

Τομέας Φυσικής
Σχολή Εφαρμοσμένων Μαθηματικών και Φυσικών Επιστημών
Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο

Φυσικές ιδιότητες υλικών – Χαρακτηρισμός υλικών

ΜΕΛΕΤΗ ΥΛΙΚΩΝ

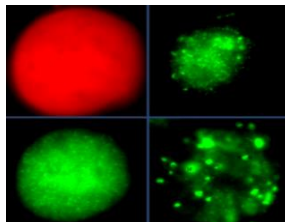
ΔΙΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΦΑΣΜΑΤΟΣΚΟΠΙΑ

ΘΕΡΜΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

ΡΟΦΗΣΗ / ΔΙΑΧΥΣΗ ΝΕΡΟΥ

πολυμερή
βιοϋλικά
πορώδη υλικά
νανοσύνθετα πολυμερή
κολλοειδή
βιολογικά υλικά

Αλληλεπίδραση ακτινοβολίας με τη βιολογική ύλη



Εργαστήριο Μελέτης Βλαβών DNA

Προσωπικό

2 μέλη ΔΕΠ

Αλέξανδρος Γεωργακίλας (Αναπλ. Καθηγητής)

Απόστολος Κυρίτσης (Αναπλ. Καθηγητής)

πρόσφατα αφυπηρετήσαντες:

Πολύκαρπος Πίσσης (Καθηγητής)

Βασίλειος Πέογλος (Επικ. Καθηγητής)

Λάζαρος Απέκης (Ομότιμος Καθηγητής)

Κώστας Χριστοδουλίδης (Ομότιμος Καθηγητής)

Δέσποινα Νταουκάκη (Αναπλ. Καθηγήτρια)

Πόπη Βάρτζελι (Επικ. Καθηγήτρια)

Αμαλία Κώνστα (Ομότιμη Καθηγήτρια)

2 μεταδιδάκτορες ερευνητές

Δρ. Σωτηρία Κρυπτωτού

Δρ. Κλώνος Παναγιώτης

7 υποψήφιοι διδάκτορες

Διονυσία Αραβοπούλου

Όλγα Βασιλειάδου

Δημοσθένης Γεωργόπουλος

Ιφιγένεια Μαυραγάνη

Μαρία Σούλη

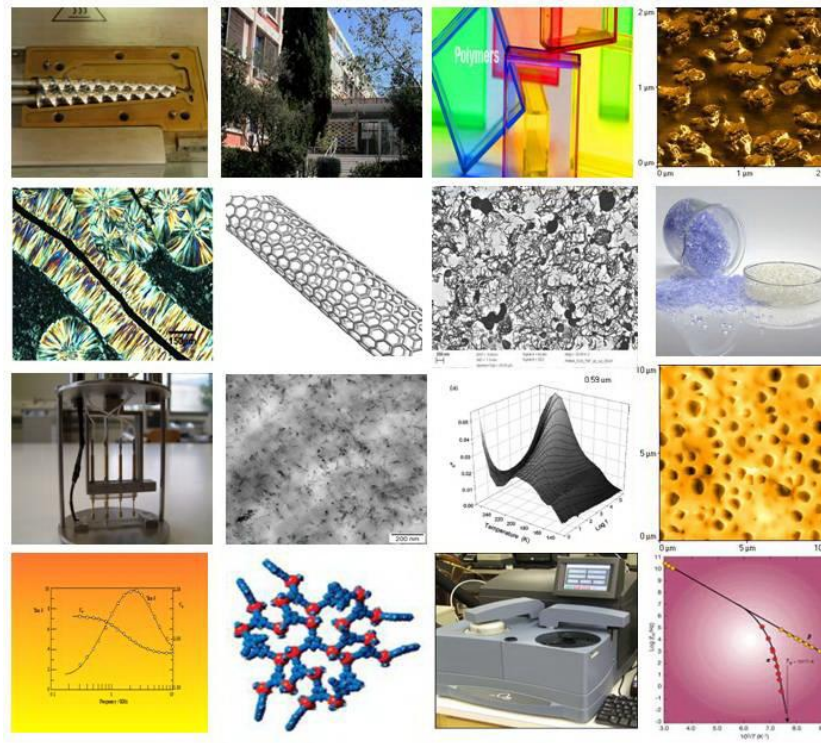
Ιωάννα Τρέμη

Χρήστος Χατζημανώλης-Μουστάκας

6 προπτυχιακοί και 7 μεταπτυχιακοί φοιτητές
(για εκπόνηση διπλωματικών και μεταπτυχιακών εργασιών)

Περισσότερα στοιχεία για τον εξοπλισμό της ομάδας, τα ερευνητικά ενδιαφέροντα, τις δραστηριότητες, το προσωπικό και τις δημοσιεύσεις

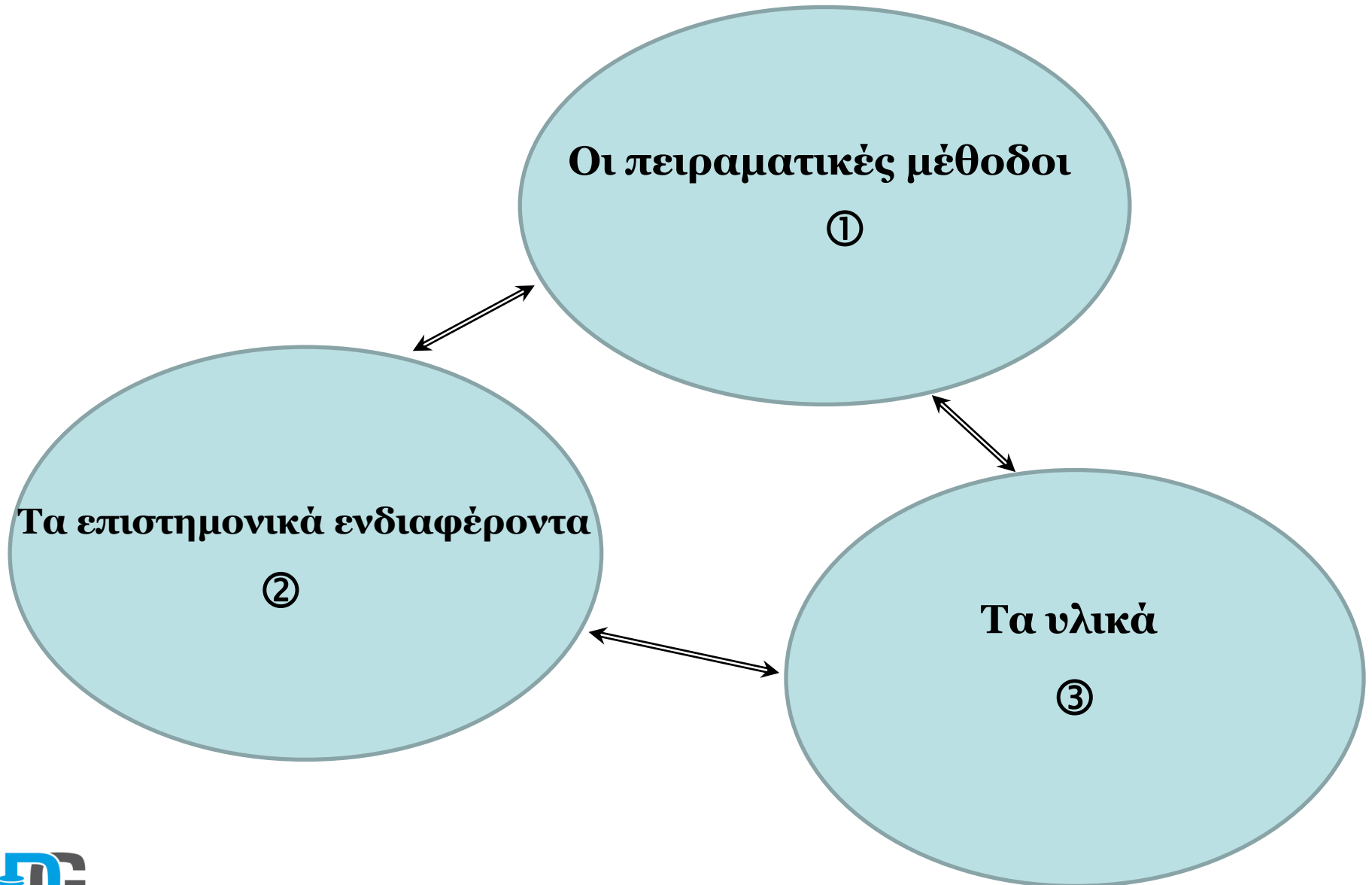
(στην ιστοσελίδα της ομάδας: <http://dielectricsgroup.physics.ntua.gr>)



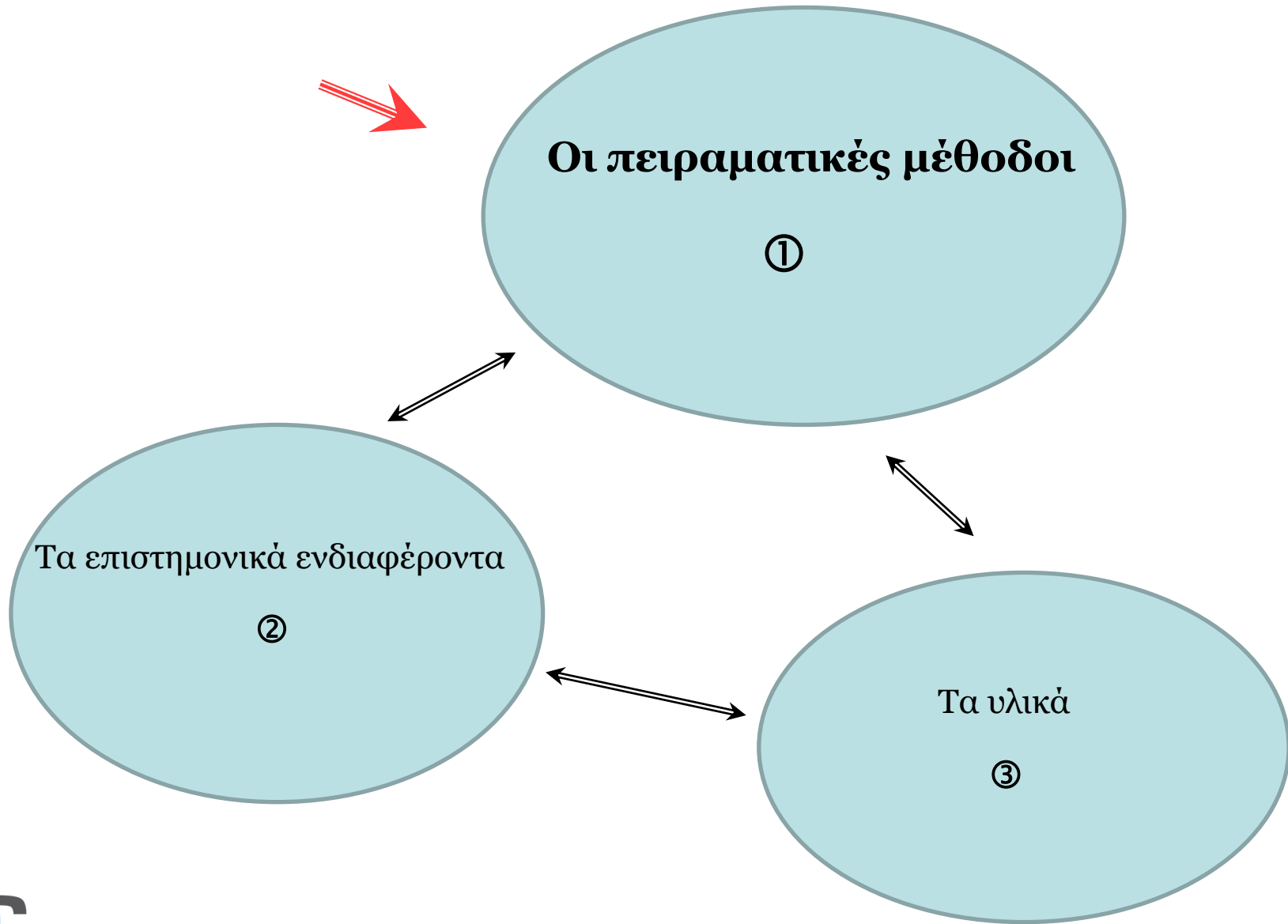
Η παρουσίαση της ερευνητικής δραστηριότητας έχει τρεις άξονες :

- ① Οι πειραματικές μέθοδοι – ο πειραματικός εξοπλισμός (έγινε αναφορά από Δ. Τσουκαλά)
- ② Τα επιστημονικά ερωτήματα που, συνήθως, μας απασχολούν (άρρηκτα συνδεδεμένα με τις πειραματικές δυνατότητες του εργαστηρίου)
- ③ Τα υλικά που αποτελούν το αντικείμενο μελέτης (δεν θα γίνει αναφορά λόγω χρονικού περιορισμού)

Το τρίπτυχο της παρουσίασης:

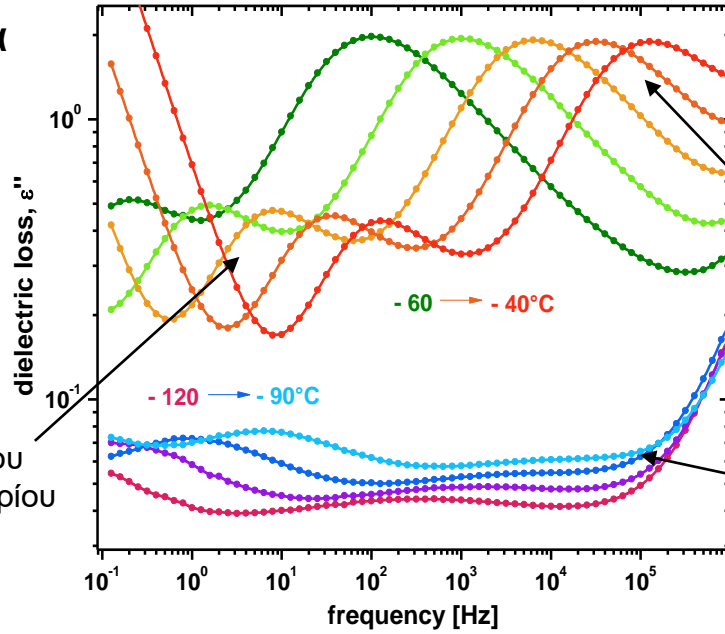


Το τρίπτυχο της παρουσίασης:



Η Διηλεκτρική Φασματοσκοπία επιτρέπει τη μελέτη της δυναμικής των υλικών σε μοριακό επίπεδο

Μοριακή κινητικότητα υλικών

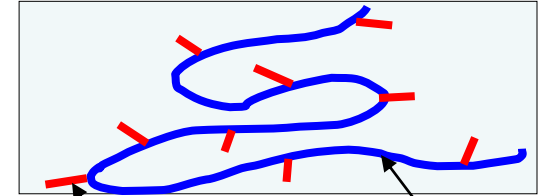


δίπολα α
Δυναμική όλου του μακρομορίου (~ 10 nm)

Συnergασιακές κινήσεις μακρομορίων (2 - 4 nm)

δίπολα β
Τοπικές κινήσεις (< 1 nm)

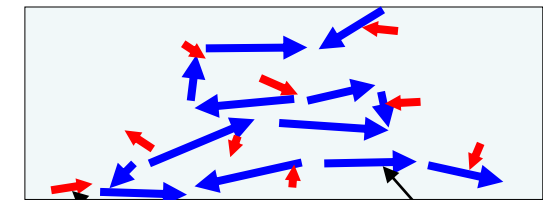
Χημική Εικόνα του Πολυμερούς



πλευρική ομάδα

πολυμερική αλυσίδα

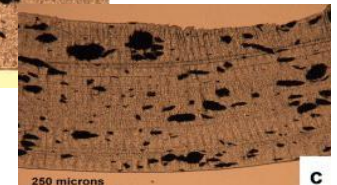
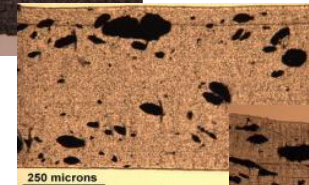
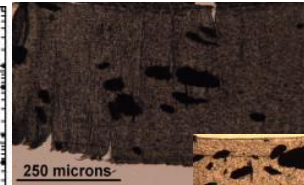
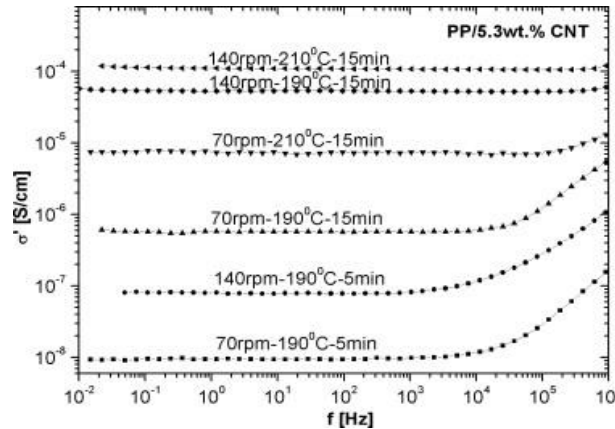
Διηλεκτρική Εικόνα



δίπολα β

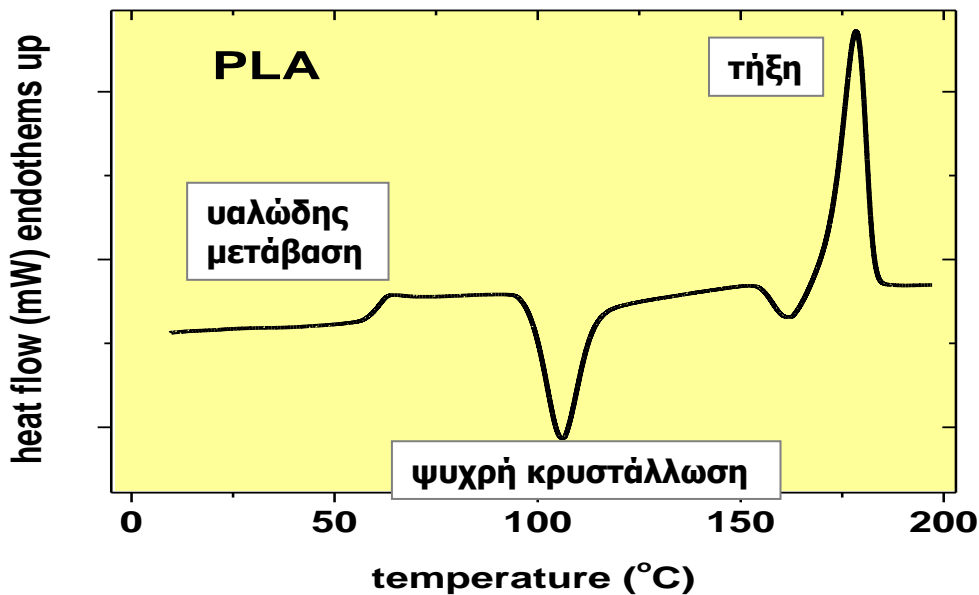
δίπολα α

Ηλεκτρική αγωγιμότητα υλικών



c

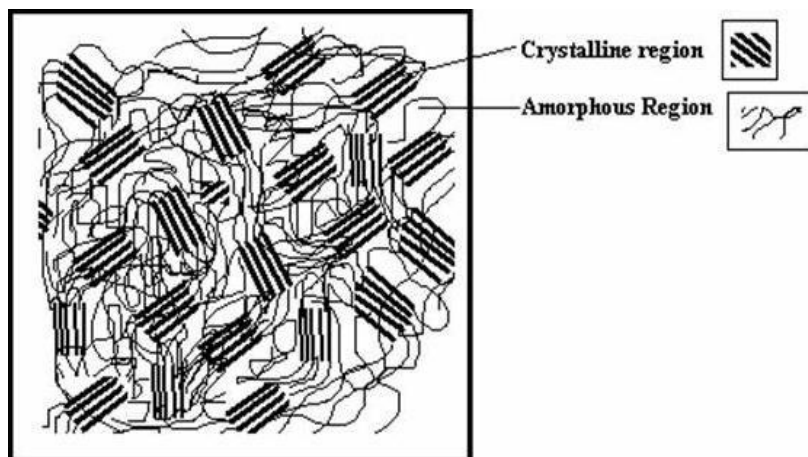
Πειράματα **θερμικής ανάλυσης** (κύρια **Διαφορικής Θερμιδομετρίας Σάρωσης** και **Θερμικής Αγωγιμότητας**) επιτρέπουν τη μελέτη των **αλλαγών φάσεων** στα υλικά και χαρακτηρίζουν τον τρόπο απορρόφησης και διάδοσης θερμότητας στα υλικά



Glass transition of amorphous phases

Crystallization / melting phenomena

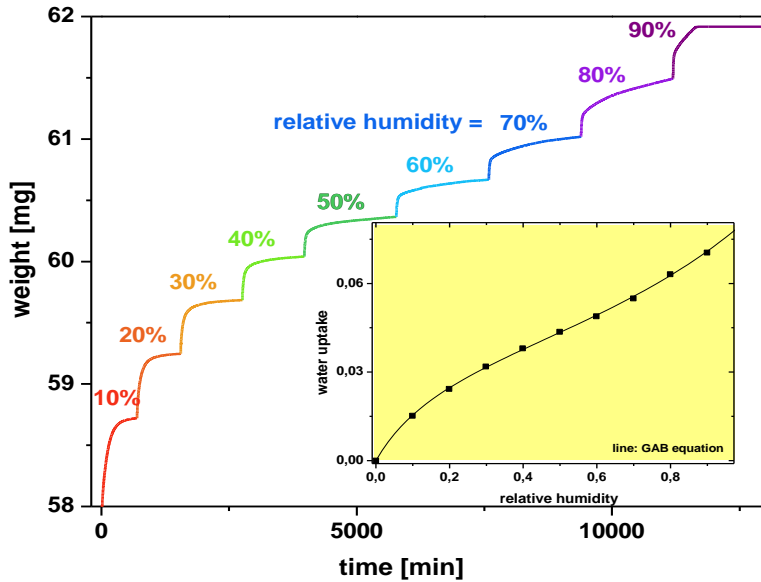
Phase transitions – Other first order transitions



Measurements of heat capacity

Measurements of **thermal conductivity**

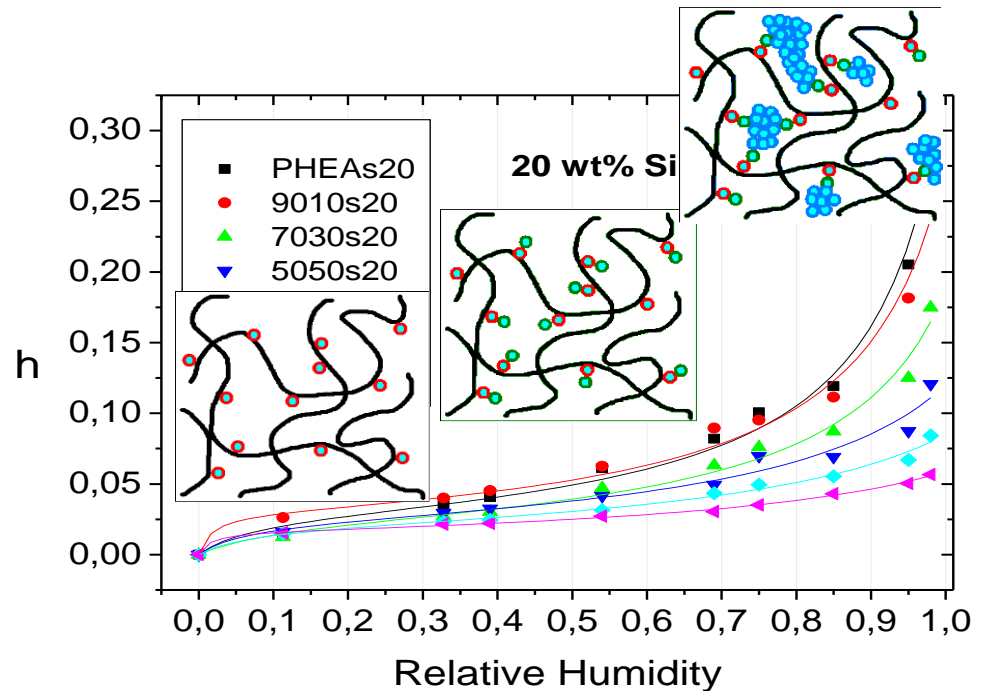
Πειράματα **ρόφησης / διάχυσης νερού** επιτρέπουν τη μελέτη της οργάνωσης του νερού που απορροφάται από το υλικό και των επιπτώσεων στις ιδιότητες του υλικού



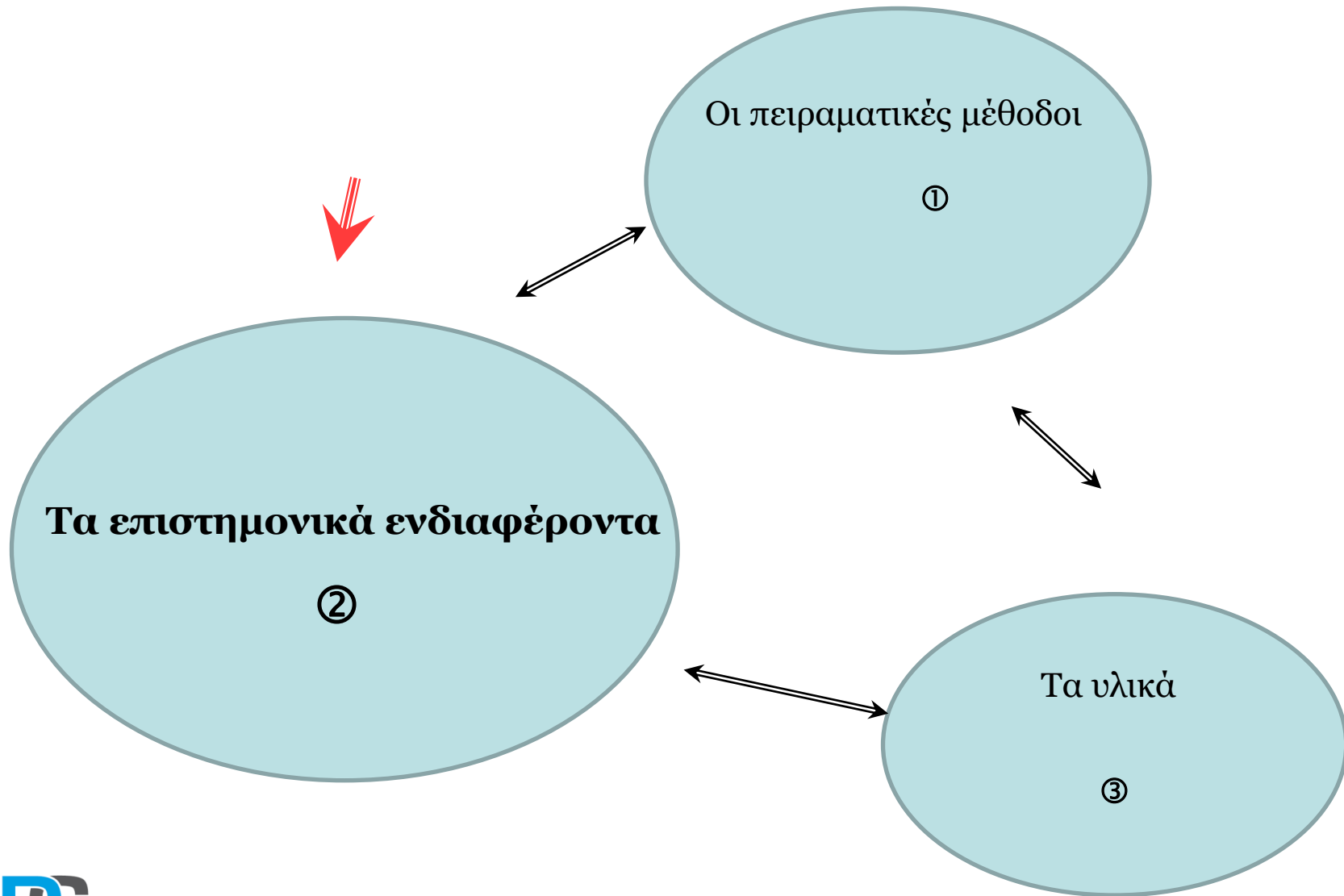
**Δυναμικές μετρήσεις
ρόφησης νερού**

**Μετρήσεις ισόθερμης
Υδάτωσης/αφυδάτωσης**

πρωτογενείς **θέσεις υδάτωσης**
συσσωμάτωμα νερού
δέσμιο, ελεύθερο νερό
συντελεστής διάχυσης μορίων νερού



Το τρίπτυχο της παρουσίασης:

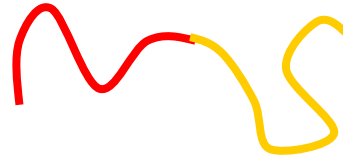


I> Σύνδεση δομής και μορφολογίας υλικών με ιδιότητες

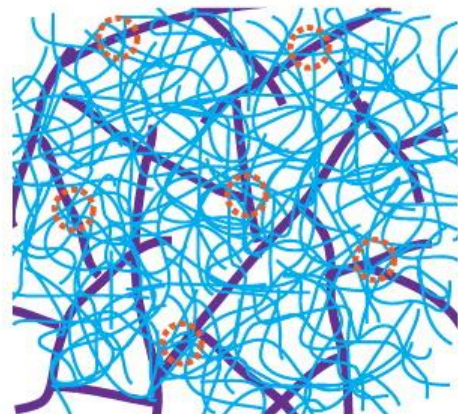
Πολυμερή με ποικίλες αρχιτεκτονικές

✓ Ομοπολυμερή – ημικρυσταλλικά, υψηλών θερμοκρασιών ή εύκαμπτα πολυμερή

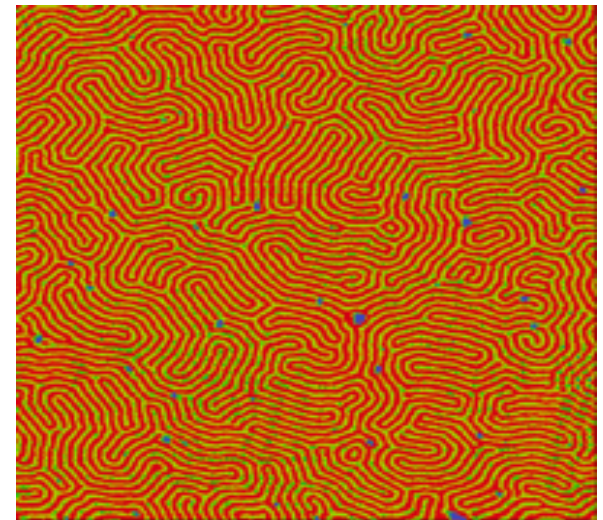
✓ Συμπολυμερή (κατά συστάδες)



✓ Δίκτυα πολυμερών



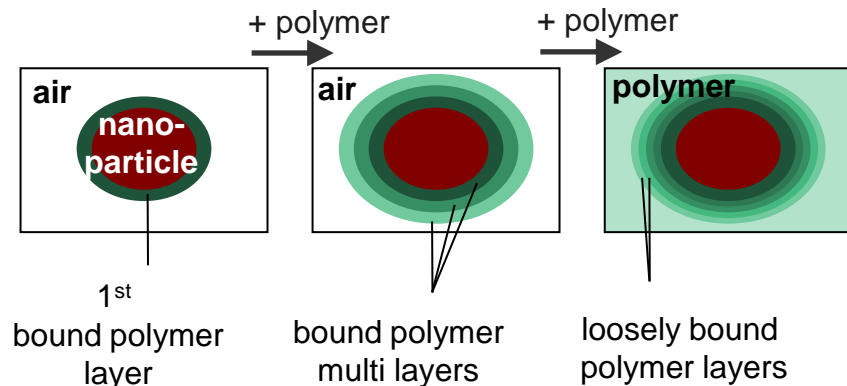
— network1 (hard)
— network2 (soft)
○ physical/chemical pinning point



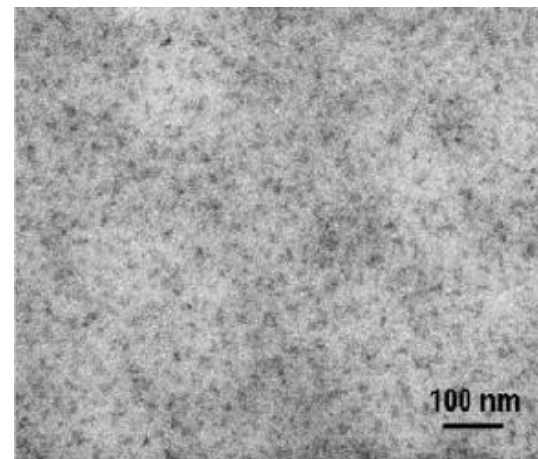
Poly(styrene) and poly(methyl methacrylate) copolymer

Υβριδικά νανοσύνθετα πολυμερικά υλικά

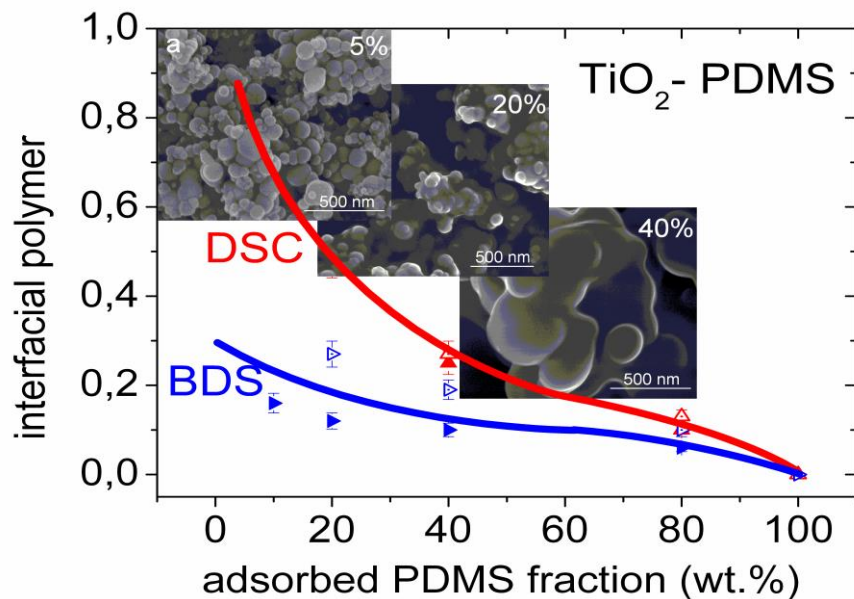
Polydimethylsiloxane (PDMS)/silica



Core-shell morphology



Conventional PNCs



Η ηλεκτρονική μικροσκοπία

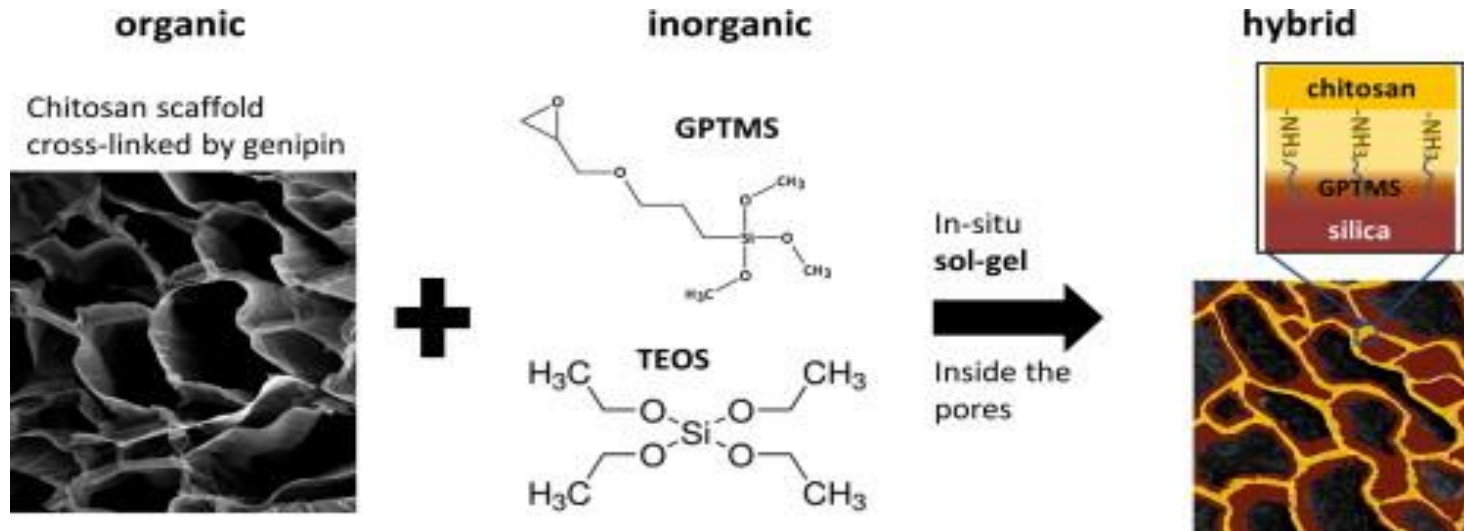
Σάρωσης (SEM)

και

Διέλευσης (TEM)

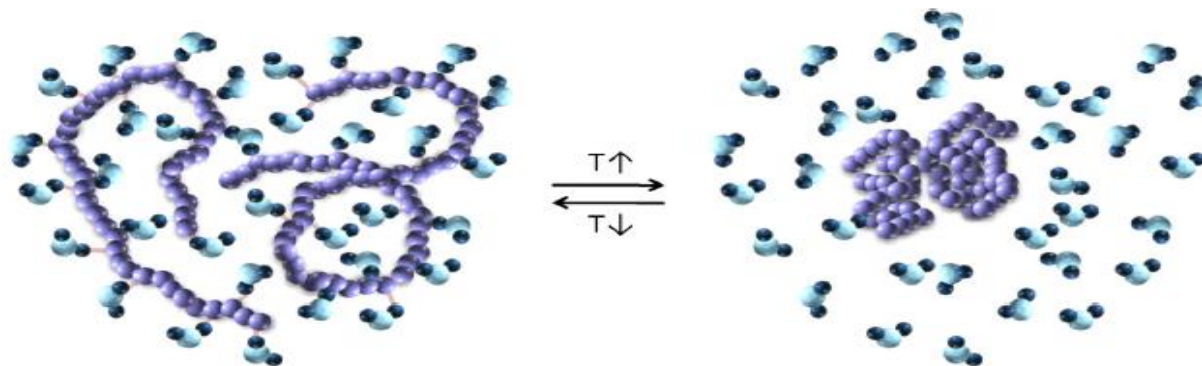
είναι χρήσιμα εργαλεία για την
έρευνα στην περιοχή της
Νανοτεχνολογίας

Ίκριώματα Συνθετικών Ιστών - Βιοϋλικά



Κολλοειδή θερμο-ανταποκρινόμενα συστήματα

Ευαίσθητη ισορροπία υδρόφιλων και υδρόφοβων αλληλεπιδράσεων

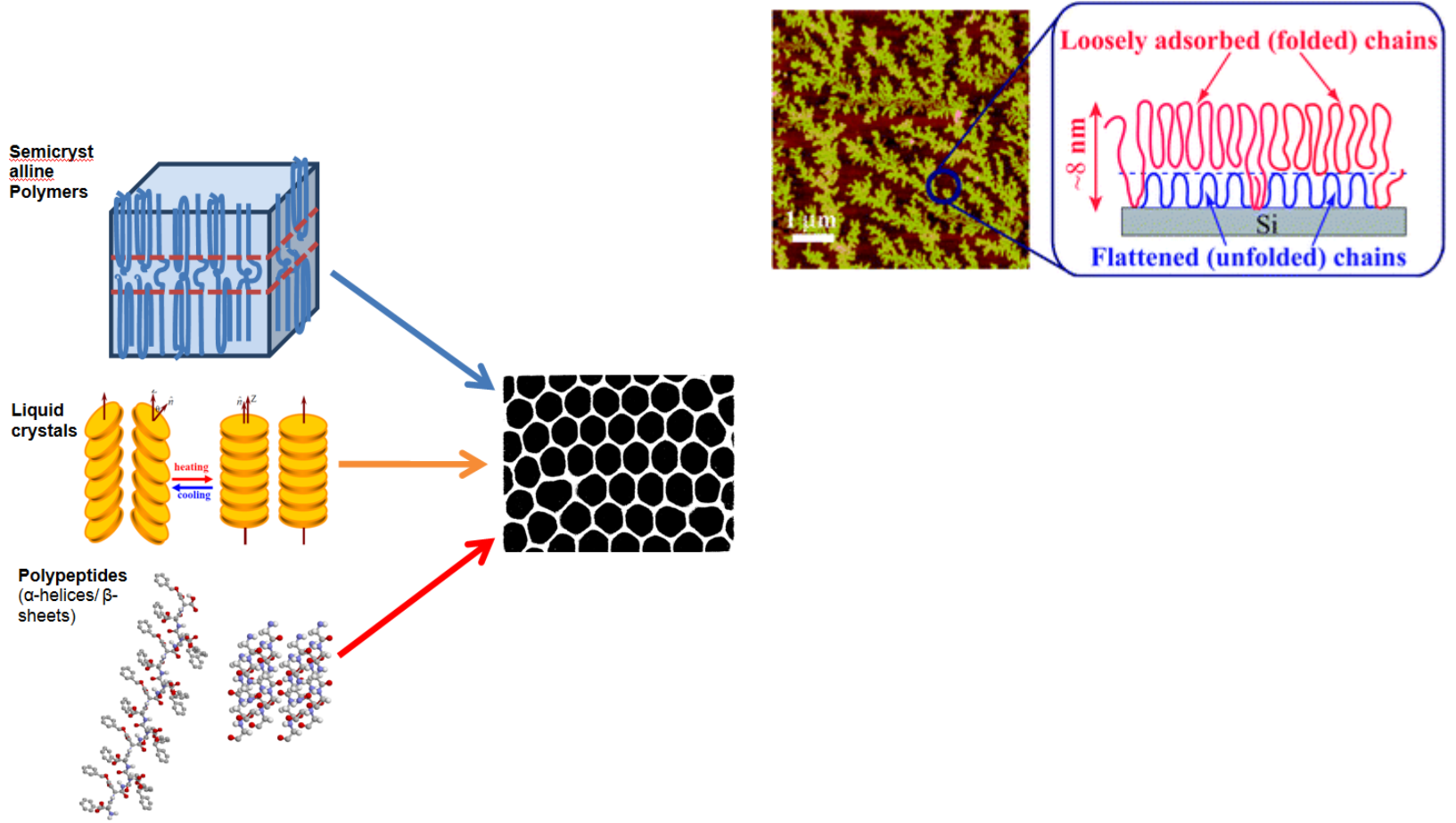


Hydrophilic coils

Hydrophobic globules

Ια> Ιδιότητες υλικών υπό χωρικό περιορισμό – Πολύ λεπτά υμένα

- ✓ Άμορφα υγρά (και νερό) υπό χωρικό περιορισμό
- ✓ Μακρομόρια υπό χωρικό περιορισμό – Λεπτά υμένα

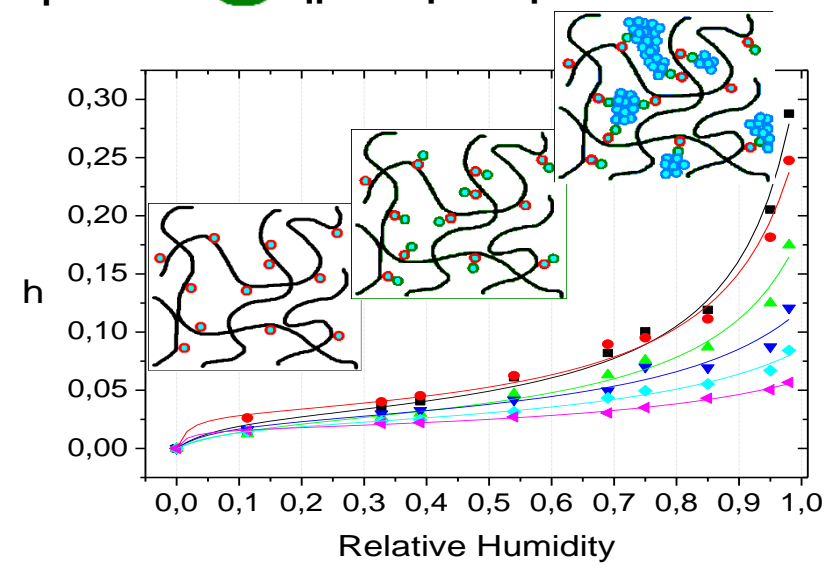


II> Υδάτωση υλικών – Ιδιότητες του νερού στην ύλη

Τεχνητά πολυμερικά συστήματα - ανόργανα υλικά

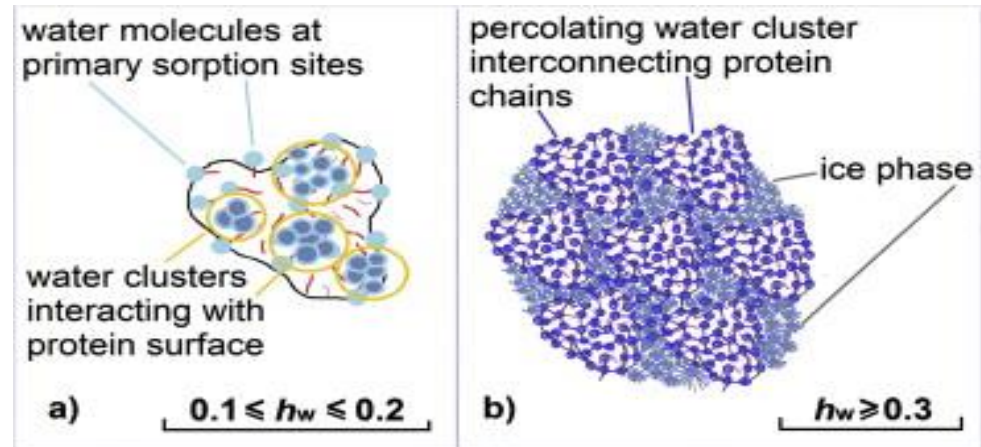
● δέσμιο νερό
 ● ημι-δέσμιο νερό
 ● ελεύθερο νερό

πάγος
 νερό που **δεν παγώνει**
 άμορφο νερό

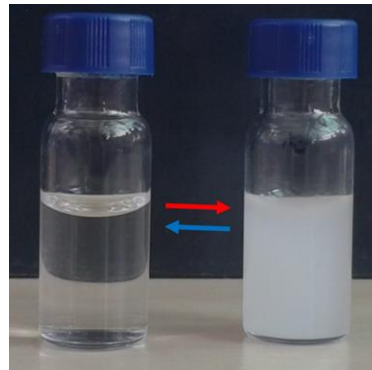
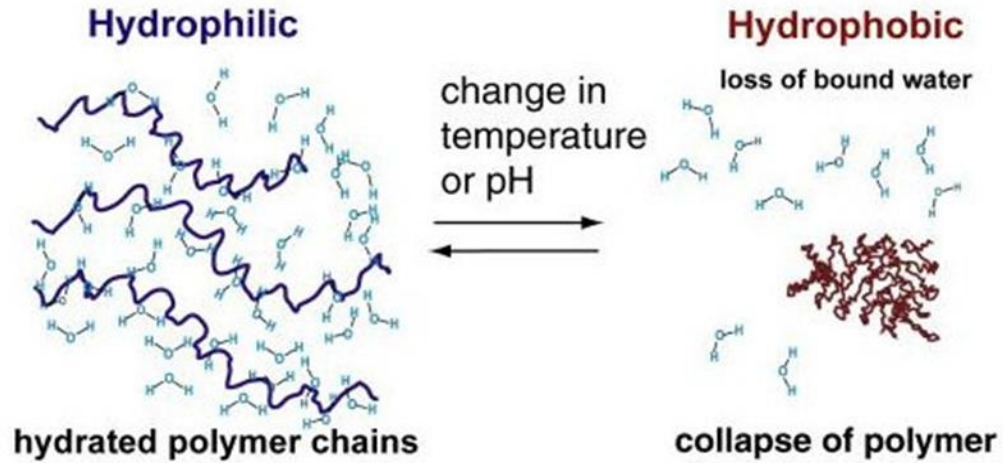


Βιολογικά υλικά (ιστοί, δέρμα κ.α.) - Φυσικά πολυμερικά συστήματα (πρωτεΐνες, DNA)

Οργάνωση μορίων νερού στην πρωτεΐνη λυσοζύμη

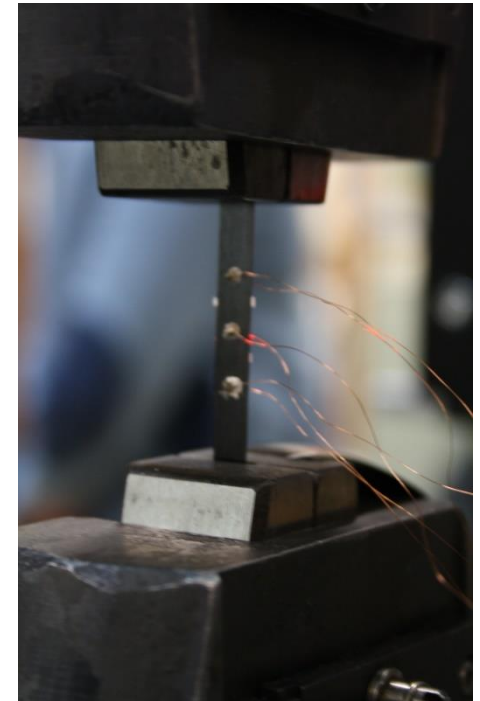
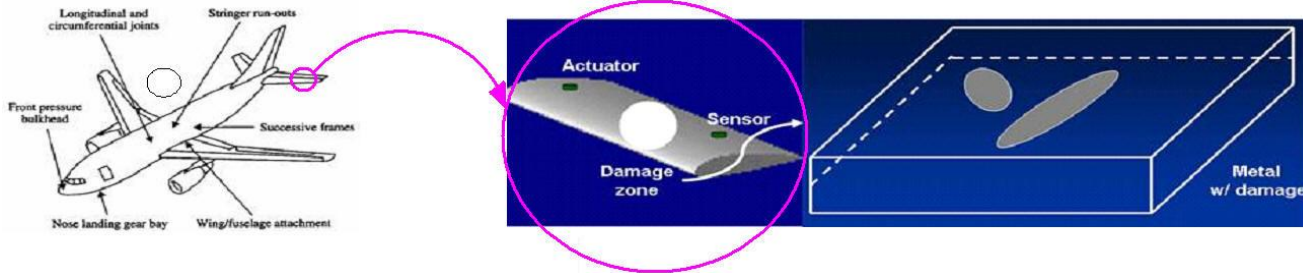


Κολλοειδή – Αυτό-οργανούμενα πολυμερή → Ανταποκρινόμενα πολυμερή



IIα> Αλληλεπίδραση υλικών με μη πολικούς διαλύτες

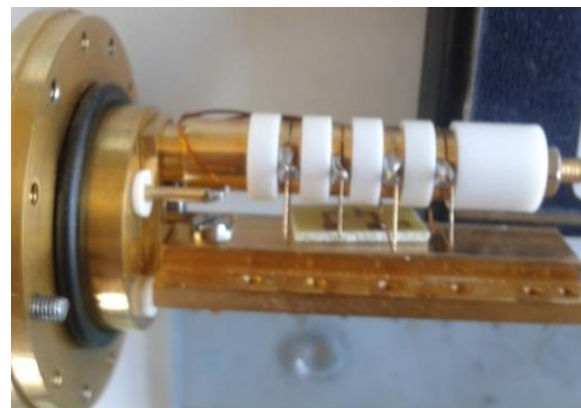
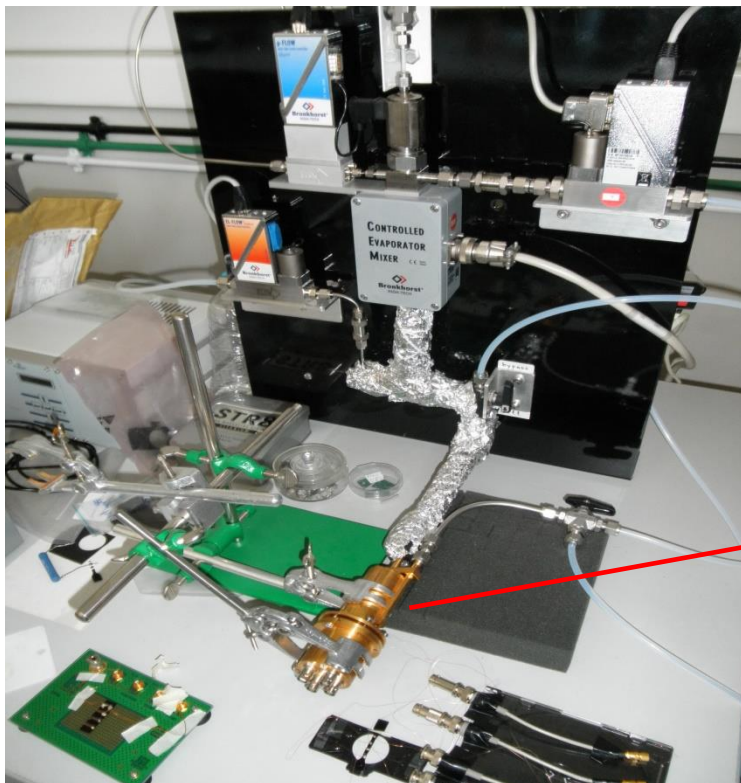
III> Παρακολούθηση δομικής ακεραιότητας κατασκευών (*Health monitoring*)



✓ Επί τόπου παρακολούθηση χημικών διεργασιών (π.χ. σκλήρυνση εποξειδικών ρητινών - curing)



IV> Πολυμερικοί **αισθητήρες** αερίων



V> Θέματα **μετρολογίας** (π.χ. μετρολογική επιβεβαίωση μετρητικού εξοπλισμού)

(Πρόγραμμα πλαίσιο –ΕΛΚΕ 62/304800)

CHARACTERIZATION OF ELECTRICAL, THERMAL AND SORPTION PROPERTIES OF MATERIALS

Investigation of **electrical conductivity** effects, in the frequency range of 10^{-2} - 10^7 Hz, and determination of **dc electrical conductivity** of materials (in the range of 10^{-20} - 10^4 S/m with uncertainty better than 2%, e.g. according to *ASTM-D257*, *ASTM-D4496*). Measurements of 2 and 4 electrodes can be employed. Surface conductivity value can be determined separately from volume conduction effects. Determination of dielectric constant .

Determination of **degree of crystallinity** of materials following several thermal protocols. Study of crystallization kinetics. Determination of **glass transition temperature** , e.g. according to *EN 12614*, *ISO 11357-2*, under various thermal histories of the material. Accurate determination of specific heat capacity of materials and its temperature dependence.

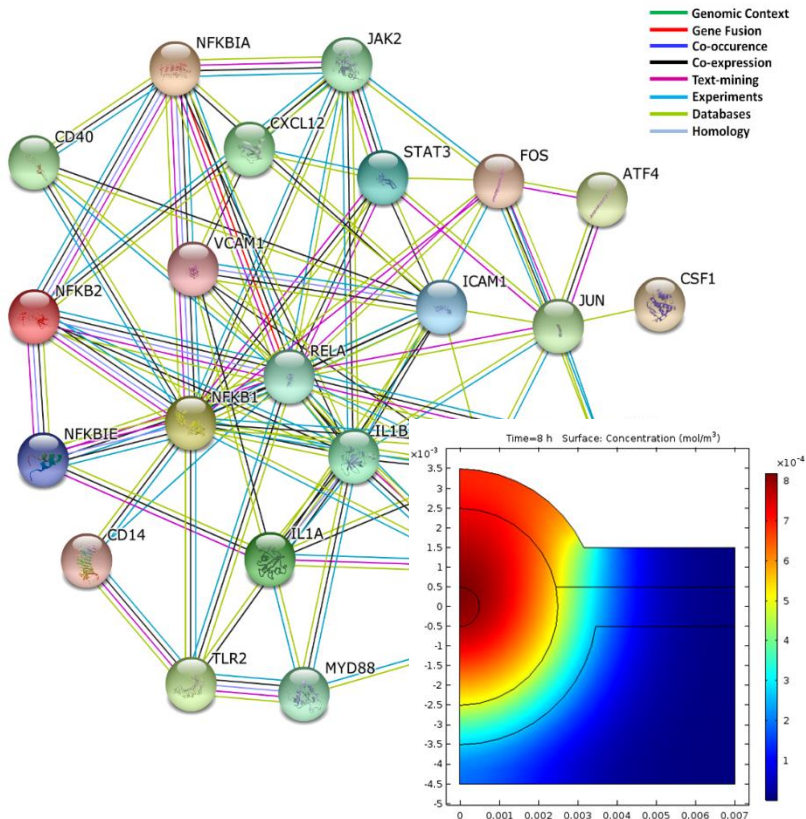
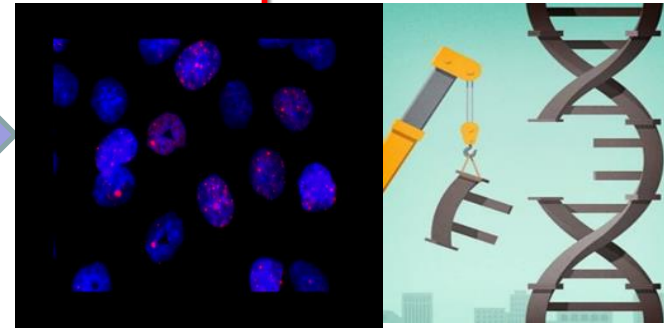
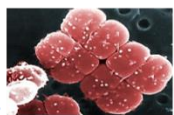
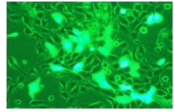
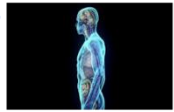
Determination of **thermal conductivity and diffusivity** (in the range of 0.1 to 500 W/mK for thermal conductivity with uncertainty better than 5%, e.g. according to *EN ISO 22007-4*, *ASTM E-1461*).

Investigation of **water and organic solvents vapors sorption effects** on materials, e.g. according to *EN 12088*, *EN ISO 62*. Determination of the relevant diffusion constant and investigation of the sorption kinetics. Determination of the permeability parameters of the materials to various vapors.



Different complexity level

Ionizing radiation



Το εργαστήριό μας ασχολείται κυρίως με:

- Μετρήσεις σύνθετων βλαβών DNA σε ανθρώπινα κύτταρα.

- Χρησιμοποίηση αναπτυγμένων βιοφυσικών και βιοχημικών τεχνικών όπως ηλεκτροφόρηση DNA, μικροσκοπία φθορισμού, διηλεκτρικές μετρήσεις και άλλες.

- Εφαρμογή τεχνικών βιοπληροφορικής και μετανάλυσης για την εξαγωγή χρήσιμων βιοδεικτών σχετικά με την επίδραση ιοντιζουσών ακτινοβολιών αλλά και διάφορων περιβαλλοντικών παραγόντων και νανοσωματιδίων.

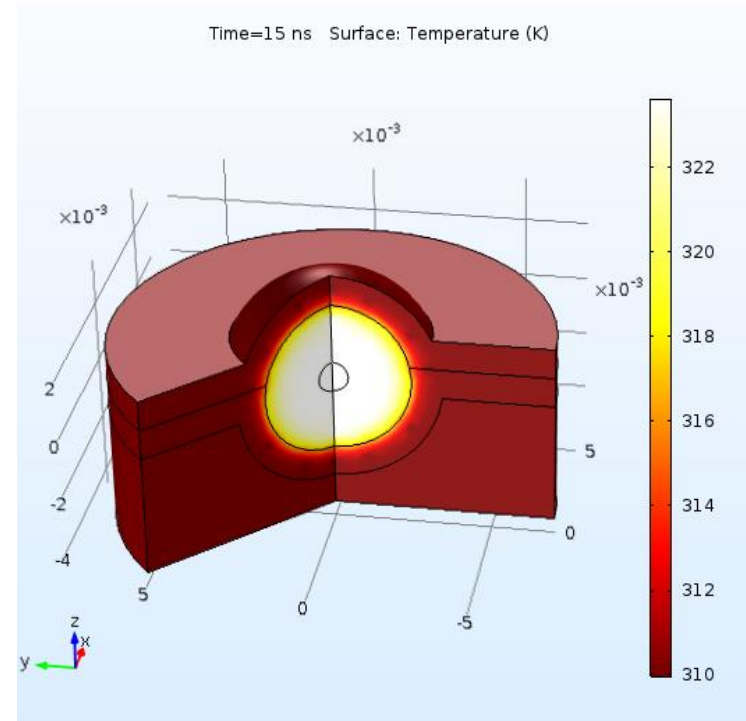
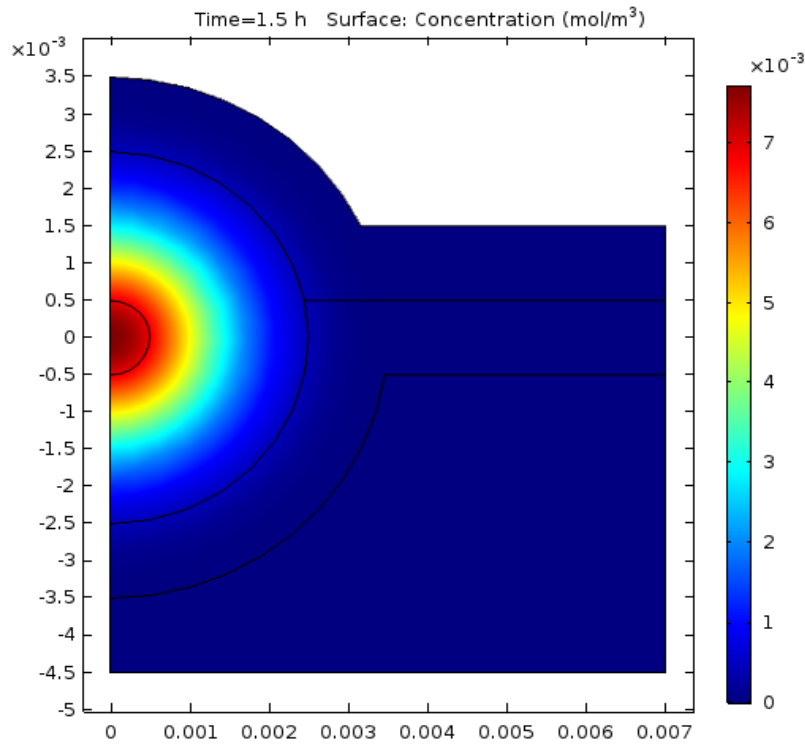
- Προσομοιώσεις Monte Carlo και άλλου είδους σχετιζόμενες με την εκτίμηση των βλαβών DNA στη ακτινοθεραπεία. Υπερθερμία κτλ.

Σε ένα πρόσφατο άρθρο μας μελετήσαμε το ρόλο των νανοσωματιδίων χρυσού στην υπερθερμία και τις βιολογικές τους επιδράσεις

- Dimitriou NM, Tsekenis G, Balanikas EC, Pavlopoulou A, Mitsiogianni M, Mantso T, Pashos G, Boudouvis AG, Lykakis IN, Tsigaridas G and A.G. Georgakilas.

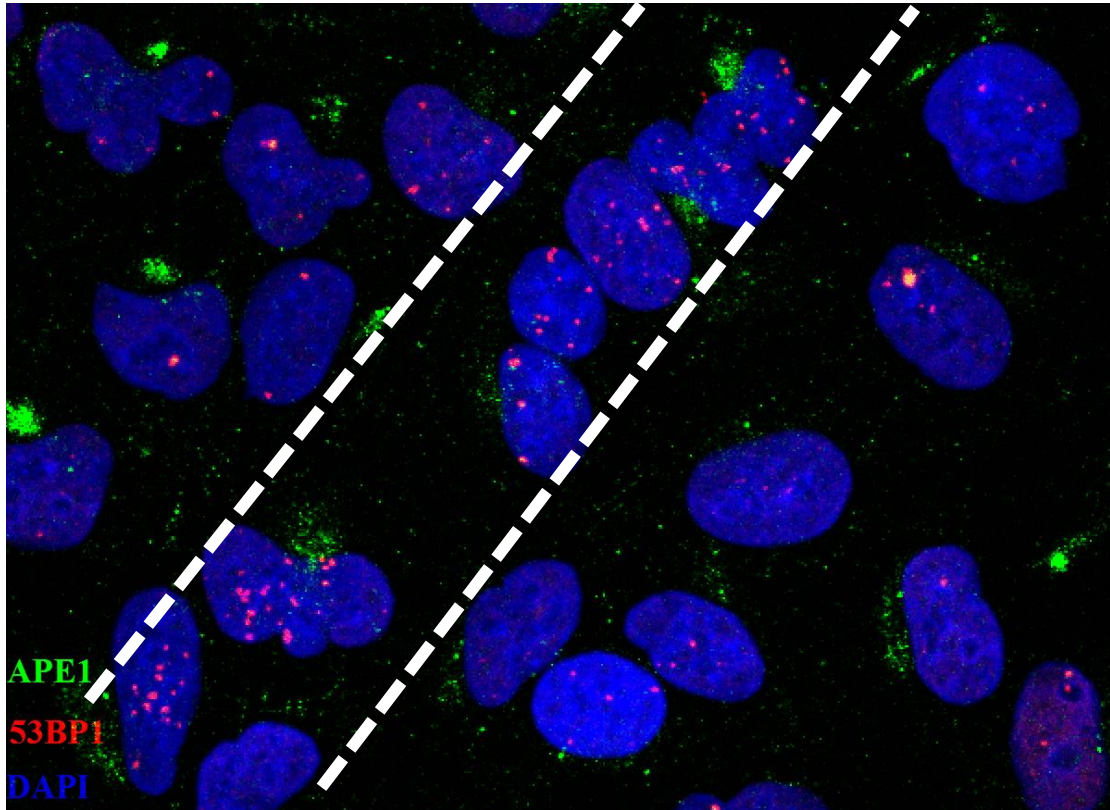
Gold nanoparticles, radiations and the immune system: Current insights into the physical mechanisms and the biological interactions of this new: alliance towards cancer therapy. *Pharmacology & Therapeutics* 2017;S0163-7258:30086-4.

Προβλέποντας την υπερθερμία σε όγκο μέσω νανοσωματιδίων χρυσού με προσομοίωση:



Complex DNA damage foci localization patterns and characteristics

A collaboration with Prof. Iliakis and Dr. Hellweg, Germany, Dr. Olga Martin, Australia



Colocalization of APE1 (green) and 53BP1 (red) foci on A549 cells exposed to Micro-Léman collimated X-rays, 10 min after irradiation .

Measurement of complex DNA damage induction and repair in human cellular systems after exposure to ionizing radiations of varying linear energy transfer (LET).

Nikitaki Z, Nikolov V, Mavragani IV, Mladenov E, Mangelis A, Laskaratou DA, Fragkoulis GI, Hellweg CE, Martin OA, Emfietzoglou D, Hatzi VI, Terzoudi GI, Iliakis G, Georgakilas AG. *Free Radic Res.* 2016 Nov;50(sup1):S64-S78.

Χρήση Διηλεκτρικής Φασματοσκοπίας για ανάλυση βλαβών σε ιστούς ανθρώπου και ζώων:

GRAPHICAL ABSTRACT



Electromagnetic radiations (IR, non-IR)

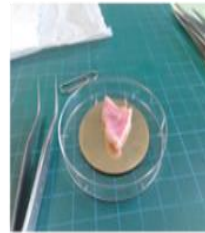


Growing tumor

Cellular stress

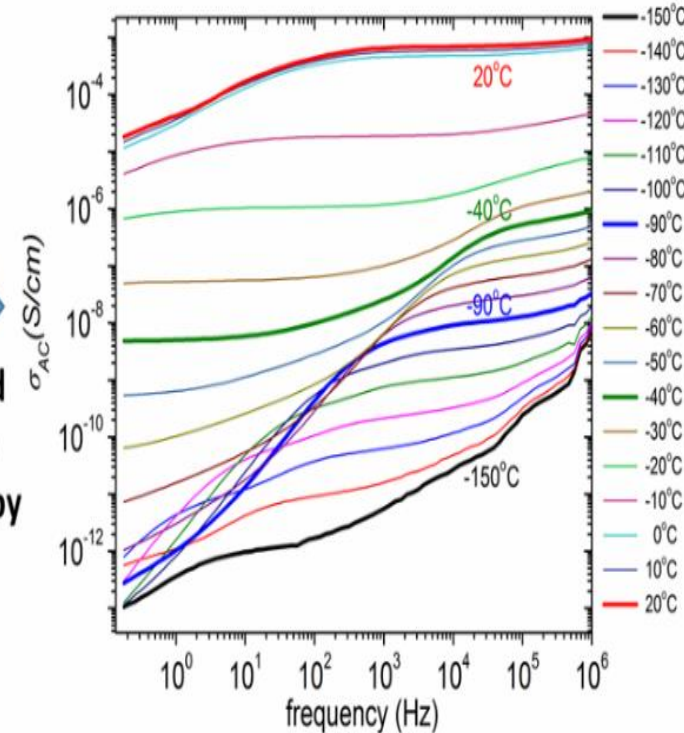


Extraction of tissues human, animal tissues



Broadband Dielectric Spectroscopy

rat cerebellum exposed to DECT

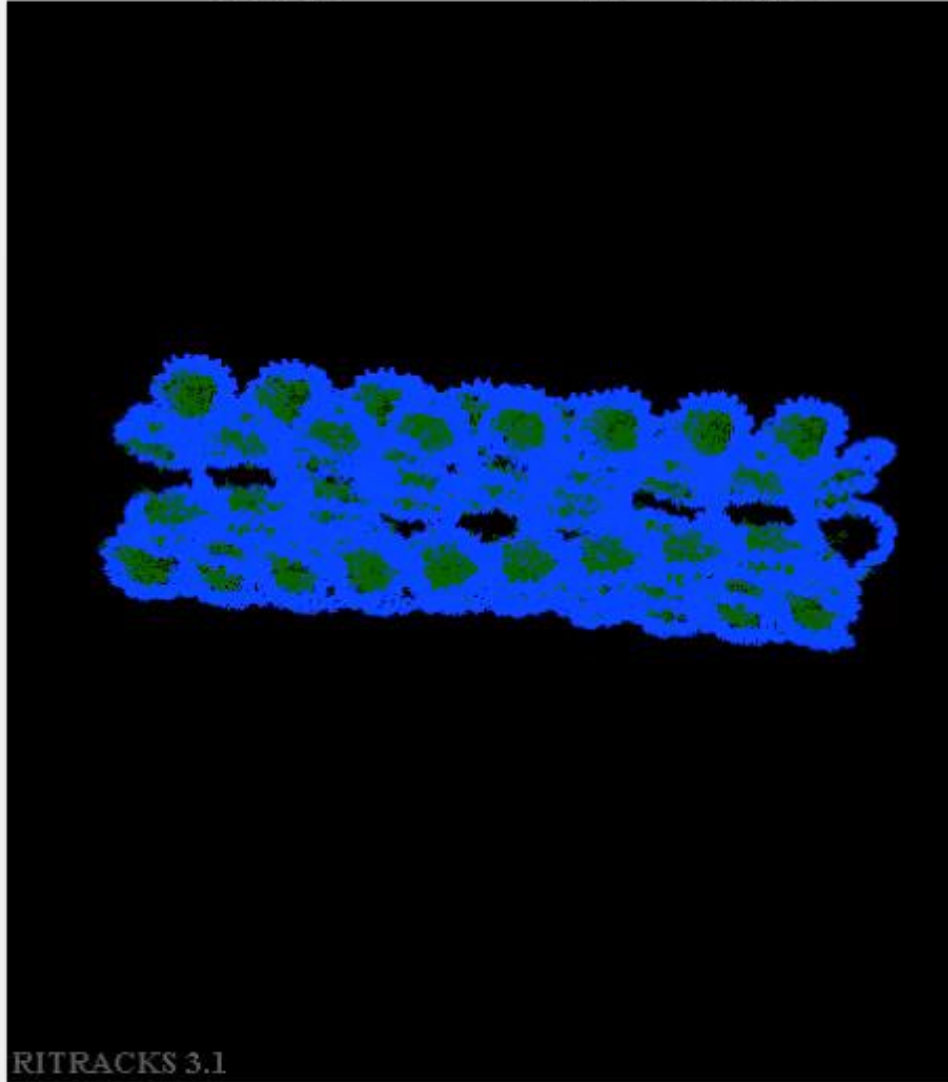


An overview of the use of Broadband Dielectric Spectroscopy (BDS) towards the measurement of biophysical and structural changes in mammalian tissues after exposure to radiations (Ionizing radiation-IR or non-IR) or growing tumors-induced stress. Images of human body and animal obtained by Pixabay and released under Creative Commons CC0.

$^{12}_6\text{C}^{6+}$

50 MeV/amu

Time: 1.000E-16 s



Προσομοιώνοντας
την επίδραση της
ιοντίζουσας
ακτινοβολίας με
Monte Carlo

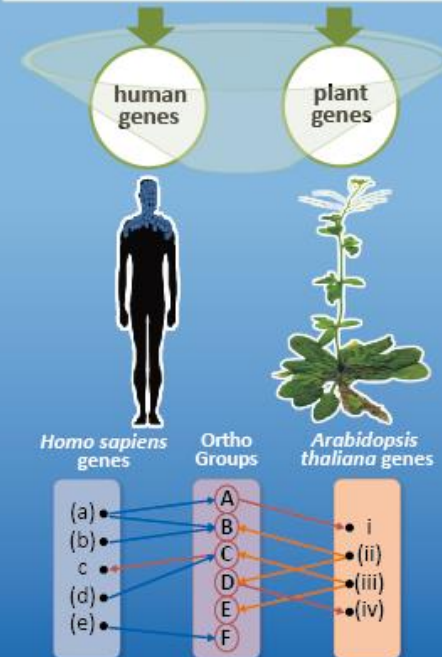
Πρόσφατη αναγνώριση της έρευνας μας στο εξώφυλλο του περιοδικού *Cancers* :



cancers



Radiation (UV, γ , X) response DNA repair



- ✓ Comparative gene analysis between plants and humans
- ✓ Use of a plant-based platform for monitoring responses to genotoxic stress

Bridging Plant and Human Radiation Response and DNA Repair through an In Silico Approach



mdpi.com/journal/cancers
ISSN 2072-6694

Volume 9 • Issue 6
June 2017

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ



• The Georgakilas Group at NTUA

- Zacharenia Nikitaki, A. Pavlopoulou: **Post doc collaborators**
- Ifigenia Mavragani, Spyros Kalospyros, Maria Souli, Tremi Ioanna : **Phd students**
- Gerasimos Pollakis **MSc students**
- Nikos Dimitriou (Currently in McGill), Antreas Ntargaras, Lina Giannakandropoulou, Marianna Kasma, Christina Vasileiou, Dora Michalettou

• Thanks also to my Collaborators outside NTUA

V. Kouloulis, Medical School, National and Kapodistrian University of Athens, Attikon University Hospital, Athens

V. Gorgoulis, School of Medicine, University of Athens, Greece

G. Pantelias, G. Terzoudi, NCSR 'Demokritos', Greece

D. Emfietzoglou, University of Ioannina, Greece

O. Martin, Peter MacCallum Cancer Center, Australia

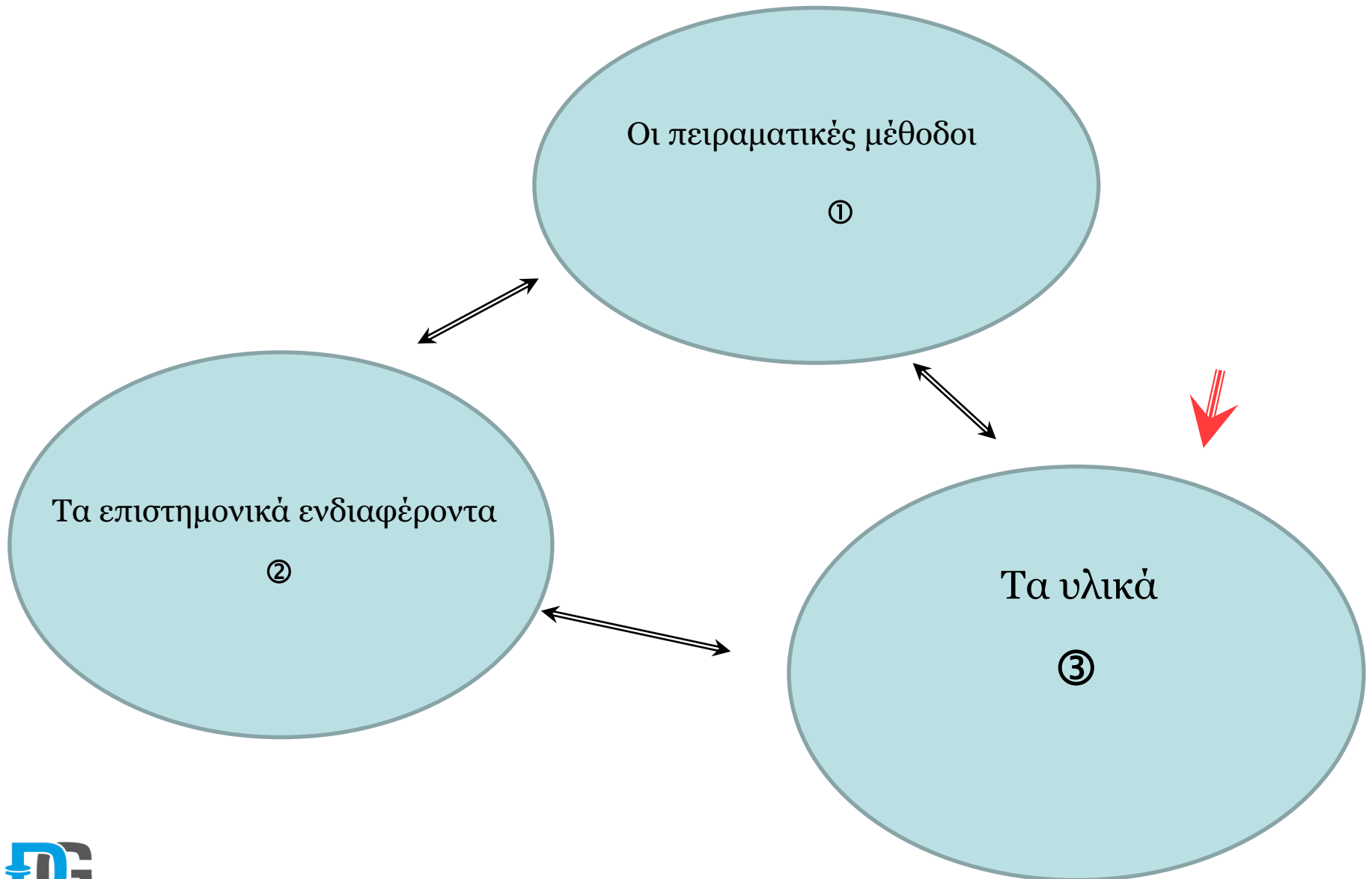
G. Iliakis, University of Essen, Germany

C. Hellweg, Institute of Aerospace Medicine, Germany;

This work partially funded International Union Against Cancer (UICC), EU Marie Curie IRG Grant, Thalís' Grant GSRT Greece. COST Action CM1201. DAAD Grant 'DNA Repair'



Το τρίπτυχο της παρουσίασης:



MATERIALS

- 1> Synthetic **macromolecules**: polymers (several architectures), blends, networks, co-polymers
- 2> Polymeric **nanocomposites: inclusions** (ceramics/oxides, CNTs, graphene, clay, POSS, ...)
several polymeric matrices
- 3> Biopolymers / Tissues / Proteins: **organization of water molecular dynamics**
- 4> Hydrogels (Synthetic – Biomolecules)
- 5> Solutions / Thermoresponsive polymers – Self-assembled structures
- 6> Liquid crystals – Liquid crystalline polymers / ferroelectric polymers)
- 7> Inorganic materials (ceramics, ionic conductors, porous materials like rocks, ...)

Biological materials (DNA, tissues, etc.) – Radiated and stressed