Olimpiadi Italiane di Astronomia 2022
Corso di preparazione alla Gara Interregionale
Categoria Junior 1 - 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 ($\boldsymbol{h_{polo}}$) è pari alla latitudine $\boldsymbol{\varphi}$ del luogo di osservazione, quindi l'osservatore si trova nell'emisfero nord a una latitudine:

$$\varphi = h_{polo} = +37°$$

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 ($\boldsymbol{h_{max}}$) di un corpo celeste si ha quando il corpo transita al meridiano in direzione sud. Per un corpo con declinazione $\boldsymbol{\delta}$ e per un osservatore posto a latitudine $\boldsymbol{\varphi}$ si ha:

$$h_{max} = 90° - \varphi + \delta$$

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

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

3. Quali delle seguenti stelle:
α Boo (δ = +19° 11'), **α** Lyr (δ = +38° 47') e **α** UMa (δ = +61° 45') risultano circumpolari a Catania, la cui latitudine è **φ** = +37° 31'? Quali delle stesse stelle sono circumpolari al Polo Nord?

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

$$\delta > 90° - \varphi$$

A Catania risultano quindi circumpolari tutte le stelle con:

$$\delta > 90° - 37°\, 31'$$

cioè con:

$$\delta > 52°\, 29'$$

Ovvero tra quelle in esame solo **α** UMa.
Al Polo Nord essendo **φ = 90°** tutte le stelle con **δ** > 0, quindi tutte quelle in esame, risultano circumpolari.

4. 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:

$$\delta > 90° - \varphi$$

1) se $\varphi = 0°$ (equatore) saranno circumpolari le stelle con: $\delta > 90° - \varphi = 90° - 0° = 90°$; quindi all'equatore non esistono stelle circumpolari;
2) se $\varphi = 30°$ saranno circumpolari le stelle con: $\delta > 90° - \varphi = 90° - 30° = 60°$
3) se $\varphi = 60°$ saranno circumpolari le stelle con: $\delta > 90° - \varphi = 90° - 60° = 30°$
4) se $\varphi = 90°$ (polo nord) saranno circumpolari le stelle con: $\delta > 90° - \varphi = 90° - 90° = 0°$; 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 $\delta > -35'$.

5. Calcolare l'altezza massima sull'orizzonte del Sole all'equinozio di primavera per un osservatore posto al Polo Nord e per un osservatore posto all'equatore.

Soluzione
In modo analogo a quanto accade per gli altri corpi celesti, l'altezza massima del Sole $\boldsymbol{h_{max\odot}}$ in funzione della sua declinazione $\delta_{\odot}$ per un osservatore posto a latitudine $\boldsymbol{\varphi}$ si ha quando il Sole passa al meridiano in direzione sud e vale:

$$h_{max\odot} = 90° - \varphi + \delta_{\odot}$$

All'equinozio di primavera (o di autunno) la declinazione del Sole è pari a zero (si trova cioè sull'equatore celeste) per cui avremo:

Polo Nord ($\varphi = 90°$): $h_{max\odot} = 90° - 90° + 0 = 0°$

Equatore ($\varphi = 0°$): $h_{max\odot} = 90° - 0° + 0° = 90°$

Nota
La formula usata si applica quando $\varphi \geq \delta$, relazione valida nei due casi considerati. Se invece $\varphi < \delta$ il Sole, o più in generale un corpo celeste, culmina più a nord dello zenith e l'altezza viene contata a partire dal punto cardinale nord utilizzando la relazione: $\mathrm{h_{max}} = 90° + \varphi - \delta$.

6. 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 $\boldsymbol{\varphi}$ risultano visibili (nel corso dell'anno e del moto diurno) tutti gli oggetti con declinazione $\boldsymbol{\delta}$ tale che:

$$\delta > \varphi - 90°$$

Quindi alla latitudine $\boldsymbol{\varphi} = 75°$ saranno visibili oggetti con:

$$\delta > 75° - 90°,$$

cioè

$$\delta > -15°$$

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 $\boldsymbol{\varphi} = 75°$ la declinazione limite $\boldsymbol{\delta_{lim}}$ per la visibilità vale:

$$\delta_{lim} = 75° - 90° - 35' = -15°\,35'$$

Detta $\boldsymbol{\delta_{cometa}}$ la declinazione della cometa si ha:

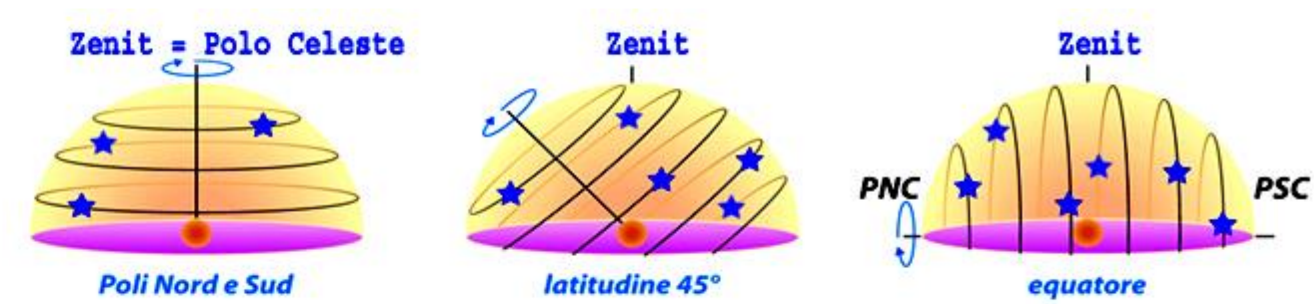
$$\delta_{cometa} = 30°\,S = -30° < \delta_{lim}$$

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

7. In quali condizioni, trascurando gli effetti della rifrazione, l'altezza di una stella sull'orizzonte resta invariata nel corso della rotazione diurna?

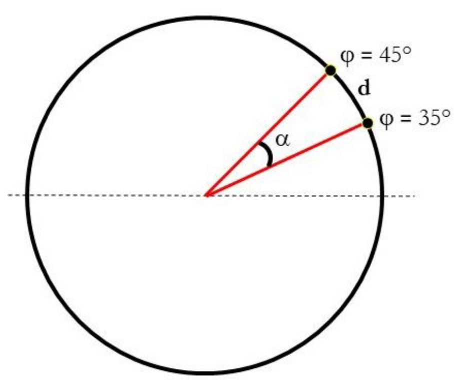
Soluzione
L'altezza di una stella resta invariata nel corso della rotazione diurna solo se:

1. l'osservatore si trova in uno dei poli terrestri; in questo caso in realtà l'altezza di tutte le stelle visibili resta invariata.
2. la stella si trova esattamente in uno dei poli celesti (PNC e PSC); in questo caso avremo due possibilità:
   a) un osservatore che non si trovi in uno dei poli terrestri potrà misurare un'altezza costante solo per una stella con declinazione $\delta = 90°$ ($\delta = -90°$se l'osservatore si trova nell'emisfero sud).
   b) un osservatore che si trova esattamente all'equatore potrà misurare un'altezza costante solo per due stelle se queste hanno declinazione $\delta_1 = 90°$ e $\delta_2 = -90°$.



8. 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° e +45°?

Soluzione



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

$$\alpha = 45° - 35° = 10°$$

Detti $\mathbf{R_T}$ il raggio della Terra e **C** la lunghezza della sua circonferenza si ha:

$$\mathrm{C} = 2\,\pi\,\mathrm{R_T} \simeq 2\,\pi \cdot 6378\ \mathrm{km} \simeq 4.007 \cdot 10^4\ \mathrm{km}$$

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

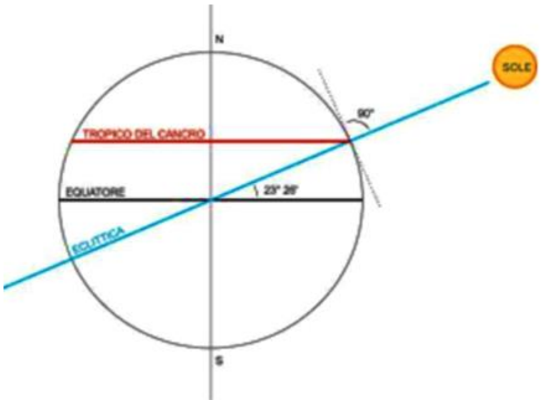
$$C : d = 360° : 10°$$

da cui si ricava:

$$\mathrm{d} = \frac{\mathrm{C} \cdot 10°}{360°} \simeq 1113\ \mathrm{km}$$

9. Quale giorno il centro del disco del Sole passa allo zenith se osservato da una località posta sul Tropico del Cancro (latitudine φ = 23° 26')? Illustrate la situazione con un disegno.

Soluzione



Per calcolare l'altezza massima del Sole $\boldsymbol{h_{max\odot}}$ in funzione della sua declinazione $\boldsymbol{\delta_{\odot}}$ per l'osservatore posto alla latitudine ($\boldsymbol{\varphi_{TC}}$) del Tropico del Cancro usiamo la relazione:

$$h_{max\odot} = 90° - \varphi_{TC} + \delta_{\odot}$$

che sappiamo essere valida in quanto in qualsiasi periodo dell'anno $\varphi_{TC} \geq \delta_{\odot}$.
Quando il centro del Sole passa allo zenith avremo:

$$90° = 90° - 23° \, 26' + \delta_{\odot}$$

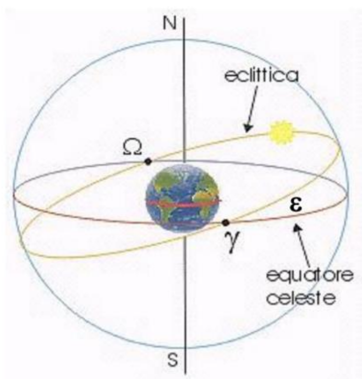
Da cui si ricava per la declinazione del Sole il valore:

$$\delta_{\odot} = 23° \, 26'$$

che viene raggiunto al solstizio d'estate, unico giorno in cui il centro del Sole passa allo zenith per un osservatore posto sul Tropico del Cancro.

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

Soluzione



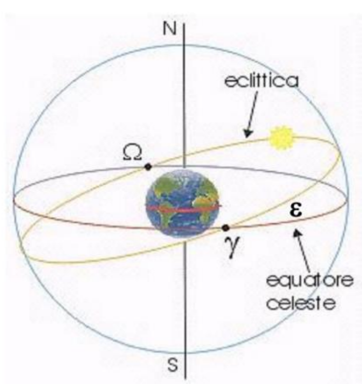
I piani dell'eclittica e dell'equatore celeste formano un angolo ε = 23° 26' detto obliquità dell'eclittica.

L'equatore celeste e l'eclittica si incontrano in due punti, il punto γ (che ha ascensione retta α = 0h) e il punto Ω (che ha ascensione retta α = 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 α = 6h e dell'ascensione retta α = 18h ed è pari a $\boldsymbol{\varepsilon}$ = 23° 26'.

11. 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 $\boldsymbol{\alpha_{\odot}}$ 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 $\boldsymbol{\gamma}$ (punto di Ariete), quindi per definizione:

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

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:

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

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:

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

12. Un osservatore posto sul meridiano di Greenwich misura per una stella un angolo orario di 2h. Nello stesso istante un secondo osservatore misura per la stessa stella un angolo orario di 4h 15m. A che longitudine si trova il secondo osservatore?

Soluzione

Osservando nello stesso istante una data stella, una differenza di angolo orario ΔH equivale a una differenza in longitudine $\Delta\lambda$ dei due osservatori pari a:

$$\Delta\lambda = \frac{360 \cdot \Delta H}{24}$$

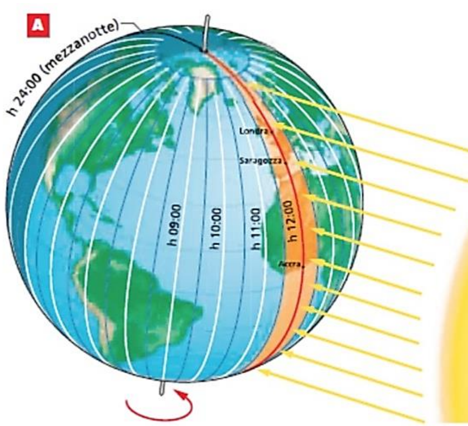
ovvero nel caso in esame:

$$\Delta\lambda = \frac{360 \cdot 2.25}{24} = 33°.75 = 33°\,45'$$

Poiché il secondo osservatore misura un angolo orario maggiore, vuol dire che si trova a est del meridiano di Greenwich e quindi la sua longitudine è: $\lambda = 33°\,45'$.

13. 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.

14. 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 $\boldsymbol{\Delta T}$ tra l'ora del passaggio del Sole al meridiano per due osservatori nello stesso fuso orario è legata alla differenza $\boldsymbol{\Delta\lambda}$ della loro longitudine dalla relazione:

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

da cui ricaviamo:

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

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

15. Un osservatore posto sul meridiano centrale del fuso orario di Roma (= UT+1) osserva il Sole passare al meridiano quando il suo orologio segna le 13:00. Nello stesso istante un secondo osservatore posto alla stessa longitudine, ma a molti km di distanza dal primo, nota che il suo orologio segna le 12:00. Dove si trova il secondo osservatore?

Soluzione
Poiché i due osservatori si trovano alla stessa longitudine, il passaggio del Sole al meridiano avviene nello stesso istante. Se l'osservatore sul meridiano centrale di Roma osserva il passaggio del Sole al meridiano alle 13:00, vuol dire che è in vigore l'ora legale. Quindi il secondo osservatore si trova in un paese dove in quel momento non è in vigore l'ora legale.