

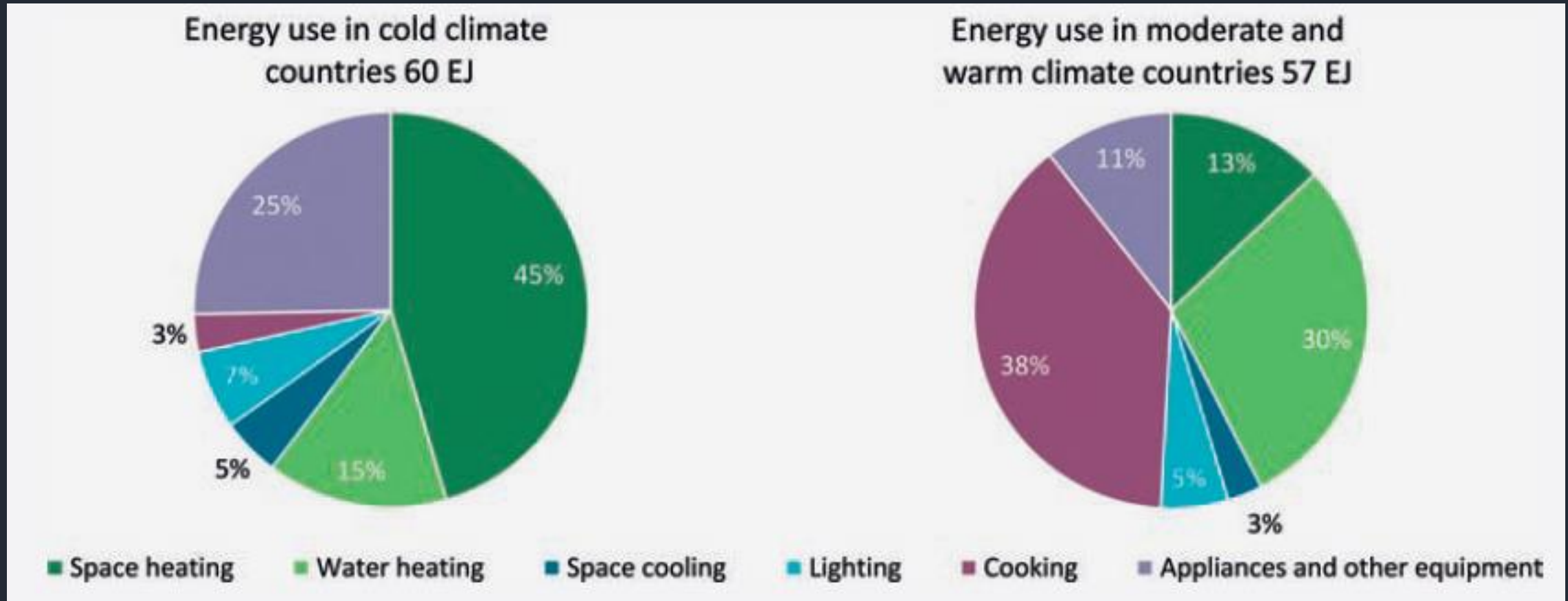
Νανο-υλικά για εξοικονόμηση ενέργειας: θερμομονωτικά υψηλής απόδοσης

Θεόφιλος Ιωαννίδης
Διευθυντής Ερευνών, ΙΤΕ/ΙΕΧΜΗ



13 - 14 Οκτωβρίου 2017, ΙΤΕ, Ηράκλειο, Κρήτη

Η ανάγκη για ενεργειακή αποδοτικότητα



55% των κτηρίων κατοικιών στην Ελλάδα έχουν κατασκευασθεί πριν το 1980 και απαιτούν βελτίωση της θερμικής τους μόνωσης

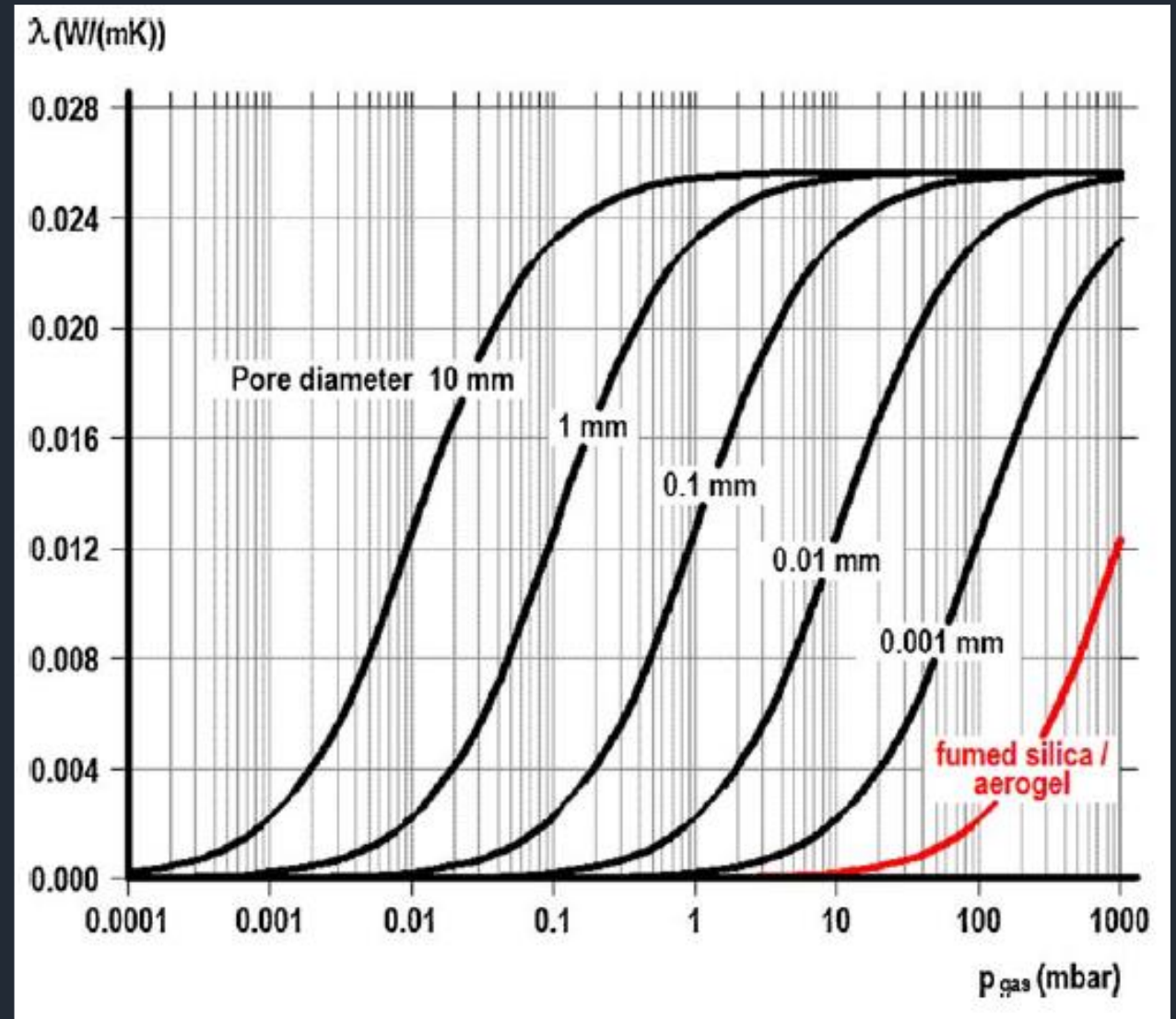
(Πορώδη) Νανο-υλικά ως θερμομονωτικά?

$$\lambda_{\tau} = \lambda_g + \lambda_s + \lambda_{\text{rad}}$$

$$\lambda_g = \frac{\lambda_{g,0}}{1 + 2\beta K_n}$$

Αριθμός Knudsen: $K_n = l_{\text{mean}}/\delta$

l_{mean} : μέση ελεύθερη διαδρομή
 δ : διάμετρος πόρων



Θερμική αγωγιμότητα αέρα συναρτήσει πίεσης και διαμέτρου πόρων

Αεροπηκτώματα (aerogels)

Αεροπηκτώματα ονομάζονται τα υλικά που έχουν παρασκευασθεί με κατάλληλες μεθόδους, ώστε να διατηρούν σε μεγάλο βαθμό τη δομή του αρχικού πηκτώματος

Αποφυγή **κατάρρευσης** πορώδους δομής από τη δράση των τριχοειδών δυνάμεων κατά την μετάβαση από **υγρή σε αέρια** φάση (ξηράνση) με χρήση της μετάβασης από **υγρή σε υπερκρίσιμη** φάση (υπερκρίσιμη ξήρανση)

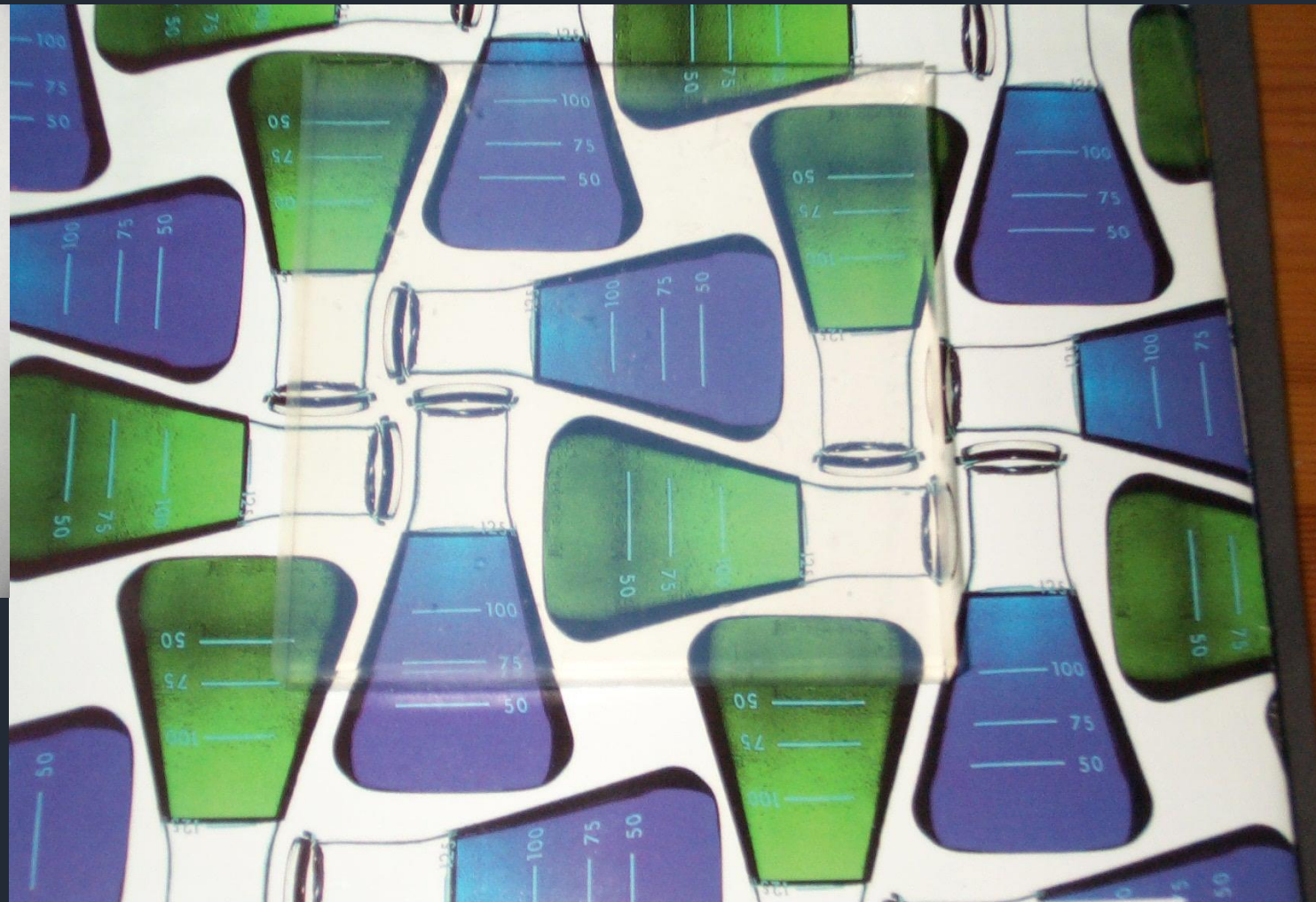
$$P_c = \frac{2\gamma_{LV}\cos\theta}{r_{pore}}$$



The holy grail: Μονολιθικά, διαφανή, θερμομονωτικά αεροπηκτώματα



Τεχνικά εφικτή
αλλά
χρονοβόρα και
ακριβή διαδικασία



Αεροπήκτωμα SiO_2 σε μορφή κόκκων

United States Patent [19]

Forbert et al.

[54] **PROCESS FOR THE SUBCRITICAL DRYING OF AEROGELS**

[75] **Inventors:** Rainald Forbert, Flörsheim; Andreas Zimmermann, Griesheim, both of Germany; Douglas M. Smith; William Ackerman, both of Albuquerque, N. Mex.

[73] **Assignee:** Hoechst Aktiengesellschaft, Frankfurt, Germany

[21] **Appl. No.:** 611,058

[22] **Filed:** Mar. 5, 1996



United States Patent [19]

Deshpande et al.

[54] **PREPARATION OF HIGH POROSITY XEROGELS BY CHEMICAL SURFACE MODIFICATION.**

[76] **Inventors:** Ravindra Deshpande, 51 Michelle Dr. Apt. A 11, Lancaster, Pa. 17603; Douglas M. Smith, 1412 Marquette Pl. NE.; C. Jeffrey Brinker, 14 Eagle Nest Dr. NE., both of Albuquerque, N.M. 87122

[21] **Appl. No.:** 55,069

[22] **Filed:** Apr. 28, 1993

Εμπορικά προϊόντα

Fixit Aerogel Insulating Plaster

AEROGEL PARTICLES

Our aerogel particles deliver superior thermal insulation, light diffusion, high surface area and more, making them an ideal solution from building materials to industrial coatings.

- ◆ **LUMIRA**[®] aerogel is designed to optimize light transmission for use in architectural **daylighting** applications.
- ◆ **ENOVA**[®] aerogel is engineered for demanding specialty chemical applications such as insulative coatings, ultra-low gloss and light diffusion, and **skin and beauty care**.

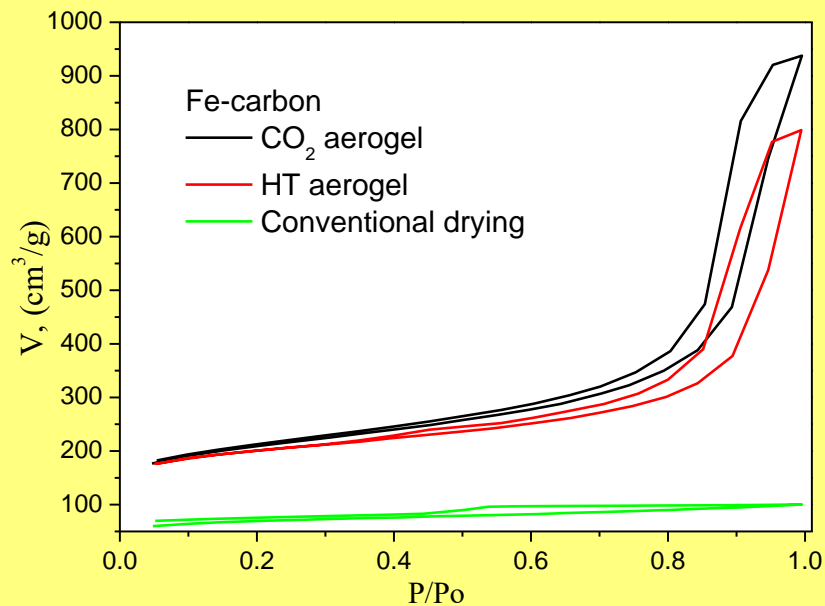
Η Cabot έχει αποκτήσει τα δικαιώματα παραγωγής aerogel SiO₂

Σύγκριση κόστους

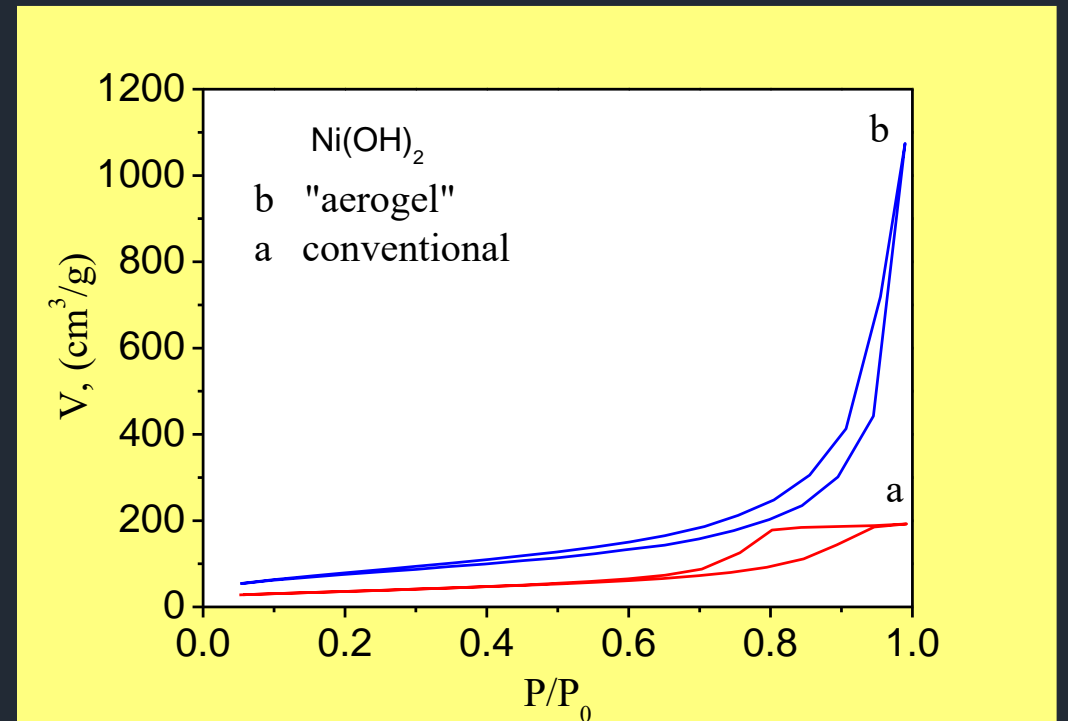
Type	Thermal conductivity (W/m K)	Price [€/sqm R_x for $s = 10$ mm]	Thickness R_x (mm/sqm)	Price [€/sqm R_x]
Cement-based plaster	0.056	4.440	56	24.64
Lime-based plaster	0.075	8.550	75	64.13
<i>Aerogel-based plaster Fixit 222</i>	<i>0.028</i>	<i>80.000</i>	28	224.00

Αεροπηκτώματα εν γένει

Ανθρακα και ρητινών



Υδροξειδίων & οξειδίων



Συμβατικό Ni(OH)₂ : **140** m²/g, πορώδες **43%**
 "Aerogel": **444** m²/g, πορώδες **94%**

Εξοπλισμός στο ΙΕΧΜΗ για παραγωγή aerogel

Διάταξη υπερκρίσιμης ξήρανσης με CO_2

Διάταξη υπερκρίσιμης ξήρανσης οργανικού διαλύτη

Δοχεία πίεσης διαφόρων μεγεθών

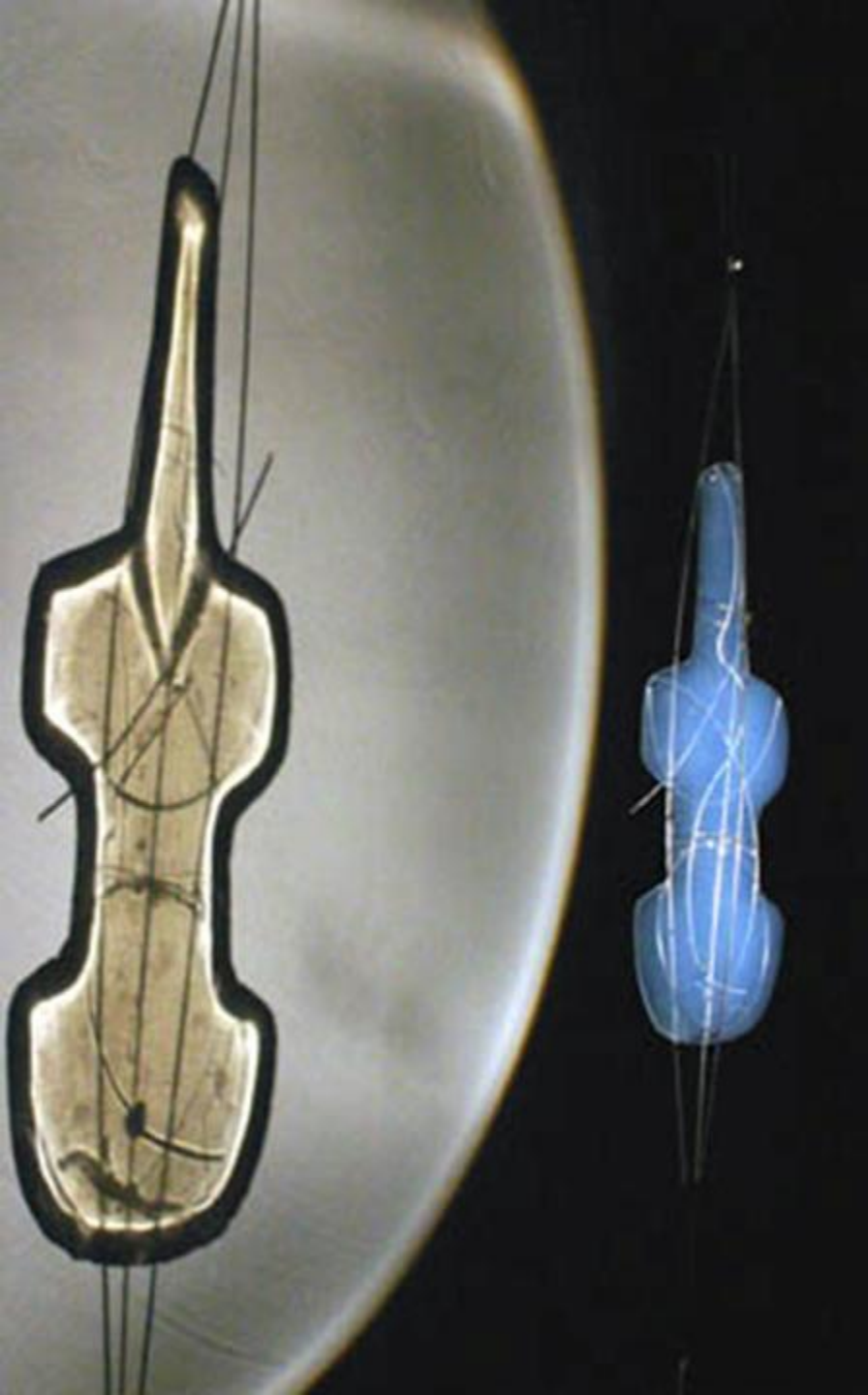
Επέκταση σε νέα υλικά ή διαμορφώσεις υλικών

Γραφένιο & 2-D materials (ΕΥ: Ι. Παρθένιος, ΙΕΧΜΗ)



Aerogels in Art

Ιωάννης
Μιχαλούδης
(Michalou(di)s



Violin-shaped figurine
20X12X2cm. Rotating like a
planet, the sculpture changes
his shadow every second,
permanent collection of
A.S. Onassis Foundation, 2007

www.michalous.com

michalou