

Olimpiadi Italiane di Astronomia 2019

INAF – Osservatorio Astrofisico di Catania

Corso di preparazione alla Gara Interregionale: Categoria **Junior 1**

**Incontro 2: 23 gennaio 2019** - A cura di: Giuseppe Cutispoto e Mariachiara Falco

**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 ?

**K-A20**

I satelliti geostazionari sono chiamati così perché, pur orbitando intorno alla Terra sul piano dell'equatore, mantengono inalterata la posizione nel cielo. Si determini a quale altezza si trovano rispetto alla superficie del nostro pianeta. Si assuma per la durata del giorno siderale  $T = 23\text{h } 56\text{m } 4\text{s}$

**K-A22**

Calcolate, trascurando l'inclinazione dell'orbita lunare sull'eclittica, la distanza minima della Luna Piena e della Luna Nuova dal Sole. Per le eccentricità si assumano i valori:  $e_L = 0.05490$ ,  $e_T = 0.01671$

**K-A24**

Calcolare il periodo sinodico di Nettuno, osservato dalla Terra, in anni e in giorni

**K-A26**

Sono state osservate due opposizioni consecutive di un pianeta esterno. L'intervallo di tempo tra i due eventi è di 398.88 giorni. Di che pianeta si tratta ?

**K-A28**

Una cometa si muove intorno al Sole con moto retrogrado e ha un semiasse maggiore dell'orbita pari a 3.52 UA. Calcolate il suo periodo sinodico, osservato dalla Terra, in anni e in giorni.

**K-A32**

Calcolare l'accelerazione di gravità al limite superiore della fotosfera solare e quanto dovrebbe valere il raggio della Terra per avere alla sua superficie la stessa accelerazione di gravità.

**K-A33**

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?

**K-A34**

La seguente frase contiene alcune informazioni errate, dite quali. Mercurio è il pianeta più piccolo del Sistema Solare ed è quello più vicino al Sole. Il suo periodo sinodico è di 150.36 giorni. E' l'unico pianeta che possiamo osservare transitare sul disco solare. Tra una congiunzione superiore e una congiunzione inferiore di Mercurio passano circa 58 giorni. E' stato osservato in opposizione nell'estate del 2015.

**K-A44**

Supponete che la massa del Sole si riduca a  $M_{\odot} = 1.00 \cdot 10^{30}$  kg. Mantenendo inalterati il periodo di rotazione della Terra e il semiasse maggiore dell'orbita, da quanti giorni sarebbe formato un anno ? Quanto varrebbero, in km, un parsec e un anno luce ?

## Soluzioni:

### K-A5

Un anno siderale vale:  $365.26 \text{ giorni} \cong 31558000 \text{ s}$ . La distanza percorsa dal Sole in un anno è quindi:  $D = v \cdot t = 225 \cdot 31558000 \cong 7.10 \cdot 10^9 \text{ km} = 47.5 \text{ UA}$ . Poiché 1 anno luce è pari a 63242 UA, per percorrere un anno luce il Sole impiega  $T = \frac{63242}{47.5} \cong 1330 \text{ anni}$ . La lunghezza dell'orbita del Sole attorno al centro galattico vale:  $C = 2 \pi r = 2 \pi \cdot 8 \cdot 10^3 \text{ pc} \cong 1.551 \cdot 10^{18} \text{ km}$ . Per compiere una rivoluzione completa (Anno Galattico o Anno Cosmico) occorre quindi un tempo:  $T_r = \frac{C}{v} = \frac{1.551 \cdot 10^{18}}{225} \cong 6.89 \cdot 10^{15} \text{ s} = 218 \cdot 10^6 \text{ anni}$ . Il Sole ha circa  $4.57 \cdot 10^9 \text{ anni}$  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.

### K-A20

Per un'orbita stabile la forza centrifuga dovuta alla rivoluzione deve eguagliare la forza di attrazione gravitazione della Terra:  $m \frac{v^2}{R} = \frac{G \cdot M_T \cdot m}{R^2}$ . Esprimendo "v" in funzione del periodo ricava:  $\frac{4 \pi^2 \cdot R}{T^2} = \frac{G \cdot M_T}{R^2}$ , e infine  $\frac{R^3}{T^2} = \frac{G \cdot M_T}{4 \pi^2}$ , ovvero la III Legge di Keplero con la massa di uno dei due corpi trascurabile. Otteniamo:  $R = \sqrt[3]{\frac{G \cdot M_T \cdot T^2}{4 \pi^2}} = \sqrt[3]{\frac{6.674 \cdot 10^{-11} \cdot 5.97 \cdot 10^{24} \cdot 74.24 \cdot 10^8}{39.48}} \cong 42160 \text{ km}$ . Ma questa è la distanza del satellite dal centro della Terra, per cui l'altezza dal suolo varrà:  $h = R - R_T \cong 35780 \text{ km}$

### K-A22

La Luna è Piena quando è opposta al Sole. La sua distanza minima dal Sole si avrà quando la Terra è al perielio ( $D_{T\text{Perielio}} = 147.1 \cdot 10^6 \text{ km}$ ) e la Luna Piena al Perigeo ( $D_{L\text{Perigeo}} = 363.3 \cdot 10^3 \text{ km}$ ) e vale  $D_{\text{minLunaPiena}} = 147.5 \cdot 10^6 \text{ km}$ . La Luna è Nuova quando si trova nella stessa direzione del Sole. La sua distanza minima dal Sole si avrà quando la Terra è al perielio ( $D_{T\text{Perielio}} = 147.1 \cdot 10^6 \text{ km}$ ) e la Luna all'Apogeo ( $D_{L\text{Apogeo}} = 405.5 \cdot 10^3 \text{ km}$ ) e vale  $D_{\text{minLunaNuova}} = 146.7 \cdot 10^6 \text{ km}$ .

### K-A24

Il periodo sinodico (S) è il tempo che impiega un corpo, osservato in questo caso dalla Terra, per tornare nella stessa posizione rispetto al Sole (per esempio l'intervallo tra due opposizioni consecutive). Detto E il periodo siderale della Terra e P il periodo siderale di Nettuno vale la relazione:

$$S = \frac{E \cdot P}{|E - P|} = \frac{164.79}{163.79} = 1.0061 \text{ anni} = 367.49 \text{ g}$$

### K-A26

L'intervallo tra due opposizioni consecutive è pari al periodo sinodico (P). Detto "E" il periodo siderale della Terra e "P" il periodo siderale del pianeta vale la relazione:  $P = \frac{E \cdot S}{|E - S|} = \frac{365.26 \cdot 398.88}{33.62} = 4334 \text{ giorni} = 11.86 \text{ anni}$ . Si tratta quindi del pianeta Giove.

### K-A28

Il periodo siderale (P) della cometa si ricava dalla III legge di Keplero e vale:  $P = \sqrt{3.52^3} = 6.60 \text{ anni}$ . Il periodo siderale della Terra (E) è di 365.26 giorni. Il periodo sinodico (S) è il tempo che impiega un corpo, osservato dalla Terra, per tornare nella stessa posizione rispetto al Sole. Poiché la cometa ha un moto retrogrado, ovvero ruota intorno al Sole in direzione opposta a quella della Terra le velocità angolari dei due corpi si sommano e vale la relazione:  $S = \frac{E \cdot P}{|E + P|} = \frac{6.60}{7.60} = 0.868 \text{ anni} = 317 \text{ g}$

**K-A32**

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:  $g_{\odot} = \frac{G \cdot M_{\odot}}{R_{\odot}^2} = 274 \text{ m s}^{-2}$ . Dalla relazione  $R = \sqrt{\frac{G \cdot M_{Terra}}{g}}$  ponendo  $g = 274 \text{ m s}^{-2}$  otteniamo che il raggio della Terra dovrebbe essere di circa 1210 km

**K-A33**

Il valore dell'accelerazione di gravità all'altezza  $h = 412 \text{ km}$  è dato dalla relazione:

$$g_{412} = \frac{G \cdot M}{(R+h)^2} = \frac{6.67 \cdot 10^{-11} \cdot 5.97 \cdot 10^{24}}{(6378 \cdot 10^3 + 412 \cdot 10^3)^2} = 8.64 \text{ m/s}^2 .$$

L'apparente assenza di gravità deriva dal fatto che la ISS è in orbita intorno alla Terra e quindi la forza di gravità della Terra è bilanciata dalla forza centrifuga.

**K-A34**

Mercurio è il pianeta più piccolo del Sistema Solare ed è quello più vicino al Sole: corretto. Il suo periodo sinodico è di 150.36 giorni: errato, infatti  $S_M = \frac{E \cdot P}{|E-P|} = \frac{365.26 \cdot 87.969}{365.26 - 87.969} = \frac{32132}{277.29} = 115.88 \text{ g}$ . È l'unico pianeta che possiamo osservare transitare sul disco solare: errato, oltre a Mercurio anche l'altro pianeta interno, Venere, può essere visto transitare davanti al Sole. Tra una congiunzione superiore e una congiunzione inferiore di Mercurio passano circa 58 giorni: corretto, è un tempo pari a circa la metà del periodo sinodico (trascurando la differenza di velocità del pianeta all'afelio e al perielio). È stato osservato in opposizione nell'estate del 2015: errato, i pianeti interni non possono mai essere in opposizione con il Sole.

**K-A44**

Ricaviamo il nuovo periodo di rivoluzione della Terra alla III Legge di Keplero:

$$T = \sqrt{\frac{4\pi^2 a^3}{G M_{\odot}}} = \sqrt{\frac{39.48 \cdot 3.348 \cdot 10^{33}}{6.674 \cdot 10^{-11} \cdot 1.00 \cdot 10^{30}}} = 44.5 \cdot 10^6 \text{ s} = 515 \text{ giorni}$$

Poiché il semiasse dell'orbita resta invariato, la lunghezza del parsec non cambia. Cambia invece la lunghezza di un anno luce:  $1 \text{ a.l.} = 299792 \text{ km/s} \cdot 44.5 \cdot 10^6 \text{ s} = 1.33 \cdot 10^{13} \text{ km}$ . **Nota:** il valore dell'anno luce è definito utilizzando l'Anno Giuliano (=365.25 giorni), mentre nella soluzione si utilizza l'anno siderale, che fornisce comunque una buona approssimazione del valore cercato.