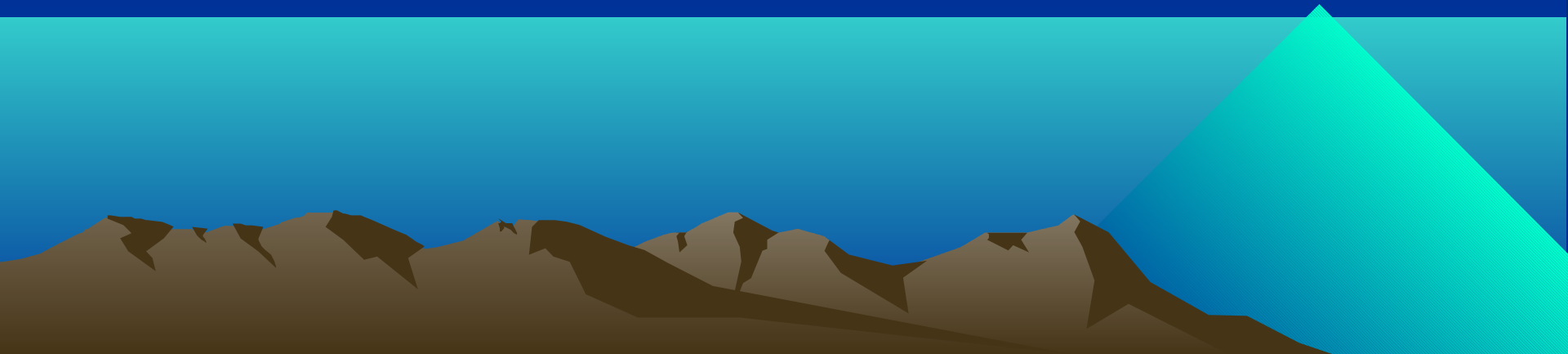


L'Universo Inflazionario

Stefano Spagocci

GACB



Introduzione

- L'umanità si è posta il problema cosmologico fin dai suoi albori.
- Le risposte erano però religiose e filosofiche.
- Solo nei primi decenni del secolo scorso nacque la cosmologia scientifica.



Hubble

- Hubble misurò la velocità di allontanamento di varie galassie per mezzo dell'effetto Doppler.
- Misurò la loro distanza col metodo delle cefeidi.
- Scopri che le galassie si allontanano da noi tanto più quanto più sono distanti.



Il Big Bang

- Se tutte le galassie si allontanano da noi (e tra loro), ci deve essere stato un momento in cui erano concentrate in un punto o in uno spazio ristretto.
- Si suppose allora la nascita dell'Universo in un tempo oggi stimato a 13.7 miliardi di anni.



Il Big Bang

- Quanto detto è puramente cinematico (cioè riguarda solo il moto e non altre leggi fisiche).
- Alpher, Bethe e Gamow, però, fecero notare che al Big Bang la temperatura doveva essere infinita (o molto alta).
- Alta temperatura, alta energia, particelle elementari prodotte convertendo energia in massa (Big Bang caldo).



Il Problema delle Condizioni Iniziali

- La teoria del Big Bang presenta vari problemi, tra cui quello delle condizioni iniziali.
- L'Universo è omogeneo ed isotropo, è cioè lo stesso in media in ogni punto ed in ogni direzione (satellite COBE).
- Ma durante il Big Bang le particelle si allontanavano troppo velocemente per poter comunicare tra di loro: come si è ottenuta l'omogeneità?



Il Problema della Curvatura

- Il destino dell'Universo dipende (a parte l'energia oscura), dalla sua densità media.
- Se la densità media è maggiore di un certo livello, l'Universo ricollasserà su se stesso.
- Se la densità media è minore di un certo livello, l'Universo si espanderà per sempre.
- Ora sappiamo che vale questa seconda alternativa.



Il Problema della Curvatura

- L'Universo può a sua volta avere curvatura positiva (sfera), negativa (sella) o nulla (piano).
- Prima della scoperta dell'energia oscura, si pensava che un Universo chiuso avesse curvatura positiva, uno aperto curvatura negativa o nulla.
- Ora sappiamo che l'Universo ha curvatura (quasi) nulla e che si espande accelerando.



Il Problema della Curvatura

- In ogni caso, se l'Universo fosse stato anche solo un pò chiuso, sarebbe ricollassato da tempo.
- Se l'Universo fosse stato anche solo un pò aperto, sarebbe diluito nel nulla da tempo.
- Quindi l'Universo deve essere quantomeno vicinissimo alla piattezza (il che è stato verificato).
- Come si spiega tutto ciò?



L'Universo Inflazionario

- Si suppone che nei primi istanti dell'Universo le particelle potessero comunicare tra di loro e si siano quindi omogeneizzate.
- Successivamente ci fu una fase di rapida espansione (Inflazione, Guth) che allontanò le particelle e portò alla situazione in cui esse non potevano più comunicare.

L'Universo Inflazionario

- Altrettanto, la fase di rapida espansione ha spianato la curvatura dell'Universo.
- Qualunque fosse la curvatura iniziale, l'Inflazione la spiana e crea un Universo vicinissimo alla piattezza, come previsto e verificato.
- Si giustifica allora anche questa strana coincidenza.



Il Vuoto non è Vuoto

- Ma cosa provocò l'Inflazione?
- All'inizio l'Universo era “vuoto” ma il vuoto in Fisica non è veramente vuoto.
- E' pieno di particelle ed antiparticelle che appaiono e scompaiono.
- Vuoto = minimo di energia e materia, energia zero non ha senso.



Il Vuoto non è Vuoto

- Possono esistere quindi vari vuoti con diverse energie.
- Se un vuoto di energia maggiore diviene un vuoto di energia minore, l'energia può liberarsi in forma di “esplosione”.
- Si ebbe così la fase inflattiva, che in tal modo ha una sua causa.



L'Inflatone

- Non sappiamo quale sia il campo che, passando da un vuoto all'altro, provochi l'Inflazione.
- Lo si chiama Inflatone, ma per ora non è collegato ad alcuna delle particelle note agli acceleratori o prevista dalle teorie della Fisica delle Alte Energie.



Teoria delle Stringhe

- Ma da cosa è composto il vuoto? Una possibile risposta è nella Teoria delle Stringhe.
- Teoria delle Stringhe: le particelle sono minuscole corde vibranti e diversi modi di vibrazione sono diverse particelle.
- Il vuoto è un insieme di stringhe che si creano e annichilano continuamente.



Formazione delle Strutture

- Tutti i campi in Meccanica Quantistica fluttuano (Principio di Indeterminazione di Heisenberg).
- Le fluttuazioni di densità furono amplificate dall'Inflazione e furono i semi da cui si originarono le strutture dell'Universo.
- Le misure del fondo a microonde e le simulazioni confermano tutto ciò.



Conclusioni

- La Teoria dell'Inflazione spiega molti problemi aperti della cosmologia.
- La formazione delle strutture si può spiegare solo invocando l'Inflazione stessa.
- Le misure del fondo a microonde e le simulazioni confermano in dettaglio questo quadro.



Conclusioni

- L'Inflazione invoca il campo inflatonico, che non è collegato ad alcun altro campo noto.
- Situazione analoga vale per l'energia oscura.
- Si hanno quindi due teorie cosmologiche confermate sperimentalmente ed indispensabili ma non spiegate.



Conclusioni

- La Teoria dell'Inflazione non è collegata ad alcuna teoria nota nella Fisica delle Alte Energie.
- Non vi è nemmeno un collegamento con la sperimentazione agli acceleratori.
- Questo vale anche per l'energia oscura, altra importante teoria non inserita in un quadro coerente.



Conclusioni

- Si ha quindi un analogo degli epicicli e dei deferenti di Tolomeo?
- Le ricerche, sperimentali e teoriche, dei prossimi decenni, potranno dare una risposta.
- Per ora possiamo solo ammirare la potenza esplicativa di una teoria come l'Inflazione.

