

Scrutando nel vuoto

Guardiamo in alto, in una notte buia e serena, provando a immaginarci quali realtà si potrebbero scoprire ai nostri occhi in mondi lontani e nei profondi silenzi di un cosmo del quale non conosciamo i confini. Qui di seguito una rapida carrellata su alcune caratteristiche fra le più sorprendenti di questo grande Universo che ci ospita, volgendo alternativamente l'attenzione agli estremi, il micro e il macro, entrambi incommensurabili e lontani dal rivelarsi alla nostra voglia di conoscere.

Il Microcosmo

Quale può essere la dimensione di un atomo? Usualmente si ricorre all'esempio della cattedrale: immaginiamo che il suo volume rappresenti la grandezza di un atomo, enormemente amplificata; su questa proporzione il nucleo, che è 20, 50 o 100 mila volte più piccolo del diametro atomico, dentro la cattedrale non sarebbe più grande di una nocciolina. Il nucleo ha carica positiva e gli elettroni, che gli ruotano attorno, carica negativa. Quanto può essere grande un atomo? Per coprire la lunghezza di 1 millimetro occorrerebbe mettere in fila, l'uno di fianco all'altro, da 1 a 10 milioni di atomi.

Fu Joseph John Thomson, nel 19° secolo, a scoprire che la massa degli elettroni è molto più piccola rispetto a quella dell'atomo (come la somma dei pianeti in confronto al Sistema Solare). All'interno del nucleo atomico si trovano i protoni e i neutroni; quando si avvicinano abbastanza l'uno all'altro, si scambiano certe sub-particelle (mesoni o pioni) rilasciando una piccola dose di energia che viene impiegata per generare nuove configurazioni (si può formare una particella dotata di massa, quella che viene chiamata anche "la danza cosmica").

Antonio Zichichi nel 1965 scoprì il nucleo dell'autideuterio, composto da un antiprotone e da un antineutrone. Conseguenza: a contatto con la corrispondente particella di materia gli anticorpuscoli si annichiliscono rilasciando un lampo di energia straordinariamente intenso.

Questo fenomeno induce a pensare all'Antimateria, dove si suppone che la materia la superi in quantità, altrimenti ci sarebbe soltanto energia purissima.



Velocità atomiche

La velocità degli elettroni attorno al nucleo supera i 3 milioni di km/ora, ossia circa 900 km/sec.: è il fenomeno che ci fa apparire la realtà degli oggetti riempita, nonostante il vuoto prevalente all'interno dell'atomo, simile all'effetto di un'elica che giri vorticosamente, tanto da farci percepire un unico piano omogeneo. Quella degli elettroni è la terza velocità più forte in natura: la seconda è quella delle particelle (nucleoni: protoni e neutroni) all'interno del nucleo atomico, che raggiunge i 60 mila km/sec.

Se ci piace immaginare di spostarci nello spazio, un propulsore che riesca a viaggiare alla velocità dei protoni sfiorerebbe il Sole in poco più di 40' e raggiungerebbe Proxima Centauri in 20 anni e 9 mesi.

Velocità cosmiche

La massima velocità che oggi conosciamo è quella della luce, pari a circa 300.000 chilometri al secondo ovvero 1 miliardo e 80 milioni Km/ora. Essa si propaga nel vuoto siderale che presenta

una densità media, per tutto l'Universo, pari a $5 \times 10^{-30} \text{ g/cm}^3$, dove si potrebbero contare mediamente 3 atomi di idrogeno per ogni m^3 di spazio. Per leggere la mini-equazione appena riportata occorre pensare a una frazione matematica che al numeratore abbia la cifra 5 che sta per 5 grammi e, al denominatore, in funzione di divisore, il numero 1 seguito da 30 zeri, illeggibile per la sua complessità.

Quando si parla di anno-luce si deve calcolare la distanza che un'ipotetica navicella spaziale percorrerebbe in un anno intero senza fermarsi e viaggiando alla velocità costante della luce ossia percorrendo 300 mila chilometri ogni secondo.

Sappiamo che il Sole emette il vento solare (è un flusso di particelle, essenzialmente protoni) e raggi cosmici, micidiali per la vita organica, ma dai quali il campo magnetico terrestre ci difende. Il vento solare può raggiungere velocità di oltre 2.000 km/s . Il Sole, inoltre emette continuamente neutrini nella quantità di 60 miliardi/s" su 1 cm^2 . Ancora, il Sole emette raggi X e particelle ad alta energia che impiegano 2 giorni per arrivare sulla Terra.

La teoria più accreditata della formazione del Sistema Solare è quella detta dell'accrescimento dei planetesimi, da Safronov (1969). La formazione iniziò 4.6 miliardi di anni fa da una enorme nube di gas molecolari, atomici e di polveri, grande circa 0.3 anni luce (2 bilioni, 838 miliardi, 240 milioni km); aumentò la propria densità fino a circa $10^5 \text{ particelle/cm}^3$, poi condensò e si contrasse per il rallentamento delle sue particelle e aumentò la propria velocità di rotazione gradualmente di circa 10^7 volte, ciò che determinò l'appiattimento della struttura e la sua frammentazione in unità più piccole.

Se la velocità di espansione iniziale fosse stata maggiore non si sarebbero formate le galassie. Con una velocità di espansione più lenta l'Universo si sarebbe ricontratto prima del tempo necessario alla comparsa della vita sulla Terra.

Per restare più vicino a casa nostra pensiamo alla massima velocità orbitale di un meteoroido che incontri la Terra: è all'incirca uguale alla velocità orbitale della Terra, oltre 30 km/s ".

Usualmente il meteoroido entra nell'atmosfera terrestre ad una velocità tra i 10 e i 30 km/s ".



Durante l'occultazione di Regolo da parte dell'asteroide 166 Rhodope si poté calcolare la sua velocità: $29,6 \text{ km/s}$ ".

Velocità di fuga: è la velocità minima che deve possedere un frammento per sfuggire al campo gravitazionale del bersaglio: per la Terra è circa 11 km/s ". La Terra, che ha una massa pari a 59.726 seguito da 20 zeri, sfugge alla caduta sul Sole viaggiando a 30 km/secondo (oltre 100.000 km/ora) a circa 149 milioni e mezzo di distanza.

Come ci spostiamo. 1° *Treno*: alla nostra latitudine ci muoviamo, stando fermi con i piedi al suolo, alla velocità di 1.180 km/ora attorno all'asse terrestre. Chi è all'equatore si muove a 1.666 km/ora . Chi è ai poli ruota soltanto sul proprio asse. – 2° *Treno*: ci spostiamo alla velocità di oltre 100.000 km/ora (30 km/sec.) attorno al Sole; in un anno percorriamo circa 940 milioni di chilometri. – 3° *Treno*: con il Sole rispetto alle Stelle vicine viaggiamo a $70.000/90.000 \text{ km/ora}$.

Il Sistema Solare è trasportato dalla rotazione della Galassia a una velocità di circa 250 km/s " (900.000 km/h). La nostra Galassia si muove a 550 km/s " verso la costellazione dell'Idra. Il suo nome proprio è "Via Lattea", con un diametro di 90.000 anni luce.

Il Sistema Solare ha un'ampiezza di appena 10,95 ore luce (per un diametro di quasi 12 miliardi di km); occorrerebbero 8.000 o 9.000 Soli per coprire il diametro intero del Sistema Solare. Il Sole rivoluziona intorno al centro galattico in 250 milioni di anni.

Ora proviamo ad allungare lo sguardo oltre casa nostra e dedichiamoci a portare qualche esempio di distanza e di velocità siderali. La Galassia a spirale NGC 2377 nella costellazione dell'Unicorno dista da noi 100 milioni di anni luce; è un universo-isola formato da centinaia di miliardi di Soli; fugge da noi alla velocità di 2.500 km/s" (9.000.000 km/h). Nell'Ammasso Locale, a 2 milioni di anni luce, la piccola galassia IC 1613 nella costellazione di Cetus è formata da miliardi di Soli in via di estinzione che stanno precipitando verso la Via Lattea a una velocità di 1 milione di km/h (278 km/s"). L'acronimo NGC è l'abbreviazione di "New General Catalogue" (*Nuovo Catalogo Generale*): contiene circa 8.000 oggetti cosmici ed è uno dei cataloghi più completi di tipo generale.

Vediamo qui di seguito la velocità di fuga di alcune galassie. La Galassia più vicina pare essere NGC 1569 nella Giraffa (Camaleopardalis), a meno di 4 milioni di a/luce e in allontanamento a 87 km/sec; NGC 779, spirale barrata in Cetus, a 62 milioni a/luce, è in fuga a 1.414 km/s" (5.090.400 km/ora); NGC 584, ellittica gigante in Cetus, a 75 milioni a/luce, in fuga a 1.796 km/s" (6.465.600 Km/ora); NGC 6070, galassia a spirale nella costellazione del Serpente, ampia 75.000 a/luce, distante da noi 100 milioni di a/l, in fuga a 2.000 km/s" (7.200.000 km/h); NGC 6915, galassia a spirale in Aquila, in fuga a 5.500 km/s" (19.800.000 km/h); BL Lac in Lacerta, in fuga a 21.000 km/s" (75.600.000 km/h); NGC 2794 in Cancro, a 300 milioni a/luce dalla Terra, in fuga a 8.600 km/s" (30.960.000 km/h); NGC 2809, galassia a spirale in Cancro, distante dal Sistema Solare 300 milioni a/luce, in fuga a 9.000 km/s" (32.400.000 km/h). Poi NGC 3158, nel Leoncino (Leo Minor), a 308 milioni di a/luce e in allontanamento a 7.015 km/sec. Ancora, NGC 4727 nel Corvo a 331 milioni di a/luce e in allontanamento a 7.455 km/sec.

La magnifica galassia Sombrero M104 (costellazione della Vergine) dista 30 milioni di anni luce; ha un diametro di 130.000 anni luce; contiene oltre 1.000 miliardi di Soli; si allontana da noi a 1.150 km/s" (4.140.000 km/h).



Galassia a Spirale Sombrero



Poniamo mente alle cifre riportate e fermiamoci un attimo a considerare il rapporto distanza/velocità; non possiamo fare a meno di constatare l'evidenza dei seguenti incrementi: 30/4 (ossia a 30 milioni di anni-luce la fuga è di 4 milioni di Km/ora) – 68/5, - 75/6,4 – 100/7,2 – 300/31 e notiamo che la galassia più lontana è anche la più veloce: questo in omaggio alla scoperta in base alla quale più l'Universo si espande, più gli oggetti in fuga accelerano la propria corsa.

Nella fotografia qui a lato: la galassia M31 nella costellazione di Andromeda. Alla pagina precedente: NGC 604, una regione all'interno

della galassia del Triangolo, fucina di nuove stelle e nuovi mondi. In prima pagina: NGC 5949, nella costellazione del Drago.

Un viaggio immaginario alla velocità della luce:

Dopo un secondo, dalla Terra: di fianco alla Luna (360.000 km)

Mercurio (57,9 milioni km) – 3', 13" dal Sole

Venere (108 milioni km) – 6' dal Sole

Marte (227,8 milioni km) – 12', 39" dal Sole

In otto minuti: dalla Terra nei pressi del Sole (149.500.000 km)

Meno di un'ora per superare Giove (778 milioni km) – 43', 13" dal Sole

Poco più di un'ora per raggiungere Saturno (1.427 milioni km) – 1h, 19', 17" dal Sole

Urano (2.871 milioni km) – 2h, 39', 30"

Nettuno (4.499 milioni km) – 4h, 9', 57"

Trascorse 5 ore, siamo in prossimità di Plutone (5.913,52 milioni km) – 5h, 28', 32"

Dopo 6 ore siamo uscendo dai confini del Sistema Solare

Poi nient'altro che vuoto. Devono passare 4 anni e 2 mesi prima di raggiungere Proxima Centauri: qui giunti, abbiamo coperto una distanza oltre 6 mila volte superiore a quella occorsa per raggiungere i confini estremi del nostro sistema solare.

Ancora altri due anni di viaggio e siamo alla Stella di Barnard in Ofioco

In 8 anni e 7 mesi troviamo Sirio nel Cane Maggiore

In 16 anni Altair dell'Aquila

In 27 anni Vega della Lira. Ora il tragitto compiuto all'interno del nostro Sistema Solare si è moltiplicato per 39.000 volte.

Dopo 40 anni raggiungiamo Arturo del Boote

Dopo 68 anni Aldebaran del Toro

Dopo 88 anni Mizar dell'Orsa Maggiore

Poi un salto lungo 275 anni dalla partenza per sfiorare Spica della Vergine

350 anni per vedere da vicino la Stella Polare

Entriamo in Orione e ci approssimiamo a M42, la Grande Galassia di Orione. Stiamo viaggiando da 1.600 anni, sempre alla velocità della luce

Lasciamo Orione e dirigiamoci verso gli angoli più remoti della nostra Galassia: ci arriviamo in 20.000 anni, qualcosa come 740 volte la distanza dalla Terra a Vega della Lira.

Abbandoniamo la Via Lattea. Il Vuoto si dilata in modo impressionante, poi vediamo M31 (M = *Catalogo Charles Messier, fine secolo XVIII*) di Andromeda: sono trascorsi oltre 2 milioni di anni, come dire 100 volte la distanza dalla Terra al termine della nostra Galassia. Ancora nulla al confronto degli spazi e del Vuoto che ci attendono oltre.

Per tornare rapidamente in casa nostra, ecco i piccoli, relativi limitati tentativi di superare la barriera del vuoto con le navicelle spaziali costruite dall'uomo:

Apollo 1: 27 gennaio 1967, fallito, 3 morti per incendio

Apollo 7: 1968; modulo pesante 14.781 kg; distacco dalla piattaforma a 8.355,5 km/h; ingresso in orbita a 228 km di altitudine con velocità 28.032 km/h

Apollo 8: 1968; spinto da Saturno 5; peso 2.819 t; altezza 111 m. – Dopo appena 1' e 1,48" raggiunge la velocità del suono (331,45 m/s"); dopo 2' e 33" a 61 km di altitudine raggiunge la velocità di 9.600 km/h; entra in orbita tra 183,5 e 189,9 km; il terzo stadio porta il veicolo da 28.000 a 40.000 km/h, la velocità di fuga dalla Terra (circa 11 km/s"). – Il 23 dicembre 1968

Apollo 8 raggiunge il punto di equilibrio gravitazionale tra la Terra e la Luna: poi comincia ad

accelerare, da 3.378 fino a 10.000 km/h per entrare in orbita lunare a 110-111 km. – Il 27 dicembre 1968, viaggio di ritorno alla velocità di 40.000 km/h.

Scrutando nel Vuoto

Se fermiamo la navicella del nostro ipotetico viaggio siderale in un punto così lontano da tutto, tanto da non risentire di alcun effetto proveniente dallo spazio che ci circonda, ci rendiamo conto di essere circondati da un deserto di freddo assoluto che arriva a toccare i -273 gradi centigradi: uno spettacolo stupefacente, uno scenario immerso nel Vuoto più abissale, interrotto qua e là da agglomerati di fuoco e di energia di intensità pazzesche.

Il Vuoto nell'Universo può essere considerato come lo spazio creato e riempito di luce invisibile e di possibilità. Esistono nell'Universo enormi bolle di Vuoto, come quella nella Costellazione del Bifolco, estesa su uno spazio di 1 miliardo di a/luce.

Negli Ammassi, dove si contano 1.000 stelle per a/luce al cubo, lo spazio occupato è solo lo 0,0000001% (una parte su 10 milioni dello spazio esistente); tutto il resto è Vuoto. Nell'Universo oggi conosciuto contiamo mediamente una stella ogni 1.000 a/luce al cubo.

Se abbiamo fortuna riusciamo a incontrare Stelle di neutroni: al loro interno protoni ed elettroni stanno come conficcati insieme a formare neutroni, raggiungendo una densità dell'ordine di un milione di miliardi di volte superiore alla densità dell'acqua.

Ora concediamoci la curiosità di ammirare alcuni primati spaziali: la prima misurazione della distanza di una stella si deve a Bessel, nel 1840; l'evento riguarda la costellazione del Cigno a 10 anni luce da noi, come dire 94 trilioni e 608 miliardi di km., più di 632 mila volte la distanza Terra-Sole.

La Stella più vicina a noi è Proxima Centauri, distante appena 4,2 a/luce, visibile soltanto dall'emisfero australe. Nel nostro emisfero è la Stella di Barnard, scoperta da E. Barnard in Ofioco nel 1916.

La Stella più grande di cui sappiamo è Antares ("Rivale di Marte", è una stella doppia), nella costellazione dello Scorpione. Dista dalla Terra 500 a/luce ed è grande 700 volte più il Sole. Se fosse al suo posto, la sua superficie arriverebbe fino a Marte.

Il più lontano Ammasso di Galassie (comunicato UAI 22/10/09) è stato scoperto con i telescopi *United Kingdom Infrared Telescope* e *Chandra* a 10,2 miliardi di a/luce. È un agglomerato di Galassie, gas e materia oscura. È stato chiamato JKCS 041 e ci fa vedere come era l'Universo a un quarto dell'età attuale.

La nostra Via Lattea, con 400 miliardi di Stelle e con un diametro di 90.000/100.000 a/luce, è vicina alle due Nubi di Magellano; con una ventina di altre Galassie in un raggio di 3 milioni di a/luce, fa parte del Gruppo Locale che si trova, a sua volta, all'interno dell'Ammasso della Vergine.

Lo stesso Ammasso della Vergine si sposta verso un Superammasso di Galassie nella zona contrassegnata dalle Costellazioni dell'Idra e del Centauro alla velocità di 500 km/sec.

Anche questo Superammasso si sposta, come "risucchiato", alla velocità di 600 km/secondo, verso un luogo sconosciuto localizzato nella zona della Croce del Sud, nell'attesa (ipotesi) di incontrare altre 100 mila Galassie. Tale luogo è stato chiamato "Grande Attrattore" e verso esso si dirigono stuoli di Galassie in lunghe colonne (*processione cosmica*), macrostrutture lineari come quelle chiamate Grande Muraglia e Muraglia Meridionale.

La Grande Muraglia cosmica, scoperta nel 1989, pare essere lunga 500 milioni di a/luce, larga 200 milioni e spessa 15 milioni.

Ricercatori dell'Università del Minnesota hanno scoperto, attraverso una sorta di fessura trovata nel nostro Universo, l'esistenza addirittura di miriadi di altri Universi in interazione fra loro e con il nostro, i quali ruotano attorno a un enorme buco nero in continuo movimento.

Un buco nero gigantesco fu scoperto nel 2008 verso la fine estate. Ha massa pari a un miliardo di volte quella del Sole, dista mezzo miliardo di a/luce, come fosse 5.500 volte l'estensione

della nostra Via Lattea. È stato chiamato “Markarian 501”. Da esso si sprigiona un getto di materia e di energia ad una velocità impressionante, appena due millesimi di volte inferiore a quella della luce.