

**ΤΜΗΜΑ ΦΥΣΙΚΗΣ**

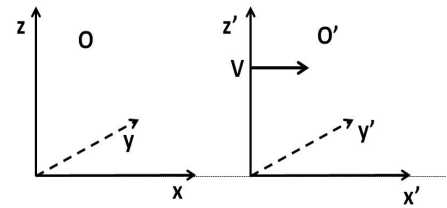
Διδάσκοντες: Κ. Φουντάς, Σ. Κοέν

**“ΣΥΓΧΡΟΝΗ ΦΥΣΙΚΗ Ι”**

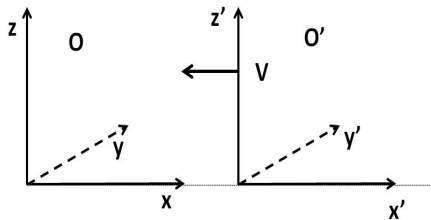
12 – 9 – 2012

**Θέμα 1<sup>ο</sup>:** Όταν ένα αδρανειακό σύστημα  $O'$  κινείται με ταχύτητα  $V$  σε σχέση με αδρανειακό σύστημα  $O$  και η ταχύτητα  $V$  είναι στη διεύθυνση των αξόνων  $x-x'$ , τότε ο μετασχηματισμός Lorentz που μετασχηματίζει τις μεταβλητές χρόνου και χώρου από το  $O$  στο  $O'$  δίνεται από:

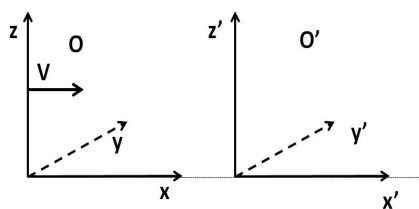
$$\begin{aligned} ct' &= \gamma(ct - \beta x) \\ x' &= \gamma(x - \beta ct) \\ y' &= y \\ z' &= z \end{aligned}$$



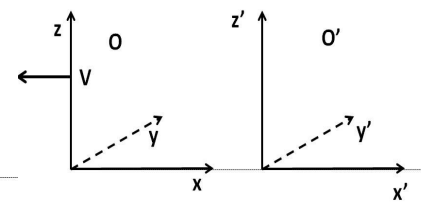
όπου  $\beta = V/c$ ,  $\gamma = 1/\sqrt{1-\beta^2}$  και  $c$  είναι η ταχύτητα του φωτός στο κενό, υπό την προϋπόθεση ότι την χρονική στιγμή  $t = t'$  τα δύο αδρανειακά συστήματα ταυτίζονται. Διατυπώστε τους μετασχηματισμούς Lorentz που μετασχηματίζουν τις μεταβλητές χρόνου και χώρου από το  $O$  στο  $O'$  για τις ακόλουθες τρεις περιπτώσεις και αιτιολογήστε την απάντησή σας:



(α)

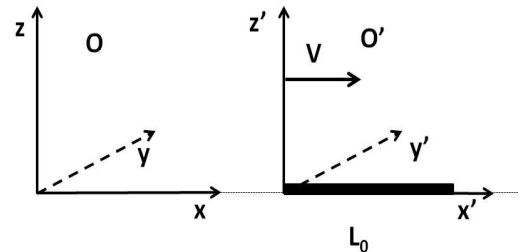


(β)



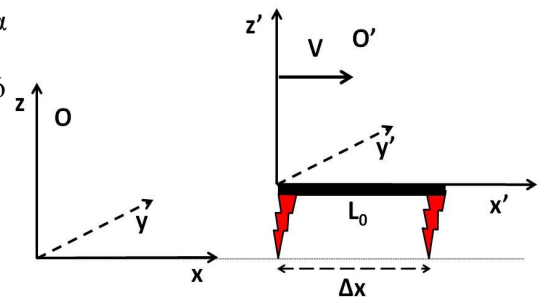
(γ) [6 μονάδες]

(δ) Ράβδος μήκους  $L_0$  κινείται με ταχύτητα  $V$  στην διεύθυνση του θετικού άξονα  $x$  αδρανειακού συστήματος  $O$  όπως φαίνεται στο διπλανό σχήμα. (1) Δώστε το ορισμό της μέτρησης μήκους και (2) Χρησιμοποιώντας τους μετασχηματισμούς Lorentz αποδείξτε την σχέση της συστολής του μήκους της ειδικής θεωρίας της σχετικότητας.



[6 μονάδες]

(ε) Ας υποθέσουμε ότι η ράβδος του (δ) είναι εφοδιασμένη με ηλεκτρονικό σύστημα το οποίο εκπέμπει σπινθήρες ταυτόχρονα από τα άκρα της ράβδου. Οι σπινθήρες κινούνται στην κατεύθυνση του αρνητικού άξονα  $z$  όπως φαίνεται στο διπλανό σχήμα και αφήνουν ίχνη πάνω σε χάρακα απείρου μήκους πάνω στον άξονα  $x$  του  $O$  τα οποία απέχουν μεταξύ τους κατά  $\Delta x$ . Η απόσταση μεταξύ των αξόνων  $x$  και  $x'$  θεωρείται αμελητέα όπως και στο (δ). (1) Χρησιμοποιώντας τους μετασχηματισμούς Lorentz υπολογίστε την απόσταση  $\Delta x$ . (2) Γιατί το αποτέλεσμα σας είναι διαφορετικό από αυτό που υπολογίσατε στο (δ) ;



[4 μονάδες]

(ζ) Ένας κύβος έχει όγκο  $10 \text{ cm}^3$ , όπως μετράται από παρατηρητή που βρίσκεται σε ηρεμία σε σχέση με τον κύβο. Δεύτερος παρατηρητής (ευρισκόμενος σε ηρεμία στο σύστημα  $O'$  κινείται με ταχύτητα  $0.9c$  σε σχέση με τον πρώτο κατά τη διεύθυνση μιας από τις ακμές του κύβου. Υπολογίστε τον όγκο που βλέπει ο δεύτερος παρατηρητής.

[4 μονάδες]

**Θέμα 2°:** Μία δέσμη θετικά φορτισμένων καονίων  $K^+$  με ορμή ίση με  $p = \sqrt{3}m_{K^+}c$ , διαπερνά δύο μετρητές φορτισμένων σωματιδίων (counters) οι οποίοι βρίσκονται σε απόσταση  $D = 9m$ . Όπου  $m_{K^+}$  είναι η μάζα του  $K^+$  και  $c$  η ταχύτητα του φωτός στο κενό. Η δέσμη δεν χάνει ταχύτητα όταν διαπερνά τους μετρητές. Ο πρώτος μετρητής μετρά 1000 σωματίδια και ο δεύτερος 250 σωματίδια. Η διαφορά αποδίδεται στις διασπάσεις των καονίων στην πορεία τους από τον ένα μετρητή στον άλλο.

- (1) Υπολογίστε το γινόμενο  $\beta\gamma$ . [4 μονάδες]
- (2) Δείξτε ότι  $\beta^2\gamma^2 + 1 = \gamma^2$ . [8 μονάδες]
- (3) Υπολογίστε το μέσο χρόνο ζωής του  $K^+$ . [8 μονάδες]

Ο νόμος των ραδιενεργών διασπάσεων δίνεται από την σχέση  $N(t) = N(0)\exp(-t/\tau)$  όπου  $\tau$  είναι ο μέσος χρόνος ζωής του σωματιδίου στο αδρανειακό σύστημα του σωματιδίου. Η σχετικιστική ορμή είναι  $p = m\beta\gamma c$ .

**Θέμα 3°:** Σε πείραμα μελέτης του φωτοηλεκτρικού φαινομένου, επιφάνεια του μετάλλου Li φωτίζεται με ορατή ακτινοβολία μήκους κύματος  $\lambda = 500.5nm$ .

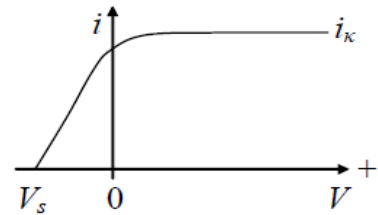
(α) Δείξτε ότι  $1 eV = 1.6 \times 10^{-19} J$ . [5 μονάδες]

(β) Εάν η τάση αποκοπής είναι  $|V_s| = 0.18 Volt$ , ποιο είναι το έργο εξαγωγής  $\Phi$  του Li. [10 μονάδες]

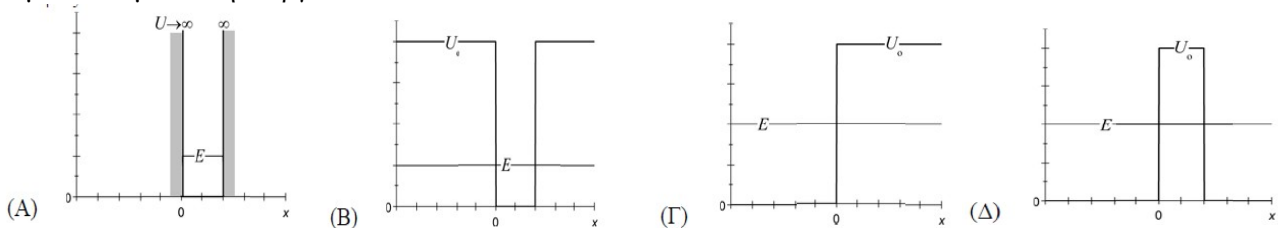
(γ) Η επιφάνεια του μετάλλου είναι  $S = 2 cm^2$  και η ένταση της φωτεινής πηγής είναι  $I = 5 mW/cm^2$ . Εκφράστε την ισχύ της προσπίπτουσας ακτινοβολίας πάνω στο μέταλλο ως αριθμό φωτονίων ανά μονάδα χρόνου. [10 μονάδες]

(δ) Έστω ότι το κάθε προσπίπτον φωτόνιο εξάγει πάντα ένα ηλεκτρόνιο. Υπολογίστε το ρεύμα κόρου  $i_k$  εκφρασμένο σε Amperes. [5 μονάδες]

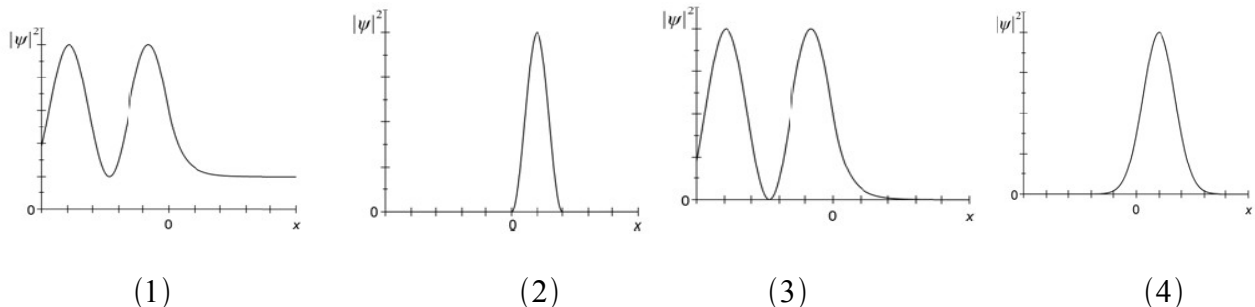
Δίδονται ότι  $e = 1.6 \times 10^{-19} C$ ,  $h = 6.62 \times 10^{-34} J \cdot s$ ,  $\hbar c = 197.3 MeV fm$  και  $c = 3 \times 10^8 m/s$ .



**Θέμα 4°:** Τα παρακάτω διαγράμματα (Α-Δ) δείχνουν τέσσερις μορφές δυναμικής ενέργειας  $U(x)$  ενός σωματιδίου με ολική ενέργεια  $E$ .



Τα διαγράμματα (1-4) που ακολουθούν παριστάνουν τετράγωνα κυματοσυναρτήσεων τα οποία αποτελούν λύσεις της εξίσωσης του Schöndinger για τις δυναμικές ενέργειες (Α-Δ).



Σε όλα τα διαγράμματα η κλίμακα του άξονα  $x$  είναι η ίδια. Αντιστοιχίστε αιτιολογημένα τα διαγράμματα (Α-Δ) με τα διαγράμματα (1-4). [4 x 7.5 μονάδες]

**ΚΑΛΗ ΕΠΙΤΥΧΙΑ**