

Θερμοκηπιακές  
κατασκευές  
Εργαστήριο - Ασκήσεις  
**Άσκηση 3**

## Μείωση θερμικών απωλειών λόγω ακτινοβολίας χρησιμοποιώντας θερμοκουρτίνα

- ▶ Κατά τις ανέφελες νύχτες του χειμώνα, οι θερμικές απώλειες λόγω ακτινοβολίας είναι πολύ σημαντικές
- ▶ Το κάλυμμα του θερμοκηπίου ζεσταίνεται με συναγωγή και ακτινοβολία από τα θερμά σώματα που βρίσκονται στο εσωτερικό (φυτά, έδαφος, σύστημα θέρμανσης) και αποβάλλει θερμότητα προς το περιβάλλον.
- ▶ Μπορούμε να μειώσουμε τις θερμικές απώλειες εισάγοντας κάτω από το κάλυμμα μια επιφάνεια με μεγάλη ανακλαστικότητα και μικρό συντελεστή απορρόφησης

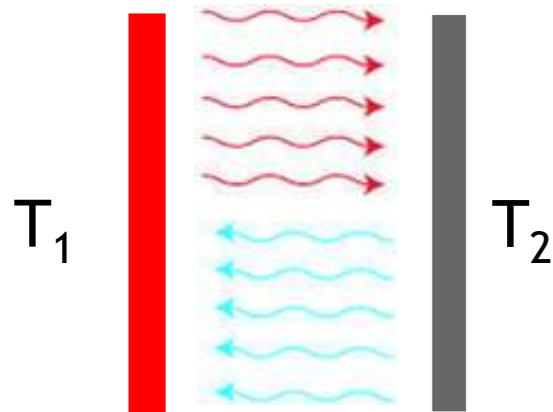
# Θερμοκουρτίνες



Οι θερμοκουρτίνες έχουν μεγάλη ανακλαστικότητα σε όλα τα μήκη κύματος. Έτσι ανακλούν τη θερμική ακτινοβολία στα φυτά

Οι θερμοκουρτίνες εμποδίζουν τη κίνηση του θερμού αέρα προς το κάλυμμα και μειώνουν τις απώλειες θερμότητας

## Μεταφορά θερμότητας με ακτινοβολία



$$\epsilon_{12} = \frac{\epsilon_1 \epsilon_2}{\epsilon_1 + \epsilon_2 - \epsilon_1 \epsilon_2}$$

$$q = \sigma A \epsilon_{12} (T_1^4 - T_2^4)$$

(Νόμος Stefan-Boltzmann)

- $q$  : ροή θερμότητας - μεταφερόμενη θερμότητα ανά μονάδα χρόνου (W)
- $T$  : θερμοκρασία (K)
- $A$  : επιφάνεια
- $\epsilon_{12}$  : συντελεστής ανταλλαγής ακτινοβολίας
- $\sigma$  : σταθερά των Stefan-Boltzmann ( $5.67 \times 10^{-8} \text{ W m}^{-2} \text{ K}^{-4}$ )

## Τυπικές τιμές συντελεστή εκπομπής, ε

Υλικό	ε
Χώμα	0,9
Φύλλα	0,8
Πολυαιθυλένιο	0,45
Αλουμίνιο	0,1

## Παράδειγμα υπολογισμού μείωσης θερμικών απωλειών χρησιμοποιώντας θερμοκουρτίνα

Κατά τη διάρκεια μιας χειμερινής νύχτας το κάλυμμα του θερμοκηπίου έχει θερμοκρασία  $8^{\circ}\text{C}$  ενώ τα φυτά διατηρούνται σε θερμοκρασία  $18^{\circ}\text{C}$  χρησιμοποιώντας θέρμανση. Ο συντελεστής εκπομπής των φυτών είναι 0.8 και του καλύμματος 0.45.

- 1) Υπολογίστε τις θερμικές απώλειες ανά μονάδα επιφάνειας λόγω ακτινοβολίας;
  - 2) Αν μεταξύ του καλύμματος και των φυτών τοποθετηθεί αδιαφανής επιφάνεια (θερμοκουρτίνα) με συντελεστή εκπομπής 0.1, πόσο μειώνονται οι θερμικές απώλειες λόγω ακτινοβολίας;
- Το σύστημα παραμένει σε θερμική ισορροπία σε κάθε περίπτωση.

$$\text{ΣΤΑΘΕΡΑ Stefan-Boltzmann: } \sigma = 5.67 \times 10^{-8} \text{ W m}^{-2} \text{ K}^{-4}$$

# Υπολογισμός θερμικών απωλειών χωρίς θερμοκουρτίνα

$$\varepsilon_{\kappa-\varphi} = \frac{\varepsilon_{\kappa} \varepsilon_{\varphi}}{\varepsilon_{\kappa} + \varepsilon_{\varphi} - \varepsilon_{\kappa} \varepsilon_{\varphi}} = 0.4$$

$$T_{\kappa} = 8 + 273 = 281 \text{ K}$$

$$T_{\varphi} = 18 + 273 = 291 \text{ K}$$

Θερμικές απώλειες ανά  $\text{m}^2$

$$q = \sigma \varepsilon_{\kappa-\varphi} A (T_{\varphi}^4 - T_{\kappa}^4) = 5.67 \times 10^{-8} \cdot 0.4 (291^4 - 281^4)$$

$$Q = q/A = 21.2 \text{ W m}^{-2}$$

## Υπολογισμός θερμικών απωλειών με θερμοκουρτίνα

$$\varepsilon_{\kappa-\theta} = \frac{\varepsilon_{\kappa} \varepsilon_{\theta}}{\varepsilon_{\kappa} + \varepsilon_{\theta} - \varepsilon_{\kappa} \varepsilon_{\theta}} = 0.09 \quad \varepsilon_{\theta-\varphi} = \frac{\varepsilon_{\theta} \varepsilon_{\varphi}}{\varepsilon_{\theta} + \varepsilon_{\varphi} - \varepsilon_{\theta} \varepsilon_{\varphi}} = 0.1$$

$$T_{\kappa} = 8 + 273 = 281 \text{ K}$$

$$T_{\varphi} = 18 + 273 = 291 \text{ K}$$

Θερμικές απώλειες ανά  $\text{m}^2$

$$q = \sigma \varepsilon_{\theta-\varphi} A (T_{\varphi}^4 - T_{\theta}^4) = \sigma \varepsilon_{\kappa-\theta} A (T_{\theta}^4 - T_{\kappa}^4)$$

$$(\varepsilon_{\theta-\varphi} T_{\varphi}^4 + \varepsilon_{\kappa-\theta} T_{\kappa}^4) = (\varepsilon_{\theta-\varphi} + \varepsilon_{\kappa-\theta}) T_{\theta}^4$$

$$T_{\theta}^4 = \frac{(\varepsilon_{\theta-\varphi} T_{\varphi}^4 + \varepsilon_{\kappa-\theta} T_{\kappa}^4)}{(\varepsilon_{\theta-\varphi} + \varepsilon_{\kappa-\theta})} \rightarrow T_{\theta} = 286.4 \text{ K} = 13.4^{\circ}\text{C}$$



## Υπολογισμός θερμικών απωλειών με θερμοκουρτίνα

$$\varepsilon_{\theta-\varphi} = \frac{\varepsilon_{\theta} \varepsilon_{\varphi}}{\varepsilon_{\theta} + \varepsilon_{\varphi} - \varepsilon_{\theta} \varepsilon_{\varphi}} = 0.1$$

$$T_{\theta} = 13.4 + 273 = 286.4 \text{ K}$$

$$T_{\varphi} = 18 + 273 = 291 \text{ K}$$

Θερμικές απώλειες ανά  $\text{m}^2$

$$q = \sigma \varepsilon_{\theta-\varphi} A (T_{\varphi}^4 - T_{\theta}^4) = 5.67 \times 10^{-8} \cdot 0.1 (291^4 - 286.4^4)$$

$$q = 2.5 \text{ W m}^{-2}$$