

ONDE GRAVITAZIONALI

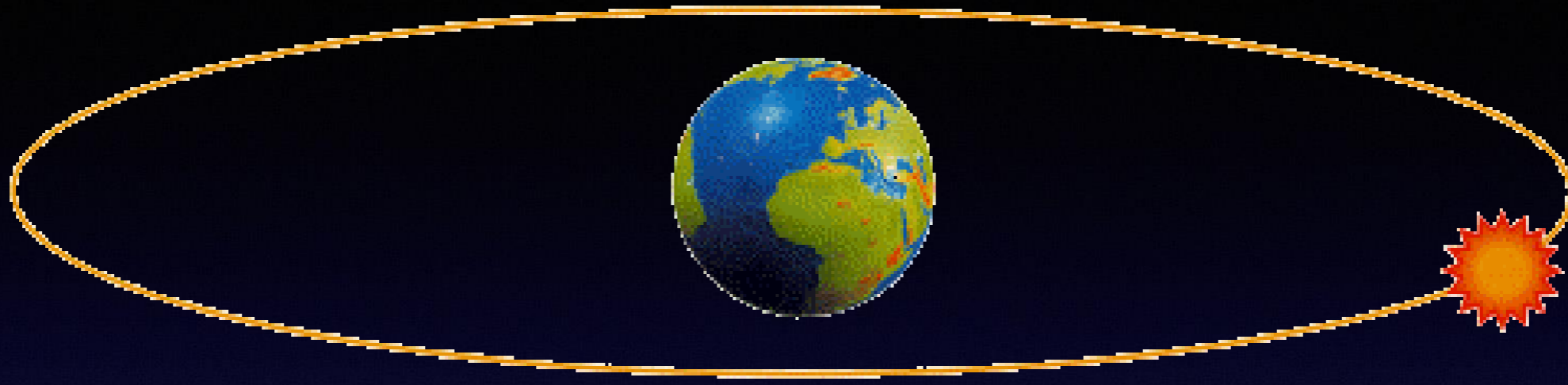
...eppur si propaga...!!



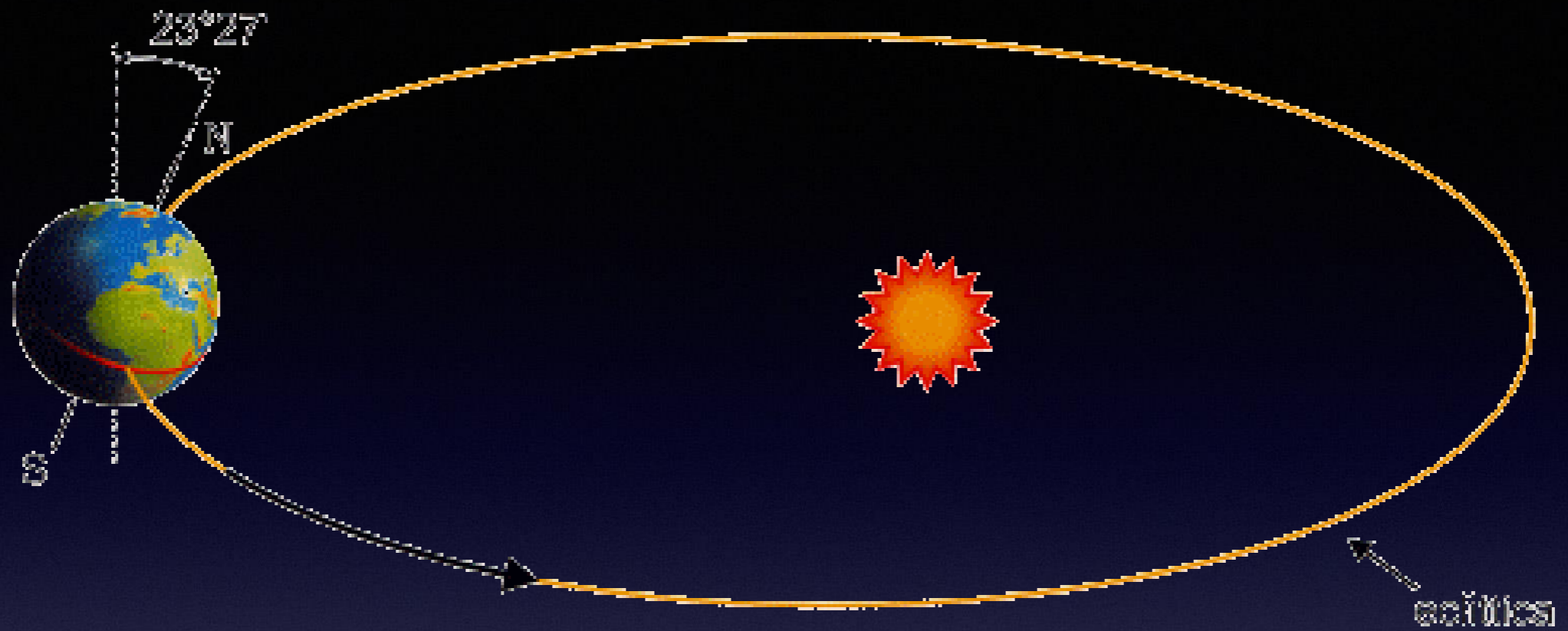
gruppo 1

#academyITP2017

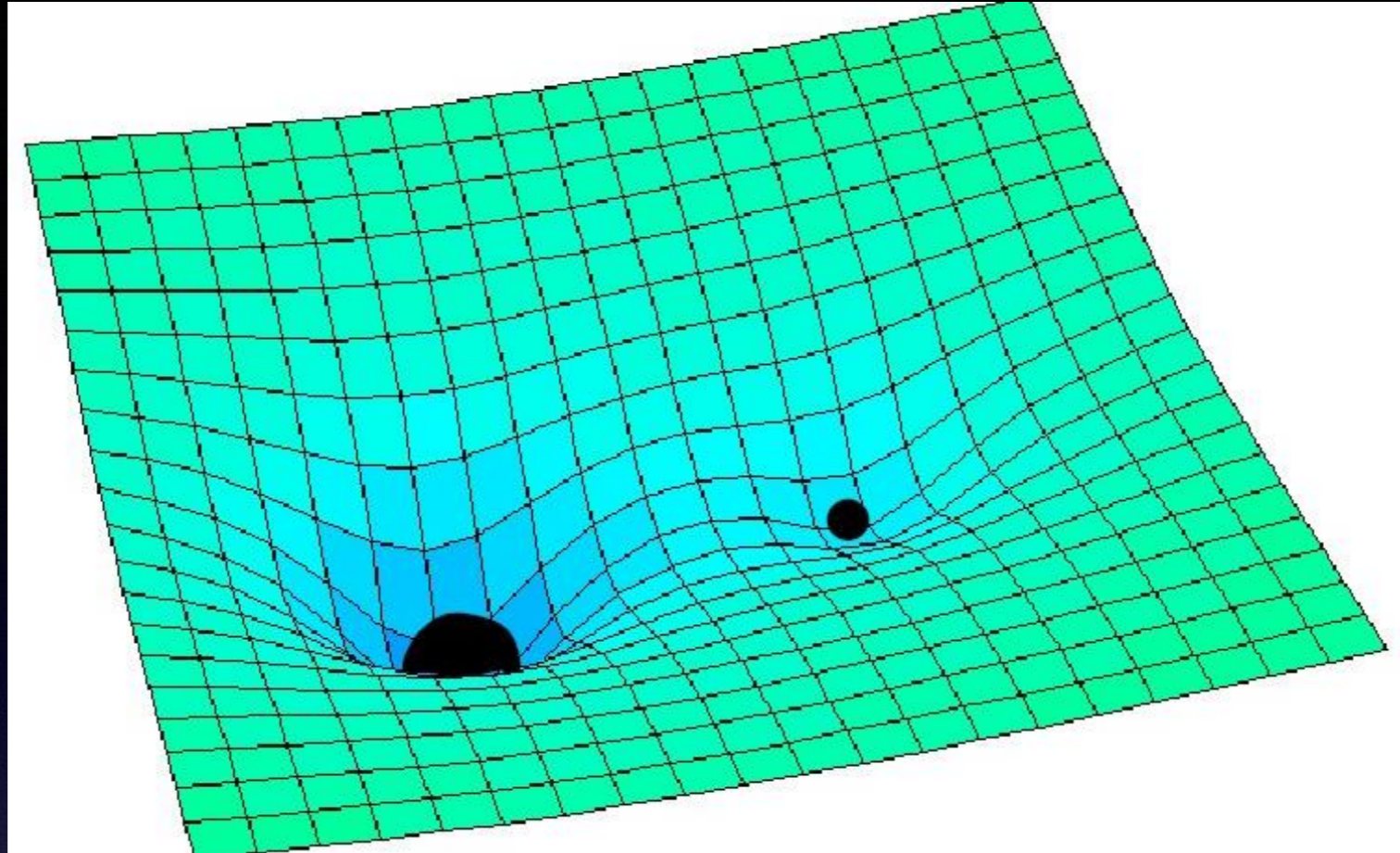
tante volte nella scienza
abbiamo cambiato idea



da un (ego)centro...



...ad un (elio)centro...

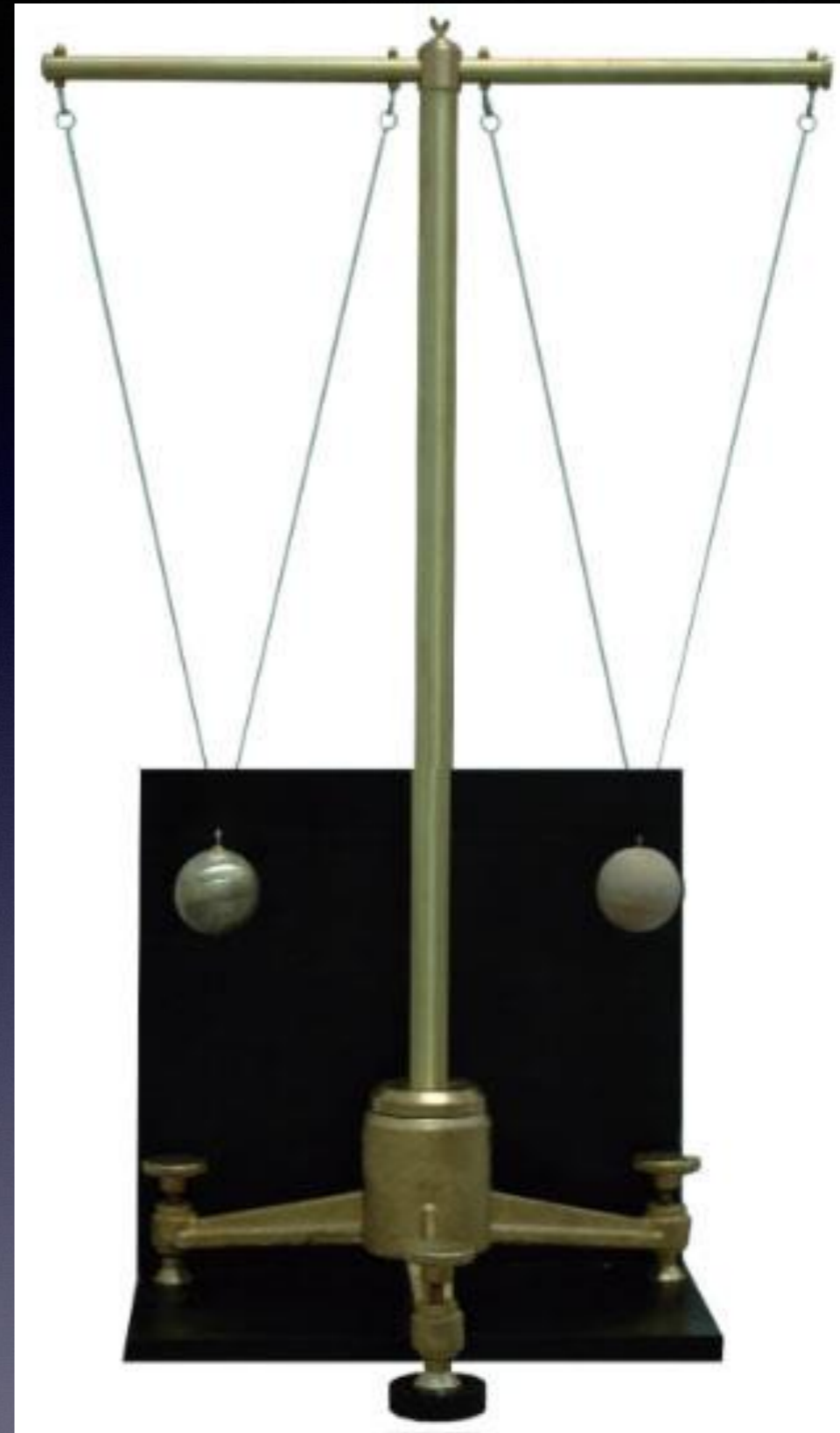


...a un (non)centro

impariamo dalla storia

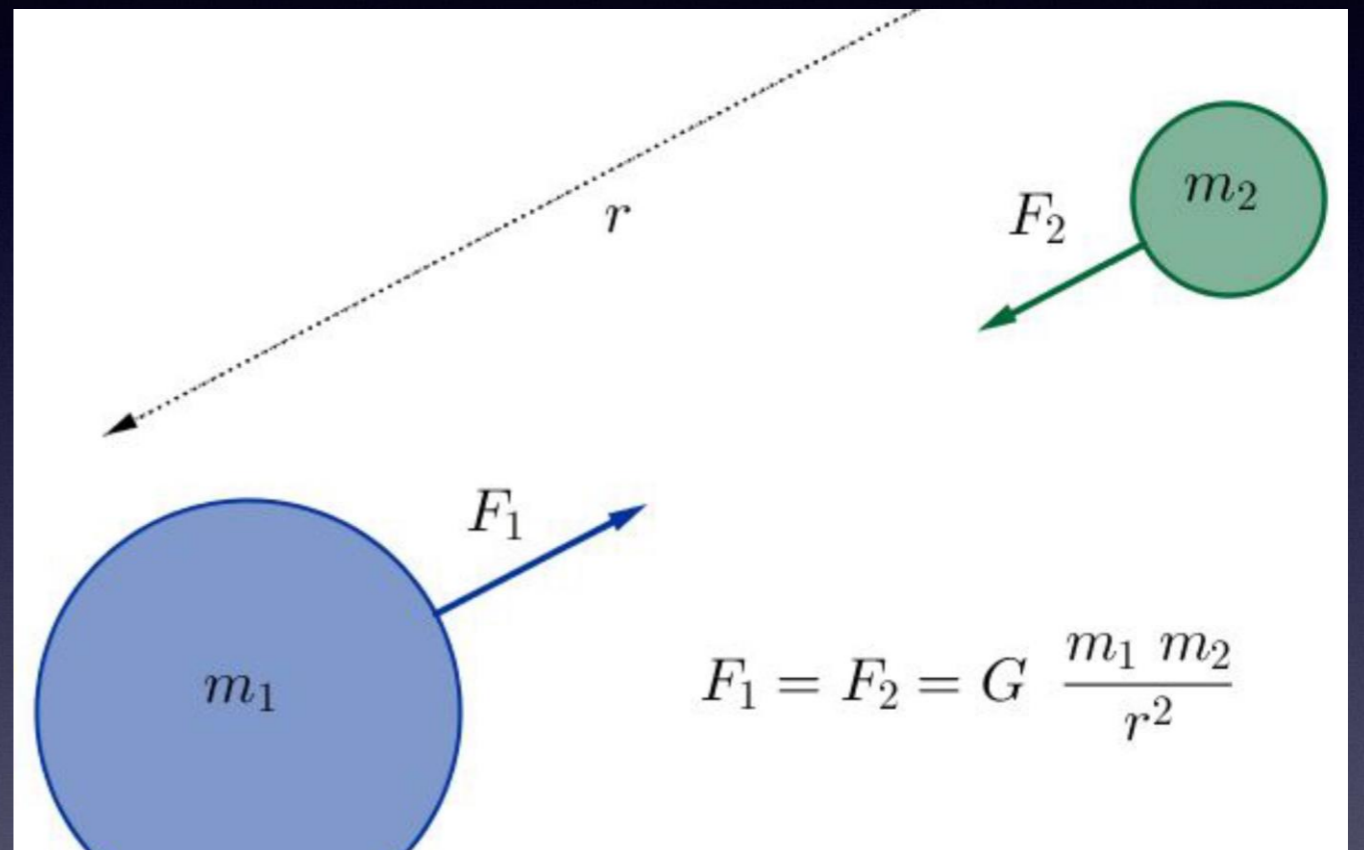
Galileo

I PENDOLI



Isaac

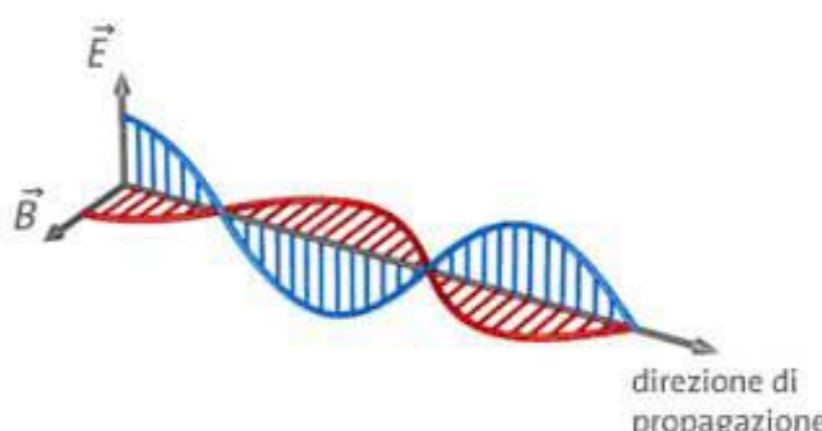
L'AZIONE A DISTANZA



James

IL CAMPO E LE ONDE

■ campo magnetico ■ campo elettromagnetico



The diagram illustrates an electromagnetic wave propagating along the x-axis. The electric field (E) is represented by a blue sinusoidal wave oscillating in the y-z plane. The magnetic field (B) is represented by a red sinusoidal wave oscillating in the y-z plane, perpendicular to the electric field. The direction of propagation is indicated by an arrow pointing to the right, labeled "direzione di propagazione".

1) $\vec{\nabla} \cdot \vec{E} = 0$

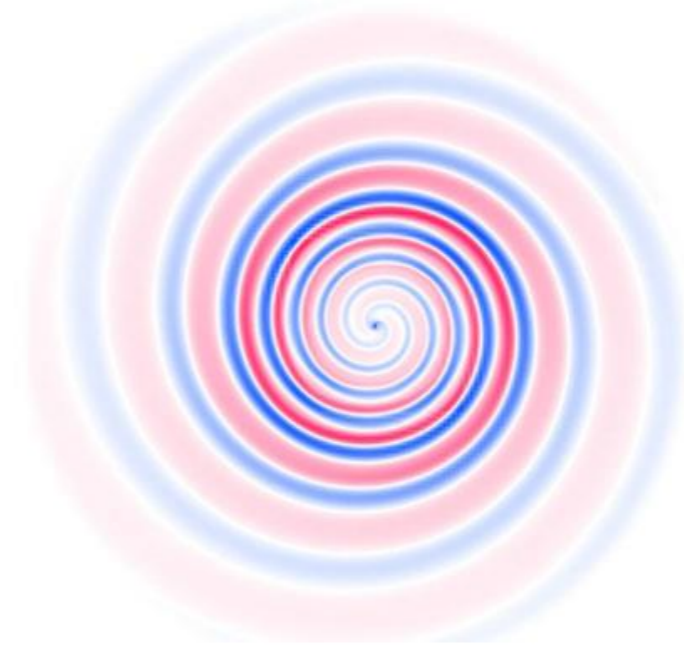
2) $\vec{\nabla} \cdot \vec{B} = 0$

3) $\vec{\nabla} \wedge \vec{E} = -\frac{1}{c} \frac{\partial \vec{B}}{\partial t}$

4) $\vec{\nabla} \wedge \vec{B} = \frac{1}{c} \frac{\partial \vec{E}}{\partial t}$

Albert

LO SPAZIOTEMPO



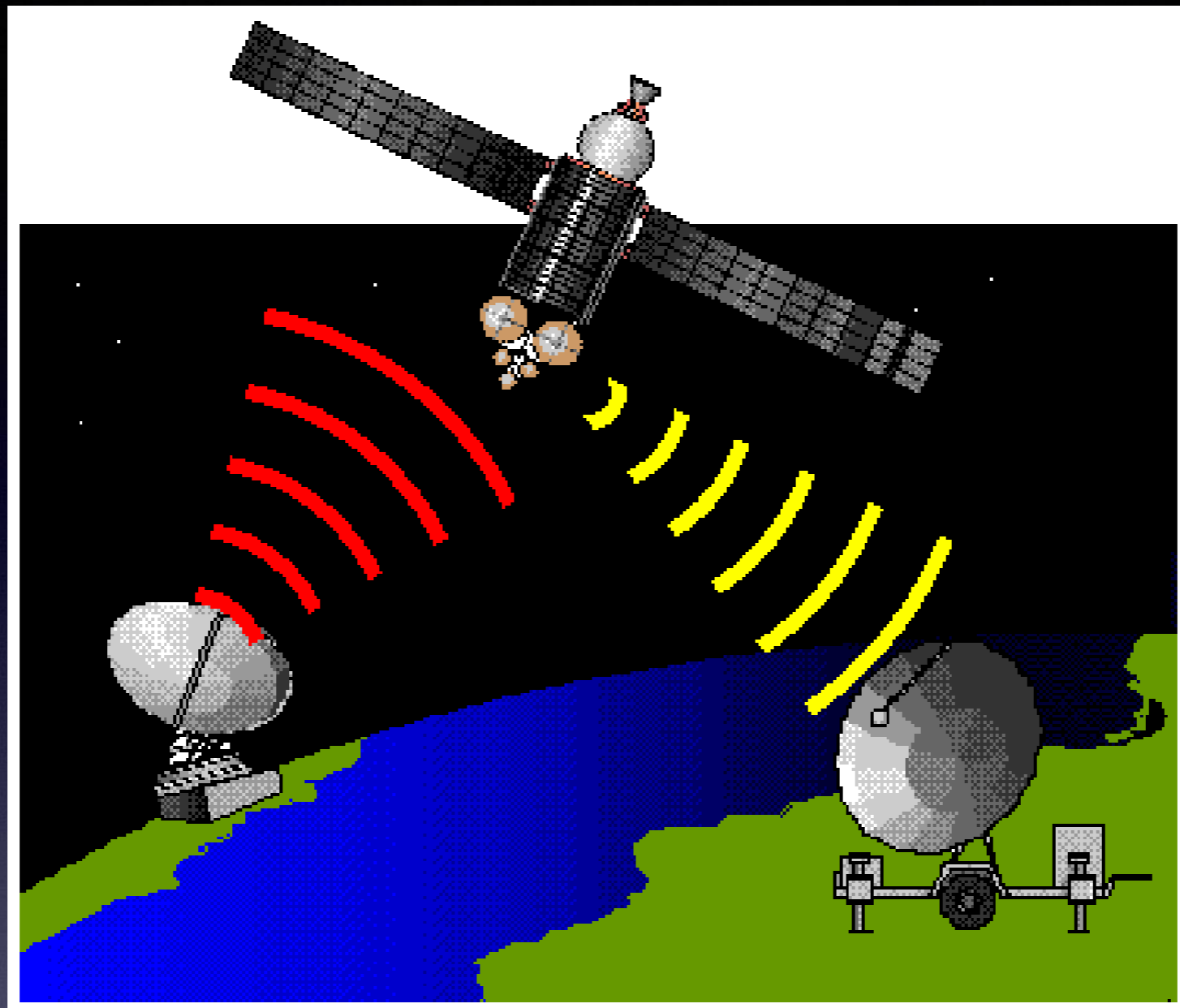
$$R_{\mu\nu} - \frac{1}{2}R g_{\mu\nu} + \Lambda g_{\mu\nu} = \frac{8\pi G}{c^4} T_{\mu\nu}$$

parliamo di onde

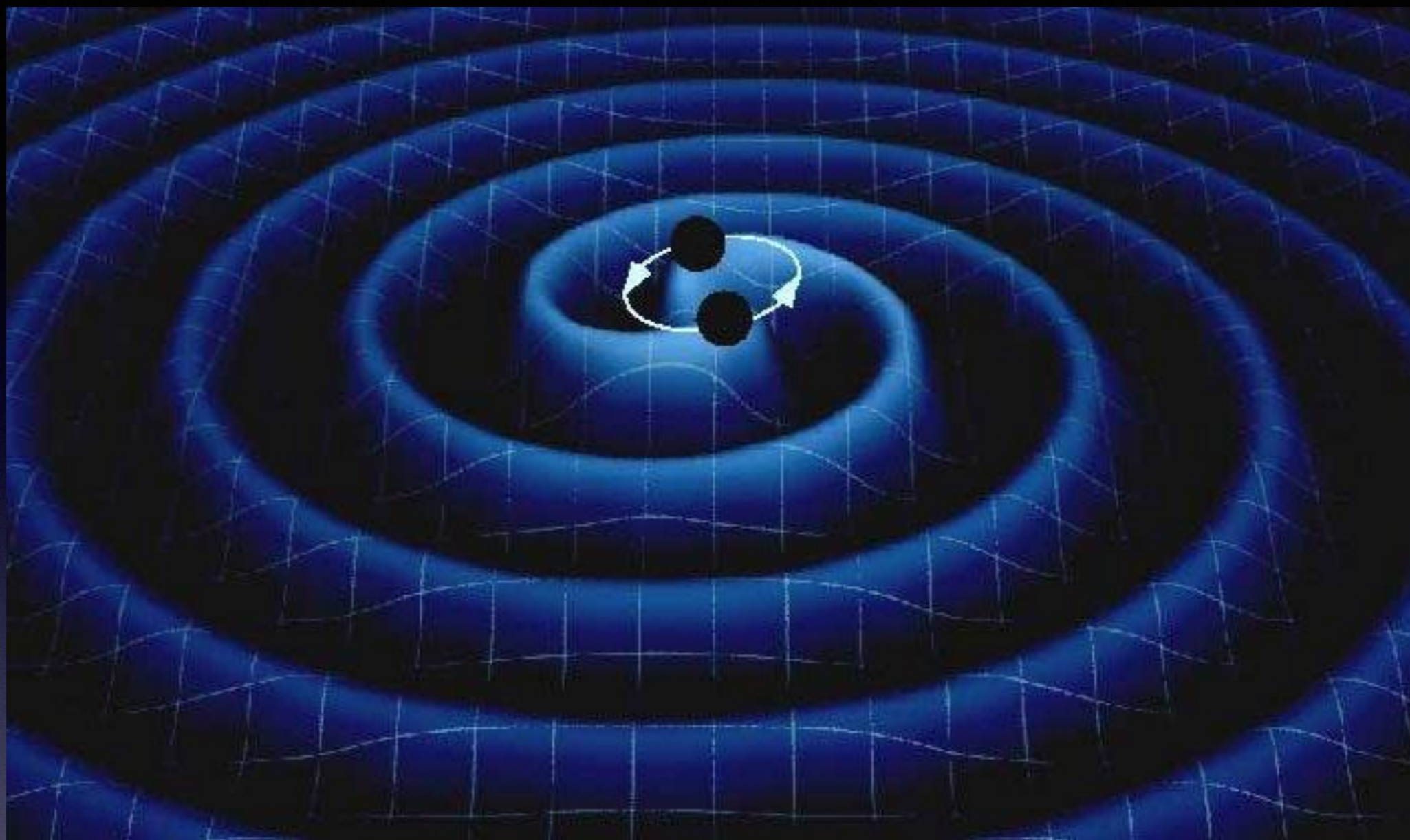


un sasso che cade in acqua

un'onda meccanica



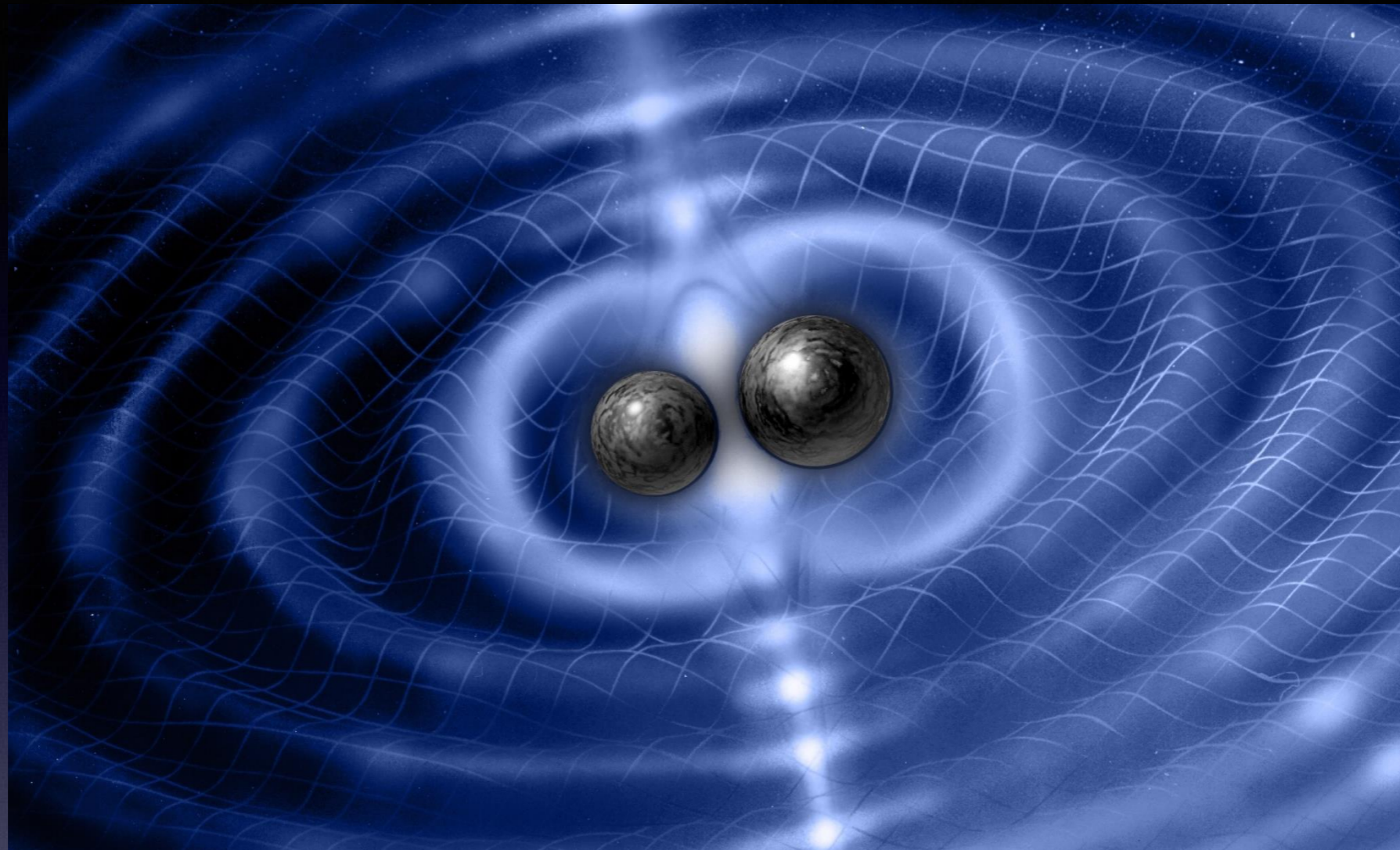
un satellite che trasmette un segnale
un'onda elettromagnetica



due buchi neri che collidono

un'onda gravitazionale

ma cosa sono
le
onde gravitazionali?



perturbazioni dello spaziotempo

	EM	G
GENESI	cariche accelerate	masse accelerate
VELOCITÀ	variabile nel mezzo	c
COSA	2 campi	1 campo
ONDA	in generale non coerente	coerente
RANGE	varia f, λ, A	E



$$R_{\mu\nu} - \frac{1}{2}R g_{\mu\nu} + \Lambda g_{\mu\nu} = \frac{8\pi G}{c^4} T_{\mu\nu}$$

Geometria Vs MateriaEnergia

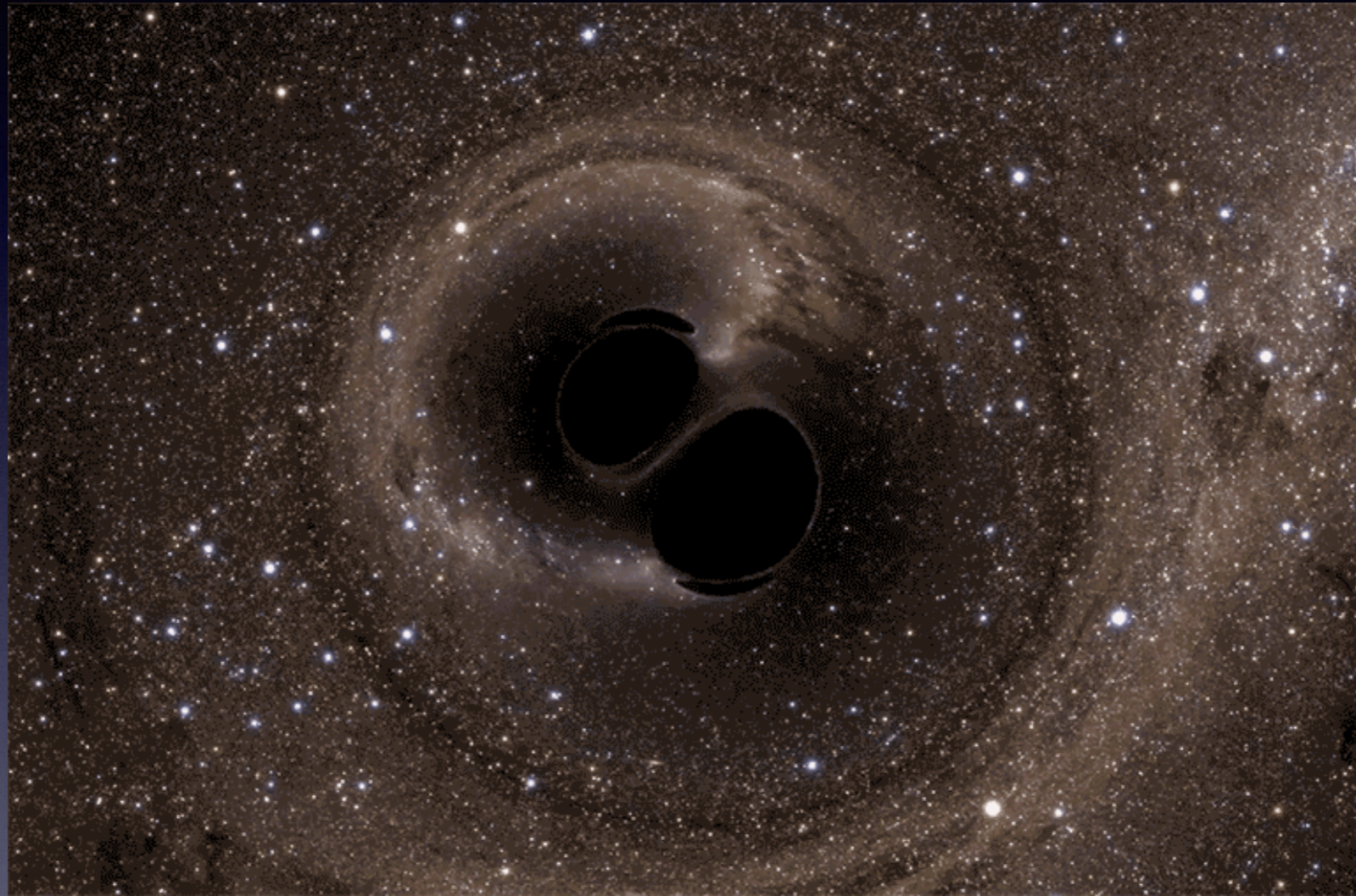


come nascono?

sono generate da masse
in forte accelerazione

- Distribuzione della massa non uniforme
- Momento di quadrupolo
- Condizioni matematiche opportune





sorgenti periodiche

- Sistemi binari di stelle di neutroni
- Pulsar asimmetriche

sorgenti impulsive

- Binarie coalescenti
- Supernovæ
- Buchi neri

sorgenti stocastiche

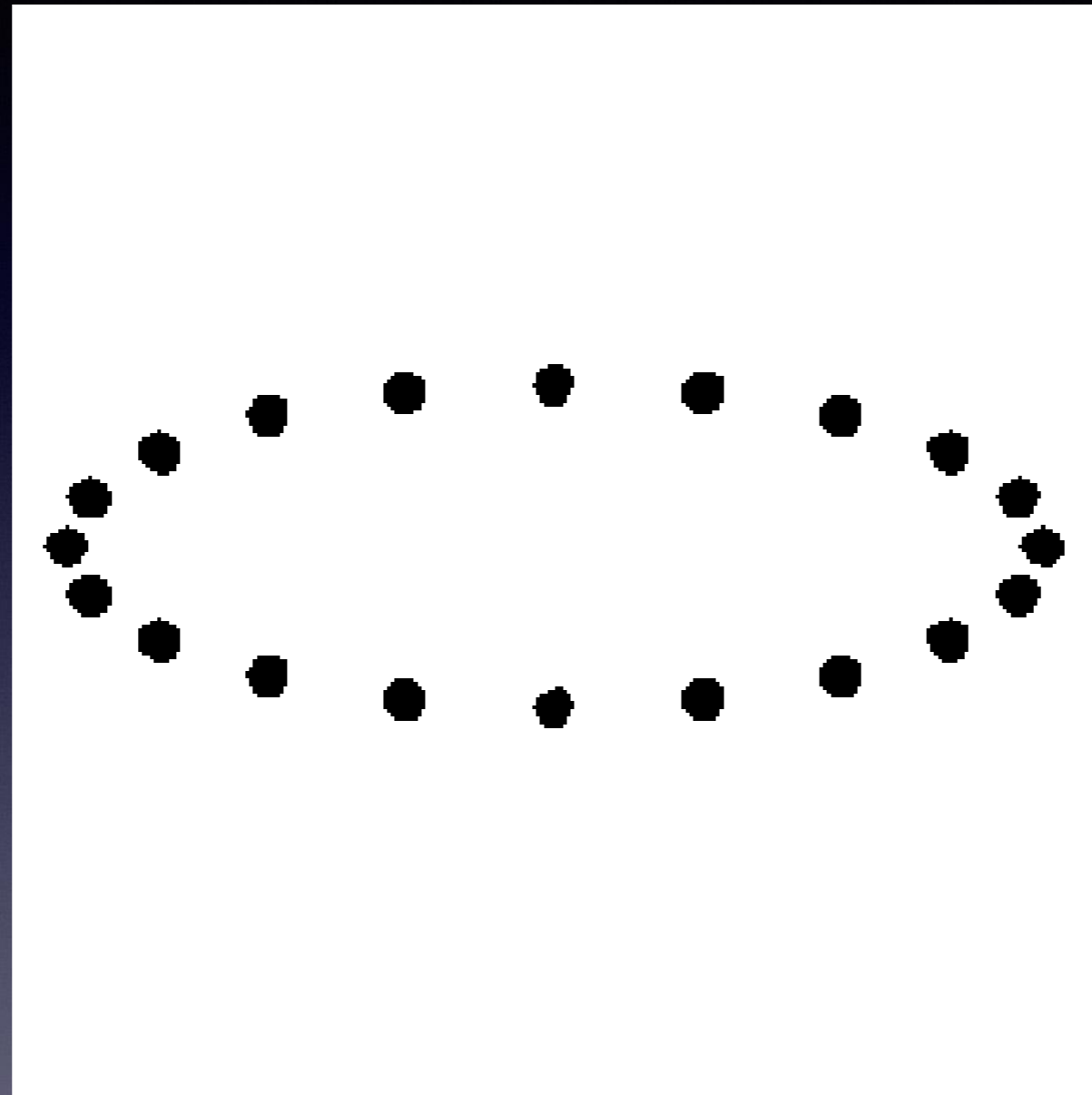


come si propagano
nello spaziotempo?

- Si propagano alla velocità della luce
- Doppia spirale
- Mantengono la forma caratteristica della sorgente

quali effetti producono?

- Deformano lo spaziotempo
- Trasportano energia
- Trasportano informazioni



- $36 + 29 = 62 ?$
- Tre masse solari mancano!
- $E=mc^2$
- Fattore di dispersione dell'energia



dalla distanza ricaviamo dove puntare i telescopi
se non vediamo nulla deve trattarsi di buchi neri



potrebbero in futuro aiutarci a capire
i primi istanti di vita dell'universo

le onde gravitazionali
sono davvero complicate
da rilevare

- Hanno piccolissima ampiezza
- Hanno grande lunghezza d'onda
- Perdono energia
- Sono fenomeni che rileviamo raramente

fin qui la teoria...

...ma con quali strumenti
si possono rilevare?