دانشگاه صنعتی شریف - دانشکده فیزیک

آزمون پایان ترم ذرات بنیادی مقدماتی - یکشنبه ۱۹ خرداد ماه ۱۳۹۸ - ۵ سؤال - وقت: ۱۲۰ دقیقه

امتیاز این آزمون معادل ۱۰ نمره از کل نمره این درس خواهد بود

(a) **لطفاً در پاسخ به تمام سؤالات تمام مراحل عملیاتی خود را با استدلال توضیح دهید.**

(b) **لطفاً در پاسخ به سؤالات ذکر شماره سؤال و زیر شماره های آن را فراموش نکنید.** **موفق باشید**

سؤال ۱: (۳ نمره)

(الف) دو مزون K^0 و $\bar{K}^0$ را در نظر بگیرید. نشان دهید که هیچکدام از این دو مزون ویژه حالت عملگر CP نیستند. (۱ نمره)

(ب) با استفاده از یک ترکیب خطی مناسب از K^0 و $\bar{K}^0$ دو حالت K_1 و K_2 را طوری بسازید که هر دو ویژه حالت عملگر CP بشوند. ویژه مقادیر K_1 و K_2 را برای عملگر CP تعیین کنید. (۱ نمره)

(ج) بطور کامل آزمایشی را توضیح دهید که طی آن شکست تقارن CP در برهمکنشهای ضعیف در فروپاشیهای دو مزون K_1 و K_2 مشاهده شده است. (۱ نمره)

سؤال ۲: (۵ نمره)

در واکنشهای زیر پروتون p، نوترون n، سه پایون π و سه باریون Δ دخالت دارند

$$\begin{aligned} (a) \qquad \Delta^0 + \pi^0 &\rightarrow \pi^- + p, \\ (b) \qquad \Delta^+ + \pi^+ &\rightarrow \pi^+ + p, \\ (c) \qquad \Delta^{++} + \pi^- &\rightarrow \pi^+ + n. \end{aligned}$$

اگر دامنه پراکندگی حالت هایی را که ایزواسپین کل آنها مساوی $1/2$ و $3/2$ است را به ترتیب با $\mathcal{M}_1$ و $\mathcal{M}_3$ نشان دهیم،

(الف) نسبت دامنه پراکندگی $|M_a| : |M_b| : |M_c|$ را بر حسب $\mathcal{M}_1$ و $\mathcal{M}_3$ تعیین کنید. (۲ نمره)

(ب) فرض تقارن ایزواسپینی در برهمکنش قوی چگونه در این محاسبات وارد شده است؟ (۱ نمره)

(ج) حال فرض کنید $\mathcal{M}_1 \ll \mathcal{M}_3$. با توجه به این فرض نسبت سطح مقطع کل پراکندگی $\sigma_a : \sigma_b : \sigma_c$ را معین کنید. (۲ نمره)

سؤال ۳: (۴ نمره)

(الف) تابع موج اسپین $\otimes$ طعمِ ذره Σ^+ متعلق به هشت تایی باریونی را در حالت $\ell = 0, m_j = +\frac{1}{2}$ بنویسید. (۲ نمره)

(ب) با استفاده از تابع موجی که در بخش الف بدست آمده است، نشان دهید که دوقطبی مغناطیسی برای Σ^+ در حالت اسپین بالا عبارت است از: $\mu_{\Sigma^+} = \frac{4}{3}\mu_u - \frac{1}{3}\mu_s$. در اینجا μ_u و μ_s ممان مغناطیسی کوارکهای up و strange هستند. (۲ نمره)

سؤال ۳: (۴ نمره)

با توجه به ترکیب های زیر برای توابع موج طعم در حالات سه تایی و تکتای ایزواسپینی برای باریونهای Σ و Λ^0،

$$|I=1, I_3=-1\rangle = \frac{1}{\sqrt{2}}(ds-sd)d, \qquad |I=1, I_3=0\rangle = \frac{1}{2}[(us-su)d + (ds-sd)u],$$

$$|I=1, I_3=+1\rangle = \frac{1}{\sqrt{2}}(us-su)u, \qquad |I=0, I_3=0\rangle = \frac{1}{\sqrt{6}}[2(ud-du)s + (us-su)d - (ds-sd)u],$$

ادامه دارد

ادامه سؤال ۴

و با فرض $m_u = m_d$ نشان دهید که اختلاف جرم Σ^0 و Λ^0 عبارت است از:

$$M(\Sigma^0) - M(\Lambda^0) = A' \frac{\hbar^2}{m_u} \left(\frac{1}{m_u} - \frac{1}{m_s} \right).$$

سؤال ۵: (۴ نمره)

(الف) در یک تئوری ABC دامنه پراکندگی ذرات اسکالر $A + B \to A + B$ را در سطح درختی بدست آورید. (۲ نمره)

(ب) فرض کنید جرم ذرات A و B مساوی هستند و جرم ذره C صفر است. با استفاده از رابطه

$$\left(\frac{d\sigma}{d\Omega} \right)_{\text{CM}} = \left(\frac{\hbar c}{8\pi} \right)^2 \frac{s|\mathcal{M}|^2}{(E_A + E_B)^2} \frac{|\mathbf{p}_{out}|}{|\mathbf{p}_{in}|}$$

و نتایج قسمت (الف)، سطح مقطع دیفرانسیلی این فرآیند را در دستگاه مرکز جرم (CM) بدست آورید. در رابطه فوق E_A و E_B به ترتیب انرژی فرودی ذرات A و B بوده و $\mathcal{M}$ دامنه احتمال فرآیند فوق است. (۲ نمره)