

- Capisco che tu possa considerarlo un tempo nullo, ma non lo è! In fisica, e peggio ancora in matematica, zero è zero e "piccolissimo" non è zero!
- *Ma se io non posso accorgermi della differenza, devo per forza considerarlo zero!*

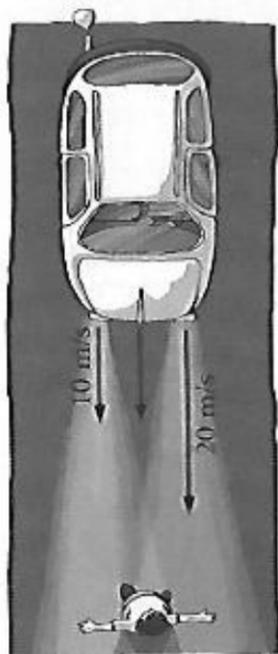


- Ma se tu fossi sulla Luna te ne accorgeresti. La luce impiega circa un secondo ad arrivare. Quando Armstrong era sulla Luna ci arrivava la sua voce, portata da onde elettromagnetiche, con questo ritardo. Per capire il mio ragionamento, facciamo finta che la velocità della luce sia molto, ma molto, ma molto più piccola, ad esempio di soli 10 metri al secondo (10 m/s)... il ragionamento non cambia e noi possiamo intuire cosa succede.

- *Proviamo.*

Un altro incidente è possibile

- Bene. Allora adesso ti metti per strada e guardi una macchina che ti sta venendo incontro con i fari accesi. La macchina si muove ad una velocità di 10 m/s verso di te. La luce esce dai fari ad una velocità di 10 m/s nella tua direzione, quindi, per la somma delle velocità che abbiamo appena visto, la luce si muove a 20 m/s verso te che stai fermo, diciamo a 100 metri dalla macchina. La luce che esce dai fari impiegherà quindi $\frac{100 \text{ m}}{20 \text{ m/s}} = 5 \text{ s}$ (5 secondi) ad arrivare fino al tuo occhio.

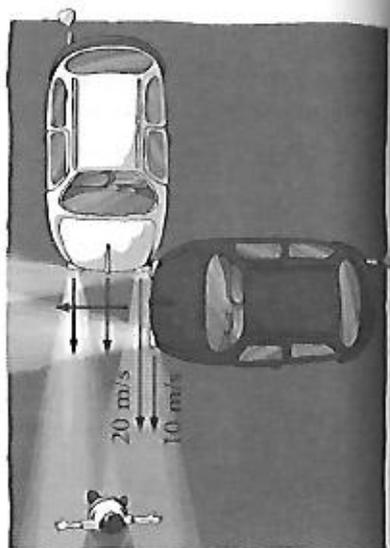


– Cioè io in realtà vedo quello che di fatto è accaduto 5 secondi prima?

– Esatto. Se il pilota, quando è a 100 metri da te spegnesse i fari, tu continueresti a vedere la luce per 5 secondi perché dopo 5 secondi ti arriverebbe l'ultimo raggio partito dai fari 5 secondi prima. Va bene?

– Direi di sì.

– Ecco, adesso pensiamo che, invece di spegnere i fari, l'auto avesse un incidente con un'altra macchina che stesse viaggiando in direzione perpendicolare a lei, sempre alla velocità di 10 m/s . Guarda la figura. La macchina nera non ti sta venendo incontro e quindi la velocità della luce che esce dai suoi fari non si somma a quella dell'auto. I raggi della luce della macchina nera si muovono verso di te con una velocità di soli 10 m/s e quindi, per percorrere i 100 metri che ti separano dall'auto, impiegano $\frac{100 \text{ m}}{10 \text{ m/s}} = 10 \text{ s}$!



Punti (esclamativi) di vista

– Perché hai messo un punto esclamativo? Cosa c'è di strano?

– C'è di strano che in un certo istante le auto vanno a sbattere ad una distanza di 100 metri da te. Dopo 5 secondi tu vedi l'auto bianca frantumarsi senza nessun

motivo apparente, mentre alla nera non è ancora accaduto nulla. Solo dopo altri 5 secondi, finalmente anche la macchina nera apparirà incidentata! Allora? Non ti sembra un po' strano?

- Certo, ma il trucco ce l'hai messo tu all'inizio: la velocità della luce è molto, ma molto, ma molto più grande e quindi tu non ti accorgi nemmeno della differenza di tempo che passa tra quando vedi la prima auto rotta e quando vedi rotta anche la seconda.

- Questo è vero, ma per quanto tu non potresti percepirla, la differenza di tempi esisterebbe ugualmente e in altre occasioni potrebbe diventare importante, ad esempio, in un ipotetico urto tra due navicelle spaziali veloci e lontane, nel



caso in cui si scontrassero mentre una si avvicina alla terra e l'altra no (nel caso in cui, quindi, per una navicella la sua velocità andrebbe sommata a quella della luce e per l'altra no).

- Hai ragione. E allora dov'è il trucco? Come si risolve il problema?



- Non c'è trucco: esiste una velocità massima e questa velocità non può mai essere superata. La velocità massima è la velocità della luce.

Limite di velocità



- *Ma che c'entra qui?*
- Se la velocità massima è quella della luce, allora nessuna velocità può essere sommata a questa (altrimenti si otterrebbe una velocità maggiore). Quindi la velocità in cui ti arriva la luce dei fari della macchina bianca è sempre di 10 m/s , anche se i fari sono collocati su un'auto che si muove a 10 m/s nella tua direzione. In questo modo, quando le auto sbattono, la loro luce ti arriva nello stesso istante, dato che sono alla stessa distanza da te e che la luce viaggia, in ogni caso, sempre alla stessa velocità. Cioè la velocità della luce non dipende dalla velocità della sorgente che la emette.
- *Certo, se la velocità della macchina non si somma alla velocità della luce risolvi il problema, ma questo è falso, abbiamo appena visto che se un'auto sbatte contro un'altra le due velocità si sommano!*
- È più giusto dire "si compongono", nel senso che non si sommano "esattamente".
- *E se 2 raggi di luce vanno a sbattere uno contro l'altro, non sbattono a 2 volte la velocità della luce?*
- No, altrimenti avresti superato, anzi raddoppiato, la velocità della luce!

La "somma" limitata

Una delle equazioni che Albert Einstein pubblicò nel suo articolo del 1905 è proprio quella della "somma" delle velocità, eccola:

$$v_{ab} = \frac{v_a + v_b}{1 + \frac{v_a \cdot v_b}{c^2}}$$

dove v_{ab} è la velocità relativa tra il corpo A e il corpo B e c è la velocità della luce.

Adesso usiamo il valore vero per la velocità della luce e vediamo cosa accade nel caso in cui 1 macchina vada a sbattere con velocità $v_a = 50 \text{ km/h}$ contro una ferma ($v_b = 0$). Allora la velocità reciproca è:

$$v_{ab} = \frac{50 + 0}{1 + \frac{50 \cdot 0}{c^2}} = \frac{50}{1 + 0} = 50 \text{ km/h}$$

bene, se uno dei due corpi è fermo, ritroviamo il nostro "vecchio" risultato e la cosa ci piace.

Vediamo cosa accade se 2 macchine che camminano a 100 km/h si scontrano frontalmente.

100 km/h è uguale a circa $0,03 \text{ km/s}$ ($100 \text{ km/h} = 100/3600 \text{ km/s}$, in un'ora ci sono 3600 secondi).

$v_a = 0,03 \text{ km/s}$, $v_b = 0,03 \text{ km/s}$, la velocità della luce è 300.000 km/s .

La velocità relativa, cioè la velocità dell'impatto sarà:

$$v_{ab} = \frac{0,03 + 0,03}{1 + \frac{0,03 \cdot 0,03}{300000^2}} = \frac{0,06}{1 + \frac{0,0009}{90000000000}} =$$

$$\frac{0,06}{1 + 0,000000000000001} = 0,05999999999999994 \text{ km/s}$$