Olimpiadi Italiane di Astronomia 2011

Finale Nazionale

Reggio Calabria 17 Aprile 2011

Prova Teorica - Categoria Junior

Problema 1.
La Luna piena, nelle migliori condizioni osservative, ha una magnitudine visuale apparente totale m = -12.74. Nelle stesse condizioni osservative, quanto vale la sua magnitudine apparente totale quando è al primo quarto ?

Soluzione. La magnitudine totale si ottiene considerando la legge di Pogson applicata al flusso f_{unit} emesso da un elemento unitario di superficie, moltiplicato per l'area dell'intera superficie: $m = -2.5 \log_{10} (f_{unit} * S / F_0)$
dove F_0 è il flusso di riferimento, corrispondente a una stella di magnitudine m = 0.
Nel caso in cui la superficie sia quella dell'intero disco lunare, per i dati del problema si ha: $m_{totale} = -12.74$

Nel caso in cui la Luna è al primo quarto, la superficie emittente S' è quella di metà disco, ovvero: $S' = S/2$

e quindi: $m' = -2.5 \log_{10}(f_{unit} * S'/ F_0) = -2.5 \log_{10}(f_{unit} * (S/2) / F_0) = -2.5 \log_{10}(f_{unit} * S / F_0) + 2.5 \log_{10}(2)$

ovvero: $m' = m + 2.5 \log_{10}(2) = -12.74 + 0.75 = -11.99$

Problema 2.
La Cometa di Encke (2P/Encke), osservata per la prima volta da Pierre Mechain nel 1786, percorre intorno al Sole un'orbita con un'eccentricità e = 0.8471 e un periodo P = 3.303 anni. Calcolare la sua distanza dal Sole quando si trova al perielio e quando si trova all'afelio.

Soluzione. Il semiasse maggiore *a* dell'orbita della Cometa si trova applicando la III legge di Keplero:

a^3 (UA) = T^2 (anni) = $(3.303)^2 = 10.9098$

da cui: $a = (10.9098)^{1/3} = 2.218$ UA

Questo primo risultato ci fornisce il valore della somma delle distanze all'afelio (d_a) e al perielio (d_p) giacché:

$d_a + d_p = 2a$, ovvero $d_a + d_p = 4.436$ UA.

Dalla definizione di eccentricità, del resto, sappiamo che: $e = (d_a - d_p) / (d_a + d_p)$
per cui possiamo subito ricavare la differenza delle due distanze d_a e d_p:

$d_a - d_p = e * (d_a + d_p) = 0.8471 * 4.436$ UA $= 3.758$ UA

Abbiamo quindi i dati per mettere a sistema le due espressioni d_a+d_p e d_a-d_p, da cui ricaviamo facilmente le distanze dal Sole della Cometa di Encke al perielio e all'afelio:

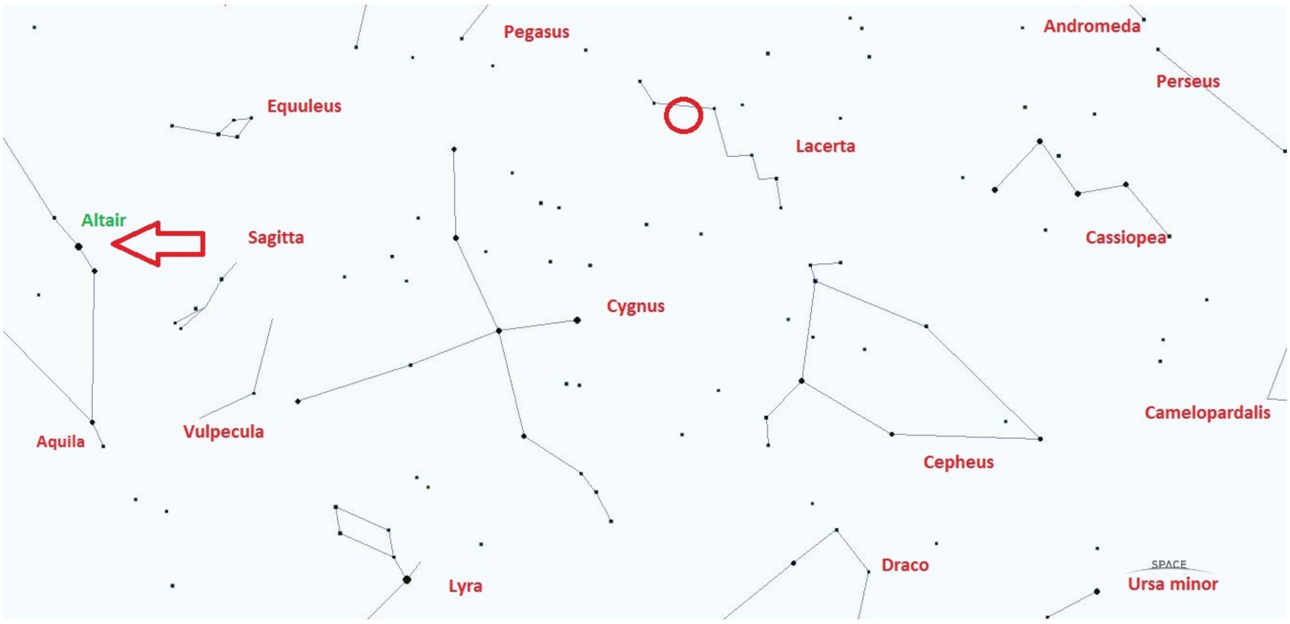
$d_p = [(d_a+d_p) - (d_a-d_p)]/2 = (4.436 - 3.758)/2 = 0.339$ UA

$d_a = [(d_a+d_p) + (d_a-d_p)]/2 = (4.436 + 3.758)/2 = 4.097$ UA

Problema 3.
Recentemente è stato osservato un nuovo sciame meteorico. Osservate la mappa sottostante:

Dalla mappa calcolate il radiante di questo sciame meteorico e riconoscete, disegnandole, le costellazioni presenti nella mappa (utilizzare il nome latino). Come si potrebbe chiamare questo nuovo sciame meteorico secondo le convenzioni utilizzate?
Ops…! Manca un'importante stella nella cartina: sapreste dire in quale costellazione e come si chiama la stella?

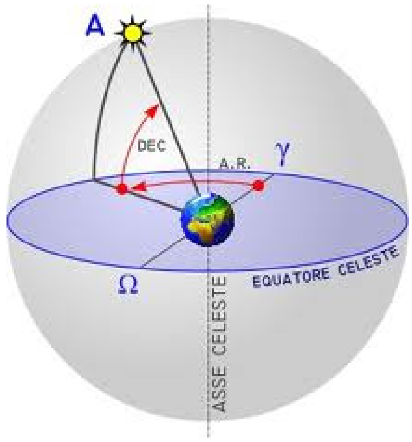
Soluzione.



Il radiante (cerchietto rosso) cade nella costellazione della Lucertola. Quindi il nome di questo sciame sarebbe Lacertidi. La stella mancante (freccia rossa) è Altair nella costellazione dell'Aquila.

Problema 4.

Alle 17:30 del 21 Dicembre, poco prima di salire in treno in una stazione posta a una latitudine $\lambda = +42°$, Ciro e Anna notano che una stella di declinazione $\delta = +37°$ sta passando al meridiano. Dieci minuti dopo, il treno parte e, con 20 minuti di ritardo sul viaggio previsto di 11 ore e mezza, giunge in una località avente la stessa longitudine della località di partenza, ma situata 18° di latitudine più a Nord. Appena scesi dal treno, con il cielo ancora buio, i due amici guardano in cielo la stessa stella che avevano osservato all'inizio del viaggio. A quali altezze sull'orizzonte i due amici avranno osservato la stella in questione nella stazione di partenza e in quella di arrivo?



Soluzione. L'intervallo di tempo totale tra le due osservazioni è:

$$\Delta t = 10^m + 11^h\ 30^m + 20^m = 12 \text{ ore}$$

dunque i due amici osservano la stessa stella che transita al meridiano al momento della prima osservazione, e all'antimeridiano al momento della seconda osservazione.
L'altezza della stella osservata nella stazione di partenza è pari a:

$$h_{part} = 90° - \lambda + \delta = 90° - 42° + 37° = 85°$$

Nella stazione di arrivo, la stella transita all'antimeridiano. Per determinare la sua altezza sull'orizzonte dobbiamo calcolarne prima di tutto l'altezza del Polo Nord celeste sull'orizzonte, che è uguale alla latitudine della stazione di arrivo:

$$h_{Nord} = \lambda_{arrivo} = 42° + 18° = 60°$$

Del resto, la distanza angolare dal Polo Nord celeste della stella in questione è $\theta = 90° - \delta = 53°$ per cui, in definitiva, l'altezza sull'orizzonte della stella osservata nella stazione di arrivo sarà:

$$h_{arrivo} = h_{Nord} - \theta = 60° - 53° = 7°$$

Problema 5.

Anno 2472. Un'improvvisa e persistente diminuzione del 20% nella luminosità del Sole minaccia di provocare sulla Terra una forte glaciazione con catastrofiche conseguenze per il nostro pianeta. Gli scienziati, riuniti a convegno mondiale, decidono di compensare questa perdita di luminosità costruendo due enormi specchi, in modo da far riflettere verso la Terra un'adeguata frazione di radiazione solare. I due specchi sono posti in orbita intorno al Sole in prossimità dei punti lagrangiani L4 ed L5, si trovano cioè sulla stessa orbita della Terra, ma da parti opposte rispetto a essa e in posizione tale che per entrambi l'angolo Terra-specchio-Sole sia pari a 60°.

Si dica:

a) quale percentuale di luminosità solare deve riflettere ciascuno specchio per riequilibrare l'apporto di radiazione solare ricevuto sulla Terra;
b) tenendo conto della risposta al precedente quesito, quale deve essere il diametro di ciascuno specchio;
c) se gli specchi fossero piani, quanto dovrebbe misurare l'angolo compreso tra la perpendicolare a ciascuno specchio e la direzione specchio-Sole.

Soluzione.

a) Potrebbe sembrare a prima vista che, avendo il Sole perduto il 20% di luminosità, ne debba essere recuperata il 20% e quindi ognuno dei due specchi dovrebbe riflettere il 10% di luminosità. In realtà non è così, perché si deve recuperare il 20% della luminosità passata del Sole, riflettendo una percentuale della luminosità presente. Chiamando *L* la prima ed *L′* la seconda, evidentemente si ha

$$L' = L - 0.2 \cdot L = 0.8 \cdot L$$

La percentuale *p* di luminosità solare *L′* che risponde alla prima domanda è quella per la quale:

$p \cdot L' = 0.2 \cdot L$ ovvero $p \cdot L' = 0.2 \cdot (L' / 0.8)$ da cui $p = 0.2 / 0.8 = 1/4 = 25\ \%$

Quindi ogni specchio deve riflettere il 12.5 % della luminosità (attuale) del Sole per riequilibrare l'apporto di radiazione solare ricevuto sulla Terra.

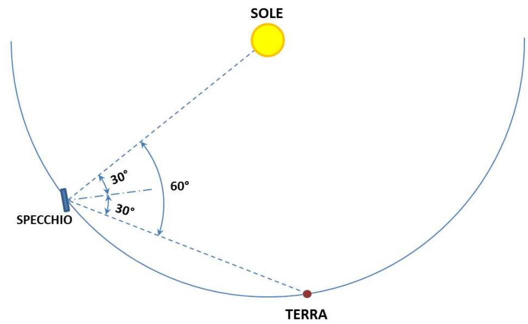
b) La radiazione solare che giunge sulla Terra investe la superficie risultante dalla proiezione di una sfera sul piano perpendicolare alla direzione Sole-Terra. Tale area ($A_{Terra\ proiettata}$) è pari a quella di un cerchio di raggio uguale al raggio terrestre. Ciascuno specchio deve ricevere il 12.5 % di tale radiazione e reindirizzarla sulla Terra: trovandosi alla stessa distanza della Terra dal Sole, ciascuno specchio deve in definitiva avere una superficie di area pari al 12.5% dell'area del cerchio suddetto:

$$A_{specchio} = 0.125 * A_{Terra\ proiettata}$$

Ovvero, detto *r* il raggio dello specchio ed *R* quello della Terra, si ha: $\pi r^2 = 0.125 * \pi R^2$
da cui si ricava il diametro *D* che dovrebbe avere ciascuno specchio:

$$D = 2r = 2R(0.125)^{1/2} = 0.707 * 6378 \text{ km} = 4510 \text{ km}$$

c) Per la legge della riflessione, l'angolo formato dalla luce proveniente dal Sole con la perpendicolare allo specchio deve essere uguale all'angolo che, con tale perpendicolare, forma la luce riflessa diretta verso la Terra. Si tratta di due angoli uguali la cui somma è l'angolo complessivo Sole-specchio-Terra il quale, per i dati del problema è pari a 60°. Nell'ipotesi che gli specchi siano piani, dunque, per ciascuno specchio l'angolo formato dalla perpendicolare allo specchio stesso e la direzione specchio-Sole deve essere pari a 30°.



Olimpiadi Italiane di Astronomia 2011

Finale Nazionale

Alcuni dati di interesse

Tabella 1 – Sole

Raggio medio	695475 km		*Età stimata*	$4{,}57 \times 10^9$ anni
Massa	$1{,}9891 \times 10^{30}$ kg		*Classe spettrale*	G2 V
Temperatura superficiale	5778 K		*Posizione nel diagramma di Hertzsprung-Russell*	Sequenza principale
Magnitudine apparente dalla Terra	- 26,8		*Distanza media dal centro galattico*	27000 anni-luce
Magnitudine assoluta	+ 4,83		*Periodo di rivoluzione intorno al centro galattico*	$2{,}5 \times 10^8$ anni

Tabella 2 – Sistema Solare

	Mercurio	*Venere*	*Terra*	*Luna*	*Marte*	*Giove*	*Saturno*	*Urano*	*Nettuno*
Raggio medio (km)	2439,7	6051,85	6372,80	1738	3389,93	69173,25	57316	25266	24552
Massa (kg)	$3{,}302 \times 10^{23}$	$4{,}868 \times 10^{24}$	$5{,}974 \times 10^{24}$	$7{,}348 \times 10^{22}$	$6{,}418 \times 10^{23}$	$1{,}899 \times 10^{27}$	$5{,}685 \times 10^{26}$	$8{,}683 \times 10^{25}$	$1{,}024 \times 10^{26}$
Raggio orbitale medio (km)	$5{,}79 \times 10^7$	$1{,}082 \times 10^8$	$1{,}496 \times 10^8$	384400	$2{,}28 \times 10^8$	$7{,}78 \times 10^8$	$1{,}43 \times 10^9$	$2{,}87 \times 10^9$	$4{,}50 \times 10^9$
Periodo orbitale	87,97 ^{g}	224,70 ^{g}	1 ^{a}	27,32 ^{g}	1,88 ^{a}	11,86 ^{a}	29,45 ^{a}	84,07 ^{a}	164,88 ^{a}
Tipo	roccioso	Roccioso	roccioso	roccioso	roccioso	gassoso	gassoso	gassoso	gassoso

Tabella 3 – Area della superficie per figure geometriche notevoli

	Triangolo	*Rettangolo*	*Quadrato*	*Cerchio*	*Ellisse*	*Sfera*
Area	b h / 2	$\ell_1 \ell_2$	ℓ^2	πR^2	$\pi a b$	$4 \pi R^2$