

2. Appuntamento sullo stretto (problema nr. 2, categoria Junior, Finale Nazionale 2014)

Paolo e Francesca sono due amici con la passione dell'Astronomia, che abitano sulle rive opposte dello Stretto di Messina. Oggi Paolo, che abita a Messina (longitudine $15^{\circ} 33' 19'' .54$ E, latitudine $38^{\circ} 11' 09'' .80$ N), attraversa lo Stretto perché invitato da Francesca a cena a Reggio Calabria (longitudine $15^{\circ} 39' 00'' .42$, latitudine $38^{\circ} 06' 53'' .00$ N). Francesca dice a Paolo: "Mi raccomando la puntualità: ti aspetto stasera alle venti e trenta esatte del mio orologio siderale. Sincronizza quindi adeguatamente il tuo orologio siderale!". Di quanto deve spostare l'orario Paolo sul suo orologio siderale, rispetto all'orologio siderale di Francesca? In avanti o all'indietro? E se i due orologi indicassero il tempo universale, di quanto dovrebbe essere tale differenza?

Parole o espressioni chiave: longitudine, orologio siderale, tempo universale, spostare l'orario (in avanti o all'indietro), differenza

Dati non necessari: latitudine, venti e trenta

Cenni alla teoria: Il Tempo Siderale, il Tempo Universale, le longitudini

Fin dai suoi primordi, la civiltà umana ha utilizzato la regolarità dei fenomeni astronomici per quantificare (e misurare) lo scorrere del tempo. In astronomia esistono diverse definizioni di tempo, tutte legate al moto apparente degli astri, determinato a sua volta dai moti della Terra (principalmente rotazione intorno al proprio asse e rivoluzione intorno al Sole). Questo moto apparente fa sì che, assumendo come riferimento il meridiano centrale del luogo da cui si osserva, tutti i punti della volta celeste lo attraversano periodicamente. Un concetto molto utile in astronomia è allora quello di angolo orario H : esso corrisponde alla differenza tra l'ascensione retta del meridiano centrale RA_{MC} e l'ascensione retta RA dell'oggetto considerato:

$$H = RA_{MC} - RA$$

Per convenzione, l'ascensione retta è 0 per il meridiano celeste passante per il punto gamma, e aumenta muovendosi da ovest verso est. Ora, poiché tutta la volta celeste ruota da Est verso Ovest, un qualsiasi oggetto posto ad est del meridiano centrale (cioè che deve ancora transitare) avrà angolo orario negativo; viceversa, se l'oggetto si troverà ad ovest del meridiano centrale (cioè sarà già transitato) allora il suo angolo orario sarà positivo. L'angolo orario appare quindi come un vero e proprio strumento per la misura del tempo. Nel caso particolare del punto gamma, ($RA = 0$) si ha evidentemente

$$H = RA_{MC}$$

In questo caso H prende il nome di **tempo siderale** e viene indicato con ST .

Dunque si può anche scrivere $ST = RA_{MC}$ e $H = ST - RA$.

Pertanto, conoscendo l'ascensione retta RA di un oggetto e misurando il suo angolo orario H , si può determinare il tempo siderale ST con la seguente relazione:

$$ST = RA + H$$

L'intervallo di tempo definito da due successivi passaggi al meridiano del punto gamma definisce la durata del **giorno siderale**. Esso ha la durata di una rotazione terrestre, ovvero 23 ore e 56 minuti.

Un discorso analogo, fatto considerando non il punto gamma ma il Sole, conduce ai concetti di giorno solare e tempo solare.

Il **giorno solare** è l'intervallo di tempo definito da due successivi transiti del Sole al meridiano di un luogo. Analogamente, l'ascensione retta del Sole in ogni istante dovrebbe fornire il tempo solare. In effetti è così, ma con una notevole differenza: il giorno solare vero ha infatti inizio quando l'angolo orario del Sole vale $H_S = 12^h$ (cioè quando il Sole transita all'antimeridiano del luogo, a mezzanotte) e termina al successivo transito all'antimeridiano. Il tempo solare vero è dato quindi dall'angolo orario del sole aumentato di 12 ore:

$$\text{Tempo solare vero} = H_S + 12^h$$

Il tempo siderale e il tempo solare sono tempi locali. Essi dipendono cioè dalla longitudine λ del luogo di osservazione (positiva a Est di Greenwich, negativa ad Ovest). La differenza, in ore, tra il tempo siderale ST_1 ed ST_2 , misurato in due luoghi a longitudine λ_1 e λ_2 rispettivamente, dove le longitudini sono espresse in gradi, è data da

$$(ST_1 - ST_2)^{\text{(in ore)}} = (\lambda_1 - \lambda_2)^{\text{(in gradi)}} / 15$$

Per convenzione, viene chiamato Tempo Universale (UT) il tempo solare a Greenwich. Esso costituisce un riferimento orario assoluto, ovvero indipendente dal luogo di osservazione. L'ora 0 UT corrisponde alla mezzanotte a Greenwich.

Soluzione.

La differenza che conta è solo quella in longitudine che, per i due amici, è data da:

$$15^\circ 39' 00''.42 - 15^\circ 33' 19''.54 = 00^\circ 05' 40''.88$$

con Reggio Calabria che si trova a Est di Messina. Dunque, prima di tutto, l'orologio siderale di Paolo dovrà restare indietro rispetto a quello di Francesca. L'entità di tale differenza si calcola con la proporzione:

$$24^h : 360^\circ = x : 00^\circ 05' 40''.88$$

Ovvero, esprimendo il tempo in secondi e tutti gli angoli in arcosecondi:

$$86400 \text{ sec} : 1296000 \text{ arcsec} = x : 340.88 \text{ arcsec}$$

da cui:

$$x = 86400 \text{ sec} \cdot (340.88 \text{ arcsec} / 1296000 \text{ arcsec}) = 22.73 \text{ sec}$$

In definitiva, Paolo deve spostare il suo orologio siderale di 22.73 secondi in avanti.

Se invece gli orologi indicassero il tempo universale, la differenza sarebbe... zero!

Il tempo universale, per definizione, è infatti lo stesso per tutti i luoghi della Terra.