ENTROPIA (ΔS)

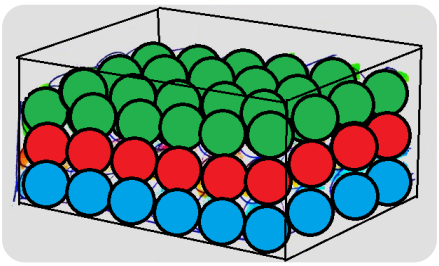
Imagine uma piscina de bolas cheia de crianças que brincam movendo as bolinhas constantemente de forma que elas fiquem desordenadas como na figura abaixo.



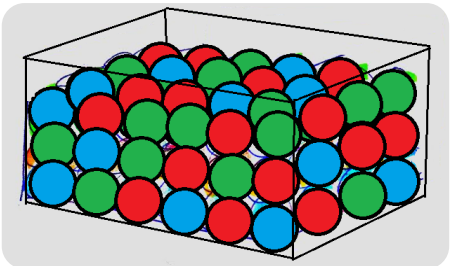
A tendência é que as bolinhas fiquem cada vez mais embaralhadas, isso é uma forma de se entender o conceito de entropia.

A entropia é uma medida do grau de desorganização de um sistema.

Imagine uma piscina de bolas coloridas organizada por camadas, conforme a figura abaixo>



A medida que as crianças vão brincando as bolinhas se misturam e a **entropia** do sistema aumenta.



Qual a probabilidade das bolas voltarem a ficar organizadas por cores em camadas diferentes? Muitíssimo baixa, certo? Essa tendência a desorganização é o que chamamos de entropia.

DEFINIÇÃO

A entropia mede o número de microestados que um conjunto de partículas pode se distribuir. Usualmente é associado a "desordem" de um sistema.

$$\Delta S = \frac{\Delta Q}{T}$$

Onde:

ΔS – Entropia (J/K)

ΔQ – Calor (J)

T – Temperatura (K)

Assim podemos inferir que quando um sistema:

- Recebe calor → **E**ntropia aumenta;
- Cede calor → **E**ntropia diminui;
- Não troca calor → **E**ntropia constante.

EXERCÍCIO RESOLVIDO

01. Um gás sofre uma transformação isotérmica a 27 ºC, recebendo 450 cal. Determine a variação de entropia do sistema em J/K. (Use 1 cal = 4 J).

Resolução:

Inicialmente devemos passar a temperatura para Kelvin:

T = 27 + 273

T = 300 K

Aplicando a definição:

ΔS = 450/300

ΔS = 1,5 cal/K (como 1 cal = 4J)

ΔS = 6 J/K

TRANSFORMAÇÕES REVERSÍVEIS E IRREVERSÍVEIS

Considere um copo de vidro que cai de uma mesa. A tendência natural é que o copo se quebre aumentando a entropia do sistema.



Jamais veremos o copo subir e se reconstituir de forma natural. Esse é um processo chamado de irreversível. Nesse caso dizemos que o aumento da entropia indica o sentido do fluxo de tempo.

Por outro lado, uma bolinha de tênis quicando sobre a quadra é um processo reversível. Note que ela cai e sobe de forma contínua e por isso poderíamos ver a cena de trás para frente que não seria estranho.

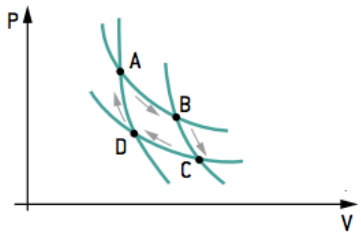


A seta do tempo tem o mesmo sentido do aumento da entropia.

O calor é um tipo de energia degradado, desorganizado, ao passo que o trabalho é um tipo de energia organizado, portanto a transformação integral de calor em trabalho é impossível, pois reduziria a entropia do sistema.

RENDIMENTO MÁXIMO (CARNOT)

Uma máquina térmica operando em ciclos tem rendimento máximo definido pelo ciclo de Carnot, descrito abaixo:



AB – Expansão isotérmica
BC – Descompressão adiabática
CD – Contração isotérmica
DA – Compressão adiabática

Nesse ciclo, é possível provar que o rendimento máximo é:

$$\eta = 1 - \frac{T_2}{T_1}$$

Onde:

T_1 – Temperatura da fonte quente

T_2 – Temperatura da fonte fria

Sendo $T_2 < T_1$ o rendimento sempre será menor que 100%

02. Certa máquina térmica operando em ciclos entre uma fonte quente a 200 K e outra fria a 40 K retira 1200 Joules de calor a cada ciclo e realiza um trabalho W. Supondo que a máquina térmica tenha o maior rendimento possível (ciclo de Carnot), o rendimento dessa máquina será de?

Resolução:

O rendimento será dado por:

$\eta = 1 - 40/200$

$\eta = 1 - 0,2$

$\eta = 0,8 = 80\%$

03. Considere a questão anterior e determine o trabalho W realizado pela máquina a cada ciclo.

Resolução:

Sabe-se que o rendimento de uma máquina térmica é:

$\eta = W/Q$

$0,8 = W/1200$

$W = 960$ J

ANOTAÇÕES