Olimpiadi Italiane di Astronomia 2018
INAF – Osservatorio Astrofisico di Catania
Corso di preparazione alla Gara Interregionale: Categoria Junior 1 + Junior 2
Incontro 3: 8 febbraio 2018
A cura di: Giuseppe Cutispoto e Mariachiara Falco

Problema K-A5

Il Sole ruota intorno al centro della Galassia, da cui dista circa 8 kpc, con una velocità $v_T \sim 225$ km/s. Quale distanza, in km e in UA, percorre in un anno? Dopo quanto tempo avrà percorso un anno luce? (per percorsi piccoli rispetto alle dimensioni della Galassia la traiettoria si può approssimare a una retta). Quanto tempo impiega il Sole per compiere una rivoluzione completa attorno al centro della Galassia? Supponendo che il periodo di rivoluzione sia rimasto invariato, quante rivoluzioni complete intorno al centro galattico ha effettuato il Sole fino a oggi ?

Problema K-A9

L'orbita di un asteroide ha semiasse maggiore a = 7.143 UA e semiasse minore b = 2.635 UA. Dette V_A e V_P le velocità orbitali all'afelio e al perielio, si determini il periodo orbitale dell'asteroide e il valore del rapporto V_A/V_P.

Problema K-A31

Quanto dovrebbe valere il raggio della Terra per avere un'accelerazione di gravità alla sua superficie pari a quella che si ha al limite superiore della fotosfera del Sole ?

Problema K-A32

La Stazione Spaziale Internazionale (ISS) orbita intorno alla Terra a un'altezza media di h = 412 km. Calcolate il valore dell'accelerazione di gravità della Terra a quell'altezza. Perché vediamo gli astronauti a bordo della IIS "fluttuare" come se l'accelerazione di gravità fosse pari a zero?

Problema T.A1

Calcolare il potere risolutivo, a 5500 Å, di un telescopio con apertura di 1 m posto sulla superfice della Terra. Potete osservare con questo strumento, usando le precauzioni del caso, una macchia solare con diametro pari a quello della Terra ? Potete osservare un cratere lunare con diametro di 500 m ?

Problema T.A2

Un telescopio riflettore ha uno specchio con diametro D = 15 cm e ha un rapporto di apertura f/10. Per osservare visualmente con questo strumento abbiamo acquistato un set di tre oculari che hanno tutti un FoV di 60° e lunghezza focale f_1 = 4 mm, f_2 = 10 mm ed f_3 = 20 mm. Quanto vale la focale del telescopio ? Quanti ingrandimenti e che FoV otterremo utilizzando i tre oculari? Con quale oculare potremo osservare l'intero disco lunare ? Abbiamo fatto bene ad acquistare il primo oculare ?

Problema T.A3

L'ammasso globulare M3 dista dal Sole D = 10.4 kpc ed ha un diametro apparente β = 18′. Stimate il diametro dell'ammasso in anni luce. Se osservate l'ammasso con un telescopio con focale F = 2 m, quanto valgono le dimensioni lineari "d" dell'ammasso sul piano focale del telescopio?

Problema T.A11

La Stazione Spaziale Internazionale orbita a un'altezza sulla superfice della Terra h = 412 km. Quanto distano lungo la superfice della Terra i due punti più lontani che è possibile osservare simultaneamente in ogni istante dalla ISS ?

Soluzioni:

Problema K-A5

Un anno siderale è pari a 365.26 giorni, ovvero a ~ 31558000 s; quindi la distanza percorsa dal Sole è D = 7.10 · 10^9 *km = 47.5 UA. Per percorrere un anno luce il Sole impiega T ~ 1330 anni. La lunghezza dell'orbita del Sole attorno al centro galattico è di circa 1.551 ·* 10^{18} *km. Per compiere una rivoluzione completa (Anno Galattico o Anno Cosmico) occorre un tempo* T_R *= 1.551 ·* 10^{18} */ 225 = 6.89 ·* 10^{15} *s = 218 ·* 10^6 *anni. Il Sole ha circa 4.57 ·* 10^9 *anni e quindi ha completato quasi 21 orbite. Nota: poiché la distanza dal Sole dal centro galattico e la sua velocità orbitale non sono ancora ben note, le stime per la durata dell'Anno Galattico oscillano tra 215 e 250 milioni di anni.*

Problema K-A9

Dalle dimensioni dei semiassi dell'orbita ricaviamo: e = $\sqrt{1-\left(\frac{b^2}{a^2}\right)}$ *= 0.9295. Ricaviamo il periodo (T) dalla III legge di Keplero: T =* $\sqrt{a^3} = \sqrt{364.5}$ *=19.09 anni. Dalla II legge di Keplero sappiamo infine che* V_A D_A *=* V_P D_P *e quindi:* $\frac{V_A}{V_P} = \frac{D_P}{D_A} = \frac{a\,(1-e)}{a\,(1+e)} = \frac{1-e}{1+e}$ *= 0.03654. Notiamo che questo rapporto dipende unicamente dall'eccentricità dell'orbita.*

Problema K-A31

L'accelerazione di gravità "g" alla superficie di un corpo di massa "M" e raggio "R" è data dalla relazione: $g = \frac{G\cdot M}{R^2}$*. Per il Sole ricaviamo:* $g_\odot = \frac{G\cdot M_\odot}{R_\odot^2}$ *= 274* m s^{-2}*. Dalla relazione R =* $\sqrt{\frac{G\cdot M_{Terra}}{g}}$ *ponendo g = 274* m s^{-2} *otteniamo che il raggio della Terra dovrebbe essere di circa 1206 km.*

Problema K-A32

Il valore dell'accelerazione di gravità all'altezza h = 412 km è dato dalla relazione: $g_{412} = \frac{G\cdot M}{(R+h)^2} = \frac{6.67\cdot 10^{-11}\cdot 5.97\cdot 10^{24}}{(6378\cdot 10^3 + 412\cdot 10^3)^2} = 8.64\ m/s^2$ *. L'apparente assenza di gravità deriva dal fatto che la ISS è in orbita intorno alla Terra e quindi l'accelerazione di gravità della Terra è bilanciata dalla forza centrifuga.*

Problema T.A1

Il potere risolutivo (α) in secondi d'arco vale: α = 1.22 $\cdot\frac{5500\cdot 10^{-10}}{1}\cdot 206265$ *= 0".14. Tuttavia se il telescopio è posto sulla superficie della Terra il suo potere risolutivo "reale" è limitato a circa 1" dagli effetti della turbolenza. Ci sono due soluzioni per la seconda domanda.* ***Soluzione (1)****. Detta "d" la dimensione della macchia solare e "D" la distanza media Terra-Sole: d = D tan* ***β****, dove* ***β*** *è l'angolo sotteso dalla macchia osservata dalla Terra. Otterremo quindi:* $\beta = \tan^{-1}\frac{d}{D} = \tan^{-1}\frac{12756}{149.6\cdot 10^6} = 0°.004885 = 17''.59$*; la macchia risulta ben osservabile, in quanto questo valore è maggiore della risoluzione del telescopio anche tenendo conto degli gli effetti della turbolenza dell'atmosfera.* ***Soluzione (2).*** *Il diametro vero del Sole è 109 volte quello della Terra, mentre il suo diametro apparente medio (δ) è dato da:* $\delta = 2\cdot\sin^{-1}\left(\frac{R_\odot}{D}\right) = 0°.5327 = 31'.96 = 31'\,58''$*. Le dimensioni angolari (****θ****) della Terra vista alla distanza del Sole sono:* $\theta = \frac{31.96'}{109}$ *= 17".6; quindi la macchia risulta facilmente osservabile. Il cratere lunare sottende un angolo* ***β*** *= arctan (0.5 / 384.4 ·* 10^3*) = 0".27 > α e sarebbe teoricamente distinguibile con il nostro telescopio, ma in pratica la turbolenza atmosferica ne impedisce l'osservazione.*

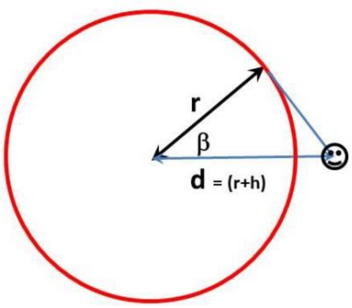
Problema T.A2

Lo specchio del telescopio ha diametro D = 15 cm = 150 mm ed essendo un f/10 la sua focale (F) è: F = 150 cm = 1500 mm. L'ingrandimento (I) è dato dalla relazione: $I = \frac{F_{telescopio}}{f_{oculare}}$*, mentre per ogni ingrandimento così ottenuto vale la relazione:* $FoV_{telescopio} = \frac{FoV_{oculare}}{I}$*. Gli ingrandimenti e i corrispondenti FoV varranno quindi:* I_{4mm} *= 375,* FoV_{4mm} *= 0°.16 = 9'.6;* I_{10mm} *= 150,* FoV_{10mm} *= 0°.4 = 24';* I_{20mm} *= 75,* FoV_{20mm} *= 0°.8 = 48'. Il diametro apparente medio della Luna (δ) è dato dalla* *relazione:* $\delta = 2 \cdot \sin^{-1}\left(\frac{R_L}{D}\right) = 2 \cdot \sin^{-1}\left(\frac{1738}{384.4 \cdot 10^3}\right) = 0°.5181 = 31'.09 = 31'\,5"$ *e quindi potremo osservarla nella sua interezza solo con il terzo oculare. Sarà inoltre molto difficile utilizzare il primo oculare a causa dell'eccessivo ingrandimento prodotto. Nelle osservazioni visuali aumentando l'ingrandimento diminuiscono la luminosità dell'immagine e il contrasto. Solitamente il limite pratico per l'ingrandimento massimo utilizzabile è pari al "diametro del telescopio in mm". Quindi nel nostro caso essendo D = 150 mm non è consigliabile oltrepassare i 150 ingrandimenti. L'ingrandimento massimo utilizzabile dipende anche dalla turbolenza atmosferica e dallo schema ottico del telescopio (in particolare negli Schmidt-Cassegrain la notevole ostruzione dovuta al secondario e al suo supporto non permettono gli ingrandimenti raggiungibili con un telescopio non ostruito).*

Problema T.A3

Il diametro (d) dell'ammasso è dato da: $d = D \cdot \tan \beta = 10.4 \cdot \tan (0°.3) = 5.45 \cdot 10^{-2}$ *kpc = 178 al. Detta* d_f *la dimensione lineare dell'immagine dell'ammasso sul piano focale del telescopio vale la relazione* $d_f = F \cdot \tan \beta = 2 \cdot \tan (0°.3) = 1.05$ *cm*

Problema T.A11



Dobbiamo considerare le relazioni che forniscono i limiti di visibilità di un corpo esteso per un osservatore posto a una distanza dello stesso ordine di grandezza delle dimensioni del corpo . La distanza della ISS dal centro della Terra vale: d = r + h = 6790 km. Detto β *l'angolo limite di visibilità dalla ISS poiché: r = d cos* β*, otteniamo:* $\beta = cos^{-1}\left(\frac{r}{d}\right) = cos^{-1}\left(\frac{6378}{6790}\right)$ *= 20°.06 = 20° 3.7'. Dalla ISS sarà quindi possibile osservare un arco di meridiano (A) che sottende un angolo di 2*β*, ovvero, poiché 360 : 2 · 20°.06 = 2 π r : A, una distanza massima sulla superfice:* $A = \frac{4\,\pi \cdot 6378 \cdot 20.06}{360}$ *= 4466 km*