

Gravità Quantistica e Redshift: Un Approccio Rivoluzionario per un Universo Statico

Alessandro Pulvirenti

November 17, 2024

Abstract

[English] This study introduces an innovative approach to quantum gravity, reinterpreting redshift as a result of photon energy loss through graviton emission, rather than as an effect of the universe's expansion. A static universe model is proposed, where photons lose energy in a quantized manner during their travel, producing a redshift proportional to the distance traveled. The alternation between gravitons and energitons, hypothetical particles, explains gravitational force on a cosmic scale and provides explanations for phenomena such as light deflection near massive bodies, Mercury's perihelion precession, and orbital anomalies of interstellar objects like Oumuamua. The model includes a new logarithmic law for calculating astronomical distances, eliminating the need for a universe expansion hypothesis and the presence of dark matter to explain uniform galactic rotation velocities.

This theory not only unifies elements of quantum mechanics and cosmology but also offers a novel perspective on the definition of physical units. Units are redefined within a quantum framework, where quantities such as energy, force, and acceleration are reconsidered based on the flow of gravitons and energitons. The implications of this model propose a revision of current cosmological laws and a new foundational framework to understand interactions between gravity and electromagnetism through the oscillation of these particles, paving the way for a stable and static universe.

Abstract

Questo studio introduce un approccio innovativo alla gravità quantistica, reinterpretando il redshift come risultato della perdita di energia dei fotoni attraverso l'emissione di gravitoni, anziché come effetto dell'espansione dell'universo. Viene proposto un modello di universo statico in cui i fotoni perdono energia in maniera quantizzata durante il loro viaggio, generando un redshift proporzionale alla distanza percorsa. L'alternanza tra gravitoni ed energitoni, particelle ipotetiche, permette di descrivere la forza gravitazionale su scala cosmica e offre spiegazioni per fenomeni come la deflessione della luce vicino a corpi massicci, la precessione del perielio di Mercurio e le anomalie orbitali di oggetti interstellari come Oumuamua. Il modello include una nuova legge logaritmica per il calcolo delle distanze astronomiche che non richiede l'ipotesi di un universo in espansione e non necessita della materia oscura per spiegare l'uniformità delle velocità di rotazione nelle galassie.

Questa teoria non solo unifica elementi della meccanica quantistica e della cosmologia, ma introduce anche una nuova prospettiva sulla definizione delle unità di misura fisiche. Le unità vengono riconsiderate in un'ottica quantistica, in cui grandezze come energia, forza e accelerazione sono ridefinite in base al flusso di gravitoni e energitoni. Le implicazioni di questo modello propongono una revisione delle attuali leggi cosmologiche e un nuovo quadro di riferimento per comprendere le interazioni tra gravità ed elettromagnetismo attraverso l'oscillazione tra queste particelle, ponendo le basi per un universo stabile e statico.

Contents

1	Introduzione	5
1.1	Contesto e motivazione	5
1.2	Obiettivo della ricerca	5
1.3	Rassegna delle principali teorie attuali	5
1.4	Struttura del lavoro	5
1.5	Sintesi delle Scoperte Principali	6
1.6	Le quattro leggi della realtà	7
2	Analisi del redshift e nuove interpretazioni	8
2.1	La teoria del redshift nella visione classica	8
2.2	Nuova interpretazione del Redshift	9
2.2.1	Fotoni e perdita di energia	9
2.3	Differenze e limiti della teoria della luce stanca di Zwicky	9
2.4	Il gravitone è la costante di Hubble	10
2.5	4° legge della realtà	11
3	Calcolo delle distanze astronomiche	12
3.1	Derivazione matematica della distanza basata sul redshift	12
3.2	Prima legge della realtà	13
3.3	Confronto con la legge di Hubble-Lemaître	13
3.3.1	Tensione di Hubble	15
3.3.2	Redshift indipendente dalla frequenza della radiazione	15
3.3.3	Flusso di gravitoni emessi da particelle	15
3.3.4	Distanza massima osservabile	16
3.4	Implicazioni della 1° legge della realtà	16
4	Proprietà e caratteristiche del gravitone	18
4.1	Frequenza, lunghezza d'onda ed energia	18
4.2	Spin e dimensioni spaziali	18
4.3	Particelle con due stati possibili	19
4.4	Indistruttibili	19
5	Definizione grandezze quantizzate	20
5.1	Energia E	20
5.2	Potenza ϕ	20
6	Definizione grandezze gravitazionali	21
6.1	Sezione d'urto efficace per unità di massa ρ	21
6.2	Irradianza I_g	22
6.2.1	Auto assorbimento gravitazionale	22
6.2.2	Principio di equivalenza della massa (gravitazionale / inerziale)	22
6.3	Fattore di movimento R_v	23
6.4	Particelle oscillanti \tilde{a}	23

7	Seconda legge della realtà	24
7.1	Confronto con le teorie alternative	24
7.1.1	Legge di Newton	24
7.1.2	Relatività generale di Einstein	24
7.1.3	La 2° legge della realtà: caratteristiche	25
7.1.4	La materia oscura non esiste	25
7.2	Conferme sperimentali	26
7.2.1	Deviazione della luce	26
7.2.2	Precessione del perielio dell'orbita di Mercurio	27
7.2.3	L'orbita di Oumuamua	27
7.3	Buchi neri	27
8	Modello statico dell'universo	29
8.1	Critica al modello del Big Bang	29
8.2	Conferme empiriche del nuovo modello di universo statico	29
8.3	Modello iperconnesso di universo	30
9	Conclusioni e implicazioni future	31
9.1	Sintesi dei risultati	31
9.2	Prospettive sperimentali	31
9.3	Domande irrisolte	32
9.4	Direzioni per la ricerca futura	32
9.5	Implicazioni filosofiche	33
10	Appendici	34
10.1	Dimensioni delle particelle	34
10.2	Quanto è vuota la materia	34
10.3	Raggiungere una data velocità	35
10.4	Curiosità su c^2	35
10.5	Numero di particelle assorbite	35
10.6	Considerazione sulle unità di misura	35

1 Introduzione

1.1 Contesto e motivazione

- La gravità quantistica rappresenta uno dei temi più complessi e irrisolti della fisica moderna, in cui le leggi della meccanica quantistica devono conciliarsi con la relatività generale di Einstein. Le teorie attuali, che descrivono accuratamente i fenomeni gravitazionali su scala cosmica, sembrano però incompatibili con i principi quantistici su scala microscopica.
- Inoltre, l'interpretazione convenzionale del redshift come prova dell'espansione dell'universo è stata la base per il modello del Big Bang. Tuttavia, nuovi dati osservativi e alcune incongruenze teoriche aprono la possibilità di spiegazioni alternative al redshift cosmico che non richiedano l'espansione universale.

1.2 Obiettivo della ricerca

- Questo lavoro si propone di sviluppare un modello alternativo in cui l'universo è statico e il redshift cosmico è interpretato come una perdita di energia da parte dei fotoni durante il loro percorso, attraverso l'emissione di gravitoni.
- Inoltre, introduciamo le particelle ipotetiche dei gravitoni ed energitoni, il cui comportamento oscillante potrebbe spiegare fenomeni gravitazionali su larga scala, come la deviazione della luce vicino a oggetti massicci e la precessione del perielio di Mercurio, senza invocare la curvatura dello spazio-tempo.

1.3 Rassegna delle principali teorie attuali

- Nella descrizione classica, la gravità è una forza che agisce istantaneamente a distanza, come descritto da Newton, mentre nella relatività generale è vista come una conseguenza della curvatura dello spazio-tempo. Le ipotesi alla base della gravità quantistica hanno invece condotto a modelli che incorporano particelle mediatrici della forza gravitazionale, come i gravitoni, sebbene non sia ancora stata trovata una teoria unificante.
- Il modello del Big Bang ha dominato la cosmologia moderna per decenni, supportato dalle osservazioni del redshift e dalla radiazione cosmica di fondo. Tuttavia, fenomeni come l'apparente espansione accelerata e la necessità di postulare l'esistenza della materia oscura suggeriscono la presenza di meccanismi gravitazionali che non sono stati compresi.

1.4 Struttura del lavoro

- Nel presente documento, iniziamo analizzando il redshift come un fenomeno di perdita energetica e non come un'indicazione di espansione dell'universo. Successivamente, introduciamo un nuovo modello di gravità quantistica, basato sull'emissione di gravitoni

ed energitoni, che potrebbero offrire una visione coerente dei fenomeni gravitazionali osservati. Infine, discutiamo le implicazioni di questo modello statico e i suoi riscontri empirici, proponendo una nuova legge per il calcolo delle distanze astronomiche che appare coerente con le osservazioni più recenti.

1.5 Sintesi delle Scoperte Principali

Questa ricerca introduce una nuova interpretazione del redshift cosmico, della gravità e della struttura dell'universo. In sintesi, i risultati principali della teoria proposta sono i seguenti:

1. Interpretazione del redshift come perdita energetica

La nuova teoria interpreta il redshift cosmologico come il risultato di una perdita di energia della luce nel corso del suo viaggio attraverso lo spazio. Diversamente dalla teoria della *luce stanca* proposta da Fritz Zwicky, che ipotizzava un'interazione tra la luce e particelle nello spazio per spiegare il fenomeno, la presente teoria considera la cessione di un quanto di energia sotto forma di gravitoni emessi ogni volta che la luce percorre uno spazio pari alla propria lunghezza d'onda.

2. Niente energia oscura

Visto che il redshift della luce è causato dalla perdita di energia da parte della luce, questo significa che l'universo non è in espansione (né lineare né accelerata); quindi, l'energia oscura non esiste.

3. Niente materia oscura

La forza gravitazionale in questo modello non richiede materia oscura per spiegare l'uniformità delle velocità di rotazione nelle galassie: la gravità si mantiene costante su un disco galattico, rendendo superflua l'esistenza della materia oscura per giustificare le osservazioni.

4. Nuova particella ipotesi: Gravitoni ed Energitoni

La teoria ipotizza l'esistenza di gravitoni ed energitoni, particelle che oscillano tra stati attrattivi e repulsivi. Questa oscillazione offre una spiegazione alternativa per l'interazione gravitazionale, suggerendo che gravitoni ed energitoni siano i mediatori della gravità a livello quantistico e possano unificare la gravità con l'elettromagnetismo.

5. Un universo statico e senza espansione

Contrariamente al modello standard del Big Bang, l'universo proposto è statico, con una distribuzione stabile di galassie. La forza gravitazionale oscilla dallo stato attrattivo allo stato repulsivo (quando le distanze superano i $14Gly$) facendo sì che non ci sia una forza risultante verso il centro dell'universo che lo faccia collassare.

6. Calcolo delle distanze astronomiche

La nuova legge proposta per il calcolo delle distanze astronomiche, basata su un redshift logaritmico, offre risultati coerenti con le osservazioni delle galassie più lontane senza dover postulare un'espansione dell'universo. La legge descrive la distanza come una funzione logaritmica del redshift, superando le discrepanze del modello di [15]Hubble-Lemaître alle scale cosmologiche più estreme.

7. Conferme osservative e implicazioni cosmologiche

I fenomeni come la deviazione della luce vicino a corpi massicci, la precessione del perielio di Mercurio e le anomalie nell'orbita dell'asteroide interstellare Oumuamua trovano una spiegazione naturale in questo modello. Queste osservazioni sono consistenti con le previsioni di una gravità quantistica mediata da gravitoni, senza bisogno di postulare curvature dello spazio-tempo.

1.6 Le quattro leggi della realtà

Le scoperte possono essere riassunte in quattro leggi, dette: *leggi della realtà*; oltre a un modello di universo. Sintesi delle leggi e del modello:

- **1° legge della realtà****3.2**

Permette di calcolare le distanze astronomiche.
(Sostituisce la legge di Hubble)

$$D = \lambda_g \ln(z + 1) \quad (1)$$

- **2° legge della realtà****7**

Definisce la gravità quantistica.
(sostituisce la legge di Newton sulla gravitazione universale e la relatività generale di Einstein). Usando le grandezze classiche non quantizzate:

$$F = (c\rho) \left(\frac{m_1 m_2}{4\pi r^2} \right) \left(1 - \frac{v_r}{c} \right) (-1)^{\lfloor \frac{r}{\lambda_g} \rfloor} \quad (2)$$

- **3° legge della realtà**

Permette di determinare l'energia necessaria per muovere una massa ad una determinata velocità.
(sostituisce il fattore di Lorentz). Non verrà trattata in questo articolo.

- **4° legge della realtà****2.5**

Unifica l'elettromagnetismo con la gravità e definisce l'energia del gravitone.

$$E_g = H_0 h \quad (3)$$

- **Modello statico di Universo iperconnesso****8**

L'universo non è in espansione e lo spazio è discreto. I quanti di spazio sono connessi tra loro.

Per la definizione delle grandezze ivi presenti e per una più dettagliata spiegazione, vedere il riferimento.

2 Analisi del redshift e nuove interpretazioni

La luce può subire un redshift attraverso diversi meccanismi, ciascuno dei quali implica un diverso fenomeno fisico. Ecco i principali modi in cui la luce può subire un redshift:

1. Redshift gravitazionale:

- *Campo gravitazionale intenso*: La luce può subire un redshift quando si allontana da un campo gravitazionale forte, come quello vicino a un buco nero o una stella di grande massa. L'energia della luce diminuisce mentre si allontana, allungando la sua lunghezza d'onda. Questo fenomeno è previsto dalla relatività generale e osservato, ad esempio, nella luce proveniente dalle stelle massicce.

2. Redshift per effetto Doppler:

- *Allontanamento della sorgente*: Se una sorgente di luce si sta allontanando dall'osservatore, la lunghezza d'onda della luce emessa viene allungata per effetto Doppler, causando un redshift. Questo è comune per oggetti come stelle e galassie che si muovono l'una rispetto all'altra.

3. Redshift cosmologico:

- *Espansione dell'universo*: Questo è il tipo di redshift osservato nelle galassie lontane e si verifica perché lo spazio stesso si espande. La lunghezza d'onda della luce emessa da una sorgente lontana si allunga mentre lo spazio si espande, causando uno spostamento verso il rosso.

4. Redshift per interazione con materia (teoria della luce stanca):

- *Scattering con particelle*: In passato, era stata proposta la teoria della *luce stanca*, in cui la luce subisce una perdita di energia interagendo con particelle nello spazio (ad esempio, attraverso processi di scattering). Tuttavia, questa teoria non è supportata dalle osservazioni moderne, poiché implica effetti di dispersione non osservati.

La nuova teoria dimostra che il *Redshift cosmologico* dovuto all'espansione dell'universo non esiste, mentre reinterpreta la teoria della 'luce stanca' facendo perdere energia alla luce tramite l'emissione di particelle (gravitoni).

2.1 La teoria del redshift nella visione classica

La *legge di [15]Hubble-Lemaître* considera il [16]redshift come un effetto dell'espansione dell'Universo; essa descrive la relazione tra la velocità di recessione delle galassie e la loro distanza. Matematicamente, la legge è espressa come:

$$v = H_0 D \quad (4)$$

Legenda:

v : velocità di recessione della galassia;

D : distanza della galassia dal punto di osservazione;

H_0 : costante di Hubble, che rappresenta la velocità di espansione dell'Universo.

2.2 Nuova interpretazione del Redshift

Nella nuova interpretazione del redshift, la luce perde un pacchetto di energia, ogni volta che percorre uno spazio pari alla propria lunghezza d'onda. Il pacchetto di energia persa si suppone essere trasportato da una particella (che successivamente scopriremo essere il [9]gravitone).

2.2.1 Fotoni e perdita di energia

Mentre le particelle dotate di massa hanno un'energia a riposo costante, non è così per i fotoni. I fotoni sono particelle (bosoni) che non stanno mai ferme e, quindi, non è calcolabile la loro energia a riposo; si muovono nel vuoto sempre alla velocità della luce e la loro energia sembra essere compresa nell'intervallo che va da un minimo prossimo a zero fino a valori molto alti ($18TeV$) senza che questo sembri incidere significativamente sulla loro dimensione spaziale (i bosoni non rispettano il principio di esclusione di Pauli).

La costante di Planck è solo una quantizzazione del contenuto energetico di un'onda elettromagnetica, ma poiché quest'ultima può avere una frequenza esprimibile non solo con numeri interi ma anche reali, si deduce che tale quantizzazione dell'energia serva solo a calcolare il contenuto totale di energia del fotone, ma non a quantizzare l'energia.

La nuova interpretazione considera il redshift della luce come dovuto alla perdita di energia dei fotoni quando percorrono lo spazio; questa perdita è quantizzata a valori molto più piccoli di quelli derivati dalla costante di Planck.

La nuova interpretazione sostiene che: il fotone perde un quanto di energia ogni volta che percorre uno spazio pari alla propria lunghezza d'onda. Tale quanto di energia è sempre lo stesso, indipendentemente dalla frequenza del fotone.

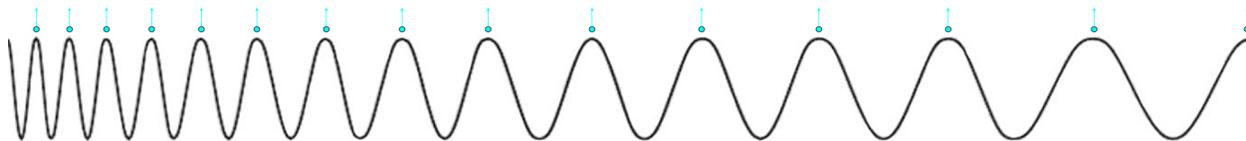


Figure 1: Lunghezza d'onda

2.3 Differenze e limiti della teoria della luce stanca di Zwicky

Qualcuno potrebbe sostenere che questa teoria richiami la vecchia teoria della luce stanca proposta da [24]Fritz Zwicky circa un secolo fa; tuttavia, pur basandosi sul concetto di perdita di energia, questa teoria si differenzia per i seguenti aspetti:

- non considera la perdita di energia dovuta all'interazione dei fotoni con il gas interstellare, ma all'emissione di una particella;
- ha un fondamento teorico ben chiaro e strutturato che porterà alla gravità quantistica;
- costituisce il fondamento di un nuovo modello di Universo statico;
- è coerente con le osservazioni dei telescopi spaziali (specialmente con le galassie più lontane);

2.4 Il gravitone è la costante di Hubble

Per calcolare l'emissione di gravitoni, si parte dalla perdita di energia subita dai fotoni quando percorrono l'immenso spazio vuoto.

Dall'equazione che definisce il redshift:

$$z = \frac{E_{em} - E_{os}}{E_{os}} = \frac{\Delta E}{E_{os}} \quad (5)$$

dove:

E_{em} : energia emessa sotto forma di fotone;

E_{os} : energia finale del fotone al momento della rivelazione.

La perdita di energia ΔE dei fotoni dipende dallo spazio percorso. Si ipotizza, e matematicamente si conferma, che il fotone emetta un quanto di energia ogni volta che percorre uno spazio pari alla propria lunghezza d'onda.

Il redshift della luce z , qualora lo spostamento verso il rosso sia direttamente proporzionale alla velocità di recessione v , è definito come:

$$z = \frac{v}{c} = \frac{H_0 D}{c} \quad (6)$$

Considerando una piccola distanza in cui il redshift sia prossimo allo zero (tale ipotesi non servirà successivamente), e usando una lunghezza media λ_m della luce, calcoliamo quante lunghezze d'onda n ci sono in una data distanza D :

$$n = \frac{D}{\lambda_m} \quad (7)$$

L'energia persa è uguale all'energia del singolo quanto E_g moltiplicato il numero di lunghezze d'onda medie che ci entrano in tale spazio; poi sostituiamo l'energia del quanto con la frequenza dell'onda equivalente f_g ed infine sostituiamo il numero di onde n con l'equivalente di distanza D fratto lunghezza d'onda media λ_m :

$$\Delta E = E_g n = f_g h n = \frac{f_g h D}{\lambda_m} \quad (8)$$

Uguagliamo le due definizioni di redshift e infine sostituiamo l'energia osservata E_{os} con l'equivalente usando la lunghezza d'onda λ_{os} :

$$z = \frac{H_0 D}{c} = \frac{\Delta E}{E_{os}} = \frac{f_g h D}{\lambda_m E_{os}} = \frac{\lambda_{os} f_g h D}{\lambda_m h c} \quad (9)$$

Riconsideriamo queste due definizioni di redshift:

$$\frac{H_0 D}{c} = \frac{\lambda_{os} f_g h D}{\lambda_m h c} \quad (10)$$

da cui otteniamo H_0 :

$$H_0 = f_g \frac{\lambda_{os} h c D}{\lambda_m h c D} \quad (11)$$

Semplificando e considerando il limite:

$$\lambda_{os} \rightarrow \lambda_m \quad (12)$$

$$\frac{\lambda_{os}}{\lambda_m} \rightarrow 1 \quad (13)$$

Otteniamo l'uguaglianza della costante di Hubble con la frequenza del gravitone:

$$H_0 = f_g \quad (14)$$

La costante H_0 è espressa come una velocità su unità di distanza: $H_0 = 68.673 \text{ km}/(\text{s Mpc})$ questo valore è nell'intervallo dei valori calcolati con i vari metodi astronomici, ma risulta essere più attendibile, in quanto è stato ottenuto utilizzando la *1° legge della realtà* di cui parleremo dopo.

Eseguendo i calcoli, si osserva che questo valore equivale a una frequenza:

$$H_0 = 68.673 \text{ km}/(\text{s Mpc}) = \frac{68\,673 \text{ m/s}}{3.086 \times 10^{22} \text{ m}} = 2.2255 \times 10^{-18} \text{ Hz} \quad (15)$$

Questa è la frequenza persa dalla luce, ogni volta che percorre uno spazio pari alla propria lunghezza d'onda. Quando calcoleremo le distanze precise in base al redshift, non ci sarà più l'approssimazione sulle lunghezze d'onda che abbiamo considerato.

2.5 4° legge della realtà

Ottenuta la frequenza del gravitone, ne possiamo calcolare l'energia moltiplicandola per la costante di Plack:

$$E_g = H_0 h \quad (16)$$

Questa equazione, è detta: *4° legge della realtà*; essa definisce l'energia del gravitone e quindi quantizza la forza di gravità. **Tale legge, è d'importanza fondamentale, in quanto unifica l'elettromagnetismo con la gravità.**

Quantizzato il gravitone, è possibile calcolare il flusso di gravitoni ϕ_g (potenza gravitazionale) che un fotone fh (con energia E) emette, grazie al fatto che: la frequenza del fotone coincide con il numero di gravitoni emessi al secondo:

$$\phi_g = f E_g = H_0 f h = H_0 E \quad (17)$$

mentre, per quanto riguarda una massa, la frequenza dei gravitoni emessi, coincide con la frequenza dell'onda avente un'energia equivalente a quella della massa:

$$\phi_g = H_0 \frac{m}{c^2} \quad (18)$$

NB: si dovrà attendere la *2° legge della realtà* (quella sulla gravità quantistica) per verificare che effettivamente l'energia persa dalla luce, è emessa sotto forma di gravitoni (particelle mediatrici della forza di gravità).

3 Calcolo delle distanze astronomiche

Calcolando l'energia persa dal fotone e considerando il flusso di particelle emesse, è possibile calcolare le distanze astronomiche. Il redshift della luce risulta essere direttamente proporzionale al logaritmo delle distanze; questo spiega anche perché non sono riusciti a spiegare la tensione di Hubble.

3.1 Derivazione matematica della distanza basata sul redshift

La distanza delle galassie dipende dal redshift della luce, il quale dipende dalla luce persa (emessa sotto forma di particelle) quando la luce percorre lo spazio vuoto. Calcoliamo il numero n_{end} di quanti di energia E_g che la luce emessa E_{em} può perdere fino ad esaurirsi totalmente:

$$n_{end} = \frac{E_{em}}{E_g} \quad (19)$$

Calcoliamo poi: il numero n_{os} di quanti di energia E_g che la luce osservata E_{os} , poteva ancora perdere fino ad esaurirsi totalmente:

$$n_{os} = \frac{E_{os}}{E_g} \quad (20)$$

L'ultima lunghezza d'onda del fotone, prima di esaurirsi completamente, è pari alla lunghezza d'onda del gravitone (quanto di energia perso).

Calcoliamo la distanza massima D_{max} percorribile dalla luce prima di esaurirsi totalmente; iniziando a sommare le lunghezze d'onda come se partissimo dall'ultima (lunga come quella del gravitone λ_g) per poi andare all'indietro verso lunghezze d'onda pari a quelle dell'emissione:

$$D_{max} = \sum_{k=1}^{n_{end}} \frac{\lambda_g}{k} = \lambda_g \ln(n_{end}) \quad (21)$$

La distanza percorsa dal fotone D è pari alla distanza massima D_{max} percorribile meno quella che gli restava da percorrere D_{os} quando è stato osservato.

$$D = D_{max} - D_{os} = \lambda_g (\ln(n_{end}) - \ln(n_{os})) = \lambda_g \ln\left(\frac{n_{end}}{n_{os}}\right) \quad (22)$$

Sostituendo n_{end} e n_{os} otteniamo:

$$D = \lambda_g \ln\left(\frac{n_{end}}{n_{os}}\right) \quad (23)$$

$$D = \lambda_g \ln\left(\frac{E_{em}}{E_g} \cdot \frac{E_g}{E_{os}}\right) = \lambda_g \ln\left(\frac{E_{em}}{E_{os}}\right) \quad (24)$$

Dalla definizione di redshift abbiamo:

$$z + 1 = \frac{E_{em}}{E_{os}} \quad (25)$$

3.2 Prima legge della realtà

La seguente equazione è detta: *1° legge della realtà*; la quale permette di calcolare la distanza astronomica degli astri in base al redshift della luce e alla lunghezza d'onda del gravitone λ_g (che è costante).

$$D = \lambda_g \ln(z + 1) \quad (26)$$

Questa legge è logaritmica anziché lineare, poiché ogni volta che la luce perde un quanto di energia, la sua energia diminuisce e la lunghezza d'onda aumenta.

3.3 Confronto con la legge di Hubble-Lemaître

Per confrontare l'andamento della *1ª legge della realtà* con la *legge di Hubble-Lemaître*, possiamo fare un grafico delle distanze in base al redshift z .

La legge (originale) di Hubble-Lemaître è lineare: $D = v/H_0$ (salvo poi essere stata modificata in base al modello di espansione dell'universo utilizzato) e appare nel grafico come una retta, mentre la *1ª legge della realtà* è logaritmica: $D = \lambda_g \ln(z + 1)$ e appare come una curva (poco pronunciata per piccoli valori di redshift):

Per redshift inferiori a 1 ($z < 1$), le due leggi producono valori simili, ma che divergono sempre più all'aumentare del redshift:

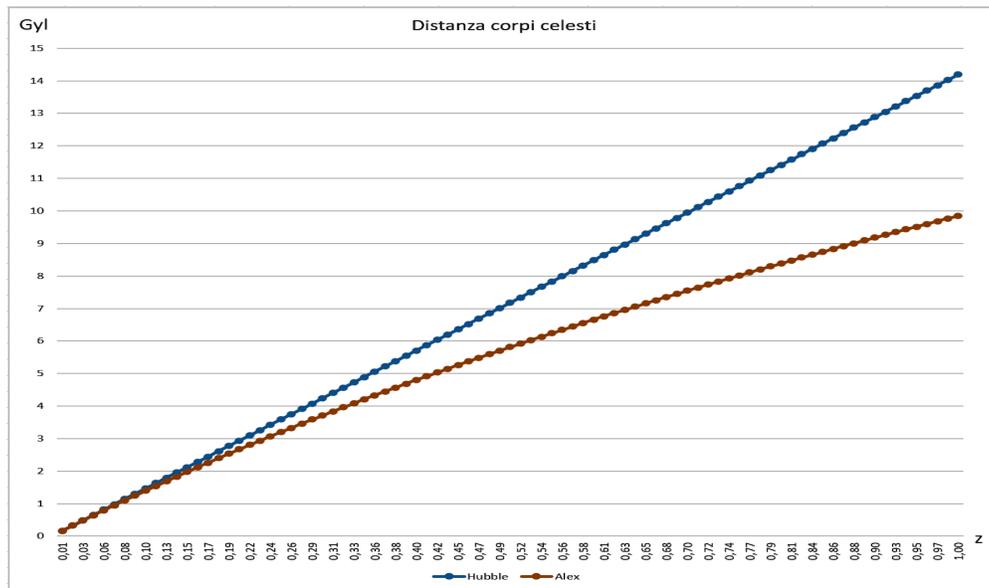


Figure 2: *Legge di Hubble-Lemaître e 1ª legge della realtà per $z < 1$*

per redshift superiori a 1 ($z > 1$), la differenza tra i valori ottenuti con le due leggi diventa evidente inizialmente, e successivamente si amplia in modo considerevole:

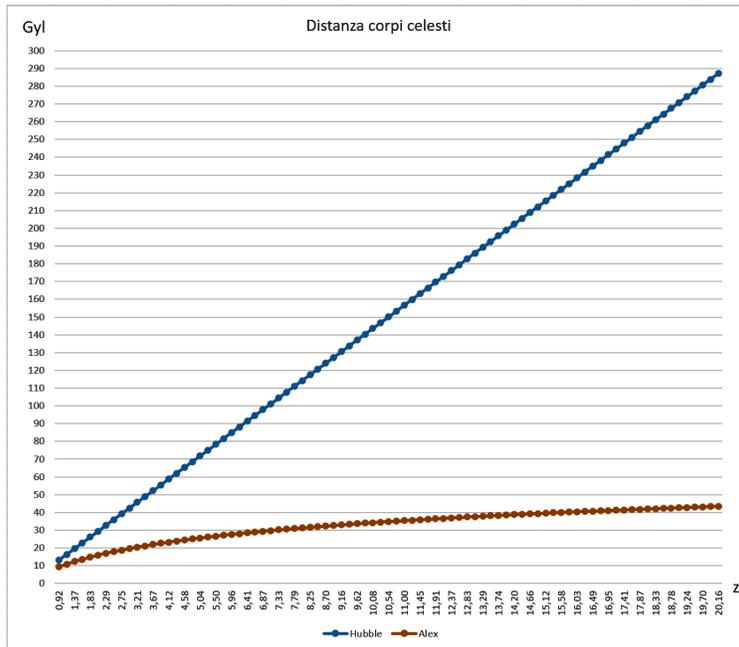


Figure 3: Legge di Hubble-Lemaître e 1^a legge della realtà per $z > 1$

Utilizzando il redshift della radiazione di fondo (CMB) con la legge (originale) di Hubble-Lemaître, si ottiene una distanza di 42 230 Gly, valore assolutamente fuori da ogni possibile spiegazione razionale. Per riportare tali valori alla realtà, sono stati applicati correttivi utilizzando la relatività generale di Einstein e diversi modelli di espansione dell'Universo, non raggiungendo mai dei valori incontrovertibili 3.3.1.

In un grafico dove nelle ordinate c'è il logaritmo della distanza degli astri, la 1^a legge della realtà appare come una retta:

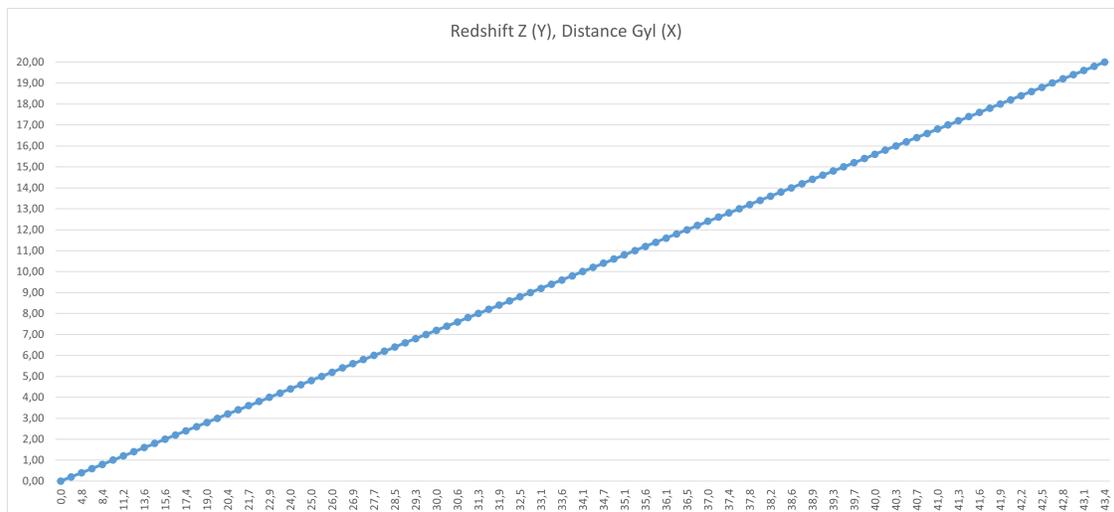


Figure 4: 1^a legge della realtà (y : Redshift; x : distanza in *Gly*)

Conferme:

- La 1^a legge della realtà risulta coerente con le ultime osservazioni fatte con il telescopio spaziale James Webb. Il redshift è direttamente proporzionale al logaritmo naturale della distanza.
- la legge di Hubble-Lemaître, usando pure le correzioni, cerca giustificazioni improbabili riguardo alla velocità di formazione delle galassie, perché non riesce a spiegare come mai esistano galassie già formate, poco tempo dopo il Big Bang.

3.3.1 Tensione di Hubble

La [22] *tensione di Hubble* si riferisce a una discrepanza tra le misurazioni del tasso di espansione attuale dell'universo. In pratica, ci sono due modi principali per misurare questo tasso, chiamato anche costante di Hubble H_0 :

- Osservando la luce delle stelle e delle galassie vicine: questo metodo fornisce un valore di H_0 più alto.
- Analizzando la radiazione cosmica di fondo (CMB), una "fotografia" dell'universo primordiale: questo metodo fornisce un valore di H_0 più basso.

La 1^a legge della realtà evidenzia che tale discrepanza esiste perché i metodi si basano su fenomeni a distanze diverse; e, poiché la legge di Hubble con le correzioni, si discosta dai valori reali calcolati con la 1^a legge della realtà, ne consegue che non si arriverà mai a un calcolo univoco di tale valore se non verrà usata la 1^a legge della realtà.

3.3.2 Redshift indipendente dalla frequenza della radiazione

Il redshift è lo stesso per le radiazioni di qualsiasi frequenza f (e quindi lunghezza d'onda λ) che sono emesse da una certa distanza D :

$$D = f\lambda = 2f\frac{\lambda}{2} \quad (27)$$

Il rapporto K_g si mantiene costante e quindi anche il redshift a frequenze diverse dei fotoni:

$$K_g = \frac{2E}{2fE_g} = \frac{E}{fE_g} = \frac{fh}{fE_g} = \frac{h}{E_g} \quad (28)$$

Una radiazione che ha una frequenza doppia rispetto ad un'altra, ha un'energia doppia, ma emette anche il doppio dei gravitoni e quindi, il rapporto tra energia del fotone ed energia emessa sotto forma di gravitoni è costante.

3.3.3 Flusso di gravitoni emessi da particelle

I gravitoni sono particelle mediatrici della forza di gravità, così piccole che anche le particelle che compongono gli atomi ne emettono una grandissima quantità.

Vediamo il flusso di gravitoni emesso da alcune particelle:

- Onda radio (1 MHz): $\phi_r = 1 \times 10^6/s$

- Fotone blu: $\phi_f = 4.83 \times 10^{14}/s$
- Elettroni: $\phi_e = 1.24 \times 10^{20}/s$
- Protoni: $\phi_p = 2.27 \times 10^{23}/s$

Come si osserva dai dati indicati, anche le particelle subatomiche emettono una quantità enorme di gravitoni, ma essendo questi estremamente piccoli, hanno un'influenza trascurabile nei fenomeni subatomici.

3.3.4 Distanza massima osservabile

In base alla radiazione emessa, è possibile calcolare, per ogni banda dello spettro, fino a quale distanza massima è possibile osservare gli oggetti astronomici.

Emissione		Osservazione				
Radiazione	labda	Visibile	Infrarosso	Microonde	Radio	ELF
Tipo	Lungh	700 nm	1 mm	10 cm	10 km	14 Gyl
H-alfa	656 nm	1 Gyl	104 Gyl	170 Gyl	333 Gyl	1060 Gyl
Visibile	400 nm	8 Gyl	111 Gyl	177 Gyl	341 Gyl	1067 Gyl
Raggi UV	10 nm	60 Gyl	164 Gyl	230 Gyl	393 Gyl	1119 Gyl
Raggi X	10^{-12} m	192 Gyl	295 Gyl	361 Gyl	525 Gyl	1250 Gyl
Raggi y	10^{-21} m	487 Gyl	590 Gyl	656 Gyl	820 Gyl	1540 Gyl

Table 1: Universo osservabile

La colonna *ELF* (Extremely low frequency da 3 a $30Hz$) indica la distanza massima che la luce può percorrere prima di esaurirsi totalmente, dato che, può percorrere spazi enormi, ma pur sempre limitati. La luce emessa da distanze superiori a quelle osservabili nelle onde radio non potrà essere rilevata.

3.4 Implicazioni della 1° legge della realtà

Da questa legge possiamo già prevedere o confermare alcuni eventi:

- La luce può percorrere uno spazio finito (anche se enorme) prima di esaurirsi totalmente;
- L'*energia oscura* che dovrebbe accelerare l'espansione dell'universo, non esiste, in quanto, il redshift della luce è dovuto alla perdita di energia, sotto forma di particelle (gravitoni), da parte dei fotoni;
- Le discrepanze nella misura della costante di Hubble non sono dovuti a questa espansione accelerata, ma all'utilizzo di una legge errata sul redshift della luce.
- I fotoni non sono più particelle elementari fondamentali del *Modello standard* ma diventano macro particelle che trasportano energia (energitoni).

- Le particelle elementari fondamentali cambiano di stato a causa dell'immenso spazio percorso. Un energitone, presente nei fotoni, cambia di stato ogni volta che il fotone percorre uno spazio pari alla propria lunghezza d'onda. Tale gravitone cambierà di stato, tornando un energitone, dopo aver percorso uno spazio di oltre 14 miliardi di anni luce. Questo cambio di stato, viene detto: oscillazione, perché è un continuo cambiamento dallo stato di energitone allo stato di gravitone e viceversa. Questo fa sì che le galassie si possano raggruppare in ammassi e super-ammassi, ma non in strutture ancora più grandi, in quanto, la forza attrattiva che c'è in questi ammassi di galassie, a distanze maggiori diventa repulsiva, evitando che le galassie collassino al centro dell'universo, oppure che si disperdano nello spazio infinito. Si genera un equilibrio dinamico in cui le forze attrattive, globalmente si annullano, mentre localmente rimangono attrattive.
- Esistono particelle elementari che non possono essere rilevate direttamente, di quanto sono piccole, ma solo indirettamente 2.2.

4 Proprietà e caratteristiche del gravitone

Le caratteristiche della forza gravitazionale nascono dalle proprietà dei gravitoni. Conoscere in modo dettagliato tutte le proprietà dei gravitoni, permette di spiegare sia gli effetti della gravità sui vari oggetti astronomici (asteroidi, stelle, buchi neri) che, dedurre nuove particelle e leggi.

4.1 Frequenza, lunghezza d'onda ed energia

Considerando la costante di Hubble H_0 come una particella (gravitone) di pari frequenza d'onda, possiamo ottenere i valori delle altre grandezze:

$$f_g = H_0 = 2.2255 \times 10^{-18} \text{ Hz} \quad (29)$$

$$\lambda_g = \frac{c}{H_0} = 1.3472 \times 10^{26} \text{ m} = 14.238 \text{ Gly} \quad (30)$$

$$E_g = H_0 h = 1.4745 \times 10^{-51} \text{ J} = 9.2031 \times 10^{-33} \text{ eV} \quad (31)$$

dove:

f_g : frequenza dell'onda equivalente del gravitone H_0 ;

λ_g : lunghezza dell'onda equivalente del gravitone;

E_g : energia del gravitone;

4.2 Spin e dimensioni spaziali

Lo [2]spin è una proprietà intrinseca delle particelle, che può essere intero (lo spin è unico) o frazionario (tipo $+1/2$ e $-1/2$). Il gravitone ha spin intero pari a 1 (e non 2 come si credeva); quindi non rispettano il principio di esclusione di Pauli.

La sezione d'urto del gravitone è piccolissima 6.1; si può ipotizzare che l'orbita del gravitone sia elicoidale e che si propaga in linea retta. L'orbita elicoidale genera una sezione d'urto (piccola rispetto agli atomi, ma molto grande rispetto a particelle fondamentali puntiformi). Essendo che, lo spin è intero, tali orbite ruotano tutte nello stesso verso e si possono sovrapporre senza interferire le une con le altre.

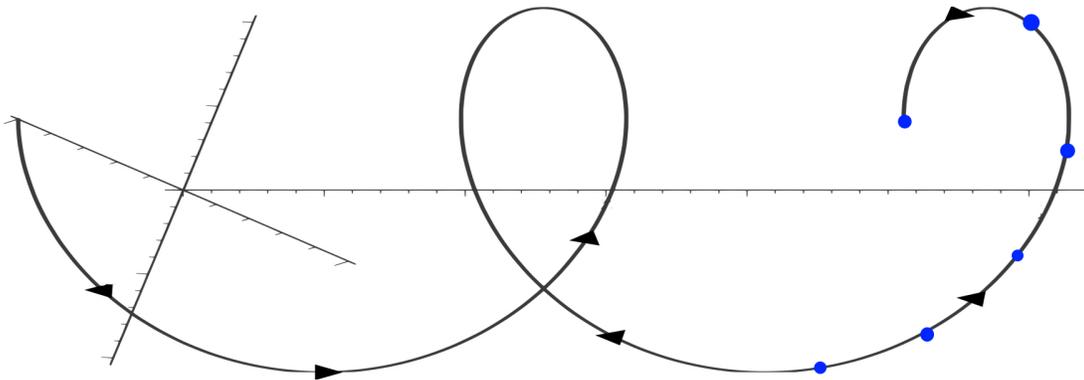


Figure 5: più particelle occupano lo stesso spazio (bosoni) in orbite elicoidali

Ipotizzando che, la dimensione spaziale delle particelle sia direttamente proporzionale alla loro energia, avremmo che: se un elettrone fosse ingrandito fino alla dimensione del Sole, il gravitone sarebbe più piccolo di una formica. Questo dà l'idea di quanto piccole, siano queste particelle, ed ininfluenti nelle interazioni nucleari.

4.3 Particelle con due stati possibili

I fotoni sono costituiti da energia pura; tale energia può essere suddivisa in piccolissimi quanti; un quanto è emesso ogni volta che il fotone percorre una distanza pari alla propria lunghezza d'onda. Si ipotizza che questi quanti siano già presenti nel fotone e li ho chiamati *energitori*.

Ogni volta che un fotone copre una distanza pari alla propria lunghezza d'onda, la somma dei percorsi effettuati da tutti gli energitori al suo interno corrisponde alla lunghezza d'onda del gravitone. Un energitone del fotone si trasforma in un gravitone, il quale, una volta percorso uno spazio pari alla propria lunghezza d'onda, torna a essere un energitone.

Questo ciclo di oscillazione assicura che l'energia non si trasformi completamente in gravitoni, ma ritorni successivamente al suo stato iniziale. Gli energitori e i gravitoni sono bosoni fondamentali che, cambiano stato ogni volta che percorrono uno spazio pari alla propria lunghezza d'onda, oscillano tra lo stato attrattivo (gravitone) e quello repulsivo (energitone).

4.4 Indistruttibili

Il *Principio di conservazione dell'energia* afferma che l'energia in un sistema isolato rimane costante; ciò implica che queste particelle fondamentali sono indistruttibili, ma che cambino stato in base allo spazio percorso.

Sorgono spontanee alcune domande:

- Perché queste particelle non sono state scoperte prima?
Il gravitone risulta essere troppo piccolo (energeticamente) rispetto anche al semplice fotone di un'onda radio a bassa frequenza ($1MHz = 4 \times 10^{-9} \text{ eV}$), risultando 4.5×10^{23} volte più piccolo; questo implica che non è possibile rilevarlo neanche con i dispositivi più sensibili, in grado di percepire le onde radio.
- Il fotone è un'onda?
Un'onda è una rappresentazione macroscopica del movimento di particelle più piccole che si muovono insieme. Poiché i fotoni sono composti da una quantità enorme di energitori (oltre 10^{32} particelle per ogni fotone visibile), questa può essere la spiegazione del comportamento ondulatorio del fotone.
- Il fotone è composto solo da energitori?
In realtà la struttura del fotone è più complessa, gli energitori giustificano solo il contenuto energetico, ma sembra siano presenti anche altre particelle che non hanno un contenuto energetico.

5 Definizione grandezze quantizzate

Possiamo ridefinire le grandezze fisiche quantizzandole con le nuove particelle scoperte. La definizione delle nuove grandezze, ci suggerirà un nuovo sistema internazionale delle unità di misura.

5.1 Energia E

La costante di Planck permette il calcolo dell'energia totale di un fotone, ma qui ci proponiamo di definire la grandezza *energia*.

L'energia è composta da un tipo di bosoni oscillanti dallo stato di energitone a quello di gravitone. Entrambi gli stati hanno la stessa energia. L'energia di questi bosoni la indichiamo genericamente con E_{eg} ; quando costituiscono l'energia dei fotoni si chiamano energitoni E_e , quando mediano la forza di gravità si chiamano gravitoni E_g .

- Dal principio di conservazione dell'energia, deduciamo che tali bosoni sono indistruttibili, ma durante le interazioni tra le particelle, possono passare da una particella all'altra.

Il [21]quanto di energia perso dal fotone è pari alla costante di Hubble (H_0 frequenza) per la costante di Planck h .

$$E_g = hH_0 \quad (32)$$

La quantità di energia E gravitazionale è direttamente proporzionale all'energia del singolo bosone E_g per il numero n di tali particelle.

$$E = nE_g \quad (33)$$

Unità di misura: J , oppure $k_g m^2/s^2$

5.2 Potenza ϕ

La potenza gravitazionale P è energia gravitazionale sul tempo, equivale a un flusso di bosoni ϕ_g .

$$P = \frac{E}{t} = \frac{nE_g}{t} = \phi_g \quad (34)$$

Unità di misura: J/s , oppure $k_g m^2/s^3$

6 Definizione grandezze gravitazionali

A differenza delle grandezze classiche, in cui la totalità delle particelle partecipa alla determinazione dell'intensità della grandezza considerata; per le grandezze gravitazionali bisogna considerare che l'assorbimento dei gravitoni è minimo, in quanto essi risultano essere semi trasparenti alle masse.

6.1 Sezione d'urto efficace per unità di massa ρ

Considerando un flusso di gravitoni, è possibile determinare la [17]sezione d'urto efficace ρ tramite la nuova definizione di *costante Gravitazionale* G , la quale tiene conto della velocità c dei gravitoni e della superficie sferica in cui si diffonde ($4\pi r^2$: nella definizione di G manca r^2 perché nella formula di Newton viene lasciato fuori in quanto non costante), otteniamo:

$$G = \left(\frac{c\rho}{4\pi} \right) \quad (35)$$

da cui ricaviamo ρ :

$$\rho = \left(\frac{4\pi G}{c} \right) = 2.7816 \times 10^{-18} \text{ m}^2/(\text{kg s}) \quad (36)$$

La sezione d'urto efficace per unità di massa ρ rappresenta quanto un bersaglio di 1 kg interagisce con il flusso di gravitoni. Ne consegue che: possiamo vedere G come una misura di quanto ogni kg di massa risponde al flusso di gravitoni in termini di forza gravitazionale generata.

Riscontro del valore della sezione d'urto con le proprietà della forza gravitazionale:

1. **Bassa probabilità di interazione:** Il valore molto piccolo suggerisce che la probabilità di "cattura" o interazione di un gravitone da parte di una massa è estremamente ridotta. Ciò è coerente con l'idea che la gravità sia una forza molto debole rispetto alle altre forze fondamentali.
2. **Compatibilità con la gravità a lunga distanza:** Una sezione d'urto così piccola implica che i gravitoni hanno una probabilità molto bassa di essere "assorbiti" o deviati anche attraverso distanze cosmologiche. Questo è compatibile con il fatto che la gravità agisce su lunghe distanze senza un'attenuazione significativa, mantenendo il suo effetto anche su scale astronomiche.
3. **Confronto con altre forze:** Per fare un paragone, le sezioni d'urto di particelle che interagiscono tramite altre forze (come la forza nucleare debole) possono essere molto maggiori rispetto a questo valore. Ciò sottolinea la natura estremamente tenue della forza gravitazionale, supportando l'idea che il flusso di gravitoni ha un'interazione molto limitata con la materia.

6.2 Irradianza I_g

Le particelle sono irradiate in tutte le direzioni dello spazio 3D.

Definiamo *Irradianza* o *densità di potenza superficiale* I_g , la potenza delle particelle (irradiate nello spazio da un corpo puntiforme) per unità di superficie ad una distanza r ; tale superficie S dipende dalla sfera che ha per raggio r la suddetta distanza.

$$I_g = \frac{\phi_g}{S} = \frac{fE_g}{4\pi r^2}; \quad (\text{per } S \geq 1) \quad (37)$$

per: $S = 1$, l'intensità del flusso è massima ed equivale alla potenza irradiata; per $S < 1$ non è definita.

Unità di misura: W/m^2 , oppure k_g/s^3

6.2.1 Auto assorbimento gravitazionale

I gravitoni sono emessi in tutte le direzioni; quelli che vengono emessi dalla parte centrale di un corpo, in parte vengono assorbiti dagli altri strati del corpo stesso, difatti la massa resta compatta.

Considerando la *Sezione d'urto efficace per unità di massa*, l'auto assorbimento è così basso, che può essere trascurato nella quasi totalità dei casi, anche per corpi celesti molto massicci.

Riporto la percentuale di auto-assorbimento del flusso di gravitoni di alcuni corpi stellari:

- 0.0002 %: Sole;
- 0.2314 %: Buco nero di 3 masse solari;
- 0.0014 %: Buco nero di 1 milione di masse solari;
- 0.000 001 4 %: Buco nero di 1 miliardo di masse solari;

Gli stessi nuclei atomici risultano trasparenti (% di assorbimento trascurabile).

Nella legge della gravità quantistica trascureremo l'auto assorbimento del flusso di gravitoni, in quanto è trascurabile nella quasi totalità dei casi o comunque, impossibile da determinare sperimentalmente con precisione.

6.2.2 Principio di equivalenza della massa (gravitazionale / inerziale)

Il [1]principio di equivalenza è un concetto fondamentale in fisica, e più precisamente nella teoria della relatività generale di Einstein. Esso afferma che la massa inerziale m_i e la massa gravitazionale m_g di un corpo sono equivalenti.

- **Massa inerziale:** è la misura della resistenza di un corpo a cambiare il suo stato di moto. La troviamo nella seconda legge di Newton: $F = m_i a$ (sono gli energitoni che spingono).
- **Massa gravitazionale:** è la misura della forza con cui un corpo attrae gravitazionalmente un altro corpo. È presente nella legge di gravitazione universale di Newton: $F = G(\frac{m_{g1}m_{g2}}{r^2})$ (sono i gravitoni che attraggono).

Questo principio non fa altro che confermare che **l'energia degli energitoni è uguale a quella dei gravitoni** (è il verso della forza che è opposto).

In linea teorica, se considerassimo tutti i gravitoni emessi da una massa, essendo che una parte di questi viene auto-assorbita, la forza di gravità non sarebbe perfettamente proporzionale alla massa, in quanto, più strati di massa ci sono e più assorbimento c'è.

$$\frac{m_g}{m_i} < 1 \quad (38)$$

Se invece consideriamo solo il numero di gravitoni (per la massa gravitazionale) e di energitoni (per la massa inerziale) che vengono assorbiti, c'è la perfetta equivalenza; quindi, nella quasi totalità dei casi reali, esso può essere considerato ancora valido, in quanto, per masse piccole come i pianeti e per distanze anche ravvicinate (in cui la forza di gravità è più intensa), la differenza tra i due tipi di massa è differente dalla 18° cifra decimale in poi, cioè, non misurabile sperimentalmente.

6.3 Fattore di movimento R_v

Immaginiamo un corpo che si muova in direzione radiale ad una sorgente di un fascio di particelle; le quali si muovono alla velocità della luce (fotoni). Se il corpo si avvicina alla sorgente $-v_r$, sarà come andare in controcorrente, quindi sentirà più intenso il fascio; se invece si allontana $+v_r$, andando in equi corrente, sentirà il fascio meno intenso.

Possiamo definire un fattore di movimento R_v dipendente dalla velocità radiale del corpo rispetto alla sorgente del fascio di particelle:

$$R_v = \left(1 - \frac{v_r}{c}\right) \quad (39)$$

Unità di misura: adimensionale

Se il corpo si avvicina alla sorgente $R_v > 1$, se si allontana $R_v < 1$, se la distanza non cambia $R_v = 1$.

Questo fattore di movimento è importante quando ci sono corpi che si avvicinano o si allontanano ad alta velocità; perché tale velocità deve essere una frazione importante della velocità della luce (Es: asteroidi interstellari, la luce...).

6.4 Particelle oscillanti \tilde{a}

Così come i neutrini sono particelle [11]oscillanti (cambiano sapore), anche il gravitone, percorrendo uno spazio r pari alla propria lunghezza d'onda λ_g , cambia stato e si trasforma in un energitone; quindi, la forza di gravità da attrattiva diventa repulsiva (cambia il segno della forza).

Il fattore \tilde{a} permette il cambio di segno e si calcola nel seguente modo:

$$\tilde{a} = (-1)^{\lfloor \frac{r}{\lambda_g} \rfloor} \quad (40)$$

Tale fattore verrà usato nella legge sulla gravitazione quantistica (*2° legge della realtà*) per calcolare la forza di gravità a distanze ultra galattiche.

7 Seconda legge della realtà

Descrive la legge gravitazionale quantistica. Finalmente si è riusciti a quantizzare la gravità considerandola mediata da particelle (i gravitoni).

La formulazione più semplice della gravità quantistica si può scrivere come una legge di Newton modificata, in cui si aggiungono solo due fattori: fattore di movimento R_v e l'oscillazione delle particelle \tilde{a} :

$$F = G \left(\frac{m_1 m_2}{r^2} \right) R_v \tilde{a} \quad (41)$$

Se sostituiamo le costanti e fattori utilizzati e li raccogliamo in modo da evidenziare la dipendenza dalla superficie irradiata, otteniamo la legge dettagliata (con le grandezze non ancora quantizzate):

$$F = (c\rho) \left(\frac{m_1 m_2}{4\pi r^2} \right) \left(1 - \frac{v_r}{c} \right) (-1)^{\lfloor \frac{r}{\lambda_g} \rfloor} \quad (42)$$

In questa legge si è omesso l'auto assorbimento dei gravitoni, in quanto risulta trascurabile nella quasi totalità dei casi.

7.1 Confronto con le teorie alternative

La legge della gravità quantistica riesce a spiegare tutto ciò che spiega la gravitazione universale di Newton e la relatività generale di Einstein, però mantenendo la semplicità della prima e garantendo una notevole precisione dei dati, senza bisogno di piegare lo spazio-tempo.

7.1.1 Legge di Newton

La [20] legge di Newton ha i seguenti problemi:

- non permette il calcolo rigoroso di corpi che si avvicinano o allontanano ad alta velocità;
- la forza si propaga istantaneamente;
- a grandissime distanze, continua ad essere attrattiva;
- non descrive correttamente i buchi neri;

7.1.2 Relatività generale di Einstein

La teoria della [8] relatività generale di Einstein ha i seguenti problemi:

- ha una matematica estremamente complessa;
- non permette il calcolo rigoroso di corpi che si avvicinano o allontanano ad alta velocità (ad eccezione delle luce)
- a grandissime distanze, continua ad essere attrattiva;
- non descrive correttamente i [14]buchi neri;

7.1.3 La 2° legge della realtà: caratteristiche

La 2° legge della realtà spiega benissimo i fenomeni gravitazionali (come la rotazione delle galassie) senza bisogno di far intervenire una materia oscura, che quindi non esiste; come la 1° legge della realtà ha spiegato che non ha bisogno dell'energia oscura. Due entità inventate perché non si era in grado di spiegare alcuni fenomeni che con le leggi della realtà è possibile. Se anche, la legge sulla gravità quantistica, possa essere ricondotta alla legge di Newton (per i casi più semplici), essa ci dà ulteriori notizie:

- La forza di gravità, anche a distanze infinitesime (prossime a zero), non genererà mai una singolarità, in quanto, la forza massima generabile è quella data dal totale flusso di gravitoni ϕ_g e questi, in parte, riescono ad attraversare qualsiasi concentrazione di massa;
- descrive l'auto assorbimento dei gravitoni;
- Il flusso di gravitoni, in parte viene assorbito anche dalle stesse masse che lo generano. Tale assorbimento è trascurabile in quasi tutti i casi.
- descrive correttamente i corpi che si avvicinano / allontanano ad alta velocità, tra loro;
- descrive come avviene l'inversione della forza di gravità da attrattiva a repulsiva, quando la distanza tra gli oggetti supera la lunghezza d'onda del gravitone (14.238Gyl);
- ha una matematica semplice come quella di Newton, di facile applicazione;
- la materia oscura non esiste;

7.1.4 La materia oscura non esiste

La [3]materia oscura fu introdotta per poter spiegare la velocità orbitale delle stelle intorno al centro della loro galassia; eseguiamo dei calcoli, per spiegare perché non c'è bisogno d'introdurre la materia oscura per spiegare tale velocità.

Vogliamo calcolare l'andamento della velocità delle stelle in una galassia spirale. Visto che le distanze sono inferiori alla lunghezza d'onda del gravitone ma, non sono infinitesime e visto che le stelle mantengono approssimativamente la stessa distanza dal centro, la gravità quantistica si riduce alla legge di Newton.

Scriviamo l'equazione dell'accelerazione gravitazionale a_g :

$$a_g = G \left(\frac{M}{r^2} \right) \quad (43)$$

In una sfera la massa cresce proporzionalmente al raggio al cubo r^3 per la densità d mentre si riduce inversamente proporzionale al quadrato del raggio r^2 , il risultato è che l'accelerazione di gravità cresce linearmente con il raggio della massa.

$$a_g = G \frac{r^3 d}{r^2} \simeq r \quad (44)$$

In un disco di un certo spessore, la massa cresce proporzionalmente al raggio al quadrato r^2 per la densità d e si riduce inversamente proporzionale al quadrato del raggio r^2 , il risultato è che l'accelerazione di gravità resta costante in tutto il disco.

$$a_g = G \frac{r^2 d}{r^2} \simeq \text{cost} \quad (45)$$

Questo spiega perché la velocità trasversale delle stelle resta costante nel disco della galassia.

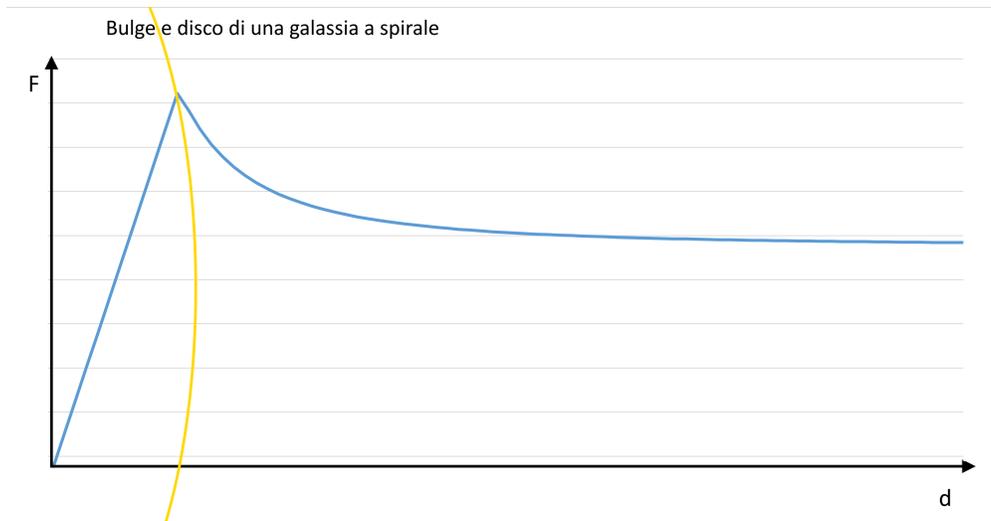


Figure 6: Forza di gravità all'interno di una galassia spirale

A ulteriore dimostrazione dell'inesistenza della materia oscura c'è il fatto che essa è stata ipotizzata per le galassie ad spirale, mentre non è stata osservata nelle galassie sferiche, dove la forza di gravità cresce linearmente all'interno della galassia e decresce all'esterno con l'inverso del quadrato della distanza.

7.2 Conferme sperimentali

Molte osservazioni permettono di confermare la validità di questa legge della gravità quantistica, in modo semplice, senza bisogno di piegare lo spazio-tempo (che in realtà è piatto e non si piega).

7.2.1 Deviazione della luce

La [13]deviazione della traiettoria della luce è un fenomeno che accade quando la luce passa vicino a un corpo massiccio. La luce che si avvicina a un corpo massiccio sente il doppio della forza gravitazionale $R_v = 2 = (1 - (-1))$ rispetto a un oggetto fermo; di conseguenza, la sua traiettoria si inclina il doppio rispetto alla legge di Newton, come prevede la relatività generale di Einstein.

7.2.2 Precessione del perielio dell'orbita di Mercurio

Mercurio è il pianeta più veloce del sistema solare e la sua orbita è abbastanza ellittica; quindi, per metà orbita tende ad avvicinarsi al Sole, mentre nell'altra metà si allontana. Questo fa sì che, quando Mercurio si avvicina al Sole, senta una forza di gravità maggiore (anche rispetto a un corpo fermo alla stessa distanza), mentre, quando si allontana dal Sole, la forza di gravità diminuisce (sempre a parità di distanza). Questa asimmetria nella forza di gravità sentita da Mercurio fa sì che il suo [19]perielio si sposti leggermente a ogni rotazione intorno al Sole.

Usando una velocità massima radiale di 12 km/s, possiamo calcolare il fattore R_v massimo e minimo, che risultano pari a: $R_v = 1.00004$ e $R_v = 0.99996$. Effettuando calcoli precisi in una simulazione, i risultati sono coerenti con le osservazioni spaziali, senza necessità di piegare lo spazio-tempo come fa la Relatività Generale di Einstein.

7.2.3 L'orbita di Oumuamua

L'orbita dell'asteroide interstellare [10]Oumuamua ha fornito un'ulteriore conferma. La variazione dell'orbita rispetto a quella calcolata con la legge di Newton è stata significativa, poiché l'asteroide si muoveva a una velocità superiore a quelle normalmente osservate, raggiungendo una velocità massima di circa 88 km/s con $R_v = 1.0003$. Tutte le ipotesi formulate per spiegare l'anomalia dell'orbita di questo asteroide non erano coerenti con la realtà, mentre risultano coerenti con questa nuova teoria della [6]gravità quantistica.

7.3 Buchi neri

La legge della gravità quantistica fornisce nuove intuizioni sul comportamento dei [7]buchi neri, sfidando alcune delle concezioni tradizionali. Ecco le implicazioni principali:

- Non esiste una singolarità al centro di un buco nero perché essa, al centro di qualsiasi corpo, è pari a zero. Anche sulla superficie della massa del buco nero, la gravità non tende all'infinito, ma raggiunge un massimo, dato che, un eventuale corpo che si trovi in tale posizione, non potrebbe mai sentire una forza di gravità superiore a quella dei gravitoni emessi dal buco nero. Questa comprensione elimina la necessità di punti di densità infinita e risolve problematiche teoriche legate alle singolarità.
- La luce può sfuggire da un buco nero. Diversamente dalle masse, che anche se lanciate verso l'esterno a velocità molto elevate rallentano progressivamente fino a invertire la loro traiettoria, le onde elettromagnetiche mantengono costante la loro velocità anche sotto l'influenza di un forte campo gravitazionale. Questo fenomeno comporta una rapida diminuzione dell'attrazione esercitata da un buco nero stellare, permettendo alla luce di allontanarsi rapidamente. Durante il processo, la luce perde parte della sua energia a causa dell'assorbimento di gravitoni, ma in una frazione di secondo si allontana a sufficienza affinché l'influenza gravitazionale diventi trascurabile per il resto del suo percorso. Anche l'ipotesi che: la luce non esca dal buco nero per via dello spazio-tempo estremamente incurvato non è valida, perché lo spazio tempo non si incurva, ma sono i gravitoni i mediatori della forza di gravità.

- L'orizzonte degli eventi, spesso descritto come una linea netta, in realtà esiste solo per le masse. Per le onde elettromagnetiche, l'orizzonte non rappresenta un confine invalicabile, ma una regione da cui possono uscire se posseggono sufficiente energia cinetica. Questa visione mette in discussione l'idea secondo cui due particelle, nate al confine dell'orizzonte, possano avere destini opposti, come teorizzato da Hawking.
- La schermatura dai gravitoni, anche in oggetti estremamente compatti come i buchi neri o le stelle di neutroni, risulta trascurabile nella maggior parte dei calcoli, evitando distorsioni significative nelle valutazioni della forza gravitazionale.
- Un eccesso di massa diretta verso un buco nero può essere espulso. Questo accade perché la forza di attrazione di un buco nero dipende dal flusso di gravitoni. Anche nei casi più estremi, la capacità di assorbimento non è sufficiente per inglobare rapidamente una quantità di massa molto superiore alla propria.
- L'universo statico non crollerà in un unico grande buco nero grazie al cambio di stato dei gravitoni che dopo oltre 14 miliardi di anni luce, invertono la direzione della forza, evitando che ci sia una forza risultante verso il centro dell'universo.
- Le onde gravitazionali, intese come pieghe nello spazio-tempo, non esistono secondo questa teoria. Tuttavia, fluttuazioni nel flusso dei gravitoni possono verificarsi quando grandi masse, come i buchi neri, ruotano rapidamente l'una intorno all'altra, producendo variazioni osservabili.
- Infine, l'universo risulta essere molto più antico di quanto ipotizzato finora. La formazione di buchi neri con masse di milioni o miliardi di volte quella solare richiede un tempo estremamente lungo, coerente con l'idea di un universo eterno e statico.

8 Modello statico dell'universo

Il [4]modello statico dell'universo era stato scartato perché, in base a ciò che si conosceva della forza di gravità, sarebbe collassato su se stesso. Adesso, la nuova legge quantistica sulla gravità, ci dice perché un universo statico è possibile.

8.1 Critica al modello del Big Bang

Contro il [23]Big Bang:

- I fotoni, essendo particelle, non sono suscettibili all'ipotetica espansione dell'universo in quanto la lunghezza d'onda è una proprietà intrinseca della particella e non una distribuzione di un'onda nello spazio.
- I fotoni hanno un'energia proporzionale alla loro frequenza; se cambiasse la frequenza non giustificando dove va a finire l'energia persa, si avrebbe una violazione del principio di conservazione dell'energia;
- La *legge di Hubble*, per redshift elevati, produce distanze esageratamente grandi; si è cercato di correggerla utilizzando vari modelli di espansione dell'universo, ma risolto un problema se ne creava uno ancora più grande con tempi di formazione delle galassie che dovrebbero essere notevolmente più rapidi;
- Per giustificare l'uniformità dell'universo, si sono dovuti inventare [18]l'inflazione cosmica che è una cosa non osservata e che richiederebbe un'espansione quasi istantanea (infinitamente più veloce della luce);
- l'espansione dello spazio ci sarebbe dovuta essere solo in zone in cui la gravità delle galassie non agisce; questo farebbe sì che si genererebbe uno spazio non uniformemente espanso. La luce percorrendo tale spazio, dovrebbe cambiare velocità in quanto, ci sarebbe dello spazio più espanso in alcune zone e più concentrato in altre; o comunque lo spazio dovrebbe essere deformato;
- le osservazioni hanno dimostrato che lo spazio è piatto per distanze superiori all'universo osservabile;

8.2 Conferme empiriche del nuovo modello di universo statico

Conferme sperimentali che l'universo è statico e che la *1° legge della realtà* funziona:

- Non esistono super-ammassi di galassie più grandi della lunghezza d'onda del gravitone (oltre il quale, la forza di gravità diventerà repulsiva e non potrà tenere insieme una struttura galattica più grande);
- Le osservazioni dimostrano che l'Universo è isotropo; la densità è circa uguale ovunque. Questo vuol dire che non c'è stata nessuna espansione, ma che l'universo è nato già grande;

- Le osservazioni delle galassie più lontane ci dimostrano che l'universo è molto più vecchio di quello che si era pensato con il Big Bang. Si sono osservate galassie vecchie di oltre dieci miliardi di anni, a distanze tali che, l'ipotetico Big Bang sarebbe avvenuto solo qualche centinaio di milioni di anni prima. Invece, le osservazioni sono coerenti con il nuovo modello per il quale, l'universo può essere sempre esistito ed essere eterno. L'oscillazione dei bosoni fondamentali, che avviene percorrendo spazi enormi, non lo fa né convergere verso un'implosione, né divergere verso una espansione infinita;
- La luce non viaggia all'infinito, questo fa sì che l'universo osservabile sia finito;
- [12]Paradosso di Olbers: lo sfondo dello spazio è nero, perché la luce proveniente da lontano, subisce il redshift e perdendo energia non è più osservabile nel visibile;

8.3 Modello iperconnesso di universo

Il nuovo modello di universo ha delle proprietà particolari:

- **discreto**: cioè composto da quanti di spazio distinti;
- **iperconnesso**: ciascun quanto di spazio collegato ai suoi vicini. Queste connessioni possono essere riorganizzate, consentendo di unire parti distanti dello spazio, simili a un portale tipo "Stargate", rendendo possibile un passaggio istantaneo da un punto all'altro dell'universo attraverso tali collegamenti.
- **piatto e non deformabile**: come le osservazioni spaziali confermano; quindi viene meno la *relatività generale di Einstein* che piegava lo spazio-tempo);
- **tempo assoluto e discreto**: il tempo non è altro che la frequenza con cui ogni quanto di spazio trasferisce, l'eventuale particella ivi contenuta, al quanto di spazio collegato (nella stessa direzione). Tale quanto di spazio collegato, può essere quello limitrofo, oppure, molto distante. Non è valida la *relatività ristretta* di Einstein in quanto il tempo è assoluto e non rallenta. Di conseguenza, il *fattore di Lorentz* non è più valido, al suo posto c'è la *3° legge della realtà* che definisce quanta energia è necessaria per portare una massa ad una determinata velocità.

Questo modello di universo mette in luce che lo spazio vuoto non è semplicemente uno sfondo passivo in cui le particelle si muovono, ma svolge un ruolo attivo: è lo spazio stesso a determinare il tempo e a influenzare il movimento delle particelle. Inoltre, ha una struttura molto più complessa di quanto si pensasse; infatti, le cariche elettriche agiscono come sorgenti e pozzi (nello spazio) che generano i campi elettrostatici.

Tale modello di universo evidenzia come, lo spazio vuoto non è un qualcosa di insignificante in cui le particelle si muovono, ma ha una parte attiva, è esso stesso che determina il tempo e come le particelle possono muoversi. Oltre a questo, ha una struttura ed è molto più complessa di quanto si immaginasse, infatti, le cariche elettriche risultano essere sorgenti e pozzi che determinano i campi elettrostatici.

9 Conclusioni e implicazioni future

Le scoperte sono andate dall'infinitamente piccolo della meccanica quantistica, all'infinitamente grande dell'astrofisica. Partendo da una nuova interpretazione del redshift della luce proveniente dallo spazio, non avevo idea che questa mi avrebbe aperto una nuova visione dell'Universo.

Ho scoperto nuove particelle (gravitone, energitone), spiegati innumerevoli fenomeni misteriosi (orbita di Oumuamua, precessione dell'orbita di Mercurio, la mancanza di singolarità in un buco nero) e concepito un nuovo modello di universo (statico); oltre a trovare una relazione tra l'elettromagnetismo e la gravità (unificazione).

9.1 Sintesi dei risultati

Le *leggi della realtà* si basano sulla quantizzazione di alcune grandezze, questo ha permesso di semplificare e chiarire ciò che avviene in molti casi dubbi e di concepire un nuovo modello di universo.

- Le radiazioni elettromagnetiche (luce) quando attraversano lo spazio, così come le masse e l'energia, emettono gravitoni;
- Radiazioni a lunghezze d'onda diverse che percorrono la stessa quantità di spazio, perdono la stessa percentuale di energia;
- La radiazione elettromagnetica è composta da energitoni. La somma totale dello spazio percorso da tutti gli energitoni presenti nella radiazione è pari alla lunghezza d'onda del gravitone;
- unifica l'elettromagnetismo con la gravità;
- Il gravitone, quando percorre uno spazio pari alla propria lunghezza d'onda, si riconverte in energitone e da attrattivo diventa repulsivo;
- L'Universo è statico, in quanto la forza attrattiva di gravità ha una portata grande, ma limitata.
- perché un buco nero non potrà mai assorbire tutta la materia dell'universo (schermatura dei gravitoni);
- rivoluziona il modello standard della meccanica quantistica, considerando il fotone non più una particella elementare;
- determina un universo eterno che: non converge in un collasso gravitazionale, né diverge disperdendosi nell'immenso spazio vuoto.

9.2 Prospettive sperimentali

La legge della gravità quantistica si manifesta in tutti gli oggetti che cambiano velocemente la distanza tra loro. Osservare eventuali asteroidi o comete ci porterà a confermare la legge enunciata.

9.3 Domande irrisolte

Non tutto è stato scoperto e rimangono dei misteri irrisolti:

- massa e carica di cosa sono fatte e quale è il loro meccanismo interno?
- I gravitoni emessi ad ogni oscillazione del fotone, sono uno o molti?
(per adesso si è certi del quanto di energia perso dal fotone ogni volta che percorre uno spazio pari alla propria lunghezza d'onda)
- Energitone e gravitone sono le uniche particelle fondamentali?
(si pensa possano esistere particelle prive di energia)
- E' possibile schermare i gravitoni?
(per evitare di consumare tanta energia per portare qualcosa nello spazio)
- E' possibile manipolare i gravitoni?
(per creare un raggio traente, oppure gravità artificiale su una stazione spaziale)
- Quando un gravitone neutralizza un energitone, cosa succede a tali particelle?

9.4 Direzioni per la ricerca futura

Si cercherà di procedere per passi.

- Si cercherà di capire tutte le proprietà dei gravitoni e questi come interagiscono con le altre particelle e masse.
- Si vedrà se è possibile trovare un modo per convertire gli energitoni in gravitoni e viceversa;
- Si cercherà di capire se è possibile "disattivare" l'inerzia della massa.
- Se i gravitoni / energitoni viaggiano con traiettoria elicoidale; se fosse possibile mandarli in linea retta supererebbero la velocità della luce (cosa che sarebbe utile per raggiungere velocità elevate).
- Si pensa che ci sia un'altra particella, ancora da scoprire, la si cercherà.
- Si cercherà di riscrivere tutte le grandezze fisiche fondamentali in ottica quantistica;
- Anche i principi della termodinamica verranno riformulati in ottica quantistica;

Avere il modello corretto di visione dell'universo e delle particelle, ci permette di fare progressi rapidamente. Grazie all'utilizzo delle IA è possibile recuperare dati e risultati di molti esperimenti e osservazioni che ci permetteranno di fare passi da gigante in breve tempo.

9.5 Implicazioni filosofiche

L'idea di un Universo eterno, dove la materia è essenzialmente vuota, porta a riflessioni profonde sulla natura della realtà stessa. La nozione che le particelle puntiformi generino il volume degli oggetti attraverso orbite circolari o elicoidali suggerisce un nuovo modo di concepire la struttura della materia e lo spazio. Questa visione sfida le concezioni tradizionali della fisica classica e della meccanica quantistica, proponendo che ciò che percepiamo come solido sia in realtà il risultato di movimenti continui e interazioni energetiche a livello microscopico.

L'eventualità di manipolare gravitoni ed energitoni apre la strada a possibilità rivoluzionarie, non solo per i viaggi spaziali, ma per una comprensione più profonda delle forze fondamentali che regolano l'Universo. Se riuscissimo a controllare l'inerzia delle masse, come ipotizzato, potremmo superare le attuali limitazioni energetiche e tecnologiche, aprendo la porta a viaggi interstellari efficienti e sicuri. Questa prospettiva cambia il paradigma della propulsione spaziale e riorienta le nostre ambizioni verso l'esplorazione dell'ignoto con mezzi radicalmente nuovi.

Capire la vera natura dello spazio, inteso non solo come vuoto, ma come tessuto interconnesso da particelle che cambiano stato, potrebbe rivoluzionare la nostra concezione della realtà. Ciò implicherebbe che l'Universo, anziché essere isolato e lineare, sia parte di una struttura più complessa e forse multidimensionale, suggerendo l'esistenza di universi paralleli o dimensioni non ancora esplorate.

Questa nuova interpretazione non solo porta a nuove domande sulle origini e la struttura dell'Universo, ma solleva anche riflessioni esistenziali e metafisiche. L'Universo, concepito come un sistema in equilibrio dinamico dove l'energia oscilla continuamente tra stati attrattivi e repulsivi, indica una realtà in cui nulla è permanente, ma tutto è soggetto a trasformazioni cicliche. Questo rispecchia l'antico pensiero filosofico che vede l'esistenza come un ciclo senza inizio né fine, ricollegandosi alla concezione di un eterno ritorno.

Infine, se riusciamo a comprendere e dimostrare che l'Universo non è l'unico, ma parte di una rete più ampia di universi interconnessi, il significato della nostra esistenza, delle leggi fisiche e della materia stessa potrebbe essere ridefinito. Le implicazioni non si limiterebbero solo alla scienza, ma si estenderebbero alla filosofia, alla teologia e alla percezione umana della realtà, invitandoci a riconsiderare il nostro posto nell'ordine cosmico.

10.3 Raggiungere una data velocità

E' possibile conoscere quanti energitoni/gravitoni sono necessari per far raggiungere a un dato corpo una data velocità.

Prima è necessario capire quanta energia cinetica il corpo dovrà assorbire, nel caso che parta da fermo:

$$E_c = \frac{1}{2}mv^2 \quad (52)$$

Il numero di particelle assorbite (gravitoni se attirato, o di energitoni se respinto) è pari all'energia acquisita fratto l'energia della singola particella.

$$N_{eg} = \frac{E_c}{E_g} \quad (53)$$

10.4 Curiosità su c^2

Esistono costanti che si incontrano spesso in Fisica che sembrano avere un significato profondo; tra questi c'è c^2 che risulta essere in relazione tra varie grandezze:

$$c^2 = \frac{E}{m} = \frac{1}{\mu_0\epsilon_0} = \frac{H_0m}{\phi_g} \quad (54)$$

dove:

μ_0 : permeabilità magnetica del vuoto;

ϵ_0 : costante dielettrica;

10.5 Numero di particelle assorbite

Esempio: una massa m di $1kg$ che viene portata a una velocità di $1m/s^2$, quanti gravitoni/energitoni ha assorbito?

$$E_c = \frac{1}{2}mv^2 = 0.5 J \quad (55)$$

il numero di particelle è il seguente:

$$N_{eg} = \frac{E_c}{E_g} = 3.4 \times 10^{50} \text{ particelle} \quad (56)$$

In base alla potenza del flusso di particelle, cambierà il tempo necessario, ma il numero di particelle totale sarà lo stesso.

10.6 Considerazione sulle unità di misura

Il [5]sistema internazionale delle unità di misura, alla luce delle nuove scoperte, non è adeguato a spiegare perfettamente come funziona la realtà.

- mentre nel sistema internazionale, ha la massa come unità fondamentale e l'energia come unità di misura derivata; mentre adesso con gli energitoni/gravitoni è l'energia l'unità fondamentale da considerare.

- l'intenzione di creare un nuovo sistema di misura internazionale, in cui vogliono impostare a uno le costanti universali (G , h , c); non è ragionevole. Abbiamo visto che la costante G è data dall'insieme di altre costanti, h indica un contenuto energetico non elementare. Queste costanti hanno un significato fisico che non può essere ridotto all'unità;
- la ridefinizione delle grandezze fisiche in senso quantistico sarebbe auspicabile e le stesse grandezze fisiche ci suggeriscono nuove proprietà della natura.

References

- [1] V. I. Arnold. *Mathematical Methods of Classical Mechanics*. Springer-Verlag, 1989.
- [2] Leslie E Ballentine. *Quantum Mechanics: A Modern Development*. World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd., 1998.
- [3] Gianfranco Bertone. *Behind the Scenes of the Universe: From the Higgs to Dark Matter*. Oxford University Press, 2013. Tratta le evidenze e le teorie riguardanti la materia oscura.
- [4] Hermann Bondi. *Cosmology*. Cambridge University Press, 1960. Include una trattazione del modello statico di universo e teorie alternative.
- [5] Bureau International des Poids et Mesures (BIPM). *The International System of Units (SI)*. BIPM, 2019. Documento ufficiale che descrive le unità di misura del Sistema Internazionale.
- [6] Bryce S. DeWitt. Quantum theory of gravity. i. the canonical theory. *Physical Review*, 160(5):1113–1148, 1967. Fondamenti della teoria quantistica della gravità.
- [7] Arthur Eddington. The total eclipse of 1919 and the influence of gravitation on light. *The Observatory*, 42:119–122, 1919. Descrizione delle osservazioni storiche che hanno confermato la deviazione della luce vicino al Sole.
- [8] Albert Einstein. *Die Grundlage der allgemeinen Relativitätstheorie*. Annalen der Physik, 1916. Teoria della relatività generale.
- [9] Richard P. Feynman. Quantum theory of gravitation. *Acta Physica Polonica*, 24:697–722, 1963. Discussione sui gravitoni e sulla quantizzazione della gravità.
- [10] Eric Gaidos. Interstellar interloper ‘oumuamua as a thin object. *Nature Astronomy*, 2:428–431, 2018. Asteroide interstellare Oumuamua.
- [11] Carlo Giunti and Chung W. Kim. *Fundamentals of Neutrino Physics and Astrophysics*. Oxford University Press, 2007. Tratta dettagliatamente l’oscillazione dei neutrini e le sue implicazioni nella fisica delle particelle e astrofisica.
- [12] E. R. Harrison. *Darkness at Night: A Riddle of the Universe*. Harvard University Press, 1987.
- [13] James B. Hartle. *Gravity: An Introduction to Einstein’s General Relativity*. Addison-Wesley, 2003. Include una spiegazione dettagliata della deviazione della luce vicino a corpi massicci.
- [14] Stephen Hawking. Particle creation by black holes. *Communications in Mathematical Physics*, 43(3):199–220, 1975. Teoria dei buchi neri e radiazione di Hawking.

- [15] Edwin Hubble. A relation between distance and radial velocity among extra-galactic nebulae. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 15(3):168–173, 1929.
- [16] Edwin Hubble. A relation between distance and radial velocity among extra-galactic nebulae. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 15(3):168–173, 1929. Studio originale sul redshift e sulla relazione con la distanza.
- [17] John D. Jackson. *Classical Electrodynamics*. Wiley, 3rd edition, 1999. Include una trattazione dettagliata sulla sezione d’urto e i processi di scattering.
- [18] Andrei Linde. Chaotic inflation. *Physics Letters B*, 129:177–181, 1983. Teorie dell’inflazione cosmica.
- [19] Shugo Michikoshi and Eiichiro Kokubo. Precession of the perihelion of mercury and general relativity. *The Astrophysical Journal*, 797(1):44, 2014. Precessione del perielio di Mercurio.
- [20] Isaac Newton. *Philosophiæ Naturalis Principia Mathematica*. Royal Society, London, 1687. Tradotto in molte edizioni moderne.
- [21] Max Planck. *The Theory of Heat Radiation*. Dover Publications, 1990. Opera classica sulla quantizzazione dell’energia, originariamente pubblicata nel 1906.
- [22] Licia Verde, Tommaso Treu, and Adam G. Riess. Tensions between the early and the late universe. *Nature Astronomy*, 3:891–895, 2019. Revisione della tensione di Hubble e implicazioni per la cosmologia.
- [23] Steven Weinberg. *The First Three Minutes: A Modern View of the Origin of the Universe*. Basic Books, 1977. Una descrizione dettagliata dei primi istanti dopo il Big Bang.
- [24] Fritz Zwicky. On the red shift of spectral lines through interstellar space. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 15(10):773–779, 1929. Teoria della luce stanca per spiegare il redshift senza espansione dell’universo.