

IL CIELO

G. Iafrate^(a), M. Ramella^(a) e V. Bologna^(b)

^(a) INAF - Osservatorio Astronomico di Trieste

^(b) Istituto Comprensivo S. Giovanni Sc. Sec. di primo grado "M. Codermatz" - Trieste

Questo modulo didattico illustra i moti della sfera celeste, le coordinate astronomiche, le costellazioni, gli effetti dell'atmosfera terrestre e dell'inquinamento luminoso.

Informazioni e contatti: <http://vo-for-education.oats.inaf.it> - iafrate@oats.inaf.it

Moti apparenti della Sfera Celeste

Le stelle e tutti gli oggetti celesti ruotano nel corso della notte e dell'anno, come conseguenza dei moti di rotazione della Terra attorno al proprio asse e di rivoluzione attorno al Sole.

Stellarium permette di osservare il sorgere e tramontare delle stelle da qualunque località e in qualunque momento. Stellarium illustra così gli effetti del moto di rotazione e rivoluzione della Terra e come il cielo ci appare differente osservando da diverse località.



Per esempio, osservando da una località italiana vediamo la maggior parte delle stelle sorgere e tramontare. Spostandoci al Polo Nord notiamo che tutte le stelle si muovono su traiettorie parallele all'orizzonte e non sorgono e non tramontano. Al contrario, spostandoci all'equatore, vediamo che nessuna stella rimane sempre sopra l'orizzonte.

Coordinate Astronomiche

In astronomia si utilizzano due sistemi di coordinate: il sistema equatoriale e quello altazimutale.

Le coordinate del sistema equatoriale sono ascensione retta e declinazione, mentre quelle del sistema altazimutale sono azimuth e altezza sull'orizzonte. Il primo sistema ruota assieme alla sfera celeste e per tale motivo le coordinate equatoriali di un corpo celeste non variano con luogo e data dell'osservazione. Al contrario, le coordinate altazimutali sono un sistema "locale".

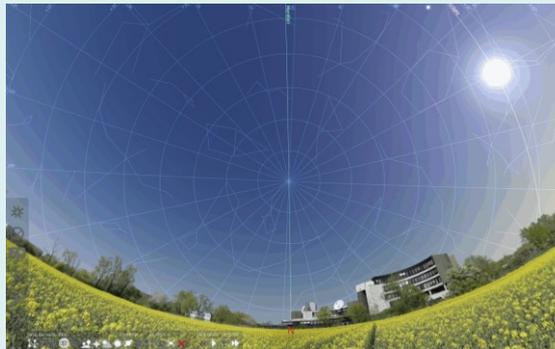


Stellarium permette di visualizzare entrambi i sistemi di coordinate, illustrandone le differenze e i vantaggi di utilizzare uno o l'altro sistema. E' anche possibile vedere come cambiano le coordinate di un oggetto astronomico al variare del tempo e della posizione da cui si osserva.

Atmosfera

La Terra è circondata dall'atmosfera, uno strato gassoso che diffonde la luce del Sole.

Di giorno il cielo ci appare chiaro proprio perchè la luce del Sole è diffusa in tutte le direzioni dall'atmosfera terrestre. Se non ci fosse l'atmosfera il cielo ci apparirebbe scuro anche di giorno con il Sole alto sull'orizzonte, il Sole avrebbe lo stesso aspetto delle altre stelle.



Stellarium visualizza gli effetti dell'atmosfera terrestre permettendo di rimuovere l'atmosfera e osservare come ci apparirebbero il cielo e gli oggetti celesti senza di essa. In particolare si nota come le stelle e tutti gli altri oggetti celesti sarebbero visibili anche di giorno poiché il cielo sarebbe scuro.

Costellazioni

L'Unione Astronomica Internazionale ha adottato 88 costellazioni ufficiali, comunemente utilizzate dagli astronomi per suddividere il cielo.

Stellarium permette di visualizzare le costellazioni di molte culture (occidentale, egiziana, cinese, ecc) e le loro rappresentazioni artistiche.



E' così possibile capire che le costellazioni sono semplici raggruppamenti di stelle frutto della fantasia dell'uomo, senza nessun significato fisico. Infatti ogni popolo, fin dai tempi più antichi, ha riconosciuto in cielo costellazioni diverse, ispirandosi alla mitologia o alla propria cultura. Per esempio, le stesse stelle in cui gli occidentali hanno riconosciuto l'Orsa Maggiore, per gli Inuit rappresentano una renna (Caribù), animale tipico delle regioni artiche in cui vivono.

Inquinamento Luminoso

L'inquinamento luminoso è l'eccesso di luce creato dall'uomo. Esso riduce il contrasto tra gli oggetti celesti e il cielo stesso, rendendo più difficile osservare oggetti deboli. L'inquinamento luminoso è maggiore nelle aree altamente popolate e industrializzate, ma anche piccole quantità di luce possono disturbare le osservazioni astronomiche.

Stellarium permette di visualizzare gli effetti dell'inquinamento luminoso, simulando vari livelli di inquinamento, corrispondenti a varie zone del pianeta (città, campagna, deserto, ...).



Esempio: osservare il cielo della propria città e, utilizzando Stellarium, identificare le stelle visibili. Determinare il valore della scala di Bortle dell'inquinamento luminoso della propria città aumentando il livello dell'inquinamento luminoso in Stellarium finché il cielo di Stellarium corrisponde a quello visibile.

1 Introduzione

La Terra ruota attorno al proprio asse e orbita attorno al Sole, il cielo sopra di noi (la sfera celeste) è in continuo apparente movimento. Stellarium è lo strumento ideale per dimostrare il moto del cielo, l'utilizzo delle coordinate celesti e illustrare le costellazioni.

2 Stellarium

Stellarium è un software che trasforma il proprio PC in un planetario. Stellarium calcola la posizione di Sole, Luna, pianeti e stelle, e mostra il cielo come apparirebbe a un osservatore ovunque sulla Terra e in qualsiasi momento. Stellarium può anche disegnare le costellazioni e simulare fenomeni astronomici come sciami meteorici ed eclissi di Sole e di Luna.

Stellarium può essere utilizzato come software educativo per l'insegnamento dell'astronomia a bambini e ragazzi, come aiuto agli astrofili che vogliono pianificare una sessione osservativa, o semplicemente per esplorare il cielo (è divertente!). Stellarium mostra un cielo realistico, proprio come si vedrebbe a occhio nudo, oppure con un binocolo o un telescopio.

Stellarium è disponibile sul sito <http://www.stellarium.org>.

3 La sfera celeste

La sfera celeste è un concetto che ci aiuta a posizionare le stelle in cielo. Guardando il cielo possiamo immaginare che sia una grande cupola, o la metà superiore di una sfera, e le stelle sono punti di luce su questa sfera, chiamata sfera celeste. Sembra che la sfera celeste ruoti, in particolare, le stelle sembrano ruotare attorno a un punto fisso con un periodo di un giorno. L'apparente moto della sfera celeste è un'illusione, creata dalla rivoluzione della Terra attorno al Sole e dalla rotazione attorno all'asse polare.

La rotazione è responsabile dell'alternarsi del giorno e della notte. La direzione dell'asse di rotazione è fissa: punta verso la Stella Polare. Non c'è nessuna connessione fisica tra la direzione dell'asse terrestre e la Stella Polare: il fatto che l'asse di rotazione terrestre punti verso la Stella Polare è solo una coincidenza. In realtà la Stella Polare è molto vicina al Polo Nord celeste, ma non perfettamente coincidente. Le stelle vicine alla Polare sono visibili tutta la notte e appartengono alle cosiddette costellazioni circumpolari. Le altre invece le vediamo sorgere e tramontare.

La rivoluzione della Terra attorno al Sole fa sì che durante l'anno vediamo parti differenti della sfera celeste. Per questo motivo alcune costellazioni possono non essere visibili durante tutto l'anno, dipende dalla posizione dell'osservatore.

3.1 Esempio

1. Aprire la finestra di selezione della località. Impostare una località del Centro Europa.
2. Disattivare la visualizzazione dell'atmosfera terrestre e assicurarsi che siamo visualizzati i punti cardinali. Questo accorgimento ci permette di vedere il cielo scuro anche se il Sole è sopra l'orizzonte. Infatti l'atmosfera diffonde la luce del Sole e ci fa apparire il cielo chiaro.
3. Spostarsi a Nord (assicurarsi che il punto cardinale N sia in basso al centro dello schermo) e impostare un campo di vista di circa 90 gradi (per aumentare/diminuire il campo di vista utilizzare la rotella del mouse o i tasti PagSù/PagGiù).
4. Aumentare lo scorrere del tempo premendo k, l, l, l, l. Questo dovrebbe impostare Stellarium in modo tale da permetterci di vedere che le stelle ruotano attorno a un punto

Il nostro progetto dipende dal vostro gradimento. Se avete trovato utile il materiale che abbiamo sviluppato vi preghiamo di riconoscerlo nei vostri lavori, scriverci una mail (iafrate@oats.inaf.it) o mettere un mi piace sulla nostra pagina Facebook (www.facebook.com/VOedu). Grazie!

fisso in cielo più o meno una volta ogni 10 secondi. Se guardiamo l'orologio di Stellarium (in basso) notiamo che con il moto accelerato 10 secondi corrispondono a un giorno. Il punto attorno a cui sembrano ruotare le stelle è il Polo Nord celeste.

La posizione dell'osservatore sulla superficie terrestre influenza il modo con cui vediamo il movimento delle stelle. Un osservatore situato al Polo Nord vede le stelle ruotare attorno allo Zenith. Lo Zenith è l'intersezione della verticale dell'osservatore con la sfera celeste, in pratica è il punto esattamente sopra la testa dell'osservatore. Man mano che l'osservatore si sposta verso l'equatore, la posizione del Polo Nord celeste si abbassa verso l'orizzonte: all'equatore il Polo Nord celeste appare sull'orizzonte Nord. Similmente, gli osservatori dell'emisfero meridionale vedono il Polo Sud celeste allo Zenith quando sono al Polo Sud, e sull'orizzonte Sud quando sono sull'equatore.

Lasciare lo scorrere del tempo accelerato e aprire la finestra di selezione della località. Impostare una località prossima al Polo Nord. Osservare come le stelle ruotino attorno a un punto situato nella parte superiore dello schermo. Le stelle si muovono su cerchi paralleli all'orizzonte e non sorgono né tramontano.

Ora impostare una località un po' più a Sud: il centro di rotazione si muove verso la parte inferiore dello schermo. Ora selezionare una località sull'equatore. Il centro di rotazione si sposta sull'orizzonte e le stelle sorgono e tramontano perpendicolari all'orizzonte.

4 Le coordinate celesti

Se osserviamo gli oggetti del cielo a occhio nudo, sembrano fissati sulla sfera celeste. Per determinare la posizione di una stella abbiamo bisogno di due coordinate (angoli). La stessa cosa avviene sulla Terra, dove per localizzare una località utilizziamo due angoli (latitudine e longitudine).

La proiezione dell'equatore terrestre sulla sfera celeste è chiamata equatore celeste, mentre le proiezioni dei poli sono chiamate Polo Nord celeste e Polo Sud celeste. Il punto sulla perpendicolare dell'osservatore (sopra la testa) è chiamato Zenith.

I due sistemi di coordinate maggiormente utilizzati sono il sistema equatoriale e quello altazimutale (fig. 1).

Nel sistema equatoriale una stella è caratterizzata da ascensione retta e declinazione. L'ascensione retta è la distanza angolare della stella da un punto particolare della sfera celeste, chiamato "punto gamma". Il punto gamma è l'intersezione dell'equatore celeste con l'eclittica (il percorso del Sole e dei pianeti in cielo, ovvero la proiezione del piano del Sistema Solare). La declinazione è misurata dall'equatore celeste.

Nel sistema di coordinate altazimutali un punto è caratterizzato da altezza e azimuth. L'azimuth è la distanza angolare del punto dal Nord⁽¹⁾. L'altezza è l'altezza del punto sull'orizzonte locale.

Dal punto di vista dell'osservatore il sistema di coordinate più naturale è quello altazimutale. Questo sistema però dipende dalla posizione e dal momento dell'osservazione: le coordinate della stessa stella allo stesso istante sono differenti per differenti osservatori. Per questi motivi il sistema altazimutale non può essere utilizzato, per esempio, nei cataloghi stellari.

A differenza delle coordinate altazimutali, le coordinate equatoriali non cambiano se l'osservatore cambia località, e non cambiano durante il giorno a causa della rotazione terrestre. Le coordinate equatoriali sono spesso utilizzate nei cataloghi stellari.

¹ L'azimuth è la distanza angolare del punto dal meridiano, la linea che congiunge i punti cardinali Nord e Sud locali passando per lo Zenith, cioè dal Nord.

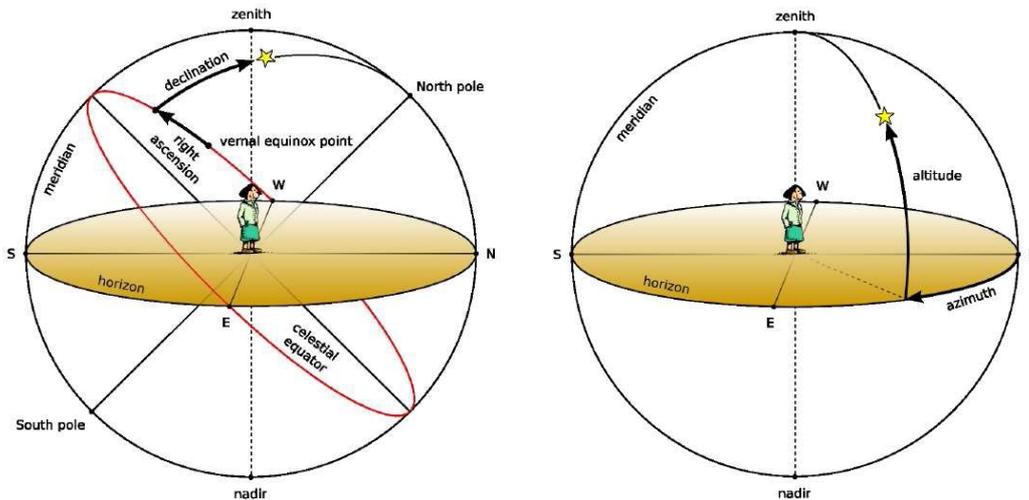


Fig. 1: Sistemi di coordinate equatoriale e altazimuthale.

4.1 Esempio

Stellarium può disegnare sia la griglia delle coordinate equatoriali che quella delle coordinate altazimuthali. Attivare la visualizzazione delle coordinate equatoriali cliccando l'apposito pulsante sulla barra degli strumenti o premendo il tasto "e" sulla tastiera. Possiamo vedere le coordinate sovrimposte sul cielo.

Attivare il sistema di coordinate altazimuthali cliccando l'apposito bottone sulla barra degli strumenti o premendo il tasto "z" sulla tastiera. Accelerare il tempo e notare che la posizione delle stelle rimane fissa rispetto alle coordinate equatoriali, mentre cambia rispetto a quella delle coordinate altazimuthali.

5 Le costellazioni

Le costellazioni sono raggruppamenti di stelle che l'occhio umano ha unito per formare delle figure, spesso di origine mitologica. Questo è un processo soggettivo e le stelle delle costellazioni non sono realmente connesse da nessun legame fisico. Infatti, differenti civiltà hanno raggruppato le stelle in costellazioni differenti.

Per esempio, in figura 2 mostriamo la costellazione dell'Orsa Maggiore. A sinistra c'è il disegno del mitologico grande orso assieme alle linee che uniscono le stelle principali della costellazione. Le sette stelle più luminose sono facilmente riconoscibili in cielo e sono conosciute come il "grande carro". Sulla destra sono stati rimossi il disegno dell'orso e le linee: rimane solo un gruppo di stelle.

Le costellazioni forniscono agli astronomi moderni un modo di suddividere il cielo in regioni utile per facilitare la localizzazione degli oggetti. Infatti uno dei primi obiettivi di un astrofilo è imparare le costellazioni, quando una costellazione è visibile e in quali costellazioni ci sono gli oggetti più interessanti da osservare. Ufficialmente, gli astronomi hanno adottato le 88 costellazioni occidentali (di origine Greco/Romana) come convenzione per suddividere il cielo. Ogni costellazione ha il proprio nome (in latino) e un'abbreviazione di tre lettere. Per esempio, l'Orsa Maggiore (Ursa Major) ha l'abbreviazione UMa.



Fig. 2: La costellazione dell'Orsa Maggiore.

5.1 Esempio

Stellarium può disegnare sia le linee delle costellazioni sia le loro rappresentazioni artistiche. Sono supportate molte civiltà: sono visualizzabili le costellazioni occidentali, polinesiane, egiziane, cinesi, ecc.

Per vedere un numero sufficiente di costellazioni impostare il campo di vista a 90° e osservare in direzione Nord. Visualizzare i nomi delle costellazioni e le loro rappresentazioni artistiche: si vedono le costellazioni della cultura occidentale. Nella scheda di opzioni del cielo selezionare la cultura Eschimese: il cielo viene suddiviso in costellazioni differenti. Provare altre culture o inventare le proprie costellazioni.

6 Inquinamento luminoso

L'inquinamento luminoso è l'eccesso di luce creato dall'uomo. Esso riduce il contrasto tra le stelle e le galassie in cielo e il cielo stesso, rendendo più difficile rivelare oggetti deboli. L'inquinamento luminoso è maggiore nelle aree altamente industrializzate e densamente popolate, ma anche quantità di luce relativamente piccole possono creare problemi. Questo è uno dei motivi per cui i maggiori telescopi vengono costruiti nelle zone più isolate del pianeta.

La brillantezza del cielo in una particolare località è misurata attraverso la scala di Bortle. Si tratta di una scala composta da 9 livelli numerici che quantifica l'osservabilità degli oggetti astronomici e il disturbo causato dall'inquinamento luminoso. Per esempio la classe 1 indica un sito con il cielo molto buio, da cui è possibile osservare la luce zodiacale, M33 a occhio nudo, Giove e Venere infastidiscono l'adattamento alla visione notturna e l'ambiente circostante è praticamente invisibile. Al contrario, la classe 9 indica un cielo di città: il cielo è brillante, con molte costellazioni solo parzialmente visibili, a parte le Pleiadi nessun altro oggetto di Messier è osservabile a occhio nudo.

ESERCIZI

Esercizio 1

Osservare il moto del cielo visto da differenti latitudini. Completare la tabella trovando per ogni località qual è la stella che rimane fissa in cielo e non ruota, la sua altezza sull'orizzonte locale, se ci sono costellazioni che non sorgono e non tramontano e se si quali.

| Località (latitudine) | Quale è la stella fissa? | Altezza sull'orizzonte | Ci sono costellazioni che non tramontano? Se si quali? |
|-----------------------|--------------------------|------------------------|--|
| Polo Nord (90° nord) | | | |
| Trieste (45° nord) | | | |
| Equatore (0°) | | | |
| Sud Africa (34° sud) | | | |
| Polo Sud (90° sud) | | | |

Esercizio 2

Guardare come diverse civiltà riconoscono figure diverse in cielo. Impostare l'ora a mezzanotte del 1° gennaio 2009 e una località a 45° di latitudine nord. Diminuire lo zoom fino a vedere tutto l'emisfero e cambiare la civiltà nella finestra di configurazione. Completare la tabella con il numero di costellazioni visibili in ciascuna civiltà e con il nome della costellazione corrispondente all'Orsa Maggiore (escludere le costellazioni non interamente visibili).

| Civiltà | Numero di costellazioni nell'emisfero nord | Costellazione corrispondente all'Orsa Maggiore |
|-------------|--|--|
| Cinese | | |
| Egiziana | | |
| Eschimese | | |
| Mongola | | |
| Navajo | | |
| Polinesiana | | |
| Occidentale | | |

Esercizio 3

Osservare il cielo notturno con diversi livelli di inquinamento luminoso. Impostare l'ora a mezzanotte e selezionare una località a 45° di latitudine nord. Modificare lo zoom per impostare un campo di vista (FOV) di circa 100 gradi. Nella finestra di configurazione provare i livelli di inquinamento luminoso 1, 4 e 9 (classi di Bortle) e completare la tabella con il numero di stelle visibili sulle linee di ciascuna costellazione.

| Costellazione | Numero di stelle per costellazione | | |
|---------------|------------------------------------|------------------|------------------|
| | Bortle: classe 1 | Bortle: classe 4 | Bortle: classe 9 |
| Orsa Maggiore | | | |
| Orsa Minore | | | |
| Orione | | | |
| Cancro | | | |
| Cassiopeia | | | |

SOLUZIONI

Esercizio 1

Osservare il moto del cielo visto da differenti latitudini. Completare la tabella trovando per ogni località qual è la stella che rimane fissa in cielo e non ruota, la sua altezza sull'orizzonte locale, se ci sono costellazioni che non sorgono e non tramontano e se si quali.

| Località (latitudine) | Quale è la stella fissa? | Altezza sull'orizzonte | Ci sono costellazioni che non tramontano? Se si quali? |
|-----------------------|--------------------------|------------------------|--|
| Polo Nord (90° nord) | Stella Polare | 90 | sì |
| Trieste (45° nord) | Stella Polare | 45 | sì |
| Equatore (0°) | / | / | no |
| Sud Africa (34° sud) | / | / | sì |
| Polo Sud (90° sud) | / | / | sì |

Esercizio 2

Guardare come diverse civiltà riconoscono figure diverse in cielo. Impostare l'ora a mezzanotte del 1° gennaio 2009 e una località a 45° di latitudine nord. Diminuire lo zoom fino a vedere tutto l'emisfero e cambiare la civiltà (tradizioni) nella finestra di opzioni del cielo. Completare la tabella con il numero di costellazioni visibili in ciascuna civiltà e con il nome della costellazione corrispondente all'Orsa Maggiore (escludere le costellazioni non interamente visibili).

| Civiltà | Numero di costellazioni nell'emisfero nord | Costellazione corrispondente all'Orsa Maggiore |
|-------------|--|--|
| Cinese | 37 | Carro del Nord |
| Egiziana | 15 | Zampa anteriore del toro |
| Eschimese | 7 | Caribù |
| Mongola | 2 | I sette Buddha |
| Navajo | 5 | Maschiom che si gira |
| Polinesiana | 4 | I sette |
| Occidentale | 3327 | Orsa Maggiore |

Il nostro progetto dipende dal vostro gradimento. Se avete trovato utile il materiale che abbiamo sviluppato vi preghiamo di riconoscerlo nei vostri lavori, scriverci una mail (iafrate@oats.inaf.it) o mettere un mi piace sulla nostra pagina Facebook (www.facebook.com/VOedu). Grazie!

Esercizio 3

Osservare il cielo notturno con diversi livelli di inquinamento luminoso. Impostare l'ora a mezzanotte e selezionare una località a 45° di latitudine nord. . Modificare lo zoom per impostare un campo di vista (FOV) di circa 100 gradi. Nella finestra di configurazione provare i livelli di inquinamento luminoso 1, 4 e 9 (classi di Bortle) e completare la tabella con il numero di stelle visibili sulle linee di ciascuna costellazione.

| Costellazione | Numero di stelle per costellazione | | |
|---------------|------------------------------------|------------------|------------------|
| | Bortle: classe 1 | Bortle: classe 4 | Bortle: classe 9 |
| Orsa Maggiore | 18 | 18 | 7 |
| Orsa Minore | 7 | 7 | 3 |
| Orione | 19 | 19 | 7 |
| Cancro | 6 | 6 | 0 |
| Cassiopeia | 5 | 5 | 3 |



Si ringraziano Alessia Canelli, Karin Cescon, Dimitri Francolla e Asia Micheli, del liceo scientifico G. Galilei di Trieste, per la revisione di questo modulo didattico avvenuta nell'ambito del progetto europeo Asterics (H2020).

Il nostro progetto dipende dal vostro gradimento. Se avete trovato utile il materiale che abbiamo sviluppato vi preghiamo di riconoscerlo nei vostri lavori, scriverci una mail (iafrate@oats.inaf.it) o mettere un mi piace sulla nostra pagina Facebook (www.facebook.com/VOedu). Grazie!