



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ  
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΡΗΤΗΣ

---

## Από τα Quarks μέχρι το Σύμπαν

Ε. Οικονόμου

Τμήμα Φυσικής

---

# ΕΦ3: Από τα Κουάρκ μέχρι το Σύμπαν

## Ανακοίνωση 3: 12<sup>η</sup> Οκτωβρίου 2013

### Περίληψη:

Όλα τα κυματοσωμάτια, είτε ύλης, είτε φορείς αλληλεπιδράσεων, είτε σύνθετα, είτε απλά είναι σωμάτια ως προς τη δομή τους (με την έννοια ότι είναι ή αποτελούνται από αδιαίρετες οντότητες) και κύματα ως προς την κίνησή τους (με την έννοια ότι δεν ακολουθούν τροχιά, αλλά διαδίδονται ως κύματα απλωμένα -όχι πάντοτε ομοιόμορφα- στο διαθέσιμο χώρο και εμφανίζοντα το φαινόμενο της συμβολής).

Οι ιδιότητες των δομών της ύλης είτε μικροσκοπικών είτε μακροσκοπικών καθορίζονται από τους νόμους της Κβαντομηχανικής και όχι από αυτούς της Κλασικής Φυσικής.

Η αρχή απροσδιοριστίας του Heisenberg,  $\Delta x \cdot \Delta p_x \geq \hbar/2$ , (που είναι απόρροια του κυματοσωματιδιακού δυισμού) με την προϋπόθεση μη σχετικιστικών ορμών οδηγεί στην ύπαρξη μιας μη μηδενικής ελάχιστης κινητικής ενέργειας για ένα σώμα μάζας  $m$  που είναι εγκλωβισμένο σε ένα σφαιρικό όγκο  $V$  ακτίνας  $R$ . Η ελάχιστη αυτή κινητική ενέργεια δίνεται από τον **καίριας σημασίας** τύπο:

$$\varepsilon_K \geq c_1(\hbar^2/mR^2) = c_2(\hbar^2/mV^{2/3}) \text{ όπου } c_1 \approx 1,87, c_2 \approx 4,87$$

Στο ακραίο σχετικιστικό όριο, όπου η γενική σχέση  $\varepsilon_K = \sqrt{m^2c^4 + c^2p^2} - mc^2$ , γίνεται  $\varepsilon_K \approx cp$  ο τύπος γίνεται

$$\varepsilon_K \geq c_3(\hbar c/R) = c_4(\hbar c/V^{1/3}), \text{ όπου } c_3 \approx 1,9 \text{ } c_4 \approx 3$$

### Ερώτηση πολλαπλής επιλογής:

Η κατάσταση στην οποία καταλήγουν **τελικά** απομονωμένα σύνθετα συστήματα καθορίζεται από:

(α) Δυνάμεις μεταξύ των σωματίων που αποτελούν το σύστημα, οι οποίες είναι ελκτικές όσο η σχετική απόστασή τους  $d$  είναι μεγαλύτερη από μια κρίσιμη τιμή  $a$  και απωστικές όταν  $d < a$ . Για παράδειγμα αναφέρω ένα διατομικό μόριο.

(β) Σε τελευταία ανάλυση η κατάσταση δεν καθορίζεται μονοσήμαντα. Είναι θέμα τύχης ή αρχικών συνθηκών, όπως π.χ. στο σύστημα Ηλίου/Γης.

(γ) Δυο αντιτιθέμενοι παράγοντες καθορίζουν πάντα την τελική κατάσταση του συστήματος. Οι δυνάμεις μεταξύ των σωματίων του, οι οποίες είναι κατά μέσο όρο ελκτικές και τείνουν να το συνθλίψουν, και η συνολική κινητική ενέργεια των σωματίων του αναφορικά με το κέντρο μάζας, η οποία τείνει να διαλύσει το σύστημα στα εξ'ω συνετέθη. Για παράδειγμα αναφέρω το άτομο του υδρογόνου.

(δ) Σε τελευταία ανάλυση κάθε πεπερασμένο σύστημα, αν αφεθεί ανενόχλητο, θα καταρρεύσει λόγω ακτινοβολίας.

*Πώς επιχειρηματολογείτε κατά των μη ορθών απαντήσεων ;*

Λευτέρης Οικονόμου

# 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.



Ευρωπαϊκή Ένωση  
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο

