

Nome \_\_\_\_\_ Nº \_\_\_\_\_

**Problema 1 (7 v)**

A	B
$m$	$m$
$p_{1A}$	$p_{1B}$
$T_{1A}$	$T_{1B}$
$V_{1A}$	$V_{1B}$

Considere um tanque rígido e adiabático, no interior do qual existe uma divisória adiabática e inicialmente fixa, que separa dois compartimentos com a mesma massa de ar  $m$ . No estado de equilíbrio inicial 1, a pressão, temperatura e volume do ar nos compartimentos A e B é, respectivamente,  $p_{1A}$ ,  $T_{1A}$ ,  $V_{1A}$ ,  $p_{1B}$ ,  $T_{1B}$ ,  $V_{1B}$ . A temperatura atmosférica é  $T_{atm}$ .

**Hipóteses:** considere que o ar é gás perfeito, com calores específicos constantes.

**Dados:**  $p_{1A} = 4bar$ ,  $T_{1A} = 350K$ ,  $p_{1B} = 2bar$ ,  $T_{1B} = 340K$ ,  $c_v = 0.72 kJ/kgK$ ,  $T_{atm} = 300K$

- Solta-se a divisória e o sistema vai evoluir para um estado de equilíbrio 2. Determine a pressão  $p_2$  (em bar); (2.5V)
- Retira-se o isolamento térmico ao tanque e o sistema evolui para um estado de equilíbrio 3. Determine a pressão  $p_3$  (em bar) e a razão máxima de volumes  $(V_{3B}/V_{2B})_{max}$  no reservatório B, entre o estado 3 e o estado 2 (**Nota:** se não conseguiu determinar as pressões, considere  $p_2 = 2.68 bar$  e  $p_3 = 2.33 bar$ ); (2.5V)
- Considerando que a transferência de calor irreversível implica  $T_b > T_{atm}$ , sendo  $T_b$  a temperatura da superfície exterior do tanque, determine a produção global máxima de entropia por unidade de massa, entre os estados inicial e final  $(\sigma_{13}/m)_{max}$  (em  $kJ/kgK$ ). (2V)

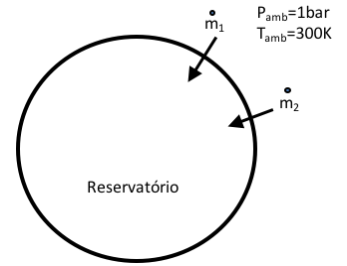


Nome \_\_\_\_\_ Nº \_\_\_\_\_

**Problema 2 (6 v)**

A figura representa um tanque rígido, com um volume interior  $V = 1\text{m}^3$  exposto a uma atmosfera circundante com  $T_{\text{amb}}=300\text{K}$  e  $p_{\text{amb}}=1\text{bar}$ .

**Hipóteses:** despreze a contribuição da energia cinética e potencial nos balanços de energia e assuma que o ar atmosférico pode ser modelado como gás perfeito.



- O tanque está inicialmente em vácuo quando surgem duas pequenas fissuras por onde entra ar atmosférico com caudais  $m_1$  e  $m_2$ . Determine a temperatura final  $T_f(\text{K})$  do ar dentro do tanque se o processo for adiabático. (1.5v)
- No processo de enchimento desde vácuo até à pressão final  $p_f=p_{\text{amb}}$ , em que condições é que  $T_f=T_{\text{amb}}$ . **JUSTIFIQUE;** (1v)
- O processo de enchimento desde vácuo até a uma certa pressão final  $p_f$  (não necessariamente  $p_{\text{amb}}$ ) pode ser do tipo adiabático e reversível? **JUSTIFIQUE** (1.5V)
- No processo de enchimento desde vácuo até à pressão final  $p_f=p_{\text{amb}}$ , discuta a influência que as trocas de calor têm na temperatura final ( $T_f$ ) atingida dentro do reservatório. **JUSTIFIQUE** (2.V)

*Nota: Considere o ar atmosférico como gás perfeito com  $C_p=1\text{kJ/kgK}$  e  $R=0.288\text{kJ/kgK}$*



Nome \_\_\_\_\_ Nº \_\_\_\_\_

**Problema 3 (7 v)**

Uma unidade fabril necessita de ar comprimido para um determinado processo. Como primeira hipótese foi proposto um sistema em que uma turbina a gás fornece trabalho útil para acionar um compressor externo. O ciclo de turbina a gás tem o seu compressor adiabático e reversível e a turbina tem um rendimento isentrópico de 80%. A razão de pressão do ciclo é 10 e a temperatura máxima do ciclo é 600 °C.

**Hipóteses:** considere que o ar é gás perfeito, com calores específicos constantes.

**Dados:**  $P_{atmosférica} = 1\text{bar}$ ,  $T_{atmosférica} = 17^\circ\text{C}$ ,  $c_p = 1\text{kJ/kgK}$ ,  $R_{ar} = 0.287\text{kJ/kgK}$

- 1) Esquematize o ciclo turbina a gás e preencha a tabela (1.5V):

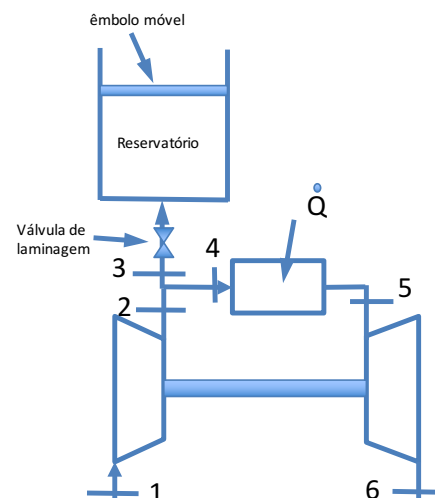
	T (°C)	P (bar)
Entrada do compressor	17	1
Saída do compressor		
Entrada da turbina		
Saída da turbina (ideal)		
Saída da turbina (real)		

- 2) Qual o trabalho específico do ciclo e o seu rendimento? (1.5V)

Foi proposto um sistema alternativo como indicado na figura anexa. Do ar que sai do compressor (2) uma parte do caudal (4) descreve o ciclo e outra (3) é utilizada para encher um tanque adiabático, com uma parede móvel e com volume inicial de  $200\text{m}^3$ , temperatura inicial igual à atmosférica e pressão inicial de 8 bar. A pressão dentro do tanque permanece constante durante o enchimento. No ciclo turbina a gás o compressor é adiabático e reversível e a turbina tem um rendimento isentrópico de 80% estando ambos rigidamente acoplados entre si. A razão de pressões do ciclo é 10 e a temperatura máxima do ciclo é 600 °C.

- 3) Preencha a tabela: (1.5V)

	T (°C)	P (bar)
1	17	1
2		
3		
4		
5		
6s		
6		



- 4) Para que o volume do tanque passe para o dobro,  $400\text{m}^3$ , ao fim de 10 minutos, permanecendo a pressão constante e por isso o caudal de entrada é constante, qual deve ser o caudal mássico em 3,  $[\text{kg/s}]$ ? (1.5V)
- 5) Nas condições da alínea 4, qual o caudal mássico de ar em 1,  $[\text{kg/s}]$ ? (0.5V)
- 6) Qual o trabalho útil do ciclo (no sistema alternativo) durante os 10min,  $[\text{kJ}]$  e o rendimento do ciclo? (0.5V) (Nota: Neste sistema alternativo, o objectivo da turbina a gás continua a ser fornecer energia para comprimir o ar)