

Model kwarkowy, eksperymenty

1. Deuteron to stan związany neutronu i protonu. Deuteron ma spin 1 i dodatnią parzystość. Proszę wytłumaczyć, dlaczego można go znaleźć tylko w stanach 3S_1 oraz 3D_1 .
2. Jakie są możliwe wartości J^P dla układu fermion-antyfermion (np. dla pozytronium, tj. stanu związanego elektron-pozyton), które są w fali S lub P ? Proszę również podać te stany w notacji spektroskopowej.
3. Kwarki u i d mają izospin $I = \frac{1}{2}$ oraz trzecią składową izospinu $I_3 = +\frac{1}{2}$ (kwarki u i \bar{d}) lub $I_3 = -\frac{1}{2}$ (kwarki d i \bar{u}). Jaki całkowity izospin mogą mieć mezony złożone z kwarków u i d ? Odpowiednie współczynniki można otrzymać z tablic współczynników Clebsha-Gordana, analogicznie jak dla spinów. Proszę napisać postaci funkcji falowych tych mezonów i przypisać im fizyczne cząstki z multipletu o 0^- . Pamiętać należy tu o pewnej konwencji*, która powoduje, że funkcja falowa jednego z tych kwarków ma znak przeciwny do funkcji antykwarka.
** zmiana $q \rightarrow \bar{q}$ jest równoważna działaniu operatora parzystości ładunkowej \hat{C} : $\hat{C}|u\rangle = e^{i\phi}|\bar{u}\rangle$. Konwencja Condon-Shortleya oznacza, że przemiany lekkich kwarków mają znaki odpowiednio: $|u\rangle \rightarrow -|\bar{u}\rangle$, $|d\rangle \rightarrow +|\bar{d}\rangle$.*
4. Przekrój czynny na proces $e^-e^+ \rightarrow W^+W^-$ dla $\sqrt{s}=200$ GeV wynosi 17 pb. Zakładając świetlność LEP II na $\mathcal{L} = 10^{32} \text{ cm}^{-2}\text{s}^{-1}$, oblicz liczbę produkowanych przypadków na dzień.
5. Mając na uwadze, że każdy bozon W^\pm może rozpaść się na leptony lub kwarki, oszacuj (dla bardzo dużej liczby par W^+W^-) względne częstości występowania dozwolonych stanów końcowych. Zaproponuj metodę wyznaczenia z tego pomiaru liczby kolorów kwarków.
6. Narysować diagramy - oszacować stosunki pomiędzy częstościami rozpadów:

$$\frac{D^0 \rightarrow K^+K^-}{D^0 \rightarrow K^-\pi^+}$$

$$\frac{D^0 \rightarrow \pi^+\pi^-}{D^0 \rightarrow K^-\pi^+}$$

$$\frac{D^0 \rightarrow K^+\pi^-}{D^0 \rightarrow K^-\pi^+}$$

7. Świetlność LHC planowana była jako: $\mathcal{L} = 2 \times 10^{34} \text{ cm}^{-2}\text{s}^{-1}$ a przekrój czynny na produkcję bozonu Higgsa szacowany jest na 50 fb. Ile trzeba było czekać na pojawienie się pierwszej takiej cząstki?
8. Przy świetlności eksperymentu LHCb $\mathcal{L} = 2 \times 10^{32} \text{ cm}^{-2}\text{s}^{-1}$ zaobserwowano 20 tysięcy przypadków pewnego procesu w ciągu roku zbierania danych (10^7 s). Jaki jest przekrój czynny na ten proces? Ile wynosi tzw. scałkowana świetlność za rok zbierania danych (wyrażona w fb^{-1})?