

Rivo Cortonesi

LA MATERIA OSCURA NON ESISTE

1- Introduzione

Il cosiddetto “vuoto” è davvero vuoto o si tratta di un qualcosa di “tutto pieno” dal quale la materia emerge e nel quale si dissolve? In questo piccolo lavoro, come per gioco, mi sono divertito ad immaginare un universo pervaso in ogni dove di una materia impalpabile, ma “rilevabile”.

Come? Muovendoci.

Non alla velocità di un'automobile, non a quella di un aereo, e neppure a quella di un missile ipersonico. No, a velocità ancora maggiori, fin quasi alla velocità massima conosciuta nel nostro universo, irraggiungibile per noi umani, quella della luce.

Perché irraggiungibile? Perché una formuletta lo dimostra analiticamente e gli acceleratori di particelle ne confermano l'esattezza.

Ne deriva un universo prevalentemente “vuoto”, nel quale si muovono corpi e onde elettromagnetiche, salvo accorgersi che manca un bel po' della materia che dovrebbe esserci, quella che i fisici chiamano per questo “materia oscura”.

Può darsi che abbia preso un granchio colossale, e che quanto scritto in questo opuscolo contenga errori imperdonabili, ma io non sono un fisico teorico, sono un ingegnere con un debole per la fisica applicata, e allo spazio vuoto non ci credo.

Concepisco il vuoto come un mezzo che è vuoto di nome, ma non di fatto, e che offre chiaramente una resistenza al moto di corpi che si muovono a velocità di decine di migliaia di chilometri al secondo.

Questa ipotesi di universo “tutto pieno” appare compatibile sia con la meccanica relativistica (deducibile cioè dalla teoria della relatività) che con quella classica. E anche con quella quantistica. Come vedremo alla fine quando parlerò dei fotoni.

Rivo Cortonesi

2- Energia cinetica E_M di un corpo a velocità v (meccanica relativistica)

Come noto la formulazione classica di Einstein della massa relativistica è la seguente:

$$1) m = m_0 \times 1/[1 - (v/c)^2]^{1/2}$$

dove:

m = massa relativistica

m_0 = massa a riposo

v = velocità del corpo nel vuoto

c = velocità della luce nel vuoto, pari a 299'792'458 m/s

Per evitare l'errore concettuale che la massa, piuttosto che l'energia da essa posseduta, possa variare con la velocità, si preferisce indicare oggi con m la "massa invariante" (che coincide numericamente con il valore della massa a riposo m_0) ad ogni velocità $v < c$, misurata in un sistema di riferimento inerziale, e definire l'energia posseduta da un corpo (piccolo o grande, e qualunque sia la sua forma) come:

$$2) E_0 = m \times c^2 \quad (\text{per l'energia } \textit{interna} \text{ posseduta dal corpo a riposo})$$

$$3) E_T = m \times 1/[1 - (v/c)^2]^{1/2} \times c^2 \quad (\text{per l'energia } \textit{totale} \text{ posseduta dal corpo in moto})$$

La 3) può essere semplificata ponendo $\gamma = 1/[1 - (v/c)^2]^{1/2}$ (fattore di Lorentz), ottenendo così:

$$4) E_T = \gamma \times m \times c^2$$

Sottraendo la 2) dalla 4) si ottiene:

$$5) E_M = (\gamma - 1) \times m \times c^2 \quad (\text{energia cinetica, dovuta al solo } \textit{movimento} \text{ del corpo})$$

3- Energia E_C di un corpo a velocità v (meccanica classica)

Come noto l'energia cinetica è in tal caso espressa da:

$$6) E_C = 0.5 \times m \times v^2$$

dove:

m = massa

v = velocità del corpo nel vuoto

Esprimendo v come frazione di c essa può essere scritta anche:

$$7) E_C = 0.5 \times m \times (v/c)^2 \times c^2$$

4- Il fattore di resistenza cinetica F_C

Sia la 5) che la 7) valgono nell'ipotesi di considerare completamente vuoto (nel senso di come oggi è inteso) lo spazio circostante al corpo in moto.

Dividendo infine la 5) per la 7) si ha:

$$8) F_C = (\gamma - 1) / [0.5 \times (v/c)^2]$$

La 8) esprime il *fattore di resistenza cinetica* F_C .

In buona sostanza il *fattore di resistenza cinetica* F_C è il valore (funzione della velocità v di un corpo in moto) per il quale occorre moltiplicare la sua energia cinetica, calcolata secondo la meccanica classica, al fine di ottenere la stessa energia cinetica calcolata con la meccanica relativistica.

Poiché quest'ultima prevede apporti di energia crescenti per ottenere aumenti di velocità sempre più piccoli, man mano che la velocità cresce, il *fattore di resistenza cinetica* F_C , rappresentando la resistenza offerta dallo spazio pieno, via via sempre più forte man mano che aumenta la velocità del corpo, consente di equiparare il valore dell'energia cinetica dei corpi in moto calcolata con i due sistemi (quello classico e quello relativistico).

Nella tabella seguente sono riportati i valori di E_M , E_C e F_C per alcuni valori di velocità compresi tra 50'000'000 m/s e 299'792'457.9999 m/s (un micrometro/s in meno della velocità della luce). I valori si riferiscono a un corpo avente una massa di 1 kg. Per ottenere i valori di E_M e E_C per corpi di qualunque massa i valori in tabella devono essere moltiplicati per la massa del corpo espressa in kg. Il tutto deve essere moltiplicato per c^2 . Il risultato è in Joule (J).

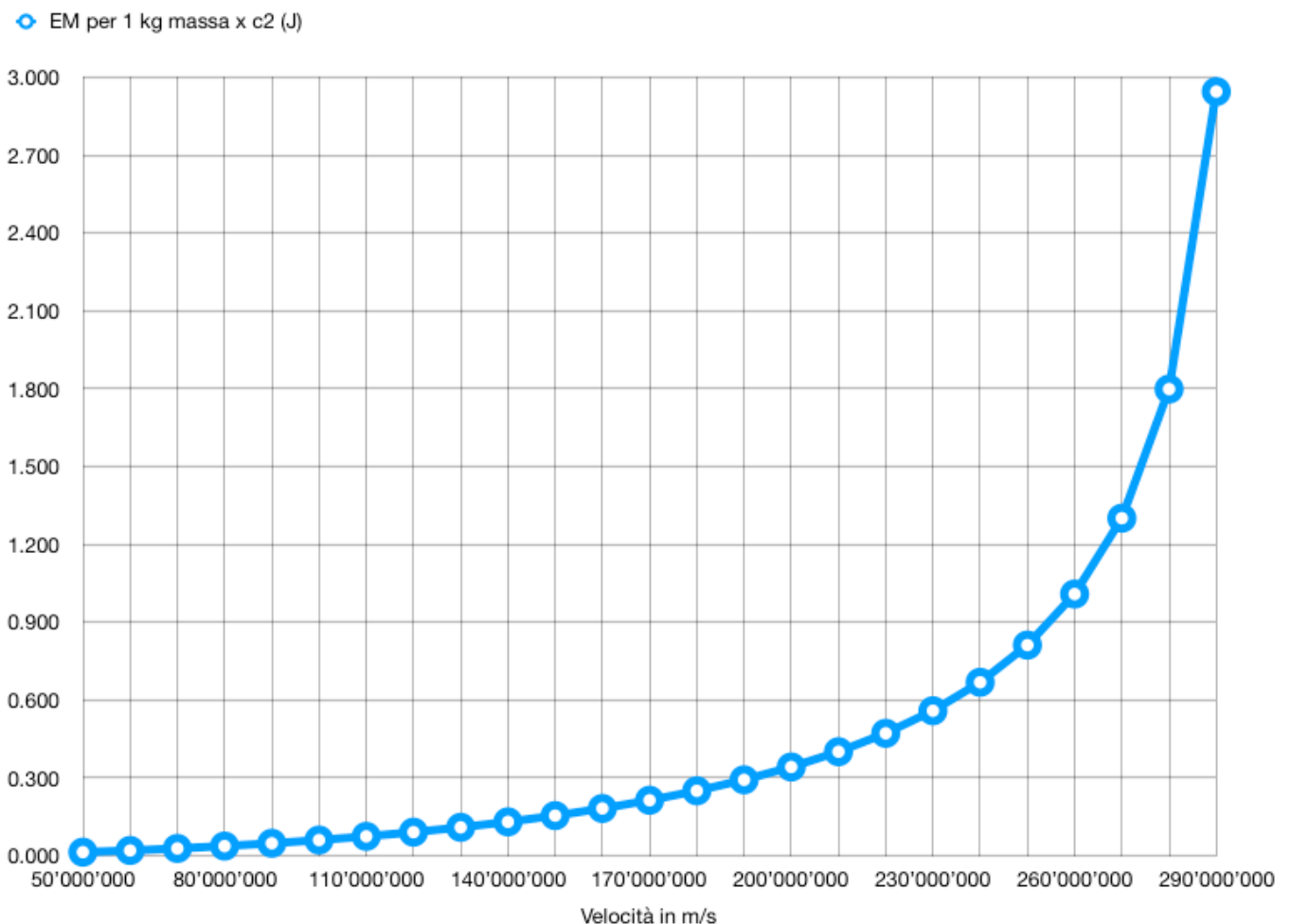
Velocità (m/s)	Fattore di Lorentz (γ)	E_M per 1 kg massa x c^2 (J)	E_C per 1 kg massa x c^2 (J)	F_C
50'000'000	1.014	0.014	0.014	1.021
60'000'000	1.021	0.021	0.020	1.031
70'000'000	1.028	0.028	0.027	1.043
80'000'000	1.038	0.038	0.036	1.057
90'000'000	1.048	0.048	0.045	1.073
100'000'000	1.061	0.061	0.056	1.092
110'000'000	1.075	0.075	0.067	1.114
120'000'000	1.091	0.091	0.080	1.139
130'000'000	1.110	0.110	0.094	1.168
140'000'000	1.131	0.131	0.109	1.200
150'000'000	1.155	0.155	0.125	1.238
160'000'000	1.182	0.182	0.142	1.281
170'000'000	1.214	0.214	0.161	1.331
180'000'000	1.250	0.250	0.180	1.390
190'000'000	1.293	0.293	0.201	1.458
200'000'000	1.342	0.342	0.223	1.539
210'000'000	1.401	0.401	0.245	1.635
220'000'000	1.472	0.472	0.269	1.753
230'000'000	1.559	0.559	0.294	1.900
240'000'000	1.669	0.669	0.320	2.087
250'000'000	1.812	0.812	0.348	2.335
260'000'000	2.009	1.009	0.376	2.682
270'000'000	2.301	1.301	0.406	3.208
280'000'000	2.799	1.799	0.436	4.124
290'000'000	3.945	2.945	0.468	6.294
294'000'000	5.112	4.112	0.480865101	8.551
298'000'000	9.158	8.158	0.494038878	16.514
299'000'000	13.762	12.762	0.497360138	25.660
299'790'000	246.948	245.948	0.499991801	491.904
299'792'000	572.088	571.088	0.499998472	1142.179
299'792'457	12243.212	12242.212	0.499999997	24484.423
299'792'457.999999	12151502.137	12151501.137	0.500000000	24303002.273

5- Valutazione di E_M

Il grafico sottostante, limitato alla velocità $v= 290'000'000$ m/s, ricavato dalla tabella di pagina 4, dimostra che l'effetto relativistico (richiesta di apporti di energia sempre maggiori a fronte di incrementi di velocità sempre minori) si manifesta in modo via via crescente quanto più ci si avvicina alla velocità della luce nel cosiddetto vuoto. In scala molto più ridotta una cosa simile avviene anche quando il mezzo, percorso dal corpo in moto, è l'aria, anziché il vuoto. Se nell'asse orizzontale poniamo la velocità di un'automobile, o quella di un ciclista, e in quello verticale l'energia occorrente per mantenere l'auto, o la bici, ad una certa velocità, la curva che ne deriva ha una certa somiglianza con quella sotto rappresentata.

La domanda, che viene spontaneo porci, è allora:

il cosiddetto "spazio vuoto" potrebbe essere un mezzo, che, a differenza dell'aria, manifesta la sua resistenza "aerodinamica" solo a partire da velocità elevatissime?



6- Valutazione di E_C

Il grafico sottostante, limitato alla velocità $v= 290'000'000$ m/s, ricavato dalla tabella di pagina 4, dimostra come, al crescere della velocità, la crescita dei relativi apporti di energia, man mano che ci si avvicina alla velocità della luce, non è così forte come nel caso di E_M .

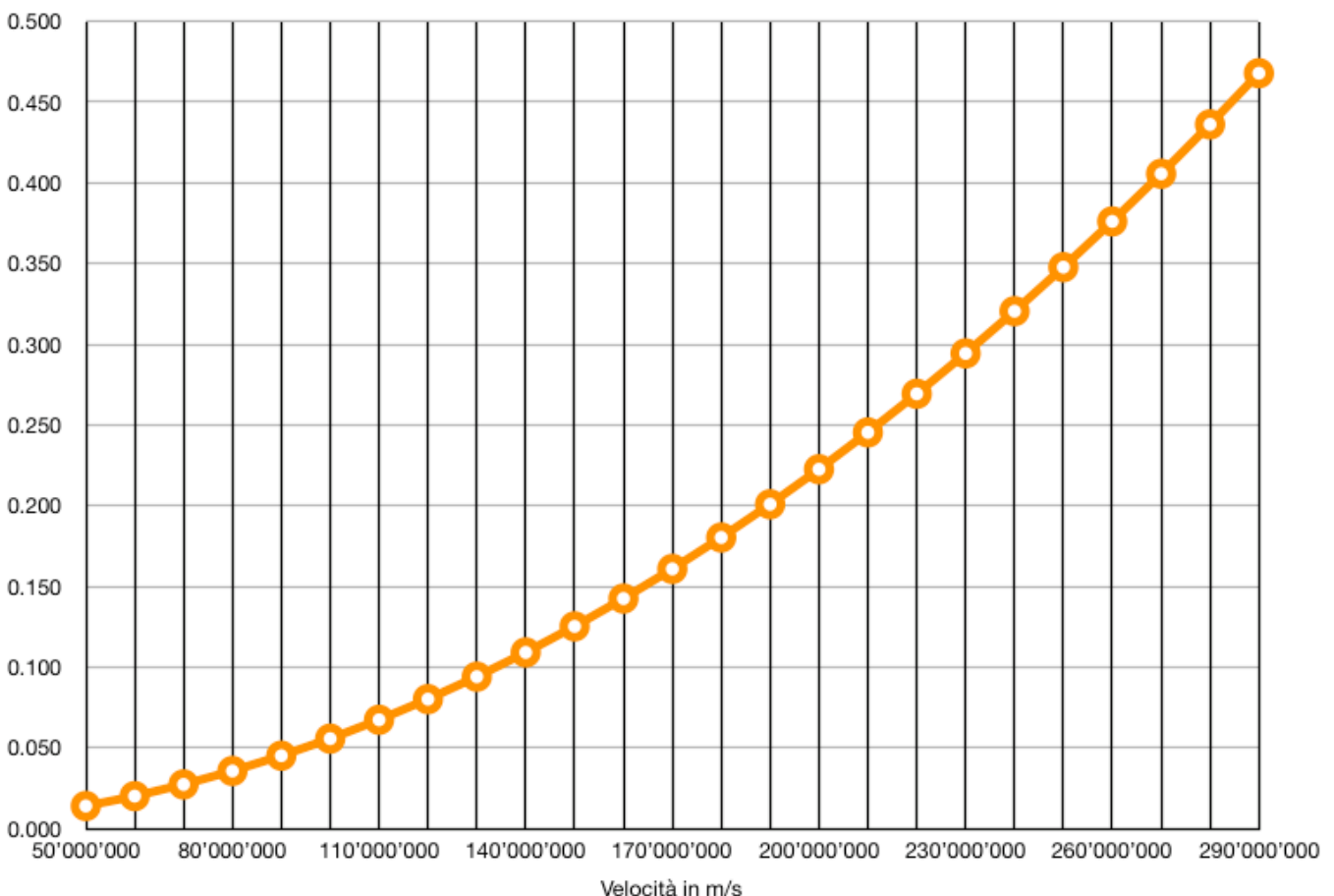
Lo sarebbe se il corpo si muovesse, anziché nel vuoto, come oggi inteso, in uno spazio che offrisse una resistenza via via crescente con la velocità.

In tal caso la 6) diventerebbe:

$$6') E_C = 0.5 \times \mu \times m \times v^2$$

dove μ rappresenterebbe un coefficiente includente oltre che un fattore di correzione dipendente da v , legato alla densità dello spazio attraversato dal corpo, anche un fattore di correzione dipendente dalla forma del corpo.

○ EC per 1 kg massa x c^2 (J)

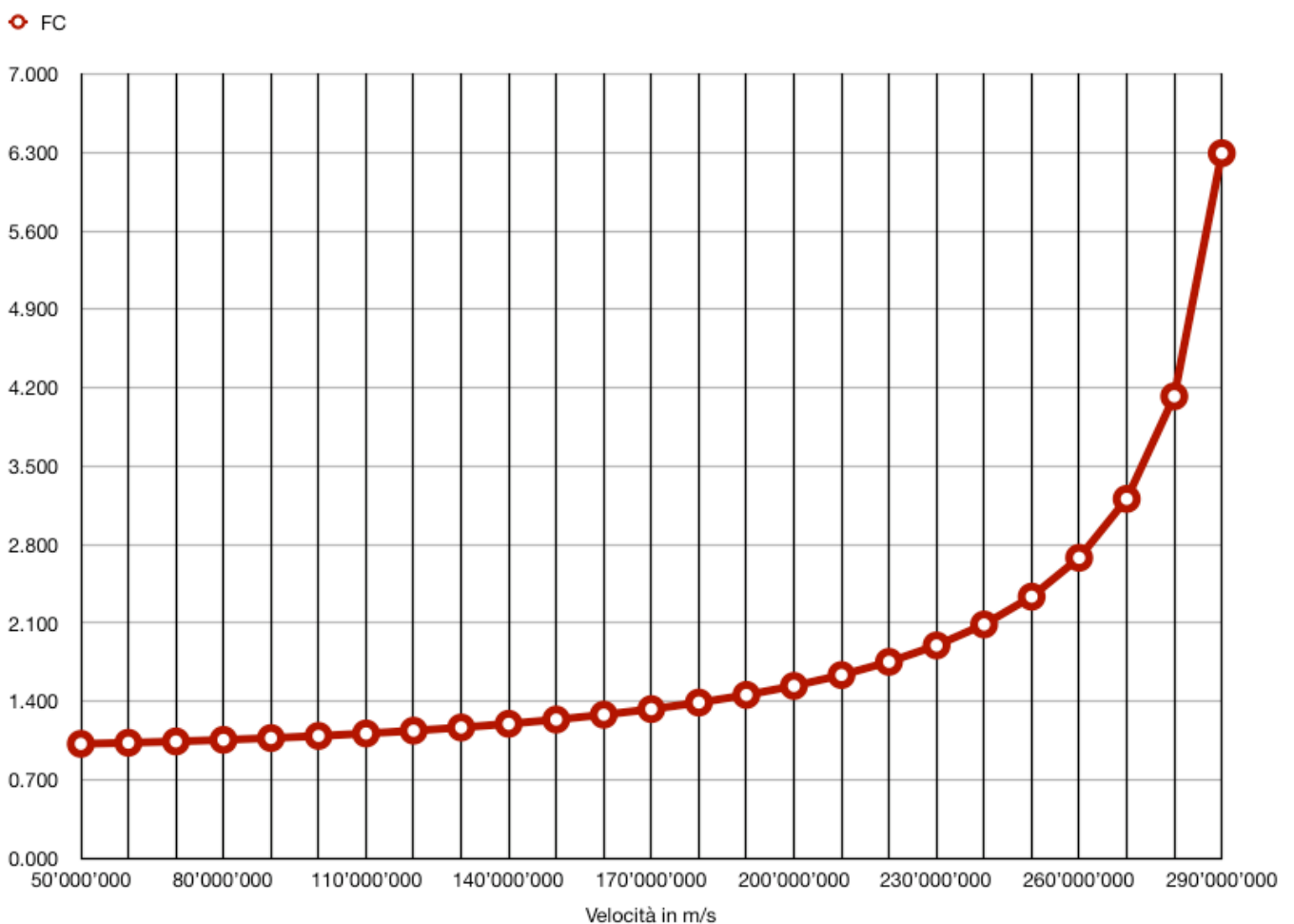


7- Valutazione del fattore di resistenza cinetica F_C

Il grafico sottostante, limitato alla velocità $v= 290'000'000$ m/s, ricavato dalla tabella di pagina 4, esprime l'andamento del coefficiente μ della 6') depurato del fattore di forma del corpo. In tal caso μ coincide con F_C e la 6') può essere scritta:

$$6'') E_C = 0.5 \times F_C \times m \times v^2$$

Questa equazione, partendo da quella della meccanica classica, consente di calcolare l'energia necessaria per portare un corpo alla velocità v tenendo conto di una eventuale resistenza di tipo "aerodinamico" offerta dallo spazio pieno, il cui andamento è rappresentato dal grafico sottostante.



8- Cosa succede quando un corpo si avvicina alla velocità della luce?

Secondo la meccanica relativistica l'energia necessaria per raggiungere la velocità della luce cresce, negli ultimi chilometri/secondo, fino agli ultimi metri/secondo, a dismisura, fino a diventare "infinita", rendendo così impossibile, per ogni corpo, qualunque sia la sua forma, il raggiungimento della velocità della luce (non esistono infatti mezzi di propulsione capaci di produrre un'energia infinita).

Lo si può dimostrare facilmente per via analitica.

Infatti (vedi pagina 3) per $v = c$ il fattore di Lorentz, espresso da $\gamma = 1/[1 - (v/c)^2]^{1/2}$ assume un valore infinito e quindi anche l'energia $E_M = (\gamma - 1) \times m \times c^2$, espressa dalla 5) di pagina 3, diventa infinita.

Allo stesso modo, nello spazio tutto pieno, diventa infinita la resistenza espressa dal fattore di resistenza cinetica F_C , che assume un valore infinito. In altre parole, per $v = c$, lo spazio tutto pieno diventa incompressibile.

Nella tabella di pagina 5 si vede come il valore di F_C assuma il valore di ben 24'303'202,273 alla velocità di 299'792'457,999999 m/s, cioè di solo un micrometro/s inferiore alla velocità della luce. Per un incremento della velocità di un altro micrometro/s occorrerebbe un'energia infinita.

Questo, ovviamente, facendo riferimento a considerazioni puramente analitiche e prescindendo sia dall'accuratezza della misura della velocità della luce che da altri eventi sconosciuti, di tipo fisico, che possano accadere nei dintorni della "punta" della curva, in termini di energia richiesta, nell'ultimo tratto del volo verso il raggiungimento della velocità della luce.

9- Riepilogo di quanto sinora detto

Tutti questi ragionamenti per dire una cosa molto semplice:

Se lo spazio, anziché vuoto, fosse interamente costituito da un mezzo che offre una resistenza al moto dei corpi del tipo di quella evidenziata nel grafico di pagina 8, allora il calcolo dell'energia cinetica di un corpo in moto potrebbe essere effettuato con la formula della meccanica classica integrata con il coefficiente F_C . La formula riassuntiva è:

$$E_c = 0.5 \times F_C \times m \times v^2 \quad \text{dove} \quad F_C = (\gamma - 1) / [0.5 \times (v/c)^2]$$

m = massa del corpo (invariante) [kg]

v = velocità del corpo [m/s]

γ = costante di Lorentz [adimensionale]

F_C = fattore di resistenza cinetica [adimensionale]

E_c = energia cinetica del corpo in moto [J]

Non è detto che il comportamento dello spazio tutto pieno coincida alla perfezione con quello deducibile per via analitica utilizzando la costante di Lorentz. Ciò potrebbe essere meglio verificato “sperimentalmente” una volta presa confidenza con questo tipo di “nuovo spazio non vuoto”.

Allora, cioè quando e se l'uomo riuscirà ad avvicinarsi alla velocità della luce, la forma delle nostre astronavi potrebbe diventare di importanza fondamentale, perché, come accade per le nostre automobili, l'ottimizzazione del cosiddetto Cx in tutte le direzioni (non solo quella frontale) non sarebbe eludibile. In tal caso anche il Cx dovrebbe essere incluso nel fattore di resistenza cinetica F_C .

Quale potrebbe essere la forma migliore per viaggiare dentro uno spazio che offre una resistenza al moto del tipo “aerodinamico”, desiderando muoverci a “folle” velocità avanti, indietro, a destra e a sinistra, senza dover sterzare? Indubbiamente quella di tipo “lenticolare biconvessa”. Come? Sembrerebbe troppo uguale a quella dei fantomatici dischi volanti? Ma va?

10- Alla velocità della luce

Finora ho parlato del moto di corpi a velocità inferiore a quella della luce, magari di poco, ma comunque inferiore.

Adesso affronto uno spinoso problema, quello della luce.

Quella “strana cosa” che viaggia alla velocità ... della luce, cioè a circa 300'000 km/s

Perché “strana”. Perché ha una natura ambigua, una doppia natura: ondulatoria e corpuscolare.

Corpuscolare? Sissignori, non c'è fisico che possa negarla. Ci sono prove sperimentali inoppugnabili.

Ma allora, la prima obiezione che sorge spontanea è la seguente: se la luce, oltre che di onde elettromagnetiche, è fatta anche di particelle, com'è che queste particelle viaggiano alla velocità della luce, se la costante γ di Lorentz porta a concludere analiticamente che non è possibile?

La risposta è deludente: sono particelle, ma non hanno massa.

Perché deludente? Perché è la stessa che, da bambino, lessi in un giornale di Topolino. C'era Paperino che rivolgeva ad Archimede Pitagorico questa domanda: - Dove vai Archimede? - e Archimede rispondeva: - Vado a casa, ad inventare il pane imburrito senza burro -.

Prendiamo atto che la luce esiste e che “parte” della sua natura è costituita da un particolare tipo di onde elettromagnetiche, che l'uomo è riuscito a riprodurre, presenti nell'universo.

Tipo di radiazione elettromagnetica	Frequenza	Lunghezza d'onda
Onde radio	≤ 250 MHz	10 km - 10 cm
Microonde	3 GHz – 300 GHz	10 cm – 1 mm
Infrarossi	300 GHz – 428 THz	1 mm – 700 nm
Luce	428 THz - 749 THz	700 nm - 400 nm
Ultravioletto	749 THz – 30 PHz	400 nm – 10 nm
Raggi X	30 PHz – 300 EHz	10 nm – 1 pm
Raggi gamma	≥ 300 EHz	≤ 1 pm

Secondo la teoria corrente queste onde elettromagnetiche si manifestano attraverso l'emissione di pacchetti di energia, chiamati "fotoni", sprovvisti di massa (così dicono ...), che possono continuare a viaggiare nel vuoto e nel tempo, indefinitamente, senza alcun limite.

Lo loro energia è tanto più grande quanto maggiore è la frequenza. I fotoni dei raggi gamma, caratterizzati da frequenze maggiori di 300 EHz (1 Exa = 10^{18}) sono quelli che trasportano grandi quantità di energia e sono un pericolo per l'uomo. Diverso è il discorso dei fotoni associati alle onde radio, che trasportano meno energia in quanto associati a onde elettromagnetiche a minore frequenza.

Come noto l'equazione per l'energia E_F di un fotone è:

$$9) E_F = h \times c / \lambda \quad [\text{J}]$$

dove:

h = costante di Planck pari a $6,62607015 \times 10^{-34}$ [J x s]

c = velocità della luce nel vuoto, pari a 299'792'458 [m/s]

λ = lunghezza d'onda del fotone [m]

La 9) può essere scritta anche come:

$$10) E_F = h \times f \quad [\text{J}]$$

dove f = frequenza dell'onda elettromagnetica associata al fotone [Hz]

La domanda è: da dove viene "l'altra parte" della natura del fotone (quella corpuscolare) se il fotone è definito "una particella priva di massa"?

In realtà è l'onda elettromagnetica che si propaga, e, come tutti i tipi di onde, si propaga senza trasporto di materia. Da dove spunta fuori allora la natura corpuscolare del fotone?

La risposta è: dallo spazio tutto pieno stesso, perturbato dall'onda elettromagnetica.

Il fotone non è assimilabile ad un corpo che si muove in uno spazio tutto pieno. È un corpuscolo che è espressione stessa di quello spazio tutto pieno, e che si manifesta nella sua "materialità" nel momento in cui l'onda elettromagnetica perturba una piccola porzione di spazio ad esso corrispondente.

Quella infinitesima porzione di spazio perturbato non "viaggia", "oscilla" con la stessa frequenza dell'onda elettromagnetica. Una lunga "processione" di masse infinitesime oscillanti, che si formano dallo spazio tutto pieno ma mano che l'onda elettromagnetica si propaga.

Il fotone ha dunque una massa, una piccola, infinitesima porzione di spazio perturbato.

Da qui la sua doppia natura: quella ondulatoria, dovuta all'onda elettromagnetica, e quella corpuscolare, dovuta alla frazione di spazio tutto pieno perturbato dall'onda elettromagnetica

Quanto vale questa massa corpuscolare?

Ipotizziamo che il fotone sia dotato di una massa m_f e eguagliamo la 10) con l'energia interna della massa m_f , così come definita nella meccanica relativistica secondo la 2) di pagina 3. Si ha allora:

$$11) 6,62607015 \times 10^{-34} \times f = m_f \times c^2$$

Questa equivalenza ha un senso fisico: l'energia ondulatoria eguaglia quella assorbita dalla corrispondente frazione massica di spazio tutto pieno.

dalla 11) si ha:

$$12) m_f = 6,62607015 \times 10^{-34} \times f/c^2 \text{ [kg]}$$

Quindi il fotone ha una sua parte corpuscolare, di massa calcolabile con la 12), che si origina dallo spazio tutto pieno per effetto dell'onda elettromagnetica.

La 12) mette in relazione la massa con la frequenza di oscillazione di un'onda elettromagnetica.

La massa varia in modo proporzionale alla frequenza.

Una riflessione approfondita sulle conseguenze che potrebbero derivarne, relativamente alla creazione e all'annichilimento di "materia" elementare attraverso onde elettromagnetiche, potrebbe aprire nuovi, interessanti scenari, meritevoli di essere indagati.

Rivo Cortonesi

Gravesano 10 febbraio 2023

Aggiornamento dell'11 febbraio 2023