



ΜΑΘΗΜΑ: ΕΙΔΙΚΗ ΣΧΕΤΙΚΟΤΗΤΑ

ΕΞΑΜΗΝΟ: 2<sup>ο</sup>

ΣΧΟΛΗ ΕΜΦΕ

ΔΙΑΡΚΕΙΑ: 2<sup>1/2</sup> ΩΡΕΣ

~~Θέμα 1 (1.5 μονάδα):~~

Δύο όμοιοι πύραυλοι με μήκος ηρεμίας  $L_0$ , πλησιάζουν τη Γη από αντίθετες κατευθύνσεις με ταχύτητες  $\pm c/2$ . Πόσο μήκος έχει ο κάθε πύραυλος στο σύστημα αναφοράς του άλλου;

~~Θέμα 2 (1 μονάδα):~~

Αποδείξτε ότι ένα φωτόνιο δεν μπορεί να διασπαστεί σε ένα ηλεκτρόνιο και ένα ποζιτρόνιο. Υπόδειξη: Δείξτε ότι αυτή η διάσπαση, αν και επιτρέπεται από την αρχή διατήρησης φορτίου, απαγορεύεται κινηματικά.

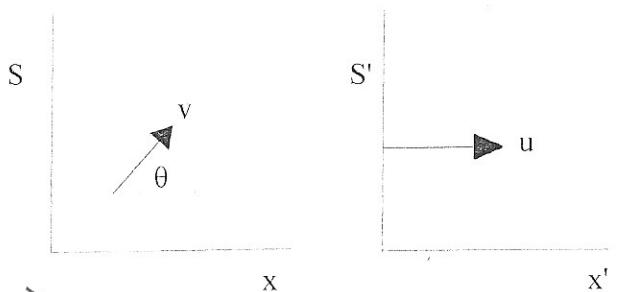
~~Θέμα 3 (1 μονάδα):~~

Ένα σώμα με αρχική ταχύτητα  $v$ , τετραπλασιάζει την ορμή του όταν διπλασιάσει την ταχύτητα του. Να υπολογιστεί η αρχική ταχύτητα του σε μονάδες  $c$ , δηλαδή να υπολογιστεί το  $v/c$ .

~~Θέμα 4 (1 μονάδα):~~ Ακίνητο σωματίδιο μάζας ηρεμίας  $M$  διασπάται σε ένα σωματίδιο μάζας ηρεμίας  $m$  και ένα φωτόνιο. Να βρεθούν οι ενέργειες αυτών των προϊόντων στο σύστημα αναφοράς του αρχικού σωματιδίου.

~~ΘΕΜΑ 5 (1 μονάδα)~~

Ένα σωματίδιο με μάζα ηρεμίας  $m_0$  και ταχύτητα  $\vec{v}$  συγκρούεται με όμοιο ακίνητο σωματίδιο. Τα δύο σωματίδια ενώνονται σε ένα συσσωμάτωμα χωρίς απώλειες ενεργειας και ενεέργεια σύνδεσης. Να βρεθεί η μάζα ηρεμίας και η ορμή του συσσωματώματος.



: ~~ΘΕΜΑ 6 (2μονάδες)~~ : Ένα σωμάτιο κινείται στο επιπέδο  $xy$  του συστήματος  $S$  με ταχύτητα  $v$  και με διεύθυνση που σχηματίζει γωνία  $\theta$  με τον άξονα  $x$ . Δείξτε ότι στο σύστημα  $S'$  που κινείται με ταχύτητα  $u$  ως προς το  $S$ , το σωματίδιο σχηματίζει γωνία  $\theta'$  ως προς τον άξονα  $x'$  που δίνεται από τη σχέση:  

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

~~ΘΕΜΑ 7 (1 μονάδα)~~

Αποδείξτε ότι είναι αδύνατο να συγκρουστεί ένα φωτόνιο με ένα ακίνητο ηλεκτρόνιο και να του δώσει όλη την ενέργεια.

~~Θέμα 8 (2 μονάδες)~~: Ένας οδηγός ισχυρίζεται σε δικαστήριο ότι δεν πέρασε ερυθρό σηματοδότη, γιατί το φώς είχε μετατοπιστεί λόγω φαινομένου Doppler και φαινόταν πράσινο. Ο δικαστής που έτυχε να γνωρίζει το φαινόμενο, μετά από ένα σύντομο υπολογισμό, έδωσε πρόστιμο στον οδηγό για υπερβολική ταχύτητα. Ποια ήταν η ταχύτητα του οδηγού για να ισχύει ο ισχυρισμός του; Δίνονται:  $\lambda_{ερυθρού} = 650nm$ ,  $\lambda_{πρασινού} = 500nm$ .

## Τυπολόγιο

### Σχετικιστική Κινηματική:

Μετασχηματισμός της θέσης: Αν ένα σύστημα αναφοράς  $S'$  κινείται με ταχύτητα  $V$  ως προς ένα σύστημα αναφοράς  $S$ , και οι άξονες των δύο συστημάτων συμπίπτουν όταν  $t = t' = 0$ , τότε:

$$x' = \gamma(x - Vt) \quad y' = y \quad z' = z \quad t' = \gamma\left(t - \frac{V}{c^2}x\right) \quad \text{όπου} \quad \beta = \frac{V}{c} \quad \gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \beta^2}}.$$

Συστολή του μήκους:  $\Delta l = \Delta l_0 / \gamma$  ( $\Delta l_0$  = μήκος ηρεμίας)

Διαστολή του χρόνου:  $\Delta t = \gamma \Delta t_0$  ( $\Delta t_0$  = ιδιοχρόνος)

$$\underline{\text{Μετασχηματισμός της ταχύτητας:}} \quad v'_x = \frac{v_x - V}{1 - \frac{v_x V}{c^2}}, \quad v'_y = \frac{v_y}{\gamma\left(1 - \frac{v_x V}{c^2}\right)}, \quad v'_z = \frac{v_z}{\gamma\left(1 - \frac{v_x V}{c^2}\right)}.$$

Φαινόμενο Doppler: Για πηγή που απομακρύνεται από τον παρατηρητή με ταχύτητα  $V = \beta c$ , πάνω στην ευθεία που τους ενώνει, είναι  $f = f_0 \sqrt{\frac{1-\beta}{1+\beta}}$ .

### Σχετικιστική Δυναμική:

$$m_0 = m(0) \quad m = m(v) = \gamma m_0 \quad \text{όπου} \quad \gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - (v/c)^2}}, \quad v = \text{ταχύτητα του σωματιδίου}$$

$$\vec{p} = m\vec{v} = \gamma m_0 \vec{v} \quad E = mc^2 = \gamma m_0 c^2 \quad E^2 = m_0^2 c^4 + \vec{p}^2 c^2$$

$$\text{Για φωτόνια:} \quad E = hf = \frac{hc}{\lambda} \quad E = pc$$

$$\underline{\text{Μετασχηματισμός ορμής-ενέργειας:}} \quad p'_x = \gamma\left(p_x - VE/c^2\right) \quad p'_y = p_y \quad p'_z = p_z \quad E' = \gamma(E - Vp_x)$$

$$\underline{\text{Ισοδυναμία μάζας-ενέργειας:}} \quad \Delta E = \Delta m c^2$$

### Ηλεκτρομαγνητισμός:

Μετασχηματισμός του ηλεκτρομαγνητικού πεδίου:

$$E'_x = E_x \quad E'_y = \gamma\left(E_y - VB_z\right) \quad E'_z = \gamma\left(E_z + VB_y\right)$$

$$B'_x = B_x \quad B'_y = \gamma\left(B_y + VE_z/c^2\right) \quad B'_z = \gamma\left(B_z - VE_y/c^2\right)$$