

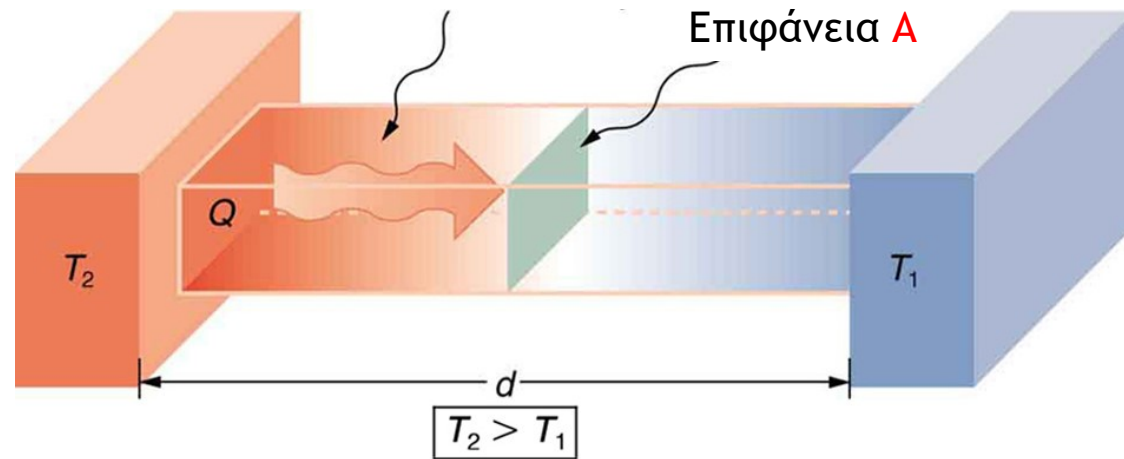
Θερμοκηπιακές
κατασκευές
Εργαστήριο - Ασκήσεις
Άσκηση 6

Μείωση θερμικών απωλειών με διπλό φουσκωτό κάλυμμα

- ▶ Το κάλυμμα του θερμοκηπίου (πλαστικό ή γυάλινο) δεν είναι καλό θερμομονωτικό υλικό λόγω του μικρού του πάχους.
- ▶ Οι συντελεστές θερμικής αγωγιμότητας, k , για το πολυαιθυλένιο, το γυαλί και τον αέρα είναι $0,33 \text{ W m}^{-1} \text{ K}^{-1}$, $0,8 \text{ W m}^{-1} \text{ K}^{-1}$, και $0,026 \text{ W m}^{-1} \text{ K}^{-1}$ αντίστοιχα.
- ▶ Αν δημιουργήσουμε στρώμα αέρα στο κάλυμμα μπορούμε να μειώσουμε τις απώλειες

Μεταφορά θερμότητα με αγωγή - Θερμική αγωγιμότητα

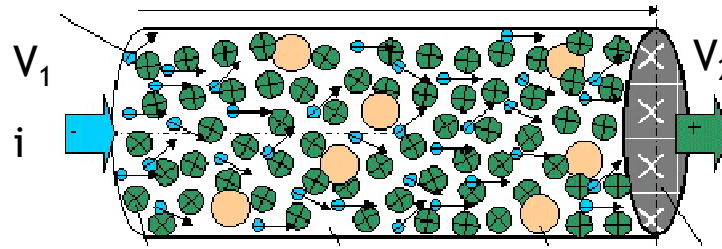
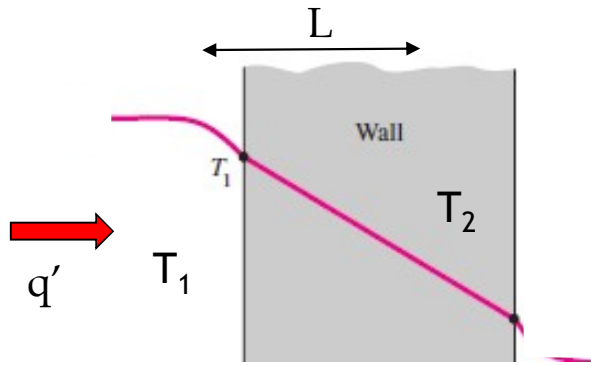
Υλικό θερμικής αγωγιμότητας k



$$\frac{\delta Q}{\delta t} = k A \frac{T_2 - T_1}{d}$$

Νόμος του Fourier

Θερμική αντίσταση - Αγωγή



$$q' = \frac{\delta q}{\delta t} = \frac{kA}{L} (T_1 - T_2)$$

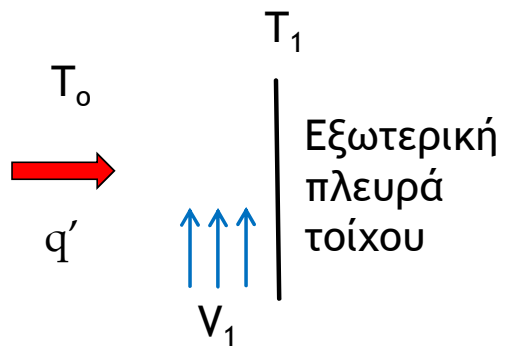
$$i = \frac{A}{\rho L} (V_2 - V_1)$$

$$q' = \frac{\delta q}{\delta t} = \frac{1}{R_{th-cond}} (T_1 - T_o)$$

$$i = \frac{1}{R_{el}} (V_2 - V_1)$$

$$R_{th} = \frac{L}{kA}$$

Θερμική αντίσταση - Συναγωγή

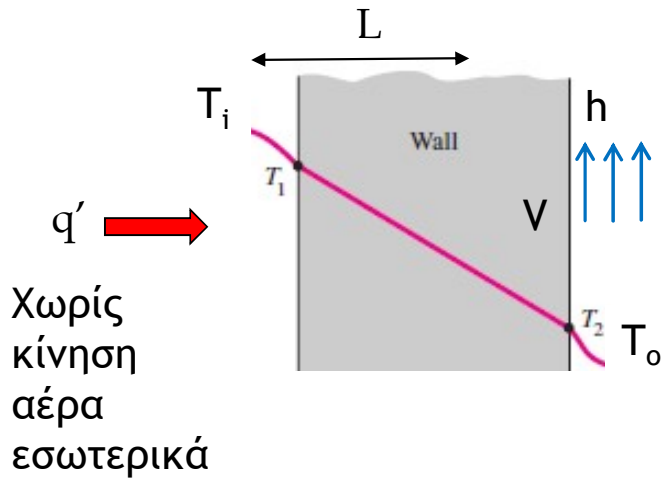


$$q' = \frac{\delta q}{\delta t} = hA (T_1 - T_o)$$

$$q' = \frac{\delta q}{\delta t} = \frac{1}{R_{th-co}} (T_1 - T_o)$$

$$R_{th-co} = \frac{1}{hA}$$

Θερμική αντίσταση - Αγωγή & Συναγωγή



$$q' = \frac{\delta q}{\delta t} = \frac{1}{R_{tot}} (T_i - T_o)$$

$$R_{tot} = R_{th-cond} + R_{th-conv} = \frac{L}{kA} + \frac{1}{hA}$$

Θερμοκήπια με διπλό φουσκωτό κάλυμμα



Αντλίες αέρα με πιεσοστάτη διατηρούν σταθερή τη πίεση μεταξύ των δύο φύλλων

Η μικρή θερμική αγωγιμότητα του αέρα εμποδίζει τις απώλειες

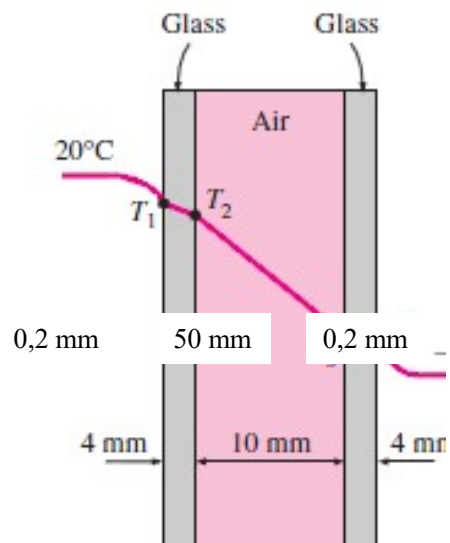


Απώλεια θερμότητας μέσα από διπλό φουσκωτό κάλυμμα

Θερμοκήπιο είναι σκεπασμένο με πλαστικό κάλυμμα πάχους 0,2 mm, που η θερμική αγωγιμότητα του είναι $0,33 \text{ W m}^{-1} \text{ K}^{-1}$. Από και προς το κάλυμμα μεταφέρεται θερμότητα με συναγωγή. Ο συντελεστής μεταφοράς θερμότητας με συναγωγή στην εξωτερική επιφάνεια είναι $h_{\text{out}}=30 \text{ W m}^{-2}\text{K}^{-1}$. και στην εσωτερική $h_{\text{in}}=10 \text{ W m}^{-2}\text{K}^{-1}$. Η θερμοκρασία στο εσωτερικό είναι 20°C και στο περιβάλλον -10°C .

Για να μειώσουμε τις θερμικές απώλειες, τοποθετούμε και δεύτερο πλαστικό φύλλο ώστε η μέση απόσταση μεταξύ των δύο φύλλων να είναι 5 cm. Ο αέρας που βρίσκεται μεταξύ των δυο φύλλων έχει θερμική αγωγιμότητα $0,026 \text{ W m}^{-1} \text{ K}^{-1}$.

Βρείτε και συγκρίνετε τις θερμικές απώλειες ανά τετραγωνικό μέτρο στις δυο περιπτώσεις



$$\frac{dq}{dt} = \frac{T_{\text{in}} - T_{\text{out}}}{R_{\text{tot}}}$$

$$q' = \frac{\delta q}{\delta t} = h_{\text{in}} A (T_{\text{in}} - T_1)$$

Υπολογισμός θερμικών απωλειών για μονό κάλυμμα

Άθροιση θερμικών αντιστάσεων:

$$R_{tot} = R_{out} + R_{film} + R_{in} = \frac{1}{h_{out}A} + \frac{d_f}{k_f A} + \frac{1}{h_{in}A} =$$
$$\frac{1}{30} + \frac{0,0002}{0,33} + \frac{1}{10} = 0,134 \text{ W}^{-1} \text{ K}$$
$$A = 1 \text{ m}^2$$

Οπότε οι θερμικές απώλειες ανά m² υπολογίζονται:

$$q' = \frac{T_{in} - T_{out}}{R_{tot}} = \frac{20 - (-10)}{0,134} = 224 \text{ W}$$

Υπολογισμός θερμικών απωλειών για διπλό φουσκωτό κάλυμμα

Άθροιση θερμικών αντιστάσεων:

$$R_{tot} = R_{out} + 2 \times R_{film} + R_{air} + R_{in} = \frac{1}{h_{out}A} + \frac{2d_f}{k_fA} + \frac{d_{air}}{k_{air}A} + \frac{1}{h_{in}A} =$$
$$\frac{1}{30} + 2 \times \frac{0,0002}{0,33} + \frac{0,05}{0,026} + \frac{1}{10} = 2,06 \text{ W}^{-1} \text{ K}$$
$$A = 1 \text{ m}^2$$

Οπότε οι θερμικές απώλειες ανά m^2 υπολογίζονται:

$$q' = \frac{T_{in} - T_{out}}{R_{tot}} = \frac{20 - (-10)}{2,06} = 14,6 \text{ W}$$