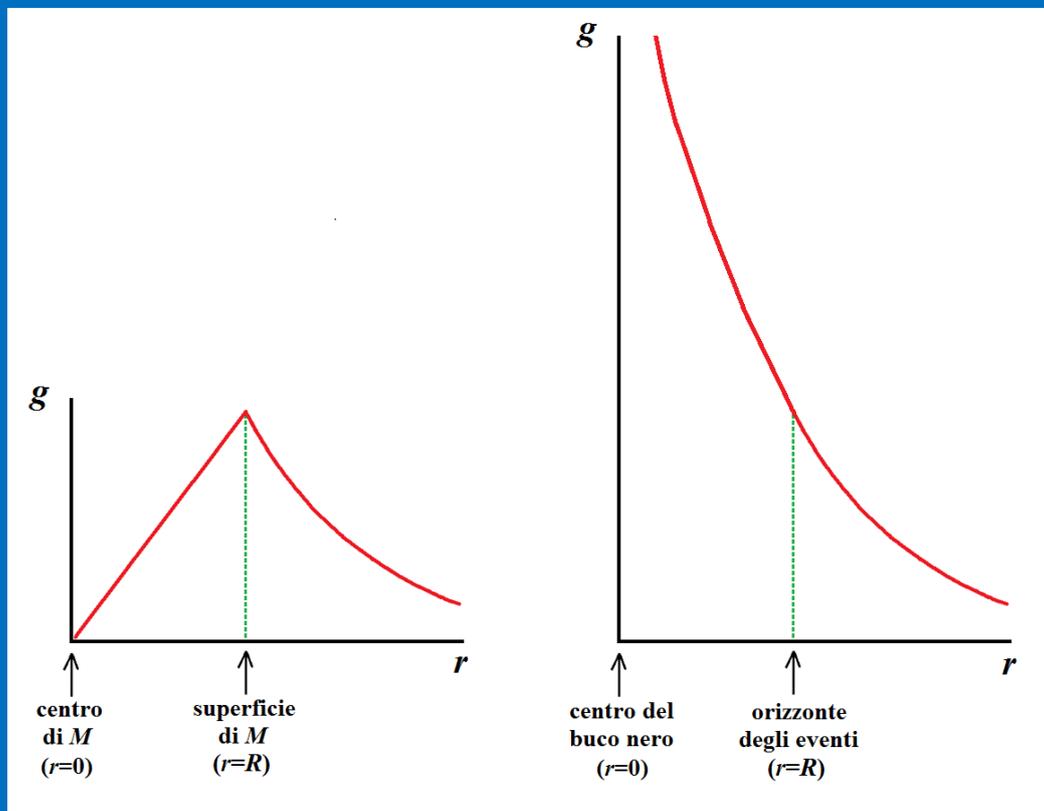


Appunti per una Nuova Fisica

Seconda Edizione con Modifiche e Aggiunte

Giacinto Libertini



COPERNICAN EDITIONS

Appunti per una Nuova Fisica

Seconda Edizione con Modifiche e Aggiunte

Giacinto Libertini

Copernican Editions

Copyright © 2022
Copernican Editions
Napoli, Italia

ISBN 978-88-906486-8-7
(per l'edizione in inglese)

Appunti per una nuova fisica

Presentazione della Seconda Edizione di Appunti per una Nuova Fisica

A distanza di poco più di un anno dalla Prima Edizione, anche con lo stimolo dei commenti proposti nella pubblica discussione riguardante la Prima Edizione, mi è sembrato opportuno proporre una nuova edizione che correggesse e ampliasse la precedente.

Sono state aggiunte alcune sezioni che affrontano specificamente argomenti non trattati nella Prima Edizione:

- 22. La dimensione Tempo
- 23. Suddivisione di una dimensione
- 24. L'infinito

Altre sezioni sono state oggetto di sostanziali modifiche e integrazioni. In particolare:

- 2. Un punto di partenza
- 3. Possibili distorsioni spaziali che determinano le forze
- 8. I mesoni
- 9. Interpretazione di alcune reazioni con i vettori bosone W^+ e W^- e di alcune altre reazioni
- 13. Principio di indeterminazione di Heisenberg e sua possibile riformulazione
- 15. Appiattimenti e onde elettromagnetiche

In moltissimi punti sono state operate correzioni, modifiche e migliorie. Alcune figure sono state aggiunte o modificate.

Spero che la mia "eretica" proposta sia ora più chiara e più degna di valutazione.

Giacinto Libertini

Sommario

Per il profano, la fisica moderna è come un'immensa e magnifica cattedrale che è impressionante nella sua architettura complessa e sofisticata, e sorprendente per le dimensioni e la ricchezza della lavorazione.

Eppure, in questo edificio apparentemente quasi completo, non vi è risposta a una serie di domande fondamentali e cruciali, anche se in ogni caso queste risposte sono indispensabili e preliminari a qualsiasi teoria generale.

È essenziale evitare la confusione tra risposte appropriate e chiarificatrici e false risposte tautologiche o formule che in realtà non dicono nulla a riguardo delle domande poste.

In questo libro, il punto di partenza è l'interpretazione data dalla relatività generale di Einstein per spiegare la forza gravitazionale non come un'azione a distanza ma come un effetto intrinseco alle distorsioni dello spazio causate dalla "masse". Questa interpretazione è estesa alla spiegazione di qualsiasi "forza" attrattiva o repulsiva come effetto, per ciascuna "forza", di appiattimenti di una specifica dimensione con curvatura positiva o negativa.

Il lavoro offre, senza alcuna forzatura, una spiegazione per la maggior parte delle questioni irrisolte della fisica: la natura di una massa, e della materia e dell'antimateria, la struttura di un atomo, l'origine delle costanti naturali, la quantizzazione dei fenomeni, etc. Offre anche una diversa interpretazione della struttura degli elettroni e dei buchi neri.

Inoltre, è prevista anche l'esistenza di antimateria nei protoni, ma non nei neutroni, fenomeno che appare essere documentato da lavori recenti.

Questo libro non è scritto da un fisico, ma viene anche evidenziato il motivo per cui un fisico accademico dovrebbe superare difficoltà serie o insormontabili per dare risposte innovative ai problemi fondamentali irrisolti della fisica utilizzando concetti estranei a quelli attualmente accettati.

Indice

1. Introduzione
2. Un punto di partenza
3. Possibili distorsioni spaziali che determinano le “forze”
4. Effetti della Legge Generale delle Deviazioni Divergenti/Convergenti nel confronto tra
5. Quantizzazione del nostro sub-universo
6. Modello dell’atomo
7. A riguardo dei quark e dei loro colori
8. I mesoni
9. Interpretazione di alcune reazioni con i vettori bosone W^+ e W^- e di alcune altre reazioni
10. Le dimensioni Newtoniane
11. Massima velocità e accelerazione in una dimensione
12. I buchi neri
13. Principio di indeterminazione di Heisenberg e sua possibile riformulazione
14. Rotazione di un segmento di una dimensione
15. Appiattimenti e onde elettromagnetiche
16. Cambiamenti spaziali e temporali causati da una maggiore velocità o accelerazione
17. Descrizione di un corpo che ruota con velocità uniforme intorno a un altro corpo
18. Descrizione di un corpo che è attratto da un altro corpo
19. L’entanglement
20. Il principio antropico
21. Origine delle bolle o sub-universi
22. La dimensione Tempo
23. Suddivisione di una dimensione
24. L’infinito
25. Conclusione
26. Post scriptum
27. Bibliografia

Appendice 1

Appendice 2

1. Introduzione

Per il profano, la fisica moderna è come un'immensa e magnifica cattedrale che è impressionante nella sua architettura complessa e sofisticata, e sorprendente per le dimensioni e la ricchezza della lavorazione. Essa rappresenta il frutto del lavoro secolare da parte di talenti eccezionali, tra i quali vi sono molti dei più grandi geni scientifici: Galilei, Newton, Einstein, Lemaître, Faraday, Maxwell, Planck, Curie, Thomson, Rutherford, Pauli, Fermi, Bohr, Heisenberg, Dirac, Schrödinger, Feynman, Gell-Mann, solo per citarne alcuni.

Per la fisica moderna, grandi gruppi di potenti ingegni hanno lavorato e lavorano utilizzando le macchine per la ricerca scientifica più costose, colossali e complesse mai realizzate.

La fisica moderna potrebbe essere considerata come un formidabile edificio in cui manca solo la definizione di alcune parti importanti: l'inserimento della forza gravitazionale in un unico contesto con le forze elettromagnetiche, forti e deboli, una teoria generale che organizzi tutto in modo coerente, le risposte ad alcune domande particolari, etc.

Eppure, in questo edificio apparentemente quasi completo, non vi sono risposte per una serie di domande fondamentali e cruciali, anche se in ogni caso queste risposte sono indispensabili e preliminari a qualsiasi teoria generale.

Ad esempio:

- (1) Cosa sono la forza elettromagnetica, la forza forte, la forza debole e le forze rosso/verde/blu che agiscono all'interno del nucleo?
- (2) Perché cariche elettriche dello stesso segno si respingono mentre cariche elettriche di segno opposto si attraggono?
- (3) Qual è la differenza tra cariche elettriche positive e negative?
- (4) Perché gli elettroni con la loro carica negativa non cadono sulla superficie del nucleo che ha una carica positiva?
- (5) Cosa sono i colori di un quark?
- (6) Perché protoni e neutroni sono composti da tre quark e non da un numero diverso di quark?
- (7) Perché i quark hanno cariche elettriche che sono un terzo o due terzi di quella dell'elettrone o del positrone?
- (8) Perché tutti i fenomeni sono quantizzati?
- (9) Perché i valori della velocità della luce, della costante di Planck, della costante di gravitazione universale e della carica degli elettroni hanno determinati valori?
- (10) Come si spiegano i fenomeni descritti in generale come "entanglement"?
- (11) Quale è la natura di un'onda elettromagnetica?
- (12) Perché le onde elettromagnetiche, che nel vuoto corrono alla velocità della luce, non si accorciano nella direzione del loro movimento come si verifica per una qualsiasi massa in base alla teoria della relatività?
- (13) Perché la forza debole e la forza forte sono rispettivamente estremamente forti all'interno del nucleo e a livello atomico, ma diventano irrilevanti a distanze leggermente maggiori, mentre la forza gravitazionale è estremamente debole e trascurabile a livello atomico ma non perde la sua capacità attrattiva anche a distanze di miliardi di anni luce?
- (14) Se è vero che in un Buco Nero e nella singolarità che è al suo centro ogni informazione è persa, come si giustifica tale fenomeno?

L'elenco delle domande per le quali non vi sono risposte è piuttosto lungo. Ed è fondamentale evitare la confusione tra una risposta adeguata e chiarificatrice e false risposte tautologiche di questo tipo: le cariche positive e negative si distinguono e si definiscono per le diverse azioni che un campo elettromagnetico ha su di esse o per le azioni che vi sono tra loro. Oppure risposte costituite da formule che in realtà non dicono nulla a riguardo delle domande poste. Per molti interrogativi vi è la chiara ammissione implicita di non avere una risposta quando si sostiene che è così perché empiricamente confermato.

Come possiamo presumere che la fisica sia un edificio quasi completato quando mancano risposte a molte domande fondamentali e preliminari che riguardano le basi della maggior parte dei fenomeni? In altre parole, per la fisica moderna non vi è semplicemente la mancanza di rifiniture o di alcuni collegamenti essenziali ma delle fondamenta stesse dell'intera struttura.

Ora, è necessario precisare che io non sono un fisico, non ho la capacità di comprendere o discutere le innumerevoli sofisticate formule della fisica moderna o i formidabili esperimenti che si eseguono nello studio delle particelle e in altri rami della fisica. Inoltre, è opportuno aggiungere che ho competenze matematiche molto limitate ed elementari. In breve, la mia ignoranza della fisica e della matematica moderne è tale che non è nemmeno degna di valutazione. Eppure, nonostante la mia enorme ignoranza, riesco a comprendere i concetti più semplici della fisica e l'esistenza di formidabili e critiche lacune alla base dell'intero edificio di questa disciplina centrale.

Di conseguenza, come gli antichi filosofi greci per i quali ἡ φύσις (la fisica) era una parte fondamentale ed essenziale della filosofia, posso provare a discutere solo alcune questioni fondamentali. Eppure, in una posizione migliore rispetto alle grandissime menti filosofiche del passato, posso sfruttare i risultati di secoli di osservazioni sperimentali e le successive elaborazioni di colossi della scienza. Ciò non significa proporre costruzioni elaborate su basi teoriche e semplicistiche che trascurino l'evidenza sperimentale: al contrario, ciò è da intendersi come il cercare interpretazioni basate sui risultati della fisica moderna ma tali da dare risposte ai quesiti irrisolti sopra evidenziati.

La mia profonda ignoranza è un grosso limite ma in qualche modo un vantaggio. A causa della mia totale inadeguatezza al riguardo, non posso cercare di approfondire o migliorare i risultati di nessuna branca della fisica moderna e sono costretto a cercare nuove vie per l'interpretazione di alcuni fenomeni basilari della fisica, dando una spiegazione alle suddette domande con semplicità accessibile dalle mie limitate capacità (v. Appendice 1).

2. Un punto di partenza

Forse un punto di partenza utile ed essenziale è la considerazione di due enormi e fondamentali passi avanti nella comprensione dei fenomeni fisici proposti ai loro tempi da Newton e Einstein.

È noto che Newton con la sua proposta della legge di gravitazione universale fornì una spiegazione, o meglio una descrizione precisa e generale, per una lunga serie di fenomeni sia terrestri che astronomici. Newton sapeva bene che la legge di gravitazione descriveva il fenomeno dell'attrazione fra le masse ma che la legge non spiegava l'apparente azione a distanza. Il grande scienziato dichiarò di non conoscere la natura della forza gravitazionale e di come un corpo potesse esercitare una forza di attrazione su un altro corpo anche a enormi distanze. Inoltre, Newton non volle ipotizzare una spiegazione (*"hypotheses non fingo"* [Newton 1726], dall'affermazione che nella traduzione inglese dal latino è: "Non ho ancora potuto scoprire dai fenomeni la ragione di queste proprietà della gravità, e non propongo ipotesi." [Bernard Cohen e Whitman 1999, p. 943].

Einstein propose un'interpretazione rivoluzionaria della legge di gravitazione. Qualsiasi "massa" modifica in qualche modo lo spazio (o più precisamente lo spazio-tempo) e anche le geodetiche (cioè le linee più brevi di connessione tra due punti), il che determina deviazioni dei movimenti delle altre "masse" nello spazio-tempo. Queste deviazioni sono interpretate come gli effetti di una "forza gravitazionale", ma in realtà tale forza non esiste. ("La Teoria della Relatività Generale ci dice che la gravità non è una forza, i campi gravitazionali non esistono. Gli oggetti tendono a muoversi su percorsi rettilinei attraverso lo spazio-tempo curvo." <https://www.youtube.com/watch?v=XRr1kaXKBsU>; accesso nel settembre 2021.) Questa risposta fornì una spiegazione di come un'apparente azione a distanza sia conseguenza della distorsione dello spazio-tempo.

La spiegazione di Einstein richiede certamente dei chiarimenti (in particolare, cos'è una massa e come distorce lo spazio-tempo) ma apre la strada a una possibile generalizzazione.

La forza debole, la forza forte, la forza elettromagnetica, le forze che respingono i “colori” dello stesso segno a livello nucleare, potremmo considerarle tutte come cause di apparenti “azioni a distanza”. Se la spiegazione di Einstein della gravitazione è vera (distorsione dello spazio-tempo -> deviazioni causate dalle modifiche delle geodetiche spazio-temporali -> apparente esistenza di una forza), è possibile proporre che tutte le altre “forze” sono espressioni di fenomeni analoghi?

Ora, una piccola digressione è opportuna. Tutti i fenomeni naturali nelle loro radici possono essere descritti in termini fisico-chimici, e considerando che anche la chimica è riducibile a fenomeni fisici, tutti i fenomeni naturali possono essere descritti in termini fisici. A questo punto la fisica, disciplina centrale della Scienza, potrebbe essere l’espressione di una serie più o meno lunga di fenomeni o leggi fondamentali distinte (ipotesi 1) oppure l’espressione di un singolo fenomeno che si manifesta in più modi solo apparentemente distinti (ipotesi 2). La verità di una di queste due ipotesi non è determinabile *a priori*, ma va ricercata sulla base di evidenze empiriche e successive argomentazioni razionali. L’orientamento generale e l’aspirazione sono che l’ipotesi 2 sia vera (sebbene non sia dimostrata, come l’altra, e non necessariamente vera). Tuttavia, se l’ipotesi 2 è vera e se la proposta di Einstein è valida, tutte le “forze” dovrebbero essere spiegate in modo simile a quello proposto per la forza gravitazionale, vale a dire: ognuna di esse è solo apparentemente una forza mentre in realtà è l’effetto di deviazioni convergenti o divergenti conseguenti a variazioni nelle geodetiche dello spazio-tempo (descritte rispettivamente come “forze attrattive” e “forze repulsive”).

Seguendo questa tesi, incontriamo subito delle difficoltà fondamentali. Una valida soluzione ipotetica dovrebbe spiegare sia i casi in cui vi è “attrazione” sia i casi in cui vi è “repulsione”.

In particolare, qualsiasi soluzione generale dovrebbe spiegare contemporaneamente:

- l’attrazione tra due masse;
- se è vera la proposta di Villata [Villata 2011], l’attrazione tra due masse di antimateria e la repulsione tra materia e antimateria;
- la repulsione tra due cariche elettriche dello stesso segno e l’attrazione tra due cariche elettriche di segno opposto;
- analogamente, le attrazioni e le repulsioni relative alle forze deboli e forti, e alle forze agenti tra i diversi “colori”.

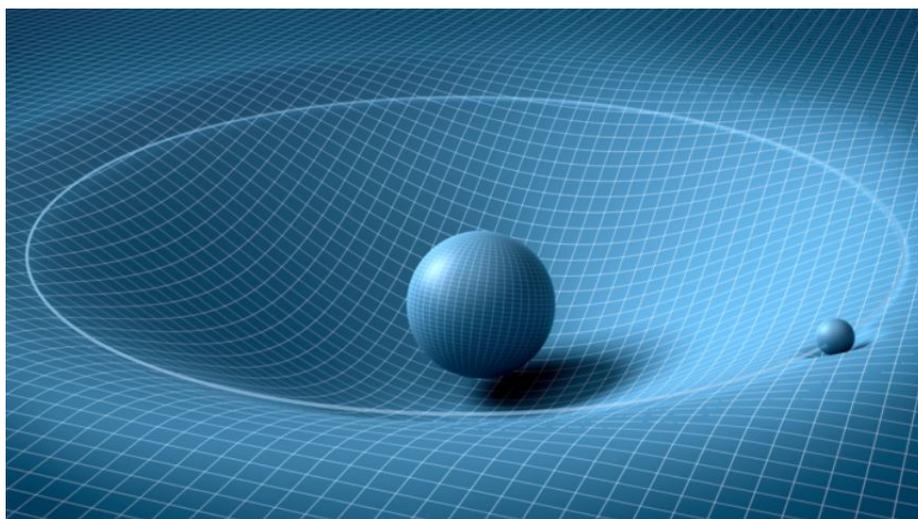


Figura 1 – Divulgazione di come una “distorsione” spaziale determina la “forza” attrattiva gravitazionale. Fonte: Getty Images.

3. Possibili distorsioni spaziali che determinano le “forze”

Nella divulgazione di come una “distorsione” spaziale determina la “forza” attrattiva gravitazionale, è solita la rappresentazione dello spazio, semplificato a due sole dimensioni, come un piano e le distorsioni causate dalle “masse” come incavi in questo piano. Per effetto di questi incavi, una

“massa” minore (che determina un incavo più piccolo) è “attirata” dall’incavo più grande determinato da una “massa” maggiore (Figg. 1 e 2).

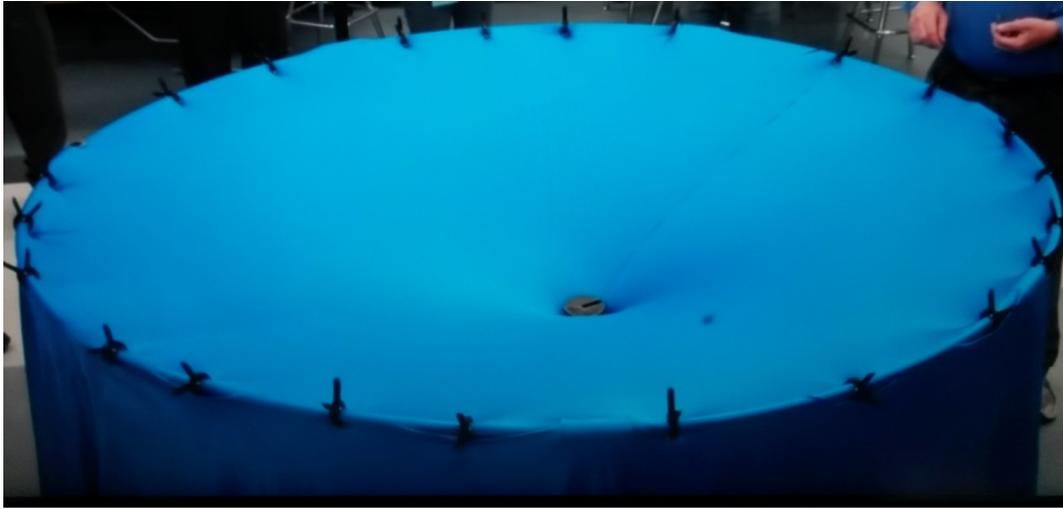


Figura 2 – Idem. Fonte: <https://thekidshouldseethis.com/post/69092575516> (accesso nel settembre 2021).

Questo tipo di spiegazione è fuorviante. Infatti, negli esempi didattici, la massa più piccola si muove nella direzione della massa maggiore per effetto della gravità che l’esempio vorrebbe spiegare. Inoltre, se lo spazio è piatto in assenza di una “massa” e la “massa” determina la formazione di un incavo, le linee deviate verso la “massa” sono geometricamente più lunghe e quindi, definendo una geodetica la linea più corta che unisce due punti, non costituiscono geodetiche. Una diversa interpretazione della distorsione spaziale determinata da una massa è concepire questa distorsione come un “addensamento” dello spazio che provocherebbe una deviazione delle “linee spaziali” verso la massa (Figg. 3 e 4).

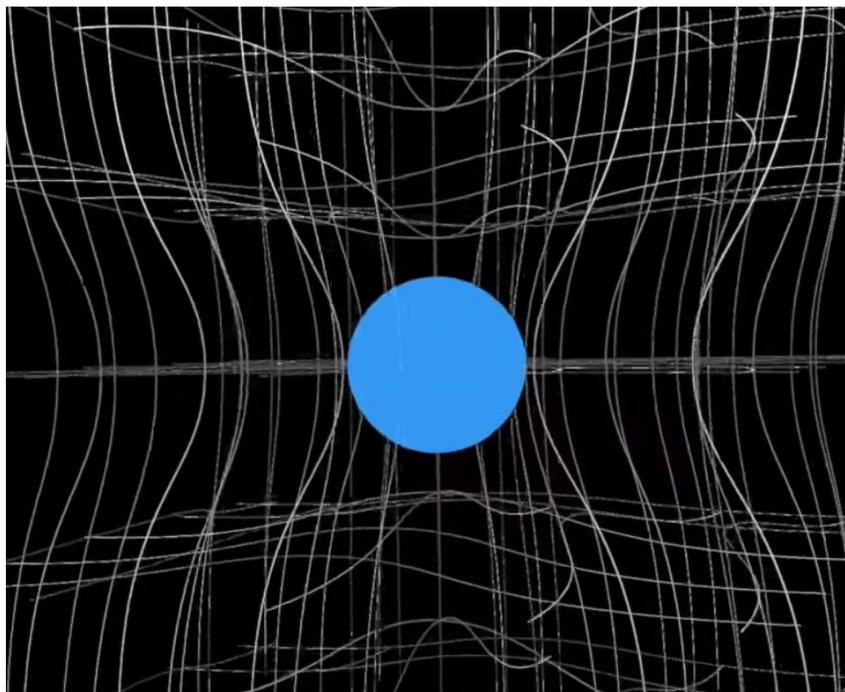


Figura 3 – Un’altra divulgazione di come una “distorsione” spaziale determina la “forza” attrattiva della gravitazione. Fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=-m3SddsTSAY> (accesso nel settembre 2021).

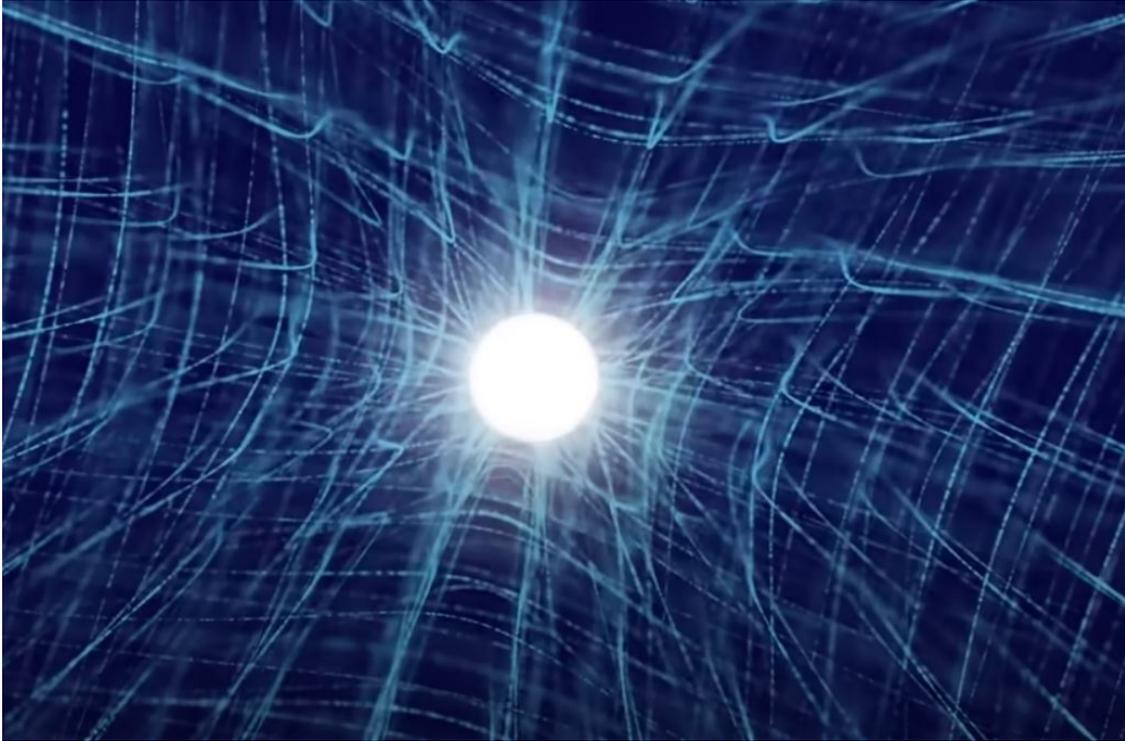


Figura 4 – Idem. Fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=wrwgIjBUYVc> (accesso nel settembre 2021).

Se questa spiegazione fosse valida, potremmo ipotizzare:

- addensamento spaziale -> deviazione delle linee spaziali verso la massa (“attrazione”);
- rarefazione spaziale -> deviazione delle linee spaziali lontano dalla massa (“repulsione”).

Tuttavia, avremmo alcune grandi contraddizioni:

- 1) se l’attrazione tra due masse è causata da addensamenti spaziali, come si spiegherebbe l’ipotetica attrazione tra due anti-masse (proposta da Villata [Villata 2011])? Supponendo che l’attrazione anche in questo caso è causata da addensamenti spaziali, allora dovremmo avere attrazione anche tra masse e anti-masse, in contrasto con la repulsione proposta da Villata [Villata 2011];
- 2) per i fenomeni elettrici, se la repulsione tra due cariche elettriche positive è causata dalla rarefazione spaziale determinata da ciascuna carica, e analogamente per la repulsione tra due cariche elettriche negative, si dovrebbe avere anche repulsione tra cariche elettriche di segno opposto, il che non è vero;
- 3) le deviazioni delle “linee spaziali” nel caso di addensamenti spaziali determinano un allungamento di tali linee e quindi non costituiscono geodetiche. Di conseguenza, dovremmo avere una repulsione e non un’attrazione. Al contrario, nel caso della rarefazione spaziale, le linee spaziali distorte sono più lunghe e le geodetiche sono quelle che vanno verso le masse. Di conseguenza, dovremmo avere un’attrazione e non una repulsione.

In breve, entrambe le rappresentazioni didattiche spesso utilizzate per descrivere le distorsioni spaziali come causa delle deviazioni che costituiscono la gravitazione non appaiono coerenti e logiche per questo scopo. Esse cadono in ovvie contraddizioni quando utilizzate per spiegare sia l’attrazione tra anti-masse che la repulsione tra masse e anti-masse ipotizzata da Villata. Ci sono contraddizioni analoghe se vogliamo spiegare in questo modo le repulsioni tra cariche elettriche dello stesso segno e l’attrazione tra cariche elettriche di segno opposto.

Comunque, qualsiasi ipotetica soluzione che potrebbe essere proposta dovrebbe almeno essere compatibile con le altre questioni fondamentali menzionate nella premessa e, anzi, dovrebbe implicitamente e facilmente portare a formulare spiegazioni anche per questi interrogativi.

A questo punto, per una spiegazione plausibile è forse necessario abbandonare il postulato che lo spazio è piatto e che una “massa” determina una curvatura dello spazio. Partiamo invece dal postulato opposto, e cioè che lo spazio è curvo e una “massa” determina un appiattimento della curvatura. L’idea di uno spazio “curvo” è controintuitiva, in quanto non fa parte della nostra percezione (v. Appendice 2), ma questa idea è alla radice della relatività generale.

Consideriamo ora uno spazio bidimensionale con curvatura positiva per entrambe le dimensioni, cioè, come detto nell’Appendice 2, una sfera vista dall’esterno. Se una “massa” ha in qualche modo il potere di appiattire la curvatura nell’area circostante (in ogni caso, senza invertire la curvatura!), le linee che si avvicinano più alla massa sono più corte di quelle che procedono in modo rettilineo. Quindi le linee più vicine alla massa sono geodetiche e questo spiegherebbe perché vi è una deviazione verso la massa, il che è ciò che percepiamo e descriviamo come forza gravitazionale. Ma spiegando allo stesso modo l’ipotetica attrazione tra due anti-masse proposta da Villata, come spiegheremmo l’ipotetica repulsione tra masse e anti-masse proposta anche da Villata? Infatti, se il meccanismo “attrattivo” è identico per masse e anti-masse, dovremmo avere anche un’attrazione tra masse e anti-masse, che è l’opposto di quanto propone Villata.

Inoltre, si potrebbe ipotizzare che la repulsione tra due cariche elettriche positive sia causata da accentuazioni della curvatura, cioè un rigonfiamento sulla superficie sferica, per cui le linee che passano più lontano dalla massa sono più corte di quelle che passano più vicino alla massa, essendo così delle geodetiche e spiegando la repulsione tra due cariche elettriche positive. Lo stesso potrebbe essere ipotizzato per due cariche negative. Tuttavia, se il meccanismo è lo stesso, vi sarebbe una repulsione anche tra cariche di segno opposto, il che non è vero.

Di conseguenza, il meccanismo proposto potrebbe giustificare l’attrazione tra due masse, o due anti-masse, e la repulsione tra cariche elettriche dello stesso segno, mentre risulta insoddisfacente e contraddittorio per gli altri fenomeni proposti o riportati.

Inoltre, come è possibile che le distorsioni spaziali possano causare, allo stesso tempo, deviazioni convergenti e divergenti secondo le combinazioni di masse/anti-masse, cariche elettriche positive e negative, ecc.?

Forse qualche postulato fondamentale è falso.

Nella concezione classica pre-einsteiniana, abbiamo le tre dimensioni spaziali - inconcepibili separatamente - più il tempo, che non era inteso come una dimensione ma come qualcosa di completamente diverso (ipotesi tridimensionale).

Nella proposta di Einstein, le tre dimensioni spaziali e il tempo costituiscono un unico insieme quadridimensionale che non può essere concepito separando spazio (inteso come tridimensionale) e tempo (ipotesi quadridimensionale). Come verosimile condizione implicita della sua proposta, queste dimensioni in assenza di “masse” sono considerate piatte mentre la presenza di “masse” determina curvature che originano quella che noi interpretiamo come “forza gravitazionale”. Da notare che nel 1916, anno in cui fu formulata la relatività generale [Einstein 1916], non si conosceva l’espansione dell’universo, proposta da Lemaître undici anni dopo [Lemaître 1927], e quello che poi sarebbe stato chiamato Big Bang. Questa concezione suggerisce che l’universo sia nato da una bolla primordiale infinitesimale che poi si è espansa come un palloncino di gomma che si gonfia uniformemente in ogni sua parte. Un’implicazione importante è che le dimensioni Newtoniane o Spaziali, e presumibilmente ogni altra possibile dimensione, sono curve, in contraddizione con la suddetta condizione di Einstein delle dimensioni piatte, che era implicita in una concezione proposta quando l’espansione dell’universo era sconosciuta. Quindi:

- le equazioni della relatività generale dovrebbero essere adattate a una condizione primaria in cui le dimensioni sono curve senza “masse” mentre tendono ad appiattirsi man mano che la presenza di “masse” aumenta;
- le equazioni einsteiniane prevedono che la curvatura delle dimensioni aumenti senza limiti in proporzione all’aumento delle masse che determinano la curvatura. Viceversa, se le masse appiattiscono una curvatura preesistente non possono appiattirla oltre il limite di un massimo appiattimento.

Pertanto, quale ipotesi alternativa in accordo con il concetto di universo in espansione, occorre considerare che le dimensioni spaziali sono curve in assenza di “masse” e che qualsiasi “massa” causa un appiattimento della curvatura, originando ciò che interpretiamo come “forza gravitazionale”.

Allo stesso tempo, un rigonfiamento nella curvatura potrebbe spiegare la repulsione tra cariche elettriche dello stesso segno. Tuttavia, questa spiegazione non può giustificare l’esistenza contemporanea di attrazione gravitazionale tra due masse o due anti-masse, e la repulsione tra masse e anti-masse, nonché gli opposti fenomeni fra corpi con carica elettrica dello stesso segno o di segno opposto.

Per risolvere queste contraddizioni, in primo luogo appare essenziale presupporre la coesistenza di più dimensioni in modo da spiegare la coesistenza di più tipi di “attrazioni” e “repulsioni” (gravitazionali, elettriche e di altri tipi non ancora citati).

Ora, tralasciando l’ipotesi tridimensionale o classica e l’ipotesi quadridimensionale o einsteiniana, postuliamo che ci siano infinite dimensioni, ognuna con la propria curvatura. Tutte le dimensioni essendo curve sono illimitate e, senza un termine di confronto al di fuori di queste dimensioni, sono anche infinite. Tuttavia, nel confronto tra due o più dimensioni, esiste sempre una relazione finita tra tali dimensioni (tranne nel caso in cui una delle due dimensioni - se esistente - abbia curvatura nulla). Supponiamo poi che ci siano infiniti sottoinsiemi di queste dimensioni, ciascuno con un numero finito di tali dimensioni, e che il nostro universo sia uno di tali sottoinsiemi. Ogni sottoinsieme è definito come un sub-universo e non come un universo locale perché non esiste un “luogo” distinto per alcun sottoinsieme di dimensioni o per alcuna dimensione.

Se per ogni dimensione accettiamo il “postulato della simmetria”, vale a dire che per ogni dimensione non esiste differenza tra le sue due possibili direzioni, da ciò deriva che tutte le dimensioni sono ortogonali tra loro. Infatti, anche se una sola dimensione non fosse ortogonale a tutte le altre dimensioni, per le altre dimensioni ci sarebbe una differenza tra le due direzioni (Fig. 5).

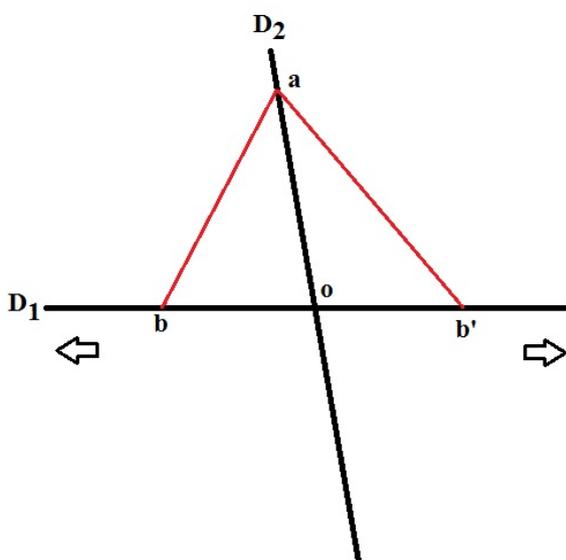


Figura 5 – D_1 e D_2 sono due dimensioni. Se le due dimensioni non sono ortogonali, considerando un qualsiasi punto su D_2 (a) e due punti su D_1 (b e b') equidistanti dal punto di intersezione con D_2 (o), le distanze ab e ab' sono diverse e quindi si ha differenza tra le due direzioni su D_1 (indicate dalle frecce). Allo stesso modo, si può dimostrare che vi è una differenza tra due direzioni su D_2 . Con lo stesso ragionamento, se esistono due o più dimensioni ortogonali, ogni ulteriore dimensione non ortogonale determina una differenza tra le due direzioni di qualsiasi dimensione.

Tutti i possibili spazi unidimensionali sono descritti schematicamente nella Fig. 6.

In questa immagine:

- gli spazi con curvatura positiva sono disegnati come cerchi visti dall'esterno (parte superiore della figura), e i raggi hanno valore positivo;
- gli spazi con curvatura negativa sono disegnati come cerchi visti dall'interno (parte inferiore della figura) e i raggi hanno valore negativo;
- gli spazi con curvatura nulla (se esistenti) sono rappresentati da una linea retta orizzontale e possono essere considerati come cerchi con raggi di infinita lunghezza.

Gli intervalli di valori per la curvatura di tutte le possibili dimensioni sono indicati nella Tabella 1:

Tabella 1

$1/R$	R	Descrizione
$<+\infty$ e >0	>0 and $<+\infty$	curvatura positiva
0	$+\infty$ or $-\infty$	curvatura nulla
$>-\infty$ e <0	<0 and $>-\infty$	curvatura negativa

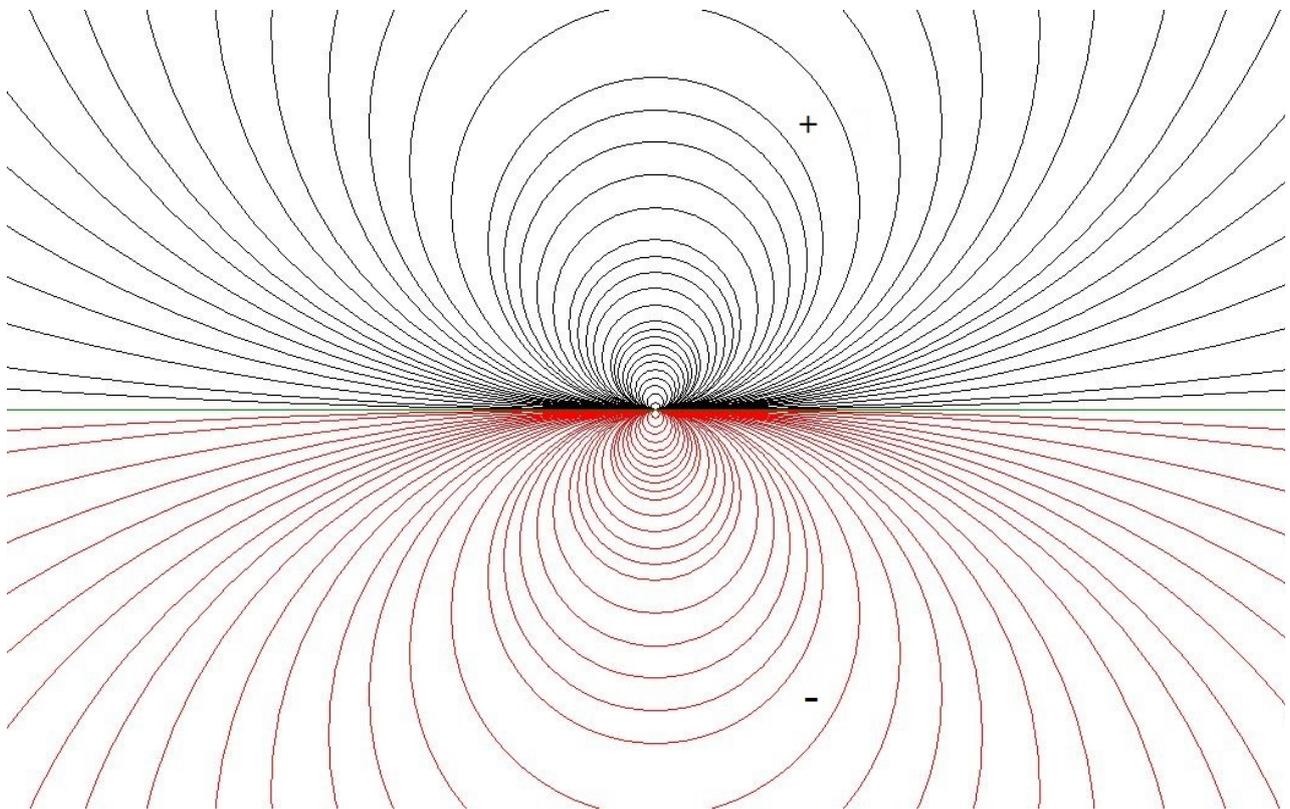


Figura 6 - Schema di tutti i possibili spazi unidimensionali. Nella parte superiore, spazi con curvatura positiva ($1/R>0$); nella parte inferiore, spazi con curvatura negativa ($1/R<0$). La retta rappresenta qualsiasi spazio unidimensionale con curvatura zero ($1/R=0$).

Facendo riferimento a qualsiasi spazio unidimensionale con curvatura diversa da zero, e quindi descrivibile come un cerchio, si definisce “appiattimento” qualsiasi riduzione della curvatura di un segmento della circonferenza diretto dalla circonferenza verso il centro.

Nelle superfici con curvatura positiva, essendo il raggio di valore positivo, si ha una riduzione delle distanze tra il centro della curvatura e i punti nella zona dove si ha l'appiattimento. Pertanto l'area appiattita costituisce un incavo.

Nelle superfici con curvatura negativa, essendo il raggio di valore negativo, si ha un aumento delle distanze tra il centro della curvatura ed i punti nella zona dove si ha l'appiattimento. Pertanto l'area di appiattimento vista dall'interno costituisce un rigonfiamento (Fig. 7).

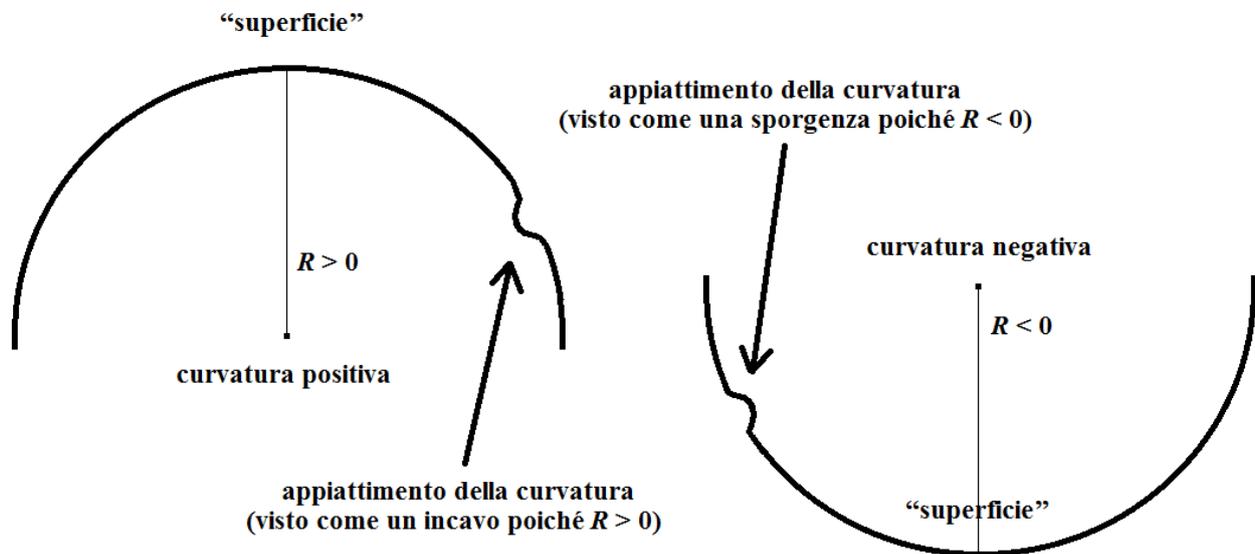


Figura 7 - "Superficie" e "appiattimento" della curvatura nel caso di dimensioni con curvatura positiva ($R > 0$) o negativa ($R < 0$). Per una migliore leggibilità dello schema, qualsiasi appiattimento è fortemente esagerato (la curvatura non dovrebbe mai essere invertita!), diventando un incavo (se $R > 0$) o un rigonfiamento (se $R < 0$).

Consideriamo ora uno spazio bidimensionale di cui una dimensione è curva e l'altra ha curvatura nulla (o quasi). Esso può essere rappresentato come la superficie laterale di un cilindro regolare.

Per superficie curva viene qui definita "geodetica" la linea che unisce due punti A e B che ha l'area minima sottesa dalla linea rispetto alla parte sottostante dell'asse del cilindro. Si ricorda che se la curvatura è positiva tutti i raggi che vanno dall'asse del cilindro alla superficie hanno valore positivo e quindi il valore dell'area è sempre positivo. Viceversa, se la curvatura è negativa, tutti i raggi hanno valore negativo e quindi il valore dell'area è sempre negativo.

Di conseguenza, se la curvatura è positiva un appiattimento riduce il valore dell'area sottostante, mentre se la curvatura è negativa un appiattimento lo aumenta. Con questa premessa, per quanto riguarda le geodetiche:

- su una superficie con curvatura positiva la geodetica che congiunge due punti tende a deviare verso un appiattimento (che in questo caso è un incavo);
- su una superficie con curvatura negativa, la geodetica tende ad allontanarsi dall'appiattimento (che in questo caso è un rigonfiamento).

In uno spazio avente tutte le dimensioni con curvatura nulla (uno spazio euclideo se ci sono tre dimensioni), un appiattimento è impossibile, in quanto tutti i punti sono ugualmente distanti dal centro posto all'infinito, e le geodetiche sono sempre le rette che congiungono due punti.

Ora immaginiamo anche che l'appiattimento nella dimensione curva sia determinato dalla doppia oscillazione di un segmento di questa dimensione. La doppia oscillazione, se asincrona, determina una rotazione del segmento che può avere solo due sensi di rotazione (orario o antiorario) (Fig. 8).

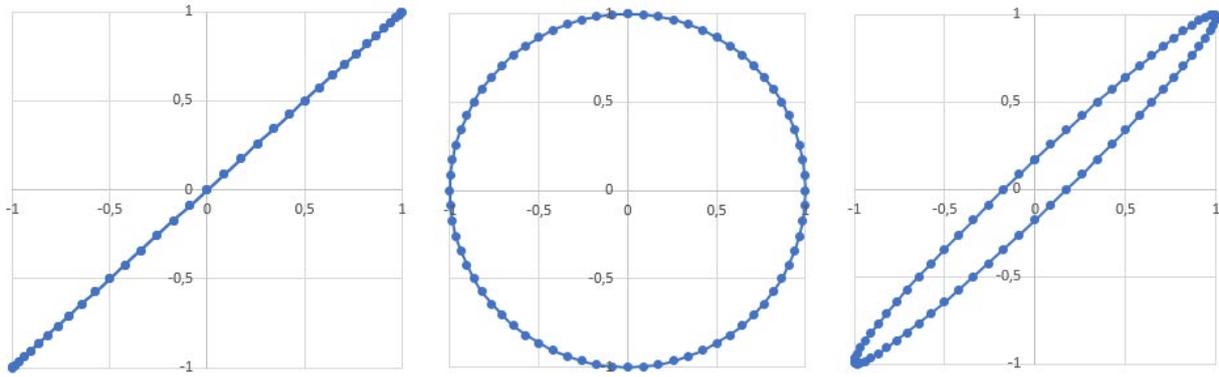


Figura 8 – Una doppia oscillazione vista di fronte. Sono riportati i valori del seno di un punto sulle due curve. A sinistra: le due oscillazioni sono sincrone; al centro: le due oscillazioni sono sfasate di 90° ; a destra: le due oscillazioni sono sfasate di 10° .

Consideriamo due casi:

- Nel primo caso vi è uno spazio bidimensionale, una dimensione a curvatura positiva e l'altra a curvatura nulla, rappresentato graficamente come la superficie esterna di un cilindro (parte superiore della Fig. 9). Sulla dimensione con curvatura positiva poniamo un appiattimento maggiore, disegnato come un incavo proiettato verso l'interno del cilindro (nell'immagine, l'incavo è sproporzionato in quanto la curvatura non dovrebbe mai invertirsi), e uno molto più piccolo (non disegnato). Poiché la curvatura è positiva, l'appiattimento provoca deviazioni delle geodetiche verso di essa.

Se i due appiattimenti hanno la stessa rotazione (positiva o negativa), è facile vedere che la geodetica che descrive il movimento dello spianamento minore (mentre questo corre lungo la direzione della dimensione con curvatura nulla; direzione verticale nella figura) si sposta verso lo spianamento maggiore sia se i due appiattimenti vanno verso il basso (A nella figura) sia se gli appiattimenti vanno verso l'alto (A' nella figura). Per una migliore leggibilità dello schema si è ipotizzata una forte differenza tra le aree dei due appiattimenti, ma il ragionamento è analogo qualunque siano i valori delle aree dei due appiattimenti, sottolineando che comunque le due geodetiche tendono a convergere.

Se invece i due appiattimenti hanno rotazioni opposte (una definita positiva e l'altra negativa), poiché le oscillazioni che causano i due appiattimenti appaiono correre nelle due direzioni opposte della dimensione Tempo (v. la discussione del paragrafo (iv), sotto), le geodetiche divergono in entrambe le direzioni lungo l'asse verticale (B e B' nella figura).

- Nel secondo caso vi è uno spazio bidimensionale, una dimensione con curvatura negativa e l'altra con curvatura zero, rappresentato graficamente come la superficie interna di un cilindro (parte inferiore della Fig. 9). Sulla dimensione con curvatura negativa poniamo un appiattimento maggiore, disegnato come un rigonfiamento proiettato verso l'interno del cilindro (nell'immagine, l'incavo è sproporzionato in quanto la curvatura non dovrebbe mai invertirsi) e uno molto più piccolo (non disegnato). Poiché la curvatura è negativa, l'appiattimento provoca deviazioni delle geodetiche lontano da esso.

Se i due appiattimenti hanno la stessa rotazione (positiva o negativa), è facile vedere che la geodetica che descrive il movimento dell'appiattimento minore (mentre questo corre lungo la direzione della dimensione con curvatura nulla; direzione verticale nella figura) si allontana dall'appiattimento maggiore sia se i due appiattimenti vanno verso il basso (C nella figura) sia se gli appiattimenti vanno verso l'alto (C' nella figura). Per una migliore leggibilità dello schema si è ipotizzata una forte differenza tra le aree dei due appiattimenti, ma il ragionamento è analogo qualunque siano i valori delle aree dei due appiattimenti, sottolineando che comunque le due geodetiche tendono a divergere.

Se invece i due appiattimenti hanno rotazioni opposte (una definita positiva e l'altra negativa), poiché le oscillazioni che causano i due appiattimenti appaiano correre nelle due direzioni opposte della dimensione Tempo (v. la discussione del successivo paragrafo (iv), sotto), le geodetiche convergono in entrambe le direzioni lungo l'asse verticale (D e D' in figura).

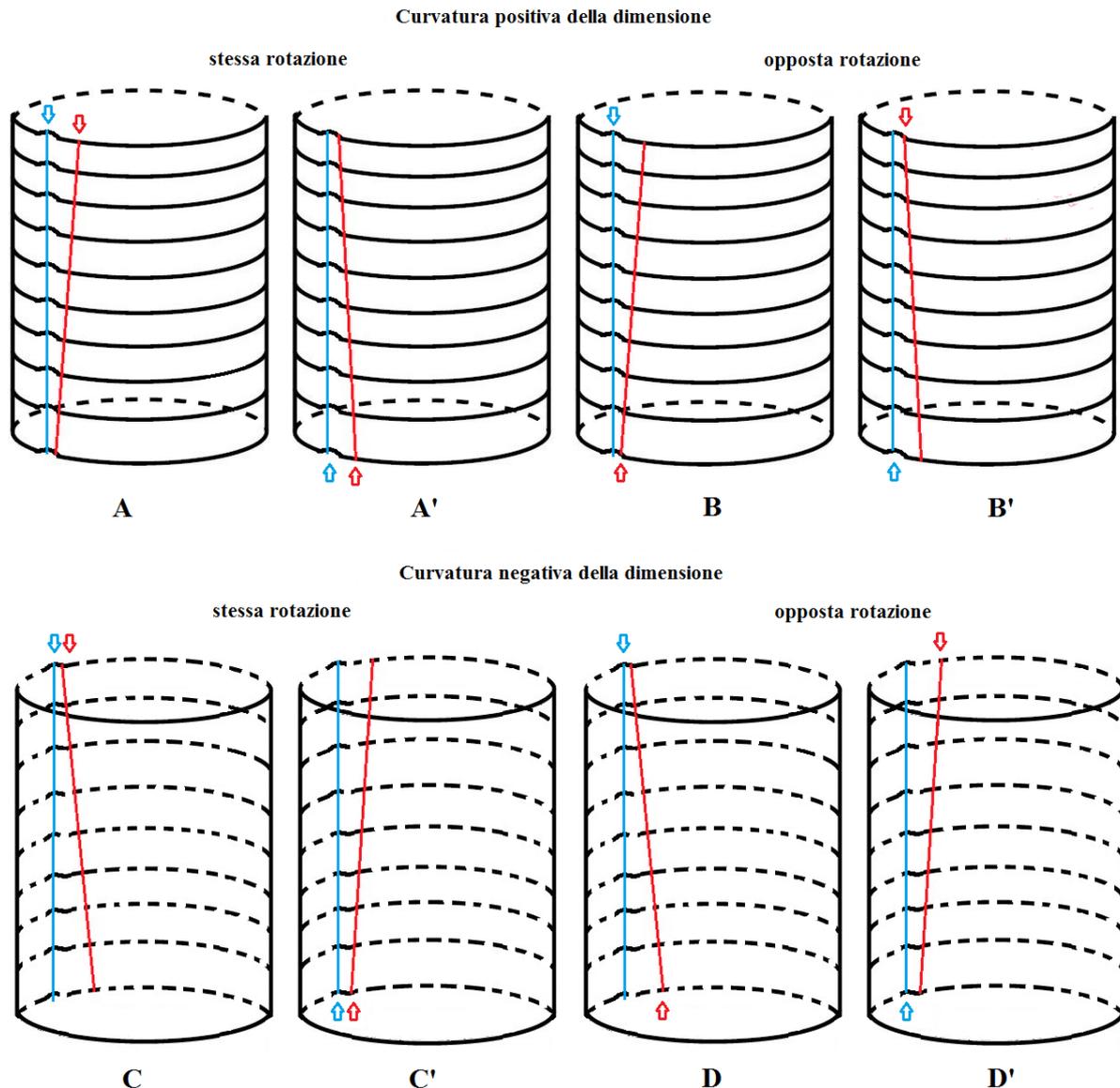


Figura 9 - Schema degli spostamenti di due appiattimenti in funzione della curvatura dello spazio e del valore (positivo o negativo) della rotazione. L'appiattimento maggiore è indicato da una freccia azzurra, mentre l'appiattimento minore da una freccia rossa. Lo spostamento dell'appiattimento maggiore è molto piccolo (non rappresentato) ed è indicato da una linea azzurra mentre quello dell'appiattimento minore è indicato da una linea rossa. Nella parte superiore una dimensione ha curvatura positiva mentre l'altra ha curvatura nulla; nella parte inferiore una dimensione ha curvatura negativa mentre l'altra ha curvatura nulla; a sinistra (A, A', C, C') le rotazioni hanno gli stessi valori; a destra (B, B', D, D') le rotazioni hanno valori opposti. Per una migliore leggibilità dello schema, ogni appiattimento è fortemente esagerato diventando un marcato incavo o rigonfiamento.

Si propongono ora le seguenti definizioni:

- i) gli appiattimenti sono definiti come “particelle elementari” e l'entità dell'appiattimento come misura di una proprietà definita come “massa” o “carica elettrica” o altrimenti a seconda della dimensione;

- ii) le deviazioni convergenti o divergenti, sono definite rispettivamente “forze attrattive” o “forze repulsive”;
- iii) la dimensione con curvatura nulla (o quasi nulla) è definita dimensione “Tempo” (T)
- iv) dati due appiattimenti con rotazioni opposte, il primo che ruota in senso orario verso una direzione di T arbitrariamente stabilita sarà definito “particella” (o “particella+”) e l’altro come “antiparticella” (o “particella-”). Questa definizione trae ispirazione dall’idea che particelle e antiparticelle siano la stessa cosa che va rispettivamente in una direzione temporale o nella direzione temporale opposta, poiché le antiparticelle riproducono gli effetti che avrebbero se le particelle tornassero indietro nel tempo [Randall 2005]. In effetti: “J. Wheeler e R. Feynman hanno proposto l’idea che le antiparticelle siano le particelle che si muovono indietro nel tempo. ... I positroni ... sono antiparticelle, si propagano dal futuro al passato.” [Teramoto 2015, pp. 40-41]. In effetti, osservando il moto di punti omogenei (ad esempio, l’apice) delle oscillazioni di una particella e della sua antiparticella, le due onde appaiono correre nelle direzioni opposte della dimensione Tempo (Fig. 10). Ciò può indurre alla fuorviante descrizione dell’antiparticella che si muove indietro nel tempo, mentre è più corretto dire che particella e antiparticella differiscono per il senso di rotazione delle loro oscillazioni. Però la prima descrizione è utile per comprendere l’attrazione o repulsione fra una particella e la sua antiparticella.

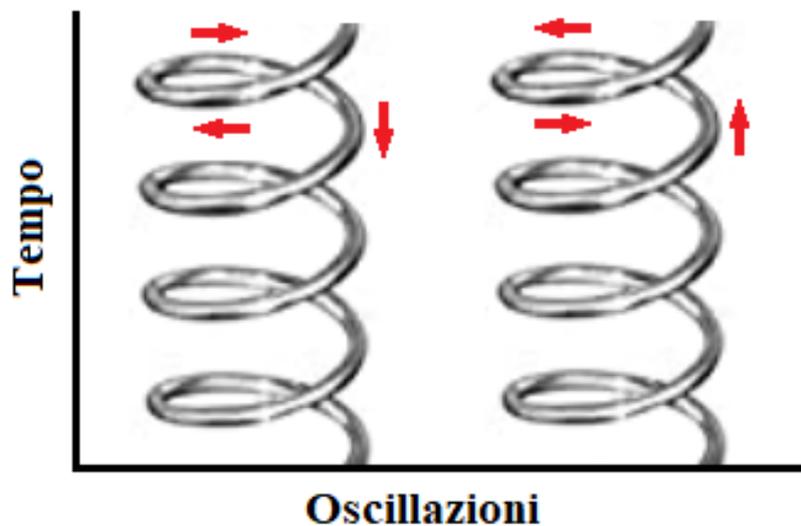


Figura 10 – A sinistra: il moto dell’apice di una doppia oscillazione per una “particella”; a destra: lo stesso per una “antiparticella”.

I tre possibili tipi di dimensioni e le deviazioni (“attrazioni” o “repulsioni”) causate da “particelle” / “antiparticelle” sono riassunti nella Fig. 11.

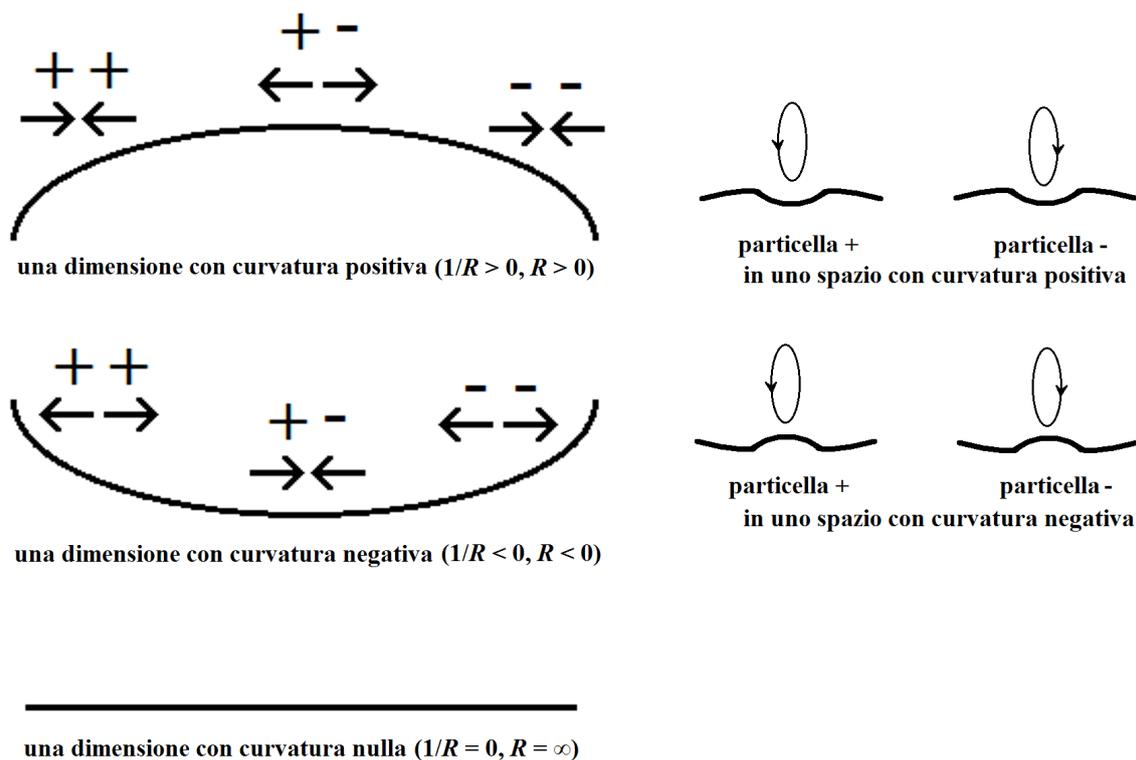


Figura 11 - I tre possibili tipi di dimensioni. Le “particelle” sono rappresentate con il segno “+” o con il segno “-” a seconda che abbiano rotazione oraria o antioraria. Le “forze”, “attrattive” o “repulsive”, sono rappresentate rispettivamente da frecce convergenti o divergenti.

Sebbene questi concetti e schemi possano sembrare sterili astrazioni, essi hanno un’interessante corrispondenza con i dati reali. Le tre dimensioni spaziali ordinarie insieme alla dimensione tempo potrebbero essere interpretate come tre dimensioni con uguale curvatura positiva, definite come dimensioni “Spaziali” o “Newtoniane”, insieme ad una dimensione con curvatura nulla (o quasi nulla), definita come dimensione “Tempo”. In ciascuna delle tre dimensioni “Spaziali”, le “particelle+” dovrebbero attrarsi (“forza di gravità”), analogamente le “antiparticelle” (“particelle-”) dovrebbero attrarsi, mentre una particella e un’antiparticella si respingerebbero fra di loro.

È ben noto che la relatività generale spiega in modo eccellente la cosiddetta forza di gravità come effetto delle distorsioni spaziali. Per quanto riguarda l’attrazione tra antiparticelle (antimateria) e la repulsione tra particelle (materia) e antiparticelle (antimateria): “... *il comportamento gravitazionale dell’antimateria è ancora sconosciuto. Mentre possiamo essere fiduciosi che l’antimateria è auto-attrattante, l’interazione tra materia e antimateria potrebbe essere attrattante o repulsiva. Indaghiamo questo problema su basi teoriche. Partendo dall’invarianza CPT delle leggi fisiche, trasformiamo la materia in antimateria nelle equazioni sia dell’elettrodinamica che della gravitazione. Nel primo caso, il risultato è il noto cambiamento di segno della carica elettrica. In quest’ultimo, troviamo che l’interazione gravitazionale tra materia e antimateria è una repulsione reciproca, cioè l’antigravità appare come una previsione della relatività generale quando viene applicata la CPT.*” [Villata 2011]

Un diverso approccio che pure porta all’ipotesi di repulsione tra materia e antimateria era stato proposto da Santilli qualche anno prima [Santilli 1999]. Entrambe le teorie si presentano come estensioni della relatività generale per la quale la gravità non è una forza (la deflessione della traiettoria di una particella è determinata dalla curvatura dello spazio-tempo) e sull’idea che particelle e antiparticelle corrono nei due sensi opposti del tempo. Tuttavia, Villata prevede la repulsione tra materia e antimateria applicando gli operatori C, P e T [Villata 2011, 2013, 2015], mentre Santilli la prevede applicando mappe isodali [Santilli 1999]. Alcune critiche alla proposta di Villata furono

formulate da Cabbolet [Cabbolet 2011], ma subito respinte da Villata [Villata 2011b] (vedi Wikipedia, Gravitational interaction of antimatter; accesso nel settembre 2021).

Una dimensione con curvatura negativa, la dimensione “Elettrica”, potrebbe spiegare i fenomeni di base dell’elettricità: (i) due particelle con carica negativa si respingono; (ii) anche due particelle con carica positiva, cioè le antiparticelle elettriche, si respingono; (iii) due cariche di segno opposto si attraggono.

È ben noto che le leggi che descrivono le attrazioni e le repulsioni tra le cariche elettriche sono simili a quelle che descrivono la forza di gravità:

$$\text{La legge gravitazionale di Newton: } F_g = +G \cdot (m_1 \cdot m_2) / d^2 \quad (1)$$

$$\text{La stessa legge integrata con l'ipotesi di Villata sull'antimateria: } F_g = +G \cdot (\pm m_1 \cdot \pm m_2) / d^2 \quad (2)$$

$$\text{La legge di Coulomb: } F_e = -k \cdot (\pm q_1 \cdot \pm q_2) / d^2 \quad (3)$$

Come evidenziato da Barrow [Barrow 2002], è importante ricordare che Theodor Kaluza propose già nel 1921 [Kaluza 1921] l’ipotesi dell’elettromagnetismo come analogo della gravità che si propagava in una dimensione spaziale aggiuntiva. Infatti, Kaluza osservò che con una quinta dimensione le equazioni della relatività generale di Einstein descriverebbero le equazioni dell’elettromagnetismo di Maxwell [Green 2004, pp. 360-361].

A questo punto sorge una domanda.

È possibile spiegare anche le altre “forze” note (forza forte, forza debole, forze agenti sui cosiddetti colori dei quark) come effetti di ulteriori dimensioni con curvatura positiva o negativa? Inoltre, è possibile spiegare la struttura di protoni, neutroni, elettroni, quark, ecc. e delle reazioni tra particelle, sulla base di questa spiegazione?

La Fig. 12 anticipa un possibile schema interpretativo di alcune dimensioni ipotizzabili per spiegare questi fenomeni. Queste dimensioni verranno gradualmente introdotte nell’esposizione.

Tali considerazioni possono essere riassunte in un’unica formula, che si potrebbe definire “legge generale delle deviazioni divergenti/convergenti”.

In qualsiasi dimensione X con raggio R_x e quindi curvatura pari a $1/R_x$, il grado di “deviazione convergente” (“forza attrattiva”) o “deviazione divergente” (“forza repulsiva”) tra due appiattimenti (“masse” o altre definizioni) poste ad una distanza d_x , potrebbe essere descritto dalla seguente formula:

$$\Delta_X = \pm[\varphi_X(d_X) (\pm f_{X,1}) (\pm f_{X,2})] / d_x^2 \quad (4)$$

dove (sempre nella dimensione X):

Δ_X = deviazione; $f_{X,Y}$ = appiattimento Y; d_x = distanza tra i due appiattimenti ($f_{X,1}$ e $f_{X,2}$); $\varphi_X(d_X)$ = una funzione di d_x e R_x .

Questa formula è simile alla legge di Newton, che descrive la forza gravitazionale, e alla legge di Coulomb, che descrive l’attrazione o repulsione tra cariche elettriche, e infatti, con alcune specificazioni e limiti, può essere trasformata in entrambe le formule.

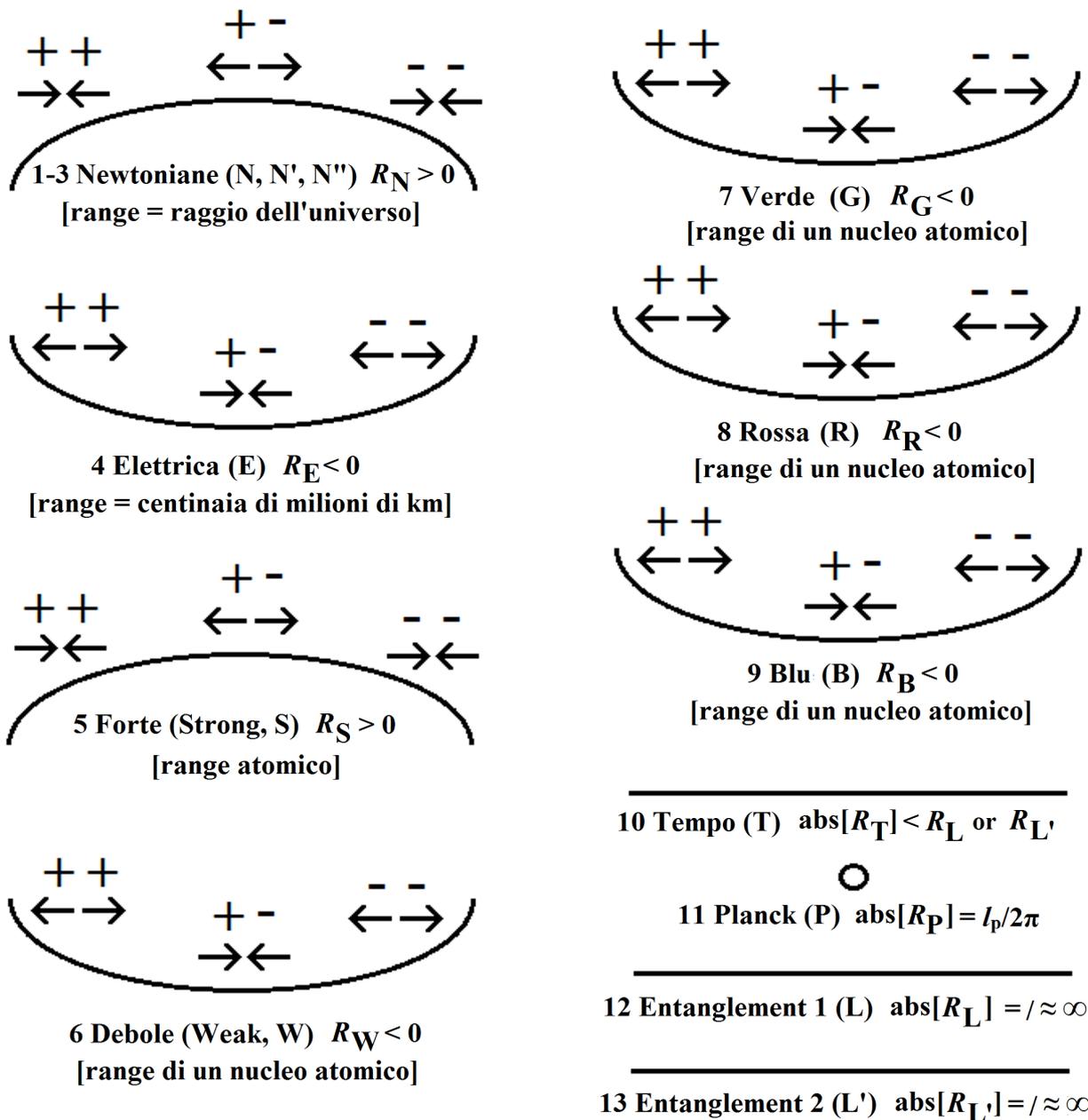


Figura 12 - Possibili dimensioni del nostro sub-universo. Tra parentesi tonde, l'abbreviazione del nome della dimensione. Tra parentesi quadre, l'estensione dell'azione in ciascuna dimensione (range).

Esistono però varie e sostanziali differenze:

--- Δ_X

Δ significa deviazione (la lettera greca delta è usata per evitare confusione con d , distanza) e indica le deviazioni reciproche nella dimensione X causate da due appiattimenti di quella dimensione. Δ può essere misurato in angoli o come rapporto tra Δ_X e Δ_{tempo} . Non è una forza ma, in termini matematici, possiamo descriverla come una "forza" (senza credere che esista una "forza"!). Un'altra possibile descrizione matematica è quella delle azioni di uno specifico "campo" (gravitazionale/elettrico/etc; senza credere che il campo esista!). Il segno \pm prima di Δ_X indica la curvatura della dimensione X (+ = positiva; - = negativa).

--- $\pm f_{X,1}$ e $\pm f_{X,2}$

$\pm f_{X,1}$ e $\pm f_{X,2}$ indicano due appiattimenti della dimensione X, ciascuno causato dalla rotazione di un segmento di quella dimensione. Il segno \pm indica se la rotazione è positiva (rotazione oraria), o negativa (rotazione antioraria) e, per definizione, un appiattimento con rotazione positiva è definito come “particella” o “particella+” e un appiattimento con rotazione negativa come “antiparticella” o “particella-”. Va notato che la definizione di rotazione oraria o antioraria è arbitraria, e che la definizione di appiattimento come “particelle” non significa che vi siano entità distinte definite come tali. A seconda del tipo di dimensione X una “particella” può essere definita anche come “massa”, “carica elettrica”, o altrimenti, ma ciò non va inteso come l’esistenza di entità distinte diverse da appiattimenti della dimensione X.

--- $\varphi_X(d_X)$

$\varphi_X(d_X)$, un parametro che è in funzione di d_X e non è una costante. Esso sostituisce le costanti che vi sono nelle equazioni di Newton e Coulomb. Ciò potrebbe sembrare non corrispondente alla realtà empirica e in qualche modo illogico. Tuttavia, un semplice argomento mostra che ciò non è affatto illogico. Consideriamo: (i) una dimensione curva; (ii) una “particella” (cioè un appiattimento) nel punto A; (iii) due appiattimenti assai minori equidistanti da A e posti in luoghi opposti (B e B’); (iv) l’appiattimento in A esercita un’“attrazione” (o una “repulsione”) sugli appiattimenti B e B’. Secondo le leggi di Newton e Coulomb, le attrazioni o le repulsioni agiscono in misura decrescente con l’inverso del quadrato della distanza. Tuttavia, a qualsiasi distanza queste forze non si annullano mai in quanto sono funzione di una costante divisa per il quadrato di un valore finito. Ebbene, se la dimensione è curva, man mano che B e B’ si allontanano da A alla fine raggiungono un punto C agli antipodi di A (cioè quando $d_X = \pi \cdot R_X$) in cui le forze non possono avere contemporaneamente direzioni opposte e quindi debbono essere necessariamente nulle (Fig. 13).

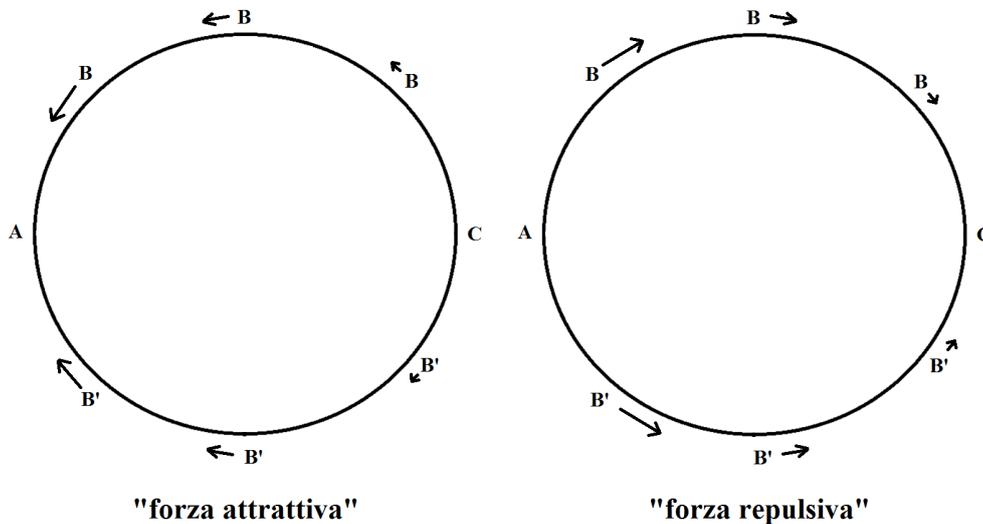


Figura 13 – In C, agli antipodi di A, il valore di $\varphi_X(d_X)$ [in questo punto è $\varphi_X(\pi \cdot R_X)$] deve essere necessariamente nullo. Se questo valore fosse diverso da 0, una “particella” in C dovrebbe andare contemporaneamente in due direzioni diverse, sia nel caso di una “forza attrattiva” (a sinistra) sia nel caso di una “forza repulsiva” (a destra).

Di conseguenza, le costanti nelle formule di Newton e Coulomb, che per definizione non variano per nessun valore di d_X , devono essere una funzione che varia con d_X e diventano necessariamente nulle quando i due appiattimenti sono agli antipodi.

Per le “forze” gravitazionale e elettrica è molto difficile o forse impossibile verificare sperimentalmente che esse, oltre a diminuire con il quadrato delle distanze, si annullano quando $d_X = \pi \cdot R_X$.

Pertanto l'argomento può sembrare di scarso interesse e di valore irrilevante. Tuttavia, se applichiamo la stessa legge generale a dimensioni con R molto piccolo (ad esempio nell'intervallo di un atomo o di un nucleo atomico), vi è l'interessante previsione che “forze” come la forza forte (Strong, S) e la forza debole (Weak, W), anche se molto più intense della forza gravitazionale a distanze atomiche o nucleare, devono ridursi in una proporzione maggiore dell'inverso del quadrato delle distanze e devono annullarsi a distanze comprese rispettivamente nell'intervallo di un atomo o del nucleo di un atomo. Questo spiegherebbe una ben nota enorme contraddizione: la “forza” gravitazionale, che è molto debole, agisce ancora a distanze di miliardi di anni luce, mentre la “forza” forte e la “forza” debole, che a livello atomico sono enormemente più forti della forza gravitazionale, diventano irrilevanti rispettivamente al di fuori dell'atomo e del nucleo atomico.

--- $1/dx^2$

La forza di gravità tra due masse è in relazione con il quadrato della distanza tra le due masse. La giustificazione abituale, come spiega Green [Green 2004, pp. 396-397], è in termini di linee di un campo di forza in uno spazio tridimensionale: “... *le linee del campo gravitazionale del sole... hanno una densità ad una distanza d che è inversamente proporzionale all'area di una sfera immaginaria di raggio d ... un'area che la geometria di base mostra essere proporzionale a d^2 .*” A differenza di ciò, nell'interpretazione qui proposta della “forza gravitazionale” (e di ogni altra “forza”), essa è l'effetto provocato dalla distorsione di uno spazio unidimensionale: 1) la distorsione (e quindi la deviazione delle geodetiche) è inversamente proporzionale alla distanza da un appiattimento (cioè, $\propto f_x/dx$); 2) il prodotto dell'attrazione tra due appiattimenti è proporzionale agli scostamenti delle due geodetiche e quindi proporzionale al prodotto dei due appiattimenti ed inversamente proporzionale al quadrato della distanza tra i due appiattimenti, cioè $\propto (f_{x,1}/dx) \cdot (f_{x,2}/dx) = \propto (f_{x,1} \cdot f_{x,2})/dx^2$.

Nel caso di tre distinte dimensioni “Spaziali” (che abbiamo supposto di uguale curvatura positiva) è necessario sommare i vettori nelle tre dimensioni Spaziali e avremo sempre che la deviazione è $\propto (f_{x,1} \cdot f_{x,2})/dx^2$.

4. Effetti della Legge Generale delle Deviazioni Divergenti/Convergenti nel confronto tra dimensioni con differente curvatura

Facendo riferimento a diverse coppie di dimensioni - la prima, una dimensione curva con raggio= R_y , e la seconda una dimensione con curvatura nulla (o quasi nulla) -, che possono essere rappresentate come la superficie di un cilindro, la differenza tra i vari cilindri può essere solo nel grado di curvatura della prima dimensione.

Nel confronto tra gli effetti su due differenti cilindri di eventuali appiattimenti nella dimensione curva, dobbiamo considerare alcuni parametri in qualsiasi cilindro y:

- z_y = in riferimento al raggio passante per il centro dell'appiattimento z, la differenza tra il punto di intersezione nella curva non appiattita e il punto di intersezione nell'appiattimento;
- $\text{abs}(z_y)$ = il valore assoluto di z_y ;
- $\%(z_y)$ = il valore relativo di z_y rispetto al raggio della dimensione curva ($=z_y/R_y$);
- Δ_y = l'angolo di deflessione causato dall'appiattimento.

Per quanto riguarda la Legge Generale, alcune considerazioni sono immediatamente possibili:

- (i) La legge (compresa la funzione $\varphi_X(d_X)$ all'interno della formula) è la stessa per tutti i cilindri in quanto essi sono geometricamente simili;
- (ii) Se i due cilindri sono identici ($R_1=R_2$), dalla formula si otterranno sempre gli stessi valori;
- (iii) Se i due cilindri sono differenti ($R_1 \neq R_2$; e ponendo $R_1 > R_2$), in base a semplici considerazioni geometriche,
 - se $\%(z_1) = \%(z_2)$ (ovvero, $z_1/R_1 = z_2/R_2$), avremo valori identici di Δ ;
 - se $\%(z_y)$ è più piccolo in un cilindro (ad es., $z_1/R_1 < z_2/R_2$), avremo un valore minore di Δ per quel cilindro;
 - se $\text{abs}(z_1) = \text{abs}(z_2)$, essendo stato posto $R_1 > R_2$, avremo $\text{abs}(z_1)/R_1 < \text{abs}(z_2)/R_2$, cioè $\%(z_1) < \%(z_2)$ e quindi $\Delta_1 < \Delta_2$.

Il punto (iii) è illustrato nella Fig. 14.

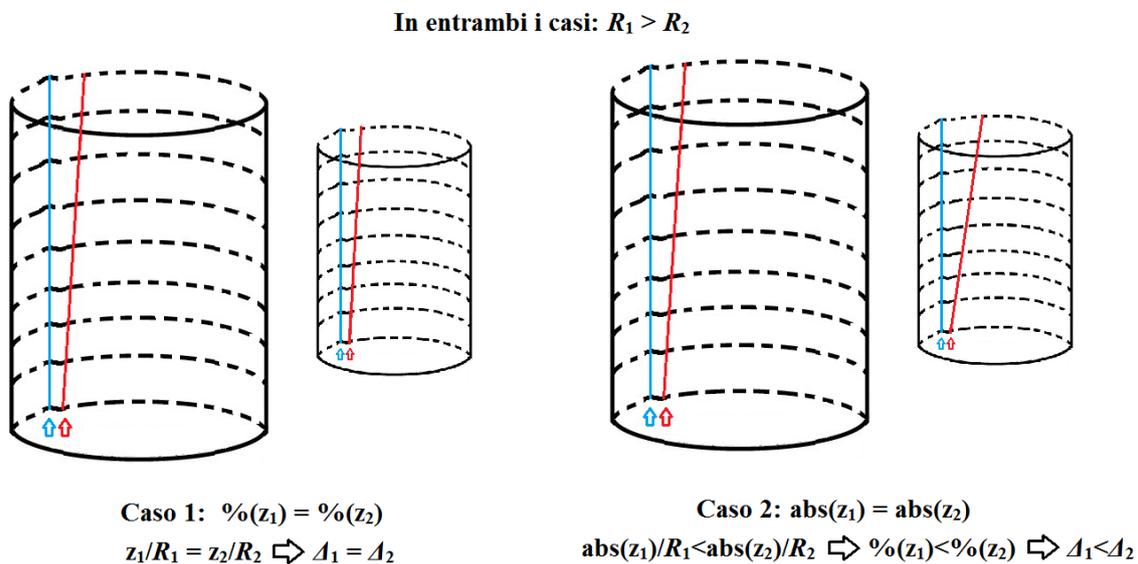


Figura 14 – In entrambi i casi la dimensione curva ha curvatura negativa, gli appiattimenti hanno la stessa rotazione, e $R_1 > R_2$. Caso 1: I due appiattimenti hanno lo stesso valore percentuale di z, cioè $\%(z_1) = \%(z_2)$, e quindi $\Delta_1 = \Delta_2$; Caso 2: I due appiattimenti hanno lo stesso valore assoluto, cioè $\text{abs}(z_1) = \text{abs}(z_2)$, e quindi: $\text{abs}(z_1)/R_1 < \text{abs}(z_2)/R_2 \rightarrow \%(z_1) < \%(z_2) \rightarrow \Delta_1 < \Delta_2$.

Consideriamo ora due casi: nel primo la dimensione curva ha un raggio molto piccolo (R_1), inferiore all'ambito di un nucleo atomico, mentre nel secondo vi è un raggio (R_2) uguale a quello del nostro universo. Quanto sopra ci dice che nel caso di due appiattimenti con uguale valore assoluto, cioè

$\text{abs}(z_1) = \text{abs}(z_2)$, si avrà una deviazione (cioè una “forza”) molto maggiore nel primo caso che nel secondo caso (cioè $\Delta_1 \gg \Delta_2$). Tuttavia, poiché $\varphi_X(d_X)$ si annulla ad una distanza uguale o maggiore di $\pi \cdot R_X$, nonostante la grande differenza tra le due “forze”, la maggiore sarà nulla oltre la piccolissima distanza $\pi \cdot R_1$ mentre la seconda forza, pur essendo molto debole, avrà effetto anche a distanze enormi ($\pi \cdot R_2$ è straordinariamente grande!).

Considerando le forze “forte” e “debole” e la forza gravitazionale, si può facilmente notare l’analogia tra le caratteristiche di queste forze reali e quelle delle due ipotetiche forze sopra menzionate.

5. Quantizzazione del nostro sub-universo

È ben noto che i fenomeni fisici sono quantizzati, cioè i loro parametri possono assumere solo valori discreti. Esistono innumerevoli lavori sperimentali e molte formule che dimostrano o descrivono fenomeni quantizzati [Sakurai e Napolitano 2020], ma non esiste una spiegazione del perché i fenomeni siano quantizzati.

Ora, ipotizziamo per il nostro sub-universo una dimensione curva, definita come “dimensione di Planck” o “dimensione P”, con una circonferenza molto piccola, ad esempio con un raggio, R_P , simile o uguale alla lunghezza di Planck ($l_p = 1.616252E-35$ m), e, quindi con una curvatura ($1/R_P$) molto maggiore di qualsiasi altra dimensione.

Per questa dimensione, un ipotetico appiattimento pari in valore assoluto ad un appiattimento di qualsiasi altra dimensione, provocherebbe deviazioni delle geodetiche (“forze”) molto maggiori di quelle provocate in qualsiasi altra dimensione, ma senza alcun effetto oltre la piccolissima lunghezza di Planck.

Inoltre, è difficile immaginare come qualsiasi altra dimensione possa causare un appiattimento nella dimensione P. Una “forza” determinata dall’appiattimento in qualsiasi altra dimensione agirebbe sulla dimensione P con un’intensità paragonabile a quella di un gas estremamente rarefatto su una sfera metallica ultra-resistente, cioè con effetto nullo.

Poiché la dimensione P, secondo la sua definizione, esiste in ogni punto di qualsiasi dimensione del nostro sub-universo, qualsiasi distorsione (lineare, bidimensionale, tridimensionale, ecc.) di qualsiasi dimensione o gruppo di dimensioni non potrebbe essere inferiore a R_P , oppure ad una circonferenza pari a $2\pi \cdot R_P$, oppure ad una sfera di raggio pari a R_P , e così via. Questo perché una distorsione al di sotto di questo limite determinerebbe un appiattimento della dimensione P, che appare inverosimile. Inoltre, qualsiasi distorsione al di sopra di questo limite inferiore deve essere un multiplo esatto di questa misura minima. Infatti, se una distorsione fosse uguale a z volte la misura minima, con z un non numero intero e uguale a un numero intero (n) più una parte frazionaria, sottraendo n parti minime da z avremmo come parte residua una parte che è una frazione della misura minima, il che non è possibile.

Tutto ciò implica che qualsiasi fenomeno nel nostro sub-universo, per qualsiasi dimensione, compresa la dimensione Tempo (T), o per qualsiasi gruppo di dimensioni, è subordinato in termini quantitativi alla curvatura della dimensione P e quindi tutti i fenomeni devono essere quantizzati in relazione a R_P .

Come rappresentazioni visive, immaginiamo:

- un gruppo di due dimensioni, la dimensione P e qualsiasi altra dimensione con una curvatura assai inferiore. Queste due dimensioni possono essere viste come un tubo molto lungo ed estremamente sottile. Possiamo immaginare di piegare il tubo in infiniti modi ma mai in modo da ridurre la sezione perché ciò significherebbe uno schiacciamento della dimensione P;
- un gruppo di tre dimensioni, la dimensione P e altre due dimensioni con una curvatura assai inferiore. Sarebbe come un foglio molto sottile che possiamo piegare in infiniti modi senza mai ottenere aree più piccole della sezione della dimensione P perché questo significherebbe comprimere la dimensione P;
- la dimensione P e un gruppo di n dimensioni con curvatura assai inferiore. In ogni punto di questo spazio multidimensionale vi è la dimensione P e quindi possiamo piegare in infiniti modi lo spazio

multidimensionale ma non possiamo ottenere un pezzo multidimensionale con qualsiasi delle sue parti più piccola della dimensione P.

Circa l'origine dei fenomeni quantizzati, come sottolineato da Barrow [Barrow 2002], è importante ricordare la proposta di Oskar Klein. Egli scrisse a Niels Bohr [Klein 1926] suggerendo di ricercare l'origine della lunghezza di Planck in una quinta dimensione estremamente piccola e circolare (con una circonferenza di circa 10^{-30} cm, cioè qualcosa in più della lunghezza di Planck) e con una presenza impercettibile a causa di ciò. Secondo questo autore, la costanza della struttura fine che vediamo in tre dimensioni, cioè la quantizzazione di qualsiasi fenomeno, deriva dalla piccolezza di questa dimensione aggiuntiva. La proposta di Klein si basava sull'ipotesi di Kaluza che una quinta dimensione potesse spiegare i fenomeni dell'elettromagnetismo [Kaluza 1921] e per questo motivo le due proposte sono note come *teoria di Kaluza-Klein* [Green 2004, p. 366]. Tuttavia, sembra che questi due autori non si siano resi conto che mentre per spiegare la quantizzazione dei fenomeni era necessaria una dimensione estremamente piccola, al contrario, per spiegare i fenomeni elettromagnetici occorreva una ulteriore dimensione molto più grande. (Inoltre, successivamente sarebbero stati necessari ulteriori dimensioni per spiegare altri fenomeni quali la forza debole e la forza forte.) Forse a causa di questa insufficienza primaria, l'ipotesi di Kaluza, l'ipotesi di Klein, e la loro unificazione in un'unica ipotesi (*teoria di Kaluza-Klein*) mostrarono presto contraddizioni insormontabili e furono considerate teorie senza prospettive, nonostante gli sforzi che le furono dedicati anche da Einstein [Green 2004, pag. 366]. Eppure, nonostante ciò, Kaluza e Klein hanno il grande merito di aver indicato la necessità di ricercare l'origine dell'elettromagnetismo e della quantizzazione dei fenomeni nell'esistenza di ulteriori dimensioni.

6. Modello dell'atomo

Sulla base di quanto detto finora, ed escludendo per il momento la forza di gravità che ha valore trascurabile a livello atomico, proviamo a ipotizzare come possa essere interpretata la struttura di un atomo.

Sappiamo diverse cose:

- In un atomo vi è un certo numero di cariche positive (una per ogni protone, in unità arbitrariamente definite pari alla carica di un protone). Questo numero è eguale al numero di cariche negative presenti negli elettroni (una per ogni elettrone, in unità arbitrariamente definite pari alla carica di un elettrone). Le cariche positive si respingono perché sarebbero appiattimenti in una dimensione con curvatura negativa (“dimensione Elettrica”, E). Allo stesso modo, si potrebbe spiegare la repulsione tra cariche negative, che si propongono come antiparticelle delle cariche positive. L’attrazione tra cariche positive e negative anche si spiega perché in una dimensione con curvatura negativa, particelle e antiparticelle si attraggono.
- I protoni si respingono perché le loro cariche hanno lo stesso segno positivo, ma una “forza” attrattiva – determinata da “particelle”, presenti sia nei protoni che nei neutroni, che sarebbero appiattimenti in una dimensione con curvatura positiva definita come “Forte” (S) - legherebbe insieme protoni e neutroni. Affinché questa forza mantenga stabile il nucleo, è necessario che il numero di neutroni sia uguale (nel caso dell’elio) o superiore (tutti gli altri atomi) al numero di protoni. Un’eccezione motivata è l’idrogeno in cui è presente un solo protone e pertanto la presenza di neutroni non è necessaria.
- Affinché i neutroni non si fondino tra loro e allo stesso modo i protoni non si fondino fra di loro e che i neutroni non si fondano con i protoni, è necessario ipotizzare la presenza di un’altra “forza” - determinata da “particelle” che sarebbero appiattimenti in una dimensione con curvatura negativa definita come “Debole” (W) - la quale bilancerebbe la forza attrattiva della forza forte.
- Gli elettroni si respingono (poiché hanno la stessa carica) e sono attratti dal nucleo (poiché le cariche di elettroni e protoni sono opposte). Considerato che non cadono verso il nucleo, deve esserci una forza che li respinge. Inoltre gli elettroni vengono mantenuti distinti l’uno dall’altro (in quanto hanno la stessa carica) ma non si disperdono e quindi deve esserci una forza che lo impedisce. La forza attrattiva tra gli elettroni e la forza repulsiva tra elettroni e nucleo potrebbe essere spiegata dalla presenza di antiparticelle della dimensione Forte (S), che si attraggono tra gli elettroni e vengono respinte dalle particelle della forza forte presenti nel nucleo.

Queste ipotesi sono illustrate nello schema della Fig. 15.

I dati empirici ci danno maggiori informazioni che mostrano una realtà più complessa.

In ogni protone o neutrone ci sono delle entità chiamate quark:

- Nel protone sono presenti due quark di tipo definito “up” (*u*), con carica positiva pari a $2/3$ di quella del protone (ovvero $+2/3$) e un quark di tipo definito “down” (*d*), con una carica negativa pari a $1/3$ di quella dell’elettrone (cioè $-1/3$). Pertanto la carica elettrica totale è pari a: $2/3+2/3-1/3 = +1$ (l’opposto di una carica elettronica);
- Nel neutrone vi è un quark di tipo up e due quark di tipo down. Pertanto la carica elettrica totale è pari a: $2/3-1/3-1/3 = 0$;
- Ogni quark ha una qualità definita “colore”, che può essere Rosso (R), Verde (G) o Blu (B). Inoltre, in un protone, o in un neutrone, vi è un solo quark di ciascuno di questi tre colori.

L’esistenza di tre tipi di colore e il fatto che non vi sia presenza di colori dello stesso tipo in un singolo protone o neutrone, induce ad ipotizzare l’esistenza di tre ulteriori dimensioni con curvatura negativa, definite “Verde” (G), “Blu” (B) e “Rosso” (R) e quindi con particelle dello stesso colore che si respingono fra di loro. Parimenti, per ciascuna di queste dimensioni, le antiparticelle dovrebbero respingersi fra di loro, mentre, al contrario, una particella e l’antiparticella dovrebbero attrarsi.

Atomo

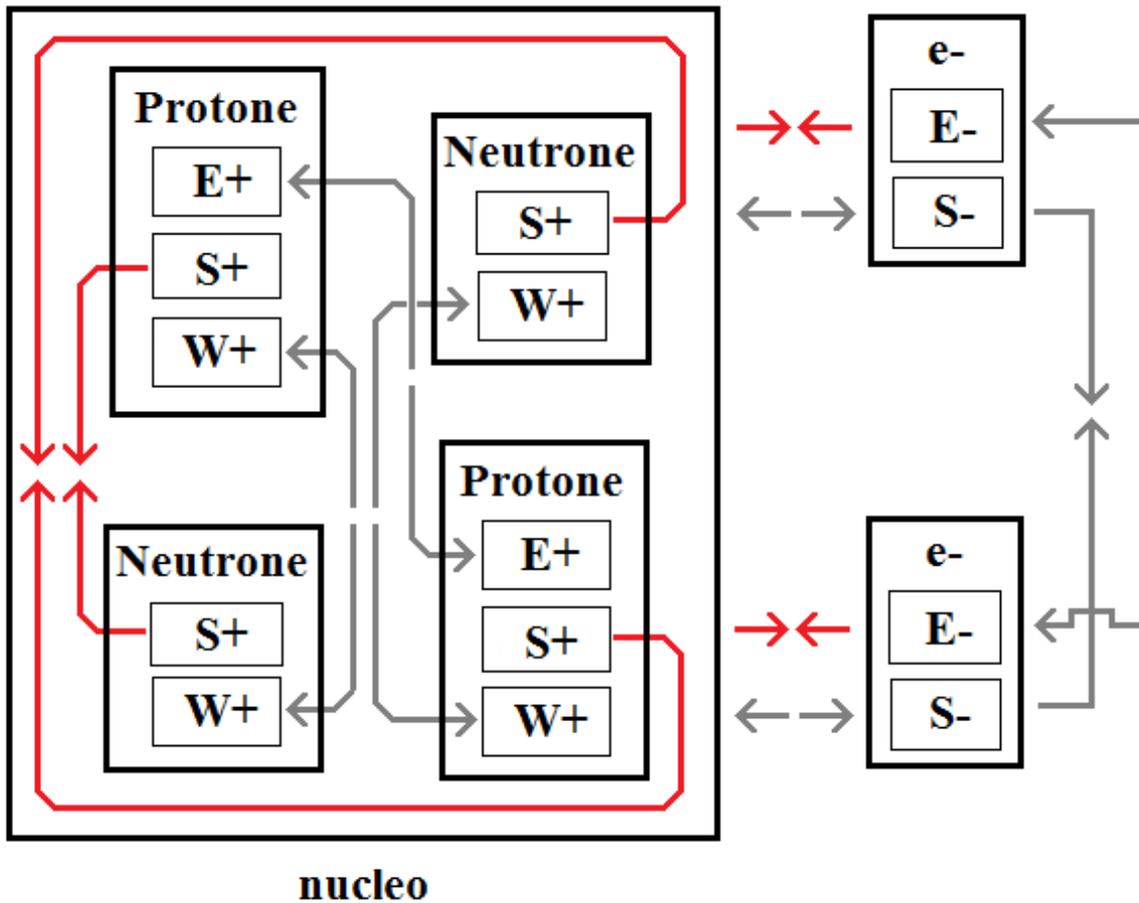


Figura 15 - Schema generale della struttura atomica come ipotizzata. E+ ed E- = particella e antiparticella della dimensione Elettrica (E); S+ e S- = particella e antiparticella della dimensione Forte ("Strong", S); W+ e W- = particella e antiparticella della dimensione Debole ("Weak", W). Parte delle attrazioni / repulsioni sono omesse per semplificare lo schema.

In considerazione di ciò, i suddetti fenomeni potrebbero essere interpretati dalle strutture proposte negli schemi delle Figure 16 e 17 (modello 1), o anche con le strutture proposte negli schemi delle Figure 18 e 19 (modello 2). La differenza tra i due modelli è che nel quark up, per il modello 1 vi è una sola particella W+, mentre per il modello 2 vi sono due particelle W+. I simboli W+ e W- rappresentano appiattimenti con rotazioni opposte nella dimensione "Debole" ("Weak", W) e non devono essere confusi con i simboli che rappresentano il vettore bosone+ (W+) e il vettore bosone- (W-).

E' da notare che in entrambi i modelli l'elettrone (e-) è concepito come l'insieme di tre coppie di un singolo E- (carica negativa o antiparticella di E+, in unità di carica elettrica pari ad un terzo di quella di un elettrone, definibile come carica terziaria) e un singolo S- (antiparticella di S+). Analogamente, il positrone (e+) è concepito come l'insieme di tre coppie {E+, S+}. Ciò è alquanto diverso dalle comuni rappresentazioni dell'elettrone come una carica negativa isolata e di un positrone come una carica positiva isolata. Tuttavia, questa interpretazione ipotetica è motivata dai fatti sopra menzionati. Due domande parallele:

- Perché nei quark vi sono al massimo due cariche terziarie (2/3 della carica dell'elettrone o del positrone) e non un numero maggiore?

- Perché l'elettrone e il positrone dovrebbero essere costituiti da 3 cariche negative o positive terziarie e non da un numero diverso?

Possibili risposte. La forza repulsiva di tre cariche terziarie (negativa nell'elettrone e positiva nel positrone) è sufficientemente bilanciata dalla forza attrattiva delle tre particelle S (S- nell'elettrone e S+ nel positrone). Un numero maggiore forse non è sufficientemente bilanciato dalla carica attrattiva di un numero equivalente di particelle S. Con un numero minore si avrebbe aggregazione causata dalle particelle S. Nei quark e negli anti-quark, essendo presente anche la forza repulsiva rispettivamente delle particelle W+ e W-, il numero massimo di cariche terziarie sarebbe 2 e non 3. Per la stabilità complessiva del protone (e dell'antiprotone), in cui sono presenti 3 cariche terziarie, si veda la parte successiva.

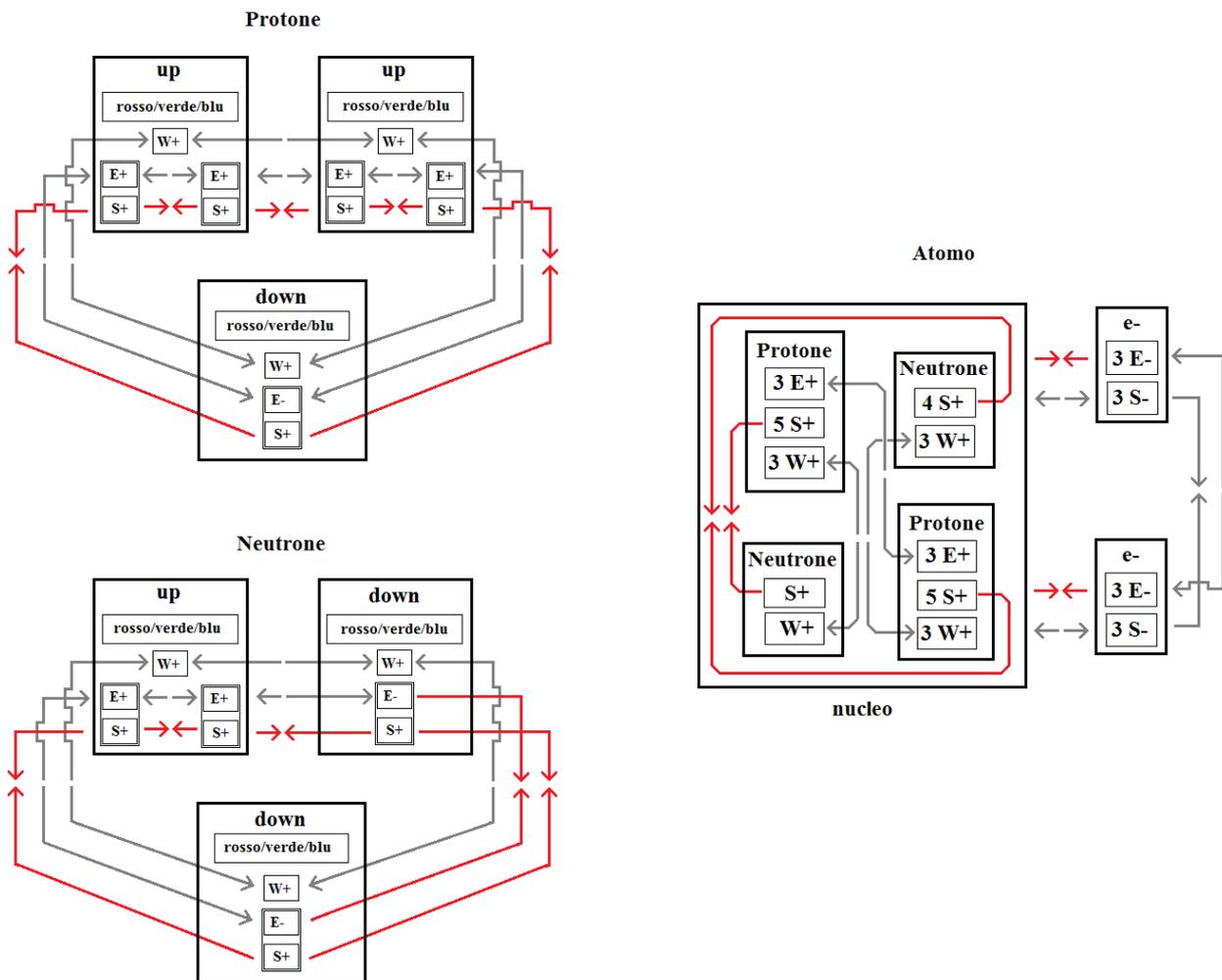


Figura 16 - Modello 1, con una singola particella W+ nel quark up. Schemi di protone, neutrone e atomo. Parte delle attrazioni / repulsioni sono omesse per semplificare lo schema.

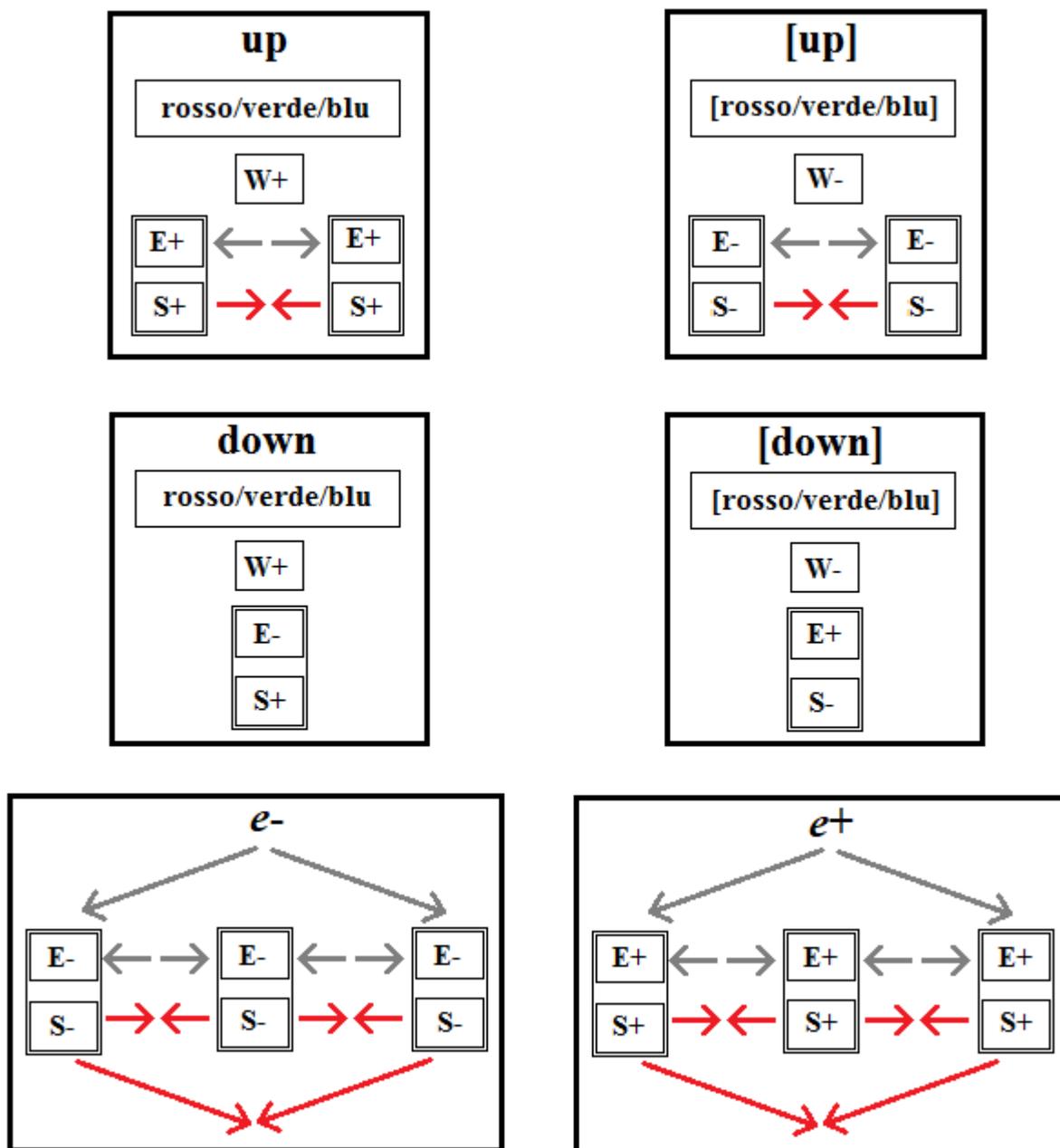


Figura 17 - Modello 1, con una singola particella W^+ nel quark up. Schemi dei quark up, [up], down, [down], dell'elettrone (e^-) e del positrone (e^+). I raggruppamenti di più particelle che sono comunemente indicati come antiparticelle sono racchiusi tra parentesi quadre. Ad esempio: anti-up = [up]. Per uniformità di scrittura, l'elettrone si dovrebbe indicare con e ed il positrone con $[e]$ in alternativa alle abituali scritture e^- e e^+ .

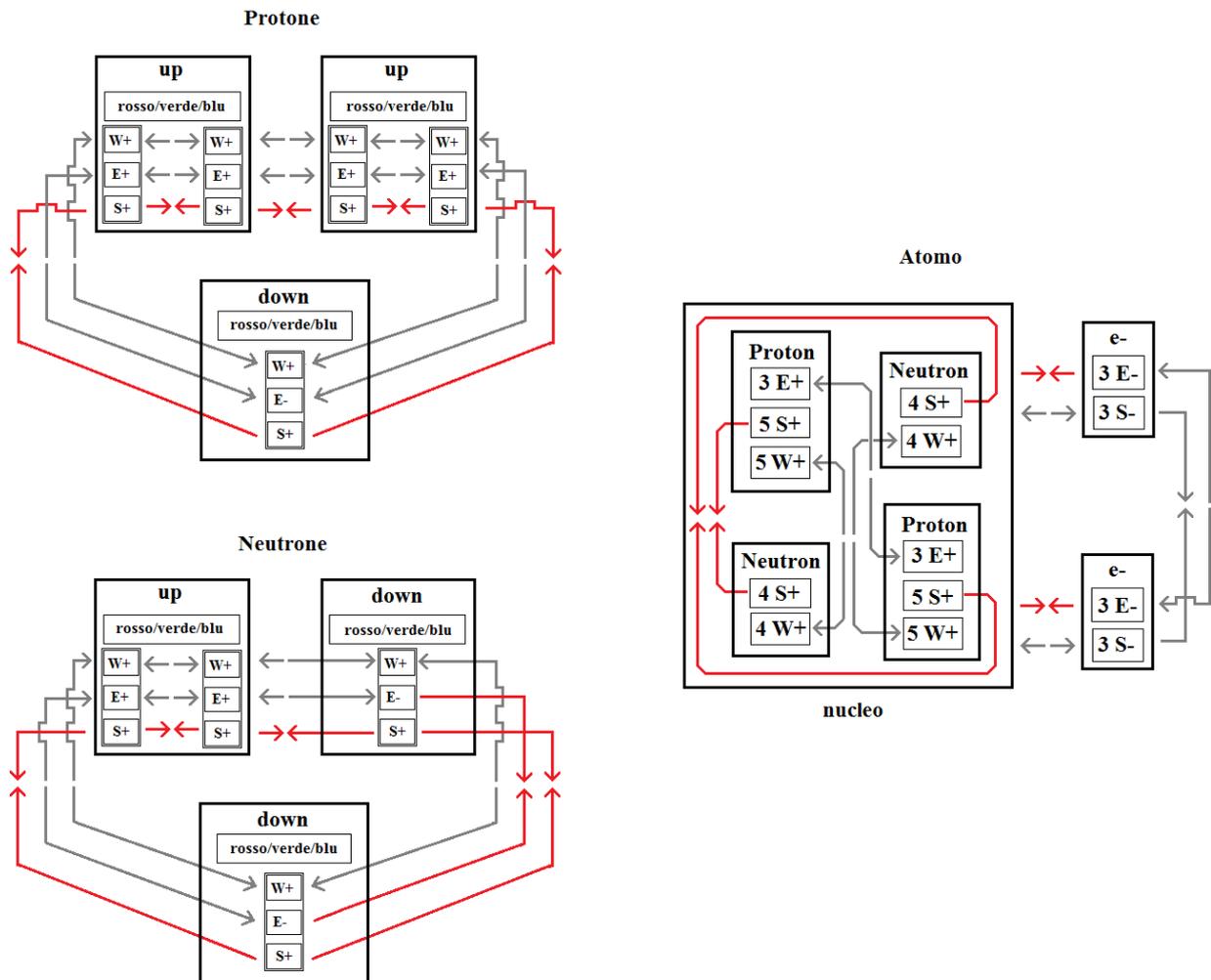


Figura 18 - Modello 2, con due particelle W^+ nel quark up. Schemi di protone, neutrone e atomo. Parte delle attrazioni / repulsioni sono omesse per semplificare lo schema.

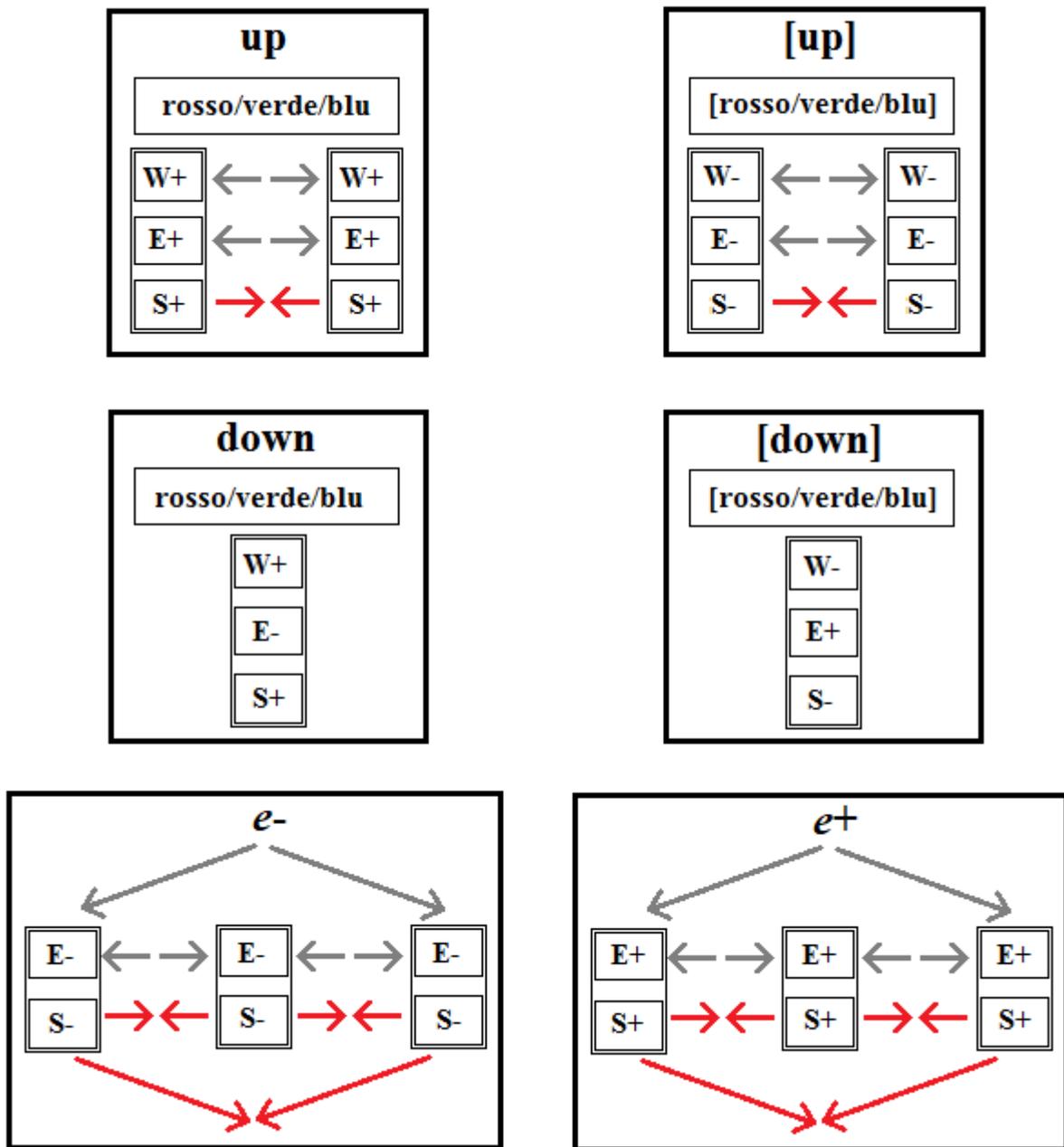


Figura 19 - Modello 2, con due particelle W^+ nel quark up. Schemi dei quark up, [up], down, [down], dell'elettrone (e^-) e del positrone (e^+).

A questo punto sorgono varie domande:

- È possibile discriminare su base teorica quale dei due modelli è più plausibile?
- Considerando due tipi di quark (up, down) e due tipi di antiquark ([up], [down]) sono possibili 20 diverse combinazioni con tre quark (nucleoni) (Tabella 2). Nella materia ordinaria vi sono le combinazioni definite protone e neutrone, mentre nell'antimateria vi sono le combinazioni definite come antiprotone ([protone]) e antineutrone ([neutrone]). Gli altri nucleoni non sono trovati in condizioni normali e sono instabili. È possibile spiegare perché sono stabili le prime quattro combinazioni rispetto alle altre 16?

Elenco dei possibili nucleoni (nell'ordine della carica elettrica; duplicati eliminati)						
Quark 1	Quark 2	Quark 3	Carica	Abbrev.	Nome	Abbrev.
up (+2/3)	up (+2/3)	up (+2/3)	2	uuu		
up (+2/3)	up (+2/3)	[down] (+1/3)	1 2/3	uu[d]		
up (+2/3)	[down] (+1/3)	[down] (+1/3)	1 1/3	u[d][d]		
up (+2/3)	up (+2/3)	down (-1/3)	1	uud	protone	<i>p</i>
[down] (+1/3)	[down] (+1/3)	[down] (+1/3)	1	[d][d][d]		
up (+2/3)	up (+2/3)	[up] (-2/3)	2/3	uu[u]		
up (+2/3)	down (-1/3)	[down] (+1/3)	2/3	ud[d]		
up (+2/3)	[up] (-2/3)	[down] (+1/3)	1/3	u[u][d]		
down (-1/3)	[down] (+1/3)	[down] (+1/3)	1/3	d[d][d]		
up (+2/3)	down (-1/3)	down (-1/3)	0	udd	neutrone	<i>n</i>
[up] (-2/3)	[down] (+1/3)	[down] (+1/3)	0	[u][d][d]	[neutrone]	[<i>n</i>]
up (+2/3)	down (-1/3)	[up] (-2/3)	- 1/3	ud[u]		
down (-1/3)	down (-1/3)	[down] (+1/3)	- 1/3	dd[d]		
up (+2/3)	[up] (-2/3)	[up] (-2/3)	- 2/3	u[u][u]		
down (-1/3)	[up] (-2/3)	[down] (+1/3)	- 2/3	d[u][d]		
down (-1/3)	down (-1/3)	down (-1/3)	-1	ddd		
[up] (-2/3)	[up] (-2/3)	[down] (+1/3)	-1	[u][u][d]	[protone]	[<i>p</i>]
down (-1/3)	down (-1/3)	[up] (-2/3)	-1 1/3	dd[u]		
down (-1/3)	[up] (-2/3)	[up] (-2/3)	-1 2/3	d[u][u]		
[up] (-2/3)	[up] (-2/3)	[up] (-2/3)	-2	[u][u][u]		
Carica >1 o <-1:						

Tabella 2 - Tutti i possibili nucleoni con 3 quark o antiquark. Per ogni nucleone la tabella riporta i quark che lo compongono, la carica elettrica di ciascun quark (in frazioni di quella di un elettrone), la carica elettrica del nucleone (cioè la somma delle cariche dei quark che lo compongono).

Consideriamo ora la Tabella 3 e la Tabella 4, che riguardano le ipotesi di una o due particelle W^+ in ciascuno quark up (rispettivamente nel modello 1 e nel modello 2).

È necessario discutere brevemente il concetto di stabilità (parametro V , “Valore di stabilità relativa”, proposto nelle tabelle). La stabilità non va intesa come uguaglianza tra le “forze” attrattive e repulsive, ma come una grande prevalenza delle “forze” attrattive su quelle repulsive. Infatti, poiché ogni componente è solo un’onda, considerando le continue oscillazioni delle onde, se, ad esempio, ogni m unità di tempo t i due gruppi di forze sono in una fase che determina la disgregazione, in un periodo $m \cdot t$ si avrà un momento t in cui il sistema si disgrega. Di conseguenza, m deve essere grande affinché il sistema sia sufficientemente stabile. Il parametro V è solo un indicatore arbitrario di questa stabilità e non significa che le “forze” attrattive sono uguali o equivalenti alle “forze” repulsive antagoniste. Affinché il sistema sia stabile, le “forze” attrattive devono essere diversi ordini di grandezza maggiori delle “forze” repulsive.

Il lato sinistro delle tabelle mostra i nucleoni elencati nella Tabella 2. Le colonne della parte centrale riportano le forze attrattive o repulsive in unità arbitrarie, calcolate mediante due regole elementari:

- 1) Per ogni tipo di particella si considera se la forza è attrattiva o repulsiva. Ad esempio (vedi riga 1 della Tabella 3), per particelle W^+ dello stesso segno, la forza è repulsiva perché la dimensione W è stata ipotizzata con curvatura negativa. Come altro esempio (vedi riga 1 della Tabella 3), per particelle S^+ dello stesso segno, la forza è attrattiva perché la dimensione S è stata ipotizzata con curvatura positiva.

- 2) L'azione di ciascuna coppia di particelle o gruppi di particelle è considerata distintamente, attribuendo all'azione di ciascuna coppia un valore positivo o negativo in unità arbitrarie a seconda che l'azione sia attrattiva o repulsiva. Ad esempio (vedi riga 1 della Tabella 3), tre particelle W+ formano tre possibili coppie e quindi l'azione repulsiva sarà $-1 \cdot 3 = -3$. Un altro esempio (vedi riga 1 della Tabella 3), tre coppie di particelle ciascuna con due S+ fanno un valore attrattivo di 4 per ciascuna coppia e quindi l'attrazione totale sarà $3 \cdot 4 = 12$.
- 3) Per il calcolo delle cariche elettriche, sono considerate le cariche terziarie. Pertanto la carica di un quark up = 2 E+ e quella di un quark down = 1 E-.

CASO 1 W+													wk	sk	ek		
Elenco dei possibili nucleoni (nell'ordine della carica elettrica; duplicati eliminati)													= 1	= 1	= 1	V	
Quark 1	Quark 2	Quark 3	Carica	W<>	W><	T(W)	S><	S<>	T(S)	E <>	E><	T(E)	T(W)	T(S)	T(E)	Tot.	
up	up	up	2	-3	0	-3	12	0	12	-12	0	-12	-3,0	12,0	-12,0	-3,0	
2/3	2/3	2/3															
up	up	[down]	1 2/3	-1	2	1	4	-4	0	-8	0	-8	1,0	0,0	-8,0	-7,0	
2/3	2/3	1/3															
up	[down]	[down]	1 1/3	-1	2	1	1	-4	-3	-5	0	-5	1,0	-3,0	-5,0	-7,0	
2/3	1/3	1/3															
p	up	up	down	1	-3	0	-3	8	0	8	-4	4	0	-3,0	8,0	0,0	5,0
2/3	2/3	-1/3															
[down]	[down]	[down]	1	-3	0	-3	3	0	3	-3	0	-3	-3,0	3,0	-3,0	-3,0	
1/3	1/3	1/3															
up	up	[up]	2/3	-1	2	1	4	-8	-4	-4	8	4	1,0	-4,0	4,0	1,0	
2/3	2/3	-2/3															
up	down	[down]	2/3	-1	2	1	2	-3	-1	-2	3	1	1,0	-1,0	1,0	1,0	
2/3	-1/3	1/3															
up	[up]	[down]	1/3	-1	2	1	2	-6	-4	-2	6	4	1,0	-4,0	4,0	1,0	
2/3	-2/3	1/3															
down	[down]	[down]	1/3	-1	2	1	1	-2	-1	-1	2	1	1,0	-1,0	1,0	1,0	
-1/3	1/3	1/3															
n	up	down	down	0	-3	0	-3	5	0	5	-1	4	3	-3,0	5,0	3,0	5,0
2/3	-1/3	-1/3															
[n]	[up]	[down]	[down]	0	-3	0	-3	5	0	5	-1	4	3	-3,0	5,0	3,0	5,0
-2/3	1/3	1/3															
up	down	[up]	-1/3	-1	2	1	2	-6	-4	-2	6	4	1,0	-4,0	4,0	1,0	
2/3	-1/3	-2/3															
down	down	[down]	-1/3	-1	2	1	1	-2	-1	-1	2	1	1,0	-1,0	1,0	1,0	
-1/3	-1/3	1/3															
up	[up]	[up]	-2/3	-1	2	1	4	-8	-4	-4	8	4	1,0	-4,0	4,0	1,0	
2/3	-2/3	-2/3															
down	[up]	[down]	-2/3	-1	2	1	2	-3	-1	-2	3	1	1,0	-1,0	1,0	1,0	
-1/3	-2/3	1/3															
down	down	down	-1	-3	0	-3	3	0	3	-3	0	-3	-3,0	3,0	-3,0	-3,0	
-1/3	-1/3	-1/3															
[p]	[up]	[up]	[down]	-1	-3	0	-3	8	0	8	-4	4	0	-3,0	8,0	0,0	5,0
-2/3	-2/3	1/3															
down	down	[up]	-1 1/3	-1	2	1	1	-4	-3	-5	0	-5	1,0	-3,0	-5,0	-7,0	
-1/3	-1/3	-2/3															
down	[up]	[up]	-1 2/3	-1	2	1	4	-4	0	-8	0	-8	1,0	0,0	-8,0	-7,0	
-1/3	-2/3	-2/3															
[up]	[up]	[up]	-2	-3	0	-3	12	0	12	-12	0	-12	-3,0	12,0	-12,0	-3,0	
-2/3	-2/3	-2/3															

Tabella 3 - Modello 1, valutazione del relativo valore di stabilità (vedi testo).

Dopo aver calcolato le forze attrattive o repulsive per le particelle W, S ed E, le somme sono riportate rispettivamente nelle colonne T(W), T(S) e T(E).

Nella parte destra di ogni tabella, questi valori vengono moltiplicati per parametri fissi (indicati nella parte superiore di ogni tabella e definiti come wk, sk, ek per la prima tabella e wk_2, sk_2 e ek_2 per la seconda tabella) per variare il peso relativo di ciascuna forza. Nella prima tabella questi parametri

sono sempre posti uguali all'unità ($w_k = s_k = e_k = 1$) e quindi non viene effettuata alcuna modifica. Nella seconda tabella i valori sono: $w_{k_2} = 0,5$, $s_{k_2} = 1,5$, $e_{k_2} = 1$.

Infine, nella colonna più a destra (Tot.), per ogni riga, è riportata la somma dei tre valori che viene definita "Valore di stabilità relativa" o brevemente V.

Il risultato è interessante.

Nel modello 1, con i valori assegnati ai parametri fissi, per protone, neutrone, [protone] e [neutrone] V è uguale a 5. Tutti gli altri 16 nucleoni hanno un valore di V inferiore compreso tra -7 e 1.

Nel modello 2, con i suddetti valori assegnati ai parametri fissi, protone, neutrone, [protone] e [neutrone] hanno $V=8$, tutti gli altri 16 nucleoni hanno $V=0$ o $V=-8$, cioè comunque <8 .

Pertanto, le due tabelle ci mostrano che, con i valori assegnati ai parametri fissi, in entrambi i modelli, protone, neutrone, [protone] e [neutrone] sono i nucleoni più stabili, mentre gli altri nucleoni sono instabili rispetto ad essi. Tuttavia, le due tabelle non consentono di discriminare quale dei due modelli sia il più verosimile.

CASO 2 W+													wk_2	sk_2	ek_2	V	
Elenco dei possibili nucleoni (nell'ordine della carica elettrica; duplicati eliminati)													= 0.5	=1.5	= 1		
Quark 1	Quark 2	Quark 3	Carica	W<>	W><	T(W)	S><	S<>	T(S)	E <>	E><	T(E)	T(W)	T(S)	T(E)	Tot.	
up	up	up	2	-12	0	-12	12	0	12	-12	0	-12	-6,0	18,0	-12,0	0,0	
up	up	[down]	1 2/3	-4	4	0	4	-4	0	-8	0	-8	0,0	0,0	-8,0	-8,0	
up	[down]	[down]	1 1/3	-1	4	3	1	-4	-3	-5	0	-5	1,5	-4,5	-5,0	-8,0	
p	up	up	down	1	-8	0	-8	8	0	8	-4	4	0	-4,0	12,0	0,0	8,0
	[down]	[down]	[down]	1	-3	0	-3	3	0	3	-3	0	-3	-1,5	4,5	-3,0	0,0
	up	up	[up]	2/3	-4	8	4	4	-8	-4	8	4	2,0	-6,0	4,0	0,0	
	up	down	[down]	2/3	-2	3	1	2	-3	-1	-2	3	0,5	-1,5	1,0	0,0	
	up	[up]	[down]	2/3	-2	6	4	2	-6	-4	-2	6	2,0	-6,0	4,0	0,0	
	down	[down]	[down]	-1/3	-1	2	1	1	-2	-1	2	1	0,5	-1,5	1,0	0,0	
n	up	down	down	0	-5	0	-5	5	0	5	-1	4	3	-2,5	7,5	3,0	8,0
[n]	[up]	[down]	[down]	0	-5	0	-5	5	0	5	-1	4	3	-2,5	7,5	3,0	8,0
	up	down	[up]	-1/3	-2	6	4	2	-6	-4	-2	6	2,0	-6,0	4,0	0,0	
	down	down	[down]	-1/3	-1	2	1	1	-2	-1	-1	2	0,5	-1,5	1,0	0,0	
	up	[up]	[up]	2/3	-4	8	4	4	-8	-4	-4	8	2,0	-6,0	4,0	0,0	
	down	[up]	[down]	-1/3	-2	3	1	2	-3	-1	-2	3	0,5	-1,5	1,0	0,0	
	down	down	down	-1/3	-3	0	-3	3	0	3	-3	0	-3	-1,5	4,5	-3,0	0,0
[p]	[up]	[up]	[down]	-1	-8	0	-8	8	0	8	-4	4	0	-4,0	12,0	0,0	8,0
	down	down	[up]	-1/3	-1	4	3	1	-4	-3	-5	0	-5	1,5	-4,5	-5,0	-8,0
	down	[up]	[up]	-1/3	-4	4	0	4	-4	0	-8	0	-8	0,0	0,0	-8,0	-8,0
	[up]	[up]	[up]	-2/3	-12	0	-12	12	0	12	-12	0	-12	-6,0	18,0	-12,0	0,0

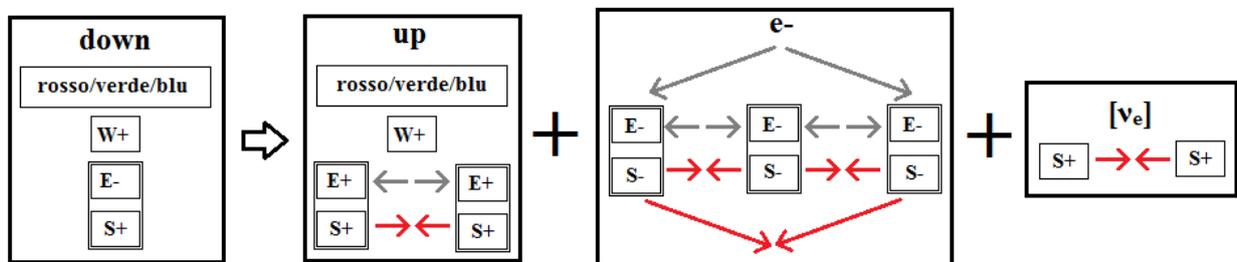
Tabella 4 - Modello 2, valutazione del relativo valore di stabilità (vedi testo).

L'interpretazione del decadimento beta- (neutrone \rightarrow protone + elettrone + antineutrino [Veltman 2003, p. 200; Teramoto 2015, p. 97]) secondo il modello 1 (che ipotizza una singola particella W^+ nel quark up) è mostrato nella Fig. 20. In questo decadimento, un neutrone diventa un protone emettendo un elettrone e un antineutrino: $n \rightarrow p + e^- + [\nu]$. In pratica, poiché nella trasformazione di un neutrone in un protone un quark down si trasforma in un quark up, abbiamo: $down \rightarrow up + e^- + [\nu]$ (parte superiore della figura) oppure $\nu + down \rightarrow up + e^-$ (parte centrale della figura). L'inverso del decadimento beta- (decadimento beta+ [Teramoto 2015, p. 98]) è mostrato nella parte inferiore della figura: $up \rightarrow down + e^+ + \nu$.

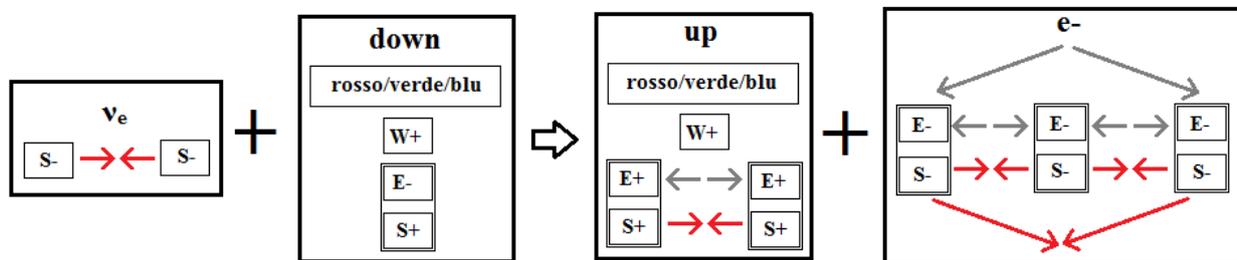
Secondo questa interpretazione nel decadimento beta- vengono emesse due particelle S^+ che costituirebbero un antineutrino e nel decadimento beta+ sarebbe necessario un neutrino, costituito da due particelle S^- .

Tuttavia, è noto che "I neutrini sono esclusivamente sensibili alla forza debole ... Interagiscono con altre particelle solo tramite la forza debole ..." [Hooft 1997, p. 29-30], e quindi non è ammissibile che neutrini e antineutrini non contengano particelle W^+ o W^- .

decadimento beta-



oppure



decadimento beta+

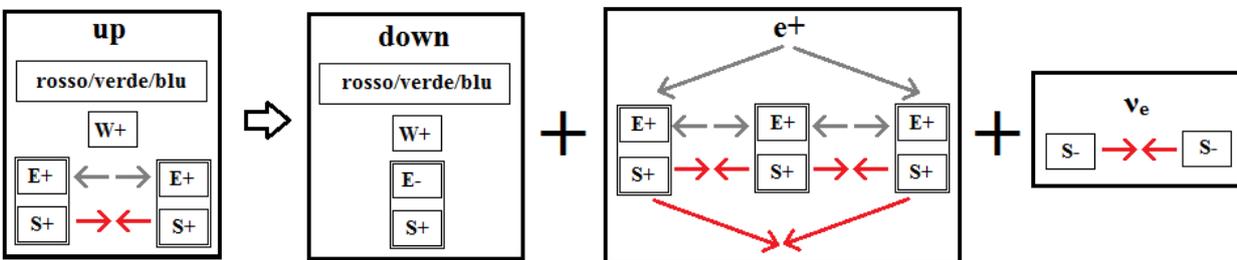
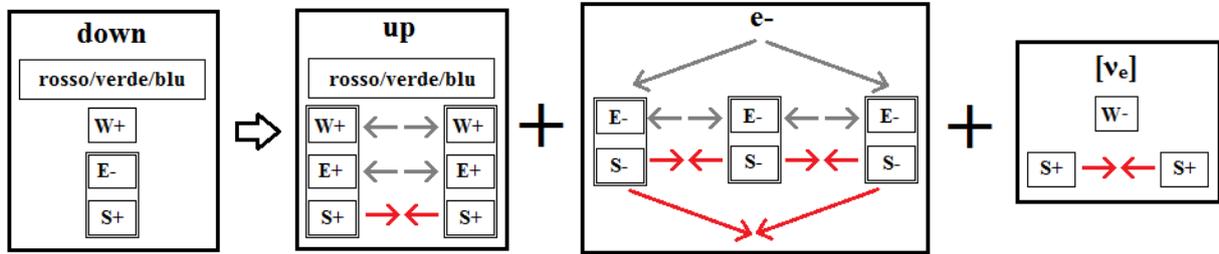


Figura 20 - Interpretazione del decadimento beta- e del decadimento beta+ secondo il modello 1.

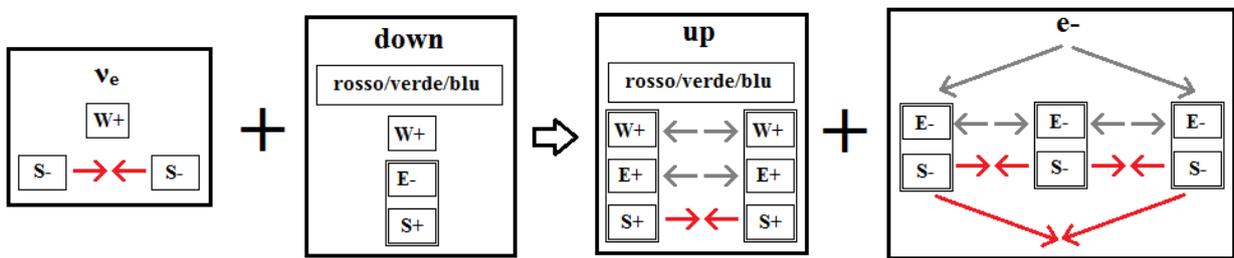
L'interpretazione del modello 2 è presentata nella Fig. 21. Qui, nel decadimento beta- si assume che si ottengano due particelle S^+ più una particella W^- , un complesso che potrebbe benissimo essere un antineutrino perché può essere influenzato dalla forza debole. Nel decadimento beta+ si assume che si ottengano due particelle S^- e una particella W^+ , un complesso che dovrebbe essere un neutrino.

Pertanto, nel confronto con il modello 1, il modello 2 appare verosimile poiché gli ipotetici antineutrino e neutrino che sarebbero presenti nelle reazioni riportate contengono rispettivamente una particella W^- o W^+ e quindi sarebbero sensibili alla forza debole.

decadimento beta-



oppure



decadimento beta+

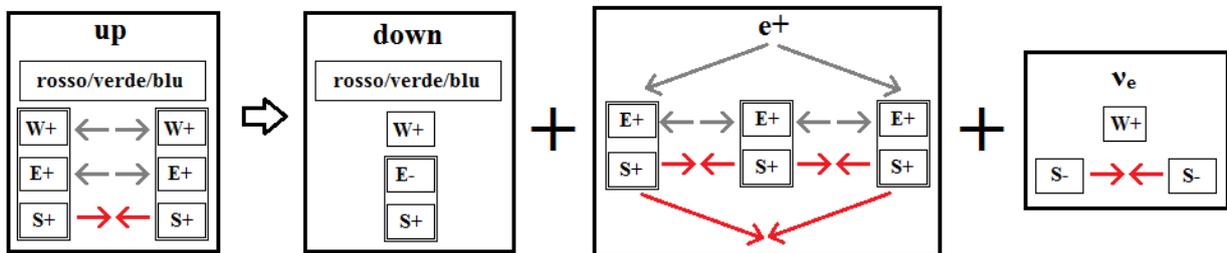


Figura 21 - Interpretazione del decadimento beta- e del decadimento beta+ secondo il modello 2.

7. A riguardo dei quark e dei loro colori

Ora, discutiamo i colori dei quark e alcune domande riguardanti i quark:

--- Domande (1) e (2) e possibili risposte:

2) Perché non esistono quark isolati o aggregazioni di due quark come entità stabili?

- I due interrogativi potrebbero essere spiegati se immaginiamo ciascuno dei tre colori come una "particella" (cioè un appiattimento) di una di tre dimensioni distinte - "Verde" (G), "Rosso" (R), e "Blu" (B) - con curvatura negativa e piccolo R (nell'intervallo delle dimensioni di un nucleo atomico). Due quark con lo stesso colore non possono coesistere vicini perché vi è una forza repulsiva tra di loro. Questo spiegherebbe anche perché non ci sono nucleoni con più di tre quark.

Se un qualsiasi appiattimento G/R/B è associato ad un appiattimento S^+ , i nucleoni con uno o due quark non possono esistere in modo stabile in quanto tendono ad aggregarsi formando gruppi di tre quark per azione della forza attrattiva tra gli appiattimenti S^+ (purché che i colori sono diversi).

Ciò significa che un quark isolato o una coppia di due quark sono instabili non perché si disintegrano, ma perché si aggregano immediatamente con altri quark per formare un gruppo stabile di tre quark (cioè un nucleone). Per quanto riguarda la stabilità delle aggregazioni di due quark o di due antiquark (chiaramente di colore diverso), si veda la Tabella 5. In questa tabella, tra 10 possibili combinazioni, solo le coppie ud e [u][d] hanno $V=4$, mentre le altre coppie hanno $V=0$ o $V=-4$. Aggiungendo a queste due coppie più stabili, alla prima u oppure d, e alla seconda [u] oppure [d], otteniamo rispettivamente protone, neutrone, [protone], e [neutrone], che, come mostrato prima, sono i raggruppamenti più stabili di 3 quark con $V=8$ (mentre tutti gli altri raggruppamenti di 3 quark, o nucleoni, hanno $V=0$ o $V=-8$).

Elenco delle possibili coppie di quark (nell'ordine della carica elettrica; duplicati eliminati)												wk_2 =	sk_2 =	ek_2 =	
Quark 1	Quark 2	Carica	W<>	W><	T(W)	S><	S<>	T(S)	E<>	E><	T(E)	T(W)	T(S)	T(E)	Tot.
up	up	2/3	2/3	1 1/3	-4	0	-4	4	0	4	-4	-2,0	6,0	-4,0	0,0
up	[down]	2/3	1/3	1	0	2	2	0	-2	-2	0	-2	1,0	-3,0	-2,0
[down]	[down]	1/3	1/3	2/3	-1	0	-1	1	0	1	-1	-0,5	1,5	-1,0	0,0
up	down	2/3	-1/3	1/3	-2	0	-2	2	0	2	2	-1,0	3,0	2,0	4,0
up	[up]	2/3	-2/3	0	0	4	4	0	-4	-4	0	4	2,0	-6,0	4,0
down	[down]	-1/3	1/3	0	0	1	1	0	-1	-1	0	1	0,5	-1,5	1,0
[up]	[down]	-2/3	1/3	-1/3	-2	0	-2	2	0	2	2	-1,0	3,0	2,0	4,0
down	down	-1/3	-1/3	-2/3	-1	0	-1	1	0	1	-1	-0,5	1,5	-1,0	0,0
down	[up]	-1/3	-2/3	-1	0	2	2	0	-2	-2	0	-2	1,0	-3,0	-2,0
[up]	[up]	-2/3	-2/3	-1 1/3	-4	0	-4	4	0	4	-4	-2,0	6,0	-4,0	0,0

Tabella 5 - Valutazione del Valore di stabilità relativa (V) delle aggregazioni di due quark.

--- Domande (3) e (4) e possibili risposte:

3) Perché i colori dei quark sembrano cambiare?

4) Perché i tre quark di un nucleo sono immersi in una nuvola (o colla, "glue") di gluoni, che di fatto costituiscono gran parte della massa di un nucleo?

- La verosimile struttura di un gluone è mostrata nella Fig. 22 come costituita da due particelle W^+ , due particelle S^+ e una coppia di un colore più un diverso anti-colore (cioè come quark up senza carica e con l'aggiunta un anti-colore), in modo che ci sono 9 possibili combinazioni. In effetti senza gli appiattimenti W^+ ciascun gluone sarebbe aderente in modo stabile a un quark, e senza gli appiattimenti S^+ i gluoni non sarebbero attratti dai quark e sarebbero espulsi dal nucleo. Secondo questo modello, i gluoni interagiscono continuamente con i quark di un nucleone scambiando la particella di colore e poi, con un altro gluone, scambiando nuovamente la particella di colore e riportando il gruppo dei tre quark nella forma stabile in cui i tre colori sono diversi. Un esempio di tali possibili trasformazioni, in due fasi, è mostrato nella Fig. 23. Ciò implicherebbe che il trio di quark di un nucleone è circondato da una nuvola (colla, "glue") di gluoni che interagiscono continuamente con ciascun quark.

- 5) Perché i gluoni non si aggregano?
 6) Perché i gluoni non si disperdono allontanandosi dal nucleo dell'atomo?

- Le forze attrattive tra gli appiattimenti S+ tendono ad aggregare i gluoni.
 - Le forze repulsive tra gli appiattimenti W+ tendono a disperderli.
 L'equilibrio tra tali fenomeni spiegherebbe (5) e (6).

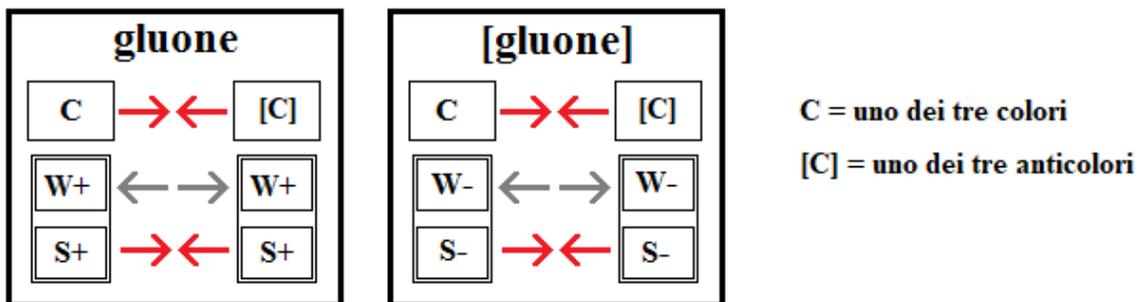
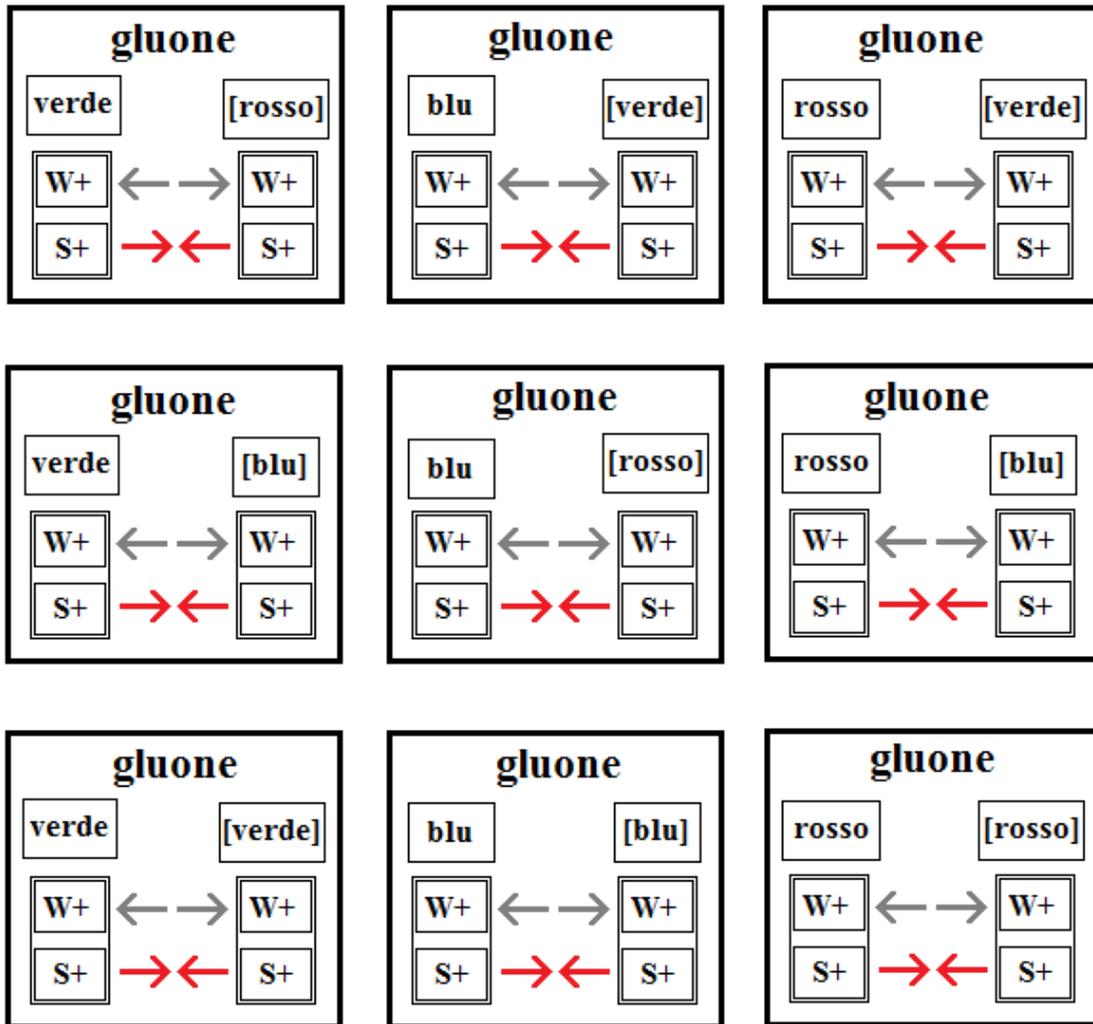


Figura 22 – Sopra: i nove verosimili tipi di gluoni; sotto: schema generale dei gluoni e dei loro antigluoni.

--- Domanda (7) e possibile risposta:

7) Se è vero che in un nucleone vi sono solo tre quark con diverso colore perché un ulteriore quark con un colore già presente sarebbe espulso (colori identici si respingono), come si spiega la presenza nel nucleone dei gluoni in cui vi è sempre un colore?

- In ogni gluone vi è un anti-colore che è attratto dal rispettivo colore. Ciò bilancia l'anzidetta forza repulsiva fra identici colori e blocca l'espulsione del gluone dal nucleone.

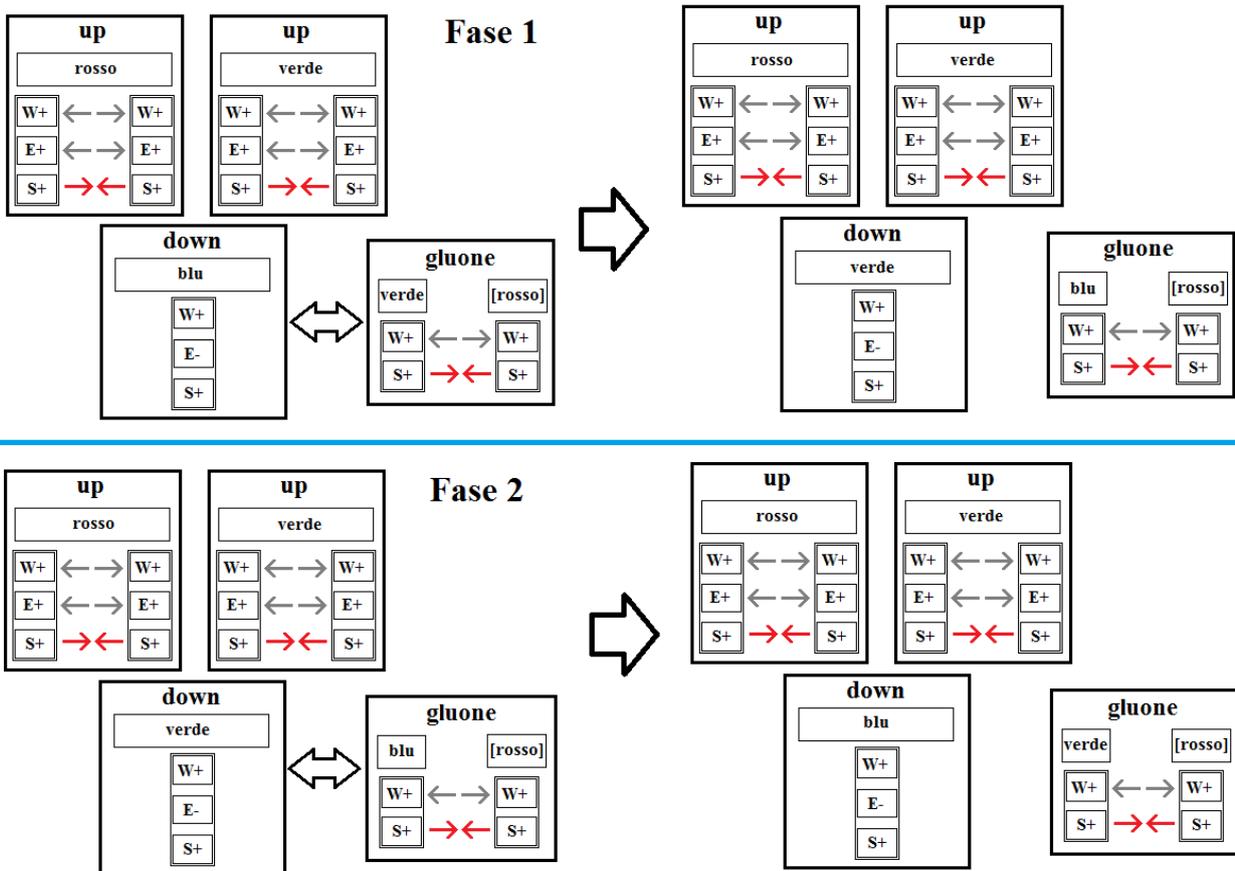


Figura 23 – Un esempio di ciclo di interazione, in due fasi, tra un quark down e due gluoni (in un protone). Nella prima fase, il colore del quark down cambia da blu a verde per interazione con un gluone, ma poiché due quark hanno ora lo stesso colore (verde), il complesso è instabile. Nella seconda fase, il quark down ritorna al colore blu e la tripletta di quark è di nuovo stabile.

8. I mesoni

I mesoni sono aggregati instabili di un quark e di un antiquark, con la caratteristica che i colori dei due quark sono differenti (ad esempio, se un quark è verde l'antiquark deve essere [rosso] o [blu]). Considerando solo i casi con i quark u e d, e gli antiquark [u] e [d], vi sono quattro possibili combinazioni (v. Tabella 6 e Fig. 24).

Lista dei possibili mesoni (un quark e un antiquark) considerando solo u, d, [u] and [d] (in ordine decrescente del valore della carica elettrica; duplicati eliminati)													wk_2 =	sk_2 =	ek_2 =		
Simbolo	Quark 1	Quark 2	Charge	W<>	W><	T(W)	S><	S<>	T(S)	E<>	E><	T(E)	W	S	E	Tot.	Lifetime
η	up	[down]															
	2/3	1/3	1	0	2	2	0	-2	-2	-2	0	-2	1,0	-3,0	-2,0	-4,0	2,60E-08
π^0	up	[up]															
	2/3	-2/3	0	0	4	4	0	-4	-4	0	4	4	2,0	-6,0	4,0	0,0	5,60E-19
π^+	down	[down]															
	-1/3	1/3	0	0	1	1	0	-1	-1	0	1	1	0,5	-1,5	1,0	0,0	8,40E-17
π^-	down	[up]															
	-1/3	-2/3	-1	0	2	2	0	-2	-2	-2	0	-2	1,0	-3,0	-2,0	-4,0	2,60E-08

Tabella 6 – Alcuni mesoni con indicazione della vita media (lifetime) in secondi [Veltmann 2003, pp. 230-231] e la valutazione del Valore di stabilità relativa (V).

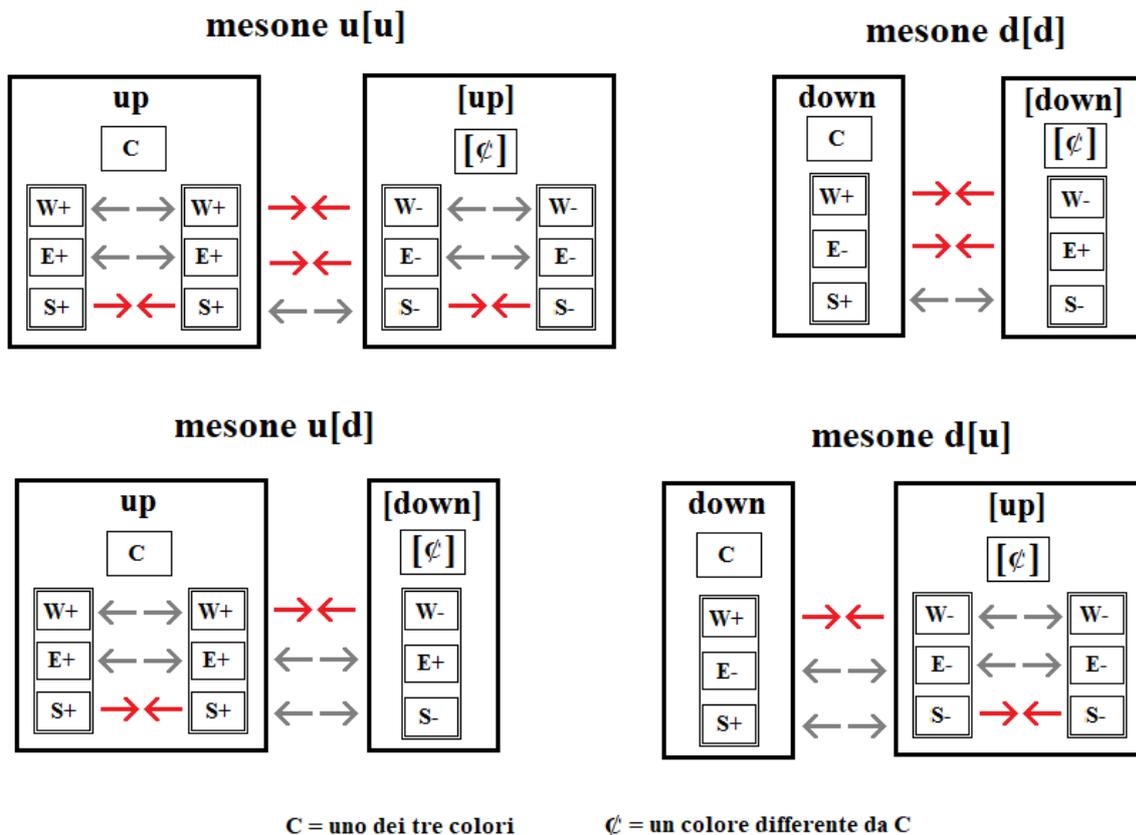


Figura 24 – Schema dei quattro possibili mesoni considerando solo i quark u, d, e i relativi antiquark,

I valori di stabilità relativa (V), riportati nella colonna “V” della Tabella 6, indicano che i mesoni sono instabili. Però l’indice non permette una fedele valutazione del grado di instabilità. Infatti le due combinazioni con V=0 hanno una lifetime di circa 10 ordini di grandezza inferiore alle altre due combinazioni con V=-4.

9. Interpretazione di alcune reazioni con i vettori bosone W^+ e W^- e di alcune altre reazioni

Di seguito sono riportate varie reazioni in cui sono presenti i vettori bosone W^+ e W^- , e alcune altre reazioni. I simboli utilizzati sono:

N = neutrone; $[N]$ = antineutrone;

P = protone; $[P]$ = antiprotone;

e^- = elettrone; e^+ = positrone;

ν_e = neutrino elettronico; $[\nu_e]$ = antineutrino elettronico;

$R/B/G$ = uno dei tre colori; $[R/B/G]$ = uno dei tre anti-colori;

W^+ = particella debole (“weak”, W); W^- = antiparticella debole;

E^+ = particella elettrica; E^- = antiparticella elettrica;

S^+ = particella forte (“strong”, S); S^- = antiparticella forte;

u = quark up; $[u]$ antiquark up; d = quark down; $[d]$ antiquark down;

c = quark charm; s = quark strange;

b = quark bottom; t = quark top;

W^+ = vettore bosone positivo (non la particella debole, W^+);

W^- = vettore bosone negativo (non l’antiparticella debole, W^-);

e, per ciascuna reazione, una verosimile interpretazione è proposta nella seguente Tabella 7.

Tabella 7 – Interpretazione di alcune reazioni

Reazione 1 [Veltman 2003, p. 100]						
Particelle	u	->	d	+	W^+	
Interpretazione						Totali
Dim. W	2 W^+	->	W^+	+	W^+	2 W^+ = 2 W^+
Dim. S	2 S^+	->	S^+	+	S^+	2 S^+ = 2 S^+
Dim. E	2 E^+	->	E^-	+	3 E^+	2 E^+ = 2 E^+
Carica	+2/3	->	-1/3	+	+3/3	+2/3 = +2/3
Colori	R/B/G	->	R/B/G	+	-	R/B/G = R/B/G

Reazione 2 [Veltman 2003, p. 100]						
Particelle	ν_e	->	e^-	+	W^+	
Interpretazione						Totali
Dim. W	W^+	->	-	+	W^+	1 W^+ = 1 W^+
Dim. S	2 S^-	->	3 S^-	+	S^+	2 S^- = 2 S^-
Dim. E	-	->	3 E^-	+	3 E^+	- = -
Carica	-	->	-3/3	+	+3/3	- = -
Colori	-	->	-	+	-	- = -

Reazione 3 [Veltman 2003, p. 101]						
Particelle	W^-	->	$[u]$	+	d	
Interpretazione						Totali
Dim. W	W^-	->	2 W^-	+	W^+	1 W^- = 1 W^-
Dim. S	S^-	->	2 S^-	+	S^+	1 S^- = 1 S^-
Dim. E	3 E^-	->	2 E^-	+	E^-	3 E^- = 3 E^-
Carica	-3/3	->	-2/3	+	-1/3	-3/3 = -3/3
Colori	-	->	$[R/B/G]$	+	R/B/G	- = -

Reazione 4 [Veltman 2003, p. 101]

Particelle	W⁻	->	[v_e]	+	e⁻	
Interpretazione						Totale
Dim. W	W-	->	W-	+	-	1 W- = 1 W-
Dim. S	S-	->	2 S+	+	3 S-	1 S- = 1 S-
Dim. E	3 E-	->	-	+	3 E-	3 E- = 3 E-
Carica	-3/3	->	-	+	-3/3	-3/3 = -3/3
Colori	-	->	-	+	-	- = -

Reazione 5 [Rohlf 1994]

Particelle	W⁺	->	v_e	+	e⁺	
Interpretazione						Totale
Dim. W	W+	->	W+	+	-	1 W+ = 1 W+
Dim. S	S+	->	2 S-	+	3 S+	1 S+ = 1 S+
Dim. E	3 E+	->	-	+	3 E+	3 E+ = 3 E+
Carica	+3/3	->	-	+	+3/3	+3/3 = +3/3
Colori	-	->	-	+	-	- = -

Reazione 6 [Veltman 2003, p. 101]

Particelle	u	->	s	+	W⁺	
Interpretazione						Totale
Dim. W	2 W+	->	W+	+	W+	2 W+ = 2 W+
Dim. S	2 S+	->	S+	+	S+	2 S+ = 2 S+
Dim. E	2 E+	->	E-	+	3 E+	2 E+ = 2 E+
Carica	+2/3	->	-1/3	+	+3/3	+2/3 = +2/3
Colori	R/B/G	->	R/B/G	+	-	R/B/G = R/B/G

Reazione 7 [Veltman 2003, p. 101]

Particelle	W⁻	->	[u]	+	s	
Interpretazione						Totale
Dim. W	W-	->	2 W-	+	W+	1 W- = 1 W-
Dim. S	S-	->	2 S-	+	S+	1 S- = 1 S-
Dim. E	3 E-	->	2 E-	+	E-	3 E- = 3 E-
Carica	-3/3	->	-2/3	+	-1/3	-3/3 = -3/3
Colori	-	->	[R/B/G]	+	R/B/G	- = -

Reazione 8 [Rohlf 1994]

Particelle	s	->	u	+	W⁻	
Interpretazione						Totale
Dim. W	W+	->	2 W+	+	W-	W+ = W+
Dim. S	S+	->	2 S+	+	S-	S+ = S+
Dim. E	E-	->	2 E+	+	3 E-	E- = E-
Carica	-1/3	->	+2/3	+	-3/3	-1/3 = -1/3
Colori	R/B/G	->	R/B/G	+	-	R/B/G = R/B/G

Reazione 9 [Veltman 2003, p. 101]

Particelle	c	->	s	+	W⁺	
Interpretazione						Totale
Dim. W	2 W+	->	W+	+	W+	2 W+ = 2 W+

Dim. S	2 S+	->	S+	+	S+	2 S+ = 2 S+
Dim. E	2 E+	->	E-	+	3 E+	2 E+ = 2 E+
Carica	+2/3	->	-1/3	+	+3/3	+2/3 = +2/3
Colori	R/B/G	->	R/B/G	+	-	R/B/G = R/B/G

Reazione 10 [Rohlf 1994]

Particelle	<i>b</i>	->	<i>c</i>	+	W⁻	
Interpretazione						Totali
Dim. W	W+	->	2 W+	+	W-	W+ = W+
Dim. S	S+	->	2 S+	+	S-	S+ = S+
Dim. E	E-	->	2 E+	+	3 E-	E- = E-
Carica	-1/3	->	+2/3	+	-3/3	-1/3 = -1/3
Colori	R/B/G	->	R/B/G	+	-	R/B/G = R/B/G

Reazione 11 [Rohlf 1994]

Particelle	<i>t</i>	->	<i>b</i>	+	W⁺	
Interpretazione						Totali
Dim. W	2 W+	->	W+	+	W+	2 W+ = 2 W+
Dim. S	2 S+	->	S+	+	S+	2 S+ = 2 S+
Dim. E	2 E+	->	E-	+	3 E+	2 E+ = 2 E+
Carica	+2/3	->	-1/3	+	+3/3	+2/3 = +2/3
Colori	R/B/G	->	R/B/G	+	-	R/B/G = R/B/G

Reazione 12 [Veltman 2003, p. 101]

Particelle	<i>c</i>	->	<i>d</i>	+	W⁺	
Interpretazione						Totali
Dim. W	2 W+	->	W+	+	W+	2 W+ = 2 W+
Dim. S	2 S+	->	S+	+	S+	2 S+ = 2 S+
Dim. E	2 E+	->	E-	+	3 E+	2 E+ = 2 E+
Carica	+2/3	->	-1/3	+	+3/3	+2/3 = +2/3
Colori	R/B/G	->	R/B/G	+	-	R/B/G = R/B/G

Reazione 13 [Veltman 2003, p. 79]

Particelle	<i>e⁻</i>	->	<i>ν_e</i>	+	W⁻	
Interpretazione						Totali
Dim. W	-	->	W+	+	W-	- = -
Dim. S	3 S-	->	2 S-	+	S-	3 S- = 3 S-
Dim. E	3 E-	->	-	+	3 E-	3 E- = 3 E-
Carica	-3/3	->	-	+	-3/3	-3/3 = -3/3
Colori	-	->	-	+	-	- = -

Reazione 14 [Veltman 2003, p. 79]

Particelle	<i>ν_e</i>	->	<i>e⁻</i>	+	W⁺	
Interpretazione						Totali
Dim. W	W+	->	-	+	W+	1 W+ = 1 W+
Dim. S	2 S-	->	3 S-	+	S+	2 S- = 2 S-
Dim. E	-	->	3 E-	+	3 E+	- = -
Carica	-	->	-3/3	+	+3/3	- = -
Colori	-	->	-	+	-	- = -

Reazione 15 [Veltman 2003, p. 52]

Particelle	$[\nu_e]$	+	P	->	N	+	e^+	
Interpretazione								Totali
Dim. W	W-	+	5 W+	->	4 W+	+	-	4 W+ = 4 W+
Dim. S	2 S+	+	5 S+	->	4 S+	+	3 S+	7 S+ = 7 S+
Dim. E	-	+	4 E+, E-	->	2 E+, 2 E-	+	3 E+	3 E+ = 3 E+
Carica	-	+	+3/3	->	-	+	+3/3	+3/3 = +3/3
Colori	-	+	R+B+G	->	R+B+G	+	-	R+B+G = R+B+G

Reazione 16 [Veltman 2003, p. 26] (Beta- decay [Teramoto 2015, p. 97])

Particelle	N	->	P	+	e^-	+	$[\nu_e]$	
Interpretazione								Totali
Dim. W	4 W+	->	5 W+	+	-	+	W-	4 W+ = 4 W+
Dim. S	4 S+	->	5 S+	+	3 S-	+	2 S+	4 S+ = 4 S+
Dim. E	2 E-, 2 E+	->	4E+, E-	+	3 E-	+	-	- = -
Carica	0	->	+3/3	+	-3/3	+	-	- = -
Colori	R+B+G	->	R+B+G	+	-	+	-	R+B+G = R+B+G

Reazione 17 (Beta+ decay [Teramoto 2015, p. 98])

Particelle	P	->	N	+	e^+	+	ν_e	
Interpretazione								Totali
W dim.	5 W+	->	4 W+	+	-	+	W+	5 W+ = 5 W+
S dim.	5 S+	->	4 S+	+	3 S+	+	2 S-	5 S+ = 5 S+
E dim.	4 E+, E-	->	2 E-, 2 E+	+	3 E+	+	-	3 E+ = 3 E+
Charge	+3/3	->	0	+	+3/3	+	-	+3/3 = +3/3
Colors	R+B+G	->	R+B+G	+	-	+	-	R+B+G = R+B+G

Reazione 18 [Veltman 2003, p. 52]

Particelle	[N]	->	[P]	+	e^+	+	ν_e	
Interpretazione								Totali
Dim. W	4 W-	->	5 W-	+	-	+	W+	4 W- = 4 W-
Dim. S	4 S-	->	5 S-	+	3 S+	+	2 S-	4 S- = 4 S-
Dim. E	2 E-, 2 E+	->	4E-, E+	+	3 E+	+	-	- = -
Carica	-	->	-3/3	+	+3/3	+	-	- = -
Colori	[R+B+G]	->	[R+B+G]	+	-	+	-	[R+B+G] = [R+B+G]

Se le composizioni di \mathbf{W}^+ , \mathbf{W}^- , c , s , b e t sono sconosciute, le suddette reazioni permettono di stabilirle in maniera coerente con quanto detto in precedenza e con l'insieme delle stesse reazioni.

La colonna più a destra permette di verificare la perfetta equivalenza tra la parte destra e la parte sinistra della reazione. La penultima riga rappresenta il calcolo delle cariche elettriche delle particelle, vale a dire la somma delle particelle E^+ e E^- .

Le reazioni indicherebbero che \mathbf{W}^+ è composto da $\{1 W^+, 3 E^+, 1 S^+\}$, ed è instabile poiché vi sono tre E^+ . Allo stesso modo, \mathbf{W}^- è composto da $\{1 W^-, 3 E^-, 1 S^-\}$, cioè le sue componenti sono le antiparticelle delle componenti di \mathbf{W}^+ , ed è similmente instabile. Nelle reazioni è indispensabile dare

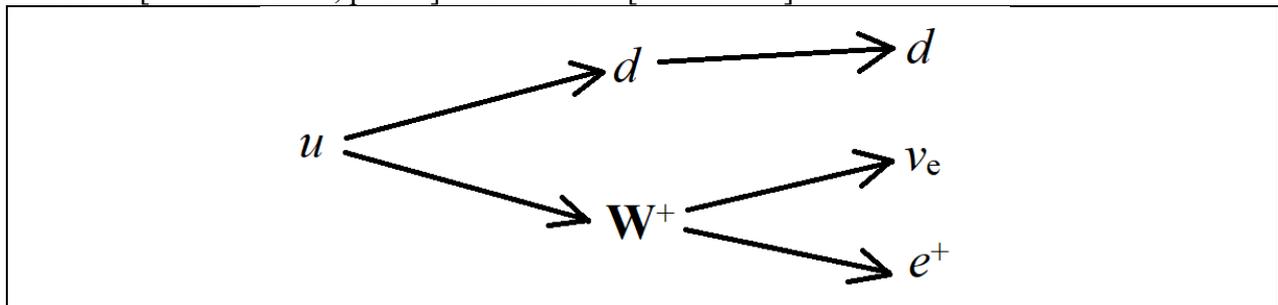
a e^- la composizione {3 E-, 3 S-}. Inoltre è anche necessario porre il neutrino uguale a {W+, 2 S-} e l'antineutrino uguale a {W-, 2 S+}.

Le reazioni indicano che i quark u , c e t avrebbero la stessa composizione come “particelle” elementari, nonostante enormi differenze nelle loro masse ($u = 2,2$ MeV; $c = 1,27$ GeV; $t = 173$ GeV) [Patrignani et al. 2016, p. 36], il che necessita di una spiegazione. Allo stesso modo, le reazioni indicano che i quark d , s e b avrebbero la stessa composizione come “particelle” elementari, nonostante enormi differenze nelle loro masse ($d = 4,7$ MeV; $s = 96$ MeV; $b = 4,18$ GeV) [Patrignani et al. 2016, p. 36], il che anche necessita di una spiegazione.

Anche le masse di W^+ e W^- , (80,38 GeV [Patrignani et al. 2016, p. 29]) non sono congrue con le masse delle altre particelle nelle reazioni dove sono presenti.

Ad es., v. le reazioni 1-5 e, in particolare, la combinazione delle reazioni 1 5:

Reazione 1 [Veltman 2003, p. 100] + Reazione 5 [Rohlf 1994]



Particelle	u	->	d	+	W^+	->	d	+	ν_e	+	e^+
Interpretazione											
Dim. W	2 W+	->	W+	+	W+	->	W+	+	W+	+	-
Dim. S	2 S+	->	S+	+	S+	->	S+	+	2 S-	+	3 S+
Dim. E	2 E+	->	E-	+	3 E+	->	E-	+	-	+	3 E+
Carica	+2/3	->	-1/3	+	+3/3	->	-1/3	+	-	+	+3/3
Colori	R/B/G	->	R/B/G	+	-	->	R/B/G	+	-	+	-
Energia (GeV)	0,005		0,01		80,3		0,01		0		0,0005
	Totali		Totali				Totali				
Dim. W	2 W+	=	2 W+			=	2 W+				
Dim. S	2 S+	=	2 S+			=	2 S+				
Dim. E	2 E+	=	2 E+			=	2 E+				
Carica	+2/3	=	+2/3			=	+2/3				
Colori	R/B/G	=	R/B/G			=	R/B/G				
Energia (GeV)	0,005	≠	80,31			≠	0,0105				

Ciò è correntemente spiegato dicendo che W^+ e W^- sono “particelle virtuali”. In effetti, subito dopo la loro “formazione”, decadono in altre particelle.

Però non è chiaro cosa si intenda con il termine di “particella virtuale” e come una tale particella può avere una massa assai grande. Infatti: $u = 2,2$ MeV; $d = 4,7$ MeV; $W^+ = 80,38$ GeV = 80.380 MeV [Patrignani et al. 2016, pp. 29 e 36].

10. Le dimensioni Newtoniane

Poiché a livello atomico le deviazioni convergenti/divergenti causate dagli appiattimenti nelle tre dimensioni Newtoniane o Spaziali (“attrazioni/repulsioni gravitazionali”) sono molto più piccole di quelle provocate dalle “forze” definite Deboli (W), Forti (S), Elettromagnetiche (E), e da quelle causate dai colori dei quark, finora gli appiattimenti delle dimensioni newtoniane sono stati trascurati. Proviamo ora ad inserire queste dimensioni (N, N', N'') nei diagrammi delle reazioni delle “particelle”. Per semplicità si utilizzeranno i seguenti simboli:

N+ = appiattimento con rotazione positiva di N o N' o N'';

N- = appiattimento con rotazione negativa di N o N' o N''.

Una “particella” complessa con un appiattimento N+ ha una massa che cresce con la velocità dell'appiattimento nella sua dimensione Spaziale, come descritto dalle equazioni della relatività generale di Einstein.

Allo stesso modo, una “particella” complessa con un appiattimento N- ha una massa che cresce in relazione alla velocità nella sua dimensione Spaziale.

Poiché l'elettrone ha massa positiva, se assumiamo che include tre appiattimenti N+ (uno per ciascuna delle tre dimensioni N, N' e N''), per bilanciare la reazione nucleare definita decadimento beta-, così come altre reazioni ed equivalenze, appare necessario assumere che il quark u abbia due N- e che il quark d abbia un singolo N+. Infatti è necessario soddisfare le seguenti reazioni ed equivalenze:

Reazione 16 [Veltman 2003, p. 26] (Beta- decay [Teramoto 2015, p. 97])

Particelle	N	->	P	+	e ⁻	+	[v _e]	Totale:
	(z N ⁺) n	->	N ⁻ N ⁻ N ⁺ (z N ⁺) n	+	N ⁺ N ⁺ N ⁺	+	-	(z N ⁺) n = (z N ⁺) n

Decadimento beta- [Veltman 2003, p. 200]

Particelle	d	->	u	+	e ⁻	+	[v _e]	Totale:
	N ⁺	->	N ⁻ N ⁻	+	N ⁺ N ⁺ N ⁺	+	-	N ⁺ = N ⁺

protone, P =	u	+	u	+	d	+	{G}	Totale:
	N ⁻ N ⁻	+	N ⁻ N ⁻	+	N ⁺	+	(z N ⁺) n	N ⁻ N ⁻ N ⁺ + (z N ⁺) n

Senza {G}: P = N⁻N⁻N⁺

neutrone, N =	u	+	d	+	d	+	{G}	Totale:
	N ⁻ N ⁻	+	N ⁺	+	N ⁺		(z N ⁺) n	(z N ⁺) n

Senza {G}: N = -

Da ciò abbiamo una serie di composizioni che sono riassunte nelle Tabelle 8 e 9, e nelle Figure 25, 26 e 27. Tra l'altro, si segnala che:

- La previsione teorica che nel protone (ma non nel neutrone) vi è antimateria, o meglio un eccesso di antimateria, trova conferma in lavori recenti (ad es., [Dove et al. 2021]).
- Per giustificare la grande differenza di massa tra protone (o neutrone) ed elettrone, appare necessario ipotizzare che nel protone e nel neutrone vi sia un certo numero di gluoni con z appiattimenti N+ (z = 1? / 2? / 3?) e in rapido movimento che ne aumentano la massa (grumo di gluoni, {G}). Se non ci fossero tali gluoni, la massa del protone sarebbe negativa e quella del neutrone sarebbe nulla. E' da osservare che i gluoni sono abitualmente descritti come privi di massa [Patrignani et al. 2016, p. 29] e che la massa del protone o del neutrone sarebbe dovuta all'energia di legame fra i gluoni (e fra i gluoni e i quark);
- I gluoni devono essere in numero uguale (n) per protone e neutrone.

Tabella 8 – Composizione di varie particelle a riguardo delle dimensioni N

Particelle						Antiparticelle		
elettrone, e^- =	$N^+N^+N^+$					positrone, e^+ =	$N^-N^-N^-$	
quark up, u =	N^-N^-					antiquark up, $[u]$ =	N^+N^+	
quark down, d =	N^+					antiquark down, $[d]$ =	N^-	
quark charm, c =	N^-N^-					antiquark charm, $[c]$	N^+N^+	
quark strange, s =	N^+					antiquark strange, $[s]$ =	N^-	
quark top, t =	N^-N^-					antiquark top, $[t]$ =	N^+N^+	
quark bottom, b =	N^+					antiquark bottom, $[b]$ =	N^-	
gluone =	$z N^+$					[gluone] =	$z N^-$	
grumo di gluoni, $\{G\}$ =	$(z N^+) n$					grumo di [gluoni], $[\{G\}]$ =	$(z N^-) n$	
protone, P =	u	+	u	+	d	+	$\{G\}$	Totale:
	N^-N^-	+	N^-N^-	+	N^+	+	$(z N^+) n$	$N^-N^-N^- + (z N^+) n$
neutrone, N =	u	+	d	+	d	+	$\{G\}$	Totale:
	N^-N^-	+	N^+	+	N^+		$(z N^+) n$	$(z N^+) n$
antiprotone, $[P]$ =	$[u]$	+	$[u]$	+	$[d]$	+	$[\{G\}]$	Totale:
	N^+N^+	+	N^+N^+		N^-	+	$(z N^-) n$	$N^+N^+N^+ + (z N^-) n$
antineutrone, $[N]$ =	$[u]$	+	$[d]$	+	$[d]$	+	$[\{G\}]$	Totale:
	N^+N^+	+	N^-	+	N^-	+	$(z N^-) n$	$(z N^-) n$

Tabella 9 - Interpretazione di varie reazioni a riguardo delle dimensioni N.

Reazione 1 [Veltman 2003, p. 100]							
Particelle	u	->	d	+	W^+		Totale:
	N^-N^-	->	N^+	+	$N^-N^-N^-$		$N^-N^- = N^-N^-$
Reazione 2 [Veltman 2003, p. 100]							
Particelle	ν_e	->	e^-	+	W^+		Totale:
	-	->	$N^+N^+N^+$	+	$N^-N^-N^-$		- = -
Reazione 3 [Veltman 2003, p. 101]							
Particelle	W^-	->	$[u]$	+	d		Totale:
	$N^+N^+N^+$	->	N^+N^+	+	N^+		$N^+N^+N^+ = N^+N^+N^+$
Reazione 4 [Veltman 2003, p. 101]							
Particelle	W^-	->	$[\nu_e]$	+	e^-		Totale:
	$N^+N^+N^+$	->	-	+	$N^+N^+N^+$		$N^+N^+N^+ = N^+N^+N^+$
Reazione 5 [Rohlf 1994]							
Particelle	W^+	->	ν_e	+	e^+		Totale:
	$N^-N^-N^-$	->	-	+	$N^-N^-N^-$		$N^-N^-N^- = N^-N^-N^-$
Reazione 6 [Veltman 2003, p. 101]							
Particelle	u	->	s	+	W^+		Totale:
	N^-N^-	->	N^+	+	$N^-N^-N^-$		$N^-N^- = N^-N^-$

Reazione 7 [Veltman 2003, p. 101]

Particelle	W^-	->	$[u]$	+	s		Totale: $N^+N^+N^+ = N^+N^+N^+$
	$N^+N^+N^+$	->	N^+N^+	+	N^+		

Reazione 8 [Rohlf 1994]

Particelle	s	->	u	+	W^-		Totale: $N^+ = N^+$
	N^+	->	N^-N^-	+	$N^+N^+N^+$		

Reazione 9 [Veltman 2003, p. 101]

Particelle	c	->	s	+	W^+		Totale: $N^-N^- = N^-N^-$
	N^-N^-	->	N^+	+	$N^-N^-N^-$		

Reazione 10 [Rohlf 1994]

Particelle	b	->	c	+	W^-		Totale: $N^+ = N^+$
	N^+	->	N^-N^-	+	$N^+N^+N^+$		

Reazione 11 [Rohlf 1994]

Particelle	t	->	b	+	W^+		Totale: $N^-N^- = N^-N^-$
	N^-N^-	->	N^+	+	$N^-N^-N^-$		

Reazione 12 [Veltman 2003, p. 101]

Particelle	c	->	d	+	W^+		Totale: $N^-N^- = N^-N^-$
	N^-N^-	->	N^+	+	$N^-N^-N^-$		

Reazione 13 [Veltman 2003, p. 79]

Particelle	e^-	->	ν_e	+	W^-		Totale: $N^+N^+N^+ = N^+N^+N^+$
	$N^+N^+N^+$	->	-	+	$N^+N^+N^+$		

Reazione 14 [Veltman 2003, p. 79]

Particelle	ν_e	->	e^-	+	W^+		Totale: - = -
	-	->	$N^+N^+N^+$	+	$N^-N^-N^-$		

Reazione 15 [Veltman 2003, p. 52]

Particelle	$[\nu_e]$	+	P	->	N	+	e^+	Totale: $N^-N^-N^+ (z N^+) n =$ $N^-N^-N^+ (z N^+) n$
	-	+	$N^-N^-N^+$ $(z N^+) n$	->	$(z N^+)$ n		$N^-N^-N^-$	

Reazione 16 [Veltman 2003, p. 26] (Beta- decay [Teramoto 2015, p. 97])

Particelle	N	->	P	+	e^-	+	$[\nu_e]$	Totale: $(z N^+) n = (z N^+) n$
	$(z N^+)$ n	->	$N^-N^-N^+$ $(z N^+) n$	+	$N^+N^+N^+$	+	-	

Reaction 17 (Beta+ decay [Teramoto 2015, p. 98])

Particles	P	->	N	+	e^+	+	ν_e	Total: $N^-N^-N^+ (z N^+) n$ $= N^-N^-N^+ (z N^+) n$
	$N^-N^-N^+$ $(z N^+) n$	->	$(z N^+) n$	+	$N^-N^-N^-$	+	-	

Reazione 18 [Veltman 2003, p. 52]

Particelle	[N]	->	[P]	+	e^+	+	ν_e	Totale: $(z N^-) n = (z N^-) n$
	$(z N^-) n$	->	$N^+N^+N^+$ $(z N^-) n$	+	$N^-N^-N^-$	+	-	

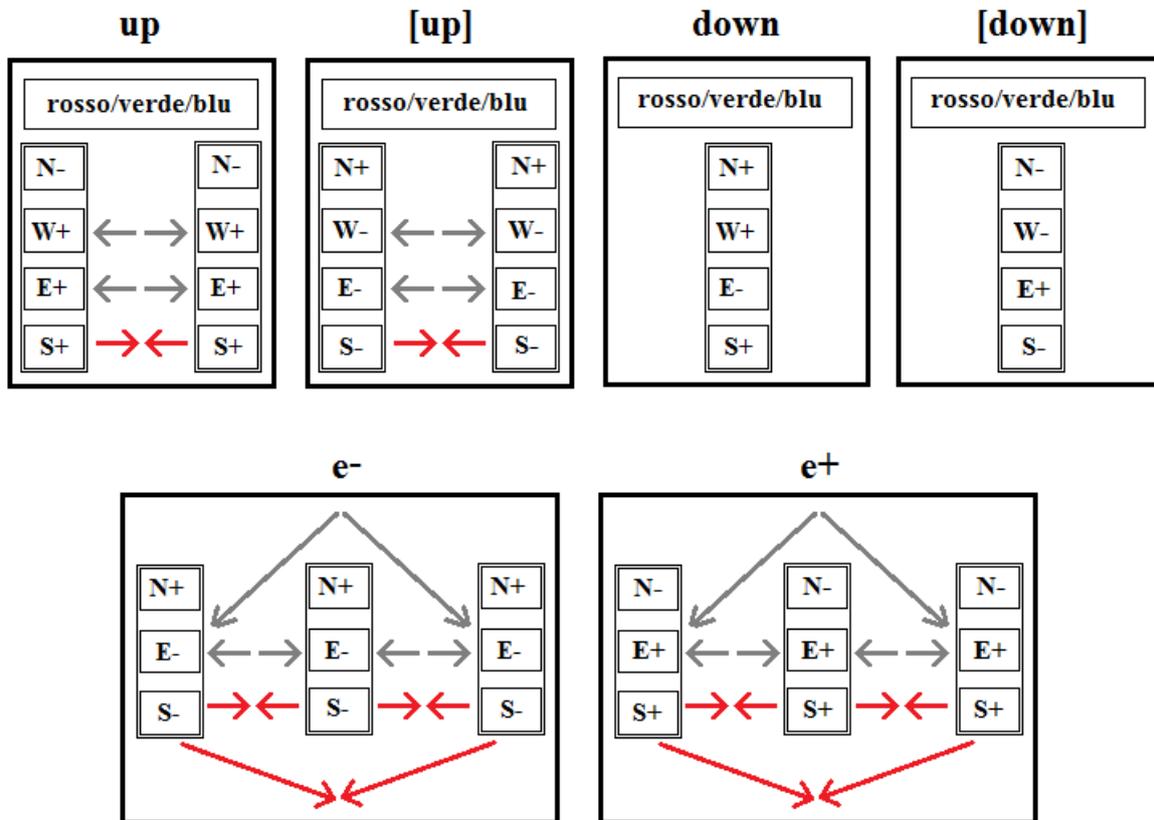


Figura 25 – Possibili appiattimenti delle dimensioni Newtoniane (Spaziali) e di altre dimensioni nei quark u , d ; negli antiquark $[u]$, $[d]$, nell'elettrone (e^-) e nel positrone (e^+).

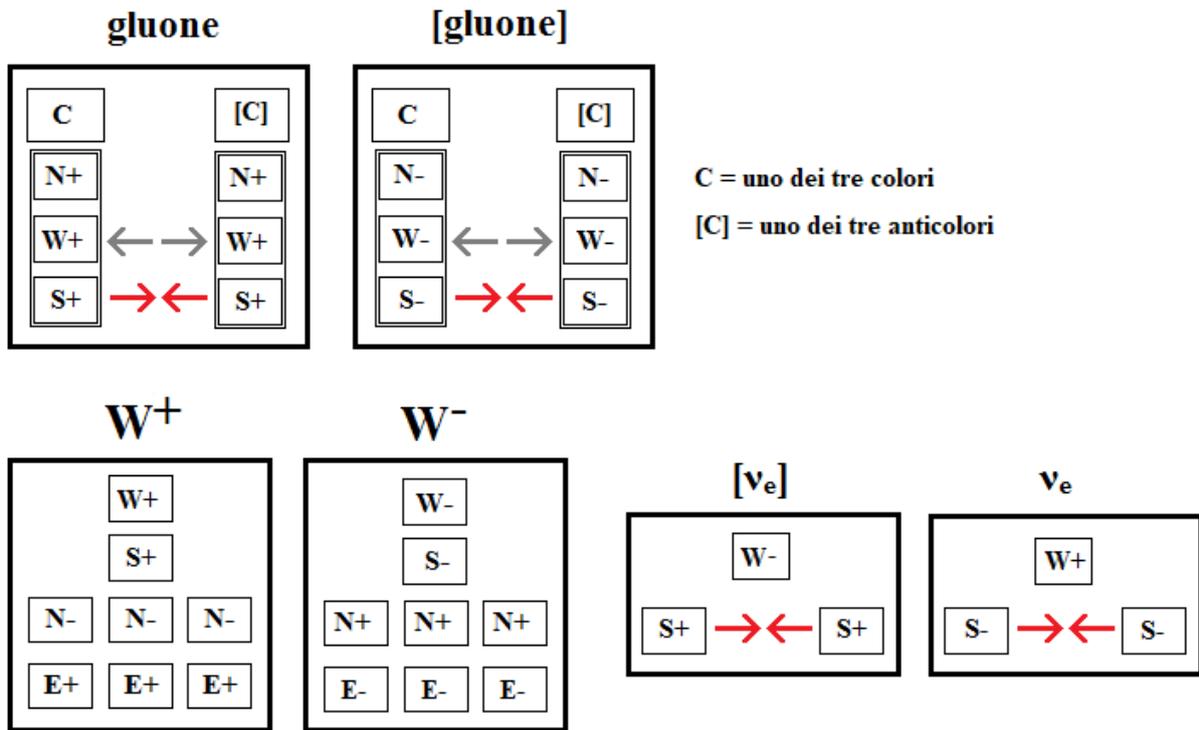


Figura 26 - Possibili appiattimenti delle dimensioni Newtoniane (Spaziali) e di altre dimensioni nei gluoni, e nelle particelle W^+ e W^- (da non confondere con gli appiattimenti nella dimensione Debole (W), indicati dai simboli W^+ e W^-). I gluoni sono abitualmente descritti come aventi massa zero. Il neutrino elettronico e l'antineutrino non devono avere alcun appiattimento nelle dimensioni newtoniane per spiegare la loro massa molto bassa o nulla.

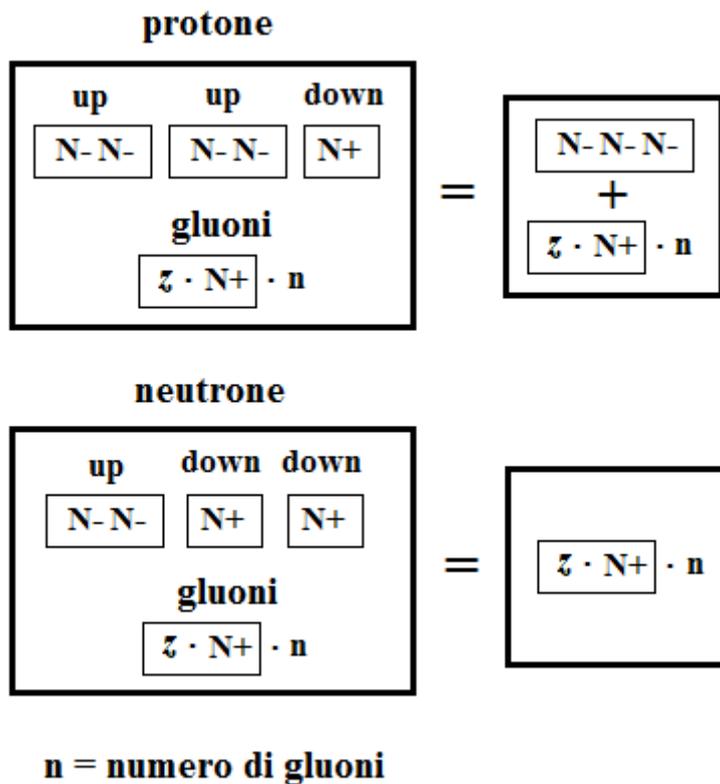


Figura 27 - Possibili appiattimenti delle dimensioni Newtoniane (o Spaziali; appiattimenti per altre dimensioni non indicate) nel protone e nel neutrone.

11. Massima velocità e accelerazione in una dimensione

La velocità è il rapporto tra due grandezze: distanza percorsa e tempo impiegato per percorrere la distanza. Se si considera il tempo come una dimensione con curvatura nulla (o molto piccola), e la distanza percorsa come un segmento sulla superficie curva di un'altra dimensione, la velocità può essere rappresentata come il rapporto tra i due cateti di un triangolo rettangolo posto sulla superficie di un cilindro (Fig. 28).

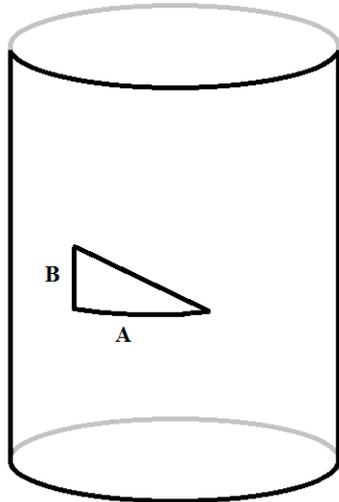


Figura 28 - La velocità può essere rappresentata come il rapporto tra i cateti A e B sulla superficie laterale di un cilindro. A è un segmento di una dimensione curva (ad esempio, una dimensione Spaziale) e B è un segmento di una dimensione piatta (o quasi piatta) (la dimensione Tempo).

Chiaramente la velocità massima possibile è quando vi è il massimo rapporto A/B.

Il valore minimo di B non può essere inferiore alla lunghezza di Planck (l_p).

Il seguente argomento è necessario per ottenere il valore massimo di A.

Uno spostamento in una dimensione curva può essere solo in proporzione ad un appiattimento. Con riferimento alla Fig. 29, l'appiattimento è proporzionale al rapporto y/x e l'appiattimento maggiore si verifica con il maggior valore possibile di tale rapporto. Il valore di y in funzione del raggio della dimensione (R) è dato da:

$$y = \text{radq}[R^2 - (R-x)^2] \quad (5)$$

e pertanto:

$$y/x = \text{radq}[R^2 - (R-x)^2]/x \quad (6)$$

Se $x_1 < x_2$, abbiamo che¹:

$$\text{radq}[R^2 - (R-x_1)^2]/x_1 > \text{radq}[R^2 - (R-x_2)^2]/x_2 \quad (7)$$

Questo significa che abbiamo il massimo rapporto y/x con il minimo valore di x_1 , che non può essere inferiore alla lunghezza di Planck (l_p).

¹ Infatti:

$$\text{radq}(R^2 - R^2 + 2 R x_1 - x_1^2)/x_1 > \text{radq}(R^2 - R^2 + 2 R x_2 - x_2^2)/x_2$$

$$\text{radq}(2 R x_1/x_1^2 - x_1^2/x_1^2) > \text{radq}(2 R x_2/x_2^2 - x_2^2/x_2^2)$$

$$\text{radq}(2 R/x_1 - 1) > \text{radq}(2 R/x_2 - 1)$$

$$2 R/x_1 > 2 R/x_2$$

$$1/x_1 > 1/x_2$$

$$x_1 < x_2$$

Pertanto, con il maggior appiattimento possibile: $A = y = \text{radq}[R^2 - (R - l_p)^2]$ e $B = l_p$ (dove l_p in questo caso indica la lunghezza di Planck nella dimensione temporale²) e il maggior rapporto tra i due cateti non può essere maggiore di:

$$A/B = \text{radq}[R^2 - (R - l_p)^2]/l_p = \text{radq}(R^2 - R^2 + 2 R l_p - l_p^2)/l_p = \text{radq}(2 R/l_p - 1) \quad (8)$$

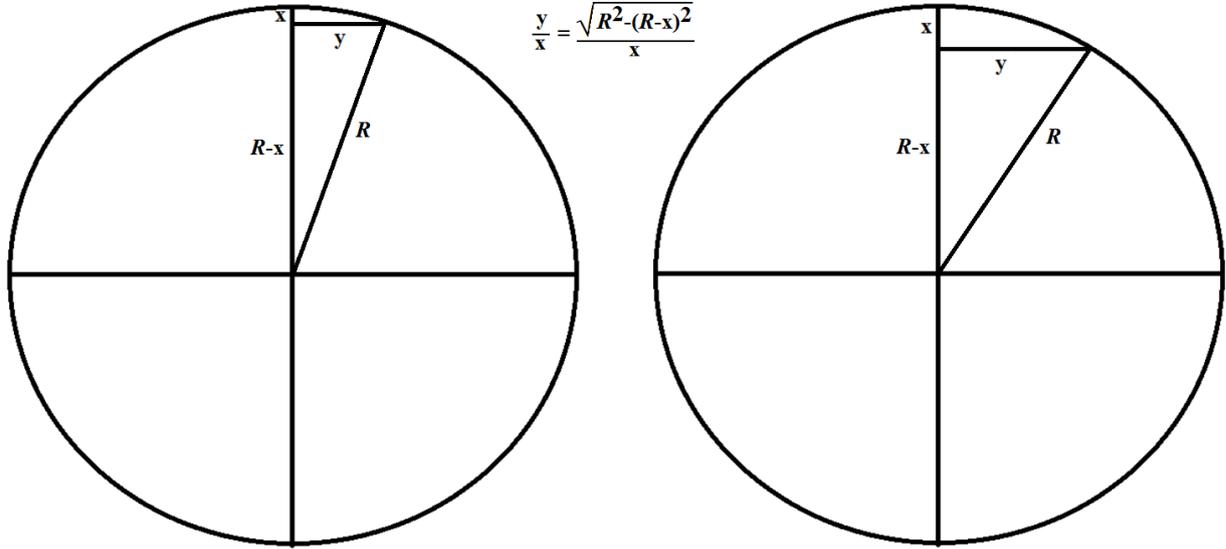


Figura 29 - Definendo la misura dell'appiattimento come il rapporto y/x , questo rapporto è massimo quando x è il minimo possibile.

Ciò porta all'ipotesi che per una dimensione Z con raggio R_z (cioè con diametro $D_z = 2 R_z$), la velocità massima (c_z) è in relazione al maggior rapporto A/B possibile:

$$c_z \propto \text{radq}(D_z/l_p - 1) \quad (9)$$

Se D_z è espresso in l_p e $D_z \gg l_p$, cosicché una unità può essere trascurata, abbiamo:

$$c_z \propto \text{radq}(D_z) \quad (10)$$

ovvero

$$c_z^2 \propto D_z \quad (11)$$

Analogamente si deduce che la massima accelerazione in una dimensione Z (a_z) sarà pari alla massima velocità possibile divisa per l_p , e quindi:

$$a_z \propto \text{radq}(D_z/l_p - 1)/l_p \quad (12)$$

Se D_z è espresso in l_p e $D_z \gg l_p$, cosicché una unità può essere trascurata, abbiamo:

$$a_z \propto \text{radq}(D_z) \quad (13)$$

ovvero che la massima accelerazione è pari alla massima velocità.

Ciò significa che in qualsiasi dimensione la massima velocità possibile e la massima accelerazione possibile sono in relazione alla curvatura della dimensione, cioè al suo raggio.

Una conseguenza molto interessante è che considerando dimensioni con curvatura sempre minore (cioè con $R_z \rightarrow \infty$), $A \rightarrow \infty$, e il massimo rapporto A/B (cioè c_z) $\rightarrow \infty$, e similmente $a_z \rightarrow \infty$.

Un commento per la possibile relazione tra la velocità massima nelle nostre dimensioni Spaziali (c_s ; ovvero la velocità della luce, c) e la curvatura di queste dimensioni ($1/R_s$, ipotizzata uguale per le tre dimensioni Spaziali) è che se l'universo si espande (cioè, se R_s è in aumento), ciò implicherebbe un

² Non deve essere confusa con l'unità di tempo di Planck definita come il tempo necessario alla luce per percorrere una distanza di una lunghezza di Planck nel vuoto.

aumento della velocità della luce. Tuttavia, se spazio e tempo aumentano entrambi con lo stesso ritmo, l'aumento di c_s sarebbe bilanciato da questi incrementi e quindi c_s rimarrebbe costante nelle misurazioni.

12. I buchi neri

Come si può leggere in ogni buon testo di fisica (ad es., [Walker 2014]), secondo la legge di gravitazione universale di Newton, una massa M con raggio R (ad es., uguale a quella terrestre), per semplicità supposta come una sfera perfetta di densità uniforme e non rotante, determina una forza attrattiva F per un'altra massa m (per semplicità, $m \ll M$), che varia a seconda dell'inverso del quadrato della distanza r tra il centro di M e il punto x della posizione di m ($F = G \cdot M \cdot m / r^2$).

Se $r < R$, cioè se x è interno a M , i gusci di M esterni a x non determinano attrazione o repulsione su m , e la forza di attrazione su x è determinata solo dalle parti di M con raggio uguale a o minore di r [Walker 2014]. Poiché il volume (V') di questa parte interna di M diminuisce in proporzione al cubo del suo raggio R' ($V' = 4/3\pi \cdot R'^3$) mentre l'attrazione diminuisce in funzione inversa del quadrato di r , per un punto x all'interno di M la forza di attrazione, andando verso il centro, decresce proporzionalmente a r , diventando nulla quando $r=0$.

In breve, la "forza gravitazionale" (g) determinata da M su m :

- se $r=R$ (cioè quando x è sulla superficie di M), ha il suo valore massimo;
- se $r > R$, si riduce in funzione dell'inverso del quadrato di r ;
- se $r < R$, si riduce linearmente in relazione al rapporto r/R e diventa nulla quando $r=0$ (ovvero, quando x è al centro di M).

Questi concetti sono descritti nella Fig. 30.

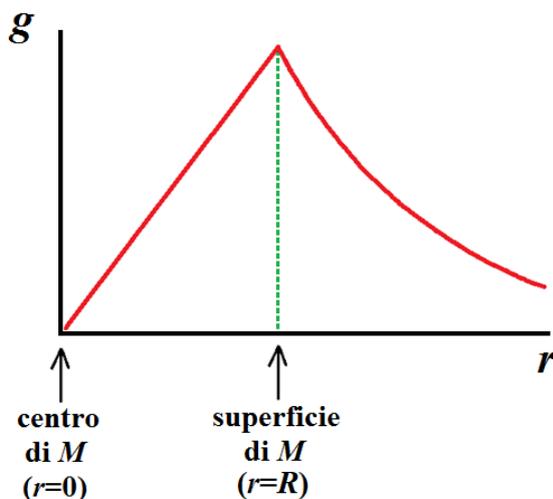


Figura 30 - In funzione della distanza (r) di un punto x dal centro di M , g è zero al centro di M , cresce linearmente fino alla superficie di M , dove assume il suo valore massimo, e poi decresce come funzione di $1/r^2$.

Consideriamo ora una stella di neutroni (N) con massa appena al di sotto del limite di Tolman-Oppenheimer-Volkoff [Kalogera e Baym 1996], oltre il quale la forza gravitazionale alla superficie di N raggiunge il valore della velocità della luce (c) e quindi N diventa un buco nero.

Per un tale corpo, la variazione di g con valori di $r < R$ deve avere un comportamento identico a quello di corpi molto più piccoli. Pertanto, al di sotto della superficie di N dove g è quasi uguale a c , il valore di g deve diminuire fino a diventare zero al centro di N.

L'improbabile ipotesi che la stessa regola dei corpi più piccoli non si applichi ad N cade in una grossa contraddizione che la rende inaccettabile. Infatti, se in relazione ad un valore minore di r , g invece di diminuire aumentasse al di sotto della superficie di N, raggiungendo così il valore di c , questo trasformerebbe l'intera stella in un buco nero e N non potrebbe esistere.

Da notare inoltre che nonostante l'enorme forza gravitazionale, tale da comprimere elettroni e protoni trasformandoli in neutroni, e da schiacciare, ad esempio, una massa di 1,4 masse solari in un raggio

dell'ordine di 10 chilometri [Seeds and Backman 2009, pag. 339], i neutroni resistono a questa forza senza difficoltà.

Consideriamo ora una stella di neutroni che supera il limite di Tolman-Oppenheimer-Volkoff e diventa così un buco nero. Il confine di un buco nero è il cosiddetto orizzonte degli eventi e un osservatore esterno non può avere alcuna conoscenza diretta di ciò che accade all'interno di quell'orizzonte.

Secondo la visione corrente basata sulle formule della relatività generale, al centro di un buco nero vi è una singolarità, una regione in cui la gravità e la curvatura dello spazio-tempo diventano infinite [Carroll 2004, p. 205]. Per un buco nero non rotante, questa singolarità è un punto con volume zero, che contiene tutta la massa del buco nero e quindi ha densità infinita [Carroll 2004, p. 252]. Stephen Hawking ha scritto: "Il lavoro che io e Roger Penrose abbiamo fatto tra il 1965 e il 1975 ha mostrato che, secondo la relatività generale, deve esserci all'interno di un buco nero una singolarità di densità e curvatura spazio-temporale infinite." [Hawking 1998, p. 90].

In una popolare descrizione dei buchi neri: "Secondo le equazioni della relatività generale la singolarità è il luogo dove la materia ha una densità infinita, lo spazio è infinitamente curvo ... Tornando ai buchi neri e al loro interno che, come definito dall'orizzonte degli eventi, è spazio completamente vuoto a parte la singolarità nel suo centro ..." [Al-Khalili 1999].

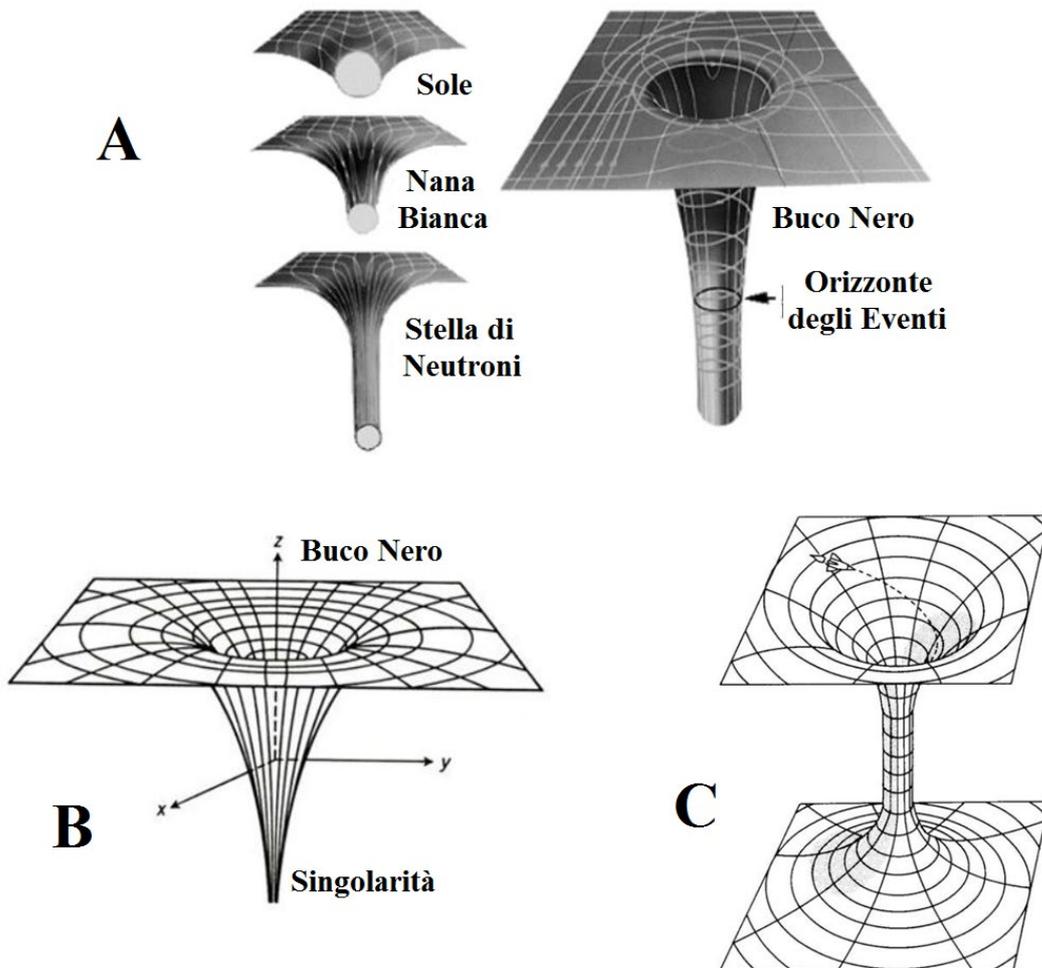


Figura 31 - A e B: due rappresentazioni di un buco nero e della singolarità che sarebbe al suo centro; C: un ipotetico tunnel tra due parti dello spazio-tempo causato da una singolarità.

L'idea di questa singolarità ha stimolato ipotesi fantasiose come l'esistenza di tunnel ("wormholes") che collegano il centro del buco nero con altri punti dell'universo: "... il nostro astronauta ... potrebbe

essere in grado di evitare di colpire la singolarità e di cadere invece attraverso un 'wormhole' e uscire in un'altra regione dell'universo" [Hawking 1998, p. 91].

L'esistenza di questi wormhole, noti anche come ponti di Einstein-Rosen, fu suggerita nel 1916 [Flamm 1916], pochi mesi dopo che Schwarzschild pubblicò la sua soluzione per il campo gravitazionale all'interno di un buco nero [Schwarzschild 1916], e fu chiaramente proposta da Albert Einstein e Nathan Rosen circa vent'anni dopo [Einstein e Rosen 1935].

Alcune rappresentazioni popolari di queste idee, che sono sempre basate sulla discutibile rappresentazione che una massa provoca un incavo in uno spazio piatto e nel nostro caso una cavità con una profondità infinita, sono mostrate nella Fig. 31.

A parte queste idee audaci, secondo la visione corrente, appena oltre l'orizzonte degli eventi e in direzione del centro del buco nero, la gravità continua ad aumentare fino a raggiungere un valore infinito nella singolarità dove anche la densità raggiungerebbe un valore infinito. La variazione di gravità prevista da questa concezione all'interno di un buco nero in funzione della distanza r dal centro è illustrata e riassunta nella Fig. 32, dove è confrontata con la variazione di gravità in una stella di neutroni appena al di sotto del limite di massa che la trasformerebbe in un buco nero.

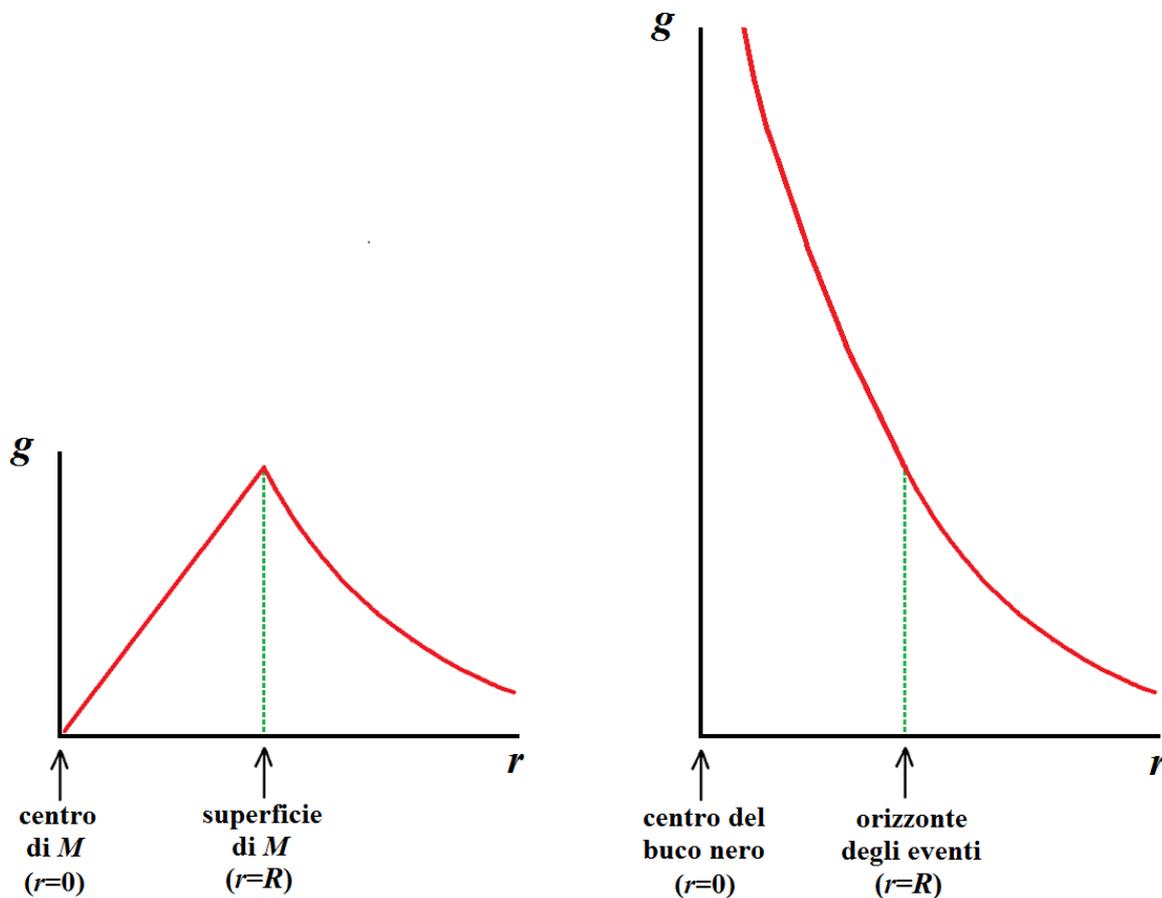


Figura 32 – A sinistra: variazione della gravità in funzione della distanza r dal centro di M per qualsiasi massa che non sia un buco nero. A destra: variazione ipotetica della gravità in funzione di r per un buco nero (secondo l'interpretazione corrente).

In contrasto con l'interpretazione correntemente accettata delle formule della relatività generale, non è chiaro perché superando il limite di Tolman-Oppenheimer-Volkoff la variazione della gravità in funzione di r dovrebbe cambiare totalmente: mentre per la stella di neutroni la gravità scende dal valore massimo alla sua superficie a zero al suo centro, per un buco nero la gravità aumenterebbe con minor valori di r , diventando infinita al centro del buco nero.

Un'altra contraddizione nasce dal fatto che la massa sarebbe concentrata tutta nella singolarità, in cui quindi la densità avrebbe valore infinito e non potrebbe esistere alcuna struttura atomica o subatomica. Ciò comporterebbe la completa perdita di informazioni relative a qualsiasi particella caduta nel buco nero. Per risolvere il paradosso della perdita di informazioni causata dal buco nero, è stato proposto che l'informazione sia conservata sulla superficie dell'orizzonte degli eventi (principio olografico [Susskind 1995]).

Come ipotesi alternativa proposta in queste pagine, l'accelerazione gravitazionale non può superare la velocità della luce, la gravità all'interno di un buco nero si comporta come all'interno di una stella di neutroni, l'orizzonte degli eventi è esattamente sulla superficie della stella di neutroni, dove la gravità è la più grande possibile, e la gravità diminuisce andando verso il centro del buco nero. Non esiste una "singolarità" con gravità e densità infinite al centro del buco nero, dove invece vi è gravità nulla. Successivamente, se per aggiunte dall'esterno la massa all'interno del buco nero aumenta, il numero di neutroni e il raggio della loro massa totale aumentano proporzionalmente e l'orizzonte degli eventi si trova sempre esattamente sulla superficie della stella di neutroni.

La differenza radicale tra le due interpretazioni nasce dai modi completamente diversi in cui si ipotizza che la distorsione dello spazio-tempo modifica le geodetiche, così determinando deviazioni che vengono viste come "forza gravitazionale". Per l'interpretazione corrente, in assenza di "masse", le dimensioni che costituiscono lo spazio (dimensioni Spaziali) sono piatte e la presenza di una "massa" determina una distorsione dello spazio che provoca la "forza gravitazionale". Inoltre, non vi è alcun limite al grado di distorsione spaziale e quindi una singolarità, cioè un punto con distorsione infinita e quindi con "gravità" infinita, sarebbe teoricamente ammissibile.

Al contrario, per l'interpretazione alternativa, si assume che in assenza di "masse" le dimensioni Spaziali o Newtoniane sono curve e che una massa determina un appiattimento delle loro curvature. Il massimo appiattimento possibile si ha quando vi è il più grande rapporto A/B (v. la discussione della sezione precedente). Un appiattimento maggiore è impossibile e quindi è impossibile una "forza gravitazionale" infinita. Inoltre, a riguardo dell'ipotesi di singolarità a densità infinita, ciò significherebbe postulare che le "forze" Debole (W), Forte (S) e dei colori dei quark possano essere superate dalla "forza gravitazionale", il che appare impossibile alle distanze atomiche e subatomiche alle quali tali "forze" agiscono.

Si potrebbe sostenere che non vi sono prove che le dimensioni Spaziali siano curve. Tuttavia, se è vero che il nostro sub-universo è nato dal Big Bang di una minuscola bolla iniziale e che è ancora in rapida espansione, ciò implica che le dimensioni Spaziali sono curve dall'origine e si sono espanse e continuano ad espandersi come un palloncino che si gonfia.

Va sottolineato che quando Einstein propose la teoria della relatività generale non esisteva il concetto di Big Bang e dell'espansione dell'Universo da una piccolissima bolla iniziale con l'implicazione che le dimensioni Spaziali e ogni altra possibile dimensione fossero curve. Inoltre, le formule proposte da Einstein per la curvatura di uno spazio piano per effetto di una massa non sono mai state adattate alla diversa idea di uno spazio curvo appiattito da una massa.

13. Principio di indeterminazione di Heisenberg e sua possibile riformulazione

Il principio di indeterminazione di Heisenberg [Heisenberg 1927] sostiene "un limite fondamentale alla precisione con cui certe coppie di proprietà fisiche di una particella, note con il nome di variabili complementari, come la posizione x e la quantità di moto p , possono essere conosciute simultaneamente." [Kisak 2016, p. 282]

Per esempio:

$$\Delta x \cdot \Delta p \geq \hbar/2 \quad (14)$$

cioè l'incertezza relativa alla posizione di una particella moltiplicata per l'incertezza relativa alla sua quantità di moto non è inferiore alla metà della costante di Planck ridotta (\hbar).

Lo stesso concetto fu espresso mediante la formula:

$$\sigma_x \cdot \sigma_p \geq \hbar/2 \text{ [Kennard 1927]}$$

(15)

dove σ_x e σ_p sono rispettivamente la deviazione standard di posizione e quantità di moto.

Questo principio presuppone l'esistenza di "particelle" che si muovono nello spazio.

Comunque:

- se il termine "particella semplice" è solo una descrizione approssimativa e potenzialmente fuorviante di un'onda (o più precisamente di un appiattimento in una dimensione causato dalla doppia oscillazione di un segmento della dimensione; e quindi il termine "particella complessa" indica un gruppo associato di onde), vale a dire se nessuna "particella" è concepita come un'entità distinta dalla dimensione (o dalle dimensioni) in cui si muove l'onda (o il gruppo di onde);
 - se la rilevazione di un valore della "particella" è solo la misura di un parametro d'onda che fornisce un valore relativo a qualcosa, la "particella", che erroneamente si postula esistere;
- ne consegue che il principio di indeterminazione descrive solo l'impossibilità di misurazioni precise su qualcosa che erroneamente si assume che esista e quindi interpreta un fenomeno diversamente da quello che è.

Se quanto detto nelle sezioni precedenti è vero, non esiste alcuna particella (o insieme di particelle). Esistono solo appiattimenti, o gruppi associati di appiattimenti, causati da doppie oscillazioni di segmenti di dimensioni, che possono essere descritti matematicamente come onde. La loro descrizione e misurazione come "particelle" sono utili solo nella misura in cui è chiaro che le particelle come entità distinte non esistono e che le misurazioni descrivono una realtà diversa da quella di una particella intesa come entità a sé stante.

Ad esempio, è noto che se una serie, temporalmente distinta, di fotoni (cioè una serie di onde elettromagnetiche di cui una sola passante per una sezione S per unità di tempo) attraversa due sottili fenditure e poi cade su una superficie di rilevamento, l'onda interferisce con sé stessa determinando frange di interferenza sulla superficie di rilevamento. L'interferenza, anche di un singolo fotone con sé stesso, è possibile perché i fotoni sono onde e non particelle.

Quando ciascuna onda elettromagnetica raggiunge la superficie del rivelatore, che è un gruppo spazialmente separato di rivelatori (ciascuno di essi costituito da altre onde o gruppi di onde), se l'energia contenuta in un singolo fotone è in grado di attivare un solo rivelatore, per effetto della sua quantizzazione non può essere suddiviso in più rivelatori. A seconda della modifica della forma dell'onda causata dalle fenditure e della anzidetta interferenza, verrà attivato solo uno dei rivelatori per ogni singolo fotone, determinando gradualmente la figura di interferenza. Il fatto che ogni volta venga attivato un solo rivelatore non implica che il fotone sia un qualche tipo di entità presente contemporaneamente su tutta la superficie dell'onda con una probabilità per ogni punto proporzionale all'altezza dell'onda in quel punto.

Qualsiasi descrizione del mondo fisico come "particelle" che si aggregano, si muovono, colpiscono, ecc. è una descrizione infedele di ciò che accade realmente. Se questa descrizione viene utilizzata come mezzo per semplificare e rendere meno difficile una descrizione, la semplificazione è ammissibile solo se non si dimentica mai che si tratta di una utile semplificazione e non di una fedele descrizione.

Pertanto, il principio di indeterminazione nasce dalla implicita errata attribuzione dell'esistenza a entità, le "particelle", che non esistono in quanto tali.

Hawking è molto chiaro a riguardo: "Il principio di indeterminazione della meccanica quantistica implica che alcune coppie di quantità, come la posizione e la velocità di una particella, non possono essere previste entrambe con assoluta precisione. La meccanica quantistica affronta questa situazione attraverso una classe di teorie quantistiche in cui le particelle non hanno posizioni e velocità ben definite ma sono rappresentate da un'onda. Queste teorie quantistiche sono deterministiche nel senso che danno leggi per l'evoluzione dell'onda nel tempo. Quindi, se si conosce l'onda in un momento, la si può calcolare in qualsiasi altro momento. L'elemento imprevedibile e casuale interviene solo quando si cerca di interpretare l'onda in termini di posizioni e velocità delle particelle. Ma forse questo è il nostro errore: forse non ci sono posizioni e velocità delle particelle, ma esclusivamente

onde. È solo che cerchiamo di adattare le onde alle nostre idee preconcepite di posizioni e velocità. L'incongruenza che ne risulta è la causa dell'apparente imprevedibilità." [Hawking 1988, pp. 188-189]

In breve, al posto delle particelle abbiamo solo e sempre delle onde, o meglio delle doppie oscillazioni, che possiamo descrivere mediante formule senza poter precisare per nessun istante t la posizione precisa dei punti del segmento di dimensione che oscilla. Infatti per conoscere questa posizione possiamo utilizzare solo altre onde di cui pure abbiamo solo una conoscenza parziale ed inoltre ogni tentativo di osservazione comporta una modificazione dell'onda in esame. Ad esempio, se avessimo una conoscenza completa di un'onda elettromagnetica, potremmo prevedere con assoluta certezza quale dei possibili recettori verrà attivato. Avendo invece la sola conoscenza della forma dell'onda, che rappresentiamo, in modo fuorviante, come presenza probabilistica di particelle inesistenti definite come fotoni, potremo solo prevedere in modo probabilistico quale recettore verrà attivato.

Approfondiamo questi concetti.

Il "principio di indeterminazione" così come proposto da Heisenberg, e da altri che ne hanno seguito l'impostazione, è minato alla base poiché postula l'esistenza di "particelle" le quali al contrario sono solo onde o complessi di onde.

Anche la rappresentazione di una particella come la coesistenza di un corpo e di un'onda, che si manifesta in uno stato o nell'altro a seconda del tipo di indagine utilizzato, è falsa e fuorviante.

Considerando il principio di Heisenberg semplicemente come l'impossibilità di determinare perfettamente le caratteristiche di entità fittizie quali sono le "particelle", cosa è possibile a riguardo della determinazione o indeterminazione di una qualsiasi onda, o complesso di onde?

Consideriamo una "particella" semplice, composta per definizione da una sola onda, descritta come una doppia oscillazione. Un esempio di "particella" semplice è un fotone, vale a dire un'onda elettromagnetica.

Di tale particella è facile conoscere frequenza e ampiezza dell'onda. Comunque, per una completa conoscenza dovremmo anche conoscere, in un definito istante t , la posizione dell'onda in riferimento all'asse di rotazione.

Per indagare tale posizione abbiamo bisogno di un qualcosa che "deve essere usato come "sonda". Però qualsiasi "sonda" sarà composta da altre "particelle" semplici o da aggregati di "particelle" semplici ("particelle" complesse) o anche da insiemi di più particelle, di cui pure non abbiamo conoscenza perfetta. Anche se volessimo costruire una "sonda" *ad hoc* di cui vi sia conoscenza perfetta, ciò è impossibile poiché dovremmo servirci di strumenti composti da altre "particelle" di cui non abbiamo conoscenza perfetta.

Non avendo conoscenza perfetta di qualsivoglia possibile "sonda" non potremo mai ottenere conoscenza perfetta di qualsivoglia "particella" elementare, e a maggior ragione di qualsivoglia "particella" complessa.

Questa impossibilità prescinde dalla successiva verosimile modifica della "particella" in esame come conseguenza della osservazione.

Pertanto, a riguardo delle innumerevoli "particelle" semplici o complesse che esistono, siamo impossibilitati ad avere perfetta conoscenza anche di una sola "particella" e neanche per il solo attimo che precede le modifiche determinate dalla osservazione.

Per quanto riguarda la conoscenza da parte di un essere intelligente, l'universo in ogni sua "particella", o minima parte, o possibile suddivisione, o nella sua totalità, è quindi inconoscibile in modo perfetto. Parimenti è impossibile una descrizione perfetta del futuro o passato di qualsiasi parte dell'universo.

Ciò si può descrivere come totale indeterminazione per la conoscenza perfetta da parte di un'intelligenza cognitiva.

Però, prescindendo da questa impossibile conoscenza, ogni onda è perfettamente determinata in ogni suo dettaglio e così anche è perfettamente determinata nelle sue interazioni con ogni altra onda in entrambe le direzioni della dimensione Tempo.

Pertanto, chi aveva ragione allora tra Einstein che sosteneva un mondo sempre completamente deterministico (“Dio non gioca a dadi con l’universo” [Einstein 1971]) e Heisenberg per il quale tutto era indeterminato e probabilistico? In un certo senso, entrambe le tesi sono corrette. Se le “particelle” sono solo descrizioni semplificate e approssimative di onde o gruppi di onde, potremmo dire che la perfetta conoscenza dello stato di queste onde in qualsiasi istante renderebbe il mondo totalmente deterministico per la conoscenza da parte di un essere intelligente ma che l’impossibilità di tale conoscenza rende anche il mondo completamente probabilistico negli stessi termini di conoscenza. Nell’ambito di queste argomentazioni, che fine fa il famoso gatto di Schrödinger [Schrödinger 1935], la cui vita o morte dipende dal non decadimento o decadimento di un atomo X? Poiché il suo destino dipende da eventi – il non decadimento o decadimento di un atomo – di cui coesistono le due probabilità, il gatto sarebbe in uno stato di sovrapposizione quantistica nel quale le condizioni di “gatto vivo” e “gatto morto” esisterebbero contemporaneamente [Moring 2001].

Però, se eliminiamo il preconcetto dell’esistenza di “particelle” come entità a sé stanti, il destino del gatto dipende solo dall’interazione delle onde nell’atomo X. Non possiamo assolutamente conoscere in modo perfetto le onde di tale atomo ma, a prescindere dalla nostra ignoranza, il comportamento delle onde è del tutto deterministico e il destino del gatto è uno solo, benché a noi incognito. Pertanto la sovrapposizione di più stati, compresa quella del famoso gatto, esiste solo nel nostro preconcetto che esistano “particelle” per le quali non esiste una posizione precisa ma solo una distribuzione di probabilità della posizione.

Ancora più infondata, non necessaria e del tutto fantasiosa è l’idea che nel momento in cui tentiamo di conoscere la posizione di una “particella” si crea un nuovo universo [Everett et al. 1973].

14. Rotazione di un segmento di una dimensione

Una doppia oscillazione asincrona di un segmento di corda (rappresentazione schematica di un segmento di uno spazio unidimensionale) è necessaria per avere una rotazione, che deve essere intesa come la rotazione del segmento attorno alla posizione della corda a riposo e non come una torsione della corda su sé stessa.

Allo stesso modo, in uno spazio tridimensionale, la doppia oscillazione asincrona di un segmento di qualsiasi dimensione Spaziale o Newtoniana (N, N' e N'', o semplicemente N) origina una rotazione oraria o antioraria, arbitrariamente definita come rotazione positiva o negativa. Ciò implica che, per ruotare, un segmento di uno spazio unidimensionale richiede due ulteriori dimensioni più la dimensione Tempo.

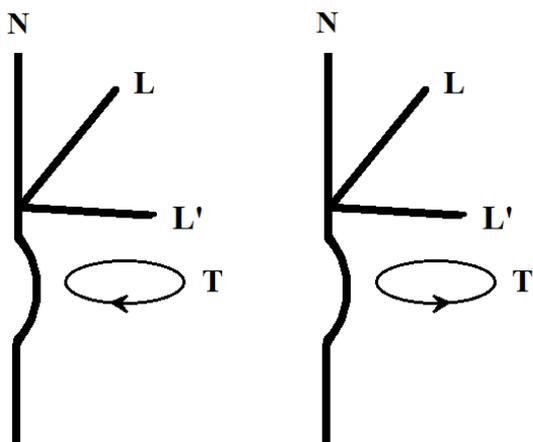


Figura 33 - A sinistra, un segmento della dimensione Spaziale o Newtoniana N, visto dall’alto dell’immagine, ruota in senso orario attorno alla dimensione Spaziale N nelle dimensioni L e L', mentre a destra ruota in senso antiorario. I due tipi di rotazioni sono definiti arbitrariamente rispettivamente come positivi e negativi. La dimensione Spaziale N è una dimensione curva, ma la curvatura è troppo piccola per la scala dell’immagine. Inoltre, la curva del segmento rotante è stata marcatamente esagerata per renderla visibile. L e L' sono due dimensioni con curvatura nulla o quasi nulla.

Potrebbe sembrare ovvio e senza bisogno di indagine o discussione che queste due ulteriori dimensioni siano le altre due delle tre dimensioni Newtoniane di cui abbiamo una continua esperienza diretta. Tuttavia, per ragioni che verranno espresse nella successiva sezione, è necessario che queste

due dimensioni aggiuntive abbiano curvatura nulla o molto piccola e quindi non possono essere alcuna delle abituali dimensioni Newtoniane. Provisoriamente si ipotizza qui che queste due ulteriori dimensioni, definite Entanglement 1 (L) e Entanglement 2 (L'), sono con curvature nulle o molto piccole rispetto a quella delle dimensioni Newtoniane (Fig. 33).

15. Appiattimenti e onde elettromagnetiche

Quando l'energia di un elettrone varia, in gradini quantizzati, emette o assorbe energia attraverso onde elettromagnetiche (anche descritte come fotoni).

La variazione di energia di un elettrone non cambia la sua carica elettrica, ma è correlata alla sua variazione di velocità e massa. Com'è possibile che vi sia variazione di massa contemporaneamente all'emissione (o assorbimento) di onde elettromagnetiche prive di massa?

Una possibile spiegazione è la seguente.

Assumiamo che l'insieme di onde brevemente definito come elettrone includa tre gruppi di oscillazioni/rotazioni che sono distinti per ciascuna delle tre dimensioni Spaziali e che una velocità maggiore in ciascuna delle tre dimensioni Spaziali comporti:

- maggiore frequenza di oscillazione per i segmenti delle dimensioni Spaziali;
- accorciamento lungo le direzioni di movimento sulle dimensioni Spaziali;
- compressione del tempo (il tempo scorre più lento per un oggetto con maggiore velocità);
- una maggiore massa/energia dell'elettrone,

mentre una riduzione della velocità implica:

- riduzione della frequenza di oscillazione;
- allungamento lungo le direzioni di movimento;
- espansione del tempo;
- minore massa/energia dell'elettrone,

e i due casi (accelerazione o decelerazione) implicano un trasferimento della differenza di energia da o verso onde elettromagnetiche.

Supponiamo ora che ciascuna delle tre rotazioni nelle tre distinte dimensioni Spaziali avvenga in due dimensioni che sono diverse da quelle Spaziali e con curvatura nulla o quantomeno infinitesimale. Nella variazione dell'energia/massa dell'elettrone la differenza viene emessa (o assorbita) mediante doppie oscillazioni di queste due dimensioni non spaziali con energia in funzione della frequenza delle oscillazioni. Poiché queste due dimensioni non spaziali non hanno curvatura (o curvatura trascurabile), la loro oscillazione non provoca alcuna variazione di massa (o variazione di massa trascurabile).

Questa ipotesi implica diverse cose:

- Le doppie oscillazioni, sia per le dimensioni Spaziali che per qualsiasi altra dimensione avente curvatura, debbono verificarsi nelle due dimensioni con curvatura nulla o quasi nulla;
- Un'onda elettromagnetica è comunemente definita come una doppia oscillazione che si propaga nello spazio ma non si definisce mai cosa oscilla. La descrizione che l'onda elettromagnetica è l'oscillazione di un campo magnetico e di un campo elettrico descrive gli effetti ma non la natura di ciò che oscilla. Con la suddetta ipotesi si ha ora che un'onda elettromagnetica è una doppia oscillazione in due dimensioni con curvatura nulla o quasi nulla;
- Poiché queste oscillazioni si propagano nello spazio ma non sono oscillazioni di segmenti di spazio, non hanno massa e non possono aumentare la loro massa in relazione all'aumentare della velocità;
- Non avendo massa, la loro velocità nel vuoto è pari alla velocità massima relativa al massimo appiattimento possibile nelle dimensioni spaziali, cioè la velocità della luce;
- Poiché le due suddette dimensioni non spaziali, definite dimensione Entanglement 1 (L) e dimensione Entanglement 2 (L') dimensioni, hanno curvatura nulla o quasi nulla, la velocità massima in queste dimensioni non è quella della luce ma è molto maggiore quanto minore è la curvatura (ovvero maggiore il raggio) di queste dimensioni, vale a dire: con $R_L \rightarrow \infty$, $c_L \rightarrow \infty$.

- I fenomeni generalmente definiti come fenomeni di “entanglement” richiedono o un’azione a distanza o una velocità infinita (o almeno molto maggiore della velocità della luce). Le suddette dimensioni non spaziali potrebbero essere la chiave per spiegare i fenomeni di entanglement e proprio per questo sono state prima definite Entanglement 1 e 2;
- Consideriamo ora una doppia oscillazione che corre nel vuoto con la velocità della luce (c), avendo una lunghezza d’onda λ e pertanto una frequenza f pari a c/λ , e che supponiamo asincrona con uno sfasamento fra le due oscillazioni di 90° (v. Fig. 34). In conseguenza del movimento complessivo delle due oscillazioni, un punto qualsiasi (P) di una delle due oscillazioni, in un tratto dell’asse di oscillazione pari a λ , compie un giro completo intorno all’asse con un percorso pari a $2\pi r$, dove $r=\lambda/4$ and so $2\pi r = \pi\lambda/2$, e contemporaneamente si sposta di un tratto pari a λ . Il percorso complessivo sarà pertanto pari a $\lambda+\pi\lambda/2$. Poiché la doppia oscillazione, facendo riferimento a un punto Q sull’asse di oscillazione, nello stesso tempo si è spostata di un tratto pari a λ , il rapporto fra il percorso di P e quello di Q (e cioè dell’intera doppia oscillazione) è pari a $1+\pi/2 = 2,570796$. Pertanto, se la doppia oscillazione si sposta con velocità c , il punto P si sposta con una velocità pari a $2,570796 c = 770.705,46 \text{ km/sec}$. Questo rapporto vale qualunque siano i valori di λ , vale a dire qualunque sia la frequenza f della doppia oscillazione (i valori λ e f non sono presenti nella formula anzidetta del rapporto). La velocità di un punto qualsiasi di una oscillazione è chiaramente superiore a quella massima (c) di un corpo che si muove nelle dimensioni Spaziali. Ciò è possibile solo se si ammette che le oscillazioni avvengono in dimensioni in cui la velocità massima è maggiore di c .
- Poiché le dimensioni L e L' per le loro oscillazioni necessitano di un'altra dimensione, la dimensione Tempo (T), per spiegare perché le oscillazioni si hanno per L e L' e non, ad esempio, per L e T con L' al posto della dimensione T, è necessaria una differenza tra una caratteristica comune di L e L' e quella di T. L'unica differenza che può esistere tra due dimensioni è nei raggi delle curvature. Pertanto, la dimensione Tempo dovrebbe avere una curvatura minima (cioè non nulla o quasi nulla). Inoltre, l'aumento della frequenza di oscillazione richiederebbe sempre più energia. Ciò giustificerebbe l'energia delle onde elettromagnetiche e la loro energia crescente in relazione alla frequenza.

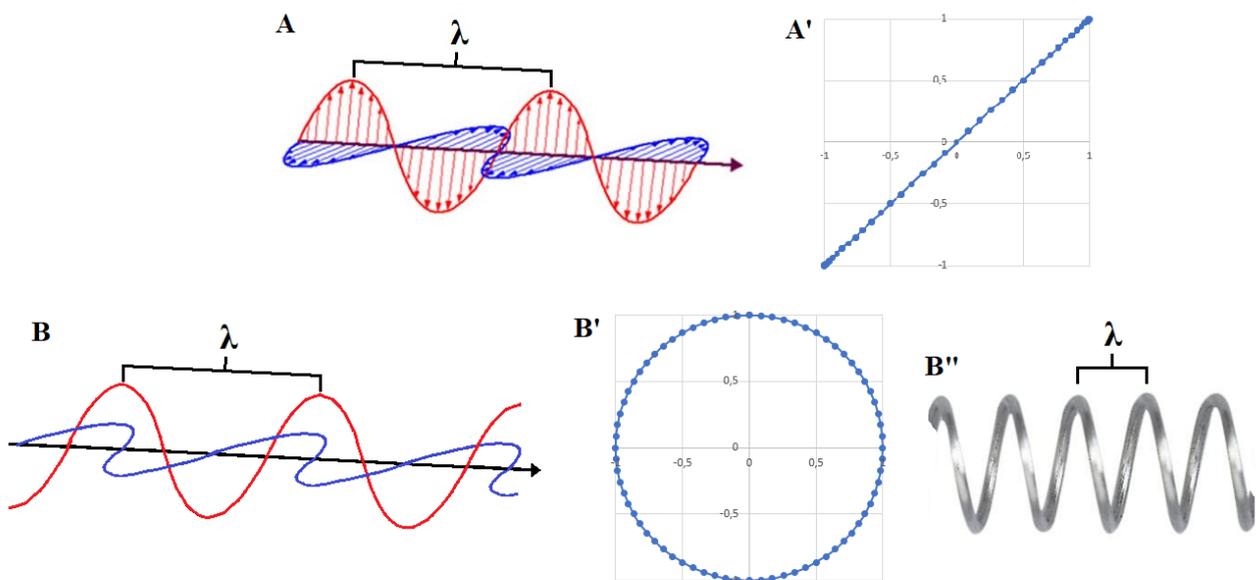


Figura 34 – A: Schema di una doppia oscillazione (o onda) sincrona; A': Il movimento di un punto dell'onda rappresentata in A visto frontalmente; B: Schema di una doppia oscillazione asincrona con sfasamento fra le due oscillazioni di 90° ; B': Il movimento di un punto (P) dell'onda rappresentato in B visto frontalmente. Il valore di r (raggio del movimento di P visto frontalmente) è pari a $\lambda/4$; B'': Il movimento schematizzato di P in una vista tridimensionale è analogo a quello della spirale di una molla.

- Secondo la teoria della relatività un corpo con velocità v , man mano che la sua velocità aumenta, riduce la sua lunghezza nella direzione del movimento, tendendo a una lunghezza infinitamente breve con l'avvicinarsi di v alla velocità della luce (c). Le onde elettromagnetiche sono una palese eccezione a questa legge: anche se – per definizione - nel vuoto hanno una velocità pari a c non mostrano alcun accorciamento nella direzione del movimento. Ciò si potrebbe spiegare con il fatto che nelle onde elettromagnetiche non vi sono segmenti delle dimensioni Spaziali e quindi, poiché la legge anzidetta dovrebbe applicarsi solo alle dimensioni Spaziali, non vi è alcun appiattimento nella direzione del movimento.

Un'altra rappresentazione delle onde elettromagnetiche è offerta dalla Fig. 35. In essa vediamo la successione di tre serie di onde regolarmente spaziate (ciascuna onda definita come un fotone), che sono distinte l'una dall'altra per la lunghezza d'onda, cioè per frequenza (che è decrescente andando dall'alto in basso nell'immagine).

La dimensione maggiore dei fotoni con lunghezze d'onda maggiori potrebbe far credere che la serie inferiore sia quella con più energia, ma al contrario è la serie superiore, con dimensione minore e frequenza maggiore, ad essere più energetica. In breve, l'energia delle onde elettromagnetiche è correlata alla frequenza, cioè alla dimensione Tempo (T), e non alla dimensione del fotone, cioè alle due dimensioni non newtoniane L e L' in cui l'onda oscilla e che possono essere erroneamente intese come dimensioni newtoniane.

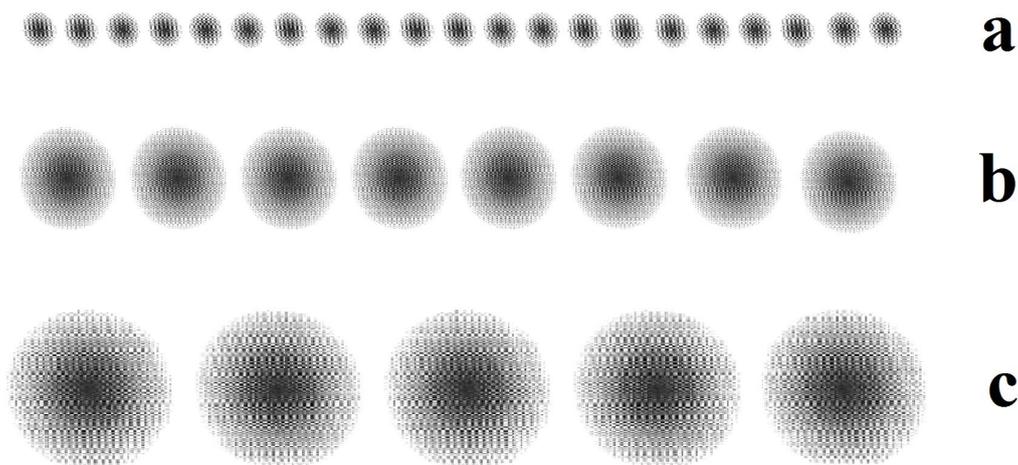


Figura 35 – Tre serie di onde elettromagnetiche (fotoni) che si muovono nello spazio, con energia che decresce andando dall'alto (frequenza maggiore, lunghezza d'onda minore) verso il basso (frequenza minore, lunghezza d'onda maggiore).

16. Cambiamenti spaziali e temporali causati da una maggiore velocità o accelerazione

Secondo la relatività generale einsteiniana, per un corpo che corre ad una certa velocità o accelera in una direzione N (una qualsiasi delle tre dimensioni Newtoniane o Spaziali), si ha un accorciamento della sua lunghezza in direzione N, un aumento della massa e un rallentamento del tempo, fenomeni descritti quantitativamente dalle equazioni di trasformazione di Lorentz, fino ad un massimo che coincide con la velocità della luce.

Come potremmo descrivere mediante immagini cosa succede a qualsiasi “particella”, elementare o non elementare, mentre corre ad una velocità maggiore o accelera?

Una particella elementare è qui descritta come l'appiattimento di una sezione di dimensione curva (ad es., N), causato dalla rotazione in due dimensioni che hanno curvatura nulla o quasi nulla, Entanglement 1 (L) e Entanglement 2 (L'), e nella dimensione Tempo (T), determinato da oscillazioni

con larghezza pari all'unità quantistica di lunghezza (lunghezza di Planck) o a un suo multiplo (Fig. 36).

Immaginiamo una particella che corre lungo N con minore o maggiore velocità, o che è in accelerazione.

Come cresce la velocità (s), la particella aumenta la sua massa o energia assumendo unità quantistiche della dimensione N e questo spiegherebbe come la sua lunghezza si riduca nella direzione di N. L'aumento di velocità comporta anche l'assunzione progressiva di quanti di tempo, il che spiegherebbe come il tempo scorra più lentamente per un corpo accelerato o comunque a velocità maggiore di un altro corpo.

Se una particella accelera e poi decelera tornando alla velocità originaria, nella seconda fase perde unità quantistiche della dimensione N e della dimensione Tempo e ritorna in lunghezza (in direzione di N), massa e flusso temporale al momento dell'inizio di accelerazione. Tuttavia, il tempo trascorso più lentamente dopo l'inizio dell'accelerazione e prima della fine della decelerazione rimane, ad esempio, nelle misurazioni di un orologio che è stato accelerato e poi decelerato (o per qualsiasi altro strumento, organismo o fenomeno il cui tempo può essere valutato).

L'accumulo di quanti in relazione alla velocità non è lineare e segue la dinamica delle equazioni di trasformazione di Lorentz. Quindi, a basse velocità ($s \ll c$), le variazioni di massa, lunghezza e tempo sono assai piccole, mentre aumentano progressivamente quando s diventa uguale a frazioni consistenti della velocità della luce, e poi aumentano esponenzialmente quando $s \approx c$.

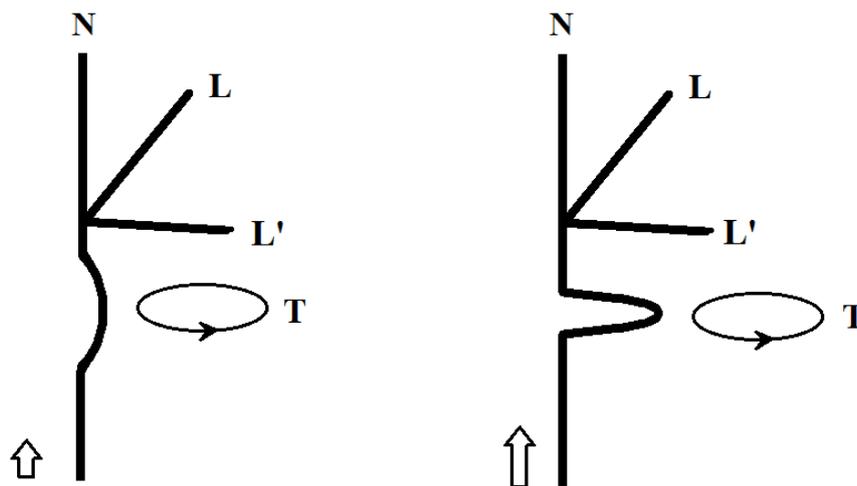


Figura 36 - A sinistra, un segmento di dimensione N ruota mediante una doppia oscillazione attorno all'asse di N nelle dimensioni L e L', che sono non curve o con minima curvatura. La curvatura di N è molto lieve per la scala dell'immagine e non può essere visibile, mentre la curva del segmento rotante è stata notevolmente esagerata. L'appiattimento determinato dalla rotazione e definito come "particella", si muove nella direzione indicata dalla freccia. A destra, mentre la particella aumenta la sua velocità (freccia più grande), assume quanti delle dimensioni N e T (indicati dal rigonfiamento crescente). L'assunzione di quanti delle due dimensioni significa per la particella un accorciamento della sua lunghezza secondo la direzione di N, un aumento della sua massa/energia, e un rallentamento del passare del tempo rispetto ad altre particelle con velocità minore.

17. Descrizione di un corpo che ruota con velocità uniforme intorno a un altro corpo

Consideriamo un corpo con massa (ad esempio un satellite) che ruota con velocità uniforme attorno a un altro corpo (la terra). Nella normale direzione del tempo, il movimento del corpo può essere descritto come l'effetto di due vettori: il primo tende ad allontanare il corpo dalla terra, il secondo è la "forza di gravità" che spinge il corpo verso la terra. Se nella descrizione invertiamo le coordinate temporali di riferimento, avremo che il primo vettore inverte la sua direzione mentre il secondo vettore punta ancora verso la terra.

L'apparente paradosso si spiega considerando che la "forza di gravità" non esiste in quanto tale e che ciò che descriviamo con questo nome è l'effetto della curvatura delle geodetiche determinate dalle masse, che è indipendente dalla direzione della freccia di tempo.

E' anche da considerare che, in relazione al graduale cambiamento della direzione del movimento del corpo, lo stesso ruota ma di certo non ruotano le tre dimensioni spaziali. Di conseguenza per mantenere l'accorciamento del corpo lungo la direzione del movimento occorre che si modifichino opportunamente le oscillazioni che costituiscono le sue "particelle" lungo le tre dimensioni Spaziali, con trasferimenti quantizzati di energia fra le tre dimensioni, ovviamente senza che il totale dell'energia si modifichi.

18. Descrizione di un corpo che è attratto da un altro corpo

In base ai concetti della relatività generale di Einstein, consideriamo ora un corpo che, partendo da una condizione di velocità nulla rispetto alla terra, per le suddette distorsioni delle geodetiche nelle dimensioni Spaziali, cade verso la terra dall'altezza h_1 all'altezza inferiore h_2 in un tempo t , e acquista al termine di t la velocità v_f . Proviamo a descrivere lo stesso fenomeno invertendo le coordinate temporali di riferimento.

Invertendo il vettore della velocità v_f , questa viene continuamente frenata dagli effetti delle geodetiche fino all'azzeramento della velocità all'istante 0.

Inoltre, bisogna considerare che il corpo nel passare da h_1 ad h_2 accelera e quindi aumenta la sua velocità e massa, accorcia la sua lunghezza nella direzione dell'accelerazione e assume quanti di tempo (cioè il tempo scorre più lentamente per il corpo). Nell'inversione delle coordinate temporali, il corpo inverte la direzione della sua caduta e riduce progressivamente la sua massa, allunga la sua lunghezza nella direzione della decelerazione e perde quanti di tempo. Quando il corpo è tornato esattamente al tempo iniziale, tutte le sue condizioni iniziali sono ripristinate.

19. L'entanglement

I fenomeni di entanglement si verificano quando, per una coppia (o un gruppo) di particelle generate in modi opportuni, lo stato di ciascuna di esse non può essere conosciuto senza condizionare istantaneamente lo stato dell'altra (o delle altre), anche se una grande distanza le separa. Quindi, per le particelle entangled, quando vengono eseguite misurazioni di proprietà come rotazione, polarizzazione, posizione e quantità di moto, si trova una perfetta istantanea correlazione tra loro.

Poiché la correlazione appariva istantanea, o comunque avveniva con velocità assai maggiore della velocità della luce, Einstein e altri considerarono questo tipo di fenomeni impossibile, perché violavano l'interpretazione accettata del realismo locale della causalità, e Einstein li chiamava "azione a distanza di fantasmi" ("spukhafte Fernwirkung") [Einstein 1971], sostenendo che la meccanica quantistica era in qualche modo incompleta.

I fenomeni di "entanglement" presuppongono uno fra due tipi di spiegazione del tutto alternativi:

- o che esiste una relazione a distanza tra una coppia (o un gruppo) di "particelle";
- o che vi è qualcosa che si muove con una velocità molto maggiore della luce tra le "particelle".

Tuttavia, test di Bell rigorosi ("loophole-free", senza scappatoie) hanno dimostrato che sarebbe necessaria una velocità almeno 10.000 volte maggiore di quella della luce per giustificare una comunicazione diretta tra le "particelle" entangled che potrebbe spiegare l'entanglement [Matson 2012; Juan et al. 2013].

Una dimensione con curvatura nulla o quasi nulla (quindi rispettivamente con $c_x = \infty$ o con $c_x \rightarrow \infty$) renderebbe ammissibile la seconda ipotesi.

Ciò significherebbe che, ad esempio nella generazione di una coppia di particelle entangled, la divisione in due particelle è solo apparente e che le oscillazioni costituenti le due particelle sono ancora collegate nelle dimensioni L e L', le quali non hanno il limite della velocità della luce a causa della loro curvatura nulla o quasi nulla.

20. Il principio antropico

Esistono alcune costanti fisiche che vengono definite fondamentali perché non derivabili da altre costanti. Per le attuali teorie, l'origine dei valori numerici di queste costanti è sconosciuta:

“... gradualmente abbiamo individuato un insieme di numeri misteriosi che stanno alla radice della coerenza dell'esperienza. Queste sono le costanti della Natura. Esse danno all'Universo il suo carattere distintivo e lo distinguono da altri che potremmo immaginare. Evidenziano allo stesso tempo la nostra massima conoscenza e la nostra massima ignoranza a riguardo dell'Universo. Perché, mentre le misuriamo con una precisione sempre maggiore, modelliamo i nostri standard fondamentali di massa e tempo intorno alla loro invarianza, non possiamo spiegare i loro valori. Non abbiamo mai spiegato il valore numerico di nessuna delle costanti della Natura. Ne abbiamo scoperte di nuove, le abbiamo collegate a quelle già conosciute e compreso il loro ruolo cruciale nel rendere le cose come sono, ma la ragione dei loro valori rimane un segreto profondamente nascosto. Per scoprirlo avremo bisogno di analizzare a fondo la più fondamentale teoria delle leggi della Natura, per scoprire se le costanti che le definiscono sono fisse e incorniciate da una coerenza logica generale o se il caso nondimeno ha un ruolo.” [Barrow 2002, Prefazione].

Eppure, è noto che anche piccole differenze dei loro valori cambierebbero radicalmente tutti i fenomeni conosciuti. Se, ad esempio, una o più costanti fondamentali avessero un valore diverso, non si sarebbero formate stelle, galassie, pianeti e la vita come la conosciamo sarebbe stata impossibile [Barrow 2002].

La straordinaria coincidenza tra l'esistenza dell'universo come lo conosciamo, compresa l'esistenza di esseri viventi e di una specie autodefinitasi intelligente, è chiamata “principio antropico” [Carter 1974]. Questo principio può essere espresso in vari modi, tra i quali vi sono due principali tipi di definizione:

A) Principio antropico debole

- “[Noi] dobbiamo essere preparati a tener conto del fatto che la nostra posizione nell'universo è *necessariamente* privilegiata nella misura in cui è compatibile con la nostra esistenza di osservatori.” [Carter 1974]

- “I valori osservati di tutte le grandezze fisiche e cosmologiche non sono ugualmente probabili ma assumono valori limitati dal requisito che esistano siti in cui la vita basata sul carbonio possa evolversi e dai requisiti che l'universo sia abbastanza vecchio da averlo già fatto in tal modo.” [Barrow e Tipler 1988]

B) Principio antropico forte

- “[L]'universo (e quindi i parametri fondamentali da cui dipende) deve essere tale da ammettere ad un certo punto la creazione di osservatori al suo interno. Per parafrasare Cartesio, *cogito ergo mundus talis est.*” [Carter 1974]

- “L'Universo deve avere quelle proprietà che permettono alla vita di svilupparsi al suo interno ad un certo punto della sua storia.” [Barrow e Tipler 1988]

Le principali spiegazioni del principio antropico sono sostanzialmente di due tipi:

- 1) L'universo è stato creato da un Progettista che ha definito con cura e precisione tutte le costanti fondamentali affinché tutto ciò che esiste, compresa la vita e l'intelligenza, potesse svilupparsi;
- 2) Esistono molti o infiniti universi con diverse costanti fondamentali e il nostro universo esiste così com'è e possiamo descriverlo proprio perché le costanti fondamentali hanno determinati valori.

Dopo queste premesse e a sostegno del secondo tipo di spiegazione, se i valori di tutte le costanti fisiche fondamentali, e quindi di tutto ciò che ne consegue, derivano dal numero delle dimensioni e dalle loro curvature, le caratteristiche di qualsiasi sub-universo, compreso il nostro sub-universo, derivano unicamente dall'assortimento casuale delle dimensioni di varia curvatura che costituiscono ciascuno dei sub-universi.

Con l'ipotesi che vi siano infinite bolle (o sub-universi), ciascuna costituita da un numero finito di dimensioni con varie curvature, è facile ipotizzare che per la maggior parte dei sub-universi le derivate costanti fisiche fondamentali non permettano la formazione e l'esistenza dell'universo come lo conosciamo (vita e intelligenza comprese) o di qualcosa di equivalente che permetta la vita e l'intelligenza.

Se esistiamo e quindi possiamo apprezzare la straordinaria combinazione di costanti fondamentali del nostro universo, è proprio perché la particolare combinazione di varie dimensioni del nostro sub-universo è tale da determinare i suddetti straordinari risultati. D'altra parte, se questo non fosse il caso del nostro sub-universo, non potremmo esistere e quindi non potremmo rilevare una combinazione inadatta allo sviluppo di protoni, stelle, vita, intelligenza e di tutto ciò che conosciamo. La stessa considerazione vale per ogni possibile sub-universo.

21. Origine delle bolle o sub-universi

All'origine del nostro sub-universo vi è l'idea comune, supportata da molte argomentazioni e fatti, che ci sia stato un addensamento infinito di spazio, energia o altro che in seguito si è espanso, in misura esplosiva nei primi attimi, e continua ad espandersi, costituendo il cosiddetto Big Bang.

Nessuna ipotesi è proposta qui a riguardo dell'origine delle bolle o sub-universi.

Tra le altre possibili domande correlate: se la dimensione Tempo è una delle dimensioni del nostro sub-universo e l'origine del sub-universo implica in qualche modo una condizione univoca per la dimensione Tempo, come si giustifica questa condizione di privilegio o qual è la spiegazione che annulla questa apparente condizione di privilegio?

È stata osservata un'analogia tra l'addensamento infinito nel primo attimo del Big-Bang e l'ipotetica singolarità al centro di ogni buco nero ed è stato proposto che ogni singolarità possa essere l'origine di un ulteriore universo. Tuttavia, se così fosse, bisognerebbe spiegare come la formazione di un nuovo universo dalla singolarità non determina lo svuotamento della singolarità e quindi la scomparsa del buco nero.

22. La dimensione Tempo

Se per ogni dimensione è vero il "postulato della simmetria", anche per la dimensione Tempo non è possibile alcuna differenza fra lo spostamento in una direzione (definita arbitrariamente come anterograda o in direzione del futuro) e lo spostamento nella direzione opposta (definita arbitrariamente come retrograda o in direzione del passato).

Ciò implica anche che poiché qualsiasi fenomeno fisico può parimente esistere, qualitativamente e quantitativamente, in ciascuna delle due direzioni di qualsiasi dimensione, qualsiasi formula, o insieme di formule, che descrive un fenomeno, deve avere eguale validità anche in ciascuna delle due direzioni della dimensione Tempo.

Per alcuni tipi di fenomeni ciò è palese anche con semplici simulazioni mentali.

Immaginiamo un "corpo" (una "particella" elementare o complessa, o qualsiasi aggregato di "particelle", che per brevità si sottintende costituiti soltanto da onde), il quale per movimento inerziale, partendo dal punto x_1 al tempo t_1 , perviene al punto x_2 al tempo t_2 .

Invertendo le coordinate temporali di riferimento (non il Tempo!), è possibile dire con certezza che il corpo va dal punto x_2 al tempo t_2 al punto x_1 al tempo t_1 . Questo triviale esempio mostra che lo spostamento inerziale di un corpo, nelle due diverse descrizioni in cui usiamo opposte coordinate temporali di riferimento, è del tutto indifferente alla direzione del Tempo. Analogamente si può argomentare per n corpi con moto inerziale che si urtano fra di loro. Gli spostamenti di uno o più corpi, e le modifiche delle loro direzioni nello spazio in conseguenza di urti, si possono descrivere con formule che mantengono la loro piena validità anche invertendo le coordinate temporali di riferimento.

In questi semplici esperimenti mentali, vi è sempre una assunzione inespresa, forse perché inconsciamente considerata come un fatto “naturale” per qualsiasi corpo e quindi senza alcuna eccezione: tutti i corpi, pur non avendo ipotizzata alcuna limitazione per i loro movimenti nelle tre dimensioni Spaziali, per quanto riguarda la dimensione Tempo si muovono sempre in direzione anterograda. Di conseguenza, poiché tutti i corpi si muovono nella stessa direzione della dimensione Tempo, un urto fra due corpi potrà modificare i loro moti inerziali nelle dimensioni Spaziali ma non potrà in alcun modo cambiare il loro movimento da anterogrado a retrogrado nella dimensione Tempo.

Sarebbe ben differente se avessimo a disposizione un corpo A che, nelle usuali coordinate temporali di riferimento, si muove in senso retrogrado nella dimensione Tempo. Urutando con tale corpo un altro corpo B, lo stesso potrebbe essere spinto oltre che in diverse direzioni nelle dimensioni Spaziali anche in direzione retrograda nella dimensione Tempo.

Non avendo a disposizione alcun corpo con moto retrogrado, consideriamo ora se utilizzando una “forza” possiamo ottenere un corpo con tale caratteristica.

Consideriamo innanzitutto due corpi con moto inerziale il cui spostamento è modificato dalla “forza” gravitazionale.

Un corpo A ha un moto inerziale che lo conduce a passare vicino a un corpo B (supposto per semplicità fermo e con massa assai maggiore di A). Palesemente, a causa della “forza” gravitazionale, la direzione del moto di A è deviata verso B. Invertendo le coordinate temporali di riferimento, la direzione del moto inerziale di A si inverte, mentre la “forza” gravitazionale, senza alcuna inversione, devia il corpo A verso B con pari intensità (Fig. 37).

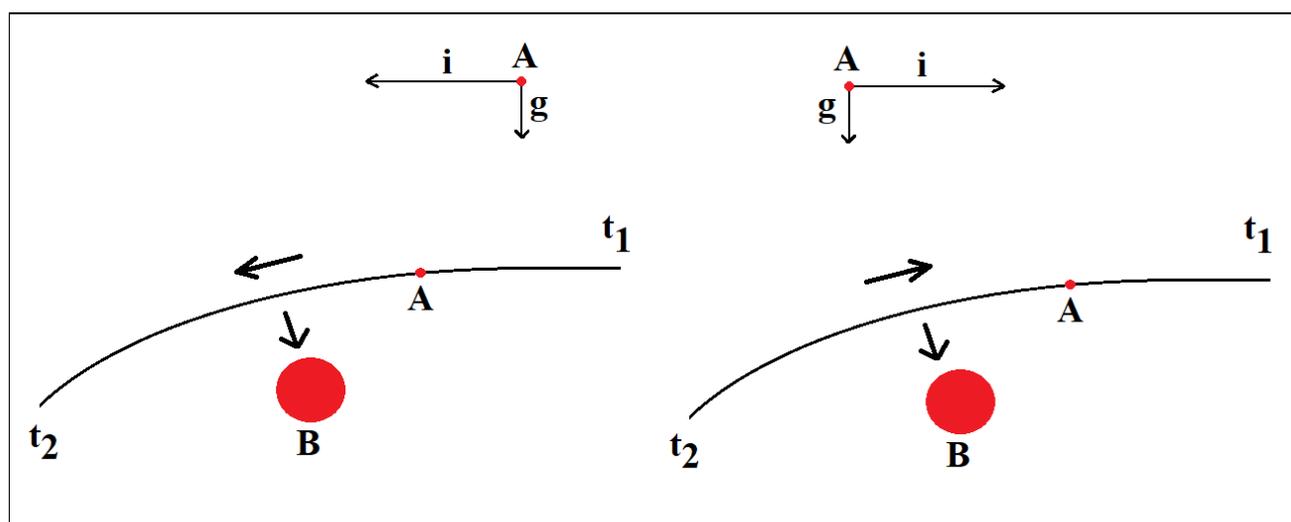


Figura 37 – A sinistra: il corpo A mostra due movimenti: il moto inerziale (i) e lo spostamento (g) verso il corpo B causato dalla “forza” gravitazionale. A destra: invertendo le coordinate temporali di riferimento, il moto (i) si inverte mentre lo spostamento (g) non si inverte.

Vi è una apparente contraddizione: mentre il moto inerziale si inverte di direzione, la “forza” gravitazionale non inverte la sua direzione. Secondo la teoria Einsteiniana, che spiega la contraddizione, non vi è alcuna forza gravitazionale: il corpo A segue una geodetica, ovvero la linea più breve nello spazio distorto, e questa geodetica non cambia se si invertono le coordinate temporali di riferimento. Ciò indica che la “forza” gravitazionale è indifferente per quanto riguarda la direzione nella dimensione Tempo. Parimenti, ci indica anche che non possiamo utilizzare la “forza” gravitazionale per invertire lo spostamento di un corpo nella dimensione Tempo.

Consideriamo ora, per quanto riguarda la dimensione Tempo, due corpi di cui uno con moto inerziale che è modificato da una “forza” elettrica. E’ ben noto che l’attrazione o la repulsione fra due corpi con carica elettrica è descritta dall’equazione di Coulomb.

Immaginiamo che il corpo B è rigidamente attaccato a un supporto e ha una carica elettrica di uno dei due segni possibili (ad esempio, positivo) mentre il corpo A ha una carica elettrica opposta e un moto inerziale che lo conduce a passare vicino a B. Per effetto della “forza” elettrica, il moto di A è deviato verso B. Se invertiamo le coordinate temporali di riferimento, la direzione del moto inerziale di A si inverte mentre la “forza” elettrica non mostra una inversione.

Anche qui abbiamo una apparente azione a distanza. Analogamente alla spiegazione per la “forza” gravitazionale è stato precedentemente prospettato che la “forza” elettrica è l’effetto della distorsione di una diversa dimensione (la dimensione “Elettrica”) che causa la deviazione convergente di corpi con carica elettrica opposta.

Altresì se A e B hanno cariche elettriche dello stesso segno, è stato prospettato che la distorsione della dimensione “Elettrica” causa una deviazione divergente dei due corpi.

In entrambi i casi la “forza” elettrica non si inverte con l’inversione delle coordinate temporali di riferimento. Anche in questi casi non possiamo utilizzare la “forza” elettrica per invertire lo spostamento di un corpo nella dimensione Tempo.

Con analoghi ragionamenti, seguendo le spiegazioni proposte a riguardo di: (i) attrazione fra due corpi composti di antimateria; (ii) repulsione fra materia e antimateria; (iii) forza debole; (iv) forza forte; e (v) forze dei tre colori dei quark, abbiamo sempre deviazioni (convergenti o divergenti a seconda dei casi) che sono determinate da distorsioni di specifiche dimensioni e non si invertono con l’inversione delle coordinate temporali di riferimento. Anche in questi casi non possiamo utilizzare tali “forze” per invertire lo spostamento di un corpo nella dimensione Tempo.

In breve, non possiamo utilizzare né i moti inerziali di corpi che si muovono in senso anterogrado nella dimensione Tempo né alcuna “forza” per modificare il movimento di un corpo da anterogrado a retrogrado nella dimensione Tempo.

In effetti, il mistero non è nella pratica impossibilità di determinare lo spostamento di un corpo in senso retrogrado nella dimensione Tempo ma nel fatto che tutti i corpi di cui abbiamo esperienza si spostano in senso anterogrado nella dimensione Tempo.

E’ verosimile che ciò è giustificato dall’origine del nostro sub-universo da un evento, il Big-Bang o qualcosa di analogo, che ha determinato fin dall’inizio un movimento anterogrado nella dimensione Tempo per tutte le “particelle”. E’ da notare che qui non si prospetta alcuna ipotesi a riguardo della genesi e delle caratteristiche del Big-Bang o comunque di quello che ha generato il nostro sub-universo.

E’ anche da sottolineare che se - per fantasiosa ipotesi - riuscissimo a inviare indietro nel Tempo un corpo, ad esempio un atomo, esso risulterebbe invertito in tutte le sue “particelle”, vale a dire ciascuna delle sue “particelle” diventerebbe la propria “antiparticella” (ad esempio, il protone in antiprotone, etc.), e pertanto si avrebbero dei fenomeni di annichilamento in caso di contatto con atomi ordinari.

E’ utile un breve accenno a un tipo particolare di comuni fenomeni, quelli che determinano un aumento dell’entropia, che potrebbe causare qualche fraintendimento.

Consideriamo un recipiente dove vi è un particolare gas e in cui viene aperto un foro. E’ ben noto che il gas si diffonderà nell’aria e che l’inverso non accadrà mai. Ciò si spiega facilmente con la minore entropia del gas nel contenitore e la maggiore entropia del gas diffuso nell’aria e con il fatto che, per mere considerazioni probabilistiche, l’entropia - ovvero il grado di disordine - tende sempre ad aumentare (Seconda Legge della Termodinamica).

Se è vero che le due direzioni del tempo sono perfettamente equivalenti, si potrebbe obiettare che l’aumento dell’entropia dovrebbe verificarsi anche nella direzione retrograda del tempo.

Brian Greene, nel capitolo 6 del suo libro divulgativo (2005), come spiegazione osserva che nelle fasi primordiali dell’universo l’entropia era minima e nei tempi successivi è andata sempre aumentando. Per tale motivo l’entropia aumenta nella direzione anterograda del tempo.

Questa spiegazione richiede però una integrazione. Tutte le molecole di gas nel contenitore, come qualsiasi “particella” del nostro sub-universo, mostrano moto anterogrado nella dimensione Tempo dalle origini primordiali. Se avessero moto retrogrado, l’aumento di entropia, ovvero la diffusione del

gas nell'atmosfera, avverrebbe in senso retrogrado nella dimensione Tempo (Fig. 38). In breve, la direzione anterograda dell'aumento dell'entropia non dipende da una peculiare asimmetria della dimensione Tempo ma da due fattori intrinseci alle stesse origini primordiali del nostro sub-universo: (i) la minima entropia al momento del Big Bang; e (ii) la direzione anterograda determinata dal Big Bang per tutte le "particelle".

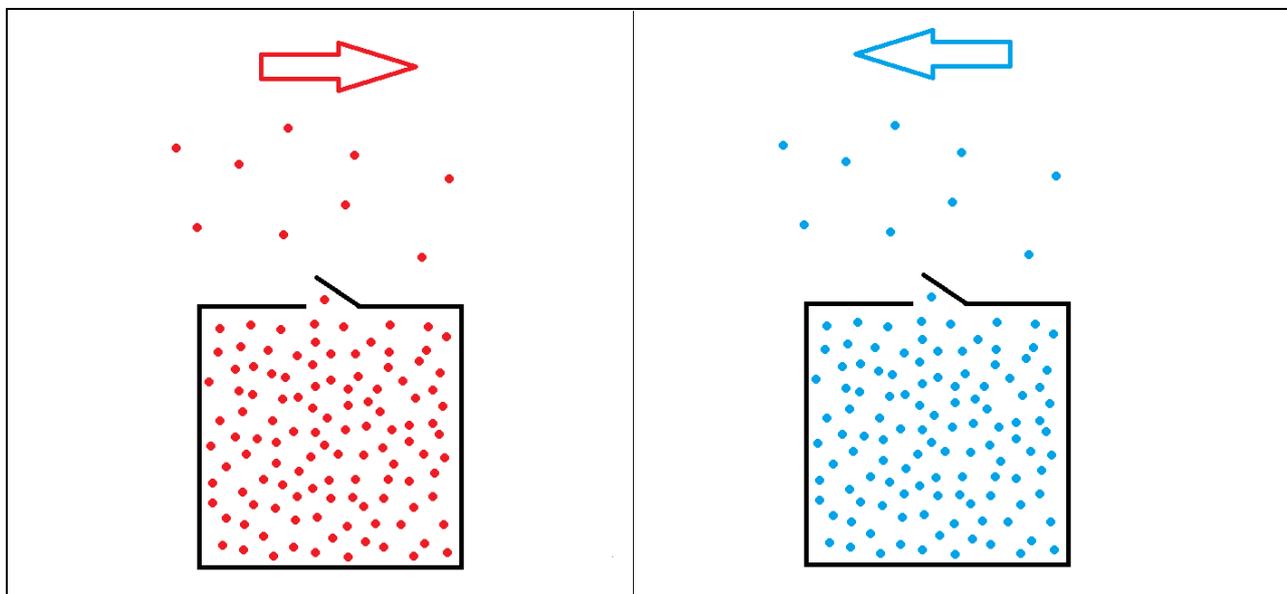


Figura 38 – A sinistra, tutte le molecole nel contenitore hanno moto anterogrado nella dimensione Tempo (simboleggiato dal colore rosso). Quando si apre un foro nel contenitore le molecole si diffondono all'esterno, per effetto della Seconda Legge della Termodinamica, aumentando l'entropia nella direzione anterograda del Tempo. A destra, tutte le molecole nel contenitore hanno moto retrogrado nella dimensione Tempo (simboleggiato dal colore azzurro). Quando si apre un foro nel contenitore le molecole si diffondono all'esterno aumentando l'entropia nella direzione retrograda del Tempo.

23. Suddivisione di una dimensione

La suddivisione di una qualsiasi dimensione del nostro sub-universo appare possibile solo nei limiti determinati dalla ben nota quantizzazione di tutti i fenomeni.

Tale quantizzazione è così pervasiva che sono state proposte teorie in cui lo spazio e il tempo (e potenzialmente qualsiasi altra dimensione) sono entità granulari. Con questa impostazione tale granulosità è la causa primaria della quantizzazione dei fenomeni ed è contemporaneamente anche una base per la definizione di qualsiasi fenomeno e per la descrizione generale dell'universo.

Nell'interpretazione che è stata proposta nelle precedenti pagine la quantizzazione dei fenomeni non è una caratteristica primaria di una qualsiasi dimensione ma solo la conseguenza dell'esistenza di una dimensione estremamente piccola, la dimensione di Planck. Senza questa dimensione i fenomeni non sarebbero quantizzati ed esisterebbero fenomeni in cui vi sono segmenti di lunghezza sub-quantica per qualsiasi dimensione.

Il concepire distanze sub-quantiche potrebbe sembrare una ipotesi astratta e senza alcun riscontro reale.

Eppure anche con la quantizzazione dei fenomeni tali distanze debbono necessariamente esistere, come è facile dedurre da semplici ragionamenti.

Consideriamo un segmento di una dimensione che oscilla, formando così un'onda. Come conseguenza della quantizzazione dei fenomeni l'onda avrà una altezza H che potrà essere solo un multiplo intero della lunghezza di Planck (l_p). Ma l'onda è una linea continua che, da entrambi i lati, va da una altezza H fino a una altezza zero passando per tutte le infinite altezze intermedie che necessariamente non rispettano sempre la condizione di esseri multipli interi di l_p . In alternativa

dovremmo immaginare che l'onda al centro ha l'altezza H e che poi passa a zero per gradini verticali riducendo man mano l'altezza con decrementi unitari pari a l_p (Fig. 39). Questa alternativa non appare verosimile.

Di conseguenza è più razionale immaginare ogni dimensione come un qualcosa senza alcuna granulosità e cioè senza alcuna limitazione nel suo grado di possibili suddivisioni, pur avendo dei limiti imposti in molti casi dall'esistenza di una dimensione assai più piccola.

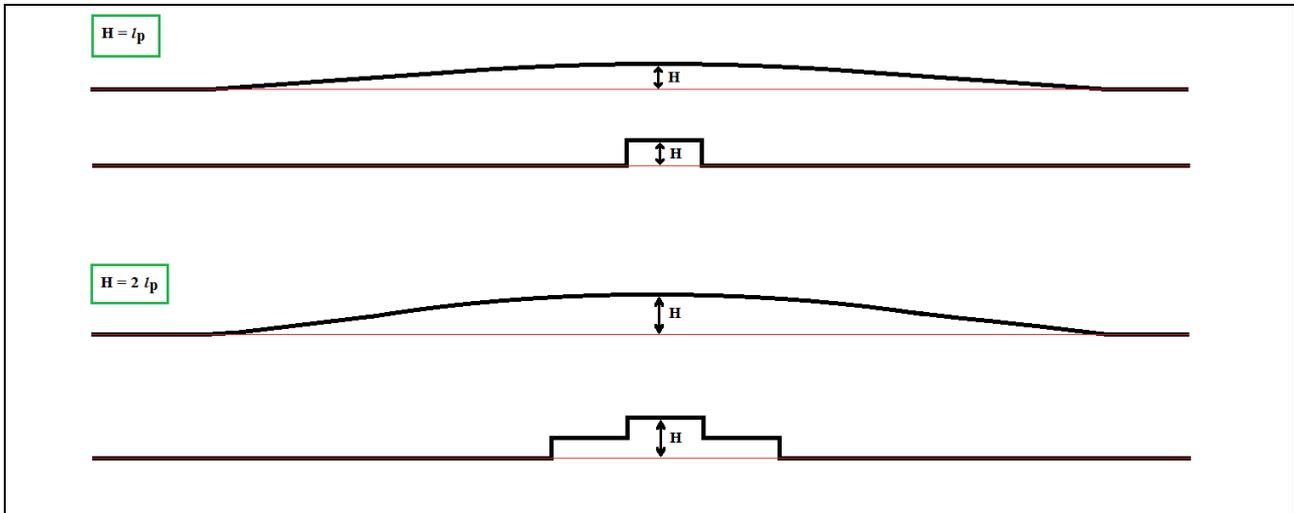


Figura 39 – Sopra, un'onda con ampiezza massima (H) pari a una lunghezza di Planck (l_p). Se le dimensioni in cui si allarga l'onda nelle direzioni trasversali non fossero infinitamente divisibili, l'ampiezza dovrebbe passare da H a 0 con un unico gradino di altezza l_p . Sotto, un'onda con $H = 2 l_p$. In questo secondo caso l'onda dovrebbe passare da H a 0 con due gradini di altezza l_p .

Queste considerazioni permettono di superare una contraddizione ben nota fra teoria della relatività generale e quantizzazione dei fenomeni:

“Immaginiamo di avere un righello in mano, secondo la relatività ristretta, un osservatore che ci guarda mentre si muove con un moto rettilineo a velocità costante (prossima a quella della luce) vedrebbe il righello più corto di come lo vediamo noi. Ma cosa succede se il righello è lungo quanto la scala fondamentale? Per la relatività ristretta sarebbe comunque, per l'altro osservatore, più corto di questa unità di misura. È chiaro quindi che la relatività ristretta è incompatibile con l'introduzione di una grana basilare dell'Universo. Ipotizzare l'esistenza di questa scala base, dicono i fisici, significa violare l'Invarianza di Lorentz, un principio fondante della relatività speciale.” (dal sito <https://www.sissa.it>; 22 aprile 2016 - Relatività e meccanica quantistica: un connubio non-locale? Accesso in data 03/10/2022)

Premesso che per alcuni modelli di gravità quantistica la trama dello spazio-tempo deve essere “granulosa” su scale piccolissime, cioè al di sotto della cosiddetta scala di Planck (10^{-33} cm), un altro articolo reperibile su internet (<https://www.media.inaf.it/2011/07/01/lo-spazio-e-fatto-a-grani/>; accesso in data 3/10/2022) ci parla di una osservazione (P. Laurent, D. Götz, P. Binétruy, S. Covino, and A. Fernandez-Soto. Constraints on Lorentz Invariance Violation using integral/IBIS observations of GRB041219A. Phys. Rev. D 83, 121301(R) – Published 28 June 2011) in base alla quale la granulosità dello spazio, se esistente, è almeno di 14-15 ordini di grandezza inferiore alla scala di Planck:

<<<<

**IL SATELLITE “INTEGRAL” PROVA A RISPONDERE ALLA DOMANDA
Lo spazio è fatto a grani?**

Prime conclusioni dopo le misure effettuate dal satellite. Per Stefano Covino dell'INAF: "O i grani di spazio sono più piccoli di quanto ipotizzato, o gli effetti previsti dovuti alla granulazione vanno rivisti."

Luca Nobili 01/07/2011

Per la Relatività di Einstein lo spazio è continuo. Per le teorie quantistiche è invece granuloso come la sabbia del mare: in pratica, a livello microscopico, non tutte le posizioni dello spazio sono permesse ma solo alcune. A cercare di mettere d'accordo queste due visioni opposte ci sta pensando il satellite INTEGRAL, le cui ultime misure ci danno due possibilità: o questi grani di spazio sono molto più piccoli rispetto a quanto ipotizzato, o le teorie che prevedono l'esistenza di certi effetti dovuti alla granulosità non sono corrette.

La conclusione si basa sull'ipotesi che la granulosità dello spazio ha effetti rilevabili sulla radiazione che lo percorre, effetti tanto più marcati tanto più è intensa la radiazione e tanto maggiore è la distanza che ha percorso. Per questo si sono cercate sorgenti di radiazioni molto lontane e molto energetiche, come nel caso dei Gamma Ray Burst, improvvisi lampi di radiazione gamma spesso prodotti dall'esplosione di stelle al termine della loro evoluzione. Alla fine la scelta è caduta su GRB 041219A, uno dei lampi gamma più intensi mai registrati, distante 300 milioni di anni luce. Per misurare la radiazione gamma si è utilizzato INTEGRAL: il satellite dedicato allo studio dei grandi fenomeni energetici che avvengono nell'Universo garantisce misure 10.000 volte più accurate rispetto ai suoi predecessori, grazie agli strumenti di bordo realizzati dalla collaborazione di Istituti italiani tra i quali l'INAF. La granulosità dello spazio avrebbe dovuto provocare effetti sulla radiazione proveniente da GRB 041219A: in particolare ci si aspettava una variazione nella polarizzazione delle onde elettromagnetiche che costituiscono tale radiazione, ovvero una variazione nella direzione di oscillazione delle onde. Ma non è stato trovato nulla.

"Questo risultato può avere due interpretazioni", commenta Stefano Covino dell'INAF-Osservatorio Astronomico di Brera, tra i ricercatori coinvolti nello studio e uno degli autori del relativo articolo pubblicato su Physical Review. "Prima interpretazione: non abbiamo ancora la tecnologia necessaria per rilevare questi effetti. Il che significa che le dimensioni dei grani di spazio sono molto minori di quanto ipotizzato, inferiori ai 10^{-48} metri. Ciò pone un vincolo molto forte alle teorie che descrivono la granulosità dello spazio, perché in pratica rendono attendibili quelle che prevedono dimensioni inferiori a questo valore mentre obbligano alcune delle altre a una forte revisione".

C'è però anche una seconda possibilità: "Dobbiamo ricordare che non abbiamo ancora delle teorie universalmente accettate che ci dicono come è quantizzato lo spazio. Il fatto che INTEGRAL non abbia misurato le variazioni nella polarizzazione della radiazione gamma potrebbe anche significare che gli effetti previsti dalle teorie che prevedono la granulosità non sono corretti. In questo caso sarà necessario puntare su altre teorie che prevedono altri effetti".

>>>

La conclusione più logica appare quella di considerare con grande prudenza teorie come quelle della gravità quantistica che tentano di adattare la relatività generale alla teoria dei quanti. Al contrario, se si considerano in un unico contesto teorico, come in precedenza delineato, l'origine e le caratteristiche di tutte le "forze" come conseguenza dell'esistenza di più dimensioni, la quantizzazione dei fenomeni risulta l'effetto dell'esistenza di una assai piccola dimensione e non una caratteristica primaria dell'universo.

24. L'infinito

In generale, nelle descrizioni fisiche correnti vi sono grandezze finite. Inoltre, laddove risultano valori infiniti appare giustificato eliminare o aggirare tali valori mediante artifici.

Nelle argomentazioni di queste pagine ricorre spesso il concetto di entità infinite o senza limiti. In particolare:

- infinite dimensioni;
- infiniti sottogruppi di queste dimensioni, ciascuno con un numero finito di dimensioni;
- ciascuna dimensione è senza limiti;

- ciascuna dimensione è infinitamente divisibile.

Vi sono però fenomeni numericamente finiti:

- laddove vi sono parti limitate di un insieme infinito. Ad esempio, ogni sub-universo è un sottoinsieme finito di alcune dimensioni fra le infinite dimensioni dell'universo;
- laddove vi sono rapporti fra dimensioni. Una dimensione può essere una frazione finita di un'altra dimensione, non escludendo con ciò che entrambe le dimensioni sono senza limiti. I rapporti finiti fra le dimensioni sono l'origine dei fenomeni di grandezza finita. Ad esempio, nel nostro sub-universo, una dimensione assai piccola rispetto alle altre determina i fenomeni descritti come la quantizzazione dei fenomeni.

Pertanto se vogliamo descrivere con un solo termine l'universo, il concetto di infinito appare appropriato.

25. Conclusione

Alcune delle principali ipotesi, argomentazioni e deduzioni sviluppate nelle pagine precedenti:

- (1) [Postulato] Esistono infinite dimensioni e infiniti sottoinsiemi di queste dimensioni, definibili come sub-universi, ciascuno costituito da un numero limitato di dimensioni.
- (2) [Postulato] Ogni dimensione ha una curvatura definita dal suo raggio, che è nell'ambito tra $+\infty$ e $-\infty$. Inoltre, essendo curve, sono illimitate. La differenza tra curvatura "positiva" e "negativa" è postulata negli effetti mostrati quando la curvatura è appiattita in un segmento, ma non viene suggerita alcuna spiegazione per questa differenza.
- (3) [Postulato] Non vi è differenza tra le due possibili direzioni di qualsiasi dimensione. Da ciò segue che l'insieme di tutte le dimensioni, o anche uno qualsiasi dei suoi sottoinsiemi, non ha alcun tipo di polarità e che le infinite dimensioni sono tutte ortogonali tra loro.
- (4) [Postulato] Poiché non esistono termini di confronto oltre alle dimensioni, ogni dimensione è infinita e infinitamente divisibile. Tuttavia, i rapporti tra due o più dimensioni sono termini finiti.
- (5) Tutte le proprietà di ciascun sub-universo (comprese le cosiddette "costanti della Natura") dipendono esclusivamente dalle sue dimensioni costituenti (cioè, numero delle dimensioni e curvatura di ciascuna di esse).
- (6) Non esistono "particelle elementari" ma solo doppie oscillazioni (che sono rotazioni se le oscillazioni sono asincrone) di segmenti di una dimensione. Di conseguenza, non esistono nemmeno "particelle complesse" (aggregati di più "particelle elementari") ma solo aggregati di doppie oscillazioni di segmenti appartenenti a varie dimensioni. I termini "particella elementare" e "particella complessa" possono essere usati per semplicità di espressione ma solo nei limiti dei significati suddetti e mai considerando una particella come un'entità distinta da qualsiasi dimensione. Allo stesso modo, la materia, definita come un insieme di "particelle" semplici o complesse, non esiste come entità a sé stante e distinta da qualsiasi dimensione.
- (7) La "forza" gravitazionale, e similmente le "forze" definite come elettromagnetiche, deboli, forti, e quelle relative ai "colori" dei quark, e ogni altra forza nel nostro sub-universo (e in ogni altro sub-universo) non esistono come entità distinte e rappresentano solo deviazioni convergenti ("attraenti") o divergenti ("repulsive") conseguenti agli appiattimenti locali della curvatura di una dimensione. Il termine "forza" può essere utilizzato per semplicità di espressione, ricordando sempre il significato suddetto.
- (8) Per quanto riguarda la "forza" di gravitazione, e similmente per qualsiasi altra "forza", non esiste alcun "campo" di gravità o di qualsiasi altra forza. Il concetto di "campo" è uno strumento matematico/geometrico che può semplificare il calcolo degli effetti di una "forza" ma non deve mai essere concepito come qualcosa di distinto e con una sua propria natura. Analogamente, il concetto di "vettore" deve essere considerato solo come uno strumento matematico/geometrico che è utile per il calcolo degli effetti di una "forza".

- (9) La “costante” nella descrizione matematica di una “forza” attrattiva o repulsiva in una dimensione:
 (i) è in funzione della curvatura della dimensione; (ii) ha valore costante solo per un dato raggio della dimensione; e (iii) cambia se cambia la curvatura della dimensione.
- (10) Ogni “costante” per l’attrazione/repulsione in una dimensione tra due “particelle” si riduce all’aumentare della distanza tra le due “particelle” nella suddetta dimensione e si annulla quando la distanza è pari al semicerchio della dimensione ($\pi \cdot R_X$; non è possibile una distanza maggiore del semicerchio). Questo spiega l’esigua portata di “forze” molto più intense della “forza” gravitazionale alla scala dell’atomo o del nucleo e allo stesso tempo spiega l’enorme portata della “forza” gravitazionale.
 Inoltre, come il valore assoluto di $R_X \rightarrow \infty$, la “forza” $\rightarrow 0$.
- (11) La velocità massima in una dimensione è in funzione diretta del raggio della dimensione (ovvero in funzione inversa della curvatura). La velocità della luce è funzione della curvatura delle tre dimensioni Spaziali. In dimensioni con curvatura molto inferiore a quella delle dimensioni Spaziali la velocità massima è molto maggiore di quella della luce. Le doppie oscillazioni che costituiscono le “particelle” avvengono in dimensioni con curvatura quasi nulla o nulla e quindi con velocità massima molto superiore a quella della luce. Questa velocità massima apparentemente infinita può essere la base per la spiegazione dei fenomeni di entanglement come alternativa a effetti non verosimili di azioni a distanza.
- (12) Nel nostro sub-universo la quantizzazione di qualsiasi fenomeno è conseguenza dell’esistenza di una dimensione con curvatura estrema (cioè di raggio molto piccolo; dimensione di Planck) e non di un’ipotetica granulosità dello spazio e del tempo. Poiché ogni dimensione, qualunque sia la sua curvatura, è concepita come qualcosa di infinitamente divisibile, nel nostro sub-universo i fenomeni non sarebbero quantizzati senza la dimensione di Planck.
- (13) È possibile dedurre le caratteristiche di protoni, neutroni, elettroni, etc. dalle caratteristiche delle dimensioni nel nostro sub-universo. In particolare, l’elettrone non è una semplice “particella” ma dovrebbe essere la combinazione di tre triplette di doppie oscillazioni.
- (14) Il principio di Heisenberg, cioè l’impossibilità di calcolare due proprietà fisiche correlate di una “particella” con precisione maggiore di un certo valore minimo, si basa sull’erroneo postulato dell’esistenza di “particelle” nel significato di entità distinte.
- (15) La conoscenza precisa per un istante definito dello stato di una “particella” elementare A, intesa correttamente come la doppia oscillazione di un segmento di una dimensione, è impossibile perché se usiamo qualsiasi altra “particella” B come elemento di scansione non abbiamo una conoscenza precisa di B e quindi il risultato ha un’incertezza simile. Inoltre, ogni tentativo di misurazione altera lo stato della “particella” A. Allo stesso modo è impossibile conoscere con precisione per un istante definito lo stato di una “particella” complessa.
- (16) Nell’attuale descrizione di un Buco Nero, all’interno dell’orizzonte degli eventi vi è una forza di gravità crescente man mano che si va verso il suo centro geometrico dove la forza diventa infinita e determina una cosiddetta singolarità. Al contrario, qui si propone che la forza di gravità diminuisce andando verso il centro del buco nero dove si azzera con nessuna singolarità esistente in quel punto. Le due opposte spiegazioni nascono da due opposte premesse. Infatti, nella concezione einsteiniana - precedente alla scoperta dell’espansione dell’Universo (come una bolla che si gonfia) - lo spazio senza “masse” (non meglio definite) è piatto e le “masse” distorcono lo spazio provocando la “forza” gravitazionale. Inoltre, man mano che le masse si addensano, la distorsione dello spazio e la forza di gravità crescono raggiungendo valori infiniti secondo le equazioni einsteiniane. Al contrario, nella spiegazione qui proposta le dimensioni sono curve in assenza di “masse”, le masse sono definite come doppie oscillazioni delle dimensioni Spaziali che appiattiscono la curvatura delle dimensioni Spaziali e la “forza” gravitazionale può crescere solo fino al massimo appiattimento possibile, escludendo così completamente la possibilità di una forza gravitazionale infinitamente crescente.

- (17) Le onde elettromagnetiche, anche se – per definizione – nel vuoto hanno una velocità pari a quella della luce, non mostrano alcun accorciamento nella direzione del movimento in quanto in esse non vi sono oscillazioni delle dimensioni Spaziali.
- (18) Nessuna proposta è stata fatta riguardo all'origine dei sub-universi, o in particolare riguardo al Big-Bang per il nostro sub-universo.

Volendo avere un sintetico quadro delle possibili risposte agli interrogativi evidenziati nell'Introduzione, sulla base delle argomentazioni prima riportate, abbiamo:

	Interrogativi evidenziati nell'Introduzione	Spiegazioni proposte in questo libro
1	Cosa sono la forza elettromagnetica, la forza forte, la forza debole e le forze rosso/verde/blu che agiscono all'interno del nucleo?	Per ciascuna dimensione X – Elettrica (E) / Forte (Strong, S) / Debole (Weak, W) / Rossa (Red, R) / Verde (Green, G) / Blu (Bleu, B) - un appiattimento (determinato dall'oscillazione di un segmento di X) causa modifiche delle geodesiche di X e quindi deviazioni convergenti o divergenti per altre oscillazioni della stessa dimensione X. Queste deviazioni possono essere descritte come “forze” ma il termine può essere fuorviante se non si considera la loro origine e natura. Caratteristica comune di queste “forze” è che non invertono la loro direzione se invertiamo le coordinate temporali di riferimento.
2	Perché cariche elettriche dello stesso segno si respingono mentre cariche elettriche di segno opposto si attraggono?	Considerando una dimensione con curvatura negativa, definita come dimensione Elettrica (E), oscillazioni con lo stesso senso di rotazione (orario o antiorario) si respingono mentre oscillazioni con opposto senso di rotazione si attraggono.
3	Qual è la differenza tra cariche elettriche positive e negative?	Cariche elettriche positive e negative sono oscillazioni della dimensione Elettrica con opposto senso di rotazione. Esse possono essere definite come “particella” e la rispettiva “anti-particella”. La distinzione fra di loro è arbitraria: per consuetudine, l'elettrone con carica elettrica negativa è definito come particella mentre il positrone con carica elettrica positiva è considerato come anti-particella.
4	Perché gli elettroni con la loro carica negativa non cadono sulla superficie del nucleo che ha una carica positiva?	Gli elettroni non sono una struttura semplice. Oltre a 3 oscillazioni negative della dimensione Elettrica (“particelle” E-), che se presenti da sole si allontanerebbero l'una dall'altra, sono costituiti anche da tre oscillazioni positive della dimensione forte (Strong, S) a curvatura positiva (“particelle” S+), che hanno due effetti: 1) sono attrattive fra di loro sopravanzando gli effetti disgreganti delle “particelle” E-; 2) sono repulsive nei confronti delle “particelle” S- presenti nel

		nucleo, sopravanzando gli effetti attrattivi fra “particelle” E- dell’elettrone e “particelle” E+ del nucleo. Per questo motivo gli elettroni non possono aderire alla superficie del nucleo.
5	Cosa sono i colori di un quark?	In analogia con i nomi dei tre colori primari della luce, è un modo arbitrario per denominare tre distinte dimensioni con accentuata curvatura negativa: Rossa (Red, R), Verde (Green, G), e Blu (Bleu, B), che danno al quark una caratteristica definita come “colore”. Poiché la curvatura è negativa oscillazioni dello stesso senso di rotazione si respingono. Inoltre, poiché la curvatura è accentuata, la “forza” di repulsione è assai forte ma con un raggio di azione assai limitato.
6	Perché protoni e neutroni sono composti da tre quark e non da un numero diverso di quark?	E’ verosimile che le forze repulsive tra quark dello stesso colore sono troppo forti per consentire la presenza di due quark con lo stesso colore all’interno di un singolo protone o neutrone. Pertanto, poiché le dimensioni definite come “colori” sono tre, non sarebbe stabile una configurazione con quattro “colori”.
7	Perché i quark hanno cariche elettriche che sono un terzo o due terzi di quella dell’elettrone o del positrone?	Le cariche terziarie dei quark sono le vere unità della carica elettrica mentre le cariche elettriche dell’elettrone o del positrone sono pari tre cariche elettriche terziarie (rispettivamente negative e positive). E’ verosimile che tre cariche elettriche terziarie in uno stesso quark sono un aggregato instabile a causa della eccessiva “forza” repulsiva fra cariche dello stesso segno.
8	Perché tutti i fenomeni sono quantizzati?	E’ verosimile che esista una dimensione con raggio estremamente piccolo (dimensione di Planck, P) che non è significativamente deformabile per azione di “forze” determinate da oscillazioni di altre dimensioni con raggio assai maggiore. Di conseguenza tutte le altre dimensioni non possono “piegarsi” in segmenti tali da schiacciare la dimensione P.
9	Perché i valori della velocità della luce, della costante di Planck, della costante di gravitazione universale e della carica degli elettroni hanno determinati valori?	Queste costanti universali dipendono dai raggi di curvatura delle dimensioni. Il nostro sub-universo è definito nelle sue caratteristiche: (i) dal numero delle sue dimensioni; (ii) dalle loro curvature; e (iii) da quell’insieme di eventi di origine incognita definito come Big Bang.
10	Come si spiegano i fenomeni descritti in generale come “entanglement”?	Escludendo l’ipotesi di azioni a distanza, i fenomeni in generale descritti come “entanglement” richiedono velocità di propagazione assai superiori a quella della luce. Ciò è possibile solo ipotizzando

		dimensioni con curvature minima o nulla (dimensione L e dimensione L') in cui la velocità massima è assai superiore a quella della luce.
11	Quale è la natura di un'onda elettromagnetica?	Sono oscillazioni di segmenti delle due dimensioni dell'entanglement (L e L') che corrono nelle dimensioni Spaziali o Newtoniane.
12	Perché le onde elettromagnetiche, che nel vuoto corrono alla velocità della luce, non si accorciano nella direzione del loro movimento come si verifica per una qualsiasi massa in base alla teoria della relatività?	Le dimensioni dell'entanglement (L e L') non sono soggette all'accorciamento relativistico nel senso della direzione dello spostamento in funzione delle trasformazioni di Lorentz.
13	Perché la forza debole e la forza forte sono rispettivamente estremamente forti all'interno del nucleo e a livello atomico, ma diventano irrilevanti a distanze leggermente maggiori, mentre la forza gravitazionale è estremamente debole e trascurabile a livello atomico ma non perde la sua capacità attrattiva anche a distanze di miliardi di anni luce?	La "forza" debole e la "forza" forte sono gli effetti di appiattimenti in dimensioni con raggi di curvatura assai piccoli mentre la "forza" gravitazionale è l'effetto di appiattimenti nelle tre dimensioni Spaziali o Newtoniane con un comune valore dei raggi di curvatura che è più grande di molti ordini di grandezza rispetto alle altre due dimensioni. Di conseguenza le prime due forze sono estremamente più intense della forza gravitazionale ma il loro raggio di azione è estremamente limitato. Il contrario avviene per la forza gravitazionale: intensità assai piccola ma ambito di azione assai grande.
14	Se è vero che in un Buco Nero e nella singolarità che è al suo centro ogni informazione è persa, come si giustifica tale fenomeno?	Un Buco Nero è una stella di neutroni con una massa tale che l'accelerazione gravitazionale alla sua superficie è pari alla velocità della luce, che è il valore massimo possibile per la gravità. Al di sotto della sua superficie la gravità decresce linearmente in direzione del centro dove si azzerava. Non esiste alcuna gravità infinita o addensamento infinito al centro del Buco Nero formando la cosiddetta singolarità e pertanto non si ha alcuna perdita di informazione.

26. Post scriptum

Non conosco per certo la validità di quanto ho scritto e proposto in queste pagine.

Potrebbe essere un delirio con una certa coerenza interna, vale a dire il prodotto di una ideazione paranoica, o al contrario qualche cosa di razionale e innovativo per la Fisica.

Comunque, un Autore certamente non può essere obiettivo nella valutazione di quanto proposto.

Spero che quanto suggerito sia di stimolo per studiosi con ben maggiori capacità ed esperienza per l'elaborazione di migliori e più valide soluzioni a riguardo delle sicure carenze della Fisica moderna.

27. Bibliografia

- Al-Khalili J (1999) *Black Holes Wormholes & Time Machines*, Taylor & Francis Group, New York.
- Barrow JD (2002) *The Constants of Nature. From Alpha to Omega*, Jonathan Cape, London.
- Barrow JD, Tipler FJ (1988) *The Anthropic Cosmological Principle*. Oxford University Press. ISBN 978-0-19-282147-8. LCCN 87028148.
- Bernard Cohen I, Whitman A (translation by) (1999) *Isaac Newton, The Principia: Mathematical Principles of Natural Philosophy*, University of California Press.
- Cabbolet MJTF (2011) Comment to a paper of M. Villata on antigravity. *Astrophysics and Space Science*. 337(1):5-7. doi:10.1007/s10509-011-0939-8.
- Carter B (1974) Large Number Coincidences and the Anthropic Principle in Cosmology. IAU Symposium 63: Confrontation of Cosmological Theories with Observational Data. Dordrecht: Reidel, pp. 291-298; republished in *General Relativity and Gravitation* (Nov. 2011), Vol. 43, Iss. 11, p. 3225-3233, with an introduction by George Ellis.
- Carroll SM (2004) *Spacetime and Geometry*. Addison Wesley, p.205. ISBN 0-8053-8732-3.
- Dove J, Kerns B, McClellan RE, *et al.* (2021) The asymmetry of antimatter in the proton. *Nature* 590:561-5. doi: <https://doi.org/10.1038/s41586-021-03282-z>.
- Einstein A (1916) Die Grundlage der allgemeinen Relativitätstheorie. *Ann Phys* 354:769-822. DOI: 10.1002/andp.19163540702.
- Einstein A (1971) *The Born-Einstein Letters; Correspondence between Albert Einstein and Max and Hedwig Born from 1916 to 1955*. Walker, New York, Letter from Einstein to Max Born, 3 March 1947.
- Einstein A, Rosen N (1935) The Particle Problem in the General Theory of Relativity. *Phys. Rev.* 48(73).
- Everett H, Wheeler JA, DeWitt BS, Cooper LN, Van Vechten D, Graham N (1973). DeWitt B, Graham RN (eds.). *The Many-Worlds Interpretation of Quantum Mechanics*. Princeton Series in Physics. Princeton, NJ: Princeton University Press.
- Flamm L (1916) Beiträge zur Einsteinschen Gravitationstheorie (Comments on Einstein's Theory of Gravity). *Physikalische Zeitschrift*. XVII:448.
- Greene B (2005) *The fabric of the cosmos*, Vintage books, New York.
- Hawking S (1998) *A brief history of time*. Bantam Books, New York.
- Heisenberg W (1927) *Über den anschaulichen Inhalt der quantentheoretischen Kinematik und Mechanik* [On the intuitive content of kinematics and mechanics in quantum theory], in *Zeitschrift für Physik*, vol. 43, n. 4, pp. 172-198.
- Hooft G (1997) *In search of the ultimate building blocks*. Cambridge University Press, UK.
- Juan Y, Yuan C, Hai-Lin Y, *et al.* (2013) Bounding the speed of 'spooky action at a distance'. *Physical Review Letters*. 110(26):260407.
- Kalogera V, Baym G (1996) The Maximum Mass of a Neutron Star. *The Astrophysical Journal*. 470:L61-4. doi:10.1086/310296.
- Kaluza T (1921) Zum Unitätsproblem der Physik, *Sitzungsberichte Preussische Akademie der Wissenschaften*, 96.
- Kennard EH (1927) Zur Quantenmechanik einfacher Bewegungstypen, *Zeitschrift für Physik* (in German), 44(4-5):326-52, doi:10.1007/BF01391200
- Kisak PF (ed.) (2016) *Quantum entanglement: "... spooky actions at a distance."* CreateSpace Independent Publishing Platform, Lexington, USA.
- Klein O (1926) *Zeitschrift für Physik*, 37, 895; English translation in Klein O, *The Oskar Klein Memorial Lectures*, edited by Ekspong G, Singapore, World Scientific, 1991.
- Lemaître G (1927) Un Univers homogène de masse constante et de rayon croissant rendant compte de la vitesse radiale des nébuleuses extra-galactiques. *Annales de la Société Scientifique de Bruxelles*, 47:49-59.
- Matson J (2012) Quantum teleportation achieved over record distances. *Nature News*. doi:10.1038/nature.2012.11163.

- Moring G (2001). *The Complete Idiot's Guide to Theories of the Universe*. Penguin, pp. 192-193.
- Newton I (1726) *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*, General Scholium. Third edition.
- Patrignani C, et al. (Particle Data Group) (2016) Review of Particle Physics, *Chinese Physics C*, 40(10), 100001. DOI: 10.1088/1674-1137/40/10/100001.
- Randall L (2005) *Warped passages: unraveling the mysteries of the universe's hidden dimensions*, Harper Collins.
- Rohlf JW (1994). *Modern Physics from a to Z⁰*. John Wiley & Sons.
- Sakurai JJ, Napolitano J (2020) *Modern Quantum Mechanics* (3rd ed.), Cambridge University Press.
- Santilli RM (1999) A classical isodual theory of antimatter and its prediction of antigravity. *International Journal of Modern Physics A*. 14 (14):2205-38. doi:10.1142/S0217751X99001111.
- Schrödinger E (1935). "Die gegenwärtige Situation in der Quantenmechanik (The present situation in quantum mechanics)". *Naturwissenschaften*. 23(48): 807-12.
- Schwarzschild K (1916) On the Gravitational Field of a Point Mass in Einstein's Theory. *Proceedings of the Prussian Academy of Sciences*, 424.
- Seeds M, Backman D (2009). *Astronomy: The Solar System and Beyond* (6th ed.). Cengage Learning.
- Susskind L (1995) The World as a Hologram. *Journal of Mathematical Physics*. 36(11):6377-96. doi:10.1063/1.531249.
- Teramoto Y (2015) *Elementary particle physics for enthusiasts*. CreateSpace Independent Publishing Platform.
- Veltman M., *Facts and mysteries in elementary particle physics*, World Scientific Publishing, 2003.
- Villata M (2011) CPT symmetry and antimatter gravity in general relativity, *Europhysics Letters (EPL)*, 94(2):20001, doi: 10.1209/0295-5075/94/20001.
- Villata M (2011b) Reply to 'Comment to a paper of M. Villata on antigravity'. *Astrophysics and Space Science*. 337(1):15-7. doi:10.1007/s10509-011-0940-2.
- Villata M (2013) On the nature of dark energy: the lattice Universe. *Astrophysics and Space Science*. 345(1):1-9. doi:10.1007/s10509-013-1388-3.
- Villata M (2015) The matter-antimatter interpretation of Kerr spacetime. *Annalen der Physik*. 527(7-8):507-12. doi:10.1002/andp.201500154.
- Walker J (ed.) (2014) *Fundamentals of Physics Halliday and Resnick*, 10th ed., Wiley, New York.

Appendice 1

Dopo aver scritto queste pagine, per mesi sono stato incerto se potevo andare oltre pubblicandole in qualche modo o, più prudentemente, dovevo tenerle accuratamente nascoste in un cassetto. Cosa avevo scritto? Qualcosa di interessante o un insieme di sciocchezze apparentemente coerenti, cioè il risultato di una forma originale di paranoia scientifica? Dopo molte esitazioni, che spero mi saranno perdonate nel primo caso e che sono mia parziale difesa nel secondo caso, ho deciso di renderle pubbliche dopo aver letto le interessanti considerazioni generali di Scott S. Gordon, altro fisico non professionista (del quale, per fugare ogni dubbio, preciso che non condivido le teorie che propone). Riporto di seguito queste considerazioni che per me sono state di grande interesse ed utilità.

La teoria del tutto... perché ci è voluto così tanto tempo! [Scott S. Gordon]

“La cosa più importante nella scienza non è tanto ottenere nuovi fatti quanto scoprire nuovi modi di pensarli.” [Sir William Bragg]

...

Dopo che la relatività generale e la meccanica quantistica furono generalmente accettate, si pensò che la grande unificazione e la teoria del tutto non potevano essere lontane. Tuttavia, la lotta per trovare la teoria del tutto è continuata negli ultimi 100 anni. Perché questa teoria è stata così sfuggente è facile da vedere col senno di poi e le 10 ragioni principali sono elencate di seguito:

1) Postulati erronei usati per derivare la relatività generale e la meccanica quantistica

Le teorie usate in fisica sono espresse in termini matematici. Una teoria inizia con postulati espressi in termini matematici che vengono poi utilizzati per derivare equazioni che rappresentano la teoria che può essere testata. Proprio come tutte le teorie, la relatività generale e la meccanica quantistica sono derivate dai rispettivi postulati. Queste forti teorie sono state successivamente utilizzate per sviluppare gran parte della matematica che usiamo per descrivere la fisica che comprendiamo oggi. Il problema è che queste teorie non funzionano bene insieme per risolvere il quadro “complessivo” eppure sembra che dovrebbero. Dobbiamo considerare che se queste due forti teorie di base non possono essere unite, allora ci deve essere qualcosa di fondamentale sbagliato nei postulati usati per derivarle.

Se sono stati usati postulati imprecisi e/o incompleti per costruire le nostre teorie più forti che costituiscono la base di tutta la nostra fisica, allora vi è un grosso problema nelle nostre attuali basi della fisica. I fisici stanno usando la matematica derivata da questa falsa base per cercare di risolvere la teoria di ogni cosa. Questi tentativi sono destinati a fallire. I fisici non avranno successo finché non correggeranno prima i postulati difettosi usati per derivare la relatività e la meccanica quantistica. Cercare di fissare questi postulati utilizzando la matematica da essi derivata non è possibile! Per unire relatività e meccanica quantistica, i postulati su cui sono state costruite devono essere modificati. Le modifiche devono essere fatte in modo tale che la relatività e la meccanica quantistica rimangano sostanzialmente intatte; similmente a come la teoria della relatività speciale di Einstein ha modificato la fisica newtoniana. L'unico modo per raggiungere questo obiettivo è trovare i postulati primordiali per la teoria del tutto e quindi derivare i postulati corretti per la relatività generale e la meccanica quantistica.

Dovremmo prendere atto che i postulati usati per derivare la relatività e la meccanica quantistica sono espressi in matematica semplice. Dovremmo quindi aspettarci che i postulati basilari della teoria del tutto si esprimano mediante semplice matematica. Ciò è in diretta contraddizione con coloro che stanno usando la complessa matematica derivata dalla relatività e dalla meccanica quantistica per risolvere la teoria del tutto.

2) La sub-specializzazione dei Fisici

La specializzazione dei fisici all'interno di una specifica area di ricerca rende estremamente difficile considerare il quadro generale. In campo medico, gli specialisti si occupano di aree specifiche della medicina o della chirurgia. A differenza dell'internista o del medico di famiglia, di solito non trattano le condizioni mediche generali di un paziente. In confronto, un fisico potrebbe voler lavorare su un

problema specifico in fisica come l'inflazione al momento del Big Bang o la gravità; ma i fisici devono lavorare entro i confini della nostra matematica esistente e delle teorie attuali.

Alle nostre attuali teorie manca "qualcosa" perché manca qualcosa nei postulati imperfetti da cui sono state derivate. Non è probabile che i fisici che lavorano in queste condizioni trovino una nuova base matematica di comprensione. Se puoi usare solo la matematica imperfetta delle teorie consolidate, allora puoi solo trovare una risposta imperfetta che serva come una "soluzione simile a una pezza" per un problema. Questo è ciò che sta accadendo in fisica; Le "sub-teorie" basate sulla nostra matematica attuale sono utilizzate per spiegare fenomeni specifici come i buchi neri, l'inflazione, l'espansione, la massa e molti altri.

I fisici quindi tentano di ricucire un arazzo di soluzioni simili a pezze per creare un'immagine completa dell'universo. Questo approccio frammentario non sarà utile per capire la teoria di ogni cosa. Inoltre, i fisici dovrebbero rendersi conto che anche tutti gli sforzi matematici profusi nell'analisi dei diagrammi di Feynman sono soggetti a questo problema. Le soluzioni ai diagrammi di Feynman non saranno utili per risolvere la teoria del tutto.

3) Il processo di selezione per diventare un fisico

Il percorso per diventare un fisico prevede un intenso processo di formazione e selezione. Solo coloro che sono i migliori nelle competenze richieste guadagneranno il titolo di *fisico* e saranno ammessi nel "club accademico" dei fisici. Molti credono che una comunità diversificata di fisica accademica sarebbe utile per portare avanti la soluzione alla teoria di ogni cosa dove diversi tipi di formazione possano favorire idee diverse. Tuttavia, anche persone di diversa estrazione che hanno percorso l'intenso processo di selezione per diventare un fisico accademico entrano a far parte ... della "mente" collettiva dei fisici. In altre parole, sono diventati tutti fisici e quindi "pensano" come i fisici usando le teorie consolidate e la matematica che hanno imparato nel processo.

"Senza censura non è permesso all'uomo (o alla donna) di seguire i propri pensieri nella ricerca della verità, quando portano lui (o lei) anche di poco fuori dalla strada comune." [John Locke, *Saggio sulla comprensione umana*]

...

4) Lo spazio-tempo è un mezzo

Un ostacolo molto importante nella soluzione della teoria del tutto è l'indottrinamento di quasi l'intera comunità dei fisici sulla strada sbagliata oltre 100 anni fa. Chiedi alla "mente collettiva" dei fisici se lo spazio-tempo è un mezzo e la risposta che ottieni è "no!" Se la risposta è effettivamente "sì", allora non vi è modo di risolvere mai la teoria del tutto. I fisici credono che lo spazio-tempo sia un "vuoto" e non un mezzo a causa dei risultati dell'esperimento di Michelson-Morley. Sebbene i dati dell'esperimento di Michelson-Morley sono corretti, questa conclusione non è corretta. Faccio notare che la teoria della relatività generale di Einstein non ha mai dimostrato che un mezzo non esistesse, e lo stesso Einstein credeva che la teoria della relatività generale non potesse funzionare correttamente senza un mezzo. Anche se Einstein e altri non sono riusciti a trovare il mezzo, non significa che non ne esista uno. In ogni caso, l'idea che non esista un mezzo è stata stabilita e trasmessa di generazione in generazione, da maestro a studente, al punto che i fisici preferirebbero credere nelle teorie dell'universo multiplo piuttosto che tornare indietro e riconsiderare che vi è un difetto nella loro attuale comprensione.

"Non sono le cose che non sappiamo che ci uccidono, sono le cose che conosciamo come certe che non sono vere." [Mark Twain]

Appendice 2

In termini geometrici, è possibile concepire solo tre tipi di spazio tridimensionale simmetrici tra tutte le posizioni e in ogni direzione: lo spazio classico o euclideo, lo spazio a curvatura positiva, lo spazio a curvatura negativa (Fig. 40): “*I ricercatori hanno dimostrato che questo elenco – con curvatura uniformemente positiva, negativa o nulla - esaurisce le possibili curvature per lo spazio che sono coerenti con il requisito della simmetria tra tutte le posizioni e in tutte le direzioni.*” [Brian Greene 2005, p. 241].

Possiamo definire in modo comune questi tre tipi di spazio come un tipo generale di spazi che differiscono solo in base al raggio (R), cioè per il grado di curvatura, o semplicemente curvatura ($= 1/R$):

- spazio con curvatura positiva o sferica ($R>0$; $1/R>0$);

- uno spazio unidimensionale con curvatura positiva può essere rappresentato come una circonferenza vista dal lato esterno;
- uno spazio bidimensionale con curvatura positiva può essere rappresentato come la superficie esterna di una sfera;

- spazio con curvatura negativa o iperbolica ($R<0$; $1/R<0$);

- uno spazio unidimensionale con curvatura negativa può essere rappresentato come un cerchio visto dall'interno e con i valori delle distanze tra il centro del cerchio e i punti della circonferenza considerati come negativi;
- uno spazio bidimensionale con curvatura negativa è rappresentato imperfettamente come una sella infinita o, per comodità di visualizzazione, come la superficie interna di una sfera, o comunque come una superficie concava e con i valori delle distanze tra il centro della sfera – o della superficie concava – e i punti della superficie considerati come negativi;

- spazio con curvatura nulla (spazio euclideo) ($R=\pm\infty$; $1/R=0$);

- uno spazio unidimensionale con curvatura nulla può essere rappresentato come una linea retta;
- uno spazio bidimensionale con curvatura nulla può essere rappresentato come un piano;
- uno spazio tridimensionale con curvatura nulla è la nostra percezione ordinaria dello spazio.

Spazi curvi con più di due dimensioni o con curvatura nulla e più di tre dimensioni non possono essere rappresentati visivamente ma possono essere perfettamente descritti in termini matematici.

Gli spazi multidimensionali in cui si combinano spazi curvi di vario genere, compresi quelli con curvatura nulla, sono sempre descrivibili matematicamente.

I tre tipi di spazio (cioè con $1/R$: >0 , o <0 , o $=0$) possono quindi essere considerati anche come un unico tipo di spazio con una sola variabile (curvatura, $1/R$) che differenzia tre sottotipi. Poiché ci sono infiniti valori possibili di $1/R$, ci sono infiniti possibili spazi particolari.

È noto che, a seconda del valore della curvatura, vengono modificate tutte le formule ed i relativi calcoli derivanti da questo parametro. Un esempio è mostrato nella Fig. 40.

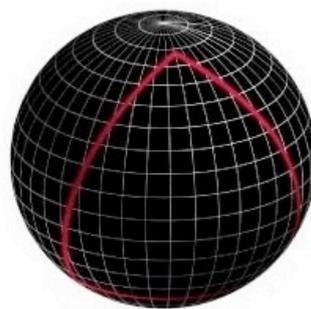
L'insieme di tutti i possibili spazi geometrici simmetrici fra tutte le posizioni e in ogni direzione ha valori di R e $1/R$ compresi tra $+\infty$ e $-\infty$ (Tabella 10):

Tabella 10

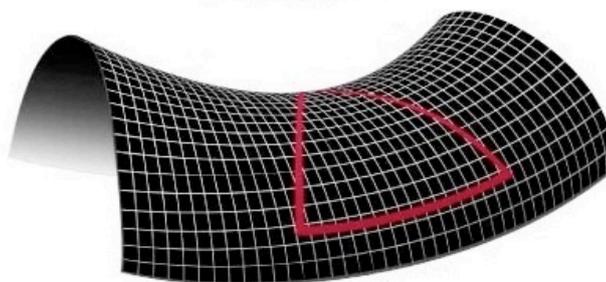
$1/R$	R	Descrizione
$<+\infty$ e >0	>0 e $<+\infty$	spazi con curvatura positiva
0	$+\infty$ o $-\infty$	spazio euclideo
$>-\infty$ e <0	<0 e $>-\infty$	spazi con curvatura negativa

$$S = \sqrt{a^2 + b^2}$$

$$h > S$$



$$h < S$$



$$h = S$$

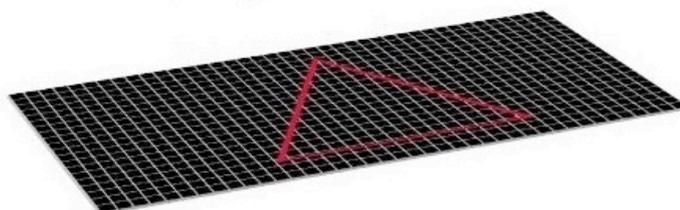


Figura 40 – I tre tipi di spazio. In uno spazio bidimensionale a curvatura nulla (spazio euclideo, in basso), la somma degli angoli di un triangolo (A) è uguale a 180° e l'ipotenusa di un triangolo rettangolo (h) è uguale alla radice quadrata della somma dei quadrati dei cateti a e b (S), cioè abbiamo $h=S$. In uno spazio con curvatura positiva (in alto), $A > 180^\circ$, $h > S$, mentre in uno spazio con curvatura negativa (al centro), $A < 180^\circ$, $h < S$.

Copyright © 2022
Stampato elettronicamente nel dicembre 2022
Copernican Editions
Napoli, Italy

ISBN 978-88906486-8-7
(per l'edizione in inglese)