

# Uno Nessuno Centomila... Sistemi Solari



e

## Olimpiadi Italiane di Astronomia

ESERCIZI SUL SISTEMA SOLARE

E SUI PIANETI EXTRASOLARI

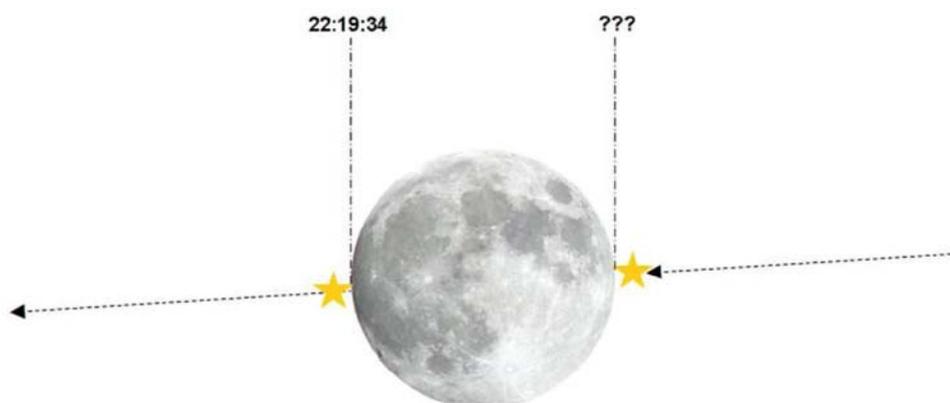
PER LA SCUOLA SECONDARIA DI SECONDO GRADO (II e III SUPERIORE)

### ESERCIZIO 1

Un'occultazione lunare è il fenomeno nel quale vediamo la Luna, durante il suo moto sulla volta celeste, passare davanti a un altro corpo celeste (tipicamente una stella). Si consideri allora l'occultazione lunare mostrata nella figura, dove la stella viene occultata lungo il diametro del disco lunare. Se l'occultazione inizia (cioè la stella sparisce dietro il bordo della Luna) alle 22:19:34, a che ora ci aspettiamo che finisca (cioè vedremo la stella ricomparire dal bordo opposto)?

Sono noti i seguenti dati: periodo di rivoluzione della Luna  $T_{Luna} = 27d\ 07h\ 43,2m$ ; diametro equatoriale della Luna  $D_{Luna} = 3476,2\ km$ ; distanza media Terra-Luna  $d = 384104,86\ km$ .

### Soluzione



Sia la stella che la Luna si muovono in cielo in modo apparente, a causa della rotazione terrestre. Dunque, rimarrebbero ferme l'una rispetto all'altra, se la Luna non avesse in realtà un moto proprio dovuto alla sua rivoluzione intorno alla Terra. L'occultazione avviene in virtù di questo solo moto, e quindi basterà calcolare la velocità apparente della Luna dovuto al suo moto orbitale e vedere in quanto tempo la Luna percorre un angolo pari al suo diametro apparente. Sappiamo che la Luna fa un giro completo in un tempo  $T_{Luna}$ . In un tempo qualsiasi  $t$  essa percorrerà quindi un angolo  $x$  che può essere calcolato dalla semplice proporzione  $x:360^\circ = t:T_{Luna}$ .

Se al posto di  $x$  usiamo il diametro apparente della Luna, otteniamo la durata dell'occultazione. Il diametro apparente può essere calcolato conoscendo il diametro vero della Luna e la sua distanza dalla Terra.

$$x = \frac{\phi_{Luna}}{d_{Luna}} \cdot \frac{360^\circ}{2\pi} = \frac{3476,2}{384\ 104,86} \cdot \frac{360^\circ}{2\pi} = 0,519^\circ$$

Pertanto, si ricava immediatamente la durata dell'occultazione:

"Uno Nessuno Centomila... Sistemi Solari" è un'iniziativa dell'Istituto Nazionale di Astrofisica (INAF) e della Fundación Galileo Galilei-Telescopio Nazionale Galileo (FGG-TNG), finanziata tramite il progetto premiale WOW (A Way to Other Worlds) e nata nell'ambito del progetto GAPS (Global Architecture of Planetary Systems).



ISTITUTO NAZIONALE DI ASTROFISICA  
NATIONAL INSTITUTE FOR ASTROPHYSICS



Fondazione G. Galilei



a Way to Other Worlds



Global Architecture of Planetary Systems

$$t = T_{Luna} \frac{x}{360^\circ} = 655,72 \text{ ore} \cdot \frac{0,519^\circ}{360^\circ} = 0,945 \text{ ore} \cong 56 \text{ min } 43 \text{ sec}$$

che è inferiore ad un'ora. Se l'occultazione è iniziata alle 22:19:34, essa terminerà quindi alle 23:16:17.

Fonte: Olimpiadi Italiane di Astronomia 2009, Gara Finale Nazionale, prova teorica, categoria Senior

## ESERCIZIO 2



**Gli abitanti del pianetino Autovelox IV sono tecnicamente molto progrediti, amano gareggiare in velocità e i loro veicoli sono molto sportivi. In seguito al verificarsi di numerosi incidenti, la loro polizia stradale ha però dovuto istituire il limite massimo di velocità a 650 km/h (!). Spiegate la ragione di tale necessario provvedimento.**

**Sappiate che:**

- 1. gli autovelox sono creature che vivono in bozzoli dato che il loro pianeta, pur avendo un suolo solido e ottime autostrade, è privo di atmosfera;**
- 2. la massa  $M$  del loro pianeta è di  $10^{20}$  kg;**
- 3. il raggio  $R$  del loro pianeta è di  $2 \cdot 10^5$  m;**
- 4. la costante di gravitazione universale  $G$  vale  $6,674 \cdot 10^{-11} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{ s}^{-2}$ .**

### Soluzione

Il limite di 650 km/h è subito inferiore alla velocità orbitale circolare alla superficie del pianeta, raggiungendo la quale si perde il contatto col suolo. Il veicolo privo di controllo può urtare montagne o altri veicoli, se non addirittura entrare in orbita (patente ritirata a vita).

Infatti:

uguagliando accelerazione gravitazionale e centrifuga si ottiene per un raggio  $R$  e per una massa attrattiva  $M$  la velocità orbitale:

$$v = \sqrt{\frac{GM}{R}} = \sqrt{\frac{6,674 \cdot 10^{-11} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{ s}^{-2} \cdot 10^{20} \text{ kg}}{2 \cdot 10^5 \text{ m}}} = \sqrt{33,370 \text{ m}^2 \text{ s}^{-2}} = 183 \text{ m/s} = 658 \text{ km/h}$$

Attenzione alle unità di misura!

Fonte: Olimpiadi Italiane di Astronomia 2009, Gara Finale Nazionale, prova teorica, categoria Senior

"Uno Nessuno Centomila... Sistemi Solari" è un'iniziativa dell'Istituto Nazionale di Astrofisica (INAF) e della Fundación Galileo Galilei-Telescopio Nazionale Galileo (FGG-TNG), finanziata tramite il progetto premiale WOW (A Way to Other Worlds) e nata nell'ambito del progetto GAPS (Global Architecture of Planetary Systems).



ISTITUTO NAZIONALE DI ASTROFISICA  
NATIONAL INSTITUTE FOR ASTROPHYSICS

Istituto Nazionale di Astrofisica



Fondazione G. Galilei



a Way to Other Worlds



Global Architecture of Planetary Systems

### ESERCIZIO 3



Vi trovate sulla superficie di un pianeta sconosciuto che ha lo stesso raggio della Terra. Osservate che lasciando cadere un corpo verso il basso, questo percorre 18,34 metri in 0,5 secondi.

Determinate la massa del pianeta sconosciuto in kg sapendo che la massa della terra vale  $M_x = 5,97 \times 10^{24}$  kg. Sapendo inoltre che sulla Terra la densità dell'Uranio è di circa  $19 \text{ g/cm}^3$  e quella dell'Osmio (l'elemento più denso presente in natura) è di circa  $22,6 \text{ g/cm}^3$ , da cosa pensate possa essere costituito il pianeta sconosciuto?

#### Soluzione

Il corpo lasciato cadere verso il basso ha un moto uniformemente accelerato con velocità iniziale nulla, e segue quindi la legge:

$$s = \frac{1}{2} g_{\text{Pianeta}} \cdot t^2 \quad \text{da cui:} \quad g_{\text{Pianeta}} = \frac{2s}{t^2}$$

Con i dati del problema ( $s = 18,34 \text{ m}$ ,  $t = 0,5 \text{ s}$ ) si ricava quindi l'accelerazione di gravità alla superficie del pianeta sconosciuto:

$$g_{\text{Pianeta}} = \frac{2s}{t^2} = \frac{2(18,34) \text{ m}}{(0,5)^2 \text{ s}^2} = 146,7 \text{ m/s}^2$$

Confrontata con l'accelerazione di gravità sulla superficie terrestre,  $g_{\text{Terra}} = 9,81 \text{ m/s}^2$ , si vede che:

$$g_{\text{Pianeta}} = 15 g_{\text{Terra}}$$

Per la Legge di Gravitazione Universale, le espressioni di  $g_{\text{Pianeta}}$  e  $g_{\text{Terra}}$  sono date da:

$$g_{\text{Terra}} = G \frac{M_{\text{Terra}}}{R_{\text{Terra}}^2}$$

e quindi, essendo il raggio del pianeta uguale a quello terrestre, si può ricavare la massa del pianeta in termini di quella terrestre:

$$M_{\text{Pianeta}} = \frac{R_{\text{Pianeta}}^2}{G} g_{\text{Pianeta}} = \frac{R_{\text{Pianeta}}^2}{G} \cdot 15 \cdot g_{\text{Terra}} = \frac{R_{\text{Pianeta}}^2}{G} \cdot 15 \cdot G \frac{M_{\text{Terra}}}{R_{\text{Terra}}^2} = 15 \cdot M_{\text{Terra}} =$$

La massa del pianeta sconosciuto è dunque di  $8,93 \times 10^{25}$  kg. Poiché il volume del pianeta è evidentemente uguale a quello della Terra (per via dei raggi uguali!) anche la sua densità risulterà 15 volte maggiore di quella della Terra e vale circa  $82,8 \text{ g/cm}^3$ . Il pianeta sconosciuto non può essere interamente costituito da materia ordinaria: dobbiamo quindi supporre, ad esempio, che buona parte del suo interno sia costituita da materia allo stato "degenere".

Fonte: Olimpiadi Italiane di Astronomia 2009, Gara Interregionale, prova teorica, categoria Senior

"Uno Nessuno Centomila... Sistemi Solari" è un'iniziativa dell'Istituto Nazionale di Astrofisica (INAF) e della Fundación Galileo Galilei-Telescopio Nazionale Galileo (FGG-TNG), finanziata tramite il progetto premiale WOW (A Way to Other Worlds) e nata nell'ambito del progetto GAPS (Global Architecture of Planetary Systems).



Istituto Nazionale di Astrofisica



Fondazione G. Galilei



a Way to Other Worlds



Global Architecture of Planetary Systems