

Olimpiadi Italiane di Astronomia 2020

INAF – Osservatorio Astrofisico di Catania

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

Incontro 4: 11 febbraio 2020 - A cura di: Giuseppe Cutispoto e Mariachiara Falco

KA. 17

Un asteroide ha un raggio di 200 km e la sua densità media è pari a quella di Mercurio. Calcolate il valore dell'accelerazione di gravità alla superficie dell'asteroide in m/s^2 .

KA. 44

Kepler-78b, scoperto nel 2013, è stato il primo pianeta extrasolare con massa (M) e raggio (R) simili a quelli della Terra. In particolare $M_{K-78b} = 5.32 \cdot 10^{-3} M_{Giove}$ e $R_{K-78b} = 0.107 \cdot R_{Giove}$. Calcolare la densità media del pianeta in $\frac{kg}{km^3}, \frac{kg}{m^3}, \frac{g}{cm^3}$.

KA. 45

Un astronauta, il cui peso sulla Terra è di 686.7 N, si trova sulla superficie di un pianeta e lasciando cadere un oggetto misura che per percorrere 5.41 m esso impiega 1.01 secondi. La lunghezza dell'equatore del pianeta, supposto sferico, è pari a $36.57 \cdot 10^3$ km. Quanto vale la massa del pianeta e quanto pesa, trascurando gli effetti dovuti alla rotazione, l'astronauta sul pianeta ?

CA. 6

Nella seconda metà del mese di Giugno un orso bianco sosta per alcuni giorni al polo Nord. In quei giorni la Luna è prossima alla fase di Luna Piena. Può l'orso vederla in cielo?

CA. 14

Il 21 marzo 2013 un osservatore nei pressi di Catania (Longitudine = $15^\circ 4' 27''$) ha visto la Luna sorgere sul mare alle 19:00. Sapendo che in quella data era in vigore l'ora legale, stimate la fase della Luna quando quest'osservazione è stata fatta. Come i dati del problema concorrono in modo significativo alla corretta soluzione ?

CA. 18

All'osservatorio di Greenwich una stella passa al meridiano a UT = 0h. Lo stesso giorno osservata dall'*Isola che non c'è* la stella passa al meridiano a UT = 2h. Determinate la longitudine dell'*Isola che non c'è*.

CA. 20

Un osservatore sul meridiano centrale del fuso orario di Roma (= UT+1) osserva il Sole passare al meridiano quando il suo orologio segna le 13:00. Nello stesso istante un secondo osservatore posto alla stessa longitudine, ma a molti km di distanza dal primo, nota che il suo orologio segna le 12:00. Dove si trova il secondo osservatore?

CA. 21

Due osservatori, i cui orologi funzionano perfettamente, si trovano alla stessa latitudine e a pochi metri di distanza l'uno dall'altro. Osservano contemporaneamente il passaggio del Sole al meridiano. Eppure l'orologio del primo segna le 12:00, mentre l'orologio del secondo segna le 13:00. Dove si trovano i due osservatori?

VA. 3

Vi trovate sulla Luna esattamente al centro della faccia visibile dalla Terra. Sapendo che il periodo sinodico della Luna è di circa 29.5 giorni, ogni quanto tempo vedrete sorgere il Sole ? Quando per voi sorge il Sole, con che fase è vista la Luna dalla Terra? Dalla stessa posizione, ogni quanto tempo vedrete sorgere la Terra ?

VA. 4

Sapendo che un pianeta esploderà tra 24 ore, lo abbandonate viaggiando per 24 ore fino a fermarvi alla distanza di sicurezza di 37.9 UA. A che velocità media (espressa in km/s e in frazione della velocità della luce) avete viaggiato? Dopo quanto tempo dal momento in cui vi siete fermati assisterete all'esplosione?

VA. 7

Assumendo che dopo i 30 km di altezza l'aria dell'atmosfera terrestre diventi così rarefatta da non essere più influente nel calcolo e una densità media $\rho_m = 3.3 \cdot 10^{-4} \text{ g/cm}^3$, si calcoli la massa dell'atmosfera della Terra in kg e il suo rapporto con la massa della Terra.

Soluzioni

KA. 17

La massa (M) è data dalla densità media (σ) per il volume. Se un corpo è sferico: $M = \sigma V = \frac{4}{3}\pi R^3$. Consideriamo il rapporto tra la massa dell'asteroide (M_a) e quella di Mercurio (M_M). Poiché le densità dei due corpi sono uguali avremo: $M_a = M_M \left(\frac{R_a}{R_M}\right)^3 = 3.30 \cdot 10^{23} \cdot 5.51 \cdot 10^{-4} = 1.82 \cdot 10^{20} \text{ kg}$ e infine

$$g_a = \frac{G \cdot M_a}{R^2} = \frac{6.67 \cdot 10^{-11} \cdot 1.82 \cdot 10^{20}}{4.00 \cdot 10^{10}} = 0.303 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

KA. 44

La Massa del pianeta vale: $M_{K-78b} \cong 5.32 \cdot 10^{-3} \cdot 1.90 \cdot 10^{27} \cong 1.01 \cdot 10^{25} \text{ kg}$, mentre il suo raggio è: $R_{K-78b} \cong 0.107 \cdot 71490 \cong 7650 \text{ km}$. La densità media (ρ) è il rapporto tra massa e volume. Nell'ipotesi che il pianeta abbia forma sferica: $\rho_{K-78b} = \frac{M}{\frac{4}{3}\pi R^3} \cong \frac{1.01 \cdot 10^{25} \text{ kg}}{4.19 \cdot 4.48 \cdot 10^{11} \text{ km}^3} \cong 5.38 \cdot 10^{12} \frac{\text{kg}}{\text{km}^3} =$

$$5.38 \cdot 10^3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 5.38 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$$

KA. 45

La caduta libera del corpo segue la legge del moto uniformemente accelerato:

$$s = \frac{1}{2} g_P t^2 \quad \text{da cui ricaviamo: } g_P = \frac{2 \cdot s}{t^2} \cong \frac{10.82}{1.02} \cong 10.6 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

Il raggio del pianeta vale: $R = 5.820 \cdot 10^6 \text{ m}$. La massa del pianeta è data dalla relazione:

$$M = g \frac{R^2}{G} \cong \frac{10.6 \cdot 3.387 \cdot 10^{13}}{6.674 \cdot 10^{-11}} \cong 5.38 \cdot 10^{24} \text{ kg}$$

La massa dell'astronauta si può ricavare dal suo peso sulla Terra ed è: $M_a = \frac{P_T}{g_T} \cong \frac{686.7}{9.807} \cong 70.12 \text{ kg}$

Il suo peso sul pianeta sarà quindi: $P_p = M_a g_P \cong 70.12 \cdot 10.6 \cong 743 \text{ N}$

CA. 6

Nei giorni in prossimità del solstizio d'estate il Sole si trova nella parte più settentrionale dell'eclittica e sua declinazione è $\delta_{\odot} \cong +23^\circ 26'$. Al polo Nord l'equatore celeste coincide con l'orizzonte e quindi l'altezza del Sole sull'orizzonte ha lo stesso valore della sua declinazione. Al polo Nord nel suo moto apparente diurno in prossimità del solstizio il Sole percorre un cerchio parallelo all'orizzonte (un almucantarato) con altezza di circa $+23^\circ$ senza mai tramontare. La Luna Piena si trova in posizione esattamente opposta al Sole, quindi, anche considerando l'inclinazione della sua orbita sull'eclittica, pari a circa 5° , nel corso di quelle giornate si trova a un'altezza $h \cong -23^\circ 26' - 5 \approx -18^\circ$ cioè sempre sotto l'orizzonte e l'orso non può vederla.

CA. 14

Il 21 marzo il Sole si trova in prossimità del Punto γ e quindi la sua declinazione è circa zero. In questo periodo dell'anno la lunghezza del giorno è pari a quella della notte a tutte le latitudini e il Sole tramonta, per un osservatore posto al centro di un dato fuso orario, alle 18, ovvero alle 19 se è in vigore l'ora legale. Poiché la Luna sorgeva quando il Sole tramontava, si trovava in direzione opposta al Sole e quindi la sua fase era molto prossima a piena. Dalla data del 21 marzo ricaviamo che la declinazione del Sole era prossima a 0° . Dalla longitudine di Catania deduciamo che la differenza dell'ora locale rispetto all'ora solare del meridiano centrale è piccola. Dal sapere che era in vigore l'ora legale deduciamo che il Sole tramonta alle 19:00. E' infine importante che la Luna sorga dal mare, infatti se l'osservatore avesse avuto davanti a se delle montagne l'avrebbe vista sorgere più tardi.

CA. 18

La differenza tra il passaggio al meridiano nelle due località è di 2 h. Poiché $1h = 15^\circ$, la differenza di longitudine tra le due località è di 30° . Poiché la stella passa al meridiano dell'Isola che non c'è 2 h dopo essere passata al meridiano a Greenwich, deduciamo che la sua longitudine è 30° Ovest.

CA. 20

Poiché i due osservatori si trovano alla stessa longitudine, il passaggio del Sole al meridiano deve avvenire nello stesso istante. Se l'osservatore sul meridiano centrale di Roma osserva il passaggio del Sole al meridiano alle 13:00, vuol dire che è in vigore l'ora legale. Quindi il secondo osservatore si trova in un paese dove non è in vigore l'ora legale.

CA. 21

I due osservatori si trovano su un meridiano che segna il confine tra due fusi orari. Il primo si trova $7^\circ.5$ a est del meridiano centrale del suo fuso orario, mentre il secondo si trova $7^\circ.5$ a ovest del meridiano centrale del suo fuso orario. Quindi i due osservatori vedranno praticamente in simultaneamente il passaggio del Sole al meridiano, ma i loro orologi segneranno un'ora di differenza.

VA. 3

Il giorno lunare (l'intervallo tra due sorgere consecutivi del Sole) corrisponde al periodo delle fasi lunari, che vale in media 29.5 giorni. Dalla vostra posizione vedete quindi sorgere il Sole in media una volta ogni 29.5 giorni. Se siete su un punto al centro della faccia visibile della Luna e vedete il sorgere del Sole dalla Terra la Luna sarà al "primo quarto". La faccia della Luna visibile da Terra è invece sempre rivolta verso la Terra, a causa della rotazione sincrona. Quindi la Terra apparirà immobile nel cielo della Luna, a parte piccoli effetti dovuti alle librazioni, e non la vedete mai sorgere o tramontare.

VA. 4

Se lo spazio di 37.9 UA è stato percorso in 24 ore, la velocità media è stata:

$$v_m = \frac{37.9 \text{ UA}}{24 \text{ h}} \cong \frac{5.67 \cdot 10^9 \text{ km}}{86400 \text{ s}} \cong 6.56 \cdot 10^4 \frac{\text{km}}{\text{s}} \cong 0.219 c$$

Alla distanza di 37.9 UA la luce prodotta dall'esplosione vi raggiungerà dopo un tempo:

$$t = \frac{37.9 \text{ UA}}{c} \cong 1.89 \cdot 10^4 \text{ s} \cong 5 \text{ h } 15 \text{ m}$$

VA. 7

Il volume occupato dall'atmosfera, nell'approssimazione usata, è pari al volume di una sfera con raggio $R_2 = R_{Terra} + 30 \text{ km}$, meno il volume di una sfera con raggio $R_1 = R_{Terra}$. Tale volume è dato da:

$$V_a = \frac{4}{3} \pi (R_{Terra} + 30)^3 - \frac{4}{3} \pi (R_{Terra})^3 = 1.102 \cdot 10^{12} \text{ km}^3 - 1.087 \cdot 10^{12} \text{ km}^3 = 15.41 \cdot 10^9 \text{ km}^3.$$

La densità media dell'atmosfera vale: $\rho_m = 3.3 \cdot 10^{-4} \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} = 3.3 \cdot 10^8 \frac{\text{kg}}{\text{km}^3}$

La massa dell'atmosfera è: $M_a = \rho_m V_a \cong 3.3 \cdot 10^8 \cdot 15.41 \cdot 10^9 \cong 5.1 \cdot 10^{18} \text{ kg} \cong 8.5 \cdot 10^{-7} M_T$