التصحيح النموذجي لاختبار مقياس
الفيزياء النووية وفيزياء الجسيمات

التمرين الأول:

$$P_\mu = g_{\mu\nu} P^\mu = \left(\frac{E}{c}, -P_x, -P_y, -P_z\right) \quad -1$$

$$= \left(\frac{E}{c}, -\vec{P}\right) \quad (02)$$

$$P_\mu P^\mu = \frac{E^2}{c^2} - \vec{P}^2 = \frac{m_0^2 c^4}{c^2\left(\frac{c^2-v^2}{c^2}\right)} - \frac{m_0^2 \vec{v}^2}{\left(\frac{c^2-v^2}{c^2}\right)} \quad -2$$

$$= \frac{c^2 m_0^2 (c^2 - \vec{v}^2)}{c^2 - v^2} = m_0^2 c^2 \quad (02)$$

$$P_\mu P^\mu = \frac{E^2}{c^2} - \vec{P}^2 = m_0^2 c^2 \Rightarrow P_\mu P^\mu - m_0^2 c^2 = 0 \quad -3$$

$$E \longrightarrow i\hbar \frac{\partial}{\partial t} \;,\; \vec{P} = \frac{\hbar}{i} \vec{\nabla}$$

$$P_\mu P^\mu - m_0^2 c^2 = \frac{E^2}{c^2} - \vec{P}^2 - m_0^2 c^2 = 0$$

$$\Rightarrow E^2 - c^2 p^2 - m_0^2 c^4 = 0$$

$$\Rightarrow \left(-\hbar^2 \frac{\partial^2}{\partial t^2} + c^2 \hbar^2 \vec{\nabla}^2 - m_0^2 c^4\right) \phi = 0$$

$$\Rightarrow \boxed{\hbar^2 \frac{\partial^2}{\partial t^2} \phi = \left(-c^2 \hbar^2 \vec{\nabla} + m_0^2 c^4\right) \phi} \quad (03)$$

$$P_\mu P^\mu - m_0^2 c^2 = (\gamma^\mu P_\mu + m_0 c)(\beta^\nu P_\nu - m_0 c)$$

$$= \gamma^\mu \beta^\nu P_\nu P_\mu - mc(\gamma^\mu - \beta^\mu) P_\mu - m_0^2 c^2$$

بالمطابقة نجد أن:

$$\gamma^\mu - \beta^\mu = 0 \Rightarrow \boxed{\gamma^\mu = \beta^\mu}$$

$$\Rightarrow P_\mu P^\mu = \gamma^\mu \gamma^\nu P_\mu P_\nu$$

$$\Rightarrow P_0^2 - P_1^2 - P_2^2 - P_3^2 = \gamma^0\gamma^0 P_0^2 + \gamma^0\gamma^1 P_0 P_1$$

$$+ \gamma^0\gamma^2 P_0 P_2 + \gamma^0\gamma^3 P_0 P_3 + \gamma^1\gamma^0 P_1 P_0$$

$$+ \gamma^1\gamma^1 P_1^2 + \gamma^1\gamma^2 P_1 P_2 + \gamma^1\gamma^3 P_1 P_3$$

$$+ \gamma^2\gamma^0 P_2 P_0 + \gamma^2\gamma^1 P_2 P_1 + \gamma^2\gamma^2 P_2^2$$

$$+ \gamma^2\gamma^3 P_2 P_3 + \gamma^3\gamma^0 P_3 P_0 + \gamma^3\gamma^1 P_3 P_1$$

$$+ \gamma^3\gamma^2 P_3 P_2 + \gamma^3\gamma^3 P_3^2$$

$$= (\gamma^0)^2 P_0^2 + (\gamma^1)^2 P_1^2 + (\gamma^2)^2 P_2^2 + (\gamma^3)^2 P_3^2$$

$$+ (\gamma^0\gamma^1 + \gamma^1\gamma^0) P_0 P_1 + (\gamma^0\gamma^2 + \gamma^2\gamma^0) P_0 P_2$$

$$+ (\gamma^0\gamma^3 + \gamma^3\gamma^0) P_0 P_3 + (\gamma^1\gamma^2 + \gamma^2\gamma^1) P_1 P_2$$

$$+ (\gamma^1\gamma^3 + \gamma^3\gamma^1) P_1 P_3 + (\gamma^2\gamma^3 + \gamma^3\gamma^2) P_2 P_3$$

$\Rightarrow (\gamma^0)^2 = 1, \quad (\gamma^1)^2 = (\gamma^2)^2 = (\gamma^3)^2 = -1 \quad \mu = \nu$.

$\gamma^\mu\gamma^\nu + \gamma^\nu\gamma^\mu = 0 \qquad \mu \neq \nu$

$\Rightarrow \boxed{\gamma^\mu\gamma^\nu + \gamma^\nu\gamma^\mu = 2g^{\mu\nu}}$ (03)

التمرين الثاني :

1- مجموعة الجسيمات الأولية التالية $\tau, e, \mu, \nu_\tau, \nu_e, \nu_\mu$ يطلق عليها إسم اللبتونات . (01)

2- مجموعة الجسيمات الأولية التالية u, d, c, s, t, b يطلق عليها إسم الكواركات (01)

3- الجيل الأول مكون من :

u, d, e, ν_e.

u - كوارك علوي
d - كوارك سفلي
e - الإلكترون
ν_e - نترينو الإلكترون (02)

4- نوعا الهيدرونات هما :
- الميزونات مثل π^+ .
- الباريونات مثل p (البروتون) (02)

5- القوى الأساسية و البوزونات المعيارية الموافقة لها :
- القوة النووية القوية — غلوون
- القوة النووية الضعيفة - بوزونات W و Z .
- القوة الكهرومغناطيسية - الفوتون
- القوة الجاذبية - الغرافيتون . (02)