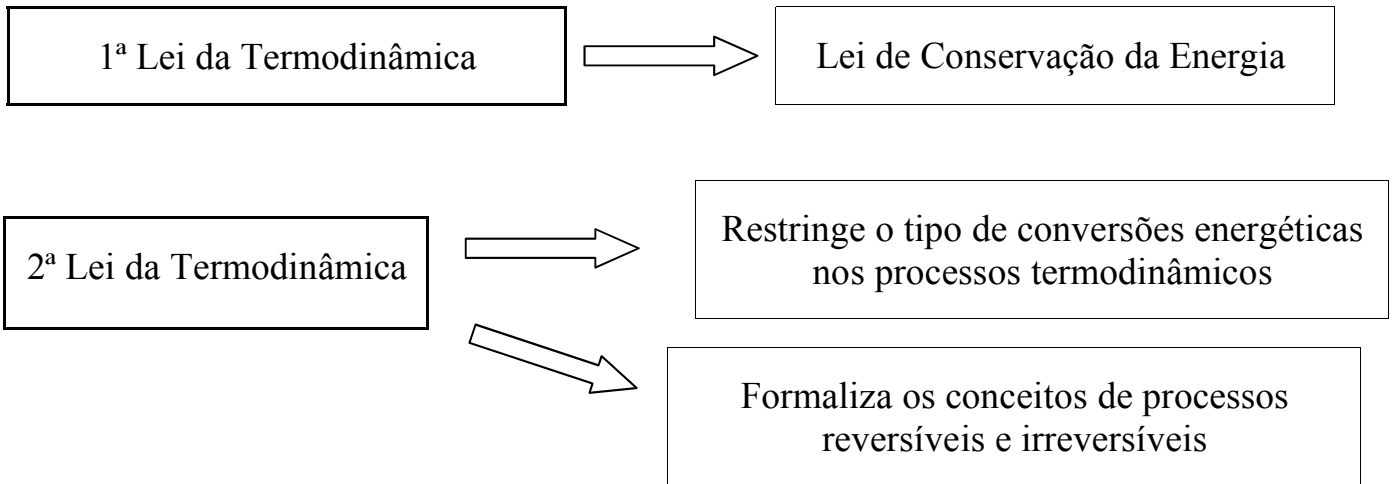


1ª E 2ª LEIS DA TERMODINÂMICA



1ª LEI DA TERMODINÂMICA

- Considere-se um cilindro delimitado por um pistão e uma expansão *quasi-estática*, através de deslocamentos, dy , do pistão. O trabalho realizado pelo gás é:

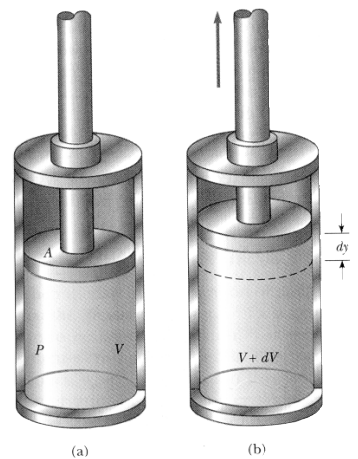
$$dW = Fdy = PAdy = PdV$$

dW é positivo quando o trabalho é realizado **pelo** sistema.

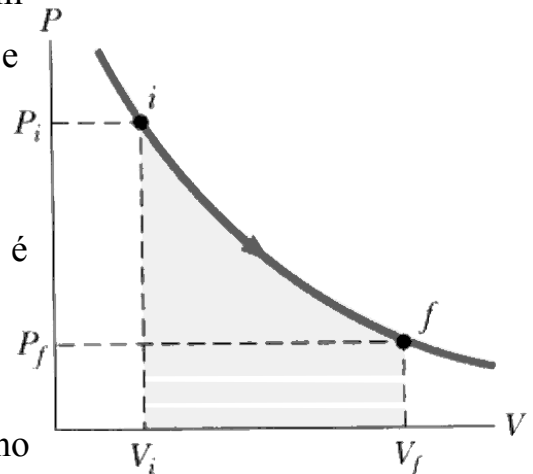
- Numa situação mais geral o trabalho vem dado por:

$$W = \int_{V_i}^{V_f} PdV, \text{ que tem em conta a forma como a pressão}$$

varia no processo.



- Quando se representa os estados do sistema num diagrama PV o trabalho realizado nesse processo é dado pela área abaixo da curva que corresponde ao processo.
- O trabalho é positivo quando o volume final é maior do que o inicial e negativo quando o volume final é menor do que o inicial.
- O trabalho depende, assim, do caminho percorrido.



- Se considerarmos Q a quantidade positiva que corresponde ao calor recebido por um determinado sistema e W a quantidade positiva que corresponde ao trabalho realizado pelo sistema sobre a vizinhança (repare-se que são ambas quantidades energéticas) observa-se que a quantidade $Q - W$ (que corresponde à variação de energia interna do sistema, ΔU) é independente do caminho percorrido, sendo, portanto, uma função de estado.

$$\Delta U = U_f - U_i = Q - W$$

- Casos especiais de variações energéticas:

I Sistema Isolado: Um sistema isolado é aquele que não interaccua com o exterior.

$$Q = 0; W = 0 \Rightarrow \Delta U = 0 \Leftrightarrow U_f = U_i$$

“A energia interna de um sistema isolado mantém-se constante”

II Processo Cíclico:

$$\Delta U = 0 \Rightarrow Q = W$$

“Num processo cíclico o calor transferido iguala o trabalho realizado”

III Processo Isocórico: Um processo isocórico ou isovolúmico é aquele que ocorre a volume constante.

$$\Delta V = 0 \Rightarrow W = 0 \Rightarrow \Delta U = Q$$

“Num processo isocórico a variação de energia interna iguala o calor transferido”

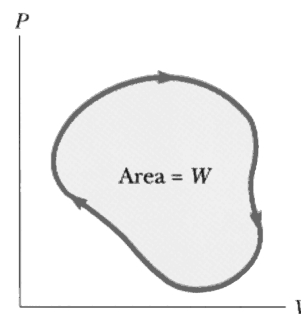
IV Processo Adiabático: Um processo adiabático é aquele que não troca calor com a sua vizinhança, ou porque se encontra termicamente isolado desta, ou porque ocorre muito rapidamente.

$$Q = 0 \Rightarrow \Delta U = -W$$

“Num processo adiabático a variação da energia interna iguala o trabalho realizado sobre o sistema”

V Processo Isobárico: Um processo isobárico é aquele que ocorre a pressão constante.

$$W = P(V_f - V_i)$$



VI Processo Isotérmico: Um processo isotérmico é aquele que ocorre a temperatura constante. Vejamos o que acontece num gás ideal:

$$\text{Como } PV = nRT \Rightarrow PV = c^{te}, \text{ então: } W = \int_{V_i}^{V_f} PdV = \dots = nRT \ln \frac{V_f}{V_i}$$

Mas, como veremos, num gás ideal, quando $\Delta T = 0 \Rightarrow \Delta U = 0 \Rightarrow Q = W$

IRREVERSIBILIDADE, PROBABILIDADE E 2ª LEI DA TERMODINÂMICA

- No seguimento do estudo das Leis da Termodinâmica importa ter presente algumas noções relacionadas com irreversibilidade, probabilidade e ordem... Atente-se nas seguintes afirmações:
 1. Os fenómenos desordenados são mais prováveis.
 2. Fenómenos improváveis que envolvam grandes números podem ser considerados impossíveis...
 3. Os dois pontos anteriores conduzem a que quando os fenómenos envolvem grandes números a passagem espontânea de um estado desordenado para um estado ordenado é impossível. Para ocorrer uma transformação deste tipo é necessário consumo de energia, enquanto que o contrário ocorre livremente!
 4. Então, sendo o calor um tipo de energia com carácter aleatório, é sempre possível transformar uma dada quantidade de trabalho em calor, enquanto que na passagem de calor a trabalho há sempre perdas. Este último ponto é, essencialmente, a 2ª Lei da Termodinâmica.

ENTROPIA E 2ª LEI

- A 2ª Lei da Termodinâmica envolve, pois, uma interessante função de estado à qual se dá o nome de Entropia, definida a partir da seguinte situação: Considere-se um sistema que fica sujeito a um processo infinitesimal entre dois estados de equilíbrio. Se dQ_r for a quantidade de energia térmica envolvida nesse processo, sendo este reversível, a variação de entropia dS será dada por:

$$dS = \frac{dQ_r}{T}$$

onde T é a temperatura absoluta.

- Do ponto de vista estatístico a entropia está associada à desordem.
- Uma outra forma de enunciar a 2ª Lei da Termodinâmica é: “A entropia de um sistema isolado nunca diminui: num processo reversível mantém-se constante, num processo irreversível, aumenta”. O que significa que para aumentar a ordem de um sistema é necessário aumentar a entropia da vizinhança.
- Para calcular a variação de entropia num processo, utiliza-se a equação:

$$\Delta S = \int_i^f \frac{dQ_r}{T}$$

- Sendo a entropia uma medida de desordem, repare-se que ela aumenta porque a desordem é sempre mais provável...
- Há ainda uma outra grandeza física envolvida nestas questões à qual se dá o nome de informação, e que está intimamente relacionada com a noção de ordem, uma vez que esta exige não apenas energia, mas também *informação* de como a usar...
- No caso dos seres vivos, por exemplo, a energia provém dos alimentos ou do sol (no caso das plantas), enquanto que a informação de como usar essa energia está contida no DNA.

ENERGÉTICA DO CORPO HUMANO

- A taxa metabólica do corpo humano é o consumo energético do indivíduo por unidade de área e de tempo. Tem, pois, unidade $\text{J m}^{-2} \text{s}^{-1}$.
- Para a calcular necessita-se de conhecer a área do corpo que é determinada, no caso do homem, através da expressão empírica:

sendo m a massa do indivíduo e h a sua altura.

- Calcule-se, então, a energia consumida por dia de um indivíduo com 70 kg e 1.55 m, sabendo que a taxa metabólica é aproximadamente $40 \text{ kcal m}^{-2} \text{ h}^{-1}$ (Resposta: 1622 kcal).

- Uma alimentação equilibrada poderá então ser calculada tendo em conta os valores energéticos dos alimentos. A título de exemplo, poder-se-á referir que um grama de hidratos de carbono corresponde a 4 kcal, enquanto que um grama de lípidos corresponde a 9 kcal.
- Nos cálculos do balanço energético deve ainda atender-se ao facto de algumas reacções químicas que ocorrem no corpo humano necessitarem da acção de catalizadores que exigem oxigénio (exigindo, por isso, mais energia).’
- Existem vários mecanismos de perda de calor que devem ser referidos quando se aborda o tema do balanço energético, são eles:
 1. A condutividade
 2. A convecção e radiação
 3. O suor
 4. A evaporação pela respiração (menor quando comparada com os restantes mecanismos)