$3^η$ ΣΕΙΡΑ ΑΣΚΗΣΕΩΝ ΜΕΤΑΔΟΣΗ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ

1. Ένα διαχωριστικό τοίχωμα σκυροδέματος, μεταξύ δωματίου, T_1 = 25 °C, και εξωτερικών ατμοσφαιρικών συνθηκών, T_2 = -15 °C έχει επιφάνεια A = 30 m² και πάχος L = 0.30 m. Αν ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας του σκυροδέματος είναι k = 1.1 W/mK, ποιες θα είναι οι απώλειες θερμότητας μέσω του τοιχώματος;
2. Η ροή θερμοαγωγιμότητας μέσω μιας διατομής μονωτικού υλικού επιφάνειας A = 10 m² και πάχους L = 2.8 cm είναι 3 kW, όταν η εσωτερική - θερμότερη επιφάνεια υπόκειται σε σταθερή θερμοκρασία, T_1 = 420 °C. Ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας του μονωτικού υλικού είναι k = 0.2 W/mK. Ποια θα είναι η θερμοκρασία T_2 της εξωτερικής επιφάνειας;
3. Η θερμική ροή μέσω ενός ξύλινου τοιχώματος πάχους 50 mm έχει υπολογισθεί στα 40 W/m^2, όταν οι επιφανειακές (σταθερές) θερμοκρασίες είναι, T_1 = 40 °C και T_2 = 20 °C (εσωτερική / εξωτερική), αντίστοιχα. Ζητείται ο συντελεστής αγωγιμότητας, k του ξύλινου τοιχώματος.
4. Ένα επίπεδο τοίχωμα πάχους L = 300 mm έχει συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας k = 0.04 W/mK. Εάν κατά μια ειδική διαδικασία και για κάποια χρονική στιγμή η θερμοκρασιακή διανομή, από τη μια πλευρά του, δίνεται από τη σχέση $T(x) = 150 \cdot x^2 - 30 \cdot x$ (όπου x σε m), ποιο θα είναι το ποσό ροής θερμότητας, για x = 0 και x = 300 mm; Είναι το τοίχωμα θερμαινόμενο ή είναι ψυχόμενο;
5. Η θερμική αγωγιμότητα ενός επίπεδου τοιχώματος δίνεται από τη σχέση $k = k_0 + 2 \cdot b \cdot T + 3 \cdot c \cdot T^2$, όπου k_0 = συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας για $T = T_0$ = 0 °C. Για σταθερή ροή με πάχος τοιχώματος L και επιφανειακές θερμοκρασίες, T_1, T_2 ($T_1 > T_2$), αντίστοιχα, ζητείται το ποσό ροής θερμότητας διά μέσου του τοιχώματος.
6. Ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας ενός επίπεδου στερεού τοιχώματος εκφράζεται από τη γραμμική θερμοκρασιακή συνάρτηση $k = a \cdot T + b$. Αν η μέση αριθμητική τιμή των συντελεστών θερμικής αγωγιμότητας, k_1 και k_2, στις αντίστοιχες θερμοκρασίες, T_1 και T_2 αντικαθίστανται με την τιμή του k, ζητείται ο ρυθμός της ροής θερμότητας μέσω του θεωρούμενου επίπεδου.
7. Εντός επιπέδου τοιχώματος πάχους L = 1.5 m, με επιφανειακές θερμοκρασίες, T_1 = 500 K και T_2 = 350 K, αντίστοιχα, πρέπει να ενσωματωθεί αγωγός θερμού ύδατος στη θέση θερμοκρασίας. T_2 = 400 K. Αν ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας του τοιχώματος είναι $k = 0.105\ (0.108 \cdot T - 26.6)$ W/mK, ζητείται να προσδιορισθούν: α) Το ποσό ροής θερμότητας ανά μονάδα επιφάνειας και β) Η απόσταση τοποθέτησης του αγωγού από τη θερμή επιφάνεια
8. Ένα τοίχωμα ειδικής κατασκευής πάχους 0.85 m και επιφάνειας 2 m × 0.6 m, χρησιμοποιείται σε μια ειδική διαδικασία, κατά την οποία οι πλευρές του διατηρούνται σε σταθερές συνθήκες θερμοκρασιών, T_1 = 327 °C και T_2 = 127 °C, αντίστοιχα, για χρονικό διάστημα 30 min. Εάν στις αναφερόμενες συνθήκες διαδικασίας ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας μεταβάλλεται γραμμικά κατά τη σχέση $k(T) = k_0 \cdot (1 + \beta \cdot T)$, όπου k_0 = 5 W/mK και $\beta = 9.21 \cdot 10^{-4}$ K^{-1}, ποιο θα είναι το μεταφερόμενο ποσό θερμότητας στο τέλος της διεργασίας και ποια η τιμή της θερμοκρασίας στο μέσον του τοιχώματος κατά τη διάρκεια της διεργασίας;

9. Για ένα επίπεδο τοίχωμα, το πάχος του οποίου είναι L, η θερμική αγωγιμότητα είναι μεταβαλλόμενη, με βάση την έκφραση, $k(T) = k_0 \cdot (1 + \beta \cdot T)$, (όπου, k_0 και β σταθερές ποσότητες). Υπό την προϋπόθεση μονοδιάστατης σταθερής ροής θερμότητας και οριακών συνθηκών, για $x = 0 \Rightarrow T = T_1$ και $x = L \Rightarrow T = T_2$, να δειχθεί ότι:

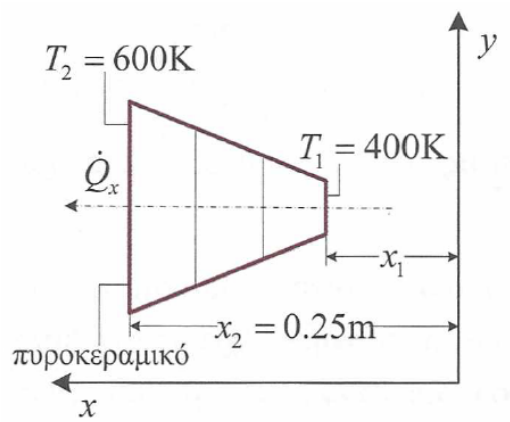
α) $\dot{Q}_x = -A \cdot k_0 \cdot \left[\left(T - T_1\right) + \beta \cdot \left(T^2 - T_1^2\right) / 2 \right]$ και

β) Η θερμοκρασιακή διανομή δίνεται από τη σχέση:

$$T(x) = -\frac{1}{\beta} \pm \left[\frac{1}{\beta^2} - \frac{2k_{ave}x}{\beta k_o L}\left(T_1 - T_2\right) + T_1^2 + \frac{2}{\beta}T_1 \right]^{\frac{1}{2}}$$

όπου: $k_{ave} = k\left(T_{ave}\right) = \dfrac{1}{T_2 - T_1}\displaystyle\int_{T_1}^{T_2} k_o\left(1 + \beta T\right) dT = k_o\left(1 + \beta \frac{T_2 + T_1}{2}\right)$

10. Το παρακάτω Σχήμα παριστάνει την τομή ενός πυροκεραμικού κόλουρου κώνου βιομηχανικού συστήματος. Είναι κυκλικής διατομής, με διάμετρο $D = a \cdot x$, όπου $\alpha = 0.25$ ενώ ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας είναι $k = 3.46$ W/mK). Η μικρή βάση του κώνου, (με πεδίο αναφοράς την κορυφή του κώνου), έχει απόσταση $x_1 = 50$ mm και η μεγάλη $x_2 = 250$ *mm,* ενώ οι αντίστοιχες επιφανειακές θερμοκρασίες, (των βάσεων), διατηρούνται στις $T_1 = 400$ K και $T_2 = 600$ K., με την πλευρική επιφάνεια (θεωρούμενη) ιδανικά μονωμένη.

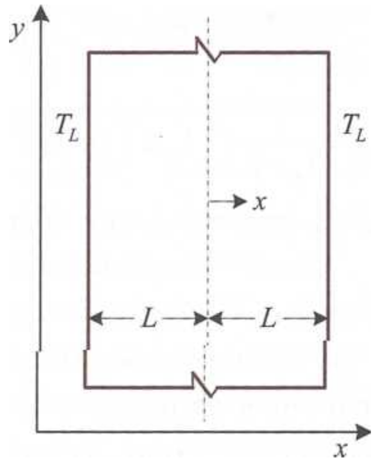


Ζητούνται:

α) Να εξαχθεί μία σχέση της θερμοκρασιακής διανομής $T(x)$ σε συμβολική μορφή και να σχεδιασθεί, υπό την προϋπόθεση μονοδιάστατης και μόνιμης ροής, χωρίς εσωτερικά παραγόμενη θερμότητα.

β) Να υπολογισθεί ο ρυθμός ροής θερμότητας μέσω του κώνου.

11. Για το εικονιζόμενο, σχηματικά, επίπεδο τοίχωμα, με σταθερές επιφανειακές θερμοκρασίες και για μονοδιάστατη ροή, ζητείται συγκριθεί η έκφραση, T (x), για την εφαρμογή των περιπτώσεων:



α) Μιας, ομοιόμορφα, ογκομετρικά παραγόμενης εσωτερικής ενέργειας, τιμής H και

β) Μιας παραγόμενης Εσωτερικής Ενέργειας, μεταβαλλόμενης γραμμικά με τη θερμοκρασία, ως $H = H_L \cdot \left[1+\beta\cdot\left(T-T_L\right)\right]$όπου H_L η ροή θερμότητας στις επιφάνειες του τοιχώματος και β σταθερός συντελεστής.

12. Μία επίπεδη πλάκα, στοιχείου καυσίμου ουρανίου *(uranium fuel),* ενός πυρηνικού αντιδραστήρα, έχει πάχος 7 mm και είναι συνδεόμενη, σε κάθε πλευρά, με φύλλο αλουμινίου *(aluminium)* πάχους 2 mm, ώστε να αποτελούν συμπαγές σύστημα. Η παραγόμενη ροή θερμότητας, εντός του στοιχείου είναι ομοιόμορφη και σταθερή, H = $3\cdot10^4$ W/kg ουρανίου. Ζητούνται να προσδιορισθούν οι θερμοκρασίες της ελεύθερης επιφάνειας του αλουμινίου, (T_1), της επιφάνειας αλουμινίου/ουρανίου (T_2), και του κέντρου του στοιχείου καυσίμων (T_M), λαμβάνοντας υπόψη τις παρακάτω προϋποθέσεις:
   - Η θερμοκρασία ψύξης είναι T_g = 413 K
   - Η πυκνότητα του ουρανίου, ρ = $8.9\cdot10^3$ kg/m^3
   - Η θερμική αγωγιμότητα του αλουμινίου, k_a = $2.1\cdot10^2$ W/mK
   - Η θερμική αγωγιμότητα του ουρανίου, k_o = 24.3 W/mK
   - Ο επιφανειακός συντελεστής θερμότητας (συντελεστής συναγωγής), στην επιφάνεια αλουμινίου/ψυκτικού φορέα, h = $2.84\cdot10^4$ W/m^{2}K

13. Ηλεκτρικό ρεύμα, 34 kA, διέρχεται μέσω επίπεδης πλάκας από χάλυβα, πάχους 1.25 cm και βάθους 10 cm. Η θερμοκρασία της μιας επιφάνειας είναι 80 °C, ενώ της άλλης 95 °C. Ζητούνται να υπολογισθούν:
   α) Η θερμοκρασιακή διάχυση μέσω της πλάκας, β) Η τιμή και η θέση της μέγιστης θερμοκρασίας, γ) Το συνολικό ποσό της παραγόμενης θερμότητας ανά μέτρο μήκους της πλάκας και δ) Η ροή θερμότητας από κάθε επιφάνεια της πλάκας.
   ($\rho_{χάλυβα}$ = $1.2\cdot10^{-6}$ Ωcm, πλευρικές επιδράσεις από τις πλευρές να θεωρηθούν αμελητέες και $k_{χάλυβα}$ = *54* W/mK)

14. Εάν μέσω μιας χαλύβδινης πλάκας, πάχους 5 cm, διέρχεται ηλεκτρικό ρεύμα, 50 kA, με αποτέλεσμα τη δημιουργία θερμοκρασιών, στη μία πλευρά της πλάκας 60 °C και στην άλλη 110 °C, ζητείται να προσδιορισθούν: α) Η θερμοκρασιακή διανομή της πλάκας, β) Η ροή θερμότητας/μονάδα επιφάνειας σε κάθε μια από τις δύο πλευρές της πλάκας, γ) Η τιμή της μέγιστης θερμοκρασίας και η θέση στην οποία αυτή εμφανίζεται, λαμβάνοντας υπόψη τις παρακάτω προϋποθέσεις:
   - το ωμικό ποσό θερμότητας παράγεται ομοιόμορφα μέσω της διατομής
   - η ειδική αντίσταση χάλυβα είναι, $\rho = 12\cdot10^{-6}\ \Omega\cdot\text{cm}$ και ο συντελεστής αγωγιμότητας του χάλυβα είναι $k = 48$ W/mK.

15. Για μια μονοδιάστατη, αλλά και σταθερής ροής, διεργασία θερμοαγωγιμότητας, σε τοίχωμα μεγάλης επιφάνειας, πάχους L και σταθερού συντελεστή, k, χωρίς πηγή παραγόμενης ενέργειας, ζητούνται οι εξισώσεις της μεταβολής της θερμοκρασίας (εντός του τοιχώματος) για τις παρακάτω συνθήκες:

$$\alpha)\ -k\frac{dT(0)}{dx} = \dot{q}_0 = 40\,\mathrm{W/cm^2}\ \text{ και }\ T(0) = T_0 = 15\,^\circ\mathrm{C}$$

$$\beta)\ -k\frac{dT(0)}{dx} = \dot{q}_0 = 40\,\mathrm{W/cm^2}\ \text{ και }\ -k\frac{dT(L)}{dx} = \dot{q}_L = -25\,\mathrm{W/cm^2}$$

$$\gamma)\ -k\frac{dT(0)}{dx} = \dot{q}_0 = 40\,\mathrm{W/cm^2}\ \text{ και }\ -k\frac{dT(L)}{dx} = \dot{q}_L = 40\,\mathrm{W/cm^2}$$