

1. ¿Cuáles son las implicaciones físicas/geométricas de...?

$$f_k f_k f_k g = 0 \quad g(k, k) = 0$$

Condición que aparece con ondas gravitacionales con frentes planos [Kundt '61]:

$$g(k, k) = 0 \quad \nabla_k k = 0 \quad \sigma = \theta = \omega = 0 \quad C_{abcd} k^d = 0$$

¿Existe una constante de movimiento (de alto orden) similar a la asociada a una isometría?

2. Constantes de movimiento asociadas a isometrías continuas (KVF)

KVF ξ [O'Neil '83]

$$f_\xi g = 0 \Leftrightarrow g(\nabla_X \xi, X) = 0 \quad \forall X \Leftrightarrow \xi(a, b) = 0$$

Constante de movimiento

$$\nabla_u u = 0 \quad g(u, u) = 0$$

$$\begin{aligned} \Rightarrow \frac{d}{dz} g(\xi, u) &= \nabla_u (g(\xi, u)) \\ &= \underset{0}{g(\nabla_u \xi, u)} + \underset{0}{g(\xi, \nabla_u u)} \end{aligned}$$

$$\therefore \boxed{\frac{d}{dz} g(\xi, u) = 0}$$

Ejemplos:

-Traslaciones temporales \Rightarrow Energía/frecuencia

$$\varepsilon = -\langle \xi, u \rangle \quad \omega = -\langle \xi, k \rangle$$

-Rotaciones \Rightarrow Componente(s) del momento angular orbital

$$l = \langle \eta, u \rangle$$

Posibles generalizaciones:

- Aceleración ortogonal al KVF
- KVF conforme y geodésica nula
- KTF

3. Ondas gravitacionales y sus efectos físicos

(4-) Vector de onda k

$$g(k, k) = 0$$

$$\Rightarrow k = \omega u + \vec{k} \quad g(\vec{k}, u) = 0 \quad |\vec{k}| = \omega$$

Ondas gravitacionales: tensor de Weyl tipo N [Petrov '54]

$$C_{abcd} k^d = 0$$

\Rightarrow sólo 2 componentes distintas de cero

$$\Rightarrow C^* = 2 \operatorname{Re}(\Psi_4 [k \wedge m] \otimes [k \wedge m]) \quad \Psi_4 \in \mathbb{C} \quad m = X + iY$$

Posibles condiciones adicionales

- Eigenvector nulo del tensor de Ricci [Plebański '64]
- Radiación

Aceleración de marea (en general) [Misner, Thorne & Wheeler '73]

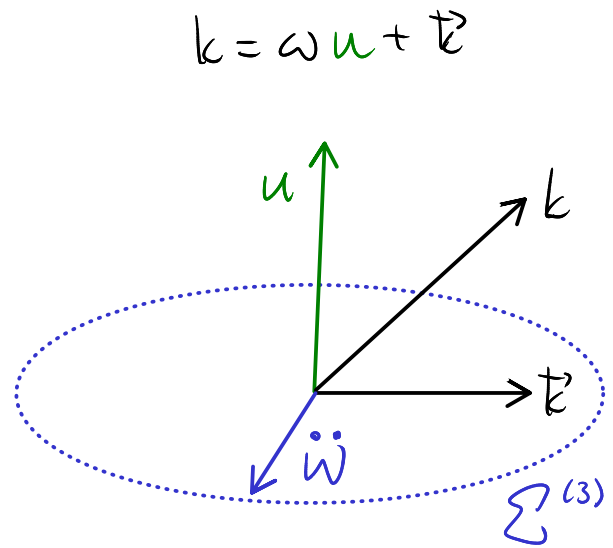
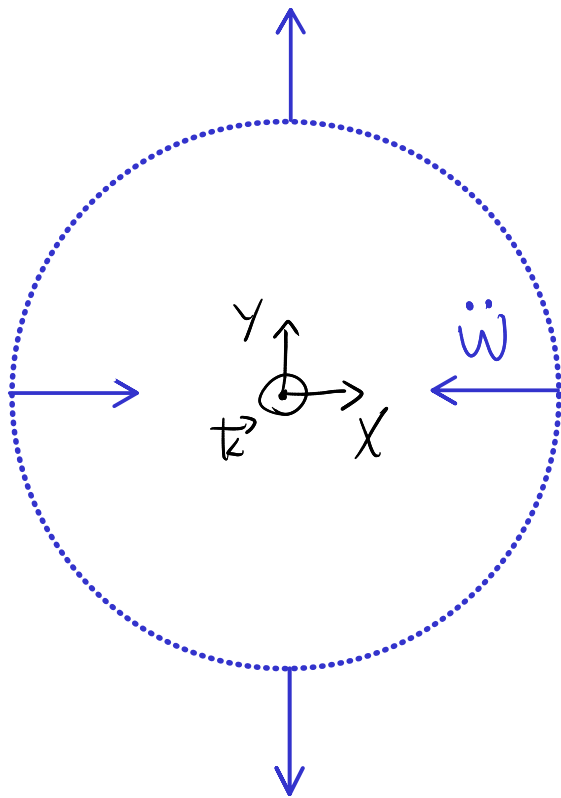
$$\nabla_u u = 0 \quad [u, W] = 0 \quad g(u, W) = 0$$

$$\Rightarrow \frac{D^2 W^a}{d\tau^2} = -R^a{}_{bcd} u^b W^c u^d$$

Contribución del Weyl tipo N [Szekeres, '65]

$$\frac{D^2 W^a}{d\tau^2} = \left(K^a{}_c + \frac{R}{6} \delta^a{}_c + \underbrace{\dots}_{\text{Contribución de } S^a{}_c} \right) Z^c \quad g(u, u) = -1$$

$$[K^a{}_c] = \omega^2 \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -\operatorname{Re}(\Psi_4) & \operatorname{Im}(\Psi_4) & 0 \\ 0 & \operatorname{Im}(\Psi_4) & \operatorname{Re}(\Psi_4) & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} \quad \omega = -g(k, u)$$



Sólo las separaciones transversales experimentan la aceleración

Una esfera (de observadores en caída libre) se deforma a un elipsoide.

4. k KVF ó n -VFK

Si k es KVF entonces ω es constante
 \Rightarrow La aceleración de marea se determina sólo por Ψ_4

Por analizar

-Generalización del teorema de cantidad conservada a n -KVF

$$\mathcal{L}_k^n g = 0$$

(2-Killing: [Oprea '08])

-Efecto de los escalares σ, θ, ω en la aceleración de marea
 -Efecto del carácter geodésico de k