Olimpiadi Italiane di Astronomia 2022
Corso di preparazione alla Gara Interregionale
Categoria Senior - 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:

$$\varphi = \mathrm{h_{polo}} = +37°$$

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:

$$\mathrm{h_{max}} = 90° - \varphi + \delta$$

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

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

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

Soluzione

In una località a latitudine $\boldsymbol{\varphi}$ risultano circumpolari tutte le stelle con declinazione $\boldsymbol{\delta}$ 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 $\boldsymbol{\alpha}$ UMa.
Al Polo Nord essendo $\boldsymbol{\varphi = 90°}$ tutte le stelle con $\boldsymbol{\delta} > 0$, quindi tutte quelle in esame, risultano circumpolari.

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

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

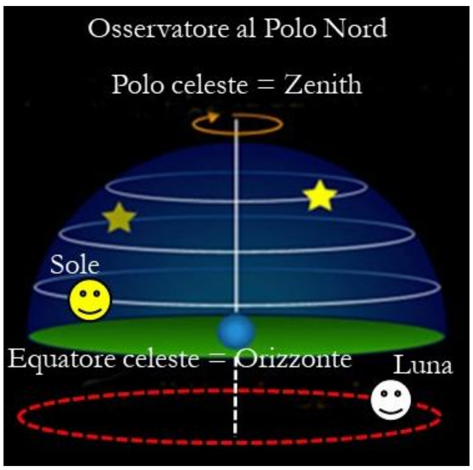
Detta $\boldsymbol{\delta_{cometa}}$ la declinazione della cometa si ha:

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

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

5. 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:

$$\delta_{\odot} \simeq +23°$$

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 non tramonta mai, perché percorre un cerchio quasi parallelo all'orizzonte (un almucantarat) con altezza:

$$h_{\odot} = \delta_{\odot} \simeq +23°$$

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: $\delta_{Luna} \simeq -23°$

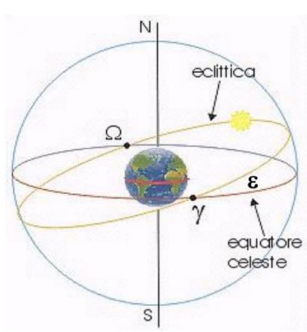
L'orbita della Luna è inclinata di circa $\pm 5°$ sull'eclittica, tuttavia anche considerando il massimo valore positivo la sua altezza $\mathbf{h_{Luna}}$ sull'orizzonte risulta:

$$h_{Luna} = \delta_{Luna} \simeq -23° + 5° \simeq -18°$$

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.

6. 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 $\varepsilon = 23°\,26'$ 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 $\boldsymbol{\varepsilon} = 23°\,26'$.

7. Per quanto tempo ogni giorno il Sole rimane visibile, anche solo parzialmente, a un osservatore posto sull'equatore della Terra? Per il diametro apparente del Sole si assuma un valore di 32'; si trascuri la sua variazione di ascensione retta nel corso di un giorno.

Soluzione

All'equatore il Sole tramonta sempre perpendicolarmente all'orizzonte. Nel corso di un giorno solare medio il Sole vero percorre circa 24h (= 360°) di angolo orario.

Grazie alle sue dimensioni angolari, il Sole sarà visibile all'alba e sarà ancora visibile al tramonto quando il suo centro si trova di un angolo $\Delta h = 16'$ sotto l'orizzonte.
Inoltre, a causa della rifrazione dell'atmosfera, pari a circa 35' all'orizzonte, il bordo superiore del Sole diventa visibile all'alba e sarà ancora visibile al tramonto quando si trova di un angolo $\Delta r = 35'$ sotto l'orizzonte.
In definitiva all'equatore, a causa delle dimensioni angolari e della rifrazione, il Sole resta visibile per un angolo **H**:

$$H = 180° + 2\Delta h + 2\Delta r = 180° + 32' + 70' = 181°\,42'$$

Detto $\mathbf{\Delta T}$ il tempo di permanenza del Sole sopra l'orizzonte, vale la relazione:

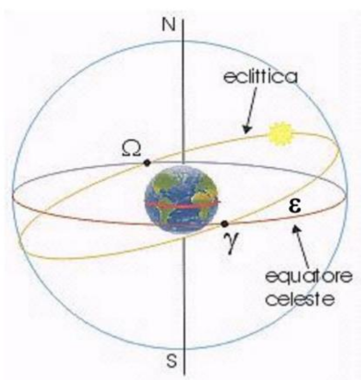
$$\Delta T : 181°\,7' = 24h : 360°$$

e quindi:

$$\Delta T = \frac{181°\,42' \cdot 24h}{360°} \simeq 12.11\ h \simeq 12h\ 7m$$

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 $\boldsymbol{\alpha}_{\odot}$ 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:

$$\boldsymbol{\alpha}_{\odot\boldsymbol{\gamma}} = 0\ h$$

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:

$$\boldsymbol{\alpha}_{\odot\boldsymbol{\Omega}} = 12\ h$$

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:

$$\boldsymbol{\alpha}_{\odot_{SE}} = 6\ h \qquad\qquad \boldsymbol{\alpha}_{\odot_{SI}} = 18\ h$$

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 23h 56m 4.1s, quindi detta $\boldsymbol{\Delta\lambda}$ la differenza di longitudine tra due località e $\mathbf{\Delta T}$ l'intervallo di tempo tra il passaggio di una data stella al meridiano nelle due località, vale la proporzione:

$$\Delta T : P = \Delta\lambda : 360°$$

Da cui otteniamo:

$$\Delta\lambda = \frac{360° \cdot \Delta T}{P} \simeq \frac{360° \cdot 2h}{23h\,56m\,4.1s} \simeq \frac{360° \cdot 2h}{23.93447} \simeq 30°.08 \simeq 30°\,5'$$

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° 5′ Ovest.

10. 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:

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

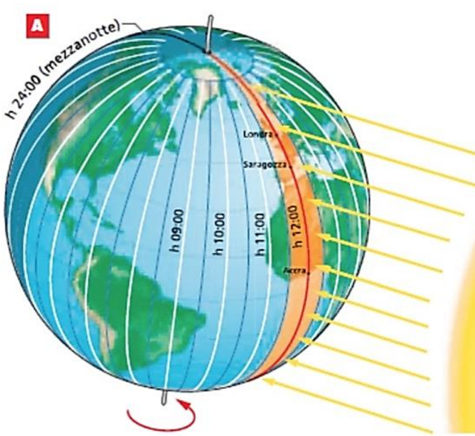
ovvero nel caso in esame:

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

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: $\lambda = 33°\,45'$.

11. 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.

12. 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 $\mathbf{\Delta T}$ 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:

$$\Delta T : 24h = \Delta\lambda : 360°$$

da cui ricaviamo:

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

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

13. Considerate un osservatore che abita a Messina ($\lambda = 15°\,33'\,19''.54;\ \varphi = 38°\,11'\,09''.80$) e uno che abita a Reggio Calabria ($\lambda = 15°\,39'\,00''.42;\ \varphi = 38°\,06'\,53''.00$) 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:

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

La differenza tra l'ora locale, solare o siderale, a due diverse longitudini $\mathbf{\Delta T}$ misurata allo stesso istante è legata alla differenza di longitudine $\boldsymbol{\Delta\lambda}$ dalla relazione:

$$\Delta T = \frac{24\ h \cdot \Delta\lambda}{360°}$$

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

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

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 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 23h 56m 4.1s = 23.9344722 ore.

Il rapporto **K** tra i due valori permette di convertire gli intervalli di tempo solare medio $\mathbf{\Delta T}$ in intervalli di tempo siderale $\mathbf{\Delta t}$:

$$K = \frac{24\ h}{23.93447\ h} \simeq 1.0027378$$

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

$$\Delta t = \Delta T \cdot K = 16 \cdot 1.0027378 \simeq 16.043805 \simeq 16h\ 2m\ 37.7s$$

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 $\mathbf{\Delta t}$ pari a:

$$\Delta t = 24h - 23h\ 56m\ 4.1s = 3m\ 55.9s \simeq 3.93\ m$$

La differenza $\boldsymbol{\Delta T}$ di tempo universale tra le due osservazioni è:

$$\Delta T = 2h\ 2m = 122\ m$$

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

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

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