

# Φασματοσκοπία με ιδιοκατασκευές στο σχολικό εργαστήριο

Χριστόδουλος Δ. Μακεδόνας

Ευαγγελική Σχολή Σμύρνης, Λέσβου 4, 17123, Νέα Σμύρνη, [cmakedonas@sch.gr](mailto:cmakedonas@sch.gr)

Η φασματοσκοπία είναι ο τομέας της επιστημονικής γνώσης που στοχεύει στη μελέτη της αλληλεπίδρασης της ύλης με το φως και γενικότερα με την ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία. Ιστορικά αποτελεί έναν από τους θεμέλιους λίθους των Θετικών Επιστημών, μιας και παρέχει τη σύνδεση ανάμεσα στο υπομικροσκοπικό επίπεδο, τον κόσμο των ατόμων και των μορίων, με το μακροσκοπικό, τον κόσμο των υλικών (Johnstone, 1991).

Ιδιαίτερα η φασματοφωτομετρία αποτελεί μια από τις βασικότερες και απλούστερες αναλυτικές τεχνικές που στοχεύουν στον ποσοτικό προσδιορισμό ενώσεων με βάση το χρώμα τους. Αποτελεί αναπόσπαστο τμήμα τόσο των πανεπιστημιακών προγραμμάτων σπουδών, όσο και πολλών αντίστοιχων προγραμμάτων σπουδών δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης. Η φασματοφωτομετρία αναμένεται να εισαχθεί για πρώτη φορά και στην ελληνική δευτεροβάθμια εκπαίδευση με την εφαρμογή των νέων Προγραμμάτων Σπουδών της Χημείας (Παυλάτου κ.ά., 2022).

Τα φασματοφωτόμετρα έχουν εξελιχθεί σημαντικά τις τελευταίες δύο δεκαετίες τόσο ως προς την ακρίβειά τους όσο και ως προς την απλότητα της χρήσης τους. Μάλιστα στο εμπόριο κυκλοφορούν και όργανα τα οποία είναι φορητά. Παρά ταύτα το κόστος αγοράς τους παραμένει ιδιαίτερα υψηλό, κάτι που καθιστά την εφαρμογή των αντίστοιχων εργαστηριακών τεχνικών στη σχολική τάξη ουσιαστικά απαγορευτική. Για τον σκοπό αυτό τα τελευταία χρόνια έχει προταθεί η χρήση διαφόρων ιδιοκατασκευών, οι οποίες χαμηλώνουν σημαντικά το απαιτούμενο κόστος (Konarik *et al.*, 2020; Kolesnichenko *et al.*, 2023). Αρκετές δε από αυτές περιλαμβάνουν τη χρήση «έξυπνων» κινητών τηλεφώνων ως οπτικών ανιχνευτών (Kehoe & Penn, 2013; Kuntzleman & Jacobson, 2016).

Στην παρούσα εργασία παρουσιάζονται τρεις ιδιοκατασκευές, οι οποίες είναι εύκολο να πραγματοποιηθούν, κοστίζουν ελάχιστα και μπορούν να χρησιμοποιηθούν στη σχολική τάξη είτε για να υποστηρίξουν το καθημερινό εκπαιδευτικό έργο είτε προκειμένου να στηριχτούν σενάρια διδασκαλίας επικεντρωμένα σε ένα project ή ένα πρόβλημα (Chen & Yang, 2019; Kokotsaki *et al.*, 2016; Poë, 2015).

Η πρώτη εξ αυτών είναι ένα φλογοφασματοφωτόμετρο που μπορεί να χρησιμοποιηθεί είτε σε συνδυασμό με την εργαστηριακή άσκηση των πυροχημικών αντιδράσεων είτε για την ανίχνευση μετάλλων σε ένα δείγμα (Mavroukakis-Karagounis *et al.*, 2020). Στη συνέχεια θα περιγράψουμε μια ιδιοκατασκευή φωτόμετρου, στην οποία ο θάλαμος του δείγματος έχει φτιαχτεί από τουβλάκια LEGO, ενώ τον ρόλο τόσο της φωτεινής πηγής όσο και της ανιχνευτικής διάταξης έχουν λυχνίες LED (Bouza *et al.*, 2019). Τέλος, θα περιγράψουμε την κατασκευή ενός φασματοφωτόμετρου ορατού-υπεριώδους, με το οποίο είναι δυνατόν να ληφθεί φάσμα στην σχολική τάξη σε πραγματικό χρόνο (Fanouria Mitsioni *et al.*, 2023). Προκειμένου να γίνει αυτή εφικτή απαιτήθηκε η δημιουργία ενός ειδικού λογισμικού. Η συγκεκριμένη συσκευή μπορεί εύκολα να τροποποιηθεί προκειμένου να λαμβάνει φάσμα φθορισμού από κατάλληλο δείγμα. Το φασματοφωτόμετρό μας (Σχήμα 1) δοκιμάστηκε από ομάδα μαθητών/ριών και συγκρίθηκε με ένα εμπορικώς διαθέσιμο όργανο. Στην παρούσα εργασία θα συζητηθούν και τα συμπεράσματα των μαθητών/ριών μας από αυτή τη σύγκριση.



**Σχήμα 1.** Το φασματοφωτόμετρο που κατασκευάσαμε.

### Ευχαριστίες

Ευχαριστούμε το Δήμο Νέας Σμύρνης για την υποστήριξη της εργασίας μας.

### Σημείωση

Οι ιδιοκατασκευές μας παρουσιάστηκαν στους «10<sup>ους</sup> και τους 12<sup>ους</sup> Πανελλήνιους Αγώνες Κατασκευών και Πειραμάτων Φυσικών Επιστημών», οι οποίοι διεξήχθησαν στο πλαίσιο του Ευρωπαϊκού προγράμματος «Science on Stage».

### Βιβλιογραφία

- Παυλάτου, Ε., Αποστολόπουλος, Κ., Βαμβακερός, Ξ., Βλάσση, Μ., Γιαλούρης, Π., Μακεδόνας, Χ. & Παπαδόπουλος, Χ. (2022). Οδηγός Εκπαιδευτικού, Πρόγραμμα Σπουδών για το μάθημα της Χημείας στις Α', Β' και Γ' τάξεις του Λυκείου. Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής.
- Bouza, M.-E., Nastou, A., Panigyraiki, C. & Makedonas, C. (2019). Introducing spectrophotometry in the school lab employing LEGO bricks and LEDs. *Chemistry Teacher International*, 1(1). <https://doi.org/10.1515/cti-2018-0012>
- Chen, C.-H. & Yang, Y.-C. (2019). Revisiting the effects of project-based learning on students' academic achievement: A meta-analysis investigating moderators. *Educational Research Review*, 26, 71–81. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.edurev.2018.11.001>
- Fanouria Mitsioni, M., Stouras, M. & Makedonas, C. (2023). Taking School Instrumentation One Step Forward: A Do-It-Yourself Type Spectrophotometer and a Jupyter Notebook That Enable Real Time Spectroscopy during School Lessons. *Journal of Chemical Education*, 100(7), 2704–2712. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.3c00248>
- Johnstone, A. H. (1991). Why is science difficult to learn? Things are seldom what they seem. *J. Comp. Ass. Learn.*, 7, 75–83.
- Kehoe, E. & Penn, R. L. (2013). Introducing Colorimetric Analysis with Camera Phones and Digital Cameras: An Activity for High School or General Chemistry. *J. Chem. Educ.*, 90(9), 1191–1195. <https://doi.org/10.1021/ed300567p>
- Kokotsaki, D., Menzies, V. & Wiggins, A. (2016). Project-based learning: A review of the literature. *Improving Schools*, 19(3), 267–277. <https://doi.org/10.1177/1365480216659733>
- Kolesnichenko, V. P., Eriksson, A., Lindh, L., Zigmantas, D. & Uhlig, J. (2023). Viking Spectrophotometer: A Home-Built, Simple, and Cost-Efficient Absorption and Fluorescence Spectrophotometer for Education in Chemistry. *Journal of Chemical Education*, 1128–1137. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.2c00679>
- Kovarik, L. M., Clapis, R. J. & Romano-Pringle, K. A. (2020). Review of Student-Built Spectroscopy Instrumentation Projects. *Journal of Chemical Education*, 97(8), 2185–2195. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.0c00404>
- Kuntzleman, S. T. & Jacobson, C. E. (2016). Teaching Beer's Law and Absorption Spectrophotometry with a Smart Phone: A Substantially Simplified Protocol. *Journal of Chemical Education*, 93(7), 1249–1252. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.5b00844>
- Mavroukakis-Karagounis, C., Papadopoulou, I., Papadopoulou, M. & Makedonas, C. (2020). Taking flame tests one step forward: the case of a DIY atomic emission spectrophotometer. *Chemistry Teacher International*, 2(1). <https://doi.org/10.1515/cti-2018-0013>
- Poë, J. C. (2015). Active learning pedagogies for the future of global chemistry education. In: J. García-Martínez & E. Serrano-Torregrosa (Eds.), *Chemistry Education: Best Practices, Opportunities and Trends* (1st ed., pp. 279–299). Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA.