

ΘΕΜΑ 2

2.1.

2.1.A. Σωστή απάντηση η (α)

Μονάδες 4

2.1.B.

Η απόσταση δύο διαδοχικών δεσμών είναι $\lambda/2$. Δεσμοί υπάρχουν οπωσδήποτε στις θέσεις $x = 0$ και $x = L$. Συμπεραίνουμε λοιπόν ότι δεσμοί υπάρχουν στις θέσεις

$$x = 0, \frac{\lambda}{2}, \frac{2\lambda}{2}, \frac{3\lambda}{2}, \dots, L$$

Από τη θεμελιώδη εξίσωση $v = f\lambda$ προκύπτει πως $\lambda = \frac{v}{f}$, οπότε οι θέσεις αυτές είναι:

$$x = 0, \frac{v}{2f}, \frac{v}{f}, \frac{3v}{2f}, \dots, L$$

Μονάδες 8

2.2.

2.2.A. Σωστή απάντηση η (α)

Μονάδες 4

2.2.B.

Εφόσον το στάσιμο κύμα – κυματοσυνάρτηση έχει δεσμούς στα δύο άκρα του, θα έχει το μέγιστο δυνατό μήκος κύματος όταν $\lambda = 2L = 2 \times 10^{-10} \text{ m}$, όπου L η διάμετρος του πυρήνα.

Η ορμή δίνεται από τον τύπο του de Broglie:

$$\lambda = \frac{h}{p} \Leftrightarrow p = \frac{h}{\lambda} = \frac{6,6 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}}{2 \times 10^{-10} \text{ m}} = 3,3 \times 10^{-24} \text{ kg m/s}$$

Εφόσον $\Psi \neq 0$ για όλο το εύρος από $x = 0$ έως $x = L$, το πρωτόνιο μπορεί να βρίσκεται οπουδήποτε μέσα σε αυτό το εύρος θέσεων, άρα η αβεβαιότητα στη θέση είναι $\Delta x = L = 10^{-10} \text{ m}$. (Θα μπορούσαμε να θεωρήσουμε πως η αβεβαιότητα θέσης είναι το μισό του L , αλλά αυτό δεν αλλάζει την τάξη μεγέθους του αποτελέσματος).

Για την αβεβαιότητα της ορμής:

$$\Delta p \Delta x \geq \hbar \Leftrightarrow \Delta p \geq \frac{\hbar}{\Delta x} = \frac{6,6 \times 10^{-34}}{2\pi \times 10^{-10}} \text{ kg m/s} = \frac{6,6}{6,28} \times 10^{-24} \text{ kg m/s} \cong 1,1 \times 10^{-24} \text{ kg m/s}$$

Μονάδες 9