

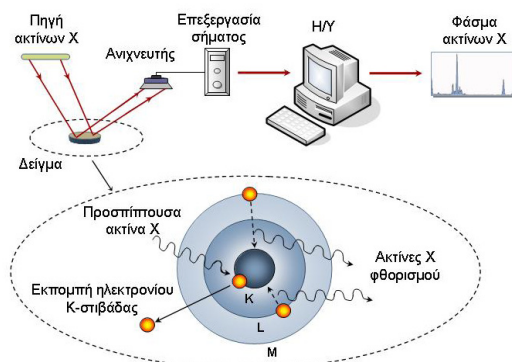
# Μονάδα Φασματοσκοπίας Ακτίνων-Χ Φθορισμού (XRF)

## Γενικά

Η Μονάδα Φασματοσκοπίας Ακτίνων Χ Φθορισμού (X-Ray Fluorescence, XRF) στεγάζεται σε ειδικά διαμορφωμένο χώρο του Εργαστηρίου Πυρηνικής Φυσικής και λειτουργεί στο πλαίσιο του Δικτύου Εργαστηρίων Υποστήριξης Έρευνας του Παν/μίου Ιωαννίνων από το 2002.

Η φασματοσκοπία XRF χρησιμοποιείται ευρέως για την ποιοτική και ποσοτική στοιχειακή ανάλυση ποικιλίας στερεών και υγρών δειγμάτων. Συγκρινόμενη με ανταγωνιστικές τεχνικές, όπως η Φασματοσκοπία Ατομικής Απορρόφησης (Atomic Absorption Spectroscopy, AAS) και Επαγωγικός Συζευγμένου Πλάσματος (Inductively Coupled Plasma Spectroscopy, ICPS), η μέθοδος XRF πλεονεκτεί κατά το ό,τι είναι μη καταστροφική, πολυ-στοιχειακή, ταχεία και είναι εφαρμόσιμη σε ευρεία περιοχή συγκεντρώσεων, από 100% έως μερικά ppm. Επιπλέον, χαρακτηρίζεται από χαμηλό λειτουργικό κόστος, δεν απαιτεί πολύπλοκη προετοιμασία των προς μέτρηση δειγμάτων και η ανάλυση των φασμάτων είναι κατά κανόνα απλή.

Η μέθοδος στηρίζεται στη διέγερση των ατόμων του δείγματος από ακτινοβολία κατάλληλου μήκους κύματος και στην ανίχνευση των ακτίνων Χ που εκπέμπονται από το δείγμα κατά τη μετάπτωση των διεγερμένων ατόμων στη βασική τους κατάσταση (Σχ. 1). Στο φάσμα ακτίνων Χ ενός δείγματος που υποβάλλεται στην ανωτέρω διαδικασία, εμφανίζεται μια σειρά χαρακτηριστικών ενεργειακών κορυφών. Η ενεργειακή θέση των κορυφών οδηγεί στην ταυτοποίηση των στοιχείων που περιέχονται στο δείγμα (ποιοτική ανάλυση), ενώ από την έντασή τους προκύπτουν οι σχετικές ή απόλυτες συγκεντρώσεις των στοιχείων του δείγματος (ημι-ποσοτική ή ποσοτική ανάλυση).



**Σχήμα 1.** Η αρχή λειτουργίας της μεθόδου και η τυπική διάταξη φασματοσκοπίας XRF.

## Υποδομή-Εξοπλισμός

Η τυπική διάταξη Φασματοσκοπίας Φθορισμού Ακτίνων Χ αποτελείται από μια πηγή πρωτογενούς ακτινοβολίας (ραδιοϊσότοπο ή λυχνία ακτίνων Χ) και ένα σύστημα ανίχνευσης της δευτερεύουσας ακτινοβολίας που εκπέμπεται από το δείγμα. Η μονάδα φασματοσκοπίας XRF του Δικτύου (Σχ. 2) περιλαμβάνει:

- Δακτυλιοειδείς ραδιοϊσοτοπικές πηγές  $^{109}\text{Cd}$  ( $T_{1/2} = 1.3$  y, εκπεμπόμενη ακτινοβολία 22.1 keV, 24.9 keV) και  $^{241}\text{Am}$  ( $T_{1/2} = 470$  y, εκπεμπόμενη ακτινοβολία 59.6 keV), με συνδυασμό των οποίων επιτυγχάνεται ανάλυση των στοιχείων στην περιοχή από το K έως το U.
- Ανιχνευτή Si(Li) – τύπος SL80175 της Canberra – με παράθυρο βηρυλλίου (25  $\mu\text{m}$ ), ενεργό επιφάνεια 80  $\text{mm}^2$ , πάχος 5 mm, διακριτική ικανότητα 171 eV στα 5.9 keV και σύστημα ψύξης με υγρό άζωτο.
- Ανιχνευτή Si-PIN (X-123 της Amptek) με παράθυρο Be (12.5  $\mu\text{m}$ ), ενεργό επιφάνεια 6  $\text{mm}^2$ , πάχος 300  $\mu\text{m}$ , διακριτική ικανότητα 145 eV στα 5.9 keV και θερμοηλεκτρική ψύξη.
- Σύστημα αυτόματης συλλογής και αποθήκευσης δεδομένων και λογισμικό για τη φασματική ανάλυση.
- Ποικιλία πιστοποιημένων πρότυπων δειγμάτων για τη βαθμονόμηση του συστήματος.
- Εργαστηριακό εξοπλισμό για την προετοιμασία των δειγμάτων.



**Σχήμα 2.** Γενική άποψη των ανιχνευτικών διατάξεων της μονάδας XRF.



## Προσφορά υπηρεσιών

Η μέθοδος XRF βρίσκει εφαρμογή σε πολλά πεδία, όπως:

- **Επιστήμη των Υλικών:** στοιχειακός χαρακτηρισμός φυσικών και συνθετικών υλικών.
- **Γεωλογία και ορυκτολογία:** ποιοτική και ποσοτική ανάλυση εδαφών, πετρωμάτων, ορυκτών κλπ.
- **Οικολογία και διαχείριση περιβάλλοντος:** προσδιορισμός των επιπέδων βαρέων μετάλλων σε εδάφη, ιζήματα, ύδατα, αερολύματα κλπ.
- **Μεταλλουργία:** στοιχειακή ανάλυση και διασφάλιση ποιότητας διαφόρων πρώτων υλών, διαδικασιών παραγωγής και τελικών προϊόντων.
- **Αρχαιομετρία:** προσδιορισμός της σύστασης αρχαιολογικών ή/και νεότερων ευρημάτων με σκοπό τη μελέτη της προέλευσης και των τεχνικών κατασκευής τους.
- **Επιστήμες της Τέχνης:** ανάλυση έργων τέχνης (πινάκων ζωγραφικής, γλυπτών κλπ.) με σκοπό την πιστοποίηση της αυθεντικότητας και τη συντήρησή τους.
- **Βιομηχανία χρωμάτων και χημική βιομηχανία:** έλεγχος συγκεντρώσεων βαρέων και τοξικών μετάλλων σε προϊόντα.
- **Χρυσοχοΐα και κοσμηματοποιία:** μέτρηση περιεκτικότητας των προϊόντων σε πολύτιμα μέταλλα.
- **Βιομηχανία καυσίμων:** προσδιορισμός της καθαρότητας καυσίμων υλών.
- **Αγροτική παραγωγή:** ανάλυση ιχνοστοιχείων σε καλλιεργούμενα εδάφη και γεωργικά προϊόντα.

Η Μονάδα έχει προσφέρει μέχρι σήμερα υπηρεσίες σε μέλη ΔΕΠ από τα Τμήματα Φυσικής, Χημείας, Μηχανικών Επιστήμης Υλικών, Ιστορίας-Αρχαιολογίας και Ιατρικής του Παν/μίου Ιωαννίνων, καθώς και σε ερευνητές από άλλα Πανεπιστήμια και Ερευνητικά Κέντρα (Σχ. 3). Επιπλέον, υπάρχει εκπεφρασμένο ενδιαφέρον από εκπροσώπους τοπικών βιοτεχνιών ασημουργίας και εταιριών περιβαλλοντικών αναλύσεων για τις υπηρεσίες της Μονάδας, ενώ έχει ήδη ολοκληρωθεί πρόγραμμα παροχής υπηρεσιών προς τοπικό παράρτημα βιομηχανίας ζωοτροφών.

Σημαντική είναι, επίσης, η προσφορά της Μονάδας στο διδακτικό έργο, δεδομένου ότι χρησιμοποιείται για την εκπαίδευση και την πρακτική εξάσκηση προπτυχιακών φοιτητών από

τα Τμήματα Φυσικής και Μηχανικών Επιστήμης Υλικών, ενώ στηρίζει εκπόνηση μεταπτυχιακών εργασιών ειδίκευσης και διδακτορικών διατριβών στα Τμήματα Φυσικής, Χημείας, Μηχανικών Επιστήμης Υλικών και Ιατρικής.



**Σχήμα 3.** Προσφορά υπηρεσιών σε χρήστες από διάφορα Τμήματα του Παν/μίου Ιωαννίνων, καθώς και σε εξωτερικούς χρήστες, για το διάστημα 2005-2009.

## Προσωπικό της Μονάδας

Το προσωπικό της Μονάδας αποτελείται από Επιστημονική Επιτροπή, που είναι υπεύθυνη για την εύρυθμη λειτουργία της Μονάδας, την οργανολογική της ααναβάθμιση, καθώς και για την βελτίωση της παροχής υπηρεσιών. Η Επιτροπή αποτελείται από τους:

1. Κων/νο Ιωαννίδη, Επικ. Καθηγητή Τμήματος Φυσικής, Πρόεδρο της Επιτροπής και Επιστημονικό Υπεύθυνο της Μονάδας
2. Ξενοφώντα Ασλάνογλου, Επικ. Καθηγητή Τμήματος Φυσικής
3. Δήμητρα Κόβαλα-Δεμερτζή, Καθηγήτρια Τμήματος Χημείας
4. Κων/νο Μπέλτσιο, Αναπλ. Καθηγητή Τμήματος Μηχανικών Επιστήμης Υλικών
5. Αμαλία Βλαχοπούλου-Οικονόμου, Αναπλ. Καθηγήτρια Τμήματος Ιστορίας & Αρχαιολογίας.

Υπεύθυνη για το χειρισμό των διατάξεων της Μονάδας και τη διενέργεια των αναλύσεων είναι η κα Χ. Παπαχριστοδοπούλου Δρ. Φυσικής, η οποία εργάζεται με σχέση Ι.Δ.Α.Χ.

Η Μονάδα στεγάζεται στο κτίριο Φ3 (εργαστήριο Φ3-313) του Τμήματος Φυσικής. Τηλέφωνα:



26510 08548 (Χ. Παπαχριστοδούλου)

26510 08545 (Κ. Ιωαννίδης)

E-mail:

[xpapaxri@cc.uoi.gr](mailto:xpapaxri@cc.uoi.gr) (Χ. Παπαχριστοδούλου)

[kioannid@cc.uoi.gr](mailto:kioannid@cc.uoi.gr) (Κ. Ιωαννίδης)

Ιστοσελίδα:

<http://omega.physics.uoi.gr>

*analogue in montmorillonite nanoclay.*  
Journal of Colloid and Interface Science  
(2010) in press.

## Αντιπροσωπευτικές δημοσιεύσεις

1. D. Karamanis, K.G. Ioannides and K.C. Stamoulis: *Determination of  $^{226}\text{Ra}$  in aqueous solutions via sorption on thin films and  $\alpha$ -spectrometry.* Analytica Chimica Acta 573-574 (2006) 319-327.
2. C. Papachristodoulou, A. Oikonomou, K. Ioannides, K. Gravani: *A study of ancient pottery by means of X-ray fluorescence, multivariate statistics and mineralogical analysis.* Analytica Chimica Acta 573-574 (2006) 347-353.
3. D. Karamanis, P.A. Assimakopoulos: *Efficiency of an Al-pillared montmorillonite on the removal of cesium and copper from aqueous solutions.* Water Research 41 (2007) 1897-1906.
4. D. Karamanis, K.G. Ioannides, K.C. Stamoulis: *Natural radionuclides and heavy metals in bottled water in Greece.* Desalination 213 (2007) 90-97.
5. C. Papachristodoulou, D. Patiris, K. Ioannides: *An X-ray fluorescence method for measuring the bulk etch rate of solid state nuclear track detectors.* Nuclear Instruments and Methods B 264 (2007) 177-182.
6. D. Karamanis, K. Stamoulis, K. Ioannides, D. Patiris: *Spatial and seasonal trends of natural radioactivity and heavy metals in river waters of Epirus, Macedonia and Thessalia.* Desalination 224 (2008) 250-260.
7. D. Karamanis, K.G. Ioannides, K.C. Stamoulis: *Environmental assessment of natural radionuclides and heavy metals in waters discharged from a lignite-fired power plant.* Fuel 88 (2009) 2046-2052.
8. C. Papachristodoulou, K. Gravani, A. Oikonomou, K. Ioannides: *On the provenance and manufacture of red-slipped fine ware from ancient Cassope (NW Greece): evidence by X-ray analytical methods.* Journal of Archaeological Science 37 (2010) 2146-2154.
9. D. Gournis, C. Papachristodoulou, E. Maccallini, P. Rudolf, M.A. Karakassides, D.T. Karamanis, M.-H. Sage, T.T.M. Palstra, J.-F. Colomer, K.D. Papavasileiou, V.S. Melissas and N.-H. Gangas: *A two-dimensional magnetic hybrid material based on intercalation of a cationic prussian blue*