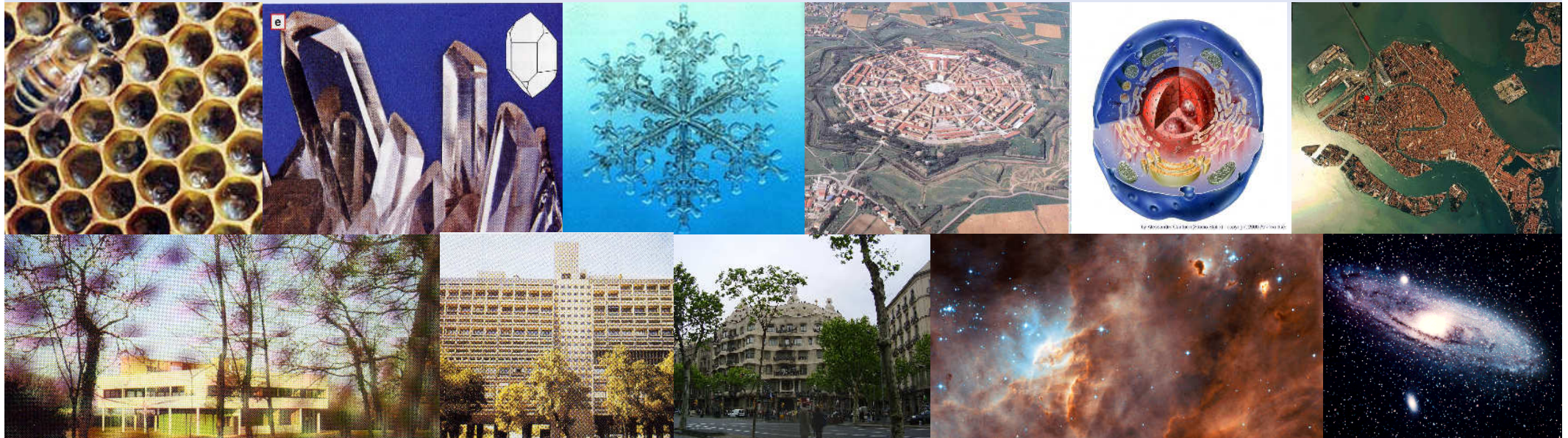


Tesina di maturità



ORDINE e *CAOS*

Concetti, suggestioni, teorie e applicazioni

Indice:

1. Definizioni

2. Suggestioni:

- l'ordine a livello microscopico: l'ordine in natura
- l'ordine a livello umano: nell'arte, nell'architettura, nell'urbanistica, nella letteratura ...

3. Ordine e Scienza

- Reversibilità e irreversibilità dei fenomeni fisici
- Il concetto del tempo in fisica
- Il secondo principio della termodinamica
- Il concetto di entropia

4. Ordine cosmico

- Teorie cosmologiche
- La teoria dell'universo inflazionario
- Possibili scenari

1. Definizioni

Ordine:

Disposizione funzionale e conveniente che si realizza spec. come distribuzione, successione, sistemazione, assetto; *il mirabile o. dell'universo*; • In **fisica**, proprietà globale di un sistema complesso che presenti un **alto grado di organizzazione interna e che sia perciò caratterizzato da uno stato macroscopico corrispondente a un piccolo numero di stati microscopici possibili**~. All'idea di 'distribuzione', e talvolta anche a quella di 'successione', si richiama il concetto di 'serie' (*tre o. di remi*), cui fa capo, in **architettura**, il concetto di 'organismo' struttivo e formale continuo (*o. dorico, corinzio*); alla stessa idea si richiama inoltre il concetto di 'categoria' stabilita attraverso una classificazione, graduazione o discriminazione cui si ricollegano le locc. *di primo, di secondo, di terzo, d'infimo o.*, indicative di vari gradi d'importanza o qualità e la loc. d'ordine nel sign. generico di 'indole', 'carattere', 'aspetto' (*necessità d'o. pratico; questioni d'o. amministrativo*), donde, nel **linguaggio burocratico**, la loc. *in ordine a*, in merito a (*in o. alla sua richiesta...*) • Nel **linguaggio scientifico**: *o. di grandezza*, il valore numerico di una grandezza approssimato alla potenza di 10 più vicina al numero considerato: All'idea di 'sistemazione' o di 'assetto', oltre all'aspetto più propr. tecnico, particolarmente connesso con origini militari si richiama il concetto di **'funzionamento' regolare e disciplinato**, connesso con l'osservanza di norme e regolamenti, o col rispetto delle leggi e degli ordinamenti civili, il complesso dei quali costituisce la norma fondamentale della società (*l'o. sociale; l'o. costituito; partiti dell'o.; un uomo d'o.; aspirare a un nuovo o.*)~ Servizio d'o., quello svolto dalla polizia o da alcuni degli stessi partecipanti in una manifestazione politica, sindacale o anche in occasione di spettacoli pubblici • Nella **classificazione zoologica** e botanica, gruppo sistematico di ambito superiore alla famiglia e inferiore alla classe.....

Caos:

Presso i filosofi antichi, il **disordine universale della materia, precedente al cosmo**. fig. Disordine o disorientamento tumultuoso, confusione senza uguali: nel paese ormai regna il c.; la notizia provocò il c. in Borsa; che c. in quel bar! • In fisica: teorie del c., lo studio del comportamento di sistemi dinamici che mostrano un'elevata sensibilità alle condizioni iniziali, rendendone sostanzialmente imprevedibile l'evoluzione temporale.

G. DEVOTO, G. OLI, "Il Devoto-Oli, il Nuovo Vocabolario della lingua italiana 2007", Le Monnier, 2007

2. Suggestioni

L'ordine a livello microscopico: l'ordine in natura



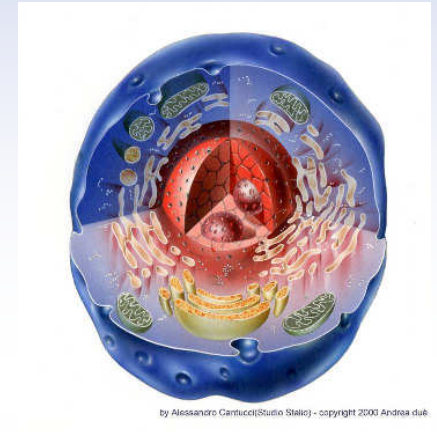
Esempio di struttura ordinata e simmetrica: cristallo di neve



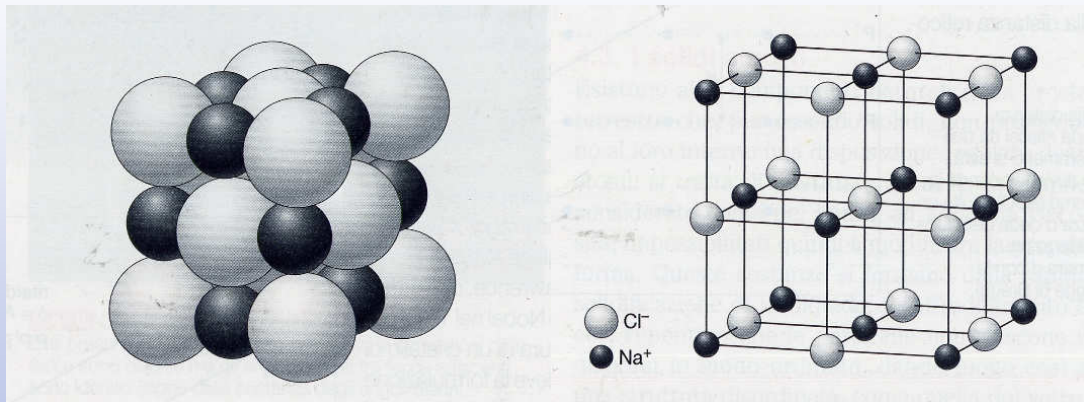
Esempio di struttura ordinata: il quarzo



Esempio di struttura ordinata e funzionale: l'alveare



Esempio di funzionamento ordinato: la cellula



Esempio di struttura ordinata: le particelle che costituiscono il reticolo cristallino si dispongono in modo ordinato nello spazio. Per esempio nel salgemma (NaCl - Cloruro di sodio) gli ioni sodio e cloro si dispongono alternati in filari paralleli ripetuti nelle tre dimensioni dello spazio a dare una struttura cubica

2. Suggestioni

L'ordine a livello umano: le città



Palmanova: struttura urbana “ordinata”



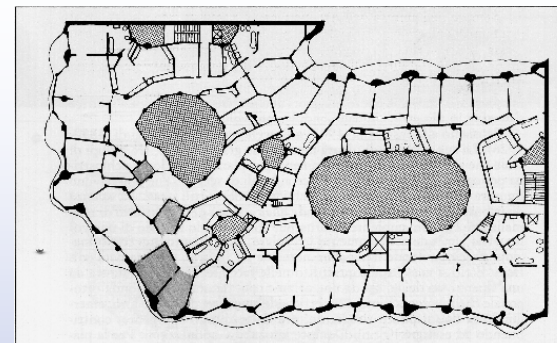
Venezia: struttura urbana “disordinata”

2. Suggestioni

Arte e architettura - evoluzione del rapporto tra ordine e bello



Il razionalismo si basa sull'ordine, la simmetria, i rapporti stereometrici. In foto Villa Savoye e l'Unité d'habitation di Le Corbusier.



Gaudí - Casa Milà detta "la Pedrera"; l'organismo architettonico, apparentemente disordinato, è basato sulla dinamicità plastica delle fronti, sull'ampiezza delle aperture, sulla fluidità dell'immagine complessiva

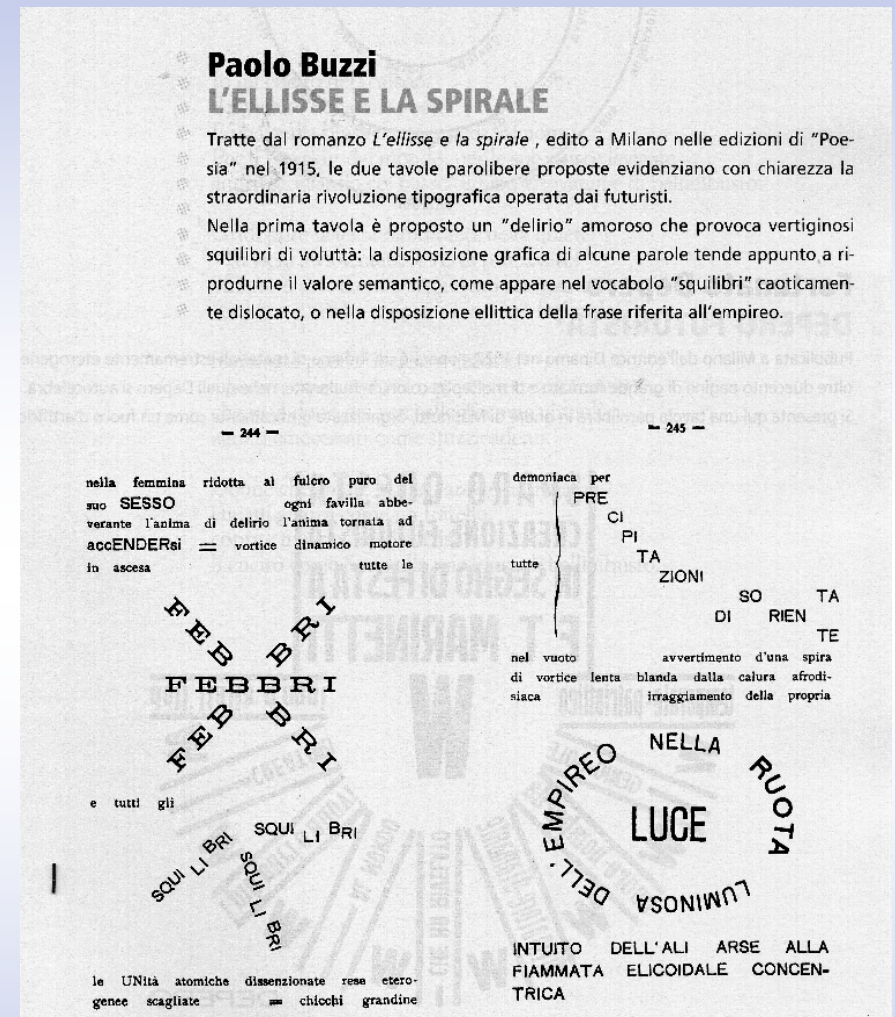
2. Suggestioni

L'ordine in letteratura

- | | | |
|----|--|---|
| | Nel mezzo di cammin di nostra vita | A |
| | mi ritrovai per una selva oscura, | B |
| 3 | ché la diritta via era smarrita. | A |
| | Ahi quanto a dir qual era cosa dura | B |
| | esta selva selvaggia e aspra e forte | C |
| 6 | che nel pensier rinova la paura! | B |
| | Tant'è amara che poco è più morte; | C |
| | ma per trattar del bene ch'ì' vi trovai, | D |
| 9 | dirò de l'altre cose ch'ì' v'ho scorte. | C |
| | Io non so ben ridir com'ì' v'intrai, | D |
| | tant'era pien di sonno a quel punto | E |
| 12 | che la verace via abbandonai. | D |

(da "La Divina Commedia", Inferno, Canto I)

Esempio di struttura ordinata: endecasillabi in rima incatenata



Tratto da "l'ellisse e la spirale", esempio di documento futurista in cui prevale una struttura volutamente disordinata: la forma è funzionale al contenuto semantico

3. Ordine e scienza

In fisica, l'ordine è definito come “proprietà globale di un sistema complesso che presenti un **alto grado di organizzazione interna** e che sia perciò caratterizzato da uno stato macroscopico corrispondente a un piccolo numero di stati microscopici possibili”.

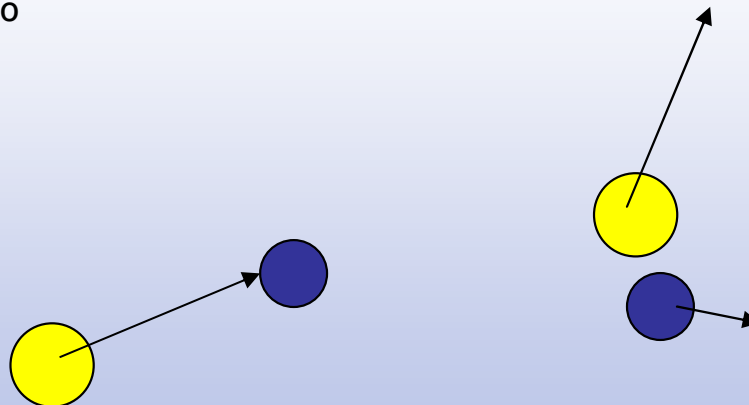
Come si arriva a questa definizione?

Reversibilità e irreversibilità dei fenomeni fisici

Il concetto di ordine in fisica è legato alla reversibilità o irreversibilità dei fenomeni fisici e delle relative leggi.

Nella meccanica classica, invertendo la **direzione del tempo** il fenomeno fisico obbedisce alle stesse leggi della meccanica: le leggi di Newton.

Sostituendo t con $(-t)$ si ottiene un fenomeno indistinguibile dal precedente con le stesse caratteristiche. Esempio di fenomeno reversibile: l'urto elastico



3. Ordine e scienza

Nella termodinamica il primo principio afferma la conservazione dell'energia, invece il secondo principio fissa il verso reale dei fenomeni e ci permette di distinguere il passato dal futuro.

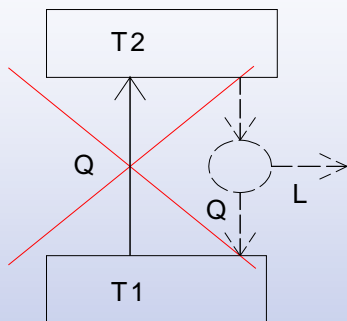
Il secondo principio della termodinamica

Le prime formulazioni del secondo principio della termodinamica sono state date da Clausius e Kelvin.

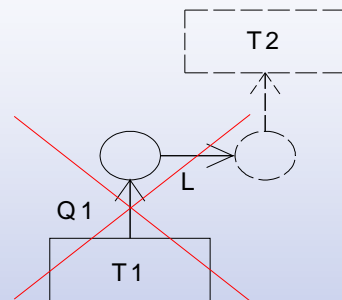
Clausius: *“è impossibile una trasformazione che abbia come unico effetto il passaggio di calore da un corpo a temperatura inferiore a uno a temperatura superiore”*;

Kelvin: *“è impossibile una trasformazione che abbia come unico effetto la conversione in lavoro del calore proveniente da una sorgente che si trova a temperatura uniforme”*.

E' possibile dimostrare che i due enunciati sono equivalenti e che esprimono diversamente un'unica legge legata al concetto di irreversibilità.



$\text{non}(C) \Rightarrow \text{non}(K)$



$\text{non}(K) \Rightarrow \text{non}(C)$

Equazione di Clausius
ciclo reversibile:

$$\sum \frac{\Delta Q}{T} = 0$$

Disequazione di Clausius
ciclo irreversibile:

$$\sum \frac{\Delta Q}{T} < 0$$

3. Ordine e scienza

Il concetto di entropia

Per esprimere il grado di irreversibilità di una trasformazione nel caso generale, Clausius introdusse una nuova grandezza fisica a cui diede il nome di ENTROPIA:

S = rapporto tra il calore assorbito isotermicamente alla temperatura T e la temperatura T di interazione.

In un sistema isolato ($\Delta Q=0$), un processo reversibile dallo stato iniziale 1 allo stato finale 2 ha $S_2 = S_1$

In un sistema isolato ($\Delta Q=0$), un processo irreversibile dallo stato iniziale 1 allo stato finale 2 ha $S_2 > S_1$

Inoltre la funzione entropica:

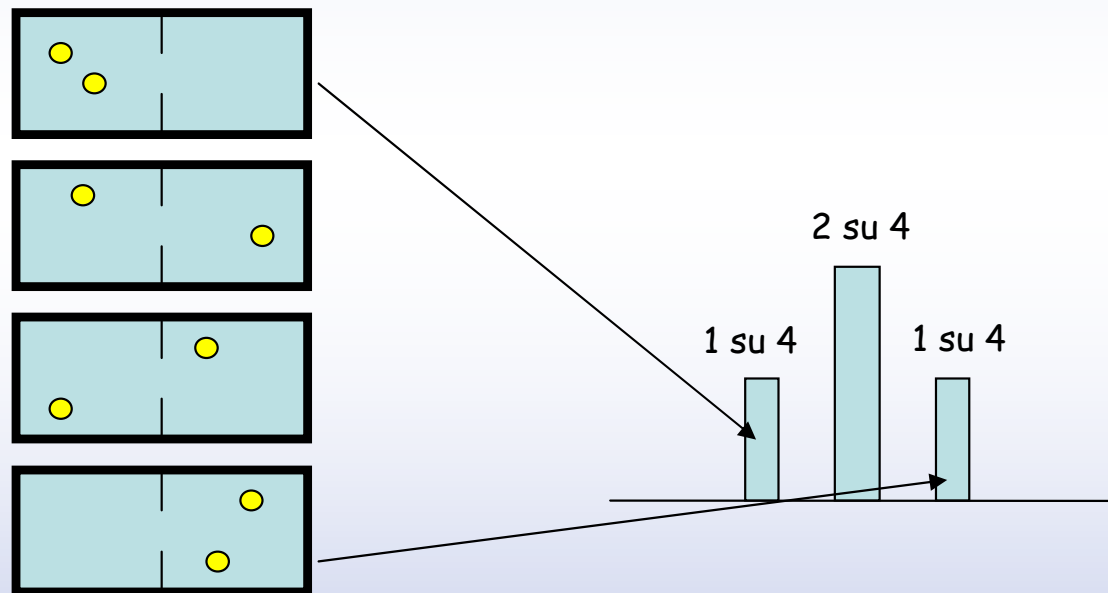
- Conferma le limitazioni e le difficoltà imposte dal secondo principio nelle trasformazioni di calore in lavoro meccanico
- Fornisce la possibilità di valutare l'energia disponibile che si trasforma da uno stato utilizzabile come lavoro utile
- Individua una specie di freccia del tempo, nel senso che distingue il verso della coordinata temporale che chiamiamo futuro
- Caratterizza il grado di irreversibilità di una trasformazione reale
- Qualifica da un punto di vista macroscopico lo stato crescente di disordine e disgregazione dei processi naturali

3. Ordine e scienza

Entropia e disordine

L'entropia è legata al numero di modi microscopici in cui possiamo realizzare lo stato macroscopico del sistema, $S = k \ln N + cost$

Faccio un esempio considerando un sistema con sole 2 molecole indistinguibili



Misuriamo il “disordine” con il numero di modi in cui possiamo disporre gli oggetti internamente in modo che dall'esterno il sistema si presenti allo stesso modo.

4. Ordine cosmico

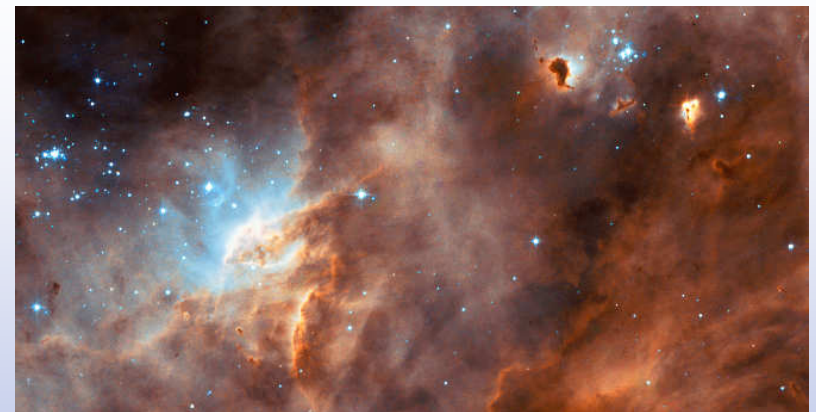
Entropia nell'universo

Se guardiamo a quel certo grado di ordine esistente attorno a noi, potremmo pensare che nel resto dell'universo ci sia maggior disordine.

Ma il resto dell'universo appare simile al nostro mondo locale: ci sono altre galassie, stelle in formazione ...

L'ordine attuale è conseguenza di un grado di ordine molto più elevato esistente all'inizio: è un ricordo delle condizioni dell'inizio delle cose.

L'universo aveva all'inizio un'entropia molto bassa, e da allora la sua entropia è aumentata: questa è la via verso il futuro, è ciò che distingue il passato dal futuro.



4. Ordine cosmico

Teorie cosmologiche

Da Aristotele a Copernico, le ipotesi cosmologiche non mutano il presupposto fondamentale di ordine: il cosmo è una macchina perfetta, di dimensioni limitate, dove tutto si ripete allo stesso modo in eterno.

Newton afferma poi che l'universo è eterno, infinito e perfettamente omogeneo.

Einstein, con la moderna cosmologia, per mezzo delle equazioni relativistiche, concepisce il modello matematico di universo *quadridimensionale*, omogeneo su grande scala e stazionario (immutabile nel tempo).

Nel 1929 Hubble, con la scoperta del redshift, prova inconfutabilmente che le galassie si allontanano da noi con una velocità tanto più elevata quanto più sono distanti. È la legge di Hubble:

$$H_0 = \frac{v}{d}$$

Dove H_0 è la costante di Hubble, v è la velocità di allontanamento in Km/s e d la distanza della galassia in megaparsec

Le galassie sono dunque dotate di un movimento di recessione con la conseguente espansione dell'universo.

In seguito Lemaitre sostiene l'ipotesi di origine dell'universo a partire dall'esplosione di un atomo primordiale. Quest'idea viene sostenuta poi da Gamow e Herman nel "modello standard" basato sulla teoria della relatività secondo cui tutto ebbe origine in seguito al Big Bang, prima del quale spazio e tempo non esistono.

Altra teoria viene diffusa nel 1948 e ipotizza che non vi sia una diminuzione della densità media come conseguenza dell'allontanamento delle galassie, ma afferma la costanza della densità dovuta alla creazione continua di materia che, aggregandosi, creerà nuove galassie. (**Universo stazionario**)

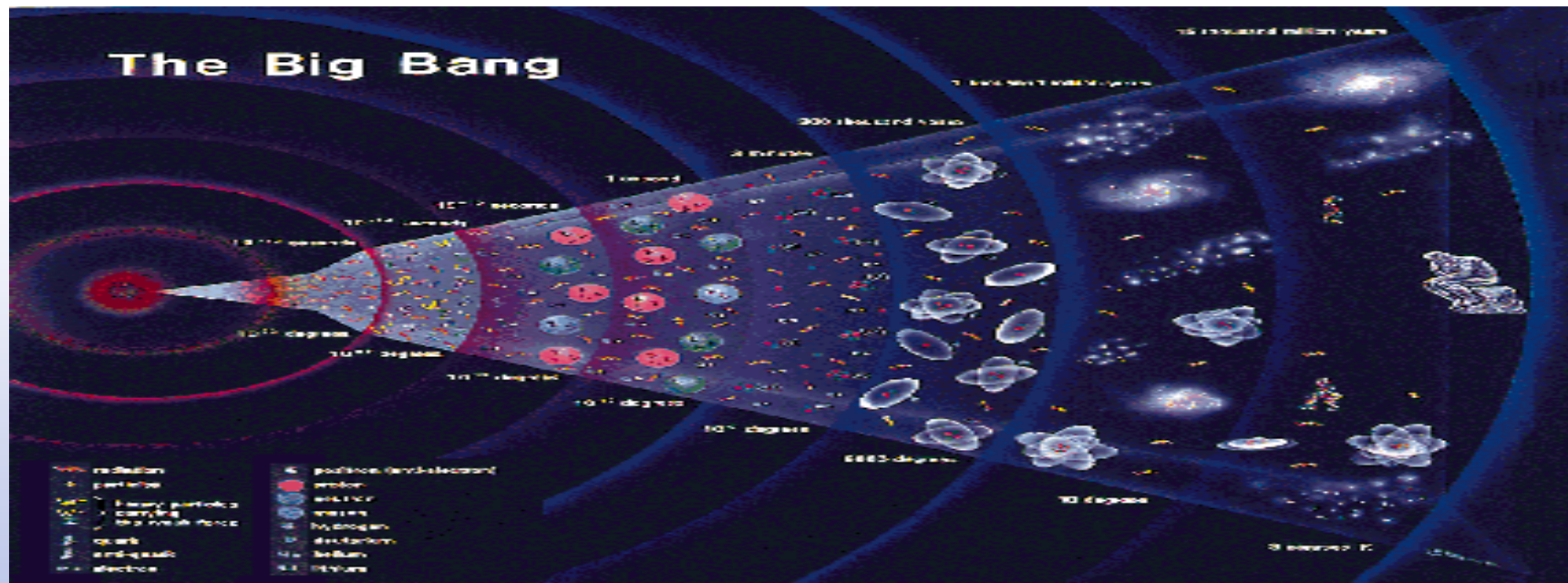
4. Ordine cosmico

La teoria dell'universo inflazionario

In seguito alla scoperta della radiazione cosmica di fondo, negli anni ottanta si passa dalla teoria dell'universo stazionario a quella dell'universo inflazionario, basato sulla fisica delle particelle (quantistica).

Con questa teoria, Guth e Linde sono in grado di:

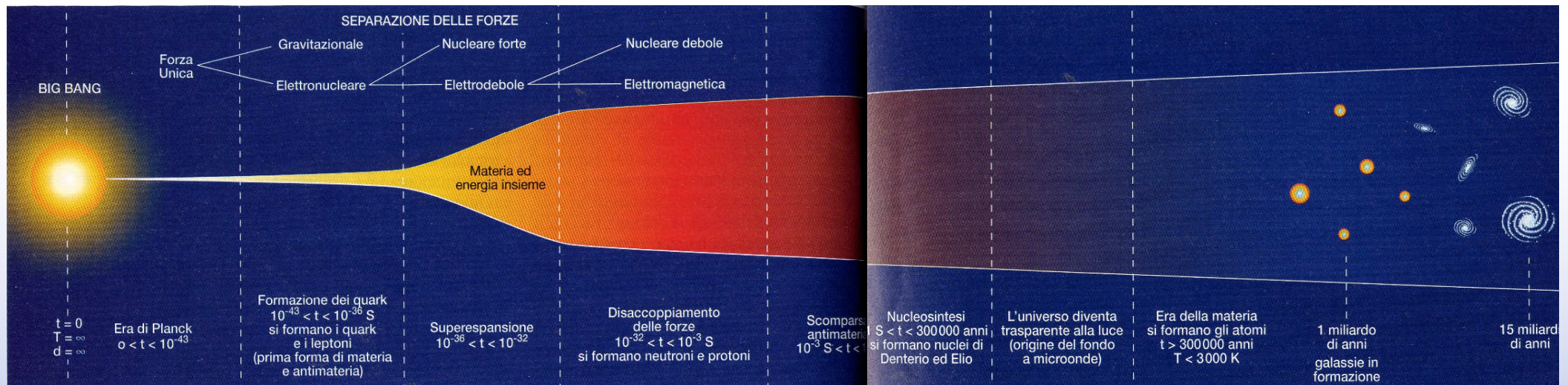
- descrivere i primi istanti di vita dell'universo
- dare risposte plausibili ai problemi sorti con le teorie precedenti
- descrivere il possibile futuro dell'universo



4. Ordine cosmico

La teoria dell'universo inflazionario

Se si osserva il grafico delle fasi iniziali dei processi che hanno dato origine all'universo secondo il modello inflazionario proposto da Guth e Linde, si può osservare come la tendenza, dopo il big Bang, sia quella di andare da uno stadio di ordine assoluto, in cui vi è un'unica forza, ad uno sempre più caotico, dove le forze sono state scomposte.



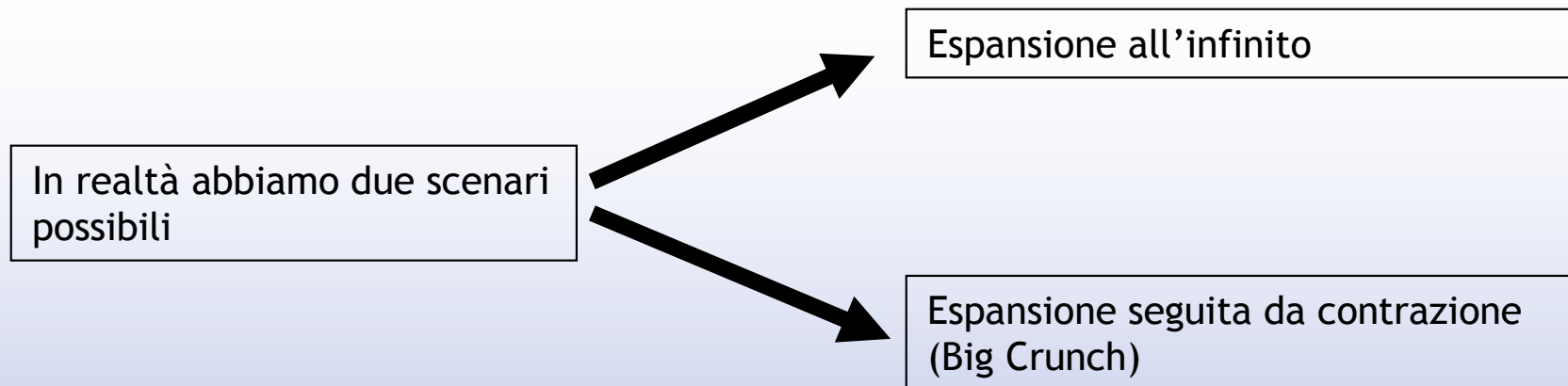
4. Ordine cosmico

Possibili scenari

Attualmente l'universo è in fase di espansione, sulla spinta dell'esplosione iniziale, ma è anche soggetto all'azione della forza di gravità originata dall'enorme massa presente.

In base alla massa dell'universo e alla sua densità si può determinare quale sarà il possibile futuro.

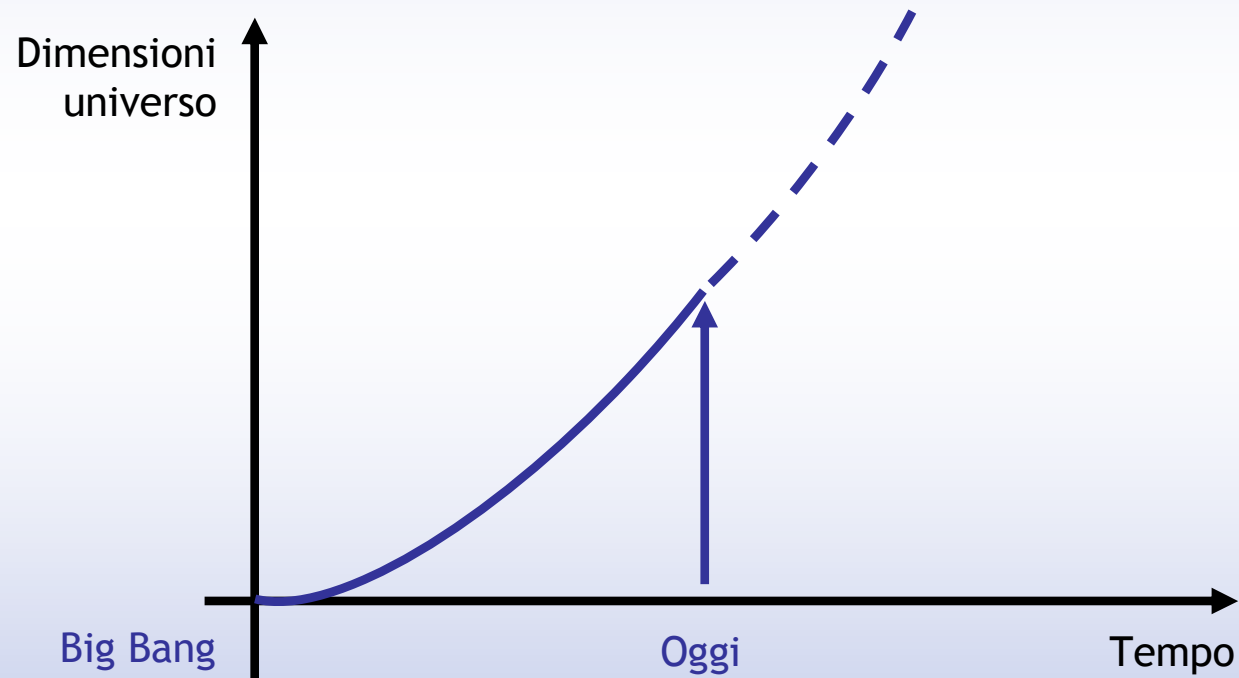
- Se la massa è minore, l'espansione continuerà all'infinito.
- Se la massa è superiore ad un certo limite, le forze gravitazionali prevarranno, e l'espansione sarà seguita prima o poi dalla contrazione.



4. Ordine cosmico

Possibili scenari

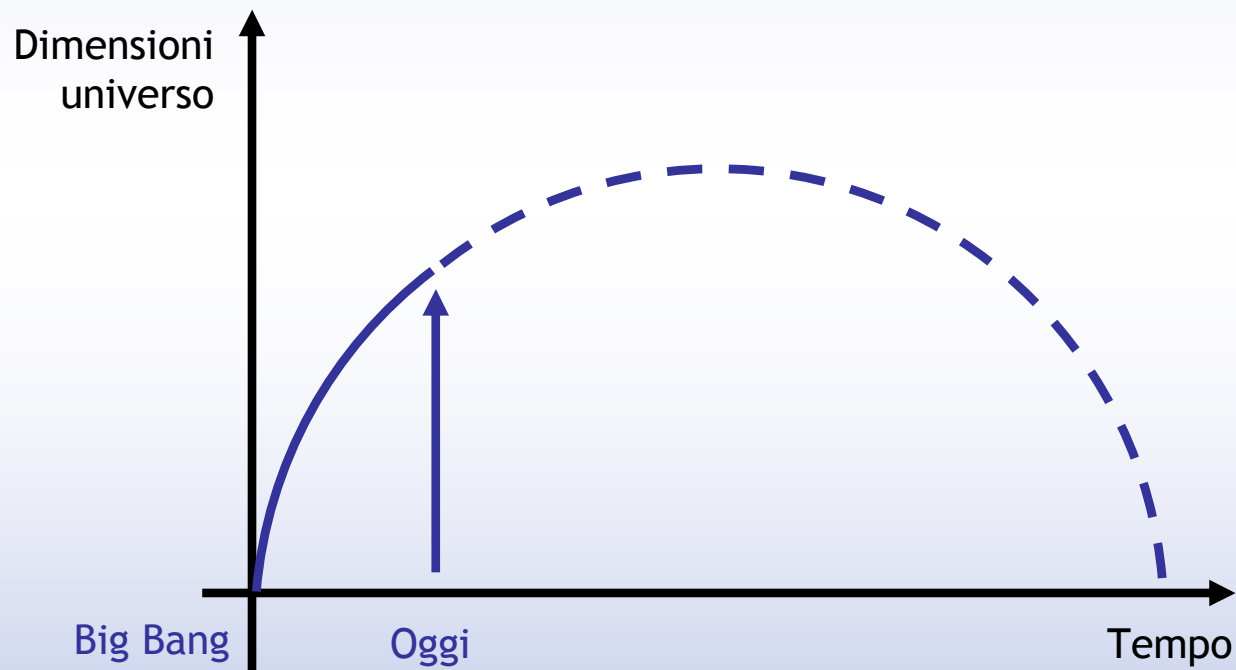
Espansione all'infinito



4. Ordine cosmico

Possibili scenari

Espansione seguita da
contrazione (Big Crunch)



4. Ordine cosmico

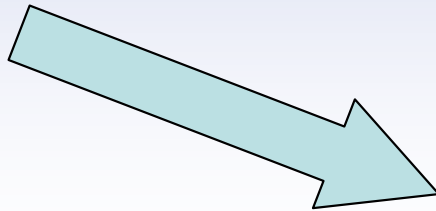
Possibili scenari

Fino a poco tempo fa si riteneva che la massa fosse inferiore a quella critica, e che dunque l'espansione sarebbe continuata all'infinito.

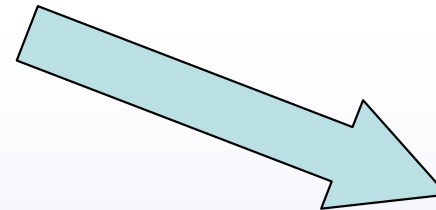
La questione però è stata rivista in base alla possibile esistenza della materia oscura. Includendo la massa ancora non conosciuta, lo scenario potrebbe cambiare totalmente.

Amo l'ordine perché, in quanto esiste, mi permette di infrangerlo (Luciano De Crescenzo)

KAOS



KOSMOS



KAOS

*Bisogna avere in sé il caos per partorire una stella che danzi...
(Friedrich Nietzsche)*

Bibliografia:

- ✚ CAFORIO-FERILLI, “Nuova Physica 2000”, Le Monnier, 2006, Vol. 2
- ✚ CALDIROLA-CASATI-TEALDI, “Corso di fisica”, Ghisetti e Corvi Editori, 1988, Vol. 2
- ✚ P. ATKINS, “Il dito di Galileo”, Raffaello Cortina Editore, 2004
- ✚ E. BELLONE, “Caos e armonia”, Utet Libreria, 1990
- ✚ D. RUELE, “Caso e caos”, Bollati Boringheri Editore, 1991
- ✚ J. GLEICK, “Caos, la nascita di una nuova scienza”, Bibl. Scientifica Sansoni, 1996
- ✚ L. DE CRESCENZO, “Ordine e Disordine”, Arnoldo Mondadori Editore, 1996
- ✚ CRIPPA-FIORANI, “Geografia generale”, Arnoldo Mondadori Scuola, 2006

Immagini dal Web:

- <http://web.uniud.it/fasf/scidnaweb/images/alveare1.jpg>
- http://www.faden.it/photo_gallery/abiti/0011a_affumicato_gottardo_suisse.jpg
- <http://www.publinter.com/fiocco.jpg>
- <http://www.fassanews.com/foto/1024/ramocristallizzato.jpg>
- http://www.chromasia.com/images/chaos_theory_2_b.jpg
- <http://www.grandeviabilitatrieste.it/Modules/ContentManagment/Uploaded/CMIItemAttachments/L'intricato%20svincolo.JPG>
- http://it.geocities.com/altratecnicabis/Risorse/strade_ago2006.jpg
- <http://www.designity.net/foto/valle-primiero/sottobosco-neve.jpg>
- http://www.sahara.it/bm/saharaThree/moxiepix/b6_946.jpg
- <http://www.cadoge.it/photogallery/mappa.JPG>
- http://www.obromley.co.uk/web/concept/image_files/star_fort_pianta_it.jpg
- <http://www.ambmuggia.it/forum/uploads/post-180-1163507541.jpg>
- Foto da Satellite Hubble (Nebulosa)