
Χημεία και Τεχνολογία Υλικών

Σύνθεση στερεών καταλυτών

Χρήστος Κορδούλης

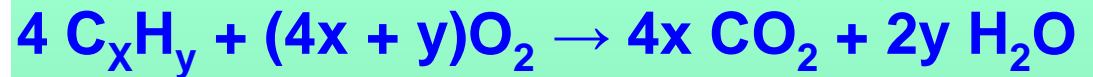
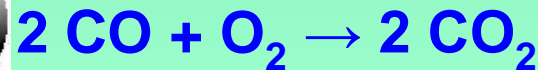
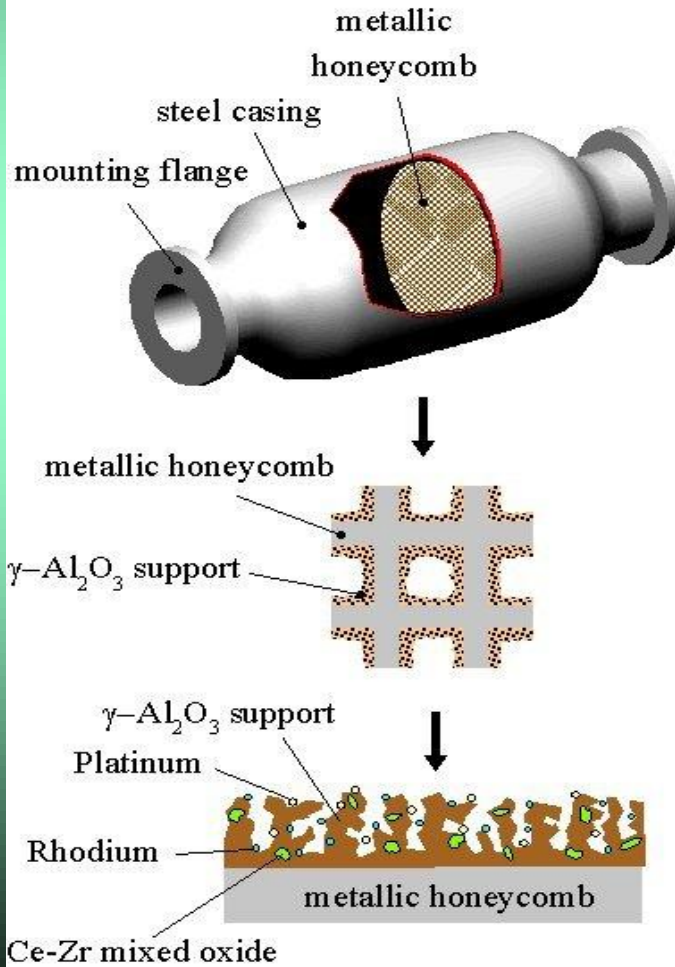
Καταλύτες

Σώματα που επιταχύνουν επιθυμητές χημικές αντιδράσεις χωρίς τα ίδια να καταναλώνονται

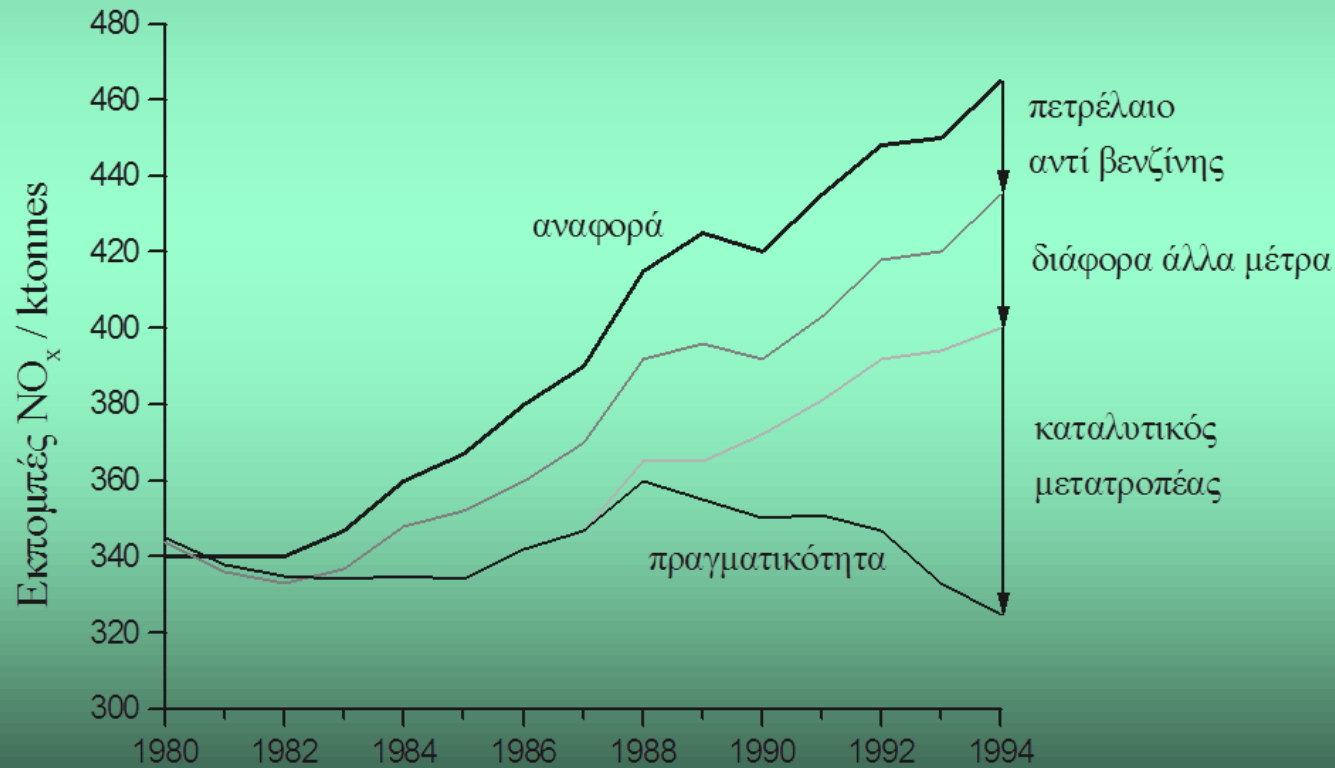


Καταλυτικός Μετατροπέας

CATALYTIC CONVERTER

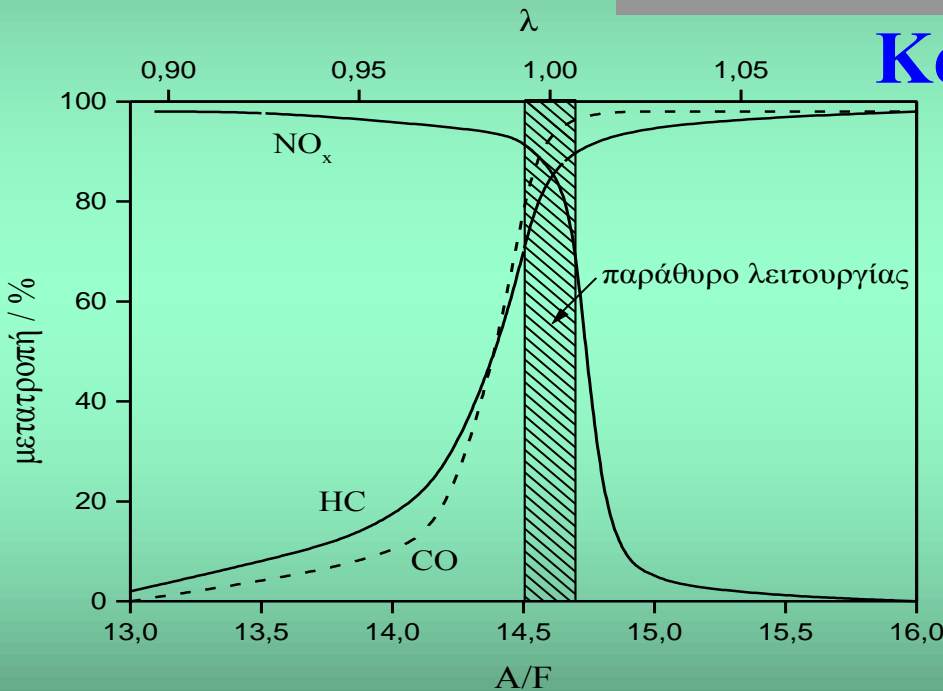


Καταλυτικός Μετατροπέας



Κατάλυση & Προστασία του Περιβάλλοντος

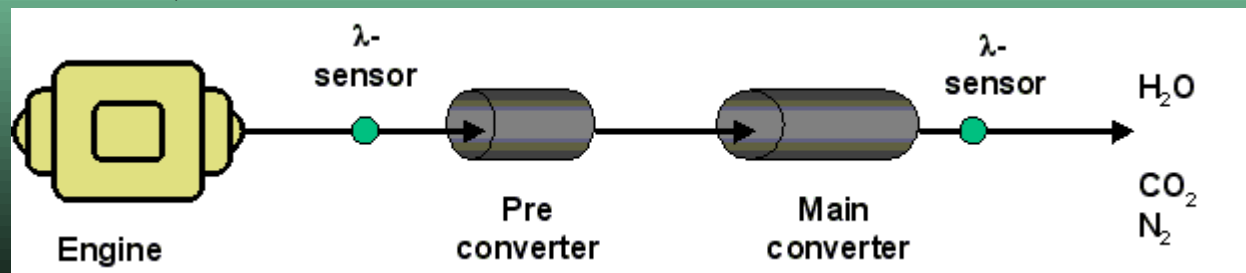
Καταλυτικός Μετατροπέας



ΠΡΟΣΟΧΗ

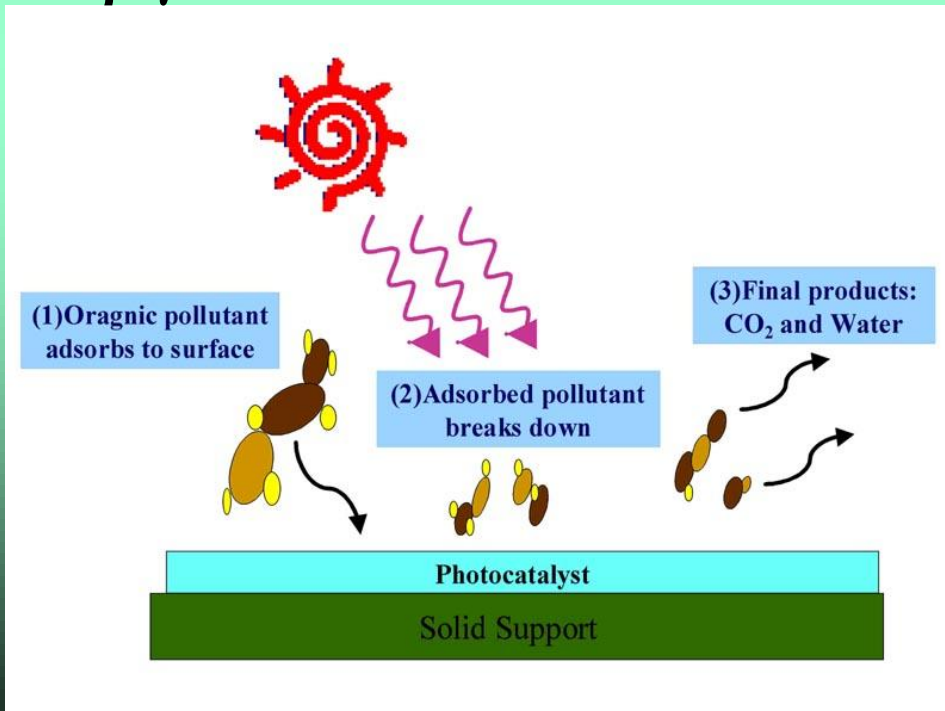
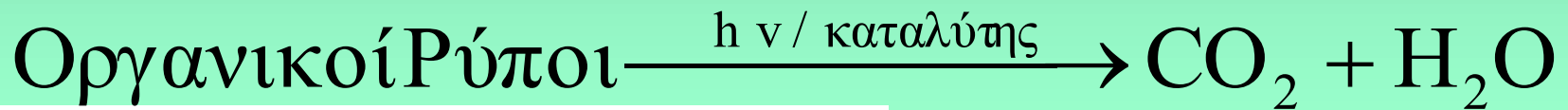
Η **ΣΩΣΤΗ** λειτουργία

απαιτεί $\lambda = 1$



Φωτοκατάλυση

Επεξεργασία Υγρών Αποβλήτων



Καταλυτικά Υλικά

- Δομή και μορφολογία των στερεών καταλυτών
- Μέθοδοι παρασκευής στερεών καταλυτών
- Μέθοδοι φυσικοχημικού χαρακτηρισμού των στερεών καταλυτών
- Αξιολόγηση της καταλυτικής συμπεριφοράς στερεών καταλυτών και κινητική των αντιδράσεων που συμβαίνουν στην επιφάνειά τους

Δομή των Στερεών Καταλυτών

Δραστική φάση

Ενισχυτής

Φορέας (τροποποιητές, σταθεροποιητές)

Υπόστρωμα (Κεραμικό ή μεταλλικό)

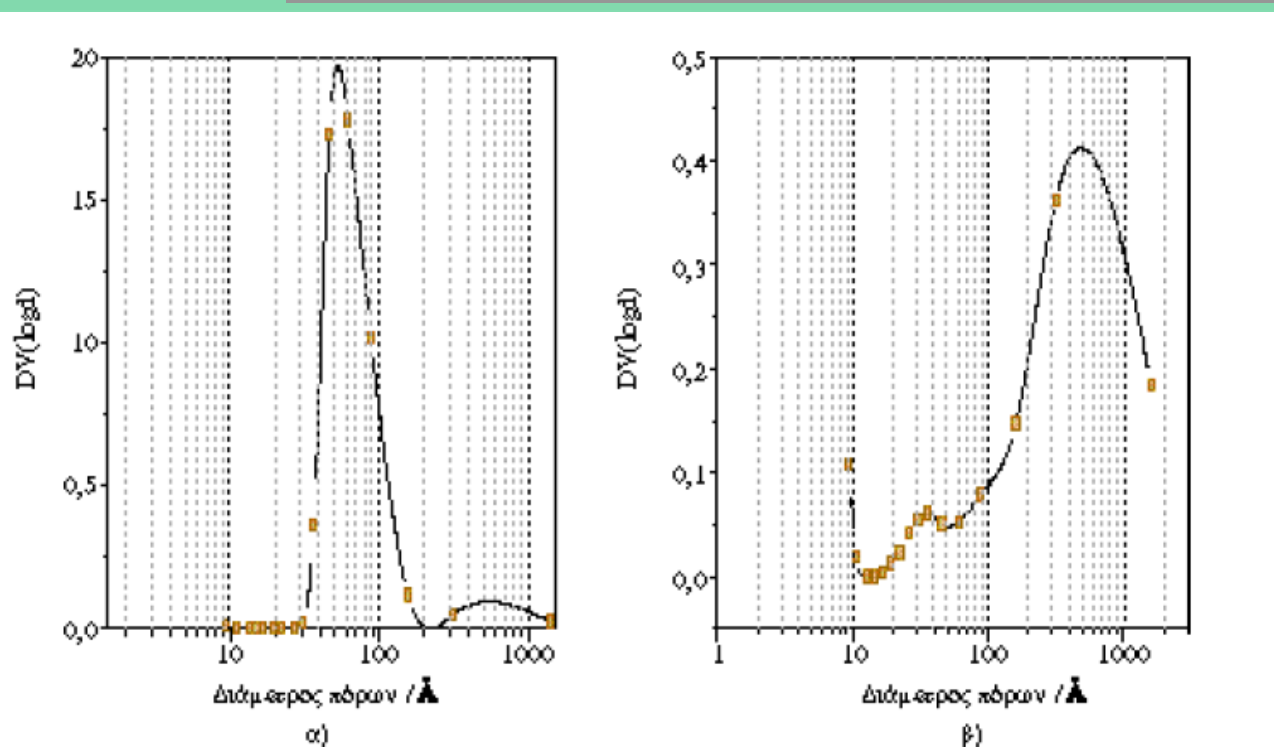
Μορφολογία και υφή

Μέγεθος και Σχήμα



Μέγεθος επιφάνειας

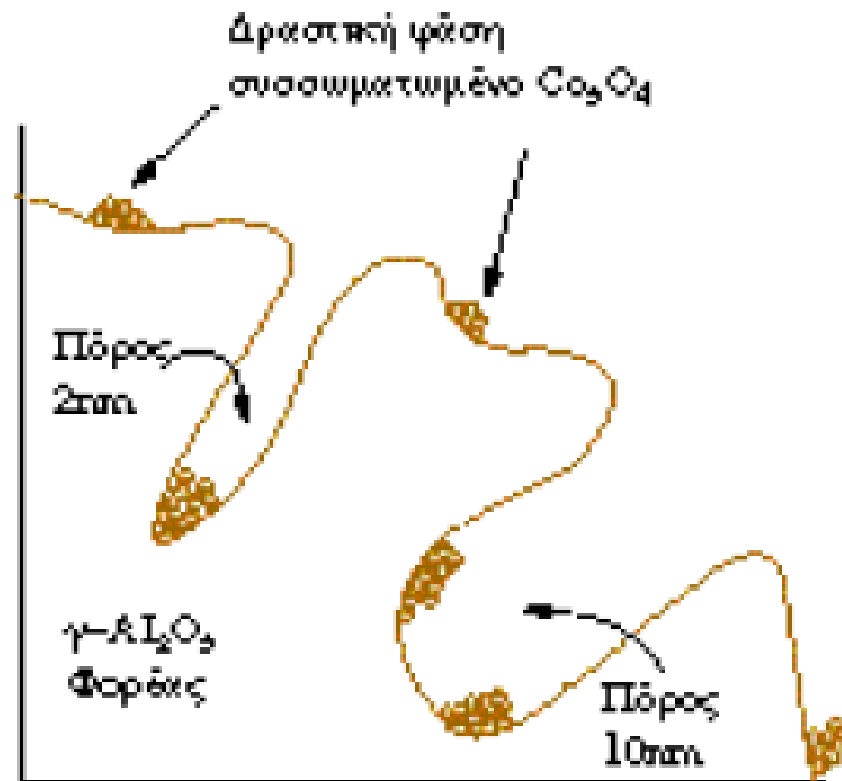
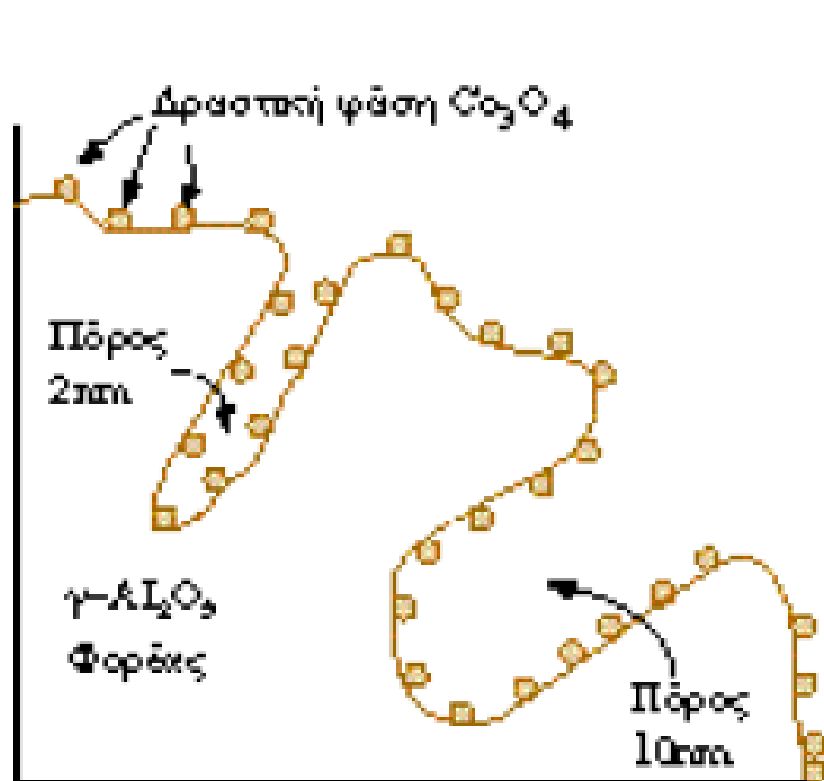
Μέγεθος και Κατανομή Μεγέθους Πόρων



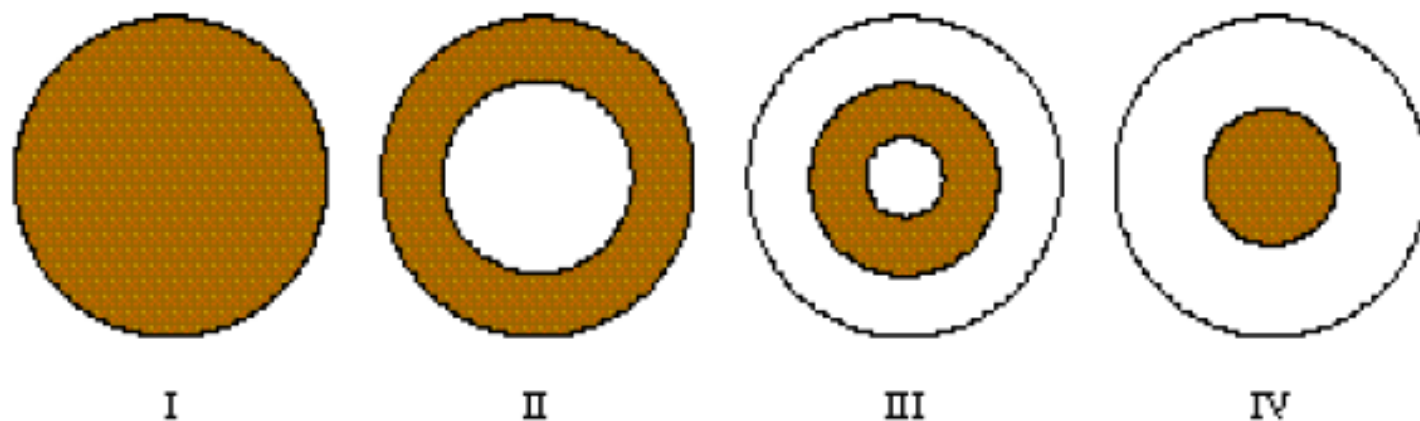
Σχήμα 4.10

Μεταβολή της κατανομής μεγέθους πόρων ενός δείγματος εμπορικού καταλυτικού φορέα ($\gamma - Al_2O_3$) όπως μετρήθηκε με εκρόφηση αζώτου πριν και μετά από υδροθερμική κατεργασία. (α) Εμπορική $\gamma - Al_2O_3$ (ειδ. επιφ. = $290 \text{ m}^2 \text{ g}^{-1}$), (β) η προηγούμενη $\gamma - Al_2O_3$ μετά από υδροθερμική κατεργασία στους 250°C (ειδ. επιφ. = $60 \text{ m}^2 \text{ g}^{-1}$).

Μέγεθος Σωματιδίων Δραστικής Φάσης



Μακροκατανομή δραστηκής φάσης



Σχήμα 1.17

Γραφική αναπαράσταση των κατανομών της δραστηκής φάσης σε κυλινδρικά τεμαχίδια καταλυτών.

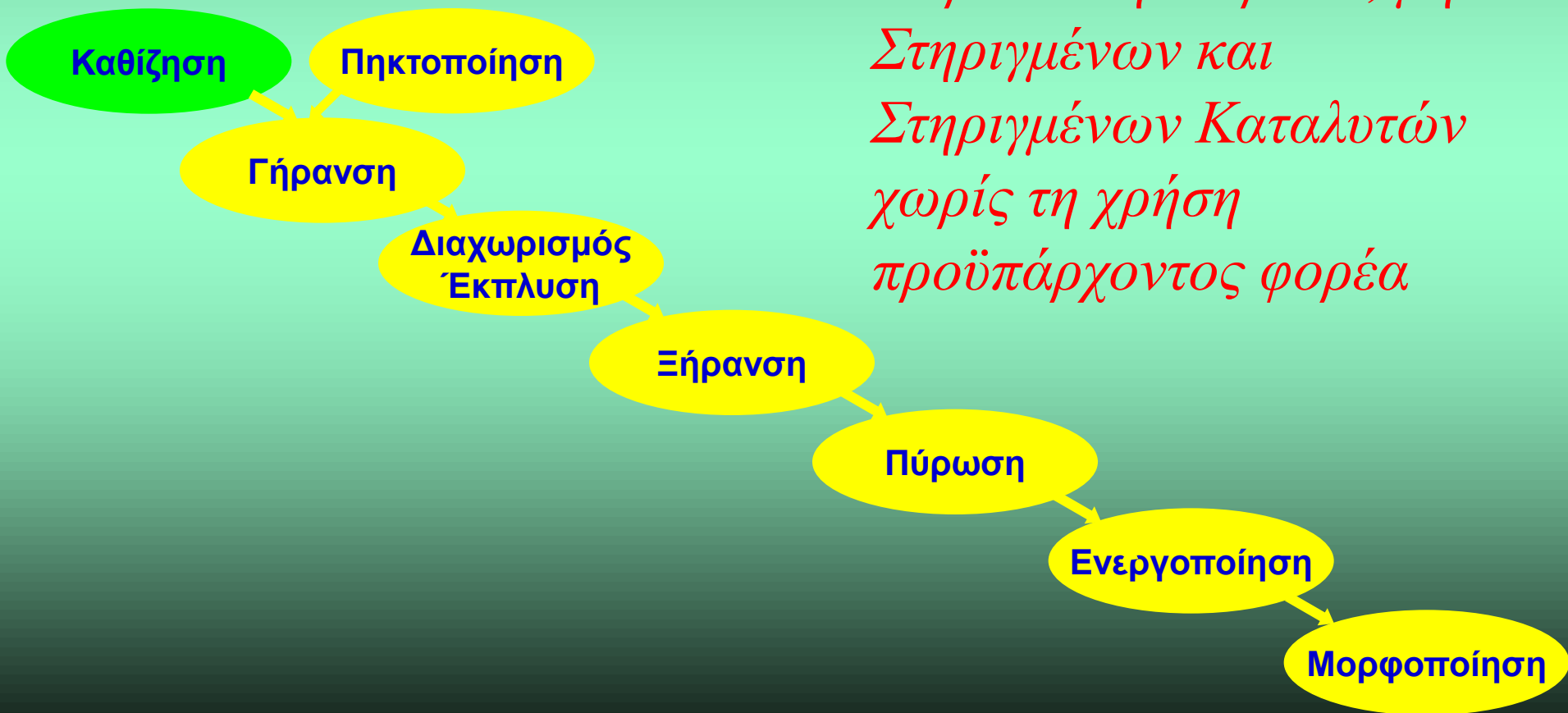
I: Ομοιόμορφη κατανομή δραστηκής φάσης. II: Εξωτερική κατανομή δραστηκής φάσης.

III: Ενδιάμεση περιφερειακή κατανομή δραστηκής φάσης.

IV: Κεντρική κατανομή δραστηκής φάσης.

Παρασκευή στερεών καταλυτών

*Παρασκευή Φορέων, μη
Στηριγμένων και
Στηριγμένων Καταλυτών
χωρίς τη χρήση
προϋπάρχοντος φορέα*

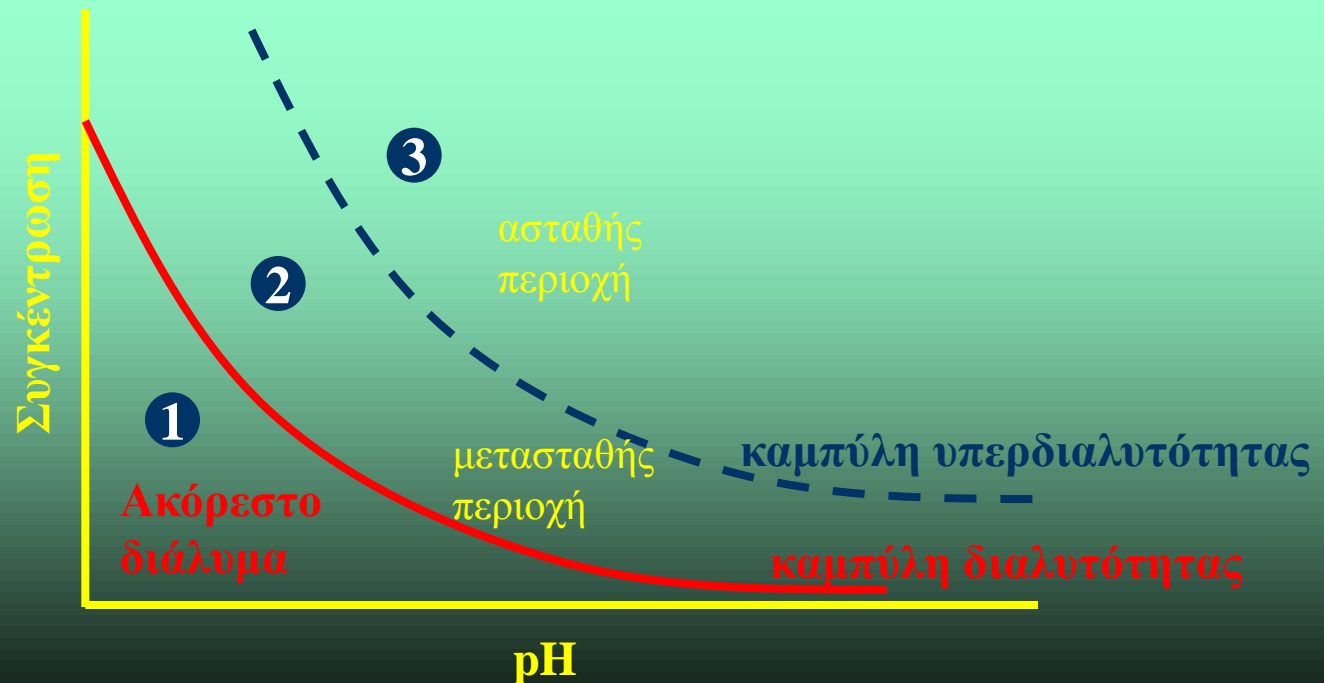


Παρασκευή στερεών Καταλυτών και Φορέων

Καθίζηση

- ❖ Ομογενής πυρηνογένεση: έμβρυα → Πυρήνες κρυστάλλωσης ③
- ❖ Ετερογενής πυρηνογένεση: Προσμίξεις ή σπορά ②

Κρυσταλλική ανάπτυξη



Παρασκευή στερεών Καταλυτών και Φορέων

Παρασκευή Φορέων, μη Στηριγμένων και Στηριγμένων Καταλυτών χωρίς τη χρήση προϋπάρχοντος φορέα

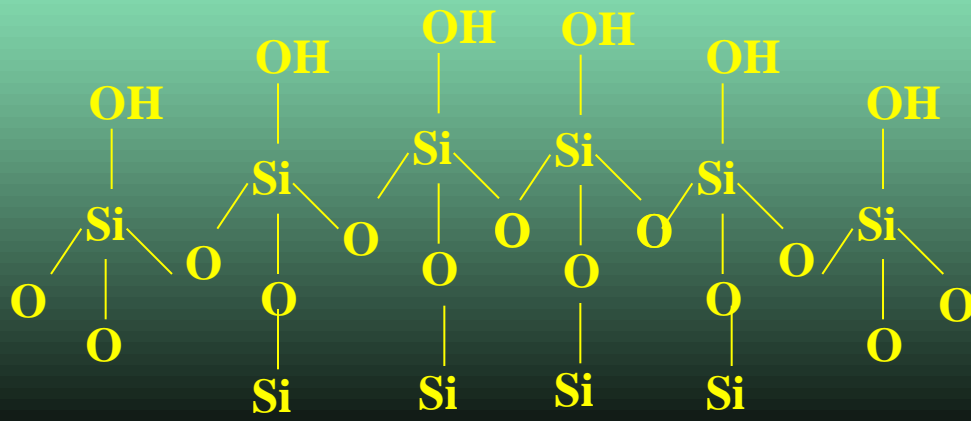
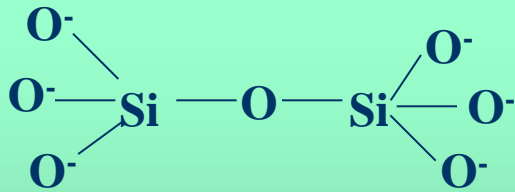
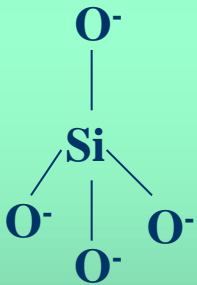
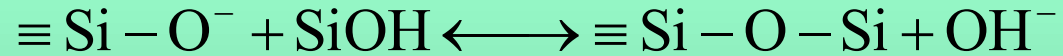
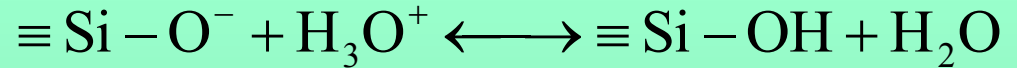


Παρασκευή στερών Καταλυτών και Φορέων

Πηκτοποίηση

❖ Πολυμερισμός – Συμπύκνωση

Παράδειγμα: Υδροπήκτωμα σίλικας



μικύλλα

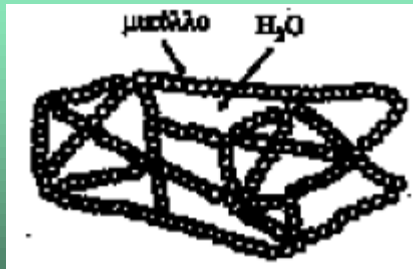
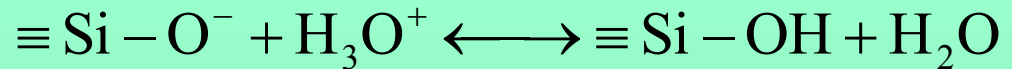
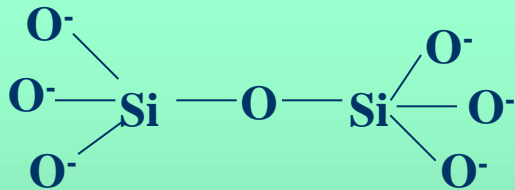
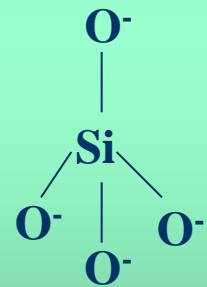
pH 7-10

γαλάκτωμα
σίλικας (sol)

Παρασκευή στερεών Καταλυτών και Φορέων

Πηκτοποίηση

❖ Πολυμερισμός – Συμπύκνωση
 Παράδειγμα: Υδροπήκτωμα σίλικας



μικύλλα

pH 7-10

γαλάκτωμα
σίλικας (sol)

μείωση pH / συμπύκνωση

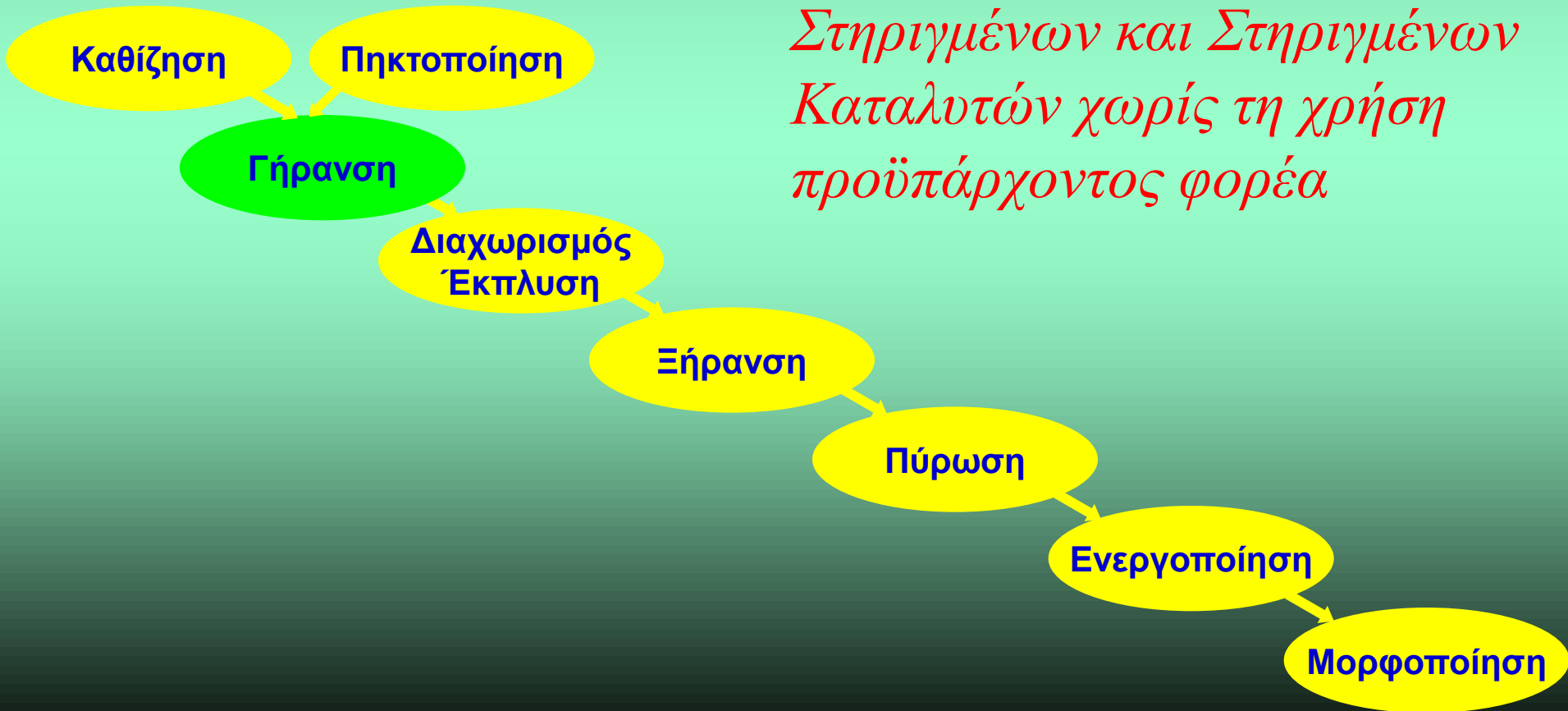
δίκτυα
μικύλλων

συναίρεση

υδροπήκτωμα

Παρασκευή στερεών Καταλυτών και Φορέων

Παρασκευή Φορέων, μη Στηριγμένων και Στηριγμένων Καταλυτών χωρίς τη χρήση προϋπάρχοντος φορέα

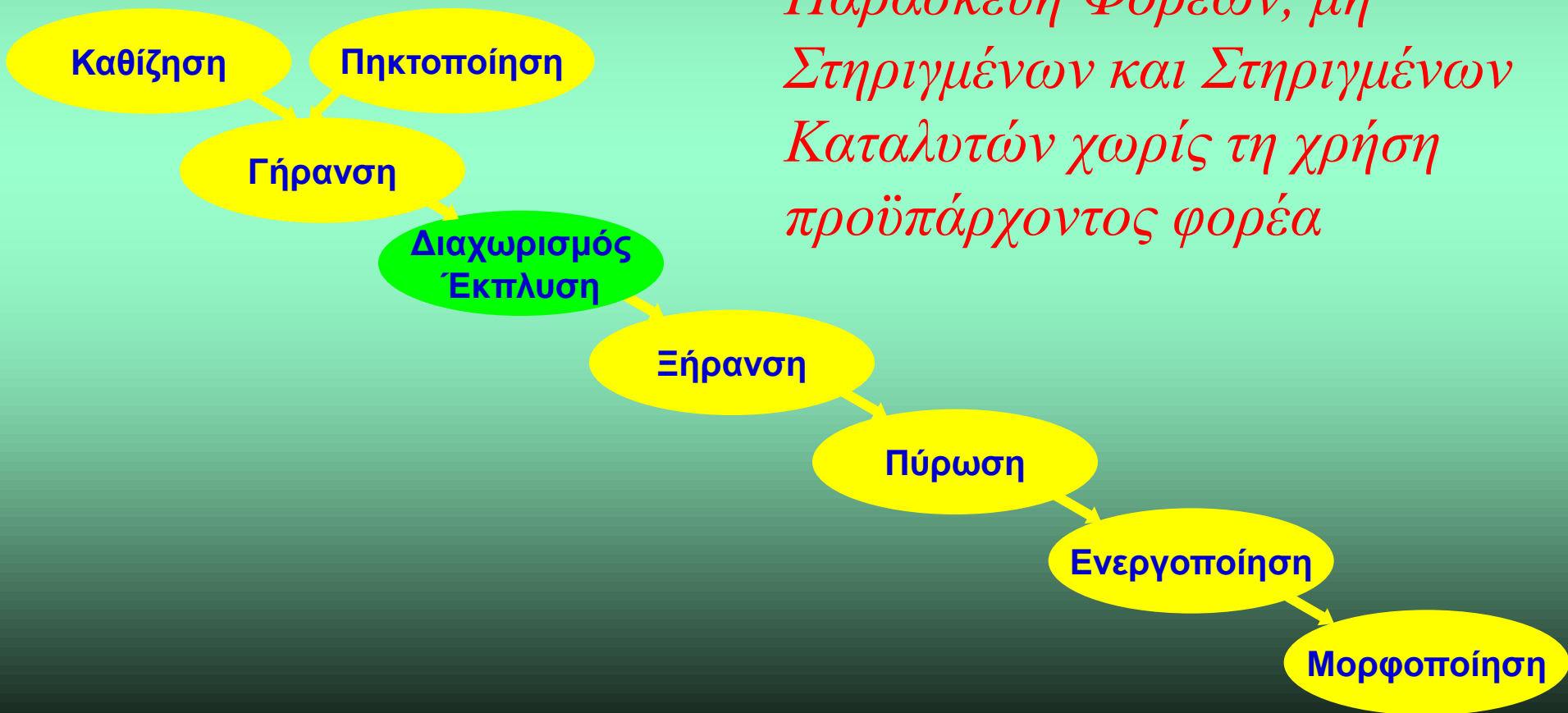


Παρασκευή στερεών Καταλυτών και Φορέων



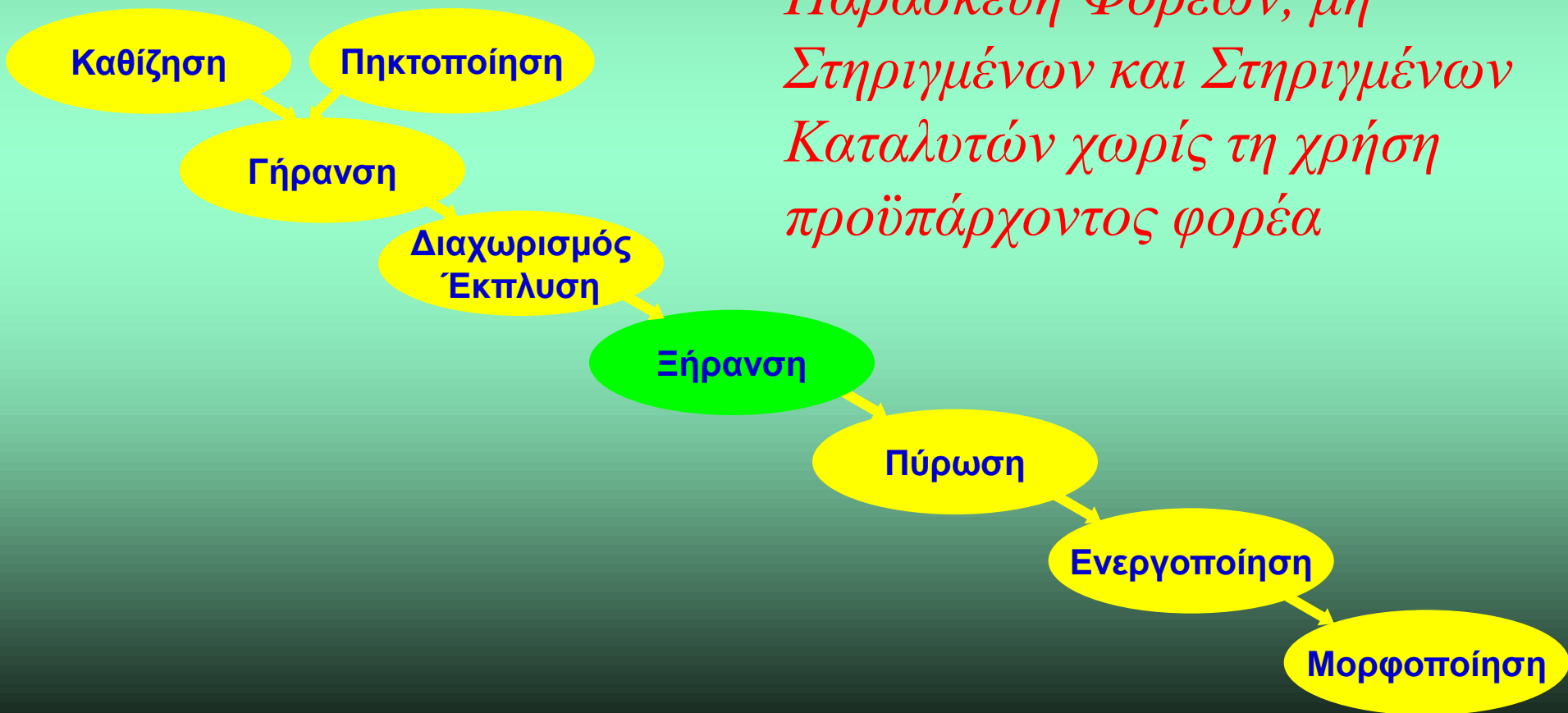
Παρασκευή στερεών Καταλυτών και Φορέων

Παρασκευή Φορέων, μη Στηριγμένων και Στηριγμένων Καταλυτών χωρίς τη χρήση προϋπάρχοντος φορέα



Παρασκευή στερεών Καταλυτών και Φορέων

Παρασκευή Φορέων, μη Στηριγμένων και Στηριγμένων Καταλυτών χωρίς τη χρήση προϋπάρχοντος φορέα



Παρασκευή στερεών Καταλυτών και Φορέων

Ξήρανση

- ❖ Ξήρανση ιζημάτων: όχι ιδιαίτερα προβλήματα
- ❖ Ξήρανση πηκτωμάτων: σημαντική επίδραση στην πορώδη δομή

Τριχοειδής πίεση:

$$p = \frac{2\sigma}{r}$$

Επιλογή διαλύτη
με μικρό σ , Ξήρανση

Ξηροπήκτωμα

Ψύξη - Εξάχνωση

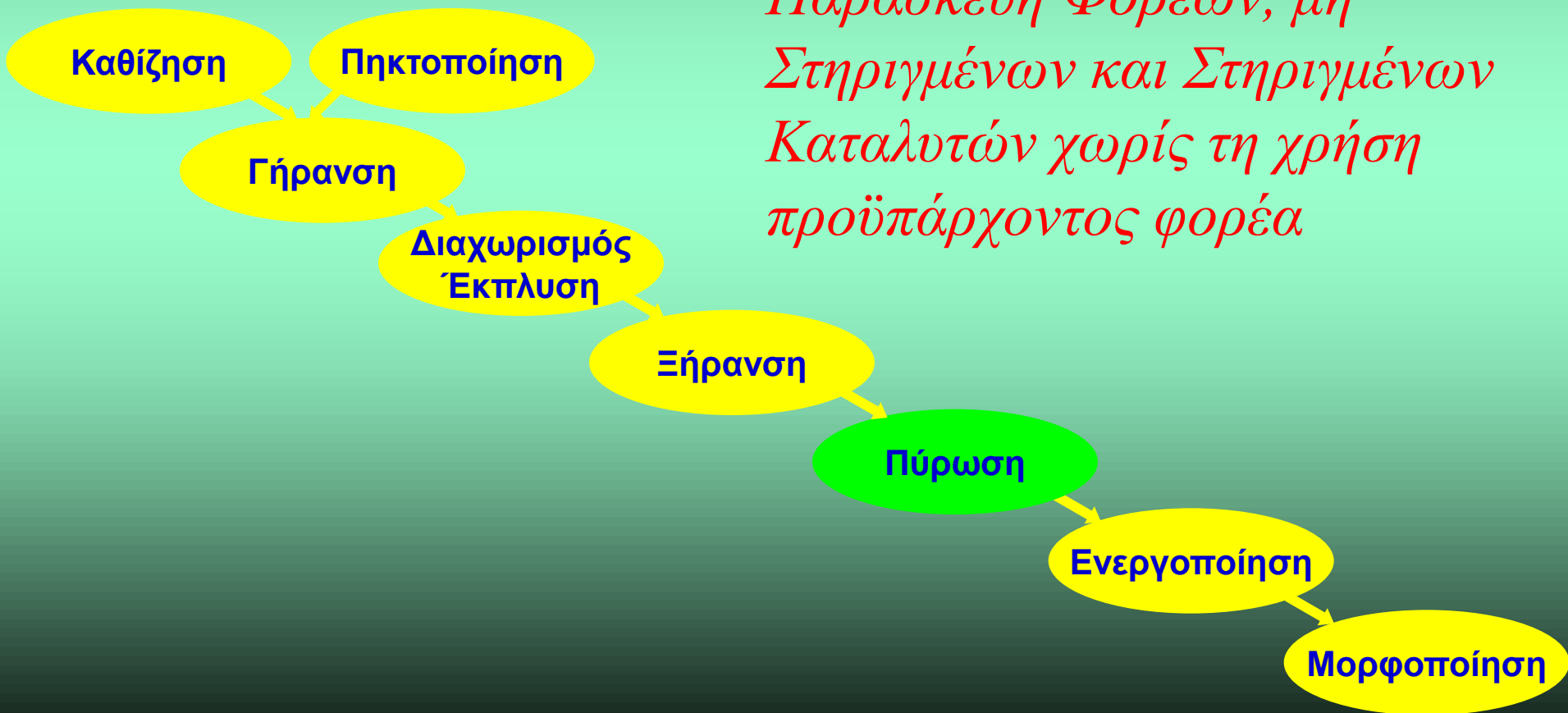
Κρυοπήκτωμα

Επιλογή διαλύτη
Ξήρανση σε
κρίσιμες
συνθήκες T, P

Αεροπήκτωμα

Παρασκευή στερεών Καταλυτών και Φορέων

Παρασκευή Φορέων, μη Στηριγμένων και Στηριγμένων Καταλυτών χωρίς τη χρήση προϋπάρχοντος φορέα



Παρασκευή στερεών Καταλυτών και Φορέων

Πύρωση

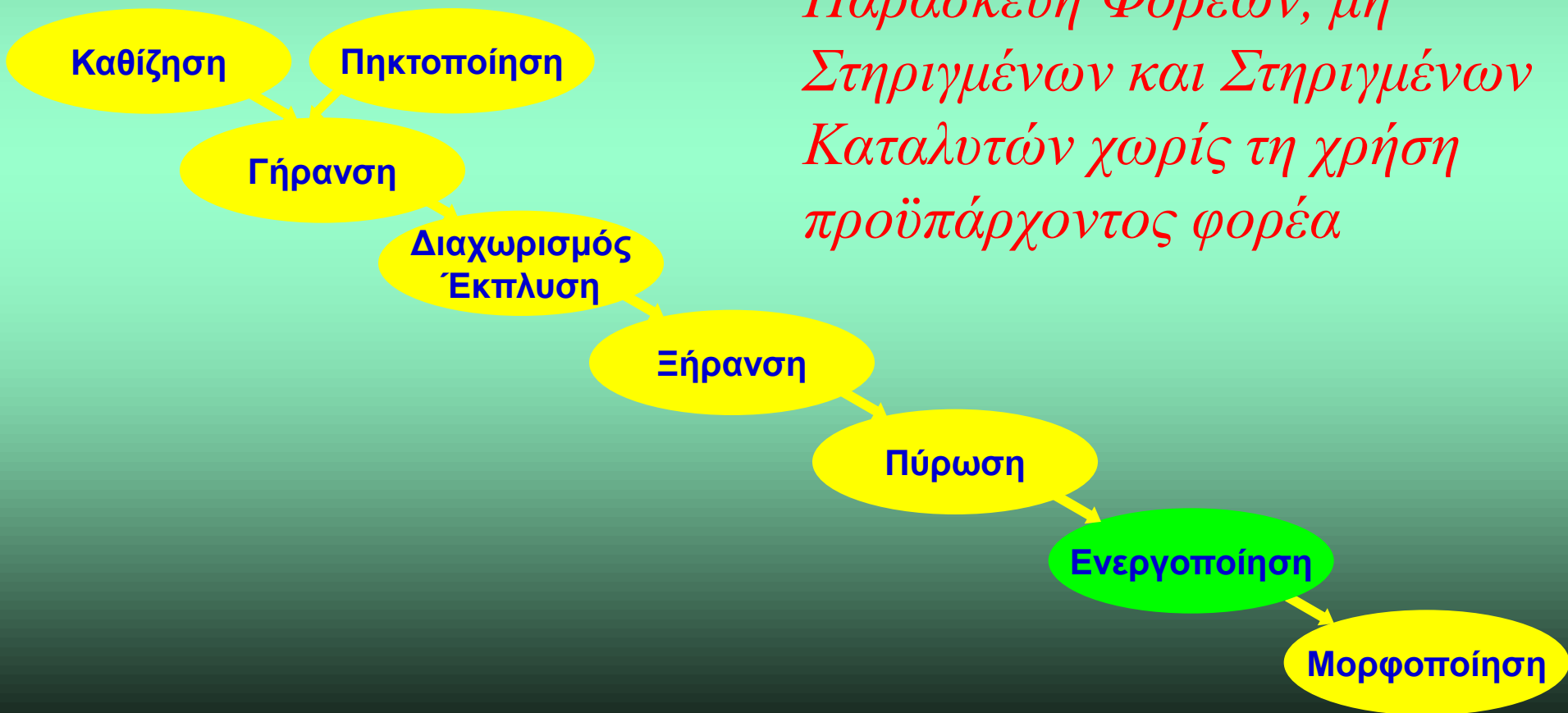
Δύο κύριοι λόγοι:

- ❖ Μετατροπή του ιζήματος (υδροξείδιο) σε οξείδιο
- ❖ Σταθεροποίηση της υφής στις υψηλές θερμοκρασίες λειτουργίας

Σημαντική επίδραση:

- ❖ Είδος τελικής στερεάς φάσης
- ❖ Πορώδη δομή

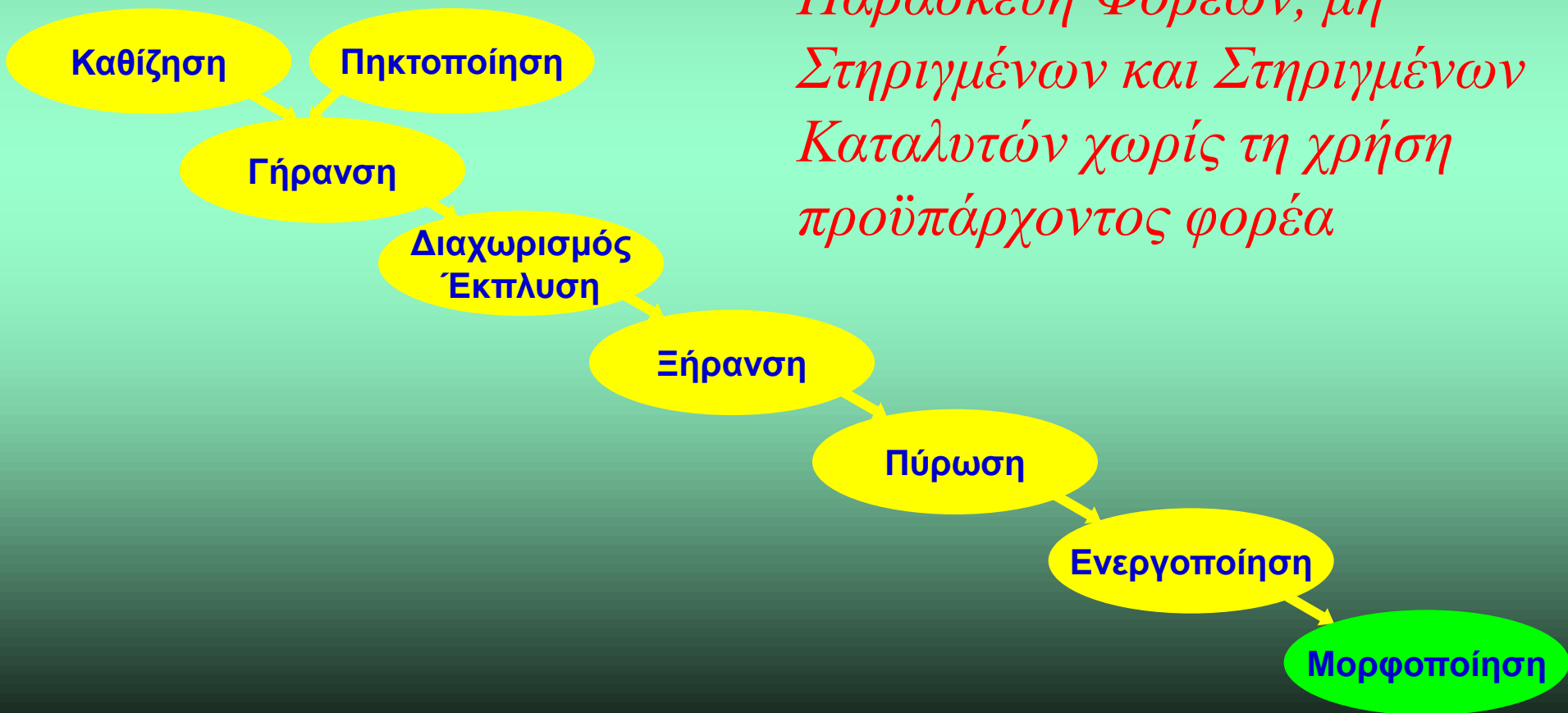
Παρασκευή στερεών Καταλυτών και Φορέων



Παρασκευή Φορέων, μη Στηριγμένων και Στηριγμένων Καταλυτών χωρίς τη χρήση προϋπάρχοντος φορέα

Παρασκευή στερεών Καταλυτών και Φορέων

Παρασκευή Φορέων, μη Στηριγμένων και Στηριγμένων Καταλυτών χωρίς τη χρήση προϋπάρχοντος φορέα



Παρασκευή Στηριγμένων Καταλυτών

1. Εναποτίθενται τα πρόδρομα ιόντα της δραστηκής φάσης στην επιφάνεια προσχηματισμένου φορέα.
2. Παρασκευάζονται ταυτόχρονα οι πρόδρομες φάσεις του φορέα και της δραστηκής φάσης με μια διαδικασία συγκαθίζησης ή συμπηκτοποίησης.

Παρασκευή Καταλύτη Ni/ZrO₂ με Συγκαθίζηση

1. Πρώτες ύλες: Zr(NO₃)₂, Ni(NO₃)₂, Διαλ. NH₄OH & H₂O.
2. Συνθήκες: pH=7.