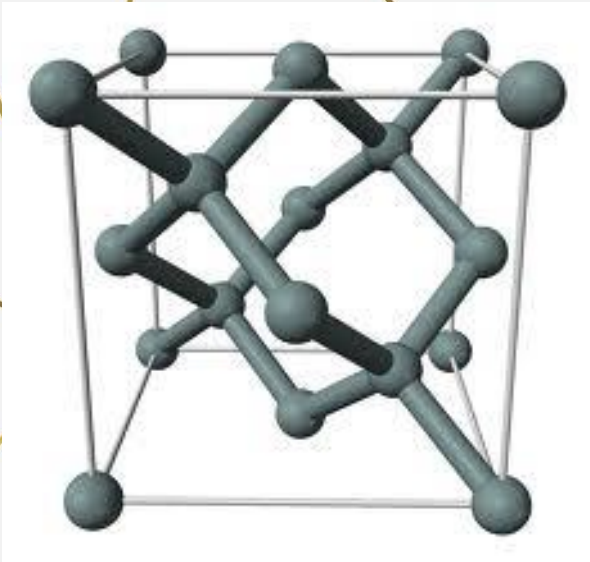
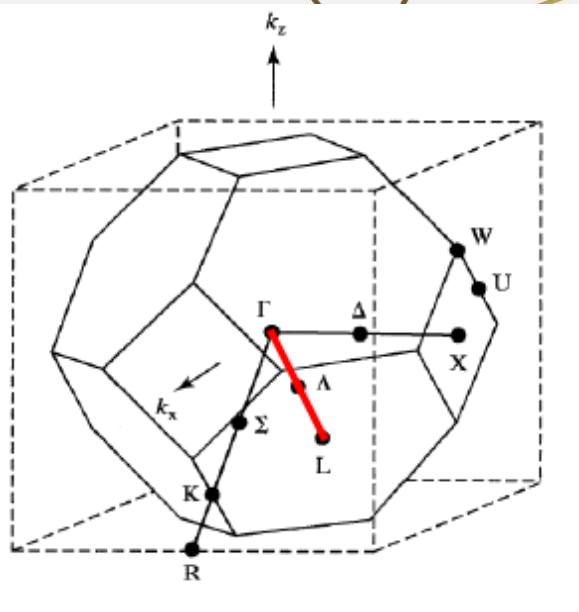




ΤΟΜΕΑΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΣΥΜΠΥΚΝΩΜΕΝΗΣ ΥΛΗΣ



Γ' ΕΞΑΝΗΜΟ 2025-2026

ΕΥΘΥΜΙΟΣ ΣΚΟΡΔΑΣ

<http://solid.phys.uoa.gr/>

ΑΝΘΡΩΠΙΝΟ ΔΥΝΑΜΙΚΟ ΤΟΥ ΤΟΜΕΑ ΦΣΥ

1. ΑΚΑΔΗΜΑΪΚΟ ΠΡΟΣΩΠΙΚΟ

Γαρδέλης Σπυρίδων (Αν. Καθηγητής)-Διευθυντής Τομέα Φυσικής Συμπυκνωμένης Ύλης

Κουτσοκέρας Λουκάς (Επ. Καθηγητής)

Λελίδης Ιωάννης (Αν. Καθηγητής)

Λυκοδήμος Βλάσιος (Αν. Καθηγητής)

Μαυρόπουλος Φοίβος (Καθηγητής)

Παπαθανασίου Αντώνιος (Επ. Καθηγητής)-Διευθυντής του Εργαστηρίου Φυσικής Στερεάς Κατάστασης

Σακέλλης Ηλίας (Επ. Καθηγητής)

Σαρλής Νικόλαος (Καθηγητής)

Σιμσερίδης Κωσταντίνος (Αν. Καθηγητής)

Σκορδάς Ευθύμιος (Αν. Καθηγητής)

Σταμόπουλος Δημοσθένης (Αν. Καθηγητής)

Στεφάνου Νικόλαος (Καθηγητής)

Τσακμακίδης Κοσμάς (Επ. Καθηγητής)

Φραντζεσκάκης Δημήτριος (Καθηγητής)

ΑΝΘΡΩΠΙΝΟ ΔΥΝΑΜΙΚΟ ΤΟΥ ΤΟΜΕΑ ΦΣΥ

2. ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΟ - ΔΙΔΑΚΤΙΚΟ, ΤΕΧΝΙΚΟ & ΔΙΟΙΚΗΤΙΚΟ ΠΡΟΣΩΠΙΚΟ

Γιαννούρη Μαρία (ΕΔΙΠ)

Δημητρόπουλος Βασίλειος (ΕΤΕΠ)

Κύρκος Χρήστος (ΕΤΕΠ)

Λαμπιθιανάκης Γεώργιος (ΕΤΕΠ)

Τζίγκος Σπυρίδων (Διοικητικό Προσωπικό)

Τσαλπατούρου Αγγελική (Γραμματέας του Τομέα Α΄)

Τσέτσερη Μαρία (ΕΔΙΠ)

Φιλιπποπούλου Αναστασία (Διοικητικό Προσωπικό)

ΧΩΡΟΙ ΓΡΑΦΕΙΩΝ ΚΑΙ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΩΝ ΤΟΥ ΤΟΜΕΑ

1^{ος} όροφος



2^{ος} όροφος



ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΕΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ ΤΟΥ ΤΟΜΕΑ ΦΣΥ

Οι βασικές κατευθύνσεις του Τομέα Φυσικής Συμπυκνωμένης Ύλης ή διαφορετικά τα γνωστικά αντικείμενα των μελών ΔΕΠ του Τομέα είναι τα ακόλουθα:

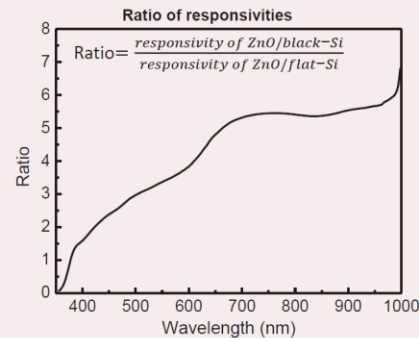
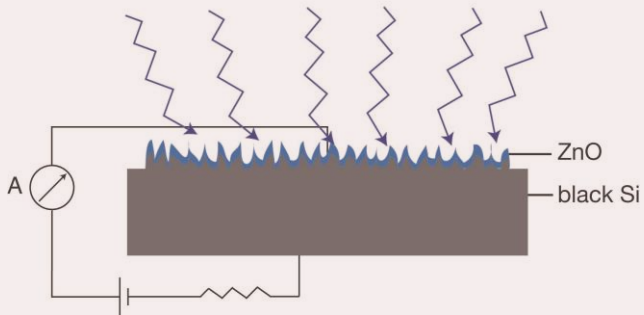
- Θεωρητική Φυσική Συμπυκνωμένης Ύλης
- Πειραματική Φυσική Στερεάς Κατάστασης
- Πειραματική Φυσική του Στερεού Φλοιού της Γης
- Πειραματική Φυσική Χαλαρής Ύλης

ΓΑΡΔΕΛΗΣ ΣΠΥΡΙΔΩΝ

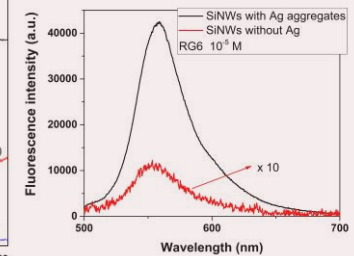
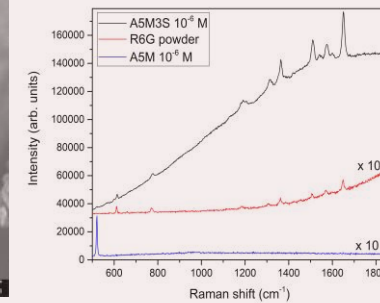
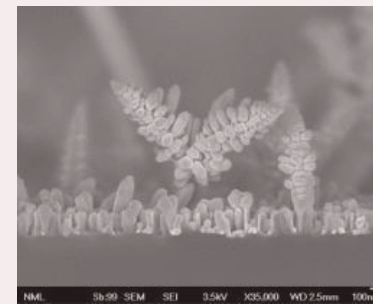


- **Γνωστικό αντικείμενο:** Πειραματική Φυσική Στερεάς Κατάστασης
- **Περιοχή Έρευνας:** Ημιαγωγοί και εφαρμογές στην οπτοηλεκτρονική, νανοηλεκτρονική, φωτονική και τη συγκομιδή ενέργειας
- Μελέτη φαινομένων μεταφοράς σε ημιαγωγούς και ημιαγωγικές διατάξεις.
- Μελέτη της φασματικής απόκρισης ημιαγωγικών διατάξεων από το κοντινό υπέρυθρο έως το κοντινό υπεριώδες με εφαρμογή στην οπτοηλεκτρονική ως ανιχνευτές ή φωτοβολταϊκές διατάξεις.
- Μελέτη οπτικών ιδιοτήτων ημιαγωγών και διαχείρισης της αλληλεπίδρασης με την ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία μέσω νανοδόμησης ή και πλασμονικής ενίσχυσης με εφαρμογές σε φωτοβολταϊκές διατάξεις και οπτικούς αισθητήρες.
- Εκπομπή και μελέτη δυναμικών φαινομένων της εκπομπής σε ημιαγωγούς.

UV light



Ενίσχυση της απόκρισης διάταξης ZnO/Si μέσω νανοδόμησης



Πλασμονική ενίσχυση Raman και φθορισμού

ΚΟΥΤΣΟΚΕΡΑΣ ΛΟΥΚΑΣ

- Γνωστικό αντικείμενο: Πειραματική Φυσική Στερεάς Κατάστασης
- Περιοχή Έρευνας: Σύνθεση και Χαρακτηρισμός Νανοδομημένων Υλικών
 - Πειραματική έρευνα πάνω στη σύνθεση και τις ιδιότητες νανοδομημένων υλικών.
 - Σύνθεση κυρίως με τεχνικές εναπόθεσης ατμών
 - Δομικός Χαρακτηρισμός με περίθλαση ακτίνων Χ
 - Χαρακτηρισμός με οπτική φασματοσκοπία και ηλεκτρονική μικροσκοπία
- Μελέτη των συσχετίσεων δομής-ιδιοτήτων για κατανόηση
- Κατηγορίες Υλικών
 - Λεπτά υμένα, νανοσωματίδια και νανοςύνθετα υλικά
 - Πολυστοιχειακοί ημιαγωγοί (MgSnN_2), Οξείδια μετάλλων (ZnO)
- Ενεργειακές εφαρμογές όπως για παράδειγμα σε φωτοβολταϊκά, οπτοηλεκτρονικές διατάξεις αλλά και αισθητήρες.



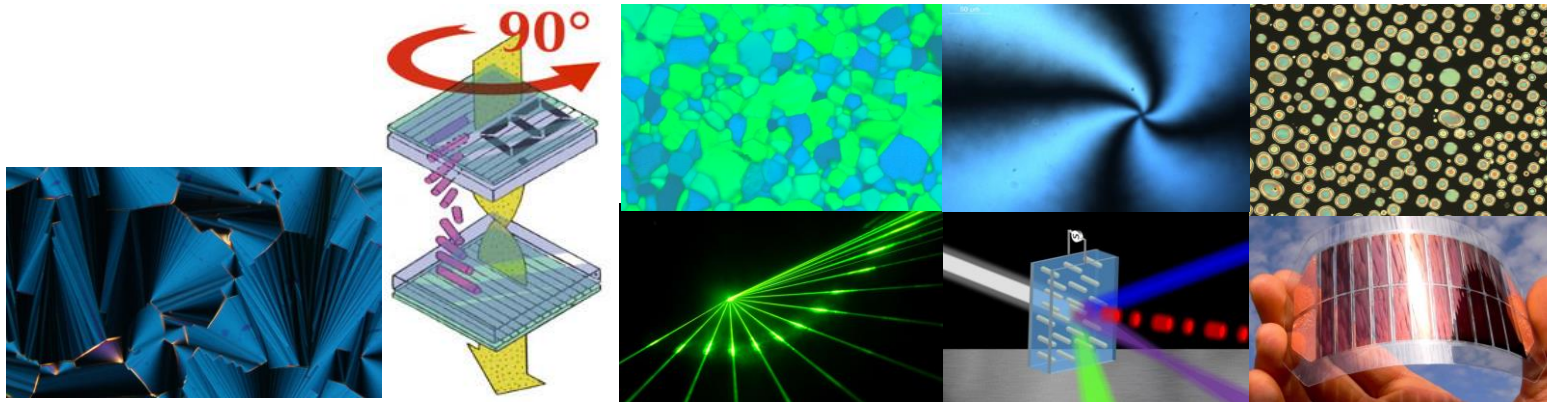
ΛΕΛΙΔΗΣ ΙΩΑΝΝΗΣ

- Γνωστικό αντικείμενο: Πειραματική Φυσική Χαλαρής Ύλης
- Περιοχή Έρευνας: Υγροί Κρύσταλλοι και Νανοσύνθετα Υλικά



Φάσεις μεταξύ της στερεάς και υγρής κατάστασης της ύλης με ισχυρή απόκριση σε ασθενή διέγερση, και αυτό-οργάνωση

- **Ανισομετρικά νανομόρια:** μεσογόνα, αμφίφιλα (απορρυπαντικά, μεμβράνες, κλπ)
- **Υγροί κρύσταλλοι στη φύση:** κυτταρική μεμβράνη, βακτηριοφάγοι, DNA, φωσφολιπίδια, χοληστερόλη, κλπ.
- **Κβαντικοί υγροί κρύσταλλοι:** μια νέα κατάσταση της ύλης
- **Φυσικές ιδιότητες,** αλλαγές φάσεις, κρίσιμα φαινόμενα, νόμοι κλίμακας, εμπυρήνωση, ατέλειες προσανατολισμού, κυρτοηλεκτρισμός, ελαστικότητα, κλπ
- **Εφαρμογές:** οθόνες, οπτικές βαλβίδες, «έξυπνα» τζάμια, θερμικές κάμερες, αλεξίσφαιρα, εύκαμπτα φωτοβολταϊκά, βιοαισθητήρες, ελαστομερή υγρών κρυστάλλων: τεχνητοί μύες, αντικαρκινικά φάρμακα, lasing, πλασμονικά νανοσύνθετα υλικά



How LCD works.mp4

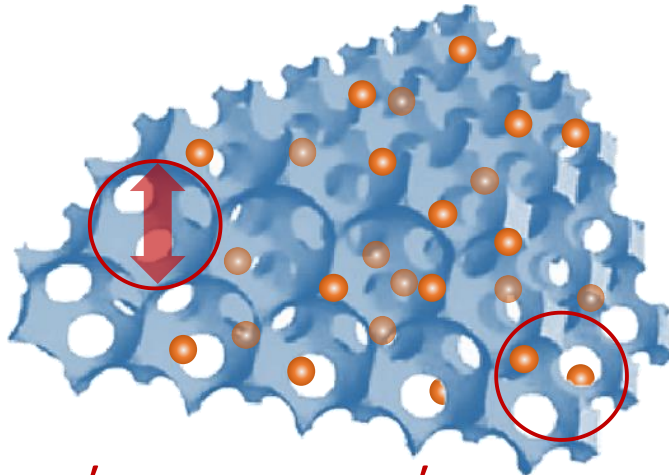
ΛΥΚΟΔΗΜΟΣ ΒΛΑΣΙΟΣ

- Γνωστικό αντικείμενο: Πειραματική Φυσική Στερεάς Κατάστασης
- Περιοχή Έρευνας: Νανοδομημένα υλικά για φωτο-επαγόμενες εφαρμογές



Περιοδικές δομές (μεταλλικά οξείδια)

Αργά φωτόνια-πολλαπλή σκέδαση

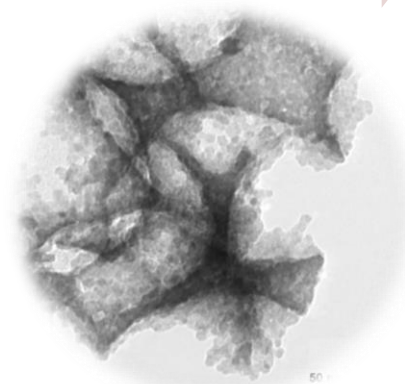


Συνθετικές τροποποιήσεις

(πλασμονικά νανოსωματίδια,
νανοϋλικά άνθρακα)

Οπτική απορρόφηση – διαχωρισμός
φορτίου

Συλλογή φωτός
Ηλεκτρονικές
ιδιότητες

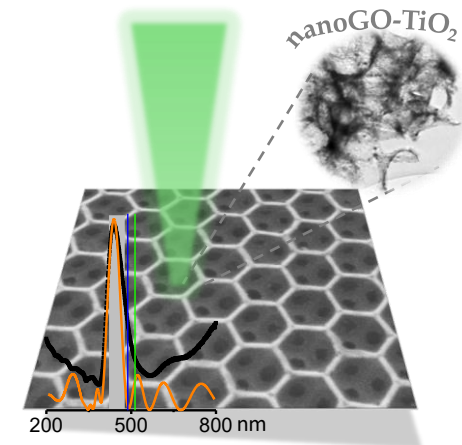


Πορώδης νανοκρυσταλλική δομή

Μοριακή διάχυση-μεταφορά μάζας

Ενεργειακές-περιβαλλοντικές εφαρμογές

- ☐ Φωτοκατάλυση
ημιαγωγών
- ☐ Παραγωγή H_2
- ☐ Ηλιακές κυψελίδες
- ☐ Αισθητήρες σκέδασης
Raman - SERS



- Γνωστικό αντικείμενο: Θεωρητική Φυσική Συμπυκνωμένης Ύλης
- Περιοχές Έρευνας: Ηλεκτρονική Δομή των Υλικών



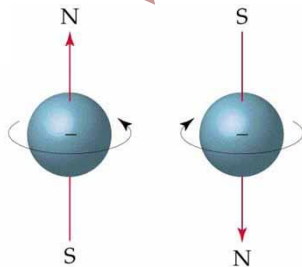
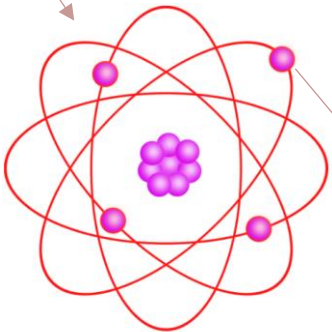
Ηλεκτρονική Δομή των Υλικών

Θεμελιώδης έννοια: Κβαντική κυματοσυνάρτηση $\Psi(\vec{r})$

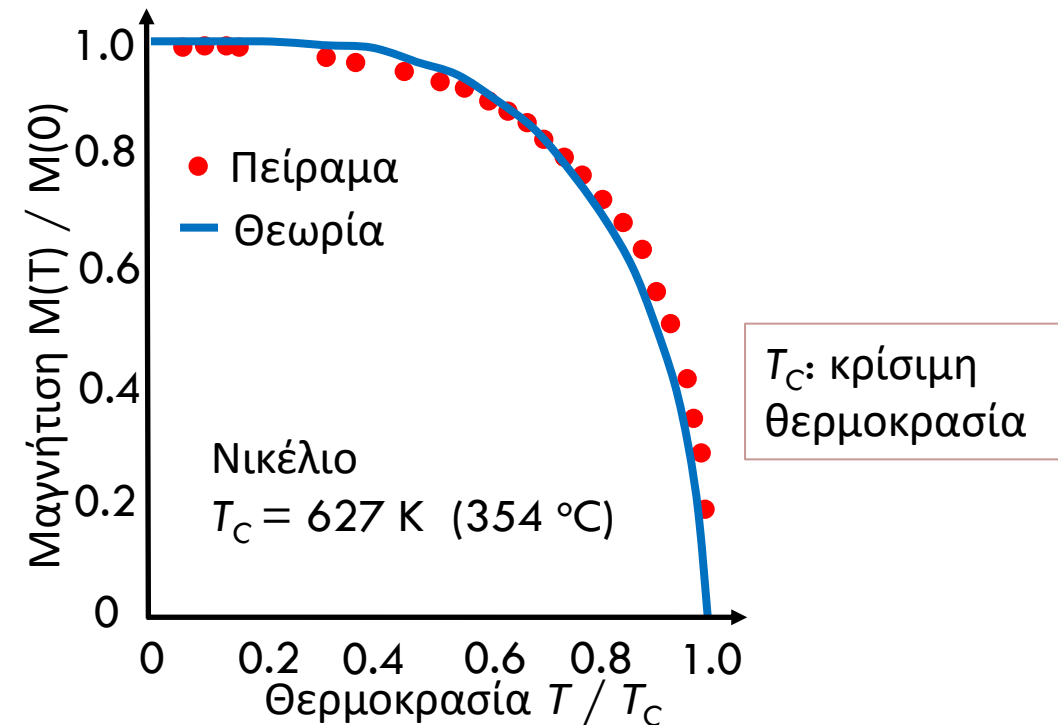


Μακροσκοπικό σώμα
(μαγνητικό Νικέλιο)

Άτομο



Μαγνήτιση συναρτῆσει της θερμοκρασίας

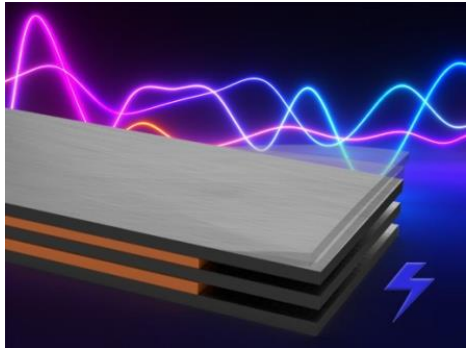


ΠΑΠΑΘΑΝΑΣΙΟΥ ΑΝΤΩΝΙΟΣ

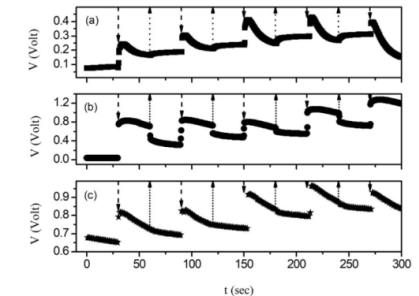
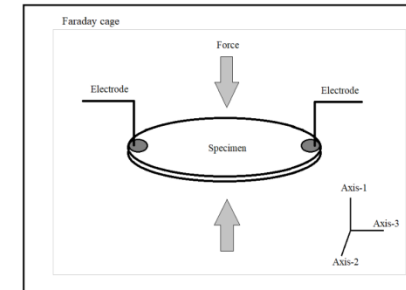
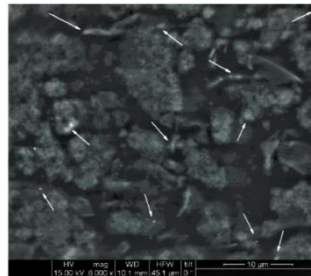
- Γνωστικό αντικείμενο: Πειραματική Φυσική του Στερεού Φλοιού της Γης
- Περιοχές Έρευνας:
 - Υβριδικά ετερογενή πιεζοηλεκτρικά σύνθετα υλικά για τη συγκομιδή μηχανικών δονήσεων και την μετατροπή σε ηλεκτρική ενέργεια
 - Πορώδη και κοκκώδη υλικά



Υβριδικά ετερογενή πιεζοηλεκτρικά σύνθετα υλικά για τη συγκομιδή μηχανικών δονήσεων και την μετατροπή σε ηλεκτρική ενέργεια



Αναπτυξη οικολογικών, βιοσυμβατών μιγμάτων πολυμερών (πλαστικών) τα οποία, όταν δέχονται μηχανική συμπίεση, παράγουν ηλεκτρικό φορτίο. Με την προσθήκη νανοοδομών του άνθρακα (πχ νανοδισκίων γραφενίου) καθίστανται υπερ-πιεζοηλεκτρικά.

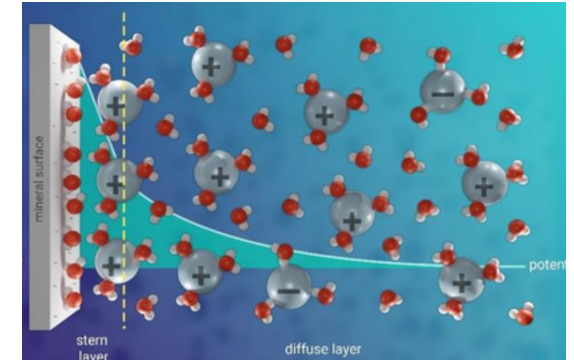


Νέα φαινόμενα και καινοτόμες εφαρμογές

- Ενίσχυση του εσωτερικού τοπικού πεδίου μηχανικών τάσεων με ρύθμιση του βαθμού και της ποιότητας της ετερογένειας του σύνθετου υλικού.
- Συλλογή μηχανικής ενέργειας, των δονήσεων από δίκτυα μεταφορών (σιδηροδρομικό, αυτοκινητοδρόμους, δάπεδα κοινόχρηστων χώρων, θαλάσσια κύματα, ώθηση ανέμου στα πτερύγια ανεμογεννητριών κλπ/
- Αισθητήρες πίεσης μη τοξικοί και βιοσυμβατοί, κατάλληλοι για ιατρικές εφαρμογές

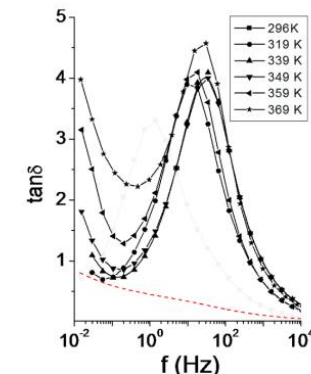
Πορώδη και κοκκώδη υλικά

Απόκριση φυσικών ή τεχνητών ποροδών στερεων και κοκκωδών υλικών, σε ηλεκτρικό πεδίο στο πεδίο των συχνοτήτων ή του χρόνου. Φασματοσκόπηση περιπλόκων (complex) φαινομένων της αλληλεπίδρασης στερεάς-ρευστής φάσης και των συσχετίσεων επι του δικτύου αγωγής ηλεκτρικού φορτίου. Βασική και εφαρμοσμένη έρευνα κρίσιμης συμπεριφοράς και χωρο-χρονικών αλλαγών φάσης.



Νέα φαινόμενα και καινοτόμες εφαρμογές:

- Συμβολή στην ανάπτυξη νέας Μακράν της ισορροπίας Στατιστικής Θερμοδυναμικής πυκνών φάσεων α-θερμικών συστημάτων.
- Ερμηνεία, σε ατομική κλίμακα, γεωφυσικών φαινομένων μεγάλης κλίμακας που λαμβάνουν χώρα στον Στερεό Φλοιό της Γης.
- Υπερ-χωρητικοί πυκνωτες για της αποθήκευση ηλεκτρικής ενέργειας , βασισμένοι σε γεω-υλικά ή τεχνητές δομές...



- Γνωστικό αντικείμενο: Πειραματική Φυσική Συμπυκνωμένης Ύλης
- Περιοχές Έρευνας: Συσχέτιση ηλεκτρονιακής μεταφοράς φορτίου και δομής σε υλικά και διατάξεις



Μεταβολή εντατικών παραμέτρων (P,T)

- Μεταβολή Θερμοκρασίας
- Μεταβολή Πίεσης

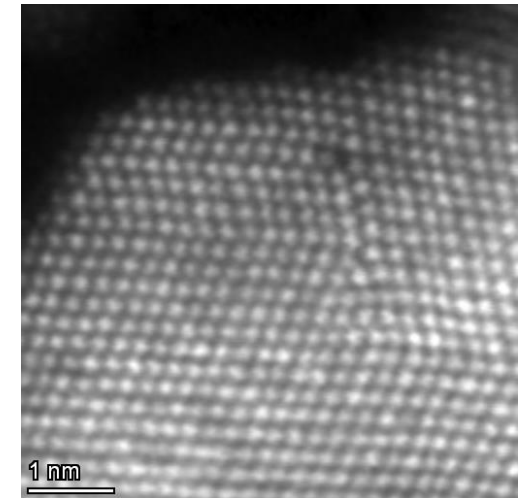
Μεταβολή εξωτερικά επιβαλλόμενου ερεθίσματος

- Συνεχές Ηλεκτρικό πεδίο
- Μεταβαλλόμενο Ηλεκτρικό πεδίο



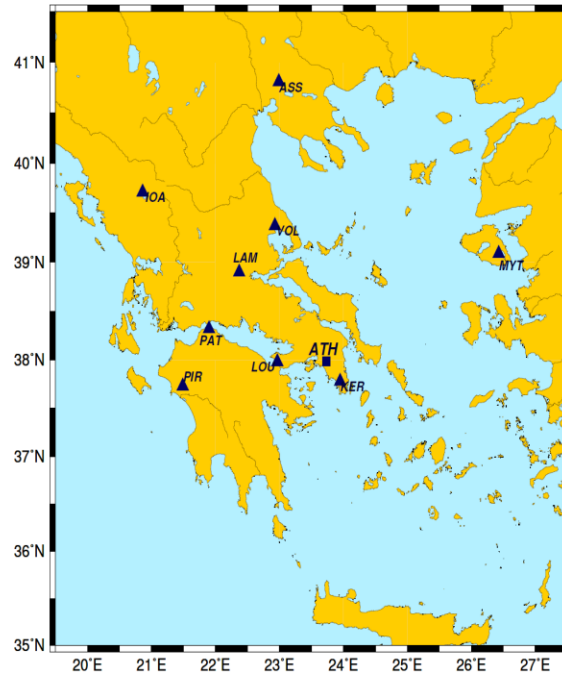
Επίδραση σε ατομική κλίμακα

- Αλλαγή ενδοατομικών αποστάσεων και χημικών δεσμών
- Ηλεκτρονιακός απεντοπισμός
- Μεταφορά ηλεκτρονίων μεταξύ ατομικών τροχιακών
- Εξωτική ανακατανομή φορτίου
- Τροποποίηση της χημικής ταυτότητας των ατόμων



- **Γνωστικό αντικείμενο:** Πειραματική Φυσική Στερεάς Κατάστασης
- **Περιοχές Έρευνας:**
 - Φυσική του στερεού φλοιού της Γης
 - Θερμοδυναμική συστημάτων μακράν της ισορροπίας
 - Διάδοση ηλεκτρομαγνητικών σημάτων σε ανομοιογενή μέσα
 - Φυσική πολύπλοκων συστημάτων
 - Θερμοδυναμική πλεγματικών ατελειών

Συλλέγονται
αδιαλείπτως
δεδομένα του
Γεωηλεκτρικού και
Γεωμαγνητικού
πεδίου σε 8
Πειραματικούς
Σταθμούς
Υπαίθρου ανά την
Ελλάδα



EOS, TRANSACTIONS, AMERICAN GEOPHYSICAL UNION

EOS

NEWS

The Prediction of Two Large Earthquakes in Greece

The VAN experimental method of short-term earthquake prediction (named after the initials of three Greek physicists, Panayiotis Varotsos, Kostas Alexopoulos, and Konstantinos Nomicos) has been used to monitor presismic electric signals since the 1980s [see Varotsos, 2005]. From observed telluric current signals, called seismic electric signals (SES), the epicentral area, magnitude, and occurrence time of an impending earthquake are estimated. SES are interpreted as having been emitted when the focal region in which the earthquake in question could occur has entered the critical regime (i.e., a stage close to the rupture).

The VAN method recently reached the stage of possibly enabling the narrowing of the time window of earthquake prediction to the order of a few days. This narrowing is made possible by the use of a new method called "natural time analysis." This analysis has been developed to identify the time when a dynamic system (i.e., a system evolving with time) exhibits behavior similar to a phase change [Varotsos et al., 2008, and references therein]. On the hypothesis that the main shock earthquake is a critical phenomenon, when SES activity is observed, natural time analysis is conducted on the seismics of small earthquakes in the suspected future epicentral area solely by considering their order of occurrence and the energy emitted by each of them. The term natural time analysis stems from the disregard of the conventional time of the earthquakes' occurrence. It has been found that such an analysis enables the identification of the time of the main shock usually within a few days before it occurs [see P. Varotsos et al., Seismic electric signals and 1/f "noise" in natural time, at <http://arxiv.org/abs/0711.3766>].

On 14 February 2008, a large earthquake (U.S. Geological Survey Ms6.9) and its probable aftershock (Ms6.2) occurred in the Ionian Sea close to the region of southwestern Peloponnese, in Greece. The paper by P. Varotsos et al. (<http://arxiv.org/abs/0711.3766>), which appeared 2 weeks earlier (1 February 2008), reported that new electric signals were registered on 14 January at the Pigeon VAN electro-telluric station in western Greece, the earthquake for which, however, had not yet occurred. The report also indicated that on the basis of the recorded signal amplitude, the magnitude of the impending earthquake had been expected to be more than 6 and that the epicenter would be inside the area with coordinates 36.0°–38.6°N, 20.0°–22.5°E, i.e., approximately in a 250 × 250 square kilometer area in southwestern Peloponnese.

On 10 February 2008, an article on the front page of the Greek newspaper *Elliniká* announced that a magnitude 6 earthquake would occur imminently in the predicted area. Four days later, on 14 February, the two earthquakes occurred inside the expected area. The first one, the largest in Greece since 1983, was also felt in some adjacent countries. This was a case where prediction by the VAN method was documented in a scientific publication as well as in the public media well before the main shock occurred.

References

Varotsos, P. (2005), *The Physics of Seismic Electric Signals*, TerraPub, Tokyo.
Varotsos, P. A., N. Y. Sifis, E. S. Skondas, and M. S. Lazaridou (2008), Fluctuations, under time reversal, of the natural time and the entropy distinguish similar looking electric signals of different dynamics, *J. Appl. Phys.*, 102, 044906, doi:10.1063/1.2827363.

—S. Ueda, Earthquake Prediction Research Center, Tohoku University, Tokyo, Japan; and M. S. Lazaridou (2008), Fluctuations, under time reversal, of the natural time and the entropy distinguish similar looking electric signals of different dynamics, *J. Appl. Phys.*, 102, 044906, doi:10.1063/1.2827363.

IN THIS ISSUE: Meetings: Theory and Practice of Hydrologic Science, Pg. 364
Book Reviews: Exploring Geology, Pg. 366
About AGU: Outstanding Student Paper Awards, Pg. 368

VOLUME 89 NUMBER 39 23 SEPTEMBER 2008

VOLUME 89 NUMBER 39 23 SEPTEMBER 2008

FORUM

Sustained Arctic Observations: A Legacy of the Polar Year

Is the Arctic a vast, beautiful, wild, and unspoiled natural refuge, or is it small, fragile, and vulnerable, suffering the brunt of global warming? In the late nineteenth century, as U.S. admiral Robert E. Peary and his competitors engaged in their mad scramble to be the first humans to set foot on the North Pole, "fragile" was unlikely to be an adjective that sprang to mind when they described their surroundings. Quite the opposite, exploring the Arctic exposed the fragility of man. But the Arctic Ocean and mankind's relationships to it are changing fast.

In the summer of 2007, sea ice extent in the Northern Hemisphere retreated to a record low. The absolute decrease compared with average conditions over the past couple of decades was about 2.3 million square kilometers. The area of missing ice would be equal in size to the thirteenth-largest country in the world. The near-real-time trend in Arctic sea ice available from passive microwave satellites is now perhaps second only to the Mauna Loa curve of atmospheric carbon dioxide concentration in terms of its iconic, simple, and stark representation of drastic change in the global environment. Of course, natural variability, especially in the Arctic, is large. One anomalous year does not in itself demonstrate a trend. Indeed, winter 2008 was colder than average, and in some regions sea ice extent expanded substantially. Nevertheless, there are credible scientifically based reasons to believe that Arctic Ocean ice cover will continue to retreat.

Today, Arctic vulnerability to climate change and other human impacts is clear cause for concern. How can the scientific community best bring its expertise to bear on addressing this concern? The first need is to provide sustained and integrated monitoring using novel technologies, and deploying arrays of acoustic receivers for monitoring the movements of tagged fish and marine mammals.

Among the greatest differences in ocean sciences in the Arctic between Peary's day and today has been the shift in our observational paradigm from one of discovery to one of sustained and systematic monitoring. A major challenge will be to sustain some of these IPY efforts in the future as a legacy of the IPY and a contribution to GOOS. These monitoring systems are increasingly important to ensuring sustainable development of resources in a rapidly changing physical, social, political, and economic landscape.

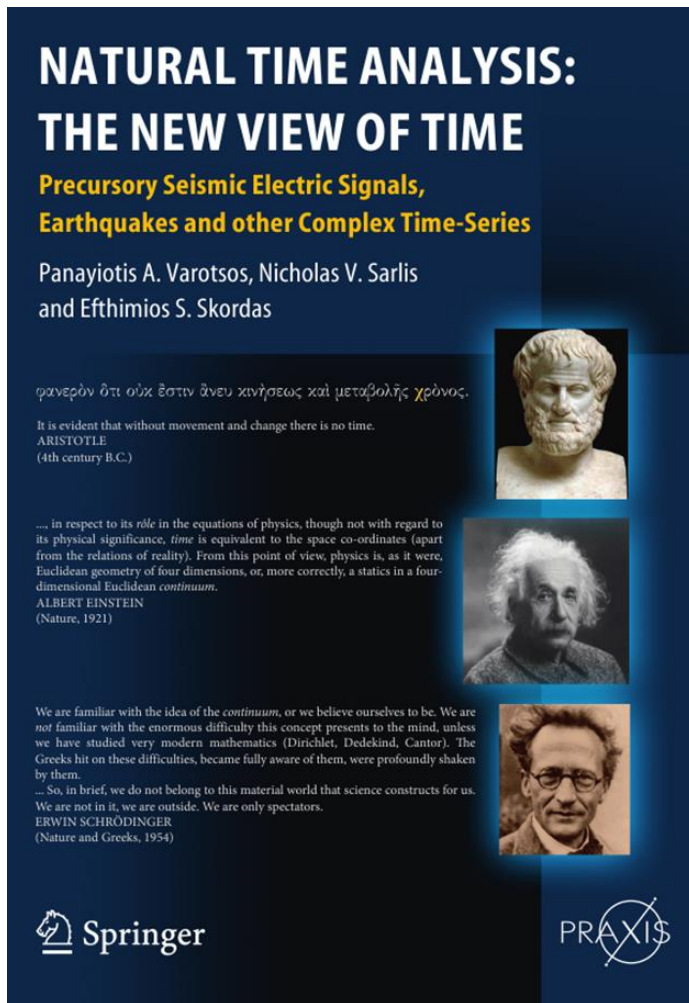
Impressive technological advancements have opened the Arctic to international resource development in ways that Admiral Peary could never have imagined. With an estimated 90 billion barrels of undiscovered oil reserves, worth about US\$1 trillion and roughly equivalent to Russia's existing total oil reserves—not to mention a further 1.6 trillion cubic feet of natural gas estimated to exist below the Arctic seabed—the financial and environmental stakes are high. Although most of these resources are thought to lie fairly close to shore, not under the North Pole, this has not stopped some fairly impressive political grandstanding by various Arctic countries.

National Sovereignty in the Arctic

On 2 August 2007, a Russian submarine engaged in observation research in the Arctic Ocean planted a titanium flag on the seabed 4200 meters below the North Pole as part of Russia's preparations to obtain data to back up its existing claim under the United Nations Convention on the Law of the Sea that the Lomonosov Ridge—which crosses much of the Arctic Ocean—is an extension of the country's continental shelf, and hence an extension of its exclusive economic zone.

Φυσική πολύπλοκων συστημάτων. Ανάλυση χρονοσειρών από πολύπλοκα συστήματα.

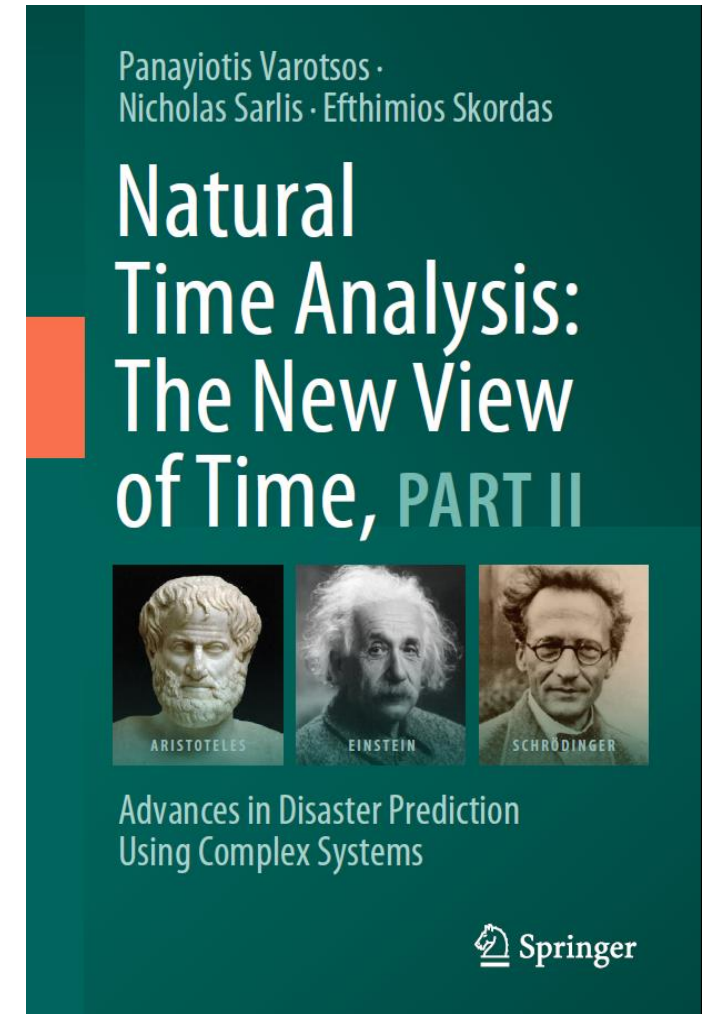
Για την ανάλυση αυτή έχουμε προτείνει από το 2001 μια νέα μέθοδο που ονομάζεται στη βιβλιογραφία μέθοδος του φυσικού χρόνου (natural time analysis).



2011



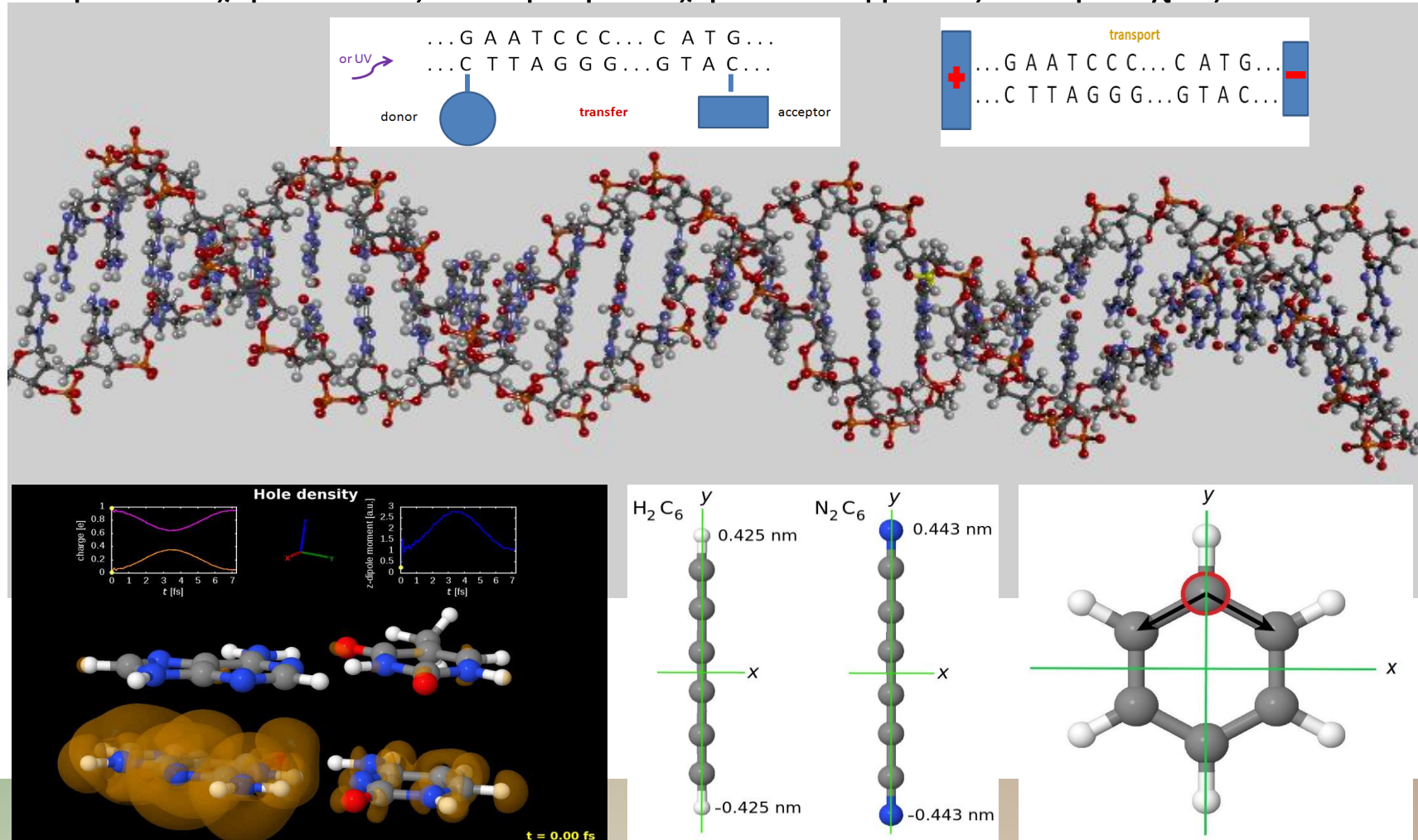
2015



2023

ΣΙΜΣΕΡΙΔΗΣ ΚΩΣΤΑΝΤΙΝΟΣ

- Γνωστικό αντικείμενο: Θεωρητική Φυσική Συμπυκωμένης Ύλης
- Περιοχές Έρευνας: **Μεταβίβαση** - **μεταφορά** φορτίου και οπτικές ιδιότητες ατομικών συρμάτων, νουκλεϊκών οξέων, οργανικών - βιολογικών συστημάτων. Βιοϋλικά, ολιγομερή/πολυμερή βιοστοιχείων. Μεταλλάξεις. Μεθυλιώσεις. Επιγενετική. Περιοδικές, απεριοδικές, γενετικώς καθορισμένες, μεταλλαγμένες αλληλουχίες.



- **Γνωστικό αντικείμενο:** Πειραματική Φυσική Στερεάς Κατάστασης-Φυσική του στερεού φλοιού της Γης
- **Περιοχές Έρευνας:**
 - Φυσική του στερεού φλοιού της Γης
 - Θερμοδυναμική συστημάτων μακράν της ισορροπίας
 - Διάδοση ηλεκτρομαγνητικών σημάτων σε ανομοιογενή μέσα
 - Φυσική πολύπλοκων συστημάτων
 - Θερμοδυναμική πλεγματικών ατελειών



Θερμοδυναμική των Πλεγματικών Ατελειών

Το LiF (είναι ένας μοναδικός κρύσταλλος που διαθέτει το μεγαλύτερο ενεργειακό χάσμα οποιουδήποτε υλικού).

Βρήκαμε ότι το θερμοδυναμικό μοντέλο cBΩ συμμορφώνεται με τα πειραματικά αποτελέσματα διαφόρων μηχανισμών ατελειών σε έναν κρύσταλλο LiF, χρησιμοποιώντας την πιο πρόσφατη καταστατική εξίσωση που προκύπτει από τις μετρήσεις στις υψηλότερες πιέσεις που είναι διαθέσιμες έως σήμερα

[*Solid State Ionics* **354** (2020) 115404]

E.S. Skordas, et al

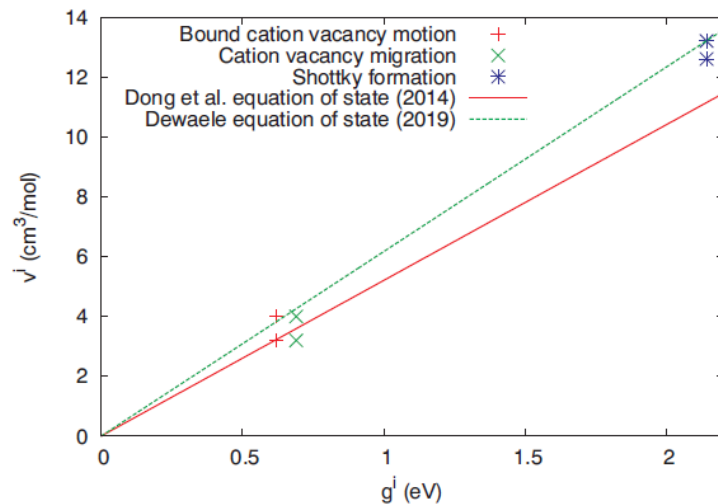


Fig. 1. The experimental values of the defect volumes v^d in LiF versus the defect Gibbs energy g^d for the following processes: Schottky defect formation (blue asterisks), free cation vacancy migration (green crosses), and bound cation vacancy motion (red pluses). The green broken straight line corresponds to the theoretical prediction for the $\frac{v^d}{g^d}$ of the cBΩ model (see Eq. (6)) using the equation of state deduced from the measurements reported in Ref. [18] while the red solid line from the measurements in Ref. [16]. (For interpretation of the references to colour in this figure legend, the reader is referred to the web version of this article.)

Article

A Prototype Photoplethysmography Electronic Device that Distinguishes Congestive Heart Failure from Healthy Individuals by Applying Natural Time Analysis

George Baldoumas ^{1,2}, Dimitrios Peschos ¹, Giorgos Tatsis ² , Spyridon K. Chronopoulos ^{2,*} , Vasilis Christofilakis ^{2,*} , Panos Kostarakis ², Panayiotis Varotsos ³, Nicholas V. Sarlis ³ , Efthimios S. Skordas ³ , Aris Bechlioulis ⁴, Lampros K. Michalis ⁴ and Katerina K. Naka ⁴

¹ Faculty of Medicine, University of Ioannina, 451 10 Ioannina, Greece; gbaldoumas@uoi.gr (G.B.); dpeschos@uoi.gr (D.P.)

² Electronics-Telecommunications and Applications Laboratory, Physics Department, University of Ioannina, 451 10 Ioannina, Greece; gtatsis@grads.uoi.gr (G.T.); panos.kostarakis@gmail.com (P.K.)

³ Section of Solid State Physics, Department of Physics, National and Kapodistrian University of Athens, Panepistimiopolis, 157 84 Zografos, Athens, Greece; pvaro@phys.uoa.gr (P.V.); nsarlis@phys.uoa.gr (N.V.S.); eskordas@phys.uoa.gr (E.S.S.)

⁴ Michaelidion Cardiac Center, 2nd Department of Cardiology and Michaelidion Cardiac Center, Medical School, University of Ioannina, 45110 Ioannina, Greece; md02798@yahoo.gr (A.B.); lmihalis@cc.uoi.gr (L.K.M.); anaka@cc.uoi.gr (K.K.N.)

* Correspondence: schrono@cc.uoi.gr (S.K.C.); vachrist@uoi.gr (V.C.); Tel.: +30-26510-08635 (S.K.C.); +30-26510-08542 (V.C.)

Received: 28 September 2019; Accepted: 2 November 2019; Published: 5 November 2019

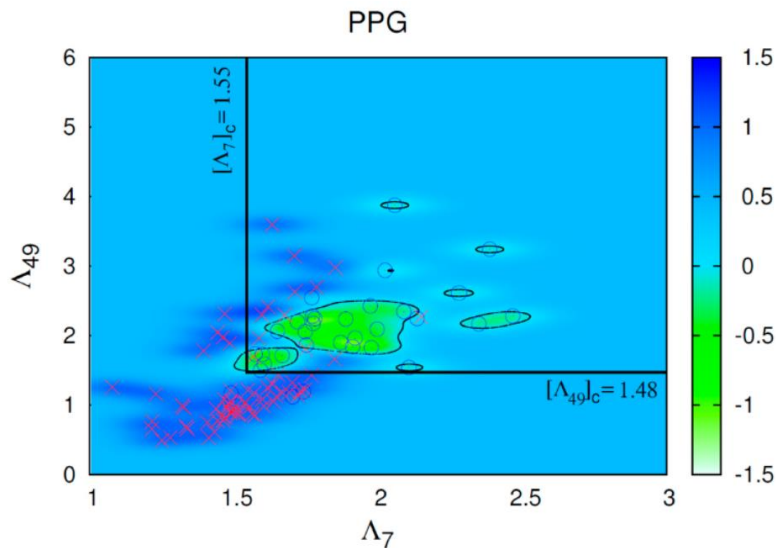
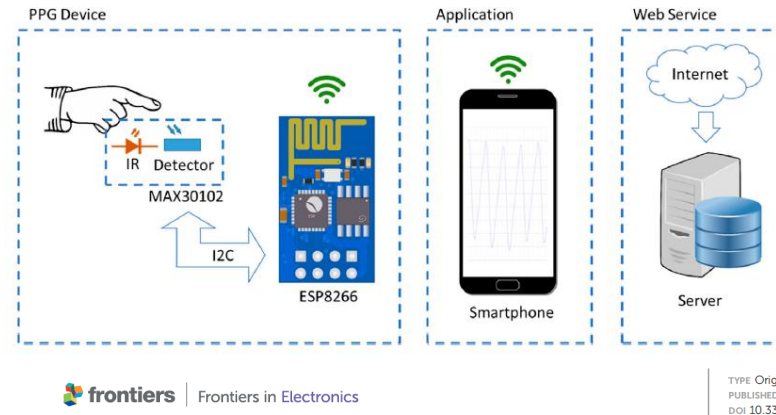


Figure 9. Results comprising 32 Healthy (blue circles) and 67 congestive heart failure (CHF) (red crosses) individuals. The color contours correspond to the argument of the signum in the decision function of Equation (12) obtained by Support Vector Machines (SVM) with radial basis kernel function with $\gamma = 50$. The black dotted points correspond to the decision boundary and enclose the healthy (H) region found by SVM.



frontiers | Frontiers in Electronics

TYPE Original Research
PUBLISHED 22 December 2023
DOI 10.3389/felec.2023.1315132

Check for updates

OPEN ACCESS

EDITED BY
Longhui Zeng,
Hong Kong Polytechnic University, Hong
Kong SAR, China

REVIEWED BY
Yunrui Jiang,
University of California, San Diego,
United States
Zhaoxyu Lai,
University of California, San Diego,
United States
Jiajia Wu,
University of California, San Diego,
United States

A new e-health cloud-based system for cardiovascular risk assessment

G. Tatsis¹, G. Baldoumas¹, V. Christofilakis^{1*}, P. Kostarakis¹, P. A. Varotsos², N. V. Sarlis², E. S. Skordas², A. Bechlioulis³, L. K. Michalis³ and K. K. Naka³

¹Electronics-Telecommunications and Applications Laboratory, Physics Department, University of Ioannina, Ioannina, Greece; ²Section of Condensed Matter Physics, Department of Physics, National and Kapodistrian University of Athens, Athens, Greece; ³2nd Department of Cardiology and Michaelidion Cardiac Center, Faculty of Medicine, School of Health Sciences, University of Ioannina, Ioannina, Greece



This week

Heartbeats warn of sudden death risk

DUNCAN GRAHAM-BOWIE

HOW do you tell a healthy heart from one that could stop without warning? By measuring variations in the length of the heartbeats, according to a team of researchers in Greece.

The finding could provide a way to screen for people at risk of sudden cardiac death. Such people's heartbeats often look perfectly healthy by conventional criteria. Yet a quarter of a million people die each year in the US alone when their heart suddenly stops and, like the soccer player Marc-Vivien Foe who collapsed and died last year while playing for Cameroon, many of them have had no history of heart problems.

Even a person's ECG, or electrocardiogram, can look normal for much of the time. Its patients with Brugada syndrome, for example, abnormal electrical signals sporadically stop their hearts from pumping properly. Long QT syndrome is a similar condition, which can strike young fit adults, and has also been linked to cot death.

Standard approaches to analysing ECGs tend to focus on the peaks and troughs of the trace. Instead, Panayiotis Varotsos of the University of Athens has

been studying the variation in the length of time it takes for the heart to complete one beat (see Graphic, below). The amount of variation in the rate of heartbeats is already used to measure aerobic fitness, with more variation meaning a fitter heart. However, for Varotsos the crucial test is the variation in the length of each beat, and whether this variation is random.

He adapted equations he had previously used to describe physical systems such as earthquakes to predict that, in a healthy heart, these variations will have some degree of order. But if there is something wrong with the heart, however subtle, it should disrupt that order, making the variation more random.

To test the theory, Varotsos and his colleagues analysed 65 sample ECGs taken from public databases of people with various heart conditions and 50 from healthy patients. He found that the beats of the diseased hearts did indeed vary more randomly and the results are to be published in a

"The method could be particularly useful for screening those who have a family history of sudden cardiac death"

future issue of *Physical Review E*. Varotsos says the method could be used as an initial screen to flag up all types of heart problems. "In principle our method should be applied to all causes of cardiac arrest." A lot of research has gone into discovering ways to identify cardiac diseases from an ECG. Some have used data mining techniques – screening billions for any effect that comes up, while other studies have looked for chaotic signatures that might distinguish unhealthy hearts from healthy ones (*New Scientist*, 3 January 2018, p. 26). But so far no method has stood

up to scrutiny in clinical trials, says Arun Holden, a computational biologist at the University of Leeds, UK. Varotsos believes his discovery has a better chance of turning out to be real because he used a physical model of how the heart works to predict a specific effect.

However, as Tim Bowler of the British Heart Foundation points out, there is no way of knowing more about the patients whose ECGs were used in the database. "Without knowing this, one doesn't know that it applies to any group other than these 105," he says. So the jury will remain out until the method is tested to see if it is able to predict cardiac health.

If it proves reliable, the method could be particularly useful for screening those who have a family history of sudden cardiac death. In the UK, about 3500 people die from this syndrome each year. This may not be enough to give rise to a nationwide screening programme.

Instead, Varotsos suggests that cardiologists could apply his method to Holter monitors – the portable ECG devices that are used to monitor patients thought to be at risk. 

ΣΤΑΜΟΠΟΥΛΟΣ ΔΗΜΟΣΘΕΝΗΣ

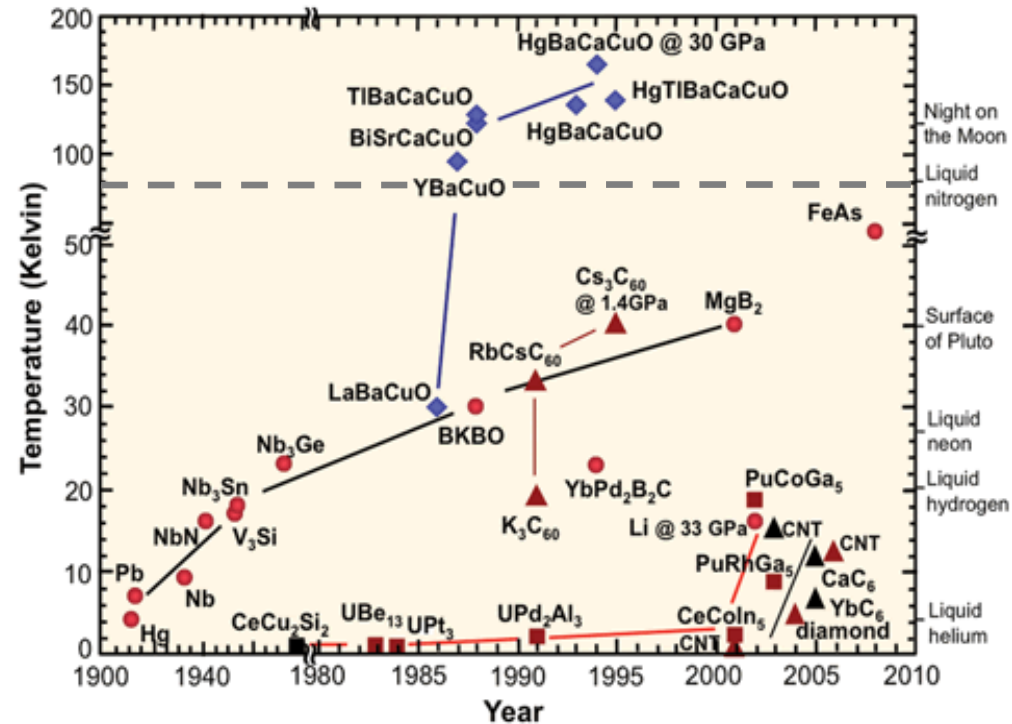
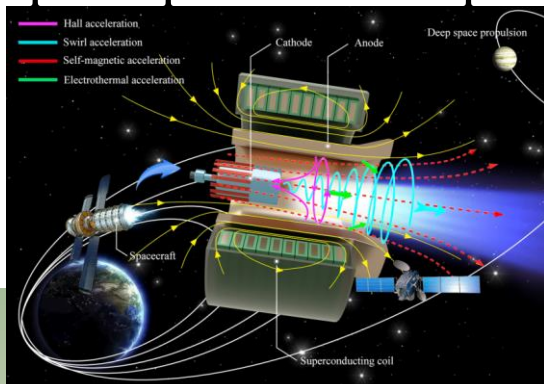
- Γνωστικό αντικείμενο: Πειραματική Φυσική Συμπυκνωμένης Ύλης
- Περιοχές Έρευνας: Υπεραγωγιμότητα, Μαγνητισμός

Υπεραγωγιμότητα χαμηλού και υψηλού T_c - ανακάλυψη και εφαρμογές

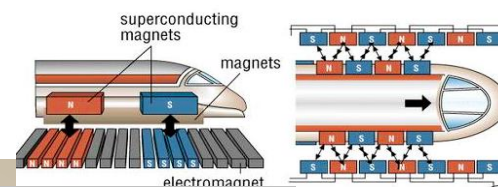
Medical-MRI



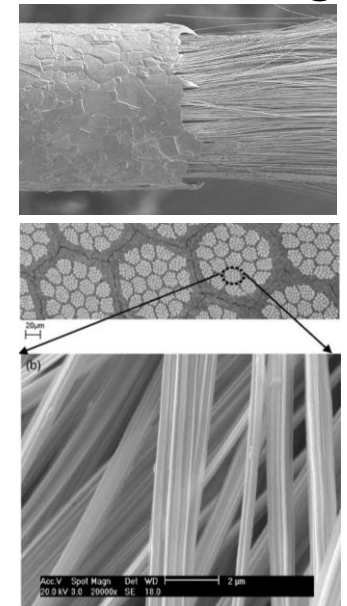
Space public transport



Ground public transport



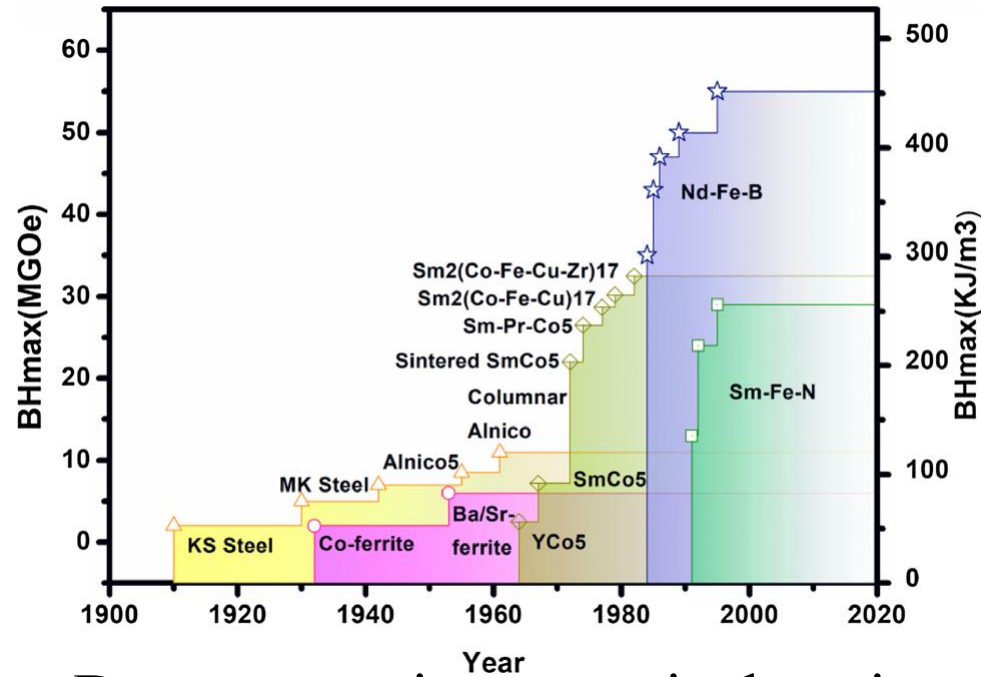
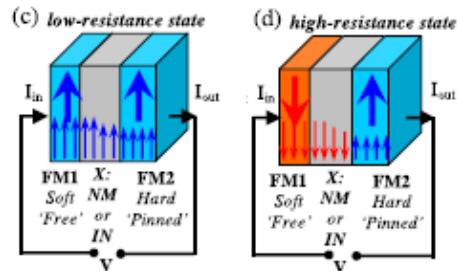
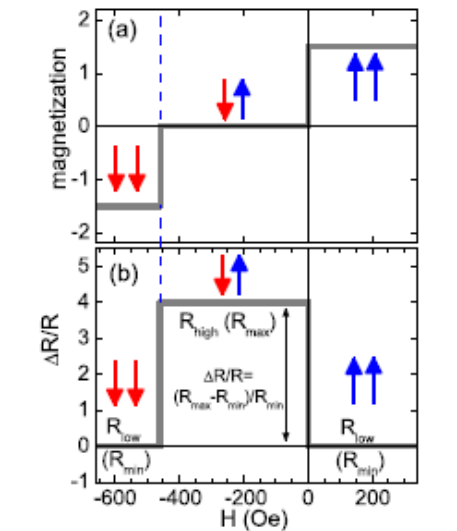
Power transfer/storage



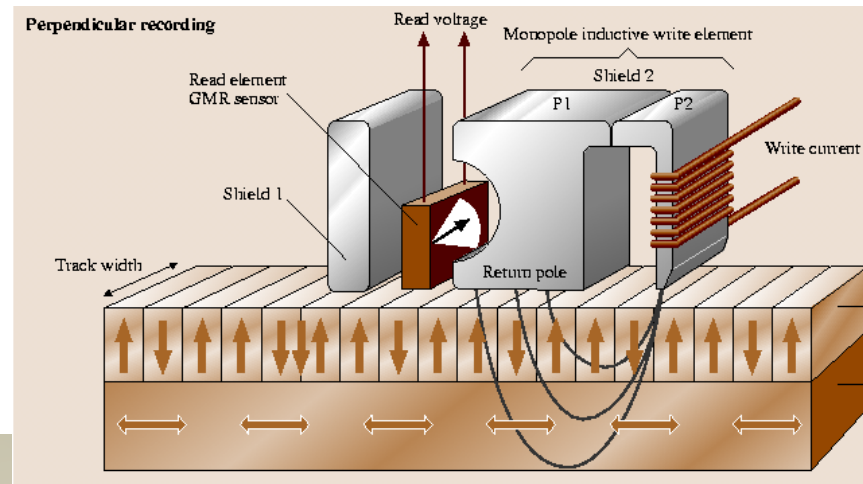
Σιδηρομαγνητισμός

Σκληρά και μαλακά σιδηρομαγνητικά υλικά-ανακάλυψη και εφαρμογές

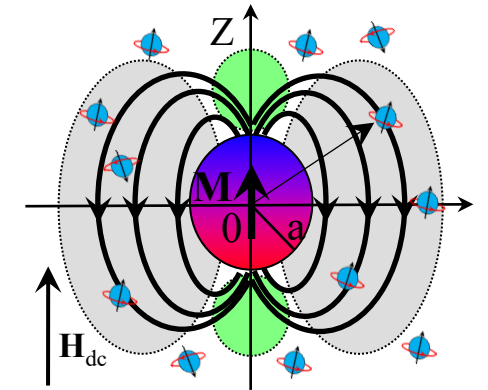
Data storage by means of magnetoresistance



Data storage in magnetic domains



Medical-MRI



$$H^{\text{out}}(r) = \frac{1}{4\pi} \frac{m}{r^3} (2\cos\theta \hat{r} + \sin\theta \hat{\theta})$$

$$m = M_0 \frac{4\pi}{3} \alpha^3$$

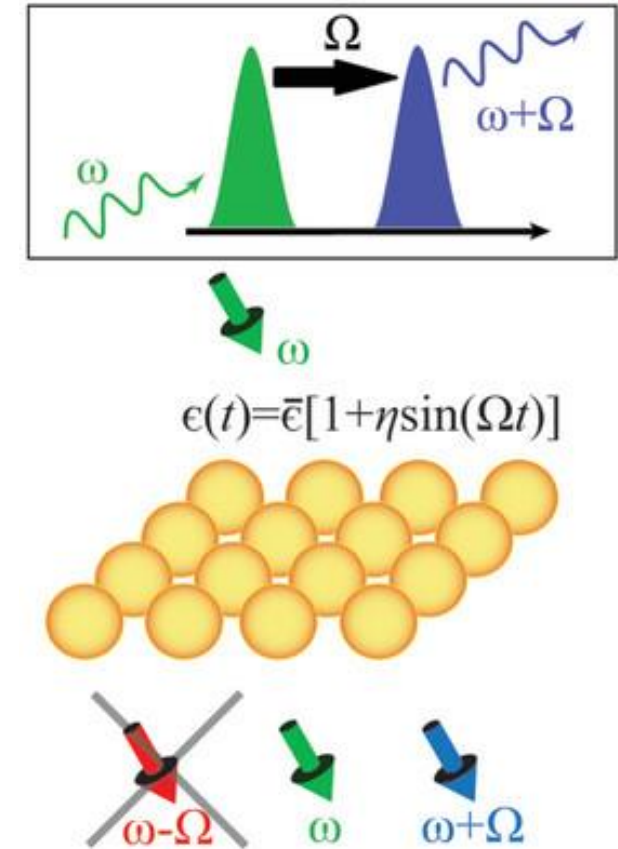
- Γνωστικό αντικείμενο: Θεωρητική Φυσική Συμπυκνωμένης Ύλης
- Περιοχές Έρευνας: Χωρο-χρονικοί Κρύσταλλοι και Μεταϋλικά

Χωρο-χρονικοί Κρύσταλλοι και Μεταϋλικά

Διάδοση κυμάτων (π.χ. ΗΜ, ακουστικά, σωματιδιακά) σε τεχνητά υλικά, περιοδικά δομημένα στο χώρο και ταυτόχρονα υπό περιοδική χρονική διαμόρφωση (3+1 διαστάσεις).

Νέα φαινόμενα και καινοτόμες εφαρμογές

- Έλεγχος της διάδοσης και των αλληλεπιδράσεων κυματικών διεγέρσεων (φωτόνια, φωνόνια, πλασμόνια, μαγνόνια, ...) στην ύλη.
- Μη αντιστρεπτή απόκριση. Παραμετρική ενίσχυση.
- Φίλτρα και μετατροπείς συχνότητας. Δίοδοι και κυκλώματα για κλασικά κύματα.
- Υβριδικές τεχνολογίες (μαγνητο-φωτονική, ακουστο-οπτική, φωτο-μαγνονική) για επεξεργασία/μεταφορά σήματος.



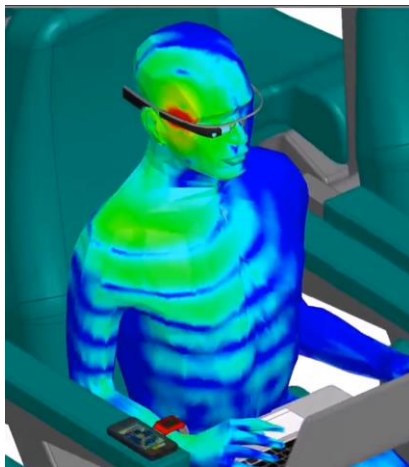
ΤΣΑΚΜΑΚΙΔΗΣ ΚΟΣΜΑΣ

- Γνωστικό αντικείμενο: Θεωρητική Φυσική Συμπυκνωμένης Ύλης
- Περιοχές Έρευνας: Ηλεκτρομαγνητικές και αεροδυναμικές τεχνολογικές εφαρμογές

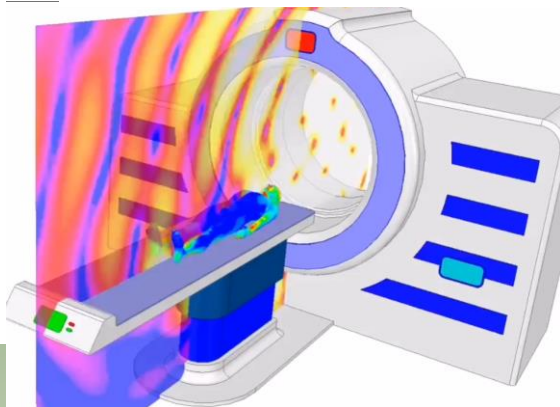
Με τι ασχολούμαστε

Ηλεκτρομαγνητικές & αεροδυναμικές τεχνολογικές εφαρμογές...

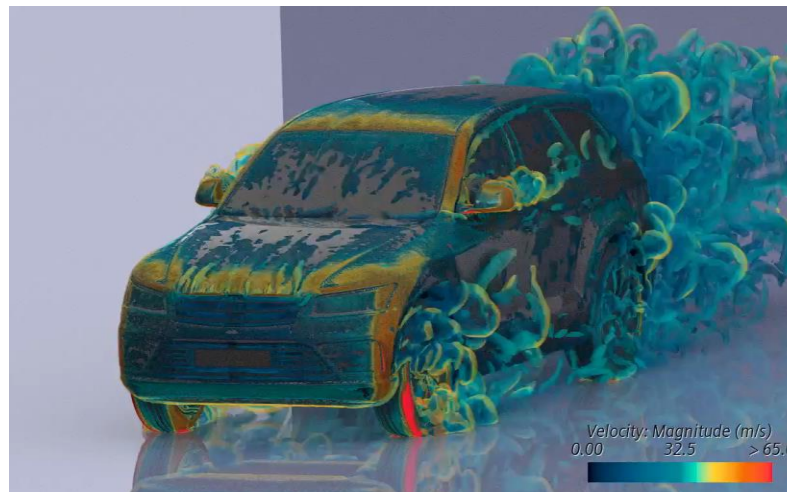
Επιπτώσεις ηλεκτρομαγνητικής
ακτινοβολίας σύγχρονων συσκευών



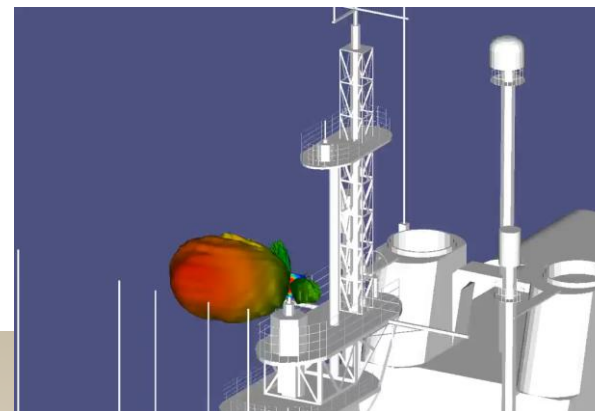
Βιοϊατρικές εφαρμογές



Μελέτη 3D αεροδυναμικών προβλημάτων



Αμυντικές εφαρμογές (π.χ., ραντάρ, μανδύες
αορατότητας)



Έχουμε χρηματοδο-
τηθεί τρεις φορές
από το ΕΛΙΔΕΚ
(700.000€ συνολικά).

Το τρέχον ερευνητικό
έργο μας ΕΛΙΔΕΚ
κατέλαβε τη 2^η θέση
σε όλες τις Φυσικές
Επιστήμες, και την 1^η
θέση σε ό,τι αφορά
τον Ε.Υ.

Έχουμε επίσης λάβει το
«Λυκούργειο Βραβείο»
(2021) από την Ακαδημία
Αθηνών.



- Γνωστικό αντικείμενο: Θεωρητική Φυσική Συμπυκνωμένης Ύλης
- Περιοχές Έρευνας:
 - Μη γραμμικά φαινόμενα- μη γραμμικές εξισώσεις
 - Μη γραμμικά κύματα και σολιτόνια

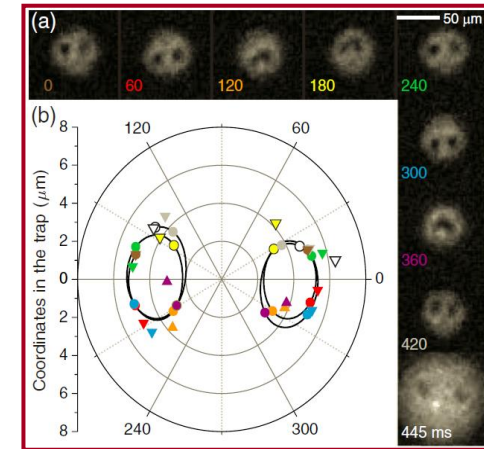
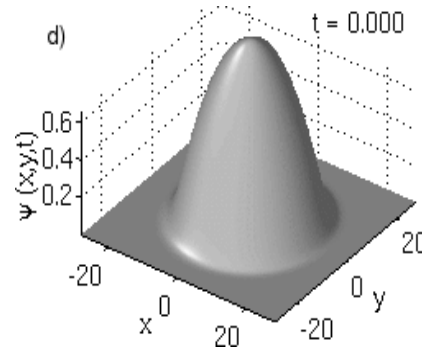
Μη γραμμικά φαινόμενα – μη γραμμικές εξισώσεις

- ❖ Ένα βασικό στοιχείο της Θεωρητικής Φυσικής, είναι η κατανόηση και περιγραφή διαφόρων φυσικών φαινομένων με τη **χρήση μαθηματικών μοντέλων/εξισώσεων**.
- ❖ Πολύ συχνά, τέτοια μοντέλα περιγράφουν συστήματα στα οποία οι μετρήσιμες ποσότητες έχουν **μεγάλο πλάτος**, οπότε οι σχετικές εξισώσεις είναι **μη γραμμικές**. Κάποιες συγκεκριμένες μη γραμμικές εξισώσεις είναι **οικουμενικές**, αποτελώντας θεμελιώδη μοντέλα που ισχύουν σε διάφορες περιοχές της Φυσικής.
- ❖ Ένα σημαντικό ερευνητικό πεδίο είναι η εύρεση λύσεων τέτοιων μη γραμμικών εξισώσεων, και η κατανόηση των ιδιοτήτων τους, με **ακριβείς, προσεγγιστικές** και **αριθμητικές μεθόδους** – και σε στενή επαφή με **σύγχρονα πειράματα**.
- ❖ Κεντρικό θέμα σε αυτό το ερευνητικό πεδίο είναι τα **μη γραμμικά κύματα**, όπως τα **κρουστικά κύματα**, τα **μη γραμμικά περιοδικά κύματα**, τα **σολιτόνια**, οι **στρόβιλοι**, κ.α.
- ❖ Μη γραμμικά κύματα εμφανίζονται λ.χ., στη **Φυσική Συμπυκνωμένης Ύλης**, στη **Ρευστομηχανική**, στη **Φυσική Πλάσματος**, στην **Ακουστική**, κλπ.

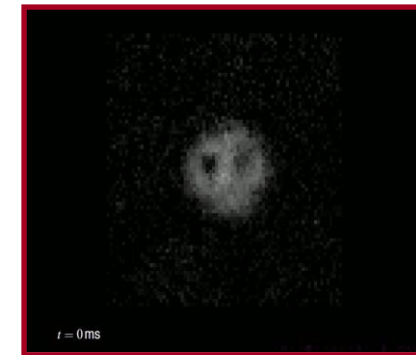
Μη γραμμικά κύματα και σολιτόνια

- Τα σολιτόνια είναι μη γραμμικά κύματα που **διαδίδονται χωρίς παραμόρφωση** και αλληλεπιδρούν μεταξύ τους ελαστικά, **ως σωματίδια**

Αλληλεπιδράσεις σολιτονίων στη θάλασσα



Κβαντικοί στρόβιλοι σε ατομικό αέριο Rb



- Τα μη γραμμικά κύματα και τα σολιτόνια μπορούν:
- να παρατηρηθούν στη **φύση** και στο **εργαστήριο**,
 - να εξηγήσουν τον εντοπισμό ενέργειας στη μορφή εντοπισμένων κυματομορφών που εμφανίζονται σε πολύ διαφορετικές κλίμακες στη φύση – **από τα άτομα, ως τους ωκεανούς και τους γαλαξίες**

ΜΑΘΗΜΑΤΑ ΕΠΙΛΟΓΗΣ ΚΟΡΜΟΥ - 5^Η ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ: ΦΥΣΙΚΗ ΣΥΜΠΥΚΝΩΜΕΝΗΣ ΥΛΗΣ

ΜΑΘΗΜΑΤΑ ΕΠΙΛΟΓΗΣ ΚΟΡΜΟΥ		Ώρες/εβ.	ECTS
10ΕΚΟ01	ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΙΙ	5	7
10ΕΚΟ02	ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΣΜΟΣ ΙΙ	5	7
10ΕΚΟ03	ΚΒΑΝΤΙΚΗ ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΙΙ*	5	7
10ΕΚΟ04	ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΙΙ	5	7
10ΕΚΟ05	ΔΥΝΑΜΙΚΗ ΤΩΝ ΡΕΥΣΤΩΝ	5	7

*ΚΒΑΝΤΙΚΗ ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΙΙ υποχρεωτικό της 5^{ης} κατεύθυνσης και δύο οποιαδήποτε άλλα μαθήματα επιλογής κορμού

ΜΑΘΗΜΑΤΑ ΕΙΣΑΓΩΓΗΣ ΣΤΙΣ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΕΙΣ - 5^Η ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ: ΦΥΣΙΚΗ ΣΥΜΠΥΚΝΩΜΕΝΗΣ ΥΛΗΣ

ΜΑΘΗΜΑΤΑ ΕΙΣΑΓΩΓΗΣ ΣΤΙΣ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΕΙΣ		Ώρες/εβ.	ECTS
10ΕΚΑ01	ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗΝ ΑΣΤΡΟΦΥΣΙΚΗ	5 + 1 ΕΡΓ	7
10ΕΚΑ02	ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗΝ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ ΦΥΣΙΚΗ	5 + 1 ΕΡΓ	7
10ΕΚΑ03	ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗ ΦΥΣΙΚΗ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑΣ	5 + 1 ΕΡΓ	7
10ΕΚΑ04	ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗΝ ΠΥΡΗΝΙΚΗ ΦΥΣΙΚΗ ΚΑΙ ΣΤΗ ΦΥΣΙΚΗ ΣΤΟΙΧΕΙΩΔΩΝ ΣΩΜΑΤΙΔΙΩΝ	5 + 1 ΕΡΓ	7
10ΕΚΑ05	ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗ ΦΥΣΙΚΗ ΣΤΕΡΕΑΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ	5 + 1 ΕΡΓ	7

- **ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗ ΦΥΣΙΚΗ ΣΤΕΡΕΑΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ υποχρεωτικό της 5^{ης} κατεύθυνσης**
- **Οι φοιτητές που δεν θέλουν να εκπονήσουν πτυχιακή εργασία παίρνουν υποχρεωτικά και τις 5 εισαγωγές**
- **Οι φοιτητές που θέλουν να εκπονήσουν πτυχιακή εργασία παίρνουν επιπλέον 2 μαθήματα εισαγωγής ως ελεύθερες επιλογές**

10ΕΚΑ05 Εισαγωγή στη Φυσική Στερεάς Κατάστασης (Β. Λυκοδήμος, Ν. Στεφάνου)

Ιστοσελίδα μαθήματος: <https://eclass.uoa.gr/courses/PHYS296>

Περίγραμμα μαθήματος

Περιεχόμενο μαθήματος

- Δομή της στερεάς ύλης. Πλέγματα Bravais. Μοναδιαία κυψελίδα.
- Αντίστροφο πλέγμα. Περίθλαση από περιοδικές δομές. Νόμος του Bragg.
- Έλκτικές και απωστικές αλληλεπιδράσεις στα στερεά, συνοχή. Κρύσταλλοι αδρανών στοιχείων, ιοντικοί κρύσταλλοι, μέταλλα.
- Πλεγματικές ταλαντώσεις. Ακριβής επίλυση μονοατομικής και διατομικής αλυσίδας. Φωνόνια.
- Καταστάσεις ηλεκτρονίων σε περιοδικό δυναμικό. Το πρότυπο Kronig-Penney. Μέταλλα, ημιαγωγοί και μονωτές.
- Ημικλασική δυναμική ηλεκτρονίων σε κρύσταλλο. Κρυσταλλική ορμή, ενεργός μάζα. Χρόνος αποκατάστασης, τανυστής ηλεκτρικής αγωγιμότητας.
- Εργαστηριακές ασκήσεις: Το ενεργειακό χάσμα του ημιαγωγού γερμανίου (Ge). Περίθλαση ηλεκτρονίων από πολυκρυσταλλικό γραφίτη.

.

ΥΠΟΧΡΕΩΤΙΚΑ ΜΑΘΗΜΑΤΑ 5^{ης} ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗΣ: ΦΥΣΙΚΗ ΣΥΜΠΥΚΝΩΜΕΝΗΣ ΥΛΗΣ

ΥΠΟΧΡΕΩΤΙΚΑ ΜΑΘΗΜΑΤΑ 5 ^{ης} ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗΣ		Ώρες/εβ.	ECTS
10ΥΚ501	ΚΒΑΝΤΙΚΗ ΟΠΤΙΚΗ ΚΑΙ LASERS	4	6
10ΥΚ502	ΦΥΣΙΚΗ ΣΤΕΡΕΑΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ	4	6
10ΥΚ503	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΣΥΜΠΥΚΝΩΜΕΝΗΣ ΥΛΗΣ	4	6

- Οι φοιτητές παίρνουν υποχρεωτικά τα 2 υποχρεωτικά μαθήματα κατεύθυνσης και το εργαστήριο κατεύθυνσης
- Οι φοιτητές μπορούν να πάρουν οποιοδήποτε άλλο υποχρεωτικό μάθημα από τις άλλες κατευθύνσεις ως ελεύθερη επιλογή

10ΥΚ502 Φυσική Στερεάς Κατάστασης (Σ. Γαρδέλης)

Ιστοσελίδα μαθήματος: <https://eclass.uoa.gr/courses/PHYS190>

Περιγραφή μαθήματος

Περιεχόμενο μαθήματος

- Κίνηση φορτισμένων φορέων σε περιοδικά δυναμικά: Θεώρημα Bloch, ενεργειακές ζώνες, προσέγγιση ισχυρά δέσμιου ηλεκτρονίου, υπόδειγμα Kronig-Penney.
- Μέταλλα-φαινόμενα μεταφοράς: Εξίσωση μεταφοράς του Boltzmann, στατιστική Fermi-Dirac, ενέργεια Fermi, πυκνότητα καταστάσεων, μοντέλα Drude, Lorentz, Sommerfeld, νόμος του Ohm, εξάρτηση αγωγιμότητας από τη θερμοκρασία, θερμική αγωγιμότητα, νόμος Wiedemann-Franz.
- Ημιαγωγοί-χαρακτηριστικά και φαινόμενα μεταφοράς: Ενεργός μάζα, καμπύλωση ζωνών, στατιστική φορέων σε ισορροπία, φαινόμενα μεταφοράς-ολίσθηση-διάχυση, φαινόμενο Hall.
- Μαγνητισμός: Διαμαγνητισμός, παραμαγνητισμός, σιδηρομαγνητισμός.

10ΥΚ501 Κβαντική Οπτική και Lasers (Κ. Σιμσερίδης)

Ιστοσελίδα μαθήματος: <https://eclass.uoa.gr/courses/PHYS107>

Περιγραφή μαθήματος

Περιεχόμενο μαθήματος

- Μέλαν σώμα. Νόμοι Planck, Rayleigh-Jeans, Wien, Stefan-Boltzmann.
- Ηλεκτρομαγνητικά (ΗΜ) κύματα: Συνοριακές συνθήκες, κανονικοί τρόποι κοιλότητας.
- Διακριτό φάσμα. Δισταθμικό σύστημα (ΔΣ) ή πολυσταθμικό σύστημα (ΠΣ): Άτομο, κβαντική τελεία, κέντρο χρώματος. Εξαναγκασμένοι – αυθόρμητοι μηχανισμοί απορρόφησης και εκπομπής.
- Αλληλεπίδραση ΗΜ ακτινοβολίας - ΔΣ ή ΠΣ, ημικλασικά. Προσέγγιση διπόλου. Χρονικά εξαρτημένη θεωρία διαταραχών. Συχνότητα Rabi. Προσέγγιση στρεφόμενου κύματος. Επιτρεπόμενες μεταβάσεις.
- Αλληλεπίδραση ΗΜ ακτινοβολίας - ΔΣ ή ΠΣ, κβαντικά. Κβάντωση ΗΜ πεδίου. Σπίνορες. Μεταθέτες. Αντιμεταθέτες. Διπολική ροπή μετάβασης. Απορρόφηση-εκπομπή φωτονίου. Πίνακας πυκνότητας.
- LASER: Άντληση, αναστροφή πληθυσμών, εξισώσεις ρυθμών, διαμήκεις και εγκάρσιοι ΗΜ τρόποι, είδη LASER.

10ΥΚ503 Εργαστήριο Κατεύθυνσης Φυσικής Συμπυκνωμένης Ύλης (Α. Παπαθανασίου, Δ. Σταμόπουλος)

Ιστοσελίδα μαθήματος: <https://eclass.uoa.gr/courses/PHYS300>

Περιγραφή μαθήματος

Περιεχόμενο μαθήματος

- Κύκλος Α: (α) Θεωρία της χαρακτηριστικής τάσης-ρεύματος επαφής ημιαγωγών p-n. Πειραματική διάταξη και διαδικασία μέτρησης. (β) Θεωρία των γραμμικών πλεγματικών ταλαντώσεων. Πειραματική διάταξη και διαδικασία μέτρησης.
- Κύκλος Β: (α) Θεωρία της υπεραγωγιμότητας υλικών χαμηλής και υψηλής κρίσιμης θερμοκρασίας. Πειραματική διάταξη και διαδικασία μέτρησης. (β) Θεωρία της θερμικής και ηλεκτρικής αγωγιμότητας στα μέταλλα. Πειραματική διάταξη και διαδικασία μέτρησης.
- Εκτέλεση άσκησης: Επαφή p-n.
- Εκτέλεση άσκησης: Γραμμικές πλεγματικές ταλαντώσεις.
- Εκτέλεση άσκησης: Υπεραγωγοί υψηλής κρίσιμης θερμοκρασίας.
- Εκτέλεση άσκησης: Σχέση θερμικής και ηλεκτρικής αγωγιμότητας στα μέταλλα.
- Εργαστηριακή εργασία και παρουσίαση.

ΜΑΘΗΜΑΤΑ ΕΠΙΛΟΓΗΣ- 5^Η ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ: ΦΥΣΙΚΗ ΣΥΜΠΥΚΝΩΜΕΝΗΣ ΥΛΗΣ

ΜΑΘΗΜΑΤΑ ΕΠΙΛΟΓΗΣ 5 ^{ΗΣ} ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗΣ		Ώρες/εβ.	ECTS
10ΕΚ501	ΣΥΣΧΕΤΙΣΜΕΝΑ ΚΒΑΝΤΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ	4	6
10ΕΚ502	ΦΥΣΙΚΗ ΤΩΝ ΜΟΡΙΩΝ ΚΑΙ ΝΑΝΟΪΛΙΚΩΝ	4	6
10ΕΚ503	ΦΥΣΙΚΗ ΧΑΛΑΡΗΣ ΥΛΗΣ	4	6
10ΕΚ511	ΦΥΣΙΚΗ ΣΤΕΡΕΟΥ ΦΛΟΙΟΥ ΤΗΣ ΓΗΣ *	4	6
10ΕΚ512	ΦΥΣΙΚΗ ΗΜΙΑΓΩΓΙΚΩΝ ΔΙΑΤΑΞΕΩΝ *	4	6

- Οι φοιτητές υποχρεούνται να πάρουν 2 μαθήματα επιλογής κατεύθυνσης από τον πιο πάνω πίνακα
- Τα δύο μαθήματα επιλογής κατεύθυνσης με (*) είναι μεταπτυχιακά που προσφέρονται και σε προπτυχιακούς

10ΕΚ501 Συσχετισμένα Κβαντικά Συστήματα (Ε. Μανουσάκης, Φ. Μαυρόπουλος)

Ιστοσελίδα μαθήματος: <https://eclass.uoa.gr/courses/PHYS205>

Περίγραμμα μαθήματος

Περιεχόμενο μαθήματος

- Κβαντική θεωρία του μαγνητισμού. Η μαγνητική χαμιλτονιανή και το ηλεκτρονικό σπιν. Διαμαγνητισμός και παραμαγνητισμός.
- Φορμαλισμός δεύτερης κβάντωσης. Προέλευση της αυθόρμητης μαγνήτισης και των μαγνητικών αλληλεπιδράσεων.
- Πρότυπα περιγραφής μαγνητικών συστημάτων. Μορφές μαγνητικής τάξης: Σιδηρομαγνητισμός, αντισιδηρομαγνητισμός, διαμαγνητισμός. Μαγνόνια. Συσχετίσεις μαγνήτισης και μεταβάσεις μαγνητικής φάσης.
- Ελκτική αλληλεπίδραση ηλεκτρονίων. Ζεύγη Cooper.
- Μικροσκοπική θεωρία υπεραγωγιμότητας: Θεωρία BCS και Valatin-Bogoliubov. Ισοτοπικό φαινόμενο.
- Συσχετίσεις παραμέτρου τάξης και μετάβαση υπεραγώγιμης φάσης. Θεωρία μετάβασης φάσης Landau-Ginzburg.

10ΕΚ502 Φυσική των Μορίων και Νανοϋλικών (Β. Λυκοδήμος)

Ιστοσελίδα μαθήματος: <https://eclass.uoa.gr/courses/PHYS235>

Περίγραμμα μαθήματος

Περιεχόμενο μαθήματος

- Ηλεκτρονική δομή μορίων. Ιόν μορίου του υδρογόνου: Μέθοδος γραμμικού συνδυασμού ατομικών τροχιακών. Μόριο υδρογόνου: Μέθοδος μοριακών τροχιακών-δεσμού σθένους.
- Διατομικά μόρια: Ομοπυρηνικά-ετεροπυρηνικά. Πολυατομικά μόρια. Απεντοπισμός. Υβριδισμός.
- Κίνηση των πυρήνων διατομικού μορίου. Περιστροφή. Ταλάντωση. Ταλάντωση-περιστροφή. Μοριακά φάσματα. Φαινόμενο Raman. Ηλεκτρονικές μεταπτώσεις: Αρχή Franck-Condon.
- Μέθοδος ισχυρού δεσμού πολλών τροχιακών/μοναδιαία κυψελίδα. Ηλεκτρονική δομή πολυακετυλενίου. Γραφένιο: Ενεργειακές ζώνες π και σ , σχέση διασποράς.
- Νανοσωλήνες άνθρακα: Ηλεκτρονική δομή (αναδίπλωση ζωνών, συνθήκη μεταλλικότητας). Πυκνότητα καταστάσεων. Ενεργειακές μεταπτώσεις. Φαινόμενα μεγέθους.
- Μέθοδοι απεικόνισης νανοϋλικών: Μικροσκοπία ατομικών δυνάμεων σήραγγας- κοντινού οπτικού πεδίου.

10ΕΚ503 Φυσική Χαλαρής Ύλης (Ι. Λελίδης)

Ιστοσελίδα μαθήματος: <https://eclass.uoa.gr/courses/PHYS226>

Περιγραφή μαθήματος

Περιεχόμενο μαθήματος

- Τι είναι η χαλαρή ύλη. Διαμοριακές αλληλεπιδράσεις. Διεπιφάνειες.
- Μεσοφάσεις. Μεσογόννα μόρια. Τάξη. Παρεκκλίσεις. Ελαστικότητα. Πρόσδεση. Αλλαγές φάσης. Φυσικές ιδιότητες. Μετάπτωση του Fredericks. Υγροκρυσταλλικές οθόνες.
- Αμφίφιλα. Μικκύλια. Παράγοντας σχήματος. Υπερμοριακή οργάνωση. Μembrάνες. Κυστίδια. Ελαστικότητα καμπυλότητας.
- Διαλύματα. Ηλεκτρολύτες. Διπλοστιβάδα. Θωρακισμένο δυναμικό. Θεωρία των Poisson-Boltzmann. Προσέγγιση των Debye-Huckel.
- Κolloειδή. Κίνηση Brown. Εξίσωση Langevin. Θεωρία DLVO. Σταθεροποίηση. Κινητική κροκίδωσης. Ωσμωτική πίεση με αλληλεπιδράσεις. Ηλεκτροκινητικά φαινόμενα.
- Πολυμερή-μακρομόρια. Μοντέλα αλυσίδας. Ενέργεια. Εντροπία. Γυροσκοπική ακτίνα. Μήκος Kuhn. Μήκος ακαμψίας. Θεωρία των Flory - Huggens. Θερμοκρασία-θ. Αυτοαποφυγή. Αυτοομοιότητα. Εκθέτες Flory. Πρωτεΐνες. Μεταπτώσεις νήμα - σφαίρα και νήμα-έλικα.

10EK511 Φυσική Στερεού Φλοιού της Γης (μεταπτυχιακό) (Ν. Σαρλής, Ε. Σκορδάς)

Ιστοσελίδα μαθήματος: <https://eclass.uoa.gr/courses/PHYS172>

Περιεχόμενο μαθήματος

- Εισαγωγή στη φυσική της Γης. Βαθμίδες πίεσεως και θερμοκρασίας στο εσωτερικό της Γης. Θεωρία Grüneisen. Αρμονικότητα-αναρμονικότητα. Τήξη.
- Ετερογένεια και φαινόμενα μεταφοράς.
- Μηχανικές ιδιότητες των υλικών της Γης.
- Σεισμικά κύματα και δομή του στερεού φλοιού της Γης.
- Το ηλεκτρομαγνητικό πεδίο στο στερεό φλοιό της Γης.
- Ηλεκτρομαγνητικές ιδιότητες των υλικών του στερεού φλοιού της Γης.
- Ηλεκτρικές και ηλεκτρομαγνητικές μέθοδοι διασκόπησης.
- Εισαγωγή στη φυσική των προσεισμικών ηλεκτρικών σημάτων.

10EK512 Φυσική Ημιαγωγικών Διατάξεων (μεταπτυχιακό) (Σ. Γαρδέλης, Α. Τασολάμπρου)

Ιστοσελίδα μαθήματος: <https://eclass.uoa.gr/courses/PHYS182>

Περιεχόμενο μαθήματος

- Ημιαγωγοί σε ισορροπία.
- Φαινόμενα μεταφοράς.
- Επιπλέον φορείς σε κατάσταση μη ισορροπίας στους ημιαγωγούς.
- Επαφή p-n.
- Επαφή μετάλλου – ημιαγωγού: Ωμική, Schottky.
- Ετεροεπαφές: Κβαντικό πηγάδι και τρόποι δημιουργίας του.
- Επαφή MIS και MOS.
- Τρανζίστορ επίδρασης πεδίου (JFET, MESFET).
- Τρανζίστορ MOSFET.

ΜΑΘΗΜΑΤΑ ΕΛΕΥΘΕΡΗΣ ΕΠΙΛΟΓΗΣ

- Οι φοιτητές για την απόκτηση του πτυχίου τους μπορούν να πάρουν 3 μαθήματα ελεύθερης επιλογής από το Φυσικό Τμήμα ή άλλα τμήματα του ΕΚΠΑ
- Τα μαθήματα ελεύθερης επιλογής παρατίθενται στους πιο κάτω πίνακες ανά τμήμα

ΜΑΘΗΜΑΤΑ ΕΛΕΥΘΕΡΗΣ ΕΠΙΛΟΓΗΣ		ΩΡΕΣ/ΕΒΔ	ECTS
Από το Τμήμα Φυσικής			
10ΕΛΕ01	ΑΤΟΜΙΚΗ ΚΑΙ ΜΟΡΙΑΚΗ ΦΥΣΙΚΗ	4	6
10ΕΛΕ02	ΣΤΟΧΑΣΤΙΚΕΣ ΔΙΕΡΓΑΣΙΕΣ ΣΤΗ ΦΥΣΙΚΗ	4	6
10ΕΛΕ03	ΟΠΤΙΚΗ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ	4	6
10ΕΛΕ04	ΘΕΩΡΙΑ ΟΜΑΔΩΝ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ	4	6
10ΕΛΕ05	ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΚΑΙ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΗΣ ΥΛΗΣ	4	6
10ΕΛΕ06	ΜΗ ΓΡΑΜΜΙΚΑ ΔΥΝΑΜΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ	4	6

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Πτυχιακή εργασία ή πρόσθετες εισαγωγές στις κατευθύνσεις. Κατά τα δύο τελευταία εξάμηνα (Ζ' και Η') των σπουδών προβλέπεται η δυνατότητα εκπόνησης πτυχιακής εργασίας στην κατεύθυνση που έχει επιλέξει ο φοιτητής, υπό την επίβλεψη υπεύθυνου καθηγητή, η οποία αντιστοιχεί σε 14 ECTS. Αν κάποιος φοιτητής επιλέξει να μην κάνει πτυχιακή εργασία, πρέπει να συμπληρώσει και τα 5 μαθήματα εισαγωγής στις κατευθύνσεις, με απόλυτη αντιστοιχία στα ECTS.

<https://eclass.uoa.gr/courses/PHYS336/>

ΜΑΘΗΜΑΤΑ ΠΟΥ ΔΕΝ ΠΡΟΣΜΕΤΡΩΝΤΑΙ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΠΟΚΤΗΣΗ ΠΤΥΧΙΟΥ

Μαθήματα που δεν προσμετρώνται για την απόκτηση πτυχίου		ECTS
10ΕΡΕ01	ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ I	3
10ΕΡΕ02	ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ II	3
10ΕΡΕ03	ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ III	3
10ΕΡΕ04	ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ IV	3
10ΠΡΑΣΚ	ΠΡΑΚΤΙΚΗ ΑΣΚΗΣΗ	5

- Ερευνητική εργασία:** Υπάρχει η δυνατότητα εκπόνησης ερευνητικής εργασίας υπό την επίβλεψη ενός μέλους ΔΕΠ, σε κάποιο ερευνητικό θέμα πριν ή επιπροσθέτως της όποιας πτυχιακής εργασίας. Το μάθημα αυτό αποδίδει 3 μονάδες ECTS σε όσους φοιτητές το επιλέξουν, αλλά οι μονάδες αυτές δεν προσμετρώνται στην ελάχιστο αριθμό μονάδων ECTS που απαιτούνται για τη λήψη πτυχίου. Οι φοιτητές μπορούν να πάρουν ερευνητική εργασία πέραν της μίας φορές (δηλαδή για παραπάνω από ένα εξάμηνο – συνολικά μέχρι 4 φορές – με διαφορετικό κωδικό) αν συνεχίζουν την εργασία ή αν αναλάβουν νέα εργασία με το ίδιο ή άλλο μέλος ΔΕΠ. Οι ερευνητικές εργασίες αναγράφονται στο Παράρτημα Διπλώματος.
- Πρακτική άσκηση:** Παράλληλα με τις σπουδές τους, οι φοιτητές έχουν τη δυνατότητα να εκτελέσουν Πρακτική Άσκηση σε επιλεγμένους φορείς υποδοχής από το Δημόσιο και τον Ιδιωτικό Τομέα, με αμοιβή μέσω του Εταιρικού Συμφώνου για το Πλαίσιο Ανάπτυξης (ΕΣΠΑ), έτσι ώστε να έλθουν σε μια πρώτη επαφή με τις πραγματικές συνθήκες εργασίας. Η Πρακτική Άσκηση εντάσσεται στα μαθήματα ελεύθερης επιλογής του ΣΤ εξαμήνου (κωδικός μαθήματος ΠΡΑΣΚ), έχει διάρκεια δύο (2) μήνες και αντιστοιχεί σε πέντε (5) ECTS. Δεν προσμετράται στα μαθήματα που απαιτούνται για την απόκτηση του πτυχίου, αλλά αναγράφεται στο Παράρτημα Διπλώματος.

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΕΣ ΣΠΟΥΔΕΣ ΣΤΟΝ ΤΟΜΕΑ Α΄

- **Προγράμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών (ΠΜΣ):** «Φυσική» με ειδিকেύσεις στη Φυσική των Υλικών, στην Πυρηνική Φυσική και Φυσική Στοιχειωδών Σωματιδίων, και στην Αστροφυσική.
- Το ΠΜΣ ξεκινά το χειμερινό εξάμηνο κάθε ακαδημαϊκού έτους και για την απόκτηση ΔΜΣ απαιτούνται συνολικά ενενήντα (90) πιστωτικές μονάδες (ECTS). Κατά τη διάρκεια των σπουδών, οι φοιτητές υποχρεούνται σε παρακολούθηση και επιτυχή εξέταση έξι (6) μεταπτυχιακών μαθημάτων και σε εκπόνηση μεταπτυχιακής διπλωματικής ερευνητικής εργασίας στο τρίτο εξάμηνο. Το πρόγραμμα των μαθημάτων για την **Ειδίκευση στη Φυσική των Υλικών** είναι ως εξής:
- **Ειδίκευση στη Φυσική των Υλικών.** Οι φοιτητές υποχρεούνται να παρακολουθήσουν στα δύο πρώτα εξάμηνα: Δύο (2) μαθήματα Κορμού από τα πέντε (5) προσφερόμενα, τα δύο (2) υποχρεωτικά μαθήματα της Ειδίκευσης και να επιλέξουν άλλα δύο (2) μαθήματα της Ειδίκευσης.

Α' ΕΞΑΜΗΝΟ

ΜΑΘΗΜΑΤΑ ΚΟΡΜΟΥ

ΚΩΔΙΚΟΣ	ΩΡΕΣ/ΕΒΔ	ECTS	ΜΑΘΗΜΑ
18001	4	10	Κβαντική Φυσική
18002	4	10	Μηχανική
18003	4	10	Μαθηματική Φυσική

Α΄ ΕΞΑΜΗΝΟ

ΜΑΘΗΜΑΤΑ ΕΙΔΙΚΕΥΣΗΣ

<i>ΚΩΔΙΚΟΣ</i>	<i>ΩΡΕΣ/ΕΒΔ</i>	<i>ECTS</i>	<i>ΜΑΘΗΜΑ</i>
Φυσική των Υλικών			
18101	4	10	<u>Ηλεκτρονική Δομή και Ιδιότητες της Ύλης</u> (ΥΠΟΧΡΕΩΤΙΚΟ)
18102	4	10	<u>Προχωρημένο Εργαστήριο</u> (ΥΠΟΧΡΕΩΤΙΚΟ)
18103	4	10	<u>Θερμοδυναμική των Πλεγματικών Ατελειών</u>
18104	4	10	<u>Φασματοσκοπικές Μέθοδοι Χαρακτηρισμού Υλικών</u>

**Β' ΕΞΑΜΗΝΟ
ΜΑΘΗΜΑΤΑ ΚΟΡΜΟΥ**

<i>ΚΩΔΙΚΟΣ</i>	<i>ΩΡΕΣ/ΕΒΔ</i>	<i>ECTS</i>	<i>ΜΑΘΗΜΑ</i>
18004	4	10	Ηλεκτρομαγνητισμός
18005	4	10	Στατιστική Φυσική

ΜΑΘΗΜΑΤΑ ΕΙΔΙΚΕΥΣΗΣ

<i>ΚΩΔΙΚΟΣ</i>	<i>ΩΡΕΣ/ΕΒΔ</i>	<i>ECTS</i>	<i>ΜΑΘΗΜΑ</i>
Φυσική των Υλικών			
18105	4	10	Φυσική του Στερεού Φλοιού της Γης
18106	4	10	Φυσική Ημιαγωγικών Διατάξεων
18107	4	10	Φυσική και Τεχνολογία Υλικών
18901	4	10	Νανοδομές και Βιοϋλικά
18906	4	10	Ειδικά Θέματα Φυσικής Συμπυκνωμένης Ύλης

ΕΥΧΑΡΙΣΤΩ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΡΟΣΟΧΗ ΣΑΣ!!