

Recuperatorio del primer parcial Estructura 4, segundo cuatrimestre 2021

Sobre la resolución: en cada ejercicio justifique cada paso y no se limite a dejar la forma final.

Formas de entrega: Se pide encarecidamente que el parcial este redactado con letra clara (no es excusa la letra del JTP) y que las fotos sean nitidas. Las resoluciones deben entregarse en formato pdf (no links de Drive/Dropbox)), un pdf por cada ejercicio, a mauricioleston@gmail.com y malpartidabr@gmail.com. El pdf debe nombrarse así "Apellido Numero de libreta EJ X". Ejemplo: "Lleston49/94Ej1.pdf". En el asunto del mail ponga su apellido seguido de "primer parcial de E4".

Comienzo y fin: El parcial arranca desde las 14 hs del hoy y el límite de entrega es las 14 hs del sábado 03/12.

Instancias de Consultas: Estaremos hoy en el zoom entre 17 y 20 hs. Las consultas admisibles son de enunciado.

Ayuda para el parcial: Cuentan con todos los pdf del campus, las ayudas de las guías, los pdf de las teóricas, google. Todo menos la consulta a otra persona.

1. Problema 1

Los rayos cósmicos de alta energía son principalmente núcleos atómicos que ingresan a la Tierra y colisionan con algún átomo de la atmósfera. El Observatorio Pierre Auger, ubicado en la ciudad de Malargüe en Mendoza, llegó a medir rayos cósmicos de 10^{20} eV. Para simplificar supongamos que a esa energía son protones y que colisionan con protones de la atmósfera en reposo. El proceso en cuestión puede pensarse como $pp \rightarrow X$ siendo X una forma de denotar a las partículas productos de esa reacción

- (a) ¿Cuál debería ser la energía de los haces del LHC para reproducir la interacción?. Recuerde que el LHC produce la colisión frontal de dos haces de protones con la misma energía. Piense en qué sistema de referencia ocurre ésta colisión frontal en comparación al sistema desde el cuál se observa el fenómeno en la atmósfera. Por "reproducir" entendemos generar ese producto "X" a la energía que corresponda a este sistema de referencia.
- (b) Si la energía de los haces del LHC es de 7 TeV ($\text{TeV}=10^{12}$ eV). ¿Cuál sería entonces la energía del rayo cósmico equivalente para dicha interacción?
- (c) Luego de la interacción del rayo cósmico en la atmósfera se crean una gran cantidad de partículas, entre ellas las partículas ρ (de isospin total 1). Basándose únicamente en argumentos de simetría de isospín diga cuales de los siguientes decaimientos son posibles

$$\text{i) } \rho^{\pm} \rightarrow \pi^{\pm} \pi^0 \quad \text{ii) } \rho^0 \rightarrow \pi^{\pm} \pi^{\mp} \quad \text{iii) } \rho^0 \rightarrow \pi^0 \pi^0$$

Recuerde que los piones forman un triplete de isospin.

- (d) Indique el cociente entre las secciones eficaces de los decaimientos del ítem anterior.

2. Problema 2

Considere el Barión cuya función de onda de sabor \times spin es la siguiente:

$$\frac{1}{\sqrt{3}} \left(|d \downarrow d \downarrow s \downarrow\rangle + |d \downarrow s \downarrow d \downarrow\rangle + |s \downarrow d \downarrow d \downarrow\rangle \right)$$

- (a) Diga a que multiplete corresponde y cuál es su spin total, proyección de spin, isospin total y proyección de isospin. Ubique al barión en cuestión en el diagrama de las figuras de la guía, especificando cuál es.

- (b) Halle por aplicación directa de los operadores correspondientes el isospin total y proyección de isospin. Observación: para el punto anterior, puede no haber sido necesario esta cuenta, que se pide ahora.
- (c) Halle la función de onda de algún otro barión con el mismo isospin total, aplicando operadores de subida o bajada al anterior.
- (d) Escriba la función de onda total incluyendo la parte de color, y verifique que la función de onda total tiene la simetría esperada.

3. **Problema 3** Considere la siguiente solución de la ecuación de Dirac:

$$\Psi = e^{-ai(t-z)}\Psi_0$$

con $a > 0$ y Ψ_0 una 4-upla de componentes constantes.

- (a) Halle la energía, y momento y la relación entre las constantes en Ψ_0 para que Ψ sea solución (no trivial, es decir, no nula) de la ecuación de Dirac, con la masa que dedujo de la relación entre energía y momento.
- (b) Elija las constantes para que la solución tenga quiralidad definida y para cada una de estas opciones halle explícitamente (por aplicación directa de la expresión correspondiente) su helicidad. Discuta si la relación entre quiralidad y helicidad coincide con la esperada.
- (c) Aplique un boost en z (es decir, $e^{\frac{i}{2}\omega_{\mu\nu}\Sigma^{\mu\nu}}$, con $\Sigma^{\mu\nu} = \frac{i}{4}[\gamma^\mu, \gamma^\nu]$) con un parámetro ω dado. Calcule $j^\mu = \bar{\Psi}\gamma^\mu\Psi$ para la solución original y la boosteada. Verifique que este cuadrivector es proporcional al cuadrimomento de la solución.