

# Incidente relativistico

E. Paolini  
paolini@sns.it

9 ottobre 2024

## 1 Introduzione

Questo breve testo dovrebbe tentare di spiegare uno dei più conosciuti “paradossi” relativistici. Due astronavi identiche viaggiano una verso l'altra a velocità costante. È ben noto che per la “contrazione delle lunghezze” nel sistema di riferimento di un'astronave, l'altra astronave risulta essere più corta della propria. Dunque un'astronave potrebbe “catturare” l'altra. Questo ragionamento è però reciproco, provocando dunque l'assurdo che entrambe le astronavi potrebbero catturarsi a vicenda.

Per formalizzare meglio l'esperimento supponiamo che ogni astronave disponga di un retino a poppa e un retino a prua. Quando l'altra astronave si trova esattamente al centro della propria i due retini a poppa e a prua vengono aperti (per la cattura).

Il pezzo forte di questo documento sono i disegni. Vengono presentati tre disegni con i punti di vista delle due astronavi e di un osservatore fisso. Si noterà come la posizione delle navi nello spazio-tempo (le zone a forma di “X” tratteggiate) e la posizione dei retini (le righe più scure al bordo della “X”) sono uguali in tutti e tre i disegni. Se invece scegliamo dei sistemi di riferimento (nei disegni vengono rappresentati gli assi  $x$  e  $t$ ) otteniamo che la lunghezza reciproca delle navi cambia, come cambia la successione temporale degli eventi (la posizione delle navi nel sistema di riferimento fissato viene rappresentata da una grossa freccia).

## 2 Il resoconto

Unità di misura usate:

s = secondi  
c = velocità della luce  
cs = secondi luce

Ecco come si svolsero i fatti secondo un vigile presente sul posto: *“Mi trovo sul lato dell'astrostrada quando vedo arrivare da due direzioni opposte due astronavi. All'istante  $t = -1.4$ s le prue delle due astronavi passano contemporaneamente di fronte a me. All'istante  $t = -0.7$ s le due astronavi sono*

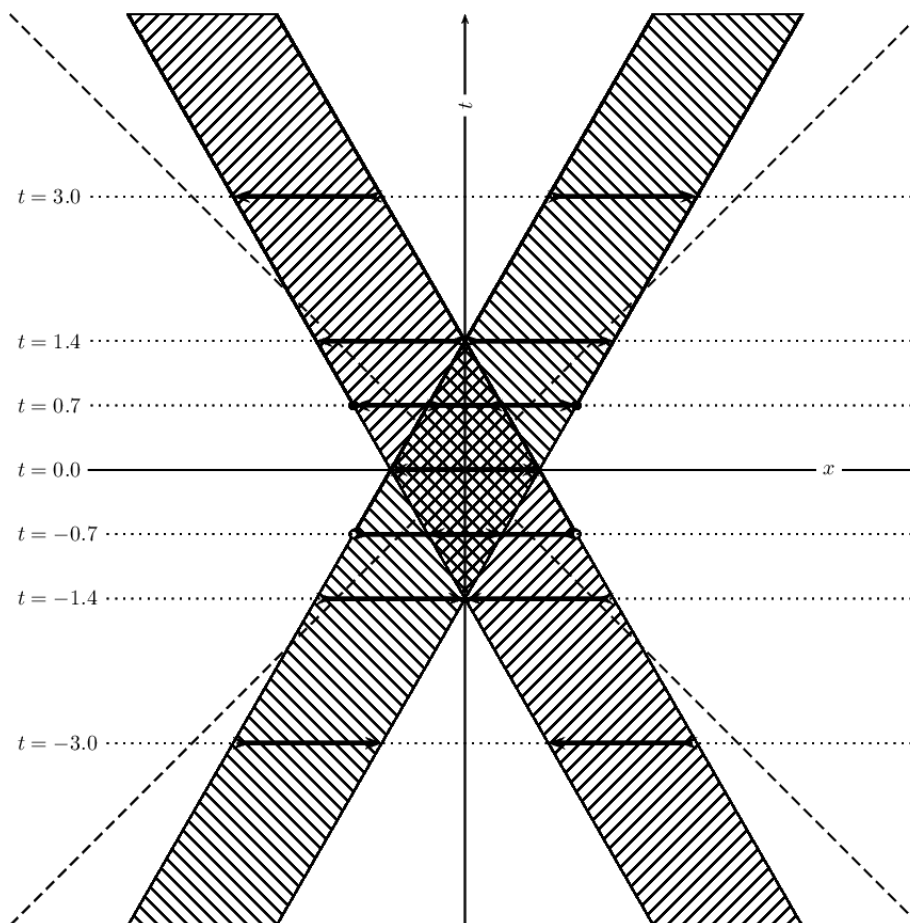


Figura 1: Grafico tracciato dal vigile.

parzialmente affiancate, e ognuna delle due, a poppa, apre un retino davanti all'altra astronave. Al tempo  $t = 0$  s le due astronavi sono una a fianco dell'altra, sono lunghe uguali: circa  $1.6$  cs. La prua di ognuna delle due astronavi va a sfondare il retino che si trova a poppa dell'altra astronave. All'istante  $t = 0.7$  s le due astronavi (che sono ancora parzialmente affiancate e che hanno sfondato reciprocamente i retini di poppa) aprono un retino a prua. All'istante  $t = 1.4$  s le due astronavi si lasciano (ultimo istante di contatto). Ho calcolato che le due astronavi procedevano ad una velocità di circa  $0.58$  c. ”

In Figura 1 si può vedere il grafico tracciato dal vigile.

Ecco come si sono svolti i fatti secondo il capitano di una (ma anche dell'altra!) astronave: “Con la mia astronave, lunga esattamente  $4$  cs, stavo viaggiando tranquillamente sull'astrostrada alla velocità di circa  $0.58$  c. Quand'ecco che vedo sopraggiungere in direzione opposta un'altra astronave simile alla mia. La velocità dell'altra astronave rispetto alla mia era di quasi  $0.87$  c!. All'istante  $t = -1.7$  s le prue delle due astronavi vanno a coincidere (e proprio a lato della strada, all'altezza della prua c'era un vigile che ci guardava). Nello stesso istante l'altra astronave (che era lunga esattamente la metà della mia) apre un retino

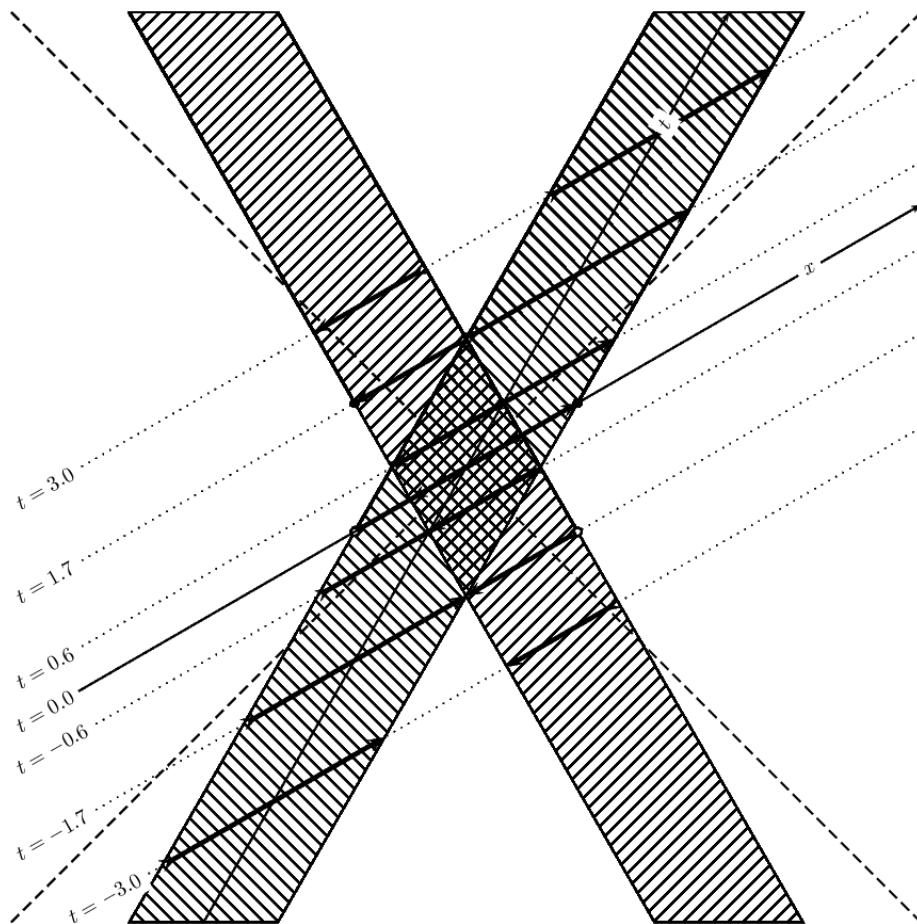


Figura 2: Grafico tracciato dal comandante della prima astronave

“cattura-astronavi” a poppa. Io invece avevo programmato entrambi i miei retini (di prua e di poppa) perché si aprissero all’istante  $t = 0$  s. All’istante  $t = -0.6$  s la prua della mia nave va a cozzare contro il retino sistemato a poppa dell’altra nave. Nell’istante  $t = 0$ , come avevo programmato, i retini di prua e di poppa della mia astronave, si aprono. La prua ha già attraversato per buona parte il retino dell’altra astronave che ora si trova esattamente al centro della mia. E anche il vigile si trova all’altezza del centro delle due astronavi. Al tempo  $t = 0.6$  l’altra astronave va a cozzare contro il retino situato a poppa della mia astronave mentre al tempo  $t = 1.7$  s le due astronavi si lasciano definitivamente (ultimo contatto).”

Il grafico tracciato dal comandante della prima astronave è quello riportato in Figura 2, mentre in Figura 3 si trova il grafico tracciato dal comandante dell’altra astronave.

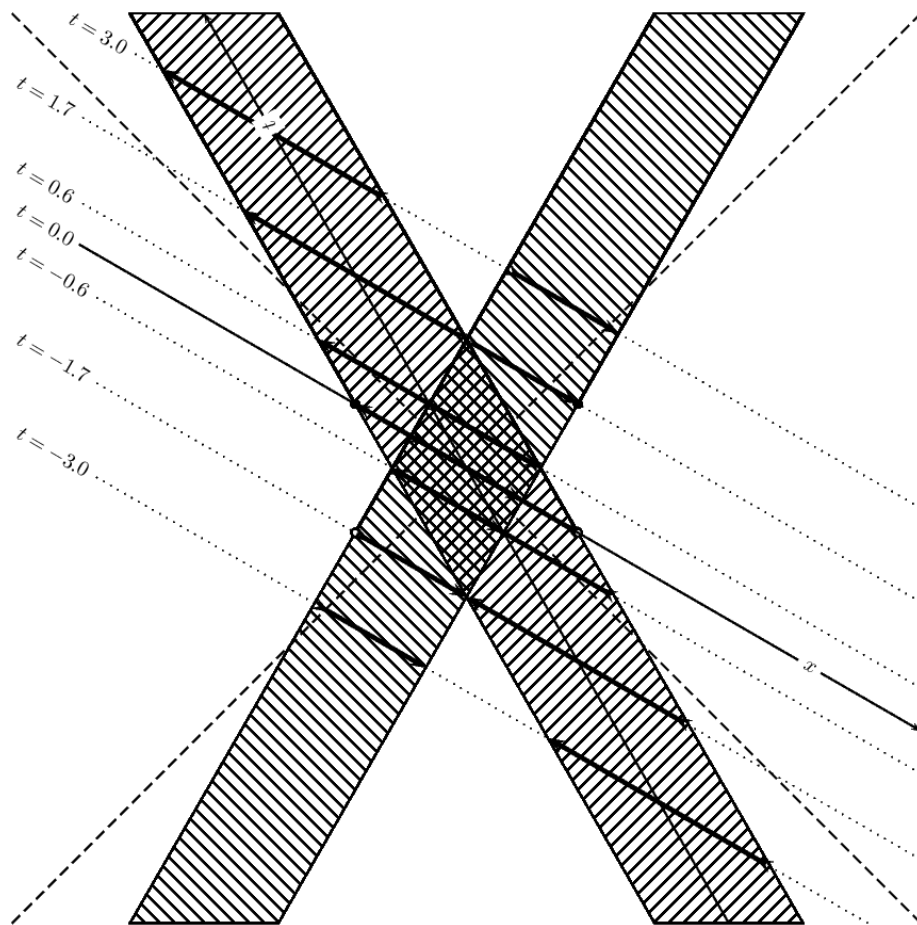


Figura 3: Grafico tracciato dal comandante della seconda astronave