

Θέμα 1

1. Ένας επιβάτης σε ένα ενδοπλανητικό λεωφορείο κοιμάται επί 5 min σύμφωνα με το ρολόι του. Αν το λεωφορείο διατηρεί ταχύτητα $v=0.99c$ δια μέσου του ηλιακού συστήματος, πόσο διαρκεί ο ύπνος του επιβάτη σύμφωνα με τους παρατηρητές στους πλανήτες. (1.25 μονάδες)
2. Ένα υπέρ- σχετικιστικό ηλεκτρόνιο κινείται με ταχύτητα κοντά στην ταχύτητα του φωτός και ενέργεια 100 MeV. Πόση είναι η ορμή του σε MeV/c και σε kg m/s; Πόση είναι η ορμή ενός φωτονίου με την ίδια ενέργεια; (1.25 μονάδες)

Θέμα 2

1. Γράψτε μια μικρή (το πολύ 15 σειρές) περίληψη για:
 - α) Ποιοι ήταν οι λόγοι που δημιούργησαν την ανάγκη για την θεωρία της ειδικής σχετικότητας του A. Einstein.
 - β) Ποια είναι αξιώματα της ειδικής σχετικότητας όπως ορίστηκαν από τον από τον A. Einstein.
 - γ) Δώστε δυο από τις βασικές προβλέψεις της θεωρίας αυτής.
 - δ) Δώστε ένα πειραματικό παράδειγμα που επαληθεύει τη θεωρία της ειδικής σχετικότητας. (1.00 μονάδα)
2. Σύμφωνα με την ειδική σκεπτικότητα η ολική ενέργεια ενός σώματος δίδεται από την σχέση $E = \gamma mc^2$ όπου m και c είναι η μάζα του σώματος και η ταχύτητα του φωτός και $\gamma = 1/\sqrt{1-V^2/c^2} = 1/\sqrt{1-\beta^2}$ και V η ταχύτητα του σώματος. Θεωρήστε ένα πρωτόνιο το οποίο έχει μάζα ηρεμίας $m_p c^2 = 938 \text{ MeV}$ και κινείται με ταχύτητα $V = 0.1c$.
 - α) Χρησιμοποιήστε την διωνυμική σειρά και δείξτε ότι η ολική ενέργεια του πρωτονίου με ακρίβεια της τάξης του $\sim \beta^4$ δίνεται από τη σχέση:

$$E \approx mc^2 + mc^2 \frac{\beta^2}{2} + \frac{3}{8} mc^2 \beta^4$$
 (0.5 μονάδες)
 - β) Υπολογίστε την ολική και κινητική ενέργεια του πρωτονίου σε MeV. (0.5 μονάδες)
 - γ) Εξηγήστε τη φυσική σημασία που έχει ο κάθε ένας από τους τρεις όρους που συνεισφέρουν στην ολική ενέργεια του πρωτονίου. (0.5 μονάδες)

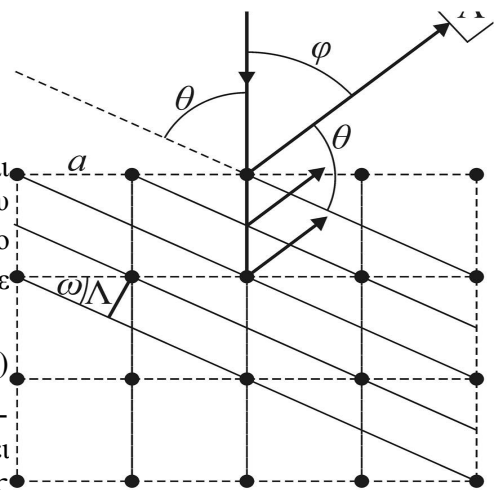
Θέμα 3

(α) Δέσμη ακτίνων X προσπίπτει σε κρύσταλλο Ni και παρατηρείται περίθλαση Bragg. Στο διπλανό σχήμα, η πλευρά του κρυστάλλου είναι $a=0.215 \text{ nm}$ και η γωνία $\omega=25^\circ$. Εάν το πρώτο μέγιστο περίθλασης ($n=1$) παρατηρείται στη γωνία $\varphi=50^\circ$, βρείτε το μήκος κύματος των ακτίνων X.

(1.0 μονάδα)

(β) Ποια θα πρέπει να είναι η κινητική ενέργεια μιας δέσμης μη-σχετικιστικών ηλεκτρονίων (εκφρασμένη σε eV) που προσπίπτει στον ίδιο κρύσταλλο και παράγει τον ίδιο σχηματισμό περίθλασης Bragg;

(1.5 μονάδες)



Θέμα 4

1. Η κυματοσυνάρτηση $\Psi(x)$ ενός σωματίου που βρίσκεται στην κατάσταση με τη χαμηλότερη ενέργεια σε ένα μονοδιάστατο κουτί πλάτους $L = a$ δίνεται από τη σχέση $\Psi(x) = \sqrt{2/a} \sin(\pi x/a)$

α) Σχεδιάστε ποιοτικά την $\Psi(x)$ και $|\Psi(x)|^2$. (0.5 μονάδες)

β) Σε ποια απόσταση x έχουμε τη μεγαλύτερη πιθανότητα να βρούμε το σωματίο; (0.5 μονάδες)

γ) Σε ποιο σημείο η πιθανότητα να βρούμε το σωματίο γίνεται το μισό της μέγιστης πιθανότητας; (0.5 μονάδες)

2. Αναφέρατε φαινόμενα που καταδεικνύουν την σωματιδιακή υφή του φωτός και αναπτύξατε με συντομία ένα από αυτά. (1.0 μονάδα)

ΤΥΠΟΛΟΓΙΟ

$$(1+x)^N = \sum_{i=0}^N \left(\frac{N!}{i!(N-i)!} \right) x^i \quad E = \sqrt{(pc)^2 + m^2 c^4}$$

$$p = h/\lambda \quad K = mv^2/2 \text{ (μη-σχετικιστική)} \quad 2\lambda \sin \theta_n = n\lambda$$

$$\hbar = 1.054 \times 10^{-34} \text{ Js}, \quad \hbar = h/2\pi, \quad c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}, \quad m_e = 9.11 \times 10^{-31} \text{ Kgr}, \quad e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ Cb}$$