

## Θεωρία Υλικών Εργασία 1

1. Με αφετηρία την αρχή της αβεβαιότητας του Heisenberg δείξτε ότι για τη μέση τιμή  $\langle \varepsilon_k \rangle$  της κινητικής ενέργειας σωματίου μάζας  $m$  που είναι περιορισμένο με ομοιόμορφη πιθανότητα σε σφαίρα όγκου  $V$  ισχύει η σχέση

$$\langle \varepsilon_k \rangle \geq 4.87 \frac{\hbar^2}{mV^{2/3}}.$$

2. Ατομικό σύστημα μονάδων:

α) Επαληθεύστε με διαστατική ανάλυση ότι η ακτίνα Bohr,  $a_B$ , δίνεται σαν συνάρτηση των βασικών φυσικών σταθερών  $\hbar$  (σταθερά του Planck),  $m_e$  (μάζα ηλεκτρονίου),  $e$  (απόλυτη τιμή φορτίου ηλεκτρονίου) από τη σχέση στο σύστημα μονάδων CGS:

$$a_B = \frac{\hbar^2}{m_e e^2}$$

ή στο SI

$$a_B = \frac{4\pi\epsilon_0 \hbar^2}{m_e e^2}$$

και βρείτε την τιμή της. Η  $a_B$  χρησιμοποιείται σα μονάδα μήκους στο ατομικό σύστημα μονάδων.

Επαναλάβετε για μονάδα

β) χρόνου στο CGS

$$t_0 = \frac{m_e a_B^2}{\hbar} = \frac{\hbar^3}{e^4 m_e}$$

ή στο SI

$$t_0 = \frac{(4\pi\epsilon_0)^2 \hbar^3}{e^4 m_e}$$

γ) θερμοκρασίας

$$T_0 = \frac{\hbar^2}{m_e a_B^2 k_B}$$

δ) πίεσης

$$P_0 = \frac{\hbar^2}{m_e a_B^5}$$

ε) ταχύτητας

$$v_0 = \frac{\hbar}{m_e a_B} = \frac{c}{137}$$

3. Η θεμελιώδης κατάσταση στο άτομο του υδρογόνου είναι  $\psi = \exp(-r)/\sqrt{\pi}$  (ατομικό σύστημα μονάδων). Υπολογίστε τη μέση τιμή των  $1/r$ ,  $p^2/2$  και τη μέση ενέργεια του ηλεκτρονίου στη θεμελιώδη κατάσταση (δώστε την τιμή της και σε eV).
4. Για το στοιχειακό μέταλλο Αλουμίνιο, Al, δίνεται ότι η πυκνότητα είναι  $\rho_M = 2.7 \text{ g/cm}^3$  και το ατομικό του βάρος 26.98.
- α) Να βρεθεί ο ατομικός όγκος,  $v_a$ , για το υλικό αυτό (όγκος ανά άτομο).
- β) Θεωρείστε την ακτίνα  $r_a$  μιας νοητής σφαίρας που έχει όγκο

$$v_a = \frac{4\pi}{3} r_a^3.$$

Η ποσότητα  $r_a$  είναι μια προσεγγιστική "ατομική ακτίνα" στα στερεά. Να βρεθεί η τιμή της για το Al στο ατομικό σύστημα μονάδων.

γ) Εκτιμήστε την ενέργεια συνοχής των στερεών σαν συνάρτηση της ατομικής τους ακτίνας και βρείτε την τιμή της για το Al.  
(σε περίπτωση που χρειάζεται, η ηλεκτρονική δομή του ατόμου του Al είναι  $[Ne]3s^2p^1$ ).