

# ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΑΝΑΣΚΑΦΙΚΩΝ ΚΕΡΑΜΙΚΩΝ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΩΝ

<b>SiO<sub>2</sub></b>	<b>60,1% κ.β.</b>
<b>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	<b>15,6% κ.β.</b>
<b>Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	<b>3,4% κ.β.</b>
<b>FeO</b>	<b>3,9% κ.β.</b>
<b>MgO</b>	<b>3,5% κ.β.</b>
<b>CaO</b>	<b>5,1% κ.β.</b>
<b>Na<sub>2</sub>O</b>	<b>3,9% κ.β.</b>
<b>K<sub>2</sub>O</b>	<b>3,2% κ.β.</b>
<b>TiO<sub>2</sub></b>	<b>1,0% κ.β.</b>
<b>P<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	<b>0,3% κ.β.</b>

**Σύσταση, του στερεού φλοιού της Γης.**

Γενικά η επιφανειακή αποσάθρωση μπορεί να περιγραφεί σαν σύνολο δύο διαδικασιών:

α. Κατάτμηση, δηλαδή μηχανική αποσύνθεση των πετρωμάτων.

β. Υδρόλυση, δηλαδή χημική αντίδραση των ορυκτών με θερμά διαλύματα με αποτέλεσμα τη δημιουργία νέων ορυκτών.

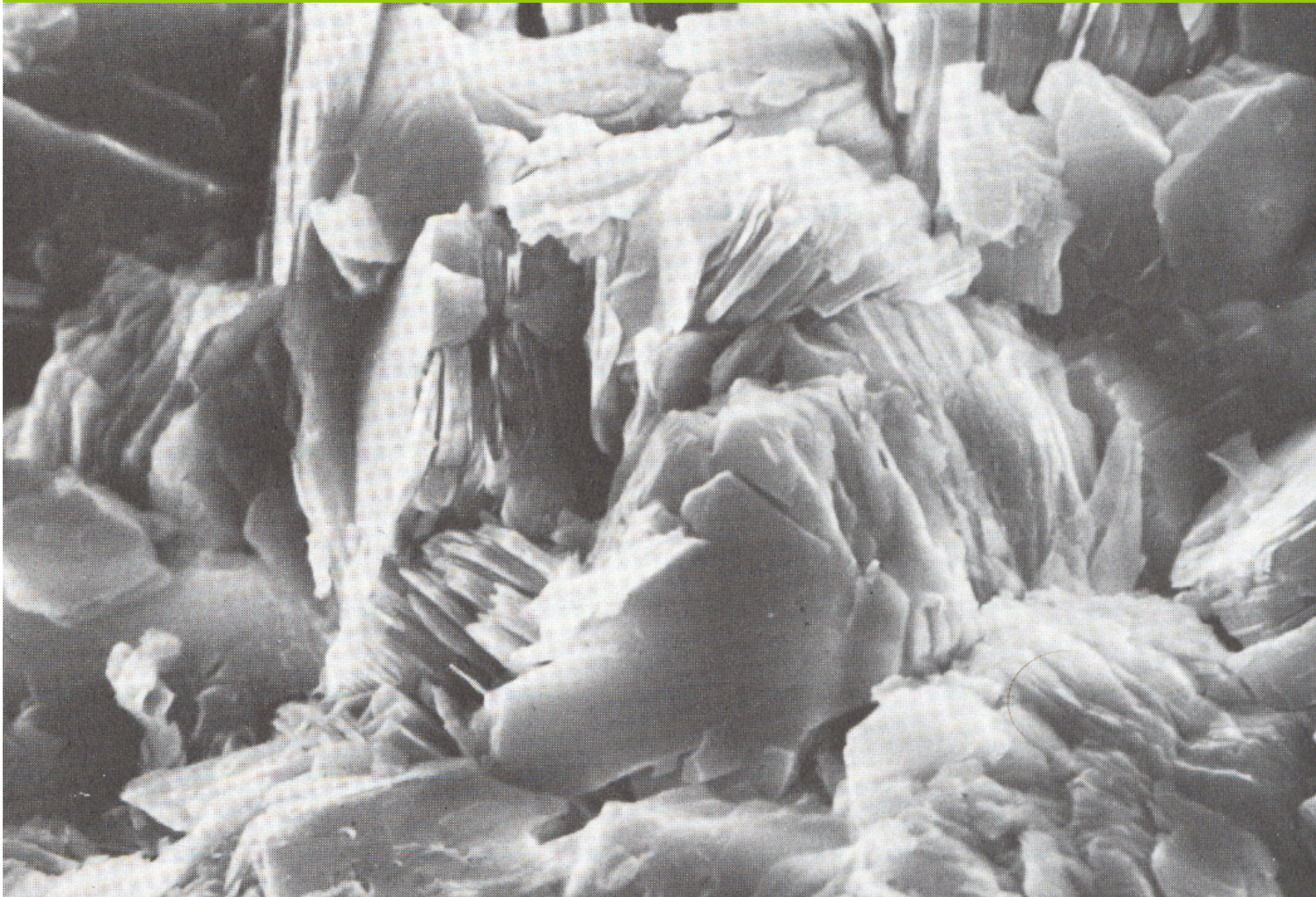
Η πρώτη ύλη του πηλού των κεραμικών είναι οι άργιλοι, που είναι πολύπλοκα ορυκτά αργιλίου και πυριτίου με ασβέστιο, μαγνήσιο, σίδηρο, κάλιο, νάτριο και νερό. Οι άργιλοι είναι προϊόντα εξαλλοίωσης διαφόρων ηφαιστειακών ορυκτών, π.χ. ο καολινίτης με χημικό τύπο  $2\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 4\text{SiO}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  προέρχεται από το γρανίτη που αποτελείται από αστρίους, χαλαζία και μαρμαρυγία.

Η δεύτερη μεγάλη κατηγορία πηλών τριών στρωμάτων είναι η κατηγορία του ιλλίτη. Οι ορυκτοί πηλοί του ιλλίτη έχουν δομή παρόμοια με τη δομή του κρυσταλλικού μαρμαρυγία. Στους πηλούς αυτούς, περίπου το 1/6 του πυριτίου έχει αντικατασταθεί από αργίλιο, που οδηγεί σε μία έλλειψη φορτίου, η οποία εξισορροπείται κυρίως από ιόντα καλίου ( $K^+$ ) αλλά και ιόντα ασβεστίου ( $Ca^{2+}$ ), μαγνησίου ( $Mg^{2+}$ ) και υδρογόνου ( $H^+$ ).

Καολινίτης	$Al_4(Si_2O_5)_2(OH)_8$
Αλοϋσίτης	$Al_2(Si_2O_5)(OH)_4 \cdot 2H_2O$
Ιλλίτης	$Al_{2-x}Mg_xK_{1-x-y}(Si_{1,5-y}Al_{0,5+y}O_5)_2(OH)_2$
Μοντμοριλλονίτης	$(Al_{1,67}Na_{0,33}Mg_{0,33})(Si_2O_5)_2(OH)_2$
Μαρμαρυγίας	$Al_2K(Si_{1,5}Al_{0,5}O_5)_2(OH)_2$

Οι άργιλοι έχουν χαρακτηριστική μικροκρυσταλλική μορφή και αποτελούνται από πλακοειδείς κρυστάλλους με μεγάλη ποσότητα νερού ανάμεσά τους. Το νερό που υπάρχει ανάμεσα στους κρυστάλλους δρα σαν λιπαντικό και δημιουργεί ολίσθηση στους κρυστάλλους προσδίδοντας τις πλαστικές ιδιότητες στον πηλό. Μια πλαστική άργιλος μπορεί να συγκρατήσει μέχρι 70% νερό χωρίς να στάζει.

- Δομικές μονάδες (πλακίδια) καολινίτη, S.E.M. - E.D.X.A. (3700x).



- Το σύστημα αργίλων - νερού σε διαδοχικές καταστάσεις ενυδάτωσης.



α



β



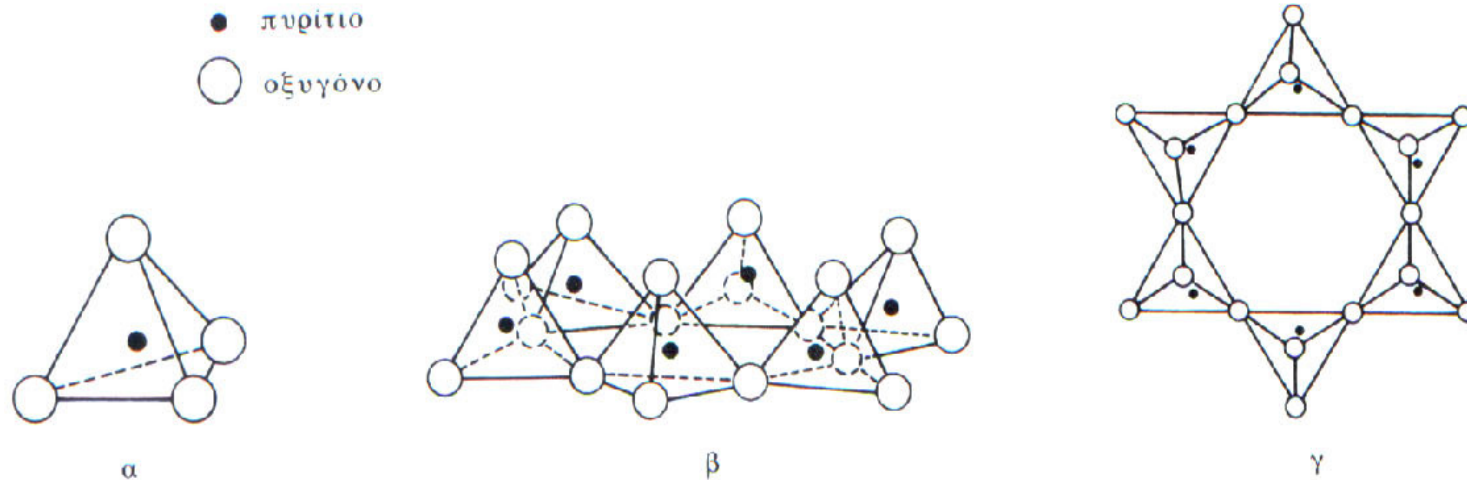
γ



δ

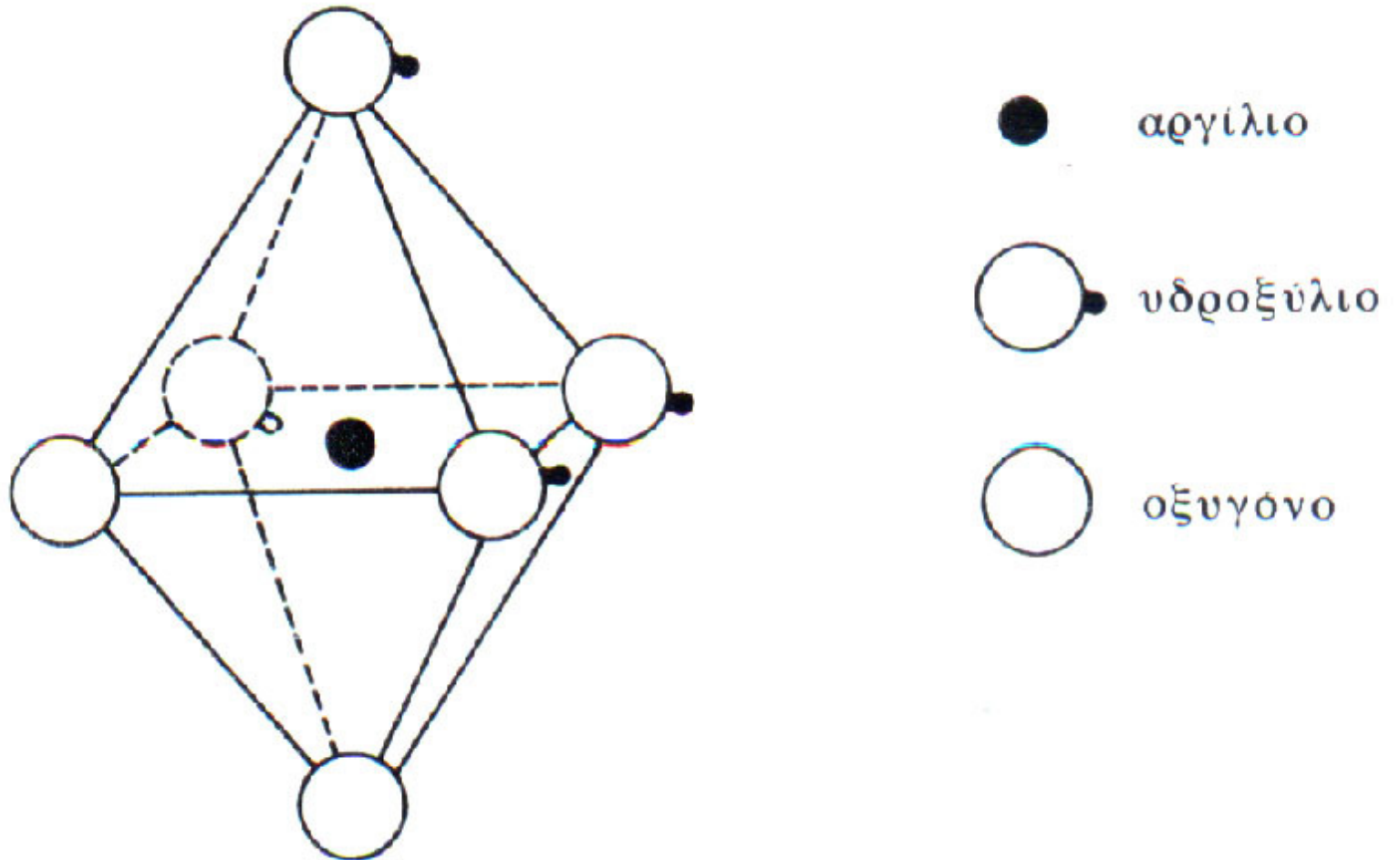
# Δομή τετραέδρων πυριτίου

- Το τετράεδρο του πυριτίου και οξυγόνων είναι η βασική δομική μονάδα όλων των πυριτικών πετρωμάτων.
- Αυτή η διαδικασία σύνδεσης επαναλαμβάνεται, με αποτέλεσμα να δημιουργείται μια δομή εξαγώνων που μοιάζουν με φύλλα.



# Δομή οκταέδρων αργιλίου

- Τα κατιόντα αργιλίου, δημιουργούν οκτάεδρα, με δύο οξυγόνα και τέσσερα υδροξύλια κατανομημένα γύρω από το αργίλιο. Συνολικά, τα οκτάεδρα του αργιλίου, ενώνονται μεταξύ τους με κοινά τα οξυγόνα και τα υδροξύλια των κορυφών, δημιουργώντας φύλλα, αντίστοιχα με τα πυριτικά τετράεδρα.



## Διάκριση των αργίλων.

1. Ανάλογα με τον τρόπο που σχηματίσθηκαν.
2. Ανάλογα με το είδος των προσμίξεων που περιέχουν.
3. Ανάλογα με τη συμπεριφορά τους κατά τη διαδικασία ψησίματος.
  1. Όταν οι άργιλοι βρεθούν στη θέση του μητρικού πετρώματος, χαρακτηρίζονται σαν πρωτογενείς ή όταν έχουν μεταφερθεί με κάποιο μέσο μεταφοράς (νερό, αέρας κ.λπ.) σε άλλη θέση, σαν δευτερογενείς.
  2. Οι δευτερογενείς άργιλοι, ανάλογα με τις προσμίξεις, ταξινομούνται:
    - α. σε σιδηρούχους με σημαντική ποσότητα οξειδίων του σιδήρου και χρώμα από κίτρινο μέχρι καφέ,
    - β. σε μαργαϊκές με ποσότητα άμμου και ασβεστολιθικού υλικού και
    - γ. τις αμμώδεις με σημαντική ποσότητα άμμου και επομένως μικρή πλαστικότητα.
  3. Ανάλογα με τη συμπεριφορά των αργίλων στο ψήσιμο αυτές χαρακτηρίζονται:
    - α. σαν εύτηκτες, όταν λιώνουν σε θερμοκρασίες μικρότερες των 1200 °C και αρχίζουν να υαλοποιούνται γύρω στους 1000 °C,
    - β. σαν δύστηκτες, όταν αρχίζουν να υαλοποιούνται πάνω από τους 1000 °C και να λιώνουν μεταξύ 1200 - 1300 °C και
    - γ. σαν πυρίμαχες όταν αντέχουν σε θερμοκρασίες των 1500 °C, χωρίς να παραμορφωθούν.

## Κατεργασία των πρώτων υλών.

Οι φυσικές διεργασίες για την ελάττωση του μεγέθους των κόκκων είναι:

1. Απομάκρυνση από τον πηλό των ξένων υλικών (χαλίκια, ρίζες, φύλλα κ.λπ.) και θρυμμάτισμα των μεγάλων κομματιών του αργιλικού υλικού.
2. Παραμονή του πηλού στην ύπαιθρο, κάτω από διάφορες καιρικές συνθήκες, όπου προκαλείται διαδοχική ύγρανση και ξήρανση του πηλού, με αποτέλεσμα τον παραπέρα θρυμματισμό και ελάττωση του μεγέθους των κόκκων.
3. Ομογενοποίηση του υλικού με ζύμωμα, συνήθως με τα πόδια ή με κάποιο ειδικό εργαλείο.
4. Αποθήκευση του πηλού σε σκιερό μέρος, όπου η ανάπτυξη μικροοργανισμών (φύκη, μύκητες, βακτήρια) οδηγεί σε ακόμη μεγαλύτερη ελάττωση του μεγέθους.

5. Κατεργασία με νερό, όπου το προκατεργασμένο υλικό ρίχνεται σε δεξαμενή με νερό και ανακατεύεται καλά. Τα λεπτά σωματίδια του πηλού παραμένουν στο αιώρημα, ενώ τα μεγαλύτερα καθιζάνουν. Μετά από ικανό χρόνο ηρεμίας του νερού της δεξαμενής καθιζάνουν τα μεγαλύτερα σωματίδια, ενώ το αιώρημα των λεπτών χύνεται σε διπλανή δεξαμενή, όπου αφήνεται να ηρεμήσει για περισσότερο χρόνο κ.ο.κ., οπότε παίρνουμε πηλούς διαφορετικού μεγέθους κόκκων. Όσο πιο μεγάλος είναι ο χρόνος ηρεμίας, τόσο πιο λεπτό θα είναι το υλικό.

6. Στη συνέχεια, ο πηλός αφήνεται να σιτέψει σε σκιερό και υγρό μέρος (π.χ. υπόγειο).

7. Ο σιτεμένος πηλός στη συνέχεια ζυμώνεται είτε με τα πόδια είτε με μηχανικό ζυμωτήριο, για καλύτερη ομογενοποίηση.

**Παράγοντες που επηρεάζουν την πλαστικότητα των αργίλων.**

<b>Το μέγεθος των σωματιδίων του πηλού.</b>
---

<b>Το σχήμα των σωματιδίων του πηλού.</b>
---

<b>Η επιφανειακή τάση του νερού.</b>
--------------------------------------

<b>Η δυσκαμψία του νερού.</b>
-------------------------------

<b>Τα απορροφούμενα ιόντα.</b>
--------------------------------

<b>Η σύσταση του ορυκτού πηλού.</b>
-------------------------------------

<b>Η προέλευση του πηλού.</b>
-------------------------------

<b>Οι οργανικές προσμίξεις του πηλού.</b>
---

<b>Τα μη αργιλικά συστατικά του πηλού.</b>
--

<b>Η θερμοκρασία.</b>
-----------------------

## Δοκιμές των πρώτων υλών.

Κατά τις δοκιμές της πρώτης ύλης, υπάρχουν δύο ιδιότητες ενδιαφέροντος σημαντικά τον τεχνίτη και είναι η συρρίκνωση του πήλινου αντικειμένου κατά το στέγνωμα και η συμπεριφορά του πηλού στο ψήσιμο. Για να μελετήσουμε τη μεταβολή των διαστάσεων επί % στο στέγνωμα, κατασκευάζουμε μικρούς κυλίνδρους ή πρίσματα γνωστών διαστάσεων από πηλό.

**Εργασίες μετά το φορμάρισμα των πρώτων υλών.**

**Οι συγκολλήσεις γίνονται με πίεση των επιφανειών επαφής και δούλεμα με το χέρι, εφόσον ο πηλός παραμένει ακόμα πλαστικός. Υπάρχουν περιπτώσεις, όπου στο ίδιο αγγείο παρατηρείται η εφαρμογή περισσότερων από μιας μεθόδων κατασκευής, όπως πολύ μεγάλα δοχεία μπορεί να έχουν τη βάση κατασκευασμένη με καλούπι, το σώμα με δαχτυλίδια και το λαιμό φορμαρισμένο στο χέρι.**

## Φινίρισμα της επιφάνειας.

Το φινίρισμα της επιφάνειας γίνεται με μαχαίρι ή κάποιο κυρτό εργαλείο, ενώ για συμμετρικά αγγεία χρησιμοποιείται και ο τόρνος. Γενικά οι εργασίες φινιρίσματος, γίνονται όταν το αγγείο έχει στεγνώσει τελείως και το αποτέλεσμα των εργασιών είναι η δημιουργία κάποιων επίπεδων περιοχών στην κυρτή, κατά τα άλλα, επιφάνεια του αγγείου, αφού η κόψη της λεπίδας ή του τόρνου ή του μαχαιριού είναι ευθεία.

Μια άλλη τεχνική φινιρίσματος είναι το τρίψιμο της επιφάνειας του στεγνού αγγείου με μία λεία, στρογγυλή πέτρα. Με την τεχνική αυτή επιτυγχάνεται επιφανειακή συμπίεση του πηλού που μετά το ψήσιμο δίνει μία λεία επιφάνεια. Επίσης η τεχνική αυτή δημιουργεί μικρά επίπεδα επιφανειών, που φαίνονται με κατάλληλο φωτισμό της επιφάνειας του αγγείου.

## Μορφοποίηση των πρώτων υλών.

Για τη μορφοποίηση του πηλού χρησιμοποιούνται τα χέρια ή κάποιο μεταλλικό ξύλινο ή κοκάλινο εργαλείο, ίσιο ή κυρτό. Η μορφοποίηση του πηλού μέσα στην παλάμη του ενός χεριού με τα δάχτυλα του άλλου, παρόλο που είναι η πρώτη μέθοδος που διδάσκεται στις σχολές κεραμικής, μάλλον δεν χρησιμοποιήθηκε ποτέ στην πράξη, γιατί καταλήγει σε αντικείμενο πολύ μικρών διαστάσεων για να έχει κάποια χρήση.

Το πλάσιμο μιας ποσότητας πηλού με τις παλάμες σε μια λεία επιφάνεια καταλήγει στη δημιουργία ενός μασουριού με το οποίο κατασκευάζεται δαχτυλίδι επιθυμητής διαμέτρου.

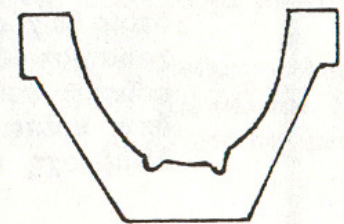
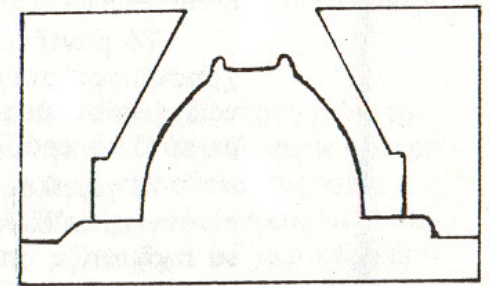
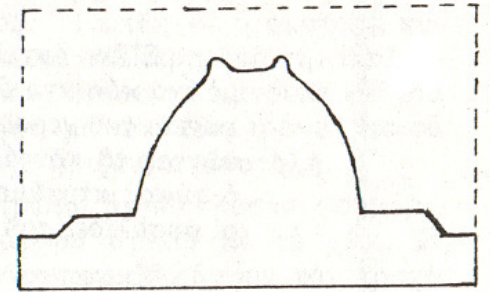
Σύμφωνα με μια άλλη τεχνική το μασούρι του πηλού τυλίγεται στο χέρι του τεχνίτη για να αποφευχθούν επικαθίσεις λιπαρών ρύπων και επικαθίσεων στην επιφάνεια του πηλού, οι οποίοι στη συνέχεια θα κάνουν ελαττωματική τη συγκόλληση των δαχτυλιδιών.

Κατά την κατασκευή με πλάκες πηλού, ο πηλός πλάθεται σε επίπεδη επιφάνεια σε πλάκες και μετά συναρμολογείται το αντικείμενο από αυτές, πιέζοντας στην άκρη τους για να συνδεθούν καλά και στερεά. Η μέθοδος αυτή χρησιμοποιήθηκε κύρια στην Άπω Ανατολή, για κατασκευή αντικειμένων σε σχήμα κουτιού, όπου τα σημεία σύνδεσης των πλακών έχουν τα σημάδια της δουλειάς του τεχνίτη.

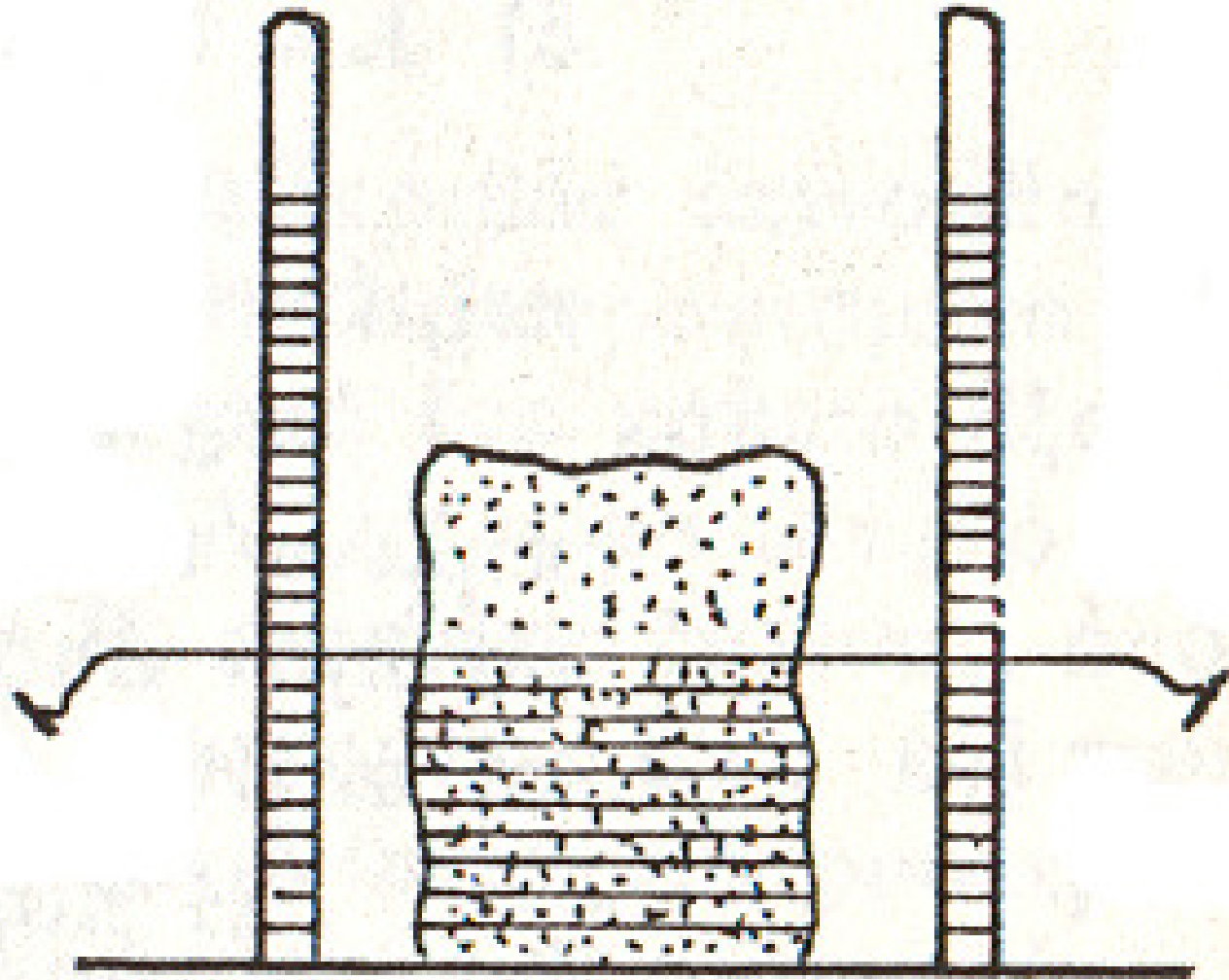
Κατά την κατασκευή με καλούπι, χρησιμοποιούνται ανοιχτά καλούπια ή σε κομμάτια για την κατασκευή αντικειμένων. Το υλικό των καλουπιών είναι είτε σκληρό υλικό (πέτρα, μέταλλο, κεραμικό) ή μαλακό πορώδες υλικό (γύψος, πηλός με άμμο). Όταν χρησιμοποιείται αιώρημα πηλού σε νερό, για κατασκευή πολύπλοκων σχημάτων είναι προτιμότερο το πορώδες υλικό. Για την κατασκευή αντικειμένου με καλούπι, ο πηλός δουλεύεται καλά και αποκτά ομοιόμορφη σύσταση και μετά πιέζεται μέσα στο καλούπι, ώστε να γεμίσουν όλα τα κενά.

Κατά τη μορφοποίηση με τροχό, το αντικείμενο κατασκευάζεται από μια ποσότητα πηλού που τοποθετείται στο κέντρο ενός περιστρεφόμενου δίσκου και το σχήμα του αγγείου δημιουργείται από τη φυγόκεντρη δύναμη από την περιστροφή, που εκμεταλλεύεται ο τεχνίτης.

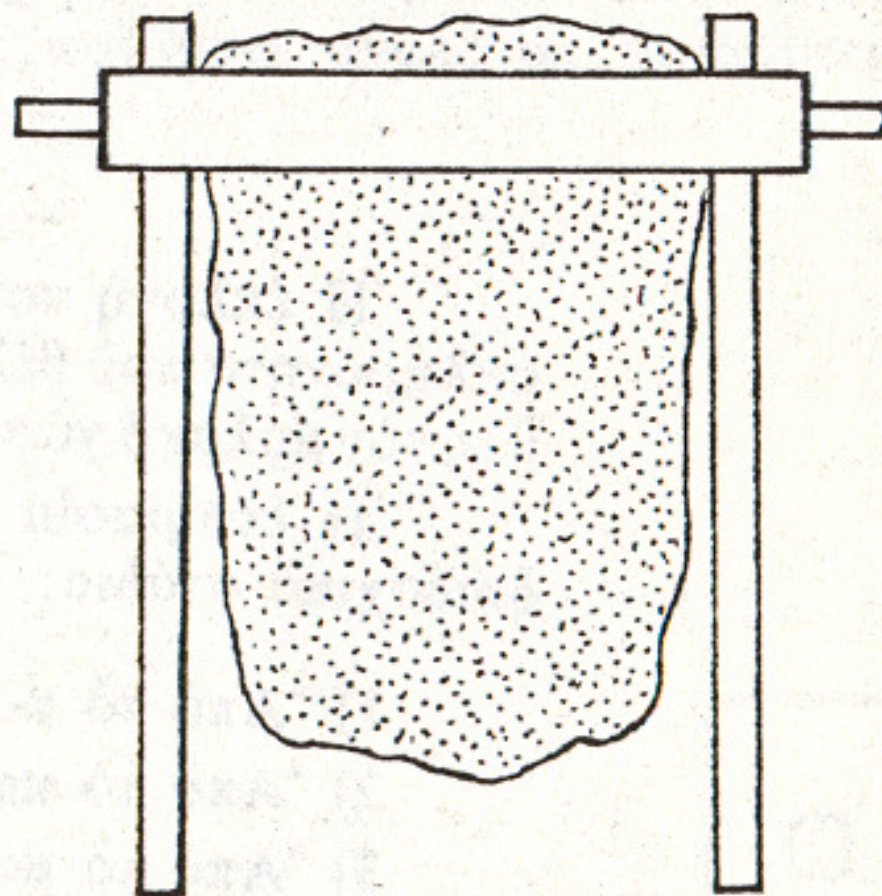
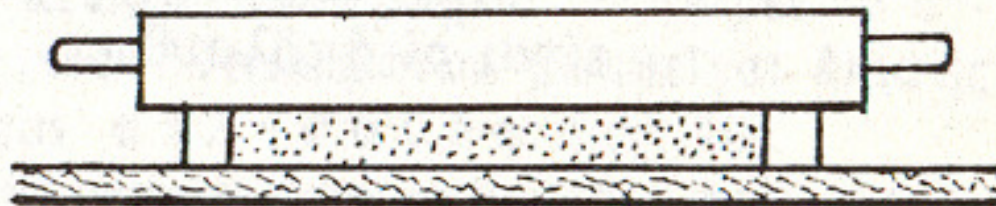
- Κατασκευή κεραμικού αντικειμένου εμπόιστου σε καλούπι.



- Κατασκευή πλακών πηλού με κοπή.



- Κατασκευή πλακών πηλού με πίεση.



**Διακόσμηση του κεραμικού αντικειμένου.**

**Υπάρχουν γενικά τρία είδη διακόσμησης ενός κεραμικού αγγείου:**

<b>η πλαστική διακόσμηση,</b>
<b>η επιφανειακή διακόσμηση</b>
<b>η διακόσμηση με υάλωμα</b>

**Ψήσιμο του αντικειμένου. Τεχνική ερυθρόμορφων - μελανόμορφων αγγείων.**

**Η ατμόσφαιρα που επικρατεί μέσα στο φούρνο έχει επίσης μεγάλη σημασία. Όταν το καύσιμο καίγεται με λαμπερή φλόγα και με περίσσεια αέρα, τότε επικρατεί οξειδωτική ατμόσφαιρα μέσα στο φούρνο. Εδώ καίγεται πλήρως ο άνθρακας του καυσίμου αλλά και κάθε οργανική ύλη που υπάρχει μέσα στον πηλό, καθώς επίσης προκαλείται οξείδωση των μετάλλων στον μεγαλύτερο αριθμό οξείδωσής τους, με αποτέλεσμα το χρωματισμό του πηλού.**

**Αντίθετα, όταν το καύσιμο είναι υγρό και επικρατεί άπνοια και υγρασία, τότε μέσα στο φούρνο δημιουργείται αναγωγική ατμόσφαιρα. Εδώ η οργανική ύλη που ενδεχόμενα υπήρχε στον πηλό παραμένει, ενώ στην επιφάνεια και τους πόρους επικάθεται κάπνα. Επίσης, τα μεταλλικά οξείδια ανάγονται στον μικρότερο αριθμό οξείδωσης, χάνοντας μέρος του οξυγόνου που περιέχουν.**

**Σε μια τέτοια ρύθμιση στηρίζεται η τεχνική της κατασκευής των ερυθρόμορφων και μελανόμορφων αγγείων. Η παραπάνω τεχνική στηρίζεται στη χρήση του ιλλίτη που είναι μια μορφή πηλού πλούσια σε σίδηρο. Οι αρχαίοι τεχνίτες με επανειλημμένες κατεργασίες του πηλού έπαιρναν ένα αιώρημα πηλού στο νερό, πλούσιο σε ιλλίτη που χρησιμοποιείτο σαν χρώμα για τη ζωγραφική των παραστάσεων.**

Αρχικά, κατά το ψήσιμο δημιουργείται στο φούρνο οξειδωτική ατμόσφαιρα και ψήνονται κανονικά τα αγγεία μέχρι τη θερμοκρασία ωρίμανσης του ψηλού γύρω στους 950 °C. Όταν τελειώσει η ωρίμανση, κλείνεται η έξοδος των καυσαερίων και τροφοδοτείται ο φούρνος με καύσιμη ύλη που έχει υγρασία, οπότε δημιουργείται αναγωγική ατμόσφαιρα και ανάγεται το κόκκινο οξείδιο του τρισθενούς σιδήρου ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) και δημιουργείται το μαύρο επιτεταρτοξείδιο ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ).

Η προηγούμενη τεχνική που περιγράφηκε είναι η τεχνική των μελανόμορφων αγγείων. Αντίστοιχης διαδικασίας είναι και η τεχνική των ερυθρόμορφων αγγείων, όπως περιγράφεται παρακάτω. Εδώ το χρώμα του ιλλίτη χρησιμοποιείται για φόντο, ενώ οι ζωγραφικές παραστάσεις γίνονται με χρώμα από τον ψηλό που έχει κατασκευαστεί το σώμα του αγγείου.

Με το ψήσιμο που γίνεται με τον ίδιο τρόπο που περιγράφηκε προηγουμένως, το φόντο γίνεται μαύρο, ενώ οι παραστάσεις παραμένουν κόκκινες. Η οξειδωτική και η αναγωγική ατμόσφαιρα μέσα στο φούρνο είναι δύο ακραίες καταστάσεις και είναι δυνατόν σε ορισμένα σημεία του φούρνου, ακόμα και αν η γενική ατμόσφαιρα είναι οξειδωτική, να επικρατεί η αναγωγική ατμόσφαιρα με έλλειψη οξυγόνου, με το αντίστοιχο αποτέλεσμα στη μορφή του ψημένου κεραμικού.

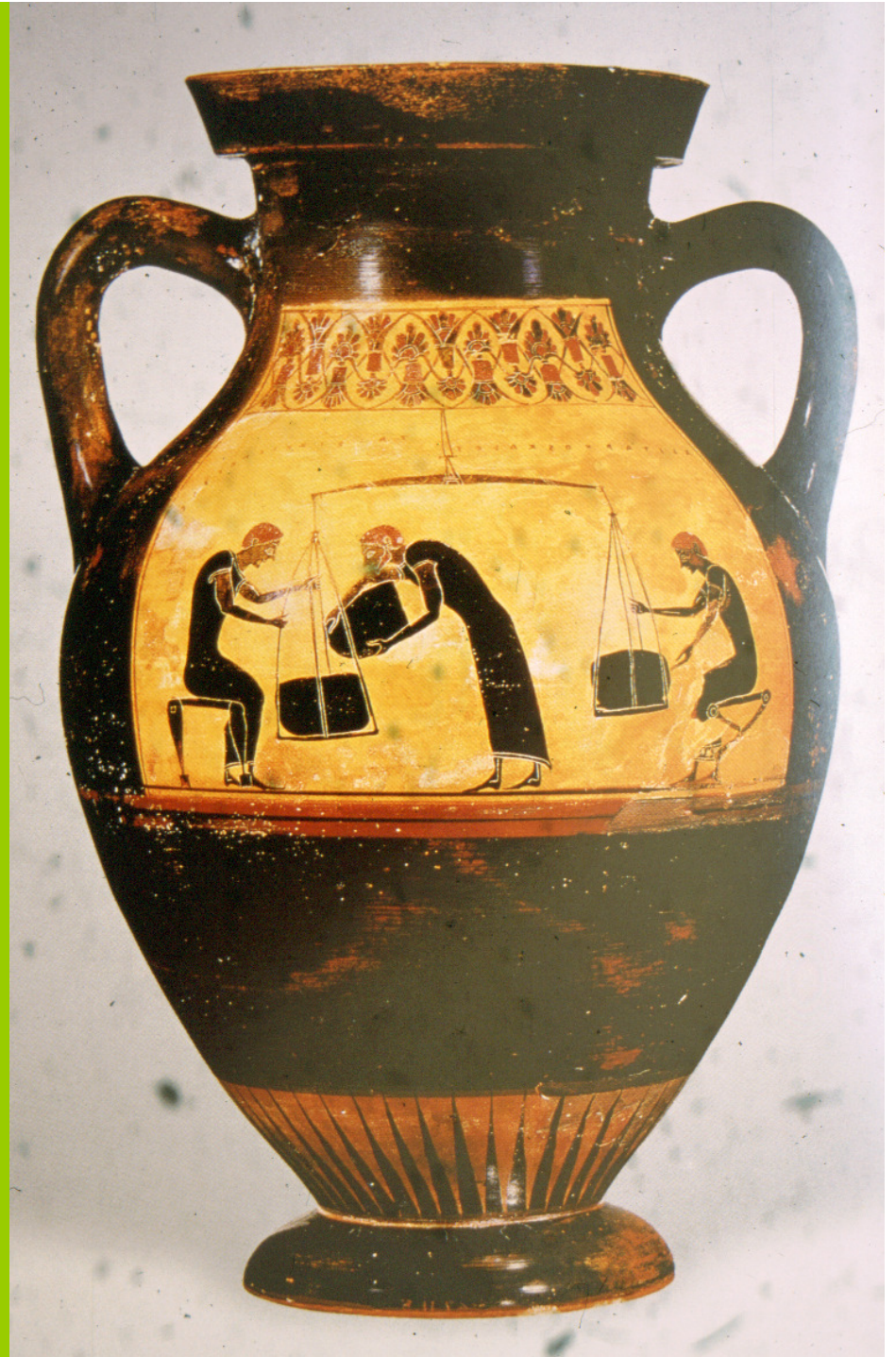
- Αττικός μελανόμορφος ελικωτός κρατήρας (François) (570 - 565 π.Χ.). Υπογράφεται από τον αγειοπλάστη Εργότιμο και τον αγγειογράφο Κλειτία. Εικονίζεται στο λαιμό το κυνήγι του Καλυδωνίου κάπρου και τα “άθλα επί Πατρόκλω” και στο σώμα ο γάμος του Πηλέα με τη Θέτιδα και η καταδίωξη του Τρωΐλου από τον Αχιλλέα. Museo Archeologico Etrusco. Firenze.



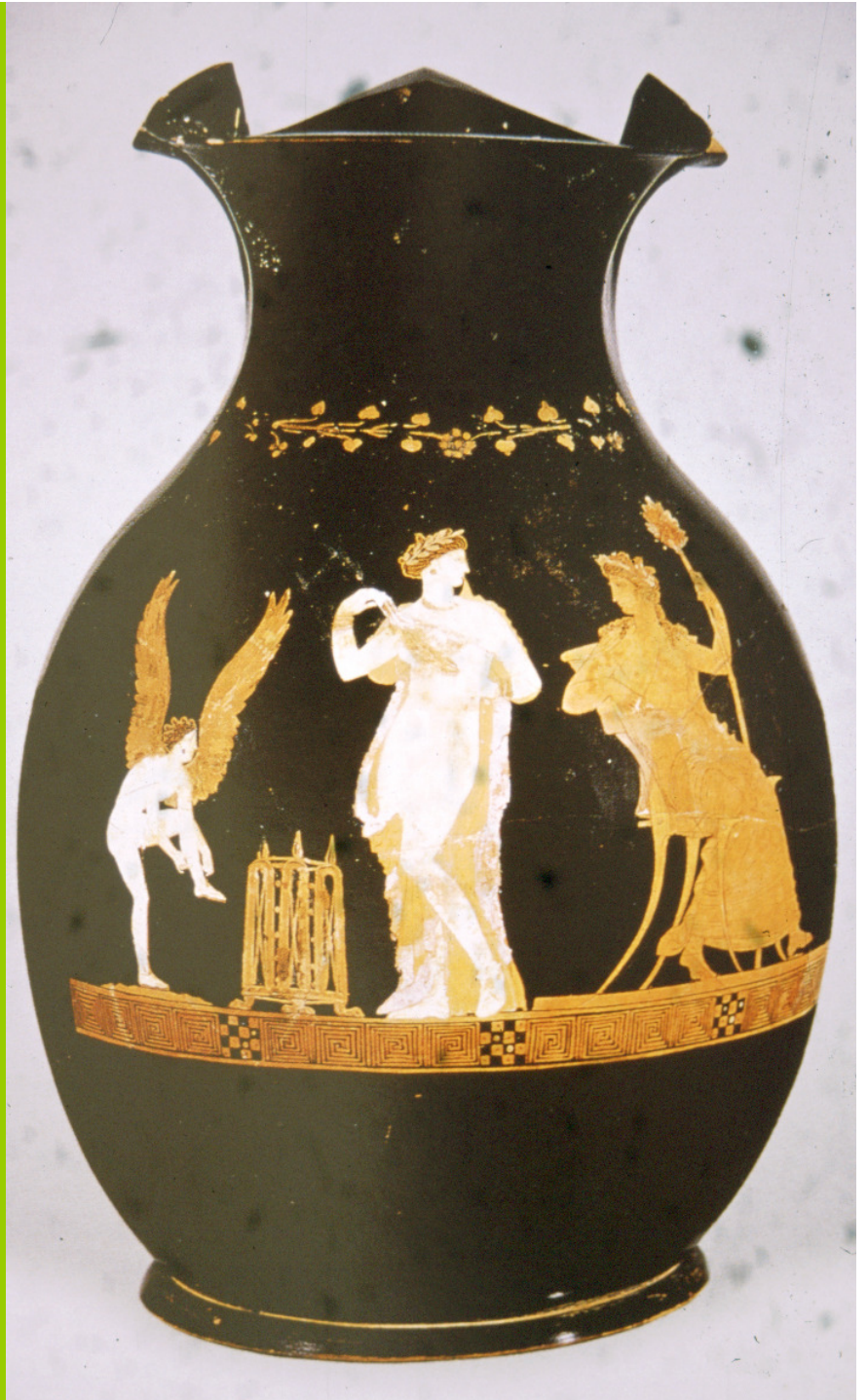
- Εσωτερικό αττικής μελανόμορφης κύλικας (540 - 535 π.Χ.). Αποδίδεται στον αγγειογράφο Εξηκία. Εικονίζεται ο Διόνυσος σε πλοίο όπου το κατάρτι του μετατρέπεται σε κλίμα. Staatliche Antikensammlungen, Μόναχο.



- Αττικός μελανόμορφος αμφορέας (540 π.Χ.). Υπογράφεται από τον αγγειοπλάστη Ταλείδη και αποδίδεται στο ζωγράφο του Ταλείδη. Εικονίζεται ζύγισμα εμπορευμάτων. Metropolitan Museum of Art. New York.



- Αττική ερυθρόμορφη  
χους στιλ Κερτς  
(360 - 350 π.Χ.).  
Εικονίζονται ο  
Διόνυσος, η  
προσωποποίηση  
Πομπής και ένας  
Έρωτας που δένει  
το σανδάλι του.  
Metropolitan  
Museum of Art, New  
York.



- Ποσειδωνικός  
ερυθρόμορφος  
καλυκωτός  
κρατήρας (340 - 335  
π.Χ.). Υπογράφεται  
από τον  
αγγειογράφο  
Ασστέα. Εικονίζεται  
η αρπαγή της  
Ευρώπης από τον  
μεταμορφωμένο σε  
ταύρο Δία. J. Paul  
Getty Museum,  
Malibu, Καλιφόρνια.



Συνολικές μεταβολές των συστατικών του πηλού με την αύξηση της θερμοκρασίας.

1. Θερμοκρασία περιβάλλοντος - 200 °C.

Κατά τη διάρκεια αυτής της φάσης του ψησίματος, το τελευταίο μηχανικά συνδεδεμένο νερό, όπως το νερό που βρίσκεται στους πόρους ή το νερό που βρίσκεται ροφημένο στις επιφάνειες των σωματιδίων του πηλού, απομακρύνεται από τον πηλό. Στους πηλούς τριών στιβάδων, όπως οι σμηκτίτες, ένα σημαντικό ποσοστό του νερού, που βρίσκεται ανάμεσα στις στιβάδες, απομακρύνεται. Από πλευράς συστολής στη φάση αυτή υπάρχει ελάχιστη μέχρι καθόλου.

2. 200 - 400 °C. Στην περιοχή αυτή των θερμοκρασιών, η οργανική ύλη που υπάρχει στον πηλό αρχίζει να οξειδώνεται και καθώς η οξείδωση προχωρά, η μετακίνηση από μέσα προς τα έξω των οργανικών υλών μαυρίζει την επιφάνεια του πηλού, πριν να απομακρυνθεί σαν διοξείδιο του άνθρακα (CO<sub>2</sub>).

3. 450 - 600 °C. Στην περιοχή αυτή των θερμοκρασιών πραγματοποιείται "αφυδροξυλίωση" ή απομάκρυνση του νερού που είναι χημικά συνδεδεμένο με το πλέγμα των αργίλων. Το νερό απομακρύνεται απότομα στην περίπτωση του καολίνη, οπότε πραγματοποιείται μετασχηματισμός στο ορυκτό μετακαολίνη, με μικρή συστολή και σημαντική αύξηση στο πορώδες. Στην περίπτωση των ιλλιτών και των σμηκτιτών, η απώλεια νερού και η συστολή είναι σημαντικά μεγαλύτερη.

Ειδικά στην περίπτωση της θερμοκρασίας των  $573 \pm 5$  °C, πραγματοποιείται μετασχηματισμός του χαλαζία από τον τριγωνικό α-χαλαζία ή τη μορφή χαμηλής θερμοκρασίας στον εξαγωνικό β-χαλαζία ή τη μορφή υψηλής θερμοκρασίας αντίστοιχα και εδώ υπάρχει σημαντική διαστολή του όγκου του ορυκτού.

4. 750 - 850 °C. Στην περιοχή αυτή των θερμοκρασιών το μεγαλύτερο ποσοστό της οργανικής ύλης που βρίσκεται μέσα στον πηλό, καίγεται και απομακρύνεται. Με την απομάκρυνση του περισσότερου νερού από το πλέγμα των αργίλων, όπως ο καολίνης και οι σμηκτίτες, πραγματοποιείται σταδιακά απώλεια της χαρακτηριστικής κρυσταλλικής δομής τους και στην περιοχή αυτή το ανθρακικό ασβέστιο ( $\text{CaCO}_3$ ) διασπάται σε οξείδιο του ασβεστίου ( $\text{CaO}$ ) και διοξείδιο του άνθρακα ( $\text{CO}_2$ ).

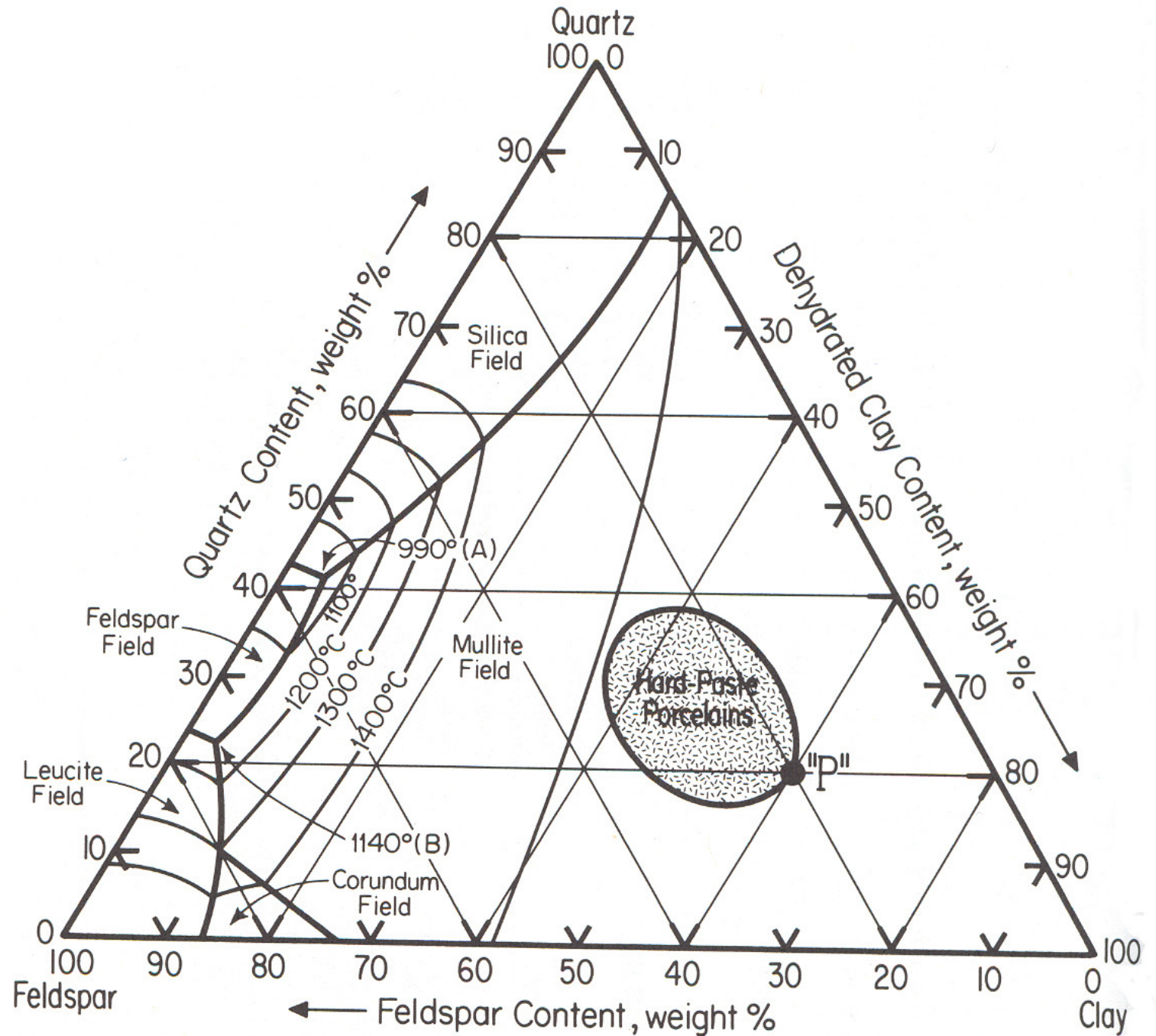
5. 867 - 870 °C. Στην περιοχή αυτή των θερμοκρασιών ο β-χαλαζίας μετασχηματίζεται στον ψευδοεξαγωνικό α-τριδυμίτη ( $\text{SiO}_2$ ).

6. 950 °C. Στη θερμοκρασία αυτή η δομή του περισσότερου ποσού του καολίνη και των σμηκτιτών χάνεται, ενώ η δομή των ιλλιτών παραμένει. Με την απώλεια της δομής των ορυκτών παράγονται αργιλικά ορυκτά των υψηλών θερμοκρασιών με την αντίστοιχη συστολή του σώματος του κεραμικού. Ο κυβικός σπινέλιος ( $\text{MgAl}_2\text{O}_4$ ) είναι ένα προϊόν της διάλυσης του μετακαολίνη που συνοδεύεται από την απελευθέρωση διοξειδίου του πυριτίου ( $\text{SiO}_2$ ).

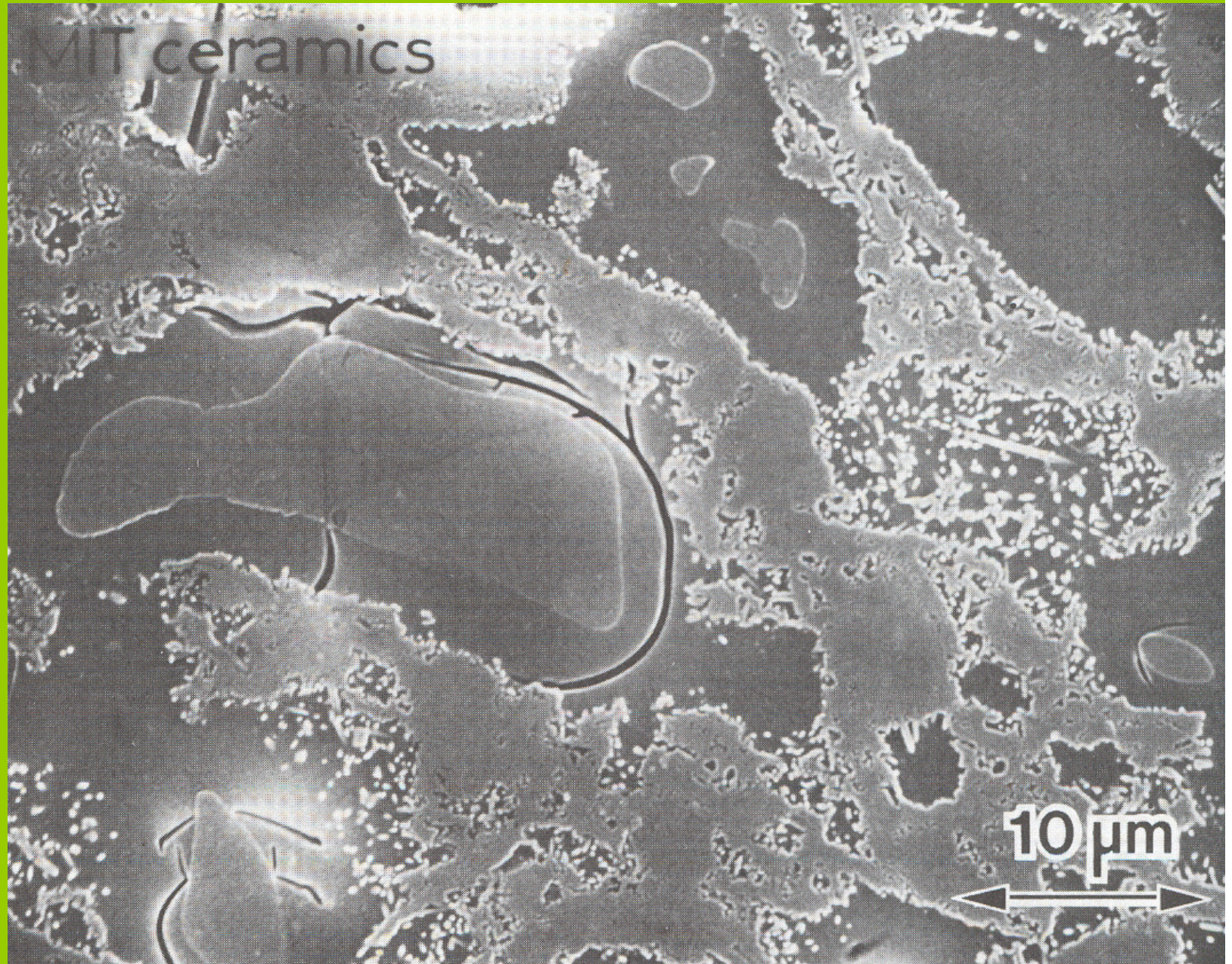
7. 1050 - 1200 °C. Στην περιοχή αυτή των θερμοκρασιών ο σπινέλιος μετασχηματίζεται στους βελονοειδείς κρυστάλλους του ορυκτού μουλλίτη ( $3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$ ). Επίσης οι άστριοι αρχίζουν να τήκονται, διαλύοντας το διοξείδιο του πυριτίου ( $\text{SiO}_2$ ) που προέρχεται από το χαλαζία που βρίσκεται μαζί με το σπινέλιο στο σώμα του πηλού. Εδώ αρχίζει η υαλώδης φάση του κεραμικού, όπου οι πόροι αρχίζουν να κλείνουν και δημιουργείται ένα υλικό με σχεδόν μηδενικό πορώδες.

8. Πάνω από 1200 °C. Στην περιοχή αυτή των θερμοκρασιών μπορεί να δημιουργηθούν πόροι στο κεραμικό σώμα με την απότομη έξοδο των διαφόρων αερίων από το τήγμα και αν δεν υπάρχει διέξοδος για τα αέρια αυτά μπορεί να δημιουργηθεί φούσκωμα. Εδώ ο α-τριδυμίτης μετασχηματίζεται στον κυβικό α-κριστοβαλίτη ( $\text{SiO}_2$ ), ο οποίος σταθεροποιείται στους 1470 °C. Επίσης στο σημείο αυτό δημιουργούνται ορυκτές φάσεις υψηλών θερμοκρασιών, όπως ο ορθορομβικός σιλλιμανίτης ( $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2$ ), ο τρικλινής κυανίτης ( $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2$ ) και ο ορθορομβικός κορδιερίτης ( $(\text{Mg,Fe})_2\text{Al}_4\text{Si}_5\text{O}_{18}$  ή  $\text{Mg}_2\text{Al}_4\text{Si}_5\text{O}_{18}$ ).

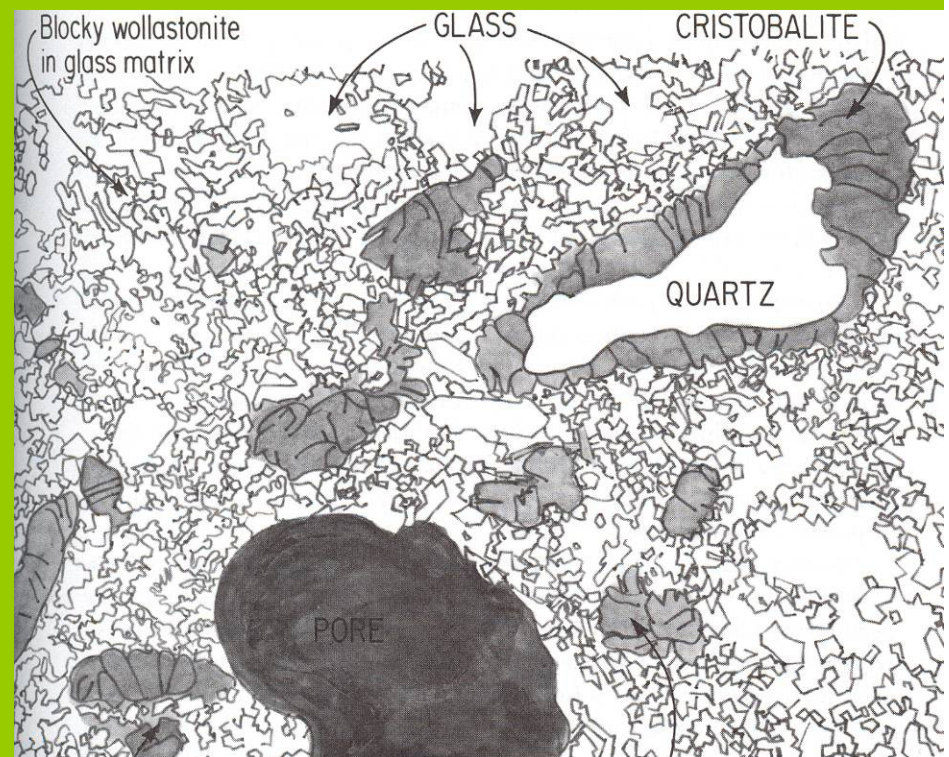
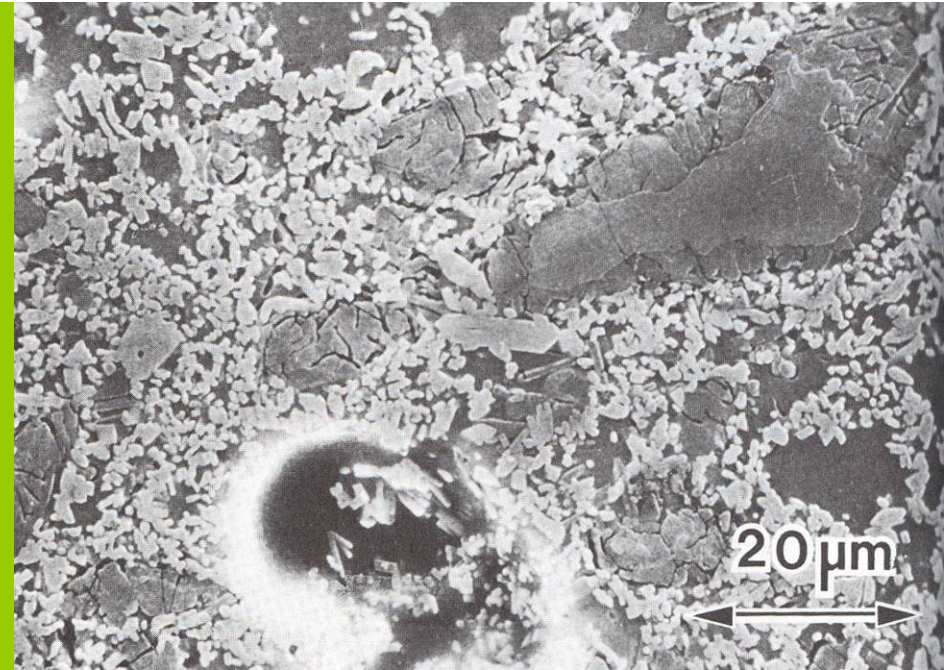
- Τριφασικό διάγραμμα αστρίων - αργίλου - χαλαζία κατά τη διαδικασία θέρμανσης.



- Μεγάλα σωματίδια χαλαζία διαλυμένα σε γυαλί αλκαλίου - πυριτίου.
- Κρύσταλλοι μουλίτη μετατρέπονται σε υαλώδη φάση, S.E.M. - E.D.X.A. (1000x).
- Κινέζικη πορσελάνη Κ'ang His του 18ου αι..



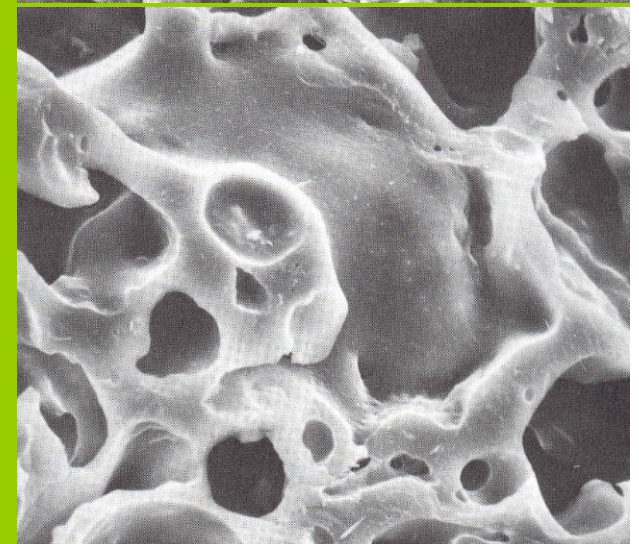
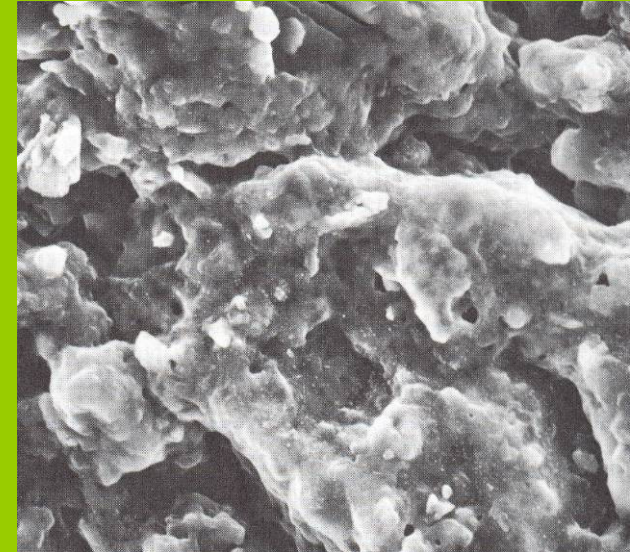
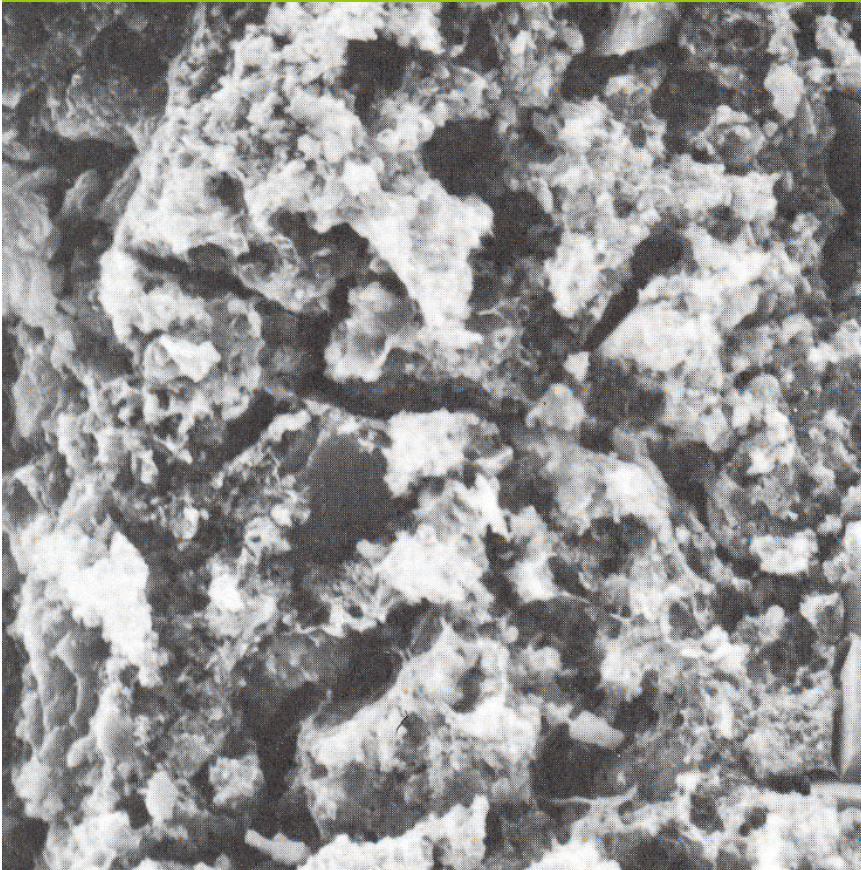
- Κόκκοι κριστοβαλίτη προερχόμενοι από χαλαζία μέσα σε υαλώδη φάση.
- Μεγάλοι κόκκοι χαλαζία που δεν έχουν μετασχηματιστεί μέσα σε υαλώδη φάση.
- Μικροί κρύσταλλοι βολλαστονίτη μέσα σε υαλώδη φάση , S.E.M. - E.D.X.A. (1000x).
- Ευρωπαϊκή πορσελάνη soft - paste.
- Μετατροπή του χαλαζία σε κριστοβαλίτη (σχηματική παράσταση του προηγούμενου φαινομένου).



Προσέγγιση των σωματιδίων του υλικού, σε επαφή με υαλώδη φάση, στους 700 °C.  
Earthenware Karanova, Jugoslavia.

Μεγαλύτερη προσέγγιση των σωματιδίων του υλικού, σε επαφή με υαλώδη φάση, στους 800 °C.

Δημιουργία της υαλώδους φάσης από μετατροπή των σωματιδίων, στους 900 °C.



- Σχήματα και ονόματα αγγείων, από τον 6ο έως τον 4ο π.Χ. αιώνα.



αμφορεύς



πελίκη



λουτροφόρος



κρατήρ



στάμνος



υδρία



ψυκτήρ



κάλαθος



λήκυθος



αρύβαλλος



αλάβαστρο

- Σχήματα και ονόματα αγγείων, από τον 6ο έως τον 4ο π.Χ. αιώνα.



λέβης



λέβης γαμικός



εξάλειπτρον



λεκανίς



κύλιξ



κάνθαρος

ασκός



οινοχόη



πιξίς



σκύφος



ρυτό



φιάλη



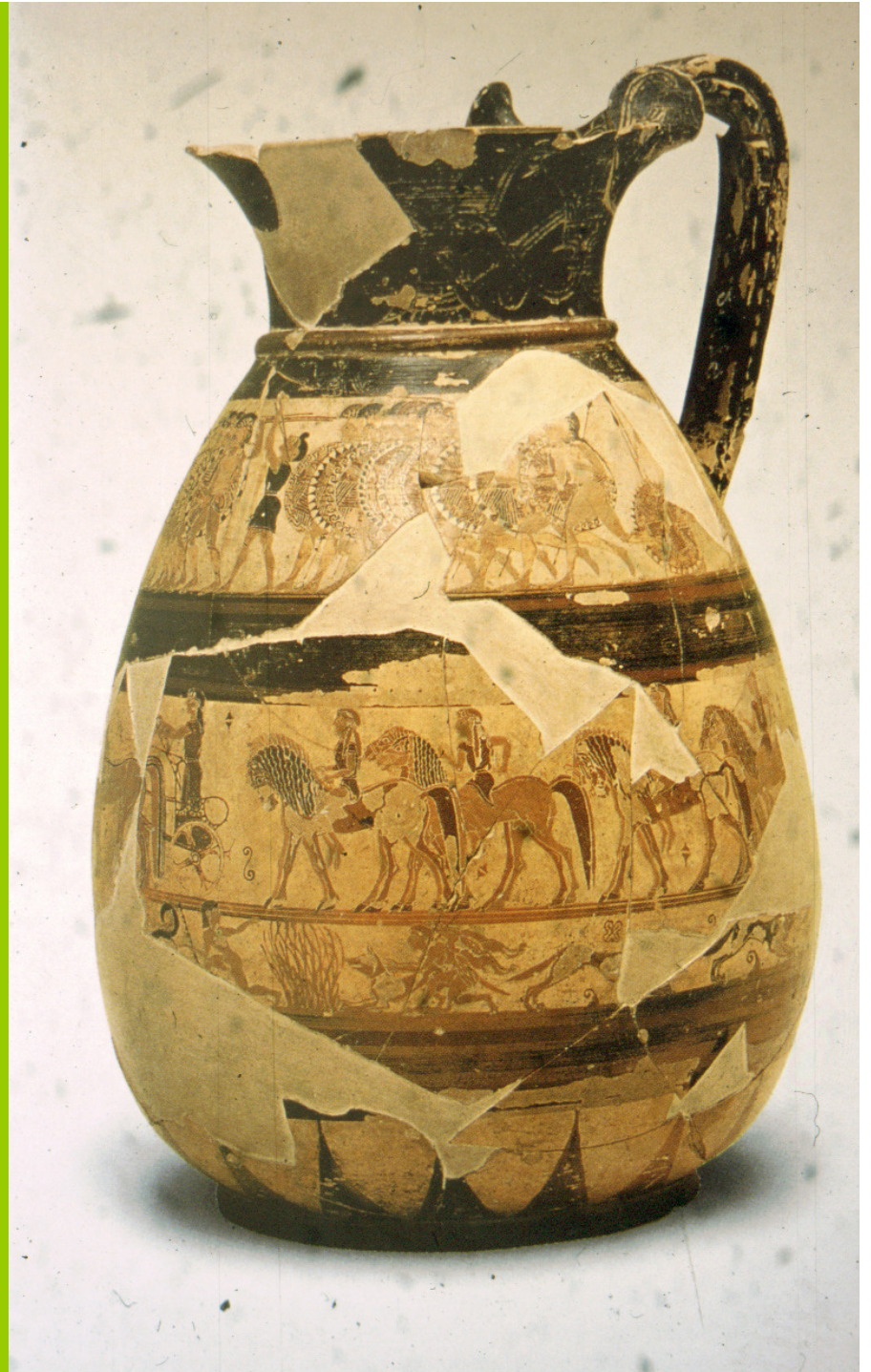
κύαθος



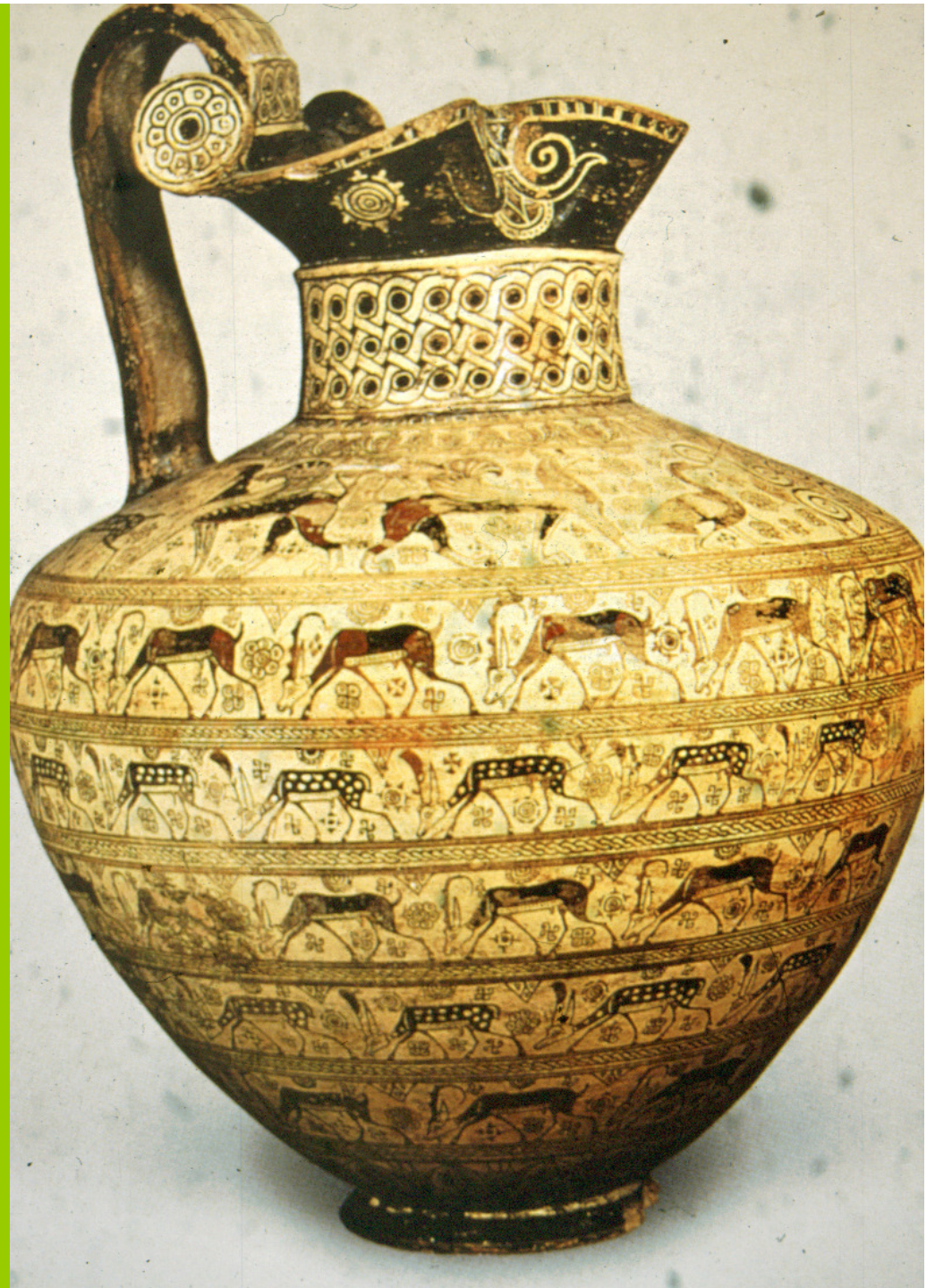
πινάκιο



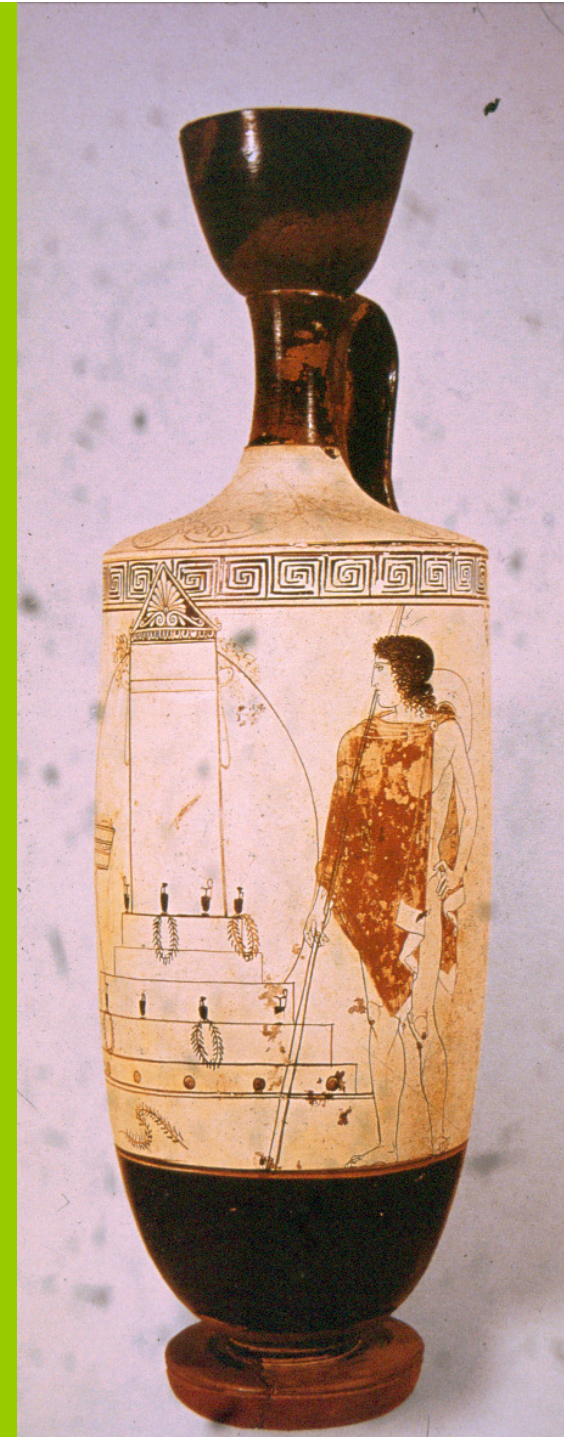
- Πρωτοκορινθιακή  
όλπη (οινοχόη) (650  
- 640 π.Χ).  
Αποδίδεται στο  
ζωγράφο Chigi.  
Εικονίζεται φάλαγγα  
οπλιτών σε μάχη,  
ιππείς και κυνήγι.  
Museo Nazionale  
Etrusco di Villa  
Giulia, Roma.



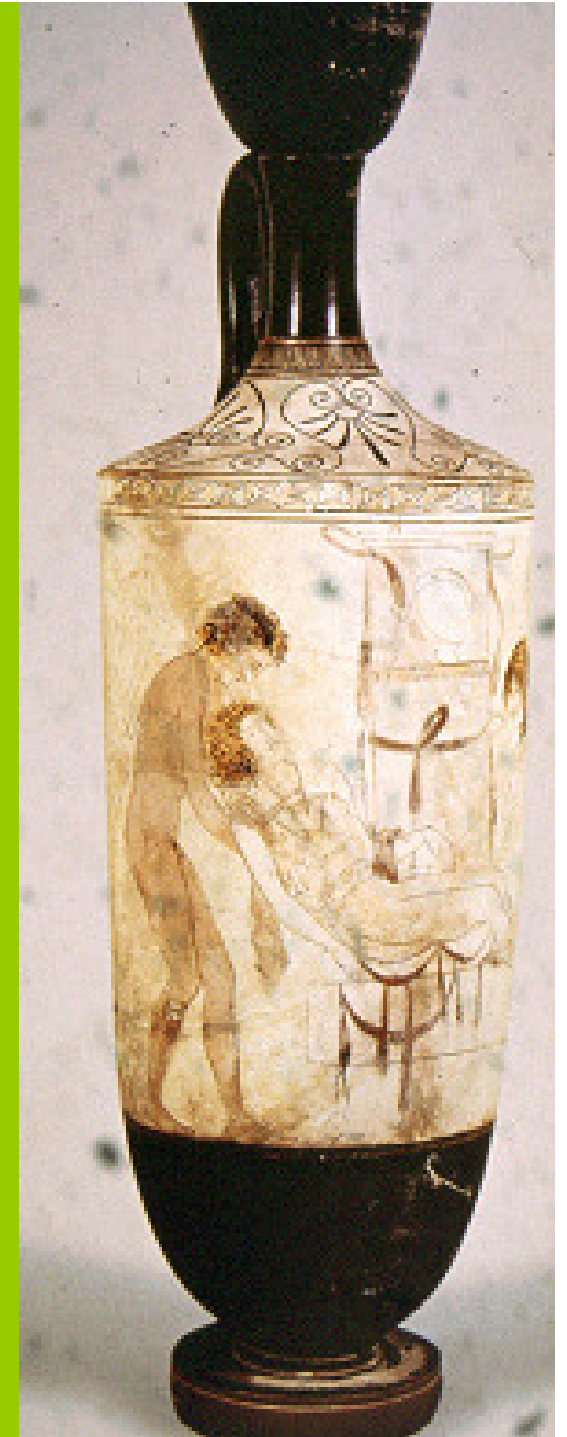
- Αρχαϊκή οينوχόη της ανατολικής Ελλάδας με τεχνοτροπία αιγάνων (640 - 630 π.Χ.). Αποδίδεται σε αγγειογράφο της ομάδας της Καμίρου. Musee du Louvre, Paris.



- Αττική λευκή λήκυθος (440 π.Χ.). Αποδίδεται στο ζωγράφο του Bosanquet. Εικονίζεται νεκρός νεαρός άνδρας δίπλα στην επιτύμβια στήλη του. Εθνικό Αρχαιολογικό Μουσείο.



- Αττική λευκή λήκυθος (440 - 435 π.Χ.). Αποδίδεται στο ζωγράφο του Θανάτου. Εικονίζεται ο Ύπνος (δεξιά) και ο Θάνατος να μεταφέρουν το σώμα ενός νεκρού πολεμιστή. British Museum, London.



- Αττική λευκή λήκυθος (410 - 400 π.Χ.). Αποδίδεται σε αγγειογράφο της Ομάδας των Καλαμιών. Εικονίζεται νεκρός πολεμιστής πλαισιωμένος από νέο άνδρα και τη σύζυγό του (δεξιά), που του κρατάει τα όπλα. Εθνικό Αρχαιολογικό Μουσείο.

