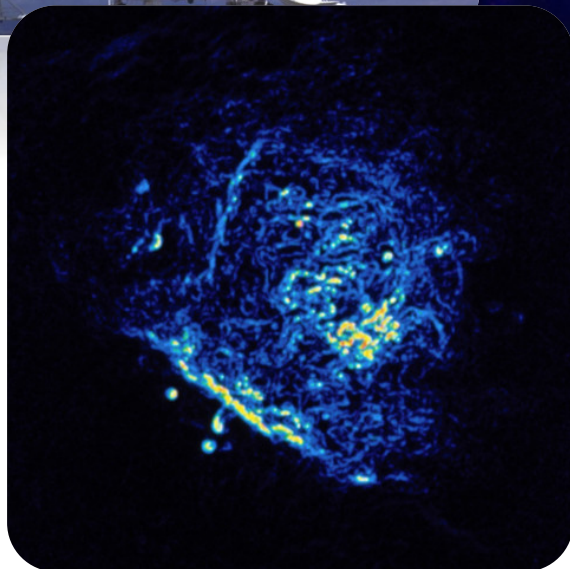
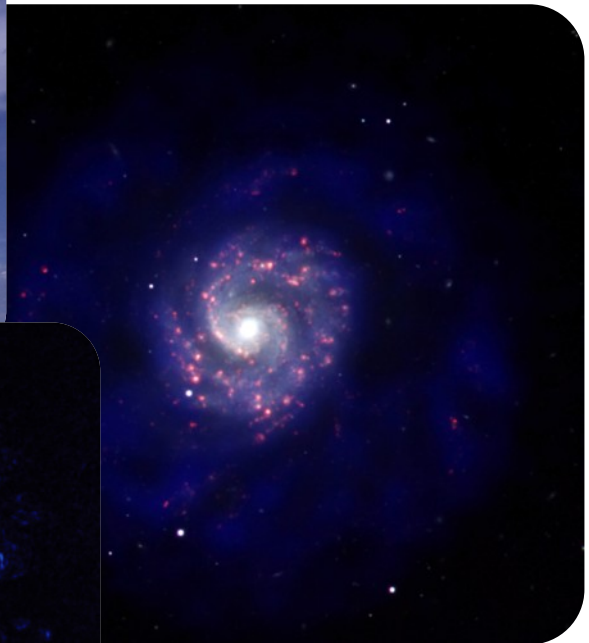


TRY IT AT HOME!

Esperienze didattiche in radioastronomia



Questo lavoro prende spunto da alcune attività didattiche che si possono trovare sul sito del National Radio Astronomy Observatory <http://www.nrao.edu> dal quale sono state inoltre prese le immagini della copertina. Queste attività sono state adattate agli scopi del presente lavoro assumendo le caratteristiche di vere e proprie esperienze laboratoriali. Lo stesso titolo deriva da un'implementazione di quello presente sul sito. Le esperienze didattiche qui proposte dunque sono una rivisitazione e un aggiornamento che presentano in alcuni casi molti tratti in comune con le schede originali.

Mario Sandri

INDICE

Interferenza	4
Immagini radioastronomiche	7
Misura dell'età dell'Universo	12
La Luna Radio	20
Risoluzione	25
Stelle o Radiogalassie	28

INTERFERENZA

Premessa

Nell'universo le cariche elettriche accelerate producono onde radio, ad esempio il lampo è una prova impressionante di questo fatto. Gli esseri umani sfruttano questo fatto, ad esempio, le cariche oscillanti producono le onde radio di una stazione di radio. I radioastronomi chiamano le onde radio artificiali "interferenza". L'interferenza rappresenta disturbi per i radioastronomi. L'interferenza rende difficile rilevare le onde radio molto più deboli emesse dagli oggetti nell'universo.

Scopo

Creare e rilevare l'interferenza. Cercare l'interferenza nella propria casa o in luoghi vicini.

Materiali

- una radio, preferibilmente portatile, che abbia un selettore per AM e FM;
- piccole elettriche (bastano piccole);
- un piccolo cavo elettrico.

Procedura

- Accendere la radio. Scegliere AM e cercate una posizione in frequenza in cui non vi sono stazioni radio. *Che cosa si nota? Si può sentire qualche cosa?*
- Registrare la posizione della manopola in frequenza.
- Posizionare un'estremità del cavo elettrico precedentemente spellato ad un'estremità della batteria. Toccare l'altra estremità del cavo all'altra estremità della batteria. *Che cosa si nota?*

- Cambiare la posizione della manopola sulla radio e ripetere l'esperimento della batteria.
L'interferenza migliora o peggiora?

- Segnare in una tabella i risultati ottenuti

Regolazione manopola (kHz)	Rumore interferenza (1 = basso, 5 = alto)
...	...

- Ripetere le procedure in posizione FM.

Regolazione manopola (kHz)	Rumore interferenza (1 = basso, 5 = alto)
...	...

- *L'interferenza in FM è paragonabile con quella in AM?* Determinare il livello di interferenza che potrebbe essere rilevato da una radio ad onde corte.
- Posizionare la radio su AM o FM e ascoltare il disturbo facendo diverse prove utilizzando al posto delle batterie: interruttori di luci, telecomandi di automobili, rasoi elettrici, forno a microonde, computer, TV; automobile, tergicristalli, frecce, miscelatori, unità di alimentazione, trita erba. In alcune di queste prove è opportuno utilizzare gli auricolari in modo da sentire meglio.
- Segnare in una tabella i risultati ottenuti

Oggetto testato	Descrizione dell'Interferenza	Livello di Rumore dell'Interferenza
...

Conclusioni

Discutere i risultati ottenuti

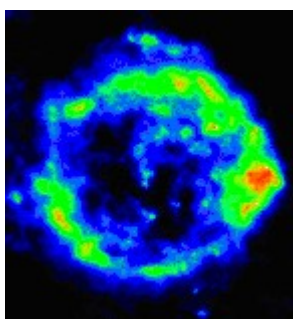
Attività extra

- Se si dispone di un voltmetro, è possibile inserirlo nella presa della cuffia sulla radio ed effettuare delle misure quantitative.
- Se si dispone di un PC con una scheda sonora, è possibile osservare lo spettro dell'interferenza. Registrare l'interferenza e memorizzarla sul computer. Per effettuare l'esperimento è possibile scaricare un qualsiasi software di analisi dello spettro. Se non ne conoscete uno potete scaricarlo da <http://www.visualizationsoftware.com/gram.html>

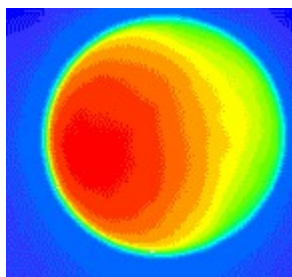
IMMAGINI RADIOASTRONOMICHE

Premessa

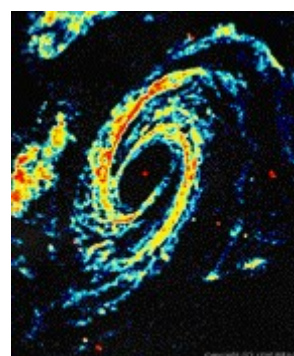
Le onde radio sono emesse dai pianeti del nostro Sistema Solare, da elementi chimici presenti nelle comete o nella Via Lattea, da supernovae, da altre galassie e quasar distanti. Queste onde radio attraversano lo spazio, come avviene per la luce, ed i radiotelescopi sono in grado di intercettarle. I radioastronomi convertono spesso questi segnali in immagini. Qui vi sono tre esempi di “radio immagini”:



Un resto di supernova



La Luna



Una galassia

Assomigliano alle fotografie, ma le onde radio sono invisibili.

Allora, come creano gli scienziati queste “radio immagini” degli oggetti nell'universo?



I radiotelescopi assomigliano a questo rappresentato a lato. Il disco di un radiotelescopio è fatto di metallo ed ha una forma parabolica. Le onde radio emesse da un oggetto dell'universo colpiscono la superficie del disco e rimbalzano. Il disco è costruito con tale forma affinché le onde che rimbalzano vadano tutte a concentrarsi in un punto detto *punto focale*. In corrispondenza del punto focale le onde radio entrano in un ricevitore (a volte non in maniera diretta). Il ricevitore amplifica le onde e le converte in segnale che può essere memorizzato in un computer. I radioastronomi

utilizzano computer per trasformare queste informazioni in immagini. Se i nostri occhi fossero stati concepiti per captare le onde radio anziché la luce, l'immagine che vedremo sarebbero come quelle viste sopra.

Scopo

Creare delle immagini radio di diversi oggetti.

Procedura

- Stampate la tabella 1 e la tabella 2 sottostante.

Ognuno di questi quadrati rappresenta un pixel. Ogni pixel memorizza le informazioni sulle onde radio che vengono da un punto nello spazio. Il pixel a lato del precedente memorizza le informazioni provenienti da un punto vicino nello spazio e così via. Un radiotelescopio esplora un oggetto e riceve le onde radio da ogni piccolo punto nello spazio intorno a quell'oggetto. Alcuni punti possono emettere onde radio più forti rispetto ad altri. Questa informazione è immagazzinata in un pixel. Il computer trasforma queste informazioni in numeri. Per esempio, se le onde radio sono deboli in una posizione particolare, verrà registrato un piccolo valore nel pixel. Se nessun'onda radio stesce venendo da quel punto, il computer metterebbe uno zero in quel pixel.

0	0	0	4	4	4	4	5	5	5	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4	4	5	4	4	0	0	0	0
0	0	4	4	4	4	5	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4	4	5	4	4	0	0	0
0	4	4	4	4	4	5	5	0	0	0	0	0	0	4	4	4	0	0	0	0	0	0	4	4	5	4	0	0	0
0	4	4	4	4	4	0	0	0	0	4	4	4	4	4	5	5	4	4	0	0	0	0	0	4	4	5	4	0	0
4	4	4	4	0	0	0	0	4	4	4	4	5	5	4	6	6	5	0	4	0	0	0	0	0	4	4	5	0	0
4	4	4	0	0	0	0	4	4	4	5	5	4	4	5	6	6	5	5	4	4	0	0	0	0	0	4	4	5	5
4	4	4	0	0	0	0	4	4	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4	5	4	4	4	0	0	0	0	0	0	0
4	4	0	0	0	0	4	5	4	4	0	0	0	0	0	0	0	4	4	4	5	4	4	0	0	0	0	0	0	0
4	4	0	0	0	0	4	5	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4	4	5	5	4	0	0	0	0	0	0
4	4	0	0	0	4	5	5	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4	4	6	6	4	4	4	0	0	0
4	4	0	0	4	5	5	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	5	4	4	4	0	0
4	4	0	0	5	4	5	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	5	4	4	4	0	0
4	4	0	0	4	4	5	0	0	0	0	0	0	3	3	3	3	0	0	0	0	0	0	0	4	5	6	4	4	0
4	0	0	4	5	4	5	0	0	0	0	0	0	3	2	2	3	3	3	0	0	0	0	0	4	6	4	4	4	0
4	0	4	4	5	5	0	0	0	0	0	3	3	2	0	2	3	4	4	4	4	4	4	0	0	0	4	6	6	4
4	0	4	4	5	5	0	0	0	0	0	2	2	2	0	0	2	3	4	4	4	4	4	4	0	0	0	4	4	4
4	4	0	4	5	5	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	2	3	4	4	4	4	0	0	0	0	0	4	4
4	4	0	0	4	4	5	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2	2	0	4	4	4	4	0	0	0	0	4	4
4	4	0	0	4	4	0	0	0	0	2	2	2	0	4	4	0	2	2	0	0	0	4	4	5	0	0	0	4	4
4	4	0	0	4	4	4	0	0	0	3	3	2	0	4	4	0	0	2	0	0	0	0	4	5	4	0	0	4	4
4	4	0	0	0	4	4	4	0	0	0	3	2	0	0	0	2	2	2	0	0	0	0	5	4	4	0	0	4	4
4	4	4	0	0	4	4	4	0	0	0	0	2	2	2	2	0	2	2	0	0	0	4	5	4	4	0	0	0	4
4	4	4	0	0	0	4	4	0	0	0	0	0	3	3	2	2	2	0	0	0	0	5	4	4	4	0	0	0	4
4	4	4	0	0	0	4	4	4	0	0	0	0	0	0	2	2	3	3	0	0	0	0	5	5	4	4	0	0	4
4	4	4	0	0	0	0	0	4	4	0	0	0	0	0	2	2	3	3	0	0	0	0	4	4	5	4	0	0	4
4	4	4	4	0	0	0	0	4	4	0	0	0	0	0	5	5	4	4	0	0	0	0	4	4	4	4	0	4	4
4	4	4	4	0	0	0	5	4	4	4	4	4	4	5	5	4	4	0	0	0	0	4	4	4	4	0	0	4	4
4	4	4	4	0	0	0	0	4	5	5	5	4	4	4	5	4	5	0	0	0	0	0	6	5	4	0	0	0	5
0	5	4	4	4	0	0	0	0	4	4	5	5	5	4	0	0	0	0	0	0	4	6	5	4	0	0	0	4	5
0	5	5	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	5	6	6	5	0	0	0	0	4	5
0	5	6	5	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4	6	5	5	4	0	0	0	0	0	4	5
0	4	6	5	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4	6	5	5	0	0	0	0	0	4	4	5
0	0	6	6	5	5	4	4	4	4	4	4	5	4	4	4	0	0	4	4	4	5	5	0	0	0	0	4	4	6
0	0	0	6	4	5	4	4	4	4	4	4	4	5	5	4	4	4	4	4	4	0	0	0	0	0	4	4	4	5
0	0	0	0	6	5	4	4	5	4	4	4	4	5	5	4	4	4	4	0	0	0	0	0	0	5	5	4	4	0
0	0	0	0	0	5	4	4	5	5	4	4	4	4	4	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	5	5	6	4	0
0	0	0	0	0	0	0	0	4	5	4	0	0	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	6	6	4	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	5	5	6	6	4	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4	4	5	5	5	4	4	4	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4	4	4	4	4	4	5	6	6	4	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	4	4	4	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	4	4	4	4	0	0	0	0

0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	4	3	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	2	2	2	0	0	2	2	2	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	2	2	2	4	2	2	2	2	2	2	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	2	2	2	2	2	3	4	4	5	3	2	3	2	3	2	2	2	2	2	0	0	0	0	0
0	0	0	0	2	2	2	2	2	3	3	2	2	2	2	2	3	3	4	4	4	2	2	2	2	0	0	0	0
0	0	0	0	2	2	2	4	3	2	3	3	3	2	2	2	2	2	3	5	4	2	2	2	2	0	2	0	0
0	0	0	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2	2	3	3	3	4	2	2	2	0	2	2	0
0	0	0	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2	2	2	3	3	4	4	2	2	2	0	0	0
0	0	2	2	4	3	3	2	2	2	0	2	0	4	3	2	2	3	3	2	2	4	5	3	2	2	2	0	0
0	0	2	4	5	2	3	3	3	2	0	3	2	2	3	2	2	2	2	2	2	3	4	3	2	2	2	0	0
0	2	4	3	3	2	3	2	5	2	0	3	0	2	2	2	2	2	2	2	2	3	4	2	2	2	4	3	2
3	3	4	4	3	3	3	2	3	2	2	2	0	0	3	2	2	2	2	2	2	3	3	4	3	2	2	2	0
3	4	4	4	4	4	3	4	3	3	2	3	2	3	4	2	0	2	2	2	2	3	2	2	2	4	2	2	0
2	4	5	4	3	3	3	3	2	2	2	2	2	3	4	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2	2	2	0	0
0	2	3	4	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2	0
0	2	2	3	3	2	3	2	3	4	2	2	2	2	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	0	0	2	2
0	2	3	4	3	2	3	2	2	3	3	3	2	3	3	2	2	0	0	2	2	2	2	2	2	0	0	2	3
0	0	3	5	3	3	4	5	4	2	4	3	3	2	2	2	2	2	0	2	2	2	2	2	2	0	0	0	2
0	0	2	2	3	4	3	2	4	3	2	3	3	2	2	2	2	2	2	2	3	3	2	3	2	2	0	0	0

- Assegna un colore ad ogni numero.
- Sostituisci al numero il colore corrispondente.

Conclusione

Verificare la tipologia di oggetto che si ottiene dalle diverse immagini radio.

MISURA DELL'ETÀ DELL'UNIVERSO

Premessa

La maggior parte degli scienziati sono concordi nel ritenere che l'Universo si è evoluto circa 15 miliardi di anni fa da un evento conosciuto come Big Bang. Benché il termine Big Bang suggerisca un'esplosione colossale, l'Universo non è esploso in qualche cosa. Lo spazio stesso è stato generato in questa espansione esplosiva. Dal momento del Big Bang l'Universo ha continuato a espandersi.

“Big Bang” è una teoria scientifica circa l'origine e lo sviluppo dell'universo. Una teoria scientifica però è più di “una semplice teoria”. Le teorie scientifiche predicono nuovi fenomeni in modo da poter essere comprovate.

- Come sappiamo che l'universo si sta espandendo?

Quasi tutte le galassie che vediamo si stanno allontanando da noi. Misuriamo questo effetto con lo spostamento Doppler.

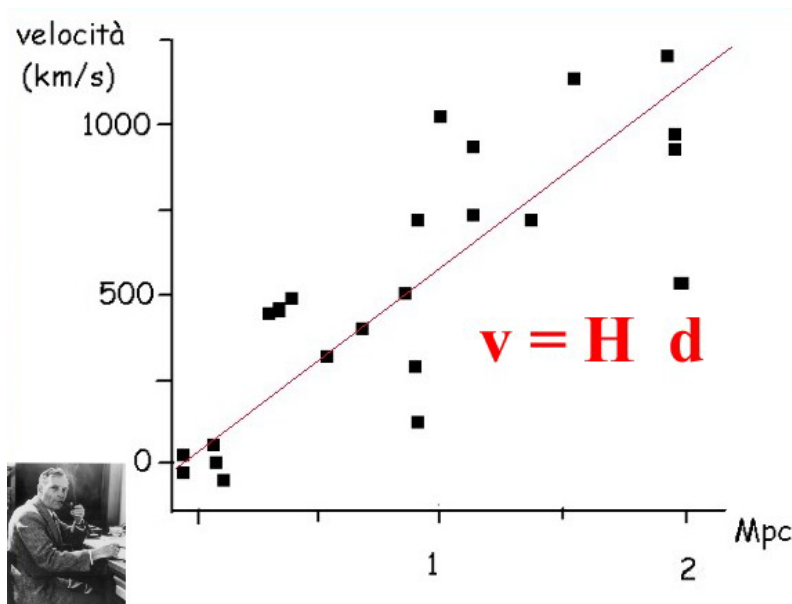
- Come sappiamo che l'espansione è stata causata dal Big Bang?

Le galassie più lontano si stanno allontanando più velocemente in proporzione alla loro distanza. Quindi, tutte sono partite dallo stesso luogo nello stesso tempo.

- Come sappiamo che le galassie veloci sono più lontane di quelle lenti?

Quelle più veloci sembrano più deboli e più piccole in proporzione alla loro velocità.

Tutte queste considerazioni sono state scoperte e evidenziate da Edwin Hubble nel 1929 e racchiuse nella sua celebre formula.



Scopo

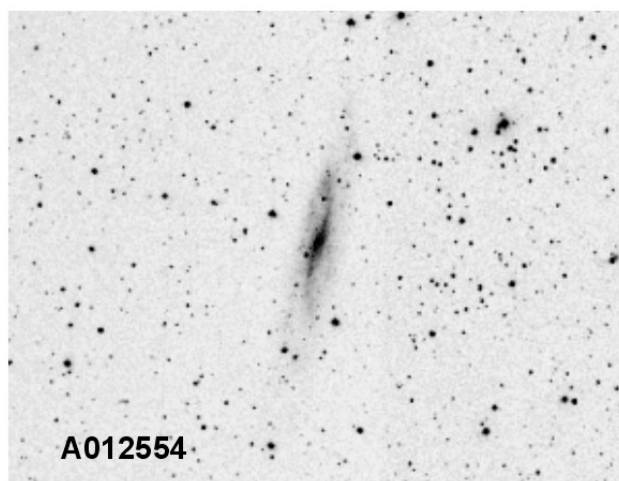
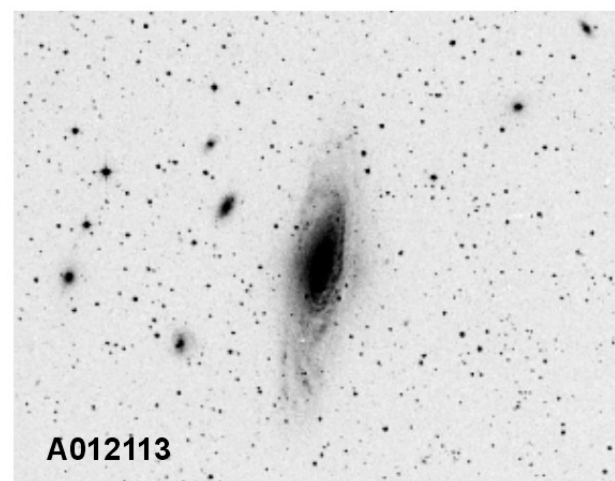
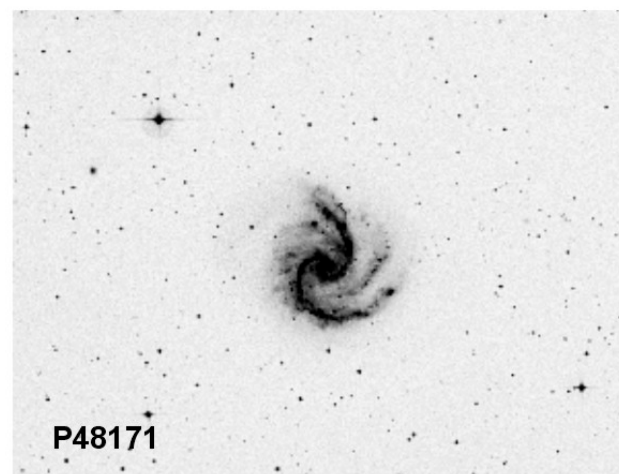
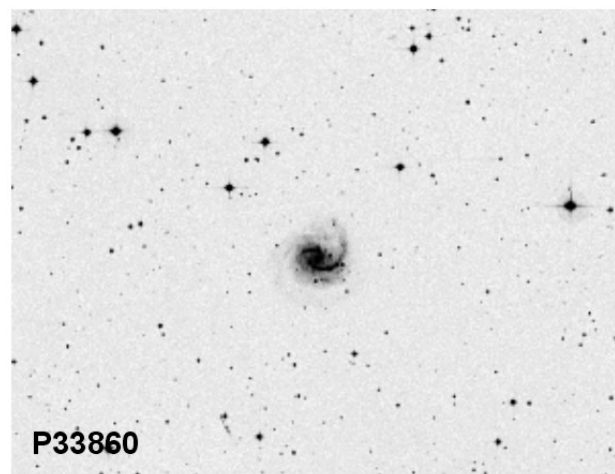
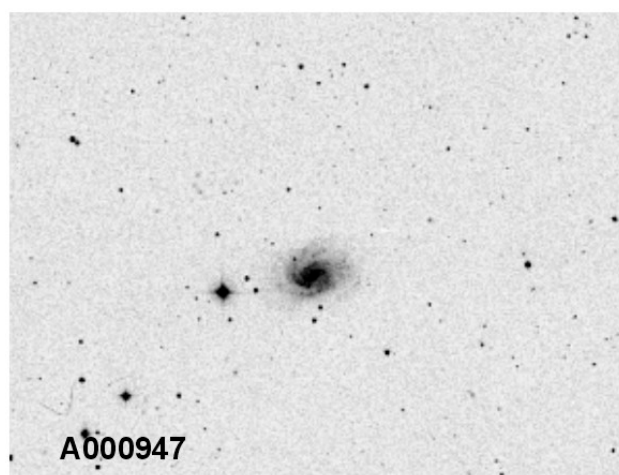
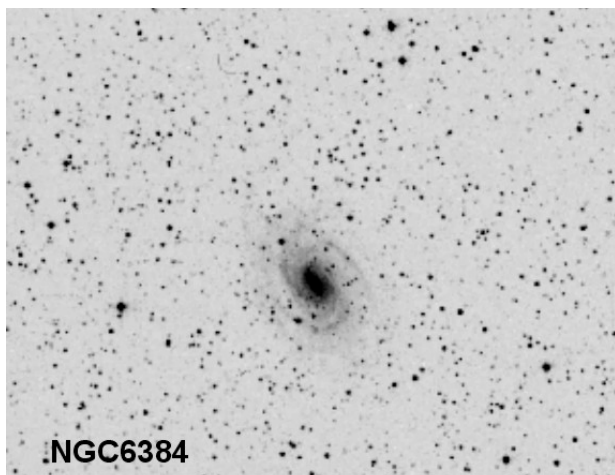
Calcolare l'età dell'Universo.

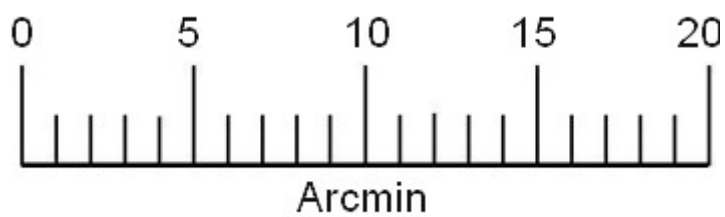
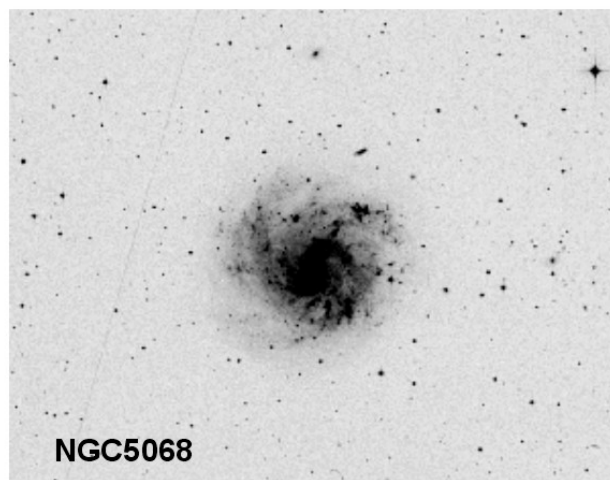
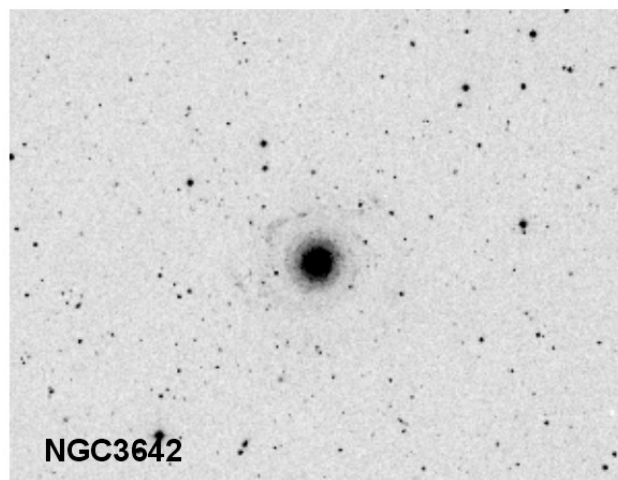
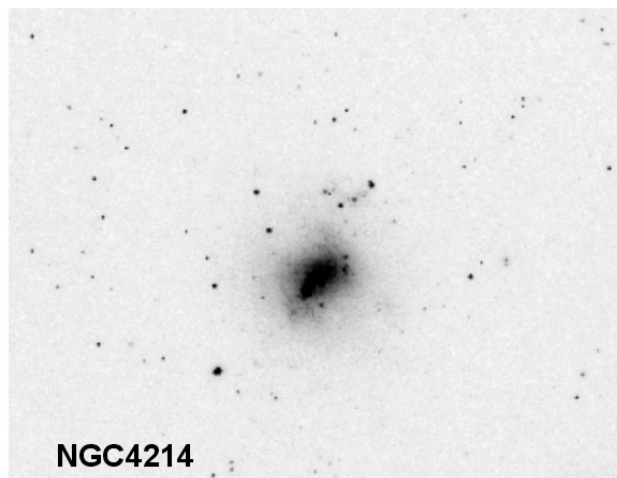
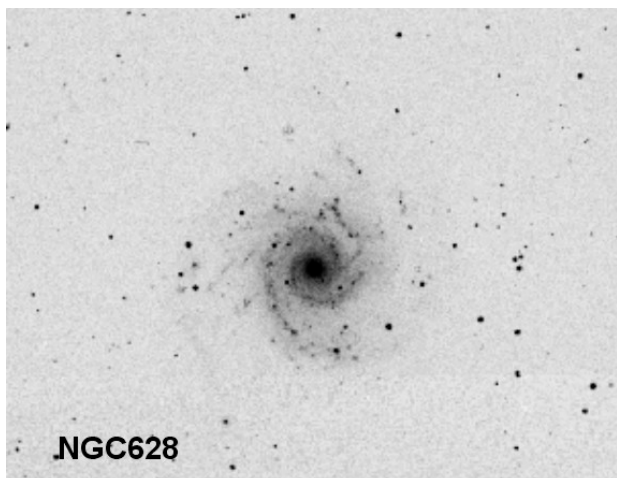
Materiale

- Immagini galassie in formato JPEG o FITS
 - [Ngc4214.fits](#)
 - [Ngc3642.fits](#)
 - [Pgc48171.fits](#)
 - [Ngc6384.fits](#)
 - [Pgc33860.fits](#)
 - [A0000947.fits](#)
 - [A012113.fits](#)
 - [A012554.fits](#)
 - [Ngc628.fits](#)
 - [Ngc5068.fits](#)
- Immagini spettri galassie
- Programma per leggere i FITS (se non si usano le immagini)

Procedura

- Si può procedere in due modi, o stampare le immagini delle galassie e degli spettri o utilizzare i dati in formato FITS con un apposito programma, ad esempio Hands On Universe, prelevabile da <http://www.gb.nrao.edu/epo/hou.html>.





Alla base delle procedure in esame bisogna assumere alcuni fatti:

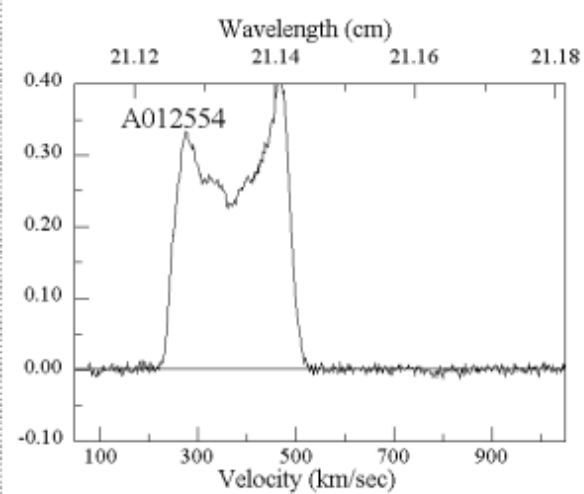
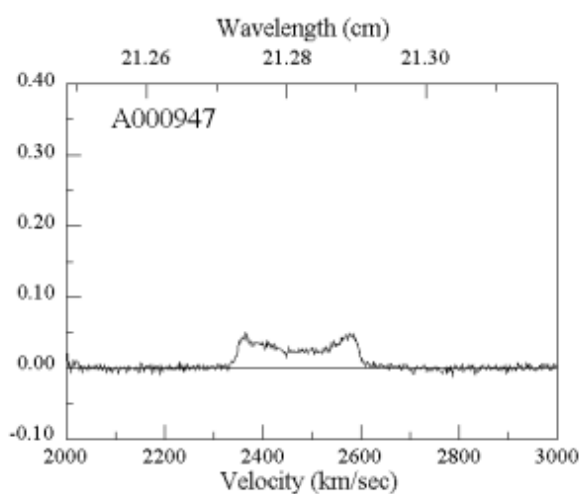
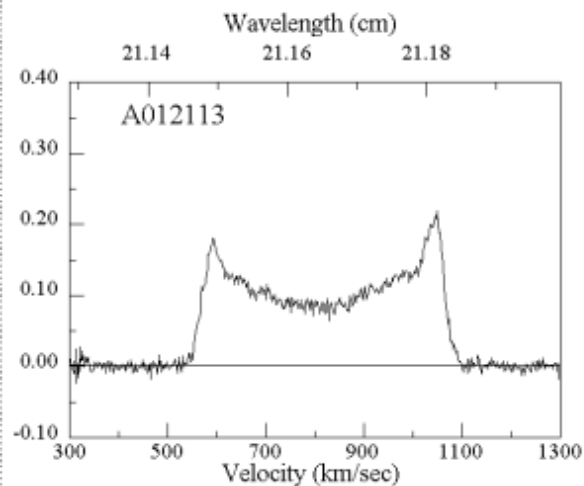
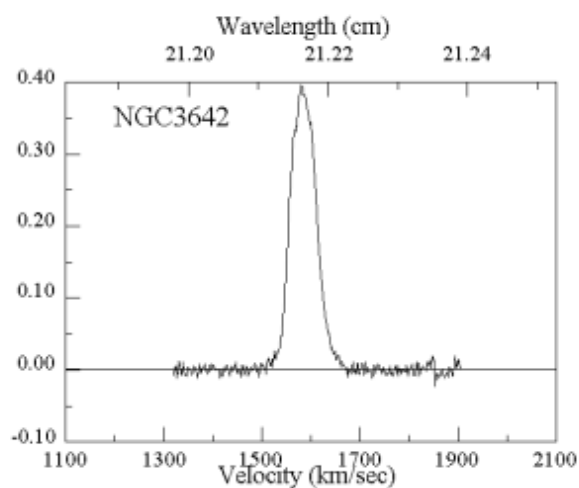
- *Tutte le galassie a spirale hanno dimensione simile alla Via Lattea*
- *Tutte le galassie a spirale hanno raggio di 10 kpc*

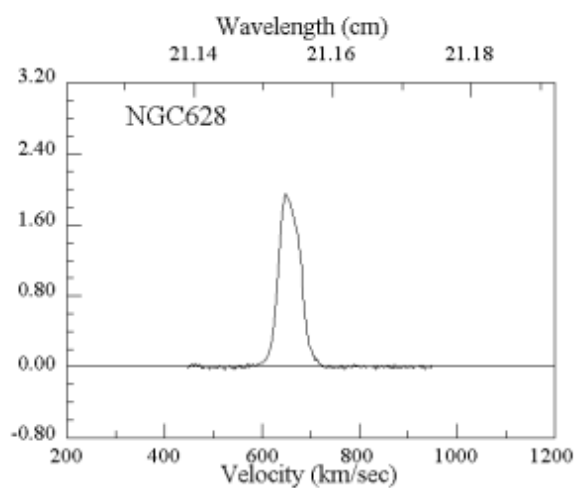
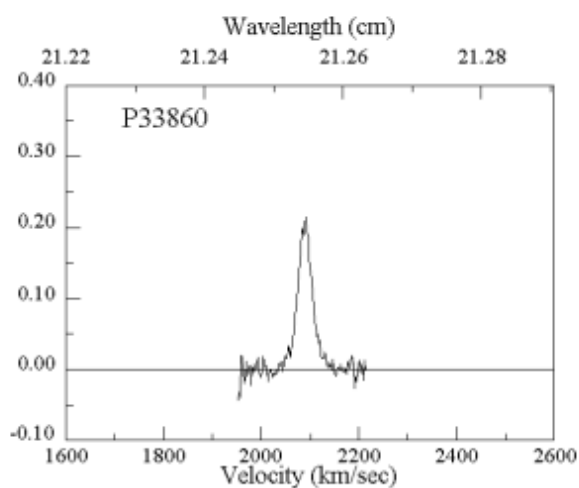
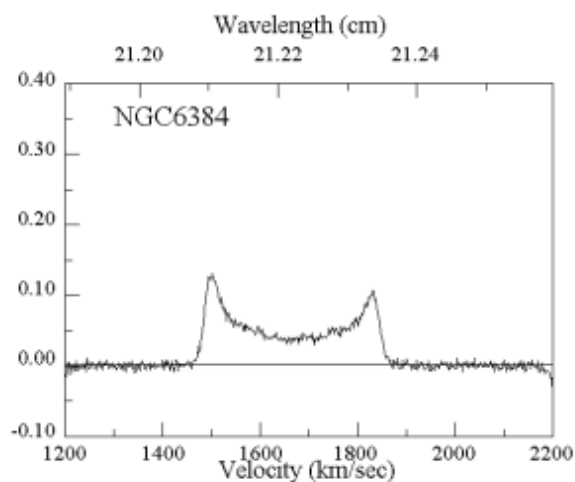
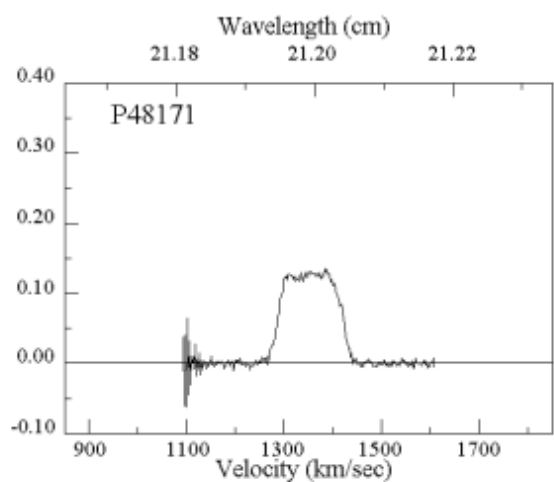
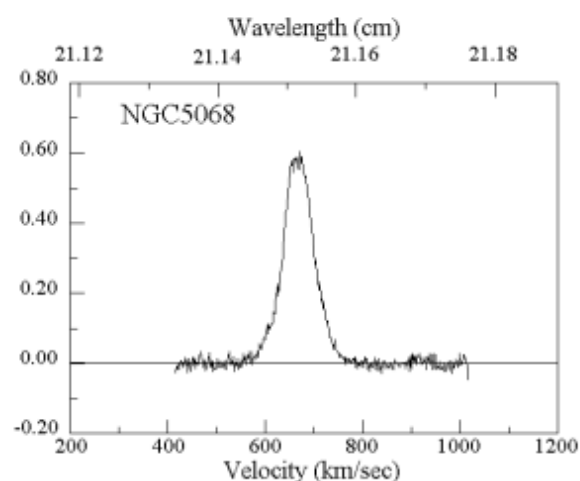
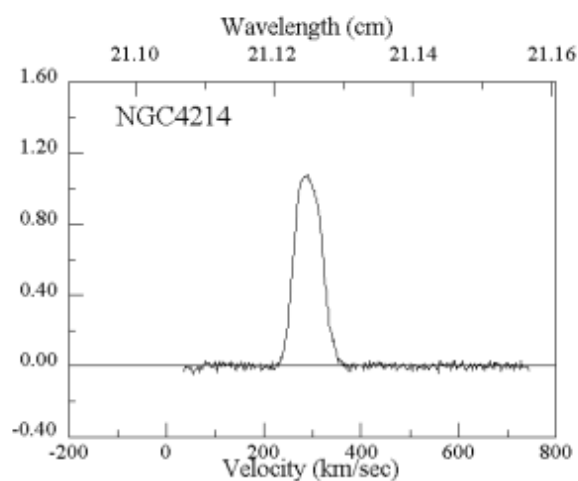
- Misurare l'angolo ϕ sotto il quale è visto il raggio R delle varie galassie.

- La distanza D si calcola nel seguente modo:

$$D = \frac{10kpc}{\tan \Phi} = \frac{32.59al}{\tan \Phi}$$

- Utilizzando gli spettri delle galassie misurare la velocità del picco.





- Riassumere i dati in una tabella.

Oggetto	ϕ (arcosecondi)	ϕ (gradi)	$\tan \phi$	D (kpc)	D (al)	v (km/s)
...

- Disegnare in un grafico l'andamento della velocità (ordinate) in funzione della distanza (ascisse).
- Calcolare la costante di Hubble nel seguente modo:

$$H = \frac{v}{D}$$

Il modo convenzionale di esprimere l'unità di misura di esprimere la costante di Hubble è $\frac{km}{s \cdot Mpc}$.

Trasformare H in modo che abbia come unità di misura s^{-1} .

- Calcolare l'età dell'universo nel seguente modo:

$$T = \frac{1}{H}$$

L'unità di misura che si ottiene è secondi. È opportuno convertirla in anni.

- Riassumere i dati in tabella

D (kpc)	v (km/s)	H $\left(\frac{km}{s \cdot Mpc} \right)$	H (s^{-1})	T (s)	T (a)
...

Conclusione

Discutere i risultati ottenuti e confrontarli con quelli storici ed attuali.

Appendice: conversione unità di misura

- $\text{pc} = 3.259 \text{ al}$
- $\text{al} = 9.461 \times 10^{12} \text{ km}$
- $\text{pc} = 3.1 \times 10^{13} \text{ km}$
- $\text{secondi in un anno} = 31536000$
- $1\text{km/s} = 3.3 \times 10^{-6} \text{ al/anno}$

LA LUNA RADIO

Scopo

Verificare le caratteristiche della Luna andandola ad osservare nello spettro radio.

Materiali

- Immagini radio della Luna
 - [radio_moon1.fts](#)
 - [radio_moon2.fts](#)
 - [radio_moon3.fts](#)
 - [radio_moon4.fts](#)
- Immagine ottica della Luna
 - [fullmoon.fts](#)
- Programma di lettura file FITS

Procedura

- Aprire le quattro immagini radio e disporle visibili sullo schermo. Per leggere i file FITS si può utilizzare un apposito programma, ad esempio Hands On Universe, prelevabile da <http://www.gb.nrao.edu/epo/hou.html>.
- Analizzare le quattro immagini e descrivere somiglianze e differenze.
- Fare una previsione della fase della Luna nelle varie immagini.

- Verificare la fase della luna nelle varie immagini utilizzando le informazioni sulle immagini che si trovano nell'Appendice. Per verificare la fase di Luna potete utilizzare un qualsiasi planetario o andare sul sito <http://www.stardate.org/nightsky/moon/>.

- Rappresentare i risultati in tabella:

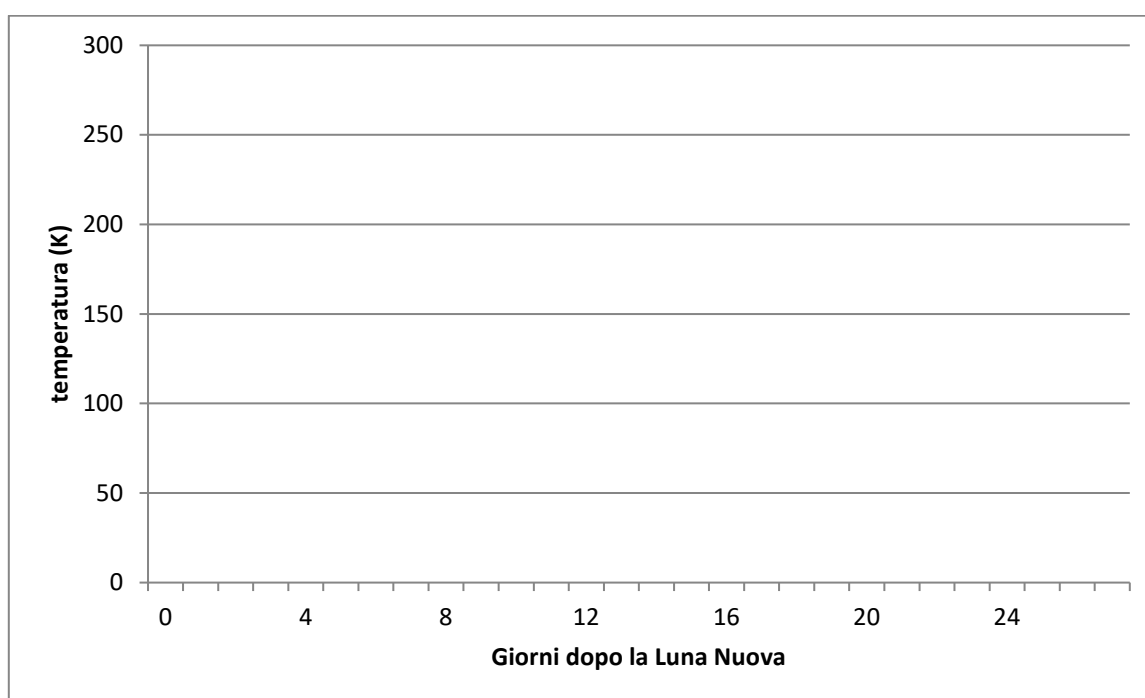
Immagine	Fase prevista	Fase reale
radio_moon1.fts
radio_moon2.fts
radio_moon3.fts
radio_moon4.fts

- Analizzare i risultati ottenuti.
- Nelle intestazioni delle immagini radio vi sono informazioni che possono essere usate per tracciare la temperatura della Luna. Selezionare una delle immagini radio della Luna e selezionate *Image Info* (Tale comando è disponibile se si utilizza il software consigliato, altrimenti con altri software troverete delle indicazioni diverse). Si trovi BSCALE, il quale è un numero di calibratura per le immagini radio. Questa calibratura permette di convertire i conteggi di luminosità in gradi Kelvin (o in qualunque unità sia specificata nell'intestazione in BUNIT). Determinare il valore di luminosità del punto più luminoso su un'immagine radio della Luna.
- Moltiplicare tale valore per BSCALE per ottenere la temperatura della Luna in gradi Kelvin.
- Ripetete questa procedura per ogni immagine.

- Disporre i risultati in una tabella:

Immagine	Valore luminosità	Temperatura (K)
radio_moon1.fts
radio_moon2.fts
radio_moon3.fts
radio_moon4.fts

- Rappresentare i dati in un grafico come quello mostrato:



- Confrontare e analizzare l'immagine ottica della Luna con quella radio.
- Analizzare le immagini e dire quali presentano la miglior risoluzione.

- Sapendo che l'immagini radio sono state ottenute con uno strumento di 43 metri di diametro, mentre quelle ottiche con una macchina fotografica di 35mm, con un obiettivo da 50 millimetri e una camera CCD ST-5, calcolare la risoluzione del radiotelescopio R_{tel} e della macchina fotografica.

$$R_{tel} = \frac{\lambda}{D}$$

dove λ è la lunghezza d'onda (15 GHz) e D il diametro dello specchio o della lente.

Conclusioni

Analizzare e discutere i risultati ottenuti.

Note

Si osserva la Luna ad occhio nudo perché questa riflette verso la Terra la luce proveniente dal Sole. Tuttavia, quando si osserva la Luna in radio, non si esamina la luce solare riflessa. Si indaga invece l'energia rimessa proveniente dal Sole. Poiché la Luna è "un corpo nero" assorbe a tutte le frequenze emesse dal Sole ed le rimette in corrispondenza della sua temperatura. L'energia rilevata da queste immagini radio provengono da circa un metro sotto la superficie lunare.

Appendice

- Nome immagine: **radio_moon1.fts**
Data/Ora: 13 gennaio 1997 alle 16:00 EST
Scala: 36"/pixel (lungo l'asse x) e 42.5"/pixel (lungo l'asse y)
- Nome immagine: **radio_moon2.fts**
Data/Ora: 20 gennaio 1997 alle 1:00 EST
Scala: 37.8"/pixel (lungo l'asse x) e 35.8"/pixel (lungo l'asse y)
- Nome immagine: **radio_moon3.fts**
Data/Ora: 27 gennaio 1997 alle 3:00 EST
Scala: 36.1"/pixel (lungo l'asse x) e 31.3"/pixel (lungo l'asse y)
- Nome immagine: **radio_moon4.fts**
Data/Ora: 6 marzo 1997 alle 6:00 EST
Scala: 37.27"/pixel (lungo l'asse x) e 40.9"/pixel (lungo l'asse y)
- Nome immagine: **fullmoon.fts**
Data/Ora: 23 maggio 1997 alle 12:45 EST
Scala: 31.6"/pixel

RISOLUZIONE

Scopo

Descrivere il comportamento dal punto di vista delle risoluzioni di vari radiotelescopi.

Materiali

- Immagini radio
 - [CasA-1](#)
 - [CasA-2](#)
 - [saga1.fts](#)
 - [saga2.fts](#)
 - [fornax1.fts](#)
 - [fornax2.fts](#)
- Programma di lettura file FITS

Procedura

- Osservare i tre strumenti in figura:



NRAO 43 metri



NRAO 25 metri



Very Large Array 36 km

- Stabilire in maniera intuitiva quale dei tre strumenti presenta la migliore risoluzione.
- Calcolare la risoluzione dei tre radiotelescopi R_{tel} a parità di lunghezza d'onda λ

$$R_{tel} = \frac{\lambda}{D}$$

dove D il diametro dello specchio.

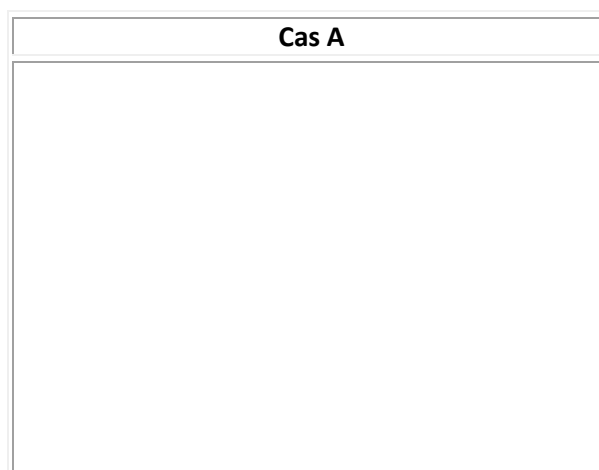
- Riportare i risultati ottenuti in una tabella e confrontare i risultati con quelli predetti.

Telescopio	Risoluzione predetta (scarsa, buona, ottima)	Risoluzione calcolata
NRAO 43 m		
NRAO 25 m		
Very Large Array		

- Aprire le due immagini radio di Cas A. Per leggere i file FITS si può utilizzare un apposito programma, ad esempio Hands On Universe, prelevabile da <http://www.gb.nrao.edu/epo/hou.html>.
- Confrontare le due immagini e descrivere le loro caratteristiche.

Cas A-1	Cas A-2

- Predire il tipo di radiotelescopio che ha ripreso queste immagini.
- Guardare in *Image Info* se si utilizza Hands On Universe o in una funzione simile per altri programmi e vedere con quale strumento sono state fatte.
- Verificare la correttezza delle ipotesi.
- Disegnare Cas A come potrebbe apparire se si utilizzasse uno strumento di 25 metri.



- Ripetere la procedura utilizzando le immagini di Sag A.
- Ripetere la procedura utilizzando le immagini di Fornax A.

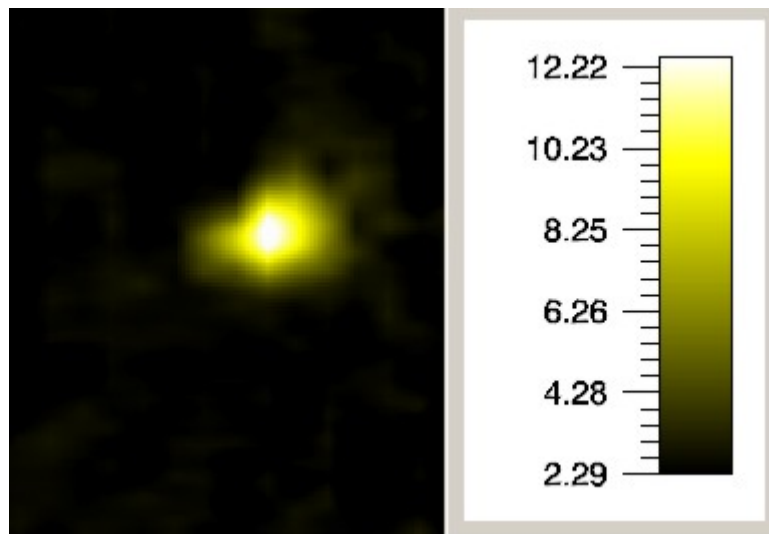
Conclusioni

Discutere i risultati ottenuti.

STELLE O RADIOGALASSIE

Premessa

È stato osservato un oggetto nella costellazione della Vergine il cui nome è 3C274 o Virgo A. La sua immagine radioastronomica è simile a questa:



Gli astronomi decidono se un oggetto è una stella in base al suo spettro.

Scopo

Determinare se l'oggetto sconosciuto 3C274 o Virgo A è una stella o una radiogalassia.

Materiali

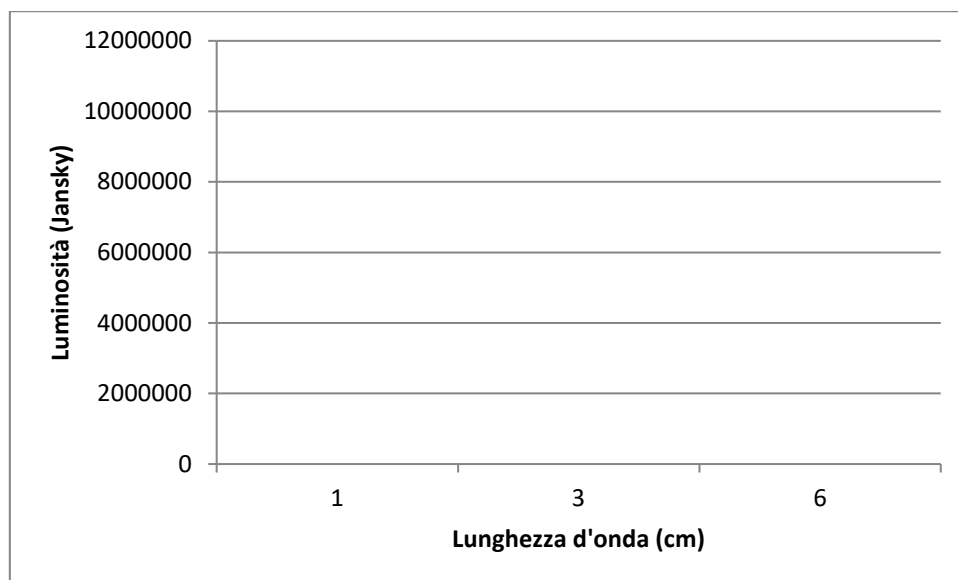
- Immagini radio
 - [virgo1cm.fts](#)
 - [virgo2cm.fts](#)
 - [virgo3cm.fts](#)
- Programma di lettura file FITS

Procedura

- Il Sole presenta valori di luminosità in Jansky come da tabella:

Lunghezza d'onda (cm)	Luminosità apparente (Jansky)
1	11200000
3	2480000
6	1100000

Rappresentare tali dati in un grafico:

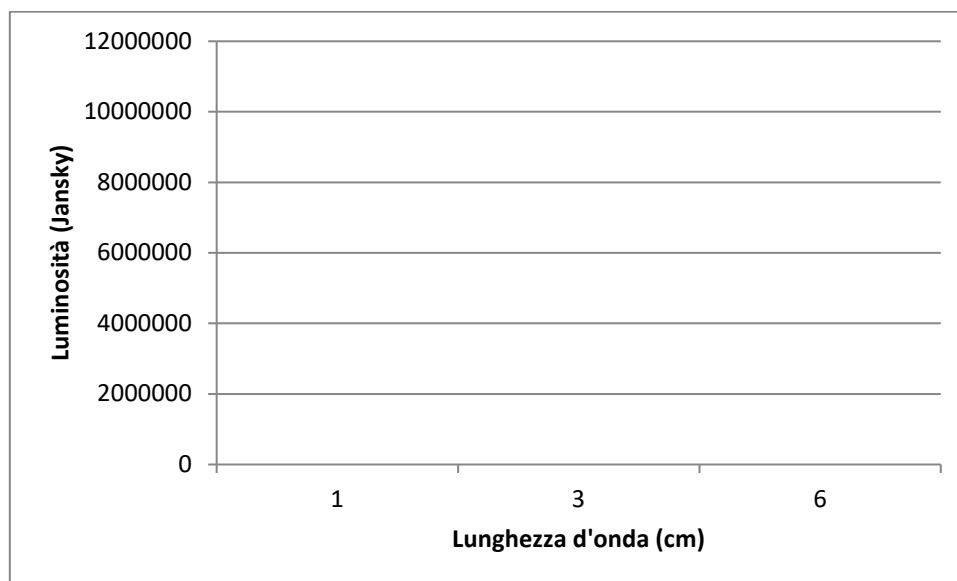


- Aprire la prima delle tre immagini radio di Virgo A. Per leggere i file FITS si può utilizzare un apposito programma, ad esempio Hands On Universe, prelevabile da <http://www.gb.nrao.edu/epo/hou.html>.
- Selezionare le informazioni riguardanti l'immagine *Image Info* e segnare il parametro BSCALE, che rappresenta il parametro di calibrazione.

- Selezionare *slice* dal menù *Data Tools*. Ritagliare una fetta di immagine da un bordo nero all'altro passando per la zona luminosa centrale.
- Trovare il conteggio di luminosità dall'immagine, che si ottiene sottraendo il valore maggiore con quello minore.
- Moltiplicare il conteggio di luminosità con BSCALE ottenendo la luminosità apparente in Jansky.
- Ripetere le ultime quattro operazioni per le altre due immagini.
- Scrivere i risultati in una tabella:

Lunghezza d'onda (cm)	Luminosità apparente (Jansky)
...	...
...	...
...	...

- Rappresentare in un grafico i risultati ottenuti:



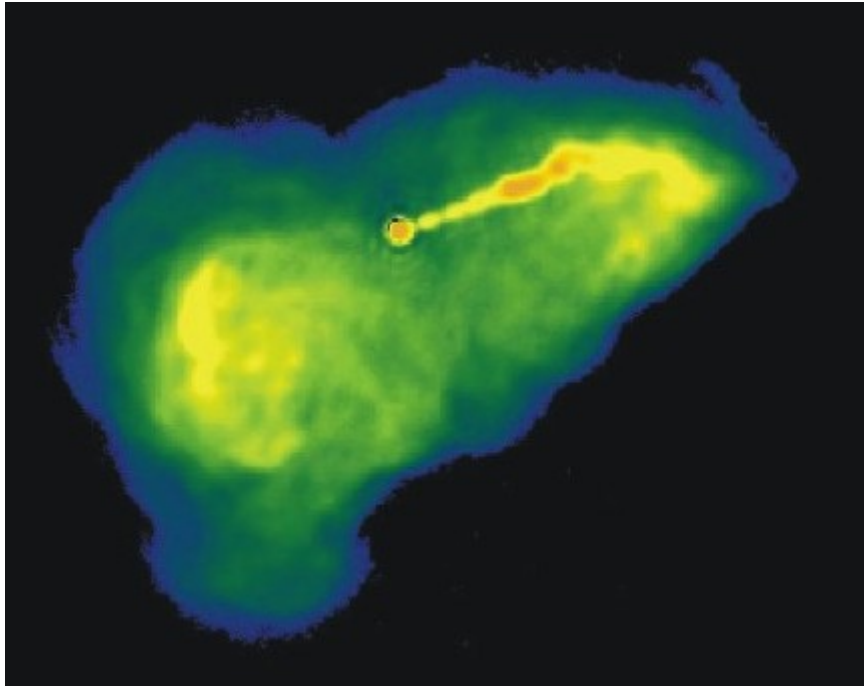
- Comparare i due grafici.

Conclusioni

Discutere i risultati ottenuti evidenziando se l'oggetto indagato è una stella o una galassia andando a motivare la risposta. Cercare inoltre di capire quali sono le differenze tra una stella e una galassia dal punto di vista dei meccanismi di emissione delle onde radio.

Note

Si ritiene che le radiogalassie abbiano dei buchi neri nei loro centri. Le particelle cariche, accelerate dalla attrazione gravitazionale del buco nero, interagiscono con i deboli campi magnetici. Mentre si muovono a spirale intorno alle linee di campo a velocità prossime a quelle della luce producono onde radio. Questo meccanismo è denominata emissione per sincrotrone ed è comune per molte sorgenti.



Il Sole emette radiazione perché è caldo. Oltre che nelle onde radio, il Sole emette in infrarosso e nella luce visibile. Pochissimo dell' energia emessa dal Sole è nella parte radio dello spettro. Anche se il grafico spettrale del Sole che è stato creato mostra grandi numeri di luminosità (molto maggiori di Virgo A), questo è dovuto soltanto alla distanza vicina del Sole. Se disponessimo il Sole lontano quanto la stella più vicina, la quantità di energia radio non sarebbe rilevabile. Per tale motivo le stelle non sono studiate generalmente con i radiotelescopi.