

Βασικοί νόμοι της μετάδοσης θερμότητας μέσω ακτινοβολίας

Η υπέρυθρη ακτινοβολία (IR) εκπέμπεται από όλα τα αντικείμενα καθημερινής χρήσης, στην πραγματικότητα από οτιδήποτε με θερμοκρασία πάνω από το απόλυτο μηδέν. Έχει πολλές χρήσεις στην καθημερινή ζωή, αλλά εδώ η επιδίωξή μας είναι, η ικανότητά της στη θέρμανση αντικειμένων και ζώντων οργανισμών, χωρίς άμεση επαφή με την πηγή θερμότητας. Υπέρυθρο φώς είναι ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία, παρόμοιας φύσης με το φως, αλλά σε ένα μακρύτερο φάσμα μήκους κύματος.

Οι υπέρυθρες θερμαντικές μονάδες γενικά ταξινομούνται σε 3 κατηγορίες, ανάλογα με την ανώτατη ενέργεια ή αιχμή μήκους κύματος εκπομπής του θερμαντικού στοιχείου:

- **Μακρού μήκος κύματος:** κεραμικά στοιχεία
- **Μεσαίου μήκος κύματος:** κρυσταλλικά στοιχεία χαλαζία
- **Βραχέως μήκος κύματος:** κρυσταλλικά στοιχεία χαλαζία και Βολφραμίου
- **Βασικοί νόμοι της μετάδοσης θερμότητας μέσω ακτινοβολίας**

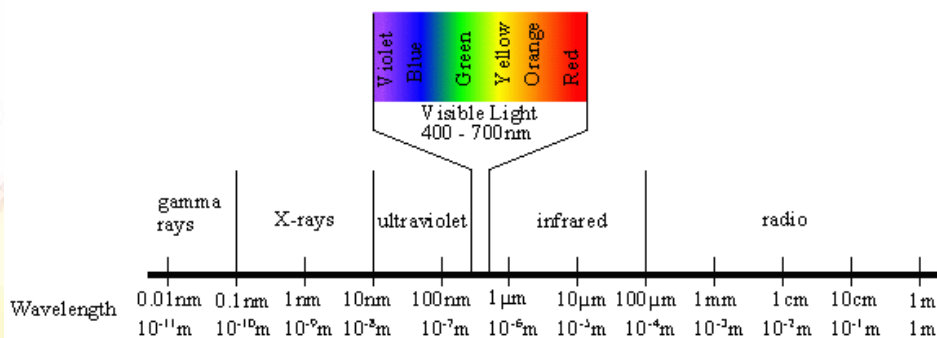
Παρακάτω θα βρείτε μερικούς από τους βασικούς νόμους της μεταφοράς της θερμότητας με ακτινοβολία. Θα προσθέτουμε και την αναπτύξουμε αυτή την ενημέρωση με την πάροδο του χρόνου γι 'αυτό παρακαλούμε να ελέγξετε την σελίδα ξανά αργότερα. Αυτή η πληροφορία είναι ένα απόσπασμα από το "Υπέρυθρη Θέρμανση για τα τρόφιμα και τη γεωργική μεταποίηση", όπως επεξεργάστηκε από τους Zhongli Pan και Griffiths, Gregory Atungulu που μπορεί να "κατεβεί" από:

<http://www.crcpress.com/product/isbn/9781420090970>.

Η υπέρυθρη ακτινοβολία (IR) είναι το τμήμα του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος που είναι κατά κύριο λόγο υπεύθυνη για τη θερμαντική επίδραση του ήλιου, όπως φαίνεται στο σχήμα 1.1 (modest , 1993). Η IR ακτινοβολία μπορεί να χωριστεί σε τρεις διαφορετικές κατηγορίες: βραχέα-IR (NIR / βραχέων κυμάτων), μεσαία IR ακτινοβολία (MIR / μεσαίων κυμάτων), και μακρά-IR ακτινοβολία (FIR / μακρών κυμάτων) (Πίνακας 1.1 Sakai και Hanzawa, 1994). Η IR ακτινοβολία είναι ένα ηλεκτρομαγνητικό κύμα, που έχει τόσο τη φασματική όπως και την κατευθυντήρια εξάρτηση. Η φασματική εξάρτηση της θέρμανσης IR πρέπει να εξεταστεί, επειδή η ενέργεια που εξέρχεται από ένα πομπό, αποτελείται από διαφορετικά μήκη κύματος, και το κλάσμα της ακτινοβολίας κάθε περιοχής εξαρτάται από μια σειρά παραγόντων, όπως η θερμοκρασία της εκπομπής, ικανότητα εκπομπής του πομπού , κλπ. Τα φαινόμενα ακτινοβολίας γίνονται πιο περίπλοκα, επειδή το ποσό της ακτινοβολίας που προσπίπτει σε κάθε επιφάνεια δεν έχει μόνο μια φασματική εξάρτηση, αλλά και μια κατευθυντήρια εξάρτηση.

Το μήκος κύματος που αντιστοιχεί στη μέγιστη ακτινοβολία, καθορίζεται από τη θερμοκρασία του πομπού. Η σχέση αυτή περιγράφεται από τους βασικούς νόμους για την ακτινοβολία μαύρων επιφανειών, όπως το νόμος του Planck, ο νόμος μετατόπισης του Wien, και ο νόμος Stefan-Boltzmann του (Sakai και Hanzawa, 1994? Dangerskog και Osterstrom, 1979)

Electromagnetic Spectrum



Σχήμα 1.1, κύματα του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος

Πίνακας 1.1 - Κατηγορίες της υπέρυθρης ακτινοβολίας

Κατηγορία	Φασματική περιοχή
Βραχέων κυμάτων (εγγύς υπέρυθρο (NIR))	0.75 – 1.4μm
Μεσαίων-κυμάτων (Mid-υπέρυθρες (MIR))	1.4 - 3 μm
Μακρού μήκους κύματος (Far-υπέρυθρες (FIR))	3 - 10 μm

Πηγή: Με την άδεια των Sakai, N., και T. Hanzawa. 1994. Τάσεις στα Τρόφιμα Επιστήμη και Τεχνολογία 5: 357-362.

Νόμος του Planck

Ο νόμος του Planck παρουσιάζει την φασματική κατανομή της ακτινοβολίας από μια μαύρη πηγή που εκπέμπει 100% IR ακτινοβολία σε μια δεδομένη θερμοκρασία και μόνο (Modest, 1993).

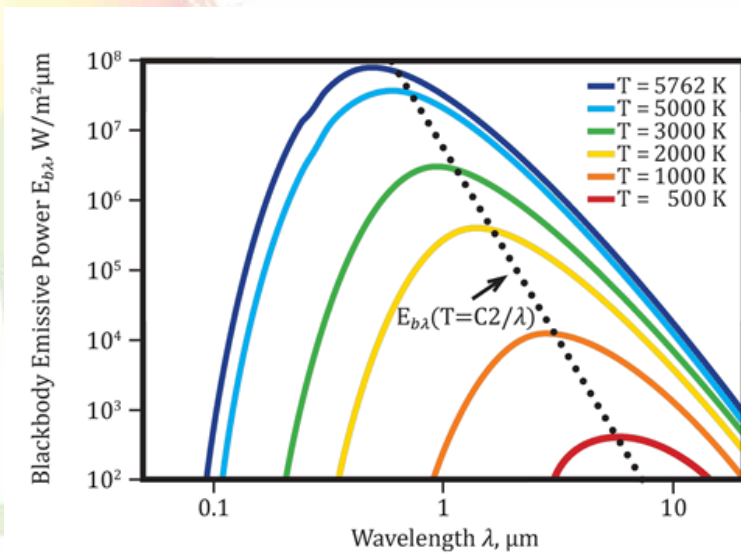
Οι πηγές IR αποτελούνται από χιλιάδες σημειακές πηγές σε διαφορετικές θερμοκρασίες. Με συνδυασμό των σημειακών πηγών, μπορεί να ληφθεί για τις συγκεκριμένες περιοχές μια ολοκληρωμένη φασματική κατανομή. Η θεωρία που περιγράφεται εδώ χρησιμοποιεί μια προσέγγιση της φασματικής κατανομής, χρησιμοποιώντας μια μέση θερμοκρασία στην επιφάνεια και την αξία εκπομπής για να χαρακτηρίσει την ακτινοβολία IR. Στην πράξη ωστόσο, καμία υπέρυθρη ακτινοβολία δεν μπορεί κατά μέσο όρο να εξισωθεί με την

εκπεμπόμενη ακτινοβολία εξόδου που αλλάζει με τη θερμοκρασία πηγής όπως και με την απορρόφηση.

Ο Max Planck (1901) ανέφερε τη φασματική εκπομπή ηλεκτρικής ενέργειας μιας μαύρης πηγής, σήμερα γνωστή ως νόμος του Planck, για μια μαύρη επιφάνεια που περικλείεται από ένα διαφανές μέσο με δείκτη διάθλασης n ως

$$E_{b\lambda}(T, \lambda) = \frac{2\pi hc^2}{n^2 \lambda^5} [e^{hc/n\lambda kT} - 1]^{-1} \quad (1.1)$$

Όπου k είναι γνωστός ως σταθερά του Boltzmann ($1.3806 \times 10^{-23} \text{ J / K}$), και n είναι ο δείκτης διάθλασης του μέσου. Εξ ορισμού, ο δείκτης διάθλασης του κενού είναι $n = 1$. Για τα περισσότερα αέρια, ο δείκτης διάθλασης είναι πολύ κοντά στη μονάδα. λ είναι το μήκος κύματος (μm), T η θερμοκρασία πηγής (K), c_0 είναι η ταχύτητα του φωτός (Km / s), και h είναι η σταθερά του Planck ($6.626 \times 10^{-34} \text{ J-s}$).



Σχήμα 1.2 (α)

Το σχήμα 1.2 (α) δείχνει την καμπύλη του Planck που βασίζεται στην εξίσωση 1.1 για μια σειρά θερμοκρασιών μαύρων σωμάτων. Συνολικά, το επίπεδο της εκπεμπόμενης δύναμης αυξάνεται με την αύξηση της θερμοκρασίας, ενώ το μήκος κύματος του αντίστοιχου μέγιστου της εκπεμπόμενης δύναμης μετατοπίζεται προς μικρότερα μήκη κύματος. Το συνολικό ποσό της IR της εκπεμπόμενης δύναμης σε μια συγκεκριμένη περιοχή, θεωρείται ότι μπορεί να υπολογιστεί από το ολοκλήρωμα του νόμου του Planck σε μια δεδομένη θερμοκρασία σε σχέση με το μήκος κύματος.

Ο νόμος του Planck μπορεί να εφαρμοστεί για τον υπολογισμό του συνολικού ποσού ροής της θερμικής ακτινοβολίας, όταν μια συγκεκριμένη θερμοκρασία στην επιφάνεια του στοιχείου θέρμανσης είναι γνωστή. Ένα ενεργειακό ισοζύγιο, που εκτιμά την ποσότητα ενέργειας που εκπέμπεται από την πηγή IR, αναλογικά κατευθυνόμενο μέσω ενός θαλάμου μεταφοράς, είναι γνωστή ως συντελεστής οπτικής γωνίας. Ως εκ τούτου, το πραγματικό ποσό της ροής θερμότητας που απορροφάται από ένα υλικό-στόχο μπορεί να εκτιμηθεί

από τον υπολογισμό της συνολικής εκπεμπόμενης δύναμης και συντελεστή οπτικής γωνίας από την πηγή στον στόχο.

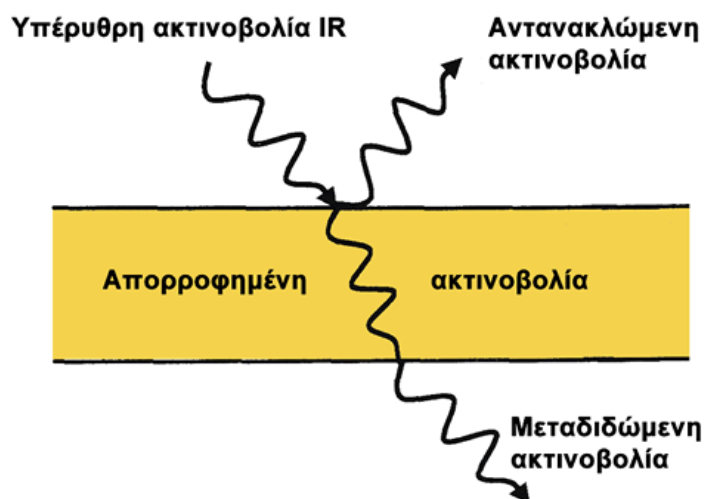
Νόμος μετατόπισης του Wien

Ο νόμος μετατόπισης του Wien δίνει το μήκος κύματος (συμβολίζεται ως αιχμή μήκος κύματος) όταν η φασματική κατανομή της ακτινοβολίας που εκπέμπεται από ένα μαύρο σώμα φθάνει στο ανώτατο όριο της εκπεμπόμενης δύναμης. Το μέγιστο των καμπυλών (Σχήμα 1.2) μπορεί να καθορισθεί διαφοροποιώντας την εξίσωση 1.1:

Υπό αυτούς τους όρους, το ισοζύγιο της ενέργειας οδηγεί στην γνωστή σχέση που δίνεται από την

$$\rho + \alpha + \tau = 1 \quad (1.6)$$

Η κατανόηση της εξαφάνισης της ακτινοβολίας είναι ζωτικής σημασίας, γιατί οι περισσότερες πηγές μεταφοράς θερμότητας IR βασίζονται στο ποσό της τοπικής ροής θερμότητας που μεταδίδεται στο υλικό τροφίμων σε σχέση με το βάθος διείσδυσης.



Σχήμα 1.3, Extinction of radiation (absorption, transmission, and reflection).

Copyright (2011) From (Infrared Heating For Food and Agriculture Processing) by (Zhongli Pan and Griffiths Gregory Atungulu). Reproduced by permission of Taylor and Francis Group, LLC, a division of Informa plc.

υπέρουθρη θέρμανση με κεραμική τεχνολογία
ΑΠΑΓΟΡΕΥΕΤΑΙ η αναδημοσίευση και η αναπαραγωγή αυτών των κειμένων με οποιονδήποτε τρόπο χωρίς γραπτή άδεια του δημιουργού (N. 2121/1993)

Created by [Spiral](#)