

ΑΝΑΛΟΓΙΚΑ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΑ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2ο

ΗΜΙΑΓΩΓΟΙ

Αγωγοί, Μονωτές, Ημιαγωγοί

Κατηγοριοποίηση υλικών βάσει των ηλεκτρικών τους ιδιοτήτων:

- **Αγωγοί** (αφήνουν το ρεύμα να περάσει)
- **Μονωτές** (δεν αφήνουν το ρεύμα να περάσει)
 - **Ημιαγωγοί** (ανάλογα με τις συνθήκες συμπεριφέρονται είτε ως αγωγοί, είτε ως μονωτές)

Αίτια αλλαγής συμπεριφοράς ημιαγωγών

- **Ειδική αντίσταση**

ειδική αντίσταση αγωγών = 10^{-8} ohm

ειδική αντίσταση μονωτών = 10^{11} ohm

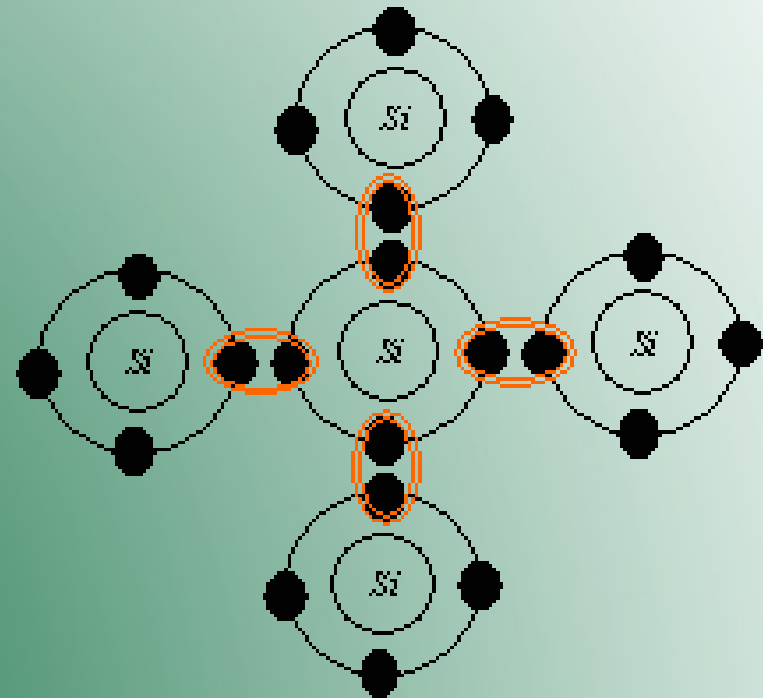
10^{-6} ohm < ειδ. αντίσταση ημιαγωγών < 10^6 ohm

- **Θερμοκρασία**

Οι ειδικές αντιστάσεις των αγωγών και των μονωτών δε μεταβάλλονται με τη θερμοκρασία, ενώ των ημιαγωγών μεταβάλλονται σημαντικά.

Δομή ημιαγωγών

Οι ημιαγωγοί, όπως το Πυρίτιο (Si) και το Γερμάνιο (Ge) έχουν τέσσερα ηλεκτρόνια στην εξωτερική στοιβάδα και σχηματίζουν τέσσερις ομοιοπολικούς δεσμούς.



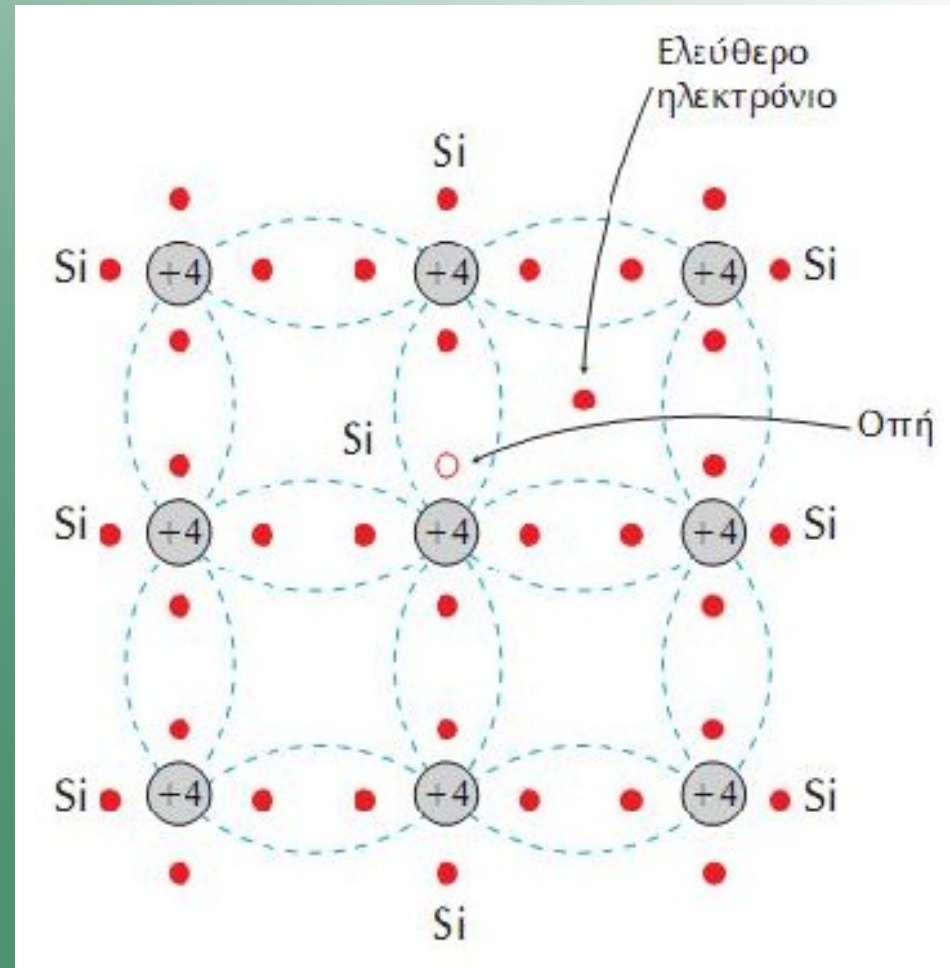
Σχήμα 1. Πλέγμα πυριτίου. Με την κόκκινη γραμμή σημειώνονται οι ομοιοπολικοί δεσμοί.

Οι ημιαγωγοί ως μονωτές

Όταν τα ηλεκτρόνια της εξωτερικής στοιβάδας δε μπορούν να απομακρυνθούν από τα άτομα, τότε δε θα υπάρχουν ελεύθερα ηλεκτρόνια μέσα στο υλικό και συνεπώς δεν θα είναι δυνατή η διέλευση ηλεκτρικού ρεύματος μέσα από αυτό. Τότε λέμε ότι το υλικό συμπεριφέρεται ως **μονωτής**.

Οι ημιαγωγοί ως αγωγοί

Σε θερμοκρασία δωματίου τα ηλεκτρόνια απομακρύνονται από τα άτομα και κινούνται ελεύθερα μέσα στον κρύσταλλο του ημιαγωγού μέχρις ότου βρουν ένα άτομο που του λείπει ένα ηλεκτρόνιο.



Κίνηση Οπών και ηλεκτρονίων

Όταν σε ένα ημιαγωγό εφαρμοστεί μια τάση, τότε υπό την επίδραση του πεδίου τα ελεύθερα ηλεκτρόνια θα κινηθούν προς μια κατεύθυνση.

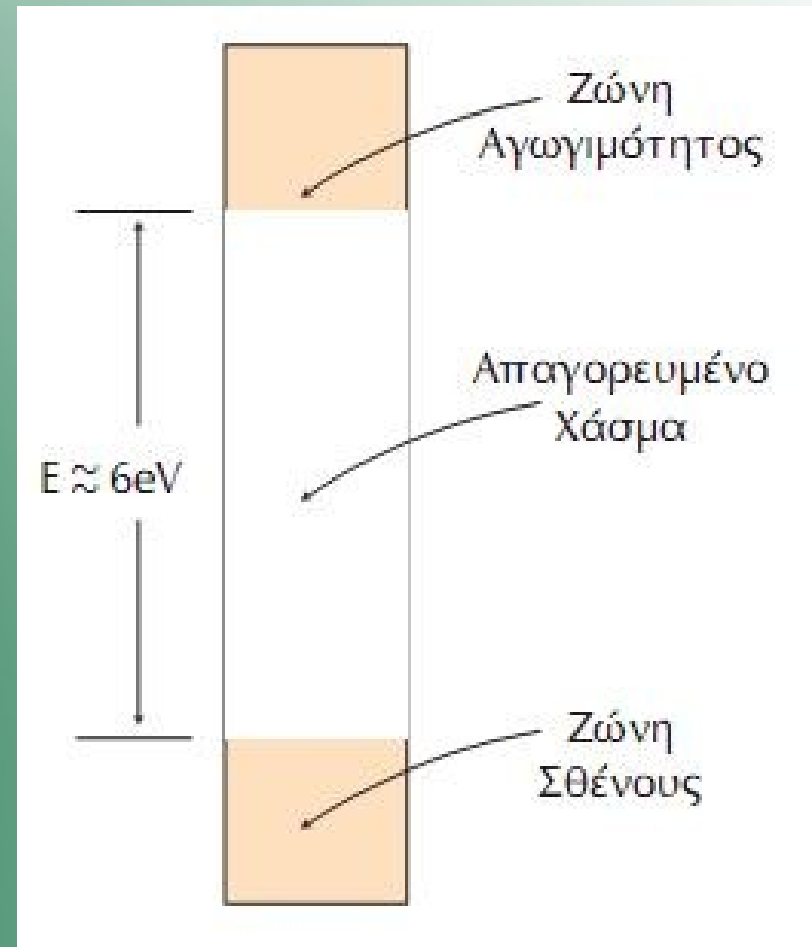
Οι κενές θέσεις που αφήνουν πίσω τους τα ηλεκτρόνια ονομάζονται **οπές**, οι οποίες δημιουργούν στα άτομα θετικό φορτίο. Οι οπές κινούνται (εικονικά) σε κατεύθυνση αντίθετη με αυτή των ηλεκτρονίων.

Ενεργειακές ζώνες

- Οι ενεργειακές ζώνες ορίζουν τις επιτρεπόμενες στάθμες που μπορούν να καταληφθούν από ηλεκτρόνια σε ένα κρυσταλλικό ή άμορφο υλικό.
- Οι σημαντικότερες ενεργειακές ζώνες είναι η ζώνη σθένους και η ζώνη αγωγιμότητας.
- Μεταξύ των ενεργειακών ζωνών υπάρχουν τα ενεργειακά χάσματα (ή απαγορευμένες ζώνες).

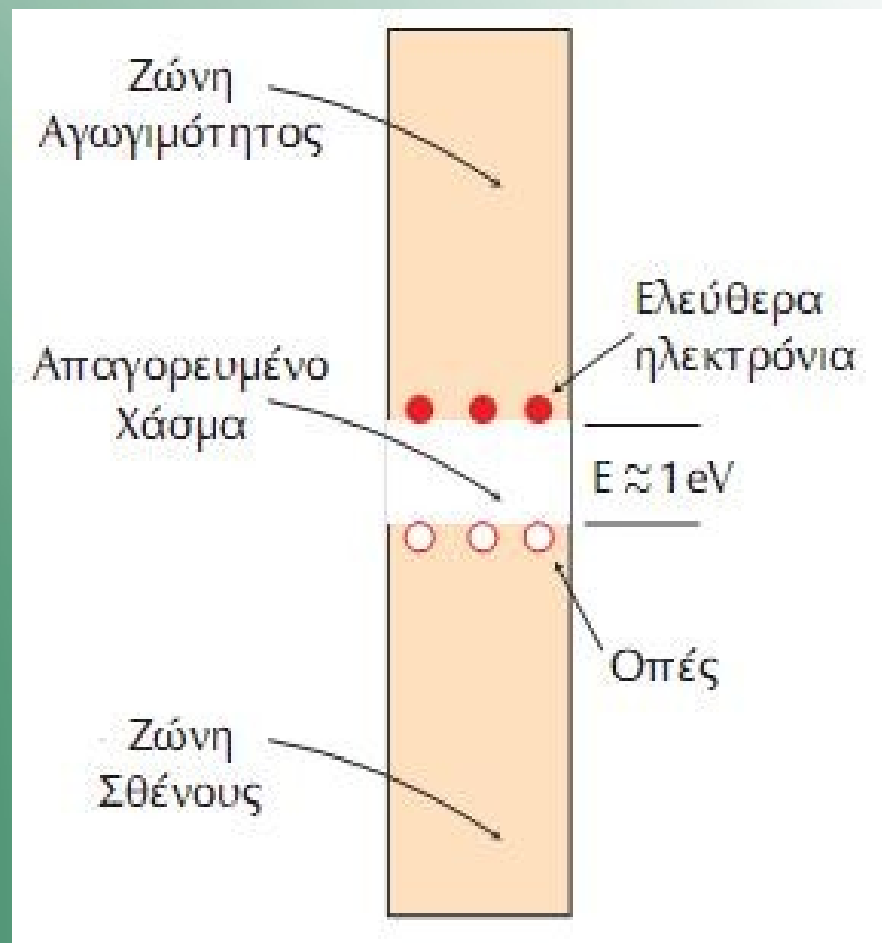
Ενεργειακές ζώνες σε ένα μονωτή

Σε ένα **μονωτή** (π.χ. στο διαμάντι) το ενεργειακό χάσμα μεταξύ της ζώνης σθένους και της ζώνης αγωγιμότητας είναι μεγάλο, με αποτέλεσμα το υλικό να μην είναι αγώγιμο.



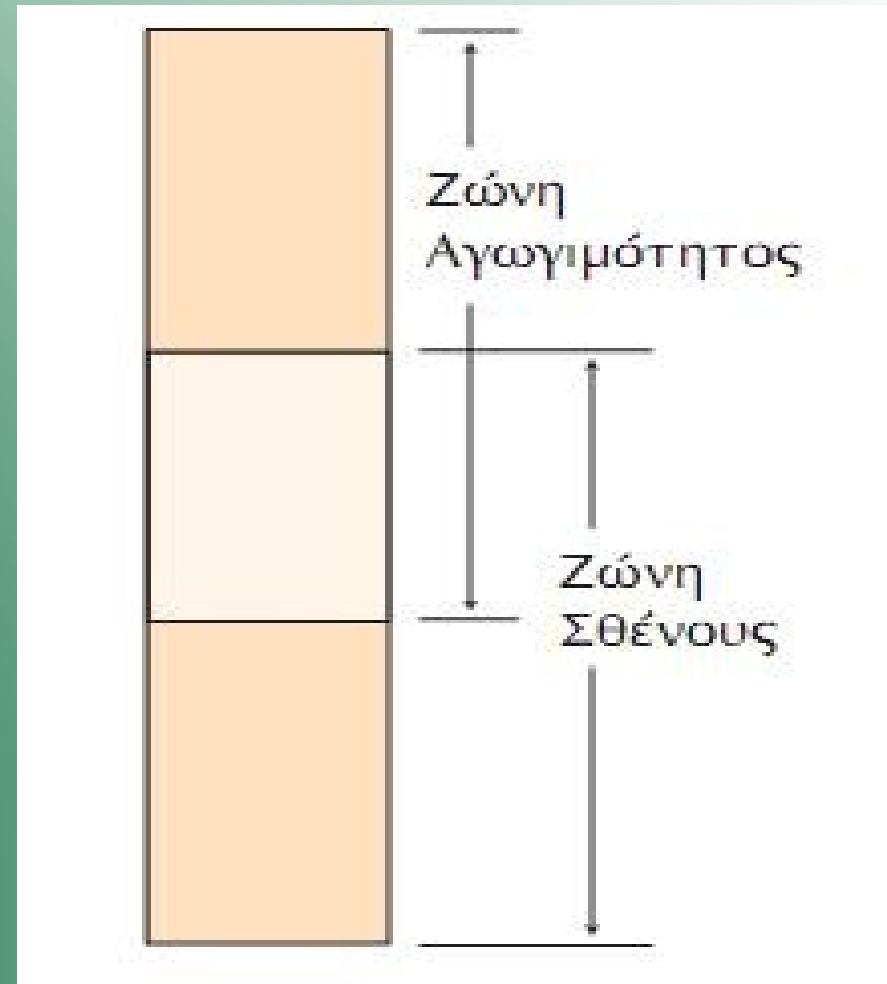
Ενεργειακές ζώνες σε ένα ημιαγωγό

Σε ένα ημιαγωγό (π.χ. στο πυρίτιο) το ενεργειακό χάσμα μεταξύ της ζώνης σθένους και της ζώνης αγωγιμότητας είναι μικρό, με αποτέλεσμα το υλικό να είναι μερικά αγώγιμο.



Ενεργειακές ζώνες σε ένα αγωγό

Σε ένα αγωγό (π.χ. στο μέταλλο) το ενεργειακό χάσμα μεταξύ της ζώνης σθένους και της ζώνης αγωγιμότητας είναι μηδενικό, καθώς υπάρχει αλληλοκάλυψη των ζωνών, με αποτέλεσμα το υλικό να είναι πολύ αγώγιμο.



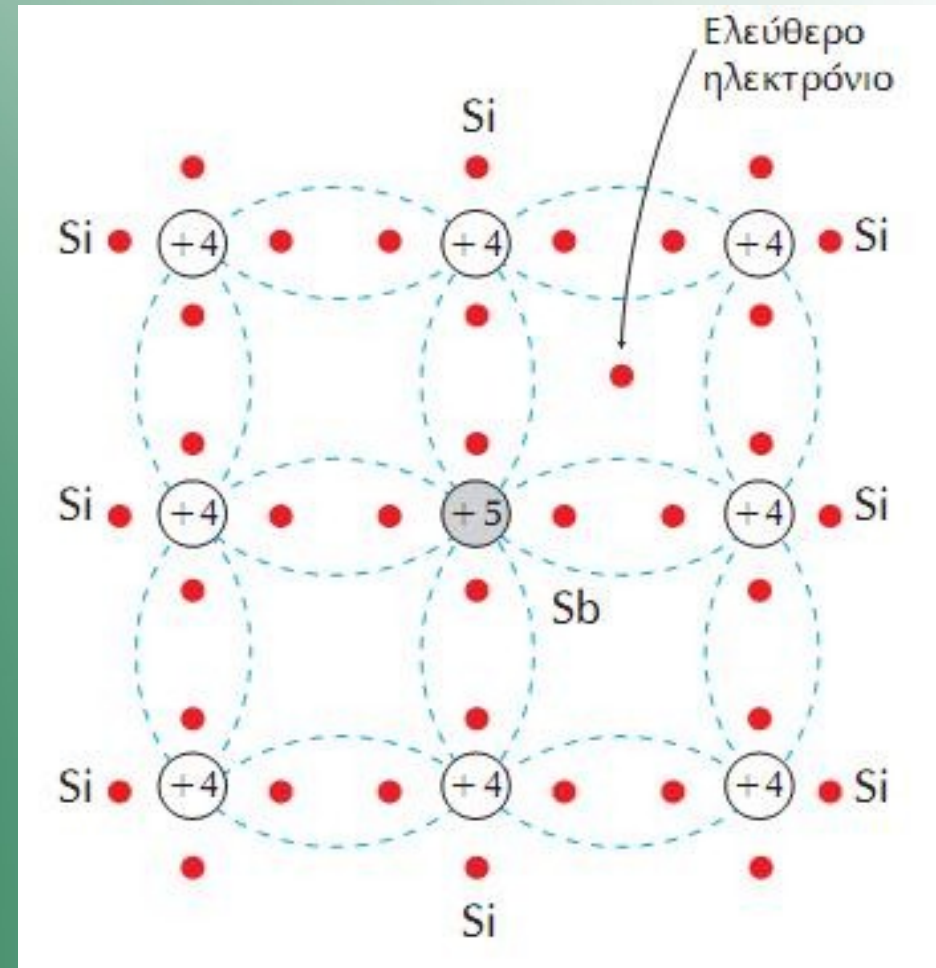
Ενδογενείς και εξωγενείς ημιαγωγοί

Σε ένα ενδογενή (ή αλλιώς καθαρό) ημιαγωγό όλα τα άτομα είναι ίδια και ο αριθμός των ελεύθερων ηλεκτρονίων είναι ίσος με τον αριθμό των ελεύθερων οπών.

Σε ένα εξωγενή ημιαγωγό έχουν προστεθεί μικρές ποσότητες άλλων στοιχείων (προσμίξεις) με αποτέλεσμα ο αριθμός των ελεύθερων ηλεκτρονίων να είναι διαφορετικός από τον αριθμό των ελεύθερων οπών.

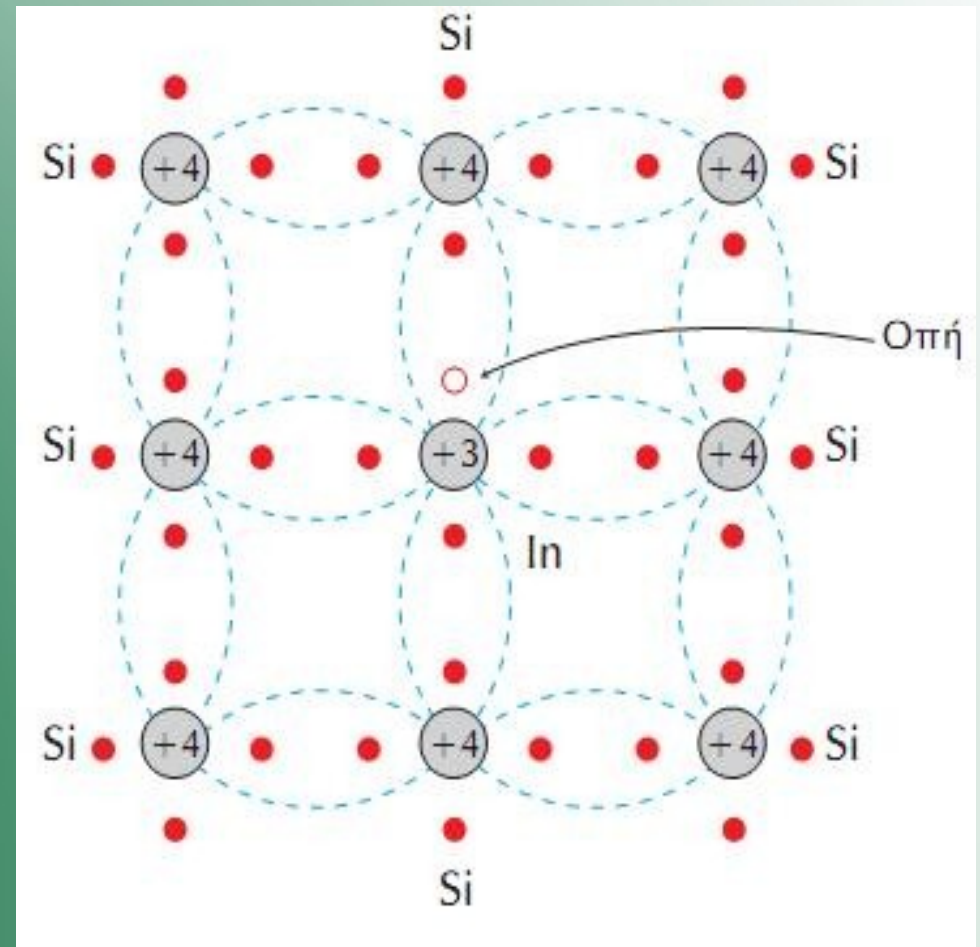
Ημιαγωγοί τύπου N

Η πρόσμιξη στοιχείων με 5 ηλεκτρόνια (δότες) στην εξωτερική στοιβάδα (π.χ.αρσενικό) έχει ως αποτέλεσμα την εμφάνιση πολλών ελεύθερων ηλεκτρονίων (φορείς πλειονότητας) και πολύ λίγων οπών (φορείς μειονότητας).



Ημιαγωγοί τύπου P

Η πρόσμιξη στοιχείων με 3 ηλεκτρόνια (αποδέκτες) στην εξωτερική στοιβάδα (π.χ. βόριο) έχει ως αποτέλεσμα την εμφάνιση πολλών ελεύθερων οπών (φορείς πλειονότητας) και πολύ λίγων ελεύθερων ηλεκτρονίων (φορείς μειονότητας).



Άλλοι ημιαγωγοί

- Οι **οργανικοί** ημιαγωγοί φθορίζουν όταν εφαρμοστεί τάση στα άκρα τους. Το χρώμα τους εξαρτάται από την ένταση του ηλεκτρικού πεδίου στο εσωτερικό τους.
- Οι **άμορφοι** ημιαγωγοί (π.χ. άμορφο πυρίτιο) χρησιμοποιούνται στα φωτοβολταϊκά στοιχεία, σε αριθμομηχανές, κτλ.