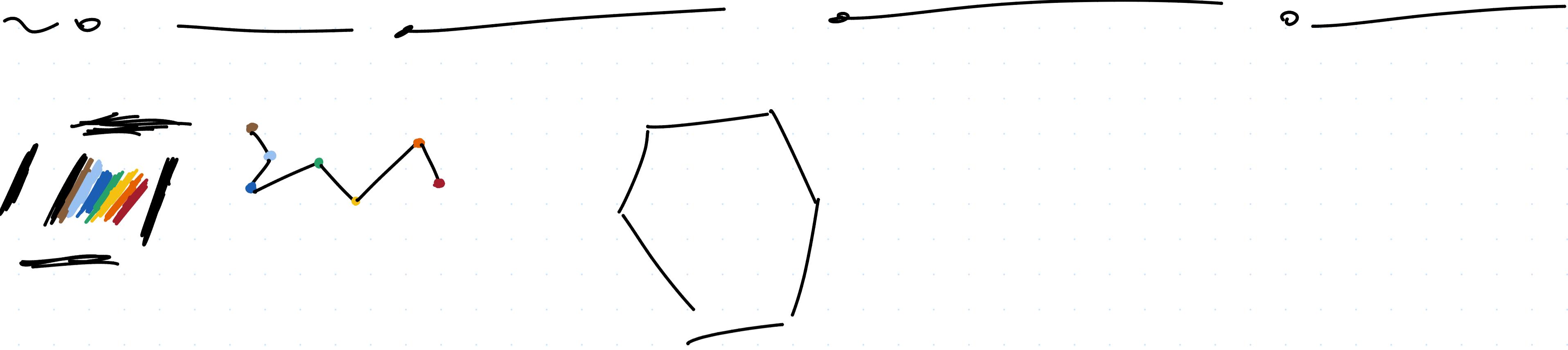


EAV

Class #16

31/07/2025



"ondas gravitacionales"

Inspiral



Merge → Ringdown

↑

sistema  
binario

La señal GW150914 llegó a la Tierra el 14 de septiembre de 2015 y fue detectada por los interferómetros LIGO.

LIGO Hanford Data (predicted)

LIGO Livingston Data (predicted)

LIGO Hanford Data (shifted)

Interferómetros para detectar  
ondas gravitacionales

E.E.U.U.

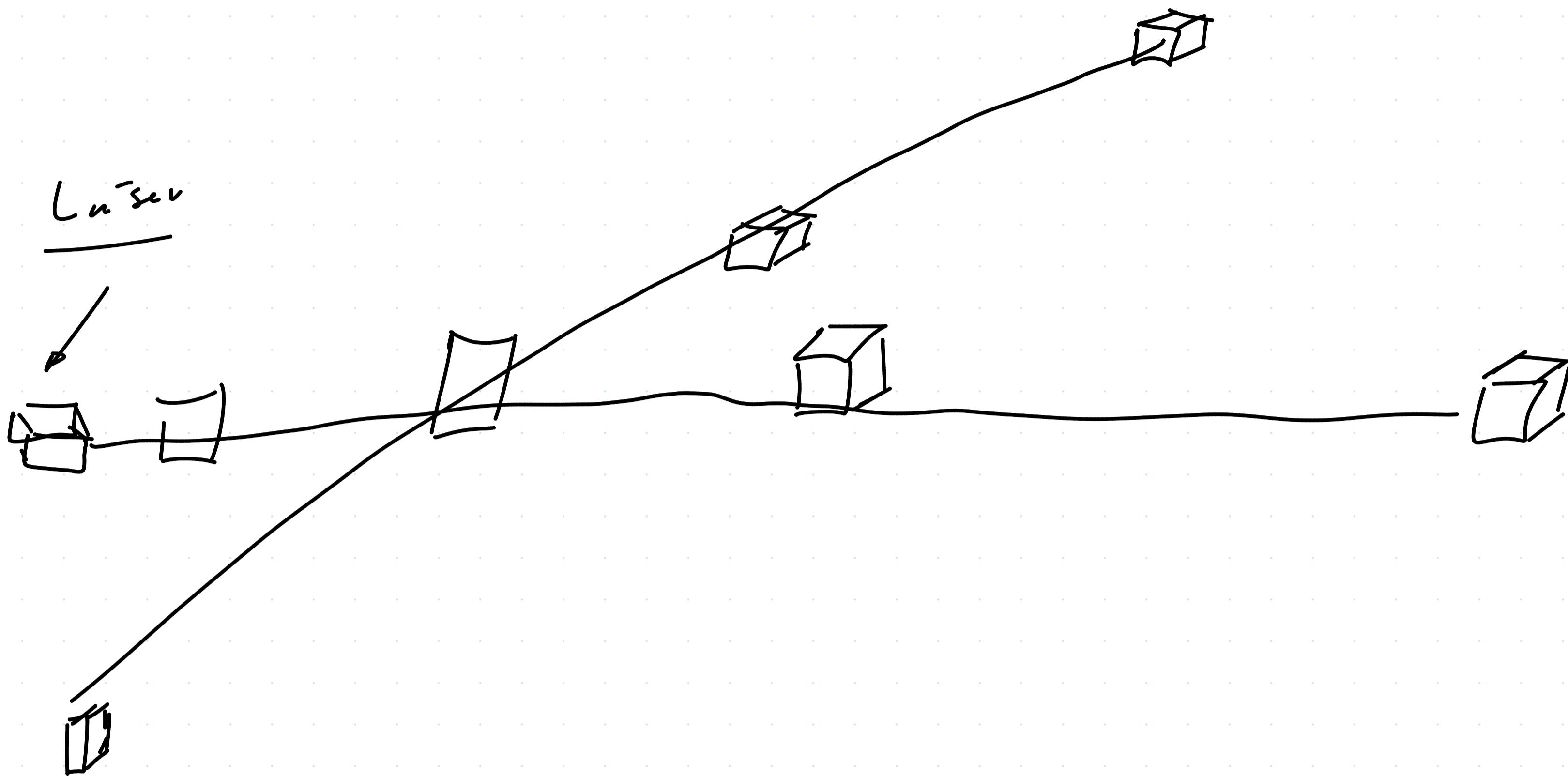
• LIGO Hanford

• LIGO Livingston

¡Qué son las ondas gravitacionales!

\* oscilación en el espacio-tiempo

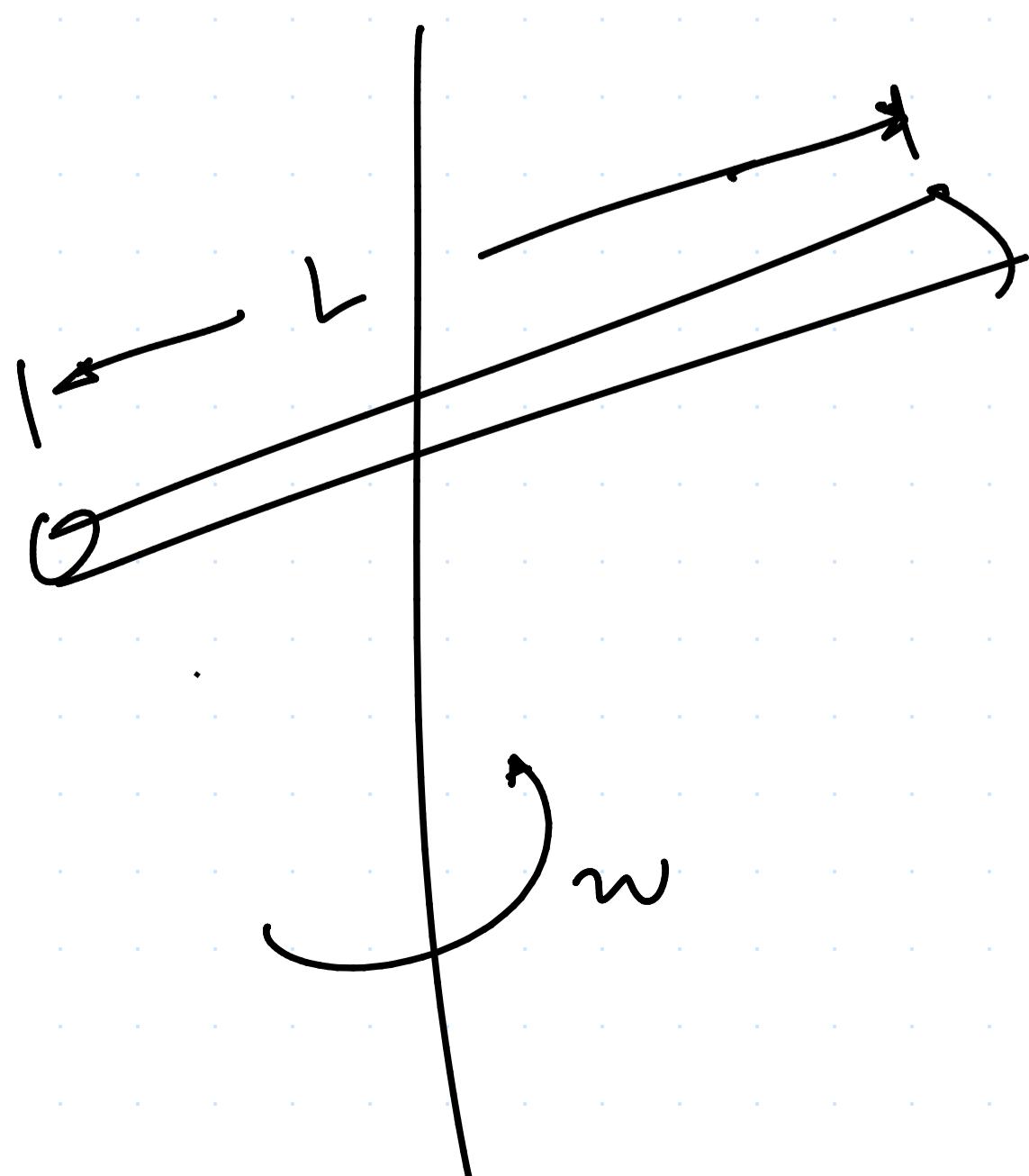
Interferómetro



Brazos del interferómetro (LIGO)

↑  
longitudes } detección de las ondas.  
enormes

¡Cómo se produce radiación gravitacional (ondas gravitacionales)!



wavepolo

$$\beta = \frac{2M^2 L^4 w^6}{45 c^5} \cdot G = \frac{2 M^2 L^4 w^6}{45 \left( \frac{c}{G} \right)^s}$$

$$G_{\mu\nu} = R_{\mu\nu} - \frac{1}{2} g_{\mu\nu} R = \kappa T_{\mu\nu}$$

$$g_{\mu\nu} = \delta_{\mu\nu} + \kappa h_{\mu\nu}, \quad (|\kappa h_{\mu\nu}| \ll 1),$$

with  $\kappa^2 = 32\pi G$ , one obtains

$$\square \bar{h}_{\mu\nu} = -\frac{1}{2} \kappa T_{\mu\nu}$$

where:

$$\bar{h}_{\mu\nu} = h_{\mu\nu} - \frac{1}{2} \delta_{\mu\nu} h_{11}$$

The energy density in a plane wave

$$\bar{h}_{\mu\nu} = h_{\mu\nu} = \alpha \epsilon_{\mu\nu} \cos(\omega t - \kappa \cdot x)$$

is

$$U = \frac{1}{2} c^2 w^2 a^2$$

Provided  $\epsilon_{\mu\nu}$  is a unit polarization tensor,

- Un sistema binario de dos objetos compactos rotando genera ondas gravitacionales.
  - Deteción indirecta de radiación:
    - Russell Hulse y Joseph Taylor
  - El efecto Doppler indica la rotación de un pulsar.
  - El periodo presenta un corrimiento de  $4.2^\circ$  grados por año.
  - Las órbitas disminuyen porque se está perdiendo energía en forma de ondas gravitacionales.
- Pulsar B1913 + 16, algunos parámetros
- $m_p = 1.44 M_\odot$
  - $m_c = 1.38 M_\odot$
  - $e = 0.617$
  - $P_{\text{bin}} = 7 \text{ hrs } 25 \text{ min}$
  - $P_{\text{pulsar}} = 17 \text{ vueltas/sig}$
  - corrimiento del periodo =  $4.2^\circ/\text{año}$
  - Órbita va desde  $1.1 d_\odot - 4.8 d_\odot$

La órbita

- Las observaciones están en perfecto acuerdo con la predicción teórica para la disminución del periodo.

$$\dot{P}_0 = -\frac{192\pi}{5c^3} \left( \frac{2\pi G}{P_0} \right)^{5/3} \frac{mm'}{(m+m')^{1/3}} \left( 1 + \frac{73}{24} e_0^2 + \frac{37}{96} e_0^4 \right) \left( 1 - e_0^2 \right)^{-1/2}$$

- Efectos relativistas } comienzo del perihelio

- Detección directa de las ondas gravitacionales.

Primeros intentos de detectar ondas grav.

- Relativística numérica

Dara que podríamos tener la observación directa de ondas gravitacionales.

- No son absorbidas ni dispersadas por polvo o plasma

- Naturaleza de Rad Grav: tipo, vel, polarización

- Formación de estrellas, B. H.

- Detección de masas fuentes no luminosas.