. Quanto mais se aumenta o número de etapas de um processo, mais se aumenta o trabalho realizado pelo gás. Dessa forma a maneira de obter o trabalho máximo, a área total delimitada pela curva, seria a partir de infinitas etapas infinitesimais de tal forma que o processo se tornaria reversível.



Obviamente é impossível obter o trabalho máximo em um sistema como esse, mas podemos imaginar uma situação em que o trabalho se aproximaria do trabalho máximo. Se tivermos um recipiente contendo um gás mantido por um êmbolo móvel e colocarmos vários punhados de areia de forma a comprimir o gás até um certo estado. Se em vez de tirarmos a areia por punhados, mas tirarmos ela de grão em grão, o trabalho se aproximará muito do trabalho máximo possível. Obviamente o ser que tira os grãos de areia deveria ser uma espécie de ser metafísico

como um fantasma ou uma força astral sobrenatural para não afetar a vizinhança do sistema.

A área seria calculada pela soma das áreas de todas as infinitas etapas infinitesimais. Chamamos isso de soma integral:

$$\int P dV$$

O d é como um Δ , representa uma variação que nesse caso é uma variação infinitesimal de uma variável que no caso é V , o volume. Definiremos um pouco mais sobre as integrais e derivadas em um material específico.