

# ΑΤΟΜΙΚΟ ΜΙΚΡΟΣΚΟΠΙΟ ΔΥΝΑΜΗΣ

## (Atomic Force Microscopy)

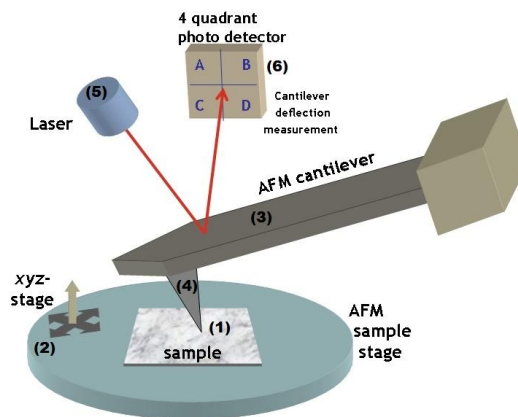
Τεμούρ Μαζούντοβ

### ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στα τέλη της δεκαετίας του 80 καθώς η τεχνολογία αναπτυσσόταν όλο και περισσότερο δημιουργήθηκε η ανάγκη για την παροχή 3D εικόνας των επιφανειών σε ατομική κλίμακα. Εφόσον με το οπτικό μικροσκόπιο έχουμε όριο περίθλασης, η μελέτη επιφανειών έπρεπε να γίνει με άλλο τρόπο. Η λύση ήρθε από την κατασκευή ενός μικροσκοπίου σάρωσης σήραγγας (STM) από τον Gerd Binnig και τον Heinrich Rohrer το 1981 οι οποίοι τιμήθηκαν με βραβείο νόμπελ φυσικής το 1986. Ωστόσο το STM μπορούσε να μελετήσει μόνο επιφάνειες οι οποίες ήταν ηλεκτρικά αγωγίμες. Έτσι ο Binnig ανέπτυξε το AFM το οποίο μπορούσε να μελετήσει όλες τις επιφάνειες, αγωγίμες και μη.

### ΜΕΡΗ ΑΠΟ ΤΑ ΟΠΟΙΑ ΑΠΟΤΕΛΕΙΤΑΙ

Το AFM αποτελείται από τα παρακάτω κομμάτια:



Εικόνα 1: Σχηματική αναπαράσταση ενός ανιχνευτή AFM. [8]

1. Το δείγμα προς εξέταση
2. Πιεζοηλεκτρικός σαρωτής
3. Βραχίονας
4. Ακίδα
5. Διοδικό laser
6. Φωτοδίοδος

### ΑΡΧΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ

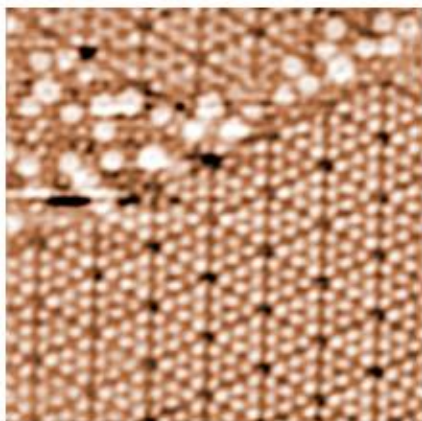
Η λειτουργία βασίζεται στις δυνάμεις αλληλεπίδρασης της ακίδας με την επιφάνεια. Η ακίδα πλησιάζει την επιφάνεια του δείγματος σε πολύ μικρή απόσταση και παρατηρούμε μια παραμόρφωση του βραχίονα λόγω των δυνάμεων αλληλεπίδρασης. Οι δυνάμεις αλληλεπίδρασης μπορούν να περιγραφούν με τη θεωρία Van der Waals. Το συνολικό δυναμικό αλληλεπίδρασης μεταξύ δυο ατόμων σε απόσταση  $r$  μεταξύ τους μπορεί να προσεγγιστεί από την συνάρτηση Lennard – Jones:

$$V_{LJ}(r) = \frac{A}{r^{12}} - \frac{B}{r^6}$$

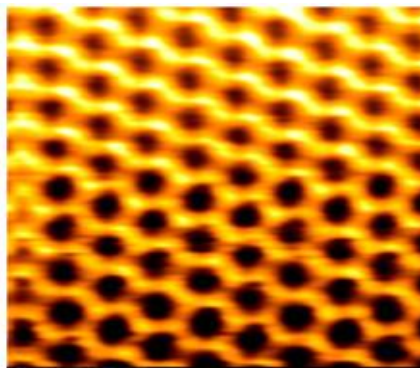
όπου A και B σταθερές.

Υπάρχουν 3 βασικοί τρόποι λειτουργίας του AFM.

- **Ημιαστατική επαφή (Contact Mode)**
- **Ταλαντούμενη επαφή (Non contact Mode)**
- **Διακοπτόμενη επαφή (Tapping Mode)**



Εικόνα 2: Η αναδόμηση της επιφάνειας (111) του Si χρησιμοποιώντας την τεχνική tapping mode.[10]



Εικόνα 3: Η ατομική δομή του γραφίτη. Μπορούμενα διακρίνουμε την εξαγωνική κρυσταλλική δομή του. [7]

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. [http://en.wikipedia.org/wiki/Atomic\\_force\\_microscopy](http://en.wikipedia.org/wiki/Atomic_force_microscopy)
2. **Atomic Force Microscope** video lectures 1-5 (<http://nptel.ac.in/courses/103105066/22>)
3. E.Meyer, *Progress in Surface Science*, Institute of Physics, University of Basel, Klingelbergstrasse 82 4056 Basel, Switzerland
4. G.Binnig and C.F. Quate, 1986. **Atomic Force Microscope** (<http://journals.aps.org/prl/pdf/10.1103/PhysRevLett.56.930>)
5. Λυδατάκη,Στυλιανή, “ **Μελέτη στο μικροσκόπιο ατομικών δυνάμεων (ΜΑΔ) atomic force microscope (AFM) φυσιολογικού κερατοειδούς και κερατοειδούς μετά από φωτοδιαθλαστική κερατεκτομή με excimer laser**” Διδακτορική διατριβή, Πανεπιστήμιο Κρήτης 2005
6. Κοράλλη Παναγιώτα «**Μικρο-επεξεργασία λεπτού υμενίου μολυβδενίου (Mo) με laser για εφαρμογή στη φωτοβολταϊκή τεχνολογία**», Ε.Μ.Π Αθήνα 2010
7. <http://www.physik.uni-augsburg.de/exp6/imagegallery/afmimages/afm-image-graphite.jpg>
8. [http://simple.wikipedia.org/wiki/Atomic\\_force\\_microscope](http://simple.wikipedia.org/wiki/Atomic_force_microscope)
9. [http://chemwiki.ucdavis.edu/Physical\\_Chemistry/Intermolecular\\_Forces/Lennard-Jones\\_Potential](http://chemwiki.ucdavis.edu/Physical_Chemistry/Intermolecular_Forces/Lennard-Jones_Potential)
10. <http://www.spmtips.com/library-materials-research-mechanical-properties.lib>