

ΦΥΣ 331 – Φυσική Στοιχειωδών Σωματιδίων

Εργασία 7^η

Επιστροφή: Παρασκευή 02.12.22

1. Είδαμε ότι χρησιμοποιώντας τη συνάρτηση δ του Dirac είναι ένας καλός τρόπος για να εφαρμόσουμε περιορισμούς (διατήρηση ενέργειας και ορμής). Χρησιμοποιήστε το ακόλουθο παράδειγμα για να δουλέψετε. Η ποσότητα x κατανέμεται σύμφωνα με $f(x) = 1$ για τιμές του x στο διάστημα $0 < x < 1$ ενώ είναι 0 οπουδήποτε αλλού. Θεωρήστε ότι η ποσότητα y είναι κατανεμημένη σύμφωνα με τη σχέση $g(y) = 2y$ για y στο διάστημα $0 < y < 1$ και είναι 0 για οποιαδήποτε άλλη τιμή του y . Βρείτε πως κατανέμεται η ποσότητα $z = x + y$. Μπορείτε να το προσδιορίσετε λύνοντας την εξίσωση:

$$h(z) = \int dx f(x) \int dy g(y) \delta(z - (x + y))$$

όπου τα ολοκληρώματα είναι ως όλες τις τιμές του x και του y και η δ -συνάρτηση εφαρμόζει την σχέση μεταξύ των x , y και z .

2. Θεωρήστε την ελαστική σκέδαση $A + B \rightarrow A + B$ στο σύστημα αναφοράς του εργαστηρίου (το σωματίδιο B είναι αρχικά ακίνητο) και υποθέστε ότι η αρχική ενέργεια E_1 του εισερχόμενου σωματιδίου A ικανοποιεί την εξίσωση $E_1 \ll m_B$ έτσι ώστε η ανάκρουση του στόχου μπορεί να αγνοηθεί. Θεωρήστε το μοντέλο ABC για τα παρακάτω.

(α) Χρησιμοποιήστε τον χρυσό κανόνα Fermi για σκέδαση, για να δείξετε ότι η διαφορική ενεργός διατομή δίνεται από τη σχέση:

$$\frac{d\sigma}{d\Omega} = \frac{|\mathcal{M}|^2}{(8\pi m_B)^2}$$

(β) Σχεδιάστε τα διαγράμματα χαμηλότερης τάξης για τη σκέδαση αυτή.

(γ) Υπολογίστε το πλάτος διάσπασης χρησιμοποιώντας τα κανόνες Feynman για το απλό μοντέλο ABC. Εκφράστε τα αποτελέσματά σας συναρτήσει των μεταβλητών Mandelstam s , t και u , όπου $s = (p_1 + p_2)^2$, $t = (p_1 - p_3)^2$ και $u = (p_1 - p_4)^2$.

(δ) Συνδυάστε τα αποτελέσματά σας από τα προηγούμενα τρία ερωτήματα για να βρείτε την διαφορική ενεργό διατομή (στο όριο $E_1 \ll m_B$ και υποθέτοντας ότι m_A και m_C είναι πάρα πολύ μικρές σε σχέση με την μάζα του B , m_B).

(ε) Δείξτε ότι η ολική ενεργός διατομή με την συνθήκη που τέθηκε στο υπο-ερώτημα (δ) είναι:

$$\sigma = \frac{g^4}{4\pi m_B^6}$$

3. Ένα σωματίδιο σε 3-διαστάσεις, με μάζα m , ορμή p και φορτίο q , σκεδάζεται από ένα δυναμικό της μορφής $V(r) = Zqe^{-\frac{r^2}{2a^2}}$. Ποια η διαφορική ενεργός διατομή $\frac{d\sigma}{d\Omega}$; (Μπορείτε να αφήσετε το αποτέλεσμά σας στο δύσκολο ολοκλήρωμα που καταλήγετε μετά τις πράξεις σας).
4. Υπολογίστε την διαφορική ενεργό διατομή $\frac{d\sigma}{d\Omega}$ συναρτήσει της γωνίας θ , στο σύστημα αναφοράς του κέντρου μάζας στο μοντέλο ABC για την περίπτωση της διεργασίας σκέδασης $A + B \rightarrow A + B$, υποθέτοντας ότι $m_B = m_C$.