

Olimpiadi Italiane di Astronomia 2022
Corso di preparazione alla Gara Interregionale
Categoria Junior 2 - Lezione 3



1. Un osservatore misura per il Polo Nord celeste un'altezza sull'orizzonte pari a 37° . A che latitudine si trova l'osservatore?

Soluzione

I Poli celesti sono gli unici punti della sfera celeste che restano immobili durante il moto diurno. L'altezza sull'orizzonte del Polo Nord celeste (h_{polo}) è pari alla latitudine φ del luogo di osservazione, quindi l'osservatore si trova nell'emisfero nord a una latitudine:

$$\varphi = h_{\text{polo}} = +37^\circ$$

2. Un osservatore posto nell'emisfero nord misura per l'equatore celeste un'altezza massima sull'orizzonte pari a 30° . A che latitudine si trova l'osservatore?

Soluzione

L'altezza massima sull'orizzonte (h_{max}) di un corpo celeste si ha quando il corpo transita al meridiano in direzione sud. Per un corpo con declinazione δ e per un osservatore posto a latitudine φ si ha:

$$h_{\text{max}} = 90^\circ - \varphi + \delta$$

Tutti i punti dell'equatore celeste hanno, per definizione, $\delta = 0^\circ$. Quindi, detta $h_{\text{max-EC}}$ l'altezza massima dell'equatore celeste, avremo:

$$\varphi = 90^\circ + \delta - h_{\text{max-EC}} = 90^\circ + 0^\circ - 30^\circ = 60^\circ$$

3. Che declinazione deve avere una stella per essere circumpolare alle latitudini: 0° , 30° , 60° e 90° ?

Soluzione

In una qualsiasi località a latitudine φ risultano circumpolari tutte le stelle con declinazione δ tale che:

$$\delta > 90^\circ - \varphi$$

- 1) se $\varphi = 0^\circ$ (equatore) saranno circumpolari le stelle con: $\delta > 90^\circ - \varphi = 90^\circ - 0^\circ = 90^\circ$; quindi all'equatore non esistono stelle circumpolari;
- 2) se $\varphi = 30^\circ$ saranno circumpolari le stelle con: $\delta > 90^\circ - \varphi = 90^\circ - 30^\circ = 60^\circ$
- 3) se $\varphi = 60^\circ$ saranno circumpolari le stelle con: $\delta > 90^\circ - \varphi = 90^\circ - 60^\circ = 30^\circ$
- 4) se $\varphi = 90^\circ$ (polo nord) saranno circumpolari le stelle con: $\delta > 90^\circ - \varphi = 90^\circ - 90^\circ = 0^\circ$; quindi al polo nord sono circumpolari tutte le stelle con declinazione positiva, mentre le stelle con declinazione negativa non sono mai visibili.

Nota

Per effetto della rifrazione atmosferica, che all'orizzonte vale in media circa $35'$, risultano circumpolari anche le stelle con declinazione minore di circa $35'$ rispetto ai valori calcolati. Quindi, ad esempio, al polo nord sono circumpolari le stelle con $\delta > -35'$.

4. Un osservatore si trova alla latitudine 75° Nord e vuole sapere se può osservare una cometa che ha declinazione 30° Sud.

Soluzione

In una qualsiasi località a latitudine φ risultano visibili (nel corso dell'anno e del moto diurno) tutti gli oggetti con declinazione δ tale che:

$$\delta > \varphi - 90^\circ$$

Quindi alla latitudine $\varphi = 75^\circ$ saranno visibili oggetti con:

$$\delta > 75^\circ - 90^\circ,$$

cioè

$$\delta > -15^\circ$$

Sappiamo però che la rifrazione atmosferica, che nei pressi dell'orizzonte ha un valore di circa $35'$, fa aumentare la declinazione apparente di un oggetto. Quindi alla latitudine $\varphi = 75^\circ$ la declinazione limite δ_{lim} per la visibilità vale:

$$\delta_{lim} = 75^\circ - 90^\circ - 35' = -15^\circ 35'$$

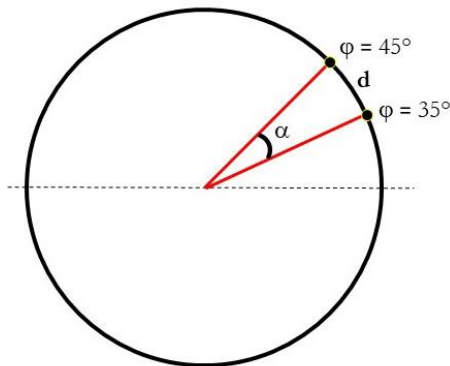
Detta δ_{cometa} la declinazione della cometa si ha:

$$\delta_{cometa} = 30^\circ S = -30^\circ < \delta_{lim}$$

Quindi la cometa non risulta mai visibile anche considerando la rifrazione atmosferica (si dice anche che risulta "anticircumpolare" per quell'osservatore).

5. La prima misura accurata delle dimensioni della Terra si deve a Eratostene di Cirene (275 a.C. - 195 a.C.) e fu ricavata misurando la differenza dell'altezza del Sole al solstizio d'estate in due località a distanza nota poste alla stessa longitudine. Supponendo la Terra sferica, quanto vale la lunghezza dell'arco di meridiano tra due località con uguale longitudine poste a latitudine $+35^\circ$ e $+45^\circ$?

Soluzione



L'angolo al centro α formato dai due raggi della Terra passanti per le due località è pari alla differenza di latitudine:

$$\alpha = 45^\circ - 35^\circ = 10^\circ$$

Detti R_T il raggio della Terra e C la lunghezza della sua circonferenza si ha:

$$C = 2 \pi R_T \approx 2 \pi \cdot 6378 \text{ km} \approx 4.007 \cdot 10^4 \text{ km}$$

Detta d la lunghezza dell'arco di meridiano vale la proporzione:

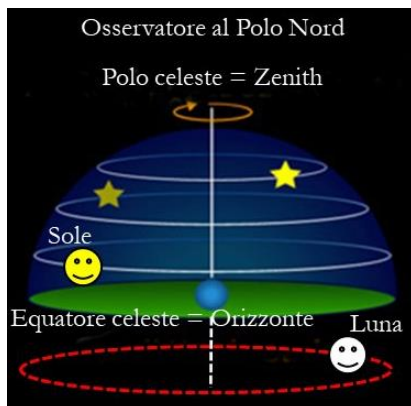
$$C : d = 360^\circ : 10^\circ$$

da cui si ricava:

$$d = \frac{C \cdot 10^\circ}{360^\circ} \approx 1113 \text{ km}$$

6. Nella seconda metà del mese di giugno un orso bianco sosta per alcuni giorni al Polo Nord. In quei giorni la Luna è prossima alla fase di Luna Piena. Può l'orso vederla in cielo?

Soluzione



Le osservazioni si svolgono in prossimità del solstizio d'estate, quando il Sole si trova nella parte più settentrionale dell'eclittica e la sua declinazione è: $\delta_{\odot} \approx +23^\circ$

Al polo Nord il polo celeste coincide con lo zenit e l'equatore celeste con l'orizzonte; di conseguenza l'altezza di un astro ha lo stesso valore della sua declinazione.

Al polo Nord, nel suo moto apparente diurno in prossimità del solstizio d'estate, il Sole percorre quindi un cerchio quasi parallelo all'orizzonte (un almucantarato) con altezza:

$$h_{\odot} = \delta_{\odot} \approx +23^{\circ}$$

senza mai tramontare.

La Luna è Piena quando si trova in direzione esattamente opposta a quella del Sole, quindi nei giorni delle osservazioni dell'orso la sua declinazione risulta: $\delta_{\text{Luna}} \approx -23^{\circ}$

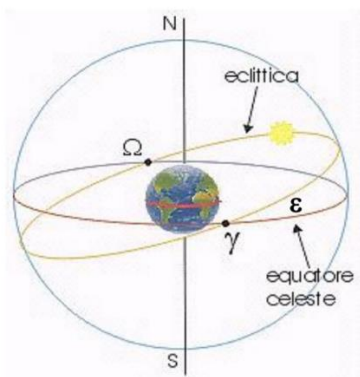
L'orbita della Luna è inclinata di circa $\pm 5^{\circ}$ sull'eclittica, tuttavia anche considerando il massimo valore positivo la sua altezza h_{Luna} sull'orizzonte risulta:

$$h_{\text{Luna}} = \delta_{\text{Luna}} \approx -23^{\circ} + 5^{\circ} \approx -18^{\circ}$$

Di conseguenza al Polo Nord in prossimità del solstizio d'estate se la Luna è prossima alla fase di Luna Piena resta sempre sotto l'orizzonte e l'orso non può vederla.

7. Quanto valgono, in gradi, le distanze minime e massime dell'equatore celeste e dell'eclittica?

Soluzione



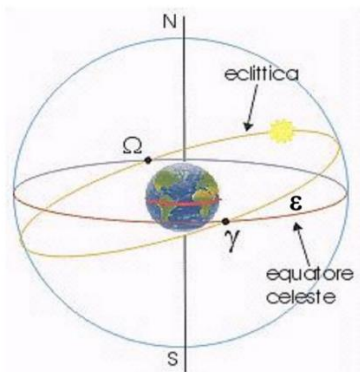
I piani dell'eclittica e dell'equatore celeste formano un angolo $\varepsilon = 23^{\circ} 26'$ detto obliquità dell'eclittica.

L'equatore celeste e l'eclittica si incontrano in due punti, il punto γ (che ha ascensione retta $\alpha = 0h$) e il punto Ω (che ha ascensione retta $\alpha = 12h$), dove ovviamente la loro distanza angolare è minima ed è pari a zero.

La massima distanza angolare si ha in corrispondenza dell'ascensione retta $\alpha = 6h$ e dell'ascensione retta $\alpha = 18h$ ed è pari a $\varepsilon = 23^{\circ} 26'$.

8. Calcolate l'ascensione retta del Sole ai solstizi e agli equinozi.

Soluzione



Nel corso di un anno, a causa del moto di rivoluzione della Terra, vediamo il Sole spostarsi rispetto alle stelle da Ovest verso Est, con la sua l'ascensione retta α_{\odot} che varia tra 0h e 24h (= 0 h).

All'equinozio di primavera, che cade tra il 20 e il 21 marzo, il Sole si trova nel punto γ (punto di Ariete), quindi per definizione:

$$\alpha_{\odot\gamma} = 0 \text{ h}$$

All'equinozio di autunno, che cade tra il 22 e 23 settembre, il Sole si trova nel punto Ω (punto della Bilancia), dalla parte opposta dell'eclittica, e quindi:

$$\alpha_{\odot\Omega} = 12 \text{ h}$$

I solstizi sono esattamente intermedi ai due equinozi, con il solstizio d'estate (**SE**) che cade tra il 20 e il 21 giugno e il solstizio d'inverno (**SI**) che cade tra il 21 e il 22 dicembre; avremo quindi:

$$\alpha_{\odot\text{SE}} = 6 \text{ h} \qquad \alpha_{\odot\text{SI}} = 18 \text{ h}$$

9. All'osservatorio di Greenwich una stella passa al meridiano a UT = 0h. Lo stesso giorno osservata dall'Isola che non c'è la stella passa al meridiano a UT = 2h. Determinate la longitudine dell'Isola che non c'è.

Soluzione

Il periodo P di rotazione della Terra (giorno siderale) vale $23\text{h } 56\text{m } 4.1\text{s}$, quindi detta $\Delta\lambda$ la differenza di longitudine tra due località e ΔT l'intervallo di tempo tra il passaggio di una data stella al meridiano nelle due località, vale la proporzione:

$$\Delta T : P = \Delta\lambda : 360^\circ$$

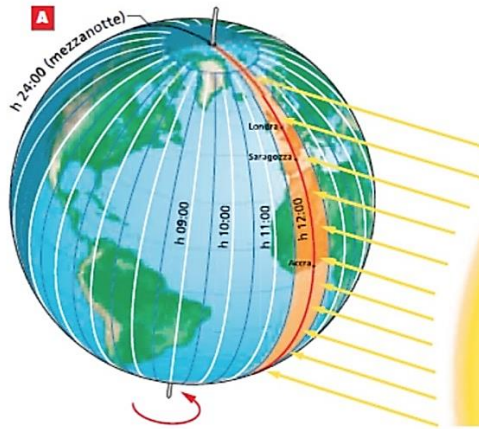
Da cui otteniamo:

$$\Delta\lambda = \frac{360^\circ \cdot \Delta T}{P} \approx \frac{360^\circ \cdot 2\text{h}}{23\text{h } 56\text{m } 4.1\text{s}} \approx \frac{360^\circ \cdot 2\text{h}}{23.93447} \approx 30^\circ.08 \approx 30^\circ 5'$$

Poiché la stella passa al meridiano dell'*Isola che non c'è* 2 ore dopo essere passata al meridiano a Greenwich, deduciamo che la sua longitudine è $30^\circ 5'$ Ovest.

10. Due osservatori, i cui orologi funzionano perfettamente, si trovano alla stessa latitudine e a pochi metri di distanza l'uno dall'altro. Osservano contemporaneamente il passaggio del Sole al meridiano in direzione sud. Eppure l'orologio del primo segna le 11:30, mentre l'orologio del secondo segna le 12:30. Dove si trovano i due osservatori?

Soluzione



La superficie della Terra è divisa in 24 fusi orari, la cui larghezza media è di 15° . Il tempo in un fuso è un'ora avanti rispetto al fuso immediatamente a ovest e un'ora indietro rispetto al fuso immediatamente a est (solo in pochissimi stati vengono utilizzati fusi orari intermedi).

L'ora segnata dai nostri orologi è la cosiddetta ora civile ed è la stessa per tutti i punti all'interno di un dato fuso orario, mentre l'ora del passaggio di un astro al meridiano di un osservatore dipende dalla sua vera longitudine.

Se i due osservatori vedono il passaggio del Sole al meridiano sud contemporaneamente vuol dire che si trovano all'incirca alla stessa longitudine.

Si deduce che i due osservatori si trovano in prossimità di un meridiano della Terra che segna il confine tra due fusi orari adiacenti. Il primo si trova 7.5° a est del meridiano centrale del suo fuso orario, mentre il secondo si trova 7.5° a ovest del meridiano centrale del suo fuso orario. Quindi i due osservatori vedranno in simultanea il passaggio del Sole al meridiano anche se i loro orologi segnano un'ora di differenza. Non è però possibile precisare con esattezza in quali fusi orari adiacenti si trovano i due osservatori.

11. Due osservatori si trovano alla stessa latitudine sul fuso orario di Roma (= UT + 1). Il primo osserva il Sole passare al meridiano alle 12:05, mentre il secondo osserva il passaggio del Sole al meridiano alle 12:15. Trascurando la variazione in ascensione retta del Sole, quanto distano in longitudine i due osservatori? Chi dei due si trova più a ovest?

Soluzione

La differenza ΔT tra l'ora del passaggio del Sole al meridiano per due osservatori nello stesso fuso orario è legata alla differenza $\Delta\lambda$ della loro longitudine dalla relazione:

$$\Delta T : 24\text{h} = \Delta\lambda : 360^\circ$$

da cui ricaviamo:

$$\Delta\lambda = \frac{\Delta T \cdot 360^\circ}{24\text{h}} = \frac{10\text{ minuti} \cdot 360^\circ}{1440\text{ minuti}} = 2.5^\circ$$

Il secondo osservatore si trova a ovest del primo, perché vede passare il Sole al meridiano più tardi.

12. Dalla relazione che lega il tempo siderale con l'ascensione retta e l'angolo orario degli oggetti sulla sfera celeste, dire se l'ascensione retta aumenta da est verso ovest o viceversa.

Soluzione

Detti t il tempo siderale, α l'ascensione retta di una stella e H il suo angolo orario vale la relazione:

$$t = \alpha + H$$

Quando una stella passa al meridiano in direzione sud il suo angolo orario è zero e quindi:

$$t = \alpha$$

Ne segue che a ogni istante passano al meridiano le stelle che hanno ascensione retta pari al tempo siderale. Quindi al trascorrere del tempo passano al meridiano stelle con ascensione retta crescente. Poiché la sfera celeste ruota da est verso ovest l'ascensione retta aumenta da ovest verso est.

13. Considerate un osservatore che abita a Messina ($\lambda = 15^\circ 33' 19''.54$; $\varphi = 38^\circ 11' 09''.80$) e uno che abita a Reggio Calabria ($\lambda = 15^\circ 39' 00''.42$; $\varphi = 38^\circ 06' 53''.00$) dotati entrambi di un orologio a tempo siderale e di uno a Tempo Universale. Di quanto differisce il tempo siderale dei due osservatori? Quale dei due orologi è "più avanti"? Di quanto differisce il Tempo Universale dei due osservatori?

Soluzione

Per calcolare la differenza tra il tempo segnato dai due orologi a tempo siderale, occorre considerare la differenza in longitudine $\Delta\lambda$ tra i due osservatori:

$$\Delta\lambda = 15^\circ 39' 00''.42 - 15^\circ 33' 19''.54 = 5' 40''.88 = 340''.88$$

La differenza tra l'ora locale, solare o siderale, a due diverse longitudini ΔT misurata allo stesso istante è legata alla differenza di longitudine $\Delta\lambda$ dalla relazione:

$$\Delta T = \frac{24 \text{ h} \cdot \Delta\lambda}{360^\circ}$$

Da cui, esprimendo gli angoli in secondi d'arco e il tempo in secondi ricaviamo:

$$\Delta T = \frac{86400 \text{ s} \cdot 340''.88}{1296000''} \approx 22.73 \text{ s}$$

Poiché Reggio Calabria si trova a Est di Messina, l'orologio a tempo siderale dell'osservatore a Reggio Calabria è "più avanti" di 22.73 secondi siderali dell'orologio dell'osservatore a Messina. Gli orologi a Tempo Universale dei due osservatori segneranno invece la stessa ora.

14. Un osservatore dispone di un orologio a tempo universale e di un orologio a tempo siderale. In un certo istante i due orologi segnano entrambi $t = 0$. Che tempo segnerà l'orologio a tempo siderale quando quello a tempo universale segnerà $t = 16 \text{ h}$?

Soluzione

Il Tempo Universale è definito come il tempo solare medio dell'Osservatorio di Greenwich. La durata di un giorno solare medio è di 24 h, mentre la durata di un giorno siderale è di $23\text{h } 56\text{m } 4.1\text{s} = 23.9344722 \text{ ore}$.

Il rapporto K tra i due valori permette di convertire gli intervalli di tempo solare medio ΔT in intervalli di tempo siderale Δt :

$$K = \frac{24 \text{ h}}{23.93447 \text{ h}} \approx 1.0027378$$

In definitiva un orologio a tempo siderale è **più veloce** di un orologio a tempo universale; avremo quindi:

$$\Delta t = \Delta T \cdot K = 16 \cdot 1.0027378 \approx 16.043805 \approx 16\text{h } 2\text{m } 37.7\text{s}$$

15. Abbiamo osservato una stella sorgere alle ore 22:00 UT del 3 febbraio 2012. In una data successiva abbiamo osservato la stessa stella sorgere alle 19:58 UT. In che giorno è stata fatta la seconda osservazione? Assumiamo per il giorno siderale una durata di 23h 56' 4.1" (=86164.1 s).

Soluzione

A causa della differenza tra giorno siderale (23h 56m 4.1s) e giorno solare medio (24 h), ogni giorno le stelle anticipano l'ora in cui sorgono di un tempo Δt pari a:

$$\Delta t = 24\text{h} - 23\text{h } 56\text{m } 4.1\text{s} = 3\text{m } 55.9\text{s} \approx 3.93 \text{ m}$$

La differenza ΔT di tempo universale tra le due osservazioni è:

$$\Delta T = 2\text{h } 2\text{m} = 122 \text{ m}$$

Quindi il numero N di giorni trascorsi, arrotondato all'intero più prossimo, è dato da:

$$N = \frac{\Delta T}{\Delta t} = \frac{122 \text{ m}}{3.93 \text{ m}} = 31$$

Poiché il 2012 era un anno bisestile, la seconda osservazione è stata fatta il 5 marzo 2012.