Olimpiadi Italiane di Astronomia 2018

INAF – Osservatorio Astrofisico di Catania

Corso di preparazione alla Gara Interregionale: Categoria Senior

Incontro 2: 1 febbraio 2018
A cura di: Giuseppe Cutispoto e Mariachiara Falco

Problema M-A1
Utilizzando i logaritmi in base 10 determinare:
log 10 = ? log 1000 = ? log 1 = ? log (a · b) = ? log (a/b) = ? log $(a)^3$ = ? log 10^6 = ?
log $\sqrt{10}$ = ? $\sqrt[4.7]{36.54}$ = x

Problema M-A3
La stella "α Cen A" ha magnitudine apparente m_v = -0.01 e parallasse $\pi = 0''.747$; calcolate la sua distanza, in pc e in a.l., e la sua magnitudine assoluta M_v. La stella "α CMa" (= Sirio) ha m_v = -1.43 e distanza d = 8.58 a.l.; calcolate la sua parallasse π e sua la magnitudine assoluta M_v.

Problema M-A5
Calcolate la magnitudine assoluta media della Luna Piena, sapendo che la sua magnitudine apparente media vale m_{Luna} = -12.85

Problema M-A6
Calcolare la magnitudine apparente di Sirio (= α CMa) se: a) il suo raggio si dimezzasse; b) la temperatura della sua fotosfera si dimezzasse. Quale variazione produrrebbe un effetto maggiore?

Problema M-A9
Se osservate individualmente le due componenti di una binaria spettroscopica avrebbero magnitudini m_1 = 3.74 e m_2 = 4.15. Quanto vale la magnitudine apparente totale della binaria spettroscopica ?

Problema M-A10
Una stella ha m_v = 4.32. Sappiamo, da osservazioni spettroscopiche, che la temperatura della sua fotosfera è T = 5000 K. Quanto dovrebbe valere T per osservare m_v = 2.32?

Problema M-A11
La magnitudine apparente totale di un sistema triplo è m_T = 2.95; due delle componenti hanno magnitudini m_1 = 3.75 e m_2 = 4.15. Determinare la magnitudine apparente della terza componente.

Problema M-A13
Si calcoli la differenza di magnitudine tra la Luna Piena osservata al perigeo e la Luna Piena osservata all'apogeo.

Problema M-A18
Due stelle, A e B, della Galassia si trovano a una distanza di 100 a.l. una dall'altra. Osservata da A la stella B ha m_v = 5.45. A causa del loro moto intorno al centro galattico le due stelle si allontanano di 50 UA all'anno. Calcolate la magnitudine apparente che la stella B, vista da A, avrà tra 1500 anni. Si trascurino gli effetti dovuti alla forma della Galassia e alla presenza di nubi di materia tra le due stelle.

Problema M-A19
Al primo quarto, nelle migliori condizioni osservative, la Luna ha m_v = -11.99. Nelle stesse condizioni osservative, quanto vale la sua magnitudine apparente quando è Piena ?

Problema M-A20
La magnitudine assoluta di una stella nella galassia di Andromeda, la cui distanza è di $2.25 \cdot 10^6$ a.l., è M = - 5.00. Calcolate la magnitudine apparente della stella e il modulo di distanza della galassia. Se

questa stella esplodesse come supernova diventando 10^5 volte più luminosa, quanto varrebbe la sua magnitudine apparente ?

Problema M-A24
Una galassia ellittica ha dimensioni angolari di 9.50 x 4.50 arcmin e magnitudine apparente superficiale m_{sup} = 22.0 mag/arcsec^2; si calcoli la magnitudine apparente integrata della galassia.

Problema M-A27
Un ammasso stellare non risolto è composto da "N" stelle tutte uguali al Sole. L'ammasso si trova a una distanza di $45 \cdot 10^3$ anni luce e la sua magnitudine integrata è $m_{TOT} = 15$. Calcolare il numero di stelle "N" che compongono l'ammasso.

Problema M-A28
Ci sono circa 250 milioni di stelle nella galassia ellittica M32 (satellite della Galassia di Andromeda). La magnitudine visuale integrata di M32 è $m_{TOT} = 9$. Se le stelle hanno tutte la stessa magnitudine m, qual è il valore di m?

Soluzioni:

Problema M-A1
log 10 = 1; log 1000 = 3; log 1 = 0; log (a · b) = log a + log b; log (a/b) = log a – log b; log $(a)^3$ = 3 log a; log 10^6 = 6 log 10 = 6; log $(10)^{1/2}$ = ½ log 10 = 0.5; (1/4.7) log 36.54 = log x, da cui: 0.3325 = log x e passando all'esponenziale: $10^{0.3325}$ = x ed infine: x = 2.150

Problema M-A3
Dalla sua parallasse: d (α Cen A) = 1.34 pc = 4.37 a.l.; dalla relazione M = m + 5 – 5 log d ricaviamo: M_V (α Cen A) = 4.35. La distanza di α CMa è: d (α CMa) = 2.63 pc, quindi π (α CMa) = 0".38 e M_V (α CMa) = 1.47

Problema M-A5
Magnitudine assoluta (M) e apparente (m) sono legate dalla relazione: M = m + 5 – 5 log d, dove la distanza è espressa in parsec. Nel caso in esame assumiamo come distanza media il semiasse maggiore dell'orbita lunare: $M_{Luna} = m_{Luna} + 5 - 5 \log d_{Luna} = -12.85 + 5 - 5 \log\left(\frac{384.4 \cdot 10^3}{30857 \cdot 10^9}\right) = 31.67$

Problema M-A6
Detti "R" il raggio e "T" la temperatura della fotosfera, la luminosità di una stella vale $L = 4\pi R^2 \sigma T^4$. *Se il raggio di Sirio si dimezza avremo: $-1.43 - m_2 = -2.5 \log 4$ e quindi $m_2 = 0.08$. Se la temperatura si dimezza avremo: $-1.43 - m_2 = -2.5 \log 16$, da cui $m_2 = 1.58$. Una variazione di "T" comporta una variazione maggiore rispetto a un'identica variazione di "R". Ciò perché "L" dipende* R^2 e da T^4

Problema M-A9
Vale la relazione $m_{1+2} = m_2 - 2.5 \log (10^{0.4(m2 - m1)} + 1)$. Sostituendo otteniamo $m_{1+2} = 3.17$
Approfondimento. *Dalla definizione di magnitudine $m_{1+2} = m_1 + m_2 = -2.5 \log (F_1 + F_2)$; d'altra parte $m_1 - m_2 = -2.5 \log (F_1/F_2)$, da cui ricaviamo che $F_1 = F_2 \cdot 10^{-0.4(m1-m2)}$ e quindi sostituendo F_1 si ha: $m_{1+2} = -2.5 \log (F_2 \cdot 10^{-0.4(m1-m2)} + F_2) = -2.5 \log (F_2 (10^{-0.4(m1-m2)} + 1))$ e dalle proprietà dei logaritmi si ricava infine l'espressione utilizzata. Notare che la relazione che esprime la somma di magnitudini si può ricavare nella forma equivalente: $m_{1+2} = m_1 - 2.5 \log (10^{0.4(m1 - m2)} + 1)$*

Problema M-A10

Vale la relazione: $m_1 - m_2 = -2.5 \log \left(\frac{T_1}{T_2}\right)^4$ e quindi: $2 = -10 \log \frac{5000}{T_2}$, da cui ricaviamo: $3.899 = \log T_2$ e infine $T_2 = 7925$ K

Problema M-A11

La magnitudine totale di un sistema triplo è data da: $m_{totale} = m_1 + m_2 + m_3 = -2.5 \log (10^{-0.4m1} + 10^{-0.4m2} + 10^{-0.4m3})$. Nel nostro caso: $2.95 = -2.5 \log (10^{-1.50} + 10^{-1.66} + 10^{-0.4m3})$ e quindi: $-1.18 = \log (10^{-1.50} + 10^{-1.60} + 10^{-0.4m3})$, ovvero $0.0661 = 0.0316 + 0.0219 + 10^{-0.4m3}$, da cui: $10^{-0.4m3} = 0.0126$ e prendendo il logaritmo di ambo i membri: $-0.4\, m_3 = -1.90$ e infine: $m_3 = 4.75$

Problema M-A13

I raggi apparenti della Luna all'apogeo e al perigeo sono dati da: $R_{ALuna} = \sin^{-1}\left(\frac{R_{Luna}}{d_{ALuna}}\right) = 14'.73$, $R_{PLuna} = \sin^{-1}\left(\frac{R_{Luna}}{d_{PLuna}}\right) = 16'.45$. Quindi l'area del disco lunare all'apogeo è al perigeo vale: $A_{ALuna} = 681.6$ arcmin^2, $A_{PLuna} = 850.1$ arcmin^2. La differenza di magnitudine e: $\Delta m = m_P - m_A = -2.5 \log \frac{F_P}{F_A}$. Il flusso riflesso dalla Luna, a parità di condizioni osservative, dipende unicamente dalla superficie visibile e quindi $\frac{F_P}{F_A} = 1.247$, da cui $\Delta m = -0.24$.

Problema M-A18

La distanza attuale A-B è di 30.7 pc, la magnitudine assoluta della stella B vale quindi $M_B = m_B + 5 - 5 \log 30.7 = 3.01$. Tra 1500 anni la distanza delle due stelle sarà aumentata di 75.000 UA = 0.36 pc e varrà quindi 31.1 pc. Ne segue che la magnitudine apparente di B vista da A sarà: $m'_B = M_B - 5 + 5\log 31.1 = 5.47$

Problema M-A19

La differenza di magnitudine è data da $m_{piena} - m_{quarto} = -2.5 \log \frac{F_{piena}}{F_{quarto}}$. Il flusso riflesso dalla Luna a parità di condizioni osservative dipende unicamente dalla superficie visibile e quindi $F_{piena} = 2 \cdot F_{quarto}$. Avremo quindi $m_{piena} - m_{quarto} = -2.5 \log 2$ e quindi $m_p = -12.74$

Problema M-A20

Dalla relazione $M = m + 5 - 5 \log d$, ricaviamo: $m = -5.00 - 5 + 5 \log 690 \cdot 10^3 = 19.2$ (ciò in quanto $2.25 \cdot 10^6$ a.l. = 690 kpc). Il Modulo di Distanza della galassia coincide con ottima approssimazione con quello della stella: $m - M = 24.2$. Indicando con M_S la magnitudine assoluta della Supernova si avrà: $M_S - M = -2.5 \log (10^5)$ e quindi: $M_S = -17.5$ e $m = 6.7$

Problema M-A24

L'area di un'ellisse è data dalla relazione: $A = \pi\, a\, b$, l'area apparente della galassia, in arcsec^2, vale quindi $A_{gal} = \frac{\pi}{4} \cdot (9.50 \cdot 60) \cdot (4.50 \cdot 60) = 121000$ arcsec^2. Da cui otteniamo: $m_{GAL} = m_{sup} - 2.5 \log A_{gal} = 22.0 - 2.5 \log (121000) = 9.29$

Problema M-A27

Considerando la differenza di magnitudine tra l'ammasso e il Sole visto alla distanza dell'ammasso vale la relazione: $m_{TOT} = m_{\odot} - 2.5 \log \frac{F_{TOT}}{F_{\odot}}$. Dove $F_{TOT} = N\, F_{\odot}$. Alla distanza $d = 45 \cdot 10^3$ anni luce = 13800 pc, la magnitudine apparente del Sole è data da: $m_{\odot} = M + 5 \log d - 5 = 20.53$, sostituendo otteniamo la relazione: $m_{TOT} = m_{\odot} - 2.5 \log N$, da cui: $N = 10^{\left(\frac{m_{\odot} - m_{TOT}}{2.5}\right)} = 163$

Problema M-A28

Dalla relazione $m_{TOT} - m = -2.5 \log \frac{F_{TOT}}{F_m}$

ricaviamo: $m = m_{TOT} + 2.5 \log \frac{F_{TOT}}{F_m} = 9 + 2.5 \log\,(250 \cdot 10^6) \cong 30$