

El temps de la física

Guy Molénat



Curs de filosofia: *El temps*

1604



1564-1642

Galileo Galilei



"Galileu, potser més que qualsevol altra persona, fou el responsable del naixement de la ciència moderna."

Stephen Hawking



Newton (1642-1727)

La caiguda lliure

distància ÷ temps x temps

distància = 1/2 x acceleració terrestre x temps x temps

$$d = \frac{1}{2} g t^2$$

$$g = 9,8 \text{ m/s}^2$$



V aumenta de 9,8 m/s cada segon

V aumenta de 35 km/h cada segon

genuine

48	76	77
84	97	93
	97	92
	97	84
300 m/s	84	92
57	69	71
82	97	93
	80	84
	73	78
(85)	92	68
	86	83

~~h = 3,5~~
h = 2,7 ← 75"

Bulls		B. 26	
88	85	85	85
83		85	

El temps: unidimensional (1D)

Una línia oberta: un temps linial

2 opcions 

Una línia tancada: un temps cíclic

El temps és linial



El principi de causalitat

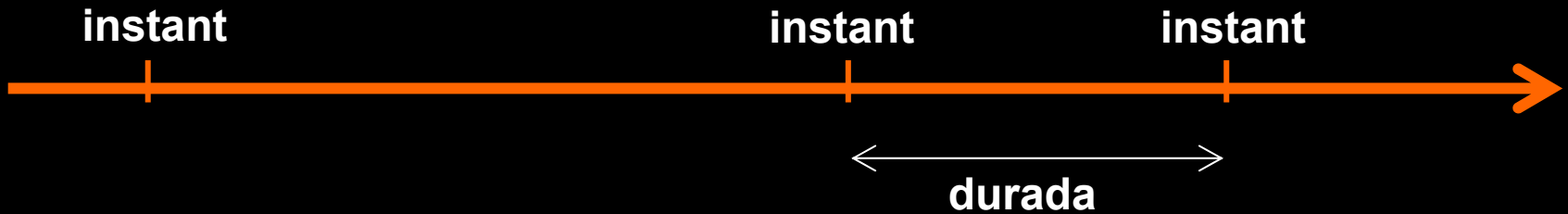
“Qualsevol fenomen és l’efecte d’una causa que el precedeix”, Kant



El passat és inalterable

“Hi ha una cosa que Déu no pot fer, és modificar el passat”, Descartes

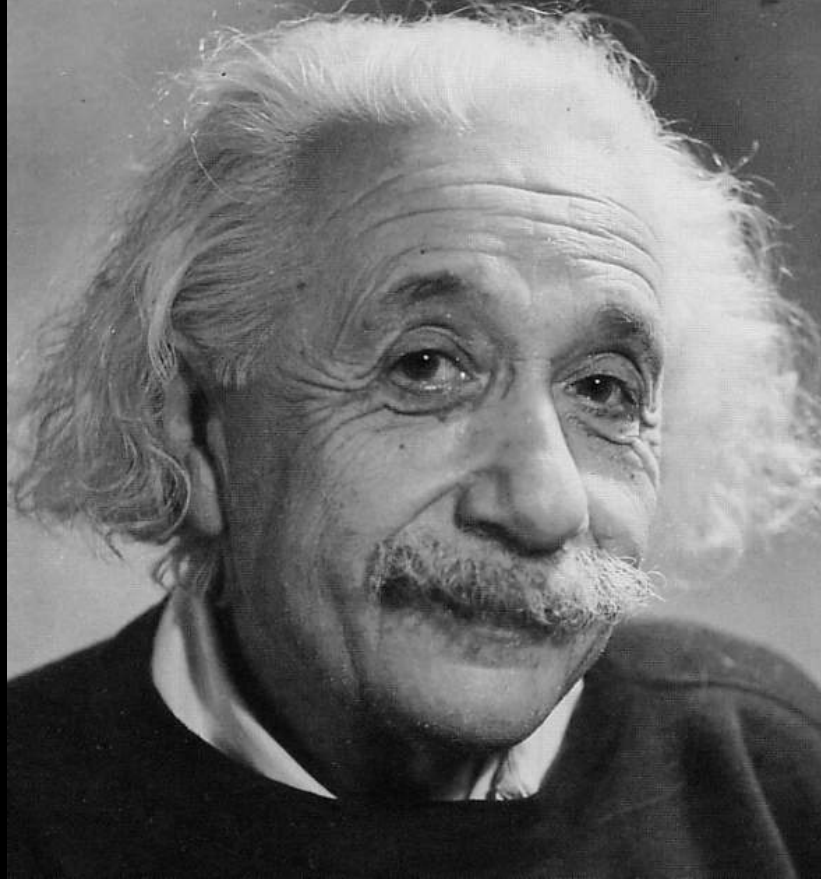
La fletxa del temps



- ➔ El temps renova els instants presents
- ➔ La funció principal del temps és de produir durada

(No confondre els fenòmens temporals - que poden ser cíclics - i el temps)

1905



Albert Einstein, 1879-1955

El temps és relatiu

➔ No existeix la simultaneïtat absoluta ($c =$ finita)

... però la causalitat és manté gràcies al fet que $c =$ insuperable

➔ La mesura d'una durada és relativa (c és absoluta...)

... per una persona immòbil, el tic-tac del seu rellotge sembla més lent per una persona en moviment !

($c \approx 300\,000$ km/s)

“El temps és dilata”

Les longituds són relatives

No existeix la simultaneïtat absoluta



Localitzar al mateix temps les 2 extremitats de l'objecte a mesurar, és relatiu

*... per una persona immòbil, el seu cotxe aparcat és ...
més curt quan és mesurat per una persona en moviment!*

“Les longituds es contracten”

Ordres de magnitud

$$\text{durada}_{\text{mòbil}} = \text{durada}_{\text{immòbil}} / \sqrt{1 - v^2/c^2}$$

$$\text{longitud}_{\text{mòbil}} = \text{longitud}_{\text{immòbil}} \times \sqrt{1 - v^2/c^2}$$

($c \approx 300\,000 \text{ km/s} = 1\,080 \text{ milions km/h}$)

$V = 4 \text{ km/h}$

$V = 120 \text{ km/h}$

$V = 800 \text{ km/h}$

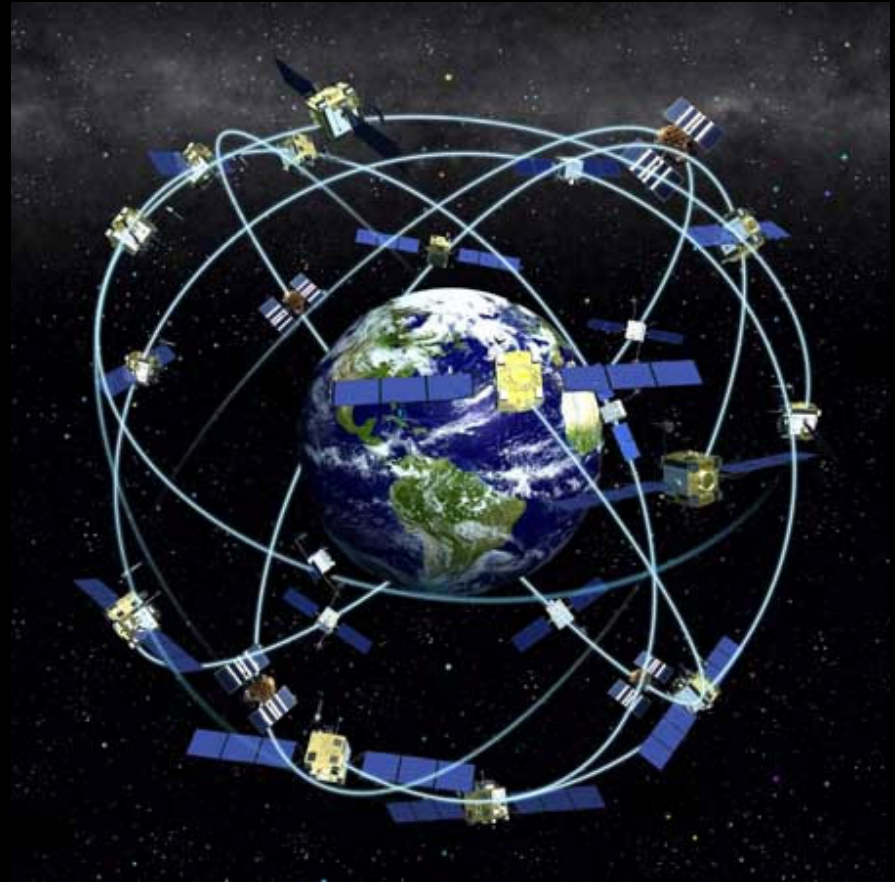

$$\text{durada}_{\text{mòbil}} = 1,000\,000\,000 \text{ durada}_{\text{immòbil}}$$

!!!

$$\text{longitud}_{\text{mòbil}} = 1,000\,000\,000 \text{ longitud}_{\text{immòbil}}$$

!!!

Galileo





El temps és relatiu

Les longituds són relatives

El temps i l'espai són units

Som en un món 4D (i no 3D + 1D)

Som a l'espai-temps

“Paradoxa” dels bessons



Gli 581 d

un exoplaneta descobert en maig del 2011
en el sistema planetari de l'estrella Gliese 581,
a 20 anys-llum de la Terra, en la constel.lació de la Balança.

(1 any-llum = 300 000 x 3600 x 24 x 365 = 9,5 milions de milions de km)

Distància = 20 anys-llum
Terra

V=0,9998c


$$\begin{aligned} \text{longitut}_{\text{mòbil}} &= \text{longitut}_{\text{immòbil}} \times \sqrt{1 - v^2/c^2} \\ \text{Distància}_{\text{Coet}} &= \text{Distància}_{\text{Terra}} \times \sqrt{1 - v^2/c^2} \end{aligned}$$

Distància = 20 anys-llum x 0,02 = 0,4 any-llum
Coet

Durada de l'anada i tornada $\approx 0,8$ any \approx **10 mesos**
Coet

Distància = 20 anys-llum
Terra

Durada de l'anada i tornada \approx **40 anys**
Terra



➔ **Podem viatjar al futur dels altres (no al nostre!)**

El principi de causalitat

- La física relativista (A. Einstein, 1905 +1915)
- La física quàntica (Max Planck, 1900)

Paul Dirac (≈ 1930)

El principi de causalitat



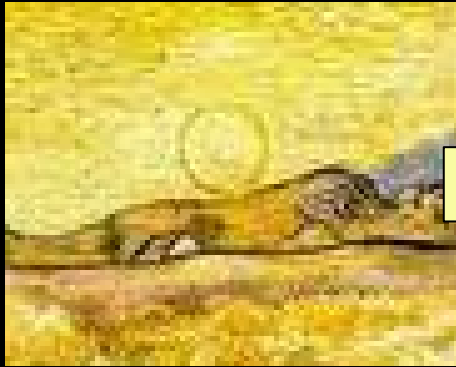
Antipartícules...



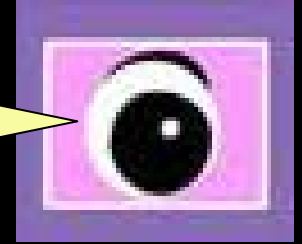
1902-1984

1932: Carl Anderson descobreix antielectrons..

Viatge a l'espai, viatge al temps



8 minuts



La llum: molt ràpid però no instantànea (300 000 km/s)




Alguns seconds



El so: bastant ràpid però no instantànea (300 m/s)





TIME
BEGINS

Time 10^{-43} s

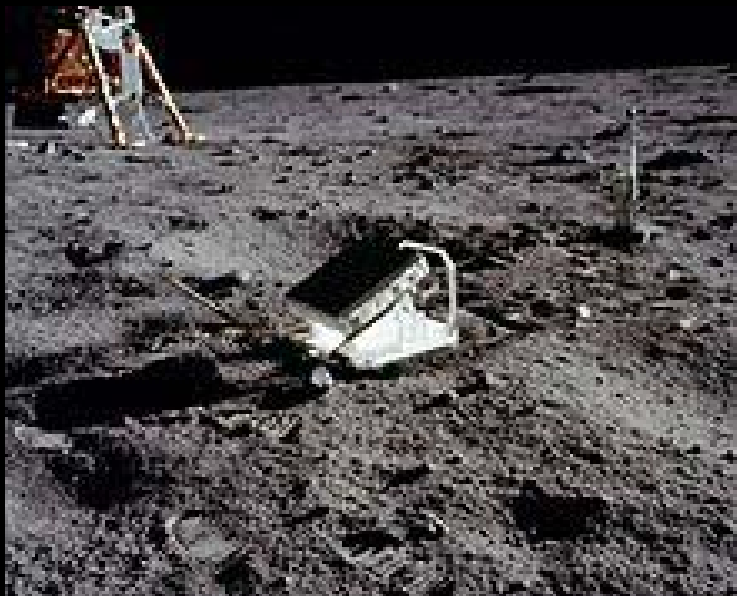


Las tácticas de Cronos

Etienne Klein

Siruela, 2005

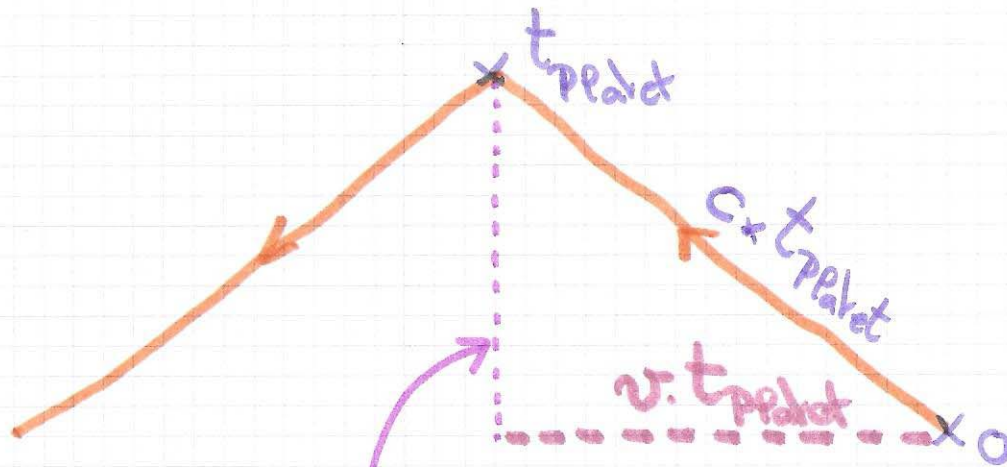
(“Les tactiques de Chronos”)



Què val t ?
Platet



(distância = velocidade
x duração)



Distância Terra - Urua = $c \times t_{Terra}$

$$\rightarrow (v \times t_{Platet})^2 + (c \times t_{Terra})^2 = (c \times t_{Platet})^2$$

$$\rightarrow t_{Platet} = t_{Terra} \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} < 1$$

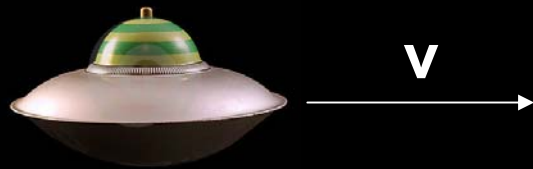


$$t_{Platet} > t_{Terra}$$

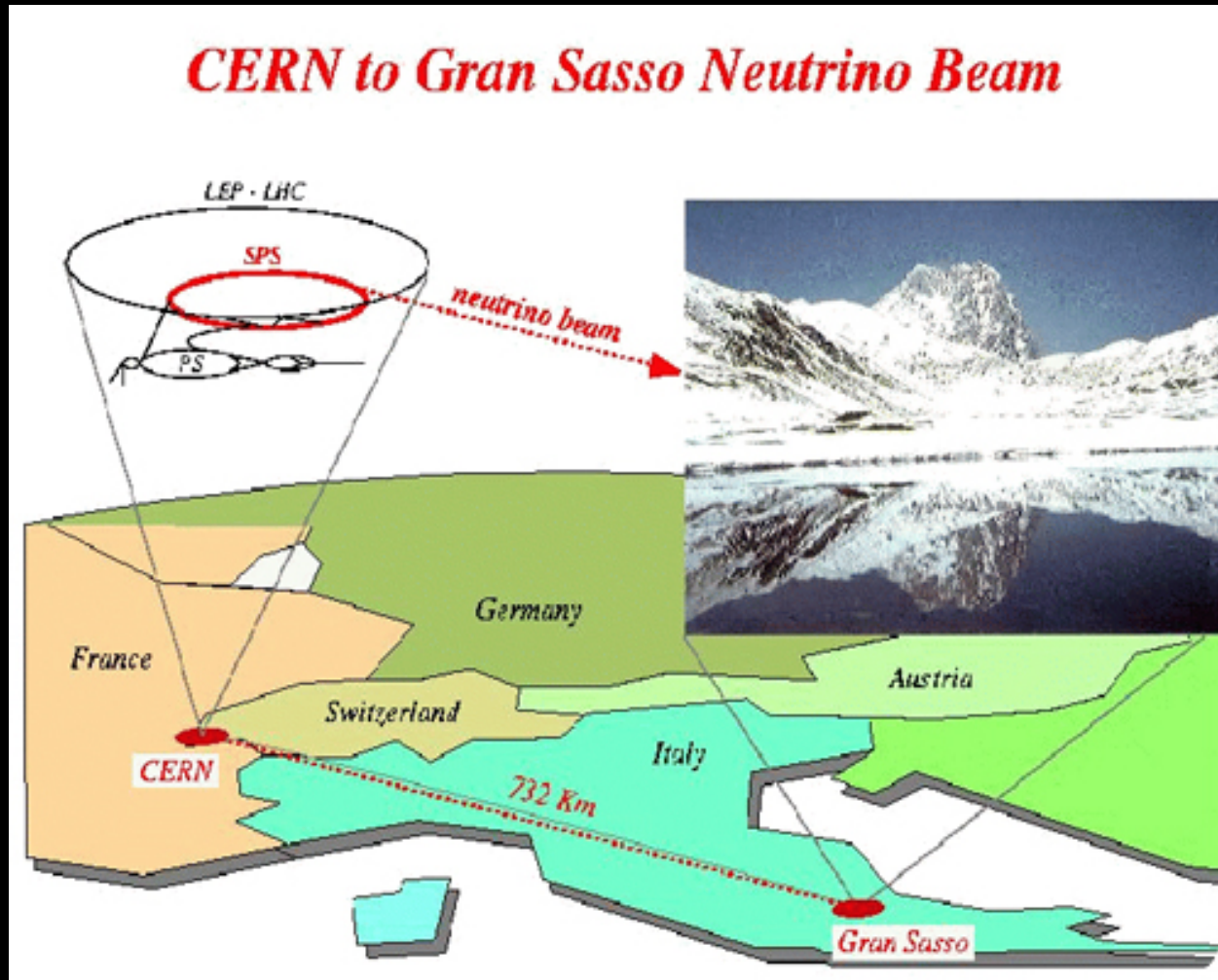
$$t_{\text{Platet}} > t_{\text{Terra}}$$

Els tic-tacs del “rellotge” Terra-Lluna són més lents al platet que a la Terra

“... per una persona immòbil, el rellotge d’una persona en moviment és... més lent que el seu!!!!”



Els neutrins més ràpids que la llum?



Measurement of the neutrino velocity with the OPERA detector in the CNGS beam

« *Despite the large significance of the measurement reported here and the stability of the analysis, the potentially great impact of the result motivates **the continuation of our studies** in order to investigate possible still unknown systematic effects that could explain the observed anomaly.*

*We deliberately **do not attempt any theoretical or phenomenological interpretation of the results.** »*