

A duração total para a resolução e submissão digital do problema é de 1h30min. A resolução de todas as alíneas do problema deve ser efectuada em folhas brancas e a qualidade (definição) da respectiva cópia digital tem de garantir a sua legibilidade. Identifique todas as folhas de resolução com o seu nome e número de aluno. É recomendável que reserve 10 min da duração total para a digitalização e submissão da sua resolução. Note que no fim da duração total a submissão da resolução é impossível. Certifique-se que resolve o seu enunciado do problema (veja caixa abaixo).

Versão B – Enunciado

A Figura 1 apresenta uma parede plana constituída por 4 materiais. As dimensões da parede bem como as condutibilidades térmicas dos 4 materiais encontram-se definidas na figura. A parede está isolada nas superfícies  $y = 0,2\text{ m}$  e  $y = 0,6\text{ m}$  e é longa o suficiente na direcção perpendicular ao plano  $xy$  (profundidade) para se desprezarem gradientes térmicos segundo esta direcção. Na superfície  $x = 0,2\text{ m}$  é imposta uma temperatura constante e igual a  $20^\circ\text{C}$  ( $T_{s,1}$ ). A superfície  $x = 0,8\text{ m}$  está submetida a transferências de calor por: (1) convecção devido ao contacto directo com um fluido à temperatura constante de  $80^\circ\text{C}$  ( $T_\infty$ ) e com um coeficiente de convecção constante,  $h$ ; e (2) radiação com as superfícies envolventes (de grandes dimensões) à temperatura  $T_{\text{sur}}$  ( $= T_\infty$ ). Considere como negra a superfície  $x = 0,8\text{ m}$ . Considere regime estacionário e despreze resistências térmicas de contacto entre os diferentes materiais.

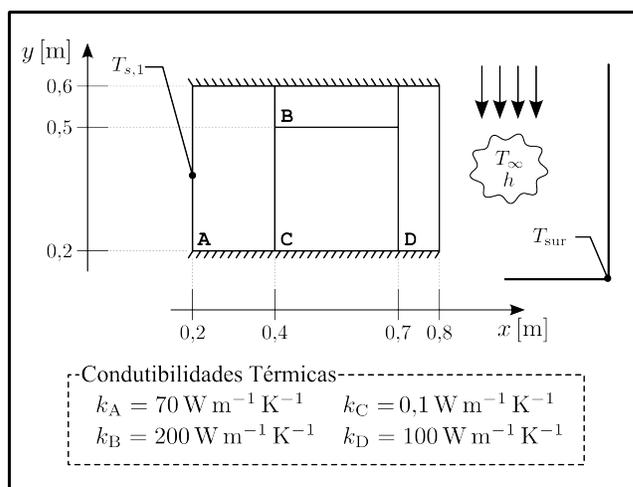


Figura 1

- (5 v.) Estabeleça a equação diferencial que governa a distribuição de temperatura na parede, justificando todas as simplificações, bem como as respectivas condições de fronteira.
- (3 v.) Qual dos casos considerados na Figura 2 apresenta uma distribuição de temperatura compatível com as condições do problema? Justifique. Note que para cada caso as temperaturas mínima e máxima registadas na parede apresentam-se como limites na respectiva escala de temperatura.

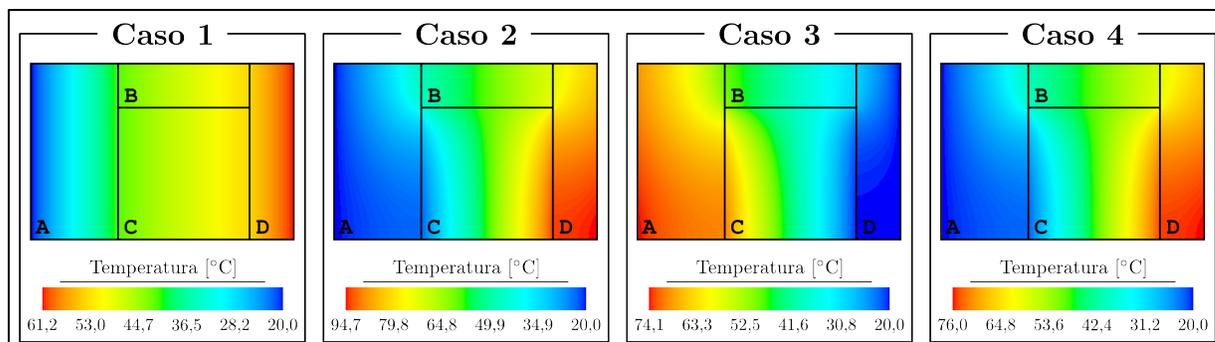


Figura 2

- (c) (10 v.) Para um determinado coeficiente de convecção verifica-se, através da solução numérica bi-dimensional (2D), a existência de uma superfície à temperatura de  $41^{\circ}\text{C}$  (superfície isotérmica) coincidente com o plano  $x = 0,55\text{ m}$ . Nestas condições, determine o valor considerado para o coeficiente de convecção com base numa aproximação unidimensional de condução de calor que garanta isotérmicas as superfícies perpendiculares ao eixo  $x$ .

Sugestão de resolução: comece por calcular a taxa de transferência de calor por unidade de profundidade da parede,  $q'_x (=q_x/L_z)$ , e posteriormente, a temperatura em  $x = 0,8\text{ m}$ .

- (d) (2 v.) Através da solução 2D considerada na alínea anterior verificou-se que a taxa total de transferência de calor por unidade de profundidade da parede ( $q'_{\text{tot}}$ ) para o meio exterior (fluido adjacente e superfícies envolventes) corresponde a  $934,9\text{ W m}^{-1}$  e que a temperatura em  $x = 0,8\text{ m}$  é aproximada pela Equação (1). Com base nestes valores para o desempenho térmico da parede, determine o valor do coeficiente de convecção. (Este procedimento fornece um valor mais preciso para o coeficiente de convecção do que uma aproximação unidimensional.)

$$T(x = 0,8\text{ m}, 0,2\text{ m} \leq y \leq 0,6\text{ m})[^{\circ}\text{C}] = -29,7y[\text{m}] + 70,5 \quad (1)$$

**Fim**

---

Tenha em atenção as seguintes instruções para a submissão da sua resolução:

- deve colocar todas as folhas digitalizadas num ficheiro PDF único;
- as páginas do ficheiro a submeter devem estar ordenadas de acordo com a sequência de resolução e devidamente identificadas (nome e número de aluno); e
- o título do ficheiro a submeter tem de corresponder ao seu número de aluno – se o seu número de aluno for 99999 (ist199999) deverá intitular o ficheiro correspondente à sua resolução como 99999.pdf.