



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ  
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΡΗΤΗΣ

---

## Από τα Quarks μέχρι το Σύμπαν

Ε. Οικονόμου

Τμήμα Φυσικής

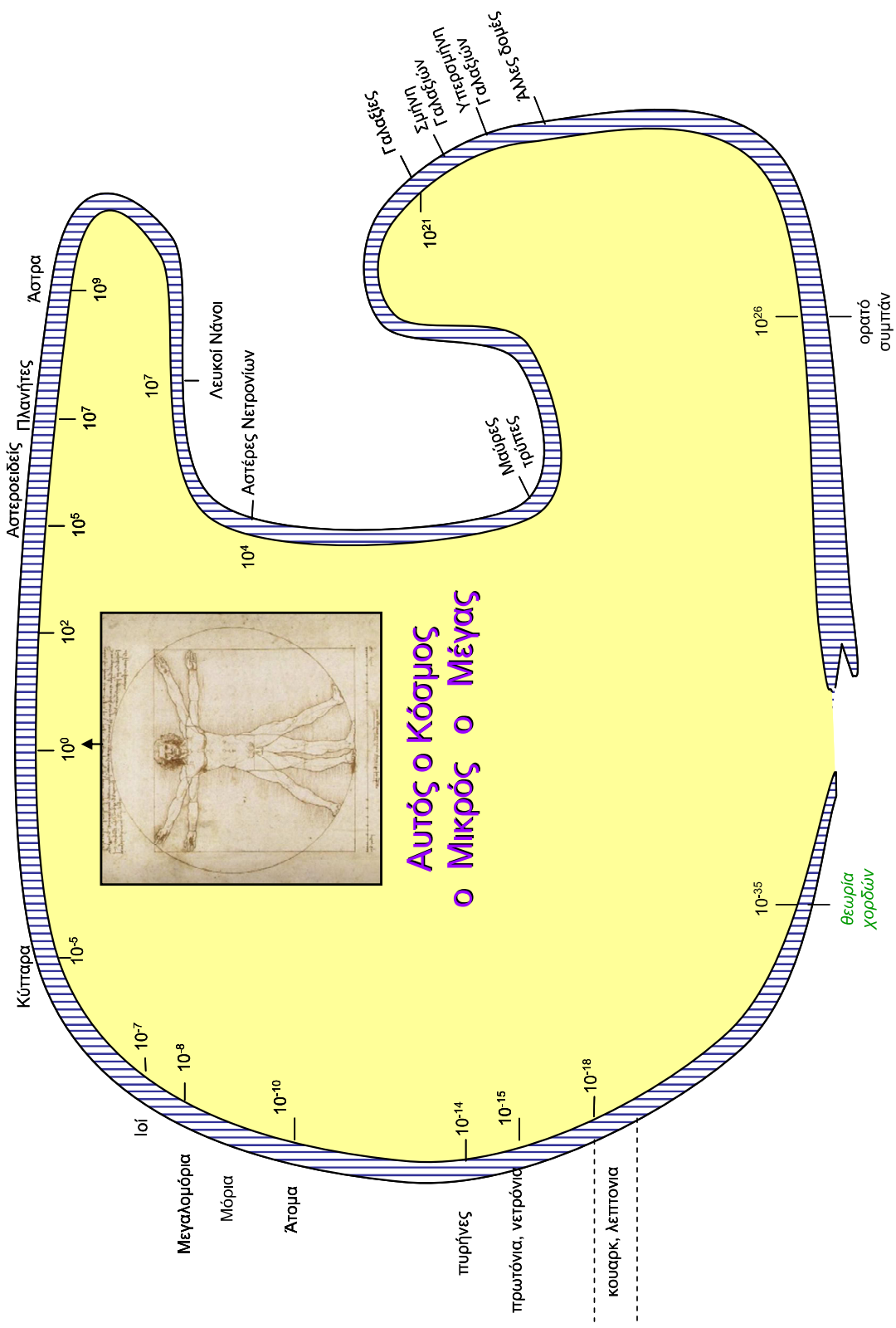
---

# Τρεις Βασικές Ιδέες Για τον Φυσικό Κόσμο

*Α, μα του Ανθρώπου το άπλωμα  
το χειροπιαστό να ξεπερνάει πρέπει,  
αλλιώς ο Ουρανός γιατί υπάρχει:*

**R. Browning**

**ΠΙΝΑΚΑΣ Ι**



## **ΠΙΝΑΚΑΣ ΙΙ: ΟΙ ΤΡΕΙΣ ΒΑΣΙΚΕΣ ΙΔΕΕΣ**

### **A. Η ΑΤΟΜΙΚΗ ΔΟΜΗ ΤΟΥ ΚΟΣΜΟΥ**

Τα πάντα αποτελούνται από αδιαίρετες μικροσκοπικές οντότητες, τα **στοιχειώδη σωμάτια**. Ως αποτέλεσμα, οι ιδιότητες της οποίας Ύλης ανάγονται στις *κινήσεις* και στις *ιδιότητες* των στοιχειωδών σωματίων .

Χρειάζεται να γνωρίζουμε επομένως :

- ❑ **Ποια είναι τα στοιχειώδη σωμάτια της ύλης**
- ❑ **Ποιες είναι οι αλληλεπιδράσεις μεταξύ τους και πώς ασκούνται**

### **B. ΟΛΑ ΕΙΝΑΙ ΚΥΜΑΤΟΣΩΜΑΤΙΑ ( ⇒ ΚΒΑΝΤΟΜΗΧΑΝΙΚΗ )**

Τα σωμάτια, είτε είναι στοιχειώδη είτε σύνθετα, δεν ακολουθούν τροχιά, αλλά κινούνται ως κύματα, είναι δηλαδή **κυματοσωμάτια**. Η ιδέα αυτή εξειδικεύεται στις τρεις θεμελιώδεις αρχές της Κβαντομηχανικής :

- ❑ **Αρχή απροσδιοριστίας του Heisenberg**  
που εξασφαλίζει την αέναη κίνηση των σωματίων εντός κάθε σύνθετης δομής, και αποτρέπει έτσι την αυτοσύνθλιψη της την οποία τείνουν να επιβάλουν οι αλληλεπιδράσεις (λόγω του ελκτικού χαρακτήρα τους)
- ❑ **Απαγορευτική Αρχή του Pauli**  
που ενισχύει την κινητική ενέργεια των στοιχειωδών σωματίων ύλης κάθε σύνθετης δομής
- ❑ **Αρχή φασματικής διακριτότητας του Schrödinger**  
που εξασφαλίζει ότι σύνθετα μικροσκοπικά σωμάτια, όπως είναι π.χ. τα άτομα, συμπεριφέρονται μέχρι κάποιων ορίων ως αναλλοίωτα και αδιαίρετα.

### **Γ. ΣΤΑΘΕΡΕΣ ΔΟΜΕΣ ΤΗΝ ΎΛΗΣ ⇔ ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ**

Η κατάσταση εσωτερικής ισορροπίας ενός συστήματος αντιστοιχεί στην **ελάχιστη ολική εσωτερική ενέργειά του** και επιτυγχάνεται όταν η διασταλτική πίεση, η οφειλόμενη στην αέναη κίνηση των σωματίων του, εξισορροπήσει την συνθλιπτική πίεση των αλληλεπιδράσεων. Ο 2<sup>ος</sup> νόμος της θερμοδυναμικής τροποποιεί κάπως το προηγούμενο συμπέρασμα.

**ΠΙΝΑΚΑΣ ΙΙΙ****Κυματοσωματιδιακός δυισμός  $\Leftrightarrow$  Κβαντομηχανική**

$$\varepsilon = \hbar\omega \Leftrightarrow \omega = \varepsilon / \hbar$$

$$\mathbf{p} = \hbar\mathbf{k} \Leftrightarrow \mathbf{k} = \mathbf{p} / \hbar$$

**1. Αρχή του Heisenberg:**

$$\Delta x \Delta p_x \geq \frac{\hbar}{2} \Rightarrow \langle p_x^2 \rangle \geq \Delta p_x^2 \geq \frac{\hbar^2}{4\Delta x^2}$$

$$\bar{\varepsilon}_{KIN} \geq 4.87 \frac{\hbar^2}{mV^{2/3}}, \quad V^{2/3} \propto \Delta x^2$$

ή

$$\bar{\varepsilon}_{KIN} = 0,968 \langle \varepsilon_{KIN}^2 \rangle^{1/2} \geq 0,968 \times 3,12 \frac{\hbar c}{V^{1/3}} = 3,02 \frac{\hbar c}{V^{1/3}}$$

**2. Αρχή του Pauli:  $V \rightarrow V/(N/2)$** 

$$E_{KIN} \geq 2.87 N \frac{\hbar^2 N^{2/3}}{mV^{2/3}}$$

$$E_{KIN} \geq 2.32 N \frac{\hbar c N^{1/3}}{V^{1/3}}$$

**3. Αρχή του Schrödinger:**

$$\Delta \varepsilon \equiv \varepsilon_1 - \varepsilon_0 = c_1 \frac{\hbar^2}{mV^{2/3}}$$

$$\text{ή } \Delta \varepsilon = c_2 (\hbar c / V^{1/3})$$

**1+2: Εμποδίζουν την κατάρρευση, εξασφαλίζουν την ΥΠΑΡΞΗ****3: Εξασφαλίζει το αναλλοίωτο (μέχρι κάποιο όριο) των δομών της ύλης (πυρήνων, ατόμων και μορίων)**

**ΠΙΝΑΚΑΣ IV:****Ο 1ος και ο 2ος ΝΟΜΟΣ****1ος ΝΟΜΟΣ: ΔΙΑΤΗΡΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ**

$$dU = \delta Q - \delta W + \delta E_m$$

**2ος ΝΟΜΟΣ: ΑΥΞΗΣΗ ΕΝΤΡΟΠΙΑΣ, ΟΤΑΝ  $\delta Q = \delta E_m = 0$ , ή:**

$$dS \geq \delta Q/T, \text{ για } \delta E_m = 0$$

**1ος ΚΑΙ 2ος ΝΟΜΟΣ ΜΑΖΙ:**

$$dU \leq TdS - \delta W + \delta E_m$$

ή

$$dG \leq -SdT + VdP + \delta E_m$$

όπου

$$\delta W = PdV \text{ και } G \equiv U + PV - TS$$

ή

$$G \equiv H - TS$$

όπου

$$H \equiv U + PV$$

## Σημειώματα

### Σημείωμα αναφοράς

Copyright Πανεπιστήμιο Κρήτης, Ε. Οικονόμου, 2014. «Από τα Quarks μέχρι το Σύμπαν». Έκδοση: 1.0. Ηράκλειο 2014. Διαθέσιμο από τη δικτυακή διεύθυνση: <https://opencourses.uoc.gr>.

### Σημείωμα Αδειοδότησης

Το παρόν υλικό διατίθεται με τους όρους της άδειας χρήσης Creative Commons Αναφορά, Μη Εμπορική Χρήση, Όχι Παράγωγο Έργο 4.0 [1] ή μεταγενέστερη, Διεθνής Έκδοση. Εξαιρούνται τα αυτοτελή έργα τρίτων π.χ. φωτογραφίες, διαγράμματα κ.λ.π., τα οποία εμπεριέχονται σε αυτό και τα οποία αναφέρονται μαζί με τους όρους χρήσης τους στο «Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων».



[1] <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

Ως **Μη Εμπορική** ορίζεται η χρήση:

- που δεν περιλαμβάνει άμεσο ή έμμεσο οικονομικό όφελος από την χρήση του έργου, για το διανομέα του έργου και αδειοδόχο
- που δεν περιλαμβάνει οικονομική συναλλαγή ως προϋπόθεση για τη χρήση ή πρόσβαση στο έργο
- που δεν προσπορίζει στο διανομέα του έργου και αδειοδόχο έμμεσο οικονομικό όφελος (π.χ. διαφημίσεις) από την προβολή του έργου σε διαδικτυακό τόπο

Ο δικαιούχος μπορεί να παρέχει στον αδειοδόχο ξεχωριστή άδεια να χρησιμοποιεί το έργο για εμπορική χρήση, εφόσον αυτό του ζητηθεί.

### Διατήρηση Σημειωμάτων

Οποιαδήποτε αναπαραγωγή ή διασκευή του υλικού θα πρέπει να συμπεριλαμβάνει:

- το Σημείωμα Αναφοράς
- το Σημείωμα Αδειοδότησης
- τη δήλωση Διατήρησης Σημειωμάτων
- το Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (εφόσον υπάρχει)

μαζί με τους συνοδευόμενους υπερσυνδέσμους.

## Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στα πλαίσια του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο Πανεπιστήμιο Κρήτης» έχει χρηματοδοτήσει μόνο τη αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.
- Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.

