



ΘΕΜΑ: ΕΙΔΙΚΗ ΣΧΕΤΙΚΟΤΗΤΑ
 ΕΞΑΜΗΝΟ: 2^ο
 ΚΟΛΗ ΕΜΦΕ
 ΔΙΑΡΚΕΙΑ: 2 ΩΡΕΣ
 ΠΕΡΙΟΔΟΣ ΙΟΥΝΙΟΥ 2018

Θέμα 1 (2 μονάδες):

I) Δύο διαστημόπλοια Α και Β με ίδιο μήκος ηρεμίας L_0 , πλησιάζουν από αντίθετες κατευθύνσεις τη Γη με ταχύτητες $\pm c/2$. Πόσο είναι το μήκος του διαστημοπλοίου Α, για ένα παρατηρητή στο διαστημόπλοιο;

II) Ένα σώμα με ταχύτητα u τετραπλασιάζει την ορμή του όταν διπλασιάσει την ταχύτητα του. Ποιός είναι η ταχύτητα του σε μονάδες c , δηλ., ποιός είναι ο λόγος u/c ;

Θέμα 2 (2 μονάδες):

Θεωρήστε δύο σωματίδια με τετραορμές p_1^μ, p_2^μ τα οποία αλληλεπιδρούν και δίνουν σωματίδια με τετραορμές p_3^μ, p_4^μ . Οι μεταβλητές Mandelstam ορίζονται ως

$$\begin{aligned} s &= (p_1 + p_2)^2 = (p_3 + p_4)^2 \\ t &= (p_1 - p_3)^2 = (p_2 - p_4)^2 \\ u &= (p_1 - p_4)^2 = (p_2 - p_3)^2. \end{aligned} \quad (1)$$

A) Να δείξετε ότι ισχύει

$$s + t + u = -m_1^2 - m_2^2 - m_3^2 - m_4^2. \quad (2)$$

B) Ποιά είναι η έκφραση των μεταβλητών Mandelstam στο σχετικιστικό όριο ($m_i^2 \ll p_i^2$). Υπόδειξη: Ισχύει $p_i^2 = p_i^\mu p_{i\mu} = -m_i^2$, $i = 1, \dots, 4$.

Θέμα 3 (3 μονάδες):

Ηλεκτρόνια επιταχύνονται σε γραμμικό επιταχυντή κατά μήκος του άξονα x , σε σταθερό ηλεκτρικό πεδίο $E = E\hat{x}$ κατά μήκος του επιταχυντή. Αν η εξίσωση κίνησης ενός ηλεκτρονίου μάζας m είναι

$$\frac{dp^x}{dt} = eE, \quad \frac{dp^y}{dt} = 0, \quad \frac{dp^z}{dt} = 0, \quad (3)$$

βρείτε τη θέση του $x(t)$ ως συνάρτηση του χρόνου, θεωρώντας ότι το ηλεκτρόνιο ξεκινά από κατάσταση ηρεμίας. Δίνετε ότι $\int da/\sqrt{1+a^2} = \sqrt{1+a^2}$.

Θέμα 4 (3 μονάδες): Σύστημα αναφοράς Σ' κινείται με ταχύτητα $\vec{v} = v\hat{x}$ ως προς σύστημα αναφοράς Σ κατά μήκος του άξονα x . Εάν ένα σωματίδιο κινείται με ταχύτητα μέτρου u στο επίπεδο xy του συστήματος Σ και σε μία κατεύθυνση που σχηματίζει γωνία θ με τον άξονα x (Σχήμα 1.), δείξτε ότι σχηματίζει γωνία θ' με τον άξονα x' του Σ' που δίνεται από την σχέση

$$\tan \theta' = \sin \theta \frac{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}{\cos \theta - \frac{v}{u}}. \quad (4)$$