

ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗ ΣΥΓΧΡΟΝΗ ΦΥΣΙΚΗ

Τύποι που πρέπει να θυμάστε :

- Μέλαν σώμα :

$$I_{\text{tot}}(T) = \sigma T^4 \quad \sigma : \text{Σταθερά Stefan-Boltzmann}$$

$$\lambda_{\text{max}}(\text{cm}) \approx \frac{0.29}{T(\text{K})} \quad \text{νόμος μετατόπισης του Wien}$$

- Φωτοηλεκτρικό φαινόμενο :

$$E_{\text{photon}} = W + T_{e^-}$$

W : έργο εξαγωγής T_{e^-} : κινητική ενέργεια φωτοηλεκτρονίου

- Φαινόμενο Compton:

$$\Delta\lambda = \lambda' - \lambda_0 = \lambda_c(1 - \cos\theta)$$

όπου :

λ_0 το μήκος κύματος του προσπίπτοντος φωτονίου

λ' το μήκος κύματος του σκεδαζόμενου φωτονίου

θ η γωνία των διευθύνσεων σκεδαζόμενου και προσπίπτοντος φωτονίου

$$\lambda_c = \frac{h}{mc} \quad (\text{μήκος κύματος Compton})$$

- Θεωρία Bohr:

Ακτίνα Bohr: $a_0 = \hbar^2/m_e e^2 \approx 0.5 \text{ \AA}$

Ακτίνες επιτρεπών τροχιών: $r_n = n^2 a_0 / Z \quad n = 1, 2, \dots, \infty$

Ταχύτητες επιτρεπών τροχιών: $u_n = \frac{Z e^2}{\hbar} \frac{1}{n} = Z \alpha c / n$

όπου : $\alpha = e^2/\hbar c = 1/137$ (σταθερά λεπτής υφής)

Ενέργειες επιτρεπών τροχιών: $E_n = -\frac{m_e Z^2 e^4}{2\hbar^2} \frac{1}{n^2} = -13.6 Z^2/n^2 \text{ eV}$

- de Broglie:

$$E = hf$$

$$p = h/\lambda \quad \text{όπου } p \text{ το μέτρο της ορμής του σωματίου}$$

ΠΡΟΣΟΧΗ : η σχέση $c = \lambda f$ ισχύει για σωματίια με $m = 0$

(για τη σχέση της ορμής με την κινητική ενέργεια δεσ τους γενικούς τύπους)

- Schrödinger:

Εξίσωση Schrödinger:

Σε μία διάσταση:

$$\psi''(x) + \frac{2m}{\hbar^2}[E - V(x)]\psi(x) = 0$$

Σε τρεις διαστάσεις:

$$\nabla^2\psi(\vec{r}) + \frac{2m}{\hbar^2}[E - V(\vec{r})]\psi(\vec{r}) = 0,$$

όπου

$$\nabla^2 = \frac{1}{r} \frac{\partial^2}{\partial r^2} r + \frac{1}{r^2} \left(\frac{1}{\sin \theta} \frac{\partial}{\partial \theta} \sin \theta \frac{\partial}{\partial \theta} + \frac{1}{\sin^2 \theta} \frac{\partial^2}{\partial \phi^2} \right)$$

και αν $V = V(r)$

$$\psi_{nlm}(\vec{r}) = R_{nl}(r) Y_{lm}(\theta, \phi).$$

Πυκνότητα πιθανότητας (πιθανότητα ανά μονάδα διαστήματος): $\frac{dP(x)}{dx} = |\psi(x)|^2$

Μέσες τιμές: $\langle x \rangle = \int x|\psi(x)|^2 dx$ $\langle x^2 \rangle = \int x^2|\psi(x)|^2 dx$

(Τα ολοκληρώματα υπολογίζονται στην επιτρεπτή περιοχή κίνησης)

Αβεβαιότητα θέσης: $\Delta x = \sqrt{\langle x^2 \rangle - \langle x \rangle^2}$

- Απειρόβαθο πηγάδι δυναμικού εύρους L (από 0 ως L):

Επιτρεπτές καταστάσεις: $\psi_n(x) = \sqrt{2/L} \sin(n\pi x/L)$

με ενέργεια: $E_n = \frac{\hbar^2 \pi^2}{2mL^2} n^2$

- Αρμονικός ταλαντωτής:

Επιτρεπτές καταστάσεις: $\psi_n(x) = H_n(x) e^{-x^2/2}$ ($\hbar = m = \omega = 1$)

με ενέργεια: $E_n = n + 1/2$

Τα πρώτα πολυώνυμα: $H_0(x) = 1, \quad H_1(x) = x$

Μονάδα ενέργειας: $e = \hbar\omega$

Μονάδα μήκους: $a = \sqrt{\hbar/m\omega}$

- Γενικοί τύποι:

$dV = r^2 \sin \theta dr d\theta d\phi$ το στοιχείο όγκου σε σφαιρικές συντεταγμένες
 $E = hf = \hbar\omega = hc/\lambda$ η σχέση ενέργειας, συχνότητας και μήκους κύματος
για φωτόνια (ή σωματία με $m = 0$)

Ενέργεια ηρεμίας: $E = mc^2$ m : μάζα ηρεμίας

Σχέση ενέργειας-ορμής: $E^2 = p^2c^2 + m^2c^4$

όπου εδώ: $E = T + mc^2$ T : η κινητική ενέργεια

Αν $(v/c)^2 \ll 1$ η σχέση γίνεται $T = p^2/2m$

Τάξεις μεγέθους κι αριθμοί που πρέπει να θυμάστε :

$$1 \text{ eV} = 1.6 \times 10^{-12} \text{ erg} \approx 10^{-12} \text{ erg}$$

$$1 \text{ \AA} = 10^{-8} \text{ cm}$$

$$\text{Μάζα ηλεκτρονίου:} \quad m_e \approx 10^{-27} \text{ gr}$$

$$\text{Ενέργεια ηρεμίας ηλεκτρονίου:} \quad E = m_e c^2 \approx 0.5 \text{ MeV}$$

$$\text{Μάζα πρωτονίου:} \quad m_p = 1843 m_e \approx 2000 m_e \approx 10^{-24} \text{ gr}$$

$$\text{Ενέργεια ηρεμίας πρωτονίου:} \quad E = m_p c^2 \approx 1 \text{ GeV}$$

$$\text{Ταχύτητα του φωτός στο κενό:} \quad c = 3 \times 10^{10} \text{ cm/sec}$$

$$\text{Σταθερά του Planck:} \quad \hbar = h/2\pi = 1.05 \times 10^{-27} \text{ erg sec}$$

$$\text{Σταθερά Boltzmann:} \quad (k_B T)_{300\text{K}} \approx 1/40 \text{ eV}$$

$$\text{Ενέργεια φωτονίου με } \lambda = 12000 \text{ \AA:} \quad 1 \text{ eV}$$

$$\text{Μήκη κύματος του ορατού φωτός:} \quad \lambda = 4000 \text{ \AA} \text{ έως } 7500 \text{ \AA}$$

$$\text{Ενέργειες του ορατού φωτός:} \quad \varepsilon = 1.8 \text{ eV} \text{ έως } 3 \text{ eV}$$

$$\text{Ακτίνα του Bohr:} \quad a_o = \hbar^2/m_e e^2 \approx 0.5 \text{ \AA}$$

$$\text{Σταθερά λεπτής υφής:} \quad \alpha = e^2/\hbar c = 1/137$$

$$\text{Έργο ιονισμού του ατόμου του Υδρογόνου:} \quad W_I = \frac{m_e e^4}{2\hbar^2} = 13.6 \text{ eV}$$