OLIMPIADI ITALIANE DI ASTRONOMIA 2018

Finale Nazionale – 19 aprile

Prova Teorica - Categoria Junior 1

1. Eclisse o non eclisse?
La Pasqua cattolica viene festeggiata nella prima domenica che segue la prima Luna piena dopo l'equinozio di primavera. Sapendo che il periodo sinodico medio della Luna è di 29.53 giorni, è possibile osservare un'eclisse di Luna durante la settimana che precede la Pasqua? È possibile osservare un'eclisse di Sole durante la settimana che precede la Pasqua?

Soluzione.
Un'eclisse di Luna si verifica quando la Luna è piena. Poiché la Pasqua e il plenilunio che la precede sono separati da un massimo di 6 giorni, è possibile osservare un'eclisse di Luna nella settimana che precede la Pasqua. Un'eclisse di Sole si verifica quando la Luna è nuova. Poiché l'intervallo tra una Luna piena e la successiva (o la precedente) Luna nuova è poco più di 14 giorni e mezzo (circa 14.77), non è possibile osservare un'eclisse di Sole nella settimana che precede la Pasqua.

2. Sollevamento pesi su Marte
Due astronauti su Marte stanno cercando di sollevare la loro mars-mobile, la cui massa è di 255 kg, rimasta senza energia. Che forza totale devono applicare per sollevare il veicolo?

Soluzione.
Per sollevare il veicolo i due astronauti devono applicare una forza verso l'alto appena più grande della forza peso che agisce sulla mars-mobile. Sappiamo che il peso di un corpo di massa "m" sulla superficie di un pianeta è dato dalla relazione: $P = m \cdot g_p$, dove "m" è la massa del corpo e "g_p" l'accelerazione di gravità alla superfice, che è data dalla relazione: $g_p = \frac{G\,M}{R^2}$, dove "M" è la massa del pianeta e "R" il suo raggio.

Nel caso di Marte otteniamo: $g_{Marte} = \dfrac{6.674 \cdot 10^{-11}\ \frac{m^3}{kg \cdot s^2} \cdot 6.42 \cdot 10^{23}\ kg}{(3397 \cdot 10^3\ m)^2} = 3.71\ \frac{m}{s^2}$

Quindi il peso della mars-mobile è: $P = 255\ kg\ \cdot 3.71\ \frac{m}{s^2} \cong 946\ N$
Per sollevare verso l'alto il veicolo occorrerà una forza maggiore di 946 N

3. L'anno luce sul pianeta Papalla
Il pianeta Papalla ruota, su un'orbita circolare, attorno a una stella esattamente uguale al Sole. La sua distanza dalla stella è di 230.7 · 10^6 km. Gli astronomi di Papalla misurano il tempo e le distanze con unità di misura fondamentali (il secondo e il metro) identiche a quelle degli astronomi della Terra e anche loro chiamano "anno" il tempo impiegato dal loro pianeta per compiere una rivoluzione completa attorno alla stella. Quanto vale, in km, un anno luce per gli astronomi del pianeta Papalla?

Soluzione.
Poiché la stella attorno a cui ruota Papalla è esattamente uguale al Sole, detto "a" il semiasse maggiore dell'orbita e "T" il periodo di rivoluzione, vale la relazione applicabile ai corpi del Sistema Solare:

$$a^3 = T^2 \quad \text{con "a" in unità astronomiche e "T" in anni terrestri.}$$

Essendo $a = \frac{230.7 \cdot 10^6\ km}{149.6 \cdot 10^6\ km} = 1.542\ UA,$ un anno su Papalla vale: $T = \sqrt{a^3} = \sqrt{3.667} \cong 1.915$ anni terrestri

La velocità della luce è una costante universale, mentre l'anno luce è la distanza che la luce percorre in un anno. Poiché l'anno di Papalla è 1.915 volte più lungo di quello terrestre, l'anno luce per gli astronomi di Papalla sarà più lungo della stessa quantità e varrà quindi:

$$anno\ luce_{Papalla} = 9461 \cdot 10^9\ km \cdot 1.915 \cong 1.812 \cdot 10^{13}\ km$$

4. Il moto della Luna
Calcola di quanto si sposta nel cielo la Luna in un'ora, in un minuto e in un secondo. Esprimi il risultato in gradi/ora, in gradi/minuto e in gradi/secondo. Quanto tempo impiega la Luna per percorrere una distanza pari

al doppio del suo diametro apparente? Considera l'orbita della Luna circolare, trascurando la sua inclinazione sull'equatore celeste. Per il diametro apparente medio della Luna assumi il valore β = 0°.518.

Soluzione.
La combinazione del moto rotatorio della Terra intorno al proprio asse e del moto orbitale della Luna, fa si che l'intervallo di tempo che intercorre tra due passaggi consecutivi della Luna sullo stesso meridiano sia diverso dal giorno siderale. La combinazione dei due moti spiega perché la Luna sorge ogni notte più tardi e stabilisce anche la misura del "giorno lunare".
La Luna compie un giro completo attorno alla Terra in P = 27.322 giorni ≅ 655.73 ore (periodo siderale), mentre la Terra compie un giro completo sul suo asse in circa T = 23h 56m 4s ≅ 23.93 ore (giorno siderale). Il tempo tra due passaggi della Luna al meridiano è il periodo sinodico (S) dei due moti e vale quindi:

$$\frac{1}{S} = \frac{1}{T} - \frac{1}{P} = \frac{1}{23.93\ h} - \frac{1}{655.73\ h} \qquad \text{da cui ricaviamo: } S \cong 24.84\ h \cong 24h\ 50m$$

Quindi ogni giorno la Luna passa al meridiano 50m più tardi rispetto al giorno precedente.
Ciò premesso possiamo calcolare quanto (α) si sposta la Luna nel cielo in un'ora, in un minuto e in un secondo:

$$\alpha = \frac{360°}{24.84\ h} = 14.49\ \frac{°}{h} = 0.242\ \frac{°}{m} = 4.03\ 10^{-3}\ \frac{°}{s}$$

Nota (calcolo non richiesto): detto R il raggio della Luna e D la sua distanza dalla Terra, il diametro apparente medio della Luna (β) è dato dalla relazione:

$$\beta = 2\ \cdot\ \sin^{-1}\left(\frac{R}{D}\right) = 2\ \cdot sin^{-1}\left(\frac{1738\ km}{384.4\ \cdot\ 10^3\ km}\right) = 0°.518\ \cong 31'.1$$

Per percorrere il doppio del suo diametro apparente la Luna impiega quindi un tempo (t) pari a:

$$t = \frac{2\ \beta}{\alpha} = \frac{1.036\ °}{14.49\ °/h} \cong 0.071\ h\ \cong 4.3\ m$$

5. L'altezza del Sole
Calcola la massima altezza sull'orizzonte del Sole all'equinozio d'autunno per un osservatore posto a Bari (latitudine 41° 07' N) e uno posto al Polo Sud, nei seguenti casi:
a) situazione attuale: eclittica inclinata di ε = 23° 27' rispetto all'equatore celeste;
b) asse terrestre perpendicolare all'eclittica;
c) asse terrestre parallelo all'eclittica.
Completa la soluzione con un disegno di ciascuna configurazione. Trascura gli effetti della rifrazione.

Soluzione.
L'altezza massima del Sole osservato da un luogo a latitudine φ è:

$h_{max} = 90° - \varphi + \delta_{Sole}$ se l'osservatore si trova nell'emisfero boreale

$h_{max} = 90° + \varphi - \delta_{Sole}$ se l'osservatore si trova nell'emisfero australe

Detta ε l'inclinazione dell'asse terrestre rispetto alla perpendicolare al piano dell'eclittica, che coincide con l'obliquità (inclinazione) dell'eclittica rispetto all'equatore celeste, la declinazione del Sole nel corso dell'anno varia tra $-\varepsilon < \delta_{Sole} < +\varepsilon$.

Il problema chiede l'altezza massima del Sole il giorno dell'equinozio d'autunno, quando il Sole si trova sull'equatore celeste e quindi δ_{Sole}= 0°.

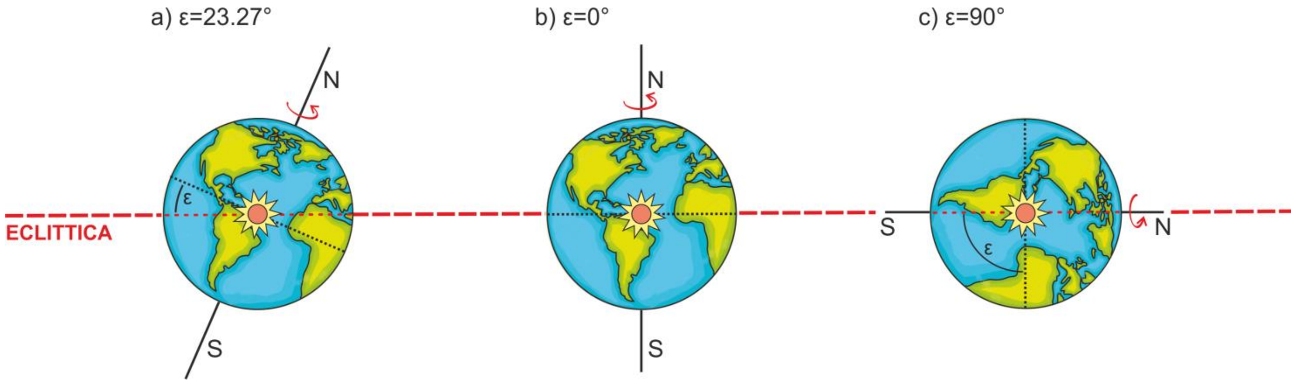
Poiché $\varphi_{Bari} = 41°\ 07'$ e $\varphi_{Polo\ sud} = -90°$ avremo nei tre casi:

a) $h_{max-Bari} = 90° - \varphi + \delta_{Sole} = 90° - 41°\ 07' + 0° = 48°\ 53'$
   $h_{max-Polo\ sud} = 90° + \varphi - \delta_{Sole} = 90° - 90° - 0° = 0°$

b) $h_{max-Bari} = 90° - \varphi + \delta_{Sole} = 90° - 41°\ 07' + 0° = 48°\ 53'$
   $h_{max-Polo\ sud} = 90° + \varphi - \delta_{Sole} = 90° - 90° - 0° = 0°$

c) $h_{max-Bari} = 90° - \varphi + \delta_{Sole} = 90° - 41°\ 07' + 0° = 48°\ 53'$
   $h_{max-Polo\ sud} = 90° + \varphi - \delta_{Sole} = 90° - 90° - 0° = 0°$

Notiamo che il risultato ottenuto nei tre casi è indipendente dall'inclinazione dell'asse terrestre rispetto all'eclittica proprio perché, per definizione, agli equinozi δ_{Sole}= 0°. In tutti e tre i casi l'altezza massima del Sole il giorno dell'equinozio d'autunno è 48° 53' da Bari e 0° dal Polo Sud.



La figura rappresenta la Terra durante gli equinozi nei tre casi richiesti dal problema. La linea rossa orizzontale rappresenta l'eclittica. La linea nera a puntini rappresenta l’equatore. Durante gli equinozi il Sole si trova per definizione nei punti di intersezione (nodi) tra equatore ed eclittica, qualunque sia l’orientamento dell’asse terrestre. Durante gli equinozi il Sole è allo zenit all’equatore e, a causa della rotazione terrestre, sembra muoversi lungo l’equatore terrestre. La posizione relativa del Polo Sud e di Bari rispetto all’equatore terrestre non cambia nei tre casi, quindi l’altezza massima del Sole sull’orizzonte sarà sempre la stessa.