

**ΘΕΜΑ 1:** α) Απόδειξη των σχέσεων για το  $\sqrt{s} = E_{CM}$ , για επιταχυντές σταθερού στόχου ( $\sqrt{s} = E_{CM} \approx \sqrt{2 \cdot E_{beam} \cdot M_{target}}$ ), και για επιταχυντές συγκρουόμενων δεσμών ( $\sqrt{s} = E_{CM} \approx 2\sqrt{E_1 \cdot E_2}$ ).

β) Εφαρμογή στις προηγούμενες σχέσεις σε επιταχυντές που συγκρούουν πρωτόνια με:  $E_{beam} = 6.5 \text{ TeV}$ ,  $M_{target} = 1 \text{ GeV}$ , και  $E_1 = E_2 = 6.5 \text{ TeV}$ . Ποιος από τους δύο ανιχνευτές μπορεί να παράγει το  $J/\Psi$  με μάζα  $3.1 \text{ GeV}$ ? Ποιον ανιχνευτή θα προτιμούσες για την παραγωγή του  $J/\Psi$ ?

γ) Τα μίονια παράγοντα στα  $10 \text{ km}$ . Ο χρόνος ζωής ενός μιονίου είναι  $\tau = 2.2 \cdot 10^{-6} \text{ s}$ , και κινείται σχεδόν με την ταχύτητα του φωτός (έστω  $E = 2.1 \text{ GeV}$ ). Να βρεθεί πόση απόσταση ταξιδεύουν αυτά τα μίονια μέχρι να διασπαστούν. Φτάνουν στην επιφάνεια της γης? ( $m_\mu = 105 \text{ MeV}$ )

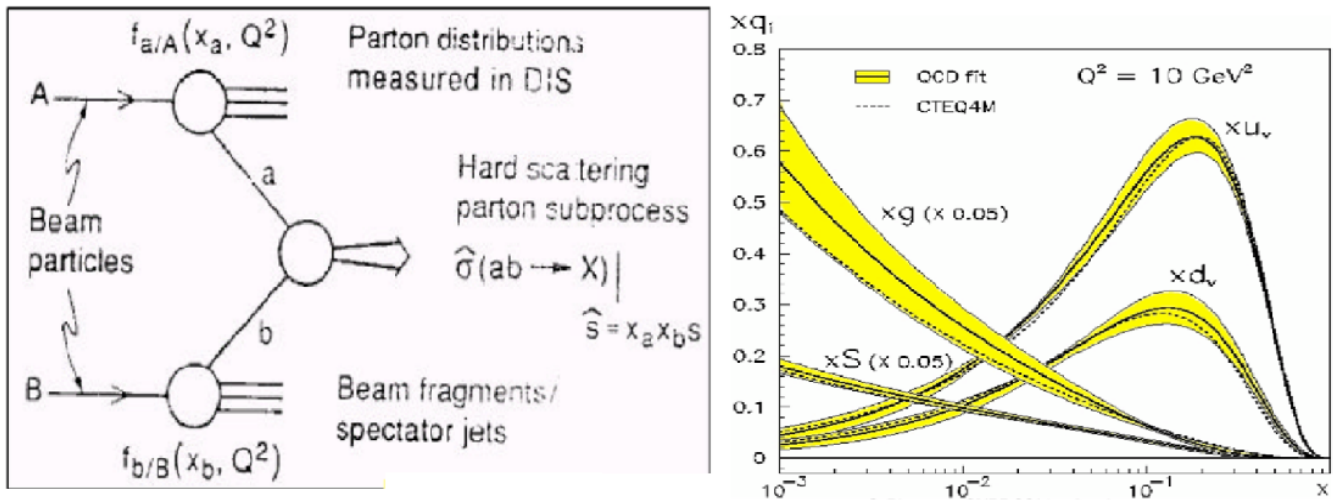
δ) Στην αντίδραση  $p + p \rightarrow p + p + p + \bar{p}$  να βρεθεί η ενέργεια κατωφλιού που πρέπει να έχει η δέσμη σωματιδίων για να πραγματοποιηθεί η αντίδραση, για επιταχυντές σταθερού στόχου, και για επιταχυντές συγκρουόμενων δεσμών.

**ΘΕΜΑ 2:** Δίνεται ότι το βαρυόνιο  $\Sigma$  έχει παραδοξότητα  $-1$ , και ότι το  $K$  είναι το παράδοξο μεσόνιο. Έχουμε τις αντιδράσεις: α)  $\bar{K}^0 + p \rightarrow \Sigma^+ + \pi^0$ , β)  $K^- + p \rightarrow \Sigma^+ + \pi^0$ , γ)  $K^- + p \rightarrow \Sigma^0 + \pi^0$ . Ποιες είναι οι επιτρεπτές καταστάσεις του ισοσπίν στις παραπάνω αλληλεπιδράσεις και ποιος ο λόγος των ενεργών διατομών των αντιδράσεων όταν υπερισχύει μία κατάσταση έναντι των άλλων. (Η εκφώνηση ήταν κάτι τέτοιο, δεν την θυμάμαι αυτολεξεί, θυμάμαι ότι δεν καταλάβαμε τι ζητούσε)

**ΘΕΜΑ 3:** α) Τι είναι τα PDF (Parton Distribution).

β) Τι καταλαβαίνουμε από αυτά τα σχήματα.

(Πάλι στο περίπου η εκφώνηση)

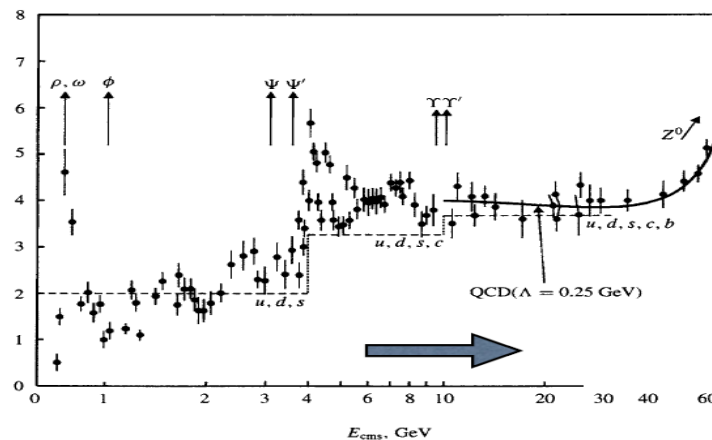
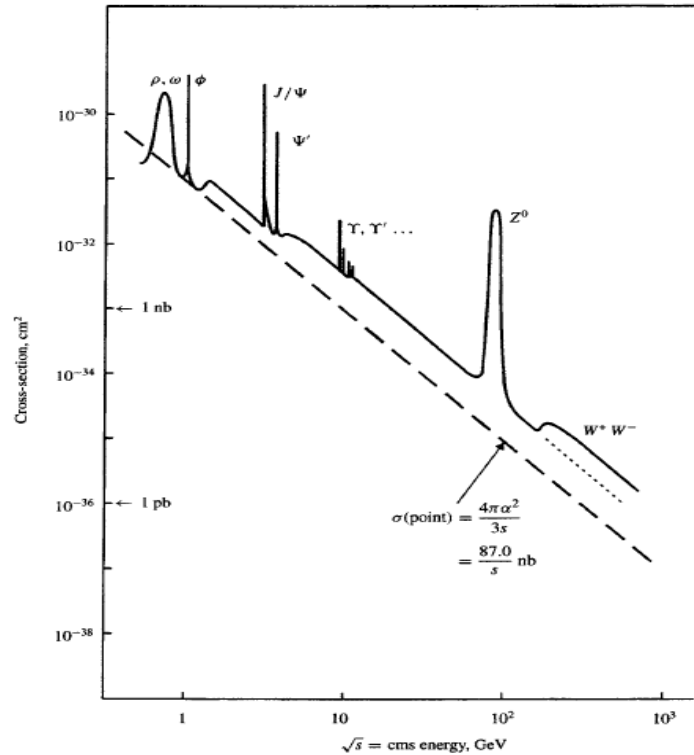


**ΘΕΜΑ 4:** α) Να κάνετε τα διαγράμματα Feynman της σκέδασης  $e^+e^- \rightarrow \mu^+\mu^-$  και  $e^+e^- \rightarrow quarks$ . Εξηγήστε συνοπτικά την εξάρτηση από τα  $\alpha$  και  $s$  στον τύπο της ενεργού διατομής  $\sigma = \frac{4\pi\alpha^2}{3s}$

που φαίνεται στο σχήμα.

β) Σε σύγκρουση  $e^+e^- \rightarrow \mu^+\mu^-$  να βρείτε την γωνιακή κατανομή των μιονίων ως προς τον άξονα της σύγκρουσης. Είναι συμμετρική η κατανομή? Τι λέει το πείραμα?

γ) Να εξηγήσετε τη μορφή του δεύτερου σχήματος. Γιατί εμφανίζονται σκαλοπατία? Να υπολογίσετε την ακριβή τιμή των σκαλοπατιών. Τι συμπεράσματα βγάζετε για το χρώμα και το φορτίο?



**ΘΕΜΑ 5:** α) Για 3 διανυσματικά μεσόνια με γνωστούς τύπους,  $\rho_0 = \frac{1}{\sqrt{2}}(u\bar{u} - d\bar{d})$ ,  $\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{2}}(u\bar{u} + d\bar{d})$ ,  $\phi_0 = s\bar{s}$ , να βρείτε τον λόγο των  $\Gamma$  για αυτά, αν ξέρετε ότι έχουν παραπλήσιες μάζες.

β) Τι συμπέρασμα βγάζετε για τα φορτία των  $J\psi$ , αν  $[\Gamma_{e^+e^-}]_{J\psi} = 5.26 \text{ keV}$  και  $[\Gamma_{e^+e^-}]_Y = 1.32 \text{ keV}$ .

γ) Να κάνετε το διάγραμμα Feynman για την σκέδαση Drell - Yan, όταν πόνια προσκρούουν σε ισοβαθμωτό πυρήνα  $^{12}\text{C}$ . Να υπολογίσετε τον λόγο των ενεργών διατομών των θετικών και των

αρνητικών πιονίων.

**ΘΕΜΑ 6:** α) Ορισμός χρυσού κανόνα Fermi και εξήγηση με λίγα λόγια των όρων που εμφανίζονται. Τι είναι ο παράγοντας φάσεων?

β) Υπολογισμός του λόγου  $R = \frac{\sigma(e^+e^- \rightarrow e^+e^-)}{\sigma(e^+e^- \rightarrow \mu^+\mu^-)}$ , αν η μόνη διαφορά στις δύο αλληλεπιδράσεις είναι ο παράγοντας φάσεων.

γ) Ορισμός ωκύτητας και που χρησιμεύει. Ναδειχθεί ότι για πολύ σχετικιστικά σωματίδια, με μάζα αμελητέα σε σχέση με την εγκάρσια ορμή ( $P_T$ ), η ωκύτητα εξαρτάται μόνο από την γωνία εκπομπής.