



# Il cosmo visto da...

**Lorenzo Massimi**  
LICEO SCIENTIFICO VITO VOLTERRA  
Via Acqua Acetosa 8/A  
Ciampino (Roma)



UNIVERSITA' degli STUDI di ROMA  
TOR VERGATA





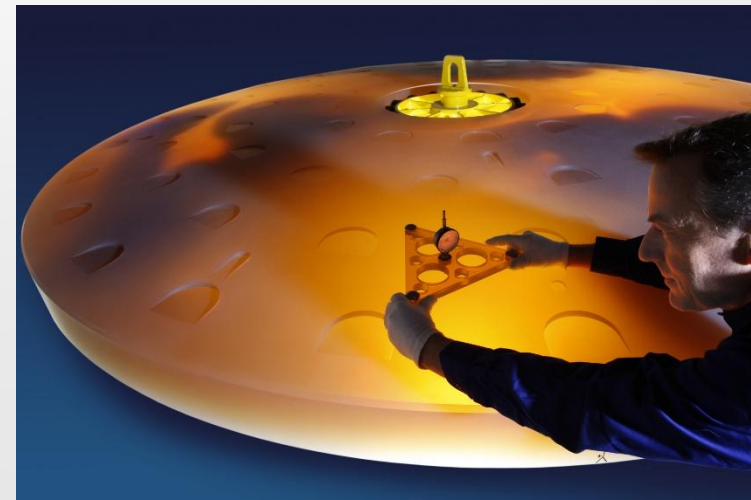
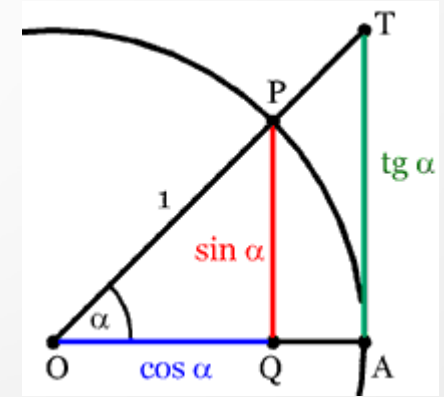
UNIVERSITA' degli STUDI di ROMA  
TOR VERGATA

# Introduzione



Stage estivo ed invernale  
Materiali per l'astrofisica sperimentale

Si ringraziano il Liceo Volterra, L'Università Tor Vergata ed in particolare Dott. Fabio Giannattasio, Dott. Luca Giovannelli, Dott. Roberto Piazzesi e il coordinatore Prof. Francesco Berilli



## *Astrofisica Sperimentale*

di *Lorenzo Massimi*

### DA GALILEO GALILEI A JAMES WEBB

Il presente contributo, elaborato dallo **studente Lorenzo Massimi** del Liceo Scientifico "V. Volterra" di Ciampino (RM), è connesso alle attività scientifiche e laboratoriali svolte durante lo **"Stage a Tor Vergata"** - promosso dal MIUR (Direzione Generale per gli ordinamenti scolastici e per l'autonomia scolastica) e tenuto presso il Dipartimento di Fisica dell'Università degli Studi di Roma Tor Vergata in due fasi:

Stage Estivo dal 24 al 28 Giugno 2013;

Stage Invernale dal 4 al 7 febbraio 2014

Le attività didattiche previste nel Programma dello Stage sono state realizzate in tre gruppi di ricerca, guidati da docenti dell'Università di Roma Tor Vergata

### *I responsabili delle attività laboratoriali del Modulo "Materiali per l'Astrofisica Sperimentale"*

Prof. Francesco Berrilli



Dott. Dario Del Moro



Dott. Roberto Piazzesi



Dott. Luca Giovannelli



### *Il Direttore degli "Stage a Tor Vergata"*

Prof. Nicola Vittorio



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI ROMA  
DIPARTIMENTO DI FISICA



# TESINA PER L'ESAME DI STATO A.S. 2013/2014

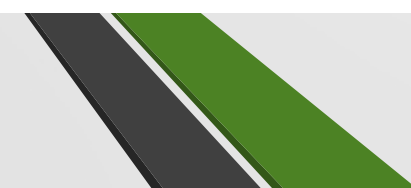
di *Lorenzo Massimi*

Il presente contributo, elaborato dallo **studente Lorenzo Massimi** del Liceo Scientifico “V. Volterra” di Ciampino (RM), è connesso alle attività scientifiche e laboratoriali svolte durante lo “**Stage a Tor Vergata**” - promosso dal MIUR (Direzione Generale per gli ordinamenti scolastici e per l'autonomia scolastica) e tenuto presso il Dipartimento di Fisica dell'Università degli Studi di Roma Tor Vergata in due fasi:

Stage Estivo dal 24 al 28 Giugno 2013;

Stage Invernale dal 4 al 7 febbraio 2014

Le attività didattiche previste nel Programma dello Stage sono state realizzate in tre gruppi di ricerca, guidati da docenti dell'Università di Roma Tor Vergata



Italiano

Dante

**L'universo dantesco**

Il cosmo del Sommo poeta

Storia dell'arte

Chesley Bonestell

**Bonestell: tra realtà e  
immaginazione**

Le «visioni astronomiche» di Chesley Bonestell

**Il cosmo  
visto da...**

Storia

USA e URSS

**La corsa allo spazio**

Lo scontro tra le due superpotenze

Inglese

Burke

**The cosmos as a source of sublime**

How Burke could have analyzed the cosmos

Latino

Lucrezio

**L'universo di Lucrezio**

Il cosmo del "De rerum natura"

Fisica e  
Geografia Astronomica

Il telescopio

**Da Galileo a James Webb**

Nuovi problemi e soluzioni innovative

LUCRETIUS  
CARI  
DE RERUM NATURA  
LIBROS SEX  
INTERPRETATIONE ET NOTIS  
MICHAEL FATUS  
Bacc. Theol. & Pauper Eccl. de Patavino  
IUSSU CHRISTIANISSIMI  
R. C. S. S. S.  
IN USU  
D. E. S. S. S.

EMUN BURKE  
A Philosophical Enquiry  
into the Origin  
of the Sublime and Beautiful



Fisica e  
Geografia Astronomica

**Il telescopio**

**Da Galileo a James Webb**  
Nuovi problemi e soluzioni innovative

Latino

**Lucrezio**

**L'universo di Lucrezio**  
Il cosmo del "De rerum natura"

Italiano

**Dante**

**L'universo dantesco**  
Il cosmo del Sommo poeta

Storia

**USA e URSS**

**La corsa allo spazio**  
Lo scontro tra le due superpotenze

Storia dell'arte

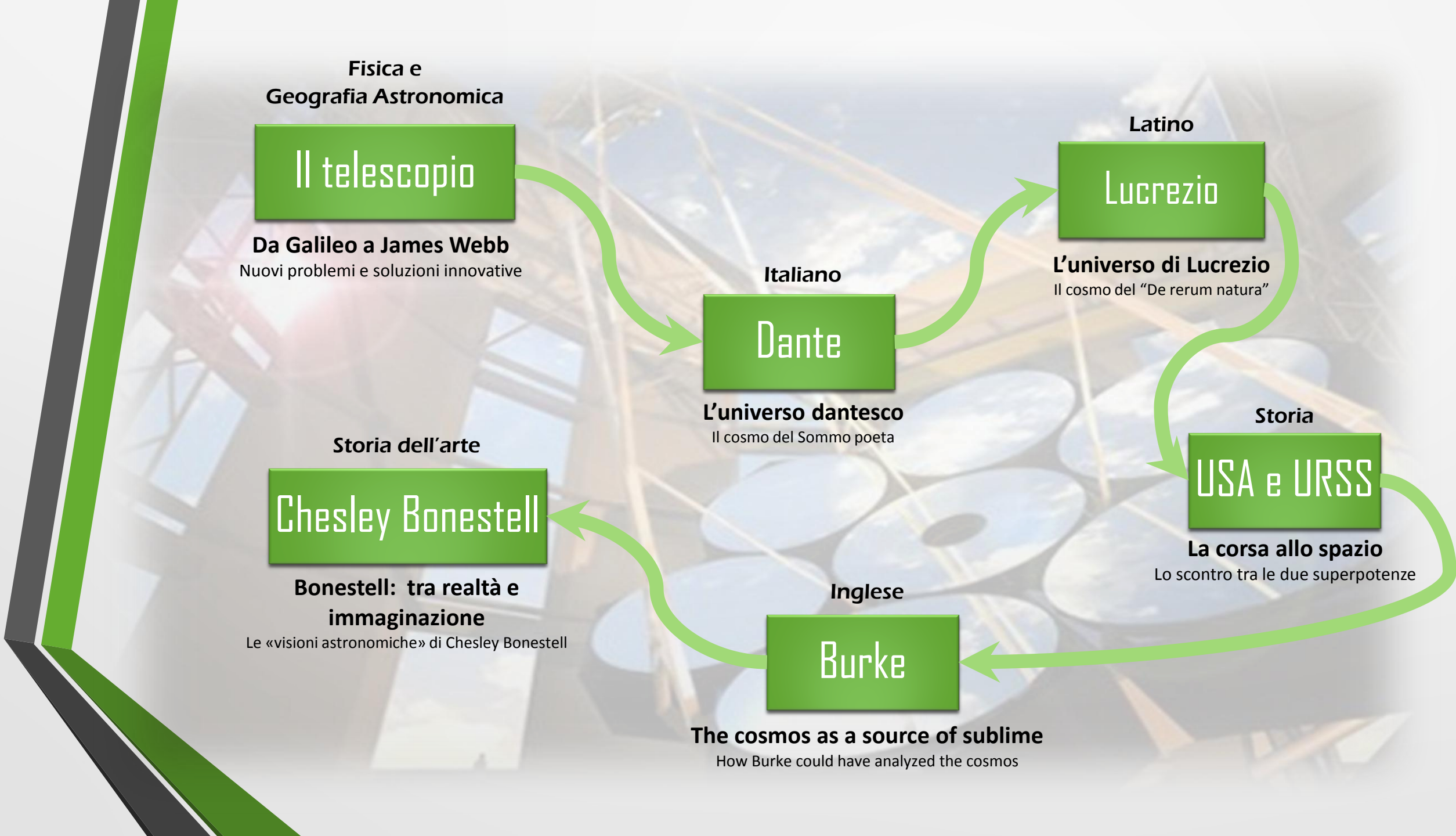
**Chesley Bonestell**

**Bonestell: tra realtà e  
immaginazione**  
Le «visioni astronomiche» di Chesley Bonestell

Inglese

**Burke**

**The cosmos as a source of sublime**  
How Burke could have analyzed the cosmos





Fisica e Astronomia

# Da Galileo Galilei a James Webb

Nuovi Problemi e soluzioni innovative

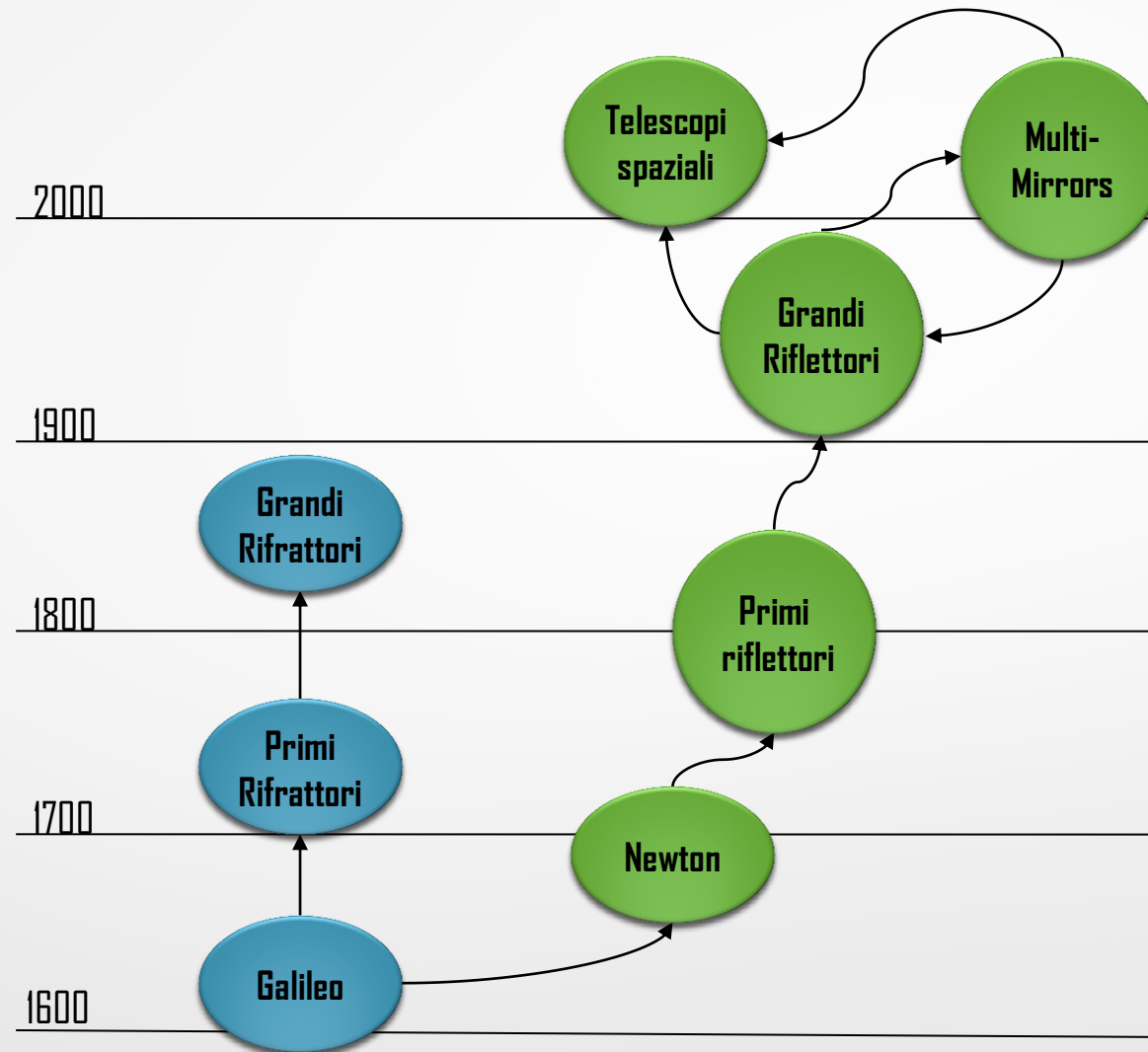
**Lorenzo Massimi**

LICEO SCIENTIFICO VITO VOLTERRA

Via Acqua Acetosa 8/A

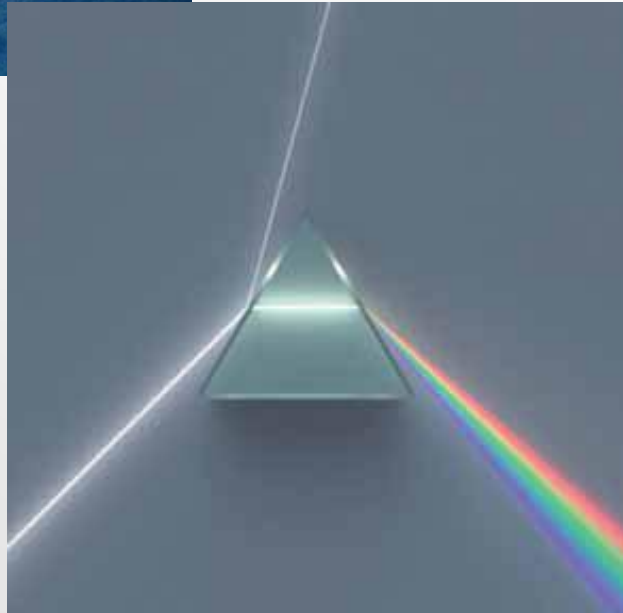
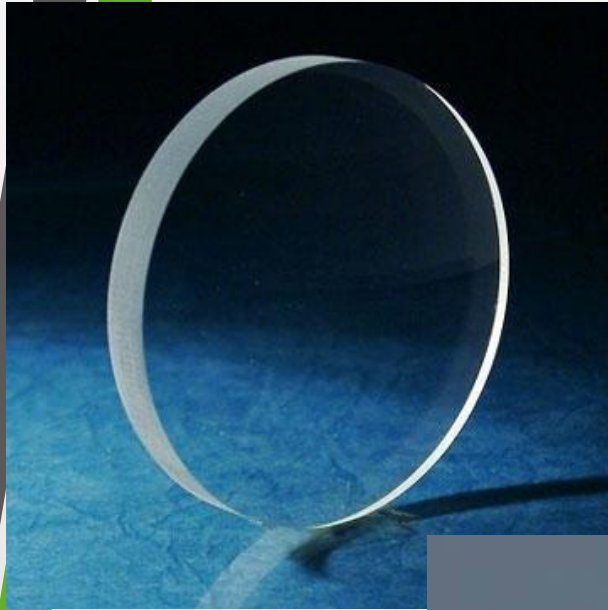
Ciampino (Roma)

# La storia del Telescopio.





# I primi telescopi a rifrazione



Si basano sul fenomeno della  
**Rifrazione**

Sistema  
«**diottrico**»

- Sistema in cui si utilizzano **solo lenti**

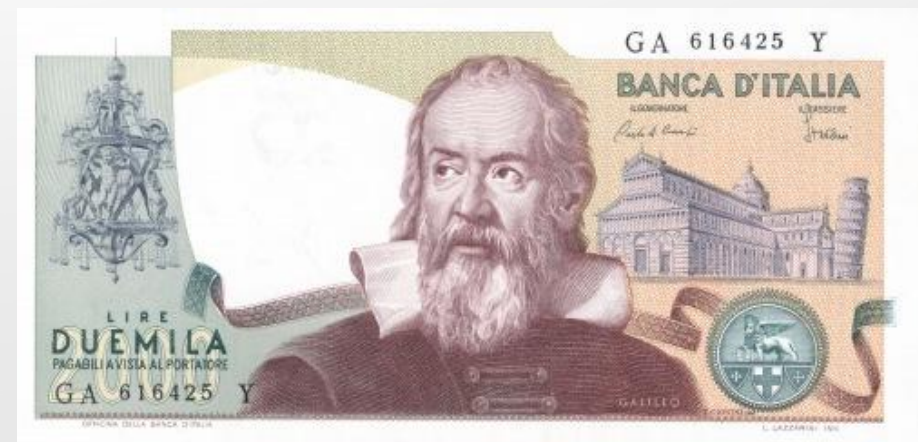
# Il telescopio di Galileo



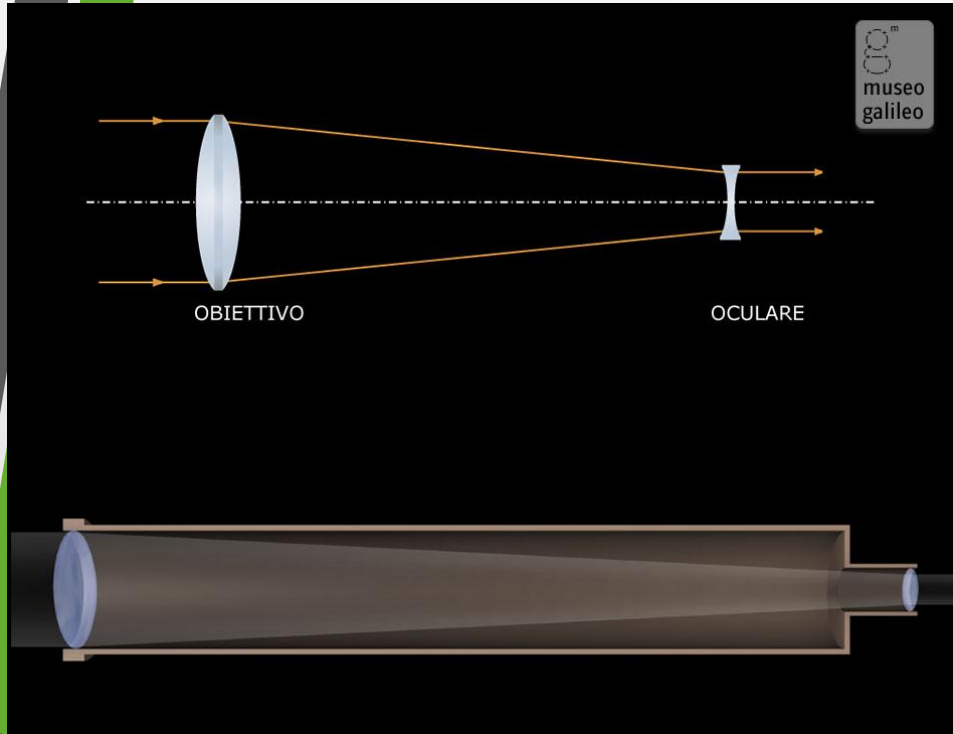
L'influenza di Hans Lippershey (1607)

Con Galileo il cannocchiale usato  
**scientificamente** per **osservare il cielo**

1611-Giovanni Demisiani di Cefalonia: il  
**cannocchiale astronomico** diventa **telescopio**



# Il telescopio di Galileo – Il funzionamento



1610: Nel **Sidereus Nuncius** la struttura del telescopio:

- Una lente concava (oculare) ed una convessa (obiettivo)
- Distanza tra le lenti pari alla differenza tra le focali
- Ottiene 3x (1609) poi 21x (1610) quindi 30x

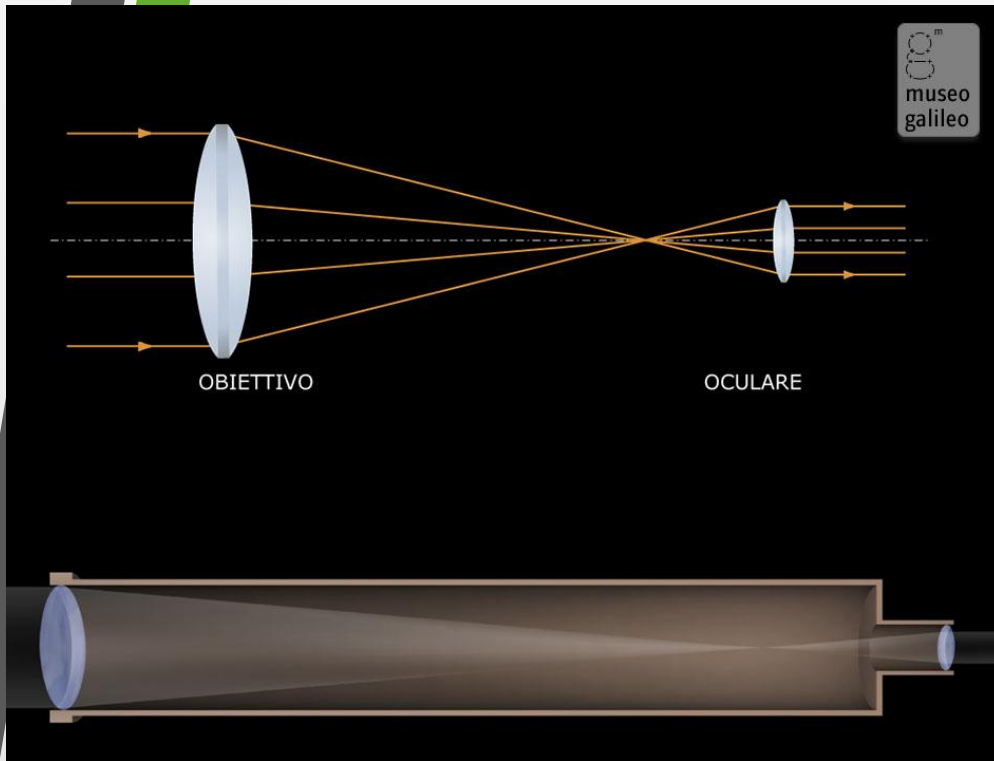
PROBLEMI:

Campo di vista piccolo

Illuminazione non uniforme

Impossibilità di usare micrometro

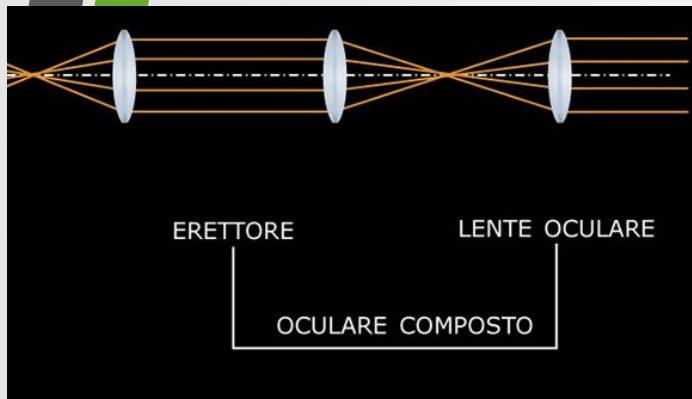
# Il telescopio di Keplero



museo  
galileo

OBIETTIVO

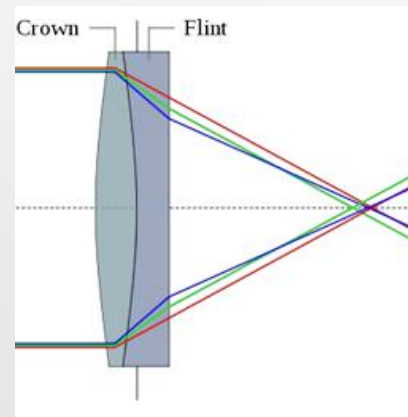
OCULARE



ERETTORE

LENTE OCULARE

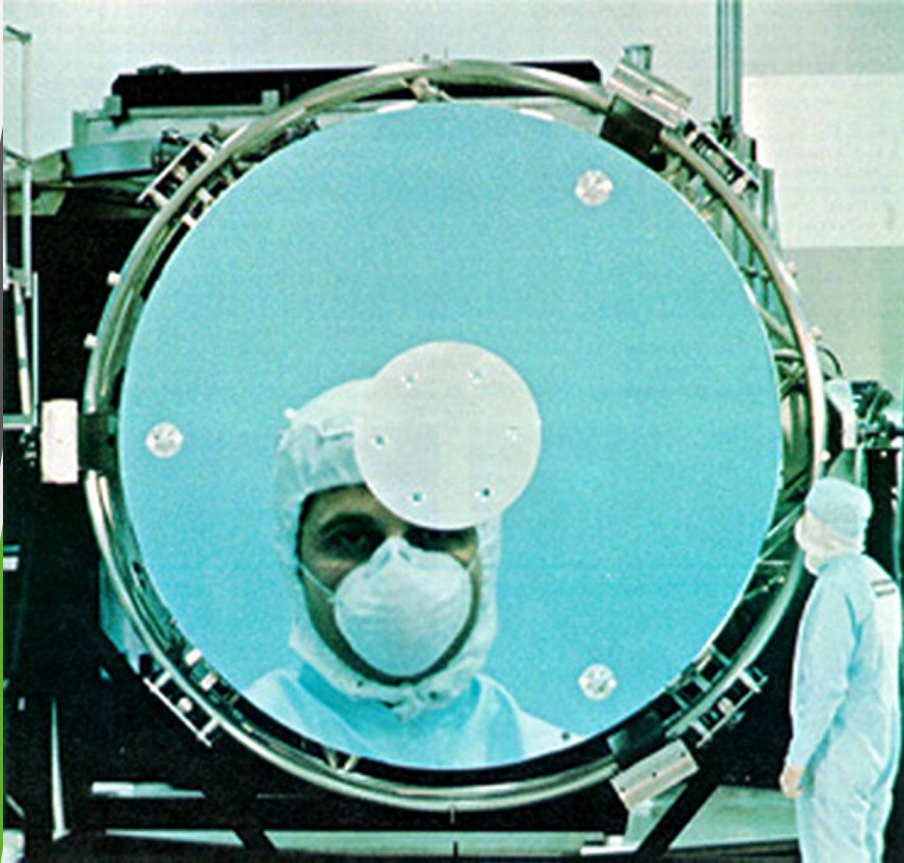
OCULARE COMPOSTO



1611: In «Dioptrice» Keplero describe il suo rifrattore

- 2 lenti **convesse** a distanza pari alla somma delle focali
  - **Vantaggi:** Campo di vista più ampio, illuminazione più uniforme, possibilità di usare il micrometro
  - **Svantaggi:** Campo di vista invertito (no erettore), aberrazione cromatica ingestibile (no doppietto acromatico)

# Il telescopio a riflessione



Si basano  
sulla  
**Riflessione**

- Sistemi cataottrici (solo specchi) o catadiottrici (specchi e lenti)

1640: Niccolò Zucchi in **Optica Philosophia** presenta i risultati ottenuti osservando il cielo con uno specchio

# Soluzioni e nuovi problemi

## Soluzioni

Risolve  
aberrazione  
cromatica

Più facile da  
lavorare

## Nuovi problemi

Coma

Specchio  
Iperbolico

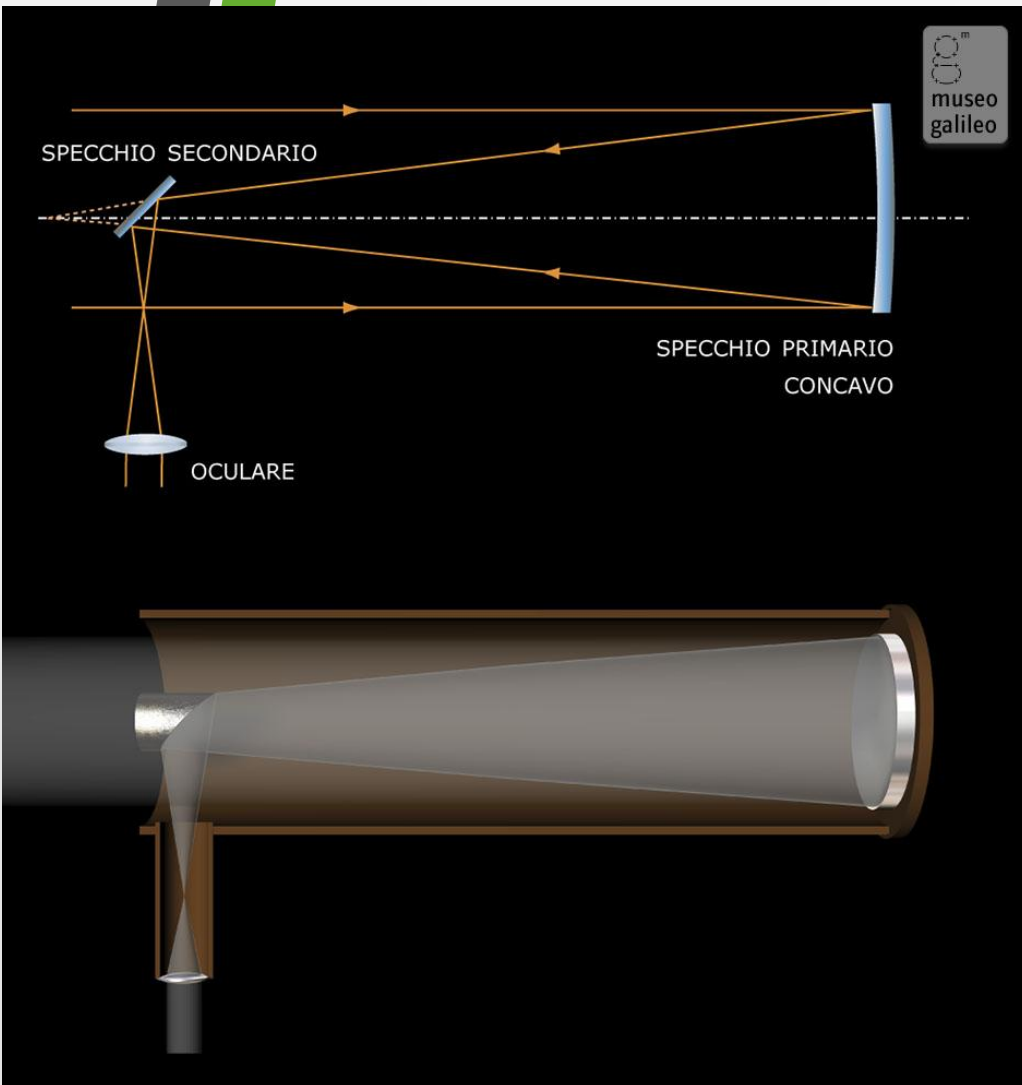
Aberrazione  
sferica

Specchio  
Parabolico

Astigmatismo

Lenti  
Correttive

# Il telescopio newtoniano



1668: Newton realizza una prima versione

1671: Seconda versione per Henry Oldenburg (Royal society)

Struttura:

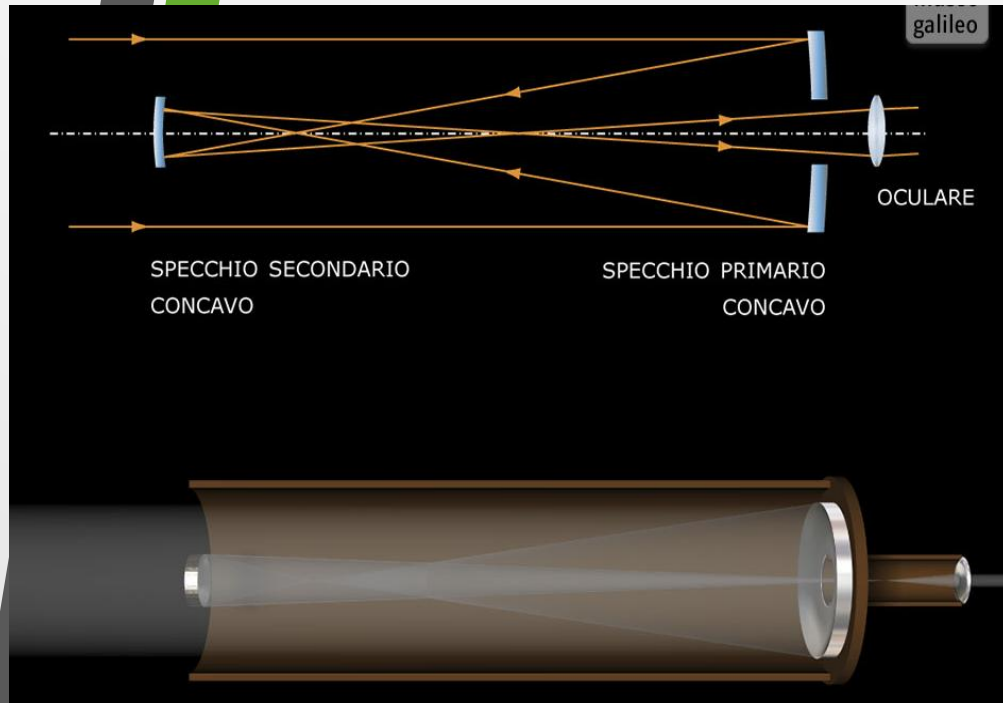
- 2 specchi uno **concavo** ed uno **piano**, a  $45^\circ$
- Oculare posto **lateralmente**

Grosse critiche:

- Speculum metallici difficili da rifinire e **poco durevoli**, forma parabolica imperfetta
- 30x come Galileo

1704: Nell'opera «**Optics**» Newton propone nuove soluzioni tecniche (argento drogato, vetro...) ma scarsi miglioramenti

# Il telescopio gregoriano



1663: in «Optica Promota» James Gregory descrive il suo telescopio (non realizzato)

Struttura:

- 2 specchi uno **concavo parabolico** sezionato ed uno piano
- Secondario ad una distanza superiore alla somma delle focali, **oculare dietro lo strumento**

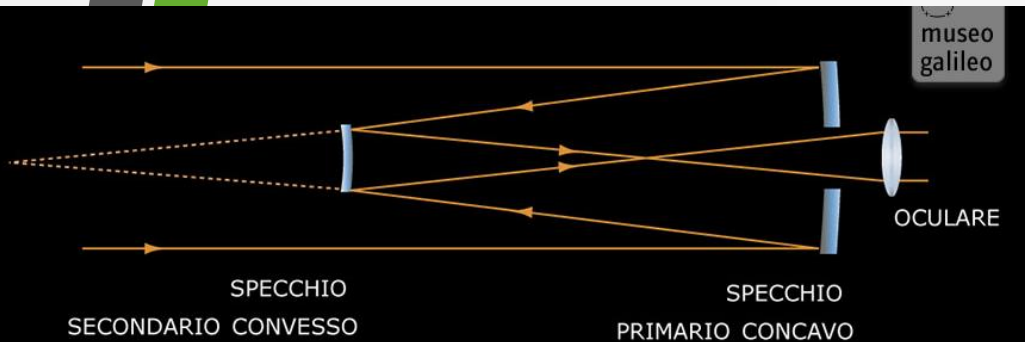
Immagini diritte senza erettore, buono per osservazioni terrestri

Utilizzato fino al XVIII secolo (James Short)





# Il telescopio Cassegrain



1672: H. De Bercè (Accademie di Parigi) invia reclamo alla Royal Society con schema

## Struttura:

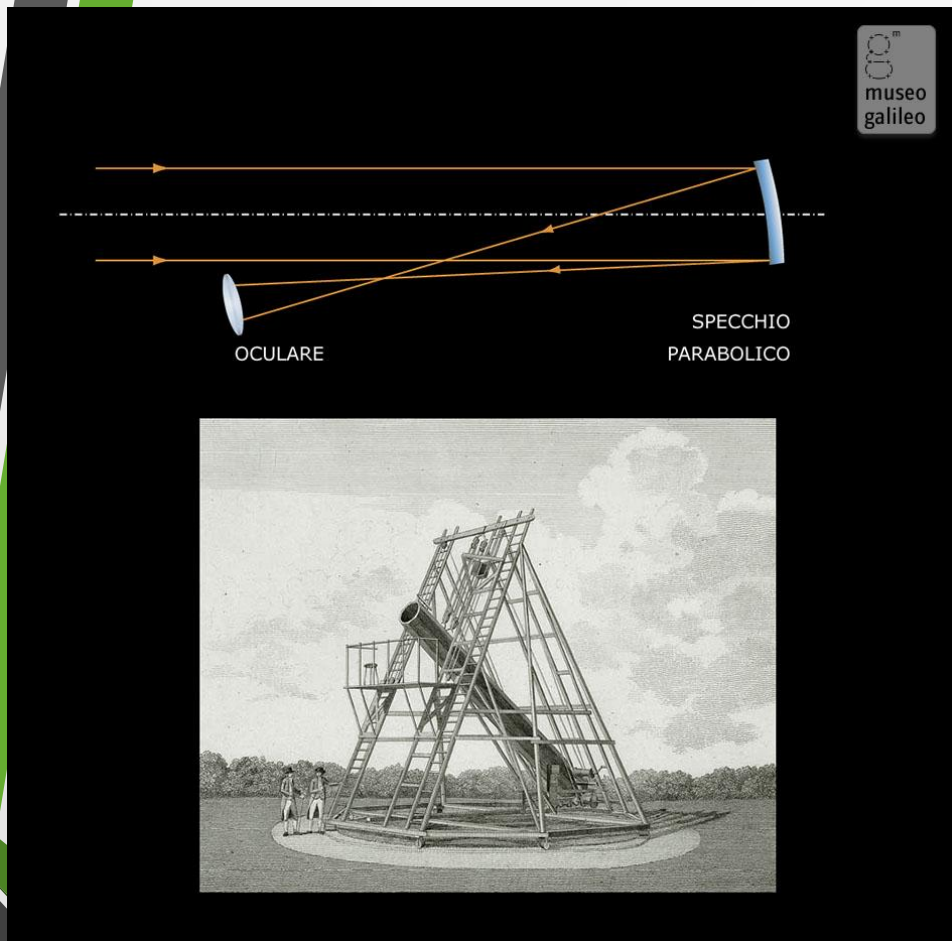
- 2 specchi, **parabolico** sezionato ed **iperbolico**
- Il secondario allunga la focale reale (tubi **compatti** e buoni **ingrandimenti**)

Polemica con Newton che critica le difficoltà di lavorazione e le numerose aberrazioni

Configurazione Cassegrain diffusa ancora oggi per la focale allungata



# Il telescopio herscheliano



1795: Articolo di Herschel su «Philosophical Transactions»

Per risolvere il problema della poca riflettanza (60% max)  
elimina il secondario

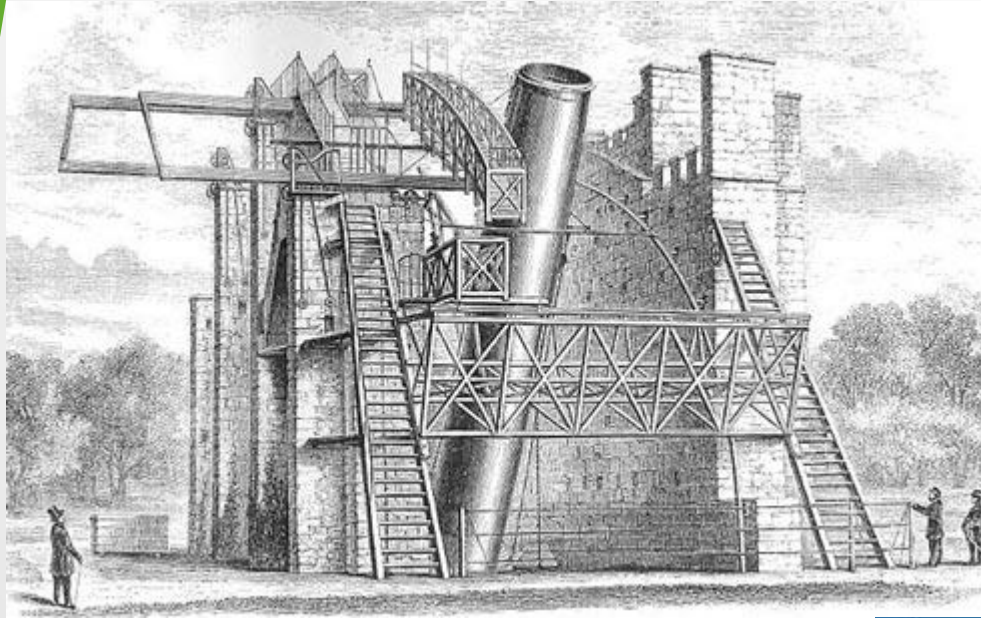
Struttura:

- **Uno specchio parabolico inclinato**

Herschel realizza vari telescopi enormi per l'epoca  
(specchi di oltre 1 metro e tubi di varie decine)

# I grandi telescopi

Le configurazioni ottiche **non si evolvono più**, lo sviluppo è di ordine tecnico, si vogliono «**grandi telescopi**»



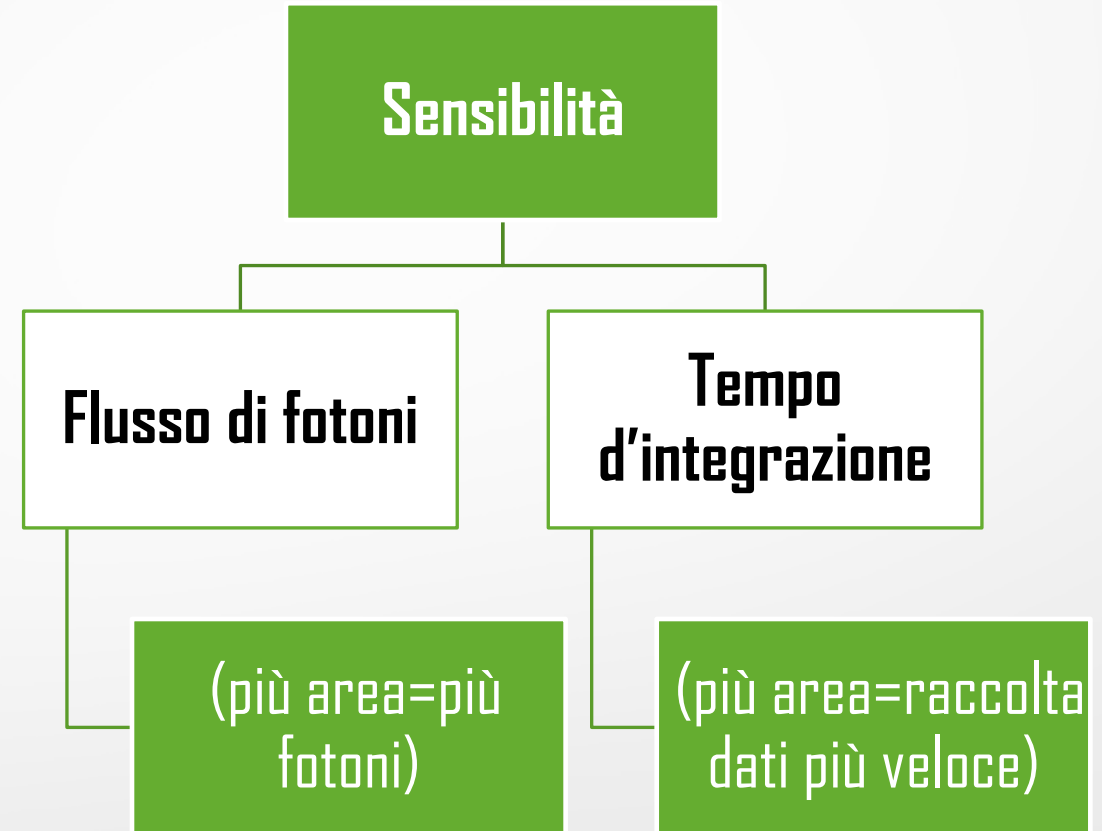
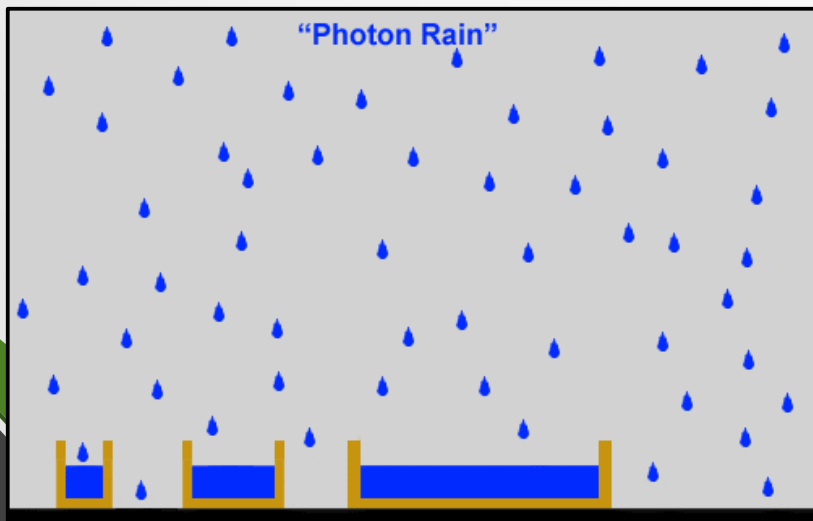
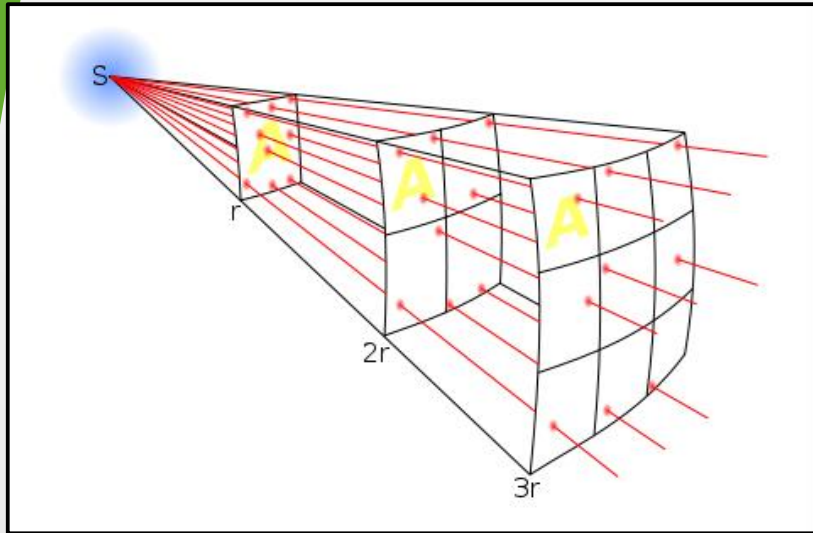
Le più grandi menti ed i più grandi artigiani lavorano su **tecniche di produzione e materiale di costruzione innovativi**

- Newton, Hadley, Bradley, Molineaux...
- Scarlett, Hearne, Huskebee...



# Il «perché» dei grandi telescopi

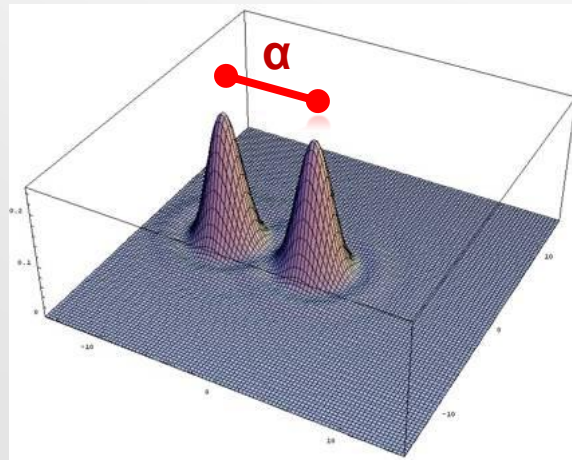
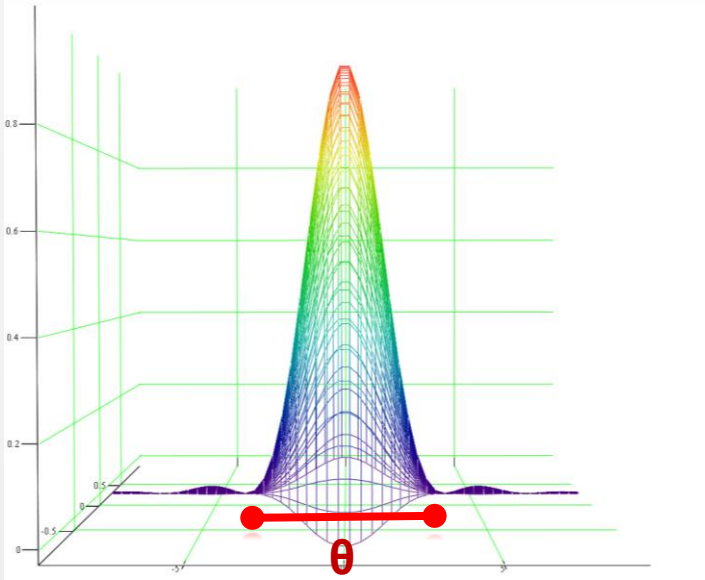
Per ottenere maggiore «**potere di penetrazione nello spazio**» (Herschel)



$$t = k \text{---}$$

# Il «perché» dei grandi telescopi

Per separare sorgenti di luce **molto vicine**



## Diffrazione

### Point Spread Function (PSF)

- funzione «di airy»

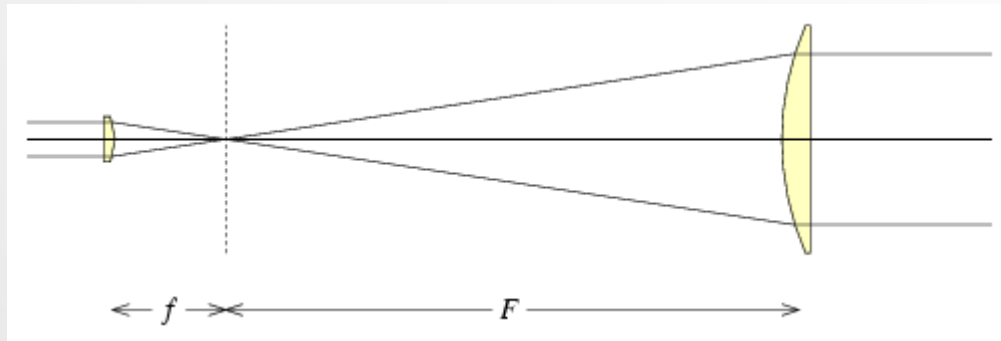
### Risoluzione e limite di diffrazione

### Criterio «di Rayleigh»

$$\alpha > \theta = 1,22 -$$

# Il «perché» dei grandi telescopi

Per ingrandire **oggetti lontani e piccoli**



$f$  = focale oculare  
 $F$  = focale obiettivo

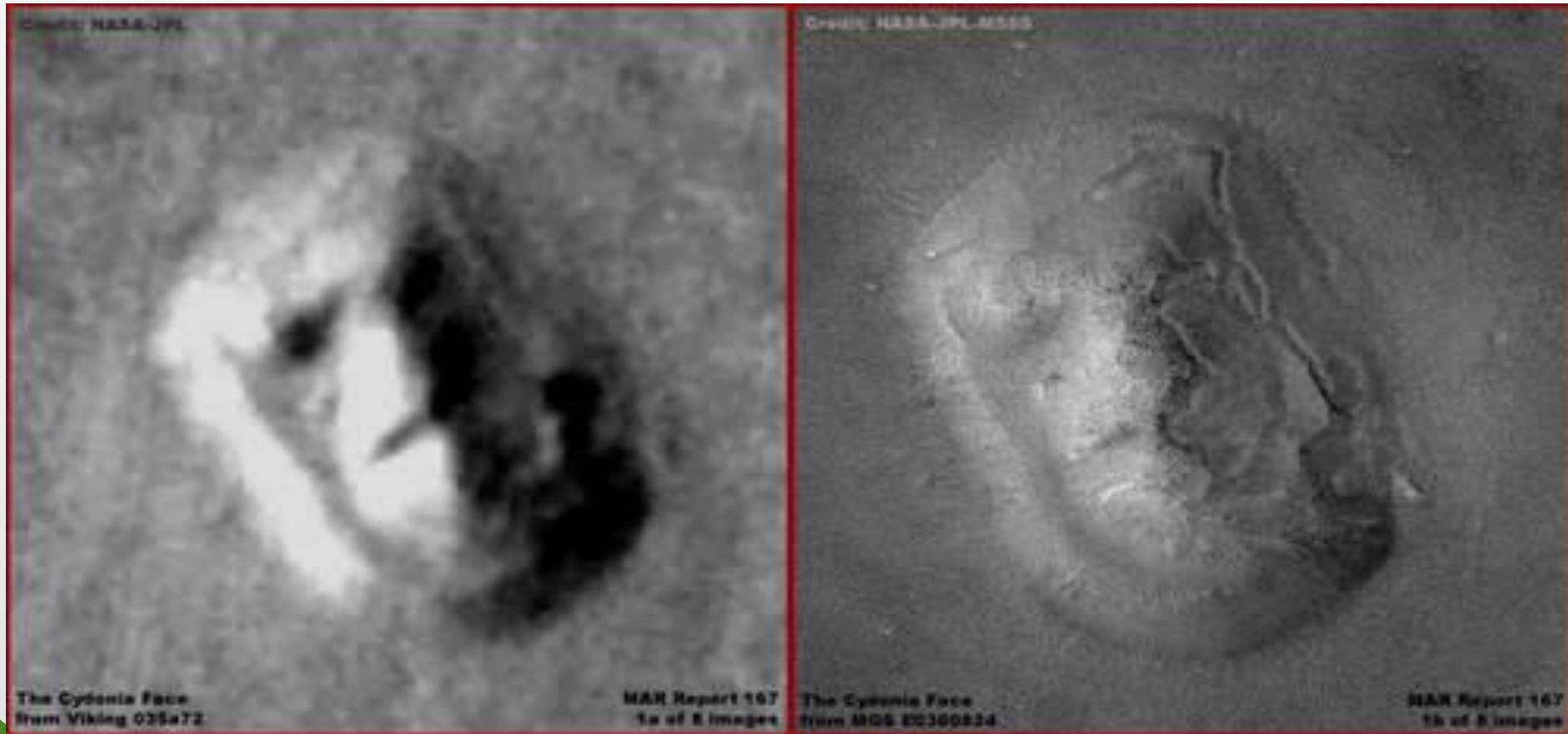
L'ingrandimento dipende dalle focali delle lenti di oculare ed obiettivo

$$M = I = \frac{F}{f}$$

Con l'aggiunta di **lenti secondarie** si può allungare la focale ma bisogna risolvere **nuove aberrazioni**

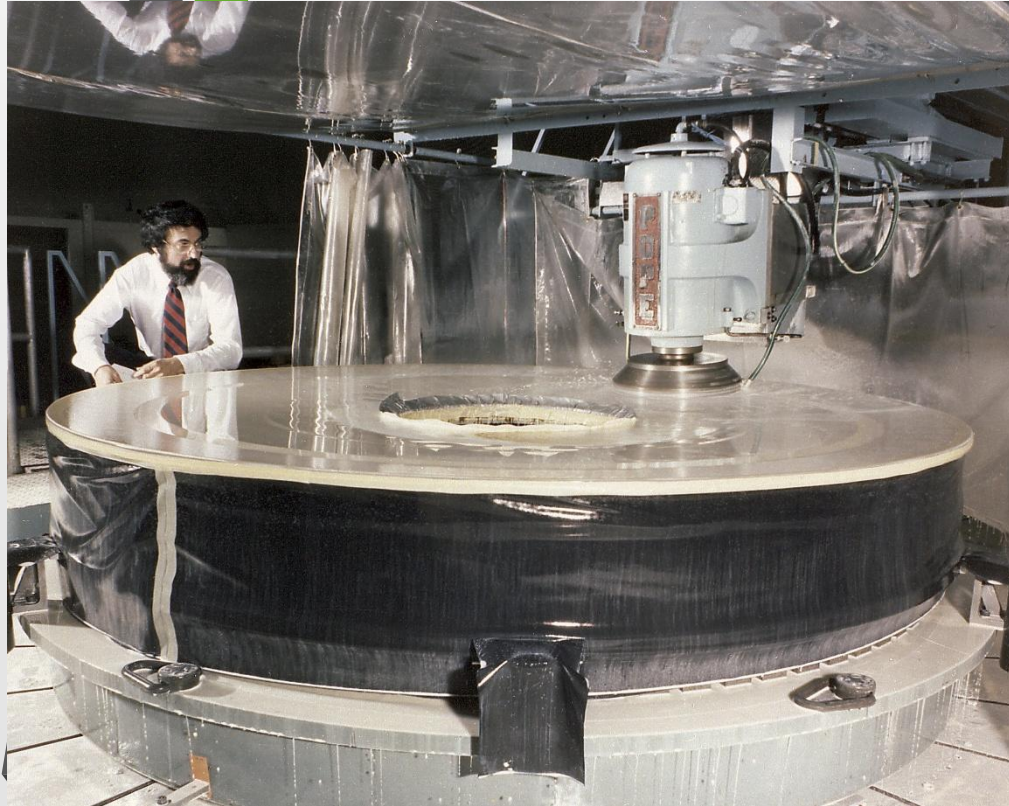
# Risoluzione Spaziale

Il limite di diffrazione **non può essere sconfitto**



# Aumentare la dimensione degli specchi

All'inizio grandi **specchi monolitici** (=in unico pezzo)



## Problemi:

**Difficoltà di lavorazione**

### **Specchi pesanti**

- Grandi carichi statici
- Specchi deformati dal loro stesso peso

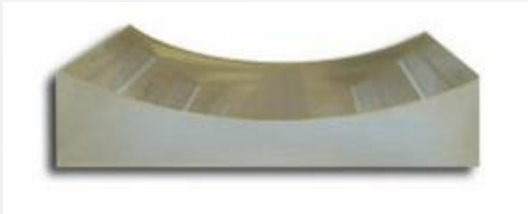
**Soluzione iniziale:**

**Specchi più spessi e rigidi**



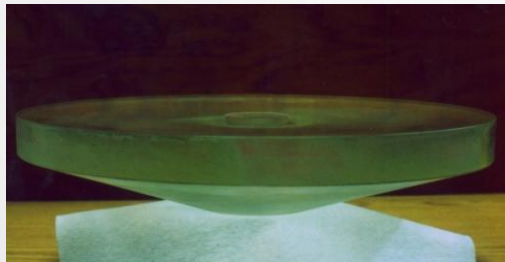
# Specchi

Tecnologie di realizzazione:



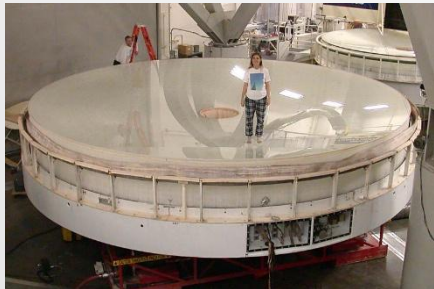
## FlatBack

- Lavorato solo sulla superficie posteriore.
- Più spesso e rigido



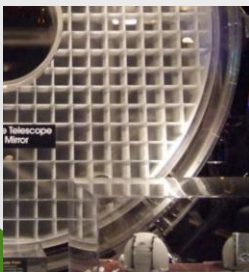
## Meniscus

- Lavorato su entrambe le superfici (anteriore e posteriore)
- Più sottile e deformabile



## Spuncast

- Specchio ottenuto dalla fusione di specchi esagonali più piccoli



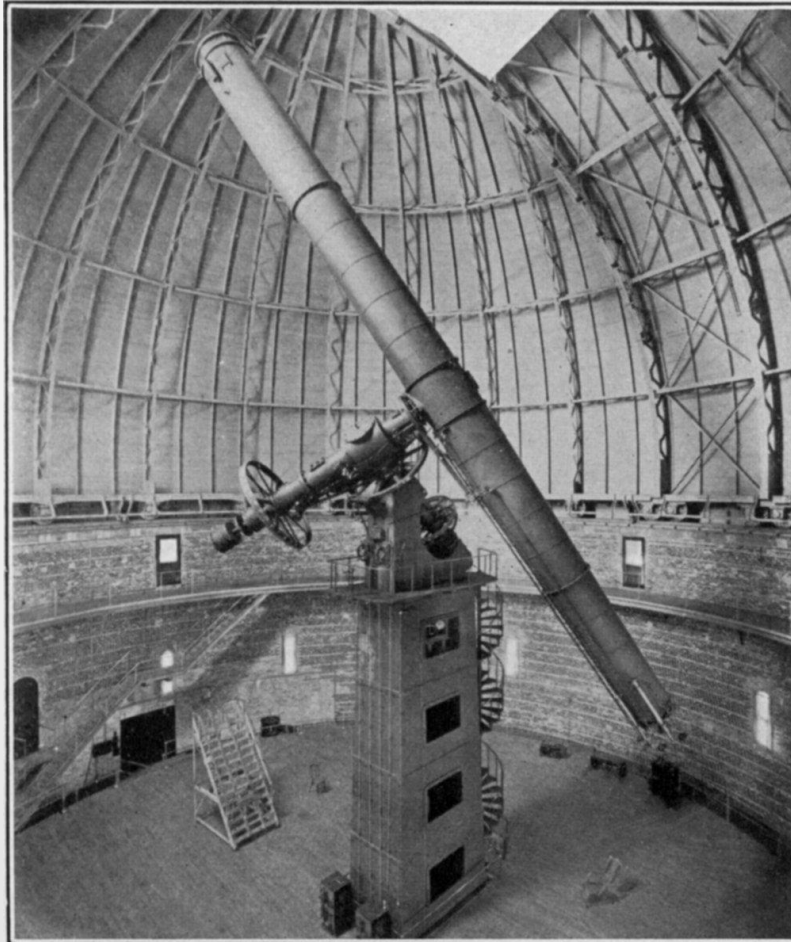
## Light-Weight

- Specchio con struttura interna vuota (honey-comb)

I limiti di queste tecnologie si rivelano nel '900:

# I «grandi telescopi» monolitici del passato

## Yerkes



Yerkes 40" Telescope

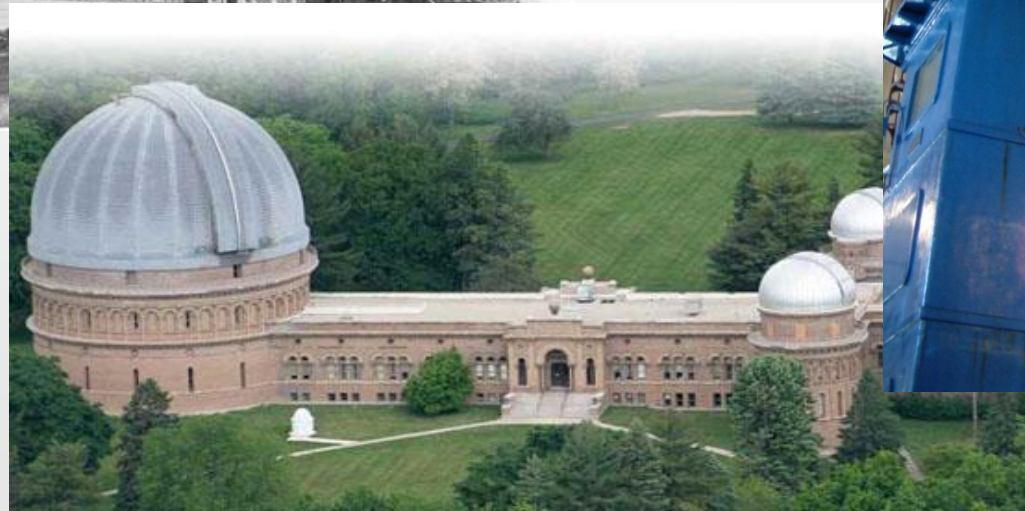
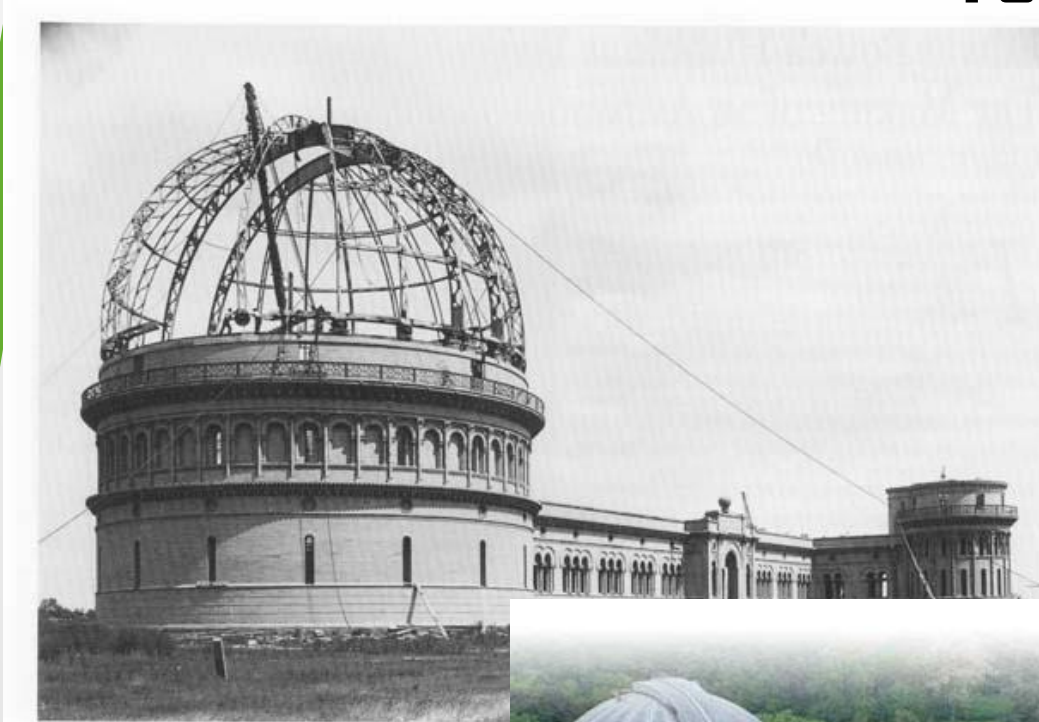
Williams Bay - Wisconsin (US)

Lente x 1.0m

1897

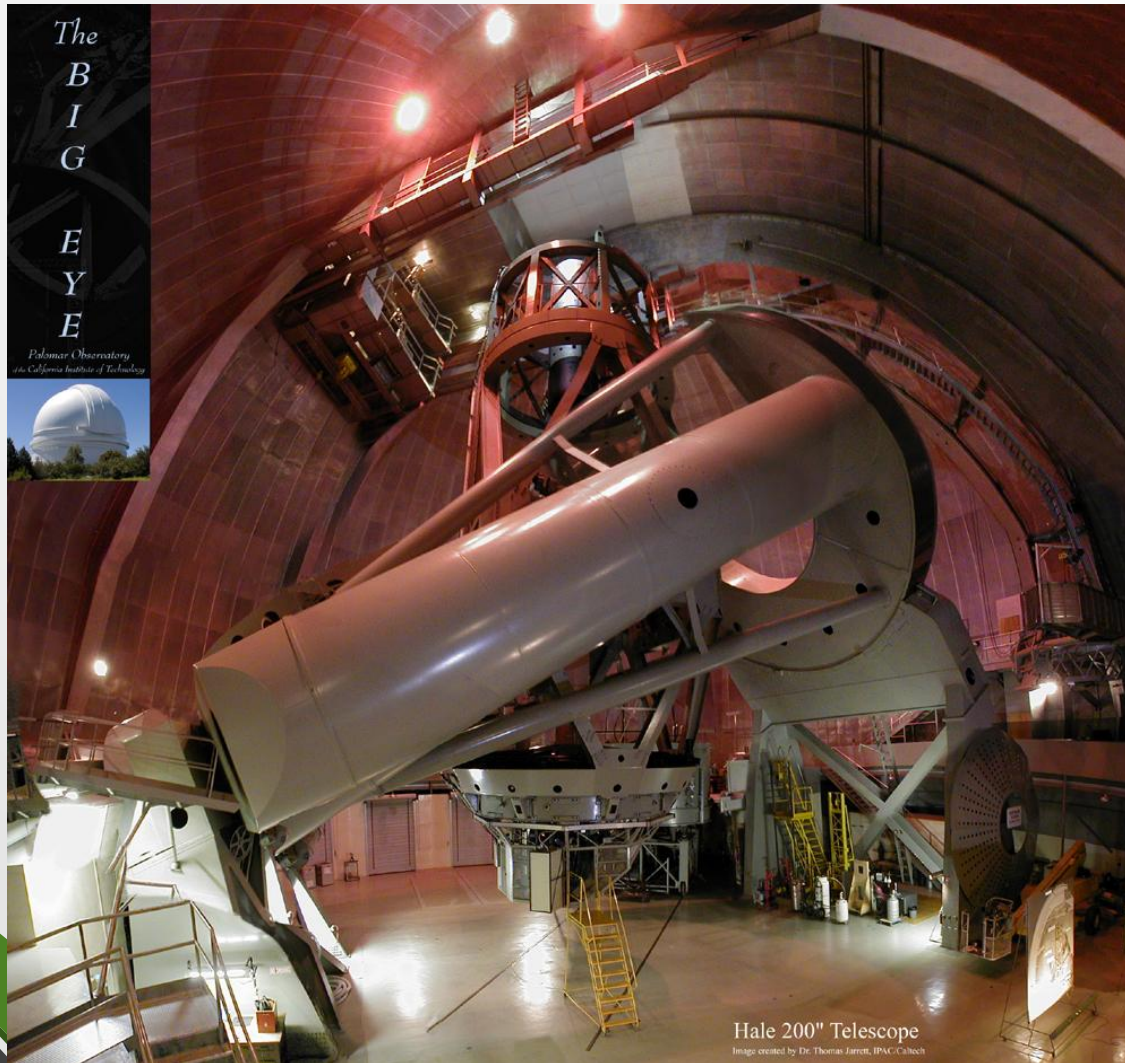
# I «grandi telescopi» monolitici del passato

## Yerkes



# I «grandi telescopi» monolitici del passato

## Hale



Hale Telescope

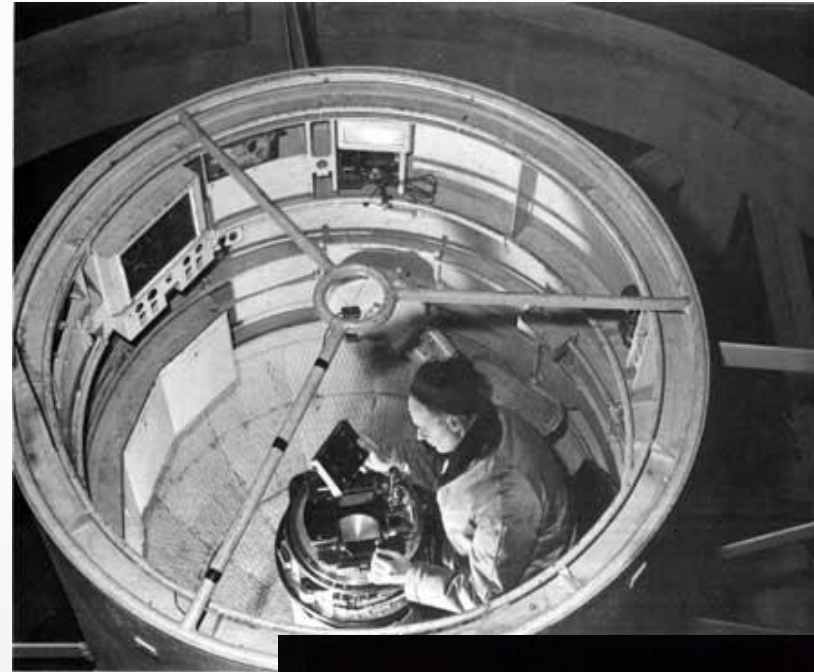
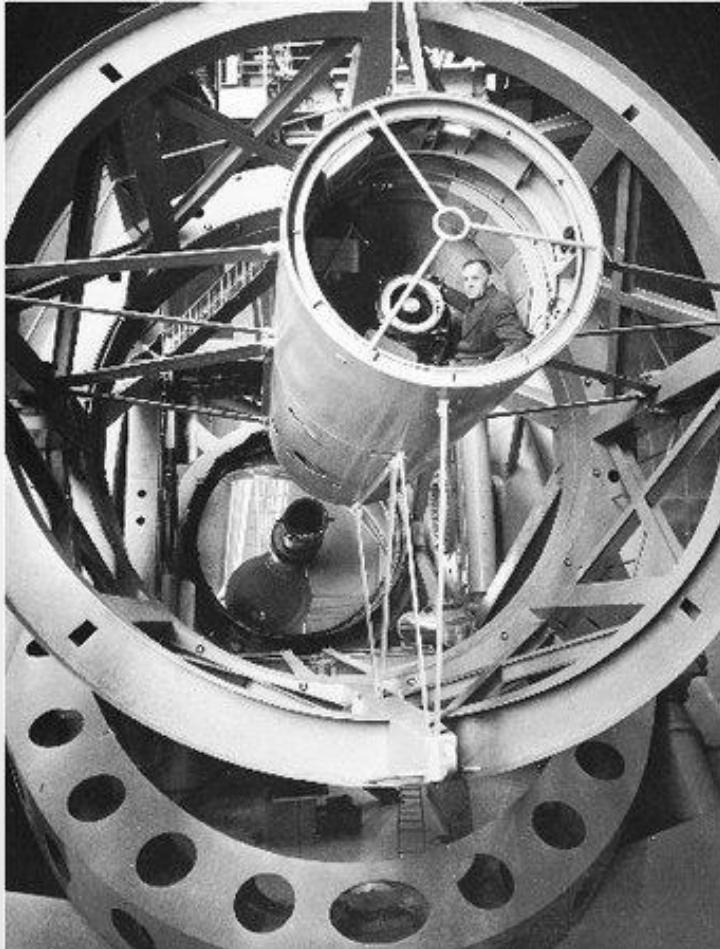
Mt Palomar - California (US)

Specchio 5.0m in pirex.

1948

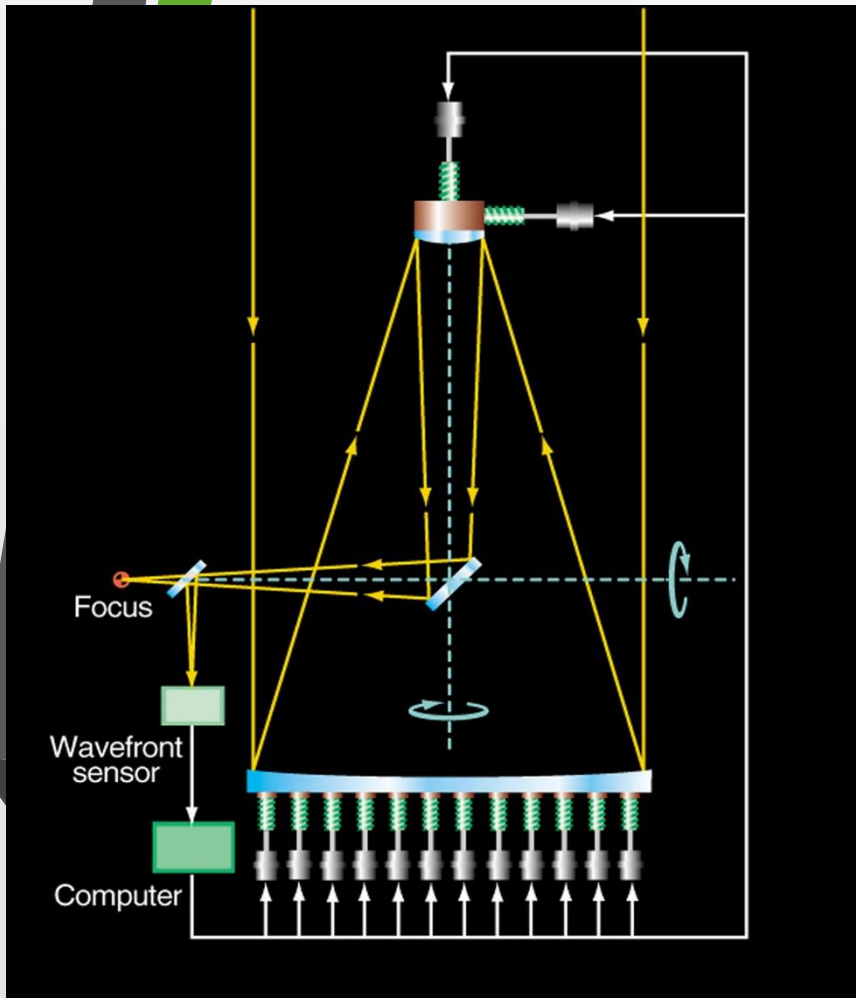
# I «grandi telescopi» monolitici del passato

## Hale



# Ottica Attiva

correzione delle aberrazioni dovute alle ottiche



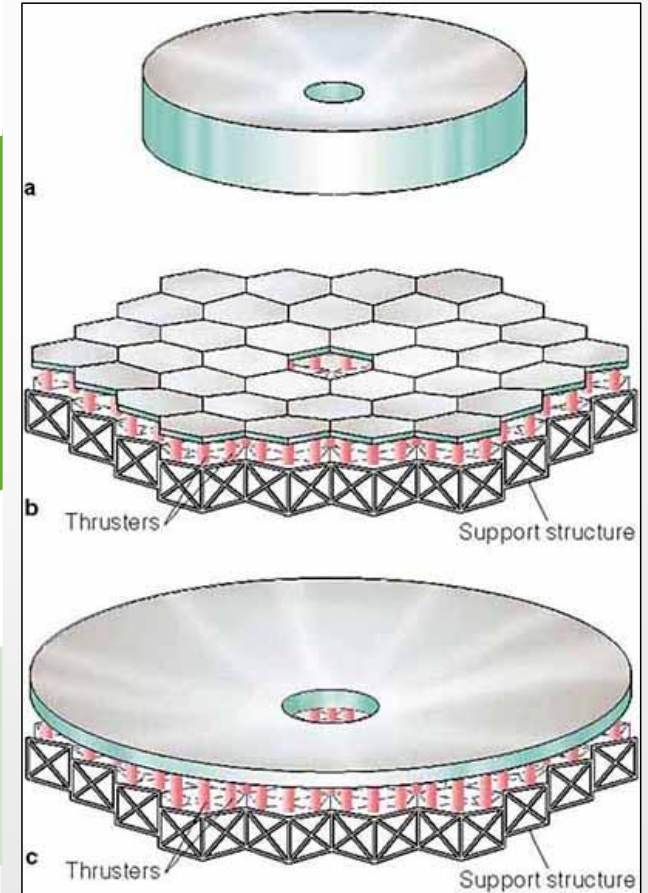
1972: Ray Wilson per l'ESO

Si agisce **direttamente sul primario** che deve essere **facilmente deformabile**

Valida per fenomeni a bassa frequenza ( $<1$  Hz)

Deformazioni dello specchio, deformazioni termiche, allineamento imperfetto...

1989: NNT (New Technology Telescope) monta OA per la prima volta



# Specchi Segmented



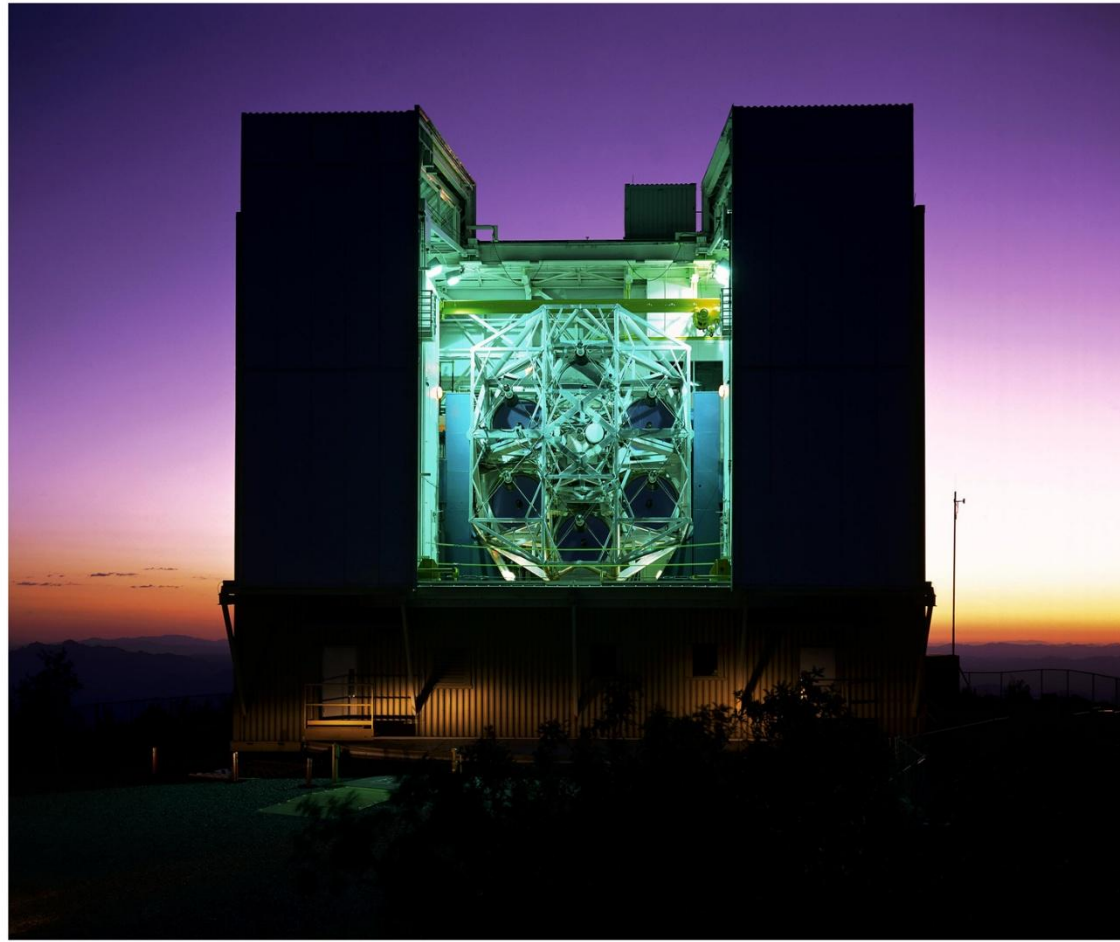
Primario costituito da piccoli specchi affiancati

Computer garantiscono l'allineamento

Notevoli vantaggi:

- Lavorazione più semplice e precisa ( $\mu\text{m}=10^{-6}\text{ m}$ )
- Carichi statici minori

# I «grandi telescopi» Segmented MMT



Multiple Mirror Telescope

Mt. Hopkins - Arizona (US)

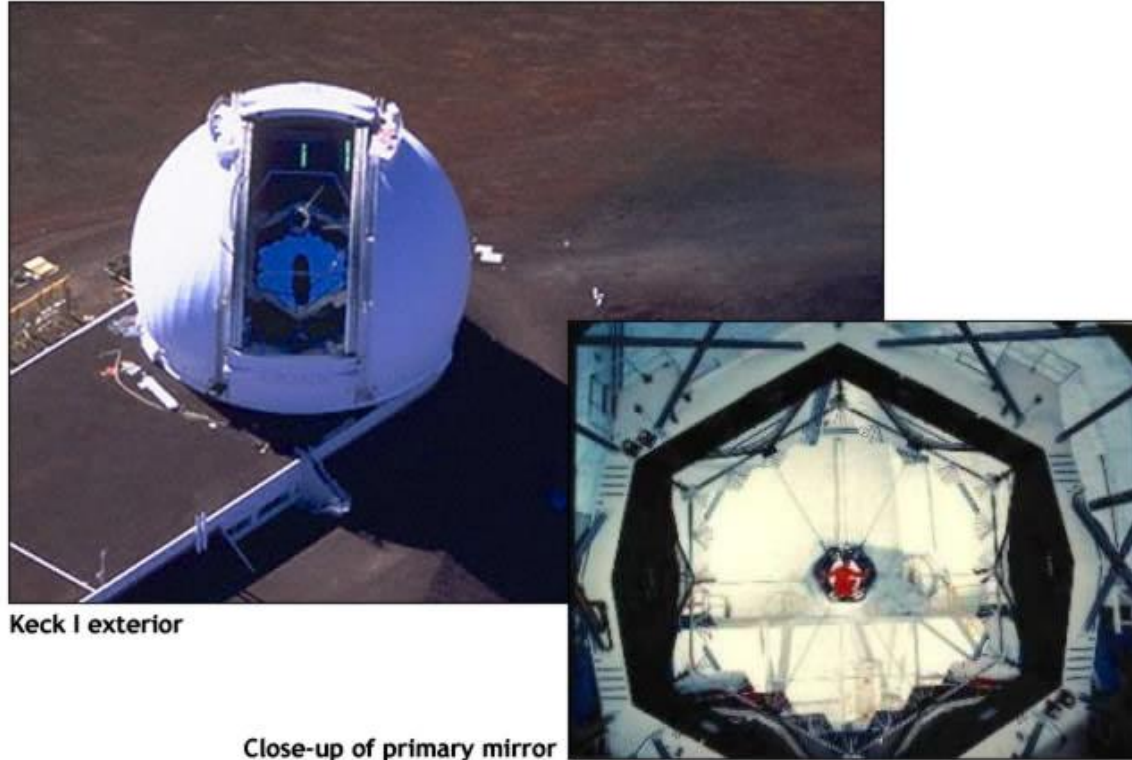
6 specchi x 1.8m (equivalente ad un monolitico da 4,5 m)

1979

1999 → sostituzione con uno specchio da 6m



# I «grandi telescopi» Segmented Keck



Keck I exterior

Close-up of primary mirror

Keck Telescope

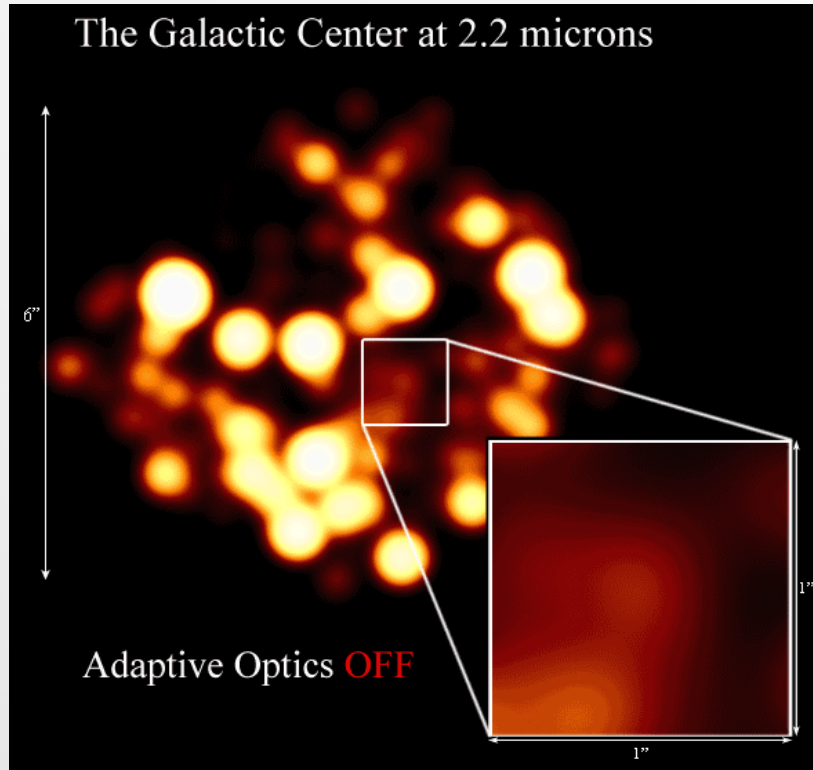
Mauna Kea - Hawaii (US)

2 x 36 specchi x 1.8m (equivalente a  
2x10m)

1992 (Keck 1) e 1996 (Keck 2)

# Ottica Adattiva

## correzione delle aberrazioni dinamiche



Ottica adattiva al telescopio Keck.

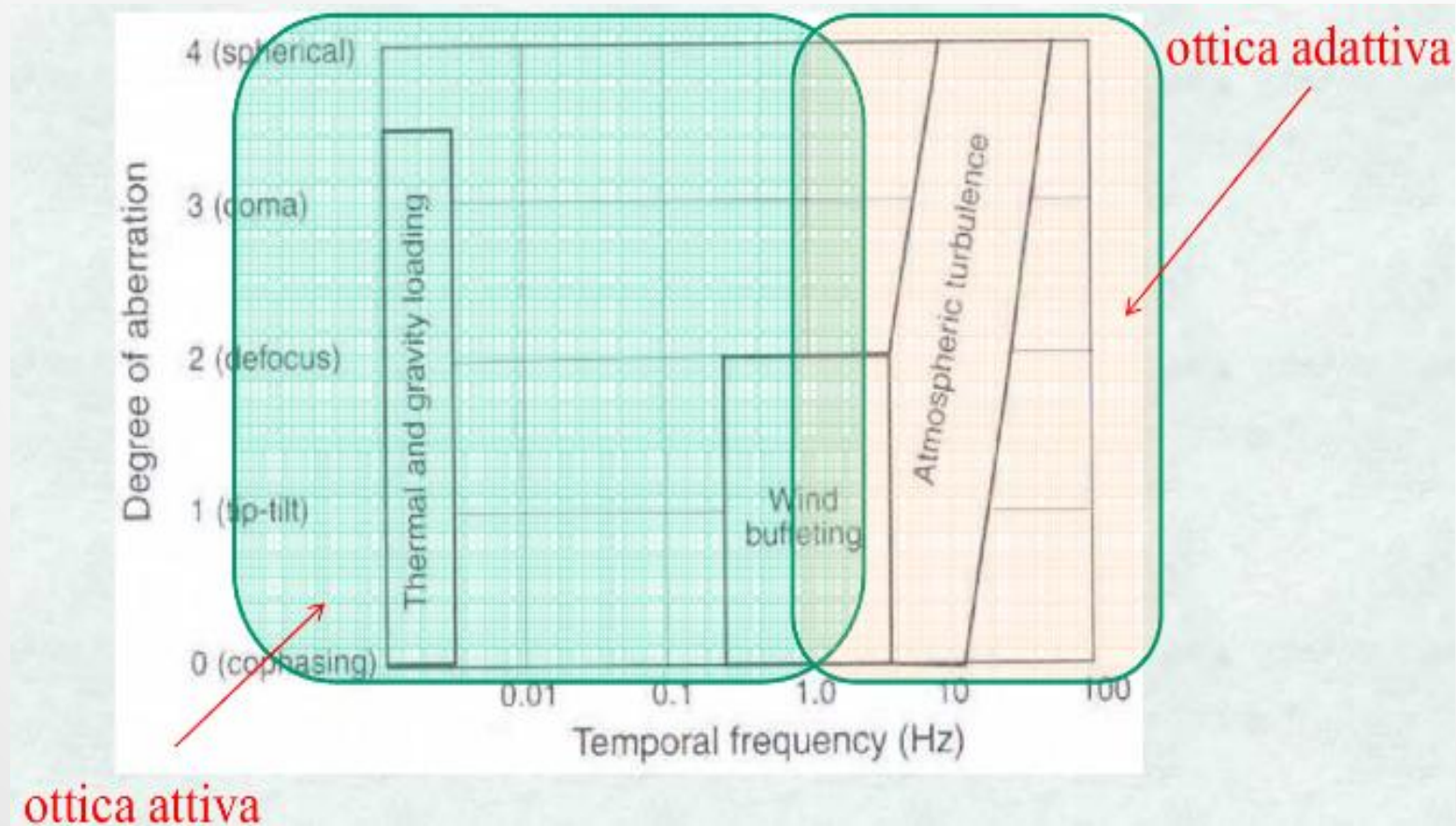
1953: Horace Babcock ipotizza «elemento ottico» contro le aberrazioni dinamiche

L'ottica adattiva corregge carichi dinamici (che variano rapidamente nel tempo).

Effetti del vento ed effetti della turbolenza atmosferica. (**Seeing astronomico** naturale)

Correzioni *veloci*. (100-1000 Hz)

# Ottica attiva ed adattiva a confronto



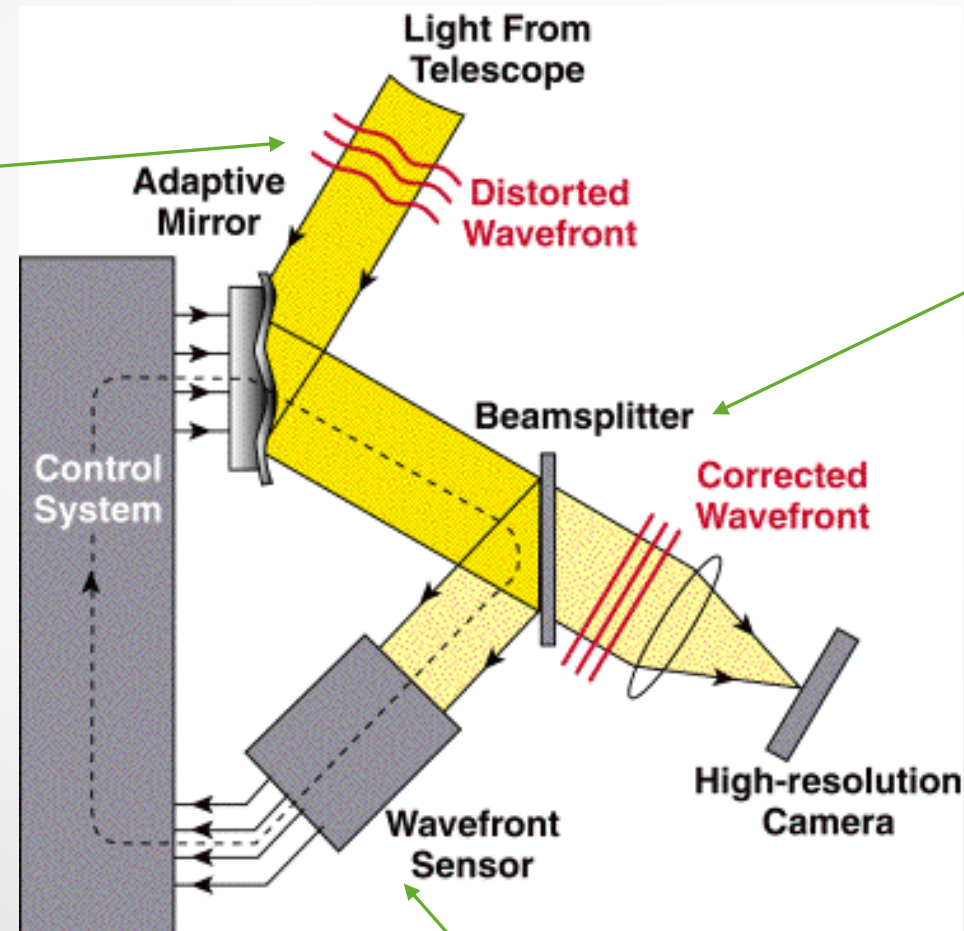
**Sorgenti** di degradazione immagine con relative frequenze e range di aberrazioni

# Ottica Adattiva

## principi di funzionamento

1. L'onda deformata raggiunge lo specchio correttore

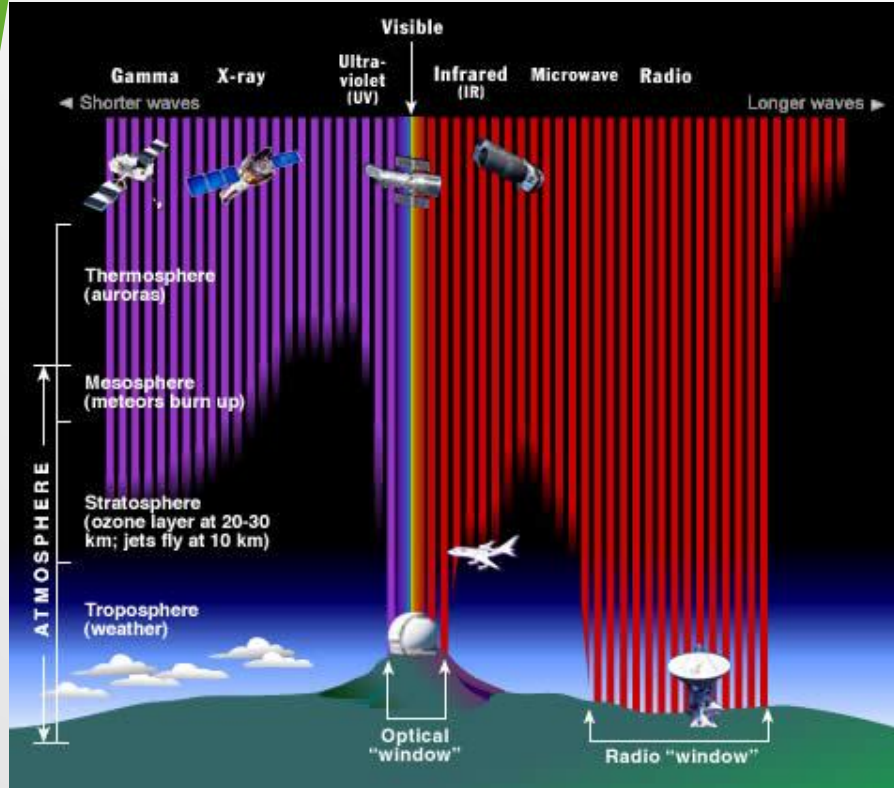
4. Il sistema di controllo paragona l'onda ricevuta a quella di riferimento per una stella nota e deforma il secondario di conseguenza



2. Il Beamsplitter divide l'onda tra l'oculare ed il sensore

3. Il Wavefront Sensor analizza il segnale

# Telescopi spaziali



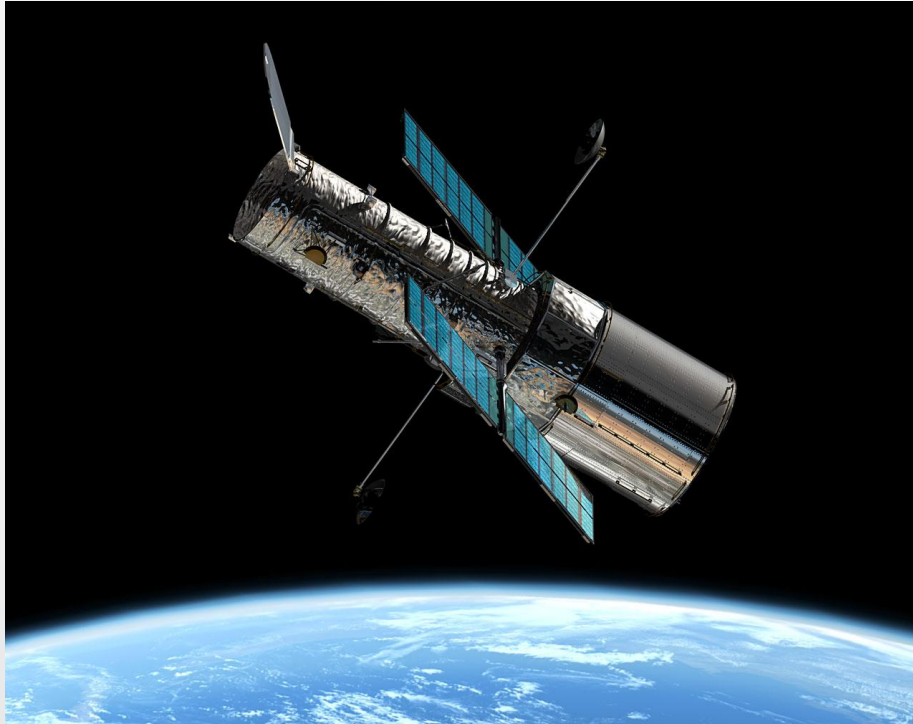
## Vantaggi

- Riduzione del seeing senza ADO
- No inquinamento luminoso
- Catturare lunghezze d'onda assorbite dall'atmosfera

## Svantaggi

- Costo elevatissimo (JWST costerà 8.8 miliardi di \$)
- Manutenzione impossibile (eccetto HST)
- Breve vita operativa

# I «grandi telescopi» spaziali Hubble



Anni '60: 4 satelliti OAO

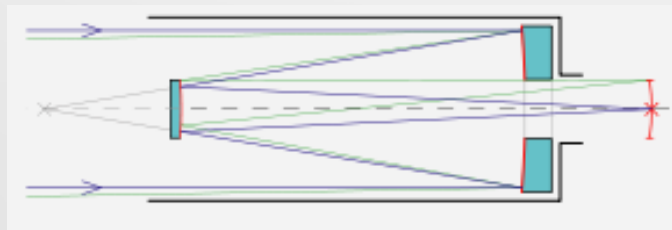
1989: Hipparcos (ESA)

1990: Hubble Space Telescope

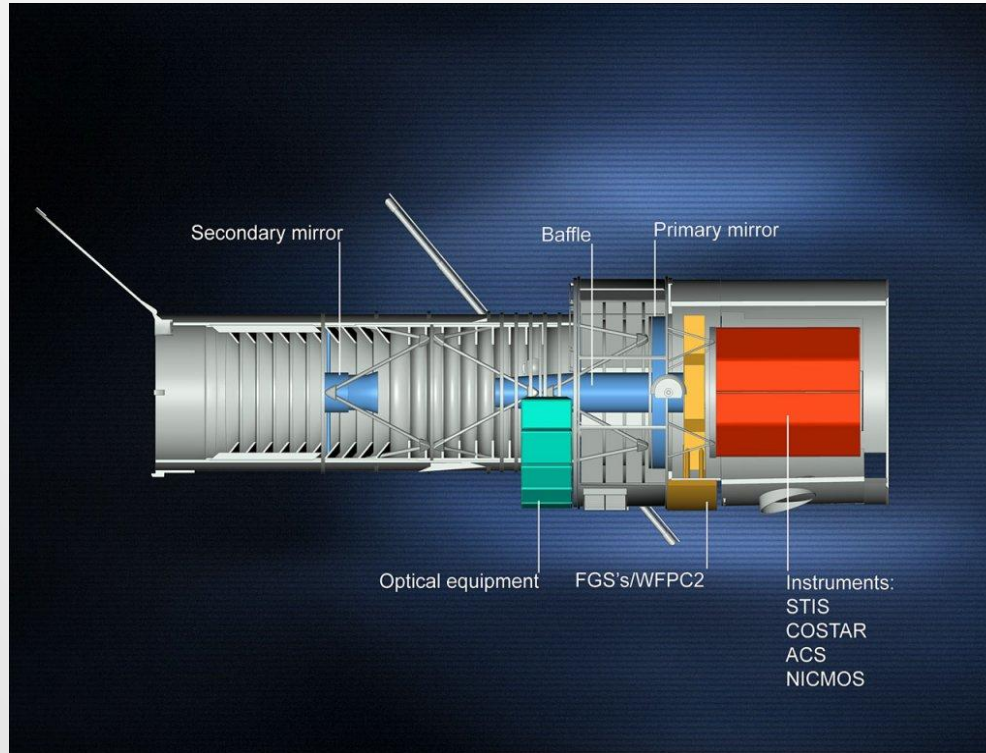
NASA ed ESA per un costo di 2 miliardi di \$

Ritchey-Chrétien (un'evoluzione del fuoco Cassegrain)

specchio 2.4m



# I «grandi telescopi» spaziali Hubble



Prestazioni molto inferiori alle attese

Problema del primario mal costruito  
(nell'ordine di  $10^{-9}$  metri)

Missione Shuttle COSTAR (1993) per  
correggere i difetti con un set di ottiche

# I «grandi telescopi» spaziali Hubble



Prima della riparazione

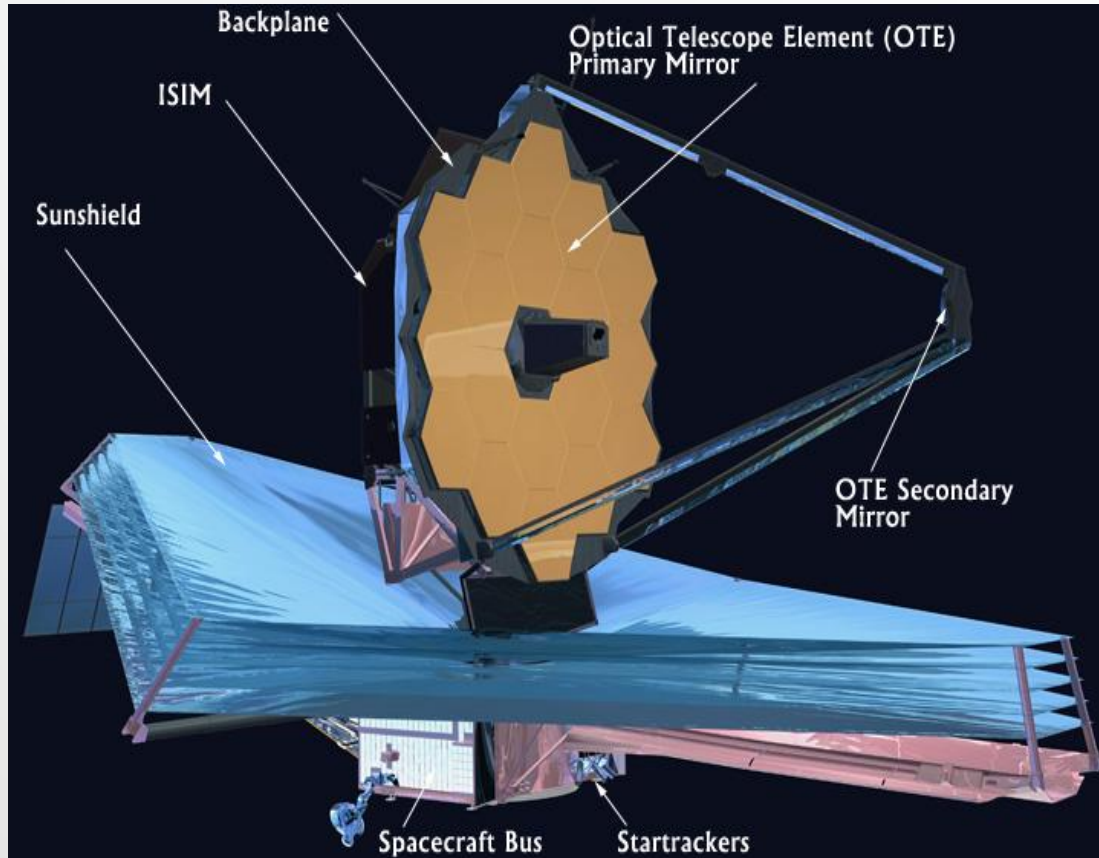


Dopo la riparazione



# I «grandi telescopi» spaziali

## James Webb Space Telescope



James Webb Space Telescope

Punto L2

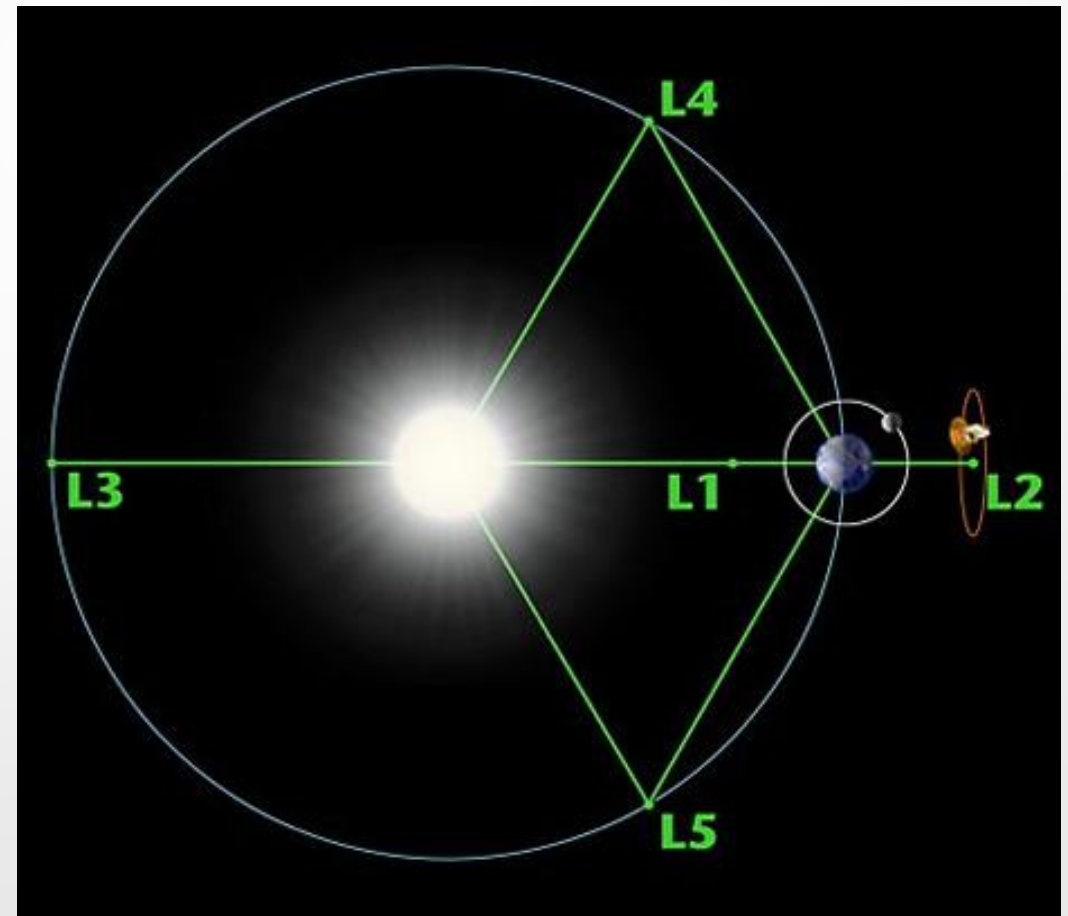
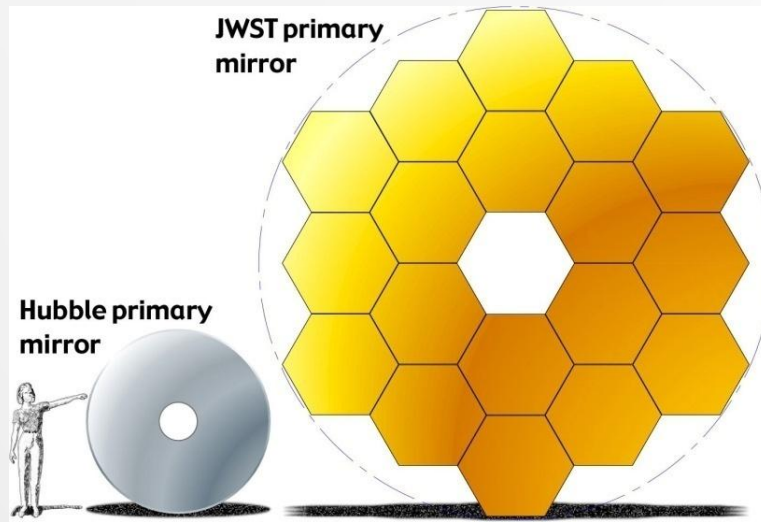
Orbita a  $1,5 \times 10^6$  km

Specchi: 18x1.3m (6,5 m) in berillio

2018

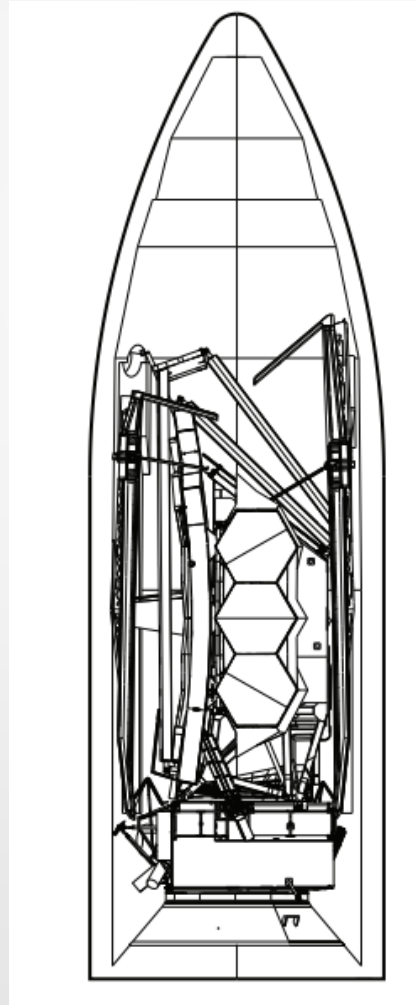
# I «grandi telescopi» spaziali

## James Webb Space Telescope

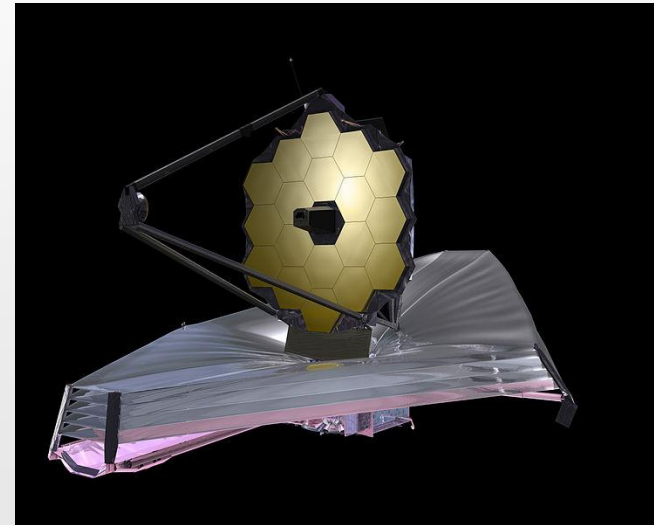


# I «grandi telescopi» spaziali

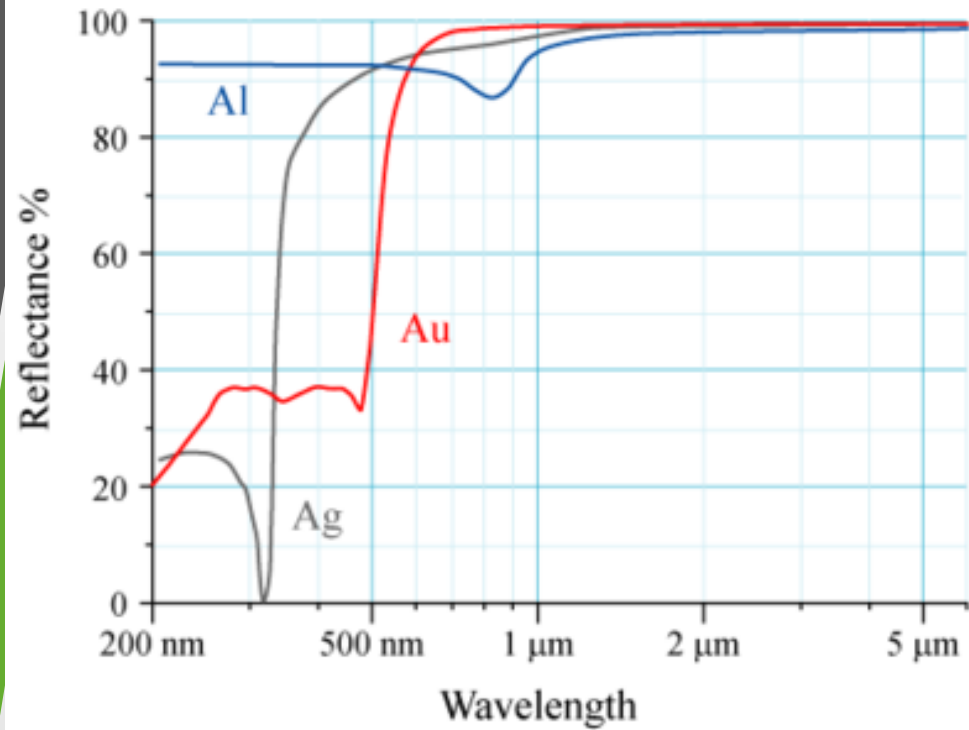
## James Webb Space Telescope



La struttura di supporto ha 12 segmenti nella parte centrale dello specchio e ha due ali con 3 segmenti ciascuna. Sono queste ali a ripiegarsi cosicché tutto lo specchio entra nell'ogiva di un razzo.



# Scelta dei materiali per lo specchio



All'inizio si prediligono «speculum metallici»

## Vantaggi

- Buona riflettanza per molte lunghezze d'onda

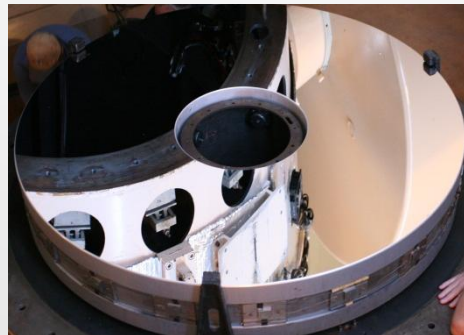
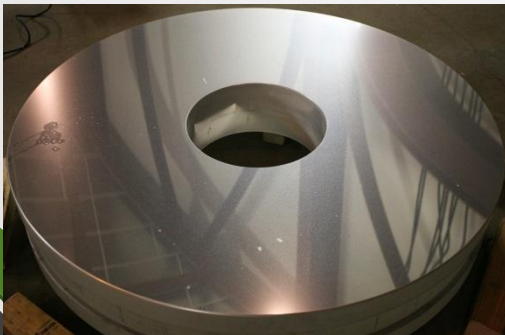
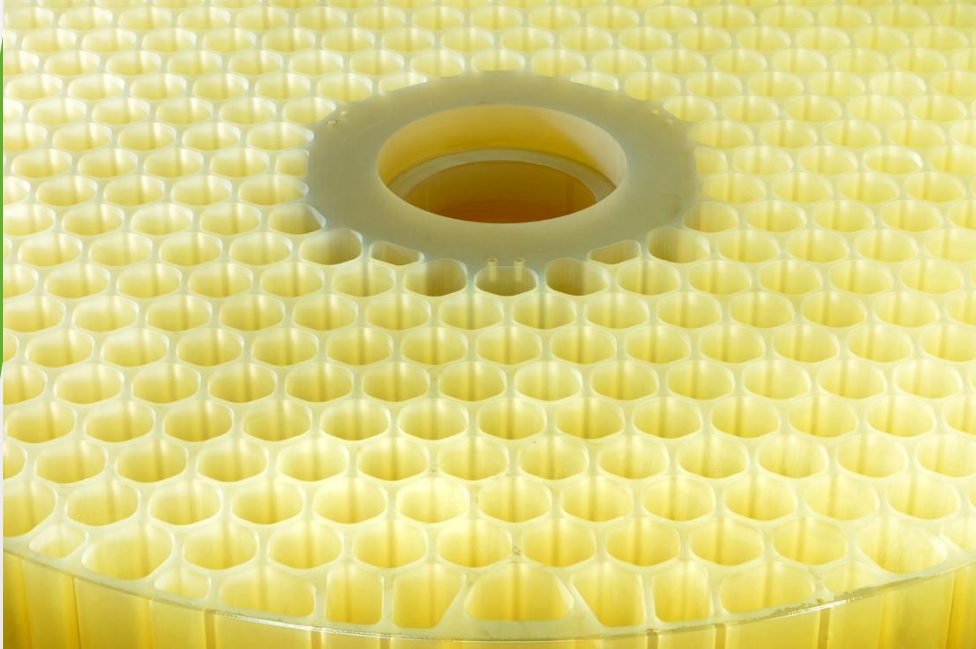
## Svantaggi

- Elevata densità
- Buoni conduttori di elettricità e calore
- Materiali duttili

Strutture pesanti

Cattiva risposta a stress termici e meccanici

# Scelta dei materiali per lo specchio



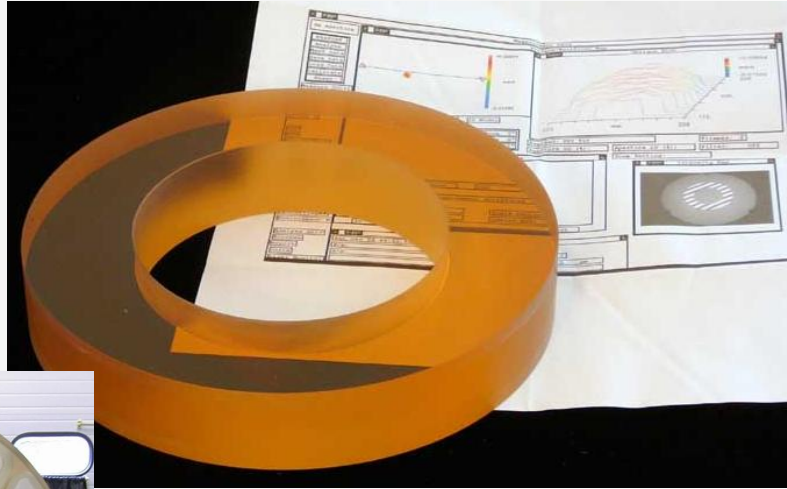
Oggi si prediligono **composti ceramici e vetri**

- composti da un elemento metallico e uno non metallico (es.  $\text{Al}+\text{O}$ )
- bassa densità
- elevata durezza superficiale
- poco duttili

Per la riflettanza si usa argentatura o alluminatura (**coating**)

# Scelta dei materiali per lo specchio

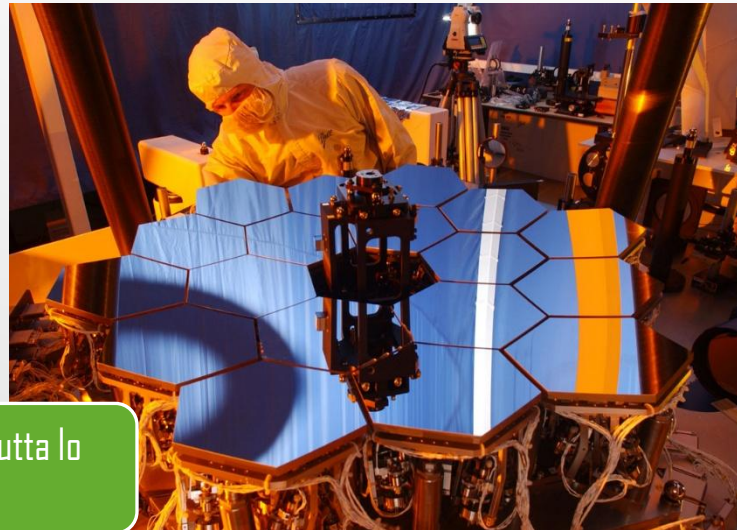
## Zerodur<sup>®</sup> / ULE<sup>®</sup>



Coefficiente di espansione termica quasi nullo ( $10^{-7}$ )

Bassa densità

Poche difficoltà di lavorazione



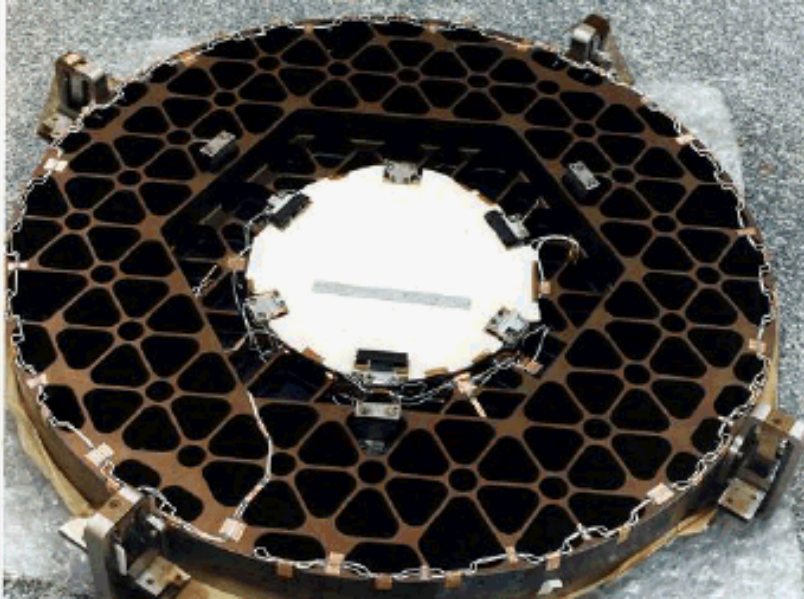
Il KECK sfrutta lo  
Zerodur<sup>®</sup>



Il Gemini sfrutta l'ULE<sup>®</sup>

# Scelta dei materiali per lo specchio

## Berillio



Bassa densità ( $1,848 \text{ g/cm}^3$ )

Basso coefficiente di espansione termica ( $10^{-7}$ )

Elevate prestazioni meccaniche

Elevata rigidità (Modulo di Young= $380 \text{ Gpa}$ )

Il berillio è tossico e cancerogeno

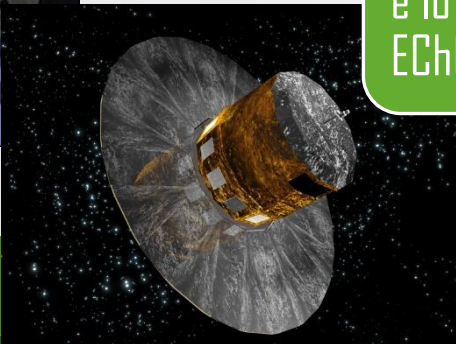
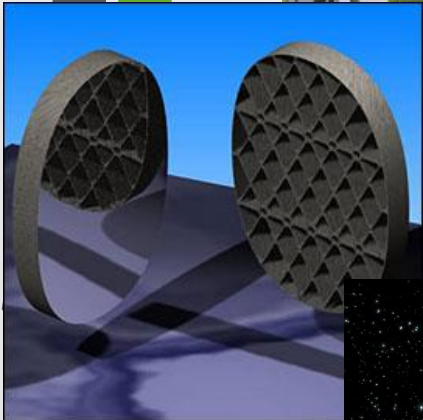
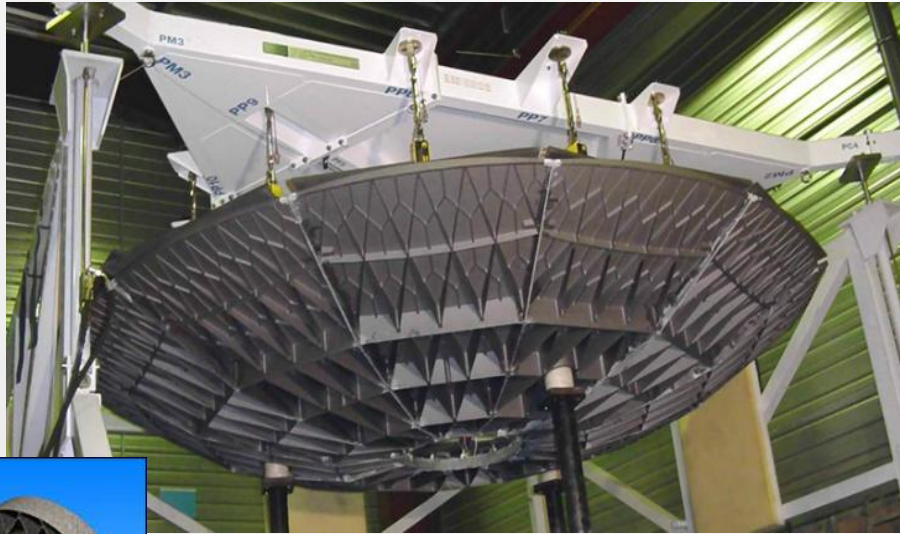


Gli specchi del JWST utilizzano Berillio



# Scelta dei materiali per lo specchio

## Carburo di Silicio



Lo usa il satellite Gaia  
e lo userà il telescopio  
EChO (ESA-2024)

Chimicamente Carbonio+Silicio (SiC)

Densità più alta ( $3,22 \text{ g/cm}^3$ )

Simile coefficiente di espansione

Elevatissima rigidità (450 Gpa)

Costi di produzione elevatissimi



# Conclusioni



«Lei lo sa come si dice stelle in latino? [...] Si dice "sidera". La stessa etimologia di desiderio: le stelle come desiderio di conoscenza non solo dell'universo e dei misteri delle costellazioni, ma come metafora e luci delle nostre piccole vite, come desiderio di verità, di scoperta, di bellezza.» -Margherita Hack



Italiano

# L'universo dantesco

Il cosmo del Sommo Poeta

**Lorenzo Massimi**

LICEO SCIENTIFICO VITO VOLTERRA

Via Acqua Acetosa 8/A

Ciampino (Roma)

# Un'opera scientifica

*“Surge ai mortali per diverse foci  
la lucerna del mondo; ma da quella  
che quattro cerchi giunge con tre croci,  
con miglior corso e con migliore stella  
esce congiunta, e la mondana cera  
più a suo modo tempera e suggella”*

Dante, Paradiso, Canto I, vv. 37-42

Un'opera letteraria scientificamente ricca

Approccio poetico, non scientifico ai fenomeni naturali

Commistione unica di  
scienza e religione

- Tutto ha un ordine garantito da Dio

# Le terzine scientifiche

## La rifrazione

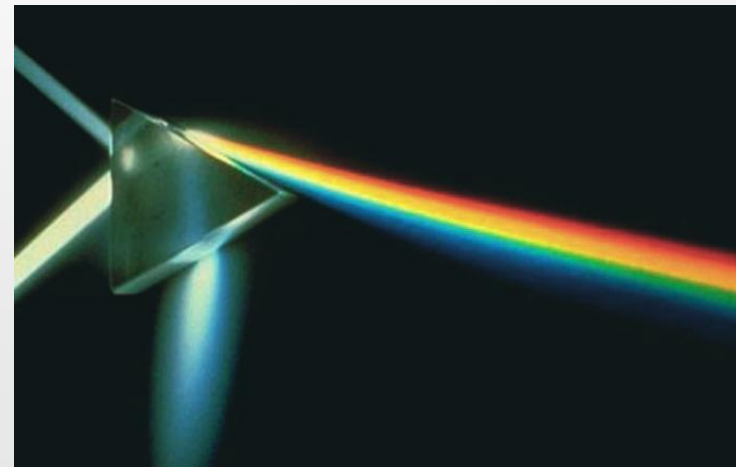
“E come l’aere, quando è ben piorno,  
per l’altrui raggio che ‘n sé si riflette,  
di diversi color diventa addorno”

Dante, Purgatorio, Canto XXV, vv. 91-93



Le piccolissime goccioline scompongono  
la luce nelle sue lunghezze d’onda

È il fenomeno fisico della rifrazione, alla  
base della formazione dell’arcobaleno



\*Franco Nembrini

# Le terzine scientifiche

## Macchie lunari

“Ma ditemi che son li segni bui  
Di questo corpo, che là giuso in terra  
Fan di Caino favoleggiare altrui?”

Dante, Paradiso, Canto II, vv.49-51



Le macchie lunari sono visibili anche ad occhio nudo

Beatrice fornisce una spiegazione scientifica accurata basata su densità e virtù divina

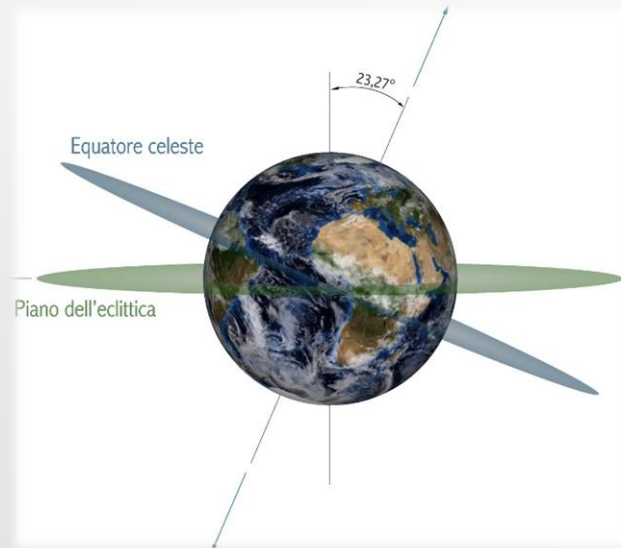
Le spiegazioni popolari basate sulla superstizione sono rifiutate (Caino)

# Le terzine scientifiche

## Inclinazione asse terrestre

“Vedi come da indi si dirama [...]  
Che se la strada lor non fosse torta[...]  
e giù e su dell'ordine mondano.”

Dante, Paradiso, Canto X, vv. 13/16/21



Asse terrestre inclinato rispetto al piano di rivoluzione

Alla base del succedersi delle stagioni e dell'esistenza di climi

Intuisce non sapendo che la Terra ruota intorno al Sole

# Le terzine scientifiche Big Bang

“Nel suo profondo vidi che s'interna,  
legato con amore in un volume,  
ciò che per l'universo si squaderna.”

Dante, Paradiso, Canto XXXIII, vv. 85-87



Dante anticipa i moderni scienziati

Sembra alludere alla prima fase del Big Bang, con l'universo intero condensato in un unico volume

\*Franco Nembrini

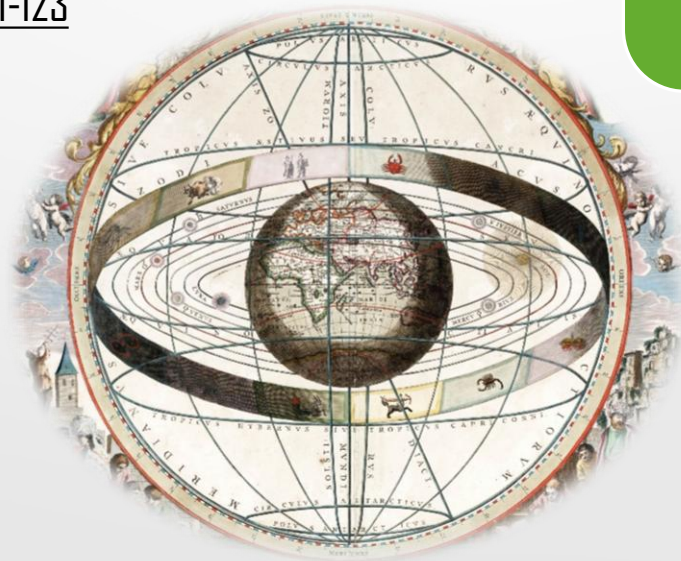
# La cosmologia della Commedia

«E vi fu battaglia nel cielo [...] E il [...] Diavolo e Satana [...] fu gettato sulla terra»

Nuovo testamento, Apocalisse, 12, 7-9

“Da questa parte cadde giù dal cielo;  
e la terra, che pria di qua si sporse,  
per paura di lui fé del mar velo,”

Dante, Inferno, Canto XXXIV, vv. 121-123



Teoria geocentrica aristotelico-  
tolemaica

2 fasi  
distinte

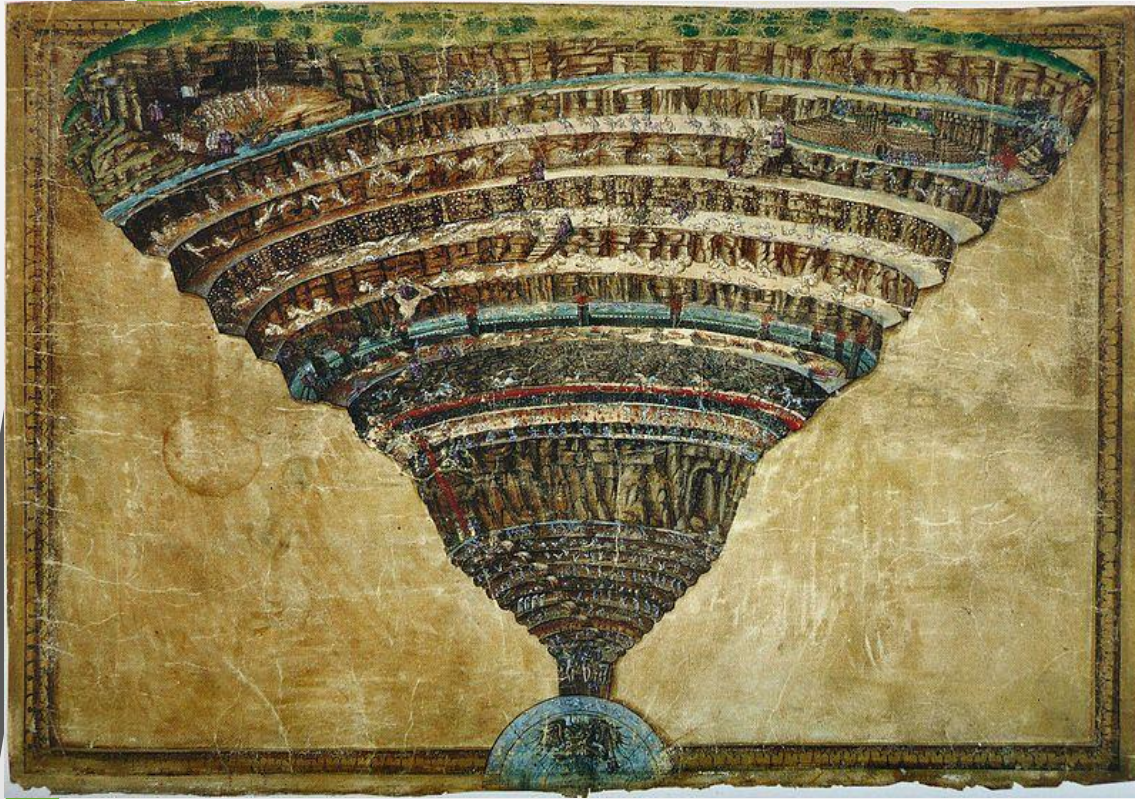
- Creazione di cielo, terra ed angeli
- Nascita dell'inferno

L'inferno nasce dopo la  
ribellione di Lucifero che  
vuole sostituirsi a Dio



# La cosmologia della Commedia

## L'Inferno



Sandro Botticelli, L'Inferno (1480-1490)

Il terreno si ritira, si forma voragine con Lucifero immerso nel lago del **Cocito**, congelato dal vento delle sua ali

Poca precisione scientifica

- le teorie aristoteliche ponevano al centro un nucleo dell'elemento terra

Grande precisione scientifica

- Il centro della terra è «centro di gravità»

“Di là fosti cotanto quant'io scesi;  
quand'io mi volsi, tu passasti 'l punto  
al qual si traggon d'ogni parte i pesi.”

Dante, Inferno, Canto XXXIV, vv. 109-111

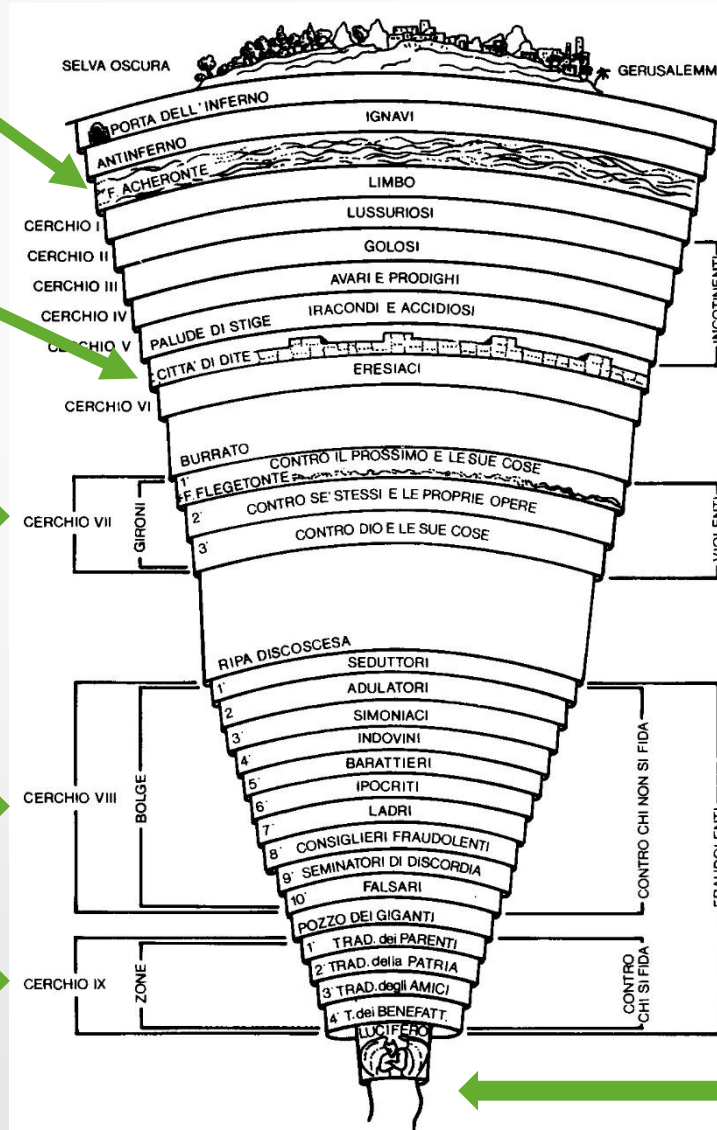
# La cosmologia della Commedia L'Inferno

L'Inferno inizia dopo l'Acheronte

La città di Dite destinata ad **atei ed eresiarchi** segna il passaggio

Ultimi tre cerchi divisi in gironi (VII), bolge (VIII) e zone (IX).

Nove «cerchi» per i diversi peccatori



3 disposizioni al peccato in base alla diversa consapevolezza

**Peccatori istintivi**, non in grado di frenarsi, dominati dai sensi

Fraudolenti e traditori sono **peccatori coscienti**

Le tre bocche di Lucifero maciullano Giuda, Bruto e Cassio

# La cosmologia della Commedia

## Il Purgatorio



La voragine infernale ha generato un monte dalla parte opposta

La Bibbia non ne parla

- **1254:** Epistola di Innocenzo III

Una lunga grotta collega inferno e purgatorio

Struttura simmetrica a quella infernale con i peccati in ordine inverso

# La cosmologia della Commedia

## Il Purgatorio

9 zone

Paradiso Terrestre

7 cornici

7 peccati capitali

Antipurgatorio

L'angelo nocchiero porta le anime dal Tevere alla spiaggia dell'Antipurgatorio

L'arrivo delle anime alla sommità è accompagnato dal *Gloria in excelsis Deo*

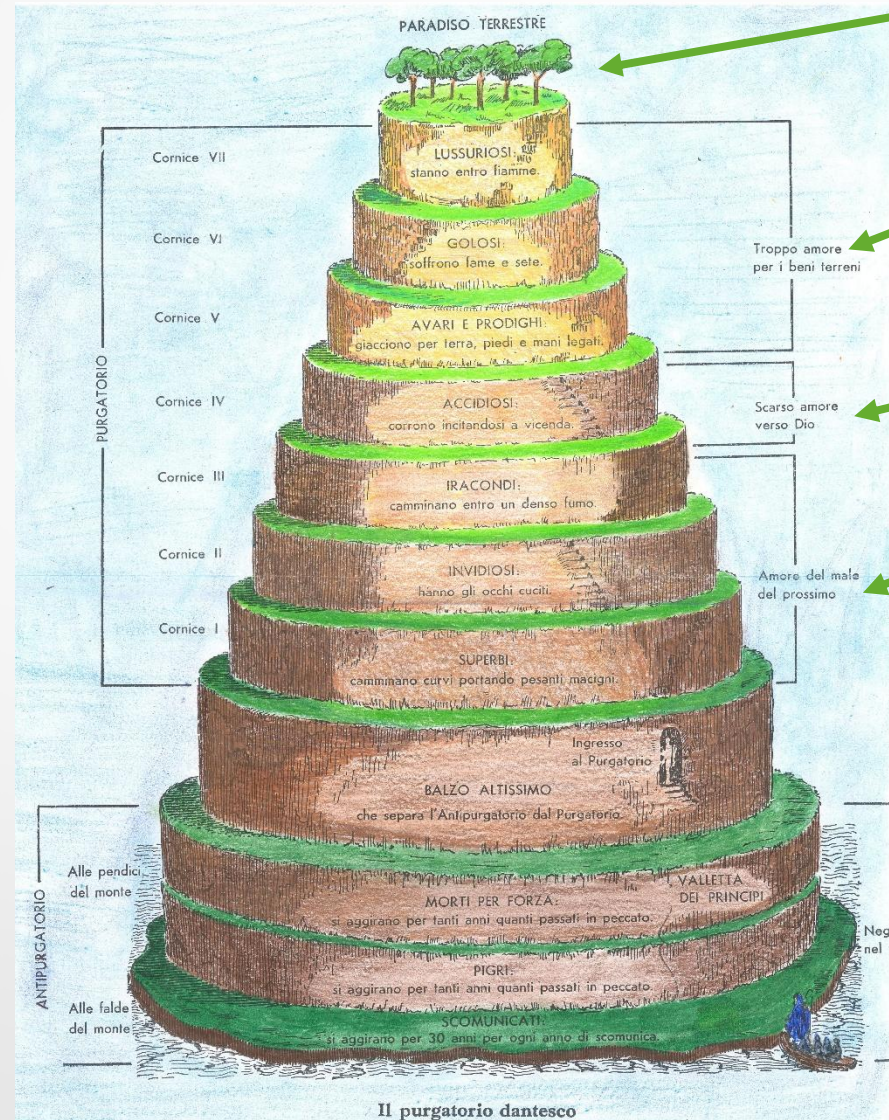
Eccessivo vigore

Poco vigore

Amore verso un *malo obietto*

Struttura Cornici

- Ingresso con esempio di virtù
- Uscita con esempio di vizio
- Passaggio impervio tra le cornici



Il purgatorio dantesco

# La cosmologia della Commedia

## Il Paradiso



Struttura simmetrica (9 cieli+Empireo=10)

Il vero paradiso è solo l'**Empireo** dove i beati disposti nella **Candida Rosa** contemplan Dio

Le anime **sono inviate** nei vari cieli per incontrare Dante

Necessario affinché Dante penetri **gradualmente** nel mistero divino

# La cosmologia della Commedia

## Il Paradiso

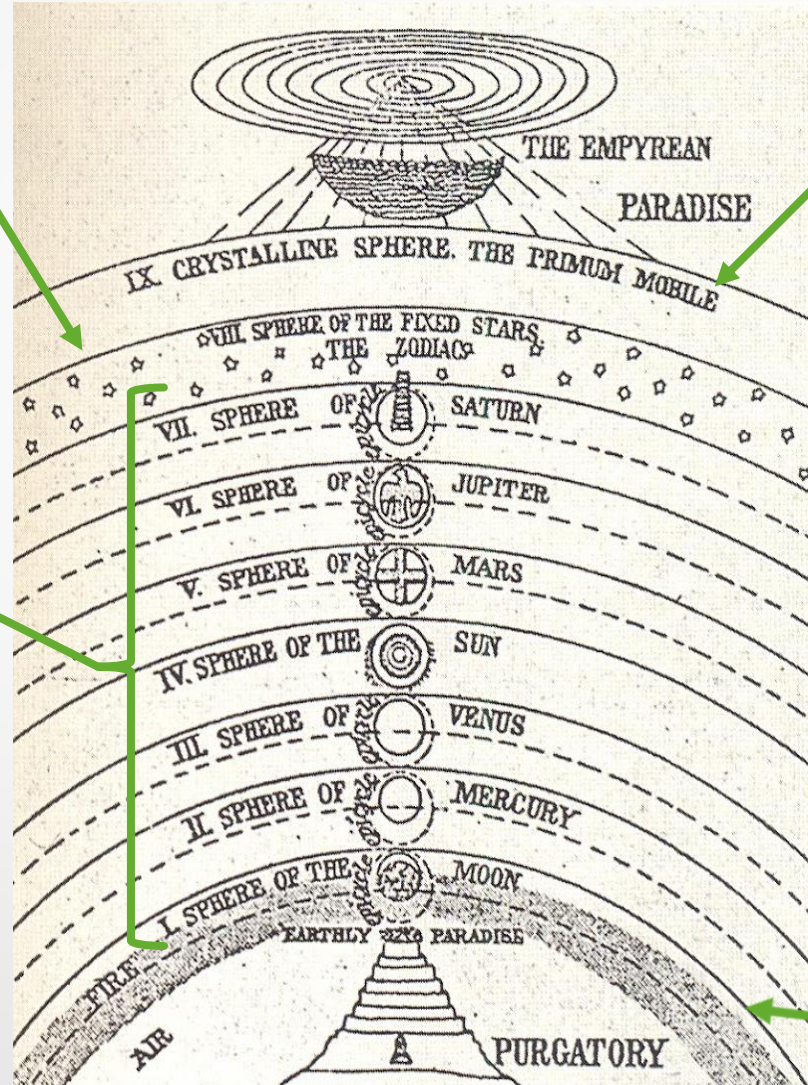
### Le stelle «fisse» perché

- Non mutano posizione reciproca
- Non si interpongono tra pianeti e terra

### Primi sette cieli

- Prendono il nome dai **7 pianeti**

I cieli sono costituiti di **etere**, il quinto elemento di Aristotele



Il «primum mobile» in movimento per avvicinarsi a Dio mette in moto tutte le altre sfere

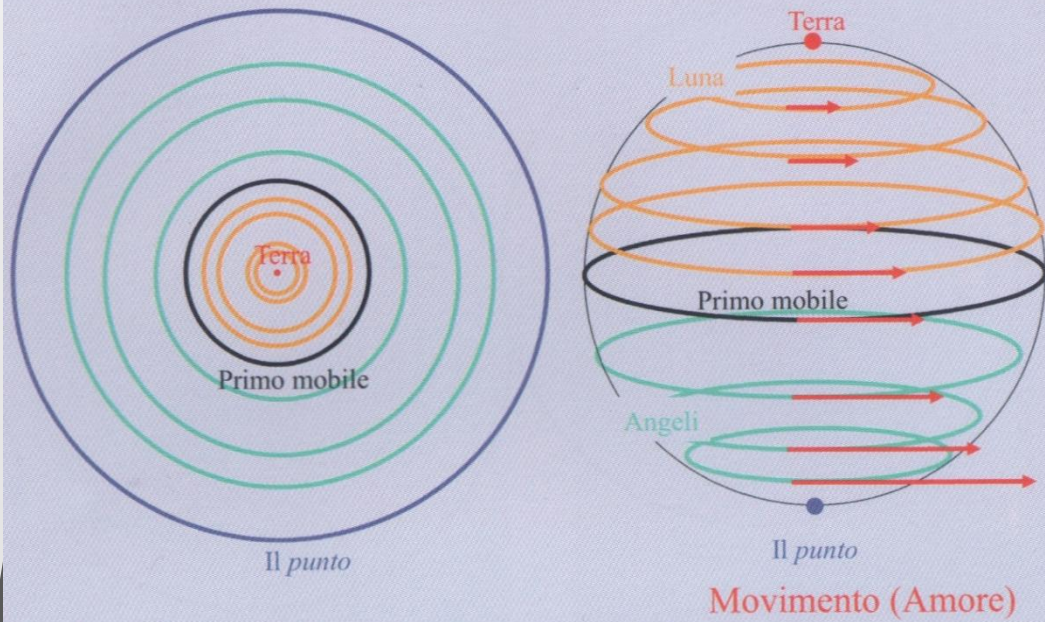
### Il passaggio tra i cieli

- Maggiore luminosità
- Nuova Armonia Celeste

La *sfera del fuoco* segna il confine del mondo terreno

# Le sfere nella Commedia

Dante intuisce un universo con la geometria di una ipersfera a 4 dimensioni



Le sfere si allargano sempre più

L'empireo stesso è una sfera

Dante immagina geometria sferica, non piana (euclidea)

La terra è «infima lacuna», quasi Dante dubitasse che fosse effettivamente il centro dell'universo (Nembrini)

Canto XXII: Dante nella costellazione dei gemelli guarda la terra

- Dante si trova sopra Gerusalemme e può vedere l'intera terra abitata che gli appare insignificante (Boyde)

\*Franco Nembrini

\*Patrick Boyde

# Il **moto** nella Commedia

Si apre con:

*“La gloria di Colui che tutto move  
Per l’universo penetra, e risplende  
In una parte più e meno altrove.*

Dante, Paradiso, Canto I, vv. 1-3

Si chiude con:

*l’amor che move il sole e l’altre stelle*

Dante, Paradiso, Canto XXXIII, vv. 145

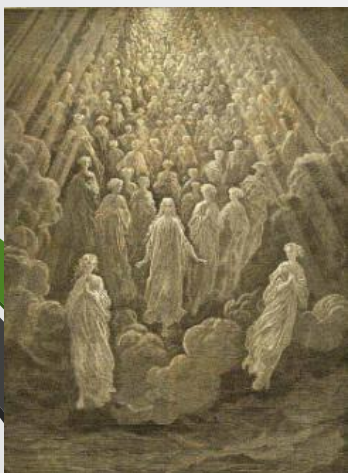


Illustrazione di G. Dorè  
per il Paradiso

Tema  
fondamentale  
del Paradiso

- I cieli in moto verso Dio
- L'uomo sospinto verso il proprio "luogo prestabilito", con possibilità di sviamento
- Dante, privo del peccato originale può andare verso Dio, la sua meta naturale



# L'importanza delle stelle

*“E quindi uscimmo a riveder le stelle”*

(Inferno)

*“puro e disposto a salire alle stelle.”*

(Purgatorio)

*“l'amor che move il sole e l'altre stelle”*

(Paradiso)

## Chiude le tre cantiche

- Legame uomo-stelle come simbolo del nostro tendere verso l'Infinito
- Uomo destinato all'eternità vuole tornare da dove è partito
- “La ringrazio, la ringrazio infinitamente per averci restituito le stelle”(Elena a Nembrini)

# L'importanza delle **bellezza**



“La presunzione dell'uomo moderno è pensare di **poter definire le cose attraverso la misura che lui stesso stabilisce**, senza accogliere questa misura più grande che fa tutto. C'è una frase di Sant'Agostino [...] *Ego quid sciam quaero, non quid credam.* (**lo cerco per saper qualcosa, non per pensarla**) [...] Si studia per conoscere una cosa, non per pensarla: **è un'apertura sulla realtà, non una misura da imporre alla realtà stessa.**”

–M. Bersanelli



Latino

# L'universo di Lucrezio

Il cosmo del "De Rerum Natura"

**Lorenzo Massimi**

LICEO SCIENTIFICO VITO VOLTERRA

Via Acqua Acetosa 8/A

Ciampino (Roma)

# Dante e Lucrezio

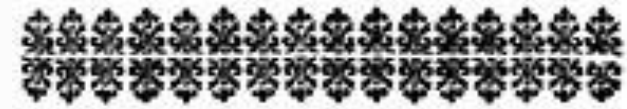


## Patrick Boyde individua punti di contatto

- situazioni storico-culturali simili
  - un'intelligenza-geniale
- un carattere somigliante con stesso approccio alla vita
  - Formazione non filosofica, con approccio alla filosofia successivo
- Dante non conosce il De Rerum Natura (1417-Poggio Bracciolini)



# La Commedia e il De Rerum Natura



## T. LUCRETII CARI DE RERUM NATURA *Liber Primus.*



ENEADUM genitrix, hominum di-  
vumque voluptas,  
Alma Venus, coeli subter labentia  
figra  
Quae mare navigerum, quae terras fru-  
giferentis.

Concelebras: per te quoniam genus omne animantum  
Concipitur, visitque exortum lumina solis:  
Te, Dea, te fuggunt venti, te nubila coeli,  
Advenamque tuam: tibi siuaveis dardala tellus  
Summitit flores, tibi ridet æquora ponti,  
Placatumque nitet diffuso lumine coelum.  
Num simul ac species patefacta 'st verna diei,  
Et referata viget genitabilis aura Favoni:  
Aeris primum volucres te, diuæ, unumque  
Significant inquam percussæ corda tua vi.  
Inde feræ pecudes persultant pabula læta,  
Et rapidos tranant amneis: ita capta lepore;  
Ulecebrisque tuis omnis natura animantum

B

Te

# La **Commedia** e il **De Rerum Natura**

## Divina Commedia

Struttura

Tipologia

Lingua

Modello

Aspirazioni

Poesia perché gradita

Narratio Poetica

Volgare (non latino)

Virgilio

Corona d'alloro

## De Rerum Natura

Poesia (metafora miele)

Opera pedagogica

Latino (non greco)

Epicuro e filosofi-poeti

Insignis corona

# La **Commedia** e il **De Rerum Natura**

## Divina Commedia

Finalità

Giovare all'umanità

Contesto

Critica l'Italia del tempo

Pubblico

*"de li uomini lo maggior numero"* -  
Convivio

Critica negativa

Critica al plurilinguismo (Petrarca)

Critica Positiva

Boccaccio pubbliche letture dal  
1373

## De Rerum Natura

Diffondere quadrifarmaco epicureo

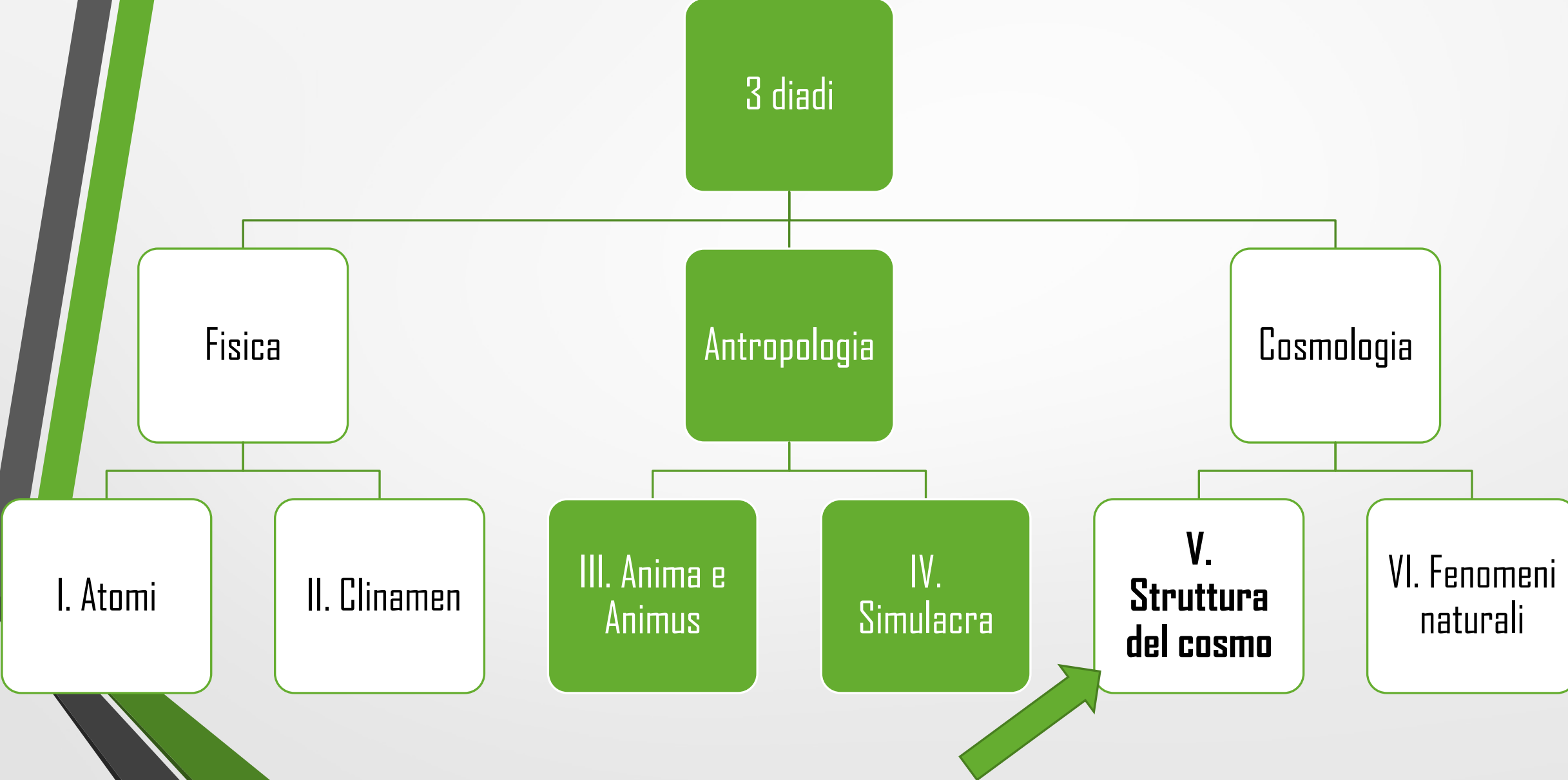
Critica ai Romani contemporanei

Classe dirigente romana

Stoici criticano epicureismo

Cicerone a Quinto : "genio"; "bravura  
compositiva"

# Struttura De Rerum Natura





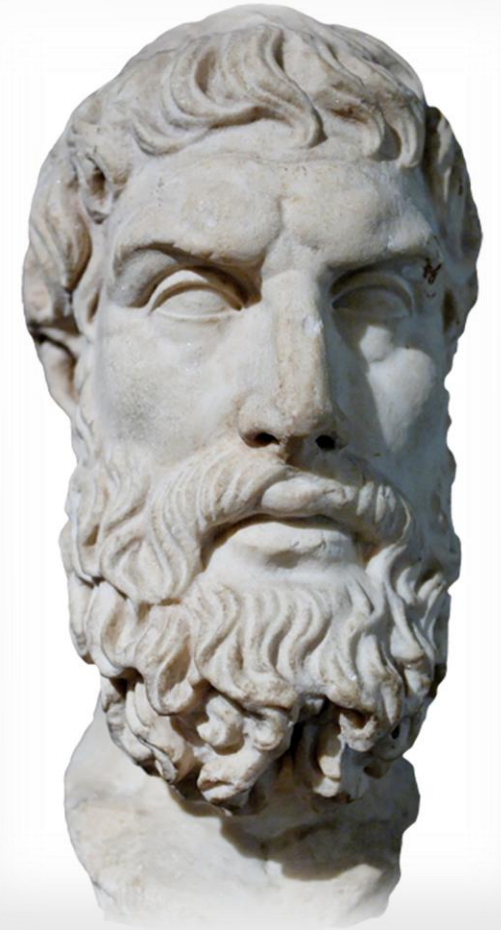
# Libro V De Rerum Natura

## Proemio

Deus ille fuit, deus, inclyte Memmi,  
qui princeps vitae rationem invenit eam quae  
nunc appellatur sapientia

(Lucrezio, De rerum natura, Libro V, vv. 11-14)

(Fu un dio, dio fu per certo, inclito Memmio, Quel  
che primo insegnò del viver nostro la regola  
infallibile e la dritta norma che sapienza or chiama  
il mondo – Alessandro Marchetti)



# Libro V De Rerum Natura

## Critica alle errate convinzioni dei contemporanei

La terra e i corpi celesti sono divinità

- Il soffio vitale risiede solo nell'uomo, **senza anima non c'è senso divino**

“La natura dell'animo non può nascere sola, senza il corpo”

Il mondo è imperituro in quanto sede degli dei immortali

- La **natura divina è diversa da quella umana**, quindi gli dei hanno sedi diverse

“Le loro sedi devono dalle nostre sedi esser dissimili, sottili secondo i loro corpi”

Il mondo è prodotto dal volere divino

- La terra ha **grossi difetti** (asperità, intemperie, animali feroci...) quindi **non è voluta dalle divinità**

“Monti e selve [...] deserti e paludi [...] il bruciante calore [...] dominio di belve”

# Libro V De Rerum Natura

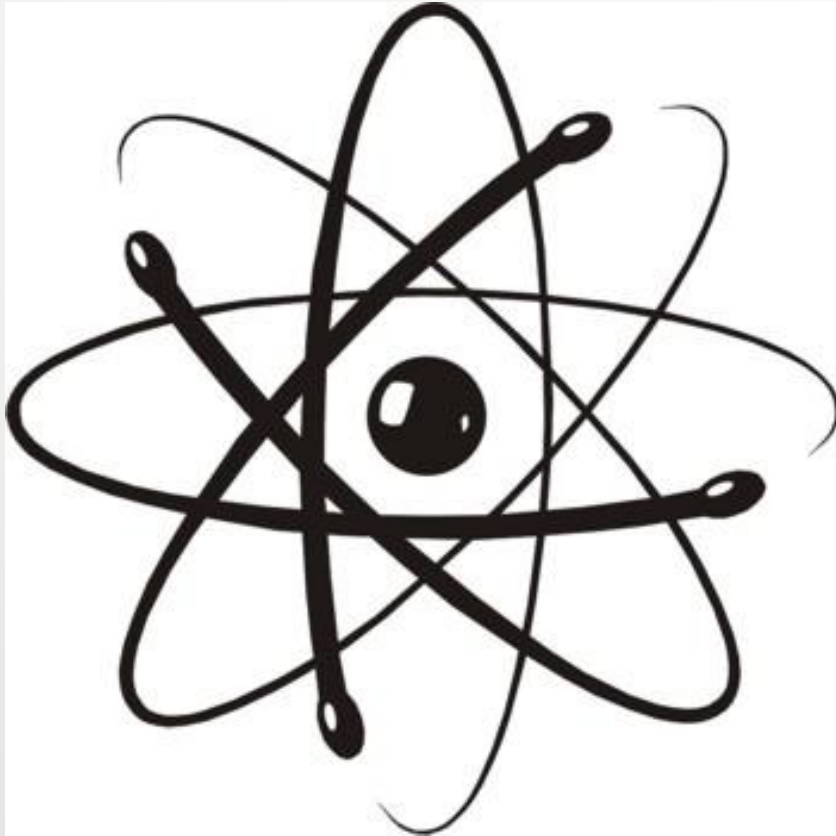
## Struttura del cosmo

### L'universo ha inizio e fine

- Gli **elementi mutano continuamente**, i corpi solidi sono destinati a perire, lo stesso deve avvenire alla terra nel suo complesso
- Le **arti sono recenti** dunque anche il mondo deve essere in una fase di giovinezza
- Il **contrasto tra gli elementi naturali** è come una malattia del globo che ci ricorda come esso sia mortale.

# Libro V De Rerum Natura

## Struttura del cosmo-Gli atomi



### Gli atomi (1 libro)

- In origine la materia aggregata in un'unica massa
- Le molecole si differenziano in base al diverso peso
- La terra rimane al centro circondata da aria ed etere

# Libro V De Rerum Natura

## Il movimento degli astri

### Diverse ipotesi valide tra le quali non sceglie

- Basate su **correnti d'aria**

### La terra al centro del sistema

- La particolare struttura della terra fa sì che essa **non pesi sull'aria** che la sostiene

### Stelle e Sole

- Hanno **dimensione uguale a quella apparente** (circa 30 cm), ciò non impedisce al sole di riscaldare

# Libro V De Rerum Natura

## Fenomeni celesti

### Moto giornaliero di Sole e Luna

- Le correnti d'aria li muovono e di notte il Sole va sotto la Terra
- Altre ipotesi proposte (fuochi aggregati ogni mattina...)

### Fasi Lunari, diverse possibilità:

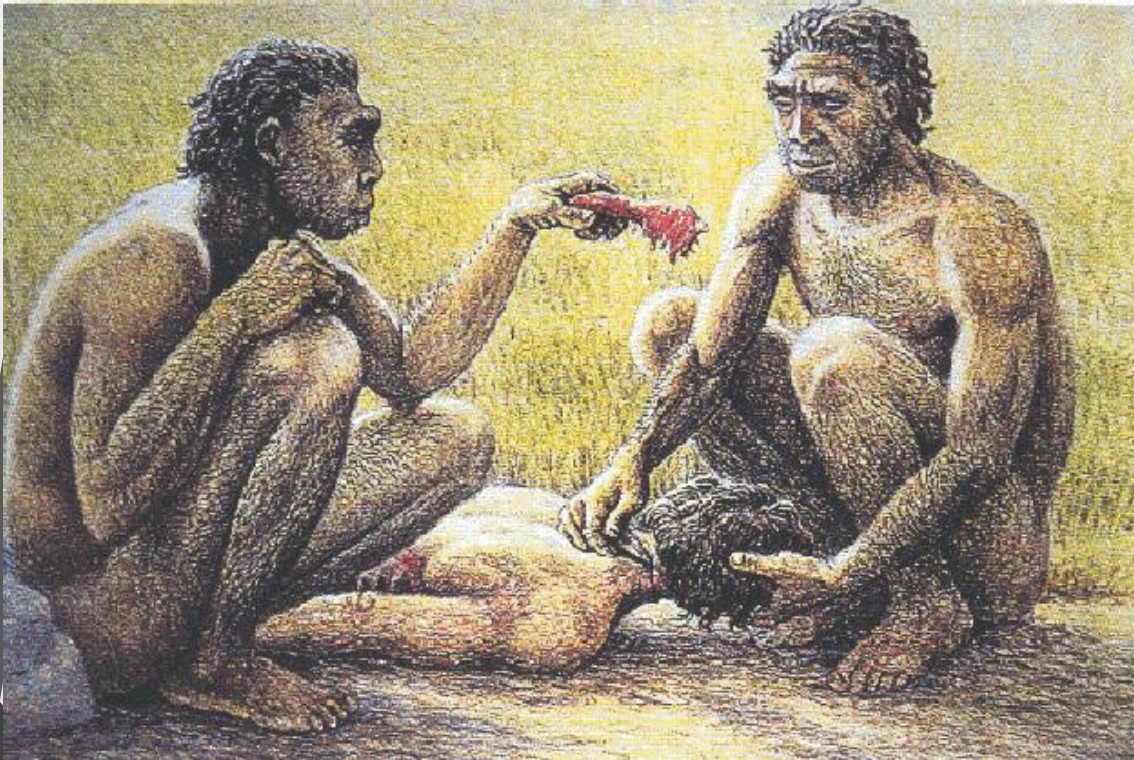
- Un corpo si interpone e la copre
- La luna emette luce per metà ed è in rotazione
- La luna è un corpo opaco che riflette la luce solare in vari modi

### Eclissi di sole e luna

- Interposizione di un corpo opaco
- Il sole perde la propria possibilità di emettere luce

# Libro V De Rerum Natura

## Lo sviluppo della Terra



All'inizio sono prodotte erbe, fiori e piante

I primi esseri animali nascono come le piante, poi inizia procreazione

I primi uomini sono esseri mostruosi e destinati a perire

Un progressivo perfezionamento porta gli uomini a dominare sul mondo animale

# Libro V De Rerum Natura

## La nascita della civiltà

Prime società basate sul rapporto uomo-donna



Nascita del linguaggio e scoperta del fuoco



Prime forme di monarchia



Attacco ai re e anarchia, poi nascono le leggi



Le guerre diventano sempre più violente (armi di metallo, animali feroci...)



# Libro V De Rerum Natura

## La nascita della civiltà

**Alla fine nascono le arti e le scienze**

*Namque alid ex alio clarescere corde videbant,  
artibus ad summum donec venire cacumen.*

«Infatti vedevano chiarirsi nell' animo una cosa dopo l' altra,  
finché con le arti raggiunsero la vetta suprema»

(Lucrezio, De rerum natura, Libro V, vv. 1456-1457)



Storia

# La corsa allo spazio

Lo scontro tra le due superpotenze

**Lorenzo Massimi**

LICEO SCIENTIFICO VITO VOLTERRA

Via Acqua Acetosa 8/A

Ciampino (Roma)

# L'importanza della conquista del cosmo...



*«Il primo passo di Neil Armstrong sulla Luna parve un'enorme conquista per la nostra scienza, ma nel XXI secolo, guardando indietro, ci si può accorgere che altro non era se non l'inizio della nostra corsa nel cosmo.[...] Finalità militari, ideologiche, morali e altre ancora si sono succedute e sovrapposte nel corso degli anni.»*

- Gianluca Turconi

# L'inizio di tutto



Lo Sputnik I

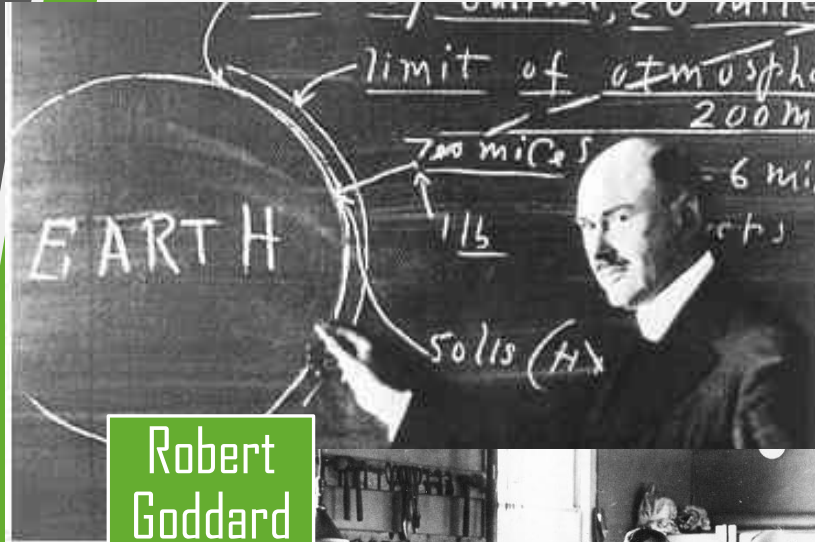
4 Ottobre 1957

- Lo *Sputnik* ("compagno di viaggio") lascia la base di **Baikonur**, in Kazakistan, per entrare in orbita intorno alla Terra.

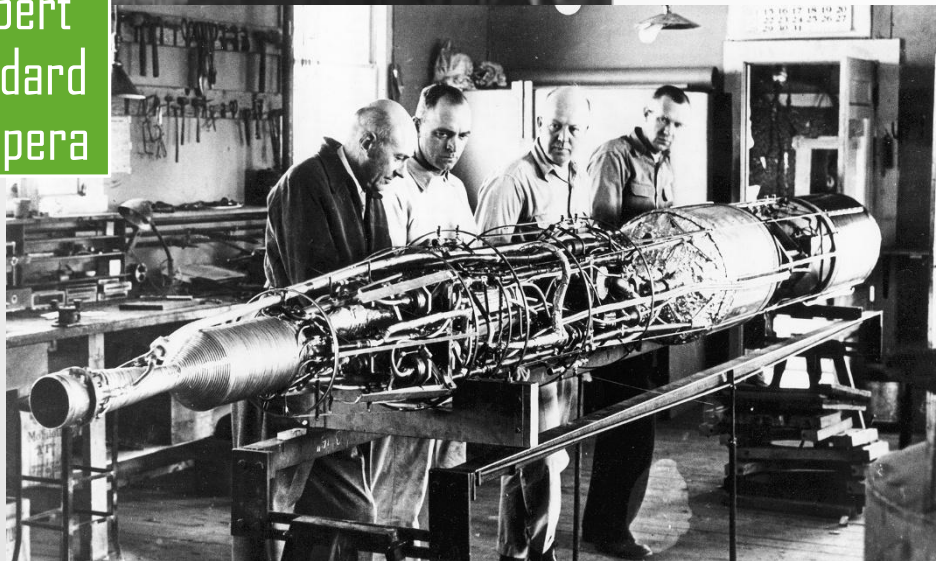
Le prime pagine dei giornali del 5 ottobre 1957



# I precedenti



Robert Goddard all'opera



Fine  
'800

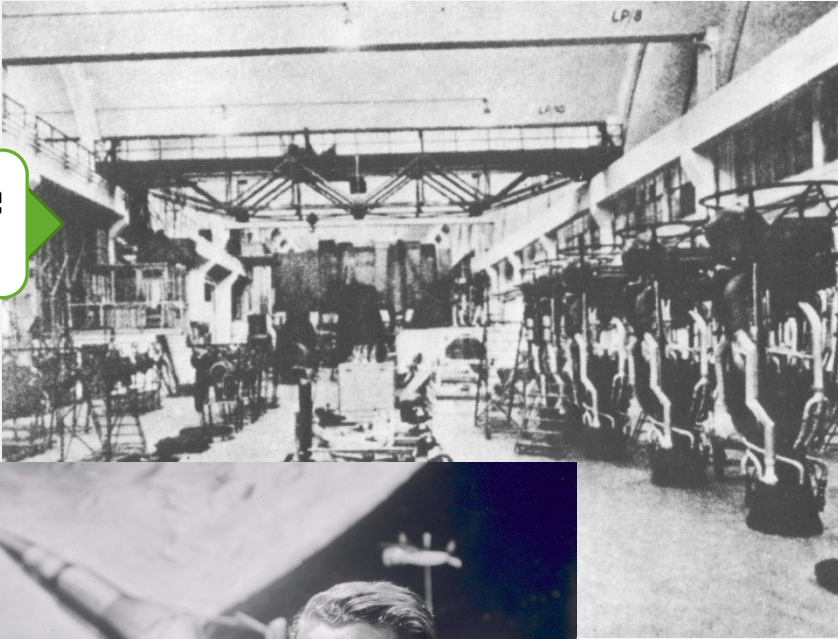
- Konstantin **Éduardovič Ciolkovskij** progetta i primi razzi **potenzialmente** in grado di viaggiare nello spazio

1926

- **Robert Goddard** lancia il primo razzo diretto sulla Luna ma il viaggio dura solo 14 metri. È **un fallimento**

# La seconda guerra mondiale

V-2 in costruzione  
a Mittelbau-Dora



I tedeschi portano avanti le scoperte americane

1943

- Un gruppo di ricerca capeggiato da **Von Braun** progetta i micidiali **V-2**, realizzati nel **campo di concentramento Mittelbau-Dora**

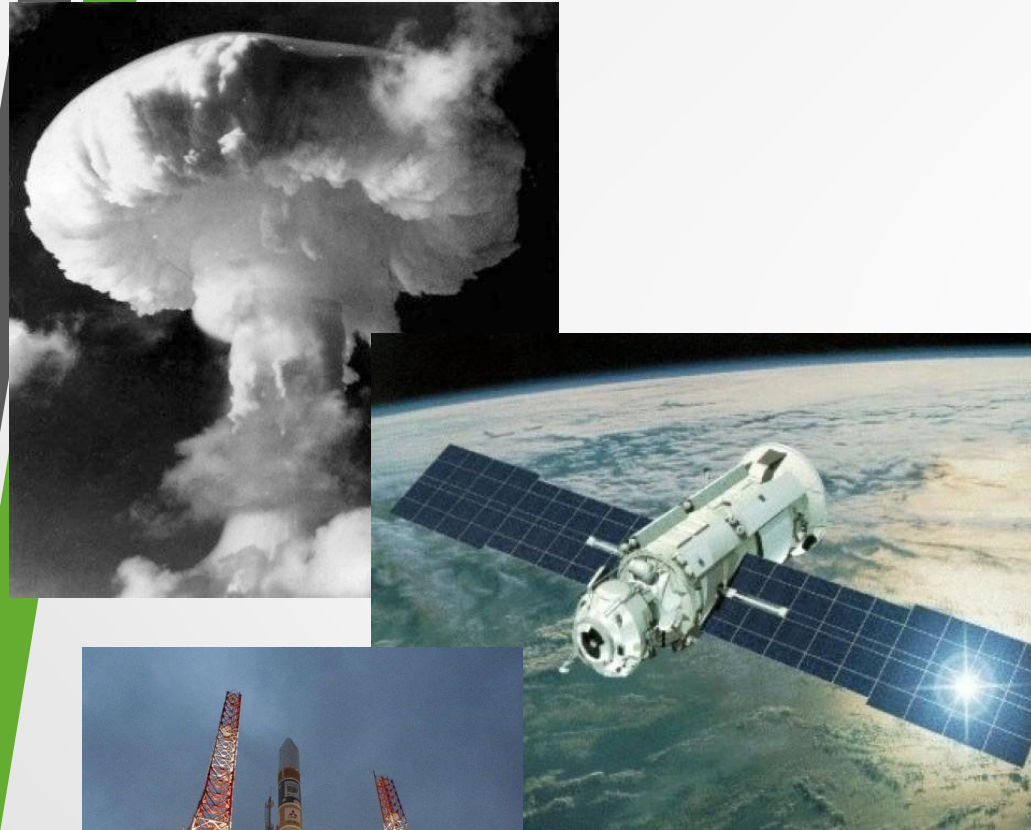
1945

- La Germania esce devastata dal conflitto e **gli scienziati dietro al V-2** collaborano parte **con l'URSS** e parte **con gli USA**

Von Braun, prima  
SS poi tra gli  
scienziati NASA



# L'inizio della Guerra Fredda

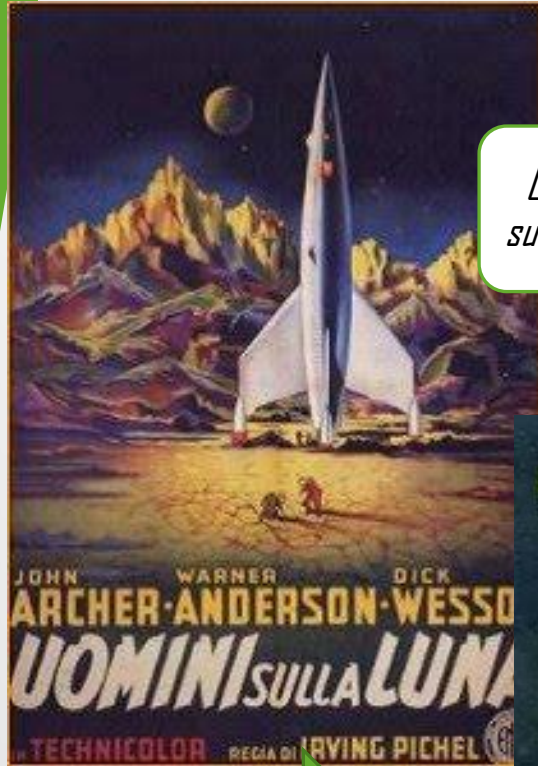


Tecnologia missilistica, spionaggio e sviluppo nucleare si intrecciano:

- Satelliti-spia, testate nucleari e razzi spaziali usano le stesse tecnologie

Inizia la corsa allo sviluppo tecnologico

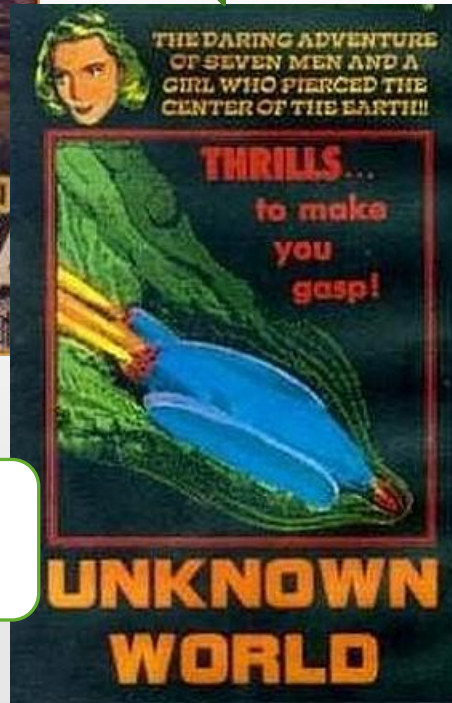
# L'impatto ideologico della corsa allo spazio



*Uomini  
sulla Luna*

Irving  
Pichel

1950



*Unknown  
World*

Terrel  
Morse

1950

Ragioni  
filosofiche  
e di  
prestigio si  
affiancano a  
quelle  
economiche.

- *" Il raggiungere la Luna costituisce un'espansione ed un'affermazione dello spirito umano: [...] la Luna rappresentava una sfida. [...] Il primo passo indispensabile per l'esplorazione del sistema solare. Viaggiare nello spazio verso quel remoto approdo significa allargare i confini dell'uomo, significa compiere un decisivo balzo nell'evoluzione della civiltà. " - Max David*



## Le ragioni economiche

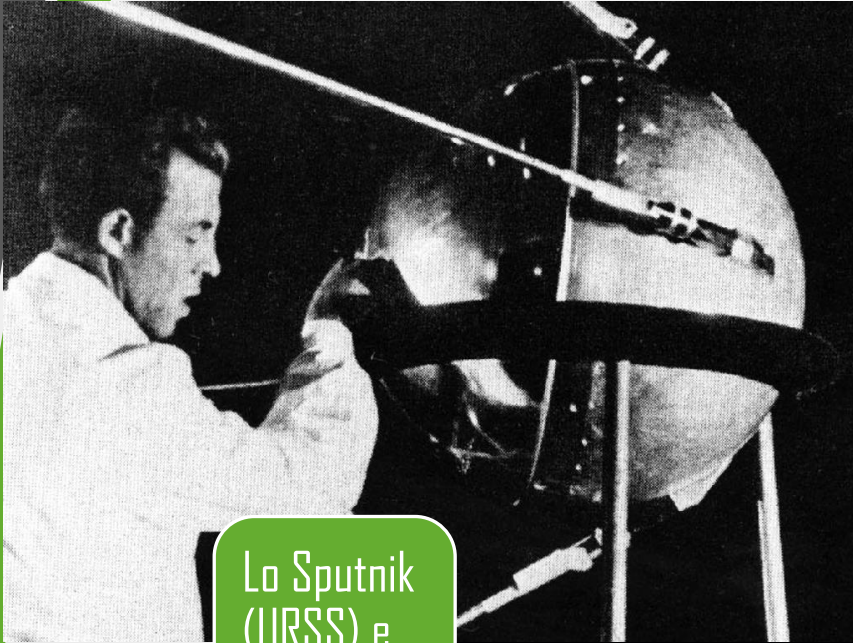


L'allettante prospettiva di un pozzo di petrolio sulla Luna

Vincere la corsa per affermare "Siamo i più grandi" (J.W. Fullbright)

Vincere la corsa per poter sfruttare ignote ed eventuali risorse naturali

# Sputnik Crisis



Lo Sputnik  
(URSS) e  
l'Explorer  
(USA)



1957

- *Sputnik 1* in orbita

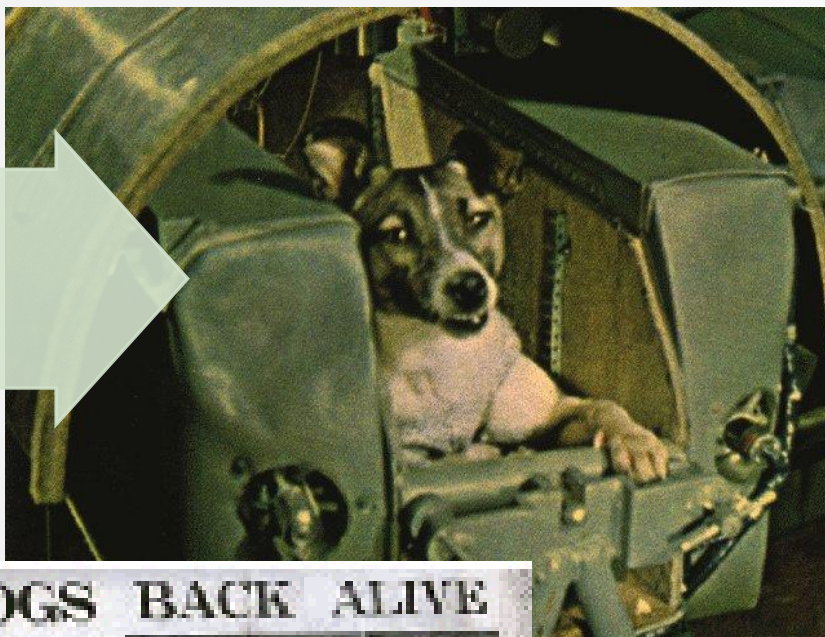
Si attende **risposta USA** (forte pressione su Eisenhower da parte dell'opinione pubblica per affermare supremazia)

Gennaio  
1958

- Nasce **NASA**
- *Explorer 1* in orbita

# Esseri viventi nello spazio: il successo russo

Laika



3 novembre  
1957

- Lo **Sputnik II** in orbita con **Laika**
- La missione non prevedeva rientro

## SPACE DOGS BACK ALIVE

Russia Blazes Trail  
For Manned Flights  
SPUTNIK LANDS TO ORDER



Belka e  
Strelka

19 agosto 1960

- Lo **Sputnik V** in orbita con **Belka e Strelka**
- I due cani rientrano con successo

# L'uomo nello spazio



12 Aprile  
1961

- **Yuri Gagarin** nello **spazio** per due ore a bordo della **Vostok**

Kennedy:

- Mandare il primo uomo sulla Luna entro il 1970 «in **anticipo** sulla Russia»
- Inizia programma **Apollo** tra grandi insuccessi (Apollo 3, Apollo 7, Apollo 8...)

21 Luglio  
1969

- **Armstrong, Collins e Aldrin** sul suolo lunare a bordo dell'**Apollo 11**



# CORRIERE DELLA SERA

## LA PIU' GRANDE AVVENTURA UMANA

### PARTONO PER LA LUNA

Alle 15.32 il lancio da Capo Kennedy - Armstrong, Aldrin e Collins pronti ad affrontare le incognite e i pericoli delle disolate tande lunari - Dopo due o tre orbite di parcheggio intorno alla Terra cominceranno il lungo viaggio che li porterà sulla superficie del satellite - E' la più esaltante impresa che abbiamo mai visto - dichiara von Braun



# IL GIORNO

## CAPO KENNEDY ORE 15.32 - ARMSTRONG, ALDRIN E COLLINS: MENO TRE, MENO DUE, MENO UNO... VIA!

### ADDIO FANTASCIENZA

Nell'interno: IL GIORNALE DELLA LUNA - 4 pagine a colori da conservare

# IL MATTINO

## UN'ERA NUOVA NELLA STORIA DELL'UMANITÀ

### Sono sulla Luna

Il modulo lunare ha toccato il suolo del satellite alle 22.18 ore italiane di ieri - Subito dopo Armstrong ha detto: «Qui c'è il mare della Tranquillità» - L'Aquila, è atterrata - E ha aggiunto: «Siamo in un campo di calcio» - Esplosione di entusiasmo al Centro spaziale di Houston



# LA STAMPA

## tre astronauti si preparano allo sbarco

### OGGI IN ORBITA LUNARE

Un margine di rischio che neppure i prodigiosi "computers" di Houston possono calcolare - Quando Armstrong metterà piede sul satellite, la tuta pressurizzata gli impedirà di piegare le ginocchia e di alzare le braccia alla testa; e se tenterà di curvarsi, rischierà di cadere nella polvere - Ma dorme tranquillo, è senza sonnacchiosi ottimismo americano

# IL MESSAGGERO

## L'UOMO SULLA LUNA

### PRIMO PASSO

Alle 19.46 il Lem- si distaccherà dalla capsula e alle 22.18 si poserà sul satellite - Domani Armstrong e Aldrin toccheranno il suolo lunare - Perfetta riuscita della manovra di entrata in orbita - Oscuri gli scopi del Lunik 15

# GIORNALE DI SICILIA

## L'uomo sta per raggiungere con l'Apollo un traguardo da fantascienza: posare i piedi

### PAESE SERBO

# Scende SBARCA

## L'uomo è sulla Luna

Drammatico atterraggio del LEM: per evitare un Armstrong ha dovuto manovrare in anticipo l'emozionante annuncio: «Abbiamo toccato il suolo da grossi macigni: a 500 metri da noi vediamo d



# l'Unità

## E' cominciata ieri alle 15.32 la più straordinaria avventura spaziale che si concluderà con lo sbarco del primo uomo sul nostro satellite

# Il Resto del Carlino

## STASERA SULLA LUNA

# Il Mattino

## Decide ancora il coraggio umano

# Il Messaggero

## FRONTE AGRARIO SI SFALDA

# Il Resto del Carlino

## La condizionale ai contestatori

# Il Mattino

## Una misteriosa luce a

# Il Messaggero

## Il servizio dell'uomo

# Il Resto del Carlino

## Il servizio dell'uomo

# LA NAZIONE

## L'UOMO PARTE OGGI PER LA LUNA

### ORE 15.32: VIA!

### IL GAZZETTINO

# LA STAMPA

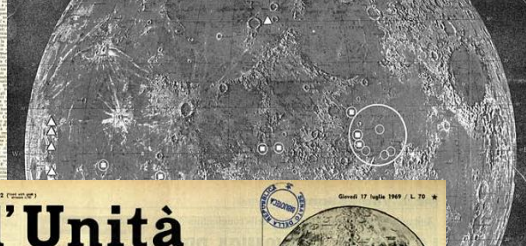
## tre astronauti si preparano allo sbarco

### OGGI IN ORBITA LUNARE

# Il Messaggero

## L'UOMO SULLA LUNA

### PRIMO PASSO



# Il Resto del Carlino

## STASERA SULLA LUNA

# Il Mattino

## Decide ancora il coraggio umano

# Il Messaggero

## FRONTE AGRARIO SI SFALDA

# Il Resto del Carlino

## La condizionale ai contestatori

# Il Mattino

## Una misteriosa luce a

# Il Messaggero

## Il servizio dell'uomo

# Il Resto del Carlino

## Il servizio dell'uomo

# Il Mattino

## Una misteriosa luce a

# LA NAZIONE

## L'UOMO PARTE OGGI PER LA LUNA

### ORE 15.32: VIA!

### IL GAZZETTINO

# LA STAMPA

## tre astronauti si preparano allo sbarco

### OGGI IN ORBITA LUNARE

# Il Messaggero

## L'UOMO SULLA LUNA

### PRIMO PASSO



# Il Resto del Carlino

## STASERA SULLA LUNA

# Il Mattino

## Decide ancora il coraggio umano

# Il Messaggero

## FRONTE AGRARIO SI SFALDA

# Il Resto del Carlino

## La condizionale ai contestatori

# Il Mattino

## Una misteriosa luce a

# Il Messaggero

## Il servizio dell'uomo

# Il Resto del Carlino

## Il servizio dell'uomo

# Il Mattino

## Una misteriosa luce a

« That's one small step for man, one giant leap for mankind. »

« Questo è un piccolo passo per un uomo, ma un grande balzo per l'umanità »

(Neil Armstrong)

I Russi per l'invio  
del primo uomo in  
orbita,

**Non si può  
decretare  
la vittoria  
definitiva**

Gli Americani per  
il primo essere  
umano sulla Luna.



Inglese

# The cosmos as a source of sublime

How Burke could have analyzed the cosmos

**Lorenzo Massimi**

LICEO SCIENTIFICO VITO VOLTERRA

Via Acqua Acetosa 8/A

Ciampino (Roma)

# Aesthetics and Science

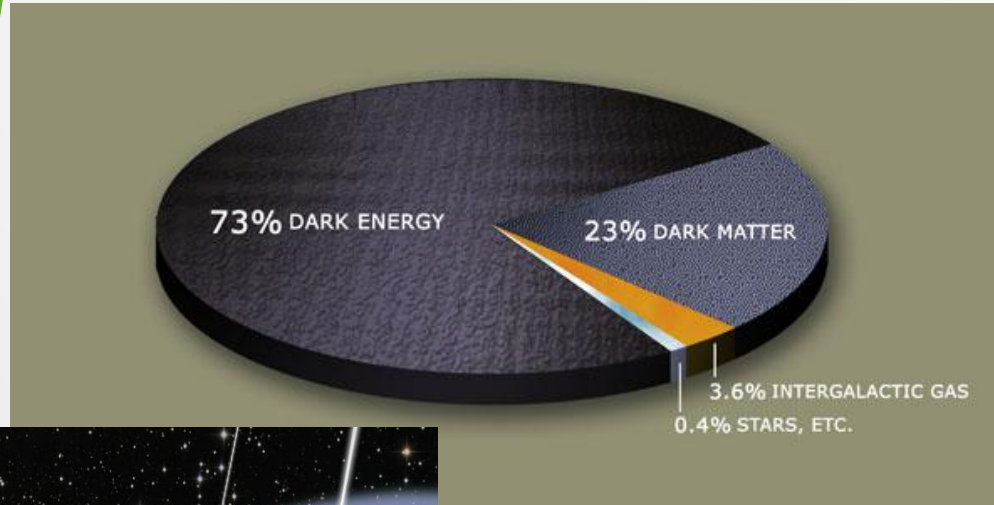
*"What it is that **fascinates** me about the astronomical universe.[...]I've always loved to look directly at the night sky or at the wonders it holds with telescopes of many sizes and powers, [...] **astronomy is about the pleasure of looking.**"*

-David H. DeVorkin





# Emotions and rationality



Universe, with his mysteries, is fascinating

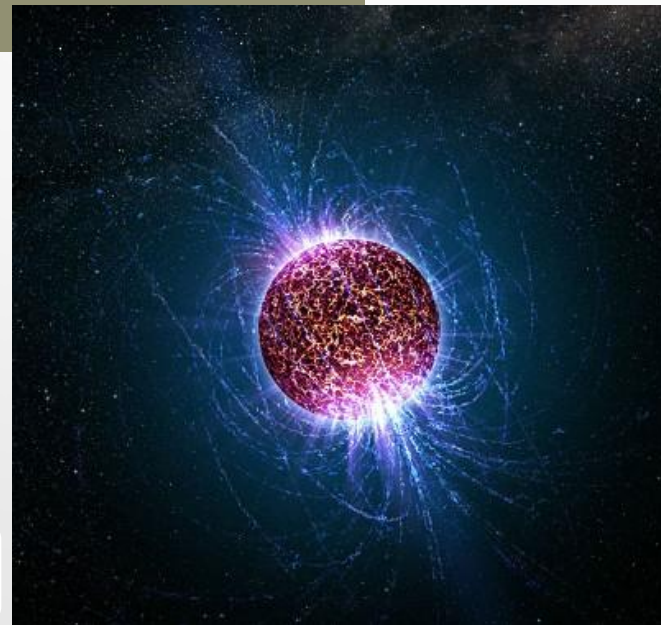
**Rationally** we want to know more about it

**Emotionally** we are inevitably attracted

**Fear:** Cosmos can also be a meneace

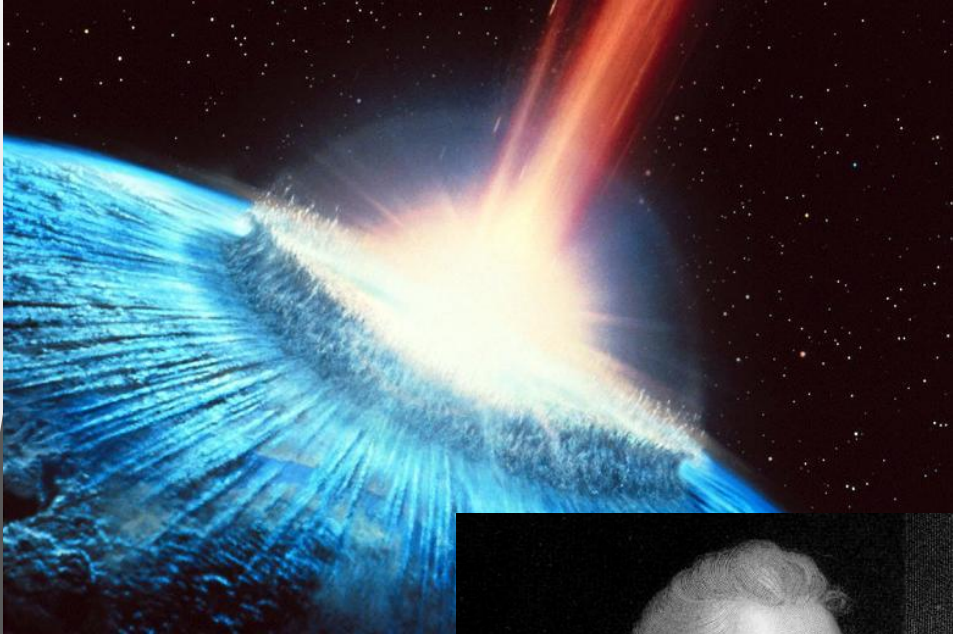


Cosmic rays

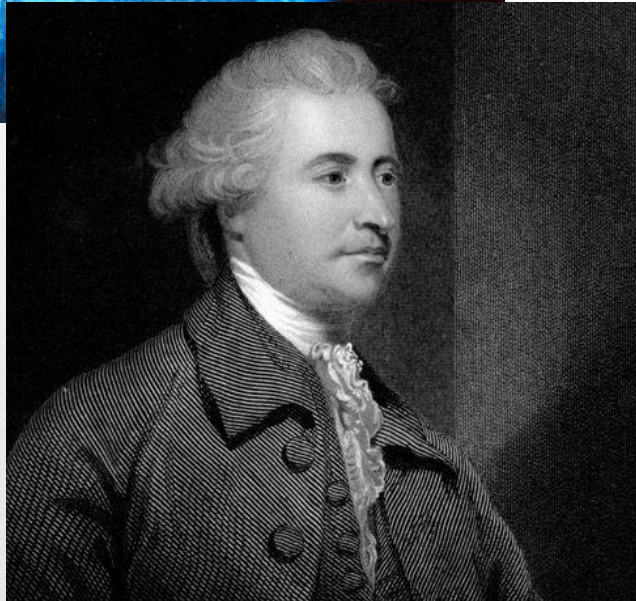


Pulsar

# Astonishment



Edmund  
Burke



---

An indissoluble compound of fear and inability to rationalize cause **astonishment**, a symptom of **sublime**

---

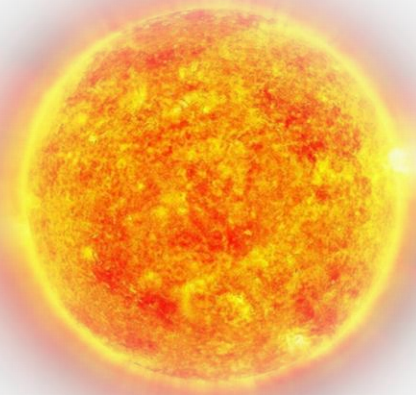
“astonishment is that state of the soul in which all its motions are suspended, with some degree of horror”

---

“far from being produced by them, it anticipates our reasonings, and hurries us on by an irresistible force”

---

-Burke, *A Philosophical Enquiry into the Origin of Our Ideas of the Sublime and Beautiful*



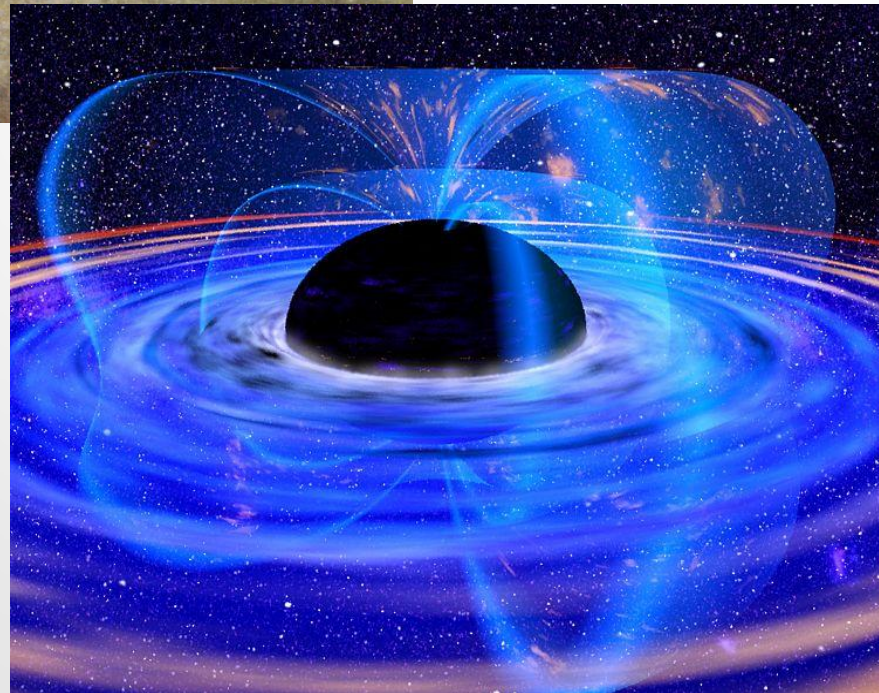
Universe, sky, starts etc. are able to arise  
the idea of sublime and the astonishment



# Terror



Meteor  
Crater  
(Arizona)



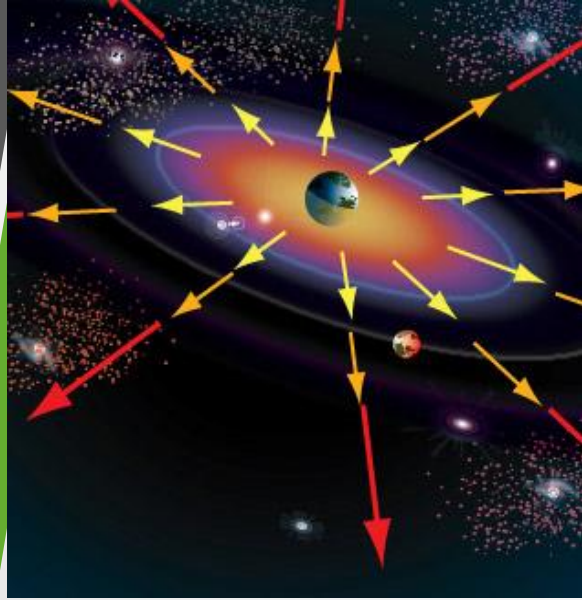
A black hole

The **highest** degree of fear

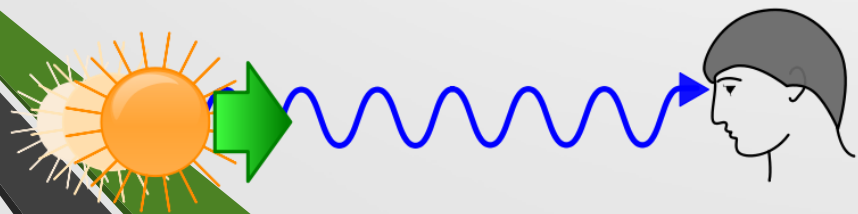
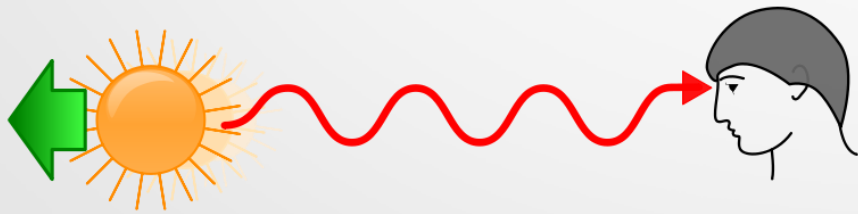
- We are scared by **what we can't know**

*"No passion so effectually robs the mind of all its powers of acting and reasoning as fear"*

- Burke, *A Philosophical Enquiry into the Origin of Our Ideas of the Sublime and Beautiful*



Red shift is a clue that universe is in expansion



# Vastness

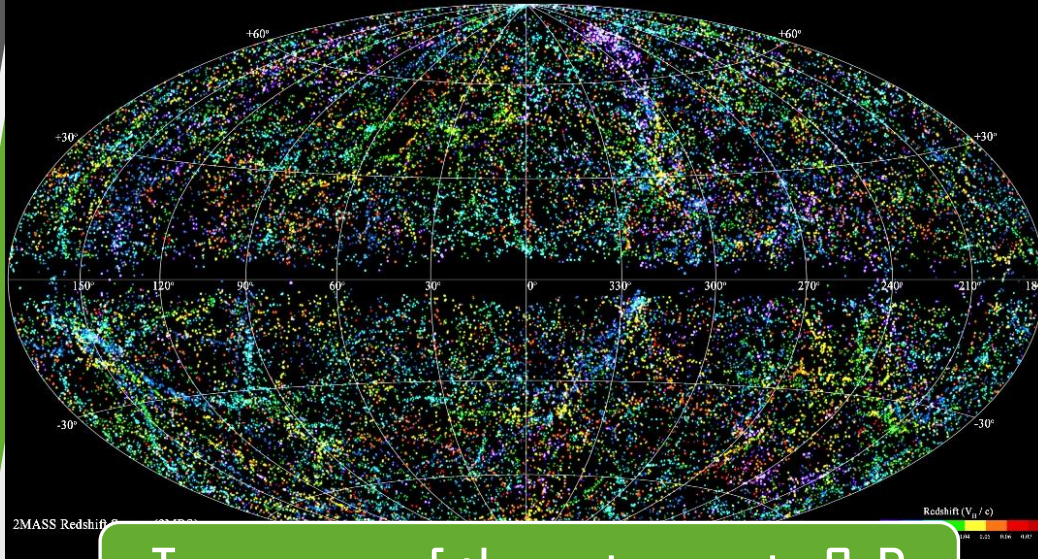
Among fearful things, a particular place is reserved to what is **huge**

Universe is probably still expanding (cosmic expansion theory)

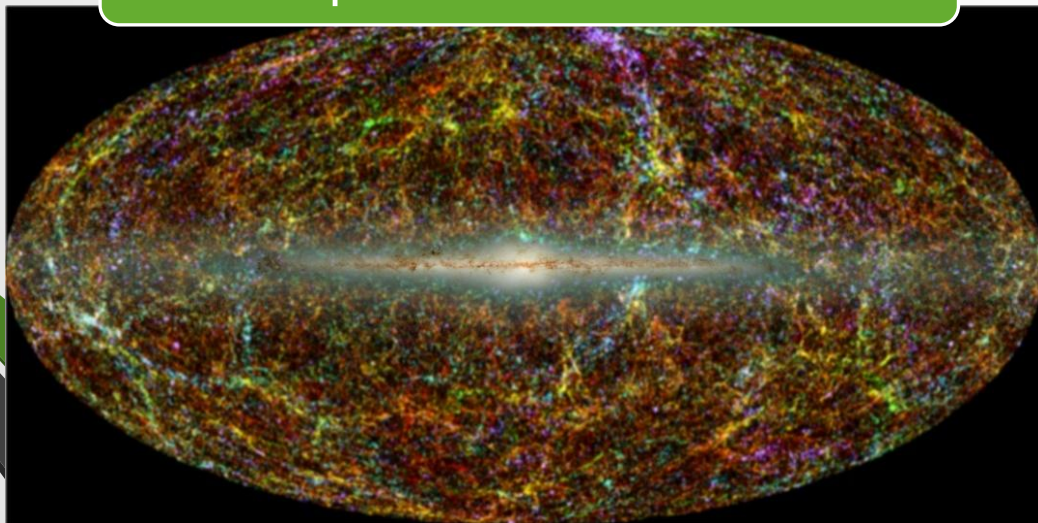
*"this cause of terror be endowed with greatness of dimensions"*

*"Greatness of dimension is a powerful cause of the sublime"*

# Limitless



Two maps of the universe in 3-D



The universe, maybe limitless, is a stronger cause of the sublime than things which we know to be limited

To the idea of **vastness** we annex the idea of **infinity**

*"Infinity has a tendency to fill the mind with that sort of delightful horror, which is the most genuine effect, and truest test of the sublime"*

# Obscurity



*"To make anything very terrible, obscurity seems in general to be necessary"*

*"When we know the full extent of any danger, when we can accustom our eyes to it, a great deal of the apprehension vanishes."*

*"How greatly night adds to our dread, [...] ghosts and goblins, [...] Those despotic governments which are founded [...] upon the passion of fear. [...] Almost all the heathen temples were dark."*

## The black sky

Out in space, the sky looks dark and black, instead of blue. This is because there is no atmosphere — there is no scattered light to reach your eyes.

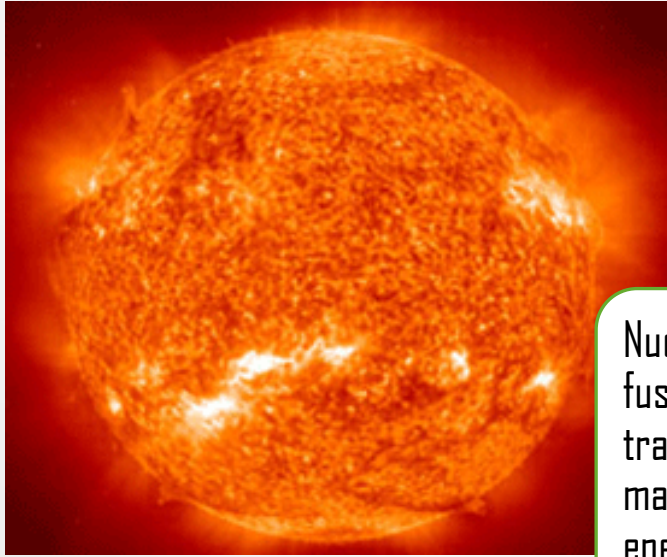
## The blue sky

Gas particles make up the atmosphere. These are smaller than a wavelength of light. When light hits a gas molecule, some of it gets absorbed. The higher frequency blues are more often absorbed than the lower frequency reds. After awhile, the molecule radiates (releases, or gives off) the light in different directions. The colour that is radiated is the same colour that was absorbed.



The sky observed from the earth appears **blue**

While, if observed out in space, it seems **black**



Nuclear fusion transforms mass into energy



Gamma-ray burst

# Power

Universe creates some of the biggest forces ever recorded:

- Nuclear processes in the sun
- Gamma-ray burst whose origin is still uncertain

Burke considers that power is unavoidably linked to pain and so it is a source of sublime

- *"I know of nothing sublime, which is not some modification of power."*
- *"the affection arising from the idea of vast power is extremely remote from that neutral character."*
- *"strength, violence, pain, and terror, are ideas that rush in upon the mind together."*



# Magnificence and Light

The starry sky



Galaxies colliding  
(Andromeda and  
The Milky way)



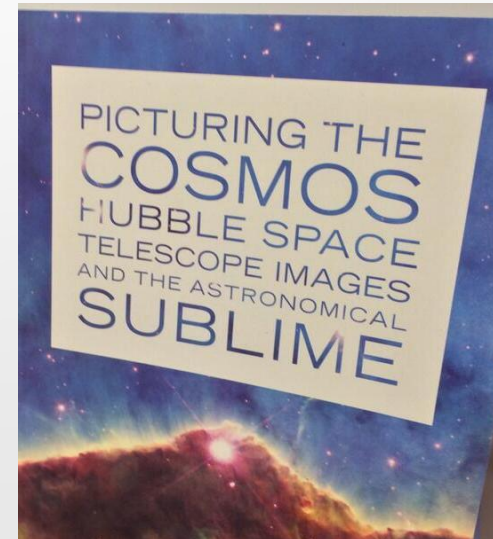
Those elements are directly linked to universe so Burke proposes, as examples, the set of the stars and the sun

- *"Magnificence is likewise a source of the sublime."*
- *"The starry heaven, though it occurs so very frequently to our view never fails to excite an idea of grandeur.[...] The number is certainly the cause. The apparent disorder augments the grandeur."*
- *"light, to make it a cause capable of producing the sublime"*
- *"a light as that of the sun, immediately exerted on the eye, as it overpowers the sense, is a very great idea."*

The cosmos is so fascinating because of the **balanced** mixture of **rationality** and **astonishment**:

- *“Experience the cosmos **visually** and **rationally**, to see the universe as simultaneously beyond humanity’s grasp and within reach of our systems of knowledge. [...] The **rational mind** and the **aesthetic response**, to ignite and affirm each other”* - Elizabeth Kessler

An essay by Elizabeth Kessler



Storia dell'arte



# Bonestell: tra realtà e immaginazione


Le «visioni astronomiche» di Chesley Bonestell

**Lorenzo Massimi**

LICEO SCIENTIFICO VITO VOLTERRA

Via Acqua Acetosa 8/A

Ciampino (Roma)



«Il mondo dell'infinitamente piccolo, reso visibile dal microscopio, quello dell'infinitamente grande, **mostrato dal telescopio**, quello di tutto ciò che l'**occhio umano non può afferrare** [...] divengono visibili e come tali **oggetto di attenzione** dei pittori»

-G.C. Argan

# Cos' è la space art?

«immagini di  
visioni  
attraverso  
l'universo, dalla  
nostra terra alle  
stelle»

- Manifesto dell'IAAA



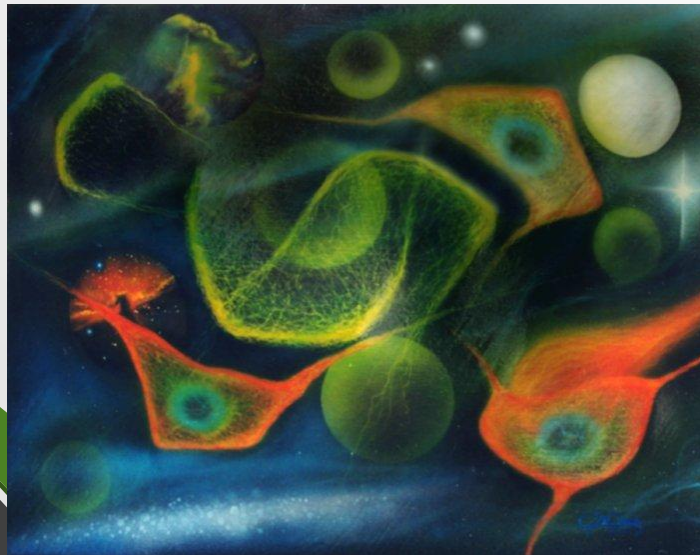
-Ludek Pesek, Jupiter Rises Above the Jovian Moon Io, 1975



-Chesley Bonestell, Saturn seen from Mimas, 1944



-Anna Grossi, Expansion to immense 2, 2007



-Claudio Del Duca, Genesi, 1999

# Chesley Bonestell (1888-1986)



Pittore ed illustratore

Polemica con arte  
contemporanea (Da Vinci e Dorè)

Non-artista

# Saturn as seen from Mimas



Chesley Bonestell, Saturn as seen from  
**Mimas, 1944**



Una delle **prime immagini di Mimas**  
scattata dalla sonda Pioneer 11 nel **1979**



Un cosmo «**realistico**» o «**fantascientifico**»?



# «Un colossale studio cinematografico»

## Analisi iconografica:

- Presenza di una piramide aliena





«Paesaggi **fiabeschi** con rocce simili a castelli [...] una sorta di **cosmica battaglia**, un **miscuglio** di **bizzarre** spiagge»

-Wyn Wachhorst, saggista e articolista

# «Un colossale studio cinematografico»

Più sorgenti di luce =  
orbita poco realistica



Sorgente di  
luce  
all'infinito

# «Un colossale studio cinematografico»

Più sorgenti di luce =  
orbita poco realistica

Seconda  
sorgente  
all'infinito

Sorgente di  
luce  
all'infinito





«Una gigantesca **stanza dei giochi**, un mondo giocattolo  
**personale**»

-Wyn Wachhorst

# «Un colossale studio cinematografico»

Il cielo colorato suggerisce la presenza di un'atmosfera che crea effetti di rifrazione luminosa

La piana perfettamente pianeggiante suggerisce l'assenza di fenomeni atmosferici



# «Un colossale studio cinematografico»

Il confine tra il rosso ed il verde appare molto netto, in realtà dovrebbe essere più sfumato



Particolare di un aurora boreale



«La più accurata  
rappresentazione di  
quei corpi celesti»

Il 60% di Titano è  
costituito da ghiaccio

Il resto da materiali  
rocciosi





«Sono molto **più che riproduzioni di quadri eterei** di mondi  
dell'al di là»

- Wernher von Braun, scienziato NASA

«La più accurata  
rappresentazione di  
quei corpi celesti»

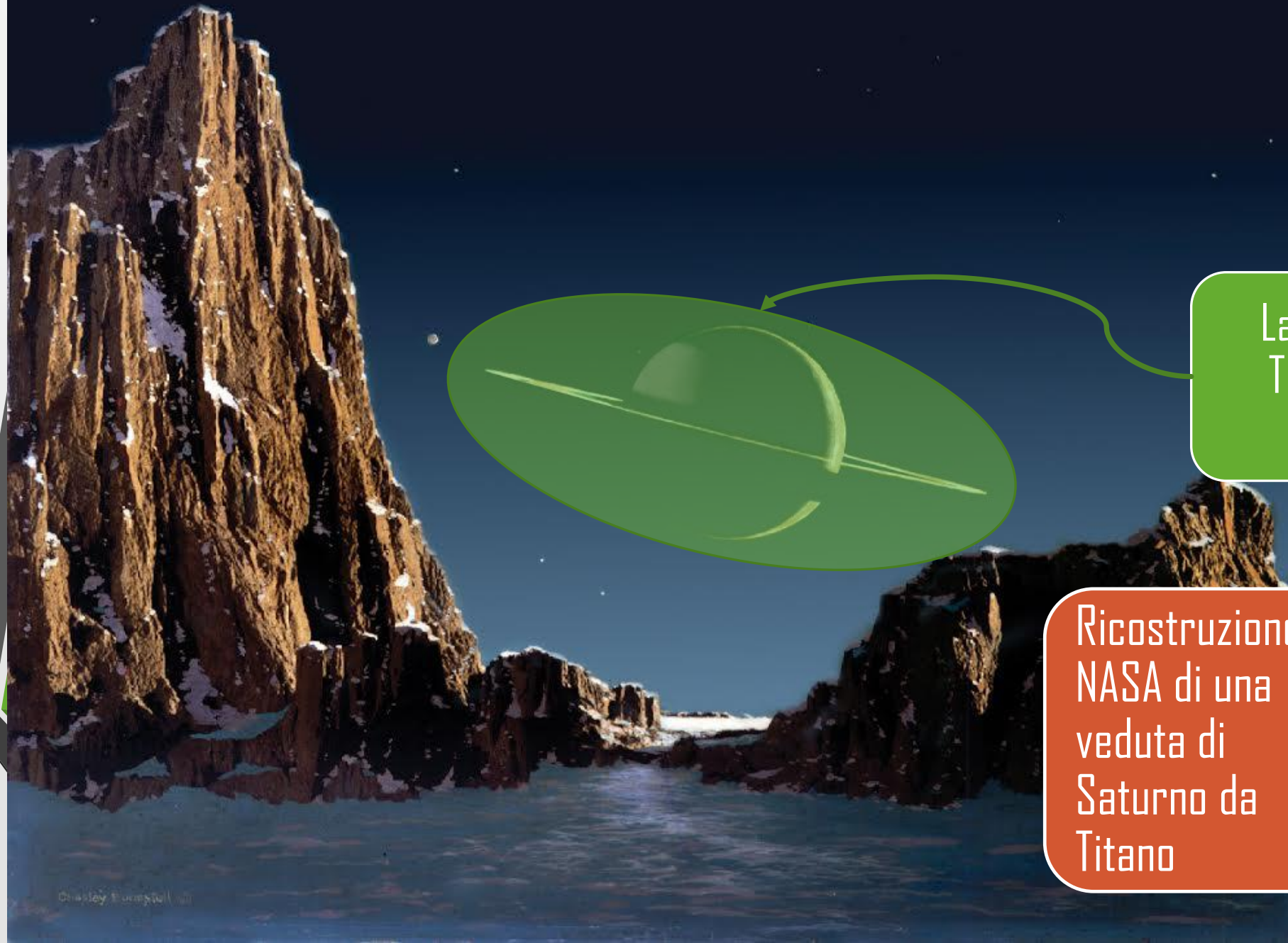
Fenomeni di erosione dovuti  
alla presenza di abbondanti  
precipitazioni e forti venti  
sono possibili



«La più accurata  
rappresentazione di  
quei corpi celesti»

La densa atmosfera di  
Titano rende Saturno  
appena visibile

Ricostruzione  
NASA di una  
veduta di  
Saturno da  
Titano





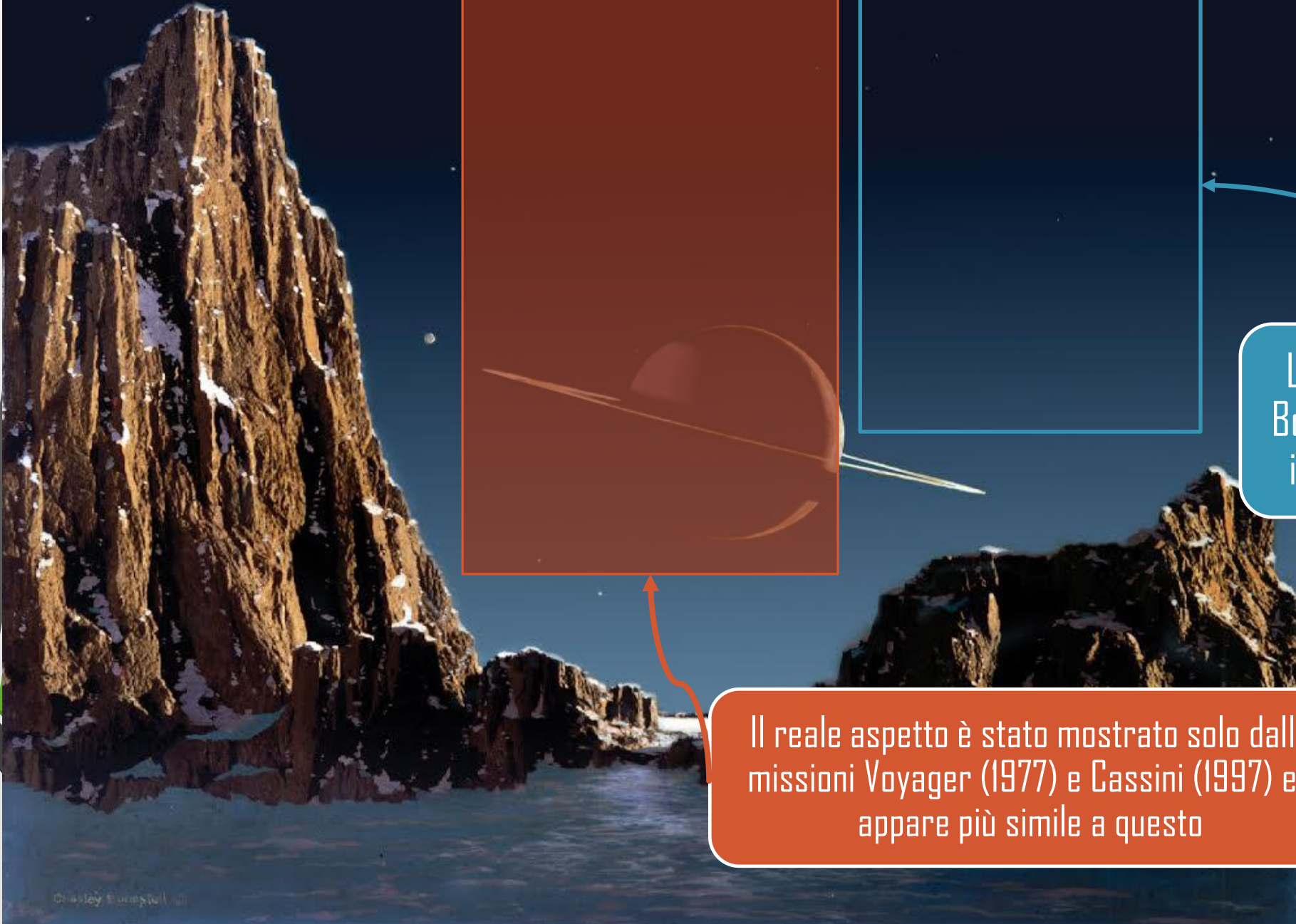
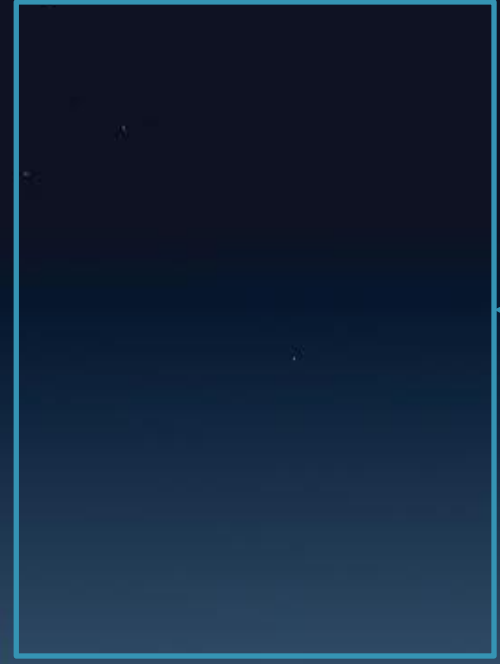
«L'**atmosfera** di Titano era molto **densa** [...] Bonestell **ne**  
**tenne conto** [...] era ancora possibile **sbirciare Saturno**»

- Gregory Benford, fisico statunitense appassionato di fantascienza

«La più accurata  
rappresentazione di  
quei corpi celesti»

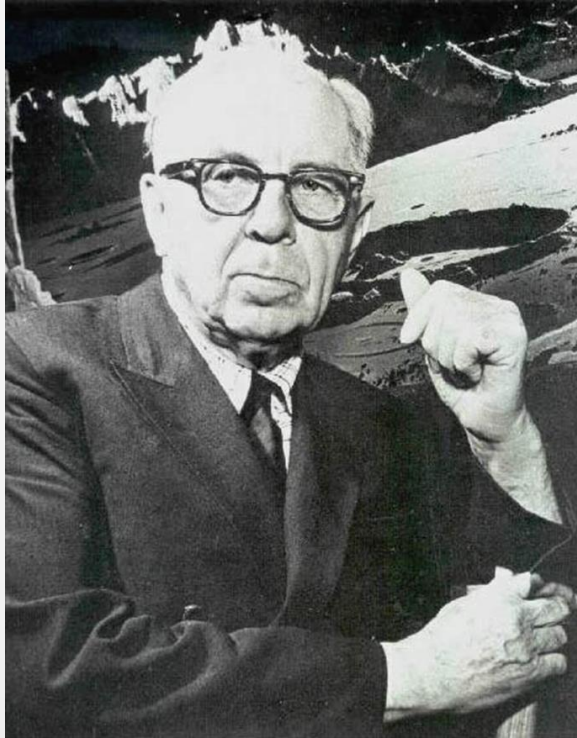
L'atmosfera ipotizzata da  
Bonestell è coerente con le  
ipotesi di Kuiper del 1944

Il reale aspetto è stato mostrato solo dalle  
missioni Voyager (1977) e Cassini (1997) ed  
appare più simile a questo




© Charles Bonestell 1944

# Conclusione



-Pietro Labruzzi, Ritratto di Giovanni Battista Piranesi, 1779

Simile ad un **moderno Piranesi**, dipinge un cosmo in cui **supplisce con l'immaginazione ai vuoti della scienza**, sempre attento alla coerenza con le scoperte astronomiche



“Chesley [...] è stato nel cosmo prima di tutti gli altri. Neil Armstrong? Be', **Base Tranquillità fu impiantata sulle orme già lasciate da Bonestell** e i suoi tubetti di pittura già spremuti e gettati.”

-Arthur Clarke, scrittore di fantascienza ed inventore

# Bibliografia

- -Jurgen R. Meyer-Arendt, *Introduzione all'ottica classica e moderna*, Zanichelli, Bologna, 1976
- -Conrad Bohm, *Dall'astrolabio al telescopio spaziale*, Editoriale Scienza, Trieste, 1996
- -Galileo Galilei, *Sidereus Nuncius*, Marsilio Editori, Venezia, 1993
- -Massimo Crippa, Marco Fiorani, *Geografia Generale*, Mondadori, Milano, 2011
- -AA.VV., *Studenti-ricercatori per cinque giorni*, Springer, Milano, 2013
- -AA.VV., *Oltre i materiali. La scienza tra le nostre dita*, Springer, Milano, 2013
- -Geoff Andersen, *The Telescope: Its History, Technology, and Future*, Princeton University Press, Oxford, 2007 (versione e-book)
- -AA.VV., *James Webb Space Telescope: Science Guide*, Space Telescope Science Institute, 2012 (versione e-book)
- -AA.VV., *Hubble Space Telescope: Discoveries*, Space Telescope Science Institute, 2012 (versione e-book)
- -Dante Alighieri, *La divina commedia, Vol.III, Paradiso* a cura di N. Sapegno, La Nuova Italia Editrice, Firenze, 1983
- -Dante Alighieri, *La divina commedia, III, Paradiso* a cura di L. Lipparini, Malpiero editore, Bologna, 1969
- -Dante Alighieri, *La divina commedia*, a cura di R. Brusciagli e G. Giudizi, Zanichelli, Bologna, 2011
- -AA.VV., *La letteratura, Volume I*, Paravia Mondadori, Varese, 2007
- -Franco Nembrini, *Dante, poeta del desiderio, Volume III, Paradiso*, Itaca, Castel Bolognese, 2013
- -Patrick Boyde, *L'uomo nel cosmo. Filosofia della natura e poesia in Dante*, Il Mulino, Bologna, 1984
- -Eugenio Lo Sardo, *Il cosmo degli antichi*, Editore Donzelli, Roma, 2007
- -Lucrezio, *De rerum natura – La natura delle cose*, a cura di Guido Milanese, Mondadori, Milano, 2007
- -Lucrezio, *Sulla natura delle cose*, trad. di A. Marchetti, Liberliber, 2006 (e-book)
- -G. Garbarino, L. Pasquariello, *Latina I*, Paravia Mondadori, Varese, 2009
- -Rosa Soriano, *Uomo e scienza nella letteratura latina*, Fratelli Ferraro editore, Pozzuoli (NA), 2008
- -M. Mortarino, M. Reali, G. Turazza, *Genius Loci I*, Loescher, Torino, 2007
- -Perutelli, Paduano, Rossi, *Storia e testi della letteratura latina*, Zanichelli, Bologna, 2010
- -A. Desideri, M. Themelly, *Storia e storiografia*, Vol.3, Il Novecento, editore D'Anna, Firenze, 1997
- -A. De Bernardi, S. Guarracino, *I saperi della storia*, Vol.3, Mondadori, Milano, 2006
- -G. Sabatucci, V. Vidotto, *Storia Contemporanea, Il novecento*, Laterza edizioni, Roma, 2008
- -Rivista *Focus Storia Wars, La guerra fredda*, n°1 13/2008, uscita il 12.12.2008
- -Edmund Burke, *A philosophical enquiry into the origin of our ideas of the sublime and beautiful*, Dodsley, Londra, 1767 (e-book)
- -Elizabeth Kessler, *Picturing the Cosmos: Hubble Space Telescope Images and the Astronomical Sublime*, Univ. Of Minnesota Press, Minneapolis, 2012 (e-book)
- -Arnold Hauser, *Storia sociale dell'arte. Volume quarto. Arte moderna e contemporanea*, Einaudi, Torino, 1987
- -Ron Miller, *Le visioni astronomiche di Chesley Bonestell*, da *Le scienze* n°311, Luglio 1944
- -Melvin Schuetz, *A Chesley Bonestell Space Art Chronology*, Universal Publishers, Parkland, Florida, 1999 (1951); e-book tramite il sito bookpump.com
- -Giulio Carlo Argan, *L'arte moderna, L'ottocento*, Sansoni editore, Milano, 2008 (1988)
- -Giulio Carlo Argan, *L'arte moderna, Il Novecento*, Sansoni editore, Milano, 2008 (1988)



# Sitografia 1/4

- -ENCICLOPEDIA TRECCANI online, *Telescopio* (09.02.14), *Gregoriano* (09.02.14), *Federico Ces* (09.02.14), *Riflettanza* (16.02.14), *Royal Society* (16.02.14), *Philosophical Transactions of the Royal Society of London* (16.02.14), *I grandi telescopi dell'ottocento* (02.03.14), *Berillio* (08.03.14).
- -*Svelata la tecnologia segreta del telescopio di Galileo*, dal sito [technologyreview.it](http://technologyreview.it) (09.02.14)
- -*Il cannocchiale di Galileo; Il cannocchiale di Galileo - Il cannocchiale Kepleriano*, dal sito [brunelleschi.imss.fi.it](http://brunelleschi.imss.fi.it) (09.02.14)
- -*Telescopio (cannocchiale)*, dal sito [museogalileo.it](http://museogalileo.it) (09.02.14)
- -Paolo Botton, *Il telescopio*, dal sito [astronomia.comze.com](http://astronomia.comze.com) (09.02.14)
- -Monica Mosca, *La ragazza delle stelle innamorata da ottant'anni*, da [gente.it](http://gente.it) (09.02.14)
- -Gianluca Galvagno, *Le aberrazioni*, dal sito [webalice.it](http://webalice.it) (16.02.14)
- -Richard S. Westfall, *Zucchi, Niccolò*, dal sito [galileo.rice.edu](http://galileo.rice.edu) (16.02.14)
- -Fred De Marja, *L'evoluzione del telescopio a riflessione*, dal sito [orsapa.it](http://orsapa.it) (16.02.14)
- -Pasqueto Davide, *Deep Impact*, dal sito [dei.unipd.it](http://dei.unipd.it) (16.02.14)
- -Pasquale Caldara, *Grandi Telescopi Ottici*, dal sito [astro.pa.unipa.it](http://astro.pa.unipa.it) (21.02.14) dallo stesso sito *Cerro Paranal* (02.03.14), *Keck* (02.03.14), *Mount Hopkins* (02.03.14)
- -Manlio Suvieri, *I grandi telescopi*, dal sito [astrofilimaffei.org](http://astrofilimaffei.org) (21.02.14)
- -Antonio Missanelli, *Costruzione di uno specchio astronomico teoria e pratica*, dal sito [oacn.inaf.it](http://oacn.inaf.it) (21.02.14)
- -Bruno Marano, *L'evoluzione dei grandi telescopi ottici*, dal sito [prometeo.sif.it](http://prometeo.sif.it) (02.03.14)
- -*Era of Huge Reflectors*, dal sito [opposite.stsci.edu](http://opposite.stsci.edu) (02.02.14) dallo stesso sito *Era of Multi-mirror Telescopes* (07.02.14) e *Era of Space Telescopes* (08.02.14)
- -*Yerkes Observatory*, dal sito [cr.nps.gov](http://cr.nps.gov) (02.03.14)
- -Marco Moretti, *I Grandi Telescopi Astronomici*, dal sito [spaziovisione.xoom.it](http://spaziovisione.xoom.it) (02.03.14)
- -*Telescopi e Strumentazioni*, dal sito [eso.org](http://eso.org) (02.03.14)
- -*Ottica Attiva*, dal sito [astro.pa.unipa.it](http://astro.pa.unipa.it) (07.03.14)
- -Massimo Brescia, *Ottica attiva ed adattiva*, dal sito [oacn.inaf.it](http://oacn.inaf.it) (07.03.14)
- -Alessio Pisani, *Ottica adattiva. Cos'è e come funziona*, dal sito [alessiopisani.com](http://alessiopisani.com) (07.03.14)
- -Claire Max, *Introduction to adaptive optics and its history*, dal sito [cfao.ucolick.org](http://cfao.ucolick.org) (07.03.14)
- -Claire Max, *Adaptive Optics in the VLT and ELT era basics* (08.03.14)
- -Claire Max, *Adaptive Optics in the VLT and ELT era basics of AO*, dal sito [isdc.unige.ch](http://isdc.unige.ch) (07.03.14)
- -Federica Savarino, *Correzione di immagini tramite ottica adattiva sensorless*, dal sito [tesi.cab.unipd.it](http://tesi.cab.unipd.it) (07.03.14)
- -Daniela Cipolloni, *Il Kavli Prize al padre dei super telescopi*, dal sito [media.inaf.it](http://media.inaf.it) (07.03.14)
- -AA.VV., *Active optics and control architecture for a Giant Segmented Mirror Telescope*, dal sito [nsoa.edu](http://nsoa.edu) (07.03.14)
- -*Potere di risoluzione*, dal sito [studenti.unipa.it](http://studenti.unipa.it) (07.03.14)
- -*New Technology Telescope (ESD)*, dal sito [stfc.ac.uk](http://stfc.ac.uk) (07.03.14)
- -*Why a space telescope?*, dal sito [hubblesite.org](http://hubblesite.org) (08.03.14)
- -Cristina Riso, *I telescopi spaziali*, dal sito [everyspacemagazine.com](http://everyspacemagazine.com) (08.03.14)
- -Jeff Hecht, *Cost overruns put squeeze on Hubble's successor*, dal sito [newscientist.com](http://newscientist.com) (08.03.14)
- *Hipparcos*, dal sito [sci.esa.int](http://sci.esa.int) (08.03.14)
- -*Hubble Essentials*, dal sito [hubblesite.org](http://hubblesite.org) (08.03.14)
- -Giovanni Caprara, *Webb, il telescopio spaziale più potente*, dal sito [corriere.it](http://corriere.it) (08.03.14)
- -*Technology at the extremes*, dal sito [webbtelescope.org](http://webbtelescope.org) (08.03.14)
- -Giovanni Petrucci, *Il problema elastico*, dal sito [unipa.it](http://unipa.it)
- - ULE® Ultra Low Expansion Glass, dal sito [corning.com](http://corning.com)

# Sitografia 2/4

- -*Corning Completes Gemini Large Telescope Mirror Blank*, dal sito gemini.edu (08.03.14)
- -Roberto Caccia, *Gaia, l'occhio spaziale da un miliardo di pixel*, dal sito tomshw.it (08.03.14)
- -*La diffrazione*, dal sito fotografareindigitale.com (08.03.14)
- -*Conical Cross-section Newtonian Parabolic Mirrors*, dal sito rfroyce.com (08.03.14)
- -*Lenti cilindriche*, dal sito directindustry.it (08.03.14)
- -AA. VV., *Sounding-rocket telescope uses new technology ultra-lightweight mirrors*, dal sito spie.org (08.03.14)
- -*Mount Palomar Observatory, Mirror of the Hale telescope*, dal sito anamorfose.be (08.03.14)
- -M. Feinberg, P. Bierden, *Adaptive Optics in Biological Imaging with Two-Photon Microscopy*, dal sito photonics.com (08.03.14)
- -*Flats*, dal sito customscientific.com (09.03.14)
- -Brent Lambert, *Eight years in the making*, dal sito feelguide.com (09.03.14)
- -Rob Gutro, *James Webb Space Telescope's Beryllium Mirrors*, dal sito redorbit.com (09.03.14)
- -*Space*, dal sito mpa.fr (09.03.14)
- -*Keck Observatory Completes \$4 Million Adaptive Optics Fund*, dal sito keckobservatory.org (10.03.14)
- -*Cannocchiale*, dal sito istitutocalvino.gov.it (10.03.14)
- -Davide Sigillò, *Aberrazioni Ottiche e Star Test*, dal sito davidesigillo.eu (06.05.14)
- -Ranieri Rolandi, *Risoluzione e diffrazione*, dal sito fisica.unige.it (06.05.14)
- -*History of the Telescope*, dal sito mmt.org (06.05.14)
- -*MAD*, dal sito eso.org (06.05.14)
- -*How much does Webb cost? When will it launch?*, dal sito jwst.nasa.gov (06.05.14)
- -*Hubble Facts*, dal sito asd.gsfc.nasa.gov (06.05.14)
- -*Shuttle Mission: STS-61*, dal sito hubble.nasa.gov (06.05.14)
- -*Berillio*, dal sito enciclopedia-l.com (06.05.14)
- -*Panoramica materiali a confronto*, dal sito ing.unitn.it (06.05.14)
- -Marco Boniardi, *Materiali ceramici*, dal sito istitutofermiverona.it (06.05.14)
- -*echo*, dal sito sci.esa.int (06.05.14)
- -Francesco Agnoli, *Io al centro dell'universo*, dal sito ilfoglio.it (17.11.13)
- -James Hamula, *Come vincere la guerra contro il male*, dal sito lds.org (17.11.13)
- -David Willkerson, *Il terribile peccato di orgoglio*, dal sito ilfaro-it.net (17.11.13)
- -Commenti e analisi dei canti del sito divinacommedia.weebly.com (tra novembre 2013 ed maggio 2014)
- -Parafrasi dei canti del sito orlandofurioso.com (tra novembre 2013 ed maggio 2014)
- -Barbara Faes De Mottoni, *Universo* in Enciclopedia dantesca (1970) dal sito treccani.it (01.12.13)
- -Piero Bianucci, *L'universo di Dante anticipò quello di Einstein*, dal sito lastampa.it (01.12.13)
- -Chiara Richelmi, *L'armonia delle sfere*, dal sito users.unimi.it (05.01.14)
- -Cinzia Corona, *La cosmologia nella Divina Commedia*, dal sito istruzione.umbria.it
- -*Geocentrismo*, dal sito umavisaoterra.pbworks.com (11.03.14)
- -*Dante Alighieri*, dal sito webpage.pace.edu (11.03.14)
- -La strutture dell'inferno e del purgatorio, dal sito eremonedizioni.it (11.03.14)
- -Introduzione al Purgatorio di Dante dal sito spazioinwind.libero.it (13.03.14)
- -Marina Zuccoli, *Le letture di E. Manfredi: astronomia*, dal sito bo.astro.it (13.03.14)
- -Ken Hrdina, *PRODUCTION and PROPERTIES of ULE® GLASS*, dal sito sematech.org (08.03.14)
- -Francesco Payne, *Lo Spostamento dell'Asse Terrestre*, dal sito attraversololtre.blogspot.it (13.03.14)

# Sitografia 3/4

- Filomena Montella, *L'astronomia nella Roma antica*, dal sito [osservatorioacquaviva.it](http://osservatorioacquaviva.it) (12.01.13)
- Lucrezio - *De rerum natura*, dal sito [parodos.it](http://parodos.it) (12.01.13)
- Claudio Gazzola, *Lucrezio all'Ariosto*, dal sito [senecio.it](http://senecio.it) (24.01.14)
- Lucreti Testimonia Vitae*, dal sito [classics.unibo.it](http://classics.unibo.it) (24.01.14)
- Tito Lucrezio Caro: *vita, follia e contesto culturale*, dal sito [arcadiaclub.com](http://arcadiaclub.com) (13.03.14)
- Paolo Mieli, *Lucrezio, una scoperta che aprì il Rinascimento*, dal sito [corriere.it](http://corriere.it) (13.03.14)
- Foto di Dante Alighieri*, dal sito [biografieonline.it](http://biografieonline.it) (13.03.14)
- Breve storia dell'atomistica* dal sito [venus.unive.it](http://venus.unive.it) (13.03.14)
- Il cannocchiale di Galileo - Dalla bottega agli astri*, dal sito [brunelleschi.imss.fi.it](http://brunelleschi.imss.fi.it) (13.03.14)
- Caterina Lenti, *Lo stress e le emozioni sono funzionali alla sopravvivenza della specie*, dal sito [meteoweb.eu](http://meteoweb.eu)
- Michele Composta, *Archeometallurgia e produzione metallurgica nella storia* dal sito [ing.unitn.it](http://ing.unitn.it) (13.03.14)
- L'età del ferro* dal sito [xoomer.virgilio.it](http://xoomer.virgilio.it) (13.03.14)
- Gianluca Turconi, *La corsa allo Spazio, la conquista della Luna e le prospettive di esplorazione spaziale nel XXI secolo*, dal sito [letturfantastiche.com](http://letturfantastiche.com) (10.03.14)
- Ksenia Fochina, *Le potenze mondiali giocano insieme nella nuova "corsa allo spazio"*, dal sito [italian.ruvr.ru](http://italian.ruvr.ru) (10.03.14)
- M.Gamba, M.Canali, *La corsa allo spazio*, dal sito [raistoria.it](http://raistoria.it) (15.03.14)
- Fabio Poretti, *Le origini della corsa allo spazio e la NASA*, dal sito [istitutosup-gavirate.it](http://istitutosup-gavirate.it) (15.03.14)
- Alessandro Madeddu, *Sputnik crisis*, dal sito [cosesovietiche.blogspot.it](http://cosesovietiche.blogspot.it) (15.03.14)
- Alessandro Madeddu, *La prima passeggiata spaziale della storia*, dal sito [cosesovietiche.blogspot.it](http://cosesovietiche.blogspot.it) (15.03.14)
- Leopoldo Bennacchio, *Vogliamo la Luna! Quando Kennedy lanciò la Nuova Frontiera nella corsa allo spazio*, dal sito [ilsole24ore.com](http://ilsole24ore.com) (16.03.14)
- Marco Bersanelli, *Quella corsa allo spazio che ci ha fatto capire chi siamo*, dal sito [ilsussidiario.net](http://ilsussidiario.net) (16.03.14)
- Simonetta Di Pippo, *Esplorazione dello spazio, La conquista dello spazio*, dal sito [treccani.it](http://treccani.it) (16.03.14)
- Sputnik*, dal sito [jpl.nasa.gov](http://jpl.nasa.gov) (18.04.14)
- Sputnik*, dal sito [coalwoodwestvirginia.com](http://coalwoodwestvirginia.com) (18.04.14)
- AA. VV., *A-4/V-2 Makeup - Tech Data & Markings*, dal sito [v2rocket.com](http://v2rocket.com) (18.04.14)
- Arthur Mcpaul, *Il cinema di Fantascienza: gli anni '50*, dal sito [fantascienza2059.blogspot.it](http://fantascienza2059.blogspot.it) (18.04.14)
- *Yuri Gagarin*, dal sito [inyourpocket.com](http://inyourpocket.com) (18.04.14)
- Annalee Newitz, *An Art Historian Reflects on the Beauty and Significance of Hubble Telescope Imagery*, dal sito [io9.com](http://io9.com) (02.03.14)
- Elizabeth Kessler, *Astronomical Seeing*, dal sito [photomediationsmachine.net](http://photomediationsmachine.net) (02.03.14)
- Jo Koster, *The Sublime, the Beautiful, and the Picturesque*, dal sito [faculty.winthrop.edu](http://faculty.winthrop.edu) (13.04.14)
- Corrado Maltese, *Realismo e neorealismi*, Enciclopedia del Novecento, 1982 dal sito [treccani.it](http://treccani.it) (02.05.14)
- Annalee Newitz, *An Art Historian Reflects on the Beauty and Significance of Hubble Telescope Imagery*, dal sito [io9.com](http://io9.com) (02.05.14)
- Fabio Femino, *Frank R. Paul e i suoi precursori*, dal sito [fabiofeminofantascienze.org](http://fabiofeminofantascienze.org) (02.05.14)
- Fabio Femino, *Chesley Bonestell*, dal sito [fabiofeminofantascienze.org](http://fabiofeminofantascienze.org) (02.05.14)
- Fabio Femino, *Robert McCall e i pittori della NASA*, dal sito [fabiofeminofantascienze.org](http://fabiofeminofantascienze.org) (02.05.14)
- Arthur B. Evans, *The Illustrators of Jules Verne's Voyages Extraordinaires*, dal sito [jv.gilead.org.il](http://jv.gilead.org.il) (02.05.14)
- Mariapia Servidio, *Space Art da Chesley Bonestell ad oggi*, dal sito [astroarte.it](http://astroarte.it) (03.05.14)
- Ron Miller, *The artist who helped invent space travel*, dal sito [io9.com](http://io9.com) (03.05.14)
- Julie LeBaron, *Father Of Modern Space Art Chesley Bonestell*, dal sito [thecreatorsproject.vice.com](http://thecreatorsproject.vice.com) (03.05.14)

# Sitografia 4/4

- -R. Nemiroff, J. Bonnell, *Astronomy Picture of the Day*, dal sito [apod.nasa.gov](http://apod.nasa.gov) (10.05.14)
- -Jerry Woodfill, *The Artist Looks at Space*, dal sito [er.jsc.nasa.gov](http://er.jsc.nasa.gov) (10.05.14)
- -Steve Lensman, *Chesley Bonestell - Legends of SF Art*, dal sito [stevelensman.hubpages.com](http://stevelensman.hubpages.com) (10.05.14)
- -Paul Spudis, *Chesley Bonestell and the Landscape of the Moon*, dal sito [airspacemag.com](http://airspacemag.com) (10.05.14)
- -Shanta Barley, *The artistic choices lurking within Hubble images*, dal sito [newscientist.com](http://newscientist.com) (10.05.14)
- -Arthur Evans, *The Illustrators of Jules Verne's Voyages Extraordinaires*, dal sito [jv.gilead.org.il](http://jv.gilead.org.il) (18.10.05)
- -Beyond the Solar System, dal sito [comicsbookstories.blogspot.it](http://comicsbookstories.blogspot.it) (18.05.14)
- -Stefan Zenker, *The Conquest of Space - Willy Ley, Chesley Bonestell*, dal sito [zenker.se](http://zenker.se) (18.10.14)
- - Jack Harper, *Backyard astronomy*, dal sito [frobenius.com](http://frobenius.com) (18.05.14)
- -Daniele Galli, *Le ultime da Titano*, dal sito [clubausonia.it](http://clubausonia.it) (03.05.14)
- -The IAAA Manifesto, dal sito [iaaa.org](http://iaaa.org) (03.05.14)
- -Brian Ventrudo, *Chesley Bonestell: Artist, Architect, Visionary*, dal sito [oneminuteastronomer.com](http://oneminuteastronomer.com) (03.05.14)
- -D.A. Jalufka, C. Koeberl, *How realistic is the moon depicted in classic science fiction films?*, dal sito [univie.ac.at](http://univie.ac.at) (03.05.14)