

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

$$(a) \quad \Delta^0 + \pi^0 \rightarrow \pi^- + p,$$

$$(b) \quad \Delta^+ + \pi^+ \rightarrow \pi^+ + p,$$

$$(c) \quad \Delta^{++} + \pi^- \rightarrow \pi^+ + n.$$

اگر دامنه پراکندگی حالت هایی را که ایزواسپین کل آنها مساوی $1/2$ و $3/2$ است را به ترتیب با M_1 و M_3 نشان دهیم،

(الف) نسبت دامنه پراکندگی $|M_c| : |M_b| : |M_a|$ را بر حسب M_3 و M_1 تعیین کنید. (۲ نمره)

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

(ج) حال فرض کنید $M_1 \ll M_3$. با توجه به این فرض نسبت سطح مقطع کل پراکندگی $\sigma_c : \sigma_b : \sigma_a$ را معین کنید. (۲ نمره)

سؤال ۳: (۴ نمره)

(الف) تابع موج اسپین \otimes طعم 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 ،

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

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

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 $A + B \rightarrow A + B$ 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

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

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)

34. CLEBSCH-GORDAN COEFFICIENTS, SPHERICAL HARMONICS, AND d FUNCTIONS

Note: A square-root sign is to be understood over every coefficient, e.g., for $-8/15$ read $-\sqrt{8/15}$.

Notation:		J	J	...
m_1	m_2	M	M	...
m_1	m_2	Coefficients		
.	.			
.	.			
.	.			

$Y_1^0 = \sqrt{\frac{3}{4\pi}} \cos \theta$

$Y_1^1 = -\sqrt{\frac{3}{8\pi}} \sin \theta e^{i\phi}$

$Y_2^0 = \sqrt{\frac{5}{4\pi}} \left(\frac{3}{2} \cos^2 \theta - \frac{1}{2} \right)$

$Y_2^1 = -\sqrt{\frac{15}{8\pi}} \sin \theta \cos \theta e^{i\phi}$

$Y_2^2 = \frac{1}{4} \sqrt{\frac{15}{2\pi}} \sin^2 \theta e^{2i\phi}$

$Y_\ell^{-m} = (-1)^m Y_\ell^{m*}$

$d_{m,0}^\ell = \sqrt{\frac{4\pi}{2\ell+1}} Y_\ell^m e^{-im\phi}$

		$\langle j_1 j_2 m_1 m_2 j_1 j_2 J M \rangle$	
		$= (-1)^{J-j_1-j_2} \langle j_2 j_1 m_2 m_1 j_2 j_1 J M \rangle$	

$1/2 \times 1/2$

1	0	0
+1/2	0	0
+1/2	-1/2	1/2
-1/2	1/2	-1/2
-1/2	-1/2	1

$2 \times 1/2$

5/2	3/2
+5/2	1
+2	-1/2
+1	1/2
1/5	4/5
4/5	-1/5
5/2	3/2
1/2	1/2

$3/2 \times 1/2$

2	1	5/2	3/2
+2	2	1	1
+3/2	+1/2	1	+1
+3/2	-1/2	1/4	3/4
+1/2	+1/2	3/4	-1/4
1/2	1/2	2	1
1/2	-1/2	0	0
1/2	-1/2	1/2	-1/2
-1/2	-1/2	-1	-1
-1/2	-1/2	3/4	1/4
-3/2	+1/2	1/4	-3/4
-3/2	-1/2	1	1

$1 \times 1/2$

3/2	1/2
+3/2	1
+1	+1/2
+1	-1/2
1/3	2/3
2/3	-1/3
3/2	1/2
3/2	1/2
-1/2	-1/2
0	+1/2
0	-1/2
2/3	1/3
1/3	-2/3
3/2	-3/2
-1	-1/2
1	1

$3/2 \times 1$

5/2	3/2
+5/2	1
+3/2	+1
+3/2	0
+1/2	+1
2/5	3/5
3/5	-2/5
5/2	3/2
1/2	1/2
1/2	1/2
-1/2	-1/2
-1/2	-1/2
-3/2	-1/2
-3/2	1/2
-3/2	-1/2
1	1

2×1

3	2	5/2	3/2
+3	1	1	1
+2	+1	1	1
+2	0	1/3	2/3
+1	+1	2/3	-1/3
3	2	1	1
3	2	1	1
+1	+1	1	1
+2	-1	1/15	1/3
+1	0	8/15	1/6
0	+1	1/6	-3/10
0	0	2/5	-1/2
1/10	1/10	3	2
3	2	1	1
0	0	0	0
1/5	1/2	3/10	3/10
3/5	0	-2/5	-1
1/5	-1/2	3/10	-1
-1	-1	-1	-1
0	-1	2/5	1/2
-1	0	8/15	-1/6
-2	+1	1/15	-1/3
3/5	3/5	-2	-2
-1	-1	2/3	1/3
-2	0	1/3	-2/3
-2	-1	1	1

1×1

2	1	5/2	3/2
+2	1	1	1
+1	+1	1	1
+1	0	1/2	1/2
0	+1	1/2	-1/2
2	1	0	0
2	1	0	0
1/6	1/2	1/3	1/3
2/3	0	-1/3	2
1/6	-1/2	1/3	-1
0	-1	1/2	1/2
-1	0	1/2	-1/2
-1	-1	1	1