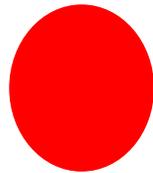


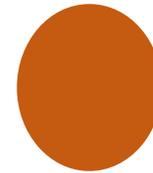
# Χημεία & Τεχνολογία Υλικών

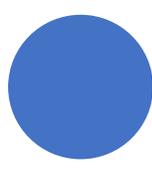
## Materials Chemistry & Technology

---



 Πολυμερή  
Polymers

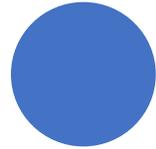
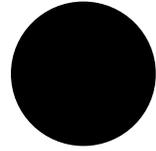
 Καταλύτες  
Catalysts

 Κολλοειδή  
Colloids

 Νανοδομές Άνθρακα  
Carbon Nanostructures

 Σύνθετα Υλικά  
Composites

 Κεραμικά  
Ceramics



# Α΄ ΚΕΦΑΛΑΙΟ

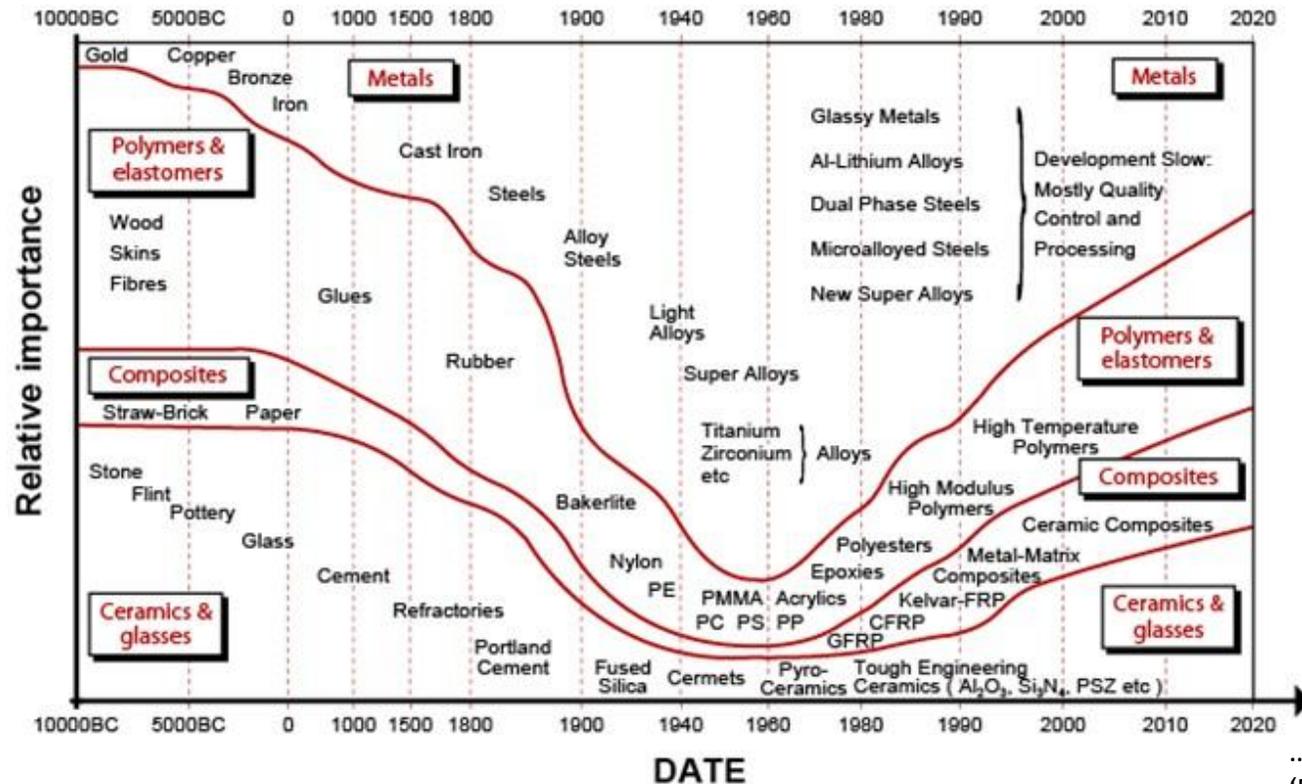
*εισαγωγή*

# Επιστήμη και Τεχνολογία των Υλικών

## Materials Science and Technology

The advancement of human civilization is dependent on the materials of evolution

materials  
from past  
to future



From the bronze and iron ages to the silicon age that dominated the end of the 20th century progress has been phenomenal

Today is not the age of one material; it is the age of an immense range of materials, of fast evolution of materials with unprecedented properties' range

....The evolution of engineering materials with time. 'Relative Importance' in the stone and bronze ages is based on assessments of archaeologists; that in 1960 is based on allocated teaching hours in UK and US universities; that in 2020 on material usage in automobiles by manufacturers.

The time scale is non-linear. The rate of change is far faster today than at any previous time in history....

Ashby, M.F. (2012) "Materials Selection in Mechanical Design," 4th edition, Butterworth-Heinemann, Oxford, UK. ISBN 0-7506-4357-9.

B. Zhang, Interdisciplinary Description of Complex Systems 10(2), 114-126, 2012

Cornell University: History of Materials Science and Engineering.

W. D. Jr. Callister, (2007) Materials Science and Engineering, an Introduction. 7th edition, John Wiley and Sons, NY, USA



# Επιστήμη και Τεχνολογία των Υλικών

## Materials Science and Technology

Το πεδίο **της επιστήμης των υλικών** περιλαμβάνει τη διερεύνηση των σχέσεων που υπάρχουν μεταξύ της δομής και των ιδιοτήτων των υλικών.

Αντίθετα, **η τεχνολογία των υλικών**, με βάση αυτή τη σχέση δομής-ιδιότητας ασχολείται με τη σχεδίαση ή την τεχνολογία σχεδίασης της δομής του υλικού, ώστε να παράγει ένα προκαθορισμένο σύνολο ιδιοτήτων.

The area of *materials science* comprises the structure-properties relations of materials.

On the contrary, the *materials technology* area deals with the design and structure design of materials based on their structure-properties relations in order to conclude into a final material with pre-defined properties

*Materials Science and Engineering An Introduction*  
*William D. Callister, Jr.*  
*John Wiley & Sons, Inc.*

# Ταξινόμηση των Υλικών

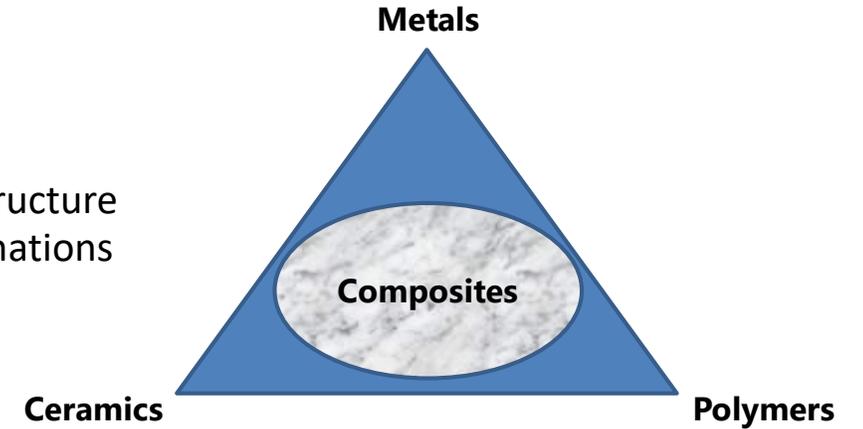
## categories classification

Solid materials have been conveniently grouped into three basic classifications:

**metals, ceramics and polymers**

based primarily on chemical composition and atomic structure  
In addition, there are the **composites**, that are combinations of the above three basic material classes

## The world of Materials



**Metals:** composed of one or more metallic elements (such as iron, aluminum, copper, titanium, gold, nickel etc), and/or nonmetallic elements (for example, carbon, nitrogen, and oxygen) in relatively small amounts. Metal alloys comprise two or more elements



**Ceramics** are typically oxides, nitrides, and carbides, including: clay mineral ones (i.e., porcelain), cement, glass, aluminum oxide (or alumina,  $Al_2O_3$ ), silicon dioxide (or silica,  $SiO_2$ ), silicon carbide (SiC), silicon nitride ( $Si_3N_4$ )

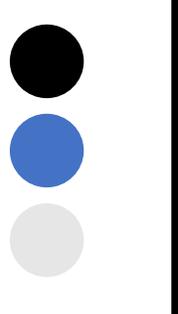


**Polymers** are large macromolecules composed of repeated subunits. Are based on carbon, hydrogen, and other nonmetallic elements (O, N, Si). Common polymers are polyethylene-(PE), polyamides-(PA), poly(vinyl chloride)-(PVC), polycarbonate-(PC), polystyrene (PS)



**Composites** comprise two or more individual materials, metals, ceramics, and/or polymers, achieving thus, combination of properties not displayed by any of the single material. Naturally-occurring composites are wood, bone etc.





# Ταξινόμηση των Υλικών

Τα στερεά υλικά έχουν ταξινομηθεί σε **τρεις βασικές κατηγορίες**:

**τα μέταλλα, τα κεραμικά και τα πολυμερή.**

Αυτή η ταξινόμηση βασίζεται αρχικά στη χημική σύσταση και την ατομική δομή τους και τα περισσότερα υλικά εμπίπτουν σε κάποια από τις τρεις κατηγορίες, (αν και υπάρχουν και μερικά που ανήκουν σε ενδιάμεσες!)

**Επίσης υπάρχουν τρεις άλλες ομάδες σημαντικών τεχνολογικά υλικών:**

**τα σύνθετα υλικά, οι ημιαγωγοί και τα βιοϋλικά.**

- Τα σύνθετα υλικά αποτελούνται από συνδυασμό δύο ή περισσότερων διαφορετικών υλικών.
- Οι ημιαγωγοί χρησιμοποιούνται για τα ασυνήθιστα ηλεκτρικά χαρακτηριστικά τους.
- Τα βιοϋλικά είναι συμβατά με το ανθρώπινο σώμα και χρησιμοποιούνται ως εμφυτεύματα, επικαλύψεις φαρμάκων κα.



# Ταξινόμηση των Υλικών

## Μέταλλα

Τα μεταλλικά υλικά είναι συνήθως συνδυασμοί μεταλλικών στοιχείων. **Περιέχουν μεγάλο αριθμό μη εντοπισμένων ηλεκτρονίων.** Πολλές ιδιότητες των μετάλλων αποδίδονται άμεσα σε αυτά τα ηλεκτρόνια. Τα μέταλλα είναι εξαιρετικά καλοί **αγωγοί** του ηλεκτρικού ρεύματος και της θερμότητας και είναι **αδιαφανή** στο ορατό φως. Επιπλέον, τα μέταλλα έχουν μεγάλη **αντοχή**, αλλά και **παραμορφώνονται** εύκολα, γεγονός που συνηγορεί στην ευρεία χρήση τους στις κατασκευές.

## Κεραμικά

Τα κεραμικά είναι **ενώσεις μεταξύ μεταλλικών και μη μεταλλικών στοιχείων** και συχνά είναι **οξείδια, νιτρίδια και καρβίδια.** Το μεγάλο εύρος υλικών που υπεισέρχονται σε αυτή την κατηγορία περιλαμβάνει κεραμικά που αποτελούνται από ορυκτές αργίλους, τσιμεντοκονιάματα και υάλους. Τα υλικά αυτά είναι χαρακτηριστικοί **μονωτές** της μεταφοράς του ηλεκτρικού ρεύματος και της μετάδοσης της θερμότητας και είναι **πιο ανθεκτικά** από τα μέταλλα και τα πολυμερή σε υψηλές θερμοκρασίες και δριμύ περιβάλλον. Ως προς τη μηχανική τους συμπεριφορά τα κεραμικά είναι **σκληρά** αλλά πολύ **εύθραυστα.**

## Πολυμερή

Τα πολυμερή περιλαμβάνουν τα γνωστά μας πλαστικά και **ελαστικά** υλικά. Πολλά από αυτά είναι οργανικές ενώσεις που χημικά βασίζονται στον άνθρακα, το υδρογόνο και άλλα μη μεταλλικά στοιχεία. Επιπλέον, έχουν πολύ μεγάλες μοριακές δομές. Τα υλικά αυτά έχουν συνήθως **χαμηλή πυκνότητα** και μπορεί να είναι **εξαιρετικά εύκαμπτα**





# Τεχνολογικά - Προηγμένα Υλικά

## Σύνθετα Υλικά

Τα σύνθετα υλικά αποτελούνται από μια **μήτρα και ένα υλικό ενίσχυσης** που μπορεί να είναι π.χ. ίνες υάλου. Σχεδιάζονται για να δίνουν ένα συνδυασμό των καλύτερων χαρακτηριστικών των ιδιοτήτων του κάθε υλικού από το οποίο αποτελούνται.

## Ημιαγώγιμα Υλικά

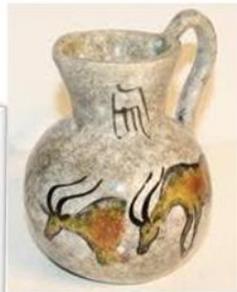
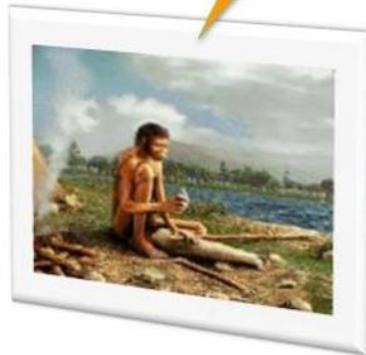
Οι ημιαγωγοί έχουν **ηλεκτρικές ιδιότητες** ενδιάμεσες μεταξύ των αγωγών του ηλεκτρικού ρεύματος και των μονωτών και μπορεί να είναι **οργανικοί ή ανόργανοι**. Επιπλέον, τα ηλεκτρικά χαρακτηριστικά αυτών των ανόργανων ημιαγωγών είναι εξαιρετικά ευαίσθητα στην παρουσία ελάχιστων συγκεντρώσεων από άτομα προσμίξεων. Οι ημιαγωγοί κατέστησαν εφικτή την εμφάνιση των ολοκληρωμένων κυκλωμάτων που **έφεραν επανάσταση στη βιομηχανία των ηλεκτρονικών και των υπολογιστών**.

## Βιοϋλικά

Τα βιοϋλικά χρησιμοποιούνται σε συστατικά τα οποία **εμφυτεύονται στο ανθρώπινο σώμα** προς αντικατάσταση ενός προσβεβλημένου ή κατεστραμμένου ανθρώπινου τμήματος (πχ τεχνητά ισχία), φάρμακα κ.α. Τα υλικά αυτά δεν πρέπει να παράγουν τοξικές ουσίες και πρέπει να είναι **συμβατά με τους ιστούς** του ανθρώπινου σώματος (δηλαδή δεν πρέπει να προκαλούν δυσμενείς βιολογικές αντιδράσεις).

# Evolution of materials in time

Natural materials:  
wood, stone, leather,  
bone, ...



Plastics and  
composites



Adaptive Smart  
Materials





# Προηγμένα Υλικά

Τα υλικά που χρησιμοποιούνται στις  
**εφαρμογές υψηλής τεχνολογίας (high-tech) ονομάζονται προηγμένα υλικά.**

Με τον όρο υψηλή τεχνολογία εννοούμε μια συσκευή ή ένα προϊόν που λειτουργεί χρησιμοποιώντας σχετικά περίπλοκες και εξελιγμένες αρχές πχ ο ηλεκτρονικός εξοπλισμός όπως οι συσκευές μαγνητικής εγγραφής εικόνας (βίντεο), οι συσκευές οπτικού δίσκου (CD), οι ηλεκτρονικοί υπολογιστές, τα συστήματα οπτικών ινών, τα διαστημόπλοια, τα αεροπλάνα, οι στρατιωτικοί πύραυλοι ...

Τα προηγμένα αυτά υλικά είναι συνήθως είτε παραδοσιακά υλικά των οποίων οι ιδιότητες έχουν ενισχυθεί είτε υλικά που έχουν αναπτυχθεί εκ νέου ως υλικά υψηλής απόδοσης. Επίσης, μπορεί να ανήκουν σε όλες τις κατηγορίες υλικών (δηλαδή μέταλλα, κεραμικά, πολυμερή) και είναι συνήθως σχετικά ακριβά.

# Προηγμένα Υλικά



ISSN 2972-3299  
December 2022

Vol 1  
Issue 1



Today's intense search for materials with superior functional performance and at lower manufacturing cost but based on novel approaches is evident in all the fields of research and materials including metals, synthetic organic materials as well as for materials derived from renewable resources. Materials research is the foremost discipline today guiding progress in many different and various fields of technological engineering. This is due to the **strong interdisciplinarity** of this field of research with a great variety of specializations contributing to its advancement. These investigations range from the atomic, molecular, nanoscale size up to complex structures even at the macro-engineering size, defining how large this field of research can really be, i.e., **nanoscopic control of our macroscopic world**. Great advances have been made in recent years in the Materials, e.g., in their engineering, chemistry, physics, biology and many others, including some very novel materials. **Research in this field is also accelerating as the fundamental understanding has dawned that is mostly the research and the novelties in this field that will allow great progresses in future to be achieved, even in applications not even thought of today. Who can forget that the flight machine of Leonardo da Vinci could perhaps have fled, hence advancing aviation technology of three centuries if ultralight materials had been available in the 16th century?**

A clear indication that **progress in materials being fundamental to engineering progress** was a concept not really understood then, but that it is clearly understood today.



# Προηγμένα Υλικά

## Functional Materials & Nanomaterials

The ideas and concepts behind nanoscience and nanotechnology started with his talk, long before the term nanotechnology was used. In his talk, **Prof. Feynman** described a process in which scientists would be able to **manipulate and control individual atoms and molecules**. Over a decade later, in his explorations of ultraprecision machining, **Prof. Norio Taniguchi** coined the term nanotechnology. It wasn't until **1981**, with the development of the scanning tunneling microscope that could "see" individual atoms, that **modern nanotechnology began**.

<https://www.nano.gov/nanotech-101/what/definition>

- ✓ The essence of **nanotechnology** is the ability to work at the **molecular level**, atom by atom, to create large structures with fundamentally new molecular organization.
- ✓ Nanoscience and nanotechnology are the study and application of **extremely small things** and can be used **across all the other science fields**, such as chemistry, biology, physics, materials science, and engineering

## There's Plenty of Room at the Bottom

*An Invitation to Enter a New Field of Physics*



By *Richard P. Feynman*

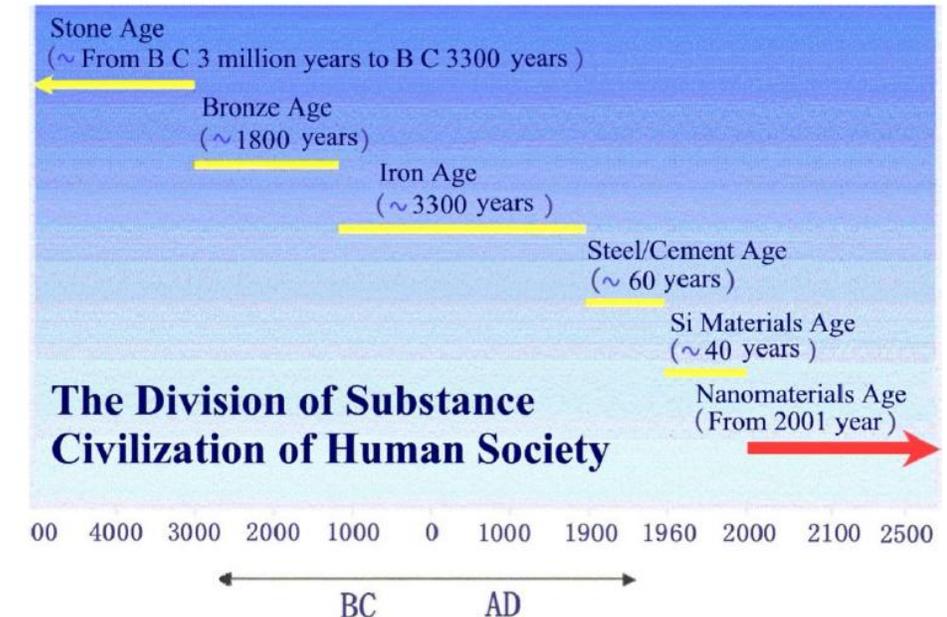
*American Physical Society meeting*

*California Institute of Technology (CalTech)*

*Pasadena, 29 December 1959*

February 1960, *Engineering and Science* Caltech Magazine

<https://www.zyvex.com/nanotech/feynman.html>





# Προηγμένα Υλικά

advanced materials

definition ... ??

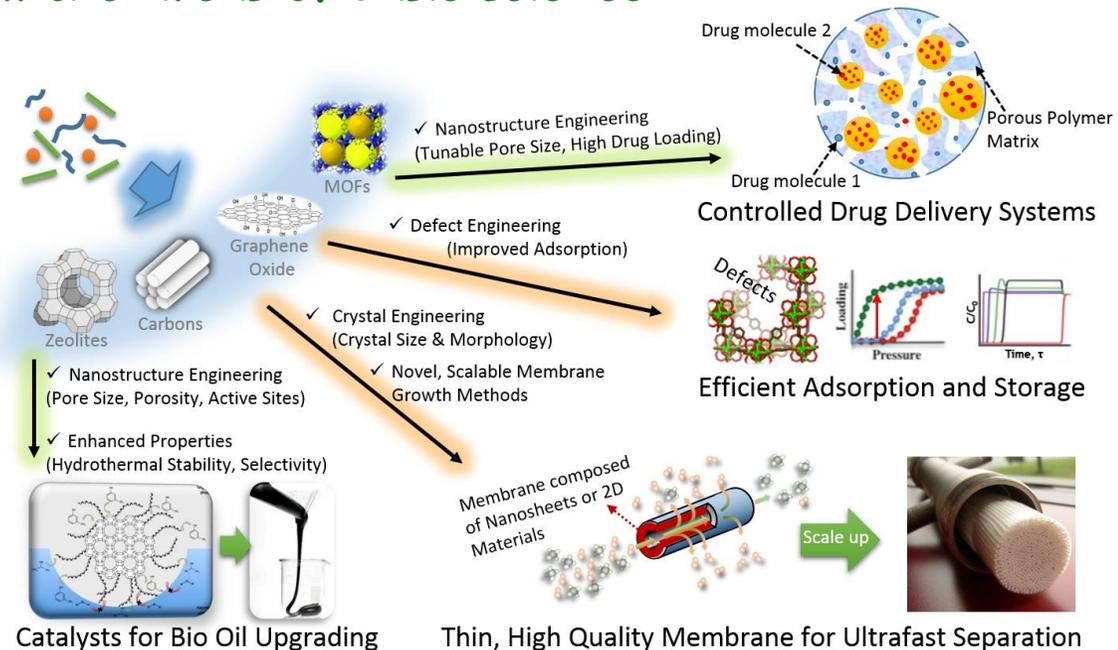
- ✓ Materials created at the molecular and/or atomic scale for the purpose of advancing technology and improving human experience
- ✓ Materials that are prepared via new methods or reinvented techniques
- ✓ Materials with properties exceeding by far those of their precursors

delivered from **interdisciplinary research** in  
Chemistry, Physics, Engineering, Biomedicine, Catalysis, Electronics ...

Material Science: a multidisciplinary area  
a meeting point of all the areas of basic science

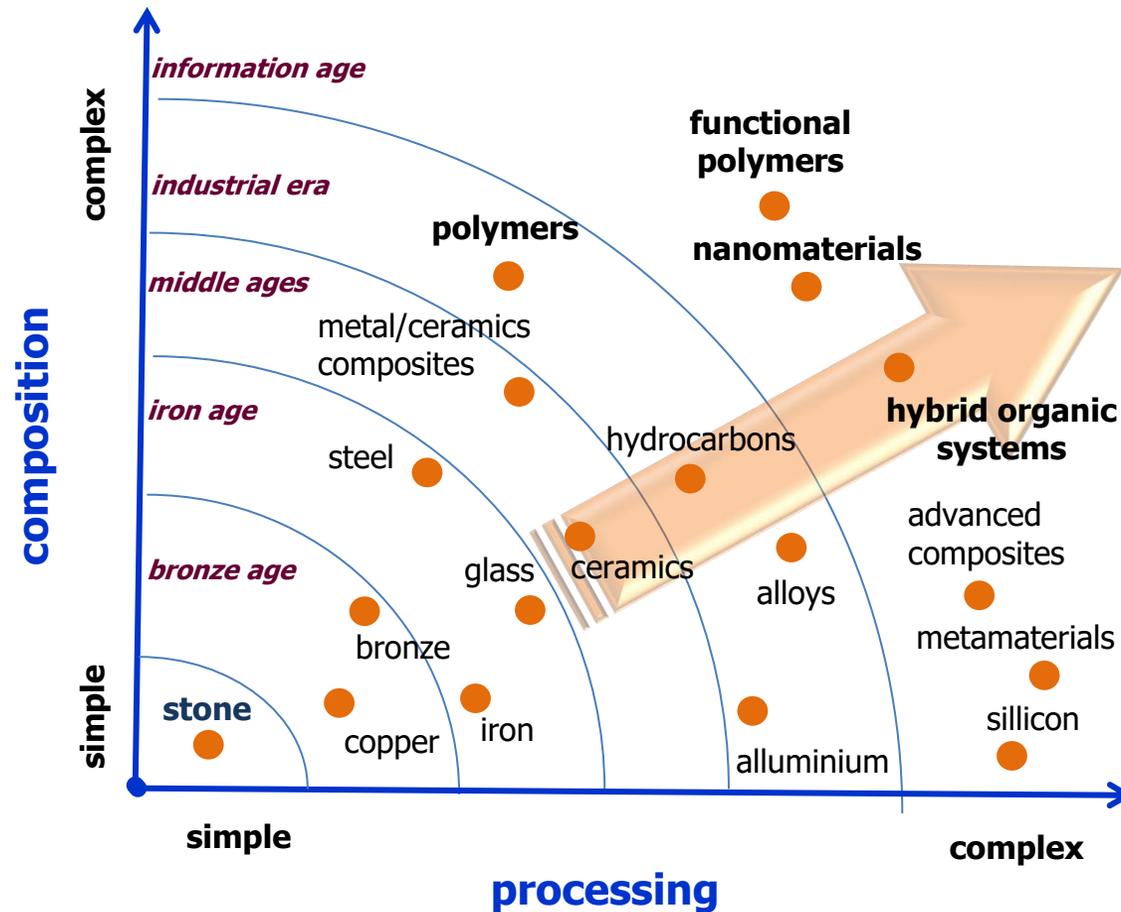
**examples:** carbon nanostructures, liquid crystals, molecular catalysts, coatings, self-healing materials, nanoparticles, biobased polymers, antimicrobial polymers, 3D scaffolds, barrier materials, recyclable polymers, dendrimers, organic-inorganic hybrids.... sustainable materials

with **impact in diverse fields** such as:  
energy sectors, water purification, agriculture and forestry, health, food industry,  
quantum information systems, neuromorphic engineering, nanobiology, spintronics, plasmonics, metamaterials, molecular nanosystems ....





## the advanced functional materials challenge



advanced functional materials

$$\begin{aligned} &= \\ &\text{complex composition} \\ &+ \\ &\text{complex processing} \end{aligned}$$

**“The extent to which a material’s structure is simple or complex reflects the amount of information required to describe it.**

For instance, in complex materials their compositions and structures vary over the nanometer length scale”



# Ημιαγώγιμα Υλικά

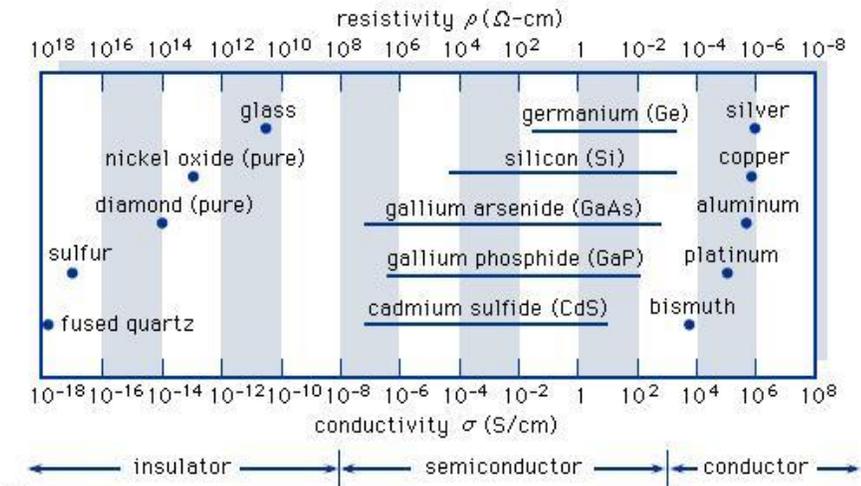
advanced materials

## Semiconductors

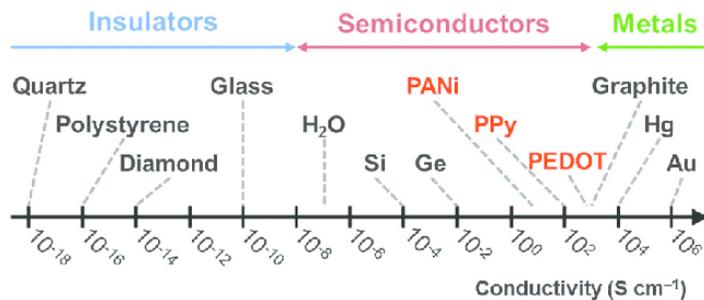
have **electrical properties intermediate to the electrical conductors and the insulators.**

Semiconductors have made possible the advent of integrated circuitry that has totally revolutionized the electronics and computer industries, displays, lighting, energy generation & harvesting, sensors, etc

### inorganic semiconductors

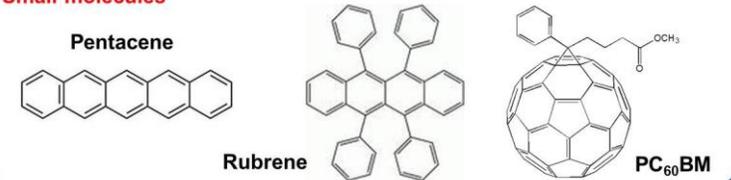


© 2004 Encyclopædia Britannica, Inc.

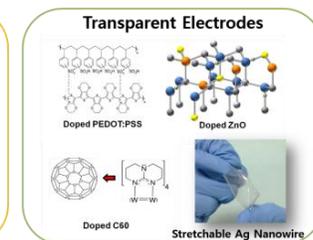
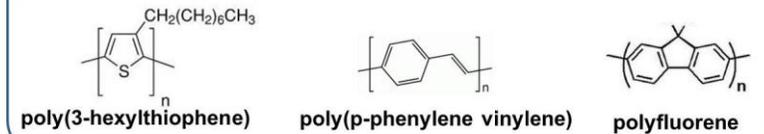


### organic semiconductors

#### Small molecules



#### Polymers



Nobel Prize in Chemistry 2000

A. J. Heeger,  
A. G. MacDiarmid,  
H. Shirakawa

"for the discovery  
and development of  
conductive polymers"



# Ημιαγώγιμα και Μεταλλικά Πολυμερή

*advanced materials*

Nobel Prize in Chemistry **2000**

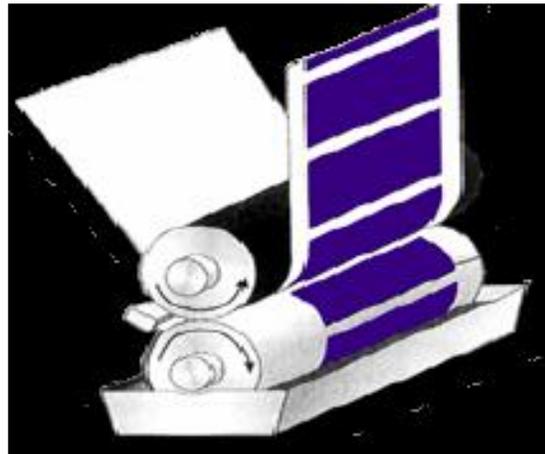
**A. J. Heeger,  
A. G. MacDiarmid,  
H. Shirakawa**

"for the discovery  
and development of  
conductive polymers"



“inks” ----with electronic  
functionality!

The Dream →





# Εφαρμογές σε οθόνες OLED



Samsung Galaxy Z Fold



Motorola RAZR 2019

razr

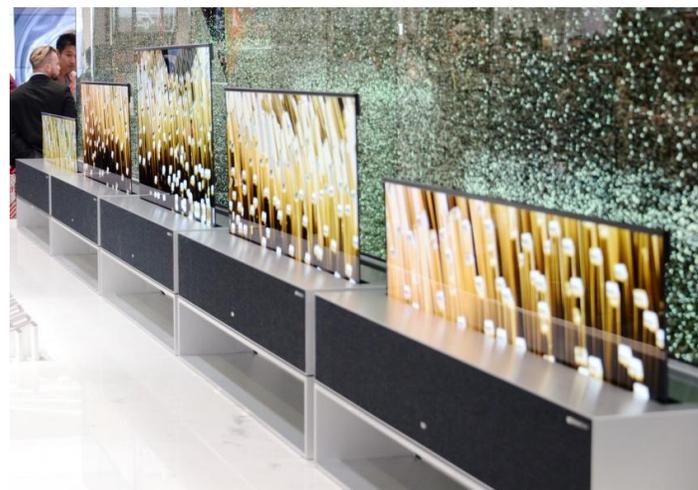


LG's rollable TV



**Mi TV LUX  
Transparent Edition**

- 55" transparent OLED
- 5.7mm ultra-thin display
- 120Hz high refresh rate
- Supports Dolby ATMOS
- MediaTek 9650 flagship TV chipset



# Εφαρμογές σε OPVs

[OPVs : organic photovoltaics]

## Applications

- Portable chargers
- Solar objects
- Solar clothing
- Solar umbrellas
- Coating for buildings

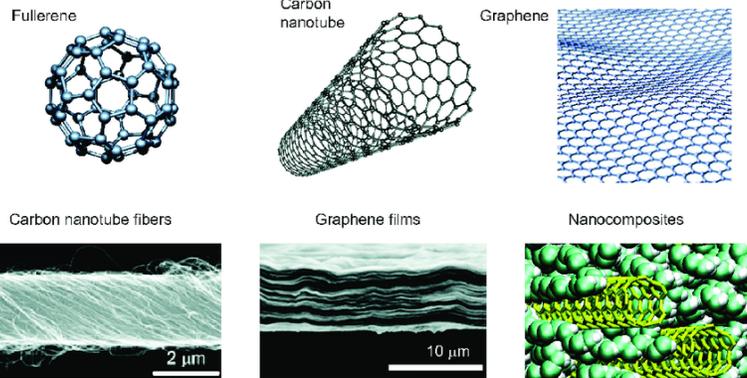




# Προηγμένα Υλικά

## Carbon Nanostructures

fullerenes, CNTs, graphene, and a wide variety of related forms are attractive nanomaterials for the development of innovative devices in the form of composites, sensors, and nanoscale electronic devices due to extraordinary properties and differentiated carbon hybridization status (e.g.,  $sp^2$ ,  $sp^3$  hybridization)



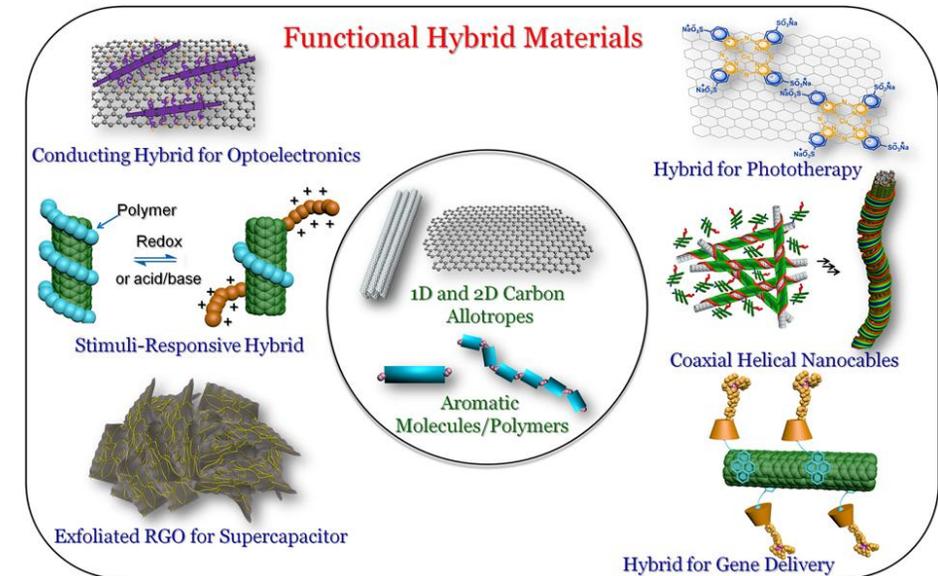
Z. P. Xu, et al. Sci. China-Phys. Mech. Astron. July (2018) 61, 074601

Nobel Prize in Physics **2010** to **A. Geim** and **K. Novoselov** "for groundbreaking experiments regarding the two-dimensional material graphene"

## Hybrid materials

comprise two different compounds with complementary properties in a single material, getting synergic effects and obtaining new materials with new properties.

applications in highly growing areas such as: optics, micro-electronics, transportation, health, energy production and storage, diagnosis, housing, environment, Internet of Things (IoT), MEMs.

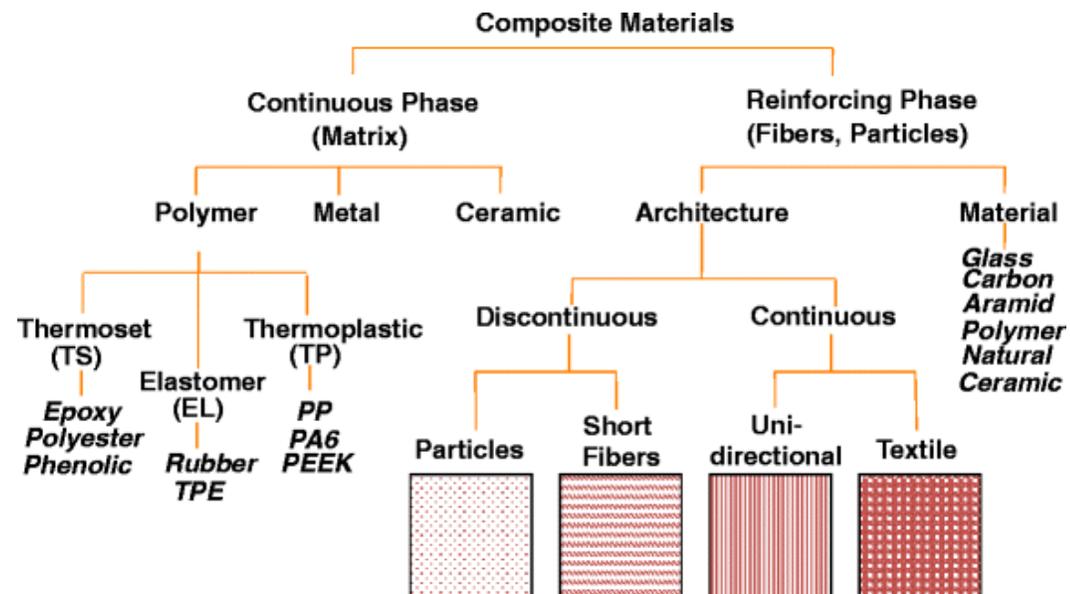
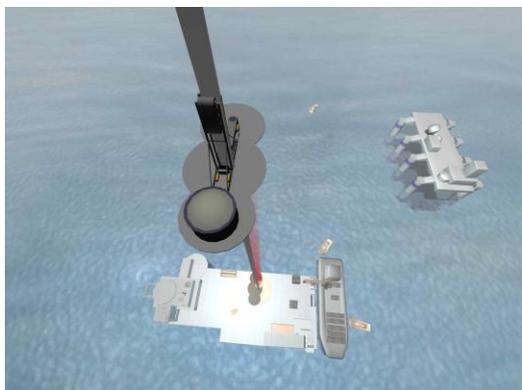




# Προηγμένα Σύνθετα Υλικά

*advanced materials*

«Ασανσέρ» που θα πηγαίνει στο φεγγάρι από νανοσωλήνες άνθρακα



application areas of multi-scale composites

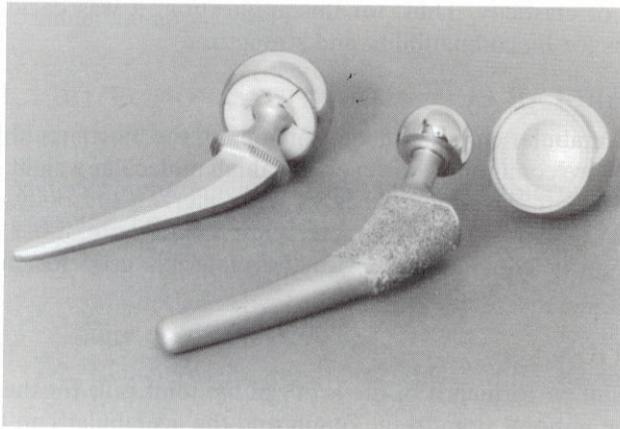
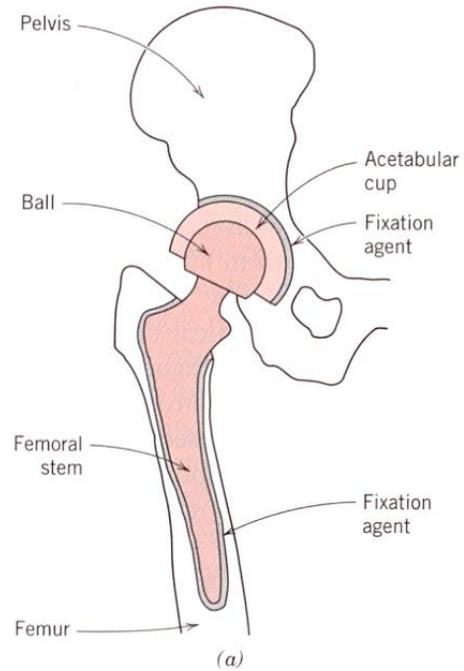




# Βιοϋλικά

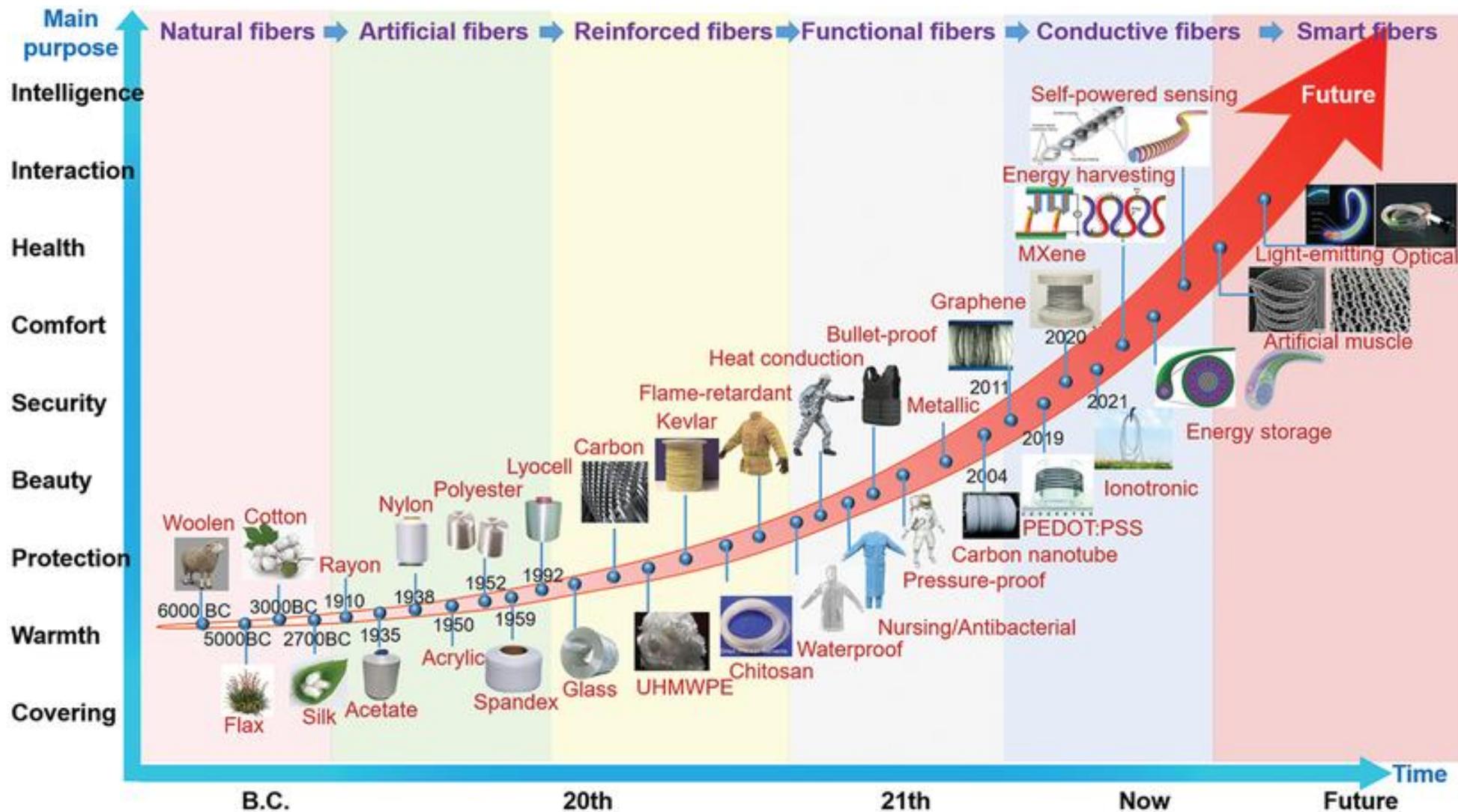
advanced materials

**FIGURE 23.13**  
(a) Schematic diagram and (b) x-ray of an artificial total hip replacement.



**FIGURE 23.14** Photograph showing two artificial total hip replacement designs.

# A brief chronology of the evolution of textile materials in the process...



# Έξυπνα ρούχα

## SMARTSHIRT SYSTEM

T-shirt with integrated sensors and conductive fiber grid



Shirt band connector



Personal controller (wireless transmitter)



PDA with Bluetooth receiver



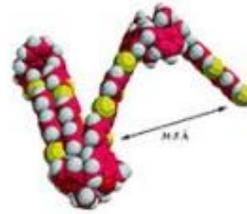
Base Station screen



USB Bluetooth receiver



Electro-Active Polymer (EAP)



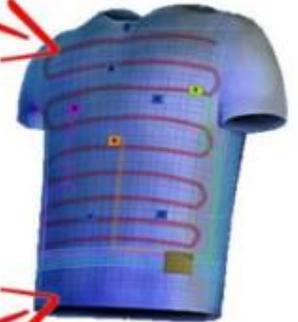
Conducting polymer strands



Conducting polymer spheres



e-textile



Conductive Thread



Conductive Fabric



Έξυπνα» ρούχα που δονούνται για τα άτομα με προβλήματα όρασης



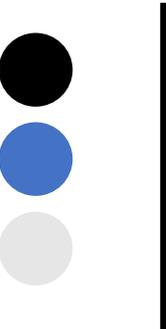


# Έξυπνα ρούχα

smart garments  
signage systems



new functions into smart textiles. Miniaturized biosensors in a textile patch can now analyze body fluids, even a tiny drop of sweat, and provide a good assessment of someone's health.



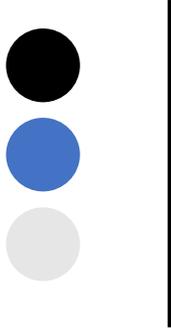
# Ανάγκες για Σύγχρονα Υλικά

Παρόλη την τεράστια πρόοδο που έχει γίνει τα τελευταία χρόνια στο πεδίο της επιστήμης και τεχνολογίας των υλικών εξακολουθούν να υπάρχουν τεχνολογικές προκλήσεις που περιλαμβάνουν την ανάπτυξη ακόμη πιο προηγμένων και εξειδικευμένων υλικών καθώς και την εξέταση της επίπτωσης που προκαλεί στο περιβάλλον η παραγωγή των υλικών. Αξίζει να σχολιάσουμε συντόμως αυτά τα ζητήματα για να πάρουμε μια ολοκληρωμένη εικόνα των παραπάνω προοπτικών.

Η πυρηνική ενέργεια δίνει κάποιες υποσχέσεις, αλλά στις λύσεις πολλών προβλημάτων που παραμένουν θα πρέπει να συμπεριληφθούν και υλικά από καύσιμα έως κατασκευές ανάσχεσης, ή εγκαταστάσεις για τη διάθεση ραδιενεργών αποβλήτων.

Σημαντικές ποσότητες ενέργειας υπεισέρχονται στις μεταφορές. Η **μείωση του βάρους** των μεταφορικών οχημάτων (αυτοκινήτων, αεροπλάνων, τρένων κλπ.) όπως και η **αύξηση της θερμοκρασίας λειτουργίας** των μηχανών θα ενισχύσει την αποδοτικότητα των καυσίμων. **Νέα δομικά υλικά** υψηλής αντοχής και χαμηλής πυκνότητας αναμένεται να αναπτυχθούν καθώς και υλικά με ικανότητες λειτουργίας σε υψηλότερες θερμοκρασίες για χρήση σε τμήματα μηχανών.

Επιπλέον, έχει αναγνωριστεί η ανάγκη για την εύρεση **νέων, οικονομικών πηγών ενέργειας** όπως και για αποδοτικότερη χρήση των πηγών που υπάρχουν. Τα υλικά θα παίξουν αναμφισβήτητα σημαντικό ρόλο στην ανάπτυξη των παραπάνω. **Για παράδειγμα έχει πραγματοποιηθεί η απευθείας μετατροπή της ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρική. Τα ηλιακά κύτταρα προϋποθέτουν μερικά περίπλοκα και ακριβά υλικά. Προκειμένου να εξασφαλιστεί μια βιώσιμη τεχνολογία πρέπει να αναπτυχθούν υλικά με υψηλή μεν απόδοση στη διεργασία μετατροπής της ενέργειας αλλά και οικονομικότερα.**



# Ανάγκες για Σύγχρονα Υλικά

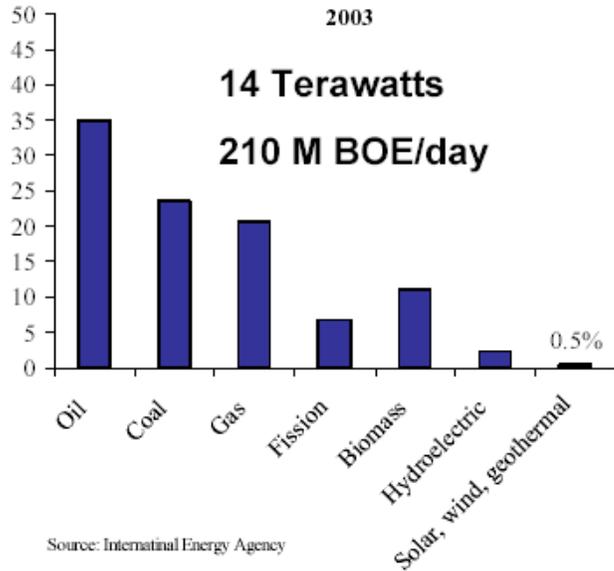
Η ποιότητα του περιβάλλοντος εξαρτάται από την ικανότητα μας να ελέγχουμε τη ρύπανση του αέρα και των υδάτων. **Οι τεχνικές ελέγχου της ρύπανσης προϋποθέτουν διάφορα υλικά.** Επιπλέον, οι μέθοδοι επεξεργασίας και τελικής κατεργασίας καθαρισμού πρέπει να βελτιωθούν ώστε να προκαλούν μικρότερη περιβαλλοντική υποβάθμιση. Επίσης, στις διεργασίες παρασκευής κάποιων υλικών, παράγονται τοξικές ουσίες, οπότε πρέπει να ληφθεί υπόψη ο οικολογικός αντίκτυπος σχετικά με τη διάθεση και απόρριψη τους. Πολλά χρησιμοποιούμενα υλικά προέρχονται από μη ανανεώσιμες πηγές, δηλαδή δεν μπορούν να αναγεννηθούν. Αυτά περιλαμβάνουν τα πολυμερή, για τα οποία η πρώτη ύλη είναι το πετρέλαιο και κάποια μέταλλα. Αυτές οι μη ανανεώσιμες πηγές σταδιακά εξαντλούνται, γεγονός που καθιστά **αναγκαία**

- 1) την ανακάλυψη επιπρόσθετων αποθεμάτων
- 2) την ανάπτυξη νέων υλικών που θα έχουν συγκρίσιμες ιδιότητες και λιγότερο δυσμενείς περιβαλλοντικές επιπτώσεις και/ή
- 3) την αύξηση των προσπαθειών ανακύκλωσης και την ανάπτυξη νέων τεχνολογιών ανακύκλωσης.

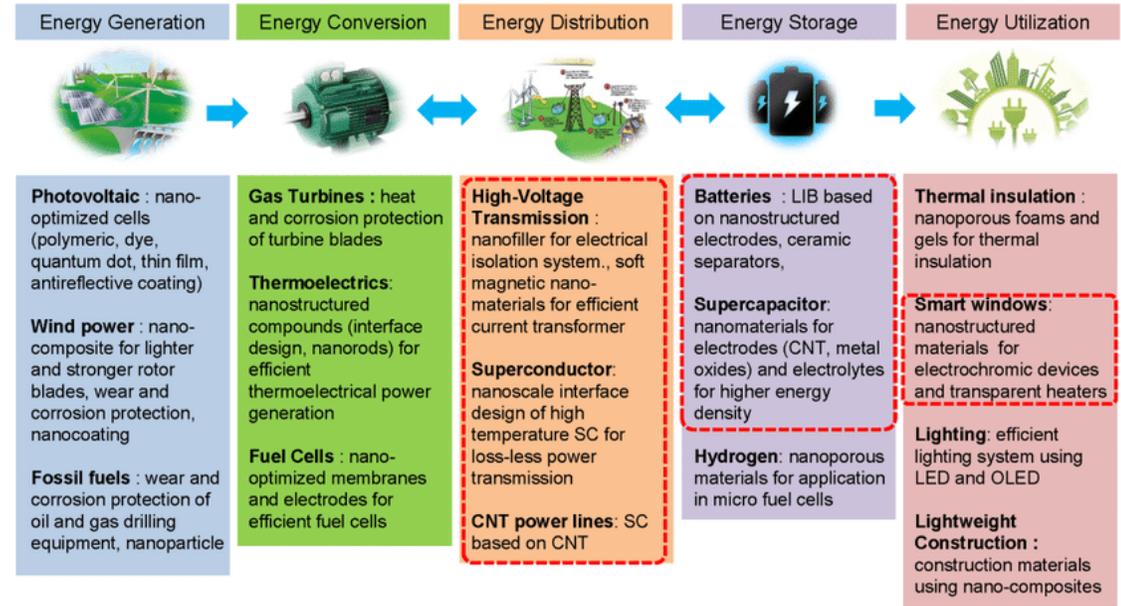
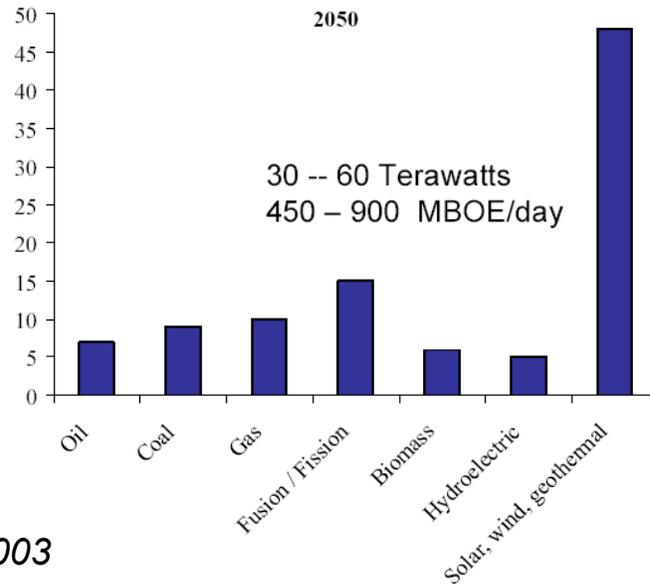
**Σαν συνέπεια, γίνεται ολοένα και πιο απαραίτητο να λαμβάνουμε υπόψη τον κύκλο ζωής από την πηγή μέχρι την ταφή του υλικού σε σχέση με τη συνολικής διεργασία κατασκευής του.**



# Ενέργεια, το σημαντικότερο πρόβλημα



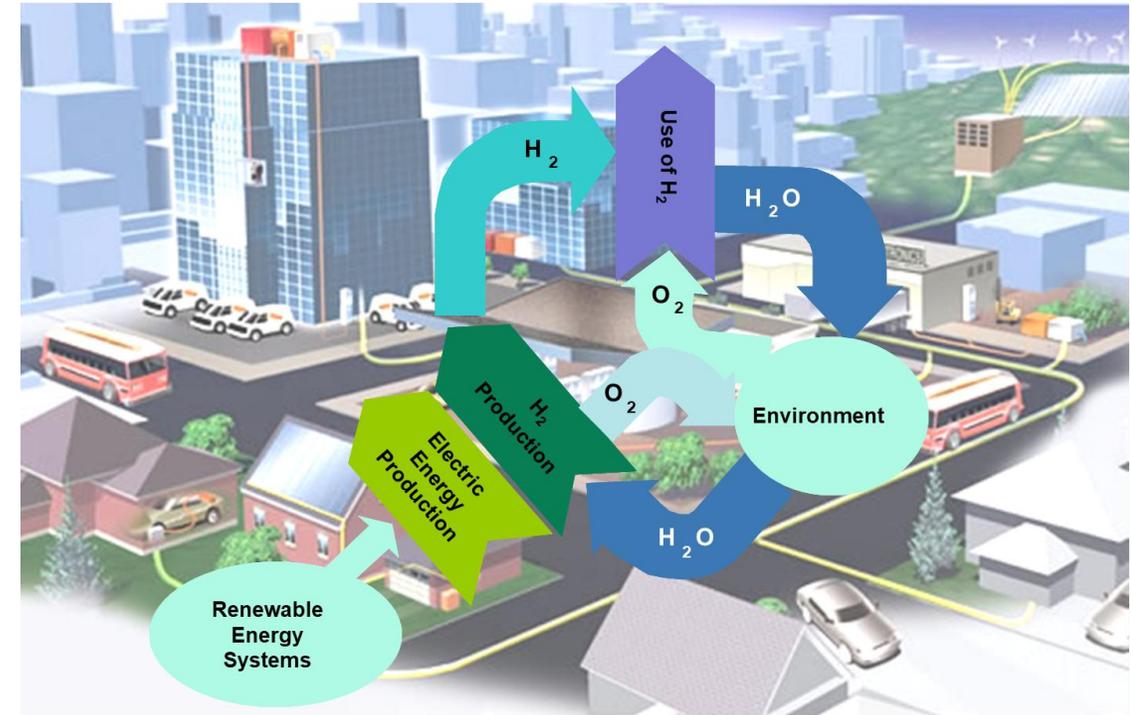
2003  
6.5 δισεκατομμύρια  
2050  
8-10 δισεκατομμύρια



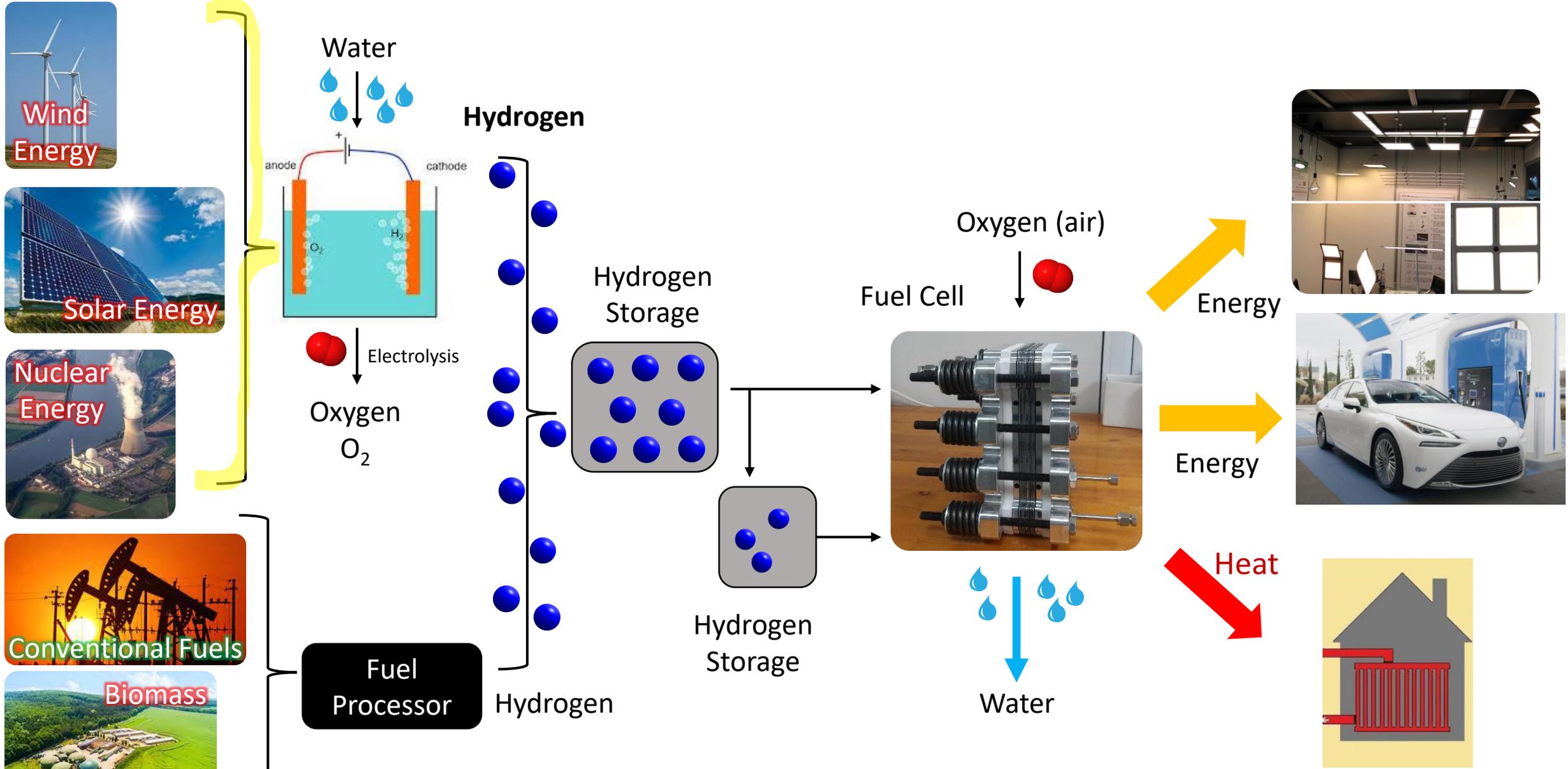
1. Ενέργεια
2. Νερό
3. Τροφή
4. Περιβάλλον
5. Πόλεμοι
6. Ασθένειες
7. Εκπαίδευση
8. Δημοκρατία
9. Φτώχεια
10. Υπερπληθυσμός

# Το Όραμα

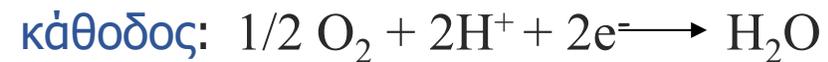
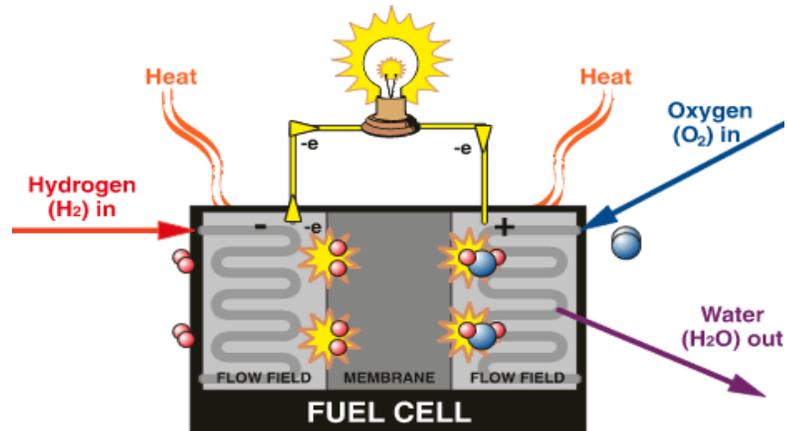
# Οικονομία Υδρογόνου



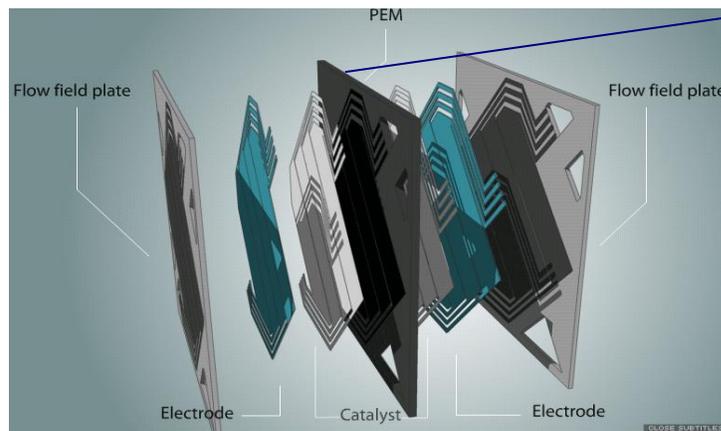
*Να δημιουργηθεί ένα δίκτυο διανομής, παραγωγής από ανανεώσιμες πηγές, αποθήκευσης και τροφοδοσίας υδρογόνου το οποίο σε συνδυασμό με τις κυψελίδες καυσίμου θα εξασφαλίσει την απαιτούμενη ενέργεια με μηδενική επιβάρυνση του περιβάλλοντος*



# Κυψελίδα καυσίμου τύπου PEM



● **Συνολική αντίδραση**



## Πολυμερές

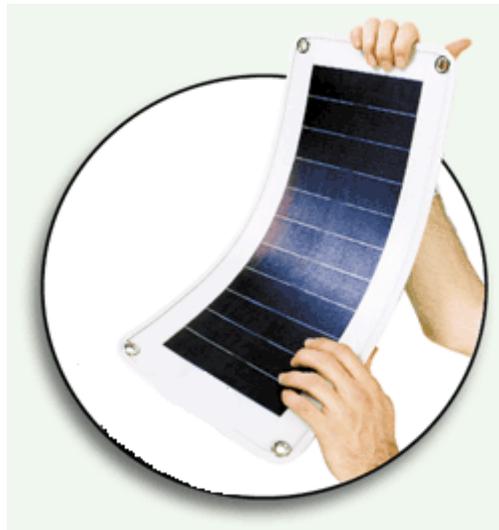
- Καλές μηχανικές ιδιότητες
- Χημική, Θερμική και οξειδωτική σταθερότητα
- Υψηλή ιοντική αγωγιμότητα
- Ηλεκτρονιακός μονωτής
- Χαμηλό κόστος



# Μεμβράνες για Κυψελίδες Καυσίμου



# Φωτοβολταϊκά Συστήματα



<b>Compounds - Systems</b>	<b>Power Conversion Efficiencies (%)</b>
<b>Amorphous Silicon</b>	<b>12.7</b>
<b>Crystalline Silicon</b>	<b>24.7</b>
<b>Dye-sensitized solar cells (Gratzel cell)</b>	<b>20</b>
<b>multilayers of small organic molecules (CuPc:C<sub>60</sub>)</b>	<b>14</b>
<b>mixtures of polymeric donor type materials with small organic molecules (P3HT:PCBM)</b>	<b>18</b>
<b>mixtures of polymeric donor type materials with polymeric acceptor type materials (MDMO-PPV:PCNEPV)</b>	<b>12</b>



Alan Heeger,  
Βραβείο Nobel 2000 μαζί με τους  
Alan MacDiarmid και Hideki Shirakawa

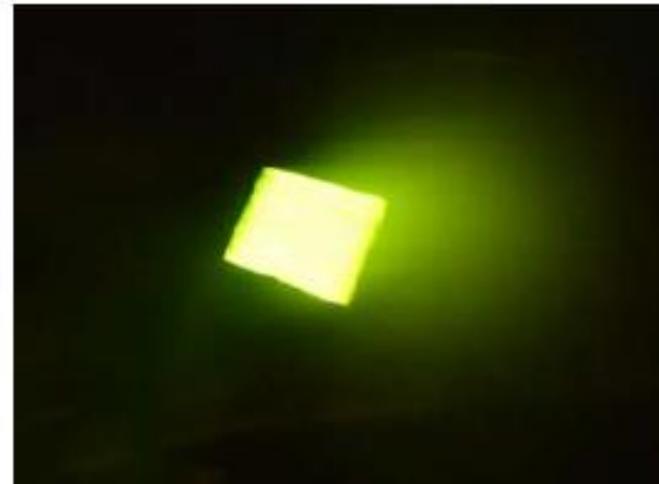
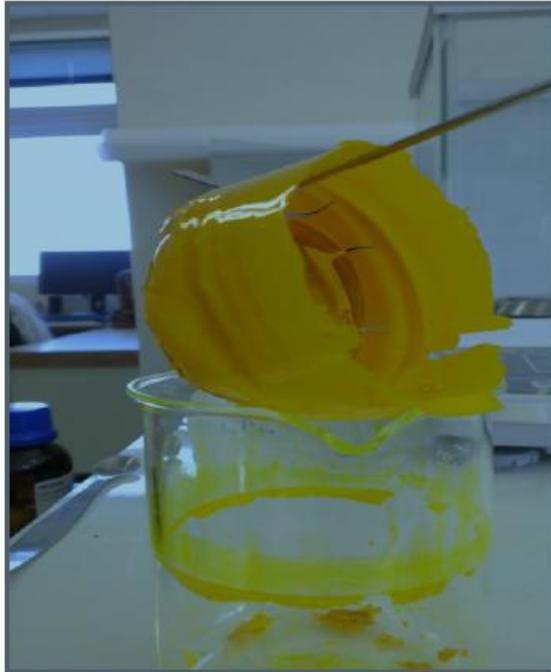


# Εκτυπωμένα Εύκαμπτα Φωτοβολταϊκά



Ομάδα Καθ. Σ. Λογοθετίδη  
Ερευνητικό Εργαστήριο Λεπτών Υμενίων  
Νανοβιοϋλικών, Νανοσυστημάτων &  
Νανομετρολογίας  
Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο  
Θεσσαλονίκης

# Πολυμερικά υμένια και εφαρμογή σε LED



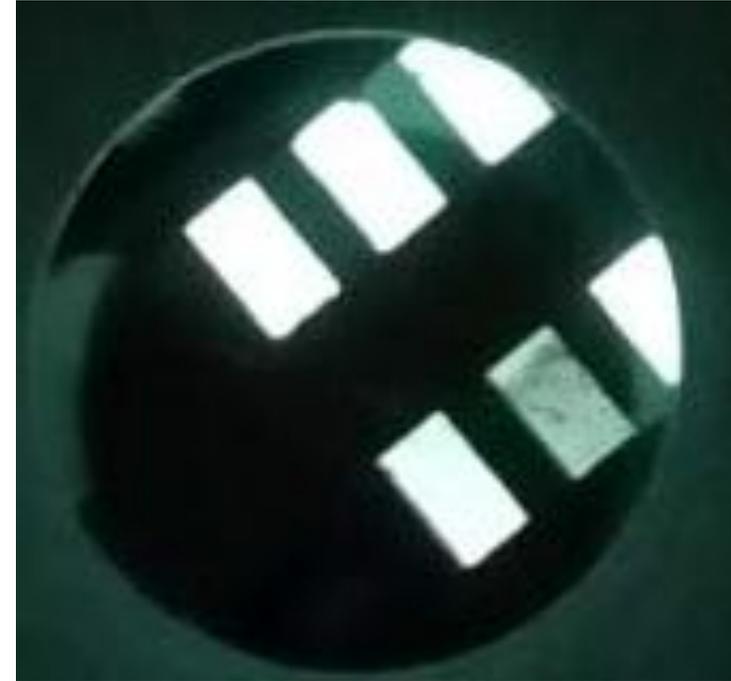
Ομάδα Αναπλ. Καθ. Μ. Γιώτη  
Ερευνητικό Εργαστήριο Λεπτών Υμενίων  
Νανοβιοϋλικών, Νανοδομημάτων & Νανομετρολογίας  
Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης



**GR-Light**

Πρόγραμμα ΣΥΝΕΡΓΑΣΙΑ 2011, ΓΓΕΤ, «Πράσινες/Ελληνικές Αειφόρες  
Τεχνολογίες Φωτισμού» GR-LIGHT 11SYN\_5\_573

# Δίοδοι Εκπομπής Λευκού Φωτός WLED



Ομάδα Αναπλ. Καθ. Μ. Γιώτη  
Ερευνητικό Εργαστήριο Λεπτών Υμενίων  
Νανοβιοϋλικών, Νανοδομημάτων & Νανομετρολογίας  
Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης



**GR-Light**

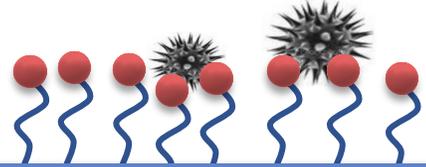
Πρόγραμμα ΣΥΝΕΡΓΑΣΙΑ 2011, ΓΓΕΤ, «Πράσινες/Ελληνικές Αειφόρες  
Τεχνολογίες Φωτισμού» GR-LIGHT 11ΣΥΝ\_5\_573

# Antimicrobial Polymeric Surfaces

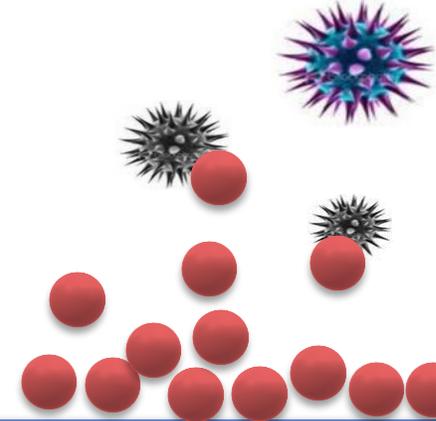
live microbes



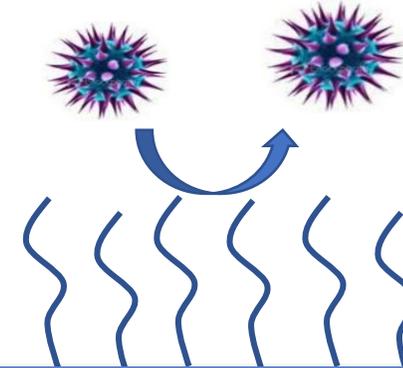
dead microbes



a) contact-killing surface

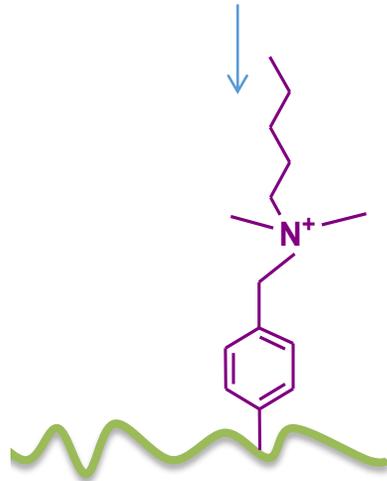


b) biocide-leaching surface

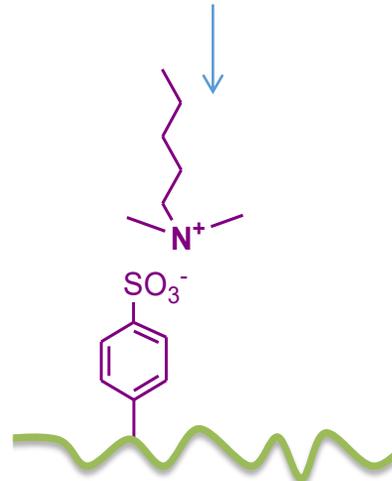


c) repelling surface

● Quaternary-Ammonium Compounds (QACs)



Covalent attachment

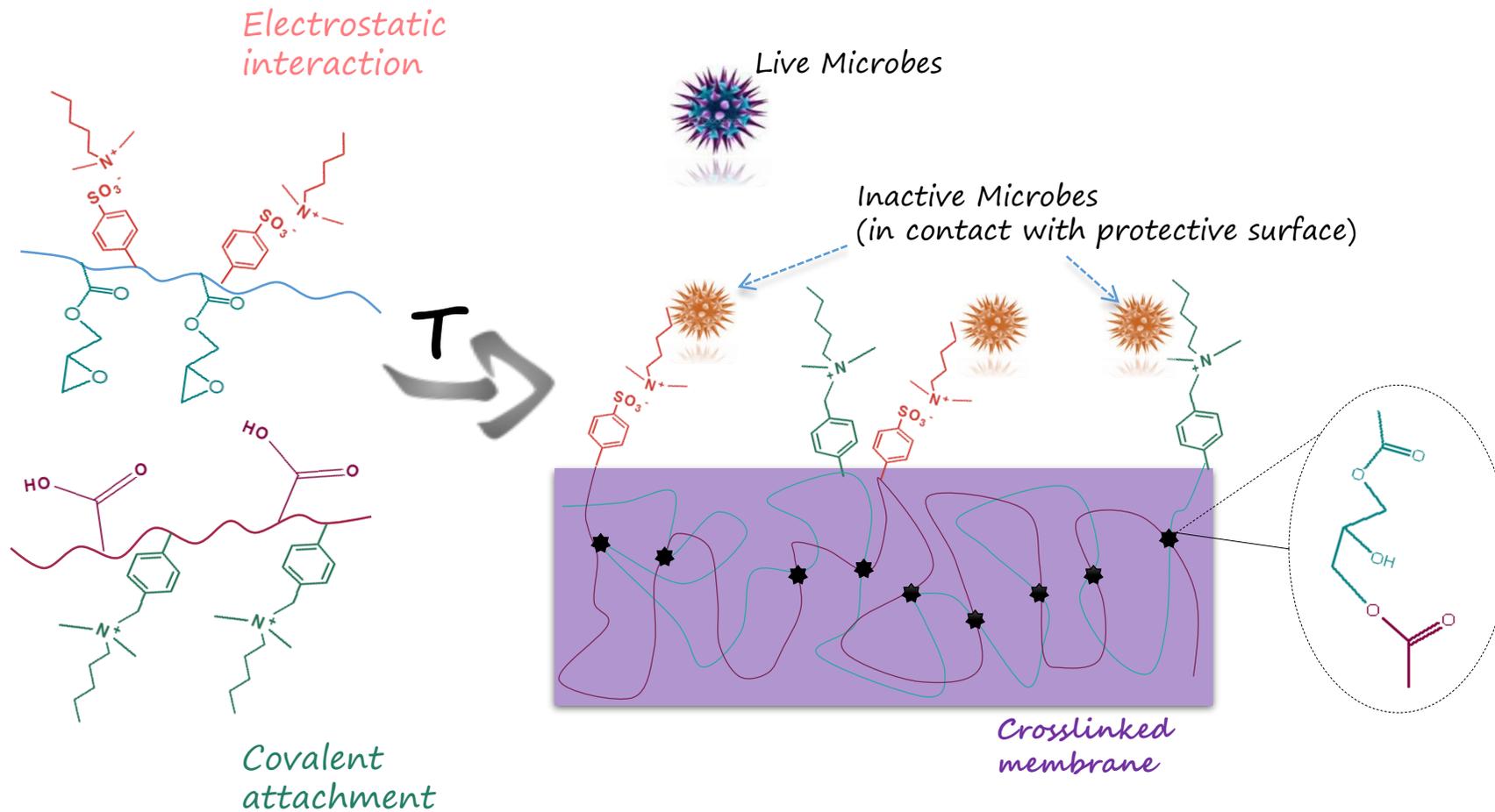


Electrostatic interaction

combination

Dual-action surfaces

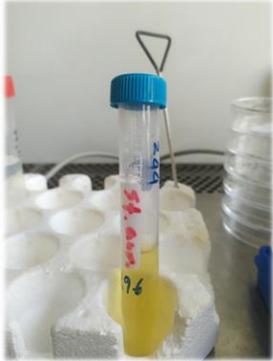
# Αντιμικροβιακές πολυμερικές επικαλύψεις



# Antimicrobial Activity Test

Gram-negative bacterium: *E. Coli*  
Gram-positive bacterium: *S. Aureus*

1. Incubation of microorganism



2. Inoculation of coupon glasses covered with polymers



Contact time:  
2 h at 22 °C

3. Incubation in 30 mL LB broth

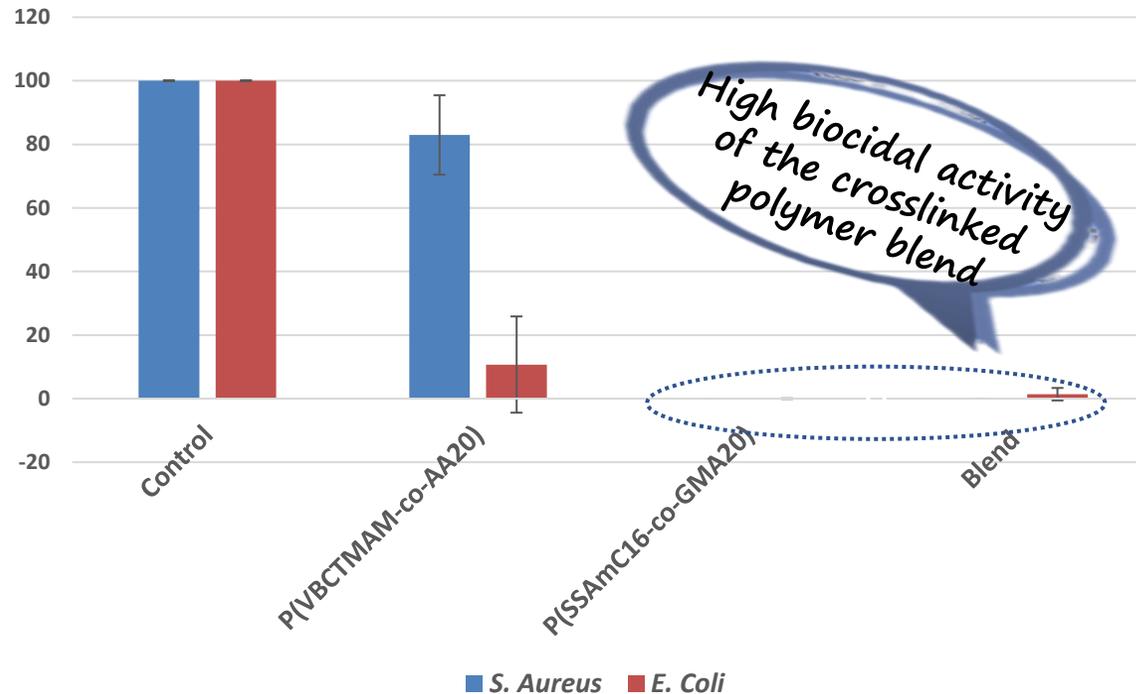


Cell Viability %

4. Incubation at 37 °C for 18-24h (80 rpm)



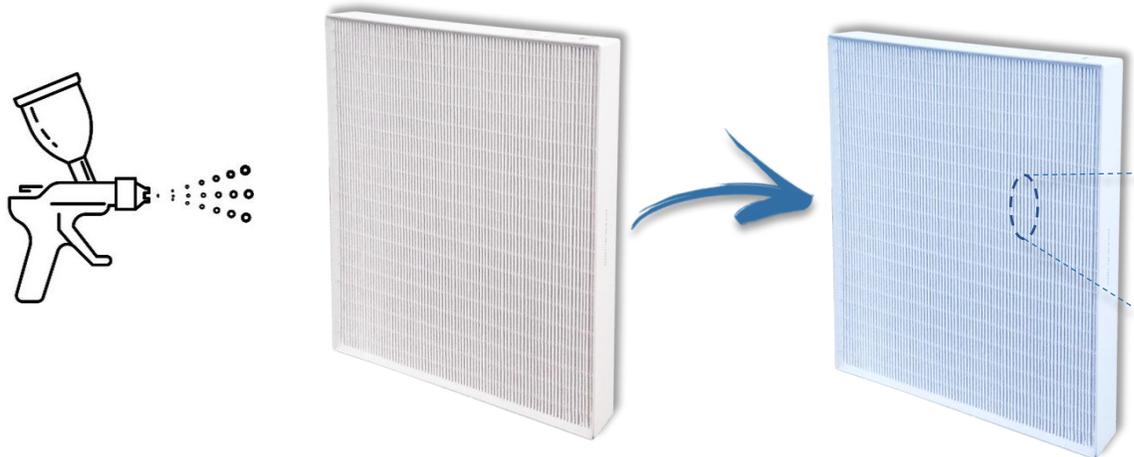
5. Absorbance measurements (600nm) of the culture medium



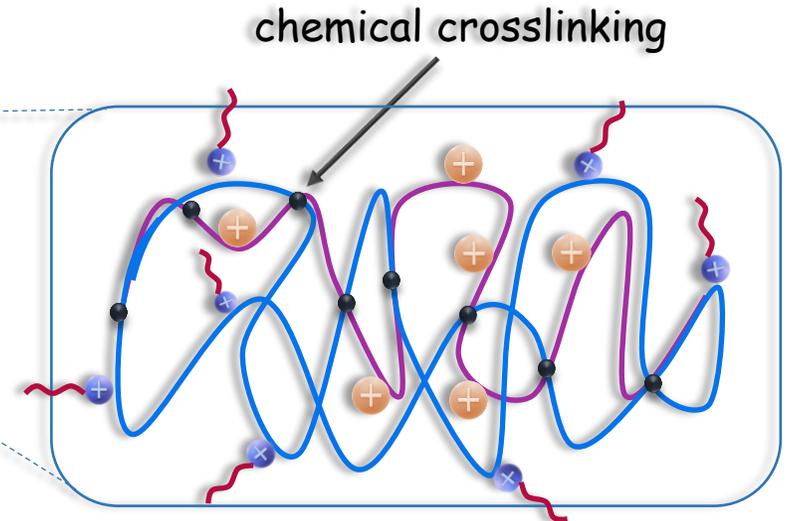


# Polymeric coatings based on water-soluble biocidal copolymers for air-cleaning filters

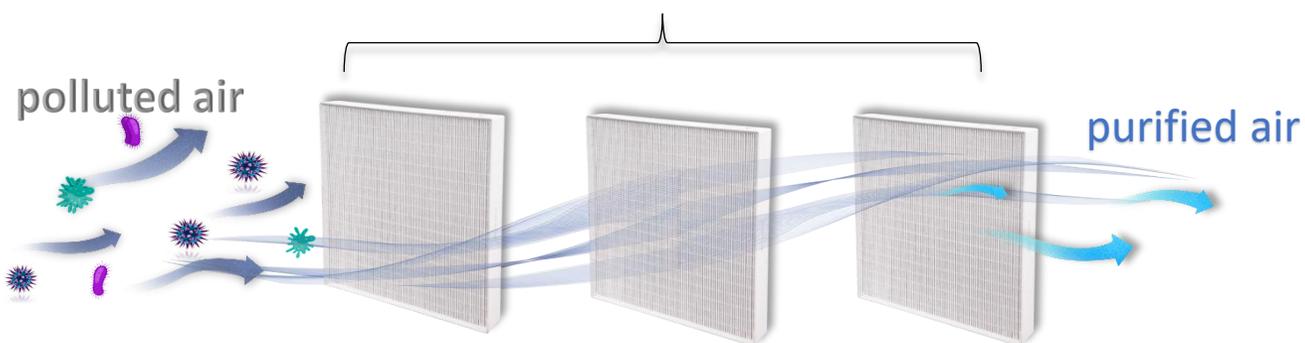
## 1. Spray-coating treatment on filters



## 2. Reactive blending of water-soluble polymers bearing quaternary ammonium compounds (QACs)



## A system of three biocidal air filters



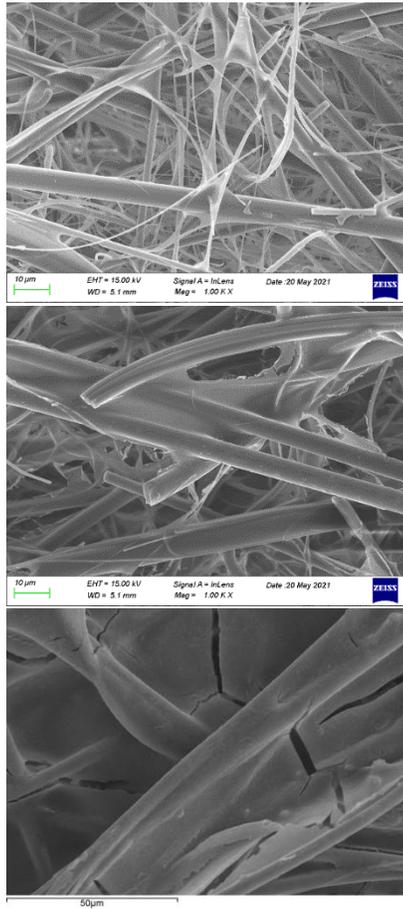
- Water-soluble reactive polymers
- Hydrophobic QAC
- hydrophilic QAC

# Polymeric coatings based on water-soluble biocidal copolymers for air-cleaning filters

SEM



Treatment of filters through Spray-Coating



before treatment

after treatment (5% loading) ✓

after treatment (15% loading)

Scale-up synthesis



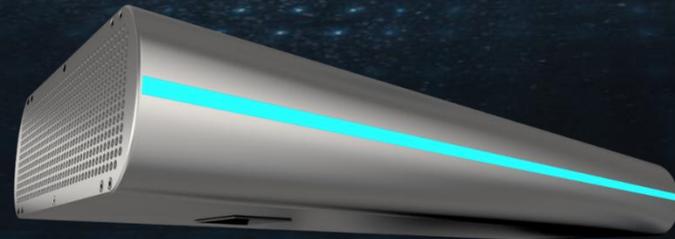
# Application

## Fast and effective air purification from viruses and microbes

With excellent results in fighting the virus that causes the COVID-19 disease

STERIAL  
Air Purifier

<https://www.sterial.com.gr>



Reduction of Microorganisms

Operating time	ECOLI	Adenovirus	COVID-2
15 minutes	29,59%	77,36%	70,62%
30 minutes	90,82%	91,04%	98,14%
60 minutes	99,13%	96,67%	99,40%

This device is a result of Greek invention and manufacturing, and it was developed under the collaboration of the following Greek laboratories and companies:

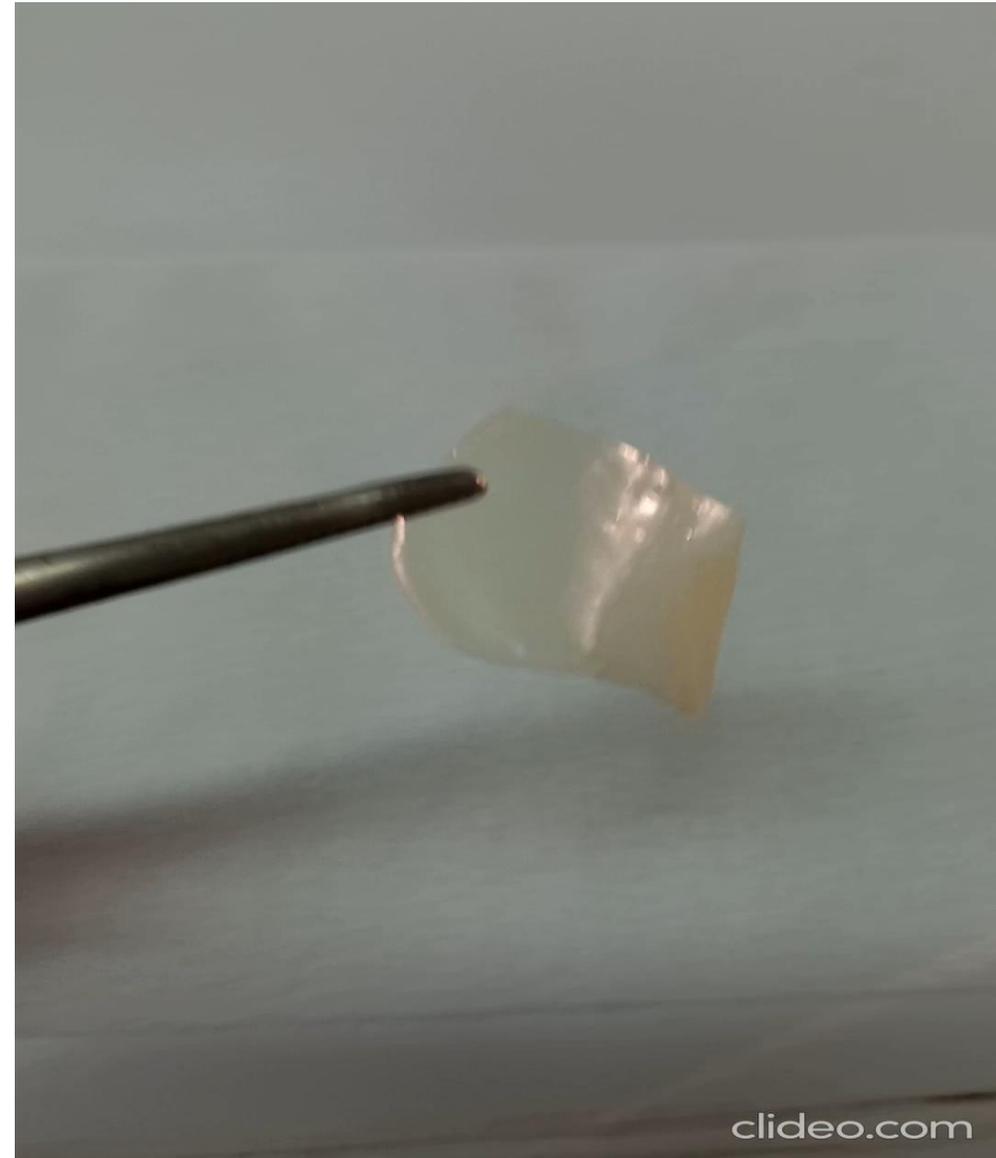


ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
ΠΑΤΡΩΝ  
UNIVERSITY OF PATRAS



GLM

# Humidity-Responsive Polymeric Membranes

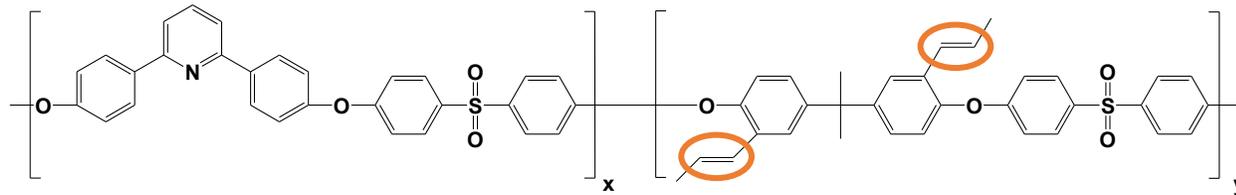




## Αριστοποίηση υπάρχουσας τεχνογνωσίας για πιλοτική εφαρμογή – ανάπτυξη νέας σε πειραματικό επίπεδο



- **Σύνθεση συμπολυμερών που φέρουν υποκατεστημένες μονάδες πυριδίνης καθώς και πλευρικές διασυνδεόμενες αλλυλ-ομάδες**

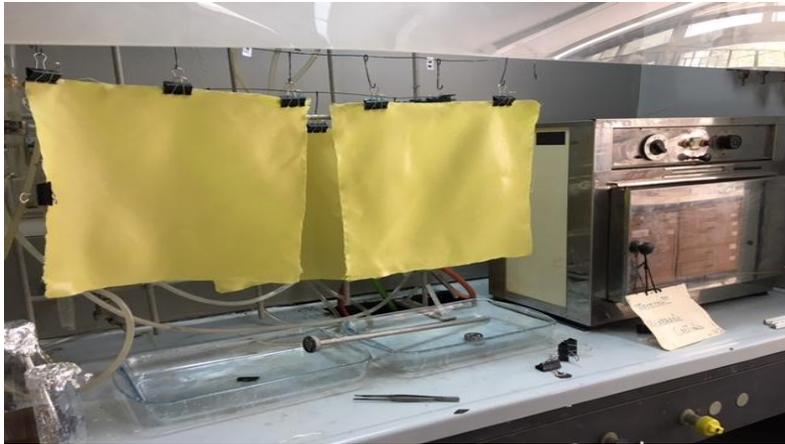


Polymer Batch	Mn	Quantity (g)
copolymer 1	65000	30
copolymer 2	70000	35
Copolymer 3	37000	30
Copolymer 4	95000	22

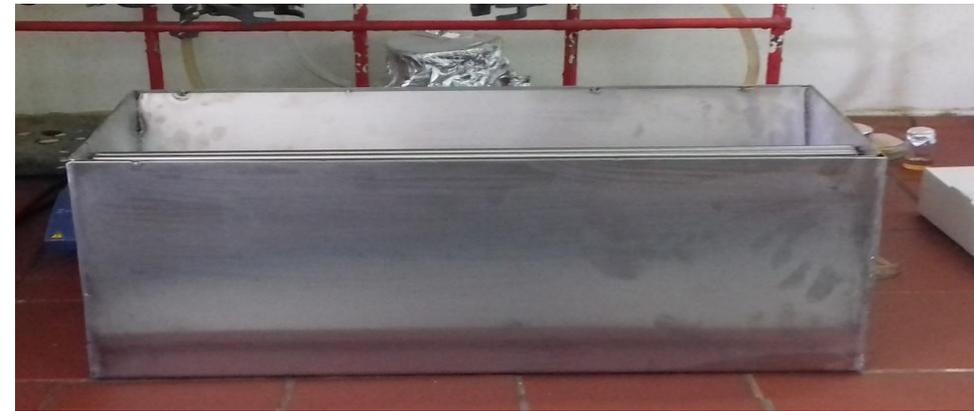




## Αριστοποίηση υπάρχουσας τεχνογνωσίας για πιλοτική εφαρμογή – ανάπτυξη νέας σε πειραματικό επίπεδο



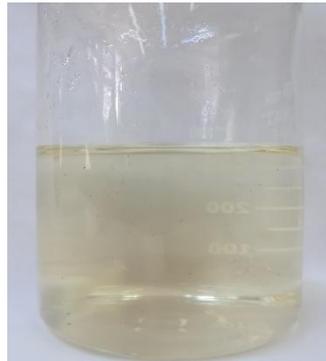
NEW SET-UP



- ☑ 120 g συμπολυμερούς χρησιμοποιήθηκαν για την επικάλυψη 24 δοκιμίων 40x40 cm<sup>2</sup>
- ☑ Επιτυχής προετοιμασία ομοιογενών υφασμάτων Kevlar® υψηλής φόρτωσης πολυμερούς (8-10% wt)

➤ Εισαγωγή ανόργανων σωματιδίων στην επίστρωση των φύλλων Kevlar®

1. Σύνθεση υδατοδιαλυτών συμπολυμερών ως πολυμερική μήτρα :



Υδατικό  
διάλυμα  
C:10-15%

2. Εισαγωγή  
inorganic filler



Stirring & Sonication



Homogenization

Δημιουργία σταθερών αιωρημάτων  
με μεγάλο ποσοστό ανόργανου υλικού  
(20-60 %  $W_{filler}/W_p$ )



- Επικάλυψη των φύλλων Kevlar® διαστάσεων 20 x 20 cm με το composite :



Δοκίμιο Kevlar® 20 x 20 cm με 10% διάλυμα του υδατοδιαλυτού πολυμερούς + **20%** inorganic filler  
Material loading ( $W_{\text{comp.}} / W_{\text{Kevlar}}$ ) : **10%**

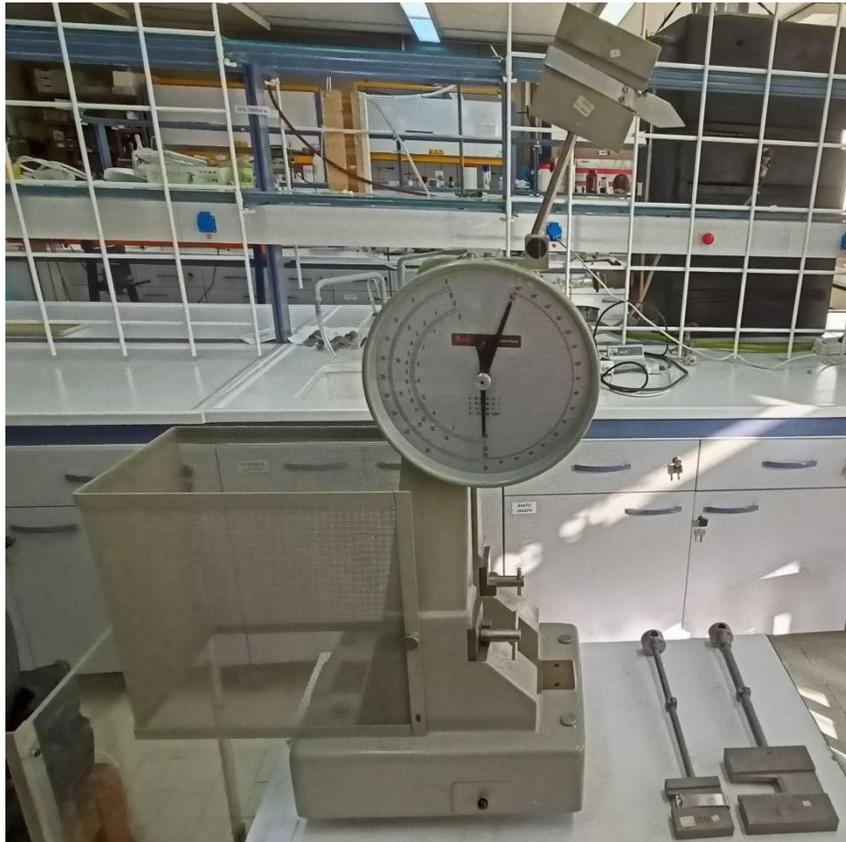


Δοκίμιο Kevlar® 20 x 20 cm με 10% διάλυμα του υδατοδιαλυτού πολυμερούς + **40%** inorganic filler  
Material loading ( $W_{\text{comp.}} / W_{\text{Kevlar}}$ ) : **10%**

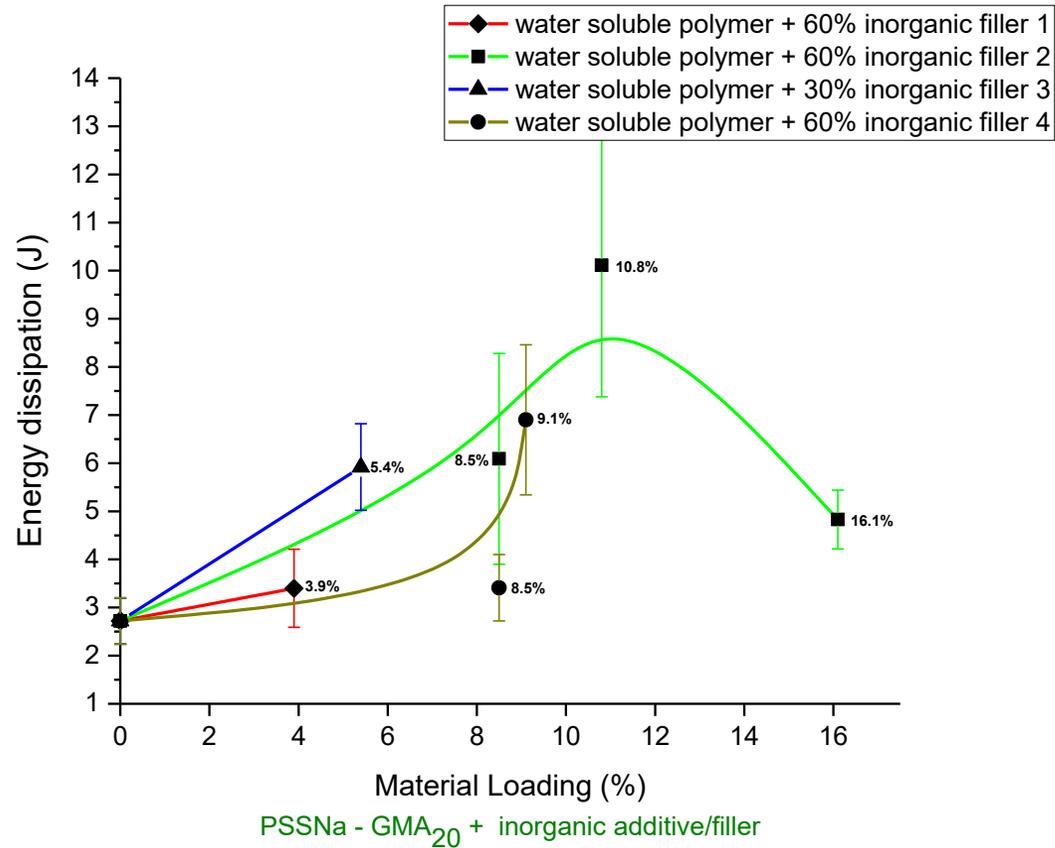


Δοκίμιο Kevlar® 20 x 20 cm με 10% διάλυμα του υδατοδιαλυτού πολυμερούς + **60%** inorganic filler  
Material loading ( $W_{\text{comp.}} / W_{\text{Kevlar}}$ ) : **10%**

➤ Μεταβολή απορρόφησης ενέργειας μετά την επίστρωση των φύλλων Kevlar®



*Εφαρμογή της Δοκιμής στην κρούση (impact test) για μία γρήγορη και πρόχειρη εκτίμηση της επίδρασης της τροποποίησης των φύλλων Kevlar® στην απορρόφηση ενέργειας σε σχέση με την αντίστοιχη του μη τροποποιημένου Kevlar®*



Panel	Dimensions (cm)	Stab resistance test	Ballistic test	Polymer loading (%)	Panel weight (g/m <sup>2</sup> )
<b>Successful Panel 2</b> 12 Layers of cross-linked polymer coated Kevlar® fabrics ( inner) + 17 layers of untreated Kevlar® fabrics (outer) <b>Total :29 layers</b>	40x40	Not tested	<input checked="" type="checkbox"/> <b>NO PERFORATION TRAUMAS: 27 mm, 27 mm</b>	8.4	6000
<b>Successful Panel 2</b> 12 Layers of cross-linked polymer coated Kevlar® fabrics ( inner) +17 layers of untreated Kevlar® fabrics (outer) <b>Total :29 layers</b>	40x40	<input checked="" type="checkbox"/> <b>24 J: 2 mm penetration</b> <b>36 J: 3 mm penetration</b>	Not tested	9.7	

# Χημεία και Τεχνολογία Υλικών

πολυμερή, νανοϋλικά, κολλοειδή

## **A) Εισαγωγή στη Χημεία & Τεχνολογία των Υλικών**

### **B) Πολυμερή ή Μακρομόρια**

- Μακρομόρια-Ονοματολογία
- Μέθοδοι Πολυμερισμού
- Ταξινόμηση Πολυμερών
- Ισομέρειες στα Πολυμερή

### **Γ) Σύνθεση Πολυμερών**

- Πολυμερισμός Συμπύκνωσης (Σταδιακός Πολυμερισμός)
- Αλυσωτός Πολυμερισμός
- Τεχνικές Πολυμερισμού

### **Δ) Ιδιότητες Μακρομορίων / Ιδιότητες Διαλυμάτων και Τηγμάτων Πολυμερών**

- Μέσες τιμές Μοριακών Βαρών
- Κατανομή Μοριακών Βαρών (Κινητική σταδιακών αντιδράσεων)

### **Ε) Μέθοδοι προσδιορισμού Μοριακών Βαρών**

- Οσμομετρία Μεμβράνης
- Ιξωδομετρία
- Χρωματογραφία Αποκλεισμού Μεγεθών

### **ΣΤ) Ιδιότητες μακρομορίων στη στερεά κατασταση**

- Άμορφη, Κρυσταλλική Κατάσταση
- Θερμοκρασία μετάβασης υάλου (T<sub>g</sub>)
- Επίδραση Δομικών Παραμέτρων στην T<sub>g</sub>

### **Ζ) Νανοδομές Άνθρακα**

- Νανοσωλήνες Άνθρακα
- Τροποποίηση Νανοσωλήνων Άνθρακα

### **Η) Σύνθετα Υλικά**

- Κατηγορίες
- Ενίσχυση – Μήτρα
- Πολυμερικά Σύνθετα Υλικά

# Εργαστήριο

## Χημεία και Τεχνολογία Υλικών

(πολυμερή, νανοϋλικά, κολλοειδή, καταλύτες)

### Χημεία & Τεχνολογία Υλικών – Πολυμερή

**ΑΣΚΗΣΗ 1:** ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ ΘΕΡΜΟΜΟΝΙΜΗΣ ΡΗΤΙΝΗΣ

**ΑΣΚΗΣΗ 2:** ΜΕΤΡΗΣΗ ΙΞΩΔΟΥΣ ΑΡΑΙΟΥ ΔΙΑΛΥΜΑΤΟΣ ΜΑΚΡΟΜΟΡΙΩΝ

**ΑΣΚΗΣΗ 3:** ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΜΟΣ ΠΟΛΥΜΕΡΩΝ ΜΕ ΦΑΣΜΑΤΟΣΚΟΠΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΥΣ :

- ΦΑΣΜΑΤΟΣΚΟΠΙΑ ΥΠΕΡΥΘΡΟΥ
- ΦΑΣΜΑΤΟΣΚΟΠΙΑ ΠΥΡΗΝΙΚΟΥ ΜΑΓΝΗΤΙΚΟΥ ΣΥΝΤΟΝΙΣΜΟΥ

**ΑΣΚΗΣΗ 4:** ΑΛΥΣΩΤΟΣ ΠΟΛΥΜΕΡΙΣΜΟΣ ΕΛΕΥΘΕΡΩΝ ΡΙΖΩΝ

- ΠΟΛΥΜΕΡΙΣΜΟΣ ΓΑΛΑΚΤΩΜΑΤΟΣ

**ΑΣΚΗΣΗ 5:** ΔΟΚΙΜΗ ΤΑΣΗΣ - ΕΦΕΛΚΥΣΜΟΥ

**ΑΣΚΗΣΗ 6:** 6α: ΜΟΡΦΟΠΟΙΗΣΗ ΕΝΙΣΧΥΜΕΝΟΥ ΠΟΛΥΕΣΤΕΡΑ, 6β: ΜΕΣΟΦΑΣΙΚΟΣ ΠΟΛΥΜΕΡΙΣΜΟΣ

**ΑΣΚΗΣΗ 7:** ΤΡΙΣΔΙΑΣΤΑΤΗ ΕΚΤΥΠΩΣΗ ΠΟΛΥΜΕΡΩΝ

**ΑΣΚΗΣΗ 8:** ΧΡΩΜΑΤΟΓΡΑΦΙΑ ΑΠΟΚΛΕΙΣΜΟΥ ΜΕΓΕΘΩΝ

**ΑΣΚΗΣΗ 9:** ΔΟΚΙΜΗ ΑΝΤΟΧΗΣ ΣΤΗΝ ΚΡΟΥΣΗ

**ΑΣΚΗΣΗ 10:** ΜΟΡΦΟΠΟΙΗΣΗ ΘΕΡΜΟΠΛΑΣΤΙΚΩΝ ΠΟΛΥΜΕΡΩΝ

**ΑΣΚΗΣΗ 11:** ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΜΟΣ ΠΟΛΥΜΕΡΩΝ ΜΕ ΘΕΡΜΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ:

- ΔΙΑΦΟΡΙΚΗ ΘΕΡΜΙΔΟΜΕΤΡΙΑ ΣΑΡΩΣΗΣ (D.S.C)
- ΘΕΡΜΟΣΤΑΘΜΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ (T.G.A.)

### Χημεία & Τεχνολογία Υλικών – Καταλύτες

**Άσκηση 1:** Σύνθεση στερεού καταλύτη

**Άσκηση 2:** Προσδιορισμός της υφής στερεών καταλυτών

**Άσκηση 3:** Χαρακτηρισμός στερεών καταλυτών με φασματοσκοπία διάχυτης ανάκλασης ορατού-υπεριώδους

**ασφάλεια πάνω απ' όλα !!!**

## Μάθημα [CHE\_XE671]:

### ΧΗΜΕΙΑ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΥΛΙΚΩΝ (ΠΟΛΥΜΕΡΗ, ΝΑΝΟΪΛΙΚΑ, ΚΟΛΛΟΕΙΔΗ, ΚΑΤΑΛΥΤΕΣ)

#### Εξάμηνο 6 – Εαρινό

Επιλογές Συγγραμμάτων:

1. Βιβλίο [32998357]: ΧΗΜΕΙΑ ΠΟΛΥΜΕΡΩΝ, HIEMENZ PAUL, LODGE TIMOTHY
2. Βιβλίο [77115201]: Συνθετικά Μακρομόρια, Ντόντος Αναστάσιος

<https://service.eudoxus.gr/public/departments/courses/2071/2025>

1β. ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΕΣ ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ ΧΗΜΕΙΑΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΥΛΙΚΩΝ - ΠΟΛΥΜΕΡΗ	ΕΚΤΥΠΩΤΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟΥ ΠΑΤΡΩΝ
1γ. ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ " ΚΑΤΑΛΥΣΗ.ΜΑΘΗΜΑΤΑ ΠΡΟΠΤΥΧΙΑΚΟΥ ΕΠΙΠΕΔΟΥ"	ΕΚΤΥΠΩΤΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟΥ ΠΑΤΡΩΝ