

Recuperatorio del Segundo 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_NumeroDeLibreta_EJX". Ejemplo: "Leston_49_94_Ej1.pdf". En el asunto del mail ponga su apellido seguido de "segundo parcial de E4".

Comienzo y fin: El parcial arranca a las 14 hs del día 10/12 y tiene límite de entrega a las 14 hs del sábado 11/12.

Instancias de Consultas: Estaremos en zoom entre las 17 y 20 hs del día 10/12. Las consultas admisibles son exclusivamente 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

Considere el siguiente Lagrangiano:

$$L = \bar{\psi}_1 i \gamma^\mu \partial_\mu \psi_1 + \bar{\psi}_2 i \gamma^\mu \partial_\mu \psi_2 - \lambda \bar{\psi}_1 \psi_2 \phi - \lambda \bar{\psi}_2 \psi_1 \phi + \frac{1}{2} \partial^\mu \phi \partial_\mu \phi - \frac{1}{2} M^2 \phi^2$$

donde ϕ es un campo escalar real.

- Halle las ecuaciones de movimiento, identifique términos cinéticos, de masa y de interacción, dibujando los diagramas de Feynman para estos últimos.
- Halle el grupo de simetría mas grande que encuentre, siendo claro en la cantidad de parámetros. Para cada transformación hallada encuentre la corriente de Noether y diga que conservación de número de partículas tiene asociado.
- Sustituya el término de interacción por otro que incluya al campo ϕ y los de Dirac, de forma tal que el grupo de simetrías sea $U(2)$.

2. Problema 2

En este ejercicio se pretende evaluar distintos aspectos de la construcción de Yang-Mills, de un lagrangiano invariante ante simetrías no abelianas, algo fundamental para entender el modelo standard.

Considere el siguiente lagrangiano correspondiente a un doblete de campos escalares complejos $\Phi = \begin{pmatrix} \phi_1 \\ \phi_2 \end{pmatrix}$ y un término de interacción (cuaquier similitud con con el campo de Higgs es pura coincidencia):

$$L = (\partial^\mu \Phi)^\dagger \partial_\mu \Phi - \lambda (\Phi^\dagger \Phi)^2 \quad (1)$$

- (a) Encuentre el lagrangiano que resulta de promover la simetría global de este lagrangiano a la local $U(2)$. Luego repita lo mismo utilizando como simetría local $SU(2)$. Sea claro en cuántos campos de gauge hay en cada caso. Dibuje el vértice que corresponde a cada uno de los términos de interacción que involucran a los campos escalares.
- (b) Muestre que el Lagrangiano original (no el modificado en el punto anterior) es invariante ante:

$$\Phi \rightarrow e^{-i\beta} \Phi$$

y

$$\Phi \rightarrow e^{-\alpha \frac{\sigma_3}{2}} \Phi$$

Para el caso en que α dependa del espacio tiempo y $\beta = 0$ halle la forma en que deben transformar todos los campos de gauge para que el lagrangiano invariante $U(2)$ local sea invariante. (es muy simple esta consigna.)

- (c) Encuentre un término cúbico y uno cuártico de interacción de los campos de gauge entre sí, hallando las constantes correspondientes. Note que se pide uno solo de cada tipo pero con el detalle de la expresión.

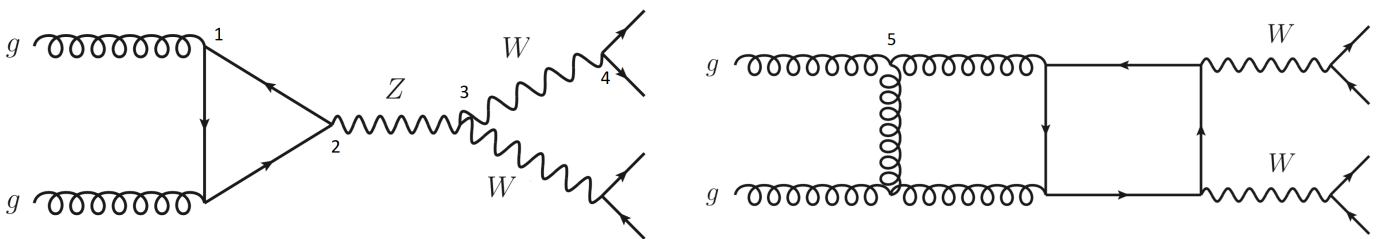
3. Problema 3

Considere el modelo estandar completo

(a) Considere los siguientes procesos. Si no están permitidos, diga que ley de conservación se viola. Si están permitidos, dibuje la cantidad de diagramas que se indique *a nivel arbol*, especificando el orden en las constantes de acoplamiento y a qué constante de acoplamiento.

- i. $e^- e^+ \rightarrow \nu_\tau \bar{\nu}_\tau$ (un diagrama)
- ii. $e^- e^+ \rightarrow \nu_e \bar{\nu}_e$ (dos diagramas)
- iii. $e^+ \nu_e \rightarrow u u d$ (15 diagramas)
- iv. $u d \rightarrow cs$ (1 diagrama)
- v. $u \bar{u} \rightarrow d \bar{d}$ (4 diagramas)

(b) En las siguientes figuras se muestran los diagramas correspondientes a algunas de las vías de producción de bosones electrodébiles a partir de gluones. Cada línea con flecha hace referencia a algún campo del modelo estandar. Decídase por alguna posibilidad (hay muchas) y continúe. Una vez hecha esa elección, para cada diagrama escriba el término del lagrangiano que le da origen a cada vértice de interacción..



(c) Considere los siguientes diagramas de Feynman, correspondientes al scattering de bosones W en colisiones hadrónicas. Para cada vértice que involucre una línea del bosón de Higgs, identifique el término de interacción correspondiente a partir de la contribución al lagrangiano del modelo standard:

$$\mathcal{L}_{Higgs} = (D_\mu \Phi)^\dagger (D^\mu \Phi) - \lambda (\Phi^\dagger \Phi - \frac{v^2}{2})^2,$$

expandiendo el lagrangiano en torno al mínimo del potencial de Higgs, y fijado el gauge de modo que solo quede un campo real h , como ya sabe de la última guía.

