

# Termodinâmica - 2/2013

## LISTA 6

1. O problema 2 da lista 2 focalizou um gás ideal diatômico conduzido num processo cíclico cujo gráfico  $p \times V$  era retangular. Considere agora que este ciclo é usado como uma máquina térmica que converte o calor adicionado ao sistema em trabalho mecânico.

(a) Calcule a eficiência desta máquina se  $V_2 = 3V_1$  e  $p_2 = 2p_1$ .

(b) Calcule a eficiência de uma máquina térmica ideal funcionando entre as mesmas temperaturas extremas alcançadas por este ciclo.

2. O uso do gradiente térmico do oceano já foi proposto como elemento motriz de uma máquina térmica. Suponha que em um certo local a temperatura da superfície do oceano seja de  $22^\circ\text{C}$  e que a temperatura no fundo seja  $4^\circ\text{C}$ .

(a) Qual seria a eficiência máxima possível para uma máquina térmica operando entre estas duas temperaturas?

(b) Se queremos que esta máquina produza 1 GW de potência elétrica, qual o volume mínimo de água que ela deve processar (retirando calor) por segundo?

3. Explique porque um ciclo  $p \times V$  retangular, como o do problema 1 desta lista, não pode ser usado ao contrário num refrigerador.

4. Uma **bomba térmica** é um aparelho elétrico que aquece um edifício bombeando para dentro calor do exterior frio. Em outras palavras, é o mesmo que um refrigerador, só que sua finalidade é aquecer o interior, e não resfriar o exterior (embora ela também o faça). Vamos definir alguns símbolos para as quantidades relevantes na análise deste aparelho, todas tomadas como positivas por convenção.

$T_q$  = temperatura dentro do edifício

$T_f$  = temperatura do ambiente

$Q_q$  = calor que entra no edifício ao longo de 1 dia

$Q_f$  = calor retirado do exterior no mesmo período

$W$  = energia elétrica usada pela bomba ao longo de 1 dia

(a) Explique porque o coeficiente de desempenho de uma bomba térmica deve ser definido como  $Q_q/W$ .

(b) Que relação entre  $Q_q$ ,  $Q_f$  e  $W$  é imposta pela conservação de energia? A conservação de energia permite que o coeficiente de desempenho seja maior que 1?

(c) Use a segunda lei da Termodinâmica para deduzir um limite superior para o coeficiente de desempenho, envolvendo apenas as temperaturas  $T_q$  e  $T_f$ .

(d) Explique porque uma bomba térmica é melhor que uma fornalha elétrica, que simplesmente converte trabalho elétrico diretamente em calor. Inclua algumas estimativas numéricas como suporte a esta afirmação.

5. Prove que se dispuséssemos de uma máquina térmica com eficiência superior à de uma máquina ideal, poderíamos conjugá-la com um refrigerador de Carnot para obter um refrigerador que funcionaria sem consumo de energia elétrica.