

## **Φθορισμός ακτίνων Χ: μια τεχνική που αποκαλύπτει τα μυστικά των αρχαίων, αλλά και μοντέρνων προηγμένων υλικών και εξερευνά ίχνη αρχαίας εξωγήινης ζωής**

Η φασματομετρία φθορισμού ακτίνων Χ (XRF) είναι μια στοιχειακή τεχνική που χαρακτηρίζεται από εξαιρετική ευελιξία στην ανάλυση σχεδόν κάθε είδους δείγματος (στερεά δείγματα, λεπτά υμένα, σκόνες, νανο-σωματίδια, υγρά κ.λπ.), παρέχοντας ταχέως ποιοτικά και ποσοτικά αποτελέσματα [1, 2]. Στην ανάλυση XRF, μια διεγείρουσα δέσμη ακτίνων Χ προκαλεί τον ιονισμό των εσωτερικών ατομικών στοιβάδων (K-, L-, M-) των περιεχόμενων σε ένα δείγμα στοιχείων με επακόλουθο αποτέλεσμα την εκπομπή ακτίνων Χ χαρακτηριστικής ενέργειας. Η χρήση μιας ποικιλίας διαθέσιμων σύγχρονων πηγών ακτίνων Χ και φασματόμετρων ενεργειακής διασποράς, επιτρέπει την ταυτόχρονη αναγνώριση και ποσοτικοποίηση των συστατικών στοιχείων του αναλυόμενου δείγματος, με εφαρμογή σχεδόν σε ολόκληρο τον περιοδικό πίνακα και σε ένα ευρύ δυναμικό εύρος συγκεντρώσεων, από ng/g (μέρη ανά δισεκατομμύριο) ως % κ.β. συγκεντρώσεις.

Ο απώτερος στόχος της ανάλυσης XRF είναι ο ποσοτικός προσδιορισμός της στοιχειακής σύστασης ομοιογενών, διστρωματωμένων ή και τρισδιάστατων ετερογενών υλικών σε διαφορετικές χωρικές κλίμακες, σε δείγματα μεγέθους μικρομέτρων έως και ογκώδη αντικείμενα (~m), ώστε να δημιουργηθούν δισδιάστατοι ή και τρισδιάστατοι χάρτες συγκέντρωσης της χωρικής κατανομής στοιχείων. Τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά και οι αναλυτικές δυνατότητές της έχουν υποστηρίξει και προωθήσει διεπιστημονικές εφαρμογές στην επιστήμη υλικών, το περιβάλλον, τη γεωλογία, τη βιολογία και ιατρική, την πολιτιστική κληρονομιά, την εγκληματολογία, την παλαιοντολογία, τη φαρμακευτική και την κοσμετολογία.

Το σεμινάριο έχει στόχο να προσφέρει μια εισαγωγή στις αρχές της ποιοτικής και ποσοτικής ανάλυσης XRF και να εξηγήσει τα διαφορετικές μεθοδολογίες και οργανολογίες της τεχνικής που επιτρέπουν την αξιοσημείωτη εφαρμογή της, σε μικρά εργαστήρια ή πηγές σύγχροτον, στο πεδίο ή εξ αποστάσεως. Στο σεμινάριο θα παρουσιαστούν επιλεγμένες εφαρμογές XRF από διαφορετικά επιστημονικά πεδία με έμφαση στον χαρακτηρισμό σύγχρονων [3, 5] και αρχαίων υλικών [6, 7], ενώ θα συζητηθούν πρόσφατες εξελίξεις στην ανάπτυξη διαφορετικών μεθοδολογιών XRF αλλά, καθώς και οι μελλοντικές προοπτικές της [8].

1. "Handbook of Practical X-Ray Fluorescence Analysis", B. Beckhoff, B. Kanngießer, N. Langhoff, R. Wedell, H. Wolff (Eds), © 2006, First Edition, Published by Springer-Verlag Berlin Heidelberg
2. "Total-Reflection X-Ray Fluorescence Analysis and Related Methods", 2nd Edition, Reinhold Klockenkämper & Alex von Bohlen, Published by Wiley, 2015
3. A. G. Karydas, et al., "An IAEA multi-technique X-ray spectrometry endstation at Elettra Sincrotrone Trieste: Benchmarking results and interdisciplinary applications", Journal of Synchrotron Radiation 25(1), (2018) 189-203, <https://doi.org/10.1107/S1600577517016332>
4. M. Czyzycki, M. Kokkoris and A. G. Karydas, "A mathematical model for deep ion implantation depth profiling by synchrotron radiation grazing -incidence X-ray fluorescence spectrometry", J. Anal. At. Spectrom., 35 (2020) 2964, <https://doi.org/10.1039/d0ja00346h>
5. G. Geka, et al., "CuO/PMMA Polymer Nanocomposites as Novel Resist Materials for E-Beam Lithography", Nanomaterials 11 (2021) 762; <https://doi.org/10.3390/nano11030762>
6. H. Brecolaki, et al., "The lost art of Archaic Greek painting: revealing new evidence on the Pitsa pinakes through MA-XRF and imaging technique", Technè n° 48, (2019) 34-54
7. E. Kokiasmenou, et al., "Macroscopic XRF imaging in unravelling polychromy on Mycenaean wall-paintings from the Palace of Nestor at Pylos", Journal of Archaeological Science: Reports 29 (2020) 102079, <https://doi.org/10.1016/j.jasrep.2019.102079>
8. <https://enforcetxrf.eu/>, <https://mars.nasa.gov/mars2020/spacecraft/instruments/pixl/>