



Funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union



Teaching Astronomy at Educational Level: quaderno dello studente

(Supported by the Erasmus+ project 2020-1-IT02-KA201-079528)

Introduzione	5
<i>Parte 1: Parte 1: Il moto diurno del Sole e delle stelle</i>	7
Esercizio 1.1	7
Esercizio 1.2	8
Esercizio 1.3	10
Esercizio 1.4	12
Esercizio 1.5	16
Esercizio 1.6	17
Esercizio 1.7	17
Esercizio 1.8	19
Da ricordare...	21
<i>Parte 2: Il percorso del Sole e le tracce stellari nel Corso dell'anno.</i>	22
Esercizio 2.1	22
Esercizio 2.2	22
Esercizio 2.3	24
Esercizio 2.4	25
Esercizio 2.5	27
Esercizio 2.6	29
Esercizio 2.7	30
Esercizio 2.8	31
Esercizio 2.9	32
Da ricordare ...	34
Unità 2: Attività in ambiente tridimensionale, esercizi per le visioni geocentriche ed allocentriche	36
<i>Parte 1: Il punto di vista terrestre: attività con il globo parallelo</i>	36
Informazioni generali	36
Materiali necessari	36
Attività 1: Il tuo posto sulla Terra	36
Esercizio 1	39
Da ricordare...	40
<i>Part 2: Guardare il Sole e le stelle utilizzando il "cielo in bottiglia"</i>	41
Informazioni generali	41
Il Cielo in bottiglia	41
Materiali	42
Attività 3: Alza lo sguardo!	42
Esercizio 2	44
Attività 4: La rotazione terrestre e il cielo notturno	45
Da ricordare...	46
Attività 5: Il percorso quotidiano del Sole	47
Da ricordare...	48
Attività 6: Il moto di rivoluzione Terrestre e le stagioni	49
Da ricordare...	51
Unit 4: Al Planetario	52
Unità 5: Il Planisfero	53
Che cosa è il planisfero?	54
Come si costruisce e come si orienta un planisfero	54
Come si utilizza il planisfero	55
Dove ci troviamo?	55
Attività 1: Abbiniamo la latitudine giusta al cielo visibile	56
Attività 2: Il moto diurno della Terra.	58
Conclusioni	59
Da ricordare...	59
Attività 3: La data e l'ora	60
Attività 4: Inseguendo Castore	61

Attività 5: Trovare la data	61
Attività 6: Trova la tua costellazione	65
Conclusioni	67
Da ricordare...	67
Esercizio: il planisfero online	68

Introduzione

Questa serie di lezioni ti guida tra le diverse unità che devono essere svolte in classe con il tuo insegnante (unità 1) e in un planetario (unità 2-4).

Non tutte le sezioni sono di pari difficoltà, pertanto, non preoccuparti se un esercizio è difficile, il successivo potrebbe essere più facile. Molti concetti sono affrontati più di una volta.

Incontrerai diversi contenuti all'interno di questo documento contrassegnati con i seguenti simboli:



Informazioni generali



Esercizi
(potresti aver bisogno di un tablet o simile con connessione internet)



Attività
(potresti aver bisogno di cose aggiuntive fornite dal tuo insegnante)



Riassunti e punti chiave da ricordare

Non esitare a chiedere aiuto al tuo insegnante o al personale del planetario. Buon divertimento!

Unità 1: Il moto apparente del Sole e delle stelle

Parte 1: Parte 1: Il moto diurno del Sole e delle stelle



Esercizio 1.1

La figura 1 mostra una collezione di 38 foto panoramiche del Sole nel Corso del primo giorno d'inverno in un luogo vicino al Mar Mediterraneo.

- Indica la posizione dell'alba, del punto più alto, del tramonto.
- Indica con una freccia nel cielo come si muove il Sole.
- Indica con frecce sul terreno le direzioni est, sud e ovest.



Figura 1: 38 foto panoramiche del Sole nel corso di una giornata.

Fonte: <http://starsoverpeoria.blogspot.com/2016/12/winter-solstice-shortest-day-of-year.html>

- Qual è la causa del moto del Sole che osservi nel cielo? Spiegalo usando le immagini in figura 2.

.....

.....

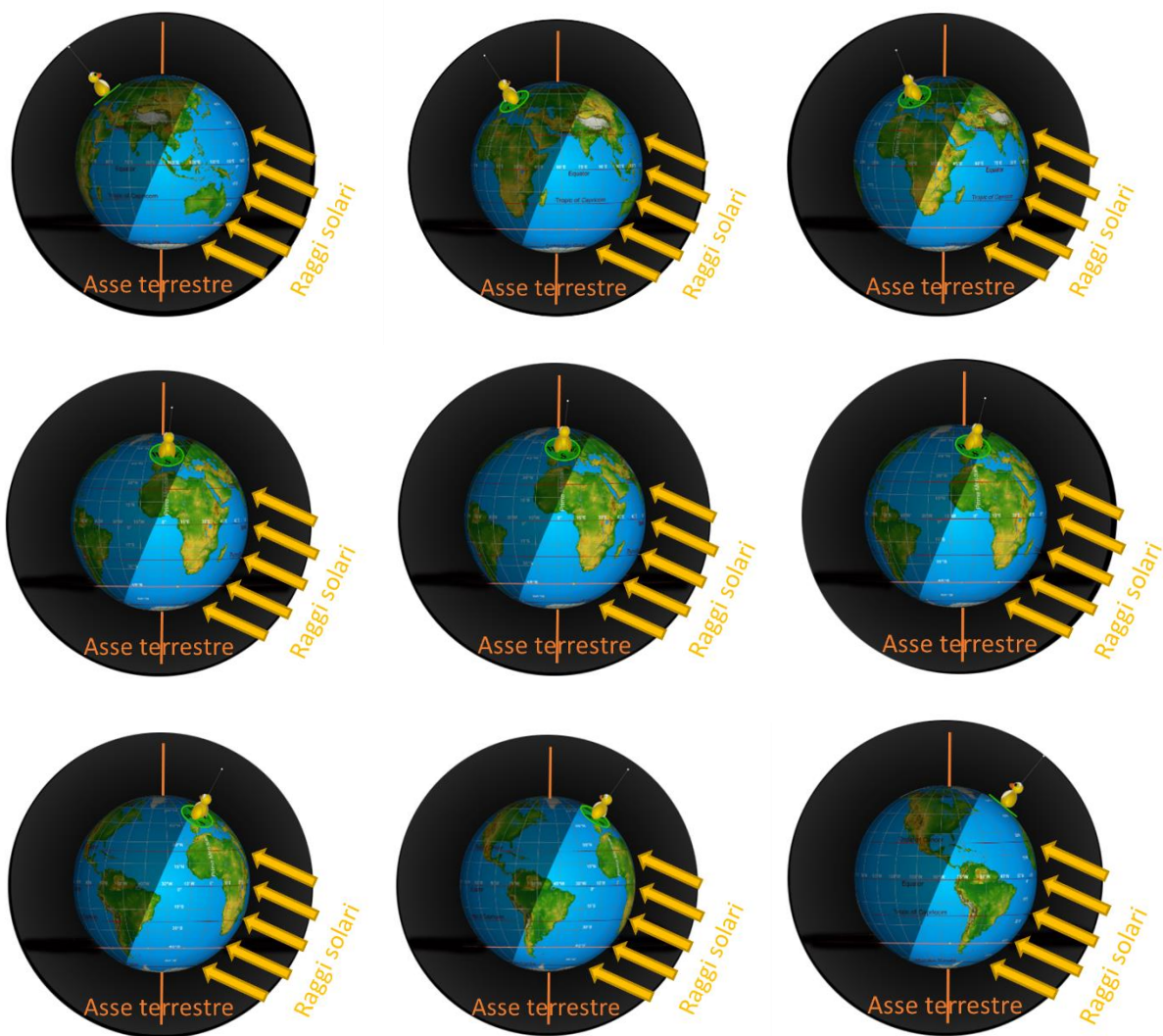


Figura 2: Immagini della Terra nel Corso di un giorno.
 Fonte: <https://www.viatienen.be/Erasmus/dailymotion.mp4>



Esercizio 1.2

In Figura 2, puoi vedere che l'osservatore si trova su un disco verde. Questo disco è il piano tangente alla Terra nella posizione dell'osservatore. Chiamiamo questo disco piano dell'orizzonte dell'osservatore. Ogni osservatore ha il proprio piano dell'orizzonte, a seconda di dove si trovi l'osservatore. Se l'osservatore si muove, si muove con lui il piano dell'orizzonte, cosicché l'osservatore si trova sempre al centro del piano dell'orizzonte.

- Chiamiamo zenith il punto del Cielo direttamente al di sopra dell'osservatore (Figura 3).



Figura 3: Veduta di lato dell'osservatore (l'anatra) sul piano dell'orizzonte.

- Indichiamo le direzioni cardinali sul piano dell'orizzonte: nord indica la direzione del Polo Nord della Terra e sud indica la direzione del Polo Sud della Terra (Figura 4).



Figura 4: Visione dall'alto dell'osservatore sul piano dell'orizzonte.

- Un osservatore nell'emisfero nord vede la stella polare in direzione del nord. Colleghiamo l'osservatore e la stella polare con una linea arancione. La proiezione di questa linea sul piano dell'orizzonte definisce la direzione del nord (Figura 5).

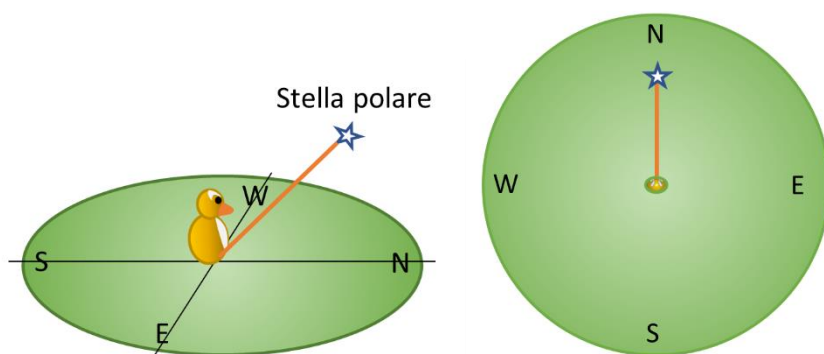


Figura 5: L'osservatore sul piano dell'orizzonte, con le direzioni dei punti cardinali.

Solo le stelle che si trovano al di sopra del piano dell'orizzonte dell'osservatore possono essere viste dall'osservatore. Figura 6 mostra il piano dell'orizzonte di un osservatore in Belgio insieme a quella parte del Cielo che è visibile dall'osservatore stesso.

- Indica lo zenith sulla figura.
- Disegna la linea che congiunge l'osservatore alla stella polare.
- Indica sul piano dell'orizzonte le quattro direzioni cardinali.

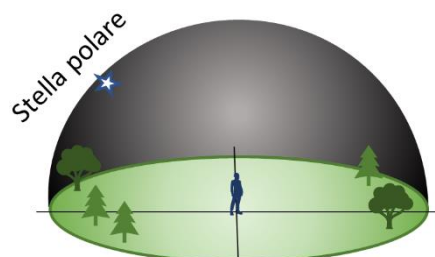


Figura 6: Osservatore in Italia.



Esercizio 1.3

Per un osservatore nell'emisfero nord della Terra, la stella polare è sempre al di sopra del piano dell'orizzonte dell'osservatore.

Per capire quali altre stelle si trovano al di sopra del piano dell'orizzonte dell'osservatore, proiettiamo le stelle su una grande sfera che circonda la Terra, indipendentemente dalla loro reale distanza dalla Terra. Chiamiamo questa sfera sfera celeste (vedi Figura 7).

- Consideriamo il raggio di questa sfera molto più grande di quello della Terra, che è di circa 6400 km.
- Il centro della sfera celeste coincide con il centro della Terra.
- Chiamiamo l'intersezione del piano equatoriale della Terra con la sfera celeste l'equatore celeste, così come chiamiamo equatore l'intersezione del piano equatoriale con il globo terrestre. Puoi vedere l'equatore celeste come la proiezione dell'equatore terrestre sulla sfera celeste.
- L'asse della Terra punta in direzione della stella polare.

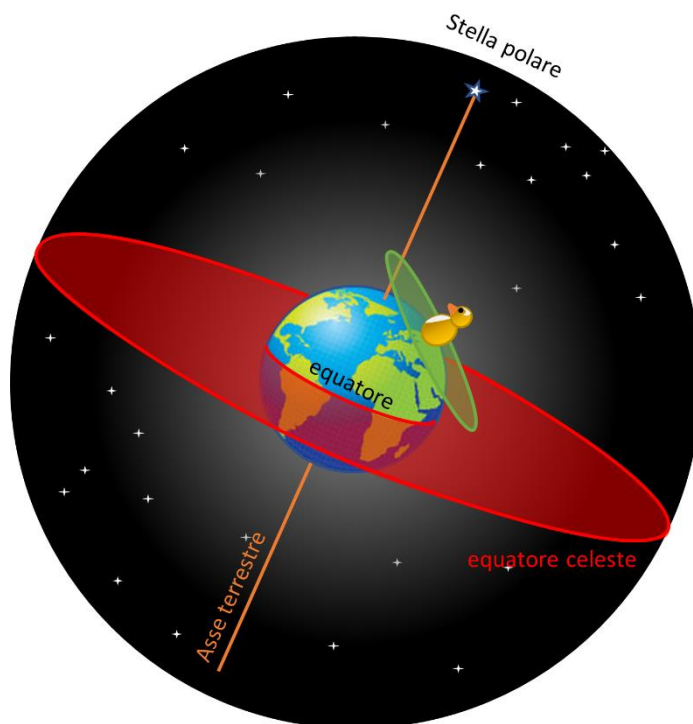


Figura 7: La Terra e la sfera celeste.

In Figura 7 qui sopra, la Terra è ingrandita rispetto alla sfera celeste. Poiché la Terra è piuttosto piccolo rispetto alla sfera celeste, la Terra sarebbe rappresentata meglio con un punto al centro della sfera celeste. Di conseguenza rappresentiamo il piano dell'orizzonte di un osservatore sulla Terra in questo punto al centro della sfera celeste. Pertanto, l'angolo tra questo piano dell'orizzonte e il piano equatoriale dipende da dove si trova l'osservatore sulla Terra.

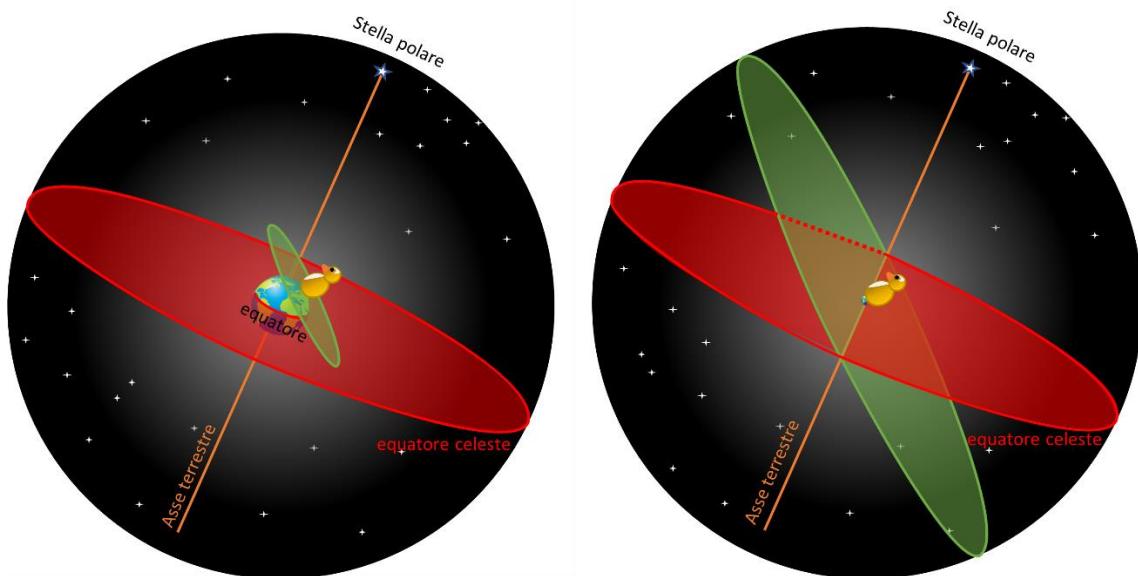


Figura 8: La sfera celeste.

- Indica sulla Figura 8 quale pezzo della sfera celeste è visibile dall'osservatore in questo momento.

Ora ruotiamo il piano dell'orizzonte in modo che risulti orizzontale.

- Indica nuovamente nella Figura 9 sottostante quale parte della sfera celeste è visibile dall'osservatore in questo momento. Indica anche le direzioni cardinali sul piano dell'orizzonte.

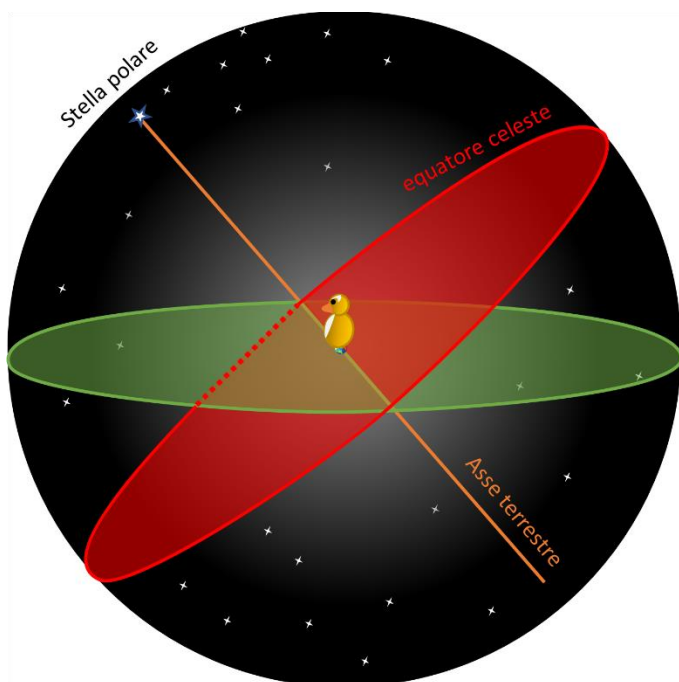
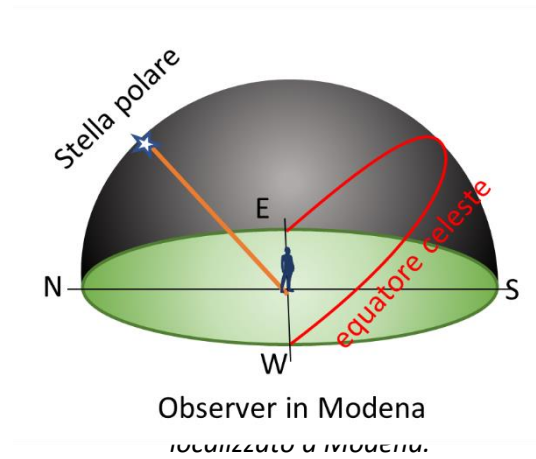


Figura 9: La sfera celeste con il piano dell'orizzonte in posizione orizzontale.

Se disegniamo solo la parte della sfera celeste che è visibile dall'osservatore in questo momento, otteniamo la Figura 10. L'equatore celeste attraversa esattamente l'est e l'ovest.



La Figura 11 rappresenta l'orizzonte di un osservatore al polo nord.

- Disegna la stella polare su questa figura.
- Disegna l'equatore celeste su questa figura.
- Puoi indicare sul piano dell'orizzonte le diverse direzioni cardinali?

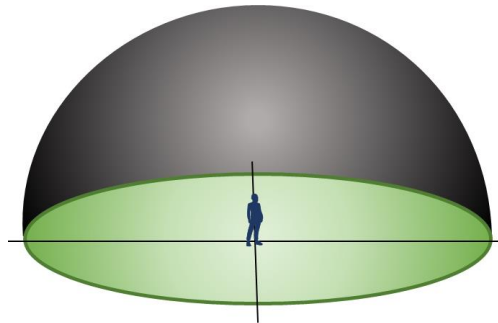


Figura 11: Osservatore al polo nord.



Esercizio 1.4

Rappresentiamo una situazione simile a quella dell'esercizio precedente sulla sfera celeste per un osservatore al polo nord, ma di nuovo mostriamo la Terra un po' ingrandita.

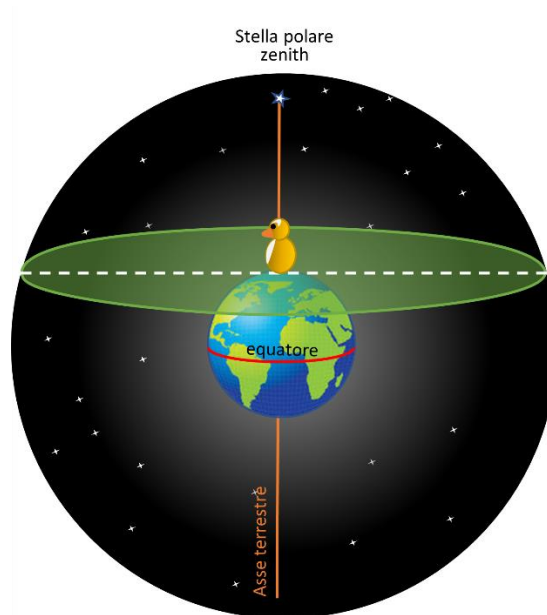


Figura 12: La sfera celeste e l'osservatore situate al polo nord.

La posizione di un osservatore sulla Terra può essere indicata rispetto all'equatore usando la latitudine. Un osservatore all'equatore si trova a latitudine 0° N, un osservatore al polo nord si trova a latitudine 90° N, un osservatore a Modena si trova a latitudine 45° N.

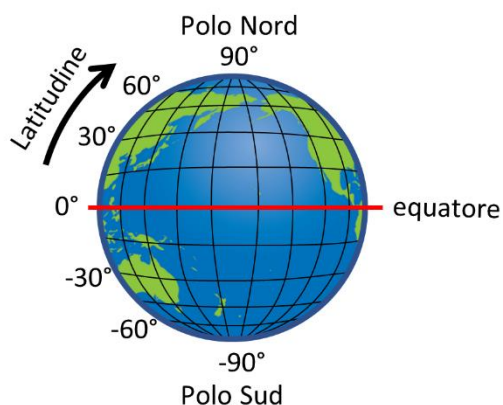


Figura 13: Latitudine di un osservatore sulla Terra.

Muoviamo ora l'osservatore di 20° verso sud.

- A quale latitudine si trova ora l'osservatore?

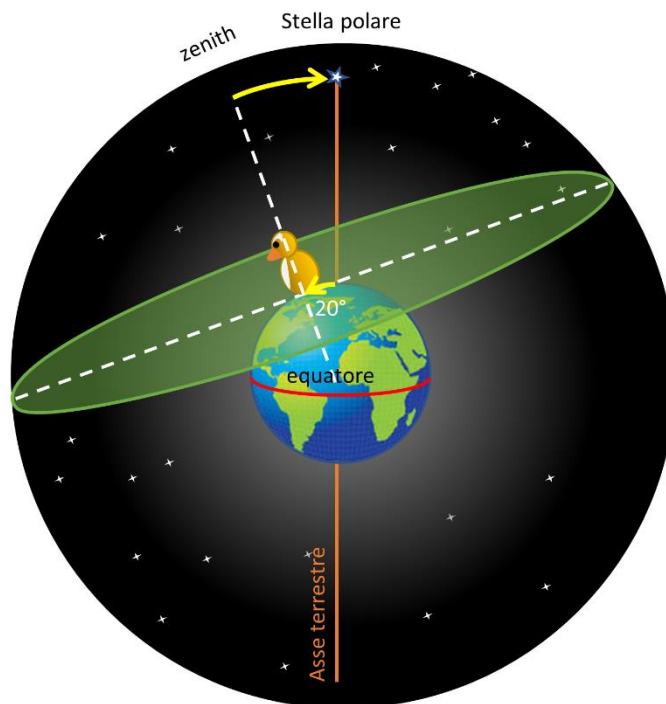


Figura 14: Se l'osservatore si muove dal polo nord verso sud, la stella polare non è più allo zenith dell'osservatore.

Vediamo che la stella polare non è più lo zenith dell'osservatore. Per verificare dove si trovi la stella polare rispetto allo zenith, in Figura 15 di nuovo rappresentiamo la Terra molto più piccolo della sfera celeste. .

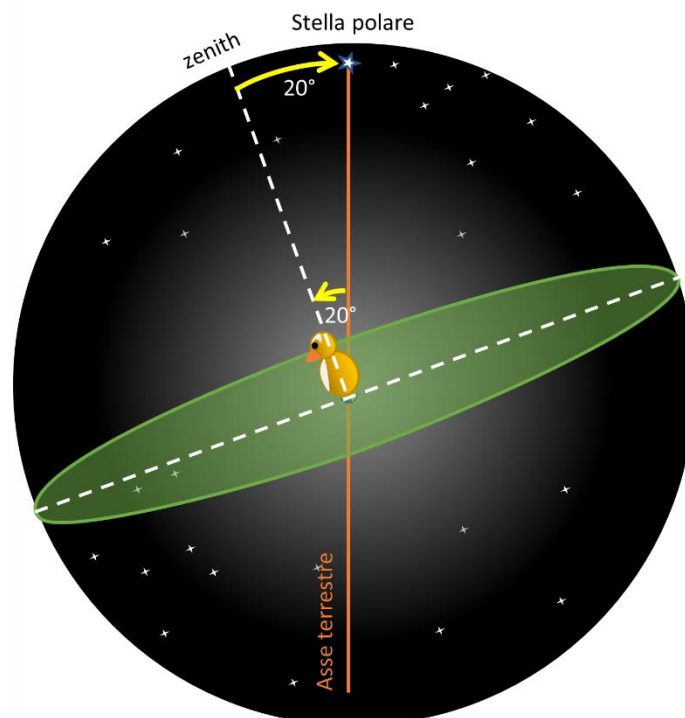


Figura 15: La sfera celeste come nella figura 12, ma senza la visione della Terra.

La Figura 16 mostra il piano dell'orizzonte e la parte visibile della sfera celeste per questa nuova posizione dell'osservatore:

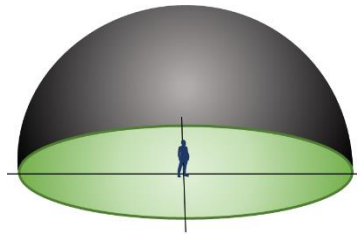


Figura 16: L'osservatore ad una latitudine di 70° N.

- Indica lo zenith e la stella polare su questa figura.
- Disegna la linea che congiunge l'osservatore alla stella polare.
- Indica le direzioni cardinali sul piano dell'orizzonte dell'osservatore.
- Dove su questa figura puoi vedere un angolo uguale alla latitudine dell'osservatore?

Adesso per diverse posizioni dell'osservatore, indica le cose che seguono sulle Figure 17 e 18 sottostanti:

- Lo zenith.
- La stella polare.
- La linea che congiunge l'osservatore alla stella polare.
- L'angolo corrispondente alla latitudine dell'osservatore.

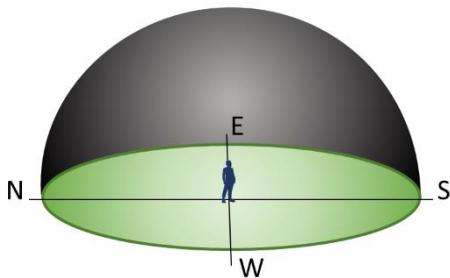


Figura 17: Osservatore a 51° N.

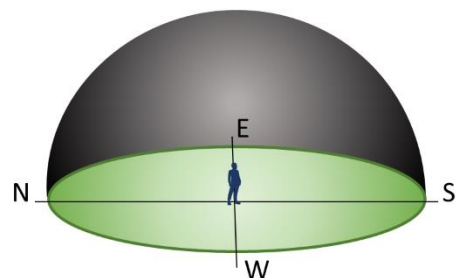


Figura 18: Osservatore a 0° N.

D'ora in poi, indichiamo la latitudine con un arco viola (come in Figura 19 sottostante).

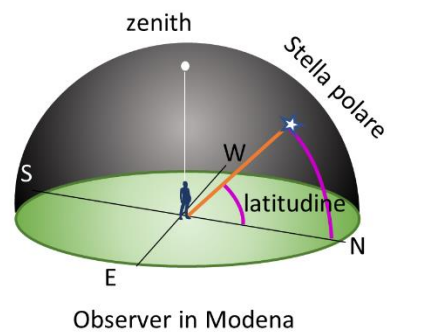


Figura 19: L'angolo tra il piano dell'orizzonte e la direzione della stella polare corrisponde alla latitudine dell'osservatore. La figura è per un osservatore a Modena (Italia).



Esercizio 1.5

In Figura 1 dell'Esercizio 1.1, hai indicato dove sorge e tramonta il Sole. La Figura 2 mostra che, come osservatore sulla Terra, tu vedi il Sole muoversi nel cielo. Questo a causa del fatto che la Terra ruota sul suo asse.

Rappresentiamo anche il Sole come un punto sulla sfera celeste. Quando il Sole è al di sopra del piano dell'orizzonte dell'osservatore, la sfera celeste diventa blu. La luce solare è diffusa dall'atmosfera in tutte le direzioni: quindi non puoi più vedere le stelle nel cielo perché la luce solare diffusa sovrasta la luce delle stelle.

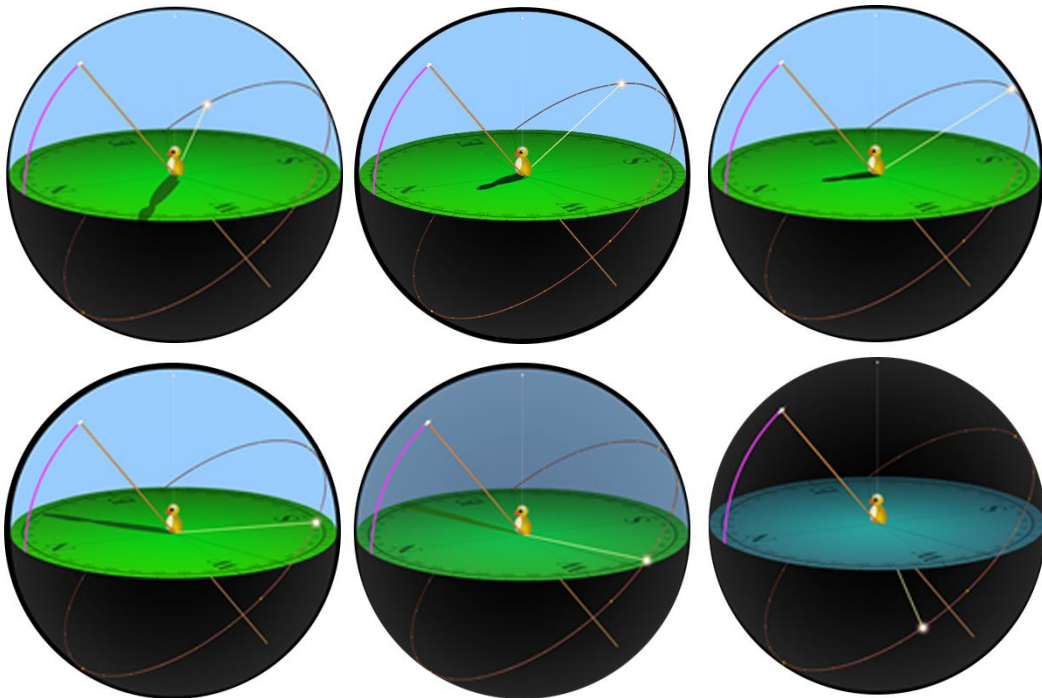


Figura 20: La posizione del Sole nel Cielo cambia mentre la Terra gira attorno al suo asse.

Fonte: <https://www.viatienen.be/Erasmus/apparentmotionSun.mp4>

Poiché la Terra ruota sul suo asse, la posizione del Sole nel Cielo cambia (come si vede in Figura 20). Riguarda la Figura 2 per un momento per considerare come la rotazione della Terra determina il cambiamento della posizione del Sole nel cielo nel corso del giorno.

Il Sole segue una traiettoria durante il suo moto apparente nel cielo. Questa traiettoria è chiamata la traiettoria del Sole.

Ci sono tre punti speciali di questa traiettoria.

- Il punto di culminazione: questo è il punto più alto.
- Alba: il punto in cui il Sole appare al di sopra dell'orizzonte.
- Tramonto: il punto in cui il Sole scompare al di sotto dell'orizzonte.

Indica questi tre punti nella traiettoria del Sole in Figura 21.

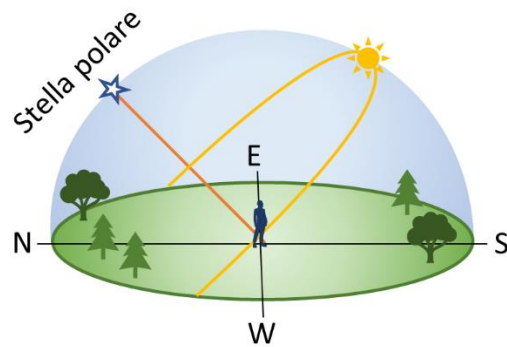


Figura 21: Il percorso del Sole.



Esercizio 1.6

Il moto del Sole è detto "moto apparente" perchè il Sole non è realmente in moto. Confrontiamo questa situazione con il moto di un treno: immagina di stare su un treno che sta lasciando la stazione. Dai un'occhiata a questo filmato:

<https://www.viatienen.be/Erasmus/relativemotion.mp4>

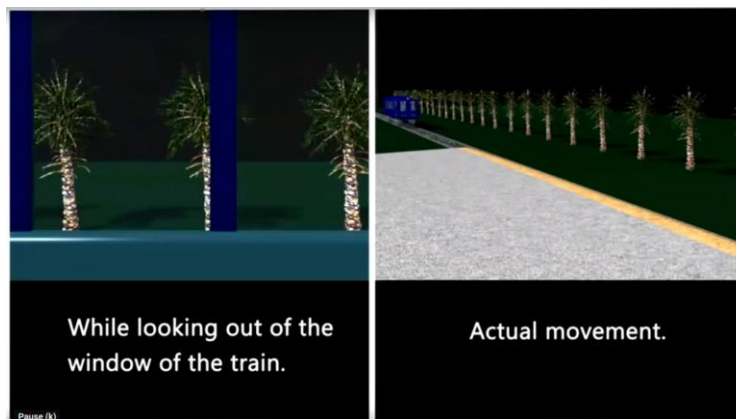


Figura 22: Visualizzazione del moto apparente, da <https://www.viatienen.be/Erasmus/relativemotion.mp4>.

Puoi vedere gli alberi muoversi da sinistra a destra quando guardi attraverso il finestrino del treno, ma naturalmente quello che si muove è il treno che sta lasciando la stazione da destra a sinistra. Gli alberi non si muovono affatto. Pertanto, c'è differenza tra il moto che osservi e ciò che accade nella vita reale.

Nel moto apparente del Sole, accade esattamente la stessa cosa: la Terra ruota sul suo asse da ovest a est, ma tu vedi il sole muoversi nel cielo da est a ovest.



Esercizio 1.7

In questo esercizio, studiamo le stelle. Cosa pensi: anche le stelle fanno un moto apparente? Se sì, in che direzione avviene questo moto?

.....
.....
.....

Per verificare la tua idea, utilizziamo lo strumento software Stellarium (<https://stellarium-web.org/>).

1. Nella schermata iniziale, guarda in direzione nord (N). Trascina a sinistra il paesaggio fino a guardare in direzione del sud (S). Sulla sinistra puoi vedere la direzione dell'est (E) e sulla destra la direzione dell'ovest (W), come mostrato nell'immagine 23 sottostante.



Figura 23: Videata di Stellarium per un osservatore che guarda a sud.

2. Ora scopriamo se le stelle si muovono nel cielo durante la notte. Per farlo, viaggiamo nel tempo cliccando sull'icona tempo in basso a destra dello schermo. Apparirà una finestra di dialogo (vedi Figura 24). Ora accelera il tempo trascinando il cursore verso destra. Cosa osservi?

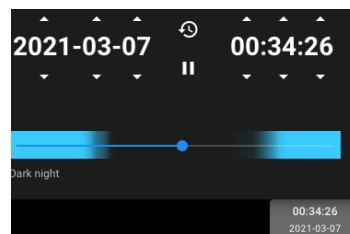


Figura 24: Il menu di Stellarium per la programmazione del tempo.

3. Così come il Sole, anche una stella segue una traiettoria nel cielo. Questa traiettoria è chiamata cammino stellare. Nella Figura 25 sottostante, contrassegna il punto in cui una stella sorge sull'orizzonte, il punto di culminazione, e anche il punto in cui la stella scompare al di sotto dell'orizzonte. Disegna il cammino stellare. Indica la direzione del moto con una freccia.

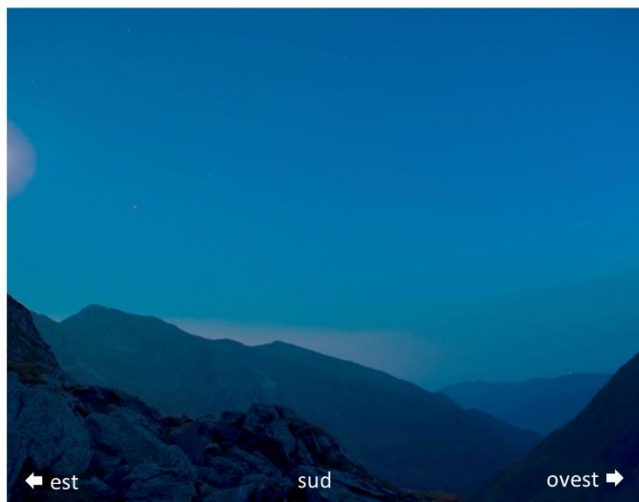


Figura 25: Guardando verso sud.



Esercizio 1.8

Il percorso del Sole e i cammini stellari giacciono in un piano perpendicolare all'asse della Terra a causa del fatto che la Terra ruota sul suo asse.

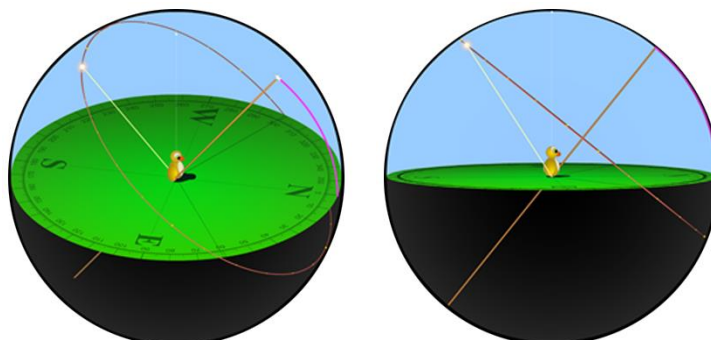
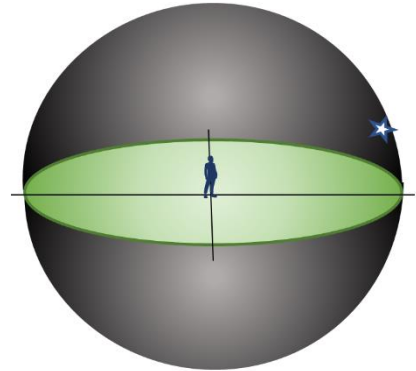
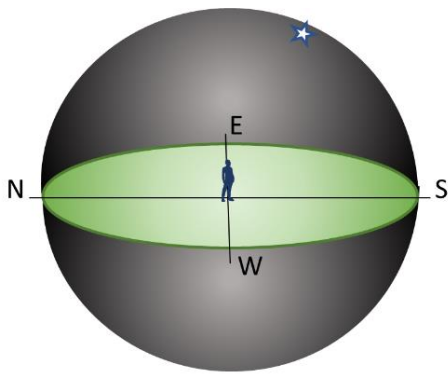


Figura 26: Il percorso del moto apparente del Sole e delle stelle giace in un piano perpendicolare all'asse terrestre. Sulla figura, il cerchio rosso mostra il percorso del Sole per un osservatore nell'emisfero nord. La linea arancione mostra la direzione dell'asse terrestre.

La Figura 27 mostra una stella nel punto di culminazione per tre osservatori: a 41° N, all'equatore e al Polo Nord.

- Indica lo zenith e la stella polare su ciascuna figura.
- Traccia il cammino stellare di questa stella su ciascuna figura.



c) equatore

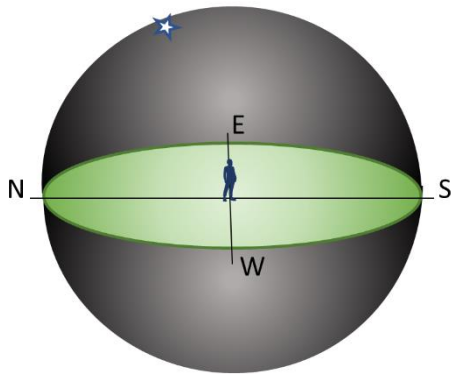


Figura 27: La traccia delle stelle per osservatori in diversi luoghi della terra: latitudine 41 °N (a, in alto a sinistra), al Polo Nord (b, in alto a destra) e all'equatore (c, in basso).



Da ricordare...

- Guardandola dal Polo Nord, la Terra ruota attorno al suo asse in senso antiorario. Questo è il moto reale, che richiede (circa) 24 ore (un giorno) per essere completato.
- Noi vediamo il Sole che si muove nel Cielo in senso orario. Guardando verso sud, questo moto è da est a ovest. Questo è il moto apparente del Sole.
- I punti di questo cammino del Sole formano il cosiddetto “percorso del Sole nel Cielo”.
- Per un osservatore nell’emisfero nord, il Sole raggiunge il punto più alto del suo percorso, quando è in direzione sud.
- Le Stelle hanno una posizione fissa nella sfera celeste. Noi vediamo un moto apparente delle Stelle nel corso della notte, causato dalla rotazione della terra attorno al suo asse. Questo moto apparente per un osservatore nell’emisfero nord avviene in senso orario, come è facile verificare guardando verso sud. Se invece si guarda verso nord, come può accadere osservando il cielo, la visione è ribaltata, e il moto apparente delle stelle per l’osservatore avviene in senso antiorario. In questo modo l’osservatore vede le stelle fare un giro completo attorno alla stella Polare in 24 ore.
- Il cammino seguito dalle stelle per un osservatore a terra è detto la “traccia” delle stelle.

Parte 2: Il percorso del Sole e le tracce stellari nel Corso dell'anno.



Esercizio 2.1

Un fotografo ha fatto varie fotografie del Sole al tramonto nei pressi di Taj Mahal in India in diversi periodi dell'anno. Ogni foto è stata fatta dallo stesso luogo, nella stessa direzione, una foto al mese. Descrivi la differente posizione del tramonto nelle diverse fotografie.

.....

.....

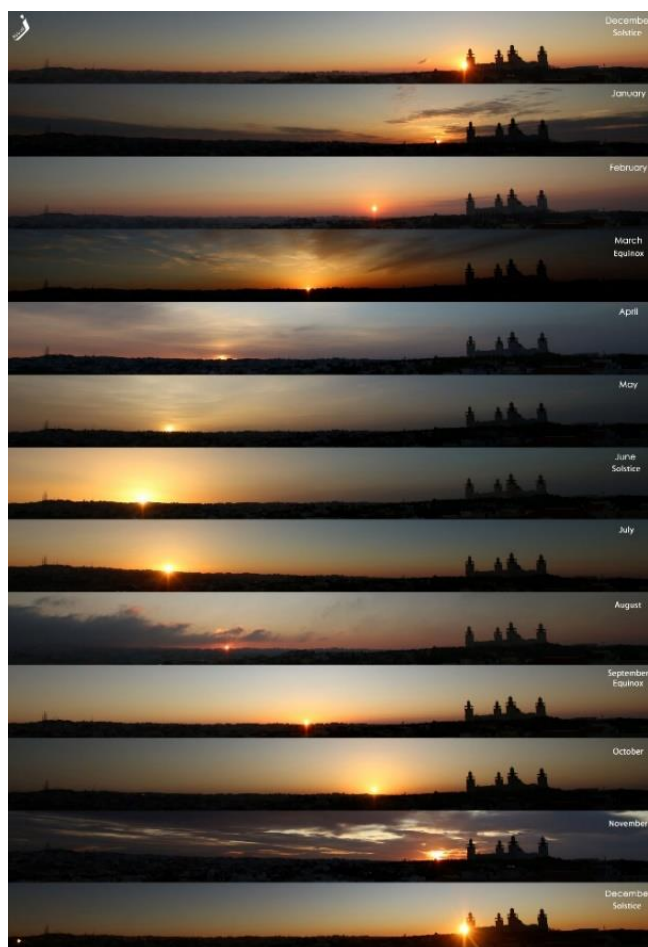


Figura 28: L'alba nei pressi di Taj Mahal in diversi periodi dell'anno.

Fonte: Astronomy picture of the day, <https://apod.nasa.gov/apod/ap201221.html>



Esercizio 2.2

Il Sole si muove nel cielo, nel suo moto apparente, da est a ovest, ma il suo percorso è diverso ogni giorno: le posizioni di alba, culminazione (il punto più alto) e tramonto sono, ogni giorno, leggermente differenti.

L'altezza del punto di culminazione, o "culminazione", in breve, è la massima altezza che il Sole raggiunge nel suo percorso giornaliero nel cielo. Questa altezza è specificata con un angolo, in

gradi, e in Italia, nei pressi di Modena, per esempio, questo angolo è di circa $68,5^\circ$ gradi nel primo giorno d'estate. È l'angolo formato dai raggi del Sole paralleli fra loro, e il piano dell'orizzonte dell'osservatore a mezzogiorno, quando il sole è nel suo punto più alto nel cielo.

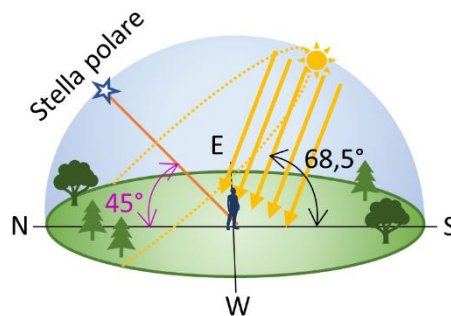
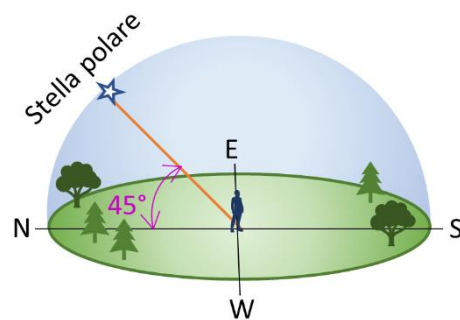


Figura 29: La culminazione, l'angolo in figura, per un osservatore a 45° N il 21 Giugno.

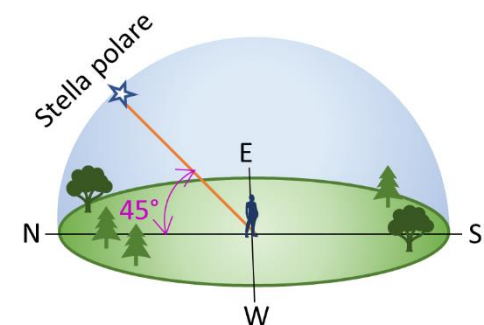
Nel primo giorno di primavera e di autunno, il Sole sorge esattamente ad est e tramonta esattamente ad ovest.

- Disegna il percorso del Sole sulla Figura 30 per un osservatore a 45° N, nel primo giorno di primavera.
- Mostra l'angolo di culminazione.
- Quanto vale questo angolo?



Il 3 Dicembre, l'angolo di culminazione per un osservatore a 45° N è di circa 23° .

- In Figura 31, disegna l'angolo di culminazione in questa data.
- Disegna il percorso del sole.
- Indica la posizione dell'alba e del tramonto.





Esercizio 2.3

La figura 32 mostra la Terra nella sua orbita attorno al Sole, in quattro diversi periodi dell'anno: il primo giorno d'estate (a sinistra), il primo giorno d'inverno (a destra), e i primi giorni di primavera e autunno. La figura non è in scala. Il piano sul quale avviene il moto della Terra attorno al Sole è il piano dell'eclittica.

I raggi del Sole arrivano sempre sulla Terra in direzione parallela al piano dell'eclittica.



Figura 32: La Terra nella sua orbita attorno al Sole in quattro diversi periodi dell'anno. Attenzione: la figura non è in scala! Fonte: <https://geography.name/the-earths-revolution-around-the-sun/>.

L'asse della Terra forma un angolo di 23.5° con la normale al piano dell'eclittica. Analogamente l'angolo tra il piano equatoriale e il piano dell'eclittica è di 23.5° come mostrato in figura 33.

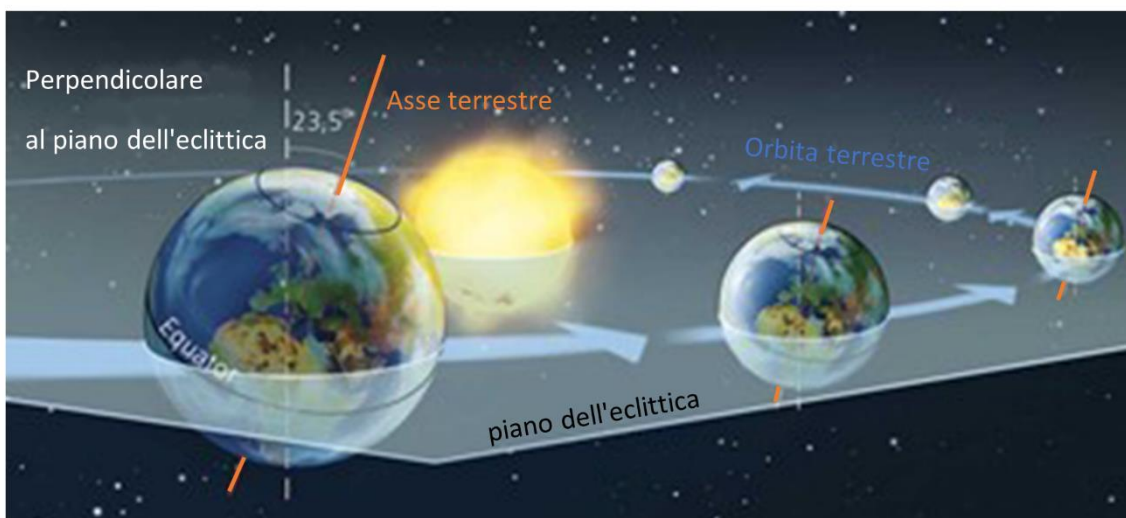


Figura 33: il piano dell'eclittica, sul quale la Terra si muove attorno al Sole. Attenzione: la figura non è in scala! Fonte:

<https://www.blinklearning.com/coursePlayer/clases2.php?idclase=40033109&idcurso=734099>.

Disegna I raggi solari nel giorno 21 giugno sulla figura qui sotto. Indica anche dove, sulla Terra, è giorno e dove è notte.

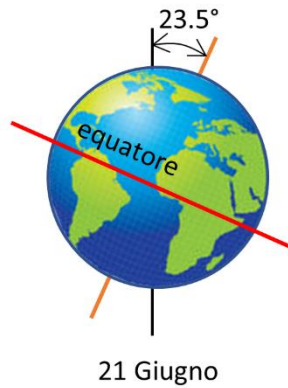


Figura 34: Disegna I raggi del Sole il giorno 21 giugno.

Quale è l'angolo tra I raggi solari e il piano equatoriale in questo giorno?

.....



Esercizio 2.4

Sono qui rappresentati I piani dell'eclittica e il piano equatoriale, nella sfera celeste.

Quale è l'angolo tra I due piani?

.....

La linea di intersezione tra il piano dell'eclittica e la sfera celeste è detta l'"eclittica". (Figura 35). Dal momento che il Sole e la Terra stanno sempre sul piano dell'eclittica, il Sole è sempre visto sull'eclittica, visto dalla Terra.

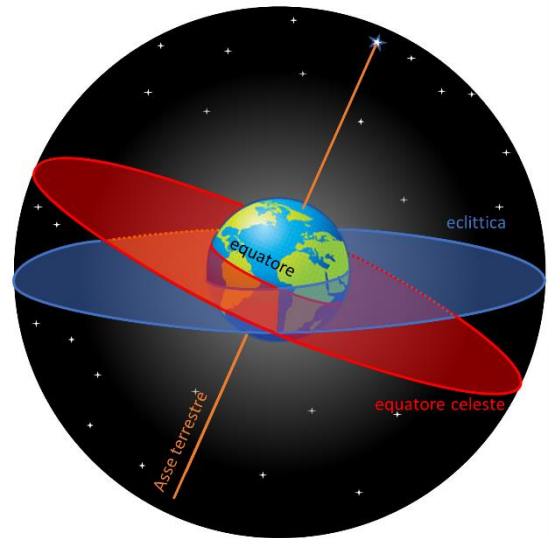


Figura 35: Il piano dell'eclittica e l'eclittica.

Si può ora vedere qui sotto il piano dell'orizzonte per un osservatore a 45° N (Figura 36).

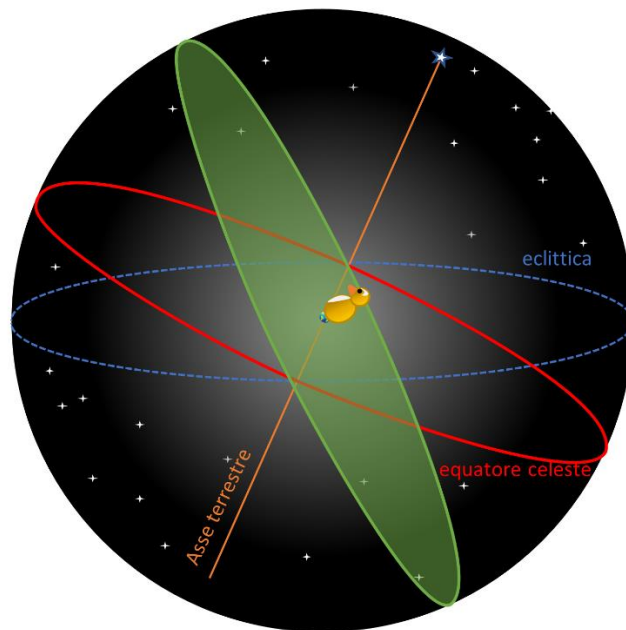


Figura 36: Il piano dell'orizzonte, con l'eclittica e l'equatore celeste

L'eclittica e l'equatore celeste sono entrambi parzialmente visibili da un osservatore a che si trova a 45° N perché entrambi stanno in parte sopra al piano dell'orizzonte dell'osservatore. Disegna entrambe le linee sulla figura 37, per la posizione mostrata in figura 36.

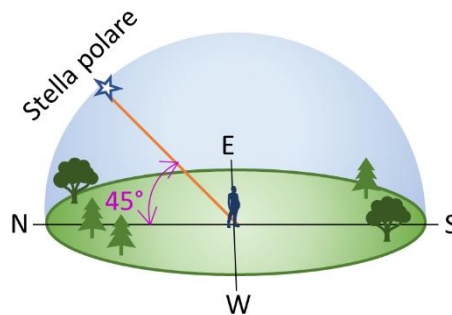


Figura 37: L'eclittica e l'equatore celeste per un osservatore a 45 °N.



Esercizio 2.5

La figura 38 mostra parte della sfera celeste, con il Sole, la Terra, ed alcune costellazioni. È visibile anche l'eclittica.

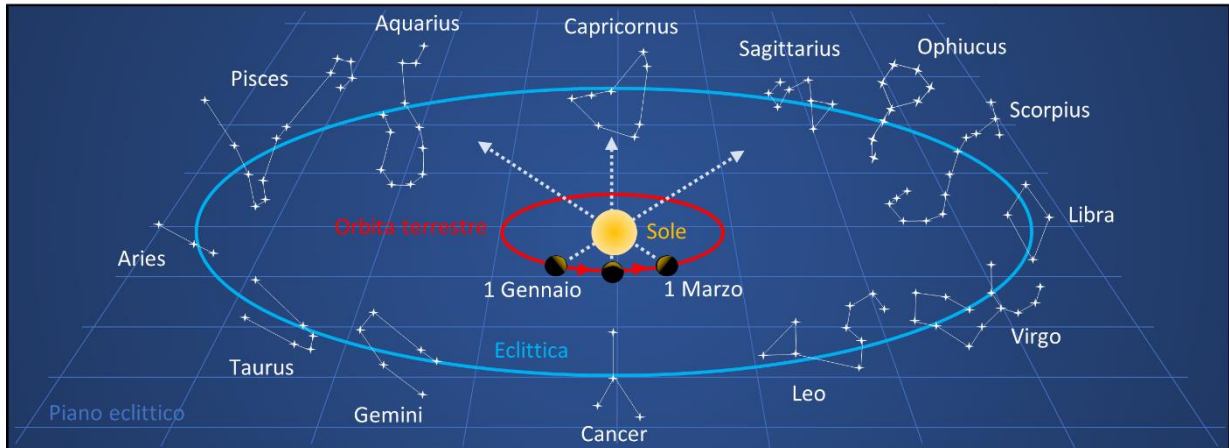


Figura 38: Il moto della Terra attorno al Sole. La figura non è in scala.
Fonte: <https://studylib.net/doc/14223319/the-sun-and-the-celestial-sphere>.

Dal momento che la Terra si muove attorno al Sole, la proiezione del Sole sulla sfera celeste cambia nel tempo per un osservatore sulla Terra.

- In quale costellazione l'osservatore sulla Terra vede la proiezione del Sole il primo Gennaio?
.....
- Scrivi la lettera A sull'eclittica nella posizione dove pensi che sia vista la proiezione del Sole il primo Gennaio.
- In quale costellazione l'osservatore sulla Terra vede la proiezione del Sole sull'eclittica il primo Marzo?
.....
- Scrivi la lettera B sull'eclittica dove pensi che si veda la proiezione del Sole il primo Marzo.

Dal punto di vista di un osservatore sulla Terra, la proiezione del Sole sull'eclittica cambia durante l'anno. A differenza di altre stelle, il Sole non ha un punto di proiezione fisso in prospettiva sulla sfera celeste.

Ora diamo ancora un'occhiata alla sfera celeste, con la Terra nel suo centro, l'equatore celeste e l'eclittica.

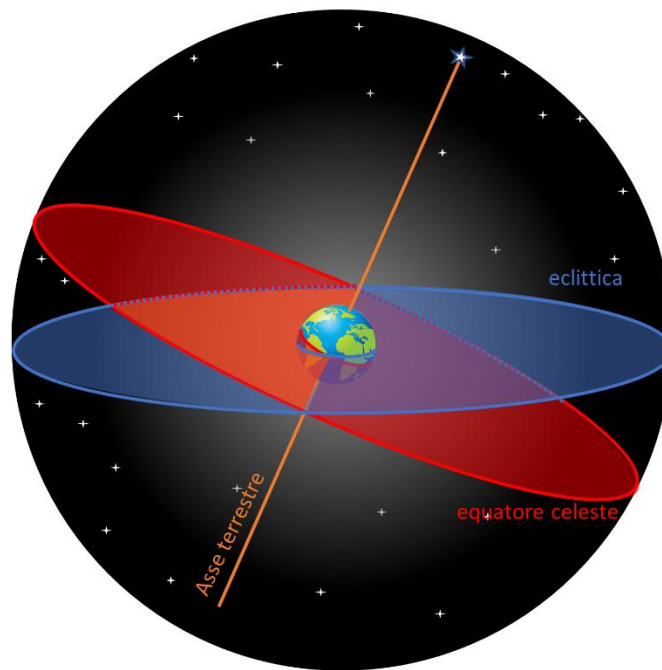


Figura 39: La sfera celeste con l'equatore celeste e l'eclittica.

- Nella Figura 39, indica la posizione della proiezione del Sole sull'eclittica per le quattro date dell'anno 21 Marzo, 21 Giugno, 21 Settembre e 21 Dicembre.
- Indica con una freccia la direzione del moto della proiezione del Sole sull'eclittica nel Corso dell'anno.
- Determina l'angolo tra il piano equatoriale e i raggi del Sole, che giungono sempre sulla Terra paralleli al piano dell'eclittica, nelle seguenti date:
 - Inizio dell'Inverno (21 Dicembre) → angolo =
 - Inizio della Primavera (21 Marzo) → angolo =
 - Inizio dell'Estate (21 Giugno) → angolo =
 - Inizio dell'Autunno (21 Settembre) → angolo =



Esercizio 2.6

Dal momento che i raggi del Sole giungono sulla Terra paralleli al piano dell'eclittica, e che il piano dell'eclittica forma un angolo di 23.5° con il piano equatoriale della Terra, l'angolo formato dai raggi solari (paralleli tra loro) ed il piano equatoriale varia nel corso dell'anno, a causa del movimento di rivoluzione della Terra.

La figura 40 mostra il Sole sull'eclittica il primo Maggio. L'angolo colorato in giallo è quello tra i raggi solari che giungono alla Terra ed il piano dell'equatore. Dai una stima approssimativa del valore di questo angolo:

- (a) 5°
- (b) 14°
- (c) 21°
- (d) 25°

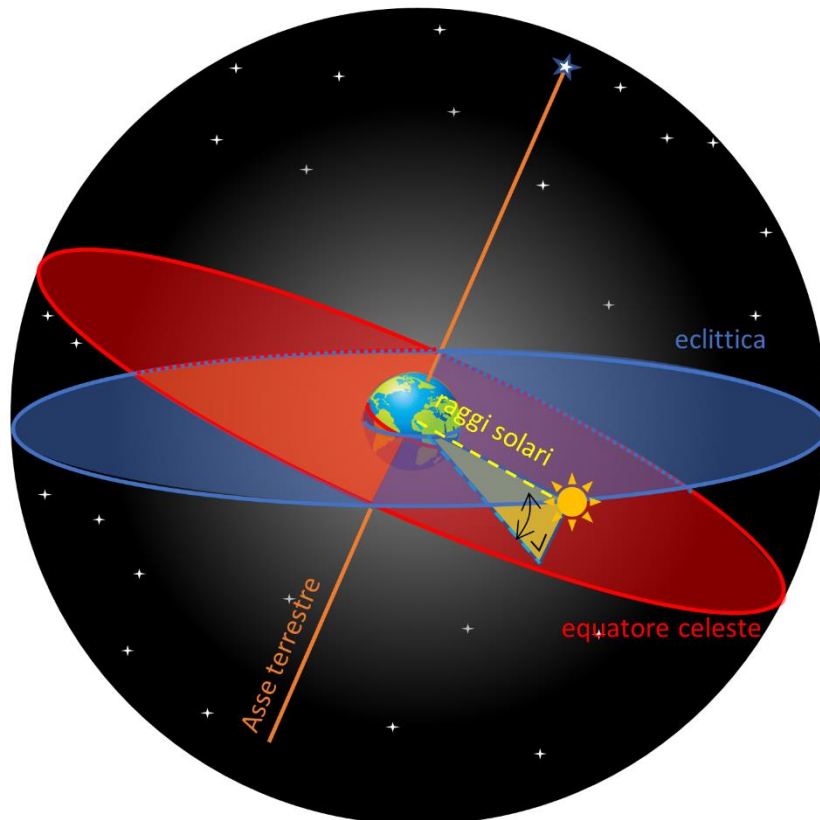


Figura 40: Come la figura 39, ma qui con i raggi solari.



Esercizio 2.7

Nella figura 41, nella Colonna di sinistra si trovano diverse rappresentazioni del percorso del Sole nel Cielo visto da un osservatore sulla Terra, che si trova in Belgio; in quella di destra ci sono altrettante rappresentazioni del Sole all'interno della sfera celeste. Collega con un tratto di matita la rappresentazione a sinistra con la sua corrispondente a destra.

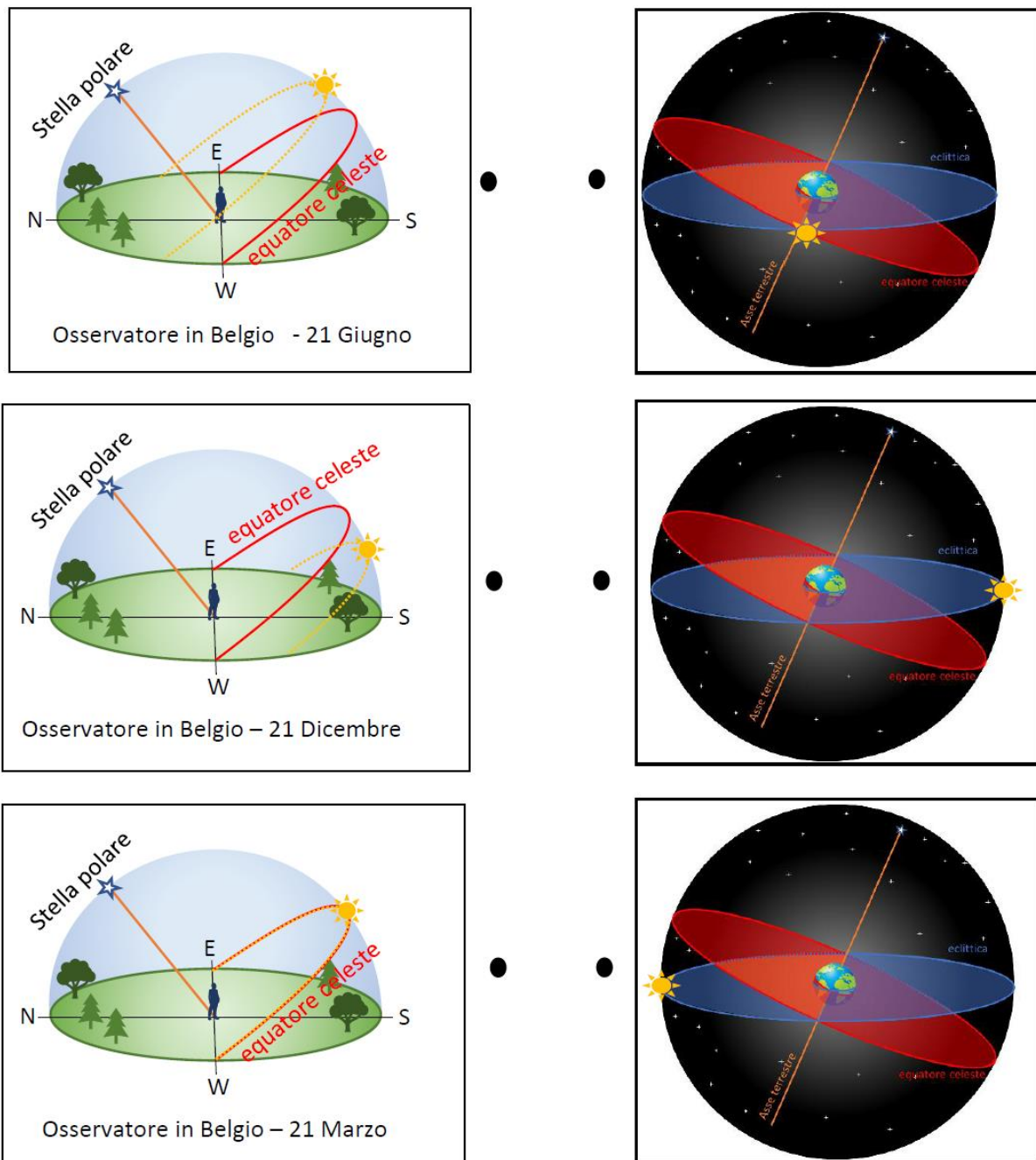


Figura 41: Il percorso del Sole dal punto di vista di un osservatore sulla Terra (sinistra) e la rappresentazione del Sole sulla sfera celeste (destra).



Esercizio 2.8

La figura 42 mostra la stella Aldebaran appartenente alla costellazione del Toro, un po' più grande delle altre stelle e colorata di giallo.

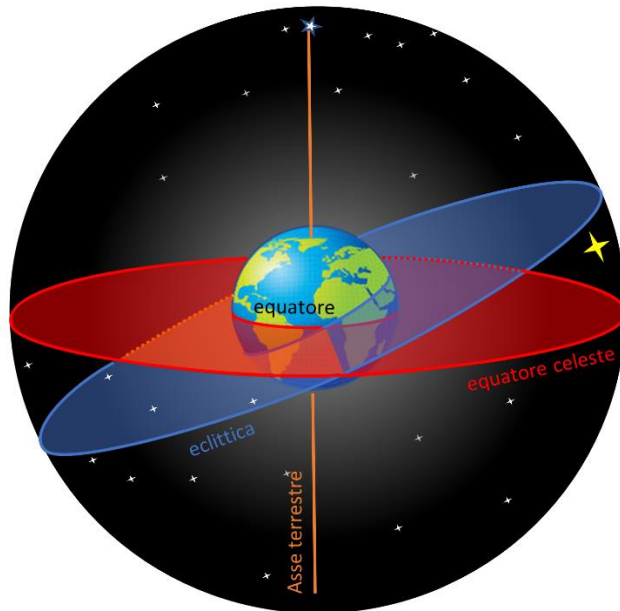
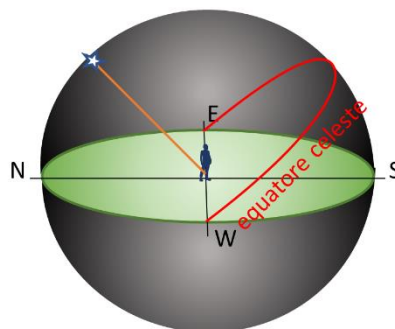


Figura 42: La sfera celeste e la stella Aldebaran colorata.

La luce della stella Aldebaran giunge alla Terra con un angolo di 16° rispetto al piano dell'equatore.

- Disegna la traccia della stella Aldebaran sulla Figura 43.
- Segna con un angolo l'altezza della culminazione sulla figura.
- Questa Altezza di culminazione cambierà nel Corso dell'anno? Perché sì? Perché no?

.....



Observer in Modena 45° N

Figura 43: Disegna la traccia di Aldebaran in questa immagine, per un osservatore in Italia a 45° N.



Esercizio 2.9

A causa del moto della Terra attorno al Sole, la posizione della proiezione del Sole sulla sfera celeste cambia nel Corso dell'anno. Questo però non succede per tutte le altre stelle: la posizione della loro proiezione sulla sfera celeste non cambia durante l'anno.

La figura qui sotto mostra le costellazioni dello Zodiaco, con il Sole e la Terra. Tutte queste costellazioni si vedono lungo l'eclittica, nella sfera celeste.

- Si può osservare la costellazione del Leone nel mese di settembre? Perché? Perché no?

.....
.....

- Quali, tra le costellazioni in figura, sono visibili nel mese di maggio? Perché? Perché no?

.....

- Quali conclusioni puoi trarre sulla visibilità delle costellazioni nel Corso dell'anno?

.....
.....
.....

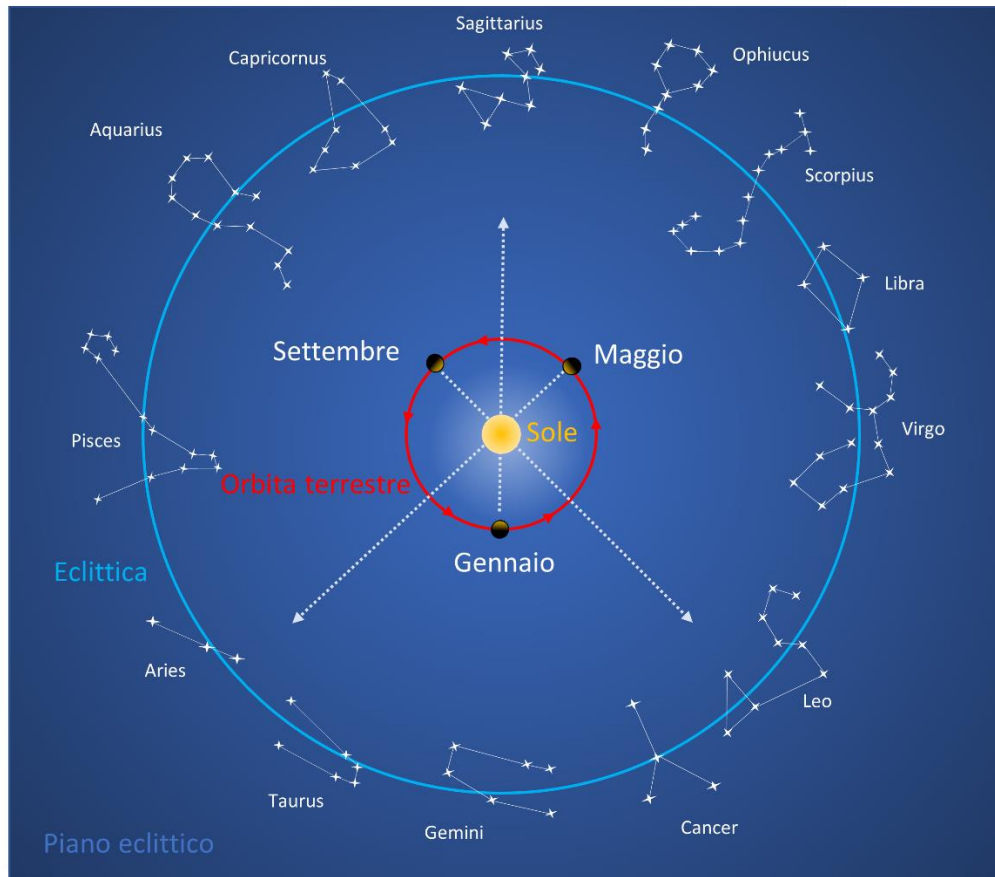


Figura 44: A causa del moto della Terra attorno al Sole, non puoi vedere tutte le notti le stesse stelle.



Da ricordare ...

- Il percorso del Sole in Cielo cambia di giorno in giorno nel corso dell'anno. Questa è una delle conseguenze del moto di rivoluzione della Terra attorno al Sole. Questo moto completa il suo percorso in un anno. Come conseguenza di questo moto e dell'inclinazione dell'asse Terrestre rispetto al piano dell'eclittica, la culminazione cambia di giorno in giorno. Di conseguenza cambiano, giorno dopo giorno, anche le posizioni dell'alba e del tramonto.
- La culminazione di una stella non cambia nel corso dell'anno, così come non cambiano il punto dove la stella sorge e quello dove la stella tramonta. Questo significa che la traccia del cammino di una stella nel Cielo non cambia nel corso dell'anno. Questa cosa è chiaramente una differenza rispetto al Sole. Per questo motivo, il moto della Terra attorno al Sole non ha alcuna influenza sulla traccia delle stelle nel Cielo, ma ha per le stelle un'altra importante conseguenza: se i raggi di luce che provengono dalla stella passano accanto al Sole nel loro cammino verso la Terra, la stella non è visibile in quel giorno, perché la luce del Sole è molto più intensa di quella della stella. La stella può dunque essere sopra all'orizzonte dell'osservatore durante il tempo in cui anche il Sole è sopra all'orizzonte, ma in questo caso la stella non sarà visibile all'osservatore stesso. Il moto della Terra attorno al Sole fa sì che non si vedano le stesse stelle ogni notte.
- Anche l'ora del sorgere di una stella sopra all'orizzonte e del suo tramontare cambia di giorno in giorno. E' anche possibile che si veda una stella sorgere durante la notte e non la si veda tramontare perché il Sole appare sopra all'orizzonte già prima del tramonto della stella.

Unità 2: Attività in ambiente tridimensionale, esercizi per le visioni geocentriche ed allocentriche

Parte 1: Il punto di vista terrestre: attività con il globo parallelo



Informazioni generali

Tutti i globi sferici danno l'idea di una Terra dove c'è una parte di umanità che sta in piedi dritta, e tutti gli altri esseri umani sono o inclinati o addirittura a testa in giù: questa visione è come un punto di vista da osservazione extraterrestre, da un punto esterno alla Terra, con una direzione e un verso privilegiati. (nel nostro caso verso il Polo Nord).

Le attività e gli esercizi che seguono ti consentiranno di guardare la realtà con il punto di vista di ogni essere umano Terrestre sulla Terra, con i piedi al suolo, con diverse orientazioni, in diversi luoghi della Terra, con diverse latitudini e longitudini.

Lavorando con piccole palle di polistirolo e il globo parallelo, potrai trovare la tua posizione sulla Terra, individuare il tuo orizzonte locale e il tuo meridiano e i punti cardinali, utilizzando la stella polare.

Materiali necessari

- Piccole palle di polistirolo, con diametro da 10 a 20 cm,
- Stuzzicadenti di diversi colori ,
- Il globo parallelo,
- Bastoncini,
- Cartoncini colorati ritagliati in dischi circolari, di diametro 10 cm, con i punti cardinali segnati su di essi.



Attività 1: Il tuo posto sulla Terra

Parte 1: Dove ti trovi?

- Prendi una delle palle di polistirolo dalla tua dotazione, assieme ad uno stuzzicadenti. La palla rappresenta la Terra. Lo stuzzicadenti il tuo avatar.
- Tieni la Terra (la palla) in mano, e pianta lo stuzzicadenti in un suo punto, a rappresentare la tua posizione attuale sulla Terra.
- Ora guardati attorno ed estendi la tua mano per mostrare dove si trova la Finlandia. Trovala sulla palla. Ora con due località sulla palla, cerca dove si trova l'Australia.
- In quale direzione ti devi muovere per andare verso la Finlandia?

.....

E per andare verso l'Australia?

.....

Parta 2: Sistema la tua posizione sulla Terra

- Tieni la Terra (la palla di polistirolo, naturalmente...) con le tue mani, in modo da avere il polo nord in alto e quello sud verso il basso. Segna i poli con due stuzzicadenti.
- Sistema altri stuzzicadenti per rappresentare altre località: Heidelberg, Salonicco, Helsinki, Tokyo, Cape Town, Sydney.
- Ora guarda il globo parallelo. E' sistemato nella maniera in cui siamo abituati a vedere i globi terrestri, con il Polo Nord in alto e quello Sud in basso, l'asse inclinato.
- Sistema dei bastoncini (gli osservatori) sul globo parallelo sulle stesse località scelte prima (come per esempio in Figura 1a): Heidelberg, Salonicco, Helsinki, Tokyo, Cape Town, Sydney.
- Tieni la palla di polistirolo in mano e sistema il globo parallelo a rappresentare la tua posizione attuale.
- Sistema un cartoncino sotto al tuo avatar (il bastoncino) sul globo parallelo (come in Figura 1), in modo da visualizzare il piano dell'orizzonte locale nella tua località.
- Sistema altri cartoncini per altri osservatori sul globo parallelo, così da rendere visibili i piani dei loro orizzonti locali.
- Osserva l'orizzonte locale attorno a te nella tua posizione reale, e determina i punti cardinali.



Figura 1: Il globo parallelo.

Parte 3: Ombre, Sole e geografia

In una giornata di sole le ombre possono darti un sacco di informazioni, e ti possono aiutare ad orientarti.

- Tenendo il globo parallelo sistemato per la tua posizione attuale, osserva le ombre dei bastoncini che rappresentano te e gli altri osservatori sulla Terra.

Le ombre dei bastoncini sono tutte uguali?

.....

- In che modo le ombre sono differenti? Perché?

.....

- Identifica sul globo parallelo e nella realtà, attorno a te le direzioni dei quattro punti cardinali per la tua posizione.



Attività 2: Uno sguardo alla stella polare

Parte 1: Sistema il globo parallelo in modo da rappresentare la posizione di un osservatore al Polo Nord, immagina di essere questo osservatore e rispondi alle seguenti domande:

- Quale stella vedi sopra all'atua testa (lo zenith) di notte?

.....

- A quale angolo sopra all'orizzonte vedi questa stella?

.....

Parte 2: Sistema il globo parallelo in modo da rappresentare la posizione di un osservatore all'equatore.

- A quale angolo sopra all'orizzonte vedi la stella polare?

.....

*Ricorda che la Terra, nello spazio, si può considerare infinitamente piccola rispetto alla sua distanza dalle stelle, così che il piano dell'orizzonte all'equatore e il piano passante per i poli e il centro della Terra sono praticamente coincidenti.

- Parte 3: Ora Sistema il globo parallelo in modo da rappresentare la posizione di un osservatore nella tua posizione attuale.
A quale angolo sopra all'orizzonte vedi la stella polare?

.....

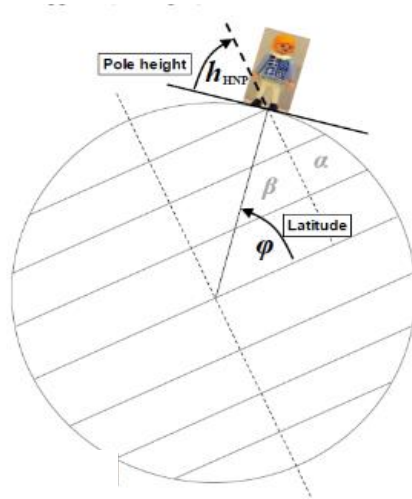


Figura 2: L'osservazione della stella polare da una posizione sulla Terra.



Esercizio 1

Nella figura qui sotto, si vede un osservatore che guarda il cielo notturno.

- Indica lo zenith sulla figura.
- Indica le direzioni dei quattro punti cardinali sulla figura (le trovi segnate con linee nere).
- Disegna una linea che unisce l'osservatore (i suoi piedi) e la stella polare.
- Dai una stima approssimata della latitudine dell'osservatore.

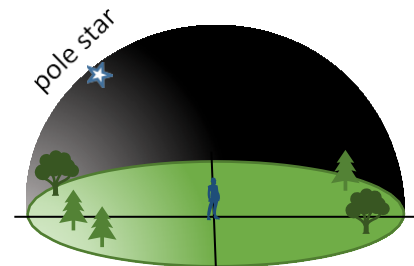


Figura 3: l'osservatore che guarda il cielo.

.....



Da ricordare...

- La Terra è una **sfera** e non c'è una direzione "su" o "giù" privilegiata. Ha poli nord e sud geografici, ma questi non sono le direzioni "su" e "giù" per tutti. In ogni posizione in cui ti trovi sulla Terra tu sei sulla sommità della Terra, con il resto del pianeta che si trova "sotto" ai tuoi piedi. Il nord non è "su", il sud non è "giù". In qualsiasi direzione tu ti muova dalla tua posizione sulla Terra, ti muovi verso il "basso" rispetto a dove sei. Verso qualsiasi luogo tu ti stia muovendo, in qualsiasi direzione, questo luogo sarà sempre più in "basso" rispetto a dove ti trovi.
- L' **inclinazione** dell'asse Terrestre, 23.5° , è un angolo misurato rispetto alla perpendicolare al piano dell'orbita terrestre. L' **orizzonte** è solidale con l'osservatore e l'inclinazione dell'asse Terrestre sull'orizzonte cambia da una posizione all'altra, dipende infatti da dove si trova l'osservatore. Ma una cosa è certa: l'asse della Terra punta sempre in direzione della **stella polare**.
- I **punti cardinali** sono sempre orientati nello stesso modo: il nord verso il polo nord terrestre, e il sud verso l'altro polo. La proiezione della direzione della stella polare sul piano dell'orizzonte di una località mostra la direzione del polo nord della Terra, e corrisponde alla direzione del punto cardinale Nord geografico. Per ogni località nell'emisfero nord, l'**altezza della stella polare** sull'orizzonte, misurata come angolo, è uguale alla **latitudine** della località. La direzione N-S, sul piano dell'orizzonte, per ogni località, è sempre allineata con il meridiano della località.

Part 2: Guardare il Sole e le stelle utilizzando il “cielo in bottiglia”



Informazioni generali

La sfera celeste è una sfera immaginaria di raggio arbitrariamente grande, concentrica con la Terra.

Tutti gli oggetti nel cielo dell'osservatore possono essere pensati come proiezioni sulla superficie interna della sfera celeste, come se fosse il lato interno di una cupola (come nella Figura 4).

Lavorare con una sfera celeste ci aiuta a descrivere ciò che vediamo dalla Terra quando guardiamo il cielo.

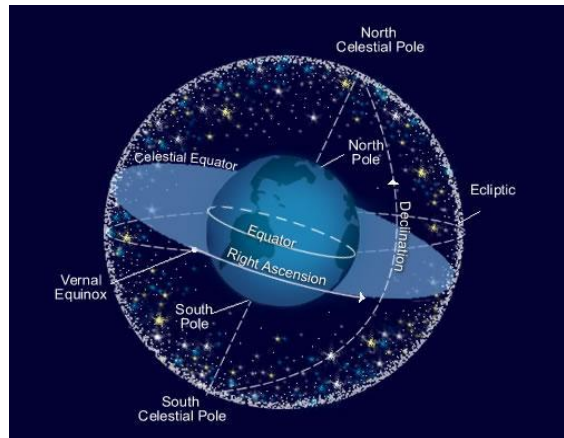


Figure 4: La sfera celeste. Fonte: <https://planetary-science.org/astronomy/the-celestial-globe/>

Il Cielo in bottiglia

Il cielo in bottiglia è un modello della sfera celeste. Vedi sotto, nelle figure 5 e 6, i suoi elementi.

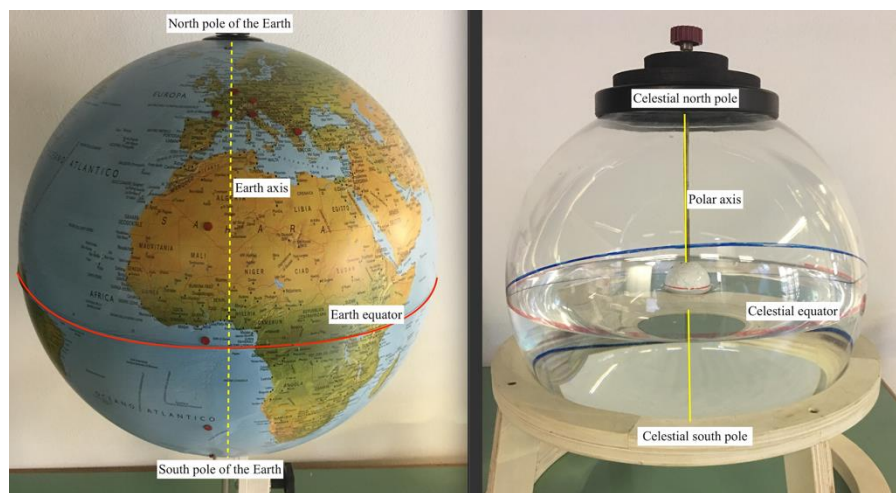


Figura 4: Il globo terrestre (a sinistra) e il cielo in bottiglia (a destra).

- La Terra è al centro, rappresentando te stesso come l'osservatore.
- Sopra di te c'è il cosiddetto "zenit", sotto i tuoi piedi c'è il cosiddetto "nadir".
- L'equatore celeste, mostrato nella bottiglia, è un cerchio concentrico all'equatore terrestre (linea rossa nella foto) e sullo stesso piano.
- Il piano dell'orizzonte è rappresentato dal livello dell'acqua.

- L'asse terrestre e l'asse polare, così come i poli celesti nord e sud, sono rappresentati dal bastone che regge il piccolo globo, la Terra.

Il cielo in bottiglia ci aiuta a visualizzare ciò che vediamo dalla nostra posizione sulla Terra, e ad ottenere una rappresentazione più chiara del moto apparente del Sole e delle stelle sul piano dell'orizzonte e in relazione ai punti cardinali.

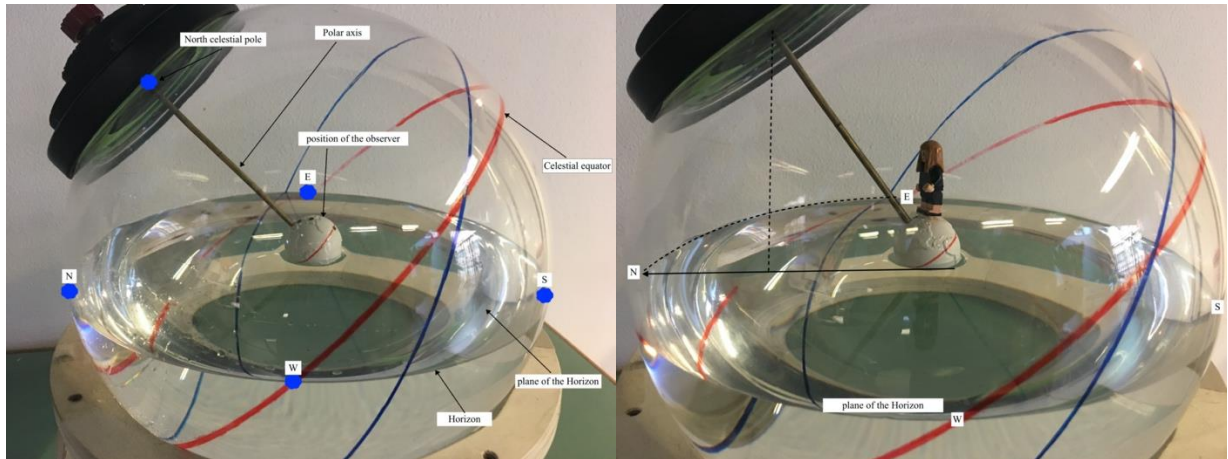


Figura 5: Il Cielo in bottiglia.

Materiali

- Il globo parallelo
- Il Cielo in bottiglia, versione “piccola”
- Adesivi a forma di stella
- Elastici (in un diametro che si adatta ai piccoli globi di bottiglia)



Attività 3: Alza lo sguardo!

Dai un’occhiata agli elementi celesti rappresentabili sul tuo cielo in bottiglia, e posiziona il globo nella bottiglia come mostrato nella Figura 7.

1. Dove si trova l'osservatore?
 - a) Al polo nord
 - b) Sull'equatore terrestre
 - c) Nella tua posizione attuale.



Figura 6: Il Cielo in bottiglia.

- Dove trova l’osservatore la stella polare sul globo della bottiglia in questa posizione?

.....

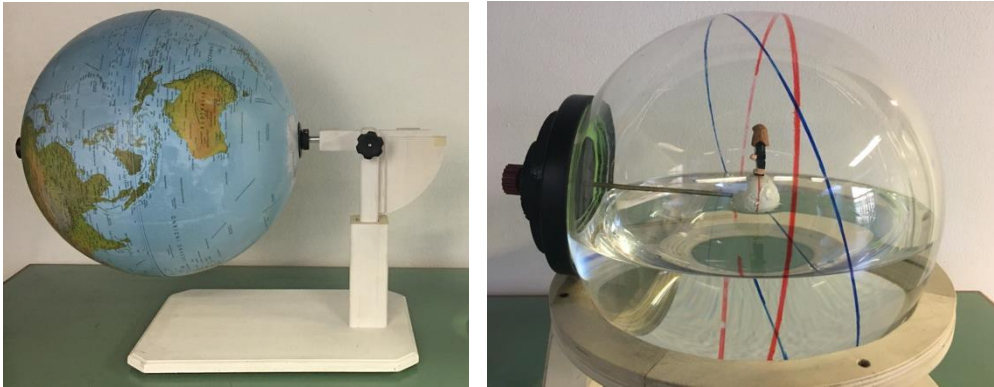


Figura 7: Il globo parallelo (a sinistra) e il Cielo in bottiglia (a destra).

Ora posiziona il globo della bottiglia come illustrato nella Figura 8.

- Dove si trova l'osservatore?
 - a) Al polo nord
 - b) Sull'equatore terrestre
 - c) Nella tua posizione attuale.
 - Dov'è lo zenit dell'osservatore sul globo nella bottiglia?
-
- Dove trova l'osservatore la stella polare sul globo nella bottiglia? A quale angolo dall'orizzonte?
-

Poiché la Terra è così piccola rispetto alla sfera celeste, può essere rappresentata come un punto. Il piano dell'orizzonte dell'osservatore in questa posizione (polo nord), l'equatore terrestre e l'equatore celeste, possono essere considerati sullo stesso piano.

Posiziona ora il globo della bottiglia come mostrato in Figura 9.

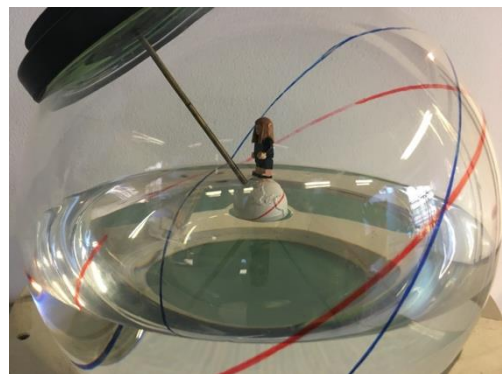


Figura 8: Il Cielo in bottiglia.

- Dove sta l'osservatore? Scegli una risposta:
 - a) Al polo nord
 - b) Sull'equatore terrestre
 - c) Nella tua posizione attuale.
- Dov'è lo zenit dell'osservatore sulla bottiglia?

.....

- L'osservatore dove può localizzare la stella polare sul globo? A quale angolo dall'orizzonte?

.....

- Mostra la direzione dei quattro punti cardinali in questa posizione, sul globo nella bottiglia e nel tuo posto reale.



Esercizio 2

Nella Figura 10 si vede un osservatore nell'emisfero settentrionale che osserva la stella polare.

- Che cosa rappresenta il punto bianco?
- Disegna i punti cardinali in figura.
- Che cosa rappresenta l'arco viola?

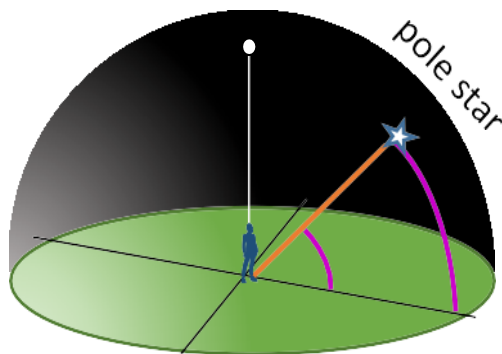


Figura 9: L'osservatore che guarda alla stella polare nell'emisfero Nord.



Attività 4: La rotazione terrestre e il cielo notturno

Posiziona il globo nella bottiglia per un osservatore al polo nord.

- Con gli adesivi, segna tre stelle sul globo della bottiglia: il primo adesivo è posizionato molto vicino al polo celeste settentrionale, il secondo adesivo è posizionato con un angolo di quasi 45° sopra all'orizzonte e il terzo adesivo posizionato un po' sotto all'orizzonte.

Posiziona il globo a rappresentare la tua posizione.

- Ruota il Cielo in bottiglia attorno all'asse polare in senso orario, come visto da sopra il polo celeste nord (assicurandoti di non modificare l'inclinazione dell'asse polare e che non fuoriesca acqua).

- Quale moto della Terra è simulato in questo modo?

.....

- Ricorda che tu sei l'osservatore. Cosa succede al tuo piano di orizzonte? Cosa puoi vedere guardando il cielo da dentro la bottiglia? Cosa succede alle stelle?

.....

- Intorno a quale punto del cielo (sulla bottiglia) ruotano le stelle? E in quale direzione ruotano quando si guarda il polo nord celeste dall'interno del globo della bottiglia?

.....

- Come ruoteresti il globo parallelo per mostrare lo stesso movimento?

.....

Ora vediamo cosa succede per le diverse posizioni sulla Terra. Per prima cosa, posiziona il globo nella bottiglia come se fossi sul polo nord e simula la rotazione terrestre.

- Quali stelle della sfera celeste riesci a vedere? Come sembrano muoversi queste stelle?

.....

.....

Posiziona il globo nella bottiglia come se fossi sull'equatore terrestre e simula la rotazione terrestre.

- Quali stelle della sfera celeste riesci a vedere? Come sembrano muoversi queste stelle?

.....
.....

Posiziona il globo della bottiglia per la tua posizione corrente e simula la rotazione terrestre.

- Quali stelle della sfera celeste riesci a vedere? Come sembrano muoversi queste stelle?

.....
.....



Da ricordare...

- Le stelle hanno posizioni fisse sulla sfera celeste. Tuttavia, guardando il cielo, vediamo un movimento apparente delle stelle durante la notte. Questo moto apparente, per un osservatore nell'emisfero settentrionale, procede da est a sud verso ovest (in senso antiorario quando si guarda il polo celeste settentrionale).
- Le stelle disegnano cerchi, paralleli all'equatore celeste e questi cerchi sono diversi a seconda della posizione dell'osservatore.



Attività 5: Il percorso quotidiano del Sole

Possiamo anche usare il cielo in bottiglia per osservare il movimento quotidiano del Sole. Per fare ciò, posiziona il globo in modo da rappresentare la tua posizione corrente e segna il Sole sull'equatore celeste della bottiglia per mostrarne una possibile posizione sulla sfera celeste.

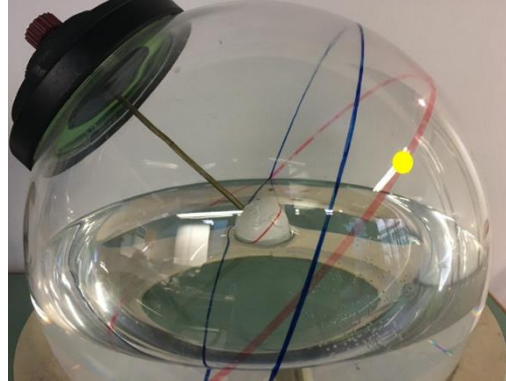


Figura 10: Il posizionamento del Cielo in bottiglia per osservare il percorso del Sole.

- Ruota il globo della bottiglia per simulare la rotazione della Terra attorno al suo asse. Cosa succede al Sole? Riesci a distinguere la notte dal giorno? Come?

.....

.....

Ora colleghiamo il moto del Sole con i punti cardinali.

- In quale direzione della bussola sorge il Sole sopra l'orizzonte?
- A quale direzione della bussola il Sole è più inclinato sopra l'orizzonte (culminazione)?
- In quale direzione della bussola il Sole scende sotto l'orizzonte?

.....

.....

.....

Infine, cambia l'inclinazione dell'asse polare, simulando un osservatore in un'altra posizione sulla Terra. Osserva il Sole mentre simuli la rotazione giornaliera della Terra. Cosa è cambiato rispetto alle risposte delle domande precedenti?

.....

.....



Da ricordare...

- Vediamo il Sole nel cielo muoversi da est a ovest. Questo è un movimento apparente dovuto alla rotazione terrestre. Il Sole sembra disegnare cerchi sulla sfera celeste, che sono paralleli all'equatore celeste. La traiettoria seguita dal Sole nel cielo è chiamato il percorso **del Sole** e questo percorso è diverso per le diverse posizioni (latitudini) sulla Terra.
- Tuttavia, per qualsiasi osservatore nell'emisfero settentrionale, il Sole sorge verso est, raggiunge il suo punto più alto in direzione sud e tramonta nella direzione occidentale, creando il giorno e la notte. La durata del giorno e della notte varia anche a seconda della latitudine.



Attività 6: Il moto di rivoluzione Terrestre e le stagioni

Il cielo in bottiglia può anche essere utilizzato per simulare il movimento annuale apparente del Sole e osservare il suo percorso giornaliero in diverse stagioni.

Mentre la Terra orbita attorno al Sole nel corso dell'anno, sulla Terra vediamo il Sole muoversi in cerchio attorno alla sfera celeste, passando attraverso diversi sfondi di stelle. Questo cerchio sulla sfera celeste è chiamato "eclittica". Il Sole non può essere in nessun'altra parte del cielo se non su questa linea.

Sul globo nella bottiglia, l'eclittica è la linea blu (come nella Figura 12).

- Quante volte all'anno il percorso del Sole (eclittica) attraversa l'equatore celeste? Segna i punti di attraversamento sul globo.

.....

- Che cosa rappresentano questi punti:
 - a) Gli equinozi o
 - b) I solstizi?
- Quante volte all'anno il Sole è nel suo punto più alto sopra l'equatore celeste e nel suo punto più basso sotto l'equatore celeste? Mostra questi punti sul globo.

.....

- Che cosa rappresentano questi punti:
 - a) Gli equinozi o
 - b) I solstizi?

Ora usiamo il cielo in bottiglia per visualizzare la posizione del Sole e il suo percorso giornaliero in diversi periodi dell'anno, per lo stesso luogo.

Parte 1: Posiziona il globo per rappresentare la posizione di un osservatore a nord, come mostrato nella Figura 12. Usa un elastico e posizionalo sul globo per mostrare il percorso del Sole in questo specifico giorno dell'anno.

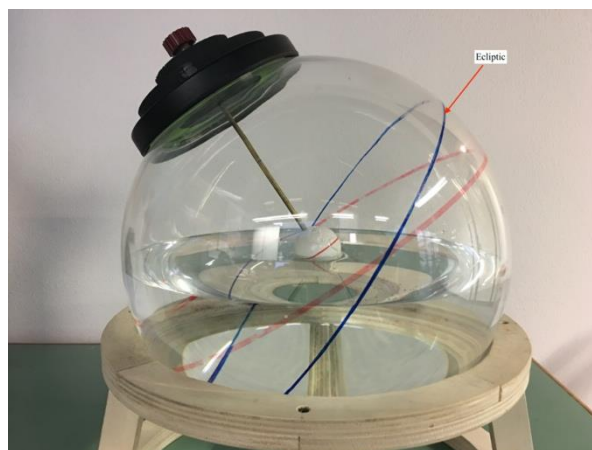


Figura 12: Il Cielo in bottiglia, con l'eclittica segnata in blu.

- Qual è la durata del giorno rispetto alla durata della notte?
 - a) Più lungo
 - b) Uguale
 - c) Più breve.
- In quale periodo dell'anno il Sole mostra questo percorso quotidiano?
 - a) Primavera
 - b) Estate
 - c) Autunno
 - d) Inverno

Parte 2: Senza modificare l'inclinazione dell'asse, ruotare il globo fino a quando il punto di intersezione dell'equatore celeste e l'eclittica incontra la linea dell'orizzonte.

- Usa un elastico e posizionalo sul globo per mostrare il percorso giornaliero del Sole per questo specifico giorno dell'anno.
- Qual è la durata del giorno rispetto alla durata della notte?
 - a) Più lungo
 - b) Uguale
 - c) Più breve
- In quale periodo dell'anno il Sole mostra questo percorso quotidiano?
 - a) Primavera
 - b) Estate
 - c) Autunno
 - d) Inverno

Parte 3: Posizionare il globo bottiglia per un osservatore nell'emisfero settentrionale in un momento dell'anno in cui la durata della notte è la più lunga.

- Usa un elastico e posizionalo sul globo per mostrare il percorso del Sole per questo giorno specifico.
- In quale periodo dell'anno il Sole mostra questo percorso quotidiano?
 - a) Primavera
 - b) Estate
 - c) Autunno
 - d) Inverno



Da ricordare...

- Osservando la Terra da molto lontano, la vediamo orbitare attorno al Sole con il suo moto di rotazione. L'orbita quasi circolare della Terra si trova in un piano chiamato piano dell'eclittica.
- Questo movimento della Terra si traduce nel moto apparente del Sole lungo la linea dell'eclittica, osservando il cielo dalla Terra.
- L'asse terrestre è inclinato di circa $23,5^\circ$ rispetto al piano dell'eclittica, e questa inclinazione non cambia durante la rivoluzione. Per questo motivo, sulla Terra sperimentiamo stagioni diverse, con diversi punti di culminazione del Sole nel cielo.
- Nei giorni in cui iniziano la primavera e l'autunno, il Sole si trova nei punti di incontro tra l'eclittica e l'equatore celeste. Agli equinozi i periodi di tempo in cui il Sole è sopra e sotto l'orizzonte sono uguali: il giorno e la notte hanno la stessa durata.
- L'altezza di culminazione più alta si vede al solstizio d'estate, all'inizio dell'estate. Il Sole ha il percorso più lungo sopra l'orizzonte in questo giorno, che per di più è il giorno più lungo dell'anno. La più piccola altezza di culminazione si vede nel solstizio d'inverno, all'inizio dell'inverno. Il Sole ha il percorso più breve sopra l'orizzonte in questo giorno, in cui si ha la notte più lunga dell'anno.

Unit 4: Al Planetario



Unità 5: Il Planisfero

Che cosa è il planisfero?

Noi consideriamo, sia la Terra sia la sfera celeste che serve per modellizzare il moto dei corpi celesti, sono sferiche.

Le sfere, però, sono oggetti tridimensionali: può essere difficile immaginare, costruire o trasportare strumenti che rappresentano la sfera celeste ed i corpi in essa contenuti. Lo stesso problema si presenta quando vogliamo rappresentare la superficie della Terra.

Come potremmo superare questa difficoltà?

Dovremmo cercare di riprodurre un oggetto tridimensionale su un dispositivo a due dimensioni, conservando (quasi) tutte le caratteristiche dell'oggetto 3D che vogliamo studiare. La geometria ci aiuta: possiamo proiettare una cupola semisferica su di un cerchio piano, facendo corrispondere ad ogni punto della cupola un punto del cerchio. Questo tipo di proiezione è detto "proiezione stereografica".

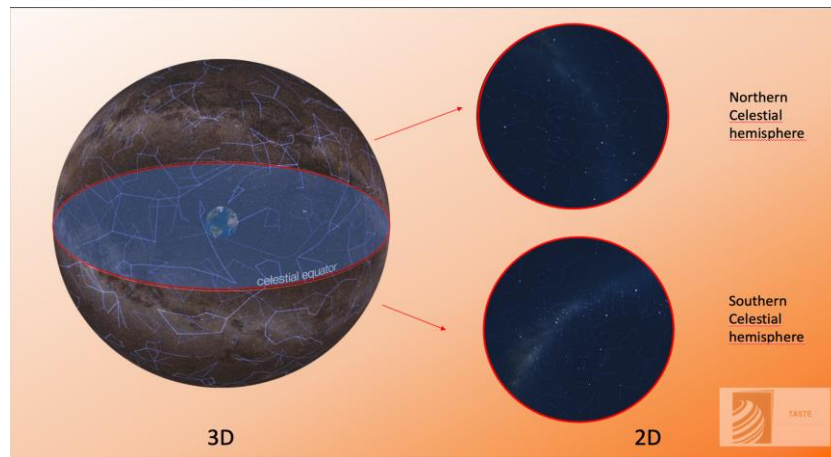
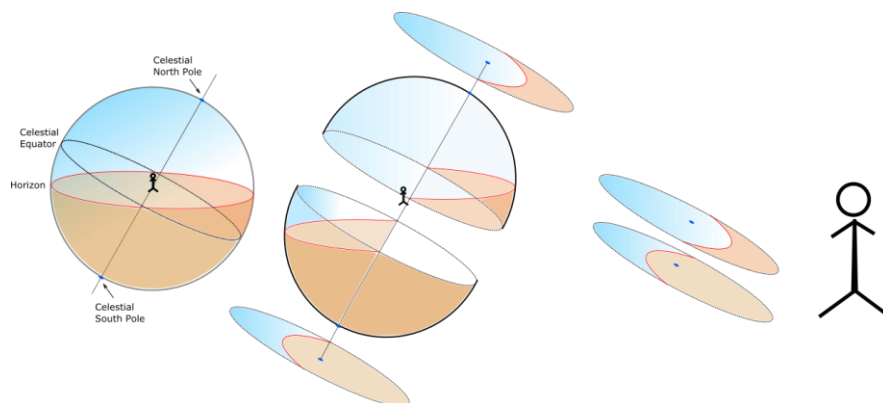


Figura 1: Proiezione della sfera celeste sul piano.

Come si costruisce e come si orienta un planisfero

La rappresentazione di un modello a tre dimensioni su di uno piano, può portare alcuni problemi, per esempio sulla comprensione delle giuste direzioni e dei movimenti. Basta pensare che, abituati come siamo ad osservare il cielo sopra di noi, sul planisfero ce lo



ritroviamo da guardare sotto.

Per semplicità, teniamo il planisfero con il punto Sud davanti a noi.
Come si utilizza il planisfero

Il planisfero è costituito di diverse parti (si veda figura 2):

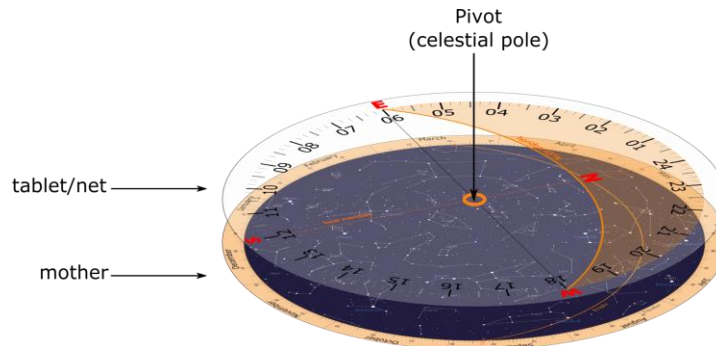


Figura 2: Composizione del planisfero.

La **madre** (cioè la mappa stellare) rappresenta la sfera celeste con le “stelle fisse” (cioè oggetti non appartenenti al sistema solare). Nel planisfero la sfera celeste è suddivisa in due parti: una rappresenta l'emisfero nord celeste, l'altra quello sud, il bordo rappresenta l'Equatore celeste. La madre include anche un bordo circolare che indica la data.

La **tavoletta** o **rete** (la parte in trasparenza) mostra l'orizzonte per un osservatore sulla Terra (linea arancione), valida per una data latitudine (in questo caso 45° N). Non essendo noi in alcuno dei due Poli, la nostra linea dell'orizzonte ci consente di vedere stelle dell'emisfero celeste Nord e di quello Sud. The tablet/net mostra anche le direzioni dei punti cardinali e l'ora del giorno.

La linea arancione dell'orizzonte separa la parte visibile del Cielo da quella non visibile. Le stelle che si possono vedere sono quelle nella parte trasparente della tavoletta.

La madre e la tavoletta possono ruotare relativamente l'una all'altra attorno al perno centrale, che rappresenta il polo nord celeste.

La data e l'ora sulla madre e sulla tavoletta possono essere variate con una rotazione, per avere la corrispondenza desiderata: il planisfero è costruito per mostrare il cielo visibile in una data voluta, ad una certa ora per una posizione precisa dell'osservatore.

Dove ci troviamo?

Sappiamo che, a seconda della posizione in cui ci troviamo, in particolare riguardo alla nostra latitudine, sono visibili per noi diverse parti della sfera celeste. A una data latitudine possiamo divider le stelle della sfera celeste in tre diversi gruppi:

- **Stelle circumpolari:** sono stelle che rimangono sempre sopra all'orizzonte, sono sempre visibili a qualsiasi ora della notte, nel corso di tutto l'anno.
- **Stelle occidue:** sono le stelle che sorgono e tramontano ad una data ora, rimanendo sopra all'orizzonte per un certo tempo e poi sparendo sotto all'orizzonte. Per questo motivo sono visibili per un tempo limitato della notte.

- **Stelle invisibili:** sono le stelle che rimangono sempre sotto l'orizzonte locale e per questo motivo, alla latitudine relativa all'orizzonte, non sono mai visibili.

Il planisfero ti aiuta a distinguere questi tre gruppi di stelle. Se ruoti la tavoletta puoi notare che :

- Alcune stelle sono sempre nella parte trasparente e visibile del planisfero: queste sono le stelle.....;
- Alcune stelle passano dalla zona trasparente a quella colorata: sono le stelle
- Altre stelle, infine, rimangono nella parte colorata: esse sono le stelle



Attività 1: Abbiniamo la latitudine giusta al cielo visibile

Possiamo indovinare quali stelle sono visibili ad una data latitudine: riesci ad associare la latitudine giusta ad ogni tavoletta del planisfero nella figura qui sotto

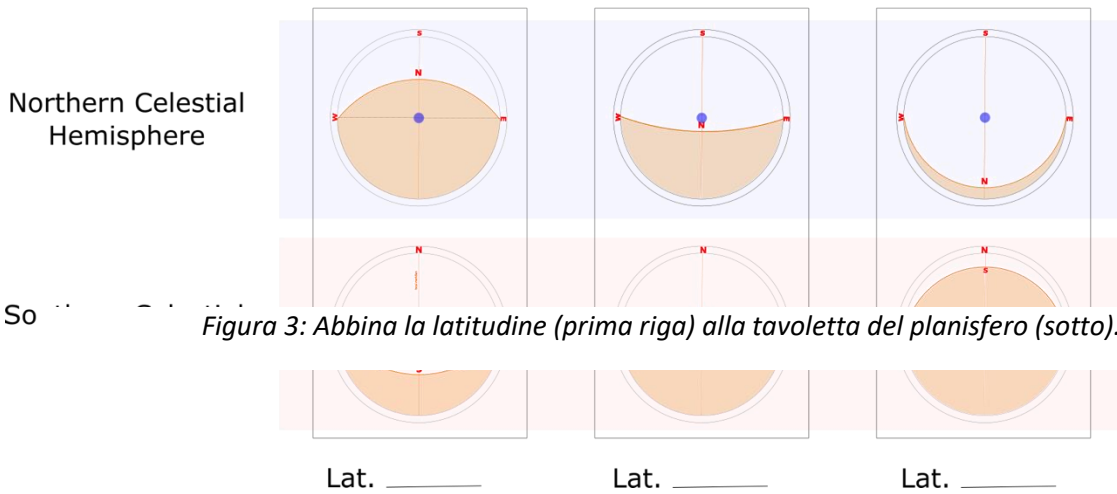
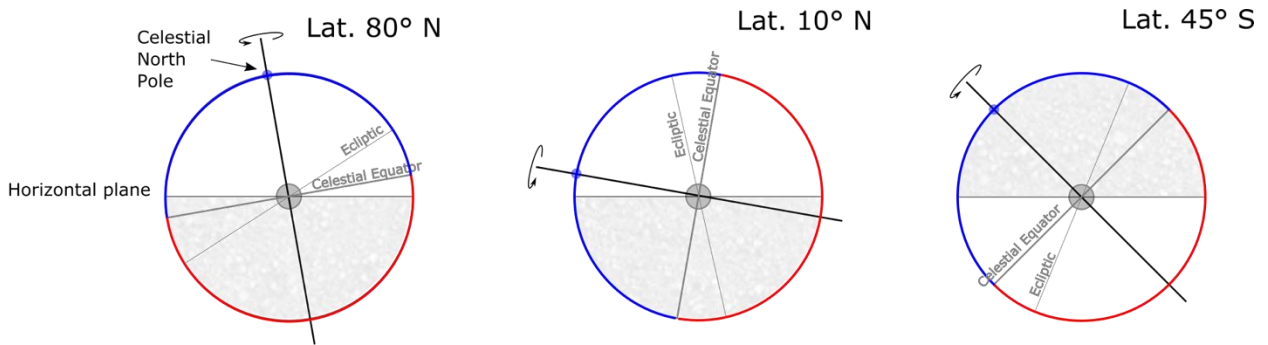


Figura 3: Abbinare la latitudine (prima riga) alla tavoletta del planisfero (sotto).



Attività 2: Il moto diurno della Terra.

Parte a:

Tenendo il planisfero davanti a te, muovi lentamente la madre da EST a OVEST (cioè in senso antiorario).

- Le stelle rimangono fisse rispetto all'orizzonte?

.....

- Che tipo di movimento stanno facendo?

.....

- In quale parte dell'orizzonte vedi le stelle "sorgere" (cioè entrare nella parte visibile in trasparenza della tavoletta)?

.....

- In quale parte dell'orizzonte vedi "tramontare" le stelle (cioè uscire dalla parte trasparente della tavoletta)?

.....

Ora individua una stella (per esempio Capella, parte dell'asterismo di Auriga) e ruota la madre fino a che la stella scelta si ritrova proprio sulla parte visibile della linea Nord-Sud (**il meridiano locale**).

A questo punto inizia a ruotare la madre ancora nella stessa direzione di prima.

- Di quanti gradi hai dovuto ruotare la madre per avere la stessa stella ancora sopra la direzione Sud?

.....

Parte b:

Tenendo il planisfero davanti a te, muovi lentamente la tavoletta da OVEST a EST (in senso orario).

- Le stelle rimangono fisse rispetto all'orizzonte?

.....

- Che tipo di movimento stanno facendo?

.....

- In quale dell'orizzonte vedi "sorgere" le stelle (cioè entrare nella parte visibile della tavoletta)?

-
- In quale parte dell'orizzonte vedi "tramontare" le stelle (cioè le vedi uscire dalla parte visibile in trasparenza della tavoletta)?
-

Ora torna alla stella che hai scelto ed utilizzato in precedenza, e ruota la madre fino a ch  la tua stella si ritrova ancora proprio sulla parte visibile della linea Nord-Sud.

Ruota la tavoletta fino a ch  la stella da te scelta si trova ancora proprio sulla parte visibile della linea Nord-Sud.

- Di quanti gradi hai dovuto ruotare la tavoletta ora per avere la tua stella di nuovo in direzione Sud?
-

- Le due rotazioni producono lo stesso effetto?
-
-



Conclusioni

- Sembra che le stelle si muovano da est a ovest durante la notte, ma questo movimento   dovuto alla rotazione, in verso opposto, della Terra, da Ovest ad Est.
- La Terra deve compiere un'intera rotazione (360 ) perch  dalla Terra si vedano ancora le stelle approssimativamente nella stessa posizione. Questa rotazione intera si chiama il giorno.



Da ricordare...

- La Terra ruota attorno al suo asse da Ovest ad Est. Questo movimento   reale.
- Vediamo le stelle muoversi da est, passare dalla direzione sud, e andare verso ovest. Questo moto   apparente: non sono le stelle a muoversi, ma a noi sembra cos . Ogni stella raggiunge la sua Altezza massima (culminazione) in direzione sud.
- La Terra gira attorno al suo asse in circa 24 ore (un giorno).



Attività 3: La data e l'ora

Ora prestiamo attenzione al cerchio delle **date** sul bordo della madre e, corrispondentemente, al cerchio delle **ore** sulla tavoletta.

- Sappiamo che il planisfero è progettato per fornire la giusta corrispondenza tra data, ora e cielo visibile: possiamo quindi simulare il passaggio del tempo, sia durante un singolo giorno che durante l'anno.
- Facendo corrispondere l'ora desiderata con la data desiderata troveremo il cielo visibile per quell'ora in quella data (come, per esempio, in Figura 4). Per fare pratica con questa caratteristica del planisfero, cerca di vedere quali stelle sono visibili il giorno del tuo compleanno.

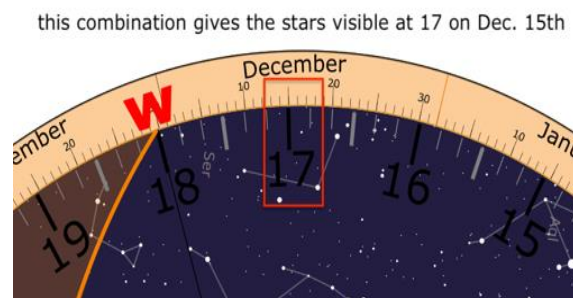


Figura 4: Configurazione di madre e tavoletta per il 15 Dicembre, 5pm.

- Per prima cosa, ci concentriamo sulle stelle che si trovano sulla linea N-S: questa posizione è chiamata "passaggio al meridiano".
- Troviamo la stella Vega, (una delle stelle più brillanti nel nostro cielo), e portiamola sulla linea del meridiano locale.
- Leggi la data corrispondente alla tacca delle ore 24. La data è _____
- Adesso simula il passaggio del tempo, ruotando la tavoletta di un giro completo in senso antiorario e facendo coincidere la tacca delle ore 24 con il giorno successivo a quello letto prima.
- Vega è ancora sul meridiano?

.....

- Ora, facendo passare la tacca delle ore 24 sui giorni successivi, puoi osservare come Vega si allontana dal meridiano. Per avere la stella di nuovo sul meridiano alle 24 devi avere questa tacca corrispondente alla prima data che hai letto, ossia deve essere passato un anno intero.



Attività 4: Inseguendo Castore

- Cerchiamo ora la stella “Castore” nella costellazione dei Gemelli sul planisfero e poniamola sulla linea del meridiano locale
- Leggendo sul planisfero, rispondiamo alle seguenti domande:

In che giorno vediamo Castore passare al meridiano a mezzanotte (le ore 24)?

.....

In che giorno vedremo Castore passare al meridiano tre mesi dopo questa data?

.....

In che giorno vedremo Castore passare al meridiano sei mesi dopo questa data?

.....

In che giorno vedremo Castore passare al meridiano nove mesi dopo questa data?

.....

- Nota che la stessa configurazione (per esempio una data stella sul meridiano) viene data da differenti combinazioni di data ed ora.
- In particolare, una stella passa al meridiano alle **ore 12 di una certa data** e alle **ore 24 sei mesi dopo** quella data: sono necessari sei mesi per vedere la stella nella stessa posizione con una differenza oraria di dodici ore.



Attività 5: Trovare la data

Usando la corrispondenza tra data, ora e posizione per le stelle, siamo in grado di **identificare le date** dalla configurazione di stelle visibili in una certa posizione ad una determinata ora.

Questo significa siamo in grado di *costruire un calendario* attraverso le stelle.

Questa costruzione può essere fatta con il planisfero: proviamo!

Cerca di capire le date ai tempi dati nel cielo delle figure sotto

- Guarda il cielo nelle Figure 5 e 6 sotto. Prova a riconoscere la configurazione di stelle e fai attenzione alle loro posizioni.

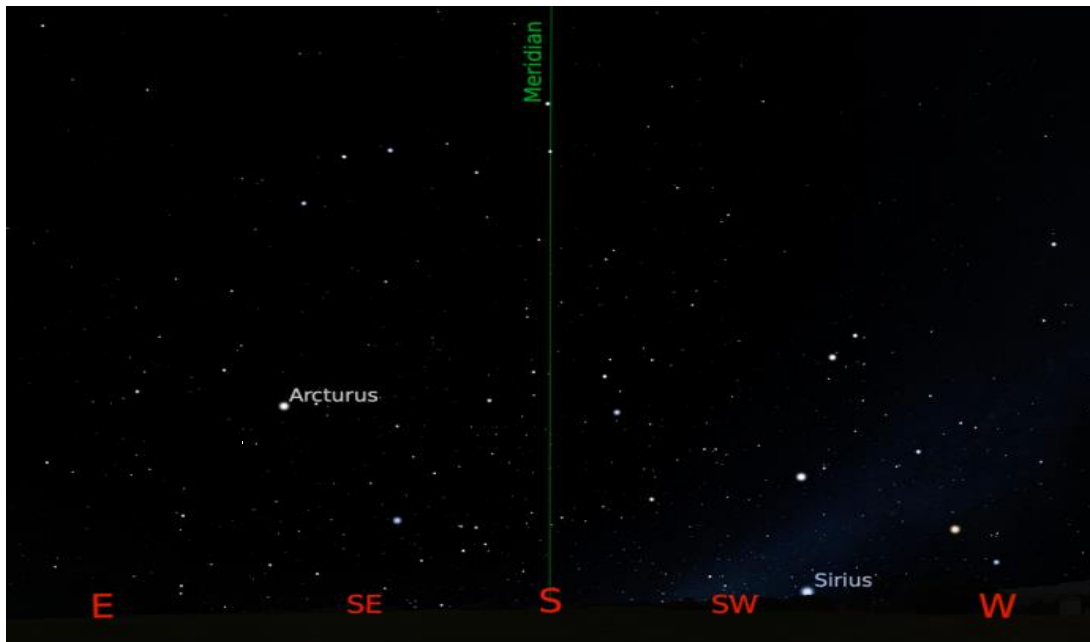


Figura 5: Vista verso sud. La luminosa stella Arturo è visibile. Fonte: Stellarium.org

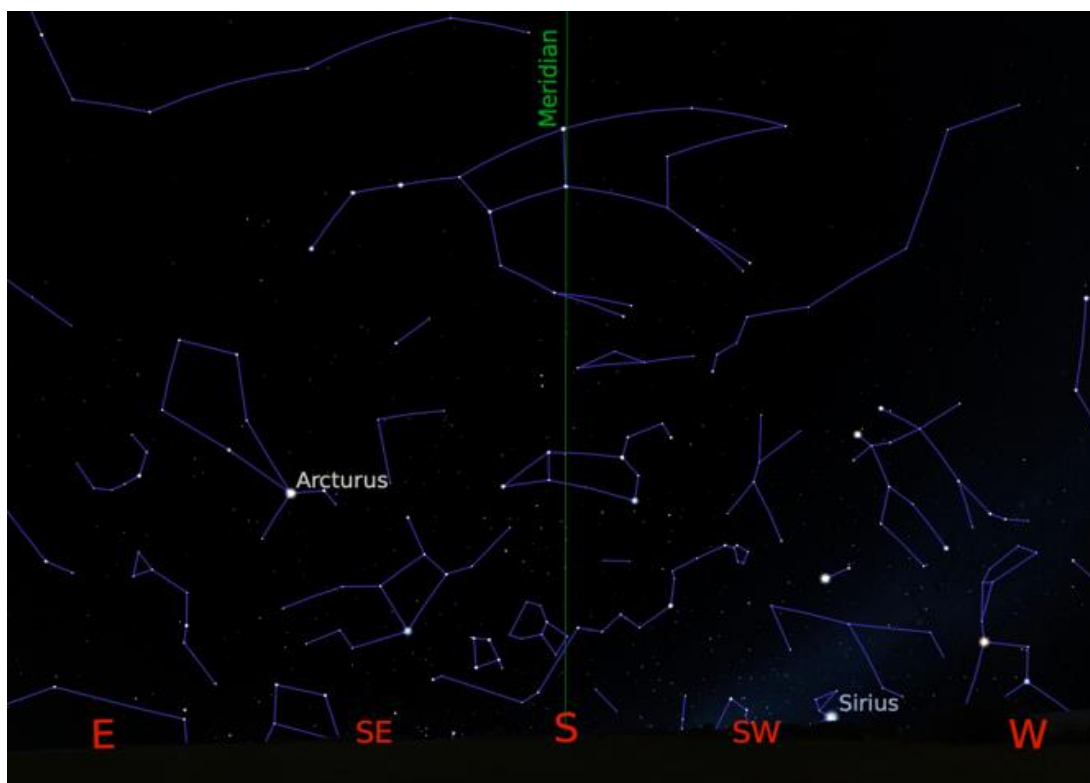


Figura 6: Come in figura 5, ma con le forme immaginarie che si evidenziano collegando le stelle con linee per potere riconoscere forme o figure dette asterismi. Fonte: Stellarium.org

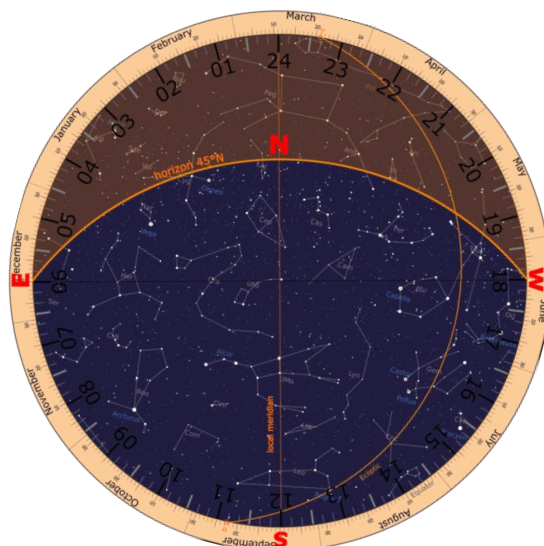


Figura 7: Il planisfero pronto per l'utilizzo.

- Prova a riprodurre questa configurazione sul tuo planisfero (poni particolare attenzione alle stelle che passano al meridiano):
- Leggi la data che corrisponde all'ora data (o viceversa), per trovare l'inforazione mancante.

- Time: 24:00 Date:
- Time: Date: September 11

Nota: puoi davvero vedere stelle (diverse dal Sole) nel cielo alle 12:00 o alle 14:30?

.....

- Prova ancora, usando una stella dell'emisfero celeste sud: Sirio, la più brillante della costellazione Canis Maior, qui sotto mostrata nel cielo in Figura 8.

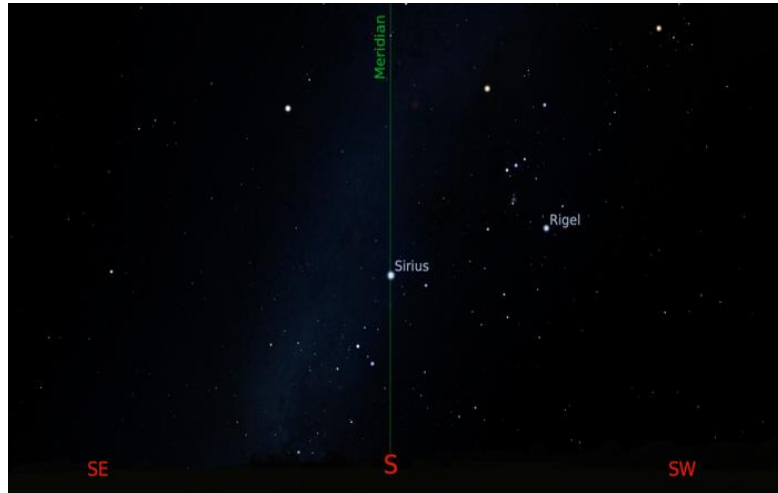


Figura 8: Vista a sud con Sirio al meridiano.

Ora: 03:00

Data:



Attività 6: Trova la tua costellazione

I fenomeni che hai visto prima sono dovuti alla rivoluzione della Terra attorno al Sole, come puoi vedere nella figura sotto che illustra questo moto da una prospettiva al di fuori della sfera celeste.

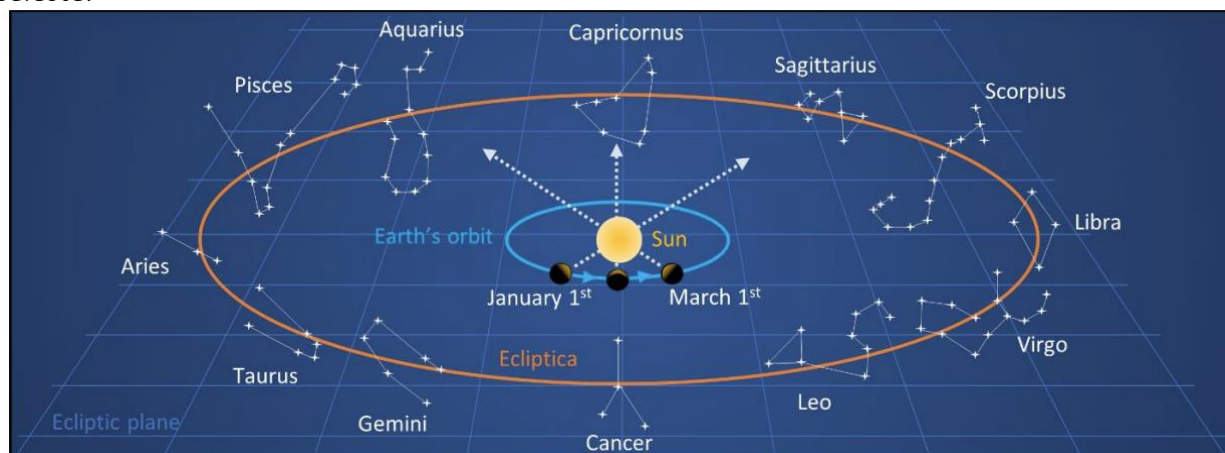


Figura 9: Gli asterismi sull'eclittica, come in figura 38, unità 1.

Fonte: <https://studylib.net/doc/14223319/the-sun-and-the-celestial-sphere>

Puoi inoltre provare nella struttura che vedi di fronte a te e in cui tu rappresenterai la Terra

- Il meridiano locale passa attraverso il tuo naso, dividendolo in due.
- Posizionati guardando il Sole in modo da avere la costellazione “Pesci” di fronte a te, esattamente dietro al Sole.
- In questa posizione il Sole “passa al tuo meridiano”: sono le ore 12 o mezzogiorno.
- Ora, tenendo il tuo planisfero con la direzione nord di fronte a te, lontano dal tuo corpo, poni la costellazione “Pesci” sul meridiano locale del tuo planisfero (usa il nome della costellazione, **Psc**, come riferimento).

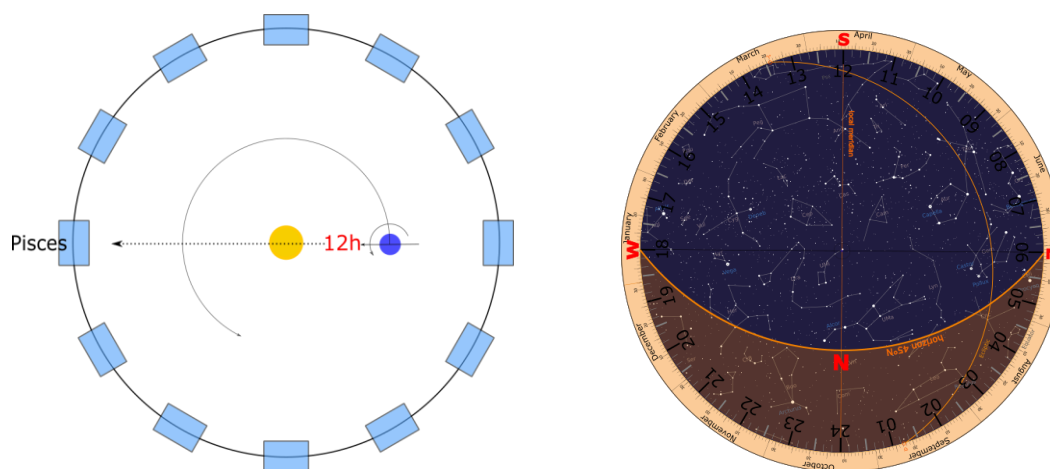


Figura 10: La sistemazione del tuo planisfero per parte di questa attività.

- Ora muoviti di 90° in senso antiorario intorno al Sole e poniti nuovamente in modo da averlo di fronte a te.

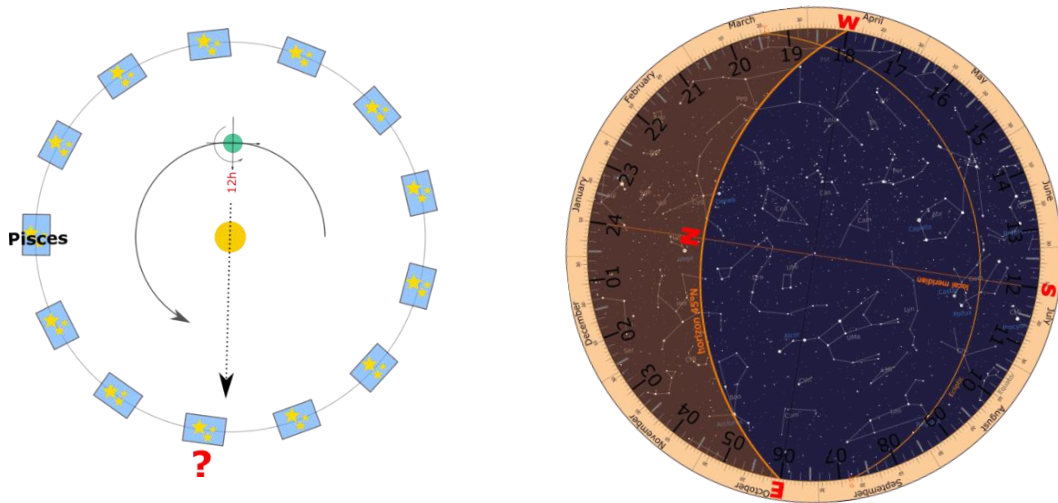


Figura 11: Il passo successivo ad avere girato di 90° in verso antiorario, e la corrispondente configurazione del planisfero.

- Quale costellazione vedi esattamente di fronte a te adesso?

.....

- In che direzione vedi la costellazione “Pesci” adesso? Disegna questa direzione nella figura sopra.
- Porta ora la costellazione che vedi di fronte a te sul meridiano sul tuo planisfero. In che direzione sembra essersi mossa la costellazione “Pesci”?

.....

Questo moto apparente può essere visto per ogni stella ed asterismo.



Conclusioni

- Sovrapposto al moto diurno, le stelle sembrano avere un altro moto più lento che le porta a cambiare la loro posizione ad una determinata ora con il passare dei giorni. La stessa configurazione si ripete in anticipo ogni giorno e ritorna esattamente la stessa esattamente dopo un anno.
- Possiamo associare data e ora con una precisa configurazione di stelle nel cielo: questo perché le loro posizioni reciproche non cambiano in un arco di tempo confrontabile con la nostra vita, cambiano solo il momento nelle quali le vediamo. Questo è dovuto al movimento della Terra intorno al Sole (rivoluzione della terra intorno al sole).



Da ricordare...

- Associamo “l’ora” con la **rotazione** della Terra attorno al proprio asse (nel planisfero è il movimento della tavoletta), e in particolare “mezzogiorno” (o le ore 12) è definito dal momento della culminazione del Sole.
- La Terra si muove però anche intorno al Sole nel corso di un anno (moto di **rivoluzione** della Terra, nel planisfero simulato dalle varie corrispondenze data-ora) così che la reciproca posizione di Terra, Sole e stelle cambia durante l’anno: questo è il motivo per cui vediamo le stesse stelle in momenti differenti durante l’anno. Definiamo i “giorni” e i “mesi” attraverso le stelle che vediamo in una certa posizione ad una certa ora.
- Anche se le stelle sono sempre intorno a noi, non le vediamo tutto il giorno, perché, quando il Sole è sopra l’orizzonte, l’interazione della luce solare con l’atmosfera della Terra ci impedisce di vedere le stelle “dietro” il Sole.



Esercizio: il planisfero online

Il planisfero fisico può essere difficile da trasportare o da avere sempre a portata di mano. Per averlo sempre con te dovunque, puoi scaricare l'applicazione "Heavens-above" sul tuo smartphone o usarla on-line sul sito:

<https://www.heavens-above.com/>.

L'app presenta alcune differenze rispetto al planisfero fisico, in generale alcune semplificazioni come:

- la madre non risulta completamente visibile;
- solo la tavoletta può ruotare

Usando il *time slider* dell'app puoi muoverti nel tempo avanti ed indietro



Figura 12: Il planisfero nella app "Heavens above".



Funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

TASTE
Teaching Astronomy at Educational Level
(2020-1-IT02-KA201-079528)

These resources were created as part of the project TASTE (Teaching Astronomy at Educational Level), co-funded by the Erasmus+ Program of the European Union, Erasmus+ project 2020-1-IT02-KA201-079528. All the TASTE resources can be found here: <https://zenodo.org/communities/taste?page=1&size=20>

