1. Osoita, että

$$\text{a)} \quad G\begin{pmatrix} p \\ n \end{pmatrix} = -\begin{pmatrix} -\bar{n} \\ \bar{p} \end{pmatrix}; \qquad G\begin{pmatrix} -\bar{n} \\ \bar{p} \end{pmatrix} = -\begin{pmatrix} p \\ n \end{pmatrix}$$

$$\text{b)} \quad G^2\begin{pmatrix} p \\ n \end{pmatrix} = -\begin{pmatrix} p \\ n \end{pmatrix}; \qquad G^2\begin{pmatrix} \bar{n} \\ -\bar{p} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -\bar{n} \\ \bar{p} \end{pmatrix}$$

missä $\begin{pmatrix} p \\ n \end{pmatrix}$ ja $\begin{pmatrix} \bar{n} \\ -\bar{p} \end{pmatrix}$ ovat nukleoni- ja antinukleonidubletit ja

$$G = Ce^{-i\pi\tau_2/2}.$$

2. Osoita, että kahden pionin tilat $\pi^+\pi^-$ ja $\pi^0\pi^0$ ovat CP:n ominaistiloja ominaisarvolla +1, kun pioneilla ei ole rataimpulssimomenttia. Osoita, että lisäämällä k.o. tiloihin S-aalto π^0, saadaan CD:n ominaistilat $\pi^+\pi^-\pi^0$ ja $3\pi^0$ ominaisarvolla -1.

3. K^0 ja $\bar{K}^0$ eivät ole CP:n ominaistiloja, sillä

$$CP|K^0>=|\bar{K}^0> \quad ja \quad CP|\bar{K}^0>=|K^0> .$$

Muodosta tiloista $|K^0>$ ja $|\bar{K}^0>$ yksinkertaiset lineaarikombinaatiot, jotka ovat CP:n ominaistiloja ominaisarvoilla +1 ja -1. K^0 voi hajota sekä kahdeksi että kolmeksi pioniksi elinaikojen ollessa

$$\tau(K^0 \to 2\pi) = 0.9 \cdot 10^{-10}s \quad ja \quad \tau(K^0 \to 3\pi) = 0.5 \cdot 10^{-7}s.$$

Kumpi muodostamistasi tiloista vastaa pitkäikäisempää kaonia? (huom. pieni CP-rikko on havaittu.)

4. Eräs eksoottinen kvarkkitila on hypoteettinen $qq\bar{q}\bar{q}$-tila. Mihin SU(3):n esityksiin se voi kuulua?

5. Osoita, että baryonit ryhmittyvät ryhmässä SU(6) seuraaviksi monikerroiksi:

$$6 \otimes 6 \otimes 6 = 56 \oplus 70 \oplus 70 \oplus 20.$$