# Introducción a la teoría de cuerdas

1. Considera la siguiente acción para un partícula

$$S = \frac{1}{2}\int d\tau (e^{-1}\dot{X}^{\mu}\dot{X}^{\nu}\eta_{\mu\nu} - em^2) \tag{1}$$

   Los campos dinámicos son $e(\tau)$ y $X^{\mu}(\tau)$. Escribe las ecuaciones de movimiento. Muestra que después de sustituir la ecuación de movimiento para $e(\tau)$ en la acción, uno recupera la acción de la partícula libre relativista que vimos en clase. Explica cual es el significado físico de $e(\tau)$.

2. Muestra que la acción de Polyakov

$$S = -\frac{1}{2\pi\alpha'}\int d\sigma d\tau \sqrt{-h} h^{\alpha\beta}\partial_{\alpha}X^{\mu}\partial_{\beta}X^{\nu}\eta_{\mu\nu} \tag{2}$$

   es invariante bajo reparametrizaciones en la hoja de mundo.

3. Utiliza la forma explícita de $P^{\sigma}_{\mu} = \frac{\partial \mathcal{L}}{\partial X'^{\mu}}$ para calcular $P^{\sigma}_{\mu}P^{\sigma\mu}$. Usa este resultado para mostrar que los extremos (libres) de una cuerda abierta se mueven a la velocidad de la luz.

4. Gracias a la invariancia bajo reparametrizaciones de la hoja de mundo, podemos escoger $X^0 = t = R\tau$ donde $R$ esa una constante que necesitamos para ajustar dimensiones. Como veremos más adelante en el curso, esta es una elección de norma útil y se le llama la norma estática.

   Considera una foto instantánea de la cuerda en un momento en el que $\frac{\partial \vec{X}}{\partial \tau} = 0$ y por tanto su energía cinética es cero. A partir de la acción de Nambu-Goto, muestra que $V = Ta$ donde $V$ es la energía potencial de la cuerda, $T$ la tensión y $a$ su longitud .

5. Muestra que $\langle 0| : L_2 :: L_{-2} : |0\rangle = \frac{D}{2}$