

5ª Série de Problemas
Termodinâmica e Estrutura da Matéria
MEBM, MEFT e LMAC

1. Mostre que o rendimento de um motor a funcionar de acordo com o ciclo de Carnot é dado por $\eta = 1 - T_{FF}/T_{FQ}$, sendo T_{FQ} a temperatura da fonte quente e T_{FF} a temperatura da fonte fria.

2. Numa máquina térmica, um gás ideal absorve 6.0×10^4 cal à temperatura de 227°C . Posteriormente, o gás cede calor a uma fonte fria, à temperatura de 127°C . Admitindo que o funcionamento corresponde ao ciclo de Carnot, calcule:
 - 2.a) o rendimento da máquina;
 - 2.b) o trabalho que a máquina pode realizar em cada ciclo.

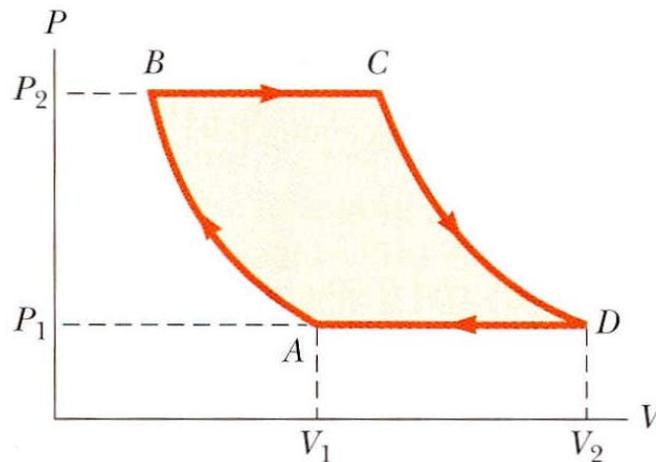
3. Uma central nuclear produz 500 MW com um rendimento de 34%. A fonte fria é um rio com um caudal médio de 3×10^4 kg/s.
 - 3.a) De quanto se eleva a temperatura da água?
 - 3.b) Se se tratasse de uma central térmica (a carvão ou fuel), com um rendimento de cerca de 40%, de quanto se elevaria a temperatura da água?
 - 3.c) O rendimento ideal de uma central térmica seria 52% e o de uma central nuclear 44% (se funcionassem exactamente como ciclos de Carnot). Qual a temperatura da fonte quente num e noutro caso, supondo que a fonte fria é, em ambos os casos, um rio a 17°C ?

4. Considere um ciclo de Carnot ideal realizado por um gás ideal que recebe $|Q_{FQ}|=10^4$ J de uma fonte à temperatura $T_{FQ}=500^\circ\text{C}$ (transformação CD) e rejeita $|Q_{FF}|$ para uma fonte à temperatura $T_{FF}=0^\circ\text{C}$ (transformação AB).
 - 4.a) Determine o rendimento do ciclo de Carnot reversível, o trabalho realizado e o calor rejeitado para a fonte fria.
 - 4.b) Determine a variação de entropia do gás em cada uma das transformações, AB, BC, CD e DA. Mostre que $\Delta S_{\text{Universo}}=0$.
 - 4.c) Considere agora um ciclo real. Admita que neste ciclo as trocas de calor com as fontes de calor se fazem reversivelmente, mas as restantes transformações apresentam um certo grau de

irreversibilidade que se traduz por um aumento adicional de entropia do gás, $\Delta S_{\text{extra}}=4 \text{ J/K}$, em cada ciclo. Determine qual seria agora o rendimento do ciclo real. Admitindo de novo que $|Q_{\text{FQ}}|=10^4 \text{ J}$, calcule o trabalho realizado e o calor rejeitado para a fonte fria no ciclo real.

Sugestão: Quanto vale ΔS e ΔU por cada ciclo completo? Porquê?

5. Um gás ideal sofre um processo que consiste em duas transformações isobáricas reversíveis e duas transformações isotérmicas reversíveis de acordo com a figura. Determine o trabalho realizado pelo ciclo.



6. Cinco moles de um gás ideal monoatômico sofrem o seguinte conjunto de transformações reversíveis: AB – compressão adiabática de 1atm e 0.20 m^3 para 3 atm; BC – uma expansão isobárica em que recebe do exterior 100 kJ de calor; CD – uma expansão isotérmica até à pressão inicial; DA – compressão isobárica.

- 6.a) Calcule as temperaturas dos pontos A a D
- 6.b) Desenhe o ciclo num diagrama $p(V)$.
- 6.c) Calcule o trabalho realizado pelo ciclo.
- 6.d) Calcule o calor fornecido ao gás