

Nome: No USP:

Turma: Prof. :.....

Observações:

- Esta provinha contém sete itens [(a)-(g)] e tem duração de 38 (20+3+15) minutos.
- Não é permitido o uso de calculadora nem de celular (manter desligado)
- Preencha com seu nome, número USP, número da Turma e nome do Professor cada folha de respostas (Turmas: 1- José Roberto (Zero); 2- Lucy; 3- Renato)
- Procure responder nos espaços apropriados para cada item.
- Não se esqueça das unidades, cálculos intermediários e justificativas sucintas nas respostas.

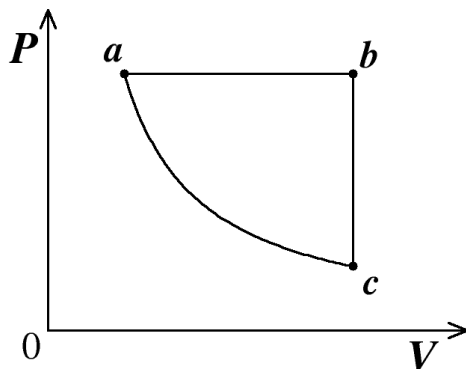
Formulário:

$$\frac{PV}{T} = nR, \quad W_{i \rightarrow f} = \int_{V_i}^{V_f} PdV, \quad dU = nC_V(T)dT, \quad dS = \frac{dU}{T} + \frac{PdV}{T},$$

$$s(V, T) = \frac{S(V, T)}{n} = C_V \ln T + R \ln V + \text{const.}$$

Questão, 1ª parte: A figura abaixo representa um ciclo no diagrama PV descrito por um sistema constituído de um mol de um gás ideal monoatômico com capacidade térmica molar $C_V = \frac{3}{2}R$ ($C_P = \frac{5}{2}R$). O processo $a-b$ é uma expansão isobárica reversível na qual o volume ocupado pelo gás triplica ($V_b = 3V_a$), enquanto o processo $b-c$ é uma transformação isocórica reversível na qual a temperatura final é igual à do ponto a no início do processo anterior: $T_c = T_a$. Use a aproximação (meio grosseira...) $\ln 3 \approx 1$ para facilitar as contas.

Sendo o ciclo percorrido no sentido horário, e a etapa $c-a$ uma transformação isotérmica reversível, a razão entre as temperaturas máxima e mínima atingidas pelo gás durante o ciclo será $\frac{T_b}{T_a} = \frac{P_b V_b}{P_a V_a} = \frac{V_b}{V_a} = 3$.



(a) [1,5] Determine o calor trocado em cada etapa do ciclo como função da temperatura T_a .

(b) [1,5] Determine os calores Q_1 e Q_2 trocados entre o sistema gasoso e as fontes “quentes” e “frias”, respectivamente, e calcule o rendimento deste ciclo. Calcule o rendimento máximo possível de um ciclo que opere entre as temperaturas máxima e mínima T_b e T_a .

Nome: No USP:

Turma: Prof. :.....

2ª parte: Operando-se o ciclo no sentido oposto $a-c-b-a$ (anti-horário) o sistema torna-se um refrigerador.

(c) [1,0] Determine a razão $K = \frac{Q_2}{W}$ (coeficiente de desempenho) entre o calor extraído da fonte fria (Q_2 , nas etapas em que o gás recebe calor do exterior) e o trabalho realizado sobre o gás (W) a cada ciclo.

Substituindo-se a etapa $a-c$, do item (c) (refrigerador), por uma expansão livre do gás de V_a até V_c , determine:

(d) [1,5] A variação da entropia molar na etapa $a-c$. Justifique.

(e) [1,5] A variação da entropia do sistema gasoso, a do meio exterior, e a do universo, a cada ciclo completo.

(f) [1,0] Compare a entropia do universo deste caso (e) com a situação reversível anterior. Enuncie a 2ª lei da termodinâmica em termos da entropia e como ela se aplica nestes casos.

(g) [2,0] Calcule o novo coeficiente de desempenho K para este ciclo refrigerador. Explique por quê não seria possível inverter o sentido deste ciclo para que o sistema funcionasse como um motor térmico de alto rendimento.