

Φωτογραφίζοντας το Αόρατο, οι Θερμικές Κάμερες σε Σχολικές Εργαστηριακές Δραστηριότητες

Παναγιώτης Λάζος¹ και Κωνσταντίνος Χαλκιαδάκης²

¹PhD Φυσικός, ²MEd Φυσικός,

¹Εργαστηριακό Κέντρο Φυσικών Επιστημών Ηλιούπολης,

²Εργαστηριακό Κέντρο Φυσικών Επιστημών Ρεθύμνου,

¹taklazos@gmail.com, ²chalkia.duck@gmail.com

Περίληψη

Οι θερμικές κάμερες ή κάμερες υπέρυθρου είναι συσκευές οι οποίες μπορούν να παράγουν μια εικόνα του περιβάλλοντος με βάση την ένταση της υπέρυθρης ακτινοβολίας που τα σώματα εκπέμπουν. Με τον τρόπο αυτό επιτρέπουν την οπτικοποίηση θερμοκρασιακών διαφορών. Μέσω της οπτικοποίησης σε πραγματικό χρόνο μπορούν να προσεγγιστούν με ελκυστικό τρόπο θέματα που δύσκολα μπορούν να μελετηθούν ποιοτικά με κλασσικά εργαλεία όπως το θερμόμετρο. Στο εργαστήριο θα παρουσιαστούν δραστηριότητες που αφορούν στην αγωγιμότητα, στη διατήρηση, τη μεταφορά και υποβάθμιση της ενέργειας, το ηλεκτρομαγνητικό φάσμα κ.α που μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε μαθήματα των Φυσικών επιστημών στην Δευτεροβάθμια εκπαίδευση.

Λέξεις κλειδιά: Θερμική κάμερα, θερμότητα, υπέρυθρο

Photographing the Invisible, Thermal Cameras in School Laboratory Activities

Panagiotis Lazos¹ and Konstantinos Chalkiadakis²

¹PhD Physics Teacher, ² MEd Physics Teacher,

¹Laboratory Center of Natural Sciences of Ilioupolos,

²Laboratory Center of Natural Sciences of Rethymnon,

¹taklazos@gmail.com, ²chalkia.duck@gmail.com

Abstract

Thermal or IR cameras are devices that can produce an image of the environment based on the intensity of the infrared radiation that bodies emit. In this way they allow the visualisation of temperature differences. Through real-time visualisation, subjects that are difficult to study qualitatively with traditional tools such as the thermometer can be approached in an attractive way. In the workshop, activities will be presented on conduction, conservation, energy transfer and degradation, the electromagnetic spectrum, etc. that can be used in secondary school science lessons.

Keywords: heat, infrared, thermal camera

Θεωρητικό Μέρος

Οι θερμικές κάμερες ή κάμερες υπέρυθρου (IR-cameras) είναι συσκευές που λειτουργούν με αισθητήρες ευαίσθητους στο υπέρυθρο. Με τον τρόπο αυτό δημιουργούν μια εικόνα του περιβάλλοντος (ή και απόσπασμα βίντεο) αποδίδοντας σε μια κλίμακα με ψευδοχρώματα τις

διαφορετικές τιμές της έντασης της υπέρυθρης ακτινοβολίας που λαμβάνουν από τα σώματα του περιβάλλοντος.

Οι θερμικές κάμερες χρησιμοποιούνται εδώ και πολλά χρόνια σε πλήθος διαφορετικών εφαρμογών, από τον έλεγχο της θερμικής μόνωσης κτιρίων μέχρι την νυχτερινή όραση σε στρατιωτικές εφαρμογές. Τα τελευταία χρόνια έχουν κατασκευαστεί θερμικές κάμερες σαν εξαρτήματα κινητών τηλεφώνων. Η παραλλαγή αυτή έχει πολλά πλεονεκτήματα που σε συνδυασμό με την οικονομικότερη τιμή τους βρίσκει εφαρμογή εδώ και μερικά χρόνια και στα σχολικά εργαστήρια.

Οι θερμικές κάμερες χρησιμοποιούνται στην εκπαίδευση για τη μελέτη φαινομένων που σχετίζονται με τη μεταφορά θερμότητας, την αγωγιμότητα, την υποβάθμιση της ενέργειας, το φαινόμενο Joule στον ηλεκτρισμό, τη θερμοκρασία κ.λ.π

Η οπτικοποίηση των θερμοκρασιακών διαφορών που προσφέρουν οι θερμικές κάμερες επιτρέπει την προσέγγιση θεμάτων όπως τη διατήρηση της ενέργειας κάνοντας ορατές μικροσκοπικές θερμοκρασιακές διαφορές, σε φαινόμενα μεταφορά ενέργειας που είναι δύσκολο να παρατηρηθούν με άλλο τρόπο (Netzell et al., 2017) .

Εκτός από τα θερμικά φαινόμενα όμως οι θερμικές κάμερες μπορούν να χρησιμοποιηθούν και για την παρουσίαση φαινομένων οπτικής. Η υπέρυθρη ακτινοβολία είναι ηλεκτρομαγνητικό κύμα έτσι ανακλάται και διαθλάται μέσα από υλικά (Wong & Subramaniam, 2019).

Σε ένα επόμενο επίπεδο έχει προταθεί η αξιοποίηση των θερμικών καμερών ως εργαλείων μέσω του οποίου οι μαθητές μπορούν να μάθουν σύγχρονα θέματα Φυσικής χρησιμοποιώντας τη γνώση σχετικά με την λειτουργία της, όπως π.χ το φαινόμενο του μέλανος σώματος (Planinšič, et al., 2022).

Σύνοψη δραστηριοτήτων

Το προτεινόμενο εργαστήριο έχει χρονική διάρκεια δύο ωρών. Οι δραστηριότητες εντάσσονται στο μάθημα της Φυσικής, μπορούν να πραγματοποιηθούν τόσο στην πρωτοβάθμια όσο και στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση πλαισιωμένες με διαφορετικούς εκπαιδευτικούς στόχους και περιγράφονται συνοπτικά παρακάτω. Από αυτές οι επτά πρώτες αφορούν την ενέργεια, την μεταφορά και τις μετατροπές της ενώ οι δύο τελευταίες αφορούν κυματικές ιδιότητες της υπέρυθρης ακτινοβολίας.

1. Δραστηριότητα για τη διάδοση της θερμότητας με επαφή και διάκριση ανάμεσα σε θερμικούς μονωτές και αγωγούς (Haglund et al., 2015) και τη θερμική αγωγιμότητα διαφορετικών υλικών (Carpineti et al., 2019 · Gfroerer et al., 2015).
2. Δραστηριότητα για την παρουσίαση της διάδοσης της θερμότητας με ρεύματα (Káconský, 2018).
3. Δραστηριότητα για τη μετατροπή μέρους της κινητικής ενέργειας ενός σώματος σε θερμική μέσω του έργου της τριβής ολίσθησης. Θα βιντεοσκοπηθεί η ολίσθηση ενός σώματος πάνω στο πάτωμα με στόχο να γίνει ορατή η αύξηση της θερμοκρασίας τόσο στην περιοχή από την οποία διέρχεται το σώμα όσο και στο ίδιο το σώμα (Haglund et al., 2015 · Vollmer et al., 2001).
4. Δραστηριότητα για τη μετατροπή μέρους της κινητικής ενέργειας ενός σώματος που πέφτει σε θερμική ενέργεια κατά την κρούση του με το έδαφος (Haglund et al., 2015).
5. Δραστηριότητα για την παρατήρηση της μεταβολής της θερμοκρασίας ενός υγρού εξαιτίας της εξάτμισής του (Káconský, 2018).
6. Δραστηριότητα για το νόμο του Joule σε ηλεκτρικά κυκλώματα. Οι συμμετέχοντες θα συναρμολογήσουν απλά κυκλώματα με αντιστάτες και θα μελετήσουν τη θερμοκρασία τους σε συνάρτηση με την ένταση του ρεύματος, τον χρόνο, το είδος της σύνδεσης (σε σειρά

ή παράλληλα) και την τιμή της αντίστασης (Baird et al., 2012 · Κάcovský, 2018 · Κάcovský, 2019).

7. Δραστηριότητα για την εφαρμογή του νόμου του Joule στην περίπτωση δινορευμάτων, οπότε μέρος της κινητικής ενέργειας ενός σώματος μετατρέπεται σε θερμική ενέργεια. Το φαινόμενο οδηγεί σε πολύ μικρή αύξηση της θερμοκρασίας του σώματος, η οποία είναι αρκετά δύσκολο να μετρηθεί με τα συνήθη θερμόμετρα

8. Δραστηριότητα για την επίδειξη της ανάκλασης της υπέρυθρης ακτινοβολίας και τα προβλήματα που δημιουργεί το φαινόμενο στη μέτρηση με μία θερμοκάμερα θερμοκρασίας σωμάτων που έχουν γυαλιστερές επιφάνειες (Κάcovský, 2018).

9. Δραστηριότητα με λαμπτήρες πυρακτώσεως και LED στην οποία παρατηρούνται οι διαφορές σε σχέση με την εκπεμπόμενη ακτινοβολία.

Ολοκλήρωση - Συζήτηση

Η θερμική κάμερα δεν έχει χρησιμοποιηθεί ακόμη στο σχολικό εργαστήριο στα Ελληνικά σχολεία, ούτε αναφέρονται στη βιβλιογραφία σχετικές εμπειρικές έρευνες. Πιθανόν να οφείλεται στο γεγονός ότι μέχρι πρόσφατα το κόστος τέτοιων συσκευών ήταν απαγορευτικό. Έχει λοιπόν ιδιαίτερο ενδιαφέρον να γίνει εκτενής συζήτηση και να ακουστούν οι προτάσεις των εκπαιδευτικών που θα συμμετέχουν στο εργαστήριο σχετικά με τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα, τις παροχές των συσκευών αλλά και τις δυσκολίες που ενδεχόμενα θα παρουσιαστούν από την εφαρμογή τους στο σχολικό εργαστήριο και γενικότερα σε μαθήματα φυσικών επιστημών.

Βιβλιογραφία

- Baird, W. H., Richards, C., & Godbole, P. (2012). Advanced Imaging of Elementary Circuits. *The Physics Teacher*, 50(9), 561–562. <https://doi.org/10.1119/1.4767496>
- Carpineti, M., Luigia Cazzaniga, Perotti, L., Giliberti, M., Cavinato, M., & Ludwig, N. (2019). Embedding physics into technology: infrared thermography and building inspection as a teaching tool — a new participated strategy approach to the physics of heat transfer and energy saving for professional schools. *Canadian Journal of Physics*, 97(9), 1019–1026. <https://doi.org/10.1139/cjp-2018-0554>
- Gfroerer, T., Phillips, R., & Rossi, P. (2015). Thermal diffusivity imaging. *American Journal of Physics*, 83(11), 923–927. <https://doi.org/10.1119/1.4928277>
- Haglund, J., Jeppsson, F., Hedberg, D., & Schönborn, K. J. (2015). Thermal cameras in school laboratory activities. *Physics Education*, 50(4), 424–430. <https://doi.org/10.1088/0031-9120/50/4/424>
- Κάcovský, P. (2018). Thermal Imaging Experiments as an Inspiration for Problem-based Learning. *The Physics Teacher*, 56(9), 596–599. <https://doi.org/10.1119/1.5080571>
- Κάcovský, P. (2019). Electric Circuits as Seen by Thermal Imaging Cameras. *The Physics Teacher*, 57(9), 597–599. <https://doi.org/10.1119/1.5135785>
- Netzell, E., Jeppsson, F., Haglund, J., & Schönborn, K. J. (2017). Visualising energy transformations in electric circuits with infrared cameras. *School Science Review*, 98(364), 19–22. Ανακτήθηκε στις 6/12/2024 από <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1080962/FULLTEXT01.pdf>
- Planinšič, G., Nered, U., & Etkina, E. (2022). An Infrared Camera: Multiple Ways to Use a Modern Device in Introductory Physics Courses. In *Thermal Cameras in Science Education* (pp. 147–167). Cham: Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-85288-7_10
- Vollmer, M., Möllmann, K.-P., Pinno, F., & Karstädt, D. (2001). There is more to see than eyes can detect. *The Physics Teacher*, 39(6), 371–376. <https://doi.org/10.1119/1.1407135>.
- Wong, C. P., & Subramaniam, R. (2018). Seeing in a different light—using an infrared camera to teach heat transfer and optical phenomena. *Physics Education*, 53(3), 035007. <https://doi.org/10.1088/1361-6552/aaa5ee>