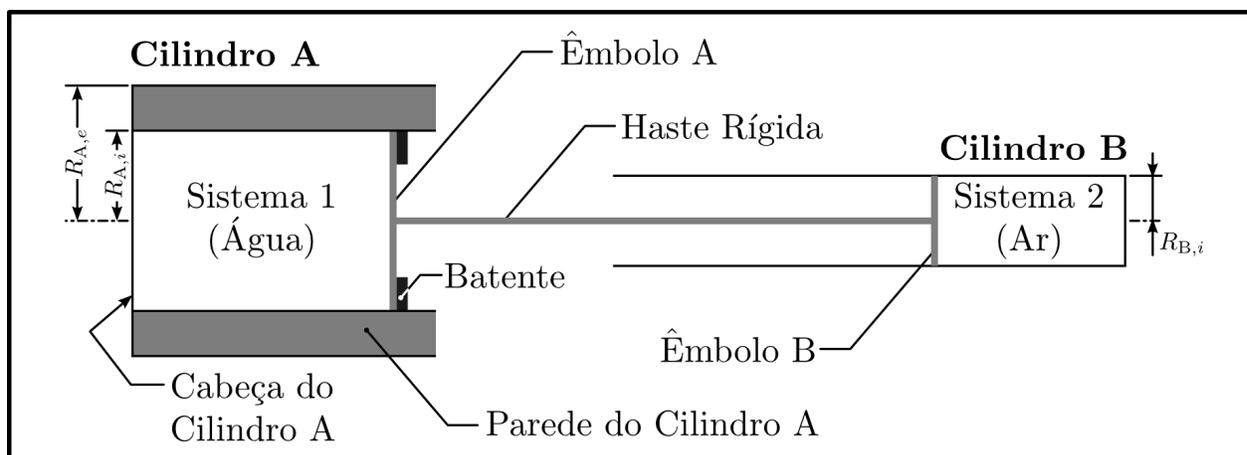




Considere duas montagens cilindro-pistão dispostas horizontalmente tal como apresentado na figura. O movimento dos dois êmbolos é solidário através de uma haste rígida. O Cilindro A tem um raio interior ( $R_{A,i}$ ) e um raio exterior ( $R_{A,e}$ ) iguais a 0,2 m e 0,3 m, respectivamente e um volume interno máximo (observado quando o Êmbolo A atinge o batente) igual a 71,6 L. O Cilindro B tem um raio interior ( $R_{B,i}$ ) igual a 0,1 m e um volume interno mínimo igual a 13,0 L. No interior do Cilindro A encontram-se 100 g de água (Sistema 1) e no interior do Cilindro B encontram-se 180 g de ar (Sistema 2). A pressão do Sistema 2 é mantida constante e independente da posição dos êmbolos. A temperatura do Sistema 2 é igual a 302 K quando o Êmbolo A está em contacto com o batente. Considere o ar como gás perfeito com constante ( $R_{ar}$ ) igual a  $286,987 \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$  e calor específico a pressão constante ( $c_p$ ) igual a  $1017,545 \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$ .



- (a) (2.0 v.) Considere o Sistema 1 (água) a absorver uniformemente energia térmica (em volume) à taxa de  $2,0 \text{ kW m}^{-3}$ . Depois de absorvida pela água a energia é transferida através da parede do cilindro para um fluido no exterior do cilindro cuja temperatura e coeficiente de transferência de calor por convecção são iguais a 350 K e  $100 \text{ W m}^{-2} \text{ K}^{-1}$ , respectivamente. Considere a cabeça do Cilindro A e o Êmbolo A adiabáticos. A condutibilidade térmica da parede cilíndrica é igual a  $0,1 \text{ W m}^{-1} \text{ K}^{-1}$ . Determine a temperatura máxima na parede cilíndrica do Cilindro A considerando condução unidimensional em regime estacionário.

O Êmbolo A encontra-se em contacto com o batente quando a fonte de calor do Sistema 1 é desligada. O Sistema 1 é deixado a arrefecer muito lentamente. Despreze qualquer atrito entre os êmbolos e os cilindros bem como variações de energia cinética e potencial. **Note que a pressão do Sistema 2 é mantida constante durante o movimento dos êmbolos através do fornecimento de calor. A transferência de calor para o Sistema 2 é iniciada com o movimento dos êmbolos.**

- (b) (1.5 v.) Determine a temperatura do Sistema 1 no instante em que o Êmbolo A abandona o batente. (Se não determinou, considere que a pressão do Sistema 1 no instante em que o Êmbolo A abandona o batente é igual a 3 bar.)
- (c) (1.0 v.) Determine o calor libertado pelo Sistema 1 durante o movimento dos êmbolos, desde o instante em que o volume específico do Sistema 1 é igual a  $0,716 \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$  até ao instante em que o volume específico é igual a  $0,303 \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$ .
- (d) (1.5 v.) Determine o deslocamento dos êmbolos quando para o Sistema 2 foram transferidos 44 kJ.