

# GUIA 1A :Acción y ecuaciones de movimiento para cuerdas clásicas relativistas.

## Menu de ejercicios.

Debe elegir **un solo** ejercicio de la siguiente lista y entregar su resolución por escrito ( escaneado a partir de algo escrito a mano o en un pdf generado a partir de latex o un archivo de mathematica/Python segun corresponda), siendo el 9/10 la fecha limite. En esa entrega, iran algunos 2 o 3 ejercicios mas de las siguientes guias.

Obs : *los ejercicios tienen distinto grado de dificultad. Algunos pueden resultarles ludicos a algunos. Otros ejercicios, más aburridos, son buenos ejercicios por condensar muchos temas de esta parte. La retribución por hacer el más difícil será puramente intelectual.*

1. (Nambu-Goto/Polyakov)
  - (a) Muestre la equivalencia entre la acción de Nambu-Goto y la de Polyakov, mostrando que las ecuaciones de movimiento para los campos  $X^\mu$  coinciden.
  - (b) Muestre además que la acción de Polyakov coincide con la de Nambu-Goto cuando se utilizan las ecuaciones de vínculo de la primera. Es decir, mostrar que coinciden on-shell.
  - (c) Liste las simetrías de ambas acciones, especificando que hacen en cada campo.
2. (Limite no relativista) Muestre que en el limite no relativista, la accion de Nambu-Goto se reduce a la de una cuerda no relativista. Parte del ejercicio es entender lo que significa este limite. Ayuda: Se recomienda leer el libro de Zwiebach. El problema esta planteado y resuelto alli. Se trata de entenderlo y poder reproducirlo.
3. (Extremos de cuerda abierta) Muestre que los extremos de una cuerda abierta, que cumple la ecuación de movimiento de la accion de Nambu-Goto, se mueven a la velocidad de la luz. Ayuda: Esta hecho en muchos lados. Por ejemplo, en el libro de Zwiebach.
4. (Ejercicio pochoclero para los que cursaron RG o no le tienen miedo): Halle la metrica inducida por la Euclidea de  $R^3$  en un toro 2-dimensional y verifique el teorema de Gauss-Bonnet. Obs.: este ejercicio requiere saber algo de geometría diferencial; en particular, la noción de escalar de curvatura. No se espera que se calcule a mano esta cantidad. Puede usarse algún paquete de mathematica o maple o lo que usted conozca. La verificacion del teorema requiere el cálculo de una integral, que probablemente salga solo en forma numérica.
5. (Ejercicio lúdico, para quienes le gustan programar) Usando algún programa, muestre el plot3d o la animación de la hoja de mundo de una cuerda cerrada, partiendo de alguna condición inicial en la que solo  $X^1$  y  $X^2$  son no-nulos y respetando los vinculos en ese instante. El grafico 3d mostrará el trazo de la cuerda al moverse en  $X^0$ . Verifique usando ese programa que que los vínculos de cumplen a todo  $X^0$  en cierto rango que que la superficie de la cuerda mantiene una metrica con la signatura que espera. La consigna parece ambigua pero lo aprendido en las primeras teóricas y prácticas basta para completar los huecos que encuentre en el enunciado.