

Questões sobre os textos de Carnot e de Clausius - Mayer – a busca de eficiência na transformação de calor em trabalho, e a invenção do conceito de irreversibilidade

"Reflexões sobre o poder motriz do calor e sobre máquinas que servem para desenvolver esse poder", Sadi Carnot (1824)



1. Quais são as etapas de um ciclo de Carnot?
2. Carnot afirma que tem que, para produzir movimento não é suficiente o calor, tem que haver também o frio. Justifique essa afirmação, usando frases do próprio Carnot.
3. Carnot afirma que a potência motriz máxima é obtida desde *"...que não ocorra nenhuma mudança de temperatura nos corpos utilizados para obter potência motora que não seja devida à mudança de volume."* Justifique essa afirmação, usando frases do próprio Carnot.
4. Use os itens 2 e 3 acima para justificar o ciclo de Carnot.

%%%%%%%%%

"Sobre a aplicação do teorema da equivalência das transformações ao trabalho interno de uma massa de matéria", de Rudolph Clausius, Philos. Mag. Ser. 24, 14, 201 (1862)



1. Um conceito importante criado por Clausius é o da irreversibilidade dos processos reais da natureza. Sua discussão sobre reversibilidade e irreversibilidade está no parágrafo §4 (na pg 5). Você pode ler esse parágrafo sem ler a parte anterior. Clausius

escreve: “Quando ocorre uma alteração de arranjo de forma que a força e a contra-força são iguais, a alteração pode ocorrer na direção oposta sob a influência das mesmas forças. Mas se ela [alteração] ocorre de forma que a força que supera é maior do que a [força] superada, a transformação não pode ocorrer sob a influência das mesmas forças. Podemos dizer que a transformação ocorreu no primeiro caso de forma **reversível**, e no segundo de forma **irreversível**.”

- a. Dê um exemplo concreto de cada um dos casos citado por Clausius.
 - b. Você acha que processos reversíveis existem na natureza?
2. Em continuidade ao parágrafo acima, Clausius escreve: “Rigorosamente falando, a força que supera deve sempre ser mais poderosa que a força a superar; mas como o excesso de força não precisa ter um valor definido, podemos imaginá-lo tornando-se continuamente menor, de forma que seu valor se aproxime de zero tão perto quanto se queira. Portanto vê-se que a transformação que ocorre reversivelmente é um limite que na realidade nunca é alcançado, mas do qual podemos aproximarmos tanto quanto desejemos. Podemos em discussões teóricas falar deste caso como se existisse; de fato, como caso limite, ele possui importância teórica.” Após a leitura deste parágrafo, analise sua resposta à questão 1b, acima.
3. O parágrafo seguinte, ainda no parágrafo §4, refere-se a um processo de transmissão de calor de um corpo para outro.
- a. Como você descreveria um processo isotérmico, à luz deste parágrafo de Clausius?
 - b. Processos isotérmicos existem?
4. Para compreendermos a primeira ideia que Clausius teve a respeito da necessidade de uma nova função para descrever o gás, além de sua energia, é importante entender os textos reproduzidos abaixo.
- “Devemos considerar mais de perto os processos através dos quais o calor pode realizar trabalho mecânico. Estes processos sempre podem ser reduzidos à alteração de uma forma ou de outra do arranjo das moléculas constituintes do corpo. Por exemplo, os corpos se expandem pelo calor, sendo suas moléculas separadas umas das outras: nesse caso, devem ser superadas as atrações mútuas entre as moléculas, por um lado, e, do outro, as forças externas.... Agora o efeito do calor sempre tende a diminuir as conexões entre as moléculas e a aumentar as distâncias médias entre elas.O trabalho mecânico que deve ser efetuado pelo calor em qualquer alteração do arranjo de um corpo é proporcional à temperatura absoluta em que ocorre essa alteração...”
- a. Você concorda com essa afirmação de Clausius, a partir de seu conhecimento da Física atual, de que no processo em que todo o calor se transforma em trabalho, o trabalho é proporcional à temperatura do processo?
 - b. Segundo o próprio Clausius, em sua discussão sobre reversibilidade, podemos decidir se este processo existe?