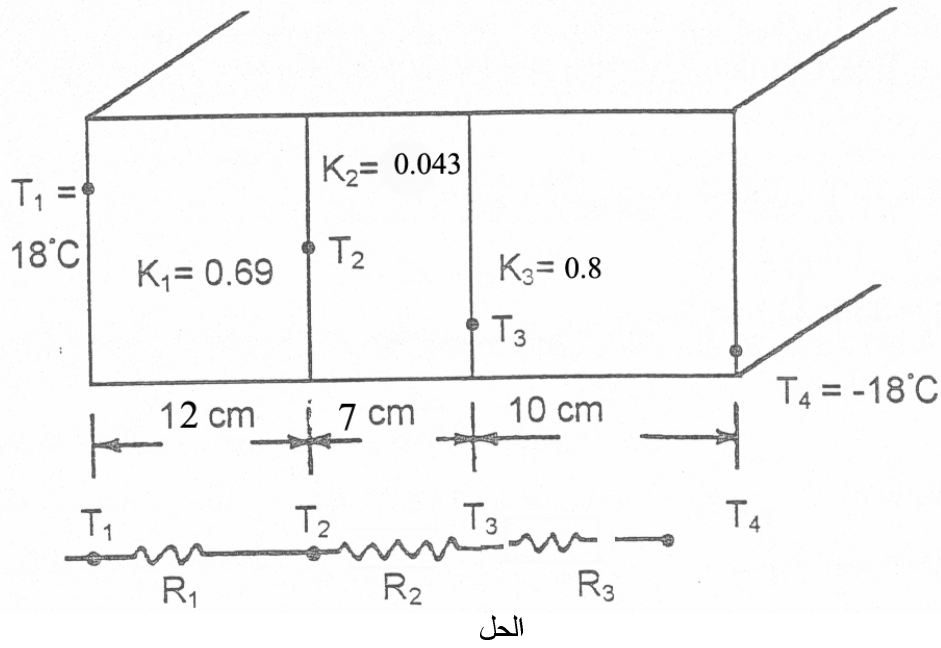


اسم الطالب:

رقم الطالب:

س ١ يتكون جدار ثلاجة من ثلاث طبقات، طبقة خارجية من الطوب بسمك ٢١ سم، ومعامل توصيلها الحراري ٠,٦٩ وات/متر.كلفن، ويلبها طبقة من الفلين سمكها ٧ سم، ومعامل توصيلها الحراري ٠,٠٤٣ وات/متر.كلفن، ويلبها طبقة من الخرسانة بسمك ١٠ سم ومعامل توصيلها الحراري ٠,٨ وات/متر.كلفن. إذا حفظت درجة حرارة السطح الداخلي للثلاجة على درجة حرارة -١٨م. احسب معدل انتقال الحرارة خلال الجدار ثم احسب درجة حرارة السطح الفاصل بين الفلين والطوب وبين الخرسانة والفلين.

(١٠ درجات)



المعطيات:

$$X_1 = 12 \text{ cm}$$

$$K_1 = 0.69 \text{ W/m.K}$$

$$T_1 = 18^\circ\text{C}$$

$$X_2 = 7 \text{ cm}$$

$$K_2 = 0.043 \text{ W/m.K}$$

$$X_3 = 10 \text{ cm}$$

$$K_3 = 0.8 \text{ W/m.K}$$

$$T_4 = -18^\circ\text{C}$$

$$\frac{q}{A} = \frac{T_1 - T_4}{\frac{x_1}{K_1} + \frac{x_2}{K_2} + \frac{x_3}{K_3}}$$

$$\frac{q}{m^2} = \frac{(18 - (-18))[k]}{\frac{0.12[m]}{0.69[W/m.K]} + \frac{0.07[m]}{0.043[W/m.K]} + \frac{0.1[m]}{0.8[W/m.K]}}$$

$$\frac{q}{m^2} = \frac{36[K]}{0.17[K/W] + 1.62[K/W] + 0.12[K/W]}$$

$$\therefore q = 18.84W/m^2$$

لإيجاد درجة حرارة السطح الفاصل بين الفلين والطوب وبين الخرسانة والفلين نتبع الآتي:  
أولاً : درجة الحرارة بين الفلين والطوب:

$$\frac{q}{A} = \frac{T_1 - T_2}{\frac{x_1}{K_1}}$$

$$\frac{18.84W}{m^2} = \frac{(18 - T_2)[K]}{\frac{0.12m}{0.69[W/m.K]}}$$

$$\therefore T_2 = 14.7^\circ C$$

ثانياً: درجة حرارة السطح الفاصل بين الخرسانة والفلين

$$\frac{q}{A} = \frac{T_2 - T_3}{\frac{x_2}{K_2}}$$

$$\frac{18.84}{m^2} = \frac{(14.7 - T_3)[K]}{\frac{0.07m}{0.043[W/m.K]}}$$

$$\therefore T_3 = -15.96^\circ C$$

س٢: بطيخة قطرها ٣٢ سم ودرجة حرارتها ٣٥م وضعت فجأة لتبرد في هواء بارد درجة حرارته ٢م<sup>٠</sup> ومعامل انتقال الحرارة  $h = 40 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ ، ومعامل التوصيل الحراري لها  $k = 0.86 \text{ W/m} \cdot \text{K}$ ، كثافة المادة ١٢٠ كجم/متر<sup>٣</sup>، والحرارة النوعية ٣٣٠٠ جول/كجم.كلفن.

احسب:

أ- الزمن اللازم لوصول مركز البطيخة إلى ٥ درجات مئوية (١٠ درجات)  
ب- عند نفس الزمن ماهي درجة حرارة نقطة تبعد عن المركز ٥ سم. (٥ درجات)

الحل

المعطيات:

$$D = 32 \text{ cm}$$

$$T_i = 35 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$T_\infty = 2 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$h = 40 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$$

$$k = 0.86 \text{ W/m} \cdot \text{K}$$

$$\rho = 1120 \text{ kg/m}^3$$

$$C_p = 33000 \text{ J/kg} \cdot \text{K}$$

حساب رقم بايوت:

$$B_i = \frac{h \times \frac{r_o}{3}}{k}$$

$$B_i = \frac{40[\text{W} / \text{m}^2 \cdot \text{K}] \times \frac{0.16[\text{m}]}{3}}{0.86[\text{W} / \text{m} \cdot \text{K}]}$$

$$B_i = 2.4$$

$$\therefore B_i > 0.1$$

نستخدم الخرائط لإيجاد رقم فورير :

$$\frac{T_o - T_\infty}{T_i - T_\infty} = \frac{5 - 2}{35 - 2} = 0.0909$$

مقلوب بايوت:

$$\frac{1}{B_i} = \frac{k}{h \times r_o} = \frac{0.86[\text{W} / \text{m} \cdot \text{K}]}{40[\text{W} / \text{m}^2 \cdot \text{K}] \times 0.16[\text{m}]} = 0.134$$

من الخريطة يمكن إيجاد رقم فورير:

$$Fo = 0.35$$

$$F_o = \frac{k}{\rho \times C_p} \times \frac{\tau}{r_o^2}$$

$$\therefore 0.35 = \frac{0.86 \left[ \frac{J}{\text{sec.m.K}} \right]}{1120 \left[ \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right] \times 3300 \left[ \frac{J}{\text{kg.K}} \right]} \times \frac{\tau}{0.16^2 [m^2]}$$

من المعادلة السابقة يمكن إيجاد الزمن اللازم لوصول مركز البطيخة إلى ٥ درجات مئوية.

$$\therefore \tau = 38507.16 \text{sec}$$

$$\tau = 10.69 \text{hr}$$

ب- درجة حرارة نقطة تبعد عن المركز ٥ اسم عند نفس الزمن.

$$\frac{r}{r_o} = \frac{15}{16} = 0.93$$

$$\frac{1}{B_i} = \frac{k}{h \times r_o} = \frac{0.86 [W / m.K]}{40 [W / m^2 .K] \times 0.16 [m]} = 0.134$$

من الخريطة:

$$\frac{\theta}{\theta_o} = 0.14$$

$$\frac{\theta_o}{\theta_i} = 0.0909$$

$$\therefore \frac{\theta}{\theta_o} \times \frac{\theta_o}{\theta_i} = 0.14 \times 0.0909$$

$$\therefore \frac{\theta}{\theta_i} = 0.012$$

$$\therefore \frac{T - T_\infty}{T_i - T_\infty} = 0.012$$

$$\therefore T = 2.39^\circ C$$

س٣: مادة غذائية اسطوانية الشكل قطرها ٨ سم وطولها ١٠ سم تحتوي ٥٦٧ جرام وكثافتها ٠.٨٩ كجم/متر<sup>٣</sup> ودرجة حرارتها الابتدائية ٨٢م وضعت المادة الغذائية في معقم بخار درجة حرارته ١٢٠م احسب الآتي:

- ١- درجة حرارة مركز العلبة بعد ٣٠ دقيقة (١٠ درجات)
- ٢- كمية الحرارة المنتقلة للمادة الغذائية. (٥ درجات)

$$K = 4.3 [W/m.K], h = 5.678 [W/m^2.K] \quad C_p = 3.5 [kJ/kg.K], \rho = 1089 [kg/m^3]$$

الحل

المعطيات:

$$\begin{aligned} D &= 8 \text{ cm} \\ L &= 10 \text{ cm} \\ T_i &= 82 \text{ }^\circ\text{C} \\ T_\infty &= 120 \text{ }^\circ\text{C} \\ k &= 4.3 \text{ W/m.K} \\ h &= 5.678 \text{ W/m}^2.\text{K} \\ C_p &= 3.5 \text{ kJ/kg.K} \\ \rho &= 1089 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

رقم بايوت:

$$B_i = \frac{h \times \frac{r_o}{3}}{k}$$

$$B_i = \frac{5.678 [W / m^2 .K] \times \frac{0.04 [m]}{3}}{4.3 [W / m.K]} = 0.026$$

$$B_i < 0.1$$

نستخدم الطريقة التجميعية:

$$\frac{T_o - T_\infty}{T_i - T_\infty} = e^{-\frac{hA\tau}{\rho C_p V}}$$

$$\ln \frac{T_o - 120}{82 - 120} = -\frac{5.678 \left[ \frac{J}{\text{sec.m}^2.k} \right] \times \pi (0.08) \times 0.1 [m^2] \times \tau}{1089 \left[ \frac{kg}{m^3} \right] \times 3.5 \left[ \frac{kJ}{kg.K} \right] \times \frac{\pi}{4} \times (0.08)^2 \times 0.1 [m^3] \times \frac{1000 [J]}{[kJ]}}$$

$$\frac{T - 120}{82 - 120} = 1.8$$

$$T = 113.9 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$Q_o = \rho C_p V \theta_i$$

$$Q_o = 1089 \left[ \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right] \times 3.5 \left[ \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \right] \times \frac{\pi}{4} (0.08)^2 \times 0.1 [\text{m}^3] \times (82 - 120) [\text{K}]$$

$$Q_o = 72.8 \text{ kJ}$$