

# Κεραμικά και Γυαλί

Δρ Ουρανία Τσιούλου



<http://en.wikipedia.org>



<http://en.wikipedia.org>

# Κεραμικά

**Κεραμικά:** ανόργανο, μη μεταλλικό στερεό που παρασκευάζεται με τη δράση της θερμότητας και την επακόλουθη ψύξη



<http://en.wikipedia.org/wiki/Brick>



<http://en.wikipedia.org/wiki/Brick>

# Ιδιότητες

- Υψηλό σημείο τήξης
- Υψηλό μέτρο ελαστικότητας & αντοχή σε θλίψη
- Χαμηλή αντοχή σε εφελκυσμό
- Αντοχή στη φωτιά
- Χαμηλή θερμική και ηλεκτρική αγωγιμότητα
- Εύθραστος
- Χαμηλή αντοχή στην κόπωση

# Κατηγορίες

## Παραδοσιακά

κατασκευασμένο από φυσικά υλικά, όπως χαλαζιαική άμμο ή ορυκτά αργίλου

### ➤ Δομικά Προϊόντα Αργίλου

Τούβλα

Σωλήνες

Πλακάκια δαπέδου και στέγης

### ➤ Γυαλί

### ➤ Τσιμέντο

## Προχωρημένα

κατασκευασμένο από ανόργανες ενώσεις υψηλής καθαρότητας μέσω μιας σειράς εξειδικευμένων διαδικασιών παραγωγής

# Προηγμένα Κεραμικά

## Εφαρμογές



- Ιατρική: βιοκεραμική, οδοντιατρική...
- Τηλεπικοινωνίες: οπτικές ίνες, μικρόφωνα...
- Αυτοκινητοβιομηχανία: καταλύτες...
- Αεροδιαστημική: Κεραμικές επικαλύψεις, παράθυρα, αντοχή σε υψηλές θερμοκρασίες, μπαταρίες ...
- Ηλεκτρονικά: Μονωτές, πυκνωτές, υπεραγωγοί, ηλεκτρονικά εξαρτήματα ...

# Παραδοσιακά κεραμικά

## Πρώτες ύλες:

### Άργιλος

(Ενυδρες αργιλοπυριτικές ενώσεις με βασικό συστατικό τον καολινίτη)

### Άστριος

[Αργιλοπυριτικά άλατα νατρίου (Na), ασβεστίου (Ca) ή καλίου (K)]

### Τσακμακόπετρα

(Χαλαζιακή άμμος)

### Πρόσθετα

(Σόδα, φθορίτης, διοξείδιο του τιτανίου, ασβέστης, καρβίδιο, χρώματα ...)

# Παραδοσιακά κεραμικά

Παραγωγή:

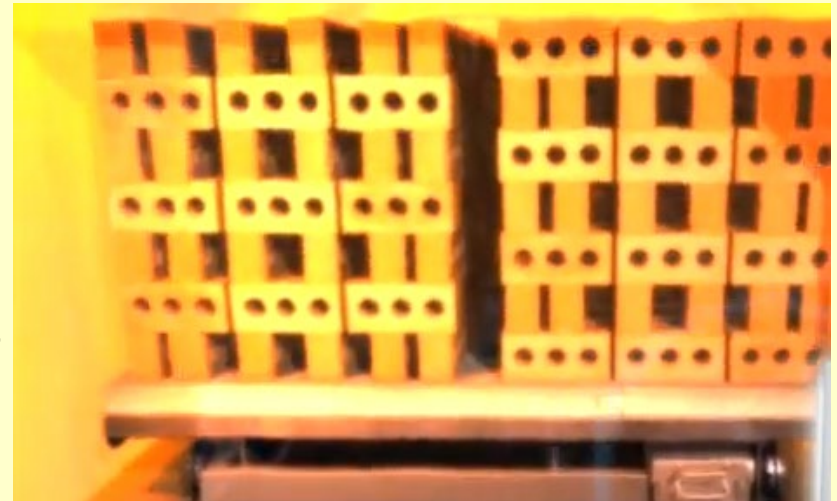


## Ξήρανση

- **~100 °C** Αφαιρέστε το ελεύθερο νερό

## Όπτηση

- **~350 °C** Αφυδάτωση: το χημικά συνδυασμένο νερό απομακρύνεται
- **~900 °C** Οξείδωση: αφαίρεση οργανικής ύλης (π.χ. άνθρακας, θειικά άλατα κ.λπ.)
- **>900 °C** Επαλήθευση
- Δίνει σκληρό, πυκνό, ανθεκτικό
- Χαρακτηριστικά



# Τούβλα

Κοινά τούβλα

Γενικές εργασίες τούβλων



<http://www.mjtimber.co.uk>

➤ Τούβλα πρόσοψης

Ελιυστική εμφάνιση στο χρώμα και την υφή τους



<http://www.claybricks.com>

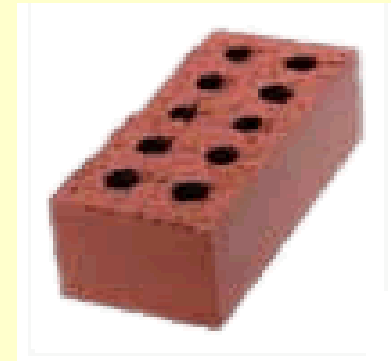
# Τούβλα

## ➤ Μηχανικά τούβλα

- Καίγεται σε εξαιρετικά υψηλές θερμοκρασίες
- Πετυχαίνει καθορισμένα όρια αντοχής και απορρόφησης νερού.

## ➤ High compressive strength

## ➤ Low water absorption properties.



<http://www.middlesextimber.co.uk/>

Χρησιμοποιείται σε έργα πολιτικού μηχανικού που απαιτούν: υψηλή φέρουσα ικανότητα, καλή αντοχή στην υγρασία (στεγανοποίηση) και γαοακτηριστικά αντοχής στα γημικά

<http://www.claybricks.com/>

# Τούβλα

BS 3921

## Engineering Bricks

Class	Compressive strength (MPa)	Water absorption (% by mass)
Engineering A	$\geq 125$	$\leq 4.5$
Engineering B	$\geq 75$	$\leq 7.0$

Απορρόφηση νερού (A)  
(% by mass)

$$A = 100 * \frac{(\text{wet mass} - \text{dry mass})}{\text{dry mass}}$$

# Τούβλα

Μέτρο ελαστικότητας( $E$ )  $\sim 10-40$  GPa

Χαμηλή αντοχή σε εφελκυσμό  $\sim 10-30\%$  of  
compressive strength

Πυκνότητα  $\sim 2200 - 2300$  kg/m<sup>3</sup>



<http://nixpixmix.blogspot.co.uk/>

Γυαλί



<http://en.wikipedia.org>

# Γυαλί

## Κεντρικό εμπορικό κέντρο της Μελβούρνης

- 20 ορόφους,
- ζυγίζει 490 τόνους



<http://nixpixmix.blogspot.co.uk/>



<http://en.wikipedia.org>

Το Γυαλί είναι ένα άμορφο (μη κρυσταλλικό) στερεό υλικό. Τα γυαλιά είναι συνήθως εύθραυστα και οπτικά διαφανή.



<http://en.wikipedia.org/wiki/>

## Πρώτες ύλες:

- **Χαλαζιακή άμμος**(Should be of high purity with iron oxides content < 0.01% (for colourless glass production))
- **Σόδα ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ )**  
When melting gives  $\text{Na}_2\text{O}$
- **Ασβεστόλιθος ή δολομίτης ( $\text{CaCO}_3$ ,  $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$ )**
- **Αργιλοπυριτικά**(of Na or K that disintegrating give  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{SiO}_2$ )
- **Borax ( $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$ ) or boric acid ( $\text{H}_3\text{BO}_3$ )**
- **Ανακυκλωμένο γυαλί**

## Τύποι γυαλιού (διαφορετικές πρώτες ύλες)

### ➤ Borosilicate γυαλί:

80% πυριτική άμμος και 12% borax

Συνήθως χρησιμοποιείται στο εργαστήριο για σωλήνες και ποτήρια.

-Υψηλή αντοχή στη θερμότητα.



<http://glassmuseum.moc.gov.tw/>

<http://www.brupaks.com/>

## ➤ Κρυσταλλικό γυαλί:

55% πυριτική άμμος, 30% οξείδιο του μολύβδου και 15% ανθρακικό κάλιο.

Ονομάζεται κρυσταλλικό γυαλί επειδή έχει την ίδια διαφάνεια και λάμψη με το κρύσταλλο.

- το βάρος είναι σχετικά βαρύ
- πιο εύκολο να κοπεί και να γυαλιστεί.
- πιο εύκολο να γρατσουνιστούν και πρέπει να το χειριστείτε προσεκτικά

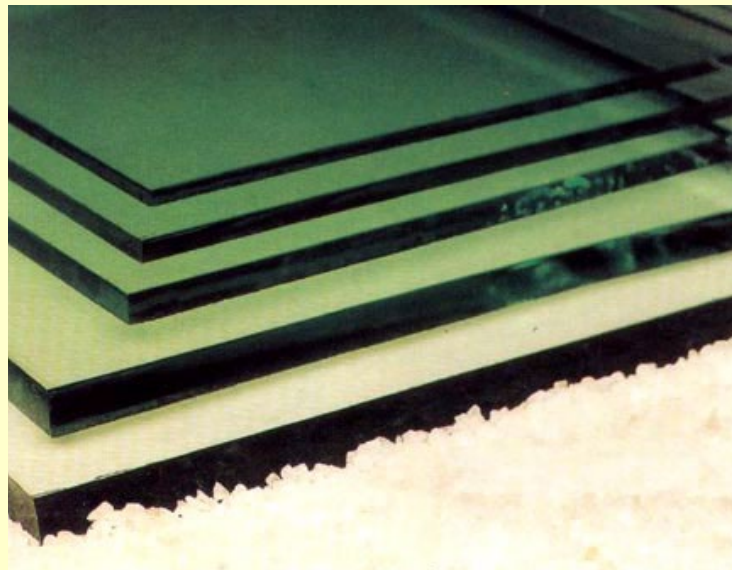


Zhuhan Guan Mao Ceramics & Glass Co., Ltd.

➤ **Γυαλί με ανθρακικό ασβέστη:**

73%~ 77% πυριτικής άμμου, 16 τοις εκατό ~ 18% ανθρακικού νατρίου, δολομίτης ασβέστη κ.λπ.

Συνήθως το φύλλο γυαλιού και τα γυάλινα σκεύη είναι κατασκευασμένα από γυαλί νατρίου



[http://www.materialproject.org/wiki/Float\\_glass](http://www.materialproject.org/wiki/Float_glass)

[http://en.wikipedia.org/wiki/Soda-lime\\_glass](http://en.wikipedia.org/wiki/Soda-lime_glass)

<http://glassmuseum.moc.gov.tw/>

# Τρεις βασικοί τύποι γυαλιού με βάση τον τρόπο παρασκευής :

- Απλό επίπεδο γυαλί
- Γυαλί με υφή, σχέδια και σύρμα
- Πολυστρωματικό γυαλί

# Κύρια βήματα παραγωγής γυαλιού

Πρώτες ύλες



Mix



Melting



~1500°C

<http://www.gem-projects.be>



Forming



Coating

Ψειάστε λεπτές  
στρώσεις  
Προστατευτικό  
υλικό



Annealing



Cutting

Final check

Γυαλί που ψύχεται με  
ελεγχόμενο τρόπο

## Τρεις βασικοί τύποι γυαλιού με βάση τον τρόπο παρασκευής:

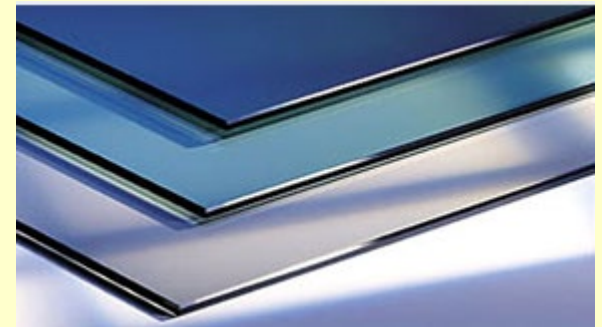
- **Απλό επίπεδο γυαλί (floating):** Είναι κατασκευασμένο από αιωρούμενο λιωμένο γυαλί σε στρώμα λιωμένου κασσίτερου

Αυτή η μέθοδος δίνει ομοιόμορφο πάχος και πολύ επίπεδη επιφάνεια.

Τα μοντέρνα παράθυρα είναι κατασκευασμένα από γυαλί επίπλευσης

**VIDEO**

<http://www.youtube.com/watch?v=JJcHMmkjlA4&feature=related>



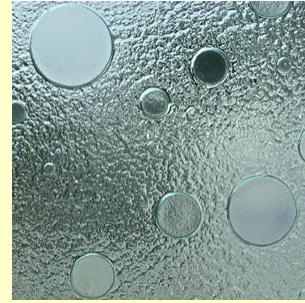
<http://www.ancaluglass.com/>

## Τρεις βασικοί τύποι γυαλιού με βάση τον τρόπο παρασκευής :

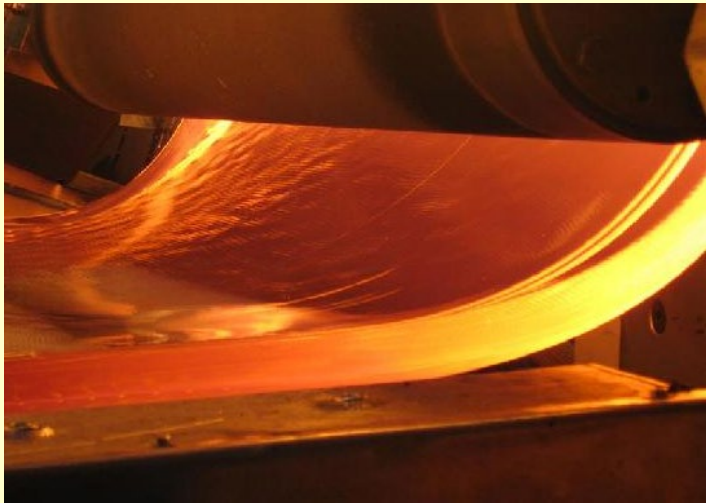
### ➤ Γυαλί με υφή και σχέδια

Η διαδικασία έλασης γυαλιού χρησιμοποιείται για την κατασκευή αυτών των τύπων.

Το γυαλί σχεδιάζεται σε οριζόντια κορδέλα σε κυλίνδρους.



<http://www.hotglassdesign.co.uk/>



<http://www.us.schott.com/>



<http://www.toplineglazing.co.uk/page10.html>

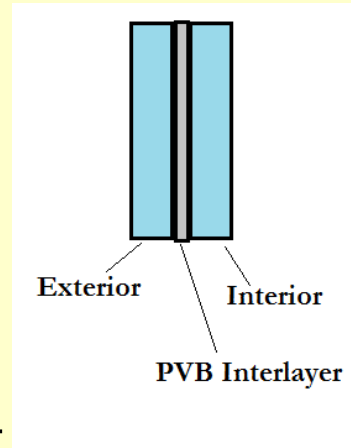
<http://www.youtube.com/watch?v=tDyeiePorto&feature=related>

**VIDEO**

<http://www.claisse.info/> - Prof. Peter Claisse

## ➤ Πολυστρωματικό γυαλί (laminated)

Το πολυστρωματικό γυαλί είναι δύο ή περισσότερα κομμάτια γυαλιού μόνιμα συνδεδεμένα μεταξύ τους με ένα ή περισσότερα πλαστικά ενδιάμεσα στρώματα (PVB) χρησιμοποιώντας θερμότητα και πίεση



## ➤ Μειωμένος κίνδυνος τραυματισμού σε περίπτωση

θραύσης- Τα θραύσματα τείνουν να προσκολλώνται στο πλαστικό στρώμα και παραμένουν σε μεγάλο βαθμό άθικτα

"Γυαλί ασφαλείας" - πληροί τις απαιτήσεις των διαφόρων οργανισμών κώδικα που θέτουν πρότυπα ασφαλείας.

<https://www.youtube.com/watch?v=VTKLjtcbnn4> **VIDEO**

<http://www.youtube.com/watch?v=taupDsYcnms&feature=related>

## Τύποι γυαλιού (διαφορετική θερμοκή επεξεργασία)

- Κανονικό γυαλί (annealed)
- Θερμικά ενισχυμένο γυαλί
- Πλήρως σκληρωμένο γυαλί (Fully tempered)

## ➤ Κανονικό (annealed) γυαλί

Το γυαλί επίπλευσης (φλοατινγ) (ονομάζεται επίσης «επίπεδο» γυαλί) που δεν έχει ενισχυθεί ή σκληρυνθεί με θερμότητα είναι ανοπτηση γυαλιού.

-Ελεγχόμενη ψύξη για την αποφυγή υπολειπόμενης τάσης στο γυαλί

- Το ανοπτημένο (annealed) γυαλί μπορεί να κοπεί, να κατεργαστεί, να τρυπηθεί, να κοπεί και να γυαλιστεί.



[http://www.elit-m.com/Rezanje%20stakla\\_c\\_4\\_a\\_42.htm?language=2](http://www.elit-m.com/Rezanje%20stakla_c_4_a_42.htm?language=2)

## ➤ **Θερμικά ενισχυμένο γυαλί**

Θερμική επεξεργασία κατά την οποία έχουν θερμανθεί σε περίπου (600°C) και στη συνέχεια ψύχονται με ελεγχόμενο τρόπο χρησιμοποιώντας πίδακες αέρα.

Η επιφάνεια είναι ανθεκτική σε μηχανικές και θερμικές καταπονήσεις. Σε του γυαλιού στη συνέχεια κλειδώνεται σε κατάσταση συμπίεσης, καθιστώντας το πιο

## ➤ **Δύο φορές πιο ισχυρό από το ανοπτημένο γυαλί**

➤ όταν σπάσει χωρίζεται σε μεγάλα αιχμηρά κομμάτια όπως γυαλί επίπλευσης- **Δεν θεωρείται γυαλί ασφαλείας.**



# Πλήρως σκληρυμένο γυαλί

Το πλήρως σκληρυμένο και το θερμικά ενισχυμένο γυαλί έχουν την ίδια διαδικασία θερμικής επεξεργασίας

➤ Η μόνη διαφορά είναι στη μέθοδο σβέσης – ταχείας ψύξης

(πιο γρήγορα από ό,τι είναι για ενισχυμένη θερμότητα)

➤ Το πλήρως σκληρυμένο γυαλί είναι περίπου τέσσερις φορές ισχυρότερο από το ανοπτημένο γυαλί

➤ Όταν σπάσει αποσυντίθεται σε μικρά αμβλύ κομμάτια γεγονός που μειώνει σημαντικά τις πιθανότητες τραυματισμών (ασφάλεια)



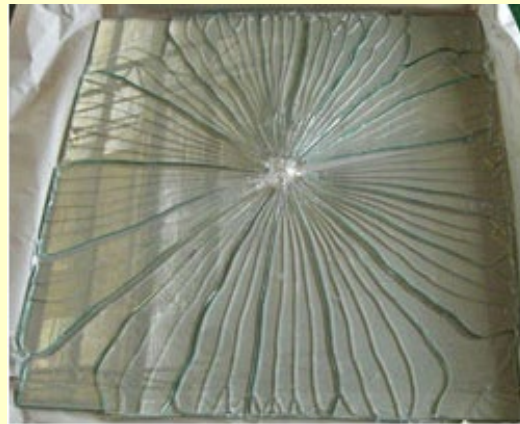
## Κανονικό (Annealed) Γυαλί



<http://www.rabglass.com/GlassReplacement.htm>

## Θερμικά ενισχυμένο γυαλί

- Θερμαίνεται ( $600^{\circ}\text{C}$ ), και στη συνέχεια ψύχεται με ελεγχόμενο τρόπο χρησιμοποιώντας πίδακες αέρα



[http://www.menghengglass.com.sg/metrolite\\_heattreated.html](http://www.menghengglass.com.sg/metrolite_heattreated.html)

➤ Δύο φορές πιο δυνατό από το κανονικό γυαλί

## Πλήρως σκληρωμένο γυαλί

Η ίδια διαδικασία θερμικής επεξεργασίας με θερμικά ενισχυμένο γυαλί.

- Η μόνη διαφορά είναι στη μέθοδο σβέσης



[http://www.menghengglass.com.sg/metrolite\\_heattreated.html](http://www.menghengglass.com.sg/metrolite_heattreated.html)

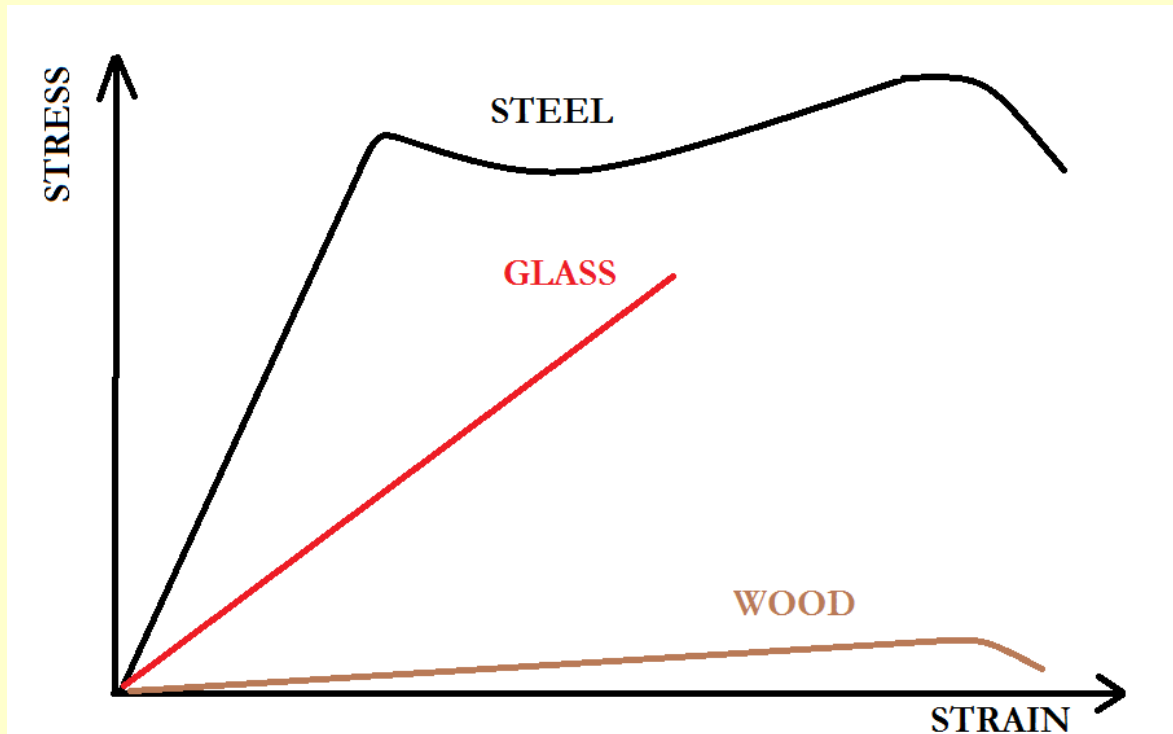
➤ Τέσσερις φορές πιο δυνατό από το κανονικό γυαλί

Τύπος γυαλιού	Soda Lime
Συντελεστής θερμικής διαστολής( $\alpha$ ) /C	$86 \times 10^{-7}$
Μέτρο ελαστικότητας(Young's modulus) (E)	70 GPa
Λόγος Poisson	0.22
Πυκνότητα	2440 kg/m <sup>3</sup>

➤ **Αντοχή σε θλίψη εξαιρετικά υψηλή: 1000 MPa**

➤ **Αντοχή σε εφελκυσμό: 19-77 MPa** (depending on the treatment)

# Εφελκυσμός



(Loughran)

ΚΑΙ ΤΑ ΔΥΟ ΤΟΥΒΛΑ (Κεραμικά) ΚΑΙ ΓΥΑΛΙ  
ΨΑΘΥΡΑ ΥΛΙΚΑ