



Cofinanziato dal
programma Erasmus+
dell'Unione europea



Corso ponte di scienze

Unità P3 – Fisica del 21° secolo, essenza della fisica quantistica

Il supporto della Commissione Europea per la produzione di questa pubblicazione non costituisce un avallo del contenuto che riflette solo il punto di vista degli autori, e la Commissione non può essere ritenuta responsabile per qualsiasi uso che potrebbe essere fatto delle informazioni ivi contenute.



In questo capitolo scoprirai:

- Teoria della relatività speciale e generale
- Meccanica quantistica
- Varietà di microparticelle
- La teoria del Big Bang

Perché percepiamo il mondo? Percepiamo il mondo perché avviene l'interazione del corpo. L'interazione è definita dalle forze. Le ragioni delle forze sono molto diverse. Come agiscono le forze - è un indovinello su enigmi e un problema di scienze fisiche. I corpi sono vari, quindi anche le interazioni sono diverse. Vengono trovate e descritte quattro interazioni. Due sono i più noti per noi: gravitazionale ed elettromagnetico.

Nella legge di gravitazione universale (Newton) afferma che tutti i corpi si attraggono con la forza direttamente proporzionale alla loro massa e inversamente proporzionale al quadrato della loro distanza.

La legge che definisce l'interazione elettromagnetica afferma che i corpi elettrici si influenzano a vicenda mediante la forza direttamente proporzionale alle loro cariche elettriche e inversamente proporzionale al quadrato della loro distanza. Questa interazione garantisce l'esistenza delle sostanze e degli atomi.

Einstein scoprì la legge dell'emissione stimolata: se la luce può stimolare la sostanza e gli atomi, allora la stessa onda farà irradiare al sistema ugualmente la stessa onda, se disturba il sistema già stimolato. Quindi, sono stati trovati i labirinti (Basov, Taunsa e altri) successivamente i laser.

Anche le altre interazioni agiscono: il più forte e il più debole. Queste sono interazioni del micro-mondo.

Quindi, alla natura non piace il vuoto, e se è così, allora:

- tutti i corpi si muovono, e possono cambiare il movimento, o fermarsi l'uno rispetto all'altro solo una forza che agisce su di loro – la prima e la seconda legge di Newton;
- se una forza supplementare non agisce sui corpi, questi cercano di diffondersi nello spazio – processo di diffusione;
- se un corpo non può muoversi, allora almeno non deve essere calmo in un punto, deve vibrare nel suo stato di equilibrio. Significa che i corpi devono avere proprietà ondulatorie. Ciò conferma il principio di indeterminazione di Heisenberg e le onde di de Broil. Es. microscopio elettronico).

Anarchia – madre dell'ordine. Una legge simile è stata provata da N. Prigožin. Ha ricevuto un premio Nobel per questo. Dimostrò che se un sistema è in uno stato stimolato, molto lontano dall'equilibrio termodinamico, allora in esso può apparire un nuovo ordine. Questa teoria include la teoria del caos, altrimenti chiamata termodinamica del non equilibrio e teoria dell'instabilità. Ad esempio, la convezione dell'olio in una padella surriscaldata, i vortici nei canali, l'autorganizzazione della sostanza, la predizione dei fondi di caffè e così via.

Teoria della relatività speciale e generale

speciale è stata creata nel 1905 - 1908 m. (Lorenz, Poitou-Charentes, Einstein). Secondo la meccanica galileiana-newtoniana, i moti del movimento del corpo l'uno rispetto all'altro sono sommati /sommati/ algebricamente. Gli esperimenti di Michelson nel 1880 hanno mostrato che le onde elettromagnetiche che si propagano, le velocità non vengono sommate. Sembra che la velocità di propagazione del segnale luminoso non dipenda dalla velocità di movimento della sorgente luminosa. Ciò contraddiceva le tesi di Galileo. Tuttavia, questa teoria è stata sviluppata. Nella meccanica galileiana-newtoniana, solo la velocità era

relativa. Nella meccanica classica, lo spazio e il tempo erano indipendenti, nella teoria della relatività è un tutto unificato.

La teoria della relatività generale è stata creata circa 10 anni dopo. In questa teoria sono stati introdotti concetti come lo spazio e il problema dell'infinito finito, la relazione tra materia, movimento, spazio e tempo.

Sviluppo del principio di relatività

Da un punto di vista filosofico, la relatività di qualsiasi fenomeno significa che non ci sono confini assoluti e insormontabili tra di loro. Galileo fu il primo a stabilire la relatività del moto meccanico rispetto alla quiete. L'essenza di un tale principio è che le leggi della meccanica hanno le stesse forme in tutti i sistemi inerziali, in altre parole, tutti i processi meccanici hanno luogo allo stesso modo in tali sistemi. Nella teoria di Einstein è diverso: non solo i processi meccanici, ma anche tutti i processi fisici nei sistemi inerziali hanno luogo allo stesso modo. Il principio di relatività si svolge all'unanimità con altri principi: il principio della velocità della luce nella consistenza del vuoto, il principio dell'indipendenza dalla velocità della luce della sorgente luminosa e altri. Nel trasferimento da un sistema di riferimento all'altro, sono relative anche le dimensioni corporee, la durata della loro esistenza, il tempo degli eventi e così via.

La teoria generale della relatività afferma che le leggi naturali agiscono allo stesso modo nei sistemi di riferimento inerziali e non inerziali. La geometria euclidea non può più utilizzare tale teoria, ma ne usa una che afferma che lo spazio è deformato sotto l'azione delle forze di gravità, rallentando il flusso del tempo in forti campi gravitazionali. Tutto questo porta ad una più profonda conoscenza del mondo.

Scienza moderna e misticismo

Il rapido sviluppo della scienza del XX^{secolo} è associato alla diffusione del misticismo, dell'irrazionalismo, dell'occultismo, dell'esoterismo. La coscienza mistica combina sempre in sé la fede nel soprannaturale. Storicamente il misticismo si è manifestato più forte nel culto dello sciamanesimo. Uno sciamano è un uomo, che svolge un ruolo di oracolo, indovino e così via, nella via della meditazione in grado di viaggiare in un altro mondo. Si pensa che durante la meditazione (ecstasy) quei segnali degli organi sensoriali siano fissi, che di solito "passano" vicino alla coscienza. Qualsiasi suono monotonicamente ripetitivo può causare la disconnessione di specifici centri cerebrali e causare allucinazioni. Le visioni possono dare l'impressione che sia effettivamente visibile. I ricercatori pensano che questa sia una penetrazione nella profondità della coscienza. Tale penetrazione può essere ottenuta in una varietà di modi, ad es. farmaci.

Una delle fonti mistiche sociali essenziali è la paura. Un uomo è impotente contro le forze della società e della natura. A livello socio-psicologico, questo ha un'espressione di paura. Un'altra fonte è la fede. La fede è un bisogno umano naturale. Alcune religioni, ad esempio il Brahmanesimo, l'Induismo e altre, sono basate su un profondo misticismo. Anche il tipo di personalità di un essere umano ha influenza. Tali tipi possono essere individuati:

1. Un assurdo (la vita generalmente non ha senso, quindi vivere in un mondo del genere significa vivere in un mondo malvagio).
2. Personaggi (vedi il senso della vita nella vita stessa, nella realtà circostante).
3. Creatori (trovare il senso della vita cercando quel senso, creando).

4. Fantastici (più vicini al misticismo, alla ricerca del senso della vita nel mondo irreali, preferendo la percezione trascendente del mondo).

La scienza stessa ha influenza sullo sviluppo del misticismo. Nella scienza si sviluppa la visione del mondo e il relativismo metodologico, il confine tra oggetto e soggetto scompare, la percezione olistica e olistica del mondo, e così via. Ci sono un certo numero di studiosi, che stanno cercando analoghi tra l'immagine del mondo moderno e le immagini mistiche del mondo dell'Antico Oriente. Appare un interesse per l'eso-psicologia, si sviluppa la concezione olografica del funzionamento del pensiero umano, la psicologia quantistica relativistica, l'ipotesi della mente galattica e così via. La scienza classica europea considerava queste cose schizofrenia, quindi in questo momento si pensa che ciò richieda un'analisi seria. Si afferma addirittura che la fisica è solo una branca della psicologia. Tuttavia, è necessario distinguere i contenuti/fatti cognitivi oggettivi, le leggi, i principi, le teorie dalla loro interpretazione della visione del mondo (filosofica, religiosa e così via). La coscienza è sempre attiva qui. Ancora una volta, possiamo derivare tre catene

Scienza

Catena intermedia

Anti -scienza

La fisica quantistica, la teoria della relatività ha creato cose molto insolite per noi. Comprendiamo che i risultati di un esperimento dipendono dal tipo di esperimento stesso, dai dispositivi utilizzati e dallo stesso sperimentatore. I dispositivi non sono percepiti come qualcosa di separato ma come una parte inseparabile del ricercatore. Un osservatore e un oggetto di osservazione formano un'unità inseparabile nella sfera della cognizione. Ci sono molte prove che la mente umana genera un certo campo energetico, che influisce /in un modo in cui il campo elettromagnetico distorce un'immagine su uno schermo televisivo/. Pertanto, la coscienza genera un campo bio-gravitazionale.

La meccanica quantistica e la fisica quantistica si sono formate sostanzialmente all'inizio del XX secolo. Fu creato dai più famosi scienziati dell'epoca Planck, Einstein, Bohr, De Broil, Heisenberg, Schrodinger e altri. Il mondo sembra essere descritto in modo statisticamente probabile. Se nel macromondo ha luogo uno scambio di energia continuo, nel micromondo questo avviene in un ordine rigorosamente stabilito: la radiazione avviene in porzioni.

Fino alla fine del 19 ° secolo, la più piccola particella di materia era considerata un atomo. La legge periodica formulata da Mendeleev nel 1869 incoraggiò i ricercatori a pensare che la struttura degli atomi sia determinata da particelle ancora più fini. Nel 1897 un fisico inglese Thomson scoprì un elettrone, la prima particella elementare. Quando il neutrone fu trovato nel 1932, sembrò che la struttura della materia fosse sostanzialmente chiarita. Le particelle allora conosciute – *protoni, neutroni ed elettroni* – erano sufficienti per spiegare la struttura e le proprietà della materia.

A poco a poco è stato descritto un nuovo livello strutturale dell'esistenza della materia. Ciò ha creato le condizioni per lo sviluppo della fisica del corpo solido. Sono state spiegate la struttura di metalli, dielettrici, semiconduttori, le loro proprietà termodinamiche, elettriche e magnetiche. La meccanica quantistica ha spiegato che la fonte dell'energia stellare sono le reazioni nucleari che avvengono a temperature molto elevate /centinaia di milioni di gradi/.

La meccanica quantistica è stata applicata alla spiegazione del campo fisico. Il fotone è inteso - una particella di campo elettromagnetico, che non ha una massa a riposo.

Meccanica quantistica + teoria della relatività speciale = antiparticelle

È stato chiarito che ogni particella ha un "gemello" (un'altra particella, con carica diversa, ma con la stessa massa). Nel 1934, un fisico inglese Dirac scoprì un *positrone*, un'antiparticella elettronica.

Poco dopo fu scoperto un *neutrino*. È stato accertato che in atto il decadimento radioattivo β , dal nucleo atomico vengono rilasciati *elettroni e protoni, aventi diversa energia*. Ma l'energia non scompare da nessuna parte e non emerge da nessuna parte. Dove altro fa parte dell'energia? Un teorico fisico svizzero Pauli ha affermato che con l'elettrone /o positrone/ viene rilasciata un'altra piccola particella. Si chiamava *neutrino*. Se viene emesso un positrone, contemporaneamente viene emesso un neutrino, se viene emesso un elettrone-antineutrino.

$$n \rightarrow p + e + \bar{\nu}_e$$

Se vengono emessi un positrone e un neutrino, un protone si trasforma in neutrone

$$p \rightarrow n + e + \nu_e$$

Queste particelle non sono nel nucleo dell'atomo, nascono nel processo di conversione di un neutrone in un protone o viceversa.

La meccanica quantistica iniziò ad analizzare la materia e il campo in una stretta relazione. La meccanica quantistica sembra fondere i concetti corpuscolare e ondulatorio in un unico fenomeno. Heisenberg introduce il principio di indeterminazione, secondo il quale le coordinate di propagazione dell'impulso rimangono incerte. Bohr introduce il principio di complementarità, contrapponendolo al principio di causalità. Se utilizziamo un dispositivo accurato per misurare le coordinate delle particelle, l'impulso può essere qualsiasi, quindi la relazione causale non esiste. Heisenberg ha proposto il principio dell'interazione incontrollata /particelle con il dispositivo/.

La nascita di alcuni concetti

Sorge la domanda "Di cosa è fatto un protone?", Un elettrone è diviso? Un fotone è indivisibile o una particella composita? E altro. Tuttavia, analizzare fondamentalmente tali domande perde il loro significato. Quando diciamo che il sistema è composto da elementi, è come se percepissimo che è fatto di unità indipendenti più piccole. Nel micro-mondo è diverso, diciamo che le particelle si trasformano l'una nell'altra in una varietà di processi di interazione. Anche quando una particella si decompone, non si può affermare che le particelle ottenute nel processo siano più semplici, che siano entrate nella composizione della particella in decomposizione. Nei decadimenti quantistici le particelle "nate" hanno una massa maggiore della particella "madre". Ad esempio, quando un mesone π si decompone in *protone + neutrone*, la massa delle particelle di questa coppia supera di gran lunga la massa del mesone π stesso. Pertanto, chiamiamo molte di queste particelle non ordinarie, ma elementari. Tuttavia, si manifestano anche nella propria struttura interna. Una particella libera, non interagente, è solo un'astrazione matematica. Le particelle fisiche reali interagiscono sempre con i campi di vuoto, rinunciando o assorbendo particelle virtuali. Intorno a ciascuna microparticella si forma una "nuvola" di particelle virtuali.

Varietà di microparticelle

In questo momento sono note più di 400 particelle elementari. Alcuni di loro esistono per un tempo molto breve. Alcuni si trasformano in altri ad esempio, durante la loro vita sono in grado di coprire una distanza pari al raggio dell'atomo, 10^{-12} cm. Alcune particelle elementari si sono rivelate più pesanti di alcuni atomi.

Classificando le particelle, è possibile discernere alcune regolarità del micro-mondo, percepire le relazioni tra le forme di interazione: *gravitazionale, elettromagnetica, forte e debole*. Il raggio di interazione debole è inferiore a 10^{-15} cm. Anche l'interazione debole supera molte volte l'interazione gravitazionale. La forza repulsiva di Coulomb di due elettroni è 10^{42} volte maggiore della loro attrazione gravitazionale. In ogni caso, il raggio della forza di interazione dipende dalla massa delle particelle. L'interazione elettromagnetica trasporta fotoni (massa a riposo = 0), gravitazionali - gravitoni (le particelle non sono state ancora determinate sperimentalmente), una massa a riposo di cui è anche = 0). L'interazione gravitazionale provoca un effetto di attrazione tra particelle uguali, le altre interazioni provocano repulsione tra particelle uguali. I vettori di forte interazione nei nuclei atomici sono i gluoni.

La varietà del micromondo realizza la sua unità attraverso la mutevolezza delle particelle e del campo.

Particella + antiparticella = nuova particella.

Gli adroni sono particelle pesanti, composte da tre particelle: quark, antiquark e il gluone che le collega. Esistono anche leptoni di particelle di luce.

Il micromondo è infinito per la cognizione. E qual è il prossimo? Tutto può essere il prossimo.

- La scienza non dirà quasi mai veramente chi e cos'è un micro-mondo;
- alchimia → chimica → fisica quantistica (Rutherford – Io sono l'ultimo alchemico perché di sicuro un atomo può essere convertito da un altro). Ad esempio, l'oro può essere ricavato dal mercurio.
- Il protone è instabile, dopo qualche tempo si decompone in leptoni. Nel corso del tempo tutti i nuclei degli atomi si trasformeranno in elettroni, neutrini e fotoni, e questo significa che la materia organizzata scomparirà. Ora si pensa che la durata della vita del protone sia di circa 10^{32} anni. Il materiale è destinato a scomparire in futuro. Tutte le particelle fatte di quark sono instabili, solo il fatto del decadimento del protone non è stato ancora confermato. Tutto questo è **la prima linea della cognizione**.

Forza fondamentale, chiamata anche **interazione fondamentale**, in fisica, una qualsiasi delle quattro forze di base - gravitazionale, elettromagnetica, forte e debole - che governano il modo in cui oggetti o particelle interagiscono e come alcune particelle decadono. Tutte le forze conosciute della natura possono essere ricondotte a queste forze fondamentali. Le forze fondamentali sono caratterizzate sulla base dei seguenti quattro criteri: i tipi di particelle che subiscono la forza, la forza relativa della forza, l'intervallo in cui la forza è efficace e la natura delle particelle che mediano la forza.

L'attuale descrizione fisica delle forze fondamentali è incorporata nel Modello Standard della fisica delle particelle, che delinea le proprietà di tutte le particelle fondamentali e le loro forze. Le rappresentazioni grafiche dell'effetto delle forze fondamentali sul comportamento delle particelle subatomiche elementari sono incorporate nei diagrammi di Feynman.

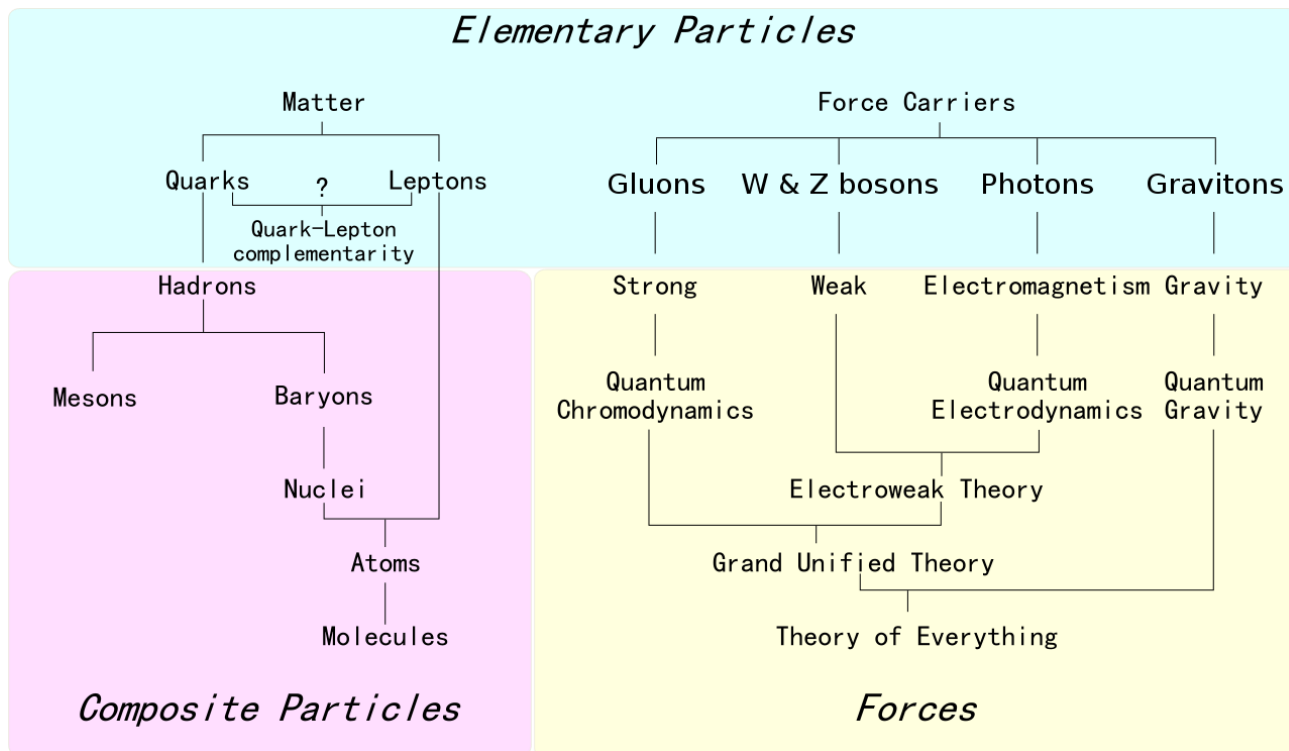


Fig. 5. Particelle elementari
https://en.wikipedia.org/wiki/Fundamental_interaction#/media/File:Particle_overview.svg

Pertanto, l'atomo è un sistema elettronico nucleare generale. Il componente più importante di un atomo è il nucleo. In diversi livelli energetici dell'orbita dell'atomo, si trovano gli elettroni. I tipi di interazione atomica essenziali sono tre:

1. Interazione con campi e particelle, durante la quale la struttura interna degli atomi cambia (ad es. radiazione e assorbimento della luce).
2. Reciprocità dell'atomo, che determina lo stato di aggregazione della materia.
3. Interazione chimica, quando si formano molecole e altre combinazioni chimiche.

Più complessi sono gli atomi, più complessa è la loro interazione. L'interazione chimica avviene solo a livello atomico, quindi l'atomo può essere trattato come la particella di interazione chimica più elementare. D'altra parte, l'interazione chimica non è l'altra cosa come l'interazione tra atomi, e questo significa che le caratteristiche dell'atomo determinano questa interazione.

Molecole: è un altro livello di evoluzione della materia. Questo è qualitativamente un altro livello. La scienza naturale moderna tratta il movimento molecolare come il movimento di sistemi indipendenti. In altre parole, gli atomi che formano una molecola non si muovono in modo caotico, ma si sottomettono alla logica molecolare interna.

La chimica moderna conosce molte particelle chimiche, che differiscono l'una dall'altra per struttura, complessità e così via. Si possono distinguere tre livelli di materia:

- 1) livello atomico (atomi elettricamente neutri, ioni, isotopi e così via);
- 2) livello molecolare (molecole, radicali, ioni molecolari, radicali ionici e altro);
- 3) a livello molecolare/composizioni colloidali – micelle, complessi molecolari e macromolecole polimeriche/.

In ognuno di questi livelli i processi chimici stanno diventando più complessi, le particelle sempre più complesse. Nei sistemi biologici, una sfera di attività qualitativa di movimento chimico forma una sorta di finiture. Iniziano altre complesse trasformazioni.

Dalla fisica e chimica verso la geologia e la biologia

processo chimico e fisico e la conseguenza della trasformazione sono: una forma di movimento biologico. Può essere rappresentato dal seguente schema.

Fenomeni di interazione fisica a livello di particella elementare e nuclei atomici	Movimento chimico di atomi e molecole Processi fisici atomo-molecolari	Vita, forma di movimento del sistema proteico-nucleico biologico Processi geologici
--	---	--

Ciò riflette un complesso processo di sviluppo. A livello atomo-molecolare, i processi sono molto complessi, interdipendenti. Nei sistemi geologici e biologici, tutte le forme di movimento sono legate da relazioni interne.

Come è emerso l'Universo? I lavori di Einstein, Friedman, Hubble e altri hanno mostrato che la meta-galassia è in continua espansione, le galassie si allontanano l'una dall'altra. Quindi, era un centro primario di qualcosa. Questo si chiama Il Big Bang. Nessuno sa cosa esistesse prima del Big Bang. L'energia generata durante l'esplosione si è trasformata in particelle atomiche. Dopo circa 1 miliardo di anni dopo l'esplosione, la gravità attirò idrogeno ed elio nelle nuvole, formando sfere di gas rotanti e apparvero le prime galassie e stelle.

Le prove del Big Bang

1. La luce viaggia per miliardi di anni dalle galassie più lontane fino a noi, quindi possiamo vedere come apparivano prima di quel momento.
2. Le galassie si stanno allontanando da noi, il che significa che una volta tutto era concentrato in un unico posto.
3. Nel 1965, gli scienziati hanno trovato una radiazione termica residua rimasta dopo l'esplosione, che viaggia in tutte le direzioni dello spazio.

Il futuro dell'Universo è vago. Alcuni pensano che si espanderà, crescerà e si raffredderà. Le stelle scompariranno e l'Universo diventerà freddo e oscuro.

Altri credono che dopo molti anni la gravità fermerà le galassie in modo che smettano di espandersi. Quindi la gravità attirerà di nuovo le galassie l'una all'altra. L'Universo si ridurrà a un punto, il materiale diventerà sempre più caldo fino a quando non si comprimerà in uno stato chiamato Grande Crisi. Tutto andrà in pezzi e quella sarà la fine dell'Universo. Più tardi, potrebbe esserci un altro Big Bang e potrebbe formarsi un nuovo Universo.

Tuttavia, la domanda rimane, come è emerso l'Universo. È noto fin dall'antichità che nulla emerge da nulla. Qualsiasi oggetto può emergere solo dagli altri oggetti. Il vuoto assoluto non esiste. Se non c'è materia, è un campo, se non c'è campo, allora c'è il suo vuoto fisico. La fisica moderna intende il vuoto come uno stato speciale della materia e non come un nulla assoluto. Ad esempio, un vuoto di campo elettromagnetico è il suo stato, in cui non ci sono fotoni.

Resta quindi valido il principio di non creazione e di non distruzione della materia. La resistenza di massa, la resistenza all'energia, la carica elettrica, la resistenza agli impulsi e altre leggi erano note già all'inizio del 20° secolo.

Oggi è popolare assolutizzare il concetto di "buco nero". Tuttavia, oggi è chiaro che non sono completamente isolati e chiusi. Per molto tempo si è pensato che i buchi neri assorbissero solo oggetti la cui gravità era così grande da bloccare persino la radiazione della luce. Tuttavia, oggi è stato affermato che i buchi neri emettono anche flussi di materia e antimateria, onde elettromagnetiche, ecc. nello spazio circostante.

La teoria della "morte termica" dell'Universo

Nel 1960 un fisico tedesco Clausius formulò la seconda legge della termodinamica, secondo la quale nei processi irreversibili l'entropia /disordine/ è in costante crescita. Una conclusione è stata tratta da questa legge che tutte le forme di movimento della materia si trasformeranno in forma termica e si diffonderanno uniformemente nell'Universo. Tuttavia, è ovvio che non avviene solo il processo di decomposizione della materia, ma anche la sua concentrazione nello spazio. Si pensa che i buchi neri siano concentratori di materia ed energia, che sono in grado di restituirla nello spazio circostante tramite esplosioni.

Pertanto, anche il mega-mondo è piuttosto complesso. Si scopre che non è possibile creare una teoria completa che spieghi tutte le diverse forme dell'esistenza della materia. Se si sviluppasse tale teoria, la scienza perderebbe il suo significato, tutto sarebbe spiegato. Ad esempio, ciò che è valido nel micromondo, sembra non essere valido nel mondo delle particelle elementari. "Parte minore del tutto" non vale per le particelle elementari.

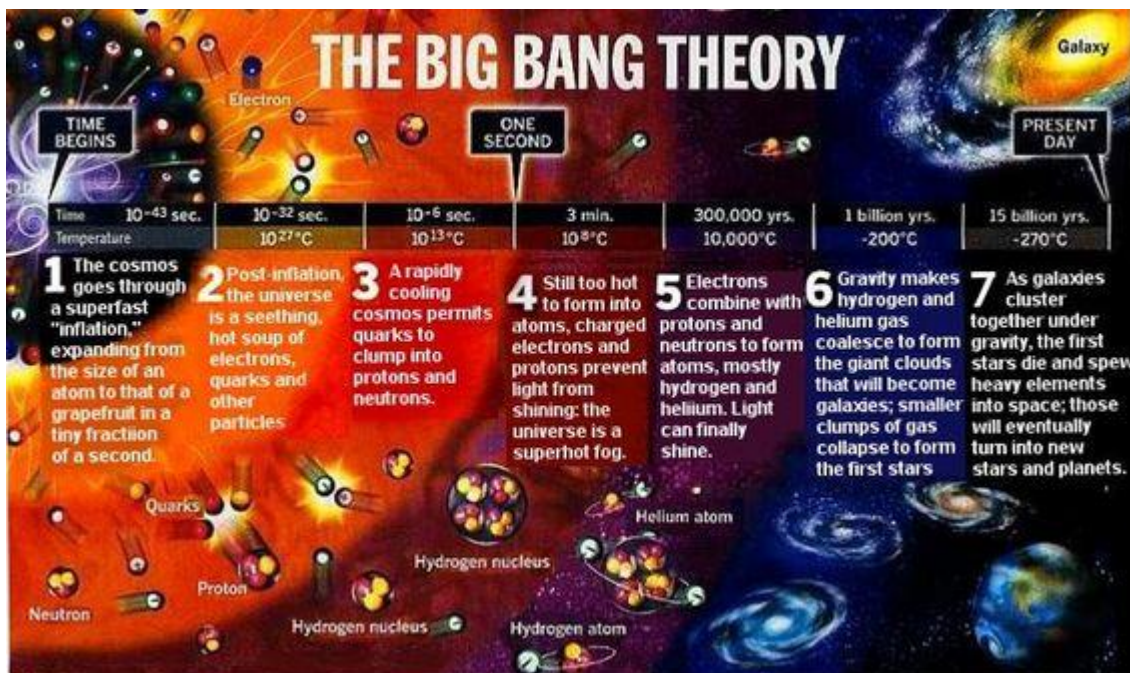


Fig. 6. Il Big Bang (<https://cz.pinterest.com/pin/194851121359996416/>)

Ulteriori letture:

<https://www.universetoday.com/54756/what-is-the-big-bang-theory/>