XXII Campionati Italiani di Astronomia

Gara Interregionale - 7 febbraio 2024

Categoria Junior 1

1. Astroquiz

Completate le seguenti frasi.

a) Il pianeta più piccolo del Sistema Solare è ____________ .

b) Il pianeta Nettuno è grande circa come il pianeta ____________ .

c) La Terra dista dal Sole circa ____________ minuti luce.

d) Quando la Luna copre il Sole, in tutto o in parte, chiamiamo questo evento ______________________ .

e) La galassia di ________________ è la galassia a spirale più vicina alla Via Lattea.

Soluzione:

a) Il pianeta più piccolo del Sistema Solare è **Mercurio**.

b) Il pianeta Nettuno è grande circa come il pianeta **Urano**.

c) La Terra dista dal Sole circa **8.3 minuti luce** (ovvero 8 minuti e 19 secondi).

d) Quando la Luna copre il Sole, in tutto o in parte, chiamiamo questo evento **eclissi di Sole**.

e) La galassia di **Andromeda** è la galassia a spirale più vicina alla Via Lattea.

2. Dilemma planetario

Un oggetto con massa di 10 kg pesa di più sulla superficie di Venere o alla sommità delle nubi di Nettuno? Motivate la risposta. Assumete per la distanza della sommità delle nubi dal centro di Nettuno il raggio di Nettuno indicato nella tabella dei dati.

Soluzione:

Il peso **P** di un corpo è la forza con cui la gravità di un pianeta lo attrae, ed è legato alla massa **m** del corpo e all'accelerazione di gravità **g** sulla superficie del pianeta dall'espressione:

$$P = m \cdot g \ .$$

A parità di massa, il peso sarà maggiore sul pianeta che ha maggiore accelerazione di gravità in superficie. Quest'ultima è data dall'espressione

$$g = G \cdot \frac{M}{R^2}$$

dove **G** è la costante di gravitazione universale, **M** la massa del pianeta e **R** il suo raggio.

Indicando con $\mathbf{g_V}$, $\mathbf{M_V}$ e $\mathbf{R_V}$ accelerazione di gravità sulla superficie, massa e raggio di Venere e con $\mathbf{G_N}$, $\mathbf{M_N}$ e $\mathbf{R_N}$ accelerazione di gravità alla sommità delle nubi, massa e raggio di Nettuno, si ricava:

$$g_V = G \cdot \frac{M_V}{R_V^2} \simeq 6.674 \cdot 10^{-11} \frac{m^3}{kg \cdot s^2} \cdot \frac{4.867 \cdot 10^{24}\ kg}{(6.052 \cdot 10^6\ m)^2} \simeq 8.868\ \frac{m}{s^2} \ ,$$

$$g_N = G \cdot \frac{M_N}{R_N^2} \simeq 6.674 \cdot 10^{-11} \frac{m^3}{kg \cdot s^2} \cdot \frac{1.024 \cdot 10^{26}\ kg}{(2.477 \cdot 10^7\ m)^2} \simeq 11.14\ \frac{m}{s^2} \, .$$

In conclusione, la forza peso su Venere $\mathbf{P_V}$ e su Nettuno $\mathbf{P_N}$, di un corpo di massa 10 kg vale rispettivamente:

$$P_V = m \cdot g_V \simeq 10\ kg \cdot 8.868\ \frac{m}{s^2} \simeq 88.68\ \frac{kg \cdot m}{s^2} = 88.68\ N \ ,$$
$$P_N = m \cdot g_N \simeq 10\ kg \cdot 11.14\ \frac{m}{s^2} \simeq 111.4\ \frac{kg \cdot m}{s^2} = 111.4\ N \, .$$

Quindi l'oggetto pesa di più sulla superficie di Nettuno.

3. La stella Arturo

La stella Arturo, nella costellazione del Boote, dista 11.1 parsec dal Sole.
Calcolate:

a) la distanza in anni luce di Arturo dalla Terra;
b) quanto tempo impiega la luce per viaggiare da Arturo alla Terra;
c) quanto tempo impiega un segnale radio per viaggiare dalla Terra ad Arturo.

Soluzione:

a) Sapendo che un parsec equivale a 3.2616 anni luce, calcoliamo la distanza di Arturo dal Sole **d** in anni luce:

$$d = 11.1\ \text{pc} \cdot 3.2616\ \frac{\text{anni luce}}{\text{pc}} = 36.2\ \text{anni luce}\ .$$

Poiché la Terra dista dal Sole poco più di 8 minuti luce, questa distanza coincide in pratica con quella tra Arturo e la Terra

b) Un anno luce è la distanza che la luce percorre in un anno. Quindi la luce impiega 36.2 anni per viaggiare da Arturo alla Terra.

c) Le onde radio sono onde elettromagnetiche che, al pari della radiazione visibile (la luce), viaggiano nel vuoto alla velocità della luce. Pertanto, il tempo necessario per far giungere un segnale radio dalla Terra ad Arturo è esattamente lo stesso calcolato in precedenza, ovvero 36.2 anni.

4. In orbita intorno a una stella lontana

Un'astronave si muove attorno a una stella che ha massa uguale a 9 volte la massa del Sole, su un'orbita ellittica con semiasse maggiore di $1.346 \cdot 10^9$ km ed eccentricità 0.702 .
Calcolate:

a) in quanti anni terrestri l'astronave compie un'orbita completa attorno alla stella;
b) la distanza minima dalla stella raggiunta dall'astronave.

Soluzione:

a) La massa dell'astronave è trascurabile rispetto alla massa della stella, quindi, detti **M** la massa della stella, **a** il semiasse maggiore della sua orbita e **T** il periodo orbitale, dalla III legge di Keplero

$$\frac{a^3}{T^2} = \frac{G \cdot M}{4\pi^2}$$

si ricava:

$$T^2 = \frac{4\pi^2 \cdot a^3}{G \cdot M}.$$

In questa formula inseriamo i dati noti del problema, dopo aver convertito il semiasse maggiore dell'orbita in metri e aver calcolato la massa della stella, nota la massa $\mathbf{M_\odot}$ del Sole:

$$a = 1.346 \cdot 10^9\ \text{km} = 1.346 \cdot 10^{12}\ \text{m}\ ,$$

$$M = 9 \cdot M_\odot \simeq 9 \cdot 1.989 \cdot 10^{30}\ \text{kg} \simeq 1.790 \cdot 10^{31}\ \text{kg}\ .$$

Si ottiene quindi:

$$T^2 = \frac{4\pi^2 \cdot a^3}{G \cdot M} \simeq \frac{4\pi^2 \cdot (1.346 \cdot 10^{12}\ \text{m})^3}{6.674 \cdot 10^{-11}\ \frac{\text{m}^3}{\text{kg} \cdot \text{s}^2} \cdot 1.790 \cdot 10^{31}\ \text{kg}} \simeq 8.059 \cdot 10^{16}\ \text{s}^2$$

da cui

$$T = \sqrt{8.059 \cdot 10^{16}\ \text{s}^2} \simeq 2.839 \cdot 10^8\ \text{s} \simeq 3286\ \text{giorni terrestri} \simeq 9\ \text{anni terrestri}\ .$$

b) La distanza minima $\mathbf{d_{min}}$ dell'astronave dal centro della stella si ottiene, poiché sono noti il semiasse maggiore e l'eccentricità dell'orbita, dalla relazione:

$$d_{min} = a \cdot (1 - e) = 1.346 \cdot 10^9\ \text{km} \cdot (1 - 0.702) \simeq 4.01 \cdot 10^8\ \text{km}\ .$$

5. Voli e tramonti

Un aereo decolla vicino a Bari (longitudine 16° 51’ est, latitudine 41° 08’ nord) e, volando in direzione ovest, atterra dopo 3 ore e 50 minuti nei pressi di Oporto, in Portogallo (longitudine 08° 39’ ovest, latitudine 41° 08’ nord). L’aereo decolla al tramonto del Sole. Al suo arrivo quanto tempo è trascorso dal tramonto del Sole nella località di destinazione?

Soluzione:

Scriviamo le longitudini in gradi e decimali della località di partenza e di arrivo:

$$\mathrm{LON_{Bari}} = 16° + \left(\frac{51}{60}\right)^{°} \text{ est } = 16.85° \text{ est } = +16.85° ,$$

$$\mathrm{LON_{Oporto}} = 08° + \left(\frac{39}{60}\right)^{°} \text{ ovest } = 08.65° \text{ ovest } = -08.65° .$$

Poiché le due località sono alla stessa latitudine, l’intervallo di tempo tra il tramonto del Sole a Bari e quello a Oporto dipende solo dalla differenza di longitudine tra le località di arrivo e quella di partenza, che vale:

$$\Delta(\mathrm{LON}) = \mathrm{LON_{Bari}} - \mathrm{LON_{Oporto}} = 16.85° + 08.65° = 25.5° .$$

Poiché 360° di differenza di longitudine corrispondono a un intervallo di tempo di 24 h, la differenza di tempo **Δt** tra i due tramonti è data dalla proporzione:

$$\Delta t : \Delta(\mathrm{LON}) = 24 \text{ h} : 360°$$

$$\Delta t = \frac{\Delta(\mathrm{LON}) \cdot 24 \text{ h}}{360°} = \frac{25.5° \cdot 24 \text{ h}}{360°} = 1.70 \text{ h} = 1 \text{ h } 42 \text{ m} .$$

A Oporto il tramonto del Sole si verifica quindi 1 ora e 42 minuti dopo il tramonto a Bari.
Poiché l’aereo arriva a Oporto dopo un tempo di volo $\mathbf{t_{volo}}$ di 3 ore e 50 minuti dal momento del tramonto del Sole a Bari, quando l’aereo atterra a Oporto il Sole sarà tramontato da un tempo **T** pari a:

$$\mathrm{T} = \mathrm{t_{volo}} - \Delta t = 3 \text{ h } 50 \text{ m} - 1 \text{ h } 42 \text{ m} = 2 \text{ h } 8 \text{ m} .$$