

Follie Cosmologiche

Stefano Spagocci

GACB



Una Galleria delle Meraviglie

- Questa volta parleremo di cosmologia con un approccio rilassato, guardando alle idee folli che i cosmologi hanno proposto e prescindendo da una descrizione dettagliata delle stesse.
- Vogliamo infatti percorrere la cosmologia come si percorrerebbe una wunderkammer rinascimentale, una “galleria delle meraviglie” cosmologiche.



Una Galleria delle Meraviglie

- Descrivere in dettaglio tutto ciò di cui parleremo risulterebbe infatti noioso e confonderebbe l'ascoltatore; meglio quindi comportarsi da viaggiatori curiosi!
- Alcune delle follie di cui parleremo sono ormai patrimonio della cosmologia moderna, altre, allo stato attuale, sono semplici speculazioni. Le descriveremo tutte procedendo in ordine cronologico.



La Creazione dell'Universo

- Chi, o cosa, ha creato l'universo? Tralasciamo le implicazioni teologiche, riguardo alle quali dirò solo che Georges Lemaitre, il cosmologo e sacerdote belga che fu tra gli artefici della teoria del Big Bang, convinse papa Pio XII a non rivendicare il Big Bang quale prova dell'esistenza di Dio. Il che non vuol dire che ne sia la negazione ma, semplicemente, che scienza e fede vivono su due piani diversi!



La Creazione dell'Universo

$$\Delta E \cdot \Delta t = \frac{h}{4\pi}$$

- Per il principio di indeterminazione di Heisenberg, una fluttuazione quantistica (per esempio la materia/energia che potrebbe dare origine ad un universo) può emergere “dal nulla” ed esistere per un tempo tanto più grande quanto più piccola è l'energia.
- Una fluttuazione di energia zero può quindi vivere all'infinito; un universo di energia totale zero può dunque nascere dal nulla ed esistere per sempre!

Lo Stato Stazionario

- O forse l'universo è sempre esistito e, per compensare l'espansione, nuova materia (energia positiva) è continuamente creata a spese dell'energia gravitazionale (negativa), secondo la teoria dello stato stazionario di Fred Hoyle (oggi caduta in discredito)!



Un Universo Darwiniano

- Anche dando per buona la creazione “dal nulla”, è necessario ammettere che qualcuno o qualcosa abbia creato le leggi di natura. O no?
- E' possibile (invocando la teoria delle stringhe ma non solo) concepire un multiverso in cui tutte le possibili leggi e valori delle costanti naturali siano sperimentate in diversi universi, coesistenti nello spazio e/o nati in diversi tempi.

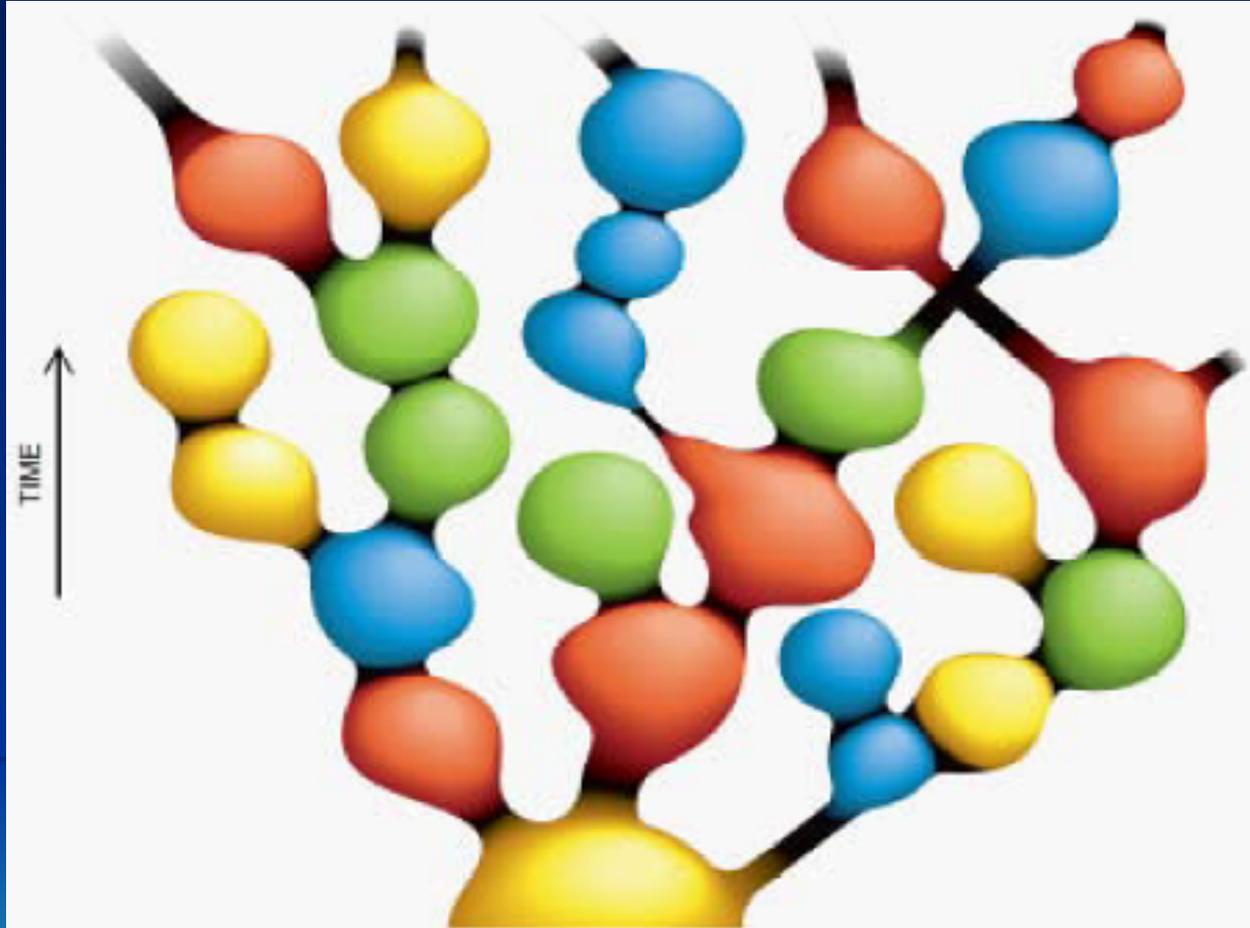


Un Universo Darwiniano

- Nella maggior parte degli universi le leggi e/o costanti daranno risultati non compatibili con la vita o strutture complesse (spesso nemmeno con l'esistenza dell'universo per tempi maggiori di un infinitesimo), gli universi “giusti” evolveranno con le leggi che esseri viventi come noi poi sperimenteranno (principio antropico). Si ha quindi una sorta di selezione darwiniana tra i candidati al ruolo di universo!



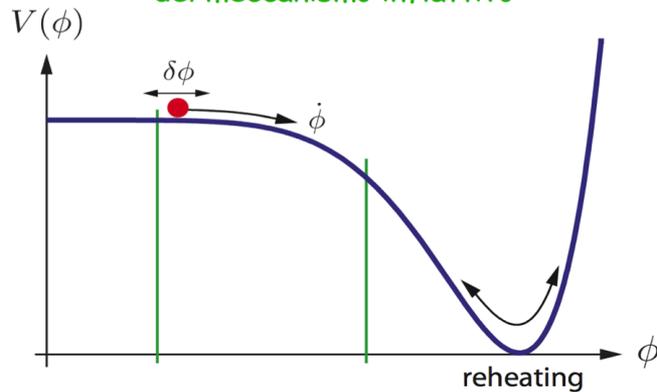
II Multiverso



L'Inflazione

- Quale fu la causa del Big Bang? La teoria dell'inflazione risponde a tale domanda, postulando che, grazie alla presenza di un campo detto “inflatonico” e all'effetto repulsivo che esso esercita, vi fu un'espansione di un fattore enorme (10^{30}) dell'universo, durata circa 10^{-36} secondi! Tale espansione è appunto l'inflazione.

Modello di campo scalare per la descrizione del meccanismo inflattivo

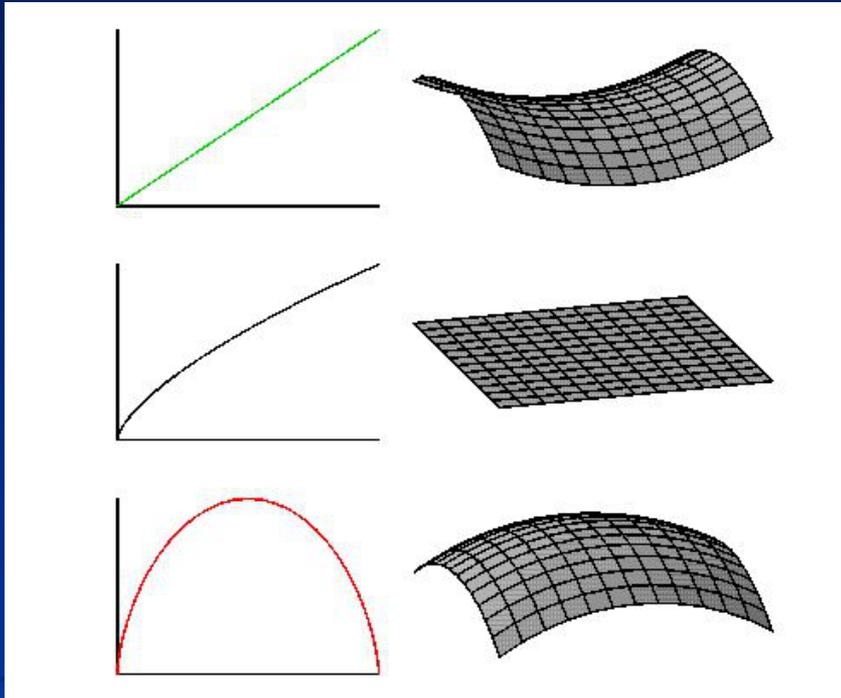


L'Inflazione

- L'inflazione (scenario pienamente compatibile con gli attuali dati sperimentali) risolve molti altri problemi (tra cui quello della geometria dell'universo, vedi più sotto). Il problema è che al campo inflatonico devono di necessità corrispondere particelle dette “inflatoni”. Su cosa siano gli inflatoni vi sono moltissime proposte teoriche ma nessuno ne ha sostanzialmente la minima idea!



Geometria dell'Universo



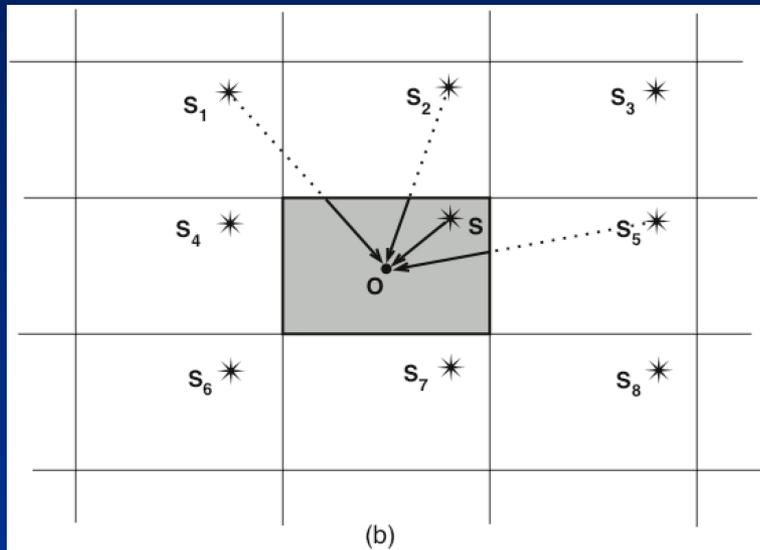
- Con la densità media variano (in cosmologia classica) non solo il destino dell'universo ma anche la sua curvatura.
- Densità minore della critica: universo aperto e paragonabile a sella.
- Densità critica: universo aperto e piatto.
- Densità maggiore della critica: universo chiuso e paragonabile a sfera.

Geometria dell'Universo

- I dati degli ultimi due decenni (connessi all'espansione accelerata, vedi più sotto) mostrano che la geometria dell'universo è quella euclidea, quindi piatta. In realtà è stata la rapidissima inflazione a “spianare” ogni eventuale curvatura dell'Universo!
- Se fossimo vissuti in un universo (iper)sferico, saremmo stati in un volume tridimensionale e finito, in cui però, uscendo (per così dire) da un lato dell'universo, saremmo ricomparsi “come per miracolo” sul lato opposto (geometria della 3-sfera)!



Un Universo a Celle Ripetute



- A priori è possibile che il nostro universo consti di un numero infinito di celle (ad esempio cubiche) ripetute in tutte le direzioni. In un tale universo vedremmo l'immagine di una galassia riflessa all'infinito in tutte le direzioni, come nella sala degli specchi di un luna park! Il problema è che non è facile individuare i doppi ed è dunque difficile confermare o smentire la teoria.

Finito Fuori, Infinito Dentro

- Un modo per comprendere il Big Bang senza ricorrere alla fuorviante immagine dell'esplosione è concepire l'universo come una scatola di dimensioni finite, con un sistema di coordinate tale per cui l'unità di misura diminuisca in dimensioni col passare del tempo. Questo è equivalente ad un aumento delle dimensioni della scatola col tempo!
- In teoria sarebbe possibile fabbricare in laboratorio un miniuniverso che risulterebbe finito dal di fuori ma infinito all'interno. Ciò è possibile perchè in un tale spazio l'unità di misura diventa sempre più piccola man mano che ci si avvicina al bordo. Per quanti passi si facciano, dunque, non lo si raggiungerà mai!



L'Espansione Accelerata

- Alla fine del secolo scorso si è scoperto che l'universo sta in realtà accelerando la propria espansione. L'accelerazione si pensa dovuta all'azione repulsiva della “energia di punto zero” dei campi che permeano l'universo. Il problema è che il valore previsto dalla teoria per la costante cosmologica, che quantifica un tale comportamento, è 10^{120} volte maggiore di quello osservato sperimentalmente!



L'Universo del 5%

- Invocando la supersimmetria (teoria finora non confermata sperimentalmente), tale discrepanza scende a “sole” 10^{60} volte!
- L'energia di repulsione costituisce il 68% del bilancio energetico dell'universo, la materia oscura (per spiegare la quale si invocano le particelle supersimmetriche, finora mai osservate) il 27%; quindi la materia ordinaria costituisce solo il 5% dell'universo!



La Quintessenza

- L'espansione accelerata potrebbe anche essere dovuta ad un campo ad hoc, la quintessenza (eccetto che nessuno ha la minima idea di cosa siano le relative particelle “quintessenziali”)!



Il Big Rip

- Una particolare versione dei modelli di quintessenza porta ad un'espansione accelerata dell'universo, nella quale l'accelerazione cresce col tempo. In un tempo finito, dunque, l'accelerazione diverrebbe così violenta da strappare letteralmente il tessuto dello spaziotempo, nonché gli elettroni dai nuclei, poi i nucleoni (protoni e neutroni) dai loro compagni nel nucleo, poi i quark dai loro compagni nelle particelle adroniche (come protoni e neutroni). Si avrebbe quindi un “grande strappo” o Big Rip!



Passato come Futuro

- Fra 10^{100} anni tutti i buchi neri saranno “evaporati” in particelle elementari, tutte le particelle elementari (dall'evaporazione dei buchi neri e non) saranno decadute e rimarrà solo “energia pura”, sempre più diluita. A questo punto si tornerà ad una situazione simile a quella pre Big Bang e il futuro remoto del nostro universo potrebbe essere il passato remoto del successivo universo! Infatti le fluttuazioni quantistiche, prima o poi, farebbero nascere un nuovo universo dalle ceneri del nostro!

