



**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO**  
Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"  
Departamento de Engenharia de Biossistemas

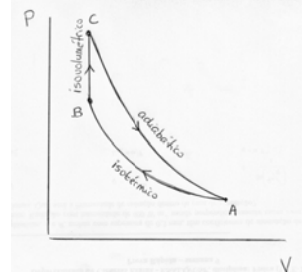
Disciplina: LEB 0200 – Física do Ambiente Agrícola  
Prof. Quirijn



### LISTA DE EXERCÍCIOS III

1. Verificar, no texto apresentado, a veracidade das seguintes passagens
  - a) expressão [6] para expressão [7]
  - b) expressão [8]
  - c) expressão [10]
  - d) expressão [13] para expressão [14]
2. A partir da expressão deduzida para o processo adiabático ( $PV^\gamma = \text{constante}$ ) e da equação universal dos gases ideais, deduzir relações entre P-T e entre V-T para o processo adiabático.
3. Se a expansão adiabática com  $\gamma = 1,4$  da figura no fim do texto continuasse até volumes maiores do que os representados pela linha, verificar para qual volume a temperatura atingiria o valor de 150 K.
4. 10 mol de ar atmosférico à temperatura de 300 K sofre uma expansão adiabática entre as pressões de  $1,2 \cdot 10^5$  Pa e  $0,9 \cdot 10^5$  Pa.
  - a) Calcular o volume inicial do ar e a temperatura e o volume final da expansão.
  - b) Representar o processo em um diagrama PV.
  - c) Qual foi o trabalho e qual foi a variação da energia interna do sistema neste processo?
5. Um volume de ar seco é aquecido pela superfície da Terra, a uma altitude de 550 m acima do nível do mar, onde a pressão atmosférica equivale a  $0,94 \cdot 10^5$  Pa, atingindo a temperatura de 310 K. O volume de ar começa então a subir, expandindo-se adiabaticamente, até chegar à altitude de 1550 m acima do nível do mar, onde a pressão atmosférica equivale a  $0,84 \cdot 10^5$  Pa. Calcular a temperatura do ar ao chegar a essa altitude. Qual é o gradiente térmico? (R: 300,2 K; 9,8 K/km)
6. Para as transformações adiabáticas a seguir de 1 mol de ar ( $\gamma = 1,4$ ) qual a pressão, volume e temperatura inicial e final (calcular os dados que estiverem faltando):
  - a)  $P_1 = 10^5$  Pa;  $V_1 = 20$  litros;  $P_2 = 2 \cdot 10^5$  Pa (R:  $T_1 = 240,6$  K;  $V_2 = 12,2$  l;  $T_2 = 293,5$  K)
  - b)  $P_1 = 10^5$  Pa;  $V_1 = 20$  litros;  $V_2 = 30$  litros (R:  $T_1 = 240,6$  K;  $P_2 = 0,567 \cdot 10^5$  Pa;  $T_2 = 204,5$  K)

- c)  $P_1 = 10^5$  Pa;  $T_1 = 280$  K;  $P_2 = 2 \cdot 10^5$  Pa (R:  $V_1 = 23,3$  l;  $T_2 = 341,4$  K;  $V_2 = 14,2$  l)
  - d)  $P_1 = 10^5$  Pa;  $T_1 = 280$  K;  $T_2 = 250$  K (R:  $V_1 = 23,3$  l;  $P_2 = 0,673 \cdot 10^5$  Pa;  $V_2 = 30,9$  l)
  - e)  $T_1 = 280$  K;  $V_1 = 20$  litros;  $T_2 = 240$  K (R:  $P_1 = 1,164 \cdot 10^5$  Pa;  $V_2 = 29,4$  l;  $P_2 = 0,679 \cdot 10^5$  Pa)
  - f)  $T_1 = 280$  K;  $V_1 = 20$  litros;  $V_2 = 5$  litros (R:  $P_1 = 1,164 \cdot 10^5$  Pa;  $T_2 = 487,5$  K;  $P_2 = 8,11 \cdot 10^5$  Pa)
7. O calor molar a pressão constante ( $c_p$ ) do ar atmosférico é  $29,0 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$  e do gás propano ( $\text{C}_3\text{H}_8$ ) é  $67,3 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$ . Um mol de ambos os gases, ocupando, à pressão de  $3,2 \cdot 10^5$  Pa, um volume de 8 litros cada um, é expandido adiabaticamente ao volume de 20 litros.
    - a) Calcular, para ambos os gases, o calor molar a volume constante ( $\bar{c}_v$ ) e o valor do coeficiente  $\gamma$ . (R:  $c_v = 20,7$  e  $59,0 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$ ;  $\gamma = 1,40$  e  $1,14$ , resp.)
    - b) Qual é a temperatura inicial e final do processo de expansão para ambos os gases? (R:  $T_{\text{ini}} = 307,9$  K;  $T_{\text{fim, ar}} = 213,4$  K;  $T_{\text{fim, propano}} = 271,8$  K)
    - c) Qual foi o trabalho e qual foi a variação da energia interna do sistema neste processo em ambos os casos? (R: 1956,15 J e 2129,9 J resp.)
    - d) Representar o processo para cada gás no mesmo diagrama PV.
  8. O diagrama PV abaixo representa um processo cíclico realizado por um gás ideal, composto por uma etapa isotérmica (A-B), uma isovolumétrica (B-C) e uma adiabática (C-A), todas reversíveis.



- a) Durante qual (quais) das etapas A-B, B-C ou C-A **não ocorre** troca de energia entre sistema e meio na forma de **trabalho**? Justifique.
- b) Durante qual (quais) das etapas A-B, B-C ou C-A **ocorre** troca de energia entre sistema e meio na forma de **calor**? Justifique.
- c) Em qual dos pontos A ou C a temperatura é maior? Justifique.