

## 0040\_Le velocità degli oggetti e la velocità della luce

Nei paragrafi precedenti abbiamo già fatto più volte riferimento al concetto di velocità, affidandone la definizione all'intuito e al senso comune. Un oggetto è tanto più veloce quanto più spazio percorre in un fissato intervallo di tempo; questa relazione si può esprimere matematicamente mediante l'espressione:

$$\text{velocità} = \frac{\text{spazio percorso}}{\text{intervallo di tempo impiegato}}$$

Ma perché ci interessa tanto la velocità della luce?

1. Per prima cosa, come abbiamo detto, perché la luce veicola l'informazione e ci interessa sapere quanto tempo è necessario affinché l'informazione ci raggiunga.
2. Secondariamente perché è la massima velocità che è stata rilevata *sperimentalmente* (tale velocità sembra una sorta di limite massimo a cui gli oggetti dotati di massa possono solo avvicinarsi)
3. Terzo e ultimo motivo: perché la velocità della luce compare all'interno delle equazioni di Maxwell che unificano tutti i fenomeni elettromagnetici (e questo fatto, come vedremo, ha delle conseguenze straordinarie, tanto che potremmo considerarlo il vero presupposto della nascita della relatività).

Vediamo nel nostro grafico spazio-tempo le conseguenze del punto 2, ossia che gli oggetti viaggiano sperimentalmente a velocità minori della velocità della luce (da ora in poi denominata  $c$ ). Abbiamo detto che il punto sul grafico  $x=0, t=0$  rappresenta il nostro *qui ed ora*. Immaginiamo adesso un qualsiasi oggetto in moto, per semplicità avente velocità uniforme, a partire da tale origine: allora la "traiettoria" sul nostro diagramma  $x-t$  potrà appartenere solo alla regione di spazio campita di colore grigio in Figura 1: se ciò non fosse è facile intuire che l'oggetto avrebbe velocità *superluminale*.

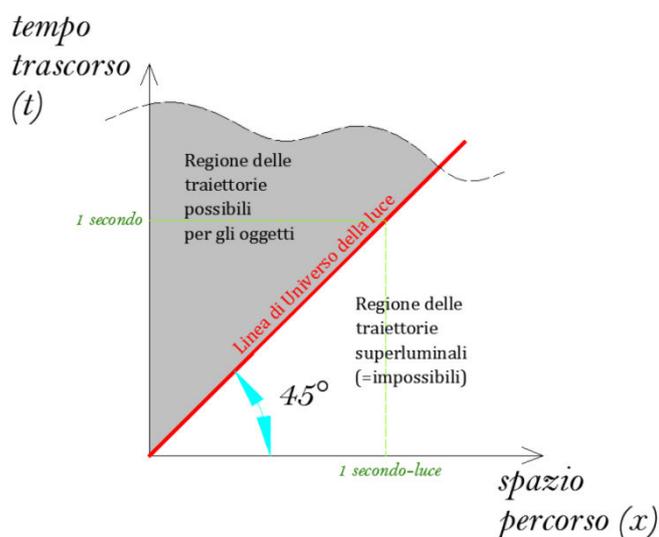


Figura 1. Diagramma spazio-tempo. In grigio l'area delle possibili traiettorie

Tecnicamente la traiettoria di un corpo in un diagramma spazio-tempo è chiamata *linea di Universo*. Approfondiamo questo concetto e osserviamo ad esempio la linea di Universo di un

supertreno a velocità costante  $V$  che passa all'istante  $t=0$  (ora) dal punto avente coordinata  $x=0$  (qui).

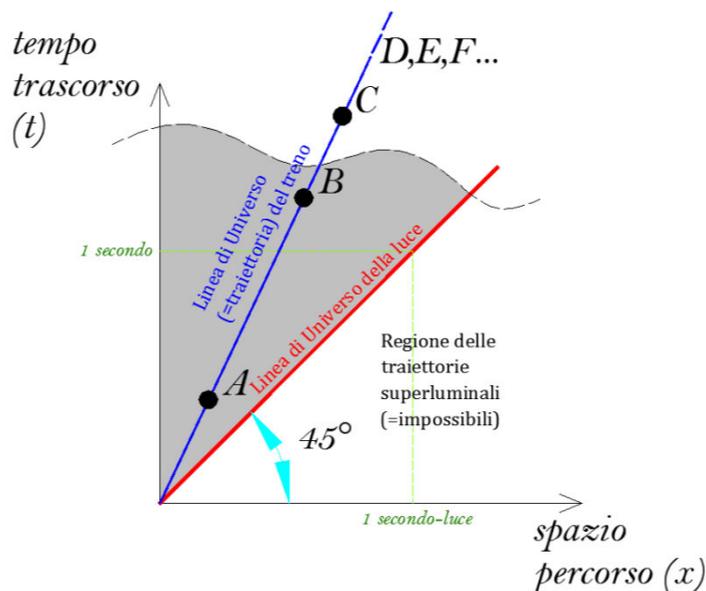


Figura 2. Linea di Universo di un treno (in blu)

Adesso introduciamo la questione nodale, che ci aiuterà nello sviluppo della teoria, ponendoci la semplice domanda: qual è la peculiarità di rimanere comodamente seduti dentro un treno in corsa? Semplicemente che il viaggiatore assegna a tutti gli eventi a cui assiste immediatamente fuori dal finestrino la *medesima* coordinata: questo perché il suo sistema è in moto relativo rispetto alla terra, e quindi il suo punto di vista è trascinato assieme al treno. Questo è un aspetto fondamentale: nel sistema del treno/viaggiatore tutti gli eventi lungo la ferrovia sono caratterizzati dalla medesima etichetta spaziale. Immaginiamo che ad un dato istante il viaggiatore veda un albero (evento A di Figura 2): poiché il finestrino ha, nel sistema-osservatore, coordinata spaziale pari a  $0$ , anche l'evento "vedo un albero" avrà coordinata spaziale pari a  $0$  (del tempo ci preoccuperemo poi). Se successivamente il viaggiatore vedrà una casa (evento B) assegnerà a questo ancora valore della coordinata pari a  $0$ . Mentre dal grafico vediamo che rispetto alla terra ferma A e B sono collocati in differenti posizioni della coordinata spaziale (per fortuna): dunque dobbiamo utilizzare un apice per indicare la coordinata nel nuovo sistema di riferimento, e scriveremo:  $x'=0$  sia per la casa che per l'albero. Per intenderci: dato qualsiasi oggetto che si trovi lungo la linea ferroviaria basterà aspettare un certo tempo e il treno lo raggiungerà (la retta azzurra è infinita, come tutte le rette), cosicché il viaggiatore potrà assegnargli, nel proprio sistema di riferimento, la coordinata  $x'=0$ . Adesso dovrebbe quindi esserci ben chiaro che gli eventi possono essere classificati con etichette diverse passando da un sistema di riferimento ad un altro, sia in termini di tempo (quando abbiamo parlato della relatività della simultaneità) che di spazio (dal momento che è sufficiente salire su un treno per accorgersene).

Se però vogliamo guardare le cose da un punto di vista esaustivo dobbiamo tenere presente un aspetto fondamentale della vicenda: che la fisica si basa sugli *eventi* e sulle *relazioni* reciproche tra gli eventi, e non può dipendere dalla rappresentazione degli stessi in termini di coordinate spaziali e temporali. Un evento è tale a prescindere dalle coordinate che gli vengono attribuite, ossia dal reticolo che utilizziamo e/o dall'ora segnata dal nostro orologio. Nei prossimi paragrafi dunque partiremo da questo presupposto per ricollegare treni in corsa, velocità della luce e necessità di cambiare prospettiva in termini di concezione dello spazio-tempo, il tutto per valutare la possibilità (indipendente dal sistema di riferimento) che due eventi qualsiasi siano o meno correlati da un rapporto di causa-effetto.