

**Zeitschrift:** Bollettino della Società ticinese di scienze naturali  
**Herausgeber:** Società ticinese di scienze naturali  
**Band:** 18 (1923)  
  
**Artikel:** Sulle apparenze dovute alle grandi velocità  
**Autor:** Bolla, F.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-1002861>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 09.01.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

PROF. F. BOLLA

---

## Sulle apparenze dovute alle grandi velocità.

Due proposizioni nella teoria della relatività riescono particolarmente contrarie al cosiddetto « senso comune » : la contrazione dei corpi in moto e l'esistenza dei tempi locali.

E' noto che l'esperienza diretta non può insegnare nulla a tale proposito.

La contrazione dei corpi, ammesso che esista, non può essere posta in evidenza qualunque sia la sua importanza, dato che tutti i nostri metri subirebbero la contrazione <sup>(1)</sup>: e anche se così non fosse la piccolezza dell'effetto è tale da sfuggire alla nostra osservazione. <sup>(2)</sup> Analogamente per il tempo: i nostri cronometri non sono così precisi da poterci permettere le osservazioni e le misure necessarie: <sup>(3)</sup> ed inoltre nessun mezzo esiste (secondo la teoria) per stabilire « la contemporaneità » degli avvenimenti in luoghi diversi e quindi per regolare due orologi in luoghi diversi, a fine di controllare se l'orologio regolato in un luogo resti regolato anche nell'altro <sup>(4)</sup>.

Le conseguenze delle due proposizioni possono essere poste sotto forma particolarmente paradossale se si considerano velocità vicine a quella della luce: applicando i risultati ai casi soliti della nostra vita risultano descrizioni di fenomeni bizzarre, atte a colpire vivamente l'immaginazione del lettore.

---

(1) Eddington Space, time and gravitation pag. 23.

(2) Marcolongo: Relatività pag. 68.

(3) » » » 65.

(4) Reichenbach: La th. de la relativité (in Revue philosophique n. 7-8-1922 pag. 14).

Einstein: La th. de la relativité restreinte et généralisée ch. VIII.

Lemeray: Le principe de relativité, ch. I.

Si trovano descrizioni di tale tipo nelle più note opere sulla teoria della relatività: <sup>(5)</sup> segnatamente in quelle di volgarizzazione: e ciò s'intende facilmente. Nelle opere di volgarizzazione occorre spiegare in parole ciò che altrove è espresso in formole <sup>(6)</sup>.

Scopo di quanto segue è di mostrare come, con una scelta opportuna di ipotesi, sia possibile descrivere apparenze bizzarre anche accettando le teorie della fisica classica. Ciò che potrebbe significare essere la singolarità delle apparenze conseguenze delle grandi velocità, anzichè congruenza delle proposizioni prima nominate.

Non entra naturalmente in discussione il problema, (su cui vi è fra i relativisti disaccordo), <sup>(7)</sup> riguardante la parte che nei fenomeni descritti è apparenza e la parte che è realtà. Nel caso della fisica classica si tratta unicamente di apparenze

Consideriamo un osservatore  $O$  e una serie di fenomeni (p. es. emissione di onde luminose) in numero fisso ( $n + 1$ ) indichiamo con  $a_0, a_1, \dots, a_n$  a tali fenomeni e supponiamo che si producono alla distanza di un secondo l'uno dall'altro. Le onde luminose partiranno dalla terra alla velocità della luce  $c = 300000$  km. e si seguiranno quindi a un secondo di tempo; ovvero alla distanza di 300.000 km.

Il nostro osservatore parte dalla terra e va indefinitamente in linea retta: la partenza è simultanea al primo segnale  $a_0$ . E' evidente che se la velocità costante dell'osservatore è uguale a quella della luce nessun nuovo segnale raggiungerà l'osservatore: se la velocità è maggiore l'osservatore vedrà per un attimo il primo segnale poi niente al-

---

(5) Cfr. per esempio

Eddington op. cit. pag. 26.

Favre: Les théories d'Einstein pag. 49.

(6) Eddington: pag. 27 l. c.

(7) Cfr. Marcolongo: Relatività, pag. 66 nota 18.

Bergson: Durée et simultanéité.

Eddington: l. c.

Langevin La physique depuis vingt Ans pag. 293.

tro: se la sua velocità è minore vedrà tutti i segnali, ossia le varie onde raggiungeranno l'osservatore.

Ma se il nostro osservatore parte con l'ultimo segnale  $a_n$  a velocità maggiore di  $c$  finirà per raggiungere la prima onda  $a_0$  come un ciclista che raggiunge una processione e la risale fino a chi porta la croce. La serie dei fenomeni apparirà rovesciata: ossia l'osservatore vedrà i fenomeni più recenti prima dei fenomeni più antichi. Abbiamo già dunque un caso di rovesciamento nell'ordine del tempo. Se invece dei fenomeni  $a_0 \dots a_n$  consideriamo gli istanti della vita d'una persona l'osservatore (purchè abbia buona vista) vedrà al momento della partenza quella persona e in seguito gli stati anteriori ossia il passato di quella persona. Se l'osservatore è ignaro del corso usuale della vita umana e della propria velocità dovrà concludere che gli uomini escono vecchi dalle tombe, poi si risvegliano, ringiovaniscono e giungono all'infanzia.

Fenomeni ancora più bizzarri si devono constatare se la velocità  $V$  dell'osservatore non è uniforme ma oscilla intorno alla velocità della luce  $c$ .

Se  $V < c$  i fenomeni si svolgono per l'osservatore nell'ordine  $a_0 \dots a_n$  (ossia passato, presente futuro).

Se  $V > c$  i fenomeni si svolgono nell'ordine  $a_n \dots a_0$

Se  $V = c$  il passato e il futuro scompaiono: rimane solo il presente che diventa eterno.

Assumiamo per legge di velocità dell'osservatore la seguente:

$$v = c \left( 1 - \frac{\pi}{2} \sin \frac{\pi}{n} t \right) \quad c \text{ vel. della luce}$$

Ne ricaviamo poichè  $ds = vdt$

$$s = \int_0^t c \left[ 1 - \frac{\pi}{2} \sin \frac{\pi}{n} t \right] dt = ct + \frac{nc}{2} \left[ \cos \frac{\pi}{n} t - 1 \right]$$

l'accelerazione  $\varphi = \frac{dv}{dt}$  sarà

$$\varphi = - \frac{c \pi^2}{2n} \cos \frac{\pi}{n} t$$

I massimi e i minimi della velocità sono dati dall'equazione  $\varphi = 0$  che dà

$$\cos \frac{\pi}{n} t = 0 \quad t = \left[ 2k + 1 \right] \frac{n}{2} \quad k = 0, 1, 2, \dots$$

E' facile costruire la curva  $v = f(t)$

Per  $t = 0$   $v = c$

$t < \frac{n}{2}$   $\varphi < 0$  la velocità diminuisce

$t = \frac{n}{2}$   $\varphi = 0$  minimo di velocità

$t > \frac{n}{2}$   $\varphi > 0$  la velocità cresce

$t = n$   $v = c$

$t < \frac{3n}{2}$   $\varphi > 0$  la vel. cresce

$t = \frac{3}{2} n$   $\varphi = 0$  mass. di vel.

Con una velocità che ubbidisce alla legge data l'osservatore vedrà dapprima i fenomeni nell'ordine  $a_0 \dots a_n$  nell'intervallo di tempo  $t = 0$   $t = n$ ; in seguito vedrà i fenomeni nel senso  $a_n \dots a_0$  sull'intervallo di tempo  $t = n$  a  $t = 2n$  e le due apparenze si seguiranno alternativamente alla distanza di  $n$  secondi. Il nostro osservatore sarà ben imbarazzato a definire il passato e il futuro dei fenomeni.

Se  $n$  è il numero di secondi vissuto da una persona: se la partenza dell'osservatore avviene al momento della nascita l'osservatore vedrà la nascita, la vita e la morte: poi subito la risurrezione la vita in senso rovesciato dalla vecchiaia alla giovinezza, poi ancora la nascita, la vita e la morte e così via.

Da notare che l'equidistanza di 1 sec. fra i fenomeni  $a_0 \dots a_n$  viene alterata per l'osservatore il quale assume anche delle velocità negative ossia ritorna di tempo in tempo verso il punto di partenza.

Assumiamo qualche altra legge di velocità

$$v = c \left[ 1 - \frac{\pi}{4} \sin \frac{\pi}{4n} t \right]$$

Ricaviamo :

$$s = ct + cn \left[ \cos \frac{\pi}{4n} t - 1 \right]$$

$$\varphi = - \frac{c \pi^2}{16n} \cos \frac{\pi t}{4n}$$

Per questa legge la velocità non è mai nè nulla nè negativa.

Infatti  $\frac{\pi}{4} < 1$   $\sin \frac{\pi t}{4n} < 1$  la parentesi è sempre positiva.

I massimi e i minimi di velocità si hanno per  $\cos \frac{\pi t}{4n} = 0$  ossia per  $t = 2n (2k + 1)$   $k = 0, 1, 2, \dots$

la velocità assume i valori: ai massimi  $v = c \frac{4 + \pi}{4}$   
ai minimi  $v = c \frac{4 - \pi}{4}$

L'osservatore vedrà il segnale  $a_0$  quando  $a_0$  ed O hanno compiuto lo stesso spazio nello stesso tempo  $t_1$ . Eguagliando le espressioni degli spazi percorsi si ha:

$$ct_1 = ct_1 + cn \left[ \cos \frac{\pi t_1}{4n} - 1 \right]$$

$$\cos \frac{\pi t_1}{4n} = 1 \quad \frac{\pi t_1}{4n} = 2k \quad \underline{t_1 = 8kn}$$

L'osservatore vede il segnale  $a_n$  al tempo  $t_2$  definito dall'equazione

$$c \left[ t_2 - n \right] = ct_2 + cn \left[ \cos \frac{\pi t_2}{4n} - 1 \right]$$

$$\cos \frac{\pi t_2}{4n} = 0 \quad \frac{\pi t_2}{4n} = (2k + 1) \frac{\pi}{2}$$

$$\underline{t_2 = 2n (2k + 1)}$$

I cambiamenti di senso dell'accelerazione avvengono per  $\cos \frac{\pi t}{4n} = 0$  ossia per  $t = 2n (2k + 1)$

Possiamo ricavare la tavola seguente:

tempi	spazio percorso da $a_o$ (ossia posiz. di $a_o$ )	posiz. di $a_n$	posiz. di $o$
$o$	$\boxed{o}$	$o$	$o$
$2n$	$2nc$	$\boxed{nc}$	$nc$
$4n$	$4nc$	$3nc$	$2nc$
$6n$	$6nc$	$\boxed{5nc}$	$5nc$
$8n$	$\boxed{8nc}$	$7nc$	$8nc$
$10n$	$10nc$	$\boxed{9nc}$	$9nc$
$12n$	$12nc$	$11nc$	$10nc$
$14n$	$14nc$	$\boxed{13nc}$	$13nc$
$16n$	$\boxed{16nc}$	$15nc$	$16nc$
$18n$	$18nc$	$17nc$	

I segni  $\boxed{\phantom{0}}$  indicano il fenomeno visto dall'osservatore nell'istante corrispondente,

L'osservatore vede d'apprima i fenomeni da  $a_o$  ad  $a_n$  nel tempo da  $o$  a  $2n$  in seguito per il tempo da  $2n$  a  $6n$  non vede più nulla (vedrebbe i segnali emessi dopo  $a_n$  se ve ne fossero): al tempo  $6n$  rivede il fenomeno  $a_o$  e tutti gli altri fino ad  $a_o$  durante il tempo da  $6n$  a  $8n$ : nel periodo seguente da  $8n$  a  $10n$  rivede i fenomeni nell'ordine  $a_o$  a  $a_n$ : nel periodo  $10n$  a  $12n$  non vede nulla e così di seguito.

In questo caso la serie dei fenomeni considerata si svolge alternativamente nei due sensi (passato, presente, futuro e viceversa) ma con degli intervalli tra qualche serie e la successiva.

Anche qui applicando le formule ai casi della vita comune si possono ricavare descrizioni meravigliose simili a quelle descritte nella relatività.

Se  $n$  rappresenta i minuti secondi di durata di un pranzo l'osservatore vedrà dapprima il pranzo svolgersi quasi normalmente (le velocità sono alquanto alterate): poi tutto

scompare la tavola imbandita, gli invitati, la sala: dopo ricompare il tutto con l'apparenza che aveva alla fine e il pranzo si svolge dalla fine al principio con i cibi che vanno dalla bocca al piatto di ognuno: e dal piatto di ognuno al piatto comune: con i camerieri che prendono i piatti grandi colmi e li riportano in cucina camminando a rinculoni: con le macchie di vino che ritornano nella bottiglia: coi piatti che ridiventano puliti e altre simili cose poco abituali. Finita questa parte il pranzo ricomincia fino alla fine e i fenomeni descritti si ripetono all'infinito.

Molte altre formole analoghe potrebbero venir proposte, per esempio

$$v = c \left[ 1 - \frac{3\pi}{8} \operatorname{sen} \frac{\pi}{4n} t \operatorname{sen} \frac{\pi}{2n} t \right]$$

che dà

$$s = ct - cn \operatorname{sen} \frac{3\pi}{4n} t$$

$$\varphi = \frac{3\pi c^2}{16n} \left[ 3 \operatorname{sen} \frac{\pi t}{4n} - 2 \operatorname{sen} \frac{\pi t}{4n} \right]$$

$$\cos \varphi = 0 \quad \text{per} \quad \operatorname{sen} \frac{\pi t}{4n} = 0 \quad c \operatorname{sen} \frac{\pi t}{4n} = \pm \sqrt{\frac{2}{3}}$$

ma i casi visti sono sufficienti per la dimostrazione cui volevamo giungere.