ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

Το 2ο μισό της δίωρης 11/10/2013 (2ο VIDEO), τη δίωρη διάλεξη της 15/10/2013 (3ο VIDEO) και το μεγαλύτερο μέρος της δίωρης της 17/10/2013 (4ο τρίτο VIDEO)

Το κεφάλαιο αυτό είναι ‘εκ των ων ουκ άνευ’ για κάθε Φυσικό και θα έλεγα για κάθε Επιστήμονα θετικών επιστημών ή Μηχανικό. Βασίζεται στο θεμελιώδες πειραματικό γεγονός ότι τα πάντα (και αυτά που η κλασική Φυσική θεωρεί σωμάτια και αυτά που θεωρεί κύματα) έχουν εν μέρει σωματιδιακή συμπεριφορά (με την έννοια ότι είναι **αδιαίρετα** (**ά-τομα**) ή αποτελούνται από **αδιαίρετες** οντότητες) και εν μέρει κυματική συμπεριφορά (με την έννοια ότι **κινούνται** ως **κύματα** και **όχι** ακολουθώντας μια τροχιά).

Ο κυματικός χαρακτήρας της κίνησης συνεπάγεται ότι περιορισμός σε **πεπερασμένο όγκο** λόγω ελκτικών δυνάμεων δημιουργεί **μη μηδενική κινητική ενέργεια** (που αντιμετωπίζει τη σύνθλιψη των δυνάμεων εξασφαλίζοντας έτσι την ισορροπία των δομών της ύλης) και οδηγεί σε **διακριτό ενεργειακό φάσμα** (αποτέλεσμα του οποίου είναι η σταθερότητα –μέχρις ενός ορίου- σύνθετων μικροσκοπικών δομών, όπως είναι π.χ. τα άτομα).

Αδιάψευστη μαρτυρία για το ότι οι ιδιότητες όλων των εν ισορροπία δομών της ύλης, μικροσκοπικών και **μακροσκοπικών,** διέπονται από κβαντικούς νόμους αποτελεί η παρουσία της **σταθεράς του Planck** $\hbar$ σε όλες αυτές τις **ιδιότητες**.

Το ‘ζουμί’ του κυματοσωματιδιακού δυισμού έγκειται στις τρεις βασικές αρχές της Κβαντομηχανικής: Την αρχή της απροσδιοριστίας του **Heisenberg**, την απαγορευτική αρχή του **Pauli** (για φερμιόνια) και την αρχή της φασματικής διακριτότητας (για πεπερασμένο όγκο κίνησης) του **Schrodinger**.

Μελετήστε προσεκτικά τις σχέσεις (2.1), (2.2), $<\mathbf{p}^2> \propto \hbar^2 / R^2 \propto \hbar^2 / V^{2/3}$, (2.7), (2.12), (2.13), (2.16) και τα σχήματα 2.2, 2.3, 2.4 και 2.6.

Το περιεχόμενο του 2ου κεφαλαίου καλύπτεται από περίπου τέσσερις ωριαίες διαλέξεις (το 2ο μισό της δίωρης 11/10/2013, τη δίωρη διάλεξη της 15/10/2013 και το μεγαλύτερο μέρος της δίωρης της 17/10/2013)

<u>Ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής Κεφαλαίου 2</u>

1. Η κινητική ενέργεια N όμοιων σωματίων με σπιν ½, μηδενική ολική ορμή και στροφορμή, υπό συνθήκες ομοιογενούς συγκέντρωσης, σε όγκο $V = \frac{4\pi}{3}R^3$ είναι (όταν $\varepsilon_K = p^2/2m$):

(α) $$E_K \geq 2.87 N \frac{\hbar^2 N^{1/3}}{m V^{2/3}} = 1.105 \frac{\hbar^2}{m} \frac{N^{4/3}}{R^2},$$

(β) $$E_K \geq 2.87 N \frac{\hbar^2 N^{2/3}}{m V^{2/3}} = 1.105 \frac{\hbar^2}{m} \frac{N^{5/3}}{R^2},$$

(γ) $$E_K \geq 2.87 N \frac{\hbar^2}{m V^{2/3}} = 1.105 \frac{\hbar^2}{m} \frac{N}{R^2}$$

(δ) $$E_K \geq 2.87 N \frac{\hbar^2 N^{2/3}}{m V^{1/3}} = 1.105 \frac{\hbar^2}{m} \frac{N^{5/3}}{R},$$

2. Η κινητική ενέργεια N όμοιων σωματίων με σπιν ½, μηδενική ολική ορμή και στροφορμή, υπό συνθήκες ομοιογενούς συγκέντρωσης, σε όγκο $V = \frac{4\pi}{3}R^3$ είναι (όταν $\varepsilon_{\mathrm{K}} = c\,p$):

(α) $E_{\mathrm{K}} \geq 2.87N\dfrac{\hbar cN^{2/3}}{V^{1/3}} = 1.105\dfrac{\hbar cN^{5/3}}{R}$,

(β) $E_{\mathrm{K}} \geq 2.87N\dfrac{\hbar cN^{2/3}}{V^{2/3}} = 1.105\dfrac{\hbar cN^{5/3}}{R^2}$

(γ) $E_{\mathrm{K}} \geq 2.32N\dfrac{\hbar cN^{1/3}}{V^{1/3}} = 1.44\hbar c\dfrac{N^{4/3}}{R}$,

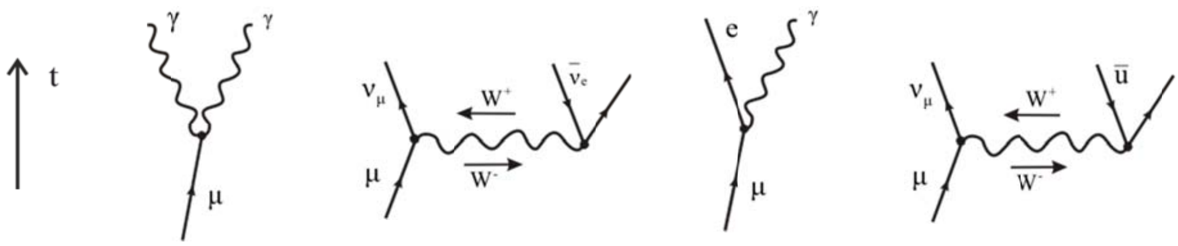
(δ) $E_{\mathrm{K}} \geq 2.32N\dfrac{\hbar c}{V^{1/3}} = 1.44\hbar c\dfrac{N}{R}$,

3. Σε ένα αρμονικό ταλαντωτή (με παραμέτρους κ, m), όπου Δx είναι η τυπική απόκλιση από τη θέση ισορροπίας για τη βασική κατάσταση, η ενεργειακή διαφορά της πρώτης διεγερμένης κατάστασης από τη βασική είναι:

(α) $\frac{1}{2}\kappa(\Delta x)^2$ (β) $\frac{1}{2}(\hbar c/\Delta x)$ (γ) $\frac{1}{2}(\hbar^2/m\Delta x^2)$ (δ) $\frac{1}{2}(\hbar\sqrt{\kappa/m})$

4. Ποιο από τα παρακάτω διαγράμματα Feynman περιγράφει τη φυσική διαδικασία αφανισμού του σωματίου μ;

(α) (β) (γ) (δ)



5. Εάν r^2 είναι η μέση τιμή $< x^2 + y^2 + z^2 >$ για τη βασική κατάσταση του ατόμου του υδρογόνου, τότε η ενεργειακή διαφορά της πρώτης διεγερμένης κατάστασης από τη βασική είναι:

(α) $\dfrac{9}{8}\dfrac{\hbar^2}{m r^2}$ (β) $\dfrac{\hbar^2}{2m a_{\mathrm{B}}^2}$ (γ) $\dfrac{e^2}{2a_{\mathrm{B}}}$ (δ) $\dfrac{e^4 m}{2\hbar^2}$

6. Εάν r^2 είναι η μέση τιμή $< x^2 + y^2 + z^2 >$ για τη βασική κατάσταση του ατόμου του υδρογόνου, τότε (δίνεται ότι $\int_0^\infty x^n e^{-kx}dx = n!/k^{n+1}$)

(α) $r^2 = a_{\mathrm{B}}^2$ (β) $r^2 = 2a_{\mathrm{B}}^2$ (γ) $r^2 = 3a_{\mathrm{B}}^2$ (δ) $r^2 = 4a_{\mathrm{B}}^2$

7. Ο τύπος για τις ιδιοενέργειες υδρογονοειδούς ατόμου (με φορτίο Ze και μάζα m_π του πυρήνα και φορτίο $-e$ και μάζα m_c του άλλου σωματίου) είναι:

(α) $\varepsilon_n = -\dfrac{Z^2 e^4 m_r}{2\hbar^2}\dfrac{1}{n^2} = -13,6Z^2\dfrac{m_r}{m_e}\dfrac{1}{n^2}\,\mathrm{eV}$; $m_r = \dfrac{m_\pi m_c}{m_\pi + m_c}$

(β) $\varepsilon_n = -\dfrac{Z^4 e^4 m_r}{2\hbar^2}\dfrac{1}{n^2} = -13,6Z^4\dfrac{m_r}{m_e}\dfrac{1}{n^2}\,\mathrm{eV}$

(γ) $\varepsilon_n = -\dfrac{Z^2 e^4 m_c}{2\hbar^2}\dfrac{1}{n^2} = -13,6Z^2\dfrac{m_c}{m_e}\dfrac{1}{n^2}\,\mathrm{eV}$;

(δ) $\varepsilon_n = -\dfrac{Z e^4 m_r}{2\hbar^2}\dfrac{1}{n^2} = -13,6Z\dfrac{m_r}{m_e}\dfrac{1}{n^2}\,\mathrm{eV}$