

# Integrated Activities in the High Energy Astrophysics Domain (AHEAD)

Note e attività per accompagnare gli argomenti del primo minuto del video della cupola



## Perche' le alte energie?

### Glossario

Lunghezza d'onda – distanza tra due picchi o due depressioni nell'onda – misurata in metri

Frequenza – numero di onde/cicli per secondo – Hertz HZ

Energia – misurata in Electron Volts

Luminosità - quantità totale di energia emessa da un oggetto astronomico in un secondo

### Domande chiave

#### • Cos'è l'astrofisica delle alte energie?

In poche parole, è lo studio di oggetti astronomici alle lunghezze d'onda che si trovano nella parte finale dello spettro elettromagnetico.

#### • Perché studiare gli oggetti astronomici nelle alte energie?

Normalmente, nelle nostre vite possiamo vedere con i nostri occhi quella che viene chiamata parte ottica dello spettro elettromagnetico (spettro EM). Lo spettro EM è una scala che ci mostra tutti i diversi tipi di radiazione esistenti e le loro lunghezze d'onda. Le alte energie si riferiscono ai raggi gamma e ai raggi X. Gli astronomi studiano le proprietà degli oggetti astronomici usando diverse lunghezze d'onda, poiché ciascuna potrebbe potenzialmente rivelare caratteristiche nascoste dell'oggetto astronomico che si presentano solo quando osserviamo in quelle lunghezze d'onda.

#### • Cosa possono dirci queste lunghezze d'onda differenti?

##### • Osservazioni in raggi X:

- Immagini - I raggi X si comportano più come particelle che come onde e come tali, i rivelatori possono raccogliere singoli raggi X (noti come fotoni). I rivelatori raccolgono informazioni come il numero di fotoni che incidono sul rivelatore stesso, l'energia del singolo fotone con cui colpiscono il rivelatore. Sono anche in grado di misurare il tempo in cui il fotone colpisce il rivelatore e anche la direzione di provenienza.
- Spettri - Uno spettro è un diagramma o un grafico che mostra l'intensità della luce emessa dall'oggetto astronomico che osserviamo. Gli spettri possono darci informazioni sul tipo e sulla quantità di elementi chimici di cui è composto. Può dirci quanti raggi X provengono dall'oggetto a una particolare energia, la temperatura, la densità, la massa, la distanza, la luminosità e quanto velocemente si sta muovendo.

##### • Osservazioni in Raggi Gamma:

- Questi raggi sono i più energetici dello spettro EM e provengono dai luoghi più lontani dell'universo. Possono viaggiare nello spazio per grandi distanze senza essere assorbiti dalla polvere e dal gas intergalattico. Sono ideali per studiare regioni dello spazio distanti così come studiare le regioni della Via Lattea altrimenti oscurate. Possiamo anche usarli per esaminare meglio i buchi neri, nuclei galattici attivi, brillamenti solari, supernovae e stelle di neutroni.

(Ricorda che la luce si comporta sia come onda che come particella. Particelle di luce sono chiamate fotoni. Fotoni di alta energia come i raggi X e raggi Gamma si comportano più come particelle che come onde.)

### Ulteriori idee, attività e link al web

#### Attività

#### Idee per gli insegnanti

-Puoi acquistare occhiali spettrali che permetteranno a chi li indossa di vedere la parte visibile dello spettro (l'arcobaleno) ovunque ci sia della luce proiettata su o da un oggetto (nota, per favore non guardare direttamente il sole con gli occhiali). Sono utili per capire le diverse parti dello spettro EM.

#### Link al web

-SpettroEM - <http://imagine.gsfc.nasa.gov/science/toolbox/emspectrum1.html>

-Il precedente articolo contiene anche una bella immagine che spiega quanto e quali radiazioni EM penetrano l'atmosfera terrestre.

-Per proprietà specifiche delle singole lunghezze d'onda, guardare la seguente tabella: [https://imagine.gsfc.nasa.gov/science/toolbox/spectrum\\_chart.html](https://imagine.gsfc.nasa.gov/science/toolbox/spectrum_chart.html)

-Questo è un buon sito che spiega come vediamo gli oggetti astronomici osservandoli in diverse lunghezze d'onda EM: [https://science.nasa.gov/ems/10\\_ultravioletwaves](https://science.nasa.gov/ems/10_ultravioletwaves)

-Un buon articolo sui raggi gamma: [https://imagine.gsfc.nasa.gov/science/toolbox/gamma\\_ray\\_astronomy1.html](https://imagine.gsfc.nasa.gov/science/toolbox/gamma_ray_astronomy1.html)

# Integrated Activities in the High Energy Astrophysics Domain (AHEAD)

Note e attività per accompagnare gli argomenti del secondo minuto del video della cupola



## L'universo caldo ed energetico - Il Sole

### Glossario

**Prominenza** – una prominenza solare (conosciuta anche come filamento) e' un arco grande e luminoso di plasma che si estende verso l'esterno della superficie solare.

**Plasma** - un gas caldo di idrogeno ed elio caricati elettricamente.

**Macchie solari** - regioni scure e fredde sulla fotosfera solare. Sono scure perché sono più fredde rispetto alle regioni circostanti. Sono causate dalle interazioni con il campo magnetico del Sole e si verificano in zone con intensa attività magnetica.

**Brillamento** - una grande esplosione dovuta all'improvviso rilascio di energia magnetica che si è accumulata nell'atmosfera solare a causa di linee di campo magnetico contorte che si attraversano e ricollegano. Esplose con una forza superiore a milioni di bombe all'idrogeno.

**Vento Solare** - Flusso di particelle cariche in rapido movimento dalla corona. A causa della temperatura estremamente elevata della corona, la gravità del Sole non può trattenerlo.

### Domande chiave

#### - Il video si riferisce al sole 'attivo', in primo luogo cosa sappiamo del sole?

- La cosa principale e' che il sole e' una stella e non un pianeta.
- E' costituito da gas, principalmente idrogeno (70%) ed elio (28%).
- Ha dei livelli definiti:
  - Gli strati interni – nucleo, zona radiativa e zona convettiva.
  - Gli strati esterni – fotosfera, cromosfera, regione di transizione e corona.
- Ha un campo magnetico.
- E' una stella gialla nana – alla fine della sua vita si espanderà e diventerà una gigante rossa, prima di morire e diventare una nana bianca
- Ha 4.5 miliardi di anni e ha ancora altri ~5 miliardi di anni di vita.

#### - Perché diciamo che e' attivo?

Il Sole subisce molti processi e per questo e' indicato come una 'stella attiva'

- Prominenze
- Macchie solari
- Brillamenti
- Venti solari

#### - Di che colore e' il Sole?

Rosso? Giallo? Magari arancione? Questo e' il colore con cui vediamo rappresentato il sole normalmente, ma in realtà e' BIANCO. Appare in altri colori principalmente all'alba e al tramonto, poiché l'atmosfera terrestre disperde la luce (vedi link sotto)

### Ulteriori idee, attività e link al web

#### Attività

- Vita e morte delle stelle: [http://chandra.harvard.edu/resources/flash/stellar\\_evolution.html](http://chandra.harvard.edu/resources/flash/stellar_evolution.html)
- Matematica Spaziale della NASA: <https://spacemath.gsfc.nasa.gov/sun.html>

#### Link al web

- Evoluzione stellare - <http://astronomy.swin.edu.au/cosmos/S/stellar+evolution>
- Missioni che supportano lo studio della connessione tra Sole e Terra - [https://www.nasa.gov/mission\\_pages/sunearth/missions/index.html](https://www.nasa.gov/mission_pages/sunearth/missions/index.html)
- Strati del Sole - <http://www.thesuntoday.org/the-sun/solar-structure/>
- Perché il sole appare rosso al tramonto - <https://www.optics4kids.org/home/content/what-is->
- Curiosità sul sole - <https://space-facts.com/the-sun/>

# Integrated Activities in the High Energy Astrophysics Domain (AHEAD)

Note e attività per accompagnare gli argomenti del terzo minuto del video della cupola



## L'universo caldo ed energetico - Quasars, Blazars e Galassie Radio (Nuclei Galattici Attivi AGN)

### Glossario

**Disco di Accrescimento** – Un disco di accrescimento è gas che ha una struttura piatta simile ad un disco e ruota rapidamente intorno ad un oggetto.

**Onde Radio** – Un'onda elettromagnetica con una frequenza tra circa 10 kHz e 10-100 MHz.

### Domande chiave

#### - Cos'è un Quasar?

- Un quasar, o una sorgente radio 'quasi-stellare', è formato da un disco di accrescimento che circonda un buco nero super massiccio. La forte spinta della gravità del buco nero attrae gli altri oggetti e il gas circostante, verso di esso, alimentando il disco di accrescimento. Quando questi oggetti vengono risucchiati dal buco nero, producono una massiccia collisione di materia che causa un'enorme e continua esplosione di energia radiativa e luce. Questa esplosione viene vista come un getto o un bagliore ed è una caratteristica distintiva dei quasar.
- È un oggetto molto energetico e fra i più distanti nell'universo che fa parte di una classe di oggetti chiamata Nuclei Galattici Attivi (AGN).
- Emette onde elettromagnetiche nel radio, visibile e raggi X. I quasar sono tra gli oggetti più brillanti nel nostro universo.
- Si trova esclusivamente nelle galassie che hanno un buco nero super massiccio (vedi le note sui buchi neri).
- È un oggetto molto vecchio. Quando osserviamo oggetti nello spazio, stiamo sostanzialmente guardando indietro nel tempo visto che la luce che proviene dagli oggetti astronomici viaggia da molto lontano prima di raggiungerci. Poiché i Quasars sono gli oggetti più distanti che conosciamo, osservandoli stiamo guardando indietro nel tempo di circa 10 – 15 miliardi di anni. Più lontano sono, più gli astronomi osservano indietro nel tempo.

#### - Ok, quindi qual è la differenza tra un Quasar, Blazar e una Galassia Radio?

- In sostanza dipende da come osserviamo il buco nero super massiccio con il suo disco di accrescimento e getti:
  - Con getti perpendicolari alla nostra linea di vista, sono galassie radio
  - Con getti che hanno un certo angolo, sono quasar
  - Con getti diretti verso la nostra linea di vista, sono blazar.

### Ulteriori idee, attività e link al web

#### - Quasars

- Spiegazione semplice di un quasar - [https://www.education.com/resources/earth-science/?referral\\_url=kidsastronomy.com](https://www.education.com/resources/earth-science/?referral_url=kidsastronomy.com)
- Domande e risposte - <http://www1.phys.vt.edu/~jhs/faq/quasars.html>

#### - Quasars, Blazars e Galassie Radio

- Articolo che va un po' più nei dettagli - <https://www.universetoday.com/73222/what-is-a-quasar/>
- Articolo sui Blazars - <https://www.universetoday.com/30594/blazars/>
- Galassie Radio – 2 articoli da un blog che richiedono un po' più di background sulla natura delle Galassie Radio - <https://blog.galaxyzoo.org/2014/02/03/the-curious-lives-of-radio-galaxies-part-one/>  
<https://blog.galaxyzoo.org/2014/02/04/the-curious-lives-of-radio-galaxies-part-two/>

# Integrated Activities in the High Energy Astrophysics Domain (AHEAD)

Note e attività per accompagnare gli argomenti del terzo minuto del video della cupola



## L'universo caldo ed energetico - Pulsars

### Glossario

**Magnetosfera** – Questa è la regione dello spazio che circonda un oggetto astronomico nella quale il campo magnetico dell'oggetto stesso controlla il moto delle particelle cariche.

**Onda elettromagnetica** – Un'onda elettromagnetica è un'onda trasversale che ha sia un campo elettrico che magnetico. Questi due campi sono perpendicolari (ad angolo retto) tra loro e lo sono anche con la direzione di propagazione dell'onda stessa.

### Domande chiave

#### - Cos'è una pulsar esattamente?

- Una pulsar è una stella di neutroni che possiede un campo magnetico e che ruota su se stessa. Per questo ci appare pulsante. Il suo comportamento è analogo a quello di un faro. Sebbene il fascio di luce che parte da un faro ha luminosità costante, le navi che si trovano in mare vedono una luce intermittente perché la luce stessa ruota.

#### - Quindi, cos'è una stella di neutroni?

- Una stella di neutroni è il risultato di un'esplosione di supernova, che accade alla fine della vita di una stella massiccia (si veda il foglio separato per la spiegazione di una supernova). La stella diventa molto piccola, possiede una grande massa al suo interno, e aumenta la velocità di rotazione. Tutte le stelle ruotano, ma quando diventano più piccole, la rotazione aumenta, proprio come quando un pattinatore avvicina le braccia al corpo.

#### - Quindi cos'è esattamente questo impulso?

- Anche se noi osserviamo questo impulso, effettivamente non è reale. È un flusso di onde radio che viaggia lungo l'asse del campo magnetico mentre ruota con la stella di neutroni. Poiché il campo magnetico e il campo rotazionale della stella di neutroni non sono esattamente allineati, noi osserviamo questo effetto di pulsazione. Quindi noi osserviamo un impulso ad ogni rotazione.

#### - Come viene creato l'impulso?

- Il raggio proviene dall'energia rotazionale della stella di neutroni e la rotazione del campo magnetico produce un campo elettrico. La regione al di sopra della superficie della pulsar che è dominata dal campo magnetico, si chiama magnetosfera. In questa zona, le particelle cariche (protoni ed elettroni) vengono accelerate dal forte campo elettrico e quindi viene creato un fascio elettromagnetico. Ogni volta che le particelle cariche vengono accelerate, irradiano luce.

### Ulteriori idee, attività e link al web

#### Link al web

- Pulsar - [https://imagine.gsfc.nasa.gov/science/objects/neutron\\_stars1.html](https://imagine.gsfc.nasa.gov/science/objects/neutron_stars1.html)
- Una buona spiegazione può essere trovata qui - <https://www.universetoday.com/25376/pulsars/>

# Integrated Activities in the High Energy Astrophysics Domain (AHEAD)

Note e attività per accompagnare gli argomenti del secondo minuto del video della cupola



## L'universo caldo ed energetico - Buchi Neri

### Glossario

**Velocità della luce** – unità  $c = 3 \times 10^8$  m/s.

**Disco di Accrescimento** – Un disco di accrescimento è una struttura piatta a forma di disco composta da gas che ruota spiraleggiando intorno a un oggetto.

### Domande chiave

#### -Cos'è un buco nero?

- Si potrebbe descrivere come una regione di spazio che produce un effetto di attrazione gravitazionale così forte che nulla può sfuggirgli, nemmeno la luce.

#### - Come si forma un buco nero?

- Quando le stelle massicce muoiono producono un buco nero. Quando hanno bruciato tutto il combustibile nucleare, queste stelle si espandono per poi collassare su se stesse.

#### - Esistono due tipi diversi di buchi neri: quelli di massa stellare e quelli super massicci.

- I buchi neri di massa stellare sono creati quando una stella massiccia esplosa e la massa del buco nero che rimane è dell'ordine di qualche massa solare.
- I buchi neri super massicci si trovano al centro delle galassie e la loro massa è equivalente a milioni o miliardi di masse solari.

#### - Cos'è l'orizzonte degli eventi?

- Quando si parla di buchi neri, spesso si nomina l'orizzonte degli eventi, che è il punto di non ritorno. Una volta raggiunto questo punto, non è possibile sfuggire all'attrazione gravitazionale del buco nero.

#### - Se i buchi neri sono neri, come fanno gli astronomi ad osservarli e trovarli?

- In realtà, il buco nero non si può vedere, visto che è nero, ma ciò che si può osservare è il vortice di materia, conosciuto come disco di accrescimento, attorno ad esso. Questo disco emette radiazione che permette agli astronomi di trovare i buchi neri nell'universo. Quando gli oggetti cadono nel buco nero, anch'essi si scaldano emettendo radiazione. I buchi neri, inoltre, vengono rivelati anche grazie ai loro effetti gravitazionali che producono sugli oggetti e sulla luce attorno a loro.

### Ulteriori idee, attività e link al web

#### Attività

#### - Velocità della luce

- Ci vorrebbero 1.26 secondi per arrivare sulla Luna partendo dalla terra e viaggiando alla velocità della luce.
- Una macchina che viaggia a 100 km/hci impiegherebbe circa 6 mesi.
- Un Boeing 747 a 1000 km/h circa 16 giorni
- Camminando a 4.8 km/h con circa 478 milioni di passi, ci vorrebbero 9 anni

- Si possono comprare dei posters che descrivono la vita delle stelle e la loro evoluzione temporale.

#### Link al web

#### - Vita e morte delle stelle:

- Più nei dettagli - <http://astronomy.swin.edu.au/cosmos/S/stellar+evolution>

- 10 cose sui buchi neri - <https://www.universetoday.com/46687/black-hole-facts/>

- Analogie da usare sui buchi neri - [https://www.education.com/worksheet/article/what-is-a-black-hole/?referral\\_url=kidsastronomy.com](https://www.education.com/worksheet/article/what-is-a-black-hole/?referral_url=kidsastronomy.com)

# Integrated Activities in the High Energy Astrophysics Domain (AHEAD)

Note e attività per accompagnare gli argomenti del secondo minuto del video della cupola



## Osservare il cosmo al di fuori del nostro pianeta

### Glossario

**Twinkling** (nome scientifico dell'effetto di scintillio delle stelle) – E' dovuta al fatto che la luce che proviene dalla stella viene distorta dalla turbolenza termica presente nell'aria dell'atmosfera terrestre.

**Orbita** – e' un percorso regolare, periodico di forma ellittica che un oggetto compie attorno ad un altro.

**Punto Lagrangiano** – Il primo punto Lagrangiano, L1, e' un punto tra il Sole e la Terra in coincidenza del quale i loro effetti gravitazionali sono uguali. Questo significa che un satellite posizionato in L1 mantiene sempre la stessa distanza dal Sole e dalla Terra. Nel secondo punto Lagrangiano, L2, si verifica lo stesso effetto, ma la posizione si trova questa volta sul lato 'notturno' della Terra.

**Orbita Eliocentrica** - Un'orbita che ha il sole nel suo centro. Tutti i pianeti, comete e asteroidi nel sistema solare hanno un'orbita di questo tipo.

### Domande chiave

**- A volte dobbiamo usare i telescopi che si trovano al di fuori dell'atmosfera, chiamati telescopi spaziali, qual e' il motivo? Vi sono tre ragioni principali:**

- La presenza dell'atmosfera non ci permette di osservare gli oggetti astronomici nello spazio che sono molto distanti (motivo per cui le stelle appaiono scintillare).
- L'atmosfera blocca i raggi infrarossi, UV, X e Gamma che ci possono aiutare a capire meglio alcune caratteristiche degli oggetti astronomici (vedi fogli precedenti).
- Inquinamento atmosferico.

**- I telescopi spaziali sono di due tipi:**

- Strumenti che osservano tutto il cielo (surveys).
- Strumenti che osservano solo determinati oggetti astronomici o parti limitate di cielo.

**- Che tipo di orbite e posizioni hanno gli osservatori spaziali?**

- Orbita della Terra – Media (tra i 2000 km e 36000 km al di sopra della superficie terrestre) e Bassa (tra i 160 km e i 2000 km sulla superficie terrestre).
- Punto Lagrangiano L2 tra sole e terra.
- Orbita eliocentrica.

### Ulteriori idee, attività e link al web

#### Attività

- Alcuni dei più noti telescopi spaziali hanno dei modelli di carta che si possono stampare, tagliare e incollare per costruirne una replica. Eccone alcuni:

- <https://science.nasa.gov/kids/the-universe/universe-spacecraft-paper-models>
- <http://spacecraftkits.com/free.html>

#### Link al web

- Più importanti satelliti della NASA: [https://www.nasa.gov/audience/forstudents/postsecondary/features/F\\_NASA\\_Great\\_Observatories\\_PS.html](https://www.nasa.gov/audience/forstudents/postsecondary/features/F_NASA_Great_Observatories_PS.html)

- Punto Lagrangiano – Un semplice modo per spiegarlo: [http://www.esa.int/Our\\_Activities/Operations/What\\_are\\_Lagrange\\_points](http://www.esa.int/Our_Activities/Operations/What_are_Lagrange_points)