



**ΘΕΜΕΛΙΩΔΗΣ ΟΡΟΛΟΓΙΑ
ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ**

ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΕΣ ΡΑΔΙΕΝΕΡΓΟΥ ΔΙΑΣΠΑΣΗΣ

- Η διάσπαση περιλαμβάνει μεταβολή του αριθμού νετρονίων και πρωτονίων του πυρήνα,
- Με τη διάσπαση α και β τα πρωτόνια και τα νετρόνια επαναδιαευθετούνται με αποτέλεσμα να εκπέμπονται ακτίνες γ.
- Δεν λαμβάνει διάσπαση στην εκπομπή της ακτινοβολίας γ, απλώς 1 ή 2 νουκλεόνια βρίσκονται προσωρινά σε κατάσταση υψηλής ενέργειας την οποία χάνουν εκπέμποντας ακτίνες γ.



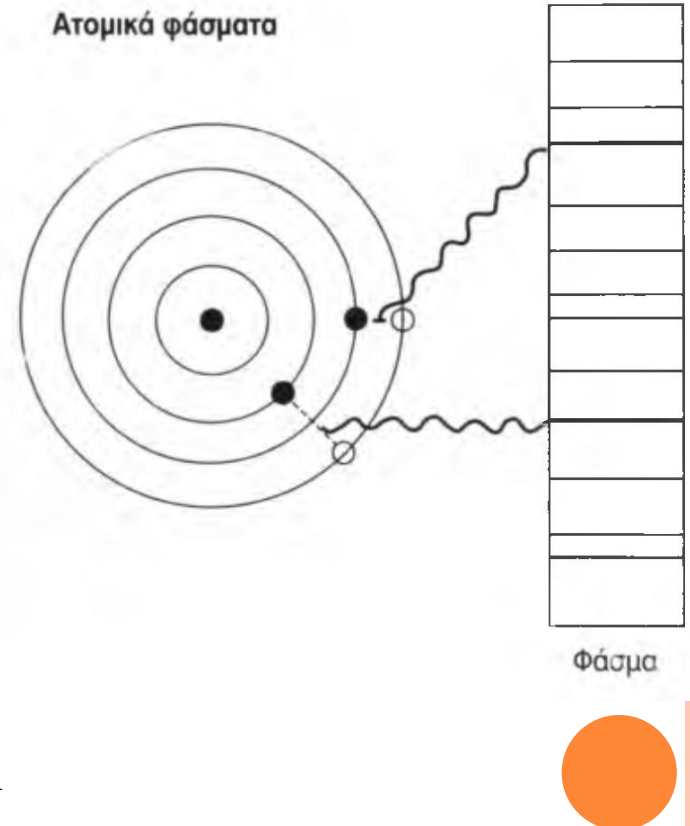
ΑΚΤΙΝΕΣ ΡΕΝΤΓΚΕΝ (ΑΚΤΙΝΕΣ- X)

- Οι (πρωτογενείς) ακτίνες ρέντγκεν ή X παράγονται όταν ηλεκτρόνια μεγάλης ταχύτητας προσπίπτουν στην ύλη ή δευτερογενώς, με διέγερση των εσωτερικών ηλεκτρονίων ατόμων η οποία προκαλείται από άλλη ακτινοβολία ρέντγκεν (ακτινοβολία φθορισμού, βλ. φασματοσκοπία ακτίνων-X φθορισμού).
- Οι σωλήνες στους οποίους παράγονται οι ακτίνες ρέντγκεν είναι δύο, ανάλογα με την προέλευση των ηλεκτρονίων:
 - a) *σωλήνες κονλιτζ, σωλήνες με υψηλό κενό, κάθοδο θερμαινόμενη, αντικάθοδο από βολφράμιο, εφαρμογή υψηλής τάσης δεκάδων χιλιάδων βολτ, ηλεκτρόνια εκπέμπονται από την κάθοδο, προσπίπτουν στην αντικάθοδο και παράγουν ακτίνες ρέντγκεν και*
 - b) *ιοντικοί σωλήνες, σωλήνες με υψηλό κενό περιέχον αέριο, κάθοδο από δίσκο από αργίλιο και αντικάθοδο από δίσκο δύστηκτου μετάλλου (βολφράμιο) σε χαλκό, εφαρμογή υψηλής ηλεκτρικής χάρσης, δημιουργία εκκένωσης και παραγωγή ηλεκτρονίων από την κάθοδο, τα οποία προσπίπτουν στην αντικάθοδο και παράγουν ακτίνες ρέντγκεν.*



ΦΩΤΟΝΙΑ ΠΟΥ ΑΝΑΔΥΟΝΤΑΙ ΑΠΟ ΑΤΟΜΑ

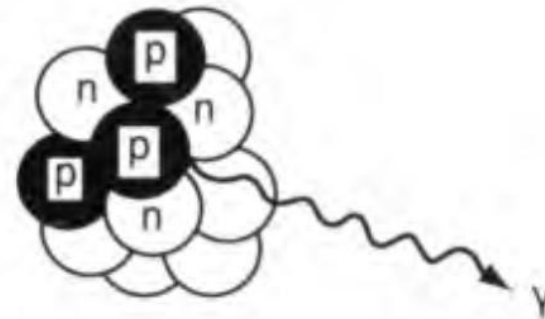
- Τα φάσματα των ακτίνων ρέντγκεν λαμβάνονται με πειράματα συμβολής επί φραγμάτων ή κρυστάλλων (βλ. περιθλασιόμετρο).
- Περιληπτικά: Τα βαρέα άτομα έχουν πολλά ηλεκτρόνια. Όταν ένα ηλεκτρόνιο εκπίπτει στη *χαμηλότερη ενεργειακή στοιβάδα από κάποιο εξωτερικό αίτιο*, τότε εκπέμπεται πολλή ενέργεια ως ΗΜ ακτινοβολία. Αυτές οι ενεργητικές εκπομπές ακτινοβολίας είναι ακτίνες-Χ. Γενικά, η ενέργεια που μεταφέρει το φως (δηλαδή η ΗΜ) ισούται με τη διαφορά των ενεργειών του ηλεκτρονίου πριν και μετά τη μετακίνησή του. Διαφορετικές ενέργειες φωτός έχουν διαφορετικά χρώματα (δηλαδή διαφορετικά μήκη κύματος)
- Στο μοντέλο του ατόμου του Bohr το φως εκπέμπεται όταν ατομικό ηλεκτρόνιο πηδάει από τροχιά σε τροχιά.
- Η ενέργεια που μεταφέρει το φως ισούται με τη διαφορά ενεργειών του ηλεκτρονίου πριν και μετά, δηλαδή
$$E = E_{\text{αρχική τροχιά}} - E_{\text{τελική τροχιά}}.$$
- Οι διαφορετικές ενέργειες φωτός αντιστοιχούν σε διαφορετικό χρώμα.
- Το φάσμα με τη μορφή γραμμών ή κορυφών δίνει πληροφορία για τη φύση των ενεργειακών επιπέδων που σχετίζονται με τα ηλεκτρόνια, ενώ το χρώμα αποκαλύπτει τις διαφορές στις ενέργειες. Από αυτά συνάγεται η πραγματική ομάδα των ενεργειακών επιπέδων.



ΑΚΤΙΝΕΣ ΓΑΜΜΑ

- Όταν τα πρωτόνια μετατρέπονται από μια μορφή σε άλλη στον πυρήνα, τότε εκπέμπεται μερικές φορές ΗΜ ακτινοβολία υψηλής ενέργειας (φωτόνια) η οποία καλείται ακτίνες ή ακτινοβολία γάμμα.
- Οι ακτίνες-γ προέρχονται από τη διέγερση πυρήνα, ενώ οι ακτίνες-Χ από τη διέγερση ατόμου.

Ο πυρήνας

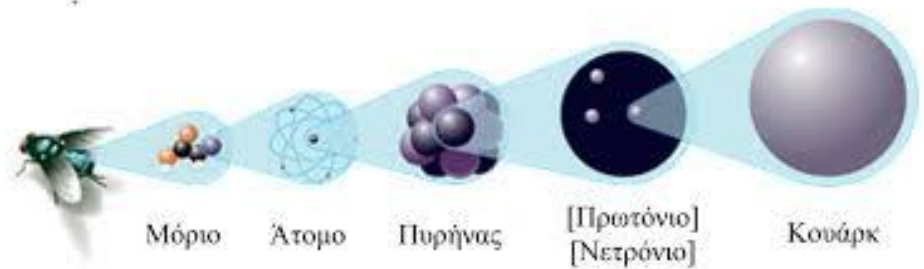


Ακτινοβολία γάμμα από πυρήνα



ΑΤΟΜΟ

- Το άτομο είναι η μικρότερη δομική μονάδα ενός στοιχείου η οποία διατηρεί τις ειδικές ιδιότητες αυτού του στοιχείου. Τα άτομα αποτελούνται από μικρότερα, υποατομικά σωματίδια:
 - a) τα ηλεκτρόνια (e^-) που είναι αρνητικά φορτισμένα,
 - b) τα πρωτόνια (p^+) που είναι θετικά φορτισμένα και ισούνται με τον αριθμό των ηλεκτρονίων και
 - c) τα νετρόνια (n^0) που έχουν ίδιο βάρος με τα πρωτόνια, αλλά δεν έχουν ηλεκτρικό φορτίο, είναι δηλαδή ουδέτερα.
- Τα πρωτόνια και τα νετρόνια αποτελούνται από τρία ακόμη υποατομικά σωματίδια, τα κουάρκς.
- Ο ατομικός αριθμός δηλώνει τον αριθμό των πρωτονίων ο οποίος σε ουδέτερα άτομα είναι ο ίδιος με τον αριθμό των ηλεκτρονίων.



Οι απειροελάχιστες αποστάσεις μπορούν να γραφτούν ως 10^{-3} cm για άτομα, 10^{-12} cm για πυρήνα και 10^{-13} cm για πυρηνικά σωματίδια. Ηλεκτρόνια και κουάρκς αποτελούν τις ποικιλίες της ύλης που υπάρχουν σε αποστάσεις μικρότερες από 10^{-14} cm. Πρόκειται για τις μικρότερες αποστάσεις που μπορούν να ανιχνευτούν από τη σύγχρονη τεχνολογία. Η μάζα του ηλεκτρονίου είναι $9,1 \times 10^{-28}$ γραμμάρια, του πρωτονίου είναι $1,671 \times 10^{-24}$ γραμμάρια και του νετρονίου είναι $1,673 \times 10^{-24}$ γραμμάρια.



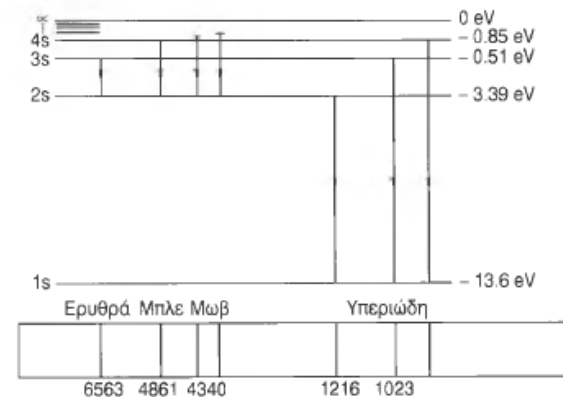
ΧΡΗΣΙΜΟΙ ΟΡΙΣΜΟΙ

- **Απόλυτη Χρονολόγηση**: Ο προσδιορισμός της ηλικίας ενός αρχαιολογικού αντικειμένου σε συσχέτισμό με μια συγκεκριμένη χρονολογική κλίμακα, όπως π.χ. ένα σταθερό ημερολογιακό σύστημα. Σε αντιδιαστολή με τη σχετική χρονολόγηση, π.χ. τη στρωματογραφική μέθοδο χρονολόγησης.
- **Αρχαιολογικό Περιβάλλον**: Το άμεσο περιβάλλον ή ο περιβάλλον χώρος (context) ενός τέχνηργου ή μνημείου που συνήθως αποτελείται από: την άμεση ομάδα αντικειμένων που το περιβάλλει, την αρχαιολογική του θέση και τον συσχέτισμό του με άλλα αρχαιολογικά ευρήματα.
- **Βάρος**: Το βάρος δημιουργείται επειδή η μάζα ενός αντικειμένου επιταχύνεται λόγω βαρυτικής έλξης από ένα μεγαλύτερο αντικείμενο. Στην καθημερινή ζωή, η Γη είναι το μεγάλο αντικείμενο. Είναι δύναμη και για το βαρυτικό πεδίο της Γης η δύναμη αυτή θα είναι το βάρος της μάζας εκφρασμένο σε γραμμάρια (gr), κιλά (Kg), τόνους. Ως δύναμη μεταξύ δύο μαζών από το νόμο του Κουλόμπ μετριέται σε Newton (= Kg-m/s²) και Dyn (- gr-cm/s²).
- **Γεωραντάρ**: Τεχνική που χρησιμοποιείται από το ομώνυμο όργανο στην αναγνώριση υπεδάφους, παρόμοια με το ηχοβολιστικό ραντάρ, αλλά με πολύ μεγαλύτερη ακρίβεια. Εκπέμπονται ραδιοκύματα, η ανάκλαση των οποίων μας προσδιορίζει το σχήμα και το βάθος θαμμένων δομών. Χρησιμοποιείται για τον εντοπισμό θαμμένων αρχαιοτήτων.
- **Γλωσσοχρονολόγηση**: Αμφιλεγόμενη μέθοδος προσδιορισμού της χρονικής απόκλισης δύο γλωσσών που βασίζεται σε αλλαγές στο λεξιλόγιο και εκφράζεται με έναν απλό αριθμητικό τρόπο.
- **Διαστρωμάτωση**: Η εναπόθεση επάλληλων στρωμάτων (π.χ. από ιζήματα).
- **Ηχοβολιστικό (sonars)**: Μέθοδος υπόγειας ανίχνευσης αρχαιολογικών δομών κατά την οποία βραχείς ραδιοπαλμοί εκπέμπονται μέσα από το έδαφος έτσι, οαστε τα επιστρέφοντα κύματα να αντανakλούν σημαντικές μεταβολές στο υπέδαφος.



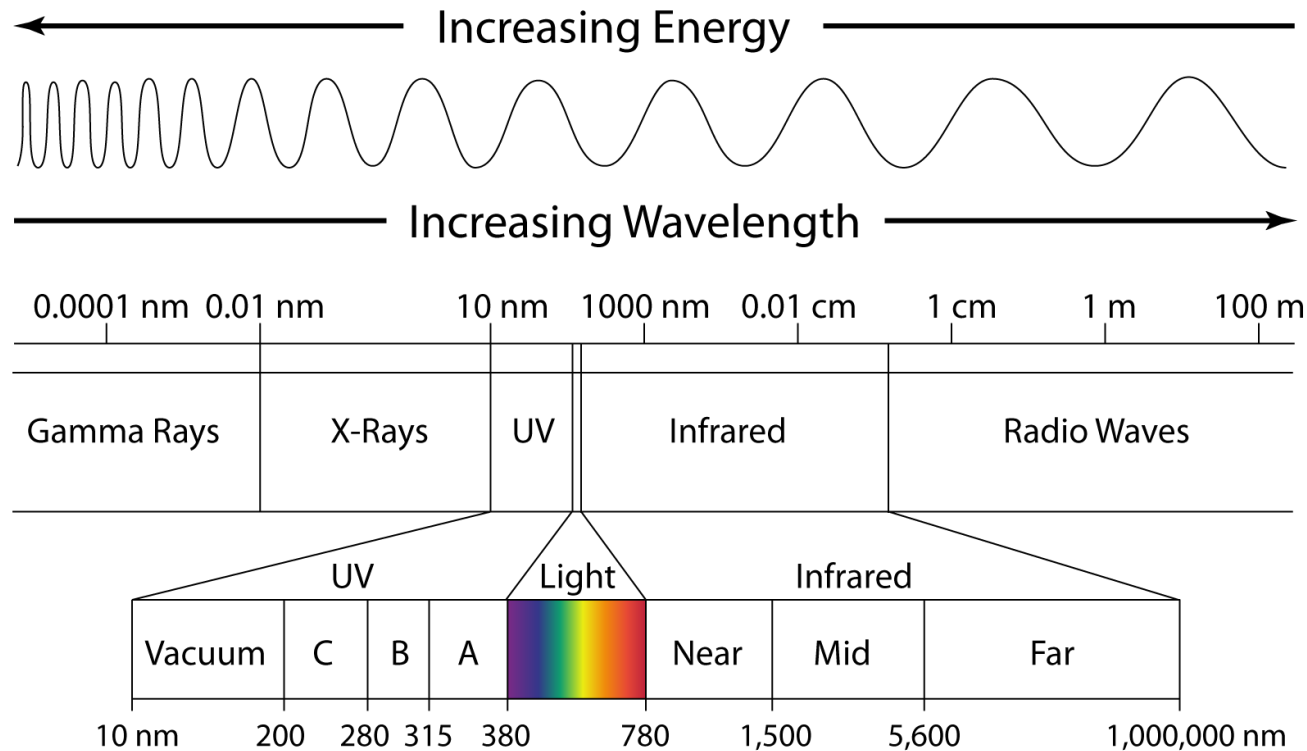
ΔΙΕΓΕΡΣΗ ΑΤΟΜΟΥ

- Η απορρόφηση ενέργειας, π.χ. με ακτινοβολία, των ηλεκτρονίων της εξωτερικής στοιβάδας ενός ατόμου και η μεταπήδησή τους σε άλλη στοιβάδα, όπου με την επιστροφή τους στην αρχική τους θέση ισορροπίας εκπέμπεται φως συγκεκριμένου λ .
- Τα ενεργειακά επίπεδα του υδρογόνου για ένα ηλεκτρόνιο και μερικές πιθανές μεταπηδήσεις που παράγουν φάσμα. Έστω ότι το υδρογόνο θερμαίνεται, το ηλεκτρόνιό του διεγείρεται σε ανώτερη στοιβάδα ή ενεργειακό επίπεδο, ακολουθεί επιστροφή στην πρώτη του στοιβάδα με την εκπομπή φωτός που είναι μια φασματική γραμμή

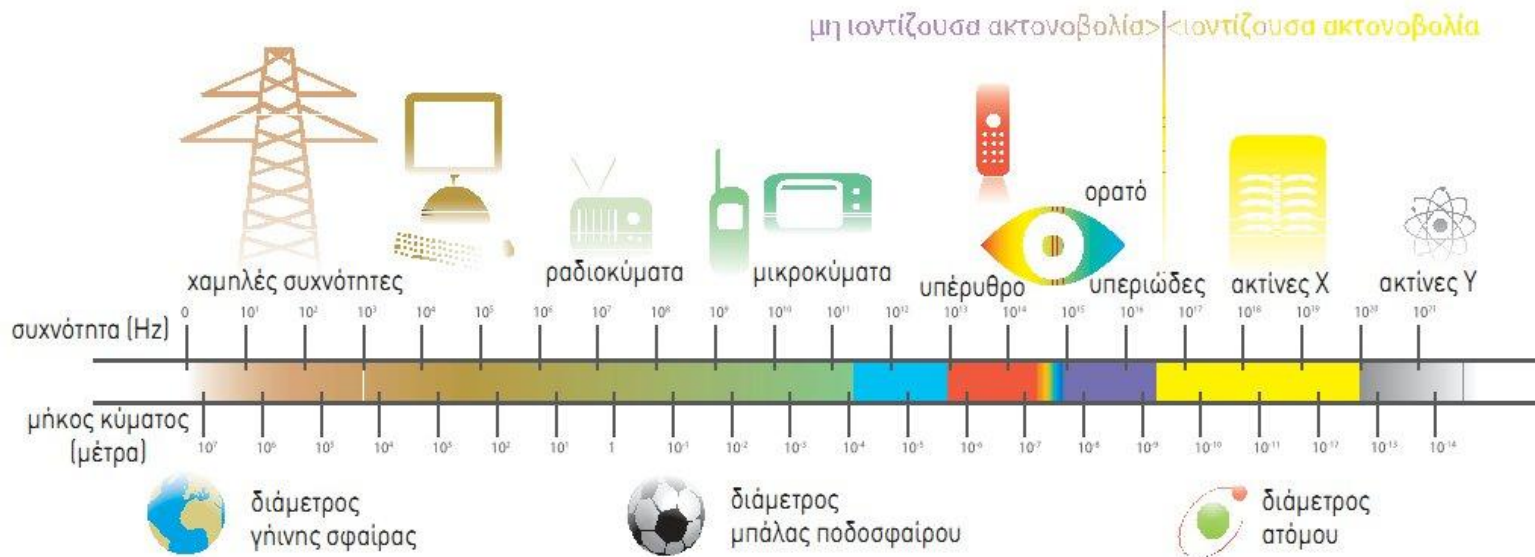


ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΟ ΦΑΣΜΑ

Το φάσμα της ΗΜ ακτινοβολίας επεκτείνεται σε μια ευρεία περιοχή μηκών κύματος που αντιστοιχούν σε συχνότητες και ενέργειες. Μήκη κυμάτων 1 χιλιομέτρου μέχρι μικρότερα του άγκστρου (= 10^{-10} m, 1 νανόμετρο = 10 άγκστρου), αναφέρονται στο είδος της ακτινοβολίας, όπως π.χ. μικροκύματα, ραδιοκύματα, υπέρυθρος, ακτίνων-Χ κ.λπ.



ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΟ ΦΑΣΜΑ



Ηλεκτρομαγνητικό Φάσμα



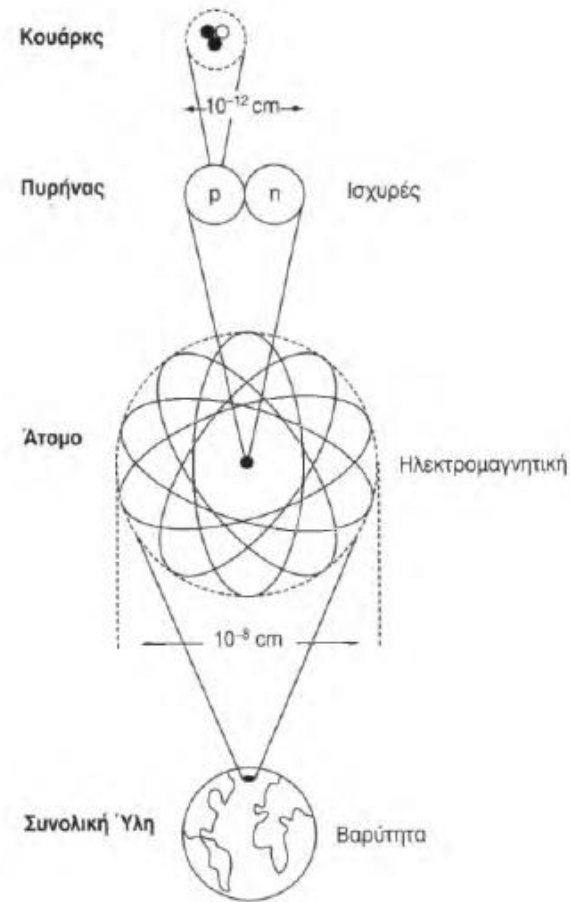
ΡΑΔΙΕΝΕΡΓΕΙΑ

- Το φαινόμενο της διάσπασης ή αποδιέγερσης του πυρήνα με αποτέλεσμα την εκπομπή ακτινοβολίας και σωματιδίων καλείται ραδιενέργεια.
- Η ραδιενέργεια είναι φυσική ή τεχνητή.
- Οι φυσικές μέθοδοι χημικής ανάλυσης ή χρονολόγησης χρησιμοποιούν φυσική ή τεχνητή ή επαγόμενη ραδιενέργεια (από βομβαρδισμό σταθερών πυρήνων με σωματίδια υψηλής ενέργειας).
- Η ραδιενεργή ακτινοβολία διακρίνεται σε τρεις κατηγορίες:
 - a) *τη σωματίδια άλφα που αποτελούνται από δύο νετρόνια και δύο πρωτόνια τα οποία στην ουσία είναι μοναδικοί πυρήνες των ατόμων του ηλίου (He),*
 - b) *τα σωματίδια βήτα που είναι ηλεκτρόνια τα οποία παράγονται στον πυρήνα μετά τη μετατροπή ενός νετρονίου (σε πρωτόνιο και συνοδευόμενα ηλεκτρόνιο και νεutrino) και*
 - c) *οι ακτίνες γάμμα (χωρίς φορτίο), δηλαδή τα φωτόνια, τα βασικά πακέτα ενέργειας της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας.*



ΘΕΜΕΛΙΩΔΕΙΣ ΔΥΝΑΜΕΙΣ ΣΤΗ ΦΥΣΗ

- **Βαρυτική δύναμη (ΒΑ)**.
Ενεργεί μεταξύ όλων των σωματιδίων. Έλκει την ύλη. Η συνδεδετική δύναμη του ηλιακού συστήματος και των γαλαξιών.
- **Ηλεκτρομαγνητική δύναμη (ΗΜΑ)**. *Εξασκείται μεταξύ φορτισμένων σωματιδίων με φορέα το «φωτόνιο». Έλκει ή απωθεί φορτία. Συνδεδετική δύναμη των ατόμων. Π.χ. το νέφος των αρνητικά φορτισμένων ηλεκτρονίων συγκροτείται γύρω από τον θετικά φορτισμένο πυρήνα.*



ΟΞΕΙΔΩΣΗ - ΑΝΑΓΩΓΗ

- Στη χημική αντίδραση οξείδωσης το άτομο χάνει ηλεκτρόνια, ενώ στη χημική αντίδραση αναγωγής το άτομο προσλαμβάνει ηλεκτρόνια.
- Η μία γίνεται συγχρόνως με την άλλη, γι' αυτό αναφερόμαστε σε οξειδοαναγωγικές αντιδράσεις.
- • **Οξείδωση (oxidation)** —» αύξηση αριθμού οξείδωσης (ο αριθμός θετικών φορτίων που έχει το άτομο όταν τα ηλεκτρόνια του αριθμούνται με ορισμένους κανόνες) —» απώλεια ηλεκτρονίων.
- • **Αναγωγή (reduction)** —> ελάττωση αριθμού οξείδωσης —> πρόσληψη ηλεκτρονίων.

- Αναγωγικό μέσο (και οξειδούμενη ουσία) = αποβάλλει ηλεκτρόνια.
- Οξειδωτικό μέσο (και αναγόμενη ουσία) = προσλαμβάνει ηλεκτρόνια.

- Π.χ. τα σιδηρά αντικείμενα οξειδούμενα σκουριάζουν => αποβάλλουν ηλεκτρόνια ($\text{Fe}^{3+} \rightarrow \text{Fe}^{2+}$). Η σκουριά αυτή διαφέρει από τη σκωρία που είναι ό,τι αποβάλλεται κατά τη τήξη για τον διαχωρισμό μετάλλων.





ΜΕΡΙΚΕΣ ΕΙΔΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ ΤΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ

ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ

- Πυκνότητα (d) ορίζεται ο λόγος της μάζας (m) προς τον όγκο (V) ενός υλικού, στερεού ή υγρού.

$$d = m / V$$

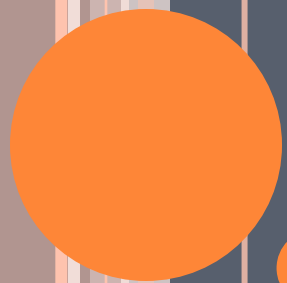
Η μάζα είναι σε μονάδες βάρους, gr, και ο όγκος σε μονάδες κυβικών εκατοστών, cm³.



ΣΧΕΤΙΚΗ ΥΓΡΑΣΙΑ

- Η Σχετική Υγρασία δίνεται από το λόγο (ως ποσοστό επί τοις εκατό) του βάρους των υδρατμών στη μονάδα όγκου υγρού αέρα (απόλυτη υγρασία), προς το βάρος των υδρατμών στην ίδια μονάδα όγκου κορεσμένου αέρα στην ίδια θερμοκρασία.
- Το ποσοστό της υγρασίας σε κεραμικό ή άλλο αρχαιολογικό εύρημα το υπολογίζουμε μετρώντας το απευθείας από την ανασκαφή, κατόπιν το στεγνώνουμε σε φούρνο (80 °C για 2 μέρες) και το ζυγίζουμε ξανά . Μετά το εμβαπτίζουμε σε νερό για 24 ώρες μέχρι κορεσμού. Η διαφορά βάρους που οφείλεται στο νερό που εξατμίσθηκε εκφράζεται σε ποσοστό βάρους του κορεσμένου δείγματος.





ΥΛΙΚΑ

ΤΕΧΝΕΡΓΟ

- Κάθε φορητό αντικείμενο που έχει κατασκευαστεί από πρώτη ύλη και χρησιμοποιήθηκε από τον άνθρωπο (όχι απαραίτητα εργαλείο).



ΥΛΗ

- Είναι στερεά, υγρή ή αέρια, που έχει μάζα και καταλαμβάνει χώρο.
- Περιλαμβάνει όλα τα υλικά που αντιλαμβανόμαστε με τις αισθήσεις μας.
- Οι φυσικές ιδιότητες της ύλης (π.χ. πυκνότητα, σκληρότητα, κρυσταλλική δομή, σημείο τήξης, πήξης, εξάχνωσης, αγωγιμότητα κ.ά.) είναι χαρακτηριστικά που αναγνωρίζονται από τις αισθήσεις μας.
- Οι χημικές ιδιότητες της ύλης σχετίζονται με την ουσία που υφίσταται χημική μεταβολή.



ΥΛΙΚΑ

- Τα υλικά είναι ιδιαίτεροι τύποι της ύλης, όπως ο πηλός, το γυαλί, το ξύλο, το νερό κ.τ.λ.
- Μερικά υπάρχουν στη φύση (αυτοφυή), όπως ο οψιανός, ο πηλός, ο χρυσός, το ξύλο κ.ά. και μερικά κατασκευάζονται, όπως ο ασβέστης, το κεραμικό, τα γυάλινα αντικείμενα, το τούβλο κ.ά.
- Ως πρώτη ύλη (raw material) αναφέρεται η ακατέργαστη μορφή της ύλης, η οποία όταν υποστεί επεξεργασία μετατρέπεται σε τέχνηργο.
- Διαιρούνται σε δύο μεγάλες κατηγορίες:
 - 1) τα ομογενή υλικά που έχουν τις ίδιες ιδιότητες (π.χ. διοξείδιο του πυριτίου, σίλικά ή μέταλλα) και
 - 2) τα ετερογενή υλικά που δεν έχουν ομοιόμορφη σύσταση και συνήθως καλούνται μίγματα, όπως τα κεραμικά.
- Τα ομογενή υλικά διαιρούνται σε δύο υποκατηγορίες:
 - i. διαλύματα, κυρίως υγρά, που είναι ομογενή στο μοριακό επίπεδο και
 - ii. σε ουσίες που έχουν καθορισμένη σύσταση και φυσικές ιδιότητες.



ΧΗΜΙΚΟΙ ΤΥΠΟΙ/ ΧΗΜΙΚΑ ΣΥΝΒΟΛΑ

- Ένα χημικό σύμβολο είναι το συντετμημένο όνομα ενός στοιχείου. Έχουμε το χημικό στοιχείο του καδμίου (Cd), του καισίου (Cs), του οξυγόνου (O) κ.τ.λ.
- Ο χημικός τύπος είναι συντετμημένη έκφραση μιας χημικής ένωσης, π.χ. για το νερό H_2O .



ΧΗΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

- Τα χημικά στοιχεία είναι βασικοί δομικοί λίθοι της ύλης των οποίων όλα τα άτομα είναι παρόμοια, δεν διαχωρίζονται με χημικούς τρόπους σε απλούστερες ουσίες, έχουν συγκεκριμένα φυσικά και χημικά χαρακτηριστικά και καταλαμβάνουν συγκεκριμένη θέση στον περιοδικό πίνακα των στοιχείων.
- Μέχρι σήμερα 105 στοιχεία μπορούν να αναγνωριστούν (βλ. Πίνακα 3.1). Κάθε χημικό στοιχείο αντιπροσωπεύεται από ένα άτομο που έχει συγκεκριμένο αριθμό ηλεκτρονίων, πρωτονίων και νετρονίων.
- Τα ιχνοστοιχεία (trace elements), αλλά και τα κύρια (major) και ελάχιστα (ή μικρά) (minor) στοιχεία, είναι ιδιαίτερης σπουδαιότητας στην αρχαιομετρία επειδή οι σχετικές τους ποσότητες που απαντώνται στη φύση μεταβάλλονται από τοποθεσία σε τοποθεσία και γι' αυτό μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την αναγνώριση αρχαιολογικών αντικειμένων.



ΠΕΡΙΟΔΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ

1 IA	New Original																18 VIIIA
1 H Υδρογόνο 1.00794																	2 He Ήλιο 4.002602
3 Li Λίθιο 6.941	4 Be Βηρύλλιο 9.012182											5 B Βόριο 10.811	6 C Άνθρακας 12.0107	7 N Άζωτο 14.00674	8 O Οξυγόνο 15.9994	9 F Φθόριο 18.9984032	10 Ne Νέον 20.1797
11 Na Νάτριο 22.989770	12 Mg Μαγνήσιο 24.3050	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13 Al Αργίλιο 26.981538	14 Si Πυρίθιο 28.0855	15 P Φωσφόρος 30.973761	16 S Θείο 32.066	17 Cl Χλώριο 35.453	18 Ar Αργό 39.948
19 K Κάλιο 39.0983	20 Ca Ασβέστιο 40.078	21 Sc Σκάνδιο 44.955910	22 Ti Τίτανο 47.887	23 V Βανάδιο 50.9415	24 Cr Χρώμιο 51.9961	25 Mn Μαγγάνιο 54.938049	26 Fe Σίδηρος 55.8457	27 Co Κοβάλιο 58.933200	28 Ni Νικέλιο 58.6934	29 Cu Χαλκός 63.546	30 Zn Ψευδάργυρος 65.409	31 Ga Γάλλιο 69.723	32 Ge Γερμάνιο 72.64	33 As Αρσενικό 74.92160	34 Se Σελήνιο 78.96	35 Br Βρώμιο 79.904	36 Kr Κρυπτό 83.798
37 Rb Ρουβίδιο 85.4678	38 Sr Στρόντιο 87.62	39 Y Ύτριο 88.90585	40 Zr Ζιρκόνιο 91.224	41 Nb Νιόβιο 92.90638	42 Mo Μολυβδένιο 95.94	43 Tc Τεχνήτιο (98)	44 Ru Ρουθίνιο 101.07	45 Rh Ρόδιο 102.90550	46 Pd Παλλάδιο 106.42	47 Ag Αργυρός 107.8682	48 Cd Κάδμιο 112.411	49 In Ινδίο 114.818	50 Sn Κασσίτερος 118.710	51 Sb Αντιμόνιο 121.760	52 Te Τελουρίο 127.60	53 I Ιώδιο 126.90447	54 Xe Ξένο 131.293
55 Cs Καίσιο 132.90545	56 Ba Βάριο 137.327	57 to 71	72 Hf Ηφνίο 178.49	73 Ta Ταντάλιο 180.9479	74 W Βολφράμιο 183.84	75 Re Ρήνιο 186.207	76 Os Οσμίο 190.23	77 Ir Ιρίδιο 192.217	78 Pt Πλατίνιο 195.078	79 Au Χρυσός 196.96655	80 Hg Υδράργυρος 200.59	81 Tl Θάλλιο 204.3833	82 Pb Μόλυβδος 207.2	83 Bi Βισμούθιο 208.98038	84 Po Πολώνιο (209)	85 At Αστάτο (210)	86 Rn Ραδόνιο (222)
87 Fr Φράνκιο (223)	88 Ra Ράδιο (226)	89 to 103	104 Rf Ροσφούριο (261)	105 Db Ντούμπνιο (262)	106 Sg Σιμπόργκιο (266)	107 Bh Μπόριο (264)	108 Hs Χάσιο (269)	109 Mt Μαινέριο (268)	110 Ds Νταρσάσιο (271)	111 Rg Ρενγκένιο (272)	112 Uub Ununbium (285)	113 Uut Ununtrium (284)	114 Uuq Ununquadium (289)	115 Uup Ununpentium (288)	116 Uuh Ununhexium (292)	117 Uus Ununseptium	118 Uuo Ununoctium

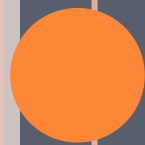
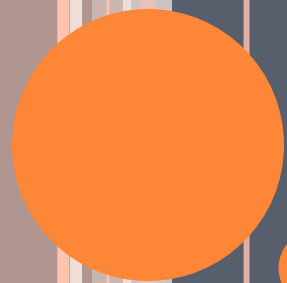
- Αλκάλια
- Αλκαλικές γαίες
- Στοιχεία μετάπτωσης
- Λανθανίδες
- Ακτινίδες
- Ροοφ metals
- Αμέταλλα
- Ευγενή Αέρια
- C Στερεά
- Br Υγρά
- H Αέρια
- Tc Συνθετικά

Atomic masses in parentheses are those of the most stable or common isotope.

Design Copyright © 1997 Michael Dayah (michael@dayah.com), <http://www.dayah.com/periodic/>

Note: The subgroup numbers 1-18 were adopted in 1984 by the International Union of Pure and Applied Chemistry. The names of elements 112-118 are the Latin equivalents of those numbers.

57 La Λανθάνιο 138.9055	58 Ce Διμύριο 140.116	59 Pr Προσπομίριο 140.90765	60 Nd Νεοδύμιο 144.24	61 Pm Προμήθειο (145)	62 Sm Σαμάριο 150.36	63 Eu Ευρώπιο 151.964	64 Gd Γαδολίνιο 157.25	65 Tb Τέρβιο 158.92534	66 Dy Δυσπρόσιο 162.500	67 Ho Όλμιο 164.93032	68 Er Έρβιο 167.259	69 Tm Θούλιο 168.93421	70 Yb Υπέρβιο 173.04	71 Lu Λουτήσιο 174.967
89 Ac Ακτινίο (227)	90 Th Θόριο 232.0381	91 Pa Πρωακτινίο 231.03688	92 U Ουράνιο 238.02891	93 Np Ποσειδώνιο (237)	94 Pu Πλουτώνιο (244)	95 Am Αμερίκιο (243)	96 Cm Κούριο (247)	97 Bk Μπερκέλιο (247)	98 Cf Καλιφόρνιο (251)	99 Es Αινισάνιο (252)	100 Fm Φέρμιο (257)	101 Md Μεντελέβιο (258)	102 No Νομπόλιο (259)	103 Lr Λωρένσιο (262)



ΚΡΥΣΤΑΛΛΑ & ΟΡΥΚΤΑ

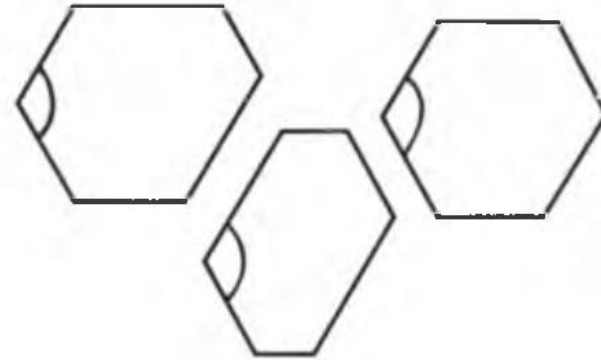
ΟΡΙΣΜΟΙ

- Τα ορυκτά είναι στέρεα συστατικά αποτελούμενα από άτομα που έχουν μια κανονικότητα και τάξη στον σχηματισμό τους. Αυτός ο σχηματισμός των ατόμων είναι το κριτήριο της κρυσταλλικής τους κατάστασης, ενώ με βάση αυτή μπορούμε να εκφράσουμε τη σύνθεση ενός ορυκτού μέσω ενός χημικού τύπου.
- Όταν τα ορυκτά είναι ελεύθερα να αναπτυχθούν χωρίς περιορισμούς, οριοθετούνται σε κρυσταλλικές επιφάνειες οι οποίες μεταβάλλονται ομαλά, χωρίς ιδιαίτερη ποικιλομορφία έτσι, ώστε να υπάρχει ορισμένη συσχέτιση μεταξύ τους σε οποιοδήποτε δείγμα ορυκτού. Ένας κρύσταλλος περιορίζεται από φυσικά σχηματισμένες επίπεδες επιφάνειες και το κανονικό εξωτερικό του σχήμα εκφράζει την εσωτερική κανονικότητα της κρυσταλλικής δομής του.



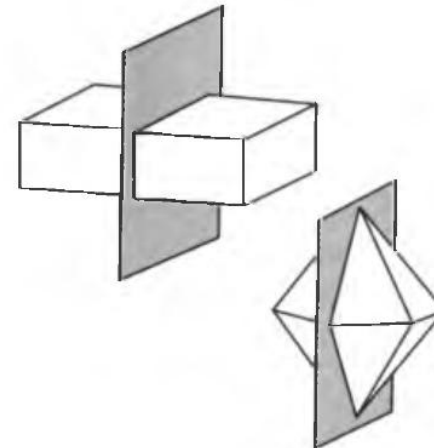
ΔΟΜΗ ΟΡΥΚΤΩΝ

- Η εσωτερική δομή των ορυκτών καθορίστηκε μόλις τον περασμένο αιώνα με τη χρήση ακτίνων-X, παρόλο που για 200 περίπου χρόνια υπήρχε η αντίληψη ότι οι κρύσταλλοι είναι απίστευτα ομαλοί στον σχηματισμό τους.
- Αυτό όμως δεν μπορεί να καταστεί φανερό σε κρυστάλλους ίδιων συστατικών, όπως π.χ. ο χαλαζίας, διότι έχουν επιφάνειες με σχεδόν ατέλειωτη ποικιλομορφία τόσο στο μέγεθος όσο και στο σχήμα.
- Η κανονικότητα γίνεται εμφανής μόνο όταν μετρηθούν οι γωνίες ανάμεσα σε αντίστοιχα ζεύγη επιφανειών. Η γωνία μεταξύ δύο ίδιων επιφανειών σε όλους τους κρυστάλλους, ακόμη και σε ίδια ορυκτά δείγματα, είναι σταθερή (όμοια).
- Γνωρίζουμε ότι αυτό συμβαίνει επειδή τα συνιστώσα άτομα συνδέονται με καθοριστικό και αρμονικό τρόπο.
- Οι κρύσταλλοι μελετήθηκαν πολύ πριν γίνει αυτό αποδεκτό και, μάλιστα, με μελέτη του εξωτερικού σχήματός τους αποδείχθηκε ότι είναι συμμετρικοί και ότι μπορούν να ομαδοποιηθούν σύμφωνα με αυτήν τη συμμετρικότητά τους



ΣΥΜΜΕΤΡΙΑ ΚΡΥΣΤΑΛΛΩΝ

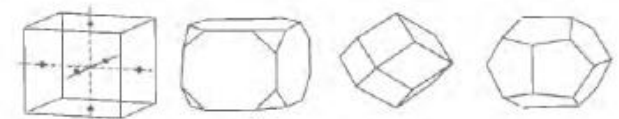
- ο η συμμετρία υπάρχει σε σχήματα τα οποία αν τα τέμναμε στη μέση, το ένα ήμισυ θα ήταν αντικατοπτρισμός του άλλου
- ο Το ανθρώπινο σώμα εξωτερικά είναι συμμετρικό, αν με μια γραμμή το «κόψουμε» στη μέση, από πάνω προς τα κάτω.
- ο Επίσης, διάφορα αντικείμενα μπορούν να έχουν συμμετρία ως προς κάποιον άξονα ή μια γραμμή, που υποτίθεται ότι διέρχεται μέσα από το κέντρο τους.
- ο Όταν λοιπόν οι κρύσταλλοι περιστραφούν μία φορά (πλήρης περιστροφή) γύρω από αυτόν τον άξονα παρουσιάζουν την ίδια εμφάνιση, μέχρι 2, 3, 4 ή 6 φορές. Ο άξονας αυτός καλείται άξονας διπλής, τριπλής, τετραπλής ή εξαπλής συμμετρίας αντίστοιχα. Στους κρυστάλλους δεν παρουσιάζονται άξονες πενταπλής συμμετρίας.
- ο Τέλος, μπορεί να υπάρξει συμμετρία ως προς ένα κέντρο, όταν η επιφάνεια στη μία πλευρά έχει αντίστοιχη παράλληλη επιφάνεια στην άλλη.



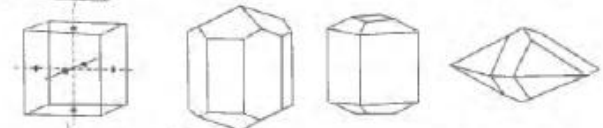
ΤΑ ΚΡΥΣΤΑΛΛΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

- Με βάση τη συμμετρία τους οι κρύσταλλοι μπορούν να χωριστούν σε έξι ομάδες κρυσταλλικών συστημάτων και να αναφερθούν σε άξονες αναφοράς.
- Ένα έβδομο τέτοιο σύστημα, το τριγωνικό, αναγνωρίζεται από πολλούς ορυκτολόγους. Έχει τους ίδιους άξονες αναφοράς με το εξαγωνικό σύστημα, αλλά και έναν τριπλό άξονα συμμετρίας.
- Αυτοί οι άξονες επιλέγονται με τρόπο, ώστε να είναι παράλληλοι με τα άκρα της κυψέλης και επομένως θεωρείται ότι έχουν μήκος.

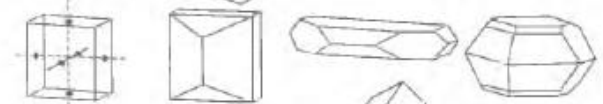
Κυβικό



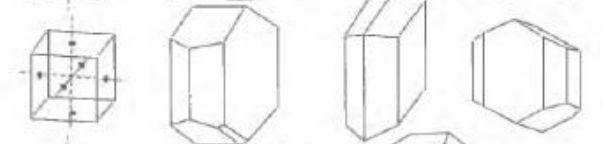
Τετραγωνικό



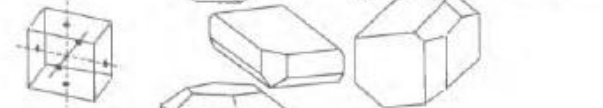
Ορθορομβικό



Μονοκλινικό



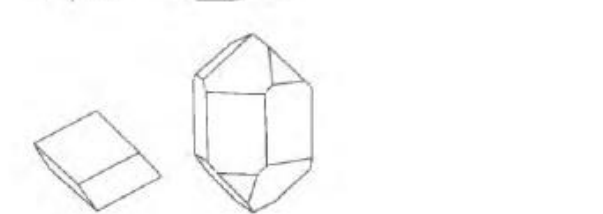
Τρικλινικό



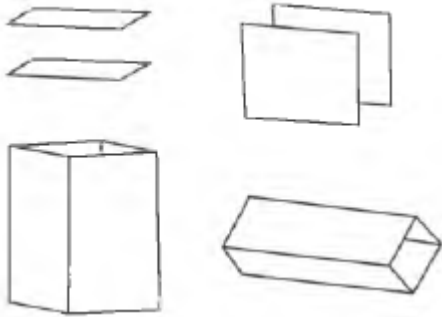
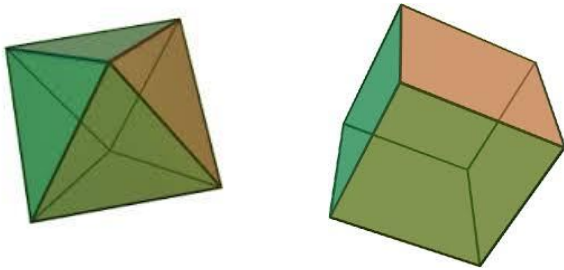
Εξαγωνικό



Τριγωνικό



ΜΟΡΦΕΣ ΚΡΥΣΤΑΛΛΩΝ



- Είναι χρήσιμο όταν αναγνωρίσουμε ένα ορυκτό να καθορίσουμε σε ποιο κρυσταλλικό σύστημα ανήκει, αλλά τα ορυκτά που κρυσταλλοποιούνται στο ίδιο σύστημα (ακόμη και κρύσταλλοι των ίδιων συστατικών) μπορούν να φανερώσουν αξιοσημείωτες διαφορές στη δομή, σύμφωνα με το σχήμα ή τον συνδυασμό σχημάτων που διαρκώς εξελίσσεται σε αυτά.
- Μια μορφή κρυστάλλου εμπεριέχει όλες τις επιφάνειες που απαιτούνται από τη συμμετρία. Μορφές όπως αυτή του κύβου και του οκταέδρου εσωκλείουν χώρο, γι' αυτό καλούνται κλειστά σχήματα και μπορεί να παρουσιαστούν από μόνα τους ως κρύσταλλοι.
- Άλλα σχήματα, όπως λ.χ. το πινακοειδές (ένα ζεύγος από παράλληλες επιφάνειες) ή ένα πρίσμα, δεν εσωκλείουν χώρο και γι' αυτό λέγονται ανοικτά σχήματα. Μπορεί να παρουσιαστούν σε συνδυασμό με άλλα σχήματα διότι οι κρύσταλλοι είναι στέρεοι.



ΣΥΝΟΛΑ ΟΡΥΚΤΩΝ

- Τα περισσότερα ορυκτά παρουσιάζονται ως σύνολα κρυστάλλων που σπάνια φανερώνουν την τελειότητα των σχημάτων τους. Το σχήμα ωστόσο μιας μάζας μπορεί να φανεί χρήσιμο στην αναγνώριση ορυκτών.
- Οι ζεόλιθοι π.χ. μοιάζουν με ινώδη ορυκτά. Πολλές φορές οι κρύσταλλοι αναπτύσσονται προς τα έξω ενός κέντρου και η μάζα τους με αυτήν τη δομή είναι τέτοια, ώστε εσωτερικά να εκπέμπει ακτινοβολία και εξωτερικά να είναι στρογγυλή και κονδυλώδης. Το τελικό σχήμα αυτής της ανάπτυξης θα μας δώσει κάτι σαν ένα τσαμπί σταφύλι και καλείται *βοτρυοειδές*. Μεγαλύτερα και πιο ομαλά στρογγυλεμένα σχήματα μοιάζουν με ρώγες.
- Ορυκτά όπως ο χαλκός σχηματίζουν ευδιάκριτους κλάδους και αποκλίνοντα σχήματα τα οποία λέγονται *δενδριτικά*, αλλά και οι κρύσταλλοι που σχηματίζουν διακριτές επίπεδες φολίδες λέγονται *ελασματώδεις*.
- Αν τα ελάσματα αυτά είναι πολύ λεπτά και μπορούν να αποσχιστούν, όπως οι σελίδες ενός βιβλίου, τότε λέγονται *φυλλώδη* ή *φολιδωτά*



ΦΥΣΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ

- Υπάρχει στενή σχέση μεταξύ της δομής ενός ορυκτού και των φυσικών ιδιοτήτων του οι οποίες μας είναι πολύ χρήσιμες στην αναγνώρισή του. Μερικές από τις πιο χρήσιμες ιδιότητες του περιγράφονται παρακάτω:
 - a) Πυκνότητα
 - b) Σκληρότητα
 - c) Χάραγμα, Σχισμός και Θραύση




ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ

- Αυστηρά καθορισμένη, η πυκνότητα είναι η μάζα για κάθε ομάδα όγκου και εκφράζεται με κατάλληλη μονάδα μέτρησης, π.χ. gr./cm^2 . Μάλιστα ταυτίζεται, χωρίς να είναι σωστό, με την έννοια «ειδικό βάρος» η οποία στην ουσία είναι το βάρος του συστατικού σε σύγκριση με το βάρος νερού ιδίου όγκου.
- Η πυκνότητα εξαρτάται από μερικούς παράγοντες, συμπεριλαμβανομένου του είδους των ατόμων στη δομή, καθώς και του πόσο πυκνά συνδεδεμένα αυτά είναι. Στοιχείο ομοιότητας επίσης είναι: Όσο πιο βαρέα ή στενά συνδεδεμένα μεταξύ τους είναι τα άτομα, τόσο μεγαλύτερη είναι η πυκνότητα.
- Ο τριδυμίτης και ο χαλαζίας είναι και οι δύο πυριτικά (SiO_2), αλλά ο χαλαζίας στην πιο πυκνά συνδεδεμένη μορφή του έχει ειδικό βάρος 2,65 υπό τις ίδιες συνθήκες. Παρομοίως, η σελεστίνη (θεικό στρόντιο, celestine) και ο αγγλεσίτης (anglesite) έχουν την ίδια δομή, αλλά η παρουσία των ατόμων του βαρύτερου μολύβδου προσδίδει στον αγγλεσίτη βαρύτητα 6,32, σε σύγκριση με αυτήν της σελεστίνης 3,97.



ΣΚΛΗΡΟΤΗΤΑ

- Είναι η αντίσταση ενός ορυκτού στην εκδορά ή τριβή. Ο F.Mohs το 1812, κατηγοριοποίησε δέκα ορυκτά κλιμακωτά με βάση τη σκληρότητά τους, ώστε το καθένα να μπορεί να χαράξει αυτά που βρίσκονται χαμηλότερα στην κλίμακα.
 - Η σκληρότητα εξετάζεται είτε όταν χαράξουμε ένα άγνωστο ορυκτό με κάποιο από αυτά της κλίμακας Mohs, είτε όταν αντικείμενο δεδομένης σκληρότητας, όπως μια λεπίδα μαχαιριού (ή ενός όνυχος), χαράζει το άγνωστο ορυκτό-δείγμα.
 - Τα ορυκτά με σκληρότητα 1 δίνουν την αίσθηση του μαλακού ή λιπαρού. Το νύχι ενός δακτύλου έχει σκληρότητα 2 1/2, ένα ατσάλινο μαχαίρι τσέπης περίπου 5 1/2, ενώ το γυαλί περίπου 6 1/2. *Οπότε* το ορυκτό που χαράσσεται από το νύχι έχει σκληρότητα 1 ή 2 της κλίμακας Mohs, ενώ αν δεν χαράσσεται από το νύχι και χαράσσεται από το μαχαίρι έχει σκληρότητα από 3 μέχρι 5,5 περίπου. Αν το ορυκτό χαράσσει το γυαλί, η σκληρότητά του είναι πάνω από 6,5, ενώ αν δεν χαράσσει το γυαλί και δεν χαράσσεται από το μαχαίρι έχει σκληρότητα 5,5 - 6,5.
 - Η σκληρότητα σχετίζεται με τη δομή και τη δύναμη του χημικού δεσμού, δηλαδή είναι μεγαλύτερη όσο πιο μικρά είναι τα άτομα δομικά ή όσο πιο πυκνά συνδεδεμένα. Πρέπει να αποδεχτούμε ότι σκληρότητα δεν είναι η δυσκολία στη θραύση, γιατί ένα σκληρό ορυκτό μπορεί να είναι εύθραυστο εκ φύσεως.
1. Τάλκης [Talc] (μαλακότερο)
 2. Γύψος [Gypsum]
 3. Ασβεσίτης [Calcite]
 4. Φθορίτης [Fluorite]
 5. Απατίτης [Apatite]
 6. Ορθόκλαστο [Orthoclase], Άστριος
 7. Χαλαζίας [Quartz]
 8. Τοπάζιο [Topaz]
 9. Κορούνδιο [Corundum]
 10. Αδάμας [Diamond] (σκληρότερο)
- 

ΧΑΡΑΓΜΑ, ΣΧΙΣΜΟΣ & ΘΡΑΥΣΗ

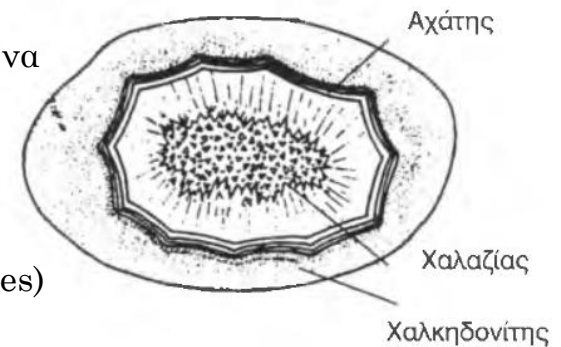
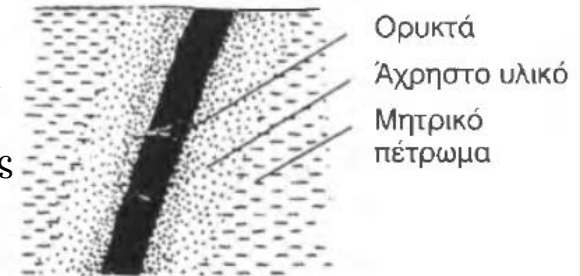


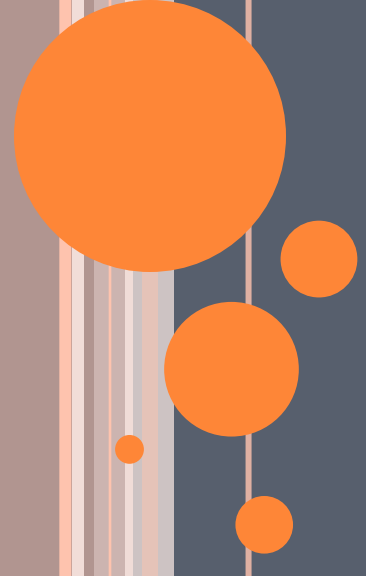
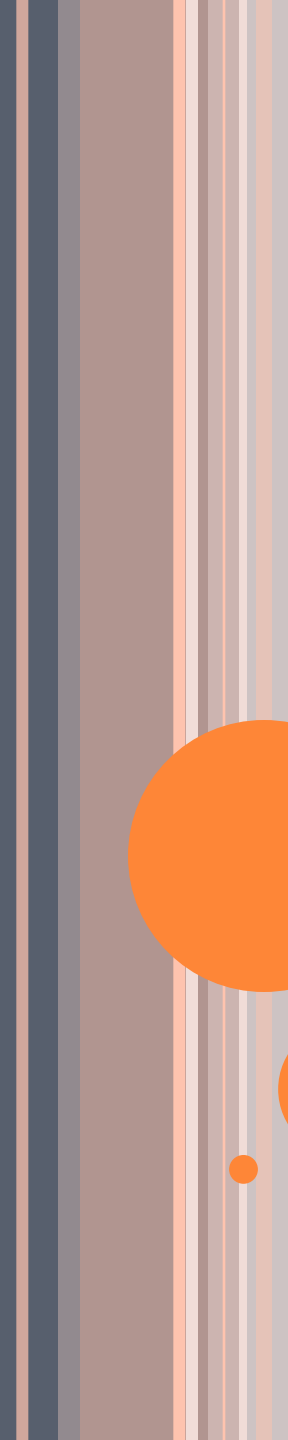
- Αν πιεστούν οι κρύσταλλοι, ίσως και να σπάσουν.
- Όταν η σπασμένη επιφάνεια είναι ανώμαλη τότε λέμε ότι επήλθε **θραύση**,
- Όταν σπάσει παράλληλα με μια επίπεδη επιφάνεια που σχετίζεται με τη δομή της εσωτερικής του τομής τότε λέγεται **χάραγμα** (σαν να έφυγε ένα μεγάλο κομμάτι από ένα παζλ).
- Αυτές οι εκφράσεις αφορούν την εσωτερική δομή ενός ορυκτού. Η απόσπαση συμβαίνει επειδή η δύναμη των δεσμών που συγκρατούν τα άτομα ποικίλει μεταξύ τους, όπως λ.χ. συμβαίνει με τα στρώματα αλάτων. Οι χημικοί δεσμοί είναι πολύ ισχυροί σε στρώματα πυριτούχα-οξυγονούχα, αλλά οι δεσμοί μεταξύ των στρωμάτων είναι αδύναμοι και μπορούν να σπάσουν πολύ εύκολα.
- Ο μαρμαρυγίας (μίκα), εύκολα αποσχίζεται σε λεπτά φύλλα. Η ισχύς του δεσμού εδώ ποικίλει, όπως επίσης ποικίλει και ο βαθμός τέλειας χάραξης.
- Η κατεύθυνση χάραξης ενός κρυστάλλου έχει πολύτιμη διαγνωστική αξία. Αντίθετα, η θραύση δεν παρέχει έλεγχο δομικό, αλλά βοηθά μόνο στην αναγνώριση του είδους του ορυκτού.
- Έτσι, το γυαλί που δεν έχει ομαλή κρυσταλλική δομή σπάει με ένα είδος χαρακτηριστικής **κογχλιοειδούς θραύσης**, επειδή η εξωτερική του εμφάνιση μετά τη θραύση θυμίζει κογχύλι που έχει ομόκεντρες προεξοχές. Ο χαλαζίας παρόλο που είναι κρυσταλλικός έχει μια τόσο ομοιόμορφη δομή, που σπάζει με την κογχλιοειδή θραύση σαν αυτήν του γυαλιού.
- Υπάρχει και ένα άλλο είδος θραύσης που μας δίνει μια επιφάνεια η οποία μοιάζει με σφυρηλατημένο σίδηρο και ονομάζεται **δαντελωτή θραύση**.



ΕΜΦΑΝΙΣΗ ΣΤΟ ΥΠΑΙΘΡΟ

- Όλα σχεδόν τα πετρώματα αποτελούνται από ορυκτά, αλλά τα καλά δείγματα είναι σπάνια και τείνουν να παρουσιάζονται σε σχισμές και άλλα ανοίγματα όπου οι κρύσταλλοι έχουν εγκλωβιστεί κατά τη διάρκεια της ανάπτυξής τους. Πολλά καλά δείγματα μπορούν να συλλεχθούν από φλέβες ορυκτών.
- Διαλύματα υψηλής θερμοκρασίας εναποθέτουν ορυκτά με ρωγμές και σχισμές στα πετρώματα και, μάλιστα, πολλές από τις φλέβες που λέγονται και υδροθερμικές μπορούν να υποβληθούν σε επεξεργασία ως πηγές λατομείου. Συχνά περιέχουν δείγματα διαφόρων χρωμάτων και ποιοτικούς κρυστάλλους, όχι μόνο αυτούς που έχουν εμπορική αξία, αλλά και αυτούς χωρίς ιδιαίτερη οικονομική αξία που βρίσκονται σε απλό ίζημα. Δεν είναι πάντα απαραίτητο να εξετάζουμε και να συλλέγουμε δείγματα μόνο κατευθείαν από τις φλέβες –μιας και τις πιο πολλές φορές είναι αδύνατο να γίνει αυτό-, διότι καταλήγουμε στη συσσώρευση απορριπτέου υλικού το οποίο μόνο αν εξεταστεί προσεκτικά θα μας δώσει χρήσιμα δείγματα.
- Πολλά είδη κρυσταλλικών ορυκτών μπορούν να εντοπιστούν και σε ανοίγματα βράχων, παρόλο που ορισμένα ορυκτά εμφανίζονται σε συγκεκριμένα περιβάλλοντα. Μερικές φορές, τα διαβρωμένα γεώδη (geodes) είναι γραμμωτά με καλοσχηματισμένους κρυστάλλους και μέσα σε αυτά μπορεί να βρεθούν π.χ. δείγματα χαλαζία (αμέθυστου). Οι πηγματίτες που κρυσταλλοποιούνται σε σχετικά χαμηλή θερμοκρασία, σε μάγμα, είναι και αυτοί σπάνιοι αλλά εντοπίζονται παρόλα αυτά σε μεγάλα σχήματα. Αυτό, φυσικά, δεν σημαίνει ότι όσο πιο μεγάλο είναι ένα δείγμα, τόσο πιο θεαματικό είναι, μιας και οι μικροί κρύσταλλοι έχουν μια μοναδική ομορφιά, το πλεονέκτημα να καταλαμβάνουν ελάχιστο χώρο και είναι τελειότερα διαμορφωμένοι από κρυστάλλους μεγαλύτερου μεγέθους.





**ΦΥΣΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ
ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΥ ΧΗΜΙΚΗΣ ΣΥΣΤΑΣΗΣ
& ΔΟΜΗΣ ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΚΩΝ
ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΩΝ**

*Εισαγωγή στις Φυσικές Μεθόδους Ανάλυσης στην
Αρχαιολογία*

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

- Πολλές μέθοδοι της φυσικής έχουν χρησιμοποιηθεί στην ανάλυση αρχαιολογικών αντικειμένων, όπως ο προσδιορισμός της χημικής τους σύστασης, η διερεύνηση και η αναγνώριση ορυκτολογικών τους φάσεων και η ισοτοπική ανάλυση ορισμένων χημικών στοιχείων.
- Οι αναλύσεις αυτές τις περισσότερες φορές προϋποθέτουν τη λήψη δείγματος (δειγματοληψία, καταστρεπτική μέθοδος), ενώ σε κάποιες περιπτώσεις εκτελούνται επί του ιδίου αντικειμένου χωρίς κίνδυνο καταστροφής του (μη καταστρεπτική μέθοδος).
- Για παράδειγμα, σε ένα αρχαίο νόμισμα η ανάλυση δεν πρέπει να αφήσει ίχνος καταστρεπτικής επέμβασης, γι' αυτό χρησιμοποιείται π.χ. η φασματοσκοπική μέθοδος ακτίνων-Χ φθορισμού η οποία ανιχνεύει και προσδιορίζει 25 χημικά στοιχεία. Αντίθετα, σε μπρούτζινα τέχνηρα, με ελάχιστη διάτρηση από τρυπανάκι αποσπάται ποσότητα χιλιοστών του γραμμαρίου ως και γραμμαρίου σε μορφή ρινίσματος η οποία μεταφέρεται στο εργαστήριο για ανάλυση



ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΤΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ

- Ανάλογα με τον τύπο του τέχνηργου που εξετάζεται, μπορεί να απαιτείται ο προσδιορισμός της συγκέντρωσης *κύριων (major) χημικών στοιχείων (περιεκτικότητα μεγαλύτερη από 1%)*.
- Εναλλακτικά, ίσως μια τέτοια ανάλυση να μην είναι αρκετή και να απαιτείται ο προσδιορισμός επιλεγμένων χημικών στοιχείων *μικρής (ελάχιστης, minor) συγκέντρωσης (0,01 % με 1%) ή ιχνοστοιχείων (trace elements) (μικρότερα από 0,01%)*.
- Συγκεντρώσεις μικρότερες από 1 μέρος στο εκατομμύριο (1 part per million, ppm) θα πρέπει, σε ορισμένες περιπτώσεις, να εκτιμηθούν, αλλά καμία μέθοδος ανάλυσης δεν προσδιορίζει από μόνη της όλα τα χημικά στοιχεία του περιοδικού συστήματος.
- Η επιλογή της μεθόδου ανάλυσης επηρεάζεται από τα ιδιαίτερα χημικά στοιχεία που επιθυμείται να προσδιορισθούν, μαζί με την αναμενόμενη συγκέντρωσή τους.
- Η επιλογή των στοιχείων για ανάλυση και η πειραματική ακρίβεια που απαιτείται εξαρτώνται από τον τρόπο που θα χρησιμοποιηθούν από τον ερευνητή αρχαιολόγο ή αρχαιομέτρη. Για παράδειγμα, *τέχνηργα τα οποία έχουν κατασκευασθεί από ακατέργαστα (raw) υλικά που λήφθηκαν από μια συγκεκριμένη γεωγραφική περιοχή, μπορούν μερικές φορές να ομαδοποιηθούν με βάση τη χημική τους σύσταση. Υπάρχει όμως μια εσωτερική διασπορά στις χημικές συνθέσεις των τέχνηργων που συναποτελούν μια τέτοια ομάδα, λόγω των μικρών μεταβολών στη σύσταση σε καθένα από τα ακατέργαστα υλικά, καθώς και στις μεταβολές στη σύσταση που υπάρχει σαν αποτέλεσμα της διαδικασίας παρασκευής των ίδιων των τέχνηργων.*
- Συνεπώς, η ανάλυση ενός και μόνο τέχνηργου σπάνια προσφέρει χρήσιμες πληροφορίες, αντίθετα καθίσταται σαφής η ανάλυση μεγάλου αριθμού τέχνηργων, ώστε να καθορισθεί όσο γίνεται με ακρίβεια η μεταβολή των περιεκτικότητων τους που είναι χαρακτηριστική μιας συγκεκριμένης ομάδας.



ΠΟΣΟΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

- Μια ποσοτική ανάλυση υψηλής ακρίβειας για όλα τα χημικά στοιχεία που μπορούν να ανιχνευτούν αποτελεί μια εργασία επίπονη, χρονοβόρα και ακριβή, που μόνο σε εξαιρετικές περιπτώσεις τα λαμβανόμενα αποτελέσματα μπορεί να αξίζουν την προσπάθεια.
- Γι' αυτό, ο αριθμός των στοιχείων κρατείται χαμηλός, στο ελάχιστο δυνατό, ώστε να συμβαδίζει με τον καθορισμό και τη διαφοροποίηση μεταξύ ομάδων από τέχνηρα, όπου τα κατάλληλα χημικά στοιχεία επιλέγονται στη βάση ενός καλά προκατασκευασμένου πιλοτικού προγράμματος που εκτελείται πριν την έναρξη της ανάλυσης των εκατοντάδων τέχνηρων.
- Παρομοίως, η απαιτούμενη πειραματική ακρίβεια καθορίζεται κυρίως από την εσωτερική διασπορά των περιεκτικοτήτων που παρατηρούνται σε μια ομάδα που οριοθετείται από όμοια τέχνηρα.
- Γίνεται σαφές ότι αναλύσεις υψηλής ακρίβειας είναι περιορισμένης αξίας όταν η διασπορά στις συγκεντρώσεις των χημικών στοιχείων είναι μεγάλη, γι' αυτό, για την πλειονότητα των αρχαιολογικών τέχνηρων, είναι ικανοποιητικός ο καθορισμός των συγκεντρώσεων των επιλεγμένων στοιχείων με μια ακρίβεια μεταξύ -5% και $-$



ΑΝΑΛΥΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ

- Δειγματοληψία
- Προετοιμασία
- Ανάλυση και προσδιορισμός χημικών στοιχείων
- Υπολογισμοί



ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑ

- Το δείγμα που αποσπάται είναι ένα πολύ μικρό ποσοστό μιας σχετικά μεγάλης ποσότητας υλικού και η σύστασή του είναι αντιπροσωπευτική ολόκληρου του υλικού.
- Όταν διαπραγματευόμαστε με «ετερογενή» υλικά, όπως ο πηλός και τα κεραμικά, απαιτείται η επιλογή ενός μεγάλου αριθμού τμημάτων από διαφορετικά μέρη του υλικού, τα οποία στο τέλος συνδυάζονται σε μια μέση τιμή. Βέβαια, αυτό εξαρτάται από το μέρος που αποσπούμε, αν είναι το επίχρισμα σε ένα κεραμικό αγγείο ή μεταλλικό αντικείμενο.
- Ουδεμία μεταβολή δεν πρέπει να συμβεί κατά τη συλλογή, μεταφορά και αποθήκευση των δειγμάτων.



ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ

- Στο στάδιο αυτό, το δείγμα μετατρέπεται σε κατάλληλη μορφή (λεπτή τομή, στερεό, σκόνη, διάλυμα) για ανάλυση, ώστε τα συστατικά του ή οι ιδιότητές του να μπορούν να μετρηθούν.
- Η προετοιμασία του δείγματος σχετίζεται με την αναλυτική τεχνική που εφαρμόζεται και τις ιδιότητες που αναλύονται.



ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΑΙ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΧΗΜΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

- Υπάρχουν αρκετές φυσικές μέθοδοι ανάλυσης που εφαρμόζονται γι' αυτόν το σκοπό, οι οποίες θα περιγραφούν στη συνέχεια.
- Οι ποσοστιαίες συγκεντρώσεις των χημικών στοιχείων, ανάλογα με την ευαισθησία των μεθόδων, διακρίνονται σε:
 - ιχνοστοιχεία (μικρότερα από 0,01%),
 - σε ελάχιστα στοιχεία (0,01% - 1%) και
 - σε κύρια ή μεγάλα στοιχεία (> 1%).



ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ

- Διάφορες στατιστικές μέθοδοι και υπολογιστικές διαδικασίες εφαρμόζονται με τη βοήθεια Η/Υ για την εκτίμηση των αναλυτικών δεδομένων.



ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ ΚΑΙ ΑΝΑΛΥΣΗΣ

- Οι τεχνικές δειγματοληψίας και ανάλυσης διακρίνονται σε: α) καταστροφικές και β) μη καταστροφικές.
- α) *καταστροφικές*: αποσπάται δείγμα λίγων γραμμαρίων ή χιλιοστών του γραμμαρίου το οποίο στη συνέχεια γίνεται είτε λεπτόκοκκος σκόνη είτε διάλυμα.
- β) *μη καταστροφικές*: Στις μεθόδους μη καταστροφικής ανάλυσης και γενικότερα διερεύνησης αρχαιολογικών υλικών περιλαμβάνονται οι παρακάτω:
 - 1) *ακτίνες-Χ φθορισμού* (χημικές αναλύσεις),
 - 2) *σκέδαση Compton για χαρτογράφηση χημικών στοιχείων*,
 - 3) *φασματοσκοπία-γ* (π.χ. σε γυάλινα),
 - 4) *τομογραφία 3D με ακτίνες-χ ή γ*,
 - 5) *αυτοραδιογραφία με νετρόνια* (π.χ. σε ελαιογραφίες),
 - 6) *ραδιογραφία*,
 - 7) *υπέρηχοι* (π.χ. για την εξέταση μαρμάρινων μνημείων),
 - 8) *υπέρυθρος φασματοσκοπία Φουριέ* (π.χ. σε χαρτί),
 - 9) *γεωραντάρ* (αρχαιότητες στο υπέδαφος),
 - 10) *σύστημα μικροσκοπίου και βίντεο*.

