

 Χημεία & Τεχνολογία Υλικών

---

 Πολυμερή

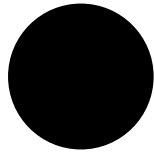
 Καταλύτες

 Κολλοειδή

 Νανοδομές Άνθρακα

 Σύνθετα Υλικά

 Κεραμικά



# Α΄ ΚΕΦΑΛΑΙΟ

*εισαγωγή*

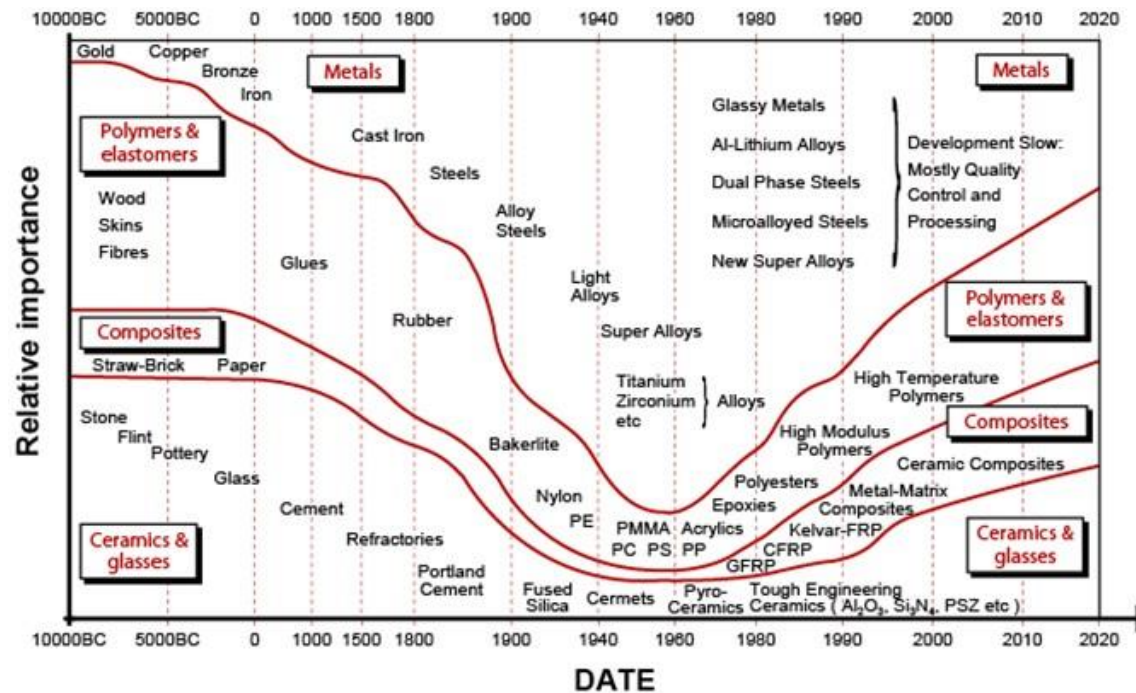


materials

from past to future

# Επιστήμη και Τεχνολογία των Υλικών

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



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....



# Επιστήμη και Τεχνολογία των Υλικών

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.



# Ταξινόμηση των Υλικών

Τα στερεά υλικά έχουν ταξινομηθεί για ευκολία 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 εμφυτεύονται στο ανθρώπινο σώμα.



# Ταξινόμηση των Υλικών

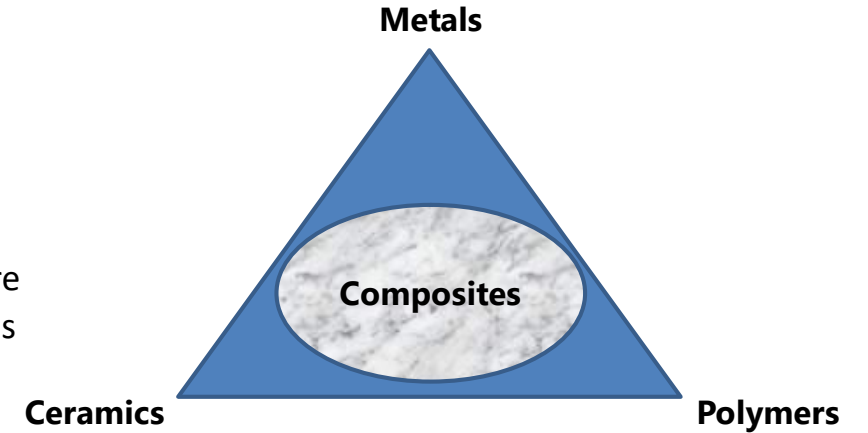
categories-classification

**Solid materials** have been conveniently grouped into **three basic classifications:**

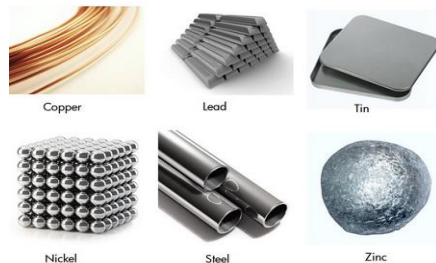
**metals, ceramics and polymers**

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

## 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 οξειδία, 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



**A** familiar item that is fabricated from three different material types is the beverage container. Beverages are marketed in aluminum (metal) cans (top), glass (ceramic) bottles (center), and plastic (polymer) bottles (bottom). (Permission to use these photographs was granted by the Coca-Cola Company.)





# Τεχνολογικά Υλικά

## Σύνθετα Υλικά

Τα σύνθετα υλικά αποτελούνται από μια πολυμερική 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. 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). Όλα τα παραπάνω υλικά, μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως βιοϋλικά τα οποία χρησιμοποιούνται στα εμφυτεύματα (πχ τεχνητά ισχία), φάρμακα κ.α.



## Προηγμένα Υλικά

Τα υλικά που χρησιμοποιούνται στις εφαρμογές υψηλής τεχνολογίας (ή high-tech) ονομάζονται *προηγμένα υλικά*. Με τον όρο υψηλή τεχνολογία εννοούμε μια συσκευή ή ένα προϊόν που λειτουργεί χρησιμοποιώντας σχετικά περίπλοκες και εξελιγμένες αρχές· ως παραδείγματα αναφέρονται 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 και 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.



## Functional Materials & Nanomaterials

# Προηγμένα Υλικά

The ideas and concepts behind nanoscience and nanotechnology started with his talk, long before the term nanotechnology was used. In his talk, Prof. Freynman 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

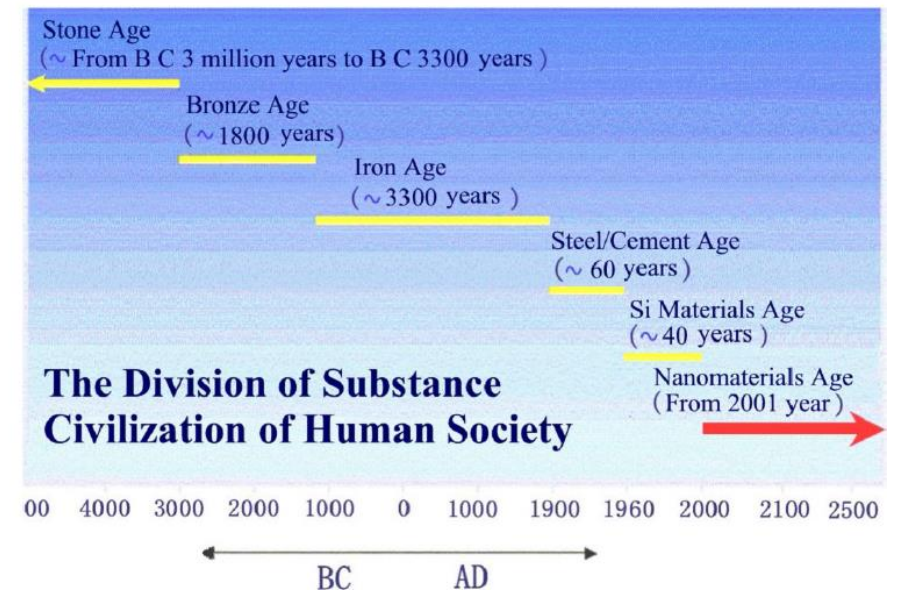
## There's Plenty of Room at the Bottom

*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





# Προηγμένα Υλικά

advanced materials

definition ... ??

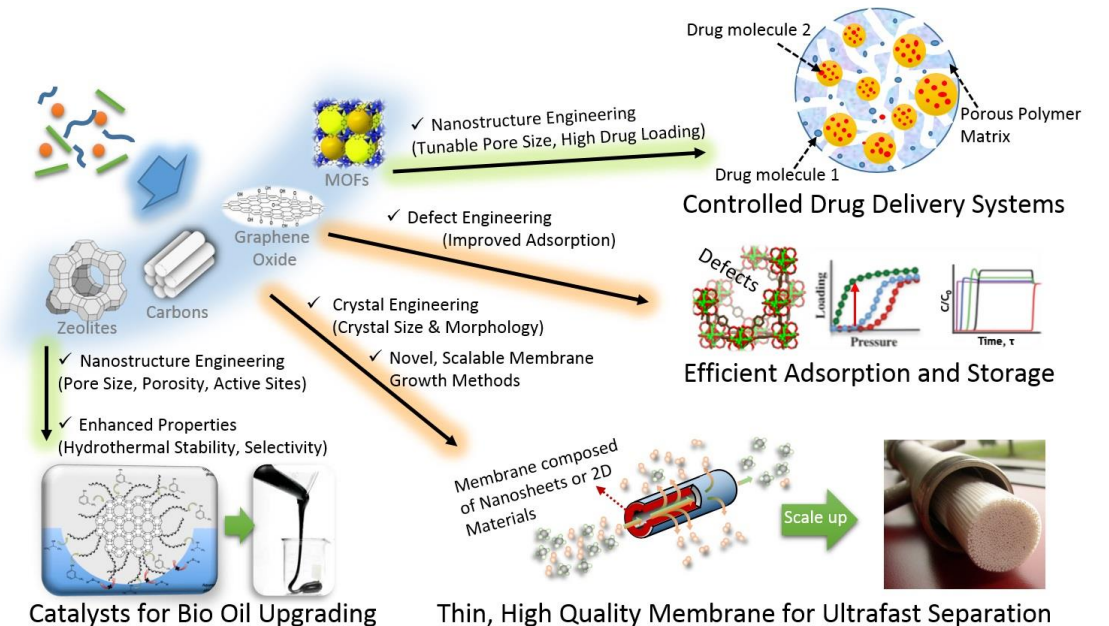
- ✓ Materials created at the molecular and/or atomic scale for the purpose of advancing technology and improving human experience
- ✓ Materials that are prepared via new methods or reinvented techniques
- ✓ Materials with properties exceeding by far those of their precursors

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 ...

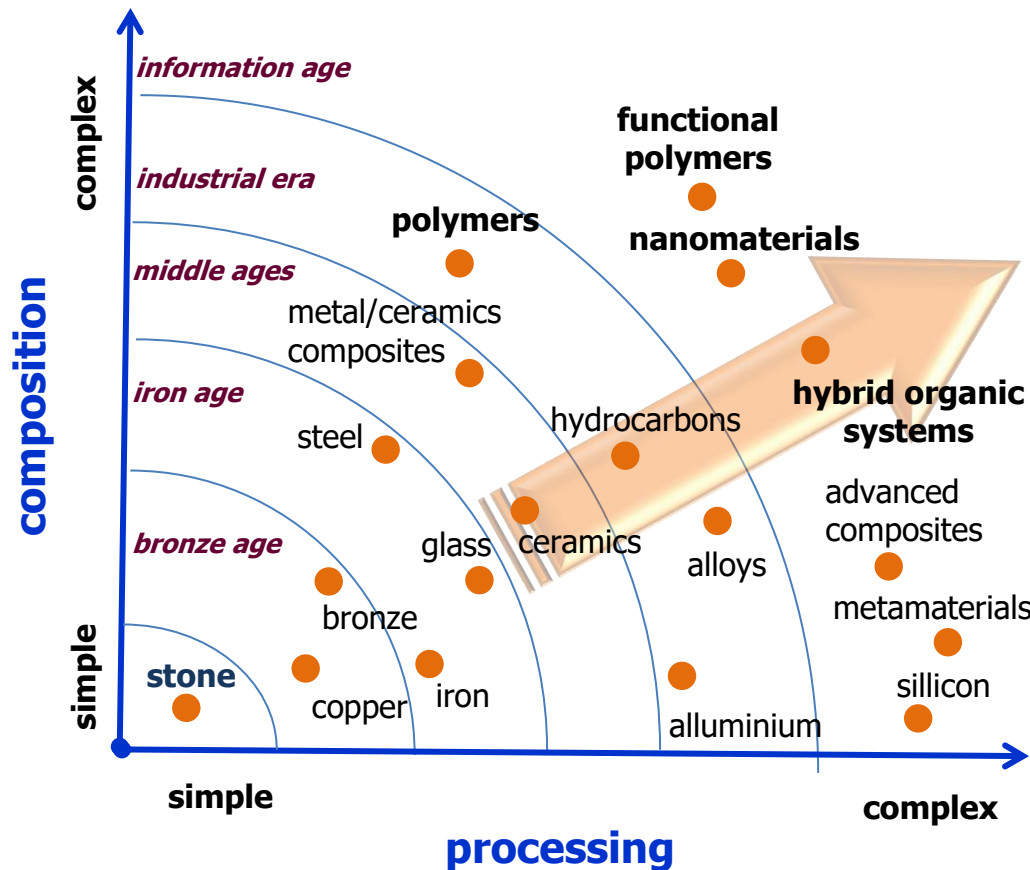




# Προηγμένα Υλικά

advanced materials

## 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”

A. L. Goodwin, *Nature Communications*, 2019, 10, 4461



# Ημιαγώγιμα Υλικά

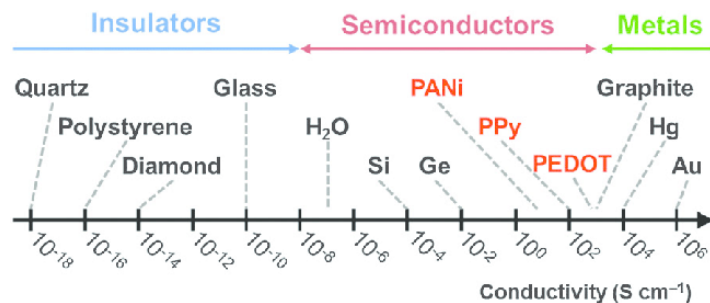
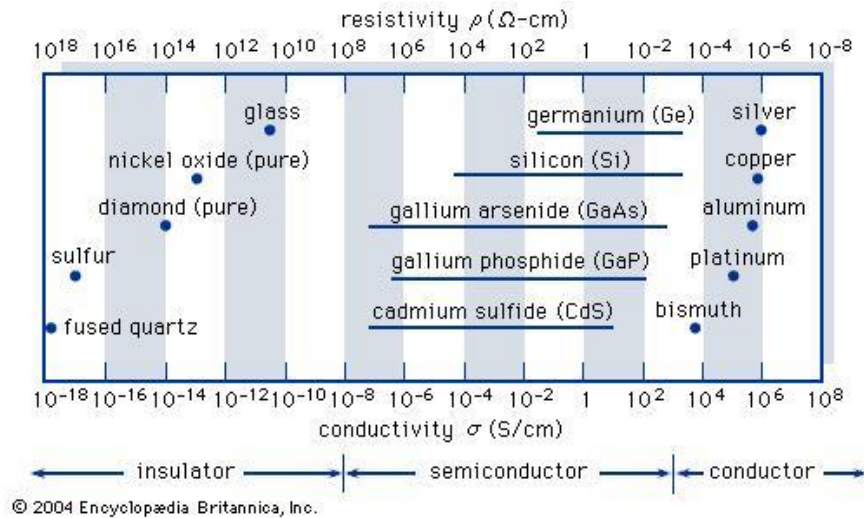
advanced materials

## Semiconductors

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

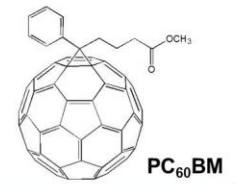
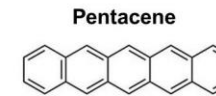
Semiconductors have made possible the advent of integrated circuitry that has totally revolutionized the electronics and computer industries, displays, lighting, energy generation & harvesting, sensors, etc

### inorganic semiconductors

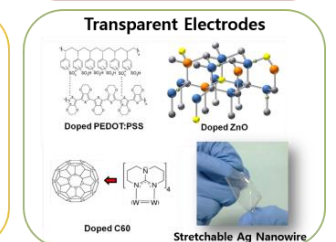
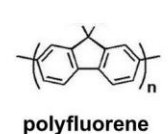
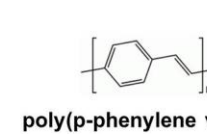
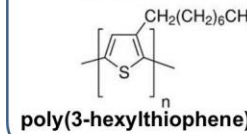


### organic semiconductors

#### Small molecules



#### Polymers



Nobel Prize in Chemistry 2000  
**A. J. Heeger,**  
**A. G. MacDiarmid,**  
**H. Shirakawa**  
 "for the discovery and development of conductive polymers"



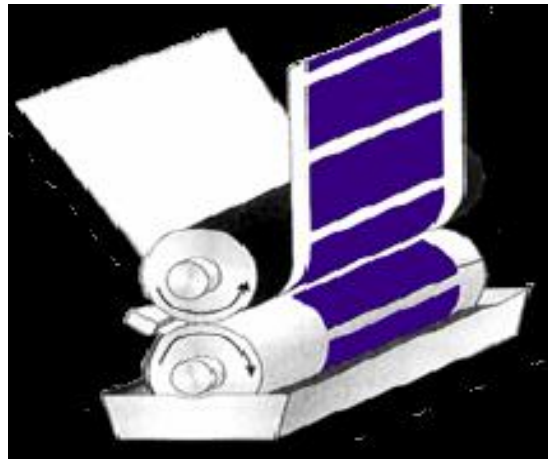
# Ημιαγώγιμα και Μεταλλικά Πολυμερή

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

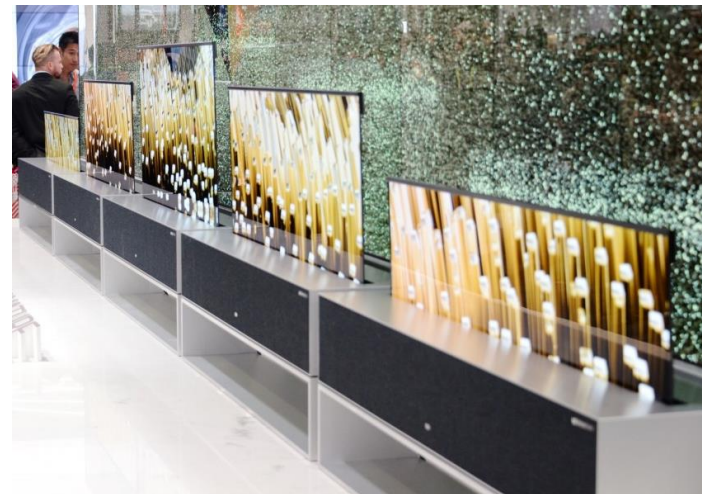


Motorola RAZR 2019

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*

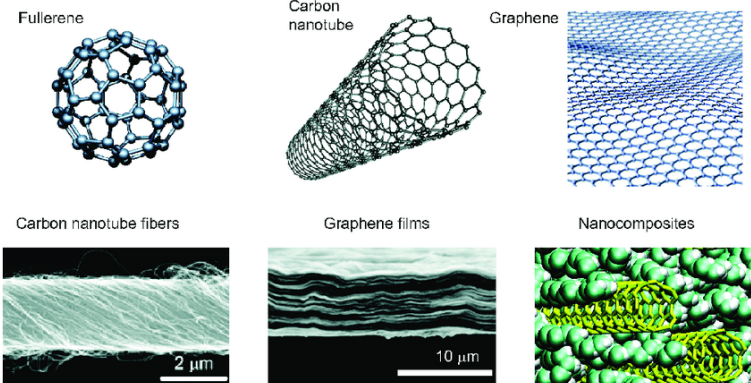




# Προηγμένα Υλικά

## 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)



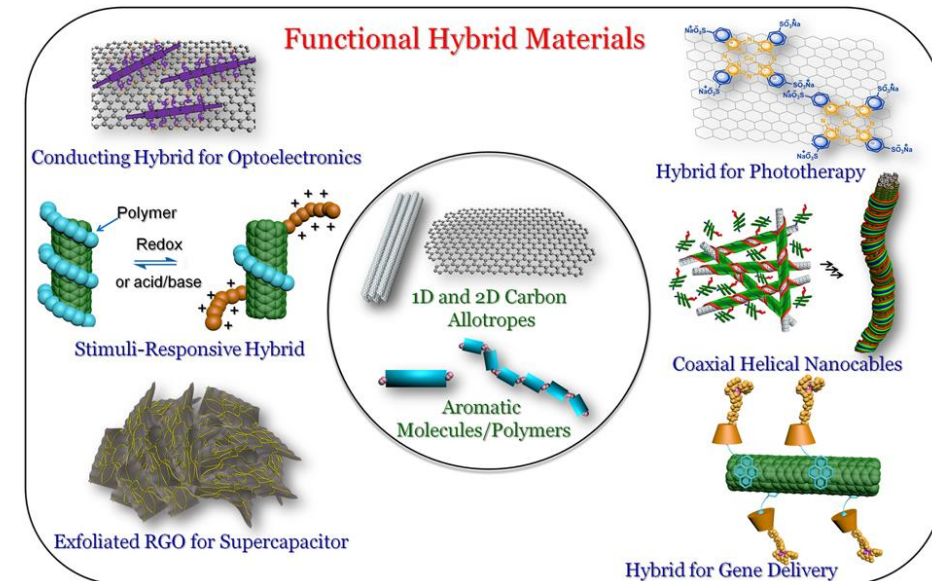
Z. P. Xu, et al. *Sci. China-Phys. Mech. Astron.* July (2018) 61, 074601

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.

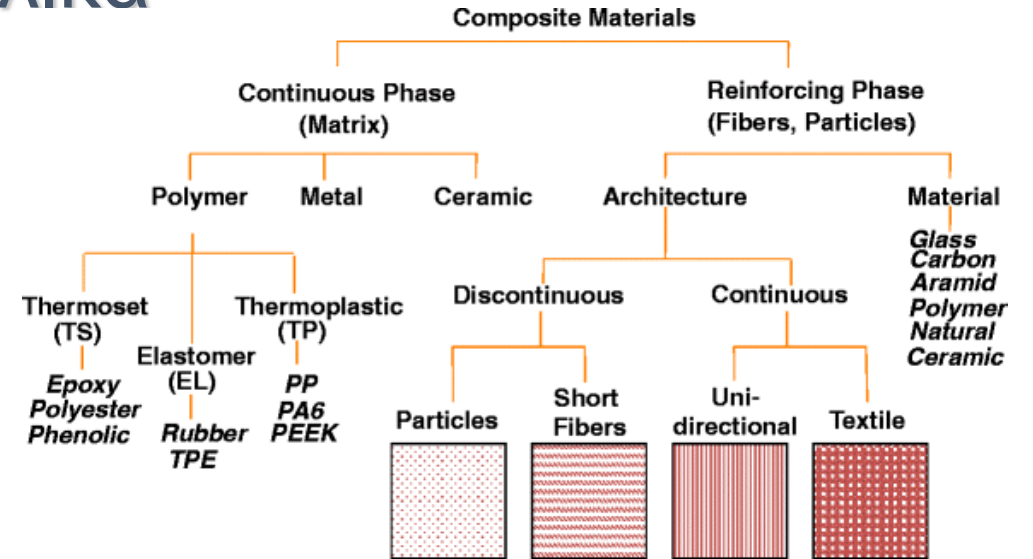
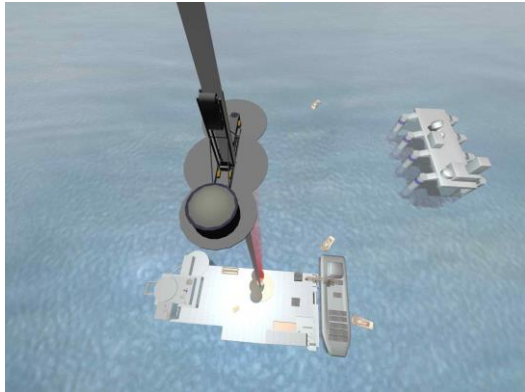


*NPG Asia Materials* 10, 107–126 (2018)



# Προηγμένα Σύνθετα Υλικά

«Ασανσέρ» που πηγαίνει στο φεγγάρι από νανοσωλήνες άνθρακα



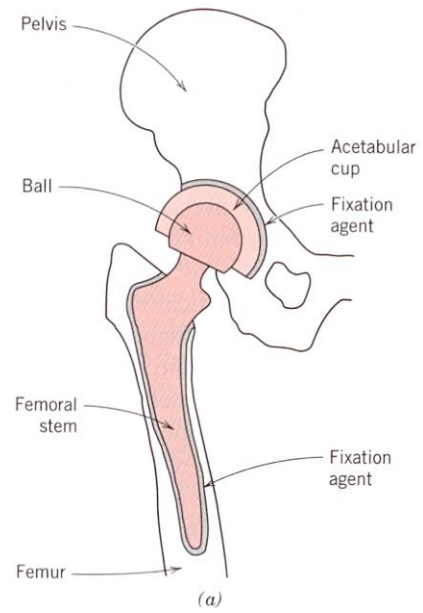
application areas of multi-scale composites



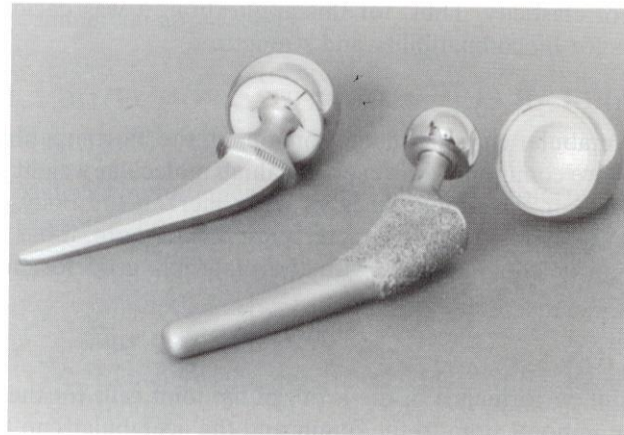


# Βιοϋλικά

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



(b)



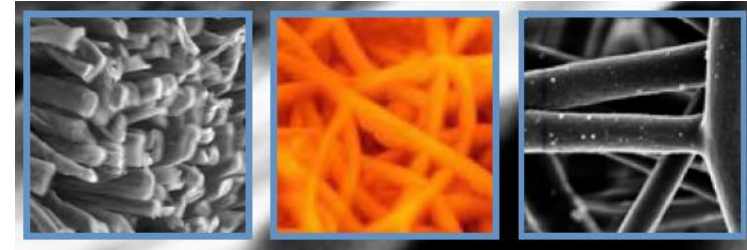
**FIGURE 23.14** Photograph showing two artificial total hip replacement designs.



## Έξυπνα ρούχα



*A dress and jacket contain Ag and Pd nanoparticles with antibacterial and air-purifying qualities, designed by Cornell Fashion Design student Olivia Ong. (Courtesy of Peter Moran.)*





# Έξυπνα ρούχα

T-shirt with integrated sensors and conductive fiber grid



## SMARTSHIRT SYSTEM

Shirt band connector

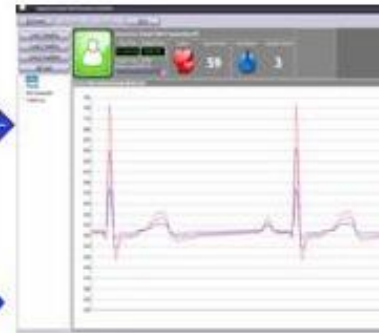


Personal controller (wireless transmitter)

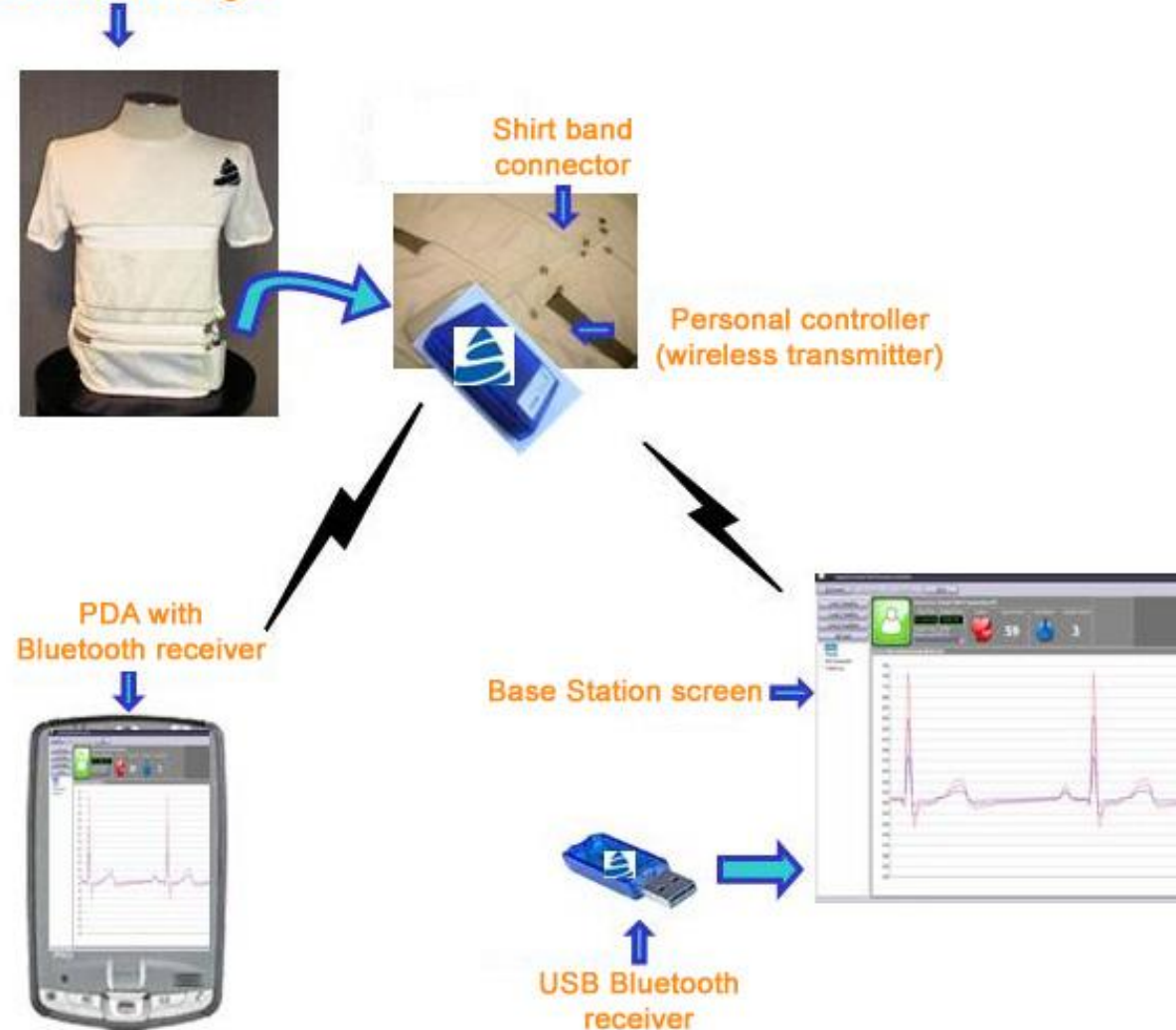
PDA with Bluetooth receiver



Base Station screen

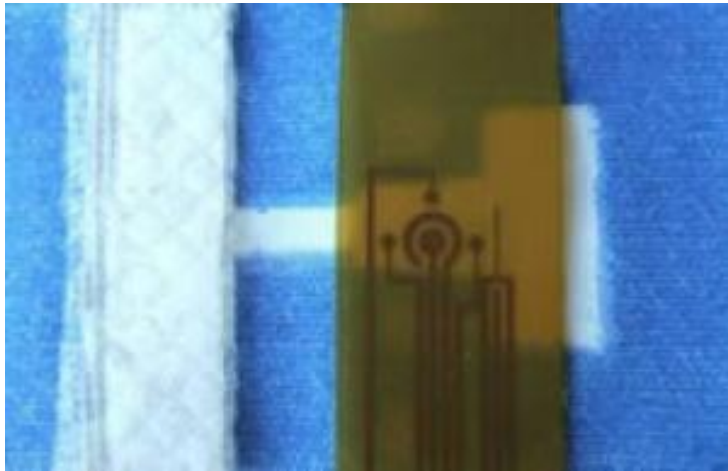


USB Bluetooth receiver





## Έξυπνα ρούχα



*BIOTEX weaves 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 θερμοκρασίας 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.

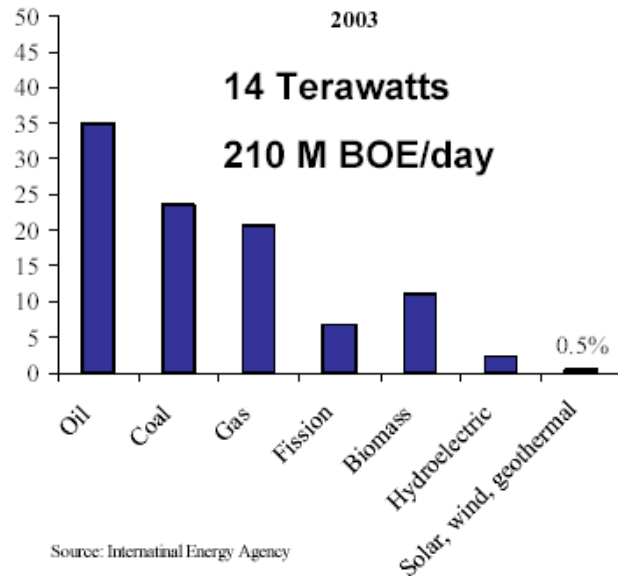
**Σαν συνέπεια, γίνεται ολοένα και πιο απαραίτητο να λαμβάνουμε υπόψη τον κύκλο ζωής από την πηγή μέχρι την ταφή του υλικού σε σχέση με τη συνολικής διεργασία κατασκευής του.**



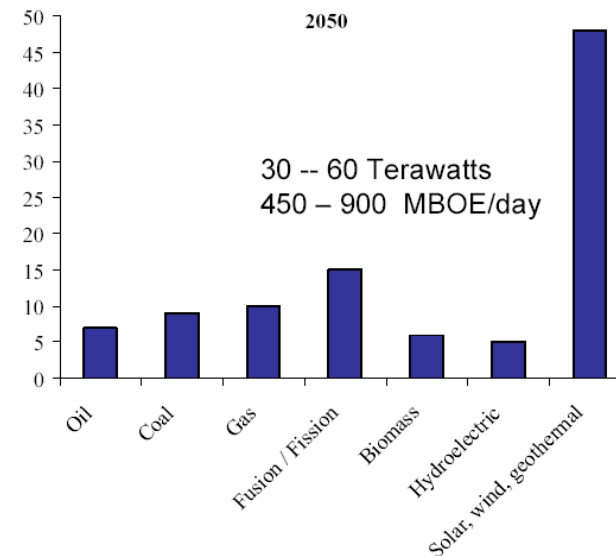
# Ενέργεια, το σημαντικότερο πρόβλημα για τα επόμενα 50 χρόνια



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



2003  
6.5 δισεκατομμύρια  
2050  
8-10 δισεκατομμύρια





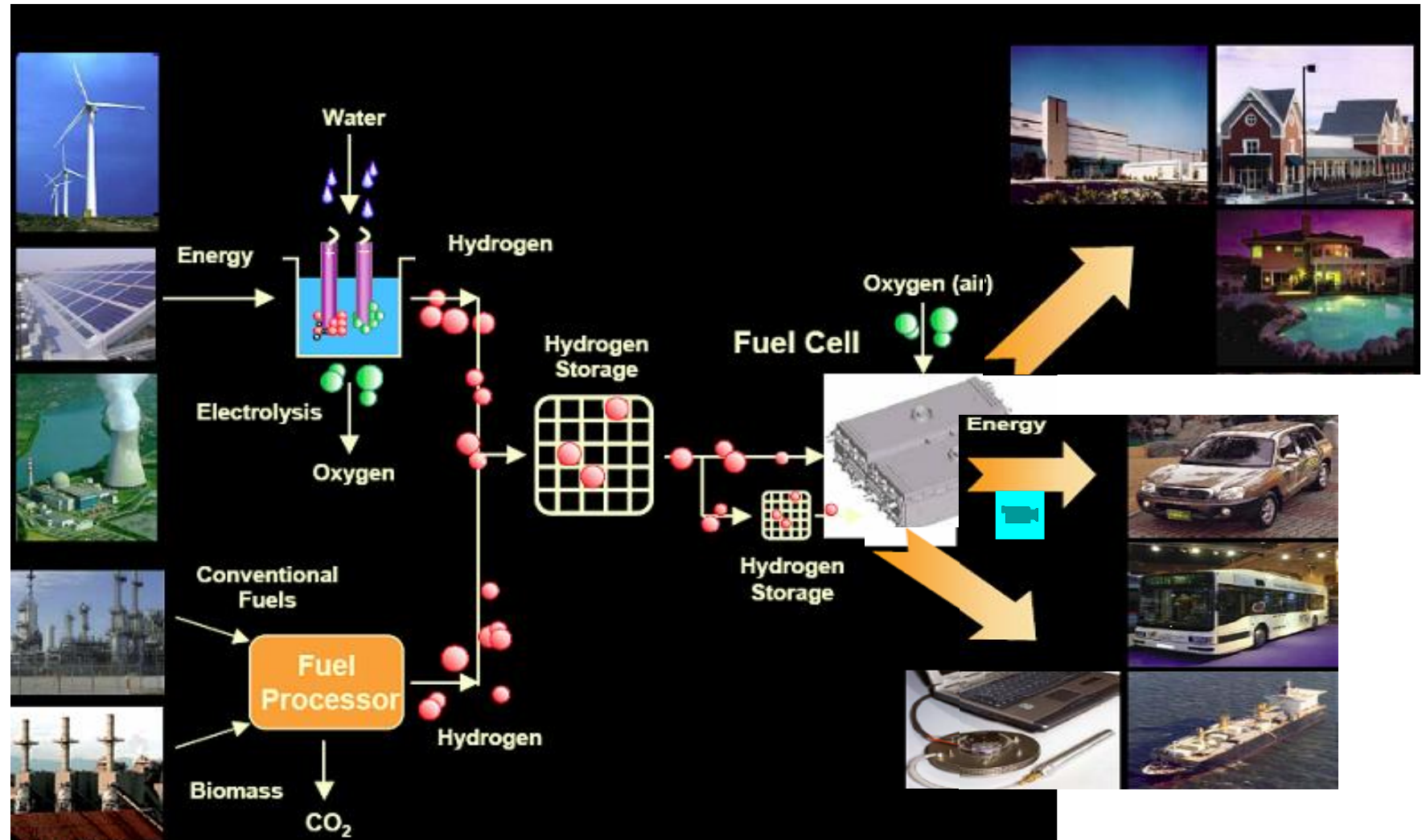
# Το Όραμα



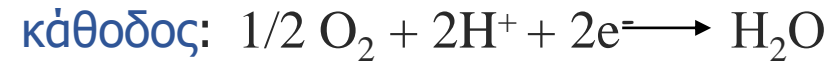
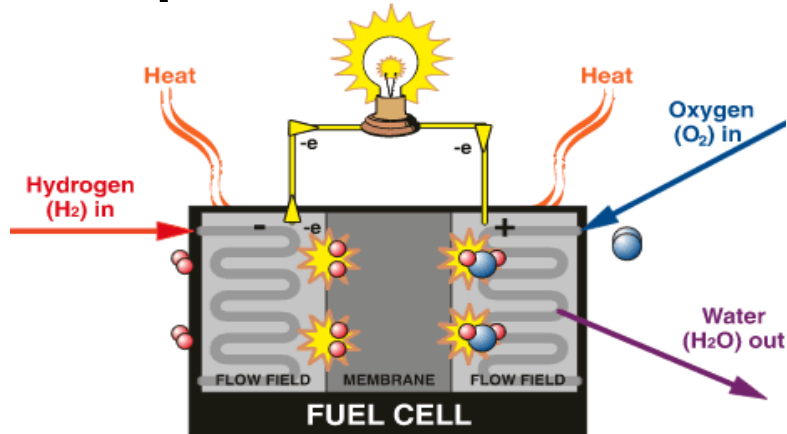
*Να δημιουργηθεί ένα δίκτυο διανομής, παραγωγής από ανανεώσιμες πηγές, αποθήκευσης και τροφοδοσίας υδρογόνου το οποίο σε συνδυασμό με τις κυψελίδες καυσίμου θα εξασφαλίσει την απαιτούμενη ενέργεια με μηδενική επιβάρυνση του περιβάλλοντος*



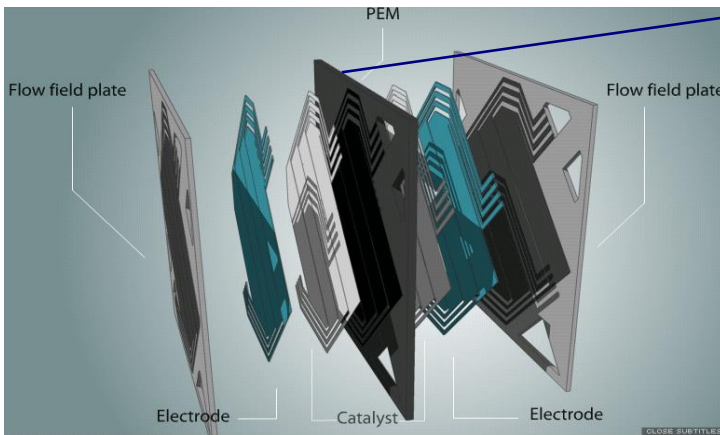
# Οικονομία Υδρογόνου



# Κυψελίδα καυσίμου τύπου PEM



● **Συνολική αντίδραση**

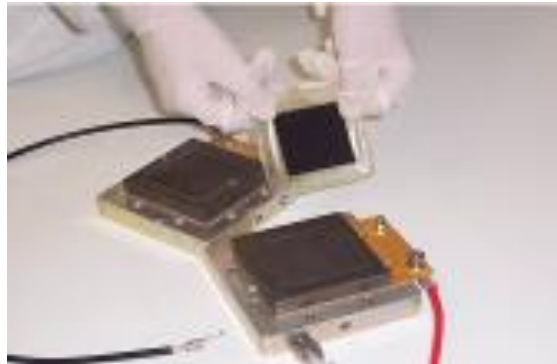
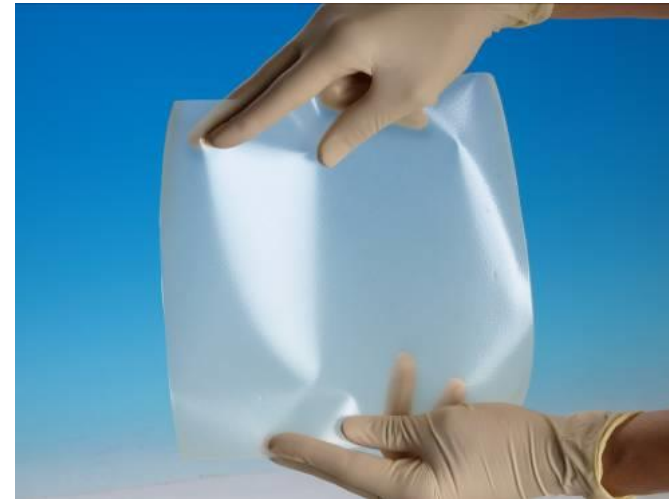


## Πολυμερές

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

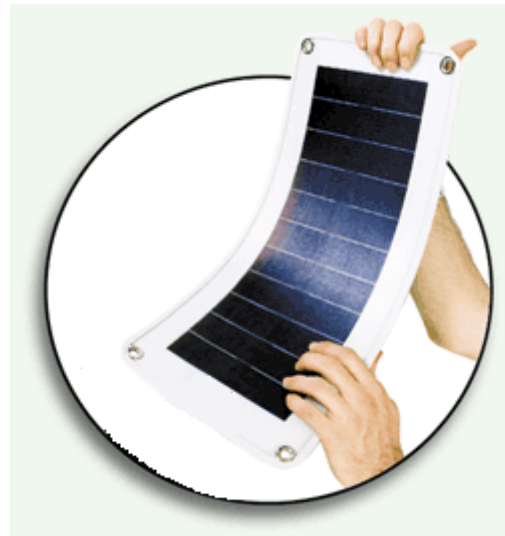
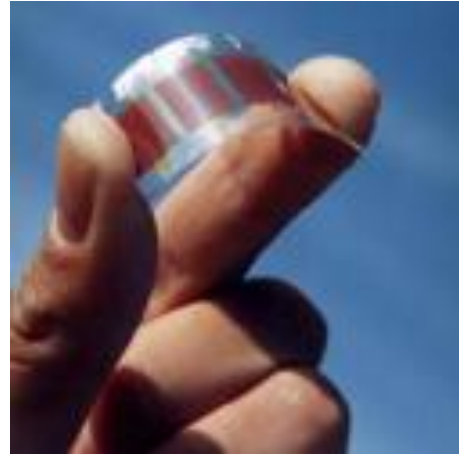


# Μεμβράνες για Κυψελίδες Καυσίμου





# 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



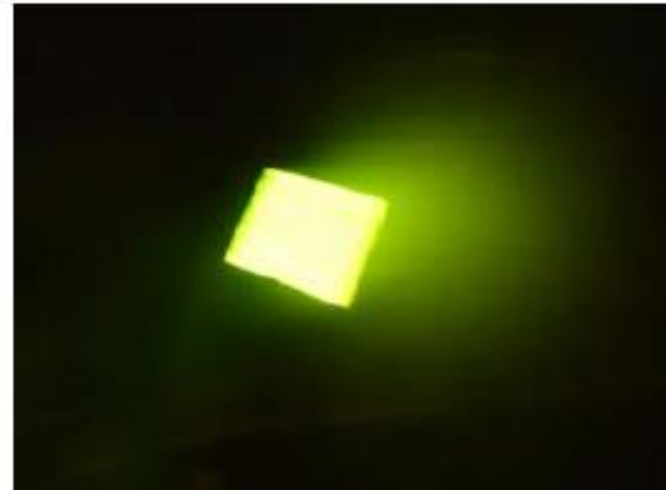


# Εκτυπωμένα Εύκαμπτα Φωτοβολταϊκά



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

# Πολυμερικά υμένια και εφαρμογή σε LED



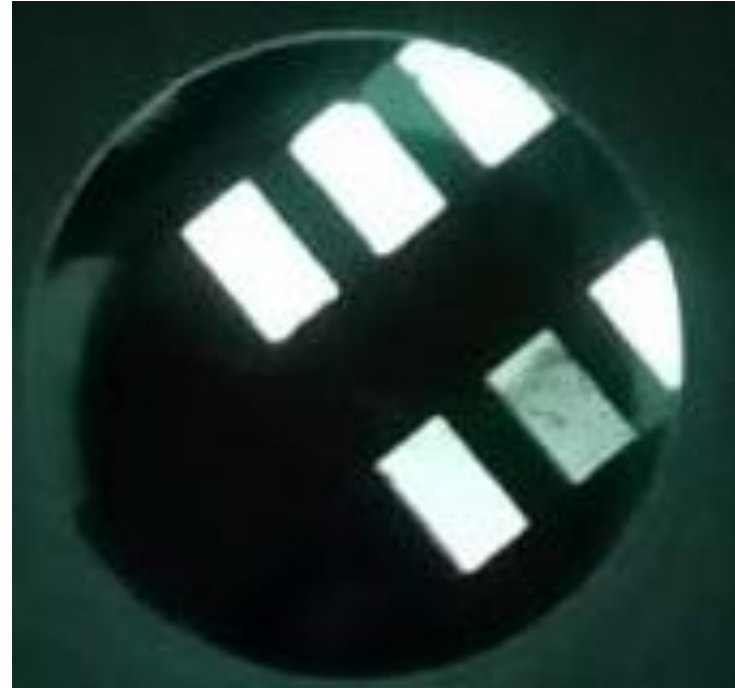
Ομάδα Αναπλ. Καθ. Μ. Γιώτη  
Ερευνητικό Εργαστήριο Λεπτών Υμενίων  
Νανοβιοϋλικών, Νανοδομημάτων & Νανομετρολογίας  
Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης



**GR-Light**

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

# Δίοδοι Εκπομπής Λευκού Φωτός WLED



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



**GR-Light**

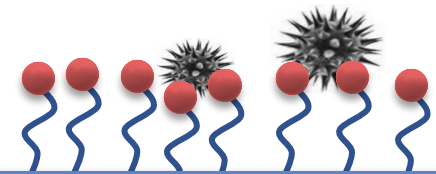
Πρόγραμμα ΣΥΝΕΡΓΑΣΙΑ 2011, ΓΓΕΤ, «Πράσινες/Ελληνικές Αειφόρες  
Τεχνολογίες Φωτισμού» GR-LIGHT 11ΣΥΝ\_5\_573

# Antimicrobial Polymeric Surfaces

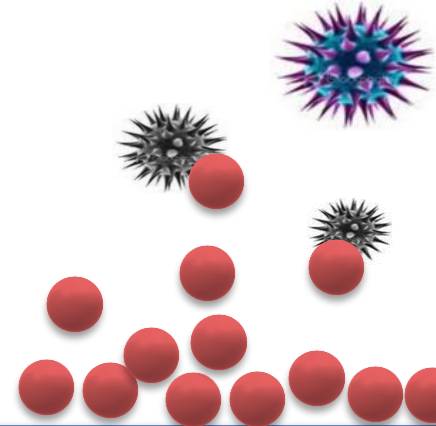
live microbes



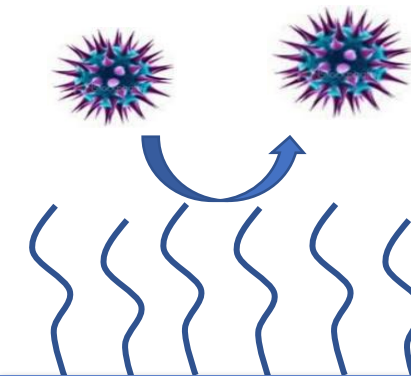
dead microbes



a) contact-killing surface

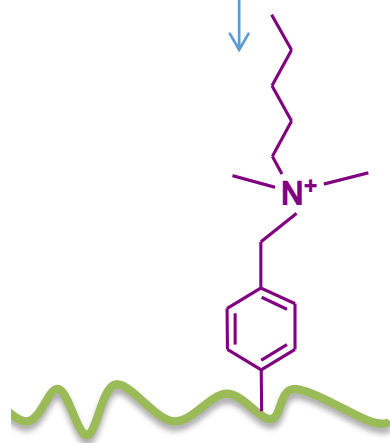


b) biocide-leaching surface

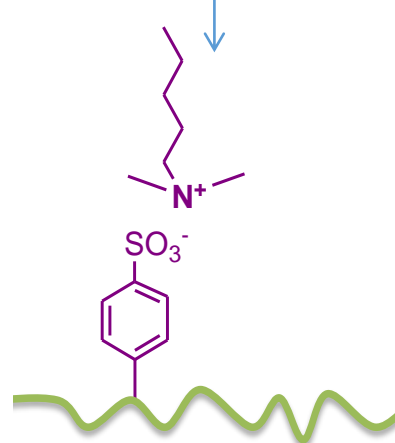


c) repelling surface

● Quaternary-Ammonium Compounds (QACs)



Covalent attachment

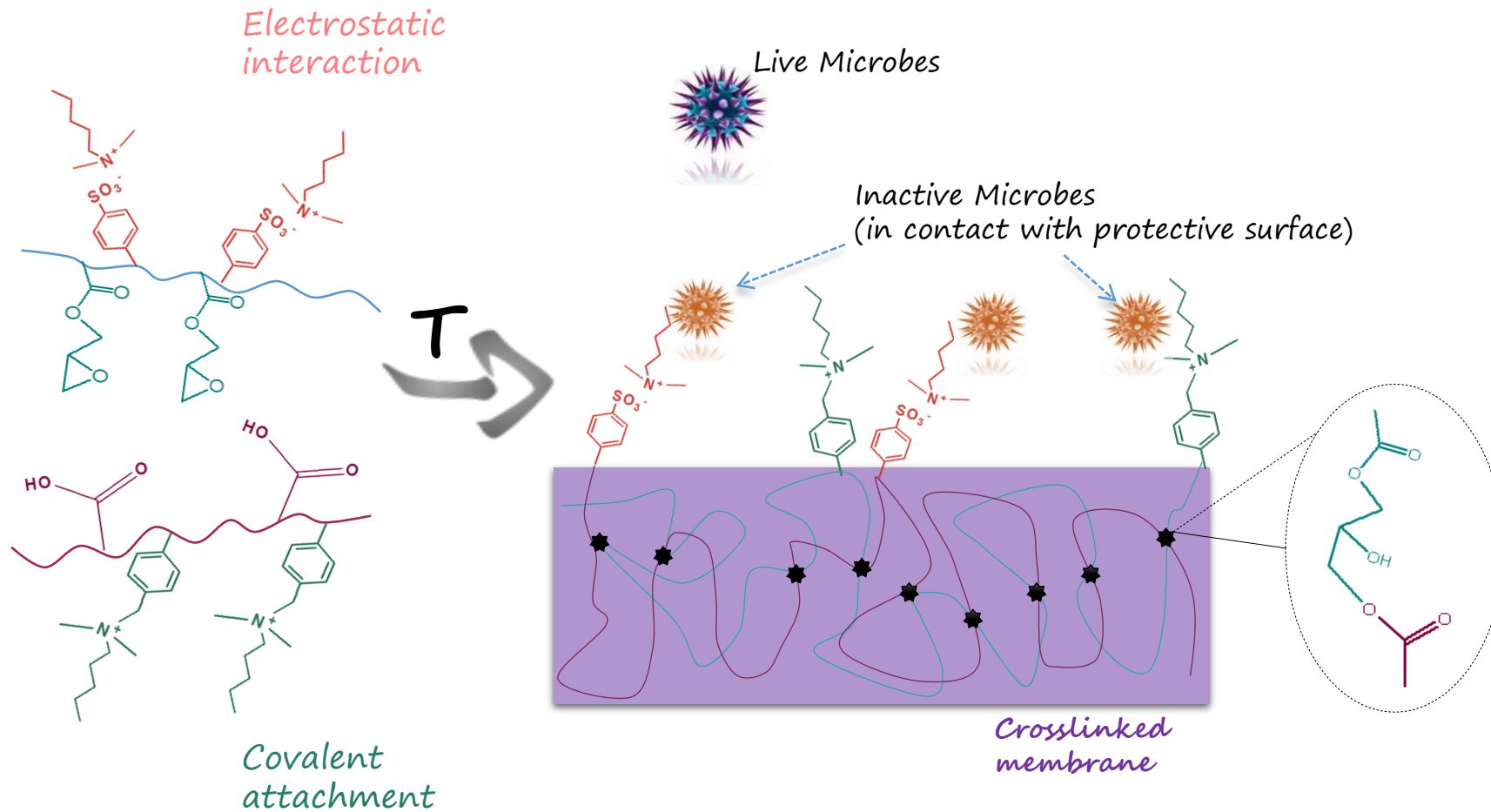


Electrostatic interaction

combination

Dual-action surfaces

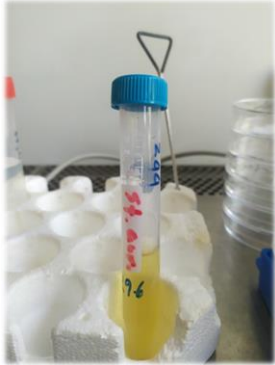
# Αντιμικροβιακές πολυμερικές επικαλύψεις



# 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

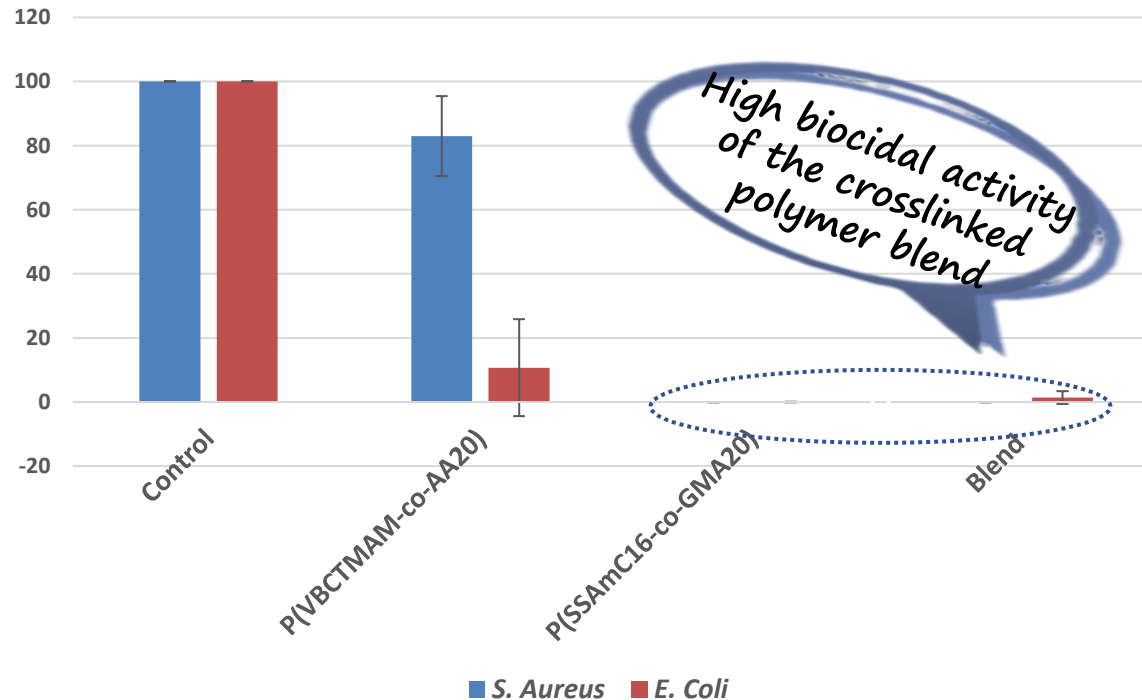


Cell Viability %

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



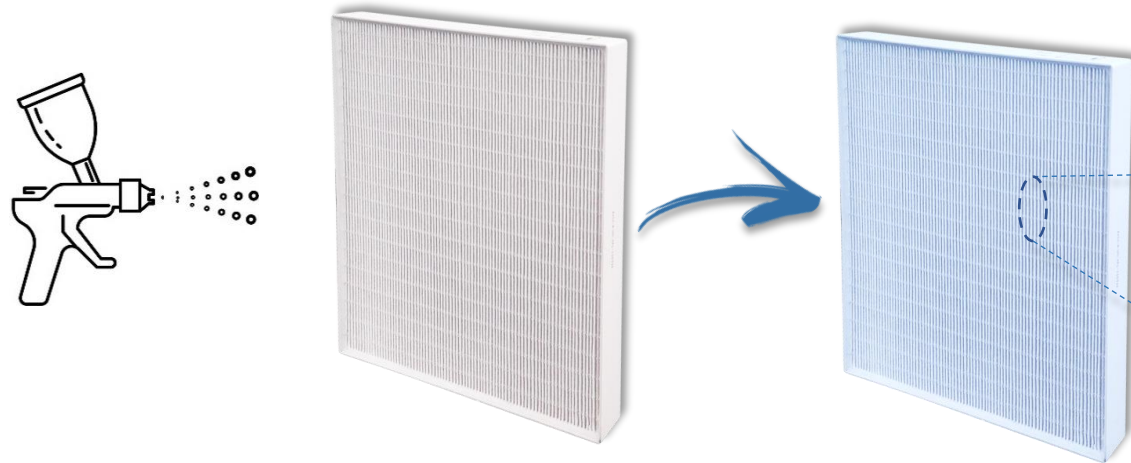
5. Absorbance measurements (600nm) of the culture medium



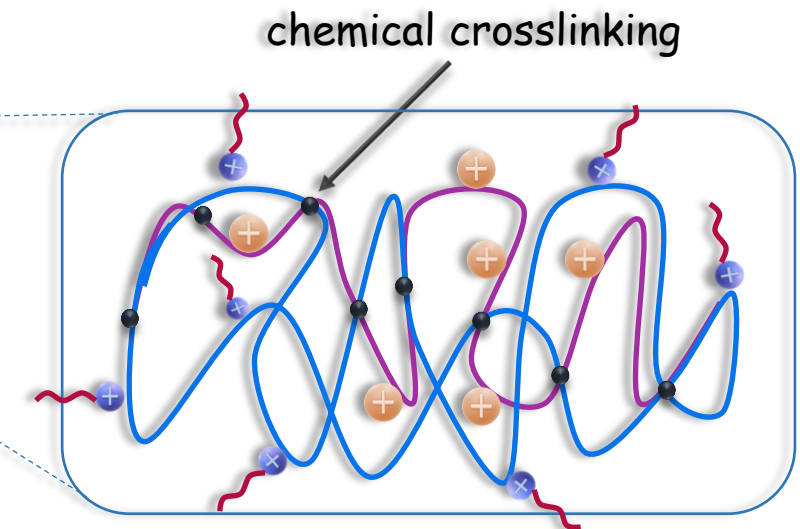


# Polymeric coatings based on water-soluble biocidal copolymers for air-cleaning filters

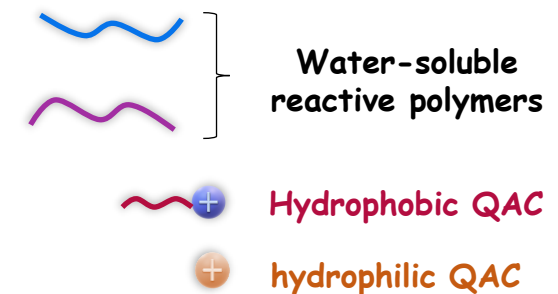
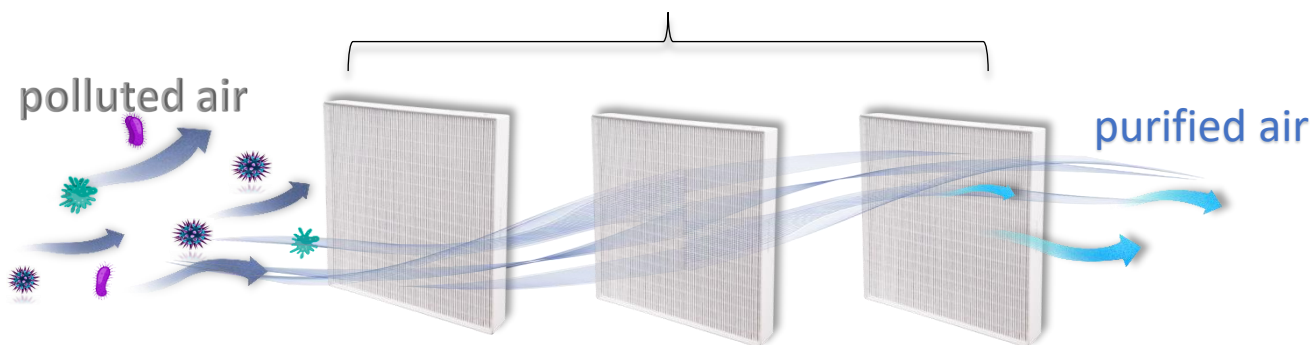
## 1. Spray-coating treatment on filters



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



## A system of three biocidal air filters



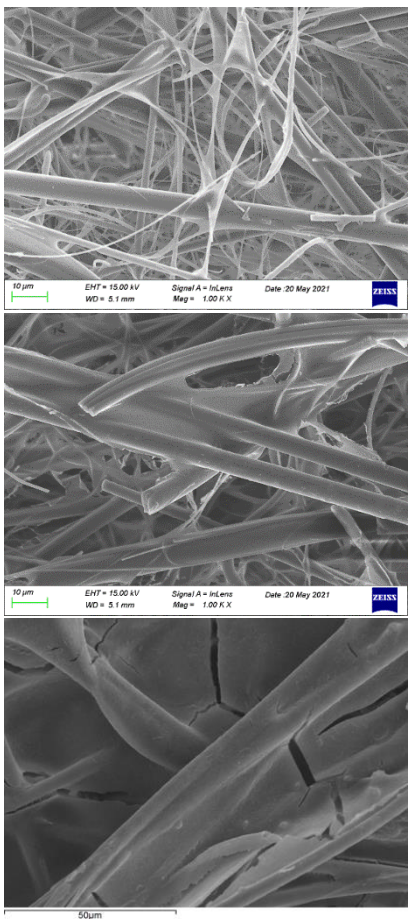


# Polymeric coatings based on water-soluble biocidal copolymers for air-cleaning filters

SEM



Treatment of filters through Spray-Coating



before treatment

after treatment (5% loading) ✓

after treatment (15% loading)

## Scale-up synthesis



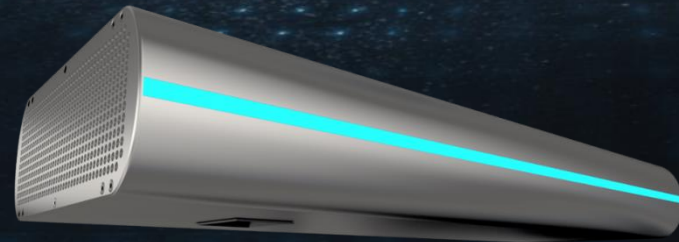
# Application

## 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:

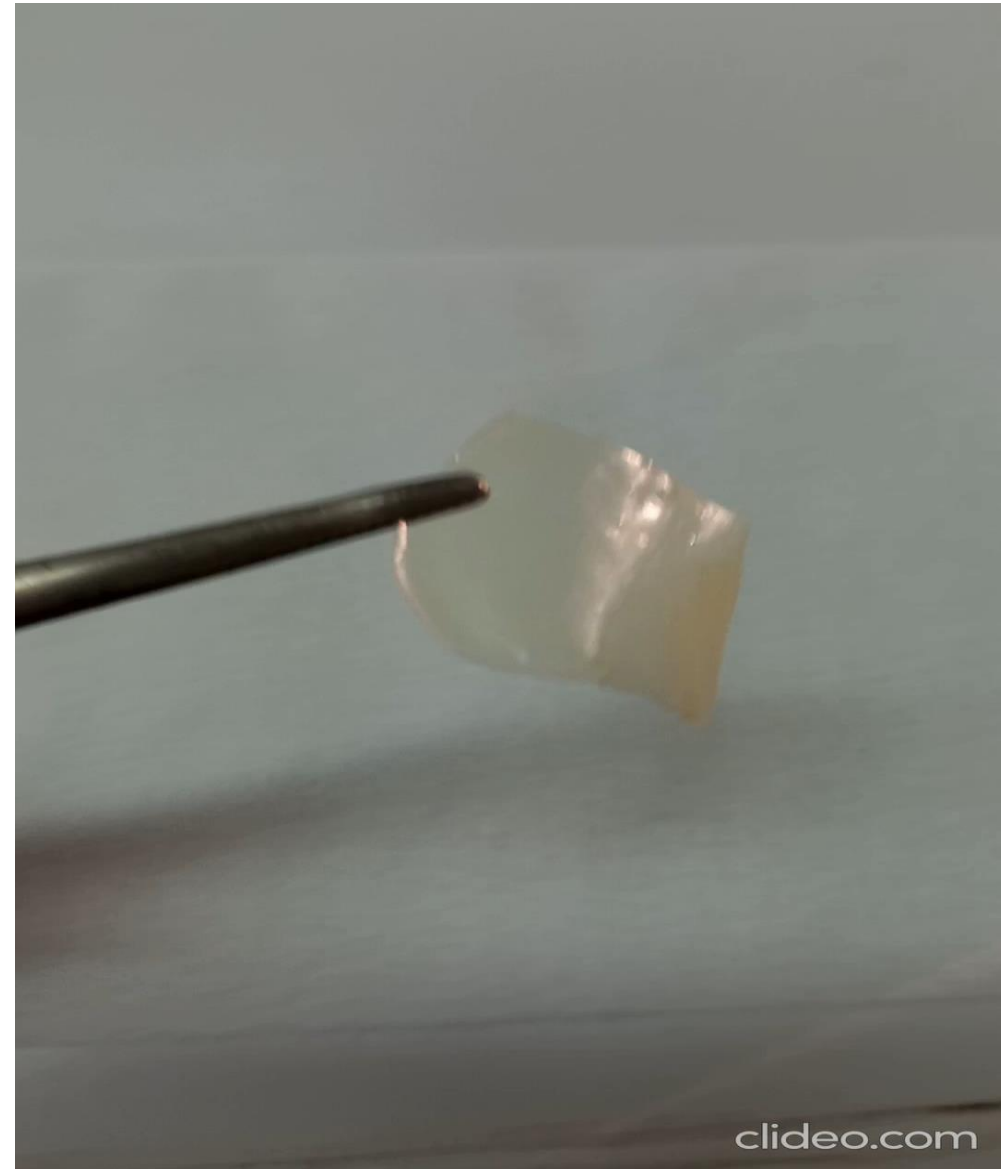


ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
ΠΑΤΡΩΝ  
UNIVERSITY OF PATRAS



GLM

# Humidity-Responsive Polymeric Membranes

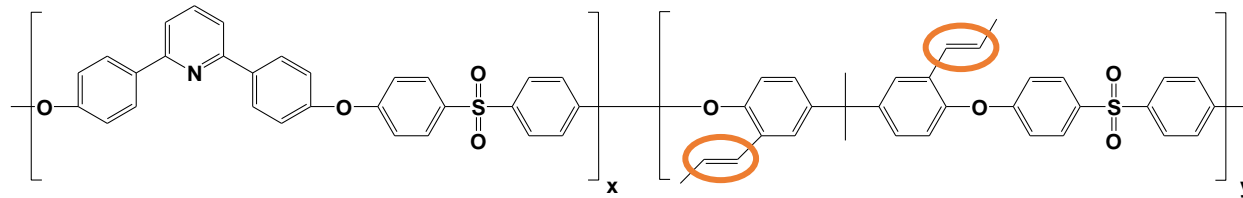




## Αριστοποίηση υπάρχουσας τεχνογνωσίας για πιλοτική εφαρμογή – ανάπτυξη νέας σε πειραματικό επίπεδο



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

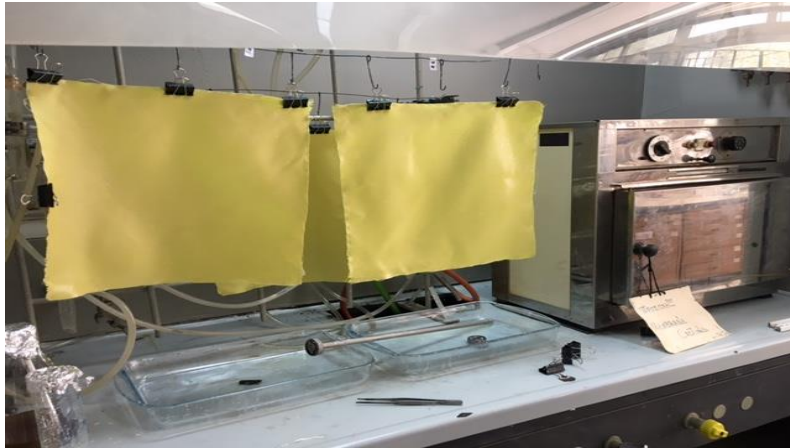


Polymer Batch	Mn	Quantity (g)
copolymer 1	65000	30
copolymer 2	70000	35
Copolymer 3	37000	30
Copolymer 4	95000	22

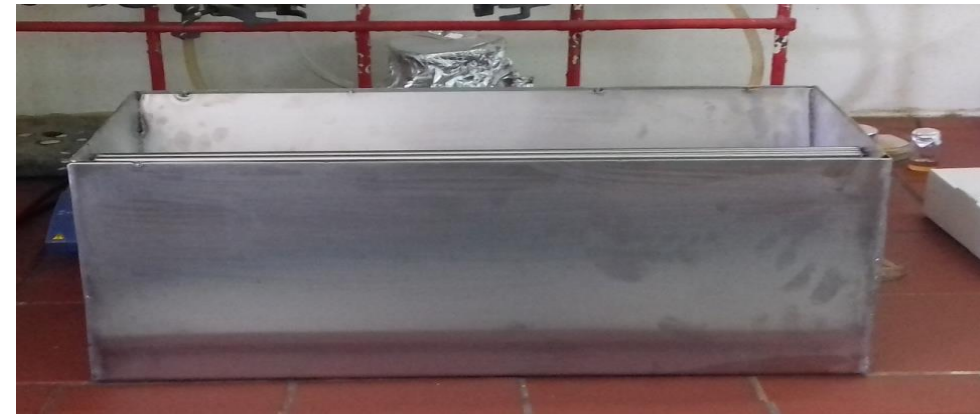




Αριστοποίηση υπάρχουσας τεχνογνωσίας για πιλοτική  
εφαρμογή – ανάπτυξη νέας σε πειραματικό επίπεδο



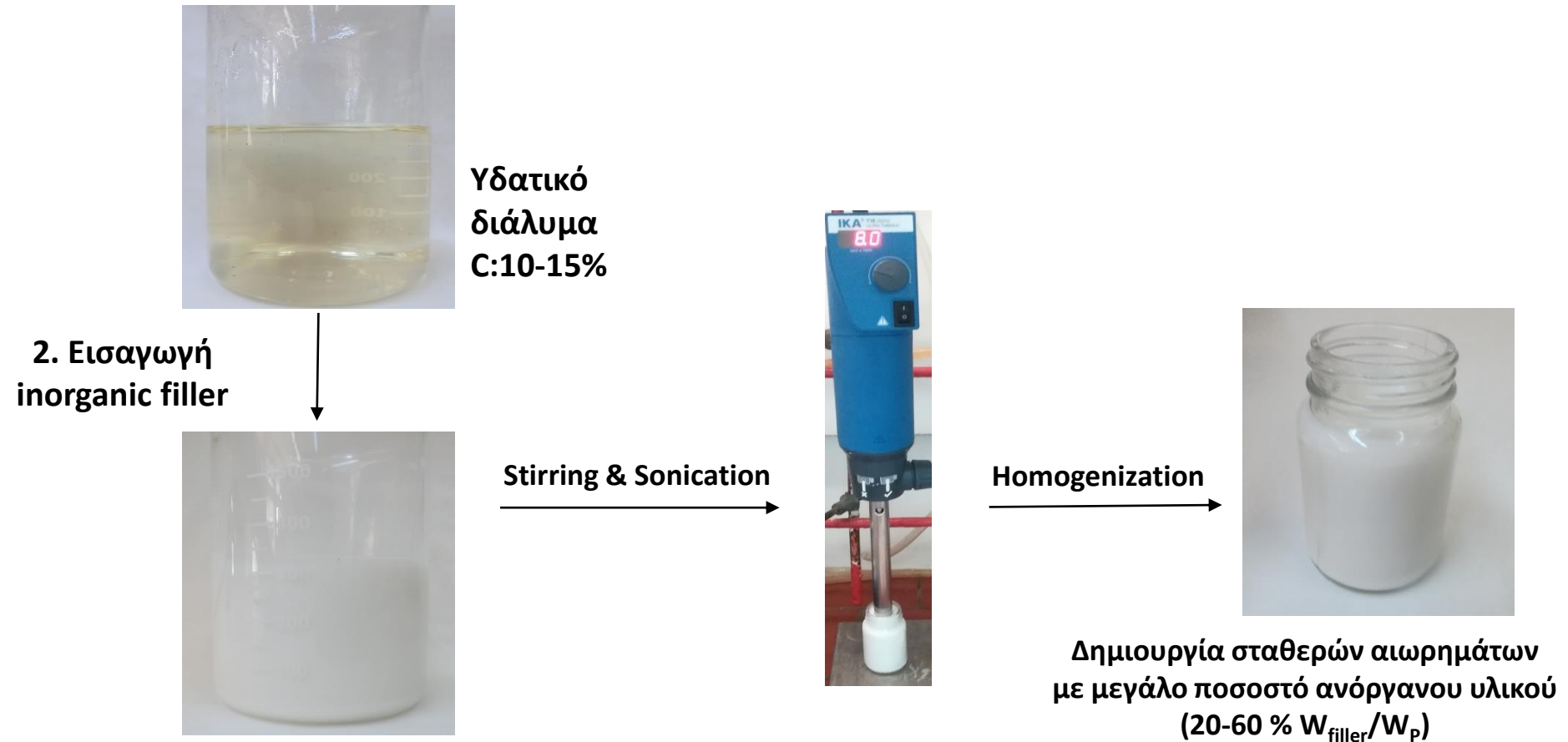
NEW SET-UP



- ☑ 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 :



- 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%**

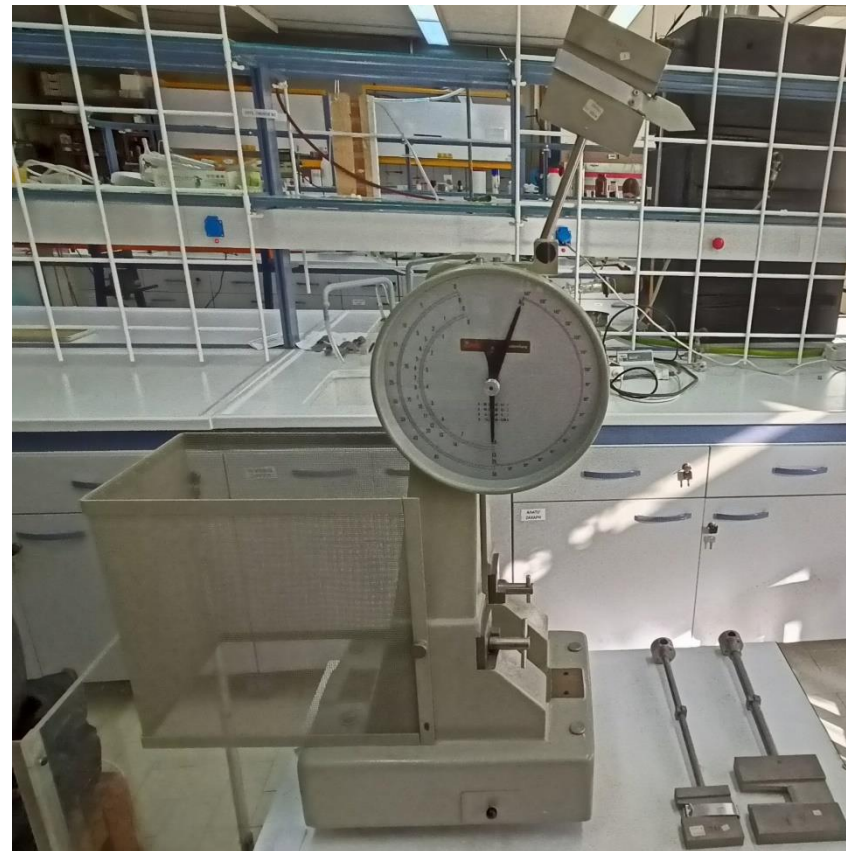


Δοκίμιο Kevlar® 20 x 20 cm με 10% διάλυμα του υδατοδιαλυτού πολυμερούς + **40%** inorganic filler  
Material loading ( $W_{\text{comp.}} / W_{\text{Kevlar}}$ ) : **10%**



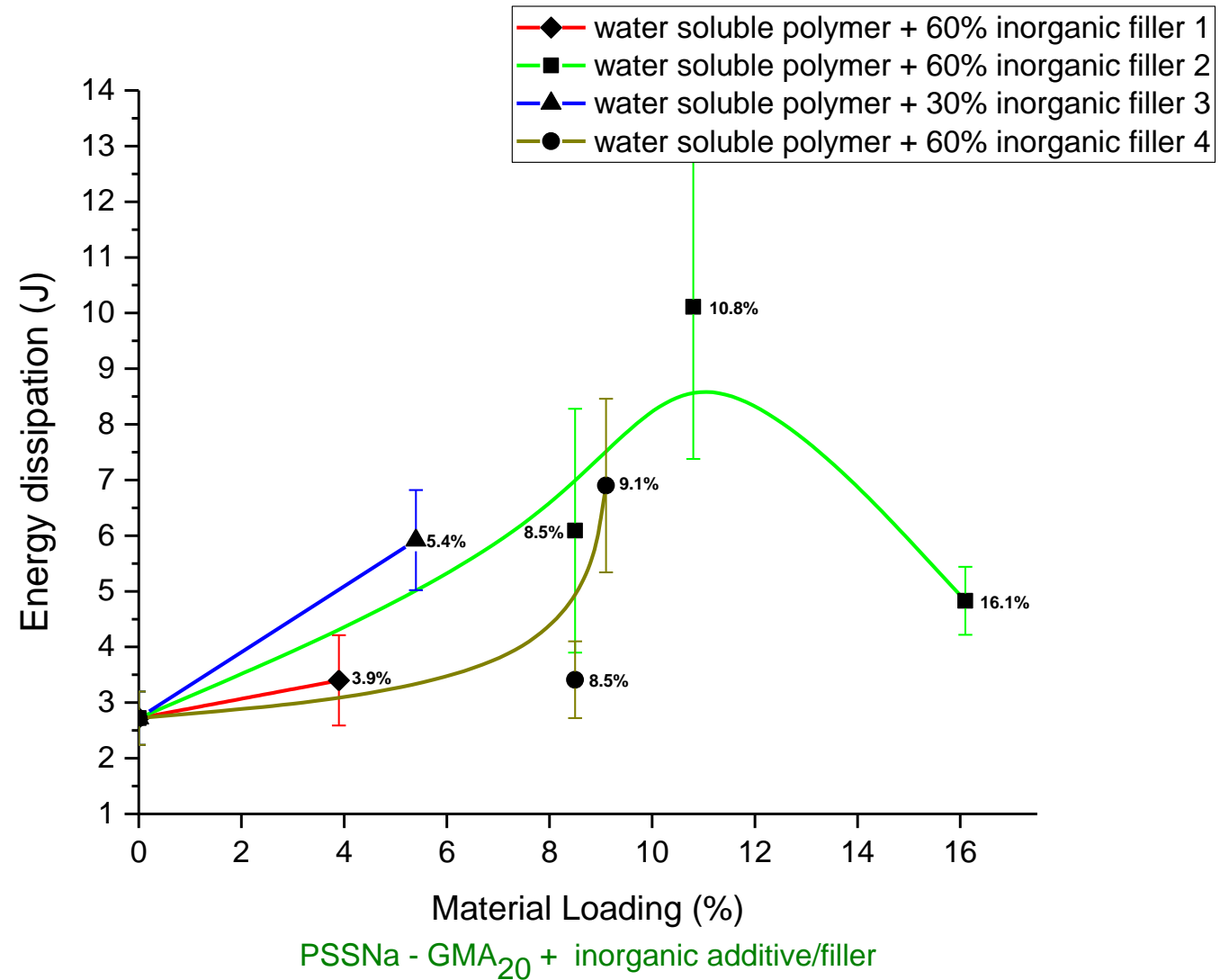
Δοκίμιο Kevlar® 20 x 20 cm με 10% διάλυμα του υδατοδιαλυτού πολυμερούς + **60%** inorganic filler  
Material loading ( $W_{\text{comp.}} / W_{\text{Kevlar}}$ ) : **10%**

➤ 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®*







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



✓ Κατεργασία 15 δοκιμίων Kevlar® επικαλυμένα με διάλυμα βελτιστοποιημένου πολυμερικού υλικού υψηλού μοριακού βάρους



Δοκίμια	Ποσοστό Επικάλυψης-Φόρτωσης (κ.β.%)
1	9.8
2	10.5
3	7.7
4	9.2
5	9.5
6	9.0
7	9.0
8	6.9
9	6.0
10	13.6
11	12.2
12	11.1
<b>Μέσος όρος= 9.5%</b>	



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



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 36 J: 3 mm penetration</b>	Not tested	9.7	