



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΡΗΤΗΣ

Εισαγωγή στη Σύγχρονη Φυσική II

Θ. Ν. Τομαράς

Τμήμα Φυσικής

1. Ξεκινώντας από τους τύπους της ενέργειας και της ορμής σώματος μάζας m που κινείται στην κατεύθυνση του άξονα των x με ταχύτητα v , να αποδείξετε τους τύπους για την ενέργεια E' και την ορμή p'_x ως προς παρατηρητή με σχετική ταχύτητα V , επίσης στην κατεύθυνση x ως προς τον αρχικό. Να δείξετε ότι οι ποσότητες (E, cp_x) μετασχηματίζονται κάτω από μετασχηματισμούς Lorentz όπως ακριβώς οι (ct, x) , ήτοι

$$E' = \frac{E - (V/c)cp_x}{\sqrt{1 - V^2/c^2}}, \quad cp'_x = \frac{cp_x - (V/c)E}{\sqrt{1 - V^2/c^2}}. \quad (1)$$

2. Ηλεκτρόνιο μάζας m και ηλεκτρικού φορτίου q αφήνεται από τη θέση $x=0$ και με αρχική ταχύτητα $v=0$ μέσα σε γραμμικό επιταχυντή με ομογενές και σταθερό ηλεκτρικό πεδίο έντασης E με $qE/m = w = \text{σταθερά}$. (α) Να υπολογισθεί και να σχεδιαστεί η επιτάχυνσή του $a(t)$. Σχολιάστε τα βασικά χαρακτηριστικά της καμπύλης που σχεδιάσατε. Πώς συμπεριφέρεται για μικρούς χρόνους και πώς για μεγάλους; (β) Να χρησιμοποιήσετε τον τύπο μετασχηματισμού της επιτάχυνσης για να υπολογίσετε την επιτάχυνση του φορτίου ως προς το σύστημα ηρεμίας του. (γ) Να υπολογίσετε την κινητική ενέργεια του φορτίου στη θέση $x=L/2$, τόσο ως προς το σύστημα ηρεμίας του, όσο και ως προς το σύστημα του εργαστηρίου.

3. Δύο σωματίδια με μάζες m_1 και m_2 αντίστοιχα, έχουν ενέργειες και ορμές (E_1, \mathbf{p}_1) και (E_2, \mathbf{p}_2) . (α) Να υπολογίσετε συναρτήσει αυτών την ενέργεια του κέντρου μάζας E_{cm} του συστήματος των δύο μαζών. (β) Να υπολογίσετε την ταχύτητα του συστήματος ΚΜ ως προς το αρχικό. (γ) Να γενικεύσετε τα παραπάνω ερωτήματα για N σώματα.

4. Ένα πiónιο π^0 με μάζα $= 140 MeV/c^2$ και ορμή $P=280 MeV/c$ διασπάται σε δύο φωτόνια $\pi^0 \rightarrow \gamma + \gamma$, που σχηματίζουν την ίδια γωνία θ με την αρχική κατεύθυνση του πιονίου. Να υπολογίσετε (α) την ταχύτητα του πιονίου, (β) τη συχνότητα του κάθε φωτονίου και (γ) τη γωνία θ .

5. Δύο παρατηρητές Σ1 και Σ2 με σχετική ταχύτητα $V=0.5 c$ στην κατεύθυνση του κοινού άξονα των z έχουν ρυθμίσει τα ρολόγια τους να δείχνουν $t_1 = t_2 = 0$ τη στιγμή που συμπίπτουν οι αρχές των αξόνων τους $z_1 = z_2 = 0$. Οι Σ1 και Σ2 παρακολουθούν τη κίνηση ενός σώματος. Σύμφωνα με τον Σ1 το σώμα κατά τη χρονική στιγμή $t_1 = 1 \text{ sec}$ βρίσκεται στη θέση $(x_1 = 10^8 m, y_1 = 40 m, z_1 = 2 \times 10^8 m)$. Τί χωροχρονικές συντεταγμένες για το γεγονός αυτό μετράει ο Σ2;

6. Ταχύνια και αιτιότητα. (α) Σχεδιάστε δύο συστήματα αξόνων, που παριστούν τα συστήματα δύο παρατηρητών Σ και Σ' με σχετική ταχύτητα V και των οποίων οι αρχές των αξόνων συμπίπτουν όταν $t=t'=0$. (β) Σχεδιάστε τον κώνο φωτός φωτεινής δέσμης που εκπέμπεται από το σημείο $(x=0, t=0)$. (γ) Σχεδιάστε την τροχιά υλικού σημείου που δημιουργείται στο σημείο $O=(0,0)$, κινείται με σταθερή ταχύτητα και εξαφανίζεται στο σημείο $A = (x_A, t_A)$. (δ) Θεωρήστε σωματίο που μπορεί να κινηθεί με ταχύτητα μεγαλύτερη αυτής του φωτός. Δείξτε ότι υπάρχουν αδρανειακοί παρατηρητές, ως προς τους οποίους η εξαφάνιση του σωματίου προηγείται της γέννησής του (Παραβίαση της σχέσης αιτίου - αποτελέσματος)

Σημειώματα

Σημείωμα αναφοράς

Copyright Πανεπιστήμιο Κρήτης, Θ. Ν. Τομαράς, 2014. «Εισαγωγή στη Σύγχρονη Φυσική II». Έκδοση: 1.0. Ηράκλειο 2014. Διαθέσιμο από τη δικτυακή διεύθυνση: <https://opencourses.uoc.gr>.

Σημείωμα Αδειοδότησης

Το παρόν υλικό διατίθεται με τους όρους της άδειας χρήσης Creative Commons Αναφορά, Μη Εμπορική Χρήση, Όχι Παράγωγο Έργο 4.0 [1] ή μεταγενέστερη, Διεθνής Έκδοση. Εξαιρούνται τα αυτοτελή έργα τρίτων π.χ. φωτογραφίες, διαγράμματα κ.λ.π., τα οποία εμπεριέχονται σε αυτό και τα οποία αναφέρονται μαζί με τους όρους χρήσης τους στο «Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων».



[1] <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

Ως **Μη Εμπορική** ορίζεται η χρήση:

- που δεν περιλαμβάνει άμεσο ή έμμεσο οικονομικό όφελος από την χρήση του έργου, για το διανομέα του έργου και αδειοδόχο
- που δεν περιλαμβάνει οικονομική συναλλαγή ως προϋπόθεση για τη χρήση ή πρόσβαση στο έργο
- που δεν προσπορίζει στο διανομέα του έργου και αδειοδόχο έμμεσο οικονομικό όφελος (π.χ. διαφημίσεις) από την προβολή του έργου σε διαδικτυακό τόπο

Ο δικαιούχος μπορεί να παρέχει στον αδειοδόχο ξεχωριστή άδεια να χρησιμοποιεί το έργο για εμπορική χρήση, εφόσον αυτό του ζητηθεί.

Διατήρηση Σημειωμάτων

Οποιαδήποτε αναπαραγωγή ή διασκευή του υλικού θα πρέπει να συμπεριλαμβάνει:

- το Σημείωμα Αναφοράς
- το Σημείωμα Αδειοδότησης
- τη δήλωση Διατήρησης Σημειωμάτων
- το Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (εφόσον υπάρχει)

μαζί με τους συνοδευόμενους υπερσυνδέσμους.

Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στα πλαίσια του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο Πανεπιστήμιο Κρήτης» έχει χρηματοδοτήσει μόνο τη αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.
- Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.

