

La fisica incontra la città, 4 aprile 2007

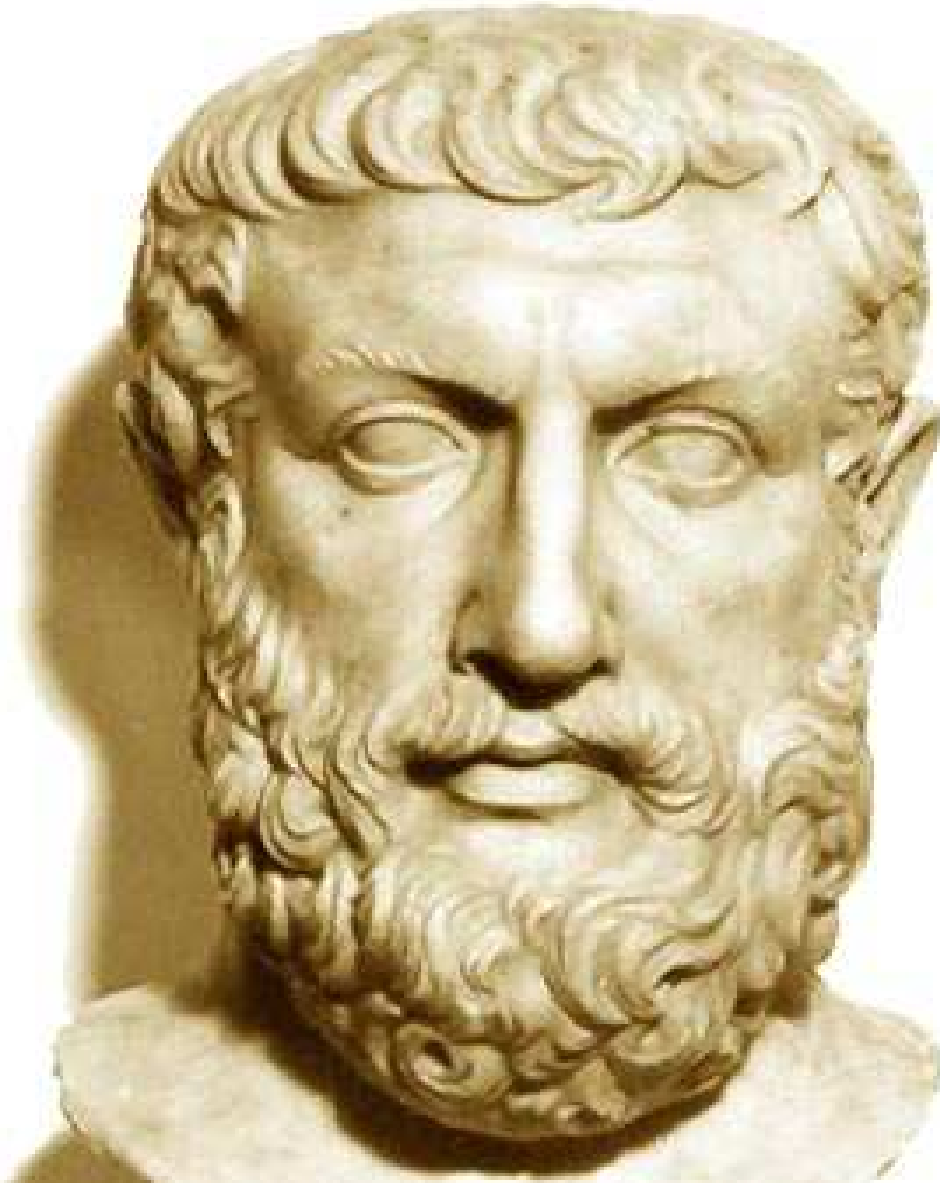
Parmenide, Einstein e l'irrealtà del tempo

Mauro Dorato

Dipartimento di Filosofia

Università degli Studi Roma 3

Alle origini della distinz. tra realtà e apparenza



Per Parmenide il tempo è *apparenza*, perché la sua esistenza implicherebbe *il venire in essere* degli eventi, ovvero un assurdo passaggio dal loro precedente *non essere* (ciò che è futuro *non è* ancora) *all'essere* (il presente)

“L’essere è... ora”

(VI-V sec. aC)

Un primo tentativo di negare la realtà del tempo...

. ... Essendo ingenerato è anche imperituro, tutt'intero, unico, immobile e senza fine. **Non mai era né sarà, perché è ora tutt'insieme**, uno, continuo. Difatti quale origine gli vuoi cercare? Come e donde il suo nascere? Dal non essere non ti permetterò né di dirlo né di pensarlo. Infatti non si può né dire né pensare ciò che non è. ... **L'essere come potrebbe esistere nel futuro?** In che modo mai sarebbe venuto all'esistenza?

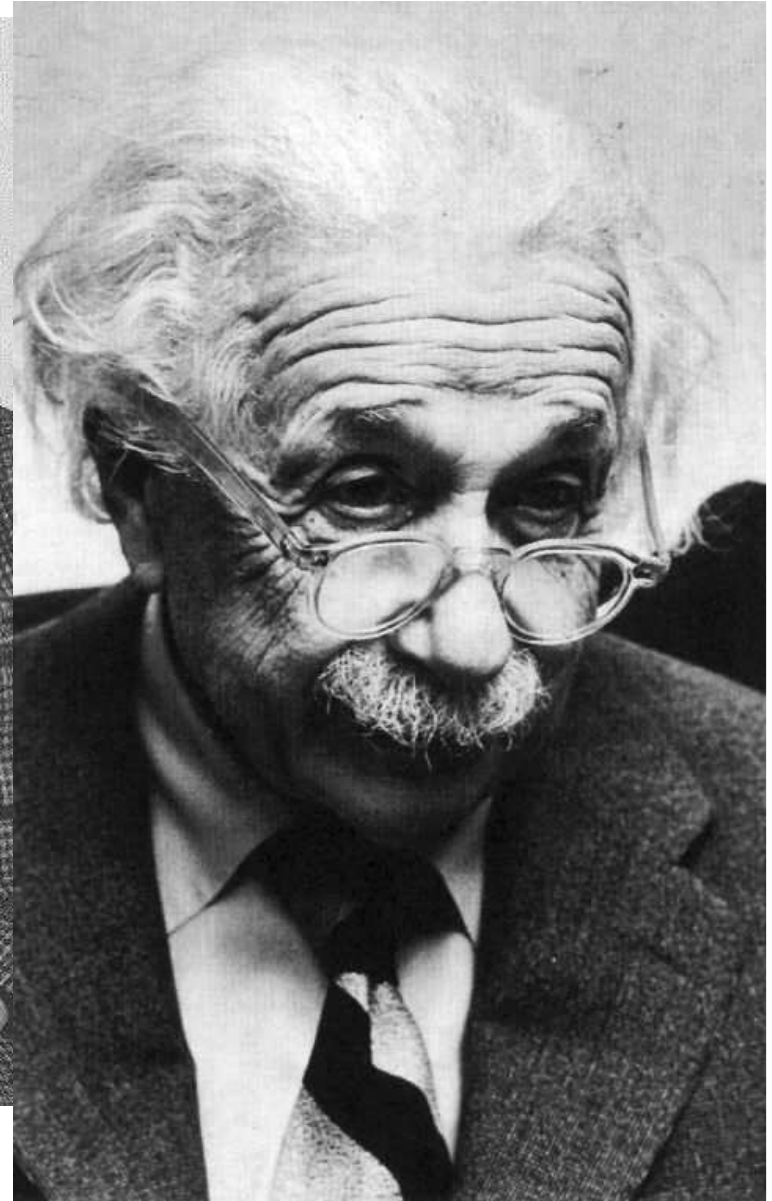
Parmenide, *I presocratici*, p. 275

1) Einstein alla vedova di Besso: “Michele mi ha preceduto anche questa volta... Ma per noi che crediamo nella fisica, **la differenza tra passato presente e futuro è solo un’illusione**, per quanto testarda” (21 Maggio 1955)

2) “Il problema del Presente lo preoccupava seriamente. Una volta Einstein disse che **l’esperienza del Presente significa qualcosa di speciale per l’uomo, qualcosa di essenzialmente diverso dal passato e dal futuro**, ma che questa importante differenza non ha luogo e non può averne nella fisica” (*The Philosophy of R. Carnap*, p. 37-38)

3) “Io cercai di persuaderlo ad abbandonare ... l’idea che il mondo fosse un universo chiuso a quattro dimensioni, nel quale **il cambiamento era un’illusione umana, o qualcosa di molto simile** (Egli era d’accordo che questa fosse la sua opinione e discutendo di ciò io lo chiamai “Parmenide””) (Popper, *La ricerca non ha fine*, p. 133)

Il Parmenide del XX sec.?



Le due domande che affronteremo

- 1 Quali potevano essere le ragioni *fisiche* che spingevano E. a credere che la distinzione in questione fosse illusoria?
- 2 Più generalmente, c'è conflitto tra il tempo della fisica e il tempo della nostra esperienza?

Tesi: Einstein ha svelato un aspetto “illusorio” nella nostra esperienza del tempo (presente), ma il conflitto è meno radicale di quel che in genere si sostiene

Precisiamo alcuni termini...

Tempo “fisico”



Tempo nella teoria della
relatività

Tempo esperienza

- i) Il futuro è “aperto”,
il passato è imm modificabile
- ii) **solo il presente esiste**
(forse insieme al passato)
- (iii) il presente “scorre”
(divenire)

3 parti

- 1 La teoria presentista del tempo vista come una riformulazione filosofica del senso comune
- 2 Che cos'è la *relatività della simultaneità*?
- 3 Perché la “creatura” di Einstein (la RS) implica la falsità del presentismo e quindi l'illusorietà della distinzione tra passato presente e futuro?
- 4 La circolarità del tempo e il divenire cosmico

1. La teoria “presentista” del tempo

Agostino

Hobbes

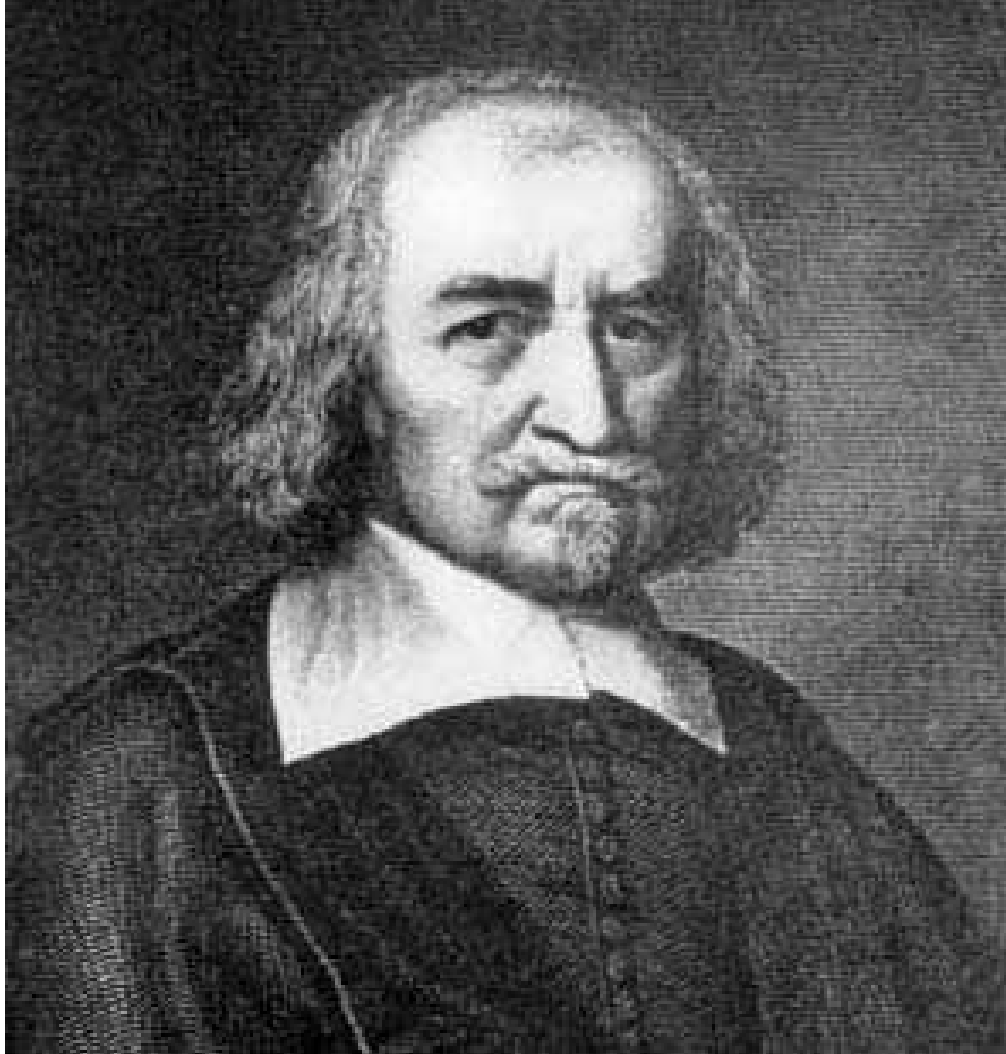


Ritratto da Botticelli, Firenze

Il presente “uno e trino”

“...né futuro né passato esistono, e solo impropriamente si dice che i tempi sono tre, passato presente e futuro, ma più corretto sarebbe forse dire che **i tempi sono tre in questo senso: presente di ciò che è passato [memoria], presente di ciò che è presente [percezione], e presente di ciò che è futuro [anticipazione]**”

Confessioni, XI libro, 397 dC



“Solo il presente esiste in natura: gli eventi passati esistono solo nella memoria, ma gli eventi futuri non esistono affatto, il futuro essendo null’altro che una finzione della mente che applica la successione delle azioni passate a quelle che sono presenti”

Hobbes, *Il Leviatano*, I, 3,
1660

Le citazioni potrebbero proseguire...

- la tesi che **solo il presente esiste** è stata difesa da molti filosofi come una descrizione accurata della nostra concezione intuitiva del tempo
- Ora vedremo se essa regge alla prova dei fatti nel confronto con la teoria della relatività

- 1 Il “presentismo” come riformulazione filosofica del senso comune
- 2 Che cos’è la relatività della simultaneità?**
- 3 Perché la relatività speciale sembra implicare che la distinzione tra passato presente e futuro è illusoria
- 4 La circolarità del tempo e la questione del divenire cosmico

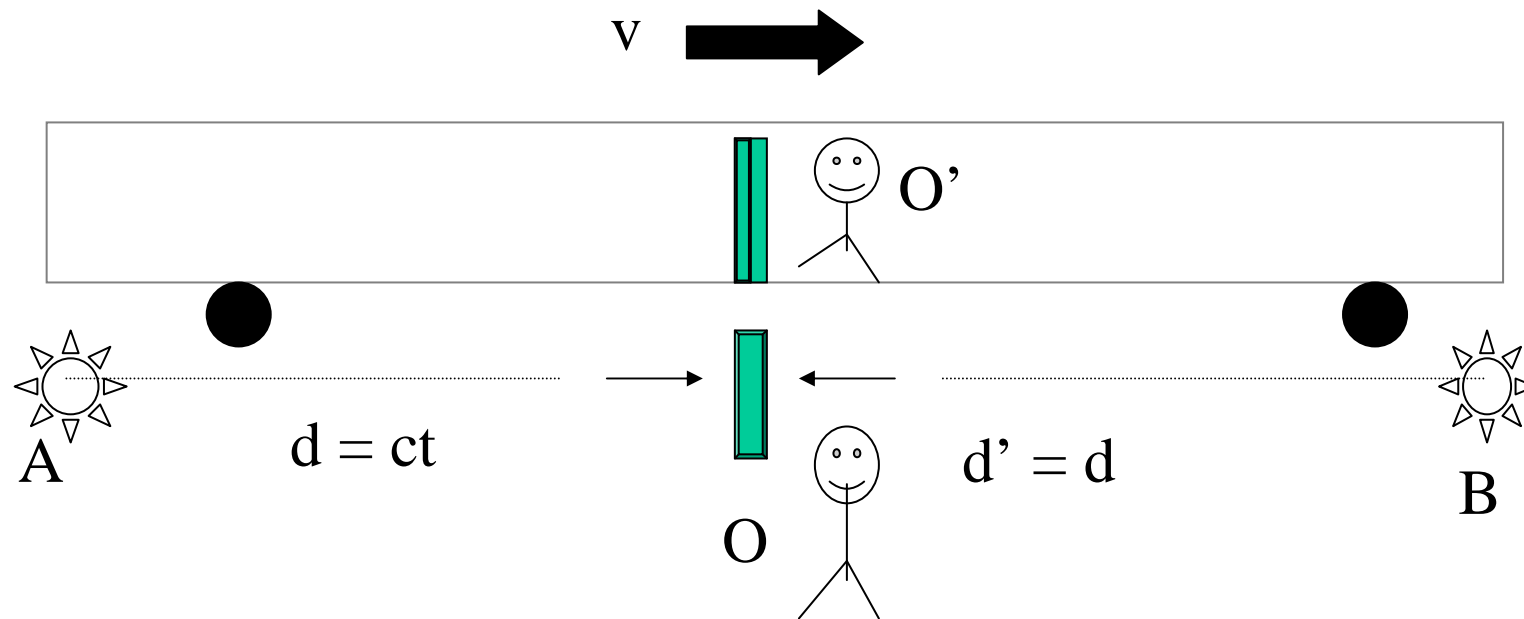
Un paradigma di analisi filosofica

«Se vogliamo descrivere *il moto* di un punto materiale, diamo i valori delle sue coordinate come funzioni del tempo. Dobbiamo però tenere bene in mente che una descrizione matematica di questo tipo non ha alcun significato fisico se non abbiamo ben chiaro **che cosa dobbiamo intendere per “tempo”**. Dobbiamo tener conto che tutti i giudizi nei quali il tempo gioca un ruolo sono sempre giudizi su *eventi simultanei*. Se per esempio, dico che “quel treno arriva qui alle sette” intendo qualcosa come “l’evento dato dalla lancetta piccola del mio orologio che punta sul 7 e l’arrivo del treno sono *simultanei*” ». (Einstein (1905/1952, p. 39).

Il ragionamento di Einstein

- Ogni giudizio temporale metrico presuppone, o è equivalente a, giudizi di *simultaneità* (“tutti i giudizi nei quali il tempo gioca un ruolo sono sempre giudizi su *eventi simultanei*”)
- Solo la simultaneità *locale* è *osservabile*
- Quindi l’attribuzione di simultaneità tra due eventi *a distanza* è frutto di una *stipulazione*

Un viaggio sul treno di Einstein

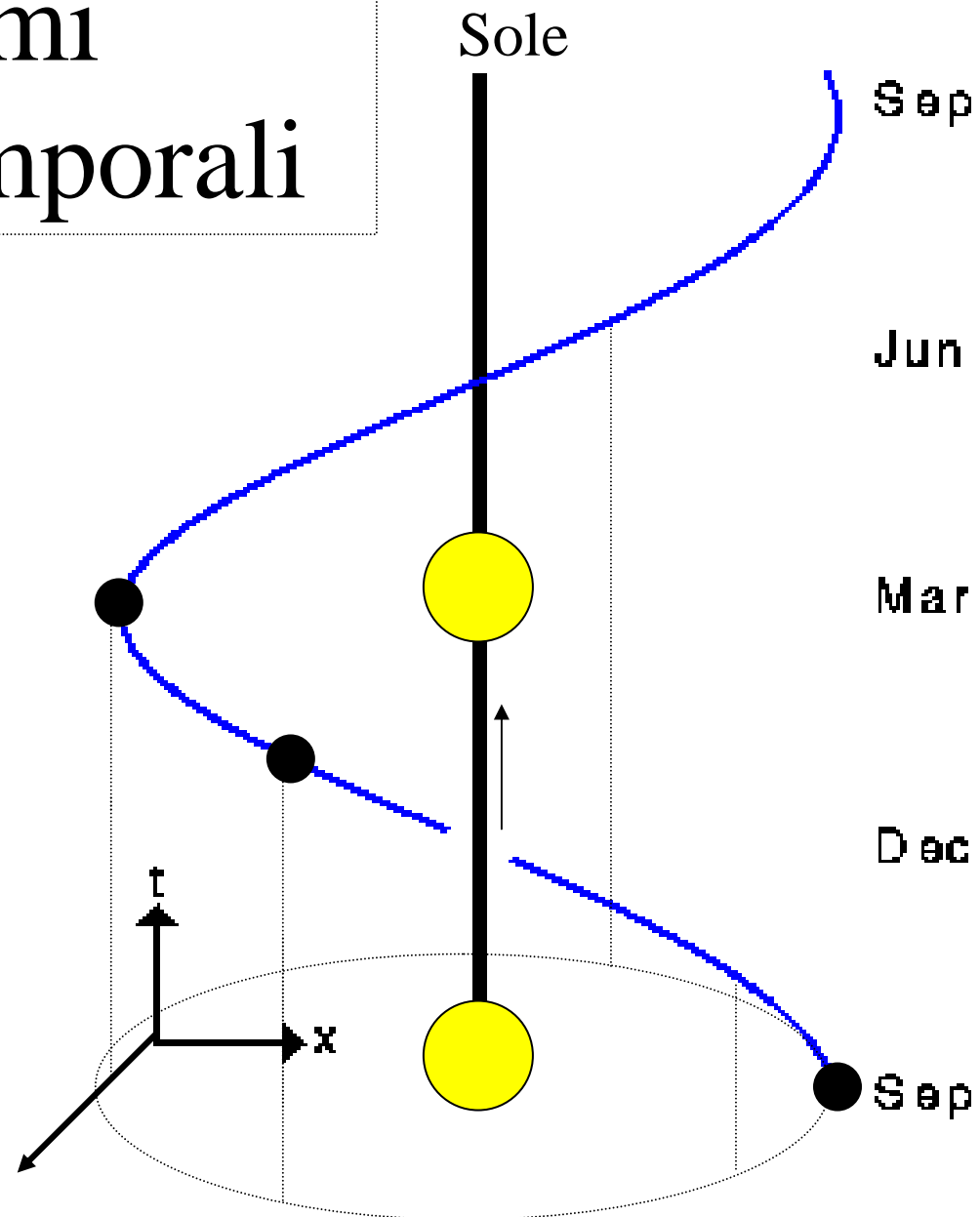


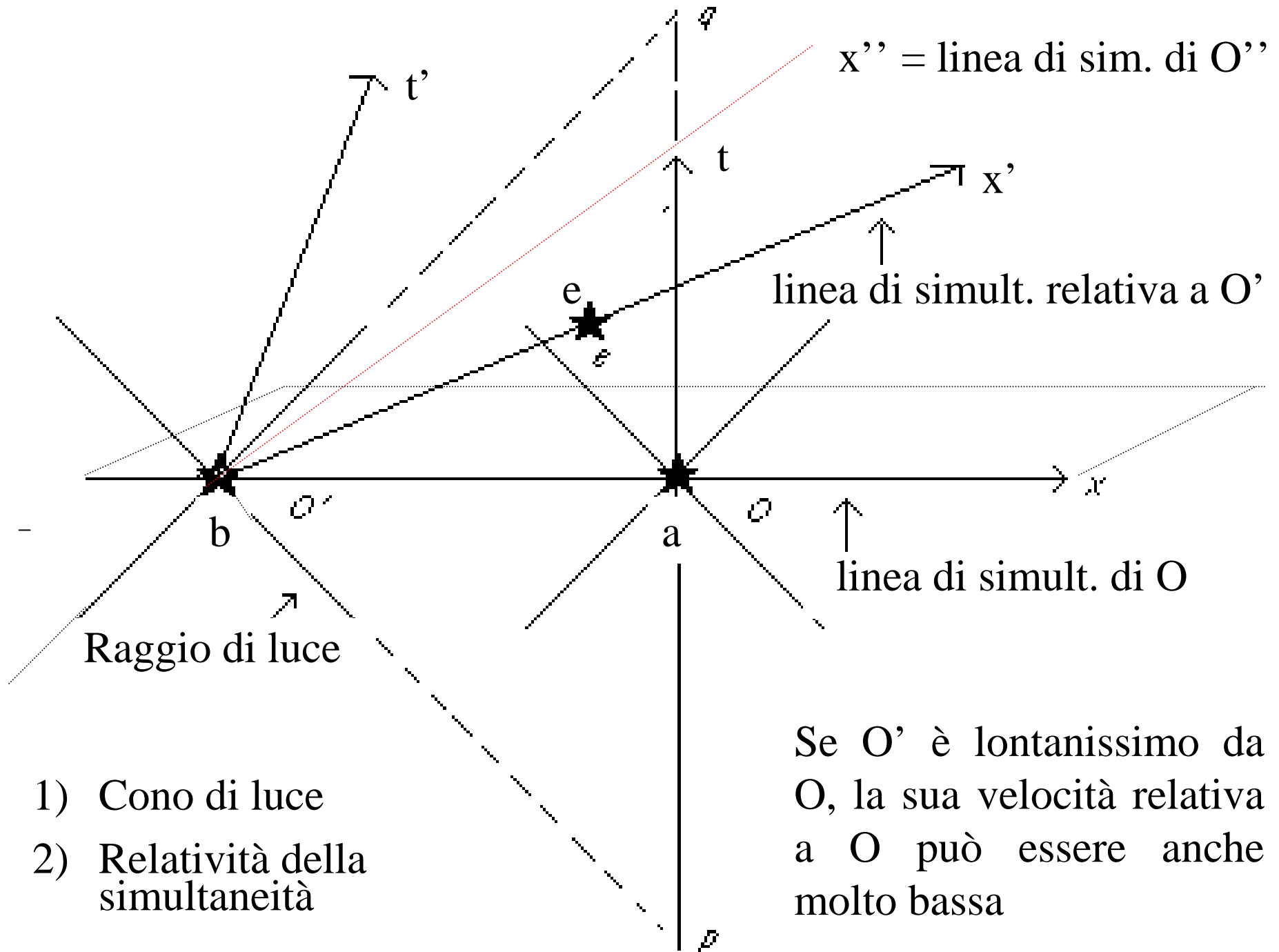
Per O' , B è **prima** di A , perché va incontro al raggio corrispondente, mentre per O gli eventi sono per definizione simultanei se li vede insieme: **la simultaneità è relativa a sistemi di riferimento diversi!**

- 1 L'analisi presentista del tempo
- 2 Che cos'è la relatività della simultaneità?
- 3 Perché la RS sembra implicare che la distinzione tra passato presente e futuro è illusoria**
- 4 La circolarità del tempo e la questione del divenire cosmico

I diagrammi spazio-temporali

Il moto della Terra attorno al Sole





- 1) Cono di luce
- 2) Relatività della simultaneità

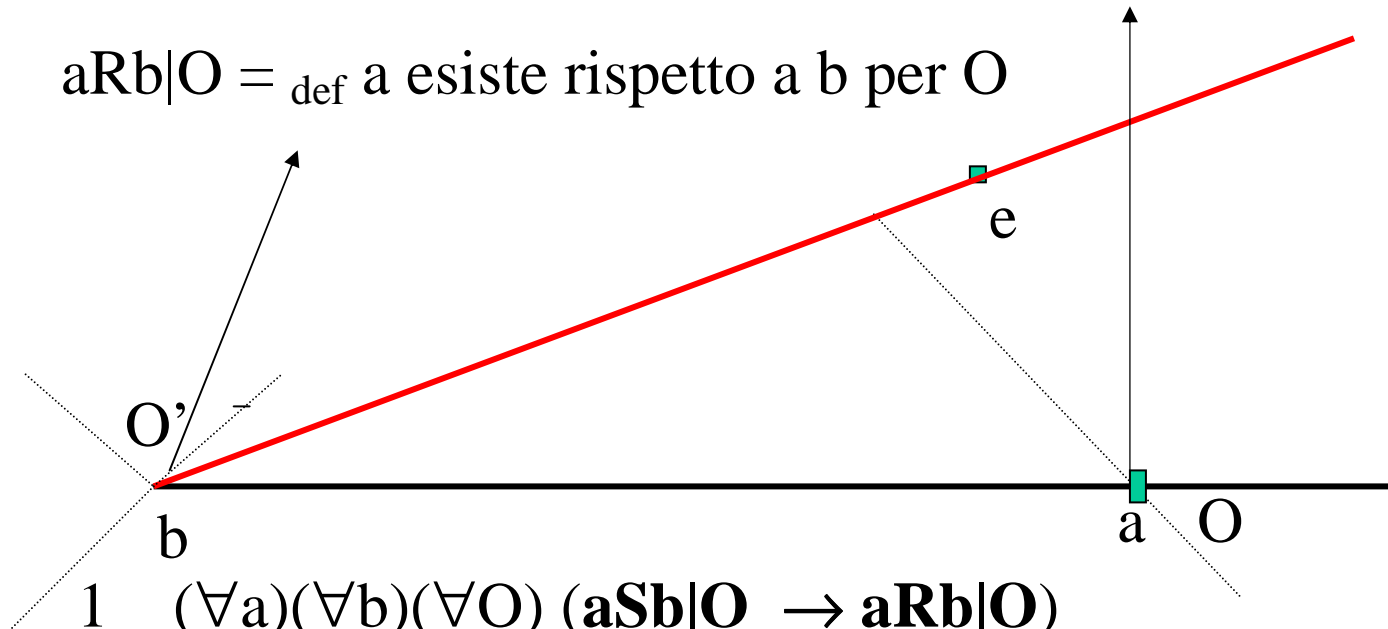
Se O' è lontanissimo da O , la sua velocità relativa a O può essere anche molto bassa

Alcuni dati...

Se un individuo a 10 miliardi di anni luce da noi si allontana a 16 km all'ora, il suo “ora-istantaneo” include fatti per noi accaduti 150 anni fa.

Analogamente, se si avvicina a noi a 12 km/h, il suo “ora” include i primi anni del XX secolo

$aRb|O =_{\text{def}} a \text{ esiste rispetto a } b \text{ per } O$



$x' =$ piano di sim. di O'

$x =$ piano di simul. di O

1 $(\forall a)(\forall b)(\forall O) (aSb|O \rightarrow aRb|O)$

(se due eventi co-occorrono per O , coesistono per O)

2 $(\forall a)(\forall e)(\forall O) (\neg eSa|O \rightarrow \neg eRa|O)$ (se non co-occorrono, non coesistono: presentismo)

3 R è **transitiva** tra diversi sistemi di riferimento inerziali

Poiché $eSb|O'$ allora (per 1) $eRb|O'$, e poiché $bSa|O$ allora $bRa|O$

Ma $(eRb|O' \wedge bRa|O) \Rightarrow eRa|O$ per la 3), **contro la premessa 2)**

$eRa|O \wedge \neg eRa|O$

Quale premessa abbandonare?

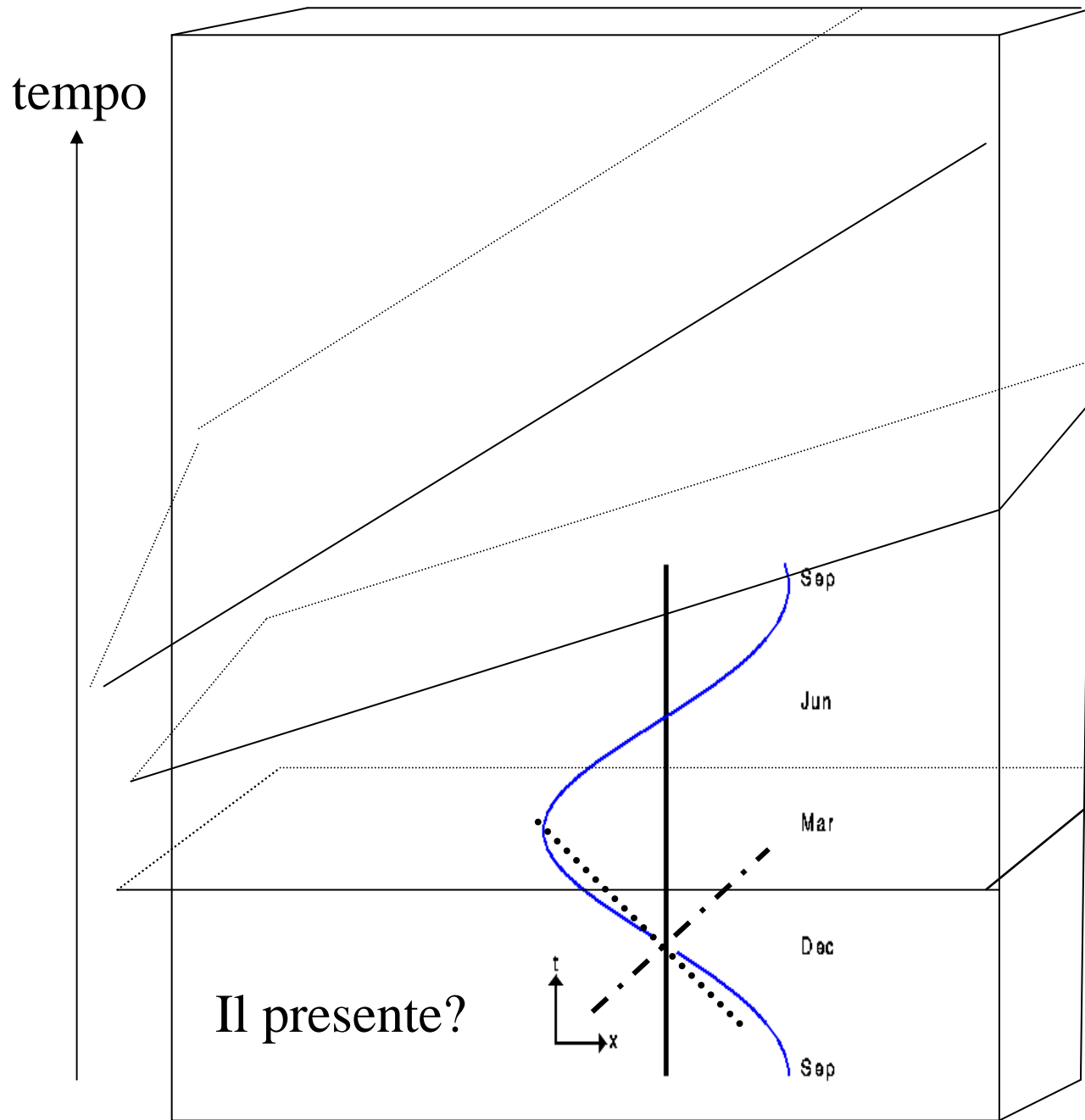
- Negare la transitività (3) implica che ciò che esiste a distanza dipenda da uno stato di moto
- Anche negare la (1) sembra irragionevole: se b occorre simultaneamente ad a (per O), b e a coesistono per O , *anche se b è inaccessibile per a .*
- Tra le 3 premesse, sembra più plausibile negare “l’irrealtà del futuro”: passato presente e futuro “esistono allo stesso modo”: il presentismo è falso!
qui/là = presente/non presente

Parmenide ed Einstein

- Per Parmenide ciò che esiste esiste ora, mentre passato e futuro non esistono (sono apparenze)
- In questa interpretazione delle conseguenze della relatività di Einstein invece, passato e futuro esistono tanto quanto il presente: è la loro differenza *ontologica* ad essere illusoria

Ulteriori conseguenze...

- ✓ In RS l'universo *non* diviene nel tempo (il tempo di *quale* tra gli infiniti sistemi inerziali?): il fiume del tempo sembra ghiacciarsi
- ✓ C'è un senso in cui gli eventi “coesistono” tutti, perché accadono tutti da qualche parte e a qualche istante nello *stesso* blocco a quattro dimensioni che si chiama spazio-tempo (un filone di pane)



NB: nel filone, la **successione temporale** *non* è annullata: essa fornisce un ordine *invariante*, anche se parziale

“Fette” a tempo costante, che per Newton coincidono

Altre precisazioni

- Due eventi collegabili causalmente *non esistono allo stesso tempo* (non c'è un eterno presente, o un *Totum Simul*), perché altrimenti anche la *successione* tra eventi sarebbe illusoria!
- È privo di senso affermare che in RS “il passato esiste ancora”, che “il futuro esiste già” (Putnam 1967), o che “il futuro è già determinato” (Rietdijk 1966): se lo è o non lo è dipende dalle leggi, e non dalla struttura geometrica dello spazio-tempo (filone)

Un esempio fuorviante

“Gli eventi quindi ...esistono tutti, e occupano in eterno il loro punto specifico nello spaziotempo. Non c'è alcun flusso. **Se alla festa di Capodanno del 1999 vi siete molto divertiti, significa che vi state ancora divertendo....** Non è facile accettare una visione simile, dato che la nostra concezione del mondo distingue rigorosamente tra passato presente e futuro, ma se valutiamo con attenzione **questo schema temporale** e lo confrontiamo con i dati oggettivi della fisica moderna, scopriamo che **può esistere solo nella nostra mente**”
(Greene, *La trama del cosmo*, p. 165)

Un dilemma

1) o la diff. tra pass. presente e futuro è indep. dalla mente, ma la fisica attuale è incompleta e non riesce a descriverla...

2) o il presente è dipendente dalla coscienza umana.

Nella seconda ipotesi, abbiamo due sensi di “illusione”:

2.1 se la coscienza esiste anche se in senso solo soggettivo, la differenza in questione è debolmente illusoria, perché ha un qualche grado di realtà, anche se solo mentale;

2.2 se la coscienza non esiste (eliminazionismo), allora non esiste nemmeno la differenza temporale in questione (illusione in senso forte).

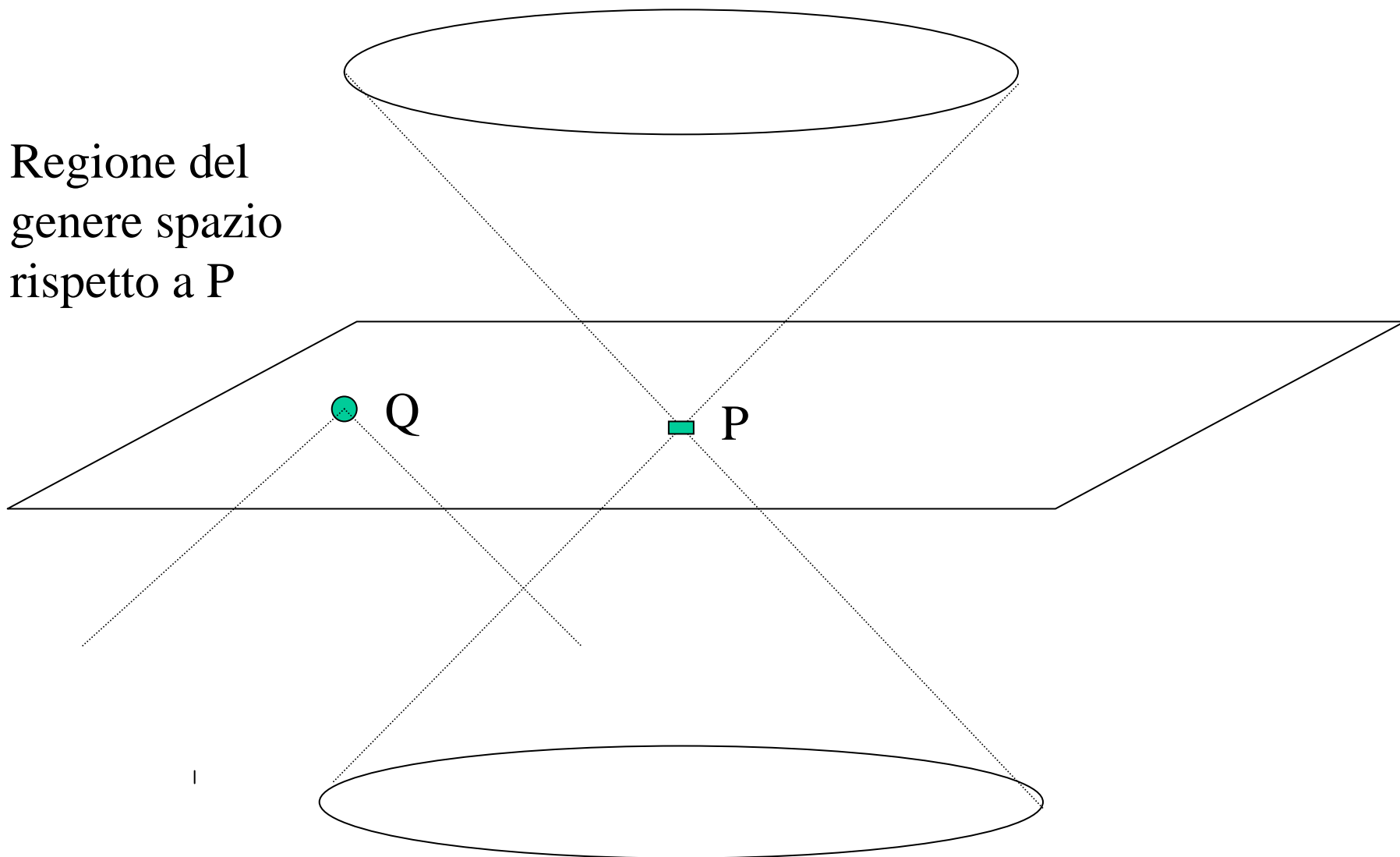
Seguiamo la seconda ipotesi

Se nel blocco spazio-temporale della RS si può rappresentare tutto ciò che esiste, e quindi anche la nostra esperienza del tempo, dovrebbe essere possibile trovare il “corrispettivo geometrico” del presente psicologico

4 proposte per trovare il corrispettivo del presente psicologico nello s.t. della STR

- (1) Il punto spaziotemporale (il qui-ora)
- (2) gli eventi sulla superficie del cono di luce (Godfrey-Smith 1979),
- (3) la regione del genere spazio rispetto al punto (Weingard 1972)
- (4) L'insieme di eventi giacenti su una ipersuperficie di simultaneità (un iperpiano di simultaneità) (Putnam 1967).

Regione del
genere spazio
rispetto a P



Problemi con le quattro proposte

- (1) Non spiega come due esseri umani possano condividere lo stesso presente
- (2) e (3) sono *non-acronali* (contengono eventi separati da intervalli temporali arbitrariamente grandi)
- (4) è non invariante
- (5) Un segmento: “perché siamo temporalmente così estesi e spazialmente così sottili”? (“Perché siamo così più grandi degli atomi”?)

Durata del presente visivo = 30 ms

Alice

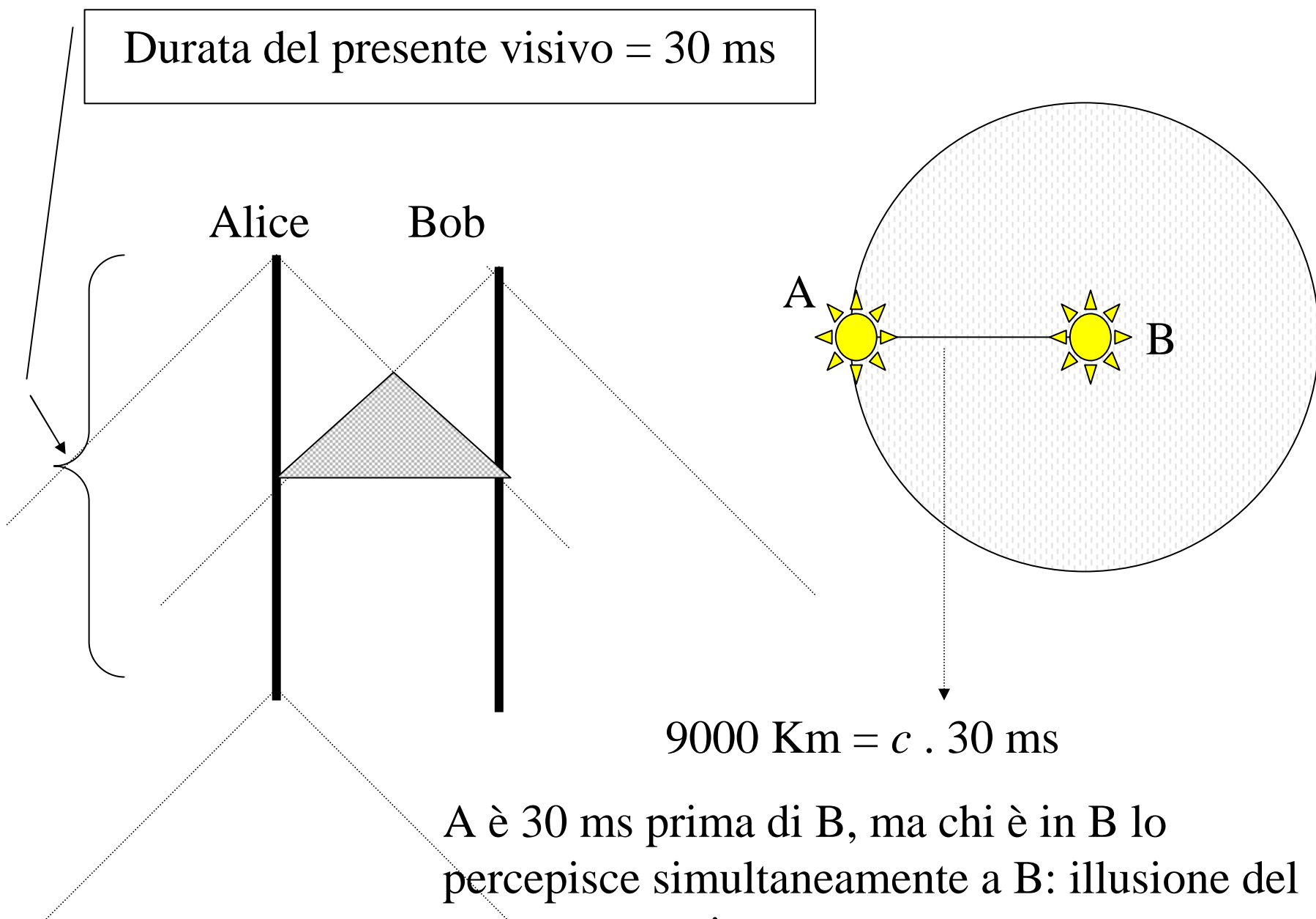
Bob

A

B

$$9000 \text{ Km} = c \cdot 30 \text{ ms}$$

A è 30 ms prima di B, ma chi è in B lo percepisce simultaneamente a B: illusione del presente cosmico



Il divenire temporale in STR è un fatto *locale*, non *globale*

- Il divenire è il venire in essere in successione di eventi, o semplicemente, il loro accadere in successione.
- Ma dopo la RS tale accadere in successione dipende dalle singole linee di universo, e non può avere un significato globale: il flusso del tempo dipende dal tragitto, come dimostrano i due gemelli
- In conclusione, se il divenire è locale, e il presente è locale e spazialmente esteso, *non c'è conflitto tra fisica relativistica e esperienza*
- Il presente è un indiciale!

- 1 Il tempo visto da alcuni filosofi pre-newtoniani: il presentismo
- 2 Che cos'è la relatività della simultaneità?
- 3 Perché Einstein credeva che la distinzione tra passato presente e futuro fosse illusoria
- 4 **La circolarità del tempo e la questione del divenire cosmico**

TRG

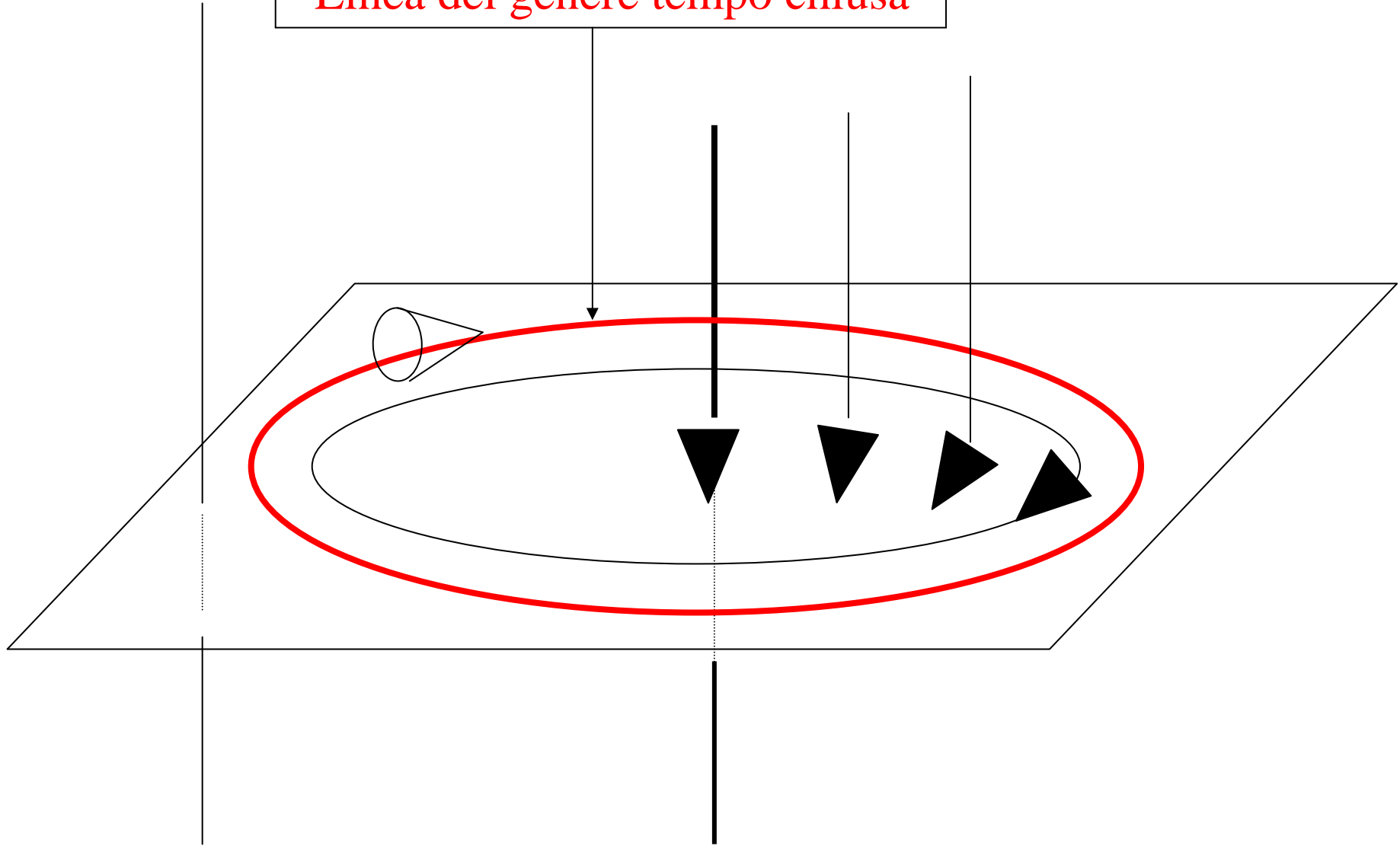
- A causa della presenza della materia, in modelli cosmologici isotropi e omogenei possiamo introdurre un *tempo cosmico*

$$t: \mathbf{M} \rightarrow \mathfrak{R},$$

- tale che per ogni coppia di punti di M , si ha o $t(p) = t(q)$ o che l'uno è prima dell'altro (ordine *totale*)
- Argomento di Gödel (1949):
L'esistenza di modelli che permettono “viaggi nel tempo” (in cui non si può definire un tempo cosmico) compromette l'esistenza del divenire anche nel nostro universo: *il tempo fisico può esistere senza un divenire*



Linea del genere tempo chiusa



Lo spazio-tempo di Gödel (1949)

Ricostruzione dell'argomento di Gödel (1949):

Parte I

(0) Il tempo è reale solo se è possibile il mutamento.

(1) Il mutamento è possibile solo se esiste lo scorrere del tempo oggettivo. (“change becomes possible only through the lapse of time” (1949a 558/1990, 202)

(2) Il tempo è reale solo se esiste lo scorrere del tempo oggettivo [(0) and (1)]

**(2) Il tempo è reale solo se esiste lo scorrere del tempo
oggettivo [(0) and (1)]**

(3) “The existence of an objective lapse of time means or at least is equivalent to the fact, that reality consists of an infinity of layers of “now” which come into existence successively” (1949a 558/ 1990, 202)

(4) La realtà consiste in un’infinità di strati del “presente” che vengono in esistenza successivamente solo se lo spaziotempo può essere “foliato” in ipersuperfici spaziali che sono ovunque ortogonali a tutte le linee di universo (“the corda non è arrotolata”)

(5) Lo spaziotempo può essere foliato in ipersuperfici spaziali che sono ovunque ortogonali a tutte le linee di universo *solo se esiste una funzione “tempo cosmico”*.

**(6) Il tempo è reale solo se lo spaziotempo ha una funzione
“tempo cosmico” [(2), (3) (4) and (5)]**

L'argomento di Gödel: Parte II

(6) Il tempo è reale solo se lo spaziotempo ha una funzione “tempo cosmico” .

(7) Il modello rotante di Gödel GM , in quanto soluzione delle equazioni di $E.$, è un modello fisicamente possibile, e malgrado la presenza di linee temporali chiuse (il paradosso del nonno), non può essere eliminato *a priori*.

(8) Poiché per ogni evento x di GM , x è prima di se stesso, GM non possiede una funzione di tempo cosmico

(9) Nel mondo fisicamente possibile GM , il tempo è ideale
[da (6) (7) and (8)]

(10) La principale differenza tra GM e il nostro universo è data dalla probabile assenza complessiva di una rotazione della materia, assenza che basta ad affermare l'esistenza di un tempo cosmico nel nostro mondo.....???

(C) Il tempo non è reale nemmeno nel nostro universo

Una ricostruzione della seconda parte

- (1) In *GM*, il tempo è irriale (concl. of part 1)
- (2) In *GM*, gli osservatori hanno un'esperienza del tempo identica alla nostra.
- (3) Tale esperienza fornisce l'unica ragione per credere che esista il divenire.
- (4) "Our direct experience of time provides no reason to suppose that there is an objective lapse of time in our universe"

"Since there is no objective lapse of time in *GM*, (there is no reason to suppose that) there is an objective lapse of time in our universe"
(Savitt 1994, 468)

Alcune domande

- La nostra esperienza del tempo è l'unica evidenza che per un flusso di tempo oggettivo?
- L'esperienza dei gödeliani è come la nostra?
- Affermazioni sull'evoluzione dell'universo comportano un tempo cosmico oggettivo?

- “Come accade che un fisico di talento si comincia ad occupare di epistemologia? Non c’è lavoro più importante da fare nella sua specialità? Sento dire da molti e lo intuisco in un numero ancora maggiore di colleghi, che loro la vedono così. Non riesco a condividere questo punto di vista. Quando penso agli studenti più bravi che ho incontrato nel mio insegnamento, che sono quelli che si distinguono per indipendenza di giudizio e non solo per velocità di pensiero, posso affermare che avevano tutti un vigoroso interesse per l’epistemologia. Iniziavano volentieri discussioni sui metodi e i fini della scienza, e mostravano in modo non equivoco, attraverso la tenacia con cui difendevano il loro punto di vista, che tale materia per loro era importante..” (Einstein, necrologio per E. Mach 1916, 101, mia trad.)

- « devons-nous reconnaître que le temps sépare l'homme de la nature, ou bien pou-vons-nous construire un mode d'intelligibilité qui s'ouvrirait à l'idée du temps humain comme expression exacerbée d'un devenir que nous partageons avec l'Univers? » (Prigogine and Stengers 1988: 14).