

Fizika jedra in osnovnih delcev

1. IZPIT

1. Barion R ima izospin $1/2$, sestavljata ga stanji R^+ in R^0 . Napovej razmerje med naslednjimi razpadnimi širinami: $R^+ \rightarrow \rho^0 p$, $R^0 \rightarrow \rho^0 n$ in $R^0 \rightarrow \rho^- p$, če ima mezon ρ izospin 1 in spin 1. Nastali mezon ρ^0 ($|1, 0\rangle_I$) opazimo v razpadih na dva piona. Z uporabo izospinske simetrije določi, v katerem razpadnem kanalu $-\rho^0 \rightarrow \pi^0 \pi^0$ ali $\rho^0 \rightarrow \pi^+ \pi^-$ je večja verjetnost za razpad ρ^0 . Določi še kotno porazdelitev pozitivnih pionov v težiščnem sistemu za razpad $\rho^0 \rightarrow \pi^+ \pi^-$ glede na os z , če je začetno spinsko stanje ρ^0 kar $|1, 1\rangle_S$.
2. Izračunaj sipalni presek za elektromagnetni proces $e^+e^- \rightarrow c\bar{c}$, kjer nastane par kvark-antikvark $c\bar{c}$, kjer ima c naboj $2/3$. Za težiščno energijo vzemi $\sqrt{s} = 8 \text{ GeV}$, mase vseh delcev zanemari.
3. Na tanko ploščico izotopa ${}^{100}_{42}\text{Mo}$ usmerimo curek protonov. Za gostoto naboja v jedru vzemi enakomerno porazdelitev, uporabi lastnosti kapljičnega modela.
 - Kolikšna je najmanjša kinetična energija protonov, za katero sipalni presek $d\sigma/d\cos\vartheta$ s kotom ϑ monotono pada? ϑ je kot med vhodno in izhodno smerjo protona.
 - Pri energiji curka $T_p = 100 \text{ keV}$ lahko za sipalni presek vzamemo nizkoenergijsko limito. Za ta primer izračunaj sipalni presek za sipanje nazaj, $\sigma(\vartheta > 90^\circ)$.
 - Pri dovolj veliki energiji pri centralnem trku se proton dotakne površine jedra in se veže v jedro, da nastane ${}^{101}_{43}\text{Tc}$. Izračunaj minimalno gibalno količino protona na veliki razdalji od jedra za to reakcijo. Odriv jedra zanemari. Določi še magnetni moment nastalega jedra (zadnji proton v orbitali $1g_{9/2}$)!

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	M	...
m_1	m_2	
m_1	m_2	Coefficients
.	.	.
.	.	.

$1/2 \times 1/2$

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

$1 \times 1/2$

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

2×1

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

1×1

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

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

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

$d_{m',m}^j = (-1)^{m-m'} d_{m,m'}^j = d_{-m,-m'}^j$

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

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

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

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

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

$3/2 \times 1$

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

$3/2 \times 3/2$

3	2	1
+3 +3/2	1 +3 +2	3 2 1
+3/2 +1/2	1/2 1/2	3 2 1
+1/2 +3/2	1/2 -1/2	+1 +1 +1
+3/2 -1/2	1/5 1/2 3/10	3 2 1 0
+1/2 +1/2	3/5 0 -2/5	3 2 1 0
-1/2 +3/2	1/5 -1/2 3/10	3 2 1 0

$d_{0,0}^1 = \cos\theta$ $d_{1/2,1/2}^{1/2} = \cos\frac{\theta}{2}$ $d_{1,1}^1 = \frac{1+\cos\theta}{2}$

$d_{1/2,-1/2}^{1/2} = -\sin\frac{\theta}{2}$ $d_{1,0}^1 = -\frac{\sin\theta}{\sqrt{2}}$

$d_{1,-1}^1 = \frac{1-\cos\theta}{2}$

Notation:

J	J	...
M	M	...
m_1	m_2	
m_1	m_2	Coefficients
.	.	.
.	.	.

$(j_1 j_2 m_1 m_2 | j_1 j_2 J M)$

$= (-1)^{J-j_1-j_2} (j_2 j_1 m_2 m_1 | j_2 j_1 J M)$