

## Lista I - TERMODINÂMICA

1. Um gás sofre um processo quase-estático e se expande a partir de um estado  $A$  caracterizado por um volume  $V_0$  e uma pressão  $p_0$  até um estado  $B$  correspondente a um volume  $V_1$ . Nessa expansão a pressão varia com o volume de acordo com  $p = p_0 V_0^{5/3} V^{-5/3}$ . Determine a pressão  $p_1$  correspondente ao estado  $B$ . Calcule o trabalho realizado pelo gás quando ele se expande do estado  $A$  até o estado  $B$ . Supondo que essa expansão seja adiabática, qual é a variação da energia interna? O gás teve sua energia aumentada ou diminuída?

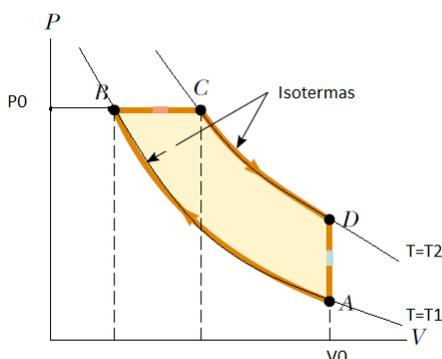
2. Um gás percorre o processo descrito no exercício anterior e em seguida sofre um processo isocórico até um estado final  $C$  cuja pressão é  $p_0$ , a mesma do estado  $A$ . Nesse processo ele recebe uma quantidade de calor  $Q$ . Suponha agora que o gás sofra um processo isobárico de  $A$  até  $C$ . Qual a quantidade de calor recebida nesse processo?

3. Um recipiente de paredes adiabáticas é munido de um pistão adiabático móvel, de massa desprezível e  $200 \text{ cm}^2$  de área, sobre o qual está colocado um peso de  $10 \text{ kg}$ . A pressão externa é de  $1 \text{ atm}$ . O recipiente contém  $3 \text{ L}$  de gás hélio, para o qual  $C_v = \frac{3}{2}R$ , à temperatura de  $20^\circ\text{C}$  (a) Qual é a densidade inicial do gás? Faz-se funcionar um aquecedor elétrico interno ao recipiente, que eleva a temperatura do gás, gradualmente, até  $70^\circ\text{C}$ . (b) Qual é o volume final ocupado pelo gás? (c) Qual é o trabalho realizado pelo gás? (d) Qual é a variação de energia interna do gás? (e) Quanto calor é fornecido ao gás?

4. Para um determinado gás a energia interna  $U$  depende do volume e da pressão de acordo com  $U = (3/2)pV$ . Determine o trabalho realizado pelo gás quando ele é expandido de um estado  $A$  até um estado  $B$ , sendo que  $A$  e  $B$  pertencem a uma mesma adiabática. Determine o calor recebido pelo gás quando ele sofre um processo isocórico do estado  $B$  até um estado  $C$  tal que  $C$  tenha a mesma energia que  $A$ . Suponha agora que o gás sofra um processo que o leve de  $A$  até  $C$  por um processo quase-estático a energia constante. Determine o trabalho e o calor ao longo desse processo. Dados:  $V_A$ ,  $p_A$  e  $V_B$ ,  $p_B$ .

5. 1g de gás de hélio, com  $C_v = \frac{3}{2}R$ , inicialmente nas condições normais de temperatura e pressão ( $T = 273,15K$  e  $P=1atm$ ), é submetida aos seguintes processos: (i) Expansão isotérmica até o dobro do volume inicial; (ii) Aquecimento a volume constante, absorvendo 50 cal; (iii) Compressão isotérmica, até voltar ao volume inicial. (a) Represente os processos no plano  $(P, V)$ , indicando  $P$  (em atm),  $V$  (em l) e  $T$ (em K) associado a cada ponto. (b) Calcule  $\Delta U$  e  $\Delta W$  para os processos (i), (ii) e (iii).

6. Um mol de um gás ideal descreve o ciclo  $BCDAB$  representado na fig. no plano  $(P, V)$ , onde  $T = T_1$  e  $T = T_2$  são isotermas. Calcule o trabalho total associado ao ciclo, em função de  $P_0, V_0, T_1$  e  $T_2$ .



7. Suponha que o mesmo gás do problema 4 sofra uma expansão quase-estática adiabática a partir de um estado de referência  $(V_0, p_0)$  do diagrama de Clapeyron. Ao longo da adiabática o calor trocado é nulo, de modo que o trabalho  $W$  realizado pelo gás até um ponto genérico  $(V, p)$  é igual a variação da energia  $\Delta U$ , ou seja,

$$-\int_{V_0}^V p dV = \frac{3}{2}pV - \frac{3}{2}p_0V_0 \quad (1)$$

Use essa equação para determinar a equação da curva adiabática que passa pelo ponto de referência. Sugestão: derive ambos os membros dessa equação com relação a  $V$  para encontrar uma equação diferencial para  $p(V)$ .

8. Para um determinado gás a equação da adiabática que passa por um ponto de referência  $(V_0, p_0)$  é  $pV^{5/3} = p_0V_0^{5/3}$ . Além disso, o calor introduzido de forma quase-estática, a volume constante, entre os pontos  $(V, p_1)$  e  $(V, p)$  é  $Q_v = (3/2)(p - p_1)V$ . Determine a energia interna como função de  $V$  e  $p$ .