



*Ministero dell'Istruzione
dell'Università e Ricerca*

OLIMPIADI DI ASTRONOMIA 2012

PRESELEZIONE

Chi può partecipare?

Studenti e studentesse delle scuole italiane

nati nel 1997 e 1998 (categoria junior)

nati nel 1995 e 1996 (categoria senior),

senza distinzione di cittadinanza, più (in cat. senior) studenti o studentesse che hanno già partecipato a precedenti edizioni di Olimpiadi Internazionali di Astronomia.

La partecipazione è individuale.

PRESELEZIONE

Come si partecipa?

Svolgere un tema e mandarlo assieme a una domanda di partecipazione.

Collegarsi alla pagina Registrazione 2012, riempire il modulo on line e mandare il documento con l'elaborato secondo le indicazioni che troverete sul sito stesso.

PRESELEZIONE

Come si partecipa?

In alternativa, ma solo in casi estremi, potete usare la posta normale, spedendo una raccomandata con ricevuta di ritorno alla sede a cui è associata la vostra regione di residenza

**INAF-Osservatorio astronomico di Collurania
Via Mentore Maggini, 1 - 64100 Teramo**

Nella raccomandata inserite la domanda di partecipazione alla preselezione correttamente compilata e il documento con il tema svolto eventualmente corredato da disegni, redatto secondo le indicazioni chiarite nel [bando](#).

Il termine per la pre-iscrizione è il 14 Novembre 2011.

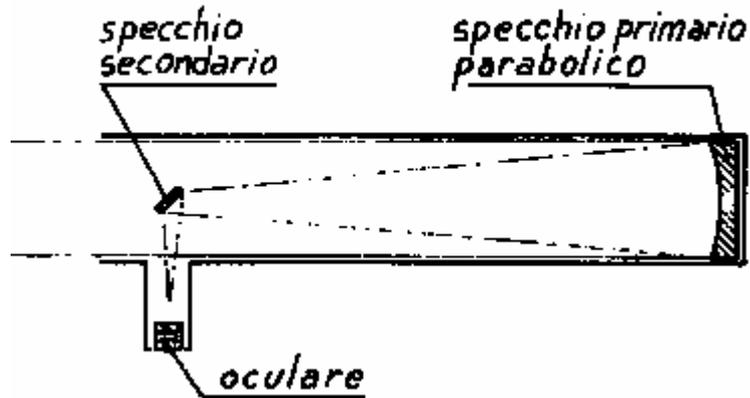
[Criteri di valutazione](#)

PRESELEZIONE

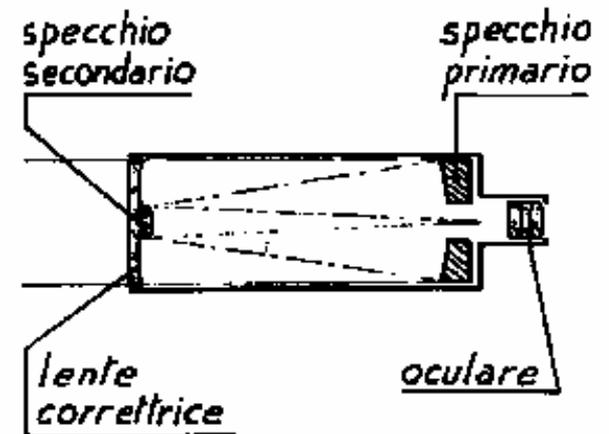
TEMA

L'origine dell'universo. Quali sono le principali osservazioni scientifiche a sostegno dell'ipotesi del Big Bang? A tua conoscenza, esistono altre teorie scientifiche alternative compatibili con le osservazioni?

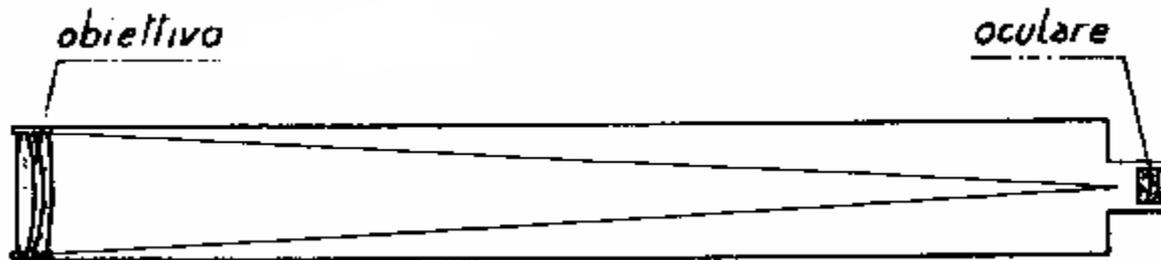
LUOGHI E STRUMENTI



Riflettore Newton



Schmidt-Cassegrain



Rifrattore

LUOGHIE STRUM

Gemini
(8 m)

MAUNA KEA



Subaru (8 m)



LUOGHI E STRUMENTI

CERRO PARANAL

Il VLT può operare in tre modi:

- come quattro telescopi indipendenti
- come un unico strumento non-coerente
- come un unico strumento coerente in modo interferometrico (VLTI).



LUOGHI E STRUMENTI

VERY LARGE ARRAY



Il VLA americano nel deserto di Socorro (Nuovo Messico), è il più grande radiotelescopio al mondo. È composto da 3 bracci a forma di Y, ciascuno lungo 35 Km, con 9 antenne a parabolide ciascuna del diametro di 25 metri (operanti nell'intervallo di frequenze da 1 a 24 GHz).

LUOGHI E STRUMENTI

HUBBLE SPACE TELESCOPE



LUOGHI E STRUMENTI

SONDE

La SOHO



dal 1996 studia il Sole

Spirit e Opportunity
a "spasso" su Marte



La Cassini: intorno a
Saturno dal 2004



La Magellano

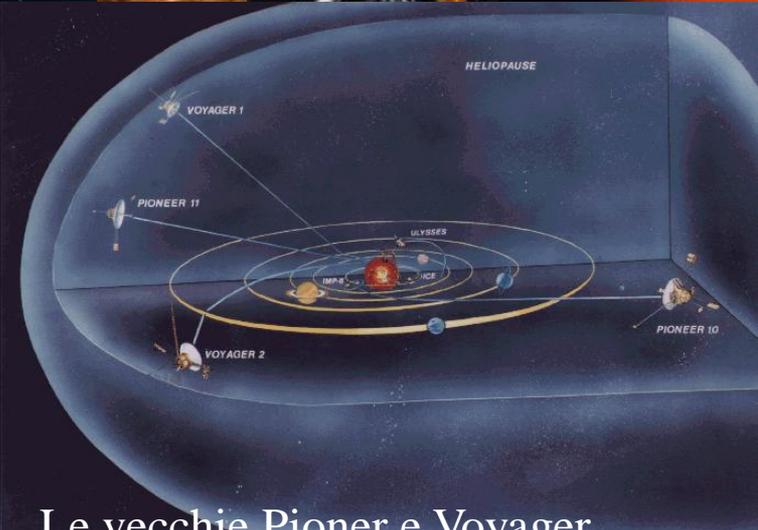


Negli anni '90 ha
ripreso la superficie di
Venere

La Galileo



...lasciata cadere su Giove
nel 2003



Le vecchie Pioner e Voyager

CONCETTI BASE

LA LEGGE DELLA GRAVITAZIONE UNIVERSALE

Due corpi di masse m_1 ed m_2 esercitano l'uno sull'altro una forza, diretta lungo la loro congiungente, che è direttamente proporzionale al prodotto delle masse ed inversamente proporzionale al quadrato della distanza fra i loro centri.

In formula:

$$F = G \frac{m_1 m_2}{d^2}$$

G è la costante di Cavendish nota anche come *costante di gravitazione universale* e nel Sistema Internazionale vale: $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{kg}^2$.

CONCETTI BASE

LE DIMENSIONI DEL COSMO

I primi tentativi di valutare le dimensioni dell'Universo risalgono al mondo greco: Eratostene ha misurato il diametro della Terra, Aristarco e Ipparco hanno proposto metodi per determinare la distanza del Sole e della Luna.

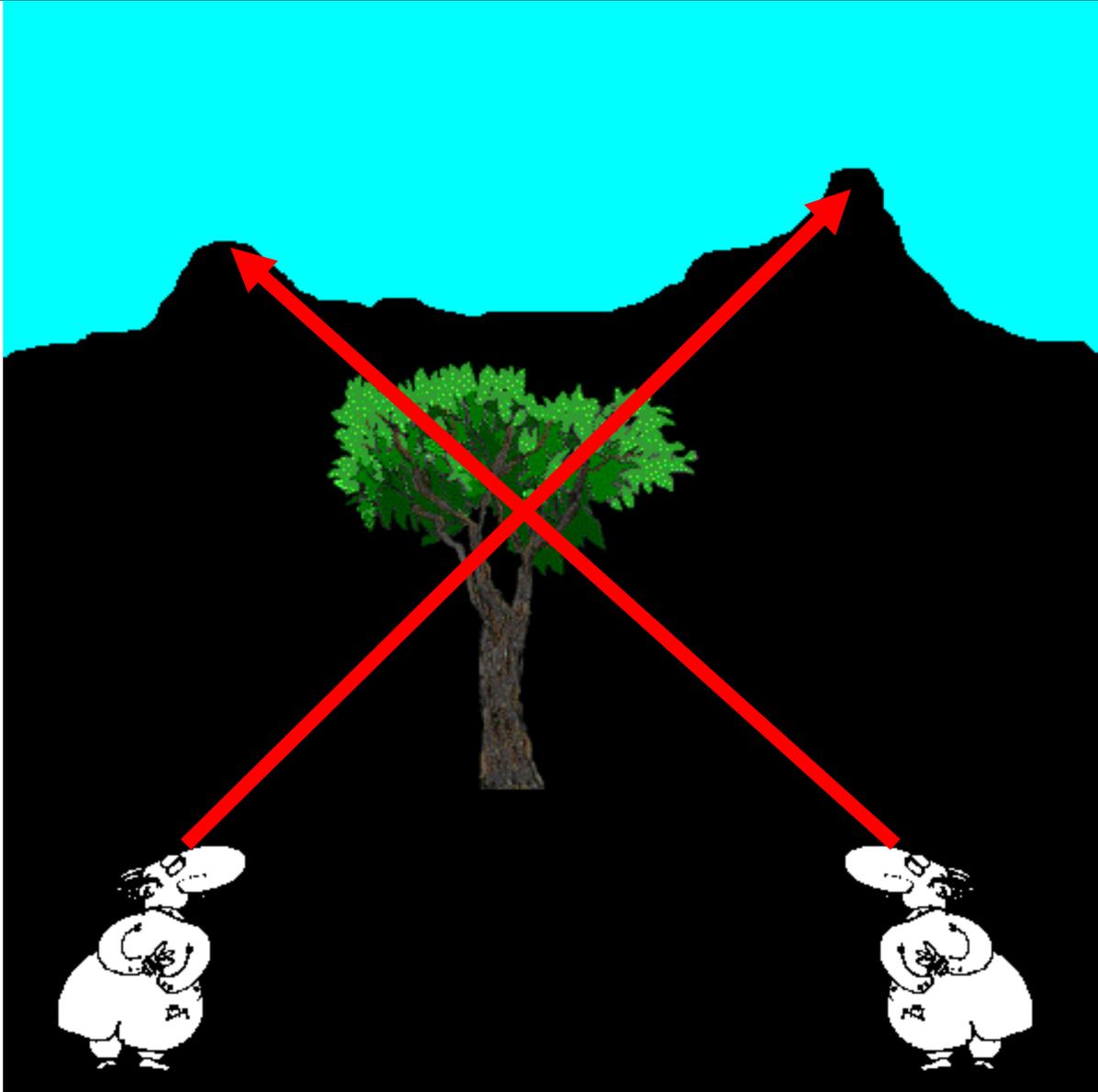
Conoscendo la distanza del Sole se ne può determinare la massa e quindi con la terza legge di Keplero è possibile calcolare la distanza dei pianeti del sistema solare.

Per la determinazione della distanza delle stelle più vicine si fa uso del fenomeno della *parallasse* in base al quale gli oggetti vicini sembrano spostarsi rispetto allo sfondo se noi ci muoviamo.

La *parallasse annua* è quel fenomeno in virtù del quale le stelle vicine si spostano rispetto a quelle più lontane a causa del moto della Terra attorno al Sole.

CONCETTI BASE

LA PARALLASSE



CONCETTI BASE

LA PARALLASSE

Si noti che dal triangolo formato dalla Stella, dal Sole e dalla posizione T_2 della Terra si ricava la relazione:

$$1 \text{ UA} = d \tan p$$

che per valori di p molto piccoli (misurati in radianti) diventa:

$$d = 1/p \text{ UA}$$

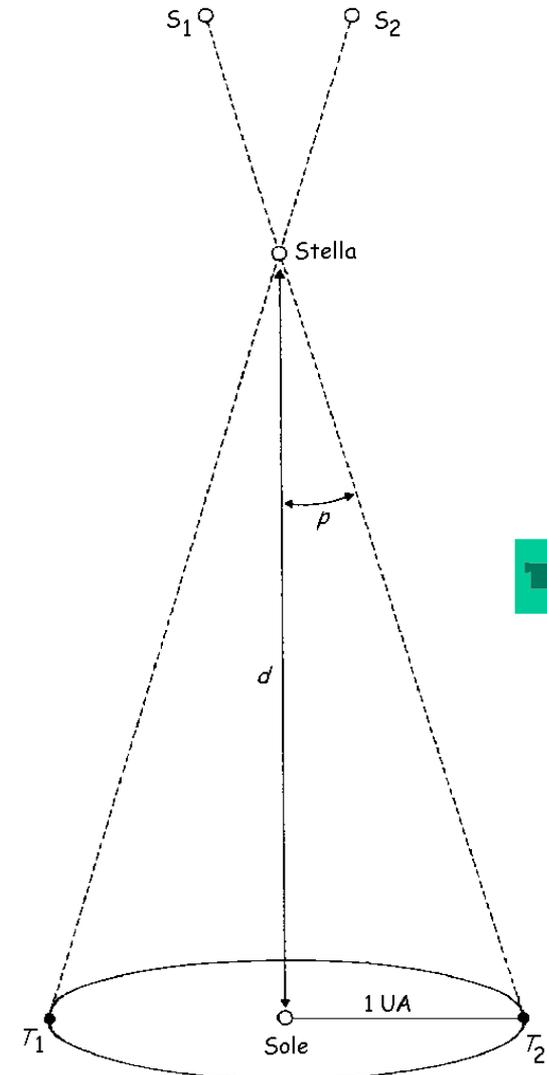
Si definisce quindi il parsec (= parallasse-secondo, abbreviato pc), la distanza dalla quale il raggio dell'orbita terrestre è visto sotto l'angolo di $1''$. Si ha:

$$1 \text{ pc} = 2,06265 \cdot 10^5 \text{ UA} = 3,086 \cdot 10^{16} \text{ m.}$$

In astronomia si usa anche l'anno luce (a.l.), cioè la distanza che la luce percorre in un anno.

$$1 \text{ a.l.} = 9,46 \cdot 10^{15} \text{ m}$$

$$1 \text{ pc} = 3,26 \text{ a.l.}$$



CONCETTI BASE

LA PARALLASSE

La prima misura di parallasse fu fatta da Bessel nel 1837.

Solo agli inizi del 1900 si poterono misurare angoli di parallasse con un errore dell'ordine di $0,01''$ mediante l'applicazione delle tecniche fotografiche.

La stella più vicina al Sole è Proxima Centauri, la cui parallasse è $p = 0,762''$, che corrisponde ad una distanza $d = 1,3 \text{ pc} = 4,3 \text{ a.l.}$.

Il metodo della parallasse è valido solo per distanze relativamente piccole e le stelle comprese entro 4 pc dal Sole sono solo una trentina; quelle comprese entro 20 pc sono circa 700.

CONCETTI BASE

LE DIMENSIONI DEL COSMO

L'8 agosto 1989, l'ESA (European Space Administration, l'Agenzia Spaziale Europea) ha lanciato il satellite Hipparcos (High Precision PARallax COLlecting Satellite).

La missione è stata portata a termine il 15 agosto 1993 ed ha permesso di misurare la posizione di circa 100.000 stelle con la precisione di 0,001”.

In teoria ciò permetterebbe di misurare la parallasse delle stelle con questa precisione e di dedurre le distanze fino a un massimo di 1.000 parsec = 3260 anni luce, ma in pratica si è arrivati solo a 1.000 anni luce !

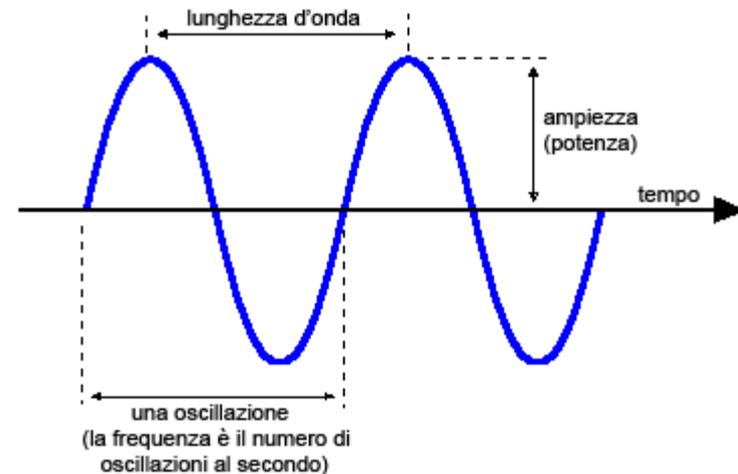
È allo studio dell'ESA la missione GAIA (Global Astrometric Interferometer for Astrophysics) che ha lo scopo di misurare le parallassi di 50 milioni di oggetti con la precisione di 10 microsecondi d'arco, 100 volte superiore a quella di Hipparcos, il che permetterebbe in teoria di misurare le distanze di tutte le stelle della Via Lattea (usando come sfondo le altre galassie).

CONCETTI BASE

LE ONDE ELETTROMAGNETICHE

Lo studio dei corpi celesti viene fatto attraverso l'analisi delle onde elettromagnetiche che essi emettono e che noi siamo in grado di rilevare.

Lo spettro elettromagnetico . . .

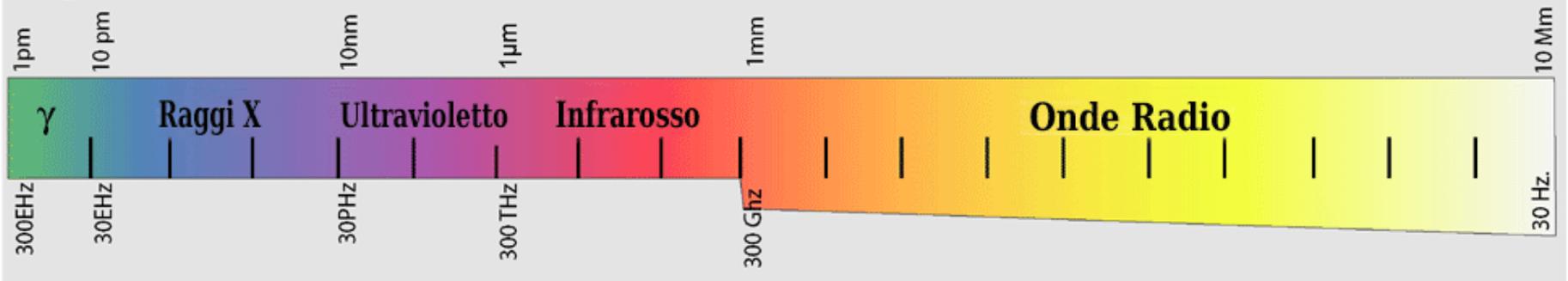


CONCETTI BASE

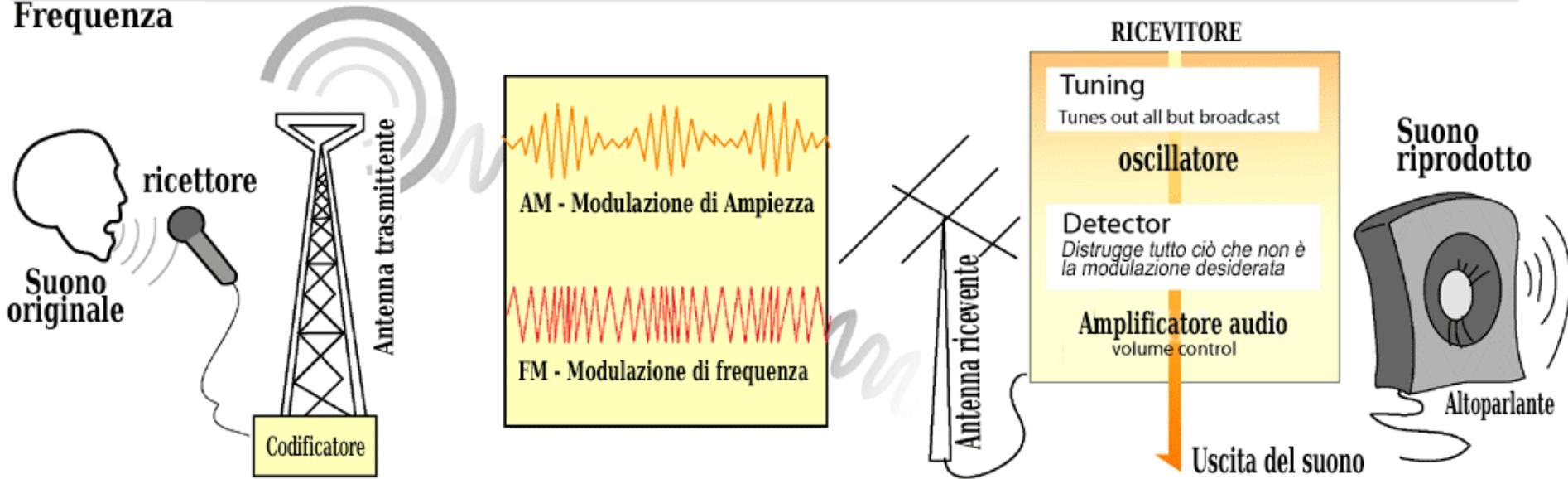
LE ONDE ELETTROMAGNETICHE

Radiazioni elettromagnetiche

Lunghezza d'onda



Frequenza

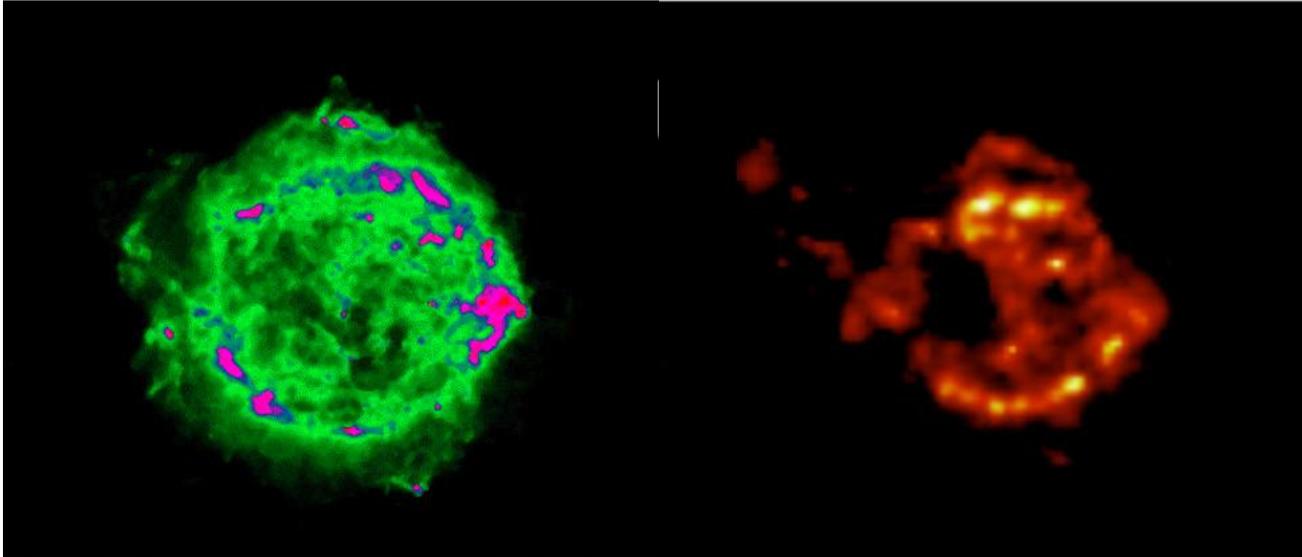


CONCETTI BASE

LE ONDE ELETTROMAGNETICHE

Le immagini di uno stesso oggetto sono molto diverse

Onde radio

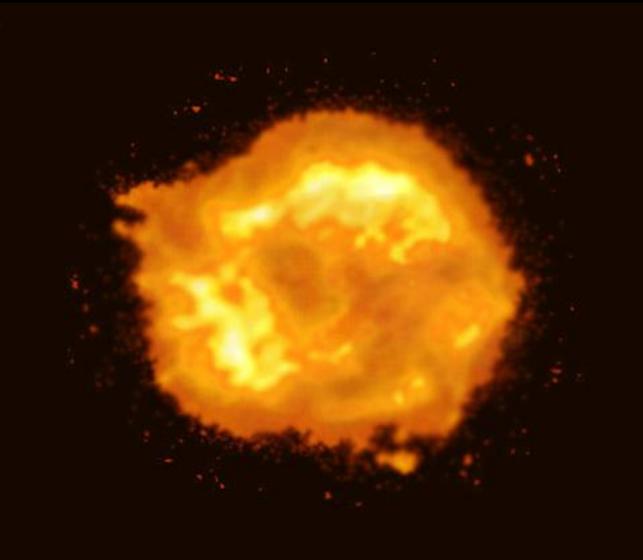


Infrarosso

Visibile



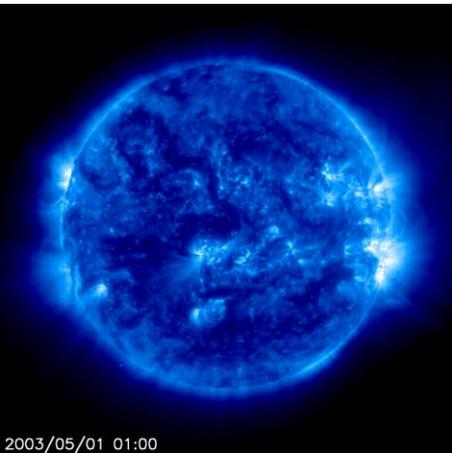
Raggi X



CONCETTI BASE

LE ONDE ELETTROMAGNETICHE

Immagini del Sole riprese dalla sonda SOHO il 1 maggio 2003 <http://sohowww.nascom.nasa.gov/>

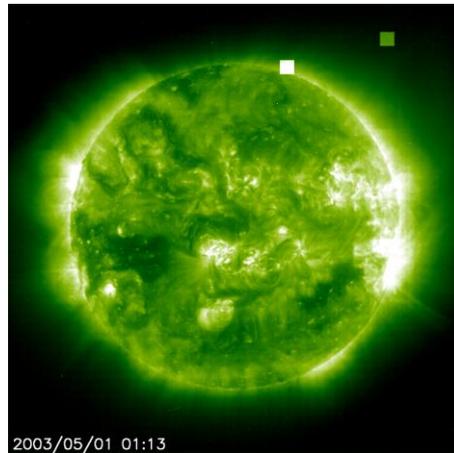


Ore 01.00

$\lambda = 171 \text{ \AA}$

Corrispondente
all'emissione di

Fe IX/X

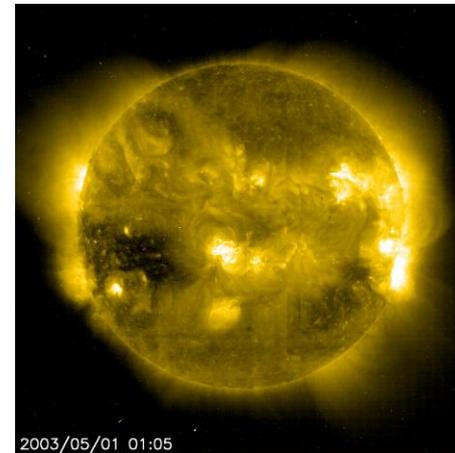


Ore 01.13

$\lambda = 195 \text{ \AA}$

Corrispondente
all'emissione di

Fe XII

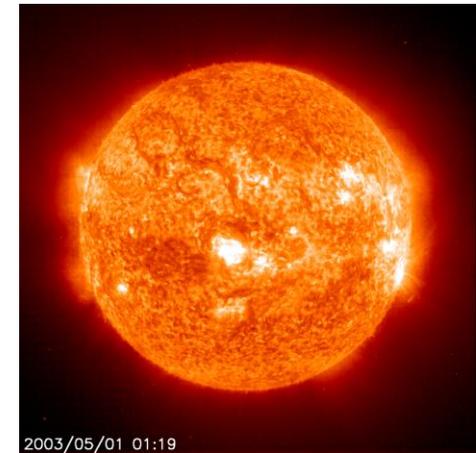


Ore 01.05

$\lambda = 284 \text{ \AA}$

Corrispondente
all'emissione di

Fe XV



Ore 01.19

$\lambda = 304 \text{ \AA}$

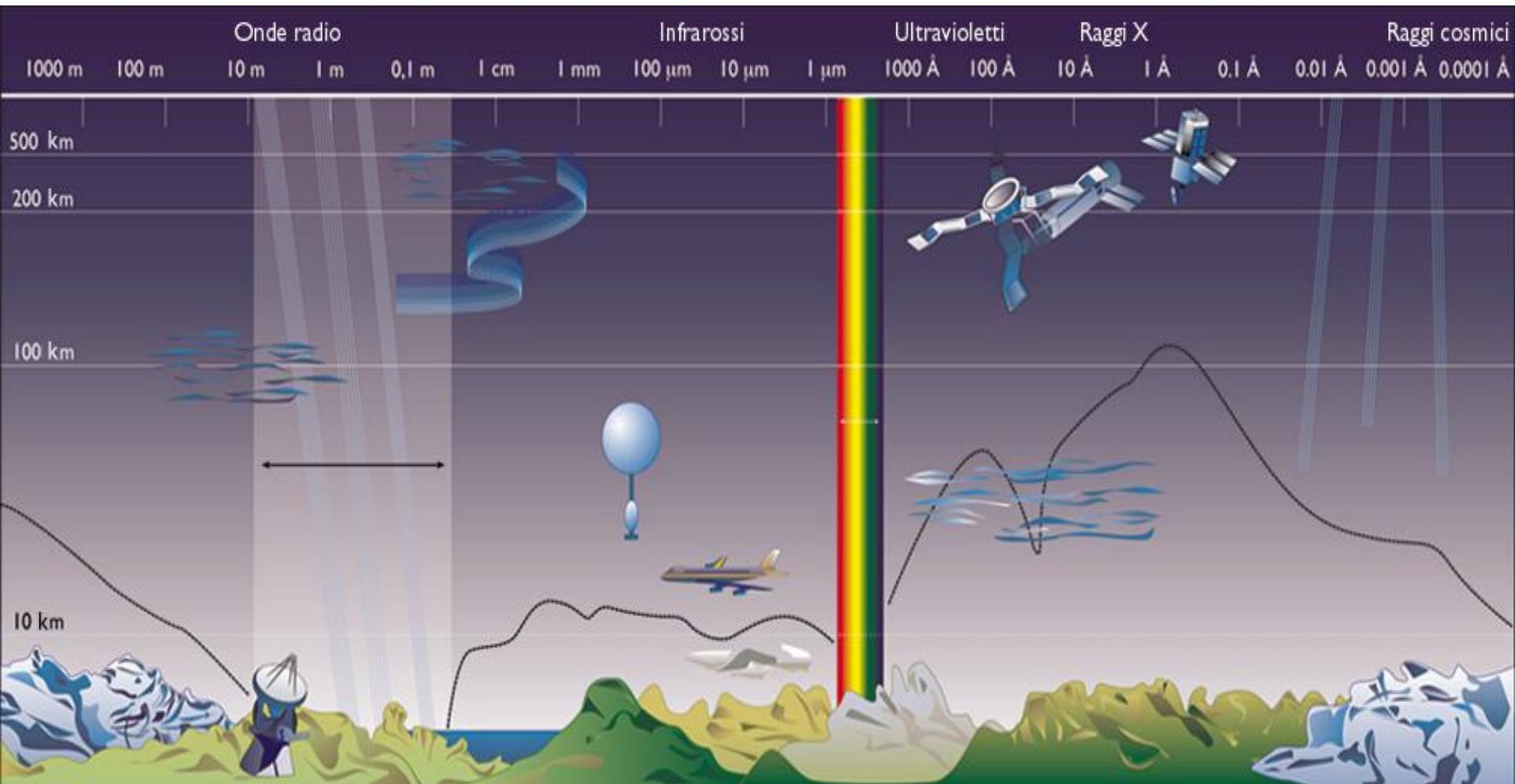
Corrispondente
all'emissione di

He II/Si XI

CONCETTI BASE

LE ONDE ELETTROMAGNETICHE

L'atmosfera terrestre non è trasparente per tutte le onde elettromagnetiche



CONCETTI BASE

LA MAGNITUDINE DI UN ASTRO

L'illuminamento di uno schermo diminuisce in modo proporzionale al quadrato della distanza tra lo schermo e la sorgente luminosa.

Se prendiamo una lampada da 100 W e la spostiamo dalla distanza di 1 m da noi a 2 m, l'illuminamento che ne riceviamo diventa un quarto.

Definiremo *luminosità intrinseca* L , di una sorgente la potenza totale della sorgente, ossia l'energia radiante totale emessa in un secondo e chiameremo *flusso* F attraverso una superficie S l'energia che attraversa S in un secondo in direzione normale. Si definisce invece *intensità luminosa* il flusso per unità di area attraversata.

Si chiama *magnitudine* (o anche *grandezza*) una quantità legata alla luminosità delle stelle.

La *magnitudine relativa* m è la magnitudine di un oggetto celeste misurata da Terra.

CONCETTI BASE

LA MAGNITUDINE DI UN ASTRO

Ipparco aveva suddiviso le stelle visibili ad occhio nudo in 6 classi di magnitudini: le stelle più brillanti erano dette di prima grandezza, quelle appena visibili ad occhio nudo erano di 6^a grandezza e le altre venivano classificate entro questi due estremi.

Oggi possiamo dire che le stelle di prima grandezza sono circa 100 volte più luminose di quelle appena visibili ad occhio nudo.

La relazione tra la magnitudine delle stelle e la loro luminosità, che conserva la classificazione di Ipparco, è nota come *legge di Pogson* :

$$m = m_0 - 2,5 \log \frac{F}{F_0}$$

Se S è una stella di prima grandezza (ossia di magnitudine 1) ed S₀ è una stella appena visibile a occhio nudo (ossia di magnitudine 6), utilizzando la classificazione di Ipparco deve essere

$$m - m_0 = -5.$$

Inoltre risulta $F/F_0=100$. Da ciò si comprende perché viene scelto il coefficiente -2,5.

CONCETTI BASE

LA MAGNITUDINE DI UN ASTRO

Si chiama *magnitudine assoluta* M la magnitudine che avrebbe un oggetto celeste se fosse posto alla distanza convenzionale di 10 pc.

Tra la magnitudine relativa, la magnitudine assoluta e la distanza dell'oggetto esiste la relazione:

$$m - M = 5 \log d - 5$$

Per le stelle vicine conosciamo la magnitudine relativa e la distanza d (da misure di parallasse) è quindi possibile determinare M .

Se una stella è così lontana che la misura di parallasse è impossibile, ma se esiste un metodo per misurare la magnitudine assoluta M , allora si può determinare la distanza d (in pc):

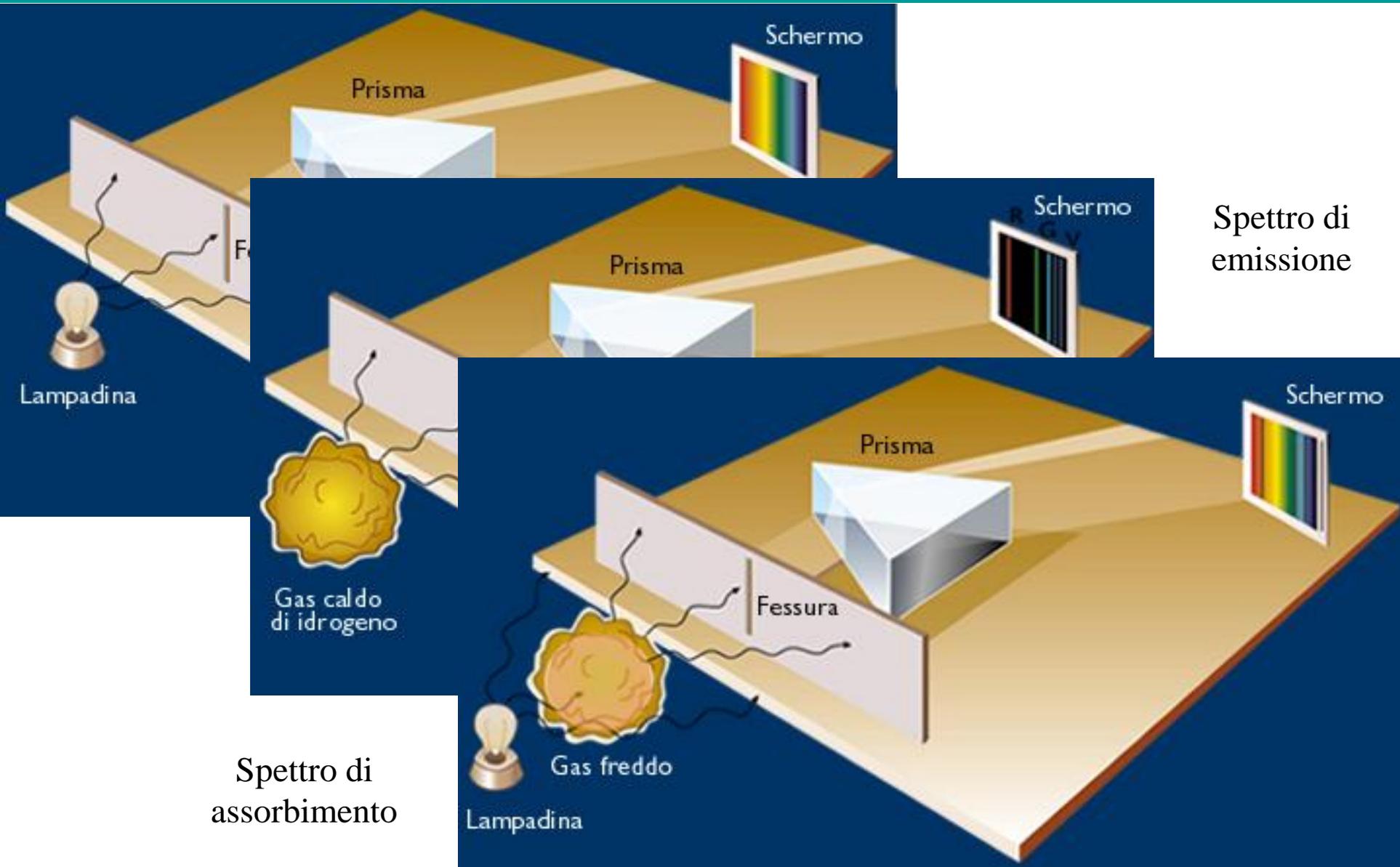
$$d = 10^{\frac{m - M + 5}{5}}$$

$\mu = m - M$ è detto *modulo di distanza*.

L'applicazione della relazione ora data non è così semplice. E' difficile ricavare M ; inoltre lungo la linea di vista si possono interporre gas o polveri, che assorbono o diffondono parte della radiazione inviata dall'oggetto verso la Terra. In questo modo il valore di m viene falsato.

CONCETTI BASE

LE RIGHE SPETTRALI



Spettro di emissione

Spettro di assorbimento

CONCETTI BASE

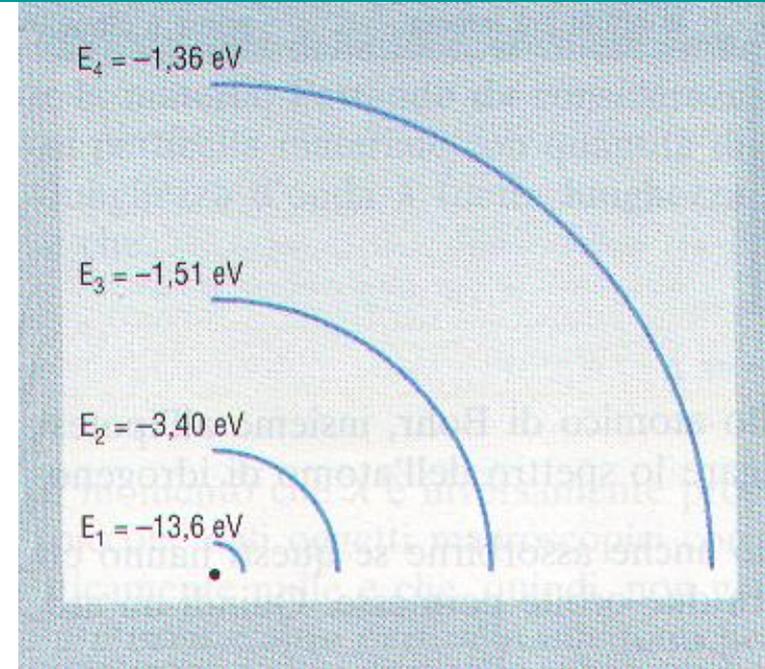
LO SPETTO ATOMICO

Un atomo è costituito da un nucleo centrale e da elettroni che si muovono su orbite ben determinate.

L'atomo di idrogeno è costituito da un protone e da un elettrone e i raggi delle orbite permesse sono dati dalla relazione:

$$r_n = 5,3 \cdot 10^{-11} n^2 \text{ m}$$

con $n = 1, 2, 3, \dots$



Ad ogni orbita corrisponde una ben determinata energia e per l'atomo di idrogeno si ha:

$$E_n = -13,6 \frac{1}{n^2} \text{ eV}$$

CONCETTI BASE

LO SPETTO ATOMICO

Nell'atomo di idrogeno l'elettrone si trova in genere nell'orbita corrispondente ad $n = 1$, (stato fondamentale) le altre sono dette eccitate.

Per far sì che un elettrone salti da un'orbita più bassa n_1 ad un'altra più alta n_2 si deve fornire un'energia $E = E(n_2) - E(n_1)$.

Dopo un tempo brevissimo (meno di 10^{-8} s) l'elettrone ritorna nell'orbita ad energia più bassa cedendo l'energia E sotto forma di un fotone di frequenza ν data dalla relazione di Planck:

$$E = h \cdot \nu$$

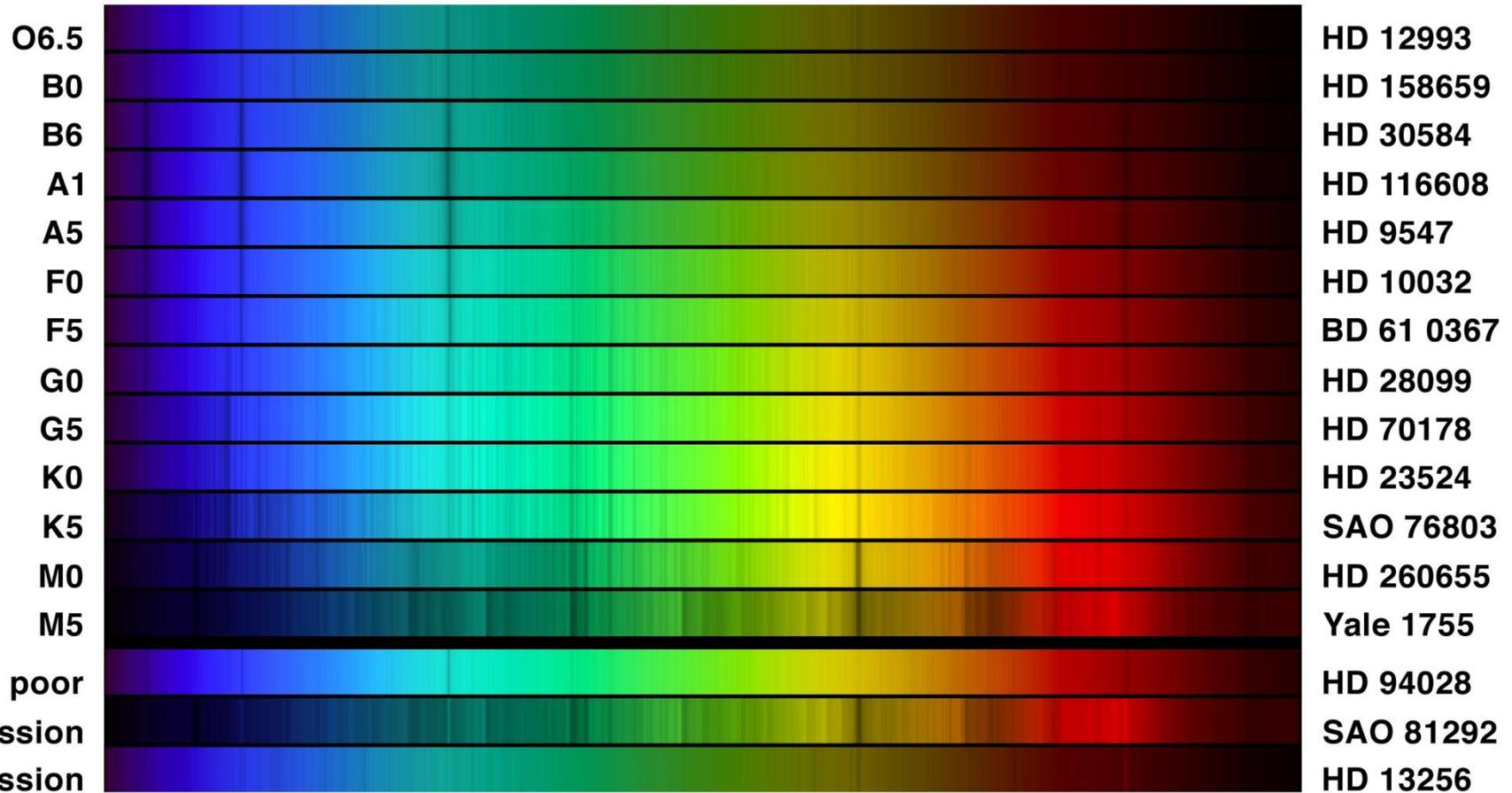
$h = 6,83 \cdot 10^{-34}$ J·s è la costante di Planck.

Un gas freddo posto tra una sorgente di radiazione elettromagnetica e l'osservatore assorbirà fotoni di frequenze opportune producendo uno spettro di assorbimento.

Un gas caldo (eccitato) emetterà fotoni di frequenze opportune producendo uno spettro di emissione.

CONCETTI BASE

LO SPETTO DELLE STELLE

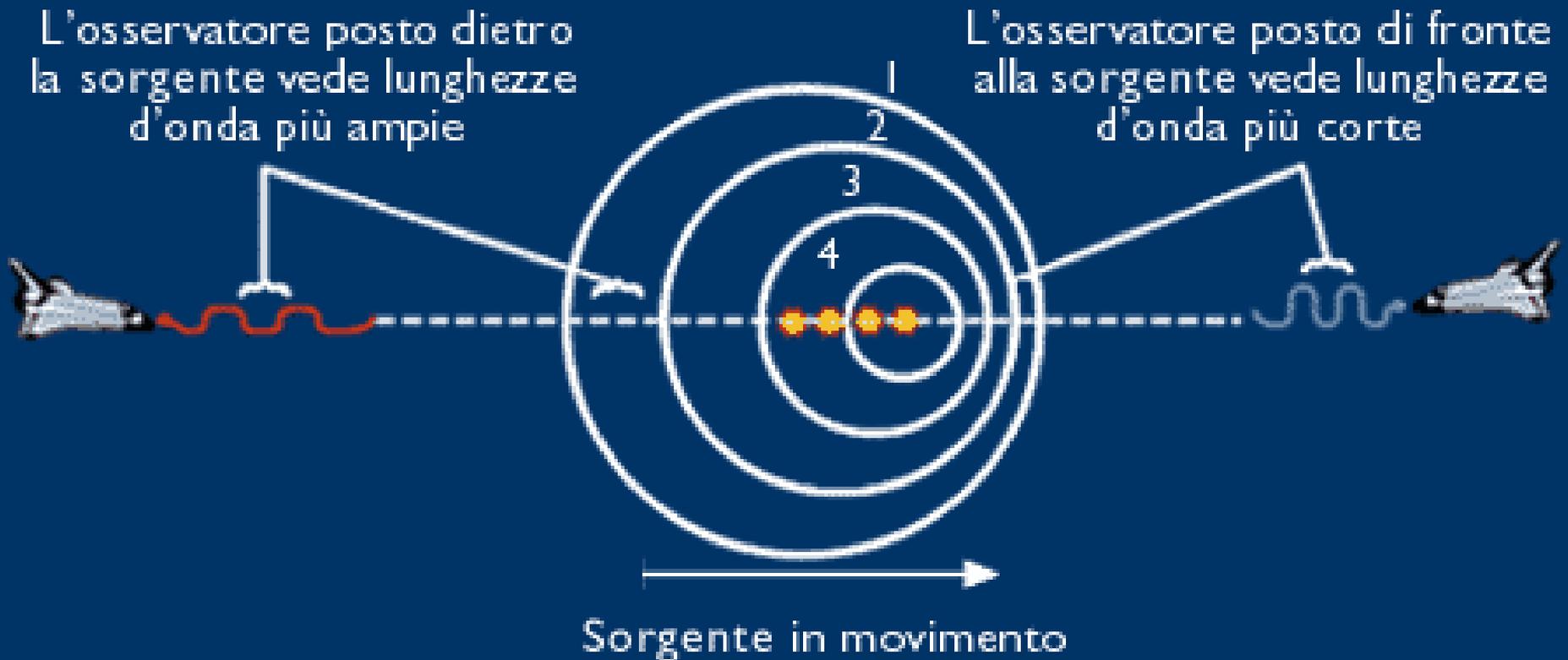


CONCETTI BASE

L'EFFETTO DOPPLER

Se una locomotiva ci passa accanto fischiando, mentre si avvicina udiamo un sibilo più acuto che diventa improvvisamente più grave quando la sorgente sonora comincia ad allontanarsi.

Un effetto analogo vale anche per le onde luminose che provengono da una sorgente in moto. Esse sono spostate verso il violetto (piccole lunghezze d'onda) se la sorgente si avvicina, verso il rosso (grandi lunghezze d'onda) se la sorgente si allontana.



CONCETTI BASE

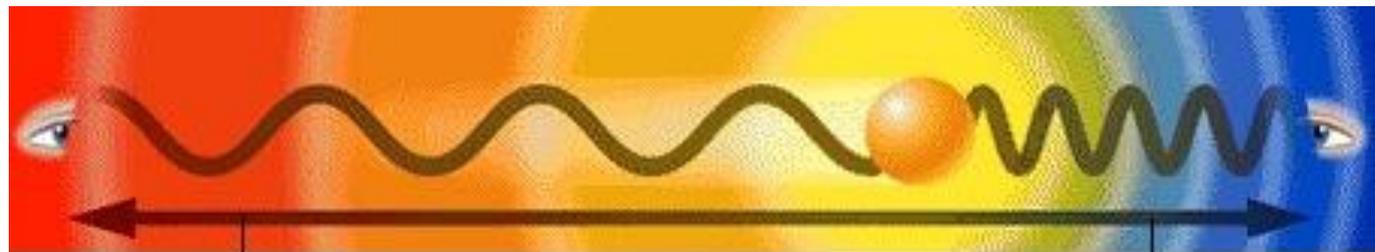
L'EFFETTO DOPPLER

Le righe spettrali degli oggetti celesti presentano generalmente uno spostamento verso la parte rossa (*redshift*) o verso la parte violetta dello spettro (*blushift*) definiti da:

$$\frac{\lambda' - \lambda}{\lambda} = \frac{v}{c} = z$$

Interpretando questo fenomeno come effetto Doppler, nel primo caso l'oggetto si allontana, nel secondo si avvicina; conoscendo lo spostamento delle righe spettrali è possibile misurarne la velocità radiale (cioè lungo la congiungente osservatore-oggetto).

La formula va cambiata nel caso di velocità molto elevate (prossime a c)



Spostamento
verso il rosso

EFFETTO DOPPLER

*Rispetto a un osservatore fermo, la lunghezza
d'onda della luce emessa da una sorgente
in movimento aumenta se la sorgente si allontana
e diminuisce se essa si avvicina.*

Spostamento
verso il blu

CONCETTI BASE

PRINCIPIO DI CONSERVAZIONE DELLA MASSA-ENERGIA

$$E = mc^2$$

Materiali

Link

<http://www.olimpiadiastronomia.it>

Materiali

Risorse on-line per approfondire la Cosmologia

La cosmologia <http://www.pd.astro.it/MOSTRA/NEW/A9001CSM.HTM>

La struttura dell'universo <http://www.pd.astro.it/MOSTRA/NEW/A9002STR.HTM>

Il destino dell'universo <http://www.pd.astro.it/MOSTRA/NEW/A9003DES.HTM>

Introduzione alla cosmologia http://homepage.sns.it/caprioli/Cosmologia/5-Big%20Bang%20e%20inflazione_file/frame.htm

Cosmologia http://it.wikipedia.org/wiki/Cosmologia_%28astronomia%29

Materiali

Materiale video

Verso il Big Bang (archivio INAF)

<http://www.media.inaf.it/gallery/main.php/v/video/inafintv/explora/20101111-rainews24.flv.html>

Cronache dal Big Bang (archivio INAF)

<http://www.media.inaf.it/gallery/main.php/v/video/inafintv/webtv/20100625-ScientificaMente.flv.html>

Il Big Bang (ASI TV)

<http://www.asitv.it/index.php?DLr=fHVdzmy9Esh9H8c1UyQnArUvdL9Rhx>

Big Bang (Spacelab, rainews24) <http://www.rainews24.rai.it/it/video-gallery.php?newsid=145027&videoid=23251>

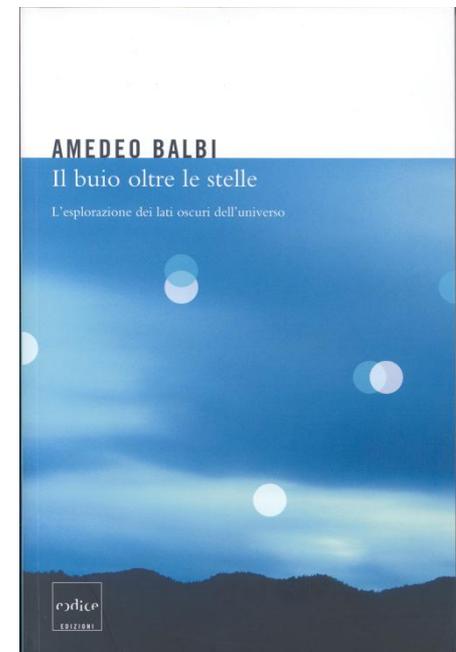
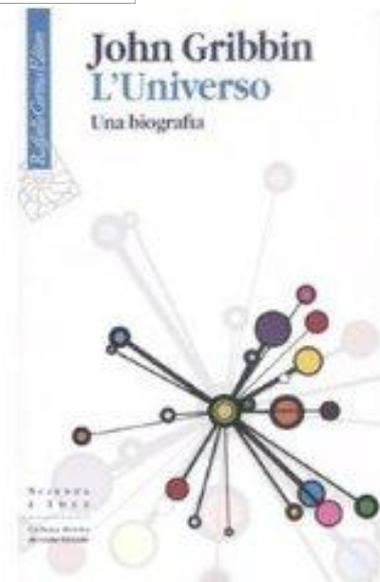
La prima mappa completa dell'universo

<http://www.youtube.com/watch?v=Cmm048r92f8&feature=related>

Il più grande spettacolo dopo il big bang <http://www.youtube.com/watch?v=aESaXzvfs78>

Materiali

Libri



FINE