

Instituto de Física da Universidade de São Paulo

5ª lista de exercícios - Segunda Lei da Termodinâmica

23 de abril de 2012

- Um mol de gás ideal diatômico ($\gamma = \frac{7}{2}$) descreve um ciclo “quadrado” ABCDA no diagrama PV , tal que: $P_A = P_D = 1$ bar; $V_A = V_B = 20$ litros; $P_B = P_C = 2$ bar; $V_C = V_D = 30$ litros (Obs.: 1 bar = 10^5 Pa; 1 litro = 10^{-3} m³). (Moisés Cap. 10, Pr. 4).
 - Desenhe o ciclo no diagrama PV e calcule a temperatura nos vértices (A, B, C, D).
 - Calcule a eficiência de um motor térmico operando segundo este ciclo.
 - Compare o resultado (b) com a eficiência máxima ideal associada às temperaturas extremas do ciclo.

Resp.: (a) $T_A = 244$ K; $T_B = 488$ K; $T_C = 732$ K; $T_D = 366$ K; (b) 8,3 %; (c) 66,7% > 8.3%.
- O ciclo de Otto é uma esquematização idealizada do que ocorre num motor a gasolina de 4 tempos. O ciclo (ABCD) consiste de: AB - compressão rápida (adiabática) da mistura de ar com vapor de gasolina, de um volume inicial V_0 para um volume final V_0/r (onde r é a taxa de compressão); BC - aquecimento a volume constante devido à ignição; CD - expansão adiabática dos gases aquecidos, movendo o pistão; DA - queda de pressão a volume constante associada à exaustão dos gases da combustão. A mistura é tratada como um gás ideal de coeficiente adiabático γ . (Moisés, Cap. 10, Pr. 8)
 - Desenhe o ciclo em um diagrama PV e mostre que o rendimento do ciclo é dado por: $\eta = 1 - \frac{T_D - T_A}{T_C - T_B} = 1 - \left(\frac{1}{r}\right)^{\gamma-1}$
 - Calcule η para $\gamma = 1,4$ e $r = 10$ (compressão máxima permissível para evitar pré-ignição).

Resp.: (b) 60%.
- Um fluido é submetido a um ciclo reversível. Se o ciclo é representado por um diagrama no plano (T,S), onde S é a entropia do fluido: (Moisés, Cap. 10, Pr. 13)
 - Mostre que o trabalho associado ao ciclo é dado por $W = \oint TdS$, isto é, a área orientada por ele compreendida.
 - Represente um ciclo de Carnot no plano (T,S). Verifique o resultado da parte (a) neste caso.
 - Calcule o rendimento do ciclo de Carnot da parte (b) diretamente a partir do diagrama (T,S).
- Dois litros de ar ($\gamma = 1,4$), nas condições normais de temperatura e pressão, sofrem uma expansão isobárica até um volume 50% maior, seguida de um resfriamento a volume constante até baixar a pressão a 0.75 atm. De quanto varia a entropia deste sistema? (Moisés, Cap. 10, Pr. 15)

Resp.: 0,52 J/K.
- Um litro de água, inicialmente a 100°C, é totalmente vaporizado: (a) em contato com um reservatório térmico a 100°C; (b) em contato com um reservatório térmico a 200°C. O calor latente de vaporização da água é 2259 KJ/Kg. Calcule a variação total de entropia do universo devida exclusivamente ao processo de vaporização nos casos (a) e (b), e relacione os resultados com a reversibilidade ou não do processo. (Moisés, Cap. 10, Pr. 17)

Resp.: (a) 0; 1281 K/J (Irr.).
- Uma chaleira contém 1 litro de água em ebulição. Despeja-se toda a água numa piscina que está à temperatura ambiente de 20 °C. (Moisés, Cap. 10, Pr. 19)
 - De quanto variou a entropia da água da chaleira?
 - De quanto variou a entropia do universo?

Resp.: (a) -1009 J/K; (b) 132 J/K.
- A capacidade térmica em função da temperatura absoluta T de um objeto sólido de uma certa substância é dado por $C(T) = a + bT$, onde a e b são constantes. Obtenha a expressão para a variação da entropia do objeto devida a uma variação de sua temperatura de T_i a T_f .