

# UN UNIVERSO DI MATERIA?

## Sommario

LA MATERIA ORDINARIA .....	1
Scusi, permesso? Grazie.....	1
Molecole e atomi.....	2
Tuffiamoci negli atomi.....	2
Sempre più piccoli.....	3
Gli atomi sono organizzati: la Tavola Periodica degli elementi.....	4
Il quarto stato: il plasma.....	5
Romperci per capire.....	5
Le particelle elementari sono organizzate: il Modello Standard .....	6
L'origine degli atomi.....	6
Minuscole bizzarrie .....	8
L'ANTIMATERIA.....	8
LA MATERIA OSCURA.....	10
L'ENERGIA OSCURA.....	12

## LA MATERIA ORDINARIA

### Scusi, permesso? Grazie.

Ghiaccio, acqua e vapore sembrano diversissimi fra loro eppure sono lo stesso tipo di materia, ma in condizioni diverse.

Infatti il ghiaccio è **solido**, cioè ha una forma sua e non è comprimibile: provate a cambiare la forma a un cubetto schiacciandolo con la mano, non ci riuscite perchè è fatto di particelle minuscole così ben impacchettate fra loro che non possono muoversi (come voi nei mezzi pubblici all'ora di punta).



*Ghiaccio, acqua e vapore.*

L'acqua invece è un **liquido**, non ha una forma sua - si adatta al recipiente in cui la mettete - ma anche lei non è facilmente comprimibile, questo perchè le sue particelle possono in qualche modo scorrere o cambiare posizione, ma senza esagerare.

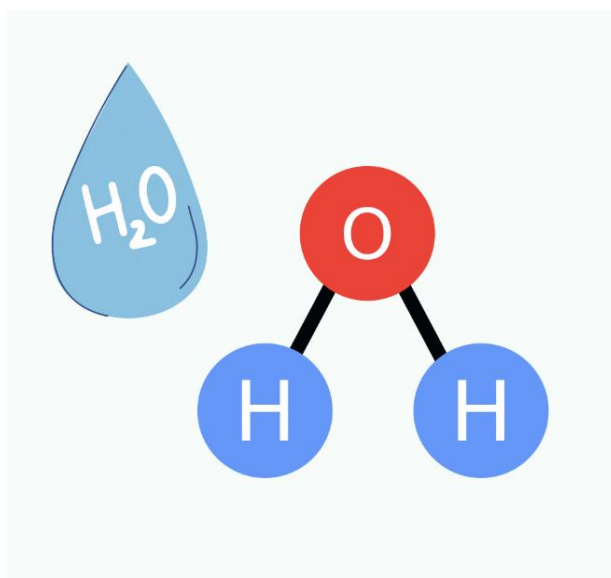
Infine il vapore è un **gas**, non ha una forma sua ed è facilmente comprimibile, infatti le sue particelle sono libere di muoversi, un po' come voi quando siete in cortile a correre di qua e di là.

C'è anche un quarto stato, si chiama **plasma** (da non confondere con quello del sangue che è un'altra cosa): è raro in natura sulla Terra, ma se consideriamo tutto l'Universo, le cose cambiano. Ne parliamo ancora più avanti.

## Molecole e atomi

Ma allora, se ci appaiono così diversi, cosa vuol dire che ghiaccio, acqua e vapore sono lo stesso tipo di materia?

Significa che le loro particelle - quelle più o meno impacchettate di cui abbiamo parlato prima e che ora chiamiamo **molecole** - sono tutte fatte allo stesso modo, cioè formate da tre particelle ancora più minuscole delle molecole, chiamate **atomi**: due atomi di idrogeno (simbolo "H") e uno di ossigeno ("O"). Ecco a voi: H<sub>2</sub>O (acca-due-o), la molecola fatta da tre atomi, due di idrogeno e uno di ossigeno, la stessa che trovate nel vapore, nell'acqua e nel ghiaccio.



*Io sono una molecola d'acqua, molto piacere!*

## Tuffiamoci negli atomi

Gli atomi sono davvero minuscoli. Per darvi un'idea: con ogni respiro inaliamo milioni di miliardi di miliardi di atomi di ossigeno. Altro esempio: prendete 1 metro e dividetelo in dieci miliardi di parti (10.000.000.000); una parte è circa la dimensione di un atomo. Anche se piccolissimi, sappiamo che hanno una gran bella struttura al loro interno: hanno un nucleo, al centro, e particelle leggerissime, dotate di carica

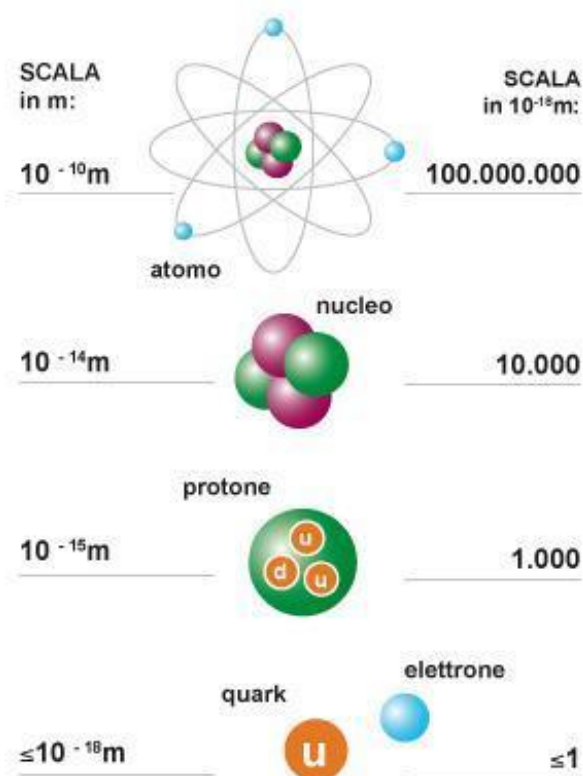
elettrica negativa<sup>1</sup>, che ci girano intorno, gli **elettroni**. A sua volta il nucleo è fatto di **protoni** (ben più pesanti degli elettroni e con carica positiva) e **neutroni** (simili ai protoni ma senza carica). Il nucleo è molto piccolo rispetto alla dimensione totale dell'atomo: **sostanzialmente l'atomo è vuoto**.

Tornando ad H<sub>2</sub>O: l'idrogeno, H, è l'atomo più leggero in natura e infatti ha un nucleo al centro fatto da un solo protone e un elettrone che gli gira intorno. Invece l'ossigeno, O, ha un nucleo fatto di otto protoni e otto neutroni e poi ha otto elettroni che girano intorno al nucleo.

## Sempre più piccoli

Con il tempo si è scoperto che anche i protoni e i neutroni nel nucleo sono formati da particelle, i **quark**. Qui però si ferma la catena delle particelle sempre più piccole: da quello che sappiamo al momento infatti, i quark, come gli elettroni, non sono ulteriormente divisibili. **I quark e gli elettroni** sono le particelle più piccole che formano la materia che conosciamo e di cui siamo fatti. Per questo le chiamiamo "**particelle elementari**".

Curiosità: i quark furono ipotizzati da George Zweig e Murray Gell-Mann. Nel 1963 Gell-Mann ideò il nome stragavante "quark", perché gli piaceva il suono "kwork" (è così che si pronuncia quark in inglese), anche se la parola non aveva nessun significato. Immaginate il suo stupore quando ritrovò la stessa parola in una frase del romanzo di James Joyce, *Finnegan's Wake*: "tre quarks per Muster Mark". E Joyce da dove ha scovato la parola quark? Probabilmente dalla sua fantasia o giocando con le parole inglesi "question mark" (che significa punto interrogativo): "qu(estion m)ark".



*Sempre più piccolo, dall'atomo al quark (10<sup>-10</sup> m significa 0,0000000001 metri, cioè un decimiliardesimo di metro).*

<sup>1</sup> Alcune particelle possono essere cariche positivamente o negativamente. Le particelle senza carica sono dette "neutre". Due particelle con la stessa carica si respingono, due particelle con cariche diverse si attraggono. Ciò è simile al comportamento tra cariche magnetiche, come nelle calamite, nelle bussole, anche se le cariche magnetiche vanno sempre in coppia, mentre quelle elettriche si trovano su particelle diverse.

## Gli atomi sono organizzati: la Tavola Periodica degli elementi

Non esistono solo ghiaccio, acqua e vapore. Ci sono il cioccolato, la vostra pelle, la carta, i fiori, i lombrichi, il muco dal naso e, parlando di naso, mettiamolo all'insù e continuiamo: la Luna, gli asteroidi, le comete, i pianeti, le stelle, le galassie e tanto altro.

Anche loro sono fatti da tanti atomi di idrogeno e ossigeno come l'acqua? No: sono il risultato della combinazione di molti tipi di atomi.

Infatti **in natura ci sono circa 90 atomi diversi che mescolandosi creano quello che vedete intorno a voi** e non solo.

Gli atomi esistenti in natura, cui oggi aggiungiamo quelli creati artificialmente dall'essere umano, si trovano raccolti nella cosiddetta **Tavola Periodica degli elementi**, proposta nel 1869 dal chimico russo Dmitrij Ivanovič Mendeleev (immagine a destra).

Nella versione di oggi della tavola, a colori nella prossima pagina, il numero in alto a destra in ogni rettangolo indica il numero dei protoni nel nucleo dell'atomo, uguale al numero degli elettroni perché la carica elettrica degli atomi è nulla. Quindi, come potete vedere, gli elementi si dispongono in ordine a seconda del numero di particelle di cui sono composti. Dunque trovate l'Idrogeno in alto a sinistra (1 solo protone); poi a seguire, da sinistra verso destra, contate fino a 8 per vedere l'ossigeno (8 protoni). Non è elegantissimo?

### ОПЫТЪ СИСТЕМЫ ЭЛЕМЕНТОВЪ.

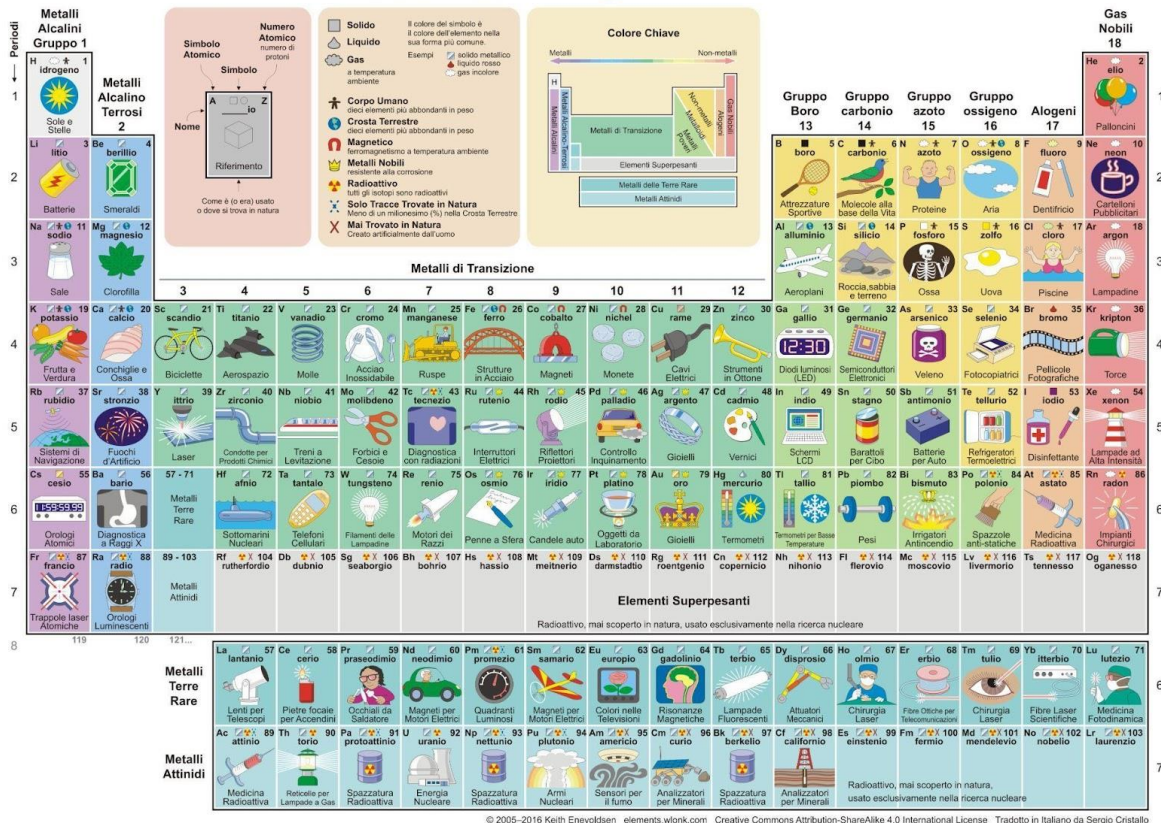
ОСНОВАННОЙ НА ИХЪ АТОМНОМЪ ВѢСѢ И ХИМИЧЕСКОМЪ СХОДСТВѢ.

		Ti = 50	Zr = 90	? = 180.	
		V = 51	Nb = 94	Ta = 182.	
		Cr = 52	Mo = 96	W = 186.	
		Mn = 55	Rh = 104,4	Pt = 197,4.	
		Fe = 56	Rn = 104,4	Ir = 198.	
		Ni = Co = 59	Pi = 106,8	O = 199.	
H = 1		Cu = 63,4	Ag = 108	Hg = 200.	
Be = 9,4	Mg = 24	Zn = 65,2	Cd = 112		
B = 11	Al = 27,4	? = 68	Ur = 116	Au = 197?	
C = 12	Si = 28	? = 70	Sn = 118		
N = 14	P = 31	As = 75	Sb = 122	Bi = 210?	
O = 16	S = 32	Se = 79,4	Te = 128?		
F = 19	Cl = 35,5	Br = 80	I = 127		
Li = 7	Na = 23	K = 39	Rb = 85,4	Cs = 133	Tl = 204.
		Ca = 40	Sr = 87,6	Ba = 137	Pb = 207.
		? = 45	Ce = 92		
		?Er = 56	La = 94		
		?Yt = 60	Di = 95		
		?In = 75,6	Th = 118?		

Д. Менделѣевъ

La Tavola Periodica degli elementi come compilata da Dmitrij Ivanovič Mendeleev (Crediti: [Pubblico dominio](#))

## La Tavola Periodica degli Elementi a fumetti



La Tavola Periodica degli elementi come la conosciamo oggi. (Crediti Keith Enevoldsen; traduzione di Sergio Cristallo) – Per una versione interattiva si veda [qui](#) (in inglese).

## Il quarto stato: il plasma

Ora che sapete com'è fatto un atomo possiamo parlare del quarto stato della materia, dopo solido, liquido e gassoso: il **plasma**. Se riscaldiamo (molto) un gas, poco alla volta riusciremo a togliere gli elettroni dall'atomo fino a portare il gas allo stato di plasma, in cui la struttura normale della materia (elettroni intorno ai nuclei) viene sostituita da un mare di elettroni e nuclei liberi. Per farlo servono condizioni particolari che sulla Terra si trovano di rado in maniera naturale: nei fulmini, nelle aurore polari, o nella fiamma di una candela. Il plasma si trova per esempio anche nei tubi al neon, ma in questo caso è generato artificialmente dall'Uomo. **Nell'Universo però il 99% della materia ordinaria è in forma di plasma**, a partire dalle stelle che sono interamente di plasma.

## Rompere per capire

Per riuscire a vedere molecole, atomi e particelle ancora più piccole servono strumenti di osservazione molto sofisticati, come i **microscopi** che ingrandiscono le immagini. Devono essere molto potenti per esplorare la materia così piccola e, quando non bastano, bisogna inventarsi qualcos'altro: gli **acceleratori**. Sono immense strutture (estese per vari chilometri) in cui varie particelle vengono accelerate per poi scontrarsi fra loro e vedere che succede. Un po' come scaraventare un

gioco contro un altro per farli a pezzi e vedere come sono fatti dentro. Non è proprio il massimo nella vita di tutti i giorni, ma a livello di fisica delle particelle funziona: c'è una zoologia incredibile di particelle elementari. Parola del Modello Standard.

## Le particelle elementari sono organizzate: il Modello Standard

Nel tempo, grazie alla curiosità, allo studio e agli esperimenti di tante persone del passato e del presente, siamo arrivati a un **Modello Standard delle Particelle elementari** sempre più accurato. Il Modello Standard è una teoria che descrive i mattoni fondamentali della materia (i quark, viola in figura - che ormai conoscete - e i leptoni, in verde, fra cui l'elettrone di cui abbiamo parlato) e le loro interazioni (attraverso gli arancioni in

figura - a proposito: vedete lo scatolino giallo in alto a destra chiamato "higgs"? Ebbene, questa particella - proposta nel 1964 e osservata nel 2012 - è la particella responsabile della massa di tutte le altre. Una cosa da niente, insomma).

Di fatto, se ci pensate, il Modello Standard delle Particelle ricorda la Tavola Periodica degli atomi: in entrambi i casi abbiamo scoperto una struttura ordinata della materia sia a livello di atomi (Tavola Periodica) sia di particelle più piccole (Modello Standard).

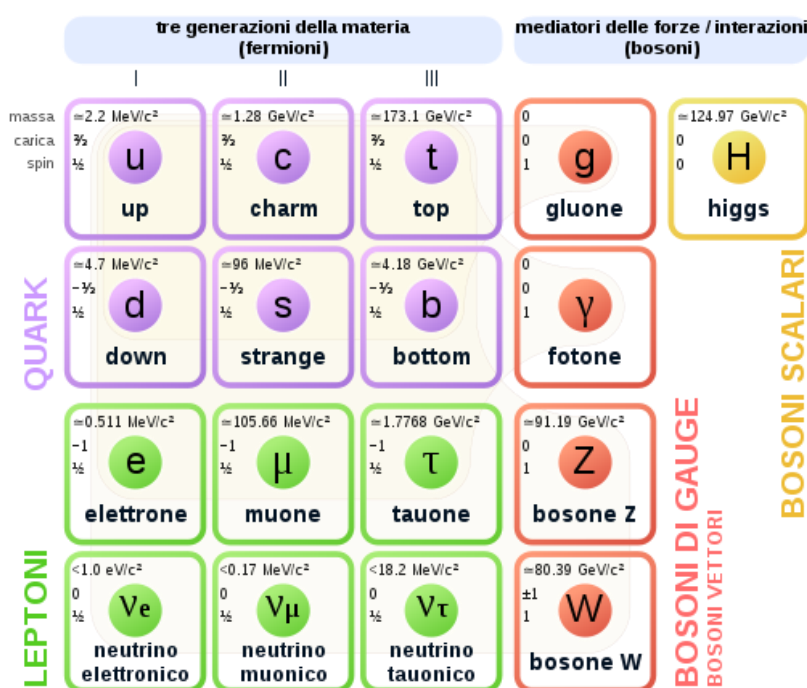
**Niente male se pensate che, di tutto questo, noi a occhio nudo non vediamo un bel niente!**

## L'origine degli atomi

Chiamiamo **Big Bang** quell'evento che, secondo le teorie attuali, ha dato origine all'Universo quasi 14 miliardi di anni fa. Ma se lì, o allora, è nato l'Universo, vuol dire che anche tutti gli atomi della materia che conosciamo sono nati in quel momento? No, non è andata proprio così.

Torniamo all'inizio: entro 1 secondo dopo il Big Bang si formano i neutroni e i protoni, le future componenti dei nuclei atomici, e gli elettroni. Il protone, in

### Modello Standard delle Particelle Elementari



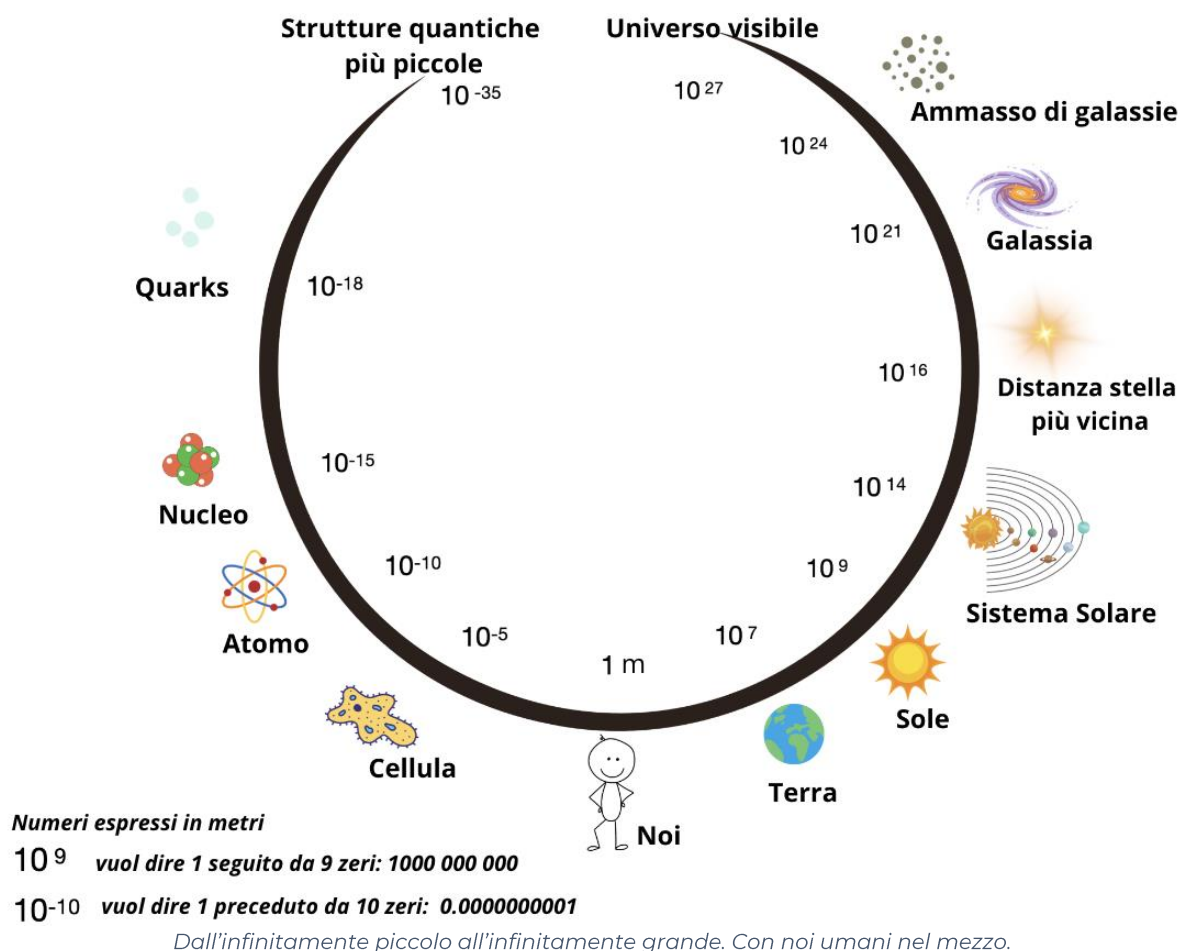
*L'eleganza della materia ordinaria, che tanto ordinaria non è.  
 (Crediti: Pubblico dominio)*

particolare, da solo costituisce il nucleo dell'**Idrogeno**, l'elemento più semplice e di gran lunga il più abbondante in natura, creato nel Big Bang.

L'Universo primordiale è molto caldo e denso ed è facile incontrarsi, o meglio scontrarsi, con altre particelle. Si generano così i nuclei di **Elio**, in due varianti: Elio-3 formato da un neutrone e due protoni, e Elio-4 formato da due neutroni e due protoni (questo è l'elio che troviamo di solito).

Alcuni nuclei di Elio si fondono e, voilà, ecco una piccola quantità di **Litio**.

**E tutto il resto?** La cucina degli altri elementi sono le **stelle**: nel loro nucleo si fondono gli elementi, combinando i nuclei di Elio-4 (detti anche "particelle alfa") in elementi sempre più pesanti: carbonio, azoto, ossigeno. Per il Sole, e le stelle leggere (si fa per dire) come lui, il ciclo finisce lì. Ma le stelle che hanno più massa, grazie alla densità e temperatura del nucleo ancora più elevate, riescono a produrre altri elementi più pesanti come magnesio, silicio e calcio, fino al ferro. Dopo il ferro, per costruire elementi più pesanti, come l'argento, l'oro, il platino e così via, non bastano le reazioni spontanee nel centro delle stelle, serve fornire energia. Dobbiamo passare a fenomeni più potenti, come le esplosioni di **supernova** o lo scontro di oggetti molto compatti come, per esempio, le *stelle di neutroni* (in tal caso si parla di esplosione di **kilonova**). Infine, l'ingegno umano è riuscito a produrre in laboratorio elementi ancora più pesanti, mai osservati in natura, che arrivano a nuclei sempre più complessi, spesso instabili.



## Minuscole bizzarrie

Il mondo delle particelle è un **mondo complesso** in cui succedono cose parecchio strane. Per esempio, i **neutrini** (parenti degli elettroni, in verde nella figura delle particelle del Modello Standard) possono attraversare tutta la nostra Galassia senza farsi notare (del resto, ve ne passano miliardi tra le mani ogni secondo e non ve ne accorgete nemmeno); gli **elettroni** possono essere contemporaneamente in più posti; i **neutroni**, se impacchettati nel nucleo, sono stabili e possono durare miliardi di anni ma, se isolati, fuori da un atomo, spariscono dopo una quindicina di minuti, trasformandosi in altre particelle; i **protoni** al centro delle stelle riescono a superare barriere insormontabili, come se dicessero “*se insisto riesco ad attraversare il cemento a testate*”. Non ve lo consigliamo, con noi non funziona, ma loro lo fanno: attraversano barriere apparentemente impossibili e, così, permettono al Sole di brillare. Senza questo effetto strano, noto nella fisica quantistica (che studia il mondo delle particelle e degli atomi, cioè il mondo piccolissimo) come *effetto tunnel*, le stelle - e dunque anche il nostro Sole - non sarebbero mai nate.

E senza di loro neanche noi.

**Non sembra ma tutto l'Universo, dalle minuscole particelle ai suoi giganti, passando per gli esseri umani, è connesso. E non è un caso che noi – che lo osserviamo – stiamo in mezzo come dimensione, lontano dalle incertezze del mondo delle particelle e al riparo dal peso di una eccessiva gravità.**

Capite ora perché all’inizio delle scatole colorate abbiamo scritto che la materia ordinaria, fatta di atomi e particelle, è tutt’altro che ordinaria?

Ma non è tutto, l'Universo non smette di stupirci: la materia ordinaria ha una sorella (quasi) gemella e, come se non bastasse, è una **minima parte dell’Universo, circa il 5%**. Continuate a leggere.

## L’ANTIMATERIA

Osservando la tabella delle particelle elementari del Modello Standard si nota che esse sono definite principalmente da 3 diverse variabili: **massa**, **spin** e **carica** (elettrica). Se voleste catalogare i vostri compagni, potrebbero essere il peso, l’altezza e la mano con cui scrivono.

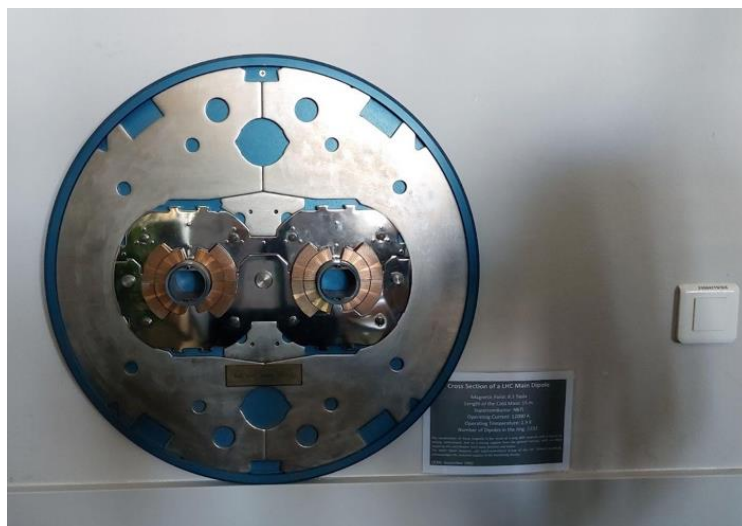
Cosa succede se prendete una di queste particelle e così, tanto per divertirvi, **cambiate il segno a una di queste variabili**, in particolare la carica elettrica?

La nuova particella ha lo stesso “peso” e la stessa “altezza”: assomiglia dunque moltissimo alla particella di partenza però è diventata mancina, se quella originale scriveva con la destra. Nella fisica quantistica si dice che la nuova particella è l’antiparticella della prima, il suo doppio. Un po’ come se guardaste il vostro compagno allo specchio: la sua destra vi appare a sinistra, insomma l’immagine è simile, ma ha un comportamento un po’ diverso per alcuni aspetti.

La prima persona che ha ipotizzato l’esistenza delle antiparticelle fu **Paul Dirac**, fisico britannico che ideò delle leggi matematiche e delle convenzioni per studiare la fisica quantistica. Nel suo studio si accorse appunto che cambiando il segno della



carica elettrica di una particella elementare, come per esempio l'elettrone, si otteneva qualcosa che assomigliava moltissimo all'elettrone ma avrebbe dovuto muoversi in modo diverso – speculare – attraversando un campo magnetico. L'esperimento per identificare questa particella "speculare", che verrà chiamata **positrone**, fu realizzato con uno strumento particolare, chiamato Camera di Wilson, da **Carl Anderson**.



*Una sezione del sistema di magneti che accelera le particelle nell'acceleratore LHC (Large Hadron Collider) al CERN.  
(Crediti: Vittorio Rampa)*

Anderson, fisico statunitense, studiò le particelle cariche che ci bombardano dal Cosmo, battezzate, in modo un po' bizzarro, "raggi cosmici" quando furono osservate per la prima volta. Sia Paul Dirac che Carl Anderson furono insigniti del premio Nobel per le loro ricerche.

Un sistema composto da antiparticelle potrebbe essere altrettanto stabile di un sistema composto da particelle: un mondo di antimateria (anti-atomi, anti-pianeti, anti-galassie e così via) indistinguibile dal nostro. Un mondo al contrario, che non sa di esserlo!

Ma cosa **succede quando una particella e la sua antiparticella si incontrano?** Subiscono un processo detto di "**annichilazione**" in cui le particelle si distruggono e vengono sostituite da una quantità di energia equivalente secondo la famosa equazione di **Albert Einstein "E=mc<sup>2</sup>"** dove "m" è la massa delle particelle e "c" è la velocità della luce.

Se uniamo mezzo chilo di materia con mezzo chilo di antimateria otteniamo tanta energia quanto ne consuma una città di un milione di abitanti in un anno.

Non è sorprendente perciò che tanti film o libri di fantascienza utilizzino come carburante per i loro motori iperspaziali proprio l'antimateria.

Un antiprotone che si avvicini a un protone, perciò, non resisterà a lungo, tutti e due spariranno in un lampo di energia. Di conseguenza non è facile trovare dell'antimateria, nel nostro Universo, soprattutto quando si parla di sistemi complessi come atomi e molecole o, ancora di più, di stelle.

**Ma come mai l'Universo è formato da materia e non da antimateria?** Non lo sappiamo ancora: si pensa che nella formazione iniziale di particelle, dopo il Big Bang, si siano formate sia particelle che antiparticelle, ma il numero di particelle fosse leggermente superiore: per ogni miliardo di coppie particella-antiparticella, c'era una particella di materia in più. Con il passare del tempo l'antimateria si è

annichilita scontrandosi con la materia ed è sopravvissuto quel *piccolo residuo* di materia in più che oggi forma l'Universo che conosciamo.



*Dove si produce l'antimateria, al CERN. (Crediti: Vittorio Rampa)*

Ma di antimateria non ce n'è più allora? Oltre alle particelle di antimateria presenti nei raggi cosmici, siamo riusciti a produrre alcuni *nanogrammi* di anti-idrogeno, combinando un positrone (la particella speculare dell'elettrone) con un antiprotonone, usandoli per alcuni esperimenti. Il più recente con l'apparato [Alpha-g al CERN](#) ha utilizzato un migliaio di anti-atomi di anti-idrogeno per verificare che la forza di gravità fa cadere l'antimateria nella stessa direzione della materia: anche le anti-mele cadono! (Non era mica scontato).

**Ma se la materia ordinaria è solo il 5% dell'Universo e l'antimateria si è per lo più distrutta dopo il Big Bang, di cosa è formato l'Universo?**

## LA MATERIA OSCURA

La materia oscura, come dice il nome, è materia che non emette luce - cioè nessun tipo di radiazione elettromagnetica a nessuna lunghezza d'onda. **Come facciamo a sapere che c'è?** Semplice (a dirsi): lo capiamo dagli effetti gravitazionali che provoca sulla materia ordinaria che vediamo e misuriamo con i nostri strumenti.

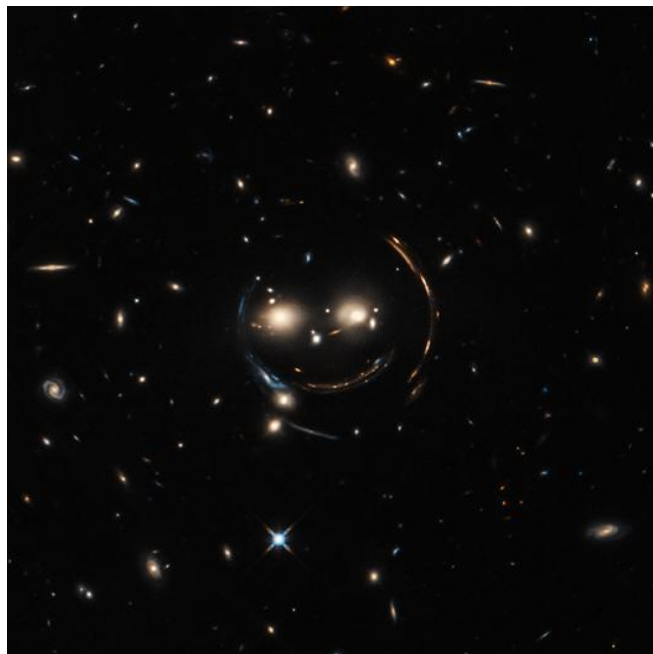
**Perché si è ipotizzata l'esistenza della materia oscura?**

Dagli studi di Johannes Kepler (italianizzato Keplero) e Isaac Newton si sapeva che i pianeti più vicini al Sole gli orbitano intorno con una velocità maggiore, rispetto a quelli più lontani: questo è una conseguenza del fatto che l'attrazione gravitazionale del Sole diminuisce all'aumentare della distanza.

Si è quindi ipotizzato che lo stesso comportamento dovesse essere seguito anche dalle stelle che orbitano intorno al centro di una galassia e dalle galassie che orbitano attorno al centro di un ammasso di galassie.

Nel 1933, misurando la velocità delle galassie negli ammassi, **Fritz Zwicky** aveva però notato che le velocità delle galassie nelle parti periferiche erano troppo elevate. E nel 1974 **Vera Rubin**, misurando la velocità delle stelle all'interno di varie galassie, aveva trovato che non diminuiva con la distanza delle stelle dal centro.

Tale comportamento può essere giustificato con la presenza di una grande quantità di materia non visibile: da qui l'ipotesi dell'esistenza della **materia oscura**.



*Uno Stregatto spaziale. Le immagini delle galassie distanti appaiono come degli archi perché distorte per effetto gravitazionale (Hubble Space Telescope - NASA/STScI, [Pubblico dominio](#))*

Un'altra prova dell'esistenza di materia non visibile viene dall'effetto di **lente gravitazionale**, previsto dalla teoria della relatività di Einstein. Ogni corpo con una massa produce una deformazione dello spazio che, a sua volta, provoca una deviazione dei raggi luminosi che passano nelle sue vicinanze, con un effetto simile a quello di una lente. Se invece di un singolo raggio luminoso abbiamo l'immagine di una galassia lontana, tale immagine ci apparirà deformata (vi siete mai visti in uno specchio curvo? Ecco!). Osservando le galassie lontane, si sono viste immagini molto più distorte rispetto a ciò che ci si aspettava in base alla quantità di materia visibile: e quindi anche in questo caso si deve ipotizzare

l'esistenza di materia oscura. Si ritiene che la quantità di materia oscura presente nell'Universo sia 5 volte maggiore della quantità di materia ordinaria.

Il problema è che da più di 50 anni stiamo cercando di capire di cosa sia fatta questa materia che ha un effetto sulla gravità ma non si vede, e anche se abbiamo fatto tante proposte dai nomi strani (WIMP, MACHO, ...) non abbiamo mai trovato nulla. Forse la soluzione del problema è molto diversa da ciò che stiamo cercando? Forse non si tratta di chiamare in causa una nuova forma di materia, ma piuttosto di modificare le leggi di Albert Einstein che descrivono la gravità come la conosciamo oggi? C'è qualcuno che ci sta provando ma non è un'impresa facile: la teoria della relatività generale di Einstein descrive la realtà bene come nessun'altra e al momento non ci sono prove sufficienti per sostituirla o modificarla.

## L'ENERGIA OSCURA

Come abbiamo detto prima, l'Universo si sta espandendo: ma come funziona questa espansione?

L'evento Big Bang ha impresso una velocità iniziale all'espansione dello spazio tra le galassie: tale espansione dovrebbe essere rallentata dall'attrazione gravitazionale che si esercita tra le galassie. Quindi dovremmo avere un moto decelerato.

È come se si lanciasse in aria un sasso: la mano che lancia è come il Big Bang che dà la velocità iniziale del sasso, mentre l'attrazione di gravità della Terra decelera il moto del sasso. Questo è proprio ciò che si pensava fino a qualche decennio fa.

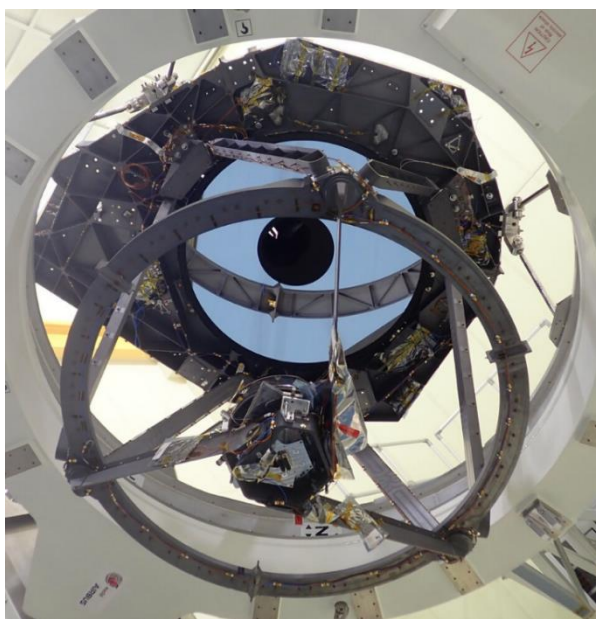
Invece no: abbiamo scoperto che da un miliardo di anni a questa parte l'espansione dell'Universo non solo non rallenta, **ma addirittura accelera!**

È come se il sasso lanciato per aria, invece che decelerare il suo moto, improvvisamente partisse come un razzo verso l'alto.

Non abbiamo ancora capito il perché di questa espansione accelerata: alcuni pensano che sia dovuta a una misteriosa energia che pervade tutto l'Universo e che proprio per questo è stata chiamata **energia oscura**. Si pensa che tale energia sia una componente molto importante e che **l'Universo sia costituito per il 5% di materia ordinaria, per il 25% di materia oscura e per il 70% di energia oscura**.

Per capirci qualcosa di più, quest'estate abbiamo lanciato un satellite, con un telescopio spaziale a bordo, che si chiama **Euclid** e che speriamo faccia luce su tutta questa oscurità.

*Euclid* misurerà la velocità di espansione dell'Universo e la distorsione (dovuta all'effetto lente gravitazionale) delle immagini di tantissime galassie lontane e descriverà la storia della formazione degli ammassi di galassie e dei filamenti che li collegano. Infatti la presenza di materia oscura tende ad accelerare la formazione di tali strutture (a causa dell'aumento della forza gravitazionale) mentre l'energia oscura agisce nel verso opposto, rallentandone la formazione. *Euclid* riuscirà a descrivere l'importanza relativa di materia ed energia oscura nelle varie epoche della vita dell'Universo.



*L'occhio di Euclid: lo specchio principale da 1,2 metri di diametro dello strumento dell'ESA (Agenzia Spaziale Europea) progettato per svelare l'Universo oscuro, fotografato durante la fase di costruzione e verifica.*