

Primo incontro
Scientifica...Mente online
Humaniter – Napoli



Scientifica...Mente
Storia e curiosità
della Scienza
Il lunedì-dal 27 aprile 2020 - ore 12,00
Docenti
Randolfo Marseglia- Oriana Pagliarone

Struttura atomica della materia
Particelle elementari
Come, quando, dove, perché della Scienza



la letteratura e l'arte

1700: Illuminismo $\xrightarrow{\text{ragione}}$



1800: Romanticismo $\xrightarrow{\text{passione}}$



1850: Positivismismo $\xrightarrow{\text{Applicazione del metodo scientifico ai vari aspetti della cultura}}$



TUTTI danno risposte **universali** ai bisogni della vita umana



Decadentismo rompe col passato \longleftrightarrow Come la Fisica¹⁸

Il senso del relativo nella letteratura e nell'arte

Fisica perde il senso dell'assoluto
(spazio tempo posizione energia massa)

Decadentismo esprime il senso dell'incertezza

Individualismo \rightarrow Non c'è una risposta univoca

"Uno, nessuno
e centomila"

Relatività \rightarrow io diviso e infinità del mondo

Assenza di certezze \rightarrow la realtà è inspiegabile



Percezione \rightarrow si procede attraverso sensazioni

Inconscio \rightarrow interesse per l'animo umano
(Freud e la psicanalisi)

non c'è più struttura

Il senso del relativo nell'arte

arte insegue disordine della realtà
(principio di indeterminazione)

Arte astratta



Kandinskij: "composizione 8" (1923)

cubismo



Picasso "Les demoiselles d'Avignon" (1907)

Il senso del relativo nell'arte

futurismo → disordine della realtà
divisione tra le arti non ha senso

La relatività del tempo

S. Dalì (1904-1989)



Persistenza della memoria (1931)

A. Soffici (1879-1964)



BIF&ZF+18/Simultaneità

PERCHE' IL CIELO DELLA NOTTE APPARE BUIO?

Vi siete mai chiesti perché il cielo di notte è buio? Il fatto che lo spazio tra le stelle sia scuro è una cosa meno ovvia di quanto si possa pensare, e ha dato vita al cosiddetto "paradosso di Olbers".



Noi vediamo il cielo azzurro durante il giorno perché c'è l'atmosfera che disperde la luce del sole



SE non ci fossa l'atmosfera, come sulla Luna, vedremmo sempre un cielo buio anche in presenza del Sole

Il fatto che il cielo sia nero forse dipende dal numero finito di stelle o galassie? C'è forse un confine nell'universo oltre il quale non vediamo?



PERCHE' IL CIELO DELLA NOTTE APPARE BUIO?



La risposta non è così ovvia e ci dice qualcosa riguardo a com'è fatto l'universo. Proviamo con una analogia.

Immaginiamo di trovarci in una foresta di alberi. Inizialmente ci siano pochi alberi, alcuni vicini e altri lontani e spazio fra di essi. All'aumentare del numero di alberi si riduce anche lo spazio vuoto tra di essi e quindi se gli alberi diventassero infiniti non ci sarebbe più spazio vuoto tra di essi.



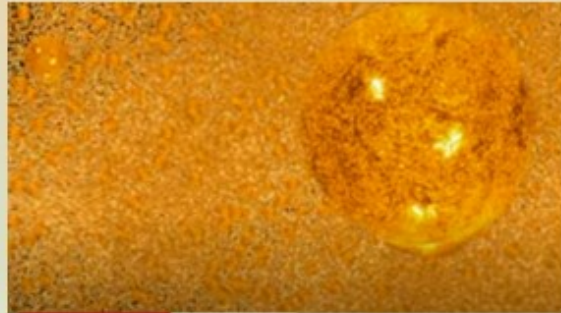
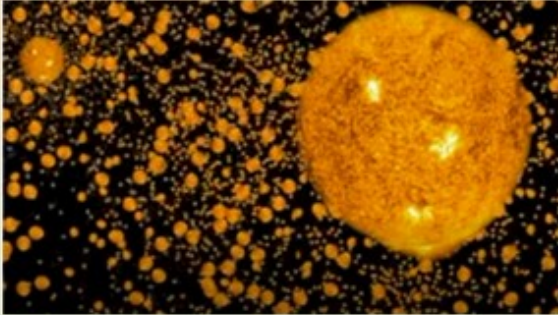


PERCHE' IL CIELO DELLA NOTTE APPARE BUIO?

Questa analogia di un bosco infinito con un numero infinito di alberi potrebbe aiutarci a capire come apparirebbe un universo (forse!) infinito con un numero (forse!) infinito di stelle.

In tal caso lo spazio tutto e quindi il cielo di notte dovrebbe brillare come la superficie di una stella.

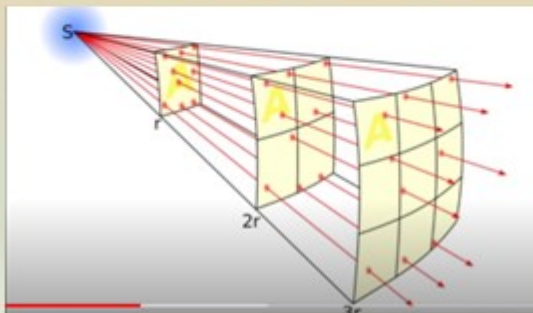
Se c'è un numero infinito di stelle distribuite uniformemente nello spazio, in qualunque direzione lo sguardo dovrebbe incontrare almeno una stella



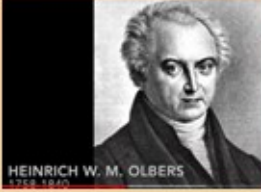
PERCHE' IL CIELO DELLA NOTTE APPARE BUIO?



Ovviamente le stelle più vicine brillerebbero di più rispetto a quelle poste a distanza via via maggiore.



Questo fatto, però, sarebbe compensato da un'altra considerazione e cioè, guardando nella stessa regione di spazio, sempre più lontano si presenterebbero sempre più stelle.



PERCHE' IL CIELO DELLA NOTTE APPARE BUIO?

Queste considerazioni hanno creato dei dubbi negli astronomi. Sia a Keplero nel 600 e successivamente ad altri astronomi tra i quali anche Olbers.

Perché diciamo che è un **paradosso**.

In realtà ci aspettiamo un cielo luminoso e ne troviamo uno buio



Olbers stesso cercò di metterci una pezza, supponendo che lo spazio sia saturo di nubi di gas le quali intercetterebbero la luce degli astri retrostanti.

Se però ciò fosse vero, poiché l'energia non può andare distrutta, la luce delle stelle più lontane surriscalderebbe le nubi di gas fino a renderle incandescenti, e dunque non è possibile alcun effetto schermo.

1^ possibilità: le stelle potrebbero essere in numero finito in universo statico

Con il tempo la forza di gravità prevarrebbe e le stelle collasserebbero in un unico punto.

Quindi era preferibile un numero infinito di stelle in un universo infinito e questo generava la contraddizione portando al paradosso di Olbers.

2^ possibilità: ma l'universo esiste da sempre?

Se così fosse, anche in presenza di un numero infinito di stelle che non esisterebbero, però, da sempre, ce ne sarebbero molte la cui luce ancora non ci è pervenuta a causa della loro lontananza.

Questa supposizione fu considerata anche da E.A. Poe in uno dei suoi degli ultimi libri



Il problema fu però definitivamente risolto dall'americano **Edwin Hubble**



Edwin Hubble (Marshfield, 20 novembre 1889 – San Marino, 28 settembre 1953)

PERCHE' IL CIELO DELLA NOTTE APPARE BUIO? RED-SHIFT

Come aveva evidenziato per primo il fisico viennese **Christian Andreas Doppler** (1803-1853), se una sorgente di onde si muove di moto relativo rispetto ad un osservatore fermo, quest'ultimo percepirà una frequenza maggiore mentre la sorgente si avvicina, e minore quando essa si allontana.

Come si vede nella figura a lato, infatti, l'onda risulterà compressa nella direzione del moto, e quindi con lunghezza d'onda minore e frequenza maggiore, e dilatata nella direzione opposta, e quindi con lunghezza d'onda maggiore e frequenza minore.



Ciò spiega perchè il fischio della sirena di un'ambulanza appare assai più acuto (lunghezza d'onda minore) mentre essa si avvicina a noi, e più grave (lunghezza d'onda maggiore) quando ci ha ormai superato e si allontana. Tale fenomeno prende il nome di **effetto Doppler**.

PERCHE' IL CIELO DELLA NOTTE APPARE BUIO? RED-SHIFT

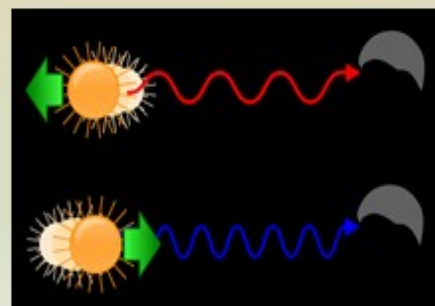
Edwin Hubble ideò un metodo geniale per la misura delle distanze di queste stelle: il cosiddetto **red shift**, lo spostamento verso il rosso delle righe spettrali nella luce di quelle galassie.

Lo stesso fenomeno vale anche per la luce, che altro non è se non un'onda elettromagnetica.

Se la sorgente si avvicina a noi con velocità comparabile con quella della luce, noi vedremo la lunghezza d'onda diminuire, e quindi i colori tendere al **blu**; se invece si allontana da noi, vedremo la lunghezza d'onda aumentare, e i colori tenderanno al **rosso**.

Ora, Edwin Hubble osservò gli spettri della luce di varie galassie, e le vide tutte più rosse di quanto si aspettava:

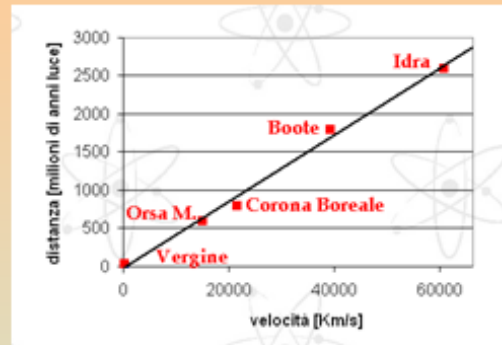
le righe spettrali erano tutte spostate verso il rosso. Si definisce red shift ("spostamento verso il rosso") la differenza tra la lunghezza d'onda λ' osservata e la lunghezza d'onda λ , emessa dalla sorgente di riferimento, cioè $\Delta\lambda = \lambda' - \lambda$.



PERCHE' IL CIELO DELLA NOTTE APPARE BUIO?

Osservando poi le **variabili cefeidi** in queste galassie, Hubble poté stimare la loro distanza da noi: come scoperto nel 1907 da **Henrietta Leavitt** (1868-1921), astronoma dell'Università di Harvard, il periodo della variazione di luminosità di tali stelle (la prima delle quali fu scoperta nella costellazione di Cefeo, da cui il nome) è direttamente proporzionale alla loro magnitudine assoluta

Confrontando la velocità v di regressione delle galassie da noi con la loro distanza r , desunta dal metodo delle cefeidi, Hubble compì una scoperta eclatante: tale velocità è direttamente proporzionale alla distanza, come mostra il diagramma, desunto dalla tabella precedente



Questa viene chiamata la Legge di Hubble, e può essere analiticamente così espressa:

$$v = H r$$

dove H è chiamata la costante di Hubble.

PERCHE' IL CIELO DELLA NOTTE APPARE BUIO?

Si tratta della più importante costante della cosmologia, e per comprenderne il significato basta supporre che il moto di allontanamento delle galassie sia rettilineo uniforme. Allora, per note leggi della cinematica: $r = r_0 + vt$ dove r_0 è la posizione iniziale delle galassie.

Sostituendo nella legge di Hubble (4) si ha:

$$v = H r = H (r_0 + v t)$$

cioè: $v = H r_0 + (H t) v$

Ora, per il principio d'identità dei polinomi si ha

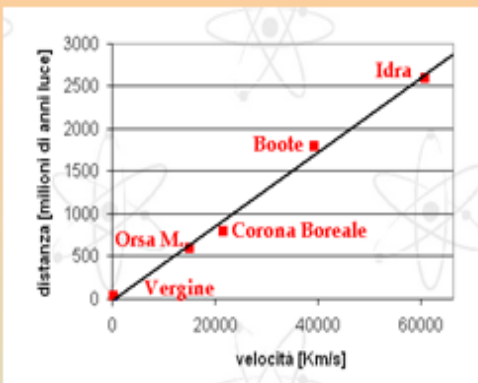
$v = v$ solo se $r_0 = 0$ ed $H t = 1$.

$r_0 = 0$ significa che, all'istante zero, tutte le galassie erano concentrate in un solo punto.

Quanto tempo fa ciò avvenne?

Lo si calcola mediante la seconda equazione:

$$t = \frac{1}{H}$$



Questa viene chiamata la Legge di Hubble, e può essere analiticamente così espressa:

$$v = H r \quad (4)$$

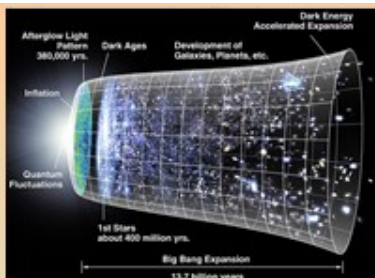
dove H è chiamata la costante di Hubble.

PERCHE' IL CIELO DELLA NOTTE APPARE BUIO?

Hubble dimostrò in tal modo l'espansione dell'universo. Naturalmente emerse subito un'obiezione: se le galassie si stanno tutte allontanando da noi, vuol dire che la Terra occupa una posizione privilegiata, al centro dell'universo? La risposta è no.

Si consideri infatti un palloncino sul quale sono depositate delle coccinelle.

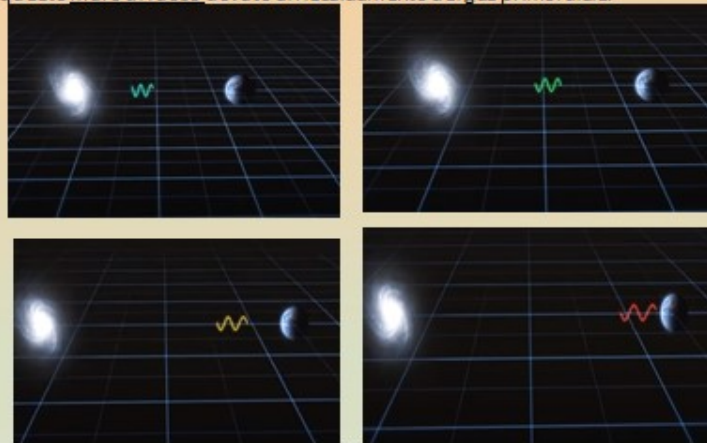
Gonfiando il palloncino, le coccinelle si allontanano le une dalle altre, e a ciascuna sembra di essere al centro dell'espansione, perchè sulla superficie del palloncino ognuna vede le altre coccinelle allontanarsi tutte da sé, come mostra il disegno a lato.



PERCHE' IL CIELO DELLA NOTTE APPARE BUIO?

modello del BIG-BANG.

Allora guardando sempre più indietro nel tempo prima o poi dovremmo vedere questo muro di fuoco dovuto al riscaldamento del gas primordiale.

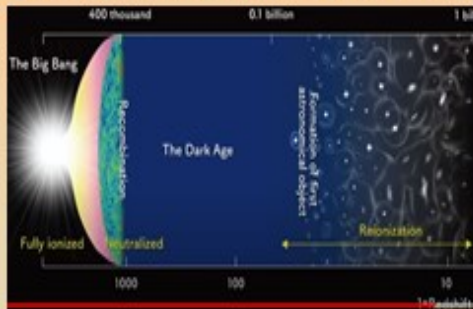


Entra però in gioco il secondo pezzo della spiegazione secondo la quale l'universo si sta espandendo provocando un RED-SHIFT cosmologico per effetto Doppler.

Quindi questo muro di fuoco non è più visibile ai nostri occhi ma è percepibile ad una frequenza radio elettromagnetica intorno alle onde radio di grande lunghezza d'onda.

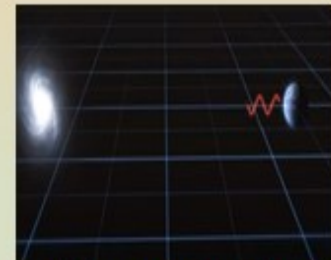
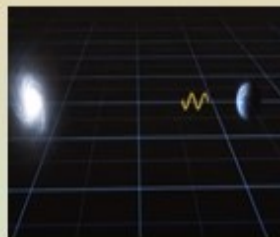
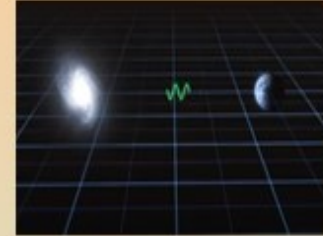
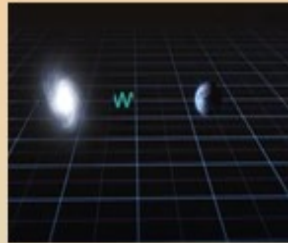
PERCHE' IL CIELO DELLA NOTTE APPARE BUIO?

A tutt'oggi la spiegazione ritenuta più attendibile e corretta si riferisce al famoso modello del BIG-BANG.



A questo punto, possiamo finalmente spiegare il paradosso di Olbers.

Dal nostro punto di vista le galassie appaiono allontanarsi con velocità proporzionale alla distanza, fin ad un limite oltre il quale sembrerebbero allontanarsi alla velocità della luce, e non possiamo quindi vederle.



In altre parole, poiché la luce ha velocità limitata, guardare lontano significa anche guardare indietro nel tempo, fin al punto in cui si dovrebbe osservare l'istante della nascita del cosmo. In pratica l'universo visibile ci appare di dimensioni limitate nello spazio e nel tempo, per cui la luce ci giunge da un numero limitato di stelle, e il cielo ci appare nero

PERCHE' IL CIELO DELLA NOTTE APPARE BUIO?

Il paradosso dunque non è più tale in quanto il cosmo non è né eterno né infinito nello spazio.

Anche nel caso che fosse infinito, comunque, per eliminare il paradosso di Olbers basta il red shift delle righe spettrali a spiegare la riduzione dell'effettiva energia raggiante ricevuta dalla Terra.

la frequenza f della luce infatti diminuisce quanto più le stelle sono lontane e veloci, e diminuendo la frequenza diminuisce anche l'energia $E = h f$ dei fotoni.

Inoltre, ci viene in aiuto la Relatività di Einstein: la scala temporale all'opera sulla Terra è infatti diversa da quella solidale con le stelle, in moto rispetto a noi ad alta velocità, e quindi la quantità di luce emessa da una stella in un dato intervallo di tempo viene ricevuta dalla Terra in un intervallo più lungo se confrontato con l'orologio solidale con la stella considerata

. In conclusione: l'oscurità della notte può essere spiegata solo considerando un universo in espansione.

