

Un raggio di luce "gira" intorno al sole

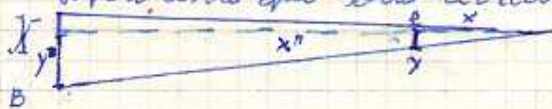
LUCE INFLUENZATA DALLA GRAVITA'



Dalla relatività generale di Einstein apprendiamo che la gravità influenza la luce. Per esempio la luce viene deviata dalla gravità solare di 0,83" secondi di arco. * 2,5 Cioè dopo 5 km la distanza tra i lati dell'angolo è di 25 cm. Vogliamo dimostrare che la traiettoria della luce, nel vuoto assoluto retta, è influenzata dalla gravità del Sole e calcolare la distanza in modo che essa formi un rombo la cui diagonale c sia il diametro del Sole stesso. Poniamo un osservatore A con una lampada potentissima oltre gli estremi del sistema solare. Un altro osservatore B tiene uno specchio. Essi si trovano da parti opposte del Sole a distanze eguali dal suddetto astro. Quale deve essere la distanza per cui A proiettando un raggio di luce tornerà a riceverlo dopo poche ore?

Noi sappiamo che il diametro del Sole è di 1392000 Km e che dopo 5 km il raggio ha superato l'asse solare e deviato di 25 cm dalla traiettoria.

Ripartiamo qui sotto il triangolo BGA.



Essendo $GX \parallel AC$, $\angle B = \angle G$. Chiamiamo x i primi 5 km su BG e la distanza tra il termine di x e la traiettoria GA , e x'' il tratto XB .

Ora dalla trigonometria sappiamo che $\angle G$ (che chiameremo x'') è uguale a questa espressione:

$$x'' = \frac{Y}{Y'} (X).$$

Cioè che x'' è a $\frac{1392000}{0,00025} \times 5 = 2784000000000$ Km

La distanza complessiva che ritorna tra A e B è di

556800000000 Km. Vale a dire che le orbite che

gli osservatori stanno compiendo sono $\frac{1}{4}$ volte la distanza dal sole di Plutone. Se mai un raggio di luce percorresse queste due distanze per tornare

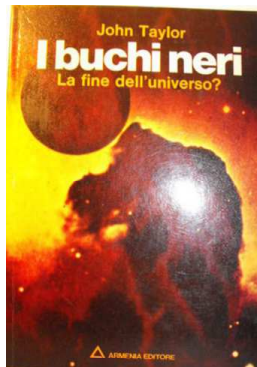
ad A impiegherebbe 3840000 sec., 106666 h e 4444 giorni.

Quanto la gravità, sul Sole, è relativamente bassa, la vel. di fuga è solo 612 Km/sec, ma su altre stelle che abbiano come vel. di fuga 280000 Km/sec. un raggio di luce orbiterebbe intorno ad esse se l'attrazione fosse maggiore si formerebbero i "buchi neri".

* un secondo di arco equivale a $\frac{1}{3600}$ di grado

Antefatto.

Nel settembre 1978, durante una breve permanenza a Torino in occasione dell'ostensione della Sindone, ho comprato su una bancarella un libro il cui titolo mi incuriosiva.



Si trattava di un breve saggio di Taylor John intitolato "I buchi neri: la fine dell'universo?" che riportava in copertina una bella immagine di una nebulosa (credo del cavallo).

Una notte, mentre tutti dormivano nei sacchi a pelo, ho avuto modo di leggerne la parte dove parla dell'orizzonte degli eventi e dell'impossibilità da parte della luce di sfuggire alla fortissima gravità di questi corpi celesti.



A quel tempo avevo già letto un trattato sulla relatività di Einstein ("Relatività: esposizione divulgativa" di A. Einstein, edizioni Bollati Boringhieri) e, nel caso specifico della relatività generale, avevo nozione della capacità da parte della massa di modificare lo spazio tempo intorno a lei (e cioè di "curvare" la traiettoria della luce).

Sapevo anche dell'avvenuta verifica sperimentale di tale ipotesi, a mezzo della misurazione della posizione di mercurio durante un'eclissi di sole (oggi sappiamo anche che tali misurazioni non sono state prese in maniera corretta).

La curiosità.

Mi sono allora chiesto se un campo gravitazionale intenso come quello del nostro sole (che il testo riteneva capace di curvare un raggio di luce a lui tangente di 0,83 secondi di arco, e cioè circa 2,5 cm ogni 5 km) potesse un giorno esser utilizzato per l'esperimento che descrivo qui di seguito.

Facciamo emettere da una sorgente (una specie di "torcia") un raggio di luce in direzione delle vicinanze del bordo del nostro sole (cosicché quest'ultimo risulti per uno spettatore lontano come tangente alla nostra stella); la massa solare devierà la traiettoria rettilinea verso uno specchio che avremo collocato in posizione simmetrica rispetto al sole, e cioè alla stessa distanza che lo separa dalla nostra "torcia". Raggiunto lo specchio, il raggio di luce si rifletterà e ritornerà esattamente al punto di partenza puntando il bordo del sole in posizione opposta a quella per cui è passato prima; cioè in un certo senso il nostro raggio "girerà intorno al sole" tornando al punto di partenza.

Se noi fossimo prossimi al punto di emissione del raggio di luce, guardando in direzione del disco solare ci sembrerebbe che lo specchio si trovasse in posizione opposta – rispetto al bordo del sole – alla direzione verso cui la nostra "torcia" è puntata.

Ma a quale distanza dal sole devono esser posizionati rispettivamente sorgente di luce e specchio?

Il metodo seguito.

Nel settembre 1978 dovevo ancora iniziare la 5^a ginnasio (secondo anno di scuole superiori) e dunque non avevo ancora studiato trigonometria. Tuttavia, dall'esperienza acquisita presso i boy scouts, sapevo bene come ricavare l'altezza di un albero utilizzando un bastone.

Per risolvere il quesito, ho applicato lo stesso metodo utilizzando grandezze ricavate dalla consultazione di un'enciclopedia che avevo disponibile (la GE20 Deagostini):

1.392.000 diametro del sole in km

5.913.000.000 distanza media di plutone dal sole

299.792 km/sec velocità della luce

Lo svolgimento originale:

All'inizio di questa pagina sono riportati il fronte e retro della pagina di quaderno su cui allora cercai di trovare la soluzione.

Rilegendole oggi, balza subito all'occhio un errore grossolano: avrei dovuto considerare la $\frac{1}{2}$ del diametro solare invece del diametro intero, dunque la distanza ottenuta risulta il doppio del valore corretto.

Ecco infine lo svolgimento corretto:

1.392.000 diametro del sole in km

a 5 km di distanza la deviazione risulta 0,000025 km

696.000 km è la $\frac{1}{2}$ del diametro solare

299.792 km/sec è la velocità della luce

5.913.000.000 distanza media di plutone dal sole

risultati corretti sono i seguenti:

139.200.000.000 km è la distanza dal sole degli osservatori, pari a 24 volte la distanza dal sole di plutone

5,37 giorni impiega la luce per percorrere tale distanza

21,50 giorni sono necessari alla luce per tornare al punto di partenza dopo aver raggiunto il 2° osservatore

Naturalmente un esperimento di questo tipo nella realtà non potrebbe esser eseguito così come descritto.

Per prima cosa sia lo specchio che “la torcia” sarebbero in costante movimento su un’orbita rispetto al sole: supponiamo pure di far sì che dopo 21 giorni e mezzo lo specchio si trovi nel punto esatto della sua orbita dove passa in quel momento il nostro raggio di luce, riflettendolo così in direzione del punto da cui è partito.

Tuttavia, poiché la sorgente orbita anche lei intorno al sole, nello stesso istante della riflessione sarà ormai lontana dal punto di emissione, e lo sarà ancor di più dopo altri 21,5 giorni necessari al ritorno del nostro raggio al punto di partenza.

L’ellitticità delle orbite esterne complica ancora di più il modello, senza parlare poi degli effetti delle altre masse coinvolte sul continuum spazio temporali previsti relatività generale.

Si è trattato di un semplice esperimento concettuale nato da una curiosità adolescenziale, in cui i calcoli sono stati eseguiti con gli unici mezzi disponibili allora in quel contesto (una calcolatrice tascabile dei primi modelli, un’enciclopedia ed un testo ritrovato su una bancarella acquistato per il solo fatto di avere una copertina accattivante).

[Ritorna a Davide progetti \(pagina web\)](#)

